

Development Prospects of the Polish and German Generating Sectors – Comparative Analysis

Authors

Radosław Szczerbowski
Bartosz Ceran

Keywords

energy policy, energy security, electricity generation

Abstract

Energy policy is a security policy of the country. It should be well thought out, and consider the access to energy sources. At the same time, recent years show how important a common voice of a world policy on the issue of energy is. In Poland, attempts have been made for several years to define a new energy strategy model. This strategy should consider consumer needs, and on the other hand respond to climate challenges. However, the question is what will be the new development strategy for the power system in the next years. The paper discusses the current state of the National Power System and the German power system, availability of primary energy sources, and possible energy technologies of the future power system development strategy. These technologies have been described with a view to the perspectives of their application in the power system.

DOI: 10.12736/issn.2300-3022.2017316

Received: 28.02.2017

Received in revised form: 13.03.2017

Accepted: 27.03.2017

Available online: 30.09.2017

1. Introduction

In Poland, attempts have been made for several years to define a new energy strategy model, which on the one hand would consider the needs of consumers, and on the other would respond to the challenges posed by the European Union. Poland, with its significant coal resources compared to other EU countries, is a safe country in the context of electricity generation and its relatively low cost. However, the question remains: what will be the new development strategy for the power system in the next years? It is necessary to work out - based on the fuel and energy balances - a long-term energy strategy for Poland, considering the growing needs of individual and industrial consumers while ensuring security. From the Polish perspective, such a strategy should to a large extent ensure high self-sufficiency. A viable energy strategy should take into account our natural resources, the main source of which is coal. Of course, the use of this fuel should be based on clean and highly efficient technologies. Also, the extraction of natural gas from national resources can be increased, perhaps including the still poorly identified shale gas deposits. The use of renewable energy will be of enormous importance, especially of wind and biomass-based technologies,

and photovoltaics, which have visibly grown in recent months, are likely to be more important. It is even more important that the European Union supports the increased share of renewable energy in its Member States' energy mixes. The development of nuclear power plants is also considered in many studies. Issues of energy security of Poland has attracted a lot of attention. In general, it can be stated that "energy security is a condition that allows the economy to cover the current and prospective demand for fuel and energy, in a technically and economically justified manner, while minimizing the negative impact of the energy sector on the environment and living conditions of society"[5]. Eurostat data shows that in 2015, EU countries were dependent on imports of energy resources and energy by over 54%. The Polish situation is much more favourable; our dependence is just over 29%, which puts us at the forefront of the energy-safest EU countries. Only Denmark is less dependent. In a far worse situation, however, are the EU's largest economies. The dependence on external energy sources in Germany is nearly 62%, in France approx. 46%, and in the UK approx. 37%. Countries with a relatively low energy dependence on imports use their natural fossil fuels, for example the Czech Republic (31%) and Poland,

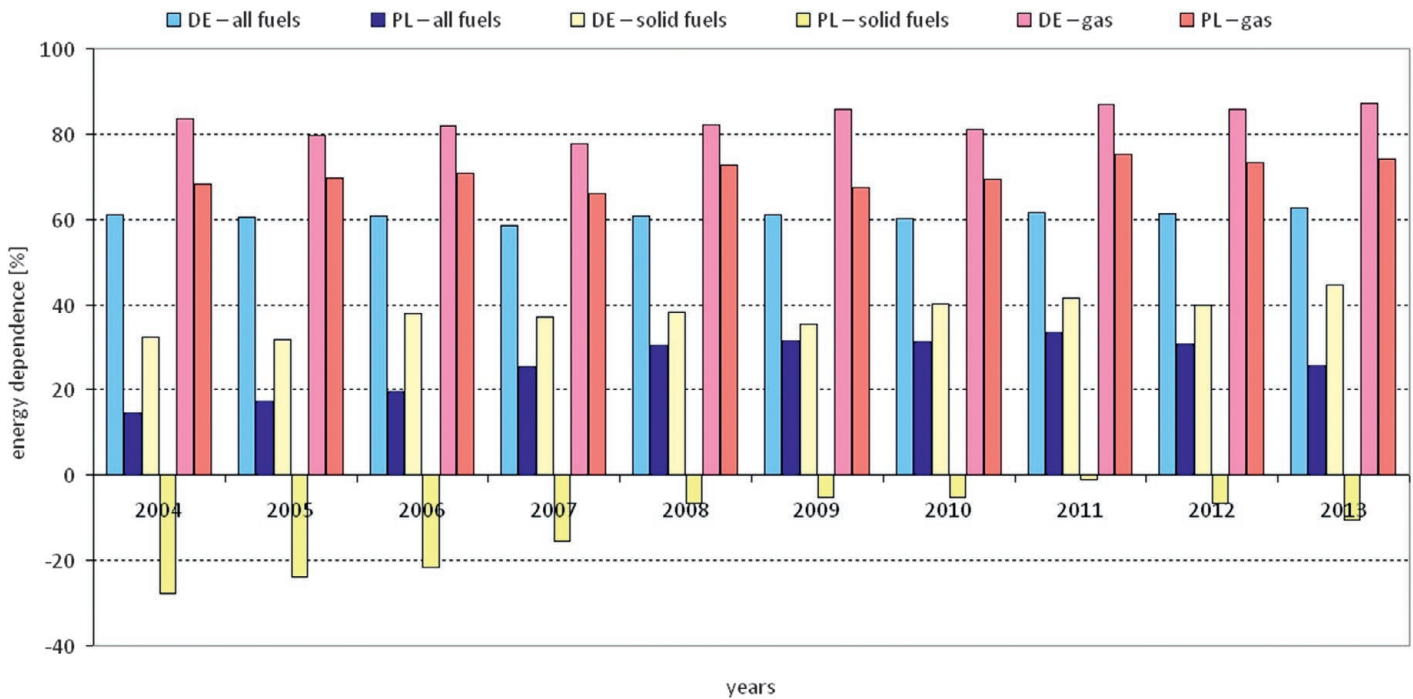


Fig. 1. Dependence on imports of energy raw materials in Poland and Germany in 2004–2013, own compilation based on Eurostat data

or renewable sources, for example Denmark (about 13%). Fig. 1 shows the dependence on imported energy sources in Poland and Germany in 2004–2013. It is seen from the chart's analysis that in all types of fuel Germany is much more dependent on imports than Poland, and as regards solid fuels, Poland can still be considered independent from imports.

At present, it seems that Germany is the country that has the most influence on the energy policy of the remaining European Union countries. Initiated in 2011, the German energy transformation "Energiewende" [2], proposed by the government due to the imposed pace of change, represents a new quality in Germany's energy strategy. The new energy strategy was announced a few months after the accident at Fukushima nuclear power plant. The German government not only adopted an action plan and a role of the new energy policy, but set precise assumptions that reflect the additional values shared by most citizens. This was meant as the German answer to the depletion of natural resources, and the increase of independence from the raw materials imported from unstable regions of the world, and a way to accomplish higher living standards in the future.

2. Comparison of the present state of the Polish and German power systems

Comparing the mixes of generation capacities installed in Poland and Germany (Tab. 1 and Fig. 2–3), it can be seen that in our country the dominant fuel is coal. The German energy mix looks much more favourable. At the same time, the use of multiple fuels and technologies allows ensuring adequate generation capacities, and allows meeting environmental protection requirements. The diversification of fuels is also important from the point of view of energy security.

Energiewende, the current German energy strategy, has accelerated the resignation of nuclear power and the development of renewable energy sources. According to German government plans, the RES share in electricity generation is expected to gradually increase from the current 34% to 80% in 2050, and greenhouse gas emissions will fall by 80–95% by 2020 compared to 1990. At the same time, coal power is still dominant in Germany's energy mix; in 2016, coal-fired power plants accounted for 43% of the electricity output (24.7% – lignite, 18.3% – hard coal). The electricity generation mixes in Poland and Germany are compared in Fig. 4. This obviously hampers the accomplishment of emission reduction targets, since lignite combustion contributes to greenhouse gas emissions to the largest degree. In order to achieve the assumed emission reductions, Germany has started a process to

	Poland	Germany
Installed capacity [GW]	40.45	191.49
Hourly peak power [GW]	25.55	78.18
Minimum hourly load [GW]	11.28	34.50
Fossil fuel plants [GW]	32.47	77.55
Nuclear plants [GW]	0	10.80
Hydro plants [GW]	2.29	5.59
Renewables [GW]	5.69	97.55
Energy output [TWh]	161.72	545.49

Tab. 1. Basic parameters of the power systems in Poland and Germany, own compilation based on data from: PSE SA, ENTSO-E and <https://www.energy-charts.de/energy.htm> [access: 04.03.2017]

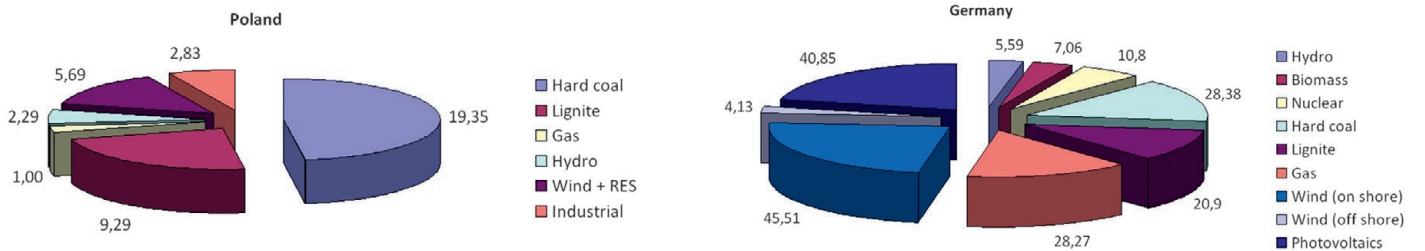


Fig. 2. Capacities, in GW, installed in Poland and Germany in 2016, own compilation based on data from: PSE SA, ENTSO-E and <https://www.energy-charts.de/energy.htm> [access: 04.03.2017]

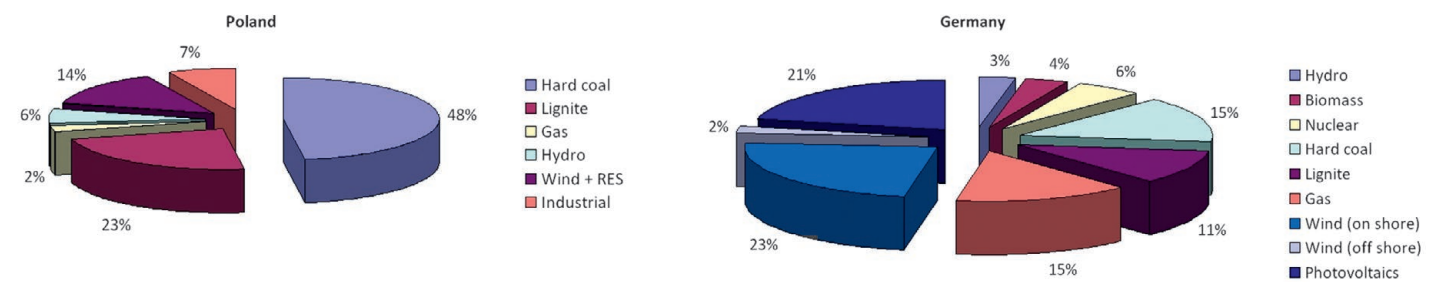


Fig. 3. Percentage breakdown of capacities installed in Poland and Germany in 2016, own compilation based on data from: PSE SA, ENTSO-E and <https://www.energy-charts.de/energy.htm> [access: 04.03.2017]

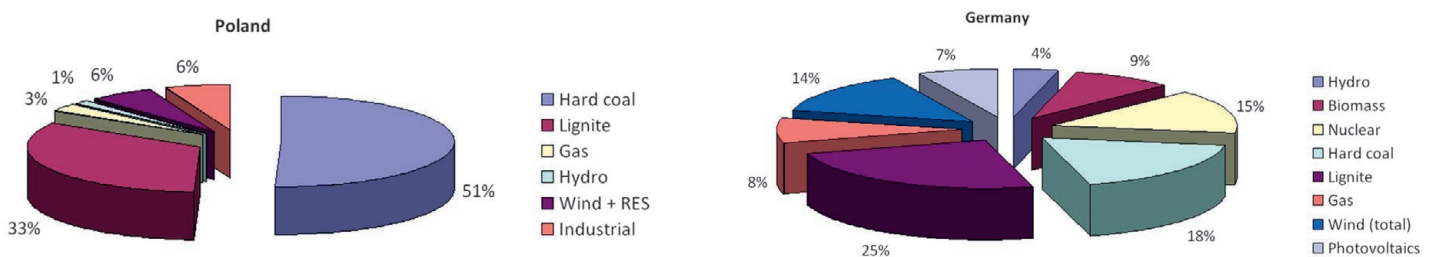


Fig. 4. Percentage distribution of the electricity generation in Poland and Germany in 2016, own compilation based on data from: PSE SA, ENTSO-E and <https://www.energy-charts.de/energy.htm> [access: 04.03.2017]

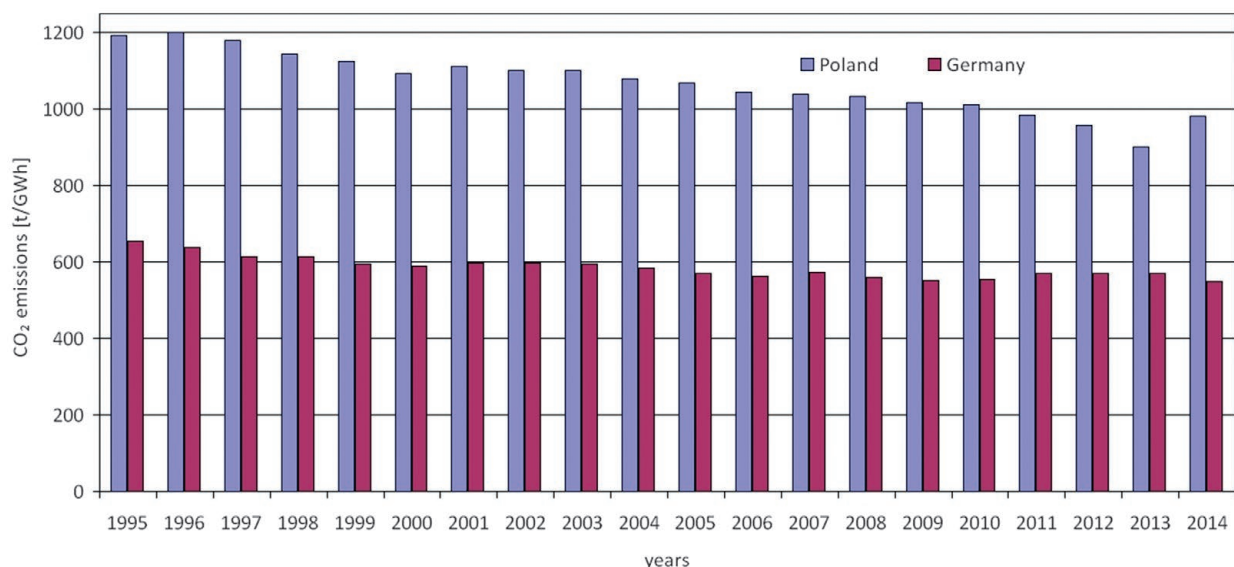


Fig. 5. Contamination emissions relative to gross electricity output [t/GWh] in Poland and Germany, own compilation based on Eurostat data

reduce the coal consumption in the power sector. The process of complete elimination of coal from the power sector is planned to take 25–30 years.

Fig. 5 shows the CO₂ emissions in Poland and Germany in 1995–2014. There were several reasons for the increase in CO₂ emissions in Germany between 2011 and 2013. The most important was the increase in electricity output from coal-fired power plants, after the decommissioning of eight nuclear power plants after the Fukushima disaster. The decision to abandon nuclear plants coincided with the US shale revolution that had led to a decline in the demand for coal and, consequently, a fall in coal prices worldwide. This had led to an increase in the coal share in the energy mix of EU Member States, including Germany.

In addition, resulting from the fall in the CO₂ emission allowance prices in the EU emissions trading system, the lignite-fuelled power generation had also grown in Germany. As a result, although electricity consumption in Germany decreased

in 2010–2013, and the electricity output from RES increased, the coal-fuelled generation also increased, contributing to an increase in CO₂ emissions. Nevertheless, it can be noted from analysing the CO₂ emissions relative to the gross electricity output that the Polish power sector's emissions were by nearly 1/3 higher than those of the German sector.

The total capacity now installed in coal-fired power plants in Germany amounts to 49 GW. Of this capacity, 19% are supercritical or ultracritical power plants. This technology has been developed in Germany since 1970. Polish coal-fired power plants generate ca. 28 GW. Supercritical units represent only a few percent of the capacity installed in coal-fired plants. The first supercritical power plant was commissioned only in the 21st century. However, comparison of the age breakdown of the generating capacities installed in the Polish and German systems shows that the generating assets in both systems are largely worn out (Fig. 6 and 7).

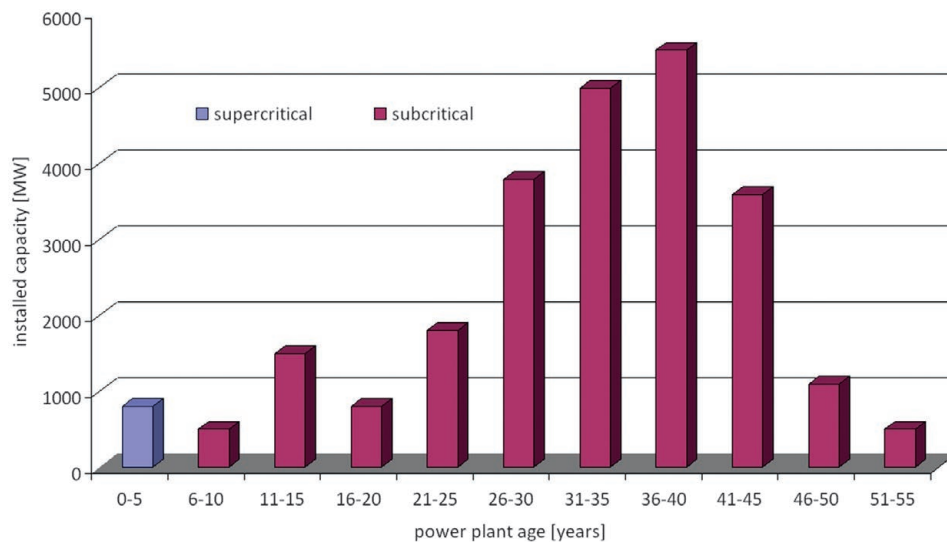


Fig. 6. Age of coal power plants in Poland [1]

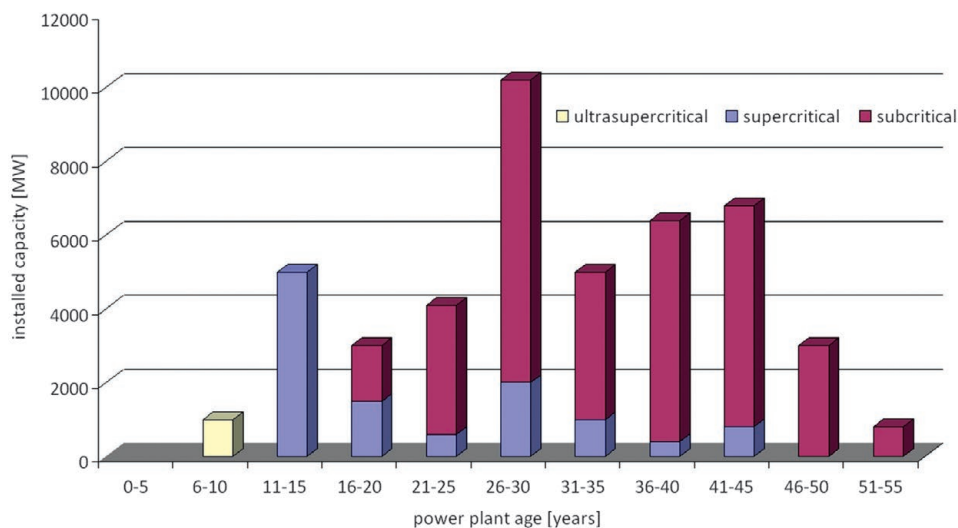


Fig. 7. Age of coal power plants in Germany [1]

The condition of natural resources at the end of 2015 is detailed in the Inventory of mineral resources in Poland published last year [7]. According to the inventory, in Poland there are 91 lignite deposits, including 9 developed, and 156 hard coal deposits, including 51 developed. The lignite resources are over 23,516 million tons and the hard coal resources are over 56,220 million tons, of which 71.6% are energy coals (type 31–33). The lignite resources are: 14 deposits in the Lower Silesian region, 8 in Kuyavian-Pomeranian, 2 in Lubelski, 21 deposits in Lubuski, 9 in Lodz, 4 in Mazovian, 2 in Opolski and 31 in Wielkopolski regions. Active lignite mines directly supply power plants in Bełchatów, Adamów, Konin and Turów. The hard coal resources are situated in Poland in: Upper Silesian Coal Basin, Lubelski Coal Basin and Lower Silesian Coal Basin, the exploitation of which ended in 2000. One of the main obstacles to continued hard coal extraction may be economic considerations, mainly related to the present and future coal prices on world markets and the cost of coal mining [6].

Hard coal in Germany is almost 90% imported from abroad, while lignite is wholly extracted from domestic deposits. In 2013, the hard coal mining amounted to 7.5 million tons, which accounted for about 12% of the domestic consumption. Ca. 70% of the total coal consumption fuels electricity generation in power plants and CHP plants. On the other hand, 90% of lignite is consumed for electricity generation, and the remaining 10% for industrial processes. Unlike hard coal, lignite resources in Germany are significant. In 2013, Germany was the world's largest lignite consumer, with mining output of 183 million tons a year.

Lignite reserves in Germany are estimated at 35.1 billion tons. It is extracted in four mining areas: Rhine Basin in North Rhine-Westphalia (53% of German production in 2013), Lusatian Basin in Brandenburg (35% of German production in 2013), Central German Basin in Saxony (11% of German production in 2013), and Helmstedt Basin on the border Saxony-Anhalt and Saxony (1% of German production in 2013). Listed in Tab. 2 are basic details of the both countries' coal resources.

Coal inventory and mining resources, 2015		Poland	Germany
Total hard coal resources	Mt	56,220	82,959.
Total lignite resources	Mt	23,516	72,700
Coal mining resources	Mt	21,107	2,500
Lignite mining resources	Mt	1,419	36,200
Hard coal imports	Mt	8.2	55.5
Hard coal exports	Mt	9.0	0.1

Tab. 2. Basic details of coal resources in Poland and Germany, own compilation based on <https://euracoal.eu/info/country-profiles/germany/> and <https://euracoal.eu/info/country-profiles/poland/> [access: 04.03.2017]

To compare the Polish and German power systems, the following three percentage ratios were used:

- utilisation rate (hourly peak power to installed capacity)
- minimum utilisation rate (minimum hourly load to installed capacity)
- installed capacity utilisation rate.

The comparison results are shown in Fig. 8. The following conclusions can be drawn from comparison of these results:

- the utilisation, minimum utilisation, and installed capacity utilisation rates in Poland are much higher than in Germany
- intensive RES development in Germany results in a decrease in the utilisation. This is related to the significantly lower availability of renewable energy sources compared to conventional power plants. It is also linked to the need to maintain a reserve capacity to generate electricity during low RES-based generation
- it can be stated that Germany, which has already installed significant RES capacities in its system, will have to amend the current design rules for dispatchable sources – based systems to power systems with capacities several times over the of peak power.

3. The national energy strategy

In recent years much attention has been devoted to issues of strategy and plans of the Polish energy system's development. This topic was addressed in many legal acts, reports, studies and conference proceedings. The documents, which describe the problem of the energy system's development, include the following:

- *The Polish energy policy until 2025*, document adopted by the Council of Ministers on August 10, 2005
- *The Polish energy policy until 2030*, document adopted by the Council of Ministers on November 10, 2009
- *Energy mix 2050 – analysis of scenarios for Poland*, document prepared for the Ministry of Economy in 2011
- *An optimal energy mix model for Poland by 2060*, document prepared by the Strategic Analysis Department for the Chancellery of the Prime Minister in 2013.

In April 2014, the Council of Ministers adopted a resolution on the adoption of the *Energy Security and Environment – a 2020 vision strategy*.¹ The strategy's aim is to develop a modern, environmentally friendly energy sector that will be able to ensure Poland's energy security. The Energy Security and Environment strategy covers two important areas: energy sector and the environment, and identifies the key reforms and necessary steps that should be taken in the 2020 perspective. The strategy documents contain a statement that by 2020 the Polish power industry will rely mainly on coal. Poland, with its significant coal resources compared to other EU countries, is a safe country in the context of electricity generation and its relatively low cost.

On February 14, 2017, the Council of Ministers adopted the *Strategy for Responsible Development until 2020 (with a view to 2030)*.² The strategy is a document developed by the Ministry

¹ http://strateg.stat.gov.pl/strategie_pliki/Strategia_Bezpieczenstwo_Energetyczne_i_Srodowisko.pdf.

² https://www.mr.gov.pl/media/34300/SOR_2017_maly_internet_14072017_wstepPMM.pdf.

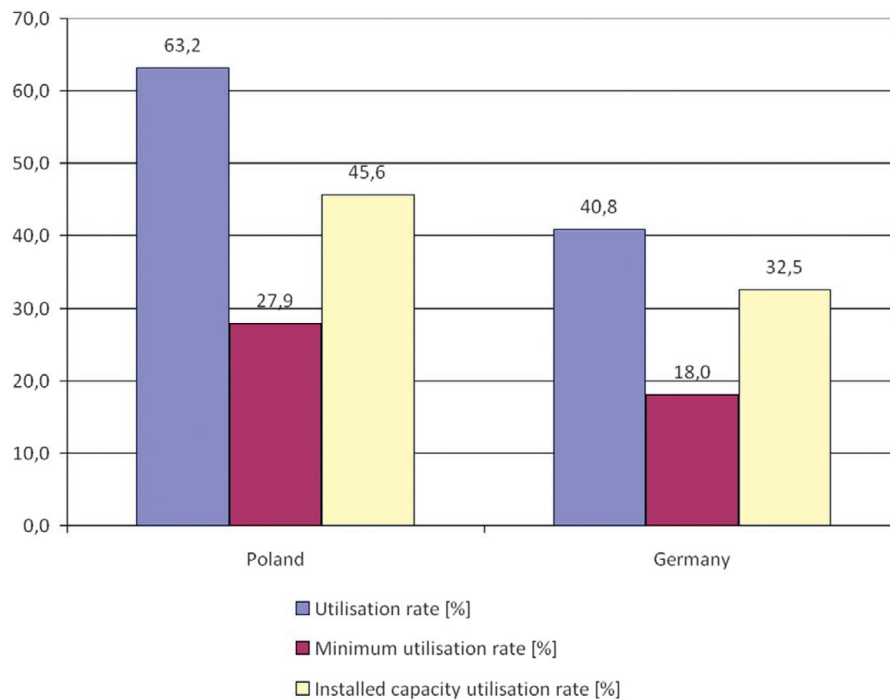


Fig. 8. Comparison of the utilisation, minimum utilisation, and installed capacity utilisation rates in Poland are much higher than in Poland (at the end of 2015) and Germany (at the end of 2016), own compilation based on data from Eurostat, EurObserv'ER and ENTSO-E

of Development, which presents Poland's development until 2030. One of its chapters addresses the energy sector development. One of the most important issues there reported was the need to develop a long-term and stable energy policy, which is to be implemented in line with Polish interests and in a way that ensures security in terms of energy, transmission and distribution. The emphasis should be on actions aimed at improving energy security through, inter alia, ensuring diversification of generation sources, setting conditions to facilitate investment in electricity generation infrastructure, increasing the share of sustainable renewable energy sources, and promoting and developing clusters and energy cooperatives. In addition, the strategy states that it is necessary to increase the energy efficiency of the economy, including the Polish mining sector, to develop smart grids, and energy storage technology.

The Ministry of Energy is preparing another strategic document containing scenarios for the future of hard coal mining in Poland. In June 2017, a program for the hard coal sector in Poland was presented, which sets the direction of the sector's development until 2030. Once approved by the Minister of Energy, it will reach the social and inter-ministerial arrangements. The Program for the hard coal sector in Poland consists of two parts, one of which is an analysis of the sector's current condition, and the other defines the goals and directions for future activities. Three mining development scenarios have been proposed in the strategy, which also affect the energy sector. The optimistic scenario assumes an increase in coal demand by 20%, and it's conditioned by the construction of new high-power units and the development of a coal gasification plant. The reference scenario assumes that demand for coal is maintained at the current level. In this variant,

new supercritical power generation capacities will be commissioned in the commercial generation sector, and a program of the boiler upgrades in 200 MW units will be implemented. The pessimistic scenario assumes that the hard coal consumption will decline because of delays in the construction of new power units, and of abandonment of the boiler upgrades program in 200 MW units.

In view of the concern for the climate and the attempt to stop global warming, renewable energy sources are seen as the energy of the future. The United Nations Conference's findings on the climate changes, and the subsequent EU legislation on the emissions of harmful substances to the atmosphere have drastically reduced new investment in the conventional energy sector extension. Findings of the 21st Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change, held in Paris in 2015, set out several important goals, the accomplishment of which will reduce the greenhouse gas emissions and slow down the global climate changes. As a result, it is assumed that since 2050 the world economy should be almost zero emission. In practice, this means the need to prepare new low-carbon economic development strategies in all countries that have so far treated the problem of pollutant emissions with caution. It is expected that the agreement should enter into force by the end of 2020 at the latest.

The EU's climate and energy policy has a huge impact on the development of the Polish energy sector by 2050. This applies to conventional energy, renewable energy and nuclear energy in the future. The implementation of the 3x20 Energy Package and the EU ETS (European Emissions Trading Scheme) entails the energy sector's huge investment in the modernisation of

conventional energy sources, particularly in low carbon technologies. This is especially important for meeting IED Directive's stringent emission requirements. The new tightened requirements of IED Directive may make white elephants of many green energy capex project so far implemented in the power sector, and will not protect conventional power plants from re-upgrades or shut downs. The latest climate policy guidelines included in the 2050 Roadmap will put the energy sector in front of a great challenge. The proposal to reduce emissions in the energy sector will virtually exclude coal from the energy mix.

Because of all that, the Polish energy sector adjustment to EU requirements will certainly be very costly. Moreover, the most important cost of our EU membership in the energy dimension may turn out a restriction of our coal-based energy sector's development. This will constitute a major obstacle to the use of the potential that we have in our coal and lignite resources. Also, investment in renewable energy sources will certainly be a considerable burden for Poland. However, it should also be noted that the positive effect of the investment in renewable energy sources is development of the renewable energy generation sector in Poland. That is why most investors expect a new energy strategy, which will indicate the development direction for our energy sector's for the near future.

4. The German energy policy

The origins of the Energiewende concept in Germany date back to the 1970s. At that time, nuclear energy opponents began to use this term [4]. Re-initiated in 2011, the German energy transformation Energiewende, proposed by the government due to the imposed pace of change, represents a new quality in Germany's energy strategy. The new energy strategy was announced a few months after the accident at Fukushima nuclear power plant. The German government not only adopted an action plan and a role of the new energy policy, but set precise assumptions that reflect the additional values shared by most citizens. This was meant as the German answer to depletion of natural resources, and the increase of independence from the raw materials imported from

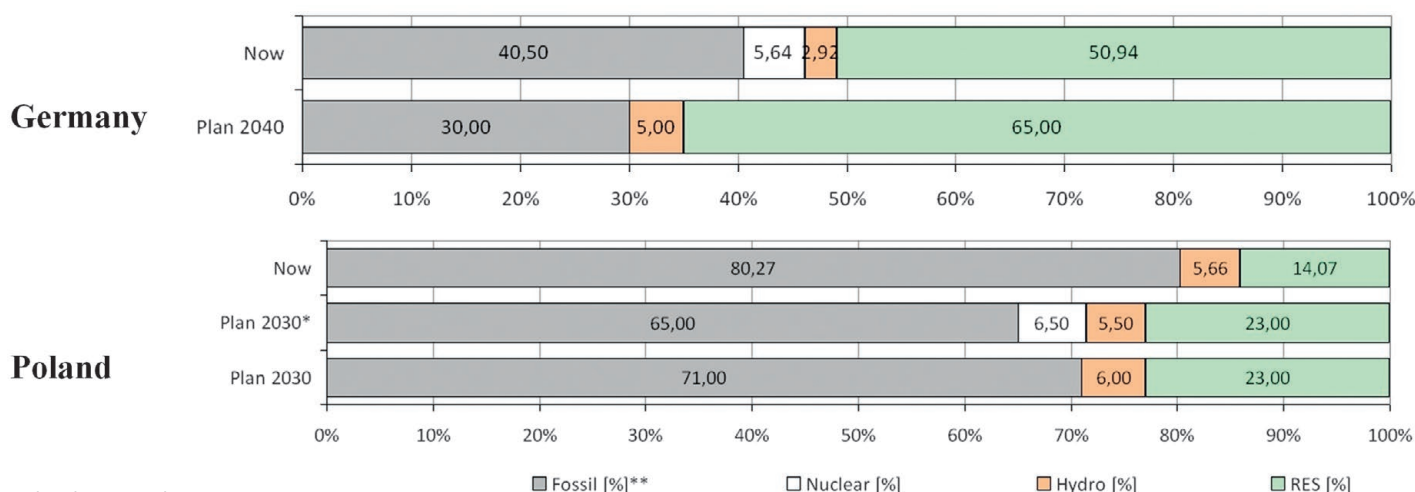
unstable regions of the world, and an action to raise living standards in the future. The most significant Energiewende assumptions are:

- decommissioning of nuclear power plants by 2022
- significant reduction in carbon dioxide emissions
- increase in energy efficiency
- reduction of energy imports
- reliance of the power system on RES.

The strategy shall be based mainly on RES development. Pursuant to the amendment of the Act, the RES share in electricity output shall steadily rise from the current approx. 33% to approx. 40–45% in 2025, approx. 50% in 2030, and up to 80% in 2050. The complete transition to the use of low-carbon energy, using mainly RES sources, is a major social challenge, especially because of the need to increase electricity prices. So far, German society is ready to bear the costs associated with the energy transformation. The main problem in the implementation of the new Energiewende energy policy is to ensure the continuity of electricity supply following the phasing-out of subsequent nuclear power plants by 2022. Germany is seeking to use to this end the generation fuelled by coal and natural gas, which is a low-emission raw material and enables meeting the carbon dioxide emission reduction goals. The first significant change related to the new concept of the German energy sector is the construction of new coal-fired power plants. It is quite surprising because of the fuel's high emissivity; however, it is justified by the need to balance the withdrawn nuclear power plant capacities. At the same time, RES subsidizing results in a reduction in electricity wholesale prices below the profitability threshold. This is particularly evident in some depreciated gas-fired plants. And it casts gas-fired power plants in the role of peak power sources, effectively reducing the energy generation from gaseous fuel.

5. Summary

Energy policy is a security policy of the country. It should be well thought out, and take into account the access to energy sources. An important issue is also the need for independence



* incl. nuclear power plants

** incl.: hard coal, lignite, natural gas, liquid fuels

Fig. 9. Current state and planned development of the Polish and German power systems

from imported fuels. At the same time, recent developments show how important a common voice of EU policy on the issue of energy is. Hence the question how far the common voice should interfere with and decide on national energy strategies of European Union countries. Fig. 9 shows the present and planned energy mixes of Poland and Germany.

The characteristics and condition of the Polish energy industry is largely a result of decisions taken in the past. An additional element that characterizes the industry is the unique in Europe availability of hard coal and lignite resources, the decades-long exploitation of which has made the electricity market rely heavily on them. This influences, on the one hand, the need to invest in the energy sector, in its generation assets in particular, including those supported or replaced by renewable energy sources, and, on the other hand, limits the options related to the availability of financial and technical resources. The basis of the current changes in the Polish energy sector, it may be noted that coal remains the main fuel, but despite this the sector is slowly changing. Particularly important aspects are the requirements concerning the emissivity of sources and the share of renewable energy and natural gas considered in drafting new energy strategies.

Despite the German resentment to carbon fuelled power, it seems that the share of both types of coal in the German energy mix of ca. 25% will decrease very slowly. In the German energy mix, nuclear energy still covers about 15% of the demand. According to the German government's and parliament's ruling, the last eight nuclear power plants still in operation will be shut down by 2022. It seems that the current changes in Germany's energy mix affect the deterioration of its energy security. This is due to increased dependence on supplies of imported energy raw materials. Another significant threat to Germany's energy security is the instability of generation from wind and photovoltaic plants.

Germany bets on RES energy, so should Poland follow suit or pursue its own energy development option? In this author's opinion, each state should decide on its energy strategy independently, and choose nuclear power, gas or coal burning, or renewable energy.

REFERENCES

1. B. Caldecott, G. Dericks, J. Mitchell, "Stranded Assets and Subcritical Coal. The Risk to Companies and Investors", Smith School of Enterprise and the Environment, University of Oxford, 2015.
2. "Die Energiewende in Deutschland. Mit sicherer, bezahlbarer und umweltschonender Energie ins Jahr 2050", Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin 2012.
3. Eurostat, "Statistical Books, Energy, transport and environment indicators", 2016 edition.
4. M. Książniakiewicz, "Nowa era w polityce Niemiec w obszarze odnawialnych źródeł energii" [A new era in the German RES policy], *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego*, Vol. 9, No. 1, 2015.
5. J. Paska, "Ekonomiczny wymiar bezpieczeństwa elektroenergetycznego i niezawodności zasilania" [The economic dimension of energy security and reliability of supply], *Rynek Energii*, No. 2, 2013.
6. R. Szczerbowski, "Prognoza rozwoju polskiego sektora wytwórczego do 2050 roku – scenariusz węglowy" [Forecast of of the Polish generation sector development until 2050 – the carbon scenario], *Polityka Energetyczna*, Vol. 9, book 3, 2016.
7. M. Szuflicki, A. Malon, M. Tymiński, "Bilans zasobów złóż kopalni w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r." [Inventory of mineral resources in Poland as of December 31, 2015], Państwowy Instytut Badawczy, Państwowy Instytut Geologiczny, 2016.
8. M. Wilczyński, "Zmierzch węgla kamiennego w Polsce" [The eclipse of hard coal in Poland], Foundation Institute for Sustainable Development, Warsaw, 2013.

Radosław Szczerbowski

Poznań University of Technology

e-mail: radoslaw.szczerbowski@put.poznan.pl

A graduate and now a lecturer at the Faculty of Electrical Engineering of Poznań University of Technology. The scope of his research interests includes issues related to electricity generation, energy management, and energy security. A member of the Association of Polish Electrical Engineers.

Bartosz Ceran

Poznań University of Technology

e-mail: bartosz.ceran@put.poznan.pl

Graduated in electrical/power engineering from the Electrical Faculty of Poznań University of Technology. Since 2009 a research assistant in the Institute of Electrical Power Engineering at the Faculty of Electrical Engineering of Poznań University of Technology. His research interests include issues of distributed electricity and heat generation, with special emphasis on fuel cell technology.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 201–208. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Perspektywy rozwoju polskiego i niemieckiego sektora wytwórczego – analiza porównawcza

Autorzy

Radosław Szczerbowski
Bartosz Ceran

Słowa kluczowe

polityka energetyczna, bezpieczeństwo energetyczne, wytwarzanie energii elektrycznej

Streszczenie

Polityka energetyczna to polityka bezpieczeństwa danego kraju. Powinna być przemyślana i uwzględniać dostęp do źródeł energii. Jednocześnie ostatnie lata pokazują, jak ważny jest wspólny głos polityki światowej w kwestii energetyki. W Polsce od kilku lat podejmowane są próby określenia nowego modelu strategii energetycznej. Ta strategia powinna uwzględniać potrzeby odbiorców, a z drugiej strony odpowiadać wyzwaniom klimatycznym. Istotne jest jednak pytanie, jak będzie wyglądała nowa strategia rozwoju systemu elektroenergetycznego w perspektywie kolejnych lat. W artykule przedstawiono stan obecny Krajowego Systemu Elektroenergetycznego oraz systemu energetycznego Niemiec, dostępność źródeł energii pierwotnej oraz możliwe technologie energetyczne przyszłej strategii rozwoju systemu energetycznego. Opisano te technologie ze względu na perspektywy ich wykorzystania w systemie energetycznym.

Data wpływu do redakcji: 28.02.2017

Data wpływu do redakcji po recenzjach: 13.03.2017

Data akceptacji artykułu: 27.03.2017

Data publikacji online: 30.09.2017

1. Wprowadzenie

W Polsce od kilku lat podejmowane są próby określenia nowego modelu strategii energetycznej, która z jednej strony uwzględniałaby potrzeby odbiorców, a z drugiej odpowiadałaby wyzwaniom stawianym przez Unię Europejską. Polska, dzięki znacznym złożom węgla, w porównaniu z pozostałymi państwami Unii Europejskiej jest krajem bezpiecznym w kontekście produkcji energii elektrycznej i stosunkowo niskich kosztów jej wytwarzania. Pozostaje jednak pytanie, jak będzie wyglądała strategia rozwoju systemu elektroenergetycznego w perspektywie kolejnych lat. Konieczne jest wypracowanie – na podstawie bilansów paliwowo-energetycznych – wieloletniej strategii energetycznej dla Polski, uwzględniającej rosnące potrzeby odbiorców indywidualnych oraz przemysłowych, a jednocześnie zapewniającej bezpieczeństwo. Z punktu widzenia Polski taka strategia powinna w znacznym stopniu zapewniać dużą samowystarczalność. Możliwa do zrealizowania strategia energetyczna powinna uwzględniać nasze zasoby naturalne, których głównym źródłem jest węgiel. Oczywiście, wykorzystanie tego paliwa powinno być oparte na czystych i wysoko sprawnych technologiach. Możliwe jest także zwiększenie wydobycia gazu z zasobów krajowych, w tym być może z ciągle słabo rozpoznanych złóż gazu łupkowego. Ogromne znaczenie będzie miało także wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, zwłaszcza wiatrowych oraz opartych na przetwarzaniu biomasy i prawdopodobnie coraz większe znaczenie będzie miała fotowoltaika, której rozwój w ostatnich miesiącach był bardzo zauważalny. Jest to tym bardziej istotne, że zwiększony udział energii odnawialnych w bilansie energetycznym państw

członkowskich popiera Unia Europejska. W wielu opracowaniach rozważa się także budowę elektrowni jądrowych. Zagadnieniom bezpieczeństwa energetycznego kraju poświęcono wiele uwagi. Ogólnie można zapisać, że „bezpieczeństwo energetyczne to stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię, w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy minimalizacji negatywnego oddziaływania sektora energii na środowisko i warunki życia społeczeństwa” [5].

Z danych Eurostatu wynika, że w 2015 roku kraje Unii Europejskiej były uzależnione od importu surowców energetycznych i energii w ponad 54%. Sytuacja Polski jest zdecydowanie korzystniejsza, nasze uzależnienie wynosi nieco ponad 29%, co plasuje nas w czołówce najbezpieczniejszych energetycznie państw UE. W mniejszym stopniu uzależniona jest tylko Dania. W zdecydowanie gorszej sytuacji są natomiast największe unijne gospodarki. Uzależnienie od zewnętrznych surowców energetycznych w Niemczech wynosi prawie 62%, we Francji ok. 46%, w Wielkiej Brytanii ok. 37%. Kraje o stosunkowo niskim poziomie energetycznego uzależnienia od importu wykorzystują swoje naturalne paliwa kopalne, przykładem są tu Czechy (31%) i Polska, lub źródła odnawialne, na przykład Dania (ok. 13%). Na rys. 1 przedstawiono zależność od importu surowców energetycznych w Polsce i Niemczech w latach 2004–2013. Analizując poniższy wykres, można zauważyć, że we wszystkich rodzajach paliw zależność Niemiec od importu jest zdecydowanie wyższa niż Polski, a w zakresie paliw stałych nadal możemy mówić o niezależności Polski od importu.

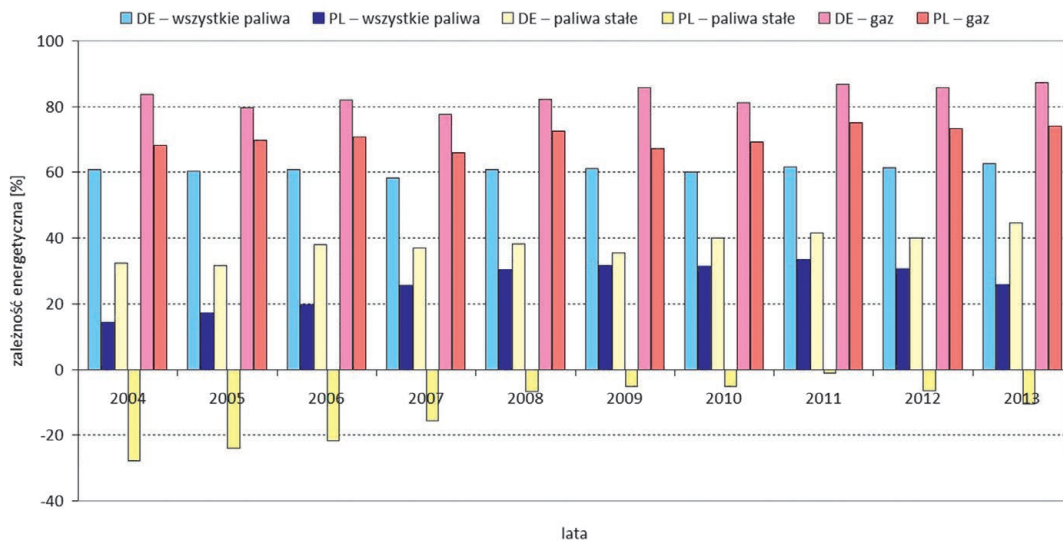
Obecnie wydaje się, że krajem, który wywiera zdecydowanie największy wpływ na politykę energetyczną pozostałych krajów Unii Europejskiej są Niemcy. Zainicjowana w 2011 roku niemiecka transformacja energetyczna „Energiewende” [2], zaproponowana przez rząd, ze względu na narzucone tempo zmian stanowi nową jakość w strategii energetycznej Niemiec. Nowa strategia energetyczna pojawiła się kilka miesięcy po awarii elektrowni jądrowych w Fukushima. Rząd niemiecki nie poprzestał na ustanowieniu planu działania i roli nowej polityki energetycznej, ale określone zostały założenia uwzględniające dodatkowe wartości wyznawane przez większość obywateli. Ma to być niemiecka odpowiedź na zmniejszenie zasobów naturalnych, wzrost niezależności od surowców importowanych z niestabilnych regionów świata oraz sposób na wyższy poziom życia w przyszłości.

2. Porównanie obecnego stanu polskiego i niemieckiego systemu energetycznego

Porównując strukturę mocy zainstalowanych w Polsce i Niemczech (tab. 1 i rys. 2–3), można zauważyć, że w naszym kraju dominującym paliwem jest węgiel. Mix energetyczny dla Niemiec przedstawia się o wiele bardziej korzystnie. Wykorzystanie wielu paliw i technologii pozwala jednocześnie na zapewnienie odpowiednich mocy wytwórczych, a także pozwala sprostać wymogom ochrony środowiska. Dywersyfikacja paliw jest też istotna z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego. Energiewende, czyli realizowana obecnie niemiecka strategia energetyczna, wprowadziła przyspieszoną rezygnację z energetyki jądrowej i rozwój odnawialnych źródeł energii. Według niemieckich planów rządowych udział OZE w produkcji energii

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 201–208. When referring to the article please refer to the original text.

PL

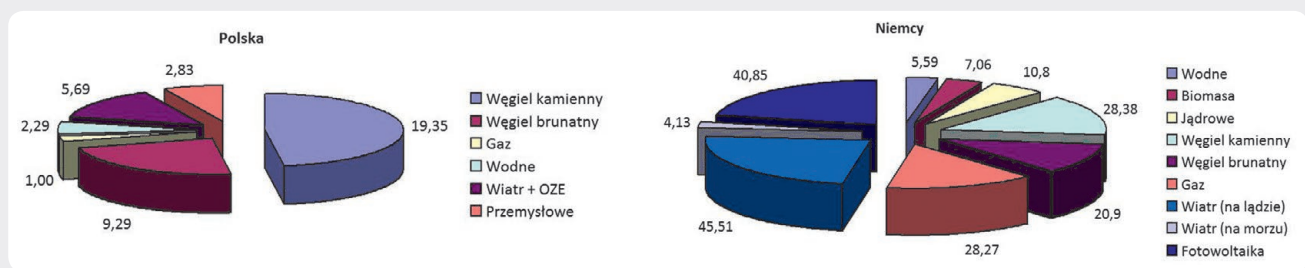


Rys. 1. Zależność od importu surowców energetycznych dla Polski i Niemiec w latach 2004–2013, opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu

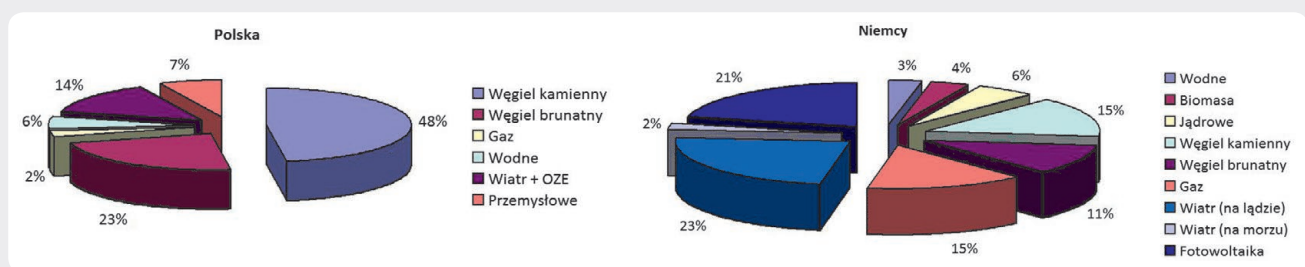
	Polska	Niemcy
Moc zainstalowana [GW]	40,45	191,49
Moc szczytowa godzinowa [GW]	25,55	78,18
Minimalne obciążenie godzinowe [GW]	11,28	34,50
Elektrownie na paliwa kopalne [GW]	32,47	77,55
Elektrownie jądrowe [GW]	0	10,80
Elektrownie wodne [GW]	2,29	5,59
Źródła odnawialne [GW]	5,69	97,55
Produkcja energii [TWh]	161,72	545,49

Tab. 1. Zestawienie podstawowych parametrów systemu elektroenergetycznego w Polsce i Niemczech, opracowanie własne na podstawie danych: PSE SA, ENTSO-E i <https://www.energy-charts.de/energy.htm> [dostęp: 4.03.2017]

elektrycznej ma się stopniowo zwiększać z obecnych prawie 34% do 80% w 2050 roku, a emisje gazów cieplarnianych do 2050 roku mają spaść o 80–95% w stosunku do roku 1990 roku. Równocześnie energetyka węglowa nadal dominuje w koszyku energetycznym Niemiec, w 2016 roku z elektrowni węglowych pochodziło 43% energii elektrycznej (24,7% z węgla brunatnego, 18,3% z kamiennego). Porównanie struktury produkcji energii elektrycznej w Polsce i Niemczech przedstawiono na rys. 4. To z oczywistych względów utrudnia realizację celów redukcji emisji, ponieważ spalanie węgla brunatnego powoduje największe emisje gazów cieplarnianych. Aby osiągnąć założenia zmniejszenia emisji, Niemcy



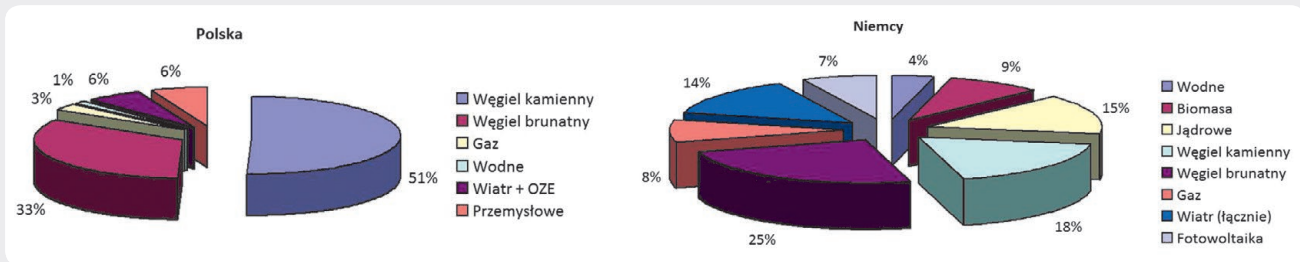
Rys. 2. Struktura mocy zainstalowanej w GW w Polsce i Niemczech w 2016 roku, opracowanie własne na podstawie danych: PSE SA, ENTSO-E i <https://www.energy-charts.de/energy.htm> [dostęp: 4.03.2017]



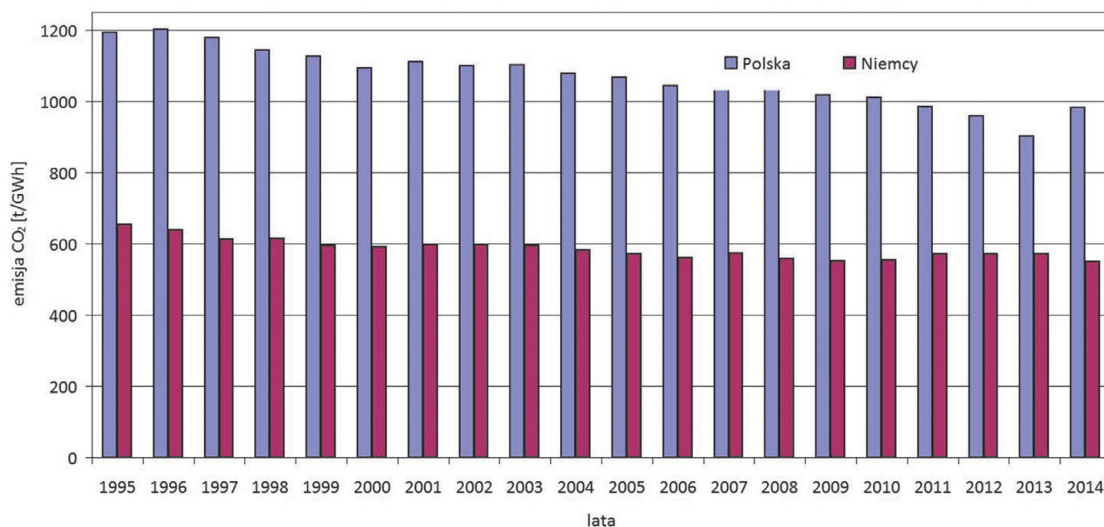
Rys. 3. Struktura procentowa mocy zainstalowanej w Polsce i Niemczech w 2016 roku, opracowanie własne na podstawie danych: PSE SA, ENTSO-E i <https://www.energy-charts.de/energy.htm> [dostęp: 4.03.2017]

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 201–208. When referring to the article please refer to the original text.

PL



Rys. 4. Struktura procentowa produkcji energii elektrycznej w źródłach wytwórczych w Polsce i Niemczech w 2016 roku, opracowanie własne na podstawie danych: PSE SA, ENTSO-E i <https://www.energy-charts.de/energy.htm> [dostęp: 4.03.2017]



Rys. 5. Emisja zanieczyszczeń w odniesieniu do produkcji energii elektrycznej brutto [t/GWh] w Polsce i Niemczech, opracowanie własne na podstawie danych Eurostatu

rozpoczęli proces redukcji zużycia węgla w energetyce. Proces całkowitej eliminacji węgla z energetyki planowany jest na okres 25–30 lat.

Na rys. 5 przedstawiono emisję CO₂ w Polsce i Niemczech w latach 1995–2014. Wzrost emisji CO₂ w Niemczech w latach 2011–2013 miał kilka powodów. Najważniejszym było zwiększenie produkcji energii elektrycznej z elektrowni węglowych, po wyłączeniu ośmiu elektrowni jądrowych po katastrofie w Fukushima. Decyzja o rezygnacji z elektrowni jądrowych zbiegła się w czasie z rewolucją łupkową w USA, która doprowadziła do spadku popytu na węgiel, a co za tym idzie – spadku cen węgla na rynku światowym. Doprowadziło to do zwiększenia udziału węgla w produkcji energii w państwach UE, w tym w Niemczech. Dodatkowo, na skutek spadku cen uprawnień do emisji CO₂ w unijnym systemie handlu emisjami, wzrosła również produkcja energii z węgla brunatnego w Niemczech. W efekcie, mimo że w latach 2010–2013 zużycie energii elektrycznej w Niemczech spadło, a produkcja energii elektrycznej z OZE wzrosła, to produkcja energii z węgla również wzrosła, przyczyniając się do wzrostu emisji CO₂. Niemniej jednak, analizując poziom emisji CO₂ w odniesieniu do produkcji energii elektrycznej brutto, można zauważyć, że Polska

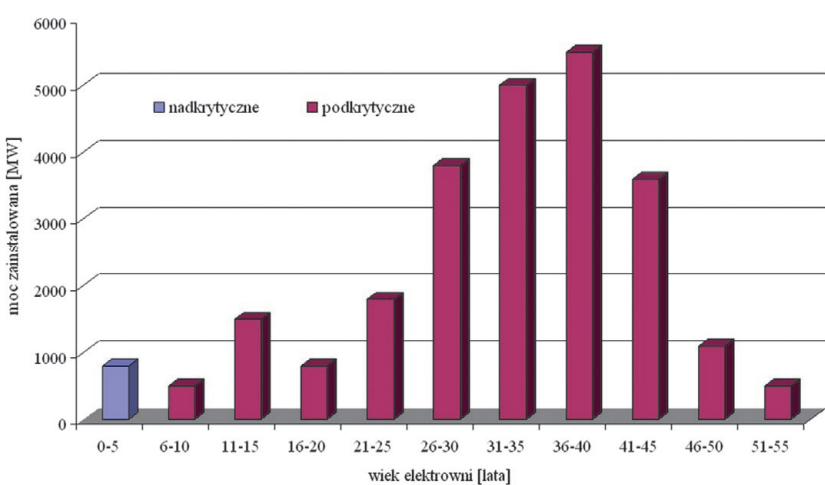
energetyka charakteryzuje się blisko o 1/3 większą emisją w porównaniu z Niemcami. Elektrownie węglowe w niemieckim systemie energetycznym posiadają obecnie łączną moc zainstalowaną na poziomie 49 GW. Z tego 19% to elektrownie na parametry nadkrytyczne lub ultra-nadkrytyczne. Technologia ta jest rozwijana w Niemczech od 1970 roku. Polskie elektrownie węglowe wytwarzają obecnie ok. 28 GW. Bloki na parametry nadkrytyczne stanowią tylko kilka procent mocy zainstalowanej w blokach węglowych. Pierwsza elektrownia na parametry nadkrytyczne została włączona do systemu elektroenergetycznego dopiero w XXI wieku. Jednak porównując strukturę wiekową jednostek wytwórczych zainstalowanych w polskim i niemieckim systemie wytwórczym, można zauważyć, że oba te systemy dysponują w znacznym stopniu wyeksploatowanym majątkiem wytwórczym (rys. 6 i 7).

W *Bilansie zasobów złóż kopaliny w Polsce*, opublikowanym w ubiegłym roku, przedstawiono stan zasobów naturalnych na koniec 2015 roku [7]. 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. 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

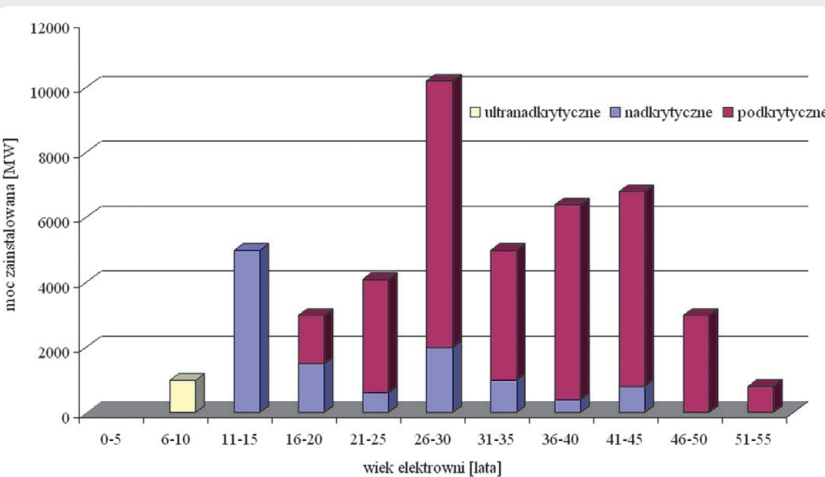
(typ 31–33). Zasoby węgla brunatnego to: 14 złóż w województwie dolnośląskim, 8 w kujawsko-pomorskim, 2 w lubelskim, 21 złóż w lubuskim, 9 w łódzkim, 4 w mazowieckim, 2 w województwie opolskim oraz 31 złóż w wielkopolskim. Czynne kopalnie węgla brunatnego zasilają bezpośrednio elektrownie w Bełchatowie, Adamowie, Koninie i Turowie. 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. 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 [6]. Węgiel kamienny w Niemczech jest sprowadzany w prawie 90% z zagranicy, natomiast węgiel brunatny jest w całości wydobywany ze złóż krajowych. W 2013 roku wydobycie węgla kamiennego wyniosło ok. 7,5 mln ton, co stanowiło ok. 12% krajowego zużycia. Z całości spalane go węgla kamiennego ok. 70% wykorzystuje się do produkcji energii elektrycznej w elektrowniach i elektrociepłowniach. Natomiast 90% węgla brunatnego służy do produkcji energii elektrycznej, pozostałe 10% do procesów przemysłowych.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 201–208. When referring to the article please refer to the original text.

PL



Rys. 6. Wiek elektrowni węglowych w Polsce [1]



Rys. 7. Wiek elektrowni węglowych w Niemczech [1]

Zasoby bilansowe i wydobywalne węgla, dane za rok 2015		Polska	Niemcy
Całkowite zasoby węgla kamiennego	Mt	56 220	82 959
Całkowite zasoby węgla brunatnego	Mt	23 516	72 700
Zasoby wydobywalne węgla kamiennego	Mt	21 107	2 500
Zasoby wydobywalne węgla brunatnego	Mt	1 419	36 200
Import węgla kamiennego	Mt	8,2	55,5
Eksport węgla kamiennego	Mt	9,0	0,1

Tab. 2. Zestawienie podstawowych danych dotyczących zasobów węgla w Polsce i Niemczech, opracowanie własne na podstawie: <https://euracoal.eu/info/country-profiles/germany/> oraz <https://euracoal.eu/info/country-profiles/poland/> [dostęp: 4.03.2017]

W przeciwieństwie do węgla kamiennego zasoby węgla brunatnego w Niemczech są znaczne. W 2013 roku Niemcy były największym na świecie konsumentem węgla brunatnego z wydobyciem na poziomie 183 mln ton rocznie.

Rezerwy węgla brunatnego w RFN szacowane są na 35,1 mld ton. Wydobywa się go w czterech zagłębiach górniczych: Reńskim

Zagłębiu w Nadrenii Północnej-Westfalii (53% niemieckiego wydobycia w 2013 roku), Łużyckim Zagłębiu w Brandenburgii (35% niemieckiego wydobycia w 2013 roku), Środkowoniemieckim Zagłębiu w Saksonii (11% niemieckiego wydobycia w 2013 roku) oraz w Zagłębiu Helmstedt na pograniczu Saksonii-Anhalt i Saksonii (1% niemieckiego wydobycia w 2013 roku). W tab. 2

przedstawiono podstawowe dane dotyczące zasobów węgla w obu krajach.

Do porównania polskiego systemu energetycznego z systemem niemieckim wykorzystano trzy wskaźniki wyrażone w procentach:

- stopień wyzyskania (stosunek wartości mocy szczytowej godzinowej do wartości mocy zainstalowanej)
- minimalny stopień wyzyskania (stosunek wartości minimalnego obciążenia godzinowego do wartości mocy zainstalowanej)
- stopień wykorzystania mocy zainstalowanej.

Wyniki porównania zostały przedstawione na rys. 8. Z porównania tych wyników można wyciągnąć następujące wnioski:

- stopień wyzyskania, minimalny stopień wyzyskania oraz stopień wykorzystania mocy zainstalowanej w Polsce są znacznie wyższe niż w Niemczech
- intensywny rozwój OZE w Niemczech skutkuje spadkiem stopnia wyzyskania. Jest to związane ze zdecydowanie niższą dyspozycyjnością odnawialnych źródeł energii w porównaniu z elektrowniami konwencjonalnymi. Jest to również związane z koniecznością zachowania mocy rezerwowych, gwarantujących produkcję energii elektrycznej w czasie niskiej generacji z elektrowni bazujących na odnawialnych źródłach energii
- można stwierdzić, że Niemcy, które już zainstalowały w swoim systemie energetycznym znaczne ilości źródeł odnawialnych, będą musiały zmienić dotychczasowe zasady projektowania systemu energetycznego opartego na źródłach dyspozycyjnych na rzecz systemu, w którym moc zainstalowana będzie kilkakrotnie przekraczała wartość mocy szczytowej.

3. Krajowa strategia energetyczna

W ostatnich latach zagadnieniem strategii i planów rozwoju systemu energetycznego kraju poświęcono wiele uwagi. Temat ten pojawił się w wielu aktach prawnych, raportach, opracowaniach oraz materiałach konferencyjnych. Dokumenty, które przedstawiają problem rozwoju systemu energetycznego to opracowania m.in.:

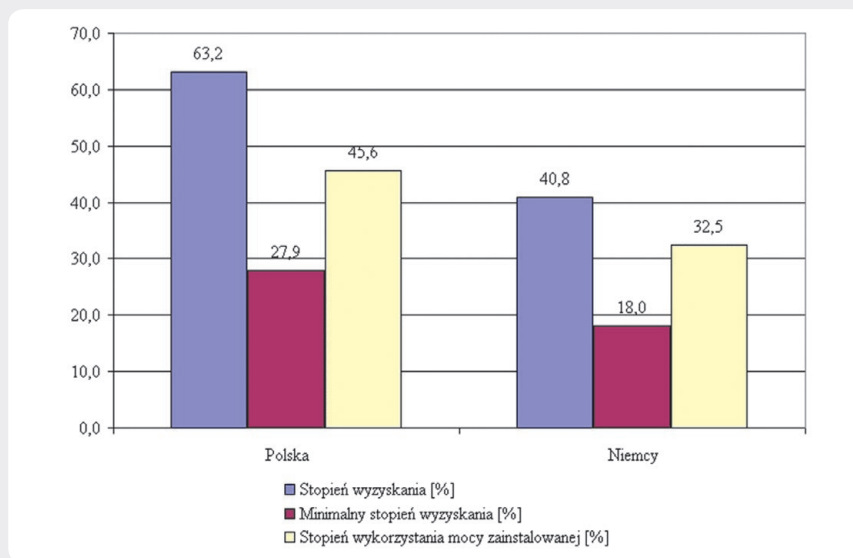
- *Polityka energetyczna Polski do 2025 roku*, dokument przyjęty przez Radę Ministrów 4 sierpnia 2005 roku
- *Polityka energetyczna Polski do 2030 roku*, dokument przyjęty przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 roku
- *Mix energetyczny 2050 – analiza scenariuszy dla Polski*, dokument opracowany dla Ministerstwa Gospodarki w 2011 roku
- *Model optymalnego miks energetycznego dla Polski do roku 2060*, dokument opracowany przez Departament Analiz Strategicznych dla Kancelarii Prezesa Rady Ministrów w 2013 roku.

W kwietniu 2014 roku Rada Ministrów podjęła uchwałę w sprawie przyjęcia strategii *Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko – perspektywa do 2020 r.*¹ Celem strategii jest rozwój nowoczesnego, przyjaznego środowisku sektora energetycznego, który będzie w stanie zapewnić Polsce bezpieczeństwo energetyczne. *Strategia Bezpieczeństwo*

¹ http://strateg.stat.gov.pl/strategie_pliki/Strategia_Bezpieczenstwo_Energetyczne_i_Srodowisko.pdf.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 201–208. When referring to the article please refer to the original text.

PL



Rys. 8. Porównanie stopnia wyzyskania, minimalnego stopnia wyzyskania oraz stopnia wykorzystania mocy zainstalowanej w Polsce (na koniec 2015 roku) i Niemczech (na koniec 2016 roku), opracowanie własne na podstawie danych z Eurostatu, EurObserv'ER i ENTSO-E

Energetyczne i Środowisko obejmuje dwa istotne obszary: energetykę i środowisko oraz określa kluczowe reformy i niezbędne działania, które powinny zostać podjęte w perspektywie do 2020 roku. W dokumentach strategii znalazł się zapis, że do 2020 roku polska elektroenergetyka będzie opierać się przede wszystkim na węglu. Polska, dzięki znacznym złożom węgla w porównaniu z pozostałymi państwami UE, jest krajem bezpiecznym w kontekście produkcji energii elektrycznej i stosunkowo niskich kosztów jej wytwarzania.

14 lutego 2017 roku przyjęta została uchwałą Rady Ministrów *Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 roku)*². Strategia jest dokumentem opracowanym przez Ministerstwo Rozwoju, w którym przedstawiono rozwój kraju w perspektywie do 2030 roku. Jeden z rozdziałów dokumentu dotyczy rozwoju sektora energetycznego. Wśród najistotniejszych zagadnień wskazano konieczność wypracowania długofalowej i stabilnej polityki energetycznej, która ma być prowadzona zgodnie z polskim interesem i w sposób zapewniający bezpieczeństwo w wymiarze źródeł energii, przesyłu i dystrybucji. Największy nacisk ma być położony na działania służące poprawie bezpieczeństwa energetycznego, poprzez m.in.: zapewnienie dywersyfikacji źródeł wytwórczych, stworzenie warunków ułatwiających inwestycje w infrastrukturę wytwórczą energii elektrycznej, zwiększanie udziału stabilnych odnawialnych źródeł energii, promocję i rozwój klastrów oraz spółdzielni energetycznych. Dodatkowo w strategii zapisano, że konieczne jest zwiększanie efektywności energetycznej gospodarki, w tym polskiego sektora górniczego, rozwój inteligentnej sieci energetycznej oraz technologii magazynowania energii. Ministerstwo Energii przygotowuje kolejny dokument strategiczny zawierający

scenariusze przyszłości górnictwa węgla kamiennego w Polsce. W czerwcu 2017 roku zaprezentowano *Program dla sektora węgla kamiennego w Polsce*, który ma wyznaczać kierunki rozwoju sektora do 2030 roku. Po zaakceptowaniu przez ministra energii trafi on do uzgodnień społecznych i międzyresortowych. *Program dla sektora węgla kamiennego w Polsce* składa się z dwóch części, z których pierwsza stanowi analizę aktualnej sytuacji sektora węglowego, a druga określa cele i kierunki działania w przyszłości. W strategii zaproponowano trzy scenariusze rozwoju górnictwa, które mają swoje przełożenie również na sektor energetyki. W scenariuszu optymistycznym zakłada się wzrost zapotrzebowania na węgiel o 20%, a warunkiem realizacji tego scenariusza jest budowa nowych bloków dużej mocy oraz powstanie instalacji zgazowania węgla. Scenariusz referencyjny zakłada utrzymanie zapotrzebowania na węgiel na obecnym poziomie. W tym wariancie w energetyce zawodowej uruchomione zostaną nowe moce wytwórcze w technologii nadkrytycznej oraz wdrożony zostanie program modernizacji kotłów w blokach o mocy 200 MW. Scenariusz pesymistyczny zakłada natomiast, że zużycie węgla kamiennego obniży się, a przyczyną tego będą opóźnienia w budowie nowych bloków energetycznych oraz zaniechanie programu modernizacji kotłów w blokach o mocy 200 MW.

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 wprowadzane przez Unię Europejską, które dotyczą emisji szkodliwych substancji do atmosfery, powodują, że drastycznie maleje liczba nowych inwestycji w rozbudowę sektora energetyki konwencjonalnej. Ustalenia 21 Konferencji Stron Ramowej Konwencji

Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, która odbyła się w 2015 roku w Paryżu, zakładają kilka ważnych celów, których spełnienie ma ograniczyć emisję gazów cieplarnianych oraz spowolnić globalne zmiany klimatu. W efekcie zakłada się, że od 2050 roku światowa gospodarka powinna być prawie zeroemisyjna. W praktyce oznacza to konieczność przygotowania nowych strategii niskoemisyjnego rozwoju gospodarczego we wszystkich państwach, które do tej pory z rezerwą traktowały problem emisji zanieczyszczeń. Przewiduje się, że porozumienie powinno wejść w życie najpóźniej do końca 2020 roku.

Polityka klimatyczno-energetyczna UE wywiera ogromny wpływ na rozwój polskiej energetyki w perspektywie do 2050 r. Dotyczy to zarówno energetyki konwencjonalnej, energetyki odnawialnej oraz w przyszłości energetyki jądrowej. Realizacja założeń Pakietu Energetycznego 3x20 oraz EU ETS (Europejski System Handlu Emisjami) wiąże się z koniecznością poniesienia przez energetykę ogromnych nakładów inwestycyjnych na modernizację źródeł energetyki konwencjonalnej, w szczególności zaangażowania w technologie niskoemisyjne. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia spełnienia ostrych wymogów emisyjnych *Dyrektywy IED*. Nowe, zaostrzone wymogi wynikające z *Dyrektywy IED* mogą doprowadzić do tego, że wiele dotychczasowych inwestycji proekologicznych w energetyce okaże się chybionych i nie uchroni elektrowni konwencjonalnych przed ponowną modernizacją lub wyłączeniem z eksploatacji. Najnowsze założenia polityki klimatycznej ujęte w mapie drogowej 2050 sprzeczają, że sektor energetyczny stoi przed wielkim wyzwaniem. Propozycja redukcji emisji w sektorze energetycznym praktycznie wykluczy węgiel z gospodarki energetycznej.

To wszystko sprawia, że koszty dostosowania polskiej energetyki do wymogów unijnych z pewnością będą bardzo wysokie. Ponadto najważniejszym kosztem naszego członkostwa w Unii Europejskiej w wymiarze energetycznym może okazać się ograniczenie rozwoju energetyki opartej na węglu. Będzie to istotna przeszkoda w wykorzystaniu potencjału, jaki posiadamy w zasobach węgla kamiennego oraz brunatnego. Także inwestycje w odnawialne źródła energii będą dla Polski z pewnością znacznym obciążeniem. Jednak, należy też zaznaczyć, że pozytywnym efektem inwestycji w OZE jest rozwój sektora produkcji energii odnawialnej w Polsce. Dlatego też większość inwestorów oczekuje, kiedy pojawi się nowa strategia energetyczna, która wskaże kierunki rozwoju naszej energetyki w najbliższej perspektywie.

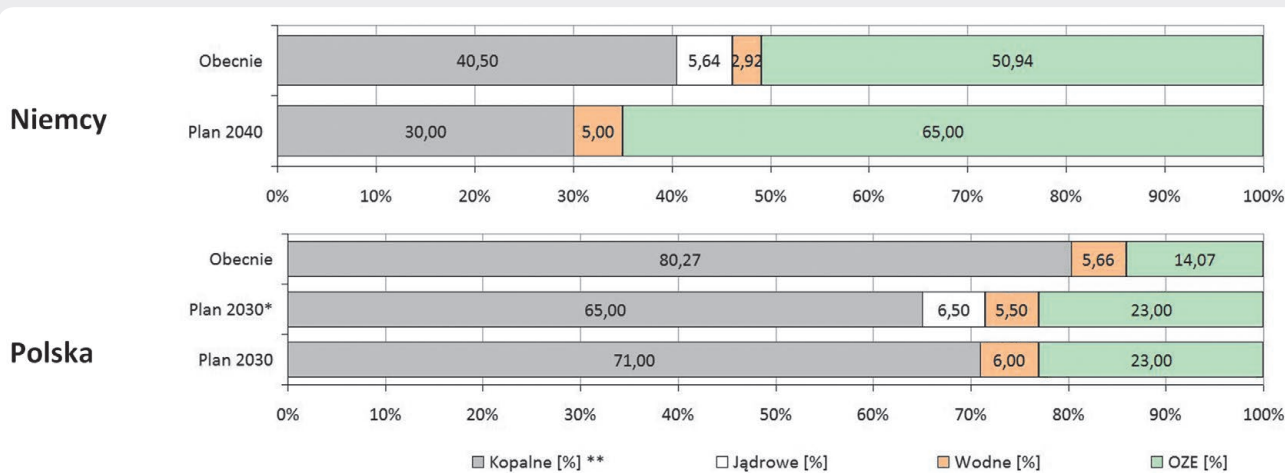
4. Polityka energetyczna Niemiec

Początki koncepcji *Energiewende* w RFN sięgają lat siedemdziesiątych XX wieku. Wówczas to przeciwnicy wykorzystywania energetyki jądrowej zaczęli posługiwać się tym terminem [4]. Natomiast zainicjowana ponownie w 2011 roku niemiecka transformacja energetyczna *Energiewende*, zaproponowana przez rząd, ze względu na narzucone

² https://www.mr.gov.pl/media/34300/SOR_2017_maly_internet_14072017_wstepPMM.pdf

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 201–208. When referring to the article please refer to the original text.

PL



* z uwzględnieniem elektrowni jądrowych

** w tym: węgiel kamienny, węgiel brunatny, gaz ziemny, paliwa płynne

Rys. 9. Zestawienie stanu obecnego i planów rozwoju systemów energetycznych Polski i Niemiec zgodnie z obowiązującymi planami rozwoju

tempo zmian stanowi nową jakość w strategii energetycznej Niemiec. Nowa strategia energetyczna pojawiła się kilka miesięcy po awarii elektrowni jądrowych w Fukushima. Rząd niemiecki nie poprzestał na ustanowieniu planu działania i roli nowej polityki energetycznej, ale określone zostały precyzyjne założenia uwzględniające dodatkowe wartości wyznaczone przez większość obywateli. Ma to być niemiecka odpowiedź na zmniejszenie zasobów naturalnych, wzrost niezależnienia od surowców importowanych z niestabilnych regionów świata oraz działanie na rzecz podniesienia poziomu życia w przyszłości. Najistotniejsze założenia Energiewende to:

- odstępianie od eksploatacji elektrowni atomowych do 2022 roku
- znaczna redukcja emisji dwutlenku węgla
- wzrost efektywności energetycznej
- redukcja importu nośników energii
- oparcie systemu elektroenergetycznego na odnawialnych źródłach energii.

Strategia ma się opierać głównie na rozwoju odnawialnych źródeł energii. Zgodnie z nowelizacją ustawy udział energii odnawialnej w produkcji energii elektrycznej ma systematycznie wzrastać z obecnych ok. 33% do ok. 40–45% w 2025 roku, ok. 50% w 2030 roku i aż 80% w 2050 roku. Całkowite przejście na korzystanie z energii niskoemisyjnej, z wykorzystaniem głównie źródeł odnawialnych, jest znaczącym wyzwaniem społecznym, szczególnie ze względu na konieczność podniesienia opłat za energię elektryczną. Jak na razie społeczeństwo niemieckie jest gotowe do ponoszenia kosztów związanych z transformacją energetyczną. Podstawowym problemem przy realizacji nowej polityki energetycznej Energiewende jest zapewnienie ciągłości dostaw prądu po stopniowym wyłączeniu kolejnych elektrowni jądrowych do 2022 r. Niemcy starają się wykorzystać w tym celu energetykę węglową oraz gaz ziemny, który jest surowcem niskoemisyjnym i pozwala

na zachowanie celów redukcji emisji dwutlenku węgla. Pierwszą znaczącą zmianą związaną z nową koncepcją niemieckiej energetyki jest budowa nowych elektrowni zasilanych węglem. Jest to dość zaskakujące z powodu wysokiej emisyjności tego paliwa, jednak uzasadnione koniecznością zbilansowania wycofywanych mocy w elektrowniach jądrowych. Jednocześnie dotowanie źródeł odnawialnych skutkuje obniżeniem poziomu cen hurtowych energii elektrycznej poniżej progu opłacalności generacji. Szczególnie jest to widoczne w niektórych zamortyzowanych elektrowniach gazowych. Fakt ten sprawia, że elektrownie gazowe znalazły się w roli źródeł szczytowych, skutecznie ograniczając produkcję energii z paliwa gazowego.

5. Podsumowanie

Polityka energetyczna to polityka bezpieczeństwa danego kraju. Powinna być przemyślana i uwzględniać dostęp do źródeł energii. Ważną kwestią jest również konieczność niezależnienia się od importu paliw. Jednocześnie ostatnie wydarzenia pokazują, jak ważny jest wspólny głos polityki unijnej w kwestii energetyki. Stąd rodzi się pytanie, jak dalece ten wspólny głos powinien wpływać i decydować o krajowych strategiach energetycznych państw Unii Europejskiej? Na rys. 9 przedstawiono obecny i planowany kształt miksu energetycznego Polski i Niemiec.

Kształt i stan krajowej energetyki jest w znaczącym stopniu wynikiem decyzji podejmowanych w przeszłości. Dodatkowym elementem, który charakteryzuje polską energetykę, jest specyficzny w Europie dostęp do zasobów węgla kamiennego i brunatnego, których eksploatację przez dekady spowodowało, że rynek energii elektrycznej jest w znaczącym stopniu uzależniony od tych paliw. Fakt ten wpływa z jednej strony na konieczność podejmowania inwestycji w energetyce dotyczących w szczególności źródeł wytwórczych, w tym

wspieranych lub zastępowanych odnawialnymi źródłami energii, a z drugiej strony powoduje ograniczenia możliwości związanych z dostępnością środków finansowych i technicznych.

Na podstawie zachodzących obecnie zmian w krajowym sektorze energetycznym można zauważyć, że podstawowym paliwem nadal pozostaje węgiel, ale mimo to polska energetyka jednak powoli się zmienia. Szczególnie wymagania dotyczące emisyjności źródeł, udziału energii odnawialnej i gazu ziemnego są istotnymi aspektami, które brane są pod uwagę przez gremia tworzące nowe strategie energetyczne.

Mimo negatywnego nastawienia Niemiec do energetyki węglowej wydaje się, że udział obu rodzajów węgla w niemieckim bilansie energetycznym w wysokości ok. 25% będzie się zmniejszał bardzo powoli. W niemieckim miksie energetycznym energia jądrowa nadal zabezpiecza ok. 15% zapotrzebowania na energię. Zgodnie z decyzjami rządu i parlamentu Niemiec, ostatnie osiem czynnych jeszcze elektrowni jądrowych zostanie wyłączonych do 2022 roku. Wydaje się, że dokonujące się obecnie zmiany w bilansie energetycznym Niemiec wpływają na ograniczenie bezpieczeństwa energetycznego tego kraju. Dzieje się tak na skutek zwiększenia się uzależnienia od dostaw importowanych surowców energetycznych. Istotnym zagrożeniem dla bezpieczeństwa energetycznego Niemiec jest także niestabilność dostaw energii z elektrowni wiatrowych i fotowoltaicznych.

Niemcy stawiają na energetykę opartą na odnawialnych źródłach energii, czy zatem Polska powinna iść śladem Niemiec, czy też realizować swój własny wariant rozwoju energetycznego? Zdaniem autora o strategii energetycznej decyzję powinny podejmować państwa niezależnie, każdy kraj sam powinien wybierać, czy postawi na energetykę jądrową, spalanie gazu lub węgla czy też energetykę odnawialną.

This is a supporting translation of the original text published in this issue of "Acta Energetica" on pages 201–208. When referring to the article please refer to the original text.

PL

Bibliografia

1. Caldecott B., Dericks G., Mitchell J., Stranded Assets and Subcritical Coal. The Risk to Companies and Investors, Smith School of Enterprise and the Environment, University of Oxford, 2015.
2. Die Energiewende in Deutschland. Mit sicherer, bezahlbarer und umweltschonender Energie ins Jahr 2050. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Berlin 2012.
3. Eurostat, Statistical Books, Energy, transport and environment indicators, 2016 edition.
4. Księżniakiewicz M., Nowa era w polityce Niemiec w obszarze odnawialnych źródeł energii, *Rocznik Bezpieczeństwa Międzynarodowego* 2015, t. 9, nr 1.
5. Paska J., Ekonomiczny wymiar bezpieczeństwa elektroenergetycznego i niezawodności zasilania, *Rynek Energii* 2013, nr 2.
6. Szczerbowski R., Prognoza rozwoju polskiego sektora wytwórczego do 2050 roku – scenariusz węglowy, *Polityka Energetyczna* 2016, t. 9, z. 3.
7. Szuflicki M., Malon A., Tymiński M., Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce wg stanu na 31 XII 2015 r., Państwowy Instytut Badawczy, Państwowy Instytut Geologiczny, 2016.
8. Wilczyński M., Zmierzch węgla kamiennego w Polsce, Fundacja Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2013.

Radosław Szczerbowski

dr inż.

Politechnika Poznańska

e-mail: radoslaw.szczerbowski@put.poznan.pl

Absolwent, a obecnie wykładowca na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej. Zakres jego zainteresowań naukowych obejmuje zagadnienia związane z problematyką: wytwarzania energii elektrycznej, gospodarką energetyczną oraz bezpieczeństwem energetycznym. Jest członkiem Stowarzyszenia Elektryków Polskich.

Bartosz Ceran

mgr inż.

Politechnika Poznańska

e-mail: bartosz.ceran@put.poznan.pl

Ukończył studia na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej na kierunku elektrotechnika, specjalność elektroenergetyka. Od 2009 roku pracuje w Instytucie Elektroenergetyki Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej na stanowisku asystenta. Jego zainteresowania naukowe dotyczą zagadnień rozproszonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła ze szczególnym uwzględnieniem technologii ogniw paliwowych.