



Magdalena Tomala

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach

Energia odnawialna jako kluczowy element bezpieczeństwa zaopatrzenia energetycznego i środowiskowego państw nordyckich

Wprowadzenie

Od czasu globalnego kryzysu finansowego w 2008 r. społeczność międzynarodowa w różnych częściach świata wielokrotnie okazywała niezadowolenie z polityki państw wobec środowiska. Można podać wiele przykładów takich działań, ale największa i najbardziej spektakularna demonstracja poparcia dla działań gwarantujących ochronę klimatu odbyła się 21 września 2014 r. w związku z organizacją Szczytu Klimatycznego. Poprzedził go People's Climate March (Obywatelski Marsz Klimatyczny), który przeszedł ulicami Nowego Jorku. W marszu wzięło udział około 1600 organizacji społecznych z całego świata oraz ponad 400 000 ludzi, w tym sam Sekretarz Generalny ONZ Ban Ki-moon¹. Jak podkreśla R.M. Czarny, z reguły środowiska nie postrzegamy w charakterze „kompasu ekonomicznego”, co skutkuje zanikiem bioróżnorodności i degradacją ekosystemów². Bez synchronizacji działań na arenie międzynarodowej, pojedyncze państwo nie jest w stanie osiągnąć celu, jakim jest zapewnienie bezpieczeństwa ekologicznego³. Odpowiedzią na pojawiające się

¹ *People's Climate March*, <http://2014.peoplesclimate.org/wrap-up> [dostęp: 10.03.2016].

² R.M. Czarny, *Dylematy energetyczne państw regionu nordyckiego*, Kielce 2009, s. 169.

³ Szerzej na temat bezpieczeństwa jako procesu zob. E. Cziomer, M. Lasoń, *Podstawowe pojęcia i zakres międzynarodowego bezpieczeństwa energetycznego*, [w:] *Międzynarodowe bezpieczeństwo energetyczne w XXI wieku*, red. E. Cziomer, Kraków 2008, s. 17.

w państwach zagrożenia zogniskowane wokół gospodarki, środowiska, człowieka, jest koncepcja zielonej gospodarki, zaproponowana przez Organizację Narodów Zjednoczonych, pod której patronatem 21 lutego 2011 r. opublikowano raport *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*⁴ (*W stronę zielonej ekonomii: drogi do zrównoważonego rozwoju i likwidacji ubóstwa*). Według autorów dokumentu dotychczasowy model społeczno-gospodarczy okazał się niedoskonały, ponieważ doprowadził do licznych kryzysów i zagrożeń, obejmujących między innymi zmiany klimatyczne, uszczuplenie zasobów wody pitnej, wymieranie gatunków, szybkie zmniejszanie powierzchni lasów i uzależnienie od paliw kopalnych.

Choć żaden kraj nie powinien sobie pozwolić na ignorowanie wytycznych koncepcji zielonej gospodarki, jej stan i wdrażanie nie jest zadowalający w większości państw. Wśród tych, którzy podpisały się pod wytycznymi koncepcji Green Economy, zwraca uwagę grupa państw nordyckich, która jej wdrażanie uznała za priorytetowe w strategiach rozwoju. Celem artykułu jest zwrócenie uwagi na potencjał związany z gospodarką niskowęglową, której efektywne wdrażanie może wpływać na pozostałe sektory gospodarcze, przyczyniając się do wzrostu gospodarczego. W tym kontekście analizą objęto efektywne wykorzystanie odnawialnych zasobów energetycznych w państwach nordyckich oraz podjęto próbę oceny ich wykorzystania dla zapewnienia bezpieczeństwa ekologicznego i ekonomicznego państw.

Aby osiągnąć zamierzone cele, w pracy wykorzystano metodę porównawczą, która pozwoli na ocenę wpływu oddziaływania energii odnawialnej na poziom życia w badanym regionie. Do analizy wykorzystano następujące narzędzia badawcze: strukturę źródeł energii, wskaźnik zależności energetycznej, wskaźnik emisji CO₂ (Eurostat).

Znaczenie odnawialnych źródeł energii dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego państwa

Zainteresowanie energią odnawialną wynika z tego, że tradycyjne źródła energii odpowiadają za 80% łącznej ilości gazów cieplarnianych i stanowią przyczynę zmian klimatycznych oraz zanieczyszczenia powietrza. Z kolei odnawialne źródła energii opierają się w procesie przetwarzania na „energii wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalnej, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energii pozyskiwanej z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także z biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych”⁵. Jak wynika z definicji, wykorzystanie energii odnawialnej nie wiąże się z długotrwałym deficytem, ponieważ jej zasoby odnawiają się.

⁴ *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, United Nations, 2011, http://www.unep.org/greeneconomy/Portals/88/documents/ger/ger_final_dec_2011/Green%20EconomyReport_Final_Dec2011.pdf [dostęp: 20.02.2016].

⁵ O. Ellabban, H. Abu-Rub, F. Blaabjerg, *Renewable energy resources: Current status, future prospects and their enabling technology*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2014, Vol. 39, 748–764, doi:10.1016/j.rser.2014.07.113.

Polityka rozwoju sektora energii odnawialnej na świecie jest długookresowym działaniem wkomponowanym w strategię zrównoważonego rozwoju⁶. Według REN21 odnawialne źródła energii zaspokajają w 19,1% zapotrzebowanie na energię, uwzględniając w tym ok. 9% tradycyjne opalanie drewnem lub innego typu biomasą⁷.

Według raportu *BP Energy Outlook* z 2016 r. widoczna jest wyraźna tendencja wzrostu zużycia energii we wszystkich regionach świata, która prowadzi do wielu zagrożeń środowiskowych. Jak wskazuje raport, podstawowym źródłem energii nadal pozostaje ropa naftowa i węgiel kamienny, jednak kolejny rok z rzędu rośnie udział źródeł energii odnawialnej⁸. Od 2004 r., kiedy delegaci 154 państw zebrali się w Bonn na pierwszej międzynarodowej konferencji na temat energii odnawialnej, jej znaczenie dla gospodarki uległo znaczącym zmianom. REN21 wskazuje, że produkcja energii odnawialnej zwiększyła się z 800 bln GW w 2004 r. do 1 712 bln GW w 2014 r.⁹ Początkowo energia odnawialna była odrzucana z uwagi na bardzo wysokie koszty inwestycyjne. Obecnie coraz częściej wspomina się o korzyściach płynących z inwestowania w tę dziedzinę gospodarowania. Wynika to m.in. z rozwoju technologicznego, pozwalającego na efektywne, coraz tańsze wykorzystanie energii odnawialnej w gospodarstwach domowych. Coraz niższe koszty sprawiły, że obecnie nie jest ona postrzegana wyłącznie jako źródło energii, ale przede wszystkim jako narzędzie do rozwiązywania wielu innych potrzeb i problemów państwa. Ma kluczowe znaczenie m.in. dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, redukcji skutków zanieczyszczenia środowiska, łagodzenia skutków nadmiernej emisji gazów cieplarnianych, edukacji, pracy, zmniejszenia ubóstwa czy nawet zwiększenia równości płci¹⁰. Jak podkreśla Günther Oettinger, europejski komisarz ds. energii, „energia odnawialna odgrywa zasadniczą rolę w ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych oraz innych form zanieczyszczenia, różnicowaniu źródeł oraz poprawie bezpieczeństwa dostaw energii, jak również zapewnieniu przodującego na świecie przemysłu technologii czystej energii”¹¹.

Można wskazać trzy obszary, dla których korzyści wynikające z produkcji energii odnawialnej mają istotne znaczenie: polityczny, środowiskowy, gospodarczy.

Głównym argumentem na rzecz stosowania zielonej energii jest przeciwdziałanie zmianom klimatycznym¹². Bieżące zaopatrzenie w energię nadal zdominowane jest

⁶ Report of the World Commission on Environment and Development: *Our Common Future*, UN, Oslo 1987, <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> [dostęp: 11.03.2016]; zob. także: J. Butlin, *Our common future. By World commission on environment and development*, „Journal of International Development” 1987, Vol 1, Issue 2, s. 284–287, doi:10.1002/jid.3380010208.

⁷ *Renewables 2015. Global Status Report*, s. 27, REN21, http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2015/07/REN12-GSR2015_Onlinebook_low1.pdf. [dostęp: 15.03.2016].

⁸ *BP Energy Outlook, 2016 edition. Outlook to 2035*, s. 16, <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2016/bp-energy-outlook-2016.pdf> [dostęp: 01.03.2016].

⁹ *Renewables 2015. Global Status...*, *op. cit.*, s. 19.

¹⁰ M. El-Ashry, *Renewables 2010. Global Status Report*, REN21, http://www.harbortaxgroup.com/wp-content/uploads/2014/07/REN21_GSR_2010_full_revised-Sept2010.pdf, s. 5 [dostęp: 11.03.2016].

¹¹ *Energia odnawialna zmienia świat*, Dyrekcja Generalna ds. Energii, Luksemburg 2011, s. 1, doi:10.2833/59205, http://old.chronmyklimat.pl/theme/UploadFiles/File/_2011_pliki/11/ke_energia_odnawialna.pdf [dostęp: 15.03.2016].

¹² Z.W. Kundzewicz, *Zmiany klimatu, ich przyczyny i skutki – obserwacje i projekcje*, „Landform Analysis” 2011, Vol. 15, s. 44–45; idem, *Konsekwencje globalnych zmian klimatu*, „Nauka” 2008, nr 1, s. 109–110.

przez paliwa kopalne, które podczas spalania emitują gazy cieplarniane. Wielu niekorzystnych konsekwencji w niektórych sektorach i regionach można uniknąć lub je osłabić (czy też opóźnić) poprzez implementację skutecznej polityki zapobiegania zmianom klimatu¹³.

Natomiast odnawialne źródła energii w całym okresie eksploatacji nie emitują gazów cieplarnianych bądź emitują jedynie niewielkie ich ilości. Zwiększenie udziału energii odnawialnej w koszyku źródeł energii pomoże ograniczyć emisję gazów cieplarnianych, co przyczynia się do zredukowania tzw. śladu węglowego¹⁴. Jest on definiowany jako całkowita ilość wyemitowanych gazów cieplarnianych, które pochodzą pośrednio i bezpośrednio z procesów produkcyjnych. Mierzy się go za pomocą ekwiwalentu CO₂, opierając się na metodyce oceny cyklu życia produktu (Life Cycle Assessment, LCA).

Poza znaczeniem środowiskowym energia odnawialna umożliwia zróżnicowanie źródeł energii oraz ograniczenie zależności od gazu, węgla i ropy. Tym samym ma zasadnicze znaczenie dla polityki międzynarodowej państwa, którego celem jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego¹⁵. Brak dywersyfikacji dostaw gazu i ropy naftowej był jedną z najważniejszych przyczyn powstania problemów związanych z bezpieczeństwem państw poradzieckich czy też związanych z rosyjskim rynkiem energii¹⁶. Przeciwdziałania zagrożeniom związanym z brakiem dywersyfikacji źródeł energii powinny skutkować rozwojem sektora energii odnawialnej, który stanowi obecnie najskuteczniejszy środek prowadzący do uniezależnienia państw od zewnętrznych dostawców surowców.

Ponadto w okresie gospodarczej niepewności to właśnie sektor odnawialnych źródeł stale się rozwija, zapewniając miejsca pracy i powstawanie nowych technologii, dzięki czemu pomaga Europie zachować jej czołową pozycję w zakresie globalnych innowacji przemysłowych¹⁷. Rozwój sektora energii odnawialnej może przyczynić się do

¹³ Najważniejsze umowy międzynarodowe dotyczące ochrony środowiska naturalnego to: Ramowa Konwencja Narodów Zjednoczonych Dotycząca Zmian Klimatu (UNFCCC), która stanowi podstawę międzynarodowych działań w celu ograniczenia zmian klimatu, przyjęta w marcu 1994 r. i ratyfikowana przez prawie wszystkie państwa członkowskie ONZ, oraz Protokół z Kioto, który formułuje narzędzia implementacji konwencji, wprowadzony w życie w lutym 2005 r. Zgodnie z artykułem 3.1 Protokołu z Kioto, kraje Aneksu I (a więc kraje rozwinięte i kraje transformujące gospodarkę) zgodziły się zredukować emisję gazów cieplarnianych o co najmniej 5% poniżej poziomu z roku bazowego (na ogół 1990). Wejście w życie Protokołu z Kioto stanowi pierwszy krok na drodze do redukcji emisji CO₂. Ostatnie wytyczne dotyczące redukcji gazów cieplarnianych zostały uzgodnione w Paryżu w 2015 r. podczas Szczytu Ziemi.

¹⁴ *Common Carbon Metric for Measuring Energy Use & Reporting Greenhouse Gas Emissions from Building Operations*, 2009, UNEP SBCL, <http://www.unep.org/sbci/pdfs/UNEPsbciCarbonMetric.pdf> [dostęp: 01.03.2016]; zob. także: T. Wiedmann, J. Minx, *A Definition of 'Carbon Footprint'*, [w:] *Ecological Economics Research Trends*, ed. by C. Pertsova, Hauppauge NY 2008, s. 1–11.

¹⁵ J. Fabisiak, J. Kupiński, J. Michalak, H. Nowik, *Dywersyfikacja źródeł pozyskiwania energii jako element bezpieczeństwa państwa*, „Logistyka” nr 2011, nr 5, s. 538–539.

¹⁶ G. Gromadzki, W. Konończuk, *Energetyczna gra. Ukraina, Mołdawia i Białoruś między Unią a Rosją*, Warszawa 2007, s. 11–13; zob. B. Molo, *Polityka bezpieczeństwa energetycznego Federacji Rosyjskiej* oraz M. Tomala, *Bezpieczeństwo energetyczne Litwy, Łotwy i Estonii*, [w:] *Międzynarodowe bezpieczeństwo energetyczne w XXI wieku*, red. E. Cziomer, Kraków 2008.

¹⁷ *Global Trends in Renewable Energy Investment 2015*, UNEP, s. 13, http://fs-unep-centre.org/sites/default/files/attachments/unep_gtr_data_file_11_may_2015_amc_lm.pdf [dostęp: 16.03.2016].

rozwoju gospodarczego państw. Szybki wzrost udziału sektora energii odnawialnej do 2030 r. mógłby doprowadzić do utworzenia w UE ponad 3 mln miejsc pracy, utrzymania pozycji Europy jako lidera w dziedzinie energii odnawialnej i zwiększenia konkurencyjności UE w skali globalnej. Należy zwrócić uwagę na korzyści ekonomiczne związane z tym rynkiem. Na przykład Raport IRENA pokazuje, że największe zatrudnienie w energetyce odnawialnej mają Chiny (3,39 mln), Brazylia (934 tys.), Stany Zjednoczone (724 tys.) oraz Indie (437 tys.). W UE najlepsze wyniki miały Niemcy (371 tys.) oraz Francja (176 tys.).¹⁸

Podsumowując, można zauważyć, że korzyści z wdrażania energii odnawialnej nie dotyczą jedynie środowiska naturalnego, ale gospodarki i polityki państwa. Jej wadą są dość wysokie koszty inwestycyjne, które jednak w dłuższej perspektywie zwracają się, mogą też być zaczątkiem nowej gałęzi przemysłu, kreując dochody ze sprzedaży: nowoczesnych technologii, urządzeń do produkcji energii odnawialnej czy też wyprodukowanej energii. Wskazane elementy wskazują na duży potencjał ekonomiczny za-inwestowanych środków w tę gałąź gospodarki.

Potencjał OZE państw nordyckich

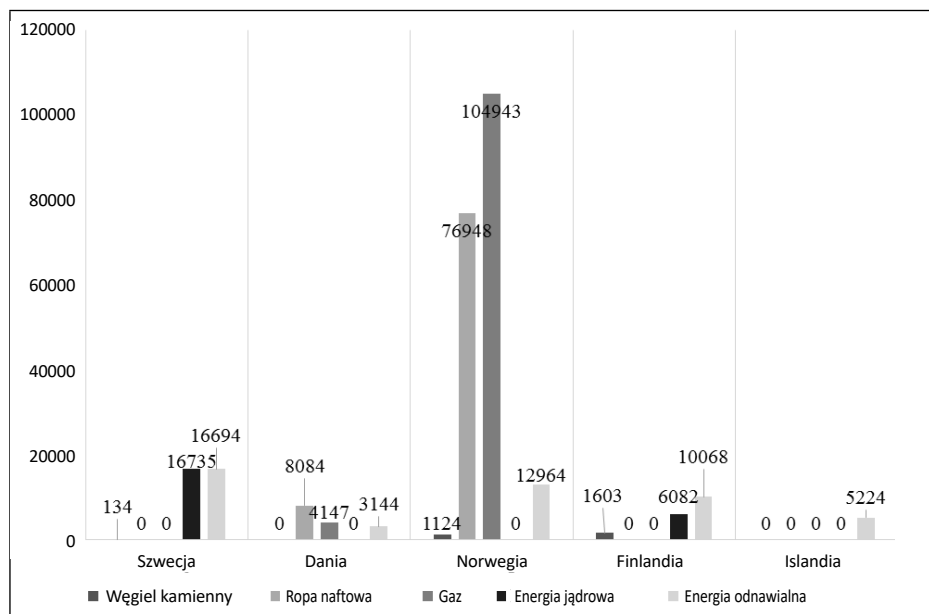
Rynek energii jest zbiorem uzgodnień dotyczących warunków działalności uczestników rynku wytwarzania, handlu, dostaw i konsumpcji. W jego strukturze można wyróżnić sześć typów kultur energetycznych¹⁹: gazową, węglową, jądrową, naftową, mieszaną (w której występuje zbliżony udział ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla przy znaczącym udziale energii jądrowej i odnawialnej) oraz zrównoważoną (w której dominuje udział energii odnawialnej przy prawie zerowym udziale paliw kopalnych). Na poniższym wykresie przedstawiono dane dotyczące źródeł energii występujących w państwach nordyckich w 2014 r.

Jak pokazują zamieszczone na wykresie (rys. 1) dane, ropa naftowa oraz gaz ziemny stanowią szczególnie dużą część energii w Norwegii. Wyróżnia się ona kulturą naftową zarówno wśród państw nordyckich, jak i całej UE (28 państw), które łącznie dysponują 64 520 mln ton ropy naftowej i 117 985 mln m³ gazu. Natomiast żadne z państw nordyckich nie jest uzależnione od energii cieplnej wytwarzanej z węgla. Jego niewielkie ilości posiada Norwegia i Finlandia oraz Szwecja, jednak udział tego pierwiastka w całości produkowanej energii jest marginalny (0,01%), i zdecydowanie niższy niż energii odnawialnej (0,2%). Udział zielonej energii w państwach nordyckich jest dość wysoki (łącznie wynosi ok. 48 tys. ktoe), co stanowi ok. 25% energii odnawialnej produkowanej we wszystkich 28 państwach UE. Poza tym należy zauważyć, że rynek energii odnawialnej jest rozbudowany we wszystkich państwach nordyckich. Oznacza to m.in., że Norwegia mimo posiadanych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego nie zaniedbała inwestycji w źródła odnawialne, utrzymując drugą pozycję wśród Nordyków w ich produkcji. Szwecja, Islandia oraz Finlandia opierają swoją gospodarkę

¹⁸ *Renewable Energy Benefits: Measuring the Economics*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi 2016, s. 38, http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Measuring-the-Economics_2016.pdf [dostęp: 30.03.2016].

¹⁹ P. Frączek, *Kultura energetyczna krajów nordyckich*, „Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy” 2014, nr 3 (39), s. 443–448.

energetyczną na energii odnawialnej, której produkcja ma pierwszoplanowe znaczenie. Interesującym przypadkiem jest Islandia – pozyskująca znaczną część energii wykorzystywanej do ogrzewania ze źródeł geotermalnych i w zakresie produkcji energii elektrycznej prawie całkowicie uzależniona od energii wodnej. Brak tradycyjnych, kopalnych surowców sprawia, że jest jednym z niewielu państw wysoko rozwiniętych wytwarzających tak mało dwutlenku węgla.



Rysunek 1. Struktura źródeł energii w regionie nordyckim (ktoe)

Źródło: Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00076&language=en> [dostęp: 27.01.2016].

Struktura źródeł energii w państwach europejskich wpływa na ich bezpieczeństwo. Zależność energetyczna wskazuje, w jakim stopniu gospodarka opiera się na imporcie w celu zaspokojenia swoich potrzeb energetycznych²⁰. W tabeli 1 przedstawiono zależność energetyczną państw nordyckich na tle państw Unii Europejskiej w wybranych latach²¹.

Jak wskazują dane zamieszczone w tabeli, zależność energetyczna UE-28 od importu surowców energetycznych wzrosła w latach 2000–2014 z poziomu 45,7% do 53,4%. Najwyższy poziom zależności energetycznej, na poziomie 54,6%, odnotowano w 2008 r. Tendencja ta nie utrzymuje się w grupie państw związanych ze strefą euro, gdzie zależność uległa niewielkiemu zmniejszeniu, z 64,1% do 60% (jednak nadal

²⁰ T. Tylec, *Bezpieczeństwo dostaw energii w Unii Europejskiej – wyzwania i ograniczenia*, „Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach” 2015, nr 228, s. 94–95.

²¹ Wskaźnik zależności energetycznej jest obliczany jako import netto dzielony przez sumę zużycia energii brutto, zob. <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/web/table/description.jsp> [dostęp: 27.03.2016].

w tej grupie państw jest wyższa niż w przypadku wszystkich państw UE. Na tym tle zdecydowanie najlepiej wypada Norwegia, która nie jest zależna od importu energii (sama jest eksporterem ropy naftowej i gazu ziemnego, a z drugiej strony rozwija sektor energii odnawialnej). Niewielką, kilkunastoprocentową zależnością mogą pochwalić się Islandia oraz Dania. Ta druga do 2010 r., podobnie jak Norwegia, cieszyła się niezależnością energetyczną. Z kolei zależność Szwecji jest wyższa od trzech omawianych państw nordyckich, ale utrzymuje tendencję spadkową. Finlandia w grupie państw nordyckich ma najwyższy poziom zależności (48,8%), jednak jest ona niższa zarówno od UE-19, jak i UE-28²².

Tabela 1. Zależność energetyczna państw nordyckich na tle UE w latach 2000–2014 (%)

	2000	2005	2010	2014
EU-28	45,7	52,2	52,6	53,4
EU-19	64,1	65,0	62,0	60,3
Dania	-35,0	-49,8	-15,7	12,8
Norwegia	-733,1	-703,2	-499,0	-569,6
Szwecja	40,7	36,8	36,6	32,0
Finlandia	55,1	54,2	47,8	48,8
Islandia	30,5	31,1	18,5	13,9

Źródło: Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310&plugin=1> [dostęp: 20.03.2016].

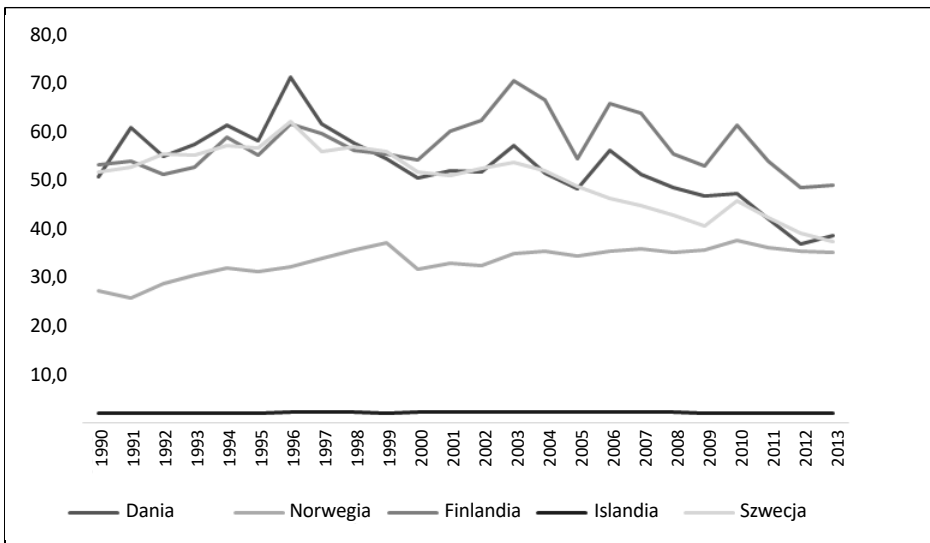
Produkcja oraz zużycie energii wpływają na środowisko naturalne. Jednak podstawowym problemem nie jest ilość wyprodukowanej czy zużytej energii, ale fakt, że źródłem jej pochodzenia są paliwa kopalne. Dlatego konsekwencją wykorzystywania nieodnawialnych źródeł energii jest zanieczyszczenie środowiska, w tym wysoka emisja CO₂, przyczyniająca się do efektu cieplarnianego. Na poniższym wykresie (rys. 2) przedstawiono dane dotyczące emisji CO₂ w państwach nordyckich.

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych uważa się nie tylko za kluczowy krok w kierunku zapewnienia stabilnego środowiska naturalnego, lecz także długofalowego zrównoważenia gospodarek państw. Aby zająć się tym problemem, większość państw ratyfikowała Protokół z Kioto, który wygasł w 2012 r.²³. W dokumencie tym nałóżono na gospodarki uprzemysłowione cel redukcji emisji o 5% w stosunku do poziomu z 1990 roku. Jak pokazują umieszczone na wykresie dane, w 2013 r. (po zakończeniu obowiązywania Protokołu z Kioto) na Islandii i w Norwegii emisje gazów cieplarnianych wciąż przekraczały poziom z 1990 r. Jednak należy pamiętać, że Islandia z 300 tys. mieszkańców należy do małych państw, a ponadto energia produkowana

²² Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310&plugin=1> [dostęp: 20.03.2016].

²³ Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, United Nations, 1998, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> [dostęp: 10.01.2016].

tam jest ze źródeł geotermalnych. Stąd można wnioskować, że na Islandii nawet w przyszłości będzie dość trudno zredukować i tak już dosyć niski poziom emisji, ponieważ paliwa kopalne wykorzystywane są tam głównie w transporcie (nie ma dziś alternatywy dla tego sektora). Również w Norwegii, choć nie obniżyła zgodnie z Protokołem emisji CO₂ do poziomu z 1990 r., ilość produkowanych gazów cieplarnianych nie jest zbyt wysoka (porównując do pozostałych państw nordyckich). Warto podkreślić, iż w Norwegii w latach 1965–2011 zapotrzebowanie na energię pierwotną wzrosło aż o 154,9%, czemu towarzyszyły znaczące zmiany w strukturze jej źródeł²⁴. W tym okresie trzykrotnie zwiększono moc hydroelektrowni oraz wprowadzono inne źródła odnawialne, które łącznie prawie w całości zaspokajają zapotrzebowanie kraju na dostawy energii. Z kolei w Finlandii udało się wyrównać poziom emisji z 1990 r. w roku 2000, 2005 i 2008, a nawet zejść poniżej tego poziomu w 2009 i 2011 r. (w 2010 r. emisja była wyższa). Zarówno w Finlandii, Danii, jak i Szwecji emisje były poniżej poziomu z 1990 r. w roku 2012 – w Danii utrzymują się one poniżej tego poziomu od 2007 r., w Finlandii – od 2011 r., natomiast w Szwecji – od przełomu 1998 i 1999 r. Te trzy państwa w 2012 r. przekroczyły zakładany cel o 15–25%²⁵.



Rysunek 2. Emisja CO₂ w latach 1990–2013 (w kilotonach)

Źródło: Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310&plugin=1> [dostęp: 20.03.2016].

²⁴ P. Frączek, *Uwarunkowania polityki energetycznej Norwegii*, „Polityka Energetyczna” 2013, t. 16, z. 3, s. 130.

²⁵ Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310&plugin=1> [dostęp: 20.03.2016].

Wybrane przykłady rozwoju sektora energii odnawialnej w państwach nordyckich

Efektywność związana z rozwojem energii odnawialnych może być kluczowym czynnikiem wzrostu gospodarczego w najbliższych dziesięcioleciach. Obecnie energia odnawialna wciąż okazuje się droższa niż tradycyjna, jednak podstawą ekologicznej energetyki w państwach nordyckich jest wysoka świadomość społeczna, polegająca na zrozumieniu, iż bogactwo państwa nie zależy wyłącznie od zgromadzonego kapitału, ale również od jakości życia²⁶. Kraje regionu nordyckiego od lat współpracują ze sobą w celu stworzenia ram umożliwiających rozwój skutecznych, konkurencyjnych, bezpiecznych i zrównoważonych systemów energetycznych²⁷. Przywiązują coraz większą wagę do realizacji zasad zrównoważonego rozwoju, co wymusza podjęcie szeregu innowacyjnych działań na rzecz upowszechnienia energii odnawialnej.

Każde z pięciu państw nordyckich przyjęło odmienną strategię rozwoju zielonej energetyki, uwzględniając przede wszystkim posiadane zasoby wody, wiatru lub inne. Szwecja specjalizuje się m.in. w wykorzystywaniu odpadów i recyklingu. Elektrownie, które wykorzystują odpady, dostarczają aż 20% ciepła zasilającego prywatne domy. Co więcej, Szwedzi kupują nawet śmieci od swoich sąsiadów (m.in. z Norwegii) w celu ich spalania, ponieważ są w stanie wykorzystać własne odpady do tego stopnia, że zaczyna ich brakować. Wśród wielu pomysłów związanych z rynkiem energii odnawialnej należy wyróżnić koncepcję SymbioCity, która ma na celu zaprojektowanie miasta w kierunku zrównoważonego rozwoju. Na przykład miasto Linköping w południowej Szwecji wykorzystuje odpady żywności z barów i restauracji do produkcji biogazu. Projekt zużywania odpadów do spalania w Linköping daje każdego roku 3422 ton biogazu, co przyczyniło się do zwiększenia jego produkcji o 1 334 580 m³ (równowartość 12,65 GWh), głównie do wykorzystania w transporcie publicznym. Poza tym roczna produkcja nawozów dla rolnictwa wzrosła o 3422 tony, a produkcja fosforu i azotu o 689 kg i 7,1 tony. Korzyści dla środowiska są wyraźnie widoczne. Maceratory odpadów skutecznie obsługują odpady organiczne, które następnie przeznaczają się na biogaz. Likwiduje to równocześnie potencjalny problem gospodarki odpadami, a także pomaga zminimalizować wysypiska. Z kolei w zakładach Norrmejerier w Umeå unikatowy system wykorzystuje serwatkę z odpadów do produkcji mleka do wytwarzania biogazu na paliwo i ogrzewanie. Rezultatem jest mniejsze zużycie oleju, spadek emisji gazów cieplarnianych i kosztów transportu. System działa poprzez pompowanie przefiltrowanej serwatki i ścieków z linii produkcyjnej do zbiorników, gdzie materia organiczna rozkłada się w warunkach beztlenowych. Proces ten powoduje wytwarzanie biogazu, który następnie jest spalany w kotle parowym, a wysokie ciśnienie pary zapewnia ogrzewanie i ciepłą wodę. W sumie proces daje 35 000 kWh energii dziennie i 10 000 MWh biogazu rocznie. Osady powstałe podczas produkcji są transportowane do pobliskiej oczyszczalni ścieków i stosowane do produkcji

²⁶ Zob. W. Nowiak, *Nordycki model „welfare state” w realiach XXI wieku. Dylematy wyboru i ewolucja systemu w społeczeństwach dobrobytu – wnioski praktyczne*, Poznań 2011, s. 11 i n.

²⁷ *Nordic Efficiency – New Nordic Climate Solutions at World Efficiency*, <http://www.norden.org/en/theme/new-nordic-climate-solutions/nordic-efficiency/in-focus/nordic-energy-cooperation> [dostęp: 20.03.2016].

pelletu, wypełniacza stosowanego w budownictwie drogowym. Dodatkowo korzyści wynikają z tego, iż biogazownia zmniejszyła roczne zużycie ropy naftowej w Norrmejerier o 2500 m³ i roczną emisję CO₂ o 9500 ton, tlenków azotu i dwutlenku siarki o 9,3 i 3,9 tony²⁸.

Szwecja to znakomity przykład ekologicznej energetyki. Jednym z najnowszych proekologicznych projektów są urządzenia, dzięki którym udało się osiągnąć rekordowe, bo przekraczające 95%, ograniczenie emisji dwutlenku węgla. Zostały one zainstalowane w opalanej węglem sztokholmskiej elektrowni Vartavarket, należącej do fińskiego koncernu energetycznego Fortum i norweskiego Sargasu. Metoda nazywana Ultra Low Emissions Technology (ULET), okazała się w pełni skuteczna przy zastosowaniu jej w wymiarze przemysłowym. Z wypowiedzi Petera Lundstroema, dyrektora pionu technologii koncernu Fortum wynika, że dzięki ULET węgiel może być traktowany jako czyste i bezpieczne ekologiczne paliwo energetyczne²⁹.

Warunki geologiczne czynią Islandię doskonałym miejscem do wykorzystywania energii wody. Posiada ona duże zasoby hydrologiczne, co wpłynęło na otwarcie w 1904 r. w Hafnarfjörður pierwszej na świecie elektrowni wodnej, wytwarzającej 9 kW mocy. Sukces tego przedsięwzięcia przyczynił się do jej rozwoju. W kolejnych latach budowano coraz większe hydroelektrownie, a wśród nich na uwagę zasługuje projekt hydroelektrowni Kárahnjúkar o mocy 690 MW. Budowa rozpoczęła się w 2003 r., pod koniec 2007 r. uruchomiono sześć turbin. Głównym odbiorcą produkowanej energii (4,6 TWh rocznie) jest huta aluminium Alcoa nad fiordem Reyðarfjörður. Właścicielem największej hydroelektrowni Islandii jest Landsvirkjun³⁰, a koszty jej budowy wynosiły około 1,3 mld EUR. Koszty te zostały pokryte w ramach międzynarodowych kontraktów wynegocjowanych na podstawie długoterminowej umowy z hutą Alcoa.

Islandczycy są również pionierami w wykorzystaniu energii geotermalnej. Stosują ją do ogrzewania domów, topnienia śniegu, zasilania basenów ciepłą wodą i szklarni geotermalnych. Najważniejsze elektrownie to: Nesjavellir (elektrociepłownia, 120 MW), Reykjanes (100 MW), Hellisheiði (90 MW) i Krafla (60 MW). Obok zastosowania w ciepłownictwie ciekawym przykładem wykorzystania energii geotermalnej jest Blue Lagoon, dająca dodatkowe korzyści z turystyki³¹.

Norweskie doświadczenia, podobnie jak islandzkie, związane z wykorzystaniem wody do produkcji energii. W Norwegii natura jest prawdziwym bogactwem, co pozwala pozyskiwać w pełni ekologiczne zasoby energetyczne. Tania energia z hydroelektrowni pokrywa około 99% zapotrzebowania kraju na energię, mimo że Norwegia posiada zasoby ropy naftowej i gazu.

²⁸ U. Ranhagen, K. Groth, *The SymbioCity Approach. A Conceptual Framework for Sustainable Urban Development*, Stockholm 2012, <http://www.symbiocity.org/PublicDownloads/The%20SymbioCity%20Approach/SCA%20full%20version%20286,1%20Mb%29.pdf> [dostęp: 15.03.2016].

²⁹ B. Dyląg, *Energetyka. Ekologiczne elektrownie węglowe. Czy to możliwe?*, 17.06.2008, <http://www.hotmoney.pl/nabiezaco/ENERGETYKA-Ekologiczne-elektrownie-weglowe-Czy-to-mozliwe-a2744> [dostęp: 20.03.2016].

³⁰ Jest to stworzone na potrzeby energetyki publiczne przedsiębiorstwo, które zarządza hydroelektrowniami.

³¹ *Blue Lagoon Geothermal Spa in Iceland*, <http://www.bluelagoon.com> [dostęp: 30.03.2016].

Inny sposób na rozwój odnawialnej energetyki wybrała Finlandia. W związku z zimnym klimatem i północnym położeniem tego kraju eksperci zwrócili uwagę, że duża część energii zużywana jest na ogrzewanie mieszkań. Dlatego skoncentrowano uwagę na powstawaniu domów niskoenergetycznych. Pozwalają one na bieżąco monitorować zużycie energii. Taki ekologiczny dom można na przykład „wyłączyć” (tj. po wyjściu z domu przelącza się on na tryb niskiego zużycia energii). Elektryfikacja ruchu drogowego to kolejny krok Finlandii w stronę ekologicznej energetyki, bowiem auta zasilane energią elektryczną zmniejszają znacząco emisję spalin. Przyjazne dla środowiska są również elektrociepłownie, które wykorzystują proces kogeneracji (tj. jednoczesnej produkcji energii cieplnej i elektrycznej)³².

Ostatnie z pięciu państw nordyckich rozwija elektrownie wiatrowe, które wygenerowały aż 140% zapotrzebowania w energię elektryczną Danii w 2015 r. Dzięki temu zaspokojono potrzeby wewnętrzne, a nadwyżki sprzedano do Szwecji, Norwegii i Niemiec. W grudniu 2013 r. 57,4% energii elektrycznej pochodziło z turbin wiatrowych, z których znaczna liczba ustawiona jest na morzach. W wyniku tym spory udział ma morska farma wiatrowa w pobliżu wyspy Anholt³³, którą oddano do użytku w połowie 2013 r. Składa się ona ze 111 turbin o łącznej mocy 400 MW i jest trzecią pod względem mocy morską farmą wiatrową.

Podsumowanie

Podsumowując powyższe rozważania, można zauważyć, że zewnętrzne skutki stosowania paliw kopalnych, takie jak wpływ na środowisko, nie są w pełni uwzględniane przy badaniu konkurencyjności i bogactwa państw. Mimo braku mierzalnych dowodów na korzyści wynikające z inwestowania w sektor energii odnawialnej, państwa regionu nordyckiego są przykładem umiejętnie prowadzonej polityki łączącej cele związane z zapewnieniem bezpieczeństwa środowiskowego i gospodarczego. Na podstawie przeprowadzonej analizy można wskazać korzyści wynikające z wdrażania energii odnawialnej: podane w opracowaniu przykłady pokazują, iż energia pozyskiwana ze słońca, wiatru, morza, ciepła Ziemi, wody i biomasy może być przyjazną dla środowiska, zrównoważoną alternatywną metodą zaspokojenia zapotrzebowania na energię i wpływa korzystnie na środowisko oraz redukcję emisji CO₂; podejmowane przez Nordyków działania przyczyniają się do zwiększenia pewności dostaw energii dla odbiorców finalnych, tym samym prowadzą do uniezależnienia sektora energetycznego od zagranicznych dostawców; pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych (OZE) pozwala na zwiększenie dobrobytu społecznego i gospodarczego poprzez np. zwiększenie liczby miejsc pracy; zwraca uwagę kompleksowe podejście do innowacji technologicznych oraz sposobów ich wdrażania w państwach nordyckich; dzięki temu ekoinnowacje występują na każdym szczeblu struktur państwowych (od gospodarstwa domowego, poprzez region, do poziomu państw); interesujące jest wykorzystanie dla wspierania rynku energii odnawialnej nowych technologii

³² *Finlandia zamierza do 2050 r. zredukować emisję gazów cieplarnianych o 80%*, http://cordis.europa.eu/news/rcn/35264_pl.html [dostęp: 17.03.2016].

³³ *Anthol offshore wind farm*, <http://www.anholt-windfarm.com/en> [dostęp: 10.03.2016].

oraz innowacyjnych rozwiązań, które mają potencjał rozwoju całego sektora gospodarczego obejmującego: handel technologiami, urządzeniami czy energią oraz tworzenie nowych branż, np. związanych z turystyką, edukacją.

Z pewnością technologie przetwarzania energii oparte na odnawialnych źródłach energii nie są doskonałe. Sama energia odnawialna nie rozwiązuje wszystkich problemów, zwłaszcza bez uwzględnienia poprawy efektywności energetycznej i oszczędności energii. Jednak doświadczenia państw nordyckich w produkcji urządzeń, technologii oraz samej energii pokazują, że rozwiązania te mogą zostać zastosowane i upowszechnione w pozostałych państwach europejskich, w tym również w Polsce.

Energia odnawialna jako kluczowy element bezpieczeństwa zaopatrzenia energetycznego i środowiskowego państw nordyckich

Streszczenie

Celem niniejszego artykułu jest analiza czynników, które decydują o rozwoju sektora energii odnawialnej w krajach nordyckich. Tradycyjne nośniki energii są przyczyną problemów społecznych, ekonomicznych i klimatycznych. W tym kontekście nie ma wątpliwości, że odnawialne źródła energii stanowią kluczowy element dla zapewnienia bezpieczeństwa państwa. Czyste technologie energetyczne są niezbędne dla zwalczania ubóstwa lub promowania zrównoważonego rozwoju i jakości środowiska. Zadaniem artykułu jest ukazanie, jak produktywnie wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w krajach nordyckich może przyczynić się do lepszej ochrony środowiska, rozwoju gospodarczego czy zapewnienia bezpieczeństwa.

Słowa kluczowe: środowisko, bezpieczeństwo energetyczne, energia odnawialna, region nordycki

Renewable energy as key element of energy and environmental security in Nordic countries

Abstract

The aim of this article is to analyse factors which determined the renewable energy sector in the Nordic countries. Energy is at the heart of widespread social, economic, and climate problems. In this context, there is no doubt that renewable energy sources constitute a key element of security in different countries. Clean energy technologies are vital for alleviating poverty, or promoting sustainability and environmental quality. The article shows how the productive use of renewable energy in the Nordic countries helps to improve environment, raises incomes, and provides security.

Key words: environment, energy security, renewable energy, Nordic Region

Возобновляемые источники энергии – ключевой элемент безопасности энергоснабжения и охраны окружающей среды государств Северной Европы

Резюме

Целью данной статьи является анализ факторов, определяющих развитие сектора возобновляемой энергетики в государствах Северной Европы. Традиционные источники энергии зачастую остаются причиной социальных, экономических и климатических проблем. В этом контексте не вызывает сомнений, что возобновляемые источники энергии являются ключевым элементом обеспечения безопасности государства. Чистые энергетические технологии имеют важное значение для борьбы с нищетой и содействуют политике устойчивого развития и повышения качества окружающей среды. В статье указано, как продуктивное использование возобновляемых источников энергии в странах Северной Европы может способствовать охране окружающей среды, экономическому развитию и обеспечению безопасности. **Ключевые слова:** окружающая среда, энергетическая безопасность, возобновляемые источники энергии, государства Северной Европы