

*prof. dr hab. inż. Krzysztof Badyda*¹

Institut Techniki Ciepłej, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
Politechnika Warszawska

Aktualne problemy energetyki, konsekwencje transformacji struktury wytwarzania w energetyce krajowej

WPROWADZENIE

Rozwój energetyki w Europie i na świecie opierany jest w ostatnich latach na szerokim wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii (OZE) charakteryzujących się wysoką zmiennością generowanej mocy, silnie związaną z wpływem bieżących warunków meteorologicznych.

W Polsce w ostatnich latach nastąpił dynamiczny rozwój OZE, szczególnie energetyki wiatrowej. Łączna moc zainstalowana w siłowniach wiatrowych przekroczyła na koniec 2016 roku 5700 MW (tabela 1). Dało to naszemu krajowi trzynaste miejsce pod tym względem na świecie, rok wcześniej było to nawet miejsce dwunaste.

Dynamikę wzrostu mocy zainstalowanej elektrowni i elektrociepłowni OZE w ostatnich latach w Polsce zilustrowano w tabeli 2. Występująca w stosunku do tabeli 1 nieznaczna niezgodność danych, tu odnoszących się do elektrowni wiatrowych wynika ze zróżnicowania źródeł informacji (URE, PSE).

Całkowita moc zainstalowana w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) w końcu roku 2015, według [ARE S.A., 2016] była równa 40 445 MW, w końcu roku 2016, według PSE [Raport, 2016, KSE, ([http](http://))] było to 41 396 MW. Jak z tego wynika, udział elektrowni wiatrowych oscylował na koniec roku 2016 w granicach 13÷14% całkowitej mocy zainstalowanej wobec 6,7% w analogicznym okresie roku 2012 oraz 8,8% w roku 2014.

Zgodnie z założeniami przedstawionymi w projekcie Polityki Energetycznej Polski do roku 2050 [Ministerstwo Gospodarki, 2015], na koniec obecnej dekady planowano wzrost mocy elektrowni wiatrowych w Polsce do około 7000÷8000 MW.

¹ Adres korespondencyjny: tel. +48 22 234 5281; e-mail: krzysztof.badyda@itc.pw.edu.pl.

Tabela 1. Moc zainstalowana w silowniach wiatrowych [MW], lista w kolejności krajów na świecie według roku 2016

Kraj	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Chiny	5912	12 210	25 104	44 733	62 733	75 564	91 412	114 763	145 104	168 690
UE	56 614	65 255	74 919	84 278	93 957	106 454	117 384	128 752	141 579	153 730
USA	16 819	25 170	35 159	40 200	46 919	60 007	61 110	65 879	74 772	82 183
Niemcy	22 247	23 903	25 777	27 214	29 060	31 332	34 250	39 165	44 947	50 019
Indie	7850	9587	10 925	13 064	16 084	18 421	20 150	22 465	25 088	28 665
Hiszpania	15 145	16 740	19 149	20 676	21 674	22 796	22 959	22 987	23 025	23 075
Wlk. Brytania	2389	3288	4070	5203	6540	8445	10 711	12 440	13 603	14 542
Francja	2477	3426	4410	5660	6800	7196	8243	9285	10 358	12 065
Kanada	1846	2369	3319	4008	5265	6200	7823	9694	11 205	11 898
Brazylia	247	339	606	932	1509	2508	3466	5939	8715	10 740
Włochy	2726	3537	4850	5797	6747	8144	8558	8663	8958	9257
Szwecja	831	1067	1560	2163	2970	3745	4382	5425	6025	6519
Turecja	207	433	801	1329	1799	2312	2958	3763	4718	6081
Polska	276	472	725	1107	1616	2497	3390	3834	5100	5782
Portugalia	2130	2862	3535	3702	4083	4525	4730	4914	5079	5316
Dania	3129	3164	3465	3752	3871	4 162	4807	4845	5063	5227
Świat razem	93 927	121 188	157 899	197 637	238 035	282 482	318 596	369 553	432 419	b.d.

Źródło: dane według [ARE S.A., 2013, 2014, 2015, 2016; Wisser, Bolinger, 2016; Global Wind Statistics, 2017].

Dalszy wzrost w kolejnych latach wydawać się może oczywistą konsekwencją polityki unijnej związanej z rozbudową sektora OZE. Dotychczas w naszym kraju nie nastąpił intensywny rozwój elektrowni słonecznych (fotowoltaicznych), choć pierwszym symptomem może tu być dynamiczny przyrost mocy zainstalowanej w ostatnim okresie, z poziomu 1,9 MW na koniec roku 2013 do ponad 100 MW na koniec roku 2016. W najbliższych latach można oczekiwać, podobnie, jak ma to miejsce u naszych zachodnich sąsiadów, silnego rozwoju również tej kategorii wrażliwych na warunki atmosferyczne odnawialnych źródeł energii. Zwraca jednak także uwagę wyraźne przyhamowanie inwestycji w OZE w roku 2017 (tabela 2).

Tabela 2. Moc zainstalowana elektrowni i elektrociepłowni OZE w Polsce [MW] (stan na koniec roku 2006, lat 2010–2016 oraz na połowę roku 2017)

Rodzaj instalacji	2006	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	VI.2017
El. biogazowe	36,8	82,9	103,5	131,2	162,2	188,5	212,5	234,0	235,6
El. słoneczne	0,0	0,0	1,1	1,3	1,9	21,0	71,0	99,1	102,1
El. wodne	934,0	937,0	951,4	966,1	970,2	977,0	981,8	994,0	992,7
El. biomasowe	238,8	356,2	409,7	820,7	986,9	1008,2	1122,7	1281,1	1323,2
El. wiatrowe	152,6	1180,3	1616,4	2496,7	3389,5	3833,8	4582,0	5807,4	5824,4
Łącznie	204,6	2556,4	3082,0	4416,1	5510,7	6028,6	6970,0	8415,5	8440,5

Źródło danych: [URE].

Tabela 3. Produkcja energii w elektrowniach i elektrociepłowniach, w tym z OZE w Polsce [GWh], udział procentowy energii z OZE ogółem, udział energii z silowni wiatrowych i wodnych (lata 2010–2015)

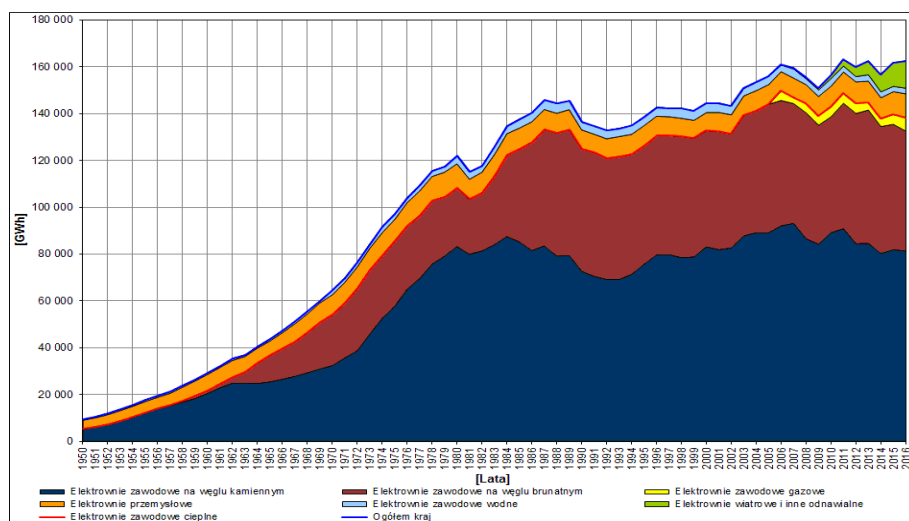
Rok	Ogółem kraj	Ogółem OZE	Udział OZE	W tym wiatrowe	Udział wiatr	W tym PV	W tym wodne	Udział wodne
2010	157 658	10 888,76	6,91%	1 666,34	1,06%	–	2 919,94	1,85%
2011	163 548	13 136,83	8,03%	3 204,55	1,96%	0,18	2 331,38	1,43%
2012	162 139	16 878,88	10,41%	4 746,59	2,93%	1,14	2 036,93	1,26%
2013	164 580	17 066,55	10,37%	6 003,81	3,65%	1,48	2 439,12	1,48%
2014	159 058	19 841,18	12,47%	7 675,63	4,83%	6,89	2 182,45	1,37%
2015	164 944	22 675,40	13,75%	10 858,4	6,58%	56,64	1 832,2	1,11%

Źródło danych: [ARE].

Polska dołączyła do światowej czołówki krajów rozwijających energetykę wiatrową i cechujących się zauważalnie wysokim udziałem energii z wiatru w generacji energii elektrycznej (tabela 3). Na koniec roku 2015 było to już ponad 6,5% całkowitej produkcji krajowej. W tej kategorii nasz kraj ułokował się w roku 2015 w pierwszej dziesiątce w świecie [Wiser, Bolinger, 2016].

Wciąż głównym źródłem energii elektrycznej z OZE pozostawała w tym okresie w Polsce biomasa (w granicach 6% produkcji w latach 2014 i 2015). Narastający udział generacji z energii wiatrowej i słonecznej niesie oraz nieść będzie w coraz większym stopniu istotne skutki dla uwarunkowań pracy dużych elektrowni systemowych.

Z uwagi na specyficzną strukturę wytwarzania, opartą w naszym kraju na monokulturze węglowej (rys. 1) poziom potencjalnych zmian w tym zakresie będzie dotkliwy. Wiąże się to przede wszystkim z brakiem możliwości redukcji obciążenia poniżej tzw. minimum technicznego kotłów energetycznych opalanych węglem. W systemowych blokach węglowych leży ono orientacyjnie w granicach od 40 do 60% mocy znamionowej.



Rys. 1. Dynamika zmian produkcji energii elektrycznej w latach 1950–2016 z uwzględnieniem struktury paliwowej

Źródło: PSE [Raport 2016 KSE, ([http](http://))].

Skutkuje to koniecznością poszukiwania technologii przeznaczonych do odbierania nadwyżek energii elektrycznej w warunkach zbyt wysokiej podaży oraz oddawania jej do sieci, gdy zapotrzebowanie okazuje się wyższe od bieżących możliwości generacji. Pula stosowanych w świecie technologii magazynowania energii elektrycznej w dużej skali ogranicza się w zasadzie do elektrowni szczytowo-pompowych. Jako jedyną zastosowaną dotychczas w dużej skali alternatywę można wskazać technologię magazynowania sprężonego powietrza pod wysokim ciśnieniem w zbiornikach podziemnych (CAES – *Compressed Air Energy Storage*), szereg innych jest w trakcie prac przygotowawczych (w tym budowy instalacji demonstracyjnych).

WPLYW ELEKTROWNI WIATROWYCH NA PRACĘ KRAJOWYCH ELEKTROWNI CIEPLNYCH

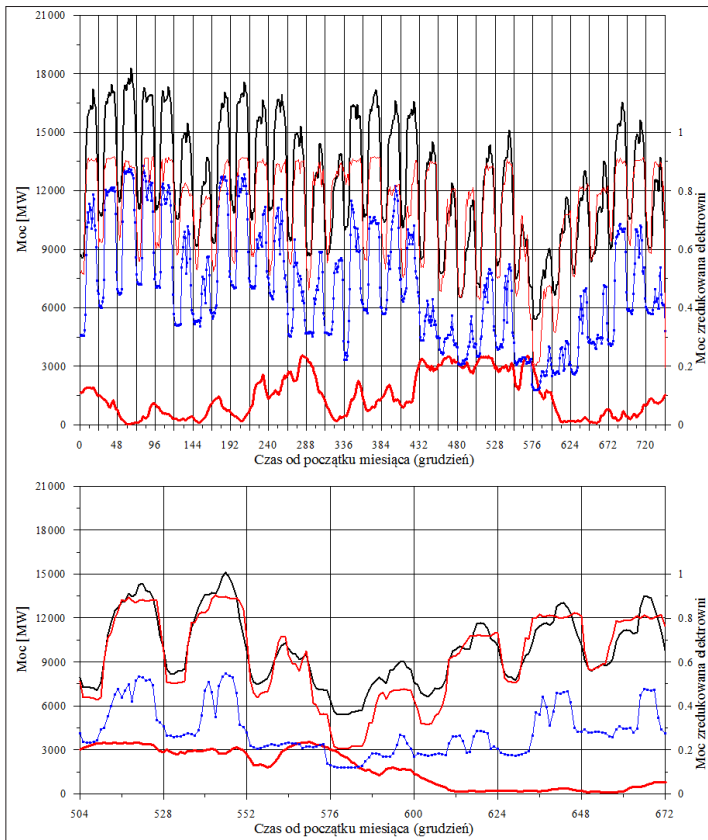
Na rys. 2 przedstawiono, na przykładzie grudnia 2014 r., dynamikę zmian generacji energii elektrycznej przez jednostki centralnie dysponowane (JWCD) na tle generacji z dwóch dużych elektrowni systemowych. Pierwszą z nich jest duża elektrownia opalana węglem kamiennym druga to duża elektrownia opalana węglem brunatnym.

Na rys. 2 podano również łączną generację z elektrowni wiatrowych w Polsce w tych samych miesiącach. W przypadku obu elektrowni posłużono się obciążeniem zredukowanym (wartość bieżąca odniesiona do mocy osiągalnej – skala po prawej stronie rysunku). We wszystkich przypadkach wykorzystano wartości średnie godzinowe. Dane dotyczące zapotrzebowania i generacji w systemie zestawiono na podstawie informacji publikowanych dla kolejnych dób i godzin przez Operatora KSE. Rozważane elektrownie wyposażone są w bloki dużej mocy, których minimum technologiczne stanowi około 45% mocy osiągalnej.

Analizowany okres obejmował przedział czasowy 744 godzin pracy systemu. Na skali czasu przedstawiono jego upływ mierzony w godzinach od początku pierwszej analizowanej doby miesiąca. Podziałka w układzie 168 godzin odpowiada liczbie godzin w tygodniu, linie siatki na osi czasu nałożono tak, aby oddziaływały kolejne doby. Pierwszym dniem grudnia roku 2014 był poniedziałek. Rys. 2 uzupełniono ilustracją obejmującą przy rozciągniętej skali osi czasu czwarty tydzień analizowanego miesiąca (powiązany z okresem świątecznym). Dzięki temu można bardziej szczegółowo prześledzić przebieg zmienności mocy elektrowni na tle generacji wiatrowej, pory doby, dni tygodnia oraz okresu świątecznego.

Na podstawie analizy rys. 2 można wnioskować, że:

- dynamika zmian obciążenia obu elektrowni jest zauważalnie zróżnicowana, elektrownia opalana węglem brunatnym pracowała przez cały analizowany przy zauważalnie wyższym średnim obciążeniu bloków energetycznych;
- praca wybranej do rozważań elektrowni spalającej węgiel kamienny w znacznie większym stopniu odzwierciedla dynamikę zmian generacji jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych (JWCD);
- obciążenie elektrowni spalającej węgiel brunatny redukowane jest przede wszystkim na okres doliny nocnej obciążenia, w ciągu dnia dotyczy to głównie okresów silnie zmniejszonego zapotrzebowania na moc w KSE (w obu przypadkach okresy świąteczne);
- obciążenie elektrowni opalanej węglem kamiennym ulega redukcji również w ciągu dnia, szczególnie wyraźnie, gdy generacja energii z siłowni wiatrowych jest wysoka.



Rys. 2. Dynamika zmian mocy elektrowni wiatrowych w grudniu 2014 r. (linia dolna) na tle: generacji JWCD (linia górna), generacji w dużej elektrowni systemowej opalanej węglem kamiennym (linia oznaczona punktami) oraz dużej elektrowni systemowej opalanej węglem brunatnym

Dolna część rysunku dotyczy czwartego tygodnia grudnia, w którym przypada okres świąteczny

W oparciu o powyższe należy zauważyć, że bloki energetyczne opalane węglem kamiennym, nawet o dużej mocy, już od dłuższego czasu pełnią w KSE rolę regulacyjną. Gdy pojawia się podaż energii z siłowni wiatrowych, mamy do czynienia z sytuacją, że również w ciągu dnia obciążenie bywa tu istotnie obniżane, część bloków może nawet być odstawiana. Jak jest to także widoczne, bloki elektrowni opalanej węglem brunatnym, z uwagi na niższe koszty operacyjne, podlegają nieco mniej intensywnej (średniej) redukcji obciążenia.

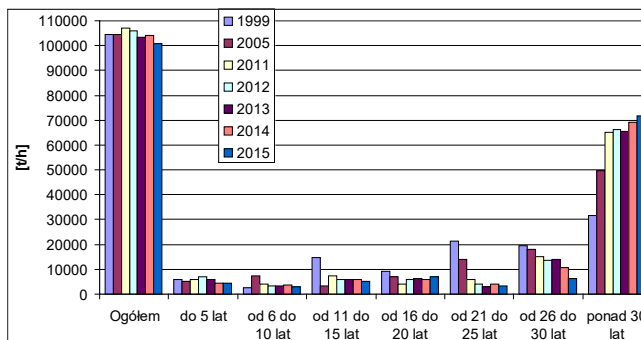
Zmienność generacji siłowni wiatrowych, z uwzględnieniem wskaźników syntetycznych charakteryzujących wartości średnioroczne została omówiona z udziałem autora nieco szerzej w [Badyda, 2015, s. 274–283], wcześniej również w [Badyda, Kaproń, 2013, s. 61–67]. Niniejszy tekst oparto na aktualizacji danych opracowanych na

potrzeby rozdziału w monografii [Domagała, Ganczar, Kuś (red.), 2016]. Jako charakterystyczne dla warunków krajowych należy odnotować, że poziom generacji wyższy lub równy odpowiadającemu 50% mocy zainstalowanej tych elektrowni uzyskiwany był w latach 2013 i 2014 przez około 10% czasu rocznego. Przez połowę czasu w roku generacja ta pozostaje niższa niż odpowiadająca około 20% mocy zainstalowanej. Zgodnie z [ARE S.A., 2015] w roku 2014 uzyskany został średni czas wykorzystania mocy zainstalowanej w siłowniach wiatrowych średnio 1985 godzin, przy 2181 h dla farm należących do Grup Energetycznych. W roku 2015 było to odpowiednio godzin 2206 oraz 2382. Liczba godzin w roku jest równa 8760, czyli siłownie wiatrowe w przeliczeniu na pełną moc pozostają do dyspozycji przez około jedną czwartą czasu.

Interesujące okazuje się porównanie przebiegu zmienności generacji siłowni wiatrowych dla poszczególnych godzin doby w Polsce i w Niemczech. Zmienność w czasie dla obu krajów wykazuje duże podobieństwo. Charakterystyczne jest, że okresy występowania wysokiego obciążenia pojawiają się głównie zimą, szczególnie późną jesienią i na przedwiośniu (listopad oraz marzec). Ciekawą różnicą jest pojawianie się wysokiego obciążenia w Polsce z przewagą godzin nocnych, a w Niemczech (regiony północne) z przewagą godzin okołopołudniowych.

ZMIANY STRUKTURY INSTALACJI ENERGETYKI CIEPLNEJ

Ostatnia duża fala inwestycji w bloki energetyczne zakończyła się w Polsce na przełomie lat 80. i 90. ubiegłego wieku. W okresie późniejszym oddawano do użytku w zasadzie pojedyncze instalacje. Skutkiem tego jest bardzo wysoki udział w zasobach krajowych elektrowni ciepłych o wieku podstawowego majątku wytwórczego (kotły, turbozespoły) przekraczającym lat 30. W przypadku kotłów energetycznych było to w roku 2015 już 70,9% w odniesieniu do wydajności, zaś dla turbozespołów 66,6% mocy zainstalowanej.

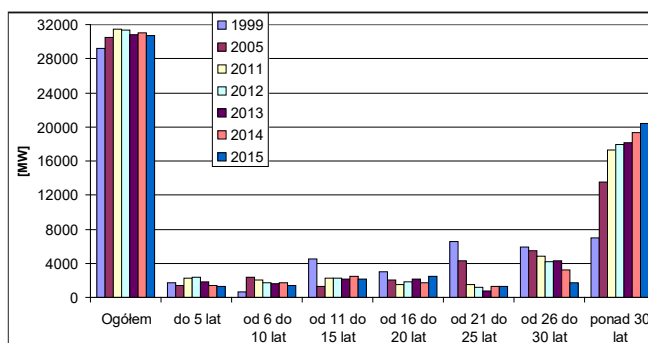


Rys. 3. Struktura wieku kotłów energetycznych w krajowych elektrowniach ciepłych zawodowych w latach 2005–2015

Źródło danych: [ARE S.A., 2013, 2014, 2015, 2016].

Na rys. 3 oraz rys. 4 przedstawiono zmiany struktury wiekowej kotłów oraz turbozespołów w okresie od roku 1999 do roku 2015 w energetyce zawodowej. W pierwszej grupie kolumn obu wykresów po lewej stronie widoczne są odpowiednio zmiany sumarycznej wydajności kotłów oraz mocy turbozespołów w elektrowniach ciepłych zawodowych. W okresie od roku 1999 do 2015 zobrażone zmiany były tu umiarkowane, wahając się, dla kotłów, w przedziale od 101 tys. t/h (w roku 2015) do 107,1 tys. t/h (w roku 2011), a więc w granicach 6%. Dalsze części rys. 3 oraz rys. 4 odnoszą się do poszczególnych kategorii wiekowych. To, co jest bardzo wyraźne na rys. 3 to systematyczny wzrost, mierzonego wydajnością, udziału jednostek kotłowych starszych niż lat 30 na tle postępującego zmniejszania się udziału kotłów z kategorii wiekowej od 5 do 30 lat.

Zbliżona sytuacja ma miejsce w przypadku turbozespołów (rys. 4). Nieznacznie wyraźniejszy jest tu sumaryczny przyrost łącznej mocy w analizowanym okresie, z 29 235 MW w roku 1999 do 31 469 MW w roku 2011, to jest w granicach 6,8%. Porównanie danych z rys. 3 oraz rys. 4 wskazuje na pewną poprawę sprawności majątku wytwórczego, która jest w głównej mierze wynikiem prowadzonych systematycznie jego modernizacji.



Rys. 4. Struktura wieku turbozespołów w krajowych elektrowniach ciepłych zawodowych w latach 2005–2015

Źródło danych: [ARE S.A., 2013, 2014, 2015, 2016].

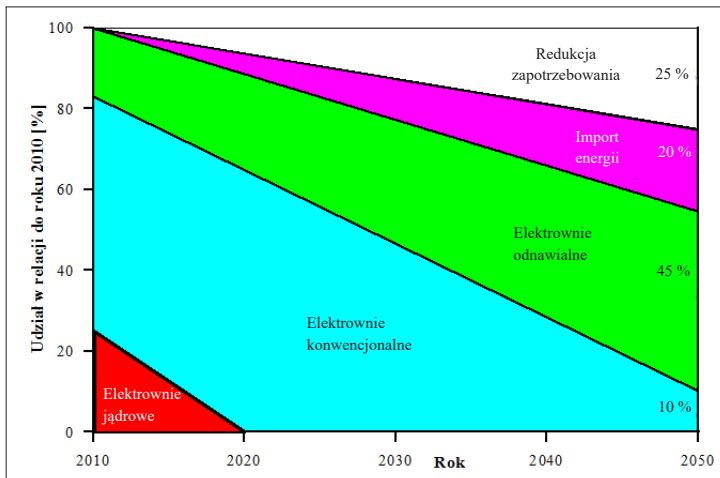
Na omawiane zasoby składają się praktycznie wyłącznie jednostki węglowe. Średni wiek zauważalnie wciąż rósł (brak nowych dużych oddanych inwestycji). Struktura wieku prezentowana na wykresach ulegnie zmianie w latach 2017–2020. Spodziewane przekazanie do eksploatacji w tym okresie czterech bloków węglowych klasy 1000 MW oraz trzech bloków gazowo-parowych klasy 500 MW proces ten na pewien czas odwróci. Dodatkowo, dojdzie do odstawienia z eksploatacji szeregu jednostek najstarszych.

Zmiana struktury majątku zmierzać będzie więc w kierunku koncentracji mocy w nowych jednostkach klasy 1 000 MW. Wyłączone będą z eksploatacji jednostki najstarsze, głównie bloki klasy 100 MW, oraz niektóre klasy 200 MW.

Jest to naturalną konsekwencją ich zaawansowanego wieku oraz trudności z dostosowaniem do coraz surowszych wymogów środowiskowych. Koncentracja mocy w kilku nowych jednostkach klasy 1000 MW może skutkować podwyższoną wrażliwością KSE na narastające oddziaływanie energetyki odnawialnej. Jednostki wielkiej mocy, budowane na wysokie parametry czynnika cechują się wysoką sprawnością, ale są potencjalnie mniej elastyczne i wrażliwe na zmiany obciążenia. Ich ewentualne odstawienie awaryjne powoduje większe perturbacje w bilansowaniu mocy niż w przypadku jednostek małych.

PERSPEKTYWY ZMIANY ROLI ELEKTROWNI WĘGLOWYCH W KSE

Oddziaływanie energetyki wiatrowej na pracę elektrowni systemowych w Polsce w kolejnych latach ulegać będzie, w miarę jej rozwoju, dalszemu intensywnemu nasileniu. Analogicznie do rynku niemieckiego można spodziewać się szybkiego wzrostu mocy zainstalowanej w elektrowniach fotowoltaicznych, przy zachowaniu intensywnego rozwoju elektrowni wiatrowych.



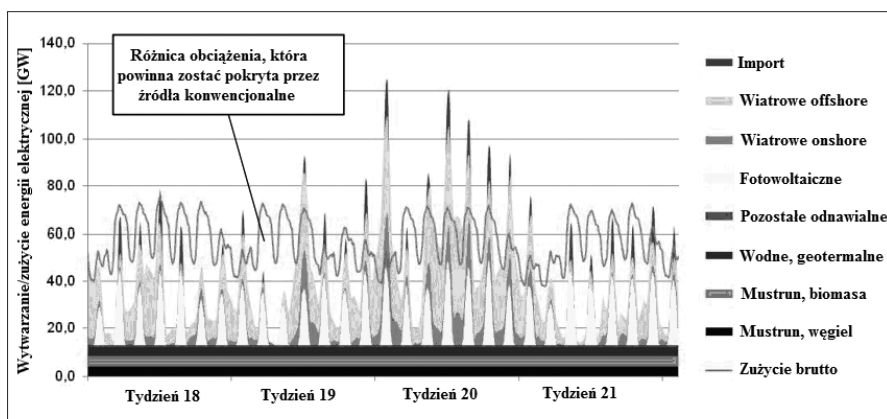
Rys. 5. Prognozowana według źródeł niemieckich struktura zaspokojenia zapotrzebowania na energię elektryczną w horyzoncie 2050 roku, odniesiona do generacji brutto w roku 2010

Źródło: opracowano na podstawie: [Elsen, 2013; Drake, 2013].

Niemcy od lat znajdują się w procesie głębokiej transformacji sektora energetycznego. Polityka „Energiewende” polegająca na nadzorowanym politycznie przez państwo niemieckie zwrocie od energetyki opartej na paliwach kopalnych i rozszczepialnych do bardzo szerokiego wykorzystania paliw odnawialnych realizowana jest konsekwentnie od dłuższego czasu. Synteza niemieckich planów na przyszłość w tym zakresie prezentowana jest na rysunku 5.

Na rys. 6 przedstawiono jeden z prezentowanych na przykład w [Elsen, 2013; Drake, 2013] prognozowanych rozkładów obciążenia pomiędzy poszczególne kategorie źródeł, z wyjątkiem „konwencjonalnych”, z uwzględnieniem różnicy tego obciążenia i zapotrzebowania systemu. Różnica ta powinna być wyrównywana przez instalacje konwencjonalne oraz ewentualnie również dzięki możliwości magazynowania energii.

Jeśli za wyjściową przyjąć generację w Niemczech energii elektrycznej w roku 2010, to w perspektywie roku 2050 planowana jest około dwudziestopięcioprocentowa redukcja zapotrzebowania oraz radykalna zmiana struktury generacji. Przy imporcie zaspokajającym 20% zapotrzebowania (w przeliczeniu na rok 2010) wytwarzanie wewnętrzne w około 80% miałyby być oparte na źródłach odnawialnych. Udział elektrowni klasycznych spalających paliwa kopalne miałyby się ograniczyć do kompensowania zmienności obciążenia, przy udziale w granicach pozostałych 20% (czyli około 10% zapotrzebowania obecnego).



Rys. 6. Prognozowana według źródeł niemieckich struktura generacji energii elektrycznej na rok 2050 w okresie od osiemnastego do dwudziestego pierwszego tygodnia kalendarzowego

Źródło: [Elsen, 2013].

Biorąc pod uwagę, że struktura wyjściowa generacji z roku 2010 oparta jest na tej kategorii źródeł w około 58%, przy udziale 17% przypadającym na źródła odnawialne oraz 25% na elektrownie jądrowe, można tu mówić o konieczności istotnej restrukturyzacji mocy wytwórczych. Moc elektrowni odnawialnych powinna zostać powiększona przy tych założeniach około pięciokrotnie, moc elektrowni klasycznych pozostałaby zaś na poziomie zbliżonym do wyjściowego. Uzyskanie takiej struktury generacji energii elektrycznej i majątku wytwórczego związane jest z jeszcze jednym istotnym warunkiem, zbudowaniem infrastruktury umożliwiającej magazynowanie energii elektrycznej na wielką skalę.

Podobne uwarunkowania można uznać za prawdopodobne w warunkach polskich [Dudzki, 2014].

PODSUMOWANIE

Będąca wynikiem rozbudowy OZE zmiana struktury wytwarzania dotychczas zdominowana była w Polsce przez intensywny rozwój energetyki wiatrowej. Wzrost mocy zainstalowanej siłowni wiatrowych poskutkowało istotnym zdynamizowaniem zmienności obciążenia elektrowni systemowych opalanych węglem. W najbliższych latach można spodziewać się także przyrostu mocy oraz nasilenia wpływu na KSE elektrowni fotowoltaicznych. W ostatnim okresie, na skutek przejścia na system aukcyjny dla nowych źródeł inwestycje w OZE zostały wyraźnie zahamowane (tabela 2). System aukcyjny uruchamiany jest powoli, narasta deficyt ilościowy energii sprzedawanej na aukcjach.

Elektrownie ciepłe (w Polsce głównie węglowe) są wrażliwe na zmiany obciążenia. Obniżanie średniego obciążenia tych elektrowni na skutek wypierania ich przez OZE w pierwszej kolejności skutkuje obniżeniem sprawności wytwarzania, a więc wzrostem jednostkowego zużycia paliwa oraz emisji substancji szkodliwych na jednostkę produkowanej energii. Istotnym dalszym skutkiem jest obniżanie żywotności podstawowych elementów majątku wytwórczego tych elektrowni, co wiąże się z przyspieszeniem zakończenia jego eksploatacji.

Średnia wieku eksploatowanych w Polsce węglowych bloków energetycznych jest bardzo wysoka. Znacząco powyżej 50% podstawowego majątku przekracza wiekiem lat 30. Niezbędna jest budowa nowych mocy wytwórczych mogących zapewnić wymianę wchodzącego w końcową fazę eksploatacji majątku (jednostki zbliżające się wiekiem do 50÷60 lat). Podjęte dotychczas inwestycje nie zapewniają odnowienia tego majątku w horyzoncie wykraczającym znacząco poza granice roku 2020. Okres przygotowania oraz realizacji takich inwestycji to wiele lat. Duży blok węglowy buduje się około 5 lat, przygotowanie inwestycji to często kilka lat przygotowań poprzedzających realizację i ogłoszenie przetargu. Większe (klasy 1 000 MW), zastępujące starszy majątek o istotnie mniejszej mocy jednostek, wysokosprawne, ale pracujące przy wysokich parametrach czynnika węglowe bloki na parametry nadkrytyczne narażone będą na przyspieszone zużycie na skutek pracy w warunkach zmiennego obciążenia.

Bardzo istotnym aspektem jest konieczność wypełnienia wymogów środowiskowych odnoszących się do „starego” majątku oraz wymogi znacznie wyższej elastyczności pracy niż zakładana przy procedurze zamawiania/zakupu w przypadku jednostek nowych. Następnym jest zapewnienie warunków finansowania bieżącej eksploatacji. Nowe jednostki muszą wypracowywać środki na spłatę kosztów poniesionych na inwestycje. Brak warunków do stabilnej pracy w podstawie obciążenia jest tu istotną przeszkodą.

Wypieranie bloków węglowych z podstawy obciążenia przez OZE skutkuje obniżeniem zużycia przez nie paliwa. Rezultatem braku harmonizacji zużycia i wydobycia węgla były i są napięcia w gospodarce, przede wszystkim w górnictwie.

Skutkiem okresowego nasilania się podaży energii elektrycznej, wynikającego z warunków atmosferycznych są silne wahania ceny energii elektrycznej na rynku [Dylik, Badyda, 2017] z wyraźnym spadkiem jej wartości średniej. Rzutuje to w istotny sposób na uwarunkowania ekonomiczne pracy elektrowni ciepłych. Długookresowo obserwowany jest wyraźny spadek średniej ceny odnotowywany w skali europejskiej.

Koniecznością jest wypracowanie w Polsce długofalowej koncepcji rozwoju energetyki, która by z jednej strony pozostawała w harmonii z naszymi zobowiązaniami międzynarodowymi, z drugiej zaś zapewniła bezpieczeństwo funkcjonowania KSE. Jest to zadanie trudne, z którym nie poradziły sobie kolejne ekipy decydentów. Ważne jest, aby tak przygotowana Polityka Energetyczna nie podlegała w przyszłości zmianom wynikającym z koniunktury politycznej.

Wyzwaniem ciągle nierozwiązanym pozostaje decyzja o ewentualnej budowie w Polsce elektrowni jądrowej. Zapisy w obowiązującej wciąż Polityki Energetycznej Polski [Ministerstwo Gospodarki, 2009], z których wynikać miało zakończenie budowy pierwszego bloku jądrowego do roku 2025 od dawna nie mogą już zostać zrealizowane. Ostatnia wersja nowej propozycji tego dokumentu (Polityka Energetyczna Polski do roku 2050 [Ministerstwo Gospodarki, 2015]) opublikowana w sierpniu 2015 roku wskazuje po raz kolejny na zasadność takiej inwestycji w większości rozpatrywanych scenariuszy.

BIBLIOGRAFIA

- Badyda K., 2015, *Energetyka w Polsce. Czy mamy koncepcje rozwoju?*, „Energetyka”, nr 5 (731).
- Badyda K., Kaproń H., 2013, *Eksploracja i rozwój energetyki wiatrowej w Polsce*, „Rynek Energii”, nr 3 (106).
- Baran Ł., Skoczkowski T., Bielecki S., Węglarz A., 2017, *Aukcyjne quo vadis dla odnawialnych źródeł energii*, „Energetyka”, nr 9 (759).
- Domagała M., Ganczar M., Kuś A. (red.), 2016, *Współczesne wyzwania prawa energetycznego*, Wyd. KUL, Lublin.
- Drake F. D., 2013, *Innovative Stromerzeugung*, FfE-Fachtagung 2013.
- Dudzik J., 2014, *Potrzeba elastycznej pracy dużych bloków węglowych w perspektywie roku 2020*, Konferencja „Nowe duże bloki węglowe a wymagania systemu elektroenergetycznego”, PSE.
- Dylik M., Badyda K., 2017, *Analysis of the impact of wind on electricity prices based on selected European countries*, Energy Procedia V 105C.
- Elsen R., 2013, *Anforderungen an den zukünftigen konventionellen Kraftwerkspark als Partner der Erneuerbaren*. Prezentacja na konferencji „Die Energiewende, ihre Folgewirkungen und Gestaltungsnotwendigkeiten“, Düsseldorf, 25.01.2013.
- Global Wind Statistics 2016*, 2017, Global Wind Energy Council.
- Ministerstwo Gospodarki, 2009, *Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku*.

- Ministerstwo Gospodarki, 2015, *Projekt Polityki Energetycznej Polski do 2050 roku*, wersja 0.6.
- Raport 2016 KSE, 2017, Zestawienie danych ilościowych dotyczących funkcjonowania KSE w 2016 roku, <http://www.pse.pl/index.php?did=3335>.
- Agencja Rynku Energii (ARE S.A.), 2013, 2014, 2015, 2016, *Statystyka Elektroenergetyki Polskiej 2012, 2013, 2014, 2015*, Warszawa.
- Wiser R., Bolinger M., 2016, *2015 Wind Technologies Market Report*, U.S. Department of Energy, Energy Efficiency & Renewable Energy.

Streszczenie

W artykule przedstawiono strukturę paliwową majątku wytwórczego energetyki zawodowej, ze wskazaniem dynamiki zmian oraz porównaniem międzynarodowym – na poziomie unijnym, także dynamikę rozwoju odnawialnych źródeł energii w Polsce. Wskazano na trendy i perspektywy związane z powstawaniem nowych instalacji energetycznych. Omówiono najważniejsze uwarunkowania wynikające z wpływu energetyki wiatrowej na eksploatację elektrowni węglowych w Polsce. Dokonano zestawienia trendów z podstawowymi zamierzeniami wynikającymi z dotychczas obowiązującej Polityki Energetycznej Polski.

Słowa kluczowe: energetyka, polityka energetyczna, instalacje energetyczne, struktura paliwowa, elektrownie.

Challenges for the Polish Power Engineering as a result of the transformation of the generation structure

Summary

The fuel structure of generating assets of utility power industry in Poland, with an indication of the dynamics of change and international comparisons – at EU level is presented; also the dynamics of the development of renewable energy sources. The trends and prospects for the emergence of new power plants are pointed. Important considerations arising from the impact of wind power for the operation of coal-fired power plants in Poland are discussed. The trends and basic intentions arising from the current Energy Policy of Poland are summarized.

Keywords: power engineering, energy policy, energy installments, fuel structure, power plants.

JEL: Q40, Q42, Q43, Q48.