

Wpłynęło 28.10.2011 r.  
Zrecenzowano 17.01.2012 r.  
Zaakceptowano 07.02.2012 r.

A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

# STAN OBECNY I MOŻLIWOŚCI ROZWOJU ENERGETYKI WODNEJ W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM

Mirosław WIATKOWSKI<sup>1)</sup> ABDEF,  
Czesława ROSIK-DULEWSKA<sup>2)</sup> DF

<sup>1)</sup> Uniwersytet Opolski, Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi

<sup>2)</sup> Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze

## Streszczenie

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (OZE) określa zasady uzyskania przez Polskę 15-procentowego udziału tej energii w całej energii pierwotnej, która będzie wyprodukowana w 2020 r. Z analizy obecnych mocy technologii OZE w Polsce wynika, że największy udział w sumarycznej mocy osiąga energetyka wodna. W pracy przedstawiono analizę stanu obecnego energetyki wodnej oraz możliwości jej rozwoju w województwie opolskim. Autorzy scharakteryzowali małe elektrownie wodne (MEW), określili potencjał energii wodnej w województwie, przedstawili podział energetyki wodnej oraz rolę małych elektrowni wodnych (MEW) w środowisku przyrodniczym i gospodarce regionu. Z pracy wynika, że w województwie opolskim znajdują się 43 elektrownie wodne, w większości przepływowe, o łącznej mocy ok. 29 MW (ok. 135 GWh-rok<sup>-1</sup>), w tym 12 powyżej 1 MW i 31 o mocy poniżej 1 MW. Największe wykorzystanie potencjału energetycznego występuje w powiecie nyskim na Nysie Kłodzkiej. Obecnie planowanych jest 12 elektrowni wodnych, m.in. na Odrze, Nysie Kłodzkiej i Osobłódze, co umożliwi zwiększenie produkcji energii elektrycznej o ok. 4,4 MW (ok. 20 GWh-rok<sup>-1</sup>). W pracy stwierdzono, że w województwie opolskim, na wybranych ciekach, istnieją jeszcze warunki do budowy elektrowni wodnych. Jednak dokładna ocena mocy elektrycznej będzie możliwa po wykonaniu pomiarów hydrologicznych i odpowiednich obliczeń inżynierskich. Do głównych czynników utrudniających rozwój energetyki wodnej autorzy zaliczyli: długotrwałe procedury administracyjne, związane przede wszystkim z uzyskaniem pozwoleń wodno-prawnych i budowlanych, koszty uruchomienia elektrowni oraz brak regulacji prawnych.

**Słowa kluczowe:** energetyka wodna, odnawialne źródła energii, rzeki, województwo opolskie, zrównoważony rozwój

**Adres do korespondencji:** dr hab. inż. M. Wiatkowski, Uniwersytet Opolski, Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi, ul. Oleska 22, 45-052 Opole; tel. +48 77 401-60-27, e-mail: wiatkowski@uni.opole.pl

## WSTĘP

Duże zainteresowanie problematyką odnawialnych źródeł energii (OZE) w Polsce wynika m.in. z potrzeby ochrony środowiska i występujących zmian klimatycznych na Ziemi. Jest także następstwem polityki energetycznej Unii Europejskiej, która w sprawie ochrony klimatu i odnawialnych źródeł energii organizuje szczyty energetyczno-klimatyczne.

Polska, ze względu na członkostwo w Unii Europejskiej, jest zobowiązana, w ramach wspólnej polityki energetycznej UE, do zwiększenia udziału energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej i ciepła. W przyjętym przez Polskę zobowiązaniu planuje się zwiększenie tego udziału do poziomu 15% w 2020 r. Wynika to z dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych [Dyrektywa... 2009].

Dokumentem krajowym, odnoszącym się do odnawialnych źródeł energii, przyjętym w październiku 2009 r. jest Polityka energetyczna Polski do 2030 r. Zawarte są w niej podstawowe kierunki polskiej polityki energetycznej, do których należy zaliczyć: poprawę efektywności energetycznej, rozwój wykorzystania odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw oraz ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko [Ministerstwo Gospodarki 2009].

Z analizy obecnych mocy technologii OZE w Polsce wynika, że największy udział w sumarycznej mocy ma energetyka wodna (41,5 %) [KASPEREK i in. 2010]. Energetyka wodna, którą należy podzielić na tak zwaną dużą i małą energetykę wodną (MEW), w Polsce ma długą tradycję. Od dawna wykorzystywano ją do napędu młynów, tartaków oraz rozmaitych zakładów przemysłowych [HOFFMANN 1992; KOWALEWSKI 2005]. Urządzenia napędzane energią wody przyczyniały się do rozwoju gospodarczego danego regionu.

Potencjał energetyki wodnej jest nierównomiernie rozłożony na terenie kraju. Przeważająca jego część – ok. 68% – występuje w dorzeczu rzeki Wisły, natomiast w dorzeczu rzeki Odry – ok. 17,6% [MATUSZEK 2005]. W Polsce, w 2009 r., elektrownie wodne wyprodukowały 2683 GWh, co stanowi 1,8% ogólnej produkcji energii elektrycznej, wynoszącej 151 697 GWh [SAMBOR, PIEC 2010]. Teoretyczne zasoby hydroenergetyczne Polski wynoszą ok. 23 000 GWh (2700 MW). Zasoby techniczne szacuje się na ok. 13,7 tys. GWh·rok<sup>-1</sup>, co stanowi ok. 10% energii elektrycznej produkowanej w Polsce. Te dane obejmują jedynie rzeki o znaczących przepływach wody. W przypadku mniejszych rzek mamy do czynienia z budową małych elektrowni wodnych (MEW). Polska wykorzystuje swoje zasoby energii wodnej jedynie w 12%. Dla porównania Niemcy korzystają z nich w 80%, Norwegia w 84%, a Francja prawie w 100% [MIKULSKI 1998; SZRAMKA, RÓŻYCKI 1999].

Województwo opolskie ma duży potencjał energetyczny ze źródeł odnawialnych, takich jak: energia wodna, z biomasy, wiatrowa, słoneczna. Odnawialne źródła

dła energii (OZE) stanowią prawie 3-procentowy udział (produkcja energii elektrycznej z OZE – 270,6 GWh-rok<sup>-1</sup>) w bilansie energetycznym tego województwa (produkcja energii elektrycznej – 10105 GWh-rok<sup>-1</sup>). W produkcji energii elektrycznej dominującą rolę odgrywa energetyka wodna (prawie 30%) [Fundacja... 2009; KOSTUŚ 2008; Urząd Marszałkowski 2009b]. Bardzo ważna jest więc identyfikacja istniejącego stanu wykorzystania energetyki wodnej, określenie jej potencjału, a także ocena udziału energii wodnej w województwie, co stanowi cel niniejszej pracy. Szczególną uwagę zwrócono na rolę małych elektrowni wodnych w środowisku przyrodniczym i gospodarczym.

## PODZIAŁ ENERGETYKI WODNEJ

Energetyka wodna jest elementem całej energetyki każdego kraju. Elementem najbardziej ekologicznym, z którym związana retencja sztuczna służy zarówno produkcji energii elektrycznej, jak i regulacji stanów wody w rzekach. Im dany kraj jest bardziej rozwinięty gospodarczo, tym w większym stopniu wykorzystuje swój potencjał energii wodnej, wynikający z warunków naturalnych [KORCZAK, RDUCH 2009].

W energetyce wodnej wyróżnia się następujące typy elektrowni:

- elektrownie wodne (EW): przepływowe (EWp) lub zbiornikowe (EWz);
- elektrownie wodne z członem pompowym (EW-P);
- elektrownie pompowe (EP), zwane też szczytowo-pompowymi;
- elektrownie pływowe (EPł) [MIKULSKI 1998].

W Polsce do hydroenergetyki zaliczane są wszystkie elektrownie wodne, wykorzystujące przepływy naturalne rzek (elektrownie przepływowe *EWp* i zbiornikowe *EWz*), niezależnie od sposobu uzyskania spadów (przyporowe, derywacyjne), wielkości spadów i mocy. Nie należą do OZE elektrownie szczytowo-pompowe, oraz, częściowo, elektrownie przepływowe z członem pompowym, ze względu na konieczność zakupu przez nie energii na pompowanie z innych źródeł [MATUSZEK 2005].

Ze względu na wielkość elektrownie wodne dzieli się na:

- elektrownie duże, o mocy zainstalowanej 10 MW i więcej;
- elektrownie małe, o mocy w przedziale 200 kW – 10 MW;
- mikroelektrownie wodne, o mocy poniżej 200 kW.

W klasyfikacji małej energetyki wodnej, ze względu na kryterium mocy, najczęściej jest stosowany następujący podział: mikroenergetyka > 70 kW, makroenergetyka > 100 kW i mała energetyka < 5 MW [LEWANDOWSKI 2007]. Natomiast ze względu na wielkość spadów wyróżnia się elektrownie o spadzie niskim (do 15 m), średnim (15–50 m) i wysokim (powyżej 50 m) [MIKULSKI 1998].

Analizując problematykę rozwoju hydroenergetyki, należy rozróżnić tak zwaną dużą i małą energetykę wodną (MEW). Granicę między nimi określa wielkość mo-

cy zainstalowanej obiektu. W Europie za górną granicę MEW przyjęto następujące moce zainstalowane: 1,5 MW (Luksemburg, Szwecja), 5,0 MW (Polska, Austria, Grecja, Holandia, Niemcy) i 10 MW (Belgia, Hiszpania, Irlandia, Portugalia) [KASPEREK i in. 2010].

Według podziału elektrowni wodnych, podanego w rozporządzeniu ministra środowiska z 2007 r., dotyczącego budowli hydrotechnicznych, elektrownie dzieli się na 4 klasy, w zależności od mocy zainstalowanej [Rozporządzenie... 2007]:

- powyżej 150 MW – I klasa;
- od 50 MW do 150 MW – II klasa;
- od 5 MW do 50 MW – III klasa;
- poniżej 5 MW – IV klasa.

Ze względu na moc mniejszą niż 5 MW MEW należy zaliczyć do klasy IV i III, gdy wskaźnikiem decydującym będzie wysokość piętrzenia –  $H > 5$  m.

Według obowiązującej nomenklatury za MEW uznaje się jednostkę o mocy zainstalowanej do 5 MW wynikającej z Prawa energetycznego [Ustawa... 1997].

Na podstawie powyższego należy przyjąć następujący podział MEW [KASPEREK i in. 2010]:

1. Mikroelektrownie wodne, o mocy do 300 kW, zlokalizowane głównie na istniejących stopniach wodnych, wykorzystujące stare siłownie młynów, tartaków itp. Tworzą one dodatkową retencję i są przyłączane do sieci niskiego napięcia, przez co zmniejszają się straty przesyłowe. W Polsce jest eksploatowanych obecnie ok. 500 elektrowni tego typu. Udział energii z tych elektrowni w produkcji krajowej wynosi ok. 0,6 ‰.
2. Minielektrownie wodne, o mocy 301–1000 kW, wyposażone w automatyczne systemy sterowania i współpracy z siecią lokalną. Mają one własne stacje transformatorowe, są przyłączone do sieci niskiego i średniego napięcia, a straty przesyłowe są małe. Elektrownie te pracują przepływowo i nie powodują wahań wody na stanowisku górnym stopnia. W Polsce działa 60 takich elektrowni
3. Małe elektrownie wodne o mocy 1001–5000 kW, będące obiektami hydrotechnicznymi, które po 1945 r. nie zostały zlikwidowane. Są one głównie własnością Skarbu Państwa. W Polsce jest niewiele lokalizacji, które pozwoliłyby uzyskać tak dużą moc zainstalowaną, dlatego nie należy oczekiwać dużego rozwoju tej grupy elektrowni.

MEW pełnią wielorakie, pozytywne zadania w środowisku i gospodarce, m.in. [KASPEREK i in. 2010; KORCZAK, RDUCH 2009; LEWANDOWSKI 2007; MATUSZEK 2005; PUCHOWSKI 2002]:

- wytwarzają tanią i czystą energię elektryczną;
- nie zanieczyszczają powietrza atmosferycznego spalinami, pyłami, popiołami, nie wytwarzają ścieków;
- są regulatorem stosunków wodnych i zdolności retencyjnej obszaru przyległego;
- poprawiają wilgotność gleb i poziom wód gruntowych;
- tworzą system zbiorników retencyjnych i tzw. małej retencji;

- poprawiają jakość wody;
- korzystnie wpływają na system elektroenergetyczny poprawiając parametry sieci rozdzielczej niskiego i średniego napięcia; energia elektryczna z MEW jest wykorzystywana przez odbiorców z najbliższego otoczenia, co eliminuje straty energii na przesył, rozdziale i transformacji;
- są przeważnie dobrze wkomponowane w krajobraz i uznawane często za źródła energii odnawialnej najbardziej przyjazne człowiekowi.

Ze względów ekologicznych i społecznych najbardziej pożądana jest budowa małych elektrowni wodnych. MEW, oprócz wcześniej wymienionych zalet, cechują się także brakiem wad typowych dla dużych inwestycji tego rodzaju. Nie istnieje lub jest zminimalizowana konieczność wysiedlenia mieszkańców z zalewanych terenów, co zwykle spotyka się ze zrozumiałym oporem społecznym. Znikome są także zmiany w przyrodzie i mikroklimacie. Małe elektrownie wodne są też znacznie tańsze w budowie niż duże [SZRAMKA, RÓŻYCKI 1999]. Natomiast do negatywnych aspektów funkcjonowania MEW można zaliczyć m.in. [KOWALEWSKI 2005]:

- przegrodzenie cieku na potrzeby MEW ogranicza możliwości przemieszczania się ryb, płazów, gadów, zwierząt wodnych (dlatego istnieje potrzeba budowy przepławek dla ryb);
- zwiększenie piętrzenia w cieku i zalanie części doliny likwiduje miejsca bytowania określonych gatunków zwierząt oraz stwarza konieczność wycięcia drzew i krzewów;
- w przypadku MEW zlokalizowanych na zbiornikach wodnych, na jego brzegach, w wyniku gwałtownych zmian piętrzenia lub falowania wody może występować abrazja, a w korycie poniżej budowli – erozja dna;
- podczas budowy MEW negatywnie na środowisko może wpływać hałas związany z pracą sprzętu budowlanego i transportowego;
- w szczególnych przypadkach budowa obiektu MEW może stanowić element niekorzystny w krajobrazie; dotyczy to wielkości budowli towarzyszących (np. wysokie budynki), rodzaju umocnień, przebiegu kanału derywacyjnego.

Jak podaje KOWALEWSKI [2005], niekorzystne oddziaływania związane z funkcjonowaniem MEW należy ograniczać przeprowadzając wczesne rozpoznania i stosując właściwe zabezpieczenia.

## **CHARAKTERYSTYKA WOJEWÓDZTWA OPOLSKIEGO**

Województwo opolskie jest położone w południowo-zachodniej części kraju. Zajmuje obszar 9412 km<sup>2</sup>. Jest jednym z najcieplejszych regionów w Polsce. Większość obszaru należy do Dolnośląskiego Południowego Regionu Klimatycznego. Według klasyfikacji rolniczo-klimatycznej Romera [RADOMSKI 1987], obszar województwa zaliczono do klimatu podgórskich nizin i kotlin. Charaktery-

styczną cechą klimatu jest małe zróżnicowanie termiczne. Najcieplejszą miejscowością jest Opole, ze średnią temperaturą roczną 8,4°C, natomiast najchłodniejszą miejscowością jest Olesno – 7,7°C. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec (śr. temp. 18°C) a najchłodniejszym – styczeń lub luty ze średnią temperaturą ok. – 1,5°C. Opole charakteryzują łagodne i długie jesienie, wczesne i pogodne wiosny oraz suche i ciepłe lata. Przeważają wiatry z kierunku południowego i południowo-zachodniego. Dni pogodnych w roku jest ponad 40, pochmurnych – ok. 90. Pokrywa śnieżna zalega 38–60 dni. Okres wegetacyjny rozpoczyna się wcześnie i trwa 200–225 dni. Długi okres wegetacyjny oraz łagodny przebieg zimy stanowią czynniki korzystne do rozwoju na tym obszarze rolnictwa. Średnie opady atmosferyczne mieszczą się w granicach 650–760 mm [DROBEK, HEFFNER 2005; RADOMSKI 1987].

Główną rzeką przepływającą przez województwo opolskie jest Odra. Województwo leży w górnym dorzeczu Odry, która na tym terenie osiąga długość 138,3 km. Odra na odcinku 187 km, od Koźła (km 94,9) do Brzegu Dolnego (km 281,6) jest skanalizowana i ma 24 stopnie piętrzące. Sieć hydrograficzna województwa opolskiego jest dobrze rozwinięta, z wyjątkiem północnej i południowej części. Ponad 95% powierzchni województwa należy do dorzecza Odry. Prawostronnymi dopływami Odry są: Mała Panew, Stobrawa, Kłodnica i Widawa, lewostronnymi – Nysa Kłodzka i Osobłoga.

Na terenie województwa opolskiego znajduje się 9 małych zbiorników wodnych (Brzózki na Pratwie, Dobrodzień na Potoku Myślinka, Michalice na Widawie, Młyny na rzece Julianpolka, Nowaki na rzece Korzkiew, Psurów na rzece Proсна, Ujazd na Potoku Jordan, Włodzienin na rzece Troja, Jarnołtówek na rzece Złoty Potok – zbiornik suchy) i 4 duże: Otmuchów, Nysa i Kozielno na Nysie Kłodzkiej oraz Turawa na Małej Panwi. Niedawno wybudowano mały zbiornik w Kluczborku na rzece Stobrawa. Spośród małych zbiorników wodnych tylko zbiornik Michalice na rzece Widawa jest wyposażony w małą elektrownię wodną. Natomiast wszystkie duże zbiorniki wodne są wyposażone w MEW.

## ISTNIEJĄCE MEW W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM

Województwo opolskie ma duży potencjał energetyczny, który mógłby pochodzić ze źródeł odnawialnych. W produkcji energii elektrycznej dominującą rolę odgrywa energetyka wodna (28,6%). W dużym stopniu wykorzystywana jest także biomasa (odpady drewniane – 30%, słoma – 6,6%, współspalanie z biomasą – 25%, uprawy energetyczne – 3,4% i biogaz z oczyszczalni ścieków – 5,7%). W mniejszym stopniu jest wykorzystywana energia wiatru, słońca i energia geotermalna, które stanowią 0,7% [KOSTUŚ 2008; Urząd Marszałkowski 2009b].

Wielki potencjał wykorzystywania energii wodnej stanowi rzeka Odra. Kolejne pod względem wielkości obiekty wybudowano na Nysie Kłodzkiej, Małej Panwi

i Osobłódze. Elektrownie na Odrze oraz Nysie Kłodzkiej to elektrownie, zarządzane przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu, należące do warszawskiej spółki Elektrownie Górnej Odry SA oraz Tauron Ekoenergia Sp. z o.o. [GŁODEK, KALINOWSKI 2011; KALINOWSKI 2008; RZGW 2009]. Elektrownie zlokalizowane na mniejszych rzekach i ciekach są własnością inwestorów prywatnych.

Istniejące elektrownie wodne z terenu województwa opolskiego wraz z ich charakterystyką przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Istniejące elektrownie wodne w województwie opolskim

**Table 1.** The existing hydropower plants in the Opole voivodeship

Nazwa elektrowni Name of hydroelectric power plant	Rzeka River	Gmina Commune	Powiat County	Moc, MW Hydroelectric power, MW	Typ MEW Type of SHP
1	2	3	4	5	6
Januszkowice	Odra	Zdzieszowice	krapkowicki	1,400	P
Krępna	Odra	Zdzieszowice	krapkowicki	1,260	P
Krapkowice	Odra	Krapkowice	krapkowicki	1,400	P
Rogów Opolski	Odra	Krapkowice	krapkowicki	0,500	P
Opole-Groszowice	Odra	Opole	opolski	1,060	P
Dobrzeń Wielki	Odra	Dobrzeń Wielki	opolski	1,600	P
Zawada (Mikolin)	Odra	Lewin Brzeski	brzeski	1,500	P
Brzeg (ul. Grobli)	Odra	Brzeg	brzeski	0,400 (modernizowana)	P
Brzeg (w budynku młyna)	Odra	Brzeg	brzeski	0,350	P
Kopin (Kopanie)	Odra	Skarbimierz	brzeski	0,920	P
Michałów – Sarny Wielkie	Nysa Kłodzka	Olszanka	brzeski	0,600	P
Więcmierzycze	Nysa Kłodzka	Grodków	brzeski	1,890	P
Piątkowice	Nysa Kłodzka	Łambinowice	nyski	1,215	P
Nysa	Nysa Kłodzka	Nysa	nyski	0,760	P
Zbiornik Nysa (Głębinów)	Nysa Kłodzka	Nysa	nyski	3,040	Z
Zbiornik Otmuchów	Nysa Kłodzka	Otmuchów	nyski	4,800	Z
Zbiornik Kozielno	Nysa Kłodzka	Paczków	nyski	1,750	Z
Zbiornik Turawa	Mała Panew	Turawa	opolski	1,800	Z
Kolonowskie	Mała Panew	Kolonowskie	strzelecki	0,222	P
Osowiec-Węgry	Mała Panew	Turawa	opolski	0,960	P
Kolanowice	Mała Panew	Łubniany	opolski	0,130	P
Luboszyce	Mała Panew	Łubniany	opolski	0,055	P
Murów	Budkowiczanka	Murów	opolski	0,016	P
Krapkowice	Osobłoga	Krapkowice	krapkowicki	0,092	P

cd. tab. 1

1	2	3	4	5	6
Rzepcze	Osobłoga	Głogówek	prudnicki	0,055	P
Klisino	Osobłoga	Głubczyce	głubczycki	0,075	P
Szydłowiec Śląski	Ścinawa Niemodlińska	Niemodlin	opolski	0,020	P
Dębska Kuźnia	Jemielnica	Chrzastowice	opolski	0,040	P
Branice	Opawa	Branice	głubczycki	0,050	P
Bliszczycze	Opawa	Branice	głubczycki	0,022	P
Żędowice	Mała Panew	Zawadzkie	strzelecki	0,0485	P
Michalice	Widawa	Namysłów	namysłowski	0,0422	Z
Kup	Brynica	Dobrzeń Wlk.	opolski	0,016	P
Nowy Świątów	Biała Głuchołaska	Głuchołazy	nyski	0,210	P
Głuchołazy	Biała Głuchołaska	Głuchołazy	nyski	0,150	P
Moszczanka	Młynówka / Złoty Potok	Prudnik	prudnicki	0,024	P
Pogorzelec	Kłodnica	Kędzierzyn- Kozłe	kędzierzyń- sko-kozielski	0,075	P
Skrzypiec	Prudnik	Lubrza	prudnicki	0,040	P
Borki Wielkie	Łomnica	Olesno	oleski	0,010	P
Ścinawa	Ścinawa Niemodlińska	Korfantów	nyski	0,020	P
Kadłub	Jemielnica	Strzelce Op.	strzelecki	0,025	P
Kolonowskie	Mała Panew	Kolonowskie	strzelecki	0,222	P
Strzelczki	Biała	Strzelczki	krapkowicki	0,032	P

Objaśnienia: P – elektrownia przepływowa; Z – elektrownia zbiornikowa.

Explanations: P – through-flow hydropower plant; Z – water reservoir power plant.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Source: own elaboration based on [Biuro... 2003; GŁODEK, KALINOWSKI 2011; KASPEREK i in. 2010; RZGW 2009; Urząd Marszałkowski 2009a, b].

Na terenie województwa opolskiego funkcjonują 43 elektrownie wodne (tab. 1). Pracujące turbozespoły to w zdecydowanej większości jednostki o mocy < 1,0 MW, choć w 12 elektrowniach pracują zespoły o mocy powyżej  $N = 1,0$  MW. Całkowita moc zainstalowanych pracujących turbozespołów wynosi ok. 29 MW, a ilość energii pozyskanej z przepływających wód – ok. 135 GWh w skali roku. Największe obiekty wybudowano na rzece Odrze (m.in. Januszkowice, Krępna, Krapkowice i Dobrzeń Wielki), na rzece Nysa Kłodzka (m.in. Więcmierzycze, Piątkowice oraz zbiorniki Nyski, Otmuchowski i Kozielno) oraz na rzece Mała Panew (zbiornik Turawa) (tab. 1). Do mniejszych elektrowni wodnych na Opolszczyźnie należy zaliczyć: MEW w Borkach Wielkich na Łomnicy, w Murowie na Budkowiczance, w miejscowości Kup na Brynicy, w Branicach i Bliszczycach na Opawie, w Moszczance na Złotym Potoku, w Szydłowcu Śląskim na Ścinawie Niemodliń-



skiej, w Dębskiej Kuźni na Jemielnicy, w Michalicach na Widawie i w Żędowicach na Małej Panwi (tab. 1). Największe wykorzystanie potencjału energetycznego występuje w powiecie nyskim na Nysie Kłodzkiej (wraz z dopływami), dla której moc zainstalowanych generatorów wynosi 11,945 MW. Natomiast najmniejsze wykorzystanie potencjału energetycznego występuje w powiatach kędzierzyńsko-kozielskim, namysłowskim i oleskim, a w powiecie kluczborskim nie ma żadnej elektrowni wodnej (tab. 2).

**Tabela 2.** Moce zainstalowane MEW działających w województwie opolskim

**Table 2.** The installed power SHP in the Opole Voivodeship

Powiat County	Moc zainstalowana, MW Hydroelectric power, MW	Liczba MEW Number of SHP
Brzeski	5,660	6
Głubczycki	0,147	3
Kędzierzyńsko-kozielski	0,075	1
Krapkowicki	4,684	6
Kluczborski	–	–
Namysłowski	0,044	1
Nyski	11,945	8
Oleski	0,010	1
Opolski	5,697	10
Prudnicki	0,120	3
Strzelecki	0,5175	4
<b>Razem Total</b>	<b>28,9</b>	<b>43</b>

Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

MEW mogą wykorzystywać potencjał niewielkich rzek, rolniczych zbiorników retencyjnych, systemów nawadniających, wodociągowych, kanalizacyjnych, kanałów przerzutowych. Przykładem wykorzystania istniejącego stałego piętrzenia jest MEW w miejscowości Klisino na rzece Osobłoga (gmina Głubczyce). Jej moc wynosi 75 kW, w warunkach spadu wody  $H = 2,40$  m.

Elektrownia działa w ten sposób, że woda jest pobierana z rzeki Osobłoga ujęciem brzegowym prawostronnym, zlokalizowanym w km 29+320 i jest doprowadzana kanałem Młynówka do elektrowni. W siłowni zainstalowane są trzy turbozespoły. Do urządzeń związanych z elektrownią wodną można zaliczyć urządzenia do poboru i rozdziału wód (ujęcie brzegowe na Osobłodze) do Młynówki, jaz zastawkowy na Młynówce, kanał Młynówki, odprowadzający wodę do elektrowni oraz kanał derywacyjny, odprowadzający wodę do rzeki Osobłoga (fot. 1).

Konstrukcja urządzeń hydrotechnicznych w MEW jest nieskomplikowana. Budynki małych elektrowni mają niewielkie wymiary (fot. 2). Energetyka wodna jest przyjazna środowisku, także prąd wyprodukowany w elektrowni wodnej należy do



Fot. 1. Mała elektrownia wodna w Klislinie na rzece Osobłoga – jaz zastawkowy (fot. *M. Wiatkowski*)

Photo 1. Small hydropower plant in Klislin in the Osobłoga River – weir (photo by *M. Wiatkowski*)



Fot. 2. Mała elektrownia wodna w Klislinie na rzece Osobłoga – budowla MEW i kanał derywacyjny (fot. *M. Wiatkowski*)

Photo 2. Small hydropower plant in Klislin on the Osobłoga River – SHP construction and the approach flume (photo by *M. Wiatkowski*)

najczystszych ekologicznie. Bardzo ważne jest to, że woda przepływająca przez taki obiekt zostaje pozbawiona zanieczyszczeń z nią płynących, jak np. liście i gałęzie (fot. 2). Ponadto w kanale Młynówka osadza się rumowisko. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez SAMBOR i PIECA [2010] na elektrowni wodnej Rzepcze na rzece Osobłoga. Z badań tych wynika, że elektrownia wodna przyczyniła się do poprawy czystości wody (oczyszczanie mechaniczne). Kanał dolotowy do elektrowni jest systematycznie oczyszczany z wlezonego rumowiska dennego i na bieżąco jest prowadzona konserwacja brzegów kanału dolotowego oraz brzegów rzeki Osobłoga.

## MOŻLIWOŚCI ROZWOJU HYDROENERGETYKI W WOJEWÓDZTWIE OPOLSKIM

W najbliższym czasie w województwie opolskim przewiduje się inwestycje w ok. 12 obiektów energetyki wodnej (tab. 3).

Suma mocy przewidzianych do zainstalowania w przyszłości w elektrowniach województwa opolskiego wyniesie ok. 4,4 MW (tab. 3). Teoretyczna moc elektrowni zmienia się w granicach od 0,020 MW (Budkowice na rzece Budkowiczanka) do 6000 MW (zbiornik Otmuchowski na rzece Nysa Kłodzka – po modernizacji). Przybliżona wartość produkcji rocznej ( $\text{GWh} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) wszystkich elektrowni, w warunkach przepływu średniego rocznego z wielolecia i założonego czasu wykorzystania mocy zainstalowanej elektrowni  $T_E \cong 5500 \text{ h}$  oraz sprawności elektrowni – 0,85, wyniesie ok.  $20 \text{ GWh} \cdot \text{rok}^{-1}$ .

**Tabela 3.** Planowane elektrownie wodne w województwie opolskim**Table 3.** Planned hydropower plants in Opole voivodeship

Nazwa elektrowni Name of hydroelectric power plant	Rzeka River	Gmina Commune	Powiat County	Moc, MW Hydroelectric power, MW
Brzeg (ul. Kępa Młyńska)	Odra	Brzeg	brzeski	0,280
Lewin Brzeski	Nysa Kłodzka	Lewin Brzeski	brzeski	0,100
Rynarce	Ścinawa Niemodlińska	Korfantów	nyski	0,060
Pietna	Osobłoga (kanał)	Krapkowice	krapkowicki	0,058
Komorniki	Osobłoga	Strzeleczyki	krapkowicki	0,103
Wróblin	Odra	Opole	opolski	1,000
Biała Nyska	Biała Głuchowska	Nysa	nyski	0,180
Zbiornik Kluczbork	Stobrawa	Kluczbork	kluczborski	0,035
Budkowice	Budkowiczanka	Murów	opolski	0,020
Jedlice	Mała Panew	Ozimek	opolski	0,400
Kędzierzyn-Koźle	Odra	Kędzierzyn- -Koźle	kędzierzyńsko- -kozielski	1,000
Zbiornik Otmuchów	Nysa Kłodzka	Otmuchów	nyski	6000 (obecnie 4,800)

Źródło: opracowanie własne na podstawie Source: own elaboration based on [Biuro... 2003; GŁODEK, KALI-  
NOWSKI 2011; KASPEREK i in. 2010; RZGW 2009; Urząd Marszałkowski 2009a, b]

W 2011 r. ukończono budowę zbiornika wodnego Kluczbork na rzece Stobrawa, na którym w przyszłości może zostać zainstalowana elektrownia wodna o mocy 0,035 MW. Dobre warunki do budowy elektrowni wodnych występują także na rzece Odrze w miejscowościach: Kędzierzyn-Koźle (1 MW) i Wróblin (1 MW); na rzece Nysa Kłodzka w Lewinie Brzeskim (0,100 MW) i rzece Osobłoga w miejscowości Komorniki (0,103 MW) (tab 3). Obecnie wykonywane są prace projektowe związane z modernizacją istniejącej elektrowni wodnej Otmuchów, dotyczącą wymiany dwóch wyeksploatowanych hydrozespołów i wyposażenia technologicznego. Elektrownia Otmuchów po modernizacji będzie miała moc zainstalowaną ok. 6 MW (obecnie 4,8 MW) (tab. 3).

W literaturze są dostępne różne dane dotyczące oceny potencjału hydroenergetycznego rzek w województwie opolskim. Według danych przedstawionych w Planie Rozwoju OZE w województwie opolskim [Urząd Marszałkowski 2009a], na terenie województwa opolskiego istnieje możliwość wykorzystania energii spiętrzanej wody do celów energetycznych na dopływach rzeki Odry w kilkunastu miejscach, co może zwiększyć potencjał energii wód powierzchniowych w województwie opolskim do wartości 179,33 GWh-rok<sup>-1</sup>.

Jak wynika z badań, na terenie województwa opolskiego są jeszcze miejsca na ciekach wodnych, w których można zlokalizować elektrownie wodne. W tym celu należy jednak przeprowadzić dokładną ocenę potencjału hydroenergetycznego,

wykonywać pomiary hydrologiczne i odpowiednie obliczenia inżynierskie. Ocene wielkości i zmienności zasobów wodnych rzek, jako podstawę rozważań i analiz ich energetycznego wykorzystania, powinno się przeprowadzać na podstawie wieloletnich wyników pomiarów hydrologicznych (stanów wody, natężenia przepływów, oraz pomiarów rumowiska rzeczno). Wielkość przepływów wody, ich wahania, częstotliwość i czasy trwania przepływów w latach mokrych, średnich i suchych są bowiem niezbędne do oceny stosunków hydrologicznych w projektowaniu elektrowni wodnych.

Aby inwestycje w energetykę wodną mogły lepiej się rozwijać, konieczne są jednak takie zmiany prawne, które przewyższą długotrwałe procedury administracyjne, związane przede wszystkim z uzyskaniem pozwoleń wodno-prawnych i budowlanych oraz często wygórowanymi wymaganiami odnośnie do wielkości tzw. przepływu nienaruszalnego [SZRAMKA, RÓŻYCKI 1999]. Jak podaje ZYŚK [2010]: „pozyskanie wymaganych decyzji i pozwoleń prawno-administracyjnych może zająć nawet kilka lat”. Do pozostałych czynników, mających wpływ na rozwój energetyki wodnej, należy zaliczyć: koszty uruchomienia elektrowni i brak regulacji prawnych, m.in. brak ustawy o odnawialnych źródłach energii.

Do najważniejszych dokumentów, niezbędnych do rozpoczęcia budowy małej elektrowni wodnej, należą m.in.: operat wodno-prawny, projekt hydrotechniczny elektrowni wodnej, projekt technologiczny i umowa z zakładem energetycznym na przyłączenie elektrowni do sieci przesyłowej oraz zakup energii elektrycznej [SZRAMKA, RÓŻYCKI 1999].

Realizacja inwestycji w zakresie odnawialnych źródeł energii jest możliwa z wykorzystaniem funduszy unijnych. Inwestor może ubiegać się o środki finansowe w zależności od charakteru inwestycji, z następujących źródeł: Program operacyjny „Infrastruktura i Środowisko”; Regionalny Program Operacyjny Województwa; Program Rozwoju Obszarów Wiejskich; Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej; Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej; Szwajcarsko-Polski Program Współpracy; Norweski Mechanizm Finansowy i Mechanizm Finansowy Europejskiego Obszaru Gospodarczego [Urząd Marszałkowski 2009b].

## PODSUMOWANIE

Na terenie województwa opolskiego energetyka wodna ma obecnie pierwszorzędne znaczenie, jeśli chodzi o produkcję energii elektrycznej. Na obszarze tego województwa jest wiele rzek i cieków wodnych o zróżnicowanym potencjale energetycznym. Nysa Kłodzka, Odra i Mała Panew to rzeki, na których powstało i powstanie najwięcej elektrowni wodnych.

W województwie opolskim pracują obecnie 43 elektrownie wodne o mocy ok. 29 MW, które wytwarzają ok. 135 GWh·rok<sup>-1</sup>. Spośród tych elektrowni 12 ma moc

powyżej 1 MW i 31 – moc poniżej 1 MW. Największe wykorzystanie hydroenergetyczne występuje w powiecie nyskim na rzece Nysa Kłodzka, a najmniejsze w powiatach kędzierzyńsko-kozielskim, namysłowskim i oleskim. Natomiast w powiecie kluczborskim brak jest elektrowni wodnych.

W najbliższym czasie planuje się inwestycje w 12 elektrowni wodnych (w tym m.in. na Odrze, Nysie Kłodzkiej, Osobłodze), co umożliwi zwiększenie mocy województwie opolskim o ok. 4,4 MW (ok. 20 GWh<sup>-1</sup>rok<sup>-1</sup>).

Na terenie województwa opolskiego istnieją jeszcze miejsca na ciekach wodnych, w których można zlokalizować elektrownie wodne.

Do głównych czynników mających wpływ na rozwój energetyki wodnej należy zaliczyć: długotrwałe procedury administracyjne związane przede wszystkim z uzyskaniem pozwoleń wodno-prawnych i budowlanych. Ponadto koszty uruchomienia elektrowni oraz brak regulacji prawnych. Dużym problemem jest także to, że w Polsce stosowanie systemów wykorzystujących odnawialne źródła energii jest na razie w wielu przypadkach nieuzasadnione ekonomicznie choć realizacja inwestycji w zakresie energetyki wodnej jest możliwa z wykorzystaniem funduszy unijnych.

Z przedstawionego obecnego stanu stopnia wykorzystania oraz perspektyw rozwoju energetyki wodnej na terenie województwa opolskiego wynika, że istnieją szanse, aby zwiększyć udział energii odnawialnej w tym regionie. Autorzy widzą zatem potrzebę dalszych badań i obserwacji rynku energii odnawialnej, ze szczególnym uwzględnieniem energetyki wodnej, co w myśl dyrektywy 2009/28/WE będzie wspierać promowanie stosowania energii ze źródeł odnawialnych i może się przyczynić do osiągnięcia przez Polskę 15-procentowego udziału tej energii w całej energii pierwotnej, która będzie wyprodukowana w 2020 r.

## LITERATURA

- Biuro Studiów, Projektów i Realizacji „Energoprojekt-Katowice” SA 2003. Studium rozwoju systemów energetycznych w województwie opolskim do roku 2015. Energia odnawialna [online]. Katowice. [Dostęp 21.08.2011]. Dostępny w Internecie: [http://umwo.opole.pl/docs/03\\_odnawialne.pdf](http://umwo.opole.pl/docs/03_odnawialne.pdf)
- DROBEK W., HEFFNER K. (red.) 2005. Ochrona środowiska w województwie opolskim w latach 1993–2003. Opole. Państwowy Instytut Naukowy Instytut Śląski w Opolu. ISBN 83-71261713 ss. 247.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Dz.U. UE L.140/16.
- Fundacja Promocji Innowacji Gospodarczych 2009. Ekoenergia Opolszczyzny. Katalog 2009 [online]. Opole. [Dostęp 17.09.2011]. Dostępny w Internecie: [http://www.ekoenergiaopolszczyzny.pl/images/katalog\\_2009\\_ekoenergia\\_opolszczyzny.pdf](http://www.ekoenergiaopolszczyzny.pl/images/katalog_2009_ekoenergia_opolszczyzny.pdf)
- GŁODEK E., KALINOWSKI W. 2011. Odnawialne źródła energii w województwie opolskim. Opole. ICiMB. ISBN 978-83-62105-80-9 ss. 73.
- HOFFMANN M. 1992. Małe elektrownie wodne – poradnik. Wyd. II popr. Gdańsk. Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych. ISBN 83-900827-0-5 ss. 266.

- KALINOWSKI W. 2008. Bilans energii odnawialnej na terenie województwa opolskiego – stan istniejący, perspektywy rozwoju. *Prace Instytutu Szkła, Ceramiki, Materiałów Ogniotrwałych i Budowlanych*. Nr 2 s. 119–132.
- KASPEREK R., WIATKOWSKI M., KASPEREK E. 2010. Analiza możliwości budowy małych elektrowni wodnych na rzece Nysie Kłodzkiej. W: *Zarządzanie kryzysowe – zrównoważony rozwój obszarów wiejskich*. Pr. zbior. Red. Cz. Rosik-Dulewska, M. Wiatkowski. Opole. Uniwersytet Opolski s. 53–65.
- KORCZAK A., RDUCH J. 2009. Energetyka wodna w Polsce. Stan aktualny i perspektywy rozwoju. W: *Polska Inżynieria Środowiska pięć lat po wstąpieniu do Unii Europejskiej*. Pr. zbior. Red. M. Dudzińska, L. Pawłowski. Monografie. Nr 60. T. 3. Lublin. Komitet Inżynierii Środowiska PAN s. 33–61.
- KOSTUŚ T. 2008. Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w gminach województwa opolskiego. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 6(104) s. 21–27.
- KOWALEWSKI Z. 2005. Wykorzystanie energii wodnej jako elementu rozwoju energetyki odnawialnej. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*. Nr 2. s. 87–91.
- LEWANDOWSKI W. 2007. *Proekologiczne odnawialne źródła energii*. Warszawa. WNT. ISBN 978-83-204-3339-5 ss. 432.
- MATUSZEK W. 2005. Odnawialne źródła energii. *Elektroenergetyka*. Nr 1(52). ss. 22–44.
- MIKULSKI Z. 1998. *Gospodarka wodna*. Warszawa. Wydaw. PWN ss. 202.
- Ministerstwo Gospodarki 2009. *Polityka Energetyczna Polski do 2030 r.* Dokument przyjęty przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 r. [online]. Warszawa. [Dostęp 17.08.2011]. Dostępny w Internecie: <http://www.mg.gov.pl/files/upload/8134/Polityka%20energetyczna%20ost.pdf>
- PUCHOWSKI B.K. 2002. Rola małych elektrowni wodnych w środowisku przyrodniczym, gospodarczym i społecznym Polski [online]. *Biuletyn MEW*. Nr 1. [Dostęp 27.03.2011]. Dostępny w Internecie: [http://www.trmew.pl/uploaded/wydawnictwa/1090234726\\_biuletyn1.pdf](http://www.trmew.pl/uploaded/wydawnictwa/1090234726_biuletyn1.pdf)
- RADOMSKI CZ. 1987. *Agrometeorologia*. Warszawa Wydaw. PWN. ISBN 83-01-02952-8 ss. 544.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 kwietnia 2007 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle hydrotechniczne i ich usytuowanie. *Dz.U.* 2007 nr 86 poz. 579.
- RZGW we Wrocławiu 2009. *Inwentaryzacja małych elektrowni wodnych na obszarze działania RZGW we Wrocławiu*. Opracowanie wykonane przez IMS Sp. z o.o. dla RZGW we Wrocławiu [31.08.2011 Wrocław].
- SAMBOR A., PIEC Z. 2010. Wykorzystanie energii wód – doświadczenia z eksploatacji małej elektrowni wodnej. *Energetyka*. Nr 10(676) s. 685–689.
- SZRAMKA R., RÓŻYCKI A.W. 1999. Perspektywy dla małych elektrowni wodnych [online]. *Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki*. Nr 4. [Dostęp 27.08.2011]. Dostępny w Internecie: [http://www.ure.gov.pl/ftp/Biuletyny\\_URE/1999/1999.07.01-biuletyn\\_nr4.pdf](http://www.ure.gov.pl/ftp/Biuletyny_URE/1999/1999.07.01-biuletyn_nr4.pdf). ISSN 1506-090X
- Urząd Marszałkowski Województwa Opolskiego 2009a. *Plan Rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii w Województwie Opolskim*. Uchwała Zarządu Województwa Opolskiego 4640/2010 z dnia 9.03.2010 w sprawie przyjęcia projektu PROŻE w Województwie Opolskim [online]. Opole. [Dostęp 20.03.2011]. Dostępny w Internecie: [http://www.odnowawsi.eu/docs/plan\\_rozwoju\\_oze\\_woj\\_opol.pdf](http://www.odnowawsi.eu/docs/plan_rozwoju_oze_woj_opol.pdf)
- Urząd Marszałkowski Województwa Opolskiego. Departament Rolnictwa i Rozwoju Wsi 2009b. *Vademecum inwestora energetycznego w województwie opolskim* [online]. Opole. [Dostęp 24.08.2011]. Dostępny w Internecie: [http://opolskie.ksw.pl/fileadmin/user\\_upload/opolskie/pliki/Vademecum-opolskie-221209-5.pdf](http://opolskie.ksw.pl/fileadmin/user_upload/opolskie/pliki/Vademecum-opolskie-221209-5.pdf)
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne*. *Dz.U.* 1997 nr 54 poz. 348. Stan na 1 lipca 2011 r.
- ZYŚK A. 2010. Energia z wody. *Środowisko*. Nr 23 (431) s. 21–22.

*Mirosław WIATKOWSKI, Czesława ROSIK-DULEWSKA*

## **PRESENT STATUS AND THE POSSIBILITIES OF HYDROPOWER INDUSTRY DEVELOPMENT IN THE OPOLE VOIVODESHIP**

**Key words:** *hydropower plants, Opole voivodeship, renewable energy sources, river, sustainable development*

### **S u m m a r y**

The directive of the European Parliament and the Council of Europe from 23<sup>rd</sup> April 2009 on promoting the use of renewable energy sources (RES) determines the way by which Poland should reach the 15% share of that energy in the whole energy produced in 2020. Analysis of present power of RES technologies in Poland shows that the hydropower constitutes the largest part of combined power. The paper presents analysis of the present state of hydropower plants and their potential development in the Opole voivodeship. The authors characterised small hydropower plants (SHP), described their location, power and type, showed the potential of hydropower in the voivodeship, present division of hydropower energy and the importance of small hydropower plants for the environment and local economy. Main attention was paid to the difficulties in hydropower development in the Opole voivodeship.

In the Opole voivodeship there are 43 hydropower, mostly through-flow plants producing about 29 MW (about 135 GWh·year<sup>-1</sup>), including 12 plants producing above 1 MW and 31 plants below 1 MW of power. The most effective utilization of energetic potential appears to be in the Nysa county on the Nysa Kłodzka River. Twelve hydropower plants are planned to be build, among others: on the Odra, Nysa Kłodzka and Osobłoga rivers, which would increase electric energy production by about 4.4 MW (about 20 GWh·year<sup>-1</sup>). The paper shows some possibilities of building hydropower plants in the Opole voivodship on some water courses. However, proper estimation of electric power would need hydrological measurements and appropriate engineering calculations. In author's opinion the main factors affecting hydropower industry are: long administration procedures of collecting building and water-law permissions, costs of starting up the hydropower plant and a lack of legal regulations.