

Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska nr 59, 2013: 77–87
(Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 59, 2013)
Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences No 59, 2013: 77–87
(Sci. Rev. Eng. Env. Sci. 59, 2013)

Sławomir BAJKOWSKI, Barbara GÓRNIKOWSKA

Katedra Inżynierii Wodnej SGGW w Warszawie
Department of Hydraulic WULS – SGGW

Hydroenergetyka na tle produkcji energii z innych źródeł odnawialnych

Hydropower production against energy from other renewable sources

Słowa kluczowe: hydroenergetyka, energia odnawialna, energia elektryczna
Key words: hydropower, renewable energy, electricity

Wprowadzenie

Od ponad wieku człowiek korzysta z dobrodziejstw, jakie niesie energia elektryczna, wykorzystując ją do oświetlania pomieszczeń oraz napędu coraz to nowszych generacji urządzeń. Energia elektryczna była motorem wielu znaczących dla ludzkości odkryć, miała wpływ na rozwój gospodarczy krajów świata, podniosła standard życia człowieka. Dziś nie wyobrażamy sobie życia bez tzw. prądu. Towarzyszy on nam przy wielu czynnościach codziennych, a jego zużycie wzrasta wraz z rosnącym poziomem życia, automatyzacją i powszechną komputeryzacją procesów produkcyjnych oraz czynności codzien-

nych. Pierwsze wzmianki o energetycznym wykorzystaniu rzek w siłowniach o kole wodnym, uznawanym za przodka dzisiejszych turbin, pochodzą z III w. p.n.e. z Azji Mniejszej. Koło wodne napędzane płynącą wodą zastępowało lub wspomagało pracę rąk ludzkich; wykorzystywano je do napędu młynów, tartaków, przedzalni i kruszarek rud. Pierwsze użycie kół wodnych w Polsce datowane jest na XII w. n.e. Powszechnie stosowano je do XIX wieku, kiedy na miejscu siłowni wodnych przy młynach i kuźniach zaczęły powstawać elektrownie wodne. Produkcja energii elektrycznej w hydroelektrowniach rozpoczęła się w latach osiemdziesiątych XIX wieku i prawie równocześnie rozpoczęto wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach cieplnych.

W wielu krajach energetyczne wykorzystanie zasobów wód osiąga poziom 90% udziału w produkcji energii

elektrycznej. Krajowe zawodowe elektrownie wodne wytwarzają około 2% krajowej produkcji energii elektrycznej. Rozwój krajowej energetyki wodnej jest istotny z punktu widzenia zwiększenia udziału odnawialnych źródeł w produkcji energii elektrycznej, ale również z uwagi na wykorzystanie piętrzeń do nawadniania pól, ujęcia wód pitnych oraz ochrony przeciwpowodziowej (Żelazo i in. 2001). Elektrownie wodne wpływają na rozwój gospodarczy regionu, pełnią funkcje krajobrazowe oraz środowiskowe, tworząc małą retencję zbiornikową (Bajkowski 2002).

Celem artykułu jest przedstawienie roli hydroenergetyki w krajowej produkcji energii elektrycznej na przestrzeni lat. Obejmuje on charakterystykę obiektów hydroenergetycznych pod względem parametrycznym i znaczeniowym. Artykuł zawiera zestawienie wymagań stawianych rozwojowi energetycznych technologii odnawialnych, w tym krajowej hydroenergetyce, prognozy rozwoju i stan ich realizacji oraz określenie jej udziału w wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii.

Hydroenergetyka polska

Pierwsze elektrownie wodne w Polsce powstały na przełomie XIX i XX wieku. W tym okresie Polska była krajem rolniczym, przemysł rozwijał się stosunkowo wolno, a proces elektryfikacji był długi i powolny, więc elektrownie wodne były początkowo niedoceniane (Arkuszewski i in. 1991). Pierwsza elektrownia wodna Struga na ziemiach polskich powstała w 1896 roku w Soszycy (250 kW) na rzece Słupi ([\[pl\]\(http://www.energa-hydro.pl\)\). Kolejne obiekty hydroenergetyczne uruchomiono w 1910 roku na Raduni, nieopodal Gdańska, w Straszynie \(2450 kW\) i w Rutkach \(448 kW\). Najstarsze elektrownią wodne w Polsce Południowej to obiekty Leśna \(2060 kW, 1907 rok\) na Kwisie, Pilchowice I \(7585 kW, 1912 rok\) na Bobrze oraz Złotniki \(4420 kW, 1919 rok\) na Kwisie, Wrocław I \(4830 kW, 1924 rok\) na Odrze Południowej \(<http://www.tauron-ekoenergia.pl>\). Prawie równocześnie powstały elektrownie w pasie przymorskim: Gródek \(3500 kW, 1923 rok\) na Wdzie \(<http://www.ew.koronowo.pl>\), Bielkowo \(7200 kW, 1925 rok\) na Raduni oraz Łapino \(2294 kW, 1927 rok\) również na Raduni. Przed II wojną światową udział elektrowni wodnych w krajowej produkcji energii elektrycznej wynosił 20%. W okresie międzywojennym w obszarze ówczesnych granic Polski działało około 6500 elektrowni wodnych. Ostatnią dużą elektrownią wodną wybudowaną w Polsce była EW Żarnowiec \(800 MW w reżimie pompowym, 716 MW w generatorowym, 1983 rok\) na rzece Plaśnicy \(<http://www.pgeeo.pl>\). Jest to w chwili obecnej największa elektrownia wodna w Polsce. Drugą, co do mocy, elektrownią wodną jest Porąbka-Żar \(500 MW, 1979 rok\) na Sole. Większość dużych polskich elektrowni wodnych to elektrownie szczytowe lub szczytowo-pompowe \(Bojarski i Gadomski 2008\).](http://www.energa-hydro.</p></div><div data-bbox=)

Teoretyczne roczne zasoby energetyczne rzek polskich o mocy jednostkowej powyżej 100 kW·km⁻¹ wynoszą 23 TWh, co odpowiada mocy około 2700 MW, a zasoby ekonomicznie uzasadnione do wykorzystania to tylko 8,5 TWh. Największe zasoby energetyczne znajdują się: w dolnym biegu Wisły (około

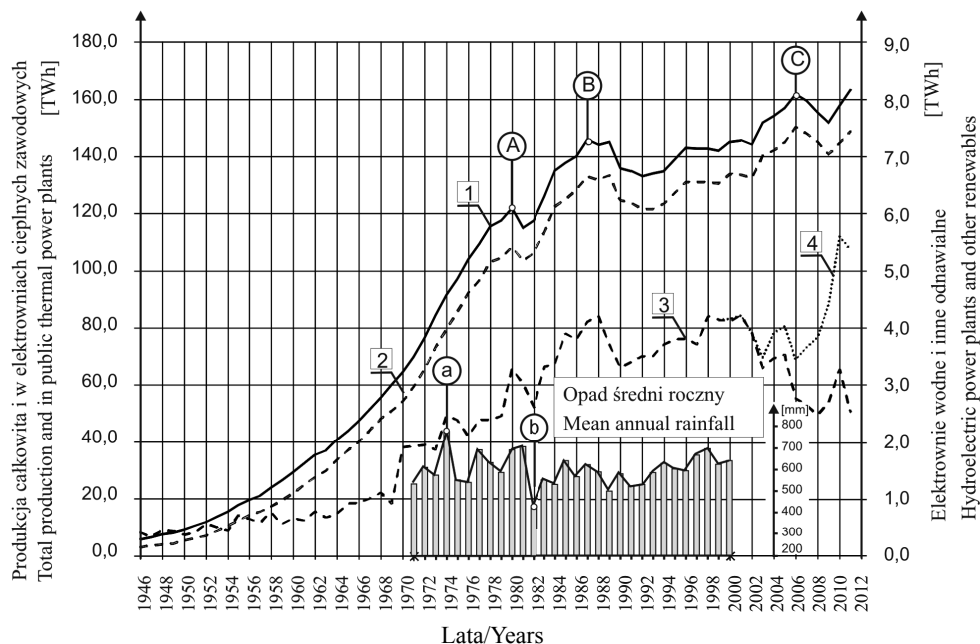
4500 GWh), w środkowym biegu Wisły (około 1100 GWh), na Dunajcu (około 800 GWh) oraz w dorzeczu Odry (około 2400 GWh) – Krajowy plan... (2010). Rocznie w Polsce wykorzystuje się około 2,5–2,8 TWh energii wodnej.

Większość energii elektrycznej, produkowanej w krajowych elektrowniach wodnych pochodzi z dużych elektrowni wodnych, których moc zainstalowana przekracza 10 MW. W Polsce znajduje się 19 takich elektrowni. Szczególną dziedziną hydroenergetyki są małe elektrownie wodne (MEW). Ich liczba ciągle wzrasta, ponieważ dużo łatwiejsze do spełnienia przy ich budowie są wymagania lokalizacyjne, a proces budowy jest krótki. Małe elektrownie wodne, jako obiekty należące do technologii odnawialnych źródeł energii (OZE), są aktualnie głównym kierunkiem rozwoju krajowej hydroenergetyki. Na terenie Polski istnieje wiele prywatnych elektrowni wodnych, których pełne dane instalacyjne i produkcyjne nie są powszechnie dostępne.

Obecny stan krajowej energetyki jest wypadkową uwarunkowań historycznych zaistniałych od początku XX wieku, rozwoju techniki w obszarze wytwarzania, dystrybucji i wykorzystania energii elektrycznej oraz przeobrażeń społeczno-politycznych i gospodarczych. W ostatnich latach dużego znaczenia nabrały unijne wymagania prawne zaistniałe w okresie przygotowawczym i po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej. W przedstawionych analizach wykorzystano archiwalne dane statystyczne zawarte w Rocznikach Statystycznych, Rocznikach Statystycznych Rzeczypospolitej Polskiej, Małych Rocznikach

Statystycznych Polski oraz Biuletynach Urzędu Regulacji Energetyki. Na rysunku 1 przedstawiono: całkowitą krajową produkcję energii elektrycznej (linia 1), produkcję w zawodowych elektrowniach ciepłych (linia 2), zawodowych elektrowniach wodnych (linia 3) oraz razem z innymi źródłami odnawialnymi – wiatrowe, biogazowe (linia 4) w okresie 66 lat – od 1946 do 2011 roku. Obszar między linią 1 a linią 2 odpowiada sumie wartości produkcji w zawodowych obiektach wodnych i innych źródłach odnawialnych oraz w energetyce niezawodowej.

Okres powojenny charakteryzował się zmianami ustrojowymi, a odbudowa kraju i jego szybki rozwój przemysłowy, cechujący przejście gospodarki rolniczej na przemysłowo-rolniczą spowodował zwiększenie zapotrzebowania na energię elektryczną. Zapotrzebowanie to było jednak realizowane przez szybko rozwijającą się energetykę ciepłą. Na rysunku 1 widoczna jest jednoznaczna korelacja między krzywą produkcji całkowitej (linia 1) i z elektrowni ciepłych (linia 2). W pierwszym okresie badanego wiekolecia, od 1946 do 1980 roku (punkt A), miał miejsce ciągły, stabilny wzrost produkcji krajowej energii elektrycznej oraz instalacji energetyki ciepłej. Był on kształtowany modernizacją i unowocześnianiem istniejących instalacji i niewątpliwie włączaniem do systemu nowych obiektów powstających w tym okresie. Produkcję energii w elektrowniach wodnych cechowała duża dynamika zmian rocznych (linia 3). Na dynamikę produkcji w elektrowniach wodnych wpływała dostępność wodnych zasobów, wynikająca z wielkości przepływów dyspozycyjnych (Bajkowski 2009).



RYSUNEK 1. Udział hydroenergetyki w produkcji krajowej energii elektrycznej: 1 – produkcja całkowita, 2 – elektrownie ciepłowne zawodowe, 3 – elektrownie wodne zawodowe, 4 – elektrownie wodne i inne odnawialne; A, B, C – granice okresów produkcji, a, b – lata graniczne
 FIGURE 1. Participation of hydroelectric power plants in balance of electricity production from domestic sources: 1 – total generation, 2 – public thermal power plants, 3 – public hydroelectric power plants, 4 – hydroelectric power plants and other renewables; A, B, C – boundary of production period, a, b – limit years

W 1946 roku energia elektryczna wyprodukowana w elektrowniach wodnych wynosiła 7,2% produkcji krajowej. Rozwój gospodarczy Polski po 1945 roku spowodował duże zapotrzebowanie na energię elektryczną i w efekcie wzrost produkcji krajowej. W okresie tym powstało wiele elektrowni, jednak największym rozwojem cieszyły się elektrownie ciepłowne węglowe oraz opalane gazem i olejami. Elektrownie wodne utrzymywały roczną produkcję energii elektrycznej na poziomie od 0,4 do 0,7 TWh do połowy lat sześćdziesiątych. Przy wzroście krajowej produkcji energii i szybkim rozwoju energetyki ciepłej udział

elektrowni wodnych w produkcji energii elektrycznej sukcesywnie malał, aż w 1963 roku osiągnął poziom 1,8%.

W 1981 roku nastąpił duży, krótkotrwały spadek produkcji krajowej energii elektrycznej, taki spadek wystąpił również w elektrowniach wodnych, chociaż zasoby wodne nieco wzrosły w stosunku do 1980 roku. Po tym okresie, do 1987 roku (punkt B), krajowa produkcja energii elektrycznej sukcesywnie wzrastała. W 1989 roku po zmianach ustrojowych gospodarka przechodziła kryzys przebudowy i krajowa produkcja energii elektrycznej w latach 1988–1991 zmalała. Jej produkcja w 1992 roku była mniejsza

o 12,3 TWh w stosunku do 1989 roku. W elektrowniach wodnych okres spadkowy trwał krócej, w latach 1988–1990 produkcja energii w EW spadła o 0,9 TWh, a w 1991 roku już wzrosła. Na taką sytuację miały zapewne wpływ zarówno większe zasoby wodne spowodowane większymi opadami w 1990 roku, jak i zmiany ekonomiczno-gospodarcze kraju.

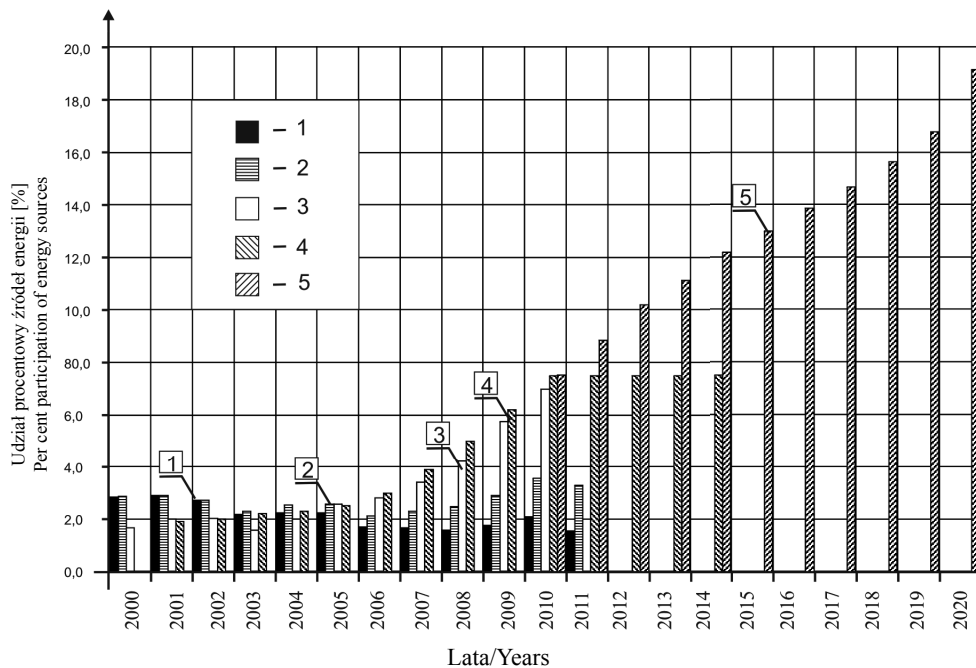
Od 1992 roku nastąpił wzrost krajowej produkcji energii elektrycznej do poziomu 161,7 TWh w 2006 roku (punkt C). W okresie kryzysu gospodarczego od 2007 roku produkcja malała aż do 2009 roku. W 2011 roku w Polsce wyprodukowano 163,1 TWh energii elektrycznej, a w zawodowych elektrowniach wodnych – 2,5 TWh, co stanowiło 1,6% udziału w produkcji krajowej. Od 2000 roku dane o produkcji energii elektrycznej w nowych technologiach odnawialnych były wykazywane razem z energią wodną (linia 4).

Produkcja energii w krajowych elektrowniach wodnych kształtowana jest zasobami wodnymi zróżnicowanymi na obszarze kraju i w wieloleciu. Na rysunku 1 wprowadzono wartości uśrednionych opadów rocznych na obszarze Polski w okresie 1971–2000 (Ziarnicka-Wojtaszek 2006), jako wskaźnik zasobności energii wodnej kraju. W okresie tym wystąpiły związane z opadami duże roczne wahania krajowej produkcji energii elektrycznej. Ogólny trend produkcji energii elektrycznej w elektrowniach wodnych w analizowanym okresie wieloletnim był skorelowany z produkcją krajową. Roczna dynamika tej produkcji w dużym stopniu uzależniona była

jednak od wielkości wodnych zasobów dyspozycyjnych. W roku mokrym 1974 (punkt a) produkcja energii w elektrowniach wodnych była większa niż w latach sąsiednich, nie miało to jednak znaczącego wpływu na produkcję krajową. Rok suchy 1982 (punkt b) cechowała najmniejsza produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wodnych. Niski jej poziom nie miał znaczącego wpływu na krajową produkcję, która w 1981 roku znacząco spadła, ale już w 1982 roku wzrosła, gdy tymczasem produkcja w elektrowniach wodnych spadła z uwagi na małe opady.

Hydroenergetyka odnawialna

Rysunek 2 przedstawia procentowy udział odnawialnych źródeł energii (OZE) w krajowej produkcji energii elektrycznej oraz prognozowany ich udział w krajowym zużyciu energii elektrycznej do 2020 roku. Produkcja 1 obejmuje zakładowe elektrownie wodne, produkcja 2 – elektrownie wodne, wiatrowe i biogazowe, a produkcja 3 – elektrownie: wodne, wiatrowe, biogazowe i na biomasę. Prognoza I krótkoterminowa (4 na rys. 2) obejmuje lata 2001–2014 i zawiera analizę realizacji i osiągnięte wyniki w zakresie wytwarzania energii elektrycznej z OZE według raportu z dnia 21 kwietnia 2008 roku (Rozporządzenie... 2008). Prognoza II długoterminowa udziału źródeł OZE w zużyciu energii w elektroenergetyce (5 na rys. 2), obejmująca lata 2010–2020, została oparta na raporcie z dnia 24 maja 2011 roku (Rozporządzenie... 2011a).



RYSUNEK 2. Produkcja i prognozy udziału odnawialnych źródeł energii w krajowej produkcji i zużyciu energii elektrycznej: 1 – zawodowe elektrownie wodne, 2 – zawodowe elektrownie wodne i inne odnawialne, 3 – elektrownie odnawialne, 4 – prognoza I krótkoterminowa, 5 – prognoza II długoterminowa

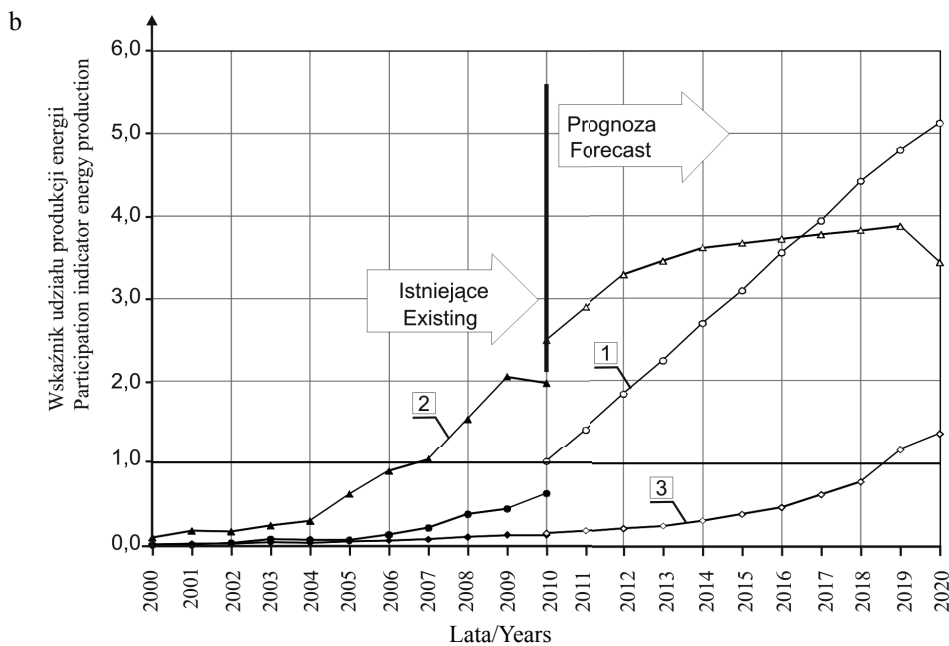
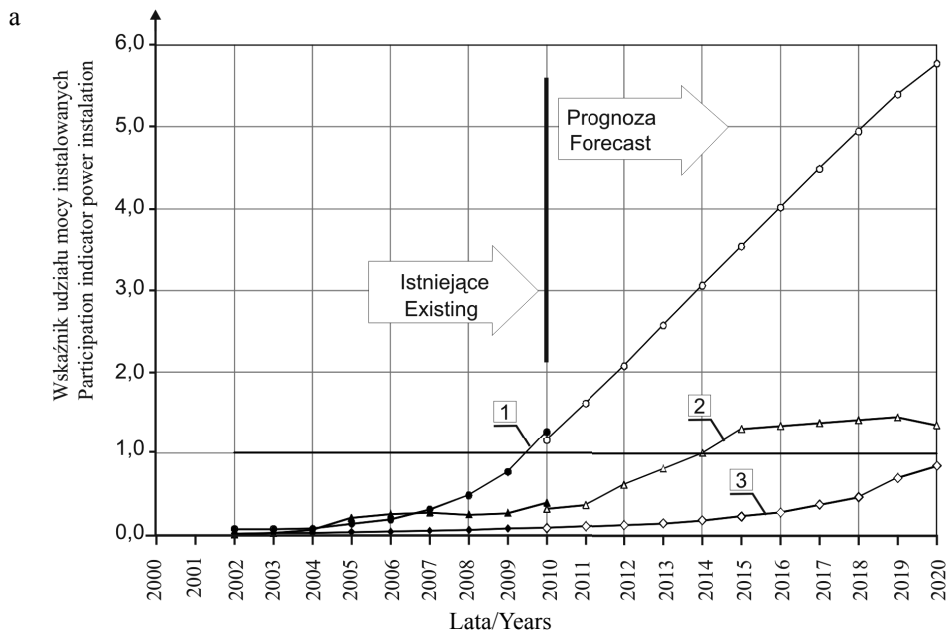
FIGURE 2. Production and forecast the share of renewables energy in the national electricity production and consumption: 1 – professional hydro, 2 – professional hydro and other renewables, 3 – renewables power, 4 – forecast I short-term, 5 – forecast II long-term

W latach 2001–2005 wielkość energii wytwarzanej w elektrowniach należących do OZE była porównywalna z założeniami prognozy krótkoterminowej, przy czym w 2005 roku wytwarzana energia elektryczna przewyższyła założenia prognozy. Od 2006 roku prognoza ta zakładała duży wzrost udziału energii elektrycznej z OZE w krajowym zużyciu i w 2007 roku nastąpił wzrost produkcji, jednak była ona około 0,5% mniejsza w stosunku do prognozowanej. W analizowanym okresie produkcja energii elektrycznej w elektrowniach wodnych ciągle spadała. W 2010 roku OZE produkowały 7% krajowej produkcji energii

elektrycznej. Po 2010 roku prognoza I zakładała stały 7,5% poziom procentowego udziału źródeł OZE, według prognozy II będzie on wzrastać do 19,13% w 2020 roku.

Energetyka wodna

Porównanie mocy zainstalowanej i produkcji energii we wskazanych technologiach odnawialnych w stosunku do hydroenergetyki w okresie ostatniego dziesięciolecia przedstawiono na rysunku 3. Źródła OZE obejmują produkcję energii elektrycznej w elektrowniach



RYSUNEK 3. Wskaźnik udziału: a – mocy instalowanych, b – produkcji energii; 1 – elektrownie wiatrowe, 2 – elektrownie na biomasę, 3 – elektrownie biogazowe
 FIGURE 3. Participation indicator: a – power installation, b – energy production; 1 – wind power plants, 2 – biomass power plants, 3 – biogas power plants

wiatrowych, biogazowych oraz na biomasę. Stosunek parametrów innych instalacji odnawialnych do parametrów elektrowni wodnych określono wskaźnikiem udziału; liczono go dla istniejących i planowanych mocy instalowanych oraz produkcji energii elektrycznej. Wartość wskaźnika poniżej 1,0 wskazuje na mniejszy udział danego źródła w utrzymaniu parametrów energetycznych niż elektrowni wodnych. Gdy wskaźnik ten jest większy od 1,0, wtedy udział źródła w utrzymaniu mocy lub produkcji energii jest większy niż uzyskiwanych z energetyki wodnej. Rysunek 3a przedstawia zmienność wskaźnika udziału ustalonego dla mocy instalacji, a rysunek 3b – dla rocznych produkcji energii. W analizach wykorzystano dane zawarte w Rozporządzeniach Ministra Gospodarki (2005 a, b, 2006, 2008, 2009a, b, 2011a, b).

Do 2010 roku wskaźniki ustalano według uzyskiwanych wartości mocy i energii, a po 2010 roku liczono je według parametrów prognozowanych. Na rysunkach 3a i 3b widać bardzo dużą dynamikę rozwoju nowych technologii odnawialnych. Moce instalacji uzyskane w polskiej hydroenergetyce przez ponad 100 lat w nowych technologiach OZE zostały osiągnięte w ciągu kilku lat od wejścia ich na rynek. W elektrowniach wiatrowych już to nastąpiło, w instalacjach wykorzystujących biomasę nastąpi to w końcowych latach prognozy krótkoterminowej, a tylko w elektrowniach biogazowych planowane jest osiągnięcie tego poziomu w końcu przedziału lat określonych prognozą długoterminową.

Do 2010 roku największą dynamiką rozwoju mocy instalowanej cechowały się technologie wiatrowe, które w 2010 roku przekroczyły moce elektrowni wod-

nych. Najmniejszą dynamiką wzrostu mocy instalowanej charakteryzowały się technologie wykorzystujące biogaz (rys. 3a). W rozpatrywanym horyzoncie 2020 roku zmniejszy się udział mocy elektrowni wodnych względem innych technologii odnawialnych, w 2010 roku ich moce instalowane zostały przekroczone w elektrowniach wiatrowych, a w 2014 roku – w technologiach wykorzystujących biomasę. Mniej dynamiczny rozwój prognozowany jest dla technologii biogazowych, które do 2020 roku nie osiągną mocy instalowanych elektrowni wodnych.

Do 2006 roku energia wytwarzana w elektrowniach wodnych miała największy udział w produkcji energii elektrycznej uzyskiwanej w źródłach OZE. Duża dynamika wzrostu cechuje produkcję energii z technologii wykorzystujących biomasę. Już w 2007 roku produkcja energii elektrycznej w tych instalacjach przekroczyła poziom produkcji elektrowni wodnych (rys. 3b), chociaż moce instalowane są znacznie mniejsze i osiągną poziom elektrowni wodnych dopiero w 2014 roku (rys. 3a). Planowana produkcja energii w elektrowniach biogazowych przekroczy poziom elektrowni wodnych w 2019 roku.

W horyzoncie 2020 roku największy udział w produkcji energii elektrycznej z OZE planowany jest w elektrowniach wiatrowych, charakteryzujących się stałą dynamiką wzrostu mocy instalowanych, które w 2017 roku przekroczą moce technologii wykorzystujących biomasę. W 2016 roku energia uzyskiwana z wiatru i biomasy będzie prawie 4 razy większa od energii uzyskiwanej z elektrowni wodnych, a w 2020 roku – ponad pięciokrotnie, przy planowanym wzroście produkcji energii w hydroenergetyce.

Wnioski

Przy wzrastającej tendencji produkcji krajowej energii elektrycznej udział hydroelektrowni w pokryciu zapotrzebowania relatywnie maleje, zwiększa się jednocześnie znaczenie nowych technologii pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych. Maleje również rola elektrowni wodnych w produkcji energii w odniesieniu do innych źródeł odnawialnych. W perspektywie 2020 roku największa dynamika zwiększania mocy i produkcji energii będzie cechować elektrownie wiatrowe.

Na podstawie przeprowadzonych analiz sformułowano następujące wnioski szczegółowe:

1. W układzie wieloletnim produkcja energii elektrycznej w krajowych elektrowniach wodnych była zbieżna z trendem produkcji krajowej. Roczne zmiany były jednak bardziej dynamiczne, co wskazuje na wpływ innych czynników kształtujących wytwarzanie energii w hydroelektrowniach. Najważniejsze z nich to ich udział w pokryciu zapotrzebowania na moc oraz dostępność zasobów wodnych.

2. Procentowy udział zawodowych elektrowni wodnych w krajowej produkcji energii elektrycznej zmieniał się od 7,2% w okresie powojennym do 1,8% w 1964 roku, po 1990 roku osiągnął poziom 2,5%, utrzymując się na nim do 2006 roku, a w 2010 roku wynosił 2,1%.

3. Moce elektrowni wiatrowych w 2010 roku osiągnęły moce elektrowni wodnych, dla elektrowni na biomasę planowane jest to w 2014 roku, a jedynie w elektrowniach biogazowych prognozuje się, że nastąpi to w perspektywie 2020 roku.

4. Produkcja energii w elektrowniach na biomasę już w 2007 roku przekroczyła energię uzyskiwaną w elektrowniach wodnych, w elektrowniach wiatrowych nastąpiło to w 2010 roku, a w elektrowniach biogazowych planowane jest w 2019 roku.

5. Największy wzrost mocy prognozowany jest w instalacjach wiatrowych, które w 2020 roku przekroczą 5-krotnie moce elektrowni wodnych, a w elektrowniach na biomasę planowane jest 2-krotne przekroczenie mocy elektrowni wodnych. Instalacje biogazowe cechuje najmniejszy wzrost mocy instalowanych, które w najbliższych latach nie przekroczą poziomu mocy elektrowni wodnych. Planowana produkcja energii z OZE w 2020 roku znacząco przekroczy poziom produkcji hydroelektrowni. W elektrowniach wiatrowych przekroczenie to będzie prawie 5-krotne, w elektrowniach na biomasę – 4-krotne, a w instalacjach biogazowych utrzyma się na poziomie produkcji elektrowni wodnych.

Literatura

- ARKUSZEWSKI A., KICIŃSKI T., ROMAŃCZYK C., ŻBIKOWSKI A. 1991: Budownictwo wodne. Część 3. Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- BAJKOWSKI S., 2002: Rozmycia stanowiska dolnego a bezpieczeństwo budowli wodnych. Materiały VIII Ogólnopolskiego Forum Odnawialnych Źródeł Energii. Urząd Rady Ministrów, Warszawa: 163–172.
- BAJKOWSKI S. 2009: Okresowa zmienność zasobów energetycznych wód. Konwersja odnawialnych źródeł energii. SGGW, Warszawa.
- Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki: Nr 3 (47) 2 maja 2006, Nr 3 (59) 2 maja 2008, Nr 3 (71) 4 maja 2010, Nr 2 (80) 29 czerwca 2012.

- BOJARSKI A., GADOMSKI T. 2008: Energia wód powierzchniowych. Odnawialne i niekonwencjonalne źródła energii. Poradnik. Wydawnictwo Tarbonus, Kraków.
- Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych 2010. Minister Gospodarki, Warszawa.
- Mały Rocznik Statystyczny Polski 2000, 2001, 2004, 2006, 2010, 2011, 2012. GUS, Warszawa.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 20 kwietnia 2006 r. w sprawie ogłoszenia raportu zawierającego analizę realizacji celów ilościowych i osiągniętych wyników w zakresie wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii. M.P. z 2006 r. nr 31, poz. 343.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 21 kwietnia 2008 r. w sprawie raportu zawierającego analizę realizacji celów ilościowych i osiągniętych wyników w zakresie wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii. M.P. z 2008 r., nr 51, poz. 457.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 16 grudnia 2009a r. w sprawie raportu zawierającego analizę realizacji celów ilościowych i osiągniętych wyników w zakresie wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii. M.P. z 2010 r. nr 7, poz. 64.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2009b r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2030 r. M.P. z 2010 r. nr 2, poz. 11.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 24 maja 2011a r. w sprawie raportu określającego cele w zakresie udziału energii elektrycznej wytwarzanej w odnawialnych źródłach energii znajdujących się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, w krajowym zużyciu energii elektrycznej na lata 2010–2019. M.P. 2011 r. nr 43, poz. 468.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki z dnia 15 listopada 2011b r. w sprawie raportu zawierającego analizę realizacji celów ilościowych i osiągniętych wyników w zakresie wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii. M.P. z 2011 r. nr 110, poz. 1112.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 1 lipca 2005a r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2025 r. M.P. z 2005 r. nr 42, poz. 562.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 31 sierpnia 2005b r. w sprawie ogłoszenia raportu określającego cele w zakresie udziału energii elektrycznej wytwarzanej w odnawialnych źródłach energii znajdujących się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej, w krajowym zużyciu energii elektrycznej w latach 2005–2014. M.P. z 2005 r. nr 53, poz. 731.
- Rocznik Statystyczny 1959, 1966, 1967, 1971, 1976, 1978, 1980, 1986, 1991, 1996. GUS, Warszawa.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej: 1998, 2000, 2002, 2004, 2006, 2008, 2010, 2011. GUS, Warszawa.
- ZIERNICKA-WOJTASZEK A. 2006: Zmienność opadów atmosferycznych na obszarze Polski w latach 1971–2000. W: J. Trepiańska, Z. Olecki (red.) Klimatyczne aspekty środowiska geograficznego. IGiP UJ, Kraków: 139–148.
- ŻELAZO J., BAJKOWSKI S., POPEK Z. 2001: Energetical and Environmental Aspects of Reconstructing the Damming of Wkra River. Proceedings International Conference on Small Hydropower Lithuanian Hydropower -- 100, Lithuanian Hydropower Association, Water Menagement Department, LZUU Kaunas, Lithuania, 23–25 May, 2001: 3-22–3-30.

Streszczenie

Hydroenergetyka na tle produkcji energii z innych źródeł odnawialnych. Ciągły rozwój społeczny i gospodarczy kraju wymaga coraz większej ilości energii elektrycznej, a jej zmienne zapotrzebowanie wymusza konieczność dywersyfikacji źródeł. Możliwość taką daje produkcja energii ze źródeł odnawialnych. Znaczącą rolę w odnawialnych źródłach energii spełniają

małe elektrownie wodne oraz elektrownie przepływowe. Artykuł obejmuje analizę ilości energii wytwarzanej w zawodowych elektrowniach wodnych w porównaniu z produkcją krajową i w technologiach energetyki odnawialnej. Analizy przedstawiają historyczną rolę hydroenergetyki w krajowej produkcji energii, aktualny stan i programy rozwoju energetyki ze źródeł odnawialnych. Udział zawodowych elektrowni wodnych w krajowej produkcji energii elektrycznej, w wieloletnim powojennym ulegał znacznym zmianom – od 7,2% w 1946 roku, poprzez 1,8% w 1963 roku, do 2,1% w 2010 roku. W analizowanym okresie trendy produkcji energii elektrycznej w krajowych elektrowniach wodnych były skorelowane z trendem produkcji krajowej. Roczne zmiany były jednak bardziej dynamiczne. W planach wzrostu produkcji energii ze źródeł odnawialnych udział energetyki wodnej będzie malał. W prognozach do 2020 roku produkcja energii elektrycznej w innych technologiach odnawialnych przekroczy planowaną produkcję hydroelektrowni: 5-krotnie w instalacjach wiatrowych, 4-krotnie w elektrowniach na biomasę i prawie 2-krotnie w biogazowych.

Summary

Hydropower production against energy from other renewable sources. Continuous social and economic development of the country requires more and more electric power, and the variable demand for energy forces the need to diversify its supply. Energy production from renewable sources gives

such a possibility. Small hydropower plants and run-of-river plants play significant role within renewable energy sources. The article includes the analysis of the amount of energy produced by public hydroelectric power plants, compared to total domestic production as well as production from renewable energy technologies. The analyses included presentation of the historical role of hydropower within the national energy production system, current situation and renewable energy programs for future. The share of electric energy production from public domestic hydropower plants in the post-war multi-year period underwent significant changes, from 7,2% in 1946 to 1,8% in 1963 and 2,1% in 2010. In the analyzed period, the trend of electric power production from domestic hydroelectric power plants was correlated with the trend of total domestic production. The annual changes were, however, more dynamic. Within the projects of increased production of energy from renewable sources the share of hydropower will decrease. According to forecasts, production of electric energy from other renewable technologies will exceed planned hydroelectric power production by 2020, 5-fold from wind installations, 4-fold from biomass power plants and almost 2-fold from biogas.

Authors' address:

Sławomir Bajkowski, Barbara Górnikowska
Szkoła główna Gospodarstwa Wiejskiego
Katedra Inżynierii Wodnej
ul. Nowoursynowska 159, 02-766 Warszawa
Poland
e-mail: slawomir_bajkowski@sggw.pl