



Woda jako źródło energii elektrycznej w Polsce

Tadeusz OLKUSKI¹⁾*

¹⁾ dr hab. inż. prof. AGH; AGH Akademia Górniczo-Hutnicza; ORCID: 0000-0001-8081-2348

* Corresponding; olkuski@agh.edu.pl

<http://doi.org/10.29227/IM-2024-01-112>

Submission date: 21-06-2024 | Review date: 03-07-2024

Abstract

Woda jest niezbędnym składnikiem naszego życia. Odgrywa kluczową rolę we wszystkich procesach biologicznych, procesach przemysłowych, w rolnictwie, transporcie, wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła i w wielu innych dziedzinach życia. Celem artykułu jest pokazanie znaczenia wody w produkcji energii elektrycznej w Polsce. Jak wiemy, energetyka wodna jest jedną z najstarszych form wykorzystywania energii. Już w starożytności wykorzystywana była na przykład do napędu młynów wodnych. W dzisiejszych czasach jej energetyczne wykorzystanie jest zupełnie inne. W Polsce energetyka wodna jest słabo rozwinięta. Moc zainstalowana w elektrowniach wodnych zawodowych wynosi zaledwie 2 292,2 MW, w tym w elektrowniach szczytowo-pompowych 1 792,3. Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wodnych wynosi w Polsce niecałe 2 TWh, co jest wielkością symboliczną, stanowiącą zaledwie 0,6% rocznej produkcji energii elektrycznej w naszym kraju. Polska posiada ponad 700 elektrowni wodnych, ale większość z nich to małe elektrownie wodne nie przekraczające 5 MW mocy. Największymi elektrowniami wodnymi w Polsce są: elektrownia Żarnowiec, elektrownia Porabka-Żar oraz elektrownia Solina wchodząca w skład Zespołu Elektrowni Wodnych Solina – Myczkowce. Wszystkie te elektrownie są elektrowniami szczytowo-pompowymi. Według prognoz światowych pomimo gwałtownego rozwoju fotowoltaiki oraz energetyki wiatrowej energetyka wodna pozostanie do 2030 roku największym na świecie źródłem wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych.

Słowa kluczowe: woda, produkcja energii, elektrownie wodne

Wprowadzenie

Woda, tak jak i powietrze, jest niezbędnym składnikiem naszego życia. Odgrywa kluczową rolę we wszystkich procesach biologicznych, procesach przemysłowych, w rolnictwie, transporcie, wytwarzaniu energii elektrycznej i ciepła i w wielu innych dziedzinach życia. Jest jedną z najpospolitszych substancji we Wszechświecie. Jest związkiem chemicznym o wzorze H_2O , występującym w warunkach standardowych w stanie ciekłym. W stanie gazowym występuje w postaci pary wodnej, a w stałym stanie skupienia jako lód.

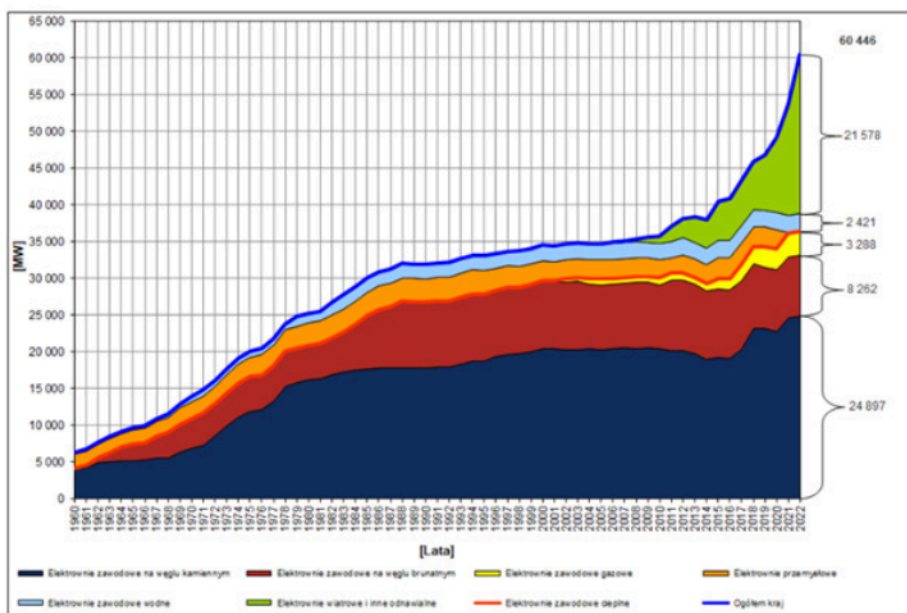
Woda zajmuje ponad 70% powierzchni Ziemi. Zaledwie 2,5% jej zasobów stanowią wody słone, a tylko 0,6% to wody słodkie będące źródłem wody pitnej. Choć wody na Ziemi jest tak dużo to niestety nie we wszystkich regionach jest jej pod dostatkiem. Jak podaje w swoim raporcie „Polska na drodze zrównoważonego rozwoju” Główny Urząd Statystyczny [13] krytyczna jest sytuacja w Afryce Północnej, gdzie roczny pobór wody przekracza ilość odnawialnych zasobów słodkiej wody w tym regionie. Duże jest też prawdopodobieństwo wystąpienia deficytu wody w Azji Środkowej (gdzie pobieranych jest 88% odnawialnych zasobów wód) oraz w Azji Południowej (71%). Niepokojąca staje się również sytuacja w Azji Zachodniej oraz Wschodniej (gdzie relacja ta wynosi odpowiednio 54% i 46%). Jeżeli chodzi o nasz kraj, to pod względem zasobów wody pitnej przypadającej na jednego mieszkańca znajdujemy się na 24 pozycji w Unii Europejskiej wyprzedzając jedynie Czechy, Cypr i Maltę. Najlepsza sytuacja pod tym względem panuje w Chorwacji, Finlandii i Szwecji.

Choć wszystkie zastosowania wody są ważne, to w niniejszym artykule zostanie poruszona kwestia wykorzystywania wody do celów energetycznych.

Woda w procesach wytwarzania energii elektrycznej

Energetyka wodna jest jedną z najstarszych form wykorzystywania energii. Już w starożytności wykorzystywane były młyny wodne, wprawdzie nie do wytwarzania energii elektrycznej, ale do mielenia zboża, w późniejszych czasach również do cięcia i obróbki drewna. Niewątpliwą zaletą wody jest jej niewyczerpalność. Choć w niektórych regionach świata, a ostatnio również w Polsce, wody zaczyna brakować, to jednak jest to odnawialne i niewyczerpywalne źródło energii. Kolejną zaletą energetyki wodnej jest brak emisji gazów cieplarnianych, a także brak wpływu warunków atmosferycznych na jej pracę. Jak podaje IEA (International Energy Agency) energia wodna generuje obecnie więcej energii elektrycznej niż wszystkie inne technologie odnawialne razem wzięte. Pomimo gwałtownego rozwoju fotowoltaiki oraz energetyki wiatrowej energetyka wodna pozostanie do 2030 roku największym na świecie źródłem wytwarzania energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Po 2030 roku nadal będzie odgrywać kluczową rolę w dekarbonizacji systemu elektroenergetycznego na świecie [8].

W Polsce zagadnienia związane z wykorzystaniem wody reguluje Ustawa Prawo Wodne [19]. Ustawa reguluje gospodarowanie wodami zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, w szczególności kształtowanie i ochronę zasobów wodnych, korzystanie z wód oraz zarządzanie zasobami wodnymi. Ustawa reguluje sprawy własności wód oraz gruntów pokrytych wodami, a także zasady gospodarowania tymi składnikami jako mieniem Skarbu Państwa. Przepisy ustawy stosuje się do wód śródlądowych oraz morskich wód wewnętrznych, a także do wód morza terytorialnego w zakresie planowania gospodarowania wodami, ochrony przed zanieczyszczeniem



Rys. 1. Moc zainstalowana w Polsce w latach 1960–2022. Źródło: [15]

Fig. 1 Installed power in Poland between 1960–2022 Source: [15].

ze źródeł lądowych oraz ochrony przed powodzią, a w pozostałym zakresie – w przypadkach określonych w ustawie.

Energetyka wodna znalazła również swoje miejsce w ustawie o odnawialnych źródłach energii [18]. W Art. 2 te same ustawy hydroenergię zdefiniowano jako energię spadku śródlądowych wód powierzchniowych, z wyłączeniem energii uzyskiwanej z pracy pompowej w elektrowniach szczytowo-pompowych lub elektrowniach wodnych z członem pompowym.

Instytucją odpowiedzialną za gospodarowanie wodami w Polsce jest Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie [10]. Do głównych zadań tej instytucji należy:

- Ochrona przed powodzią (zarządzanie ryzykiem powodziowym, tworzenie map zagrożenia powodziowego, planowanie przeciwdziałania skutkom suszy),
- Zarządzanie środowiskiem wodnym (ocena wpływu na możliwość osiągnięcia celów środowiskowych, zarządzanie krajowym planem oczyszczania ścieków, renaturyzacja wód powierzchniowych, wyznaczanie kąpielisk w gminach)
- Zarządzanie korzystaniem z wód (opłaty za usługi wodne, opłaty za zmniejszenie naturalnej retencji terenowej, pozwolenia wodnoprawne i melioracyjne, taryfy wodno-kanalizacyjne).

Energetyka wodna, tak jak i inne formy działalności gospodarczej, posiada nie tylko zalety ale też wady.

Do głównych zalet energetyki wodnej należą:

- Wykorzystywanie odnawialnego źródła energii jakim jest woda,
- Prostota procesu wytwarzania energii elektrycznej,
- Brak emisji gazów cieplarnianych oraz pyłów,
- Długi czas pracy elektrowni wodnych przekraczający niejednokrotnie nawet sto lat,
- Niskie koszty eksploatacji,
- Możliwość szybkiego uruchomienia, gdy zaistnieje taka potrzeba.

Główne wady energetyki wodnej to:

- Ingerencja w środowisko naturalne poprzez wzniesienie konstrukcji spiętrzających wodę,
- Niejednokrotnie konieczność przesiedlania miejscowej ludności,
- Zaburzenia ekosystemów wodnych prowadzące do wyginięcia flory i fauny występującej na obszarach przeznaczonych do zalania,
- Pojawianie się innych gatunków roślin i zwierząt na tych terenach,
- Wzrost występowania pary wodnej w pobliżu zbiornika,
- Wysokie nakłady inwestycyjne,
- Zależność od ilości opadów i poziomu wód,
- Ogromne straty w przypadku uszkodzenia zbiornika.

W Polsce energetyka wodna nie odgrywa znaczącej roli ze względu na brak odpowiednich cieków wodnych. Niemniej jednak 28 lutego 2023 r., Rada Ministrów, przyjęła projekt ustawy o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie elektrowni szczytowo-pompowych oraz inwestycji towarzyszących [14], co pozwala mieć nadzieję, że pewne działania w kierunku rozwoju energetyki wodnej zostaną poczynione.

Krajowy System Elektroenergetyczny (KSE)

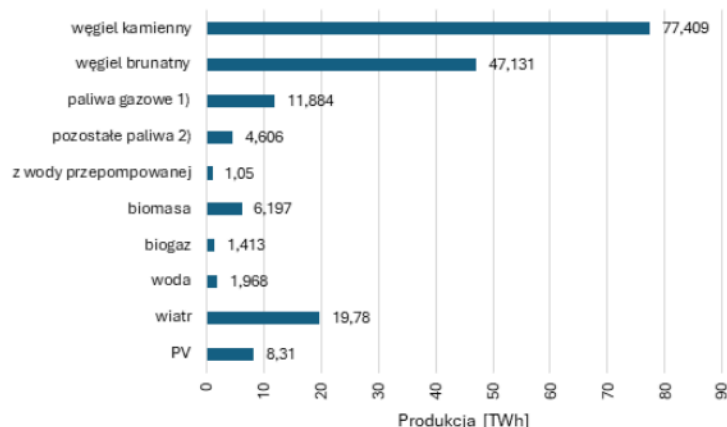
Moc zainstalowana w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym rośnie systematycznie od kilkudziesięciu lat. Na rys. 1 przedstawiono jak wzrastała moc zainstalowana w Polsce w latach 1960–2022.

Od początku lat 60-tych ubiegłego wieku moc zainstalowana w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) nieustannie wzrasta. Bardzo dynamiczny wzrost występował zwłaszcza w początkowej fazie tego okresu, to znaczy od roku 1960 aż do roku 1989. Przyrost ten wyniósł około 30 GW. Później nastąpiła transformacja polityczna oraz ekonomiczna, co na pewien czas spowolniło zapotrzebowanie na nowe moce wytwórcze w związku z likwidacją wielu zakładów przemysłowych.

Tab. 1. Moc zainstalowana w Polsce na koniec 2022 roku. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [1]

Table 1 Installed capacity in Poland at the end of 2022. Source: own study based on data [1].

Wyszczególnienie	Moc elektryczna zainstalowana [MW]
Elektrownie zawodowe ciepłne	
- na węglu kamiennym	21 571,2
- na węglu brunatnym	8 908,4
- na gazie ziemnym	2 464,9
Elektrownie zawodowe wiatrowe	1 871,0
Elektrownie zawodowe wodne	2 292,2
- w tym szczytowo-pompowe	1 792,3
Elektrownie przemysłowe	3 633,5
Niezależne OZE	18 592,8
OGÓŁEM	60 423,1



Rys. 2. Produkcja energii elektrycznej w Polsce z podziałem na źródła. Źródło: opracowanie własne na podstawie danych [1]

Fig. 2. Electricity production in Poland by source. Source: own study based on data [1].

słowych w naszym kraju. W 1990 roku pod naciskiem Banku Światowego oraz Międzynarodowego Funduszu Walutowego rozpoczęto restrukturyzację, a de facto likwidację górnictwa węgla kamiennego w Polsce. Wiele zakładów przemysłowych przestało istnieć, więc i zapotrzebowanie na energię elektryczną nie wzrastało. Brakowało też środków finansowych na nowe inwestycje. Wraz z rozwojem gospodarki wolnorynkowej w Polsce zaczęto też oszczędnie gospodarować energią elektryczną, aby nie podrażać kosztów działalności przedsiębiorstw. W pierwszych dziesięcioleciach po II wojnie światowej w systemie dominowały moce na węglu kamiennym i węglu brunatnym. Istniały również elektrownie przemysłowe, które też opalane były głównie węglem. Od 2000 roku zaobserwować można pewną zmianę. Pod wpływem obrotów klimatu zaczęto wdrażać energetykę gazową, która jest mniej inwazyjna dla środowiska naturalnego. Największy przyrost mocy zainstalowanej nastąpił jednak w ostatnich latach. Od roku 2008 gwałtownie zaczęła rozwijać się energetyka bazująca na odnawialnych źródłach energii. Początkowo, do roku 2015, rozwijała się głównie energetyka wiatrowa. Po wprowadzeniu tzw. ustawy odległościowej [20] rozwój energetyki wiatrowej został wstrzymany. Od roku 2017, a zwłaszcza od roku 2019 gwałtownie zaczęła rozwijać się energetyka słoneczna. Dzięki programom pomocowym takim jak Mój Prąd [9], czy też Czyste Powietrze [3] osiągnięto obecnie moc tych instalacji taką jaka zaplanowana została w Polityce energetycznej Polski do 2040 roku [12]. Niestety energetyka wodna pozostaje cały czas na tym samym bardzo niskim poziomie

rozwoju, ale wynika to przede wszystkim z warunków naturalnych występujących w Polsce a nie z niechęci decydentów do inwestowania w to źródło energii.

W tabeli 1 przedstawiono moc zainstalowaną w Polsce na koniec 2022 roku.

Największą moc zainstalowaną w Polsce od lat posiadają elektrownie ciepłne. Elektrownie na węglu kamiennym posiadają moc 21,6 GW, na węglu brunatnym 8,9 GW, a na gazie ziemnym 2,5 GW. Sytuacja ta powoli się zmienia ze względu na wprowadzanie do systemu odnawialnych źródeł energii, a także, w przypadku węgla brunatnego, zamknięcie w 2018 roku elektrowni Adamów oraz zapowiedzi Zespołu Elektrowni Pątnów-Adamów-Konin (ZE PAK) całkowitego wycofania się z węgla brunatnego do 2030 roku [21].

Wielkość mocy zainstalowanej nie przekłada się bezpośrednio na produkcję energii elektrycznej, gdyż nie wszystkie moce są w równym stopniu wykorzystywane. Na rys. 2 przedstawiono produkcję energii elektrycznej w Polsce w 2022 roku z podziałem na źródła.

Jak widać z rysunku, największa produkcja energii elektrycznej w Polsce w 2020 roku pochodziła z węgla kamiennego i wyniosła 77,4 TWh, następnie z węgla brunatnego 47,1 TWh, a potem z wiatru 19,8 TWh. Mniejsze ilości energii wyprodukowano z paliw gazowych 11,9 TWh oraz z biomasy 6,2 TWh. Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wodnych wyniosła 1,968 TWh, co stanowiło zaledwie 1,1% całkowitej krajowej produkcji prądu. Jeszcze mniej energii elektrycznej wytworzono w elektrowniach szczytowo-pom-



Rys. 3. Elektrownia Żarnowiec. Źródło: [11]

Fig. 3. Żarnowiec power plant. Source: [11]



Rys. 4. Zbiornik górny elektrowni Porąbka-Żar. Źródło: [11]

Fig. 4. Upper reservoir of the Porąbka-Żar power plant. Source: [11]

powych, bo zaledwie 1,05 TWh, co stanowiło 0,6% całkowitej produkcji. Jest to bardzo niewiele chociaż trzeba przyznać, że elektrownie szczytowo-pompowe są bardzo potrzebne w systemie aby zasilić krajowy system elektroenergetyczny (KSE) w godzinach największego zapotrzebowania.

Podział elektrowni wodnych

Elektrownie wodne można klasyfikować ze względu na różne kryteria takie jak topografia terenu czy też różne cechy energetyczne.

Uwzględniając topografię terenu wyróżnia się następujące elektrownie [6]:

- elektrownia zaporowa,
- elektrownia na kanale,
- elektrownia na rurociągu ciśnieniowym,
- elektrownia na kanale i rurociągu,
- elektrownia na sztolni i rurociągu.

Cechy energetyczne brane pod uwagę przy klasyfikacji energetyki wodnej to:

- sposób i stopień wykorzystania energii splywu rocznego,
- zależność mocy i produkcji od warunków wodnych,
- udział produkcji szczytowej, podszczytowej i podstawowej w produkcji rocznej,
- stopień zapewnienia mocy,
- stopień zapewnienia produkcji,
- miejsce pracy na wykresie dobowego obciążenia systemu elektroenergetycznego,

- wpływ pracy elektrowni wodnej na ekonomikę krajowego systemu energetycznego.

Biorąc pod uwagę te kryteria wyróżnia się następujące typy elektrowni wodnych [6]:

- elektrownie przepływowe,
- elektrownie na zbiornikach o dobowej i tygodniowej regulacji,
- elektrownie na zbiornikach wielozadaniowych,
 - wyrównaniu sezonowym i częściowym rocznym,
 - wyrównaniu całkowitym rocznym,
 - wyrównaniu wieloletnim,
- elektrownie w kaskadzie zwartej,
- elektrownie pompowe i elektrownie wodne z pompowaniem.

Największe elektrownie wodne w Polsce

Polska nie posiada zbyt wielu dużych elektrowni wodnych, ale jeśli za kryterium podziału pomiędzy małymi elektrowniami wodnymi a dużymi przyjąć 5 MW, to można wyróżnić dość sporą grupę dużych elektrowni wodnych. W artykule przedstawiono cztery z pięciu elektrowni wodnych, których moc zainstalowana przekracza 100 MW. Wyróżniono cztery, gdyż są to elektrownie szczytowo-pompowe, a piąta w kolejności pod względem mocy jest elektrownią przepływową.

Elektrownia Żarnowiec

Największą elektrownią wodną w Polsce jest elektrownia Żarnowiec należąca do Polskiej Grupy Energetycznej S.A.



Rys. 6. Elektrownia wodna Żydowo. Źródło: [4]
Fig. 6. Żydowo hydroelectric power plant. Source: [4]



Rys. 5. Elektrownia wodna Solina. Źródło: [11]
Fig. 5. Solina hydroelectric power plant. Source: [11]

(PGE S.A.) [7]. Elektrownia ta zlokalizowana jest w Czymbornowie nad Jeziorem Żarnowieckim w województwie pomorskim na granicy powiatów puckiego i wejherowskiego. Posiada moc zainstalowaną 716 MW (4 turbiny o mocy 179 MW każda). Zbiornikiem dolnym jest Jezioro Żarnowieckie, natomiast zbiornik górny jest całkowicie sztucznym zbiornikiem wybudowanym na płaskim szczycie najwyższego ze znajdujących się w pobliżu jeziora wzgórz morenowych. Pierwsze prace przygotowawcze rozpoczęto w 1972 roku, a uruchomienie elektrowni nastąpiło w 1983 roku [17]. Na rys. 3 przedstawiono widok elektrowni Żarnowiec z lotu ptaka.

Głównymi zaletami tej, ale nie tylko tej elektrowni szczytowo-pompowej, jest łagodzenie krzywej dobowego obciążenia systemu, pokrywanie nagłych ubytków i występujących w systemie przerostów poboru mocy, optymalizowanie pracy krajowego systemu elektroenergetycznego poprzez prowadzenie szybkiej i stałej regulacji dostarczanej do systemu mocy czynnej. Elektrownie szczytowo-pompowe pozwalają na magazynowanie energii elektrycznej w formie energii potencjalnej wody przepompowywanej z dolnego do górnego zbiornika. Odzysk zmagazynowanej energii odbywa się poprzez przepływ wody w odwrotnym kierunku, zasileniu hydrozespołów i oddaniu energii elektrycznej do sieci [15]. Elektrownia ta sterowana jest bezpośrednio przez Krajową Dyspozycję Mocy z Warszawy. Rozruch do pełnej mocy trwa zaledwie 3 minuty.

Elektrownia Porąbka-Żar

Drugą pod względem wielkości mocy zainstalowanej elektrownią wodną w Polsce jest elektrownia szczytowo-pompowa Porąbka-Żar. Elektrownia ta znajduje się w Międzybrodziu Bialskim i posiada moc 500 MW (4 hydrozespoły po 125 MW każdy). Jest to jedyna w Polsce elektrownia podziemna. Budowa elektrowni rozpoczęła się w 1971 roku a jej oddanie

do eksploatacji nastąpiło w 1979 roku. Jest to również elektrownia wysokospadowa o spadzie 440 metrów. Umieszczenie elektrowni wynikało z bardzo korzystnych warunków terenowych, takich jak duży spadek przy małej odległości zbiorników od siebie. Na rys. 4 przedstawiono widok zbiornika górnego elektrowni Porąbka-Żar.

Elektrownia składa się z trzech podstawowych części. Jedną z nich jest zbiornik gromadzący wodę mogący pomieścić 2 310 000 m³ wody. Jest on uszczelniony kilkoma warstwami asfaltu, przełożonych żelbetonem. Drugim elementem elektrowni są dwa szyby wywiercone wewnątrz góry. Mają 4 metry średnicy i są pochylone pod kątem 45o względem podłoża. Transportują one wodę do hali elektrowni, oraz gdy jest pompowana do zbiornika górnego. Trzecim elementem są wspomniane wcześniej turbiny. Pełnią one funkcje zarówno turbin jak i pomp. Pompowanie pełnego zbiornika trwa 5 godzin. Następnie woda jest wypuszczana do Zbiornika Międzybrodzkiego [2]. Elektrownia Porąbka-Żar, tak jak i elektrownia Żarnowiec, należą do Polskiej Grupy Energetycznej S.A.

Elektrownia Solina

Trzecią pod względem wielkości elektrownią wodną w Polsce jest elektrownia Solina. Jest to również elektrownia szczytowo-pompowa. Położona jest na rzece San w gminie Solina w województwie podkarpackim. Na rys. 5 przedstawiono widok elektrowni wodnej Solina.

Elektrownia wodna Solina, wchodzi w skład Zespołu Elektrowni Wodnych Solina – Myczkowce, znajduje się na rzece San w miejscowości Solina. Elektrownia Solina jest jedną z największych elektrowni szczytowo-pompowych na dopływie naturalnym zapory betonowej. Moc zainstalowana wynosiła przed modernizacją 136 MW, a po modernizacji wynosi około 200 MW i składa się z 4 hydrozespołów. Budowa zapory w pętli Sanu rozpoczęła się już w 1920 roku lecz z powodu

braku funduszy została przerwana. Po II wojnie światowej powrócono do pomysłu budowy elektrowni wodnej w tym regionie. Najpierw wybudowano zbiornik elektrowni wodnej w Myczkowcach a następnie drugi, dużo większy zbiornik, w Solinie. Elektrownię Myczkowce uruchomiono w 1961 roku, a elektrownię Solina w 1968 roku. W latach 2000–2003 przeprowadzono gruntowną modernizację, co pozwoliło na zwiększenie mocy elektrowni do 200 MW.

Elektrownia Żydowo

Czwartą co do wielkości elektrownią wodną w Polsce jest elektrownia szczytowo-pompowa Żydowo. Znajduje się w miejscowości Żydowo w powiecie koszalińskim i należy do grupy kapitałowej Energa wchodzącej w skład grupy Orlen. Elektrownia wykorzystuje dwa naturalne zbiorniki wodne, jeden – górny, stanowi jezioro Kamienne, a zbiornik dolny jezioro Kwiecko. Obydwa jeziora oddalone są od siebie o około 1,5 kilometra, a różnica poziomów wynosi 80 metrów [4]. Jeziora połączone są trzema stalowymi rurociągami o średnicy pięciu metrów. Budowę elektrowni rozpoczęto w 1964 roku, a zakończono w 1971 roku. Moc zainstalowana tej elektrowni wynosi 167 MW. Na rys. 6 przedstawiono widok elektrowni Żydowo.

Elektrownia ta, podobnie jak 47 innych elektrowni wodnych spośród 727 elektrowni wodnych w Polsce, jest zarządzana przez grupę Energa [5].

Podsumowanie

Największymi elektrowniami wodnymi w Polsce są elektrownie szczytowo-pompowe. Nie są to obiekty zaliczane do odnawialnych źródeł energii, gdyż do pompo-

wania wody do zbiornika górnego wykorzystują energię elektryczną wytwarzaną, w warunkach polskich – głównie z węgla. Łagodzą więc krzywą dobowego obciążenia systemu i pokrywają nagłe ubytki w systemie elektroenergetycznym. Pełnią jednak bardzo ważną rolę magazynów energii i wykorzystywane są w godzinach szczytowego zapotrzebowania na energię elektryczną lub w przypadku awarii innych elektrowni. Pompowanie wody odbywa się w nocy, gdy energia elektryczna jest tańsza i jest jej nadmiar, natomiast wykorzystywana jest głównie w godzinach porannego lub wieczornego szczytu.

Wszystkie cztery elektrownie przedstawione w artykule to elektrownie duże o mocy zainstalowanej przekraczającej 100 MW. Są to największe elektrownie wodne w Polsce o tak dużej mocy. Oprócz wyżej wymienionych jeszcze tylko elektrownia Włocławek ma moc przekraczającą 100 MW, konkretnie 160 MW.

Rozwój energetyki wodnej w Polsce, zwłaszcza tej o dużej mocy, nie ma większych perspektyw głównie z powodu braku odpowiednich cieków wodnych oraz ze względu na ochronę środowiska. Duża energetyka wodna ma bardzo niekorzystny wpływ na środowisko naturalne, więc protesty ekologów są w tym względzie uzasadnione. Należy też brać pod uwagę wysokie koszty budowy tego typu obiektów. Chociaż energetyka wodna w Polsce nie odgrywa znaczącej roli ze względu na brak odpowiednich cieków wodnych to jednak 28 lutego 2023 r., Rada Ministrów, przyjęła projekt ustawy o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie elektrowni szczytowo-pompowych oraz inwestycji towarzyszących, co pozwala mieć nadzieję, że pewne działania w kierunku rozwoju energetyki wodnej zostaną poczynione.

Literatura – References

1. ARE 2023 – Statystyka elektroenergetyki Polskiej. Agencja Rynku Energii. Warszawa 2024
2. Budowle <https://www.budowle.pl/budowla/elektrownia-porabka-zar> dostęp: 07.04.2024
3. Czyste Powietrze <https://czystepowietrze.gov.pl/> dostęp: 01.04.2024
4. Energa-wytwarzanie <http://www.energa-wytwarzanie.pl/obiekty/lista-obiektow/zydowo%2C51%2Cobiekt.html> dostęp: 17.04.2024
5. Energa-wytwarzanie <http://www.energa-wytwarzanie.pl/odnawialne-%C5%BAr%C3%B3d%C5%82a-energii/energia-wodna/elektrownie-wodne-duze-segment.html> dostęp: 17.04.2024
6. Energia wodna [W:] Podstawy Gospodarki Surowcami Energetycznymi, pod red. E. Mokrzyckiego. Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne. Kraków 2005
7. GKPGE <https://www.gkpge.pl/grupa-pge> dostęp: 07.04.2024
8. IEA <https://www.iea.org/energy-system/renewables/hydroelectricity> dostęp: 27.02.2024
9. Mój Prąd <https://mojprad.gov.pl/> dostęp: 01.04.2024
10. Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie <https://www.wody.gov.pl/> dostęp: 26.02.2024
11. PGEEO <https://pgeeo.pl/nasze-obiekty/elektrownie-wodne/> dostęp: 07.04.2024
12. Polityka energetyczna Polski do 2040 roku (PEP2040) (PEP2040 2021; Ministerstwo Klimatu i Środowiska. Warszawa 2021; Załącznik do uchwały nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r.
13. Polska na drodze zrównoważonego rozwoju Główny Urząd Statystyczny <https://raportsdg.stat.gov.pl/2020/cel6.html> dostęp: 20.03.2024
14. Projekt ustawy o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie elektrowni szczytowo-pompowych oraz inwestycji towarzyszących (<https://www.gov.pl/web/klimat/rzad-przyjal-specustawe-o-elektrowniach-szczytowo-pompowych2>) dostęp: 20.05.2024
15. Raport 2022 – Rola elektrowni szczytowo-pompowych w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym: uwarunkowania i kierunki rozwoju. Zespół Ekspertki do spraw Budowy Elektrowni Szczytowo-Pompowych. Warszawa 2022
16. Raport PSE 2023
17. Tokarz J., Hryckiewicz L., Elektrownia wodna Żarnowiec – historia i dzień dzisiejszy. Energetyka i Ekologia, sierpień 2003. str. 509-515
18. Ustawa o Odnawialnych Źródłach Energii Dz.U. 2015 poz. 478 Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii
19. Ustawa Prawo Wodne Dz. U. 2017 poz. 1566, Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r.
20. Ustawa z dnia 20 maja 2016 r., poz. 961 o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych
21. ZEPAK <https://zepak.com.pl/pl/>; dostęp: 01.04.2024

Water as a Source of Electricity in Poland

Water is an essential ingredient of our lives as it plays a key role in all biological and industrial processes, agriculture, transport, electricity and heat generation, and other areas of life. The article aims to show the importance of water in electricity production in Poland. As we know, hydropower is one of the oldest forms of energy generation, as it has been used to power watermills from ancient times. Nowadays it is used differently. In Poland, hydropower is underdeveloped. The total installed power in commercial hydropower plants is only 2,292.2 MW, including 1,792.3 in pumped-storage power plants. The production of electricity in hydroelectric power plants in Poland is less than 2 TWh, constituting only 0.6% of the annual electricity production. Poland has over 700 hydroelectric power plants, but most of them are small hydropower plants with less than 5 MW of power. The largest hydroelectric power plants in Poland are Żarnowiec, Porąbka-Zar, and Solina power plants, the latter being a part of the Solina–Myczkowce hydroelectric power plant. All of them are pumped storage power plants. According to global forecasts, despite the rapid growth of photovoltaics and wind power, hydropower will remain the world's largest source of renewable electricity generation until 2030.

Keywords: water, electricity production, hydropower plants