



WWF®

RAPORT

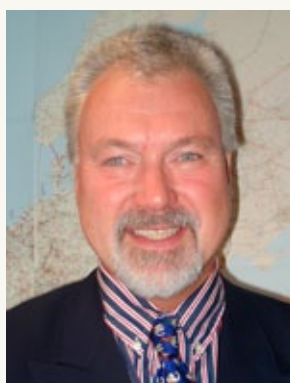
2014

DEMASKOWANIE MITÓW:

Obalenie mitów o energii odnawialnej



PRZEDMOWA



Dr Stephan Singer,
Dyrektor ds. globalnej
polityki energetycznej,
WWF International

Energia odnawialna i efektywność energetyczna to kluczowe zagadnienia na drodze do realizacji przemiany w dziedzinie energetyki, która zapewni nam wszystkim bezpieczną przyszłość. Nie ma żadnego uzasadnienia dla naszego obecnego sposobu wytwarzania i wykorzystywania energii. Nasza energetyka, związana z dużą emisją gazów cieplarnianych, oparta na ropie naftowej, węgla, gazie oraz mało wydajnym wykorzystaniu tradycyjnej bioenergii w krajach rozwijających się, to główny winowajca powodujący zmiany klimatu oraz zanieczyszczenia powietrza, gleby i wody. Odpowiada za prawie trzy czwarte antropogenicznej globalnej emisji gazów cieplarnianych i za około cztery miliony przypadków przedwczesnej śmierci związanej z zanieczyszczeniem powietrza.

Energia pozyskiwana ze słońca, wiatru, morza, ciepła Ziemi, wody i biomasy może być przyjazną dla środowiska, zrównoważoną alternatywną metodą zaspokojenia światowego zapotrzebowania na energię. Pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych (OZE) może znacznie zwiększyć dobrobyt społeczny i wpłynąć korzystnie na środowisko, szczególnie poprzez zapewnienie przystępnej cenowo, niezawodnej i czystej energii dla wszystkich. Niestety, pomimo wielu zalet energii odnawialnej, nadal utrzymują się błędne przekonania na jej temat, które nie oddają jej rzeczywistego znaczenia w zakresie ekonomii i środowiska, zarówno przy jej wykorzystywaniu na małą i dużą skalę. Zazwyczaj bazuje to na powszechnych, błędnych informacjach, uprzedzeniach, starych danych, nierzetelnych badaniach naukowych, ignorancji czy też propagandzie rozpowszechnianej przez osoby mające w tym interes. Ponieważ energia odnawialna wytwarzana jest z użyciem względnie nowych technologii, brak zaufania lub sceptycyzm są podstawą powstawania wielu mitów o energii odnawialnej. W większości przypadków argumenty przeciwko energii odnawialnej są prostym przykładem braku wiedzy, błędnej interpretacji faktów lub potęgowania niejasności.

Przedstawiony poniżej raport zawiera dowody i fakty demaskujące część najpopularniejszych mitów o energii odnawialnej dotyczących jej ekonomicznej opłacalności, zrównoważonego rozwoju i technologicznej niezawodności.

Optymalna droga do obniżenia emisji gazów cieplarnianych wymaga obalenia błędnych przekonań, a oprócz tego dużego wsparcia ze strony społeczeństwa dla promowania czystej energii ze źródeł odnawialnych. Obalenie mitów o energii odnawialnej jest więc kluczowym krokiem na drodze do zapewnienia do roku 2050 przyszłości opartej w stu procentach na wykorzystaniu energii odnawialnej – jest to jeden z warunków, które pomogą ograniczyć proces globalnego ocieplenia o nie więcej niż 1,5°C ponad temperaturę z czasów przed industrializacją.

SPIS TREŚCI

Słownik pojęć	6
Energia odnawialna w liczbach	7
Wprowadzenie	14
10 mitów o energii odnawialnej	19
Mity dotyczące zasadności ekonomicznej	
Mit 1: Odnawialne źródła energii są zbyt drogie	22
Mit 2: Energia odnawialna nie potrzebuje wsparcia ekonomicznego, by się rozwijać	27
Mity o zrównoważonym rozwoju OZE	
Mit 3: Odnawialne źródła energii są tak samo szkodliwe dla środowiska jak konwencjonalne źródła energii	32
Mit 4: Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych pochłania więcej energii niż jest wytwarzane	35
Mit 5: Odnawialne źródła energii wymagają zbyt dużego terenu do wytwarzania energii	37
Mit 6: Hydroenergia jest zazwyczaj szkodliwa dla ludzi i środowiska	38
Mit 7: Wytwarzanie bioenergii ma negatywny wpływ na klimat i środowisko oraz utrudnia zapewnianie wystarczającej ilości żywności	40
Mity na temat technologicznej niezawodności	
Mit 8: Energia odnawialna nie gwarantuje niezawodnej energii na żądanie	46
Mit 9: Energia odnawialna nie jest w stanie zastąpić paliw kopalnych w sektorach transportu i budownictwa	52
Mit 10: Energia odnawialna jest nieskończona	54
Fakty na temat energii odnawialnej	
Wnioski	58
Różne mity na temat energii odnawialnej	59
10 faktów na temat odnawialnych źródeł energii w skrócie	61
Materiały źródłowe	62

SŁOWNIK POJĘĆ

Antropogeniczny: dotyczący wpływu działań człowieka na ekosystemy naturalne i inne ekosystemy, np. antropogeniczna zmiana klimatu to zmiana spowodowana przez działania człowieka, a nie przez zjawiska naturalne.

Obciążenie podstawowe: minimalna ilość energii niezbędna do pokrycia minimalnego zapotrzebowania, wynikająca z uzasadnionych prognoz dotyczących zapotrzebowania na energię elektryczną.

Bioenergia: odnosi się do wszystkich typów biomasy spalanej w celu wytworzenia energii, włączając w to lasy, drewno i produkty rolne, osady, odchody zwierzęce i wszystkie odpady organiczne.

Zmiany klimatu: to w ujęciu naukowym i statystycznym znaczące zmiany zachodzące w klimacie (tzn. w temperaturze, opadach, ekstremalne zjawiska pogodowe w danym regionie itd.) trwające przez długi czas (od dekad aż po miliony lat). Zmiany klimatu, których obecnie doświadczamy, są w dużym stopniu spowodowane przez zmiany dokonane przez ludzi (tzn. zmiany antropogeniczne) w środowisku naturalnym, częściowo wynikające ze zwiększenia emisji gazów cieplarnianych do atmosfery, co w konsekwencji powoduje nasilenie efektu cieplarnianego, zwanego też globalnym ociepleniem. Naturalne zmiany klimatu występowały w przeszłości i występują nadal ze względu na zmiany naturalnych czynników, takich jak cyrkulacja oceaniczna, zmiany promieniowania słonecznego, erupcje wulkanów itd. Niemniej jednak naukowcy są zgodni co do

tego, że te czynniki nie są głównymi sprawcami obserwowanych obecnie wzrostów temperatury, które zachodzą z niespotykaną dotąd prędkością, a mogą być wytłumaczone tylko na podstawie równie szybkiego wzrostu stężenia gazów cieplarnianych w atmosferze, uwalnianych od dziewiętnastego wieku.

Ekwiwalent CO₂: odnosi się do emisji lub stężenia gazów cieplarnianych podlegających Protokołowi z Kioto i Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC) czyli dwutlenku węgla (CO₂), metanu (CH₄), podtlenku azotu (N₂O), gazów fluorowanych (F-gazy) i sześćciofluorku siarki (SF₆) w odniesieniu do równoważnego ocieplenia, które byłoby spowodowane tylko przez dwutlenek węgla. Z definicji w okresie 100 lat jeden kilogram dwutlenku węgla ma współczynnik ocieplenia równy „1”, podczas gdy inne gazy cieplarniane o tej samej wadze mają znacznie wyższy współczynnik ocieplenia.

Skoncentrowana Energia Słoneczna (CSP): technologia wykorzystywania energii ze źródeł odnawialnych, w ramach której światło słoneczne zebrane przez lustro lub soczewki jest przekształcane w ciepło poprzez ocieplanie cieczy takich jak woda lub ropa naftowa, a następnie w energię elektryczną za pośrednictwem tradycyjnej turbiny parowej.

Energetyka rozproszona: zwana również wytwarzaniem rozproszonym, odnosi się do sposobu, w jaki wytwarzana jest energia elektryczna lub ciepło ze źródeł

energii dostępnych na miejscu takich jak baterie słoneczne, mini elektrownie wodne, małe turbiny wiatrowe lub niezależne od sieci instalacje zaopatrujące w ciepło i energię. Często, ale nie zawsze, termin ten jest wykorzystywany do opisu rozwiązań fotowoltaicznych (PV) stosowanych w wytwarzaniu energii elektrycznej na potrzeby własne budynków.

EJ: w układzie SI, dżul (J) to jednostka energii. EJ lub eksadżul to równowartość 1×10^{18} (1 miliard razy 1 miliard) dżuli lub 1,055 bilionów BTU (w anglosaskim układzie jednostek miar). W chwili obecnej roczne zapotrzebowanie Stanów Zjednoczonych i Chin na energię wynosi około 100 EJ a w Polsce 2880 PJ, czyli 2,88 EJ.

Cykl życia emisji: w kontekście tego raportu termin ten dotyczy monitorowania emisji gazów cieplarnianych w sektorze wydobywania i przetwórstwa w branży energetycznej, począwszy od pozyskiwania surowców aż po ich przetwarzanie i wykorzystanie.

Okres zwrotu energii zainwestowanej (EPT): to czas eksploatacji instalacji energetycznej, po którym zwraca się energia zużyta do wytworzenia, działania i wycofania z eksploatacji urządzeń wytwarzających energię elektryczną. Innymi słowy jest to energia potrzebna do wyprodukowania turbiny wiatrowej lub gazowej, panelu fotowoltaicznego lub wybudowania elektrowni atomowej.

Współczynnik EROI (zwrot energii zainwestowanej): współczynnik ten wyraża zależność między produkcją energii elektrycznej (przy założeniu okresu eksploatacji danej technologii) oraz energii pierwotnej zużytej w procesie wytwarzania energii elektrycznej (z uwzględnieniem technologii konwersji energii, produkcji, eksploatacji i wycofania z eksploatacji).

Biopaliwa pierwszej generacji: termin ten odnosi się do bioenergii pozyskiwanej ze źródeł płynnych, wytwarzanych ze skrobi, cukru lub olei roślinnych. Paliwa te dominują na współczesnym rynku płynnych biopaliw. Trzcina cukrowa i kukurydza są głównymi surowcami używanymi do produkcji bioetanolu

(stosowanego w postaci domieszek lub zamiast benzyny), podczas gdy soja, orzechy kokosowe, olej palmowy, olej rzepakowy i zużyty olej kuchenny są używane do wytwarzania paliwa biodiesel.

Paliwa kopalne: wszystkie węglowodory zgromadzone w długoterminowych złożach geologicznych, takie jak ropa naftowa, węgiel i gaz.

Gazy cieplarniane (GHG): gazy, które przyczyniają się do powstawania efektu cieplarnianego poprzez zatrzymywanie ciepła w atmosferze np. para wodna (H_2O), dwutlenek węgla (CO_2), podtlenek azotu (N_2O), metan (CH_4) i ozon (O_3). Choć gazy cieplarniane występują naturalnie w atmosferze, ich coraz większe stężenie jest spowodowane spalaniem paliw kopalnych, procesami uprzemysłowienia i zmianami sposobu wykorzystania terenów, wynikającymi z coraz intensywniejszych upraw i wycięcia lasów. Gazy cieplarniane są głównym sprawcą antropogenicznych zmian klimatu. Oprócz CO_2 , N_2O i CH_4 Protokół z Kioto zalicza również do gazów cieplarnianych heksafluorek siarki (SAF_6), fluorowęglowodory (HFC) i perfluorowane węglowodory (PFC). W atmosferze znajdują się również halony jak i inne wytwarzane przez człowieka substancje zawierające chlor i brom, jak opisano w Protokole Montrealskim.

GW: w układzie SI wat (W) to jednostka używana do pomiaru strumienia energii. Gigawat, określany skrótem GW, to równowartość 1×10^9 (1 miliard) watów. W chwili obecnej całkowita moc znamionowa elektrowni na terenie Stanów Zjednoczonych i Chin to odpowiednio 1000 GW i 700 GW a w Polsce 38 GW.

kWh: w układzie SI watogodzina (Wh) to jednostka używana do pomiaru zużycia energii elektrycznej – kilowatogodzina, określana skrótem kWh, to równowartość 1×10^3 (1 tysiąc) watów na godzinę. Obecnie Stany Zjednoczone i Chiny wytwarzają rocznie około 4 bilionów kWh energii każde.

Technologie rozwojowe: termin ten dotyczy technologii stosowanych w energetyce fotowoltaicznej oraz wiatrowej.

Współczynnik LCOE (rozłożony koszt produkcji energii): koszt jednostki energii w średnim okresie eksploatacji danej technologii, uwzględniający wyjściowe nakłady inwestycyjne, koszty paliwa, konserwacji i eksploatacji oraz wycofania z eksploatacji. Wykorzystuje się go do określania średniego kosztu wytworzenia kWh przy porównaniu energetyki wiatrowej i gazowej lub jądrowej i fotowoltaicznej.

Współczynnik wydajności: roczny stosunek rzeczywistej mocy wyprodukowanej przez instalację względem maksymalnej mocy wytwarzanej netto, przy założeniu, że możliwa jest praca instalacji z pełną mocą bez ograniczeń czasowych. Na przykład elektrownie zależne od warunków pogodowych, czyli oparte na energii słonecznej i wiatrowej, mają mniejszy współczynnik wydajności niż elektrownie węglowe lub jądrowe, które mogą pracować przy obciążeniu podstawowym.

Energia odnawialna: energia pochodząca ze źródeł naturalnych tj. odnawialnych, takich jak światło słoneczne, wiatr, płynąca woda, fale i pływy, ciepło geotermalne i biomasa, które odnawiają się w krótkich odstępach czasu.

Rezerwy: tylko te paliwa kopalne i surowce mineralne, których wydobycie jest obecnie opłacalne z ekonomicznego i technologicznego punktu widzenia.

Zasoby: wszystkie paliwa kopalne i surowce mineralne, które zostały zidentyfikowane geologicznie, włącznie z tymi, których wydobycie nie jest obecnie opłacalne ze względów ekonomicznych i technologicznych. W wyniku postępu technologicznego i poszukiwań źródeł paliw nieodnawialnych, wiele zasobów na przestrzeni ostatnich dekad stało się rezerwami.

Biopaliwa drugiej generacji: zazwyczaj produkowane w wyniku przemiany różnych surowców lignocelulozowych (trawy, drzewa, odpadów i osadów) przy użyciu metod termochemicznych lub biochemicznych. Obecnie zaledwie kilka projektów weszło w fazę eksploatacji komercyjnej – większość instalacji to projekty pilotażowe. Biopaliwa drugiej generacji są postrzegane jako niosące ze sobą mniej zagrożeń, choć oddziaływanie środowiskowe tych paliw w dużym stopniu zależy od tego jak, w jaki sposób i gdzie pozyskuje się surowce.

Fotowoltaika (PV): technologia pozyskiwania odnawialnej energii, w ramach której energię elektryczną wytwarza się poprzez przekształcenie promieniowania słonecznego w prąd stały przy użyciu modułów fotowoltaicznych.

Techniczny potencjał energii odnawialnej: to potencjał, który można wykorzystać przy obecnie dostępnych technologiach, uwzględniając ograniczenia wydajności instalacji. Potencjał techniczny jest zawsze znacznie większy niż potencjał ekonomiczny lub potencjał możliwy do zrealizowania. Potencjał ekonomiczny dotyczy wszystkich odnawialnych źródeł energii, których eksploatacja jest obecnie opłacalna, natomiast potencjał możliwy do zrealizowania dotyczy tych źródeł, które można w „realistyczny” sposób eksploatować, uwzględniając inne niż tylko finansowe ograniczenia i trudności.

Tradycyjna biomasa: termin ten odnosi się do produktów ubocznych rolnictwa, drewna i odchodów pozyskiwanych i używanych do gotowania i ogrzewania.

Intensywność zużycia wody do produkcji energii elektrycznej: ilość wody (włącznie z odparowaną i zanieczyszczoną wodą) zużytej podczas procesu wytwarzania energii.

ENERGIA ODNAWIALNA W LICZBACH

Świat ma bogate zasoby energii odnawialnej: dostępne na świecie potencjalne źródła tej energii są dość rozległe. Szacuje się, że całkowity potencjał techniczny energii odnawialnej może 100-krotnie przekraczać obecne światowe zapotrzebowanie na energię.¹ W zależności od źródła, około 95% tego potencjału stanowią technologie słoneczne, tj. fotowoltaika słoneczna (PV) i skoncentrowana energia słoneczna (CSP), a 2% energia wiatrowa. Z geograficznego punktu widzenia większość tego potencjału jest dostępna na terenie Afryki (47%), w regionie Azji i Pacyfiku (23%) i na terenie Środkowego Wschodu (12%).² Potencjał ekonomiczny, choć mniejszy niż potencjał techniczny, nadal uznaje się za kilkukrotnie przekraczający obecne zapotrzebowanie na energię, biorąc pod uwagę spadające cały czas koszty technologii pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych oraz rosnące obawy dotyczące paliw konwencjonalnych (jądrowych i kopalnych).

Zapotrzebowanie świata na energię rośnie: w ostatnich latach w dużym zakresie to wzrost ekonomiczny napędza światowe zużycie energii. Jest to związane ze wzrostem gospodarek rozwijających się, podczas gdy wzrost w krajach należących do Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) zaczyna się stabilizować, natomiast zużycie energii wciąż utrzymuje się na wysokim poziomie. W 2012 roku światowe zapotrzebowanie na energię wynosiło 522 EJ, co stanowi wzrost zużycia o 1,8% w porównaniu do roku 2011 (w znacznym stopniu pokrywa się to ze średnią historyczną).³ Jeżeli ten trend się utrzyma i przy założeniu braku przełomowych wydarzeń, do roku 2020 światowe zużycie energii powinno według przewidywań wzrosnąć o około 20%, tj. 625 EJ.⁴

Świat wciąż nie wykorzystuje całego swojego potencjału technologicznego i ekonomicznego w zakresie energii odnawialnych: w 2012 roku, pomimo dużej dostępności zasobów globalnych, około 9% ogólnego zapotrzebowania na energię było pokrywane ze źródeł odnawialnych, nie uwzględniając w tym wykorzystania biomasy tradycyjnej. Paliwa kopalne oraz energia jądrowa stanowiły odpowiednio 87% oraz 4% całkowitego zużycia energii.⁵

Energia odnawialna obniża emisję CO₂: w 2012 roku spalanie paliw kopalnych spowodowało wyemitowanie prawie 32 miliardów ton dwutlenku węgla (CO₂) na świecie, co stanowi wzrost o 1,4% w stosunku do 2011 roku i najwyższy jak dotąd poziom emisji.⁶ Międzynarodowa Agencja Energetyczna (IEA, 2012) prognozuje, że przy obecnych tendencjach roczny poziom emisji CO₂ przekroczy do 2035 roku poziom 37 Gt. Przewiduje się, że czterokrotne zwiększenie obecnego zużycia energii odnawialnej do roku 2035 (z około 17 EJ do około 70 EJ) mogłoby pozwolić zmniejszyć poziom emisji CO₂ nawet o 3,5 Gt rocznie – co stanowi 23% koniecznej redukcji CO₂, by w 2035 roku pozostać na ścieżce ograniczenia wzrostu temperatury powyżej 2°C.⁷

Efektywność energetyczna może być kluczowym czynnikiem rozwoju energii ze źródeł odnawialnych: efektywność energetyczna to kluczowy element, który może

1 IPCC, *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.

2 Krewitt et al., *Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for Global Energy Supply*.

3 BP *Statistical Review of World Energy*.

4 OECD/IEA, *World Energy Outlook 2012*.

5 BP *Statistical Review of World Energy*.

6 OECD/IEA, *Redrawing the Energy-Climate Map: World Energy Outlook Special Report*.

7 OECD/IEA, *World Energy Outlook 2012*.

w przyszłości zapewnić pokrycie ze źródeł odnawialnych globalnego zapotrzebowania na energię. *Wprowadzenie surowych norm wydajności energetycznej, jak sugeruje Międzynarodowa Agencja Energetyczna – IEA (np. w odniesieniu do wydajności po stronie użytkowników końcowych, oszczędzania energii, oszczędzania energii elektrycznej i wydajności elektrowni), może prowadzić do zwiększenia wydajności energetycznej w ujęciu rocznym o 1,9% w latach 2011–2035, w porównaniu do 1,0% rocznie osiągniętego w latach 1980–2010. Pozwoliloby to zrealizować przynajmniej 74% (75 EJ) celu założonego do osiągnięcia do 2035 roku w zakresie obniżenia zużycia energii.*⁸ Obniżenie zapotrzebowania na energię poprzez poprawę efektywności energetycznej i ograniczenie marnotrawstwa energii, przy jednoczesnym połączeniu tych działań z wprowadzeniem sieci energetycznych, które byłyby w stanie poradzić sobie z coraz większym zapotrzebowaniem na energię elektryczną ze źródeł odnawialnych, pokrywa się z szybkim rozwojem podaży energii ze źródeł odnawialnych, co w ostatecznym rozrachunku przełoży się na system elektroenergetyczny, który będzie mógł być w 100% zaopatrywany ze źródeł odnawialnych.⁹

Energia odnawialna tworzy miejsca pracy: *ponad 5,7 miliona ludzi na całym świecie pracuje w sektorze bezpośrednio lub pośrednio związanym z branżą energii odnawialnej. Fotowoltaika słoneczna oraz energetyka wiatrowa odpowiadają za 40% zatrudnienia w sektorze energii ze źródeł odnawialnych. Największe rynki pracy w tym sektorze znajdują się w Chinach (1,7 miliona), Unii Europejskiej (1,2 miliona), Brazylii (0,8 miliona) i Stanach Zjednoczonych (0,6 miliona).*¹⁰ W porównaniu z paliwami kopalnymi, energia odnawialna stwarza około 1,5 do 7,9 razy więcej miejsc pracy rocznie na jednostkę wytworzonej energii (tj. GWh),¹¹ i 1,9–3,2 razy więcej miejsc pracy na każdy zainwestowany milion dolarów amerykańskich.¹² Dla porównania, 20 największych spółek naftowych i gazowych, które wytwarzają do pięciu razy więcej energii, zatrudnia 2,1 miliona ludzi.¹³

Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych staje się coraz bardziej konkurencyjne: *czynnikiem ograniczającym rozwój energetyki odnawialnej jest związany z nią względnie wysoki poziom wyjściowych nakładów inwestycyjnych, co skłania małych inwestorów dysponujących ograniczonymi zasobami gotówki do wybierania rozwiązań innych niż odnawialne. Niemniej jednak w przeciwieństwie do technologii konwencjonalnych, współczynnik LCOE technologii rozwojowych, takich jak technologie wiatrowe, fotowoltaiki słonecznej, skoncentrowanej energii słonecznej oraz niektórych technologii opartych na biomasie obniżył się znacząco ze względu na zastosowanie zjawiska ekonomii skali, zwiększonej wydajności technologicznej oraz lepszych parametrów wydajnościowych. Na przykład w ostatnich dwóch latach, w zależności od technologii i rynku, ceny modułów fotowoltaicznych spadły o ponad 60%. Podobnie, koszty turbin wiatrowych od roku 2009 spadły o około 25%. Inne technologie, takie jak hydroenergia i geotermalna energia elektryczna są pod niektórymi względami często najtańszą możliwością wytwarzania energii elektrycznej. Tak naprawdę przy obecnych cenach technologii konwencjonalnych źródła odnawialne są najbardziej opłacalną metodą elektryfikacji niezależnie od sieci elektroenergetycznej oraz do zapewnienia scentralizowanego dostępu do sieci elektroenergetycznej w niektórych miejscach.*¹⁴ Pomimo istnienia znacznych różnic w kosztach instalacji pomiędzy poszczególnymi technologiami i regionami, oczekiwania są te same: koszty nowoczesnych metod wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych będą spadać.

Nakłady inwestycyjne związane z wytwarzaniem energii odnawialnej mogą szybko wzrastać: *na całym świecie inwestycje w energię odnawialną wzrastały w skali rocznej o około 26% w okresie 2004–2011, zwiększając się z 54 miliardów do 302 miliardów*

8 Ibid.

9 Deng, Blok, and van der Leun, "Transition to a Fully Sustainable Global Energy System."

10 REN21, *Renewables 2013-Global Status Report*.

11 Wei, Patadia, and Kammen, "Putting Renewables and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate in the US?"

12 Pollin, Heintz, and Garret-Peltier, *The Economic Benefits of Investing in Clean Energy*.

13 "Top 20 Largest Oil & Gas Employers."

14 IRENA Secretariat, *Renewable Power Generation Costs in 2012: An Overview*.

Morska farma wiatrowa Walney Offshore Windfarm składa się z instalacji Walney 1 oraz Walney 2. Każda z nich obejmuje 51 turbin o łącznej mocy 367,2 MW, co wystarcza do zasilania 320 000 gospodarstw domowych.



© GLOBAL WARMING IMAGES / WWF-CANON

dolarów.¹⁵ Po spadku, do którego doszło w 2012 roku (-16%), oczekuje się, że nakłady inwestycyjne nie tylko powrócą do poziomu z 2011 roku, ale też przekroczą go około roku 2015. W zależności od stosowanej polityki i zachęt szacuje się, że *globalny poziom nakładów inwestycyjnych na projekty energii odnawialnej może wzrosnąć do poziomu pomiędzy 470 miliardów a 880 miliardów dolarów do roku 2030.*¹⁶

Przy obecnych trendach szacuje się, że źródła energii odnawialnej będą stanowić około 50% całkowitej produkcji energii do 2030 roku: zakładając utrzymanie się obecnych trendów można oczekiwać, że udział źródeł odnawialnych zwiększy się do roku 2030 z 28% w 2012 roku do 48% światowej mocy znamionowej. *W ten sposób źródła energii odnawialnej mogłyby stanowić nawet 37% całkowitej globalnej produkcji energii elektrycznej, przy czym większość pochodziłaby z hydroenergetyki, z udziałem energetyki wiatrowej i słonecznej odpowiednio na poziomie 12% i 6%.*¹⁷ Choć takie tendencje są obiecujące i obserwowany jest ciągły wzrost wykorzystania energii odnawialnej, nie jest on wystarczający, aby do 2050 roku zaopatrzyć świat w energię pochodzącą w 100% ze źródeł odnawialnych.

Na świecie uchwalane jest prawo promujące czystą energię: choć prędkość wdrażania rozwiązań opartych na odnawialnych źródłach energii oraz działań ukierunkowanych na wydajność energetyczną nie jest wystarczająca, uchwała się coraz więcej instrumentów politycznych oraz pakietów ustaw promujących energię ze źródeł odnawialnych. *Do 2012 roku przynajmniej 138 krajów wyznaczyło sobie cele w zakresie energii odnawialnej. Oprócz tego do 2013 roku przynajmniej 127 krajów uchwaliło różnego rodzaju zasady dotyczące energetyki opartej na źródłach odnawialnych, czyli taryfy gwarantowane (ang. *feed-in-tariffs*) lub standardy dotyczące portfela energii odnawialnej. Inicjatywy dotyczące polityki w zakresie energii ze źródeł odnawialnych podejmowano zarówno na poziomie krajowym, jak i regionalnym.*¹⁸ *Inne przyjazne dla energii ze źródeł odnawialnych ramy polityczne, na przykład zasady dotyczące cen emisji zanieczyszczeń węglowych, zostały przyjęte lub są rozważane w przynajmniej 11 dodatkowych krajach.*¹⁹

15 Bloomberg New Energy Finance, "Global Trends in Clean Energy Investment."

16 Guy Turner, "Global Renewable Energy Market Outlook: Fact Pack."

17 Ibid.

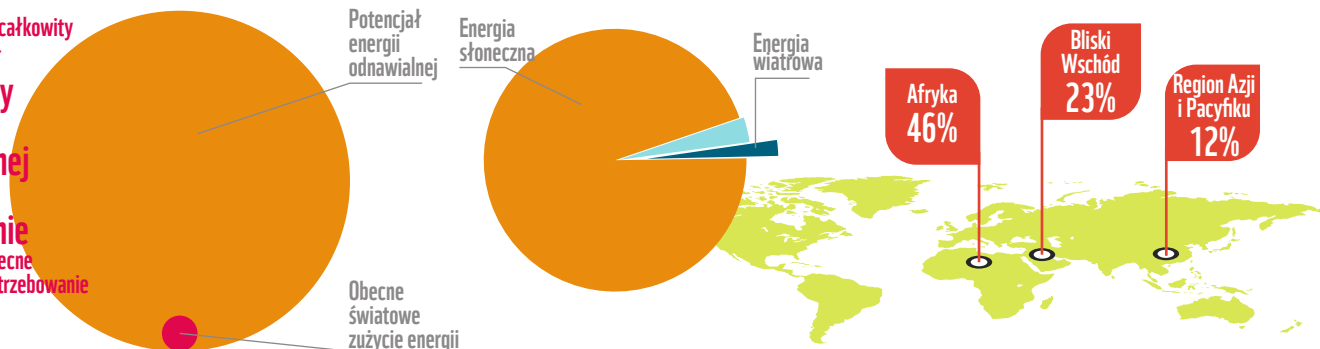
18 REN21, *Renewables 2013-Global Status Report*.

19 GLOBE Intl., *The GLOBE Climate Legislation Study*.

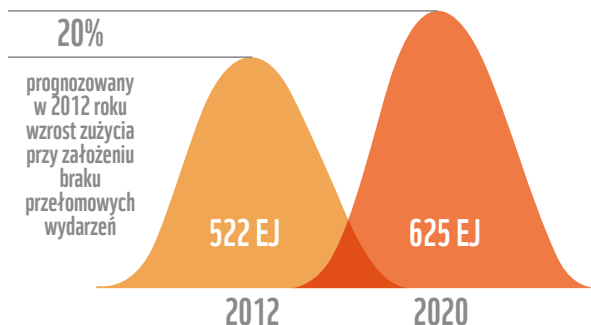
Energia odnawialna w liczbach

Świat ma bogate zasoby energii odnawialnej

Szacuje się, że całkowity potencjał techniczny energii odnawialnej może 100-krotnie przekraczać obecne światowe zapotrzebowanie na energię



Światowe zapotrzebowanie na energię rośnie



Świat wciąż nie wykorzystuje całego swojego potencjału technologicznego i ekonomicznego w zakresie energii odnawialnych



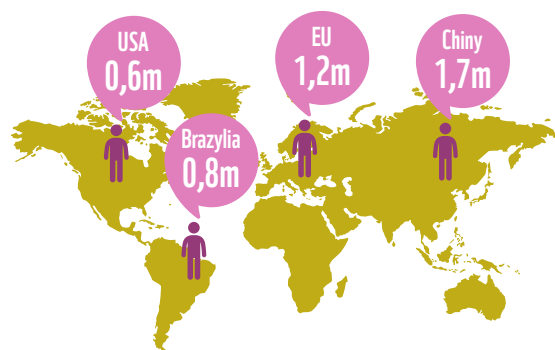
Efektywność energetyczna to podstawowe wymaganie

które może w przyszłości zapewnić pokrycie ze źródeł odnawialnych globalnego zapotrzebowania na energię



Energia odnawialna stwarza miejsca pracy

5,7 miliona ludzi na całym świecie pracuje w sektorze bezpośrednio lub pośrednio związanym z branżą energii odnawialnej



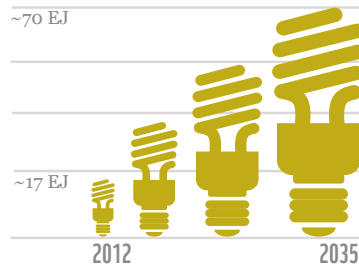
Energia odnawialna (w porównaniu do paliw kopalnych) stwarza rocznie więcej miejsc pracy



Energia odnawialna obniża emisję CO₂



Poczwórny wzrost obecnego zużycia energii odnawialnej

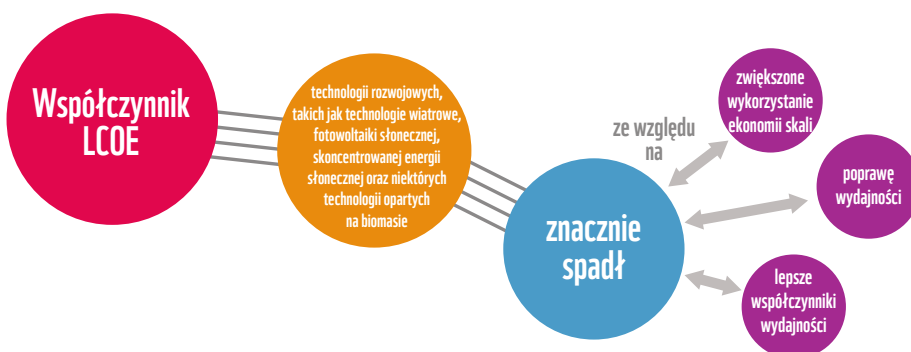


mógłby zmniejszyć poziom emisji CO₂ nawet o **3,5 Gt**



niezbędnego na 2035 rok do osiągnięcia wytyczonego celu 2°C

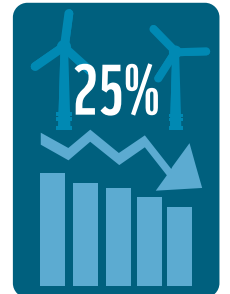
Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych staje się coraz bardziej konkurencyjne



Spadek cen

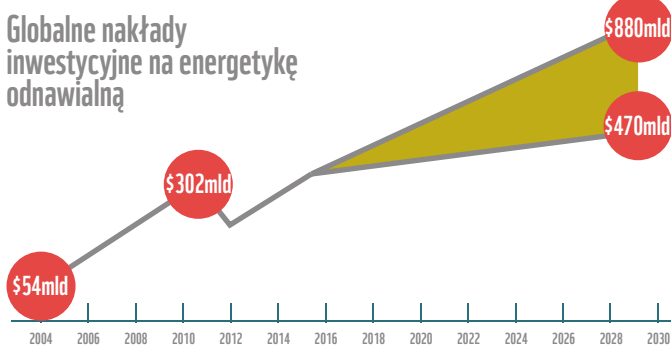


moduły fotowoltaiczne od 2010 roku



od 2009 roku koszty turbin wiatrowych

Poziom nakładów inwestycyjnych na wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych może gwałtownie wzrosnąć



Oczekuje się, że energia odnawialna pokryje



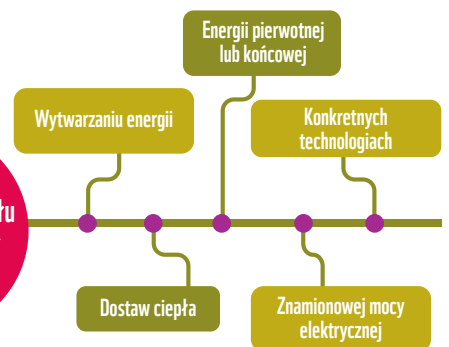
łącznie zdolności wytwarzania energii do 2030 roku

Na świecie uchwalane jest prawo promujące czystą energię

Choć prędkość wdrażania rozwiązań opartych na odnawialnych źródłach energii oraz działań ukierunkowanych na efektywność energetyczną nie jest wystarczająca, uchwalane są coraz więcej instrumentów politycznych oraz pakietów ustaw promujących energię ze źródeł odnawialnych.



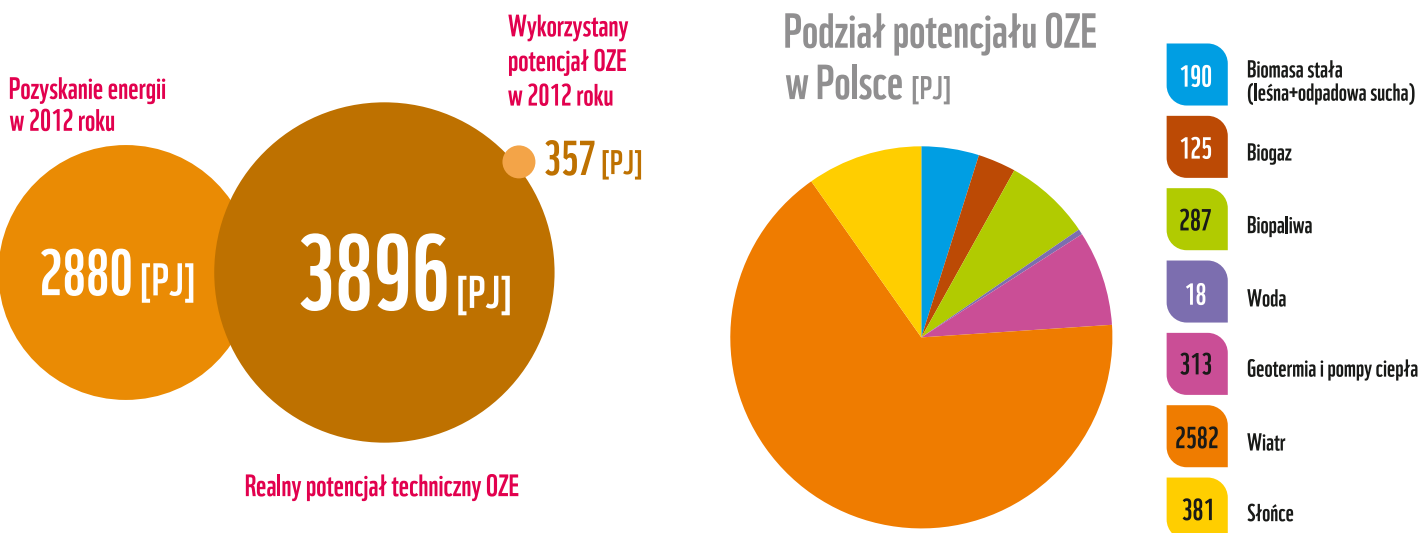
Cele obejmują zwiększenie udziału energii ze źródeł odnawialnych w:



Polska też ma bogate zasoby energii odnawialnej

Nadal jednak nie wykorzystujemy tego potencjału

Potencjał OZE w Polsce przewyższa zapotrzebowanie na energię

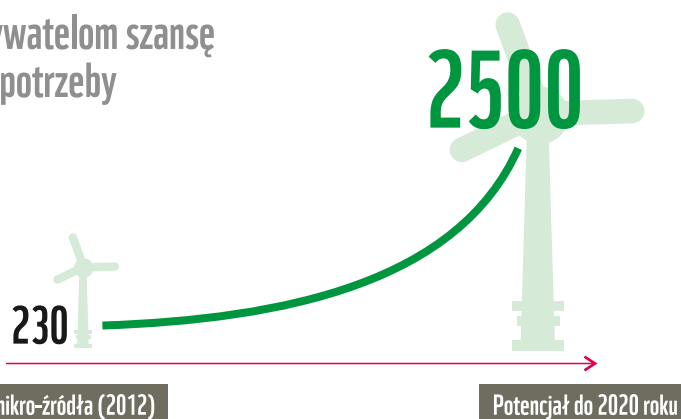


Źródło: Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020, ekspertyza dla Ministerstwa Gospodarki, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa, 2007 r. Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 r., Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, 2013 r.

Systemowe wsparcie to: miejsca pracy, energia obywatelska i tańsze instalacje

Systemowe wsparcie energii odnawialnej dałoby obywatelom szansę na produkowanie czystej energii nie tylko na własne potrzeby

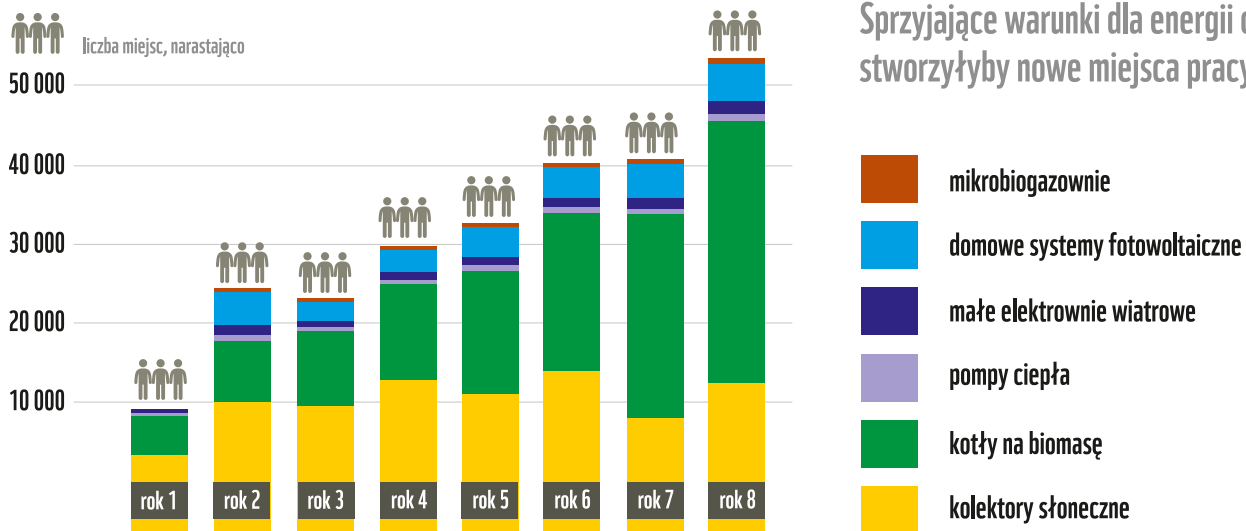
Ilość mikro instalacji teraz i potencjalnie w 2020 r. (tys.)



Przy polityce wspierającej OZE, do 2020 r. co czwarte gospodarstwo domowe mogłoby korzystać z czystej energii, np. z kolektorów słonecznych, kotła na biomasę, paneli fotowoltaicznych czy małego wiatraka.

Źródło: Obliczenia Instytutu Energetyki Odnawialnej.

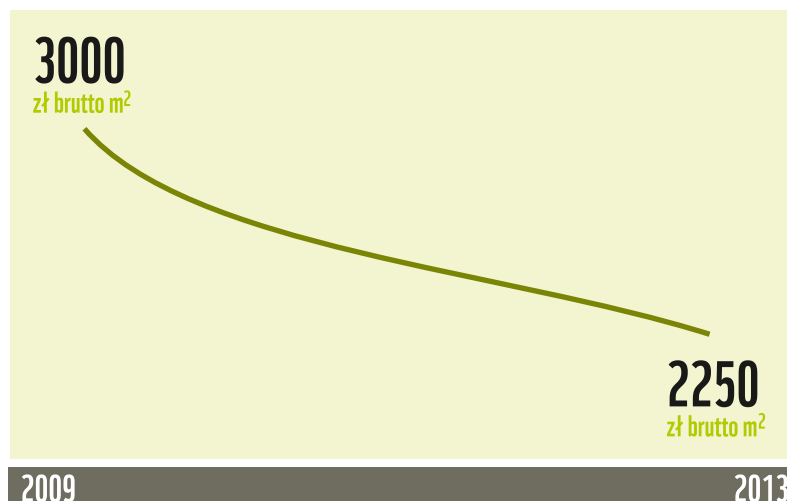
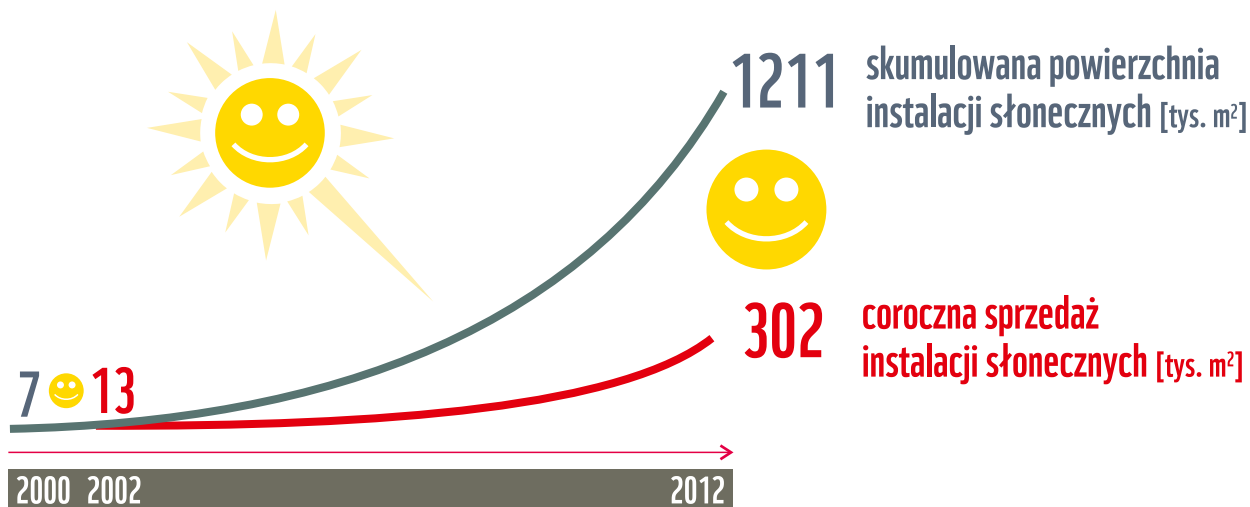
Ilość nowych miejsc pracy (mikroinstalacje)



Źródło: Obliczenia IEO na podstawie EurObserv'ER.

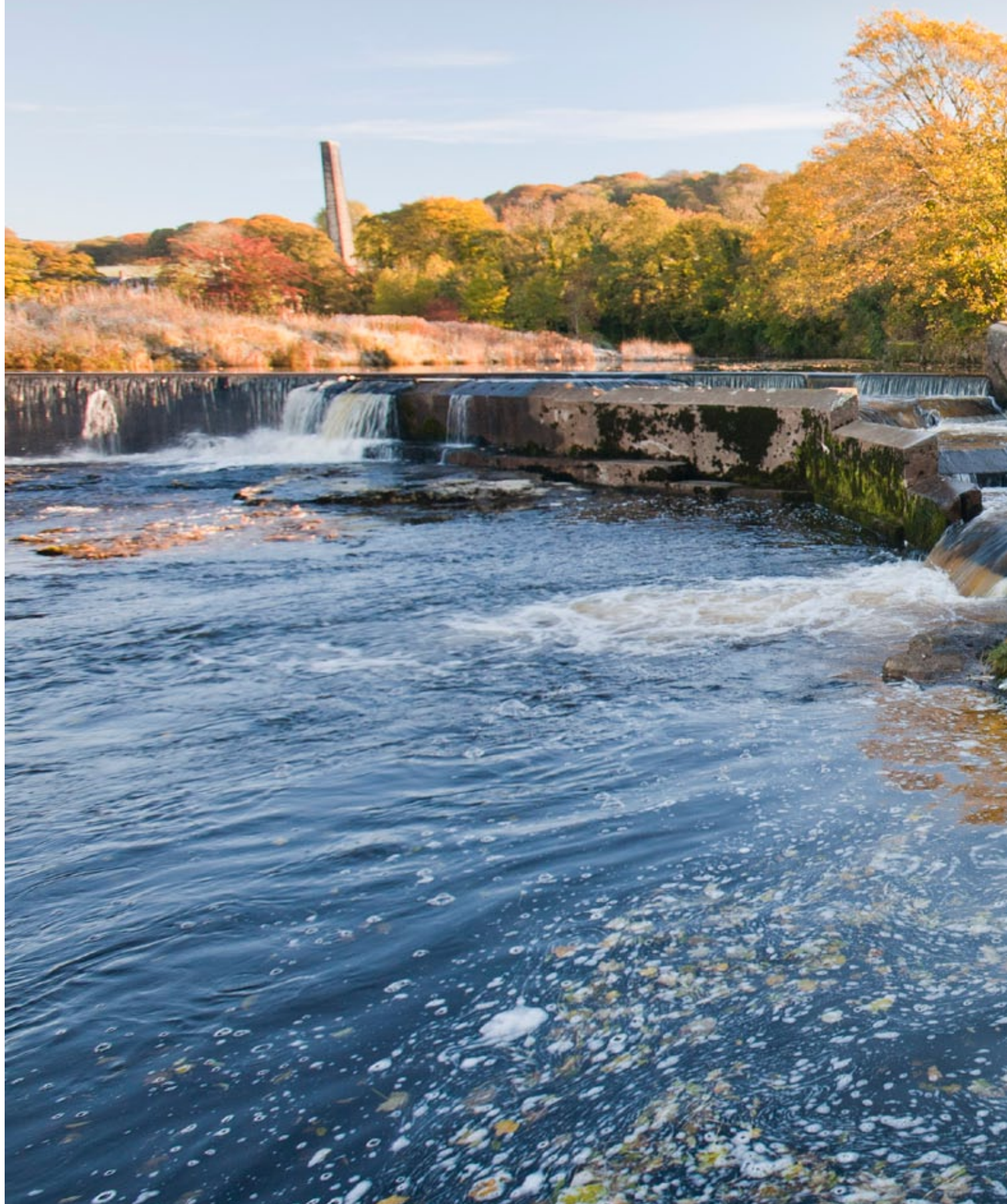
Im więcej inwestujemy w OZE, tym stają się tańsze

Wsparcie dla kolektorów słonecznych z EkoFunduszu i NFOŚiGW przyczyniło się do stabilizacji rynku i obniżenia cen



Źródło: Obliczenia Instytutu Energetyki Odnawialnej.

WPROWADZENIE





WPROWADZENIE

© GLOBAL WARMING IMAGES / WVF-CANON



Panel fotowoltaiczny oraz turbina wiatrowa zasilające podświetlany znak drogowy.

Technologie energii odnawialnej, zapewniające liczne korzyści, rozwijały się dynamicznie w ostatnich latach – zwłaszcza energetyka słoneczna i wiatrowa. Zakłada się, że energia z OZE (czyli energetyka wodna, nowoczesne rozwiązania oparte na wykorzystaniu biomasy do wytwarzania ciepła i energii elektrycznej, energetyka wiatrowa, słoneczna, geotermalna oraz zastosowanie płynnych biopaliw) dostarcza prawie 10% całej energii na świecie oraz ponad 20% energii elektrycznej.²⁰ Z wyłączeniem dużych instalacji hydroenergetycznych, nakłady inwestycyjne na energetykę odnawialną w latach 2010–2012 wynosiły średnio 245 miliardów dolarów amerykańskich rocznie – prawie czterokrotnie więcej niż średnie nakłady z lat 2004–2006.²¹ Jednocześnie koszt wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych znacznie spadł. Na przykład w ostatnich dwóch latach, w zależności od technologii i rynku, ceny modułów fotowoltaicznych spadły o ponad 60% w porównaniu do cen z 2009 roku, a ceny turbin wiatrowych spadły o około 25%.²² Jednocześnie współczynnik obciążenia (ilość energii elektrycznej wytwarzanej przez instalację w danej technologii o danym rozmiarze), zwłaszcza w przypadku energetyki wiatrowej, wzrósł znacząco, zwiększając jednocześnie niezawodność technologiczną.

Obecnie Chiny, Stany Zjednoczone i Niemcy zajmują czołowe pozycje w wyścigu energetycznym; łącznie (nie uwzględniając dużych instalacji hydroenergetycznych) ponoszą one 46% globalnych nakładów inwestycyjnych na energetykę odnawialną oraz posiadają 55% globalnych mocy produkcyjnych ze źródeł odnawialnych.²³ W Europie nakłady inwestycyjne na energetykę słoneczną i wiatrową nie mają sobie równych, osiągając łącznie 70% w latach 2011 oraz 2012.²⁴ Od 2011 roku globalne nakłady inwestycyjne na energetykę odnawialną w krajach rozwijających się były większe niż w krajach OECD.

Poziom nakładów inwestycyjnych wzrósł znacząco w krajach takich jak Filipiny, Indie, Afryka Południowa, Meksyk, Wielka Brytania, Włochy, Brazylia, Kanada, Australia oraz Japonia, żeby wymienić zaledwie kilka. W 2012 roku w Republice Afryki Południowej zainwestowano na przykład prawie 1% PKB w energetykę odnawialną, co stawia ten kraj na pozycji światowego lidera w dziedzinie takich inwestycji w 2012 roku.²⁵ Obiecujący globalny trend inwestycji w energetykę odnawialną powinien się utrzymać. Na przykład Arabia Saudyjska, największy dostawca ropy naftowej na świecie, ogłosiła na początku 2013 roku, że do roku 2035 zamierza wytwarzać energię z OZE z 55 GW mocy ze źródeł odnawialnych.²⁶

W tym kontekście jednakże globalny rynek energetyczny wciąż jeszcze nie jest homogeniczny, a odnawialne źródła energii nie przyciągają największych nakładów inwestycyjnych. W 2012 roku inwestycje w samym sektorze przetwórstwa ropy naftowej i gazu osiągnęły

20 REN21, *Renewables 2013- Global Status Report*.

21 The Pew Charitable Trust, *Who's Winning the Clean Energy Race?*

22 IRENA Secretariat, *Renewable Power Generation Costs in 2012: An Overview*.

23 The Pew Charitable Trust, *Who's Winning the Clean Energy Race?*

24 EWEA, "Statistics", 2013.

25 The Pew Charitable Trust, *Who's Winning the Clean Energy Race?*

26 US Energy Information Administration, "Saudi Arabia."



© GLOBAL WARMING IMAGES / WWF-CANON

Pracownicy morskiej farmy wiatrowej Walney Offshore Windfarm.

rekordową kwotę 619 miliardów dolarów, co stanowi o 350 miliardów dolarów więcej niż w tym samym roku zainwestowano w energetykę odnawialną.²⁷ Co więcej, zakłada się, że każdego roku dotacje do paliw kopalnych wynoszą co najmniej 1,9 biliona dolarów.²⁸

Obecnie około 80% światowego zużycia energii jest pokrywane przez technologie konwencjonalne, przede wszystkim te oparte na paliwach kopalnych. Spalanie paliw kopalnych to główny czynnik przyczyniający się do zwiększenia stężenia CO₂ w atmosferze od czasów rewolucji przemysłowej i stanowi główną przyczynę antropogenicznych zmian klimatu. Emisje spowodowane spalaniem paliw przekroczyły w 2010 roku 30 Gt CO₂, co stanowi 40% więcej niż emisje z 1990 roku.²⁹ Obecnie na świecie występuje rekordowe stężenie atmosferyczne CO₂ sięgające 400 ppm. Takie stężenie nie wystąpiło nigdy wcześniej w historii rodzaju ludzkiego.³⁰ Jeżeli ta tendencja się utrzyma, przyszłość świata jest zagrożona na skutek prawdopodobnego wzrostu średniej temperatury o znacznie więcej niż 2°C, co przełoży się na katastrofalne skutki gospodarcze, społeczne i środowiskowe³¹ (patrz Pole 1).

Energetyka odnawialna ma olbrzymi potencjał przemiany globalnego systemu elektroenergetycznego, opartego na emisji dwutlenku węgla, w bardziej zrównoważony system. Źródła energii odnawialnej to czysta i niezawodna energia, dlatego też uznaje się je za kluczowy element zapobiegania niebezpiecznym zmianom klimatu, przy jednoczesnym zapewnieniu dostaw energii i wspieraniu rozwoju gospodarczego i dobrobytu. Jak przedstawiono w raporcie energetycznym WWF z 2011 roku, już samo zastosowanie energii ze źródeł odnawialnych na szeroką skalę obniżyłoby poziom emisji gazów cieplarnianych z sektora energetycznego o około 80%, zapewniając jednocześnie, że globalne ocieplenie do 2050 roku nie przekroczyłoby poziomu 2°C.³²

Podążanie drogą do osiągnięcia 100% udziału energii z OZE będzie wymagać podwojenia obecnych nakładów inwestycyjnych na energetykę odnawialną i rozwijania obecnych mocy: do 2020 roku roczny poziom nakładów inwestycyjnych na energetykę odnawialną powinien

27 OECD/IEA, World Energy Outlook 2012.

28 IMF, *Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications*.

29 IEA, *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*.

30 Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division, "Recent Monthly Average Mauna Loa CO₂."

31 PIK, *Turn Down the Heat*.

32 Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division, "Recent Monthly Average Mauna Loa CO₂."

sięgnąć 510 miliardów dolarów, aby można było osiągnąć cel nieprzekroczenia 2°C³³, przy jednoczesnym ograniczeniu inwestycji w energetykę konwencjonalną. Do 2030 roku łączny poziom nakładów inwestycyjnych na energetykę odnawialną musiałby się potroić, aby zapewnić wymagane zmiany.

Znaczne zwiększenie poziomu nakładów inwestycyjnych na energetykę odnawialną oraz zwiększenie podaży stanowią duże wyzwania. Raport energetyczny pokazuje, że spójna, długoterminowa strategia dotycząca energetyki odnawialnej oraz wydajności energetycznej zastosowana we wszystkich sferach życia społeczeństwa może zapewnić światu 100% pokrycie zapotrzebowania energetycznego ze źródeł odnawialnych do 2050 roku.³⁴ Wizja energetyczna WWF podkreśla konieczność całkowitego zastąpienia do połowy bieżącego wieku paliw kopalnych oraz energetyki jądrowej energią pozyskiwaną ze źródeł odnawialnych.

Aby uniknąć długoterminowego zaangażowania w infrastrukturę powodującą wysoką emisję gazów cieplarnianych, bez możliwości wycofania się z niej, jak również aby ograniczyć globalne ocieplenie o mniej niż 1,5°C powyżej temperatury sprzed ery przemysłowej, WWF wzywa rządy do przyśpieszenia podejmowanych działań i uzgodnienia globalnego wzrostu udziału energetyki odnawialnej do 25% do 2020 roku (bez tradycyjnego i niewydajnego wykorzystania biomasy) oraz do przynajmniej podwojenia rocznego stopnia rozwoju mocy produkcyjnych (zużycie energii na jednostkę PKB), z obecnego poziomu 1,2% do 2,4% w 2020 roku.

Pole 1 Zmiany klimatu: zagrożenie dla światowej gospodarki, społeczeństwa i środowiska naturalnego

Zmiany klimatu stanowią jedno z największych globalnych zagrożeń bieżącego wieku. Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC) twierdzi, że niekontrolowany wzrost emisji gazów cieplarnianych spowoduje do końca bieżącego wieku podwyższenie średnich temperatur na świecie o ponad 6°C w stosunku do ery przedindustrialnej, co przełoży się na znaczne straty pod względem bioróżnorodności oraz ekosystemów.³⁵ Jeżeli planeta ogrzeje się o ponad 3°C, spowoduje to fundamentalną zmianę naszego środowiska.

Powodowane przez człowieka zmiany klimatyczne zachodzą znacznie szybciej niż naturalne zmiany klimatu obserwowane wcześniej. Zmiany klimatu powodują szybką zmianę ekosystemów oraz układu gatunków, zwiększanie się poziomu mórz oraz zakwaszanie oceanów. A to tylko niektóre z wielu problemów. Jest to zagrożenie dla globalnego dobrobytu, bezpieczeństwa i stabilności społecznej.³⁶ Zmiany klimatu powodują już obecnie śmierć prawie 400 000 ludzi rocznie i kosztują nas ponad 1200 miliardów dolarów (prawie 2% GPB).³⁷

Analiza naukowa przeprowadzona przez Poczdamski Instytut Badań nad Klimatem (Potsdam Institute for Climate Impact Research, PIK, 2012) na zlecenie Banku Światowego zawiera dodatkowe istotne i poparte odpowiednim autorytetem informacje na temat wpływu globalnego ocieplenia.³⁸

33 IPCC, *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.

34 WWF Intl., *The Energy Report 100% Renewable Energy by 2050*

35 Warren et al., "Quantifying the Benefit of Early Climate Change Mitigation in Avoiding Biodiversity Loss."

36 The Climate Institute, *Dangerous Degrees*.

37 DARA Internacional, *Climate Vulnerability Monitor: A Guide to the Cold Calculus of A Hot Planet*.

38 PIK, *Turn Down the Heat*.

10 MITÓW O ENERGII ODNAWIALNEJ

- Mit:** energia odnawialna jest zbyt droga.
- Mit:** energia odnawialna nie potrzebuje wsparcia gospodarczego, by się rozwijać.
- Mit:** energia pochodząca z odnawialnych źródeł energii jest tak samo szkodliwa dla środowiska, jak energia pochodząca ze źródeł konwencjonalnych.
- Mit:** wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych pochłania więcej energii niż jest wytwarzane.
- Mit:** odnawialne źródła energii wymagają zbyt dużego terenu do wytwarzania energii.
- Mit:** hydroenergia jest zazwyczaj szkodliwa dla ludzi i środowiska.
- Mit:** wytwarzanie bioenergii ma negatywny wpływ na klimat i środowisko oraz utrudnia zapewnianie wystarczającej ilości żywności.
- Mit:** odnawialne źródła energii nie zapewniają niezawodnej energii na żądanie.
- Mit:** odnawialne źródła energii nie mogą zastąpić paliw kopalnych w sektorze transportowym i budowlanym.
- Mit:** energia odnawialna jest nieskończona.

MITY DOTYCZĄCE ZASADNOŚCI EKONOMICZNEJ





MIT 1: ENERGIA ODNAWIALNA JEST ZBYT DROGA

Energia z odnawialnych źródeł energii (OZE) jest często odrzucana ze względu na wysokie wyjściowe koszty inwestycji. Wysokość wyjściowej inwestycji kapitałowej ma duży wpływ na konkurencyjność ekonomiczną danej technologii, zwłaszcza przy szacowaniu współczynnika LCOE (rozłożonego kosztu produkcji energii). Ze względu na konieczność ponoszenia dużych nakładów na początku eksploatacji, odnawialne źródła energii, zwłaszcza eksploatowane z wykorzystaniem technologii słonecznych, mają często wyższy współczynnik LCOE niż technologie konwencjonalne. Argument ten podaje się wielokrotnie na dowód tego, że wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii jest za drogie.

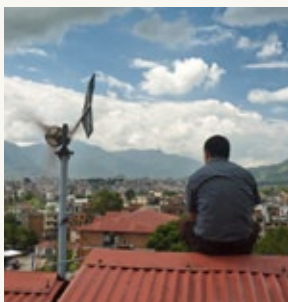
Korzystanie wyłącznie ze współczynnika LCOE przy ocenianiu konkurencyjności technologii OZE może prowadzić do błędnych wniosków, zwłaszcza że parametr ten nie odzwierciedla istotnych kosztów, które, wzięte pod uwagę, podniosłyby koszty technologii konwencjonalnych, np. efekty zewnętrzne wywierane na środowisko lub przyznawane stale wysokie dotacje (patrz pole 2). Co więcej, głównymi elementami współczynnika LCOE w odniesieniu do technologii konwencjonalnych są koszty paliwa wykorzystywanego w danym projekcie. Koszty te są uzależnione od wahań cen, które w przeszłości były często niedoszacowane w trwającym całe dekady cyklu życia projektu. Natomiast technologie OZE, które nie są oparte na biomasie, nie pociągają za sobą żadnych kosztów paliwa.

Mimo zastrzeżeń wynikających z wartości współczynnika LCOE, w sprzyjających warunkach (np. dostępność surowca lub odpowiednia polityka wsparcia) niektóre odnawialne źródła energii mają już konkurencyjne ceny, a usługi energetyczne świadczone z wykorzystaniem tych źródeł są konkurencyjne lub nawet tańsze niż usługi świadczone z wykorzystaniem technologii konwencjonalnych. Nowoczesna biomasa wykorzystywana do wytwarzania ciepła, słoneczna energia cieplna, rozproszona fotowoltaika słoneczna (PV), hydroenergia wytwarzana na dużą skalę, większe projekty geotermiczne oraz lądowe elektrownie wiatrowe są już w wielu miejscach konkurencyjne w stosunku do technologii konwencjonalnych³⁹ (Rysunek 1).

Odnawialne źródła energii mogą stanowić tańszą alternatywę wytwarzania energii elektrycznej nawet w tych sektorach, w których głównym źródłem energii elektrycznej są paliwa kopalne. Co więcej, niektóre technologie OZE już teraz są najtańszą opcją w rejonach z łatwym dostępem do surowców. Dotyczy to zwłaszcza wysp, możliwości elektryfikacji niezależnej od sieci elektroenergetycznej w odległych rejonach oraz niektórych rejonów lub krajów o szczególnie korzystnych warunkach. Wyraźnie widać, że wraz ze spadkiem kosztów ekonomiczna opłacalność wykorzystania odnawialnych źródeł energii do wytwarzania czystej i niezawodnej energii elektrycznej znacznie rośnie. Dotyczy to zarówno krajów rozwijających się, jak i uprzemysłowionych.

Choć porównanie kosztów wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych i konwencjonalnych zależy od położenia i warunków panujących w danym kraju, współczynnik LCOE sugeruje, że korzystając z odnawialnych źródeł energii można już teraz oferować usługi energetyczne po cenie konkurencyjnej. Co więcej, przypuszcza się, że postęp technologiczny i większa wydajność dodatkowo zwiększą konkurencyjność cenową wszystkich rodzajów OZE w porównaniu z technologiami konwencjonalnymi. Zakłada się na przykład, że współczynnik LCOE dla energii wiatrowej i słonecznej spadnie odpowiednio o 35% (do 2030) oraz o 50% (do 2050).⁴⁰ Twierdzenie, że odnawialne źródła energii są droższe niż technologie konwencjonalne, jest więc wątpliwym argumentem, a właściwie mitem.

© ROBERT VAN WAARDEN / WWF-CANON

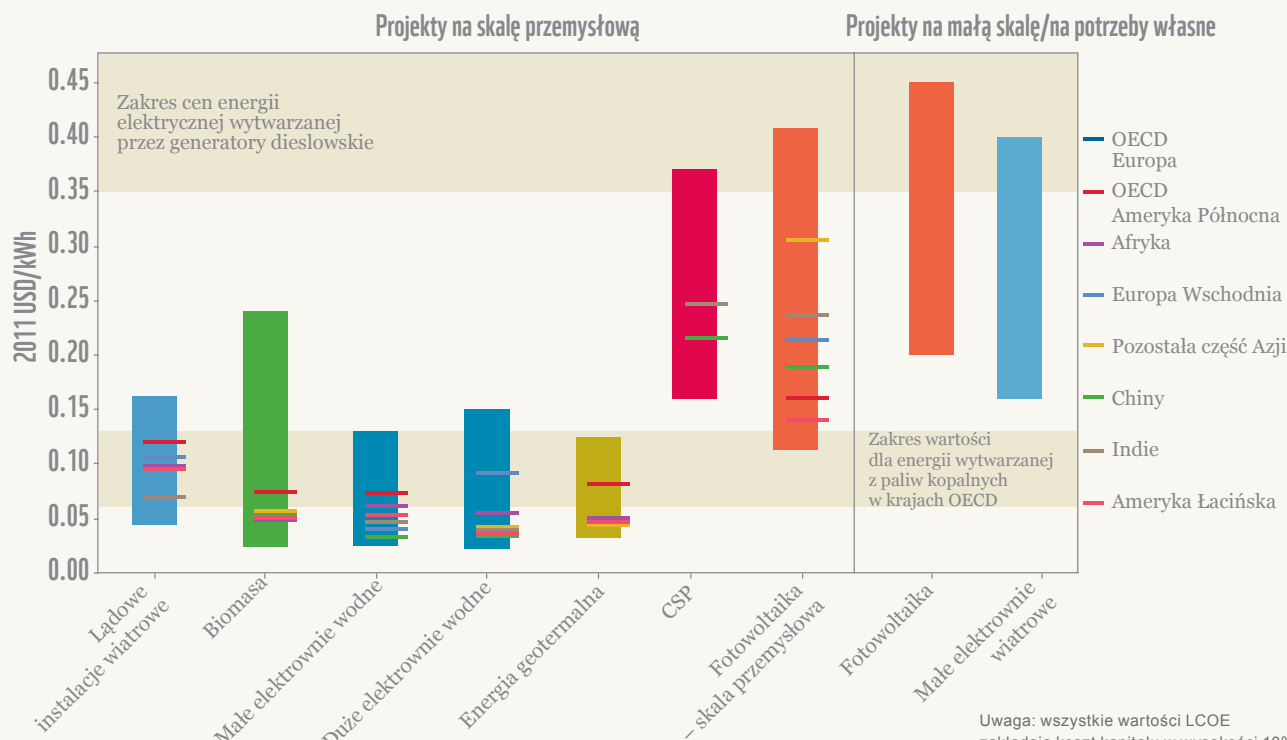


Amrit Singh Thapa, dyrektor zarządzający Mirlung Electro-Mech Concern (MEC), spogląda na tętniące życiem nepalskie miasto Katmandu, rozciągające się w dole za jego domowej roboty turbiną wiatrową.

39 IRENA Sekretariat, *Renewable Power Generation Costs in 2012: An Overview*.

40 Guy Turner, "Global Renewable Energy Market Outlook: Fact Pack."

Rysunek 1 Typowe zakresy wartości współczynnika LCOE dla technologii wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, według regionów, 2012 (Źródło: IRENA 2012)



Uwaga: wszystkie wartości LCOE zakładają koszt kapitału w wysokości 10%. Duże kolorowe paski odzwierciedlają typowy zakres wartości współczynnika LCOE w ujęciu według technologii, a kolorowe linie poziome – średnią ważoną wartość LCOE według kraju/regionu, jeśli dostępnych jest wystarczająco dużo danych projektowych.

Pole 2 LCOE – miarodajny wskaźnik?

Współczynnik LCOE stanowi dobrą podstawę do porównania kosztów technologii, jako że daje on ogólne pojęcie o wartości lub konkurencyjności w całym średnim okresie eksploatacji danej technologii. To tradycyjne podejście ma wiele zalet, zwłaszcza w przypadku braku jakiegokolwiek innego kompleksowego systemu wyliczeń ekonomicznych. Niemniej jednak istnieją pewne ważne aspekty, które nie są ujęte w analizie LCOE, przez co konwencjonalne źródła energii są często przedstawiane jako dużo tańsze niż źródła odnawialne.

Ogólnie rzecz biorąc, współczynnik LCOE nie uwzględnia kosztów innych niż koszty początkowe, koszty zmienne (takie jak koszty paliwa, eksploatacji i konserwacji) oraz koszty kapitału w okresie eksploatacji danego projektu. Analiza oparta na LCOE nie uwzględnia efektów zewnętrznych wywieranych na środowisko, kosztów wycofania z eksploatacji, dotacji przed i po opodatkowaniu ani ulg podatkowych. Kilka faktów o wartościach współczynnika LCOE dla paliw kopalnych:

- **Nie uwzględnia on dotacji paliwowych i technologicznych.** Według danych IMF (2013)⁴¹, wsparcie podatkowe dla zużycia paliw kopalnych na świecie wyniosło w 2011 roku 1,9 biliona USD. Dotacje dla odnawialnych źródeł energii wyniosły około 88 miliardów USD, czyli mniej niż 5% dotacji przyznanych paliwom kopalnym.⁴²

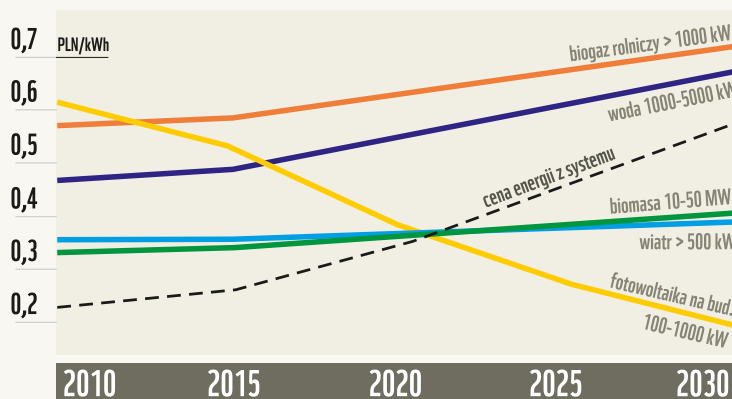
41 IMF, *Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications*.

42 OECD/IEA, *World Energy Outlook 2012*.

- **Oceny ekonomiczne mogą nie uwzględniać w pełni dużej zmienności i niepewności cen paliwa.** Pewne wątpliwości budzi sposób, w jaki oblicza się ryzyko związane z przyszłymi zmianami i niepewnością cen paliw kopalnych oraz sposób, w jaki ryzyko to włączane jest do porównań ekonomicznych. Szacuje się na przykład, że aby uwzględnić wahania cen, do kosztów wytwarzania energii z gazu ziemnego należy dodać składkę od ryzyka zmiany ceny surowca bazowego w wysokości od 1 do 3 €US/kWh .⁴³
- **Nie uwzględnia się tu kosztów środowiskowych.** Choć szacunki są różne, zewnętrzne koszty produkcji energii elektrycznej z paliw kopalnych sięgają od 3,3 do ponad 9,9 €US/kWh , w zależności od paliwa.⁴⁴ Jeśli chodzi o emisję CO_2 , amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (Environmental Protection Agency, EPA; 2013) szacuje, że kary związane z emisją CO_2 mogą do 2015 r. wzrosnąć do kwoty 73 USD/t CO_2 .⁴⁵ W Stanach Zjednoczonych⁴⁶ i Unii Europejskiej⁴⁷ włączenie kosztów zewnętrznych energii wytwarzanej z węgla/paliw kopalnych sprawiłoby, że źródła te stałyby się najdroższe.

W Polsce OZE też się opłaca

Aby zobrazować opłacalność ekonomiczną inwestycji w OZE, wyniki analiz wyrażone w cenach bieżących (z inflacją wynoszącą 2,5% rocznie) zestawiono z prognozą hurtowych cen bieżących energii (bez kosztów jej dystrybucji) do 2030 roku. Wybrane wyniki (dla reprezentatywnych technologii) pokazano na Rysunku 2.



Rysunek 2
Prognoza kosztów energii z OZE zbudowanych w kolejnych latach w zestawieniu z hurtową ceną energii (ceny bieżące)
 (Źródło: IEO)

Widoczny na wykresie szybki wzrost cen energii na krajowym rynku wynika nie tylko z uwzględnienia czynnika

Zauważ: Pomimo, że ceny energii z OZE będą spadały, wykres pokazuje wzrost, wynikający z modelu, który uwzględnia inflację 2,5% rocznie.

inflacyjnego (bieżący wzrost cen paliw), ale też z zakładanego wzrostu cen uprawnień do emisji CO_2 , ale przede wszystkim z konieczności wyłączenia starych bloków w elektrowniach węglowych i podejmowania nowych inwestycji których skala do 2030 roku szacowana jest na 100 mld zł (szacunki Instytutu Energetyki Odnawialnej). Koszty tych inwestycji muszą być pokryte przychodami ze sprzedaży energii, czyli spowodują wzrost jej cen. Dylematem przed jakim stoi Polska jest to, czy dalej inwestować w elektrownie konwencjonalne, w tym jądrowe, czy w źródła odnawialne. Wyniki analiz IEO prowadzą do wniosku, że po 2020 roku inwestycje w energetykę konwencjonalną nie mają większego sensu ekonomicznego. I to nie uwzględniając kosztów zewnętrznych.

43 REN21, *Renewables Global Futures Report*.

44 IPCC, *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.

45 Interagency Working Group on Social Cost of Carbon, *Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis*.

46 Epstein et al., "Full Cost Accounting for the Life Cycle of Coal."

47 ExternE, "External Costs of Energy."

Wyniki analiz wskazują, że już przed 2020 rokiem nastąpi zrównanie kosztu wytworzenia energii (obliczonego dla danego roku) z niektórymi nowymi dużymi OZE z prognozowaną ceną energii z systemu energetycznego, czego wyrazem jest przecięcie krzywych kosztów energii z nowobudowanych elektrowni fotowoltaicznych z ceną energii. Oznacza to wyeliminowanie luki finansowej oraz potrzeby dalszego wsparcia OZE.

Po dodaniu kosztów zewnętrznych

Literatura podaje różne wysokości kosztów zewnętrznych (też np. w zł/kWh) dla różnych technologii. W poniższych analizach oparto się na wynikach europejskiego projektu NEEDS⁴⁸, odnoszącego się też do kosztów zewnętrznych w energetyce krajów środkowej Europy. W tabeli 1 podano wybrane wyniki z tych analiz dla technologii stosowanych w Polsce.

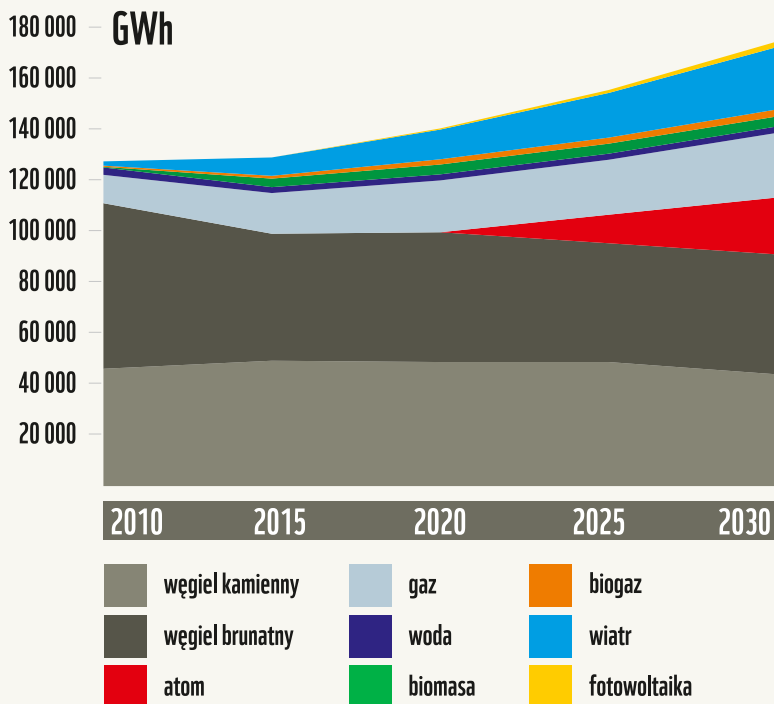
Tabela 1 Jednostkowe koszty zewnętrzne technologii energetycznych stosowanych i planowanych w Polsce do 2030 roku, w [zł/kWh] (Źródło: NEEDS, oprac. IEO)

	2010	2015	2020	2025	2030
Woda	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004
Wiatr	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005
Fotowoltaika	0,023	0,023	0,022	0,021	0,020
Atom	0,025	0,025	0,025	0,024	0,024
Gaz	0,107	0,098	0,089	0,079	0,069
Biogaz	0,143	0,141	0,140	0,125	0,110
Węgiel brunatny	0,208	0,208	0,135	0,095	0,055
Węgiel kamienny	0,221	0,203	0,185	0,164	0,144
Biomasa	0,254	0,240	0,225	0,197	0,168

Aby określić wysokość kosztów zewnętrznych lub pełne koszty energii w krajowej energetyce wymagana jest znajomość struktury wytwarzania energii w danym okresie – tzw. „miks” energetyczny. Rysunek 3 przedstawia najnowszą rządową prognozę w zakresie produkcji energii elektrycznej.

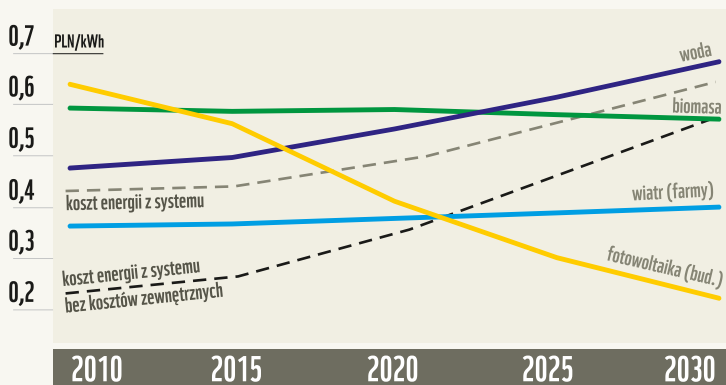
Opierając się na tej najnowszej oficjalnej prognozie oraz wskaźnikach kosztów zewnętrznych (por. Tabela 1), określono pełne koszty wytwarzania energii elektrycznej w Polsce z uwzględnieniem kosztów zewnętrznych, zarówno dla poszczególnych OZE jak i dla prognozowanego krajowego miksu technologii energetycznych do 2030 roku (Rysunek 4).

48 NEEDS: New energy externalities developments for sustainability, external costs from emerging electricity generation technologies. Deliverable No.6.1 RS1a. European Commission, 2009



Rysunek 3
Zaakceptowana przez rząd
struktura wytwarzania energii
elektrycznej w krajowej
elektroenergetyce do 2030 roku
(Program polskiej energetyki jądrowej,
Ministerstwo Gospodarki, 2014.)

Po uwzględnieniu pełnych kosztów zewnętrznych energia wytwarzana w większych jednostkach OZE – np. z elektrowni wiatrowych wprowadzana do sieci średniego i wysokiego napięcia – jest już obecnie w pełni konkurencyjna wobec wszystkich innych nowych elektrowni konwencjonalnych (Rysunek 4). Nie zmienia tego faktu uwzględnienie pełnych kosztów bilansowania mocy zależnych pogodowo (energia wiatru i energia promieniowania słonecznego), które nie przekraczają 10-15 zł/MWh (0,01-0,015 zł/kWh).



Rysunek 4
Koszty wytwarzania
energii elektrycznej z OZE
z uwzględnieniem kosztów
zewnętrznych i uśrednionych
kosztów energii z krajowego
systemu energetycznego
z uwzględnieniem kosztów
zewnętrznych i bez
uwzględnienia tych kosztów
(Źródło: IEO)

Pod względem kosztu wytworzenia energii, nawet małe systemy fotowoltaiczne (dachowe elektrownie słoneczne) dostarczające energię na poziomie niskiego napięcia już od 2018 roku będą w pełni konkurencyjne wobec energii elektrycznej z konwencjonalnych elektrowni zawodowych obecnie pracujących w krajowym systemie energetycznym. Uwzględniając lokalny charakter produkcji i zużycia energii ze słonecznych elektrowni dachowych oraz straty na przesyłach i pełne koszty dostarczenia energii z elektrowni konwencjonalnych do odbiorców rozproszonych, już obecnie inwestycje w domową fotowoltaikę są atrakcyjne w sensie społecznym, gdyż wpływają na zmniejszenie kosztów zewnętrznych w całej energetyce.

Nie należy jednak zapominać o tym, że do czasu osiągnięcia efektu skali i dojrzałości rynkowej, czysta energia będzie potrzebowała wsparcia, które zwróci się w przyszłości.

MIT 2: ENERGIA ODNAWIALNA NIE POTRZEBUJE WSPARCIA EKONOMICZNEGO, BY SIĘ ROZWIJAĆ

Przeciwnicy wspierania energii odnawialnej poprzez działania polityczne argumentują, że odnawialne źródła energii, a dokładnie słońce i wiatr, mają już przewagę konkurencyjną ze względu na coraz większe wsparcie, jakie otrzymywały w ostatnich latach. Dlatego też należy zaprzestać przyznawania dotacji na energię odnawialną. Argument ten jest w dużym stopniu błędny. W rzeczy samej, wsparcie dla odnawialnych źródeł energii w ostatnich latach wzrosło, jednak właśnie dlatego, że w przypadku odnawialnych źródeł energii koszty początkowe są często wyższe w porównaniu z technologiami konwencjonalnymi, które z kolei korzystają z licznych mechanizmów wsparcia, w tym z nieuzasadnionych ekonomicznie dotacji (patrz Pole 3).

Opublikowana przez Międzynarodową Agencję Energetyczną praca przeglądowa World Energy Outlook 2012⁴⁹ podaje, że łączna kwota dotacji przyznawanych odnawialnym źródłom energii na całym świecie wzrosła w 2011 r. do 88 miliardów USD, co oznacza, że ich kwota była o 24% wyższa niż w 2010 r. Większość z tych dotacji została wypłacona (bezpośrednio lub pośrednio) producentom energii w ramach systemów wsparcia, przyjmujących postać na przykład ulg podatkowych na produkcję i inwestycje, marży, preferencyjnych stawek w przypadku sprzedaży hurtowej (lub taryf gwarantowanych) oraz zleceń, limitów i standardów, które ułatwiały wykorzystywanie energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych po wyższej cenie dla gospodarki lub odbiorcy. W rzeczywistości należy stwierdzić, że te „dotacje” są małym krokiem na drodze do wyrównania szans na rynku energetycznym. Na przykład taryf gwarantowanych, stanowiących prawie 50% wszystkich systemów wsparcia, nie można właściwie uznać za „dotacje” – ich koszt jest przenoszony przez producentów i dystrybutorów na odbiorców końcowych.

Choć rynek energetyczny zdominowany jest przez liczne wypaczone formy wsparcia, wspierające interesy głównych dostawców energii, w ostatnich latach na skutek zjawiska ekonomii skali i rozwoju technologicznego znacząco spadły koszty produkcji energii ze źródeł odnawialnych, zwłaszcza ze słońca i wiatru. Ceny modułów fotowoltaicznych spadły o ponad 60% w porównaniu do cen z 2009 r., a ceny turbin wiatrowych spadły o około 25%.⁵⁰ Jednakże aby wspierać dalszy rozwój, opłacalną integrację z siecią elektroenergetyczną, tworzenie stabilnego sektora wytwórczego oraz bezpieczeństwo inwestycji długoterminowych, odnawialne źródła energii nadal potrzebują usystematyzowanego wsparcia, zwłaszcza w zakresie obniżania kosztów kapitałowych oraz zwiększania przychodów inwestorów.

Według danych MAE z 2012 r.⁵¹ wsparcie podatkowe dla wykorzystania paliw kopalnych na świecie (poza krajami OECD) wyniosło w 2011 roku 523 miliardów USD, czyli o 30% więcej niż w 2010 r. oraz sześć razy więcej niż dotacje dla odnawialnych źródeł energii⁵² (Rysunek 5). Co więcej, OECD (2013)⁵³ szacuje, że w latach 2005–2011 dotacje dla paliw kopalnych w 33 krajach członkowskich wyniosły łącznie około 55–90 miliardów USD rocznie.⁵⁴ Około połowę całej kwoty przeznaczono na stymulowanie popytu, zaś pozostałą część przeznaczono dla producentów lub na potrzeby usług ogólnych, wspierających wszystkich producentów w krajach OECD.

49 OECD/IEA, *World Energy Outlook 2012*.

50 IRENA Secretariat, *Renewable Power Generation Costs in 2012: An Overview*.

51 OECD/IEA, *World Energy Outlook 2012*.

52 Ibid.

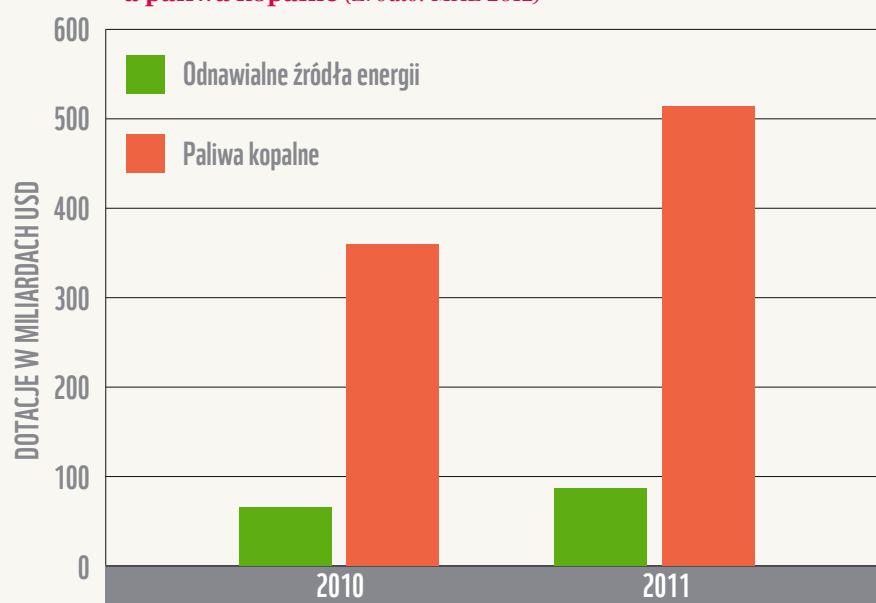
53 IMF, *Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications*.

54 *Inventory of Estimated Budgetary Support and Tax Expenditures for Fossil Fuels 2013*.

Jednak najbardziej uderzająca jest ostatnia analiza Międzynarodowego Funduszu Walutowego (International Monetary Fund, IMF; 2013)⁵⁵, według której szacunkowa wysokość dotacji udzielanych na świecie na rzecz paliw kopalnych prawdopodobnie przekroczy kwotę 1,9 biliona USD rocznie, co stanowi prawie 10% budżetów państw na całym świecie. Analiza IMF obejmuje dotacje konsumpcyjne, takie jak te udzielane przez Międzynarodową Agencję Energetyczną (International Energy Agency), ale także stawki podatku od towarów i usług nakładanego na paliwa kopalne, które w wielu krajach są sztucznie zaniżone w porównaniu ze stawkami podatkowymi dla innych towarów w obrocie, a także efekty zewnętrzne w wysokości 25 USD/tonę CO₂.

Odnawialne źródła energii praktycznie nie mogą konkurować z energią konwencjonalną bez wyrównania wsparcia oraz przekształcania dotacji do paliw kopalnych we wsparcie dla energii odnawialnej i efektywności energetycznej. Aby zapewnić zrównoważony rozwój odnawialnych źródeł energii, należy zapewnić stabilne środowisko prawne, które da inwestorom pewność co do przyszłego rozwoju tych technologii. Co więcej, ulgi podatkowe lub bezpośrednie dotacje publiczne umożliwią odnawialnym źródłom energii konkurowanie z hojnie wspieranymi technologiami konwencjonalnymi. Z tego względu twierdzenie, że odnawialne źródła energii nie potrzebują już wsparcia jest mitem.

Rysunek 5 Dotacje (2010–2011): odnawialne źródła energii a paliwa kopalne (Źródło: MAE 2012)



55 IMF, *Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications*.



Kolektory słoneczne, Wuhan City, Chiny

Pole 3 Dotowanie paliw kopalnych jest nieopłacalne

Dotacje przyznawane paliwom kopalnym stanowią niemożliwe do utrzymania obciążenie budżetów rządowych, zwłaszcza w ubogich krajach wymagających dużych inwestycji w rozwój społeczny. Dotacje na paliwa kopalne nie są korzystne ani dla ubogich ludzi, ani dla środowiska; zwiększają one raczej zapotrzebowanie na energię kosztem przychodów państwa; nie zachęcają do inwestowania, na dłuższą metę zmniejszają konkurencyjność sektora prywatnego oraz zachęcają do przemytu.⁵⁶

Odchodzenie od dotowania paliw kopalnych w takich krajach na rzecz działań rozwojowych ukierunkowanych na wspieranie ubogich ludzi oraz zapewnienie dostępu do niedrogiej, czystej i odnawialnej energii mogą przynieść o wiele lepsze rezultaty. Ponieważ energia odnawialna tanieje ze względu na postępujący rozwój technologiczny oraz zjawisko ekonomii skali, zakres programów wsparcia będzie się zmniejszał, zaś ministerstwa finansów zaoszczędzą środki, które można będzie wydać na edukację, ochronę zdrowia, infrastrukturę oraz dostęp do czystej i niezawodnej energii dla najuboższych.

56 Ibid.

MITY O ZRÓWNOWAŻONYM ROZWOJU OZE





MIT 3: ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII SĄ TAK SAMO SZKODLIWE DLA ŚRODOWISKA JAK KONWENCJONALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Pomimo ogólnej zgody co do wpływu wywieranego przez wszystkie technologie energetyczne, nadal powszechnie uważa się, że w trakcie okresu ich eksploatacji odnawialne źródła energii mają równie negatywny wpływ na środowisko naturalne, co technologie konwencjonalne. Uznaje się to za prawdę w przypadku produkcji, transportu oraz montażu technologii wytwarzania energii odnawialnej, jako że procesy te nadal wiążą się z emisją gazów cieplarnianych, zużyciem wody oraz wykorzystaniem terenu. Często postrzeganie takie wynika z korzystania z nierzetelnych źródeł informacji.

Badania dowodzą, że emisja gazów cieplarnianych związana z wytwarzaniem energii elektrycznej z nowoczesnych technologii OZE (z wyjątkiem zmian sposobu wykorzystania terenu) jest znacznie niższa niż w przypadku energii pozyskiwanej z paliw kopalnych: zasadniczo emisja w przypadku wszystkich odnawialnych źródeł energii jest niższa o 400 do prawie 1000 g CO₂eq/kWh w porównaniu z paliwami kopalnymi, czyli jest od 14 do 134 razy niższa⁵⁷ (Rysunek 6). W rzeczywistości eksploatacja wszystkich technologii opartych na energii słonecznej i wiatrowej nie powoduje emisji gazów cieplarnianych. Co więcej, w porównaniu z paliwami kopalnymi nie emitują one żadnych zanieczyszczeń powietrza, takich jak SO₂, NO_x, metale ciężkie, pył, popioły lub sadza; Światowa Organizacja Zdrowia (World Health Organization, WHO) szacuje, że każdego roku 1,3 miliona ludzi umiera na skutek zanieczyszczenia powietrza w miastach.⁵⁸ W samej Europie wydatki na ochronę zdrowia związane z zanieczyszczeniem powietrza powodowanym przez elektrownie węglowe szacuje się na prawie 43 miliardy EUR rocznie.⁵⁹ Oprócz tego, w przeciwieństwie do energii jądrowej, wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii nie powoduje powstawania niebezpiecznych odpadów. Co roku elektrownie jądrowe na całym świecie wytwarzają ponad 12 000 ton wysoce toksycznych odpadów radioaktywnych.⁶⁰ (Rysunek 7).

Jeśli chodzi o zużycie wody, to w całym okresie eksploatacji technologie nietermiczne (takie jak fotowoltaika czy energia wiatrowa) cechują się znacznie niższym stopniem zużycia na jednostkę wytworzonej energii elektrycznej w porównaniu z technologiami termicznymi, takimi jak spalanie węgla, gazu ziemnego lub energetyka jądrowa.⁶¹ Poza energią elektryczną pozyskiwaną z hydroelektrowni (w ekstremalnych przypadkach), słoneczną termalną energią elektryczną oraz biopaliwami (zwłaszcza paliwami pierwszej generacji i paliwami nawadnianymi), zużycie słodkiej wody w przypadku odnawialnych źródeł energii jest minimalne. Poza wskazanymi przypadkami nowoczesne odnawialne źródła energii w ogóle nie zużywają wody. W porównaniu z nimi konwencjonalne technologie wytwarzania energii zużywają dużo wody, ponad 4 m³/MWh (węgiel); 3 m³/MWh (energia jądrowa, w zależności od wykorzystywanego systemu chłodzenia) oraz 1 m³/MWh (gaz ziemny). W oparciu o zwiększony rozwój paliw niekonwencjonalnych, takich jak gaz łupkowy i olej łupkowy, przewiduje się ogromny wzrost zużycia i zanieczyszczenia wody w kolejnych dekadach⁶² (Rysunek 8).

© GLOBAL WARMING IMAGES / WWF-CANON



Farma wiatrowa Ormonde Offshore Windfarm wybudowana na Morzu Irlandzkim składa się z 30 turbin wiatrowych RePower 5M o mocy 150 megawatów; szacuje się, że farma ta wytworzy co roku około 500 gigawatogodzin energii elektrycznej.

57 IPCC, *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.

58 WHO, "Air Quality and Health."

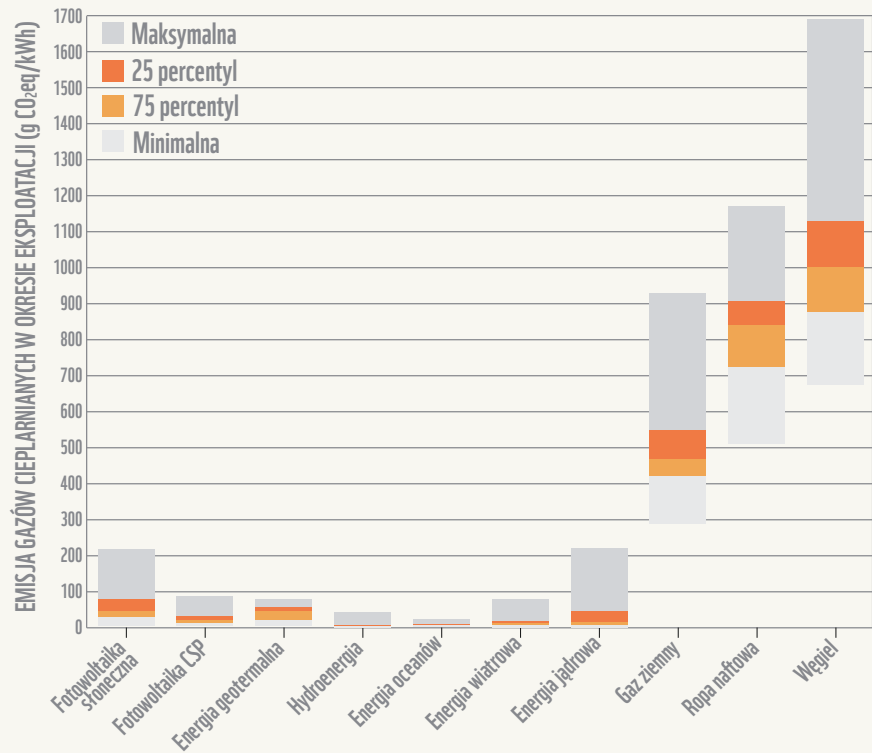
59 HEAL, *The Unpaid Health Bill: How Coal Power Plants Make Us Sick*.

60 Adamantides and Kessides, "Nuclear Power for Sustainable Development: Current Status and Future Prospects."

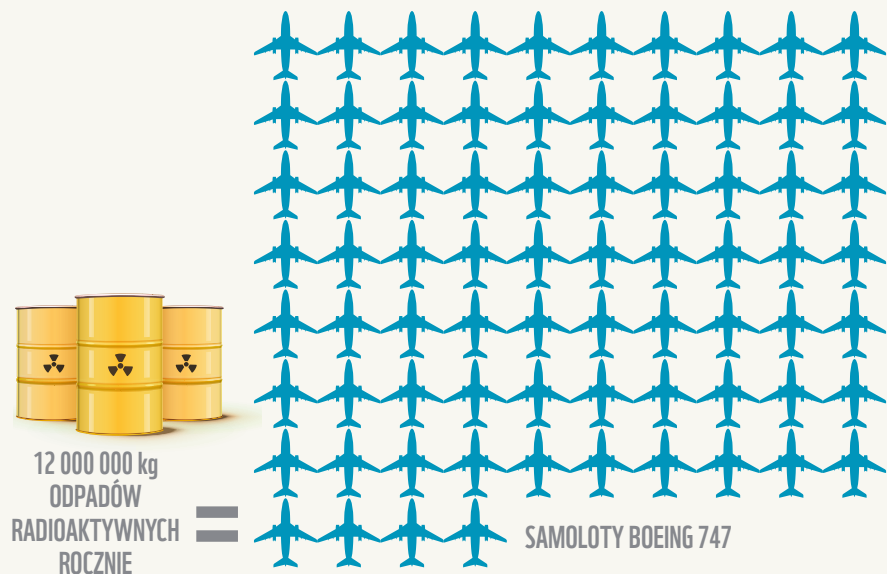
61 IPCC, *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.

62 OECD/IEA, *World Energy Outlook 2012*.

Rysunek 6 Szacunkowa emisja gazów cieplarnianych w okresie eksploatacji dla różnych kategorii technologii wytwarzania energii elektrycznej (Źródło: IPCC 2011)



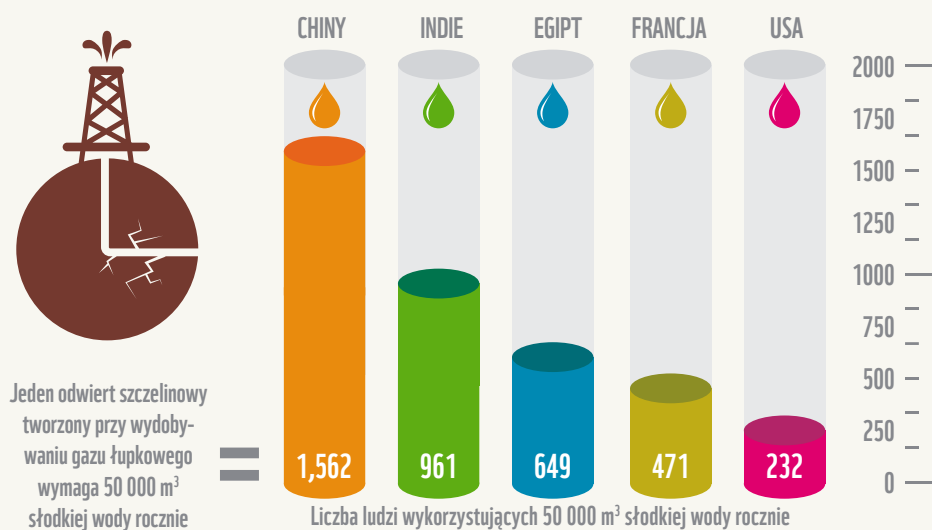
Rysunek 7 Ilość odpadów radioaktywnych wytwarzanych w ciągu roku. (Okres, w którym odpady radioaktywne stwarzają zagrożenie, wynosi 240 000 lat)



Źródło: Informacja o odpadach jądrowych – Adamantides i Kessides (2009).

Wszystkie działania człowieka, wliczając w to te związane z przetwarzaniem energii, mają wpływ na środowisko naturalne oraz innych ludzi. Jednakże bardzo ważne jest, aby nie skupiać się tylko na wpływie wywieranym przez odnawialne źródła energii, lecz by porównywać go z wpływem, jaki na środowisko mają inne technologie. Niektóre odnawialne źródła energii (takie jak biopaliwa i hydroenergia) wywierają niemożliwy do przyjęcia wpływ na środowisko, klimat oraz innych ludzi, jeśli nie są projektowane, planowane i zarządzane w sposób zrównoważony. Nie można jednak generalizować. Ogólnie rzecz biorąc, odnawialne źródła energii mają o wiele korzystniejszy wpływ na środowisko niż paliwa kopalne lub energia jądrowa. Pod tym względem mitem jest twierdzenie, że energia pochodząca z odnawialnych źródeł energii jest tak samo szkodliwa dla środowiska jak energia pochodząca ze źródeł konwencjonalnych, jako że można opracować i wdrożyć odpowiednie działania pozwalające na opanowanie potencjalnych zagrożeń. W przypadku paliw kopalnych sytuacja jest odwrotna: nawet w najczystszych warunkach ich wykorzystywanie wiąże się z niemożliwą do uniknięcia szkodą dla środowiska i nie jest zrównoważone ani dla ludzi, ani dla przyrody.

Rysunek 8 Porównanie ilości słodkiej wody wykorzystywanej do szczelinowania z ilością zużywaną przez ludzi (zarówno w budynkach, jak i na zewnątrz) w kilku różnych krajach



Źródło: WBCD (2005)⁶³ oraz Kharaka i in. (2013)⁶⁴.

63 World Business Council for Sustainable development, *Facts and Trends Water*.

64 Kharaka et al., "The Energy-water Nexus: Potential Groundwater-quality Degradation Associated with Production of Shale Gas."

MIT 4: WYTWARZANIE ENERGII ZE ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH POCHŁANIA WIĘCEJ ENERGII NIŻ JEST WYTWARZANE

Technologie oparte na źródłach odnawialnych zużywają energię na różnych etapach okresu eksploatacji: od momentu wydobywania surowców z zasobów ziemi, poprzez produkcję niezbędnych podzespołów (np. paneli fotowoltaicznych lub turbin wiatrowych) aż po wycofanie technologii z eksploatacji. Obraz tej kwestii jest często wypaczony i wyolbrzymiany w celu uzasadnienia, że wytwarzanie elementów technologicznych niezbędnych do korzystania ze źródeł odnawialnych wymaga więcej energii niż technologia ta dostarcza.

Założenie, że odnawialne źródła energii wytwarzają podczas pełnego okresu cyklu życia mniej energii niż technologie konwencjonalne, jest często oparte na wykorzystaniu jako wskaźnika okresu zwrotu energii zainwestowanej (EPT). Mówiąc wprost, EPT wskazuje, ile czasu potrzeba, aby wytworzyć taką samą ilość energii, jaka została wykorzystana do wykonania danej technologii. Wartość EPT zależy od kilku czynników, w tym od rodzaju technologii, wdrożonego systemu, dostępności źródła energii (np. światła słonecznego lub wiatru), a nawet energii wykorzystanej w procesie produkcji danej technologii.

Ogólnie rzecz biorąc, odnawialne źródła energii mają wskaźnik EPT niższy lub porównywalny z ich konwencjonalnymi odpowiednikami (patrz Tabela 2). Wyjątkiem od tej zasady jest słoneczna energia elektryczna. Zarówno energetyka fotowoltaiczna, jak i energetyka CSP mają zwykle niższy wskaźnik EPT niż technologie konwencjonalne, jeśli tylko są w stanie pracować z wysoką wydajnością. Niestety, w niektórych regionach o ograniczonym stopniu nasłonecznienia, technologie te nie mogą funkcjonować tak dobrze, jak w innych regionach, i zwykle wytwarzają mniej energii niż inne technologie. Ze względu na ograniczenia dotyczące źródła energii, wskaźnik EPT dla technologii słonecznych może być wysoki. Fakt ten przywołuje się często jako dowód na to, że odnawialne źródła energii nie są w stanie zapewnić zwrotu zainwestowanej energii w rozsądnych ramach czasowych. Niemniej jednak, nawet przy dość wysokich wartościach EPT nie oznacza to ogólnej gospodarczej lub środowiskowej nieskuteczności. A w większości przypadków wytwarzania oraz wdrażania technologii można skoncentrować w regionach, gdzie wartości EPT są niskie.

Tabela 2 Wartości wskaźnika okresu zwrotu energii zainwestowanej (EPT) dla różnych technologii wytwarzania energii

Technologia	Wskaźnik EPT (lata)	
	Zakres	
Węgiel brunatny	0,5	3,7
Gaz ziemny	1,2	3,9
Energetyka jądrowa	0,8	3,0
Fotowoltaika (PV)	0,2	8,0
CSP	0,7	7,5
Energia geotermalna	0,6	3,6
Wiatr	0,1	1,5
Hydroenergetyka	0,1	3,5

Źródło: IPCC (2011).

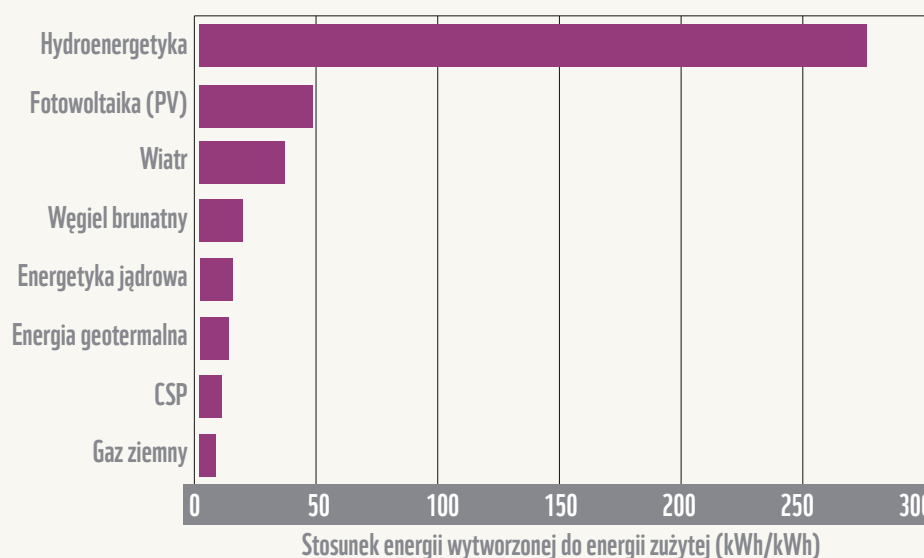
Mówiąc ogólnie, współczynnik EPT to powszechnie stosowany i odpowiedni parametr do kwantyfikowania wydajności w cyklu życia technologii pod względem wyprodukowanej energii, niemniej jednak uwzględnia on tylko okres przydatności (okres pozostałej wartości technologii), a nie okres eksploatacji (pozostały fizyczny okres przydatności technologii).

W przeciwieństwie do technologii konwencjonalnych, okres eksploatacji technologii solarnych jest praktycznie nieograniczony, ponieważ nie ma konieczności wprowadzania istotnych zmian konstrukcyjnych ze względów bezpieczeństwa lub ze względów ekonomicznych. Oprócz tego technologie solarne wytwarzają energię przekształcając niewyczerpane źródło odnawialnej energii (tj. światło słoneczne) w energię elektryczną, dlatego też ich możliwości są praktycznie niezależne od przepływu. W praktyce, w zależności od materiału, z którego wykonano moduły fotowoltaiczne, technologie solarne mogą być eksploatowane przez co najmniej 60 lat. Dla porównania, okres eksploatacji technologii konwencjonalnych bez konieczności wprowadzania istotnych zmian konstrukcyjnych jest zazwyczaj o 10 do 20 lat krótszy.

Kolejnym wskaźnikiem, który pozwala lepiej porównać wydajność energetyczną technologii opartych na źródłach odnawialnych oraz technologii konwencjonalnych w pełnym cyklu życia jest wskaźnik zwrotu energii zainwestowanej (EROI). Inaczej niż w przypadku wskaźnika EPT, wskaźnik EROI porównuje ilość energii wytworzonej do ilości energii zużytej w całym okresie eksploatacji, a nie tylko w okresie ekonomicznej użyteczności technologii.

Biorąc pod uwagę wartości wskaźnika EROI, technologie solarne oraz inne technologie oparte na źródłach odnawialnych zapewniają znacznie więcej energii niż jest zużywane na ich wytworzenie. Tak naprawdę, jak wynika z dokumentu IPCC (2011), nowoczesne technologie oparte na źródłach odnawialnych, takie jak fotowoltaika oraz turbiny wiatrowe, mogą generować ponad dwa razy więcej energii niż technologie konwencjonalne w całym okresie eksploatacji technologii. Z kolei energetyka wodna może generować nawet 15-krotnie więcej energii (patrz Rysunek 9).⁶⁵

Rysunek 9 Wartości wskaźnika zwrotu energii zainwestowanej (EROI) dla różnych technologii przetwarzania energii



Źródło: IPCC (2011).

Mówiąc ogólnie, stosując wskaźnik EPT lub EROI jako wskaźnik odniesienia można dostrzec, że w porównaniu do technologii konwencjonalnych źródła odnawialne mogą dostarczyć o wiele więcej energii niż zużywają, biorąc pod uwagę cały okres eksploatacji technologii (zarówno okres ekonomicznej użyteczności, jak i okres eksploatacji). W zależności od zastosowanej technologii oraz od tego, czy analizuje się okres ekonomicznej użyteczności czy okres eksploatacji, niektóre odnawialne źródła energii mogą zapewniać lepsze wyniki niż inne. Niemniej jednak w ujęciu ogólnym wniosek jest taki sam: odnawialne źródła energii są konkurencyjne dla technologii konwencjonalnych pod względem stosunku „energia-koszt”, a przeciwne twierdzenie to po prostu kolejny mit.

65 IPCC, *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.

MIT 5: ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII WYMAGAJĄ ZBYT DUŻEGO TERENU DO WYTWARZANIA ENERGII

Przeciwnicy energii ze źródeł odnawialnych często podnoszą argument, że jej wykorzystanie wymaga większej przestrzeni niż w przypadku konwencjonalnych technologii energetycznych. Może być to prawdziwe przy statystycznym podejściu do wykorzystania terenu oraz eksploatacji niektórych odnawialnych źródeł energii, zwłaszcza biomasy oraz hydroenergetyki. Niemniej jednak jeżeli oceniać dynamicznie cały okres eksploatacji, ilość miejsca wykorzystywanego przez technologie przetwarzania energii nie jest tak duża, zwłaszcza w przypadku nowoczesnych źródeł odnawialnych.

Ilość miejsca, którego nowoczesne źródła energii odnawialnej wymagają w całym cyklu eksploatacji, jest porównywalna lub wręcz niższa niż ta niezbędna dla technologii konwencjonalnych. Informacje dotyczące przewidywanej ilości miejsca potrzebnego dla technologii przetwarzania energii są ograniczone. Niemniej jednak istnieją wiarygodne dowody wskazujące, że po uwzględnieniu wydobycia zasobów, niezbędnej infrastruktury, wytwarzania elektryczności, utylizacji odpadów oraz bezpośredniej i pośredniej transformacji terenów, niektóre technologie oparte na źródłach odnawialnych wymagają mniej miejsca niż technologie konwencjonalne. Na przykład w okresie 30 lat zakres transformacji terenu na potrzeby fotowoltaiki słonecznej jest porównywalny jak w przypadku instalacji opartych na gazie ziemnym i mniejszy niż w przypadku większości technologii wykorzystujących węgiel jako paliwo⁶⁶. Tak naprawdę w regionach takich jak Indonezja, Madagaskar, Meksyk, Maroko, Afryka Południowa lub Turcja sektor energetyczny hipotetycznie oparty wyłącznie na fotowoltaice mógłby pokryć w całości prognozowane zapotrzebowanie na energię elektryczną, wykorzystując w tym celu mniej niż jeden procent powierzchni tych obszarów.⁶⁷

Mit o tym, że odnawialne źródła energii wymagają większej ilości miejsca niż technologie konwencjonalne jest często wykorzystywany przez zwolenników energetyki jądrowej, którzy uważają, że odnawialne źródła energii stanowią ich główną konkurencję biznesową. Wielu z tych zwolenników argumentuje, że farmy solarne i farmy wiatrowe wymagają o wiele więcej przestrzeni niż elektrownie jądrowe i dlatego też są nie do przyjęcia z ekologicznego punktu widzenia. Jednak jeżeli przyjrzymy się dokładniej temu, jak obie te technologie wykorzystują przestrzeń, prawda okazuje się zgoła inna. Na podstawie opracowań opartych na faktach można stwierdzić, że ilość miejsca potrzebna na wybudowanie i zasilanie elektrowni jądrowej o mocy jednego GW (pracującej na 90% swoich możliwości) jest porównywalna lub znacznie przekracza przestrzeń niezbędną dla instalacji fotowoltaicznej lub wiatrowej o tej samej rocznej wydajności (Tabela 3)⁶⁸.

Mówiąc ogólnie, energia ze źródeł odnawialnych, takich jak fotowoltaika i energetyka wiatrowa, wymaga coraz mniejszej powierzchni, ponieważ nie wykorzystuje żadnych paliw. Instalacja po wybudowaniu nie wymaga dalszego pozyskiwania surowców i dlatego też zajmuje mniej miejsca niż instalacje konwencjonalne. Co więcej, panele fotowoltaiczne można montować na dachach, wzdłuż dróg i autostrad, natomiast elektrownie wiatrowe można umieszczać na morzach lub na terenach, gdzie nie przeszkadzają one innej działalności, np. wypasowi bydła, rolnictwu, rybołówstwu, zacienianiu itd. Wręcz przeciwnie, technologie konwencjonalne potrzebują coraz więcej przestrzeni, ponieważ wymuszają ciągłe przekształcanie terenów w poszukiwaniu paliwa. Ponadto bardziej prawdopodobne jest, że technologie konwencjonalne będą wywierały wtórny wpływ na sposób wykorzystywania terenów, na przykład poprzez zanieczyszczenie wody i gleby oraz degradację ekosystemów, co może uniemożliwić dalszą eksploatację danego terenu.

PHOTO: SHUTTERSTOCK



Turbiny wiatrowe na granicy pola pszenicy w niemieckim Kraju Saary

66 Fthenakis and Kim, "Land Use and Electricity Generation: A Life-cycle Analysis."

67 Denruyter and Mulder, *Solar PV Atlas: Solar Power in Harmony with Nature*.

68 Lovins, "Renewable Energy's 'Footprint' Myth."

Tabela 3 Wykorzystanie przestrzeni przez instalacje jądrowe, fotowoltaiczne oraz wiatrowe

Technologia	km ² /900 MW mocy energii elektrycznej		Uwagi
	Min.	Maks.	
Energetyka jądrowa	≥37	≥38	
Energetyka wiatrowa	~1	~13	Min.: na płaskich, otwartych terenach
Fotowoltaika	0	≤35	Min.: montaż na istniejących obiektach (np. dachach)

Źródło: Lovins (2011).

Argument, że energia ze źródeł odnawialnych wymaga zbyt dużej przestrzeni, to mit. Ilość przestrzeni, której potrzebują poszczególne technologie wytwarzania energii różni się w zależności od lokalizacji i warunków technologicznych, jak również od czasu trwania i odwracalności zmian w otoczeniu, dlatego też trudno jest rzetelnie porównać wymagania w tym zakresie dla technologii opartych na źródłach odnawialnych oraz technologii konwencjonalnych. Niemniej jednak, w oparciu o szerszy zestaw przesłanek oraz uwzględniając zapotrzebowanie w całym cyklu życia technologii, dowody wskazują, że odnawialne źródła energii wymagają mniejszej przestrzeni niż technologie konwencjonalne, a twierdzenie odwrotne jest błędne.

MIT 6: HYDROENERGIA JEST ZAZWYCZAJ SZKODLIWA DLA LUDZI I ŚRODOWISKA

Postrzeganie hydroenergii jako technologii nieprzyjaznej dla środowiska i ludzi jest często uzasadnione. Projekty hydroenergetyczne mogą stanowić rzeczywiste zagrożenie dla środowiska lokalnego. Zagrożenia te można jednakże zminimalizować i w dużej części ograniczyć, jeżeli będzie się przestrzegać zasad zintegrowanego i wielowątkowego przygotowania i wdrażania projektu.

Wpływ wywierany przez hydroenergetykę (patrz Pole 4) w dużej mierze zależy od lokalnej społeczności i środowiska. Dlatego też ostatecznie wpływ wywierany przez instalację hydroenergetyczną zależy przede wszystkim od doboru miejsca. Każda instalacja hydroenergetyczna, zarówno mała jak i duża, jest budowana z myślą o unikalnych parametrach lokalizacji, dlatego też nie można wyciągać ogólnych wniosków co do stopnia wywieranego wpływu. Najskuteczniejszym sposobem maksymalizowania zrównoważonego rozwoju jest przyjęcie holistycznego podejścia do planowania w perspektywie całego dorzecza, co pozwoli najskuteczniej uniknąć lub ograniczyć negatywne skutki.

Zrównoważone aspekty hydroenergetyki można zmaksymalizować jeżeli odpowiednio podejdziesz się do zagadnień społecznych oraz socjo-ekonomicznych. Na przykład Międzynarodowa Agencja Energetyczna (2000)⁶⁹, działając w oparciu o dekadę szeroko zakrojonych badań, ponad 200 studiów przypadku oraz opinie 112 ekspertów z 16 krajów, wskazała 11 czynników, które trzeba dokładnie przeanalizować projektując zrównoważoną instalację hydroenergetyczną: reżim hydrologiczny, utworzenie zbiornika, jakość wody, osady, bioróżnorodność, bariery dla migracji i poruszania się ryb, przymusowe przesiedlenia ludzi, zdrowie publiczne, wpływ wywierany na grupy ludzi, w tym grupy szczególnie wrażliwe, dziedzictwo kulturowe oraz korzyści płynące z realizacji projektu.

69 International Energy Agency, Hydropower and the Environment: Effectiveness of Mitigation Measures

Rysunek 10 Kryteria zrównoważonego rozwoju instalacji hydroenergetycznych. Protokół ten obejmuje wszystkie aspekty zrównoważonego rozwoju



Pole 4 Wpływ hydroenergetyki: pozytywny i negatywny

Hydroenergetyka wielozadaniowa może stanowić zrównoważone źródło energii, przyczyniając się do pokrycia globalnego zapotrzebowania. Niemniej jednak oprócz wielu korzyści, może ona stanowić również szereg zagrożeń dla siedlisk oraz ekosystemów, jeżeli nie jest realizowana z uwzględnieniem zagadnień zrównoważonego rozwoju. Niektóre z nich to:

Pozytywne skutki hydroenergetyki:

- Zapewnia niezawodne i tanie źródło energii elektrycznej przy emisji wolnej od zanieczyszczeń spowodowanych spalaniem paliw kopalnych.
- Wspiera ochronę przeciwpowodziową.
- Poprawia zaopatrzenie w czystą wodę, irygację na potrzeby rolnictwa, zwiększa możliwości rekreacji i zapewnia czystsze ekosystemy.
- Tworzy niezawodną infrastrukturę (taką jak kanały, tunele, tamy, zbiorniki, drogi dojazdowe itp.), która pozostaje niezmienna przez wiele pokoleń.
- Powiązana z nią infrastruktura bilansuje zależne od pogody oraz innych czynników zmienne źródła energii (wiatrowej i słonecznej), zapewniając możliwość magazynowania energii oraz pracy w sieci elektroenergetycznej.

Negatywne skutki hydroenergetyki:

- Zmienia sposób wykorzystania terenów na skutek zalania dużych połaci na potrzeby magazynowania wody do celów przeciwpowodziowych, nawadniania i generowania energii elektrycznej.
- Wpływa na jakość wody.
- Zmienia przepływ wód rzecznych oraz połączenia między nimi, co przekłada się na bioróżnorodność i łowiska.
- Wpływa na populacje zamieszkujące w dole biegu rzek, wymuszając na nich przymusowe przesiedlenia.
- Zagroza dziedzictwu kulturowemu.

Zgodnie z treścią Protokołu oceny zrównoważonego rozwoju hydroenergetyki (2013), zapewnienie zrównoważonego rozwoju projektów hydroenergetycznych wymaga zmierzenia się z trzema głównymi wyzwaniem: 1) odpowiednim zrozumieniem elementów i funkcji ekosystemu oraz zminimalizowaniem wywieranego na nie wpływu; 2) zapewnieniem, że osoby oraz społeczności, na które instalacja może wywierać wpływ, odniosą korzyści w postaci poprawy warunków życia, sprawiedliwego podziału korzyści oraz zadośćuczynienia społecznego; oraz 3) wykazaniem uzasadnionego i sprawiedliwego podziału korzyści

gospodarczych na wszystkich etapach realizacji projektu oraz eksploatacji instalacji hydroenergetycznych⁷⁰ (Rysunek 10).

W wielu aspektach hydroenergetyka może stanowić ważny oraz nieodłączny element niezawodnego i czystego systemu elektroenergetycznego. Niemniej jednak niesie ona ze sobą również potencjalne szkody gospodarcze, społeczne i środowiskowe. Dlatego też należy koniecznie przestrzegać odpowiednich norm. Argument, że hydroenergetyka jest zawsze niekorzystna dla środowiska i dla człowieka to mit, ponieważ ignoruje on szereg korzyści zapewnianych przez zrównoważoną hydroenergetykę; korzyści, które można osiągnąć wyłącznie stosując najlepsze praktyki w zakresie zrównoważonego rozwoju.

MIT 7: WYTWARZANIE BIOENERGII MA NEGATYWNY WPŁYW NA KLIMAT I ŚRODOWISKO ORAZ UTRUDNIA ZAPEWNIANIE WYSTARCZAJĄCEJ ILOŚCI ŻYWNOSCI

W odpowiednich warunkach bioenergia może stanowić różnorodną, zrównoważoną alternatywę dla paliw kopalnych, zapewniać dodatkowe dochody dla społeczności wiejskich oraz przyczynić się do rozwoju. Niemniej jednak, w zależności od uprawianego surowca, miejsca jego uprawy oraz sposobu, rozwijanie projektów bioenergetycznych może wywierać istotny, negatywny wpływ na środowisko oraz społeczności, w tym wycinkę lasów, niedobór żywności, utratę bioróżnorodności, erozję gleby, nadmierne zużycie wody oraz konflikty dotyczące prawa do gruntów i ich użytkowania.

Krytycy wykorzystania bioenergii zazwyczaj powołują się na dwa argumenty. Po pierwsze istnieje rosnąca obawa, że produkcja bioenergii, zwłaszcza płynnych biopaliw pierwszej generacji, spowoduje zmniejszenie ilości upraw żywności, podniesienie cen żywności oraz pogorszenie bezpieczeństwa dostaw żywności (patrz Pole 5). Po drugie, istnieją również obawy związane z przestrzenią niezbędną do uprawy surowców bioenergetycznych na dużą skalę, zwłaszcza gleb nieuprawianych w przeszłości lub ziem o dużej wartości zabytkowej, jak również z idącym za tym wpływem na naturalne siedliska, bioróżnorodność, jakość wody i gleby oraz emisję gazów cieplarnianych (patrz Pole 6). Choć obawy te są uzasadnione, nie biorą one pod uwagę szerszej perspektywy.

Produkcja bioenergii może wpływać na bezpieczeństwo dostaw żywności. Niemniej jednak duża liczba innych czynników na rynku żywności nie pozostaje tu bez znaczenia. Na przykład bardzo zmienne ceny paliw kopalnych wpływają na rolnictwo zwiększając ceny transportu, technologii produkcyjnych (np. nawozów) oraz tych wykorzystywanych przy zbiorach. Tak naprawdę w latach 2002-2008 połączenie wyższych cen energii oraz związanych z tym podwyżek cen nawozów i kosztów transportu, jak również osłabienie dolara, przelożyło się na wzrost cen żywności o około 35-40%.⁷¹ Inne zidentyfikowane czynniki, które znacząco przyczyniły się do występujących wahań cen żywności obejmują spekulacje ze strony handlarzy oraz zmiany w sposobie odżywiania się, jak również zwiększone spożycie nabiału i produktów mięsnych przez rozwijającą się na całym świecie klasę średnią.⁷²

70 International Hydropower Association, "About Sustainability."

71 Mitchell, *A Note on Rising Food Prices*.

72 HLPE, *Biofuels and Food Security. A Report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*.

Pole 5 Wpływ bioenergii: aspekt zwiększenia cen żywności

Obecnie prawie wszystkie płynne biopaliwa są wytwarzane z roślin, które równolegle służą jako źródło żywności, np. kukurydza, trzcina cukrowa, soja, olej kokosowy oraz olej palmowy.⁷³ Zaledwie 3–4% globalnej produkcji rolnej jest wykorzystywana do wytwarzania biopaliw.⁷⁴ Niemniej jednak tempo wzrostu wykorzystywania zbóż do produkcji paliwa jest znacznie większe niż w przypadku żywności (lub paszy dla zwierząt). Obecnie płynne biopaliwa stanowią zaledwie około 3% paliw wykorzystywanych w globalnym transporcie,²³ natomiast dalszy, niekontrolowany wzrost zapotrzebowania na biopaliwa może mieć wpływ na ich ceny, co dodatkowo może poważnie zagrozić bezpieczeństwu dostaw żywności, zwłaszcza dla ubogich. Szacuje się, że 70–75% wzrostu cen żywności na rynku międzynarodowym w latach 2002–2008 wynikał przede wszystkim z większego wzrostu produkcji biopaliw ze zbóż na terenie Stanów Zjednoczonych oraz rosnącego popytu w Europie, jak również wynikających z tego konsekwencji w postaci niższych zapasów ziarna, zmiany sposobu użytkowania gruntów, działalności spekulacyjnej i zakazów eksportowych.⁷⁵ Nowsze źródła wskazują, że biopaliwa odegrały mniejszą rolę we wzroście cen żywności niż uważano wyjściowo, a znacznie większe znaczenie miały tu też takie czynniki jak zmniejszone zapasy, marnotrawstwo żywności, spekulacje, problemy transportowe, koszty magazynowania i związane z tym problemy oraz tworzenie zapasów.⁷⁶

W przeciwieństwie do obiegowej opinii, zrównoważone zarządzanie produkcją bioenergii może zmniejszyć wpływ wywierany na wykorzystanie gruntu, naturalne siedliska i zasoby. Dla przykładu: rośliny bioenergetyczne mogą stanowić bufor dla otaczającego je środowiska, wzbogacając glebę o związki węgla, poprawiając stan gleby oraz ograniczając pustoszczenie. Całoroczne drzewa i trawy odpowiednio dobrane do regionu uprawy mogą ograniczyć zapotrzebowanie na środki chemiczne, obniżyć ilość zużywanej wody i zapewnić siedliska dla zwierząt – czego nie zapewniają sezonowe rośliny rolnicze.⁷⁷

Pole 6 Wpływ bioenergii: aspekt wykorzystania gruntów

Sporządzono różne analizy dotyczące tego, ile przestrzeni będzie potrzebował sektor bioenergetyczny, aby móc w istotny sposób przyczynić się do pokrycia zapotrzebowania na energię. Szacuje się, że zastąpienie 10% paliw płynnych wykorzystywanych w transporcie na całym świecie wymagałoby od 118 do 508 milionów hektarów nowych gruntów uprawnych (w zależności od poziomu nawożenia, rodzaju roślin, wydajności itd.); oznacza to od 8 do 36% łącznej ilości gruntów rolnych na świecie.⁷⁸ Sprawozdanie energetyczne WWF podaje, że będziemy potrzebować około 250 milionów hektarów szybko rosnących roślin, aby pokryć zapotrzebowanie, decydując się na zmiany w kierunku 100% energii odnawialnej do 2050 roku i przestawiając znacznej części transportu na energię elektryczną; stanowi to mniej niż 10% gruntów rolnych lub wykorzystywanych do wypasu bydła. Niemniej jednak zmiany w sposobie odżywiania oraz coraz większe spożycie mięsa będą istotniejszymi czynnikami napędzającymi wzrost w sektorze rolnictwa niż bioenergia.

73 IEA Bioenergy, *Potential Contribution of Bioenergy to the World's Future Energy Demand*.

74 REN21, *Renewables 2013- Global Status Report*.

75 Mitchell, *A Note on Rising Food Prices*.

76 Hamelinck, *Biofuels and Food Security: Risks and Opportunities*.

77 UN-Energy, *Sustainable Bioenergy: a Framework for Decision Makers*.

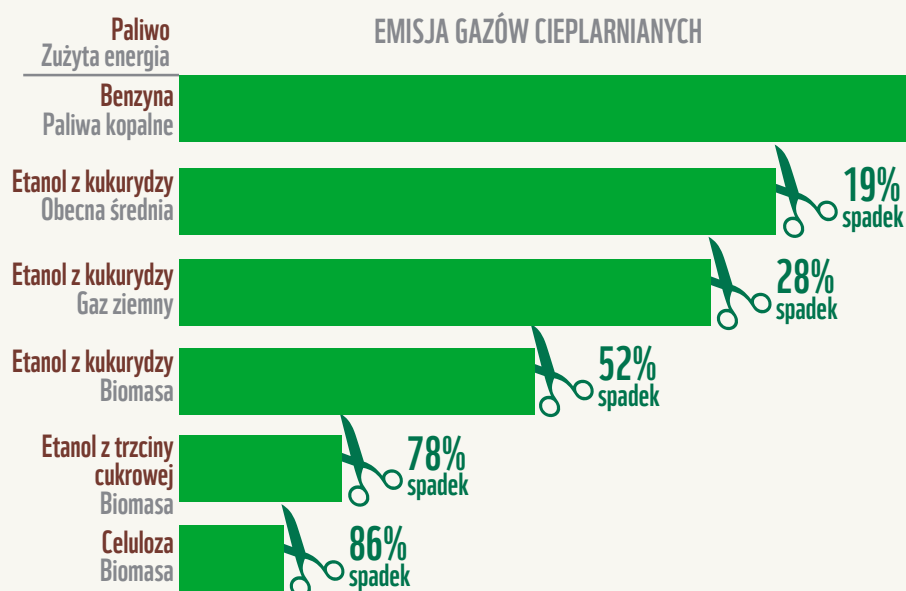
78 Howarth et al., *Rapid Assessment on Biofuels and Environment: Overview and Key Findings*.

Oprócz tego, dobrze zaprojektowany system wytwarzania bioenergii może zwiększyć lokalną produkcję żywności. Na przykład, zgodnie z sugestiami Organizacji ds. Żywnienia i Rolnictwa (2007), sadzenie roślin wiążących azot wykorzystywanych do produkcji biopaliw pierwszej generacji zamiennie ze zbożami, może przełożyć się na ogólny wzrost produkcji.⁷⁹

Co więcej, rozprzestrzenianie się technologii wytwarzania biopaliw drugiej generacji przełoży się na ograniczenie potencjalnego niekorzystnego wpływu konkurencyjnego wykorzystania gruntów i zasobów na dostępność żywności, ponieważ technologie te bazują na źródłach nieobjętych konkurencyjnym wykorzystaniem, takich jak drewno, trawa oraz odpady.

W końcu, jeżeli mówimy o emisji gazów cieplarnianych, bioenergia może przyczynić się do znacznego obniżenia emisji gazów cieplarnianych związanej z paliwami kopalnymi (Rysunek 11). Na przykład etanol wytwarzany w zrównoważony sposób z trzciny cukrowej, buraków cukrowych, kukurydzy, pszenicy lub lignocelulozy może emitować mniej gazów cieplarnianych w pełnym cyklu życia niż benzyna, olej napędowy lub paliwa płynne uzyskiwane z węgla.⁸⁰ Oprócz tego w miarę opadania węgla występującego naturalnie w przyrodzie rośliny bioenergetyczne mogą przyczynić się do ograniczenia zmian klimatycznych poprzez wchłanianie występującego w atmosferze tlenku węgla. Niemniej jednak zależy to z pewnością od technik wykorzystywanych w procesie produkcji tych paliw (patrz Pole 7).

Rysunek 11 Zmiany w emisji gazów cieplarnianych w sektorze transportowym: biopaliwa w porównaniu do benzyny



Źródło: Wang i wsp. (2007) oraz US DOE (2008).

79 Ibid.

80 IPCC, *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.

Pole 7 Wpływ bioenergii: aspekt emisji gazów cieplarnianych

Nie należy uznawać bioenergii za źródło w 100% obojętne z punktu widzenia emisji gazów cieplarnianych. Obniżenie emisji gazów cieplarnianych oraz wyrównanie bilansu energetycznego może się różnić, a niektóre rośliny przynoszą lepsze efekty niż inne. Dobór roślin, gleby oraz klimatu to nie jedyne czynniki decydujące. Zmiana wykorzystania gruntów, techniki uprawy, wykorzystanie półproduktów, techniki przetwarzania oraz końcowe wykorzystanie energii wpływają na bilans bioenergii pod kątem emisji gazów cieplarnianych. Na przykład przekształcenie terenów obfitujących w rośliny wiążące duże ilości zanieczyszczeń węglowych, na przykład lasów pierwotnych lub torfowisk znosi potencjalne korzyści w tym aspekcie, ponieważ produkcja surowców bioenergetycznych powoduje większą emisję gazów cieplarnianych niż osiągnięte obniżenie ich ilości.

Produkcja bioenergii to skomplikowany proces, który wymaga stosowania praktyk uwzględniających kontekst ekologiczny i społeczny. Niemniej jednak ten poziom skomplikowania nie powinien odstręczać od jej wykorzystania. Zrównoważone metody produkcji oraz wykorzystanie nowoczesnych źródeł bioenergii pozwala osiągnąć maksymalne korzyści dla środowiska i społeczności. Należy promować zarządzanie zapotrzebowaniem na bioenergię oraz, tam gdzie to możliwe, priorytetowe traktowanie wykorzystania bioenergii w sektorach, dla których nie istnieje obecnie żadna inna odnawialna alternatywa (lotnictwo, transport morski, transport kołowy na duże odległości), wraz ze stosowaniem innych zrównoważonych rozwiązań.

Wielu potencjalnych problemów związanych z bioenergią można uniknąć stosując skuteczne międzynarodowe oraz krajowe rozwiązania polityczne oraz współpracę rynkową. Inaczej niż wynikałoby z utrwalonego mitu, produkcja bioenergii nie musi wpływać negatywnie na zapewnienie bezpieczeństwa dostaw żywności ani na środowisko naturalne. Tak naprawdę zrównoważona produkcja bioenergii może korzystnie wpłynąć na oba te aspekty.

Trzcinę cukrową można przerabiać na bioetanol



© MARTIN HARVEY / WWF-CANON

MITY NA TEMAT TECHNOLOGICZNEJ NIEZAWODNOŚCI





MIT 8: ENERGIA ODNAWIALNA NIE GWARANTUJE NIEZAWODNEJ ENERGII NA ŻĄDANIE

Energia musi być dostępna na żądanie. Mimo to, że wszystkie elektrownie miewają od czasu do czasu przerwy w dostawie prądu, to jednak te zasilane przez zmienne odnawialne źródła są w większym stopniu uzależnione od nieprzewidywalnych zmian spowodowanych sezonowymi jak i codziennymi zmianami pogody. Takie zastoje mogą być przezwyciężone przez magazynowanie energii elektrycznej oraz techniczne zbilansowanie mocy.

Zoptymalizowany mix wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych oraz technologie jej magazynowania mogą zagwarantować niezawodność dostaw energii pod kątem wahań w produkcji i w zapotrzebowaniu. Na przykład, badanie przeprowadzone na Uniwersytecie w Delaware⁸¹ dowiodło, że odpowiedni mix wiatru i energii słonecznej oraz elektrochemiczne składowanie może zasilić sieć energetyczną przez 99,9% czasu przy minimalnym koszcie. Badanie pokazało, że najtańsza opcja dostarczała trzy razy więcej energii niż wynikałoby z zapotrzebowania, a wszystko w oparciu o energię odnawialną. Biorąc pod uwagę oczekiwany spadek kosztów technologii do roku 2030, system energii odnawialnej nie jest bardziej kosztowny niż obecny system konwencjonalny.

Obecnie wiele krajów oraz regionów z powodzeniem integruje coraz wyższy poziom energii odnawialnej pozyskiwanej z wiatru i słońca.⁸² Dania, Niemcy, Irlandia, Hiszpania, Południowa Australia oraz Stany Kolorado i Teksas mają stosunkowo wysoki stopień udziału energii odnawialnej udowadniając, że różnorodność jest możliwa, jeśli dany kraj kieruje się dobrymi praktykami⁸³ (Rysunek 12).

Niemcy, które już 25% energii elektrycznej produkują z odnawialnych źródeł energii⁸⁴, mają wdrożone mechanizmy zachęcające do składowania energii, takie jak opłaty sieciowe i zwolnienie z opłat za urządzenia do magazynowania energii.⁸⁵

Dania ze swoim 40% zapotrzebowaniem na energię elektryczną ze źródeł odnawialnych⁸⁶ również wdrożyła różne zasady umożliwiające elastyczność systemową, takie jak dostarczanie większej puli źródeł energii (np. energia wodna potrzebna do wsparcia większego udziału energetyki wiatrowej), jak również różne przepisy dotyczące rynku mocy w celu polepszenia wysyłki oraz ogólnego systemu wydajności.⁸⁷

Inne przykłady zarządzania zmienną energią odnawialną można zaobserwować w Hiszpanii (ponad 30% dostaw energii elektrycznej pochodzących z odnawialnych źródeł energii) oraz w Irlandii (około 20% dostaw odnawialnej energii elektrycznej). Kraje te przyjęły takie środki jak zaawansowane i zróżnicowane prognozowanie dotyczące działań w sieci, aby przewidzieć ilość źródeł energii jaka jest dostępna oraz aby zredukować niepewność dostępności energii wytwarzanej do systemu (Hiszpania) czy rozszerzania integracji regionalnej, aby uniknąć uzależnienia od zmienności pogodowych (Irlandia).⁸⁸

© GLOBAL WARMING IMAGES / WWP-CANON



Skład wiór drzewnych do kotła na biomasę na terenie Langdale Timeshare w Krainie Jezior w Wielkiej Brytanii. Od momentu zainstalowania kotła na biomasę, który zastąpił kocioł na gaz ziemny, firma zaoszczędziła 30 000 funtów rocznie w ramach kosztów eksploatacji. Cały system zwrócił się po 4 latach i jest neutralny pod względem emisji dwutlenku węgla.

81 Budischak et al., "Cost-minimized Combinations of Wind Power, Solar Power and Electrochemical Storage, Powering the Grid up to 99.9% of the Time."

82 Cochran et al., *Integrating Variable Renewable Energy in Electric Power Markets: Best Practices from International Experience, Summary for Policymakers*.

83 REN21, "Renewables Interactive Map," 2012.

84 Ibid.

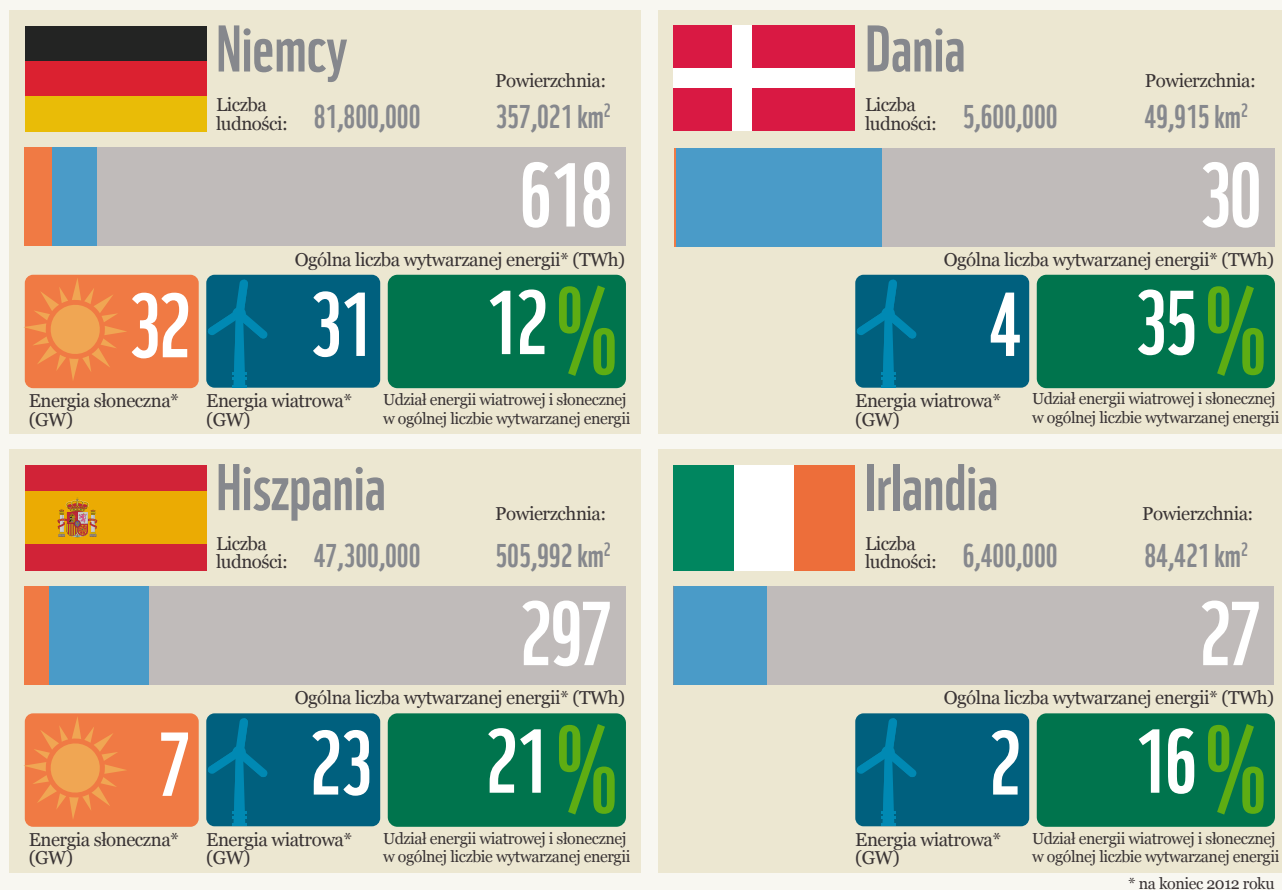
85 Cochran et al., *Integrating Variable Renewable Energy in Electric Power Markets: Best Practices from International Experience, Summary for Policymakers*.

86 REN21, "Renewables Interactive Map," 2012.

87 Cochran et al., *Integrating Variable Renewable Energy in Electric Power Markets: Best Practices from International Experience, Summary for Policymakers*.

88 Ibid.

Rysunek 12 Profile państw pod względem energii odnawialnej: Niemcy, Hiszpania, Dania i Irlandia



Źródło: IEA (2013), ENERDATA(2013), REN21(2013), IRENA(2013).

Co więcej, generalnie technologie w ramach energii odnawialnej odpowiadają za rzadsze przerwy w dostawie energii niż w przypadku technologii konwencjonalnych. Przerwy w dostawie energii spowodowane czasowym wyłączeniem elektrowni konwencjonalnych mają większy wpływ na sieć energetyczną dostarczającą energię na szeroką skalę niż przerwy w razie wyłączenia jednego panelu słonecznego czy turbiny wiatrowej. W pierwszym przypadku znacznie większa część produkcji energii elektrycznej jest zagrożona niż w przypadku drugim.

Uzależnienie od pogody i pory dnia w przypadku wiatru czy energii słonecznej warunkują ich dostępność oraz stwarzają zmienne warunki w krótszym i dłuższym okresie czasu, przyczyniając się do rosnących niepokojów związanych z niezawodnością nieprzerwanych dostaw energii. Tak naprawdę bywają momenty, kiedy poszczególne instalacje dostarczające prąd pochodzący z odnawialnych źródeł energii nie są w stanie dostarczyć odpowiedniej ilości energii, albo też w czasie niskiego popytu i sprzyjających warunków pogodowych „nadprodukuja” energię. Kraje z dużym udziałem energii odnawialnej zetknęły się z tym problemem i opracowały alternatywne rozwiązania (zob. ramkę nr 8).



Pole 8 Niezawodna energia odnawialna? Kwestia mocy stałych kontra dyspozycyjnych

Generalnie, duży udział zmiennej energii odnawialnej nie może być łatwo zintegrowany do istniejących systemów zasilania sieci, chyba, że zmieni się projektowanie i zarządzanie systemem. Nasz klasyczny system mocy działa dzięki pojęciu takiemu jak 'moc stała': jest to scentralizowane, całodzienne zasilanie ze stałych źródeł, takich jak węgiel lub energia jądrowa. System oparty na odnawialnych źródłach energii musi działać inaczej, jeśli ma być skuteczny i niezawodny. Jest to nie tylko kwestia wyboru technologicznego, ale także politycznego. 'Moce dyspozycyjne' są coraz bardziej potrzebne wraz ze zwrotem w kierunku systemu opartego na energii odnawialnej. Z pomocą inteligentnych sieci oraz zarządzania siecią przez instytucje zajmujące się dystrybucją, możliwe jest dostarczanie niezbędnych usług energetycznych w dowolnym czasie do klientów, którzy sami w większości również wymagają zmiennych mocy na żądanie (wyjątkiem są energochłonne produkcyjne zakłady przemysłowe, które pracują przez około 24 godzin dziennie, np. huty aluminium).

Jest kilka sposobów na przezwyciężenie przeszkód stojących na drodze do zmiany systemu. Opracowanie opublikowane przez Uniwersytet w Kalifornii i Stanford⁸⁹ pokazało, że jest co najmniej sześć sposobów projektowania i wykorzystywania niezawodnych systemów opartych na odnawialnych źródłach energii:

- poprzez połączenie ze sobą zmiennych źródeł energii, które są rozproszone geograficznie;
- poprzez uzupełnianie luk w dostawie energii pochodzącej ze zmiennych odnawialnych źródeł energii przez niezmiennne źródła energii takie jak energia wodna, energia pochodząca z biomasy czy energia geotermalna;
- poprzez aktywne zarządzanie reagujące na popyt na „inteligentną” energię, równoważące obciążenia i dostępność energii z odnawialnych źródeł;
- poprzez składowanie energii elektrycznej w czasie nadprodukcji;
- poprzez wybudowanie więcej mocy niż wymaga tego system OZE i wykorzystanie nadwyżek energii do produkcji paliw takich jak wodór, jako źródło dodatkowego wsparcia, w tym na cele grzewcze czy użycie nie związane z energią elektryczną, a także,
- poprzez przepowiadanie pogody w skali lokalnej, po to aby zarządzać potrzebami w dostawie energii w sposób zaawansowany.

Kwestie zmienności mogą również zostać zredukowane poprzez usprawnienie nowych inteligentnych systemów sieci energetycznej, które mogą łączyć wiele źródeł energii odnawialnej oraz centra wytwarzania energii tworząc niezawodny system dostawy energii. Te udoskonalone sieci energetyczne zbudowane jako połączenie systemów scentralizowanych i zdecentralizowanych mogą wspomagać i łączyć małe i duże centra wytwarzania energii elektrycznej. Mogą wzajemnie się wspierać, przekazywać i składować energię. Udoskonalenie inteligentnych sieci energetycznych może pomóc zrekompensować braki wynikające z sezonowej czy dziennej niskiej produkcji energii w poszczególnych rejonach (np. w przypadku wiatru czy słońca) poprzez zbieranie energii w innych rejonach, w których w tym samym okresie zasoby są bardziej obfite, przez co problem zmienności zostanie zminimalizowany, a potrzeba zabezpieczenia w postaci energii dodatkowej, co zawsze postrzegane jest jako utrudnienie, zostanie zredukowana.

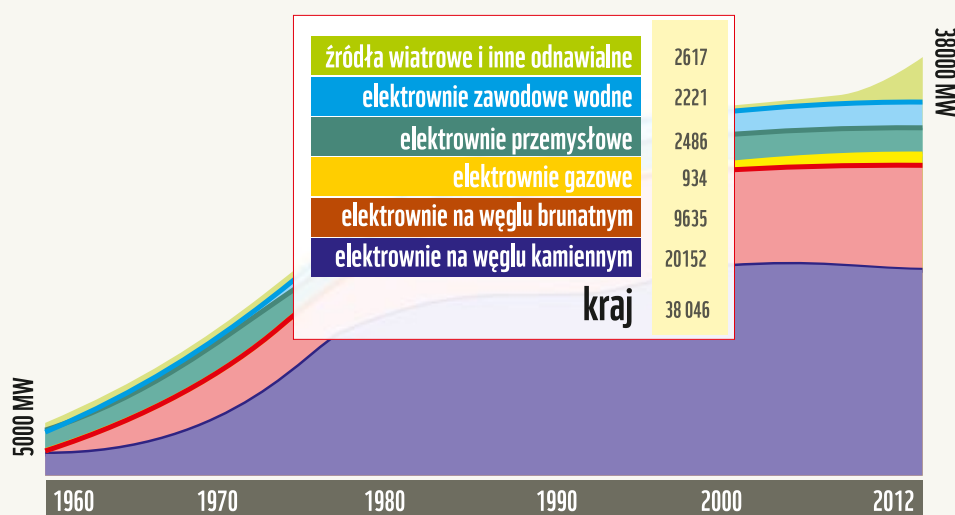
W związku z tym, argument, że energia ze źródeł odnawialnych nie jest zawsze w stanie dostarczyć energię na żądanie jest mitem.

89 Jacobson and Delucchi, "Providing All Global Energy with Wind, Water, and Solar Power, Part I: Technologies, Energy Resources, Quantities and Areas of Infrastructure, and Materials"; Delucchi and Jacobson, "Providing All Global Energy with Wind, Water, and Solar Power, Part II: Reliability, System and Transmission Costs, and Policies."

Stabilność sieci w Polsce z OZE

Aktualna sytuacja w polskim systemie elektroenergetycznym w kontekście przyłączenia nowych mocy OZE

Źródła pogodowo niestabilne są nowością w polskim systemie elektroenergetycznym (Rysunek 13) opartym zasadniczo na elektrowniach węglowych (zawodowych i przemysłowych). Dopiero po roku 2004, na skutek przystąpienia Polski do UE i związanych z tym zobowiązań (dyrektywa 2001/77/WE) w strukturze mocy zainstalowanej pojawiać zaczęły się źródła pogodowo niestabilne.



Rysunek 13 **Dynamika wzrostu mocy zainstalowanej w krajowym systemie elektroenergetycznym (KSE) w latach 1960-2012** (źródło: PSE Operator⁹⁰)

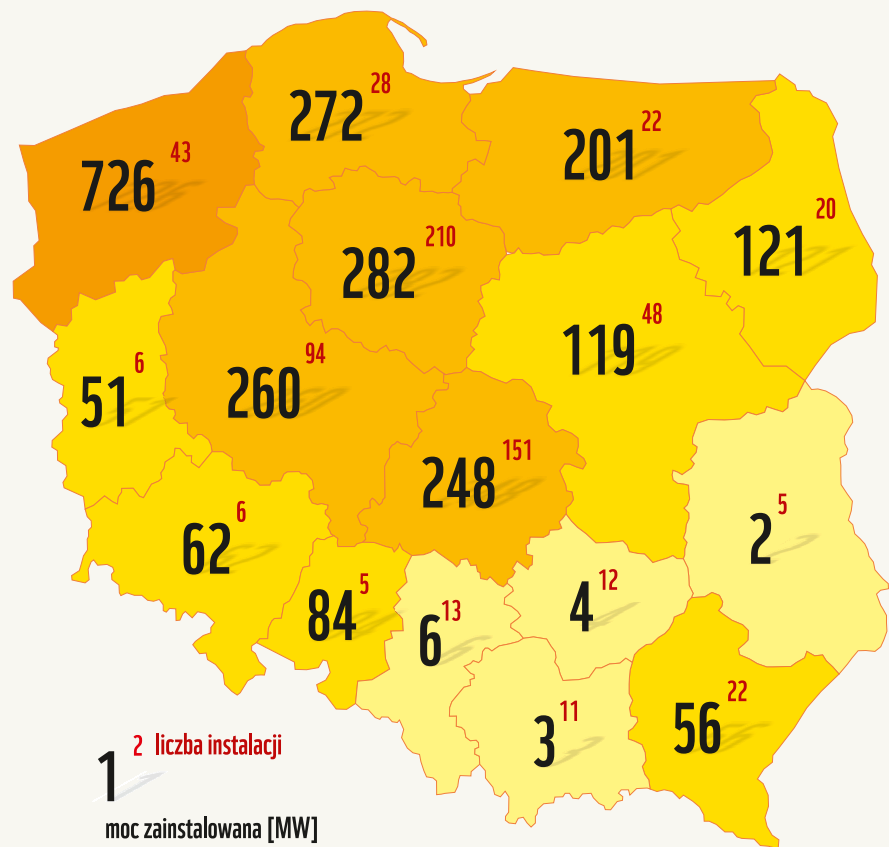
Rozmieszczenie generacji pogodowo niestabilnych na terenie Polski nie jest równomierne (Rysunek 14). W przypadku energetyki wiatrowej mamy do czynienia z koncentracją inwestycji w północno-zachodniej Polsce. W województwach leżących w tym obszarze mamy do czynienia głównie z dużymi farmami wiatrowymi. Natomiast w województwach Polski środkowej (kujawsko-pomorskie, łódzkie, mazowieckie) większy udział mają mniejsze projekty wiatrowe, powstające często w oparciu o turbiny używane. Prowadzi to do sytuacji, kiedy niektórzy operatorzy sieci dystrybucyjnych (Energia Operator, Enea Operator) w większym stopniu obciążeni są ryzykiem związanym z warunkami pogodowymi.

Jednakże jak dotąd sytuacje takie nie miały wpływu na bezpieczeństwo dostaw dla odbiorców końcowych, choć generacja wiatrowa może stanowić (chwilowo) nawet powyżej 40% zapotrzebowania na moc u tych operatorów (Rysunek 15).

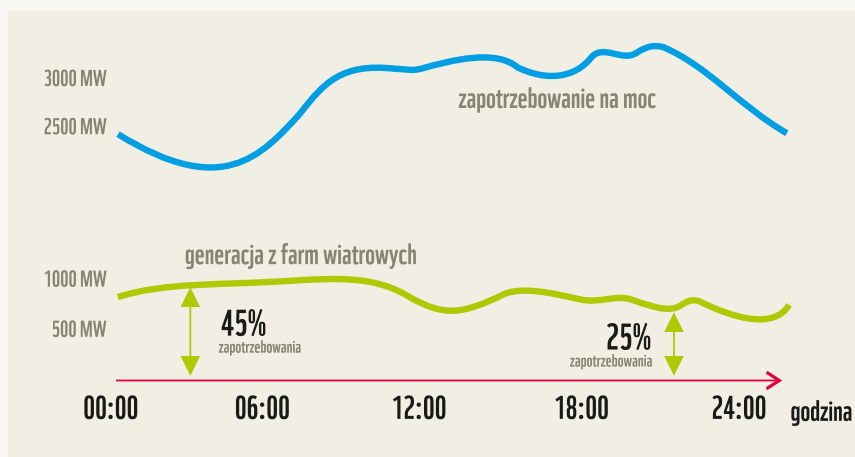
Równocześnie, w obecnym systemie elektroenergetycznym mamy do czynienia z sytuacjami znaczącej generacji energii z farm wiatrowych, sięgającej 90% mocy zainstalowanej (Rysunek 16). Jednakże epizody tego typu są przewidywalne i w skali całego systemu nie występują tzw. efekty „rampowe” (nagłego ubytku mocy spowodowanego wyłączeniem się turbin).

Opisane powyżej zjawiska dotyczą wpływu na sieć dużych obiektów energetyki wiatrowej (farm wiatrowych), czyli praktycznie jedyne obecnie pogodowo zależnego OZE w krajowym systemie elektroenergetycznym. Obraz ten byłby inny, jeszcze mniej widoczny jeśli chodzi o ew. negatywny wpływ na sieć, gdyby w polskim systemie było większe zróżnicowanie technologiczne OZE (większy udział energii słonecznej) oraz gdyby rozwinął się zróżnicowany technologicznie i przestrzennie rynek energetyki rozsianej i prosumenckiej. Wpływ tych źródeł na bezpieczeństwo dostaw energii jest bowiem jednoznacznie pozytywny.

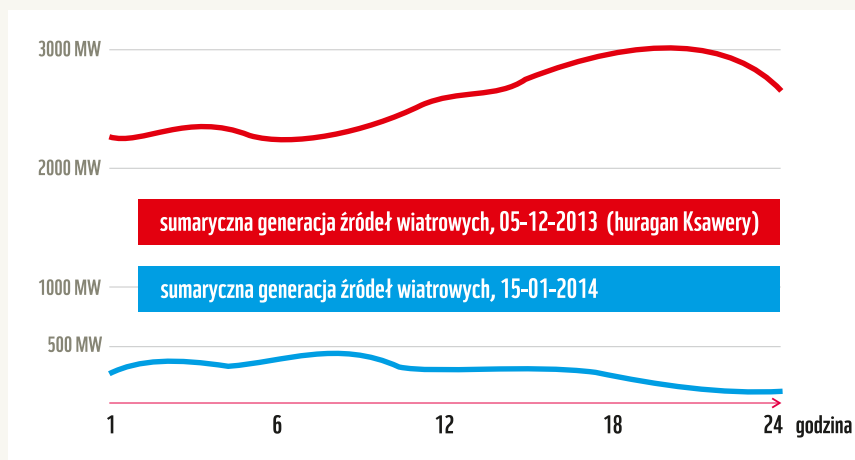
90 Raport roczny z funkcjonowania KSE w 2012 roku <http://www.pse.pl/index.php?dzid=180&did=1364>



Rysunek 14
Moc zainstalowana i liczba koncesjonowanych instalacji wiatrowych w Polsce w podziale na województwa, 2013 (źródło: URE)



Rysunek 15
Generacja farm wiatrowych przyłączonych do sieci Energa-Operator oraz zapotrzebowanie na moc, 31.12.2013⁹¹



Rysunek 16
Przykładowa sumaryczna generacja źródeł wiatrowych w Polsce w dzień wietrzny oraz przy niskich prędkościach wiatru (źródło: baza danych PSE Operator⁹², opracowanie IEO)

91 Prezentacja B. Czyżewskiego, Prezesa Energa-Operator „Rozwój rozproszonych źródeł energii z perspektywy Operatora Systemu Dystrybucyjnego”

92 Raporty z pracy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, generacja źródeł wiatrowych http://www.pse.pl/index.php?modul=21&id_rap=24

MIT 9: ENERGIA ODNAWIALNA NIE JEST W STANIE ZASTĄPIĆ PALIW KOPALNYCH W SEKTORACH TRANSPORTU I BUDOWNICTWA

Powszechnie uważa się, że energia odnawialna nie może zastąpić paliw kopalnych we wszystkich sektorach społecznych. Zważywszy na to, że szeroki zakres usług jest dostarczany przy pomocy energii konwencjonalnej (np. elektryczność, ogrzewanie czy transport), większość ludzi uważa za niewykonalne technicznie, aby w pełni zastąpić energię pochodzącą z paliw kopalnych. Ludzie ci utrzymują, że energia odnawialna nadaje się co najwyżej do uzupełniania zapotrzebowania na energię elektryczną, tzn. do pokrycia jednej trzeciej całkowitego zapotrzebowania na energię, jednak z wyłączeniem paliw transportowych, pary przemysłowej oraz ogrzewania w budynkach mieszkalnych obecnie zasilanych paliwami płynnymi i gazowymi. Rzeczywistość jest jednak inna. Główna przeszkoda do pełnej transformacji systemu energetycznego nie jest natury technicznej – w zasadzie zarówno od strony technicznej jak i ekonomicznej globalny system oparty w pełni na energii odnawialnej jest możliwy do osiągnięcia. Decydującymi czynnikami są elektryfikacja oraz efektywność energetyczna.

W sektorze budowlanym wzrastająca efektywność energetyczna zmniejsza zużycie energii konwencjonalnej. Na przykład, Ecofys (2012)⁹³, sugeruje, że sektor budownictwa mieszkaniowego stwarza olbrzymie możliwości w zakresie oszczędzania energii zarówno w nowo wybudowanych obiektach, jak również w tych zmodernizowanych. Badanie pokazuje, że przez zastosowanie wprowadzanych właśnie na rynek modernizacji istniejących już budynków (np. lepszych systemów izolacyjnych) oraz zwiększenie penetracji nowych budynków z prawie zerowym zużyciem energii w przyszłych kilku dekadach, drastyczna redukcja zapotrzebowania na ciepło może zostać w przyszłości osiągnięta przy zastosowaniu obecnych technologii. Podobnie Międzynarodowa Agencja Energii (2009) sugeruje, że renowacja szkieletów budynków oraz ich otworów razem z nową izolacją oraz stosownym działaniem w zakresie kontroli ogrzewania oraz urządzeń pomiarowych może poprawić wydajność energetyczną budynku o 60%.⁹⁴ Inne potrzeby energetyczne mogą być zaspokajane przez energię pochodzącą z odnawialnych źródeł energii, na przykład dzięki pompom ciepła wykorzystywanym na potrzeby grzewcze w gospodarstwach domowych i miejscach zamieszkania.

W sektorze przemysłowym, zastąpienie nieefektywnych technologii i zastosowanie najlepszego dostępnego sprzętu mogłoby zmniejszyć globalne zużycie energii przemysłowej o prawie jedną trzecią.⁹⁵ Zarządzanie energią oraz optymalizacja działań może przyczynić się do kolejnych opłacalnych oszczędności energii we wszystkich gałęziach przemysłu.⁹⁶ I wreszcie całościowa transformacja systemów produkcji poprzez zwiększenie zużycia przetworzonych materiałów czy odpadów oraz energii przy podziale surowców między poszczególne branże oraz zmniejszanie materiałochłonności procesów przemysłowych mogłaby dodatkowo zredukować zużycie paliw kopalnych.⁹⁷

Podobnie ma się rzecz w przypadku sektora transportu, który mógłby zredukować dalszy popyt na paliwa kopalne dzięki wdrożeniu mocnych standardów efektywności energetycznej oraz, w przypadku sektora lekkich pojazdów przejściu na zasilanie elektryczne. Redukcja zapotrzebowania na paliwa kopalne w przypadku sektora transportu nie może być skuteczna jedynie poprzez napęd elektryczny ze źródeł odnawialnych, dlatego należy wprowadzać także inne inteligentne rozwiązania. Na przykład inteligentny i atrakcyjny



AlgaeLink. System uprawy alg, które są pozyskiwane w celu wytwarzania etanolu i biodiesla w Wielkiej Brytanii. Produkcja oleju z alg w taki właśnie sposób jest o wiele bardziej efektywna niż w przypadku uprawy tradycyjnych roślin oleistych, takich jak olej rzepakowy. Dodatkową zaletą jest oszczędność miejsca w porównaniu z uprawą roślin spożywczych.

93 Deng, Blok, and van der Leun, "Transition to a Fully Sustainable Global Energy System."

94 WWF Intl., *The Energy Report 100% Renewable Energy by 2050*.

95 OECD/IEA, *Spreading the Net: The Multiple Benefits of Energy Efficiency Improvements*.

96 OECD/IEA, *25 Energy Efficiency Policy Recommendations*.

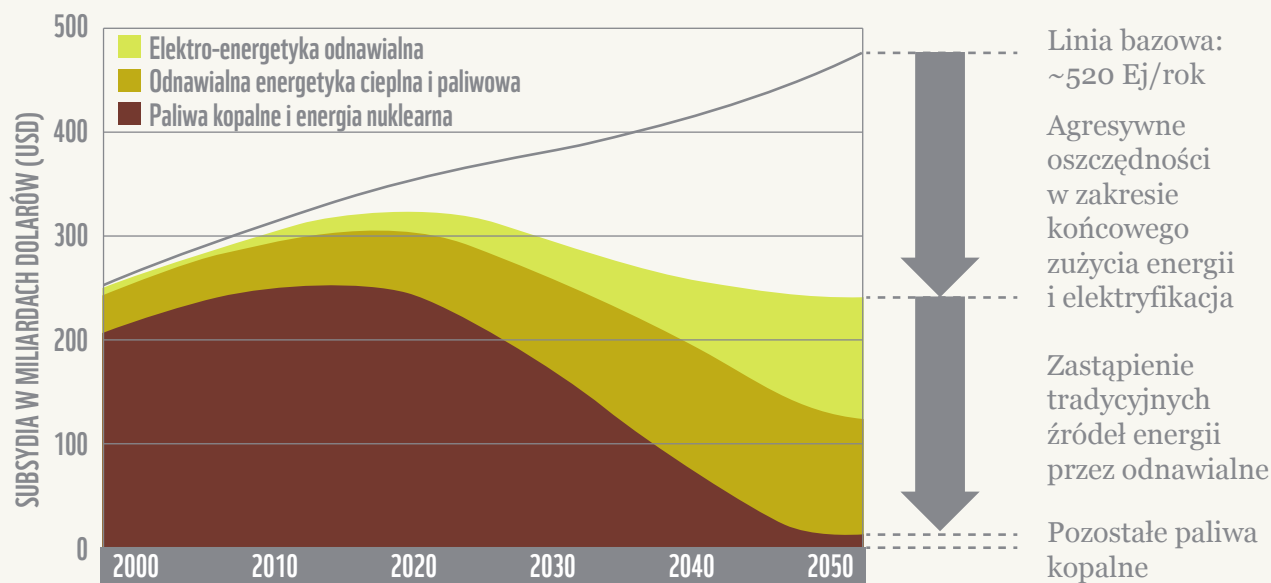
97 OECD/IEA, *World Energy Outlook 2012*.

system transportu publicznego zredukuje transport indywidualny oraz samochodowy. To samo odnosi się do transportu dalekobieżnego. Wysoko wydajne i szybkie połączenia kolejowe mogą poważnie zredukować zapotrzebowanie na podróże lotnicze. Jednak istnieją sektory, które nie mogą być zasilane przez energię odnawialną już teraz. Lotnictwo, jak również transport morski, a także dalekobieżne pojazdy ciężarowe muszą wciąż polegać na zrównoważonym bio-paliwie oraz/lub wodorze, jako opcji na przyszłość.

Zastąpienie paliw kopalnych we wszystkich sektorach jest całkiem możliwe, kiedy zrozumie się gdzie i w jakich usługach potrzebna jest energia i jak można ją dostarczyć na różne sposoby. Ograniczenie popytu na energię – poprawa efektywności, rozwijanie systemu elektryfikacji oraz przygotowanie inteligentnych sieci w celu zintegrowania rosnącej podaży na energię odnawialną – zmniejszyłyby zużycie energii konwencjonalnej we wszystkich sektorach. Wniosek jest prosty: tradycyjne paliwa kopalne mogą być zastąpione w nadchodzących latach wraz z postępem technologicznym.

Założenie, że energia odnawialna nie jest w stanie zastąpić paliw w transporcie czy w budownictwie i w związku z tym nie może istnieć system oparty w pełni na energii odnawialnej jest mitem. Wykorzystując środki technologiczne oraz możliwości oszczędzania energii możliwe będzie zastąpienie zapotrzebowania na energię z paliw kopalnych we wszystkich sektorach (Rysunek 17).

Rysunek 17 **Krzywa ewolucji zaspokojenia w 100% zapotrzebowania na energię odnawialną**



Źródło: Ecofys (2010).

MIT 10: ENERGIA ODNAWIALNA JEST NIESKOŃCZONA

PHOTOS: SHUTTERSTOCK



Metale ziem rzadkich - skutterudyt, bizmut, molibden

Teoretycznie źródła energii odnawialnej są niekończone. Słońce, woda, źródła geotermalne, woda, ocean i bioenergia mogą z punktu widzenia technicznego przekroczyć 100 razy obecną globalną konsumpcję energii⁹⁸. Jednakże urządzenia technologiczne służące przekształceniu odnawialnej energii (np. moduły fotowoltaiczne, pompy ciepła, wieże wiatrowe, baterie do przechowywania energii elektrycznej, sieci i kable do łączenia energii odnawialnej, itd.) są produkowane z materiałów, które albo nie są łatwo dostępne, albo wymagają wydobycia, zużywają wodę i wymagają nakładów energii, która nie jest trwała.

Technologie służące przekształceniu energii odnawialnej opierają się na materiałach, które nie są odnawialne. Metale ziem rzadkich wykorzystywane w turbinach wiatrowych (np. neodym i itr), rzadkie metale używane w urządzeniach fotowoltaicznych i energooszczędnym oświetleniu (np. kobalt i lit), silniki i infrastruktura (miedź) – wszystkie te materiały mogą w perspektywie długoterminowej stać się trudnodostępne (wąskie gardło w zaopatrzeniu). Chociaż zasoby wielu z tych materiałów są duże, w przyszłości ich krótko-terminowe rezerwy mogą być ograniczone, jeśli rozwój technologii w zakresie energii odnawialnej – jak również inne złożone technologie (zob. ramkę 9) – nie uwzględnią zapotrzebowania na te materiały oraz efektywność energetyczną.

Pole 9 Wąskie gardło w zaopatrzeniu na materiały: to nie tylko problem w odniesieniu do energii odnawialnej

Ważne jest, aby pamiętać, że popyt na wiele „nowych” materiałów, takich jak metale ziem rzadkich nie ogranicza się do nowych technologii w zakresie produkcji i wykorzystania czystej energii. Nowe, zaawansowane technologie, zwłaszcza w sektorze szeroko rozumianej technologii informacyjnej, a także w urządzeniach gospodarstwa domowego i transporcie wymagają coraz większej ilości tych właśnie minerałów. W związku z tym bardzo ważna jest ogólna efektywność wykorzystania zasobów.

Oszacowanie z dużą dozą pewności czy i jakie materiały będą w najbliższej przyszłości trudnodostępne nie jest rzeczą łatwą, jako że zależy to od wielu czynników, takich jak możliwość ich wydobycia, popyt oraz ich globalne geologiczne rozmieszczenie. Badania sugerują, że ograniczenia mogą być przezwyciężone poprzez redukcję, recykling lub zastąpienie niektórych materiałów w procesach wytwarzania.⁹⁹ Co więcej całkowita efektywność energetyczna i materiałowa może także zredukować zapotrzebowanie na nowe surowce.

Dobrym przykładem jest lit – surowiec stosowany w bateriach, który może stać się trudnodostępny, gdyż jego zapasy kurczą się, natomiast popyt na ten surowiec wciąż rośnie. Recykling litu staje się coraz bardziej atrakcyjny pod względem ekonomicznym w związku ze wzrostem jego ceny. Stanie się on też kluczowym sposobem prowadzącym do zwiększenia dostępności tego surowca.

Kolejnym przykładem jest miedź mająca wiele zastosowań. Recykling miedzi jest również możliwy; co więcej miedź może być zastąpiona przez inne materiały, takie jak tworzywa sztuczne, włókna szklane czy aluminium w zależności od zastosowania.

Podobnie ma się rzecz w przypadku metali rzadkich, takich jak ind i gal (używany w fotowoltaice). Ich zasoby także się kurczą, ale mogą być zastąpione przez silikon.

⁹⁸ IPCC, *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*.

⁹⁹ Meindersma et al., *Critical Materials for the Transition to a 100% Sustainable Energy Future*.



Obróbka mechaniczna wykorzystywana do rafinowania koncentratu spodumenu litu w zachodniej Australii. Lit jest stosowany do produkcji baterii o wysokiej gęstości.

Generalnie, nasze przekonanie, że źródła energii odnawialnej są niewyczerpane i mogą być stosowane w celu wielokrotnego zwiększenia naszego obecnego zużycia energii jest błędne. Jednakże, zdecydowane działania dodatkowe, uzasadnione z punktu widzenia ekonomicznego, społecznego i środowiskowego (np. wzrost efektywności surowcowej, alternatywne surowce, recykling oraz powtórne wykorzystywanie surowców; a także badanie i rozwój w zakresie nowych materiałów oraz urządzeń o większej skuteczności przetwarzania energii i ogólna efektywność energetyczna we wszystkich sektorach społecznych) mogą pomóc zapewnić dostępność oraz obfitość surowców, tak aby świat w roku 2050 mógł być bez przeszkód zasilany w 100% ze źródeł odnawialnych bez wąskiego gardła związanego z koniecznością zaopatrzenia w trudnodostępne surowce.

FAKTY NA TEMAT ENERGII ODNAWIALNEJ





WNIOSKI

Gwałtownie rośnie popyt na energię odnawialną. W wielu krajach na całym świecie energia odnawialna stanowi duży udział w miksie energetycznym. Jednakże nawet przy obecnym rocznym dwucyfrowym wzroście niektórych źródeł energii daleko nam jeszcze do zastąpienia paliw kopalnych w zakresie niezbędnym do uniknięcia ryzyka i niedociągnięć.

Kilku ekspertów uważa, że znacznie wyższy udział odnawialnych źródeł energii jest możliwy, biorąc pod uwagę dzisiejsze istniejące technologie oraz korzystną długoterminową opłacalność w zakresie ich wyborów¹⁰⁰. Jednak osiągnięcie większego udziału odnawialnych źródeł energii jest nadal uzależnione od sensownych regulacji, dobrej polityki oraz środowiska biznesowego. W dużej mierze, kluczową barierą w takich aspiracjach są uprzedzenia ludzi. Są one często decydującą przeszkodą dla decydentów, jak również dla sektora energetycznego.

Zdajemy sobie sprawę z faktu, że zmiany transformacyjne w systemie energetycznym będą w dużej mierze zależne od zmian w zakresie wyborów publicznych oraz od pozytywnego postrzegania odnawialnych źródeł energii; nie zaś od opłacalności czy technologii. Cała zmiana paradygmatu energetycznego musi się odbyć we wszystkich sektorach, od sektora energetycznego i transportu, po sektor przemysłowy, jak również budowlany.

Niniejszy raport pokazuje, jak wiele kluczowych spraw dla tej systemowej zmiany paradygmatu zostało już zaaprobowanych.

Z pewnością technologie przetwarzania energii oparte na odnawialnych źródłach energii nie są doskonałe. Jest oczywiste, że sama energia odnawialna nie jest ostatecznym rozwiązaniem, zwłaszcza bez uwzględnienia poprawy efektywności energetycznej i oszczędności energii. W niniejszym opracowaniu pokazano również wiele wyzwań. Ale zastrzeżenia i trudności nie mogą służyć jako pretekst do powstrzymania świata w tworzeniu prawdziwie zrównoważonej przyszłości¹⁰¹. Rozwiązania są w zasięgu ręki; aby wykorzystać je, musimy przyspieszyć poparcie społeczne dla zwiększenia wykorzystania czystej energii odnawialnej. Demaskowanie mitów na temat energii odnawialnej jest sposobem na posunięcie tego działania do przodu.

100 REN21, *Renewables Global Futures Report*.

101 WWF Int., *The Energy Report 100% Renewable Energy by 2050*.

RÓŻNE MITY NA TEMAT ENERGII ODNAWIALNEJ

Lista mitów narosłych wokół energii odnawialnej jest długa. W niniejszym raporcie obalono tylko te uważane za najbardziej powszechne, ale jest duża liczba popularnych źródeł, które obalają także inne mity. W celu rozprawienia się z dalszymi panującymi błędnymi przekonaniami na temat energii odnawialnej poniżej znajduje się dodatkowy wybór źródeł na ten temat. Poniższe zestawienie powinno być pomocne we wzbogaceniu argumentacji czytelnika na rzecz odnawialnych źródeł energii.

■ **Źródło i tytuł: Greenpeace Afryka Południowa (2013); Renewable Energy Myths**

Streszczenie: sześć mitów na temat energii odnawialnej rozgromionych! W publikacji: odnawialne źródła energii to *science fiction*, odnawialne źródła energii nie mogą dostarczyć niezawodnej energii 24/7, sieć energetyczna Afryki Południowej nie może być nośnikiem energii odnawialnej, energia odnawialna jest szkodliwa dla środowiska.
Link: <http://www.greenpeace.org/afrika/en/campaigns/Climate-change/renewable-energy-myths/>

■ **Źródło i tytuł: Vestas (2013); Facts on Wind**

Streszczenie: zestawienie faktów w celu zwalczania panujących przekłamań na temat energii wiatrowej w Australii, w tym między innymi, przekonania, że energia wiatrowa jest szkodliwa dla zdrowia ludzi, przyrody, gospodarki oraz że wpływa ona negatywnie na wartość nieruchomości.
Link: <http://www.actonfacts.org>

■ **Źródło i tytuł: Trillion Fund (2013); Top Ten Renewable Energy Myths – Debunked!**

Streszczenie: 10 najpopularniejszych mitów na temat energii odnawialnej w Wielkiej Brytanii całkowicie zdemaskowanych. W publikacji: mit o brytyjskich „zielonych miejscach pracy” przechodzących do producentów za granicą; odnawialne źródła energii windują rachunki za energię, oraz sugestia, że przejście na odnawialne źródła energii spowoduje utratę konkurencyjności przez Wielką Brytanię.
Link: <http://blog.trillionfund.com/2013/04/22/top-ten-renewable-energy-myths-debunked/#.UdxHBzsqbpV>

■ **Źródło i tytuł: US Department of Energy (2013); Ethanol Myths and Facts**

Streszczenie: całkowicie obalono pięć mitów dotyczących emisji gazów cieplarnianych z produkcji etanolu, jego nieprzystosowanie do nowoczesnych silników i zrównoważonego rozwoju.
Link: http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/printable_versions/ethanol_myths_facts.html

■ **Źródło i tytuł: WWF Germany (2012); Myths and Facts about the Role of Renewable Energy in Germany’s “Energy Transition”**

Streszczenie: obala mity na temat odnawialnych źródeł energii w Niemczech w kontekście transformacji do czystej energii z perspektywy ekonomicznej (zarówno na poziomie krajowym, jak i gospodarstw domowych) oraz infrastrukturalnej (wytwarzanie energii i dalsze uprzemysłowienie).
Link: <http://www.wwf.de/themen-projekte/klima-energie/energiepolitik/mythen-und-fakten/>

■ **Źródło i tytuł: Friends of the Earth Australia (2012); Renewable Energy Myths**

Streszczenie: 10 mitów na temat energii odnawialnej obalonych, w tym te dotyczące farm wiatrowych, że straszą lub zabijają zwierzęta, są głośne, brzydkie lub że zmniejszają wartość nieruchomości.
Link: <http://yes2renewables.org/renewables-faq-and-mythbusting/renewable-energy-myths/>

■ **Źródło i tytuł: Oceana (2012); Renewable Energy: Myth vs. Fact**

Streszczenie: mity narosłe wokół morskiej energii wiatrowej są obalone. Według nich organizacje ekologiczne i okoliczni mieszkańcy są przeciwni morskim farmom wiatrowym, ponieważ farmy te niszczą rekreacyjne i handlowe połowy ryb, oraz że turbiny wiatrowe są szkodliwe dla klimatu Ziemi zmieniając/spowolniając wiatr.

Link: <http://oceana.org/en/our-work/climate-energy/clean-energy/learn-act/renewable-energy-myth-vs-fact>

■ **Źródło i tytuł: Forbes (2012); 3 Myths about America's Clean Energy Future**

Streszczenie: publikacja oddziela fakty od fikcji dotyczące trzech popularnych mitów w USA: finansowanie odnawialnych źródeł energii jest stratą pieniędzy podatników, czysty rynek energii jest zawodny, przepisy dotyczące ochrony środowiska niszczą przemysł węglowy.

Link: <http://www.forbes.com/sites/manishbapna/2012/11/12/3-myths-about-americas-clean-energy-future/>

■ **Źródło i tytuł: WWF Spain (2011); Let's renew: Myths and Realities of Renewable Energies**

Streszczenie: publikacja obala mity na temat odnawialnych źródeł energii w Hiszpanii z punktu widzenia ochrony środowiska, ekonomii i technologii.

Link: http://awsassets.wwf.es/downloads/informe_renuerate_ingles_final_ok.pdf

■ **Źródło i tytuł: The Clean Energy Council (2011); Solar Myths and Facts**

Streszczenie: 11 mitów o rozproszonej energii słonecznej w Australii, takich jak ten, że systemy słoneczne generują potrzebę kosztownych modernizacji sieci, a energia słoneczna może jedynie w niewielkim stopniu przyczynić się do zaopatrzenia w energię; oraz mit, że liczba miejsc pracy utworzonych w sektorze energii słonecznej jest ograniczona.

Link: <http://www.cleanenergycouncil.org.au/resourcecentre/Consumer-Info/solar-fact-sheets.html>

■ **Źródło i tytuł: Environmental Leader (2011); Busting Renewable Energy Myths**

Streszczenie: Obalenie mitów na temat wielkości emisji dwutlenku węgla z elektrowni wodnych i uwalniania toksycznych gazów z energii geotermalnej.

Link: <http://www.environmentalleader.com/2011/06/22/busting-renewable-energy-myths/>

■ **Źródło i tytuł: The Guardian (2008); The 10 big energy myths**

Streszczenie: publikacja obala mity powszechnie stosowane w celu zdyskredytowania inwestycji w odnawialne źródła energii, w tym energii morskiej przedstawianej jako ślepy zaułek; energia jądrowa jest tańsza od innych źródeł niskoemisyjnej energii, a samochody elektryczne są wolne i brzydkie.

Link: <http://www.guardian.co.uk/environment/2008/nov/27/renewableenergy-energy>

10 FAKTÓW NA TEMAT ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII W SKRÓCIE

- Fakt:** energia z odnawialnych źródeł może być konkurencyjna cenowo, a nawet tańsza niż energia konwencjonalna.
- Fakt:** stopniowe wycofywanie bodźców ekonomicznych od wsparcia paliw kopalnych może pomóc w rozwoju odnawialnych źródeł energii.
- Fakt:** elektryczność oparta na odnawialnych źródłach energii jest bardziej przyjazna dla środowiska niż energia konwencjonalna.
- Fakt:** odnawialne źródła energii nie zużywają więcej energii niż technologie konwencjonalne.
- Fakt:** cykl życia odnoszący się do wymagań zagospodarowania przestrzennego w przypadku odnawialnych źródeł energii jest porównywalny lub niższy niż w przypadku technologii konwencjonalnych.
- Fakt:** zrównoważona energia wodna może mieć pozytywny wpływ na środowisko i ludzi.
- Fakt:** zrównoważona bioenergia może poprawić bezpieczeństwo żywności i środowiska.
- Fakt:** zoptymalizowane połączenie odnawialnych źródeł energii i technologii magazynowania może sprawić, że dostawy energii będą nieprzerwane i niezawodne.
- Fakt:** w połączeniu z większą efektywnością energetyczną odnawialne źródła energii mogą zastąpić paliwa kopalne we wszystkich sektorach.
- Fakt:** wzrost energii ze źródeł odnawialnych może być ograniczony przez surowce stosowane przez technologie przetwarzania energii.

MATERIAŁY ŹRÓDŁOWE

- Adamantiades, A, and I Kessides. "Nuclear Power for Sustainable Development: Current Status and Future Prospects." *Energy Policy* 37 (2009): 5149–5166.
- Bloomberg New Energy Finance. "Global Trends in Clean Energy Investment." Presented at the Fact Pack at Q4 2012, January 14, 2013. <http://about.bnef.com/fact-packs/global-trends-in-clean-energy-investment-q4-2012-fact-pack/>.
- *BP Statistical Review of World Energy*. London: BP, June 2013.
- Budischak, Cory, DeAnna Sewell, Heather Thomson, Leon Mach, Dana E. Veron, and Willett Kempton. "Cost-minimized Combinations of Wind Power, Solar Power and Electrochemical Storage, Powering the Grid up to 99.9% of the Time." *Journal of Power Sources* 225, no. 0 (March 1, 2013): 60–74. doi:10.1016/j.jpowsour.2012.09.054.
- Cochran, J., L. Bird, J. Heeter, and J. A. Douglas. *Integrating Variable Renewable Energy in Electric Power Markets: Best Practices from International Experience, Summary for Policymakers*. Oak Ridge, TN: NREL, April 2012.
- DARA Internacional. *Climate Vulnerability Monitor: A Guide to the Cold Calculus of A Hot Planet*. Madrid, 2012.
- Delucchi, Mark A., and Mark Z. Jacobson. "Providing All Global Energy with Wind, Water, and Solar Power, Part II: Reliability, System and Transmission Costs, and Policies." *Energy Policy* 39, no. 3 (March 2011): 1170–1190. doi:10.1016/j.enpol.2010.11.045.
- Deng, Yvonne Y., Kornelis Blok, and Kees van der Leun. "Transition to a Fully Sustainable Global Energy System." *European Energy System Models* 1, no. 2 (September 2012): 109–121. doi:10.1016/j.esr.2012.07.003.
- Denruyter, J-P, and L Mulder. *Solar PV Atlas: Solar Power in Harmony with Nature*. Gland: WWF International, 2012.
- Earth System Research Laboratory, Global Monitoring Division. "Recent Monthly Average Mauna Loa CO₂." *Trends in Atmospheric Carbon Dioxide*, April 2012. <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>.
- Epstein, P.R., J.J. Buonocore, K. Eckerle, M. Hendryx, B. M. Stout, R. Heinberg, R.W. Clapp, et al. "Full Cost Accounting for the Life Cycle of Coal." *Annals of the New York Academy of Sciences* 1219 (2011): 73–98. doi:10.1111/j.1749-6632.2010.05890.x.
- EWEA. "Statistics," 2013. <http://www.ewea.org/statistics/>.
- ExternE. "External Costs of Energy," 2012. http://www.externe.info/externe_d7/.
- Fthenakis, Vasilis, and Hyung Chul Kim. "Land Use and Electricity Generation: A Life-cycle Analysis." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, no. 6–7 (August 2009): 1465–1474. doi:10.1016/j.rser.2008.09.017.
- GLOBE Intl. *The GLOBE Climate Legislation Study*. Climate & Development Knowledge Network, 2013.
- Guy Turner. "Global Renewable Energy Market Outlook: Fact Pack." presented at the BNEF Summit 2013, New York, April 26, 2013. <http://about.bnef.com/fact-packs/global-renewable-energy-market-outlook-2013-fact-pack/>.
- Hamelinck, C. *Biofuels and Food Security: Risks and Opportunities*. Utrecht: Ecofys, 2013.
- HEAL. *The Unpaid Health Bill: How Coal Power Plants Make Us Sick*. Brussels, March 2013.

- HLPE. *Biofuels and Food Security. A Report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security*. Rome: FAO, 2013.
- Howarth, R. W., S. Bringezu, M. Bekunda, C. de Fraiture, L. Maene, L. Martinelli, and O. Sala. *Rapid Assessment on Biofuels and Environment: Overview and Key Findings*. Cornell University, Ithaca NY, USA: in R.W. Howarth and S. Bringezu (eds), *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use*. Proceedings of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) International Biofuels Project Rapid Assessment, 22-25 September 2008, Gummersbach Germany. Cornell University, 2009. <http://cip.cornell.edu/biofuels/en/>.
- IEA. *CO₂ Emissions from Fuel Combustion*. Paris, 2013.
- IEA Bioenergy. *Potential Contribution of Bioenergy to the World's Future Energy Demand*. Rotura, NZ, September 2007.
- IEA/OECD, "Hydropower and the Environment: Effectiveness of Mitigation Measures. IEA Hydropower Agreement, Annex III - Subtask 6", Paris, 2000
- IMF. *Energy Subsidy Reform: Lessons and Implications*. Washington DC, 2013.
- Interagency Working Group on Social Cost of Carbon. *Technical Support Document: Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis*. Washington DC: Environmental Protection Agency, May 2013.
- International Hydropower Association. "About Sustainability." *Hydropower Sustainability Assessment Protocol*, 2013. <http://www.hydrosustainability.org/About-Sustainability.aspx>.
- *Inventory of Estimated Budgetary Support and Tax Expenditures for Fossil Fuels 2013*. OECD, 2013.
- IPCC. *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Edited by Ottmar Edenhofer, Rafael Pichs-Madruga, Youba Sokona, Kristin Seyboth, Patrick Matschoss, Susanne Kadner, Timm Zwickel, et al. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2011.
- IRENA Secretariat. *Renewable Power Generation Costs in 2012: An Overview*. Abu Dhabi: IRENA, 2013.
- Jacobson, Mark Z., and Mark A. Delucchi. "Providing All Global Energy with Wind, Water, and Solar Power, Part I: Technologies, Energy Resources, Quantities and Areas of Infrastructure, and Materials." *Energy Policy* 39, no. 3 (March 2011): 1154–1169. doi:10.1016/j.enpol.2010.11.040.
- Kharaka, Y. K., J.J. Thordsen, C. H. Conaway, and R. B. Thomas. "The Energy-water Nexus: Potential Groundwater-quality Degradation Associated with Production of Shale Gas." *Procedia Earth and Planetary Science* 7 (2013): 417–422. doi:doi: 10.1016/j.proeps.2013.03.132.
- Krewitt, W., K. Nienhaus, C. Klebmann, C. Capone, E. Stricker, W. Grauss, M. Hoogwijk, N. Supersberger, U.V. Winterfeld, and S. Samadi. *Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for Global Energy Supply*. Climate Change. Dessau-Roßlau, Germany: Federal Environment Agency, 2009.
- Lovins, Amory B. "Renewable Energy's 'Footprint' Myth." *The Electricity Journal* 24, no. 6 (July 2011): 40–47. doi:10.1016/j.tej.2011.06.005.
- Meindersma, Wouter, Emelia Holdaway, Pieter Van Breevoort, Yvonne Deng, and Kornelis Blok. *Critical Materials for the Transition to a 100% Sustainable Energy Future*. Utrecht: Ecofys, March 2013.
- Mitchell, D. *A Note on Rising Food Prices*. Policy Research Working Paper. Washington DC: The World Bank, July 2008.
- OECD/IEA. *25 Energy Efficiency Policy Recommendations*. Paris, Update 2011.
- ———. *Redrawing the Energy-Climate Map: World Energy Outlook Special Report*. Paris, June 10, 2013.
- ———. *Spreading the Net: The Multiple Benefits of Energy Efficiency Improvements*. Paris, 2012.
- ———. *World Energy Outlook 2009*. Paris, 2009.
- ———. *World Energy Outlook 2012*. Paris, November 2012.
- PIK. *Turn Down the Heat*. Washington DC: World Bank, November 2012. http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/Turn_Down_the_heat_Why_a_4_degree_centrigrade_warmer_world_must_be_avoided.pdf.

- Pollin, R., J Heintz, and Garret-Peltier. *The Economic Benefits of Investing in Clean Energy*. Amherst: Department of Economics and Political Economy Research Institute (PERI), University of Massachusetts, 2009.
- REN21. *Renewables 2013-Global Status Report*. Paris, 2013.
- ———. *Renewables Global Futures Report*. Paris, 2013.
- ———. “Renewables Interactive Map,” 2012. <http://map.ren21.net/>.
- ———. “Renewables Interactive Map.” *Country Profile: Germany*, 2012. <http://map.ren21.net/PDF/ProfilePDF.ashx?idcountry=39>.
- ———. “Renewables Interactive Map.” *Country Profile: Denmark*, 2012. <http://map.ren21.net/PDF/ProfilePDF.ashx?idcountry=38>.
- The Climate Institute. *Dangerous Degrees*. Sidney, 2013.
- The Pew Charitable Trust. *Who’s Winning the Clean Energy Race?* Washington DC, 2012. pewtrusts.org/cleanenergy.
- “Top 20 Largest Oil & Gas Employers.” *World Oil and Gas*, April 2013. http://blogs.terrapinn.com/world-oil-and-gas/2013/04/25/top-20-largest-oil-gas-employers/?pk_campaign=Blog_Newsletter_world-oil-and-gas&pk_kwd=2013-04-25&elq=7e976efe85ae471a8e09e950056605c1&elq_CampaignId=3461&pk_campaign=Blog_Newsletter_world-oil-and-gas&pk_kwd=2013-04-25&elq=7e976efe85ae471a8e09e950056605c1&elq_CampaignId=3461.
- UN-Energy. *Sustainable Bioenergy: a Framework for Decision Makers*. FAO, 2007.
- US DOE, “Ethanol myths and facts”, 2008. http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/printable_versions/ethanol_myths_facts.html.
- US Energy Information Administration. “Saudi Arabia.” *Country Profile*, February 2013. <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=sa>.
- Wang, M., Wu, M., Huo, H., “Life-cycle energy and greenhouse gas emissions impacts of different corn ethanol plant types”, *Environmental Research Letters* (2007), no. 2: 1-13. doi:10.1088/1748-9326/2/2/024001.
- Warren, R., J. VanDerWal, J. Price, J.A. Welbergen, I. Atkinson, J Ramirez-Villegas, T.J. Osborn, et al. “Quantifying the Benefit of Early Climate Change Mitigation in Avoiding Biodiversity Loss.” *Nature Climate Change* 3 (2013): 678–682. doi:10.1038/nclimate1887.
- Wei, M., S. Patadia, and D.M. Kammen. “Putting Renewables and Energy Efficiency to Work: How Many Jobs Can the Clean Energy Industry Generate in the US?” *Energy Policy* 38 (2010): 919–931.
- WHO. “Air Quality and Health.” *Media Centre*, September 2011. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html>.
- World Business Council for Sustainable development. *Facts and Trends Water*. Geneva, 2005.
- WWF Intl. *The Energy Report 100% Renewable Energy by 2050*. Gland: WWF International, 2011.

Dodatkowe źródła dla analiz polskich

- Energa-Operator, Prezentacja pt. *Rozwój rozproszonych źródeł energii z perspektywy Operatora Systemu Dystrybucyjnego*.
- Główny Urząd Statystyczny, *Energia ze źródeł odnawialnych w 2012 r.*, Warszawa, 2013.
- Instytut Energetyki Odnawianej, *Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do roku 2020*, ekspertyza dla Ministerstwa Gospodarki, Warszawa, 2007.
- Komisja Europejska, *NEEDS: New energy externalities developments for sustainability, external costs from emerging electricity generation technologies*. Bruksela, 2009.
- Ministerstwo Gospodarki, *Program polskiej energetyki jądrowej*, Warszawa, 2014.
- PSE Operator, *Raport roczny z funkcjonowania KSE w 2012 roku* <http://www.pse.pl/index.php?dzid=180&did=1364>
- PSE Operator, *Raporty z pracy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, generacja źródeł wiatrowych* http://www.pse.pl/index.php?modul=21&id_rap=24

WWF

WWF jest jedną z największych i najbardziej doświadczonych, niezależnych organizacji działających na rzecz ochrony środowiska naturalnego, z poparciem ponad 5 milionów osób i globalną siecią działającą w ponad 100 krajach. Misją WWF jest powstrzymanie degradacji środowiska naturalnego w celu budowania przyszłości, gdzie ludzie żyją w harmonii z naturą, poprzez ochronę dywersyfikacji biologicznej, zapewniając zrównoważone wykorzystywanie odnawialnych zasobów oraz poprzez promocję redukcji zanieczyszczeń i nadmiernej konsumpcji.

Globalna inicjatywa na rzecz klimatu i energii (GCEI) jest globalnym programem WWF, działającym w zakresie ochrony klimatu i przejścia na 100% udział odnawialnych źródeł energii poprzez zaangażowanie z biznesem, promocję odnawialnej i zrównoważonej energii, zwiększanie zielonego finansowania i pracując na poziomie narodowym i międzynarodowym nad ramowymi rozwiązaniami na rzecz redukcji emisji. Zespół jest rozmieszczony w trzech regionach – Meksyku, RPA i Belgii.

www.panda.org/climateandenergy

Autorzy

Redaktor naczelny:
Stephan Singer

Główny autor i redaktor:
Tabaré Arroyo Currás

Wyróżnieni kontrybutorzy:
Autor chciałby podziękować wszystkim zaangażowanym i kontrybuującym, którzy pomogli w doskonaleniu finalnej wersji raportu.

Ten raport nie zostałby zrealizowany bez: Stephan Singer (Niemcy), Laszlo Mathe (Wielka Brytania), Jian-Hua (Chiny), Rafael Senga (Filipiny), Santiago Lorenzo (Meksyk), Oscar Widerberg (Szwecja), Jean-Philippe Denruyter (Belgia), Susanne Fratzscher (Niemcy), Chris Ng (Filipiny), Jaco Du Toit (RPA), Stefan Henningsson (Szwecja), Alin Moncada (Meksyk), Arturo Romero (Meksyk), Alonso Pérez-Fragua (Meksyk), Irene García (Wenezuela), Mariela Pino (Chile) i Ricardo Troncoso (Meksyk), Tobiasz Adamczewski (Polska)

Wersja polska

została wykonana na zlecenie WWF Polska. Tłumaczenie: Bireta – Professional Translations Kempieńska & Woźniakowska s.c., WWF Polska. Wkład merytoryczny dotyczący specyfiki polskiego rynku energii: Grzegorz Wiśniewski, Instytut Energetyki Odnawialnej

WWF International

Avenue du Mont-Blanc
1196 Gland, Szwajcaria
www.panda.org

WWF Polska

ul. Wiśniowa 38
02-520 Warszawa, Polska
www.wwf.pl
tel. (22) 849 84 69 / 848 73 64
Tobiasz Adamczewski: tadamczewski@wwf.pl
Dorota Zawadzka-Stępnia: dzawadzka@wwf.pl

WWF Global Climate & Energy Initiative

Dr Stephan Singer ssinger@wwf.eu
Tabaré Arroyo Currás tacurras@wwfmex.org

Informacje dotyczące publikacji

Oryginalny raport został opublikowany w grudniu 2013 roku przez WWF International (World Wide Fund for Nature) (poprzednio World Wildlife Fund) w Gland, Szwajcarii. Dodatkowe materiały dotyczące Polski zostały przygotowane przez WWF Polska w 2014 roku.

Jakakolwiek reprodukcja w części lub całości tego raportu musi zawierać tytuł i podać źródło wydawcy jako właściciela praw autorskich (jak wyżej).

Rekomendowany sposób opisu źródła:

WWF, 2014. *Demaskowanie mitów: Obalenie mitów o energii odnawialnej, wersja PL*
WWF International, Gland, Szwajcaria oraz WWF Polska, Warszawa, Polska.

© Tekst i grafika: 2014 WWF
Wszelkie prawa zastrzeżone.

Reprodukcja tej publikacji w celach edukacyjnych i innych niekomercyjnych jest autoryzowana bez uprzedniej zgody pisemnej przez właściciela praw autorskich. Jednak WWF wymaga uprzedniego powiadomienia pisemnego i odpowiedniego uznania. Reprodukacja tej publikacji w celach komercyjnych jest zabroniona bez uprzedniego pisemnego pozwolenia ze strony posiadacza praw autorskich.

Kompozycja:

Farm Design, www.farmdesign.co.za

Skład i druk:

Agencja Wydawnicza EkoPress,
www.ekopress.pl / 601 311 838

Fotografia z okładki przedniej:
Thaiview/Shutterstock

Fotografia z okładki tylnej:
© National Geographic Stock /
Mark Thiessen / WWF

ISBN: 978-2-940443-82-6

OBALANIE MITÓW

100%
RECYKLOWANE

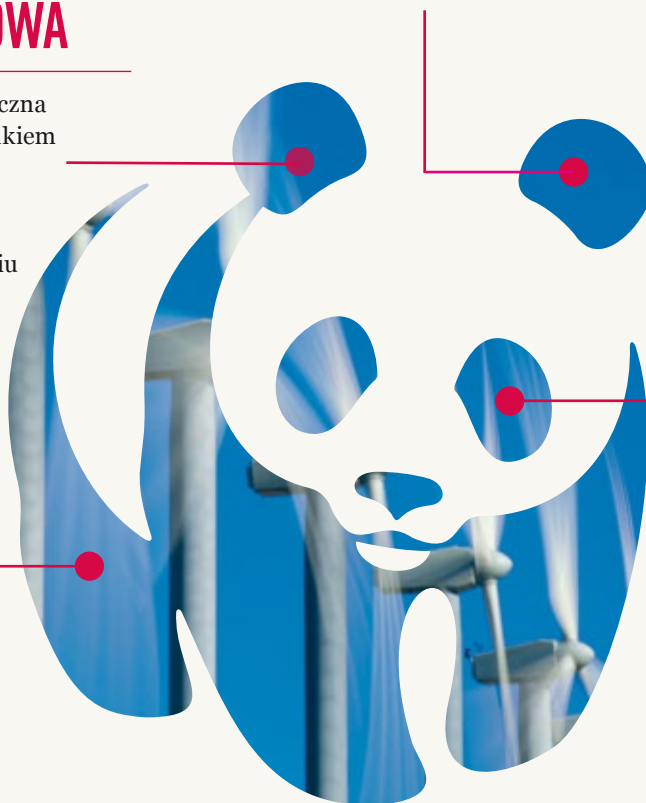


OBFITE ZASOBY ENERGII ODNAWIALNEJ

Całkowity potencjał techniczny energii odnawialnej może przekroczyć 100 razy obecną globalną konsumpcję energii.

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA JEST KLUCZOWA

Efektywność energetyczna jest kluczowym warunkiem sprostania przyszłym globalnym potrzebom energetycznym przy zrównoważonym użyciu energii odnawialnej.



ENERGIA ODNAWIALNA REDUKUJE EMISJĘ CO₂

Poprzez czterokrotne zwiększenie zużycia energii ze źródeł odnawialnych do roku 2035 można by uniknąć 23% wymaganej redukcji emisji CO₂ potrzebnej do osiągnięcia celu 2°C.

ENERGIA ODNAWIALNA TWORZY MIEJSCA PRACY

Ponad 5,7 mln ludzi na całym świecie pracuje bezpośrednio lub pośrednio w sektorze energii odnawialnej.



Dlaczego tu jesteśmy

Żeby powstrzymać degradację środowiska naturalnego naszej planety i żeby budować przyszłość w której ludzie żyją w harmonii z naturą.

wwf.panda.org/climateandenergy