

XXXI Konferencja Zakopane 2017

Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej

na temat:

Surowce energetyczne i energia

POLITYKA ENERGETYCZNA, TOM 20 ZESZYT 3

Spis referatów XXXI Konferencji – CZĘŚĆ 1

Mariusz Ruszel

Rola surowców energetycznych w procesie produkcji energii elektrycznej w UE do 2050 roku

SŁOWA KLUCZOWE: SUROWCE ENERGETYCZNE, ENERGIA ELEKTRYCZNA, TRANSFORMACJA ENERGETYCZNA

Celem artykułu jest analiza wpływu surowców kopalnych na produkcję energii elektrycznej UE do 2050 r. Autor stawia hipotezę, że surowce energetyczne pozostają istotną składową strukturą bilansu elektroenergetycznego w UE w 2015 r. Z tego względu postawione zostały następujące pytania badawcze. Jakie jest współczesne znaczenie surowców energetycznych do produkcji energii elektrycznej i jak będzie się zmieniało do 2050 r.? Jak odnawialne źródła energii będą wpływały na zmianę modelu produkcji energii elektrycznej? Jakie znaczenie dla określenia roli surowców energetycznej ma istniejąca infrastruktura energetyczna? Przyszłość sektora energii bazuje na elektryczności, której zapotrzebowanie zostanie podwojone w nadchodzących dwóch dekadach. Rozwój samochodów elektrycznych będzie miał istotny wpływ na ten proces. Pomimo transformacji energetycznej, znaczenie paliw kopalnych pozostaje wysokie. Wpływa na to istniejąca infrastruktura energetyczna. Spośród różnych źródeł energii energetyka odnawialna będzie rozwijać się w sposób ciągły. Zmiany są nieuniknione, lecz dyskusyjne pozostaje tempo oraz różnorodność transformacji energetycznej w państwach unijnych.

The role of energy resources in the electricity production in the EU up to 2050

KEY WORDS: ENERGY RESOURCES, ELECTRIFICATION, ELECTRICITY, ENERGY TRANSITION

The aim of this article is to analyze the impact of the energy resources on the electrification of the EU up to 2050. The author hypothesizes that energy resources remain an important share of the electricity balance in the EU. Therefore, the following research questions are considered: What is the meaning of the energy resources to produce electricity today and in 2050? How will the renewable energy sources influence to change the electricity production model? What is the importance of energy infrastructure in determining the role of renewable energy sources? The future of the energy sector

will be based on electricity, the demand of which will double in the next two decades. The development of electric vehicle networks will have a big influence on that process. Despite the processes of energy transition, the significance of fossil fuels is still high. The existing energy infrastructure has an influence on this. Among other energy sources, renewable energy resources will develop in a permanent manner. The changes are inevitable but there is discussion about the speed and diversity of energy transitions in various EU states.

Radosław Szczerbowski, Bartosz Ceran

Polityka energetyczna Polski w aspekcie wyzwań XXI wieku

SŁOWA KLUCZOWE: POLITYKA ENERGETYCZNA, BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE, WĘGIEL KAMIENNY I BRUNATNY, OCHRONA ŚRODOWISKA, ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Przyszłość i rozwój energetyki to jeden z najważniejszych problemów zarówno w polityce krajowej, jak i światowej. Odpowiedzialność sektora energetycznego za zmiany klimatyczne na Ziemi oraz troska o zapewnienie wystarczających ilości energii w najbliższych latach, stanowią główne wyzwania, jakie stoją obecnie przed energetyką. Eksploatowane w Polsce elektrownie węglowe są źródłem stabilnych i ciągłych dostaw energii. Idealnie sprawdzają się jako jednostki rezerwowe dla źródeł odnawialnych. Wobec braku odpowiednich zdolności magazynowania energii, utrzymywanie w gotowości jednostek konwencjonalnych staje się w kontekście utrzymania bezpieczeństwa energetycznego kwestią kluczową. W referacie przedstawiono stan obecny krajowego sektora wytwórczego. W perspektywie najbliższych kilkunastu lat dalej będzie się on opierał na energetyce konwencjonalnej, jednak z coraz większym udziałem źródeł odnawialnych. Konieczne jest jednak opracowanie nowej strategii energetycznej, która wskaże, w jakim kierunku będzie zmierzać krajowy sektor wytwórczy. Jest to tym bardziej istotne, że nowe uwarunkowania prawne związane szczególnie z ochroną środowiska zdecydowanie ograniczają stosowanie paliw konwencjonalnych w energetyce.

Poland's Energy Policy in the aspect of the challenges of the 21st century

KEY WORDS: ENERGY POLICY, ENERGY SAFETY, HARD COAL, BROWN COAL, ENVIRONMENTAL PROTECTION, RENEWABLE ENERGY SOURCES

The future and the development of the power industry are the one of the major issues in the domestic and global policy. The impact of power sector on the Earth's climate changes and the attention to sufficient funds of energy in the upcoming years are the primary challenges which the power industry is facing. Coal -fired conventional power plants, exploited in Poland are stable, continuous sources of energy supply. This is why they are the suitable standbys for renewable energy sources. In the case of the lack of appropriate abilities for energy storage, keeping conventional sources in the production capacity is the key issue for energy safety. The article delineates the current state of the domestic sector of energy production. In the prospect of next few years, it will draw on conventional power engineering nevertheless, with growing involvement of renewable energy sources. Nevertheless, it is important to develop a new energy strategy, which will point to the direction of domestic energy production sector changes. What is more relevant, new legal regulations connected with environmental protection will definitely restrict using fossil fuels in the power industry.

Maciej Zajączkowski, Mateusz Sikora, Zbigniew Kasztelewicz

Analiza porównawcza górnictwa i energetyki opartej na węglu brunatnym w Australii i w Polsce

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL BRUNATNY, ENERGETYKA I GÓRNICTWO WĘGLA BRUNATNEGO, POLSKA, AUSTRALIA, LATROBE VALLEY

Australia to kraj bardzo bogaty w zasoby naturalne. Jest znaczącym eksporterem rud żelaza, boksytów, miedzi, złota, niklu oraz cynku. Kraj ten eksportuje także rudy uranu czy też węgiel kamienny i gaz ziemny. We własnym zakresie wykorzystuje również surowiec energetyczny, jakim jest węgiel brunatny. Podobnie jak w Polsce, służy on do produkcji energii elektrycznej zapewniając przy tym bezpieczeństwo energetyczne państwa. Pomimo znacznej odległości dzielącej te dwa kraje, mają one ze sobą wiele wspólnego. Zarówno Australia, jak i Polska opiera swoją elektroenergetykę w większości na rodzimych zasobach węgla kamiennego i brunatnego. Obydwa kraje osiągnęły także zbliżony poziom udziału OZE w miksie energetycznym. Podobny jest również poziom rocznego wydobycia węgla brunatnego. W artykule dokonano porównania górnictwa i energetyki opartej na węglu brunatnym w Australii i w Polsce. Analiza dotyczy ostatnich 20 lat, przy czym szczególną uwagę zwrócono na zmiany, jakie zaszły w tej branży po 2010 roku. Wskazano podobieństwa i różnice występujące w obydwu krajach w zakresie warunków geologiczno-górnicznych wydobycia węgla brunatnego oraz jednostkowej efektywności i emisji dwutlenku węgla podczas produkcji energii elektrycznej. Opisano także stan i perspektywy rozwoju trzech kompleksów górniczo-energetycznych węgla brunatnego zlokalizowanych w Latrobe Valley w stanie Wiktoria w południowo-wschodniej Australii.

Comparative analysis of brown coal-based mining and power industry in Australia and Poland

KEY WORDS: BROWN COAL, POWER INDUSTRY AND BROWN COAL MINING, AUSTRALIA, POLAND, LATROBE VALLEY

Australia is very rich country regarding natural resources. It is significant exporter of iron ore, bauxite ore, copper ore, gold ore, nickel ore and zinc ore. This country is also a big exporter of uranium ore as well as hard coal and natural gas. It has utilized its own energy raw resources which is brown coal. Brown coal is used especially to produce electricity which ensures the national energy security just as in Poland. Despite the long distance between this two countries they have a lot in common. Both Australia and Poland based on their electrical power engineering on their domestic hard coal and brown coal resources. Both countries have reached a similar participation level of renewable energy sources in the national energy mix. The annual output of brown coal is also comparable. The paper presents brown coal-based mining and the power industry comparison in Australia and Poland. Analysis have regarded the last 20 years, but a special emphasis focused on the industry changes which have taken place in the last 10 years. It has the shown similarities and differences in both countries in terms of brown coal geological and mining conditions, the unit efficiency factor and carbon dioxide emissions factor during the electricity production process. Current state and development prospects of three brown coal mining-energy complexes which are located in Latrobe Valley in Victoria State in South-East Australia has also been described.

Nowoczesne technologie skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła

SŁOWA KLUCZOWE: ELEKTROCIEPŁOWNIA, EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA, EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA

W pracy przedstawiono analizę perspektywicznych technologii skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła dla polskiej energetyki. Przedstawiono aktualny stan technologii skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła w Polsce. Zdefiniowano 12 perspektywicznych technologii skojarzonego wytwarzania energii elektrycznej i ciepła wybranych do analizy, a mianowicie: ciepłowniczy blok parowy na parametry nadkrytyczne opalany węglem kamiennym, ciepłowniczy blok gazowo-parowy z trójciśnieniowym kotłem odzysknicowym i międzystopniowym przegrzewaniem pary opalany gazem ziemnym, ciepłowniczy blok gazowo-parowy z dwuciśnieniowym kotłem odzysknicowym opalany gazem ziemnym, ciepłowniczy blok gazowo-parowy z jednociśnieniowym kotłem odzysknicowym opalany gazem ziemnym, ciepłowniczy blok parowy średniej mocy opalany węglem kamiennym, ciepłowniczy blok parowy średniej mocy opalany biomasą, ciepłowniczy blok gazowy z silnikiem gazowym opalany gazem ziemnym, ciepłowniczy blok gazowy z turbiną gazową małej mocy pracującą w obiegu prostym opalany gazem ziemnym, ciepłowniczy blok ORC (*Organic Rankine Cycle*) opalany biomasą, ciepłowniczy blok parowy małej mocy opalany biomasą, ciepłowniczy blok z silnikiem gazowym zintegrowany z biologiczną konwersją biomasy oraz ciepłowniczy blok z silnikiem gazowym zintegrowany ze zgazowaniem biomasy. Zostały wyznaczone wielkości charakteryzujące efektywność energetyczną wybranych do analizy technologii kogeneracyjnych oraz ich emisyjność CO₂. Dla analizowanych technologii kogeneracyjnych wyznaczono również jednostkowe, zdyskontowane na rok 2017, koszty wytwarzania energii elektrycznej, z uwzględnieniem kosztów uprawnień do emisji CO₂. Wyniki obliczeń i analiz przedstawiono w tabelach i na rysunku.

Modern cogeneration technologies

KEY WORDS: COMBINED HEAT AND POWER (CHP) PLANT, ENERGY EFFECTIVENESS, ECONOMIC EFFECTIVENESS

The paper presents the analysis of prospective cogeneration technologies for the Polish power industry. The current state of the cogeneration technologies in Poland is presented. There were 12 cogeneration technologies selected for the analysis, namely: supercritical steam CHP unit fired with hard coal, gas-steam CHP unit with 3-pressure heat recovery generator (HRSG) fired with natural gas, gas-steam CHP unit with 2-pressure HRSG fired with natural gas, gas-steam CHP unit with 1-pressure HRSG fired with natural gas, medium scale steam CHP unit fired with hard coal, medium scale steam CHP unit fired with biomass, gas CHP unit with gas engine fired with natural gas, gas CHP unit with gas turbine, operating in a simple cycle, fired with natural gas, ORC (*Organic Rankine Cycle*) CHP unit fired with biomass, small scale steam CHP unit fired with biomass, gas CHP unit integrated with biological conversion (fermentation process) and a CHP unit with a gas engine integrated with biomass gasification. Quantities characterizing the energy effectiveness and CO₂ emission of cogeneration technologies selected for the analysis were presented. The unit electricity generation costs, discounted for 2017, which covers the cost of the CO₂ emission allowance also have been determined for particular technologies. The results of calculations and analyses are presented in the tables and figure.

Tadeusz Chmielniak, Sebastian Lepszy, Paweł Mońka

Energetyka wodorowa – podstawowe problemy

SŁOWA KLUCZOWE: WODÓR, PRODUKCJA WODORU Z WYKORZYSTANIEM OZE, SKŁADOWANIE WODORU, TRANSPORT I ENERGETYCZNE TECHNOLOGIE WODOROWE

W ostatnich latach w wielu ośrodkach badawczych skupia uwagę na zagadnieniach energetyki wodorowej. Mimo, że nie wszystkie opinie dotyczące jej potencjału techniczno-ekonomicznego są pozytywne, to wiele przygotowanych prognoz i analiz scenariuszowych pokazuje jej perspektywiczne znaczenie w wielu obszarach gospodarki. Rozwój technologii wodorowej wiąże się z przeprowadzaniem badań i analiz, obejmujących różne obszary technologiczne, w tym wytwarzanie, transport wodoru, jego magazynowanie i zastosowanie w energetyce oraz do napędu środków transportu. Wybór odpowiedniej strategii jest kluczowy dla dalszego spostrzegania szans na rozwój technologii wodorowych. W artykule przedstawiono przegląd zasadniczych problemów dotyczących produkcji wodoru, następnie wskazano na zagadnienia jego transportu i magazynowania. W ostatniej części przedyskutowano zastosowania wodoru w energetyce stacjonarnej i w transporcie samochodowym. Uwagę skupiono na badaniach koniecznych do podjęcia w najbliższej przyszłości. Przedstawiono krótką informację o stanie badań w Polsce.

Hydrogen energy – main problems

KEY WORDS: HYDROGEN, HYDROGEN PRODUCTION USING RES, HYDROGEN STORAGE, TRANSPORT AND HYDROGEN ENERGY TECHNOLOGIES

In recent years, many research centers have focused on hydrogen energy. Although not all opinions on its technical and economic potential are positive, many prepared forecasts and scenario show its perspective in many areas of the economy. The development of hydrogen technology involves research and analysis covering various technological areas, including hydrogen generation, transportation, storage and use in power and transport. Choosing the right strategy is key to further perceiving the opportunities for hydrogen technology. The paper presents an overview of the main problems of hydrogen production, and then addresses the issues of transport and storage. Lastly, the use of hydrogen in stationary power and in car transport was discussed. Attention was paid to research needed to be undertaken in the near future. Brief information about the state of research in Poland is presented.

Sławomir Bielecki

Zagadnienia mocy biernej w użytkowaniu energii elektrycznej – zarys problemów

SŁOWA KLUCZOWE: MOC BIERNA, UŻYTKOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ, TEORIA MOCY, PRAWO ENERGETYCZNE, OPŁATY ZA ENERGIĘ, EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA, GENERACJA ROZPROSZONA

Moc bierna jest wielkością energetyczną charakterystyczną dla elektrotechniki i występuje w obwodach prądu przemiennego. Jest to w istocie pojęcie techniczne, wykorzystywane do opisu zjawisk odnoszących się do problematyki racjonalnego gospodarowania energią. Do pojęcia mocy i

energii biernej odwołują się krajowe dokumenty i akty prawne, również wysokiego rzędu. Ogólnie regulowane są tam kwestie dotyczące problemów technicznych, w tym efektywności energetycznej oraz rozliczeń finansowych. Referat identyfikuje i porusza istotniejsze zagadnienia związane z aktualną problematyką mocy biernej w ramach obecnych i spodziewanych wyzwań, jakie stoją przed energetyką, również w kontekście popularyzacji rozwiązań proefektywnościowych i prosumenckich, ze wzrastającym udziałem generacji rozproszonej. Analizując i przedstawiając zakres problematyki mocy biernej, począwszy od zasygnalizowania problemów definicyjnych, wyszczególnienia krajowych aktów prawnych, poprzez analizę kwestii związanej z poprawą efektywności energetycznej do kwestii rozliczeń finansowych za energię bierną, odniesiono się do aktualnych wyzwań wynikających z nowych trendów w użytkowaniu energii. Z przedstawionego przeglądu zagadnień wyłania się obraz wymagający uporządkowania, monitorowania i dalszej analizy omawianych problemów. Dotyczy to działań nie tylko na poziomie krajowym, warto również zaangażować odpowiednie gremia międzynarodowe.

Reactive power in the use of electricity – an outline of problems

KEY WORDS: REACTIVE POWER, ELECTRIC POWER USE, POWER THEORY, ENERGY LAW, FEES FOR ENERGY USE, ENERGY EFFICIENCY, DISTRIBUTED GENERATION

Reactive power is one of energy categories, characteristic of electrical engineering and occurs in alternating current circuits. Essentially, it is a technical concept used to describe phenomena related to rational energy management. The concepts of reactive power and energy appear in national acts and legal documents. It is also there that one finds generally governed issues on technical problems, energy efficiency and financial settlements. The paper identifies and discusses more important reactive-power-related issues in the context of the current and expected challenges for evolving the power sector towards pro-efficiency and prosumer solutions and with an increasing share of the distributed generation. The analysis of contemporary issues of reactive power was conducted, starting with the problems of defining, presentation of the national legislation, consideration of the energy efficiency context and the issue of financial settlements for reactive energy ending. Additionally, the current challenges related to new trends in energy use have been presented. In light of the article, it is shown that the analysis of the issues needs to be arranged, monitored and continued. This applies not only to the national level, but it is worth involving relevant international bodies as well.

Arkadiusz Primus, Czesława Rosik-Dulewska

Produkcja energii w źródłach kogeneracyjnych małej mocy z wykorzystaniem technologii zgazowania odpadów pochodzenia komunalnego. Uwarunkowania prawne i ekonomiczne

SŁOWA KLUCZOWE: ZGAZOWANIE ODPADÓW, KOGENERACJA, ENERGIA Z ODPADÓW, RYNEK ODPADÓW, RYNEK ENERGII

W artykule przedstawiono podstawowe uwarunkowania prawne i ekonomiczne dla możliwości rozwoju i wdrożeń instalacji zgazowania odpadów, produkcji energii elektrycznej i cieplnej w kogeneracji w układach małej mocy opartych na silnikach tłokowych. Wprowadzone w 2010 r. dyrektywą IED (*Dyrektywa... 2010*) nowe przepisy dotyczące technologii zgazowania odpadów wraz z implementacją do prawa krajowego w 2014 r. ustawą o odpadach (*Ustawa... 2014*) umożliwiły ich rozwój jako technik wysokosprawnych energetycznie oraz niskoemisyjnych. Stanowią one obecnie interesującą alternatywę dla klasycznych instalacji termicznego przekształcania odpadów opartych na technologii spalania. Kluczowym zagadnieniem dla rozwoju technologii zgazowania jest czystość

wytwarzanego syngazu w ujęciu prawnym i technologicznym w szczególności w przypadku jego spalania w silnikach tłokowych. Z uwagi na brak spójnych przepisów dotyczących emisji zanieczyszczeń ze spalania syngazu w silnikach tłokowych zaproponowano możliwości ich interpretacji. W artykule przedstawiono również podstawowe uwarunkowania ekonomiczne i rynkowe w odniesieniu do krajowego modelu gospodarki odpadami. Wprowadzenie modelu gospodarki odpadami opartego na mechaniczno- biologicznym przetwarzaniu odpadów oraz zakazu składowania odpadów na właściwościach paliwowych wygenerowało problem oraz wzrost kosztów ich zagospodarowania. Konsekwencją jest możliwy wzrost rentowności instalacji zgazowania odpadów i produkcji energii w układach kogeneracyjnych małej mocy. Ponadto wskazano i opisano możliwe dostępne źródła przychodów dla takich wdrożeń w skali lokalnej.

Energy production in low-power cogeneration systems using the gasification technology of post-municipal waste. Legal and economic conditions

KEY WORDS: GASIFICATION OF WASTE, COGENERATION, ENERGY FROM WASTE, WASTE MARKET, ENERGY MARKET

The article presents the basic legal and economic conditions for the development and implementation of waste gasification, electricity and heat production in cogeneration in low power systems based on reciprocating motors. The new regulations on waste gasification technologies under the IED, introduced in 2010 and implemented in Polish law in 2014, enabled them to develop as energy efficient and low emission technologies. They are now an interesting alternative to conventional thermal waste incineration plants. The key issue for the development of gasification technology is the purity of the syngas produced in legal and technological terms, particularly when it is combusted in piston engines. Due to the lack of consistent regulations on emissions from the combustion of syngas in piston engines, the possibility of their interpretation was proposed. The article also presents basic economic and market conditions for the national model of waste management. The introduction of the waste management model based on the mechanical and biological treatment of waste and the landfilling ban of calorific waste generated the problem and increased the cost of their disposal. The consequence is the possible increase in the profitability of waste gasification and power generation in low power cogeneration systems. In addition, potential sources of revenue for such local implementations were identified and described.

Stanisław Gędek

Wpływ spadku cen ropy naftowej na rynki finansowe eksporterów ropy naftowej

SŁOWA KLUCZOWE: ROPA NAFTOWA, RYNKI FINANSOWE, CHOROBA HOLENDERSKA

Wydobycie i eksport ropy naftowej jest podstawą gospodarki wielu krajów. Takie uzależnienie może być powodem pojawienia się zespołu niekorzystnych zjawisk gospodarczych określanych mianem „choroby holenderskiej”. Zjawisko to opisano jednak dla okresu, w którym ceny ropy naftowej wzrastały bądź utrzymywały się na wysokim poziomie. Brakuje natomiast opisu skutków spadku cen ropy naftowej, który pojawił się w połowie 2014 roku, dla gospodarek tych krajów. Celem niniejszego opracowania jest częściowe przynajmniej zapełnienie tej luki. Przedmiotem analizy był wpływ zmian cen ropy naftowej na poziom indeksów giełdy rosyjskiej (RTS), brazylijskiej

(BOVESPA) i norweskiej (OSEAX) w okresie od początku lipca 2014 (moment rozpoczęcia trendu spadkowego cen ropy) do końca czerwca 2017 roku. W analizie tej wykorzystany został model ekonometryczny zbudowany zgodnie z metodologią Engla-Grangera. Wyniki tej analizy wykazały, że wpływ ceny ropy naftowej na rynki finansowe państw eksporterów ropy naftowej był w badanym okresie bardzo różnicowany. Najbardziej wpływ ten widoczny był w przypadku Rosji, nieco słabszy w przypadku Brazylii (w obydwu tych przypadkach spadek cen ropy wpływał ujemnie na wartość indeksu), zaś w przypadku Norwegii nie można go było stwierdzić.

The impact of the oil prices fall on financial markets of crude oil exporters

KEY WORDS: GASIFICATION OF WASTE, COGENERATION, ENERGY FROM WASTE, WASTE MARKET, ENERGY MARKET

The exploitation and export of crude oil is the foundation of the economy of many countries. Such a dependence may be the reason for the emergence of a set of destructive economic phenomena known as „Dutch disease”. This phenomenon is described, however, for the period in which oil prices have increased or were maintained at a high level. The description of the effects of the drop in oil prices, which appeared in mid-2014, is missing for the economies of these countries. The aim of this study is to at least partially fill that gap. The subject of the analysis was the impact of oil price changes on the Russian (RTS), Brazilian (BOVESPA) and Norwegian (OSEAX) stock exchange index level during the period from the beginning of July 2014 (moment of the start of the downtrend in oil prices) to the end of June 2017. This analysis used an econometric model built in accordance with the Engel-Granger methodology. The results of this analysis showed that the impact of oil prices on financial markets of crude oil exporter countries in the period was very varied. That impact was most visible in the case of Russia, somewhat weaker in the case of Brazil (in both cases, the fall in oil prices affected the value of the index). That impact it was not determined in the case of Norway.

Honorata Nyga-Łukaszewska

Wydobycie węglowodorów niekonwencjonalnych w USA a bezpieczeństwo energetyczne kraju

SŁOWA KLUCZOWE: BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE, WĘGLOWODORY NIEKONWENCJONALNE, WYDOBYCIE KRAJOWE

W artykule podjęto problem wydobywania węglowodorów niekonwencjonalnych i jego wpływu na bezpieczeństwo energetyczne krajów producentów. Wydobywanie węglowodorów niekonwencjonalnych zrewolucjonizowało światowe rynki energii, zarówno w zakresie podaży surowców, jak również ich cen. Wielokrotnie powtarzane argumenty o wpływie wydobywania na bezpieczeństwo energetyczne nie doczekały się dotychczas pogłębionej analizy ekonomicznej. Trudność realizacji tego zadania wynika z faktu, iż bezpieczeństwo energetyczne jest słabo zdefiniowaną koncepcją, przez co ujęcie jej w kategoriach ilościowych stanowi wyzwanie badawcze. Podjęta z sukcesem próba określenia determinant bezpieczeństwa energetycznego przez Erdala (2015) została wykorzystana pod względem metodologicznym w niniejszym artykule. Analiza prowadzona jest na przykładzie wydobywania gazu łupkowego w USA w latach 1983–2010. Badanie składa się z kilku części. Pierwszą z nich stanowi wprowadzenie, w którym przedstawia się w syntetyczny sposób wydobywanie węglowodorów niekonwencjonalnych w USA oraz problematykę bezpieczeństwa energetycznego. Drugim elementem opracowania jest objaśnienie przyjętego podejścia metodologicznego. Trzecią część stanowi badanie empiryczne oparte na modelu regresji wielorakiej. Opracowanie kończy podsumowanie uzupełnione o

propozycje kierunku dalszych badań. Dane statystyczne wykorzystane w opracowaniu pochodzą z baz Banku Światowego, amerykańskiej Energy Information Administration oraz BP Statistical Review of World Energy. Opracowania wykorzystane w przeglądzie literatury stanowią analizy uznanych ośrodków naukowych oraz organizacji międzynarodowych.

Shale gas production in the USA and country's energy security

KEY WORDS: ENERGY SECURITY, UNCONVENTIONAL HYDROCARBONS, DOMESTIC PRODUCTION

This article addresses the issue of unconventional hydrocarbons production and their impact on the energy security of the producer countries. Unconventional hydrocarbons have revolutionized the global energy markets, influencing the supply of resources and their prices. The often raised arguments on the impact of energy production on energy security have not so far reached the depth of economic analysis. The difficulty of this task is connected with the poor definition of the energy security concept. That poses an additional research challenge in the form of its quantification. Such a successful attempt to determine the energy security was undertaken by Erdal (2015). Therefore, the above study uses the Erdal approach. The analysis is based on the example of shale gas extraction in the US from 1983-2010. The study consists of several parts. The analysis opens with an introduction to a brief description of unconventional hydrocarbons' production in the US and an explanation of the energy security phenomenon. In the second part of the paper, the author delivers a presentation of an adopted methodological approach. The third part is an empirical study based on a multiple regression model. The study ends with a summary supplemented with proposals for further research. The statistics used in the study come from the World Bank, the US Energy Information Administration, and the BP Statistical Review of World Energy. Studies used in the literature review constitute analyses of recognized research centers and international organizations.

Katarzyna Stala-Szlugaj

Analiza sektora drobnych odbiorców węgla kamiennego

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, ZUŻYCIE, GOSPODARSTWA DOMOWE, ROLNICTWO

Po energetyce zawodowej sektor drobnych odbiorców jest drugim ważnym konsumentem węgla energetycznego w Polsce, w latach 2005–2015 zużywającym 10,3–14,3 mln ton węgla (15–22% w skali kraju). Statystycznie wyróżniane są w nim trzy grupy konsumentów: gospodarstwa domowe, rolnictwo oraz tzw. pozostali odbiorcy, z których najbardziej znaczącą rolę odgrywają gospodarstwa domowe (77–81% rocznego zużycia węgla przez cały sektor). Udział rolnictwa wynosił 12–14% (1,4–1,8 mln ton węgla na rok), a pozostałe kilka procent – grupa pozostałych odbiorców (0,9–1,1 mln ton). Zużycie węgla w całym sektorze, jak również w każdej z grup statystycznych zróżnicowane jest zarówno pod względem regionalnym, jak również wojewódzkim. Pod względem wolumenu największe zużycie węgla przypada na gospodarstwa domowe z regionu N-E (1,9–2,9 mln ton). W przypadku rolnictwa są to regiony północne (57–62%; łącznie: 0,8–1,1 mln ton węgla/rok). W artykule przeprowadzono także szacunkowy podział mieszkań wg trzech nośników głównych nośników energii zużytych w celach grzewczych: paliwa stałe (dominuje węgiel kamienny), ciepło sieciowe i gaz ziemny. Stwierdzono, że pod względem regionalnym największym udziałem mieszkań opalanych węglem kamiennym dysponują dwa regiony (reg. S-W i N-E; po 26%). Obliczono także koszty ogrzewania przykładowego domu jednorodzinnego położonego na wsi. Wzięto pod uwagę te nośniki energii, które są najbardziej dostępne dla obszarów wiejskich. W wyniku analizy stwierdzono, że węgiel kamienny byłby jednym z najtańszych paliw. Koszty rocznego ogrzewania domu węglem grubym, czy ekogroszkiem nie przekroczyłyby 3 tys. złotych/rok (wg cen z 2016 r.).

Analysis of the municipal and housing hard coal consumers sector

KEY WORDS: HARD COAL, CONSUMPTION, HOUSEHOLDS, AGRICULTURE

After the power industry, the municipal and housing sector is the second most important consumer of hard coal in Poland, using 10.3–14.3 million tons of coal (15–22% nationwide) in 2005–2015. Statistically, there are three groups of consumers: households, agriculture and so-called other consumers. The most significant of which are households (77–81% of annual consumption of coal across the sector). The share of agriculture was 12–14% (1.4–1.8 million tons of coal per year) and the remaining few percent – the other consumer group (0.9–1.1 million tons). Hard coal consumption across the sector as well as in each statistical group is varied in both and voivodships. In terms of volume, the largest amount of hard coal is spent on households in the N-E region (1.9–2.9 million tons). In the case of agriculture, these are northern regions (57–62%, total: 0.8–1.1 million tons of hard coal/year). The article also makes an estimate of the distribution of dwellings by the three main carriers used for heating purposes: solid fuels (hard coal), district heating and natural gas. It has been found that in terms of region, the two largest regions in Poland (S-W and N-E, 26%) have the highest share of hard coal-fired dwellings. The cost of heating an exemplary detached house in rural areas was also calculated. These are the energy vehicles that are most accessible to rural areas. As a result of the analysis, it was found that hard coal would be one of the cheapest fuels. The cost of heating the house a year with coarse coal or eco-pea coal will not exceed PLN 3 thousand (according to 2016 prices).

XXXI Konferencja Zakopane 2017

Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej

na temat:

Surowce energetyczne i energia

POLITYKA ENERGETYCZNA, TOM 20 ZESZYT 3

Spis referatów XXXI Konferencji – CZĘŚĆ 2

Lidia Gawlik, Eugeniusz Mokrzycki

Paliwa kopalne w krajowej energetyce – problemy i wyzwania

SŁOWA KLUCZOWE: PALIWA KOPALNE, ZASOBY, ENERGIA ELEKTRYCZNA, SYSTEM ENERGETYCZNY, SEKTOR ENERGII

Surowce energetyczne są podstawą dla wytwarzania energii w formie ciepła i prądu na Ziemi. Obecne rozwiązania dotyczące konstrukcji bezpiecznych i ekonomicznych reaktorów jądrowych, jak również proces wykorzystania energii z odnawialnych źródeł energii, ponadto przyszłościowe rozwiązania otrzymywania czystej energii z wodoru, ogniw paliwowych i innych źródeł mają decydujący wpływ na zmianę tego tradycyjnego podejścia. Niemniej jednak, kopalne surowce energetyczne (ropa naftowa, gaz ziemny i węgiel) nie mają obecnie substytutów, które sprostałyby wymaganiom zapotrzebowaniu na energię. W artykule omówiono problemy i wyzwania związane z wykorzystaniem kopalnych paliw w energetyce polskiej. Przybliżono stan zasobów (bilansowych i przemysłowych) pierwotnych nośników energii: węgla kamiennego, węgla brunatnego, ropy naftowej, gazu ziemnego i metanu pokładów węgla. Zwrócono szczególną uwagę, że bardzo duże zasoby węgla kamiennego i brunatnego mogą i powinny być wykorzystywane w gospodarce kraju. Przeszkodą dla długoterminowego wykorzystania tych nośników w energetyce jest polityka energetyczno-klimatyczna Unii Europejskiej, która zdecydowanie zmierza do znaczącej redukcji emisji gazów cieplarnianych. Dokonano również omówienia stanu obecnego krajowej energetyki konwencjonalnej, jak również zarysu jej przyszłości. Zwrócono uwagę, że zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej będzie wymagało znacznego wysiłku inwestycyjnego zarówno w sektorze wytwórczym, jak i sieciowym. Artykuł zwięźdza omówienie problemów i wyzwań związanych z funkcjonowaniem krajowego sektora energii. Należy podkreślić, że nadszedł czas na podjęcie przez rząd strategicznych decyzji, dotyczących kształtowania przyszłej struktury paliwowej systemu wytwarzania energii. Polska musi w dalszym ciągu zmierzać w kierunku gospodarki niskoemisyjnej, a rozwój zaawansowanych technologii ograniczających emisję i podniesienie efektywności energetycznej to właściwy kierunek działań.

Fossil fuels in the national power sector – problems and challenges

KEY WORDS: FOSSIL FUELS, RESOURCES, ELECTRICITY, ENERGY SYSTEM, POWER SECTOR

Energy resources are the basis for generating energy in the form of heat and electricity on Earth. Current solutions for the construction of safe and economical nuclear reactors, as well as the use of renewable energy, and future-oriented solutions for clean energy from hydrogen, fuel cells and other sources have a decisive impact on changing this traditional approach. Nevertheless, fossil fuels (petroleum, natural gas and coal) do not currently have substitutes to meet the required energy needs. The paper discusses the problems and challenges related to the use of fossil fuels in the Polish power sector. The amount of documented resources (balance and industrial) of primary energy carriers: hard coal, lignite, crude oil, natural gas and coal seam methane has been discussed. Particular attention has been paid to the fact that very large amounts of hard coal and lignite can and should be used in the economy of the country. The European Union's energy and climate policy, which is strongly dedicated to a significant reduction of greenhouse gas emissions, is an obstacle to the long-term use of these energy carriers in the power industry. The current state of the conventional power industry as well as the outlook of its future have also been discussed. It has been pointed out that ensuring the security of the electricity supply will require significant investment efforts in both the manufacturing sector and the electricity grid. This article concludes with an overview of the problems and challenges related to the functioning of the national energy sector. It should be emphasized that it is time for the government to make strategic decisions regarding the future shape of the fuel structure of the power generation system. Poland must continue to move towards a low-carbon economy and the development of advanced technologies that reduce emissions and improve energy efficiency is the right direction for growth.

Piotr JANUSZ, Maciej KALISKI, Mateusz P. SIKORA, Andrzej P. SIKORA, Adam SZURLEJ

Wpływ dostaw LNG z USA na europejski rynek gazu ziemnego

SŁOWA KLUCZOWE: GAZ ZIEMNY, LNG, RYNEK GAZU, CENY GAZU, POLITYKA ENERGETYCZNA, BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE

W ostatnich latach światowy rynek gazu ziemnego uległ bardzo znaczącym zmianom. Dotychczas stosowane podejście w relacjach handlowych dostawca–odbiorca gazu ziemnego determinowane było sposobem dostawy tego surowca – tj. głównie za pomocą gazociągów. Powodowało to istotne napięcia polityczno-gospodarcze pomiędzy zainteresowanymi stronami. Należy także mieć na uwadze, że dostawy gazu w formie LNG mogą umocnić swoją pozycję w strukturze bilansu energetycznego Unii Europejskiej ze względu na obserwowane zmniejszające się wydobycie gazu na terenie państw należących do UE. Pomimo spadku konsumpcji gazu ziemnego w UE w ostatnich latach jego rola może wzrosnąć m.in. z powodu realizowanej polityki klimatycznej. Jednym z głównym czynników wpływających na zmiany na światowym rynku gazu jest tzw. rewolucja łupkowa jaka miała miejsce w Stanach Zjednoczonych oraz plany tego kraju, aby stać się istotnym graczem na światowym rynku gazu, dzięki wykorzystaniu technologii LNG. Do roku 2013 USA intensywnie rozbudowywały swoje zdolności importowe LNG, które stanowiły ponad 19% światowych zdolności regazyfikacyjnych. Mając na uwadze wzrost udokumentowanych zasobów gazu ziemnego w USA, zrezygnowano z realizacji kolejnych projektów terminali importowych, a w ich miejsce powstają terminale skraplające, dzięki którym USA będą eksporterem LNG, co znacząco może zmienić światowy rynek gazu ziemnego. Zgodnie z przewidywaniami do 2022 roku zdolności eksportowe LNG wzrosną o 460 mld m³/rok, z czego 82 mld m³/rok przypadać będzie na USA. W artykule przedstawiono możliwy wpływ rewolucji łupkowej w USA na rynek gazu ziemnego w Europie. Przedstawiono uwarunkowania ekonomiczne eksportu LNG w USA. Należy jednak mieć na uwadze, że jednym z najważniejszych czynników decydujących o przekierowaniu LNG do Europy będą miały ceny na azjatyckim rynku gazu ziemnego, gdzie dostawy LNG odgrywają istotną rolę w zbilansowaniu zapotrzebowania na gaz.

Impact of US LNG supplies on the European natural gas market

KEY WORDS: NATURAL GAS, LNG, GAS MARKET, ENERGY POLICY, ENERGY SECURITY

In recent years, the global natural gas market has undergone very significant changes. The approach used so far in commercial relations between the supplier – recipient of natural gas has been determined by the way this commodity has been supplied, i.e. mainly by the use of gas pipelines. This has given rise to serious tensions of a political and economic nature between the parties involved. It is also important to keep in mind that the supplies of LNG may strengthen their position in EU energy balance due to diminishing gas production observed in the countries which are members of the EU. Despite the decline in natural gas consumption in the EU in recent years, its role may increase, i.a., due to current climate policy. One of the main factors influencing the changes in the global gas market is the so-called shale gas revolution that took place in the US and the plans of this country to become a major player in the global gas market through the use of LNG technology. By 2013, the US intensively increased its LNG import capacity, which accounted for over 19% of the global regasification capacity. Taking the increasing proven natural gas reserves in the US into account, the implementation of further import terminal projects has been abandoned and liquefying terminals are being implemented instead; this will enable the US to become an LNG exporter, which may significantly transform the global natural gas market. Following the forecasts, by 2022, the LNG export capacity will increase by 460 bln m³/y, with 82 bln m³/y from the US alone. The paper presents a potential impact of the shale gas revolution in the US on the natural gas market in Europe. It shows economic determinants for LNG export in the US. However, an account should be taken of the fact that one of the major factors that will decide on redirecting LNG to Europe is natural gas prices on the Asian market where LNG supplies are a key participant in balancing the demand for gas.

Marcin Malec

Wpływ zmienności cen węgla kamiennego na rynkach światowych na zmienność cen paliw i energii elektrycznej w Polsce

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, CENY WĘGLA, ZMIENNOŚĆ, CENY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Krajowa energetyka od lat oparta jest na węglu kamiennym i brunatnym. Kilkudziesięcioprocentowy udział elektrowni opalanych węglem kamiennym i brunatnym w strukturze wytwórczej wymusza konieczność zakupu tych paliw do produkcji energii elektrycznej w otoczeniu zmiennych cen surowców, kształtowanych na międzynarodowym rynku. Ceny węgla kamiennego są wypadkową wielu zmiennych i zależą nie tylko od światowej sytuacji geopolitycznej czy ekonomicznej, ale mogą być również skutkiem klęsk żywiołowych. Ceny na rynkach międzynarodowych są ze sobą ściśle powiązane. Szczególnie wysokość cen kształtowanych przez największych producentów i eksporterów (między innymi przez Indonezję, Australię czy Chiny) mają wpływ na ceny surowca na rynku europejskim. Są one także punktem odniesienia dla cen węgla brunatnego na lokalnych rynkach. W niniejszym artykule przeanalizowano wpływ zmienności cen węgla kamiennego na rynkach światowych na zmienność krajowych cen paliw (kosztów zakupu) wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej, cen sprzedaży energii przez jednostki wytwórcze oraz cen energii elektrycznej dla odbiorców końcowych. Sprawdzone także czy zmienność cen węgla kamiennego ma wpływ na zmienność cen energii dla przedsiębiorstw przyłączonych do sieci na parametrach wysokiego napięcia i dla gospodarstw domowych. Dodatkowo zbadano także korelację pomiędzy analizowanymi parami zmiennych. Niniejszą analizę wpływu wybranych zmiennych przeprowadzono przy użyciu podstawowych miar statystycznych. W drugiej części badań przeprowadzona zostanie poszerzona analiza wzajemnego wpływu (przyczynowości) zmiany analizowanych parametrów z wykorzystaniem zaawansowanych narzędzi statystycznych.

Impact of the volatility of coal prices in the international markets and it's impact on the volatility of domestic fuel and electricity prices

KEY WORDS: HARD COAL, COAL PRICES, VOLATILITY, ELECTRICITY PRICES

For the last years, the national power industry has been mainly fueled by hard and brown coal. This fact forces the need to adapt the electricity production to the changing raw material prices which are set on the international markets. Hard coal prices are result by a number of variables and do not only depend on the global economy or the geopolitical situation. For instance, price fluctuations could be the result of natural disasters. Furthermore, due to the fact that prices on the international markets across different regions of the world are known to be interconnected, major producers and exporters have a significant impact on coal prices across the European and Polish market. They are also the creator of brown coal prices. This article examines the impact of hard coal price volatility on the world energy markets, including the volatility of the fuel domestic prices (input cost) for energy production and the volatility of electricity prices for consumers. In addition, it investigates whether the volatility of fuel costs in energy production (input costs) has an impact on the fluctuation of energy prices for grid-connected enterprises, and households. The analysis of the above-mentioned variables has been carried out through basic statistical measures. In the forthcoming articles, an extended analysis of the mutual influence (causality) of the analyzed parameters will be presented with the use of advanced statistical tools.

Aleksandra Augustyn

Wpływ energetyki wiatrowej na generację energii elektrycznej w jednostkach wytwórczych centralnie dysponowanych

SŁOWA KLUCZOWE: ENERGETYKA WIATROWA, KSE, PRACA INTERWENCYJNA, INTERWENCYJNA REZERWA ZIMNA

Elektrownie wiatrowe generują 7,14% energii elektrycznej w Polsce, ustępując miejsca tylko elektrowniom opalanym węglem kamiennym i brunatnym. Znaczący udział energetyki wiatrowej w strukturze krajowego systemu elektroenergetycznego skłania do badania wpływu tak produkowanej energii na pracę jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych. Niniejszy artykuł obejmuje analizę krajowego systemu elektroenergetycznego. Pierwszym parametrem, jaki został poddany analizie, jest krajowe zapotrzebowanie na moc, zawierające zapotrzebowanie odbiorców krajowych, potrzeby własne elektrowni, straty w sieci przesyłowej i pompowanie w elektrowniach szczytowo-pompowych oraz uwzględniające saldo wymiany międzynarodowej równoległej i nierównoległej. Ponadto analizie poddano sumaryczną generację energii elektrycznej z jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych (JWCD), generację energii elektrycznej w ramach umowy o świadczenie usługi pracy interwencyjnej, generację energii elektrycznej w ramach umowy o świadczenie usługi interwencyjnej rezerwy zimnej (IRZ), a także sumaryczną generację energii elektrycznej ze źródeł wiatrowych. W niniejszym artykule zbadano związki korelacyjne pomiędzy wielkością generacji jednostek wytwórczych świadczących usługi pracy interwencyjnej oraz interwencyjnej rezerwy zimna a wielkością generacji energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych. Dokonano również porównania tych wielkości z krajowym zapotrzebowaniem na moc.

The impact of wind power on electricity production in centrally dispatched generating units

KEY WORDS: WIND POWER, THE POLISH NATIONAL POWER SYSTEM, INTERVENTION WORK, COLD INTERVENTION RESERVE

Increasing the share of energy production from renewable sources plays a key role in the sustainable and more competitive development of the energy sector. The electricity from wind power is about 7.14% in Poland. There are only hard coal-fired plants and brown coal-fired plants before wind power in the Polish National Power System. The share of wind power is significant and a lot of scientists try to research its impact on the work on electricity production in centrally dispatched generating units. It should be noted that RES are an increasingly important element of the power systems and that their share in the energy production will continue to increase. The author analyzed the work of the Polish National Power System, especially: the load of the Polish Power System (domestic energy consumption, own needs of power plants, losses, pumping hydro plants, import and export), electricity generation in centrally dispatched generating units, electricity generation under intervention work and cold intervention reserve agreements and electricity generation in wind power in the year 2016. The objective of this article is researching the dependence between electricity generation in centrally dispatched generating units under intervention work and cold intervention reserve agreements and electricity generation from wind power. Moreover the author researched the connections between the load of the Polish Power System and electricity production from wind power.

Waldemar Dołęga

Wybrane aspekty efektywności energetycznej

SŁOWA KLUCZOWE: EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA, BEZPIECZEŃSTWO DOSTAW ENERGII, BEZPIECZEŃSTWO EKOLOGICZNE

W artykule przedstawiono problematykę efektywności energetycznej zwracając szczególną uwagę na obszar bezpieczeństwa dostaw energii i bezpieczeństwa ekologicznego. Omówiono krajowe i unijne regulacje prawne dotyczące efektywności energetycznej. Zwrócono szczególną uwagę na ustawę o efektywności energetycznej. Przedstawiono zasady realizacji obowiązku uzyskania oszczędności energii oraz przeprowadzania audytu energetycznego przedsiębiorstwa. Omówiono zadania jednostek sektora publicznego w zakresie efektywności energetycznej. Przedstawiono programy i środki służące poprawie efektywności na poziomie: krajowym, regionalnym i lokalnym. Zasadniczo obejmują one pięć grup środków: o charakterze horyzontalnym; w zakresie efektywności energetycznej budynków i w instytucjach publicznych; efektywności energetycznej w przemyśle; efektywności energetycznej w transporcie oraz efektywności wytwarzania i dostaw energii. Przedstawiono problematykę energochłonności krajowej gospodarki. Przeanalizowano wskaźniki energochłonności pierwotnej i finalnej oraz tempo ich zmian od 1990 r. Określono kierunki działań, które pozwolą na dalsze zmniejszenie energochłonności krajowej gospodarki. Przedstawiono analizę działań i rozwiązań umożliwiających poprawę efektywności energetycznej zwracając szczególną uwagę na sektor przemysłu i gospodarstwa domowe. Omówiono problematykę związaną ze zwiększeniem poziomu uwzględniania aspektów środowiskowych w zamówieniach publicznych w aspekcie poprawy efektywności energetycznej.

Selected aspects of energy efficiency

KEY WORDS: ENERGY EFFICIENCY, ENERGY SUPPLY SECURITY, ENVIRONMENTAL SAFETY

In this paper, selected aspects of energy efficiency are presented. Special attention is paid to energy supply security and environmental safety. National and the European Union legal regulations which describe energy efficiency, are discussed. Special emphasis is placed on the Energy Efficiency Act. Principles of the implementation of the energy savings obligation and the obligation to conduct energy audits of enterprises are shown. Tasks of the public sector entities in the field of energy efficiency are discussed. Programs and measures aimed at improving energy efficiency at the national, regional and local levels are shown. Fundamentally, they include five groups of measures: horizontal measures, measures in respect of energy efficiency in the buildings of public institutions, energy efficiency measures in industry, energy efficiency measures in transport and efficiency in energy generation and supplies. The problems of national economy energy intensity are shown. The primary and the final energy intensity indicators and rate of their changes from 1990 are analysed. Directions of undertakings which allow for the further reduction in the energy intensity of national economy, are defined. An analysis of energy efficiency improving measures and solutions is performed. Special attention is paid to industry and households. Fields connected with increasing the degree of environmental aspects into account in public procurement in the aspect of energy efficiency improvement is described.

Michał Wichliński

Emisja rtęci z polskich elektrowni w świetle konkluzji BAT

SŁOWA KLUCZOWE: RTĘĆ, EMISJA, BAT/BREF, ELEKTROWNIE

W pracy przedstawiono dotychczasowe konwencje i dyrektywy, w których poruszano problematykę emisji rtęci do atmosfery ze spalania paliw stałych w elektrowniach. Wszystkie dotychczasowe regulacje obowiązujące na terenie Unii Europejskiej (UE) nie zawierały dopuszczalnych poziomów emisji rtęci do atmosfery. Nowe regulacje BAT przyjęte w ubiegłym roku, które mają zacząć obowiązywać od roku 2021, zawierają już dopuszczalne poziomy emisji rtęci, a także zmuszają elektrownie do przeprowadzania regularnych pomiarów emisji rtęci (dla bloków o mocy poniżej 300 MW_{th}), lub też do ciągłego monitoringu emisji rtęci (bloki o mocy powyżej 300 MW_{th}). Dla pokazania, jaki wpływ będą miały tak ustalone dopuszczalne poziomy, emisji przedstawiono obliczone poziomy emisji z dziesięciu polskich elektrowni opalanych węglem kamiennym. Spośród tych elektrowni osiem to bloki o mocy poniżej 300 MW_{th}, a dwa o mocy powyżej 300 MW_{th}. W żadnym przypadku nie stwierdzono przekroczenia obowiązujących w przyszłości norm emisji rtęci. W przypadku elektrowni o mocy powyżej 300 MW_{th}, które są nowoczesnymi elektrowniami oddanymi do eksploatacji w XXI wieku, emisja rtęci była znacząco niższa, niż w przypadku elektrowni o mocy poniżej 300 MW_{th}, które w większości to wyeksploatowane jednostki z lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych. Pokazuje to, jak ważna jest budowa nowoczesnych jednostek dużej mocy, które to są w stanie spełnić wymagania stawiane nawet nowym obiektom. Oznaczać może to również brak konieczności inwestycji w specjalne metody usuwanie rtęci, a konieczność tylko optymalizacji istniejących urządzeń do oczyszczania gazów.

Mercury emission from Polish power plants under bat conclusion

KEY WORDS: MERCURY, EMISSIONS, BAT/BREF, POWER PLANTS

The paper presents the existing conventions and directives, addressing the problems of mercury emission into the atmosphere from the combustion of solid fuels in power plants. All current

regulations in force in the European Union (EU) do not contain emission limit values for the atmosphere. The new BAT regulations adopted last year, which are due to come into effect in 2021, already contain acceptable levels of mercury emissions, and forced power plants to obtain mercury emissions (for units less than 300 MWth) or for continuous monitoring of mercury emissions (blocks with power above 300 MWth). The calculated emission levels of ten Polish coal-fired power plants are shown to illustrate the impact of such emission limit values. Out of these, eight power plants are blocks with a power output of less than 300 MWth and two with power more than 300 MWth. In no case have the mercury emission standards been exceeded. For power plants with a capacity of more than 300 MWth, which are modern power plants dedicated to operation in the 21st century, the emission of mercury was significantly lower than that from power plants below 300 MWth, which mostly date back to the 1970s and 1980s. This shows how important it is to build modern power plant units that are able to meet the demands of even new power plants. This may also mean that there is no need to invest in special mercury removal methods, and it is only necessary to optimize existing air pollution control device.

Dorota Makowska, Faustyna Wierońska, Tadeusz Dziok, Andrzej Strugała

Emisja pierwiastków ekotoksycznych z procesów spalania paliw stałych w świetle regulacji prawnych

SŁOWA KLUCZOWE: EMISJA, PIERWIASTKI EKOTOKSYCZNE, METALE CIĘŻKIE, PALIWA STAŁE, PROCESY SPALANIA

Procesy spalania, a w szczególności spalanie węgla kamiennego i brunatnego, stanowią jedno z głównych antropogenicznych źródeł emisji pierwiastków ekotoksycznych do atmosfery. W związku z tym nie tylko emisja gazów cieplarnianych czy pyłów, ale także zanieczyszczenie atmosfery szkodliwymi pierwiastkami potocznie zwanymi „metalami ciężkimi” (takimi jak: rtęć, ołów czy kadm) jest obiektem zaostrzającej się polityki klimatycznej Unii Europejskiej. W artykule dokonano przeglądu i analizy zarówno dotychczas obowiązujących przepisów unijnych, jak i krajowych uregulowań prawnych związanych z emisją pierwiastków ekotoksycznych z procesów spalania paliw stałych. Problematyka ta stała się szczególnie ważna dla przemysłu elektroenergetycznego w kontekście przyjętych przez Komisję Europejską w kwietniu 2017 roku konkluzji BAT dla dużych obiektów energetycznego spalania (LCP). Ponadto zidentyfikowano oraz scharakteryzowano najważniejsze czynniki wpływające na wielkość emisji tych zanieczyszczeń do atmosfery. Na podstawie danych literaturowych oraz badań własnych przeprowadzono analizę zawartości wybranych pierwiastków ekotoksycznych w krajowych węglach. Na podstawie tej analizy podjęto próbę oceny ew. wpływu jakości polskich węgli na sytuację krajowego sektora energetycznego w świetle prowadzonej przez UE polityki środowiskowej. Uzyskane wyniki wskaźników emisji niektórych pierwiastków ekotoksycznych różnią się od wskaźników stosowanych przez KOBiZE do szacowania wielkości emisji. Rodzi to potrzebę ciągłego monitorowania zawartości pierwiastków ekotoksycznych w polskich węglach oraz okresową weryfikację wskaźników emisji tych pierwiastków. Oszacowana średnia wartość emisji rtęci z badanych węgli energetycznych wyniosła 7,8 µg/m³ (0°C; 101,325 kPa). W związku z tym spalanie badanych węgli energetycznych w istniejących instalacjach elektrowni o mocy powyżej 300 MWth może skutkować niespełnieniem wchodzących w życie norm emisji rtęci do atmosfery, a co za tym idzie koniecznością stosowania węgla poddanych wzbogacaniu. Obliczona średnia emisja Hg dla analizowanych w celach porównawczych węgli koksowych poddanych procesowi wzbogacania nie przekracza wartości dopuszczalnych w nowych regulacjach.

Ecotoxic elements emission from combustion of solid fuels due to legal regulations

KEY WORDS: EMISSION, ECOTOXIC ELEMENTS, HEAVY METALS, SOLID FUELS, COMBUSTION PROCESSES

Combustion processes, particularly coal and lignite combustion, constitute one of the major anthropogenic sources of emission of ecotoxic elements into the atmosphere. Therefore, not only the emission of greenhouse gases or dust but also atmosphere pollution by harmful elements commonly referred to as „heavy metals” (e.g. mercury, lead, or cadmium) are the subject of an increasingly intense climate policy of the European Union. The paper reviews both the existing EU regulations and domestic regulations related to the emission of ecotoxic elements from the combustion of solid fuels. This issue has become particularly important for the power industry in the context of the BAT conclusions for large combustion plants (LCP) adopted by the European Commission in April 2017. In addition, the most important factors influencing the emission of these pollutants into the atmosphere were identified and characterized. On the basis of literature data and own research, the content of selected ecotoxic elements in domestic coals was analyzed. An attempt was made to assess the impact of the quality of Polish coals on the situation of the domestic energy sector based on this analysis in light of the environmental policy of the EU. The obtained results of emission factors for some ecotoxic elements differ from those used by KOBiZE for the emission estimation. This indicates the need for the continuous monitoring of the ecotoxic elements content in Polish coals and the periodic verification of emission factors of these elements. The mean value of mercury emissions calculated for the examined steam coals was $7.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0°C , $101,325 \text{ kPa}$). Therefore, combustion of the investigated steam coals in existing power plants with a capacity over 300 MWth may result in exceeding the atmospheric emission standards for mercury, which are coming into force, and thus in the need for coal cleaning. The calculated mean values of Hg emission for cleaned coking coals do not exceed the limit values in the new regulations.

Robert Żmuda, Wojciech Adamczyk, Łukasz Lelek, Sergiusz Mandrela, Magdalena Wdowin

Innowacyjna technologia oczyszczania spalin z rtęci jako rozwiązanie sprostania wymogom stawianym przez konkluzje BAT/BREF w polskiej energetyce

SŁOWA KLUCZOWE: RTEĆ, MODUŁY POLIMEROWE, INSTALACJA PILOTAŻOWA, SORBENTY STAŁE

Obowiązująca dyrektywa IED, a co za tym idzie bardzo rygorystyczne wymagania względem rtęci (Hg) stawiane przez BAT/BREF, zmuszają polską energetykę do poszukiwania nowych wydajnych technologii oczyszczania spalin z gazowych jej form. Obecnie żadne z metod pierwotnych ani wtórych usuwania związków Hg w kraju nie jest w stanie sprostać tym restrykcjom. Wymagań tych nie spełniają nawet powszechnie stosowane metody z wykorzystaniem węgla aktywnego modyfikowanego bromem lub jodem czy też nowoczesne metody stosowane w innych krajach wykorzystujące moduły polimerowe. Związane jest to z dużym zanieczyszczeniem rtęcią paliw kopalnych stosowanych w krajowej energetyce. Dlatego też w ramach projektu pt. „Hybrydowe układy adsorpcyjne do redukcji emisji rtęci z zastosowaniem wysokoefektywnych komponentów

polimerowych”, akronim HYBREM, podjęte zostały próby zbudowania innowacyjnej linii technologicznej łączącej kilka technik oczyszczania spalin ze szkodliwych związków rtęci. Do budowy instalacji pilotażowej wykorzystano technologie bazujące na modułach polimerowych oraz iniekcji różnych sorbentów stałych. Zaletą budowanej instalacji będzie jej mobilność, przez co może być testowana na różnych obiektach energetycznych. Otrzymane wyniki oczyszczania spalin przy użyciu zaprojektowanej instalacji pilotażowej pozwolą określić czy zbudowany prototyp jest efektywny w każdych warunkach dla polskich elektrowni opalanych węglem. Wiedza na ten temat pozwoli efektywnie rozwinąć technologie przemysłowe pod kątem oczyszczania spalin z rtęci spełniając jednocześnie wymagania stawiane przez konkluzje BAT/BREF.

Innovative technology for the treatment of exhaust gas from mercury as a solution to meet the requirements of the BAT/BREF conclusions in the Polish power industry

KEY WORDS: MERCURY, POLYMER MODULES, PILOT INSTALLATION, SOLID SORBENTS

The current IED directive, and therefore very stringent requirements for mercury pollution included in BAT/BREF, are forcing the Polish power industry to seek new efficient gas purification technologies from the gaseous form of mercury. At present, none of the primary or secondary methods of removing Hg compounds in the country are able to meet these restrictions, even commonly used methods using bromine or iodine-modified activated carbon, or modern methods used in other countries for example polymer modules. This is due to high levels of mercury contamination of fossil fuels used in the national power industry. Hence, the project titled:” Hybrid Adsorption Systems for Reducing Mercury Emissions Using High Effective Polymer Components”, acronym HYBREM, has attempted to build an innovative technical line that combines several techniques for the treatment of exhaust gases from harmful mercury compounds. The used technology is based on polymer modules and the injection of various solid sorbents. The advantage of the built-in installation will be its mobility, which can be tested on a variety of power plants. The obtained results of the flue gas purification by means of the designed pilot installation will determine whether the constructed prototype is effective under all conditions of Polish coal-fired power plants. Knowledge of this issue will enable the efficient development of industrial technologies for the purification of flue gas from mercury simultaneously meeting the requirements of the BAT/BREF conclusions.

Artur Grabski, Janusz Lasek, Jarosław Zuwała

Koncepcja i modelowanie układu magazynowania energii z wykorzystaniem pieca metalurgicznego do topienia aluminium

SŁOWA KLUCZOWE: MAGAZYNOWANIE ENERGII, PIEC METALURGICZNY, INERCYJNE WYGŁADZANIE PRZEBIEGÓW

W pracy przedstawiono koncepcję, model matematyczny oraz obliczenia symulacyjne dynamiki układu magazynowania energii elektrycznej wykorzystującego ciepło zgromadzone w rozgrzanym metalu, w metalurgicznym piecu do topienia aluminium. Przyjęto, iż do odzysku energii elektrycznej zastosowany będzie układ pracujący na zasadzie organicznego cyklu Rankine’a (ORC). Analizie poddano również właściwości obiegu pośredniego pomiędzy układem magazynowania a odzysku. Przedstawiono przykładowy scenariusz ładowania przy uwzględnieniu rzeczywistej charakterystyki czasowej konwersji energii elektrycznej za pomocą farmy wiatrowej. Założono przy tym hipotetyczną

charakterystykę zapotrzebowania na energię elektryczną przez użytkownika. Przedstawiono wyniki obliczeń numerycznych, z których wynika, że układ taki znakomicie nadaje się do stabilizacji zmiennej charakterystyki wytwarzania w odniesieniu do zapotrzebowania odbiorców na energię elektryczną oraz ciepło. Przedstawiono wyniki przebiegów czasowych ładowania pieca energią uzyskaną z farmy wiatrowej oraz rozładowania przez hipotetycznego użytkownika. Podano również charakterystyki zmienności ciepła akumulowanego w piecu, temperatury czynnika magazynującego, sprawności. W obliczeniach uwzględniono również wpływ oporu cieplnego izolacji na charakterystyki magazynowania energii. Zauważono, iż kluczowymi parametrami wpływającymi na sprawność układu są charakterystyka użytkownika układu (głównie czas oczekiwania na rozładowanie oraz ilość zmagazynowanej energii) oraz jakość izolacji termicznej pieca.

Concept and modeling of the storage system using a metallurgical furnace

KEY WORDS : ENERGY STORAGE, METALLURGICAL FURNACE, INERTIAL SMOOTHING

The paper presents a concept, a mathematical model and simulation calculations of the dynamics of the storage of electric energy using heat collected in heated metal in a metallurgical melting furnace of aluminum. It was assumed that a system based on the organic Rankine cycle (ORC) would be used for the recovery of electricity. The properties of the intermediate circuit between the storage system and the recovery were also analyzed. An example charging scenario is presented, taking the actual time characteristics of the electricity conversion using a wind farm into account. This assumes the hypothetical characteristics of the user's electricity demand. The results of the numerical calculations show that this arrangement is excellent for stabilizing the variable production curve with respect to the demand for electricity and heat. The results of furnace charging with the energy obtained from the wind farm and the discharge by the hypothetical user are presented. The characteristics of the heat accumulation in the furnace, the temperature of the storage medium and the efficiency are also given. The calculations also take the influence of insulation resistance on the energy storage characteristics into account. It has been noted that the key parameters influencing the efficiency of the system are the characteristics of the system (mainly the waiting time for the discharge and the amount of stored energy) and the quality of thermal insulation of the furnace.

**Joanna Bigda, Józef Popowicz, Jarosław Zuwała, Andrzej Sikora,
Marcin Krupa**

Analiza możliwości zastosowania mieszanki koksu naftowego i węgla do produkcji metanolu w warunkach polskich

SŁOWA KLUCZOWE: KOKS NAFTOWY, ZGAZOWANIE, METANOL, EKONOMIKA PRODUKCJI

W pracy przedstawiono koncepcję wykorzystania koksu naftowego do produkcji metanolu. Wymieniono sposoby oraz omówiono istniejące instalacje przetwarzania koksu naftowego do gazu syntezowego dla produkcji metanolu i energii elektrycznej. Zaprezentowano możliwości rozwoju rynku metanolu w Polsce w kierunku chemii, paliw i dodatków dla paliw, a także produkcję olefin i benzyn. Przedstawiono koncepcję instalacji produkcji metanolu z koksu naftowego. Zaprezentowano model ekonomiczny oraz analizę wyników obliczeń przeprowadzonych w celu określenia opłacalności produkcji metanolu na bazie koksu naftowego, dla różnych scenariuszy dostaw węgla oraz opcji kosztów emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Wykazano, że opłacalność projektu produkcji metanolu poprzez zgazowanie koksu naftowego jest możliwa jedynie w przypadku uzyskania

darmowych uprawnień do emisji CO₂ oraz redukcji kosztów inwestycyjnych w stosunku do aktualnych predykcji. Nie gwarantuje to jednakże sukcesu przedsięwzięcia w przypadku znaczących spadków cen metanolu poniżej wartości prognozowanych w scenariuszu zmiennych cen.

Analysis of the possibility of using a petroleum coke and coals mixture for the methanol production under Polish conditions

KEY WORDS : PETROLEUM COKE, GASIFICATION, METHANOL, ECONOMIC EFFECTIVENESS

The paper presents the concept of using petroleum coke to produce methanol in the process of co-gasification with steam coal. Petroleum coke is a final carbon-rich solid material that is derived from oil refining in delayed coking installations and can be used either for energy generation purposes or after calcination in electrode industry. Existing technologies and installations for converting petroleum coke into synthesis gas for the production of methanol and electricity have been discussed. Opportunities for the development of the methanol market in Poland for the production of chemicals, fuel, fuel additives, olefins and gasoline were presented. The concept of the installation for the production of methanol from petroleum coke was evaluated and the calculation model was built enabling the input-output parameters of such an installation to be obtained. Using the obtained results, an economic model has been built and the economic feasibility was assessed in order to determine the profitability of methanol production from petroleum coke for different coal supply scenarios as well as the costs of CO₂ emissions. It has been found that the profitability of the methanol production through petroleum coke gasification is only possible with free CO₂ emission allowances and a reduction in investment costs compared to current forecasts. However, it still does not guarantee the success of the project in the case of significant falls in methanol prices below those forecasted in price variability scenarios.

XXXI Konferencja Zakopane 2017

Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej

na temat:
Surowce energetyczne i energia

Zeszyty Naukowe Instytutu GSMiE PAN nr. 98

Spis referatów XXXI Konferencji – CZĘŚĆ 3

Tomasz Mirowski

Wybrane problemy związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii w Polsce

SŁOWA KLUCZOWE: ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII, POTENCJAŁ O ZE, KLASTRY ENERGII

Pomimo trudności technologicznych, logistycznych i ekonomicznych, stale wzrasta zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii na świecie. Taką tendencję obserwuje się również w Polsce, głównie przez względną pilną potrzebę przeciwdziałania zmianom klimatycznym spowodowanym rosnącym stężeniem gazowych zanieczyszczeń w atmosferze. W pracy przedstawiono zarys problematyki szacowania zasobów energii odnawialnej w Polsce w kontekście tworzenia lokalnych planów gospodarki niskoemisyjnej na poziomie gmin/powiatów, w których źródła O ZE powinny zostać uwzględnione. Zaproponowano indywidualne podejście do szacowania potencjału O ZE, uwzględniające lokalne uwarunkowania oraz krótką charakterystykę sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce. Przedsiębiorstwa te posiadają duży potencjał aplikacyjny dla zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych, a także poprawy efektywności energetycznej w prowadzonej działalności gospodarczej. Działania podjęte przez Ministerstwo Energii w obszarze rozwoju energetyki obywatelskiej, zwiększenia lokalnego bezpieczeństwa energetycznego i zrównoważonym rozwoju instalacji opartych na zasobach energii odnawialnej to wsparcie rozwoju klastrów energii obejmujących obszar jednego powiatu lub pięciu gmin. W pracy przedstawiono dane dotyczące ilości przedsiębiorstw posiadających koncesję na wytwarzanie energii elektrycznej w instalacjach O ZE w zakresie mocy od 40 kW do 200 kW. Przedsiębiorstwa te w dużej mierze mogą stanowić załączek do tworzenia lokalnego klastra, w którym bilansowanie energii elektrycznej na poziomie mikrosieci jest kluczowym elementem.

Selected issues in the use of renewable energy sources in Poland

KEY WORDS: RENEWABLE ENERGY, ENERGY POTENTIAL OF RES, ENERGY CLUSTERS

In spite of technological, logistic and economic difficulties, interest in renewable energy sources in the world is consistently increasing. This trend is also observed in Poland, mainly due to the urgent need to tackle the problem of climate change, which is caused by the increasing concentration of gaseous pollutants in the atmosphere. The paper presents a short script of the issue of estimating

renewable energy resources in Poland in the context of creating local low carbon economy plans at the level of municipalities/counties where RES sources should be taken into account. The author proposed an individual approach to estimate the potential of RES, taking the local conditions and the short characteristics of the small and medium companies sector in Poland into account. These companies have a great application potential to increase the share of renewable energies and to improve energy efficiency in their business. The actions, which are taken by the Ministry of Energy in the field of civil energy development, enhancing local energy security and the sustainable development of renewable energy resources support the development of energy clusters covering one district or five municipalities. In the article, the author presents data on the number of companies possessing a concession for generating electricity in RES installations in the power range from 40 kW to 200 kW. These companies can largely be the nucleus for creating a local cluster in which microgrids will be a key element.

Bartosz CERAN, Radosław SZCZERBOWSKI

Analiza techniczno-ekonomiczna instalacji fotowoltaicznej

SŁOWA KLUCZOWE: MODUŁY FOTOWOLTAICZNE, EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA, EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA SPRAWNOŚĆ

W referacie przedstawiono wyniki analizy efektywności przetwarzania energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną w warunkach polskich. Pokazano wpływ nasłonecznienia i temperatury pracy modułu fotowoltaicznego na jego krzywą mocy $P = f(U)$. Opisano warunki, dla których producenci podają parametry modułów fotowoltaicznych i skonfrontowano je z warunkami rzeczywistymi panującymi w Polsce. Zwrócono uwagę na konieczność podawania przez producentów paneli fotowoltaicznych charakterystyk $PPV = f(E)$ dla różnych wartości temperatury pracy modułów. Przeprowadzono analizę ekonomicznej efektywności inwestycji farmy fotowoltaicznej o mocy 1 MWp z uwzględnieniem aktualnych przepisów prawa dla trzech wariantów. Wariant I – inwestor korzysta ze środków wsparcia pomocy publicznej tylko o charakterze operacyjnym, wariant II – inwestor korzysta ze środków wsparcia pomocy publicznej o charakterze inwestycyjnym w wysokości 1 mln PLN, wariant III – inwestor korzysta ze środków wsparcia pomocy publicznej o charakterze inwestycyjnym w wysokości 2 mln PLN. Dla wszystkich wariantów wyznaczono wskaźniki oceny ekonomicznej efektywności inwestycji oraz wartości cen aukcyjnych od ceny maksymalnej do ceny, przy której projekt traci rentowność.

Techno-economic analysis of a photovoltaic installation

KEY WORDS: PHOTOVOLTAIC MODULES, ENERGY EFFICIENCY, ECONOMIC EFFICIENCY

The paper presents the results of the energy analysis of the conversion of solar radiation energy into electrical energy in Polish weather conditions. The effect of sunlight and working temperature on the photovoltaic module on its power curve $P = f(U)$ is shown. STC and NOCT conditions are described for which the manufacturers specify the parameters of the photovoltaic modules. The manufacturers of photovoltaic panels should give the $PPV = f(E)$ characteristic for the different values of the operating temperature of the modules. An analysis of the economic efficiency of a photovoltaic power plant investment of 1 MWp taking the current legal regulations for the three variants into account was presented. Variant I – the investor benefits from the support of public aid of operational only, Variant II – the investor benefits from the support of public aid for investment in the amount of PLN 1 million, Variant III – the investor benefits from the support of public aid for investment in the amount of PLN 2 million. For all variants, indicators for assessing the economic effectiveness of the

investment and the value of the auction price from the maximum price to the price at which the project loses its profitability are determined.

**Szymon DOBRAS, Lucyna WIĘCŁAW-SOLNY, Tadeusz CHWOŁA,
Aleksander KRÓTKI, Andrzej WILK, Adam TATARCZUK**

Odnawialny metanol jako paliwo oraz substrat w przemyśle chemicznym

SŁOWA KLUCZOWE: OZE, METANOL, PTL, MAGAZYNOWANIE ENERGII, CO₂

W artykule przeanalizowano udział odnawialnych źródeł energii w światowej produkcji energii elektrycznej. Zwrócono uwagę na skalę rozwoju i wzrost znaczenia OZE w światowej gospodarce, jak również na problemy i wyzwania wiążące się ze zmienną wydajnością dobową jak i godzinową tych źródeł. Zaprezentowano sposób chemicznej konwersji nadwyżek energii do odnawialnego paliwa w postaci metanolu. Odniesiono się do wymogów Unii Europejskiej na rok 2020 oraz 2030 w sprawie ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, co wiąże się z dalszą koniecznością rozwoju odnawialnych źródeł energii, w szczególności z poprawą ich wydajności. Opisano magazynowanie energii jako jeden ze sposobów, który może doprowadzić do poprawienia konkurencyjności energii uzyskiwanej z odnawialnych źródeł do tej uzyskiwanej w sposób konwencjonalny. Przedstawiono sposób, pozwalający na konwersję ditlenku węgla z wodorem otrzymanym z wykorzystaniem nadprodukcji energii odnawialnej. Dokonano przeglądu zastosowania metanolu w przemyśle chemicznym oraz przedstawiono udziały w różnych gałęziach światowego rynku, jak również zwrócono uwagę na dynamiczny wzrost jego zużycia. W artykule opisano wykorzystanie odnawialnego metanolu jako surowca do produkcji paliw w postaci czystej oraz po konwersji do eteru dimetylowego (DME), jak również estrów metyloowych kwasów tłuszczowych (FAMES). Zwrócono uwagę na wyzwania i konieczność modyfikacji silników spalinowych związanych ze stosowaniem czystego metanolu jak i jego mieszanin z benzyną.

Renewable methanol as a fuel and feedstock in the chemical industry

KEY WORDS: RES, METHANOL, PTL, ENERGY STORAGE, CO₂

In this article, the contribution of renewable energy sources (RES) to the worldwide electricity production was analyzed. The scale of development and the importance of RES in the global economy as well as the issues and challenges related to variability of these sources were studied. In addition, the chemical conversion of excess energy to renewable methanol has been presented. The European Union regulations and targets for the years 2020 and 2030 concerning greenhouse gases reduction were taken into consideration. These EU restrictions exact the further development of renewable energy sources, in particular, the improvement of their efficiency which is closely related to economics. Moreover, as a part of this work, energy storage were described as one of the ways to increase the competitiveness of renewable energy sources with respect to conventional energy. A method for the conversion of carbon dioxide separated from high-carbon industries with hydrogen obtained by the over-production of green energy were described. The use of methanol in the chemical industry and global market have been reviewed and thus an increasing demand was observed. Additionally, the application of renewable methanol as fuels, in pure form and after a conversion of methanol to dimethyl ether and fatty acid methyl esters has been discussed. Hence, the necessity of modifying car engines in order to use pure methanol and its combination with petrol also was analyzed.

Monika Peplowska, Lidia Gawlik

Gaz ziemny w zrównoważonym rozwoju krajowej gospodarki

SŁOWA KLUCZOWE: GAZ ZIEMNY, ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ, BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE, POLITYKA ENERGETYCZNA

Gaz ziemny w strukturze energetycznej wielu gospodarek świata odgrywa znaczącą rolę. W Polsce jego znaczenie jest stosunkowo niskie, ale w ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania tym surowcem. Celem pracy jest przedstawienie roli gazu ziemnego jako nośnika energii pierwotnej oraz określenie jego wpływu na zrównoważony rozwój i bezpieczeństwo energetyczne Polski. Istotna jest również kwestia rozwoju gospodarki krajowej. Rozważania teoretyczne skupiają się na najistotniejszych elementach cechujących rynek gazu ziemnego. W artykule zestawiono najważniejsze krajowe regulacje dotyczące rozwoju sektora gazowego w Polsce. Przedstawiono ilość posiadanych zasobów surowca, wysokość jego importu oraz kierunek, z którego surowiec trafia do kraju. Poruszono przy tym aspekty polityczne, jak i geograficzne w zakresie kierunków pozyskania gazu ziemnego. W artykule wskazano stopień oraz możliwości kierunków dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego. O pisano również zagadnienie dotyczące istotności posiadania zasobów zgromadzonych w podziemnych magazynach oraz ich wielkość. Autorzy wskazują na wzrost zróżnicowania surowcowego w zakresie struktury produkcji energii elektrycznej oraz ciepła. Zwrócono uwagę na kierunek przejścia na paliwa proekologiczne.

Natural gas in the sustainable development of the domestic economy

KEY WORDS: NATURAL GAS, SUSTAINABLE DEVELOPMENT, ENERGY SECURITY, ENERGY POLICY

Natural gas plays a significant role in the energy structure of many world economies. Many of them are highly dependent on domestic resources exploitation, other on its deliveries from non-domestic directions. In Poland its importance was relatively low, but in recent years we can observe an increase of interest in this raw material. The aim of the paper is to present the role of natural gas as a primary energy carrier and to determine its impact on the sustainable development and energy security of Poland. The role of gas in the European Union restrictions and development of the domestic economy is also a point. Theoretical deliberations are focused on the most important features of the Polish natural gas market. The article presents the most important national regulations concerning the development of the gas sector in Poland. The amount of natural gas resources are shown as well as indigenous production of the fuel and imports, including the directions from which natural gas is imported. Both political and geographical aspects of the directions of natural gas acquisition are discussed. The level and potential abilities of the diversification of the natural gas supply are discussed. The importance of gas storages in underground gas repositories is underlined. The authors point to the increase in the diversification of raw materials in the structure of electricity, heat production and the transition to pro-ecological fuels.

Zbigniew Grudziński

Międzynarodowy rynek węgla energetycznego

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, PRODUKCJA, ZUŻYCIEM, CENY

W artykule omówiono zagadnienia związane z rozwojem międzynarodowych rynków węgla. W 2016 r. zużycie węgla na świecie spadło drugi rok z rzędu – przede wszystkim w wyniku słabego popytu w Chinach i U SA. U dział węgla w globalnym zużyciu pierwotnych nośników energii zmniejszył do 28%. Światowa produkcja węgla w 2016 r. wyniosła 3,66 mld toe i w porównaniu z rokiem poprzednim była mniejsza 6,2%. Ponad 60% tego spadku miało miejsce w Chinach. Spadek

globalnej produkcji był ponad 4-krotnie większy niż spadek zużycia. Wystarczalność światowych zasobów węgla szacowana jest na 153 lata – jest to trzy razy więcej niż wystarczalność ropy i gazu. Po kilkuletnich spadkach, ceny węgla w 2016 wzrosły o 77%. Obecne ceny *spot* są na poziomie 80 USD/tonę i są zbliżone do cen z 2014 r. Na rynku europejskim po pierwszym półroczu ceny węgla są już wyższe około 66% w stosunku do analogicznego okresu ubiegłego roku. Średnia cena w pierwszym półroczu wyniosła 12,6 zł/GJ i jest zbliżona do cen z 2012 roku. Udział transakcji *spot* w całkowitej puli zakupów wynosi około 20%. Ceny w kontraktach terminowych można szacować na podstawie cen z umów Japonia – Australia i cen w dostawach do elektrowni niemieckich. Średnio w latach 2010–2016 ceny do elektrowni niemieckich były wyższe o około 9%, a ceny w kontraktach Australia – Japonia 12% wyższe od cen CIF ARA. w 2017 r. Światowy handel węglem energetycznym osiągnął w 2016 r. około 1,012 mld ton. W perspektywie 2019 roku oczekuje się spadku o 4,8% – przede wszystkim z powodu spodziewanego mniejszego zapotrzebowania na głównych rynkach importowych w Azji.

International steam coal market

KEY WORDS: STEAM COAL MARKET HARD COAL, PRODUCTION, CONSUMPTION, PRICES

The paper presents selected issues related to the development of international coal markets. World consumption of coal dropped for the second year in a row in 2016, primarily due to lower demand from China and the U.S. The share of coal in global primary energy consumption decreased to 28%. World coal production accounted to 3.66 billion toe and it was lower by 6.2% when compared to the previous year. More than 60% of this decline took place in China. The decline in global production was more than four times higher than the decrease in consumption. The sufficiency of world resources of coal are estimated at 153 years – that is three times more than the sufficiency of oil and gas resources. After several years of decline, coal prices increased by 77% in 2016. The current spot prices are at the level of \$80/t and are close to the 2014 prices. In the European market, after the first half of the year, coal prices reached the level of around 66% higher than in the same period of the last year. The average price in the first half amounted to PLN 12.6/GJ, which is close to the 2012 prices. The share of spot trade in the total purchase amount accounted to approx. 20%. Prices in futures contracts can be estimated on the basis of the Japan-Australia contracts prices and prices in supplies to power plants located in Germany. On average, the prices in supplies to these power plants were higher by approximately 9% in the years 2010–2016 and prices in Australia – Japan contracts were 12% higher than CIF ARA prices in 2017. Global energy coal trade reached about 1.012 billion tonnes in 2016. In 2019, a decline by 4.8% is expected primarily due to the expected reduction in the demand in major importing countries in Asia.

Urszula OZGA-BLASCHKE

Ewolucja mechanizmu cenowego na międzynarodowym rynku węgla metalurgicznych

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KOKSOWY, CENY, KONTRAKTY, RYNEK MIĘDZYNARODOWY, RYNEK *SPOT*

W ostatnim dziesięcioleciu rosnące zapotrzebowanie na importowany węgiel ze strony odbiorców (głównie azjatyckich) zbiegało się z ograniczeniami podaży ze strony głównych dostawców. Na ciąg zdarzeń określanych, jako tzw. siła wyższa, złożyło się wiele zdarzeń w krajach eksporterów, w tym głównie ograniczenia produkcji w wyniku cyklonów i powodzi w Australii (w stanie Queensland – największym światowym regionie wydobywania węgla koksowych typu hard). Zachwianie równowagi między popytem i podażą powoduje, że ceny surowców podlegają cyklicznym

zmianom, jednak w ostatnich latach częstotliwość i dynamika tych zmian na międzynarodowym rynku węgla metalurgicznych (hard, semi-soft, PCI) była niezwykle wysoka. Wiodącą rolę w tych zdarzeniach odegrały Chiny, będące największym światowym producentem i konsumentem węgla koksowych. Działania polityczne władz chińskich odnośnie ich krajowego górnictwa oraz branży hutniczej i przemysłu koksochemicznego sprawiły, że od 2013 r. kraj ten zdeponizował Japonię i zyskał pozycję światowego lidera w imporcie węgla metalurgicznych. Wzrost znaczenia Chin w handlu węglem spowodował, że rynek stawał się coraz bardziej dwubiegunowy, a ceny na bazie CFR Chiny (obok cen FOB węgla australijskiego) stały się ważnymi wskaźnikami do monitorowania tendencji rynkowych i wyznaczania poziomów negocjowanych *benchmarków*. W artykule opisano ścieżkę zmian mechanizmu cenowego w handlu węglem metalurgicznym na tle uwarunkowań rynkowych, generujących te zmiany.

Evolution of price mechanism on the international market of metallurgical coal

KEY WORDS: COKING COAL, PRICES, CONTRACTS, INTERNATIONAL MARKET, SPOT MARKET

Over the past decade, the growing demand for imported coal from consumers (mainly Asian) coincided with supply constraints on the part of major suppliers. The sequence of events is referred to as force majeure. There were many events in the exporting countries, mainly including the cyclone and floods in Australia (Queensland, the world's largest hard coking coal mining region). Imbalance between supply and demand causes commodity prices to be subject to cyclical changes, but in recent years the frequency and dynamics of these changes in the international metallurgical market (hard coking coal, semi-soft coking coal, PCI coal) has been extremely high. China, the world's largest producer and consumer of coking coal, played a leading role in these events. Political action by the Chinese authorities regarding their domestic mining and metallurgical industries and the coke-chemical industry has made the country dethrone Japan since 2013 and has become a global leader in metallurgical coal imports. The rise of China's importance in coal trading has become an important benchmark for monitoring market trends and benchmarking benchmarks. The market has become more bipolar and CFR China's prices (in addition to Australia's FOB prices). The paper describes the path of pricing mechanism changes in international trade contracts for metallurgical coal, against the background of market conditions that generate these changes.

Patryk DUNAL, Filip BOLESTA, Wojciech DYDYK, Małgorzata KOZIK

Koncepcja sezonowości cen węgla energetycznego i transportu na rynku polskim

SŁOWA KLUCZOWE: PRODUKT LOGISTYCZNY, ZARZĄDZANIE KAPITAŁEM OBROTOWYM, KOSZT KAPITAŁU

Jeden z najistotniejszych obszarów decyzyjnych przedsiębiorstwa dotyczy zarządzania kapitałem obrotowym. Przedsiębiorstwa energetyczne zajmujące się wytwarzaniem energii elektrycznej i ciepła stanowią głównych odbiorców węgla energetycznego, dlatego ich decyzje w zakresie kształtowania poziomu zapasów są głównym czynnikiem determinującym harmonogramy dostaw węgla. Decyzje te zależą od wymagań prawnych oraz możliwości technicznych, a także aspektów ekonomicznych. Sezonowość zużycia węgla w połączeniu z kosztami wynikającymi z wcześniejszego zakupu oraz kosztami utrzymywania zapasów stanowią bezpośrednią przyczynę kształtowania harmonogramów dostaw węgla w sposób przypominający parabolę. Wśród uczestników rynku węgla (energetyka,

górnictwo, przewoźnicy) istnieje rozbieżność oczekiwań w zakresie harmonogramów dostaw. Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie koncepcji kształtowania cen węgla energetycznego i transportu na rynku polskim, zakładającej zastosowanie bodźca cenowego, powodującego równomierne dostawy w ciągu roku. W artykule przedstawiono wybrane treści teoretyczne z zakresu logistyki węgla oraz zarządzania kapitałem obrotowym w przedsiębiorstwie, zidentyfikowano oczekiwania uczestników rynku węgla energetycznego w zakresie kształtowania harmonogramów dostaw oraz motywów, jakimi w tym zakresie kierują się odbiorcy węgla z energetyki zawodowej i ciepłownictwa. Przedstawiona koncepcja sezonowości cen węgla energetycznego i transportu na rynku polskim w zamierzeniu autorów powinna być przedmiotem dalszej dyskusji w pracach naukowych i eksperckich.

The concept of seasonality of steam coal prices and transport on the Polish market

KEY WORDS: LOGISTIC PRODUCT, WORKING CAPITAL MANAGEMENT, COST OF CAPITAL

One of the most important business areas of the company is the management of working capital. Energy companies that produce electricity and heat are the main consumers of steam coal, so their decision concerning stock levels is a major determinant of supply schedules. These decisions depend on legal and technical requirements as well as economic aspects. The seasonality of coal consumption jointly with pre-purchase costs and storage costs has a straight impact on delivery scheduling in a parabolic way. There is a divergence in expectations regarding delivery schedules among the coal market participants (energy, mining, transport companies). The purpose of this article is to present the concept of pricing of steam coal and transport service on the Polish market, assuming the use of price incentives, resulting in delivery scheduling during the year. The article presents selected theoretical content in the field of coal logistics and working capital management in the company, the expectations of the steam coal market participant regarding delivery schedules have been identified. The proposed concept of pricing steam coal and transport service should be discussed further in scientific and expert work.

Tadeusz OLKUSKI, Katarzyna PIWOWARCZYK-ŚCIEBURA, Andrzej BROŻEK

Wpływ porozumienia paryskiego i systemu EU ETS na rynek węglowy

SŁOWA KLUCZOWE: POLITYKA KLIMATYCZNO-ENERGETYCZNA, SYSTEM EU ETS, RYNEK WĘGLOWY

W artykule przedstawiono wpływ międzynarodowych umów klimatycznych na przemysł energetyczny i węglowy. Ostatnie zawarte porozumienie, podpisane w Paryżu, określa globalny plan, pozwalający minimalizować groźne dla klimatu skutki globalnego ocieplenia, wynikłego między innymi z emisji dwutlenku węgla. Kluczową rolę w podpisaniu tego pierwszego na świecie prawnie wiążącego porozumienia odegrała Unia Europejska, która również jest prekursorem, we wdrożeniach dotyczących handlu emisjami dwutlenku węgla (*Emission Trading Scheme* – ETS w Unii Europejskiej). Zaprojektowany w USA system handlu emisjami CO₂ stał się wzorem dla Komisji Europejskiej, która zaproponowała opartą na nim dyrektywę 2003/87/WE. Ponadto, w artykule zwrócono uwagę na korelację cen EUA (*European Union Allowances*) z cenami węgla w portach ARA, oraz na rolę rynku węgla na określenie wartości uprawnień CO₂. Słowa kluczowe: polityka klimatyczno-energetyczna, system EU ETS, rynek węglowy

Impact of the Paris Agreement and the EU ETS system on the carbon market

KEY WORDS: CLIMATE AND ENERGY POLICY, POWER INDUSTRY, EU ETS SYSTEM

The aspect of climate change in the modern world is one of the broader issues of global social and economic policy. Climate change implies a modification of the business environment, especially the energy sector. Any change in the conditions in which the company operates is the cause, the effect of which becomes its financial situation during the relevant period. Therefore, climate policy will play an increasingly important role in shaping the energy of the future. At present, energy companies are taking measures to process primary energy from fossil fuels, in particular coal, in an efficient and environmentally friendly way. The article presents the impact of international climate agreements on the energy and coal industries. The latest agreement signed in Paris defines a global plan to minimize the dangerous effects of global warming on the climate arising from carbon emissions. The most important outcome of the agreement was the unification of many countries with a common goal. The European Union played a key role in signing the first legally binding agreement in the world, which is also a forerunner in the carbon trading system: EU ETS (European Union Emission Trading Scheme). The US-based CO₂ emissions trading system has become a model for the European Commission. In addition, the article highlights the correlation between the EUA (European Union Allowances) and "ARA coal" prices as well as the role of the coal market in price formation of emission allowances.

Ireneusz BAIC, Wiesław BLASCHKE, Tadeusz DZIOK, Andrzej STRUGAŁA, Wojciech SOBKO

Badania podatności węgla energetycznych na zmniejszenie zawartości rtęci na etapie pre-combustion

SŁOWA KLUCZOWE: RTĘĆ W WĘGLU KAMIENNYM, RTĘĆ WE FRAKCJACH GĘSTOŚCIOWYCH, USUWANIE RTĘCI, ANALIZA DENSOMETRYCZNA, SUCHE ODKAMIENIANIE

W Oddziale Zamiejscowym Instytutu Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego w Katowicach oraz na Wydziale Energetyki i Paliw Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie prowadzone są prace nad możliwościami ograniczania zawartości rtęci w produktach handlowych węgla kamiennego poprzez wzbogacanie grawitacyjne surowego urobku węglowego. W krajowych warunkach przemysłowych wzbogacanie grawitacyjne prowadzi się na mokro w cieczach ciężkich zawiesinowych oraz w osadzarkach. Wstępne – pilotowe badania pokazały możliwość usuwania rtęci także metodą suchą przy wykorzystaniu separatorów wibracyjno-powietrznych. Rtęć występuje głównie w pirycie i markasyście, wchodzących w skład substancji mineralnej węgla, ale także w substancji organicznej węgla. Pewne jej ilości znajdują się w warstwach stropowych pokładów węglowych, które podczas eksploatacji trafiają do urobku węglowego. W zależności od rozkładu wymienionych składników we frakcjach gęstościowych zależeć będzie skuteczność usuwania rtęci podczas procesu wzbogacania grawitacyjnego. W artykule przedstawiono wyniki badań zawartości rtęci i siarki całkowitej w wydzielonych frakcjach gęstościowych węgla pochodzących z czterech kopalń. Zawartości te określano we frakcjach o gęstości: $-1,5 \text{ g/cm}^3$ (umownie koncentrat), $1,5-1,8 \text{ g/cm}^3$ (umownie produkt pośredni) oraz $+1,8 \text{ g/cm}^3$ (umownie odpady). Wyniki zestawiono w tabelach 3-5 oraz na rysunkach 1-4. Natomiast na rysunkach 5-8 przedstawiono zależności pomiędzy zawartością rtęci a zawartością siarki całkowitej w badanych próbkach węgla. Przeprowadzone badania, które można nazwać wstępną analizą podatności badanych węgla na wzbogacanie

grawitacyjne pokazały, że na drodze suchej separacji przy wykorzystaniu separatorów wibracyjno-powietrznych możliwe będzie usuwanie znacznych ilości rtęci gromadzącej się we frakcjach ciężkich i pośrednich.

Studies on the susceptibility of coals to the reduction of mercury content in the pre-combustion stage

KEY WORDS: MERCURY IN HARD COAL, MERCURY IN DENSITY FRACTION, MERCURY REMOVAL, FLOAT-AND-SINK TEST, DRY DESHALING METHOD

Work is being carried out on possibilities of limiting the content of mercury in hard coal products by gravity concentration of run-of-mine coal in the Branch of the Institute of Mechanized Construction and Rock Mining in Katowice and on the Faculty of Energy and Fuels of the AGH University of Science and Technology in Krakow. Under domestic industrial conditions, gravity concentration is carried out with heavy medium liquids and in jigs. Preliminary - pilot studies have shown the possibility of mercury removal also by using the dry deshaling method involving vibratory air separators. Mercury is mainly found in the pyrite and the rubble formed by the mineral carbon, but also in the organic carbon. Some of it is located in layers of coal roof fields, which in the course of their exploitation go to coal. The mercury removal efficiency during the gravity concentration process will depend on the decomposition of the listed components in the density fractions. The paper presents the results of investigations of total mercury and total sulphur content in the separated coal fractions from four mines. These contents were determined in fractions: -1.5 g/cm^3 (conventionally clean coal – concentrate), $1.5\text{--}1.8 \text{ g/cm}^3$ (conventionally middlings) and $+1.8 \text{ g/cm}^3$ (conventionally rock – waste). The results are summarized in Tables 3–5 and in Charts 1–4. Conversely, graphs 5-8 show the relationship between mercury content and total sulphur content in the tested coal samples. The study, which can be called a preliminary analysis of the susceptibility of the coals to gravity concentration, showed that the dry deshaling method on the vibratory air separators would allow significant amounts of mercury accumulated in the middlings and waste fractions to be removed.

Piotr BURMISTRZ, Tadeusz DZIOK, Krzysztof BYTNAR

Zawartość rtęci w odpadach z procesu wzbogacania węgla kamiennych oraz ubocznych produktach spalania węgla w aspekcie ich utylizacji

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, RTĘĆ, WZBOGACANIE, ODPADY, UBOCZNE PRODUKTY SPALANIA

Podczas wydobywania i przeróbki mechanicznej węgla kamiennego oraz w procesach jego spalania powstają różne odpady. Zaliczyć do nich można m.in. odpady z procesu wzbogacania węgla oraz uboczne produkty spalania (popioły lotne i żużle). Aktualne przepisy prawne i branżowe zalecają określanie w nich m.in. zawartości rtęci oraz definiują graniczne jej wartości. Celem pracy było określenie poziomu rtęci w odpadach z procesu wzbogacania węgla kamiennych oraz stałych ubocznych produktach spalania węgla w energetyce w aspekcie ich wykorzystania i/lub utylizacji. Określono zawartość rtęci w reprezentatywnych próbkach odpadów z procesu wzbogacania na mokro i suchej separacji węgla kamiennego oraz w ubocznych produktach spalania z ośmiu kotłów opalanych węglem kamiennym: próbkach żużla i popiołu lotnego. Zawartość rtęci w badanych odpadach ze wzbogacania na mokro węgla kamiennych zmieniała się w granicach od 54 do 245 $\mu\text{g/kg}$ (średnia 98 $\mu\text{g/kg}$), a z procesu suchej separacji od 76 do 310 $\mu\text{g/kg}$ (średnia 148 $\mu\text{g/kg}$), w przeliczeniu na stan roboczy. Zawartość rtęci w popiołach lotnych wynosiła od 70 do 1420 $\mu\text{g/kg}$ (średnia 567 $\mu\text{g/kg}$), a w

żuźlach od 8 do 58 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (średnia 21 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Obecnie – w świetle obowiązujących przepisów prawnych z punktu widzenia zawartości rtęci w odpadach – nie ma istotnych barier w ich wykorzystaniu. Niemniej jednak mogą pojawić się w przyszłości przepisy limitujące maksymalną zawartość rtęci oraz dopuszczalną ilość wmywanej rtęci. Może to utrudnić ich wykorzystanie i/lub utylizację według dotychczasowych sposobów. Zasadne jest więc przygotowanie się na taką sytuację, poprzez opracowanie innych alternatywnych sposobów wykorzystania tych odpadów.

Mercury content in the rejects from the hard coal cleaning process and coal combustion by-products in respect of their utilization

KEY WORDS: HARD COAL, MERCURY, COAL CLEANING, REJECTS, COAL COMBUSTION BY-PRODUCTS

In the processes of coal mining, preparation and combustion, the rejects and by-products are generated. These are, among others, the rejects from the coal washing and dry deshaling processes as well as the coal combustion by-products (fly ash and slag). Current legal and industry regulations recommend determining the content of mercury in them. The regulations also define the acceptable content of mercury. The aim of the paper was to determine the mercury content in the rejects derived from the coal cleaning processes as well as in the combustion by-products in respect of their utilization. The mercury content in the representative samples of the rejects derived from the coal washing and dry deshaling processes as well as in the coal combustion by products derived from 8 coal-fired boilers was determined. The mercury content in the rejects from the coal washing process varied from 54 to 245 $\mu\text{g}/\text{kg}$, (the average of 98 $\mu\text{g}/\text{kg}$) and in the rejects from the dry deshaling process it varied from 76 to 310 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (the average of 148 $\mu\text{g}/\text{kg}$). The mercury content in the fly ash varied from 70 to 1420 $\mu\text{g}/\text{kg}$, (the average of 567 $\mu\text{g}/\text{kg}$) and in the slag it varied from 8 to 58 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (the average of 21 $\mu\text{g}/\text{kg}$). At the moment, in light of the regulations from the point of view of mercury content in the rejects from the coal preparation processes and in the coal combustion by-products, there are no significant barriers determining the way of their utilization. Nevertheless, in the future, regulations limiting the maximum content of mercury as well as the acceptable amount of leachable mercury may be introduced. Therefore, preparing for this situation by developing other alternative methods of using the rejects and by-products is recommended.

**Tadeusz DZIOK, Andrzej STRUGAŁA, Tomasz CHMIELNIAK,
Ireneusz BAIC, Wiesław BLASCHKE**

Koncepcja hybrydowego procesu usuwania rtęci z węgla kamiennego

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, RTEĆ, USUWANIE RTECI, WZBOGACANIE WĘGLA, SUCHE ODKAMIENIANIE, TERMICZNA PREPARACJA

W powadzonych aktualnie pracach mających na celu obniżenie antropogenicznej emisji rtęci duży nacisk kładzie się na obniżenie emisji rtęci z procesów energochemicznego przetwórstwa węgla, głównie z procesów spalania. Jednym ze sposobów pozwalających na obniżenie antropogenicznej emisji rtęci jest jej usuwanie z węgla przed jego konwersją. Należy zaznaczyć, że rtęć w węglu kamiennym może być obecna zarówno w substancji organicznej jak i mineralnej, stąd też uniwersalna metoda powinna pozwalać na usuwanie rtęci z obu tych składowych substancji węglowej. W pracy przedstawiono koncepcję hybrydowego procesu usuwania rtęci z węgla kamiennego. Idea procesu polega na połączeniu procesów wzbogacania metodami mokrymi bądź suchymi (etap pierwszy) oraz wstępnej termicznej preparacji w temperaturze 200–400°C (etap drugi). W etapie pierwszym w procesie wzbogacania/odkameniania z węgla usuwana jest część rtęci występującej w substancji mineralnej. Natomiast w etapie drugim z węgla usuwana jest rtęć występująca w substancji

organicznej oraz rtęć w obecnych jeszcze w węglu składnikach mineralnych o relatywnie niskiej temperaturze uwalniania rtęci. Na podstawie wyników wstępnych badań, skuteczność obniżenia zawartości rtęci w węglu w takim procesie hybrydowym została oszacowana w przedziale od 36 do 75% (ze średnią wartością 58%). Efekt obniżenia zawartości rtęci w węglu jest jeszcze bardziej zauważalny w przypadku odniesienia jej zawartości do wartości opałowej węgla. Tak określona skuteczność obniżenia zawartości rtęci w węglu mieściła się w przedziale od 53 do 92% (przy średniej wartości wynoszącej 71%).

A concept of the hybrid mercury removal process from hard coal

KEY WORDS: HARD COAL, MERCURY, MERCURY REMOVAL, COAL CLEANING, DRY DESHALING, THERMAL PRETREATMENT

Nowadays, actions allowing for a reduction of anthropogenic mercury emission are taken worldwide. Great emphasis is placed on reducing mercury emission from the processes of energochemical coal conversion, mainly from the coal combustion processes. One of the methods which enable a reduction of anthropogenic mercury emission is the removal of mercury from coal before its conversion. It should be pointed out that mercury in hard coal may occur both in the organic and mineral matter. Therefore, a universal method should allow for the removal of mercury, combined in both ways, from coal. In the paper, a concept of the hybrid mercury removal process from hard coal was presented. The idea of the process is based on the combination of the coal cleaning process using wet or dry methods (first stage) and the thermal pretreatment process at a temperature in the range from 200 to 400 °C (second stage). In the first stage, a part of mercury occurring in the mineral matter is removed. In the second stage, a part of mercury occurring in the organic matter as well as in some inorganic constituents characterized by a relatively low temperature of mercury release is removed. Based on the results of the preliminary research, the effectiveness of the decrease in mercury content in coal in the hybrid process was estimated in the range from 36 to 75% with the average at the level of 58%. The effect of the decrease in mercury content in coal is much more significant when mercury content is referred to a low heating value of coal. So determined, the effectiveness was estimated in the range from 36 to 75% with the average at the level of 58%.

**Renata Koneczna, Magdalena Wdowin, Rafał Panek, Łukasz Lelek,
Robert Żmuda, Wojciech Franus**

Analiza finansowa potencjalnego zastosowania mezoporowatych materiałów krzemianowych do oczyszczania spalin z ditlenku węgla w porównaniu do komercyjnej metody MEA

SŁOWA KLUCZOWE: TECHNOLOGIA CC S, MEA, MCM-41, WYCHWYTYWANIE CO₂, ANALIZA FINANSOWA

Technologia CC S (*Carbon Capture and Storage*) jest jedną z metod ograniczających emisję ditlenku węgla do atmosfery. Jednak wysokie koszty wychwytywania CO₂ w tej technologii są główną przeszkodą wdrażania tego rozwiązania przez elektrownie. Redukcji kosztów oczekuje się przede wszystkim po stronie wychwytywania i oddzielania CO₂ z gazów spalinowych (przemysłowych). Artykuł przedstawia ocenę efektywności finansowej najpopularniejszej technologii aminowej (MEA) względem otrzymanego z popiołów lotnych materiału mezoporowatego typu MCM-41 impregnowanego polietylenoiminą (PEI) dla instalacji CC S. Badania prowadzono dla inwestycji obejmującej trzy kluczowe komponenty stanowiące pełny łańcuch wartości w procesie walidacji technologii CC S (wychwytywanie, transport i składowanie). Prowadzone badania mineralogiczne i określenie właściwości fizykochemicznych produktu mezoporowatego otrzymanego z materiałów

odpadowych, jakimi są popioły lotne, pozwoliły na wskazanie najlepszej klasy sorbentu – MCM-41 impregnowanego PEI, który można wykorzystać w technologiach wychwytywania CO₂. Opracowanie innowacyjnego związku pozwala nie tylko na usunięcie 100% CO₂, ale również obniża koszty operacyjne (OPEX), w tym przede wszystkim koszty zużycia energii o 40% i materiałów w stosunku do mieszanek aminowych np. MEA.

The economic analysis of the potential use of mesoporous silicate materials for the purification of exhaust gas from CO₂ compared to the commercial MEA method

KEY WORDS: CC S TECHNOLOGY, MEA, MCM-41, CO₂ CAPTURE, ECONOMIC ANALYSIS

CCS (Carbon Capture and Storage) technology is one of the methods that limit the release of carbon dioxide into the atmosphere. However, the high cost of capturing CO₂ in this technology is a major obstacle to the implementation of this solution by power plants. The reduction of costs is expected primarily on the side of the capture and separation of CO₂ from flue/ industrial gas. The article presents the financial performance of the most popular amine technology (MEA) against mesoporous material about MCM-41 structure obtained from fly ash, impregnated with polyethyleneimine (PEI), for CC S installations. The study was conducted for an investment comprising three key components that provide a full value chain in CC S validation (capture, transport and storage). The mineralogical studies and determination of the physicochemical properties of mesoporous material produced from waste materials such as fly ash allowed us to identify the best class sorbents of MCM-41, which can be used in CO₂ capture technologies. Developing an innovative relationship not only allows 100% of CO₂ to be removed but also reduces operating costs (OPEX), primarily including energy by 40% and multiple material costs relative to amine mixtures such as MEA.

Beata KLOJZY-KARCZMARCZYK, Janusz MAZUREK

Propozycje rozszerzenia działań celem zagospodarowania materiałów odpadowych z górnictwa węgla kamiennego

SŁOWA KLUCZOWE: SKAŁA PŁONNA, MUŁY WĘGLOWE, ODPADY WYDOBYWCZE, OSADY ŚCIEKOWE, REKULTYWACJA WYROBISK, BARIERY IZOLACYJNE, WARTOŚĆ OPAŁOWA

W procesie wydobywania i wzbogacania urobku węglowego powstają znaczne ilości materiałów odpadowych, głównie skała płonna oraz muły węglowe, uznawane za odpad lub surowiec. Podstawowe kierunki zagospodarowania skały płonnej oraz odpadów wydobywczych to produkcja kruszyw, produkcja pełnowartościowych produktów energetycznych oraz roboty likwidacyjne w kopalniach węgla kamiennego i podsadzanie wyrobisk. W pracy przedstawiono propozycję poszerzenia tych działań dla lepszego wykorzystania materiałów odpadowych. Rozpoznano możliwość wykorzystania kruszyw lub odpadów do wypełniania wyrobisk odkrywkowych, również na obszarach będących w zasięgu zbiorników wód podziemnych, możliwość budowy warstw izolujących z materiału odpadowego (muły węglowe) oraz wytwarzanie mieszanek mułów węglowych z osadami ściekowymi celem produkcji materiałów o dobrych właściwościach energetycznych. Analizę przeprowadzono na podstawie badań własnych i danych literaturowych, dotyczących szeregu wybranych parametrów materiałów odpadowych. Wykonano i przedstawiono wstępne badania wielkości ciepła spalania oraz wartości opałowej mułów węglowych w połączeniu z innym materiałem odpadowym, jakim są osady ściekowe. Zaproponowane sposoby i działania wpisują się w

dotychczasowe kierunki zagospodarowania, jednak pozwalają na rozszerzenie zakresu stosowania zarówno odpadów wydobywczych, jak i produktów wytwarzanych na bazie skały płonnej czy mułów węglowych. Jednak ze względu na częsty brak stabilnego składu tych materiałów, każdorazowo przed próbą ich zastosowania należy dokonać oceny ich aktualnych właściwości. Wnioskuje się, że istotne jest kontynuowanie badań celem promowania wykorzystania gospodarczego już istniejących metod oraz poszukiwania nowych rozwiązań dla zagospodarowania odpadów wydobywczych.

Proposals to extend actions to the management of waste rock from hard coal mining

KEY WORDS: GANGUE, HARD COAL SLUDGE, EXTRACTIVE WASTE, SEWAGE SLUDGE, RECLAMATION OF EXCAVATIONS, INSULATION LAYER, CALORIFIC VALUE

In the process of extraction and enrichment of coal waste, considerable quantities of waste material are produced, mainly the gangue and coal sludge, considered as waste or raw material. The main directions of the management development of the waste rock are the production of aggregates, the production of energy products and the liquidation works in hard coal mines and the filling of excavations. The paper proposes the extension of these activities to the use of waste material. The possibility of using aggregates or extractive waste to fill open-pit excavations has been proposed, also in areas within the reach of groundwater and the possibility of building insulation layers of waste material and the production of mixtures of hard coal sludge and sewage sludge to produce material with good energy properties. The analysis was based on the author's own research and literature data related to selected parameters of waste material. This paper presents our own preliminary studies on the amount of combustion heat and the calorific value of coal sludge combined with other wastes such as sewage sludge. The proposed methods and actions are part of the current directions of development, but they allow the extension of the scope of use of both extractive waste and products produced on the basis of gangue or coal sludge. Due to the frequent lack of the stable composition of these materials, their current properties should be assessed each time before attempting to use them. The fact that it is important to continue research to promote existing economic use and to seek new activities or methods has been concluded.

Piotr W. SAŁUGA, Jacek KAMIŃSKI

Rynek mocy w Polsce – aukcja jednocenowa vs. dyskryminacyjna

SŁOWA KLUCZOWE: RYNEK MOCY, AUKCJA JEDNOCENOWA, AUKCJA DYSKRYMINACYJNA, CENA MOCY

W związku z zamiarami wdrożenia w Polsce mechanizmu scentralizowanego rynku mocy przewiduje się organizowanie aukcji oferowanych przez krajowe przedsiębiorstwa sektora energetycznego mocy dyspozycyjnych. Zakłada się, że w uregulowaniu tym licytowanie ofert odbywać się będzie według systemu aukcji holenderskiej z jednolitą ceną (*Pay-as-Clear*), co prowadzić będzie do uzyskania ceny równowagi rynkowej. Niektórzy z analityków stoją jednak na stanowisku, że właściwszym rozwiązaniem jest organizowanie aukcji mocy raczej według formuły aukcji dyskryminacyjnej (*Pay-as-Bid*), gdyż według nich system ten powinien prowadzić do niższych niż w przypadku *Pay-as-Clear* kosztów zakupu mocy. Opinii tej nie potwierdza jednak praktyka – w rozważaniach teoretycznych nie są uwzględniane tak istotne czynniki jak skłonność oferentów do podejmowania ryzyka czy brak dostępu do specjalistycznych kalkulacji, a tym samym szerszej informacji dla wszystkich uczestników rynku. W artykule przedstawiono hipotetyczną kalkulację ceny równowagi na rynku mocy według systemu *Pay-as-Bid* z wykorzystaniem symulacji Monte Carlo.

Capacity market in Poland: Pay-As-Clear vs. Pay-As-Bid auction

KEY WORDS: CAPACITY MARKET, PAY-AS-BID AUCTION, PAY-AS-CLEAR AUCTION, CAPACITY PRICE

With the upcoming implementation of the centralized capacity market in Poland, capacity auctions will be organized where domestic power companies will offer their available capacities. It is assumed that bidding will be auctioned according to the so called descending clock auction system with uniform-price (Pay-as-Clear), which will lead to the market equilibrium price. Some analysts, however, are of the view that it is more appropriate to organize capacity auctions in the Pay-as-Bid formula, as this system should lead to lower prices than those of Pay-as-Clear, hence lower costs of capacity purchase. However, this opinion does not confirm the practice – theoretical considerations do not take into account such important factors as the behavior of market players and the tendency of bidders to accept a higher risk or the lack of access to advanced analyses, and thus better information for all market participants. This paper presents a hypothetical calculation of the prices in the centralized capacity market using Monte Carlo simulations. The results of the study confirm that the price level for the Pay-as-Bid system, due to the asymmetry of information and the level of concentration of the power generation sector in Poland would lead to higher prices than for the Pay-as-Clear system on average by approximately 2.5%. The implementation of the PAB system would, therefore, be less efficient to electricity consumers.

Piotr RZEPKA, Maciej SOŁTYSIK, Mateusz SZABLICKI

Prosumencka chmura energii – koncepcja nowej usługi dla prosumentów

SŁOWA KLUCZOWE: CHMURA ENERGII, PROSUMENT, NOWY MODEL ROZLICZEŃ PROSUMENTA, ROZPROSZONE ŹRÓDŁA ENERGII, MOBILNY UŻYTKOWNIK ENERGII ELEKTRYCZNEJ

W artykule przedstawiono koncepcję prosumenckiej chmury energii, jako nowej usługi dedykowanej dla prosumentów energii elektrycznej. Zakłada się, że wdrożenie takiej usługi powinno wygenerować szereg korzyści, m.in.: ułatwienie korzystania prosumentom z sieci elektroenergetycznej, uproszczenie rozliczeń pomiędzy prosumentem a dostawcą energii elektrycznej, dalsze upowszechnianie rozproszonych źródeł energii w mikroinstalacjach prosumenckich oraz rozwój e-mobilności. Z punktu widzenia prosumenta, proponowana idea prosumenckiej chmury energii polega na wirtualnym magazynowaniu w tej chmurze nadmiaru energii wygenerowanej w jego mikroinstalacji. Fizyczna realizacja gromadzenia energii w chmurze polega na rejestrowaniu wolumenu energii elektrycznej wprowadzonej do systemu elektroenergetycznego z mikroinstalacji prosumenta. Zakłada się, że energię o wartości odpowiadającej wolumenowi zarejestrowanemu w chmurze prosument może wykorzystać w dowolnej chwili czasowej w dowolnym punkcie infrastruktury sieciowej Krajowego Systemu Elektroenergetycznego. Przez dowolny punkt infrastruktury sieciowej rozumie się dowolnie zlokalizowany terytorialnie punkt przyłączenia użytkownika energii elektrycznej wyposażony w autoryzację dostępu. Z punktu widzenia operatorów sieci elektroenergetycznych idea prosumenckiej chmury energii to propozycja usługi dedykowanej dla nowego modelu funkcjonowania systemu elektroenergetycznego, uwzględniającego przyszłe uwarunkowania dotyczące znaczącego rozwoju energetyki prosumenckiej oraz e-mobilności. W koncepcji tej energia elektryczna byłaby traktowana jako towar podlegający tylko częściowemu, fizycznemu magazynowaniu i przede wszystkim wymianie handlowej. W modelu tym kluczowym aspektem byłoby wirtualne magazynowanie energii, czyli handlowe zagwarantowanie przez operatora

chmury (spółkę obrotu) dowolnego korzystania z portfela energii przez jej dysponentów. Należy jednak podkreślić, że w funkcjonowaniu prosumenckiej chmury energii istotnym czynnikiem będą koszty gwarancji wykorzystania przez danego dysponenta (prosumenta) energii elektrycznej przypisanej do niego w dowolnym czasie i miejscu przyłączenia w sieci. Skutkuje to tym samym koniecznością uwzględnienia występowania pewnego ryzyka rynkowego, zarówno wolumetrycznego, jak i cenowego ponoszonego przez operatora chmury, które w najprostszym rozrachunku można niwelować poprzez przekazanie operatorowi chmury pewnej części zakumulowanego wolumenu wygenerowanej energii. Należy podkreślić, że w niniejszym artykule przedstawiono pierwszą fazę rozwoju koncepcji prosumenckiej chmury energii. Zakłada się jednak jej poszerzenie o kolejne etapy, w których przewiduje się uwzględnienie możliwości sterowania i nadzoru nad pracą urządzeń instalacji prosumenckich w postaci: źródeł, odbiorników i fizycznych magazynów energii, np. domowych magazynów energii lub baterii akumulatorów zainstalowanych w pojazdach elektrycznych. Docelowo zakłada się, że proponowana prosumencka chmura energii będzie poza magazynowaniem energii (wirtualnym i częściowo fizycznym) umożliwiać również agregację zasobów prosumenckich, co stworzyłoby zupełnie nowe możliwości ich wykorzystania do świadczenia różnego rodzaju usług regulacyjnych, w tym systemowych.

Energy cloud – a new service for prosumers

KEY WORDS: ENERGY CLOUD, PROSUMER, NEW MODEL OF PROSUMER SETTLEMENTS, DISTRIBUTED ENERGY SOURCE, MOBILE CONSUMER/USER OF ELECTRICITY

The paper presents the idea of a prosumer energy cloud as a new service dedicated to electricity prosumers. The implementation of the cloud should generate a number of benefits in the following areas: settlements between prosumer and electricity supplier, the development of distributed energy sources in microprocessors and the development of e-mobility. From the prosumer point of view, the proposed idea of a prosumer cloud of energy is dedicated to the virtual storage of energy excess generated in the micro-installation. Physical energy storage in the cloud means recording the volume of electricity introduced into the electricity system from the prosumer's microprocessors. It is assumed that the energy equivalent to the volume registered in the prosumer cloud can be used at any time at any point in the network infrastructure of the National Power System. Any point of network infrastructure shall be understood as any locally located point of connection of an electricity consumer provided with access authorization. From the point of view of the power grid operators, the idea of a prosumer energy cloud is a conceptual proposition of a service dedicated to the new model of the power system functioning, taking future conditions concerning the significant development of prosumer energy and e-mobility into account. In this concept, electricity would be treated as a commodity only to partial physical storage and above all to trade. In this model a key aspect would be virtual energy storage, that is, the commercial provision by the cloud operator (trading company) of any use of the electricity portfolio by its suppliers. It should be stressed, however, that in the prosumer's energy cloud functioning, a significant factor would be the cost of guarantees of the use of energy by prosumers at any time and point of connection to the network. This results in the need of taking the presence of certain market risks, both volumetric and cost incurred by clouds operator, which can be minimized by passing a portion of the accumulated volume of generated energy to the cloud operator into account. It should be emphasized that this article presents the first phase of the development of the concept of prosumer energy cloud. However, it is planned to be expanded by the following stages, which include the possibility of controlling and supervising the operation of prosumer installations such as: sources, receivers and physical energy stores, e.g. home energy storage or batteries installed in electric vehicles. Ultimately, it is assumed that the proposed prosumer energy cloud will be outside of the storage of energy (virtual and partly physical) and that aggregation of prosumer resources will create new possibilities for their use to provide a variety of regulatory services, including system ones.

Tendencje zmian występujące w światowej energetyce

SŁOWA KLUCZOWE: ENERGETYKA, WĘGIEL, TRENDY, POLITYKA ENERGETYCZNA

Obserwując sytuację w energetyce nietrudno zauważyć, że zachodzą w niej bardzo głębokie zmiany. Polegają one przede wszystkim na odchodzeniu od energetyki konwencjonalnej do energetyki odnawialnej. Taką tendencję ma zwłaszcza energetyka w Unii Europejskiej. Europa stara się być prekursorem w dziedzinie odnawialnych technologii i liderem w walce z globalnym ociepleniem. Likwidowany jest przemysł wydobywczy, a elektrownie węglowe wypierane są przez odnawialne źródła energii. Sytuacja taka wynika nie tylko z dyrektyw unijnych, ale również oddolnych inicjatyw społecznych inspirowanych przez grupy ekologów. Blokowane jest uruchamianie nowych odkrywek węgla brunatnego ze względu na brak akceptacji społecznej, a także budowa elektrowni konwencjonalnych. Nie pomagają argumenty ekonomiczne przemawiające za rozwojem energetyki opartej na węglu brunatnym, który jest paliwem zdecydowanie tańszym niż inne, czy też zapewnienia potencjalnych inwestorów o stworzeniu nowych miejsc pracy. Również w innych regionach świata wstrzymywane są inwestycje węglowe. Z badań przeprowadzonych przez koncern węglowy CoalSwarm wynika, że w 2016 roku drastycznie spadła liczba inwestycji w energetyce węglowej w świecie. Nawet w Chinach i Indiach, gdzie najbardziej w ostatnich latach rozwijała się energetyka węglowa, wstrzymano około 100 inwestycji. Niejasna jest sytuacja w USA. Chociaż Barack Obama podpisał porozumienie paryskie, to obecny prezydent Stanów Zjednoczonych Donald Trump wypowiedział to porozumienie i w licznych wystąpieniach zapewnia o chęci powrotu do dominującej roli węgla w gospodarce amerykańskiej. W Polsce nadal utrzymywana jest struktura węglowa energetyki, ale według zapowiedzi resortu energii nowy blok w elektrowni Ostrołęka będzie ostatnim budowanym w Polsce blokiem węglowym. Pozwala to sądzić, że w najbliższym czasie może nastąpić zwrot w polityce energetycznej Polski, a długo oczekiwany dokument Polityka energetyczna Polski do 2050 roku określi kierunki zmian na następne lata.

Trends of change occurring in the world power industry

KEY WORDS: ENERGY, COAL, TRENDS, ENERGY POLICY

Observing the situation in the power industry it is easy to see that there are very deep changes in it. They rely primarily on moving away from conventional energy to renewable energy. This is particularly the case for energy in the European Union. Europe strives to be a forerunner in renewable technologies and a leader in the fight against global warming. The mining industry is being abolished and coal-fired power stations are being displaced by renewable energy sources. This situation is not only a result of EU directives but also of grassroots social initiatives inspired by environmental groups. The new lignite openings are being blocked, due to the lack of public acceptance, and the construction of conventional power plants. They do not help economic arguments for the development of energy based on coal, lignite, fuel that is significantly cheaper than the other, or to provide potential investors with the creation of new jobs. Also, coal investments are suspended in other regions of the world. CoalSwarm coal research shows that 2016 saw a dramatic fall in the amount of coal investment in the world. Even in China and India, where most of the coal industry has developed in recent years, about 100 investments have been suspended. The situation in the U S is unclear. Although Barack Obama signed the Paris Agreement, current U nited States President Donald Trump has spoken out about this agreement and in numerous speeches and is eager to return to the dominant role of coal in the American economy. Poland still maintains the carbon structure of the power industry, but the Minister of Energy has announced that the new block at the Ostrołęka power plant will be the last coal-fired power plant to be built in Poland. This statement allows us to believe that there may be a return to Poland's energy policy in the nearest future, and the long-awaited document, Poland's energy policy until 2050, will determine the direction of change for the coming years.

Grzegorz STROZIK

Bilans i kierunki utylizacji słonych wód kopalnianych z czynnych i zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego z uwzględnieniem ich zagospodarowania w podziemnych technologiach górniczych

SŁOWA KLUCZOWE: UTYLIZACJA WÓD KOPALNIA NYCH, WODY ZASOLONE, WYPEŁNIANIE PUSTEK PODZIEMNYCH, POPIOŁY LOTNE

Odwadnianie kopalń i wprowadzanie wód słonych do cieków powierzchniowych stanowi jedną z głównych form negatywnych oddziaływań na środowisko, która powinna być właściwie rozwiązana przez przemysł wydobywczy. Duża powierzchnia obszarów górniczych kopalń czynnych i zlikwidowanych oraz budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne górotworu sprawiają, że ilość wód dołowych wypompowywanych rocznie ze wszystkich kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego wynosi około 118 mln m³. Coraz większa głębokość eksploatacji i konieczność ochrony czynnych kopalń przed zagrożeniem wodnym przyczyniają się do wzrostu koncentracji chlorków i siarczanów w wodach dołowych wprowadzanych do środowiska, pomimo spadku wielkości wydobywania i malejącej liczby czynnych kopalń. Większość ładunku soli jest wprowadzana do wód powierzchniowych, częściowo z zastosowaniem kontroli koncentracji stężenia soli, jednak z punktu widzenia ochrony środowiska najlepszym rozwiązaniem problemu wód słonych byłoby ich zagospodarowanie w technologiach zapewniających znaczący w skali problemu poziom ich wykorzystania. Grupą takich technologii jest wypełnianie pustek podziemnych, realizowane przede wszystkim w formie doszczelniania zrobów i podsadzania zbędnych wyrobisk górniczych. Z racji kubatury powstających w wyniku bieżącej eksploatacji podziemnej pustek podziemnych, przy uwzględnieniu istniejących ograniczeń, potencjalnie dostępnych do wypełniania jest około 17,7 mln m³ objętości zrobów i wyrobisk. Z uwagi na dostępność popiołów lotnych i innych odpadów przemysłowych, które są głównym komponentem drobnoziarnistych mieszanin do wypełniania pustek, łączna objętość wód zasolonych i solanek, które mogą być zagospodarowane w rozpatrywanych technologiach oszacowano na 3,5–6,5 mln m³ rocznie.

Balance and methods of utilization of salt waters from active and decommissioned hard coal mines including their use in underground mining technologies

KEY WORDS: MINE WATERS MANAGEMENT, SALT WATERS, FILLING OF UNDERGROUND VOIDS, FLY ASH

Mine drainage and discharge of salt waters into water bodies belong to main environmental issues, which must be appropriately addressed by the underground coal mining industry. The large area of exploited and abandoned mine fields in the Upper Silesia Coal Basin, as well as the geological structure of the rock mass and its hydrogeological conditions require the draining and discharge of about 119 million m³/yr of mine waters. Increasing the depth of mining and the necessity of protection of mines against water hazard result in increased amounts of chlorides and sulphates in the mine waters, even by decreasing the total coal output and the number of mines. The majority of the salts are being discharged directly into rivers, partly under control of salt concentration, however from the point of the view of environment protection, the most favorable way of their utilization would be technologies allowing the bulk use of saline waters. Filling of underground voids represents a group of such methods, from which the filling of goaves (cavings) is the most effective. Due to large volume of

voids resulting from the extraction of coal and taking the numerous limitations of this method into account, the potential capacity for filling reaches about 17.7 million m³/yr of cavings and unnecessary workings. Considering the limited availability of fly ash, which is the main component of slurries being in use for the filling of voids, the total volume of saline water and brines, which could be utilized, has been assessed as 3,5–6,5 million m³/yr.

XXXI Konferencja Zakopane 2017

Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej

na temat:
Surowce energetyczne i energia

Materiały Konferencyjne 2017 r

Spis referatów XXXI Konferencji – CZĘŚĆ 4

Anna Kielerz, Waldemar Beuch, Robert Marzec

**Polski miks energetyczny na tle struktury produkcji energii w
Niemczech, Czechach i Słowacji – czy trujemy najbardziej?**

SŁOWA KLUCZOWE: GAZY CIEPLARNIANE, CO₂, CH₄, N₂O, MIKS ENERGETYCZNY

Z wielu stron słyszymy, że Polska robi za mało w zakresie ograniczania emisji gazów cieplarnianych i dwutlenku węgla. W związku z tym oraz polityką klimatyczną Unii Europejskiej i związanych z tym wytycznych dotyczących redukcji emisji zanieczyszczeń dokonano porównania emisji gazów cieplarnianych ze szczególnym uwzględnieniem CO₂, CH₄ i N₂O – Polski na tle jej sąsiadów również będących członkami Unii Europejskiej tj. Czech, Słowacji i Niemiec. Miks energetyczny sąsiadów Polski różni się jednym, ale za to zasadniczym elementem, tj. udziałem energii jądrowej w produkcji energii elektrycznej, a to źródło energii zostało uznane przez Unię Europejską jako źródło bezemisyjne, tzn. nie wpływa na emisję gazów cieplarnianych. Polska natomiast posiada zasoby węgla kamiennego, które mogą zapewnić bezpieczeństwo energetyczne kraju na kilka dziesięcioleci. Można z całą odpowiedzialnością stwierdzić, iż mimo wzrastającego udziału ropy naftowej i gazu w zużyciu paliw, węgiel (kamienny i brunatny) będzie również w przyszłości ważnym stabilizatorem bezpieczeństwa energetycznego kraju. Rozwój energetyki opartej na OZE możliwy będzie przy zapewnieniu przez energetykę konwencjonalną regulowalności, umożliwiającej kompensowanie niestabilnej pracy źródeł odnawialnych, ponieważ uwarunkowania klimatyczne Polski nie pozwalają na stabilne korzystanie ze źródeł OZE, a tym samym efektywne ich wykorzystanie.

Tomasz Rogala, Adam Hochul

**Strategia Rynkowa Polskiej Grupy Górniczej – nowe podejście
do spetryfikowanego rynku**

Polska Grupa Górnicza funkcjonująca w obecnym kształcie i strukturach, została utworzona 1 kwietnia 2017 r. w ramach jednego z etapów restrukturyzacji sektora górniczego na Śląsku. W skład

PGG wchodzi kopalnie należące wcześniej do Kompanii Węglowej SA oraz Katowickiego Holdingu Węglowego SA. W rezultacie tego posunięcia Polska Grupa Górnicza została niekwestionowanym liderem w produkcji węgla kamiennego w Europie. Spółka jest jednak przede wszystkim jednym z najważniejszych ogniw w polskim systemie energetycznym, produkując i dostarczając na ten rynek rocznie kilkadziesiąt milionów ton wysokojakościowych paliw węglowych. Renomowane, dedykowane do poszczególnych grup klientów produkty handlowe PGG cieszą się stale wzrastającym zaufaniem klientów ze wszystkich obszarów rynku. Możliwości techniczne, technologiczne i organizacyjne oraz parametry węgla w złożu, umożliwiają Grupie przygotowywanie produktów handlowych o parametrach zgodnych z każdymi realistycznymi, nawet niestandardowymi oczekiwaniami klientów. Wiedza i zaangażowanie pracowników Polskiej Grupy Górnicznej 18 pozwalają na kreowanie procesów wewnętrznych i zewnętrznych w sposób przyczyniający się do uczynienia z niej nowoczesnego nastawionego prorynkowo przedsiębiorstwa. Odpowiedzialna współpraca kierownictwa Spółki z władzami państwowymi i samorządowymi, oraz instytucjami i organizacjami z szeroko zakreślonego otoczenia biznesowego, wsparta zrationalizowanym wykorzystaniem posiadanego potencjału, umożliwiają Spółce przyjmowanie optymistycznych założeń co do jej dalszego funkcjonowania w kolejnych dziesięcioleciach. Podmioty współtworzące PGWK funkcjonują na silnie konkurencyjnym rynku wewnętrznym i zewnętrznym, sytuacja ta powoduje, że zawarta w tym artykule prezentacja strategii rynkowej PGG musiała zostać ograniczona do wskazania kluczowych sfer zainteresowania i zaangażowania Spółki, wszelkie zaś kwestie dotyczące wykorzystywanego instrumentarium oraz metod i sposobów oddziaływania na rynek muszą pozostać poufne do czasu, kiedy klienci PGG z nich skorzystają. Ponadto w opracowaniu zawarto rys historyczny PGG, która w opinii wielu komentatorów powinna być remedium na problem polskiego górnictwa, polskiej energetyki i Górnego Śląska.

Daniel Ozon, Artur Dyczko

Strategia rozwoju JSW S.A. do roku 2030 widziana przez pryzmat działań innowacyjnych w procesie węgla–koks

Jastrzębska Spółka Węglowa jest największym producentem wysokiej jakości węgla koksowego typu 35 (*hard*) i wiodącym producentem koksu w Unii Europejskiej pod względem wielkości produkcji. Obszar wydobywczy Grupy ulokowany jest w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Około 44% węgla koksowego produkowanego w kopalniach JSW przetwarzane jest przez koksownie wchodzące w skład Grupy. Głównym produktem jest koks wielkopieczowy, który obok rudy żelaza stanowi podstawowy składnik wsadu do produkcji stali w hutach. Pozostałe rodzaje produkowanego koksu wykorzystywane są w odlewniach, w przemyśle metali nieżelaznych, przemyśle chemicznym i przy produkcji materiałów izolacyjnych. W latach 2012–2016, w wyniku spadków cen stali, koksu i węgla, sytuacja ekonomiczno- finansowa Grupy Kapitałowej JSW uległa znacznemu pogorszeniu. Skutki trwających od kilku lat spadków były widoczne na rynku w postaci m.in. niskiego wykorzystania mocy produkcyjnych stali, wstrzymania wydobycia w kopalniach, czy też zamknięcia lub ograniczenia mocy produkcyjnych koksowni. W odpowiedzi na trudną sytuację sektora stalowego i węglowego, nastąpiła głęboka restrukturyzacja, konsolidacja i wyprzedaż aktywów w sektorze węgla energetycznego i koksowego na całym świecie oraz w Polsce. Powyższe nie ominęło także Grupy Kapitałowej JSW. W 2016 r. opracowano i wdrożono Program restrukturyzacji GK JSW na lata 2016–2025. Główne działania restrukturyzacyjne określone w Programie skupiły się na następujących działaniach:

-)) restrukturyzacja zadłużenia,
-)) osiągnięcie porozumienia ze stroną społeczną w zakresie obniżenia kosztów pracy,
-)) przekazanie do SRK nierentownych aktywów GK JSW,
-)) redukcja kosztów operacyjnych do niezbędnego minimum,
-)) zbycie aktywów w celu poprawy i przywrócenia płynności finansowej GK JSW,
-)) dostosowanie struktury kapitałowej do poziomu prognozowanych przepływów pieniężnych.

W latach 2016–2017, w ramach działań restrukturyzacyjnych w JSW S.A. podjęto następujące działania optymalizacyjne:

1. Inicjatywy oszczędnościowe – w okresie realizacji Programu zdefiniowano szereg inicjatyw oszczędnościowych, których łączny zakładany efekt w latach 2016–2025 oszacowano w wysokości 1,6 mld PLN.

2. Wzrost wydajności pracowniczej – uzyskano zwiększenie wolumenu produkowanego węgla na pracownika (łącznie JSW S.A. oraz JSW SIG Sp. z o.o.), które wyniosło w 2016 r. 710 ton/pracownika (w 2015 r. uzyskano 631 ton/pracownika).

3. W efekcie działań oszczędnościowych w obszarze operacyjnym obniżono wskaźnik jednostkowego gotówkowego kosztu wydobycia węgla (MCC) o około 18%, tj. z 307,10 zł/t w 2015 r. do 251,38 zł/t w 2016 r.

W wyniku poprawy sytuacji na rynkach węgla koksowego i koksu, Spółka podjęła działania mające na celu opracowanie i wdrożenie nowej strategii skoncentrowanej na budowaniu siły konkurencyjnej oraz firmy odpornej na wahania koniunktury, poprzez:

-)) koncentrację na kluczowych i najbardziej rentownych przedsięwzięciach inwestycyjnych,
-)) ulepszenie produktu i jego jakości,
-)) dalszą optymalizację kosztów oraz zwiększanie efektywności prowadzonych działań,
-)) zwiększenie efektu synergii pomiędzy działalnością wydobywczą i koksowniczą
-)) wykorzystanie efektu skali prowadzonej działalności,
-)) wdrażanie innowacyjnych rozwiązań mających na celu utrzymanie przewagi konkurencyjnej.

JSW jest przekonana, że wykorzystanie najnowszych technologii to właściwy kierunek, który nie tylko zapewni GK JSW optymalny rozwój, ale również wyznaczy trend dla całego górnictwa. W Grupie JSW utworzono Jastrzębskie Centrum Innowacji i Rozwoju (JSW Innowacje S.A.) spółkę, która ma być kompleksowym zapleczem badawczo-rozwojowym całej Grupy Kapitałowej Jastrzębskiej Spółki Węglowej. Swoją działalnością JSW Innowacje obejmować ma wszystkie fazy działalności badawczo-rozwojowej Grupy Kapitałowej, od badań, przez projekty, ocenę oddziaływania na środowisko, analizę wykonalności, po nadzór nad ich realizacją. Działania innowacyjne będą dedykowane różnym obszarom – wydobyciu, przeróbce węgla, koksownictwu, obszarowi ochrony środowiska oraz nowych technologii. Jednym z podstawowych elementów nowej Strategii Grupy Kapitałowej JSW będzie digitalizacja procesów produkcyjnych oraz technologicznych w obszarze wydobycia i produkcji koksu. JSW Innowacje S.A., poza zwiększeniem efektywności w obszarach wydobycia węgla 33 i produkcji koksu, pracować będzie m.in. nad nowoczesnymi rozwiązaniami dotyczącymi zagospodarowania zasobów i odpadów oraz innowacyjnych rozwiązań w rewitalizacji terenów przemysłowych w obrębie Grupy JSW. Fundamenty rozwoju produkcji w JSW są i będą realizowane poprzez:

-)) wdrażanie nowoczesnych systemów informatycznych do różnych sfer działalności górniczej oraz koksowniczej, usprawniających procesy technologiczne, monitorujących pracę maszyn i urządzeń oraz w sferze planowania produkcji.
-)) wdrażanie innowacyjnych rozwiązań mających wpływ na efektywność poszczególnych procesów w obszarze węgla–koks oraz mających na celu utrzymanie przewagi konkurencyjnej.
-)) zwiększenie potencjału produkcji oraz zapewnienie stabilnej jakości oferowanych produktów.
-)) realizacja długofalowej strategii działania GK JSW do 2030 roku, która przygotuje firmę na okres dekoniunktury oraz do funkcjonowania na niestabilnym i dynamicznie zmieniającym się rynku węgla i koksu.

Leszek Pazderski, Jarosław Badera

Społeczności lokalne wobec węgla brunatnego: dlaczego perspektywa wpływów finansowych do budżetów gmin i nowych miejsc pracy bywa niewystarczająca?

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL BRUNATNY, ODKRYWKI, KONFLIKTY SPOŁECZNE

Kopalnia odkrywkowa węgla brunatnego jest źródłem dodatkowych wpływów z podatków i opłat, których całość lub część trafia do budżetu gminy. Podatki od nieruchomości oraz 60% opłat eksploatacyjnych za wydobycie kopalin zawsze dostarczają większego przysporzenia dochodowego gminie, na obszarze której znajduje się odkrywka, niż suma wcześniej płaconych podatków od nieruchomości, rolnego i leśnego. Przedsiębiorstwa eksploatujące odkrywki oraz firmy z nimi powiązane, w szczególności elektrownie spalające wydobyty węgiel, są również miejscem zatrudnienia znacznej liczby pracowników. W konsekwencji w gminach od dawna posiadających odkrywki węgla brunatnego poziom bezrobocia jest z reguły niższy niż w regionach sąsiednich. Perspektywa wzbogacenia finansowego gminy i pojawienia się w niej dodatkowych możliwości zatrudnienia pozornie powinna skutkować powszechną społeczną aprobatą dla planów budowy nowych odkrywek. W rzeczywistości jedne społeczności lokalne opowiadają się za eksploatacją węgla brunatnego, drugie – przeciw, a jeszcze inne są podzielone wewnątrz. W efekcie w szeregu regionów kraju koncerny górnicze nie są w stanie rozpocząć swoich projektów inwestycyjnych, gdyż miejscowa ludność od lat nie zgadza się na budowę kopalni.

Michał Warchoń, Mirosław Dyrda

System do zintegrowanej optymalizacji pracy podziemnych magazynów gazu

SŁOWA KLUCZOWE: GAZ ZIEMNY, PODZIEMNY MAGAZYN GAZU, OPTYMALIZACJA, OPROGRAMOWANIE, SPRĘŻARKA, KAWERNA, PLANOWANIE, MINIMALIZACJA KOSZTÓW

Dokument przedstawia opis koncepcji realizacji systemu do optymalizacji pracy podziemnych magazynów gazu typu kawernowego. Opisane w dokumencie algorytmy opracowane przez Transition Technologies pozwalają na ujęcie w jednym wieloetapowym zadaniu optymalizacji pracy całej infrastruktury magazynu (kawerny oraz instalacja naziemna, w tym sprężarki). Celem jest wyznaczenie optymalnego zestawu pracujących urządzeń, połączeń między nimi oraz przepływu gazu, który minimalizuje koszty operacyjne pracy magazynu. Algorytmy opracowane zostały dla uogólnionej struktury magazynu, co umożliwia ich zastosowanie do optymalizacji pracy magazynów o różnych strukturach. Rozważono m.in. strukturę magazynu z szeregowo połączonymi bateriami sprężarek, co powoduje istotny wzrost trudności obliczeniowej. Zastosowano szereg nowoczesnych algorytmów i procedur obliczeniowych w celu uzyskania wysokiej precyzji obliczeń, jak również szybkości działania. Dzięki temu opracowane rozwiązanie może zostać wykorzystane do efektywnego planowania operacyjnego pracy magazynu na krótkim horyzoncie, wspierając operatorów technicznych magazynu w codziennych obowiązkach i pozwalając na osiągnięcie oszczędności w zużyciu energii.

Piotr Pasiowiec, Klaudia Bańczyk, Barbara Tora, Józef Brożyna, Jerzy Wajs

Uniwersalne zastosowanie sit szczelinowych zgrzewanych w procesach wydobycia i przeróbki węgla kamiennego, ropy naftowej, gazu ziemnego oraz uranu

SŁOWA KLUCZOWE: SITA SZCZELINOWE ZGRZEWANE, PRZERÓBKA WĘGLA, RAFINACJA ROPY, WZBOGACANIE URANU

Artykuł przedstawia szerokie spektrum zastosowania sit szczelinowych zgrzewanych. Prezentowane są nowe rozwiązania konstrukcyjne oraz nowoczesne sposoby ich montażu. Artykuł charakteryzuje sita szczelinowe zgrzewane, jako kluczowe elementy maszyn klasyfikujących i układów filtracyjnych w procesach przeróbczych wzbogacania węgla kamiennego, wydobywania i rafinacji ropy naftowej oraz uranu. Przedstawiono sita jako element, który podlega ciągłemu procesowi rozwoju w celu zapewnienia urządzeniom przeróbczym maksymalnej skuteczności technologicznej, prostej i łatwej obsługi, bezawaryjnej pracy oraz efektywności ekonomicznej.

Klaudia BAŃCZYK, Jerzy WAJS, Piotr PASIOWIEC, Roman ORLIK, Barbara TORA

Charakterystyka przesiewaczy produkcji Progress Eco zastosowanych do klasyfikacji i odwadniania odpadów górniczych w Zakładzie Przeróbki Hermanicka Hałda w Ostrawie

SŁOWA KLUCZOWE: KLASYFIKACJA, ODWADNIANIE, PRZESIEWACZE, SITA SZCZELINOWE, OSTRAVSKÁ TĚŽEBNÍ, PROGRESS ECO

Hałda odpadów górniczych w Ostrawie zajmuje obszar o łącznej powierzchni 100 hektarów i wysokości 250 metrów. Składowanych jest tam około 21 mln ton odpadów. Celem inwestycji jest przetworzenie odpadów powstałych podczas wydobywania węgla kamiennego w okolicach Ostrawy w ubiegłym stuleciu. Projekt ma na celu usunięcie negatywnego oddziaływania odpadów pogórniczych na otoczenie. W procesie przerobu powstaną zarówno energetyczne mieszanki węglowe oraz kruszywa do celów budowlanych. Dodatkową korzyścią tej działalności będzie całkowita rekultywacja terenu hałdy. Linia technologiczna zaprojektowana jest w sposób pozwalający produkowanie kruszyw budowlanych bez palnych części organicznych z jednoczesnym uzyskaniem energetycznych mieszanek węglowych. Głównymi podzespołami linii technologicznej do przetwarzania odpadów są maszyny i urządzenia do separacji i odwadniania, między innymi: przesiewacze wibracyjne, hydrocyklony, wirówka, prasy filtracyjne, przenośniki taśmowe, klasyfikator hydrauliczny. W przesiewaczach zastosowano pokłady sitowe z sit szczelinowych zgrzewanych zabudowanych w ramach poliuretanowych w systemie klinowym PRO-CLIN. Wynikiem procesu projektowania i konstruowania poprzez ścisłą współpracę i wymianę doświadczeń pracowników PROGRESS ECO i Ostravská těžební oraz RPS Ostrava było dostarczenie przesiewaczy wibracyjnych, które w pełni realizują stawiane im wymagania w zakresie klasyfikacji oraz odwadniania.