

Jarosław MIKOŁAJEC
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Katedra Stosowanych Nauk Społecznych
e-mail: jaroslaw.mikolajec@polsl.pl

MIĘDZY MEGAPROJEKTAMI ENERGETYCZNYMI A ENERGETYKĄ ROZPROSZONĄ: O WSPÓŁCZESNYCH DYLEMATACH LOKALIZACJI PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Streszczenie. Sposoby produkcji, dystrybucji i użytkowania energii elektrycznej zmieniają się w czasie. W wyniku walki ze zmianami klimatycznymi we współczesnej energetyce wzrasta znaczenie energii odnawialnej. Towarzyszy temu tendencja do rozproszenia źródeł energii. Skrajnym przejawem takiego rozproszenia jest prosumpcja – zjawisko polegające na tym, że producent jest równocześnie konsumentem energii. A jednak energia odnawialna nie musi być energią rozproszoną. Istnieje wiele projektów, które zakładają tworzenie wielkich elektrowni na podstawie źródeł odnawialnych (wodne, wiatrowe, słoneczne, pływowe, geotermalne, oparte na biomasie i inne). Nowoczesna energetyka powinna się opierać na zróżnicowaniu nie tylko w zakresie źródeł produkcji energii elektrycznej, ale także wielkości zakładów energetycznych.

Słowa kluczowe: energia odnawialna, energetyka rozproszona, globalne ocieplenie, megaprojekty energetyczne, prosumpcja

BETWEEN ENERGY MEGAPROJECTS AND DISTRIBUTED ENERGY GENERATION: ABOUT CONTEMPORARY DILEMMAS OF THE LOCALIZATION OF ELECTRICITY PRODUCTION

Summary. The methods of the production, distribution and use of electricity change over time. As a result of combating climate change, the importance of renewable energy is increasing in contemporary energetics. This is accompanied by a tendency to dissipate energy sources. An extreme manifestation of this dispersion is prosumption, a phenomenon in which one party is both a producer and consumer of energy. However, renewable energy does not have to be dissipated. There are many projects that involve

the creation of large power plants based on renewable energy sources (hydro, wind, solar, tidal, geothermal, biomass-based, etc.). Modern energy should be based on diversity, not only in terms of the sources of electricity production, but also in terms of the size of power plants.

Keywords: renewable energy, distributed generation, global warming, energy megaprojects, prosumption

1. Wprowadzenie

Źródła i sposoby uzyskiwania i użytkowania energii zmieniały się w ciągu tysiącleci ludzkiej historii, jednak szybkość tych zmian po rewolucji przemysłowej znacznie wzrosła. Angielska rewolucja przemysłowa związana była z wynalazkiem i udoskonaleniem maszyny parowej (Th. Newcomen, J. Watt). Wynalazek ten spowodował wzrost zapotrzebowania na węgiel, a w konsekwencji koncentrację przemysłu wokół jego złóż.

Od końca XIX wieku podstawową formą energii, jaką produkuje i używa człowiek, stała się energia elektryczna. Swoją dominującą rolę zawdzięcza ona szczególnym własnościom, takim jak łatwość transportu, rozdziału, regulacji, możliwość zastosowania w urządzeniach elektrycznych, duża sprawność przy przetwarzaniu na inne rodzaje energii. Pierwsza elektrownia została uruchomiona w 1868 roku w pobliżu Rothbury w północno-wschodniej Anglii. W początkowym okresie dominowała produkcja energii elektrycznej z hydroelektrowni, jednak szybko na pierwsze miejsce wysunęła się energetyka cieplna. Jak cały kluczowy przemysł, również produkcja energii elektrycznej została związana z eksploatacją węgla i skoncentrowana w okręgach węglowych.

Wiele czynników składa się na to, że przyszłość energetyki stanowi podstawowy problem współczesnej polityki gospodarczej w skali globalnej, państwowej, regionalnej i lokalnej. Współczesne zmiany cywilizacyjne obejmują struktury społeczne, technologię, infrastrukturę. Nie przebiegają one w izolacji, ale łącznie i wzajemnie na siebie wpływają. Wśród przemian technologicznych zmiany źródeł i sposobów dystrybucji energii, zwłaszcza energii elektrycznej, zajmują najważniejsze miejsce.

We współczesnej energetyce rozpoczyna się kolejna rewolucja: szybki rozwój energetyki rozproszonej. Jest to w pewnym zakresie powrót do czasów dominacji energii mechanicznej, która z istoty pozyskiwana była ze źródeł rozproszonych (siła ludzka i zwierzęca, wiatr, woda, a później również para wodna). Jej główną, ale nie jedyną przyczyną są postępujące zmiany klimatyczne, globalne ocieplenie wywołane czynnikami antropogenicznymi, zwłaszcza spalaniem paliw kopalnych. Konsekwencją tego faktu jest konieczność zastąpienia

dotychczasowej energetyki ciepłej nowymi jej formami, które będą sprzyjać ochronie klimatu przed niekorzystnymi zmianami¹.

Globalne ocieplenie dolnych warstw atmosfery to temat modny, a zarazem wywołujący kontrowersje. Spotykają się w nim nauki przyrodnicze i społeczne, a równocześnie refleksja naukowa z opinią publiczną. Według Międzyrządowego Zespołu do spraw Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) prognozy modeli klimatycznych wykazują, że średnia temperatura powierzchni Ziemi wzrośnie w XXI wieku o 1,1-6,4°C². Może to wywołać dalsze, w znacznej mierze nieprzewidywalne, zmiany w środowisku naturalnym, które stanowić będą poważne zagrożenie dla egzystencji świata żywego i ludzkości.

Rządy większości państw podpisały protokół z Kioto mający na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych, co musi spowodować radykalne zmiany w sposobie uzyskiwania energii elektrycznej. Traktat został wynegocjowany w 1997 roku, wszedł w życie w 2005 roku. Kluczowe jest pytanie o przyczyny gwałtownego ocieplenia troposfery. Spór o to, czy jest ono spowodowane czynnikami naturalnymi czy antropogenicznymi, jest już rozstrzygnięty przez profesjonalną klimatologię na rzecz drugiej opcji³. Mimo to istnieje silnie oddziałująca na opinię publiczną opozycja wobec ustaleń naukowych. Na określenie upartego trwania przy błędnych poglądach, mimo ich odrzucenia przez naukę, czyli powstania naukowego konsensusu w danej dziedzinie, stworzono pojęcie *denializmu*, od angielskiego *deny* (zaprzeczać). Jego przykładem może być negacja zbrodni reżymów totalitarnych (lub wręcz przeciwnie – ich wyolbrzymianie), zaprzeczanie zagrożeniom niektórymi chorobami zakaźnymi, kreacjonizm w biologii, monoteizm pierwotny w etnologii i religioznawstwie. Najczęściej jednak pojęcie to kojarzone jest z konsekwentnym negowaniem ustaleń nauki w zakresie przyczyn zmiany klimatu⁴.

Istnieje więc aktywna opozycja zaprzeczająca antropogenicznemu pochodzeniu zmian klimatycznych. Występuje ona równocześnie przeciwko podejmowanym krokom na rzecz ratowania klimatu. W omawianym przypadku jest rzecznikiem tradycyjnych metod produkcji energii elektrycznej i niechętna ich zmianom. Główną motywacją podejmowanych przez nią działań są czynniki ekonomiczne – wyższe koszty uzyskiwania energii ze źródeł

¹ Lewandowski W.M.: Proekologiczne odnawialne źródła energii. WNT, Warszawa 2006.

² IPCC, Summary for Policymakers, [in:] Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge-New York, p. 13.

³ Oreskes N.: The scientific consensus on climate change. How do we know we're not wrong?, [in:] DiMento J.F., Doughman P. (eds.): Climate Change. What it means for Us, our Children and our Grandchildren. MIT Press, Cambridge 2007, p. 65-99.

⁴ Lawler A.: Climate change: battle over IPCC chair renews debate on U.S. climate policy. "Science", Vol. 296, 12.04.2002, p. 232-233.

odnawialnych. Do tego dochodzą również koszty społeczne. W Polsce wiążą się one z koniecznością zamykania nierentownych kopalń węgla i zwolnieniami grupowymi.

Produkcja jednostki energii odnawialnej jest współcześnie droższa niż produkcja energii w elektrowniach ciepłych. Jednak w związku ze szkodami, jakie wywoła globalne ocieplenie w perspektywie międzypokoleniowej, to właśnie produkcja energii elektrycznej w elektrowniach ciepłych wygeneruje znacznie większe koszty niż produkcja energii odnawialnej. Jednak współczesne społeczeństwo nie działa w kategoriach interesów przyszłych pokoleń. Dobrze oddaje to tak zwany paradoks Giddensa. Angielski socjolog A. Giddens twierdzi, że ludzką postawę wobec problemu globalnego ocieplenia cechuje swoisty „paradoks”, który sam nazwał swoim nazwiskiem. Człowiek skoncentrowany jest na celach bliskich, a jeżeli reaguje na katastrofy, to tylko aktualne lub te, których nadejście jest „namacalne”. Ponieważ globalne ocieplenie nie nabrało jeszcze takich własności, ludzie będą je ignorować. Kiedy jednak zorientują się, że stanowi rzeczywiste zagrożenie i zaczną podejmować kroki w celu jego powstrzymania, będzie już za późno⁵.

2. Zmiany źródeł produkcji energii elektrycznej w Polsce i w Niemczech

Tendencje współczesnych zmian strukturalnych dotyczących źródeł produkcji energii elektrycznej zamierzam przedstawić na przykładzie Polski i Niemiec. Wybór tych państw nie jest przypadkowy. Leżą one w środkowej Europie, mają podobną powierzchnię i względnie podobne warunki naturalne. Niemcy są jednak państwem o ponad dwukrotnie większej liczbie ludności, górują również nad Polską wielkością podstawowych wskaźników makroekonomicznych i poziomem rozwoju technologicznego. Cechą wspólną tych państw jest również duże znaczenie w produkcji energii elektrycznej obu rodzajów węgla: kamiennego i brunatnego.

Europa z kontynentu dominującego w produkcji węgla kamiennego stała się współcześnie jednym z jego najmniejszych producentów (przed znajdującą się na ostatnim miejscu Ameryką Południową), pozostaje natomiast największym producentem węgla brunatnego. Na przełomie XIX i XX wieku w Europie wydobywano około 60% światowego węgla kamiennego, a jedynym wielkim producentem poza starym kontynentem były Stany Zjednoczone⁶. Dla porównania w 2012 roku wśród pierwszej dziesiątki największych producentów były tylko dwa państwa europejskie (w nawiasie podano wydobycie w milionach ton): 1. Chiny (3796); 2. Stany Zjednoczone (938); 3. Indie (602); 4. Indonezja (488); 5. Australia (383); 6. Rosja

⁵ Giddens A.: Klimatyczna katastrofa. Prószyński Media, Warszawa 2010.

⁶ Ciepielewski J., Kostrowicka I., Landau Z., Tomaszewski Z.: Dzieje gospodarcze świata do 1975 roku. PWE, Warszawa 1977, s. 105-106.

(304); 7. Republika Południowej Afryki (286); 8. Kazachstan (133); 9. Kolumbia (99); 10. Polska (87)⁷. Biorąc pod uwagę, że większość rosyjskiego węgla wydobywa się w Azji (Zagłębie Kuźnieckie), faktyczna pozycja krajów europejskich jest jeszcze niższa (około 3% światowego wydobycia, co można porównać z 51% światowej produkcji Chin).

Uwagi te nie dotyczą jednak węgla brunatnego. Państwa europejskie można podzielić na kraje o historycznej dominacji wydobycia węgla kamiennego, brunatnego i wydobywające oba rodzaje węgla. Pierwsze z nich to tradycyjne państwa „węglowe”, których zagłębia skoncentrowane są w tak zwanym Blue Banana, przemysłowym pasie ciągnącym się od Anglii, poprzez północną Francję, dolinę Renu do północnych Włoch. W położonych w jego obrębie zagłębiach węgla kamiennego, które od początku XIX do połowy XX wieku były kluczowymi okręgami przemysłowymi Europy Zachodniej, nie prowadzi się już wydobycia lub jest ono w stanie zaniku. Węgiel kamienny spalany współcześnie w elektrowniach zachodnioeuropejskich jest importowany z innych kontynentów. Drugie to państwa Europy Południowo-Wschodniej, które wciąż produkują znaczne ilości węgla brunatnego (Grecja, Serbia, Rumunia, Bułgaria, Węgry). Wreszcie trzy państwa Europy Środkowej: Polska, Niemcy i Czechy tradycyjnie wydobywały w dużych ilościach oba rodzaje węgla.

Znamienne jest, że Niemcy wciąż produkują znaczne ilości węgla brunatnego, podczas gdy wydobycie węgla kamiennego dobiega w tym kraju końca. Jest to sytuacja zaskakująca, bowiem węgiel brunatny jest najbardziej szkodliwym z punktu widzenia ochrony klimatu paliwem. Dzieje się tak dlatego, że jest to równocześnie paliwo najtańsze, co spowodowane jest odkrywkową metodą jego wydobycia. Zarówno w Polsce, jak i w Niemczech wzrasta względne znaczenie węgla brunatnego kosztem kamiennego. W Polsce w 2014 roku wydobycie węgla kamiennego stanowiło około 50% wydobycia z 1990 roku, a węgla brunatnego 94%. Analogiczne wartości dla Niemiec wyniosły odpowiednio 10% i 46%. Inaczej niż w Polsce w energetyce niemieckiej węgiel brunatny ma większe znaczenie niż kamienny, którego większość pochodzi z importu.

Czynniki ekonomiczne zdecydowały o dużym udziale węgla w produkcji energii elektrycznej nawet w przypadku wysoko rozwiniętych państw. Dotyczy to także Niemiec, w których 1/4 energii elektrycznej produkowana jest z najgorszego pod względem emisji dwutlenku węgla paliwa, ale zarazem najtańszego – węgla brunatnego. W 2015 roku procentowy udział poszczególnych źródeł energii elektrycznych w ogóle jej produkcji wynosił: węgiel kamienny – 18%, węgiel brunatny – 24%, gaz ziemny i produkty naftowe – 10%, energia jądrowa – 14%, źródła odnawialne – 34%⁸. Duży udział węgla brunatnego jest jednak sytuacją przejściową. Wysoka kultura ekologiczna i rozwinięte technologie sprawiają,

⁷ <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>.

⁸ <http://energytransition.de/2016/01/germany-is-20-years-away-from-100-percent-renewable-power-not/>.

że udział energii odnawialnej szybko rośnie: w roku 2000 – 6%, w roku 2014 – 30%, zaś na rok 2050 przewiduje się 80%.

W produkcji energii elektrycznej Polska nadal bazuje na węglu kamiennym i brunatnym. W 2013 roku źródła te dostarczyły odpowiednio 51% i 33% energii elektrycznej produkowanej w kraju. Również w Polsce wzrasta znaczenie energii odnawialnej, jednak jest to proces o wiele wolniejszy niż w Niemczech. W przeciwieństwie do Niemiec Polska nie ma elektrowni jądrowych. Energia uzyskana ze źródeł odnawialnych stanowi jedynie 8% ogółu produkcji, a do 2030 roku wartość ta ma wzrosnąć do 19%⁹. Do 2030 roku wzrośnie też nieznacznie (do 7%) produkcja energii elektrycznej z gazu ziemnego¹⁰.

Porównanie Polski i Niemiec pokazuje, że przemiany struktury źródeł produkcji energii elektrycznej nawet wśród państw sąsiednich i pod wieloma względami podobnych są silnie uzależnione od poziomu rozwoju technologii, a także świadomości ekologicznej obywateli. Przemiany strukturalne w światowej energetyce nie zachodzą więc równomiernie. Wzrostu udziału energii odnawialnej w Polsce jest znacznie wolniejszy niż w Niemczech. Tego rodzaju różnice w przyszłości mogą doprowadzić do znacznych dysproporcji w strukturze produkcji energii w poszczególnych państwach i ich grupach.

3. Energetyka rozproszona i skoncentrowana: dialektyka wielkich i małych struktur w przestrzeni geograficznej i gospodarce

Do istoty produkcji energii elektrycznej należy to, że zawsze miała miejsce w zakładach o różnej wielkości i była w mniejszym lub większym stopniu rozproszona. Zróżnicowanie to jest o wiele większe niż w przypadkach zakładów innych branż przemysłu. Istnieją elektrownie wodne o mocy rzędu 10 000 MW i 100 kW (0,1 MW) i mniejszej. Pojęć *mega-*, *mikro-*, *nano-*, *pico-* używa się w energetyce, a nie na przykład na oznaczenie zdolności produkcyjnej w fabrykach samochodów, telewizorów czy obuwia. Największe elektrownie mają moc i zdolność produkcyjną około miliona razy większą od najmniejszych. Trudno sobie natomiast wyobrazić, by obok giganta przemysłu samochodowego produkującego rocznie milion pojazdów istniał zakład produkujący zaledwie kilka sztuk. Zapora Trzech Przełomów na Jangcy w Chinach dostarcza energii elektrycznej równej 3/5 rocznej produkcji Polski, a równocześnie istnieją elektrownie wodne zaopatrujące w energię małe osady, a nawet pojedyncze gospodarstwa.

Skrajne rozproszenie produkcji energii elektrycznej polega na produkowaniu jej dla własnych potrzeb. Producent staje się zarazem konsumentem. Zjawisko to nazwano

⁹ <http://wysokienapiecie.pl/rynek/1468-rynek-energii-w-polsce-w-2015>.

¹⁰ <http://www.rynek-energii-elektrycznej.cire.pl>.

prosumpcją. Wyraz ten pochodzi od zbitki części wyrazów *produkcja* i *konsumpcja*¹¹. Mimo istotnych racji stojących za rozwojem energetyki rozproszonej, w tym prosumenckiej, nowe formy produkcji i dystrybucji energii nie muszą być z konieczności zawsze rozproszone. Pokazują to na przykład kontrowersje, jakie powstały wokół budowy małych elektrowni wodnych. Elektrownie te dostarczają względnie czystej energii elektrycznej, ale równocześnie zaburzają reżym wodny i stosunki panujące w ekosystemie. Zwrócono uwagę na fakt, że nie zawsze to co małe jest „dobre” lub, wyrażając się językiem E.F. Schumachera „piękne”.

Produkcję energii elektrycznej cechuje więc „dialektyka skali”. Wraz z powstaniem potrzeby rozwoju energetyki odnawialnej nabrała ona szczególnego znaczenia. Rodzi się pytanie, dlaczego energia odnawialna musi być energią rozproszoną? Do powstania wielkich złóż paliw kopalnych potrzeba było zbiegu szeregu korzystnych czynników i długiego czasu. Dlatego też są one zlokalizowane w określonych miejscach. Biomasa tworząca się w krótkich odcinkach czasu jest rozproszona w przestrzeni geograficznej w miarę równomiernie, ale powstały z niej węgiel jest skoncentrowany w nielicznych zagłębieniach, bowiem nie zawsze istniały warunki pozwalające przekształcić ją w paliwo kopalne. Torfowiska są w Polsce znacznie bardziej rozproszone niż złoża węgla brunatnego, te zaś bardziej niż złoża węgla kamiennego.

Nie zawsze jednak tego typu „dialektyka” ma istotnie miejsce. W przestrzeni geograficznej istnieją nagromadzenia źródeł odnawialnych, na przykład biomasy. Ta sama uwaga dotyczy również pozostałych rodzajów rozproszonych źródeł energii (wiatr, rzeki, pływy morskie, energia słoneczna). Ich koncentracja ma miejsce nawet mimo tego, że są często źródłami efemerycznymi, „ulotnymi”, „czasowymi”, czyli niegromadzącymi energii na przyszłość, jak to ma miejsce w przypadku powstałych z materii organicznej paliw kopalnych. Ta właśnie właściwość decyduje o tym, że mogą istnieć „zagłębienia” energii odnawialnej. Podaje to w wątpliwość istnienie jednoznacznego związku między odnawialnością i rozproszeniem energii. Źródła energii nieodnawialnej mogą być rozproszone (małe złoża paliw kopalnych), a równocześnie źródła energii odnawialnej mogą występować w przestrzeni geograficznej w sposób skoncentrowany.

E.F. Schumacher, autor publikacji *Małe jest piękne*, w wykładzie wygłoszonym w 1968 roku w Londynie twierdził: „Chciałbym podkreślić tę dwoistość ludzkich wymagań w kwestii rozmiaru. Nie ma jednej odpowiedzi na pytanie o właściwą skalę. Do różnorodnych celów człowiek potrzebuje rozmaitych struktur – małych i dużych, zamkniętych i otwartych dla każdego. Niestety, ludzie jakoś nie umieją pomieścić w swoich głowach tych dwóch pozornie przeciwstawnych konieczności. Mają nieposkromioną tendencję do szukania jednego rozwiązania, zupełnie jak gdyby życie mogło mieć jakiegokolwiek inne rozwiązanie niż śmierć.

¹¹ Szymusiak T.: Prosument – Prosumpcja – Prosumeryzm. Ekonomiczne oraz społeczne korzyści presumpcji na przykładzie Polski oraz Niemiec (podejście naukowe). Bezkrępy Wiedzy, 2015.

Podstawowym dążeniem każdej konstruktywnej pracy jest zawsze przywrócenie takiej czy innej równowagi. Skoro światową bolączką jest niemal powszechny kult wielkiej skali, to moim obowiązkiem jest podnosić zalety małego. (Gdyby panowało powszechne uwielbienie małego, niezależnie od przedmiotu i od celu, należałoby działać w odwrotnym kierunku).

Problem skali można ująć jeszcze inaczej: przede wszystkim trzeba oddzielić od siebie różne sprawy. Każde działanie ma pewną, sobie tylko właściwą skalę. Im bezpośredniejsze, im bardziej osobiste to działanie – tym mniejsza liczba osób może być przy nim zaangażowana i tym więcej układów i więzi międzyludzkich, które trzeba stworzyć. Wyciągnijmy naukę z następującego przykładu: wysłuchujemy wciąż uczonych wywodów o wyższości maszyn uczących nad innymi formami nauczania. Sprecyzujmy jednak – czego właściwie chcemy nauczyć? I widzimy natychmiast, że pewnych rzeczy można uczyć tylko w wąskim, kame-ralnym gronie, podczas gdy innych możemy oczywiście uczyć *en masse* – za pośrednictwem radia, telewizji, maszyn uczących czy w jeszcze inny sposób.

Tak więc skala zależy od tego, co chcemy robić. Pytanie o skalę jest dziś niesłychanie istotne, zarówno w sprawach politycznych, społecznych i ekonomicznych, jak i we wszystkich innych. Na przykład, jaka wielkość miasta jest najlepsza? Albo, można również spytać, jaka wielkość kraju jest najlepsza? To są poważne i trudne pytania. Nie da się zaprogramować komputera i otrzymać na nie odpowiedzi. Naprawdę poważne sprawy naszych czasów nie są problemem matematycznym. Nie umiemy skalkulować, co jest słuszne, ale aż za dobrze wiemy, co słuszne nie jest. Potrafimy rozróżnić, co jest słuszne, a co niesłuszne w przypadkach skrajnych, ale zwykle nasze oceny nie są dość precyzyjne, by móc powiedzieć: *Tego powinno być 5 procent więcej albo tamtego o 5 procent mniej*¹².

Czy słowa te nie są w czasach globalizacji, a właściwie glocalizacji, dialektyki globalizacji i lokalizacji, bardziej aktualne niż kiedykolwiek? Czy odgórnie można zadekretować, nie analizując szczegółowo każdego przypadku, że „dobre i piękne” jest duże lub małe, skupione lub rozproszone, globalne lub lokalne? Czy zmiana sposobu produkcji energii elektrycznej, która w obliczu gwałtownych zmian klimatycznych jest nieunikniona, musi polegać wyłącznie na rozdrobnieniu i rozproszeniu jej źródeł?

4. Megaprojekty energetyki odnawialnej

We współczesnym świecie jest miejsce na wielką, czyli nie rozdrobnioną i przestrzennie rozproszoną energetykę odnawialną. Chciałbym się skupić na wybranych przykładach

¹² Schumacher E.F.: *Małe jest piękne. Spojrzenie na gospodarkę świata z założeniem, że człowiek coś znaczy.* Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa, 1981, s. 80-81.

wielkich projektów energetycznych. Ze względu na ich rozmiar często określane są one mianem projektów inżynierii globalnej lub megaprojektów.

Należy wyjść od stwierdzenia faktu, że wielka energetyka odnawialna już istnieje. Jest więc faktem, a nie postulatem na przyszłość. W 2016 roku na świecie funkcjonowały 34 wielkie elektrownie o mocy ponad 5000 MW. Wśród nich było 14 elektrowni wodnych, 11 ciepłych (jedną z nich jest Bełchatów – największa na świecie elektrownia opalana węglem brunatnym), 8 jądrowych i jedna wiatrowa. Warto również zaznaczyć, że spośród 10 największych pod względem mocy elektrowni na świecie, czynnych jest 9 elektrowni wodnych i jedna jądrowa. Biorąc pod uwagę fakt, że elektrownie jądrowe mają zawsze dużą moc i ze względów technologicznych nie ma małych elektrowni tego typu, faktyczna przewaga elektrowni wodnych wśród największych zakładów produkujących energię elektryczną jest jeszcze wyraźniejsza. Największą elektrownią świata jest Tama Trzech Przełomów na Jangcy w Chinach o mocy 22 500 MW, dostarczająca rocznie 99 TWh energii elektrycznej¹³. W liczącej 150 lat historii produkcji energii elektrycznej największą elektrownią pod względem mocy na świecie była zawsze elektrownia wodna.

Wśród tych największych obiektów brak jest elektrowni opartych na innych źródłach odnawialnych, z którymi wiąże się duże nadzieje na przyszłość. Jest zaledwie jedna gigantyczna farma wiatrowa Gansu w środkowych Chinach o aktualnej mocy 12 700 MW, z planowaną rozbudową do 20 000 MW (a więc porównywalną z Tamą Trzech Przełomów) w 2020 roku. Brak jest jednak gigantycznych elektrowni pływowych, słonecznych, geotermalnych, wykorzystujących energię fal, opartych na spalaniu biomasy i innych. Nie zawsze wynika to stąd, że elektrownie te z przyczyn technicznych nie mogą osiągnąć mocy rzędu kilku tysięcy MW, ale z tego, że nie wykorzystano jeszcze większości możliwości pozyskiwania energii elektrycznej. Gigantycznych elektrowni opartych na tych rozwiązaniach technicznych jeszcze nie ma, co nie znaczy, że nie zostaną uruchomione w przyszłości.

Nadzieje na ich powstanie nie są bezpodstawne. Można wymienić wiele miejsc w przestrzeni geograficznej, których warunki dla stworzenia wielkich elektrowni opartych na źródłach odnawialnych są bardzo korzystne i w których planuje się uruchomienie produkcji energii elektrycznej. Przedstawię w ogólnym zarysie poszczególne rodzaje energii odnawialnej, podając przykłady miejsc potencjalnych gigantycznych elektrowni.

1. Klasyczna energetyka wodna. W 2013 roku produkcja energii elektrycznej z elektrowni wodnych wyniosła 3874 TWh, co stanowi około 20% produkcji światowej energii elektrycznej. Istnieją możliwości dalszej jej rozbudowy, dlatego też jej udział w ogóle produkcji energii elektrycznej wzrośnie w ciągu 25 lat o około 3%. W wielu krajach takich jak Chiny, Indie i Brazylia energetyka wodna zostanie znacznie rozbudowana. Siedem państw produkowało w 2013 roku ponad 100 TWh energii elektrycznej: Chiny (920), Kanada (392), Brazylia (391),

¹³ Hao Xin: Three Gorges Dam: Into the Unknown. „Science”, Vol. 321, 1 August 2008.

USA (290), Rosja (183), Indie (142), Norwegia (129). Norwegia i Paragwaj produkują prawie całą energię elektryczną z elektrowni wodnych¹⁴.

Przykładem wielkiego projektu hydroenergetycznego na skalę kontynentu może być wielka tama Inga na wodospadach u ujścia rzeki Kongo do Atlantyku w Demokratycznej Republice Kongo. Projekty mniejszych elektrowni wodnych w tym regionie zostały już zrealizowane. Docelowa moc ma wynieść 39 000 MW, co znacznie przewyższa największą istniejącą aktualnie elektrownię wodną, jaką jest Tama Trzech Przełomów. Ponieważ w Afryce subsaharyjskiej ujście Konga jest centralnie położone, powstanie gigantycznej elektrowni wodnej może mieć znaczenie ogólnoafrykańskie, a więc przekraczające granice Konga.

2. Energetyka pływowa. Istnieją znaczne możliwości rozwoju elektrowni wykorzystujące pływy oceaniczne. Najstarszą z nich uruchomiono w 1966 roku w Saint Malo nad Kanałem La Manche w północnej Francji. Kilka dużych projektów w tym zakresie realizuje Korea Południowa. Liczba akwenów o znacznych rozmiarach pływów jest ograniczona, dlatego też wielkie elektrownie pływowe mogą powstawać tylko w niektórych miejscach. W sferze projektów są gigantyczne elektrownie pływowe: Severn Barrage w Zachodniej Anglii (8640 MW), Mieżeńska u wylotu Morza Białego (10 000 MW) i Penzyńska w północnej części Morza Ochockiego (87 100 MW).

3. Energetyka wiatrowa. Dynamicznie rozwija się energetyka wiatrowa wykorzystująca siłę wiatru, czyli ruch mas powietrza o przeważającej składowej poziomej. Moc elektrowni wiatrowych, jak również ich udział w ogóle produkcji energii gwałtownie rośnie, w tempie około 25% rocznie. W 2014 roku elektrownie wiatrowe dostarczyły 706 TWh energii elektrycznej (3% ogólnej produkcji światowej). Największymi producentami są USA, Chiny, Hiszpania, Niemcy i Indie. Największy udział energii wiatrowej w ogóle produkowanej energii elektrycznej miały w 2016 roku Dania (41%), Portugalia (23%), Irlandia (20%) i Hiszpania (19%). Powierzchnia Ziemi jest bardzo zróżnicowana ze względu na możliwość generowania energii z wiatru. Generalnie rzecz biorąc obszary morskie i nadmorskie mają znacznie korzystniejsze warunki do produkcji energii elektrycznej niż lądowe. Stąd też podział farm wiatrowych na bardziej wydajne morskie (*offshore*) i lądowe (*onshore*)¹⁵.

Przykładem zespołów elektrowni *offshore* mogą być farmy wiatrowe powstałe na Morzu Północnym, w gospodarczych sektorach Wielkiej Brytanii, Niemiec, Danii, Holandii i Belgii. Farmy te wybudowane są na płycznach, w różnej odległości od brzegu. Ich sieć jest rozbudowywana w szybkim tempie. Znamiennym faktem jest, że energia elektryczna wyprodukowana na Morzu Północnym transportowana jest tymi samymi drogami co ropa naftowa i gaz ziemny, których wydobycie ze względu na wyczerpywanie się złóż maleje.

¹⁴ https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf.

¹⁵ Bilgili M., Yasar A., Simsek E.: Offshore Wind Power development in Europe and its comparison with onshore counterpart. "Renewable and Sustainable Energy Reviews". Vol. 15, February 2011, p. 905-915.

4. Energetyka solarna. Wykorzystuje ona do produkcji energii elektrycznej energię promieniowania słonecznego. Znaczenie energetyki solarnej pod względem dostępności i tempa rozwoju porównywane jest z energią wiatrową. Rozwija się od niej w szybszym tempie (około 40% rocznie), jednak obecnie jest mniej rozwinięta (około ¼ części produkcji energetyki wiatrowej). Znamienny jest szybki spadek kosztów produkcji energetyki słonecznej, co może być powodem tego, że już w perspektywie dziesięciu lat stanie się ona najtańszym źródłem energii elektrycznej. Najkorzystniejsze warunki dla produkcji energii solarnej mają obszary międzyzwrotnikowe, jednak rozwija się ona z powodzeniem również na obszarach wyższych szerokości geograficznych.

Przykładem globalnego projektu solarnego może być zarzucony projekt Desertec, według którego na obszarze państw saharyjskich miał powstać gigantyczny zespół elektrowni solarnych o łącznej mocy 50 000 MW, co zaspokoiłoby 15% zapotrzebowania na energię elektryczną państw europejskich. Wysokie koszty, nadwyżki energii w Europie oraz niespokojna sytuacja polityczna w państwach arabskich spowodowały zarzucenie tego projektu. Import energii elektrycznej z Sahary mógłby być postrzegany jako kontynuacja importu ropy naftowej i gazu ziemnego z tych obszarów. Różne rodzaje energii transportowane byłyby w tym samym kierunku. Energia elektryczna transportowana byłaby tymi samymi drogami co ropa naftowa i gaz ziemny¹⁶.

5. Energetyka geotermiczna. Wykorzystuje energię cieplną pochodzącą z wnętrza Ziemi. Ograniczona jest do obszarów o korzystnych z punktu widzenia możliwości pozyskania energii warunkach geologicznych. Najkorzystniejsze warunki istnieją na obszarach sejsmicznych i wulkanicznych. Należą do nich Islandia, Filipiny, Indonezja, Japonia, Nowa Zelandia, Włochy, zachodnia część USA. W mniejszym zakresie energetyka tego rodzaju rozwijana jest również na innych obszarach o korzystnej z tego punktu widzenia budowie geologicznej. Istnieją znaczne możliwości rozbudowy energetyki geotermalnej.

Powyższy przegląd jest jedynie zarysem problematyki „dużej” i „skoncentrowanej” energetyki odnawialnej. Nie obejmuje wszystkich jej źródeł, na przykład biomasy czy fal morskich. Możliwość budowy dużych i bardzo dużych elektrowni odnawialnych, o mocy znacznie przekraczającej 1000 MW świadczy o tym, że nowa energetyka nie musi być wyłącznie energetyką małej skali, o znacznym rozproszeniu. Odnawialna energetyka „duża” i „mała”, skoncentrowana przestrzennie i rozproszona, nie muszą się wzajemnie wykluczać, ale mogą uzupełniać.

¹⁶ <https://newint.org/features/2015/03/01/desertec-long/>.

Bibliografia

1. Bilgili M., Yasar A., Simsek E.: Offshore Wind Power development in Europe and its comparison with onshore counterpart. „Renewable and Sustainable Energy Reviews”. Vol. 15, February 2011.
2. Ciepielewski J., Kostrowicka I., Landau Z., Tomaszewski Z.: Dzieje gospodarcze świata do 1975 roku. PWE, Warszawa 1977.
3. Giddens A.: Klimatyczna katastrofa. Prószyński Media, Warszawa 2010.
4. Hao Xin: Three Gorges Dam: Into the Unknown. „Science”, Vol. 321, 1 August 2008.
5. IPCC, Summary for Policymakers, [in:] Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds.): Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge-New York 2007.
6. Lawler A.: Climate change: battle over IPCC chair renews debate on U.S. climate policy. „Science”, Vol. 296, 12.04.2002.
7. Lewandowski W.M.: Proekologiczne odnawialne źródła energii. WNT, Warszawa 2006.
8. Oreskes N.: The scientific consensus on climate change. How do we know we're not wrong?, [in:] DiMento J.F., Doughman P. (eds.): Climate Change. What it means for Us, our Children and our Grandchildren. MIT Press, Cambridge 2007.
9. Schumacher E.F.: Małe jest piękne. Spojrzenie na gospodarkę świata z założeniem, że człowiek coś znaczy. PIW, Warszawa 1981.
10. Szymusiak T.: Prosument – Prosumpcja – Prosumeryzm. Ekonomiczne oraz społeczne korzyści presumpcji na przykładzie Polski oraz Niemiec (podejście naukowe). Bezkręsy Wiedzy, 2015.
11. <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm>, 15.05.2016.
12. <http://energytransition.de/2016/01/germany-is-20-years-away-from-100-percent-renewable-power-not/>, 15.05.2016.
13. <http://wysokienapiecie.pl/rynek/1468-rynek-energii-w-polsce-w-2015>, 15.05.2016).
14. <http://www.rynek-energii-elektrycznej.cire.pl>, 15.05.2016.
15. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf, 15.05.2006.
16. <https://newint.org/features/2015/03/01/desertec-long/>, 15.05.2006.

Abstract

The method of production and distribution of electricity has changed radically. Thermal energy is being replaced by dispersed renewable sources. Dispersed generation of electricity is accompanied by the implementation of renewable energy megaprojects.