



Radosław SZCZERBOWSKI\*

## Prognoza rozwoju polskiego sektora wytwórczego do 2050 roku – scenariusz węglowy

**STRESZCZENIE:** W ostatnich latach zagadnieniu bezpieczeństwa energetycznego Polski poświęcono wiele uwagi. Obecnie trwają prace nad kolejną wersją dokumentu pt. „Polityka energetyczna Polski”. Powstający dokument powinien jasno wskazywać nasze cele na najbliższe lata i pomóc w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych firmom energetycznym. Obecnie gwarancją ciągłej pracy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego jest energia elektryczna wytwarzana w elektrowniach parowych spalających węgiel. W ostatnich latach rozwój tych jednostek znacząco wyhamował, narażając kraj na niedostateczną rezerwę mocy. Polska posiada jedne z największych złóż węgla w Europie. Ma to wpływ na wybór tej kopaliny jako głównego nośnika energii. W artykule omówione zostały problemy związane z bezpieczeństwem energetycznym oraz znaczącą rolą węgla w tej kwestii. Przedstawiono potencjalne zasoby węgla, które będzie można wykorzystać w przyszłości, udział węgla w strukturze nośników energii oraz perspektywy na najbliższe lata. W artykule zaprezentowano analizę zasobów węgla brunatnego i kamiennego w Polsce, wraz z prognozą przyszłego wykorzystania. Zawarto również podstawowe informacje na temat elektrowni parowych opalanych węglem brunatnym i kamiennym w Polsce wraz z planami rozwojowymi tych jednostek.

**SŁOWA KLUCZOWE:** polityka energetyczna, bezpieczeństwo energetyczne, mix energetyczny, elektrownie węglowe, węgiel kamienny, węgiel brunatny

---

\* Dr inż. – Politechnika Poznańska, Instytut Elektroenergetyki, Poznań;  
e-mail: [radoslaw.szczerbowski@put.poznan.pl](mailto:radoslaw.szczerbowski@put.poznan.pl)

## Wprowadzenie

Obserwowane obecnie zmiany na światowych rynkach energetycznych cechują się niezwykle dynamiczną dynamiką. Jeszcze kilkanaście lat temu energetyka węglowa wydawała się podstawowym źródłem wytwarzania energii elektrycznej. Obecnie coraz więcej państw odchodzi, bądź w perspektywie najbliższych lat ma zamiar odejść, od węgla jako podstawowego źródła wytwarzania energii elektrycznej. Troska o klimat i próba zahamowania globalnego ocieplenia sprawiły, że obecnie 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 węglowej. W Polsce węgiel brunatny i kamienny nadal odgrywa główną rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego. Dzięki stosowaniu nowych, wysoko sprawnych technologii, staje się również stopniowo coraz bardziej czystym źródłem energii. Węgiel jako paliwo energetyczne w najbliższych latach nadal będzie miał szczególne znaczenie w kształtowaniu potencjału wytwórczego elektroenergetyki. Należy mieć na uwadze, że system energetyczny, który w ponad 80% oparty jest na tym paliwie trudno będzie w ciągu kilku lat przestawić na inne źródła energii. Stąd istniejące oraz perspektywiczne możliwości pozyskiwania energii pierwotnej z krajowych źródeł, mogą w okresie zmian zapewnić bezpieczeństwo energetyczne.

Prognozowanie przyszłości sektora energetycznego, zwłaszcza na wiele lat, jest zadaniem trudnym i ryzykownym. Prognozy takie powstają bowiem na podstawie analizy wcześniejszych trendów i zmian. Na podejmowane decyzje wpływa wiele czynników, między innymi ekonomiczne, czy trudne do przewidzenia interesy polityczne. Rozwój gospodarczy kraju determinowany jest poprzez bezpieczeństwo dostawy energii elektrycznej, która powinna być wytwarzana ze źródeł łatwo dostępnych, a jednocześnie energia w nich wytwarzana powinna być po satysfakcjonujących cenach. Te wyznaczniki warunkują wybór źródeł wytwórczych, który będzie miał decydujące znaczenie dla kształtu przyszłego miksu energetycznego. Transformacja sektora energetycznego to konieczność realizacji kapitałochłonnych planów inwestycyjnych związanych z modernizacją istniejącego majątku sieciowego i wytwórczego oraz z budową nowych mocy wytwórczych. Kierunek inwestycyjny, jaki zostanie wytyczony przez państwo, będzie miał istotny wpływ na przyszłą strukturę produkcji energii w naszym kraju. Natomiast zmiany związane z branżą wytwórczą wpływać będą bezpośrednio również na inne sektory związane z energetyką, zwłaszcza na sektor wydobywczy.

## 1. Zasoby węgla brunatnego i kamiennego w Polsce

Podstawowe dokumenty prawne, które określają sposób podziału zasobów kopalin w Polsce, to: Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż z dnia 24 kwietnia 2012 roku ([Rozporządzenie 2012](#)) oraz Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny z 15 lipca 2015 roku ([Rozporządzenie 2015](#)). Podstawowy podział złóż geologicznych, to: zasoby bilansowe złoża, którego cechy naturalne określone są przez kryteria bilansowości, a warunki występowania umożliwiają podejmowanie jego eksploatacji oraz zasoby pozabilansowe złoża, którego eksploatacja nie jest obecnie możliwa, ale przewiduje się, że będzie możliwa w przyszłości.

Wśród zasobów bilansowych można rozróżnić dwie kolejne grupy zasobów ([Rozporządzenie 2012](#)): zasoby przemysłowe, mogące być przedmiotem uzasadnionej technicznie i ekonomicznie eksploatacji przy uwzględnieniu wymagań określonych w przepisach prawa, w tym wymagań dotyczących ochrony środowiska, oraz zasoby nieprzemysłowe, których eksploatacja może stać się uzasadniona w wyniku zmian technicznych, ekonomicznych lub zmian w przepisach prawa, w tym dotyczących wymagań ochrony środowiska. Z tego podziału można wnioskować, że również zasoby pozabilansowe mogą stać się w przyszłości źródłem zasobów przemysłowych, jeżeli w trakcie eksploatacji złoża zmieni się stan jego rozpoznania i uzasadnione będzie uznanie zasobów będących dotychczas niebilansowymi w zakres zasobów bilansowych. Zasobami, które w całości mogą zostać wykorzystane, są zasoby operatywne. Są to zasoby przemysłowe pomniejszone o straty przewidywane do pozostawienia w złożu. Bardzo ważnym aspektem podziału złóż jest stopień rozpoznania złoża. Dla węgla stosuje się pięć kategorii rozpoznania: D, C2, C1, B oraz A. Różnią się one błędem oszacowania średnich parametrów złoża i zasobów. Najmniejszy błąd oszacowania (<10%) posiada kategoria A, natomiast kategoria D największy (>40%).

W Bilansie zasobów złóż kopalin w Polsce ([Szuflicki i in. red. 2016](#)), opublikowanym w bieżącym roku przedstawiono stan zasobów naturalnych na koniec 2015 roku. Zawarto w nim informację, że w Polsce posiadamy obecnie 91 złóż węgla brunatnego, w tym zagospodarowanych 9, oraz 156 złóż węgla kamiennego, w tym zagospodarowanych 51 (tab. 1). Zasoby węgla brunatnego to ponad 23 516 mln ton, a węgla kamiennego ponad 56 220 mln ton, w tym 71,6% zasobów to węgle energetyczne (typ 31–33).

Zasoby węgla brunatnego to: 14 złóż w województwie dolnośląskim, 8 w kujawsko-pomorskim, 2 w lubelskim, 21 złóż w lubuskim, 9 w łódzkim, 4 w mazowieckim, 2 w województwie opolskim oraz 31 złóż w wielkopolskim. Czynne kopalnie węgla brunatnego zasilają bezpośrednio elektrownie w Bełchatowie, Adamowie, Koninie i Turowie. Wydobyte węgle dla poszczególnych elektrowni przedstawiono w tabeli 2. Dodatkowo określono czas szczytowania zasobów przemysłowych oraz bilansowych, eksploatowanych obecnie złóż przy założeniu, że nie zmieni się poziom wydobywania w danej kopalni. Przedstawiono także zasoby bilansowe nieeksploatowa-

ne, zalegające w okolicach elektrowni, oraz obliczono czas szczypania rozpoznanych złóż, przy założeniu, że zapotrzebowanie pobliskich elektrowni na surowiec nie zmieni się, a złoża zostaną wykorzystane w całości. W zestawieniu pominięto czynną kopalnię węgla brunatnego w Sieniawie, która dostarcza węgiel brunatny dla lokalnych odbiorców.

TABELA 1. Zasoby geologiczne węgla brunatnego i kamiennego w Polsce w mln ton (dane na 31.12.2015)

TABLE 1. Geological reserves of brown and hard coal in Poland in million tons (data as at 31.12.2015)

Złoża	Liczba złóż	Zasoby geologiczne				Zasoby przemysłowe
		bilansowe			poza-bilansowe	
		razem	A + B + C1	C2 + D		
Węgiel brunatny						
Ogółem	91	23 516,2	6 067,9	17 448,3	3 522,4	1 129,1
Zakładów czynnych	9	1 418,7	1 406,8	11,9	48,3	1 112,2
Rozpoznane szczegółowo	35	5 838,7	4 645,4	1 193,2	872,6	16,8
Rozpoznane wstępnie	39	16 242,5	0	16 242,52	2 574,98	–
Eksploracja zaniechana	8	16,30	15,66	0,64	26,51	–
Węgiel kamienny						
Ogółem	156	40 234,8	16 358,6	23 876,2	12 404,1	2 109,3
Zakładów czynnych	49	12 071,2	8 239,0	3 832,1	4 789,0	2 097,1
Kopalnie w budowie	2	6,2	4,01	2,19	3,77	–
Rozpoznane szczegółowo	40	11 267,8	5 836,9	5 431,0	1 157,8	–
Rozpoznane wstępnie	19	13 828,1	–	13 828,1	6 194,5	–
Eksploracja zaniechana	47	3 061,5	2 278,7	782,8	259,0	12,22

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Szufficki i in. red. 2016)

Na podstawie danych z tabeli 2 można wnioskować, że teoretycznie żadna z obecnie pracujących elektrowni nie powinna być zagrożona brakiem dostaw węgla brunatnego w perspektywie czasu życia obecnie pracujących bloków energetycznych.

Obecnie nie ma w Polsce żadnych zatwierdzonych planów budowy nowych odkrywek węgla brunatnego. Dlatego trudno przewidzieć, które złoża będą wykorzystane w przyszłości. Dla potrzeb analizy w tabeli 3 przedstawiono zasoby teoretycznie możliwe do przyszłego wykorzystania dla celów energetycznych. Zasoby te zostały podzielone ze względu na stopień rozpoznania.

TABELA 2. Wydobycie węgla brunatnego, możliwe zasoby węgla brunatnego w okręgach górniczych oraz czas szczypania zasobów przy obecnym tempie wydobycia (dane na 31.12.2015)

TABLE 2. Brown coal mining, possible resources of brown coal in mining regions and the time of depletion of resources at the current rate mining (data per 31.12.2015)

Kopalnia		Bełchatów	Adamów-Konin	Turów
Wydobycie [tys. ton]		42 081	13 653	7 328
Zasoby [tys. ton]	bilansowe	946 566	105 949	364 815
	przemysłowe	707 368	86 037	317 689
Czas szczypania zasobów bilansowych [lata]		22,5	7,8	49,8
Czas szczypania zasobów przemysłowych [lata]		16,8	6,3	43,4
Zasoby bilansowe rozpoznane [tys. ton]	szczegółowo	744 393	287 276	–
	wstępnie	594 032	19 044	349 087
Czas szczypania zasobów rozpoznanych szczegółowo [lata]		17,7	21,0	–
Czas szczypania zasobów rozpoznanych wstępnie [lata]		14,1	1,4	47,6
Teoretyczny czas pracy działających kopalni węgla brunatnego [lata]		54,3	30,2	97,4

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Szufficki i in. red. 2016)

TABELA 3. Możliwe do zagospodarowania zasoby węgla brunatnego w Polsce (dane na 31.12.2015)

TABLE 3. Possible development of brown coal deposits in Poland (data as at 31.12.2015)

Lokalizacja	Zasoby geologiczne rozpoznane szczegółowo [tys. ton]	Zasoby geologiczne rozpoznane wstępnie [tys. ton]
Legnica	1 702 950	1 723 049
Ścinawa	1 766 983	–
Czempiń-Krzywiń	–	1 701 085
Gubin-Brody-Torzym	1 613 500	2 862 849
Gostyń-Oczkowice	996 298	1 988 830
Szamotoły-Trzcianka	300 077	746 326

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Szufficki i in. red. 2016)

Na podstawie danych z tabeli 3 można zauważyć, że duże zasoby węgla brunatnego znajdują się w okolicach Legnicy, Gubina i Ścinawy. Jednak budowa kopalni odkrywkowej węgla brunatnego w każdej z tych lokalizacji może być bardzo utrudniona ze względu na silne protesty lokalnych społeczności.

Zasoby węgla kamiennego znajdują się w Polsce w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym, Lubelskim Zagłębiu Węglowym i Dolnośląskim Zagłębiu Węglowym, którego eksploatacja zakończyła się w 2000 roku. Zasoby bilansowe czynnych zagłębi węglowych przedstawiono w tabeli 4. Dodatkowo w tabeli przedstawiono czas szczypania zasobów węgla energetycznego przy obecnym poziomie wydobycia oraz rozpoznane zasoby węgla energetycznego. Należy również zauważyć, że średni udział węgla energetycznego w całości wydobycia węgla kamiennego kształtował się w ostatnich latach na poziomie około 85%, z tego około 60% stanowi zużycie węgla przez elektrownie i elektrociepłownie (Fakty 2016). Można zauważyć, że zasoby eksploatowanych złóż węgla są jeszcze stosunkowo duże, dlatego można rozważyć w dalszej perspektywie udział tego paliwa w produkcji energii elektrycznej. Jedną z podstawowych przeszkód, stojącą na drodze do dalszego wydobycia węgla kamiennego, mogą być kwestie ekonomiczne, związane przede wszystkim z obecnymi i perspektywicznymi cenami węgla na rynkach światowych i ceną wydobycia węgla krajowego.

TABELA 4. Wydobycie węgla kamiennego, możliwe zasoby węgla kamiennego w zagłębiach górniczych oraz czas szczypania zasobów przy obecnym tempie wydobycia (dane na 31.12.2015)

TABLE 4. Hard coal mining, possible resources of coal in mining regions and the time of depletion of resources at the current rate mining (data as at 31.12.2015)

Zagłębie		Górnośląskie	Lubelskie
Wydobycie ogółem [tys. ton]		58 255	6 815
Zasoby węgla energetycznego w złożach zagospodarowanych [mln ton]	bilansowe	11 402,6	674,7
	przemysłowe	1 926,7	170,4
Czas szczypania zasobów bilansowych [lata]		195,7	99,0
Czas szczypania zasobów przemysłowych [lata]		33,1	25,0
Zasoby bilansowe węgla energetycznego rozpoznane [mln ton]	szczegółowo	7 776,2	3 462,6
	wstępnie	8 135,0	5 693,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Szufficki i in. red. 2016)

## 2. Stan obecny i przyszłość energetyki węglowej w Polsce

Krajowy System Energetyczny (KSE), oparty głównie na elektrowniach opalanych węglem, jest jednym z największych w Europie; moc zainstalowana przekroczyła już 40 GW. W stosunku do roku 2014 nastąpił wzrost mocy zainstalowanej o ponad 2,3 GW i był spowodowany przede wszystkim nowymi inwestycjami w odnawialne źródła (1,8 GW), głównie elektrownie wiatrowe

(PSE 2016). W tabeli 5 przedstawiono podstawowe dane dotyczące obecnej sytuacji KSE. Jak można zauważyć, łączna moc zainstalowana w elektrowniach węglowych to 28 638 MW, co stanowi ponad 70% mocy zainstalowanej, natomiast produkcja energii elektrycznej w tych źródłach to ponad 83%.

TABELA 5. Stan obecny Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (dane na 31.12.2015)

TABLE 5. The present state of the National Power System (data as at 31.12.2015)

Wyszczególnienie	Moc zainstalowana	Udział mocy zainstalowanej	Moc osiągalna	Udział mocy osiągalnej	Produkcja	Udział w produkcji
	MW	%	MW	%	GWh	%
Elektrownie zawodowe	31 927	78,9	32 069	80,6	141 901	87,7
Elektrownie zawodowe wodne	2 290	5,7	2 330	5,9	2 261	1,4
Elektrownie zawodowe ciepłone, w tym:	29 637	73,3	29 739	74,8	139 640	86,3
✧ na węglu kamiennym	19 348	47,8	19 443	48,9	81 883	50,6
✧ na węglu brunatnym	9 290	23,0	9 322	23,4	53 564	33,1
✧ gazowe	999	2,5	973	2,4	4 193	2,6
Wiatrowe i OZE	5 687	14,1	5 258	13,2	10 114	6,3
Przemysłowe	2 831	7,0	2 451	6,2	9 757	6,0
Razem	40 445	100,0	39 777	100,0	161 772	100,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych (PSE SA)

Struktura wiekowa kotłów i turbozespołów pracujących w polskich elektrowniach wskazuje, że ponad 60% z nich pracuje już ponad 30 lat. Stąd wniosek, że w najbliższych 20–30 latach będą one sukcesywnie wycofywane z systemu elektroenergetycznego (Kaproń 2012). Już w latach 2017–2018 wycofane z eksploatacji mają być bloki w elektrowniach: Adamów (5 × 120 MW), Bełchatów (2 × 370 MW), Łagisza (120 MW), Łaziska (2 × 125 MW), Siersza (120 MW) i Stalowa Wola (120 MW) (Zapewnienie... 2014). W tabeli 6 przedstawiono plany odstawięń bloków energetycznych w perspektywie 2050 roku. Wyłączenia te wynikają z planowanej żywotności bloków energetycznych. Gdyby uwzględnić tylko czas pracy bloku energetycznego – zakładając, że po 50 latach eksploatacji będzie on wycofany z eksploatacji – to w 2050 roku z obecnie pracujących zostałyby tylko: blok 858 MW w Bełchatowie, blok 464 MW w Pątnowie oraz blok 460 MW w Łagiszy pod warunkiem przedłużenia jego eksploatacji (Informacje o zasobach wytwórczych KSE według stanu na 30.11.2015). Jednak gdyby uwzględnić scenariusz skumulowanych wycofań istniejących jednostek wytwórczych przedstawiony przez PSE SA, uwzględniający wycofania ze względu na planowane wdrożenie konkluzji wprowadzających

TABELA 6. Harmonogram wyłączeń jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych (Tokarski 2013)

TABLE 6. Centrally dispatched power generating units schedule cut-offs (Tokarski 2013)

Lata							
2016–2020		2021–2030		2031–2040		2041–2050	
Elektrownia	MW	Elektrownia	MW	Elektrownia	MW	Elektrownia	MW
Adamów B1-B5	600	Jaworzno III B1-B6	1 350	Bełchatów B3-B7	1 870	Bełchatów B8-B12	1 850
Bełchatów B1-B2	740	Kozienice B4-B6	675	Dolna Odra B5-B8	908	Opole B3-B4	763
Dolna Odra B1-B2	454	Łaziska B9-B12	905	Kozienice B8-B10	1570	Turów B5-B6	522
Kozienice B1-B3	660	Ostrołęka B1, B3	447	Opole B1-B2	880	Łagisza B10	460
Łagisza B5-B7	360	Połaniec B1-B2	450	Pątnów I B1-B4	1125	Siersza B1-B2	306
Łaziska B1-B2	250	Rybnik B1-B4	900	Połaniec B3-B7	875		
Ostrołęka B2	200			Rybnik B5-B8	966		
Pątnów I B5-B6	400			Turów B1-B4			
Siersza B3, B5, B6	371						
Skawina B3-B6	440						
Stalowa Wola B7-B8	250						
Żerań B1-B4	244						
Razem	4 969		4 727		8 194		3 901

nowe standardy emisyjne (BAT – *Best Available Techniques*), to do 2035 roku konieczne będzie wyłączenie ponad 20 GW źródeł wytwórczych (Plan 2015; Best 2016).

Obecnie w Polsce realizowanych jest kilka inwestycji związanych z budową nowych mocy wytwórczych zasilanych węglem kamiennym i brunatnym oraz gazowych. W najbliższych latach zostaną uruchomione następujące nowe bloki energetyczne, które będą zaliczone do JWCD (PSE 2016):

- ◆ blok 473 MW, gazowo-parowy, w EC Włocławek,
- ◆ blok 467 MW, gazowo-parowy, w EC Stalowa Wola (2016 r.),
- ◆ blok 596 MW, gazowo-parowy, w EC Płock (2017 r.),
- ◆ blok 1075 MW, opalany węglem kamiennym w Elektrowni Kozienice (2018 r.),
- ◆ blok 496 MW, opalany węglem brunatnym, w Elektrowni Turów (2018 r.),
- ◆ 2 bloki po 900 MW, opalane węglem kamiennym w Elektrowni Opole (2019 r.),
- ◆ blok 910 MW, opalany węglem kamiennym w Elektrowni Jaworzno III (2019 r.).

Razem daje to moc przyłączoną do systemu na poziomie 5817 MW, co sprawia, że ubytki związane z wycofaniem starych jednostek powinny zostać do roku 2020 uzupełnione.

Analizując dostępne dokumenty i opracowania, w których podjęta została próba określenia strategii rozwoju systemu energetycznego, czyli m.in.:



- ◆ Polityka energetyczna Polski do 2030 roku (Polityka 2009),
  - ◆ Mix energetyczny 2050, Analiza scenariuszy dla Polski, Warszawa 2011 (Mix 2011),
  - ◆ Mix energetyczny dla Polski do roku 2060, opracowany dla Kancelarii Prezesa Rady Ministrów przez Departament Analiz Strategicznych (Mix 2015),
  - ◆ Węgiel dla polskiej energetyki w perspektywie 2050 roku – analizy scenariuszowe, dokument opracowany dla Górniczej Izby Przemysłowo-Handlowej (Gawlik red. 2013),
- można zauważyć, że w każdej z tych strategii ważną rolę, w ciągu najbliższych lat, odgrywa węgiel. Przyjmując średnie wartości wymaganych mocy wytwórczych z powyższych scenariuszy rozwoju, w tabeli 7 przedstawiono wymagane moce wytwórcze do roku 2050.

TABELA 7. Prognoza zapotrzebowania na moc i braki mocy zainstalowanej do roku 2050

TABLE 7. The forecast of power demand and a lack of installed capacity by 2050

Rok	Moc zainstalowana [GW]	Wycofania [GW]	Nowe moce wytwórcze [GW]	Prognoza zapotrzebowania na moc [GW]	Braki mocy zainstalowanej [GW]
2016	40,44	–	–	–	–
2020	–	4,97	5,82	46,00	4,70
2030	–	4,78	–	51,00	14,43
2040	–	8,19	–	56,00	27,63
2050	–	3,90	–	67,00	43,27

Znając szczegółowo obecnie rozpoznane zasoby węgla kamiennego oraz brunatnego, a także zapotrzebowanie na moc na najbliższe lata, możliwe jest wstępne określenie możliwości wykorzystania węgla jako paliwa w przyszłym mieszkaniu energetycznym. Do analizy założono, że nowo budowane bloki węglowe na parametry nadkrytyczne będą osiągały moc elektryczną odpowiednio: opalane węglem kamiennym (o wartości opałowej 22 MJ/kg) 600 MW, opalane węglem brunatnym (o wartości opałowej 6,5 MJ/kg) 800 MW. Sprawności wytwarzania energii elektrycznej odpowiednio: blok na węglu kamiennym 49%, na węglu brunatnym 47%. Zakładając, że czas pracy bloku węglowego będzie wynosił 50 lat oraz średni czas wykorzystania mocy zainstalowanej w ciągu roku dla bloków na węglu kamiennym 6000 h, a na węglu brunatnym 7000 h (Kasztelewicz i Patyk 2015; Olkusiński 2005; Fakty 2016; Statystyka), można wyznaczyć teoretyczne roczne zapotrzebowanie na węgiel, a także zapotrzebowanie w 50-letnim okresie życia bloku energetycznego (tab. 8).

Korzystając z danych zawartych w tabelach 3 i 4 można określić, jaką moc sumaryczną elektrowni na danym obszarze wydobycia jesteśmy w stanie wybudować, aby przez 50 lat mogła być zasilana węglem. W tabeli 9 przedstawiono teoretyczną liczbę bloków węglowych zlokalizowanych na potencjalnych obszarach nowych odkrywek węgla brunatnego oraz w zagłębieniach węgla

TABELA 8. Teoretycznego zużycie węgla w okresie eksploatacji bloków na parametry nadkrytyczne

TABLE 8. Theoretical consumption of coal during the operation of supercritical units

Wyszczególnienie	Węgiel kamienny	Węgiel brunatny
Moc brutto[MW]	600	800
Sprawność brutto [%]	49	47
Wartość opałowa [MJ/kg]	22	6,5
Roczne zużycie paliwa [tys. ton]	1 200	6 600
Zużycie paliwa w ciągu 50 lat [tys. ton]	60 100	330 000

TABELA 9. Możliwy rozwój nowych węglowych bloków energetycznych

TABLE 9. Possible development of new coal power plants

Węgiel brunatny		
Lokalizacja	Zasoby geologiczne rozpoznane szczegółowo [tys. ton]	Liczba bloków o mocy 800 MW
Legnica	1 702 950	5,2
Ścinawa	1 766 983	5,4
Gubin-Brody-Torzym	1 613 500	4,9
Gostyń-Oczkowice	996 298	3,0
Szamotoły-Trzcianka	300 077	0,9
Łączna moc elektrowni:		14,4 GW
Węgiel kamienny		
Lokalizacja	Zasoby geologiczne rozpoznane szczegółowo [tys. ton]	Liczba bloków o mocy 600 MW
Zagłębie Górnśląskie	7 776 200	77,0
Zagłębie Lubelskie	3 462 600	35,0
Łączna moc elektrowni:		67,2 GW

kamiennego. Założono również, że energetyka zawodowa zużywa około 60% wydobywanego węgla kamiennego (Fakty 2016).

Należy zdawać sobie sprawę z faktu, że obliczenia przedstawione w tabeli 9 są tylko teoretyczne, przy wielu założeniach upraszczających. Z pewnością trudno będzie zrealizować budowę nowych odkrywek węgla brunatnego, czy też podjąć decyzję o budowie i uruchomieniu nowej kopalni węgla kamiennego. Również ceny węgla na światowych rynkach mogą spowodować, że

korzystniejsze może okazać się sprowadzanie go z zagranicy. Taka sytuacja może doprowadzić do zaniechania inwestycji w krajowe źródła wydobywcze. Niemniej jednak powyższe dane – w zestawieniu z tabelą 7, w której pokazano możliwe braki mocy w systemie elektroenergetycznym – pokazują, że teoretycznie dysponujemy potencjałem do zabezpieczenia przyszłych dostaw energii elektrycznej na najbliższe lata. Jeżeli uwzględni się również scenariusz, w którym po 2030 roku w KSE pojawi się blok jądrowy i w kolejnych latach drugi, oraz uwzględni się także rozwój źródeł ciepła w technologii gazowej i gazowo-parowej, to mogłoby się wydawać, że nasz system powinien zapewnić bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej. Oczywiście nie należy zapominać o rosnącym udziale źródeł odnawialnych. Rozwój i udział źródeł OZE jest determinowany nie tylko rozwojem technologicznym, ale przede wszystkim decyzjami o charakterze politycznym, które wymuszają odpowiedni udział procentowy źródeł odnawialnych w całkowitej mocy zainstalowanej. Wspomniany wyżej charakter polityczny zachodzących zmian w ostatnich miesiącach spowodował spore zawirowania w sektorze OZE, zwłaszcza wśród właścicieli farm wiatrowych. Dlatego trudno obecnie oceniać, w jakim kierunku będzie zmierzał w naszym kraju rozwój technologii OZE. Zdaniem wielu ekspertów, branża OZE związana z technologią wiatrową, z konieczności będzie musiała wybierać lokalizacje morskie dla swoich dalszych inwestycji. Należy również wspomnieć o potencjale jaki tkwi w rozwoju segmentu małych, rozproszonych źródeł wytwórczych. Rozwój energetyki prosumenckiej w Danii czy Niemczech pokazuje, że w przyszłości również te źródła mogą mieć duży udział w pokrywaniu krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną. Źródła rozproszone, wspierane technologią magazynowania energii, pozwolą w przyszłości na łączenie ich w wirtualne elektrownie, które w systemie elektroenergetycznym będą mogły pełnić również funkcje regulacyjne (Szczerbowski 2015).

## Podsumowanie

Polityka energetyczna to polityka bezpieczeństwa danego kraju. Powinna być przemyślana i uwzględniać dostęp do źródeł energii. Ważną kwestią jest konieczność uniezależnienia się od importu paliw. Przedstawiona w artykule identyfikacja krajowego potencjału wydobywczego wskazuje, że w perspektywie najbliższych 30 lat, możliwe jest oparcie systemu elektroenergetycznego na elektrowniach węglowych. Czas ten z pewnością pozwoli na budowę nowego miksu energetycznego, w którym stopniowo większy udział będą miały inne technologie energetyczne. Podejmując decyzję o budowie nowych źródeł wytwórczych należy również uwzględnić ich wpływ na pracę Krajowego Systemu Elektroenergetycznego. Ważnym aspektem jest również dostęp i cena paliwa, przyszłe koszty emisji CO<sub>2</sub>. Istotną sprawą przy konstruowaniu scenariuszy rozwoju Krajowego Systemu Elektroenergetycznego jest konieczność wypełnienia krajowych i unijnych wymogów, do których można zaliczyć między innymi:

- ◆ zagwarantowanie wymaganego poziomu bezpieczeństwa dostaw energii,

- ◆ udział krajowych zasobów energii pierwotnej, które zapewnią stosunkowo dużą samowystarczalność i niezależność energetyczną,
- ◆ spełnienie wymagań środowiskowych dotyczących redukcji emisji,
- ◆ odpowiedni udział źródeł odnawialnych w miksie energetycznym,
- ◆ udział krajowych podmiotów realizujących zadania inwestycyjne.

Zarówno gaz, jak i OZE są czystymi źródłami energii i w dłuższej perspektywie z pewnością będą nabierać coraz większego znaczenia w sektorze energetycznym (Olkuski i in. 2015). Jednak posiadając znaczne zasoby węgla można prognozować, że w ciągu najbliższych lat system elektroenergetyczny będzie mógł być oparty na stabilnych źródłach węglowych. Z pewnością w niedalekiej przyszłości konieczna będzie zmiana miks energetycznego, chociażby ze względu na kurczące się zasoby paliw i wpływ uwarunkowań środowiskowych. Niemniej jednak, do czasu tych zmian, istnieje możliwość oparcia systemu na wysoko sprawnych i niezawodnych źródłach węglowych.

## Literatura

- Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki*. 2014, nr 4 (90).
- 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.
- Fakty: Węgiel – Energetyka w Polsce, 2016. [Online] Dostępne w: [http://min-pan.krakow.pl/zaklady/zrynek/cf\\_web.htm](http://min-pan.krakow.pl/zaklady/zrynek/cf_web.htm) [Dostęp: 10.07.2016].
- GAWLIK, L. red. 2013. *Węgiel dla polskiej energetyki w perspektywie 2050 roku – analizy scenariuszowe*. Górnicza Izba Przemysłowo-Handlowa, Katowice.
- KAPROŃ, H. i POLECKI, Z. 2012. Eksploatacja podsystemu wytwórczego w Polsce w latach 1995–2010. *Rynek Energii* nr 6, s. 3–9.
- KASZTELEWICZ, Z. i PATYK, M., 2015. Nowoczesne i sprawne elektrownie węglowe strategicznym wyzwaniem dla Polski. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 18, z. 4, s. 45–60.
- Mix energetyczny 2050. Analiza scenariuszy dla Polski*. Warszawa 2011.
- Mix energetyczny dla Polski do roku 2060*. Warszawa 2015.
- OLKUSKI i in. 2015 – OLKUSKI, T., SZURLEJ, A. i JANUSZ, P. 2015. Realizacja polityki energetycznej w obszarze gazu ziemnego. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 18, z. 2, s. 5–8.
- OLKUSKI, T. 2005. Wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach konwencjonalnych w Polsce. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 8, z. 2, s. 107–120.
- Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2016–2025*. Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA, Konstancin–Jeziorna, 10 listopada 2015.
- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 roku.
- PSE SA. 2016. Dane ze stron internetowych. [Online] Dostępne w: [www.pse.pl](http://www.pse.pl) [Dostęp: 10.07.2016].
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. w sprawie dokumentacji geologicznej złoża kopaliny, z wyłączeniem złoża węglowodorów, Warszawa, dnia 15 lipca 2015 r., poz. 987.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska, z dnia 24 kwietnia 2012 r., w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów zagospodarowania złóż, Warszawa, dnia 14 maja 2012 r., poz. 511.

- Statystyka elektroenergetyki polskiej, ARE SA. [Online] Dostępne w: [www.are.waw.pl](http://www.are.waw.pl) [Dostęp: 10.07.2016]
- Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko perspektywa do 2020 r.* Warszawa 2014.
- SZCZERBOWSKI, R. 2015. Możliwości zastosowania ogniw paliwowych w układach hybrydowych w celu eliminacji negatywnego wpływu chimerycznych źródeł odnawialnych. Materiały IX Konferencji Naukowo-Technicznej „Optymalizacja w elektroenergetyce”, s. 189–199
- SZUFLICKI i in. 2016 – SZUFLICKI, M., MALON, A. i TYMIŃSKI, M. 2016. Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce według stanu na 31 XII 2015 r., Państwowy Instytut Badawczy–Państwowy Instytut Geologiczny.
- TOKARSKI, S. 2013. Energetyka systemowa konkurencyjna, dochodowa i mniej emisyjna warunkiem rozwoju OZE i energetyki rozproszonej. Materiały Forum „Energia-Efekt-Środowisko”, Zabrze. [Online] Dostępne w: <http://www.kig.pl> [Dostęp: 10.07.2016].
- Urząd Regulacji Energetyki. [Online] Dostępne w: <http://www.ure.gov.pl/> [Dostęp: 10.07.2016].
- 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.

Radosław SZCZERBOWSKI

## The forecast of Polish power production sector development by 2050 – coal scenario

### Abstract

A great deal of attention has been paid to energy safety of Poland in recent years. At present, the final works on next version of the document entitled “Polityka energetyczna Polski” [Poland’s Energy Policy] are underway. The formulated document should clearly indicate our goals for the upcoming years and help energy investment enterprises in making decisions. At present, electrical energy generated in coal-fired power plants is a guarantee of the continuous work of the Polish National Power System. In previous years, the development of these plants has slowed down considerably, exposing the country to an insufficient power reserve. Poland has some of the largest coal deposits in Europe. This has implications on the choice of minerals as the main energy carrier. This article discusses issues related to energy security and the significant role of coal in the matter. It presents the potential coal resources that can be used in the future. It also looks at the share of coal in energy structure and the prospects for the coming years. The article conducts analysis of brown and hard coal reserves in Poland, along with the forecast of their future use. It also contains statistics about coal-fired power stations in Poland together with the plans of their development.

KEYWORDS: energy policy, energy safety, energy mix, coal power plants, hard coal, brown coal

