

## 6. Porównanie hydroenergetyki we Włoszech i w Polsce, z uwzględnieniem przyjaznych środowisku rozwiązań technologicznych i możliwością ich aplikacji w województwie łódzkim

### STRESZCZENIE

*W poniższym artykule poruszono zagadnienie energetyki wodnej na terenie Włoch oraz Polski. Są to kraje o mocno zaznaczonych różnicach w zakresie warunków geograficznych i hydrologicznych, co determinuje rozwój tej dziedziny. Doświadczenie Włochów, jako europejskiego lidera w dziedzinie produkcji energii odnawialnej ze źródeł wodnych, może okazać się cenne dla kraju, w którym energetyka wodna nie jest tak popularna. Nowoczesne, przyjazne środowisku rozwiązania technologiczne cechują się możliwością aplikacyjną na terenie województwa łódzkiego.*

### 6.1. WSTĘP

Wyczerpywanie się zasobów paliw kopalnych, przy spalaniu których generowane są duże ilości różnego rodzaju zanieczyszczeń obciążających środowisko naturalne, sprawia, że konieczne staje się wykorzystywanie energii ze źródeł uznawanych za odnawialne. Taką „zieloną” energię definiujemy jako „pochodzącą z naturalnych powtarzających się procesów przyrodniczych, uzyskiwaną z odnawialnych niekopalnych źródeł energii” [1]. Do jej produkcji możemy wykorzystywać energię: wody, wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, oraz wytwarzaną z biomasy stałej, biogazu i biopaliw ciekłych.

Na terenie Unii Europejskiej obserwuje się nakierowanie polityki energetycznej na rozwój sektora odnawialnych źródeł energii. Propaguje się działania mające na celu redukcję szkodliwych emisji, które z kolei powodują ocieplanie się klimatu. Bardzo istotnym elementem procesu planowania energetycznego poszczególnych krajów członkowskich jest szacowanie oraz wskazywanie możliwości wykorzystania istniejących na danym terenie zasobów energetycznych, co w przyszłości zaowocuje powstaniem korzyści zarówno o charakterze ekonomicznym, jak i społecznym. Czerpanie korzyści z dobrodziejstw odnawialnych źródeł energii wymaga systemowego działania władz oraz stosowania nowoczesnych technologii pozyskania energii, w sposób zgodny z zasadami zrównoważonego rozwoju, a przede wszystkim przyjazny środowisku.

## 6.2. HYDROENERGETYKA JAKO WAŻNY ELEMENT SEKTORA ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII WE WŁOSZECH

Włochy są zależne od importu energii w dużo większym stopniu niż inne kraje Wspólnoty Europejskiej. Dzieje się tak dlatego, że nie jest to kraj zasobny w kopalne surowce energetyczne, zwłaszcza węgiel [2] [3]. Import metanu oraz ropy naftowej zaspokaja potrzeby energetyki w 85%. Co ciekawe, Włochy jako jedyny członek grupy G8 nie posiadają elektrowni atomowych. W sytuacji kiedy ceny surowców energetycznych rosną, a standardy wyznaczone przez Protokół Kioto nakazują zmniejszanie emisji CO<sub>2</sub>, coraz większą popularnością cieszą się alternatywne źródła energii. Potencjał Włoch w zakresie energetyki odnawialnej określa się jako duży [3].

Według danych EuroStatu na rok 2009, największy udział w strukturze produkcji energii odnawialnej ma biomasa (34%). Na drugim miejscu znajduje się energia geotermalna (geotermia). Włosi są pionierami w zakresie wykorzystania wód geotermalnych, pierwsza na świecie elektrownia geotermalna powstała tu w 1904 r. Z uwagi na budowę geologiczną, istnieje duży potencjał w zakresie geotermii, 32,6% czystej energii pozyskuje się tą drogą. W południowej części kraju z powodu sprzyjających warunków zlokalizowane są farmy wiatrowe mające 3,8% udział w strukturze energii odnawialnej. Energia słoneczna nie jest wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej, w kolektorach słonecznych i ogniwach fotowoltaicznych uzyskuje się energię cieplną służącą głównie do podgrzewania wody. Z uwagi na to, że Włochy jako kraj śródziemnomorski charakteryzują się dużym nasłonecznieniem, należy uznać, że w tej dziedzinie potencjał kraju jest wykorzystywany w niewielkim stopniu (1%).

Jednym z ważniejszych źródeł zielonej energii od lat jest woda. W XIX wieku, wraz z rozwojem ekonomicznym i przemysłowym (wynaleziono turbinę) nastąpił rozwój hydroenergetyki. Inne kraje europejskie do produkcji energii używały w tym okresie węgla kamiennego, ale Włochy nie były zasobne w ten surowiec. Ze względu na to, że zasoby wód były duże, a notowane wartości przepływu były wysokie (a przepływy miały duże wartości), rozpoczęto wytwarzanie energii z wody. Jako pierwsza powstała w 1890 r. przepływowa elektrownia wodna w południowych Włoszech, na rzece Tusciano. W obecnym czasie elektrownie tego typu były w stanie pokryć zapotrzebowanie na energię nawet w godzinach szczytu. Dopiero w okresie międzywojennym zaczęto budować zapory wodne, a w nich lokalizować elektrownie. Ponieważ źródłem energii elektrycznej w elektrowniach wodnych jest energia potencjalna wody, ilość tej energii jest proporcjonalna do wysokości, jaką traci woda w obrębie elektrowni. Aby zmaksymalizować tę energię, buduje się wysokie zapory, które umożliwiają spiętrzenie wody [4].

W latach 50 elektrownie wodne pokrywały zapotrzebowanie na energię elektryczną w znaczącym stopniu. Roczna produkcja oscylowała w granicach 50 GWh, co stanowiło wówczas 65% ogółu wytwarzanej energii. W okresie od 1960 do 1975 roku większość najlepszych lokalizacji pod budowę elektrowni wodnych było już obsadzonych, ponadto w roku 1962 powołano ENEL największy włoski koncern energetyczny kontrolowany przez rząd. Rosnące zapotrzebowanie na energię pomagały również zaspokajać instalacje wykorzystujące energię cieplną, pochodzącą z rozszczepienia jąder atomów. Warto wspomnieć, że W 1966 roku Włochy były trzecim na świecie (po Stanach Zjednoczonych oraz Wielkiej Brytanii) producentem energii jądrowej. Udział energii elektrycznej ze źródeł wodnych stopniowo malał, aż do lat 80 kiedy to miała miejsce katastrofa w Czarnobylu. Włochy zmieniły politykę w zakresie energetyki i ponownie zaczęto zwiększać znaczenie hydroenergetyki [4].

Obecnie Włochy są jednym z europejskich liderów w zakresie produkcji energii ze źródeł wodnych, znajdują się na drugim miejscu zarówno pod względem liczby elektrowni wodnych jak i mocy w nich zainstalowanej [5]. Zasobność kraju w wody powierzchniowe, odpowiednio duże spadki terenu oraz średnia roczna suma opadów (1000 mm/rok), zwłaszcza w niektórych regionach, przewyższająca znacznie średnią wartość wyliczoną dla Europy (650 mm/rok) [6]. sprzyjają hydroenergetyce. Teoretyczny potencjał hydroenergetyczny kraju szacuje się na 190 000 GWh/rok, natomiast zasoby techniczne możliwe do eksploatacji to 65 000 GWh/rok [7].

Tab. 1. Największe hydroelektrownie we Włoszech.

Nr	Nazwa	Miasto	Moc (MW)
1	Entracque	Entracque	1317
2	Roncovalgrande	Maccagno	1016
3	Domenico Cimarosa (Presenzano)	Presenzano	1000
4	Centrale di Edolo	Edolo	1000
5	San Fiorano	Sellero	568
6	Centrale di Galletto	Terni	530
7	Centrale di San Giacomo	Fano Adriano	448
8	Centrale di Grosio	Grosio	428
9	Nucleo di Mese - C.le Mese	Mese	377
10	Nucleo di Udine - C.le di Somplago	Cavazzo Carnico	309

Źródło: Opracowanie własne.

We Włoszech zainstalowanych jest 2729 elektrowni wodnych [5], większość na północy w rejonach alpejskich (przeważająca część, 169 z 554 dużych hydroelektrowni położonych w Alpach należy do Włoch [8]). Obiektów do 10 MW jest 2427 natomiast elektrowni o dużej mocy (powyżej 10 MW) 302 [5]. Zestawienie obiektów o największej mocy przedstawia Tabela 1. [9]. Całkowita moc zainstalowana w hydroelektrowniach wynosi 17877 MW [5]. Warto zaznaczyć że większość hydroenergii (80%) pochodzi z dużych obiektów, natomiast 20% to udział małej hydroenergetyki [3]. Największe udziały w branży hydroenergetycznej ma koncern ENEL, jest właścicielem około 500 instalacji o łącznej mocy przekraczającej 14312 MW, w tym pięciu największych hydroelektrowni [10]. Elektrownie wodne w 2007 roku wyprodukowały 72% energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych [5], w kolejnych latach udział ten wzrastał. Spadek tych wartości w 2011 roku prawdopodobnie był spowodowany mniejszymi opadami deszczu.

Polityka energetyczna państwa dąży do dalszego rozwoju hydroenergetyki. łączna moc wszystkich małych elektrowni wodnych zlokalizowanych we Włoszech w roku 2010 wynosiła 2,655 GW; potencjalne możliwości rozwoju małej energetyki wodnej szacuje się na dodatkowy 1 GW [3]. Potencjał Włoch w zakresie dużych hydroelektrowni wodnych został już właściwie wyczerpany, regularnie jednak podejmuje się działania mające na celu modernizację oraz zwiększanie efektywności [3][4].

### 6.2.1. HYDROELEKTROWNIE DERYWACYJNE JAKO PROEKOLOGICZNE ROZWIĄZANIA STOSOWANE W MAŁEJ HYDROENERGETYCE

Derywacyjne elektrownie wodne to obiekty wykorzystujące w swojej konstrukcji rozwiązanie kanału obiegowego, którego zadaniem jest kierowanie części przepływu z głównego koryta rzeki do

hydroelektrowni [11] [12]. Siłownia umiejscowiona jest na kanale a nie bezpośrednio na rzece czy budowli piętrzącej. Nie stwarza to potrzeby przegradzania rzeki ani budowy zbiornika zaporowego. W przypadku dużych obiektów, takie rozwiązanie powodowałoby niekorzystne zmiany przepływu, obniżenie jego wartości w strefie przerzutu wód do kanału oraz zwiększenie przepływu w strefie zrzutu wód z kanału. Takie fluktuacje dotyczące ilości i prędkości przepływających mas wody niekorzystnie wpływają na ichtiofaunę oraz makrobezkręgowce zasiedlające rzekę, dodatkowo mogą powodować erozję brzegów, zmianę termiki i chemizmu wód [13].

W przypadku małej hydroenergetyki, z uwagi na stosowanie niewielkich turbin, elektrownie derywacyjne nie wymagają budowy szerokich kanałów. Stosowanie tego rozwiązania w mini i mikro hydroelektrowniach nie jest więc szkodliwe dla środowiska. Niewielka ilość wody odpływająca do kanału nie zmienia znacząco przepływu w korycie. Ponadto, kanał może stać się dogodnym siedliskiem dla makrobezkręgowców, stanowiąc alternatywę dla głównego biegu rzeki. Należy zaznaczyć, że kanałowi powinna towarzyszyć przepławka dla ryb.

### **6.2.2. STUDIUM PRZYPADKU, ELEKTROWNIA WODNA W ENVIRONMENT PARKU**

We Włoszech często korzysta się z rozwiązania uwzględniającego kanał obiegowy, czego doskonałym przykładem jest mała elektrownia wodna należąca do parku technologicznego w Turynie. W dzisiejszych czasach coraz częściej staramy się łączyć osiągnięcia nauki z sektorem gospodarki. Wdrażamy nowe, przyjazne środowisku technologie. Budowę Environment Parku (EnviParku) rozpoczęto w 1996 roku z inicjatywy Regionu Piemont oraz miasta Turyn przy wsparciu Unii Europejskiej. Powierzchnię 30 000 m<sup>2</sup> pokrywają obecnie laboratoria, biura i centra serwisowe. Główne cele jednostki to działania w myśl zrównoważonego rozwoju - propagowanie budownictwa zeroenergetycznego, odnawialnych źródeł energii, ogólne zmniejszanie zużycia energii, oraz wdrażanie wszelkich innowacji technologicznych przyjaznych środowisku.



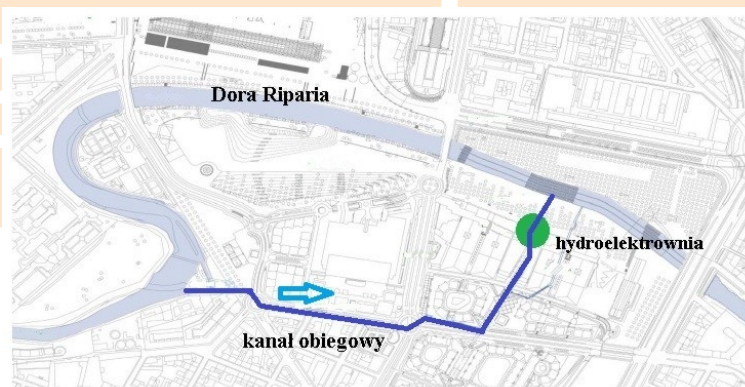
Fot. 1. Rzeka Dora Riparia oraz początkowy odcinek kanału obiegowego.

*Źródło: Fot. Joanna Lik.*

W pobliżu EnviParku płynie Dora Riparia (Fot. 1). Źródła rzeki znajdują się na północnych stokach Alp Kocyjskich, w pobliżu przełęczy Montgenčvre, w dalszym biegu przepływa ona przez nizinę Piemontu, w pobliżu Turynu uchodzi do Padu. Wody Dory wykorzystywane są gospodarczo (nawodnienia) oraz do produkcji energii elektrycznej. Obecność cieku wykorzystano w strefie „Green Building” propagującej ekologiczne rozwiązania w budownictwie. Zaprojektowano i wybudowano tu elektrownię wodną, która została uruchomiona w lipcu 2008 roku (Fot. 2.).



Fot. 2. Budynek hydroelektrowni w Environment Parku w Turynie, turbina Kaplana.  
*Źródło: Fot. Joanna Lik.*



Rys.1. Budynek hydroelektrowni w Environment Parku w Turynie, turbina Kaplana.  
*Źródło: Fot. Joanna Lik.*

Jest to konstrukcja przepływowa usytuowana na kanale obiegowym o długości 800 m (Canale Meana) doprowadzającym do turbiny wody z rzeki (Rys. 1). Spadek wynosi 5,7 m, a woda przepływa przez pionową

turbinę Kaplana o mocy 670 kW (Fot. 2.). Efektywna moc turbiny wynosi około 434 kW, a średnia roczna produkcja energii 3 800 000 kWh. Hydroelektrownia codziennie dostarcza zielonej energii dla obiektów EnviParku, zaopatruje biura 70 firm o szacunkowej powierzchni 45 000 m<sup>2</sup>.



Fot. 3. Przepławka usytuowana na początku kanału obiegowego, urządzenie wychwytyjące nieczystości z wód kanału oraz końcowy odcinek kanału w formie kaskadowej.

*Źródło: Fot. Joanna Lik.*

Założeniem konstruktorów było wkomponowanie obiektu w krajobraz w sposób najbardziej przyjazny środowisku przyrodniczemu. Dlatego też, budynek siłowni wodnej, zbudowano z ekologicznych materiałów, z zastosowaniem technologii budownictwa energooszczędnego. Kolejną, ważną kwestią było usytuowanie elektrowni na kanale obiegowym, a nie bezpośrednio na rzece. Jest to rozwiązanie o tyle korzystne, że nie wymaga przegradzania rzeki. Wody Dory nie przepływają bezpośrednio przez turbiny, do elektrowni są kierowane sztucznym, bocznym kanałem (Fot. 1, Fot. 3.). Przy kanale umiejscowiono przepławkę dla ryb (Fot. 3.), która umożliwia im bezpieczny powrót do rzeki. Ponadto, na początkowym odcinku kanału zamontowano specjalne urządzenie wychwytyjące nieczystości z wody (Fot. 3.). Środkowy, najdłuższy odcinek kanału sprowadzono do podziemi, a ostatni zaprojektowano w formie dekoracyjnego kaskadowego kanału porośniętego roślinnością ziemnowodną (Fot. 3.). Na roślinach zatrzymuje się piasek oraz inne cząstki organiczne, które mogłyby uszkodzić turbinę.

### **6.3. POTENCJAŁ HYDROENERGETYCZNY POLSKI**

Udziały paliw, z których w Polsce jest wytwarzana energia elektryczna, różnią się od udziałów w innych krajach, zwłaszcza zachodnioeuropejskich. W 2008 roku Polska zajmowała 9 miejsce spośród największych producentów węgla kamiennego [7]. W naszym kraju 95% energii elektrycznej jest wytwarzane z węgla (61% z kamiennego i 34% z brunatnego) [14].

Głównym, odnawialnym źródłem energii eksploatowanym w Polsce jest biomasa (94,8 % czystej energii). Niewielki udział przypada energii wiatrowej (1,5%) oraz geotermalnej (0,2%); na drugim miejscu znajduje się energia wodna - 3,4% (EuroStat, 2009).

Siłownie wodne zaczęły pojawiać się w Polsce już w XIX w, głównie na potrzeby przemysłu. Inicjatorem ich powstawania był Stanisław Staszic; lokalizowano je głównie na obszarze Podhala [15]. Pierwszą hydroelektrownią była „Kamienna” na Drawie poniżej Głuska. Prace związane z budową podjęto w 1896 r., a na 1903 rok datuje się rozpoczęcie przemysłowej eksploatacji elektrowni o mocy 960 kW. Obecnie, położona na terenie Drawieńskiego Parku Narodowego elektrownia wodna stanowi najciekawszy zabytek techniki o randze ogólnokrajowej [16].

Po I wojnie światowej powstały dwie elektrownie wodne na Pomorzu (Gródek i Żur), a w 1936 r. rozpoczęto realizację projektu budowy największej w owym czasie europejskiej zapory w Rożnowie, na Dunajcu. Zaporze towarzyszyć miała elektrownia o mocy 50MW [15].

Po II wojnie światowej na terenie kraju znajdowało się 6330 czynnych hydroelektrowni, jednak w latach następnych przeważająca ich część przestała funkcjonować [17].

Duże elektrownie, Solina, Włocławek i Żydowo powstały na przełomie lat 60. i 70. XX wieku. Największa w Polsce elektrownia wodna szczytowo-pompowa, a więc działająca zgodnie z dobowym rytmem zapotrzebowania na energię, o mocy 680W, została uruchomiona w Żarnowcu (1983 r.) a druga co do wielkości, Porąbka-Żar (500 MW) zaczęła generować energię w 1979 roku.

Kolejne duże, szczytowo-pompowe obiekty w historii polskiej hydroenergetyki to Czorsztyn-Niedzica (92 MW) oraz zmodernizowany zespół dwóch elektrowni wodnych Solina-Myczkowce, piętrzących wody Sanu [15].

Na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych na terenie Polski zlokalizowanych było około stu obiektów należących do resortu energetyki, jednak ich stan techniczny nie był zadowalający. Korzystne zmiany w sektorze energetyki wodnej przyniósł rok 1981, gdy podjęto Uchwałę Rady Ministrów nr 192, umożliwiającą budowę i użytkowanie małych elektrowni wodnych o mocy nie przekraczającej 5 MW przez podmioty gospodarcze spoza energetyki zawodowej, w tym także przez osoby fizyczne. Kolejnym krokiem było nałożenie na zakłady energetyczne obowiązku skupowania wyprodukowanej energii elektrycznej. Zapoczątkowało to zainteresowanie osób prywatnych inwestycjami w hydroenergetykę [17].

Mimo tego, że energetyka wodna ma w Polsce długą tradycję, to warunki dla rozwoju tej dziedziny gospodarki nie są sprzyjające. Hydroenergetyczny potencjał Polski w porównaniu z powierzchnią całego kraju jest niski. Ponieważ w Polsce zdecydowanie przeważają tereny nizinne, to spadki koryta rzek są niewielkie. Nierównomiernie rozmieszczone, i niezbyt obfite opady a także duża przepuszczalność gruntów utrudniają retencjonowanie wody [18]. Zasoby energii wodnej wyraża się w ilości energii elektrycznej, jaką można pozyskać z cieków wodnych w ciągu roku. Teoretyczny potencjał hydroenergetyczny Polski szacuje się na 13650 GWh/rok, natomiast zasoby techniczne możliwe do eksploatacji to 11950 GWh/rok [19].

Najbardziej korzystne warunki do rozwoju hydroenergetyki mają dwa rejony: Wisła wraz z dopływami stanowi 77,6% potencjału hydroenergetycznego (9270 GWh/rok) oraz Odra wraz z dopływami (odpowiednio 20,1 % i 2400 GWh/rok). Pozostałe 2,3% stanowią inne rzeki, głównie Pomorza i Pojezierza Mazurskiego [19].

Według danych Urzędu Regulacji Energetyki, obecnie na terytorium Polski istnieje 738 elektrowni wodnych o łącznej mocy 946345 MW. Przeważają instalacje do 0,3 MW, dużych elektrowni (powyżej 10 MW) jest jedynie 6 (Tab. 2.).

Tab. 2. Największe hydroelektrownie w Polsce.

Nr	Nazwa	Moc (MW)
1	Żarnowiec	680
2	Porąbka-Żar	500
3	Solina-Myczkowce (zespół 2 hydroelektrowni)	200 + 8,3
4	Włocławek	160
5	Żydowo	156
6	Czorsztyn-Niedzica	92

Źródło: Opracowanie własne.

Większa część małych elektrowni wodnych jest własnością inwestorów prywatnych.

Z uwagi na to, że celem strategicznym polityki energetycznej Polski jest zwiększanie wykorzystania zasobów energii odnawialnej, tak aby udział tej energii w końcowym zużyciu energii brutto osiągnął 15% w 2020 roku, konieczne jest dalsze zwiększanie udziału OZE. Wiąże się to także z rozwojem hydroenergetyki.

### 6.3.1. HYDROENERGETYKA W WOJEWÓDZTWIE ŁÓDZKIM

Województwo łódzkie to obszar w centralnej części Polski, ustanowiony w styczniu 1919 roku, a w obecnych granicach funkcjonuje od 1999 (po wejściu w życie reformy administracyjnej) [20]. Zajmuje powierzchnię 18 219 km<sup>2</sup>, co stanowi 5,9% powierzchni kraju, graniczy z 6 województwami: wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, mazowieckim, świętokrzyskim, śląskim i opolskim. Pod względem przyrodniczym położone jest w obrębie 2 regionów fizyczno geograficznych: Niziny Środkowopolskiej oraz Wyżyny Małopolskiej [21].

Obszar województwa łódzkiego jest ubogi w wody powierzchniowe, a główne rzeki znajdują się na jego obrzeżach. Całkowity potencjał teoretyczny rzek to tylko 615 GWh/rok. W porównaniu do potencjału dla całego kraju, wynoszącego 23 000 GWh/rok, jest to niewielka wartość, stanowiąca jedynie 0,02 % zasobów krajowych [22]. Niewielkie rzeki stwarzają jednak możliwości do rozwoju małej energetyki wodnej.

W Polsce, do grupy obiektów klasyfikowanych jako Małe Elektrownie Wodne zalicza się elektrownie o mocy zainstalowanej poniżej 5 MW. Takie samo kryterium stosuje się w większości państw Europy Zachodniej (poza krajami Skandynawskimi, Szwajcarią i Włochami, gdzie za „małe” uznaje się elektrownie nie przekraczające mocy 2 MW) [23].

W 2011 r. na obszarze województwa pracowało 39 MEW. Najwięcej hydroelektrowni znajduje się na Nerze (9) oraz Rawce (6). Obiekty o największej mocy są związane ze zbiornikami zaporowymi, Jeziorsko na Warcie (4,89 MW) oraz Zalewem Sulejowskim na Pilicy (3,5 MW); jednak przeważająca część hydroelektrowni w regionie to instalacje których moc podaje się w kW. Takie konstrukcje przepływowe najczęściej instaluje się bezpośrednio na budowli piętrzącej, w które województwo obfituje. Elektrownie na przegrodzeniu rzeki generują energię elektryczną wykorzystując naturalne hydrologiczne fluktuacje przepływu, woda musi jednak przepływać bezpośrednio przez turbiny co zagraża faunie rzecznej.

Zabudowa hydrotechniczna obejmuje około 1300 obiektów. Większa ich część powstała w okresie międzywojennym oraz drugiej połowie XIX wieku [24]. W celu stymulacji rozwoju hydroenergetyki



w regionie Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi opracował listę miejsc na rzekach, które można zagospodarować, piętrząc tam wodę. WZMiUW planuje wydzierżawić wszystkie jazy, stopnie wodne i zastawki, w miejscach gdzie spiętrzenie wody jest większe niż 1m. Okazuje się jednak, że dla większości istniejących budowli piętrzących brak jest danych dotyczących przepływów w korycie, dyspozycyjnego spadku oraz ich stanu technicznego; nie wiadomo więc ile z nich jest przydatnych do produkcji energii.

#### **6.3.1.1. Przykład małej hydroelektrowni przyjaznej środowisku**

Przykładem technicznego rozwiązania, stosowanego do niwelowania niekorzystnego wpływu hydroelektrowni na ekosystem jest MEW "Pogórze" w gminie Widawa, powiecie łaskim, gdzie zastosowano konstrukcję na kanale obiegowym. Wybudowana w 2004 roku hydroelektrownia składa się z budynku z siłownią (Fot. 4.), wyposażoną w 3 turbiny Kaplana (Fot. 4.) o łącznej mocy 165 kW, oraz kanału o długości 350 m, którego zadaniem jest doprowadzanie spiętrzonej wody do elektrowni, a następnie odprowadzanie wody z turbin. Budowa kanału (Fot. 5) obejmowała nie tylko jego wykopanie, ale także uszczelnienie geotkaniną, faszyną i umocnienie kołkami. Użytkowanie kanału wiąże się także z jego konserwacją, która ma na celu przeciwdziałanie zarastaniu.



Fot. 4. Budynek hydroelektrowni „Pogórze” oraz jedna z turbin Kaplana.

*Źródło: Fot. Joanna Lik.*

Instalacja jest w pełni zautomatyzowana, odcięcie zasilania powoduje zatrzymanie turbin. O wyłączeniu turbiny bezwzględnie zawiadamiani są właściciele. W sytuacjach krytycznych, wytworzona energia zamiast płynąć do sieci, kierowana jest do grzałek umieszczonych w specjalnie do tego celu przygotowanych baniakach; podgrzana woda nie jest spuszczana do Widawki. Warto podkreślić, że w niektórych elektrowniach takie grzałki umieszczane są bezpośrednio w rzece, co jest bardzo niekorzystne dla ekosystemu, skutkuje zmianą termiki wód.

Produkcję energii na sprzedaż rozpoczęto w 2005 r. Elektrownia wytwarza średnio 500-600 MWh zielonej energii w ciągu roku, wartość ta jest zależna od wielkości przepływów w rzece. Pełne możliwości obiektu nie

są wykorzystywane z uwagi na to, że przepływy w Widawce są zazwyczaj niskie. Rzadko zdarza się żeby w tym samym czasie uruchomione były 3 turbiny, najczęściej pracuje jedna.



Fot. 5. Rzeka Widawka na wysokości początkowego odcinka kanału obiegowego oraz budynek hydroelektrowni „Podgórze” na kanale obiegowym.

*Źródło: Fot. Joanna Lik.*

Inwestycja w hydroenergetykę kosztowała właścicieli elektrowni około 2 milionów złotych. O tak dużych kosztach zdecydowała jej konstrukcja. Umieszczenie na kanale obiegowym, a nie bezpośrednio na jazie piętrzącym, jest korzystnym dla rzeki, ale jednocześnie o wiele droższym rozwiązaniem. Doprowadzenie wody do siłowni kanałem kosztowało ponad milion złotych. Ponadto, budowa hydroelektrowni wymagała działań odwadniających; w ziemi położono kilometry rur drenarskich. Inwestorzy liczą na to, że po spłaceniu kredytów, elektrownia zacznie zarabiać produkując czystą energię i przynosić wymierne zyski.

Plany na przyszłość dotyczą finalizacji zadania podjętego w 2006 roku - budowy przepławki dla ryb. Projekt tego przedsięwzięcia już jest, wykonał go profesor Wiesław Wiśniewolski; zaproponował komorową, zbudowaną z kamieni, przyjazną rybom konstrukcję. Niestety, pojawiły się trudności dotyczące dzierżawy gruntu na terenie, gdzie miałyby powstać przepławki i jej budowa dotychczas nie została sfinalizowana.

#### **6.4. PODSUMOWANIE**

Struktura wykorzystywanych źródeł energii i ich udziałów w jej produkcji danego kraju zależy przede wszystkim od jego warunków naturalnych. Potencjał hydroenergetyczny także jest związany z uwarunkowaniami środowiskowymi. Przykład Włoch pokazuje, że dogodne warunki klimatyczne i hydrologiczne znacząco wpływają na rozwój hydroenergetyki. Polska nie może się poszczycić wybitnymi osiągnięciami w tej dziedzinie. Położone w centrum kraju województwo łódzkie ze względu na wododziałowe położenie (niewielka ilość wód powierzchniowych) także wykorzystuje energię wodną w niewielkim stopniu.

Instalacje wykorzystujące odnawialne źródła energii, w tym małe elektrownie wodne, mają zazwyczaj charakter lokalny, w efekcie nie wymagają tworzenia scentralizowanej infrastruktury technicznej. Jako małe i rozproszone technologie naturalnie wpisują się w politykę, strategię i plany rozwoju regionalnego oraz lokalnego. Zważywszy na niescentralizowany charakter oraz ogólną dostępność zasobów OZE, energetyka odnawialna może stać się czynnikiem pobudzającym rozwój gospodarczy na poziomie regionalnym. Czynnikiem który może zdecydować o budowie nowych elektrowni wodnych na obszarze województwa łódzkiego jest niewątpliwie inicjatywa Wojewódzkiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych w Łodzi, polegająca na dzierżawie urządzeń piętrzących i chęci współpracy z inwestorami. W procesie planowania nowych hydroelektrowni należałoby uwzględnić, wzorem Włochów, elementy budownictwa energooszczędnego, oraz dobór materiałów przyjaznych środowisku. W miejscach, gdzie to możliwe, wskazane byłoby stosowanie konstrukcji z uwzględnieniem kanału obiegowego.

Szans na rozwój hydroenergetyki należy upatrywać także w jej modernizacji. Taką strategię przyjęły również Włochy, które wyekspluatowały swój potencjał hydroenergetyczny. Obecnie polityka energetyczna kraju w zakresie odnawialnych źródeł energii opiera się na podejmowaniu wszelkich działań prowadzących do optymalizacji technologii stosowanych w hydroenergetyce.

## 6.5. LITERATURA

1. Energia ze źródeł odnawialnych w 2009 r. Wydawnictwo Głównego Urzędu Statystycznego, [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl).
2. Cosmi C., Di Leo S., Loperte S., Macchiato M., Pietrapertosa F., Salvia M., Cuomo V. 2009. A model for representing the Italian energy system: The NEEDS-TIMES experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13:763776.
3. Giudici G., Ghisla F., Sottocornola R. 2011. The Potential for Mini-Hydro in Italy: "The Case of the Refurbishment of Old Mills and Workshops". Contribution to the World SHP Development Report 2011, Politecnico di Milano, Italy.
4. De Martino G., Ranucci A. 2010. Technical features and Italian regulations for small hydropower plants: a case study in Southern Italy. *International Conference on Renewable Energies and Power Quality*.
5. <http://www.streammap.asha.be/>.
6. Natali F., Dalla Marta A., Orlando F., Orlandini S. 2009. Water use in Italian agriculture: analysis of rainfall patterns, irrigation systems and water storage capacity of farm ponds. *Italian Journal of Agrometeorology*, 55: 56-59.
7. Survey of Energy Resources. 2010. World Energy Council. Used by permission of the World Energy Council, London, [www.worldenergy.org](http://www.worldenergy.org).
8. Water in the Alps: striking the balance. Alpine Water Conference 2010. Balzarolo D., Bianchini A., Colonna P. (eds.) September 2011, Rome, 194 pp.
9. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).
10. [www.enel.com](http://www.enel.com)

11. Hoffman M. (ed.). 1992. Małe elektrownie wodne poradnik. online na [www.emergieodnawialne.pl](http://www.emergieodnawialne.pl).
12. Environmental integration of small hydropower plants, European Small Hydropower Association brochure, online na [www.asha.be](http://www.asha.be).
13. Hydropower and the environment: present context and guidelines for future action. 2000. International energy agency report, implementing agreement for hydropower technologies and programmes.
14. Soliński J. 2004. Sektor energii świat i Polska. Rozwój 1971-2000, perspektywy do 2030 r. Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, Warszawa, pp. 52.
15. Mikulski Z. 2004. Rozwój wykorzystania energii wodnej na ziemiach polskich. Gospodarka Wodna, 12: 503-509.
16. [www.bandurscy.com](http://www.bandurscy.com).
17. Kotowski W. 2004. Przybywa MEW, przyszłość w wodzie?. Energia gigawat, online na [www.cire.pl](http://www.cire.pl).
18. Zyśk A. 2010. Energia z wody. Środowisko, 23: 21-22.
19. Leszczyński T.Z. 2009. Hydroenergetyka w Unii Europejskiej. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki, 6:1-13.
20. Regionalny Program Operacyjny Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013.
21. Program Ochrony Środowiska Województwa Łódzkiego na lata 2008-2011, z perspektywą na lata 2012-2015.
22. Ocena konkurencyjności wykorzystania energii odnawialnej w województwie łódzkim, przygotowana przez Urząd Marszałkowski w Łodzi, październik 2008 r.
- [23. Prognoza oddziaływania na środowisko, Projektu Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Łódzkiego na lata 2007-2013, sierpień 2006.
24. Wojewódzki Program Ochrony i Rozwoju Zasobów Wodnych dla województwa łódzkiego, wykonany przez Biuro Projektów Wodnych Melioracji i Inżynierii Środowiska BIPROWODMEL sp. z o.o.

## **Podziękowania**

*Dziękuję wszystkim pracownikom ProAkademii oraz włoskiej firmy Keo Habitat, w szczególności Soni oraz Francesco za opiekę podczas wizyty studyjnej w Turynie, pracownikom Environment Parku za materiały i pomoc merytoryczną. Panu Dyrektorowi Bogumiłowi Kazulakowi oraz Pani Marzenie Gaickiej z WZMiUW, za udostępnienie niezbędnych materiałów, liczne konsultacje i organizowanie wizyt studyjnych w hydroelektrowniach zlokalizowanych na terenie województwa łódzkiego.*

*Dziękuję także właścicielom elektrowni wodnej „Podgórze” za gościnę i współpracę.*