

Magdalena BLOK
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Katedra Surowców Energetycznych
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
e-mail: magdalena.blok92@gmail.com

Technika Poszukiwań Geologicznych
Geotermia, Zrównoważony Rozwój nr 2/2015

Barbara TOMASZEWSKA
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Katedra Surowców Energetycznych
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
e-mail: barbara.tomaszewska@agh.edu.pl
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN
Zakład Odnawialnych Źródeł Energii i Badań
Środowiskowych
ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków

POTENCJAŁ MAŁYCH ELEKTROWNI WODNYCH NA ŚWIECIE ORAZ ISTNIEJĄCE SYSTEMY WSPIERANIA ICH BUDOWY

STRESZCZENIE

Małe elektrownie wodne (MEW) to obiekty wykorzystujące energię wód śródlądowych, która jest przez nie pozyskiwana, a następnie przetwarzana na energię mechaniczną i elektryczną przy użyciu hydrogeneratorów i turbin wodnych (Kalda, Kliś 2012). Budowa obiektów małej energetyki wodnej może przynieść znaczące korzyści środowiskowe oraz gospodarcze. W artykule zestawiono wartości potencjałów małych elektrowni wodnych na świecie, ze szczególnym zwróceniem uwagi na kraje Europy Wschodniej, do których należy Polska. Ponadto przedstawiono istniejące systemy wsparcia odnawialnych źródeł energii (OZE), do których należą małe elektrownie wodne.

SŁOWA KLUCZOWE

Małe elektrownie wodne, potencjał MEW, systemy wsparcia OZE

* * *

WPROWADZENIE

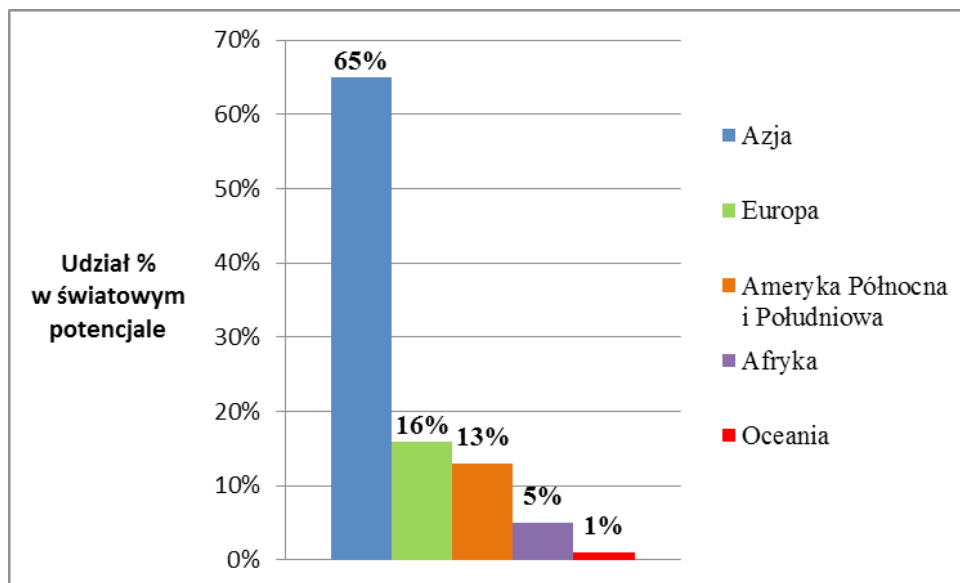
Wzrastające zanieczyszczenie środowiska, powodujące zmiany klimatyczne oraz zmiany w środowisku naturalnym, skłania do większego zainteresowania energetyką wykorzystującą odnawialne źródła, tj. wiatr, słońce, ciepło ziemi oraz wodę. Przedsięwzięcia mające na celu inwestycje w ten rodzaj energii przynieść mogą korzyści zarówno w skali globalnej, jak regionalnej (Operacz i in. 2014).

Obecnie brakuje międzynarodowego porozumienia dotyczącego definicji małych elektrowni wodnych (MEW). W różnych krajach termin ten ma różne znaczenie, a za kryterium przyjmuje się na ogół moc elektrowni (Steller i in. 2010). W Chinach oraz Indiach do tej kategorii zalicza się obiekty wyposażone w turbiny o łącznej mocy nieprzekraczającej 25 MW. We Francji za granicę przyjęto 10 MW, we Włoszech 3 MW, w Polsce – 5 MW, a w Szwecji – 1,5 MW. Moc MEW wynosząca do 10 MW jest jednak ogólnie przyjętą granicą przez Europejskie Stowarzyszenie Małej Energetyki Wodnej (ESHA), Komisję Europejską (EU) oraz Międzynarodową Unię Producentów i Dystrybutorów Energii Elektrycznej (UNIPEDE) (Kucukali 2014).

1. POTENCJAŁ MEW NA ŚWIECIE

Według Raportu o Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych na Świecie (WSHPDR 2013) sporządzonego przez Organizację Narodów Zjednoczonych ds. Rozwoju Przemysłowego (UNIDO) oraz Międzynarodowe Centrum Małych Elektrowni Wodnych (ICSHP) małe elektrownie wodne o mocy zainstalowanej do 10 MW zlokalizowane są w 152 krajach na świecie. Według danych WSHPDR 2013 światowy potencjał małych elektrowni wodnych wynosi w przybliżeniu 173 GW. Wykorzystywany jest on jednak tylko w 43%, gdyż moc zainstalowana małych elektrowni wodnych o wymienionej mocy do 10 MW wynosi na świecie około 75 GW. Na rysunku 1 przedstawiono światowy potencjał zasobów małej energetyki wodnej o mocy osiągalnej do 10 MW. Więcej niż połowa światowego potencjału małej energetyki wodnej (65%) zlokalizowana jest na kontynencie azjatyckim. Europa posiada około 16% światowego potencjału, Ameryka Północna i Południowa około 13%, Afryka – 5%, zaś Oceania – 1% (WSHPDR 2013).

W tabeli 1 zestawiono potencjały małej energetyki wodnej oraz ich moce zainstalowane w poszczególnych regionach świata. Europa charakteryzuje się największym wykorzystaniem potencjału, wynoszącym 68%. Pomimo tego, że Azja uznawana jest za kontynent o największym potencjale zasobów (rys. 1), wykorzystywany jest on w 41%, przez co kontynent ten klasuje się na trzeciej pozycji (tab. 1). Najniższym wykorzystaniem potencjału małej energetyki wodnej, wynoszącym 7%, charakteryzuje się Afryka.



Rys. 1. Światowy potencjał zasobów małej energetyki wodnej o mocy osiągalnej do 10 MW (na podstawie: WSHPDR, 2013)

Fig. 1. Global distribution of small hydropower resource potential up to a capacity of 10 MW (based on: WSHPDR, 2013)

2. POTENCJAŁ MEW W EUROPIE

Krajem w Europie, który charakteryzuje się najwyższym potencjałem małej energetyki wodnej wynoszącym 7 066 MW są Włochy (WSHPDR 2013). Skupiony jest on głównie w północnej części kraju, w regionie Lombardia, w prowincji Sondrio (Platform Water Management in the Alps, A Platform within the Alpine Convention, 2011). Potencjał ten wykorzystywany jest jednak w małym stopniu. Moc zainstalowana wynosi 2 735 MW, co stanowi 38% potencjału. Wysoki potencjał, wśród krajów Europy Południowej, posiadają także Hiszpania – 2 185 MW oraz Grecja – 2 000 MW (WSHPDR 2013.) W Hiszpanii regionem charakteryzującym się największą mocą zainstalowaną w małych elektrowniach wodnych jest Kastylia i León. Przykładem małej elektrowni wodnej w tym regionie jest przepływowa MEW na rzece Pisuerga o mocy 400 kW (Alonso-Tristán i in. 2011). W Grecji najwięcej MEW zlokalizowanych jest w regionach: Macedonia Środkowa, Grecja Środkowa, Epir oraz Tesalia (Malesios 2010). Spośród krajów Europy Północnej najwyższy potencjał energetyki wodnej mają Norwegia (1 778 MW) oraz Szwecja (1 230 MW). W obu krajach potencjał ten wykorzystywany jest w około 95% (WSHPDR 2013). Sogn og Fjordane to region w zachodniej Norwegii charakteryzujący się dużą liczbą MEW. Obecnie na tamtym obszarze ma miejsce znaczny rozwój małej energetyki wodnej (Bakken i in. 2012). Francja oraz Niemcy to kraje Europy Zachodniej mające najwyższy potencjał energetyki wodnej, wynoszący odpowiednio 2 615 MW i 1 830 MW (WSHPDR 2013).

Tabela 1

Potencjał małej energetyki wodnej oraz moc zainstalowana małych elektrowni wodnych na świecie
(na podstawie: WSHPCR 2013)

Table 1

Global small hydropower potential and installed capacity of small hydropower plants in the world
(based on: WSHPCR 2013)

Obszar	Potencjał małej energetyki wodnej [MW]	Moc zainstalowana małych elektrowni wodnych [MW]	Wykorzystanie potencjału [%]
AZJA			
Centralna	4 880,00	183,50	4
Wschodnia	75 312,00	40 485,00	54
Południowo-wschodnia	6 682,50	1 251,80	19
Południowa	18 077,18	3 562,70	20
Zachodnia	7 753,81	488,86	6
SUMA	112 705,49	45 971,86	41
EUROPA			
Północna	3 841,30	3 643,30	95
Wschodnia	3 495,30	735,10	78
Południowa	12 239,00	5 625,00	46
Zachodnia	6 644,00	5 809,00	87
SUMA	26 219,6	17 812,4	68
AMERYKA			
Północna	9 098,70	7 842,70	86
Centralna	4 116,30	598,50	15
Południowa	9 390,00	1 734,80	18
SUMA	22 605,00	10 176,00	45
KARAIBY	252,40	124,09	49
SUMA	252,40	124,09	49
AFRYKA			
Północna	184,00	115,00	63
Wschodnia	6 261,70	208,64	3
Środkowa	328,00	75,80	23
Południowa	383,50	43,12	11
Zachodnia	742,52	82,49	11
SUMA	7 899,72	525,05	7
AUSTRALIA I NOWA ZELANDIA	932,00	310,00	33
SUMA	932,00	310,00	33
OCEANIA	305,70	102,10	33
SUMA	305,70	102,10	33

Polska jest krajem Europy Wschodniej, do której należą również: Białoruś, Bułgaria, Czechy, Węgry, Rumunia, Słowacja, Mołdawia, Rosja oraz Ukraina. Małe elektrownie wodne w tych krajach są różnie definiowane (tab. 2). W Rosji do obiektów małej energetyki wodnej zalicza się takie, których moc zainstalowana nie przekracza 30 MW, w Polsce oraz na Węgrzech – 5 MW. W pozostałych krajach są to obiekty o mocy osiągalnej do 10 MW (WSHPCR 2013).

Tabela 2

Klasyfikacja małej energetyki wodnej w Europie Wschodniej (na podstawie: WSHPDR 2013)

Table 2

Classification of small hydropower in Eastern Europe (based on: WSHPDR 2013)

Kraj	Małe (MW)
Białoruś ^a	do 10
Bułgaria ^b	do 10
Czechy ^b	do 10
Węgry ^b	do 5
Polska ^b	do 5
Moldawia	–
Rumunia ^b	do 10
Rosja ^c	do 30
Słowacja ^b	do 10
Ukraina	–

^a Białoruski portal internetowy dotyczący energetyki odnawialnej. Podana wartość może być nieoficjalna.

^b Europejskie Stowarzyszenie Małej Energetyki Wodnej (ESHA).

^c Międzynarodowe Czasopismo o Energii Wody i Tamach.

Potencjał małej energetyki wodnej na obszarze Europy Wschodniej (tab. 3) kształtuje się na poziomie 3 495 MW, z czego 2 735,1 MW jest wykorzystywane. Najwyższy potencjał energetyki wodnej posiada Rosja – 1300 MW oraz Rumunia – 730 MW. Białoruś oraz Mołdawia charakteryzują się najniższym potencjałem (WSHPDR 2013).

Całkowity potencjał dla krajów Europy Wschodniej, z wyjątkiem Rosji i Ukrainy, oparty jest na szacowanej mocy zainstalowanej do 2020 roku. Realny potencjał techniczny, jaki posiada Rosja, biorąc pod uwagę elektrownie do 30 MW mocy zainstalowanej, wynosi 350 000 GWh/rok. Planowany do osiągnięcia przez Ukrainę potencjał kształtuje się na poziomie 2 900 GWh/rok (WSHPDR 2013).

W 2010 roku w Polsce zlokalizowane były 722 małe elektrownie wodne o łącznej mocy wynoszącej 275 MW i generowały 1 036 GWh/rok. Do 2020 roku liczba ta ma wzrosnąć do 840 MEW o łącznej mocy zainstalowanej 332 MW. Powinny one pozwolić na wytworzenie 1 130 GWh/rok. Potencjał ten wykorzystywany jest w 83% (WSHPDR 2013).

3. SYSTEMY WSPARCIA

Polska jako kraj członkowski Unii Europejskiej zobowiązała się do spełnienia szeregu zadań proekologicznych do 2020 roku. Zgodnie z Dyrektywą Parlamentu Europejskiego

Tabela 3

Mała energetyka wodna do 10 MW w Europie Wschodniej (na podstawie: WSHPDR 2013)

Table 3

Small hydropower up to 10 MW in Eastern Europe (based on: WSHPDR 2013)

Kraj	Potencjał [MW]	Planowany wzrost [MW]	Moc zainstalowana [MW]	Produkcja [GWh/year]
Białoruś ^a	at least 15,0	–	15,0	28
Bułgaria ^b	380,0	117,0	263,0	630
Czechy ^b	465,0	43,0	297,0	1 159
Węgry ^b	28,0	14,0	14,0	67
Polska ^b	332,0	57,0	275,0	1 036
Mołdawia	1,3	1,2	0,1	b.d.
Rumunia ^b	730,0	343,0	387,0	719
Rosja ^c	1 300,0	b.d.	1 300,0	b.d.
Słowacja ^b	140,0	60,0	80,0	303
Ukraina	104,0	b.d.	104,0	250
Suma	3 495,3	635,2	2 735,1	4 192

b.d. – brak danych

i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz.U. UE L 09.140.16) państwa członkowskie mają obowiązek poprawy efektywności energetycznej we wszystkich sektorach. Ma to na celu osiągnięcie założeń państw członkowskich dotyczących energii ze źródeł odnawialnych. Wyrażone są one w postaci wartości procentowej końcowego zużycia energii brutto. Dodatkowo, obowiązkowym celem dla wszystkich państw członkowskich jest 10% udział energii ze źródeł odnawialnych w transporcie. Polska zobowiązała się do zwiększenia udziału energii wytwarzanej z OZE do 15% końcowego zużycia energii brutto (Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, 2010).

Znaczącą rolę w rozwoju wykorzystania energii odnawialnej – w tym budowy małych elektrowni wodnych – odgrywają systemy wsparcia finansowego. Duże nadzieje wiąże się z programami operacyjnymi w ramach nowej perspektywy na lata 2014–2020. Uzyskanie wsparcia możliwe jest ze środków unijnych w ramach ogólnopolskiego Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ) oraz Regionalnych Programów Operacyjnych (RPO) dla poszczególnych województw. POIiŚ przewiduje wsparcie na budowę MEW wyłącznie na już istniejących budowach piętrzących, wyposażonych w hydroelektrownie, przy jednoczesnym zapewnieniu pełnej drożności budowli dla przemieszczeń fauny wodnej. Wsparcie w ramach RPO będzie koncentrowało się przede wszystkim na inwestycjach o zasięgu regionalnym i lokalnym, bazujących na istniejącym potencjale regionu (POIiŚ 2014).

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) proponuje wsparcie w ramach programu Bocian na lata 2015–2022, który ma na celu rozwój rozproszonych, odnawialnych źródeł energii. Umożliwia on uzyskanie dofinansowania do 50%, na budowę małych elektrowni wodnych, o mocy do 5 MW.

Możliwe jest również uzyskanie bezzwrotnej pomocy finansowej dla Polski w postaci dwóch instrumentów pod nazwą: Mechanizm Finansowy EOG oraz Norweski Mechanizm Finansowy. Potocznie znane są one jako fundusze norweskie. Ten system wsparcia pochodzi z trzech krajów Europejskiego Stowarzyszenie Wolnego Handlu (EFTA), które są również członkami Europejskiego Obszaru Gospodarczego (EOG), tj. Norwegii, Islandii i Liechtensteinu (NFOŚiGW).

Istotną rolę wspierającą wytwarzanie energii elektrycznej w MEW stanowiły do niedawna tzw. „zielone certyfikaty”. Były to prawa majątkowe, które producenci energii elektrycznej otrzymywali w zamian za świadectwa wyprodukowania energii ze źródeł odnawialnych. Można było nimi obracać na Towarowej Giełdzie Energii. Nowa ustawa o odnawialnych źródłach energii (Ustawa OZE 2015) wprowadziła zmianę w tym zakresie. Od 1 stycznia 2016 r. system „zielonych certyfikatów” już nie istnieje. Zastąpiony został nowymi rozwiązaniami, w tym systemem taryf gwarantowanych dla energetyki prosumenckiej. Dla wytwórców energii z mikroinstalacji hydroenergetycznych o mocy do 3 kW przewidziano cenę zakupu energii w kwocie 0,75 zł za 1 kWh i 0,65 zł za 1 kWh dla instalacji o mocy od 3 kW do 10 kWh (Ustawa OZE, 2015). Dla większych przedsięwzięć przewidziano aukcje energii. Preferencyjne ceny sprzedaży odnawialnej energii wytworzonej i wprowadzonej do sieci będą dotyczyły wytwórców, którzy wygrają aukcje ogłaszane przez Urząd Regulacji Energetyki (URE). Cena referencyjna, czyli cena maksymalna sprzedaży na aukcji w danym roku, za 1 MWh energii odnawialnej będzie określana rozporządzeniem ministra właściwego do spraw gospodarki.

WNIOSKI

Światowy potencjał małych elektrowni wodnych wskazuje na duże możliwości wytwarzania energii odnawialnej przy wykorzystaniu wód płynących. Obecnie wykorzystywany jest on w niewielkim stopniu, co miejmy nadzieję ulegnie zmianie w kolejnych latach. Energia wody stanowi bowiem istotne źródło energii, a jej wykorzystanie może przynieść wymierne korzyści gospodarcze i środowiskowe. Potencjał małej energetyki wodnej w Polsce na tle innych państw kształtuje się wciąż na niskim poziomie.

Systemy wsparcia istniejące w Polsce dają inwestorom możliwość zredukowania kosztów budowy obiektów małej energetyki wodnej. W celu spełnienia zobowiązań, których podjęła się Polska w kontekście roku 2020, warto zwrócić uwagę na potencjał i możliwości rozwoju małej energetyki wodnej w naszym kraju.

LITERATURA

- ALONSO-TRISTAN C., GONZALEZ-PENA D., DIEZ-MEDIAVILLA M., RODRIGUEZ-AMIGO M., GARCIA-CALDERON T., 2011 — Small hydropower plants in Spain: A case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, nr 15, s. 2729–2735.
- BAKKEN T.H., SUNDT H., RUUD A., HARBY A., 2012 — Development of small versus large hydropower in Norway – comparison of environmental impacts. *Energy Procedia*, nr 20, s. 188–190.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE.
<http://www.nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/bocian-rozszone-odnawialne-zrodla-energii/>
<http://www.nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-norweskie/>
- KALDA G., KLIŚ K., 2012 — Rozwój małej energetyki wodnej na Podkarpaciu. *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, z. 59.
- KUCUKALI S., 2014 — Environmental risk assessment of small hydropower (SHP) plants: A case study for Tefen SHP plant on Filyos River. *Energy for sustainable development*, nr 19, s. 102–110.
- LIU H., MASERA D., ESSER L., 2013 — World Small Hydropower Development Report 2013. United Nations Industrial Development Organization, International Center on Small Hydro Power. Dostęp: www.smallhydroworld.org.
- MALESIOS C., ARABATZIS G., 2010 — Small hydropower stations in Greece: The local people's attitudes in amountainous prefecture. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, nr 14, s. 2494–2496.
- OPERACZ A., TOMASZEWSKA B., WOJANOWSKA J., 2014 — Małe elektrownie wodne pracujące na wodach technologicznych – przegląd aspektów formalno-prawnych. *Technika Poszukiwań Geologicznych. Geotermia, Zrównoważony Rozwój* nr 2.
- PLATFORM WATER MANAGEMENT IN THE ALPS, A PLATFORM WITHIN THE ALPINE CONVENTION, 2011 — Common Guidelines for the use of small hydropower in the Alpine Region. ANNEX 1: Good practices examples for the use of small hydropower. *Alpine Signals Focus* 1, s. 27–29.
- Program operacyjny infrastruktura i środowisko 2014–2020, 2014. Ministerstwo Infrastruktury i Rozwoju.
- STELLER J., HENKE A., KANIECKI M., 2010 — Jak zbudować małą elektrownie wodną? Przewodnik inwestora. ESHA, Bruksela/Gdańsk, str. 23.
- Ustawa OZE, 2015 — ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015 poz. 478).

GLOBAL SMALL HYDROPOWER PLANTS' POTENTIAL AND THE EXISTING SUPPORT SYSTEMS FOR THEIR CONSTRUCTION

ABSTRACT

Small hydropower plants (SHPs) are facilities which use the energy of inland water, acquire it and then convert it to mechanical and electrical energy using generators and water turbines. The construction of small hydro power facilities can bring significant environmental and economic benefits. The article collates the size of small hydropower plants' potential in the world, with particular emphasis on the countries of Eastern Europe, including Poland. Moreover, the article presents the possible support systems for renewable energy sources (RES), including SHPs.

KEY WORDS

Small hydropower plants, SHPs' potential, RES' support systems

