

Materiały XXX Konferencji z cyklu  
*Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej*  
Zakopane, 9–12.10.2016 r.  
ISBN 978-83-62922-67-3

Zygmunt MACIEJEWSKI\*

## Energia i moc krajowego systemu elektroenergetycznego w latach 2006–2015

**STRESZCZENIE:** Na podstawie danych publikowanych przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne Operator SA opracowano analizę wybranych informacji dotyczących podsystemu wytwarzania krajowego systemu elektroenergetycznego w latach 2006–2015. Informacje te dotyczą produkcji energii elektrycznej, wielkości wymiany energii elektrycznej z zagranicą, zużycia energii oraz mocy zainstalowanej, osiągalnej i dyspozycyjnej krajowego systemu elektroenergetycznego. Dokonana analiza pozwala na przedstawienie pewnych uwag dotyczących bezpieczeństwa elektroenergetycznego kraju. Przedstawiono również prognozę krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną do 2025 roku.

**SŁOWA KLUCZOWE:** system elektroenergetyczny, energia elektryczna, moc elektryczna, prognozowanie

### Wprowadzenie

Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA publikują na swoich stronach internetowych, raporty miesięczne z funkcjonowania krajowego systemu elektroenergetycznego. Dane zawarte w raportach dotyczą: bilansu mocy, bilansu energii, pracy sieci i rynku bilansującego. Są to dane wyznaczane na podstawie pomiarów zbieranych w czasie bieżącego ruchu krajowego systemu

---

\* Dr hab. inż., e-mail: [zygmunt37@neostrada.pl](mailto:zygmunt37@neostrada.pl)

TABELA 1. Produkcja, zużycie, wymiana z zagranicą energii elektrycznej w latach 2006–2015

TABLE 1. Electricity production, demand and abroad exchange at the period 2006–2015

Lp.	Wyszczególnienie	GWh										
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
1	Produkcja ogółem (1.1 + 1.2 + 1.3 + 1.4)	160 848	159 528	155 575	150 913	156 342	163 153	159 853	162 501	156 567	161 772	
1.1	Elektrownie zawodowe	152 498	150 865	146 850	141 873	146 106	151 319	146 835	147 435	140 290	141 901	
1.1.1	↔ wodne	2 822	2 682	2 515	2 751	3 268	2 529	2 265	2 762	2 520	2 261	
1.1.2	↔ ciepłne	149 676	148 183	144 335	139 122	142 838	148 790	144 570	144 673	137 770	139 640	
1.1.2.1	↔ na węgla kamiennym	92 112	93 133	86 550	84 274	89 212	90 811	84 492	84 566	80 284	81 883	
1.1.2.2	↔ na węgla brunatnym	53 518	51 142	53 797	50 797	49 459	53 623	55 592	56 958	54 212	53 564	
1.1.2.3	↔ gazowe	4 046	3 908	3 988	4 051	4 167	4 356	4 486	3 149	3 274	4 193	
1.2	Elektrownie wiatrowe	69	436	672	821	1 300	2 798	3 954	5 823	7 184	10 041	
1.3	Elektrownie inne odnawialne	1	11	8	14	11	36	71	72	73	73	
1.4	Elektrownie przemysłowe	8 280	8 216	8 045	8 205	8 925	9 000	8 993	9 171	9 020	9 757	
2	Saldo wymiany zagr.	-11 001	-5 437	-820	-2 195	-1 354	-5 243	-2 840	-4 521	2 167	-334	
3	Krajowe zużycie energii elektrycznej	149 847	154 091	154 755	148 718	154 988	157 910	157 013	157 980	158 734	161 438	

Źródło: opracowanie własne na podstawie pomiarów uzyskanych przez Operatora Systemu Przesyłowego podczas prowadzenia ruchu Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (Raporty Roczne PSE).

TABELA 2. Struktura produkcji energii elektrycznej w latach 2006–2015

TABLE 2. Structure of electricity production at the period 2006–2015

Lp.	Wyszczególnienie	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		%									
1	Produkcja ogółem (1.1 + 1.2 + 1.3 + 1.4)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1.1	Elektrownie zawodowe	94,81	94,57	94,39	94,01	93,45	92,75	91,86	90,73	89,60	87,72
1.1.1	✧ wodne	1,75	1,68	1,62	1,82	2,09	1,55	1,42	1,70	1,61	1,40
1.1.2	✧ ciepłone	93,05	92,89	92,78	92,19	91,36	91,20	90,44	89,03	87,99	86,32
1.1.2.1	✧ na węglu kamiennym	57,27	58,38	55,63	55,84	57,06	55,66	52,86	52,04	51,28	50,62
1.1.2.2	✧ na węglu brunatnym	33,27	32,06	34,58	33,66	31,64	32,87	34,78	35,05	34,63	33,11
1.1.2.3	✧ gazowe	2,52	2,45	2,56	2,68	2,67	2,67	2,81	1,94	2,09	2,59
1.2	Elektrownie wiatrowe	0,04	0,27	0,43	0,54	0,83	1,71	2,47	3,58	4,59	6,21
1.3	Elektrownie inne odnawialne	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05
1.4	Elektrownie przemysłowe	5,15	5,15	5,17	5,44	5,71	5,52	5,63	5,64	5,76	6,03

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych zawartych w tabeli 1.

elektroenergetycznego przez Operatora Systemu Przesyłowego. Dane te, w niektórych przypadkach, mogą różnić się nieznacznie od danych podawanych w publikacji „Statystyka Elektroenergetyki Polskiej” wydawanej corocznie przez Agencję Rynku Energii SA.

Rozdział Bilans energii zawiera dane dotyczące struktury produkcji energii elektrycznej w elektrowniach krajowych, wielkości wymiany energii elektrycznej z zagranicą i krajowe zużycie energii.

Dane dotyczące struktury produkcji energii elektrycznej w elektrowniach krajowych zawierają dane o wielkości produkcji przez elektrownie zawodowe, w tym: wodne, na węglu kamiennym, na węglu brunatnym, gazowe; elektrownie wiatrowe; elektrownie inne odnawialne; elektrownie przemysłowe.

Wykorzystując dane z raportów miesięcznych Polskich Sieci Elektroenergetycznych SA, zostały przedstawione zmiany strukturalne, które następowały w produkcji energii elektrycznej w elektrowniach krajowych w latach 2006–2015. Tabela 1 zawiera wielkości produkcji energii elektrycznej przez poszczególne typy elektrowni wyrażone w jednostkach bezwzględnych [GWh], natomiast tabela 2 w jednostkach względnych odniesionych do całkowitej produkcji [%].

Tabela 3 zawiera dane mocy zainstalowanej, Tabela 4 dane dotyczące mocy osiągalnej, w krajowym systemie elektroenergetycznym według stanu na dzień 31.12.2014 i 31.12.2015 roku. W tabeli 5 podano średnie wielkości mocy dyspozycyjnej w szczycie wieczornym krajowego systemu elektroenergetycznego w 2014 i 2015 roku, natomiast w tabeli 6 przedstawiono średnie roczne wielkości mocy osiągalnej i dyspozycyjnej elektrowni krajowych z dobowych

TABELA 3. Moc zainstalowana według stanu na dzień 31.12.2014 i 31.12.2015

TABLE 3. Installed electric capacity in the days 31.12.2014 and 31.12.2015

L.p.	Wyszczególnienie	Moc zainstalowana			
		2014		2015	
		MW	%	MW	%
1	Ogółem (1.1 + 1.2 + 1.3)	38 121	100,00	40 445	100,00
1.1	Elektrownie zawodowe	31 631	82,98	31 927	78,94
	✧ wodne	2 369	6,21	2 290	5,66
	✧ na węglu kamiennym	18 995	49,83	19 348	47,84
	✧ na węglu brunatnym	9 268	24,31	9 290	22,97
	✧ gazowe	999	2,62	999	2,47
1.2	Elektrownie wiatrowe i inne odnawialne	3 877	10,17	5 687	14,06
1.3	Elektrownie przemysłowe	2 613	6,85	2 831	7,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Raportu Rocznoego PSE.

szczytów obciążenia dni roboczych w latach 2002–2015. Ponadto podano procentowe wskaźniki określone stosunkiem mocy dyspozycyjnej do mocy osiągalnej oraz stosunkiem zapotrzebowania na moc do mocy dyspozycyjnej.

TABELA 4. Moc osiągalna według stanu na dzień 31.12.2014 i 31.12.2015

TABLE 4. Available electric capacity in the days 31.12.2014 and 31.12.2015

L.p.	Wyszczególnienie	Moc osiągalna			
		2014		2015	
		MW	%	MW	%
1	Ogółem (1.1 + 1.2 + 1.3)	38 476	100,00	39 777	100,00
1.1	Elektrownie zawodowe	32 183	83,64	32 068	80,62
	✧ wodne	2 337	6,07	2 330	5,86
	✧ na węglu kamiennym	19 654	51,08	19 443	48,88
	✧ na węglu brunatnym	9 275	24,11	9 322	23,44
	✧ gazowe	917	2,38	973	2,45
1.2	Elektrownie wiatrowe i inne odnawialne	3 855	10,02	5 258	13,22
1.3	Elektrownie przemysłowe	2 438	6,34	2 451	6,16

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Raportu Rocznoego PSE.

TABELA 5. Średnia moc dyspozycyjna z dni roboczych w szczycie wieczornym w 2014 i 2015 roku

TABLE 5. Average disposal electric capacity in the worked days at night summit in the years 2014 and 2015

Wyszczególnienie	Średnia moc dyspozycyjna z dni roboczych szczyt wieczorny			
	2014		2015	
	MW	%	MW	%
Ogółem	26 365,6	100,0	26 763,2	100,0
✧ elektrownie ciepłe	22 333,2	84,7	22 470,5	84,0
✧ elektrownie wodne	2 089,8	7,9	1 986,8	7,4
✧ elektrownie wiatrowe	899,9	3,4	1 180,3	4,4
✧ elektrownie przemysłowe	1 042,7	4,0	1 125,6	4,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Raportu Rocznoego PSE.

TABELA 6. Średnia moc osiągalna, dyspozycyjna i zapotrzebowanie na moc z szczytów obciążenia dni roboczych w latach 2006–2015

TABLE 6. Average available capacity, disposal capacity and power demand at summit worked days at the period 2006–2015

Wyszczególnienie	Jedn.	2006	2008	2010	2012	2013	2014	2015
Moc osiągalna	MW	34 623	34 830	35 538	37 264	37 749	38 216	38 891
Moc dyspozycyjna	MW	27 114	25 829	26 126	26 699	26 651	26 383	26 782
Zapotrzebowanie na moc	MW	20 705	21 447	21 629	22 083	22 155	22 301	22 529
$k = \text{moc disp./moc osiągal.}$	%	78,3	74,2	73,5	71,6	70,6	69,0	68,9
$m = \text{zap. na moc/moc disp.}$	%	76,4	83,0	82,8	82,7	83,1	84,5	84,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Raportu Roczного PSE.

Definicje (wg Agencji Rynku Energii, Statystyka Elektroenergetyki Polskiej)

- ◆ **Moc zainstalowana elektrowni** – suma algebraiczna mocy zainstalowanych turbozespołów lub bloków stanowiących wyposażenie elektrowni.
- ◆ **Moc osiągalna elektrowni** – maksymalna moc trwała z jaką elektrownia może pracować przez określony w definicji czas przy dobrym stanie urządzeń i w normalnych warunkach. Dla elektrowni ciepłych czas nieprzerwanej pracy wynosi 15 godzin, dla elektrowni wodnych przepływowych 5 godzin, dla elektrowni szczytowo – pompowych 1 godzina.
- ◆ **Moc dyspozycyjna elektrowni** – moc elektryczna, która może być zadysponowana przez dyspozytora systemu przesyłowego w rzeczywistych warunkach eksploatacji.  
Maksymalne zapotrzebowanie mocy w 2014 roku wyniosło 25 533 MW w dniu 29.01.2014 (środa), natomiast w 2015 roku wyniosło 25 101 MW w dniu 7.01.2015 (środa).

### Analiza danych w tabeli 1

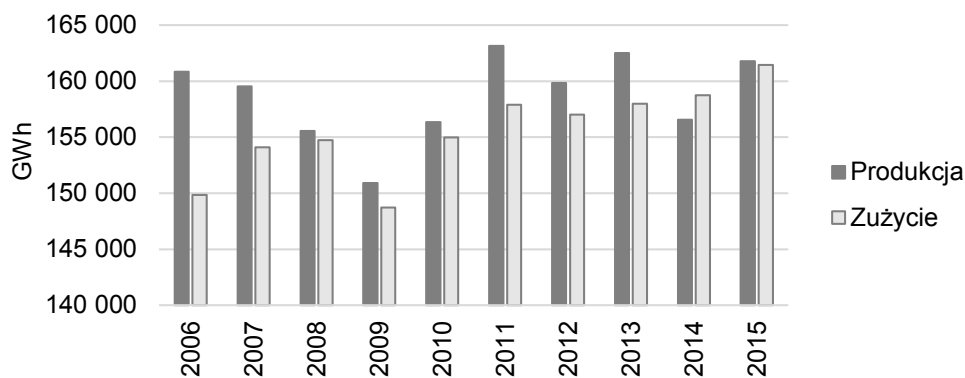
Z danych przedstawionych w tabeli 1 wynika, że w latach 2006–2015, w krajowym systemie elektroenergetycznym, produkcja i zużycie energii elektrycznej zmieniały się w granicach:

- ◆ produkcja energii elektrycznej:
  - ◆ min. 150 913 GWh (2009 r.),
  - ◆ max. 163 153 GWh (2011 r.),
- ◆ zużycie energii elektrycznej:
  - ◆ min. 148 718 GWh (2009 r.),
  - ◆ max. 161 438 GWh (2015 r.).

Oznacza to, że różnice między granicznymi wartościami były następujące:

- ◆ w produkcji energii elektrycznej 12 240 GWh,
- ◆ w zużyciu energii elektrycznej 12 720 GWh.

Krajowa produkcja energii elektrycznej w 2015 roku (161 772 GWh) w odniesieniu do 2006 roku (160 848 GWh) wzrosła o 924 GWh, a więc o 0,57% przy jednoczesnym wzroście zużycia energii elektrycznej o 11 591 GWh (od 149 847 GWh w 2005 r. do 161 438 GWh w 2015 r.) a więc o 7,74%. Wzrost krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną zwiększa się zdecydowanie szybciej niż rośnie krajowa produkcja. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że Polska w najbliższych latach stanie się importerem energii elektrycznej. Taki przypadek miał już miejsce w 2014 roku, import wyniósł 2167 GWh.



Rys. 1. Produkcja i zużycie energii elektrycznej w latach 2006–2015, GWh

Fig. 1. Electricity production and demand at the period 2006–2015

Na rysunku 1, zgodnie z danymi zawartymi w tabeli 1, jest przedstawiony wykres krajowej produkcji i zużycia energii elektrycznej w latach 2009–2015. Aproksymując wykres zużycia energii elektrycznej linią prostą przechodzącą przez dwa punkty: 2006 rok (149 847 GWh) i 2015 rok (161 438 GWh), uzyskuje się następujące równanie tej prostej:

$$y = 1287,89x + 149\,847 \text{ [GWh]} \quad (1)$$

w którym:

- $y$  – krajowe zużycie energii elektrycznej [GWh],
- $x$  – rok zużycia energii elektrycznej:
  - $x = 0$  oznacza 2006 rok,
  - $x = 1$  oznacza 2007 rok,
  - $x = 9$  oznacza 2015 rok.

Odchylenia  $\Delta$  krajowego zużycia energii elektrycznej dla lat 2006–2015, wynikające z aproksymacji linią prostą (1), od wartości rzeczywistych są następujące:

- ◆ 2006:  $\Delta = 149\,847 - 149\,847 = 0$  [GWh],
- ◆ 2007:  $\Delta = 151\,135 - 154\,091 = -2956$  [GWh],
- ◆ 2008:  $\Delta = 152\,423 - 154\,755 = -2332$  [GWh],
- ◆ 2009:  $\Delta = 153\,711 - 148\,718 = 4993$  [GWh],
- ◆ 2010:  $\Delta = 154\,999 - 154\,988 = 11$  [GWh],
- ◆ 2011:  $\Delta = 156\,286 - 157\,910 = -1624$  [GWh],
- ◆ 2012:  $\Delta = 157\,574 - 157\,013 = 561$  [GWh],
- ◆ 2013:  $\Delta = 158\,862 - 157\,980 = 882$  [GWh],
- ◆ 2014:  $\Delta = 160\,150 - 158\,734 = 1416$  [GWh],
- ◆ 2015:  $\Delta = 161\,438 - 161\,438 = 0$  [GWh].

Dokonując prognozy krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną za pomocą równania (1), otrzymuje się:

- ◆ dla 2020 roku  $y = 167\,877$  [GWh],
- ◆ dla 2025 roku  $y = 174\,317$  [GWh].

W pracy (Maciejewski 2005) została przedstawiona autorska prognoza krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2010–2025 (tab. 7).

TABELA 7. Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną wykonana w 2005 roku

TABLE 7. Forecasted electricity demand prepared in 2005

Rok prognozy	2010	2015	2020	2025
Prognoza dolna [TWh]	153,33	160,15	166,25	171,51
Prognoza górna [TWh]	155,08	163,40	170,88	177,39

Źródło: Maciejewski 2005.

Z danych zawartych w tabelach 1 i 3 wynika, że prognozy krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata:

$$2010 (153\,330 \text{ GWh} < \mathbf{154\,988 \text{ GWh}} < 155\,080 \text{ GWh})$$

i

$$2015 (160\,150 \text{ GWh} < \mathbf{161\,438 \text{ GWh}} < 163\,400 \text{ GWh})$$

są zgodne z danymi rzeczywistymi. Świadczy to o poprawności prognoz wykonanych w 2005 roku.

Prognozy krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2020 i 2025, wykonane za pomocą równania (1), są również zgodne z prognozami wykonanymi w 2005 roku:

- ◆ dla 2020 roku –  $(166\,250 \text{ GWh} < \mathbf{167\,877 \text{ GWh}} < 170\,880 \text{ GWh})$
- ◆ dla 2025 roku –  $(171\,510 \text{ GWh} < \mathbf{174\,317 \text{ GWh}} < 177\,390 \text{ GWh})$ .



Należy zatem uznać, że wykonane w 2005 roku prognozy krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2020 i 2025 są nadal aktualne i wiarygodne.

Krajowa produkcja energii elektrycznej w elektrowniach zawodowych w latach 2006–2015 zmieniła się od 152 498 TWh w 2006 roku (wartość max) do 140 290 TWh w 2014 roku (wartość min.). W 2015 roku produkcja energii elektrycznej w elektrowniach zawodowych wyniosła 141 901 TWh. Oznacza to, że w okresie 2006–2015 nastąpił w skali rocznej spadek krajowej produkcji energii elektrycznej w elektrowniach zawodowych o 10 597 TWh, a więc o 6,95%.

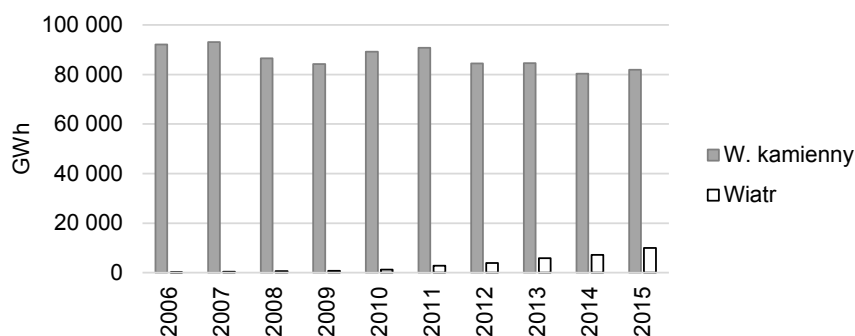
Po raz pierwszy w 2006 roku elektrownie wiatrowe wyprodukowały 69 GWh energii elektrycznej. Od tego roku następuje stały wzrost produkcji energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych, która w 2015 roku osiągnęła wielkość 10 041 GWh. Całkowita krajowa produkcja energii elektrycznej w 2015 roku wyniosła 161 772 GWh, co oznacza, że elektrownie wiatrowe miały 6,21% udziału w krajowym rynku produkcji energii elektrycznej (tab. 2).

W 2014 roku przy całkowitej krajowej produkcji energii elektrycznej wynoszącej 156 567 GWh, elektrownie wiatrowe wyprodukowały 7184 GWh. Oznacza to, że w 2015 roku krajowa produkcja energii elektrycznej przez elektrownie wiatrowe w porównaniu do 2014 roku wzrosła o prawie 40%. Od 2011 roku w krajowym systemie elektroenergetycznym następuje stały dynamiczny wzrost udziału elektrowni wiatrowych w krajowym rynku energii elektrycznej.

Na rysunku 2, zgodnie z danymi zawartymi w tabeli 1, jest przedstawiony wykres krajowej produkcji energii elektrycznej z węgla kamiennego i z elektrowni wiatrowych w latach 2006–2015. W omawianym okresie nastąpiło zmniejszenie produkcji energii elektrycznej z zawodowych elektrowni na węglu kamiennym od 92 112 GWh w 2006 roku do 81 883 GWh w 2015 roku, a więc o 11,2%, przy jednoczesnym wzroście produkcji z elektrowni wiatrowych od 69 GWh w 2006 roku do 10 041 GWh w 2015 roku.

Spadek produkcji energii elektrycznej z zawodowych elektrowni na węgiel kamienny jest rekompensowany przez elektrownie wiatrowe; łączna produkcja energii elektrycznej z tych źródeł utrzymuje się na stałym poziomie:

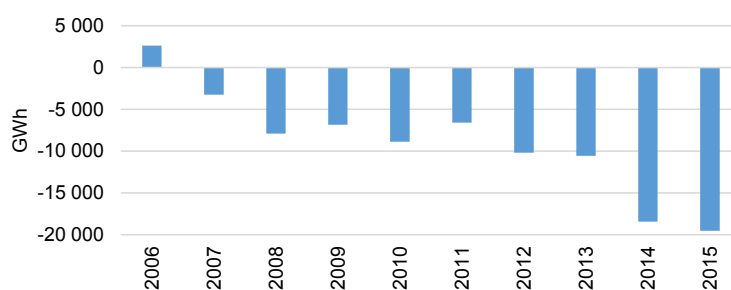
- ◆ 92 181 GWh w 2006 roku,
- ◆ 91 924 GWh w 2015 roku.



Rys. 2. Produkcja energii elektrycznej z elektrowni zawodowych na węglu kamiennym i wiatrowych w latach 2006–2015, GWh

Fig. 2. Electricity production by public hard coal and wind plants at the period 2006–2015

Na rysunku 3, zgodnie z danymi zawartymi w tabeli 1, jest przedstawiona różnica między produkcją energii elektrycznej przez elektrownie zawodowe a krajowym zużyciem w latach 2006–2015. Wynika stąd, że ostatnim rokiem, w którym produkcja energii elektrycznej z elektrowni zawodowych pokryła krajowe zapotrzebowanie na energię elektryczną był 2006 rok. Od tego roku następuję stale wzrastający deficyt energii elektrycznej wytwarzanej przez elektrownie zawodowe w odniesieniu do krajowego zapotrzebowania, który w 2015 roku osiągnął 19 537 GWh, przy praktycznie zbilansowanej wymianie energii elektrycznej z zagranicą (-334 GWh). Deficyt ten ma tendencję wzrastającą (rys. 3), obniżając bezpieczeństwo elektroenergetyczne kraju, szczególnie w przypadku importu energii elektrycznej z zagranicy. Przypadek taki miał już miejsce w 2014 roku, import wyniósł 2167 GWh (tab. 1).



Rys. 3. Różnica między energią elektryczną wyprodukowaną przez elektrownie zawodowe i zużyciem w latach 2006–2015, GWh

Fig. 3. Difference between the electricity production from public plants and demand electricity at the period 2006–2015

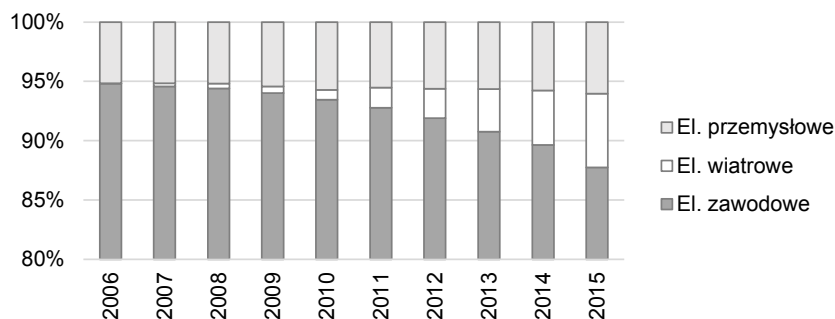
## Analiza danych w tabeli 2

W tabeli 2 jest przedstawiona procentowa struktura produkcji energii elektrycznej w elektrowniach krajowych w latach 2006–2015.

Od 2006 roku następuje stały spadek udziału elektrowni zawodowych w krajowej produkcji energii elektrycznej. Spadek ten następował od 94,81% w 2006 roku do 87,72% w 2015 roku (rys. 4), przy równoczesnym od 2006 roku stałym wzroście udziału elektrowni wiatrowych, który w 2015 roku osiągnął wartość 6,21% (rys. 4).

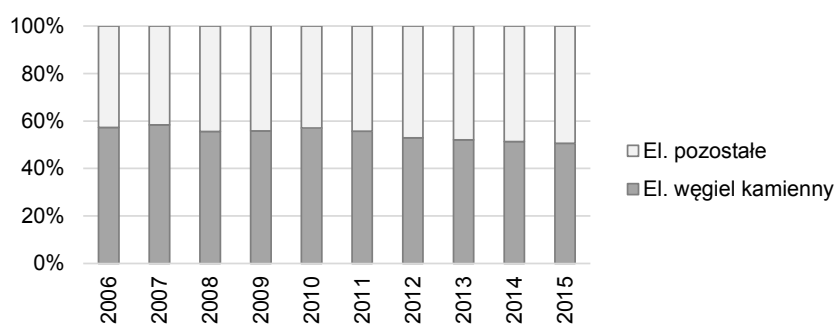
Od 2006 roku następuje również stały spadek udziału elektrowni zawodowych pracujących na węglu kamiennym w krajowej produkcji energii elektrycznej. Spadek ten następował od 57,27% w 2006 roku do 50,62% w 2015 tj. o 6,65% (rys. 5).

Przyjmując, że tendencje te utrzymają się do 2025 roku oraz uwzględniając prognozę przedstawioną w tabeli 7, otrzymuje się następujące prognozy udziału elektrowni zawodowych na węgiel kamienny i elektrowni wiatrowych w krajowym zapotrzebowaniu na energię elektryczną, które są przedstawione w tabeli 8.



Rys. 4. Struktura produkcji energii elektrycznej w latach 2006–2015

Fig. 4. Structure of electricity production at the period 2006–2015



Rys. 5. Udział elektrowni zawodowych na węglu kamiennym w produkcji energii elektrycznej w latach 2006–2015

Fig. 5. Participation public hard coal plants at the electricity production in the years 2006–2015

TABELA 8. Prognoza zapotrzebowania na energię elektryczną z elektrowni zawodowych pracujących na węglu kamiennym i z elektrowni wiatrowych

TABLE 8. Forecast of electricity demand from public hard coal and wind plants

Rok prognozy		2020	2025
Węgiel kamienny	Prognoza dolna [TWh]	78,63	75,41
	Prognoza górna [TWh]	80,82	78,00
Energia wiatrowa	Prognoza dolna [TWh]	15,49	21,30
	Prognoza górna [TWh]	15,92	22,03

Źródło: opracowanie własne.

Z prognoz, które są przedstawione w tabeli 8 wynika, że mimo przewidywanego wzrostu krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną, udział elektrowni pracujących na węglu kamiennym w pokryciu tego zapotrzebowania do 2025 roku będzie mały. Oznacza to zmniejszenie zapotrzebowania przez krajową elektroenergetykę na węgiel kamienny, co ma istotny wpływ na politykę energetyczną kraju.

### Analiza danych w tabelach 4, 5 i 6

Z danych przedstawionych w tabeli 4 wynika, że w 2015 roku moc osiągalna krajowego systemu elektroenergetycznego (39 777 MW) zdecydowanie przekroczyła maksymalne zapotrzebowanie mocy (25 101 MW) o ponad 50%. Jest to wielkość, która powinna zapewniać bezpieczeństwo elektroenergetyczne kraju.

Natomiast istnieje znaczna dysproporcja między mocą osiągalną (39 777 MW) a średnią mocą dyspozycyjną z dni roboczych w szczycie wieczornym (26 782 MW, tab. 6). Nadwyżka średniej mocy dyspozycyjnej z dni roboczych w szczycie wieczornym a maksymalnym zapotrzebowaniem mocy wynosi tylko 6,7%. Jest to wielkość, która nie spełnia wymagań dla zapewnienia bezpieczeństwa elektroenergetycznego kraju. Minimalna wielkość tej nadwyżki powinna wynosić 10% co oznacza, że średnia wielkość mocy dyspozycyjnej w szczycie wieczornym powinna osiągać wielkość ponad 29 460 MW.

Z porównania danych dla 2015 roku (tab. 4 i 5) wynika, że z elektrowni zawodowych, których moc osiągalna wynosi 80,62% całkowitej mocy osiągalnej, uzyskuje się 91,38% pokrycia krajowego zapotrzebowania na średnią moc dyspozycyjną w szczycie wieczornym dni roboczych. Natomiast przy mocy osiągalnej elektrowni wiatrowych i innych odnawialnych wynoszącej 13,22%, uzyskuje się tylko 4,41% pokrycia zapotrzebowania na średnią moc dyspozycyjną w szczycie wieczornym dni roboczych. Oznacza to zdecydowanie mniejszą dyspozycyjność elektrowni wiatrowych i innych odnawialnych w porównaniu z elektrowniami zawodowymi. Wraz ze wzrostem mocy zainstalowanej w elektrowniach wiatrowych i innych odnawialnych, dla zapewnienia bezpieczeństwa elektroenergetycznego kraju, należy również uruchamiać elektrownie zawodowe o dużej dyspozycyjności (elektrownie gazowe, szczytowo-pompowe).

W tabeli 6 przedstawiono średnie roczne wielkości mocy osiągalnej i dyspozycyjnej elektrowni krajowych z dobowych szczytów obciążenia dni roboczych oraz zapotrzebowania na moc krajowego systemu elektroenergetycznego w latach 2006–2015. Na tej podstawie określono dwa wskaźniki:

$$k = \frac{\text{moc dyspozycyjna}}{\text{moc osiągalna}} 100\% \qquad m = \frac{\text{zapotrzebowanie na moc}}{\text{moc dyspozycyjna}} 100\%$$

Wskaźnik  $k$ , określający relację mocy dyspozycyjnej do osiągalnej, był monotoniczną funkcją malejącą od 78,3% w 2006 roku do 68,9% w 2015 roku, natomiast wskaźnik  $m$ , określający

relację zapotrzebowania na moc do mocy dyspozycyjnej, w tym samym okresie był monotoniczną funkcją rosnącą od 76,4% do 84,1%. Wielkości zmian tych wskaźników oznaczają stałą zmniejszającą się zdolność systemu elektroenergetycznego do pokrycia krajowego zapotrzebowania na moc. Stanowi to stałe obniżanie bezpieczeństwa elektroenergetycznego kraju.

## Zakończenie

1. Od 2006 do 2015 roku nastąpił spadek udziału elektrowni zawodowych w krajowej produkcji energii elektrycznej pod względem ilościowym od 152,5 TWh do 141,9 TWh jak i procentowym od 94,8% do 87,7%. Zmniejszenie to nastąpiło przy jednoczesnym zwiększeniu krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną od 149,8 TWh do 161,4 TWh. Rok 2006 był ostatnim w omawianym okresie, w którym produkcja energii elektrycznej z elektrowni zawodowych pokryła krajowe zapotrzebowanie na energię elektryczną. W 2015 roku elektrownie zawodowe pokryły krajowe zapotrzebowanie na energię elektryczną w 87,9%.
2. Od 2006 do 2015 roku nastąpił spadek udziału elektrowni zawodowych pracujących na węglu kamiennym w krajowej produkcji energii elektrycznej z 92,1 TWh do 81,9 TWh. Oznacza to zmniejszenie procentowe tego udziału w krajowej produkcji energii elektrycznej z 57,27% do 50,62%.
3. Od 2006 roku następuje stały wzrost produkcji energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych. W 2015 roku produkcja tej energii osiągnęła wartość ponad 10 TWh co stanowi 6,21% krajowej produkcji.
4. Zmniejszający się w omawianym okresie udział mocy dyspozycyjnej w odniesieniu do mocy osiągalnej oraz zwiększające się zapotrzebowanie na moc względem mocy dyspozycyjnej wskazują na obniżanie poziomu bezpieczeństwa elektroenergetycznego kraju.
5. Należy przewidywać, że w perspektywie najbliższych dziesięciu lat udział elektrowni pracujących na węglu kamiennym w krajowej produkcji energii elektrycznej będzie systematycznie malał. Będzie to miało istotny wpływ na politykę energetyczną kraju.

## Literatura

- PSE OPERATOR, Raporty Roczne, 2006–2015, Warszawa.
- AGENCJA RYNKU ENERGII SA, 2012. *Statystyka elektroenergetyki polskiej*. Warszawa.
- MACIEJEWSKI, Z. 2005. Prognozy a możliwości krajowego systemu elektroenergetycznego. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 8, z. spec., Kraków: Wyd. IGSMiE PAN.

Zygmunt MACIEJEWSKI

## Energy and capacity of the Polish Power System in the years 2006–2015

### Abstract

On the basis of published data by Polish Grid Company the chosen information about the Polish Power System at the period 2006–2015 have been analysed. This information concern: electricity production, electricity demand, abroad exchange electricity and installed electric capacity, available electric capacity, disposal electric capacity. This analysis permit for presentation certain comment on security of the Polish Power System. Also the forecast of domestic electricity demand until 2025 year are given.

KEYWORDS: power system, electricity, electricity power, forecasting