



Hydroenergetyka w Polsce – szansa czy zagrożenie?

Foto – Dreamstime

■ Elektrownie wodne w Polsce odpowiadają jedynie za 1,6% całkowitej produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Inwestycje w hydroelektrownie mogą przyczynić się zatem do poprawy niezależności energetycznej Polski, jak również odegrać znaczącą rolę w transformacji energetycznej kraju i przyspieszyć odejście od konwencjonalnych paliw kopalnych. Jednak zarówno w skali światowej, jak i europejskiej, potencjał hydroenergetyczny Polski jest niewielki, a budowa tego typu obiektów niesie za sobą poważne konsekwencje ekonomiczne i ekologiczne.

mgr inż. Mariusz Bąk

Pracownia Ekologii Zmian Klimatu, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu

W 2022 roku Polska była jednym z krajów Unii Europejskiej o najniższym udziale energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto. Według danych Europejskiego Urzędu Statystycznego w 2022 roku było to 16,9%, podczas gdy średnia dla całej wspólnoty europejskiej wynosiła 23,0%. Niżej uplasowały się jedynie Węgry (15,2%), Holandia (15,0%), Luksemburg (14,4%), Belgia (13,8%), Malta (13,4%) i Irlandia (13,1%). Prym wiodły za to Szwecja (66,0%), Finlandia (47,9%) i Łotwa (43,3%). Trzeba jednak zaznaczyć, że końcowe zużycie energii brutto oznacza całość nośników energii dostarczanych wszystkim sektorom gospodarki (przemysłowi, rolnictwu, usługom), a także gospodarstwom domowym, łącznie z zapotrzebowaniem przez przemysł energetyczny i stratami powstałymi podczas przesyłania i dystrybucji, co oznacza, że udział źródeł odnawialnych może znacząco różnić się w zależności od sektora.

Energetyka odnawialna w Polsce została zdominowana przez biopaliwa stałe, które w 2021 roku miały 69,4% udziału wśród wszystkich nośników energii odnawialnej. Podium uzupełniały energia wiatru (10,9%) oraz biopaliwa ciekłe (8,1%). Energia wody stanowiła jedynie 1,6%. W Unii Europejskiej współczynnik ten wynosił 12,3%. Uwarunkowania środowiskowe i ekonomiczne są wyraźną przeszkodą dla rozwoju hydroenergetyki w Polsce. Ubogie zasoby wodne naszego kraju, jak i w większości nizinne ukształtowanie terenu są głównymi barierami dla jej rozwoju. Do tego dochodzą ewentualne, poważne konsekwencje ekologiczne dotyczące niszczenia cennych przyrodniczo siedlisk i przerywania szlaków migracyjnych organizmów wodnych. Wreszcie budowa elektrowni wodnej to olbrzymi koszt finansowy, zdecydowanie większy niż w przypadku instalacji farm wiatrowych lub paneli fotowoltaicznych. Niemniej, istniejące elektrownie wodne odgrywają znaczącą rolę w stabilizacji systemu energetycznego Polski i stanowią cenną przeciwwagę dla mniej stabilnych odnawialnych źródeł energii.

Zainstalowana moc polskich elektrowni

Całkowita moc zainstalowana polskich elektrowni wodnych wynosi około 2400 MW, z czego około 1450 MW przypada na elektrownie szczytowo-pompowe, a około 950 MW na elektrownie przepływowe. Warto jednak nadmienić, że w 2021 roku w Polsce funkcjonowało 786 elektrowni wodnych, z czego zdecydowaną większość stanowiły małe elektrownie wodne (MEW) o mocy nieprzekraczającej 10 MW. Co więcej, 701 elektrowni miało moc poniżej 1 MW.

Pod względem zainstalowanej mocy Polska ustępuje wielu krajom europejskim, w tym przede wszystkim Rosji (50 tys. MW), Norwegii (33 tys. MW), Francji (25,5 tys. MW), Włochom (22,5 tys. MW), ale także takim państwom jak Grecja, Bułgaria czy Bośnia i Hercegowina. Na świecie w tym aspekcie dominują Chiny, które posiadają elektrownie o łącznej mocy 370 tys. MW, zdecydowanie wyprzedzając Brazylię (109 tys. MW), USA (102 tys. MW) i Kanadę (82 tys. MW). Chińską Tamę Trzech Przełomów wzniesioną na rzece Jangcy, największą pod względem mocy elektrownię wodną na świecie, tworzą 32 generatory po 700 MW każdy. Jeden generator Tamy Trzech Przełomów ma tyle mocy, ile największa elektrownia wodna w Polsce. To także niemalże 1/3 mocy wszystkich polskich hydroelektrowni razem wziętych.

Duża liczba obiektów hydroenergetycznych w naszym kraju nie przekłada się na ilość produkowanej energii, co wynika ze wspomnianej już niewielkiej mocy większości z nich, ich wydajności i efektywności. Elektrownie wodne w Polsce produkują około 2-3 TWh rocznie (terawatogodzina to miliard kilowatogodzin; kilowatogodzina to ilość energii elektrycznej, jaką w godzinę zużywa 1000-watowe urządzenie). Dla porównania w Albanii, w której zainstalowana moc hydroelektrowni jest zbliżona do tej w Polsce (2400 MW), produkuje się 5,3 TWh/rok. W Słowenii, w której moc zainstalowana jest o 40% mniejsza, wytwarza się 5,2 TWh rocznie. We wspomnianych już Rosji, Norwegii i Francji produkuje się odpowiednio 196 TWh/rok, 142 TWh/rok i 65 TWh/rok. Polska, nawet przy maksymalnej pracy wszystkich elektrowni wodnych, nie jest w stanie zbliżyć się do takich wyników, z uwagi na ograniczony potencjał hydroenergetyczny.

Hydroenergetyczny potencjał techniczny Polski

Hydroenergetyczny potencjał techniczny Polski jest stosunkowo niewielki. W zależności od źródła liczy 12-14 TWh/rok. Jest on rozłożony nierównomiernie geograficznie. Około 78% potencjału przypada na dorzecze Wisły, około 20% na dorzecze Odry i 2% na pozostałe tereny. Do rzek o największym potencjale hydroenergetycznym zalicza się: Wisłę, Dunajec, San, Bug oraz Odrę, a regionami o najkorzystniejszych warunkach do rozwoju hydroenergetyki są obszary górskie i podgórskie (z uwagi na topografię) oraz północna część kraju (z uwagi na istniejącą infrastrukturę). Potencjał ten nie jest jednak wykorzystywany. Elektrownie wodne w Polsce, jak zostało powyżej wspomniane, produkują około 2-3 TWh rocznie, co stanowi około 15% potencjału technicznego. Największy potencjał w Europie mają: Rosja (3500 TWh/rok), Norwegia (200 TWh/rok), Włochy (105 TWh/rok), Szwecja oraz Francja (po 100 TWh/rok). Na świecie wskaźnik ten jest najwyższy dla: Chin (7200 TWh/rok), Brazylii (3600 TWh/rok), wzmiankowanej już Rosji (3500 TWh/rok) oraz Kanady (3000 TWh/rok).

Ciekawie prezentuje się zestawienie potencjału technicznego w przeliczeniu na jednego mieszkańca (per capita). Tutaj prym wiodą Bhutan (319 000 kWh/rok/osobę), Islandia (275 000 kWh/rok/osobę) oraz Papua-Nowa Gwinea (158 000 kWh/rok/osobę). W Polsce nie przekracza on 400 kWh/rok/osobę.

Organizacje branżowe lobbujące za rozwojem hydroenergetyki w Polsce podkreślają uwarunkowania historyczne sprzyjające tej gałęzi przemysłu. W latach 20. XX wieku w Polsce istniało około 8 tys. obiektów produkujących energię z wody, w tym młyny, jazy, koła wodne. Europejskie Stowarzyszenie Małej Energetyki Wodnej, które wspiera renowację dawnych siłowni wodnych, już kilkanaście lat temu wskazywało, że w dalszym ciągu w naszym kraju istnieje około 6 tys. takich obiektów. Na początku drugiej dekady XXI wieku ówczesny Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej (obecnie Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie) przygotował zestawienie obiektów o wysokości powyżej 0,7 m piętrzących wodę na gruntach Skarbu Państwa. Okazało się, że istnieje około 14 500 takich obiektów, a tylko przy 651 zbudowane są małe elektrownie wodne. Energię magazynową na tych budowlach hydrotechnicznych wykorzystuje się zatem jedynie w około 4-5%.



Zabudowania elektrowni wodnej „Struga” – jednej z najstarszych w Polsce, źródło: Wikipedia



Zapora wodna na Sole w Międzybrodziu Bialskim, elektrownia „Porąbka”. Foto – Adobe Stock

Rodzaje elektrowni wodnych w Polsce

Ze względu na sposób doprowadzenia wody elektrownie wodne dzielimy na przepływowe, zbiornikowe, pływowe i falowo-pływowe. W Polsce funkcjonują dwa pierwsze typy, przy czym elektrowni przepływowych jest znacząco więcej. Elektrownie zbiornikowe wykorzystują przeważnie energię rzek górskich, rzadziej nizinnych, ale o stosunkowo dużym spadku. Najczęściej są to elektrownie zaporowe wykorzystujące energię potencjalną wody (związana z wysokością spadku w obrębie elektrowni). W tym celu buduje się zapory lub wały, których zadaniem jest spiętrzenie wody w rzece. Piętrzona woda zalewa okoliczne, niżej położone tereny, w wyniku czego powstają jeziora zaporowe. Elektrownie te zazwyczaj funkcjonują jedynie kilka godzin dziennie, a energia w nich wytworzona służy do pokrycia zapotrzebowania w tzw. godzinach szczytu.

Szczególnym przypadkiem elektrowni zbiornikowej jest elektrownia szczytowo-pompowa, której system opiera się na istnieniu dwóch zbiorników – niżej i wyżej położonego. W okresie małego zapotrzebowania na energię (najczęściej w nocy) jej nadmiar wykorzystywany jest do wpompowywania wody ze zbiornika dolnego do górnego. Następnie w okresie dużego zapotrzebowania (najczęściej w dzień) poprzez system kanałów roboczych i rurociągów woda z górnego zbiornika zrzucana jest do zbiornika dolnego. Zatem, zasada działania elektrowni szczytowo-pompowej opiera się na zamianie energii elektrycznej na energię potencjalną w nocy i potencjalną na elektryczną w dzień.

Elektrownie przepływowe nie wykorzystują energii potencjalnej związanej ze spadkiem podpiętrzonej wody, lecz korzystają z mocy naturalnie płynącego cieku i z tego powodu najczęściej związane są z rzekami nizinnymi. W przeciwieństwie do elektrowni zbiornikowych elektrownie przepływowe pracują cały czas. Moc tych elektrowni zależy w głównej mierze od wielkości przepływu rzeki. Najefektywniej działają w miejscach, w których występuje naturalny spadek wody.

Najstarsze elektrownie wodne w Polsce

Najstarsze elektrownie wodne w Polsce znajdują się na Bobrze oraz Słupi w miejscowościach Nowogród Bobrzański (województwo lubuskie) i Soszyca (województwo pomorskie). Pierwsza powstała przy młynie wodnym, druga przy tartaku. Ich właściciele połączyli mechanizmy swoich zakładów z generatorami prądotwórczymi i zaczęli produkować prąd nie tylko na potrzeby własne, ale także okolicznych mieszkańców i zakładów przemysłowych. Elektrownia w Nowogrodzie, której właścicielem był Hermann Saalman, już w 1895 roku zaczęła przysyłać prąd linią napowietrzną do Zielonej Góry. Pierwsza żarówka w sieci podłączonej do nowo poprowadzonej linii w mieście zwanym „Winnym Grodem” zaświeciła dokładnie 28 listopada 1895 roku. Elektrownia ta dostarczała prąd elektryczny do Zielonej Góry aż do 1926 roku. Obiekt istnieje już tylko częściowo.

Elektrownia wodna „Struga” w Soszycy rozpoczęła działalność rok po elektrowni w Nowogrodzie Bobrzańskim, w 1896 roku, i działa nieprzerwanie do teraz. Obsługuje ją trzecie pokolenie rodziny Gliszczyńskich. Jest jednym z najstarszych działających tego typu obiektów w Europie. W 1920 roku została włączona do sieci elektrowni zawodowych. Jest obiektem o małej mocy – 320 kW, ale wykorzystującym niecodzienny, jak na warunki elektrowni położonych na rzekach nizinnych, 14-metrowy spadek wody. Turbina zainstalowana wraz z powstaniem elektrowni w 1896 roku pracowała nieprzerwanie do 2009 roku, kiedy to zainstalowano nową poziomą turbinę Francisa typu TF-900. Prawdziwą perelkę stanowią dwie świecące żarówki sygnalizacyjne, z włóknem węglowym, uważane za jedno z najstarszych takich żarówek na świecie.

Największe elektrownie wodne w Polsce

Największym z kolei tego typu obiektem hydrotechnicznym w Polsce jest elektrownia wodna „Żarnowiec” w województwie



Elektrownia wodna „Solina” na rzece San. Foto – Adobe Stock

pomorskim. Jest to elektrownia szczytowo-pompowa – górny zbiornik nosi nazwę Czymanowo, dolny stanowi Jezioro Żarnowieckie. Elektrownia wyposażona jest w cztery jednakowe hydrozespoły turbinowe o łącznej mocy 716 MW. Budowę elektrowni rozpoczęto w 1973 roku, z przeznaczeniem na akumulator energii dla mającej powstać wkrótce elektrowni jądrowej „Żarnowiec”. Prace nad budową elektrowni atomowej ruszyły 9 lat później, jednak ze względów ekonomicznych i społecznych budowę przerwano w 1989 roku. Po pierwsze, kryzys sektora przemysłu na skutek transformacji gospodarczej spowodował bowiem nadwyżkę energii ze źródeł konwencjonalnych. Po drugie, po katastrofie w Czarnobylu w 1986 roku znacząco wzrosły niepokoje społeczne dotyczące budowy elektrowni jądrowej w Polsce. Obecnie lokalizację tę ponownie bierze się pod uwagę jako miejsce potencjalnej budowy elektrowni jądrowej.

Drugą pod względem zainstalowanej mocy jest hydroelektrownia „Żar” w województwie śląskim. Jest to także elektrownia szczytowo-pompowa, gdzie górnym zbiornikiem jest sztuczny akwen Żar – zlokalizowany na szczycie góry Żar, w Beskidzie Małym, na wysokości 761 m n.p.m., dolnym zaś Jezioro Międzybrodzkie powstałe w 1937 roku po wybudowaniu zapory na Sole w Międzybrodzu Bialskim. Sama elektrownia została oddana do użytku dopiero w 1979 roku po 10 latach prac przygotowawczych i budowy. Jej łączna moc brutto wynosi 540 MW. Jest to jedyna elektrownia wodna w Polsce, której hydrozespoły, transformatory i nastawnia znajdują się w podziemnej komorze, o długości 123 m, szerokości 27 m i wysokości 40 m. Wcześniej, w 1953 roku, uruchomiono elektrownię przy wysokości na 37 m i długości na 260 m zapory w Międzybrodzu Bialskim o nazwie „Porąbka”. Choć ta generuje moc znacznie mniejszą od elektrowni „Żar” – 12,5 MW – jest jedną z największych przepływowych elektrowni wodnych w Polsce. Oba te obiekty – „Porąbka” i „Żar” tworzą Zespół Elektrowni Wodnych „Porąbka-Żar”.

Zatrzymując się na chwilę przy elektrowniach przepływowych, warto wspomnieć, że największym pod względem generowanej mocy tego typu obiektem w Polsce jest elektrownia wodna „Włocławek” (160 MW) na Wiśle, w wyniku budowy której powstał największy w kraju sztuczny zbiornik – Jezioro Włocławskie, o powierzchni 70,4 km² i pojemności całkowitej 408 mln m³. Elektrownia ta budzi wiele kontrowersji, głównie ze względów technicznych. Już w latach 90. XX wieku podnoszono głosy, że zaporę może się przechylić, powodując katastrofalną w skutkach powódź. Postulowano budowę dodatkowych zapór poniżej Włocławka, które odciążąby konstrukcję.

Od kilkunastu lat trwają prace koncepcyjno-projektowe nad budową zapory w Siarzewie, w powiecie aleksandrowskim (województwo kujawsko-pomorskie). Budowa miała ruszyć na przełomie 2023 i 2024 roku, lecz ciągle odsuwa się w czasie. Projekt krytykują przede wszystkim ichtiolodzy. Już zaporę we Włocławku odcięła anadromicznym (migrującym) gatunkiem ryb około 57 tys. km rzek. Pomimo budowy, a następnie modernizacji przepławki przy tamie migracja ryb jest skrajnie niska. Zapora stanowi także zagrożenie powodziowe w przypadku tzw. powodzi zatorowych, tj. spowodowanych zablokowaniem koryta rzeki przez śryż lub lód. Do tego ograniczenie transportu osadów przynosi problemy z erozją wgłębną w dolnej części Wisły, stanowiąc istotne zagrożenie dla infrastruktury technicznej (np. dla stabilności filarów mostowych) i poziomu wód gruntowych na tamtejszych terenach.



„Żarnowiec” – największa elektrownia wodna w Polsce. Foto – Adobe Stock



Pilchowice, hydroelektrownia na rzece Bóbr. Foto –Dreamstime

Małe elektrownie wodne jako produkt turystyczny

Funkcja energetyczna elektrowni wodnych, co oczywiste, jest nadrzędną funkcją tego typu obiektów hydrotechnicznych. Zdarza się jednak, że najcenniejsze, z punktu widzenia historii techniki, elektrownie promowane są w specjalny sposób jako obiekty o szczególnych walorach turystycznych. Jednym z najbardziej znanych produktów turystycznych jest Szlak Najstarszych Elektrowni Wodnych. Skupia małe elektrownie wodne położone na Słupi i jej dopływie Skotawie, na Łupawie oraz Wieprzy i jej dopływie Studnicy.

Na Słupi i Skotawie wszystkie pięć elektrowni wodnych udostępnione są do zwiedzania – w Soszycy, Gałąźni Małej, Strzegominie, Krzynie oraz Skarszewie Dolnym. Poza najstarszą, wcześniej wspomnianą elektrownią wodną w Soszycy warto odwiedzić elektrownię wodną w Gałąźni Małej. Pierwszy etap jej budowy zrealizowano w latach 1912-1914, dalsze etapy zostały przerwane przez I wojnę światową. Budowę dokończono ostatecznie w latach 1920-1924. Elektrownię tę uznawano wówczas na największą w Europie Środkowej. Projekt był zaawansowany technologicznie, ponieważ całkowicie zmieniono bieg Słupi, skracając ją o około 13 km, a jej wody doprowadzono kanałami derywacyjnymi do Jeziora

Głębokiego, a następnie do elektrowni w Gałążni Małej. Jej aktualna moc wynosi około 4,3 MW. W obiekcie znajduje się centrum informacyjne, a także wystawa poświęcona historii elektrowni wodnych.

Na Łupawie do zwiedzania udostępniono jedynie trzy z sześciu obiektów – w Żelkowie, Smoldzinie i Poganicach. Najstarszą z nich jest elektrownia w Żelkowie, którą wybudowano w 1906 roku.

Na Wieprzy i jej dopływie Studnicy elektrownie wodne wzniesiono w systemie kaskadowym w latach 1905-1910 w miejscowościach Kępice, Kępka, Kruszk, Biesowice i Ciecholub. Po II wojnie światowej Kępka i Kruszk stały się częścią Kępic. Niektóre z tych obiektów również są udostępnione dla zwiedzających. Popularną wśród turystów formą zwiedzania są spływy kajakowe. Przed wizytą w jakimkolwiek z powyższych obiektów warto jednak umówić się z jego zarządcą.

Energetyka wodna – szansa czy zagrożenie?

Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta. Energetyka wodna z pewnością jest alternatywą dla konwencjonalnych źródeł energii, takich jak węgiel kamienny, węgiel brunatny czy ropa naftowa, znacząco obniżając emisję szkodliwych gazów i pyłów do atmosfery, a jednocześnie pozwalając oszczędzić i zachować na dłużej nieodnawialne surowce naturalne. Wbrew powszechnej opinii nie jest jednak obojętna środowisku. Regulacja rzek, zmiana ich naturalnych biegów, przerywanie szlaków migracyjnych ryb anadromicznych, zalewanie

cennych przyrodniczo siedlisk to tylko niektóre z konsekwencji budowy obiektów hydrotechnicznych. Do tego dochodzą konsekwencje ekonomiczno-społeczne, np. związane z erozją wglębną, skutkującą obniżaniem się poziomu wód gruntowych i podmywaniem obiektów inżynierskich takich jak filary mostów czy wiaduktów.

Warto jednak ponownie zwrócić uwagę na liczbę istniejących już obiektów piętrzących w Polsce (około 14,5 tys. tylko na gruntach Skarbu Państwa) i niewielki stopień ich wykorzystania. Większość tych budowli na stałe wpisała się w krajobraz, lecz ich potencjał hydroenergetyczny nie jest w żaden sposób zagospodarowany i wykorzystywany, a warto podkreślić, że koszt instalacji samej elektrowni wodnej stanowi jedynie niewielki procent wydatków związanych z całą infrastrukturą hydroenergetyczną, taką jak wały, zapory, jazy, umocnienia. Kluczowe jest także zwrócenie uwagi na modernizację istniejących już elektrowni wodnych. Unowocześnienie małej elektrowni wodnej w Soszycy, jednej z najstarszych w Polsce, przeprowadzone w latach 2009-2012 pozwoliło na podniesienie jej mocy o 70 kW. W skali jednego obiektu wynik nie jest imponujący, ale w skali blisko ośmiuset tego typu obiektów w kraju, liczby te mogą nabrać zupełnie innej wartości.

Do dyskusji nad perspektywami hydroenergetyki w Polsce należy włączyć nie tylko przedstawicieli branży, ale także naukowców z różnych dziedzin, ekonomistów i społeczności lokalne. Tylko wielopłaszczyznowa debata oparta na wiedzy eksperckiej jest w stanie wypracować kompromisowy model rozwoju energetyki wodnej w Polsce.



Elektrownia „Wały Śląskie” na Odrze w Brzegu Dolnym. Foto – Dreamstime