

# Przepływowa mikroelektrownia wodna

Zbigniew Goryca, Grzegorz Peczkis

## 1. Wstęp

Budowa elektrowni wodnej wymaga wysokich nakładów inwestycyjnych związanych głównie z budową zapory i towarzyszącej jej infrastruktury. Wysokie spiętrzanie wody powoduje zawsze ingerencję w środowisko naturalne rzeki i otaczający ekosystem. Istnieją rozwiązania mikroelektrowni wodnych umieszczanych w nurcie rzeki, minimalnie ingerujących w środowisko i produkujących niewielkie ilości energii elektrycznej. Przedstawiana przepływowa mikroelektrownia wodna należy do grupy takich mikroelektrowni, lecz różni się od nich w znaczący sposób. Wprowadzone unikalne rozwiązania konstrukcyjne zwiększają jej sprawność, upraszczają budowę i powodują zwiększenie ilości produkowanej energii elektrycznej. Przepływowa mikroelektrownia wodna może być stosowana we wszystkich rzekach o głębokości powyżej 0,4 m. Ilość uzyskiwanej energii elektrycznej jest silnie zależna od prędkości przepływającej wody. W celu uzyskania większych mocy należy umieszczać kilka mikroelektrowni równolegle. Gdy rzeka ma małą szerokość, zaleca się szeregowe umieszczanie mikroelektrowni w odległości minimum dziesięciu średnic, czyli co 3,2 m. Możliwe jest proste zwiększenie skali konstrukcji zwiększające moc mikroelektrowni.

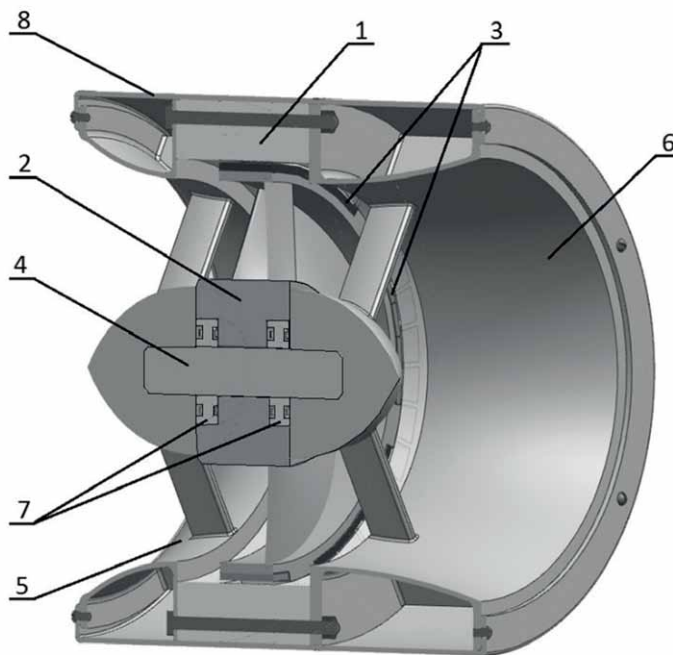
## 2. Konstrukcja mikroelektrowni

Celem projektu było opracowanie mikroelektrowni wodnej przeznaczonej do stosowania w niewielkich rzekach, którymi nie jest zainteresowana energetyka zawodowa. Podstawowym założeniem było wykorzystanie energii rzek i strumieni dotychczas niewykorzystywanych do generacji energii elektrycznej. Powstała konstrukcja, która może być umieszczana bezpośrednio w nurcie rzeki lub w budowłach piętrzących

wodę na małe wysokości (np. w progach wodnych piętrzących wodę do wysokości 0,5 m). Mikroelektrownia zbudowana jest z czterech głównych elementów: turbiny wodnej, generatora oraz z konfuzora i dyfuzora – te dwa ostatnie elementy przyspieszają przepływ wody przez turbinę wodną, powodując wzrost mocy, co skutkuje wzrostem ilości produkowanej energii. Istotnymi nowościami przedstawianego rozwiązania są: połączenie w jeden element wirnika turbiny wodnej z wirnikiem generatora (co znacząco upraszcza dotychczasowe konstrukcje), rezygnacja ze stosowania uszczelnień łożysk i generatora (uszczelnienia takie powodują wzrost tarcia i spadek mocy, co jest ważne zwłaszcza w przypadku tak małych konstrukcji) oraz zastosowanie nowego sposobu uzwojenia generatora (co eliminuje praktycznie połączenia czołowe i powoduje zmniejszenie masy miedzi w uzwojeniu). Mikroelektrownię

można umieszczać w rzece przy pomocy betonowej podstawy lub przy pomocy lin zamocowanych na brzegu. W przypadku głębokich rzek mikroelektrownia może być podwieszona do pływaka unoszącego się na powierzchni wody. Innym sposobem posadowienia mikroelektrowni jest umieszczenie jej w zaporze piętrzącej wodę na niewielkie wysokości. W takim przypadku wzrasta ilość produkowanej energii elektrycznej, gdyż oprócz energii kinetycznej płynącej wody wykorzystujemy energię potencjalną wynikającą z różnicy poziomów wody przed i za zaporą. Konstrukcja mikroelektrowni pokazana jest na poniższym rysunku.

Opracowana mikroelektrownia wodna wyróżnia się wśród podobnych rozwiązań prostą i zwartą konstrukcją uzyskaną dzięki połączeniu w jeden element wirnika turbiny i wirnika generatora, brakiem uszczelnień łożysk i generatora



Rys. 1. Konstrukcja mikroelektrowni: 1 - stojan generatora; 2 - wirnik turbiny będący jednocześnie wirnikiem generatora; 3 - magnesy trwałe umieszczone na zewnętrznej części wirnika; 4 - wał mikroelektrowni; 5 - konfuzor; 6 - dyfuzor; 7 - łożyska; 8 - opcjonalna obudowa

znacznie zmniejszającym opory tarć i nowatorskim sposobem uzwojenia generatora, zmniejszającym masę miedzianego uzwojenia. Połączenie w jeden element wirników turbiny i generatora eliminuje jeden z wirników, a także eliminuje sprzęgło występujące w klasycznych konstrukcjach między turbiną a generatorem. Dodatkowym plusem jest występowanie jednego wału, co dodatkowo zmniejsza masę konstrukcji. Rezygnacja z uszczelnień łożysk i generatora powoduje wprawdzie konieczność stosowania łożysk przeznaczonych do pracy w wodzie i zwiększonej izolacji generatora, ale znacząco obniża opory tarć, które występują w uszczelnieniach – ma to szczególne znaczenie w konstrukcjach małej mocy, w których opory uszczelnień powodują nawet kilkudziesięcioprocentowe zmniejszenie mocy układu. Nowatorski sposób wykonania uzwojenia generatora zmniejsza masę uzwojenia i upraszcza jego wykonanie. Większość dużych elementów – konfuzor, dyfuzor i wirnik turbiny, będący jednocześnie wirnikiem generatora – wykonano metodą drukowania 3D z polipropylenu. Pakiet blach stojana wykonano metodą cięcia laserowego. Uzwojony stojan oraz zewnętrzna część wirnika zawierająca neodymowe magnesy zostały dokładnie zaizolowane przez zalanie elastyczną i dobrze przewodzącą ciepło żywicą. Wał turbiny wykonano z nierdzewnej stali. Wiele czasu poświęcono doborowi łożysk pracujących w wodzie. Na rys. 2 pokazano wykonany prototyp mikroelektrowni.

### 3. Wstępne badania laboratoryjne

Z uwagi na ograniczoną wydajność pomp w dostępnym laboratorium przeprowadzono dotychczas jedynie wstępne badania laboratoryjne potwierdzające przydatność konstrukcji. Przy uzyskanej prędkości przepływu wody 1 m/s uzyskano moc mikroelektrowni na poziomie 20 W. Ponieważ moc w tego typu urządzeniach zależy od trzeciej potęgi prędkości przepływu, należy spodziewać się, że przy prędkości wody 2 m/s osiągniemy 160 W, zaś przy prędkości 3 m/s – 540 W. Ponieważ moc zależy także od powierzchni, przez którą przepływa woda, liniowemu wzrostowi średnicy mikroelektrowni powinien

towarzyszyć kwadratowy wzrost jej mocy. Jak wspomniano wcześniej, mikroelektrownię można umieszczać także w niewielkich zaporach i progach wodnych lub w zastawkach kanałów melioracyjnych. W takich przypadkach uzyskiwana moc powinna być znacząco większa, gdyż oprócz energii kinetycznej wody wykorzystywana będzie energia potencjalna wynikająca z różnicy poziomów wody przed i po spiętrzeniu. Z uwagi na obecnie niekorzystne warunki atmosferyczne badania terenowe mikroelektrowni planowane są w okresie wiosennym.

### 4. Wnioski

Opracowana konstrukcja może być stosowana na małych ciekach wodnych – tam, gdzie zawodowa energetyka nie jest zainteresowana budową elektrowni wodnych. Miejsc takich jest w kraju bardzo wiele. Moc mikroelektrowni i ilość uzyskiwanej z niej energii zależy w dużym stopniu od prędkości przepływu wody i dlatego mikroelektrownię należy umieszczać w tzw. bystrzach. W przypadku seryjnej produkcji można znacząco obniżyć koszt wytworzenia, gdyż konfuzor, dyfuzor i wirnik można wykonać na wtryskarce, a blachy stojana mogą być wykonane na prasie, jak ma to miejsce w przypadkach budowy seryjnych maszyn elektrycznych (silników

i generatorów). Dobrą zachętą do stosowania takich i podobnych rozwiązań byłyby także uregulowania prawne, które dopuszczałyby umieszczanie w ciekach wodnych mikroelektrowni o mocach np. poniżej 3 kW bez pozwoleń wodnoprawnych. Wykorzystanie istniejących jazów i progów wodnych do produkcji energii elektrycznej w takich i podobnych mikroelektrowniach jest możliwe bez żadnych zmian układu wodnego i bez żadnych zmian środowiskowych, a wymaga jedynie zmian prawnych. Inwestorzy prywatni już wykazują duże zainteresowanie produktem, który przy seryjnej produkcji może być konkurencyjny w stosunku do elektrowni fotowoltaicznych, nad którymi góruje ciągłością generowanej energii. ■

dr hab. inż. Zbigniew Goryca – prof. PŚk,  
Politechnika Świętokrzyska, Wydział  
Inżynierii Środowiska, Geomatyki  
i Energetyki, Katedra Inżynierii Budowli  
i Energii Odnawialnych,  
e-mail: tgoryca@kki.net.pl,  
zgoryca@tu.kielce.pl;

dr inż. Grzegorz Peczkis,  
Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii  
Środowiska i Energetyki, Katedra Maszyn  
i Urządzeń Energetycznych,  
e-mail: grzegorz.peczkis@polsl.pl



Rys. 2. Widok wykonanego prototypu