

ROBERT KASPEREK

Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
e-mail: robert.kasperek@upwr.edu.pl

PERSPEKTYWY ROZWOJU ENERGETYKI WODNEJ W POLSCE

W pracy przeanalizowano aktualny stan energetyki wodnej oraz możliwości jej rozwoju. Techniczny potencjał hydroenergetyczny Polski będący na poziomie 12 tys. GWh/rok jest wykorzystany obecnie w 20%. Możliwości zwiększenia mocy instalowanych oraz produkcji energii dotyczą przede wszystkim małej energetyki wodnej w zakresie mocy do 5 MW. Na przykładzie rzeki Odry i Oławy pokazano, że można pozyskać jeszcze sporo czystej i odnawialnej energii. Perspektywy intensywniejszego rozwoju energetyki wodnej w Polsce są optymistyczne, natomiast istnieją bariery, które spowalniają jej rozwój. Przynależność Polski do UE oraz dyrektywy środowiskowe, klimatyczne i energetyczne wymuszają znaczne zaangażowanie państwa w rozwój energetyki wodnej.

Słowa kluczowe: potencjał hydroenergetyczny, bariery, możliwości rozwoju

I. WSTĘP

UE zobowiązała się osiągnąć neutralność klimatyczną do roku 2050 poprzez transformację społeczno-gospodarczą zmierzającą do zerowego poziomu emisji gazów cieplarnianych w 2050 r., oddzielenie wzrostu gospodarczego od zużycia zasobów oraz zobowiązanie ochrony społeczności i regionów.

Aktualnie UE wdraża tzw. Europejski Zielony Ład, będący planem działania na rzecz zrównoważonej gospodarki. Umożliwi on efektywne wykorzystanie zasobów dzięki przejściu na czystą gospodarkę o obiegu zamkniętym w założeniach będzie także przeciwdziałał utracie różnorodności biologicznej i dążył do zmniejszenia poziomu zanieczyszczeń. Do 2050 r. UE chce stać się neutralna dla klimatu poprzez wprowadzenie technologii przyjaznych dla środowiska, wspieranie innowacji, wprowadzanie czystszych transportu, obniżenie emisyjności sektora energetycznego oraz międzynarodową współpracę w zakresie norm środowiskowych. W ramach tych działań UE zapewni również wsparcie finansowe i pomoc techniczną dla tych, którzy najbardziej odczuwają skutki przejścia na gospodarkę ekologiczną. Redukcja emisji gazów cieplarnianych do 2030 r. ma wynieść 55% (obecnie 40%), a do 2050 r. 95%. Uwzględniane jest również zrównoważenie pozostałych emisji. Wg Międzynarodowej Agencji Energetycznej w 2025 r. z OZE będzie produkowane więcej energii niż z węgla. Prognozuje się, że 1/3 światowej produkcji energii elektrycznej będzie pochodzić z OZE, w tym ponad połowa z energetyki wodnej [Raport BP 2020].

Celem pracy była ocena aktualnego stanu energetyki wodnej w Polsce, możliwości racjonalnego wykorzystania potencjału hydroenergetycznego na przykładzie rzeki Odry i Oławy oraz analiza barier hamujących jej rozwój.

II. MATERIAŁY I METODYKA

Praca omawia problematykę energetyki wodnej w Polsce, stan aktualny oraz perspektywy jej rozwoju, również w aspekcie barier blokujących lub wydłużających procesy inwestycyjne. Wykorzystano literaturę naukową, wyniki innych badaczy, raporty branżowe m.in. pochodzące z Urzędu Regulacji Energetyki (URE) za lata 2005-2020 oraz własne pomiary i obliczenia potencjału hydroenergetycznego rzeki Odry i Oławy. Przeprowadzono badania terenowe na rzece Oława pod kątem istniejących oraz możliwych do wykonania piętrzeń pod budowę małych elektrowni wodnych. Przeanalizowano także Odrzańską Drogę Wodną od Kędzierzyna-Koźła do Szczecina z istniejącymi oraz proponowanymi stopniami wodnymi wg Ministerstwa Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej. W oparciu o obliczenia hydrologiczne (przepływy) i hydrauliczne (spady) określono moc instalowaną MEW oraz potencjał hydroenergetyczny, który jest możliwy do uzyskania na rzece Oławie i na Odrze. Dane z raportów m.in. URE pozwoliły na oszacowanie liczby pracujących elektrowni wodnych w Polsce, mocy instalowanej oraz określenie aktualnego wykorzystania technicznego potencjału wodnego polskich rzek do produkcji energii elektrycznej.

III. WYNIKI

W porównaniu z innymi krajami Europy zasoby wodne Polski są niewielkie [Wagner i in. 2019, Wiatkowski i Kasperek 2012]. Można jednak zapobiegać tym deficytom poprzez odpowiednie gospodarowanie wodą np. budując zbiorniki oraz przetrzymując wodę w górnych zlewniach rzek [Hoffman 1991]. Ważna jest tzw. mała retencja polegająca na gromadzeniu wody w małych zbiornikach oraz piętrzeniu wody w rzekach, kanałach i rowach. W przeszłości taką funkcję pełniły młyny wodne, tartaki, folusze, kuźnie, które wraz z powstałymi przy nich zbiornikami tworzyły kaskady, zapobiegające obniżaniu się poziomu wody w czasie suszy. Aktualnie jest to realizowane przez małe elektrownie wodne [Gąsiorek i in. 2006].

Zasoby hydroenergetyczne w Polsce wynoszą 13,7 TWh/rok. Najwięcej 45,3% przypada na Wisłę [Operacz i Grahl-Madsen 2018], 43,6% na dorzecza Wisły i Odry [Kasperek i Wiatkowski 2010, 2014], 9,8% dla Odry [Wiatkowski i Kasperek 2012], a 1,8% na rzeki Pomorza. Energia wyprodukowana przez turbiny wodne wynosi 28% energii elektrycznej wytworzonej w technologii wykorzystującej odnawialne źródła energii, co z kolei stanowi niecałe 2% w całkowitej produkcji energii elektrycznej w Polsce. Duży wpływ na to ma nizinny charakter kraju, a także mały spadek rzek i ich niewielkie przepływy. Do rozwoju hydroenergetyki najlepsze warunki mają Mazury, Pomorze, Sudety i Karpaty, jednak obecnie nie ma dużych przyrostów nowych instalacji. Energetyka wodna w przeciwieństwie do gospodarki węglowej poprawia zdegradowane środowisko [Kalda 2014, Kasperek i Wiatkowski 2008, Kasperek i in. 2019, Wagner i in. 2019], zatrzymuje wodę i polepsza małą retencję, pozwala oszczędzać paliwa kopalne, produkuje obecnie tańszą energię. Korzyści środowiskowo-ekonomiczne z energetyki wodnej to m.in.: wyprodukowanie 1 GWh powoduje oszczędność 800 ton węgla, redukcję 15 ton tlenków siarki, redukcję 1500 ton dwutlenku węgla, redukcję 5 ton tlenków azotu i 160 ton żużli i popiołów. Energetyka wodna pozwala na rozbudowę systemów energetycznych i pozytywne (lokalne) rozproszenie dostawców energii na terenie całego kraju oraz należy do efektywnych, bezpiecznych i zrównoważonych zasobów, które dobrze współpracują z systemami energetycznymi w zakresie podstawowych i szczytowych obciążeń. Elektrownie wodne mają długi cykl życia, są niezawodne i łatwe w obsłudze, wykorzystują krajowe zasoby wodne oraz umożliwiają bezpieczeństwo energetyczne bez względu na

sytuację polityczną. Hydroenergetyczne wykorzystanie istniejących obiektów piętrzących przynosi także korzyści Skarbowi Państwa, wynikające z redukcji kosztów utrzymania rzek i urządzeń piętrzących oraz uzyskiwania przychodów od operatorów elektrowni.

Energetyka wodna w Polsce opiera się obecnie na elektrowniach przepływowych (rys. 1), regulacyjnych (zbiornikowych) i szczytowo-pompowych (z dwoma zbiornikami) [Hoffman 1991, Novak i in. 2007]. W okresie międzywojennym działało w Polsce 6805 zakładów wodnych. Wówczas największą elektrownią wodną był obiekt Żur na Wdzie o mocy 9 MW. W latach 50-tych ubiegłego wieku w Polsce funkcjonowało jeszcze około 6500 siłowni wodnych [Wiatkowski i Dulewska 2012].

Z analizy autora w oparciu o dane URE wynika, że na koniec roku 2019 w Polsce odnotowano 770 pracujących elektrowni wodnych, o łącznej mocy instalowanej 973 MW. Ich produkcja energii zmieniała się w okresie od 2005 do 2019 r. w zakresie od 2176 GWh (2005 r.) do 565 GWh (2019 r.). Dodatkowo należy doliczyć jeszcze ok. 1400 MW mocy uzyskiwanych z elektrowni szczytowo-pompowych Żarnowiec, Porąbka-Żar i Żydowo, które należą obecnie do największych. Jedynie 18 elektrowni wodnych charakteryzuje się mocami wyższymi od 5 MW, pozostałe to tzw. małe elektrownie wodne (MEW).



Rys. 1. Przepływowa elektrownia wodna we Włocławku na Wiśle o mocy 160 MW

Fig. 1. Flow hydropower plant in Włocławek on the Wisła River with a capacity of 160 MW

Z obliczeń autora wynika, że techniczny potencjał hydroenergetyczny Polski jest wykorzystany obecnie na poziomie około 20%. Według obecnych szacunków na terenie Polski istnieje około 7,5 tys. obiektów hydrotechnicznych, które nie są wykorzystywane w celach energetycznych. Polska posiada zatem sprzyjające uwarunkowania do rozwoju energetyki wodnej, zwłaszcza w zakresie MEW, jednak tempo uruchamiania nowych mocy wytwórczych jest w dalszym ciągu zbyt niskie.

Zgodnie z ustawą o OZE, MEW są uprawnione do otrzymywania tzw. zielonych certyfikatów. Zawiera ona również inne regulacje odnoszące się do mocy zainstalowanej, takie jak limit mocy 20 MW dla elektrowni wodnych uprawnionych do korzystania z aukcji dla źródeł odnawialnych, oddzielne rozwiązania (ceny, koszyki aukcyjne i gwarantowane taryfy FIP) dla instalacji o mocy nie przekraczającej 1 MW,

a także osobne mechanizmy (ceny, taryfy gwarantowane FIT i pewne uproszczenia) dla elektrowni wodnych definiowanych jako „małe instalacje” o mocy poniżej 500 kW.

Obecnie zarówno instytucje państwowe, jak i organizacje pozarządowe wskazują na możliwość ponownego uruchomienia dawnych instalacji, gdyż ich potencjał oceniany jest jako opłacalny pod względem ekonomicznym i zrównoważony w aspekcie ochrony przyrody [Kostecka i in. 2019]. W Polityce energetycznej Polski do roku 2030, jak i w Uzupełnieniu do Krajowego Planu Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, jako jeden z celów wskazuje się wykorzystanie istniejących obiektów piętrzących stanowiących własność Skarbu Państwa do celów produkcji energii w elektrowniach wodnych.

Badania potencjalnych lokalizacji MEW w Polsce wykazały, że istnieją możliwości budowy 8 tys. tego typu obiektów [Raport BP 2020].

Mimo tak wymiernych korzyści z energetyki wodnej, sektor energii elektrycznej w Polsce w dalszym ciągu w bardzo mierze oparty jest o paliwa kopalne, a rozwój odnawialnych źródeł energii nie jest strategicznym obszarem zainteresowania decydentów. Głównym celem polityki energetycznej w obszarze źródeł odnawialnych, będącym jednocześnie celem wiążącym wynikającym z unijnego Pakietu klimatyczno-energetycznego do 2020 roku, jest zapewnienie wzrostu udziału energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii przynajmniej do 15% w 2020 roku i dalszy przyrost tego wskaźnika w kolejnych latach. W roku 2016 udało się osiągnąć udział na poziomie 11,30%. Ścieżka dojścia do osiągnięcia celu wyznaczonego na rok 2020 jest zawarta w Krajowym Planie Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. Ważnym, lecz wciąż nieukończonym dokumentem strategicznym w zakresie OZE powinna być Polityka energetyczna Polski do roku 2050. Ma ona wskazać długoterminową wizję rozwoju sektora energetycznego w Polsce. Do czasu jej przyjęcia głównym obowiązującym dokumentem strategicznym z obszaru energetyki jest przyjęta w 2009 roku Polityka energetycznej Polski do roku 2030 [Uchwała RM 2009].

Warunki ekonomiczne rozwoju energetyki wodnej

Aby elektrownie wodne mogły powstawać, konieczne są odpowiednie ceny sprzedaży wytworzonej energii w ramach systemu wsparcia energii ze źródeł odnawialnych. Bez tego, w oparciu tylko o ceny hurtowe sprzedaży energii, uruchamianie małych obiektów nie ma sensu ekonomicznego. Od roku 2005 wsparcie dla OZE oparte było o system zielonych certyfikatów, który jednak w 2012 roku uległ destabilizacji, powodującej znaczny spadek ich cen. W 2015 r. uchwalona została w Polsce ustawa o OZE, która wprowadziła system wsparcia oparty o aukcje, oceniane jednak jako rozwiązanie ryzykowne, skomplikowane i nieodpowiednie dla niewielkich producentów MEW. Dopiero nowelizacja ustawy o OZE [2019] wprowadziła sprawdzone w innych krajach mechanizmy dopasowane do potrzeb branży MEW w postaci systemu gwarantowanych cen FIT i gwarantowanych dopłat do ceny FIP.

Prawo wodne a energetyka wodna

Innym ważnym aktem prawnym wpływającym na sektor MEW jest nowe Prawo Wodne [2017]. Z perspektywy MEW najistotniejsze zmiany związane z nową ustawą regulującą kwestie gospodarki wodnej to wprowadzenie opłat za zwrotny pobór wód na cele elektrowni wodnych za każdą MWh energii wytworzonej w elektrowni wodnej, a także regulacje umożliwiające inwestorom uzyskanie praw do korzystania z państwowych budowli wodnych. Udostępnianie odbywa się w drodze przetargu,

jednak przewiduje się również pewne wyjątki od tej reguły. Branża MEW wciąż dostrzega pewne niedoskonałości w zaproponowanym systemie udostępniania inwestorom obiektów piętrzących należących do Skarbu Państwa w celu ich wykorzystania do produkcji zielonej energii. Tymczasem brak skutecznych zasad w tym zakresie należy do głównych przyczyn bardzo niskiego poziomu zagospodarowania istniejących piętrzeń, a tym samym niewielkiego stopnia wykorzystania potencjału energetycznego polskich rzek.

Zagrożenia dla rozwoju energetyki wodnej

Podstawowym warunkiem zrealizowania celów związanych z rozwojem MEW, zawartych w dokumentach strategicznych Państwa, powinno być stabilne prawo, zachęcające inwestorów do realizacji przedsięwzięć w ramach energetyki wodnej. Tymczasem, zarówno przedsiębiorcy eksploatujący istniejące obiekty, jak i inwestujący w nowe projekty doświadczają nieustannych zmian zasad i przepisów zarówno w zakresie gospodarki wodnej (nowe Prawo Wodne, aktualizacja Planów Gospodarowania Wodami, rozporządzenia w sprawie warunków korzystania z wód), odnawialnych źródeł i energetyki. Rozwój MEW jest w takich warunkach dość trudny. Spadek cen zielonych certyfikatów był bardzo dotkliwy dla całego sektora OZE, a system aukcyjny okazał się nieodpowiedni dla małych producentów. Jednocześnie sektor doświadcza wzrostu kosztów operacyjnych funkcjonowania MEW, ze względu na konieczność dostosowywania elektrowni do coraz bardziej rygorystycznych wymogów związanych z ochroną środowiska (budowa przepławek dla ryb, barier ochronnych, zwiększanie przepływu nienaruszalnego [Kasperek i Wiatkowski 2008, Kasperek i in. 2019, Kałuża i Hämmerling 2015]), jak również z uwagi na wprowadzenie w 2018 roku opłat za wodę. Dodatkowo, ze względu na sposób finansowania Wód Polskich, przedstawiciele sektora przewidują dalszy wzrost kosztów operacyjnych z powodu wzrostu opłat za dzierżawę obiektów piętrzących i gruntów pod wodami. Wreszcie branża MEW stoi w obliczu jeszcze jednego problemu, który polega na ryzyku utraty rentowności w przypadku istniejących elektrowni wodnych, dla których zakończy się okres wsparcia operacyjnego. Zgodnie z ustawą o OZE, w 2020 roku MEW uruchomione przed 2005 rokiem (prawie 50% instalacji) stracą prawo do przysługującego im do tej pory wsparcia. Zważywszy na bardzo niski poziom zyskowności tych przedsięwzięć, nawet przy obecnych cenach, taka redukcja przychodów może skończyć się upadłością. Przepisy dotyczące modernizacji instalacji OZE, które mogłyby stanowić w tym przypadku rozwiązanie problemu są w tej chwili niezbyt klarowne, więc przyszłość istniejących MEW jest niepewna. Podobnie rzecz się ma z przyszłością całego sektora w dłuższej perspektywie czasowej, gdyż obowiązujące przepisy nie dostrzegają potrzeby rozwoju OZE po 2020 roku.

Światowe zużycie energii pierwotnej spadło, a OZE i gaz ziemny sukcesywnie od lat wypierają węgiel z tzw. miksu energetycznego. Udział OZE wzrósł od 1994 r. aż do 5% w 2019 roku, natomiast udział hydroenergetyki jest na poziomie ok. 7-8%. W Polsce udział kopalnych paliw stałych w produkcji energii w roku 2018 wynosił 76,8%, podczas gdy w Europie Zachodniej oscylował między 0% (Belgia, Norwegia) a 35,6% (Niemcy).

Procedury administracyjne i bariery

Procedury administracyjne i plany zagospodarowania przestrzennego, których potencjalni inwestorzy powinni przestrzegać, stanowią jedną z największych przeszkód

w rozwoju projektów dotyczących energii odnawialnej. Dotyczy to w szczególności małych i średnich obiektów, które mają znaczący udział w sektorze. Według dyrektywy 2001/77/WE [2018] państwa członkowskie UE miały dokonać analizy obowiązujących ram prawnych i przepisów dotyczących procedur udzielania pozwoleń, aby zmniejszyć ilość przeszkód prawnych i pozaprawnych, zracjonalizować i przyspieszyć procedury administracyjne, a także zapewnić przejrzysty i niedyskryminujący nikogo charakter reguł. Reguły te powinny uwzględniać szczególne cechy różnych technologii, stosujących odnawialne źródła energii. Dyrektywa wspomina także o tym, że Państwa Członkowskie posiadają obowiązek przedstawienia Komisji Europejskiej raportów z tej analizy, definiującego zamierzone działania. Na podstawie raportów Państw Członkowskich Komisja miała określić najlepsze praktyki stosowane do redukcji przeszkód prawnych i pozaprawnych, co spowodować ma wzrost produkcji energii z OZE. Podjęte działania spowodowały przyspieszenie rozwoju OZE w Unii Europejskiej, chociaż osiągnięcie globalnego celu nie jest łatwe.

Wśród zasadniczych przyczyn takiego stanu rzeczy należy wymienić bariery administracyjne, rozbudowywane między innymi pod naciskiem organizacji pozarządowych, reprezentujących przekonanie o jednoznacznie szkodliwej ingerencji budowni wodnych w środowisko przyrodnicze. Organizacje te oraz sprzyjające im osoby i instytucje wykorzystują w swoich działaniach unijne akty prawne, a zwłaszcza Ramową Dyrektywę Wodną [2000] i tzw. dyrektywy siedliskowe. Czas postępowania administracyjnego w krajach UE waha się od 12 miesięcy w Austrii do 12 lat w Portugalii. W większości państw członkowskich cykl ten jest znacznie krótszy [Raport BP 2020, Wagner i in. 2019, Wiatkowski i Rosik-Dulewska 2012]. W Polsce czas oczekiwania na poprawnie złożony wniosek o pozwolenie wodnoprawne zwykle waha się od 3 do 12 miesięcy. Liczba pozwoleń niezbędnych do uruchomienia MEW jest różna w zależności od kraju i regionu. Z reguły obok pozwolenia na użytkowanie wody do celów energetycznych, w Polsce „Pozwolenie wodnoprawne”, potrzebne jest pozwolenie na budowę, uregulowanie praw własności, uzyskanie zgody na przyłączenie do sieci i eksploatację elektrowni, w Polsce warunki przyłączenia, koncesja, wyniki kontroli urządzeń przeprowadzonej przez lokalnego operatora sieci. Uzyskanie niektórych pozwoleń uzależnione jest od oceny oddziaływania na środowisko, zgodności przedsięwzięcia z lokalnym planem zagospodarowania itp. Koordynacja działalności różnych organów administracyjnych nie przebiega właściwie, gdy chodzi o terminy, przyjmowanie oraz rozpatrywanie wniosków o pozwolenia. Terminy udzielania odpowiedzi z reguły nie są dotrzymywane. Inwestorzy muszą prowadzić wielokrotne konsultacje społeczne tego samego projektu. Brak jest procedur "szybkiej ścieżki", szczególnie w przypadku MEW.

Istniejące procedury, dalekie od przejrzystości, obiektywizmu i braku przejawów dyskryminacji, w niektórych przypadkach są nadzorowane przez organy administracji lokalnej - bardzo czułe na presję i naciski grup lobbujących, które przedłużają czas potrzebny na podjęcie decyzji. Dodatkowo projekt musi zostać upubliczniony - tak, aby społeczność lokalna mogła się wypowiedzieć w jego sprawie. W rezultacie w niektórych państwach UE procedura może przeciągać się do 10 lat (głównie w przypadku nowych obiektów), co zniechęca potencjalnego inwestora i sprawia, że jest on skłonny zainteresować się innym, bardziej atrakcyjnym projektem OZE lub lokalizacjami położonymi poza obszarem UE. W przypadku modernizacji elektrowni sytuacja jest z reguły, choć nie zawsze, łatwiejsza - mimo, że nadal wymaga się różnych pozwoleń. Czasami wymaga się od inwestora przeprowadzenia oceny oddziaływania na środowisko istniejącej elektrowni. Koszt uzyskania pozwoleń obejmuje ocenę hydrologiczną

i środowiskową, projekt wstępny, pozwolenia i zgody na wykorzystanie wody i gruntów, jak również studium dotyczącego budowy i przyłączenia do sieci, porozumień o zakupie energii¹. Z powyższej analizy wynika, że państwa UE, w tym Polska, nie wdrożyły dyrektywy 2001/77/WE w stopniu niezbędnym dla osiągnięcia celów założonych dla energetyki wodnej. Również postęp w dziedzinie ujednolicania postępowania administracyjnego oraz mechanizmów wsparcia okazał się ograniczony.

Barierą w rozwoju energetyki wodnej w Polsce są również problemy z wyprowadzeniem mocy do sieci oraz koordynacją współpracy urzędów. Potencjalnych inwestorów odstrasza również niepewność czy koncesja będzie przedłużona po wygaśnięciu terminu ważności oraz sposób finansowania.

Przykłady badań i obliczeń potencjału hydroenergetycznego

Rzeka Oława

Wykonano inwentaryzację rzeki Oławy na całej długości oraz przeprowadzono stosowne obliczenia. Aktualnie potencjał hydroenergetyczny Oławy nie jest w ogóle wykorzystywany [Kasperek i Głowski 2019]. Na jej całej długości nie ma żadnej elektrowni, mimo że istnieją piętrzenia umożliwiające ich budowę. Określono charakterystyczne stany i przepływy wody Q (flow rate) dla okresu 2005-2015. Zinwentaryzowano istniejące budowle wodne oraz obliczono spadki H (head), możliwe do uzyskania moce i produkcję energii dla istniejących piętrzeń po ich modernizacji oraz dla nowych lokalizacji pod budowę MEW (tab. 1). Po dokonaniu modernizacji istniejących budowli (rys. 2) oraz uwzględnieniu nowych lokalizacji możliwe jest osiągnięcie łącznej mocy 539,2 kW oraz produkcję energii w ciągu roku na poziomie 3235,7 MWh.

Tabela 1 - Table 1

Moc P i produkcja energii E dla proponowanych lokalizacji elektrowni wodnych na rzece Oława
Power P and energy production E for proposed hydroelectric power plants on the Oława River

Lp No	Lokalizacja km Localization km	H (m)	Q_i (m^3s^{-1})	P (kW)	E (MWh)
1	Strzelin 61,5	2,0	0,86	14,2	85,0
2	Strzelin 60,8	2,0	0,87	14,3	85,9
3	Częstochowa 55,5	2,0	1,69	27,7	166,5
4	Wiązów 50,8	2,0	1,85	30,3	181,5
5	Wiązów 49,8	3,0	2,26	55,6	333,4
6	Kalinowa 48,4	2,0	2,27	37,2	223,2
7	Kalinowa 46,8	2,0	2,28	37,3	224,1
8	Kalinowa 47,9	2,0	2,28	37,3	224,1
9	Kurów 43,7	2,0	2,30	37,8	226,7
10	Sieciebrowice 42,9	1,8	2,34	34,5	207,2
11	Drzemlikowice 42,4	1,8	2,36	34,8	208,8
12	Oława 24,2	1,2	3,71	36,5	218,9
13	Oława 21,4	1,5	4,06	49,9	299,6
14	Wrocław 1,1	2,0	5,60	91,8	550,8
Łącznie / Sum				539,2	3235,7

Rzeka Odra i Odrzańska Droga Wodna

Wykorzystanie stopni wodnych na Odrzańskiej Drodze Wodnej (ODW) do produkcji energii rozpoczyna się w latach 70-tych ubiegłego stulecia. Elektrownie odrzańskie należą do typu przepływowych i z uwagi na niskie stopnie wodne generalnie charakteryzują się niskimi spadami przy dużych przepływach instalowanych [Novak i in. 2007, Power of Inland Navigation 2013].



Rys. 2. Jaz z zamknięciami piętrzący wodę na rzece Olawa bez elektrowni wodnej

Fig. 2. Weir with gates damming up water on the Olawa River without hydroelectric power plant

Na skanalizowanym odcinku ODW Kędzierzyn - Malczyce jest zlokalizowanych łącznie 18 przepływowych elektrowni wodnych. Przepływ instalowany Q_i oszacowano w oparciu o wartość średniego przepływu rocznego SSQ z wielolecia w badanym przekroju. Przeanalizowano możliwy przepływ elektrowni Q_E dla wariantów: $Q_i = (0,8-0,95) \cdot SSQ$ ($T_E \cong 6000$ h), $Q_i = SSQ$ ($T_E \cong 5500$ h) oraz $Q_i = (1,1-1,3) \cdot SSQ$ ($T_E \cong 5000$ h). Zainstalowana moc elektrowni zmienia się od 0,35 do 9,7 MW, a łączna ich moc jest na poziomie 40 MW. Wg obliczeń roczna produkcja energii na istniejących stopniach wodnych skanalizowanego odcinka ODW od Kędzierzyna do Malczyc wyniesie 200-240 GWh.

Zgodnie z planami Ministerstwa Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej [2016] na odcinku swobodnie płynącym ODW planowana jest budowa 22 stopni piętrzących wraz z elektrowniami wodnymi. Zakładając, że plany te zostaną zrealizowane w przyszłości przeprowadzono wstępną kalkulację instalowanej mocy oraz produkcji energii na odcinku poniżej ostatniego stopnia Malczyce do planowanego stopnia w Cedyni na Odrze granicznej. Jazy przy planowanych stopniach na w/w odcinku mają mieć spadki na poziomie 4-5 m przy normalnym piętrzeniu. Do analizy potencjału hydroenergetycznego stopni wodnych na odcinku swobodnie płynącej Odry autor wykorzystał wyniki obliczeń hydrologicznych z okresu 1981-2009, przeprowadzonych przez Dubickiego [2013]. Na badanym odcinku rzeki średni przepływ z wielolecia SSQ zmieniał się na poszczególnych stacjach wodowskazowych następująco: $145 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w Malczycach, $167 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w Ścinawie, $183 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w Głogowie, $193 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w Nowej Soli, $216 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w Cigacicach, $239 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w Połecku, $284 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w Słubicach oraz $497 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ w Gozdowicach. Na tej podstawie określono szacunkową łączną moc P oraz produkcję energii E planowanych 22 stopni piętrzących na ODW poniżej Malczyc, która wynosi odpowiednio $P=280,5-350,7$ MW oraz $E=1,54-1,93$ TWh/rok.

IV. PODSUMOWANIE

Ponad 80% technicznego hydropotencjału w Polsce pozostaje niewykorzystana z uwagi na uwarunkowania historyczne, bariery administracyjne, ale również ze względu na jego specyfikę. Zarówno inwentaryzacja rzek prowadzona przez instytucje rządowe, jak i wyniki lokalnych projektów i badań wskazują na potrzebę zagospodarowania istniejących budowli piętrzących oraz wykorzystania lokalizacji o bardzo niskich spadach i niewielkich przepływach wody.

Aby osiągnąć ten cel konieczne jest zapewnienie stabilnych warunków finansowych i skutecznych zasad udostępniania inwestorom odpowiednich lokalizacji pod budowę elektrowni wodnych.

Pojawiła się szansa na to, że nowo uchwalony system FIT i FIP zmieni aktualną sytuację, jakim był zastój w realizacji nowych projektów. Wytwórcy i inwestorzy oczekują trwałości obowiązywania ww. systemów oraz mają nadzieję na pojawienie się strategicznych dokumentów i regulacji prawnych, które będą uwzględniać perspektywę czasową co do finansowania, dłuższą niż rok 2020, przynajmniej 2030 lub 2050. Nadzieją jest także efektywne zarządzanie budowlami wodnymi Skarbu Państwa przez PGW Wody Polskie, które zapewni ich wykorzystanie na cele energetyki wodnej.

BIBLIOGRAFIA

1. Dubicki A., Kosierb R., Działo I., Wilk-Stawarz B., Głowicki B., Chudzik B., Bogucki J., Bogusz A., Tokarczyk T. 2013. Uwarunkowania hydrologiczno-meteorologiczne i hydrotechniczne Odrzańskiej Drogi Wodnej. [w:] J. Kulczyk, A. Dubicki, D. Olearczyk (red.). Odrzańska Droga Wodna. Stan obecny i perspektywy. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne Wrocław. 45-71.
2. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
3. Dyrektywa PE i Rady UE 2001/77/WE z dnia 27 września 2001 r. w sprawie wspierania produkcji na rynku wewnętrznym energii elektrycznej wytwarzanej ze źródeł odnawialnych.
4. Dyrektywa PE i Rady UE 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
5. Gąsiorek J., Kasperek R., Sołtys J., Wiatkowski M. 2006. Hydroenergetyczny potencjał rzeki Kwisy. Część II. Ocena bilansu energetycznego rzeki Kwisy. Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi 13. 207-215.
6. Hoffman M. 1991. Małe elektrownie wodne - poradnik. Nabba Sp. z o.o. Warszawa.
7. Kalda G. 2014. Analiza stanu energetyki wodnej w Polsce. Journal of Civil Engineering Environment and Architecture 61 (4/14). 81-92.
8. Kałuża T., Hämmerling M. 2015. Problemy projektowania i eksploatacji przepławek dla ryb. Monografia. Bogucki Wydawnictwo Naukowe. Poznań.
9. Kasperek R., Wiatkowski M. 2008. Terenowe badania funkcjonowania przepławki dla ryb na zbiorniku Michalice. Rocznik Ochrona Środowiska 10. 613-622.
10. Kasperek R., Wiatkowski M. 2010. Analiza możliwości budowy małych elektrowni wodnych na rzece Nysie Kłodzkiej. Praca zbiorowa pod redakcją Cz. Rosik-Dulewska, M. Wiatkowski. Uniwersytet Opolski. 53-65.
11. Kasperek R., Wiatkowski M. 2014. Hydropower generation on the River Nysa Kłodzka. Ecological Chemistry and Engineering 21(2). 327-336. DOI: 10.2478/eces-2014-0025.
12. Kasperek R., Szkudlarek A., Mokwa M. 2019. Przepławka meandrowa, Acta Sci. Pol. Form. Cir. 18(4). 125-136. doi: <https://doi.org/10.15576/ASP.FC/2019.18.4.125>.
13. Kasperek R., Głowski R. 2019. Hydroenergetic use of hydraulic structures on the Oława River. Acta Scientiarum Polonorum Formatio Circumiectionis 18(4). 177-186.
14. Kostecka J., Podolak A., Pączka G., Mazur-Pączka A., Garczyńska M. 2019. Nowe ujęcie wartościowania zasobów środowiska (powiązania problemów ekonomicznych i ochrony środowiska w kontekście OOS). Polish Journal for Sustainable Development 23(1). 89-98. DOI: 10.15584/pjdsd.2019.23.1.11.
15. Novak P., Moffat A.I.B., Nalluri C., Narayanan R. 2007. Hydraulic Structures. Taylor

- and Francis. London and New York.
16. Operacz A., Grahl-Madsen M. 2018. Program of hydropower potential assessment as an effective possibilities in Upper Vistula water region in Poland. *Acta Sci. Pol. Form. Cir.* 17(4). 157-172. DOI: 10.15576/ASP.FC/2018.17.4.157.
 17. Raport BP Statistical Review of World Energy. 2020.
 18. The Power of Inland Navigation. 2013. Dutch Inland Navigation Information Agency BVB. Rotterdam.
 19. Uchwała Rady Ministrów nr 202/2009 z dnia 10 listopada 2009 r. w sprawie „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku”. M.P. z 2010 r. nr 2. poz.11.
 20. Ustawa Prawo Wodne z dnia 20 lipca 2017 r. Dz.U. 2017 poz. 1566.
 21. Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o zmianie ustawy o odnawialnych źródłach energii oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. 2019 poz. 1524.
 22. Wagner B., Hauer C., Schoder A., Habersack H. 2019. A review of hydropower in Austria: Past, present and future development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 50. 304-314.
 23. Wiatkowski M., Kasperek R. 2012. Initial assessment of the power generation potential of selected hydropower plants in the dolnośląskie and opolskie provinces. *Proceedings of ECOpole* 6(2). 553-558. DOI: 10.2429/proc.2012.6(2)075.
 24. Wiatkowski M., Rosik-Dulewska C. 2012. Stan obecny i możliwości rozwoju energetyki wodnej w województwie Opolskim. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 2(38). 313-327.
 25. Założenia do planów rozwoju śródlądowych dróg wodnych w Polsce na lata 2016-2020 z perspektywą do roku 2030. Uchwała Nr 79 Rady Ministrów z dnia 14 czerwca 2016 r. Monitor Polski DURP.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF HYDROPOWER IN POLAND

Summary

The paper analyzes the current state of hydropower and the possibilities of its development. The technical hydropower potential of Poland at the level of 12 thousand. 20% of GWh/year is currently used. Possibilities of increasing installed capacity and energy production relate mainly to small hydropower in the power range up to 5 MW. The example of the Odra and Olawa Rivers shows that a lot of clean and renewable energy can still be obtained. The prospects for a more intensive development of hydropower in Poland are optimistic, but there are barriers that slow down its development. Poland's membership in the EU and environmental, climate and energy directives force the state to be significantly involved in the development of hydropower.

Keywords: hydropower potential, barriers, development opportunities