PRACE NAUKOWE UNIWERSYTETU EKONOMICZNEGO WE WROCŁAWIU
Nr 83 2009
Ekonomiczne problemy wykorzystania
odnawialnych zasobów przyrodniczych do produkcji energii

Andrzej Graczyk

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

EKOLOGICZNE KOSZTY ZEWNĘTRZNE ENERGETYKI ODNAWIALNEJ

1. Wstęp

Koszty zewnętrzne energii są obecnie przedmiotem zainteresowania nie tylko badaczy, ale także polityków, gremiów decyzyjnych w różnych instytucjach regulacyjnych, menedżerów z branży energetycznej, inwestorów na rynku kapitałowym. Powodem są rosnące ceny tradycyjnych nośników energii oraz obawy związane z zagrożeniami środowiska. W rezultacie pojawiają się propozycje bardzo radykalnych zmian w technologiach wytwarzania energii. Głównym kierunkiem staje się wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

Alternatywnymi rozwiązaniami są technologie energetyki jądrowej, które jednak napotykają bardzo silny opór społeczny w wielu krajach, głównie ze względu na ryzyko środowiskowe, a także bardzo na ogół kosztowne technologie bezemisyjnego wykorzystania węgla. Z tymi rozwiązaniami wiążą się jednak znacznie wyższe koszty produkcji, ograniczone zasoby nośników energii (co w perspektywie będzie wpływać na dalszy wzrost ich cen) oraz znaczne koszty zewnętrzne. Dla konwencjonalnych nośników energii szacowane są one w przedziale od 1 do 25 eurocentów za kilowatogodzinę (kWh), a dla energetyki jądrowej – od 1 do 200 eurocentów/kWh [4]. Tak duży rozrzut szacunków wynika ze sposobów ujmowania kosztów efektu cieplarnianego oraz kosztów ryzyka wykorzystania energii atomowej.

Wytwarzanie energii w źródłach odnawialnych jest obecnie na ogół droższe niż w źródłach konwencjonalnych. Różnica ta będzie się zmniejszać ze względu na wzrost cen paliw konwencjonalnych i doskonalenie technologii pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych, a w ślad za tym zmniejszanie kosztów ich produkcji. Ważnym argumentem wspierającym przestawianie energetyki na nośniki odnawialne są małe, być może nawet zerowe, ekologiczne koszty zewnętrzne takiej energii.

Celem artykułu jest określenie wielkości i znaczenia ekologicznych kosztów zewnętrznych energii odnawialnej. W pierwszej części zostaną krótko omówione polityczne i prawne mechanizmy uzasadniające rozwój energetyki odnawialnej w Unii Europejskiej i w Polsce. Następnie będą zaprezentowane szacunki kosztów energii odnawialnych w zestawieniu z kosztami zewnętrznymi charakterystycznymi dla typowych dla Polski technologii wytwarzania energii. Na tym tle będą przedstawione w ujęciu teoretycznym sytuacje decyzyjne dla wytwórców energii konwencjonalnej, którzy mogą przestawiać produkcję na nośniki odnawialne.

2. Polityczne uwarunkowania rozwoju energetyki odnawialnej

Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych nie tylko jest jednym ze sposobów zmniejszenia emisji dwutlenku siarki i tlenków azotu powstających przy spalaniu węgla czy paliw węglowodorowych, ale także umożliwia redukcję emisji gazów cieplarnianych, zmniejszenie importu energii pierwotnej i tym samym zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego, tworzenie nowych miejsc pracy i rozwój obszarów wiejskich. Problemy te są wyeksponowane w zapisach Dyrektywy 2001/77/EC z dnia 27 września 2001 r. w sprawie promocji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych na wewnętrznym rynku energii elektrycznej [1].

Wysoką rangę polityczną problematyki zwiększania wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych w Polsce potwierdza umieszczenie ich w wielu aktach prawnych. Zadania o charakterze strategicznym zostały przedstawione po raz pierwszy w dokumencie *Strategia rozwoju energetyki odnawialnej*[1]. Określono w niej cele ilościowe rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce do 2020 r. Celem naczelnym jest zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w bilansie paliwowo-energetycznym kraju do 7,5% w 2010 r.[2] i do 14% w 2020 r. w strukturze zużycia nośników pierwotnych. Odnoszące się do tych celów zapisy dotyczące energetyki odnawialnej pojawiały się także w innych dokumentach o charakterze strategicznym, takich jak:

- *Założenia polityki energetycznej Polski do 2020 roku*,
- *Polska 2025 – długookresowa strategia trwałego i zrównoważonego rozwoju*,
- *Spójna polityka strukturalna rozwoju obszarów wiejskich i rolnictwa*.

Celem strategicznym Polski było do 2008 r. osiągnięcie 7,5% udziału OZE w bilansie energii pierwotnej w 2010 r. Cel ten wpisuje się w strategiczne działania Unii Europejskiej zawarte w Dyrektywie 2001/77/WE oraz Komunikacie Komisji do Rady Europejskiej i Parlamentu Europejskiego z dnia 10 stycznia 2007 r. – *Europejska polityka energetyczna*.

[1] Została ona przyjęta uchwałą Sejmu RP w dniu 23 sierpnia 2001 r.

[2] W traktacie akcesyjnym Polska została zobowiązana do osiągnięcia 7,5-procentowego udziału zielonej energii elektrycznej w całkowitym bilansie zużycia energii elektrycznej brutto w 2010 r.; o problemach ekonomicznych z tym związanych pisze K. Górka [5].

Implementacja dyrektywy 2001/77/WE do polskiego systemu prawnego oraz mechanizmy wsparcia dla energii wytwarzanej z odnawialnych źródeł energii przyczyniają się do stałego zwiększania się udziału OZE w bilansie energetycznym. Od 10 lat udział odnawialnych źródeł energii (OZE) w łącznym zużyciu energii pierwotnej w Polsce ma tendencję wzrostową, przede wszystkim dzięki zwiększeniu wykorzystania biomasy, w szczególności w ostatnich latach – biomasy stałej i biogazu do produkcji energii elektrycznej oraz biopaliw transportowych. Na przykład udział energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w ogólnym zużyciu energii elektrycznej w Polsce wzrósł z 1,6% w 2000 r. do 2,9% w 2006 r., przy jednoczesnym wzroście ogólnego zapotrzebowania na energię elektryczną w tym okresie o 8,7% [8, s. 72].

Unia Europejska jest liderem w inicjowaniu przedsięwzięć łączących politykę energetyczną z działaniami na rzecz ochrony klimatu. W marcu 2007 r. Rada Europejska zobowiązała Wspólnotę do:

- zmniejszenia o co najmniej 20% emisji gazów cieplarnianych w UE do 2020 r. w porównaniu z 1990 r.,
- zwiększenia udziału energii pochodzącej z odnawialnych źródeł energii do 20% w bilansie energii UE do 2020 r.,
- zmniejszenia zużycia energii w UE o 20% w porównaniu z prognozami na 2020 r.

Ten zestaw celów, obecnie nazywany skrótowo „3×20" jest najbardziej ambitnym przedsięwzięciem, zapowiadającym długofalowe i kompleksowe procesy przemian polityki energetycznej.

Komisja Europejska ogłosiła 23 stycznia 2008 r. projekty dokumentów dotyczące ograniczeń emisji CO_2 i wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Zestaw ten określa się mianem „pakietu klimatyczno-energetycznego". Składa się on z projektów pięciu dokumentów:

- dyrektywy ramowej dotyczącej promocji wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE),
- decyzji w sprawie redukcji emisji gazów cieplarnianych do 2020 r.,
- nowelizacji dyrektywy 2003/87/WE w sprawie udoskonalenia i rozszerzenia systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych,
- dyrektywy w sprawie geologicznego magazynowania dwutlenku węgla (CCS),
- wytycznych do pomocy państwa w zakresie udzielania pomocy publicznej dotyczącej ochrony środowiska.

Realizacja zamierzenia 20-procentowego udziału energii odnawialnej w energii pierwotnej powinna przynieść Unii Europejskiej do 2020 r. zmniejszenie o 600-900 mln ton emisji gazów cieplarnianych. Już obecnie sektor ten generuje w UE wzrost zatrudnienia w sektorze energii odnawialnej do ponad 300 000 wysoko specjalistycznych miejsc pracy, a także roczny obrót sięgający 20 mld euro, dający europejskiemu przemysłowi doskonałą pozycję na rozwijającym się rynku światowym.

Godne podkreślenia są też oszczędności 200 Mtoe (równoważne 55 mld euro) dla gospodarki europejskiej dzięki zmniejszeniu importu energii do UE, a przez to zwiększenie energetycznego bezpieczeństwa i solidarności [10].

W związku z przyjęciem przez władze Unii Europejskiej bardziej ambitnych zamierzeń w dziedzinie wzrostu udziału odnawialnych źródeł energii pojawia się konieczność odpowiednich zmian w polskich strategiach. W projekcie strategii energetycznej *Polityki energetycznej Polski do roku 2030* zapowiada się, że prowadzone będą działania zmierzające do zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii w ramach ogólnego celu Unii Europejskiej, która będzie dążyć do osiągnięcia poziomu 20% udziału OZE w bilansie energetycznym. Polska jest krajem o ograniczonych możliwościach wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Uważa się, że w polskich warunkach biomasa i energia wiatrowa oferują największy potencjał do wykorzystania [8, s. 14-15].

Zwraca się jednocześnie uwagę, że cel krajowy powinien uwzględniać rzeczywiste możliwości rozwoju odnawialnych źródeł energii w naszym kraju, a także koszty dla gospodarki. Chodzi tu jednak o to, że zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii może skutkować wzrostem cen energii. Wydaje się, że jest to jednostronne widzenie kosztów. Należy uwzględniać także koszty zewnętrzne, zarówno w rozpatrywaniu skali zwiększania udziału odnawialnych źródeł energii, jak i w wyborze określonych źródeł odnawialnych.

3. Szacunek kosztów zewnętrznych energii elektrycznej powstającej w źródłach odnawialnych

Uciążliwość stosowania różnych technologii dla środowiska nie przesądza o różnicach w ekologicznych kosztach zewnętrznych. Wysokość ekologicznych kosztów zewnętrznych może bowiem decydować nie tylko o skali wprowadzania odnawialnych źródeł zewnętrznych, ale także o rodzaju stosowanych nośników odnawialnych.

Metodologia szacunku kosztów zewnętrznych energii została wypracowana w ramach projektu ExternE. Dotyczyła ona jednak energetyki konwencjonalnej i energetyki jądrowej. Została ona zaadaptowana do szacunków kosztów zewnętrznych dla energii odnawialnych[3]. Szacunki kosztów zewnętrznych muszą uwzględniać wymagania dotyczące porównywalności metod, dla energetyki zarówno konwencjonalnej, jak i odnawialnej. Istotnym wymaganiem jest także to, aby koszty zewnętrzne szacować w odniesieniu do całego cyklu życia technologii. Oznacza to nie tylko uwzględnianie kosztów zewnętrznych samego wytwarzania energii, ale także powstawania, budowy i likwidacji instalacji, w których energię się wytwarza, kosztów zewnętrznych pozyskania i transportu surowca itp.

[3] Prace badawcze nad ekologicznymi kosztami zewnętrznymi dla energii ze źródeł odnawialnych prowadzone w ramach projektu NEEDS zostały zakończone we wrześniu 2008 r.

Badania tego typu przeprowadzono w ostatnich latach w Niemczech. Na podstawie badań niemieckich ośrodków naukowych i eksperckich zostały oszacowane różne rodzaje uciążliwości technologii. Przykładem są dane zamieszczone w tab. 1, gdzie podano koszty związane z emisjami do powietrza atmosferycznego, przypadające na jednostkę wyprodukowanej energii. Zaskakująco wysokie są wielkości emisji dla źródeł, które na etapie użytkowania nie powodują emisji, a w szczególności ogniw fotowoltaicznych i źródeł geotermalnych.

Tabela 1. Emisje zanieczyszczeń powietrza powodowane przez odnawialne źródła energii

Źródła energii	CO_2 [g/kWh]	SO_2 [Mg/kWh]	NO_x [Mg/kWh]	Pył zawieszony* [Mg/kWh]	Lotne związki organiczne [Mg/kWh]
Fotowoltaika (polikrystaliczne, 2000 r.)	99	288	340	119	20
Fotowoltaika (2030 r.)	54	182	214	65	13
Elektrownie wodne 300 kW	13	28	49	31	11
Elektrownie wiatrowe na lądzie 1,5 MW	10	40	31	42	26
Elektrownie wiatrowe na morzu 2,5 MW	9	35	21	11	2
Geotermia	38	62	189	35	b.d.
Elektrownie słoneczne 80 MW	13	47	73	40	2

* Całkowita emisja pyłów.

Źródło: [7, s. 35].

Na podstawie tego rodzaju zestawień oszacowano ekologiczne koszty zewnętrzne uśrednione dla 25 krajów Unii Europejskiej. Zamieszczono je w tab. 2.

Tabela 2. Ekologiczne koszty zewnętrzne uśrednione dla 25 krajów Unii Europejskiej (eurocenty/kWh)

Źródła energii	Zmiany klimatu	Zdrowie	Szkody w materiałach	Utrata plonów	Razem
Fotowoltaika (polikrystaliczne, 2000 r.)	0,69	0,34	0,009	0,005	~1,0
Fotowoltaika (2030 r.)	0,38	0,20	0,006	0,003	~0,59
Elektrownie wodne 300 kW	0,09	0,06	0,001	0,001	~0,15
Elektrownie wiatrowe na lądzie 1,5 MW	0,07	0,07	0,001	0,002	~0,15
Elektrownie wiatrowe na morzu 2,5 MW	0,06	0,03	0,001	0,0004	~0,09
Geotermia	0,26	0,12	0,003	0,002	~0,39
Elektrownie słoneczne 80 MW	0,09	0,085	0,002	0,001	~0,18
Elektrownie węglowe o sprawności 43%	5,9	0,37	0,013	0,009	>6,3
Elektrownie na węgiel brunatny o sprawności 40%	7,4	0,50	0,015	0,010	>7,9
Elektrownie gazowe o sprawności 58%	2,7	0,17	0,005	0,004	>2,9

Źródło: [7, s. 37].

Warto zauważyć, że energetyka odnawialna wykazuje wyraźnie mniejsze koszty zewnętrzne w porównaniu z konwencjonalnymi technologiami energetycznymi. Tego typu szacunki zawsze podlegają pewnym uproszczeniom. Autorzy szacunku wyraźnie stwierdzają, że w obecnym stanie wiedzy kwantyfikacja i monetaryzacja

niektórych efektów nie są możliwe. Można natomiast zastosować kwalifikację wynikającą z dotychczasowych doświadczeń praktycznych. W przypadku technologii źródeł odnawialnych nie stwierdza się zagrożeń w postaci możliwych wyższych kosztów zewnętrznych. Oszacowane koszty zewnętrzne energii konwencjonalnej mogą być wyższe od szacowanych, co może wynikać ze specyfiki miejsca położenia [7, s. 36].

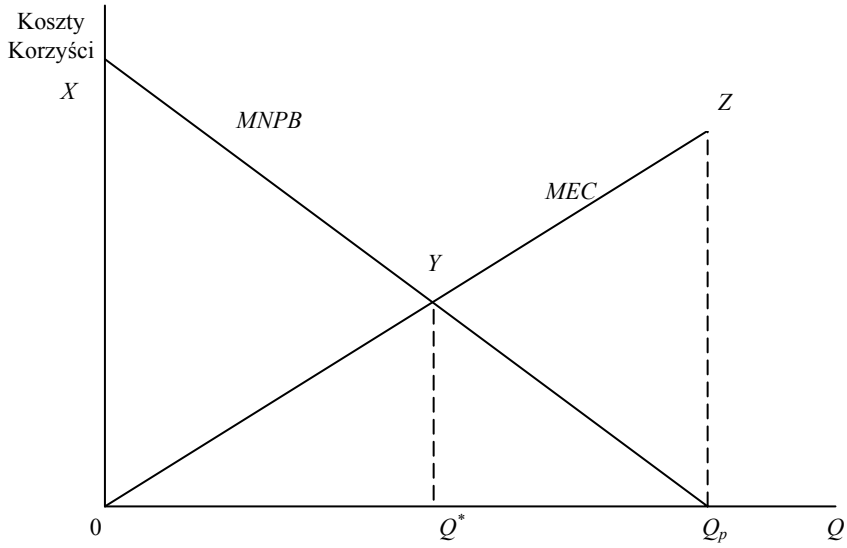
Szacunki kosztów zewnętrznych energetyki dla warunków polskich określane są dla energetyki jako całości. Skumulowane jednostkowe koszty zewnętrzne w przeliczeniu na produkcję energii wynoszą 2,9 eurocenta/kWh, a w przeliczeniu na produkcję ciepła – 3,8 euro/GJ [9, s. 161]. Uśredniony łączny koszt zewnętrzny energii elektrycznej bez uwzględnienia emisji CO_2 wyniósł w Polsce w 2004 r. prawie 2,7 eurocenta/kWh. Koszt ten nie uwzględnia efektu globalnego ocieplenia klimatu. Jeśli się przyjmie, że koszty emisji jednej tony CO_2 wynoszą 20 euro, to koszty zewnętrzne osiągnęłyby wartość ponad 4,6 eurocenta/kWh [9, s. 167].

4. Optymalizacja wielkości i struktury odnawialnych źródeł energii

Zwiększenie produkcji energii ze źródeł odnawialnych będzie wymagać porównywania różnych wariantów inwestycji. Analiza i ocena kosztów inwestycji dla różnych wariantów powinna też uwzględniać koszty zewnętrzne. W świetle wcześniej podawanych szacunków trzeba przyjmować, że odnawialne źródła energii powodują dla poszczególnych technologii różne koszty zewnętrzne. Należy zatem spojrzeć na czynniki wpływające na optymalizację wielkości i struktury odnawialnych źródeł energii ze względu na korzyści społeczne netto, będące różnicą całkowitych korzyści prywatnych oraz całkowitych ekologicznych kosztów zewnętrznych.

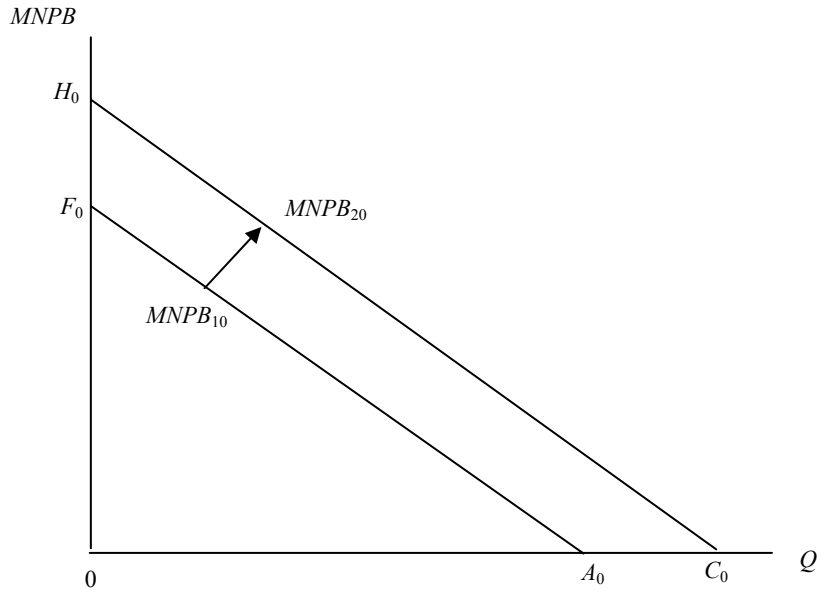
Zasada optymalizacji została przedstawiona na rys. 1, a szczegółowy opis znajduje się w literaturze [6, s. 76-80]. Ogólną zasadą optymalnego poziomu internalizacji jest doprowadzenie do produkcji/emisji na poziomie Q^*, przy którym zrównują się marginalne korzyści netto podmiotu powodującego koszty zewnętrzne (*MNPB*) z marginalnymi ekologicznymi kosztami zewnętrznymi (*MEC*) podmiotów narażonych na oddziaływania sprawcy za pośrednictwem środowiska przyrodniczego. Korzyść społeczna netto przy produkcji Q^* odpowiada polu trójkąta $0XY$. Jeśli nie będzie optymalizacji ze względu na korzyści społeczne netto, to podmiot powodujący zanieczyszczenia wybierze produkcję Q_p. W takim przypadku korzyść społeczną netto odzwierciedla różnica pól dwóch trójkątów – trójkąta $0XY$ i trójkąta Q_pYZ.

Gdyby rozwój odnawialnych źródeł energii nie powodował kosztów zewnętrznych, zwiększałyby się korzyści dla społeczeństwa. Dla takiego projektu wzrost korzyści przedstawia pole między krzywymi *MNPB* na rys. 2. W świetle powyższych oszacowań jest to wariantem czysto hipotetycznym, ponieważ dla nawet najmniej uciążliwych technologii energetyki odnawialnej koszty zewnętrzne jednak istnieją.



Rys. 1. Ekonomiczna definicja optymalnego poziomu zanieczyszczenia

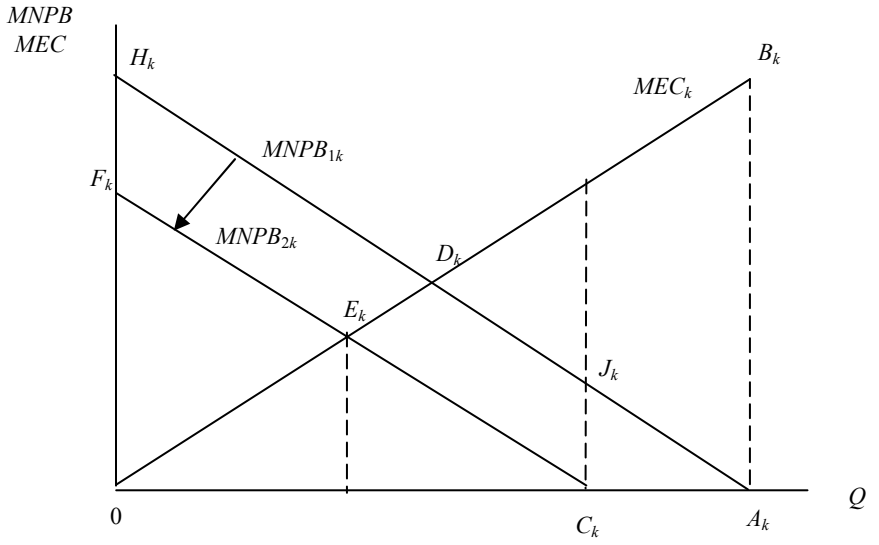
Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Zmiany korzyści prywatnych przy braku ekologicznych kosztów zewnętrznych energii odnawialnej i braku ograniczenia popytowego na zakup energii

Źródło: opracowanie własne.

Wzrost produkcji energii ze źródeł odnawialnych powoduje, *ceteris paribus*, zmniejszenie produkcji energii ze źródeł konwencjonalnych, a w związku z tym zmniejszenie ich emisji. Powoduje to zmniejszenie marginalnych korzyści netto podmiotów wytwarzających taką energię, co ilustruje na rys. 3 przesunięcie w dół krzywej *MNPB*. Efektem jest zmniejszenie korzyści społecznych netto z tytułu wytwarzania energii konwencjonalnej.



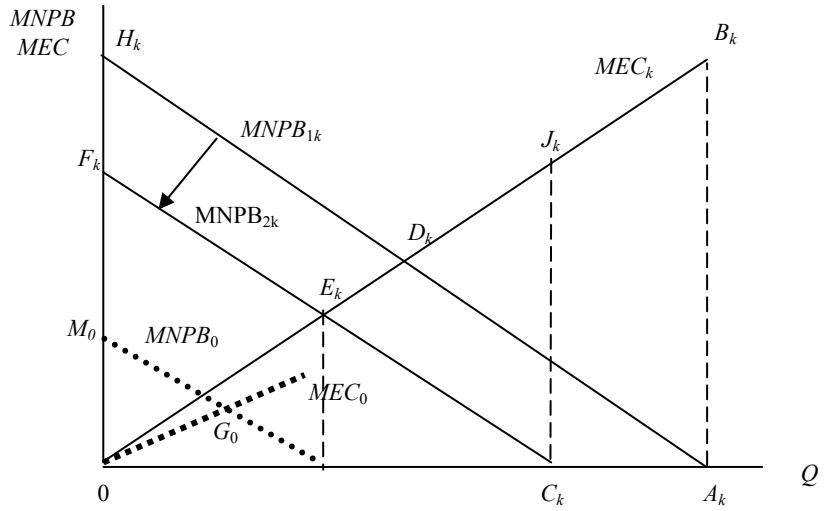
Rys. 3. Zmiany ekologicznych kosztów zewnętrznych i korzyści prywatnych netto energii konwencjonalnej na skutek zmniejszenia zakupów energii ze źródeł konwencjonalnych

Źródło: opracowanie własne.

Zmniejszenie produkcji energii konwencjonalnej jest jednak rekompensowane wzrostem produkcji energii odnawialnej. Podstawowym problemem jest wówczas to, jaki jest poziom kosztów zewnętrznych energii odnawialnej, która zastępuje energię konwencjonalną. Zamiana taka nie musi powodować wzrostu korzyści społecznych netto. Przy niskim poziomie kosztów zewnętrznych wytwarzania energii odnawialnej i braku optymalizacji każdej z technologii z osobna zamiana spowoduje wzrost społecznych korzyści netto. Na rysunku 4 ilustruje to zmniejszenie różnicy pól dla krzywych odnoszących się do energii konwencjonalnych. Odzwierciedlająca ją powierzchnia będąca różnicą pól (pole trójkąta 0*HD* minus pole trójkąta *ADB*) zostaje zastąpiona przez powierzchnię stanowiącą różnice pól (pole trójkąta 0*EF* minus pole trójkąta *CEJ*). Jednak dzięki wytwarzaniu energii odnawialnej pojawia się przyrost korzyści społecznych netto. Ilustruje go różnica odpowiednich pól trójkątów wyznaczonych przez krzywe $MNPB_0$ i MEC_0.

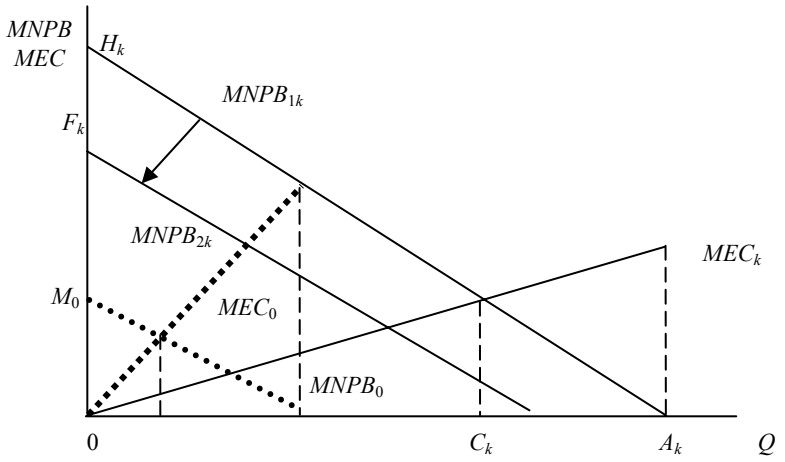
Przy założeniu optymalizacji ze względów ekologicznych każdej z technologii z osobna korzyść społeczna netto z wytwarzania energii dla sytuacji przedstawionej na

rys. 4 zmaleje. Nastąpi zmniejszenie korzyści społecznych netto z tytułu wytwarzania energii konwencjonalnej, co przedstawia różnica pól trójkątów (pole trójkąta 0*HD* minus pole trójkąta 0*FE*). Zmniejszenia tego nie zrekompensuje pojawienie się odpowiedniej korzyści netto z tytułu wytwarzania energii odnawialnej (trójkąt 0*MG*).



Rys. 4. Zmiany ekologicznych kosztów zewnętrznych i korzyści prywatnych netto przy zastępowaniu energii konwencjonalnej przez energię z odnawialnych źródeł energii

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 5. Zmiany ekologicznych kosztów zewnętrznych i korzyści prywatnych netto przy zastępowaniu energii konwencjonalnej przez energię z odnawialnych źródeł energii – wysoki poziom ekologicznych kosztów zewnętrznych energii odnawialnej

Źródło: opracowanie własne.

Zmniejszenie korzyści społecznych netto może zachodzić także w sytuacjach, gdy marginalne koszty zewnętrzne energii odnawialnej są wysokie, a energii konwencjonalnej niskie. Wówczas, niezależnie od tego, czy następuje optymalizacja ze względu na korzyści społeczne netto produkcji z energii odnawialnej i energii konwencjonalnej z osobna, czy nie, zastępowanie energii konwencjonalnej energią odnawialna może się okazać nieefektywne. Sytuację taką przedstawia rys. 5.

Powyższa analiza może mieć zastosowanie także dla wyboru między różnymi rodzajami energii odnawialnej, jeżeli tylko występują różnice marginalnych kosztów i korzyści zewnętrznych każdej z technologii.

5. Uwagi końcowe

W artykule wykazano, że uwzględnianie ekologicznych kosztów zewnętrznych jest niezbędne w podejmowaniu decyzji o skali i rodzaju wdrażania odnawialnych źródeł energii. Podejmując nowe zobowiązania objęte pakietem energetyczno-klimatycznym w Unii Europejskiej i rozdzielając między poszczególne kraje, powinno się respektować zasadę, że występujące w poszczególnych krajach większe nadwyżki ekologicznych kosztów zewnętrznych technologii konwencjonalnych nad ekologicznymi kosztami zewnętrznymi technologii odnawialnych powinny uzasadniać większy udział odnawialnych źródeł energii w wytwarzaniu energii w takich krajach. Argument ten nie jest wykorzystywany w negocjowaniu i ustalaniu obowiązków w zakresie udziału odnawialnych źródeł energii w produkcji energii, zarówno w UE, jak i w poszczególnych krajach.

Odnawialne źródła energii mają mniejsze ekologiczne koszty zewnętrzne w stosunku do większości technologii konwencjonalnych. Również między samymi technologiami odnawialnymi występują istotne zróżnicowania poziomu ekologicznych kosztów zewnętrznych. W podejmowaniu decyzji o wsparciu publicznym rozwoju energii odnawialnej, a dla zwłaszcza w określaniu wielkości i zróżnicowania wsparcia publicznego dla rozwoju różnych technologii i inwestycji o różnych ze względu na EKZ lokalizacjach, powinno się uwzględniać wysokość ekologicznych kosztów zewnętrznych, zarówno unikniętych dla technologii wycofywanych, jak i powstających dla technologii wspieranych publicznie.

Istnienie na ogół niższych przeciętnych kosztów zewnętrznych wytwarzania energii w źródłach odnawialnych w porównaniu do wytwarzanie energii w źródłach konwencjonalnych nie jest wystarczającą przesłanką wyboru wielkości i struktury wytwarzania energii, a w szczególności określenia udziału energii odnawialnej. Należy uwzględniać nie tylko różnice w poziomie kosztów zewnętrznych, ale przede wszystkim zmiany korzyści społecznych netto, w ramach których takie koszty występują. Uwaga ta dotyczy także wyboru inwestycji między poszczególnymi technologiami energii odnawialnej.

Odnawialne źródła energii powodują ekologiczne koszty zewnętrzne. Koszty te powinny być internalizowane. Należy podjąć badania i stworzyć propozycje zasad,

metod i narzędzi internalizacji ekologicznych kosztów zewnętrznych odnawialnych źródeł energii. Występuje jednak deficyt wiedzy o poziomie takich kosztów, a w szczególności nie mamy wystarczającej wiedzy o poziomie ekologicznych kosztów zewnętrznych i różnicach występujących między technologiami i lokalizacjami. Istnieje jednak dorobek metod i oszacowań z programu ExternE, a we wrześniu 2008 r. zakończył się program NEEDS. W oparciu o uznane w UE metodologie można będzie podjąć badania ekologicznych kosztów zewnętrznych różnych form wytwarzania energii w warunkach polskich.

Literatura

[1] Directive 2001/77/EC of the European Parliament and of the Council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market, Official Journal L 283, 27/10/2001 P. 0033-0040.

[2] Dyrektywa 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 13 października 2003 r. ustanawiająca system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie oraz zmieniająca dyrektywę Rady 96/61/WE, DzU Unii Europejskiej L 275/32 z 25.10.2003.

[3] Dyrektywa 2004/101/WE z dnia 27 października 2004 r. zmieniająca dyrektywę 2003/87/WE ustanawiającą system handlu przydziałami emisji gazów cieplarnianych we Wspólnocie, z uwzględnieniem mechanizmów projektowych Protokołu z Kioto, DzU Unii Europejskiej L 338/18 z 13.11.2004.

[4] *Externe Kosten der Stromerzeugung*, Energie im Dialog, Band 4, red. H.-J. Ziesing, VWEW Energieverlag, Frankfurt am Main 2004.

[5] Górka K., *Rozwój i opłacalność wykorzystania energii odnawialnej w Polsce*, [w:] *Zarządzanie środowiskiem. Teraźniejszość i przyszłość*, red. B. Poskrobko, Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2003, s. 260-276.

[6] Graczyk A., *Optymalny poziom zanieczyszczenia i działalności ochronnej*, [w:] *Podstawy ekonomii środowiska i zasobów naturalnych*, red. B. Fiedor, S. Czaja, A. Graczyk, Z. Jakubczyk, C.H. Beck, Warszawa 2002.

[7] Krewitt W., Schlomann B., *Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern*. Gutachten im Rahmen von Beratungsleistungen für das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, DLR, Institut für Technische Thermodynamik, Fraunhofer Institut für System und Innovationsforschung, Stuttgart–Karlsruhe 2006 (uzupełnienie w 2007).

[8] *Polityka energetyczna Polski do roku 2030. Projekt, wersja 3.2. z dn. 10.09.2007*, Minister Gospodarki, Warszawa, wrzesień 2007.

[9] Skoczkowski T. i in., *Ocena prawna oraz analiza ekonomiczna możliwości realizacji celów wynikających ze Strategii rozwoju energetyki odnawialnej oraz dyrektywy 2001/77/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych*, Krajowa Agencja Poszanowania Energii, Warszawa, sierpień 2007.

[10] *Wystąpienie Krzysztofa Zaręby, podsekretarza stanu w Ministerstwie Środowiska*, Pełnomocnik Rządu ds. promocji alternatywnych źródeł energii na targach Poleko 2007.

ECOLOGICAL EXTERNAL COSTS OF RENEWABLE ENERGY

Summary

The aim of the article is the qualification of size and the meaning of ecological external costs of renewable energy. Political and legal mechanisms motivating renewable energy development in the European Union and in Poland are briefly presented in the first part. Secondly, there is discussed the evaluation of renewable energy costs in comparison with external costs characteristic for typical Polish technology of energy production. Decision situations for conventional energy producers who can redirect their production on renewable carriers are presented against this background in theoretical perspective.