

# Strategia zrównoważonego rozwoju a sektor wytwarzania energii w Polsce<sup>1)</sup>

## Sustainable development strategy and the Polish energy generation sector

Jednym z podstawowych zadań każdego państwa jest zapewnienie jego obywatelom bezpieczeństwa we wszystkich dziedzinach życia. Wraz z rozwojem cywilizacyjnym, społecznym i gospodarczym zmieniają się obszary, które decydują o bezpieczeństwie państwa i jego obywateli. Obecnie niezmiernie ważną rolę odgrywa zapewnienie stabilności funkcjonowania sektora elektroenergetycznego oraz paliwowego.

Coraz większa troska o klimat i próba zahamowania globalnego ocieplenia sprawiły, że w odnawialnych źródłach energii widzi się przyszłość energetyki. Ustalenia Konferencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu oraz kolejne zapisy prawne Unii Europejskiej, wprowadzające obostrzenia dotyczące emisji szkodliwych gazów powodują, że drastycznie maleje liczba nowych inwestycji w rozbudowę sektora energetyki konwencjonalnej.

Obecnie coraz więcej państw odchodzi, bądź w perspektywie najbliższych lat ma zamiar odejść, od węgla jako podstawowego źródła wytwarzania energii elektrycznej. Nowa polityka klimatyczno-energetyczna Unii Europejskiej, która ma również wpływ na krajowy sektor energetyczny sprawiła, że energetyka stała się ważnym przedmiotem debaty publicznej. Polska nie posiada aktualnej, długoterminowej i jasnej wizji rozwoju tego sektora. W sierpniu 2015 r. Ministerstwo Gospodarki przekazało do publicznej dyskusji projekt „Polityki energetycznej Polski do 2050 roku” [1]. Projekt ten niestety nie określa spójnej wizji rozwoju systemu energetycznego, a także nie przedstawia oszacowania kosztów, jakie polska gospodarka musiałaby ponieść w wyniku jej realizacji. W Polsce węgiel brunatny i kamienny nadal odgrywa główną rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego. Zgodnie z zapisami projektu „Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020” [2] konieczna jest odbudowa potencjału wytwórczego źródeł wytwarzania energii elektrycznej opartego na dostępnych w kraju surowcach. Można więc na podstawie tego dokumentu wnioskować, że węgiel jako paliwo energetyczne w najbliższych latach nadal będzie miał duże znaczenie w kształtowaniu krajowego potencjału wytwórczego.

Ponadto Strategia, zgodnie z założeniem jej twórców, ma być punktem wyjścia do tworzenia nowej polityki energetycznej z perspektywą do roku 2050 [2]. Pozostaje jednak pytanie: jak będzie wyglądała strategia rozwoju systemu elektroenergetycznego w perspektywie kolejnych lat. Dokumenty i opracowania, w których dotychczas podjęta została próba określenia strategii rozwoju systemu energetycznego również zakładają, że w najbliższych latach podstawowym paliwem wykorzystywanym w energetyce będzie węgiel.

Do dokumentów tych możemy zaliczyć między innymi:

- *Politykę energetyczną Polski do 2030 roku* [3],
- *Mix energetyczny 2050*, analiza scenariuszy dla Polski [4],
- *Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko – perspektywa do 2020 roku* [5],
- *Mix energetyczny dla Polski do roku 2060*, opracowany dla Kancelarii Prezesa Rady Ministrów przez Departament Analiz Strategicznych [6],
- *Węgiel dla polskiej energetyki w perspektywie 2050 roku – analizy scenariuszowe*, dokument opracowany dla Górniczej Izby Przemysłowo-Handlowej [7].

### Krajowy System Elektroenergetyczny

W Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE), który oparty jest głównie na elektrowniach opalanych węglem, moc zainstalowana przekroczyła już 41 GW.

W tabeli 1 przedstawiono podstawowe dane dotyczące obecnej sytuacji w KSE. Jak można zauważyć, łączna moc zainstalowana w elektrowniach węglowych to ponad 30 GW, co stanowi ponad 69% mocy zainstalowanej (rys. 2), natomiast produkcja energii elektrycznej w tych źródłach to ponad 83% (rys. 3). Natomiast źródła odnawialne stanowią obecnie ponad 15% mocy zainstalowanej i odpowiadają za niewiele ponad 7% produkcji energii elektrycznej.

Struktura wiekowa KSE sprawia, że już w latach 2017 – 2018 wycofane z eksploatacji będą bloki energetyczne w: *Elektrowni Adamów* (5x120 MW), *Bełchatów* (2x370 MW), *Łagisza* (120 MW), *Łaziska* (2x125 MW), *Siersza* (120 MW) i *Stalowa Wola* (120 MW) [8]. Według scenariusza skumulowanych wycofań istniejących jednostek wytwórczych przedstawionego

<sup>1)</sup> Artykuł powstał na podstawie referatu prezentowanego na XX Jubileuszowym Sympozjum Oddziału Poznańskiego SEP z cyklu „Współczesne urządzenia oraz usługi elektroenergetyczne, telekomunikacyjne i informatyczne” pt. Sieci i instalacje 2017, zorganizowanym w Poznaniu w dniach 22-23 listopada 2017 r.

przez PSE S.A., który zakłada także wycofania ze względu na planowane wdrożenie konkluzji wprowadzających nowe standardy emisyjne (BAT – Best Available Techniques) [9], do 2035 roku konieczne będzie wyłączenie ponad 20 GW źródeł wytwórczych [10].

Obecnie w Polsce realizowanych jest kilka inwestycji związanych z budową nowych mocy wytwórczych wykorzystujących jako paliwo węgiel kamienny, brunatny oraz gaz. W najbliższych latach mają zostać oddane do użytku nowe bloki energetyczne opalane węglem w: Kozienicach, Turowie, Opolu, Jaworznie oraz planowana jest budowa bloku w Ostrofęcie. Łączna moc tych bloków to około 5 GW. Ponadto w trakcie realizacji są również elektrociepłownie w technologii gazowo-parowej we Włocławku, Płocku i Stalowej Woli. Łączna moc zainstalowana tych elektrociepłowni wynosi około 1,5 GW. Wszystkie te jednostki będą zaliczone do JWCD [11]. Perspektywa wycofania z eksploatacji znacznych wartości mocy wytwórczych oraz niepewność uruchomienia planowanych projektów inwestycyjnych w aktualnych warunkach może implikować ryzyko niestabilnej pracy KSE oraz możliwości zaspokojenia przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną w najbliższej perspektywie.

Zgodnie z prognozami zapotrzebowania na moc i energię w najbliższej perspektywie krajowy system energetyczny może napotkać problemy w jego zbilansowaniu.

Na rysunku 1 przedstawiono dane historyczne oraz prognozę pokrycia zapotrzebowania na moc w szczycie letnim i zimowym do 2035 roku. Prognoza ta zakłada wzrost zapotrzebowania na moc zarówno dla szczytu letniego jak i zimowego. W związku z koniecznością wycofania znacznych mocy z systemu elektroenergetycznego, zarówno ze względu na wiek jednostek jak i problem z wypełnieniem zobowiązań środowiskowych, konieczne będzie odtworzenie i budowa nowych mocy wytwórczych. Związany z tym będzie wymagany przyrost mocy zainstalowanej w KSE (tab. 2).

W 2014 roku Rada Ministrów przyjęła Program polskiej energetyki jądrowej (PPEJ) [12]. Zgodnie z PPEJ rząd nadzoruje realizację oraz zapewnia ramy organizacyjno-prawne programu, natomiast inwestor (spółka celowa z dominującym udziałem PGE S.A. oraz mniejszościowymi udziałami spółek TAURON PE S.A., Enea S.A. i KGHM S.A.) będzie miał obowiązek wyboru lokalizacji inwestycji, technologii, modelu finansowania i partnerów, z którymi realizowana będzie budowa elektrowni jądrowej.

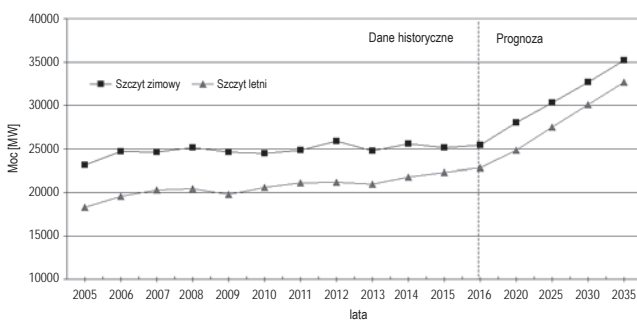
Tabela 2

Skumulowane wielkości wycofań mocy w istniejących elektrowniach ciepłych do 2035 r. w scenariuszu modernizacyjnym BAT oraz scenariuszu wycofań BAT oraz wymagany przyrost mocy dla scenariusza modernizacyjnego BAT oraz scenariusza wycofań BAT wyrażony w wartościach narastających

Rok	do 2020	do 2025	do 2030	do 2035
<b>Scenariusz modernizacyjny BAT</b>				
Skumulowane wycofania mocy elektrowni ciepłych, MW	2 985	3 210	5 668	13 930
Moc dodatkowa, MW	0	2 600	6 500	15 800
Moc sumaryczna <sup>1)</sup> , MW	5 800	8 400	12 300	23 250
<b>Scenariusz wycofań BAT</b>				
Skumulowane wycofania mocy elektrowni ciepłych, MW	6 617	9 928	17 321	20 920
Moc dodatkowa, MW	2 300	8 500	17 600	22 300
Moc sumaryczna <sup>1)</sup> , MW	8 100	14 300	23 400	29 750

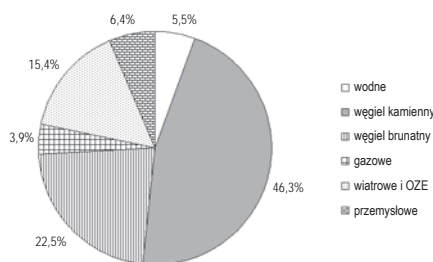
<sup>1)</sup> Uwzględniono elektrownie, dla których trwają lub mają być wkrótce rozpoczęte prace budowlane oraz elektrownię jądrową.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [13].



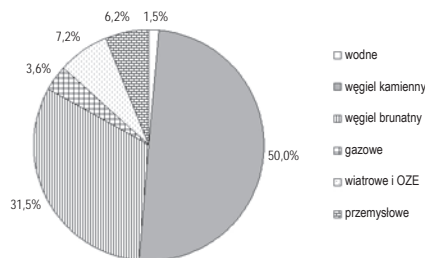
Rys. 1. Prognoza zapotrzebowania szczytowego na moc do roku 2035

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [13, 14]



Rys. 2. Udział procentowy mocy zainstalowanej w poszczególnych źródłach w KSE

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych [11] – dane na 31 grudnia 2016



Rys. 3. Udział procentowy w produkcji energii elektrycznej z poszczególnych źródeł w KSE

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych [11] – dane na 31 grudnia 2016

Tabela 1  
Stan obecny Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (dane na 31 grudnia 2016)

Wyszczególnienie	Moc zainstalowana, MW	Moc osiągalna, MW	Produkcja, GWh
Elektrownie zawodowe	32 393	32 629	140 727
Elektrownie zawodowe wodne	2 296	2 347	2 399
Elektrownie zawodowe ciepłe, w tym:	30 097	30 282	138 328
– na węglu kamiennym	19 155	19 302	813 48
– na węglu brunatnym	9 332	9 384	51 204
– gazowe	1 610	1 596	5 776
Wiatrowe i OZE	6 344	6 047	11 769
Przemysłowe	2 659	2 601	10 130
Razem	41 396	41 278	162 626

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych [11].

Zakłada się wybudowanie bloku o mocy 1500 MW i planuje budowę kolejnych bloków do osiągnięcia 6000 MW zainstalowanej mocy między 2030 a 2035 r. Budowa elektrowni jądrowej z pewnością będzie bardzo kosztowną inwestycją, ale będzie to inwestycja na 50-60 lat, ponieważ na taki okres przewiduje się eksploatację elektrowni jądrowych nowej generacji.

Ponadto elektrownia jądrowa pracująca w podstawie obciążenia zdecydowanie powinna poprawić stabilność systemu elektroenergetycznego, co będzie z pewnością miało istotne znaczenie w perspektywie znacznego rozwoju niestabilnych źródeł odnawialnych.

W zakresie rozwoju odnawialnych źródeł energii, według stanu na dzień 30 czerwca 2017 r. [15], łączna moc zainstalowana w KSE w źródłach odnawialnych wyniosła ponad 8,48 GW, w tym moc elektrowni wiatrowych ponad 5824 MW. Energetyka wiatrowa w ostatnich latach charakteryzowała się największymi rocznymi przyrostami mocy zainstalowanej. Ponadto w Polsce zainstalowano ponad 20 tys. systemów fotowoltaicznych o łącznej mocy 220,9 MW. Złożyło się na tę liczbę prawie 500 systemów o łącznej mocy ponad 100 MW, posiadających koncesję URE oraz 19,5 tys. systemów o łącznej mocy ponad 120 MW, przyłączonych do sieci na zgłoszenie.

W kontekście regulacji prawnych, które mają i w niedalekiej przyszłości będą miały znaczny wpływ na rozwój polskiego sektora wytwórczego należy pamiętać także o sektorze ciepłowniczym. W 2015 r. koncesje wydane przez Prezesa URE na prowadzenie działalności w zakresie wytwarzania, przesyłania i dystrybucji oraz obrotu ciepłem posiadały 443 przedsiębiorstwa. Łączna moc cieplna zainstalowana w tych przedsiębiorstwach to ponad 56 GW [16]. Projekt *Polityki energetycznej Polski do 2050 roku* zakłada coraz większą rolę kogeneracji w osiągnięciu celów polityki klimatycznej i środowiskowej Polski. Już obecnie moc elektryczna zaangażowana w systemach kogeneracyjnych łącznie to ponad 8,5 GW (elektrociepłownie zawodowe, elektrociepłownie przemysłowe, elektrownie zawodowe kondensacyjne z członom ciepłowniczym, elektrociepłownie niezależne i elektrociepłownie przedsiębiorstw ciepłowniczych), a udział energii elektrycznej wytwarzanej w wysokosprawnej kogeneracji w całkowitej krajowej produkcji energii elektrycznej wynosi około 15% [17].

## Koncepcja zrównoważonego rozwoju

Koncepcja zrównoważonego rozwoju zyskuje coraz większą popularność. Powoli staje się nie tylko rozwiązaniem teoretycznym, ale również faktycznym narzędziem kreowania rozwoju ludzkości. Obecnie we współczesnym świecie coraz częściej zauważa się problem z dostępem do zasobów naturalnych oraz z degradacją środowiska naturalnego. Oba problemy traktuje się jako jedne z podstawowych zagrożeń dla rozwoju gospodarczego. Zastosowanie koncepcji zrównoważonego rozwoju w praktyce powoduje konieczność jej opisu dla poszczególnych sektorów gospodarczych, w tym także dla energetyki [24].

Pojęcie zrównoważona energetyka często błędnie jest zastępowane przez energetykę odnawialną. Najbardziej znaną definicją koncepcji zrównoważonego rozwoju jest przedstawiona przez Światową Komisję ds. Środowiska i Rozwoju (World Commission on Environment and Development – WCED), która opisuje to pojęcie jako: *rozwój zgodny z potrzebami obecnych*

*pokoleń, nieumniejszający możliwości przyszłych pokoleń do zaspokajania swoich potrzeb*. Zatem dalszy postęp cywilizacyjny, ekonomiczny i energetyczny powinien odbywać się w zgodzie z poszanowaniem naturalnego środowiska oraz zminimalizowaniem zużycia zasobów ziemi.

Czy jednak koncepcja zrównoważonego rozwoju to tylko wykorzystanie źródeł odnawialnych? W praktyce nie istnieje żadne źródło energii, które nie powoduje szkód dla środowiska, tak więc teorie, które zakładają możliwość pozyskiwania energii bez szkody dla środowiska mają charakter utopii. Zatem w strategii zrównoważonego rozwoju konieczne jest również dopuszczenie do użytku źródeł energii powodujących niewielkie szkody dla środowiska [24].

Podsumowując można stwierdzić, że zrównoważony system energetyczny powinien być oparty na kombinacji odnawialnych źródeł energii (w wytwarzaniu energii elektrycznej, ciepła, transporcie itd.), redukcji popytu oraz efektywnym wykorzystaniu energii. Ale nie można z niego wykluczać konwencjonalnych źródeł wytwarzania energii. W kontekście źródeł energii problem budowy zrównoważonego rozwoju sprowadza się do wykorzystywania takich źródeł energii, które nie będą znacząco uszczuplone przez dalsze użytkowanie, których stosowanie nie będzie powodować znacznych emisji zanieczyszczeń.

*Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju*, która została opublikowana w lutym 2017 roku, jest obecnie kluczowym dokumentem w obszarze średnio- i długofalowej polityki gospodarczej. Niestety część dotycząca wizji rozwoju energetyki i oddziaływania jej na środowisko stanowi tylko niewielki fragment tego opracowania. Zapisy umieszczone w niej będą rozwinięte w dokumencie *Polityka Energetyczna Polski do roku 2050*.

Niemniej jednak znalazło się w *Strategii* kilka wartych podkreślenia uwag. Jednym z podstawowych wyzwań rozwojowych jest zapewnienie gospodarce i obywatelom stabilnych i optymalnie dostosowanych do potrzeb dostaw energii, po akceptowalnej ekonomicznie cenie. Powinno to nastąpić przy racjonalnym i efektywnym wykorzystaniu lokalnych zasobów surowców oraz odnawialnych źródeł energii, z wykorzystaniem potencjału innowacji w wytwarzaniu, przesyłaniu i dystrybucji energii. Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego wymaga dywersyfikacji źródeł, surowców oraz sposobu wytwarzania i dystrybucji energii. Dlatego też konieczna jest odbudowa potencjału wytwórczego źródeł wytwarzania opartego na dostępnych w kraju surowcach w stopniu umożliwiającym zaspokojenie popytu. Również źródła OZE będą szansą na uregulowanie problemów środowiskowych i niezależność energetyczną, zwłaszcza w kontekście szczyptywania naturalnych zasobów energetycznych. Rozwój źródeł OZE, według *Strategii*, ma być przede wszystkim realizowany wraz z rozwojem spółdzielni i klastrów energetycznych. To one mają w głównej mierze odpowiadać za ich integrację z systemem elektroenergetycznym [2].

Głównym celem tworzenia klastrów ma być potrzeba zrównoważenia energetycznego, głównie na terenach gmin wiejskich. Natomiast sama definicja klastra energii definiowana może być jako porozumienie podmiotów, które oferują usługi w obszarze wytwarzania, dystrybucji, magazynowania i zaopatrzenia w energię i paliwa na obszarze lokalnym. Celem budowy klastrów ma być zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego przy zachowaniu opłacalności ekonomicznej. Klastry energii lub spółdzielnie energetyczne powinny pozwolić lokalnym społecznościom budować

większą niezależność i samowystarczalności energetyczną i lepiej korzystać z energii ze źródeł odnawialnych. Od kilku lat, a ostatnio coraz częściej, pojawia się informacja o tworzonych nowych klastrach energii bądź podpisywanych listach intencyjnych w celu budowy klastra. W ich tworzenie zaangażowane są najczęściej lokalne władze samorządowe, małe lokalne firmy, firmy komunikacyjne i coraz częściej także firmy z branży energetycznej.

Kolejnym tematem związanym z koncepcją zrównoważonego rozwoju jest elektromobilność. Bez wątpienia elektromobilność stała się jedną z kluczowych technologii, która stanowić będzie w niedalekiej przyszłości jedno z wyzwań rozwoju energetyki. Będzie to bardzo duże wyzwanie, ponieważ obecnie praktycznie nie istnieje w naszym kraju infrastruktura ładowania samochodów elektrycznych. A trzeba pamiętać, że nie wystarczy ustawienie gniazda do zasilania samochodów elektrycznych, ale konieczne jest włączenie tej instalacji do sieci elektroenergetycznej i spełnienie wszystkich warunków jego bezpiecznej pracy.

Odpowiedzią na zmiany zachodzące w systemach energetycznych w celu zapewnienia bezpiecznego i efektywnego zasilania w energię elektryczną mogą być nowe tendencje rozwojowe i projekty prowadzące do łączenia ze sobą kilku systemów.

Poniżej przedstawiono najważniejsze z istniejących koncepcji i projektów:

- *Energy Hubs* (centra lub węzły energetyczne) to wizja systemu jako połączonych węzłów energetycznych, które mają różne źródła zasilania i produkują różne rodzaje form energii [19, 20].
- *MicroGrids* – lokalny system dystrybucji energii, zbiór urządzeń wytwórczych, zasobników i odbiorników energii zlokalizowanych w niewielkiej odległości od siebie, tworzących wspólną sieć, aby zapewnić ekonomiczne i niezawodne zasilanie energią elektryczną. Mikrościeć może pracować jako zamknięta, sterowalna całość lub we współpracy z siecią elektroenergetyczną [21].
- *Virtual Power Plants* (wirtualne elektrownie) – układ wzajemnie połączonych jednostek wytwórczych generacji rozproszonej, zarządzanych za pomocą centralnego systemu, dzięki czemu może ona brać udział w rynku energii. Z punktu widzenia systemu elektroenergetycznego wirtualna elektrownia to zamknięta, sterowalna całość, która zapewnia zasilanie lokalnych potrzeb na energię elektryczną lub współpracuje z siecią elektroenergetyczną [22].
- *Integrated Energy Systems* (zintegrowane systemy energetyczne) – projekt zakładający koordynację planowania i zarządzania systemem energetycznym, który integruje różne rodzaje nośników energii (energię elektryczną, ciepło, paliwa) oraz różne infrastruktury (wodę, transport, informację i komunikację) [23].
- *Distributed Multi-Generation* (multigeneracja w sieci dystrybucyjnej) – jest to trend promujący wytwarzanie energii w postaci różnych form energii: elektrycznej, ciepła, chłodu (kogeneracji oraz trigeneracji). Dąży się do odejścia od centralnej produkcji energii na rzecz produkcji energii w różnych formach jako produktów wyjściowych procesów wytwórczych [19].
- *Multi-Energy Systems* (systemy multienergetyczne) – to koncepcja optymalizacji całego systemu jako rozwinięcie koncepcji sieci inteligentnych. Łączy w sobie zagadnienia sieci Smart Grid, inteligentnej komunikacji (*Smart Communication*), inteli-

gentnych miast (*Smart Cities*) oraz innych zagadnień w celu zwiększenia niezawodności i bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej oraz optymalnego rozwoju. Sieć rozważana jest jako zbiór jednostek związanych z produkcją, przetwarzaniem, magazynowaniem oraz użytkowaniem energii.

## Podsumowanie

W niedalekiej przyszłości krajowy system energetyczny czeka zmiana strategii energetycznej ze względu na kurczące się zasoby paliw oraz coraz większy wpływ uwarunkowań środowiskowych. Ograniczanie emisji, szczególnie CO<sub>2</sub>, nie powinno być jednak realizowane poprzez drastyczne wykreślenie węgla z polskiego miksu energetycznego. Zmiany te powinny następować przez inwestycje w nowoczesne technologie ograniczające emisje CO<sub>2</sub> oraz budowę bloków energetycznych o wyższej sprawności.

Wysoki udział paliw pochodzących przede wszystkim z krajowych źródeł powinien stanowić gwarancję bezpieczeństwa energetycznego Polski w następnych latach. Wybór technologii dla nowych źródeł wytwórczych w dalszej perspektywie czasowej musi być jednak oparty przede wszystkim na kryterium ekonomicznym.

Krajowy mikś energetyczny w przyszłości musi się charakteryzować bardzo wysoką elastycznością, ponieważ udział odnawialnych źródeł w systemie energetycznych będzie stale wzrastał. Elektrownie pracujące w systemie energetycznym w podstawie powinny się charakteryzować wysoką sprawnością oraz niską emisją zanieczyszczeń. Ponadto potrzebne są w systemie elektrownie o wysokiej elastyczności, aby mogły pokrywać zmienne zapotrzebowanie szczytowe bądź współpracować z odnawialnymi źródłami energii i kompensować chwilowe zmiany związane ze zmienną siłą wiatru bądź nasłonecznieniem.

Dotychczasowa polityka energetyczna, zarówno na poziomie europejskim jak i krajowym, nadmiernie koncentruje się na aspektach klimatycznych, co ma negatywny wpływ na realizację podstawowych celów bezpieczeństwa energetycznego oraz niezależności energetycznej [18]. Niestabilne środowisko legislacyjne budzi wiele niejasności co do przyszłego kształtu regulacji energetycznych, a związany z tym niepewny rachunek ekonomiczny sprawia, że coraz częściej inwestorzy podejmują decyzję o zaniechaniu inwestycji w budowę nowych źródeł wytwórczych.

Coraz trudniejsze wydaje się także pogodzenie ochrony polskiego węgla z polityką energetyczną Unii Europejskiej. Obecne i przyszłe regulacje unijne de facto zmuszają Polskę do zmniejszenia udziału węgla w mikśie energetycznym w 2030 roku i w dalszej perspektywie. A planowany rozwój sektora usług ładowania samochodów elektrycznych raczej zwiększy zapotrzebowanie na energię elektryczną w KSE.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Projekt *Polityki energetycznej Polski do 2050 roku*, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, sierpień 2015 .
- [2] *Strategia na Rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020*. Warszawa 2017. ([https://www.mr.gov.pl/media/34300/SOR\\_2017\\_maly\\_internet\\_14072017\\_wstepPMM.pdf](https://www.mr.gov.pl/media/34300/SOR_2017_maly_internet_14072017_wstepPMM.pdf), dostęp 01.07.2017.

- [3] *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów 10 listopada 2009.
- [4] *Mix energetyczny 2050*, Analiza scenariuszy dla Polski, Warszawa 2011.
- [5] *Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko – perspektywa do 2020 r.* Warszawa 2014.
- [6] *Mix energetyczny dla Polski do roku 2060*. Warszawa 2015.
- [7] Gawlik L. (red), *Węgiel dla polskiej energetyki w perspektywie 2050 roku – analizy scenariuszowe*, Górnicza Izba Przemysłowo-Handlowa, Katowice 2013.
- [8] *Zapewnienie mocy wytwórczych w elektroenergetyce konwencjonalnej*, Departament Gospodarki, Skarbu Państwa i Prywatyzacji, KGP-4101-001-00/2014, Nr ewid. 17/2015/P/14/018/KGP.
- [9] Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau, Final Draft, 2016.
- [10] *Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2016-2025*, Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A., Konstancin-Jeziorna, 10 listopada 2015.
- [11] PSE S.A., dane ze stron internetowych [www.pse.pl](http://www.pse.pl), dostęp: 20.10.2017.
- [12] Uchwała Nr 15/2014 Rady Ministrów z dnia 28 stycznia 2014 r. w sprawie programu wieloletniego pod nazwą „Program polskiej energetyki jądrowej”, Poz. 502, Warszawa, dnia 24 czerwca 2014.
- [13] Sprawozdanie z wyników monitorowania bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej za okres od dnia 1 stycznia 2013 r. do dnia 31 grudnia 2014 r., dostępne na: <http://bip.me.gov.pl/>, dostęp: 01.10.2017.
- [14] *Prognoza pokrycia zapotrzebowania szczytowego na moc w latach 2016-2035*, Materiał informacyjny opracowany w Departamencie Rozwoju Systemu PSE S.A., Konstancin-Jeziorna, 20 maja 2016.
- [15] Dane ze stron internetowych Urzędu Regulacji Energetyki, <http://www.ure.gov.pl/>, dostęp: 10.10.2017.
- [16] *Energetyka ciepła w liczbach – 2015*, Urząd Regulacji Energetyki, [www.ure.gov.pl](http://www.ure.gov.pl)
- [17] Obwieszczenie Ministra Energii z dnia 5 kwietnia 2016 r. w sprawie raportu oceniającego postęp osiągnięty w zwiększaniu udziału energii elektrycznej wytwarzanej w wysokosprawnej kogeneracji w całkowitej krajowej produkcji energii elektrycznej, Poz. 350, Warszawa, 11 kwietnia 2016.
- [18] Olkusiński T., *Wpływ handlu uprawnieniami do emisji CO<sub>2</sub> w Unii Europejskiej na przeciwdziałanie zmianom klimatu*. „Polityka Energetyczna”, „Energy Policy Journal” 2015, t. 18, z. 3., s. 87-98.
- [19] Geidl M., Andersson G., *Optimal power flow of multiple energy carriers*, “IEEE Transactions on Power System” 2007, vol. 22, no 1.
- [20] Siekierski K., Przygodzki M., *Modelowanie sieci wielonośnikowych w zastosowaniach do obliczeń rozptylowych*, „Elektryka” 2014, z. 4 (232), s. 101-116.
- [21] Chicco G., Mancarella P., *Distributed multi-generation: A comprehensive view*, “Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2009, 13, pp. 535-551.
- [22] Jenkins N., Ekanayake J.B., Strbac G., *Distributed generation*, The Institution of Engineering and Technology, London 2010.
- [23] Niemi R., Mikkola J., Lund P.D., *Urban energy systems with smart multi – carrier energy networks and renewable energy generation*, “Renewable Energy” 2012, 48, 524-536.
- [24] Prandacki K., *Teoretyczne podstawy zrównoważonej energetyki*, Polityka gospodarcza w okresie transformacji i kryzysu (w: Studia Ekonomiczne / Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach), 2014, nr 166, 238-248.



**World  
Sustainable  
Energy Days**

**2019**

**27 February – 1 March 2019, WELS / AUSTRIA**

**Deadline  
Call for Papers  
10 October 2018**

**WWW.WSED.AT**

OÖ Energiesparverband, Landstraße 45, A-4020 Linz,  
T: +43-732-7720-14386, office@esv.or.at, www.esv.or.at  
ZVR 171568947

