

Zbigniew KASZTELEWICZ*, Szymon SYPNIEWSKI**

Prognoza wykorzystania energii z węgla i innych źródeł w światowej gospodarce i w Polsce

Streszczenie: W ostatnich kilkudziesięciu latach można było zaobserwować gwałtowny rozwój światowej gospodarki, połączony ze wzrostem zużycia energii elektrycznej zarówno w dojrzałych gospodarkach, jak i w państwach rozwijających się. Bazując na dostępnych źródłach i prognozach autorzy artykułu przedstawili aktualne trendy w wykorzystywaniu różnych źródeł i paliw do produkcji energii elektrycznej na świecie i w Polsce. Światowy kryzys gospodarczy nieco zahamował wzrost zapotrzebowania na energię, ale należy przypuszczać, że będzie to efekt jedynie krótkotrwały. Świat, w tym szczególnie kraje rozwijające się, jak Indie czy Chiny, gwałtownie zwiększa swój popyt na energię. Wobec braku konsensusu w sprawie ograniczania emisji CO₂ najbardziej realistyczne do spełnienia prognozy przewidują, że będzie następował dalszy wzrost znaczenia paliw kopalnych, w tym szczególnie węgla. Stawia to nasz kraj, posiadający duże zasoby tego surowca, w uprzywilejowanej pozycji wobec innych państw europejskich, w dużym stopniu uzależnionych od importu surowców. Tymczasem polityka energetyczna zakłada redukcję wydobycia węgla. Scenariusz ten, szczegółowo przedstawiony w artykule, ma obecnie duże szanse na ziszczenie się wobec zakładanej przez rząd rezygnacji z większego wykorzystania krajowych zasobów surowców energetycznych na rzecz opierania produkcji energii na technologiach i źródłach importowanych. Podejście takie powoduje eksport zarówno kapitału, jak i miejsc pracy poza granice Polski. Nie służy również budowaniu bezpieczeństwa energetycznego, wystawiając nas na zwiększone ryzyko geopolityczne. Podejście takie zdaniem autorów jest niezrozumiałe, zwłaszcza wobec faktów – przedstawionych w artykule – pokazujących, że obecnie zużycie energii na mieszkańca jest w Polsce ponad dwukrotnie niższe niż w grupie najbardziej przemysłowych państw świata i o około jedną trzecią niższe niż średnia dla wszystkich krajów członkowskich Unii Europejskiej. Należy więc przypuszczać, że wielkość ta będzie rosła, jeśli celem ma być osiągnięcie w Polsce poziomu życia porównywalnego do poziomu w czołowych krajach OECD.

Słowa kluczowe: węgiel, energetyka, wykorzystanie energii

* Dr hab. inż., prof. AGH, ** Mgr inż., Katedra Górnictwa Odkrywkowego, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie; email: kasztel@agh.edu.pl, Szymon.Sypniowski@agh.edu.pl

Prognosis of energy use from coal and other sources in global economy and in Poland

Abstract: In the last few dozens of years we have seen rapid growth of the global economy, coupled with the increase of electricity consumption, both in mature economies and developing countries. Basing on available sources and forecasts the authors describe current trends in the use of different sources and fuels for electricity production in Poland and abroad. The global economic crisis a bit inhibited growth in the demand for energy, but it appears likely that this will be only a short-term effect. The world, especially developing countries like India and China, is rapidly increasing its demand for energy. In the absence of consensus on limiting CO₂ emissions, the most realistic forecasts show that further increase of the importance of fossil fuels, especially coal, will follow. This puts our country, with large reserves of this fuel, in a privileged position in relation to other European countries, that depend heavily on imported minerals. Meanwhile, energy policy assumes a reduction in coal mining. This scenario, described in the article, now has a good chance of realization due to the assumption made by the Government to abandon the greater use of domestic energy resources for energy production and replace them with imported technologies and sources. This approach results in exports of both capital and jobs outside of Polish borders. It is neither building energy security, nor reducing our exposure to increased geopolitical risk. This approach, according to the authors is incomprehensible, especially given the facts – presented in the article – showing that the current per capita energy consumption in Poland is more than two times lower than in most industrialized countries in the world and about one-third lower than the average for all EU member states. It is therefore assumed that this figure will grow if our goal is to adjust the standard of living in Poland to standards in the leading OECD countries.

Key words: coal, energy sector, use of energy

1. Światowa i europejska produkcja energii elektrycznej

W pierwszych dekadach XX w. pomimo dość szybkiego wzrostu zastosowań elektroenergetycznych, światowa produkcja energii elektrycznej była mała i przed II wojną światową w 1937 roku osiągnęła zaledwie około 500 TWh. Szczególnie szybki rozwój produkcji energii elektrycznej wystąpił po II wojnie światowej. W 1950 r. światowa produkcja energii elektrycznej wynosiła 959 TWh, a w 1970 r. wzrosła do 4 908 TWh (Gabryś 2010). Szeroka skala zastosowań energii elektrycznej spowodowała, że wiek XX jest często nazywany wiekiem elektryczności. Wysoki wzrost światowej produkcji energii elektrycznej występował w ostatnich trzech dekadach XX w., jak również w pierwszych latach XXI wieku. W tabeli 1 przedstawiono na tle wzrostu ludności na świecie rozwój światowej produkcji energii elektrycznej od 1860 do 2006 roku.

W tabeli 2 przedstawiono udział paliw do produkcji energii elektrycznej w latach 1971–2006. Z powyższych danych wynika, że udział węgla nieco wzrósł z poziomu 40% w 1971 roku do 41% w 2006 r. Udział paliw ciekłych i energii wodnej zmalał, a paliwa jądrowego i energii odnawialnej wzrósł.

Zużycie energii elektrycznej na osobę omówiono w tabeli 3. Z powyższych danych wynika, że największe zużycie na mieszkańca jest w Islandii – ponad 31 000 kWh/osobę, a najmniejsze w krajach afrykańskich, takich jak Etiopia czy Erytrea – od 30–50 kWh/osobę. Polska zajmuje jedno z ostatnich miejsc w Europie ze zużyciem około 3 660 kWh/osobę.

Na rysunku 1 przedstawiono średnie zużycie energii elektrycznej na osobę w Polsce, UE i w krajach OECD w 2007 r. Wskazuje to na wyraźną potrzebę wzrostu produkcji energii elektrycznej w Polsce, gdyż prawdopodobny jest wyraźny wzrost *per capita* do poziomu średnioeuropejskiego.

TABELA 1. Światowa produkcja energii elektrycznej w latach 1860–2006

TABLE 1. Global electricity production in the years 1860–2006

Lata	Ludność [mln]	Produkcja energii elektrycznej [TWh]	Energia elektryczna [MWh/osobę]
1860	≈1 260	–	–
1913	≈1 721	bd	bd
1937	2 134	≈500	≈ 0,23
1950	2 513	959	0,38
1960	3 027	2 399	0,81
1970	3 678	4 908	1,31
1980	4 438	8 269	1,86
1990	5 252	11 811	2,25
2000	6 073	15 380	2,53
2006	6 536	18 930	2,90

bd – brak danych

Źródło: Soliński 2010a

TABELA 2. Udział poszczególnych paliw w światowej produkcji energii elektrycznej w latach 1971 i 2006

TABLE 2. The share of individual fuels in the global production of electricity in 1971 and 2006

Wyszczególnienie	Udział	
	[%]	
	1971	2006
Węgiel	40,0	41,0
Paliwa ciekłe	20,9	5,8
Gaz ziemny	19,3	20,1
Paliwo jądrowe	2,1	14,8
Woda	23,0	16,0
Odnawialne i pozostałe źródła	0,7	2,3
Razem	100,0	100,0

Źródło: Soliński 2010a

Tabela 4 przedstawia produkcję energii elektrycznej w wybranych krajach w okresie od 1971 do 2006 roku. W powyższym okresie świat zwiększył produkcję energii elektrycznej o 360%, a Polska o 230%.

W tabeli 5 przedstawiono strukturę produkcji energii elektrycznej według paliw w UE-27 w 2007 r. Udział węgla w produkcji energii elektrycznej jest największy i wynosi 29,0%. Na drugim miejscu jest paliwo jądrowe 28%, a dalsze miejsce zajmuje gaz 23%, energia odnawialna 20,8% i paliwa ciekłe 3%.

Rysunek 2 przedstawia zależność od importu paliw w największych krajach UE. Z powyższych danych widać bardzo małe uzależnienie Polski od importu, przykładowo trzy razy mniejsze niż w przypadku Niemiec.

TABELA 3. Kraje o najwyższym i najniższym zużyciu energii elektrycznej *per capita* w latach 1971 i 2006TABLE 3. Countries with the highest and the lowest electricity consumption *per capita* in 1971 and 2006

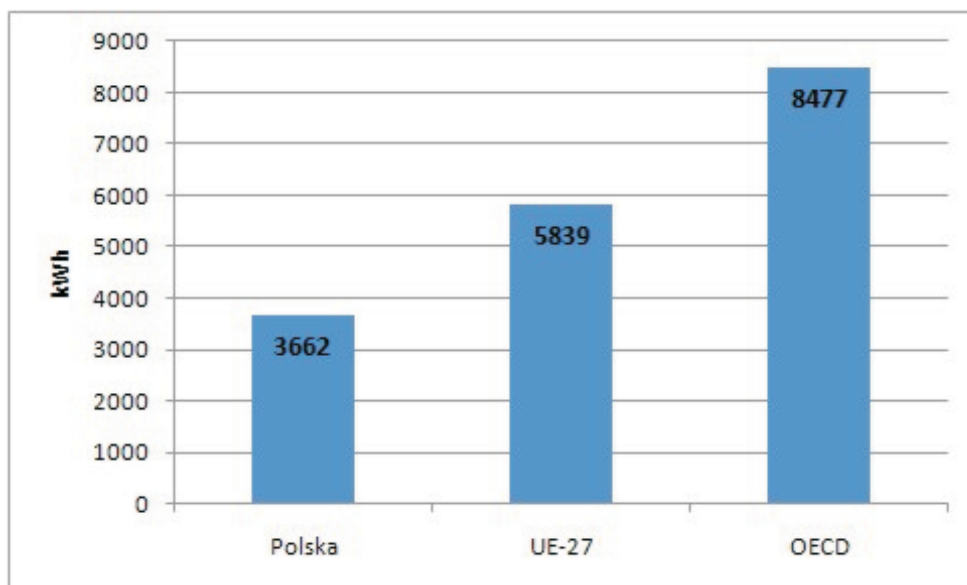
Wyszczególnienie	Zużycie energii elektrycznej [kWh/osobę]	
	1971	2006
A. Kraje o najwyższych wskaźnikach zużycia		
Islandia	bd	31 308
Norwegia	bd	24 275
Kanada	9 167	16 776
Szwecja	7 674	15 230
USA	7 516	13 515
Australia	3 527	11 309
Japonia	3 447	8 220
Francja	2 744	7 585
Niemcy	4 063	7 175
Polska	bd	3 662
B. Kraje o najniższych wskaźnikach zużycia		
Etiopia	19	34
Erytrea	–	53
Sudan	25	94
Jemen	33	190
Bangladesz	10	146
Senegal	75	150
Pakistan	89	490
Indie	99	503

bd – brak danych.

Źródło: Soliński 2010a

Innym strategicznym zagadnieniem jest problem uzależnienia się od importu surowców energetycznych. W najgorszej sytuacji są kraje europejskie. W okresie do 2030 roku w krajach EU uzależnienie wynosić będzie około 70 %. Najgorsza sytuacja przedstawiać się będzie w przypadku ropy naftowej – deficyt sięgnie blisko 90%.

Dziś kraje wysoko rozwinięte z producentów zmieniły się w największych importerów surowców energetycznych, co niestety może negatywnie wpłynąć na ich stabilną sytuację ekonomiczną. Tym bardziej widać zwiększającą się rolę rodzimych surowców energetycznych, mogących z powodzeniem zastąpić dotychczasowe dostawy ropy i gazu dla krajów wysoko rozwiniętych.



Rys. 1. Zużycie energii elektrycznej *per capita* w Polsce, w krajach UE-27 i w krajach OECD w 2007 r. (Soliński 2010a)

Fig. 1. Electricity consumption *per capita* in Poland, in EU-27 and OECD Countries in 2007

2. Prognozy zapotrzebowania na energię pierwotną i energię elektryczną na świecie

Dla rozwoju świata niezwykle ważna jest odpowiedź na pytanie: jakie będzie zużycie energii w świecie i poszczególnych krajach za kilkanaście, kilkadziesiąt lat? Różne instytucje między innymi: Międzynarodowa Agencja Energii (IEA), Światowa Rada Energetyczna (WEC), Komisja Europejska, Międzynarodowy Instytut Badań Systemowych (IIASA), Departament Energii USA (DOE) oraz przedsiębiorstwa prowadzące międzynarodową działalność (BP, Shell itp.) dokonują co pewien czas prognozy zużycia energii w świecie. Opracowanie wiarygodnej prognozy zużycia energii pierwotnej jest niezwykle skomplikowanym zadaniem, bowiem na tę prognozę ma wpływ szereg czynników trudnych do oszacowania, między innymi: prognoza rozwoju gospodarczego świata, wzrost ludności, zmiany klimatyczne itp.

Horyzont prognoz większości opracowań wynosi od 20 do 30 lat, maksymalnie 50 lat. Przy wykorzystywaniu i interpretowaniu tych opracowań nie wolno zapominać o tym, że często ich autorzy (wydawcy) realizują też pewne zamiary polityczne i nie zawsze przedstawiają obiektywnie rozwój rynków energetycznych. Ze względu na swą funkcję są raczej zainteresowani tym, aby krytycznie przedstawić sytuację i rozwój światowego zaopatrzenia w energię, nawet bardziej niż jest to w rzeczywistości.

W przypadku podstawowych danych wyjściowych do prognoz takich jak rozwój ludności świata i gospodarki światowej przyjmowane założenia na ogół są zbliżone. Zakłada się, że ludność świata będzie do roku 2030 przyrastać w tempie 1% rocznie (w 2030 roku –

TABELA 4. Produkcja energii elektrycznej w wybranych krajach w latach 1971 i 2006

TABLE 4. Electricity production in selected countries in 1971 and 2006

Regiony	Produkcja energii elektrycznej [TWh]		1971 = 100 [%]
	1971	2006	
Świat	5 248	18 930	360
OECD razem, w tym:	3 821	10 460	273
Australia	53	251	414
Kanada	222	612	276
Czechy	36	84	233
Francja	152	569	365
Niemcy	327	629	192
Włochy	124	308	248
Japonia	383	1 091	285
Korea Płd.	11	402	3 654
Meksyk	31	250	806
Polska	70	161	230
Hiszpania	62	299	482
Szwecja	67	143	213
Wielka Brytania	256	394	154
USA	1 703	4 274	251
Kraje spoza OECD razem w tym:	1 427	8 470	594
Egipt	8	115	1 437
Płd. Afryka	55	252	458
Argentyna	23	115	500
Brazylia	52	419	805
Indie	66	744	1 127
Indonezja	3	133	4 433
Tajwan	16	232	1 546
Pakistan	8	98	1 225
Tajlandia	5	138	2 760
Chiny	144	2 903	2 016
b. ZSRR	801	1 455	182
Iran	8	201	2 512
Arabia Saudyjska	2	180	9 000

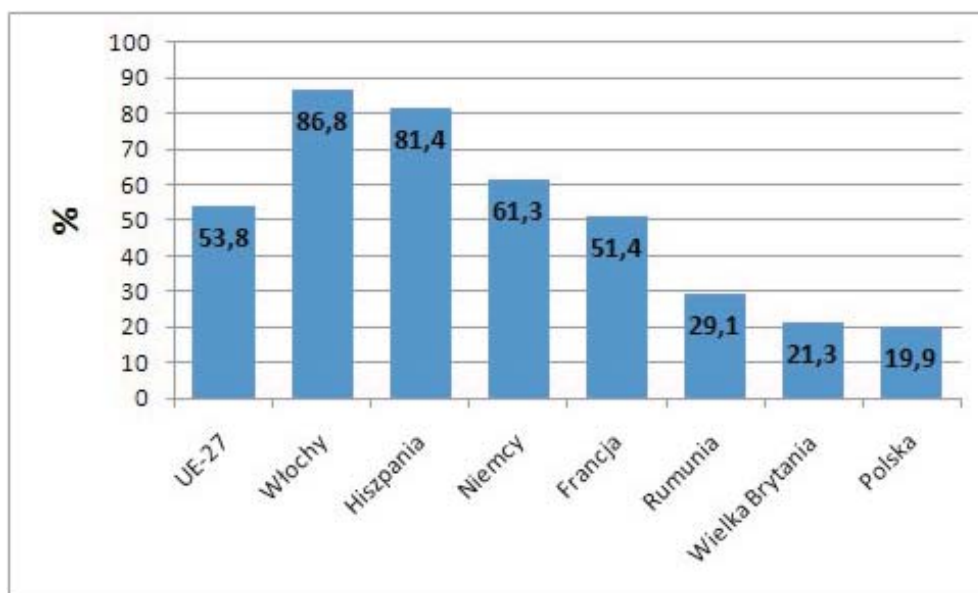
Źródło: Soliński 2010a

TABELA 5. Struktura produkcji energii elektrycznej według paliw w UE-27 w 2007 r.

TABLE 5. The structure of electricity production by fuels in EU-27 in 2007

Kraj	Udział [%]				
	Węgiel	Paliwa ciekłe	Gaz	Energetyka jądrowa	Źródła odnawialne
Belgia	7,3	0,9	30,7	22,2	6,8
Bułgaria	51,7	1,3	5,6	33,8	7,5
Republika Czeska	61,0	0,1	4,8	29,7	4,4
Dania	50,8	2,8	17,7	–	28,7
Niemcy	47,3	1,8	13,3	22,2	15,5
Estonia	93,7	0,3	4,8	–	1,2
Irlandia	27,2	7,0	54,8	–	11,0
Grecja	54,8	15,2	21,7	–	8,5
Hiszpania	24,1	6,1	31,0	18,2	20,5
Francja	4,3	1,1	4,5	77,2	13,0
Włochy	14,1	11,3	56,8	–	17,9
Cypr	–	100,0	–	–	–
Łotwa	–	0,4	40,3	–	59,3
Litwa	0,1	2,9	17,2	70,2	9,6
Luksemburg	–	–	72,7	–	27,2
Węgry	18,5	1,3	38,4	36,7	5,1
Malta	–	100,0	–	–	–
Holandia	24,1	2,2	60,6	4,1	9,0
Austria	9,9	2,0	17,7	–	70,4
Polska	91,4	1,4	3,2	–	4,0
Portugalia	26,3	10,3	27,8	–	35,6
Rumunia	40,7	1,8	19,1	12,5	26,0
Słowenia	36,5	0,2	3,0	37,9	22,4
Słowacja	17,1	2,5	7,3	54,7	18,5
Finlandia	26,3	0,6	13,7	28,8	30,6
Szwecja	0,4	0,7	1,0	45,0	52,8
Wielka Brytania	34,5	1,2	41,9	15,9	6,4
EU-27	29,0	3,0	23,0	28,0	20,8

Źródło: Soliński 2010a



Rys. 2. Zależność od importu paliw największych krajów UE w 2007 roku [%] (Soliński 2010a)

Fig. 2. Dependence on fuel imports of the biggest EU countries in 2007 [%]

8,2 mld), a rozwój gospodarczy wyrażony jako parytet siły nabywczej będzie charakteryzował się dynamiką około 3,1% w ciągu roku.

Prognozy z roku 2004, 2005, 2008 i 2009 określają przyrost zużycia energii w różnych scenariuszach do 2030 roku od 1,5% do 2,5%.

Rozbieżności powyższych opracowań są znacznie większe w przypadku prognozy rozwoju zużycia poszczególnych paliw pierwotnych na świecie. Porównanie ich jest jednak utrudnione, ponieważ same dane wyjściowe nie dają jednolitego obrazu.

W statystykach i opracowaniach dotyczących zużycia poszczególnych nośników energii pierwotnej, zużycie węgla traktowane jest łącznie dla węgla kamiennego i brunatnego. Z tych też względów rozdzielanie tych dwóch paliw jest trudne, a podawane dane zarówno co do zasobów, jak również produkcji i zużycia przyjmować należy jak przybliżone, między innymi ze względu na niejednolite kryteria podziału na te paliwa.

Autorzy artykułu opierają się na prognozach i scenariuszach zapotrzebowania na energię pierwotną i energię elektryczną na świecie opracowaną przez Międzynarodową Agencję Energii w prezentowanym wydaniu z 2009 r. World Energy Outlook (WEO-2009). Powyższe opracowanie opiera się na materiałach źródłowych Światowej Rady Energetycznej, Organizacji Narodów Zjednoczonych, Międzynarodowej Agencji Energii oraz Unii Europejskiej. Materiał powyższy upublicznił Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej w monografii pt. „Światowy i polski sektor energii: historia, teraźniejszość, prognoza do 2030 roku” (Solinski 2010a).

Podstawą do analizy scenariuszy rozwoju światowego sektora energii do 2030 roku jest udział poszczególnych paliw w produkcji energii elektrycznej w 2006 roku (tab. 2). Z podanych informacji wynika, że w okresie 1971–2006 rok pozycja węgla jako paliwa do

produkcji energii elektrycznej się umocniła i obecnie stanowi 41%. Pozostałe stanowią: ropa naftowa – 5,8%, gaz – 20,1%, energia jądrowa – 14,8%, energia wodna – 16% i inne OZE – 2,3%. Ten stan dobitnie eliminuje doniesienia niektórych ekspertów o słabnącej roli węgla jako strategicznego paliwa dla produkcji energii elektrycznej na świecie.

Prognoza Międzynarodowej Agencji Energii z 2009 roku przedstawia dwa scenariusze rozwoju światowego sektora energii do 2030 roku:

- Scenariusz Referencyjny,
- Scenariusz 450.

W Scenariuszu Referencyjnym założono, że główną rolę w zaspokojeniu potrzeb energetycznych świata będą spełniać paliwa kopalne. Przyjęto wysoki wzrost zapotrzebowania na energię pierwotną z 12,0 mld toe w 2007 r. do 16,8 mld toe w 2030 r. oraz wzrost produkcji energii elektrycznej o 74% – z 19,8 PWh w 2007 r. do 34,3 PWh w 2030 r. (tab. 6). Nieuniknionym efektem utrzymania wysokiego zużycia paliw kopalnych będzie narastanie długofalowej koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze na poziomie około 1 000 ppm ekwiwalentu CO₂.

TABELA 6. Światowa produkcja energii elektrycznej według paliw – Scenariusz Referencyjny 2007–2030

TABLE 6. World electricity production by fuel – Reference Scenario 2007–2030

Wyszczególnienie	Produkcja [TWh]		2007=100 [%]	Struktura [%]	
	2007	2030		2007	2030
Węgiel	8 216	15 259	186	41,6	44,5
Paliwa ciekłe	1 117	665	60	5,7	1,9
Gaz	4 126	7 058	171	20,9	20,6
Energia jądrowa	2 719	3 667	135	13,7	10,7
Energia wodna	3 078	4 680	152	15,6	13,7
Biomasa	259	839	324	1,3	2,4
Wiatr	173	1 535	887	0,9	4,5
Geotermia	62	173	279	0,3	0,5
Energia słońca	5	402	8 040	0,0	1,2
Pływy morskie	1	13	1 300	0,0	0,0
Razem	19 756	34 292	174	100,0	100,0

Źródło: Soliński 2010a

Scenariusz ten zwiększa zużycie do produkcji energii elektrycznej – węgla do 44,5% oraz OZE (biomasę, wiatr, geotermię, energię słońca i pływy morskie), a ogranicza znaczenie paliw płynnych, gazu i energii jądrowej.

Zgodnie z prognozą MAE, skumulowane nakłady inwestycyjne na potrzeby produkcji i użytkowania energii na okres objęty prognozą 2008–2030 określono w Scenariuszu Referencyjnym na 25,6 biliona USD 2008.

W Scenariuszu 450 założono, że zapotrzebowanie na energię pierwotną będzie o 14% mniejsze niż w Scenariuszu Referencyjnym oraz ograniczono udział paliw kopalnych na rzecz energii jądrowej i odnawialnych źródeł energii. Założono wzrost zapotrzebowania na

energię pierwotną z 12,0 mld toe w 2007 r. tylko do około 14,4 mld toe w 2030 r. oraz wzrost produkcji energii elektrycznej o 60% z 19,8 PWh w 2007 r. do 29,9 PWh w 2030 r. (tab. 7).

Głównym celem tego Scenariusza było ograniczenie długofalowej koncentracji gazów cieplarnianych na poziomie 450 ppm ekwiwalentu CO₂.

TABELA 7. Scenariusz 450. Światowa produkcja energii elektrycznej według paliw w latach 2007–2030

TABLE 7. Scenario 450. World electricity production by fuel in the years 2007–2030

Wyszczególnienie	Produkcja [TWh]		2007=100 [%]	Struktura [%]	
	2007	2030		2007	2030
Węgiel	8 216	7 260	88,4	41,6	24,2
Paliwa ciekłe	1 117	459	41,1	5,7	1,5
Gaz	4 126	5 688	137,9	20,9	19,0
Energia jądrowa	2 719	5 470	200,3	13,7	18,3
Energia wodna	3 078	5 659	183,9	15,6	18,9
Biomasa	259	1 448	559,1	1,3	4,9
Wiatr	173	2 779	1 606,4	0,9	9,3
Geotermia	62	292	470,9	0,3	1,0
Energia słońca	5	850	1 700,0		2,8
Pływy morskie	1	34	3 400,0		0,1
Razem	19 756	29 939	151,5	100,0	100,0

Źródło: Soliński 2010a

W tym scenariuszu udział węgla maleje do 24,2%, a zdecydowanie rośnie znaczenie OZE (biomasy, wiatru, geotermii, energii słońca i pływów morskich) i energetyki jądrowej. Zgodnie z prognozą MAE, skumulowane nakłady inwestycyjne na potrzeby produkcji i użytkowania energii na okres objęty prognozą 2008–2030 określono w wysokości 36,1 bilionów USD 2008. Głównym celem tych nakładów – zwiększonych o 10,5 biliona USD w stosunku do Scenariusza Referencyjnego – jest redukcja emisji CO₂ o około 16 mld ton w 2030 r.

W tabeli 8 przedstawiono główne wielkości i wskaźniki rozwoju światowego sektora energii do 2030 – Scenariusz Referencyjny i Scenariusz 450. Omówiono wzrost ludności, zapotrzebowanie na energię pierwotną, produkcję energii elektrycznej, ceny paliw oraz emisję CO₂ ogółem i w podziale na główne grupy, które wydzielają CO₂.

Analiza danych z tabeli 8 pozwala zauważyć, że elektroenergetyka emituje obecnie około 41% CO₂. Według prognozy przedstawionej w scenariuszu referencyjnym dla roku 2030 udział ten rośnie jedynie nieznacznie. Natomiast w scenariuszu 450 udział tego sektora gwałtownie maleje w związku z ograniczeniem ilości paliw kopalnych do produkcji energii elektrycznej.

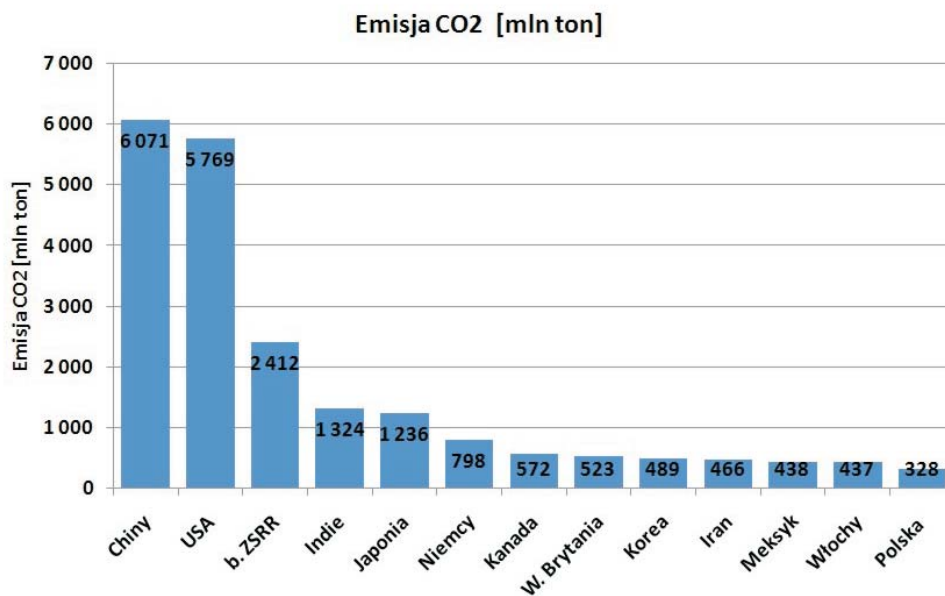
Z analizy danych emisji CO₂ na świecie (rys. 3) wynika jednoznaczny fakt, że zdecydowanymi liderami emisji tego gazu są Chiny i USA. Jeżeli te kraje nie podpiszą następnej Deklaracji na nowej Konferencji Klimatycznej o ograniczeniu emisji CO₂, to jednostronne ograniczenia w EU czy w Polsce nie dadzą pożądanego efektu.

TABELA 8. Główne wielkości i wskaźniki rozwoju światowego sektora energii do 2030 – Scenariusz Referencyjny i Scenariusz 450

TABLE 8. Main indicators of the size and development of the global energy sector by 2030 – Reference Scenario and Scenario 450

Wyszczególnienie	2007	2030	
		Scenariusz Referencyjny	Scenariusz 450
1. Ludność [mld]	6 614	8 236	8 236
2. Zapotrzebowanie na energię pierwotną [Mtoe]	12 013	16 790	14 389
w tym:			
– węgiel	3 184	4 887	2 614
– paliwa ciekłe	4 093	5 009	4 614
– gaz	2 512	3 561	2 941
– energia jądrowa	709	956	1 426
– OZE	1 515	2 376	3 159
3. Produkcja energii elektrycznej [TWh]	19 756	34 292	29 939
w tym:			
– węgiel	8 216	15 259	7 260
– paliwa ciekłe	1 117	665	459
– gaz	4 126	7 058	5 668
– energia jądrowa	2 719	3 667	5 470
– OZE	3 578	7 632	11 062
4. Ceny paliw – import do Europy [USD 2008]			
– ropa naftowa [USD/baryłka]	97,2	115,0	90,0
– gaz ziemny [USD/MBtu]	10,3	14,0	11,4
– węgiel energetyczny [USD/t]	120,6	109,4	64,9
5. Emisja CO ₂ ogółem [Gt]	28,8	40,2	26,4
Udział w emisji CO ₂ [%]			
– elektroenergetyka	41	44	32
– transport	23	23	29
– przemysł	17	15	17
– budynki	10	8	10
– pozostałe	10	9	11

Źródło: Soliński 2010a



Rys. 3. Emisja CO₂ w 2007 roku – główni emitenci (wg Soliński 2010a)

Fig. 3. CO₂ emissions in 2007 – the main producers

Autorzy Scenariuszy mieli nadzieję na zatwierdzenie Scenariusza 450 na Konferencji Klimatycznej w Kopenhadze w grudniu 2009; wynik konferencji jest znany i z dużym prawdopodobieństwem będzie realizowany Scenariusz Referencyjny.

W świetle fiaska Konferencji COP 15 w Kopenhadze i małej realności porozumienia wszystkich krajów odnośnie działań dla ograniczenia wzrostu emisji i koncentracji CO₂ – możliwość realizacji Scenariusza 450 jest dyskusyjna.

Wnioskiem końcowym z analizy prognozy zapotrzebowania na energię pierwotną i energię elektryczną na świecie w okresie do 2030 roku jest fakt, że Scenariusz Referencyjny jest najbardziej realnym scenariuszem do zrealizowania w badanym okresie.

W związku z powyższym, MAE określiła światową moc elektrowni według paliw w latach 2007–2030 dla Scenariusza Referencyjnego jako najbardziej realnego do zastosowania. W tabeli 9 przedstawiono moc elektrowni w tym okresie. Z danych tych wynika, że moc elektrowni na węgiel wzrośnie z 32% do 34,6%. Wzrost nastąpi też w elektrowniach wykorzystujących OZE (biomasa, wiatr i energia słońca), a zmaleje w elektrowniach na paliwa ciekłe, gaz i energię jądrową.

Powyższe dane pokazują realny stan światowej energetyki na okres następnych 20 lat. Energetyka węglowa będzie miała zdecydowany priorytet w tym czasie. Obraz ten jest zdecydowanie inny niż podawany w naszym kraju – świat w dalszym ciągu będzie powszechnie wykorzystywał węgiel do produkcji energii elektrycznej.

Polityka klimatyczna UE ulega ciągle stopniowym modyfikacjom związanym z różnym pojmowaniem ochrony klimatu przez kraje członkowskie i kosztami związanymi z jej realizacją w poszczególnych krajach. Jednak jej cele są stałe: ograniczenie emisji gazów cie-

TABELA 9. Światowa moc elektrowni według paliw 2007–2030 – Scenariusz Referencyjny

TABLE 9. World total installed power by fuels 2007–2030 – Reference Scenario

Wyszczególnienie	Moc elektryczna [GW]		2007 = 100 [%]	Struktura [%]	
	2007	2030		2007	2030
Węgiel	1 440	2 705	188	32,0	34,6
Paliwa ciekłe	445	268	60	9,9	3,4
Gaz	1 168	1 972	169	25,9	25,2
Energia jądrowa	371	475	128	8,2	6,1
Energia wodna	923	1 382	150	20,5	17,7
Biomasa	46	146	317	1,0	1,9
Wiatr	96	600	625	2,1	7,7
Geotermia	11	26	236	0,3	0,3
Energia słońca	9	244	2 700	0,02	3,1
Pływy morskie		3			
Razem	4 509	7 821	173	100,0	100,0

Źródło: Soliński 2010a

plarnianych do atmosfery, zmniejszenie energochłonności gospodarek oraz zwiększenie udziału energii odnawialnej. Niezależnie od ostatecznego kształtu pakietu energetyczno-klimatycznego UE – branża węgla brunatnego i kamiennego w Polsce będzie musiała przygotować się do jego skutków. W tym celu konieczne będzie wdrożenie tzw. „czystych technologii węglowych” oraz rozszerzenie kierunków wykorzystania węgla.

3. Dotychczasowy bilans energetyczny Polski

Polska energetyka jest oparta prawie w 100% na własnych surowcach energetycznych. Ten fakt tak odmienny od innych krajów EU sprawia, że bezpieczeństwo energetyczne naszego kraju jest uniezależnione od surowców energetycznych. Polska posiada zainstalowaną moc w elektrowniach o wielkości ponad 35 800 MW. Rozwój bazy technicznej elektroenergetyki polskiej przedstawiono w tabeli 10 i na rysunku 4. Zauważa się zastój w budowie nowych mocy w elektrowniach od 20 lat. W ostatnim okresie wybudowano tylko dwa nowe bloki energetyczne w Elektrowni Pątnów II i Łagisza o mocy 460 MW. Są to bloki o sprawności netto 41,5%. Należy zaznaczyć, że sprawność naszych bloków jest niska i mieści się w przedziale od 28 do 38%.

Bilans energii elektrycznej w latach 1950–2008 przedstawiono w tabeli 10. W tabeli tej pokazano produkcje brutto, eksport i import oraz zużycie brutto.

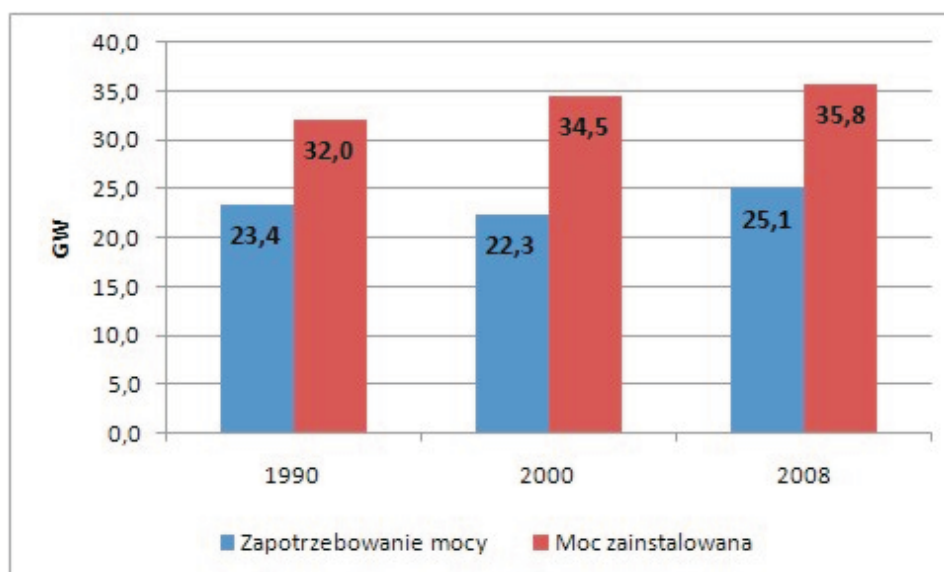
Rok 2009 potwierdził światowe zjawisko spadku produkcji energii elektrycznej – pierwsze – licząc rok do roku – od 1945 roku. Ożywienie gospodarcze oraz warunki pogodowe w końcu 2009 roku spowodowały wyhamowanie, a nawet zwiększenie produkcji w relacji

TABELA 10. Bilans energii elektrycznej w Polsce, 1950–2008 [TWh]

TABLE 10. Balance of electricity in Poland, 1950–2008 [TWh]

Wyszczególnienie	1950	1970	1990	2000	2008
Moc zainstalowana [GW]	2,7	13,9	32,0	34,5	35,8
Maks. roczne zapotrzebowanie mocy [GW]	1,7	10,7	23,4	22,3	25,1
Produkcja brutto:	10,7	64,6	136,3	145,2	155,5
– el. ciepne zawodowe	5,3	54,2	124,9	133,8	145,0
– el. przemysłowe	5,0	8,5	8,1	7,2	6,6
– el. wodne	0,4	1,9	3,3	4,1	2,7
– el. pozostałe	–	–	–	–	1,1
Import	0,08	1,6	10,4	3,5	8,5
Eksport	0,07	1,5	11,4	9,7	9,7
Straty w sieci	0,32	5,6	11,4	14,2	11,3
Zużycie brutto	10,4	59,1	123,9	124,6	143,0

Źródło: Soliński 2010a



Rys. 4. Moc zainstalowana elektrowni i szczytowe zapotrzebowanie mocy 1990–2005 (Soliński 2010a)

Fig. 4. The installed capacity of power and peak power demand 1990–2005

grudzień do grudnia 2008, niekorzystnego. W tabeli 11 pokazano porównanie danych w polskiej elektroenergetyce za rok 2008 i 2009.

W 2009 roku struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce przedstawiała się następująco (Gabryś 2010):

TABELA 11. Porównanie danych w polskiej elektroenergetyce za rok 2008 i 2009

TABLE 11. Comparison of data in the Polish power industry for 2008 and 2009

Wyszczególnienie	2008 rok	2009 rok	Dynamika
	GWh	GWh	%
Ogółem kraj	155 190	151 708	97,8
Elektrownie i elektrociepłownie zawodowe, w tym:	144 982	140 790	97,1
– elektrownie na węglu brunatnym,	53 795	50 953	94,7
– elektrownie na węglu kamiennym,	68 715	67 881	98,8
– elektrociepłownie,	19 771	19 257	97,4
– elektrociepłownie niezależne,	2 703	2 699	99,9
– elektrociepłownie przemysłowe do 2007 r.	2 461	1 321	106,0
Elektrownie wodne + pozostałe OZE	3 720	4 289	115,3
Elektrownie przemysłowe w tym na: na biogaz,	6 487	6 629	102,2
biomasę i wodne	672	741	110,3
Zużycie energii elektrycznej w kraju	153 966	149 516	97,1

Źródło: Gabryś 2010

- elektrownie na węgiel kamienny – 43,12%,
- elektrownie na węgiel brunatny – 33,59%,
- elektrociepłownie zawodowe – 14,31%,
- elektrownie niezależne ciepłne – 3,86%,
- elektrociepłownie niezależne ciepłne – 1,80%,
- elektrownie wodne – 1,99%,
- OZE – 1,33%.

Natomiast struktura zużycia paliw podstawowych w 2009 roku w elektroenergetyce zawodowej przedstawiała się następująco:

- węgiel kamienny – 59,37%,
- węgiel brunatny – 34,34%,
- biogaz i biomasa – 3,23%,
- gaz – 3,06%.

Produkcja z OZE stanowiła w 2009 roku 5,7%. Moc zainstalowana w energetyce wiatrowej wynosiła na koniec 2009 roku 720 MW.

4. Prognozy zapotrzebowania na energię pierwotną i energię elektryczną w Polsce

Dla zachowania odpowiedniego bezpieczeństwa energetycznego Polski w związku z planowanym wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną do 2030 roku Polska winna do roku 2030 wybudować w naszym kraju ponad 30 tys. MW nowych mocy i mocy zmodernizowanych starych bloków energetycznych; czyli średnio co trzy lata należałoby oddawać do eksploatacji nowoczesne elektrownie o łącznej mocy zainstalowanej od 4 do 5 tys. MW (moc porównywalna z Elektrownią Bełchatów) o sprawności zbliżonej do 50%.

Sprawność większości aktualnie pracujących polskich elektrowni zawiera się w przedziale od 30 do 35%.

Budowa nowych wysokosprawnych bloków energetycznych spowoduje spadek emisji do atmosfery szkodliwych gazów (w tym CO₂) o około 20% (tab. 12).

TABELA 12. Potrzeba zwiększenia produkcji energii elektrycznej w Polsce

TABLE 12. The need to increase electricity production in Poland

Potrzeba zwiększenia produkcji energii elektrycznej w Polsce	3–4%
W 2010 roku moc zainstalowana wynosi	35 800 MW
W roku 2030 w polskiej elektroenergetyce winno być zainstalowanych nowych lub zmodernizowanych bloków energetycznych o łącznej mocy	52 000 MW
Do roku 2030 należy zlikwidować „stare” bloki o mocy	15 000 MW
Do 2030 roku należy wybudować nowe elektrownie mocy o łącznej	ponad 30 000 MW

Źródło: Tajduś i in. 2010

Potrzeba wzrostu mocy w elektrowniach wynika między innymi z obecnego bardzo małego zużycia energii na mieszkańca oraz z przestarzałego–starego parku obecnych siłowni w krajowych elektrowniach. Zużycie energii na mieszkańca jest w Polsce około dwa razy mniejsze niż w krajach EU. Ocenia się, że do 2020 r. powinniśmy osiągnąć przynajmniej poziom średni unijny, aby utrzymać dynamikę rozwoju gospodarczego dającą nam szansę na zbliżenie się do obecnego poziomu krajów Unii. Natomiast żywotność krajowych turbozespołów wynosi ponad 30 lat w grupie ponad 60% wszystkich bloków energetycznych. Bloki energetyczne o tym stażu pracy i sprawności około 30% należy bardzo szybko zamienić na nowoczesne i wysokosprawne bloki energetyczne. Zastąpienie tych bloków poprawi efektywność ekonomiczną i energetyczną energetyki oraz znacznie zmniejszy emisję spalin, a w tym CO₂.

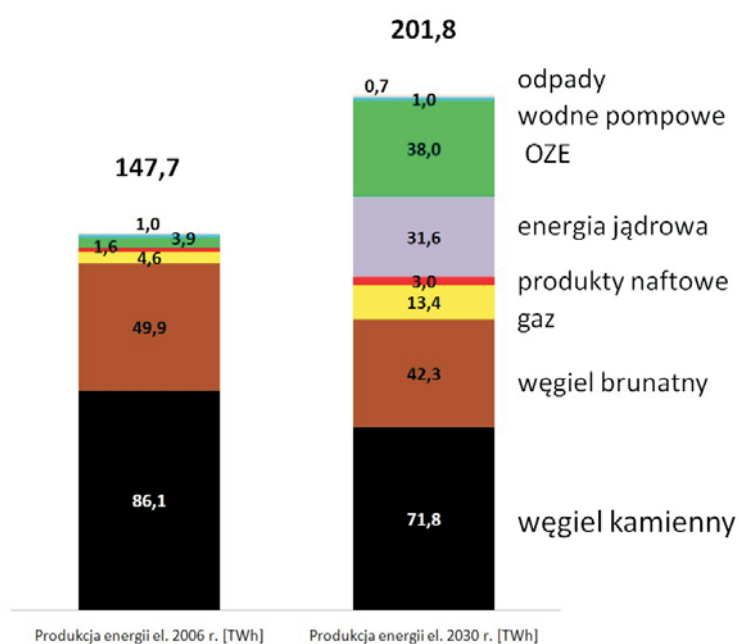
Polityka Energetyczna Polski z 2009 roku opiera rozwój produkcji energii elektrycznej na OZE, gazie i energetyce jądrowej. Spada udział procentowy węgla kamiennego, a udział ilościowy ulega zmniejszeniu tylko nieznacznie. Prawdopodobnie polskie górnictwo węgla kamiennego nie zapewni tej ilości węgla kamiennego i wówczas konieczny będzie znaczny import tego paliwa. Polityka Energetyczna Polski z 2005 roku zakładała wydobywanie węgla brunatnego w 2025 roku na poziomie 66,8 mln ton, a obecna Polityka z listopada 2009 roku – na poziomie tylko 45,7 mln ton w 2030 roku (tab. 13). Prognozy powyższe budzą zaniepokojenie branży węgla brunatnego, ponieważ powodują ograniczenie wydobycia, a nie ich rozwój. Branża węgla brunatnego, w tym Związek Pracodawców – Porozumienie Producentów Węgla Brunatnego, Komitet Górnictwa PAN, stowarzyszenia górnicze, jak SITG czy Komitet Sterujący im. prof. Adama Stefana Trembeckiego dla Przygotowania Zagospodarowania Legnickiego Zagłębia Górniczo-Energetycznego Węgla Brunatnego od szeregu lat przedstawiały i przedstawiają możliwości i strategię branży na I połowę XXI wieku, w której przewiduje się możliwość nawet podwojenia obecnego wydobycia.

TABELA 13. Prognoza produkcji energii elektrycznej netto w podziale na paliwa [TWh]

TABLE 13. Forecast of net electricity production by fuel [TWh]

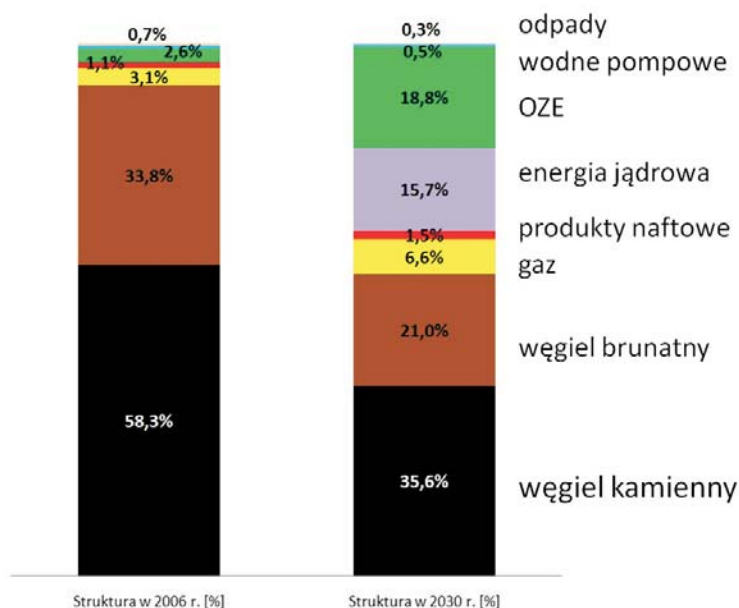
Paliwo/rok	2006	2010	2015	2020	2025	2030
Węgiel kamienny	86,1	68,2	62,9	62,7	58,4	71,8
Węgiel brunatny	49,9	44,7	51,1	40,0	48,4	42,3
Gaz ziemny	4,6	4,4	5,0	8,4	11,4	13,4
Produkty naftowe	1,6	1,9	2,5	2,8	2,9	3,0
Paliwo jądrowe	0,00	0,00	0,00	10,5	21,1	31,6
Energia odnawialna	3,9	8,0	17,0	30,1	36,5	38,0
Wodne pompowe	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Odpady	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
RAZEM	147,7	128,7	140,1	156,1	180,3	201,8
Udział energii z OZE [%]	2,7	6,2	12,2	19,3	20,2	18,8

Źródło: Gabrys 2010



Rys. 5. Prognoza produkcji energii elektrycznej netto w Polsce w podziale na paliwa w latach 2006–2030 (na podstawie: Gabrys 2010)

Fig. 5. Forecast for the structure of production of electricity by fuels in the years 2006–2030



Rys .6. Prognoza struktury produkcji energii elektrycznej netto w podziale na paliwa w latach 2006–2030 (na podstawie: Gabryś 2010)

Fig. 6. Forecast for the structure of production of electricity by fuels in the years 2006–2030

Podsumowanie

Obowiązująca obecnie wersja Polityki Energetycznej Państwa zakłada znaczący spadek produkcji energii z węgla kamiennego i brunatnego w perspektywie najbliższych 20 lat, z jednoczesnym uruchomieniem programu atomowego i wzrostem znaczenia energetyki odnawialnej. Zdaniem autorów realizacja tej koncepcji już w tej chwili stoi pod znakiem zapytania. Wynika to z nałożenia się kilku czynników:

- stale malejącego wydobycia węgla kamiennego w polskich kopalniach,
- opóźnień w zwiększaniu udziału odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym,
- prawdopodobnym niedoszacowaniu kosztów i czasu realizacji programu budowy elektrowni atomowych.

W efekcie może to doprowadzić do sytuacji, że nasz kraj stanie się importerem energii pomimo posiadania własnych surowców energetycznych. Będzie to miało niebagatelne konsekwencje ekonomiczne i geopolityczne. Zdaniem autorów polska polityka energetyczna powinna opierać się w pierwszym rzędzie na krajowych surowcach, co pozwoli zapewnić bezpieczeństwo energetyczne dostaw energii i utrzymanie krajowych miejsc pracy.

Artykuł finansowany ze środków projektu „Opracowanie technologii zgazowania węgla dla wysokoefektywnej produkcji paliw i energii elektrycznej”. Projekt realizowany jest w ramach Strategicznego Programu Badań Naukowych i Prac Rozwojowych „Zaawansowane Technologie Pozyskiwania Energii” i finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

Literatura

- Gabryś H., 2010 – Elektroenergetyka w Polsce. Raport z wyników roku 2009. Praca niepublikowana, Mysłowice.
- Soliński J., 2010a – Światowy i Polski sektor energii, historia, teraźniejszość, prognoza do 2030 roku. Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, Warszawa.
- Soliński J., 2010b – 85 lat Światowej Rady Energetycznej na tle rozwoju globalnego polskiego sektora energii. Polski Komitet Światowej Rady Energetycznej, Warszawa.
- Tajduś A., Czaja P., Kasztelewicz., 2010 – Stan obecny i strategia rozwoju branży węgla brunatnego w I połowie XXI wieku. Kwartalnik „Górnictwo i geologia” t. 5, z. 3. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.

