

POLSKIE SIECI ENERGETYCZNE – WSCHÓD Sp. z o.o.

**Energetyka wodna podstawowym źródłem energii
odnawialnej w Polsce.**

Opracował Marek Butkowski

Wstęp.

Energię wód można ogólnie podzielić na energię wód śródlądowych oraz energię mór. Powstanie energii wód śródlądowych jest związane z cyklem krążenia wody w przyrodzie. Źródłem tej energii jest w istocie energia słoneczna. Hydroenergetyka opiera się przede wszystkim na wykorzystaniu energii wód śródlądowych (rzadziej mór w elektrowniach pływowych) o dużym natężeniu przepływu i dużym spadzie mierzonym różnicą poziomów wody górnej i dolnej z uwzględnieniem strat przepływu. Wykorzystanie w elektrowniach energii wód śródlądowych oraz pływów wód morskich polega na zredukowaniu w granicach pewnego obszaru (odcinek strumienia, rzeki, część zatoki).

Energetyka wodna (hydroenergetyka) zajmuje się pozyskiwaniem energii wód i jej przetwarzaniem na energię mechaniczną i elektryczną przy użyciu turbin wodnych i hydrogeneratorów w siłowniach wodnych oraz elektrowniach wodnych, a także innych urządzeń. Energię wody zaczęto szerzej wykorzystywać do wytwarzania energii elektrycznej w końcu XIX wieku.

Obecnie to właśnie energetyka wodna jest głównym krajowym źródłem ekologicznej energii elektrycznej. W strukturze produkcji energii z OZE w 2003 r. z dużych elektrowni wodnych pochodziło 68,38% energii, a z MEW - 26,21% , czyli łącznie prawie 95% . Udział energii z elektrowni wiatrowych wynosił 2,48%, biogazowych - 2,51%, biomasowych - 0,42%.

Rodzaje elektrowni wodnych.

Warunkiem pozyskania energii potencjalnej wody do napędu silników wodnych jest istnienie w określonym miejscu znacznego spadku dużej ilości wody. W związku z tym budowa zakładu hydroenergetycznego jest najbardziej celowa w okolicy wodospadu lub przepływowego jeziora leżącego w pobliżu doliny. Miejsca takie jednak nie często występują w przyrodzie, toteż w celu uzyskania spadku przeprowadza się odpowiednie prace hydrotechniczne. Najczęściej stosowany sposób wytwarzania spadku wody polega na podniesieniu jej poziomu w rzece za pomocą jazu, czyli konstrukcji piętrzącej wodę w korycie rzeki lub zapory wodnej piętrzącej wodę w dolinie rzeki. Do rzadziej stosowanych sposobów uzyskiwania spadku należy obniżenie poziomu wody dolnego zbiornika poprzez wykonanie stosownych prac ziemnych. W przypadku przepływowej elektrowni wodnej jej moc chwilowa zależy ściśle od chwilowego dopływu wody, natomiast elektrownia wodna zbiornikowa może wytwarzać przez pewien czas moc większą od mocy odpowiadającej chwilowemu dopływowi. Zbiornik może także zapewniać wyrównanie natężenia przepływu wody. Szczególna jest rola elektrowni wodnych szczytowo - pompowych, które pełnią funkcję "magazynu" energii elektrycznej. Zbiornik górny takiej elektrowni jest napełniany wodą pompowaną z dolnego zbiornika, w okresach zmniejszonego zapotrzebowania na energię elektryczną, co w godzinach zapotrzebowania szczytowego pozwala na bardzo szybkie uruchomienie produkcji prądu. Mimo dużych kosztów system ten zdaje egzamin ze względu na brak alternatywnych metod magazynowania dużych ilości energii elektrycznej. naturalnych strat energii wody i uzyskaniu jej spiętrzenia względem poziomu odpływu.

Poza energetycznym, elektrownie wodne zbiornikowe mogą spełniać jednocześnie inne zadania, jak zabezpieczenie przeciwpowodziowe, regulacja przepływu ze względu na żeglugę. Duże znaczenie mają elektrownie wodne szczytowo-pompowe, pozwalające na użycie wody jako magazynu energii. Rozwój hydroenergetyki jest uzależniony od zasobów energii wód, tzw. zasobów hydroenergetycznych.

Dla Polski dominujące znaczenie hydroenergetyczne mają dolna Wisła oraz Dunajec. W 1990 produkcja energii elektrycznej z energii wód w Polsce wyniosła 3,3 TW h, a na świecie ok. 2162 TW h. Ostatnio coraz większą uwagę poświęca się wykorzystaniu niewielkich cieków wodnych przez budowę tzw. małych elektrowni wodnych; w pierwszej kolejności dotyczy to tych cieków, na których istnieją już urządzenia piętrzące wykorzystywane do innych celów. Za rozwojem hydroenergetyki przemawia fakt, że koszt energii elektrycznej produkowanej w elektrowni wodnej jest niższy niż energii elektrycznej

produkowanej w elektrowni cieplnej.

Rozwiązania elektrowni wodnych.

Podstawową rolę w przemianie energii wody śródlądowej (w elektrowni wodnej) w energię elektryczną odgrywa energia potencjalna. W turbinach wodnych następuje zamiana energii potencjalnej na energię kinetyczną, a ta następnie w prądnicach elektrycznych (hydrogeneratorach) jest zamieniana na energię elektryczną.

Moc P (W) elektrowni wodnej wykorzystującej rozpatrywany odcinek cieku wodnego można określić wzorem:

$$P = V\rho gH_u\eta_e$$

gdzie:

V – objętości wody przepływającej przez turbinę, m^3/s ;

g – przyspieszenie ziemskie;

ρ - gęstość

H_u – spad użyteczny (wykorzystany), uwzględniający straty spadu Δh_s w zbiorniku i przewodach doprowadzających wodę do elektrowni, m.;

η_e – sprawność elektrowni.

Warunkiem otrzymania dużej mocy jest koncentracja w możliwie ograniczonym obszarze dużej różnicy poziomów oraz dużego przepływu masowego wody. Z uwagi na brak naturalnej koncentracji spadu (wysokogórskich jezior o dużych zasobach wody) dla elektrowni wodnych stwarza się sztuczne spadły poprzez :

- spiętrzenie górnego poziomu wody GW, obniżenie dolnego poziomu DW lub budowę elektrowni podziemnej;
- budowę kanału skracającego, dzięki czemu zmniejsza się straty przepływowe (znacznie krótsza droga przepływu).

W praktyce stosuje się niektóre z tych sposobów jednocześnie.

Najważniejszymi parametrami elektrowni wodnej są:

- ✓ moc zainstalowana P ,
- ✓ przełyk elektrowni Q ,
- ✓ spad użyteczny H_u ,
- ✓ czas pracy w ciągu doby, tygodnia itp.,
- ✓ sprawność η_e .

Przełyk elektrowni ma zasadniczy wpływ na wymiary turbin, budynku elektrowni oraz wielkość budowli hydrotechnicznych doprowadzających wodę do elektrowni. Dobór tej wielkości jest trudny, ponieważ ściśle zależy ona od wartości zmieniających się w poszczególnych porach roku – przepływów w rzece oraz od charakteru pracy elektrowni. Spad użyteczny elektrowni zależy od warunków topograficznych cieku oraz od sposobu rozwiązania stopnia wodnego.

Sprawność elektrowni wodnej η_e jest określona jako iloczyn sprawności turbiny η_t , generatora η_g i transformatora η_{tr}

$$\eta_e = \eta_t * \eta_g * \eta_{tr}$$

Wartości poszczególnych sprawności:

$$\eta_t = 0,88 \div 0,93;$$

$$\eta_g = 0,95 \div 0,98;$$

$$\eta_{tr} = 0,97 \div 0,995;$$

$$\eta_e = 0,84 \div 0,9$$

Elektrownie wodne cechuje wyjątkowa różnorodność rozwiązań, wynikająca z konieczności każdorazowego dostosowania się do istniejących warunków lokalnych. Elektrownie wykorzystujące energię wód śródlądowych można podzielić na grupy według następujących kryteriów: wartości spadu, sposobu pokrywania obciążeń w układzie elektroenergetycznym i sposobu gospodarowania zasobami wodnymi. Podział według wartości spadu jest najbardziej istotny, ale dość dowolny. Rozróżnia się elektrownie niskospadowe, średnispadowe i wysokospadowe. W warunkach polskich najstuszej jest podział na elektrownie o:

- niskim spadzie nie przekraczającym 15m.
- średnim spadzie 15 ÷ 50m.
- oraz wysokim spadzie przekraczającym 50m.

Budowle hydrotechniczne, w zależności od przeznaczenia, można podzielić na:

- budowle piętrzące, do których zaliczyć należy zapory i jazy;
- ujęcia wody;
- budowle doprowadzające i odprowadzające wodę, do których należą kanały, rurociągi i sztolnie wraz z budowlami towarzyszącymi;
- inne budowle, takie jak: śluzy żeglugowe, przepławki dla ryb i pochylnie dla tratw.

W budownictwie hydrotechnicznym wyróżnia się zapory betonowe, zapory ziemne i kanały. W Polsce najbardziej są rozpowszechnione zapory betonowe typu ciężkiego. Zapory ziemne są budowane na terenach nizinnych. W celu ujęcia wody filtrującej przez zaporę stosuje się system drenażowy. Kanały energetyczne łączące zbiornik z elektrownią są prowadzone w wykopie lub w półwykopie. Umocnienia kanałów wykonuje się płytami betonowymi, żelbetowymi lub asfaltobetonowymi.

Elektrownia wodna składa się z następujących podstawowych elementów:

- blok elektrowni (część podwodna),
- hala maszyn,
- hala montażowa,
- pomieszczenia pomocnicze i ciągi komunikacyjne.

W elektrowni niskospadowej większa część bloku znajduje się pod wodą i tworzy budowlę piętrzącą wodę. Wymiary bloku zależą od sposobu doprowadzenia wody, zatem od rodzaju i wielkości turbiny.

Mała Energetyka Wodna.

Spośród wszystkich odnawialnych źródeł energii w warunkach naszego kraju największy udział w produkcji energii elektrycznej mają i będą miały elektrownie wodne tworzące Małą Energetykę Wodną, którą można podzielić na:

- mikroenergetyka wodna, do której zalicza się obiekty o mocy zainstalowanej do 50 kW,
- minienergetyka wodna obejmująca obiekty o mocy 50 kW do 1 MW,
- mała energetyka wodna, z mocą zainstalowaną od 1 MW do 15 MW.

MEW (mała energetyka wodna) ma wiele zalet, m.in.:

- zwiększa małą retencję wód,
- zwiększa znacznie ilość miejsc pracy,
- jest przyjazna dla środowiska,
- nie zmienia w znaczący sposób krajobrazu i środowiska naturalnego, tak jak duże elektrownie wodne.

Sprawność w tej grupie elektrowni wynosi od 30% - dla prostych urządzeń do 85-90% - dla skomplikowanych technicznie. Elektrownia może pracować od 5000-8000 h /rok. MEW

pracują bez większych remontów przez kilkadziesiąt lat. Amortyzacja może trwać od 3-15 lat.

Małe elektrownie wodne można podzielić ze względu na lokalizację na elektrownie przy jazie lub zaporze w miejscach, do których woda doprowadzona jest kanałem lub rurociągiem oddalonym od budowli piętrzącej na rzece. Najważniejszymi urządzeniami są: turbina, prądnica, układ regulacyjny i sterowanie turbozespołu oraz przekładnie. Woda w ujęciu zostaje pozbawiona wszystkich zbędnych rzeczy z nią płynących, jak patyki, liście, papiery. W specjalnym zbiorniku umieszczonym pod ziemią woda musi się usiąć. Tam cały piach i mniejsze śmieci, które nie zostały usunięte przy ujęciu opadają na dno. Zbiornik automatycznie oczyszcza się co pewien czas z nagromadzonego materiału rzecznoego. Drugie zadanie tego zbiornika to magazynowanie wody. Pozwala on na pracę elektrowni bez dostarczania wody przez strumień przez czas od jednej do kilku godzin, w zależności od mocy zainstalowanej i wielkości zbiornika. Dalej woda spływa kanałem. Jest on również zakopany pod ziemią i zazwyczaj ciągnie się wzdłuż rzeki lub strumienia, choć nie zawsze. Po kilkunastu lub kilkudziesięciu metrach woda dostaje się do budynku elektrowni. Turbiny wraz z generatorami zwykle są pod powierzchnią ziemi. Woda uderzając w łopatki turbiny napędza ją, ta z kolei napędza generator wytwarzający energię elektryczną. Po tym procesie woda jest odprowadzona do ujścia i trafia do strumienia, z którego została pobrana.

Często zdarza się, że MEW mają na swoim wyposażeniu dwa generatory różnej mocy. Udogodnienie to stosuje się w celu lepszego wykorzystania energii zawartej w wodzie.

Energetyka wodna na świecie

Energia elektryczna otrzymywana z energii wody zaspokaja ok. 20% zapotrzebowania na energię elektryczną, co stanowi ok. 2,2% produkcji pierwotnej świata (w Polsce jedynie - 0,2%) W 2003 r. hydroelektrownie na świecie wyprodukowały 2 650 TWh, co stanowiło ok. 16% globalnej produkcji energii elektrycznej. Teoretyczne zasoby energii wodnej na świecie szacuje się na ok. 40 700 TWh/rok, zaś zasoby możliwe do eksploatacji oceniane są na ok. 14 400 TWh/rok. Największe zasoby energii wodnej występują w Chinach, Rosji, Brazylii, Kanadzie, Kongo, Indiach, USA oraz Indonezji.

Poważne inwestycje w dziedzinie energetyki wodnej prowadzone są aktualnie w wielu państwach świata. W Chinach, oprócz licznych inwestycji przy budowie małych elektrowni wodnych, trwają prace nad budową największej na świecie elektrowni wodnej "Trzy Koryta" na rzece Jangcy. Jej moc docelowa ma osiągnąć rekordową wartość 18,2 GW. Dla porównania moce kilku największych na świecie elektrowni wodnych przedstawiają się następująco:

Nazwa elektrowni	Kraj	Moc [GW]
Itaipu	Brazylia	12,6
Guri	Wenezuela	10,3
Grand Coulee	USA	6,7
Krasnojarsk	Rosja	6
La Grande 2	Kanada	5,3
Corpus Posadas	Argentyna / Paragwaj	4,7

W tej skali tak słynne elektrownie wodne, jak Asuan w Egipcie (2,1 GW), czy Niagara w Kanadzie (1,2 GW) wydają się stosunkowo niewielkie. Techniczne zasoby energii wodnej

w skali świata wynoszą 14 280 TWh/rok. Obecnie są one wykorzystywane w ok. 27%. Przewiduje się, że wskaźnik ten zostanie podwojony do roku 2020.

W krajach Unii Europejskiej w roku 1991 elektrownie wodne o mocy zainstalowanej poniżej 10 MW osiągnęły łączną moc 5 GW i wyprodukowały 15 TWh energii elektrycznej. W 1995 r. ich moc wyniosła już 7 GW, a dla roku 2005 prognozy zakładają osiągnięcie 10 GW. Dla porównania te same parametry w elektrowniach wodnych o mocy zainstalowanej powyżej 10 MW kształtowały się następująco:

- 1991 r. - 75 GW,
- 1995 r. - 83 GW,
- prognozy dla 2005 r. - 89 GW.

Dane te wskazują, że najpoważniejsze rezerwy mocy, które mogą być w warunkach europejskich zainstalowane, związane są z rozwijaniem małych elektrowni wodnych.

Niezwykle interesująca koncepcja energetycznego wykorzystania wody, dotyczy kontynentu afrykańskiego. Od wielu lat rozważa się możliwość utworzenia na depresyjnych obszarach Sahary dużego sztucznego jeziora. Niezbędna do utworzenia jeziora woda pochodziłaby z Morza Śródziemnego. Różnica poziomów między projektowanym jeziorem, a morzem mogłaby być wykorzystana do celów hydroenergetycznych. Obliczenia wskazują, że średnia moc usytuowanej w takich warunkach elektrowni wynosiłaby ok. 300 MW.

Poza energetycznym wykorzystywaniem wody płynącej do wykorzystania pozostają także duże zasoby energii pływów i fal morskich. Różnica poziomu morza w czasie przyływu i odpływu wynosi niekiedy ponad 10 m. Można więc powiedzieć, że energia pływów występuje w wielu miejscach w postaci skoncentrowanej. Energia fal morskich jest jednak rozproszona, toteż jej wykorzystanie będzie trudniejsze. Pojawiają się jednak rozwiązania i w tej dziedzinie. Izraelski inżynier Jafa Szmuel Owadia opracował ostatnio prototyp urządzenia wytwarzającego energię elektryczną z ruchu fal morskich. Prototyp wytwarza prąd elektryczny o mocy 40 kW, istnieje jednak możliwość budowy podobnych urządzeń o mocy 4 MW. Cena 1 kWh tak wyprodukowanego prądu wynosiłaby, wg szacunków konstruktora, ok. 0,02 USD. Inny pomysł z tego zakresu narodził się w USA. Prof. Gorlov z Nortestern University w Bostonie dokonał udoskonalenia turbiny Darreus'a przystosowując ją do produkcji elektryczności z energii falowania mórz. Udoskonalona turbina przechwytyje ok. 35 % energii fal morskich. Wynalazek znalazł już komercyjnych sponsorów, którzy wytworzoną energię elektryczną zamierzają wykorzystać do produkcji wodoru z wody morskiej.

Energetyka wodna w Polsce

W naszym kraju udział energetyki wodnej w ogólnej produkcji energii elektrycznej wynosi zaledwie 1,5%. Nie mamy oczywiście tak sprzyjających warunków do budowy elektrowni wodnych, jak dysponująca olbrzymim obszarem i wielkimi rzekami Rosja, czy górzysta Norwegia, pokrywająca 98% zapotrzebowania na energię elektryczną z elektrowni wodnych, ale krajowy potencjał wart jest większego, niż dotychczas zainteresowania. Teoretyczne zasoby hydroenergetyczne naszego kraju wynoszą ok. 23 tys. GWh rocznie. Zasoby techniczne szacuje się na ok. 13,7 tys. GWh/rok. Wielkość ta to niemal 10% energii elektrycznej produkowanej w naszym kraju. Powyższe dane obejmują jedynie rzeki o znaczących przepływach. Przy uwzględnieniu pozostałych rzek, kwalifikujących się jedynie do budowy małych elektrowni wodnych (MEW), ich wartość jeszcze wzrośnie. Polska wykorzystuje swoje zasoby energii wodnej jedynie w 12 %. Dla porównania Niemcy korzystają z nich w 80 %, Norwegia w 84 %, zaś Francja - niemal w 100 %. Wdrożenie nowych technologii, np. turboregulatorów umożliwiających produktywnie wykorzystanie wód powodziowych, czy jazów powłokowych pozwalających na podpiętrzanie wody bez konieczności prowadzenia poważnych prac hydrotechnicznych może przynieść dodatkowe zyski energetyczne, a także w wielu przypadkach znacznie obniżyć koszty inwestycji.

W polskich warunkach klimatycznych zwiększenie możliwości retencji wody powinno być jednym z priorytetowych zadań polityki ekologicznej państwa. W przypadku zastosowania sztucznego piętrzenia wód rzecznych oprócz efektów energetycznych

i przeciwpowodziowych można uzyskać szereg innych korzyści gospodarczych, takich jak: rozwój transportu wodnego, dodatkowe przejścia mostowe, wyższe plony roślin dzięki wzrostowi poziomu wód gruntowych, przyrost ryb w zbiornikach, rozwój turystyki i rekreacji. Istotną zaletą elektrowni wodnych jest także zerowy koszt "paliwa". Biorąc pod uwagę wszystkie ww. korzyści, uczestnictwem w finansowaniu tego rodzaju inwestycji powinna być zainteresowana większa liczba podmiotów gospodarczych i instytucji.

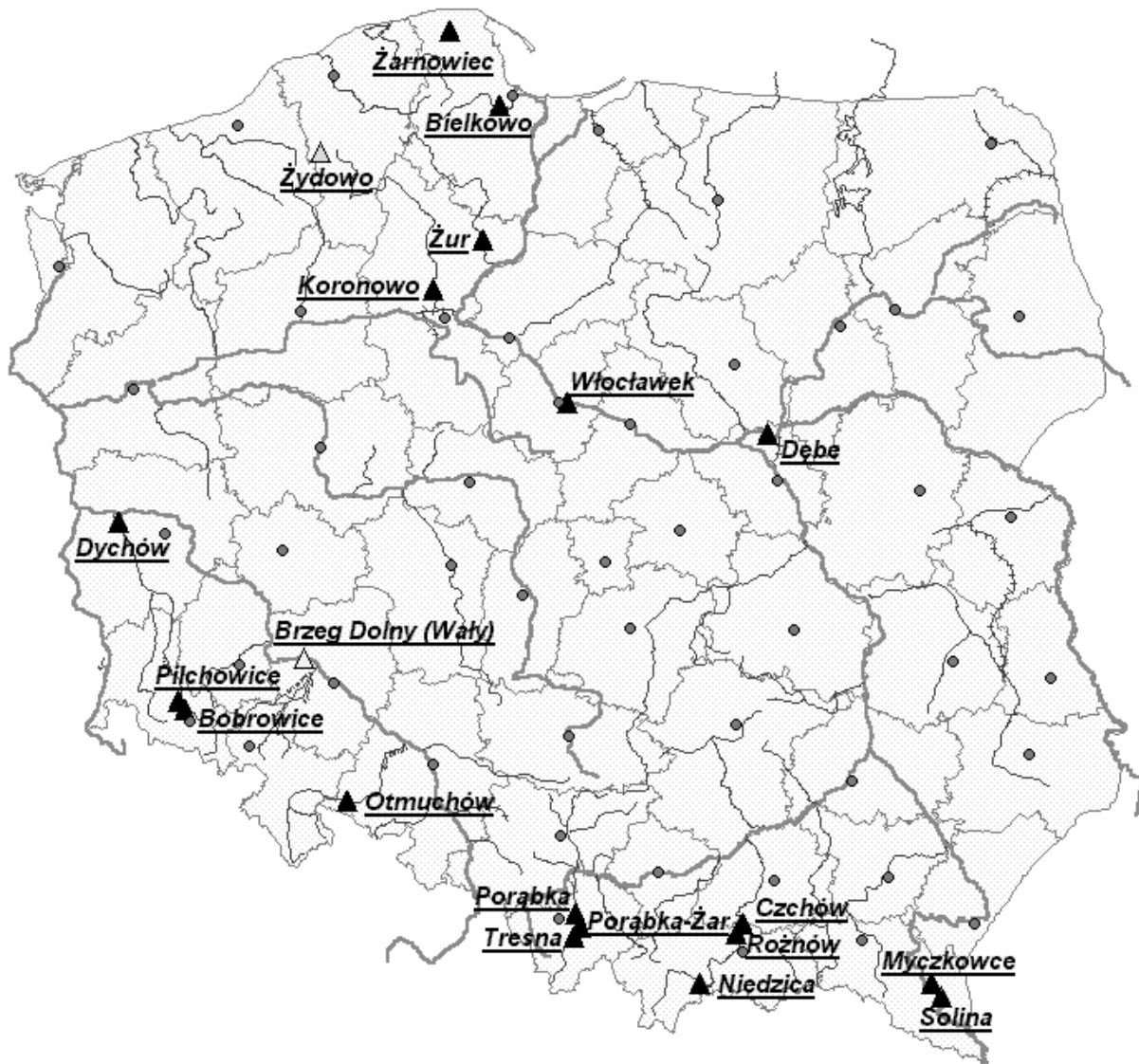
Tabela 2. Duże elektrownie wodne w Polsce

L.p.	Nazwa EW	Rzeka	Rok uruchomienia	Moc zainstalowana [MW]
1	Pilchowice	Bóbr	1912	7,9
2	Bielkowo	Redunia	1925	7,5
3	Bobrowice	Bóbr	1925	2,5
4	Żur	Wda	1929	9,0
5	Otmuchów	Nysa Kłodzka	1933	4,8
6	Rożnów	Dunajec	1942	50,0
7	Dychów	Bóbr	1951	79,5
8	Porąbka	Soła	1953	12,6
9	Czchów	Dunajec	1954	8,0
10	Brzeg Dolny	Odra	1958	9,7
11	Koronowo	Brda	1960	26,0
12	Myczkowce	San	1961	8,3
13	Dębe	Narew	1962	20,0
14	Tresna	Soła	1967	21,0
15	Solina	San	1968	137,2
16	Włocławek	Wisła	1970	162,0
17	Żydowo	Radew	1971	152,0
18	Porąbka - Żar	Soła	1979	550,0
19	Żarnowiec	Piasnica	1982	716,0
20	Niedzica	Dunajec	1997	90,0
			RAZEM:	2074,0

W kraju działa aktualnie ponad 400 hydroelektrowni, w tym zaledwie kilkanaście o mocy większej, niż 5 MW. Duże elektrownie wodne pełnią w Polsce z reguły także funkcje elektrowni szczytowo - pompowych. Największe elektrownie wodne w kraju to Żarnowiec - 680 MW, Porąbka - Żar - 500 MW, Żydowo - 150 MW oraz Włocławek - 160 MW, Solina - 136 MW i Czorsztyn - 93 MW. Obecnie obserwuje się wzrost liczby elektrowni wodnych, zwłaszcza małych. Globalna moc zainstalowana elektrowni wodnych, bez szczytowo - pompowych, podwoiła się w Polsce w stosunku do roku 1970 i obecnie wynosi ok. 700 MW, a w budowie jest dalszych 98 MW.

W ostatnich latach najwięcej hydroelektrowni przybyło na terenach byłych województw: olsztyńskiego, gdańskiego, słupskiego i bydgoskiego. Z reguły przy budowie MEW wykorzystuje się spiętrzenia istniejące. Z analiz przeprowadzonych przez "Energoprojekt" wynika, że po przeprowadzeniu prac remontowych przy wykorzystaniu istniejących budowli piętrzących istnieje możliwość uruchomienia ok. 650 MEW o łącznej

mocy 80 MW. Dla celów rolniczych i innych planuje się obecnie nowe spiętrzenia, które umożliwią uruchomienie kolejnych 400 MEW o łącznej mocy ok. 120 MW. Istnieje więc realna szansa odbudowy lub budowy od podstaw ok. 1000 MEW, które mogą wytworzyć rocznie ponad milion MWh energii elektrycznej. Oznacza to także oszczędność 650 tys. ton węgla w skali roku i związaną z tym redukcję emisji substancji szkodliwych. Każda MWh energii elektrycznej wytworzonej przez elektrownie wodne zmniejsza bowiem obciążenie środowiska o ok. 15 kg dwutlenku siarki, 7 kg tlenków azotu i 150 kg popiołów lotnych rocznie. W skali postulowanych 1000 małych elektrowni wodnych pozwala to na zmniejszenie rocznej emisji SO₂ o 15 tys. ton, NO_x o 7 tys. ton i popiołów lotnych o 150 tys. ton.



Rys.1. Mapa lokalizacji dużych, państwowych elektrowni wodnych w Polsce.

Zasoby wodnoenergetyczne Polski.

Teoretyczne zasoby wodno-energetyczne Polski – zostały obliczone w latach 60-tych w oparciu o metodykę Światowej Rady Energetyki i wynoszą dla średniego roku hydrologicznego około 23 TWh/rok. Techniczne zasoby energetyczne wszystkich wód płynących wyliczone przez A. Hoffmana i M. Hoffmana oraz J. Tymińskiego wynoszą około 12 TWh/rok, zaś techniczne zasoby MEW (obiekty wodne do 5MW) wynoszą około 2 TWh/rok. Łącznie potencjał ten wynosi około 14 TWh/rok.

Rozmieszczenie tego potencjału, przedstawia się następująco:

- dorzecze Wisły – 9,3 TWh/rok, w tym rzeka Wisła 6,2 TWh/rok,
- dorzecze Odry – 2,5 TWh/rok, w tym rzeka Odra 1,8 TWh/rok,
- dorzecze Przymorza – 0,3 TWh/rok,
- mała energetyka wodna (MEW) – 2,0 TWh/rok.

Potencjał techniczny polskich rzek wykorzystywany jest w granicach 10-12%, a pracujące elektrownie wodne wytwarzają średnio rocznie około 1,8 TWh.

Analizując problematykę rozwoju hydroenergetyki, należy rozróżnić tak zwaną dużą i małą energetykę wodną (MEW). Granica między nimi określona jest wielkością mocy zainstalowanej obiektu. W Europie przyjęto za górną granicę małych elektrowni wodnych (MEW) następujące moce zainstalowane: 1,5 MW (Luksemburg, Szwecja), 5,0 MEW (Polska, Austria, Grecja, Holandia, Niemcy) i 10 MW (Belgia, Hiszpania, Irlandia, Portugalia).

Aktualnie w kraju pracują małe elektrownie wodne (MEW) w następujących grupach mocy:

- około 300 MEW, prywatnych, o średniej mocy zainstalowanej rzędu 100 kW,
- około 110 MEW, państwowych, o średniej mocy rzędu 750 kW (Zakłady Energetyczne),
- około 5 MEW, administracji państwowej, o średniej mocy rzędu 2 500 kW (retencja).

Polska jest krajem wyjątkowo ubogim w wodę. Średni opad roczny wynosi około 600 mm, co daje nam trzecie od końca miejsce w Europie. Zasoby wód powierzchniowych mamy znikome, zajmujemy 26. miejsce w Europie. Statystyczny Polak może dysponować zaledwie około 1,8 tys. m³ rok, co stanowi trzykrotnie mniej, niż przypada średnio w Europie i 10 – krotnie mniej niż na mieszkańca USA. Ten skromny bilans wód powierzchniowych poprawiają zasoby pitnych wód podziemnych. Jednocześnie Polska bije wszelkie rekordy w zużyciu wody. W ciągu ostatnich 40 lat objętość pobieranych wód powierzchniowych wzrosła 3 – krotnie, osiągając około 15 km³ wody zużytej rocznie. Obszary znacznego niedostatku wody zajmują przeszło 180 000 km² i stanowią około 60% terytorium Polski. W każdym roku pozwalamy odpłynąć do morza aż 50% zasobów wodnych rzek. Istniejące zbiorniki retencyjne są w stanie pomieścić tylko 3 km³ wody, czyli około 5% ilości wody, jaka „ucieka” do morza. Budowy nowych zbiorników retencyjnych jest niewiele, praktycznie brak. Mała jest dyspozycyjność istniejących zasobów wodnych, nie opracowaliśmy i nie wykorzystujemy systemu przerzutów wody ze zbiorników retencyjnych i zapór wodnych. W najbliższych latach brak wody pitnej, degradacja wód, wyczerpywanie się jej zasobów, brak strategii zrównoważonego rozwoju kraju, wraz z programami wykonawczymi m.in. w zakresie spójnej gospodarki wodnej i energetycznej – stworzą realne zagrożenie powstania tak zwanej wodnej bariery rozwoju kraju.

Stan obecny energetyki wodnej w Polsce

Od 1991 roku osoby prywatne i spółki mogą posiadać i eksploatować MEW. Aktualnie pracuje około 300 takich siłowni wodnych, najwięcej w województwach północnych, Jeleniogórskim i na Podkarpaciu. W roku 2000 przekazały one do sieci energetycznej około 150 GWh energii elektrycznej.

Duże, państwowe elektrownie wodne wyprodukowały około 1800 GWh. Mapę lokalizacji dużych, państwowych elektrowni wodnych w Polsce, zbudowanych częściowo przed wojną, przedstawia Rys.1, zaś zestawienie ich i podstawowe dane, zawiera Tabela 2.

Udział energii elektrycznej wytwarzanych z MEW jest znikomy. W Polsce wszystkie elektrownie wodne wytwarzają około 1% energii elektrycznej (w Norwegii 99%). Dziś stanowi to około 10% energii z wody. Koszty wytwarzania tej energii są niższe niż ze spalania węgla. W latach 80-tych budowano średnio po kilka MEW rocznie, później ta liczba wzrosła do kilkunastu, a nawet do kilkudziesięciu rocznie. W sumie pod koniec 2000 roku w Polsce pracowało przeszło 300 MEW, o łącznej mocy przekraczającej 35 MW. Najwięcej, bo prawie 50 MEW znajduje się na terenie Zakładu Energetycznego Olsztyn, 30 MEW na terenie Zakładu Energetycznego Gdańsk, i w Jeleniej Górze.

Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych o mocy poniżej 1MW, zgodnie z Prawem Energetycznym, nie wymaga koncesji. Ze względów ekologicznych i społecznych najbardziej pożądana jest budowa małych elektrowni wodnych. MEW, a więc elektrowni wodnych o mocy zainstalowanej nie większej niż 5 MW. Oprócz wcześniej wymienionych zalet, cechują się także brakiem wad typowych dla dużych inwestycji tego rodzaju; w szczególności 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 oczywiście znacznie tańsze w budowie od dużych. Eksperti szacują, że przy obecnych cenach energii elektrycznej w Polsce koszt budowy MEW wznoszonej od podstaw zwraca się po 8 - 10 latach eksploatacji, a przy wykorzystaniu istniejących budowli spiętrzających - już po sześciu latach, a nawet wcześniej. Istotne jest, że po tym okresie koszty eksploatacji MEW są niewielkie i sprowadzają się głównie do bieżącej konserwacji i nadzoru.

Powyższe dane pozwalają sądzić, że skala potencjalnych inwestycji w małej energetyce wodnej może być znacznie większa, niż to przedstawiają szacunki. Istnieje także szansa budowy wielu nowych elektrowni wodnych o mocach powyżej 5 MW. Wisła i inne duże rzeki wymagają regulacji, a zagrożenie powodzią - budowy zbiorników retencyjnych. Być może przy okazji tych inwestycji powstaną nowe elektrownie wodne na miarę Włocławka.

W Polsce istnieje ok. 300 jazów zasuwowych budowanych w trakcie regulacji rzek nizinnych. Jazy te piętrząc wodę służyły do nawodnień okolicznych pól. Piętrzenia takie charakteryzują się niskim spadem, ale często znacznym przepływem rzeki. Warunki takie pozwalają na zbudowanie elektrowni wodnej o mocy od kilku do kilkuset kilowatów. Istnieje także możliwość zainstalowania turbogeneratorów śmigłowych produkujących prąd elektryczny w jednej lub kilku zasuwach jazu.

Bardzo pozytywnym zjawiskiem jest zainteresowanie się samorządu lokalnego udziałem w inwestycjach hydroenergetycznych. Na przykład w gminie Ruda Maleniecka, na rzece Czarna Konecka, zbudowano trzy małe elektrownie wodne o mocach zainstalowanych: 172,5 kW oraz dwie po 74 kW. Koszt budowanych w latach 1992 - 94 elektrowni zamknął się sumą ok. 13,5 mld starych złotych. W roku 1998 elektrownie te wyprodukowały 1082 MWh energii elektrycznej za kwotę 186,3 tys. PLN. Na dzień 31 grudnia 1998 r. do spłacenia pozostało jeszcze ok. 356 tys. PLN kredytów zaciągniętych na budowę elektrowni. Inwestycja spłaci się więc w czasie krótszym, niż 10 lat od momentu jej rozpoczęcia. Można przyjąć, że dwie już się spłaciły, trzecia jest jeszcze w trakcie spłacania. Dla inicjatywy prywatnej nie byłby to szczególnie atrakcyjny okres zwrotu poniesionych nakładów, tu mamy jednak do czynienia z inicjatywą samorządową, dzięki której wykorzystując zaledwie 6,5 km długości rzeki gmina zapewniła sobie poważne (minimum 100 tys. PLN zysku rocznie) wpływy budżetowe przez kilkadziesiąt lat. Obecnie 80% przychodów z elektrowni przeznacza się na spłatę długów, a 20% przeznacza się przede wszystkim na płace trzech pracowników zatrudnionych przy obsłudze elektrowni. Zakład Energetyczny w Skarżysku Kamiennej, który z własnych środków wybudował dwie linie średniego napięcia celem przyłączenia elektrowni obecnie kupuje wytworzoną w nich energię elektryczną w cenie 17,2 groszy za kilowatogodzinę.

W Rudzie Malenieckiej dzięki sprzyjającemu układowi terenu piętrzenie wody udało się utrzymać w granicach koryta rzeki. Uniknięto więc kosztu wykupu zalanych gruntów. Korzystny był system finansowania inwestycji. Ponad trzecią część sumy kosztów stanowiły dotacje uzyskane od Krajowego i Wojewódzkiego Sejmiku Samorządu Terytorialnego oraz darowizny rządu Konfederacji Szwajcarskiej. Resztę pokrył preferencyjny kredyt udzielony przez Fundację Rolniczą. Pomocy udzielił także Rejonowy Urząd Pracy w Końskich, który przydzielił środki na zatrudnienie bezrobotnych przy realizacji inwestycji. Inicjator budowy elektrowni, wójt Rudy Malenieckiej w latach 1990-1994 - Jerzy Maszewski, jest zdania, że w optymalnych warunkach wodnych, przy uniknięciu błędów związanych z eksploatacją i konserwacją urządzeń oraz - jak to miało miejsce w omawianym przypadku - wykorzystaniu istniejących progów wodnych gmina mogłaby wyjść z długów już po czterech latach eksploatacji elektrowni.

Pojawiają się też inne, interesujące inicjatywy w dziedzinie MEW. Prawdopodobnie w najbliższym czasie powstanie elektrownia wodna o mocy 3 MW na Popradzie w gminie Muszyna. Ta prywatna inicjatywa jest tym bardziej interesująca, że zamiast wysokiej zapory planuje się tam wydrążenie 700 metrowej ukośnej sztolni, która umożliwi wykorzystanie 10 m spadku terenu. Wysokość zapory piętrzącej wodę w rzece nie przekroczy 1 m, co znacznie obniży koszty inwestycji, a wydobyte kruszywo zostanie zagospodarowane dla lokalnych potrzeb.

Kanadyjska firma RSW zamierza w najbliższym czasie wybudować 12 elektrowni wodnych, każda o mocy 2,5 MW w górnym biegu Odry, między Krapkowicami, a Brzegiem. Koszt całej inwestycji sięgnie 135 mln zł. Przewiduje się, że pierwszą z nich uda się uruchomić w ciągu 1,5 roku. W projektowanych elektrowniach turbiny skonstruowane są w taki sposób, że mogą produkować energię elektryczną wykorzystując niewielki, 2,5 - metrowy spadek wody, ale przy okazji jej większy przepływ.

W tegorocznym budżecie państwa przyznano 3 mln PLN na budowę elektrowni pompowej "Krempna I". Zbiornik powstanie w Kątach na Wisłoce, ok. 30 km na południe od Jasła. Projekt przewiduje budowę dwóch zbiorników. Dolny zbiornik będzie pełnił funkcję zbiornika magazynującego wodę o pierwszej klasie czystości. Budowę obiektu przewidziano na 5 lat. Jego istnienie będzie miało nie tylko znaczenie energetyczne i rekreacyjne, ale także ma chronić obszar o powierzchni ok. 7500 ha przed powodzią.

Bardzo korzystną pod względem ekonomicznym elektrownię wodną zbudował prywatny inwestor z Poznania. Inwestycja spłaciła się bowiem w okresie niewiele przekraczającym 2 lata. Wykorzystując istniejący jaz na rzece postawił on małą elektrownię wodną w miejscowości Jaracz.. Do dyspozycji elektrowni jest spiętrzenie wody o wysokości 2,65 m i maksymalny przepływ rzeki ok. 4 s. Łączna moc turbin wynosi 65 kW. Wg cen z lat 1993 - 1995 całkowity koszt inwestycji wyniósł 88 tys. zł. Elektrownia w Jaraczu produkuje ok. 340 tys. kWh rocznie. Zakład energetyczny płacił do niedawna 22 gr za 1 kWh. Miesięczny koszt utrzymania i konserwacji elektrowni wynosi ok. 1000 PLN, przychód w tym samym okresie to ok. 4000 PLN. Właściciel płaci zryczałtowany podatek w wysokości 5,5%.

Inne ciekawe rozwiązanie zastosowała Spółka Hydroenergetyczna w Skawicy na Skawie. Eksploatuje ona MEW o mocy 50 kW, wykorzystując spiętrzenie o wysokości 4 m i maksymalny przepływ 3 m/s. Wytwarzana energia elektryczna służy do napędzania maszyn produkujących wyfloczki z tworzyw sztucznych, a jej nadmiar jest sprzedawany Zakładowi Energetycznemu w Bielsku Białej. W okresach zwiększonej produkcji Spółka dodatkowo kupuje energię elektryczną z tego samego zakładu energetycznego. Prąd wytwarzany w MEW umożliwia pracę firmie, która zatrudnia 9 pracowników, a sezonowo nawet 25.

Podsumowanie.

Aby inwestować i produkować energię elektryczną z MEW – koniecznym jest stworzenie konkretnych warunków ekonomicznych i prawnych sprzyjających rozwojowi tego sektora energetyki. Sektor energetyki odnawialnej musi być wspierany racjonalną polityką władz państwowych i samorządowych, tak jak to ma miejsce w Europie Zachodniej.

Do standardów wspierania małej energetyki w państwach Europy Zachodniej należy:

- obowiązkowy zakup całej energii wyprodukowanej ze źródeł odnawialnych, a nie limitowane koncesje,
- pierwszeństwo w zakupie energii czystej przez zakłady energetyczne przed energią ze spalania,
- stała cena zakupu energii czystej przez minimum 3 lata, w wysokości wyższej niż minimalna cena zakupu energii ze spalania (elektrociepłownie) przez najtańszy Zakład Energetyczny w danym rejonie,
- zwolnienie z podatków do 5 lat, a potem minimalne podatki,
- dotacje wspierające budowę, niskooprocentowane kredyty bankowe, w większości poważnie umarżane.

Polska praktycznie nie wywiązuje się z żadnych zobowiązań i konwencji ekologicznych krajowych i międzynarodowych. „Założenia polityki energetycznej państwa do 2010”, Uchwała Sejmu w sprawie „Zwiększenia udziału udziału ze źródeł odnawialnych”, „Strategia rozwoju energetyki odnawialnej do roku 2010”, „II Polityka energetyczna Polski” – to zbiór nie aktualnych już i nie wykonywanych ustaleń. Zobowiązały one instytucje państwowe i lokalne do m.in. 7% udziału energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych w bilansie energetycznym kraju do 2010 roku. W stanowisku negocjacyjnym w obszarze „Energia” z Unią Europejską zwiększono ten wskaźnik do 9%. Tymczasem faktycznie nastąpiło znaczne pogorszenie, wręcz zahamowanie rozwoju tego przyszłościowego sektora energetyki w Polsce. Pierwotnie wprowadzono przepisy zwalniające inwestorów na 5 lat od podatków w Polsce. Potem wprowadzono gwarantowaną, minimalną cenę zakupu energii. Żadne ulgi podatkowe nie zostały przyznane inwestorom. Podatek VAT na urządzenia energetyki odnawialnej wynosi 22%, wobec 7% VAT na energetykę opartą na spalaniu.

Literatura

1. Gałka E.: Turbiny Banki – Michella, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 1990
2. Gołębiowski S., Krzemień Z.: Przewodnik inwestora małej elektrowni wodnej, Narodowa Poszanowania Energii, Warszawa, 1998.
3. Hoffmann M.: Małe elektrownie wodne – poradnik, Wydanie II, Towarzystwo Rozwoju Małych Elektrowni Wodnych, Gdańsk 1992.
4. Krzyżanowski W. (i inni): Turbiny rurowe o uproszczonej konstrukcji, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 1990
5. Łojek A., Okonek A.: Turbiny śmigłowe lewarowe poziome, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 1990
6. Łojek A., Okonek A.: Turbiny śmigłowe zunifikowane, Instytut Maszyn Przepływowych PAN, Gdańsk, 1990
7. Materiały Konferencyjne Ogólnopolskiego Forum Odnawialnych Źródeł Energii, Sekcja: Mała Energetyka Wodna, lata 1997 – 2002, Kielce, Kraków.
8. Michałowski S., Plutecki J.: Energetyka wodna, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa 1975
9. Tymiąński J.: Wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2030 roku – Aspekt energetyczny i ekologiczny, Wydawnictwo IBMER Warszawa, 1997
10. Stanowisko negocjacyjne Polski z UE w obszarze „Energia” – www.kie.gov.pl, www.polskiejutro.com
11. Strony internetowe z zakresu małej energetyki wodnej:– www.trmew.pl ;
12. www.mew.pl ; www.otkz.pol.pl/elektr_w/mapa.htm- Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Ośrodek Technicznej Kontroli Zapór, opracowanie Wiesław Depczyński i Krzysztof Fiedler