

POZAŚRODOWISKOWE EFEKTY ZEWNĘTRZNE
W LOKALNYCH SYSTEMACH ENERGETYCZNYCH

Magdalena Ligus
Tomasz Poskrobko
Edyta Sidorczuk-Pietraszko

POZAŚRODOWISKOWE
EFEKTY ZEWNĘTRZNE
W LOKALNYCH SYSTEMACH
ENERGETYCZNYCH

Białystok 2015

Recenzent: **dr hab. Anetta Zielińska**

Redaktor: Janina Demianowicz

Korekta: zespół

Skład: Agencja Wydawnicza EkoPress / tel. 601 311 838
wykorzystano grafikę BESTGREENSCREEN / fotolia.com

ISBN: 978-83-942623-2-7

Wydawca: Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych
15-092 Białystok, ul. Sienkiewicza 22
tel. +48-85 744 60 96 www.fe.org.pl

copyright © by: Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych
Białystok 2015

Monografię i badania sfinansowano ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach projektu badawczego „Szacunek pozaśrodowiskowych korzyści i kosztów zewnętrznych modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym” [N N112 384840]

Spis treści

Wstęp	7
Rozdział 1.	
Współczesne przemiany w lokalnych systemach energetycznych	12
1.1 Przesłanki procesów modernizacyjnych w energetyce	12
1.2 Polityka energetyczna i klimatyczna	29
1.3 Koncepcja gospodarki niskoemisyjnej	47
Rozdział 2.	
Zmiany w lokalnych systemach energetycznych a efekty zewnętrzne	55
2.1 Zmiany w modelu gospodarowania energią na poziomie lokalnym	55
2.2 Problem efektów zewnętrznych	59
2.3 Lokalne systemy energetyczne a pozaśrodowiskowe efekty zewnętrzne	63
Rozdział 3.	
Wartościowanie zmian w poziomie bezpieczeństwa energetycznego	69
3.1 Bezpieczeństwo energetyczne	69
3.2 Metodyka badań	74
3.3 Wartościowanie zmian w poziomie bezpieczeństwa energetycznego	88
3.4 Szacunek kosztu przerw w zasilaniu odbiorców energii elektrycznej w Polsce w 2014 roku	132
Rozdział 4.	
Technologie odnawialnych źródeł energii a zatrudnienie w wymiarze lokalnym	137
4.1 Metodyka badań	137
4.2 Szacunek wpływu instalacji OZE na zatrudnienie na poziomie lokalnym	154

Rozdział 5.	
Wpływ elektrowni wiatrowych na wartość nieruchomości	175
5.1 Metodyka badań	176
5.2 Szacunek utraty wartości nieruchomości położonych w pobliżu elektrowni wiatrowych	183
Rozdział 6.	
Koszty wynikające ze wzrostu poziomu wód gruntowych, związane z energetyką wodną	205
6.1 Metodyka badań	206
6.2 Szacunek kosztów odtworzenia i prewencji	211
Rozdział 7.	
Efekty wynikające ze zmiany sposobu produkcji energii cieplnej w budynkach mieszkalnych	215
7.1 Szacunek zmiany ilości czasu wolnego	215
7.2 Szacunek zmiany ilości przestrzeni życiowej	222
Zakończenie	227
Bibliografia	232
Spis rysunków	240
Spis tabel	243

Wstęp

W systemach energetycznych obserwuje się obecnie szereg zmian, które są w dużej mierze indukowane przez aktywne zaangażowanie Unii Europejskiej w walkę z problemem globalnego ocieplenia. Przełom wieku XX i XXI przyniósł nasilające się, niekorzystne zjawiska atmosferyczne i różnorodne anomalie pogodowe. W międzynarodowych kręgach naukowo-badawczych i politycznych dość powszechnie uważa się, że obserwowana obecnie dynamika zjawisk atmosferycznych może być efektem skumulowanych, globalnych zmian klimatu ziemskiego wywołanych w głównej mierze działalnością człowieka w zakresie wytwarzania energii. Środowiska naukowe pracujące na potrzeby Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (*Intergovernmental Panel for Climate Change* – IPCC) są zgodne co do dużego prawdopodobieństwa związku pomiędzy wzrostem koncentracji gazów cieplarnianych, emitowanych w wyniku spalania paliw kopalnych, a tendencją wzrostu globalnej temperatury na Ziemi, co grozi poważnymi konsekwencjami dla stabilności i równowagi klimatycznej. W obliczu zachodzących zmian Unia Europejska zdecydowała się na prowadzenie aktywnej polityki w zakresie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Wyrazem tego jest dokument wyznaczający kierunek rozwoju Wspólnoty – *Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu*. Strategia ta zakłada, między innymi, że przeciwdziałanie zmianom klimatu, poprzez znaczne ograniczenie emisji gazów cieplarnianych i bardziej efektywne korzystanie z zasobów, pozwoli nie tylko powstrzymać narastające problemy klimatyczne, ale również utrzymać przewagę konkurencyjną Wspólnoty. Założono bowiem, że działania na rzecz walki ze zmianami klimatu podejmowane obecnie mogą obniżyć koszty społeczne i gospodarcze w przyszłości, a rosnące zapotrzebowanie na czyste technologie sprzyjać będzie modernizacji europejskiej gospodarki oraz „ekologicznemu” wzrostowi gospodarczemu i tworzeniu miejsc pracy.

Unia Europejska stała się promotorem idei rozwoju zrównoważonego i obrońcą światowego klimatu, co w sektorze energetyki skutkuje coraz wyższymi i ambitniejszymi wymaganiami ekologicznymi i efektywnościowymi. Ich spełnienie wiąże się z koniecznością dość gruntownej modernizacji krajowych

systemów energetycznych. Główne kierunki przemian dotyczą nie tylko bezpośredniego zmniejszenia emisji dwutlenku węgla ze źródeł zasilanych paliwami kopalnymi, ale również dywersyfikacji dostaw energii i poprawy bezpieczeństwa energetycznego. Jednym z istotniejszych sposobów osiągnięcia zakładanych celów jest powszechne wykorzystanie technologii odnawialnych źródeł energii. Instalacje takie, inaczej niż scentralizowane systemy energetyczne oparte na paliwach kopalnych, z natury mają charakter lokalny. W rezultacie pojawiła się potrzeba prowadzenia aktywnej polityki energetycznej nie tylko na szczeblu centralnym, ale też regionalnym i lokalnym.

Zwiększające się zaangażowanie samorządów lokalnych w sprawy energetyki jest związane nie tylko z odgórnym wdrażaniem celów polityki energetycznej (na przykład przez ustawy o obowiązkach planowania energetycznego w gminach), lecz także z faktem, że sposób i jakość zapewnienia energii społecznościom lokalnym ma wpływ na kształtowanie szeroko ich rozumianego dobrobytu. Energia jest jednym z podstawowych czynników warunkujących współczesny rozwój. Zapewnienie nieprzerwanej podaży energii jest podstawą rozwoju współczesnej gospodarki oraz jakości życia mieszkańców. Jeszcze nigdy życie społeczne ludzi i organizacja życia w gospodarstwie domowym nie zależała tak bardzo od energii elektrycznej, jak obecnie. Coraz częściej dostrzega się również potencjał ekonomiczny lokalnej energetyki i jej wpływ na rozwój gospodarczy obszarów poza wielkimi aglomeracjami, gdzie są zlokalizowane duże zakłady przemysłowe. Jednakże chaotyczny rozwój energetyki na poziomie gmin i powiatów powoduje, że niejednokrotnie nie jest ona w stanie sprostać nowym potrzebom rozwijającej się gospodarki oraz oczekiwaniom społecznym.

Racjonalne kierowanie wieloma aspektami gospodarowania energią na szczeblu lokalnym, między innymi sterowanie popytem, planowanie sposobów i wielkości wytwarzania oraz przesyłania energii cieplnej i elektrycznej, harmonijny rozwój energetyki odnawialnej, który nie byłby sprzeczny z wymaganiami ochrony środowiska naturalnego i ochroną jego zasobów, staje się więc koniecznością, przed którą stają samorzady gmin i powiatów. Z punktu widzenia jednostek samorządu terytorialnego decyzje dotyczące zmian modernizacyjnych w lokalnej gospodarce energetycznej wymagają analizy szeregu danych, pochodzących nie tylko z zasobów gminy czy statystyk publicznych, lecz także z badań własnych. Podejmując decyzje co do przyszłego kształtu systemów energetycznych na poziomie lokalnym decydenci muszą stosować społeczny rachunek ekonomiczny. Niestety, z reguły rachunek taki, o ile w ogóle jest prowadzony,

skupia się jedynie na kluczowych parametrach finansowych. Rzadko uwzględnia się koszty i korzyści w szerszym, społecznym kontekście. W rachunku takim nie uwzględnia się kosztów i korzyści zewnętrznych mogących mieć niebagatelny wpływ na jakość życia społeczności lokalnych. Dzieje się nie tylko z powodu braku świadomości co do istnienia takich efektów, ale również dlatego, że efekty zewnętrzne jest trudno zidentyfikować, a jeszcze trudniej wycenić. Pomocne mogą być działania naukowców zmierzające do identyfikacji i szacowania takich zjawisk, a także tworzenia czytelnych wskaźników. Istnienie odpowiednich wskaźników pozwala na uwzględnienie w prosty sposób kosztów i korzyści zewnętrznych w społecznym rachunku efektywności. Niestety, wskaźników takich jest niewiele i nie funkcjonują one w świadomości osób podejmujących decyzje. Dodatkowo, większość z nich koncentruje się wokół problemu ekologicznych efektów zewnętrznych, związanych z degradacją walorów lub zasobów środowiska przyrodniczego. Natomiast na skutek braku odpowiednich badań, brak jest danych dotyczących pozaśrodkowych kosztów i korzyści zewnętrznych. Uniemożliwia to empiryczną ocenę, które rodzaje pozaśrodkowych efektów są istotne dla procedury analizy kosztów i korzyści, a które mogą zostać pominięte. Nie są również dostępne wskaźniki pieniężne, które mogłyby posłużyć jako szacunkowe przy analizie i wycenie efektów związanych z konkretnymi przedsięwzięciami inwestycyjnymi. Zrealizowane prace badawcze służą częściowemu uzupełnieniu tej luki. Autorzy w niniejszej publikacji starają się naświetlić problem pozaśrodkowych efektów zewnętrznych, mogących się pojawić w wyniku reorganizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym. Zaproponowane zostały również metodyki szacowania wybranych efektów oraz obliczone wskaźniki.

W rozdziale pierwszym naświetlono problem współczesnych przemian w systemach energetycznych. Pokazano głównie przesłanki zmian modernizacyjnych oraz kierunki rozwoju polityki energetycznej i klimatycznej na szczeblu międzynarodowym i Unii Europejskiej, wyznaczające główne kierunki zachodzących obecnie zmian.

W rozdziale drugim przedstawiono teoretyczną podbudowę dla dalszych analiz oraz omówiono pozaśrodkowe efekty zewnętrzne, w tym w szczególności efekty pojawiające się w lokalnych systemach energetycznych. Za punkt wyjścia posłużyła krótka charakterystyka lokalnych systemów energetycznych, obejmująca ich stan oraz najbardziej prawdopodobne, w obliczu obecnej polityki klimatycznej i energetycznej, kierunki ewolucji. Dzięki tym rozważaniom

autorzy byli w stanie zidentyfikować i ustrukturyzować pozaśrodowiskowe efekty zewnętrzne, mogące potencjalnie wywierać wpływ na jakość życia społeczności lokalnych.

W dalszej części monografii przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w ramach projektu badawczego „Szacunek pozaśrodowiskowych korzyści i kosztów zewnętrznych modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym”. Autorzy zaproponowali metodyki szacowania wybranych pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych, omówili wyniki przeprowadzonych badań oraz wskaźniki dotyczące wielkości badanych efektów. Kolejność rozdziałów odzwierciedla istotność analizowanych problemów, od, zdaniem autorów, najistotniejszych do najmniej istotnych, z punktu widzenia ich potencjalnego wpływu na procesy decyzyjne, w zakresie modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym.

W rozdziale trzecim szczególną uwagę zwrócono na kwestię bezpieczeństwa energetycznego w kontekście stabilności zasilania przedsiębiorstw, rozumianego jako analiza jakości sieci przesyłowej i dystrybucyjnej oraz stabilności systemu elektroenergetycznego w zakresie zbilansowania popytu i podaży, w odniesieniu do postrzegania tego zagadnienia przez respondentów i gotowości ponoszenia dodatkowych opłat w celu poprawy poziomu bezpieczeństwa energetycznego.

W rozdziale czwartym zaprezentowano metodykę oraz wyniki badań wielkości zatrudnienia w instalacjach wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych. W badaniach tych przyjęto perspektywę lokalną, określając generowane efekty w postaci liczby miejsc pracy w odniesieniu do mocy zainstalowanej określonego typu technologii odnawialnych źródeł energii.

W rozdziale piątym przybliżono problem utraty wartości nieruchomości w wyniku lokalizacji w ich pobliżu elektrowni wiatrowych, a w rozdziale szóstym oszacowano, za pomocą podejścia kosztowego, mogące się pojawić negatywne efekty w przypadku spiętrzenia wód na potrzeby małej energetyki wodnej. W rozdziale siódmym podjęto tematykę niedotyczącą bezpośrednio efektów zewnętrznych, a mianowicie trudno wycenialne efekty związane ze zmianą źródła zasilania. Efekt tego rodzaju, jako wynik świadomej decyzji właściciela posesji w zakresie zmiany źródła energii cieplnej, nie może być traktowany jako efekt zewnętrzny. Ze względu na trudności z wyceną, efekty te nie ujawniają się bezpośrednio w rachunku mikroekonomicznym, ale mimo to mogą wywierać wpływ na poziom dobrobytu jednostek. Ich znajomość może rzutować na decy-

zje co do kierunków rozwoju źródeł produkcji energii cieplnej na najniższym, konsumenckim poziomie.

Autorzy wyrażają nadzieję, że ich praca stanie się źródłem wiedzy dla osób zajmujących się planowaniem energetycznym, a otrzymane w wyniku badań wskaźniki okażą się pomocne i ułatwią decyzje co do wyboru potencjalnych kierunków rozwoju lokalnych systemów energetycznych. Będzie ona również stanowić przyczynek do szerszej dyskusji naukowej nad problemem pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych w lokalnych systemach energetycznych, a być może również w odniesieniu do innych obszarów kształtowania szeroko rozumianej polityki ekologicznej.

WSPÓŁCZESNE PRZEMIANY W LOKALNYCH SYSTEMACH ENERGETYCZNYCH

1.1 Przesłanki procesów modernizacyjnych w energetyce

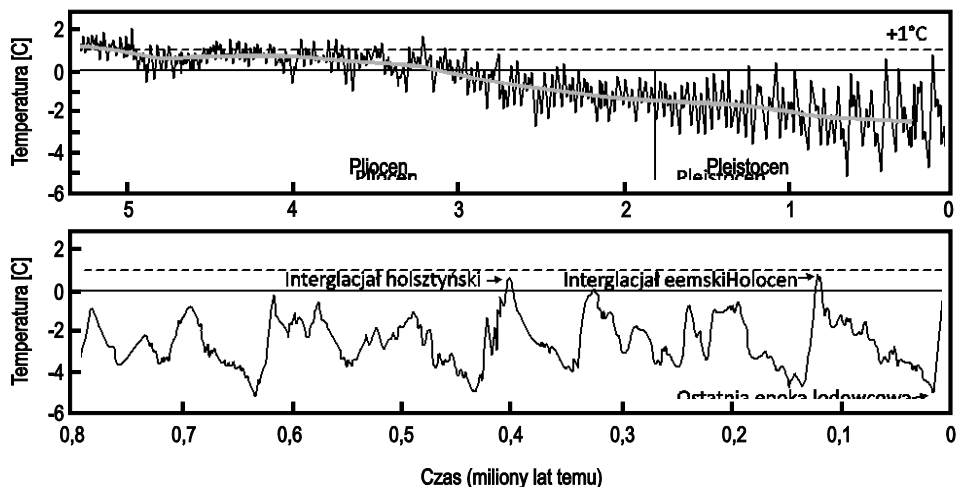
1.1.1 Zmiany klimatyczne

Klimat Ziemi na przestrzeni dziejów planety zmieniał się wielokrotnie. Pozostaje on pod wpływem przynajmniej czterech mechanizmów. Są to: zmiany promieniowania słonecznego, zmiany w parametrach orbity ziemskiej, zmiany w składzie atmosfery ziemskiej (stężenie gazów cieplarnianych, pyłów i aerozoli) oraz we właściwościach powierzchni Ziemi (zdolność do odbijania światła, retencja wodna, struktura użytkowania terenu). O ile dwa pierwsze mechanizmy mają charakter zewnętrzny w stosunku do Ziemi i przebiegają w sposób naturalny, bez wpływu człowieka, o tyle dwa pozostałe mają charakter mieszany. Istnieją też między tymi mechanizmami sprzężenia zwrotne, które potęgują lub osłabiają efekt całkowity¹.

Szacunki temperatury globalnej prowadzone przez różnych badaczy wskazują na występowanie okresów globalnego ochłodzenia i ocieplenia².

¹ Z. Kundzewicz, K.Juda-Rezler, *Zagrożenia związane ze zmianami klimatu*, „Nauka” 2010 nr 4, ss. 69-76.

² Dane na ten temat publikowane są przykładowo na portalach realclimate.org, climate.nasa.gov.



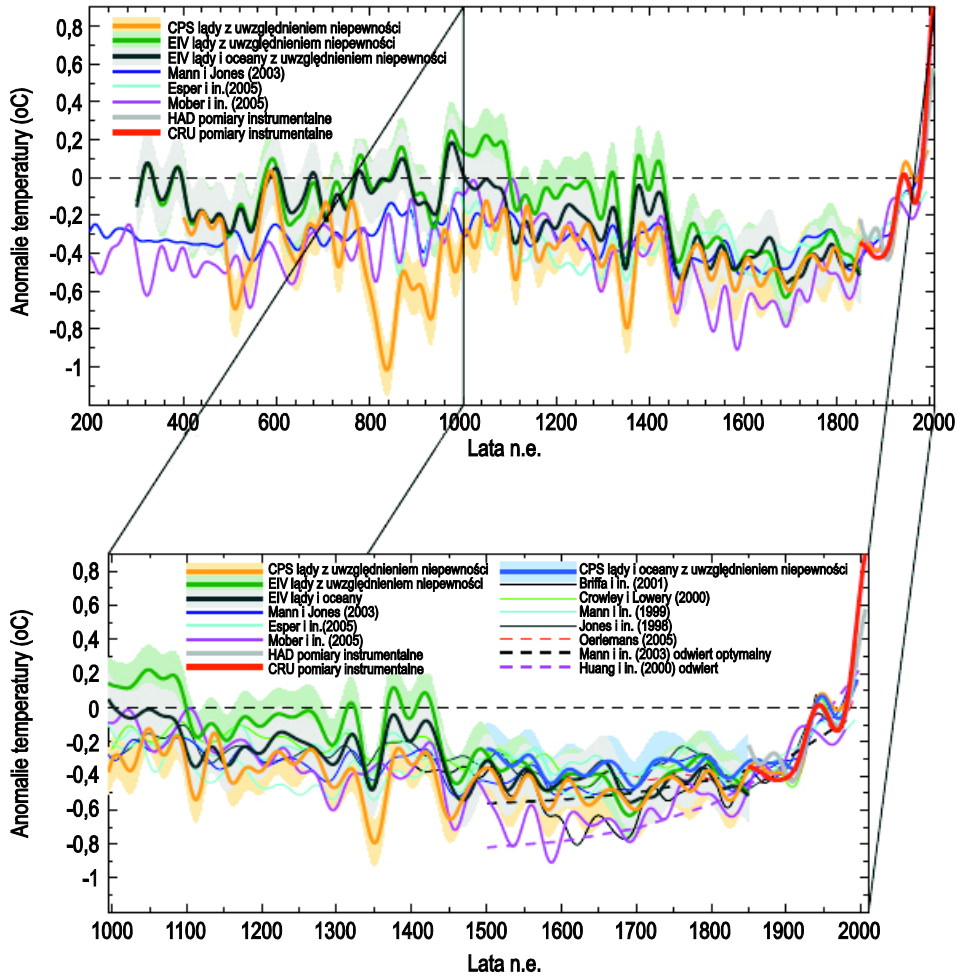
Rysunek 1. Zmiany globalnej temperatury w okresie ostatnich 5 milionów lat

Źródło: J.E. Hansen, M. Sato, *Paleoclimate implications for human-made climate change*, w: *Climate Change at the Eve of the Second Decade of the Century: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects: Proceedings of the Milutin Milankovitch 130th Anniversary Symposium*, red. A. Berger, F. Mesinger, D. Šijači, Springer, 2011.

Dane o szacunkowych temperaturach na półkuli północnej dla ostatnich 2000 lat przedstawiono na rysunku 2.

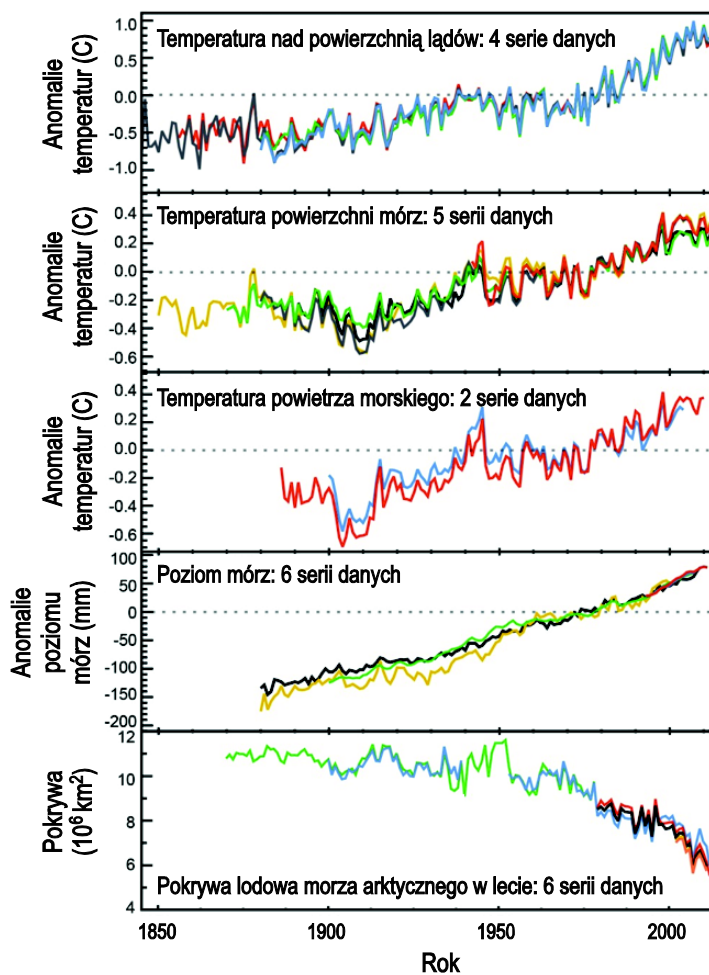
Niezależnie od zmian globalnej temperatury w perspektywie milionów lat, niepodważalny jest fakt obserwowanego wzrostu temperatury w epoce industrialnej. Wnioskując o przyczynach obecnego ocieplenia klimatu należy brać pod uwagę, że obserwuje się je na podstawie serii pomiarów temperatury, które rozpoczęto w czasie największego ochłodzenia w latach 1780-1830. Szacunki dotyczące paleoklimatu wskazują, że w historii Ziemi były okresy, kiedy temperatura globalna była o 2-4°C wyższa, ale wówczas zmiany temperatur trwały stulecia. Tempo obecnego wzrostu temperatury jest natomiast alarmujące – oznacza to między innymi, że duże jest prawdopodobieństwo znaczącego wpływu czynników antropogenicznych³.

³ M. Sadowski, M. Sobolewski, *Zmiany klimatu i ich skutki*, „Infos” 2007 nr 23.



Rysunek 2. Szacunki temperatury na półkuli północnej od roku 200 n.e.

Źródło: www.realclimate.org/index.php/archives/2008/09/progress-in-millennial-reconstructions [12-03-2015].



Rysunek 3. Wybrane parametry zmian klimatycznych

Źródło: *Fifth Assessment Report, Climate Change 2013. The Physical Science Basis*, IPCC, Cambridge University Press 2013, s. 199.

Podkreślić w tym miejscu należy znaczenie, jakie dla analizy przyczyn cyklicznych spadków i wzrostów temperatur na Ziemi ma planetarny cykl zmian parametrów Układu Słonecznego (liczby Wolfa) trwający 178,9 lat, a także stała słoneczna.

Tabela 1. Cykle zmienności wybranych parametrów wpływających na klimat Ziemi

Zmienna	Okres (lata)
Aktywność Słońca (1700-2001)	187,7
Stała Słoneczna (1700-2001)	187,7
Erupcje wulkanów (1680-1980)	
DVI (Dust Veil Index)	232,0
ΔVI	206,7
Parametry Układu Słonecznego (1700-2000):	
Siły pływowe na Słońcu (ΔG)	170,1
Dyspersja masy (B)	175,1

Źródło: B. Krawczyk, G. Węclawowicz (red.), *Badania środowiska fizycznogeograficznego aglomeracji warszawskiej: zbiór prac*, Prace Geograficzne Nr 180, Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyńskiego, Warszawa 2001, s. 30.

Cykle te są w dużym stopniu zbieżne. Obserwowane są również około 100-letnie cykle temperatury powietrza w Europie oraz cykle Oscylacji Północnoatlantyckiej i o podobnej długości cykle zmiennych astronomicznych i geologicznych⁴. W Europie obserwuje się zmienność temperatur w cyklach około 8-letnich, 11-letnich, 100-letnich i 180-letnich⁵.

Obserwowane ocieplenie klimatu jest więc w pewnej mierze wynikiem nałożenia się naturalnych cykli temperatury i cykli zmiennych astronomicznych oraz geologicznych. Część ocieplenia wynika ze wzrostu aktywności Słońca, erupcji wulkanicznych, ale nie można ignorować współistnienia w czasie bardzo szybkiego wzrostu temperatury globalnej i takich czynników, jak rosnące emisje gazów cieplarnianych i ich stężeń w atmosferze oraz miejskie wyspy ciepła. W XVII wieku na Ziemi było około 500 mln ludzi⁶, a na koniec 2013 roku –

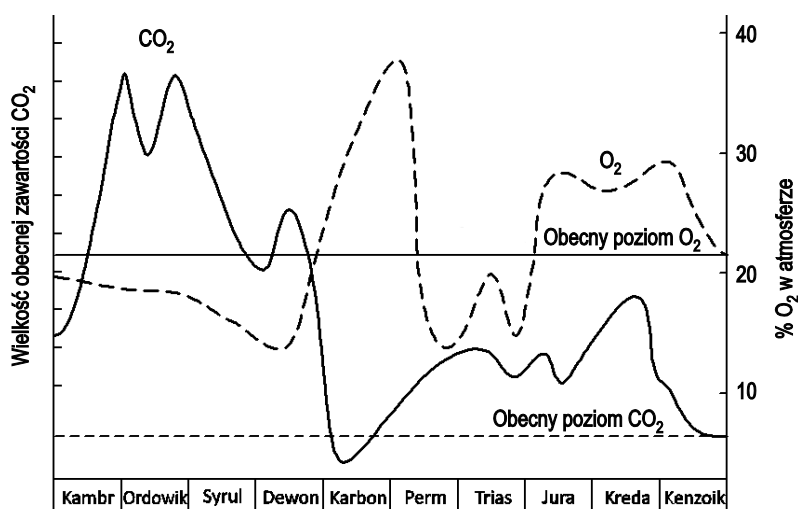
⁴ B. Krawczyk, G. Węclawowicz (red.), *Badania środowiska fizycznogeograficznego aglomeracji warszawskiej: zbiór prac*, Prace Geograficzne Nr 180, Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyńskiego, Warszawa 2001, s. 31.

⁵ J. Boryczka, M. Stopa-Boryczka, *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w XVIII-XXI wieku i ich przyczyny*, „Acta Agrophysica” 2007 nr 9(3) ss. 555-570.

⁶ Z. Kundzewicz, K. Juda-Rezler, *Zagrożenia związane ze zmianami klimatu*, „Nauka” 2010 nr 4, ss. 69-76.

prawie 7,2 mld ludzi⁷. Rosnące zużycie zasobów paliw kopalnych oznacza, że węgiel, który był przez wiele milionów lat związany w skorupie ziemskiej, jest uwalniany do atmosfery w ciągu kilku dziesięcioleci. Stężenie dwutlenku węgla w atmosferze zwiększa się także z powodu wylesień i zmniejszenia możliwości wiązania węgla przez rośliny w procesie fotosyntezy. Ponadto, wzrost produkcji ryżu, hodowli bydła oraz topnienia wiecznej zmarzliny przyczyniają się do wzrostu atmosferycznego stężenia metanu. Rozwój rolnictwa powoduje także wzrost stężenia w atmosferze podtlenku azotu. W efekcie wzrostu stężeń gazów cieplarnianych zwiększa się ilość energii zatrzymywanej w systemie ziemskim, a więc wzrasta globalna temperatura.

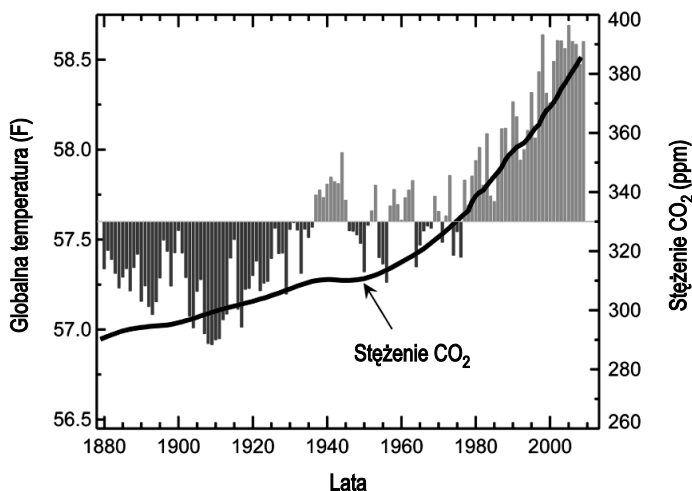
Kształtowanie się stężeń gazów cieplarnianych w perspektywie milionów lat oraz w epoce industrialnej przedstawiono na rysunkach 4 i 5.



Rysunek 4. Zmiany zawartości tlenu i dwutlenku węgla od kambru do kenozoiku

Źródło: T.H. van Andel, *Nowe spojrzenie na starą planetę*, PWN, Warszawa 1997.

⁷ Powierzchnia, ludność i stolice wybranych krajów, GUS, www.stat.gov.pl [2015-04-10].



Rysunek 5. Globalna temperatura i stężenie dwutlenku węgla

Źródło: *Global Climate Change Indicators*, US National Climatic Data Center, www.ncdc.noaa.gov/indicators/ [15-03-2015].

Stężenie to, podobnie jak temperatura, podlegało dużym zmianom. Obecny poziom CO_2 w atmosferze jest jednym z najniższych w historii planety. Szacuje się, że nieznacznie niższy poziom występował w okresie środkowego karbonu (300 mln lat temu). W pozostałych epokach stężenie CO_2 przekraczało poziom obecny nawet 20-krotnie. Wysokie stężenia tego gazu doprowadziły do rozwoju flory i fauny, a w efekcie do powstania wielu zasobów naturalnych, z których człowiek aktualnie korzysta. W epoce industrialnej i postindustrialnej stężenie atmosferyczne CO_2 wzrasta nieprzerwanie: w połowie XVIII wieku wynosiło ono poniżej 280 ppm, a w 2014 roku – 398,6 ppm, co oznacza wzrost o ponad 40%. Stężenie podtlenku azotu wzrosło w tym okresie o około 20%, a metanu – o około 150%. Koncentracja dwutlenku węgla jest obecnie najwyższa w ciągu ostatnich kilkuset tysięcy lat, a tempo jej wzrostu jest najwyższe od co najmniej 20 tys. lat.

Adekwatnie do oceny dynamiki zmian temperatury w okresie po rewolucji przemysłowej, stwierdza się z dużym prawdopodobieństwem, że na obecną dynamikę wzrostu stężenia CO_2 istotny wpływ ma działalność człowieka. Zawarte w piątym raporcie IPCC z 2013 roku szacunki wskazują, że, o ile wzrost koncentracji gazów cieplarnianych nie zostanie powstrzymany, to do końca obecnego

stulecia średnia temperatura powierzchni Ziemi będzie wyższa w porównaniu z okresem 1850-1900 prawdopodobnie o 1,5°C do nawet ponad 2°C.

Zmiana klimatu powoduje różnorakie skutki, w większości negatywne. W wielu częściach świata zmieniające się opady, topniejący lód i śnieg zmieniają systemy hydrologiczne i stan zasobów wodnych. Szereg gatunków, zarówno lądowych, słodkowodnych, jak i morskich zmieniło zasięg geograficzny występowania, aktywność, wzorce migracji, a część wyginęła. Przewidywane są także negatywne skutki w rolnictwie, w tym zmniejszenie wielkości plonów. Wprawdzie w odniesieniu do regionów położonych w wyższych szerokościach geograficznych niektóre studia wskazują na możliwość wystąpienia efektów pozytywnych, niemniej jednak nie wiadomo, czy ostateczny bilans efektów będzie negatywny, czy też pozytywny. Dotychczas zmiana klimatu negatywnie wpłynęła na wielkość plonów pszenicy i kukurydzy, zarówno w poszczególnych regionach, jak i w skali całego świata. Zaobserwowane w ostatnich latach okresy wzrostu cen żywności i zbóż związane z ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi wskazują, że rynki są na te czynniki relatywnie wrażliwe.

Wrażliwość poszczególnych regionów na efekty zmian klimatu, oprócz kwestii związanych z położeniem, jest rezultatem oddziaływania wielu czynników z klimatem niezwiązanych, w tym głównie wielowymiarowych różnicowań poziomu rozwoju. Regiony i społeczności, które są społecznie, ekonomicznie, politycznie czy instytucjonalnie marginalizowane, są też szczególnie wrażliwe na zmianę klimatu, a ponadto mają mniejsze możliwości podejmowania działań zaradczych, w tym poprawy odporności na zmiany klimatyczne. Jest to w wymiarze międzynarodowym bardzo istotna kwestia – oprócz bezpośrednich środowiskowych i ekonomicznych efektów zmian klimatycznych – pojawia się niebezpieczeństwo pogłębienia w skali globalnej biedy, nierówności i powiązanych problemów. W krajach będących na różnym poziomie rozwoju obecne ekstremalne zjawiska klimatyczne już ujawniają skalę wrażliwości i narażenia różnych ekosystemów, regionów i społeczności na aktualną zmienność klimatu (w tym zmiany samych ekosystemów, zakłócenia w produkcji żywności i zaopatrzeniu w wodę, szkody w infrastrukturze i budownictwie, a także zagrożenie zdrowia i życia ludzi), a w przypadku kontynuacji trendów zmian globalnej temperatury ta wrażliwość z dużym prawdopodobieństwem się pogłębi.

W Europie spodziewany jest duży wzrost temperatury oraz sumy opadów w północnej części kontynentu i ich spadek w części południowej. W północnej części kontynentu prawdopodobnie saldo skutków zmian klimatu będzie pozy-

tywne, a w południowej – negatywne. W przypadku Polski przewiduje się pewne zmiany korzystne (przykładowo wyższa temperatura wody w Bałtyku czy jeziorach Pojezierza Mazurskiego, co zwiększyć może atrakcyjność turystyczną kraju, czy też zmniejszyć zużycie paliw na ogrzewanie), ale prawdopodobne są również zagrożenia (jak na przykład większa częstość i intensywność ekstremalnych zjawisk pogodowych).

Zmiany klimatu w obserwowanej aktualnie skali są dla cywilizacji ludzkiej sytuacją całkowicie nową i relatywnie mało rozpoznaną. W holocenie – interglacjalnym okresie trwającym przez ostatnie 10 tys. lat globalna temperatura i poziom oceanów były bardzo stabilne. Człowiek nie stanął więc dotychczas przed koniecznością dostosowania się do zmian klimatycznych. W rezultacie działania podejmowane przez społeczność międzynarodową zarówno na rzecz przeciwdziałania zmianom klimatycznym, jak i dostosowania do ich skutków są obarczone dużą niepewnością, która dotyczy⁸:

- faktycznego kierunku zmian klimatycznych i tego, czy obserwowane zmiany klimatyczne świadczą o ocieplaniu się klimatu, czy też stanowią początek kolejnej ery glacialnej;
- przyczyn obserwowanych zmian i w efekcie poprawności przyjętych założeń o skali wpływu działalności człowieka na zmiany klimatu;
- zasadności i kierunków działań na rzecz ograniczenia emisji GHG oraz tego, czy mogą one powstrzymać zachodzące procesy.

Wysokie ryzyko dotyczy wszystkich scenariuszy – niepodejmowania działań, konsekwencji działań na rzecz przeciwdziałania emisji gazów cieplarnianych, jak i działań na rzecz dostosowania się do zmian. Dotyczy to zarówno krótkiego, jak i długiego okresu. Niemniej jednak, chociaż nauka nie jest w stanie wyjaśnić wszystkich mechanizmów rządzących klimatem i nie daje absolutnej pewności sformułowanych wyjaśnień, to wysokie prawdopodobieństwo wpływu czynników antropogenicznych na zmiany klimatyczne w ostatnich stu latach, zgodnie z zasadą ostrożności i przezorności, uzasadnia podejmowanie przez społeczność międzynarodową działań zaradczych. Przewidywane skutki zmiany klimatu mogą być bowiem dramatyczne.

⁸ W. Piontek (red.), *Fundusze strukturalne jako instrument wsparcia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej i zasobooszczędnej*, Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomiczna w Białymstoku, 2011, s. 27.

1.1.2 Wyczerpywanie się nieodnawialnych zasobów energetycznych

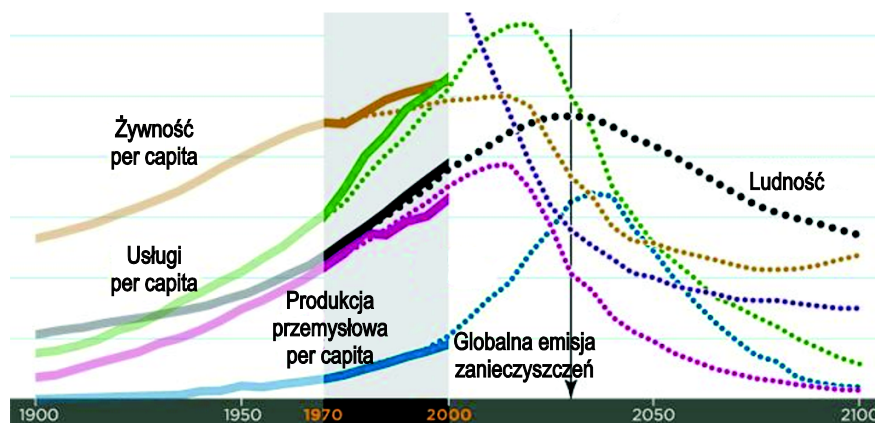
Surowce energetyczne mają znaczenie bezpośrednie i pośrednie dla wszystkich sektorów gospodarki. Determinują bezpośrednio produkcję energii elektrycznej, paliw, gazu płynnego, tworzyw sztucznych, wielu innych produktów chemicznych. Pośrednio, głównie przez ceny energii elektrycznej i paliw w transporcie oddziałują na wszystkie rynki. Dostępność, ceny i wyczerpywalność zasobów energetycznych mają podstawowe znaczenie w kontekście perspektyw funkcjonowania gospodarki w ujęciu globalnym, krajowym, regionalnym i lokalnym.

Zasoby nieodnawialne są wyczerpywalne z definicji. Problem dotyczy nie tego, czy się wyczerpią, a tego, kiedy to nastąpi. Przy aktualnym poziomie technologicznym światowej gospodarki ich wykorzystanie nie ma w dużej części przypadków alternatywy. Przyjmuje się więc zasadę, że zasoby te zostaną wyczerpane lub zastąpione odnawialnymi substytutami. Aby jednak zapewnić sprawiedliwość międzygeneracyjną, zgodnie z zasadą przezorności, należy zachować rezerwy zasobów konieczne dla zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń, co opisuje reguła Hotellinga⁹. Wielu badaczy twierdzi, że te ograniczenia nie są przestrzegane.

Problem wyczerpywania się zasobów, w tym zwłaszcza nieodnawialnych zasobów energetycznych, był jednym z głównych aspektów kryzysu środowiskowego, który nabrał na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku wymiaru globalnego. Przedstawione w pierwszym raporcie Klubu Rzymskiego *Granice wzrostu*¹⁰ wyniki komputerowej symulacji modelu rozwoju światowej gospodarki w przypadku kontynuacji ówczesnych trendów demograficznych, zanieczyszczenia środowiska i zużycia jego zasobów wskazywały na nieuchronne, w perspektywie maksymalnie stu lat, załamanie wzrostu gospodarczego (rysunek 6).

⁹ H. Hotelling, *The economics of exhaustible resources*, "Journal of Political Economy" 1931 nr 39, ss. 137-175

¹⁰ D.H. Meadows i in., *Granice wzrostu*, Wyd. PWE, Warszawa 1973.



Rysunek 6. Scenariusz rozwoju gospodarki światowej przedstawiony w raporcie Klubu Rzymskiego

Źródło: D. Meadows i in., *Granice wzrostu*, za M. Strauss, *Looking Back on the Limits of Growth*, "Smithsonian Magazine", April 2012, www.smithsonian.com [2015-03-17].

Raport ten nie spotkał się z większym zainteresowaniem ekonomistów głównego nurtu, którzy w tamtym okresie byli zorientowani antyekologicznie lub pomijali w swych rozważaniach problemy środowiskowe i związane z wyczerpywaniem zasobów. Przykładowo, w ujęciu R.M. Solowa, laureata Nagrody Nobla z 1987 roku, wzrost gospodarczy może być kontynuowany w nieskończoność, a zasoby środowiska podlegają właściwie nieograniczonej substytucji przez inne czynniki produkcji, zwłaszcza pracę i kapitał¹¹. Wielu ekonomistów krytykowało metodologię i wyniki badań przedstawionych w *Granicach wzrostu* twierdząc, że mechanizmy rynkowe pozwolą przewyciężyć problemy wyczerpywania zasobów dzięki sygnałom cenowym i możliwościom substytucji¹².

Te dwa podejścia do teorii i badania zasobów naturalnych zwykle określa się jako statyczne i dynamiczne. W podejściu statycznym podkreśla się, że zasoby kopalin są wyczerpywalne, nieodnawialne i niszczone, a co najistotniejsze, ograniczone. Podejście dynamiczne zakłada, że problem wyczerpywania zasobów jest ograniczony w czasie lub przestrzeni – może dotyczyć określonego regionu geograficznego lub określonego czasu. Postęp naukowo-techniczny

¹¹ Por. E. Kośmicki, *Zrównoważony rozwój w warunkach globalizacji*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok-Poznań 2010, s. 110.

¹² H. Wallich, *The limits to growth revisited*, "Challenge" 1982 September/October, ss. 36-42.

(w tym dotyczący możliwości substytucji oraz odmaterializowania produkcji), badania geologiczne i nowe odkrycia złóż, a także odzysk surowców stwarzają perspektywę wzrostu bazy zasobów, co pozwala kompensować bieżące wydobycie¹³. Takie podejście podsumowuje na przykład stwierdzenie, jakie wygłosił szejk Zaki Yamani (były minister do spraw ropy Arabii Saudyjskiej i przewodniczący OPEC), że „era kamienia łupanego nie skończyła się z powodu wyczerpania zasobów kamienia i era ropy naftowej nie skończy się z powodu wyczerpania jej zasobów”¹⁴.

Ogłoszone w 1992 roku wyniki przeglądu prognoz przedstawionych w raporcie *Limity wzrostu* wskazywały, że trendy się nie zmieniły, a granice pojemności Ziemi zostały przekroczone¹⁵. Trzeci raport z 2002 roku wskazuje na kontynuację i nasilenie niekorzystnych trendów¹⁶. W przypadku ich kontynuacji, do 2050 roku pojemność Ziemi zostanie przekroczona trzykrotnie¹⁷. Eksploatacja zasobów energetycznych począwszy od połowy XX wieku przybrała niespotykane wcześniej rozmiary – od tego czasu ludzkość zużyła więcej energii niż wynosiło łączne zużycie energii w całej wcześniejszej historii.

Problem wystarczalności i wyczerpywalności zasobów najwcześniej dostrzeżono i zaczęto analizować w odniesieniu do ropy naftowej w USA. Ogłoszona w 1956 roku teoria Peak Oil (teoria Hubberta), prognozująca szoki naftowe, potwierdziła się w szeregu przypadków – przewidziała amerykański kryzys naftowy w latach siedemdziesiątych XX wieku i inne późniejsze tego typu wydarzenia. Aktualne i przyszłe odkrycia złóż ropy naftowej oraz poziom ich eksploatacji przedstawiono na rysunku 7.

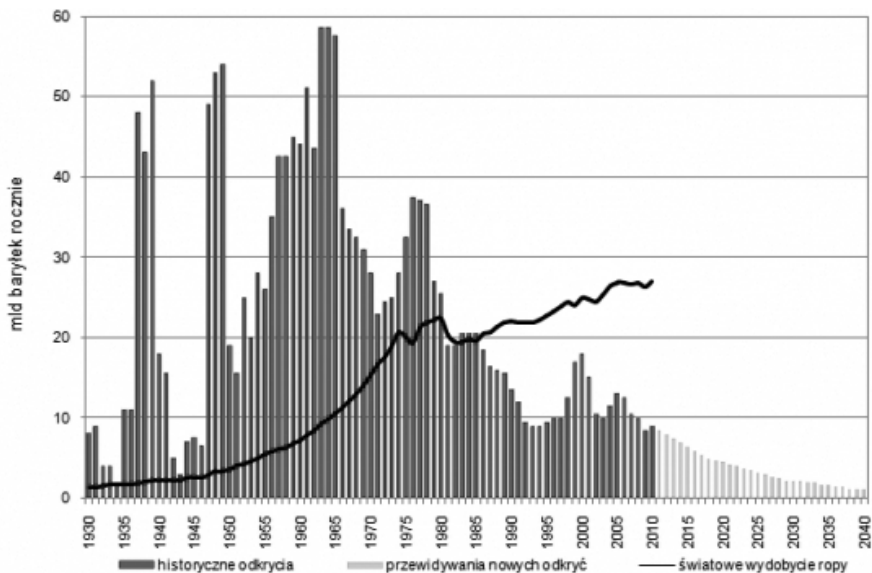
¹³ Por. na przykład S. Wołkowicz, T. Smakowicz, S. Speczik (red.), *Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski według stanu na 31 XII 2009 r.*, Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, na zlecenie Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych Ministerstwa Środowiska, Warszawa 2011, s. 16.

¹⁴ Cyt. za: *Ibidem*.

¹⁵ D. Meadows, D. Meadows, J. Randers, *Przekraczanie granic*, Centrum Uniwersalizmu przy Uniwersytecie Warszawskim, Polskie Towarzystwo Współpracy z Klubem Rzymskim, Warszawa 1995.

¹⁶ D. Meadows, J. Randers, D. Meadows, *Limits to growth. 30-year update*, Eartshscan, London 2005.

¹⁷ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Ramy polityczne na okres 2020–2030 dotyczące klimatu i energii, KOM(2014)015, Bruksela, 20.1.2014, s. 2.

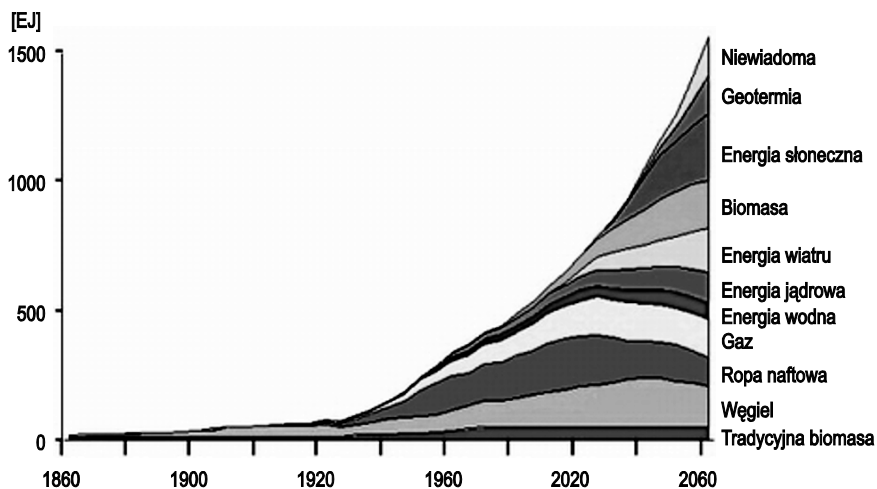


Rysunek 7. Odkrycia ropy naftowej a wydobyć

Źródło: C.J. Campbell, *Introduction*, 9th Annual ASPO Conference, wykład udostępniony na streamdis.eu, cyt. za ziemianarozdrozu.pl [2015-03-11].

Od lat osiemdziesiątych XX wieku więcej ropy naftowej się eksploatuje niż odkrywa, a aktualnie na każdą baryłkę nowo rozpoznanych złóż ropy przypada wydobyć trzech baryłek. Poszukuje się wciąż nowych zasobów, niemniej jednak rezultaty tych poszukiwań są nieznane, w związku z czym prognozy nowych odkryć są coraz mniejsze. Wydobyć ropy naftowej w skali świata jest coraz trudniejsze i coraz droższe. Zgodnie z wieloma prognozami w skali globalnej zbliża się szczyt wydobyć wyznaczony zgodnie z teorią Hubberta¹⁸. Z drugiej strony, większość scenariuszy rozwoju świata przewiduje, że globalne zapotrzebowanie na energię będzie rosło coraz szybciej (rysunek 8).

¹⁸ M. Bartosik, *Globalne zasoby energii pierwotnej a kryzys energetyczny, Panel naukowy: Strategia badań na rzecz rozwoju energetyki w Polsce*, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2009, s. 8.

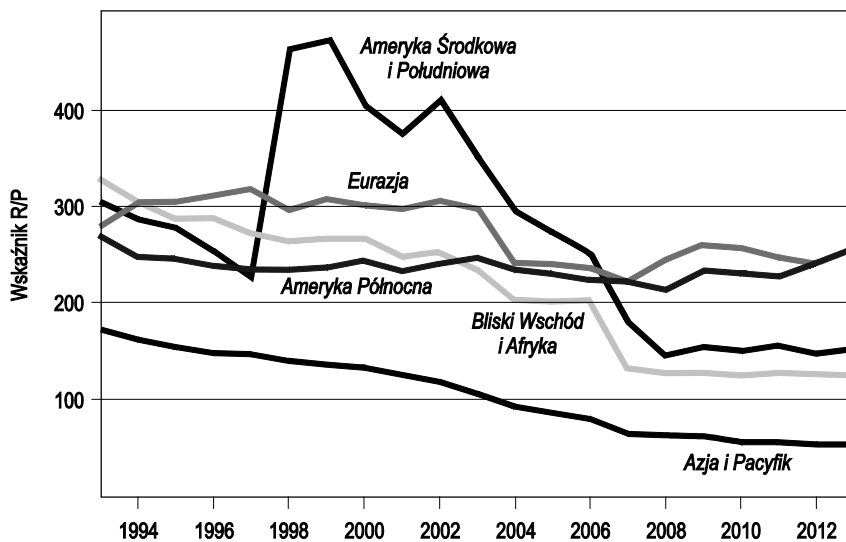


Rysunek 8. Globalne zużycie energii pierwotnej według nośników

Źródło: Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu, ipcc.ch [2015-03-20].

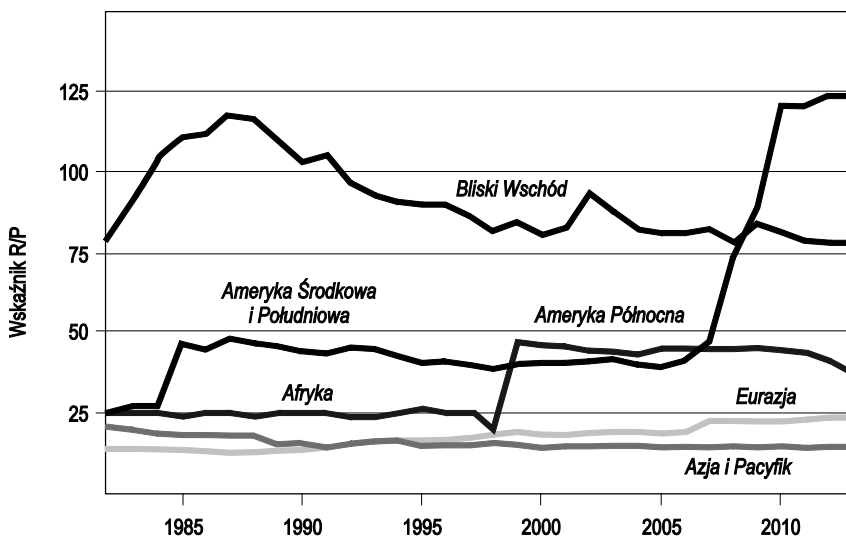
Oznacza to coraz większą presję na eksploatację zasobów energetycznych. Syntetycznym wskaźnikiem wystarczalności zasobów jest relacja wielkości rezerw do wielkości produkcji (*Reserves to Production Ratio* – R/P). Informuje ona o tym, na ile lat eksploatacji, przy założeniu aktualnego wydobycia, wystarczy danego rodzaju zasobu. W przypadku praktycznie wszystkich zasobów energetycznych wskaźniki maleją. Według danych na koniec 2013 roku, węgla kamiennego wystarczy w skali świata jeszcze na około 110 lat, przy czym w Europie będzie to około 250 lat (rysunek 9).

Rezerwy ropy naftowej w skali świata wystarczą na 53 lata, przy czym wskaźniki nieco poprawiły się dzięki odkryciom złóż w Rosji, a przede wszystkim Wenezueli (rysunek 10).



Rysunek 9. Wskaźnik R/P dla węgla kamiennego

Źródło: BP Statistical Review of World Energy 2014, www.bp.com [20-03-2015].

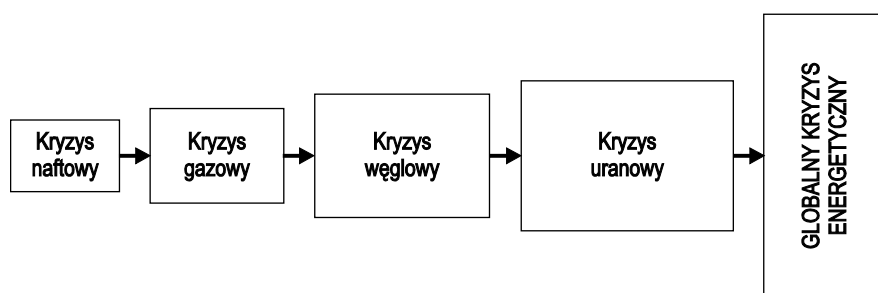


Rysunek 10. Wskaźnik R/P dla ropy naftowej

Źródło: BP Statistical Review of World Energy 2014, www.bp.com [20-03-2015].

Należy jednak pamiętać, że wskaźniki R/P zakładają utrzymanie aktualnego poziomu wydobycia danego surowca, a w omawianym przypadku tak nie jest. Szacunki przeprowadzone w odniesieniu do wszystkich paliw kopalnych przez M. Bartosika wskazują, że przy założeniu 2% średniorocznego wzrostu zużycia energii pierwotnej, wyczerpanie zasobów nastąpi w okresie 70-120 lat. Eksploatacja hydratów metanu mogłaby przedłużyć ten okres o około 60 lat, a energetyka jądrowa w opanowanych i przewidywalnych technologiach – o kolejne 40 lat. Zdaniem tego badacza, żadna z dostępnych obecnie metod pozyskiwania energii pierwotnej nie usunie zagrożenia globalnym kryzysem energetycznym. Szans upatruje w fuzji jądrowej, magnetycznej lub laserowej, które to mogą dać naszej cywilizacji kolejne 200-300 lat¹⁹.

Dynamiczny przyrost liczby mieszkańców Ziemi, w połączeniu ze wzrostem gospodarczym sprawia, że zużycie surowców kopalnych wciąż rośnie. Wydobycie większości kopaliny staje się coraz droższe. Wyczerpywanie jednego rodzaju kopaliny surowców energetycznych będzie powodować większą eksploatację innych zasobów, aż do ich całkowitego wyczerpania i globalnego kryzysu energetycznego (rysunek 11).



Rysunek 11. Narastanie globalnego kryzysu energetycznego

Źródło: M. Bartosik, *Globalne zasoby energii pierwotnej a kryzys energetyczny*, Panel naukowy: Strategia badań na rzecz rozwoju energetyki w Polsce. Polska Akademia Nauk, Warszawa, 12.05.2009 r., s. 3.

Ostrzeżenia specjalistów dotyczące wystarczalności nieodnawialnych źródeł energii z trudnością przebijają się do głównego nurtu dyskusji publicznej, wciąż bywają bagatelizowane jako katastroficzne i przesadzone przepowiednie

¹⁹ M. Bartosik, *Globalne...*, op. cit., s. 8.

pesymistów niewierzących w postęp technologii i możliwości odkrycia nowych źródeł energii. Analizę i rozwiązanie problemu utrudnia też fakt ograniczonej wiedzy zarówno naukowców, jak i polityków. Niewiedza, czy też ograniczona wiedza dotyczy, po pierwsze, wielkości faktycznych zasobów nieodnawialnych surowców energetycznych oraz tego, czy i w jakiej ilości zostaną odkryte nowe złoża, a po drugie, postępu technologicznego w przyszłości w odniesieniu do nowych źródeł energii oraz możliwości substytucji.

Na poziomie Unii Europejskiej nastąpił zasadniczo konsensus co do realności wyzwań związanych z wyczerpywaniem zasobów i zmianami klimatycznymi. W rezultacie przyjęto kierunek polityki, który akceptuje konieczność zmiany modelu korzystania z zasobów, w ramach koncepcji tak zwanej gospodarki niskoemisyjnej, silnie jednak akcentując „podwójną dywidendę”, jaką ta polityka ma przynieść. Wyzwania związane z koniecznością pobudzenia rozwoju społeczno-gospodarczego oraz zmianą modelu korzystania z zasobów zostały potraktowane jako swego rodzaju okazja do znaczącej poprawy konkurencyjności, przez poprawę efektywności energetycznej oraz uzyskanie pozycji lidera w obszarze nowych technologii energetycznych. Na przykład, koszty modernizacji sektora energetycznego w UE (która to modernizacja jest w najbliższych latach niezbędna ze względu na starzenie się infrastruktury) są oceniane jako porównywalne ze scenariuszem przejścia do gospodarki niskoemisyjnej²⁰. Polityka gospodarki niskoemisyjnej ma więc, zdaniem decydentów na szczęblu Unii Europejskiej, uzasadnienie ekonomiczne o charakterze krótkookresowym i średniookresowym, a nie tylko związane z perspektywą wyczerpywania się zasobów energetycznych i zmianami klimatycznymi.

²⁰ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Ramy polityczne... op. cit.

1.2 Polityka energetyczna i klimatyczna

1.2.1 Polityka w wymiarze globalnym

O polityce klimatycznej w skali międzynarodowej można mówić od 1988 roku, kiedy Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO) oraz Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych (UNEP) powołały Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*), mający na celu monitorowanie zmian klimatu i analizę wpływu działalności człowieka na nie. Podstawą globalnych działań w sprawie zmian klimatu jest Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (*United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*)²¹ podpisana na Szczycie Ziemi w Rio de Janeiro w 1992 roku i obowiązująca od 1994 roku, uzgodniony do niej Protokół z Kioto (przyjęty w 1997 roku, a obowiązujący od 2005 roku), a także decyzje kolejnych Konferencji Stron Konwencji (*Conference of Parties – COP*) i Konferencji Stron Protokołu z Kioto (*Conference of the Parties to the Kyoto Protocol – CMP*).

Kluczowe rozwiązania dotyczące globalnych działań na rzecz przeciwdziałania zmianom klimatu wprowadził Protokół z Kioto. Przewidywał on trzy elastyczne systemy, która pozwolą realizować wyznaczone przezeń cele: handel emisjami (*Emissions Trading – ET*), wspólne wdrożenia (*Joint Implementations – JI*) oraz mechanizm czystego rozwoju (*Clean Development Mechanism – CDM*). Mechanizmy te umożliwiają krajom i przedsiębiorstwom obracanie prawami do emisji zanieczyszczeń i podejmowanie przedsięwzięć zmniejszających emisje GHG w taki sposób, by doprowadzić do redukcji emisji w skali globalnej jak najniższym kosztem. Przyjęte w Protokole z Kioto rozwiązania, a zwłaszcza wyznaczenie konkretnych celów redukcyjnych dla krajów rozwiniętych (tak zwany Aneks I) i będące efektem tego nieprzystąpienie do Protokołu Stanów Zjednoczonych doprowadziły jednak w rezultacie do drastycznego wzrostu emisji w krajach spoza Aneksu I i ogólnego fiaska tego dokumentu.

W wymiarze prawa międzynarodowego ważne zobowiązania dotyczące redukcji emisji GHG zostały podjęte podczas 16 Konferencji Stron Konwencji

²¹ Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzona w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r., ratyfikowana przez Polskę 26.10.1994, Dz.U. 1996 nr 53 poz. 238.

w Cancun. Na tej konferencji przyjęto 12 decyzji Stron Konwencji oraz 13 decyzji Stron Protokołu z Kioto. Podjęte postanowienia stanowiły wówczas istotny kompromis polityczny. Główne z nich to:

- potwierdzenie, po raz pierwszy w oficjalnym dokumencie Narodów Zjednoczonych, że globalne ocieplenie jest zjawiskiem obiektywnym i że większość wzrostu globalnej temperatury od połowy XX wieku z dużym prawdopodobieństwem jest spowodowana antropogeniczną emisją GHG;
- jednoznaczne zdefiniowanie celu – wzrost globalnej temperatury nie powinien przekroczyć 2°C powyżej poziomu z epoki przedprzemysłowej, z możliwością zmiany celu do 1,5°C; zadeklarowano też podjęcie prac nad ustaleniem docelowego poziomu redukcji globalnych emisji do 2050 roku;
- wprowadzenie nowych instrumentów, w tym mechanizmu REDD+ (*Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries*) wspierającego działania na rzecz ograniczenia wylesiania i degradacji lasów w krajach rozwijających się i zwiększania ilości węgla zgromadzonej w lasach, mechanizmu technologicznego wspierającego rozwój nowych technologii i ich transfer, ustanowienie ekofunduszu klimatycznego i przekazywanie przez kraje rozwinięte krajom rozwijającym się kwoty 100 mld dolarów rocznie do 2020 roku na finansowanie działań związanych z ograniczeniem zmianom klimatu, a także uzgodnienia co do potrzeby nowych mechanizmów handlu emisjami;
- włączenie zobowiązań redukcyjnych krajów rozwiniętych i rozwijających się do oficjalnych dokumentów ONZ, wprowadzenie zasad ewidencjonowania i upubliczniania podejmowanych zobowiązań oraz monitorowania podejmowanych działań i ich efektów.

Kolejne konferencje stron dotyczyły w dużej mierze kwestii objęcia celami redukcyjnymi także krajów rozwijających się, zwłaszcza Chin i Indii, ale również nieuczestniczących w tych zobowiązaniach Stanów Zjednoczonych. Do chwili obecnej takiego porozumienia nie osiągnięto.

Duże nadzieje wiązano z 20 Konferencją Stron w Limie (Peru) w grudniu 2014 roku. Miała ona szansę przynieść przełom – projekt globalnego porozumienia klimatycznego obejmującego zarówno kraje rozwinięte, jak i rozwijające się. Przed konferencją w Paryżu w 2015 roku, w Limie wszystkie kraje miały zaproponować swoje zobowiązania. Tymczasem niektóre kraje rozwijające się nie tylko nie deklarowały planów redukcji emisji, ale nawet nie podały terminu powstrzymania jej wzrostu. Sprzeciw budziły też monitoring redukcji emisji

oraz określenie sposobu wyznaczania zobowiązań. Ostatecznie kwestie te odłożono do kolejnej konferencji w 2015 roku w Paryżu, niemniej jednak jednogłośnie przyjęto Deklarację z Limy, wzywającą do ograniczania emisji wszystkie kraje, a nie tylko kraje z Aneksu I. Nie określono ostatecznie konkretnych celów redukcyjnych ani mechanizmów ich podziału, przyjęto tylko, że wszystkie kraje wyznaczą indywidualne cele, realizowane na poziomie krajowym i w ramach krajowego ustawodawstwa.

W czasie COP 21 w Paryżu 195 krajów przyjęło zgodnie z oczekiwaniami nowe globalne porozumienie klimatyczne. Było to możliwe dzięki temu, że ma ono konstrukcję „bottom-up” – wszystkie kraje samodzielnie określają własne cele redukcyjne na lata 2020-2030. Przed konferencją 187 krajów złożyło dobrowolne zobowiązania do redukcji emisji, określane jako planowane wkłady określone przez kraje (*Intended Nationally Determined Contributions* – INDC). Dotrzymanie tych zobowiązań pozwoliłoby ograniczyć ocieplenie do 2,7-3,5°C do końca XXI wieku i znacznie bardziej w okresie późniejszym. W ostatecznej wersji paryskiego porozumienia nie określono żadnego precyzyjnego harmonogramu, niemniej jednak zgodnie z jego treścią zerowy poziom emisji powinien zostać osiągnięty najpóźniej w drugiej połowie XXI wieku.

Te same zapisy porozumienia, dzięki którym doszło ono do skutku, sprawiają jednak, że realizacja celów w nim określonych może być trudna. W porozumieniu przewidziano przykładowo, że „strony będą dążyć do osiągnięcia szczytu emisji gazów cieplarnianych tak szybko jak to możliwe, uznając, że powstrzymanie wzrostu emisji nastąpi później w krajach rozwijających się. Następnie kraje mają dokonywać szybkiej redukcji emisji tak, by w drugiej połowie wieku osiągnąć równowagę pomiędzy antropogenicznymi źródłami emisji i pochłaniania gazów cieplarnianych”²². W porozumieniu paryskim potwierdzono podjęte na szczytach w Kopenhadze i Cancun zobowiązania finansowe dotyczące pomocy krajom rozwijającym się. Od 2020 roku kraje rozwinięte zobowiązały się przekazywać krajom rozwijającym się 100 miliardów dolarów rocznie na inwestycje związane z ograniczaniem emisji i adaptacją do zmian klimatu (w ramach *Green Climate Fund* – GCF), a od 2025 roku wsparcie ma być jeszcze większe. Strona polska zadeklarowała symboliczny wkład 8 mln dolarów. Przewidziano mechanizm kompensacji szkód powodowanych w krajach

²² Adoption of the Paris Agreement, Proposal by the President, draft decision/CP.21, United Nations Framework Conference on Climate Change, unfccc.int [28-12-2015].

narażonych na zmianę klimatu, aczkolwiek na żądanie Stanów Zjednoczonych zawarty został zapis stwierdzający, że porozumienie nie daje podstaw dla roszczeń finansowych lub kompensacji dla ofiar zmian klimatycznych.

Porozumienie stanie się wiążące, jeśli przynajmniej 55% krajów będących członkami Konwencji, wytwarzających minimum 55% globalnych emisji gazów podpisze, a następnie ratyfikuje je w okresie od 22 kwietnia 2016 roku do 21 kwietnia 2017 roku. Porozumienie powinno wejść w życie od 2020 roku.

Przezwycięzenie wieloletniego impasu w globalnych negocjacjach klimatycznych było możliwe w dużej mierze głównie dzięki zmianie postawy Chin i Stanów Zjednoczonych, będących największymi emitentami GHG. W listopadzie 2014 roku podpisały one dwustronną umowę klimatyczną, w której zadeklarowały konkretne cele redukcyjne. „To jest przełom, wreszcie wcielamy w życie zasadę, że każde państwo powinno redukować emisje – stwierdził Yvo de Boer, były sekretarz generalny Konwencji. – Rozwiały się jednak wielkie nadzieje. Wiele osób jest rozczarowanych, bo to nowe porozumienie nie uchroni nas przed wzrostem temperatur powyżej 2°C”²³. Brak szans na osiągnięcie celu 2°C jasno dowodzi jednak konieczności podjęcia zobowiązań przez wszystkie kraje, a nie tylko kraje rozwinięte oraz wprowadzenia skutecznych mechanizmów wspierania krajów rozwijających się w działaniach redukcyjnych i adaptacyjnych.

1.2.2 Polityka klimatyczno-energetyczna Unii Europejskiej

Polityka klimatyczno-energetyczna Unii Europejskiej opiera się na celach i zobowiązaniach wynikających z Ramowej konwencji ONZ w sprawie zmian klimatu, Protokołu z Kioto, porozumienia zawartego na 16 Konferencji Stron konwencji (COP) w Cancun, jak również Protokołu z Marrakeszu i strategii Europa 2020. Politykę energetyczno-klimatyczną Unii Europejskiej tworzy szereg dokumentów o charakterze strategicznym, regulacji prawnych, struktur organizacyjnych, instrumentów ochrony środowiska i klimatu oraz związanych z nimi instrumentów ekonomiczno-finansowych. Dokument Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włącze-

²³ M. Śmigrowska, *COP20 w Limie – rośnie szansa na historyczny przełom. Jest szkic globalnego porozumienia klimatycznego*, 2014-12-11, www.chronmyklimat.pl [2015-03-15].

niu społecznemu²⁴, uznaje za jeden z filarów strategii rozwoju Wspólnoty zrównoważony rozwój – wspieranie gospodarki efektywniej korzystającej z zasobów, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej, w tym:

- utrzymanie przewagi konkurencyjnej dzięki rozwiązaniom technologicznym przyjaznym środowisku, co zapewni efektywne korzystanie z zasobów w całej gospodarce, i usuwanie przeszkód w działaniu infrastruktur sieciowych, zwiększając w ten sposób konkurencyjność przemysłu Unii;
- przeciwdziałanie zmianom klimatu, poprzez znaczne ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, bardziej efektywne korzystanie z zasobów (co także w dużym stopniu przyczyniłoby się do poprawy efektywności i pobudzenia wzrostu gospodarczego), a także zwiększenie odporności gospodarki na zagrożenia powodowane zmianami klimatycznymi;
- realizację celów związanych z czystą i efektywną energią (20% udział energii ze źródeł odnawialnych oraz poprawę o 20% efektywności energetycznej), co miałyby przynieść wymierne oszczędności na imporcie ropy naftowej i gazu oraz zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne, a także przyczynić się do tworzenia nowych miejsc pracy.

Tak określone cele strategiczne znalazły swoje odzwierciedlenie w pakiecie energetyczno-klimatycznym, czyli pakiecie dyrektyw i decyzji służących realizacji tych celów. Regulacje pakietu dotyczyły wprowadzenia instrumentów, które przyczyniłyby się do realizacji wymienionych celów, przy zapewnieniu bezpieczeństwa dostaw energii, w tym: reformy systemu handlu emisjami, określenia celów narodowych dla emisji nie objętych ETS, wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych oraz wychwytywania i sekwestracji dwutlenku węgla. Szczegółowe informacje o dokumentach składających się na pakiet przedstawiono w tabeli 2.

Oprócz kwestii uregulowanych w pakiecie, istotne także są działania w zakresie poprawy efektywności energetycznej dotyczące budynków, samochodów oraz urządzeń. Strategia Europa 2020 zakładała też opracowanie w dziedzinie energii i ochrony klimatu tak zwanych projektów przewodnich – inicjatyw flagowych w konkretnych obszarach: „Europa efektywnie korzystająca z zasobów”²⁵ oraz „Polityka przemysłowa w erze globalizacji”²⁶.

²⁴ Komunikat Komisji Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, KOM(2010)2020, Bruksela, 3.3.2010, s. 16-17.

²⁵ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii „Europa 2020”, KOM(2011)21, Bruksela, 26.1.2011.

Tabela 2. Akty i dokumenty wdrażające pakiet energetyczno-klimatyczny Unii Europejskiej

Zakres regulacji	Akt prawny/dokument
Pakiet wykonawczy	Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – 20 20 by 2020 – Europe's climate change opportunity, COM/2008/ 0030 (Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów – 20 20 do 2020 – Możliwość Europy związane ze zmianą klimatu – tłum. własne)
Redukcja emisji w sektorach objętych systemem handlu emisjami	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/29/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE w sprawie usprawnienia i rozszerzenia wspólnotowego systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (Dz.U. L 140 z 5.6.2009)
Redukcja emisji w sektorach nie objętych systemem handlu emisjami	Decyzja Parlamentu Europejskiego i Rady 406/2009/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie wysiłków podjętych przez państwa członkowskie, zmierzających do zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych w celu realizacji do roku 2020 zobowiązań Wspólnoty dotyczących redukcji emisji gazów cieplarnianych (Dz.U. L 140 z 5.6.2009).
Rozwój energetyki odnawialnej	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, (Dz.U. UE L 09.140.16)
Wsparcie rozwoju wychwytywania i składowania CO ₂ (Carbon Capture and Storage, CCS)	Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z 23 stycznia 2008 r., zatytułowany: „Wspieranie podejmowania na wczesnym etapie działań demonstracyjnych w dziedzinie zrównoważonej produkcji energii z paliw kopalnych” KOM(2008)13 (Dz.U. C 118 z 15.5.2008)
Wytyczne wychwytywania i składowanie CO ₂ (CCS)	Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/31/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie geologicznego składowania dwutlenku węgla (Dz.U. L 140, 5.6.2009)
Pomoc państwa na rzecz ochrony środowiska	Wytczne wspólnotowe w sprawie pomocy państwa na ochronę środowiska (Dz.U. C 82 z 1.4.2008).

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem układu przyjętego w: B. Jankowski, *Pakiet energetyczno-klimatyczny porażką czy zwycięstwem Polski i Unii?*, Badania Systemowe „EnergySys”, Warszawa, 25 listopada 2008, www.cire.pl [12-02-2015].

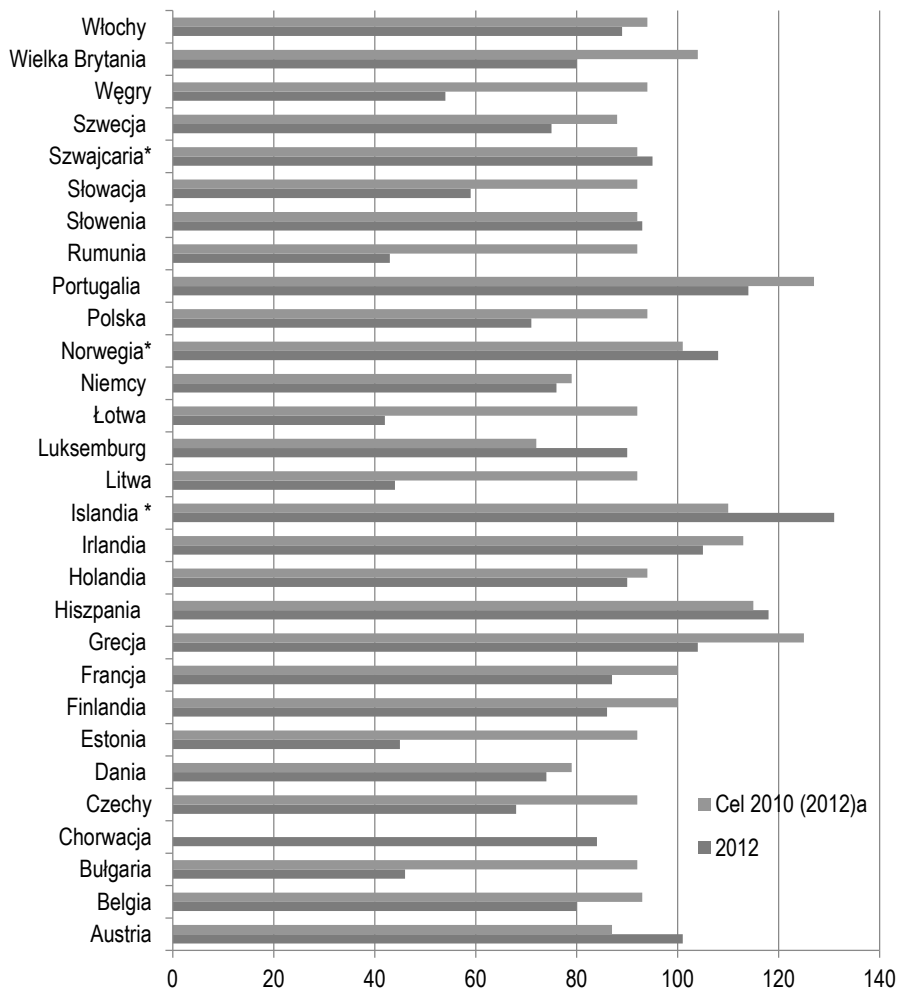
Unia Europejska uczestniczy w negocjacjach międzynarodowych dotyczących zmian klimatycznych jako jeden podmiot, przyjmując wspólne zobowiązania redukcyjne. Zakłada się więc (teoretycznie), że w ramach Unii ten cel zostanie sprawiedliwie podzielony, uwzględniając zróżnicowane poziomy rozwoju,

²⁶ Komunikat Komisji z dnia 28 listopada 2010 r. do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Zintegrowana polityka przemysłowa w erze globalizacji –Konkurencyjność i zrównoważony rozwój na pierwszym planie, KOM(2010) 614, Bruksela, 28.10.2010.

specyfikę systemów energetycznych i wynikające stąd możliwości redukcji w poszczególnych krajach członkowskich. Możliwy wzrost emisji w niektórych krajach może być równoważony większymi redukcjami w innych krajach, gdzie jest ona z różnych powodów łatwiejsza. Dzięki temu kraje biedniejsze, takie jak Portugalia, Hiszpania czy nowe kraje członkowskie z Europy Środkowo-Wschodniej nie będą postawione przed perspektywą silnej konkurencji między celami polityki klimatycznej oraz celami gospodarczymi. Rzeczywistość podziału zobowiązań redukcyjnych między krajami członkowskimi jest oczywiście znacznie bardziej złożona. Szereg nowych krajów członkowskich, których energetyka jest oparta na węglu, kontestuje unijną politykę redukcji emisji oraz sposób określania celów redukcyjnych dla poszczególnych krajów członkowskich jako niesprawiedliwe, nakładające zbyt duże ciężary na nowe kraje członkowskie, nie uwzględniające w sposób wystarczający specyfiki ich systemów energetycznych oraz wysiłku modernizacji gospodarczej poczynionego w związku z transformacją systemową.

Obecnie Europa, zarówno dzięki samoistnym procesom modernizacyjnym i restrukturyzacyjnym, jak też wskutek funkcjonowania różnych, w tym wymienionych powyżej instrumentów służących realizacji celów w sferze energii i klimatu w dużym stopniu realizuje cele Protokołu z Kioto i strategii Europa 2020. Faktyczny wzrost gospodarki europejskiej w okresie od 1990 roku do 2012 roku wyniósł około 45%, a emisje gazów cieplarnianych spadły w tym okresie o 18%. Oczekiwany jest dalszy spadek w porównaniu z rokiem 1990 – o 24% do 2020 roku i o 32% do 2030 roku. Udział energii ze źródeł odnawialnych w łącznym zużyciu energii wzrósł w 2012 roku do 13% i jest oczekiwany dalszy wzrost – do 21% w 2020 roku oraz do 24% w 2030 roku. Znacząco spadła ogólna energochłonność gospodarek krajów UE – w latach 1995-2011 nastąpiło jej zmniejszenie o 24%. Intensywność emisji CO₂ (emisja CO₂ w odniesieniu do PKB) spadła w latach 1995-2010 o 28%²⁷. Dynamika emisji w poszczególnych krajach była bardzo zróżnicowana (rysunek 12). Znaczące poziomy redukcji zanotowano, co oczywiste, w byłych krajach socjalistycznych, jako rezultat transformacji systemowej i gospodarczej. W grupie tej największe redukcje (w przedziale 42-44%) uzyskano w krajach bałtyckich, ale także w Rumunii i Bułgarii.

²⁷ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: *Ramy polityczne...* op. cit.



Rysunek 12. Realizacja celów w zakresie emisji gazów cieplarnianych w krajach UE w 2012 roku [rok bazowy = 100%]

* Dane za 2011 r.

Rok bazowy – 1990, w przypadku Polski 1988, cele zgodnie z Protokołem z Kioto

Źródło: Ochrona środowiska 2014, GUS, Warszawa 2014, s. 11.

W kolejnej grupie krajów Europy Środkowej (Polska, Czechy, Węgry, Słowacja) kraj nasz zanotował redukcję najniższą, na poziomie 71%. Z grupy starszych krajów członkowskich, największa redukcja emisji, na poziomie 25%, miała

miejsce w Danii, Szwecji i Niemczech. Grupa najbiedniejszych krajów – Portugalia, Hiszpania, Grecja i Irlandia spowodowała wzrost emisji. Dotyczyło to jednak także takich krajów, jak Austria, Islandia czy Norwegia. Określone w Protokole z Kioto zobowiązania zostały przez większość krajów UE zrealizowane. Nie osiągnęły ich: Austria, Hiszpania, Islandia, Luksemburg, Norwegia, Słowenia, Szwajcaria. Ogólny efekt redukcyjny na poziomie UE osiągnięto więc z jednej strony dzięki transformacji gospodarek byłych krajów socjalistycznych, a z drugiej – wysiłkowi dużych gospodarek starych krajów członkowskich, zwłaszcza Niemiec i Wielkiej Brytanii.

Biorąc pod uwagę coraz bardziej uprawdopodobniony wpływ działań człowieka na zmiany klimatu, Unia Europejska planuje kontynuację i intensyfikację działań mających na celu redukcję emisji, wzrost efektywności energetycznej i wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. Aktualne, obejmujące horyzont 2030 roku cele Unii Europejskiej w tej dziedzinie wyznacza dokument Rady polityczne na okres 2020–2030 dotyczące klimatu i energii. Tymi celami są:

- redukcja do 2030 roku emisji gazów cieplarnianych o 40% w porównaniu z 1990 rokiem, przy czym sektory objęte systemem handlu emisjami będą musiały obniżyć wielkość emisji gazów cieplarnianych o 43%, a sektory nieobjęte handlem emisjami – o 30% w porównaniu z 2005 rokiem; towarzyszyć temu będzie kolejna reforma w systemie handlu emisjami;
- wzrost wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych do poziomu 27% ilości energii zużywanej w UE, przy czym nie jest to cel wiążący dla poszczególnych krajów członkowskich, a Unii jako całości; nie są też ustalone cele w odniesieniu do sektora transportowego i biopaliw ani nie jest rekomendowane ich szczególne wspieranie przez państwa członkowskie, ze względu na dotychczas stwierdzone bardzo ograniczone ich efekty w postaci zmniejszenia emisji z transportu;
- dalsza poprawa efektywności energetycznej, która jest kluczowa dla osiągnięcia wszystkich zasadniczych celów unijnej polityki energetycznej i klimatycznej: wzrostu konkurencyjności, bezpieczeństwa dostaw, zrównoważenia i przejścia na gospodarkę niskoemisyjną; dotychczas wyznaczone cele wskaźnikowe najprawdopodobniej nie zostaną do 2020 roku zrealizowane, w związku z czym Komisja proponuje odpowiednie dalsze działania;
- zagwarantowanie konkurencji na zintegrowanych rynkach energii oraz zakończenie tworzenia wewnętrznego rynku energii elektrycznej, jak i gazu; zintegrowany, konkurencyjny rynek energii jest niezbędnym elementem

umożliwiającym prowadzenie polityki energetycznej, bowiem zapewnia wszystkim podmiotom określone bodźce cenowe, dzięki którym cele w tym zakresie mogą być realizowane w sposób racjonalny kosztowo;

- konkurencyjność i dostępność cenowa energii, ze względu na znaczenie dla konkurencyjności gospodarek państw członkowskich, zwłaszcza w kontekście sytuacji u kluczowych konkurentów na rynku globalnym, w tym USA, Chin i Korei Południowej;
- zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego w krótkim i długim okresie, z uwzględnieniem trzech kierunków: dalszej eksploatacji własnych źródeł energii, w tym źródeł odnawialnych, lokalnych zasobów konwencjonalnych i niekonwencjonalnych paliw kopalnych (przede wszystkim gazu ziemnego) oraz energii jądrowej, w związku z malejącym unijnym wydobyciem ropy naftowej i gazu; wspólnych działań na rzecz dywersyfikacji dostaw i tras dostaw importowanych paliw kopalnych oraz zdecydowanego i bardziej racjonalnego kosztowo zmniejszenia energochłonności gospodarki.

Ważnym etapem rozwoju unijnej polityki klimatyczno-energetycznej jest ogłoszona w lutym 2015 roku ramowa strategia dotycząca unii energetycznej, zmierzająca do zapewnienia obywatelom i przedsiębiorcom pewnych dostaw energii, jej dostępności ekonomicznej i przyjazności dla środowiska i klimatu.

Unia energetyczna ma opierać się na następujących zasadach:

- solidarności: ograniczenie uzależnienia od pojedynczych dostawców oraz pomoc państw sąsiadujących, w szczególności w przypadku zakłóceń w dostawach energii; większa przejrzystość przy zawieraniu przez państwa UE umów zakupu energii lub gazu z krajami spoza UE;
- swobodny przepływ energii ponad granicami przy pełnym egzekwowaniu obowiązujących przepisów; przebudowa rynku energii elektrycznej, rozwój wewnętrznych połączeń, większe uwzględnienie energii odnawialnej; gruntowny przegląd interwencji państwa na rynku wewnętrznym oraz stopniowe wycofywanie subsydiów szkodliwych dla środowiska;
- efektywność energetyczna: zasadnicza zmiana podejścia do efektywności energetycznej i traktowanie jej jako pełnoprawnego źródła energii, tak aby mogła ona konkurować na równych warunkach z wytwarzaniem energii;
- budowa trwałego społeczeństwa niskoemisyjnego: zapewnienie, by lokalnie wytwarzana energia, w tym energia odnawialna, była efektywnie przyjmowana do sieci; promowanie przewagi technologicznej UE w obszarze tech-

nologii odnawialnych źródeł energii (OZE) nowej generacji, uzyskanie wiodącej pozycji w dziedzinie elektromobilności, przy jednoczesnym wzroście eksportu i konkutowaniu na rynku światowym przez europejskie przedsiębiorstwa.

Dokument ten traktuje kwestię energii jako jedną z fundamentalnych unijnych swobód i uznaje wspólne działania na rzecz bezpieczeństwa energetycznego za jedyną skuteczną drogę, a projekt ten – jak stwierdził Maroš Šefčovič, wiceprzewodniczący Komisji odpowiedzialny za unię energetyczną – za najambitniejszy projekt europejski w dziedzinie energii od czasu utworzenia Europejskiej Wspólnoty Węgla i Stali²⁸. Unia energetyczna oznacza, że w przyszłości rynki energii krajów członkowskich zostaną połączone w jeden system, zintegrowany i relatywnie niezależny od zewnętrznych dostawców. Pozwoli też, zdaniem Komisji, lepiej realizować cele w zakresie ochrony klimatu i oszczędzania energii.

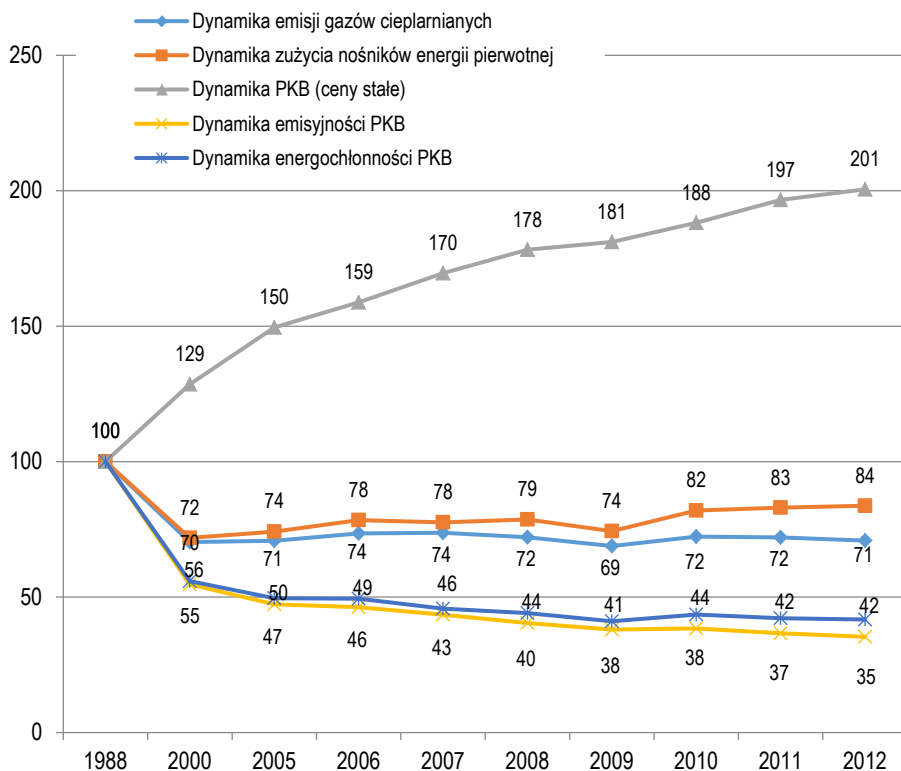
W ramach ogłoszonego pakietu zaproponowano także środki, które mają doprowadzić do 2020 roku do osiągnięcia celu 10% międzysystemowych połączeń elektroenergetycznych, co ma umożliwić efektywny przepływ energii między państwami członkowskimi i handel nią. Przedstawiono także wizję globalnego porozumienia w sprawie klimatu, które ma zostać przyjęte w grudniu w Paryżu, w tym proponowane unijne cele ograniczenia emisji nowym porozumieniu.

1.2.3 Polska polityka energetyczna i klimatyczna

Gospodarowanie energią w Polsce, podobnie jak wszystkie struktury gospodarki narodowej, w ciągu ostatniego ćwierćwiecza uległo znaczącej transformacji. W trakcie ostatniej dekady XX wieku Polska realizowała dynamiczny wzrost PKB przy niezmiennym poziomie zużycia energii i spadku emisji dwutlenku węgla o 30%. Oznacza to, że w ciągu zaledwie kilku lat efektywność energetyczna gospodarki zwiększyła się dwukrotnie. Tak spektakularne efekty były skutkiem głównie eliminowania ewidentnej niegospodarności i strat towarzyszących systemowi gospodarki centralnie sterowanej. W kolejnych latach, kiedy proste rezerwy efektywności energetycznej zostały wykorzystane, zużycie energii zaczęło rosnąć, chociaż wzrost ten był relatywnie wolny. Niemniej jednak akce-

²⁸ *Unia energetyczna: bezpieczna, zrównoważona, konkurencyjna energia po przystępnych cenach dla wszystkich Europejczyków*, Komunikat prasowy Komisji Europejskiej z 25 lutego 2015, http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-4497_pl.htm [2015-03-18].

sja do Unii Europejskiej i związany z tym impuls rozwojowy przełożył się na wzrost emisji gazów cieplarnianych o 8% w latach 2002-2007. Spadek emisji nastąpił tylko w powodu spowolnienia gospodarczego na przełomie lat 2008-2009 (rysunek 13).



Rysunek 13. Dynamika wskaźników dotyczących emisyjności i energochłonności gospodarki polskiej w latach 1988-2012 [rok 1988 = 100%]

Źródło: obliczenia własne na podstawie: *Ochrona środowiska 2007, 2010, 2014*, GUS, Warszawa 2007, 2010, 2014; *Polska 1989-2014*, GUS, Warszawa 2014.

W ciągu ostatniego ćwierćwiecza realny PKB w Polsce wzrósł dwukrotnie, zużycie energii pierwotnej spadło o 16%, a emisja CO₂ – o 19%. Oznacza to, że energochłonność PKB mierzona zużyciem energii pierwotnej w przeliczeniu na złotówkę dochodu narodowego wynosiła w 2012 roku 42% energochłonności

z 1988 roku, a emisja CO₂ w przeliczeniu na złotówkę PKB – 35% wartości tego wskaźnika z 1988 roku. Mimo znacznej redukcji emisji, energochłonność i emisyjność PKB są jednak wciąż wysokie. Jeśli chodzi o strukturę źródeł energii pierwotnej, to istotna zmiana nastąpiła w pierwszej dekadzie po transformacji – w okresie 1998-2000 udział węgla kamiennego w zużyciu nośników energii pierwotnej spadł z 67% do 50%. W ciągu kolejnych trzynastu lat udział węgla spadł do 42%, a udział energii ze źródeł odnawialnych wzrósł z niespełna około 1,4% w 1988 roku do ponad 9% w 2013 roku²⁹.

W latach dziewięćdziesiątych nie realizowano w Polsce wyodrębnionej polityki klimatycznej – była ona wówczas elementem polityki ekologicznej. Już w przyjętym w 1991 roku dokumencie I polityka ekologiczna państwa³⁰ jako jeden z celów przyjęto ograniczanie emisji gazów cieplarnianych zgodnie z porozumieniami międzynarodowymi. W okresie tym przedstawiciele Polski aktywnie uczestniczyli w pracach związanych z wypracowaniem zapisów konwencji klimatycznej oraz Protokołu z Kioto. Doprowadzili też do tego, że jako rok bazowy dla Polski został przyjęty 1988 rok, czyli okres przed kryzysem związanym z transformacją systemową (w 1992 roku, kiedy podpisano konwencję klimatyczną, emisja w Polsce była o 20% niższa w porównaniu z 1998 rokiem). Sama konwencja została też przez Polskę relatywnie szybko ratyfikowana.

Po 2000 roku, głównie w rezultacie procesu integracji z Unią Europejską i coraz szerszej debaty międzynarodowej na temat zmian klimatu, zapisy dotyczące tej kwestii znalazły się w polskich dokumentach strategicznych, w tym dotyczących polityki ekologicznej. Przyjęta w 2000 roku II polityka ekologiczna państwa³¹, podobnie jak wcześniejszy dokument, wymieniała wśród kierunków podejmowanych działań te związane z przeciwdziałaniem zmianom klimatycznym, w tym także udział w międzynarodowych forach klimatycznych oraz ratyfikację protokołu z Kioto i realizację jego zapisów. II polityka ekologiczna państwa zakładała także dwukrotną redukcję energochłonności PKB, między innymi dzięki poprawie efektywności energetycznej i znacznemu wzrostowi wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. W 2003 roku polski rząd przyjął Poli-

²⁹ Obliczenia własne na podstawie danych GUS. Wskaźniki te są przybliżone ze względu na fakt, że GUS podaje dane o zużyciu biomasy łącznie z torfem.

³⁰ I polityka ekologiczna państwa, Ministerstwo Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych, Warszawa 1991.

³¹ II Polityka ekologiczna państwa, Rada Ministrów, Warszawa, czerwiec 2000.

tykę klimatyczną Polski³², której celem strategicznym było włączenie się Polski do działań na rzecz ochrony globalnego klimatu, przez wdrażanie zasad zrównoważonego rozwoju. Uznano za uzasadnione przyjęcie celu w postaci 40% redukcji emisji GHG do 2020 roku w porównaniu z rokiem bazowym. Brak było jednak woli politycznej do wdrażania wszystkich założeń tego dokumentu³³.

Kwestie zmian klimatycznych nabrały znaczenia w polskiej polityce dopiero w momencie wdrażania dyrektywy ustanawiającej system handlu emisjami. Problemy związane z przygotowaniem i wdrożeniem pierwszego Krajowego Planu Rozdziału Uprawnień (*National Allocation Plan* – NAP) na okres 2005-2007 oraz dyskusja w trakcie przygotowywania drugiego KPRU na lata 2008-2012 ujawniły dominację i siłę polityczną sektora energetycznego (w dużej mierze państwowego). Przeważało przekonanie, że działania związane z redukcją emisji wcale nie rozwiążą problemu zmiany klimatu, a są poważnym zagrożeniem dla polskiej gospodarki. W efekcie, w obydwu tych dokumentach przeformowano zbyt duże limity uprawnień głównie dla energetyki (nawet mimo redukcji dokonanej przez Komisję Europejską), co przełożyło się na niewystarczającą motywację do poprawy efektywności. Sektory przemysłowe, które nie były tak preferencyjnie traktowane, w tym okresie znacząco zwiększyły efektywność i osiągnęły wskaźniki emisyjności na poziomie światowym³⁴.

Wobec tego, że po *de facto* fiasku dokumentu Polityka klimatyczna z 2003 roku zaniechano opracowywania odrębnego dokumentu dotyczącego polityki klimatycznej, kwestie związane ze zmianą klimatu były podejmowane w okresie 2004-2014 głównie w ramach polityki ekologicznej i energetycznej. W Polityce ekologicznej państwa w latach 2009-2012³⁵ wśród priorytetowych kierunków działań w obszarze ochrony powietrza (w tym klimatu) wymieniono:

- możliwie szybkie uchwalenie nowej polityki energetycznej Polski do 2030 roku, w tym przyjęcie mechanizmów stymulujących zarówno oszczędność energii, jak i promujących rozwój odnawialnych źródeł energii;

³² Polityka klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020, Dokument przyjęty przez Radę Ministrów 04.11.2003, Warszawa 2003.

³³ Por. Z.M. Karaczun, *Polska polityka klimatyczna. Próba analizy*, „Studia BAS” 2012 nr 1(29), ss. 85–108.

³⁴ Z.M. Karaczun, A. Kassenberg, M. Sobolewski, *Polityka klimatyczna Polski – wyzwanie XXI wieku*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2009, s. 10.

³⁵ Polityka ekologiczna państwa w latach 2009-2012 z perspektywą do roku 2016, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2008.

- modernizację systemu energetycznego (bloków energetycznych i całych elektrowni), konieczną nie tylko z powodów środowiskowych, ale przede wszystkim dla zapewnienia dostaw energii elektrycznej;
- działania związane z gazyfikacją węgla oraz wychwytywaniem i składowaniem CO₂;
- zwiększenie odzysku energii z odpadów, w tym komunalnych.

Przyjęta niedługo potem, bo w 2009 roku, Polityka energetyczna Polski do 2030 roku³⁶ uwzględniała istotne z punktu widzenia realizacji celów klimatycznych cele dotyczące wzrostu efektywności energetycznej, wykorzystania odnawialnych źródeł energii oraz zmniejszenia roli węgla w polskiej energetyce. Przyjęto wówczas cele wynikające z pakietu energetyczno-klimatycznego, a także dotyczące poprawy efektywności energetycznej: utrzymanie zeroenergetycznego wzrostu gospodarczego oraz zmniejszenie energochłonności polskiej gospodarki do poziomu UE-15, a więc dwukrotnie.

Podejście defensywne dominuje w głównym nurcie polskiej polityki do chwili obecnej. Kiedy w czerwcu 2011 Rada UE przyjmowała Komunikat Komisji *Road map for low-carbon economy – vision for 2050*, Polska była jedynym krajem, który wyraził sprzeciw, a ówczesny premier D.Tusk stwierdził nawet: „Nie pozwolimy narzucić sobie takiego tempa redukcji emisji CO₂, które zrujnuje naszą gospodarkę”³⁷. Aktualne stadium dyskusji międzynarodowej na temat nowego globalnego porozumienia klimatycznego, a także procesu realizacji nowych celów redukcyjnych określonych w Ramach politycznych dotyczących klimatu i energii zmusza Polskę do skonkretyzowania swojego stanowiska w odniesieniu do poziomu redukcji emisji do 2020 roku. Krokiem w tym kierunku mają być nowe dokumenty strategiczne odnoszące się do kwestii energii i klimatu: przygotowywany Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej oraz Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko.

Założenia Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej zostały przyjęte przez Radę Ministrów 16 sierpnia 2011 roku. Program ten miał zapewniać osiągnięcie korzyści ekonomicznych, społecznych i środowiskowych (zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju) w efekcie podejmowania działań zmniejszających emisje gazów cieplarnianych. Przyjmuje zatem podejście pre-

³⁶ Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów z dnia 10 listopada 2009 r.

³⁷ Por. Z.M. Karaczun, *Polska polityka klimatyczna...*, op. cit., s.87.

zentowane w unijnej polityce klimatycznej: zakłada osiągnięcie redukcji emisji GHG i zmniejszenie zużycia zasobów dzięki wzrostowi innowacyjności i wdrożeniu nowych technologii, zmniejszenie energochłonności, utworzenie nowych miejsc pracy, a w konsekwencji poprawę konkurencyjności gospodarki. W projekcie Założeń NPRGN określony został następujący cel główny: Rozwój gospodarki niskoemisyjnej przy zapewnieniu zrównoważonego rozwoju kraju. Cele szczegółowe to:

- rozwój niskoemisyjnych źródeł energii;
- poprawa efektywności energetycznej;
- poprawa efektywności gospodarowania surowcami i materiałami;
- rozwój i wykorzystanie technologii niskoemisyjnych;
- zapobieganie powstawaniu oraz poprawa efektywności gospodarowania odpadami;
- promocja nowych wzorców konsumpcji.

Tak ambitne założenia wydają się jednak częściowo zaniechane. Projekt programu miał być ogłoszony w 2013 roku, jednak do chwili obecnej brak informacji o postępach prac. Społeczna Rada do spraw Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej, która miała wspierać opracowanie dokumentu została przekształcona w Społeczną Radę do spraw Zrównoważonego Rozwoju Energetyki. Można więc podejrzewać, że, ponownie, brak jest woli politycznej do podejmowania poważnych zobowiązań i działań w obszarze klimatu, energii i gospodarki niskoemisyjnej.

Wspieraniu działań w zakresie gospodarki niskoemisyjnej miał służyć grant Banku Światowego na wsparcie potencjału instytucjonalnego do opracowania Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej. Ekspertyzy i prognozy opracowywane w jego ramach przez zespół Centrum Analiz Klimatycznych wskazują, że na poziomie UE realizacja celu ograniczenia emisji gazów cieplarnianych (40%) będzie się wiązać ze zmniejszeniem PKB na poziomie około 0,4% PKB i spadkiem konsumpcji gospodarstw domowych o 0,45% (dane dla scenariusza bazowego). Zdaniem ekspertów CAK wyższe koszty „poniosą bardziej dynamiczne unijne gospodarki oraz kraje charakteryzujące się znacznym udziałem przemysłu energochłonnego”³⁸, a więc Polski i większości nowych krajów członkowskich. Dla Polski prognozowana jest największa strata

³⁸ *Centrum Analiz Klimatycznych*, artykuł w dziale Bezpieczeństwo gospodarcze/Gospodarka niskoemisyjna na stronie internetowej Ministerstwa Gospodarki [2015-03-15].

w sferze konsumpcji gospodarstw domowych na poziomie 1,5%, a utrata PKB na poziomie 1,0%. Mniej akcentowane są szanse, jakie może przynieść strategia racjonalizacji zużycia paliw kopalnych i zmniejszania emisji CO₂. Wprawdzie mówi się, że „Polska dostrzega potencjał, jaki niesie ze sobą przestawianie gospodarki na tory niskoemisyjne. Dobrze przygotowana strategia transformacji w kierunku niskoemisyjnym może stanowić bardzo silny impuls rozwojowy zarówno dla Polski, jak i całej Unii Europejskiej”³⁹, oraz, że „w sytuacji braku porozumienia globalnego to właśnie w oparciu o strategię krajowe należy podejmować działania służące redukcji emisji gazów cieplarnianych. Mogą one dostarczyć niezbędnych sygnałów inwestycyjnych dla biznesu, a jednocześnie dają możliwość kontrolowania tempa transformacji niskoemisyjnej i gwarantują, że przekształcenia nie dokonają się kosztem konkurencyjności gospodarki”⁴⁰. W konkluzji stwierdza się jednak, że do czasu uzgodnienia nowego porozumienia nie powinny być nakładane dodatkowe obciążenia na przemysł europejski.

Zapisy dotyczące kierunku polityki energetyczno-klimatycznej formułuje przyjęta w 2014 roku Strategia „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko”⁴¹, będąca jedną z dziewięciu zintegrowanych strategii rozwoju opracowanych zgodnie z zapisami ustawy z 6 grudnia 2006 r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju. Strategia ta konkretyzuje zapisy Średniookresowej Strategii Rozwoju Kraju 2020 w dziedzinie energetyki i środowiska. Formułuje też wytyczne dla polityki energetycznej Polski. Celem głównym Strategii „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko” jest zapewnienie wysokiej jakości życia obecnych i przyszłych pokoleń z uwzględnieniem ochrony środowiska oraz stworzenie warunków do zrównoważonego rozwoju nowoczesnego sektora energetycznego, zdolnego zapewnić Polsce bezpieczeństwo energetyczne oraz konkurencyjną i efektywną gospodarkę. Cele szczegółowe to:

- zrównoważone gospodarowanie zasobami środowiska;
- zapewnienie gospodarce krajowej bezpiecznego i konkurencyjnego zaopatrzenia w energię;
- poprawa stanu środowiska.

³⁹ *Gospodarka niskoemisyjna w kontekście międzynarodowym*, artykuł w dziale Bezpieczeństwo gospodarcze/Gospodarka niskoemisyjna na stronie internetowej Ministerstwa Gospodarki www.mg.gov.pl [2015-03-15].

⁴⁰ *Ibidem*.

⁴¹ Strategia „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko”. Perspektywa do 2020 r., Załącznik do uchwały nr 58 Rady Ministrów z dnia 15 kwietnia 2014 r., M.P. poz. 469.

Strategia ma wspierać „zielony” wzrost gospodarczy poprzez zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego i dostępu do nowoczesnych, innowacyjnych technologii. Dokument ten ma ogólnie charakter polityki energetyczno-ekologicznej. Sprawy zmiany klimatu zostały w nim praktycznie pominięte.

W ogłoszonym w 2014 roku projekcie polityki energetycznej do 2050 roku za cel główny przyjęto „tworzenie warunków dla stałego i zrównoważonego rozwoju sektora energetycznego, przyczyniającego się do rozwoju gospodarki narodowej, zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego państwa oraz zaspokojenia potrzeb energetycznych przedsiębiorstw i gospodarstw domowych, a za cele szczegółowe – zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju,” zwiększenie konkurencyjności i efektywności energetycznej gospodarki oraz zmniejszenie oddziaływania energetyki na środowisko⁴². W dokumencie przedstawiono trzy scenariusze rozwoju energetyki: scenariusz zrównoważony, z dominującym, aczkolwiek mniejszym o 30% udziale węgla w miksie energetycznym oraz 15-20% udziałem pozostałych źródeł, a także dwa scenariusze alternatywne: energetyki jądrowej oraz scenariusz „gaz+OZE”. Prace nad zapisami dokumentu mają zostać zakończone po ostatecznych uzgodnieniach dotyczących zobowiązań w ramach nowego globalnego porozumienia klimatycznego w grudniu 2015 roku.

⁴² Projekt Polityki energetycznej Polski do 2050 roku, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, sierpień 2014, s.7.

Koncepcja gospodarki niskoemisyjnej zaproponowana przez Komisję Europejską w dokumencie Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu⁴³ stanowi na poziomie teoretycznym pewną konkretyzację strategii rozwoju zrównoważonego, w odniesieniu do sfery ekonomicznej. Służy ona realizacji postulatu odmaterializowania produkcji i konsumpcji, kluczowego elementu koncepcji rozwoju zrównoważonego⁴⁴. Celem strategii przedstawionej w tym dokumencie jest nie tylko realizacja celów w zakresie klimatu i środowiska, ale zapewnienie podwójnej dywidendy – jednoczesne osiągnięcie szeregu celów *stricte* ekonomicznych. Oszczędzanie zasobów i przeciwdziałanie zmianom klimatycznym zostały potraktowane jako idee przewodnie, które mają inspirować i wymuszać działania pozwalające poprawić konkurencyjność Wspólnoty na rynku globalnym i odbudować potencjał gospodarczy Europy, utracony przede wszystkim na rzecz Chin i Stanów Zjednoczonych⁴⁵.

Uzasadnieniem realizacji koncepcji są dwa kluczowe czynniki wskazane w projekcie przewodnim Europa efektywnie korzystająca z zasobów:

- potrzeba racjonalizacji i wzrostu efektywności wykorzystania zasobów naturalnych, w kontekście coraz silniej dostrzeganej ich wyczerpywalności, jak również potrzeby zachowania zasobów niezbędnych do funkcjonowania przyszłych pokoleń;
- wysokie prawdopodobieństwo związku pomiędzy następującymi zmianami klimatu a działalnością człowieka.

W kontekście spodziewanego wzrostu ludności świata (do 9 mld w 2050 roku, wzrost o 30% w porównaniu z obecną liczbą), a także nieustannego podnoszenia jakości życia i wyrównywania poziomu rozwoju pomiędzy krajami wysoko rozwiniętymi a krajami rozwijającymi się w sytuacji ograniczonych i wyczerpywalnych zasobów, daleko idący wzrost efektywności ich wykorzysta-

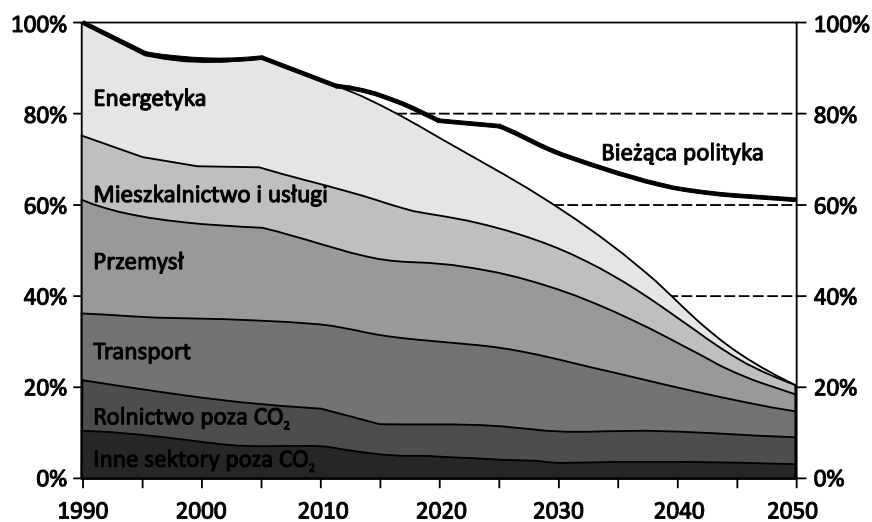
⁴³ Komunikat Komisji, EUROPA 2020..., op. cit.

⁴⁴ Por. na przykład Dokumenty Końcowe Konferencji Narodów Zjednoczonych „Środowisko i Rozwój”, Rio de Janeiro, 3–14 czerwca 1992 r., Szczyt Ziemi, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1998.

⁴⁵ W.Piontek (red.), *Fundusze strukturalne...* op. cit., s. 52-79.

nia jest jedynym sposobem zapewnienia możliwości rozwoju cywilizacji ludzkiej w długim okresie.

W ujęciu teoretycznym gospodarka niskoemisyjna może być definiowana jako gospodarka realizująca długoterminowy rozwój przy jednoczesnej minimalizacji negatywnego oddziaływania na środowisko przyrodnicze między innymi poprzez wysoką efektywność wykorzystania zasobów i minimalizację emisji zanieczyszczeń⁴⁶. We wspomnianych dokumentach unijnych pojęcie gospodarki niskoemisyjnej jest definiowane poprzez cel, do osiągnięcia którego dąży Unia. W takim ujęciu gospodarka niskoemisyjna jest stanem, w którym Unia Europejska dokona redukcji emisji GHG o 80–95% w stosunku do 1990 roku. Przyjęta ścieżka redukcji emisji zakłada redukcję emisji na poziomie 1% rocznie do 2020 roku, 1,5% rocznie w latach 2020–2030 i 2% w latach 2030–2050 (rysunek 14).



Rysunek 14. Ścieżka redukcji emisji GHG w Unii Europejskiej do 2050 roku

Źródło: Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r., KOM(2011) 112.

Możliwości realizacji tak postawionych celów zależą między innymi od uwarunkowań o charakterze krótkookresowym: strategia rozwoju gospodarki niskoemisyjnej powstała w trakcie trwania kryzysu gospodarczego, co sprawia,

⁴⁶ Por. ibidem.

ze w okresie kilku kolejnych lat realizacja jej celów może zejść na plan dalszy, ustępując celom raczej krótkookresowym: oddłużenia, stabilizacji wzrostu, stabilizacji waluty i utrzymania jedności Wspólnoty. Po drugie, przyjęty scenariusz redukcji bazuje na technologiach, które dopiero powstaną (abstrahując już od ich powszechności i wykonalności ekonomicznej).

Koncepcja gospodarki niskoemisyjnej łączy się w dużym stopniu z pojęciami trwałej czy zrównoważonej konsumpcji oraz odmaterializowania gospodarki. Koncepcja odmaterializowania gospodarki jako sposobu realizacji koncepcji rozwoju zrównoważonego pojawiła się w połowie lat dziewięćdziesiątych XX wieku – wspomnieć tu należy zwłaszcza prace von Weizsaekera⁴⁷ i Schmidt-Bleeka⁴⁸ oraz zaproponowane w nich koncepcje mnożnika cztery i mnożnika dziesięć. Weizsaecker podał 50 praktycznych możliwości odmaterializowania gospodarki, konkludując, że możliwe jest uzyskanie podwojonego dobrobytu przy dwukrotnie mniejszym zużyciu zasobów, a więc czterokrotne zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów. Schmidt-Bleek wychodząc z koncepcją mnożnika dziesięć stwierdził, że w aktualnym systemie gospodarowania 90% wykorzystywanych zasobów (zarówno pozyskiwanej biomasy, jak i wydobywanych zasobów nieodnawialnych) trafia do środowiska w postaci odpadów i emisji, a zaledwie 10% – do końcowego użytkownika jako produkt⁴⁹. Przepływy materialne w globalnej gospodarce muszą zmniejszyć się o połowę, aby spełnić wymogi gospodarki zrównoważonej, a ponieważ 20% ludności świata zużywa 80% zasobów, to kraje rozwinięte powinny zwiększyć efektywność korzystania z zasobów dziesięciokrotnie, by umożliwić dostęp do zasobów pozostałej części ludzkości⁵⁰.

⁴⁷ E.U. von Weizsaecker, A.B. Lovins, L.H. Lovins, *Mnożnik cztery. Podwójny dobrobyt dwukrotnie mniejsze zużycie zasobów naturalnych. Raport dla Klubu Rzymskiego*, Wydawnictwo Rolewski, Toruń 1999.

⁴⁸ F. Schmidt-Bleek, *Wievil Umwelt braucht der Mensch? mips – Das Mass fuer oekologisches Wirtschaften*, Birkhaeuser, Berlin 1994.

⁴⁹ M. Lettenmeier, H. Rohn, Ch. Liedtke, F. Schmidt-Bleek, *Resource productivity in 7 steps. How to develop eco-innovative products and services and improve their material footprint*, "Wuppertal Spezial" 2009 nr 41, s. 5.

⁵⁰ Por. M. Welfens, *Minimalizacja strumieni materiałowych i energetycznych jako wyzwanie współczesnej gospodarki* [w:] B. Poskrobko (red.), *Zrównoważony rozwój gospodarki opartej na wiedzy*, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2009, s. 228.

Przykładowo, Kielczewski definiuje warunki zrównoważonej konsumpcji następująco: „taka skala i takie formy konsumpcji materialnej, które umożliwiają wielkość konsumpcji zapewniającą bezpośrednią konsumpcję dóbr i usług środowiska oraz utrzymanie rezerw zasobów przyrodniczych dla przyszłych pokoleń”⁵¹. Zrównoważona konsumpcja powinna spełniać następujące warunki⁵²:

- całkowita wielkość konsumpcji materialnej odpowiada wymogom gospodarki okrężnej;
- istnieje akceptowalna relacja między konsumpcją materialną oraz bezpośrednią konsumpcją dóbr środowiska, a także pomiędzy konsumpcją materialną i niematerialnymi elementami dobrobytu;
- konsumpcja dóbr i usług odbywa się z poszanowaniem zasad sprawiedliwości wewnątrz- i międzygeneracyjnej.

Wymogi te zawierają w sobie postulat zmniejszenia wykorzystania zasobów i redukcji emisji do środowiska, a ich realizacja pozwala zapewnić trwałość konsumpcji, a więc taki kształt procesów, który zapewnia maksymalizację dobrobytu (rozumianego szeroko) w nieograniczonym horyzoncie czasowym. Kielczewski stwierdza wprost: „Trwałość i zrównoważenie ekologiczne konsumpcji (...) są zatem uwarunkowane przez spełnienie warunków organizacyjnych, które można określić jako odmaterializowanie dóbr i odmaterializowanie potrzeb”⁵³. Odmaterializowanie dóbr oznacza, że wytworzenie produktu wymaga zużycia coraz mniejszej ilości zasobów (w perspektywie cyklu życia), że minimalizuje się wpływ procesu na środowisko oraz maksymalizuje wielokrotny obieg zasobów (odzysk i recykling). Odmaterializowanie potrzeb (serwicyzacja konsumpcji) oznacza natomiast zastępowanie konsumpcji dóbr materialnych konsumpcją usług, czyli upowszechnianie konsumpcji zbiorowej dóbr materialnych lub też poszukiwanie alternatywnych, niematerialnych, sposobów realizacji poszczególnych potrzeb.

Wszystkie te metody redukcji obciążenia środowiska – poprawa efektywności wykorzystania zasobów skutkująca zmniejszeniem ich zużycia na jednostkę produktu/usługi i w ujęciu globalnym oraz zmniejszenie emisji zanieczyszczeń uwzględniono w unijnej koncepcji gospodarki niskoemisyjnej. Została ona skonkretyzowana w następujących dokumentach UE:

⁵¹ D. Kielczewski, *Konsumpcja a perspektywy trwałego i zrównoważonego rozwoju*, Wyd. Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2008, ss. 70-71.

⁵² Ibidem.

⁵³ Ibidem, s. 72.

- Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii Europa 2020⁵⁴;
- Plan działań na rzecz przejścia do konkurencyjnej gospodarki niskoemisyjnej w 2050 roku⁵⁵;
- Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 roku⁵⁶;
- Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu⁵⁷;
- Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy⁵⁸;
- Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów” dla Europy⁵⁹.

Inicjatywa Europa efektywnie korzystająca z zasobów ma dostarczyć wszystkim interesariuszom w UE wspólnej długookresowej wizji efektywnego korzystania z zasobów i w sposób zrównoważony uwzględnić i skoordynować wszystkie stosowne polityki unijne, w tym związane ze zmianą klimatu, energią, transportem, przemysłem, surowcami, rolnictwem, rybołówstwem, różnorodnością biologiczną oraz rozwojem regionalnym.

Plan działań na rzecz przejścia do konkurencyjnej gospodarki niskoemisyjnej wskazuje sektory, dla których należy opracować szczegółowe plany poprawy efektywności energetycznej i wykorzystania technologii niskoemisyjnych: elektroenergetyka, transport, budownictwo, przemysł, rolnictwo i leśnictwo. Elektroenergetyka jest sektorem kluczowym. Rozważa się możliwości całkowitej

⁵⁴ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii „Europa 2020”, KOM(2011)21, Bruksela, 26.1.2011.

⁵⁵ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r., KOM(2011)112, Bruksela, 8.3.2011.

⁵⁶ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Plan na rzecz efektywności energetycznej, KOM(2011)109, Bruksela, 8.3.2011.

⁵⁷ Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, KOM(2011)144, Bruksela, 28.3.2011.

⁵⁸ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011)0571, Bruksela, 20.9.2011.

⁵⁹ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów KOM(2014)0398, Bruksela 2.7.2014.

eliminacji emisji CO₂ z tego sektora: udział technologii niskoemisyjnych w koszyku energetycznym powinien wzrosnąć z obecnych około 45% do około 60% w 2020 roku, 75-80% w 2030 roku i prawie 100% w 2050 roku.

Z realizacją strategii wiązać się będą inwestycje rzędu 270 mld euro rocznie, głównie związane z opracowaniem i wdrożeniem efektywnych i niskoemisyjnych systemów energii i transportu po 2020 roku, w tym różne niskoemisyjne źródła energii oraz systemy i infrastruktura wspierająca, jak inteligentne sieci, budownictwo pasywne, wychwytywanie i składowanie dwutlenku węgla, zaawansowane procesy przemysłowe oraz zastosowanie napędu elektrycznego i innych napędów niskoemisyjnych w transporcie (w tym technologie przechowywania energii). Są to dodatkowe inwestycje na poziomie 1,5% PKB UE rocznie (w 2009 roku inwestycje kształtowały się na poziomie 19% PKB).

Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 roku wskazuje obszary, w których możliwe są największe oszczędności energii oraz sposoby ich osiągnięcia. Ze względu na znaczący udział w zużyciu energii pierwotnej i finalnej w UE są to: budynki, transport, przemysł oraz gospodarstwa domowe. Oszczędzanie energii w budownictwie ma być realizowane dzięki uruchomieniu procesów renowacji budynków publicznych i prywatnych oraz poprawę energooszczędności ich elementów składowych oraz urządzeń. Szczególną rolę przypisano tu sektorowi publicznemu, który poza realnymi działaniami na rzecz ograniczania zużycia energii, powinien upowszechniać dobre praktyki, dawać przykład i motywować do działań pozostałe podmioty, w tym zwłaszcza mieszkańców.

Działania na rzecz poprawy efektywności energetycznej w przemyśle odnoszą się zarówno do przedsiębiorstw energetycznych, jak również pozostałych gałęzi. W odniesieniu do branży energetycznej niezbędne jest podjęcie działań na rzecz budowy nowej infrastruktury wykorzystujących technologie BAT, poszukiwanie skutecznych sposobów odzyskiwania strat ciepła powstających w procesach produkcji energii elektrycznej, w procesach produkcji przemysłowej oraz rozwoju kogeneracji. Przewiduje się upowszechnianie mechanizmów rynkowych wspierających efektywność energetyczną, w tym tworzenie instrumentów nadających wartość finansową oszczędności energii i uzależniających zyski przedsiębiorstw infrastrukturalnych (dostawców i dystrybutorów) od efektywności energetycznej, a nie ilości dostarczonej energii⁶⁰. W pozostałych bran-

⁶⁰ Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Priorytety w odniesieniu do infrastruktury ener-

zach przemysłowych przewiduje się upowszechnienie audytów energetycznych i zarządzania energią, działania informacyjne i wsparcie finansowe dla MŚP, a także wspieranie wymiany najlepszych praktyk.

Działania na rzecz poprawy efektywności energetycznej w transporcie określa Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu. W dokumencie przedstawiono wizję konkurencyjnego i zrównoważonego systemu transportu, z uwzględnieniem czterech głównych postulatów: zapewnienie wzrostu sektora transportu i wspieranie mobilności przy jednoczesnym osiągnięciu celu obniżenia emisji o 60%, budowa efektywnej sieci multimodalnego transportu pasażerskiego i towarowego, równe szanse na całym świecie dla podróżowania na dalekie odległości i międzykontynentalnego transportu towarów, ekologiczny transport miejski i dojazdy do pracy.

Wszystkie omawiane dokumenty wskazują na bilans oczekiwanych efektów (korzyści) i koniecznych do poniesienia kosztów związanych z budową gospodarki niskoemisyjnej. Celem nadrzędnym określonym w strategii Europa 2020 jest **zabezpieczenie długookresowego wzrostu gospodarczego i zatrudnienia**, a realizacja strategii gospodarki niskoemisyjnej ma zapewnić wkład w jego realizację poprzez uzyskanie przewagi konkurencyjnej i technologicznej, optymalizację procesów produkcji i ograniczenie jej kosztów (w tym kosztów monitorowania emisji zanieczyszczeń), oszczędności wynikające między innymi ze zużywania coraz mniejszej ilości surowców. „Konieczne jest opracowanie nowych produktów i usług, jak również znalezienie nowych sposobów ograniczania nakładów, minimalizacji ilości odpadów, poprawy zarządzania zapasami zasobów, zmiany modeli konsumpcji, optymalizacji procesów produkcyjnych oraz nowych metod zarządzania i prowadzenia działalności gospodarczej oraz metod ulepsających działania logistyczne. Pozwoli to na pobudzenie rozwoju innowacji technologicznych, zwiększenie zatrudnienia w szybko rozwijającym się sektorze zielonej technologii i utrzymanie handlu UE, m.in. poprzez uruchomienie nowych możliwości wywozu, a także przyniesie korzyści konsumentom, oferując więcej »produktów zrównoważonych«,”⁶¹. W wymiarze politycz-

getycznej na 2020 r. i w dalszej perspektywie – plan działania na rzecz zintegrowanej europejskiej sieci energetycznej, KOM(2010)109, Bruksela, 8.3.2011, s. 677.

⁶¹ Europa efektywnie korzystająca z zasobów, op. cit., s. 2.

nym realizacja polityki gospodarki niskoemisyjnej pozwoli zmniejszyć uniezależnienie gospodarki europejskiej od dotychczasowych dostawców surowców.

Szacunki dotyczące wymiernej skali tych korzyści są prowadzone w różnych układach podmiotowych i w zróżnicowanych perspektywach czasowych, trudno więc określić łączny bilans korzyści. Przykładowo, działania w zakresie oszczędzania energii przedstawione w Planie na rzecz efektywności energetycznej mogą przynieść oszczędności rzędu 1000 euro rocznie na gospodarstwo domowe, poprawić konkurencyjność europejskiego przemysłu, przyczynić się do stworzenia około 2 mln miejsc pracy i zmniejszyć roczne emisje GHG o 740 mln ton. Jak stwierdza się w dokumencie Europa efektywnie korzystająca z zasobów, „osiągnięcie celów w zakresie energii pozwoliłoby nam zaoszczędzić do 2020 r. 60 mld euro na imporcie ropy naftowej i gazu. Nie są to tylko oszczędności finansowe: chodzi też o nasze bezpieczeństwo energetyczne. Dalsza integracja europejskiego rynku energii może przynieść dodatkowe 0,6% do 0,8% PKB. Dzięki osiągnięciu celu UE mówiącego o 20% udziale energii ze źródeł odnawialnych moglibyśmy stworzyć w UE ponad 600 000 miejsc pracy. Jeśli dodamy do tego cel dotyczący 20% efektywności energetycznej, można mówić już o milionie nowych miejsc pracy”⁶². W całym czterdziestoletnim okresie wdrażania planu, wzrost efektywności energetycznej i przechodzenie na lokalne niskoemisyjne źródła energii pozwolą zmniejszyć średnie koszty paliw w UE o około 175–320 mld euro rocznie. Powinny zatem zrównoważyć przewidywane nakłady na realizację strategii.

⁶² Ibidem, s. 17.

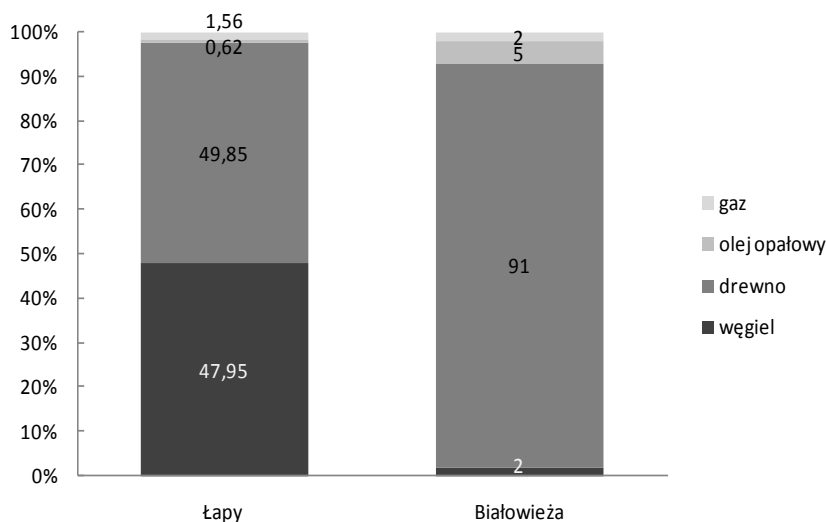
ZMIANY W LOKALNYCH SYSTEMACH ENERGETYCZNYCH A EFEKTY ZEWNĘTRZNE

2.1 Zmiany w modelu gospodarowania energią na poziomie lokalnym

Lokalne systemy energetyczne obejmują obszar wytwarzania i rozdziału energii elektrycznej i ciepłej. Wpływ na aktualną strukturę systemów lokalnych w Polsce miała prowadzona przez dziesięciolecia polityka energetyczna oparta na wykorzystaniu nieodnawialnych zasobów energetycznych (głównie węgla kamiennego i brunatnego), czyli na scentralizowanych źródłach wytwarzania energii elektrycznej w wielkich elektrowniach systemowych. W związku z tym, zadaniem lokalnych systemów energetycznych stało się przede wszystkim wytwarzanie energii ciepłej. Energia elektryczna dostarczana jest z elektrowni systemowych, w znacznym stopniu na obszary znacznie oddalone od elektrowni, co wiąże się ze stosunkowo dużymi (rzędu 12-15%) stratami mocy i energii oraz naraża system i odbiorców na zagrożenie bezpieczeństwa dostaw energii na skutek awarii w systemie przesyłowo-rozdzielczym (czego coraz liczniejsze przykłady obserwowane są w ostatnich latach).

Relacje cenowe między poszczególnymi rodzajami paliw powodowały, że w lokalnych ciepłowniach podstawowym paliwem był i jest węgiel kamienny, natomiast w przypadku indywidualnych wytwórców energii ciepłej dominują węgiel kamienny w połączeniu z biomasą leśną. Ilość wykorzystywanego na cele energetyczne drewna jest różna w poszczególnych obszarach kraju i udział tego paliwa w lokalnych bilansach energetycznych zależy od jego dostępności. Przykłady z badań przeprowadzonych w województwie podlaskim obrazują tę zmienność (rysunek 15). Należy przypuszczać, że w skali kraju wahania te są

jeszcze większe z racji zróżnicowanej lesistości. Biomasa rolnicza nadal jest paliwem marginesowym w bilansie energetycznym na szczeblu lokalnym.



Rysunek 15. Zmienność struktury wykorzystywanych paliw przez wytwórców indywidualnych energii cieplnej w gminach województwa podlaskiego [gminy Łapy i Białowieża]

Źródło: H. Rusak, *Zużycie paliw i energii oraz analiza ekonomiczna wytwarzania energii w źródłach indywidualnych na cennych przyrodniczo obszarach Polski północno-wschodniej* „Polityka Energetyczna” 2006 tom 9, z. specjalny, ss. 377-388.

Lokalne systemy energetyczne składają się obecnie przede wszystkim z urządzeń wytwórczych energii cieplnej i w znacznie mniejszym stopniu elektrycznej w zakładach scentralizowanych (ciepłownie i elektrociepłownie), urządzeń wytwórczych energii cieplnej u indywidualnych użytkowników energii (piece domowe). Przesył energii w tych systemach odbywa się za pośrednictwem ciepłociągów oraz linii elektroenergetycznych średniego i niskiego napięcia.

Główną słabością lokalnych systemów energetycznych w kontekście wytwarzania energii cieplnej jest przede wszystkim fakt niskiego udziału scentralizowanych źródeł średniej mocy (lokalnych kotłowni) wraz z infrastrukturą przesyłową, które pokrywałyby zapotrzebowanie na energię ciepłą na poziomie miasta czy obszarów funkcjonalnych. Jest to istotne o tyle, że indywidualne urządzenia wytwórcze są często wyeksploatowane i charakteryzują się niską lub

średnią sprawnością oraz w zasadzie nie ma możliwości kontroli niskiej emisji zanieczyszczeń generowanych przez nie. Dodatkowo, w indywidualnych urządzeniach wykorzystywany jest bardzo często węgiel kamienny. Łącznie te dwa fakty oznaczają, że energetyka ciepła na poziomie lokalnym charakteryzuje się znaczną presją na środowisko przez zanieczyszczenie powietrza na poziomie lokalnym i ponadlokalnym oraz wykazuje niekorzystny wpływ na klimat.

Lokalne źródła energii cieplnej charakteryzują się również niskim poziomem bezpieczeństwa energetycznego. Z lokalnie dostępnych paliw jest wykorzystywana głównie biomasa leśna, a inne lokalne zasoby energetyczne (w tym biomasa nieleśna oraz energia słońca i wiatru) stanowią niski z punktu widzenia rynku energetycznego procent wykorzystywanej energii pierwotnej. Również systemy elektroenergetyczne nie zapewniają należytego bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym. Udział energii elektrycznej wytwarzanej poza elektrowniami wielkiej mocy oraz dużymi elektrociepłowniami miejskimi jest znikomy. Dodatkowo na obszarach wiejskich nagminnie jest występowanie długich odcinków linii napowietrznych niskiego napięcia, co skutkuje nie tylko niezadowalającym poziomem niezawodności zaopatrzenia w energię elektryczną, niejednokrotnie również niezadowalającą jakością dostarczanej energii.

Zmiany w lokalnych systemach energetycznych wyznaczone są w dużej mierze przez politykę energetyczną i klimatyczną realizowaną na poziomie zarówno Unii Europejskiej, jak i w Polsce oraz przez koncepcję gospodarki niskoemisyjnej. Jednak nie bez wpływu na kierunki owych zmian pozostają uwarunkowania techniczne. W szczególności wiele zależy od dynamicznie rozwijających się obecnie technologii wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych (przykładowo wysokosprawnych ogniw fotowoltaicznych), technologii magazynowania energii (przykładowo nadprzewodnikowe zasobniki energii) oraz od technologii związanych z poprawą efektywności energetycznej w odniesieniu do wykorzystania energii cieplnej. Wiele zależy również od uwarunkowań instytucjonalnych, w tym świadomości społeczności lokalnych w zakresie jakości środowiska przyrodniczego oraz bezpieczeństwa energetycznego. Szczególnie ten ostatni problem może okazać się istotny, w kontekście coraz powszechniejszej cyfryzacji społeczeństwa. Dostęp do najnowszych technologii cyfrowych nierozzerwalnie jest związany z wykorzystaniem urządzeń elektronicznych, a te z kolei wymagają stałego i przede wszystkim stabilnego źródła zasilania w energię elektryczną.

Biorąc powyższe pod uwagę można spodziewać się pewnych kierunków zmian, wynikających z przyjętych kryteriów analizy lokalnych systemów energetycznych. Wśród nich wymienić można:

- rozbudowę lokalnych ciepłowni i ciepłociągów;
- wykorzystanie w większym stopniu różnego rodzaju lokalnych zasobów energii odnawialnej z głównym ukierunkowaniem na biomasę rolniczą;
- obniżenie udziału węgla w lokalnym bilansie paliwowym;
- budowę urządzeń wykorzystujących do produkcji energii elektrycznej i ciepłej biogaz, zarówno rolniczy, jak i powstający na wysypiskach śmieci i w oczyszczalniach ścieków;
- wykorzystanie do produkcji energii frakcji energetycznej odpadów, w tym odpadów komunalnych;
- wymianę indywidualnych źródeł energii ciepłej o najniższych sprawnościach na źródła nowoczesne;
- zmniejszenie energochłonności budynków przez termomodernizację;
- rozwój lokalnych źródeł energii elektrycznej zwiększających lokalne bezpieczeństwo energetyczne;
- przebudowę linii elektroenergetycznych napowietrznych głównie średniego i niskiego napięcia na układy z przewodami izolowanymi oraz linie kablowe w celu uzyskania zwiększenia niezawodności zasilania odbiorców na terenach wiejskich;
- rozbudowę lokalnych sieci średniego i niskiego napięcia w celu poprawy jakości energii u odbiorców oraz ograniczenia strat energii w sieciach a tym samym podwyższenia efektywności energetycznej przesyłu.

Dodatkowym kierunkiem ujętym w głównych założeniach działań na terenie gmin podwyższających standardy w lokalnych systemach energetycznych powinno być monitorowanie stanu instalacji energetycznych (elektrycznych i ciepłowniczych) w celu podniesienia bezpieczeństwa ich eksploatacji.

Najważniejsze jednak mogą okazać się obiektywne kryteria ekonomiczne, związane z ekonomiczną dostępnością technologii odnawialnych źródeł energii oraz wsparciem w postaci instrumentów finansowych oferowanych zarówno ze strony państwa, jak też instytucji pozarządowych i komercyjnych. Kierunki zmian wynikać powinny z analiz opartych na obiektywnych kryteriach ekonomicznych. Z punktu widzenia społeczności lokalnych kryteria te powinny również uwzględniać efekty zewnętrzne powodowane przez funkcjonowanie takie-

go, a nie innego modelu wytwarzania i gospodarowania energią na poziomie lokalnym.

2.2 Problem efektów zewnętrznych

Pojęcie efektów zewnętrznych (*externalities*) pierwszy raz pojawia się w pracach Alfreda Marshalla⁶³. Nie było one jednak rozumiane tak, jak współcześnie. W ujęciu tego ekonomisty efekty zewnętrzne powstają za pośrednictwem mechanizmu rynkowego w wyniku zmian popytu lub zmian podaży czynników wpływających na funkcję produkcji. Czynniki te mogą odnosić się także do problemów związanych z gospodarowaniem energią, a przy tym bardziej do tych aspektów, które są związane bezpośrednio z wymianą rynkową. Jeśli, przykładowo, w jednej z branż korzystających z danego czynnika produkcji (na przykład energii) nastąpi znaczny wzrost popytu na ten czynnik, to, *ceteris paribus*, może to prowadzić w krótkim okresie do wzrostu cen tego czynnika dla producentów z innych branż. Sprawcą efektu zewnętrznego jest więc branża zwiększająca popyt, a odbiorcami pozostałe branże nabywające czynnik. Mechanizm rynkowy powoduje u nich wzrost kosztów, mimo, że to nie one przyczyniły się do podniesienia cen. Pieniężne efekty zewnętrzne są więc dzięki rynkowi „uwewnętrznione” w kosztach czy przychodach przedsiębiorstw będących ich odbiorcami. Tak rozumiane efekty zewnętrzne nie są przedmiotem szerszego zainteresowania współczesnej ekonomii. Dzieje się tak, ponieważ mechanizm rynkowy generuje odpowiednie informacje, pozwalające na ustalenie się równowagi w położeniu optymalnym w sensie Pareto.

Nieco inaczej zdefiniował efekty zewnętrzne Arthur C. Pigou w *Ekonomii dobrobytu*⁶⁴. Jego podejście było jednak przez lata było traktowane jako ciekawostka, która nie ma praktycznego znaczenia. Dopiero w połowie XX wieku uświadomiono sobie, że zjawisko to może przybierać znaczne rozmiary i od tego czasu rozpoczyna się rozwój teorii kosztów zewnętrznych w ramach ekonomii

⁶³ A. Marshall, *Principles of Economics*, Macmillan, London 1890.

⁶⁴ A. C. Pigou, *The economics of welfare*, Macmillan, London 1938.

neoklasycznej. Tibor Scitovsky⁶⁵ wprowadził podział na pieniężne efekty zewnętrzne (w rozumieniu A. Marshalla) oraz efekty technologiczne (w rozumieniu A.C. Pigou), zaś James M. Buchanan przedstawił problem w odniesieniu do optimum Pareto⁶⁶. Istotnym krokiem w rozwoju teorii kosztów zewnętrznych było powiązanie tego zjawiska z wadliwym funkcjonowaniem mechanizmu rynkowego. Problem ten został rozwinięty przez Kennetha J. Arrowa⁶⁷ na gruncie teorii równowagi ogólnej. Ważnym krokiem w rozwoju tego zagadnienia było powiązanie przez Ronalda Coase'a⁶⁸ występowania efektów zewnętrznych z działaniem nie tylko sprawców, lecz także odbiorców. Wyrazem tego jest twierdzenie (zwane teorematem Coase'a) dotyczące internalizacji efektów zewnętrznych.

Współcześnie efekty zewnętrzne definiowane są najczęściej na dwa różne sposoby. Pierwszy z nich dotyczy charakteru relacji między podmiotami, drugi natomiast koncentruje się na niedoskonałości rynków i braku odpowiednich bodźców. W pierwszym podejściu, dla definiowania efektów zewnętrznych istotne znaczenie ma wpływ działań jednych podmiotów na funkcje użyteczności lub funkcje produkcji innych podmiotów. Typowa jest tu definicja: „efekty zewnętrzne występują wówczas, gdy indywidualna funkcja użyteczności bądź funkcje produkcji zawierają zmienne, których działanie, kształtujące w rzeczywistości przebieg tych funkcji nie zależy od danych podmiotów”⁶⁹. Zgodnie z drugim podejściem „efekty zewnętrzne występują, gdy w gospodarce opartej na zdecentralizowanych procedurach regulacyjno-optymalizacyjnych występują niedostatecznie bodźce do tworzenia efektywnych rynków i czynników produkcji, co prowadzi do sytuacji, w której równowaga rynkowa nie spełnia warunków optymalności Pareto”⁷⁰.

⁶⁵ T. Scitovsky, *Two Concepts of External Economies*, „Journal of Political Economy” 1954 nr 2 ss. 143-151.

⁶⁶ J.M. Buchanan, W.C. Stubblebine, *Externality*, „Economica” 1962 nr 29, ss. 371-384.

⁶⁷ K.J. Arrow, *The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-Market Allocation*, [w:] R.H. Haveman, J. Margolis (red.), *Public Expenditures and Policy Analysis*, Markham, Chicago 1970, ss. 59-73.

⁶⁸ R. Coase, *The Problem of Social Cost*, „Journal of Law and Economics” 1960 nr 3 ss. 1-14; W.A. Baumol, W.E. Oates, *The Theory of Environmental Policy (Externalities, Public Outlays, and the Quality of Life)*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1975.

⁶⁹ W.J. Baumol, W.E. Oates, *The Theory ...*, op. cit.

⁷⁰ P.S. Dasgupta, G.M. Heal, *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Nisbet/Cambridge University Press, London 1979, s. 45.

W najbardziej znanej definicji efektów zewnętrznych stwierdza się, że efekty takie występują wówczas, gdy funkcja produkcji przedsiębiorstwa A uzależniona jest, między innymi, od funkcji produkcji innego przedsiębiorstwa (B) przy czym, zgodnie z przyjętym założeniem:

- uzależnienie to ma charakter pozarynkowy (nie znajduje wyrazu w transakcjach kupna-sprzedaży zawieranych między tymi przedsiębiorstwami);
- przedsiębiorstwo A nie jest w stanie kontrolować skali działalności przedsiębiorstwa B;
- wpływ przedsiębiorstwa B na A ma charakter niezamierzony.

Występowanie efektów zewnętrznych wyraża się w tym wypadku w zależności funkcji produkcji producenta B od wielkości produkcji wytwórcy A. „Zewnętrzność” wynika stąd, że na produkcję dobra x producent B nie ma żadnego wpływu, mimo że współokreśla ona jego własną funkcję produkcji. Jeśli z punktu widzenia producenta B wpływ ten jest negatywny, wtedy można mówić o niekorzyściach lub kosztach zewnętrznych, jeśli zaś pozytywny – pojawiają się korzyści zewnętrzne.

Zgodnie z innym podziałem rozróżnia się efekty zewnętrzne publiczne oraz prywatne. Za publiczne uważane są takie efekty zewnętrzne, które są konsumowane przez wszystkie jednostki na danym terenie, a ich konsumpcja przez jedną jednostkę nie wpływa na poziom konsumpcji przez inne jednostki. Przykładowo, zanieczyszczenie powietrza związane z niską emisją z domowych źródeł produkcji ciepła w taki sam sposób wpływa na każdą osobę oddychającą zanieczyszczonym powietrzem, bez względu na to, czy na danym obszarze przebywa 1 osoba czy 100 osób. Oznacza to, że w przypadku publicznych efektów zewnętrznych zmiana liczby odbiorców nie zmienia jednostkowej siły ich oddziaływania. Korzystny publiczny efekt zewnętrzny można natomiast zaobserwować przykładowo w sytuacji, gdy wzrasta poziom bezpieczeństwa energetycznego. Analogicznie, jak w przypadku niekorzystnych efektów, konsumpcja tego efektu przez jedną jednostkę nie zmniejsza dostępności ani użyteczności tego efektu dla innych. Dlatego też publiczne efekty zewnętrzne nazywane są nieubycwalnymi. Z kolei prywatne efekty zewnętrzne mają charakter ubycwalny, co wynika z faktu, że konsumpcja danego efektu przez jedną jednostkę oznacza ubytek konsumpcji tego efektu przez inne jednostki.

W literaturze spotyka się także inne podziały efektów zewnętrznych. Aleksandra Jewtuchowicz⁷¹ wskazuje na efekty polityczne, a także efekty pionowe i poziome. Te pierwsze powstają w wyniku prowadzenia lobbingu jednego podmiotu lub branży na rzecz aktu prawnego, którego działanie spowoduje określone konsekwencje dla innych podmiotów czy innych branż. Przykładowo, lobbing przemysłu wydobywczego na rzecz nieograniczania wykorzystywania węgla kamiennego w Polsce będzie miał niekorzystny efekt dla społeczności na całym świecie. Efekty poziome i pionowe dotyczą zaś samego procesu wytwarzania. Jeśli efekty zewnętrzne powstają w ramach tego samego procesu produkcji, ale dotyczą różnych jego etapów, to mamy do czynienia z efektami pionowymi. Jeśli zaś wzrost produkcji jednego podmiotu prowadzący do obniżenia kosztów marginalnych może przynosić korzyści (lub koszty) innym podmiotom gospodarczym, które są technicznie związane z tym podmiotem poprzez dochody, które on generuje, to efekty takie określa się mianem poziomych.

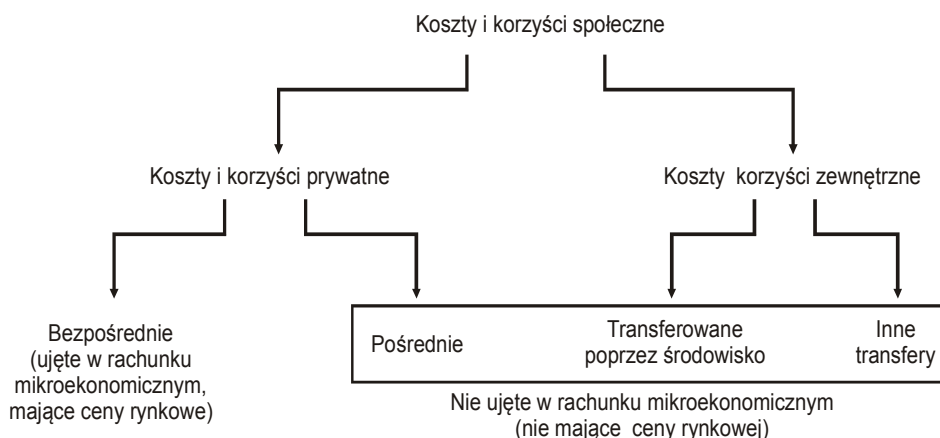
Obecnie efekty zewnętrzne kojarzone są przede wszystkim z tak zwanymi środowiskowymi efektami zewnętrznymi, to znaczy efektami transferowanymi przez środowisko przyrodnicze. Transfer ten wynika z użytkowania środowiska w taki sposób, że zmniejszają się jego zasoby i walory oraz pogarsza się jakość usług świadczonych przez nie. W niniejszym opracowaniu analizie zostaną poddane efekty zewnętrzne niezwiązane bezpośrednio ze środowiskiem przyrodniczym, a jedynie takie, które mają istotny wpływ na szeroko rozumianą sferę społeczną. W celu podkreślenia tej okoliczności, zdecydowano się użyć określenia pozaśrodowiskowe efekty zewnętrzne.

⁷¹ A. Jewtuchowicz, *Efekty zewnętrzne w procesach urbanizacji i uprzemysłowienia*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1987, s. 14.

2.3

Lokalne systemy energetyczne a pozaśrodkowe efekty zewnętrzne

Wprowadzane na poziomie lokalnym zmiany w systemie gospodarowania energią mają przede wszystkim na celu poprawę szeroko rozumianego dobrobytu społeczności lokalnych. Odpowiedź na pytanie, jaki model gospodarowania energią (lub raczej, jakie zmiany w dotychczasowym systemie) jest efektywny w ujęciu ogólnospołecznym wymaga oceny efektów społecznych takich działań. Szczegółowy podział takich efektów przedstawia rysunek 16.



Rysunek 16. Podział strukturalny kategorii kosztów i korzyści społecznych

Źródło: M. Ligus, T. Poskrobko, E. Sidorczuk-Pietraszko, *Korzyści i koszty społeczne modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym* [w:] A. Graczyk (red.), *Kryzys a rozwój zrównoważony rolnictwa i energetyki*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011 nr 231, ss. 255-270.

Efekty społeczne można podzielić na prywatne i zewnętrzne. Najczęstszą drogą transferów efektów zewnętrznych między sprawcą a odbiorcą jest szeroko

rozumiane środowisko, w tym w szczególności jego walory i usługi. Nie oznacza to jednak, że jest to jedyna możliwość przeniesienia takich efektów⁷².

Koszty i korzyści prywatne można podzielić na kategorie efektów bezpośrednich – ujętych w mikroekonomicznym rachunku opłacalności oraz pośrednich – nieujętych wartościowo ze względu na fakt, że efekty te nie mają cen rynkowych. W odróżnieniu od efektów zewnętrznych, efekty prywatne są zamierzonym wynikiem działań sprawcy i ponoszone są przez niego samego. Podobnie jednak, jak w przypadku efektów zewnętrznych brak ceny rynkowej nie oznacza, że efekty te nie mają wartości. Przeciwnie – przedsiębiorstwa oraz gospodarstwa domowe intuicyjnie zdają sobie sprawę z ich występowania i podejmują decyzje kierując się również tymi niewycenionymi efektami, które mają wpływ na ich funkcję użyteczności⁷³.

Temat wyceny różnych elementów pozaśrodkowych efektów społecznych (w tym w szczególności społecznych efektów zewnętrznych) odnoszących się do energetyki jest podejmowany w krajach rozwiniętych. Najbardziej reprezentatywne badania przeprowadzane były w projektach Komisji Europejskiej: ExternE oraz będących jego kontynuacją NewExt, ExternE-Pol, NEEDS i CASES. Przedmiotem badań w ramach tych projektów były spośród efektów pozaśrodkowych głównie wpływ na bezpieczeństwo energetyczne oraz na zatrudnienie. Efekty te były jednak ujmowane w skali makroekonomicznej. Problematyka społecznych efektów zewnętrznych energetyki w skali lokalnej nie była natomiast podejmowana. W odróżnieniu od efektów makroekonomicznych, których skutki dotyczą zmiany w dobrobycie ogólnonarodowym i ujawnić się mogą w szerszej perspektywie terytorialnej, efekty mezo- i mikroekonomiczne będą odczuwalne przede wszystkim na poziomie lokalnym. Tym samym, powinny być one przedmiotem szczególnego zainteresowania władz lokalnych, ponieważ to ich zadaniem jest takie zarządzanie, które pozytywnie wpłynie na rozwój regionu (a jednocześnie nie będzie miało szerszych, negatywnych konsekwencji w odniesieniu do innych regionów czy kraju).

Identyfikacja mezoekonomicznych i mikroekonomicznych społecznych efektów zewnętrznych powinna opierać się na trzech podstawowych elementach: analizie zmian modelu gospodarowania energią, analizie grupy potencjal-

⁷² szerzej: T. Poskrobko, *Spoleczne efekty kształtowania ładu ekologiczno-gospodarczego*, „Handel Wewnętrzny”, lipiec-sierpień 2012, t.1, ss. 184-193.

⁷³ M. Ligus, T. Poskrobko, E. Sidorczuk-Pietraszko, *Korzyści ...* op. cit., ss. 255-270.

nych odbiorców efektów społecznych oraz dodatkowo analizie dróg transferu społecznych efektów zewnętrznych.

W odniesieniu do modelu gospodarowania energią należy przewidzieć, jaki pozaekonomiczny wpływ wywrą:

- zmiana struktury wytwarzania energii elektrycznej oraz ciepłej w zależności od źródła; pod uwagę należy wziąć przede wszystkim najczęściej stosowane w Polsce źródła energii odnawialnej, czyli: elektrociepłownie na biomasę oraz na biogaz, indywidualne turbiny wiatrowe, elektrownie wodne, ogniwa fotowoltaiczne, kolektory słoneczne, geotermia;
- zmiana struktury przesyłu energii elektrycznej oraz energii ciepłej; pod uwagę należy wziąć zarówno budowę elementów sieci przesyłowej energii elektrycznej oraz ciepłej, jak i modernizację istniejących sieci energetycznych i ciepłowniczych.

W odniesieniu do odbiorców efektów społecznych należy wyróżnić trzy grupy podmiotów: gospodarstwa domowe (w tym poszczególne jednostki), przedsiębiorstwa prywatne, sektor publiczny. Drogi transferu zaś są to obszary, w których można zaobserwować bezpośrednio, pozaekonomiczne oddziaływania zmiany modelu gospodarowania energią. Dopiero zmiany w tych obszarach generują określone koszty bądź korzyści dla sektora publicznego, prywatnego i gospodarstw domowych⁷⁴.

Biorąc pod uwagę możliwe zmiany w modelu gospodarowania energią, grupy odbiorców efektów oraz drogi transferu można wyróżnić szereg społecznych efektów. Przykładową matrycę identyfikacji społecznych efektów zewnętrznych w odniesieniu do energii elektrycznej przedstawia rysunek 17.

Do najważniejszych efektów należy zaliczyć:

- efekty związane z rynkiem pracy wynikające z faktu, że różne systemy energetyczne cechują się różną pracochłonnością; w związku z tym, zmiany w sposobie produkcji energii mogą indukować wzrost lub spadek zatrudnienia netto;

⁷⁴ Ibidem.

Obszary systemu energetycznego / Odbiorcy efektów	Wytwarzanie energii elektrycznej				Przesył energii elektrycznej	
	Elektrociepłownie na biomasę	Turbiny wiatrowe	Elektrownie wodne	Ogniwa fotowoltaiczne	Budowa nowych elementów sieci	Modernizacja istniejącej sieci
Przedsiębiorstwa	WBE; ZWN	WBE ZWN	WBE; ZWN	WBE; ZWN	WBE; ZWN	WBE; ZWN
Gospodarstwa rolne	WBE; ZWN	WBE; ZWN	WBE; ZWN	WBE; ZWN	WBE; ZWN	WBE; ZWN
Gospodarstwa domowe	ZWN	ZWN	ZWN		ZWN	
Sfera publiczna	ZWZ WBE	ZWZ WBE	ZWZ WBE	ZWZ WBE	WBE	WBE

Rysunek 17. Matryca identyfikacji pośrednich efektów społecznych oraz pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych wytwarzania i przesyłu energii elektrycznej

Legenda: WBE – wzrost bezpieczeństwa energetycznego; ZWN – zmiany wartości nieruchomości; ZWZ – zmiana wielkości zatrudnienia; ZPZ – zmiana wielkości przestrzeni życiowej; ZCW – zmiana ilości czasu wolnego

Źródło: M. Ligus, T. Poskrobko, E. Sidorczuk-Pietraszko, *Korzyści i koszty społeczne modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym* [w:] A. Graczyk (red.), *Kryzys a rozwój zrównoważony rolnictwa i energetyki*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011 nr 231, ss. 255-270.

- bezpieczeństwo energetyczne, czyli stan w którym użytkownicy i dystrybutorzy i producenci energii, także władze mają poczucie, że istnieją odpowiednie rezerwy zarówno w mocy jak i zasobach energetycznych oraz, że istniejąca infrastruktura produkcyjna i przesyłowa pozwala na zabezpieczenie popytu w dającej się przewidzieć perspektywie czasowej. Istotnym składnikiem bezpieczeństwa energetycznego jest przekonanie, że energia będzie dostarczana po koszcie który nie stawia jej odbiorców w niekorzyst-

nym położeniu jeśli chodzi o przewagę konkurencyjną i nie zagraża w żaden inny sposób ich dobrobytowi. Zakłócenia w dostawie energii oraz skoki cenowe prowadzą do zachwiania poczucia bezpieczeństwa energetycznego, ale także wywołują ekonomiczne skutki, których gospodarstwa domowe oraz przedsiębiorstwa nie biorą pod uwagę podejmując decyzje dotyczące użycia energii (generując tym samym koszty zewnętrzne);

- zmiany wartości nieruchomości; wynikają ze zmian w krajobrazie, powodowanych przez lokalizację nowego źródła energii odnawialnej, w tym w szczególności przez elektrownie wiatrowe; wprawdzie krajobraz sam w sobie nie ma ceny rynkowej, jednak posiada dającą się oszacować wartość;
- koszty związane ze wzrostem poziomu wód gruntowych, w wyniku spiętrzenia wody dla celów energetyki wodnej; jeśli w pobliżu nowopowstałego zbiornika wodnego znajdują się budynki (na przykład domy, zabudowania gospodarskie), których podziemne części znajdują się poniżej zwierciadła wód gruntowych, to napór tych wód może prowadzić do niekorzystnych w skutkach zmian;
- zmiana czasochłonności obsługi źródła energii, wynikająca ze zmiany indywidualnego źródła zasilania w energię ciepłą; zmiana źródła energii ciepłej może powodować zarówno zwiększenie, jak i zmniejszenie czasu poświęcanego na jego eksploatację, a tym samym ujawniać się w formie kosztów utraconego czasu lub korzyści z zyskanego czasu. Jest zależne to od rodzaju pierwotnego źródła energii ciepłej oraz rodzaju źródła zainstalowanego po modernizacji; efekt jest jednak wynikiem świadomej decyzji właściciela posesji w zakresie zmiany źródła energii ciepłej, a więc nie może być traktowany jako efekt zewnętrzny; jest to efekt pośredni, w przypadku którego koszty i korzyści nie ujawniają się w rachunku mikroekonomicznym; czas poświęcony na czynności związane z eksploatacją źródła zasilania jest czasem prywatnym (czasem wolnym), a w związku z tym nie jest opłacony.

Pozaśrodowiskowe efekty zewnętrzne są w większości przypadków trudno wycenialne, a w związku z tym są one uwzględniane w analizie kosztów i korzyści sporadycznie oraz wybiórczo. Brak jest czytelnej i łatwo przyswajalnej informacji (na przykład w formie wskaźników pieniężnych) zarówno o samych efektach pozaśrodowiskowych, jak i o skali oddziaływania zidentyfikowanych efektów. W niniejszym opracowaniu autorzy podjęli jedną z pierwszych w Pol-

sce prób określenia skali poszczególnych społecznych efektów zewnętrznych, ich oszacowania oraz opracowania wskaźników do wykorzystania w ocenie społecznej efektywności dokumentów planistycznych i przedsięwzięć inwestycyjnych.

WARTOŚCIOWANIE ZMIAN W POZIOMIE BEZPIECZEŃSTWA ENERGETYCZNEGO

3.1 Bezpieczeństwo energetyczne

Bezpieczeństwo energetyczne definiuje się jako stan, w którym konsumenci oraz władze mają podstawy do przekonania, że istnieją odpowiednie rezerwy oraz infrastruktura produkcyjna i przesyłowa pozwalająca 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 cen⁷⁵. Definicja ta koresponduje z definicją Międzynarodowej Agencji Energii, według której bezpieczeństwo energetyczne to dostępność regularnych dostaw energii po rozsądnej (akceptowalnej) cenie⁷⁶.

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

⁷⁵ B. Lockwood, *Energy Security. Unpublished report from the ExternE Core Project (1996-1997) for European Commission DGXII*, 1997. Za A.S.P. Hunt, A. Markandya, *Final Report on Work Package 3: The Externalities of Energy Insecurity*, ExternE-Pol Research Project for European Commission, 2004, s. 13.

⁷⁶ *Energy price volatility: trends and consequences*, IEA, Paris 2001. Za A.S.P. Hunt, A. Markandya, S. Arnold, *Cost Assessment of Sustainable Energy Systems (CASES): WP5 Report (1) on National and EU level estimates of energy supply externalities*, European Commission, November 2007, s. 4.

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. Stąd 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.

Koszty związane z bezpieczeństwem energetycznym dzielą się na:

- wywołane fluktuacjami cenowymi surowców; badania koncentrują się na zmianach cen ropy naftowej, brak jest natomiast badań dotyczących węgla; być może wynika to z postrzegania tych kosztów jako stosunkowo niskich w porównaniu z kosztami wynikającymi z fluktuacji cen ropy naftowej; wzrasta jednak zależność UE od węgla importowanego spoza UE, co wskazuje na konieczność podjęcia tego tematu i oszacowania tych kosztów oraz ponownego porównania z kosztami ropy naftowej⁷⁷;
- wywołane niestabilnością systemu elektroenergetycznego rozumianego jako zakłócenia oraz przerwy w dostawach wynikające ze stanu infrastruktury lub sytuacji wyjątkowych; w zasadzie bezpieczeństwo energetyczne rozumiane jest szerzej i opiera się na czterech cechach: niezawodności dostaw (*reliability*), mocy (*capacity*), dywersyfikacji źródeł energii (*diversity*) oraz zależności (*dependency*). Natomiast dotychczasowe badania zwykle koncentrują się na pomiarze kosztu związanego z pierwszym i w mniejszym zakresie drugim z wymienionych czynników.

Można wyróżnić dwa rodzaje popytu na bezpieczeństwo dostaw energii: bezpieczeństwo dostaw na rynku produkcji energii oraz przesyłu i dystrybucji energii. W literaturze zwykle wskazuje się na trzy przyczyny niedoskonałości rynku w odniesieniu do bezpieczeństwa produkcji energii⁷⁸:

- brak przejrzystości;
- efekt kuli śnieżnej (*knock-on*) przerw w dostawach energii;
- zachowanie typu „jazda na gapę” dotyczące mocy rezerwowej.

⁷⁷ A.S.P. Hunt, A. Markandya, *Final Report on Work Package 3: The Externalities of Energy Insecurity: ExternE-Pol Research Project for European Commission*, 2004, s. 20.

⁷⁸ A.S.P. Hunt, A. Markandya, S. Arnold, *Cost Assessment of Sustainable Energy Systems (CASES): WP5 Report (1) on National and EU level estimates of energy supply externalities*, EC, November 2007, s. 28-29.

Pierwsza z niedoskonałości rynku wynika z braku kreowanej automatycznie pełnej przejrzystości dotyczącej popytu i podaży. Stąd popyt i podaż mogą nie zostać zbilansowane. Dostępność mocy produkcyjnej jest zwykle oparta na dominującej wielkości szczytowego popytu. Jednak faktyczny szczytowy popyt kreowany jest przez ogromną liczbę decyzji podejmowanych niezależnie przez odbiorców, które to decyzje nie mogą zostać przewidziane z całkowitą pewnością. Jeszcze większy brak przejrzystości rynku dotyczy długiego okresu, gdyż tylko część produkowanej energii jest kontraktowana. Istotnym czynnikiem pogłębiającym ten typ niedoskonałości rynku jest fakt, że zarówno decyzje krótkoterminowe, na przykład dotyczące podtrzymywania mocy produkcyjnej oraz decyzje długoterminowe, dotyczące inwestycji w moc produkcyjną w znacznej mierze podejmowane są przez zdecentralizowane podmioty rynkowe, posiadające niepełną informację o rynku. Dodatkowo, jeśli producenci energii posiadają część swoich mocy produkcyjnych za granicą, nie mogą być pewni swego potencjału produkcyjnego ze względu na fluktuacje w przesyłach transgranicznym mocy i niepewność dostępności mocy w przypadku wystąpienia sytuacji awaryjnej za granicą.

Drugim źródłem niedoskonałości rynku jest fakt, że niedobór mocy produkcyjnej w jednym źródle może prowadzić do odciążenia innych źródeł mocy w systemie. Powodem takich wypadków, nazywanych efektem kuli śnieżnej, jest zbyt duży pobór mocy w stosunku do wielkości dostępnej, w wyniku czego częstotliwość sieciowa spada. Jeśli częstotliwość źródła zaczyna zbyt odchyłać się od częstotliwości sieciowej, źródło zostaje automatycznie odcięte od sieci. Ten proces może narastać kaskadowo w odniesieniu do innych źródeł mocy, ze względu na to, że pogłębia się brak zbilansowania popytu z podażą.

Trzeci typ niedoskonałości rynku odnosi się do mocy rezerwowej w systemie. Liberalizacja sektora wytwarzania energii z oczywistych względów prowadzi do obniżania mocy rezerwowych ze względu na dążenie wytwórców do jak najwyższego zysku. Jednak ze społecznego punktu widzenia optymalny może być wyższy poziom mocy rezerwowej, który obniża prawdopodobieństwo wystąpienia i konsekwencje (koszty społeczne) przerw w dostawie. Innymi słowy, moc rezerwowa posiada cechy dobra publicznego, gdyż zarówno ze względów technicznych, jak i ekonomicznych nie jest możliwe powstrzymanie wszystkich konsumentów indywidualnie przed używaniem go, nawet jeśli nie płacą za usługi dostarczane przez utrzymywanie tej mocy. To generuje problem tak zwanych pasażerów na gapę.

W odniesieniu do niedoskonałości rynku przesyłu i dystrybucji energii, który to rynek jest naturalnym monopolem, konieczne są odpowiednie regulacje powstrzymujące operatorów przed wykorzystywaniem swojej pozycji monopolistycznej. Odnosi się to zarówno do taryfowania cen, opłat przyłączeniowych, jak i do regulacji dotyczących jakości dostaw energii (poziomu bezpieczeństwa sieci). Jednak kryterium ekonomicznej efektywności stosowanych regulacji nie jest w zasadzie brane pod uwagę. Ostatnio w krajach UE są wprowadzane interwencje w postaci zachęt w celu podniesienia ekonomicznej efektywności rynku. Kryterium efektywności ekonomicznej wymaga, aby czynnik popytu na jakość i bezpieczeństwo dostaw energii był brany pod uwagę w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych, dotyczących przesyłu i dystrybucji energii. Prowadzi to do zoptimalizowania jakości dostaw. Bez wspomnianych regulacji operatorzy byłiby skoncentrowani jedynie na kosztach utrzymania sieci zamiast na kosztach społecznych, obejmujących również koszty przerw w dostawach dla odbiorców. Odrębną, jeszcze zbyt słabo podejmowaną kwestią, jest wycena kosztów zewnętrznych przerw w dostawach energii, która powinna być podstawą ustalania jakości sieci. Kiedy decyzje podejmowane są na zasadzie „reguły kciuka” może się zdarzyć, że jakość sieci będzie zbyt niska, ale i zbyt wysoka. Drugi przypadek oznacza, że koszty krańcowe dodatkowych inwestycji w sieć przewyższają korzyści krańcowe dla użytkowników.

Niezawodność systemu wzrasta wraz ze wzrostem nakładów inwestycyjnych w systemie elektroenergetycznym. Z drugiej strony, koszt przerw w dostawie energii u odbiorcy oraz koszt niestabilności sieci maleje wraz ze wzrostem poziomu niezawodności systemu. Koszt całkowity, nazywany kosztem społecznym niezawodności systemu elektroenergetycznego to suma kosztu prywatnego (inwestycji) oraz kosztu przerw w dostawie po stronie odbiorcy. Minimum kosztu całkowitego wyznacza optymalny poziom niezawodności systemu. Analiza kosztów i korzyści posługuje się kategorią kosztu całkowitego w celu rangowania możliwości rozbudowy/utrzymania systemu elektroenergetycznego w kontekście jego niezawodności. Podejście to może być wyrażone jako kryterium minimalizacji kosztu całkowitego:

Koszt całkowity = koszt inwestycyjny + koszt szkody u odbiorcy → min
gdzie:

- koszt inwestycyjny stanowią wydatki kapitałowe na aktywa trwałe (*capital cost*) oraz koszty operacyjne/utrzymania (*operation/maintenance cost*);
- koszt szkody u odbiorcy odzwierciedla koszt niedostarczonej energii.

Koszty inwestycyjne mogą być w prosty sposób oszacowane, podczas gdy koszt szkody u odbiorcy to koncepcyjnie zagregowana wartość, którą odbiorca byłby skłonny zapłacić (*willingness to pay* – WTP) w celu uniknięcia przerw w dostawie energii oraz spadków napięć i jest funkcją częstotliwości oraz czasu trwania przerw w dostawie/spadków napięcia, utraconej produkcji w przemyśle, utraconego czasu wolnego przez gospodarstwa domowe i wielu innych podobnych czynników. W niektórych przypadkach koszty u odbiorcy są namacalne, z przypisanym im kosztem w wartościach pieniężnych, w innych przypadkach koszty są trudne do uchwycenia i trudno mierzalne, uzależnione od czasu wystąpienia przerwy w dostawie i rodzaju odbiorców nią dotkniętych⁷⁹. Wartościowanie kosztu przerw w dostawach energii jest zadaniem trudnym i skomplikowanym, często kosztownym i czasochłonnym (w zależności od przyjętej metody), aczkolwiek niezbędnym dla przeprowadzenia analizy kosztów i korzyści inwestycji w rozwój/utrzymanie systemu elektroenergetycznego w kontekście jego niezawodności⁸⁰. 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. Przykładowo, P. Serra i G. Fierro w 1997 roku stwierdzili, że w przypadku niedoboru po stronie podaży energii, koszty przerwy w dostawie energii dla chilijskiego przemysłu spadły o ponad 50% w sytuacji, kiedy dystrybucja była oparta na kryterium minimalizacji społecznego kosztu przerwy w dostawie zamiast podziału proporcjonalnego⁸¹.

⁷⁹ R. Billinton, W. Zhang, *Cost related reliability evaluation of bulk power systems*, "Electrical Power and Energy Systems" 2001 nr 23, ss. 99-100.

⁸⁰ Przykładowo, analizę kosztów i korzyści w celu ustalenia optymalnej wielkości mocy rezerwowowych w systemie elektroenergetycznym Holandii prezentują M. Lijesen, B. Vollaard, *Capacity to spare? A cost-benefit approach to optimal spare capacity in electricity production*, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, June 2004.

⁸¹ P. Serra, G. Fierro, *Outage cost in Chilean industry*, "Energy Economics" 1997 nr 19, ss. 417-434.

3.2 Metodyka badań

3.2.1 Metody przeprowadzania badań 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 1 kWh niedostarczonej energii. Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat zostały jednak rozwinięte metody szacowania kosztów przerw w dostawie energii.

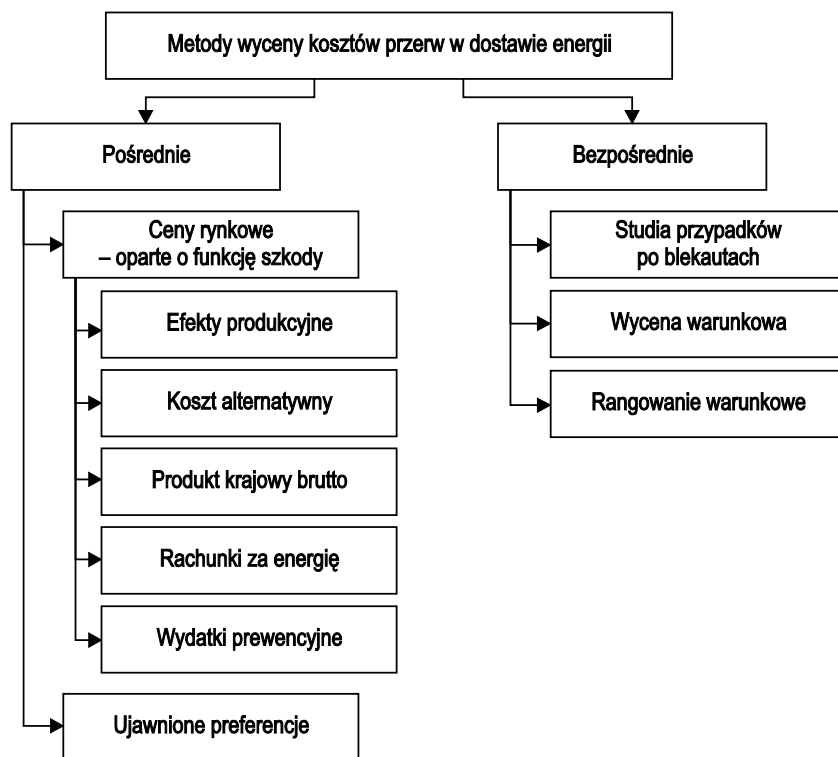
Generalnie rozróżnia się krótkoterminowe (*short-term outage costs*) i długoterminowe koszty przerw w dostawie energii elektrycznej (*long-term outage costs*). Koszty w krótkim okresie to te ściśle związane z przerwą w dostawie. Przykładami są utracona produkcja, koszty rozruchu technologicznego, koszty psucia się towarów, ale także odczucie niedogodności, utracony czas wolny (w odniesieniu do gospodarstw domowych), odniesione obrażenia wśród ludzi, możliwe szabrownictwo. Koszty w długim okresie są związane z przebiegiem podejmowanych działań dostosowawczych do spodziewanych przerw w dostawie energii elektrycznej. Konsumenci, którzy przewidują pewien poziom zawodności dostaw, wdrażają działania łagodzące skutki potencjalnych kosztów przyszłych przerw w dostawie. Przykładami są zakup świeczek, latarek, rezerwowych generatorów prądu⁸².

Metody wyceny kosztów przerw w dostawie energii dzieli się zazwyczaj na pośrednie (*indirect methods*) i bezpośrednie (*direct*)⁸³. Metody pośrednie to metody oparte na cenach rynkowych (*market prices*) oraz metody ujawnionych preferencji (*revealed preferences*); do metod bezpośrednich zaliczane są metody

⁸² V. Ajodhia, R. Hakvoort, *Economic regulation of quality in electricity distribution networks*, "Utilities Policy" 2005 nr 13, ss. 211-221.

⁸³ V. Ajodhia, R. Hakvoort, *Economic...*, op. cit., s. 219; M. Bliem: *Economic valuation of electrical service reliability in Austria – a choice experiment approach*, "Institute for Advanced Studies Carinthia Working Paper" 2009 nr 1.

deklarowanych preferencji (*stated preferences*)⁸⁴. Podział metod prezentuje rysunek 18.



Rysunek 18. Podział metod wyceny kosztów przerw w dostawie energii

Źródło: opracowanie własne na podst.: V. Ajodhia, R. Hakvoort, *Economic regulation of quality in electricity distribution networks*, „Utilities Policy” 13 (2005), s. 219; M. Bliem, *Economic valuation of electrical service reliability in Austria – a choice experiment approach*, „Institute for Advanced Studies Carinthia Working Paper” 01/2009, M. Foltyn-Zarychta, *Analiza kosztów-korzyści w ocenie efektywności inwestycji proekologicznych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2008, ss. 96-97; M. Ligus: *Efektywność inwestycji w odnawialne źródła energii. Analiza kosztów i korzyści*, CeDeWu, Warszawa 2010, ss. 45-47.

⁸⁴ Podobnie, przykładowo Sullivan i Keane dzielą metody wyceny kosztów przerw w dostawie energii na oparte na wskaźnikach makroekonomicznych (*market price* lub *proxies*); metody oparte o rynek (*revealed preferences*) oraz metody oparte na badaniach ankietowych (*stated preferences*); M.J. Sullivan, D.M. Keane, *Outage Cost Estimation Guidebook*, Research Project Program 40 Grid Planning, Freeman Sullivan & Company, 1995.

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 spowodowało, że miały w przeszłości wielu zwolenników wśród ekonomistów. Jednakże obecnie wady tej grupy metod są szeroko rozpoznane⁸⁵. Przede wszystkim są to metody, które nie znajdują podstaw teoretycznych w ekonomii dobrobytu, ponieważ 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. Stąd metody te mogą posłużyć jedynie jako pierwsza aproksymacja wartości wycenianych dóbr⁸⁶.

Przykładem *proxy methods* opartych na danych statystycznych może być metoda bazująca na wskaźniku wartości produktu krajowego brutto i jakiejś miary konsumpcji energii, na przykład 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 produkcji⁸⁷. 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, na przykład 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

⁸⁵ Krytykę *physical linkage methods* przedstawiają przykładowo: A.M. Freeman, *The benefits of environmental improvement. Theory and practice*, Johns Hopkins University Press, London 1979; K.G. Maler, *Environmental economics. A theoretical inquiry*, John Hopkins University Press for Resources for the Future, Baltimore 1974.

⁸⁶ R.C. Mitchell, R.T. Carson, *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*, Resources for the Future, Washington D.C. 1989, ss. 74-75.

⁸⁷ K.G. Willis, G.D. Garrod, *Electricity supply reliability. Estimating the value of lost load*, "Energy Policy" 1997 t. 25 nr 1, s. 98.

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 o ceny rynkowe jest badanie de Nooij, Koopmans i Bijvoet z 2007 roku⁸⁸.

Wszystkie powyższe podejścia do szacowania VOLL (*Value of Lost Load*) bazują na szacunku kosztów dla konsumenta. Wartość oszacowanych kosztów będzie zwykle niższa od wartości pieniężnej utraconej użyteczności konsumenta. Powodów jest kilka: brak kalkulacji awersji do ryzyka, występowanie kosztów niepieniężnych takich, jak odczucie niedogodności spowodowanej brakiem energii, utrata nadwyżki konsumenta. Jest jednak możliwe uniknięcie tych problemów i wyprowadzenie miary bardziej właściwej teoretycznie poprzez koncentrowanie się na szacunku wartości utraconej przez konsumentów użyteczności w związku z przerwami w dostawie energii przez oszacowanie utraconych korzyści (a nie poniesionych kosztów)⁸⁹. Takie podejście oparte jest na tak zwanych *behavioral linkage methods* opisanych poniżej.

Metody ujawnionych preferencji (*revealed preferences*) wykorzystują informacje z tak zwanych rynków zastępczych, czyli 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 przez 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 blackaucie i dotyczy konkretnego zdarzenia, przyjmuje formę studium przypadku (*blackout case study*), stąd zastosowanie wyników jest ograniczone. Alternatywnie, respondenci są proszeni o wyrażenie preferencji (ran-

⁸⁸ M. de Nooij, C. Koopmans, C. Bijvoet, *The value of supply security. The costs of power interruptions: Economic input for damage reduction and investment in networks*, "Energy Economics" 2007 nr 29, s. 286.

⁸⁹ K.G. Willis, G.D. Garrod, *Electricity supply reliability. Estimating the value of lost load*, "Energy Policy" 1997 Vol. 25 no. 1, s. 99.

gowanie) dotyczących pewnego zbioru alternatyw. Najczęściej stosowaną metodą jest metoda wyceny warunkowej. Respondenci proszeni są bezpośrednio o określenie, jaką kwotę są gotowi zapłacić (WTP) za zmianę jakości/dostępności dobra nierynkowego lub też, jaką kwotę są skłonni przyjąć jako rekompensatę (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.

3.2.2 Metodyka badania wartościowania bezpieczeństwa energetycznego sektora gospodarstw domowych, mikroprzedsiębiorstw oraz gospodarstw rolnych w Polsce

W 2011 roku autorzy przeprowadzili badanie dotyczące bezpieczeństwa energetycznego (w rozumieniu niestabilności systemu elektroenergetycznego) w Polsce w odniesieniu do postrzegania tego zagadnienia przez respondentów i gotowości płacenia części własnego dochodu w celu poprawy bezpieczeństwa energetycznego⁹⁰. 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 (taki dobór badanych odbiorców wynikał z celów projektu w ramach którego przeprowadzono badanie), w celu poprawy bezpieczeństwa energetycznego. Istotnym celem badania było również przetestowanie zależności deklarowanych kwot WTP od czynników, które w literaturze przedmiotu uznaje się za determinanty gotowości do zapłaty. Testuje się w ten sposób poprawność badania, co z kolei decyduje o możliwości jego zastosowania w praktyce do oceny ekonomicznej efektywności projektów energetycznych.

⁹⁰ Wycenę bezpieczeństwa energetycznego przeprowadzono w ramach szerszego badania ankietowego *Wykorzystanie energii w codziennym życiu* realizowanego w ramach projektu badawczego rozwojowego „Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach” realizowanego w latach 2009-2011 w Wyższej Szkole Ekonomicznej w Białymstoku, finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Łącznie przebadano 1067 jednostek, w tym: 449 gospodarstw domowych, 360 gospodarstw rolnych oraz 258 mikroprzedsiębiorstw w dziewięciu gminach trzech województw. W województwie podlaskim badaniem objęto Choroszcz, Jeleniewo oraz Zawady, w dolnośląskim Prusice, Wiszniew Małą i Zawonię, a w województwie lubelskim Susiec, Łaszczów i Jarczów. Badanie terenowe prowadzili przeszkoleni ankieterzy, których zadaniem była realizacja wywiadów kwestionariuszowych z odpowiednimi respondentami.

Bezpieczeństwo energetyczne zostało zdefiniowane w kontekście wielkości szkód wyrządzanych przy danym stanie infrastruktury produkcyjnej i przesyłowej. Wielkość szkody uzależniona jest od częstości i czasu trwania przerw w dostawach oraz spadków napięć energii elektrycznej.

Część badania ankietowego dotyczącą bezpieczeństwa energetycznego rozpoczynają dwa pytania o częstotliwość przerw w dostawach energii oraz czas trwania przerw w dostawach. Następne pytanie dotyczy deklaracji chęci zapłaty za wzrost bezpieczeństwa energetycznego przejawiającego się zniwelowaniem doświadczanych przez respondentów przerw w dostawach oraz spadków napięć. Kluczowym elementem kwestionariusza jest pytanie wyceniające gotowość do zapłacenia dodatkowo miesięcznie w rachunku za energię elektryczną gospodarstwa domowego, mikroprzedsiębiorstwa lub gospodarstwa rolnego w celu poprawy bezpieczeństwa energetycznego.

Kończącą część kwestionariusza stanowią standardowe pytania dotyczące cech socjoekonomicznych respondentów. Pytania te zamieszczono w celu wyznaczenia modelu regresji określającego zależność pomiędzy kwotami WTP a cechami socjoekonomicznymi respondentów, a także do grupowania respondentów i porównywania wartości WTP w grupach.

3.2.3 Metodyka badania pierwotnego wartościowania bezpieczeństwa energetycznego sektora przedsiębiorstw w Polsce

Informacje wprowadzające

W 2014 roku autorzy przeprowadzili kolejne badanie pierwotne, traktując badanie z 2011 roku jako pilotażowe. Tym razem badanie było reprezentatywne dla Polski i dotyczyło całego sektora przedsiębiorstw w podziale na mikro-, małe, średnie oraz duże przedsiębiorstwa. Badanie dotyczyło poziomu bezpieczeństwa energetycznego w kontekście stabilności zasilania przedsiębiorstw rozumianego jako analiza jakości sieci przesyłowej i dystrybucyjnej; stabilności

systemu elektroenergetycznego w zakresie zbilansowania popytu i podaży w systemie elektroenergetycznym Polski, w odniesieniu do postrzegania tego zagadnienia przez respondentów i gotowości ponoszenia dodatkowych opłat w celu poprawy poziomu bezpieczeństwa energetycznego. Zasadniczym celem badania było oszacowanie kwoty (WTP), jaką przedsiębiorstwo byłoby gotowe zapłacić w celu uniknięcia jednogodzinnej przerwy w dostawie energii bez wskazywania przyczyny wystąpienia przerwy (bez uświadamiania respondentom istnienia różnych możliwych przyczyn), a następnie z każdej ze wskazanych przyczyn odrębnie. Na tej podstawie zostały oszacowane koszty przerw w dostawie energii na dwa sposoby: (1) oszacowano wskaźnik jednostkowy VOLL (*Value of Lost Load*) określający szacunek kosztu na jednostkę niedostarczonej energii elektrycznej, wyrażony w zł/1 kWh energii w sektorze przedsiębiorstw w Polsce, w podziale sektorowym, terytorialnym oraz wielkości, szacowanej liczbą zatrudnionych oraz (2) oszacowano koszt przerwy w dostawie energii wyrażony jako koszt jednogodzinnej przerwy w sektorze przedsiębiorstw w Polsce, również w podziałach wskazanych powyżej. Pierwsze podejście jest użyteczne w szczególności w przypadku braku zbilansowania popytu i podaży energii. Koszt całkowity może być zminimalizowany przez odcięcie użytkowników (tutaj sektorów przedsiębiorstw) z najniższym VOLL. Drugie podejście jest szczególnie użyteczne dla planowania wielkości inwestycji w niezawodność sieci przesyłowej i dystrybucyjnej⁹¹.

Badanie empiryczne składało się z etapu wstępnego – badania fokusowego oraz pilotażowego, a następnie badania głównego⁹². Pierwszym etapem badania było przeprowadzenie badań jakościowych. Były to konsultacje na temat kwestionariusza ze specjalistami z dziedzin ekonomii, socjologii oraz elektroenergetyki (kwestie techniczne) oraz zasięgnięcie opinii na temat kwestionariusza wśród respondentów podczas realizacji badania pilotażowego.

Badanie pilotażowe i główne zostało zrealizowane przez CEM Instytut Badania Rynku i Opinii Publicznej sp. z o.o. z Krakowa. Badanie pilotażowe zostało przeprowadzone na niereprezentatywnej próbie 50 przedsiębiorstw.

⁹¹ M. De Nooij, C. Koopmans, C. Bijvoet, *The value...* op. cit.

⁹² Badanie główne zostało wykonane na podstawie umowy zawartej pomiędzy CEM Instytutem Badania Rynku i Opinii Publicznej Sp. z o.o. z Krakowa a Uniwersytetem w Białymstoku i zostało sfinansowane z grantu NCN „Szacunek pozaśrodkowych kosztów i korzyści zewnętrznych modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym”.

Na podstawie pilotażu do kwestionariusza wprowadzone zostały niewielkie modyfikacje w treści pytań.

Przedmiotem badania głównego było badanie przedsiębiorstw, obejmujące realizację 500 wywiadów telefonicznych z osobami odpowiedzialnymi za kwestie związane ze zużyciem energii elektrycznej w przedsiębiorstwie oraz decyzje finansowe. Badanie zrealizowano na przełomie maja i czerwca 2014 roku. Wywiady prowadzone były techniką CATI (*Computer Assisted Telephone Interviewing*) i realizowane z pracowni telefonicznej CEM w Krakowie. Przeszkoleni ankieterzy CEM telefonowali do wskazanych firm umawiając się na rozmowę w dogodnym dla respondenta terminie, pozwalającym na swobodną rozmowę i zapewniającym anonimowość. Badanym oferowano możliwość wypełnienia internetowej wersji ankiety, jednak technika ta nie okazała się w tym wypadku efektywna i skutkowałą realizacją zaledwie 8 wywiadów. Technika wywiadu telefonicznego okazała się skutecznym sposobem dotarcia do respondentów.

Dobór próby

Próba dobrana została wśród przedsiębiorstw z branż zarówno produkcyjnych, jak i usługowych. Przedsiębiorstwa do badania wylosowane zostały z komercyjnych katalogów adresowych przedsiębiorstw: Panorama Firm i HBI.

Zastosowany został dobór nieproporcjonalny według wielkości przedsiębiorstw tak, aby istotnie zwiększyć udział przedsiębiorstw średnich i dużych, których odsetek w populacji generalnej jest stosunkowo niewielki (ponad 90% stanowią przedsiębiorstwa mikro i małe). Zabieg taki miał na celu umożliwienie wykonania niezależnych analiz w grupach wielkości przedsiębiorstw przez zapewnienie doboru do próby odpowiednio dużej liczby przypadków przedsiębiorstw w poszczególnych grupach wielkości, aby uzyskać podstawy do wyciągania wniosków statystycznych, co w przypadku przedsiębiorstw dużych i średnich, ze względu na ich niewielki udział w populacji, nie byłoby możliwe w przypadku zastosowania doboru proporcjonalnego.

Przyjęto, że miarą wielkości przedsiębiorstwa stanie się liczba zatrudnionych. W trakcie badania kontrolowano dobór przedsiębiorstw w taki sposób, aby w próbie finalnej znalazły się w równych proporcjach firmy z następujących grup wielkości:

- 1-10 pracowników;
- 11-49 pracowników;
- 50 i więcej pracowników.

Założono realizację 500 wywiadów. Ta wielkość próby skutkuje błędem oszacowania na poziomie +/-4,4% przy 95% przedziale ufności. Finalnie zrealizowano 505 wywiadów. Na potrzeby analiz prowadzonych na całej próbie w bazie przygotowano wagę, z wykorzystaniem której dostosować można zrealizowaną próbę do struktury populacji generalnej przedsiębiorstw. W tabeli 3 zaprezentowano liczebność próby w poszczególnych grupach wielkości przedsiębiorstw przed ważeniem (próba zrealizowana), po ważeniu (liczba przedsiębiorstw o określonej wielkości, która znalazłaby się w próbie gdyby przyjęto dobór proporcjonalny) oraz wyliczoną wartość wagi dla poszczególnych grup.

Tabela 3. Nieproporcjonalny dobór próby – próba zrealizowana, próba po zważeniu oraz wagi pojedynczych rekordów w poszczególnych sektorach przedsiębiorstw

Grupy zatrudnienia	N – realizacja	N – po zważeniu	Waga*
1-10 pracowników	169	484	2.864259
11-49 pracowników	167	16	0.093196
50 i więcej pracowników	169	5	0.031814
Ogółem	505	505	

*Waga pojedynczego rekordu w danym przedziale wielkości przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie Instytutu CEM.

Do badania kwalifikowały się przedsiębiorstwa, które rozliczały się z dostawcą energii elektrycznej na podstawie pomiaru zużycia energii. Na etapie rekrutacji do badania odrzucono więc te przedsiębiorstwa, które wynajmując powierzchnię od innych pomiotów, płaciły za energię elektryczną stałą stawkę w czynszu i nie były bezpośrednio związane umową z dostawcą energii elektrycznej.

Kwestionariusz ankiety

Badanie polegało na wycenie korzyści z poprawy bezpieczeństwa energetycznego sektora polskich przedsiębiorstw. Bezpieczeństwo energetyczne zostało zdefiniowane w kontekście stabilności zasilania przedsiębiorstw rozumianego jako pochodna jakości sieci przesyłowej i dystrybucyjnej; stabilności systemu elektroenergetycznego w zakresie zbilansowania popytu i podaży. Bezpieczeństwo energetyczne jest więc dobrem złożonym i składa się z trzech odrębnych komponentów. Są to:

- stabilność zasilania przedsiębiorstw wynikająca z jakości sieci przesyłowej i dystrybucyjnej, gdzie przerwy w dostawie energii powodowane są siłą wyższą (wichury, oblodzenie, powódź);
- stabilność zasilania wynikająca z jakości sieci przesyłowej i dystrybucyjnej, gdzie przerwy w dostawie energii powodowane są przez niską jakość obsługi sieci dystrybucyjnej (na przykład zaniedbania operatora wynikające z przesunięcia czasowego modernizacji sieci elektroenergetycznej);
- stabilność systemu elektroenergetycznego w zakresie zbilansowania popytu i podaży, gdzie przerwy w dostawie energii wynikają z braku mocy w systemie elektroenergetycznym i posiadania niższej grupy przyłączeniowej.

Pytania wyceniające były w kwestionariuszu ankiety poprzedzone pytaniami dotyczącymi przeszłych doświadczeń przedsiębiorstw związanych z brakiem bezpieczeństwa energetycznego oraz kosztów tym spowodowanych. Pytanie o roczne średnie zużycie energii w przedsiębiorstwie oraz pytanie o liczbę i średni czas trwania przerw w dostawach energii w latach 2013, 2012 oraz 2011, a także koszty podjętych środków zabezpieczających, jak przyłącza rezerwowego oraz utrzymania agregatu prądotwórczego, mają za zadanie uświadomić lub przypomnieć respondentom koszty związane z brakiem bezpieczeństwa energetycznego tak, aby ułatwić następujący w kolejnej części kwestionariusza ankiety proces wyceny.

Niektórzy ekonomiści odkryli w badaniach dotyczących bezpieczeństwa energetycznego zagrożenie wystąpienia błędu systematycznego wynikającego z sytuacji hipotetycznej, w której znalazł się respondent (*hypothetical bias*). Stwierdzono, że jeśli respondent nie doświadczył w bliskiej przeszłości poważnej przerwy w dostawie energii elektrycznej, może uznać za dziwne pytanie o gotowość do zapłaty za uniknięcie takiej sytuacji. To właśnie powoduje możliwość wystąpienia błędu systematycznego ograniczającego poprawność wyników badania⁹³. W badaniu autorzy zamierzali przetestować możliwość wystąpienia błędu systematycznego o tym podłożu, badając istotność statystyczną zależności pomiędzy deklarowanym WTP a doświadczonymi przerwami w dostawie energii elektrycznej.

Kolejną część kwestionariusza stanowią pytania dotyczące opinii respondentów na dany temat (tak zwane *attitudinal questions*). Pytania te zostały za-

⁹³ K.G. Willis, G.D. Garrod, *Electricity supply reliability. Estimating the value of lost load*, "Energy Policy" 1997 t. 25 nr 1, s. 99.

projektowane z myślą o zidentyfikowaniu respondentów protestujących (tak zwanych *protest bidders*), czyli osób, które zadeklarowały zerową gotowość do zapłacenia niezgodną z ich prawdziwymi preferencjami, jako wyraz protestu przeciwko pewnym aspektom kwestionariusza. W publikowanych w ostatnich latach pracach⁹⁴ przyjęto podejście oddzielania grupy respondentów deklarujących faktyczną wartość zerową (*legitimate zero bidders*) od grupy respondentów, których deklaracja zerowa ma prawdopodobnie inne podłoże (*protest bidders*) i zwykle jest wyrazem protestu wobec pewnych aspektów kwestionariusza. Należy przy tym zaznaczyć, że różne sposoby kwalifikowania respondentów deklarujących wartości zerowe mogą powodować uzyskiwanie różnych wartości średnich WTP.

Kończącą część kwestionariusza (metryczka) stanowią standardowe pytania socjoekonomiczne dotyczące wielkości, branży, lokalizacji przedsiębiorstw. Pytania te zamieszcza się w celu wyznaczenia modelu regresji określającego zależność pomiędzy kwotami WTP a przedstawionymi cechami przedsiębiorstw, a także do grupowania przedsiębiorstw i porównywania wartości WTP oraz VOLL w grupach. Analiza zależności między końcową średnią kwotą WTP a cechami demograficznymi została wykonana za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji⁹⁵ w programie Statistica. Analiza wariancji jest metodą testowania hipotez statystycznych dotyczących różnic przeciętnego poziomu badanej cechy między określonymi grupami. Analizy zostały wykonywane zarówno w próbie ogólnej, jak i w próbie bez respondentów protestujących.

Kluczowym elementem kwestionariusza były pytania o gotowość do zapłaty (WTP) polskich przedsiębiorstw za uniknięcie 1 godziny przerwy w dostawie energii elektrycznej bez wskazywania przyczyny wystąpienia przerwy, jak i wynikającego ze wskazanych przyczyn (trzy przyczyny wyceniane odrębnie).

⁹⁴ D.A. Dziegielewska, R. Mendelsohn, *Valuing Air Quality in Poland*, "Environmental and Resource Economics" 2005 nr 30, ss. 131-163; A. Markowska, T. Żylicz, *Costing an international public good: the case of the Baltic Sea*, "Ecological Economics" 1999 nr 30, ss. 301-316; A. Markowska, *Koszty i korzyści wdrożenia w Polsce dyrektywy 91/271/EWG w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych*, praca doktorska, Uniwersytet Warszawski, Warszawa 2004; M. Ligus, *Efektywność inwestycji w odnawialne źródła energii. Analiza kosztów i korzyści*, CeDeWu, Warszawa 2010.

⁹⁵ G.A. Ferguson, Y. Takane, *Analiza statystyczna w psychologii i pedagogice*, PWN, Warszawa 1999, ss. 272-294.

Pytania wyceniające zostały przedstawione w formie pytań otwartych. Format ten jest najprostszym formatem, którego zastosowanie generalnie nie jest rekomendowane, gdyż wiąże się z pewnymi zidentyfikowanymi w badaniach empirycznych i opisanymi w literaturze przedmiotu wadami, czyli możliwością wystąpienia określonych błędów systematycznych (*biases*). Inna kwestia to, że każdy format pytań wyceniających obarczony jest zagrożeniem wystąpienia określonych błędów systematycznych typowych dla tego formatu⁹⁶. Jednak zawsze format pytań wyceniających należy dostosować do specyfiki konkretnego badania. Z uwagi na niejednorodność grupy respondentów dotyczącą wielkości przedsiębiorstwa – od mikroprzedsiębiorstw przez średnie do dużych oraz zróżnicowanie branżowe – wszystkie branże według PKD, trudno byłoby przedstawić pytania wyceniające w formacie karty płatności. Zgodnie z teorią, aby zapobiec ryzyku wystąpienia pewnych charakterystycznych dla tego formatu błędów, na karcie płatności musiałyby być bardzo duże wartości, gdyż w zależności od specyfiki branżowej oraz wielkości przedsiębiorstwa istnieje ogromny rozrzut zużycia energii elektrycznej na godzinę (pytania wyceniające dotyczące gotowości do zapłaty za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej, wynikające z różnych przyczyn) oraz różny stopień uzależnienia działalności przedsiębiorstwa od dostaw energii, stąd przewidywane ogromne rozbieżności w deklarowanym WTP. Dlatego odrzucono format karty płatności. Kolejnym rozważanym formatem był format pytań zamkniętych, generalnie rekomendowany w literaturze przedmiotu. Lecz ponownie, z uwagi na niejednorodność grupy respondentów oraz wymagania dotyczące dużej liczebności próby przy zastosowaniu formatu pytań zamkniętych (co znacznie podnosi koszt badania), format ten został odrzucony. Najbardziej odpowiedni z uwagi na specyfikę badania okazał się najprostszy format – pytań otwartych. Podjęto jednak działania w celu uniknięcia typowych dla tego formatu błędów systematycznych. W szczególności, zadano pytania o zużycie energii elektrycznej w przedsiębiorstwie, częstość oraz czas trwania doświadczonych w latach 2011-2013 przerw w dostawie energii oraz koszt działań zapobiegawczych, jak i koszty strat z tytułu doświadczonych przerw w dostawie energii, które poprzedzały pytania wyceniające i miały na celu między innymi ułatwienie respondentom

⁹⁶ M. Ligus, *Zastosowanie metody wyceny warunkowej (Contingent Valuation Method) w wycenie środowiska przyrodniczego – sposoby zadawania pytania wyceniającego*, „*Ekonomia i Środowisko*” 2008 nr 1(33), ss. 51-62.

procesu wyceny. Zabiegi te przyniosły pozytywny skutek, gdyż uniknięto typowego dla pytań otwartych problemu wysokiego odsetka odmowy odpowiedzi (odsetek braku odpowiedzi na podstawowe pytanie wyceniające stanowi 12% próby, czyli 61 z 505 ankiet). Skądinąd, zdecydowana większość respondentów zadeklarowała zero, lecz nie było to spowodowane formatem pytań wyceniających. Efekt ten zostanie zinterpretowany w dalszej części opracowania.

W kolejnych punktach opracowania oszacowano średnie WTP oraz średnie VOLL z próby oraz przeprowadzono analizy średnich WTP oraz VOLL w grupach przedsiębiorstw wskazanych powyżej. Odrębnie oszacowano powyższe średnie w próbie z wyłączeniem respondentów protestujących. Przeprowadzono również testy istotności różnic wartości oczekiwanych VOLL w grupach oraz przedstawiono macierz korelacji VOLL obliczonych na podstawie pytań o gotowość do zapłaty za uniknięcie przerwy spowodowanej siłą wyższą, niską jakością sieci, brakiem mocy w systemie oraz bez wskazywania przyczyny. Analizy te przeprowadzono w próbie z wyłączeniem respondentów protestujących. Na podstawie przeprowadzonych analiz wyciągnięto wnioski.

Respondenci protestujący

Respondenci protestujący to osoby, które zadeklarowały zerową gotowość do zapłacenia niezgodną z ich prawdziwymi preferencjami, jako wyraz protestu przeciwko pewnym aspektom kwestionariusza. W celu ich wyodrębnienia w badaniu zadano dodatkowe pytania (respondent odpowiadał na nie twierdząco, przecząco lub stwierdzał, że trudno powiedzieć), następujące po części głównej badania dotyczącej samej wyceny. Pytania te brzmiały następująco:

- 1) Brak stabilnego zasilania odbiorców w Polsce jest poważnym problemem.
- 2) Gdyby moje przedsiębiorstwo było bardziej rentowne, był(a)bym gotowy(a) zapłacić więcej za stabilność zasilania.
- 3) Koszty programu podniesienia stabilności zasilania powinny być pokrywane z innych źródeł niż opłaty za energię elektryczną.
- 4) Nie wierzę, że podniesienie opłat za energię elektryczną wpłynie na poprawę stabilności zasilania.
- 5) Podniesienie stabilności zasilania spowoduje wzrost ceny energii elektrycznej a nie wpłynie znacząco na wypadki losowe braku zasilania.

Faktyczna wartość zerowa została przypisana tym obserwacjom, w których respondent deklarujący zero we wszystkich pytaniach o WTP za jednogodzinną przerwę w dostawie energii stwierdził, że stabilność zasilania nie jest ważnym

problemem w Polsce, a także tam, gdzie respondent stwierdził, że gdyby przedsiębiorstwo było bardziej rentowne, byłby gotowy zapłacić więcej.

Procedura wyodrębniania respondentów protestujących jest więc następująca: po pierwsze, należy sprawdzić, czy respondenci deklarujący zero we wszystkich pytaniach o WTP uważają, że stabilność zasilania w Polsce jest ważnym problemem. Jeżeli respondenci uważają, że nie jest, należy przyjąć, że deklaracja zerowa jest faktycznym odzwierciedleniem ich preferencji (a zatem można powiedzieć, że „zero rzeczywiście znaczy zero”). Następnie należy zbadać, czy respondenci deklarujący zero we wszystkich pytaniach o WTP i uważający, że stabilność zasilania w Polsce jest ważnym problemem, byliby skłonni zapłacić jakąś kwotę, gdyby ich przedsiębiorstwo było bardziej rentowne. Jeżeli odpowiedź na to pytanie jest twierdząca, wtedy również należy uznać, że deklaracja zerowa jest faktycznym odzwierciedleniem preferencji tych respondentów. Następnie należy sprawdzić, czy wszyscy respondenci twierdzący, że stabilność zasilania w Polsce jest ważnym problemem oraz, że to nie ograniczenie budżetowe skłania ich do zerowej deklaracji, odpowiadają twierdząco na przynajmniej jedno z trzech ostatnich pytań przedstawionych powyżej (pytania o mechanizm płatności oraz brak wiary w skuteczność programu). Jeżeli tak, można stwierdzić, że ich odmowa płacenia jakiegokolwiek kwoty jest związana z protestem przeciw pewnym aspektom scenariusza ankiety. Są to więc respondenci protestujący. Respondenci protestujący powinni być usunięci z próby, aby nie zniekształcać średniej WTP. Rozkład odpowiedzi na pytania dodatkowe przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Rozkład odpowiedzi na pytania dodatkowe

Odpowiedź \ Pytanie	Brak stabilności zasilania jako problem	Zależność WTP od rentowności	Mechanizm płatności	Brak wiary w skuteczność programu	Wzrost opłat a brak wpływu na zdarz. losowe
Tak – zgadzam się	272	261	387	403	400
Nie – nie zgadzam się	198	221	89	79	63
Trudno powiedzieć	35	23	29	23	42
Ogółem	505	505	505	505	505

Źródło: opracowanie własne.

Zidentyfikowano 56 respondentów protestujących na podstawie zadanych pytań dodatkowych, według procedury omówionej powyżej. Respondenci protestujący stanowili 11% próby.

3.3 Wartościowanie zmian w poziomie bezpieczeństwa energetycznego

3.3.1 Wyniki badań literaturowych dotyczących wartościowania zmian w poziomie bezpieczeństwa energetycznego

W odniesieniu do pierwszego rodzaju kosztów społecznych (wywołanych fluktuacjami cenowymi surowców) przeprowadzono badanie dla krajów UE-27 w ramach projektu Komisji Europejskiej CASES⁹⁷. Raport z badania CASES podaje wartość kosztu szoków cenowych ropy naftowej 0,000004 euro/kWh jako medianę zawartą w przedziale wartości 0,000001 euro – 0,000008 euro/kWh, jako utratę PKB spowodowaną fluktuacjami cenowymi ropy naftowej trwającymi dłużej niż sześć miesięcy (takie były ograniczenia przyjęte w badaniu, nie badano krótkoterminowych zmian cenowych, stąd wartość kosztu może być niedoszacowana⁹⁸). 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 (na przykład Malta, Cypr). Dla Polski jest to zaledwie 2% (dane za 2004 rok przyjęte w badaniu), stąd 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 doty-

⁹⁷ A.S.P. Hunt, A. Markandya, S. Arnold, *Cost Assessment of Sustainable Energy Systems (CASES): WP5 Report (1) on National and EU level estimates of energy supply externalities*, EC, November 2007.

⁹⁸ Ibidem, s. 15.

czące kosztów bezpieczeństwa energetycznego związane z gazem ziemnym oraz węglem. Jest to niewątpliwie luka wymagająca podjęcia intensywnych badań⁹⁹.

W odniesieniu do drugiego rodzaju kosztów zewnętrznych bezpieczeństwa energetycznego w badaniach podaje się zwykle koszt zakłóceń oraz przerw w dostawach energii obliczony przez przemnożenie wielkości niedostarczonej energii (wyliczonej na podstawie prawdopodobieństwa intensywności, częstotliwości i czasu trwania przerw w dostawach) przez VOLL. Wyrażany jest on zwykle jako koszt przypadający na 1 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 agendy rządowe USA oraz inne kraje. Należy podkreślić, że nie ma zgodności co do wysokości badanych kosztów. Wiele zależy od przyjętej metody badawczej¹⁰⁰ 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 są wartości szacunkowe 4-40 dol./kWh niedostarczonej energii elektrycznej w wyniku awarii sieci dla krajów rozwiniętych oraz 1-10 dol./kWh dla krajów rozwijających się. Autorzy badania podają również przedziały zawężone dla 90% poziomu ufności 5-25 dol./kWh dla krajów rozwiniętych oraz 2-5 dol./kWh dla krajów rozwijających się¹⁰¹. Wyniki wydają się być lewostronnie skośne, co sugeruje, że należy przyjmować wartości raczej z dolnej niż z górnej granicy. Mediana również

⁹⁹ A.S.P. Hunt, A. Markandya, S. Arnold, *Cost Assessment of Sustainable Energy Systems (CASES): WP5 Report (1) on National and EU level estimates of energy supply externalities*, EC, November 2007, s. 22.

¹⁰⁰ Metody badawcze omówione są w dalszej części opracowania. Należy jednak podkreślić, że najbardziej obiecujące są metody oparte na szacunku gotowości do zapłaty (WTP) w celu uniknięcia przerw w dostawie energii. A.S.P. Hunt, A. Markandya, *Final Report on Work Package 3: The Externalities of Energy Insecurity: ExternE-Pol Research Project for European Commission*, 2004, s. 20.

¹⁰¹ A.S.P. Hunt, A. Markandya, S. Arnold, *Cost Assessment of Sustainable Energy Systems (CASES): WP5 Report (1) on National and EU level estimates of energy supply externalities*, EC, November 2007, s. 43.

znajduje się bliżej lewego końca przedziału. Natomiast nie jest możliwe przypisanie prawdopodobieństwa konkretnym wartościom. Niewystarczające są również dane, aby skonstruować przedziały wartości VOLL dla poszczególnych krajów w dwóch wymienionych kategoriach. Wartości VOLL zostały podane na 2030 rok, wyrażone w dolarach amerykańskich 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.

Tabela 5. Wartości VOLL w 2030 roku według badania CASES Komisji Europejskiej

Wyszczególnienie	Maksymalny przedział wartości	Przedział wartości przy poziomie ufności 90%
	[US(2007) dol./kWh]	
Kraje wysoko rozwinięte	4-40	5-25
Kraje rozwijające się	1-10	2-5

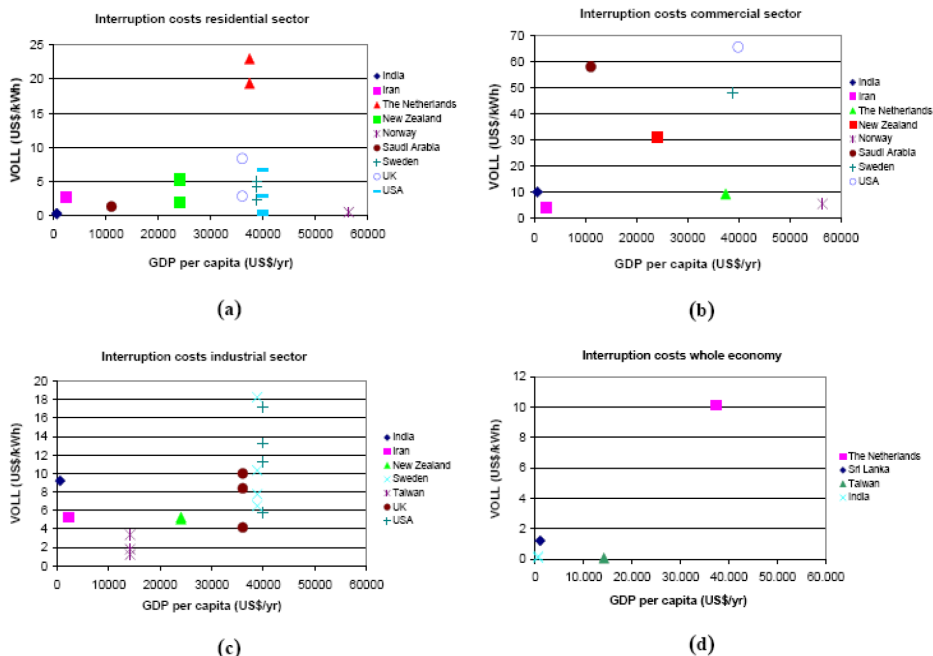
Źródło: A.S.P. Hunt, A. Markandya, S. Arnold, *Cost ...*, op. cit., s. 43.

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 Ajodhia¹⁰² dla różnych krajów, odrębnie dla sektora gospodarstw domowych (rysunek 19a), sektora usług (rysunek 19b), przemysłu (rysunek 19c) oraz dla gospodarki jako całości (rysunek 19d). Wszystkie dane przekonwertowano na koszt niedostarczonej energii w dol./kWh w wartościach z 2004 roku¹⁰³.

¹⁰² V. Ajodhia, *Regulating Beyond Price – Integrated Price-Quality Regulation for Electricity Distribution Networks*, PhD-thesis, Delft University, Delft 2006; *Gas security of supply: the effectiveness of current gas security of supply arrangements. An energy review consultation*, DTI, October 2006.

¹⁰³ A.S.P. Hunt, A. Markandya, S. Arnold, *Cost Assessment...*, op. cit., s. 38.



Rysunek 19. Wartości VOLL dla różnych krajów dla sektora gospodarstw domowych [a], usług [b], przemysłu [c], gospodarki jako całości [d] [dol./kWh niedostarczonej energii]

Tłumaczenie:

VOLL [dol./kWh], PKB *per capita* [dol./rok]

- Indie, Iran, Niderlandy, Nowa Zelandia, Norwegia, Arabia Saudyjska, Szwecja, Wielka Brytania, Stany Zjednoczone
- Indie, Iran, Niderlandy, Nowa Zelandia, Norwegia, Arabia Saudyjska, Szwecja, Stany Zjednoczone
- Indie, Iran, Nowa Zelandia, Szwecja, Tajwan, Wielka Brytania, Stany Zjednoczone
- Niderlandy, Sri Lanka, Tajwan, Indie

Źródło: V. Ajodhia, *Regulating ...*, op. cit., ss. 90-91 oraz wartości PKB *per capita*: *World Economic Outlook Database*, International Monetary Fund, Washington DC, April 2007; za A.S.P. Hunt, A. Markandya, S. Arnold, *Cost Assessment of Sustainable Energy Systems (CASES): WP5 Report (1) on National and EU level estimates of energy supply externalities*, EC, Brussels, November 2007.

W celu znalezienia przyczyn powodujących tak ogromne różnice w wynikach badań VOLL dla różnych krajów, powiązано wartości VOLL z poziomem PKB *per capita*. Wartości PKB *per capita* pochodzą z opracowania Międzynarodowego Funduszu Walutowego¹⁰⁴. Należy podkreślić, że badania były przeprowadzane różnymi metodami, niejednokrotnie fundamentalnie odmiennymi. Stąd wyniki należy traktować jedynie jako zgrubne szacunki, o ograniczonej możliwości porównywania i przenoszenia na inne kraje.

Z rysunku wynika, że poziom VOLL zależy znacząco od sektora. W szczególności sektor usług jest szczególnie wrażliwy na przerwy w dostawach energii – wartości VOLL dochodzące do 70 dol./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 dol./kWh. Natomiast wartości VOLL dla gospodarki jako całości są znacząco niższe, gdyż uśrednione dla wszystkich odbiorców, również tych, których aktywności tylko marginalnie uzależnione są od dostaw energii.

Można również wyciągnąć wniosek, że dla każdego sektora oraz gospodarki VOLL zwykle przyjmuje znacząco wyższe wartości dla krajów rozwiniętych (o wysokim PKB *per capita*) w stosunku do krajów w transformacji ustrojowej oraz rozwijających się. Wynika to głównie z tego, że kraje rozwinięte mają zwykle znacząco wyższy udział energii elektrycznej w konsumowanej energii. Stąd są bardziej uzależnione od dostaw energii sieciowej. Również większy jest rozrzut wartości VOLL dla krajów rozwiniętych, stąd większe prawdopodobieństwo, że koszty będą wysokie. Jedynym odstępstwem może wydawać się wartość dla Arabii Saudyjskiej, co prawdopodobnie można wyjaśnić unikatowością jej gospodarki. Niewiele jest dostępnych badań w odniesieniu do VOLL dla całej gospodarki (rysunek 19d), lecz wyraźnie widać wspomnianą już zależność VOLL od PKB *per capita* i poziomu elektryfikacji.

Należy wziąć pod uwagę również problemy w przenoszeniu wartości VOLL oszacowanych w innych krajach. Poza wspomnianymi różnicami w sposobie ujmowania kosztu przerw w dostawach, należy wziąć również pod uwagę niedogodności związane z przeliczaniem walut oraz dostosowywaniem wyników badania pod względem czasu, w którym było przeprowadzone (przynajmniej korekta o inflację). Prawdziwym wyzwaniem może być prawidłowe określenie

¹⁰⁴ *World Economic Outlook Database*, International Monetary Fund, Washington DC, April 2007.

współczynników przeliczeniowych, uwzględniających na przykład poziom życia oraz siłę nabywczą.

W podejmowaniu badań pierwotnych dotyczących szacowania wartości VOLL niezbędne jest rozpoznanie czynników, które na nią wpływają, zatem czynników, które determinują przerwy w dostawach. Liczne badania potwierdzają, że koszty te charakteryzują się dużą zmiennością, uwarunkowaną następującymi czynnikami¹⁰⁵.

1. Różnice pomiędzy różnymi typami odbiorców – sektor przemysłowy, usługowy oraz gospodarstwa domowe mają do czynienia z różnymi kosztami energii, różny jest również ich stopień uzależnienia od dostaw energii elektrycznej. Stąd koszty przerw w dostawach dla tych grup odbiorców mogą się znacznie różnić. Badania wskazują, że koszty dla sektora usługowego są zwykle wyższe od kosztów dla przemysłu.
2. Różnice w postrzeganiu poziomu niezawodności systemu – wpływają na stopień, w jakim odbiorcy przygotowują się na możliwe przerwy w dostawach. Im wyżej postrzegany poziom bezpieczeństwa, tym mniej działań zapobiegawczych, jak na przykład zakup zasilania awaryjnego. W przypadku wystąpienia przerwy w dostawie, gdy postrzegany poziom bezpieczeństwa był wysoki, koszt jest wyższy niż w przypadku, gdy poziom bezpieczeństwa postrzegany był jako niski (*vulnerability conflict*). Natomiast samo postrzeganie poziomu bezpieczeństwa jest ściśle związane z częstotliwością i przyczynami przerw, jakie miały miejsce w przeszłości. Niebagatelne znaczenie ma też standard życia. Społeczeństwa zamożne są znacznie bardziej uzależnione od dostaw energii elektrycznej i stąd bardziej krytyczne, jeśli chodzi o przerwy w dostawach.
3. Różnice w czasie wystąpienia przerw w dostawach – koszty przerw w dostawach mogą się znacznie różnić w zależności od pory roku, dnia tygodnia, a nawet pory dnia wystąpienia. Oczywistym przykładem może być różnica w kosztach przerw w dostawie dla gospodarstw domowych latem i zimą lub w cyklu dobowym – przerwa w dostawie o godz. 20:00 zakłóci prawdopodobnie czas odpoczynku związany z oglądaniem telewizji lub

¹⁰⁵ V. Ajodhia, *Regulating ...*, op. cit.; *Gas security of supply: the effectiveness of current gas security of supply arrangements. An energy review consultation*, DTI, October 2006. Za A.S.P. Hunt, A. Markandya, S. Arnold, *Cost Assessment ...*, op. cit., s. 32-33; M. de Nooij, C. Koopmans, C. Bijvoet, *The value of supply security. The costs of power interruptions: Economic input for damage reduction and investment in networks*, "Energy Economics 2007 nr 29, s. 279.

użytkowaniem Internetu, podczas gdy przerwa o godz. 3:00 nad ranem spowoduje minimalne koszty, gdyż większość ludzi śpi.

4. Różnice w czasie trwania przerw w dostawach – w szczególności dla przemysłu występuje ogólna zależność, wskazująca na to, że im dłuższa przerwa w dostawie, tym wyższe są koszty całkowite, ale zwykle koszty krańcowe spadają. Natomiast w innych sektorach koszty mogą przebiegać liniowo, przykładem są utracone godziny pracy proporcjonalnie do długości przerw w dostawie. Niektóre koszty mogą wystąpić natychmiast, na przykład utrata plików komputerowych.
5. Powiadomienie o możliwych przerwach w dostawie – powiadomienie z wyprzedzeniem o wystąpieniu i czasie trwania przerwy obniża koszty, gdyż odbiorcy mogą, przynajmniej w pewnym zakresie, zabezpieczyć się przed konsekwencjami.
6. Przyczyna przerwy w dostawie – jeśli przyczyną jest jakość sieci przesyłowych, efekty cenowe będą zwykle niewielkie, natomiast jeśli przyczyną jest niedobór po stronie podaży, ceny mogą znacznie wzrosnąć. Zmiany cen energii powodują transfer bogactwa od odbiorców do producentów. Tego typu transfery (w ramach danej społeczności) nie generują kosztu społecznego, mają jednak znaczenie z perspektywy politycznej.

Wartość kosztu przerw w dostawie zwykle wyraża się za pomocą funkcji szkody odbiorcy (*customer damage function* – CDF), gdzie zmienne niezależne to przedstawione czynniki, a zmienna zależna to VOLL.

Aby możliwe było zaadaptowanie dokonywanego badania pierwotnego tak zwaną metodą przenoszenia korzyści (*benefit transfer method*), istnieje potrzeba zgromadzenia znacznej ilości danych. Adaptacja średniej WTP z próby wymaga dostosowania do zakresu terytorialnego oddziaływania projektu, z uwzględnieniem wykazanych zależności WTP w szczególności od sektora, województwa, częstości przerw w dostawach energii oraz dochodu. Następnie w celu wyznaczenia wartości jednostkowej VOLL, w najprostszym ujęciu, istnieje potrzeba zebrania informacji historycznych co do częstotliwości oraz czasu trwania przerw w dostawach, aby wyliczyć przeciętną roczną ilość niedostarczonej energii. Następnie należy zaprognozować sytuację po wdrożeniu projektu. Różnica pomiędzy wyjściowym oraz prognozowanym poziomem niedostarczonej energii w ujęciu rocznym stanowi korzyść wynikającą ze wzrostu bezpieczeństwa energetycznego (oczywiście również w ujęciu rocznym). Wartość tę należy wyrazić w jednostkach pieniężnych. W tym celu należy pomnożyć oszacowane jednost-

kowe VOLL (obliczone jako całkowita roczna gotowość do zapłaty społeczności lokalnej [zł] przez przeciętną ilość niedostarczonej energii w ujęciu rocznym [kWh]) przez roczną korzyść.

3.3.2 Wyniki badania pierwotnego wyceny warunkowej korzyści z poprawy bezpieczeństwa energetycznego sektora gospodarstw domowych, mikroprzedsiębiorstw oraz gospodarstw rolnych w 2011 roku

Podstawowe statystyki podsumowujące odpowiedzi na pytanie wyceniające są zawarte w tabeli 6¹⁰⁶. 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% wynosił 1,40-4,17 dla średniej miesięcznej kwoty gotowości do zapłaty za wzrost bezpieczeństwa energetycznego. Średnia miesięczna kwota WTP za wzrost bezpieczeństwa energetycznego wyniosła 2,78 zł. Zwraca uwagę fakt, że mediana była zdecydowanie niższa od średniej i wyniosła 0 zł. Spowodowane to było dominującym udziałem deklaracji zerowych. Zróznicowanie w próbie było ogromne, o czym świadczy odchylenie standardowe od średniej na poziomie 22,48 zł (współczynnik zmienności na poziomie 8).

¹⁰⁶ Szerzej opisane wyniki badania w : M. Ligus: *Wartościowanie bezpieczeństwa energetycznego w ocenie ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze energetycznym – wyniki badania pierwotnego metodą wyceny warunkowej* [w:] S.Wrzosek (red.), *Finanse – nowe wyzwania teorii i praktyki. Finanse przedsiębiorstw*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011 nr 172, ss. 122-138.

Tabela 6. Oszacowane parametry rozkładu wszystkich danych

Oszacowany parametr/próba	N ważnych	Średnia WTP [zł/m-c]	Przedział ufności 95%	Mediana	Odczylenie standardowe	Współczynnik zmienności [%]	Minimum	Maximum
Próba całkowita	1017	2,78	1,40-4,17	0	22,48	808	0,00	501,0
Gospodarstwa 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
Gospodarstwa rolne	332	2,36	1,01-3,71	0	12,49	530	0,00	200,5
Województwo dolnośląskie	360	3,97	1,70-6,24	0	21,87	551	0,00	200,5
Województwo lubelskie	360	0,31	-0,12-0,73	0	4,11	1331	0,00	75,5
Województwo podlaskie	297	4,34	0,52-8,17	0	33,51	772	0,00	501,0

Źródło: M. Ligus: *Wartościowanie bezpieczeństwa energetycznego w ocenie ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze energetycznym – wyniki badania pierwotnego metodą wyceny warunkowej* [w:] S. Wrzosek (red.), *Finanse – nowe wyzwania teorii i praktyki. Finanse przedsiębiorstw*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2011 nr 172, ss. 122-138.

Przeważający udział deklaracji zerowych nie był zaskoczeniem, również duże zróżnicowanie w próbie zdawało się świadczyć o tym, że dobro w postaci bezpieczeństwa energetycznego nie było jasno sprecyzowane w umysłach respondentów¹⁰⁷, stąd trudności w wycenie. Przedstawiona sytuacja jest również charakterystyczna dla krajów rozwijających się.

Należy również podkreślić, że przeprowadzone badanie miało jedynie charakter badania pilotażowego. Temat bezpieczeństwa energetycznego został poruszony w czterech pytaniach ankiety, przy dostarczeniu respondentom minimalnego opisu hipotetycznego rynku, wycenianego dobra oraz mechanizmu płatności. Te czynniki z pewnością wpłynęły na wynik analizy.

Jednym z głównych celów badania było również empiryczne sprawdzenie w warunkach polskich podawanego często w badaniach literaturze poglądu o wyraźnym zróżnicowaniu gotowości do zapłaty pomiędzy pewnymi sektorami, przy czym najczęściej jest dokonywany podział na sektor gospodarstw domowych, usługowy oraz przemysłowy. Twierdzi się, że sektor usługowy wykazuje najwyższą gotowość do zapłaty. Badania literaturowe często wykazują również wyraźnie zróżnicowanie gotowości do zapłaty od częstotliwości oraz długości

¹⁰⁷ Ma to wpływ na wiarygodność wyników badania (ang. *reliability*) – odnosi się do wariancji średniej WTP z próby. Miara jest tym bardziej wiarygodna, im bardziej wariancja jest związana z czynnikiem losowym, a nie z innymi źródłami zaburzeń. Do oceny wiarygodności miary może służyć błąd standardowy średniej (ang. *standard error of the mean*). Wariancja odpowiedzi WTP wynika z trzech źródeł: prawdziwego błędu losowego, doboru próby oraz konstrukcji kwestionariusza. Stąd wiarygodność wyników może być poprawiona przez dobór odpowiednio liczebnej próby oraz skonstruowanie scenariusza, który będzie realistyczny oraz zrozumiały dla respondenta, tak aby jego odpowiedź była w jak najwyższym stopniu przemyślana. Poprawność (ang. *validity*) wyników badania odnosi się natomiast do błędów systematycznych (ang. *biases*). Błąd systematyczny występuje, gdy wartość średnia WTP z próby ulega odchyleniu w określonym kierunku. Badania wielokrotnie potwierdziły poprawność metody CVM dla wyceny dóbr rynkowych – jak choćby słynny eksperyment z truskawkami przeprowadzony przez Dickie, Fisher, Gerking, gdzie różnica pomiędzy średnimi wydatkami na truskawki na rynku hipotetycznym i symulowanym wyniosła mniej niż 1% (M. Dickie, A. Fisher, S. Gerking, *Market transactions and hypothetical demand data: A comparative study*, "Journal of the American Statistical Association", 1987 nr 82, ss. 69-75). Nie stanowi to jednak dowodu na poprawność wyceny dóbr nierynkowych, do jakich zalicza się bezpieczeństwo energetyczne. Innego typu testy potwierdzają jednak możliwość przeprowadzenia prawidłowego badania metodą CVM dla dóbr nierynkowych, na przykład test typu hipotetyczny-rzeczywisty rynek (ang. *hypothetical-real market comparison*), do przeprowadzenia którego można wykorzystać referendum, przy zachowaniu odpowiedniej staranności.

przerw w dostawach. Kolejny istotny test miał dotyczyć zróżnicowania gotowości do zapłaty pomiędzy badanymi województwami. Następnie przeprowadzono standardowe badanie zależności deklarowanej gotowości do zapłaty od cech socjoekonomicznych respondentów.

Przeprowadzone analizy pozwoliły wyciągnąć wniosek, 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, najniższa gospodarstw domowych, co jest zgodne 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 jedynie rozróżnienie 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. Deklarowany dochód najwyższy jest dla województwa dolnośląskiego, niższy dla podlaskiego i zdecydowanie najniższy dla lubelskiego, natomiast częstość przerw w dostawach jest największa w województwie podlaskim, nieco niższa dla dolnośląskiego i, ponownie, zdecydowanie najniższa dla lubelskiego. Oba czynniki można więc uznać za determinujące rozkład odpowiedzi wyceniających pomiędzy województwami.

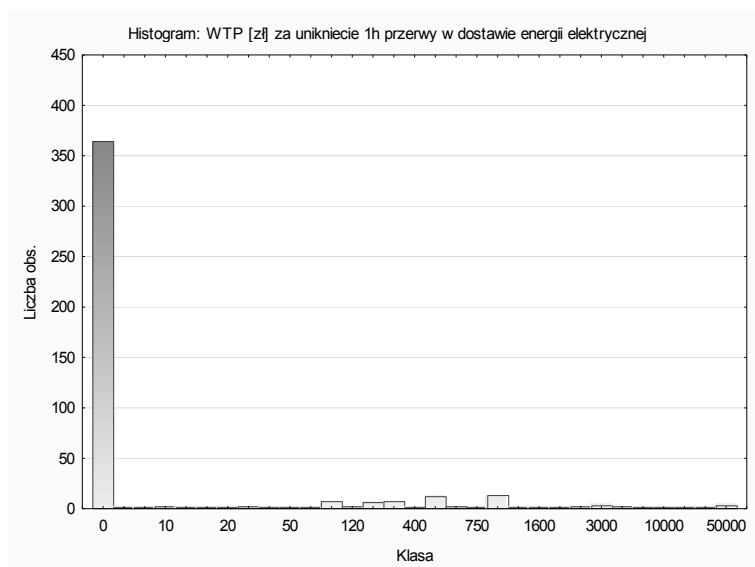
Odnosząc się do pozostałych zmiennych socjoekonomicznych respondentów wykazano istotną statystycznie zależność WTP od dochodu – bogatsi byli skłonni płacić więcej. Nie wykazano istotnej statystycznie zależności WTP od płci, wykształcenia (na przyjętym poziomie istotności 0,05; jednak warto dodać, że przy poziomie istotności odpowiednio 0,1 i 0,14 taką zależność stwierdzono) oraz liczby osób w rodzinie.

Ze względu na potwierdzoną w badaniach wstępnych zależność VOLL od sektora – najwyższą w sektorze przedsiębiorstw, autorzy zdecydowali się na przeprowadzenie badań tego sektora reprezentatywnych dla całej Polski.

3.3.3 Wyniki badania pierwotnego wartościowania bezpieczeństwa energetycznego sektora przedsiębiorstw w Polsce w 2014 roku

Szacunek wartości średnich gotowości do zapłaty [WTP] za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej

Odpowiedzi na podstawowe pytanie wyceniające o gotowość do zapłaty (WTP) za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii przedstawiono na rysunku 20.



Rysunek 20. Liczebności odpowiedzi na pytanie o WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii w próbie całkowitej

Źródło: opracowanie własne.

Wykres liczebności odpowiedzi w poszczególnych klasach jest prawostronnie skośny. Dominujący jest udział deklaracji zerowych. Podstawowe statystyki podsumowujące odpowiedzi na pytanie wyceniające przedstawiono w tabeli 7. Parametry oszacowano dla grupy wszystkich badanych (505 obserwacji, jednak nie wszystkie ankiety były kompletne, stąd wielkość próby nieznacznie różni się dla poszczególnych pytań wyceniających). Ze względu na cel analizy podano również parametry rozkładów dokonując podziału próby na grupy w zależności od:

1. Wielkości przedsiębiorstwa, mierzonego liczbą zatrudnionych. Wyszczególniono następujące klasy przedsiębiorstw: (1) działalność jednoosobowa i do 10 pracowników; (2) 11-49 pracowników; (3) 50 pracowników i więcej.
2. Sektora działalności. Wyszczególniono następujące sektory według PKD: (1) rolnictwo, leśnictwo, rybołówstwo; (2) przemysł wydobywczy, górnictwo; (3) przemysł przetwórczy, produkcja przemysłowa; (4) przemysł spożywczy; (5) budownictwo; (6) transport i telekomunikacja; (7) administrowanie nieruchomościami, gospodarka komunalna i miejska; (8) handel hurtowy i detaliczny oraz naprawy samochodów; (9) finanse, ubezpieczenia, marketing i reklama oraz obrót nieruchomościami; (10) ochrona zdrowia, opieka społeczna, edukacja, badania naukowe; (11) inna działalność usługowa; (12) inna.

Jednak ze względu na charakter analizy wyniki zostały podane w układzie:

- 1) usługi – sektory od (1) do (5) według PKD;
- 2) przemysł – sektory od (6) do (12) według PKD;
- 3) województwo, w którym przedsiębiorstwo ma siedzibę.

Tabela 7. Oszacowane parametry rozkładu wszystkich danych dla WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej

Oszacowany parametr/próba	N ważnych	Średnia dla WTP	Przedział ufności 95%	Mediana	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Minimum	Maximum
			[zł/kWh]			[%]		[zł/kWh]
Próba całkowita	444*	96,1	8,74-183,5	0,00	966,0	1005,0	0,00	50000
W podziale: wielkość przedsiębiorstwa								
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	159	73,2	38-108,4	0,00	225,0	307,5	0,00	1600
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	147	506,8	-168,4-1182	0,00	4142,0	817,3	0,00	50000
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	138	1300,1	178,5-2423,4	0,00	6668,0	512,5	0,00	50000
W podziale: sektor działalności								
Usługi:	245*	91,5	51,8-131,1	0,00	325,8	356,0	0,00	15000
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	114	85,8	40,6-151,1	0,00	243,7	283,9	0,00	1600
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	75	138,7	43,2-234,1	0,00	415,0	299,3	0,00	2500
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	56	825,2	117,3-1533,1	0,00	2643,4	320,3	0,00	15000
Przemysł:	194*	120,04	-130,2-370,2	0,00	1850,0	1541,0	0,00	50000
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	45	41,1	-9,03-91,3	0,00	166,9	406,0	0,00	1000
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	72	890,3	-496,2-2276,9	0,00	5900,0	662,7	0,00	50000
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	82	1625,9	-215,04-3466,8	0,00	8378,2	515,3	0,00	50000

W podziale na województwa									
dolnośląskie	33	90,9	-0,08-181,9	0,00	256,6	282,3	0,00	0,00	1000
kujawsko-pomorskie	21	186,7	-116-489,3	0,00	665,0	356,2	0,00	0,00	3000
lubelskie	13	176,9	-95,7-450	0,00	451,2	255,0	0,00	0,00	1600
lubuskie	8	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	
łódzkie	26	442,5	-350-1234,7	0,00	1961,2	443,2	0,00	0,00	10000
małopolskie	36	636,1	-246-1518,2	0,00	2607,0	410,0	0,00	0,00	15000
mazowieckie	48	2787,9	-362,8-5938,7	0,00	10850,8	389,2	0,00	0,00	50000
opolskie	6	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	
podkarpackie	18	2877,8	-2971,8-8727,4	0,00	11763,0	408,8	0,00	0,00	50000
podlaskie	15	100,0	-55,2-255,2	0,00	280,3	280,3	0,00	0,00	1000
pomorskie	37	131,1	12,8-249,4	0,00	354,9	270,7	0,00	0,00	2000
śląskie	52	150,5	-48,4-349,5	0,00	714,6	474,7	0,00	0,00	5000
świętokrzyskie	8	0,0	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,00	
warmińsko-mazurskie	33	304,5	-106,2-715,3	0,00	1158,4	380,4	0,00	0,00	6000
wielkopolskie	53	147,2	30,4-263,9	0,00	423,5	287,8	0,00	0,00	2500
zachodniopomorskie	35	125,7	-56,1-307,5	0,00	529,3	421,1	0,00	0,00	3000

*Z uwagi na nieproporcjonalny dobór próby w warstwie „wielkość przedsiębiorstwa” dla wyliczenia statystyk opisowych w całej zbiorowości zastosowano odpowiednie wagi tak, aby próba stanowiła odzwierciedlenie populacji przedsiębiorstw w Polsce. Dotyczy to również warstwy „sektor działalności” gdzie zastosowano odrębnie wyliczone wagi tak, aby próba stanowiła odzwierciedlenie populacji generalnej.

Źródło: opracowanie własne.

Przedział ufności na poziomie istotności 95% został oszacowany na poziomie (8,74-183,5 zł) dla średniej WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii obliczonej z całej próby. Należy podkreślić, że jest to średnia ważona z uwagi na nieproporcjonalny dobór próby w warstwie „wielkość przedsiębiorstwa”. Średnia dla WTP wynosi 96,1 zł. Zwraca uwagę fakt, że mediana jest zdecydowanie niższa od średniej i wynosi 0 zł. Spowodowane jest to dominującym udziałem deklaracji zerowych. Zróznicowanie w próbie jest duże, o czym świadczy odchylenie standardowe od średniej na poziomie 966 zł (współczynnik zmienności na poziomie 10). Przeważający udział deklaracji zerowych nie jest zaskoczeniem, jak również duże zróznicowanie w próbie. Zróznicowanie w próbie po części przynajmniej jest spowodowane charakterystyką próby, która obejmuje przedsiębiorstwa zarówno duże, jak i mikroprzedsiębiorstwa, o zróżnicowanym zużyciu energii, co w oczywisty sposób przekłada się na gotowość do zapłaty.

Jednym z głównych celów badania było również empiryczne sprawdzenie w warunkach polskich często podawanego w literaturze poglądu o wyraźnym zróznicowaniu gotowości do zapłaty pomiędzy sektorami¹⁰⁸. Twierdzi się, że sektor usługowy wykazuje najwyższą gotowość do zapłaty. Badania opisywane w literaturze często wykazują również wyraźne zróznicowanie gotowości do zapłaty od częstotliwości oraz długości przerw w dostawach¹⁰⁹. Kolejny istotny test ma dotyczyć zróznicowania gotowości do zapłaty w zależności od wielkości przedsiębiorstwa. Planowano również przeprowadzenie testu istotności różnic gotowości do zapłaty pomiędzy województwami, jednak próba nie była kontrolowana w tej warstwie i stąd okazało się to niemożliwe (poprzestano na wyliczeniu średnich WTP oraz VOLL dla poszczególnych województw).

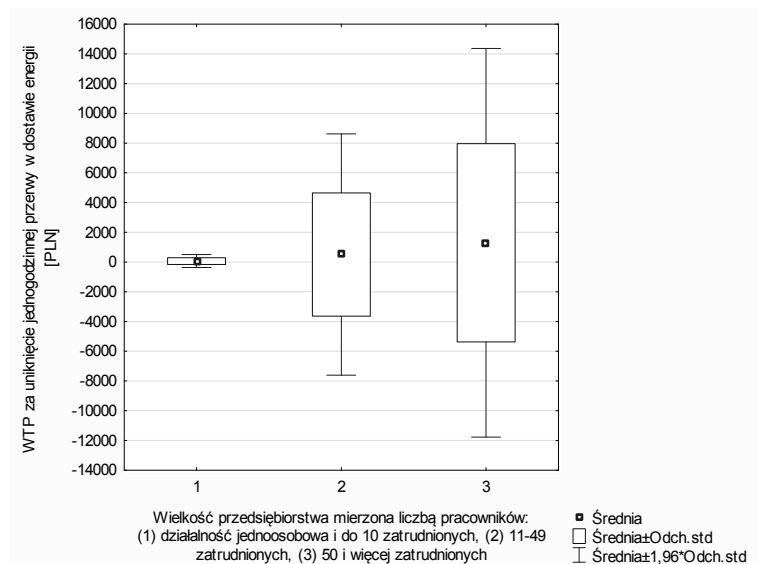
¹⁰⁸ Przykładowo: V. Ajodhia, *Regulating ...*, op. cit.; M. De Nooij, C. Koopmans, C. Bijvoet.: *The value of supply security. The costs of power interruptions: Economic input for damage reduction and investment in networks*, Energy Economics 29 (2007) p. 277-295; J. Eto, J. Koomey [i inni], *Scoping study on trends in the economic value of electricity reliability to the U.S. economy*, Environmental Energy Technologies Division E. O. Lawrence Berkeley National Laboratory, Prepared for Revis James EPRI, Palo Alto CA, 2001; A.S.P. Hunt, A. Marandya, S. Arnold, *Cost assessment ...*, op. cit.; K.H. LaCommare, J.H. Eto: *Cost of power interruptions to electricity consumers in the United States (US)*, Energy 31 (2006) p. 1845-1855.

¹⁰⁹ Przykładowo: R. Billinton, W. Zhang, *Cost related reliability evaluation of bulk power systems*, "Electrical Power and Energy Systems" 2001, nr 23, s. 99-100; V. Ajodhia, *Regulating ...*, op. cit.

Porównanie wartości średnich WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii pomiędzy grupami

Analiza zróżnicowania średniej wartości WTP w poszczególnych grupach respondentów została wykonana za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji w programie Statistica. Poniżej przedstawiono zależności pomiędzy wysokością WTP a wielkością przedsiębiorstwa, sektorem, przerwami oraz zakłóceniami w dostawach energii, których doświadczyli respondenci (na podstawie pytań poprzedzających pytanie wyceniające – częstotliwość przerw oraz czas trwania przerw).

Wyniki analizy WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw przedstawia wykres ramka-wąsy (rysunek 21).



Rysunek 21. Wykres ramka-wąsy dla WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw

Źródło: opracowanie własne.

Największy rozrzut odpowiedzi na pytanie o WTP występuje w grupie średnich i dużych przedsiębiorstw, nieco niższy w grupie małych przedsiębiorstw i zdecydowanie najniższy w grupie mikroprzedsiębiorstw. Jeśli chodzi o średnie WTP w każdej grupie, z uwagi na skalę rysunku różnice nie wydają się duże, jednak wartościowo są to różnice znaczne: (1) 73,2 zł; (2) 506,8 zł; (3)

1300,1 zł. Dla zweryfikowania hipotezy o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (tabela 8).

Tabela 8. Analiza wariancji dla zmiennej WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw – wyniki testu F

Zmienna	Analiza wariancji – efekty są istotne z $p < 0,06$							
	SS Efekt	df Efekt	MS Efekt	SS Błąd	df Błąd	MS Błąd	F	p
WTP	113210413	2	56605206	8,604E+09	441	19511888	2,901062	0,056015

Źródło: opracowanie własne.

Przy testowaniu hipotez statystycznych ustala się pewne prawdopodobieństwo (nazywane poziomem istotności) popełnienia błędu I rodzaju, polegającego na odrzuceniu prawdziwej hipotezy zerowej – tutaj o równości w grupach, równe 0,05. Nie można tego prawdopodobieństwa całkiem zminimalizować, gdyż wtedy wzrasta prawdopodobieństwo popełnienia błędu II rodzaju, polegającego na przyjęciu fałszywej hipotezy alternatywnej – tutaj o różnicy między grupami. Gdy prawdopodobieństwo (na rysunku oznaczone jako p) zaobserwowania otrzymanej wartości statystyki zerowej jest mniejsze od poziomu istotności, to odrzuca się hipotezę zerową i przyjmuje alternatywną, w przeciwnym razie nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej. F jest to statystyka o rozkładzie F-Snedecora, w nawiasach zostały podane stopnie swobody.

Z analizy wynika, że na poziomie istotności 0,06 należy odrzucić hipotezę zerową o równości wartości oczekiwanych WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw, jednak dla poziomu istotności 0,05 (standardowo przyjmowany poziom istotności) nie byłoby podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o równości wariancji.

Przeprowadzony test parametryczny wymaga spełnienia założeń o normalności rozkładu zmiennej oraz o jednorodności wariancji. Jednorodność wariancji sprawdzono zarówno testem Levene'a i testem Browna-Forsythe'a. Test Levene'a odrzucił hipotezę o braku jednorodności wariancji, co oznacza, iż nale-

ży być ostrożnym przy wnioskowaniu na temat różnic pomiędzy średnimi. Jednak ostatnio moc tego testu jest kwestionowana, zwłaszcza w sytuacji, gdy dwie lub więcej grup ma różną liczebność, co jest prawdą w przypadku prowadzonej analizy¹¹⁰. Stąd zaleca się również przeprowadzenie testu Browna-Forsytha. Ten test wykazał brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o równości wariancji na poziomie istotności 0,06 ($p = 0,056$).

Stąd można wyciągnąć wniosek że istnieje w populacji istotna statystycznie różnica pomiędzy średnimi WTP w grupach mikro- (1), małych (2) oraz średnich i dużych przedsiębiorstw (3). Jest to intuicyjnie zrozumiałe, przede wszystkim z uwagi na różne zużycie energii.

Można postawić pytanie, czy da się określić grupę przedsiębiorstw, która jest odpowiedzialna za odrzucenie hipotezy zerowej o równości średnich WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw. Służą temu tak zwane testy po fakcie (*post-hoc*). Przeprowadzono test RIR Tukey'a (tabela 9).

Tabela 9. Wyniki testu Tukey'a dla średnich WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw

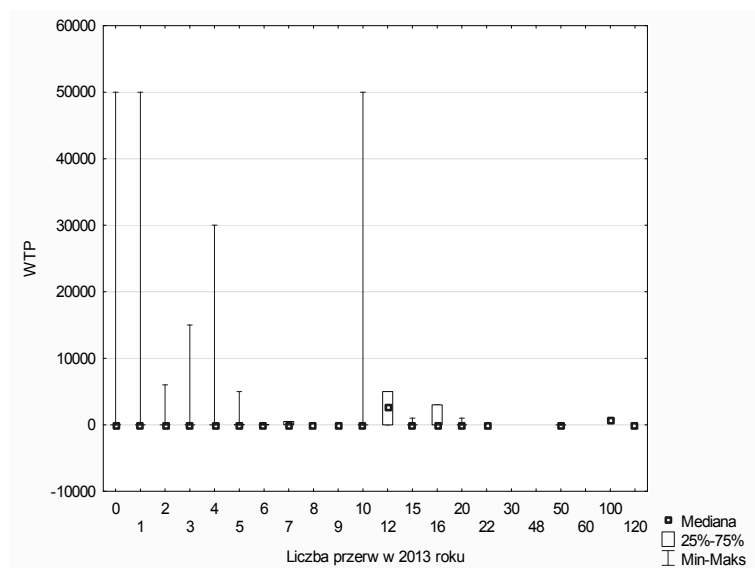
Wielkość przedsiębiorstwa	Różnice są istotne z $p < 0,06$		
	{1} M = 73,176	{2} M = 506,84	{3} M = 1301,0
{1}		0,677069	0,054579
{2}	0,677069		0,294084
{3}	0,054579	0,294084	

Źródło: opracowanie własne.

Wynik testu wskazuje, że o odrzuceniu hipotezy o równości wariancji średnich WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw zdecydowała znaczna różnica pomiędzy średnimi grupy pierwszej i trzeciej, a więc mikroprzedsiębiorstw oraz średnich i dużych przedsiębiorstw. A zatem można utworzyć dwie grupy jednorodnych przedsiębiorstw: pierwszą stanowią mikro- i małe przedsiębiorstwa, a drugą – przedsiębiorstwa małe oraz średnie i duże.

¹¹⁰ A. Stanisz, *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przykładach z medycyny, t 1 Statystyki podstawowe*, StatSoft, Kraków 2006, s. 270.

Nie stwierdzono natomiast różnicy pomiędzy średnimi WTP grup respondentów doświadczających różnej intensywności przerw w dostawie energii (zarówno liczby, jak i przeciętnego oraz sumarycznego czasu trwania przerw w 2013 roku). Przykładowy skategoryzowany wykres ramka-wąsy dotyczący deklarowanych WTP w zależności od liczby doświadczanych przerw w dostawie energii w 2013 roku przedstawia rysunek 22.



Rysunek 22. Skategoryzowany wykres ramka-wąsy WTP w zależności od liczby doświadczanych przerw w dostawie energii w 2013 roku

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzono również analizę wariancji średnich WTP odrębnie w każdej z grup wielkości przedsiębiorstw w odniesieniu do intensywności doświadczanych przerw. Jak przypuszczano, również nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy średnich WTP w danej grupie wielkości przedsiębiorstw w odniesieniu do intensywności doświadczanych przerw w dostawie energii (przykładowo, wyniki testu F dla grupy mikroprzedsiębiorstw to $p = 0,71$; dla małych przedsiębiorstw $p = 0,99$, a dla średnich i dużych $p = 0,97$).

Dobór próby jeśli chodzi o podział przedsiębiorstw na mikro-, małe, średnie i duże w ramach sektora usług i przemysłowego również nie był proporcjonalny do udziału tych grup przedsiębiorstw w populacji generalnej. Wymagało to określenia wag dla każdego przedziału wielkości przedsiębiorstw w celu wyliczenia wartości średniej WTP (oraz w kolejnym punkcie VOLL) odrębnie dla sektora przemysłu oraz sektora usług (gdzie za całą próbę przyjmuje się odrębnie próbę przedsiębiorstw w sektorze usługowym oraz przemysłowym). W tym celu (określenia udziałów w każdym z sektorów przedsiębiorstw mikro, małych oraz średnich i dużych) pomocniczo wykorzystano dane GUS-u z 2012 roku¹¹¹. Strukturę przedsiębiorstw według GUS-u w sektorze usług oraz przemysłowym według wielkości przedsiębiorstw mierzonej liczbą zatrudnionych prezentuje tabela 10. Natomiast w tabeli 11 zaprezentowano odrębnie dla sektora przemysłu i sektora usług liczebność próby w poszczególnych grupach wielkości przedsiębiorstw przed ważeniem (próbą zrealizowaną)¹¹², po ważeniu (liczba przedsiębiorstw o określonej wielkości, która znalazłaby się w próbie, gdyby przyjęto dobór proporcjonalny) oraz wyliczoną wartość wagi dla poszczególnych grup.

Tabela 10. Struktura przedsiębiorstw w sektorze usług oraz przemysłowym według wielkości mierzonej liczbą zatrudnionych według GUS-u

Sektor	Liczba przedsiębiorstw	Liczba przedsiębiorstw w podgrupach		
		mikro	małe	średnie i duże
Przemysł	419944	385666	23994	10284
		91,84%	5,71%	2,45%
Usługi	1374998	1333520	33077	8401
		96,98%	2,41%	0,61%

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Działalność przedsiębiorstw niefinansowych w 2012 r.*, GUS, Warszawa 2014, ss. 54-57.

¹¹¹ *Działalność przedsiębiorstw niefinansowych w 2012 r.*, GUS, Warszawa 2014, ss. 54-57.

¹¹² Liczebność próby dla każdego sektora różni się nieco w zależności od tego, czy pytanie dotyczyło WTP czy VOLL, gdyż nie wszystkie ankiety były kompletne. Jednak wyliczono tylko raz wagi, dla wielkości próby odpowiedzi na pytanie o VOLL.

Tabela 11. Liczebność przedsiębiorstw w próbie oraz liczebność po zważeniu wraz z wagami

Sektor	Suma	Liczba przedsiębiorstw w podgrupach – n realizacja			Liczba przedsiębiorstw w podgrupach – n po zważeniu			Waga*		
		mikro	małe	średnie i duże	mikro	małe	średnie i duże	mikro	małe	średnie i duże
Przemysł	223	47	79	97	205	13	5	4,361702	0,164556	0,051546
Usługi	281	122	88	71	272	7	2	2,229508	0,079545	0,028169

*waga pojedynczego rekordu w danym przedziale wielkości przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne.

Średnia WTP wyniosła 91,5 zł dla sektora usług i 120,04 zł dla sektora przemysłu, co zdaje się stanowić istotną różnicę gotowości do zapłaty pomiędzy sektorami. Przeprowadzony test istotności różnic średnich WTP w obu grupach (po uwzględnieniu wag) nie potwierdził jednak tego przypuszczenia. Przeprowadzony test równości wariancji w grupach wykazał brak równości, co powoduje, że jedno z istotnych założeń testów parametrycznych nie jest spełnione (założenie o rozkładzie normalnym również nie jest spełnione). W związku z powyższym przeprowadzono testy nieparametryczne. Pierwszy z nich – test U Manna-Whitneya – jest nieparametryczną alternatywą testu t-Studenta dla prób niezależnych. Wynikiem tego testu jest $p = 0,012$, a zatem różnica pomiędzy grupami jest istotna. Rodzaj sektora wpływa więc istotnie na przeciętny poziom deklarowanego WTP. Następnie, dla potwierdzenia, przeprowadzono najbardziej konserwatywny test Walda-Wolfowitza, który potwierdził wynik testu Manna-Whitneya o istotnym statystycznie wpływie sektora na przeciętny poziom zmiennej WTP.

Istotnie wyższe WTP występuje w sektorze przemysłowym, a niższe w sektorze usług, może być spowodowane wyższym zużyciem energii w sektorze przemysłowym. Potwierdza to test istotności różnic wartości oczekiwanych VOLL, które prezentuje gotowość do zapłaty na jednostkę niedostarczonej energii, gdzie zależność jest również statystycznie istotna, ale to VOLL w sektorze usług jest istotnie wyższe niż w sektorze przemysłu. Można więc wyciągnąć wniosek, że sektor usług jest bardziej uzależniony od dostaw energii elektrycznej, a zużycie energii jest wyższe w sektorze przemysłowym.

Celowe wydaje się również przetestowanie zależności WTP od sektora w grupach wielkości przedsiębiorstw. Stąd porównano mikroprzedsiębiorstwa sektora usług (średnia WTP = 85,8 zł) oraz mikroprzedsiębiorstwa sektora przemysłu (średnia WTP = 41,1 zł). To samo badanie przeprowadzono dla przedsiębiorstw małych sektora usług (średnia WTP = 138,7 zł) oraz przemysłu (średnia WTP = 890,3 zł) i odrębnie średnich i dużych sektora usług (średnia WTP = 825,2 zł) oraz przemysłu (średnia WTP = 1625,9 zł). Nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy między WTP w poszczególnych podsektorach (wyniki testu t-Studenta dla podsektora mikroprzedsiębiorstw to $p = 0,26$, dla podsektora małych przedsiębiorstw $p = 0,27$ i dla podsektora średnich i dużych przedsiębiorstw $p = 0,49$). Przy tym, przeprowadzone testy jednorodności wariancji nie wykazały braku jednorodności. Wy tłumaczeniem tak dużych różnic pomiędzy średnimi WTP przy jednoczesnym braku stwierdzonych istotnych statystycznie różnic może być rozkład odpowiedzi w próbie. Dominujący jest udział deklaracji zerowych, natomiast rozrzut deklaracji niezerowych jest ogromny, niejednokrotnie są to duże wartości, co może mieć znaczący wpływ na wartość średniej z próby. Jednak nie wpływa to na istotność statystyczną różnic pomiędzy średnimi w grupach.

Szacunek wartości średnich VOLL w próbie

Podstawowe statystyki podsumowujące odpowiedzi na pytanie wyceniające VOLL wyrażone w zł/kWh niedostarczonej energii są zawarte w tabeli 12. Parametry oszacowano dla grupy wszystkich danych (505 obserwacji, jednak nie wszystkie ankiety były kompletne, stąd próba nieznacznie różni się dla konkretnych pytań wyceniających). Ze względu na cel analizy podano również parametry rozkładów dokonując podziału próby w zależności od wielkości przedsiębiorstwa, sektora oraz województwa, w którym siedzibę ma przedsiębiorstwo.

Tabela 12. Oszacowane parametry rozkładu wszystkich danych dla VOLL, obliczonego na podstawie deklarowanej gotowości do zapłaty za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej

Oszacowany parametr/próba	N ważnych	Średnia dla VOLL	Przedział ufności 95%	Mediana	Odczylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Minimum	Maksimum
	[szt.]	[zł/kWh]	[zł/kWh]	[zł/kWh]	[zł/kWh]	[%]	[zł/kWh]	[zł/kWh]
Próba całkowita	430*	14,89	9,22-20,56	0,00	59,82	401,85	0,00	1100
W podziale: wielkość przedsiębiorstwa								
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	152	15,06	5,61-24,51	0,00	58,96	391,5	0,00	500
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	144	13,23	-2,06-28,52	0,00	92,84	701,7	0,00	1100
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	134	4,08	0,97-7,19	0,00	18,21	446,1	0,00	144,54
W podziale: sektor działalności								
Usługi	236	19,27	10,77-27,76	0,00	67,93	352,6	0,00	500
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	108	19,67	6,5-32,8	0,00	69	350,9	0,00	500
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	72	6,09	1,94-10,2	0,00	17,6	289,8	0,00	88
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	56	5,54	-0,1-11,18	0,00	21,1	380	0,00	144,54
Przemysł	194	4,68	0,08-9,28	0,00	33,64	718,1	0,00	1100
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	44	3,75	-0,21-7,71	0,00	13	347,7	0,00	66,26
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	72	20,38	-10,2-51	0,00	130,2	638,8	0,00	1100
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	78	3,03	-0,55-6,62	0,00	15,9	524,5	0,00	125

W podziale terytorialnym według województw										
dolnośląskie	33	15,49	-4,67-35,65	0,00	56,86	367,1	0,00	0,00	313,5	
kujawsko-pomorskie	21	11,83	-1,56-25,21	0,00	29,41	248,7	0,00	0,00	114,75	
lubelskie	13	13,96	-12,79-40,71	0,00	44,27	317,1	0,00	0,00	160,64	
lubuskie	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
łódzkie	24	3,44	-0,68-7,56	0,00	9,76	283,5	0,00	0,00	33,66	
małopolskie	34	3,25	-0,17-6,67	0,00	9,81	301,86	0,00	0,00	42,41	
mazowieckie	47	31,65	-15,63-78,94	0,00	161,05	508,83	0,00	0,00	1100	
opolskie	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
podkarpackie	18	31,68	-26,9-90,25	0,00	117,77	371,68	0,00	0,00	500	
podlaskie	14	10,04	-10,27-30,35	0,00	35,18	350,21	0,00	0,00	132	
pomorskie	35	7,95	0,58-15,33	0,00	21,47	270	0,00	0,00	111,8	
śląskie	50	3,35	-0,51-7,21	0,00	13,59	405,3	0,00	0,00	88	
świętokrzyskie	8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
warmińsko-mazurskie	32	6,18	-3,34-15,7	0,00	26,4	427,6	0,00	0,00	144,54	
wielkopolskie	51	13,66	-0,51-27,83	0,00	50,38	368,88	0,00	0,00	282,74	
zachodniopomorskie	34	2,02	-0,25-4,3	0,00	6,52	322	0,00	0,00	33,33	

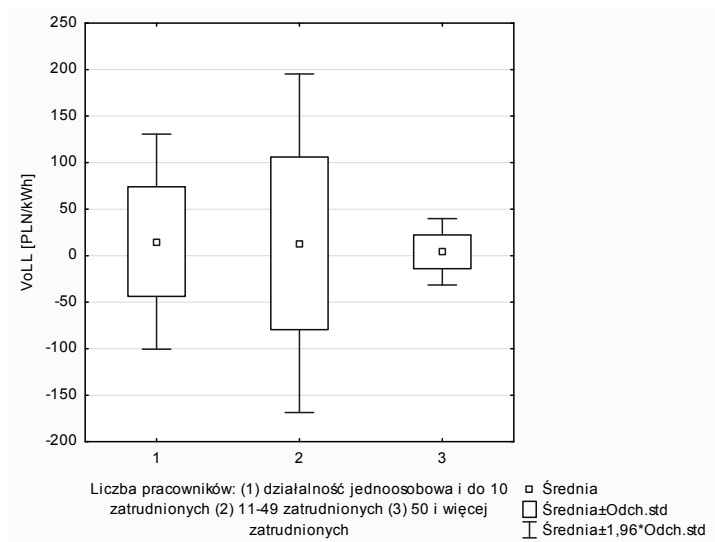
* Z uwagi na nieproporcjonalny dobór próby w warstwie „wielkość przedsiębiorstwa” dla wyliczenia statystyk opisowych w całej zbiorowości zastosowano odpowiednie wagi, tak aby próba stanowiła odzwierciedlenie populacji przedsiębiorstw w Polsce. Dotyczy to również warstwy „sektor działalności” gdzie zastosowano odrębnie wyliczone wagi, tak aby próba stanowiła odzwierciedlenie populacji generalnej.

Źródło: opracowanie własne.

Przedział ufności na poziomie istotności 95% to (9,22-20,56) dla średniej VOLL z całej próby obliczonej w zł/kWh na podstawie deklarowanej przez przedsiębiorstwa gotowości do zapłaty za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii. VOLL dla każdego przedsiębiorstwa zostało policzone jako iloraz gotowości do zapłaty i deklarowanego zużycia energii w kWh/h. Następnie wyciągnięto średnią ważoną, z uwagi na nieproporcjonalny dobór próby. Średnie VOLL wynosi 14,89 zł/kWh. Zwraca uwagę fakt, że mediana była zdecydowanie niższa od średniej i wynosiła 0 zł. Spowodowane było to dominującym udziałem deklaracji zerowych. Zróżnicowanie w próbie było duże, o czym świadczy odchylenie standardowe od średniej 59,82 zł (współczynnik zmienności na poziomie 4).

Porównanie wartości średnich VOLL pomiędzy grupami

Podobnie jak dla WTP, analiza zróżnicowania średniego VOLL w poszczególnych grupach respondentów została wykonana za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji w programie Statistica. Wyniki analizy VOLL w grupach wielkości przedsiębiorstw przedstawia wykres ramka-wąsy na rysunku 23.



Rysunek 23. Wykres ramka-wąsy dla VOLL w grupach wielkości przedsiębiorstw

Źródło: opracowanie własne.

Największy rozrzut odpowiedzi na pytanie o VOLL wystąpił w grupie małych przedsiębiorstw, nieco niższy w grupie mikroprzedsiębiorstw i zdecydowanie najniższy w grupie średnich i dużych przedsiębiorstw. Jeśli chodzi o średnie VOLL w każdej grupie, z uwagi na skalę rysunku różnice nie wydają się duże, jednak wartościowo są to różnice znaczne: (1) 15,06 zł/kWh; (2) 13,23 zł/kWh; (3) 4,08 zł/kWh. Dla zweryfikowania hipotezy o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi VOLL w grupach wielkości przedsiębiorstw przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji. Z analizy wynikało, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o równości średnich VOLL w grupach wielkości przedsiębiorstw. Jest to konkluzja, którą należy wnikliwie sprawdzić, tym bardziej, że stwierdzono statystycznie istotną różnicę pomiędzy WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw. Stąd, tak jak w przypadku testowania równości wartości oczekiwanych WTP, przeprowadzono testy jednorodności wariancji (przeprowadzony test parametryczny F wymaga spełnienia założeń o normalności rozkładu zmiennej oraz o jednorodności wariancji.) Test Levene'a odrzucił hipotezę o braku jednorodności wariancji, co oznacza iż należy być ostrożnym przy wnioskowaniu na temat różnic pomiędzy średnimi. Jednak, z omawianego już powodu różnej liczebności podgrup, przeprowadzono test Browna-Forsythe'a. Ten test wykazał brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o równości wariancji w grupach. Można w tej sytuacji przypuszczać, że rozkład zmiennej VOLL może odbiegać od normalnego, co jest prawdą w tym przypadku (wskazuje na to histogram). Aby to sprawdzić formalnie, przeprowadzono test Kołmogorowa-Smirnowa z poprawką Lillieforsa oraz test Shapiro-Wilka. Testy potwierdziły, że badana zmienna nie ma rozkładu normalnego. Przed wyciągnięciem ostatecznych wniosków odnośnie do różnic średnich VOLL w grupach wielkości przedsiębiorstw posłużono się więc testem nieparametrycznym Kruskala-Wallisa, z wynikiem $p = 0,3254$. Na podstawie wyniku testu ostatecznie można potwierdzić wniosek, że nie ma istotnie statystycznych różnic w VOLL pomiędzy grupami wielkości przedsiębiorstw.

Nie stwierdzono również różnicy pomiędzy średnimi VOLL grup respondentów doświadczających różnej intensywności przerw w dostawie energii (zarówno liczby, jak i przeciętnego oraz sumarycznego czasu trwania przerw w 2013 roku). Przeprowadzono również analizę wariancji średnich VOLL odrębnie w każdej z grup wielkości przedsiębiorstw w odniesieniu do intensywności doświadczanych przerw. Jak przypuszczano, również nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy w średnich VOLL w danej grupie wielkości przedsię-

biorstw w odniesieniu do intensywności doświadczanych przerw w dostawie energii.

Jeśli chodzi o porównanie wartości średnich VOLL pomiędzy sektorami to średnie VOLL wynosi 19,27 zł/kWh dla sektora usług i tylko 4,68 zł/kWh dla sektora przemysłu, co zdaje się stanowić istotną różnicę gotowości do zapłaty pomiędzy sektorami. Przeprowadzony test istotności różnic pomiędzy wartościami oczekiwanymi VOLL w obu grupach (po uwzględnieniu wag) potwierdza, że deklarowane WTP i stąd również wyliczone VOLL, zależy istotnie od sektora (wynik testu t-Studenta to $p = 0,005$), przy czym istotnie wyższe VOLL występuje w sektorze usług, a niższe w sektorze przemysłowym, co zgodne jest z intuicyjnym postrzeganiem siły uzależnienia poszczególnych sektorów od ciągłości dostaw energii elektrycznej.

Celowe wydaje się również przetestowanie zależności VOLL od sektora w grupach wielkości przedsiębiorstw. Stąd porównano mikroprzedsiębiorstwa sektora usług (średnie VOLL 19,7 zł/kWh) oraz mikroprzedsiębiorstwa sektora przemysłu (średnie VOLL 3,8 zł/kWh). To samo badanie przeprowadzono dla przedsiębiorstw małych sektora usług (średnie VOLL 6,1 zł/kWh) i małych sektora przemysłu (średnie VOLL 20,4 zł/kWh) oraz odrębnie średnich i dużych sektora usług (średnie VOLL 5,5 zł/kWh) i przemysłu (średnie VOLL 3 zł/kWh) ponownie stosując test Z, który w tym przypadku jest lepszą alternatywą dla klasycznego testu t-Studenta.

Nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy między VOLL w poszczególnych podsektorach (dla podsektora mikroprzedsiębiorstw $p = 0,13$, dla podsektora małych przedsiębiorstw $p = 0,36$ i dla podsektora średnich i dużych przedsiębiorstw $p = 0,43$).

Na podstawie przeprowadzonych analiz można wysnuć bardziej ogólny wniosek, że pomimo dominującego udziału deklaracji zerowych oraz dużej wariancji odpowiedzi niezerowych deklarowanych kwot WTP, a co za tym idzie, VOLL (wpływającej na wiarygodność badania) badanie było poprawne, gdyż potwierdza zależności wykazywane w literaturze przedmiotu i zgodne z teorią ekonomii.

Szacunek wartości średnich WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii w próbie bez respondentów protestujących

Podstawowe statystyki podsumowujące odpowiedzi na pytanie wyceniające o WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii wyrażone w zł

w grupie bez respondentów protestujących są zawarte w tabeli 13. Po usunięciu respondentów protestujących w próbie pozostało 449 obserwacji, jednak nie wszystkie ankiety były kompletne, stąd próba nieznacznie różniła się dla konkretnych pytań wyceniających. Ze względu na cel analizy podano również parametry rozkładów dokonując podziału próby na sektory, województwa według siedziby przedsiębiorstwa oraz z uwagi na wielkość przedsiębiorstwa.

Po usunięciu tych obserwacji średnia kwota WTP z próby wzrosła o 6,9 zł (około 7%) i wyniosła 103 zł. Przedział ufności dla obliczonej w nowych warunkach średniej WTP na poziomie istotności 95% określono na (9,4 – 196,5). Zwraca uwagę fakt, że mediana jest zdecydowanie niższa od średniej i nadal wynosi 0 zł. Zróżnicowanie w próbie było nieco mniejsze lecz nadal duże, o czym świadczy współczynnik zmienności na poziomie 9,7.

Przeprowadzone badanie może posłużyć ewaluatorom projektów w sektorze energetycznym do wyceny wpływu projektu na poziom bezpieczeństwa energetycznego. Zaleca się, aby dla praktycznego zastosowania wyników badania posługiwać się wartościami uzyskanymi w próbie bez respondentów protestujących.

Tabela 13. Oszacowane parametry rozkładu danych po usunięciu respondentów protestujących dla WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii

Oszacowany parametr/próba	N ważnych	Średnia dla WTP bez protestujących	Przedział ufności 95%	Mediana	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	[zł/kWh]	
							Minimum	Maksimum
Próba całkowita	388*	103	9,4-196,5	0,00	999,5	971	0,00	50000
W podziale: wielkość przedsiębiorstwa								
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	149	78,1	40,6-115,6	0,00	231,7	296,7	0,00	1600
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	124	600,8	-200,3-1402	0,00	4507	750,1	0,00	50000
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	115	1561,2	216-2906,3	0,00	7281,7	466,4	0,00	50000
W podziale: sektor działalności								
Usługi:	219	97,5	67,8-127,2	0,00	331,1	340	0,00	15000
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	107	91,45	43,4-139,5	0,00	250,6	274	0,00	1600
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	64	162,5	51,3-273,7	0,00	445,3	274	0,00	2500
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	48	962,8	139,33-1786,2	0,00	2855,8	294,5	0,00	15000
Przemysł:	169	129,7	-140,8-400,2	0,00	1922,7	1482,3	0,00	50000
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	42	44,05	-9,71-97,8	0,00	172,5	391,7	0,00	1000
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	60	1068,4	-560-2736,6	0,00	6457,7	604,4	0,00	50000
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	67	1990	-264,4-4244,1	0,00	9242	464,4	0,00	50000

W podziale terytorialnym według województw									
dolnośląskie	31	96,8	-0,03-193,6	0,00	264	272,7	0,00	1000	
kujawsko-pomorskie	20	196	-122,6-514,6	0,00	680,8	347,4	0,00	3000	
lubelskie	11	209,1	-117,9-536,1	0,00	486,7	232,8	0,00	1600	
lubuskie	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
łódzkie	23	500,2	-400,7-1401,2	0,00	2083,4	416,5	0,00	10000	
małopolskie	33	694	-270,1-1658	0,00	2719	392	0,00	15000	
mazowieckie	43	3112,1	-406,6-6630,8	0,00	11433,5	67,4	0,00	50000	
opolskie	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
podkarpackie	10	5180	-6088-16448	0,00	15751,6	304,1	0,00	50000	
podlaskie	14	107,1	-60-274,3	0,00	289,5	270,2	0,00	1000	
pomorskie	31	156,5	15,8-297,1	0,00	383,4	245	0,00	2000	
śląskie	48	163,1	-52,7-378,8	0,00	743	455,6	0,00	5000	
świętokrzyskie	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
warmińsko-mazurskie	28	359	-127-844,8	0,00	1253	349,1	0,00	6000	
wielkopolskie	49	159,2	33,2-285,2	0,00	438,6	275,5	0,00	2500	
zachodniopomorskie	30	146,7	-66,3-360	0,00	570,4	388,9	0,00	3000	

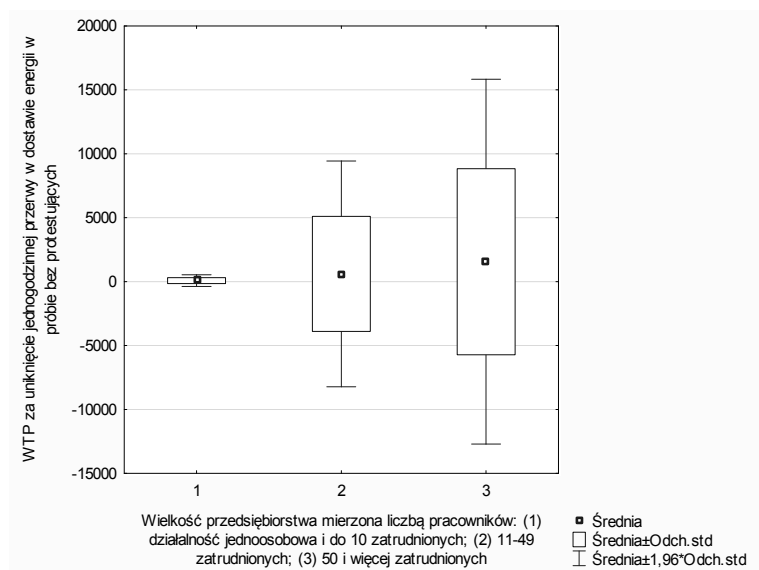
* Z uwagi na nieproporcjonalny dobór próby w warstwie „wielkość przedsiębiorstwa” dla wyliczenia statystyk opisowych w całej zbiorowości zastosowano odpowiednie wagi, tak aby próba stanowiła odzwierciedlenie populacji przedsiębiorstw w Polsce. Dotyczy to również warstwy „sektor działalności” gdzie zastosowano odrębnie wyliczone wagi, tak aby próba stanowiła odzwierciedlenie populacji generalnej.

Źródło: opracowanie własne.

Porównanie wartości średnich WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii pomiędzy grupami w próbie bez respondentów protestujących

Analiza bez respondentów protestujących została przeprowadzona dla tych samych grup, jak powyżej dla całej próby (z uwzględnieniem respondentów protestujących), a zatem przedstawiono zależności pomiędzy wysokością WTP a wielkością przedsiębiorstwa, sektorem, przerwami oraz zakłóceniami w dostawach energii, których doświadczyli respondenci (na podstawie pytań poprzedzających pytanie wyceniające – częstotliwość przerw oraz czas trwania przerw).

Wyniki analizy WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw w próbie bez respondentów protestujących przedstawia wykres ramka-wąsy (rysunek 24).



Rysunek 24. Wykres ramka-wąsy dla WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw w próbie bez respondentów protestujących

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie rysunku można wyciągnąć wniosek że, tak jak w próbie ogólnej, największy rozrzut odpowiedzi na pytanie o WTP wystąpił w grupie średnich i dużych przedsiębiorstw, nieco niższy był w grupie małych przedsiębiorstw i zdecydowanie najniższy w grupie mikroprzedsiębiorstw. Jeśli chodzi o średnie WTP w każdej grupie, różnice wartościowe były znaczne: (1) 78,1 zł;

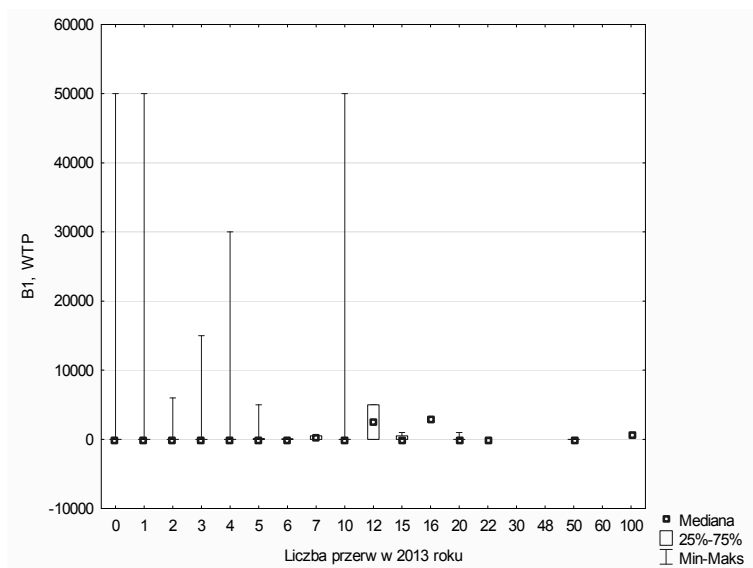
(2) 600,8 zł; (3) 1561,2 zł. Dla zweryfikowania hipotezy o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji. Z analizy wynikało, że na poziomie istotności 0,05 należy odrzucić hipotezę zerową o równości wartości oczekiwanych WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw. Jednorodność wariancji sprawdzono zarówno testem Levene'a, jak i testem Browna-Forsythe'a. Oba testy odrzuciły hipotezę o braku jednorodności wariancji, co oznacza, iż należy być ostrożnym przy interpretacji wyników.

Ponownie postawiono pytanie, czy da się określić grupę przedsiębiorstw, która odpowiedzialna jest za odrzucenie hipotezy zerowej o równości średnich WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw. W tym celu przeprowadzono test *post-hoc* RIR Tukey'a. Wynik testu wskazuje, że o odrzuceniu hipotezy o równości wariancji średnich WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw ponownie (tak, jak w próbie ogólnej) zadecydowała znaczna różnica pomiędzy średnimi grupy pierwszej i trzeciej, a więc mikro- oraz średnich i dużych przedsiębiorstw. Można więc utworzyć dwie jednorodne grupy przedsiębiorstw: pierwsza to mikro oraz małe, druga grupa to małe oraz średnie i duże przedsiębiorstwa.

Nie stwierdzono natomiast różnicy pomiędzy średnimi WTP grup respondentów doświadczających różnej intensywności przerw w dostawie energii (zarówno liczby, jak i przeciętnego oraz sumarycznego czasu trwania przerw w 2013 roku). Przykładowy skategoryzowany wykres ramka-wąsy dotyczący deklarowanych WTP w zależności od liczby doświadczanych przerw w dostawie energii w 2013 roku przedstawia rysunek 25.

Przeprowadzono również analizę wariancji średnich WTP odrębnie w każdej z grup wielkości przedsiębiorstw w odniesieniu do intensywności doświadczanych przerw. Jak przypuszczano, również nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy w średnich WTP w poszczególnych grupach wielkości przedsiębiorstw w odniesieniu do intensywności doświadczanych przerw w dostawie energii (przykładowo wyniki testu F dla grupy mikroprzedsiębiorstw to $p = 0,53$; dla małych przedsiębiorstw $p = 0,74$; a dla średnich i dużych przedsiębiorstw $p = 0,82$).

Jeśli chodzi o porównanie wartości średnich WTP pomiędzy sektorami, średnia WTP wyniosła 97,5 zł dla sektora usług i 129,7 zł dla sektora przemysłu. Przeprowadzony test istotności różnic średnich WTP w obu grupach (po uwzględnieniu wag) nie potwierdził jednak istotności różnic ($p = 0,723$).



Rysunek 25. Skategoryzowany wykres ramka-wąsy WTP w zależności od liczby doświadczanych przerw w dostawie energii w 2013 roku

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzone testy Levene'a oraz Browna-Forsythe'a potwierdziły założenie o równości wariancji w grupach, co dowiodło poprawności analizy. Natomiast założenie o normalności rozkładu nie było spełnione. Biorąc pod uwagę ten fakt oraz wykazane wcześniej statystycznie istotne różnice pomiędzy WTP w obu sektorach w próbie ogólnej, zdecydowano o przeprowadzeniu testów nieparametrycznych. Test U Manna-Whitneya dał wynik $p = 0,016$, a zatem różnica pomiędzy grupami jest istotna. Sektor wpływa istotnie na przeciętny poziom deklarowanego WTP. Następnie przeprowadzono test Walda-Wolfowitza, który potwierdził wynik testu Manna-Whitneya o istotnym statystycznie wpływie sektora na przeciętny poziom zmiennej WTP (tabela 14).

Istotnie wyższe WTP występuje w sektorze przemysłowym, a niższe w sektorze usług (ta sama zależność została stwierdzona w próbie ogólnej, czyli z uwzględnieniem respondentów protestujących).

Tabela 14. Arkusz wyników testu Walda-Wolfowitza

Zmienna	Test serii Walda Wolfowitza względem zmiennej: Sektor					
	Zaznaczone efekty są istotne z $p < 0,05$					
	Średnia przemysł	Średnia usługi	Z	p	Z skoryg.	p
WTP bez protest.	694,3254	177,3185	-14,2143	0,00	14,17644	0,00

Źródło: opracowanie własne.

Celowe wydaje się również przetestowanie zależności WTP od sektora w grupach wielkości przedsiębiorstw. Stąd porównano mikroprzedsiębiorstwa sektora usług (średnia WTP = 91,45 zł) oraz mikroprzedsiębiorstwa z sektora przemysłu (średnia WTP = 44,05 zł). To samo badanie przeprowadzono dla przedsiębiorstw małych sektora usług (średnia WTP = 162,5 zł) oraz przemysłu (średnia WTP = 1068,4 zł) i odrębnie przedsiębiorstw średnich i dużych sektora usług (średnia WTP = 962,8 zł) oraz przemysłu (średnia WTP = 1990 zł). Wyniki testu t-Studenta dla analizowanych grup przedsiębiorstw nie wykazały statystycznie istotnej różnicy między WTP w poszczególnych podsektorach (przy czym założenie o jednorodności wariancji było spełnione).

Szacunek wartości średnich VOLL w próbie bez respondentów protestujących

Podstawowe statystyki podsumowujące odpowiedzi na pytanie wyceniające VOLL wyrażone w zł/kWh niedostarczonej energii w grupie bez respondentów protestujących przedstawiono w tabeli 15. Po ich usunięciu pozostało w próbie 449 obserwacji, jednak nie wszystkie ankiety były kompletne. Stąd próba nieznacznie różni się dla konkretnych pytań wyceniających. Ze względu na cel analizy podano również parametry rozkładów dokonując podziału próby na sektory, województwa według siedziby przedsiębiorstwa oraz ze względu na wielkość przedsiębiorstwa, tak jak w poprzednich punktach.

Tabela 15. Oszacowane parametry rozkładu danych dla VOLL, obliczonego na podstawie deklarowanej gotowości do zapłaty za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej, po usunięciu respondentów protestujących

Oszacowany parametr/próba	N ważnych	Średnia dla VOLL bez protestujących	Przedział ufności 95%	Mediana	OchYLENIE standardowe	Współczynnik zmienności	Minimum	Maximum
			[zł/kWh]			[%]		[zł/kWh]
P	375*	15,98	9,67-22,29	0,00	62,1	388,56	0,00	1100
W podziale: wielkość przedsiębiorstwa								
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	142	16,12	6,02-26,22	0,00	60,88	377,6	0,00	500
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	121	15,75	-2,46-33,95	0,00	101,15	642,36	0,00	1100
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	112	4,88	1,17-8,6	0,00	19,83	406,08	0,00	144,54
W podziale: sektor działalności								
Usługi:	210	20,65	14,18-27,11	0,00	70,04	339,26	0,00	500
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	101	21,03	7-35,09	0,00	71,2	338,5	0,00	500
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	61	7,2	2,32-12,04	0,00	19	264,2	0,00	88
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	48	6,5	-0,11-13,04	0,00	22,7	350,3	0,00	144,54
Przemysł:	165	5,07	0,09-10,05	0,00	35	689,84	0,00	1100
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	41	4,02	-0,23-8,28	0,00	13,5	334,9	0,00	66,26
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	60	24,4	-12,3-61,2	0,00	142,4	582	0,00	1100
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	64	3,7	-0,68-8,07	0,00	17,5	473,9	0,00	125

W podziale terytorialnym według województw										
dolnośląskie	31	16,49	-5-38	0,00	58,58	355,25	0,00	0,00	313,5	
kujawsko-pomorskie	20	12,42	-1,65-26,48	0,00	30,05	242	0,00	0,00	114,75	
lubelskie	11	16,5	-15,76-48,76	0,00	48,02	291	0,00	0,00	160,64	
lubuskie	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
łódzkie	21	3,93	-0,78-8,65	0,00	10,36	263,54	0,00	0,00	33,66	
małopolskie	31	3,56	-0,19-7,32	0,00	10,3	287,1	0,00	0,00	42,41	
mazowieckie	42	35,42	-17,61-88,45	0,00	170,18	480,5	0,00	0,00	1100	
opolskie	6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
podkarpackie	10	57,03	-55,15-169,21	0,00	156,82	275	0,00	0,00	500	
podlaskie	13	10,82	-11,23-32,87	0,00	36,49	337,33	0,00	0,00	132	
pomorskie	29	9,6	0,73-18,47	0,00	23,23	242,9	0,00	0,00	111,8	
śląskie	46	3,64	-0,56-7,84	0,00	14,14	388,05	0,00	0,00	88	
świętokrzyskie	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
warmińsko-mazurskie	28	7,06	-3,87-17,98	0,00	28,18	399,28	0,00	0,00	144,54	
wielkopolskie	47	14,82	-0,55-30,19	0,00	52,4	353,29	0,00	0,00	282,74	
zachodniopomorskie	29	2,37	-0,29-5,04	0,00	7,01	295,5	0,00	0,00	33,33	

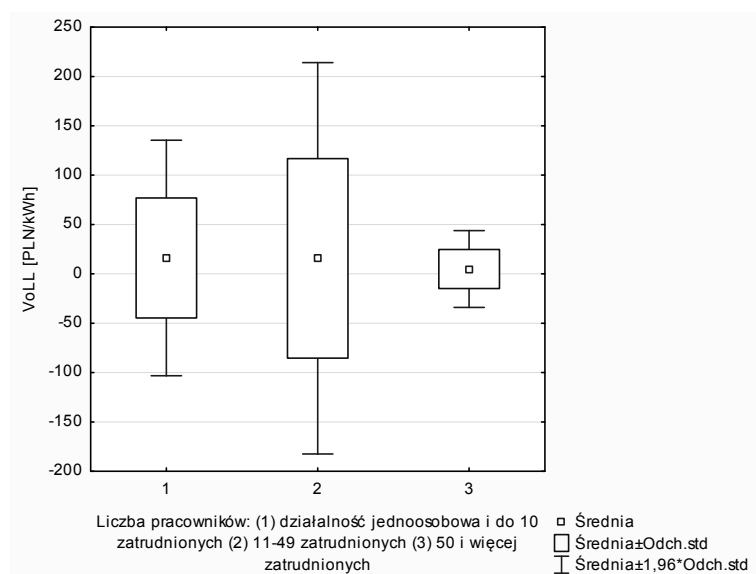
* Z uwagi na nieproporcjonalny dobór próby w warstwie „wielkość przedsiębiorstwa” dla wyliczenia statystyk opisowych w całej zbiorowości zastosowano odpowiednie wagi, tak aby próba stanowiła odzwierciedlenie populacji przedsiębiorstw w Polsce. Dotyczy to również warstwy „sektor działalności” gdzie zastosowano odrębnie wyliczone wagi, tak aby próba stanowiła odzwierciedlenie populacji generalnej.

Źródło: opracowanie własne.

Po usunięciu obserwacji dotyczących respondentów protestujących średnia kwota VOLL z próby wzrosła o 1,09 zł/kWh (około 7%) i wyniosła 15,98 zł/kWh. Przedział ufności dla obliczonej w nowych warunkach średniej VOLL na poziomie istotności 95% to (9,67-22,29 zł). Zwraca uwagę fakt, że mediana jest zdecydowanie niższa od średniej i nadal wynosi 0 zł/kWh. Zróznicowanie w próbie jest nieco mniejsze, lecz nadal duże, o czym świadczy odchylenie standardowe od średniej na poziomie 62,1 zł/kWh (współczynnik zmienności na poziomie 3,9).

Porównanie wartości średnich VOLL pomiędzy grupami w próbie bez respondentów protestujących

Analiza została przeprowadzona dla tych samych grup, co dla całej próby (z uwzględnieniem respondentów protestujących), a zatem przedstawiono zależności pomiędzy wysokością VOLL a wielkością przedsiębiorstwa, sektorem, przerwami oraz zakłóceniami w dostawach energii, których doświadczyli respondenci. Wyniki analizy VOLL w grupach wielkości przedsiębiorstw przedstawia wykres ramka-wąsy (rysunek 26).



Rysunek 26. Wykres ramka-wąsy dla VOLL w grupach wielkości przedsiębiorstw w próbie bez respondentów protestujących

Źródło: opracowanie własne.

Tak jak w przypadku analizy na całej próbie, tutaj również największy rozrzut odpowiedzi na pytanie o VOLL wystąpił w grupie małych przedsiębiorstw, nieco niższy w grupie mikroprzedsiębiorstw i zdecydowanie najniższy w grupie średnich i dużych przedsiębiorstw. Jeśli chodzi o średnie VOLL, ponownie występują znaczące różnice pod względem wartości, szczególnie pomiędzy grupami średnich i dużych oraz mikroprzedsiębiorstw: (1) 16,12 zł/kWh; (2) 15,75 zł/kWh; (3) 4,88 zł/kWh. Dla zweryfikowania hipotezy o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi VOLL w grupach wielkości przedsiębiorstw przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji. Z analizy wynikało, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o równości średnich VOLL w grupach wielkości przedsiębiorstw.

Nie stwierdzono też różnicy pomiędzy średnimi VOLL grup respondentów doświadczających różnej intensywności przerw w dostawie energii (zarówno liczby, jak i przeciętnego oraz sumarycznego czasu trwania przerw w 2013 roku). Przeprowadzono również analizę wariancji wartości oczekiwanych VOLL odrębnie w każdej z grup wielkości przedsiębiorstw w odniesieniu do intensywności doświadczanych przerw. Jak było do przewidzenia, również nie stwierdzono statystycznie istotnej różnicy w średnich VOLL w danej grupie wielkości przedsiębiorstw w odniesieniu do intensywności doświadczanych przerw w dostawie energii.

Jeśli chodzi o podział sektorowy na usługi i przemysł, VOLL w sektorze przemysłowym wyniosło 5,07 zł/kWh, a w sektorze usług 20,65 zł/kWh. Niższe VOLL w sektorze przemysłowym jest zgodne z wynikami większości badań literaturowych. Należy jednak zauważyć, że ze względu na strukturę przedsiębiorstw w tym sektorze, czyli o wiele wyższy odsetek średnich i dużych przedsiębiorstw, a niższy odsetek mikro- i małych przedsiębiorstw niż w sektorze usług, zgodnie z zależnością opisaną w poprzednich podpunktach można było oczekiwać, że VOLL liczony w zł/kWh niedostarczonej energii będzie niższy, ale gotowość do zapłaty za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii powinna być wyższa. A zatem większe przedsiębiorstwa wartościowo są skłonne płacić więcej, ale ze względu na znacznie wyższe zużycie energii już gotowość do zapłaty obliczona na jednostkę niedostarczonej energii okazuje się niższa. Przeprowadzony test istotności różnic pomiędzy średnimi VOLL w obu grupach potwierdził, że deklarowane WTP i stąd również wyliczone VOLL zależą istotnie od sektora (tabela 16), przy czym istotnie wyższe VOLL występuje w sektorze usług, a niższe w sektorze przemysłowym, co zgodne jest z intuicyjnym

postrzeganiem siły uzależnienia poszczególnych sektorów od ciągłości dostaw energii elektrycznej.

Tabela 16. Wyniki testu *t*-Studenta równości wartości oczekiwanych VOLL pomiędzy sektorem usług i przemysłowym, po usunięciu respondentów protestujących

Zmienna	Testy <i>t</i> ; Grupująca: Sektor; Grupa 1: przemysłowy; Grupa 2: usługowy							
	Średnia przemysłowy	Średnia usługowy	<i>t</i>	df	<i>p</i>	T oddz. est.war.	df	P dwustron.
VOLL ogólne	5,069342	20,64604	-2,92968	643,0461	0,003513	-3,75603	626,9067	0,000189

Źródło: opracowanie własne.

Poza testem *t*-Studenta przeprowadzono również test Cochran-Coxa, który jest stosowany dla niejednorodnych wariancji. Wyniki obu testów są zgodne. Test Cochran-Coxa zastosowano dla potwierdzenia, ponieważ przeprowadzone testy Levene'a oraz Browna-Forsythe'a nakazywały odrzucić hipotezę o jednorodności wariancji.

Przed wyciągnięciem ostatecznych wniosków odnośnie do różnic średnich VOLL w sektorach przedsiębiorstw, posłużono się testem nieparametrycznym Kruskala-Wallisa. Test potwierdził odrzucenie hipotezy o równości wariancji w obu grupach. Zatem można wyciągnąć wniosek, że różnice te nie wystąpiły losowo, a w populacji występuje statystycznie istotna różnica pomiędzy gotowością do zapłaty, a co za tym idzie, także VOLL pomiędzy sektorem usługowym i przemysłowym.

Wydaje się również zasadne przetestowanie zależności VOLL od sektora w grupach wielkości przedsiębiorstw w próbie bez respondentów protestujących. Porównano mikroprzedsiębiorstwa sektora usług (średnia VOLL = 21,03 zł/kWh) oraz mikroprzedsiębiorstwa sektora przemysłu (średnia VOLL = 4,02 zł/kWh). To samo badanie przeprowadzono dla przedsiębiorstw małych (w sektorze usług średnia VOLL = 7,2 zł/kWh oraz w przemysłowym 24,4 zł/kWh) i odrębnie średnich i dużych obu sektorów (w sektorze usług średnia VOLL = 6,5 zł/kWh oraz w sektorze przemysłowym 3,7 zł/kWh). Wyniki testu *t*-Studenta dla analizowanych grup przedsiębiorstw to odpowiednio *p* = 0,13; *p* = 0,35 oraz

$p = 0,47$. Nie można zatem odrzucić hipotezy o identyczności średnich w poszczególnych grupach.

Uzależnienie gotowości do zapłaty od przyczyny przerwy w dostawie energii

W badaniu przetestowano preferencje odbiorców związane z gotowością do zapłaty w zależności od przyczyny wystąpienia przerwy w dostawie energii. Po głównym pytaniu wyceniającym, gdzie respondenci deklarowali WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii (bez podania przyczyny), zadano trzy dodatkowe pytania przedstawiające krótkie scenariusze wystąpienia jednogodzinnej przerwy w dostawie energii wywołanej: (1) siłą wyższą, (2) niską jakością sieci oraz (3) brakiem mocy w systemie. Okazuje się, że deklaracje WTP są diametralnie różne w zależności od przyczyny. Nie można jednak wskazać trendu polegającego na tym, że odpowiedzi są jednoznacznie wyższe lub niższe dla konkretnej przyczyny wystąpienia przerwy w dostawie energii. Wyższy jest też odsetek braku odpowiedzi, co może świadczyć o niepełnym zrozumieniu scenariuszy przez respondentów i ich dezorientacji co do treści pytań. Odpowiedzi na wspomniane trzy pytania wyceniające po przeliczeniu deklarowanych kwot na VOLL w zł/1 kWh niedostarczonej energii przedstawiono w tabeli 17. Analizy przeprowadzono w grupie bez respondentów protestujących.

Tabela 17. Oszacowane parametry rozkładu danych po usunięciu respondentów protestujących dla VOLL, obliczonego na podstawie deklarowanej gotowości do zapłaty za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej w zależności od wskazanej przyczyny

Oszacowany parametr/ przyczyna jednogodzinnej przerwy	N ważnych	Średnia dla VOLL bez protestujących	Przedział ufności 95%	Mediana	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Minimum	Maksimum	[zł/kWh]	
									[zł/kWh]	[%]
Cała próba bez respondentów protestujących										
Siła wyższa	391*	15,12	6,49-23,75	0,00	86,77	574,03	0,00	1442,04		
Niska jakość sieci	396*	11,17	5,07-17,27	0,00	61,7	552,1	0,00	1060,8		
Brak mocy w systemie	387*	13,28	4,4-22,16	0,00	88,86	669,2	0,00	2121,6		
Mikroprzedsiębiorstwa 1-10 zatrudnionych (bez protestujących)										
Siła wyższa	148	15,43	1,20-29,67	0	87,64	567,89	0	1000		
Niska jakość sieci	149	11,35	1,38-21,33	0	61,62	542,71	0	673,2		
Brak mocy w systemie	143	13,50	-1,15-28,13	0	88,57	656,57	0	1009,8		
Małe przedsiębiorstwa 11-49 zatrudnionych (bez protestujących)										
Siła wyższa	125	3,52	1,28-5,76	0	12,65	359,13	0	88		
Niska jakość sieci	126	3,21	1,12-5,3	0	11,86	369,53	0	88		
Brak mocy w systemie	122	4,6	1,95-7,24	0	14,75	320,85	0	88		
Średnie i duże przedsiębiorstwa 50 i więcej zatrudnionych (bez protestujących)										
Siła wyższa	117	21,96	-4,05-47,96	0	142,03	646,88	0	1442		
Niska jakość sieci	120	18,97	-4,61-42,55	0	130,43	687,53	0	1060,8		
Brak mocy w systemie	121	20,3	-14,43-55,03	0	192,95	950,66	0	2121,6		

* Z uwagi na nieproporcjonalny dobór próby w warstwie „wielkość przedsiębiorstwa” dla wyliczenia statystyk opisowych w całej zbiorowości zastosowano odpowiednie wagi, tak aby próba stanowiła odzwierciedlenie populacji przedsiębiorstw w Polsce.

Źródło: opracowanie własne.

Z tabeli wynika, że respondenci przypisywali najwyższe wartości VOLL (średnia VOLL równa 15,98 zł/kWh) dla pierwszego pytania wyceniającego, w którym nie wskazano na przyczynę wystąpienia przerwy w dostawie energii. Następne pytanie dotyczące przerwy spowodowanej siłą wyższą, dało średnie VOLL równe 15,12 zł/kWh. Kolejne pytanie, dotyczące przerwy wywołanej niską jakością sieci, dało średnie VOLL najniższe, równe 11,17 zł/kWh, a pytanie dotyczące przerwy wywołanej brakiem mocy w systemie dało średnią VOLL wyższą, równą 13,28 zł/kWh. Taki układ średnich VOLL świadczy o tym, że odpowiedzi nie są wprost powiązane z kolejnością pytań. Dowodzi to, że badanie nie było obciążone błędem systematycznym w postaci sugerowania się kolejnością pytań, gdzie często pierwszemu pytaniu wyceniającemu przypisuje się najwyższą wartość WTP, a kolejnym pytaniom wartości coraz niższe. Błąd taki jest dość częsty i wynika z tego, że respondenci niejako sugerują się kolejnością pytań, wierząc w to, że dobro opisywane w pierwszym pytaniu „powinno być” najcenniejsze, a kolejne dobra są coraz mniej istotne.

Przeprowadzono również test istotności różnic wartości oczekiwanych VOLL bez podawania przyczyny wystąpienia przerwy w dostawie energii oraz dla trzech wskazanych przyczyn (porównanie czterech wartości oczekiwanych VOLL) w próbie przedsiębiorstw bez respondentów protestujących. Jak się spodziewano, nie stwierdzono istotnej statystycznie różnicy w średniej VOLL w zależności od podanej przyczyny przerwy w dostawie energii (wynik testu F to $p = 0,985$).

Jeśli chodzi o średnie VOLL w podziale według wielkości przedsiębiorstw, najniższe średnie wartości VOLL dla trzech wskazanych przyczyn przerwy w dostawie energii występują w grupie małych przedsiębiorstw, wyższe w sektorze mikroprzedsiębiorstw, a najwyższe w sektorze średnich i dużych przedsiębiorstw. Trudno jest wskazać przyczynę takiego układu średnich VOLL.

Przeprowadzono również test istotności różnic wartości oczekiwanych VOLL w każdej z grup wielkości przedsiębiorstw odrębnie, w zależności od wskazanej przyczyny przerwy w dostawie energii. Różnice średnich VOLL nie wydają się duże i test potwierdził brak statystycznie istotnych różnic wartości oczekiwanych VOLL we wszystkich grupach wielkości przedsiębiorstw. Istotny wniosek jest taki, że przyczyna przerwy w dostawie energii nie ma istotnego wpływu na deklarowane wartości gotowości do zapłaty za uniknięcie przerwy.

Zostały także utworzone macierze korelacji deklarowanych VOLL w zależności od przyczyny przerwy w zasilaniu. Prezentuje je tabela 18.

Tabela 18. Macierz korelacji dla zmiennych VOLL w zależności od przyczyny przerwy w zasilaniu dla próby bez respondentów protestujących

Zmienna	Korelacje (próba bez respondentów protestujących) Współczynniki korelacji są istotne z $p = 0,05$ $N = 353$			
	VOLL ogólne	VOLL siła wyższa	VOLL jakość sieci	VOLL brak mocy
VOLL ogólne	1,0	0,2595 $p = 0,00$	0,0750 $p = 0,16$	0,1150 $p = 0,031$
VOLL siła wyższa	0,2595 $p = 0,00$	1,0	0,6816 $p = 0,00$	0,1188 $p = 0,026$
VOLL jakość sieci	0,075 $p = 0,16$	0,6816 $p = 0,00$	1,0	0,5969 $p = 0,00$
VOLL brak mocy	0,1150 $p = 0,031$	0,1188 $p = 0,026$	0,5969 $p = 0,00$	1,0

Źródło: opracowanie własne.

Wszystkie zmienne korelują się ze sobą dodatnio, co należy interpretować następująco: respondenci podający wyższe kwoty w odpowiedzi na pytanie co do uniknięcia przerwy w dostawie energii wynikającej z konkretnej przyczyny, podawali też wyższe kwoty przy odpowiedziach co do innych przyczyn. Zatem respondentów można próbować uporządkować liniowo względem wysokości płaconych kwot. Nie zachodzi taka sytuacja, że niektórzy respondenci są skłonni płacić więcej za uniknięcie przerwy w dostawie energii wynikającej z konkretnej przyczyny, a za inne mniej, a inni podają wysokości kwot odwrotnie.

Jeśli chodzi o siłę korelacji, to najsłabiej koreluje VOLL bez podania przyczyny wystąpienia przerwy w dostawie energii. Natomiast występuje dość silna korelacja między niektórymi VOLL z podaniem przyczyny wystąpienia przerwy. Najsilniej skorelowane są w parach: gotowość do zapłaty za przerwę w zasilaniu wynikającą z niskiej jakości sieci, co za tym idzie „VOLL jakość sieci” oraz działania siły wyższej „VOLL siła wyższa” oraz druga para: gotowość do zapłaty za przerwę w zasilaniu spowodowaną niską jakością sieci „VOLL jakość sieci” z gotowością do zapłaty za przerwę w zasilaniu spowodowaną brakiem mocy w systemie elektroenergetycznym „VOLL brak mocy”.

Niemal wszystkie korelacje (poza korelacją „VOLL ogólne” i „VOLL jakość sieci” są statystycznie istotne (co oznacza, że zależność stwierdzona w próbie nie jest losowa, a występuje również w populacji generalnej przedsiębiorstw w Polsce).

Wydaje się, że powyższe wyniki korelacji zmiennych VOLL, tak samo jak wyniki testu istotności różnic wartości oczekiwanych poszczególnych VOLL (nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic średnich „VOLL ogólne”, „VOLL siła wyższa”, „VOLL jakość sieci”, „VOLL brak mocy”) wskazują na to, że deklarowana przez respondentów gotowość do zapłaty nie jest uzależniona od wskazywanej przyczyny wystąpienia przerwy w dostawie energii. Należy to interpretować pozytywnie, czyli że podane wartości gotowości do zapłaty i wyliczone na tej podstawie VOLL mogą być interpretowane jako oszacowany przez respondentów koszt wystąpienia przerwy w przeliczeniu na 1 kWh niedostarczonej energii. Wydaje się też, że najważniejsze jest dla celów kształtowania polityki energetycznej i planowania inwestycji kierowanie się średnią WTP lub VOLL dla wariantu bez wskazywania przyczyny wystąpienia przerwy w dostawie energii w próbie po usunięciu respondentów protestujących.

3.4 Szacunek kosztów przerw w zasilaniu odbiorców energii elektrycznej w Polsce w 2014 roku

Szacunek kosztu przerw w zasilaniu odbiorców energii elektrycznej w Polsce w 2014 roku został przeprowadzony z wykorzystaniem wskaźników WTP obliczonych w badaniu pierwotnym kosztów przerw w dostawie energii polskich przedsiębiorstw oraz w odniesieniu do sektora gospodarstw domowych w badaniu z 2011 roku¹¹³. Publicznie dostępne informacje publikowane przez Krajowe Sieci Elektroenergetyczne (KSE) w formie raportu rocznego za 2014 roku¹¹⁴, dotyczące ograniczeń w dostawie energii elektrycznej oraz wartości krajowego zużycia energii elektrycznej zostały wykorzystane w celu obliczenia sumarycznego czasu trwania przerw w dostawie energii w 2014 roku dla odbiorcy końcowego. Ilość niedostarczonej energii w 2014 roku to według raportu KSE 10 448 MWh przy krajowym zużyciu energii elektrycz-

¹¹³ Badanie obejmowało zasięgiem trzy województwa stąd próba nie jest reprezentatywna dla Polski. Jednak jest to jedyne znane autorom badanie kosztów przerw w zasilaniu gospodarstw domowych w Polsce.

¹¹⁴ *Raport roczny z funkcjonowania KSE za 2014 rok*, <http://www.pse.pl/index.php?did=2232> [2015-04-11].

nej wynoszącym 158 734 000 MWh, co daje sumaryczny czas przerw w dostawach energii w 2014 roku równy 34,6 min¹¹⁵. Jest to wskaźnik uśredniony na odbiorcę energii elektrycznej. W rzeczywistości sumaryczny czas przerw w dostawie energii zróżnicowany był lokalnie oraz podmiotowo (przykładowo duże przedsiębiorstwa doświadczają zwykle mniej przerw gdyż mają wyższą grupę przyłączeniową).

W badaniu dotyczącym sektora przedsiębiorstw oszacowano koszty przerw w zasilaniu na dwa sposoby: (1) oszacowano wskaźnik jednostkowy VOLL określający szacunek kosztu na jednostkę niedostarczonej energii elektrycznej, wyrażony w zł/1 kWh energii w sektorze przedsiębiorstw w Polsce (w podziale sektorowym, terytorialnym oraz wielkości przedsiębiorstw) oraz (2) oszacowano koszt przerwy w dostawie energii wyrażony jako koszt jednogodzinnej przerwy w sektorze przedsiębiorstw w Polsce (w tych samych podziałach) na podstawie deklarowanego WTP. Podejście do szacowania kosztów przerw w dostawie energii oparte na VOLL jest szczególnie użyteczne w przypadku braku zbilansowania popytu i podaży energii. Koszt całkowity może być zminimalizowany przez odcięcie użytkowników (tutaj sektorów przedsiębiorstw) z najniższym VOLL. Drugie podejście oparte na WTP, jest szczególnie użyteczne dla planowania wielkości inwestycji w niezawodność sieci przesyłowej i dystrybucyjnej. Polskie Sieci Elektroenergetyczne w swoim raporcie podają, że 100% przerw wynikało z awarii sieci przesyłowej i dystrybucyjnych (nie wystąpiła sytuacja braku mocy w systemie). Stąd uprawnione jest oparcie szacunku kosztów na metodzie WTP.

W tabeli 19 zestawiono wskaźniki WTP zastosowane w badaniu (w odniesieniu do sektora przedsiębiorstw zastosowano średnie WTP z próby po usunięciu respondentów protestujących), dane statystyczne GUS dotyczące liczebności podmiotów w każdym sektorze¹¹⁶ oraz szacunkowy koszt roczny przerw w zasilaniu poszczególnych grup odbiorców.

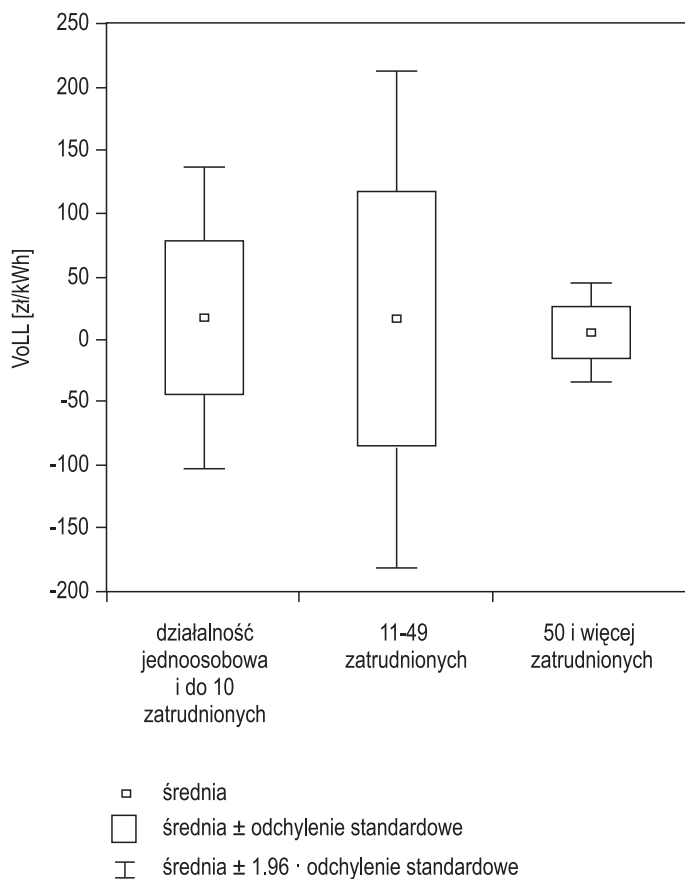
¹¹⁵ Obliczono następująco: $(10\,448\text{ MWh}/158\,734\,000\text{ MWh}) * 8760\text{ h} * 60\text{ min} = 34,6\text{ min}$

¹¹⁶ Liczba przedsiębiorstw przemysłowych i usługowych na podst. *Działalność przedsiębiorstw niefinansowych w 2012 r.*, GUS, Warszawa 2014, ss. 54-57; liczba gospodarstw domowych na podst.: *Gospodarstwa domowe i rodziny: charakterystyka demograficzna. Narodowy spis powszechny ludności i mieszkań 2011*, GUS, Warszawa 2014, s. 72.

Tabela 19. Szacunkowy koszt przerw w zasilaniu poszczególnych grup odbiorców w 2014 roku

Sektor	Usługowy	Przemysłowy	Gospodarstwa domowe
Średnia WTP za unikięcie 1h przerwy w zasilaniu [zł]	97,5	129,7	13,68
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	91,45	44,05	-
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	162,5	1068,4	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	962,8	1990	
Średni czas trwania przerw na odbiorcę końcowego w 2014 r. [min]	34,6 (0,58 h)	34,6 (0,58 h)	34,6 (0,58 h)
Koszt roczny przerw na odbiorcę [zł]:	56,2	74,8	7,9
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	52,7	25,4	-
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	93,7	616,04	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	555,2	1147,4	
Liczba odbiorców:	1 374 998	419 944	13 568 000
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	1 333 520	385 666	
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	33 077	23 994	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	8 401	10 284	
Koszt roczny przerw w zasilaniu dla grup odbiorców [zł]	78 079 654,3	36 377 081	107 022 864
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	70 316 603	9 795 619,4	
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	3 099 232,2	14 781 250,3	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	4 663 819,2	11 800 211,3	
Koszt roczny przerw w zasilaniu według grup odbiorców [%]	35,25%	16,43%	48,32%
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	31,75%	4,42%	-
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	1,40%	6,67%	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	2,11%	5,33%	
Koszt roczny przerw w zasilaniu dla Polski w 2014 roku [zł]			221 479 599,7

Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 27. Szacunkowy udział sektora gospodarstw domowych, usług oraz przemysłu w koszcie przerw w zasilaniu dla gospodarki Polski w 2014 roku

Źródło: opracowanie własne.

Sektor gospodarstw domowych poniósł najwyższe koszty przerw w zasilaniu – ponad 107 mln zł w 2014 roku, co stanowiło 48% kosztu dla gospodarki jako całości. Jednak w przeliczeniu na pojedyncze gospodarstwo domowe koszt ten był najniższy i wyniósł jedynie 7,9 zł. Jednak sektor ten jest najliczniejszy (ponad 13,5 mln gospodarstw domowych), stąd wartość kosztu dla tego sektora jest najwyższa. Drugi co do wielkości koszt przerw w zasilaniu dotyczył sektora usługowego i wyniósł ponad 78 mln zł w 2014 roku, co stanowiło 35% kosztu

dla gospodarki, przy koszcie na 1 mikroprzedsiębiorstwo wynoszącym 52,7 zł, małe przedsiębiorstwo – 93,7 zł oraz średnie i duże przedsiębiorstwo – 555,2 zł. Koszt przerw w zasilaniu dla sektora przedsiębiorstw przemysłowych wyniósł ponad 36 mln zł, co stanowiło 17% kosztów dla gospodarki. Średni koszt dla poszczególnych grup wielkości przedsiębiorstw wyniósł odpowiednio: 25,4 zł na 1 mikroprzedsiębiorstwo, 616 zł na 1 małe przedsiębiorstwo oraz 1147,4 zł na 1 przedsiębiorstwo z grupy średnich i dużych. Ponownie, wyższy udział sektora usług spowodowany był znacznie wyższą liczbą podmiotów w tym sektorze w porównaniu z sektorem przemysłowym. Dysproporcja dotyczy sektora mikroprzedsiębiorstw, których w sektorze usługowym jest aż ponad 1,3 mln, natomiast w sektorze przemysłowym tylko niecałe 400 tys. Natomiast przedsiębiorstw małych jest o około 10 tys. (1/3) więcej w sektorze przemysłowym niż w usługowym, a średnich i dużych – o około 2 tys. (1/5) więcej w sektorze przemysłowym w stosunku do usługowego.

TECHNOLOGIE ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII A ZATRUDNIENIE W WYMIARZE LOKALNYM

4.1 Metodyka badań

4.1.1 Ogólne aspekty badania wpływu odnawialnych źródeł energii na zatrudnienie

Wpływ technologii wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE) na tworzenie miejsc pracy jest jednym z ważnym argumentów za polityką wspierania OZE, spotykanym zarówno w dokumentach Unii Europejskiej, krajowych, jak też regionalnych i lokalnych. Potwierdza to szereg projektów badawczych, dotyczących UE jako całości, poszczególnych krajów, ale także regionów. Badania w tym zakresie w Polsce miały charakter fragmentaryczny. Brakuje natomiast badań, które dostarczałyby dla warunków polskich wskaźników tworzenia miejsc pracy w odniesieniu do różnych typów i wielkości instalacji. Niniejsza praca stanowi próbę uzupełnienia tej luki.

Zatrudnienie związane z budową i funkcjonowaniem instalacji energetyki odnawialnej zasadniczo dzieli się na bezpośrednie i pośrednie. Podział ten jest stosowany w praktycznie wszystkich studiach dotyczących wpływu OZE na zatrudnienie, w tym w pierwszych kompleksowych studiach na ten temat:

- projekcie ALTENER zrealizowanym dla Komisji Europejskiej w 2003 roku¹¹⁷;

¹¹⁷ *Overview Report: Meeting the Targets and Putting Renewables to Work*, ALTENER Programme, DG for Transport and Energy, European Commission, 2003.

- amerykańskim studium prowadzonym przez Kammena i współpracowników z University of California w Berkeley¹¹⁸;
- projekcie *EmployRES* realizowanym na zlecenie Komisji Europejskiej i zakończonym 2009¹¹⁹.

Zatrudnienie bezpośrednio obejmuje:

- fazę inwestycyjną, czyli miejsca pracy związane przede wszystkim z produkcją maszyn, urządzeń i innych dóbr inwestycyjnych służących budowie instalacji wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych;
- fazę operacyjną, związaną z wytwarzaniem energii w instalacji – miejsca pracy związane z bieżącym funkcjonowaniem instalacji, a także z produkcją, przygotowaniem i dostarczaniem paliw czy substratów.

Do zatrudnienia pośredniego jest natomiast zaliczane zatrudnienie w innych sektorach, związane z dostarczaniem dóbr i usług na potrzeby technologii instalacji OZE, w tym głównie:

- usługi projektowe, budowlane i inżynierskie związane z budową instalacji OZE;
- produkcja materiałów na potrzeby wytwarzania dóbr inwestycyjnych związanych z instalacjami OZE;
- usługi doradcze, konsultingowe, prawne, finansowe, ubezpieczeniowe na potrzeby instalacji OZE i producentów dóbr inwestycyjnych;
- handel hurtowy i detaliczny w obszarze technologii OZE;
- badania naukowe.

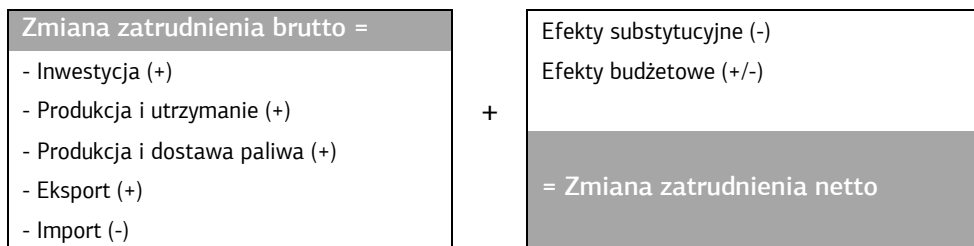
W niektórych studiach badacze wyróżniają jeszcze zatrudnienie indukowane, związane z generowaniem popytu w efekcie wydatkowania dochodów przez osoby zatrudnione w sektorze OZE¹²⁰.

¹¹⁸ D.M. Kammen, K. Kapadia, M. Fripp, *Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate*, Report, University of California, Berkeley 2004, rael.berkeley.edu [2015-03-16].

¹¹⁹ M. Ragwitz i in., *EmployRES. The impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union. Final report*, Fraunhofer ISI and partners, Karlsruhe 2009.

¹²⁰ B. Breitschopf, C. Nathani, G. Resch, *Review of approaches for employment impact assessment of renewable energy deployment, Economic and Industrial Development EID – EMPLOY*. Final report – task 1, Fraunhofer ISI, November 2011; C. Tourkolas, S. Mirasgedis, *Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece*, “Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2011 nr 15 ss. 2876-2886; R. Bacon and M. Kojima, *Issues in estimating the employment generated by energy sector activities*, World Bank, Sustainable Energy Department, June 2011.

Pozytywne efekty generowane bezpośrednio w rezultacie budowy i funkcjonowania instalacji OZE po korekcie o efekty związane z handlem zagranicznym składają się na zatrudnienie brutto, a po uwzględnieniu efektów substytucyjnych i budżetowych otrzymuje się wielkość nazywaną zatrudnieniem netto (rysunek 28).



Rysunek 28. Zatrudnienie brutto a zatrudnienie netto

Źródło: *Renewable Energy: Employment Effects: Impact of the Expansion of Renewable Energy on the German Labour Market*, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Berlin 2006, s.3.

W związku z rozwojem danej technologii OZE w kraju, zatrudnienie może być generowane za granicą (w przypadku importu dóbr inwestycyjnych) lub w kraju może być prowadzona produkcja na rzecz instalacji zlokalizowanych za granicą (eksport dóbr inwestycyjnych). Zidentyfikowanie wpływu handlu zagranicznego jest poważnym wyzwaniem w analizach poświęconych wpływowi rozwoju OZE na zatrudnienie. Problem ten zyskuje na znaczeniu wraz z rosnącą liczbą dużych przedsiębiorstw z branży OZE działających na rynku międzynarodowym. Zatrudnienie brutto stanowi w związku z tym sumę zatrudnienia bezpośredniego i pośredniego związanego ze sprzedażą realizowaną na rynkach krajowych i zagranicznych przez krajowe przedsiębiorstwa. Wielkość ta jest zawsze dodatnia.

Konieczne jest ponadto uwzględnienie efektów związanych z rozwojem OZE, powstających w innych sektorach gospodarki. Efekty te mogą być zarówno pozytywne, jak i negatywne. Negatywny charakter mają tak zwane efekty substytucyjne, związane z wypieraniem przez rozwijający się sektor OZE energetyki konwencjonalnej. W większości krajów kwestia ta ma obecnie jeszcze niewielkie znaczenie, jednak może stać się problemem w przyszłości, kiedy energia ze źródeł odnawialnych będzie miała istotny udział w bilansach energetycznych

krajów. Tak zwane efekty budżetowe związane są z wyższymi cenami energii ze źródeł odnawialnych i dotyczą gospodarki jako całości. Wiąże się z faktem, że z powodu wyższych cen energii ze źródeł odnawialnych koszty energii stanowią większą część wydatków w budżetach prywatnych i publicznych, co ogranicza możliwości wydatkowania środków na inne dobra i usługi. Zmniejszony popyt na inne dobra skutkuje zmniejszeniem sprzedaży, to zaś – spadkiem zatrudnienia w innych sektorach. Aktualnie efekty budżetowe rozwoju OZE mają charakter negatywny, a w przyszłości, wraz ze spadkiem cen energii ze źródeł odnawialnych w porównaniu z energią konwencjonalną, sytuacja w tym względzie może się zmienić.

Niektórzy badacze proponują nieco inną klasyfikację, bazującą na podziale efektów na pozytywne i negatywne (tabela 20).

Tabela 20. Efekty pozytywne i negatywne rozwoju OZE

Rodzaj efektu	Efekty pozytywne	Efekty negatywne
Efekty inwestycyjne	Skutki bezpośrednie i pośrednie związane z fazą inwestycji w OZE	Efekty bezpośrednie i pośrednie w związku ze zmniejszeniem inwestycji w energetykę konwencjonalną
Efekty eksploatacyjne	Efekty bezpośrednie i pośrednie w fazie eksploatacji instalacji OZE	Efekty bezpośrednie i pośrednie w fazie eksploatacji instalacji energetyki konwencjonalnej
Efekty popytowe	Efekty bezpośrednie i pośrednie rosnącego popytu na paliwa odnawialne	Efekty bezpośrednie i pośrednie mniejszego popytu na paliwa konwencjonalne
Efekty cenowe	Efekty indukowane wskutek kompensacji wyższych cen energii z OZE	Efekty indukowane z powodu dodatkowych kosztów gospodarstw domowych (efekty budżetowe) i przedsiębiorstw (efekty kosztowe)
Efekty dochodowe	Efekty wzrostu dochodów w sektorze OZE	Zmniejszenie dochodów w tradycyjnej energetyce
Efekty w handlu zagranicznym	Handel technologiami, urządzeniami, paliwami OZE	Zmniejszenie handlu technologiami, urządzeniami, paliwami energetyki konwencjonalnej
Efekty strukturalne (dynamiczne)	Wzrost produktywności, efekty uczenia się, efekty mnożnikowe itp.	

Źródło: *Review of approaches for employment impact assessment of renewable energy deployment*, B. Breitschopf, C. Nathani, G. Resch, “Economic and Industrial Development” EID – EMPLOY. Final report – task 1, Fraunhofer ISI, November 2011.

W takim ujęciu, w poszczególnych omawianych sferach wyróżnia się efekty pozytywne w sektorze OZE i efekty negatywne, dotyczące głównie energetyki konwencjonalnej. Tak więc w sferze produkcji dóbr i usług inwestycyjnych,

rozwój technologii odnawialnych źródeł energii przekłada się na wzrost popytu na rynku technologii OZE oraz może skutkować zmniejszeniem popytu na dobra inwestycyjne związane z energetyką konwencjonalną. Podobny charakter mają efekty eksploatacyjne. Efekty cenowe (budżetowe i kosztowe) powstają wskutek określonych relacji cenowych między cenami energii ze źródeł odnawialnych i konwencjonalnych. Jak wspomiano już wcześniej, również w handlu zagranicznym efekty mogą mieć charakter różnokierunkowy. Oprócz tego wyróżnia się efekty o charakterze strukturalnym, związane przykładowo z postępowaniem naukowo-technicznym i efektami uczenia się, wzrostem wydajności pracy, poprawą efektywności energetycznej.

W zależności od celów i założeń konkretnego projektu badawczego efekty te są uwzględniane w różnym układzie i różnym zakresie. Skutkuje to jednak tym, że studia dotyczące oddziaływania technologii OZE na rynek pracy mają bardzo zróżnicowane zakresy i są w dużej mierze nieporównywalne.

4.1.2 Cele i metody badania wpływu technologii OZE na rynek pracy

Badania poświęcone wpływowi technologii OZE na tworzenie miejsc pracy mają zwykle dwojakie cele – chodzi najczęściej albo o dostarczenie łatwej do wykorzystania informacji albo też o dokonanie rozbudowanej analizy, która dzięki wykorzystaniu wielu różnych modeli ujmie wszystkie możliwe efekty w obszarze zatrudnienia. Analizy podejść badawczych wskazują na następujące kryteria istotne dla wyodrębnienia głównych typów takich studiów¹²¹:

- zakres ujmowanych efektów: bezpośrednie i pośrednie, pozytywne i negatywne, uwzględnienie handlu zagranicznego lub nie;
- zakres „branżowy” analizy: wytwarzanie energii elektrycznej, ciepła i biopaliw na potrzeby transportu.

Badania w zakresie wpływu OZE na wielkość zatrudnienia wykorzystują dwie grupy metod: metody typu *top-down* bazujące na tablicach *input-output* (I/O) oraz metody typu *bottom-up* – procedury analityczne polegające na identyfikacji zatrudnienia związanego z poszczególnymi rodzajami instalacji na poszczególnych etapach ich cyklu życia. Zastosowanie tablic I/O na poziomie

¹²¹ Por. na przykład M. Kratzat, U. Lehr, *International Workshop “Renewable Energy: Employment Effects” – Models, Discussions and Results*, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, ZSW, Stuttgart, September 2007, www.erneuerbare-energien.de [2015-02-11].

regionalnym i lokalnym napotyka zazwyczaj trudności związane z dostępnością danych, w związku z czym z reguły stosowane są metody analityczne. Możliwe jest także wykorzystanie procedury uproszczonej, wykorzystującej szacunkowe wskaźniki zatrudnienia (pochodzące z wcześniejszych badań) na jednostkę mocy zainstalowanej.

Analizy typu I/O dla Unii Europejskiej wykorzystują jako podstawowy model gospodarki model NEMESIS (*New Econometric Model of Evaluation by Sectoral Interdependency and Supply*)¹²². W przypadku analiz problemowych, takich jak analiza wpływu OZE na rynek pracy, model ten jest odpowiednio uzupełniany i rozbudowywany. W odniesieniu do energetyki i energetyki odnawialnej, na poziomie Unii Europejskiej powstały referencyjne modele: PRIMES opracowany przez Politechnikę w Atenach i Green-X, przygotowany przez zespół Uniwersytetu w Wiedniu. Relacje między PKB i zatrudnieniem są natomiast ujęte w modelu ASTRA, opracowanym przez Instytut Fraunhofera z Niemiec. Modele te wykorzystywane są na przykład w opracowywanych przez Komisję Europejską ocenach oddziaływania polityk, w tym przygotowaną w 2007 roku oceną efektów realizacji Mapy drogowej w kierunku energii odnawialnej.

W odniesieniu do analiz dotyczących OZE stosowany jest też model RIOT (*Renewables enhanced Input-Output Tables*), opisujący funkcje produkcji dla różnych działów gospodarki i nakłady poszczególnych czynników produkcji (w tym pracy) niezbędne dla uzyskania jednostki energii (konwencjonalnej i odnawialnej). Pierwszym etapem analiz jest z reguły projekcja sytuacji na rynku energii, z uwzględnieniem udziału OZE. Etapem drugim jest określenie wpływu projektowanych zmian rynkowych na wzrost gospodarczy i zatrudnienie. Dane wynikowe to efekty bezpośrednie, pośrednie i subsydia.

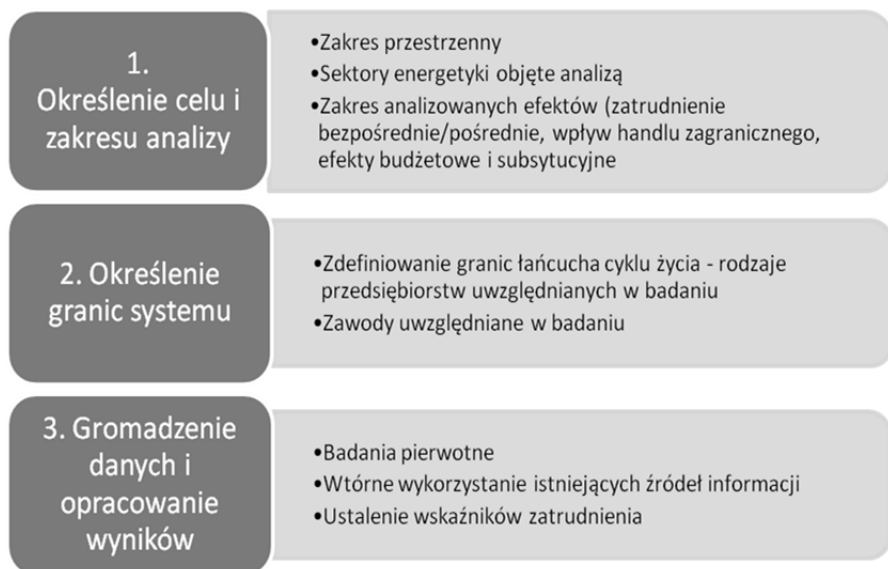
Efekty bezpośrednie to efekty wewnątrz sektora energetycznego (energetyka konwencjonalna i odnawialna) oraz w rolnictwie, w odniesieniu do biomasy energetycznej. Efekty pośrednie odnoszą się do oddziaływań w innych obszarach gospodarki, indukowanych przez aktywność w sektorze energetycznym. Subsydia dotyczą sytuacji, kiedy w sposób bezpośrednich transferów lub subsydiowania cen rząd wspiera OZE.

Metody I/O wykorzystują dane historyczne o nakładach i efektach poszczególnych sektorów gospodarki, w tym dane o zatrudnieniu i ich relacji do tychże nakładów i efektów. Biorąc pod uwagę zakładane wyniki lub planowane

¹²² *The NEMESIS model*, www.ecmodels.eu [2015-02-11].

wydatki, na podstawie historycznych wskaźników szacowany jest poziom zatrudnienia w przyszłości, w tym zatrudnienia bezpośredniego i pośredniego¹²³.

Alternatywnym sposobem szacowania wpływu przedsięwzięć związanych z wykorzystaniem OZE jest podejście analityczne, polegające na szacowaniu efektów w sferze zatrudnienia w całym cyklu życia poszczególnych technologii OZE. Sposób postępowania w ramach tego podejścia przedstawiono na rysunku 29.



Rysunek 29. Metodyka badania wpływu technologii odnawialnych źródeł energii na tworzenie miejsc pracy w ramach podejścia analitycznego

Źródło: E. Sidorczuk-Pietraszko, *Metodyka badania wpływu inwestycji w odnawialne źródła energii na tworzenie miejsc pracy w wymiarze lokalnym*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2013, nr 317 *Efektywne gospodarowanie zasobami przyrodniczymi i energią*, ss. 63-72.

W podejściu analitycznym wykorzystywane są zwykle badania ankietowe wśród operatorów instalacji, modelowanie danych na temat wielkości zatrudnienia w danej instalacji lub pracochłonności wytworzenia określonego urządzenia. Podejście analityczne pozwala więc uwzględnić specyfikę konkretnej

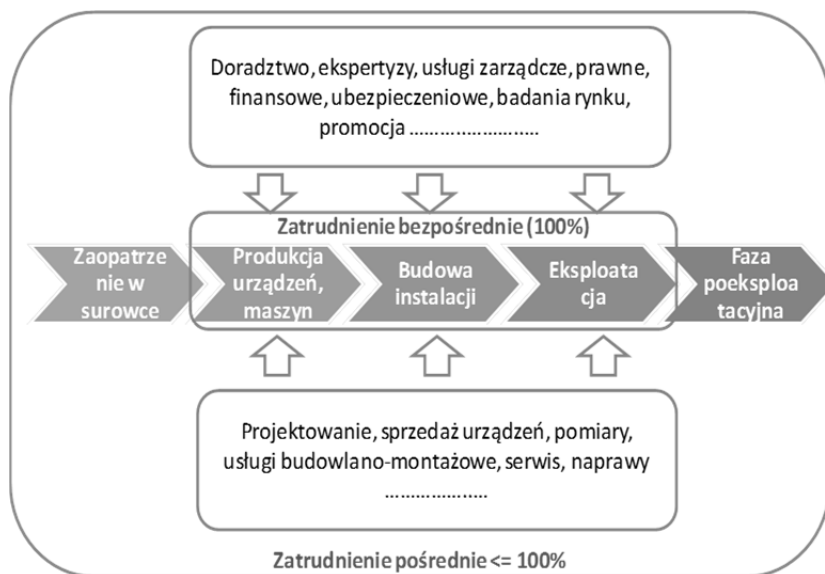
¹²³ Szerzej na temat wad i zalet podejścia analitycznego oraz *input-output* w: R. Bacon, M. Kojima, *Issues in estimating the employment generated by energy sector activities*, The World Bank, Sustainable Energy Department, June 2011, ss. 22-27.

sytuacji, poprzez odpowiedni dobór respondentów. Jest to najczęściej jedyne możliwe rozwiązanie w analizach regionalnych i lokalnych, ze względu na brak dostępu na poziomie regionalnym i lokalnym do danych dotyczących rachunków narodowych i różnych wielkości makroekonomicznych koniecznych do zastosowania metod I/O. Podejście analityczne prowadzi do jasnych w przekazie wyników, z reguły wyrażonych jako zatrudnienie w przeliczeniu na wartość inwestycji, moc zainstalowaną albo jednostkę wyprodukowanej energii.

Metody I/O pozwalają objąć całokształt możliwych zależności i efektów, w zależności od potrzeb badawczych. Metody analityczne, ze względu na swoją specyfikę, pozwalają zidentyfikować jedynie zatrudnienie bezpośrednie oraz, w pewnym zakresie, zatrudnienie pośrednie. Identyfikacja zatrudnienia pośredniego wymaga zastosowania analizy w ramach łańcuchu cyklu życia, na bazie poszczególnych instalacji ujętych w badaniu zatrudnienia pośredniego (rysunek 30). Takie podejście jest ogólnie przyjęte w ramach podejścia analitycznego. Można je spotkać można między innymi w raportach Międzynarodowej Agencji Energii Odnawialnej¹²⁴ i wielu różnych programów badawczych¹²⁵.

¹²⁴ *Renewable Energy Jobs: Status, Prospects & Policies*, IRENA Working Paper, 2011.

¹²⁵ E. Llera Sastresa i in., *Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study*, "Renewable and Sustainable Energy Reviews" 2010 nr 14, ss. 679-690; P. Thornley i in., *Quantification of employment from biomass power plants*, "Renewable Energy" 2008 nr 33, ss. 1922-1927; M.I.Blanco, G.Rodrigues, *Direct employment in the wind energy sector: An EU study*, "Energy Policy" August 2009 t. 37, nr 8, ss. 2847-2857.



Rysunek 30. Identyfikacja zatrudnienia bezpośredniego i pośredniego w cyklu życia technologii OZE

Źródło: Sidorczyk-Pietraszko E., *Metodyka ...*, op. cit., ss. 63-72.

Tablice I/O są opracowywane z reguły dla poziomu krajowego. Zastosowanie tablic I/O na poziomie regionalnym i lokalnym napotyka zazwyczaj trudności związane z dostępnością danych¹²⁶, w związku z czym z reguły stosowane są metody analityczne¹²⁷. Metody I/O pozwalają na pełniejsze ujęcie potencjalnych zmian zatrudnienia, w tym efektów mnożnikowych oraz zmian strukturalnych w gospodarce. Metody analityczne zwykle nie doszacowują oddziaływania tych mechanizmów, aczkolwiek są użyteczne ze względu na relatywną prostotę

¹²⁶ Problem ten podkreślają m.in.: B. Moreno, A. Jesus Lopez, *The effect of renewable energy on employment. The case of Asturias (Spain)*, "Renewable and Sustainable Energy Reviews" 2008 nr 12; E. Llera Sastresa i in. *Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study*, "Renewable and Sustainable Energy Reviews" 2010 nr 14, ss. 679-690.

¹²⁷ Przykład wykorzystania metody I/O do analizy o charakterze regionalnym można znaleźć na przykład u: T. Trink i in., *Regional economic impacts of biomass based energy service use: A comparison across crops and technologies for East Styria, Austria*, "Energy Policy" 2010 nr 38, ss. 5912-5926.

i możliwość zastosowania na poziomie lokalnym i regionalnym. Istnieje jednak ryzyko, że stosowane wskaźniki nie będą odpowiadać lokalnym uwarunkowaniom. Takie niebezpieczeństwo dotyczy oczywiście również metod I/O, gdyż na poziomie regionalnym i lokalnym nie są zwykle dostępne wymagane informacje.

Zaletą metod analitycznych jest ich elastyczność – możliwość zastosowania do dowolnie wybranego obszaru terytorialnego i zakresu branżowego, a także uwzględnienia wielkości instalacji, podczas gdy metody I/O bazują na historycznych danych uśrednionych dla całej gospodarki. W ramach podejścia analitycznego możliwe jest uwzględnienie faktycznej długości fazy budowy i instalacji oraz realnego okresu eksploatacji instalacji, co nie jest możliwe w metodach I/O. Metody I/O pozwalają natomiast w lepszy sposób oszacować efekty pośrednie, indukowane, mnożnikowe, związane na przykład ze wzrostem dochodów pracowników zatrudnionych w instalacjach OZE. W lepszy sposób odzwierciedlają także efekty w sferze handlu zagranicznego. Zaletą metod I/O jest uwzględnienie wszystkich sektorów gospodarki w jednoczesnej analizie – jest to też źródło słabości – jak już wspomniano, ze względu na bardzo ograniczone możliwości dezagregacji, ich zastosowanie jest możliwe prawie wyłącznie na poziomie ogólnokrajowym. Możliwe jest także w pewnym zakresie łączenie podejścia analitycznego oraz I/O, na przykład oszacowanie zatrudnienia bezpośredniego metodą analityczną, oraz oszacowanie zatrudnienia pośredniego na podstawie ustalonej techniką I/O relacji między zatrudnieniem bezpośrednim i pośrednim.

Ustalenie i dalsze wykorzystanie wskaźników zatrudnienia bezpośredniego i pośredniego, niezależnie od tego, czy dokonane metodą analityczną, czy I/O napotyka również szereg trudności i ograniczeń, dotyczących głównie tego, że zatrudnienie na etapie budowy i instalacji ma charakter tymczasowy, a zatrudnienie w okresie funkcjonowania instalacji jest trwałe w okresie technicznego życia instalacji. Powinny być zatem zasadniczo stosowane dwa wskaźniki – dla fazy inwestycyjnej w ujęciu osoba/MW/rok oraz dla fazy operacyjnej osoba/MW. Celem ustalenia ogólnego wpływu danej technologii na tworzenie miejsc pracy niezbędne jest sprowadzenie tych wskaźników do wspólnego mia-

nownika, z uwzględnieniem przewidywanego okresu eksploatacji instalacji, co postulowali między innymi Kammen i współpracownicy¹²⁸.

Podejście analityczne pozwala także szczegółowo zbadać kompetencje pracowników poszukiwanych w poszczególnych typach instalacji, a także ocenić wymiar jakościowy tworzonych miejsc pracy. W ramach podejścia analitycznego może być też prowadzona analiza „jakości” tworzonych miejsc pracy – ich struktury branżowej i stabilności. W badaniach o charakterze analitycznym możliwe jest zidentyfikowanie grup zawodowych, które znajdują zatrudnienie w poszczególnych fazach cyklu życia różnych rodzajów energetyki odnawialnej (tabela 21).

¹²⁸ Kammen D.M., Kapadia K., Fripp M., Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate, Report, University of California Berkeley, 2004, April (corrected 1/31/06); rael.berkeley.edu

Tabela 20. Przykładowe miejsca pracy związane z energetyką odnawialną

Zakres obowiązków	
Profil personelu	
Pracownicy naukowcy	Badania naukowe: realizacja projektów badawczych poświęconych energetyce odnawialnej
Inżynierowie	Badania dotyczące lokalizacji instalacji, studia wykonalności
Prawnicy	Analitycy nt. inwestorów, interesariuszy, negocjacje z interesariuszami, konsultacje społeczne
Finansiści	Planowanie instalacji (techniczne, prawne)
Pracownicy administracyjni	Nadzór inwestorski, zarządzanie instalacjami
Planiści	Badania i doradztwo środowiskowe:
Meteorologowie, geolodzy, biologzy	Badania pogodowe, badania geologiczne, badania flory i fauny
Specjaliści ochrony środowiska	Zagospodarowanie przestrzenne
Pracownicy administracyjni	Oceny oddziaływania na środowisko Ekspertyzy na temat emisji
Inżynierowie, projektanci, specjaliści do spraw sprzedaży, finansowych, prawnych, ogólnoadministracyjni	Produkcja i sprzedaż urządzeń na potrzeby technologii OZE
Inżynierowie budowlani	Budowa instalacji OZE
Specjaliści zarządzania, ekonomści, finanse, analitycy rynku energii	Zarządzanie projektami OZE: konsulting, badania rynkowe, monitoring projektu, konsulting finansowy, zarządzanie ryzykiem
Inżynierowie	Usługi w zakresie bezpieczeństwa: Badania odbiorcze i okresowe urządzeń i instalacji, audyty bezpieczeństwa
Ekonomści, prawnicy, specjaliści w zakresie finansów, bankierzy	Usługi finansowe i ekonomiczne: Pożyczkiwanie funduszy, ekspertyzy i analizy finansowe oraz ekonomiczne
Ekspertcy rynku energetyki odnawialnej	Negocjowanie umów, badania rynkowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie: B. Moreno, A. Jesus Lopez, *The effect of renewable energy on employment. The case of Asturias (Spain)*, "Renewable and Sustainable Energy Reviews" 2008 nr 12; M.J. Blanco, G. Rodrigues, *Direct employment in the wind energy sector: An EU study*, "Energy Policy", August 2009 t. 37, nr 8.

Informacje na temat branż, zawodów i specjalności pracowników zatrudnionych w poszczególnych rodzajach działalności gospodarczej związanej z OZE mogą być przydatne w co najmniej dwu aspektach: do oceny, czy w związku z dostępnymi na danym terenie pracownikami o określonym wykształceniu, planowana na danym terenie do realizacji instalacja ma szanse zatrudniać lokalnych pracowników, a także jakie są potrzeby w zakresie edukacji i szkoleń, tak by zaspokoić potrzeby pracodawców działających na danym obszarze w branży OZE. Wnioski z jednego z nielicznych przeprowadzonych w Polsce w tym zakresie badań wskazują, że przykładowo wiedza pracowników służb zatrudnienia, jeśli chodzi o wpływ OZE na lokalny rynek pracy, jest niewielka. W statystykach rynku pracy nie zauważa się specyfiki tego sektora i nie odnotowuje jego wpływu na rynek pracy¹²⁹.

4.1.3 Cel, zakres i metodyka badania wpływu technologii OZE na tworzenie miejsc pracy w wymiarze lokalnym

W dalszej części niniejszego opracowania zostanie zaprezentowana metodyka badania wpływu technologii OZE na tworzenie miejsc pracy. Ze względu na ogólne cele projektu, a więc opracowanie szczegółowej metodyki wyceny oraz oszacowanie wartości wybranych pozaśrodkowych efektów zewnętrznych związanych z modernizacją lokalnych systemów energetycznych, podejście badawcze musi uwzględniać charakter potrzeb decyzyjnych związanych z przedsięwzięciami modernizacyjnymi w lokalnych systemach energetycznych oraz możliwości pozyskania danych dla poziomu lokalnego.

Samorządy lokalne w procesie zarządzania energią (w tym planowania energetycznego), podejmując decyzje co do pożądanego kierunku zmian w lokalnej energetyce, a więc również udzielając zgody na lokalizację określonych typów instalacji OZE na swoim terenie, potrzebują czytelnej, przystępnej, łatwej do komunikowania informacji o efektach, jakie dane przedsięwzięcie czy kierunek działań będzie mieć dla lokalnej społeczności. Mniejszą wagę mają natomiast informacje o efektach indukowanych poza regionem czy za granicą.

¹²⁹ *Badania i analizy potencjału Dolnego Śląska dla wykorzystania odnawialnych źródeł energetycznych oraz badania i analizy wzajemnego oddziaływania sektora OZE i rynku pracy pod wpływem zmiany gospodarczej*, Raport na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Dolnośląskiego, SYGMA Business Consulting, IMAS International, październik 2010 (materiał niepublikowany).

Decyzje o kierunkach rozwoju lokalnej energetyki są podejmowane na etapie, kiedy konkretne parametry inwestycji (oprócz szacunkowej mocy instalacji) zwykle nie są znane. Przykładowo, w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego czy planie gospodarki niskoemisyjnej mogą być określone preferowane rodzaje instalacji i obszary ich lokalizacji. W związku z tym najbardziej użyteczne byłyby wskaźniki jednostkowe określające generowane efekty w postaci liczby miejsc pracy w odniesieniu do mocy zainstalowanej określonego typu technologii OZE. Takie wskaźniki służyłyby do prowadzenia uproszczonych analiz na etapie opracowywania gminnych strategii, planów czy programów, a wymaganą na poziomie gminy informacją byłaby wyłącznie przewidywana moc instalacji poszczególnych technologii OZE.

Celem badania w tym kontekście było ustalenie wielkości zatrudnienia w instalacjach wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych, a zwłaszcza relatywnej miary wpływu na zatrudnienie, w postaci wskaźnika zatrudnienia określonego wzorem:

$$\text{Wskaźnik zatrudnienia} = \frac{\text{Wielkość zatrudnienia [etaty]}}{\text{Moc zainstalowana [MW]}}$$

Wykorzystanie wskaźników typu „liczba miejsc pracy na moc zainstalowaną” do oceny zmian w zatrudnieniu wywołanych określonymi zmianami w lokalnym/regionalnym systemie energetycznym jest uzasadnione w przypadku sporządzania planów energetycznych, w sytuacji kiedy określane są ogólne cele dotyczące rozwoju lokalnych źródeł energii.

Przyjęcie perspektywy lokalnej w niniejszym badaniu implikuje wybór podejścia badawczego. W przypadku Polski, ze względu na brak dostępności danych, nie jest możliwe zastosowanie na poziomie niższym niż krajowy metod typu I/O. W rezultacie, na potrzeby omawianego projektu zostanie wykorzystane podejście analityczne.

Przy analizach o wymiarze regionalnym i lokalnym należy sprecyzować, w jaki sposób, uwzględniając kryterium przestrzenne, będą dobierane jednostki do badania. W przypadku zatrudnienia bezpośrednio związanego z funkcjonowaniem instalacji naturalne byłoby analizowanie jedynie instalacji zlokalizowanych na danym terenie. Problematyczne może być natomiast określenie granic przestrzennych dla zatrudnienia pośredniego. W związku z funkcjonowaniem konkretnej instalacji położonej na analizowanym obszarze zatrudnienie pośrednie jest generowane także w przedsiębiorstwach położonych poza nim.

Czy uwzględniając punkt widzenia samorządu lokalnego i społeczności lokalnej, należy brać pod uwagę wyłącznie przedsiębiorstwa prowadzące działalność na danym terenie, czy też całość zatrudnienia pośredniego? Ponieważ lokalizacja firm prowadzących działalność określonego rodzaju pośrednio związaną z funkcjonowaniem instalacji OZE jest w dużej mierze niezależna od specyfiki danego rodzaju energii odnawialnej, a raczej jest wypadkową wielu czynników o charakterze ogólnogospodarczym, na potrzeby niniejszego badania przyjęto, że w badaniu zostanie zidentyfikowane zatrudnienie bezpośrednio w instalacjach OZE różnych typów i wielkości. W projekcie, na potrzeby którego została opracowana niniejsza metodyka, kluczowe znaczenie mają efekty w skali lokalnej. W związku z tym oddziaływania na handel zagraniczny oraz pośrednie efekty makroekonomiczne (efekty budżetowe, substytucyjne) zostały pominięte. Oczywiście w przypadku analizy na poziomie krajowym byłoby to dyskusyjne i budziłoby wątpliwości co do wiarygodności wyników, wydaje się jednak, że w przypadku uproszczonej analizy lokalnej jest to dopuszczalne.

Zakres sektorowy analizy i rodzaje technologii OZE objętych badaniem jest zasadniczo przedmiotem decyzji badacza. Z punktu widzenia potrzeb decydentów na poziomie lokalnym ważne są przede wszystkim wskaźniki dla najbardziej popularnych technologii OZE – ciepłowni biomasowych, biogazowni rolniczych oraz elektrowni wiatrowych. Wskaźniki odnoszące się do działalności związanej z wykorzystaniem energii słonecznej, geotermii i energetyki wodnej również powinny zostać ustalone.

Biorąc pod uwagę liczbę instalacji OZE istniejących w kraju, a także spodziewany poziom responsywności w badaniu, podjęto próbę włączenia do badania wszystkich instalacji OZE funkcjonujących w kraju. W ramach niniejszego badania zidentyfikowano wszystkie instalacje OZE posiadające koncesję na wytwarzanie energii elektrycznej lub ciepłej ze źródeł odnawialnych i zaproszono je do udziału w badaniu. Administracyjne źródła danych o instalacjach wykorzystujących energię ze źródeł odnawialnych to przede wszystkim rejestr prowadzony przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, który udziela koncesji na wytwarzanie energii. Zgodnie z tymi danymi, w Polsce na koniec 2014 roku było 2218 instalacji OZE (tabela 22).

Tabela 22. Instalacje odnawialnych źródeł energii na koniec 2014 roku

Rodzaj instalacji	Liczba instalacji	Moc zainstalowana [MW]
Elektrownie biogazowe	257	190,5
Elektrownie biomasowe	36	1008,2
Elektrownie wytwarzające z promieniowania słonecznego	167	26,9
Elektrownie wiatrowe	961	3951,3
Elektrownie wodne	753	977,7
Elektrownie realizujące technologię współspalania	44	0
Razem	2218	6154,6

Źródło: Mapa odnawialnych źródeł energii, Urząd Regulacji Energetyki, www.ure.gov.pl [20-01-2015].

Liczba instalacji nie jest jednoznaczna z liczbą przedsiębiorstw prowadzących działalność w zakresie wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych – w dużej części przypadków przedsiębiorstwo posiadające koncesję na wytwarzanie energii jest operatorem wielu instalacji.

Listę przedsiębiorstw wytwarzających energię z OZE opracowano na podstawie bazy danych przedsiębiorstw posiadających koncesję na wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych, prowadzonej przez Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki¹³⁰, bazy wytwórców biogazu rolniczego prowadzonej przez Prezesa Agencji Rynku Rolnego¹³¹ oraz Krajowego Rejestru Sądowego. Lista pierwotnie zawierała 282 firmy. Przed przystąpieniem do realizacji badania zweryfikowano dane kontaktowe przedsiębiorstw zamieszczonych na liście, korzystając z ogólnie dostępnych źródeł (bazy kontaktowe w Internecie, wyszukiwarki internetowe). Nie udało się odnaleźć danych kontaktowych do 63 firm, a w przypadku 20 kontakt był taki sam jak do innej firmy obecnej już na liście. Po wyeliminowaniu tych rekordów w bazie pozostało 199 jednostek.

Badanie prowadzone było metodą ilościową z zastosowaniem techniki CAWI połączonej z kontaktami telefonicznymi wśród przedstawicieli przedsiębiorstw działających w branży OZE. Wywiady realizował w okresie od 24 lutego do 10 kwietnia 2015 roku CEM Instytut Badań Rynku i Opinii Publicznej sp. z o.o. Ankieterzy rozpoczęli kontakty telefoniczne w celu uzyskania wstępnej zgody na udział w badaniu oraz adresów mailowych, na które przesyłano link do ankiety

¹³⁰ Baza dostępna na stronie bip.ure.gov.pl

¹³¹ Baza dostępna na stronie arr.gov.pl

zamieszczonej w Internecie. W rezultacie udało się skontaktować telefonicznie z 157 jednostkami. Podczas kontaktów telefonicznych ustalono, że 10 firm nie kwalifikuje się do badania (nie posiadają żadnej instalacji), w 4 nie było możliwości kontaktu z odpowiednią osobą (nie mówili po polsku lub nie byli dostępni w czasie realizacji badania), a w 44 odmówiono udziału w badaniu. Do pozostałych 99 wysłano maile z zaproszeniami do udziału w badaniu. Z firmami, do których wysłano linki do ankiety ankieterzy systematycznie kontaktowali się w celu przypomnienia o badaniu i ponowienia prośby o wypełnienie ankiety. Ostatecznie uzyskano 43 wypełnione ankiety. W 21 firmach odmówiono, a w 35 nie udało się uzyskać ostatecznej odpowiedzi. Zestawienie informacji o wykorzystaniu bazy kontaktowej przedstawia tabela 23.

Tabela 23. Wykorzystanie bazy kontaktowej

Status kontaktu	N	% w całej bazie (N = 282)	% bazy z telefonami (N = 199)	% z bazy, do której wysłano link
Niedostępne dane kontaktowe	63	22%	-	-
Powtórzenie	20	7%	-	-
Nie udało się uzyskać połączenia telefonicznego	42	15%	21%	-
Brak możliwości kontaktu (nie zna polskiego, nieobecny)	4	1%	2%	-
Nie ma żadnej instalacji	10	4%	5%	-
Odmowa udziału, nie podano e-maila	44	16%	22%	-
Odmowa po wysłaniu linka	21	7%	11%	21%
Wysłano maila	35	12%	18%	35%
Wypełniono ankietę	43	15%	22%	43%
Ogółem	282	100%	100%	100%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

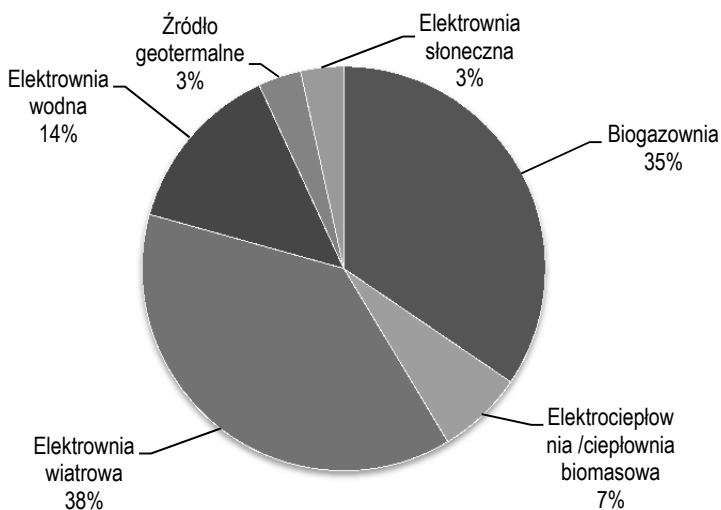
Do uzyskanych podczas badania 43 ankiet dodano dane z 13 ankiet przeprowadzonych wcześniej w ramach badania pilotażowego przez zespół wykonawców projektu. W badaniu wykorzystano kwestionariusz ankiety przygotowany przez zespół wykonawców projektu. Kwestionariusz podzielono na 4 sekcje: charakterystyka instalacji, zdolności produkcyjne i produkcja energii, zatrudnienie oraz dostawcy paliw.

4.2

Szacunek wpływu instalacji OZE na zatrudnienie na poziomie lokalnym

4.2.1 Charakterystyka instalacji

W analizowanej próbie najczęściej znalazło się jednostek będących operatorami elektrowni wiatrowych (41%) oraz biogazowni (36%). W następnym kolejności wskazywano instalację wodną – 14%. Elektrociepłownie lub ciepłownie biomasowe stanowiły 7% próby. Po 4% stanowią firmy z źródłami geotermalnymi oraz elektrownie słoneczne (rysunek 31). Wśród badanych podmiotów znalazły się trzy, w których wskazano więcej niż jeden rodzaj instalacji: biogazownię i elektrownię wiatrową, elektrownię wodną i elektrownię słoneczną, elektrownię wiatrową i elektrownię słoneczną.



Rysunek 31. Rodzaj badanych instalacji [N = 56]

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Większość badanych biogazowni stanowiły biogazownie rolnicze – było ich 16 wśród 20 badanych (80%). Trzy instalacje były biogazowniami rolniczo-utylizacyjnymi, a jedna wykorzystuje gaz wysypiskowy. W tabelach 24 i 25 zamieszczono zestawienie substratów wykorzystywanych w badanych biogazowniach.

Tabela 24. Substraty wykorzystywane w biogazowniach

Substrat	Liczba firm wykorzystujących dany substrat	Ilość wykorzystywanego substratu [t/rok]	Średnie roczne zużycie substratu w instalacji [t/rok]
Biogazownie rolnicze i rolniczo-utylizacyjne			
Kiszonka kukurydzy	16 ^a	196138,50	13075,90
Kiszonka kukurydzy i żyta	1	5500,00	5500,00
Kiszonka z traw	1	3900,00	3900,00
Trawa	1	1700,00	1700,00
Pulpa/wycierka ziemniaczana	3	9392,84	3130,95
Wysłodki buraczane	6 ^a	65788,50	13157,70
Korzonki buraków	2	2033,20	1016,60
Miazga celulozowa	1	782,39	782,39
Odpady ziemniaczane	2	40000,00	20000,00
Odpady warzywne	1	15000,00	15000,00
Pozostałości z produkcji kawy	1	5000,00	5000,00
Ściery owocowe i warzywne	1	20000,00	20000,00
Wytłoki jabłkowe	1	30000,00	30000,00
Wytłoki owocowe	1	1413,00	1413,00
Wywar pogorzelniany	3	60000,00	20000,00
Wysłodki browarne	1	10000,00	10000,00
Osady z przemysłu rolno-spożywczego	1	15000,00	15000,00
Gnojowica/gnojowica świńska	7	85625,00	12232,14
Obornik/obornik bydłocy	3	17659,00	5886,33
Treści przewodu pokarmowego	1	1974,00	1974,00
Pomiot kurzy	2	12800,00	6400,00
Odpad poubojowy	1	1200,00	1200,00
Osady z wirówki po topieniu smalcu wieprzowego	1	18000,00	18000,00
Żywność przeterminowana	1	1200,00	1200,00
Płyn poflotacyjny	1 ^a	b.d.	-
RAZEM	20^a	620106,43	32637,18
Biogazownie na gaz wysypiskowy			
Gaz składowiskowy	1	600 m ³	600

a) W przypadku jednej z instalacji nie podano danych, dane o ilości zużywanych substratów dotyczą liczby instalacji mniejszej o 1.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Najczęściej wykorzystywanym substratem była kiszonka z kukurydzy (16 badanych biogazowni), natomiast z danych ilościowych podanych dla 15 jednostek wynika, że rocznie się średnio w instalacji zużywa się prawie 13,1 tys. ton tego substratu. Kolejnymi najczęściej wykorzystywanymi surowcami były gnojowica (7 biogazowni, średnio 12,2 tys. ton rocznie/instalacja) oraz wysłodki buraczane (6 biogazowni, średnio 13,2 tys. ton rocznie/instalacja).

W badanej populacji znalazły się 4 instalacje z grupy elektrociepłowni i ciepłowni biomasowych. Jedna instalacja spalała wyłącznie biomasę, w pozostałych udział paliw biomasowych wynosił odpowiednio 88%, 60% i 20%. Średnia ilość biomasy spalanej w instalacji wynosiła niespełna 120 tys. ton rocznie. Głównym paliwem jest biomasa leśna, drugim w kolejności – odpady z rolnictwa (głównie słoma) oraz celowe uprawy energetyczne (tabela 25).

Tabela 25. Wykorzystanie paliw w elektrociepłowniach i ciepłowniach na biomasę w 2014 roku

Spalane paliwo	Liczba instalacji	Ilość spalanego paliwa [ton/rok]	Średnia ilość spalanego paliwa [ton/instalacja/rok]
Biomasa leśna	2	225 340	112670,00
Uprawy energetyczne	2	100 500	50250,00
Odpady z rolnictwa	2	153 000	76500,00
Frakcje organiczne stałych odpadów komunalnych	0	-	-
Pozostałe paliwa stałe z biomasy	0	-	-
RAZEM	4	478 840	119710

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

W badanej grupie przedsiębiorstw więcej niż połowa jednostek (30) wytwarzała wyłącznie energię elektryczną, 23 jednostki wytwarzały energię elektryczną i ciepło w skojarzeniu, a 4 jednostki wytwarzały wyłącznie energię cieplną.

Wśród badanych przedsiębiorstw najwięcej było instalacji małych i średnich, których moc zainstalowana (elektryczna i cieplna łącznie) wynosiła do 5 MW (tabela 26).

Tabela 26. Instalacje według mocy zainstalowanej [elektrycznej i ciepłej łącznie]

Moc zainstalowana	Liczba	Udział [%]
do 1 MW	10	18
powyżej 1 do 5 MW	22	39
powyżej 5 do 10 MW	6	11
powyżej 10 do 100 MW	10	18
powyżej 100 MW do 1000 MW	5	9
powyżej 1000 MW	1	2
brak danych	2	4
Ogółem	56	100

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Prawie jedną piątą próby stanowiły instalacje o mocy elektrycznej do 1 MW, a ponad jedną trzecią – instalacje o mocy od 1 do 5 MW. Łączna moc zainstalowana badanych instalacji produkujących energię elektryczną wynosiła 2622,5 MW, średnia moc zainstalowana przypadająca na jedną instalację wynosiła 53,5 MW (a po odrzuceniu instalacji największej -34,5 MW).

Struktura instalacji według mocy zainstalowanej z uwzględnieniem rodzaju instalacji była zróżnicowana (tabela 27). Biogazownie miały w większości moc zainstalowaną w przedziale od 1 do 5 MW, W przypadku elektrowni wiatrowych jedną trzecią stanowiły elektrownie do 1 MW, ale były również instalacje zakwalifikowane do pozostałych przedziałów.

Produkcja energii w latach 2012-2014

Wielkość produkcji energii elektrycznej badanych przedsiębiorstw była bardzo zróżnicowana (tabela 28). Z uzyskanych danych wynikało, że w 2012 roku energię elektryczną produkowało 28 instalacji, w 2013 roku – 21 instalacji, a w 2014 r. – 37 jednostek. W 2014 roku badane instalacje wyprodukowały w sumie 462 063,3 GWh energii elektrycznej. Na jedną przypadowało średnio 12 488,2 GWh.

Tabela 27. Instalacje według rodzaju i mocy zainstalowanej [elektrycznej i ciepłej łącznie]

Moc zainstalowana	Biogazownie	Elektrociepownie/ ciepownie biomasowe	Elektrownie wiatrowe	Elektrownie wodne	Źródła geotermalne	Pompy ciepła	Elektrownie słoneczne
do 1 MW	0	0	7	2	0	0	0
powyżej 1 do 5 MW	17	1	4	1	0	0	0
powyżej 5 do 10 MW	1	0	5	0	0	0	0
powyżej 10 do 100 MW	0	2	2	4	2	0	0
powyżej 100 MW do 1000 MW	0	1	3	1	0	0	0
powyżej 1000 MW	0	0	1	0	0	0	0
brak danych	2	0	0	0	0	0	2 ^{a)}
Ogółem	20	4	22	8	2	0	2

a) Elektrownie słoneczne jako element dodatkowy instalacji, wobec czego liczba instalacji poszczególnych rodzajów nie sumuje się do łącznej liczby badanych instalacji.

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Tabela 28. Struktura badanych instalacji według wielkości produkcji energii elektrycznej w 2014 roku

Produkcja energii elektrycznej [GWh/rok]	N	Udział [%]
0/nie dotyczy	4	7
Powyżej 0 do 1	7	13
Powyżej 1 do 10	12	21
Powyżej 10 do 100	9	16
Powyżej 100	9	16
Brak danych	15	27
Ogółem	56	100

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Energię ciepłą wytwarzało odpowiednio 12 jednostek w 2012 roku, 14 jednostek w 2013 roku i 23 jednostki w 2014 roku, przy czym 7 nie podało danych o wielkości produkcji (tabela 29). W 2014 roku 16 firm wyprodukowało łącznie 4 587 599,4 GJ energii (średnio 286 725,0 GJ na instalację).

Tabela 29. Struktura badanych instalacji według wielkości produkcji energii cieplnej w 2014 roku

Produkcja energii elektrycznej [GJ/rok]	N	Udział [%]
0/nie dotyczy	33	59
Powyżej 0 do 10	3	5
Powyżej 10 do 1000	2	4
Powyżej 1000 do 10000	2	4
Powyżej 10.000 do 100.000	5	9
Powyżej 100.000	4	7
Ogółem	56	100

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Biogaz tłoczony do sieci był wytwarzany w jednej badanej instalacji, która wytworzyła w 2014 roku prawie 8,3 mln m³ gazu.

4.2.2 Wielkość zatrudnienia

Przedsiębiorstwa wykorzystujące technologie OZE ze względu na wielkość zatrudnienia w większości kwalifikowały się do kategorii mikroprzedsiębiorstw (do 9 etatów) – łącznie 73% badanych przedsiębiorstw (tabela 30). W badanej grupie nie było jednostek zaliczanych do grupy dużych przedsiębiorstw.

Tabela 30. Wielkość zatrudnienia w badanych jednostkach
[w przeliczeniu na pełne etaty]

Liczba etatów ogółem	Liczba jednostek	Udział [%]
0	3	5
do 9	38	68
10 do 24	4	7
25-49	2	4
50-249	7	13
powyżej 250	0	0
brak danych	2	4
RAZEM	56	100

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Z zestawienia uwzględniającego typ instalacji wynika, że spośród badanych biogazowni wszystkie zaliczały się (przy założeniu, że instalacja stanowi odrębną jednostkę) do grupy mikroprzedsiębiorstw (zatrudniały do 9 osób). Podobna sytuacja dotyczyła elektrowni wiatrowych – 65% z nich zatrudniało do 9 osób, a kolejne 14% w ogóle nie zatrudniało pracowników. W przypadku pozostałych rodzajów instalacji nie zaobserwowano takiego skupienia, przy czym możliwość wyciągnięcia uprawnionych wniosków na ten temat jest ograniczona niewielką liczbą badanych instalacji.

Największe średnie zatrudnienie wykazano w elektrociepłowniach i ciepłowniach spalających lub współspalających biomasę (75,8) i elektrowniach wodnych (47,1). Jest to spowodowane faktem, że współspalanie biomasy ma miejsce przede wszystkim w instalacjach zawodowych, a więc dużych. Natomiast w badanej instalacji spalającej wyłącznie biomasę zatrudnienie wynosiło jedynie 6 osób. Podobną specyfikę mają elektrownie wodne: małe elektrownie nie zatrudniają, lub zatrudniają niewielu pracowników, a elektrownie duże są jednostkami o zatrudnieniu przekraczającym 50 osób (w niniejszym badaniu od 77 do 157 osób).

Tabela 31. Wielkość zatrudnienia w badanych jednostkach według rodzaju instalacji [w przeliczeniu na pełne etaty]

Liczba etatów	Biogazownie	Elektrociepownie /ciepownie biomasowe	Elektrownie wiatrowe	Elektrownie wodne	Źródła geotermalne	Pompy ciepła	Elektrownie słoneczne
	Liczba jednostek						
0	0	0	3	0	0	0	0
Do 9	20	1	13	3	1	0	0
10 do 24	0	0	2	1	1	0	0
25-49	0	0	0	0	0	0	0
50-249	0	3	1	3	0	0	0
Powyżej 250	0	0	0	0	0	0	0
Brak danych	0	0	1	1	0	0	2
Razem	20	4	20	8	2	0	2
Średnie zatrudnienie w instalacji	5,2	75,8	10,3	47,1	13	-	-

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Jedną z kwestii kluczowych w kontekście celów projektu było określenie liczby miejsc pracy generowanej w poszczególnych typach i przedziałach mocy instalacji. Wskaźniki te mogą stanowić bowiem podstawę do wyboru wariantu rozwoju energetyki odnawialnej na określonym terenie, pozwalając uwzględnić jednocześnie efekty w zakresie bezpieczeństwa energetycznego i ograniczania emisji oraz tworzenia miejsc pracy.

Ogólnie, najwięcej miejsc pracy generują instalacje o zainstalowanej mocy powyżej 10 MW (tabela 32), dla instalacji o mocy między 10 a 100 MW średnia liczba etatów wynosi 63, a dla jednostek o mocy powyżej 100 MW – 52 etaty. Najliczniej reprezentowane mniejsze instalacje – o mocy do 1 MW i między 1 a 5 MW, generują odpowiednio średnio 8,5 i 11 etatów.

Tabela 32. Zatrudnienie według rodzaju i mocy zainstalowanej instalacji

Moc zainstalowana (elektryczna i ciepła łącznie)	Biogazownie	Elektro-ciepłownie/ ciepłownie biomasowe	Elektrownie wiatrowe	Elektrownie wodne	Źródła geotermalne
Do 1 MW	-	6	1	2	-
Powyżej 1 do 5 MW	4,8	-	8,8	11	-
Powyżej 5 do 10 MW	8	-	5,42	-	-
Powyżej 10 do 100 MW	-	53,5	b.d.	78,7	13
Powyżej 100 MW do 1000 MW	-	190	17,5	b.d.	-
Powyżej 1000 MW	-	-	-	-	-
Ogółem ^{a)}	5,2	75,8	6,97	47,13	13

a) średnia ogółem uwzględnia instalacje, dla których nie podano mocy

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Celem porównania efektu generowania miejsc pracy dla instalacji różnego rodzaju i wielkości ustalono dla każdej instalacji wskaźnik zatrudnienia. Podstawowe miary statystyczne dla tego wskaźnika przedstawiono w tabeli 33.

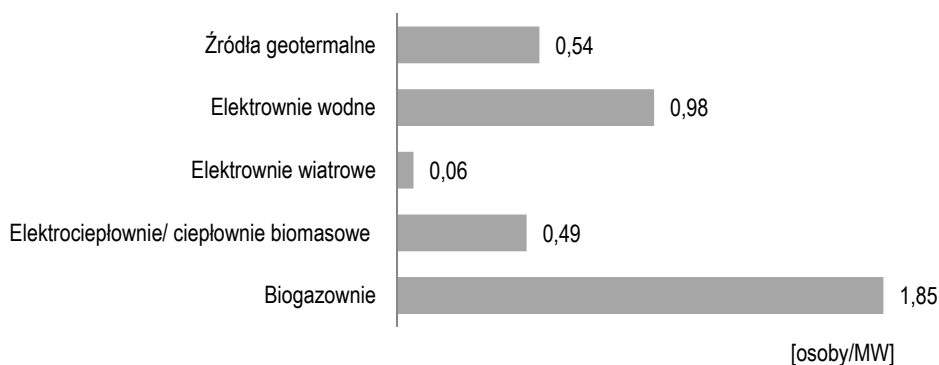
Tabela 33. Miary statystyczne charakteryzujące wskaźnik zatrudnienia, według rodzaju i mocy zainstalowanej instalacji [osoby/MW]

Wyszczególnienie	Moc zainstalowana							Ogółem	Brak danych
	do 1 MW	powyżej 1 do 5 MW	powyżej 5 do 10 MW	powyżej 10 do 100 MW	powyżej 100 do 1000 MW	powyżej 1000 MW			
Biogazownie									
Liczba jednostek	0	17	1	0	0	0	18	2	
Obszar zmienności	-	0,47-7,85	1,37	-	-	-	0,47-7,85	-	
Średnia	-	1,91	1,37	-	-	-	1,85	-	
Mediana	-	1,86	1,37	-	-	-	1,79	-	
Elektrociepownie/ ciepłownie biomasowe									
Liczba jednostek	1	0	0	2	1	0	4	0	
Obszar zmienności	1,00	-	-	1,45-2,04	0,35	-	0,35-2,04	-	
Średnia	1,00	-	-	1,69	0,35	-	0,49	-	
Mediana	1,00	-	-	1,75	0,35	-	1,23	-	
Elektrownie wiatrowe									
Liczba jednostek	7	4	5	1	3	1	21	1	
Obszar zmienności	0-8,89	0,12-6,04	0,33-1,51	0,00	0,11-0,14	0,00	0-8,89	-	
Średnia	3,84	2,61	0,91	0,00	0,12	0,00	0,06	-	
Mediana	3,33	1,87	0,85	0,00	0,13	0,00	0,62	-	

Elektrownie wodne									
Liczba jednostek	2	1	0	4	1	0	8	0	0
Obszar zmienności	36,34-66,67	2,75	-	0,03-2,61	b.d.	-	0,03-66,67	-	-
Średnia	47,06	2,75	-	0,95	b.d.	-	0,98	-	-
Mediana	51,52	2,75	-	0,80	b.d.	-	2,62	-	-
Źródła geotermalne									
Liczba jednostek	0	0	0	2	0	0	2	0	0
Obszar zmienności	-	-	-	0,5-0,67	-	-	0,5-0,67	-	-
Średnia	-	-	-	0,54	-	-	0,54	-	-
Mediana	-	-	-	0,58	-	-	0,58	-	-

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Analiza wskaźnika zatrudnienia w podziale na rodzaje instalacji i moc zainstalowaną była utrudniona ze względu na małą liczebność próby w ogóle oraz w poszczególnych kategoriach. W związku z tym bardziej wiarygodne są dane w podziale wyłącznie na rodzaje instalacji, bez uwzględnienia wielkości mocy instalacji (rysunek 32).



Rysunek 32. Średni wskaźnik zatrudnienia dla poszczególnych rodzajów instalacji [osoby/MW]

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Średnio najwięcej miejsc pracy w przeliczeniu na moc zainstalowaną jest tworzonych w biogazowniach (1,85 osoby/MW) oraz w elektrowniach wodnych (0,98 osoby/MW). Źródła biomasowe i geotermalne cechowały się zatrudnieniem na poziomie około 0,5 osoby/MW. Najmniej miejsc pracy tworzonych jest w elektrowniach wiatrowych (poniżej 0,1 osoby/MW).

W porównaniu z wynikami dotyczącymi fazy eksploatacji uzyskanymi w innych projektach badawczych¹³² prezentowane wskaźniki są ogólnie rzecz biorąc niższe. Wynika to przede wszystkim z tego, że w badaniu niniejszym uwzględniono zatrudnienie w samej instalacji. Znaczenie może mieć również

¹³² Przegląd badań w tym zakresie prezentują przykładowo: W. Gostomczyk, *Zróżnicowanie nakładów pracy i kosztów w sektorze odnawialnych źródeł energii*, „Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu” 2013 nr 15(XV) z. 4, ss. 122-127; B. Moreno, A. Jesus Lopez, *The effect of renewable energy on employment. The case of Asturias (Spain)*, “Renewable and Sustainable Energy Reviews” 12 (2008), s. 11.

okres, w jakim realizowano badania, bowiem wskaźniki zatrudnienia wraz z upływem czasu maleją¹³³.

Aby ocenić zależność między wielkością zatrudnienia, współczynnikiem zatrudnienia i mocą instalacji różnych typów, wykorzystano współczynnik korelacji liniowej Pearsona (tabela 34).

Tabela 34. Zależność wielkości zatrudnienia oraz wskaźnika zatrudnienia od mocy zainstalowanej instalacji

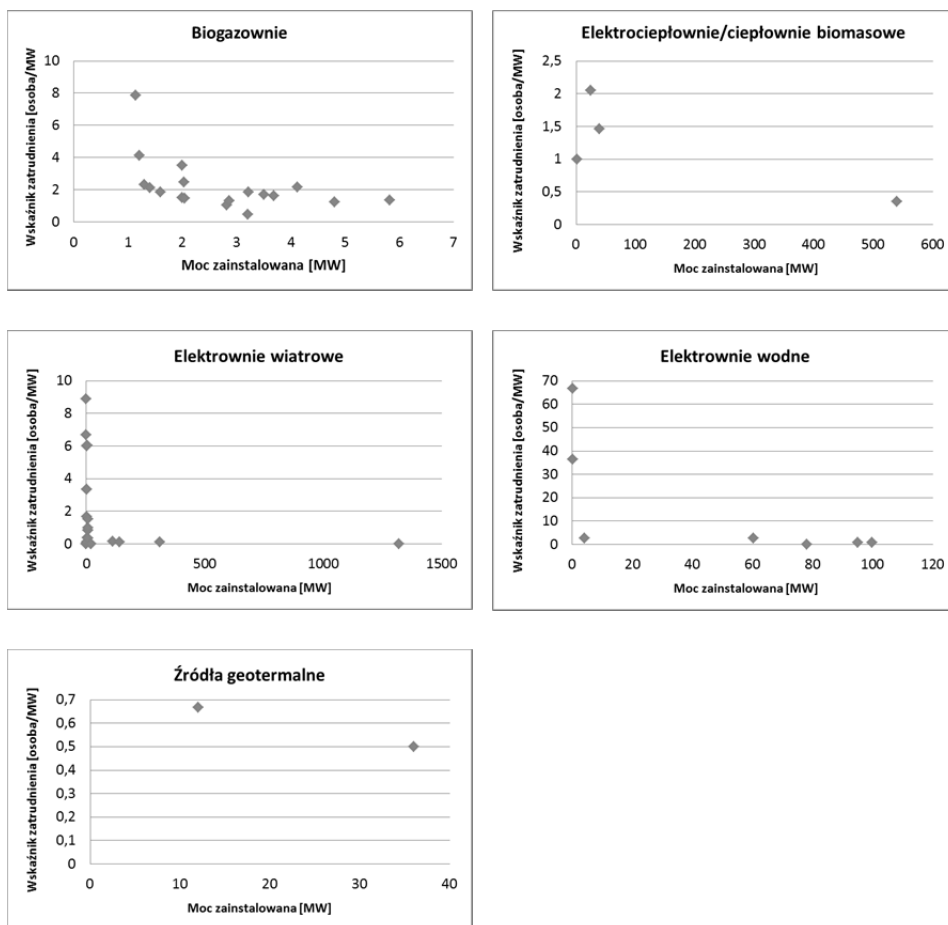
Rodzaj instalacji	Współczynnik korelacji liniowej między wielkością zatrudnienia a mocą zainstalowaną	Współczynnik korelacji liniowej między wskaźnikiem zatrudnienia a mocą zainstalowaną
Biogazownie	0,392794706	-0,497540259
Elektrociepłownie/ ciepłownie biomasowe	0,967580208	-0,619379954
Elektrownie wiatrowe	0,099388665	-0,219894922
Elektrownie wodne	0,544564327	-0,698692452
Źródła geotermalne	1	-1

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

W przypadku wszystkich instalacji ogólna wielkość zatrudnienia wykazuje dodatnią zależność od mocy instalacji, przy czym siła tej zależności jest wysoce zróżnicowana. W przypadku instalacji biomasowych oraz źródeł geotermalnych zależność jest bardzo silna (współczynniki na poziomie jedności). Elektrownie wiatrowe cechują się natomiast praktycznym brakiem zależności wielkości zatrudnienia od mocy zainstalowanej. Wiąże się to z uwarunkowaniami technologicznymi – w dużej mierze bieżąca eksploatacja nie wymaga dużego nakładu pracy, a niezbędne prace mogą być wykonywane w ramach usług zleconych. Zatrudniany jest raczej personel na stanowiskach administracyjnych, związanych z zarządzaniem.

Wskaźnik zatrudnienia w przeliczeniu na moc zainstalowaną wykazuje zależność ujemną od mocy zainstalowanej, przy czym jest ona umiarkowana i silna, z wyjątkiem elektrowni wiatrowych gdzie zależność ta jest słaba (tabela 35, rysunek 33).

¹³³ Por. W. Gostomczyk, *Zróżnicowanie ...*, op. cit.



Rysunek 33. Wykresy rozrzutu wskaźnika zatrudnienia dla poszczególnych typów instalacji

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Oznacza to, że osiągnięcie w skali regionu tej samej mocy zainstalowanej energetyki odnawialnej może być zrealizowane dzięki większej liczbie małych instalacji i stworzeniu większej liczby miejsc pracy, lub też dzięki większym instalacjom, generującymi mniejsze efekty w sferze zatrudnienia.

Tabela 35. Zatrudnienie w podziale na kategorie stanowisk dla różnych rodzajów instalacji

Rodzaje instalacji	Średnia liczba etatów w instalacji				Struktura [%]		
	Razem	Pracownicy produkcyjni	Pracownicy administracyjni	Pracownicy obsługi	Pracownicy produkcyjni	Pracownicy administracyjni	Pracownicy obsługi
Biogazownia [N = 19]	5,2	2,3	1,5	1,4	44,2	28,8	26,9
Elektrociepłownia/ ciepłownia biomasowa [N = 4]	75,8	51,0	17,8	7,0	67,3	23,5	9,2
Elektrownia wiatrowa [N = 21]	6,9	0,2	5,0	1,8	2,9	71,8	25,3
Elektrownia wodna [N = 7]	47,1	22,9	12,6	11,7	48,6	26,8	24,8
Źródło geotermalne [N = 2]	13,0	5,5	3,5	4,0	42,3	26,9	30,8
Ogółem	18,6	7,9	5,5	5,4	42,5	29,6	29,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

4.2.3 Stanowiska pracowników

Właściwie w każdej kategorii instalacji, podobnie jak dla próby ogółem, najczęściej miejsc pracy było tworzonych dla pracowników produkcji (powyżej 40%, w przypadku elektrociepłowni biomasowych – 67%), a dla pracowników administracyjnych i obsługi od około 10% do 30% (tabela 35).

Wyjątkiem są elektrownie wiatrowe, gdzie tendencja jest odwrotna – najczęściej miejsc pracy przypada na pracowników administracyjnych (średnio 5), następnie na pracowników obsługi (średnio 1,8), a stosunkowo najmniej na pracowników produkcji (średnio 0,2). Jest to związane oczywiście ze specyfiką instalacji – elektrownie wiatrowe w fazie eksploatacji nie potrzebują praktycznie bieżącego nakładu pracy, poza obsługą serwisową oraz w przypadku awarii, napraw czy remontów, co może być również w przypadku małych instalacji zlecane wykonawcom zewnętrznym.

Badane firmy OZE zatrudniają najczęściej pracowników fizycznych (tabela 36). Średnio na jedną jednostkę przypada 7,7 pracowników fizycznych (łącznie 402 pracowników w 52 jednostkach). Najwięcej było ich w elektrociepłowniach/ ciepłowniach biomasowych (średnio 39,5) oraz elektrowniach wodnych (średnio 28,8). Drugą najliczniejszą kategorią pracowników byli specjaliści i inżynierowie – średnio jedna instalacja zatrudnia 3,8 takich pracowników (196 osób w 52 firmach).

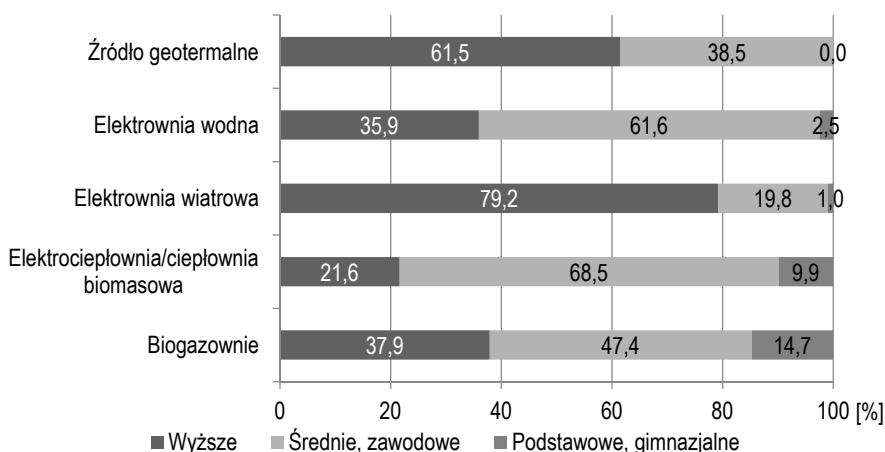
Tabela 36. Średnie zatrudnienie i struktura zatrudnienia według stanowisk

Rodzaje instalacji	Kadra zarządzająca	Specjaliści, inżynierowie	Pracownicy ogólnoadministracyjni	Pracownicy fizyczni	Inni
Biogazownie	18,3% (1)	17,3% (1)	10,6% (0,6)	42,3% (2,5)	11,5% (0,8)
Elektrociepłownia / ciepłownia biomasowa	6,4% (4)	12,7% (8)	4,8% (3)	62,9% (39,5)	13,1% (8,3)
Elektrownia wiatrowa	30,0% (1,5)	44,0% (2,2)	16,0% (0,8)	8,0% (0,4)	2,0% (0,1)
Elektrownia wodna	5,5% (3)	23,5% (12,8)	14,4% (7,8)	52,9% (28,8)	3,7% (2)
Źródło geotermalne	11,5% (1,5)	19,2% (2,5)	11,5% (1,5)	57,7% (7,5)	0,0% (0)
Ogółem	10,4% (1,7)	23,3% (3,8)	11,0% (1,8)	47,2% (7,7)	8,0% (1,3)

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Średnio najwięcej inżynierów zatrudniają elektrownie wodne (12,8 etatu; 23,5%). W przypadku kadry zarządzającej i pracowników ogólnoadministracyjnych obserwuje się podobny poziom zatrudnienia – na każdą badaną jednostkę przypada średnio 1,7 etatu kierowniczego i 1,8 etatu ogólnoadministracyjnego.

Pracownicy zatrudnieni w badanych firmach to przede wszystkim osoby z wykształceniem wyższym lub ponadgimnazjalnym (rysunek 34). Na jedną firmę przypada średnio 5,8 pracowników z wyższym wykształceniem i 6,6 pracowników z ponadgimnazjalnym. Pracownicy z niższym wykształceniem są zatrudniani znacznie rzadziej. Na jedną firmę przypada średnio niespełna jeden taki pracownik (0,7).



Rysunek 34. Struktura pracowników ze względu na poziom wykształcenia

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Przeciętnie niższym poziomem wykształcenia cechowali się pracownicy instalacji wykorzystujących biomasę (elektrowni/elektrociepłowni biomasowych i biogazownie), co wiąże się z cechą poprzednią, czyli faktem zatrudniania w dużej mierze pracowników fizycznych. W elektrowniach wiatrowych i źródłach geotermalnych w większym stopniu zatrudniani są wysoko wykwalifikowani specjaliści.

Badanych poproszono także o podanie kierunków wykształcenia zatrudnionych w instalacjach specjalistów i kadry kierowniczej (tabela 37). Najczęściej podawanymi były kierunki związane z mechaniką (22 instalacje zatrudniały

specjalistów i kierowników o takim wykształceniu) oraz energetyką i elektroenergetyką (10 instalacji). Średnio na jedną firmę przypada 2,2 pracowników z takim wykształceniem.

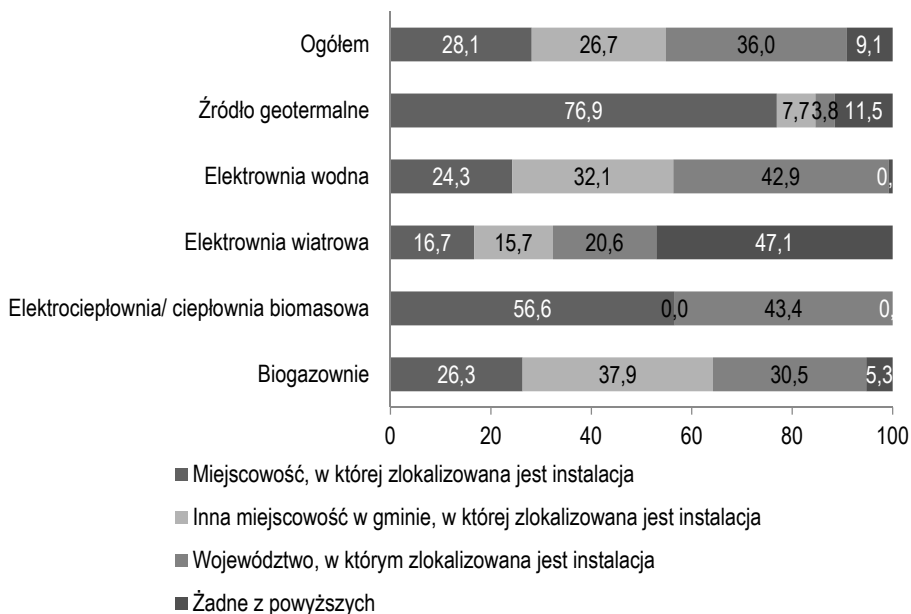
Tabela 37. Instalacje według kierunków wykształcenia kierowników i specjalistów

Kierunki wykształcenia	Liczba instalacji zatrudniających pracowników o danym kierunku	Procent instalacji
ochrona/inżynieria środowiska i pokrewne	4	7,1%
energetyka/elektroenergetyka i pokrewne	10	17,9%
ekonomia/zarządzanie/finanse i rachunkowość i pokrewne	7	12,5%
mechanika i pokrewne	22	39,3%
inne kierunki	19	33,9%

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Badane firmy stosunkowo często zatrudniają także osoby wykształcone w kierunkach związanych z ekonomią, zarządzaniem, finansami i rachunkowością – 7 instalacji, średnio na jednostkę przypadają 1,2 osoby. Relatywnie mało instalacji zatrudnia natomiast pracowników posiadających wykształcenie związane z ochroną i inżynierią środowiska (średnia 0,5) oraz z informatyką (średnia 0,2).

Ostatnim badanym aspektem jakościowym miejsc pracy tworzonych w instalacjach OZE było to, czy zatrudnieni są w niej pracownicy lokalni, czy też spoza gminy lub województwa, w którym zlokalizowana jest instalacja. W badanych instalacjach ogółem struktura zatrudnienia z uwzględnieniem tego kryterium była relatywnie równomierna – po około 1/3 pracowników instalacji zamieszkiwało odpowiednio miejscowość, w której zlokalizowana była instalacja, inną miejscowość w gminie lokalizacji instalacji oraz inną miejscowość w województwie, w którym położona była instalacja (rysunek 35).



Rysunek 35. Struktura zatrudnienia według miejsca zamieszkania pracowników

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników badań.

Widoczne jest zróżnicowanie tej cechy pomiędzy różnymi typami instalacji – najbardziej „lokalnym” zatrudnieniem cechowały się źródła geotermalne (ponad 75% pracowników mieszkało w miejscowości, w której zlokalizowana była instalacja) oraz elektrociepłownie/ciepłownie biomasowe (ponad 50% zatrudnionych). W elektrowniach wiatrowych natomiast prawie połowa pracowników mieszkała poza województwem, w którym była zlokalizowana instalacja.

W Polsce, podobnie jak w wielu innych krajach, pozytywny wpływ technologii OZE na rynek pracy jest ważnym argumentem za wspieraniem rozwoju wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych. Jest to szczególnie ważne w kontekście lokalnym, kiedy lokalizacja instalacji OZE może rozwiązywać konkretne problemy danego terenu. Przedstawione wyniki badań będą mogły służyć decydentom lokalnym do oceny, w jakim zakresie proponowane do lokalizacji na ich terenie instalacje OZE przyczynią się do tworzenia miejsc pracy.

Przedstawione w niniejszej pracy ustalone w badaniu pierwotnym wskaźniki zatrudnienia w instalacjach OZE powinny zapoczątkować systematyczne badanie faktycznego oddziaływania sektora energetyki odnawialnej na rozwój

społeczno-ekonomiczny, w tym na tworzenie miejsc pracy. Ze względu na ramy projektu, badanie miało charakter cząstkowy. Niezbędne jest systematyczne prowadzenie kompleksowych ogólnopolskich badań pierwotnych, które będą systematycznie diagnozować wpływ na zatrudnienie poszczególnych technologii OZE, zarówno w odniesieniu do wymiaru lokalnego, jak i ogólnokrajowego.

WPŁYW ELEKTROWNI WIATROWYCH NA WARTOŚĆ NIERUCHOMOŚCI

W Polsce jednym z najpopularniejszych źródeł OZE jest energetyka wiatrowa. Według danych Urzędu Regulacji Energetyki na koniec września 2013 roku w Polsce istniało 795 instalacji wiatrowych o łącznej mocy 3082 MW. W większości są to duże farmy zlokalizowane w północno-zachodniej części kraju. Według danych Europejskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej, przyrost mocy elektrowni wiatrowych w 2012 roku wyniósł w Polsce 880 MW. Polska została zakwalifikowana jako jeden z 12 głównych rynków zbytu turbin wiatrowych na świecie (kraje instalujące turbiny o mocy między 0,5 a 2,5 GW rocznie)¹³⁴. Z drugiej jednak strony rozwój energetyki wiatrowej związany jest z szeregiem barier, zarówno prawno-instytucjonalnych jak i o podłożu społecznym. Według badań ankietowych przeprowadzonych w 2013 roku konflikty ze społecznościami lokalnymi znalazły się na 7 pozycji wśród ważnych barier rozwoju sektora energetyki wiatrowej¹³⁵. Konflikty te wynikają z kilku przenikających się wzajemnie aspektów, wśród których do najważniejszych zaliczyć należy obawy o spadek wartości nieruchomości¹³⁶.

¹³⁴ *Energetyka wiatrowa w Polsce*. Raport, listopad 2013, www.reo.pl/upload/userfiles [2015-05-28].

¹³⁵ *Bariery rozwoju energetyki wiatrowej ze szczególnym uwzględnieniem aspektów akceptacji społecznej*, Ambiens, Warszawa 2013.

¹³⁶ Por. Poskrobko T., Marcinkiewicz J., *Wpływ elektrowni wiatrowych na percepcję krajobraz w świetle badań empirycznych*, „Ekonomia i Środowisko” 2015 nr 2.

5.1 Metodyka badań

Celem badania było określenie, w jakim stopniu elektrownie wiatrowe wpływają na wartość nieruchomości położonych w ich pobliżu oraz wyznaczenie wskaźnika procentowej zmiany wartości nieruchomości zlokalizowanych w pobliżu elektrowni wiatrowych. Wskaźnik taki może być przydatną informacją dla decydentów wyznaczających kierunki zmian w lokalnych systemach energetycznych, chcących wziąć pod uwagę również efekty zewnętrzne takich zmian. Założono, że jeśli ludzie postrzegają elektrownie wiatrowe jako element zmniejszający wartość nieruchomości, to taki fakt może się ujawnić w ich skłonności do zapłaty (WTP). Oczekiwano, że ludzie będą skłonni zapłacić wyższą cenę za nieruchomości, w pobliżu których nie występują elektrownie wiatrowe niż za nieruchomości, w pobliżu których takie elektrownie występują. Do takiej analizy można zastosować dwa podejścia:

- podejście bazujące na ujawnionych preferencjach (*revealed preferences*) – bezpośrednio wykorzystuje informacje z rynku nieruchomości, poprzez analizę podobnych nieruchomości, których jedyną istotną cechą różnicującą jest obecność lub brak w pobliżu elektrowni wiatrowych;
- podejście badające deklarowane preferencje (*stated preferences*) polegające na próbie symulacji rynku nieruchomości, na którym przedmiotem wymiany są nieruchomości zlokalizowane w pobliżu elektrowni wiatrowych.

Podejście pierwsze jest pewniejsze niż drugie, gdyż bada rzeczywiste wybory dokonywane przez konsumentów na rzeczywistych rynkach, jednak przeprowadzona przez autorów analiza rynku nieruchomości wykazała, że możliwości zastosowania pierwszego podejścia w warunkach polskich są bardzo małe. Dzieje się tak głównie z powodu względnie niewielkiej ilości nieruchomości położonych w pobliżu elektrowni wiatrowych. Dodatkowo, wśród występujących w takiej konfiguracji nieruchomości, występuje znaczne zróżnicowanie ich właściwości warunkujących cenę, do których z pewnością należy lokalizacja. Oznacza to, że badanie ze względu na znacznie rozproszenie obszarowe nieruchomości byłoby obarczone sporą niepewnością.

Z tego powodu autorzy zdecydowali się na zastosowanie podejścia bazującego na badaniu deklarowanych preferencji. W tym celu wykorzystano metodę wyceny warunkowej, w której osoby badane proszone są bezpośrednio o określenie, jaką kwotę są gotowe zapłacić (WTP) za wprowadzenie pewnych zmian

w jakości badanego dobra. Technika jest określana jako „warunkowa”, ponieważ dobro lub usługa w rzeczywistości niekoniecznie będą dostarczone. Sytuacja, do której odnoszą się badani przy określaniu wartości jest hipotetyczna, jednak zakłada się, że zachowują się oni w identyczny lub bardzo zbliżony sposób, jak na prawdziwym rynku. Metoda wyceny warunkowej nie jest wolna od potencjalnych błędów¹³⁷. W celu zmniejszenia wpływu znanych niedoskonałości metody wyceny warunkowej, autorzy zastosowali sekwencję postępowania obejmującą następujące kroki:

1. Określenie hipotetycznego rynku.
2. Sporządzenie scenariusza.
3. Sporządzenie kwestionariusza badań.
4. Przeprowadzenie badania fokusowego.

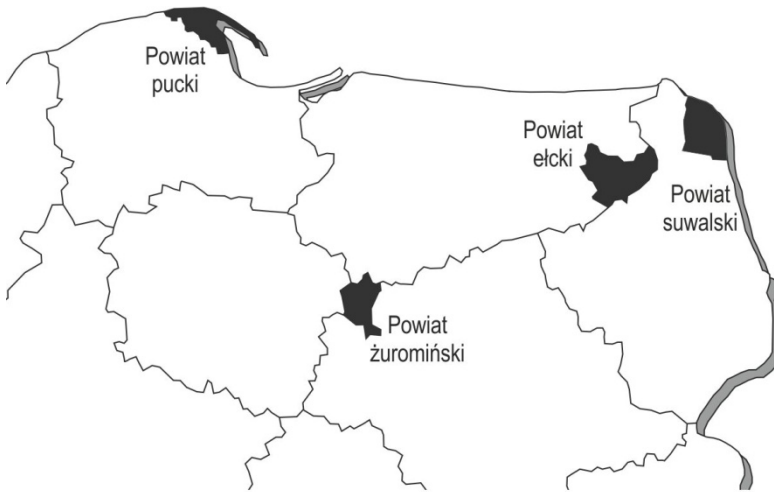
5.1.1 Określenie hipotetycznego rynku

W badaniu hipotetycznym rynkiem był rynek szeroko rozumianych nieruchomości. Autorzy badania nie precyzowali, o jakiego typu nieruchomości chodzi. Celem badania było bowiem określenie ogólnego wskaźnika zmiany wartości nieruchomości położonych w pobliżu elektrowni wiatrowych.

W badaniach zdecydowano się na celowy dobór próby, wybierając cztery powiaty: pucki, suwalski, żuromiński oraz ełcki. Ich lokalizację przedstawiono na rysunku 36.

Głównym motywem wyboru tych powiatów był fakt występowania w nich zarówno skupisk elektrowni wiatrowych (farm wiatrowych), jak i pojedynczych turbin rozproszonych na terenie powiatu. Autorzy postawili hipotezę badawczą, że realna obecność elektrowni wiatrowych może wpłynąć na ocenę wpływu na wartość nieruchomości. Aby się o tym przekonać, autorzy obok trzech powiatów w których dość licznie występują elektrownie wiatrowe (powiaty: pucki, żuromiński i suwalski) wybrali również jeden powiat kontrolny bez takich elektrowni – powiat ełcki.

¹³⁷ Szerzej na ten temat w rozdziale 3.



Rysunek 36. Lokalizacja powiatów objętych badaniem

Źródło: opracowanie własne.

Kolejnym kryterium wyboru powiatów była ich atrakcyjność turystyczna. Postawiono bowiem kolejną hipotezę badawczą, że ludzie mieszkający na terenach, gdzie turystyka jest istotną gałęzią gospodarki regionu, będą bardziej wyczuleni na zmiany w wartości nieruchomości powodowane przez elektrownie wiatrowe. Na obszarach takich transakcje na rynku nieruchomości powiązane są, częściej niż gdzie indziej, z walorami turystycznymi i krajobrazowymi, to znaczy częściej dochodzi do transakcji kupna-sprzedaży domów letniskowych, dacz, pensjonatów, hoteli, działek rekreacyjnych i tym podobnych nieruchomości. W związku z tym mieszkańcy takich powiatów powinni, teoretycznie, być bardziej wyczuleni na zmiany w wartości nieruchomości powodowane przez lokalizację w ich pobliżu elektrowni wiatrowych. W tym przypadku próbę kontrolną stanowił powiat żuromiński, w którym turystyka jest rozwinięta w marginalnym stopniu. Pozostałe powiaty – pucki, suwalski oraz elcki – charakteryzują się wysokimi walorami turystycznymi, wynikającymi z cech przyrodniczo-krajobrazowych.

5.1.2 Sporządzenie scenariusza

W scenariuszu badawczym przedstawiono hipotetyczną sytuację, w której możliwe jest wprowadzenie bezwzględnego zakazu lokalizacji elektrowni wiatrowych na terenie powiatu. Zakaz taki wiązałby się jednak z pewnymi obciążeniami finansowymi. Założono bowiem, że jeśli ludzie dostrzegają zmniejszanie się wartości nieruchomości w wyniku lokalizacji elektrowni wiatrowych w ich pobliżu, to będą skłonni do zapłaty pewnej kwoty w zamian za pewność, że takie elektrownie nie powstaną w sąsiedztwie. Założono również, że racjonalny w sensie ekonomicznym człowiek nie będzie skłonny do zapłaty większej kwoty, niż szacowany przez niego spadek wartości nieruchomości. Na tej podstawie można więc określić, jaka jest zmiana wartości nieruchomości w wyniku lokalizacji w ich pobliżu elektrowni wiatrowych. Wartość ekonomiczna jest z natury subiektywna i zależy od decyzji poszczególnych uczestników wymiany rynkowej. Skoro w zaproponowanym scenariuszu badani byłiby skłonni zapłacić pewną cenę za brak elektrowni wiatrowych, to oczekiwać należy, że w realnych sytuacjach spodziewają się co najmniej takiego spadku wartości, jeśli będą sprzedawcami nieruchomości lub zaproponowaliby co najmniej o tyle niższą cenę w przypadku, gdyby byli nabywcami.

Cenę za wprowadzenie bezwzględnego zakazu lokalizacji wiatraków wyrażono w formie dodatkowego podatku odprowadzanego od transakcji kupna-sprzedaży nieruchomości, zmniejszającego wartość nieruchomości dla kupującego oraz jednocześnie zwiększającego cenę dla kupującego. Zdecydowano się na taki zabieg z kilku powodów. Po pierwsze, urealnia to scenariusz, gdyż podatek taki jest znany, w odróżnieniu od czysto hipotetycznego pytania o cenę (to znaczy pytania „ile skłonny byłbyś zapłacić?”). Po drugie, tak skonstruowany scenariusz nakierowuje badanych na problem zmiany w wartości nieruchomości związany z lokalizacją elektrowni wiatrowych. W przypadku zwykłego pytania o hipotetyczną cenę, badani mogliby łączyć jej wysokość z innymi niż nieruchomości aspektami, przykładowo zmiany w krajobrazie, obawa o migrujące ptaki. W scenariuszu zastosowano symetryczny podatek, którym byłiby obciążani zarówno kupujący, jak i sprzedający. Dzięki temu możliwe było uchwycenie zarówno wyceny osób potencjalnie nabywających mniej atrakcyjną nieruchomość, jak i osób, które chcą zbyć nieruchomość w pobliżu elektrowni wiatrowej i spodziewają się mniejszej ceny za nią. Po trzecie, wyrażenie podatku jako procenta od wartości nieruchomości pozawala w prosty sposób określić wskaźnik

procentowej uraty wartości nieruchomości w wyniku lokalizacji w ich pobliżu elektrowni wiatrowych.

5.1.3 Sporządzenie kwestionariusza badań

Kluczowym elementem kwestionariusza były pytania o gotowość do zapłaty (WTP) za bezwzględny zakaz lokalizacji elektrowni wiatrowych. Zdecydowano się zastosować, rekomendowany w literaturze przedmiotu¹³⁸, format pytań zamkniętych, zadawanych w formie referendum (*referendum format*).

Wstępne pytanie dotyczyło ogólnej oceny wpływu elektrowni wiatrowych na wartość nieruchomości, czyli czy Pana / Pani zdaniem elektrownie wiatrowe:

- zmniejszają wartość nieruchomości (cen domów, działek, etc.) położonych w ich sąsiedztwie;
- zwiększają wartość nieruchomości (cen domów, działek, etc.) położonych w ich sąsiedztwie;
- nie mają wpływu na wartość nieruchomości (cen domów, działek, etc.) położonych w ich sąsiedztwie.

W przypadku, gdy badany był przekonany o negatywnym wpływie elektrowni na wartość nieruchomości przedstawiano mu hipotetyczny scenariusz o treści „Możliwe jest wprowadzenie bezwzględnego zakazu budowy elektrowni wiatrowych na terenie powiatu, jednak wiązało by się to z wprowadzeniem podatku od transakcji kupna-sprzedaży nieruchomości. Podatkiem takim obciążony byłby po równo kupujący i sprzedający nieruchomość.” Po opisanu i ewentualnym doprecyzowaniu przez ankiera hipotetycznej sytuacji, respondentowi zadawane były pytania o wysokość podatku w formie: X zł za każde 100.000 wartości transakcji (Y% wartości transakcji), gdzie po każdej pozytywnej odpowiedzi, zwiększano wartość X i Y. W badaniu zastosowano cztery progi:

- 300 zł za każde 100 000 wartości transakcji (0,3% wartości transakcji);
- 1000 zł za każde 100 000 wartości transakcji (1% wartości transakcji);
- 3000 zł za każde 100 000 wartości transakcji (3% wartości transakcji);
- 5000 zł za każde 100 000 wartości transakcji (5% wartości transakcji).

Kończącą część kwestionariusza (metryczka) stanowiły standardowe pytania socjologiczne. Każdemu z respondentów zadano pytania o wiek, płeć oraz wykształcenie. W badaniach ankietowych respondenci podawali rzeczywiste

¹³⁸ Zob.: G. Garrod, K.G. Willis, *Economic valuation of the environment, Methods and case studies*, Wyd. Edward Elgar, Cheltenham Glos 1999.

wiek (konkretną liczbę lat). Najmłodsza osoba spośród ankietowanych miała 18 lat zaś najstarsza 83 lata. W dalszej analizie zdecydowano się jednak dokonać agregacji do trzech grup wiekowych: ludzie młodzi (18-34 lata), ludzie w średnim wieku (35-49 lat) oraz ludzie starsi (50 i więcej lat). W przypadku wykształcenia zastosowano cztery kategorie: wykształcenie podstawowe, zawodowe, średnie i wyższe, jednak z uwagi na nieliczną grupę osób z wykształceniem podstawowym, połączono dwie pierwsze kategorie. Dzięki temu uzyskano w miarę zbliżone liczebności w każdej z kategorii. Zdaniem autorów, takie połączenie jest dopuszczalne. Kategorie te można traktować jako spójne, uwzględniając fakt, że osoby z obu grup nie posiadają egzaminu dojrzałości. Pytania socjologiczne zamieszczono w celu wyznaczenia zależności pomiędzy kwotami WTP a pewnymi grupami demograficznymi, z wykorzystaniem metod statystycznych¹³⁹.

5.1.4 Badania fokusowe

Badania fokusowe przeprowadzone zostały na grupie 45 respondentów, głównie mieszkańców województwa podlaskiego. Miały one charakter bezpośrednich wywiadów przeprowadzanych z respondentami przez autorów badania. W wywiadach pytano o takie kwestie, jak:

- stosunek respondentów do rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce oraz w zamieszkiwanym przez nich regionie;
- wpływ, jaki zdaniem badanych wywierają elektrownie wiatrowych na nieruchomości położone w ich pobliżu;
- szacowaną utratę wartości nieruchomości w wyniku lokalizacji w ich pobliżu elektrowni wiatrowych,
- gotowość do zapłaty (w formie podatku od transakcji kupna-sprzedaży nieruchomości) za zakaz budowy elektrowni wiatrowych w regionie (gminie, powiecie).

Celem tych badań było w pierwszej kolejności określenie, czy istnieje dostrzegalny wpływ elektrowni wiatrowych na wartość nieruchomości, mogący być przedmiotem dalszej analizy. Po drugie, celem było zdobycie informacji

¹³⁹ G.A. Ferguson, Y. Takane: *Analiza statystyczna w psychologii i pedagogice*, PWN, Warszawa 1999, ss. 272-294.

ułatwiających minimalizację efektu zakotwiczenia (*anchoring effect*)¹⁴⁰, mogącego się pojawić w badaniu głównym. Efekt ten polega na tym, że ostatecznie zadeklarowana cena może zależeć od podawanej wartości początkowej. Jak pokazują badania¹⁴¹, badany może przyjąć pierwszą podaną cenę jako pewien punkt odniesienia, szczególnie w przypadku, jeśli nie ma zadeklarowanych preferencji co do wartości dobra będącego przedmiotem wyceny. Ryzyko zakotwiczenia pojawia się więc w przypadku badań typu referendum z zamkniętym formatem pytań, a takie autorzy zastosowali w badaniu głównym. Podawana przez ankietera pierwsza wartość stawki podatku stanowi więc punkt odniesienia (kotwicę), który może przyjąć respondent i nie będzie się chciał od niej zbyt oddalić, czyli nie będzie skłonny do podawania wyższych wartości ceny dobra. By zminimalizować błąd zakotwiczenia, przeprowadzono badania fokusowe z pytaniami otwartymi. Pozwoliło to na wstępne oszacowanie stawki podatku, jaką należy przyjąć w badaniu głównym, by zminimalizować efekt zakotwiczenia. Należy jednak zwrócić uwagę, że jak pokazują badania¹⁴², w przypadku metody CVM z zamkniętym formatem pytań całkowite uniknięcie efektu zakotwiczenia jest w zasadzie niemożliwe. Kolejnym celem badania fokusowego było przetestowanie zrozumienia informacji, które miały być podane w kwestionariuszu badania głównego, w tym w szczególności o roli podatku od transakcji kupna-sprzedaży nieruchomości jako czynnika zwiększającego cenę dla kupującego, a zmniejszającego dla sprzedającego.

¹⁴⁰ I.J. Bateman, I.H. Langford, A.P. Jones, G.N. Kerr, R. Scarpa, *Bound and path effects in double and triple bounded dichotomous choice contingent valuation*, Tenth Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists, University of Crete, Rethymnon, 2000.

¹⁴¹ D. Ariely, G. Loewenstein, D. Prelec, *Coherent Arbitrariness: Stable Demand Curves without Stable Preferences*, "Quarterly Journal of Economics" 2003 nr 118 (1), ss. 73-106.

¹⁴² D. Fudenberg, D.K. Levine, Z. Maniadis, *On the Robustness of Anchoring Effects in WTP and WTA Experiments*, "American Economic Journal: Microeconomics" 2012 nr 4(2), ss. 131-145.

Szacunek utraty wartości nieruchomości położonych w pobliżu elektrowni wiatrowych

Badania przeprowadzono na grupie 1200 osób (po 300 osób w każdym z powiatów) metodą CATI. Wywiady z respondentami były przeprowadzane w pierwszym kwartale 2015 roku, przez wyspecjalizowaną w badaniach sondażowych firmę.

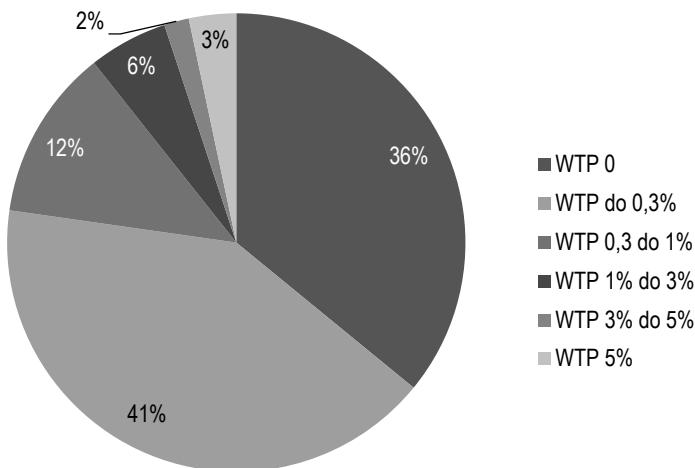
Celem analizy otrzymanych wyników oraz określenia procentowego spadku wartości nieruchomości zlokalizowanych w sąsiedztwie elektrowni wiatrowych, przyjęto następujące założenia:

1. Respondenci deklarujący brak wpływu elektrowni wiatrowych na nieruchomości położone w ich pobliżu oraz respondenci deklarujący pozytywny wpływ zaliczeni zostali do grupy mającej zerową gotowość do zapłaty WTP = 0.
2. Respondenci deklarujący negatywny wpływ elektrowni wiatrowych na nieruchomości położone w ich pobliżu, jednak nie wyrażający gotowości do zapłaty podatku w wysokości 0,3% od transakcji kupna sprzedaży zaliczeni zostali do grupy deklarującej WTP w przedziale od 0 do 0,3%. Przyjęto założenie, że WTP takich respondentów wynosi 0,15%. Zdecydowano się wybrać środek przedziału, gdyż w takim przypadku, zdaniem autorów popełnia się najmniejszy błąd oszacowania.
3. Respondenci deklarujący negatywny wpływ elektrowni wiatrowych na nieruchomości położone w ich pobliżu oraz deklarujący gotowość do zapłaty podatku w wysokości 0,3%, jednak nie wyższej, zaliczeni zostali od grupy deklarującej WTP w przedziale od 0,3 do 1%. Podobnie, jak w poprzednim przypadku, jako średnie WTP dla tej grupy wybrano środek przedziału (WTP = 0,65%).
4. Respondenci deklarujący negatywny wpływ elektrowni wiatrowych na nieruchomości położone w ich pobliżu oraz deklarujący gotowość do zapłaty podatku w wysokości 1%, jednak nie wyższej, zaliczeni zostali od grupy deklarującej WTP w przedziale od 1 do 3% (środek przedziału WTP = 2%).
5. Respondenci deklarujący negatywny wpływ elektrowni wiatrowych na nieruchomości położone w ich pobliżu oraz deklarujący gotowość do za-

płaty podatku w wysokości 3%, jednak nie wyższej, zaliczeni zostali od grupy deklarującej WTP w przedziale od 3 do 5% (środek przedziału WTP = 4%).

6. Pozostali respondenci zaliczeni zostali od grupy deklarującej WTP = 5%.

Na rysunku 37 przedstawiono procentowe udziały deklaracji WTP dla przedstawionego w badaniu scenariusza.



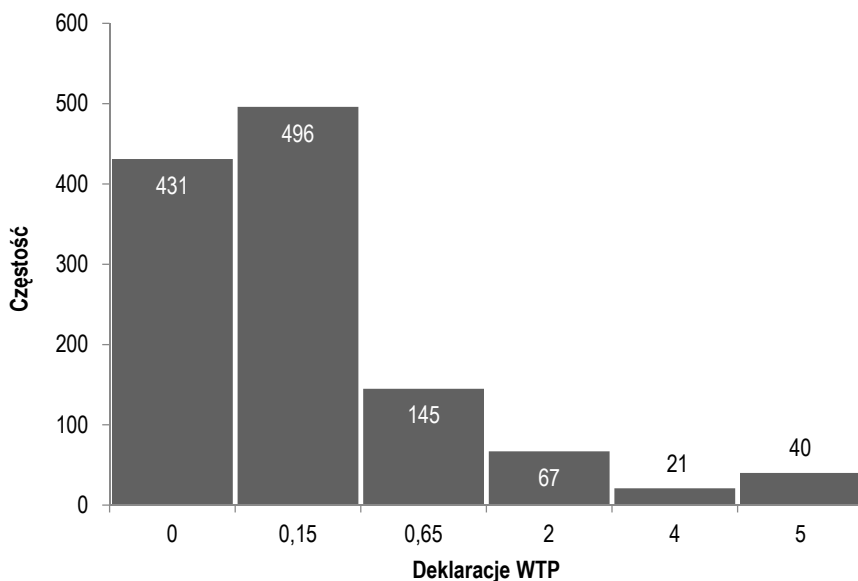
Rysunek 37. Procentowe udziały deklaracji WTP dla przedstawionego w badaniu scenariusza

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 38 przedstawiono histogram deklaracji respondentów na temat WTP. Wartości WTP w nich przedstawione wynikają z opisanego założenia o uśrednianiu przedziałów WTP do ich środka.

Ogółem najwięcej osób (431 osób, 41,3%) zadeklarowało WTP w przedziale od 0,3% do 1% wartości transakcji, czyli zgodnie z przyjętym założeniem oceniana przez niech utrata wartości nieruchomości wynosi średnio 0,15%. Drugą co do wielkości, niemal równie liczną jak poprzednia, grupą są osoby deklarujące zerową gotowość do zapłaty, a więc osoby, które nie dostrzegają spadku wartości nieruchomości (431 osób, 35,9%). Kolejna grupa to osoby deklarujące WTP równe 0,65% wartości nieruchomości (145 osób, 12,1%), a następnie osoby deklarujące WTP równe średnio 2% (67 osób, 12,1%). Warto zwrócić uwagę na

dość nietypowy rozkład odpowiedzi w grupach deklarujących WTP 4% oraz 5%. Osób deklarujących pierwszą wartość jest bowiem mniej (21 osób, 1,8%) niż osób deklarujących wartość drugą (40 osób, 3,3%).



Rysunek 38. Liczebność deklaracji o spadku wartości nieruchomości położonych w pobliżu elektrowni wiatrowych wyrażony jako deklaracje WTP

Źródło: opracowanie własne.

Wykres liczebności jest prawostronnie skośny. Dominujący jest udział deklaracji WTP równych 0,15%.

Podstawowe statystyki podsumowujące odpowiedzi na pytanie wyceniające przedstawia tabela 38. Parametry oszacowano dla grupy wszystkich danych oraz w rozbiciu na cechy demograficzne.

Tabela 38. Oszacowane parametry rozkładu wszystkich deklaracji o spadek wartości nieruchomości położonych w pobliżu elektrowni wiatrowych wyrażony jako deklaracje WTP

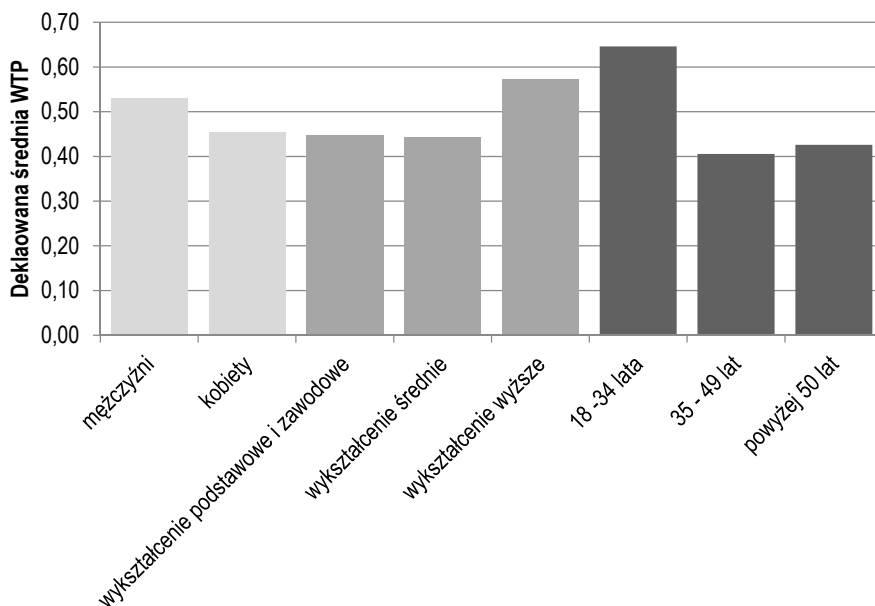
Oszacowany parametr	Płeć		Wiek			Wykształcenie		
	K	M	18-34 lata	35-49 lat	pow. 50 lat	podstawowe i zawodowe	średnie	wyższe
Średnia	0,49	0,45	0,53	0,65	0,41	0,43	0,45	0,57
Błąd standardowy	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,04	0,06	0,06
Mediana	0,150	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Odchylenie standardowe	1,08	1,01	1,15	1,21	1,00	1,01	1,06	1,14
Wariancja próbki	1,16	1,02	1,32	1,46	0,99	1,02	1,13	1,30
Kurtoza	9,56	11,22	8,12	5,34	13,91	12,57	10,02	7,63
Skośność	3,18	3,38	2,98	2,47	3,78	3,58	3,25	2,87
Licznik	1200	634	566	371	307	522	275	415
Poziom ufności (95,0%)	0,06	0,08	0,09	0,12	0,11	0,09	0,13	0,11

Źródło: opracowanie własne.

Średnia WTP wynosi 0,5%. Zwraca uwagę fakt, że mediana jest zdecydowanie niższa od średniej i wynosi 0,15 zł. Spowodowane jest to dominującym udziałem deklaracji 0,15% (z przedziału 0%-0,3%). Zróżnicowanie w próbie jest duże, o czym świadczy odchylenie standardowe od średniej w wysokości 1,08 punktów procentowych.

5.2.1 Wpływ wieku, płci i wykształcenia na deklaracje WTP

W badaniu sprawdzono również zróżnicowanie gotowości do zapłaty w zależności od wieku, płci oraz wykształcenia. Wielkości WTP w zależności od cech demograficznych przedstawiono na rysunku 39.



Rysunek 39. Wielkości deklarowanych WTP w zależności od płci, wieku oraz wykształcenia

Źródło: opracowanie własne.

Dla zweryfikowania hipotezy o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi WTP w tych grupach, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Wyniki analiz wskazują, że zarówno płeć, jak i wykształcenie nie mają wpływu na deklarowaną średnią. W przypadku płci męż-

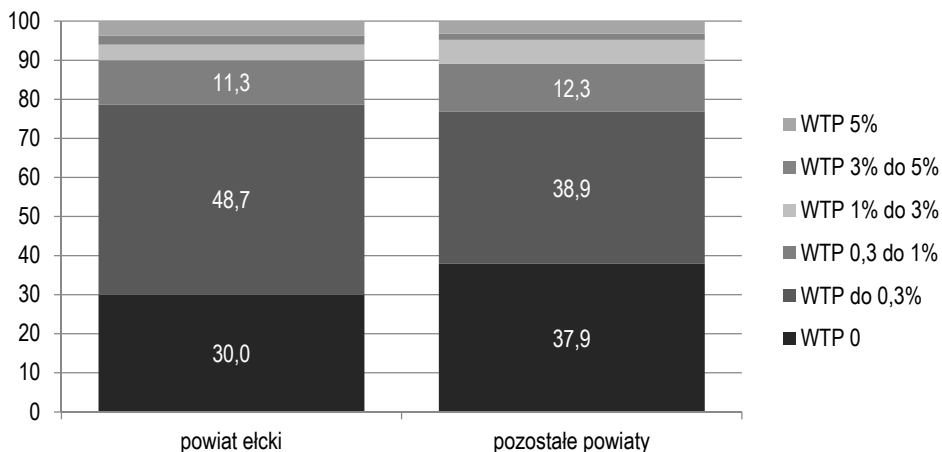
czyżni deklarują nieznacznie większe WTP niż kobiety (mężczyźni – 0,53% oraz kobiety – 0,45%), jednak płci nie można uznać za czynnik różnicujący średnią wartość WTP (statystyka F wynosi 1,49, poziom istotności statystycznej wynosi 0,22). Analogiczna sytuacja występuje w przypadku wykształcenia, Nieznacznie większą skłonność do zapłaty dostrzec można w grupie osób z wykształceniem wyższym (0,57%), niż w grupie osób z wykształceniem podstawowym i zawodowym (0,48%) oraz w grupie z wykształceniem średnim (0,47%). Analiza ANOVA wykazała jednak, że różnice te nie są istotne statystycznie ($F = 1,89$ przy poziomie istotności 0,15).

Badanie ujawniło jednak istniejący, statystycznie istotny związek między deklaracjami WTP a wiekiem ($F = 5,82$ przy poziomie istotności 0,003). Osoby w przedziale wiekowym 18-34 lata deklarują większą wyższe WTP (0,65%) niż osoby w grupie wiekowej 35-49 lat (0,41%) oraz w grupie powyżej 50 lat (0,43%). Oznacza to, że osoby młode w większym stopniu obawiają się utraty wartości nieruchomości na skutek lokalizacji w ich pobliżu elektrowni wiatrowych. Trudno jest wskazać przyczynę takiego stanu i wymaga to postawienia dodatkowych hipotez, a następnie ich weryfikacji.

5.2.2 Wpływ lokalizacji na deklaracje WTP

W badaniu przyjęto dwie hipotezy badawcze dotyczące wpływu lokalizacji na wycenę utraty wartości nieruchomości. Pierwsza z nich zakłada, że realna obecności elektrowni wiatrowych na danym terenie może wpłynąć na ocenę wartości nieruchomości. Potwierdzeniem tej hipotezy byłby znaczące różnice WTP w powiecie ełckim w stosunku do pozostałych powiatów. W celu weryfikacji tej hipotezy zestawiono ze sobą wyniki otrzymane w powiecie ełckim (300 respondentów) oraz skumulowane wyniki otrzymane w pozostałych powiatach (900 respondentów). Na rysunku 40 zestawiono procentowe udziały poszczególnych deklaracji WTP w powiecie ełckim oraz w pozostałych powiatach.

W powiecie ełckim zaobserwowano mniejszy udział deklaracji zerowych (30%) niż w pozostałych powiatach (37,9%), natomiast większy był procent deklaracji WTP z drugiego przedziału (48,7% w powiecie ełckim, 38,9% w pozostałych powiatach). Udział odpowiedzi z pozostałych przedziałów był podobny w obu analizowanych grupach.



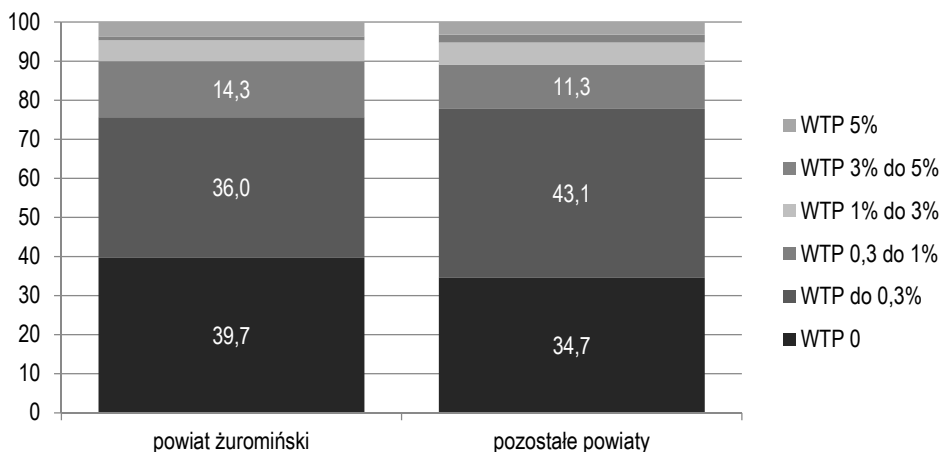
Rysunek 40. Struktura deklaracji WTP w przedstawionym scenariuszu w powiecie elckim i pozostałych powiatach

Źródło: opracowanie własne.

Celem zweryfikowania hipotezy o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi WTP w powiecie elckim i pozostałych powiatach, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Wyniki analiz wskazują, że nie istnieją statystycznie istotne różnice między średnią wielkością deklarowanego WTP w powiecie elckim i pozostałych powiatach. W przypadku powiatu elckiego respondenci deklarowali nieznacznie większe średnie WTP niż w przypadku pozostałych powiatów (0,50% – powiat elcki oraz 0,48% pozostałe powiaty). W obu przypadkach wariancja próby była podobna (1,26 – powiat elcki oraz 1,13 – pozostałe powiaty). Statystyka F jest niska i wynosi 0,04, co przekłada się na wysoki poziom istotności hipotezy zerowej o braku statystycznie istotnych różnic, wynoszący 0,85. Oznacza to, że należy odrzucić postawioną hipotezę – otrzymane wyniki nie potwierdzają, że istnieje statystycznie istotny wpływ na średnią wartość WTP wynikający z realnej obecności elektrowni wiatrowych. Uprawnia to do wysunięcia wniosku, że oczekiwana utrata wartości nieruchomości w zlokalizowanych w pobliżu elektrowni wiatrowych jest niezależna od tego, czy na danym terenie (delimitowanym do obszaru powiatu) występują już elektrownie wiatrowe, czy też nie.

Druga hipoteza zakłada, że utrata wartości nieruchomości może być większa na terenach atrakcyjnych turystycznie. W celu weryfikacji tej hipotezy ze-

stawiono ze sobą wyniki otrzymane w powiecie żuromińskim (300 respondentów) oraz skumulowane wyniki otrzymane w pozostałych powiatach (900 respondentów). Na rysunku 41 zestawiono procentowe udziały poszczególnych deklaracji WTP w powiecie żuromińskim oraz w pozostałych powiatach.



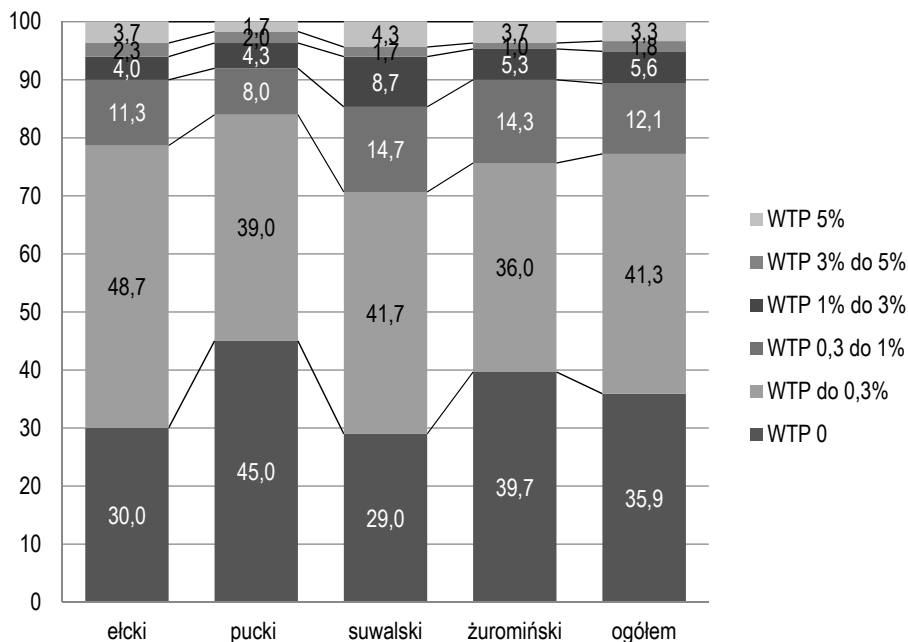
Rysunek 41. Struktura deklaracji WTP w przedstawionym scenariuszu w powiecie żuromińskim i pozostałych powiatach

Źródło: opracowanie własne.

Dla zweryfikowania hipotezy o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi WTP w powiecie żuromińskim i pozostałych powiatach, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Wyniki analiz wskazują, że nie istnieją statystycznie istotne różnice między średnią wielkością deklarowanego WTP w powiecie żuromińskim i pozostałych powiatach. W przypadku powiatu żuromińskiego respondenci deklarowali nieznacznie mniejszą średnią WTP niż w przypadku pozostałych powiatów (0,47% – powiat żuromiński oraz 0,49% pozostałe powiaty). W obu przypadkach wariancja próby jest podobna (1,13 – powiat żuromiński oraz 1,17 – pozostałe powiaty). Statystyka F jest niska i wynosi 0,09 co przekłada się na wysoki poziom istotności hipotezy zerowej o braku statystycznie istotnych różnic, wynoszący 0,77. Oznacza to, że należy odrzucić przyjętą w badaniach hipotezę. Otrzymane w badaniu wyniki nie potwierdzają, że istnieje statystycznie istotny wpływ na średnią wartość WTP wynikający z turystycznego charakteru badanego obszaru. Uprawnia

to do wysunięcia wniosku, że oczekiwana utrata wartości nieruchomości w wyniku lokalizacji elektrowni wiatrowych jest niezależna od tego, czy na danym terenie (delimitowanym to obszaru powiatu) rozbudowana jest znacząco sfera turystyczna, czy też nie.

W analizie wyników w zaobserwowano jednak rozbieżność między poszczególnymi powiatami. Na rysunku 42 przedstawiono procentowe udziały poszczególnych deklaracji WTP oddzielnie dla wszystkich powiatów.

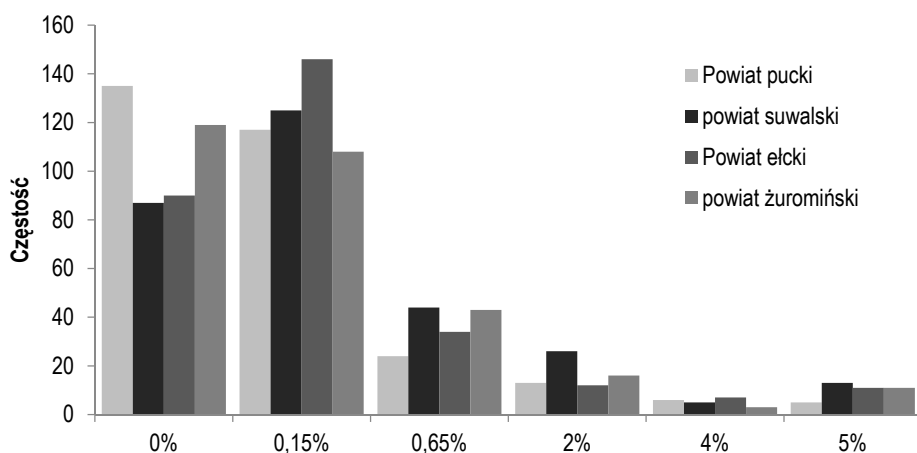


Rysunek 42. Struktura deklaracji WTP dla przedstawionego w badaniu scenariusza w podziale na powiaty

Źródło: opracowanie własne.

Powiat pucki charakteryzuje się największym udziałem procentowym deklaracji zerowych (45% odpowiedzi, 135 deklaracji), natomiast najmniejszy udział w tym przedziale zaobserwowano w powiecie suwalskim (29% odpowiedzi, 87 deklaracji). W powiatach elckim i żuromińskim, udział zerowych deklaracji był nieco bardziej zbliżony (odpowiednio: 30% odpowiedzi, 90 deklaracji oraz 39,7% odpowiedzi, 119 deklaracji). Z kolei w przypadku najwyższych de-

klaracji (WTP 5%) można zaobserwować odwrotną zależność. Najwięcej takich deklaracji jest w powiecie suwalskim (4,3% odpowiedzi, 13 deklaracji), natomiast najmniej – w powiecie puckim (1,7% odpowiedzi, 5 deklaracji). Analogicznie, jak w przypadku deklaracji zerowych, powiat ełcki i żuromiński są bardzo zbliżone (3,7% odpowiedzi, 11 deklaracji w obu powiatach). Największa średnia deklarowana WTP była w powiecie suwalskim (0,61%), natomiast najmniejsza – w powiecie puckim (0,36%). W powiatach ełckim i żuromińskim średnie te były do siebie zbliżone i wynosiły odpowiednio: 0,5% oraz 0,48%. Na rysunku 43 przedstawiono histogram deklaracji WTP dla poszczególnych powiatów.



Rysunek 43. Liczebność deklaracji WTP w poszczególnych powiatach

Źródło: opracowanie własne.

By przekonać się, czy powiaty stanowią istotny statystycznie czynnik różnicujący przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji dla czterech grup odpowiedzi (grupowanie według powiatów). Wyniki analiz wskazują, że istnieją między powiatami statystycznie istotne różnice w średniej wielkości deklarowanego WTP. Statystyka F wynosi 2,83 co skutkuje niskim poziomem istotności wynoszącym 0,04.

Oznacza to, że powiaty stanowią istotny czynnik różnicujący wycenę spadku wartości nieruchomości, w pobliżu których znajdują się elektrownie wiatrowe. Należy jednak zwrócić uwagę, że wyraźne różnice występują jedynie w po-

wiecie puckim, gdzie wycena jest dostrzegalnie niższa oraz w powiecie suwalskim, gdzie jest wyższa od średniej. Potwierdza to również analiza ANOVA przeprowadzona dla powiatu puckiego i suwalskiego (z wyłączeniem pozostałych powiatów). Statystyka F wynosi 8,72 a poziom istotności jest niższy od 0,01. Istnieje więc statystycznie istotna rozbieżność między średnimi deklaracjami WTP w obu powiatach.

5.2.3 Szacunek utraty wartości nieruchomości w próbie bez respondentów protestujących

W badaniu podjęto próbę identyfikacji respondentów protestujących, czyli osób które zadeklarowały gotowość do zapłacenia niezgodną z ich prawdziwymi preferencjami, jako wyraz protestu przeciwko pewnym aspektom badanego zjawiska, w tym przypadku elektrowni wiatrowych. Elektrownie takie budzą w Polsce wiele kontrowersji i posiadają zarówno swoich gorących zwolenników, jak i przeciwników. W badaniu założono, że osoby takie nie będą chciały deklarować swoich rzeczywistych preferencji związanych z realną wyceną wpływu elektrowni wiatrowych na wartość nieruchomości. W badaniu założono, że istnieją dwie grupy respondentów protestujących:

1. Protestujący zwolennicy, czyli osoby będące zdecydowanymi zwolennikami rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce. Osoby takie, zamiast deklarować rzeczywistą wartość, mogą deklarować zerowy wpływ na wartość nieruchomości, chcąc w ten sposób zmniejszyć w badaniu negatywny efekt elektrowni wiatrowych.
2. Protestujący przeciwnicy, czyli osoby będące zdecydowanymi przeciwnikami rozwoju energetyki wiatrowej. Mogą oni deklarować wyższe WTP niż rzeczywiście postrzegana utrata wartości nieruchomości, chcąc w ten sposób wyrazić swój protest przeciwko energetyce wiatrowej.

W celu identyfikacji protestujących zwolenników elektrowni wiatrowych w badaniu zadano pytanie:

Czy Pana / Pani zdaniem elektrownie wiatrowe:

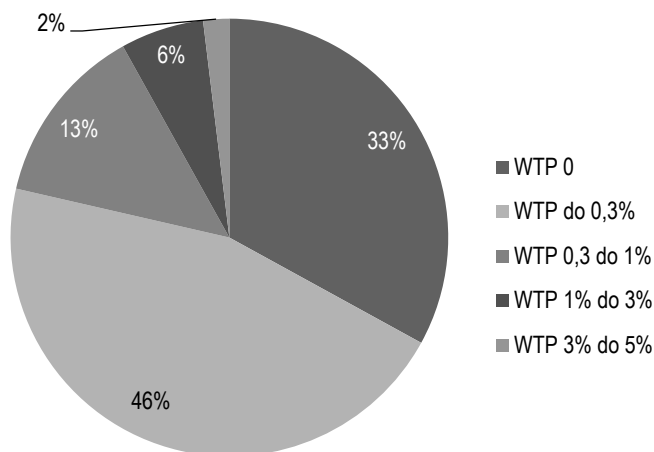
- zmniejszają wartość nieruchomości (cen domów, działek, etc.) położonych w ich sąsiedztwie;
- zwiększają wartość nieruchomości (cen domów, działek, etc.) położonych w ich sąsiedztwie;
- nie mają wpływu na wartość nieruchomości (cen domów, działek, etc.) położonych w ich sąsiedztwie.

Założono, że protestujący zwolennicy mogą ujawnić się w badaniu poprzez wybór deklaracji o pozytywnym wpływie elektrowni wiatrowych na wartość nieruchomości. Założenie takie wzmocnione jest przeprowadzonymi wcześniej badaniami fokusowymi (jakościowymi), gdzie osoby ankietowane w zasadzie nie deklarowały pozytywnego wpływu elektrowni wiatrowych na wartość nieruchomości. W dwóch przypadkach pojawiły się takie deklaracje, jednak wśród osób będących zdecydowanymi zwolennikami rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce. W celu wyeliminowania protestujących zwolenników ograniczono próbę badawczą, eliminując z niej osoby (72 respondentów) deklarujące zwiększenie wartości nieruchomości położonych w sąsiedztwie elektrowni wiatrowych. Z kolei protestujący przeciwnicy ujawnić się mogą w wysokich deklaracjach WTP. W celu ich wyeliminowania ograniczono próbę badawczą, eliminując z niej osoby (40 respondentów) deklarujące wartość gotowość do zapłacenia podatku od transakcji kupna-sprzedaży nieruchomości w wysokości 5% wartości transakcji¹⁴³. Dodatkowo wyeliminowano w ten sposób problem związany z tak zwanym efektem potwierdzenia¹⁴⁴ (*ang. yea saying*), pojawiający się w przypadku stosowania pytań w formie zamkniętej, a polegający na tym, że niektórzy z respondentów mają skłonność do odpowiadania „tak” na zadawane pytania, niezależnie od ich treści.

Procentowe udziały deklaracji WTP dla przedstawionego w badaniu scenariusza po wyeliminowaniu respondentów protestujących (łącznie 1088 respondentów) przedstawiono na rysunku 44.

¹⁴³ W badaniach fokusowych respondenci nie deklarowali gotowości do zapłaty podatku wyższego niż 3%.

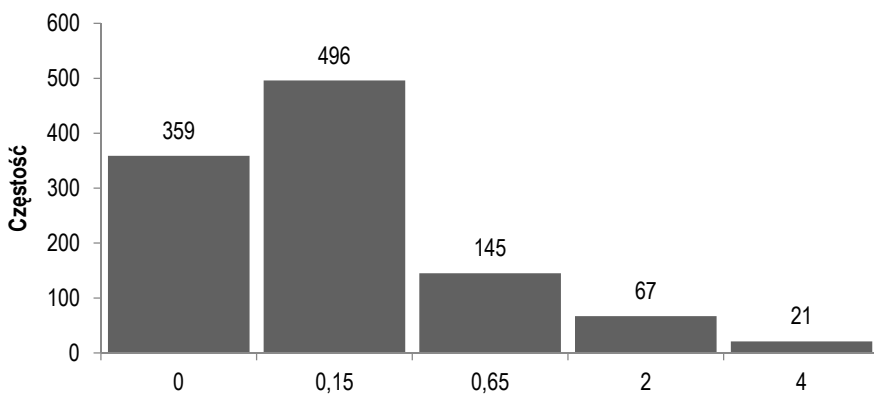
¹⁴⁴ Blamey, R. K., Bennett, J. W. i Morrison, M. D., *Yea-saying in contingent valuation surveys*, „Land Economics” 1999 nr 75(1), ss. 126-141.



Rysunek 44. Procentowe udziały deklaracji WTP dla przedstawionego w badaniu scenariusza po wyeliminowaniu respondentów protestujących

Źródło: opracowanie własne.

Histogram deklaracji WTP po wyeliminowaniu respondentów protestujących, z uśrednieniem przedziałów WTP do ich środka przedstawiono na rysunku 45.



Rysunek 45. Liczebność deklaracji WTP po wyeliminowaniu respondentów protestujących

Źródło: opracowanie własne.

Ogółem najwięcej osób (496 osób, 45,6% badanych) zadeklarowało WTP w przedziale od 0,3% do 1%, czyli zgodnie z przyjętym założeniem oceniana przez nich średnia utrata wartości nieruchomości wynosiła 0,15%. Drugą co do wielkości grupą są osoby deklarujące zerową gotowość do zapłaty, a więc osoby, które nie dostrzegają spadku wartości nieruchomości (359 osób, 33,0% badanych). Kolejna grupa to osoby deklarujące WTP równe 0,65% wartości nieruchomości (145 osób, 13,3% badanych), a następnie osoby deklarujące WTP równe 2% (67 osób, 6,2% badanych). Najmniej liczną grupę stanowiły osoby deklarujące WTP równe 4% wartości nieruchomości (21 osób, 1,9% badanych).

Wykres liczebności jest prawostronnie skośny. Dominujący jest udział deklaracji WTP równych 0,15%. Podstawowe statystyki podsumowujące odpowiedzi na pytanie wyceniające przedstawiono w tabeli 39. Parametry oszacowano dla grupy wszystkich respondentów oraz z podziałem ze względu na cechy demograficzne.

Tabela 99. Oszacowane parametry rozkładu wszystkich deklaracji po wyeliminowaniu respondentów protestujących

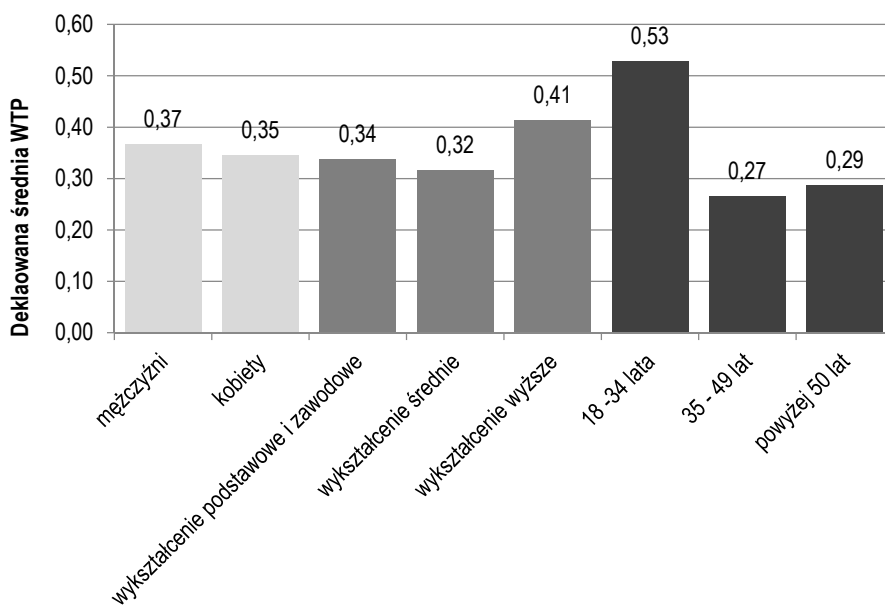
Oszacowany parametr	Płeć		Wiek			Wykształcenie		
	K	M	18-34 lata	35-49 lat	pow. 50 lat	podstawowe i zawodowe	średnie wyższe	
Średnia	0,36	0,37	0,53	0,27	0,29	0,34	0,32	0,41
Błąd standardowy	0,02	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,04
Mediana	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Odchylenie standardowe	0,70	0,69	0,92	0,55	0,59	0,75	0,64	0,75
Wariancja próbki	0,50	0,48	0,84	0,30	0,34	0,56	0,41	0,56
Kurtoza	12,80	13,85	5,99	23,62	17,79	12,84	16,28	10,11
Skośność	3,43	3,54	2,51	4,47	3,88	3,49	3,78	3,06
Licznik	1088	585	330	280	478	246	462	380
Poziom ufności (95,0%)	0,04	0,06	0,10	0,06	0,05	0,09	0,06	0,08

Źródło: opracowanie własne.

Średnia WTP wynosi 0,4%. Zwraca uwagę fakt, że mediana jest zdecydowanie niższa od średniej i wynosi 0,15 zł. Zróżnicowanie w próbie jest duże, o czym świadczy odchylenie standardowe od średniej w wysokości 0,70%. Spowodowane jest to dominującym udziałem deklaracji WTP 0,15% (z przedziału 0-0,3%).

Wpływ wieku, płci i wykształcenia na deklaracje WTP, po wyeliminowaniu respondentów protestujących

W badaniu sprawdzono również zróżnicowanie gotowości do zapłaty w zależności od wieku, płci oraz wykształcenia. Wielkości WTP w zależności od cech demograficznych przedstawiono na rysunku 46.



Rysunek 46. Wielkości deklarowanych WTP w zależności od płci, wieku oraz wykształcenia po wyeliminowaniu respondentów protestujących

Źródło: opracowanie własne.

Dla zweryfikowania hipotezy o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi WTP w tych grupach, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Wyniki analizy wskazują, że zarówno płeć, jak i wy-

kształcenie nie mają wpływu na deklarowaną średnią. Mężczyźni deklarowali minimalnie większe WTP niż kobiety (0,37% mężczyźni oraz 0,34% kobiety), statystyka F jest niska i wynosi 0,24, co przekłada się na wysoki poziom istotności hipotezy zerowej o braku statystycznie istotnych różnic (0,63). Analogiczna sytuacja występuje w przypadku wykształcenia. Nieznacznie większą skłonność do zapłaty dostrzec można w grupie osób z wykształceniem wyższym (0,41%) niż w grupie osób z wykształceniem podstawowym i zawodowym (0,38%) oraz w grupie osób z wykształceniem średnim (0,31%). Analiza ANOVA wykazała jednak, że różnice te nie są istotne statystycznie ($F = 2,10$ przy poziomie istotności 0,12).

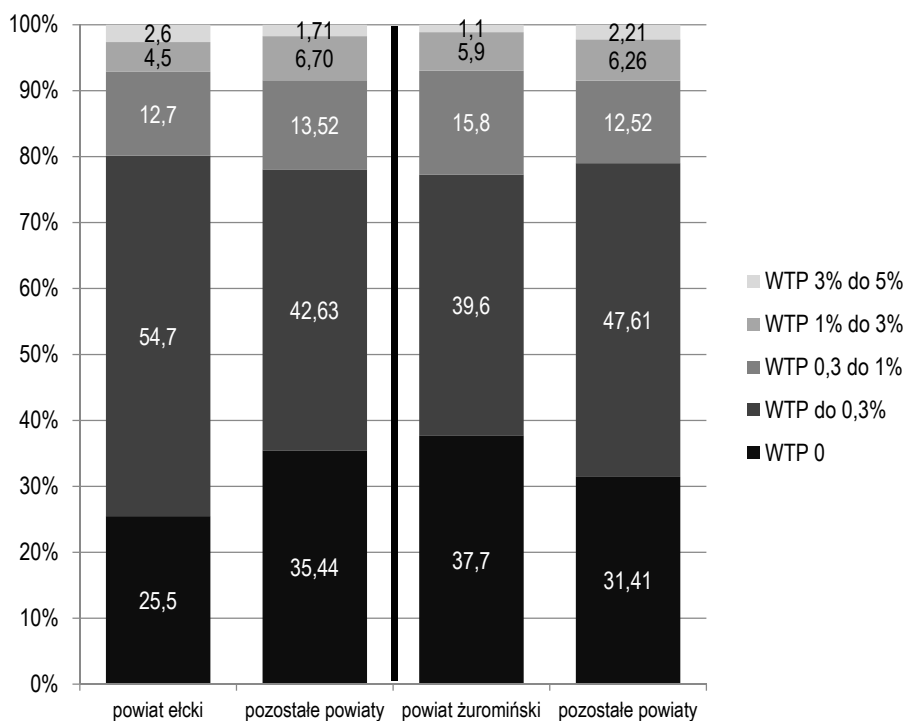
Badanie ujawniło jednak, że istnieje statystycznie istotny związek między deklaracjami WTP a wiekiem ($F = 14,94$ przy poziomie istotności poniżej 0,001). Osoby w przedziale wiekowym 18-34 lata deklarowały wyższe WTP (0,53%) niż osoby w grupie wiekowej 35-49 lat (0,27%) oraz w grupie powyżej 50 lat (0,29%). Oznacza to, że osoby młode w większym stopniu obawiają się utraty wartości nieruchomości na skutek lokalizacji w ich pobliżu elektrowni wiatrowych. Efekt ten jest nasilił się po wyeliminowaniu z próby respondentów protestujących. Trudno jednak wskazać przyczynę takiego stanu i wymaga to postawienia dodatkowych hipotez, a następnie ich weryfikacji. Można jednak postawić co najmniej dwie hipotezy. Po pierwsze, osoby takie mogą być bardziej zainteresowane problemami związanymi z lokalizacją elektrowni wiatrowych, a tym samym wykazują większe obawy, a więc w ich percepcji spadek wartości nieruchomości jest większy. Po drugie, nie można również wykluczyć, że wśród takich osób decyzja o kupnie lub sprzedaży nieruchomości ma dosyć daleką perspektywę, wszak są to osoby dopiero wchodzące na rynek pracy i nie dysponują odpowiednio wysokim kapitałem lub zdolnością kredytową. W związku z tym mogą oni w badaniu deklarować większą skłonność do zapłacenia podatku, niż byliby skłonne zapłacić w rzeczywistości.

Wpływ lokalizacji na deklaracje WTP, bez respondentów protestujących

Analogicznie, jak w przypadku całej próby badawczej, również w próbie bez respondentów protestujących poddano weryfikacji dwie hipotezy dotyczące wpływu lokalizacji na deklarowane średnie wartości WTP. Pierwsza z nich zakłada, że realna obecność elektrowni wiatrowych na danym terenie może

wpłynąć na ocenę wartość nieruchomości, druga zaś, że utrata wartości nieruchomości może być większa na terenach atrakcyjnych turystycznie.

W celu weryfikacji pierwszej hipotezy zestawiono ze sobą wyniki otrzymane w powiecie elckim (267 respondentów) oraz skumulowane wyniki otrzymane w pozostałych powiatach (821 respondentów). W celu weryfikacji drugiej hipotezy zestawiono ze sobą wyniki otrzymane w powiecie żuromińskim (273 respondentów) oraz skumulowane wyniki otrzymane w pozostałych powiatach (815 respondentów). W obu przypadkach z analizy wyłączono respondentów protestujących (rysunek 47).

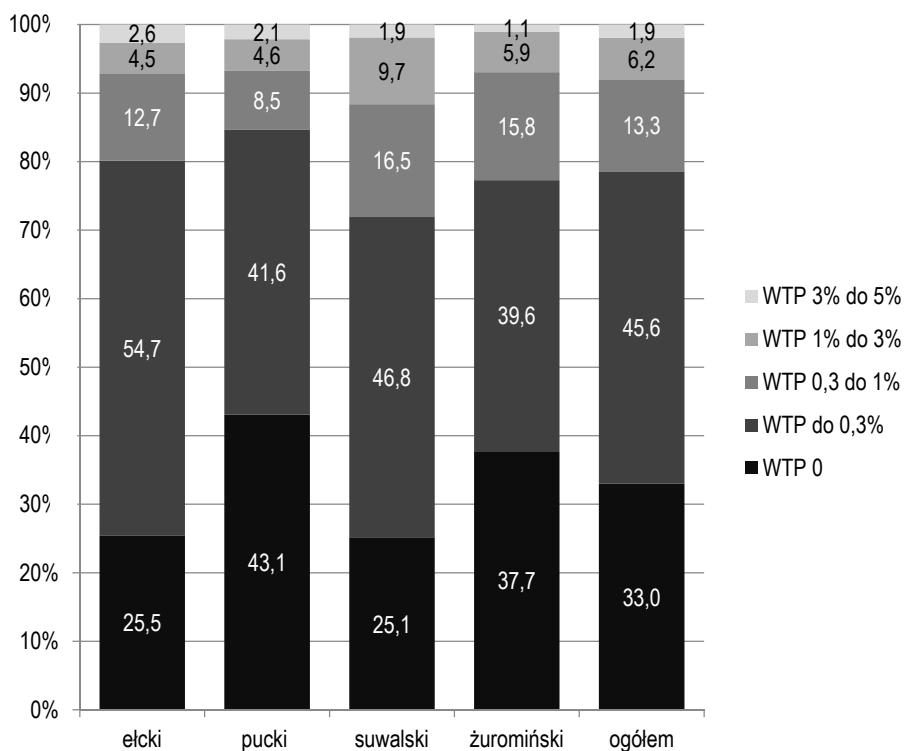


Rysunek 47. Struktura deklaracji WTP w powiecie elckim i pozostałych powiatach oraz w powiecie żuromińskim i pozostałych powiatach

Źródło: opracowanie własne.

Celem zweryfikowania hipotezy o braku statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi WTP w powiecie elckim i pozostałych powiatach oraz

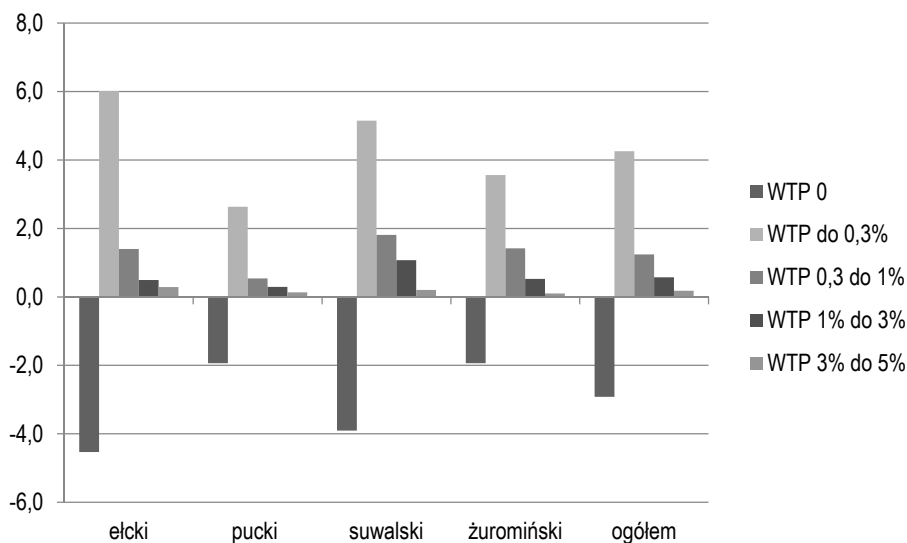
w powiecie żuromińskim i pozostałych powiatach, przeprowadzono testy ANOVA. Wyniki analiz wskazują, że w obu przypadkach nie istnieją statystycznie istotne różnice między średnimi wielkościami deklarowanego WTP. W pierwszym przypadku statystyka F wynosi mniej niż 0,001, a wartość p – 0,98, w drugim przypadku statystyka F wynosi 0,94 zaś wartość p – 0,33. Oznacza to, że analogicznie jak w przypadku, gdy uwzględniani byli wszyscy respondenci, nie można potwierdzić istnienia istotnych różnic w oczekiwanej utracie wartości nieruchomości w wyniku lokalizacji elektrowni wiatrowych w powiatach, gdzie takie elektrownie już występują oraz w powiatach, gdzie ich nie ma. Podobnie, nie można potwierdzić istnienia różnic w oczekiwanej utracie wartości nieruchomości na obszarach, gdzie znacząco rozbudowana jest sfera turystyczna w stosunku do obszarów nieturystycznych.



Rysunek 48. Struktura deklaracji WTP w podziale na powiaty, bez respondentów protestujących

Źródło: opracowanie własne.

Na skutek usunięcia respondentów protestujących udział deklaracji zero-
wych zmniejszył się w stosunku do pełnej próby (rysunek 48). Natomiast udzia-
ły pozostałych przedziałów deklaracji WTP wzrosły. Największy spadek zano-
towano w powiecie ełckim (4,5 p.p.), najmniejszy zaś w powiecie puckim (1,9 p.p.). Różnice w udziałach procentowych wszystkich przedziałów WTP
przedstawia rysunek 49.



Rysunek 49. Różnice w udziałach procentowych poszczególnych przedziałów WTP między próbą pełną a próbą bez respondentów protestujących

Źródło: opracowanie własne.

Celem sprawdzenia, czy powiaty stanowią istotny statystycznie czynnik różnicujący, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji dla czterech grup odpowiedzi (grupowanie według powiatów). Wyniki analiz wskazują, że istnieją statystycznie istotne różnice między powiatami a średnią wielkością deklarowanego WTP. Statystyka F jest wysoka i wynosi 2,38, co przekłada się na niski poziom istotności hipotezy zerowej o braku statystycznie istotnych różnic, wynoszący 0,07.

Oznacza to, że powiaty stanowią istotny czynnik różnicujący wycenę spadku wartości nieruchomości, w pobliżu których znajdują się elektrownie wiatrowe. Należy jednak zwrócić uwagę, że analogicznie jak w przypadku całej próby,

różnice występują przede wszystkim w powiatach puckim, gdzie wycena jest wyraźnie niższa (0,30%) i suwalskim (0,45%), gdzie WTP jest wyższe od średniej wynoszącej 0,36%. Potwierdza to również analiza ANOVA przeprowadzona dla powiatu puckiego i suwalskiego (z wyłączeniem pozostałych powiatów). Statystyka F jest wysoka i wynosi 3,13, co przekłada się na niski poziom istotności hipotezy zerowej o braku statystycznie istotnych różnic, wynoszący 0,02. Istnieje więc statystycznie istotna rozbieżność między średnimi deklaracjami WTP w obu powiatach.

Opisane powyżej rozbieżności między odpowiedziami udzielanymi w powiecie puckim i suwalskim stanowią podstawę do uznania, że powiat jest czynnikiem istotnie wpływającym na spadek wartości nieruchomości zlokalizowanych w pobliżu elektrowni wiatrowych. Niestety rozbieżności te nie powstają tam, gdzie pierwotnie autorzy badania spodziewali się. W związku z tym autorem nasunęło się kilka hipotez, które mogą stanowić potencjalne wyjaśnienie problemu tak znacznych różnic.

Po pierwsze, nie można jednoznacznie wykluczyć czynnika, jakim jest atrakcyjność turystyczna regionu. Należy bowiem wziąć pod uwagę, że powiat pucki ma silną pozycję turystyczną, o czym świadczą wysokie wskaźniki rozwoju tej branży, na przykład 258,94 miejsca noclegowego na 1000 ludności lub 15421,87 udzielonych noclegów na 1000 ludności. Morze Bałtyckie stanowi może na tyle silny atraktor turystyczny, że niweluje ono potencjalny negatywny wpływ elektrowni wiatrowych na wartość nieruchomości. Powiat suwalski jest z kolei rejonem, który dopiero staje się popularny turystycznie (analogicznie: 28,44 miejsca noclegowe na 1000 ludności oraz 1196,37 udzielonych noclegów na 1000 ludności). Niezbyt wysoki popyt turystyczny, w połączeniu z niskim przeciętnym wynagrodzeniem wynoszącym 76,7% przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia brutto w relacji do średniej krajowej (dla porównania w powiecie puckim 86,7%) może sprawiać, że większa jest obawa o jakość krajobrazu stanowiącego, obok jezior, kluczowy dla tego obszaru walor turystyczny. Tezie tej przeczą jednak nieco wyniki otrzymane w powiecie ełckim, który pod względem sytuacji turystycznej i dochodów mieszkańców plasuje się bliżej powiatu suwalskiego (9,5 miejsca noclegowego na 1000 ludności, 798,39 udzielonych noclegów na 1000 ludności, oraz 79,6%, przeciętnego miesięcznego wynagro-

dzenia brutto w relacji do średniej krajowej), gdzie analizowany wpływ na wartość nieruchomości jest bliższy średniej¹⁴⁵.

Po drugie, w grę wchodzić mogą czynniki historyczno-instytucjonalne. Historycznie uwarunkowany rozwój regionalny Polski spowodował, że wyodrębniły się obszary, które w literaturze przedmiotu nazywa się biegunami rozwoju cywilizacyjno-gospodarczego. Uwidaczniające się obecnie różnice międzyregionalne nie są jedynie efektem polityki społeczno-gospodarczej Polski ostatnich 25, czy też 50 lat. Mają one de facto swój początek w czasach rozbiorów, które odcisnęły piętno na poszczególnych ziemiach państw zaborczych. Najczęściej polaryzacja regionalna w Polsce w tym kontekście ukazywana jest poprzez różnice ekonomiczne, zróżnicowanie rozwoju infrastruktury czy też zjawiska demograficzne. Jednak owo zapóźnienie dotyczy również obszaru kulturowo-społecznego. Być może różnice w wycenie utraty wartości nieruchomości wpisują się w ów proces. Spośród wszystkich analizowanych powiatów, jedynie powiat suwalski znajdował się w granicach zaboru rosyjskiego, natomiast pozostałe powiaty znajdowały się pod panowaniem Prus. Być może różnice kulturowe sprawiają, że ludzie mieszkający w powiecie suwalskim są wychowani w kulturze większego poszanowania do przyrody i krajobrazu lub są większymi tradycjonalistami, którzy mniej chętnie akceptują zmiany w ich otoczeniu, co z kolei przekłada się na silniejszy negatywny wpływ na wartość nieruchomości, wywierany przez elektrownie wiatrowe¹⁴⁶.

¹⁴⁵ Zob. E. Sidorczyk-Pietraszko, *Wpływ instalacji odnawialnych źródeł energii na tworzenie miejsc pracy w wymiarze lokalnym*, „Ekonomia i Środowisko” 2015 nr 3.

¹⁴⁶ Zob. T. Poskrobko T., J. Marcinkiewicz, *Wpływ elektrowni wiatrowych na percepcję krajobraz w świetle badań empirycznych*, „Ekonomia i Środowisko” 2015 nr 2.

KOSZTY WYNIKAJĄCE ZE WZROSTU POZIOMU WÓD GRUNTOWYCH, ZWIĄZANE Z ENERGETYKĄ WODNĄ

Energetyka wodna ma w Polsce długą tradycję. Od dawna wykorzystywano ją do napędu młynów, tartaków oraz rozmaitych zakładów przemysłowych¹⁴⁷. Rozwój energetyki wodnej jest pożądany nie tylko z punktu widzenia spełnienia wymagań dotyczących udziału energii odnawialnej w ogólnym bilansie energetycznym kraju, ale także z punktu widzenia pieczeństwa energetycznego i stabilności systemu energetycznego. Czas uruchomienia elektrowni wodnej do uzyskania pełnej mocy zajmuje jedynie kilkadziesiąt sekund. Jest to znakomite zabezpieczenie na wypadek awarii dużej elektrowni konwencjonalnej. Dodatkowo, elektrownie takie charakteryzują się względnie stałym poziomem wytwarzanej mocy, co pozwala stabilizować system energetyczny z dużym udziałem niestabilnych źródeł mocy takich, jak elektrownie wiatrowe czy słoneczne. Kolejną istotną grupą są elektrownie szczytowo-pompowe, których główną funkcją jest akumulacja nadmiaru energii wyprodukowanej w innych elektrowniach, a następnie pokrycie deficytu w chwilach nagłego zapotrzebowania na energię elektryczną. Niestety, rozwój dużych elektrowni wodnych o zainstalowanej mocy powyżej 10 MW, łączy się ze znaczną presją ekologiczną. Progi wodne powodują erozję dna rzek, regulacja koryt przyczynia się do niszczenia flory, co z kolei pogarsza warunki tlenowe. Dodatkowo turbiny wodne zagrażają żyjącym w rzekach zwierzętom, które mogą doznawać uszkodzeń mechanicznych lub choroby gazowej.

Wydaje się, że ze środowiskowego punktu widzenia lepszym rozwiązaniem są małe elektrownie wodne – elektrownie małe, o mocy w przedziale 200 kW –

¹⁴⁷ Z. Kowalewski, *Wykorzystanie energii wodnej jako elementu rozwoju energetyki odnawialnej*, „Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie” 2005 nr 2, ss. 87-91.

10 MW lub mikroelektrownie wodne, o mocy poniżej 200 kW, których presja na środowisko jest zdecydowanie mniejsza. Elektrownie takie mogą nawet przynosić pewne korzyści ekologiczne, do których zaliczyć można małą retencję wód poprawiającą stosunki wodne w obszarze zbiornika, poprawę natlenienia wody i przyspieszenie procesu samooczyszczania czy też oczyszczanie wód z nieczystości stałych w wyniku zastosowania krat chroniących elektrownię.

Z drugiej jednak strony, małe i mikroelektrownie wodne charakteryzują się niezbyt korzystnymi cechami z ekonomicznego punktu widzenia. Kwestia opłacalności małych inwestycji jest często dosyć dyskusyjna. Duże inwestycje cechują się relatywnie dobrymi wskaźnikami efektywności. Zwrot z bardzo małych elektrowni jest zdecydowanie mniejszy.

Dodatkowo, małe elektrownie wodne z racji niewielkich mocy zlokalizowane są blisko obszarów zamieszkałych. Chodzi tu przede wszystkim o łatwy dostęp do sieci energetycznych. To z kolei może rodzić koszty zewnętrzne związane ze wzrostem poziomu wód gruntowych. Zbiorniki zaporowe zawsze mają istotny wpływ na poziom wód gruntowych terenów przyległych. W warunkach klimatycznych Polski występuje przewaga opadu nad parowaniem koryta rzek, co stanowi czynnik drenujący poziomy wód gruntowych. Dlatego też spiętrzenie wody w cieku wiąże się z podniesieniem poziomu wód gruntowych. Jeśli w pobliżu nowopowstałego zbiornika znajdują się budynki (na przykład domy, zabudowania gospodarskie), których podziemne części znajdują się poniżej zwierciadła wód gruntowych, to napór tych wód może prowadzić do niekorzystnych w skutkach zmian.

6.1 Metodyka badań

Niekorzystny wpływ zmian związanych z podniesieniem się poziomu wód gruntowych w wyniku spiętrzenia wody szczególnie widoczny jest w przypadku budynków posiadających kondygnację podziemną (piwnicę). W mniejszym stopniu zagrożone są budynki niepodpiwniczone. Zmiany, o których mowa, to przede wszystkim stałe zawilgocenie fundamentów, ław fundamentowych a także, na skutek podsiąku kapilarnego, również ścian zewnętrznych ponad gruntem. Zawilgocenie takie może prowadzić do szeregu negatywnych zjawisk takich, jak:

- uszkodzenia tynków zewnętrznych, okładzin elewacyjnych i ścian jednowarstwowych pod wpływem zamarzania wilgoci w sezonie zimowym;
- spadek ciepłochronności ścian, z powodu znacznego wzrostu przewodności cieplnej (woda przewodzi ciepło prawie 20 razy lepiej niż powietrze, które zostaje wyparte z porów materiału); ponadto, w ogrzewanym budynku wilgoć zawarta w ścianach odparowuje, co ze względu na bardzo wysokie ciepło parowania wody pochłania bardzo dużo energii;
- rozwój grzybów domowych (tak zwana korozja biologiczna), która oprócz dewastacji materiału może być niekorzystna dla zdrowia ludzi przebywających w zagrzybionych pomieszczeniach.

Tym samym budowa zbiornika retencyjnego może wiązać się z generowaniem kosztów zewnętrznych dla właścicieli lub użytkowników budynków położonych w jego pobliżu.

Koszty zewnętrzne związane z podniesieniem się poziomu wód gruntowych oszacowano używając podejścia odtworzeniowo-prewencyjnego. W związku z tym oszacowano:

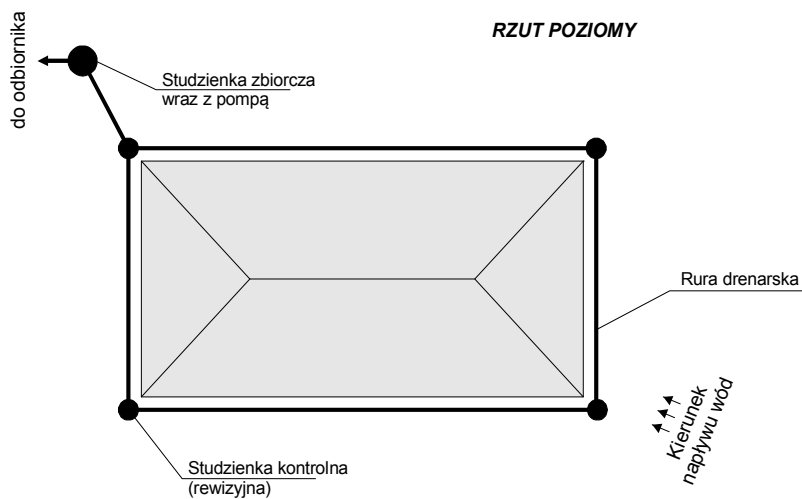
- koszty otworzenia, wynikające z działań które muszą zostać podjęte, aby odnowić zawilgocone część budynku posadowioną w gruncie;
- koszty prewencji: koszty odwodnienia, zapobiegającego ponownemu zawilgoceniu części budynku posadowionego w gruncie.

W przypadku, gdy analiza prowadzona jest *ex ante*, to znaczy przed wybudowaniem spiętrzenia gdy prognozowane jest podniesienie się poziomu wód gruntowych, pod uwagę powinny być brane jedynie koszty prewencji. Koszty te są związane z następującymi czynnościami:

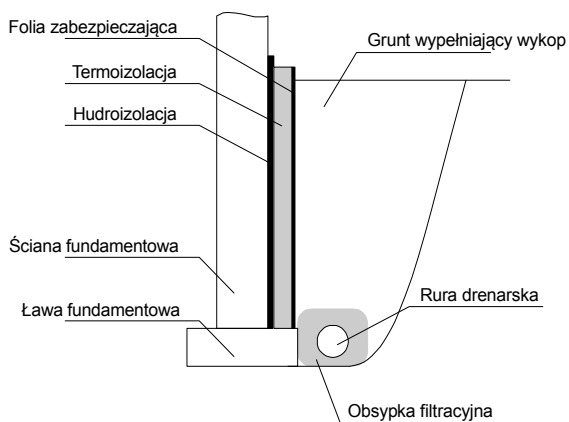
1. Rozebranie opaski wokół budynku. W kalkulacji założono, że jest ona wykonana z bruku betonowego i zakończona obrzeżami trawnikowymi.
2. Wykonanie wykopu wokół fundamentu budynku sięgającego głębokością ław fundamentowych, którego celem jest odsłonięcie zawilgoconych części ścian umieszczonych w gruncie. Przyjęto, że średnia głębokość wykopu powinna wynosić 2 m, zaś sam wykop tworzy lej szerokości 2 metrów u góry i 1m przy ławie fundamentowej. Ze względu na możliwość uszkodzenia murów wykop taki może być wykonany jedynie w połowie w sposób mechaniczny, koparką przedsięwziętą, drugą połowę prac należy przeprowadzić ręcznie.
3. Wykonanie stałego odwodnienia. W badaniach autorzy założyli, że w analizowanej sytuacji najskuteczniejszą, a jednocześnie najtańszą techniką

odwodnienia będzie drenaż opaskowy. Schemat takiego drenażu przedstawiono na rysunku 50. Drenaż opaskowy to system, zagłębionych w gruncie sączków zbierających nadmiar wody gruntowej zagrażającej ścianom budynku. Podstawą działania drenażu są specjalne rury drenarskie wykonane z tworzywa sztucznego (PVC lub PE). Rury są perforowane, to znaczy mają na powierzchni odpowiednio rozstawione otwory o niewielkim przekroju (około 10mm²), którymi do wnętrza rury przesącza się woda gruntowa. Rury są umieszczane w otulinie (filtrze), co zabezpiecza przed zatykaniem otworów przez cząstki gruntu. Rury drenażowe połączone są studzienkami kontrolnymi, umieszczanymi przy każdorazowej zmianie kierunku przebiegu rur drenażowych. W praktyce oznacza to umieszczenie ich przy narożnikach budynku. Studzienki kontrolne służą do okresowego badania i czyszczenia instalacji drenażowej. Założono wykorzystanie studzienek prefabrykowanych z tworzyw sztucznych o średnicy 315 mm, wraz z prefabrykowaną pokrywą żeliwną. Kolejnym elementem systemu odwadniającego jest studzienka zbiorcza. Umieszcza się ją w najniższym punkcie systemu drenażowego, a jej zadaniem jest zbieranie i odprowadzanie wody zbieranej przez drenaż do odbiornika, z użyciem pompy wód zanieczyszczonych. Przy niewielkiej ilości wód odbiornikiem może być szczelne oczko wodne, do którego będzie przepompowywana część zebranej wody. Z oczka będzie ona stopniowo odparowywać. Przy większej ilości zebranej wody należy ją odprowadzić poza działkę. Odbiornikiem może być system kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej (jednak nie bytowo-gospodarczej), rów melioracyjny, pobliskie jezioro, staw lub rzeka.

4. Zasypanie wykopów oraz zagęszczenie gruntu ubijakami mechanicznymi.
5. Odtworzenie opaski wokół domu wykonanej z kostki brukowej betonowej (przy wykorzystaniu materiału z rozbiórki pierwotnej opaski) na podsypce cementowo-piaskowej z wypełnieniem spoin piaskiem oraz obrzeży trawnikowych na podsypce piaskowej, wypełnieniem spoin zaprawą cementową.



RZUT PIONOWY



Rysunek 50. Poglądowy schemat drenażu opaskowego

Źródło: opracowanie własne.

Nieco inaczej należy postąpić w przypadku, gdy analiza kosztów prowadzona jest *ex post*, to jest w sytuacji gdy nastąpiło podniesienie się poziomu wód gruntowych i zawilgocenie budynku. W analizie takiej uwzględnić należy zarówno koszty prewencji, jak i odtworzenia. Oznacza to, że do kosztów przedstawionych powyżej czynności należy doliczyć jeszcze koszty, związane z następującymi czynnościami:

1. Wykonanie tymczasowego odwodnienia gruntu, za pomocą instalacji igłofiltrowych przeznaczonych do odwadniania wykopów budowlanych w gruntach o małej i średniej przepuszczalności. Założono, że igłofiltry będą zanurzone na głębokość 4 metrów, a odpompowywanie wody będzie odbywać się przez 7 dni, czyli w czasie niezbędnym do wykonania czynności odtworzeniowych. Wykonanie odwodnienia jest niezbędne do wykonania wykopu odsłaniającego ławy oraz budowy systemu odwadniającego.
2. Zerwanie starej, zawilgoconej izolacji, a następnie osuszenie ścian, mechaniczne odgrzybienie za pomocą szczotek drucianych oraz chemiczne odgrzybienie za pomocą preparatów grzybobójczych stosowanych w budownictwie.
3. Odtworzenie izolacyjnych właściwości ścian, polegające na budowie:
 - a) przegrody hydroizolacyjnej przy użyciu materiałów wodoszczelnych; w kalkulacji założono, że będzie to papa na lepiku z wyprawą z zaprawy cementowej;
 - b) przegrody termoizolacyjnej z materiałów syntetycznych; w kalkulacji założono, że to płyty polistyrenu ekstrudowanego o grubości 10 cm;
 - c) przegrody ochronnej, wspomagającej hydroizolację w formie membrany wytłaczanej (foli kubelkowej) z polietylen o dużej gęstości HDPE.

Przedstawione poniżej działania stanowią absolutne minimum, jeśli chodzi o zabezpieczanie budynku przez negatywnym wpływem wilgoci. Oznacza to, że szacunek kosztów przeprowadzony w oparciu o nie stanowi dolną granicę potencjalnych kosztów.

Szacunek kosztów odtworzenia i kosztów prewencji przedstawia tabela 39. Przedstawiono w niej konieczne do wykonania prace w ujęciu chronologicznym z zaznaczeniem, które z nich wchodzi w zakres kosztów prewencji, a które – kosztów odtworzenia. Szacunek został przeprowadzony dla budynku o powierzchni 100 m² i wymiarach 10 m na 10 m. Oszacowania pozycji zawierają koszty materiałów i robocizny oparto o cennik Sekocenbud (pierwszy kwartał 2015 roku), stosowany przy kosztorysach inwestorskich w celu określenia wielkości zadania inwestycyjnego oraz o katalogi cenowe producentów materiałów. Przyjęto stawkę roboczogodziny w wysokości 13,68 zł. Dodatkowo doliczono koszty pośrednie wysokości 65%, koszty związane z zakupem materiałów 7,8% oraz zysk wykonawcy 12%. Ceny zaokrąglono do pełnych złotych. Podane koszty nie zawierają podatku VAT.

Tabela 40. Szacunek kosztów przewencji i kosztów odtworzenia związanych z podniesieniem się poziomu wód gruntowych

Opis czynności	Rodzaj kosztów	Koszty całkowite dla budynku o wymiarach 10x10 m [zł]	Koszty w ujęciu jednostkowym	
			Koszt za 1 mb obwodu budynku [zł/m]	Koszty w innych ujęciach
PRACE WSTĘPNE				
Rozebranie opaski wokół budynku wykonanej w formie chodnika z bruku betonowego z obrzeżami trawnikowymi: długość 4×10,5 m = 42 m; szerokość opaski 0,5 m	Koszty przewencji	132	3	-
OSUSZANIE BUDYNKU				
Instalacja igłofiltrów o średnicy 50 mm odwadniających wykop: głębokość igłofiltrów 4 m; długość 4×11 m = 44 m	Koszty odtworzenia	6908	157	-
Pompowanie wody z zestawu igłofiltrowego; czas pompowana 7 dni (168 godzin)	Koszty odtworzenia	11424	-	68 zł/h
Wykopy odkrywające fundament budynku na głębokość 3 m: długość 4×11 m = 44 m; szerokość 2 m; 50% planowanych prac, wykonane koparkami podsiębiernymi o pojemności łżyki 0,15 m ³	Koszty przewencji	572	13	-
Wykopy odkrywające fundament budynku na głębokość 3 m: długość 4×11 m = 44 m; szerokość 2 m; 50% planowanych prac, wykonane ręcznie	Koszty przewencji	3300	75	-
Odbicie zawilgoconych tynków wewnętrznych z zaprawy cementowej oraz zawilgoconej izolacji na ścianach; długość 4×10 m = 40 m; - głębokość 2 m	Koszty odtworzenia	800	20	-
Odgryzanie powierzchni ścian przy użyciu szrotok stalowych oraz przy użyciu preparatów grzybobójczych; długość 4×10 m = 40 m; głębokość 2 m	Koszty odtworzenia	1080	36	-
IZOLACJA BUDYNKU				
Wykonanie hydroizolacji pionowej fundamentów środkami wodoszczelnymi przy użyciu papy na lepiku z wyprawą z zaprawy cementowej: długość 4×10 m = 40 m; głębokość 2 m	Koszty odtworzenia	3200	81	-
Termoizolacja pionowa fundamentów (płyty z polistyreny ekstrudowanego o grubości 10 cm); długość 4×10 m = 40 m; głębokość 2 m	Koszty odtworzenia	7280	182	-

Isolacja fundamentów folią kubelkową z polietylenu o dużej gęstości: długość 4x10 m = 40 m; głębokość 2 m	Koszty odtworzenia	1840	46	-
WYKONANIE DRENAŻU OPASKOWEGO				
Wykonanie podsypki filtracyjnej z kruszywa w gotowym wykopie na głębokości 2,5 m: długość 4x11 m = 44 m; szerokość 0,5 m	Koszty przewencji	2596	59	-
Ułożenie drenażu rurowego, jednorzędowego (rura drenarska karbowana PVC Fi) wokół fundamentu budynku: długość 4x11 m = 44 m	Koszty przewencji	704	16	-
Wykonanie kontrolnej studzienki drenarskiej o średnicy 315 mm z pokrywą żeliwną typu lekkiego posadowioną na stożku betonowym: 4 szt. na każdym z rogów budynku	Koszty przewencji	3160	-	790 zł/szt.
Wykonanie pompowni wód drenazowych w formie studzienki kanalizacyjnej średnicy 425 mm z pokrywą żeliwną typu lekkiego posadowioną na stożku betonowym wraz z pompą do wody zanieczyszczonej	Koszty przewencji	17900	-	17900 zł/szt.
Zасыpywanie wykopów: długość 4x11 m = 44 m; głębokość 2 m	Koszty przewencji	1760	40	-
Zagęszczanie gruntu ubijakami mechanicznymi: długość 4x11 m = 44 m; szerokość 1 m	Koszty przewencji	528	12	-
PRACE KOŃCĄCE				
Wykonanie opaski wokół budynku z kostki betonowej (materiał z rozbiórki) na podsypce cementowo-piaskowej z wypełnieniem spoin piaskiem oraz obrzeży trawnikowych na podsypce piaskowej, wypełnieniem spoin zaprawą cementową: długość 4x10,5 m = 42 m; szerokość opaski 0,5 m	Koszty przewencji	1638	39	-
Łącznie koszty		64822 zł	779 zł	

Źródło: opracowanie własne.

W celu stworzenia wskaźnika przedstawiono oszacowane koszty w ujęciu za metr bieżący obwodu budynku (przy założeniu, że system odwadniający będzie położony na głębokości 2 metrów). Niestety, nie wszystkie koszty można ująć w taki sposób. Chodzi tu w szczególności o:

- koszty studzienek kontrolnych;
- koszty studzienki zbiorczej z przepompownią;
- koszty pracy igłofiltrów odwadniających.

Koszty te zostały przedstawione w innym ujęciu jednostkowym: w przypadku studzienek jako koszty za sztukę, w przypadku pracy igłofiltrów – jako koszt roboczogodziny. Jednostkowe koszty prewencji i odtworzenia przedstawiono w tabeli 41.

Tabela 41. Jednostkowe koszty prewencji i odtworzenia związane z podniesieniem się poziomu wód gruntowych

Rodzaj kosztów	Jednostka odniesienia kosztów			
	Metr obwodu budynku [zł/m]	Studzienka rewizyjna [zł/szt.]	Przepompownia [zł/szt.]	Roboczogodzina pracy igłofiltrów [zł/h]
Koszty prewencji	257	790	17900	-
Koszty odtworzenia	522	-	-	68

Źródło: opracowanie własne.

Łączne koszty zewnętrzne związane z podniesieniem się poziomu wód gruntowych w wyniku budowy elektrowni wodnej dla budynku o wymiarach 10 metrów na 10 metrów oszacowano na 64 822 zł, przy czym koszty prewencji i koszty odtworzenia są niemal równe i wynoszą odpowiednio: koszty prewencji 32 290 zł (49,8% kosztów ogólnych) oraz koszty odtworzenia 32 532 zł (50,2%). W przypadku kosztów prewencyjnych największą część stanowi przepompownia, zaś w przypadku kosztów odtworzenia praca igłofiltrów odwadniających.

EFEKTY WYNIKAJĄCE ZE ZMIANY SPOSOBU PRODUKCJI ENERGII CIEPLNEJ W BUDYNKACH MIESZKALNYCH

7.1 Szacunek zmiany ilości czasu wolnego

7.1.1 Metodyka badań

Zmiana źródła energii cieplnej może wiązać się zarówno ze zwiększeniem, jak i zmniejszeniem czasu poświęconego na jego eksploatację. Jest to zależne od rodzaju pierwotnego źródła energii cieplnej oraz rodzaju źródła zainstalowanego po modernizacji. Generalnie, biorąc pod uwagę czas obsługi, można wyróżnić dwie grupy źródeł energii cieplnej:

- źródła bezobsługowe, takie, jak: kotły olejowe i gazowe, pompy ciepła i kolektory słoneczne oraz ogrzewanie elektryczne;
- źródła wymagające stałej obsługi, do których zaliczają się wszelkiego rodzaju kotły na paliwa stałe (węgiel i biomasę); ich czasochłonność może być zróżnicowana i jest zależna przede wszystkim od konstrukcji oraz dodatkowego wyposażenia.

Jeśli zmiana źródła zasilania następuje ze źródła grupy pierwszej na źródło grupy drugiej, będzie dochodziło do zwiększenia czasu obsługi, a tym samym do powstawania kosztów utraconego czasu wolnego. W odwrotnym przypadku (zmiana z grupy drugiej na grupę pierwszą) pojawiają się korzyści związane z oszczędnością czasu wolnego. Zmiana indywidualnego źródła produkcji energii cieplnej może się wiązać ze zmianą ilości czasu poświęconego na eksploatację tego źródła. W szczególności należy wziąć pod uwagę czas poświęcony na:

- obsługę źródła produkującego energię cieplną (zasilenie źródła paliwem oraz inne czynności eksploatacyjne) w sezonie grzewczym i poza sezonem grzewczym;

- zagospodarowanie paliwa na posesji (na przykład przeladowanie przywiezionego paliwa na z miejsce składowania);

Średni czas poświęcony na obsługę źródła zasilania (T_E) obliczono według wzoru:

$$T_E \frac{T_{EZ} \cdot D_S}{30,4375} + \frac{T_{EL} \cdot (365 - D_S)}{30,4375} + T_{EP} \text{ [h/miesiąc]}$$

gdzie:

T_{EZ} – średni czas poświęcony na zasilenie źródła ciepła paliwem oraz czynności eksploatacyjne w sezonie grzewczym;

T_{EL} – średni czas poświęcony na zasilenie źródła ciepła paliwem oraz czynności eksploatacyjne poza sezonem grzewczym;

T_{EP} – średni czas poświęcony na zagospodarowanie paliwa na obszarze posesji;

D_S – średnia liczba dni przypadająca na sezon grzewczy.

Sezon grzewczy, formalnie ujmując rozpoczyna się, gdy co najmniej przez trzy dni utrzymuje się temperatura powietrza nie przekraczająca 10°C , a w domu poniżej 16°C . Sezon ten jest zróżnicowany w zależności od regionu Polski oraz od warunków atmosferycznych w danym roku. Można jednak przyjąć średnioroczne współczynniki wynikające z wieloletnich danych metrologicznych, które przedstawiono w tabeli 42.

Tabela 42. Średnia liczba dni sezonu grzewczego dla wybranych miast Polski, oszacowana na podstawie wieloletnich danych meteorologicznych

Miasto	Liczba dni sezonu grzewczego D_S	Miasto	Liczba dni sezonu grzewczego D_S	Miasto	Liczba dni sezonu grzewczego D_S
Białystok	232	Lesko	232	Siedlce	232
Bydgoszcz	227	Leszno	227	Stubice	227
Chojnice	227	Lębork	242	Suwałki	252
Częstochowa	222	Lublin	222	Szczecin	242
Elbląg	227	Łeba	242	Szczecinek	242
Gdańsk	242	Łódź	222	Świnoujście	242
Gorzów Wlkp.	227	Mikołajki	232	Tarnów	222
Jelenia Góra	222	Mława	222	Tarnopol	232
Kalisz	227	Nowy Sącz	222	Toruń	222
Katowice	222	Olsztyn	232	Wałcz	242
Kętrzyn	232	Opole	222	Warszawa	222

Kielce	222	Ostrołęka	222	Wieluń	227
Kłodzko	222	Płock	222	Włodawa	222
Koło	227	Poznań	212	Wrocław	227
Kołobrzeg	242	Przemyśl	222	Zakopane	252
Koszalin	242	Racibórz	222	Zamość	222
Kraków	222	Rzeszów	222	Zgorzelec	222
Legnica	227	Sandomierz	222	Zielona Góra	227

Źródło: opracowanie własne na podstawie „Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego” Polska Norma PN-B-02025:2001.

Współczynniki T_{EZ} , T_{EL} oraz T_{EP} przyjmują wartości zerowe w przypadku bezobsługowych źródeł produkcji ciepła takich, jak kotły gazowe i olejowe, pompy ciepła czy kolektory słoneczne. W przypadku źródeł zasilanych paliwem stałym przyjmą wartości dodatnie. W badaniach oszacowano wartości wskaźników dla trzech różnych typów kotłów na paliwo stałe, które w teorii mogą charakteryzować się różnym czasem poświęconym na ich obsługę, a więc:

1. Kotły zasypowe. Są to tradycyjne kotły o różnej konstrukcji, najczęściej kotły o górnym spalaniu, w których paliwo dokłada się do komory spalania od góry, gdzie również znajduje się wylot spalin. Powietrze potrzebne do spalania dociera przez klapy w drzwiczkach popielnika – pod rusztem – oraz w drzwiczkach zasypowych – nad paliwem, co umożliwia dopalenie gazów spalinowych, zanim trafią do komin. Moc kotła regulowana jest ilością dokładanego paliwa, co nie jest precyzyjne i wymaga częstego dokładania paliwa (nawet co kilka godzin).
2. Kotły ze spalaniem dolnym wyposażone w sterownik dozujący ilość powietrza dostarczanego do paleniska. Paliwo nie spala się w nich od razu w całej objętości i dzięki temu stałopalność wynosi do 10-12 godzin. Paliwo lepiej się dopala, a konstrukcja wymusza dłuższy obieg spalin, co wpływa na wyższą sprawność urządzenia. Zadaniem sterownika jest regulacja mocy grzewczej tak, by była dopasowana do zapotrzebowania na ciepło. Regulacja mocy odbywa się poprzez zmiany wielkości strumienia powietrza dopływającego do paleniska. Kiedy powietrza dopływa mniej, paliwo wolniej się spala i kocioł pracuje z mniejszą mocą grzewczą. Regulacja ilości powietrza może odbywać się na dwa sposoby: przez miarkownik ciągu w postaci klapy zasłaniającej otwór wlotowy powietrza lub przez wentylator dostar-

czający określoną ilość powietrza do spalania. Technologia ta pozwala na zmniejszenie ilości zużywanego paliwa, a więc także zmniejsza częstotliwość załadunku.

3. Kotły retortowe z podajnikiem paliwa. W kotłach takich paliwo spala się w sposób ciągły, w małym palniku zasilanym niewielkimi porcjami paliwa, podawanymi automatycznie z częstotliwością od kilku do kilkudziesięciu sekund z zasobnika mieszczącego porcję paliwa wystarczającą nawet na kilka dni pracy kotła. Kotły te charakteryzują się niewielką pracochłonnością obsługi.

Kolejnym krokiem jest oszacowanie wartości czasu utraconego lub zyskanego (K_T) na skutek zmiany źródła zasilania w energię cieplną, według wzoru:

$$K_T = (T_{E1} - T_{E2}) \cdot V_L \text{ [zł/miesiąc]}$$

Wartość czasu wolnego można oszacować za pomocą metody wyceny warunkowej, niemniej jest to metoda niezwykle czasochłonna i kosztowna. Dobrym przybliżeniem może być jednak przyjęcie jako wartości równoważnej przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia brutto (rysunek 51).



Rysunek 51. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w województwach [luty 2015 roku]

Źródło: GUS za www.wynagrodzenia.pl/gus_mapa.php [2015-05-29].

Współczynnik K_T może przyjąć wartości dodatnie lub ujemne. Wartości dodatnie przyjmie wówczas, gdy zmiana źródła zasilania będzie wiązała się z przejściem na źródła bardziej czasochłonne w obsłudze (przykładowo zmiana z pieca na paliwo stałe na pompę ciepła), natomiast wartości ujemne, gdy zmiana będzie miała odwrotny charakter, czyli ze źródła mniej czasochłonnego w obsłudze na bardziej czasochłonne (przykładowo wymiana kotła opalanego olejem opałowym na kocioł opalany peletem drzewnym). Wartości dodatnie wskaźnika mówią o wielkości korzyści, zaś wartości ujemne o wielkości kosztów.

7.1.2 Wyniki badań

W badaniach oszacowano:

- średni czas poświęcony na zasilenie źródła ciepła paliwem i czynności eksploatacyjne w sezonie grzewczym (T_{EZ});
- średni czas poświęcony na zasilenie źródła ciepła paliwem i czynności eksploatacyjne poza sezonem grzewczym (T_{EL});
- średni czas zagospodarowanie paliwa na obszarze posesji (T_{EP}).

Wskaźniki te oszacowano dla trzech rodzajów różnych typów kotłów na paliwo stałe: tradycyjnych kotłów, kotłów wyposażonych w sterownik dozujący ilość powietrza dostarczanego do paleniska oraz kotłów z automatycznym dozownikiem paliwa stałego. Badania przeprowadzono na grupie 131 osób w województwie podlaskim. Ankieta skierowana była jedynie do osób posiadających kotły na paliwo stałe. Respondentów pytano o:

1. Rodzaj pieca na paliwo stałe, jaki posiadają w swoim domu. Pytanie miało formę zamkniętą, z trzema wariantami odpowiedzi:
 - zwykły kocioł bez elektroniki;
 - kocioł automatycznie dozujący ilość powietrza;
 - kocioł automatycznie dozujący ilość paliwa (kocioł z podajnikiem).
2. Średni czas poświęcony przez respondenta lub innego mieszkańca gospodarstwa domowego, w sezonie grzewczym, na obsługę kotła (rozpalanie, dokładanie węgla lub drewna, wybieranie popiołów). Pytanie miało formę zamkniętą, z sześcioma wariantami odpowiedzi:
 - średnio do 20 minut dziennie;
 - średnio od 20 do 40 minut dziennie;
 - średnio od 40 do 60 minut dziennie;
 - średnio od 60 do 80 minut dziennie;

- średnio od 80 do 100 minut dziennie;
 - powyżej 100 minut dziennie.
3. Analogiczne jak wyżej, zadano pytanie odnoszące się jednak do czasu poświęcanego na obsługę poza sezonem grzewczym.
 4. Średni czas poświęcany przez respondenta lub innego mieszkańca gospodarstwa domowego na załadunek paliwa do miejsca składowania. Pytanie miało formę zamkniętą, z sześcioma wariantami odpowiedzi:
 - do 4 godzin w ciągu roku;
 - od 4 do 8 godzin w ciągu roku;
 - od 8 do 12 godzin w ciągu roku;
 - od 12 do 16 godzin w ciągu roku;
 - od 16 do 20 godzin w ciągu roku;
 - powyżej 20 godzin w ciągu roku.

Celem analizy otrzymanych odpowiedzi zdecydowano się wybrać środek deklarowanego przedziału, gdyż w takim przypadku, zdaniem autorów, popełnia się najmniejszy błąd oszacowania. Dla zweryfikowania hipotezy o statystycznie istotnych różnicach w deklarowanych czasach obsługi różnego typu kotłów na paliwo stałe, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA), dla trzech grup wyników:

- grupa 1 – średnie deklarowane czasy obsługi w sezonie grzewczym dla trzech typów kotłów na paliwo stałe;
- grupa 2 – średnie deklarowane czasy obsługi w poza sezonem grzewczym dla trzech typów kotłów na paliwo stałe;
- grupa 3 – średni deklarowany czas poświęcany na załadunek paliwa do miejsca składowania dla trzech typów kotłów na paliwo stałe.

Badanie ujawniło statystycznie istotny związek między średnim czasem obsługi kotła w sezonie zimowym, a rodzajem używanego kotła ($F = 29,1$ przy poziomie istotności poniżej 0,001).

Średnie czasy obsługi kotła w sezonie grzewczym i poza sezonem grzewczym oraz średni czas poświęcany na załadunek paliwa do miejsca składowania przedstawiono w tabeli 43. Wszystkie wartości wyrażone zostały jako liczba poświęconych godzin w miesiącu.

Wyraźnie najdłuższy czas (37 godzin w miesiącu) poświęcany był w czasie sezonu grzewczego na obsługę kotła nieuzbrojonego w dodatkowe moduły dozujące powietrze lub paliwo. Nieznacznie mniejszy średni czas obsługi w sezonie grzewczym miały kotły dozujące ilość powietrza (31 godzin w miesiącu), zaś

zdecydowanie najmniejszy – kotły z automatycznym podajnikiem paliwa (18 godzin w miesiącu). Podobnie sytuacja wyglądała poza sezonem grzewczym, jednak w tym przypadku najwięcej czasu wymagała obsługa podstawowego kotła, a najmniej – kotła z podajnikiem. Warto jednak zwrócić uwagę, że o ile w przypadku dwóch pierwszych rodzajów kotłów różnica w czasie obsługi między sezonami jest znacząca (odpowiednio 46% krócej i 43% krócej), o tyle w przypadku kotłów z podajnikiem różnica ta wynosi zaledwie 15%.

Tabela 43. Średni czas obsługi kotła oraz załadunku paliwa do miejsca składowania

Rodzaj kotła	Średni czas obsługi kotła w sezonie grzewczym T_{EZ} [h/miesiąc]	Średni czas obsługi kotła poza sezonem grzewczym T_{EL} [h/miesiąc]	Średni czas poświęcony na załadunek paliwa do miejsca składowania T_{EP} [h/miesiąc]
Kocioł tradycyjny	36,88	20,08	0,85
Kocioł automatycznie dozujący ilość powietrza	30,98	17,60	0,70
Kocioł automatycznie dozujący ilość paliwa (kocioł z podajnikiem)	18,32	15,54	0,89
Średnio	31,07	17,92	0,81

Źródło: opracowanie własne.

Nieco inaczej sytuacja przedstawiała się w przypadku czasu poświęcanego na załadunek paliwa do miejsca składowania. W przypadku tego wskaźnika, najgorzej wypadają kotły z automatycznie dozujące paliwo. Przyczyną tego może być fakt, że do kotłów takich używa się specyficznego rodzaju paliwa (węgla typu groszek lub peletu drzewnego). Paliwa w tej formie są często pakowane w foliowe worki, które trzeba samodzielnie wnieść do miejsca składowania. W przypadku pozostałych rodzajów kotłów paliwo może być przerzucone do miejsca składowania przez specjalny otwór w ścianie.

7.2.1 Metodyka badań

Ze zmianą źródła energii cieplnej może wiązać się zarówno zwiększenie, jak i zmniejszenie dostępnej przestrzeni życiowej. Jest to zależne od rodzaju pierwotnego źródła energii cieplnej oraz rodzaju źródła zastosowanego po wymianie. Generalnie, ze względu na ilość miejsca konieczną do składowania paliwa, można wyróżnić dwie grupy źródeł energii cieplnej:

- źródła które wymagają wydzielonego miejsca na składowanie paliwa płynnego (kotły olejowe) oraz źródła, które wymagają wydzielonego miejsca na paliwo stałe (głównie kotły na węgiel i biomasę);
- źródła, które nie wymagają specjalnie wydzielonego miejsca na paliwo – do tej grupy zaliczyć można kotły gazowe, pompy ciepła i kolektory słoneczne oraz ogrzewanie elektryczne.

Jeśli zmiana źródła zasilania nastąpi ze źródła z grupy pierwszej na źródło z grupy drugiej, to wyeliminowana zostanie konieczność składowania paliwa, a tym samym dojdzie do zwiększenia dostępnej przestrzeni życiowej w domu. W odwrotnym przypadku (zmiana z grupy drugiej na grupę pierwszą), dojdzie do konieczności wygospodarowania takiej przestrzeni, a więc zmniejszenia dostępnej przestrzeni życiowej w domu. Do zmian takich może dochodzić również w przypadku wymiany źródła w obrębie grupy drugiej, w szczególności gdy następuje zmiana z kotła zasilanego paliwem stałym na kocioł zasilany paliwem płynnym (lub odwrotnie).

Zmiany takie stanowią pewien koszt (w przypadku zmniejszenia przestrzeni życiowej) lub korzyść (w przypadku jej zwiększenia) dla mieszkańców budynku, w którym nastąpiła zmiana źródła energii cieplnej. Ich oszacowanie może nastąpić według wzoru:

$$K_M = (P_{M1} - P_{M2}) \cdot V_M \text{ [zł]}$$

gdzie:

K_M – koszty/korzyści związane z zmianą dostępnej przestrzeni życiowej [zł];

E_{T1} – wskaźnik zajętości miejsca wyrażony jako, średnia powierzchnia zajmowana przez paliwo po wymianie [m_2];

E_{T2} – wskaźnik zajętości miejsca wyrażony jako średnia powierzchnia zajmowana przez paliwo przed wymianą [m_2];

V_L – średnia wartość m_2 budynku mieszkalnego w którym nastąpiła wymiana źródła zasilania [zł/h].

Podstawą do oszacowania kosztów i korzyści był wskaźnik zajętości miejsca dla poszczególnych rodzajów źródeł energii cieplnej. Autorzy podjęli próbę oszacowania średniej wielkości zajmowanego miejsca odzienie dla paliw stałych oraz dla paliwa ciekłego (oleju opałowego).

Średnia wartość mieszkania może być oszacowana przez rzeczoznawcę majątkowego, jednak jest to metoda czasochłonna i kosztowna. Dobrym przybliżeniem może być przyjęcie jako wartości równoważnej przeciętnej wartości mieszkania na rynku wtórnym w określonej lokalizacji (tabela 44).

Tabela 44. Średnia cena mieszkań w wybranych miastach Polski [wrzesień 2014 roku]

Miasto	Średnia [zł/m ²]	Mediana [zł/m ²]	Najtańsze oferty [zł/m ²]*	Najdroższe oferty [zł/m ²]**
Białystok	4366	4286	3000	6038
Bydgoszcz	3839	3778	2404	5538
Gdańsk	5891	5447	3711	10380
Gorzów Wlkp.	6076	5512	3672	11236
Katowice	3024	2858	2054	4482
Kielce	3911	3694	2448	6426
Kraków	4168	4068	3231	5614
Lublin	6928	6540	4304	11654
Łódź	4830	4853	3220	6486
Olsztyn	3766	3657	2496	5557
Opole	4263	4229	3119	5689
Poznań	4168	4112	3019	5460
Rzeszów	5415	5298	3483	7914
Sopot	4806	4746	3738	6020

* – średnia arytmetyczna cen obliczona z pierwszych 10% ofert uporządkowanych rosnąco według ceny za m²; ** – średnia arytmetyczna cen obliczona z ostatnich 10% ofert uporządkowanych rosnąco według ceny za m²

Źródło: M. Drogomirecki, H. Kochalska, Raport z rynku nieruchomości – październik 2014, <http://qbusiness.pl/uploads/Raporty/ofmieszkania102014.pdf> [2014-12-12].

7.2.2 Wyniki badań

W przeprowadzonych badaniach oszacowano wskaźnik średniej ilości miejsca przeznaczanego na składowanie paliw stałych. Wskaźnik ten oszacowano dla trzech wielkości domów:

- domy małe – od 100 m² powierzchni użytkowej;
- domy średnie – od 100 m² do 200 m² powierzchni użytkowej;
- domy duże – ponad 200 m² powierzchni użytkowej.

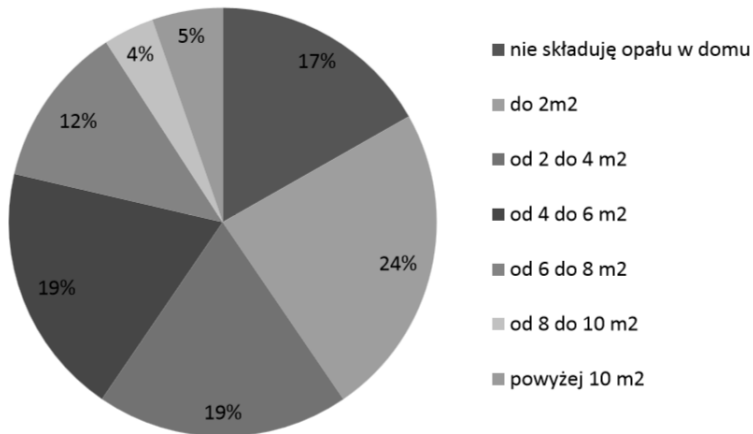
Badania przeprowadzono na grupie 131 osób w województwie podlaskim. Ankieta skierowana była jedynie do osób posiadających kotły na paliwo stałe. Respondentów pytano o: wielkość domu, oraz jak dużą powierzchnię w obrębie budynku mieszkalnego przeznaczają na składowanie paliwa stałego. Pytanie o powierzchnię składowania miało formę zamkniętą, z siedmioma wariantami odpowiedzi:

- nie składują opału w domu;
- do 2 m²;
- od 2 m² do 4 m²;
- od 4 m² do 6 m²;
- od 6 m² do 8 m²;
- od 8 m² do 10 m²;
- powyżej 10 m².

W celu analizy otrzymanych odpowiedzi zdecydowano się wybrać środek deklarowanego przedziału, gdyż w takim przypadku, zdaniem autorów, popełnia się najmniejszy błąd oszacowania.

Procentową strukturę odpowiedzi na pytanie dotyczące powierzchni składowania przedstawiono na rysunku 52.

Jedynie 17% respondentów nie składowało opału w domu. Najwięcej respondentów deklarowało, że zajmowana przez paliwo stałe powierzchnia wynosiła nie więcej niż 2 m². Liczba deklaracji zmniejszała się wraz ze wzrostem ilości zajmowanego miejsca.



Rysunek 52. Struktura odpowiedzi na pytanie dotyczące powierzchni składowania opału

Źródło: opracowanie własne.

Dla zweryfikowania hipotezy o statystycznie istotnych różnicach w deklarowanej przez respondentów ilości miejsca przeznaczanego na paliwo stałe w zależności od wielkości domu, przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Wykazała ona, że istnieje statystycznie istotna zależność między wielkością domu a przeznaczanym na paliwo miejscem (statystyka $F = 7,06$ przy poziomie istotności $0,001$). Tabela 45 przedstawia średnie ilości zajętego miejsca w zależności od wielkości domu. Wartości te stanowią jednocześnie wskaźnik zajętości miejsca E_T . Warto zwrócić uwagę, że więcej miejsca na paliwo przeznaczane jest w budynkach o średniej wielkości niż w dużych domach. Otrzymana średnia wartość zajętości miejsca w wysokości $4,6 \text{ m}^2$, potwierdzana jest również przez architektów¹⁴⁸ którzy zalecają w projekcie budowlanym domu jednorodzinnego planowanie przestrzeni na składowanie paliwa stałego w wielkości od 3 m^2 do 5 m^2 .

¹⁴⁸ Na podstawie rozmów przeprowadzonych przez autorów z architektami z Wydziału Architektury Politechniki Białostockiej i w biurach architektonicznych oraz analizy katalogów gotowych projektów domów jednorodzinnych.

Tabela 45. Średnie ilości zajętogo na opał miejsca w zależności od wielkości domu

Wielkość domu	Ilość zajmowanej przestrzeni na składowanie paliwa stałego [m ²]	Ilość zajmowanej przestrzeni na składowanie paliwa płynnego
Mały budynek (do 100 m ²)	2,4	2
Średni budynek (od 100 m ² do 200 m ²)	5,0	
Duży budynek (powyżej 200 m ²)	4,5	
Średnio	4,6	

Źródło: opracowanie własne.

Szacunek ilości miejsca zajmowanego na składowanie oleju opałowego przedstawiono również w tabeli 45. Zbiorniki takie montowane są najczęściej w obrębie kotłowni, gdyż umieszczenie go na zewnątrz domu może, przy temperaturze poniżej -10 st. C, powodować wydzielanie z paliwa się parafiny, która zatyka przewody i uniemożliwia pracę kotła. W pomieszczeniu kotłowni można ustawiać zbiornik większy niż 1000 dm³ pod warunkiem, że między nimi a kotłem zostanie zachowana odległość co najmniej 1 m. Zbiornik trzeba oddzielić od kotła murowaną ścianką grubości co najmniej 12 cm, szerszą od kotła o 60 cm i wyższą o 30 cm. Zakładając, że wysokość zbiornika wynosi 2 m, średnia powierzchnia zbiornika oraz ścianki nie powinna przekroczyć 2 m².

Zakończenie

Problematyka przemian w lokalnych systemach energetycznych i związanych z tym potrzeb decyzyjnych samorządów regionalnych i lokalnych nabiera coraz istotniejszego znaczenia, w związku z kierunkami polityki energetyczno-klimatycznej Unii Europejskiej, ale także oczekiwaniami mieszkańców w zakresie poprawy jakości życia. Samorządy terytorialne, prowadząc własną politykę energetyczną, realizując zadania własne z zakresu zaopatrzenia w energię czy udzielając zgody na realizację inwestycji w sferze wytwarzania i przesyłu energii podejmują decyzje, w przypadku których potrzebna jest ocena efektywności społeczno-ekologiczno-ekonomicznej, a ta jest zwykle bardzo skomplikowana. Wymaga uwzględnienia danych pochodzących nie tylko z własnych baz danych czy statystyki publicznej, ale też informacji z przedsiębiorstw energetycznych czy wręcz prowadzenia badań pierwotnych u odbiorców energii. Trudność prowadzenia rachunku kosztów i korzyści wynika też z faktu, że istotna część efektów (zarówno po stronie kosztów, jak i korzyści) ma charakter zewnętrzny lub pośredni i jest trudno wycenialna. Dotyczy to zarówno relatywnie dobrze rozpoznanej grupy ekologicznych efektów zewnętrznych, ale także efektów pozaśrodowiskowych.

Trudności w pozyskaniu odpowiednich danych, ale także niedostateczna świadomość istnienia tych efektów i ich wpływu na dobrobyt w wymiarze lokalnym i ogólnospołecznym sprawiają, że z reguły w procesie decyzyjnym decydenci skupiają się jedynie na kluczowych parametrach finansowych. Rzadko uwzględnia się koszty i korzyści w szerszym, społecznym kontekście. Analizę kosztów i korzyści w wymiarze ogólnospołecznym przeprowadza się w Polsce praktycznie wyłącznie dla projektów dofinansowanych ze środków publicznych. Pełna analiza (zwana w tym przypadku analizą ekonomiczną) jest wymagana dla projektów dużych, o wartości powyżej 50 mln euro, dla pozostałych projektów zalecana jest analiza uproszczona, opierająca się na identyfikacji ilościowych i jakościowych skutków realizacji projektu; instytucje zarządzające mogą zob-

wiązać do przeprowadzenia analizy pełnej)¹⁴⁹. Zarówno w przypadku analizy pełnej, jak i uproszczonej kluczowym problemem jest wiedza analityków i osób oceniających projekty co do rodzajów mogących pojawić się efektów i ich skali.

Obecnie katalog faktycznie analizowanych efektów pośrednich i zewnętrznych w sektorze energetycznym jest bardzo ograniczony. Rozporządzenie wykonawcze Komisji UE 2015/207 wymienia szereg korzyści zewnętrznych, które mogą wystąpić w sektorze energetyki, w tym efekty związane ze zmniejszeniem emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń, a także oszczędnością energii. Spośród kategorii efektów analizowanych w niniejszej pracy w rozporządzeniu zwrócono uwagę na zwiększenie komfortu i poprawę bezpieczeństwa energetycznego.¹⁵⁰ Autorzy niniejszej pracy zaproponowali znacznie szerszy katalog efektów, które mogą się w analizach projektów energetycznych pojawić. Jednak to, czy zostaną zidentyfikowane oraz wzięte pod uwagę w trakcie podejmowania decyzji o realizacji poszczególnych przedsięwzięć, zależy przede wszystkim od ram organizacyjno-prawnych. Obecnie poza wspomnianymi dużymi projektami dofinansowanymi ze środków publicznych analizy społeczno-ekonomiczne nie są wymagane. Ponadto samorządy terytorialne mają obecnie relatywnie ograniczone możliwości wykorzystania wniosków z takich analiz wykonując swoje zadania w zakresie planowania przestrzennego i energetycznego, lokalizacji inwestycji czy ocen oddziaływania na środowisko.

Tymczasem, realizacja zasad rozwoju zrównoważonego wymaga, by decyzje podejmowane na każdym szczeblu te zasady respektowały. O ile od strony teoretycznej postulat uwzględniania efektywności społeczno-ekonomiczno-ekologicznej w procesach decyzyjnych nie budzi wątpliwości, to jego praktyczna realizacja w konkretnych sytuacjach napotyka wciąż liczne przeszkody. natury praktycznej. Podjęte w niniejszej pracy rozważania stanowią wkład w rozwiązanie tego problemu, dostarczając wskaźników dla wybranych kategorii pozaśrodkowych kosztów i korzyści zewnętrznych.

W Polsce, podobnie jak w wielu innych krajach, wsparcie rozwoju technologii wykorzystania lokalnych, w tym odnawialnych źródeł energii, oprócz efek-

¹⁴⁹ Wytyczne w zakresie zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód i projektów hybrydowych na lata 2014 – 2020, Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju, 18 marca 2015, s. 48.

¹⁵⁰ Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2015/207 z dnia 20 stycznia 2015 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013, Dz.Urz. UE L 38 z 13.2.2015, załącznik 3, tabela 1.

tów środowiskowych, uzasadniane jest między innymi pozytywnym wpływem na rynek pracy oraz poprawę bezpieczeństwa energetycznego. Przedstawione w niniejszej pracy ustalone w badaniu pierwotnym wskaźniki zatrudnienia w instalacjach OZE mogą posłużyć decydentom lokalnym do oceny, w jakim zakresie proponowane do lokalizacji na ich terenie instalacje OZE przyczynią się do tworzenia miejsc pracy. Powinny one także zapoczątkować systematyczne badanie faktycznego oddziaływania sektora energetyki odnawialnej na rozwój społeczno-ekonomiczny, w tym na tworzenie miejsc pracy. Częstkowe badanie wpływu instalacji odnawialnych źródeł energii przeprowadzone w ramach niniejszego projektu wskazało też, że niezbędne jest systematyczne prowadzenie kompleksowych ogólnopolskich badań pierwotnych, które będą systematycznie diagnozować wpływ na zatrudnienie poszczególnych technologii OZE, zarówno w odniesieniu do wymiaru lokalnego, jak i ogólnokrajowego.

Druga analizowana kwestia, czyli wartość bezpieczeństwa energetycznego powinna być czynnikiem brany pod uwagę przy podejmowaniu decyzji regulacyjnych i inwestycyjnych w sektorze energetycznym. Jest to tym istotniejsze, że w polskim sektorze elektroenergetycznym w najbliższej dekadzie muszą być zrealizowane poważne inwestycje w moce wytwórcze a także w infrastrukturę przesyłową. Liczne zagraniczne wyceny kosztów zakłóceń i przerw w dostawach energii nie pozwalają postawić jednoznacznych wniosków co do proponowanych wartości. Na podstawie danych literaturowych można jedynie stwierdzić, 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. W niniejszej pracy zaprezentowano pierwsze w Polsce badania pierwotne wartości bezpieczeństwa energetycznego, chociaż wciąż jest to obszar wymagający przeprowadzenia intensywnych badań. Przedstawione wyniki badań sektora gospodarstw domowych oraz przedsiębiorstw mogą być stosowane w warunkach polskich, gdyż przeprowadzone testy wskazują na ich poprawność (pomimo dużej wariancji średniej WTP, wpływającej na wiarygodność badania). W literaturze brak jest również wycen kosztów dywersyfikacji źródeł energii, w tym ze źródeł odnawialnych. Potencjalnie wysokie koszty tego aspektu bezpieczeństwa energetycznego dla Polski uzasadniają również przeprowadzenie badań pierwotnych w tym zakresie.

Kolejne zagadnienie podjęte w niniejszej pracy dotyczyło potencjalnego wpływu jaki mogą wywierać elektrownie wiatrowe na wartość nieruchomości zlokalizowanych w ich sąsiedztwie. Problem ten jest jednym z najpoważniejszych zarzutów podnoszonych przez oponentów rozwoju tego źródła energii odnawialnej. Dane literaturowe wskazują, że elektrownie takie, mogą powodować zmniejszenie wartości nieruchomości, jednak trudno jest stwierdzić, jak duży jest to spadek. Trudności owa wynikają przede wszystkim z faktu, że analizy dotyczą innych krajów. Specyfika rynku nieruchomości jest silnie związana z takimi czynnikami o charakterze lokalnym, jak struktura wiekowa społeczeństwa, postawy konsumentów wobec własności, poziom dochodów, dostępność kredytów mieszkaniowych czy interwencjonizm państwowy w zakresie polityki mieszkaniowej. Oznacza to, że uczestnicy rynku w Polsce mogą wykazywać zupełnie inne zachowania na bodziec jakim jest lokalizacja elektrowni wiatrowych, niż ma to miejsce w innych krajach. Przeprowadzona analiza wskazała, że w przypadku naszego kraju istnieje zauważalny, negatywny wpływ elektrowni wiatrowych na wartość nieruchomości zlokalizowanych w ich pobliżu, choć nie jest on znaczący (nie przekracza 1%). Należy jednak podkreślić, że w obrębie różnych powiatów można dostrzec wyraźną rozbieżność, w wielkości tego kosztu zewnętrznego, jednak w toku badań nie udało się ustalić, jaka jest jej przyczyna. Zbadanie przyczyny tego zjawiska wydaje się interesującym zagadnieniem, zarówno z poznawczego jak i aplikacyjnego punktu widzenia, wymaga jednak przeprowadzenia dalszych badań pierwotnych.

Ciekawe z punktu widzenia gospodarstw domowych mogą okazać się wyniki badań w zakresie efektów wynikających ze zmiany sposobu produkcji energii cieplnej w budynkach mieszkalnych. Decyzja o zmianie źródła zasilania na odnawialne źródło energii podyktowana jest w większości przypadków motywami ekonomicznymi. Niestety niewiele gospodarstw domowych jest w stanie obiektywnie oszacować po stronie zysków i strat, efekty wynikające ze zmiany ilości przestrzeni życiowej związane ze zmianą rodzaju wykorzystywanego paliwa czy też zmiany w ilości czasu poświęcanego na obsługę źródła zasilania budynku w energię ciepłą. Przeprowadzone badania wskazują jaki jest zakres tych zmian, a tym samym pozwalają na podjęcie bardziej optymalnej decyzji.

Koszty i korzyści w szerszym – społecznym – kontekście rzadko są uwzględniane w decyzjach dotyczących modernizacji dokonywanych w lokalnych systemach energetycznych. Przede wszystkim nie uwzględnia się kosztów i korzyści zewnętrznych mogących mieć niebagatelny wpływ na jakość życia

społeczności lokalnych. Przedstawione w niniejszej publikacji wyniki badań oraz opracowane na ich podstawie wskaźniki ułatwiają ich uwzględnienie w społecznym rachunku efektywności, a przez to mogą być wsparciem dla decydentów oraz gospodarstw domowych w doborze takiego modelu rozwoju lokalnych systemów energetycznych, który w największym stopniu zapewni szeroko rozumiany dobrobyt społeczności lokalnych. Należy jednak zaznaczyć, że zagadnienia poruszane w niniejszym opracowaniu nie wyczerpują problemu, dlatego autorzy starali się wskazać prolegomeny do dalszych badań zarówno dedukcyjnych jak i empirycznych.

Bibliografia

1. Ajodhia V., Hakvoort R., *Economic regulation of quality in electricity distribution networks*, "Utilities Policy" 2005 nr 13
2. Ajodhia V., *Regulating Beyond Price – Integrated Price-Quality Regulation for Electricity Distribution Networks*, PhD-thesis, Delft University, Delft 2006
3. Ariely D., Loewenstein G., Prelec D., *Coherent Arbitrariness: Stable Demand Curves without Stable Preferences*, "Quarterly Journal of Economics" 2003 nr 118 (1)
4. Arrow K.J., *The Organization of Economic Activity: Issues Pertinent to the Choice of Market versus Non-Market Allocation*, [w:] R.H. Haveman i J. Margolis (red.), *Public Expenditures and Policy Analysis*, Markham, Chicago 1970
5. Bacon R., Kojima M., *Issues in estimating the employment generated by energy sector activities*, World Bank, Sustainable Energy Department, June 2011
6. *Badania i analizy potencjału Dolnego Śląska dla wykorzystania odnawialnych źródeł energetycznych oraz badania i analizy wzajemnego oddziaływania sektora OZE i rynku pracy pod wpływem zmiany gospodarczej*, Raport na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Dolnośląskiego, SYGMA Business Consulting, IMAS International, październik 2010 (materiał niepublikowany)
7. *Bariery rozwoju energetyki wiatrowej ze szczególnym uwzględnieniem aspektów akceptacji społecznej*, Ambiens, Warszawa 2013
8. Bartosik M., *Globalne zasoby energii pierwotnej a kryzys energetyczny, Panel naukowy: Strategia badań na rzecz rozwoju energetyki w Polsce*, Polska Akademia Nauk, Warszawa 2009
9. Bateman I.J., Langford I.H., Jones A.P., Kerr G.N., Scarpa R., *Bound and path effects in double and triple bounded dichotomous choice contingent valuation*, Tenth Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists, University of Crete, Rethymnon, 2000
10. Baumol W.A., Oates W.E., *The Theory of Environmental Policy (Externalities, Public Outlays, and the Quality of Life)*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1975
11. Biała Księga. Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu, KOM(2011)144, Bruksela, 28.03.2011.

12. Billinton R., Zhang W., *Cost related reliability evaluation of bulk power systems*, "Electrical Power and Energy Systems" 2001 nr 23
13. Blamey R. K., Bennett J. W., Morrison M. D., *Yea-saying in contingent valuation surveys*, "Land Economics" 1999 nr75(1)
14. Blanco M.I., Rodrigues G., *Direct employment in the wind energy sector: An EU study*, "Energy Policy", August 2009 t. 37, nr 8
15. Boryczka J., Stopa-Boryczka M., *Ochłodzenia i ocieplenia klimatu Europy w XVIII-XXI wieku i ich przyczyny*, „Acta Agrophysica” 2007 nr 9(3)
16. Breitschopf B., Nathani C., Resch G., *Review of approaches for employment impact assessment of renewable energy deployment, Economic and Industrial Development EID – EMPLOY. Final report – task 1*, Fraunhofer ISI, November 2011
17. Buchanan J.M., Stubblebine W.C., *Externality*, "Economica" 1962 nr 29
18. Coase R., *The Problem of Social Cost*, "Journal of Law and Economics" 1960 nr 3
19. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic And Social Committee and the Committee of the Regions: A resource-efficient Europe – Flagship initiative under the Europe 2020 Strategy, COM(2011) 21, final
20. Dasgupta P.S., Heal G.M., *Economic Theory and Exhaustible Resources*, Nisbet/Cambridge University Press, London 1979
21. 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 nr 29, s. 286
22. Dickie M., Fisher A., Gerking S., *Market transactions and hypothetical demand data: A comparative study*, "Journal of the American Statistical Association", 1987 nr 82
23. Dokumenty Końcowe Konferencji Narodów Zjednoczonych „Środowisko i Rozwój”, Rio de Janeiro, 3-14 czerwca 1992 r., Szczyt Ziemi, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 1998.
24. *Działalność przedsiębiorstw niefinansowych w 2012 r.*, GUS, Warszawa 2014
25. Dziegielewska D.A., Mendelsohn R., *Valuing Air Quality in Poland*, "Environmental and Resource Economics", 2005 nr 30
26. *Energetyka wiatrowa w Polsce*, Raport, listopad 2013, http://www.reo.pl/upload/userfiles/raport_wiatrowy_2013_0.pdf [2015-05-28]
27. *Energy price volatility: trends and consequences*, IEA, Paris 2001
28. Ferguson G.A., Takane Y., *Analiza statystyczna w psychologii i pedagogice*, PWN, Warszawa 1999

29. Freeman A.M., *The benefits of environmental improvement. Theory and practice*, Johns Hopkins University Press, London 1979
30. Fudenberg D., Levine D.K., Maniadis Z., *On the Robustness of Anchoring Effects in WTP and WTA Experiments*, "American Economic Journal: Microeconomics" 2012 nr 4(2)
31. Garrod G., Willis K.G., *Economic valuation of the environment, Methods and case studies*, Wyd. Edward Elgar, Cheltenham Glos 1999
32. *Gas security of supply: the effectiveness of current gas security of supply arrangements. An energy review consultation*, DTI, October 2006
33. *Gospodarka niskoemisyjna w kontekście międzynarodowym*, artykuł w dziale Bezpieczeństwo gospodarcze/Gospodarka niskoemisyjna na stronie internetowej Ministerstwa Gospodarki www.mg.gov.pl [2015-03-12]
34. *Gospodarstwa domowe i rodziny: charakterystyka demograficzna. Narodowy spis powszechny ludności i mieszkań 2011*, GUS, Warszawa 2014, <http://stat.gov.pl/spisy-powszechno/nsp-2011/nsp-2011-wyniki/gospodarstwa-domowe-i-rodziny-charakterystyka-demograficzna-nsp-2011,5,1.html> [2015-02-11]
35. Hotelling H., *The economics of exhaustible resources*, "Journal of Political Economy" 1931 nr 39
36. 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*, European Commission, November 2007
37. Hunt A.S.P., Markandya A., *Final Report on Work Package 3: The Externalities of Energy Insecurity*, ExterneE-Pol Research Project for European Commission, 2004
38. *I polityka ekologiczna państwa*, Ministerstwo Ochrony Środowiska i Zasobów Naturalnych, Warszawa 1991
39. *II Polityka ekologiczna państwa*, Rada Ministrów, Warszawa, czerwiec 2000
40. Jewtuchowicz A., *Efekty zewnętrzne w procesach urbanizacji i uprzemysłowienia*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 1987
41. Kammen D.M., Kapadia K., Fripp M., *Putting Renewables to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate*, Report, University of California, Berkeley 2004, rael.berkeley.edu [2015-03-16]
42. Karaczun Z. M., *Polska polityka klimatyczna. Próba analizy*, „Studia BAS” 2012 nr 1(29)
43. Karaczun Z.M., Kassenberg A., Sobolewski M., *Polityka klimatyczna Polski – wyzwanie XXI wieku*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2009

44. Kiełczewski D., *Konsumpcja a perspektywy trwałego i zrównoważonego rozwoju*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2008
45. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Ramy polityczne na okres 2020–2030 dotyczące klimatu i energii, KOM(2014)015, Bruksela, 20.01.2014
46. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europa efektywnie korzystająca z zasobów – inicjatywa przewodnia strategii „Europa 2020”, KOM(2011)21, Bruksela, 26.1.2011
47. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 r., KOM(2011)112, Bruksela, 8.3.2011
48. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Plan na rzecz efektywności energetycznej z 2011 r., KOM(2011)109, Bruksela, 8.3.2011
49. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, KOM(2011)0571, Bruksela, 20.9.2011
50. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów KOM(2014)0398, Bruksela 2.7.2014
51. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Priorytety w odniesieniu do infrastruktury energetycznej na 2020 r. i w dalszej perspektywie – plan działania na rzecz zintegrowanej europejskiej sieci energetycznej, KOM(2010)109, Bruksela, 8.3.2011
52. Komunikat Komisji Europa 2020. Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu, KOM(2010)2020, Bruksela, 3.3.2010
53. Komunikat Komisji z dnia 28 listopada 2010 r. do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: Zintegrowana polityka przemysłowa w erze globalizacji – Konkurencyjność i zrównoważony rozwój na pierwszym planie, KOM(2010)614, Bruksela, 28.10.2010.
54. Kośmicki E., *Zrównoważony rozwój w warunkach globalizacji*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok-Poznań 2010

55. Kowalewski Z., *Wykorzystanie energii wodnej jako elementu rozwoju energetyki odnawialnej*, „Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie” 2005 nr 2
56. Kratzat M., U. Lehr, *International Workshop “Renewable Energy: Employment Effects” – Models, Discussions and Results*, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, ZSW, Stuttgart, September 2007 [http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/ ee_jobs_workshop_071101_en.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/ee_jobs_workshop_071101_en.pdf) [2015-02-08]
57. Krawczyk B., Węclawowicz G. (red.), *Badania środowiska fizycznogeograficznego aglomeracji warszawskiej: zbiór prac*, Prace Geograficzne Nr 180, Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. Stanisława Leszczyńskiego, Warszawa 2001
58. Kundzewicz Z., Juda-Rezler K., *Zagrożenia związane ze zmianami klimatu*, „Nauka” 2010 Nr 4
59. Lettenmeier M., Rohn H., Liedtke Ch., Schmidt-Bleek F., *Resource productivity in 7 steps. How to develop eco-innovative products and services and improve their material footprint*, “Wuppertal Spezial” 2009 nr 41
60. Ligus M., *Efektywność inwestycji w odnawialne źródła energii. Analiza kosztów i korzyści*, CeDeWu, Warszawa 2010
61. Ligus M., Poskrobko T., Sidorczuk-Pietraszko E., *Korzyści i koszty społeczne modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym*, [w:] A. Graczyk (red.), *Kryzys a rozwój zrównoważony rolnictwa i energetyki*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 2011nr 231
62. Ligus M., *Wartościowanie bezpieczeństwa energetycznego w ocenie ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze energetycznym – wyniki badania pierwotnego metodą wyceny warunkowej*, [w:] S. Wrzosek (red.), *Finanse – nowe wyzwania teorii i praktyki. Finanse przedsiębiorstw*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu 2011 nr 172
63. Ligus M.: *Zastosowanie metody wyceny warunkowej (Contingent Valuation Method) w wycenie środowiska przyrodniczego – sposoby zadawania pytania wyceniającego*, „Ekonomia i Środowisko” 2008 nr 1(33)
64. Lijesen M., Vollaard B., *Capacity to spare? A cost-benefit approach to optimal spare capacity in electricity production*, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, June 2004
65. Llera Sastresa E. i in., *Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study*, “Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2010 nr 14

66. Lockwood B., *Energy Security*, Unpublished report from the ExternE Core Project (1996-1997) for European Commission DGXII, 1997, cyt. za A.S.P. Hunt, A. Markandya, *Final Report on Work Package 3: The Externalities of Energy Insecurity*, ExternE-Pol Research Project for European Commission, 2004
67. Maler K.G., *Environmental economics. A theoretical inquiry.*, John Hopkins University Press for Resources for the Future, Baltimore 1974
68. Markowska A., *Koszty i korzyści wdrożenia w Polsce dyrektywny 91/271/EWG w sprawie oczyszczania ścieków komunalnych*, praca doktorska, Uniwersytet Warszawski, Warszawa 2004
69. Markowska A., Żylicz T., *Costing an international public good: the case of the Baltic Sea*, "Ecological Economics" 1999 nr 30
70. Marshall A., *Principles of Economics*, Macmillan, London 1890
71. Meadows D. i in., *Granice wzrostu*, Wyd. PWE, Warszawa 1973
72. Meadows D., Meadows D., Randers J., *Przekraczanie granic*, Centrum Uniwersalizmu przy Uniwersytecie Warszawskim, Polskie Towarzystwo Współpracy z Klubem Rzymskim, Warszawa 1995
73. Meadows D., Randers J., Meadows D., *Limits to growth. 30-year update*, Earthscan, London 2005
74. Mitchell R.C., Carson R.T., *Using surveys to value public goods: the contingent valuation method*, Resources for the Future, Washington D.C. 1989
75. Moreno B., Jesus Lopez A., *The effect of renewable energy on employment. The case of Asturias (Spain)*, "Renewable and Sustainable Energy Reviews" 2008 nr 12
76. 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 nr 29
77. *Overview Report: Meeting the Targets and Putting Renewables to Work*, ALTENER Programme, DG for Transport and Energy, European Commission, 2003
78. Pigou A., *The economics of welfare*, Macmillan, London 1938
79. Polityka ekologiczna państwa w latach 2009-2012 z perspektywą do roku 2016, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 2008
80. Polityka energetyczna Polski do 2030 roku, Załącznik do uchwały nr 202/2009 Rady Ministrów z dnia 10 listopada 2009 r.
81. Polityka klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020, Dokument przyjęty przez Radę Ministrów 4 listopada 2003 r.
82. Poskrobko T., *Spoleczne efekty kształtowania ładu ekologiczno-gospodarczego*, „Handel Wewnętrzny” lipiec-sierpień 2012, t. 1

83. Poskroko T., Marcinkiewicz J., *Wpływ elektrowni wiatrowych na percepcję krajo-
brazu w świetle badań empirycznych*, „Ekonomia i Środowisko” 2015 nr 2(53)
84. *Powierzchnia, ludność i stolice wybranych krajów*, Dane GUS, [www. stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl)
[2015-10-04]
85. Projekt Polityki energetycznej Polski do 2050 roku, Ministerstwo Gospodarki,
Warszawa, sierpień 2014
86. Ragwitz M. i in., *EmployRES. The impact of renewable energy policy on economic
growth and employment in the European Union*, Final report, Fraunhofer ISI and
partners, Karlsruhe 2009
87. Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporzą-
dzona w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r., ratyfikowana przez Polskę 26.10.1994,
Dz.U. 1996 nr 53 poz. 238
88. Raport roczny z funkcjonowania KSE za 2014 rok, [http://www.pse.pl/index.php?
did=2232](http://www.pse.pl/index.php?did=2232)
89. Renewable Energy Jobs: Status, Prospects & Policies, IRENA Working Paper, 2011
90. Sadowski M., Sobolewski M., Zmiany klimatu i ich skutki, „Infos” 2007 nr 23
91. Schmidt-Bleek F., *Wieviel Umwelt braucht der Mensch? mips – Das Mass fuer oeko-
logisches Wirtschaften*, Birkhaeuser, Berlin 1994
92. Scitovsky T., *Two Concepts of External Economies*, “Journal of Political Economy”
1954 nr 2
93. Serra P., Fierro G., *Outage cost in Chilean industry*, “Energy Economics” 1997 nr 19
94. Sidorczuk-Pietraszko E., Wpływ instalacji odnawialnych źródeł energii na tworze-
nie miejsc pracy w wymiarze lokalnym, „Ekonomia i Środowisko” 2015 nr 3
95. Śmigrowska M., *COP20 w Limie – rośnie szansa na historyczny przełom. Jest szkic
globalnego porozumienia klimatycznego*, 2014-12-11, www.chronmyklimat.pl
[2015-03-15]
96. Stanisław A., *Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA PL na przy-
kładach z medycyny, t.1. Statystyki podstawowe*, StatSoft, Kraków 2006, s. 270
97. Strategia „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko” perspektywa do 2020 r.,
Załącznik do uchwały nr 58 Rady Ministrów z dnia 15 kwietnia 2014 r., M.P.
poz. 469
98. Sullivan M.J., Keane D.M., *Outage Cost Estimation Guidebook*, Research Project
Program 40 Grid Planning, Freeman Sullivan & Company, 1995
99. The NEMESIS model, [http://www.ecmodels.eu/index_files/The%20NEMESIS%
20Model.pdf](http://www.ecmodels.eu/index_files/The%20NEMESIS%20Model.pdf) [2015-01-11]

100. Thornley P. i in., *Quantification of employment from biomass power plants*, "Renewable Energy" 2008 nr 33
101. Tourkolias C., Mirasgedis S., *Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece*, "Renewable and Sustainable Energy Reviews" 2011 nr 15
102. Trink T. i in., *Regional economic impacts of biomass based energy service use: A comparison across crops and technologies for East Styria, Austria*, "Energy Policy" 2010 nr 38
103. Wallich H., *The limits to growth revisited*, "Challenge" 1982 September/October
104. Weizsaecker E.U., Lovins A.B., Lovins L.H., *Mnożnik cztery. Podwójny dobrobyt dwukrotnie mniejsze zużycie zasobów naturalnych. Raport dla Klubu Rzymskiego*, Wydawnictwo Rolewski, Toruń 1999
105. Welfens M., *Minimalizacja strumieni materiałowych i energetycznych jako wyzwanie współczesnej gospodarki* [w:] B. Poskrobko (red.), *Zrównoważony rozwój gospodarki opartej na wiedzy*, Wyd. Wyższej Szkoły Ekonomicznej, Białystok 2009
106. Willis K.G., Garrod G.D., *Electricity supply reliability. Estimating the value of lost load*, "Energy Policy" 1997 t. 25 nr 1
107. Wołkowicz S., Smakowicz T., Speczik S. (red.), *Bilans perspektywicznych zasobów kopalin Polski według stanu na 31 XII 2009 r.*, Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, na zlecenie Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych Ministerstwa Środowiska, Warszawa 2011
108. *World Economic Outlook Database*, International Monetary Fund, Washington DC, April 2007

Spis rysunków

Rysunek 1. Zmiany globalnej temperatury w okresie ostatnich 5 milionów lat	13
Rysunek 2. Szacunki temperatury na półkuli północnej od roku 200 n.e.	14
Rysunek 3. Wybrane parametry zmian klimatycznych.....	15
Rysunek 4. Zmiany zawartości tlenu i dwutlenku węgla od kambru do kenozoiku	17
Rysunek 5. Globalna temperatura i stężenie dwutlenku węgla	18
Rysunek 6. Scenariusz rozwoju gospodarki światowej przedstawiony w raporcie Klubu Rzymskiego	22
Rysunek 7. Odkrycia ropy naftowej a wydobywanie	24
Rysunek 8. Globalne zużycie energii pierwotnej według nośników.....	25
Rysunek 9. Wskaźnik R/P dla węgla kamiennego.....	26
Rysunek 10. Wskaźnik R/P dla ropy naftowej.....	26
Rysunek 11. Narastanie globalnego kryzysu energetycznego.....	27
Rysunek 12. Realizacja celów w zakresie emisji gazów cieplarnianych w krajach UE w 2012 roku	36
Rysunek 13. Dynamika wskaźników dotyczących emisyjności i energochłonności gospodarki polskiej w latach 1988-2012.....	40
Rysunek 14. Ścieżka redukcji emisji GHG w Unii Europejskiej do 2050 roku	48
Rysunek 15. Zmienność struktury wykorzystywanych paliw przez wytwórców indywidualnych energii cieplnej w gminach województwa podlaskiego (gminy Łapy i Białowieża).....	56
Rysunek 16. Podział strukturalny kategorii kosztów i korzyści społecznych	63
Rysunek 17. Matryca identyfikacji pośrednich efektów społecznych oraz pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych wytwarzania i przesyłu energii elektrycznej.....	66
Rysunek 18. Podział metod wyceny kosztów przerw w dostawie energii.....	75
Rysunek 19. Wartości VOLL dla różnych krajów dla sektora gospodarstw domowych (a), usług (b), przemysłu (c), gospodarki jako całości (d)	91
Rysunek 20. Liczebności odpowiedzi na pytanie o WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii w próbie całkowitej.....	99
Rysunek 21. Wykres ramka-wąsy dla WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw.....	104
Rysunek 22. Skategoryzowany wykres ramka-wąsy WTP w zależności od liczby doświadczanych przerw w dostawie energii w 2013 roku	107
Rysunek 23. Wykres ramka-wąsy dla VoLL w grupach wielkości przedsiębiorstw	113

Rysunek 24. Wykres ramka-wąsy dla WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw w próbie bez respondentów protestujących	119
Rysunek 25. Skategoryzowany wykres ramka-wąsy WTP w zależności od liczby doświadczanych przerw w dostawie energii w 2013 roku.....	121
Rysunek 26. Wykres ramka-wąsy dla VoLL w grupach wielkości przedsiębiorstw w próbie bez respondentów protestujących	125
Rysunek 27. Udział sektora gospodarstw domowych, usług oraz przemysłu w koszcie przerw w zasilaniu dla gospodarki Polski w 2014 roku.....	135
Rysunek 28. Zatrudnienie brutto a zatrudnienie netto	139
Rysunek 29. Metodyka badania wpływu technologii odnawialnych źródeł energii na tworzenie miejsc pracy w ramach podejścia analitycznego	143
Rysunek 30. Identyfikacja zatrudnienia bezpośredniego i pośredniego w cyklu życia technologii OZE	145
Rysunek 31. Rodzaj badanych instalacji.....	154
Rysunek 32. Średni wskaźnik zatrudnienia dla poszczególnych rodzajów instalacji.....	165
Rysunek 33. Wykresy rozrzutu wskaźnika zatrudnienia dla poszczególnych typów instalacji	167
Rysunek 34. Struktura pracowników ze względu na poziom wykształcenia.....	171
Rysunek 35. Struktura zatrudnienia według miejsca zamieszkania pracowników	173
Rysunek 36. Lokalizacja powiatów objętych badaniem	178
Rysunek 37. Procentowe udziały deklaracji WTP dla przedstawionego w badaniu scenariusza	184
Rysunek 38. Liczebność deklaracji o spadku wartości nieruchomości położonych w pobliżu elektrowni wiatrowych wyrażony jako deklaracje WTP.....	185
Rysunek 39. Wielkości deklarowanych WTP w zależności od płci, wieku oraz wykształcenia.....	187
Rysunek 40. Struktura deklaracji WTP w przedstawionym scenariuszu w powiecie ełckim i pozostałych powiatach	189
Rysunek 41. Struktura deklaracji WTP w przedstawionym scenariuszu w powiecie żuromińskim i pozostałych powiatach	190
Rysunek 42. Struktura deklaracji WTP dla przedstawionego w badaniu scenariusza w podziale na powiaty.....	191
Rysunek 43. Liczebność deklaracji WTP w poszczególnych powiatach	192
Rysunek 44. Procentowe udziały deklaracji WTP dla przedstawionego w badaniu scenariusza po wyeliminowaniu respondentów protestujących.....	195
Rysunek 45. Liczebność deklaracji WTP po wyeliminowaniu respondentów protestujących.....	195
Rysunek 46. Wielkości deklarowanych WTP w zależności od płci, wieku oraz wykształcenia po wyeliminowaniu respondentów protestujących.....	198

Rysunek 47. Struktura deklaracji WTP w przedstawionym scenariuszu, w powiecie ęckim i pozostałych powiatach oraz w powiecie żuromińskim i pozostałych powiatach.....	200
Rysunek 48. Struktura deklaracji WTP dla przedstawionego w badaniu scenariusza w podziale na powiaty, bez respondentów protestujących.....	201
Rysunek 49. Różnice w udziałach procentowych poszczególnych przedziałów WTP między próbą pełną a próbą bez respondentów protestujących	202
Rysunek 50. Poglądowy schemat drenażu opaskowego.....	209
Rysunek 51. Przeciętne miesięczne wynagrodzenie brutto w województwach (luty 2015 roku)	218
Rysunek 52. Struktura odpowiedzi na pytanie dotyczące powierzchni składowania opału.....	225

Spis tabel

Tabela 1.	Cykle zmienności wybranych parametrów wpływających na klimat Ziemi	16
Tabela 2.	Akty i dokumenty wdrażające pakiet energetyczno-klimatyczny Unii Europejskiej.....	34
Tabela 3.	Nieproporcjonalny dobór próby – próba zrealizowana, próba po zważeniu oraz wagi pojedynczych rekordów w poszczególnych sektorach przedsiębiorstw	82
Tabela 4.	Rozkład odpowiedzi na pytania dodatkowe	87
Tabela 5.	Wartości VOLL w 2030 roku według badania CASES Komisji Europejskiej	90
Tabela 6.	Oszacowane parametry rozkładu wszystkich danych	96
Tabela 7.	Oszacowane parametry rozkładu wszystkich danych dla WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej	101
Tabela 8.	Analiza wariancji dla zmiennej WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw – wyniki testu F.....	105
Tabela 9.	Wyniki testu Tukey’a dla średnich WTP w grupach wielkości przedsiębiorstw.....	106
Tabela 10.	Struktura przedsiębiorstw w sektorze usług oraz przemysłowym według wielkości mierzonej liczbą zatrudnionych według GUS-u.....	108
Tabela 11.	Liczebność przedsiębiorstw w próbie oraz liczebność po zważeniu wraz z wagami.....	109
Tabela 12.	Oszacowane parametry rozkładu wszystkich danych dla VoLL, obliczonego na podstawie deklarowanej gotowości do zapłaty za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej	111
Tabela 13.	Oszacowane parametry rozkładu danych po usunięciu respondentów protestujących dla WTP za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii	117
Tabela 14.	Arkusz wyników testu Walda-Wolfowitza	122
Tabela 15.	Oszacowane parametry rozkładu danych dla VoLL, obliczonego na podstawie deklarowanej gotowości do zapłaty za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej, po usunięciu respondentów protestujących	123

Tabela 16.	Wyniki testu t-Studenta równości wartości oczekiwanych VoLL pomiędzy sektorem usług i przemysłowym, po usunięciu respondentów protestujących.....	127
Tabela 17.	Oszacowane parametry rozkładu danych po usunięciu respondentów protestujących dla VoLL, obliczonego na podstawie deklarowanej gotowości do zapłaty za uniknięcie jednogodzinnej przerwy w dostawie energii elektrycznej w zależności od wskazanej przyczyny.....	129
Tabela 18.	Macierz korelacji dla zmiennych VoLL w zależności od przyczyny przerwy w zasilaniu dla próby bez respondentów protestujących	131
Tabela 19.	Szacunkowy koszt przerw w zasilaniu poszczególnych grup odbiorców w 2014 roku	134
Tabela 20.	Efekty pozytywne i negatywne rozwoju OZE.....	140
Tabela 21.	Przykładowe miejsca pracy związane z energetyką odnawialną.....	148
Tabela 22.	Instalacje odnawialnych źródeł energii na koniec 2014 roku	152
Tabela 23.	Wykorzystanie bazy kontaktowej	153
Tabela 24.	Substraty wykorzystywane w biogazowniach.....	155
Tabela 25.	Wykorzystanie paliw w elektrociepłowniach i ciepłowniach na biomase w 2014 roku	156
Tabela 26.	Instalacje według mocy zainstalowanej (elektrycznej i ciepłej łącznie).....	157
Tabela 27.	Instalacje według rodzaju i mocy zainstalowanej (elektrycznej i ciepłej łącznie)	158
Tabela 28.	Struktura badanych instalacji według wielkości produkcji energii elektrycznej w 2014 roku.....	159
Tabela 29.	Struktura badanych instalacji według wielkości produkcji energii ciepłej w 2014 roku	159
Tabela 30.	Wielkość zatrudnienia w badanych jednostkach (w przeliczeniu na pełne etaty).....	160
Tabela 31.	Wielkość zatrudnienia w badanych jednostkach według rodzaju instalacji (w przeliczeniu na pełne etaty)	161
Tabela 32.	Zatrudnienie według rodzaju i mocy zainstalowanej instalacji	162
Tabela 33.	Miary statystyczne charakteryzujące wskaźnik zatrudnienia, według rodzaju i mocy zainstalowanej instalacji	163
Tabela 34.	Zależność wielkości zatrudnienia oraz wskaźnika zatrudnienia od mocy zainstalowanej instalacji.....	166
Tabela 35.	Zatrudnienie w podziale na kategorie stanowisk dla różnych rodzajów instalacji.....	168
Tabela 36.	Średnie zatrudnienie i struktura zatrudnienia według stanowisk	170
Tabela 37.	Instalacje według kierunków wykształcenia kierowników i specjalistów....	172

Tabela 38.	Oszacowane parametry rozkładu wszystkich deklaracji o spadku wartości nieruchomości położonych w pobliżu elektrowni wiatrowych wyrażony jako deklaracje WTP [.....	186
Tabela 39.	Oszacowane parametry rozkładu wszystkich deklaracji po wyeliminowaniu respondentów protestujących.....	197
Tabela 40.	Szacunek kosztów prewencji i kosztów odtworzenia związanych z podniesieniem się poziomu wód gruntowych.....	212
Tabela 41.	Jednostkowe koszty prewencji i odtworzenia związane z podniesieniem się poziomu wód gruntowych.....	214
Tabela 42.	Średnia liczba dni sezonu grzewczego dla wybranych miast Polski, oszacowana na podstawie wieloletnich danych meteorologicznych.....	216
Tabela 43.	Średni czas obsługi kotła oraz załadunku paliwa do miejsca składowania	221
Tabela 44.	Średnia cena mieszkań w wybranych miastach Polski (wrzesień 2014 roku).....	223
Tabela 45.	Średnie ilości zajętego na opał miejsca w zależności od wielkości domu.....	226