

XXXII Konferencja Zakopane 2018

na temat:

Sektor paliw i energii wobec nowych wyzwań

POLITYKA ENERGETYCZNA, TOM 21 ZESZYT 3

Spis referatów XXXII Konferencji – CZĘŚĆ 1

Tadeusz CHMIELNIAK

Fuel structure of the world's energy needs according to various development scenarios

KEY WORDS: ENERGY SCENARIOS UP TO 2060, FUEL STRUCTURE OF ELECTRICITY GENERATION, CHANGES IN CARBON DIOXIDE EMISSIONS, ENERGY SCENARIOS FOR POLAND

The paper looks at an analysis of the tendency of changes in the fuel structure of electricity generation and thus resulting changes in carbon dioxide emissions. Forecasts drawn up by various institutions and organizations were selected for the analysis. Firstly, on the basis of statistical data contained in (IEA 2017a, IEA 2008) and with the use of Kay's indicators, the impact of changes in energy intensity of the national income and energy mix on changes in carbon dioxide emissions per capita in 2006–2015 for the OECD countries and Poland were analyzed. A small effect of changes was found in the fuel mix in this period of time on the emissions. The main impact was due to changes in the energy intensity of the national income and changes in the national income per capita. Next, selected fuel scenarios for the period up to 2050 (60) were discussed – WEC, IEA, EIA, BP, Shell, with a focus on the WEC scenarios. These have been developed for various assumptions with regard to the pace of economic development, population growth, and developments of the political situation and the situation on the fuel market. For this reason, it is difficult to assess the reliability thereof. The subject of the discussion was mainly the data on the fuel structure of electricity generation and energy intensity of national income and changes in carbon dioxide emissions. The final part of the paper offers a general analysis of forecasts drawn up for Poland. These are quite diverse, with some of them being developed as part of drawing up the Energy Policy for Poland until 2050, and some covering the period up to 2035. An observation has been made that some forecasts render results similar to those characteristic of the WEC Hard Rock scenario.

Struktura paliwowa potrzeb energetycznych globu według różnych scenariuszy rozwoju

SŁOWA KLUCZOWE: SCENARIUSZE ENERGETYCZNE DO 2060, STRUKTURA PALIWOWA WYTWARZANIA ELEKTRYCZNOŚCI, ZMIANY W EMISJI DITLENKU WĘGLA, SCENARIUSZE ENERGETYCZNE DLA POLSKI

Celem artykułu jest analiza tendencji zmian w strukturze paliwowej wytwarzania elektryczności oraz stąd wynikających zmian emisji ditlenku węgla. Do analizy wybrano prognozy opracowane prze

różne instytucje i organizacje. Najpierw na podstawie danych statystycznych zawartych w (IEA 2017a; IEA 2008) przeanalizowano z wykorzystaniem wskaźników Kaya wpływ zmian energochłonności dochodu narodowego i miksu energetycznego na zmianę emisji ditlenku węgla per capita w okresie 2006–2015 dla krajów OECD i Polski. Stwierdzono niewielki wpływ zmian miksu paliwowego w tym okresie czasu na emisję. Podstawowy wpływ miały zmiany energochłonności dochodu narodowego oraz zmiany dochodu narodowego *per capita*. Następnie omówiono wybrane scenariusze paliwowe do 2050 (60) r. – WEC, IEA, EIA, BP, Shell; szczególną uwagę skupiając na scenariuszach WEC. Zostały one opracowane dla różnych założeń dotyczących tempa rozwoju gospodarczego, wzrostu populacji oraz rozwoju sytuacji politycznej i sytuacji na rynku paliw. Z tego powodu ich wiarygodność jest trudna do oceny. Przedyskutowano głównie dane dotyczące struktury paliwowej wytwarzania elektryczności oraz energochłonności dochodu narodowego i zmian emisji ditlenku węgla. W ostatniej części artykułu przeprowadzono ogólną analizę prognoz opracowanych dla Polski. Są one dość zróżnicowane, część z nich została opracowana w ramach przygotowania Polityki Energetycznej Polski do 2050 r., część obejmuje okres do 2035 r. Zauważono, że niektóre prognozy dają podobne wyniki, jakie są charakterystyczne dla scenariusza *Hard Rock* WEC.

Radosław SZCZERBOWSKI

The energy policy of Germany and its impact on the Polish and European energy security

KEY WORDS: ENERGIEWENDE, ENERGY SECURITY, ENERGY POLICY, POWER SYSTEM

Intensive modernization and reconstruction of the energy sector takes place throughout the world. The EU climate and energy policy will have a huge impact on the development of the energy sector in the coming years. The European Union has adopted ambitious goals of transforming towards a low-carbon economy and the integration of the energy market. In June 2015, the G7 countries announced that they will move away from coal fired energy generation. Germany, which has adopted one of the most ambitious energy transformation programs among all industrialized countries, is leading these transformations. The long-term strategy, which has been implemented for many years, allowed for planning the fundamental transformation of the energy sector; after the Fukushima Daiichi nuclear disaster, Germany opted for a total withdrawal from nuclear energy and coal in favor of renewable energy. The German energy transformation is mainly based on wind and solar energy. Germany is the fifth economic power in the world and the largest economy in Europe. Therefore, the German energy policy affects the energy policy of the neighboring countries. The article presents the main assumptions of the German energy policy (referred to as *Energiewende*). It also presents the impact of changes in the German energy sector on the development of energy systems in selected European countries.

Polityka energetyczna Niemiec i jej wpływ na bezpieczeństwo energetyczne Polski i Europy

SŁOWA KLUCZOWE: ENERGIEWENDE, BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE, POLITYKA ENERGETYCZNA, SYSTEM ELEKTROENERGETYCZNY

Na całym świecie trwa intensywna modernizacja i przebudowa sektora energetycznego. Polityka klimatyczno-energetyczna UE wywiera ogromny wpływ na rozwój sektora energetyki w perspektywie najbliższych lat. Unia Europejska przyjęła ambitne cele polegające na transformacji w kierunku gospodarki niskoemisyjnej oraz integracji rynku energii. W czerwcu 2015 r. kraje G7 ogłosiły, że będą dążyły do całkowitego odejścia od wykorzystania węgla na potrzeby krajowych

systemów energetycznych. Niemcy, które przyjęły jeden z najambitniejszych programów transformacji energetycznej spośród wszystkich krajów uprzemysłowionych, należą do liderów tych przemian. Dzięki tej długoterminowej strategii, która jest realizowana już od wielu lat, planują zasadniczą transformację swojego sektora energetycznego, a po awarii w elektrowni jądrowej w Fukushima planują całkowitą rezygnację z energii jądrowej i węgla na rzecz energii odnawialnej. Niemiecka transformacja energetyczna opiera się w głównej mierze na energetyce wiatrowej i słonecznej. Niemcy są piątą potęgą ekonomiczną na świecie i największą gospodarką w Europie. Dlatego niemiecka polityka energetyczna ma również swój wpływ na polityki energetyczne krajów sąsiednich. W artykule przedstawiono ogólne założenia niemieckiej polityki energetycznej, która określana jest jako *Energiewende*. Przedstawiono także, jaki może być wpływ zmian zachodzących w niemieckim sektorze energetycznym na rozwój systemów energetycznych wybranych krajów europejskich.

Katarzyna STALA-SZLUGAJ, Zbigniew GRUDZIŃSKI

Hard coal and international seaborne trade

KEY WORDS: HARD COAL, SEABORNE TRADE, SEA PORTS, THROUGHPUT, FREIGHT COSTS

A significant part of hard coal production (15–19% in the years 2010–2017, i.e. 1.0–1.3 billion tons per year) is traded on the international market. The majority of coal trade takes place by sea, accounting for 91–94% of the total coal trade. The article discusses the share of coal in international seaborne trade and the largest coal ports. Coal is one of the five major bulk commodities (in addition to iron ore, grain, bauxite, alumina, and phosphate rock). In the years 2010–2016, the share of coal in international seaborne trade and major bulk commodities was 36–41% and 11–12%, respectively. Based on the analysis of coal throughput in different ports worldwide, the ports with the largest throughput include the ports of Qinhuangdao (China), Newcastle (Australia), and Richards Bay (South Africa). For 2013–2017, their throughput amounted to a total of 411–476 million tons of coal. The largest coal exporting countries were: Australia, Indonesia, Russia, Colombia, South Africa, and the US (a total of 85% share in global coal exports), while the largest importers are Asian countries: China, India, Japan, South Korea and Taiwan (a 64% share in global imports). In Europe, Germany is the largest importer of coal (54 million tons imported in 2016). The article also discusses the freight costs and the bulk carrier fleet. Taking the price of coal at the recipient's (i.e. at the importer's port) into account, the share of freight costs in the CIF price of steam coal (the price of a good delivered at the frontier of the importing country) was at the level of 10–14%. In the years 2010–2016, the share of bulk carriers in the world fleet was in the range of 11–15%. In terms of tonnage, bulk carriers accounted for 31–35% of the total tonnage of all types of ships in the world. The share of new (1–4 years) bulk carriers in the total number of ships on a global scale in the years 2010–2016 was 29–46%.

Węgiel kamienny a międzynarodowy handel morski

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, HANDEL MORSKI, PORTY MORSKIE, PRZELADUNKI, KOSZTY FRACHTU

Międzynarodowy rynek węgla kamiennego stanowi fragment jego światowej produkcji (15–19% w latach 2010–2017, tj. 1,0–1,3 mld ton/rok). Główna część międzynarodowych obrotów węgla realizowana jest drogą morską stanowiąc 91–94% ogólnych obrotów handlowych tym surowcem. W artykule skupiono się na omówieniu udziału węgla w światowych morskich przewozach ładunkowych, jak również głównych węglowych portów morskich. Węgiel stanowi jeden z pięciu głównych ładunków masowych suchych wyszczególnianych w statystykach morskich (obok rudy żelaza, zbóż, boksytów i aluminium oraz fosforytów). W latach 2010–2016 udział węgla w strukturze morskich

przewozów ładunków w skali globalnej wynosił 36–41%, a w strukturze pięciu głównych ładunków suchych – 11–12%. Z analizy przeładunków węgla w różnych morskich portach świata wynika, że pod względem tonażowym największe przeładunki realizowane są w portach: Qinhuangdao (Chiny), Newcastle (Australia) i Richards Bay (RPA). W latach 2013–2017 przeładunki te rocznie wynosiły w sumie 411–476 mln ton węgla. Największymi eksporterami węgla na świecie są państwa: Australia, Indonezja, Rosja, Kolumbia, RPA i USA (łącznie 85% udziału w globalnym eksporcie węgla), a największymi importerami są głównie kraje azjatyckie: Chiny, Indie, Japonia, Korea Płd. i Tajwan (64% udziału w światowym imporcie). W przypadku Europy największym importerem węgla są Niemcy (w 2016 r. importowały 54 mln ton). W artykule omówiono także koszty frachtu morskiego oraz flotę masowców. Biorąc pod uwagę cenę węgla u odbiorcy (czyli w porcie importera), udział kosztów frachtów w cenie węgla u odbiorcy w ostatnich latach kształtował się średnio na poziomie 10–14%. W latach 2010–2016 udział masowców w światowej flocie zawierał się w przedziale 11–15%, a pod względem tonażowym masowce stanowiły 31–35% (łącznego tonażu wszystkich rodzajów statków na świecie). Udział masowców najmłodszych (1–4-letnich) w ogólnej liczbie statków w skali globalnej w latach 2010–2016 wynosił 29–46%.

Marek FAŁTYN, Daniel NACZYŃSKI

The factors shaping the demand, supply, and prices on the hard coal market. Modelling of possible changes in the long-term horizon

KEYWORDS: COAL, COAL MARKET, THE PRICE OF COAL, COAL PRICES, PRICE INDICES, MRÓWKA, FUNDAMENTAL MODELING, ENERGY MIX

The article presents the challenges faced by the hard coal mining sector in Poland. The biggest challenge results from a decrease in the demand for coal, which was triggered mainly by the climate policy, including the tightening of environmental standards and an increase in the efficiency of generating units. The fundamental model of the MRÓWKA domestic coal market has been described. The model allows for determining the marginal price of a given fuel for a given generating unit in the system and the optimal mix of fuels to meet the energy demand. The results of the model calculations for the baseline and alternative scenarios were presented. It has been shown that the optimal distribution of coal mining capacities promotes the import of the discussed fuel in the north-eastern part of the country and that the individual customer valuation leads to a decrease in the competitiveness of the units located in the central-western part of the country. The paper also discusses the potential impact of the domestic oversupply on the balance sheet and the price of coal. According to the obtained results and the basic laws of economics, an oversupply of coal leads to a decrease in prices. For the analyzed variants, the dependence of prices was estimated at PLN 0.0308 / GJ for every million tons of the oversupply. The fall in prices is largely due to the fuel supply to units located close to ports or railway border crossings. Based on the presented arguments it can be concluded that the maximization of financial result from the extraction of coal should be based on an analysis taking incremental changes in fuel prices into account.

Czynniki kształtujące popyt, podaż i cenę na rynku węgla kamiennego. Ujęcie modelowe możliwych zmian w horyzoncie długoterminowym

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, RYNEK WĘGLA, CENY WĘGLA, PROGNOZY CEN WĘGLA, INDEKSY CENOWE, MRÓWKA, MODELOWANIE FUNDAMENTALNE, ENERGY MIX

W artykule przedstawiono wyzwania stojące przed sektorem wydobywczym węgla kamiennego w Polsce. Zdecydowanie największe z nich wynika ze spadku zapotrzebowania na surowiec

spowodowane głównie przez politykę klimatyczną, w tym zaostrzane normy środowiskowe oraz wzrost sprawności jednostek wytwórczych. Przedstawiono fundamentalny model krajowego rynku węgla kamiennego MRÓWKA. Umożliwia on obliczenia marginalnej ceny danego paliwa dla danej jednostki w systemie oraz optymalnego miks paliw dla pokrycia zapotrzebowania na energię chemiczną. Zaprezentowano wyniki obliczeń modelowych dla scenariusza bazowego oraz alternatywnego. Wykazano, iż optymalny rozptyw surowca dla zadanych zdolności wydobywczych skutkuje importem paliwa w północno-wschodniej części kraju oraz iż indywidualna wycena klientów prowadzi do zmniejszenia konkurencyjności jednostek zlokalizowanych w centralno-zachodniej części kraju. W pracy przeanalizowano również ewentualny wpływ krajowej nadpodaży surowca na bilans i ceny węgla. Zgodnie z wynikami i podstawowymi prawami ekonomii nadpodaż węgla prowadzi do spadku cen. Dla analizowanych wariantów zależność cen oszacowano na 0,0308 zł/GJ na każdy mln ton nadpodaży surowca. Spadek cen w dużej mierze spowodowany jest dostarczaniem paliwa do jednostek położonych blisko portów lub kolejowych przejść granicznych. Przedstawione argumenty prowadzą do wniosku, iż maksymalizacja wyniku finansowego z działalności wydobycia surowca powinna opierać się na analizie uwzględniającej przyrostowe zmiany cen paliw.

Piotr JANUSZ, Maciej KALISKI

Prospects for the use of LNG terminals to meet the demand for natural gas in the EU

KEY WORDS: NATURAL GAS, LNG, ENERGY BALANCE

In recent years, changes have been made in the structure of primary energy use in the European Union. In addition, a reduction in the use of primary energy has also been observed. According to the forecasts of the International Energy Agency, the European energy market will be subject to further changes in the perspective of 2040. These may include the reduction of the energy consumption and the change in the structure of the energy balance as a result of pro-ecological activities. Natural gas will be the only fossil energy carrier whose role in covering the energy demand will not change. Along with the changes taking place in the European energy market, global changes can also be observed. The EU Member States will continue to strive to diversify natural gas supplies. One of the main elements of diversification of natural gas supplies is the use of LNG regasification terminals. The reasons for that include the increasing production of natural gas, particularly in the case of unconventional deposits, the ongoing development of liquefaction terminals, and, as a consequence, an increase in the LNG supply in the global market. The article presents the utilization of regasification terminals in the EU Member States and plans for the development of LNG terminals. Europe has the opportunity to import natural gas through LNG terminals. However, until now, these have been used to a limited extent. This may indicate that in addition to diversification tasks, terminals can act as a safeguard against interruptions in gas supplies.

Perspektywy wykorzystania terminali LNG do pokrycia zapotrzebowania na gaz ziemny w UE

SŁOWA KLUCZOWE: GAZ ZIEMNY, LNG, BILANS ENERGETYCZNY

W ostatnich kilku latach miały miejsce zmiany w strukturze użycia energii pierwotnej w Unii Europejskiej, zanotowano także jej zmniejszenie. Zgodnie z prognozami przedstawianymi przez Międzynarodową Agencję Energii w perspektywie do 2040 roku, europejski rynek energetyczny będzie podlegał dalszym zmianom. Należy tutaj wymienić redukcję zużycia energii oraz zmianę struktury bilansu energetycznego na skutek prowadzonych działań proekologicznych. Gaz ziemny

będzie jedynym kopalnym nośnikiem energii, którego udział pokryciu zapotrzebowania na energię się nie zmieni. Wraz ze zmianami zachodzącymi na europejskim rynku energii obserwować można globalne zmiany. Państwa członkowskie UE dążyć będą w dalszym ciągu do dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego. Jednym z głównych elementów dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego jest wykorzystanie terminali regazyfikacyjnych LNG. Z uwagi na fakt, że wzrasta wydobywanie gazu ziemnego, w szczególności ze złóż niekonwencjonalnych, następuje rozwój instalacji skraplających, a w konsekwencji wzrost podaży LNG na globalnym rynku. W artykule został przedstawiony stopień wykorzystania terminali regazyfikacyjnych w państwach UE oraz plany dotyczące rozbudowy terminali skraplających. Europa posiada znaczne możliwości importu gazu ziemnego poprzez terminale LNG, jednak do tej pory wykorzystywane one były w ograniczonym zakresie. Świadczyć to może, że oprócz zadań dywersyfikacyjnych, terminale stanowią zabezpieczenie na wypadek przerw w gazociągowych dostawach gazu.

Piotr W. SAŁUGA, Jacek KAMIŃSKI

The cost of equity in the energy sector

KEY WORDS: INVESTMENTS IN ENERGY, RISK, COST OF EQUITY, DISCOUNT RATE ADJUSTED FOR RISK

Taking the importance of time and risk into account has a significant impact on the value of investment projects. Investments in the energy sector are long-term projects and, as such, are burdened with uncertainty associated with the long-term freezing of capital and obtaining the expected return. In the power industry, this uncertainty is increased by factors specific to the sector, including in particular changes in the political and legal environment and the rapid technological development. In the case of discounted cash flow analysis (DCF), commonly used for assessing the economic efficiency of investments, the only parameter expressing investor uncertainty regarding investment opportunities is the discount rate, which increases with the increasing risk of the project. It determines the value of the current project, thus becoming an important criterion affecting investors' decisions. For this reason, it is of great importance for the assessment of investment effectiveness. This rate, usually in the form of the weighted average cost of capital (WACC), generally includes two elements: the cost of equity capital and borrowed capital. Due to the fluctuant relationship between these two parameters in project financing, performing a WACC analysis in order to compare the risks associated with the different technologies is not completely justified. A good solution to the problem is to use the cost of equity. This article focuses on the analysis of this cost as a measure of risk related to energy investments in the United States, Europe and worldwide.

Koszt kapitału własnego przedsięwzięć inwestycyjnych w energetyce

SŁOWA KLUCZOWE: INWESTYCJE W ENERGETYCE, RYZYKO, KOSZT KAPITAŁU WŁASNEGO, STOPA DYSKONTOWA DOSTOSOWANA DO RYZYKA

Istotny wpływ na wartość przedsięwzięć inwestycyjnych ma uwzględnienie wpływu czynnika czasu i ryzyka. Inwestycje w energetyce są projektami długoterminowymi i już jako takie obarczone są niepewnością, związaną z wieloletnim zamrożeniem kapitału i uzyskaniem oczekiwanego zwrotu. W energetyce niepewność tę zwiększają czynniki specyficzne charakterystyczne dla sektora, w tym w szczególności zmiany otoczenia polityczno-prawnego i szybkiego postępu technicznego. W stosowanej powszechnie do oceny efektywności ekonomicznej inwestycji – analizie zdyskontowanych przepływów pieniężnych (*discounted cash flow*, DCF) – jedynym parametrem wyrażającym niepewność inwestorów w zakresie realizacji inwestycji jest stopa dyskontowa – tym większa, im

większe ryzyko przedsięwzięcia. Decyduje ona o wartości bieżącej projektu stając się tym samym istotnym kryterium oddziałującym na decyzje inwestorów. Z tego powodu jej dobór ma doniosłe znaczenie dla oceny efektywności inwestycji. Stopa ta, występując zwykle w postaci średnioważonego kosztu kapitału, WACC – obejmuje zasadniczo dwa elementy: koszt kapitału własnego oraz obcego. Ze względu na różną relację tych dwóch źródeł w finansowaniu projektów przeprowadzanie analiz WACC w celu porównywania ryzyka związanego z różnymi technologiami jest nie do końca czytelne. Dobrym rozwiązaniem problemu jest stosowanie jako wskaźnika kosztu kapitału własnego. Niniejszy artykuł obejmuje analizy tego kosztu jako miernika ryzyka związanego inwestycjami energetycznymi w Stanach Zjednoczonych, Europie i świecie.

Bartosz CERAN

A comparative analysis of energy storage technologies

KEY WORDS: ENERGY STORAGE, FUEL CELLS, HYDROGEN, LITHIUM-ION BATTERIES

The paper describes factors influencing the development of electricity storage technologies. The results of the energy analysis of the electric energy storage system in the form of hydrogen are presented. The analyzed system consists of an electrolyzer, a hydrogen container, a compressor, and a PEMFC fuel cell with an ion-exchange polymer membrane. The power curves of an electrolyzer and a fuel cell were determined. The analysis took the own needs of the system into account, i.e. the power needed to compress the produced hydrogen and the power of the air compressor supplying air to the cathode channels of the fuel cell stack. The characteristics describing the dependence of the efficiency of the energy storage system in the form of hydrogen as a function of load were determined. The costs of electricity storage as a function of storage capacity were determined. The energy aspects of energy accumulation in lithium-ion cells were briefly characterized and described. The efficiency of the charge/discharge cycle of lithium-ion batteries has been determined. The graph of discharge of the lithium-ion battery depending on the current value was presented. The key parameters of battery operation, i.e. the Depth of Discharge (DoD) and the State of Charge (SoC), were determined. Based on the average market prices of the available lithium-ion batteries for the storage of energy from photovoltaic cells, unit costs of electrochemical energy storage as a function of the DoD parameter were determined.

Analiza porównawcza technologii magazynowania energii elektrycznej

SŁOWA KLUCZOWE: MAGAZYNOWANIE ENERGII, OGNIWA PALIWOWE, WODÓR, AKUMULATORY LITOWO-JONOWE

W referacie opisano czynniki wpływające na rozwój technologii magazynowania energii elektrycznej. Przedstawiono wyniki analizy energetycznej systemu magazynowania energii elektrycznej w postaci wodoru. Analizowany system składa się z elektrolizera, zbiornika wodoru, kompresora, oraz systemu ogniw paliwowych z jonowymienną membraną polimerową PEMFC. Wyznaczono krzywe mocy elektrolizera oraz ogniwa paliwowego. W analizie uwzględniono potrzeby własne systemu, tj. moc potrzebną na sprężenie wyprodukowanego wodoru oraz moc kompresora powietrza dostarczającego powietrze do kanałów katodowych stosu ogniw paliwowych. Wykreślono charakterystykę przedstawiającą zależność sprawności systemu magazynującego energię w postaci wodoru w funkcji obciążenia. Wyznaczono koszty magazynowania energii w postaci wodoru w funkcji pojemności magazynu. Krótko scharakteryzowano oraz opisano energetyczne aspekty akumulacji energii za pomocą baterii litowo-jonowych. Zdefiniowano sprawność cyklu ładowania/rozładowania akumulatorów litowo jonowych. Przedstawiono wykres rozładowania akumulatora litowo jonowego w zależności od wartości prądu. Zdefiniowano parametry

charakteryzujące pracę akumulatora tj. głębokość rozładowania DoD (ang. Depth of discharge) oraz stan naładowania SoC (ang. State of Charge). Na podstawie średnich cen rynkowych dostępnych akumulatorów litowo jonowych przeznaczonych do magazynowania energii z instalacji fotowoltaicznych wyznaczono jednostkowe koszty elektrochemicznego magazynowania energii elektrycznej w funkcji parametru DoD.

Katarzyna PIWOWARCZYK-ŚCIEBURA

The importance of the Market Stability Reserve (MSR) for the reform of the CO₂ emission allowance trading system

KEY WORDS: CLIMATE AND ENERGY POLICY, ETS DIRECTIVE, EU ETS, MARKET STABILITY RESERVE, CO₂ EMISSIONS

The paper presents the impact of the reformed EU ETS (Emission Trading Scheme – ETS in the European Union) on the currently operating market for trading in CO₂ emission allowances. The new Directive introduced a number of changes aimed at tightening the climate policy, which the Polish energy sector based mainly on hard coal may mean an increase in the costs of electricity production, and thus an increase in the cost of the entire economy. The main goal of the changes is to achieve one of the objectives the European Union has set for itself, i.e. the reduction of CO₂ emissions by 40% until the year 2030. These assumptions are the result of joint arrangements of the EU countries under the Paris Agreement on climate change adopted in 2015. The Directive introduces a new market stability reserve mechanism (MSR) which, according to its assumptions, is designed to ensure a demand and supply balance of the ETS. Bearing the balance in mind, it means the reduction of excess allowances, which, although their number is decreasing, it is decreasing too slowly according to EU legislators, still oscillating around 2 billion EUA. The paper also draws attention to the rigorous assumptions adopted in the new Directive, aimed at increasing the price of CO₂, that is the costs in electricity production. Due to manually-controlled

prices, are we doomed to high CO₂ prices and therefore the prices of electricity? What are its estimated maximum levels? Will the new assumptions encourage the Member States to switch to lowcarbon technologies? Can they weaken the economies of countries that are currently based mainly on coal energy sources, and strengthen countries where green energy is developed?

Znaczenie Mechanizmu Rezerwy Stabilizacyjnej (MSR) dla reformy systemu handlu uprawnieniami do emisji CO₂

SŁOWA KLUCZOWE: POLITYKA KLIMATYCZNO-ENERGETYCZNA, DYREKTYWA ETS, SYSTEM EU ETS, MSR, EMISJE CO₂

W artykule przedstawiono wpływ zreformowanego systemu EU ETS (ang. *European Union Emission Trading Scheme*) na obecnie działający rynek handlu uprawnieniami do emisji CO₂. W nowej Dyrektywie wprowadzono szereg zmian mających zaostrzyć politykę klimatyczną, co dla polskiej energetyki opartej głównie na węglu kamiennym może oznaczać wzrost kosztów produkcji energii elektrycznej, a więc wzrost kosztów całej gospodarki. Głównym celem zmian jest realizacja jednego z celów postawionych sobie przez Unię Europejską, czyli ograniczenie emisji CO₂ o 40% do roku 2030. Założenia te są wynikiem ustaleń krajów wspólnotowych w ramach globalnej umowy klimatycznej przyjętych w Paryżu w roku 2015. Dyrektywa wprowadza nowy mechanizm rezerwy stabilności rynkowej MSR (ang. *Market Stability Reserve*), który według założeń ma na celu zapewnić równowagę popytowo-podażową w systemie ETS. W rozumieniu redukcji nadwyżki uprawnień, która mimo że maleje, to według ustawodawców UE maleje zbyt wolno, nadal oscylując w okolicach 2 mld

EUA. W artykule zwrócono uwagę na rygorystyczne założenia przyjęte w nowej Dyrektywie, mające na celu zwiększenie ceny CO₂, czyli kosztów przy produkcji energii elektrycznej. Czy w związku z ręcznie sterowaną ceną jesteśmy skazani na wysokie ceny CO₂, a co za tym idzie energii elektrycznej? Jakie są jej prognozowane maksymalne poziomy? Czy nowe założenia skłonią kraje członkowskie do przechodzenia na niskoemisyjne technologie? Czy osłabią gospodarki krajów, które bazują w obecnej chwili głównie na węglowych źródłach energii, a wzmocnią kraje już rozwinięte w zieloną energię.

Waldemar DOŁĘGA

Operation safety of the national distribution grid

KEY WORDS: POWER GRID, OPERATION SAFETY, SECURITY OF ENERGY SUPPLY

The paper looks at the issues of operation safety of the national power grid and the characteristics of the national power grid in the areas of transmission and distribution. The issues of operation safety of the national transmission and distribution grid were discussed as well as threats to operation safety and security of the electricity supply related to these grids. Failures in the transmission and distribution grid in 2017, caused by extreme weather conditions such as: a violent storm at the night of 11/12.08.2017, hurricane Ksawery on 5–8.10.2017, and hurricane Grzegorz on 29–30.10.2017, the effects of which affected tens of thousands of electricity consumers and led to significant interruptions in the supply of electricity were presented. At present, the national power (transmission and distribution) grid does not pose a threat to the operation safety and security of the electricity supply, and is adapted to the current typical conditions of electricity demand and the performance of tasks during a normal state of affairs, but locally may pose threats, especially in extreme weather conditions. A potentially high threat to the operation safety of the national power grid is closely linked to: age, technical condition and the degree of depletion of the transmission and distribution grids, and their high failure rate due to weather anomalies. Therefore, it is necessary to develop and modernize the 400 and 220 kV transmission grids, cross-border interconnections, and the 110 kV distribution grid (especially in the area of large urban agglomerations), and the MV distribution grid (especially in rural areas). The challenges faced by the transmission and distribution grid operators within the scope of investment and operating activities, with a view to avoiding or at least reducing the scale of grid failures in the case of future sudden high-intensity atmospheric phenomena, are presented.

Bezpieczeństwo pracy krajowej sieci elektroenergetycznej

SŁOWA KLUCZOWE: SIEĆ ELEKTROENERGETYCZNA, BEZPIECZEŃSTWO PRACY, BEZPIECZEŃSTWO DOSTAW ENERGII

W artykule przedstawiono problematykę dotyczącą bezpieczeństwa pracy krajowej sieci elektroenergetycznej i charakterystykę krajowej sieci elektroenergetycznej w obszarze przesyłu i dystrybucji. Omówiono problematykę bezpieczeństwa pracy krajowej sieci przesyłowej i dystrybucyjnej oraz zagrożenia dla bezpieczeństwa pracy i bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej związane z tymi sieciami. Przedstawiono awarie sieciowe w systemie przesyłowym i dystrybucyjnym w 2017 r., spowodowane przez ekstremalne warunki atmosferyczne, takie jak: gwałtowna burza w nocy 11/12.08.2017, orkan Ksawery w dniach 5–8.10.2017 i orkan Grzegorz w dniach 29–30.10.2017, których skutki dotknęły dziesiątki tysięcy odbiorców energii elektrycznej i doprowadziły do znacznych przerw w dostawie energii elektrycznej. Krajowa sieć elektroenergetyczna (przesyłowa i dystrybucyjna) nie stwarza obecnie zagrożenia dla bezpieczeństwa pracy i bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej i jest przystosowana do występujących obecnie typowych warunków zapotrzebowania na energię elektryczną i realizacji zadań w stanach normalnych, ale

lokalnie może stanowić takie zagrożenie szczególnie w ekstremalnych warunkach atmosferycznych. Potencjalnie duże zagrożenie bezpieczeństwa pracy krajowej sieci elektroenergetycznej ma ścisły związek z: wiekiem, stanem technicznym i stopniem wyeksploatowania sieci przesyłowych i dystrybucyjnych oraz ich dużą awaryjnością na skutek anomalii pogodowych. Dlatego konieczna jest rozbudowa i modernizacja sieci przesyłowej 400 i 220 kV, transgranicznych połączeń międzysystemowych oraz sieci dystrybucyjnej 110 kV (szczególnie w obszarze dużych aglomeracji miejskich) i sieci dystrybucyjnej SN (szczególnie na obszarach wiejskich). Przedstawiono wyzwania, jakie stoją przed operatorami systemu przesyłowego i systemów dystrybucyjnych w zakresie działań inwestycyjnych i eksploatacyjnych, które pozwolą na uniknięcie lub co najmniej na ograniczenie skali awarii sieciowych w przypadku wystąpienia nagłych zjawisk atmosferycznych o dużym nasileniu w przyszłości.

Beata KLOJZY-KARCZMARCZYK, Janusz MAZUREK, Marek WIENCEK

Coal sludge and their mixtures as prospective energy resources

KEY WORDS: HARD COAL MINING, COAL SLUDGE, COAL DUST FROM LIGNITE (PULVERIZED LIGNITE), GRANULATION, QUALITY PARAMETERS, CALORIFIC VALUE, PROFESSIONAL POWER INDUSTRY

The new legislative provisions, regulating the solid fuel trade in Poland, and the resolutions of provincial assemblies assume, inter alia, a ban on the household use of lignite fuels and solid fuels produced with its use; this also applies to coal sludge, coal flotation concentrates, and mixtures produced with their use. These changes will force the producers of these materials to find new ways and methods of their development, including their modification (mixing with other products or waste) in order to increase their attractiveness for the commercial power industry. The presented paper focuses on the analysis of coal sludge, classified as waste (codes 01 04 12 and 01 04 81) or as a by-product in the production of coals of different types. A preliminary analysis aimed at presenting changes in quality parameters and based on the mixtures of hard coal sludge (PG SILESIA) with coal dusts from lignite (pulverized lignite) (LEAG) has been carried out. The analysis of quality parameters of the discussed mixtures included the determination of the calorific value, ash content, volatile matter content, moisture content, heavy metal content (Cd, Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, and W), and sulfur content. The preliminary analysis has shown that mixing coal sludge with coal dust from lignite and their granulation allows a product with the desired quality and physical parameters to be obtained, which is attractive to the commercial power industry. Compared to coal sludge, granulates made of coal sludge and coal dust from lignite with or without ground dolomite have a higher sulfur content (in the range of 1–1.4%). However, this is still an acceptable content for solid fuels in the commercial power industry. Compared to the basic coal sludge sample, the observed increase in the content of individual toxic components in the mixture samples is small and it therefore can be concluded that the addition of coal dust from lignite or carbonates has no significant effect on the total content of the individual elements. The calorific value is a key parameter determining the usefulness in the power industry. The size of this parameter for coal sludge in an as received basis is in the range of 9.4–10.6 MJ/kg. In the case of the examined mixtures of coal sludge with coal dust from lignite, the calorific value significantly increases to the range of 14.0–14.5 MJ/kg (as received). The obtained values increase the usefulness in the commercial power industry while, at the same time, the requirements for the combustion of solid fuels are met to a greater extent. A slight decrease in the calorific value is observed in the case of granulation with the addition of CaO or carbonates. Taking the analyzed parameters into account, it can be concluded that the prepared mixtures can be used in the combustion in units with flue gas desulfurization plants and a nominal thermal power not less than 1 MW. At this stage of work no cost analysis was carried out.

Muły węglowe i ich mieszanki jako perspektywiczne surowce energetyczne

SŁOWA KLUCZOWE: GÓRNICTWO WĘGLA KAMIENNEGO, MUŁY WĘGLOWE, PYŁY WĘGLOWE Z WĘGLA BRUNATNEGO, GRANULOWANIE, PARAMETRY JAKOŚCIOWE, WARTOŚĆ OPAŁOWA, ENERGETYKA ZAWODOWA

Wprowadzane nowe przepisy legislacyjne, regulujące w naszym kraju obrót paliwami stałymi oraz uchwały sejmików poszczególnych województw zakładają między innymi zakaz stosowania w gospodarstwach domowych jako paliwa węgla brunatnego oraz paliw stałych produkowanych z jego wykorzystaniem, a także mułów i flotokonzentratów węglowych oraz mieszanek produkowanych z ich wykorzystaniem. Zmiany te będą wymuszały na producentach tych materiałów znalezienie nowych sposobów i metod ich zagospodarowania, m.in. poprzez modyfikację (mieszanie z innymi produktami lub odpadami) w celu wzrostu ich atrakcyjności dla energetyki zawodowej. Praca obejmuje swoją analizą muły węglowe, klasyfikowane jako odpad o kodzie 01 04 12 i 01 04 81 lub jako produkt uboczny w produkcji węgla kamiennego o zróżnicowanym znaczeniu energetycznym. Podjęto wstępne badania pozwalające na wykazanie zmian ich parametrów jakościowych poprzez sporządzanie mieszanek na bazie mułów węglowych węgla kamiennego (PG SILESIA) z pyłami węglowymi z węgla brunatnego (LEAG). W ramach analizy parametrów jakościowych sporządzonych mieszanek badano wartość opałową, zawartość popiołu, zawartość części lotnych, zawartość wilgoci całkowitej oraz zawartość metali ciężkich (Cd, Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, W) i siarki. Badania wstępne pokazały, że w wyniku mieszania mułów węglowych z pyłem węglowym z węgla brunatnego, a następnie ich granulowania, istnieje możliwość powstania produktu o odpowiednich parametrach jakościowych i fizycznych, atrakcyjnych dla energetyki zawodowej. W porównaniu do samych mułów węglowych, granulaty sporządzone z mułu i pyłu węglowego z węgla brunatnego z dodatkiem zmielonego dolomitu lub bez, charakteryzują się wzrostem zawartości siarki do 1–1,4%. Jest to nadal zawartość akceptowalna dla paliwa stałego w niektórych przypadkach w energetyce zawodowej. W odniesieniu do próbki podstawowej mułu węglowego obserwowany wzrost zawartości poszczególnych składników toksycznych w próbkach mieszanek jest niewielki i można stwierdzić, że dodatek pyłu węglowego z węgla brunatnego czy węglanów nie ma znaczącego wpływu na całkowitą zawartość poszczególnych pierwiastków. Parametrem decydującym o przydatności w energetyce zawodowej jest wartość opałowa. Wielkość tego parametru dla mułów węglowych w stanie roboczym mieści się w granicach 9,4–10,6 MJ/kg. W przypadku przygotowanych mieszanin mułu węglowego z pyłami z węgla brunatnego wartość opałowa zdecydowanie wzrasta do wartości 14,0–14,5 MJ/kg (w stanie roboczym). Takie wartości zwiększają możliwości zastosowania w energetyce zawodowej i spełniają w szerszym zakresie wymagania stawiane dla jakości paliw stałych. Obserwuje się nieznaczne obniżenie wartości opałowej w przypadku granulowania z dodatkiem CaO lub węglanów. Biorąc pod uwagę analizowane parametry można stwierdzić, że przygotowane mieszanki mogą znaleźć zastosowanie w instalacjach do spalania paliw stałych z odsiarczaniem spalin o nominalnej mocy cieplnej nie mniejszej niż 1 MW. Na tym etapie pracy nie prowadzono analizy kosztowej przedsięwzięcia.

XXXII KONFERENCJA ZAKOPANE 2018

na temat:

Sektor paliw i energii wobec nowych wyzwań

ZESZYTY NAUKOWE NR 104

Spis referatów XXXII Konferencji – CZĘŚĆ 2

Bolesław ZAPOROWSKI

Kierunki zrównoważonego rozwoju źródeł wytwórczych w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym

SŁOWA KLUCZOWE: ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ, KRAJOWY SYSTEM ELEKTROENERGETYCZNY, ELEKTROWNIA, ELEKTROCIĘPŁOWNIA, EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA, EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA

W artykule przedstawiono analizę kierunków zrównoważonego rozwoju źródeł wytwórczych energii elektrycznej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE). Sformułowano kryteria zrównoważonego rozwoju systemu elektroenergetycznego. Opracowano bilans mocy jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych (JWCD), wymagany dla bezpiecznej pracy KSE do 2035 roku. Zdefiniowano 19 perspektywicznych technologii wytwarzania energii elektrycznej, podzielonych na trzy następujące grupy: elektrownie systemowe, elektrociepłownie dużej i średniej mocy oraz elektrownie i elektrociepłownie małej mocy (źródła rozproszone). Wyznaczono wielkości charakteryzujące efektywność energetyczną wybranych do analizy technologii wytwórczych oraz ich emisyjność CO₂. Dla poszczególnych technologii wyznaczono również jednostkowe, zdyskontowane na 2018 rok, koszty wytwarzania energii elektrycznej, z uwzględnieniem kosztów uprawnień do emisji CO₂. Opracowano mapę drogową zrównoważonego rozwoju źródeł wytwórczych w KSE w latach 2020–2035. Wyniki obliczeń i analiz przedstawiono w tabelach i na rysunku.

Directions of sustainable development of electricity generation sources in National Power System

KEY WORDS: SUSTAINABLE DEVELOPMENT, NATIONAL POWER SYSTEM (NPS), POWER PLANT, COMBINED HEAT AND POWER (CHP) PLANT, ENERGY EFFECTIVENESS, ECONOMIC EFFECTIVENESS

The paper presents an analysis of the sustainable development of electricity generation sources in the National Power System (NPS). The criteria to be met by sustainable power systems were determined. The paper delineates the power balance of centrally dispatched power generation units (CDPGU), which is required for the secure work of the NPS until 2035. 19 prospective electricity generation technologies were defined. They were divided into the following three groups: system power plants, large and medium combined heat and power (CHP) plants, as well as small power plants and CHP plants (distributed sources). The quantities to characterize the energy effectiveness and CO₂ emission of the energy generation technologies analyzed were determined. The unit electricity generation costs, discounted for 2018, including the costs of CO₂ emission allowance, were determined for the particular technologies. The roadmap of the sustainable development of the generation sources in the NPS between 2020 and 2035 was proposed. The results of the calculations and analyses were presented in tables and figure

Oleksandr BOIKO, Adam SZURLEJ

Porównanie bezpieczeństwa energetycznego Polski i Ukrainy

SŁOWA KLUCZOWE: ROPA NAFTOWA, WĘGIEL KAMIENNY, GAZ ZIEMNY, ENERGIA ELEKTRYCZNA, POLITYKA ENERGETYCZNA, BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE

W artykule przeprowadzono porównanie gospodarki surowcami energetycznymi w Polsce i na Ukrainie w latach 2000–2017. Przeanalizowano zmiany w zakresie stanu zasobów węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego. Wskaźniki wystarczalności zasobów rozpatrywanych paliw dla Polski i Ukrainy dodatkowo porównano z wybranymi krajami UE. Dla przeprowadzenia oceny bezpieczeństwa energetycznego Polski i Ukrainy przeanalizowano najpierw zmiany w zakresie zużycia energii pierwotnej ogółem, a następnie określono, jak kształtowały się możliwości pokrycia zapotrzebowania na gaz ziemny, węgiel i ropę naftową poprzez wydobycie własne poszczególnych surowców energetycznych. Takie porównanie wskazuje w przypadku Polski na przewagę węgla, zaś na Ukrainie wydobycie ropy naftowej i gazu ziemnego w wyższym stopniu pokrywa zapotrzebowanie krajowe. W latach 2000–2017 odmiennie przedstawiały się tendencje w zakresie zużycia energii pierwotnej, w Polsce odnotowano 17% wzrost, zaś na Ukrainie blisko 40% spadek. Zidentyfikowano główne czynniki odpowiedzialne za radykalne zmiany w gospodarce paliwowo-energetycznej Ukrainy: działania wojenne na wschodzie kraju oraz aneksja Krymu, zmiany demograficzne. Wydarzenia te negatywnie wpłynęły szczególnie na wielkość wydobycia węgla kamiennego na Ukrainie, a niezbędny dla zbilansowania był znaczący wzrost importu z 5,36 do 19,14 mln ton w latach 2011–2017. Porównano także saldo wymiany zagranicznej dla energii elektrycznej. To porównanie w ciągu ostatnich lat wypada korzystanie dla Ukrainy, gdzie zauważalna jest przewaga eksportu energii elektrycznej nad importem, co wygenerowało przychody przewyższające 200 mln USD w 2017 r.

Comparison of the energy security of Poland and Ukraine

KEY WORDS: CRUDE OIL, NATURAL GAS, HARD COAL, ELECTRICITY, ENERGY POLICY, ENERGY SECURITY

The article compares the management of energy resources in Poland and Ukraine over the period 2000–2017. The analysis took changes in the volume of coal, oil and natural gas resources into consideration. The indicators of supplies of these fuels for Poland and Ukraine have additionally been compared with selected EU countries. In order to assess energy security of Poland and Ukraine, the changes in the primary energy consumption have been analyzed in general in first order, then the

possibilities of meeting the demand for natural gas, coal and oil have been determined based on the domestic extraction of individual energy resources. Such a comparison indicates the dominant role of coal in Poland while the extraction of oil and natural gas meets the domestic demand to a greater extent in Ukraine. Over the period 2000-2017, trends in primary energy consumption were different; a 17% increase was noted in Poland, while a nearly 40% decline was noted in Ukraine. The main factors responsible for radical changes in fuel and energy management in Ukraine have been identified: military operations in the east of the country and the annexation of Crimea, demographic changes. These events had a negative impact especially on the volume of hard coal mining in Ukraine; the significant increase in imports from 5.36 to 19.14 million tons in 2011-2017 was necessary for balancing. The balance of foreign exchange for electricity was also compared. Over the past years, this comparison has been favorable for Ukraine, where the dominance of electricity exports over imports is noticeable, which generated revenues of over USD 200 million in 2017.

Zbigniew KASZTELEWICZ, Miranda PTAK, Mateusz SIKORA

Analiza porównawcza systemów elektroenergetycznych w Polsce i w Niemczech w kontekście wykorzystania zasobów węgla brunatnego

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL BRUNATNY, SYSTEM ELEKTROENERGETYCZNY, PRODUKCJA ENERGII ELEKTRYCZNEJ, ELEKTROWNIE NA WĘGIEL BRUNATNY

Według definicji Międzynarodowej Agencji Energii bezpieczeństwo energetyczne to ciągłe dostawy energii po akceptowalnych cenach. Krajowa energetyka oparta jest w głównej mierze na własnych surowcach energetycznych takich jak węgiel kamienny i brunatny. Produkcja około 88% energii elektrycznej z tych kopalin daje nam pełną niezależność energetyczną, a koszty produkcji energii z tych surowców są najmniejsze w stosunku do innych technologii. Energia wyprodukowana z węgla brunatnego charakteryzuje się najniższym jednostkowym kosztem technicznym wytworzenia. Polska posiada zasoby tych kopalin na szereg dziesiątków lat, doświadczenie związane z ich wydobywaniem i przeróbką, zaplecze naukowo-projektowe oraz fabryki zaplecza technicznego produkujące maszyny i urządzenia na własne potrzeby, a także na eksport. Węgiel jest, i winien pozostać, w Polsce przez najbliższe 25–50 lat istotnym źródłem zaopatrzenia w energię elektryczną i ciepło, gdyż stanowi jedno z najbardziej niezawodnych i przystępnych cenowo źródeł energii. Kontynuacja takiej polityki może być zachwiana w okresie następnych dekad, z powodu wyczerpywania się udostępnionych zasobów węgla tak brunatnego, jak i kamiennego. Uwarunkowania dla budowy nowych kopalń, a tym samym dla rozwoju górnictwa węgla w Polsce, są bardzo złożone zarówno pod względem prawnym, środowiskowym, ekonomicznym, jak i wizerunkowym. Z podobnymi problemami borykają się Niemcy. Pomimo iż wizerunkowo jest to kraj inwestujący w odnawialne źródła energii, uchodzący za pionierów produkcji energii z OZE, to w rzeczywistości podstawowymi nośnikami służącym do produkcji energii elektrycznej wciąż są węgiel, a przede wszystkim węgiel brunatny.

A comparative analysis of electro-energetic systems in Poland and Germany in the context of brown coal resources utilization

KEY WORDS: BROWN COAL, ELECTRO-ENERGETIC SYSTEM, ELECTRIC ENERGY PRODUCTION, BROWN COAL-FIRED POWER STATIONS

According to International Energy Agency (IEA) energy security is the continuous supply of energy at acceptable prices. National energy is based primarily on its own energy resources such as hard coal and brown coal. The 88% of electric energy production from these minerals gives us full

energy independence. Additionally, the energy production costs from these raw materials are the lowest compared to other technologies. Of these two, the energy produced from brown coal is characterized by the lowest unit technical generating cost. Poland has the resources of these minerals for decades to come, the experience related to mining and processing them, scientific and design facilities and technical facilities and factories producing machines and equipment for their own needs, as well as for export. Coal is and should remain an important source of electricity and heat supply in Poland for the next 25–50 years. It is one of the most reliable and profitable energy sources. This policy may be difficult in the next decades due to the exhaustion of the available resources of hard and brown coal. The conditions for the construction of new mines, and thus for the development of coal mining in Poland, are very interdisciplinary in legal, environmental, economic and reputational terms. Germany has similar problems. Despite the fact that it is an image of a country investing in renewable energy sources, which are pioneers of energy production from RES, in reality hard and brown coal are still the primary sources utilized to produce electric energy.

Marzena HAJDUK-STELMACHOWICZ

Audyt energetyczny przedsiębiorstw jako wyzwanie w kontekście poprawy efektywności energetycznej

SŁOWA KLUCZOWE: AUDYT ENERGETYCZNY PRZEDSIĘBIORSTWA, EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA, ZARZĄDZANIE ENERGIĄ, DUŻE PRZEDSIĘBIORSTWA

Artykuł ma na celu przedstawienie istotnego komponentu zarządzania energią, jakim jest realizacja audytów efektywności energetycznej przedsiębiorstw. Z wykorzystaniem analizy typu *case study* przyjrano się roli audytu energetycznego w kontekście poprawy efektywności energetycznej, w wybranych, dużych przedsiębiorstwach produkcyjnych. Przedstawiono zarys wymagań prawnych wynikających z implementacji znowelizowanej ustawy o efektywności energetycznej (Dz.U. 2016 poz. 831). Zaprezentowano w szczególności problemy i wyzwania odnoszące się do sposobu realizacji obowiązku audytowego w praktyce gospodarczej. Poruszono kwestię jakości oraz przydatności (w procesie decyzyjnym) wypracowanych raportów. Ustalono, że występują przesłanki do twierdzenia, iż obowiązkowy audyt energetyczny przedsiębiorstw nie zawsze jest optymalnie wykorzystywanym instrumentem poprawy efektywności energetycznej. Wina za ten stan rzeczy leży częściowo po stronie państwa, jednostek audytujących oraz samych zarządzających przedsiębiorstwem. Problemem jest nie tylko nieskuteczna komunikacja, ale także niewystarczający poziom wiedzy z zakresu zarządzania energią oraz pośpiech. Nowelizacja ustawy o efektywności energetycznej (w przeciągu zaledwie jednego roku) narzuciła konieczność przeprowadzenia audytu energetycznego określonej grupy przedsiębiorstw. W związku z tym, iż wszystkie objęte obowiązkiem podmioty musiały prowadzić działania w tym samym czasie, pojawiły się liczne problemy. Część zarządzających dowiedziała się o obowiązku przeprowadzenia audytu od firm, które same zgłaszały się z propozycją jego wykonania. Świadczy to o braku właściwego przepływu informacji między organami administracji państwowej a przedsiębiorstwami. Po raz kolejny okazało się, iż praktycy nie nadążają z realizacją działań będących konsekwencją nie do końca przemyślanych zmian w prawie. Pośpiech (w wywiązywaniu się z obowiązku ustawowego) wpłynął na bardzo dużą rozpiętość cenową zgłaszanych do przetargów ofert na przeprowadzenie audytu energetycznego przedsiębiorstwa. Utrudnieniem w prawidłowej realizacji zadań stały się m.in. biurokratyczne przepisy dotyczące przetargów. Sami przedsiębiorcy, nie mając jednoznacznych wytycznych „czego się spodziewać po wykonanym audycie energetycznym” oraz „jak ma wyglądać raport” i „co w szczególności ma zawierać”, niejednokrotnie wybierali „najtańszą ofertę” – nie zawsze zastanawiając się nad tym, jakie będą jakościowe konsekwencje takich decyzji. Niektóre jednostki certyfikujące – wykorzystując nadarzające się okazje i sploty okoliczności – oferowały wątpliwej jakości, nieprofesjonalne usługi audytowe. W zaprezentowanych warunkach trudno oczekiwać realnych, systemowych i pożądaných (ekonomicznie, ekologicznie i społecznie) rezultatów, w postaci poprawy efektywności energetycznej zarówno w skali mikro -, mezo-, jak i

makroekonomicznej. Warto rozważyć zmiany w ustawie o efektywności energetycznej i rozłożyć obowiązek wykonywania audytów na różne lata – według jasno zdefiniowanych kryteriów. Jeżeli stosowne działania nie zostaną przyjęte, za 4 lata powtórzy się sytuacja czasowego eldorado dla mało profesjonalnych jednostek zewnętrznych funkcjonujących na rynku audytów energetycznych. Konsekwencją znowu może stać się słaba jakość i wątpliwa przydatność raportów z audytów energetycznych przedsiębiorstw – zarówno na poziomie biznesowym, jak i ekologiczno-politycznym. Należy przeciwdziałać wszelkim formom nieuczciwej konkurencji wobec interdyscyplinarnych i specjalistycznych jednostek działających na rzecz poprawy efektywności energetycznej organizacji. Stworzenie odpowiednich warunków biznesowych korzystnie wpłynie na realną poprawę efektywności energetycznej organizacji zarówno sektora publicznego, jak i prywatnego. W tym kontekście konieczne jest podjęcie działań umożliwiających optymalizację zarówno procesu wdrożenia obligatoryjnych regulacji prawnych, jak i dobrowolnych norm i standardów (np. branżowych).

Energy audit of companies – a challenge in the context of improvement of energy efficiency

KEY WORDS: COMPANY ENERGY AUDIT, ENERGY EFFICIENCY, ENERGY MANAGEMENT, LARGE ENTERPRISES

The article deals with the subject of an important component of energy management, which is the performance of energy efficiency audits in companies. Using the case study analysis, the role of the energy audit was analyzed in the context of improvement of energy efficiency in selected production companies. The essence of legal requirements following from the implementation of the amended Energy Efficiency Act was presented. Specifically, problems and challenges, which refer to the method of implementation of the audit obligation in economic practice, were discussed. Furthermore, the issue of quality and usefulness (in the decision-making process) of prepared reports was raised. It was found that there were indications to claim that the obligatory energy audit of companies is not an instrument for the improvement of energy efficiency, which is always used optimally. The fault in this situation is partly attributable to the state, audit bodies and the company management. In this case, not only is the ineffective communication an issue here, but also the insufficient level of knowledge regarding energy management, as well as haste. The amendment of the Energy Efficiency Act (within just one year) imposed the necessity to conduct an energy audit on a specific group of companies. In principle, because all the entities, to which the obligation referred, had to take actions almost at the same time, numerous issues appeared. Some managers learned about the obligation to conduct the audit from companies who themselves had come out with a proposal to carry it out. This proves the lack of the proper information flow between the government administration authorities and the companies. Again, it turned out that practitioners did not keep pace with the implementation of actions, which were a consequence of numerous (and not always well thought-out) changes in the law. Haste in the fulfillment of the statutory obligation affected a high price spread of the bids sent during tenders, related to the performance of an energy audit. Bureaucratic regulations regarding tenders became another obstacle in the correct performance of the tasks. The entrepreneurs themselves, without clear guidelines on what to expect after the performed energy audit and what a report should look like, on many occasions, selected the “cheapest” bid – not always thinking too much about the qualitative consequences of such a decision. Some certifying bodies – taking advantage of an opportunity and the satisfactory combination of circumstances – offered unprofessional audit services of questionable quality. In the presented conditions, it is difficult to expect real, systemic and desirable results (economically, ecologically and socially) with regards to the energy efficiency both in the micro-, meso- and macro-economic scale. It is worth considering changes in the Energy Efficiency Act and spread the obligation to perform audits over different years according to clearly defined (in cooperation with business) criteria. If relevant actions are not taken, the situation of a temporary Eldorado on the market of energy audits will repeat in 4 years. Again, the consequence may be the poor quality and questionable usefulness of reports from energy audits of companies both at the

business level and the ecological-political level. It is necessary to counteract all forms of unfair competition to interdisciplinary and specialist bodies which take actions to improve the energy efficiency of organisations. The creation of appropriate business conditions will have a positive impact on the improvement of energy efficiency. In this context, it is necessary to take actions, which enable the optimization of both the process of the implementation of obligatory legal regulations and voluntary (industry) norms and standards.

Damian MROWIEC, Piotr SAŁUGA

Analiza możliwości świadczenia usług redukcji zapotrzebowania na moc przez koparki kryptowalut w celu poprawy bezpieczeństwa energetycznego

SŁOWA KLUCZOWE: KOPARKI KRYPTOWALUT, KOPANIE KRYPTOWALUT, KRYPTOWALUTA, USŁUGI DSR, REDUKCJA ZAPOTRZEBOWANIA, BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE

W ostatnim czasie duże zainteresowanie wzbudzają, wraz z otaczającym ich rynkiem, tzw. Wirtualne waluty kryptograficzne, potocznie nazywane kryptowalutami. Równie dużą popularnością odznacza się obecnie stojąca za nimi technologia *blockchain*. Z perspektywy bezpieczeństwa energetycznego natomiast istotnym zagadnieniem jest charakteryzujący się bardzo dużą energochłonnością proces związany z wydobywaniem poszczególnych kryptowalut. Działanie to związane jest na ogół z zatwierdzaniem nowo powstających bloków w sieci *blockchain* oraz dołączaniem ich do sieci. Proces ten realizowany jest poprzez przeprowadzanie złożonych operacji matematycznych przez zróżnicowane urządzenia, które wymagają z kolei dużej mocy i zużywają odpowiednio dużo energii. Wpływ „koparek” kryptowalut na zapotrzebowanie na moc oraz energię najprawdopodobniej może się z czasem stopniowo zwiększać, w związku z czym zagadnienie to nie powinno być ignorowane. Zestawiając powyższe informacje równolegle z rosnącym w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym zapotrzebowaniem na realizację usług redukcji zapotrzebowania, nasuwa się pytanie, czy urządzeń służących do wydobywania kryptowalut nie można wykorzystać właśnie do celu bilansowania systemu elektroenergetycznego. W niniejszym artykule przedstawiono analizę możliwości świadczenia usług DSR przez grupy użytkowników koparek kryptowalut, która została przeprowadzona przy uwzględnieniu podstawowych funkcjonalnych, technologicznych oraz ekonomicznych aspektów pracy tych urządzeń.

The analysis of the possibility of providing demand side response services by cryptocurrency miners in order to improve energy security

KEY WORDS: CRYPTOCURRENCY MINERS, MINING CRYPTOCURRENCIES, CRYPTOCURRENCY, DEMAND SIDE RESPONSE, ENERGY SECURITY

A lot of interest has recently been put into the so-called ‘virtual cryptographic currencies’, commonly known as cryptocurrencies, along with its surrounding market. The blockchain technology that stands behind them is also becoming increasingly popular. From the perspective of maintaining energy security, an important issue is the process of mining individual cryptocurrencies, which is associated with very high energy consumption. This operation is usually related to the approval of new blocks in the blockchain network and attaching them to the chain. This process is carried out through performing complex mathematical operations by various devices, which in turn require high power and respectively consume a lot of energy. The impact of cryptocurrency miners on the power and energy demand level might gradually increase over time, therefore this issue shouldn’t be ignored. Comparing the above information in parallel with the growing need for providing demand side

response (DSR) services in the Polish Power System, raises the question whether devices used for mining cryptocurrencies can be used for the purpose of balancing the power system. This paper presents an analysis of the possibility to provide the demand side response services by groups of cryptocurrency miners users. The analysis was carried out taking basic functional, technological and economical aspects of these devices' operations into account.

Uroš RADOVIĆ

Wpływ samochodów elektrycznych na polski system elektroenergetyczny, emisję CO₂ oraz inne zanieczyszczenia powietrza.

SŁOWA KLUCZOWE: SAMOCHODY ELEKTRYCZNE, SYSTEM ELEKTROENERGETYCZNY, PRODUKCJA KRAŃCOWA, WSKAŹNIKI NIEZAWODNOŚCI, EMISJE, KOSZT WYTWARZANIA

Samochody elektryczne (SE) są obecnie uważane za jeden z najlepszych sposobów obniżenia emisji zanieczyszczeń powietrza w transporcie drogowym, w tym CO₂ i hałasu w miastach. Mogą również w wydatny sposób przyczynić się do zmniejszenia zależności transportu drogowego od importu ropy naftowej. Niemniej jednak zapotrzebowanie na energię elektryczną dużej ilości SE w drogowym transporcie nie jest bez znaczenia i ma wpływ na system elektroenergetyczny. W artykule przeanalizowano potencjalny wpływ SE na popyt, podaż, strukturę i koszty wytwarzania energii elektrycznej oraz emisję CO₂ i zanieczyszczeń powietrza w wyniku wprowadzenia na polskie drogi 1 mln SE do 2025 r. oraz potrojenia tej liczby do 2035 r. Do obliczeń wykorzystano model konkurencyjnego rynku energii elektrycznej ORCED. Wyniki analizy wskazują, że niezależnie od strategii ładowania, popyt SE powoduje niewielki wzrost ogólnego zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce i w konsekwencji również niewielki wzrost kosztów wytwarzania. Nawet duży wzrost SE w transporcie drogowym będzie powodował raczej umiarkowane zapotrzebowanie na dodatkowe moce wytwórcze, zakładając że przedsiębiorstwa energetyczne będą miały pewną kontrolę nad trybem ładowania aut. Wprowadzenie SE nie spowoduje obniżenia emisji CO₂ w stosunku do samochodów konwencjonalnych w 2025 r., wręcz przeciwnie – zwiększy je niezależnie od strategii ładowania, gdyż energia dla pokrycia popytu SE pochodzi prawie wyłącznie z elektrowni węglowych. W 2035 r. natomiast, wniosek zależy od scenariusza ładowania i możliwe jest obniżenie, jak i wzrost emisji. Pojazdy elektryczne spowodują wzrost emisji netto SO₂, przyczynią się natomiast do spadku emisji netto cząstek stałych oraz NO_x.

Effects of electric vehicles on the Polish power generation system, emissions of CO₂ and other air pollutants

KEY WORDS: ELECTRIC VEHICLES, ELECTRIC ENERGY SYSTEM, RELIABILITY INDICES, MARGINAL GENERATION, EMISSIONS, GENERATION COSTS

Electric cars (SE) are currently considered to be one of the best ways to reduce CO₂ and other air emissions in the transport sector as well as noise in cities. They can reduce the dependency of road transport on imported oil in a visible way. Nevertheless, the demand for electricity for a large amount of SE in road transport is not insignificant and has an impact on the power system. The article analyzes the potential impact of SE on the demand, supply, structure and costs of electricity generation as well as emissions as a result of introducing 1 million SEs by 2025 on Polish roads, and tripling this number by 2035. The competitive electricity market model ORCED was used for the calculations. The results of the analysis indicate that regardless of the charging strategy, the demand for SEs causes a slight increase in the overall electricity demand in Poland and consequently also a slight increase in power generating costs. Even a large increase in SEs in road transport will result in a rather moderate

demand for additional generation capacity, assuming that power companies will have some control over the mode of charging cars. The introduction of SEs will not reduce CO₂ emissions compared to conventional cars in 2025, on the contrary will increase them regardless of the loading strategy. In 2035 however, the result depends on the charging scenario and both the increase or decrease of emissions is possible. Electric vehicles will increase SO₂ net emissions, but they will contribute to a decrease in the net emissions of particulates and NO_x.

Vladimír ČABLÍK, Miluše HLAVATÁ, Iva JANÁKOVÁ

Górnictwo węgla kamiennego i brunatnego w Czechach

SŁOWA KLUCZOWE: CZECHY, ZASOBY, WĘGIEL KAMIENNY, WĘGIEL BRUNATNY

Zasoby węgla w Republice Czeskiej są ocenione na 10 mld ton – w tym 37% węgla kamiennego, 60% węgla brunatnego i 3% lignitu. Węgiel kamienny jest wydobywany w północnych Morawach, w 2017 roku produkcja wyniosła 5,5 mln ton. Węgiel brunatny jest eksploatowany głównie w północno-zachodnich Czechach, produkcja węgla brunatnego wyniosła w 2017 roku 38,1 mln ton. Znaczne ilości węgla kamiennego są eksportowane do Słowacji, Austrii, Niemiec i Węgier. Zgodnie z polityką energetyczną państwa węgiel pozostanie głównym źródłem energii w kraju w przyszłości, pomimo zwiększonego wykorzystania energii jądrowej i gazu ziemnego. Rząd oczekuje, że w 2030 r. energia z węgla będzie stanowić 30,5% produkowanej energii. W Republice Czeskiej działa pięć przedsiębiorstw węglowych: OKD, a.s., jedyny producent węgla kamiennego oraz cztery firmy wydobywcze węgla brunatnego Severočeské Doly a.s., których właścicielem jest ČEZ, największy producent węgla brunatnego, Vršanská uhelná a.s., z zasobami węgla do 2055 roku, Severní energetická a.s. z największymi rezerwami węgla brunatnego w Republice Czeskiej i Sokolovská uhelná a.s., najmniejsza spółka górnicza wydobywająca węgiel brunatny. OKD eksploatuje węgiel kamienny w dwu kopalniach Kopalnia Důlní závod 1 – Ruch ČSA, Ruch Lazy, Ruch Darkov oraz Kopalnia Důlní závod 2 (Ruch Sever, Ruch Jih). A artykule przedstawiono również proekologiczne rozwiązanie zagospodarowania hałd odpadów po wzbogacaniu węgla – zakład wzbogacania odpadów węglowych z hałdy Hermanice.

Hard coal and brown coal mining in the Czech Republic

KEY WORDS: CZECH, RESOURCES, HARD COAL, BROWN COAL, LIGNITE

Coal reserves in the Czech Republic are estimated to be 10 billion tons – hard coal about 37%, brown coal about 60% and lignite 3%. Hard coal is produced in Northern Moravia. In 2017 the production of hard coal was 5.5 million tons. Brown coal is mined in North-Western Bohemia – the production of brown coal in 2017 was 38.1 million tons. Significant quantities of hard coal are exported to: Slovakia, Austria, Germany and Hungary. In accordance with the National Energy Policy, coal will remain the main source of energy in the country in the future, despite the increased use of nuclear energy and natural gas. The government expects that in 2030 energy from coal will account for 30.5% of energy produced. There are five coal companies in the Czech Republic: OKD, a.s., the only hard coal producer and four brown coal mining companies: Severočeské Doly a.s., owned by ČEZ, the largest producer of brown coal, Vršanská uhelná a.s., with coal resources until 2055, Severní energetická a.s. with the largest brown coal reserves in the Czech Republic and Sokolovská uhelná a.s., the smallest mining company extracting lignite. OKD operates coal in two mines Kopalnia Důlní závod 1 – (consists of three mines: ČSA Mine, Lazy Mine, Darkov Mine) and Mine Důlní závod 2 (two mines Sever, Jih). The article also presents a pro-ecological solution for the management of waste heaps after coal enrichment – a plant for the enrichment of coal waste from the Hermanice heap.

Szymon DOBRAS, Lucyna WIĘCŁAW-SOLNY, Andrzej WILK, Adam TATARCZUK

Metan z procesów *Power to Gas* – ekologiczne paliwo do zasilania silników spalinowych

SŁOWA KLUCZOWE: CNG, CARBON CAPTURE, PtG, ZASILANIE DWUPALIWOWE, MAGAZYNOWANIE ENERGII

W artykule przedstawiono stan rynku sprężonego gazu ziemnego jako alternatywnego paliwa do zasilania silników w transporcie, zwrócono uwagę na wymagania dyrektyw Unii Europejskiej oraz obecny stan spełnienia złożonych deklaracji. Zwrócono uwagę na aspekt ekonomiczny i przedstawiono orientacyjne koszty przejechania 10 tys. km na różnych paliwach. Omówiono proces PtG (*Power to Gas*) wykorzystujący energię elektryczną (produkcja wodoru) oraz ditlenek węgla wychwycony ze spalin bloku węglowego do produkcji syntetycznego metanu. Zaprezentowano schemat instalacji ze wskazaniem jego najistotniejszych składowych, oraz zwrócono uwagę na wzajemne uzupełnianie się technologii PtG z technologią wychwytu ditlenku węgla. Przedstawiono korzyści płynące z produkcji syntetycznego metanu. Opisane zostało zastosowanie sprężonego gazu ziemnego do zasilania silników w pojazdach. Skupiono się na drodze jednopaliwowego zasilania CNG (*Compressed Natural Gas*) w silnikach autobusów i samochodów ciężarowych, zwracając szczególną uwagę na aspekt ekologiczny zastosowanych rozwiązań. Pokazano, iż stosowanie sprężonego gazu ziemnego pozwoli ograniczyć niemalże o 100% emisję cząstek stałych z procesu spalania. Podano wady i zalety zasilania alternatywnym paliwem. Następnie przeanalizowano aspekt dwupaliwowego zasilania silników wysokoprężnych na przykładzie mniejszego silnika. Pokazano stopień ograniczenia emisji szkodliwych związków z procesu spalania. Na koniec zwrócono uwagę na możliwy efekt skali, powołując się na ilość pojazdów silnikowych w Polsce.

Methane from Power to Gas processes – ecological fuel for powering combustion engines

KEY WORDS: CNG, CARBON CAPTURE, PtG, DUAL-FUEL, ENERGY STORAGE

The article presents the current state of the CNG market used as an alternative fuel for car engines. Attention was paid to European Union directives requirements and the current state of the directives' fulfillment. The economic aspect of CNG usage was analyzed and the approximate costs of driving 10,000 km on different fuels in the last four years were presented. The PtG process which uses electric energy (hydrogen production) and carbon dioxide captured from the flue gas for the production of synthetic methane were discussed. The scheme of the SNG plant with the indication of its most important components was presented, and attention was paid to the mutual complementation of PtG technologies with carbon dioxide capture technology. The benefits of synthetic methane production are presented and the use of compressed natural gas to power engines in vehicles has been described. First, the focus was on the single-fuel use of CNG in bus and truck engines, paying particular attention to the ecological aspect of the implemented solutions. It has been shown that the use of compressed natural gas will reduce almost 100% of the particulates emission from the combustion process. The advantages and disadvantages of the alternative fuel supply are given. Next, the aspect of dual-fuel use in diesel engines was analyzed on the example of a smaller engine. The degree of reduction of harmful compounds emission from the combustion process is shown. Finally, attention was paid to the possible scale effect, referring to the number of motor vehicles in Poland.

Czynniki kształtujące krajowy potencjał biopaliw stałych

SŁOWA KLUCZOWE: BIOPALIWA STAŁE, BIOMASA, SUROWCE ENERGETYCZNE, ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII, OZE, ENERGETYKA, CIEPŁOWNICTWO, POTENCJAŁ KRAJOWY

Kierunki rozwoju odnawialnych źródeł energii w poszczególnych krajach Unii Europejskiej są różne. W zasadniczym stopniu mają na to wpływ zasoby naturalne poszczególnych regionów, regionalne uwarunkowania historyczno-gospodarcze, a także krajowe rozwiązania prawne. Mechanizmy regulacyjne Unii Europejskiej dopuszczają tę „dowolność” i rozwój odnawialnych źródeł energii z uwzględnieniem potencjałów i uwarunkowań lokalnych, niemniej jednak z zachowaniem zasad zrównoważonego rozwoju gospodarki i społeczeństw, a także konkurencyjności ([Dyrektywa 2009](#)). Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zakłada zrównoważony rozwój poprzez rozwój źródeł pochodzenia energii odnawialnej, w tym z biopaliw stałych (inaczej biomasy). Zakłada ona również obowiązek rozwijania zasobów krajowych biomasy i wdrażanie środków służących zwiększaniu jej dostępności, a także promowania jej wykorzystania na cele energetyczne ([Dyrektywa 2009](#)). Wobec powyższego pojawia się pytanie, jakie czynniki wpływają na dostępność krajowych biopaliw stałych i w jaki sposób ten potencjał rozwijać. Polska posiada zasoby naturalne, zarówno leśne, jak i rolne, okazuje się jednak, że do chwili obecnej nie są one dość rozwinięte i dostępne, co wpływa na fakt, że znaczna część biomasy na cele energetyczne w Polsce pochodzi z importu. W oparciu o analizę literatury oraz obserwacje własne autorka stawia hipotezę, że ze względu na pewne czynniki (bariery) dostępność potencjału krajowego w zakresie biopaliw stałych jest ograniczana. Celem artykułu jest zdefiniowanie i analiza tych czynników, które mają wpływ na kształtowanie krajowego potencjału i dostępności biopaliw stałych w Polsce.

Factors shaping the national potential of solid biofuels

KEY WORDS: SOLID BIOFUELS, BIOMASS, ENERGY RESOURCES, RENEWABLE ENERGY SOURCES, RENEWABLE ENERGY, ENERGY, HEATING

The directions of development of renewable energy sources in each European Union countries are varied. This is largely due to the natural resources of each of the regions, regional historical and economic conditions, as well as domestic legal solutions. The regulatory mechanisms of the European Union allow for this „liberty” and the development of renewable energy sources, taking local potentials and conditions into account, while maintaining the principles of sustainable development of the economy and societies, as well as competitiveness (Directive 2009). Directive 2009/28 / EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources ensures sustainable development through the development of sources of renewable energy, including solid biofuels (in other words biomass). It also assumes the obligation to develop national biomass resources and implement measures to increase its availability, and to promote its use for energy purposes (Directive 2009). In connection with the above, the question arises, what factors influence the availability of solid biofuels and how to develop this potential? Poland has natural resources, both forestry and agricultural, but it turns out that until now they are not quite developed and available, which affects the fact that a significant part of the biomass for energy purposes in Poland comes from imports. Based on the literature analysis and own observations, the author puts forward the hypothesis that due to certain factors (barriers), the availability of the national potential in the area of solid biofuels is limited. The purpose of the article is to define and analyze those factors that influence the development of national potential and the availability of solid biofuels for energy purposes in Poland.

Realizacja wskaźników zrównoważonego rozwoju w energetyce alternatywnej na przykładzie biomasy

SŁOWA KLUCZOWE: ENERGIA, ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ, ŁADY I WSKAŹNIKI, BIOMASA

Polska stoi przed koniecznością stworzenia długofalowej polityki energetycznej na kolejne dziesiątki lat. Potrzebna jest strategia równoważenia bezpieczeństwa dostaw surowców energetycznych, efektywności procesów gospodarczych i zapewnienia odpowiedniego standardu ochrony środowiska. Proces konwersji paliw kopalnych do pożądaných nośników energii skutkuje emisją do środowiska różnych substancji gazowych, a w efekcie ich kumulacją w atmosferze w postaci gazów cieplarnianych, odpowiedzialnych za bilans radiacyjny Ziemi – efekt cieplarniany. Zachwianie równowagi między poziomem emisji tych gazów a zdolnościami do ich konwersji w atmosferze stanowi istotną przyczynę zmian klimatycznych. Wskaźniki zrównoważonego rozwoju są narzędziem monitoringu, umożliwiającym stworzenie statystycznego obrazu kraju z punktu widzenia implementacji nowego paradygmatu rozwoju. Najważniejszą cechą wskaźnika jest porównywalność jego wartości, umożliwiająca określenie pozycji danego obiektu/kraju na tle innych obiektów/krajów. W artykule poddano analizie 8 wskaźników zrównoważonego rozwoju w aspekcie wykorzystania biomasy do celów energetycznych. Przeanalizowano trzy wskaźniki ładu społecznego, dwa – ładu gospodarczego i trzy – ładu środowiskowego. Wykazano, że energetyczne wykorzystanie biomasy może znacząco zredukować emisję gazów cieplarnianych na kilku etapach: emisja może zostać wyeliminowana z procesu biologicznego przetwarzania biomasy, jej składowania, a także ograniczona na etapie transportu.

Performance of sustainable development indexes in alternative power generation as exemplified by biomass

KEY WORDS: ENERGY, SUSTAINABLE DEVELOPMENT, PILLARS AND INDICATORS, BIOMASS

Poland is now faced with the task of developing a long-term energy policy for decades to come, a strategy capable of reconciling the security of power supplies as well as effective economic processes, ensuring adequate standards of environmental protection. The process in which fossil fuels are converted into energy carriers of choice is accompanied by the emission of various gas substances which escape into the environment. Later on, those substances accumulate in the atmosphere as greenhouse gases affecting the Earth's radiation balance – the greenhouse effect. Upsetting the balance between emission levels of those gases and the capacity to convert them in the atmosphere is the reason for climate changes. Sustainable development indices constitute a monitoring tool which makes it possible to create a statistical image of a country from the perspective of a new development paradigm. The most important feature of this index is the capability of comparing values, enabling to determine the position of a given object with reference to other objects. The article analyses 8 indexes of sustainable development in terms of using biomass for power generation purposes. The analysis was performed to include three social order indices, two economic indices and one environmental order index. It was concluded that the use of biomass in power generation can reduce the emission of greenhouse gasses significantly at several stages: the emission can be eliminated from the biological process of biomass conversion, storage and it can also be reduced during transportation.

Petrograficzna charakterystyka pelletów drzewnych dostępnych w obrocie handlowym na terenie Polski

SŁOWA KLUCZOWE: PELLET DRZEWNY, SPALANIE, BIOMASA, ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII, PETROGRAFIA

Pellety drzewne są klasyfikowane jako biomasa stała. Stanowią jedno z najpopularniejszych w Europie paliw stosowanych do ekologicznego ogrzewania, szczególnie w sektorze małego ciepłownictwa, spalane są w domowych kotłach małej mocy. Popularność pelletu oraz automatycznych urządzeń grzewczych umożliwiających spalanie tego paliwa wzrosła ze względu na rosnący problem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego (smogu) oraz w związku z licznymi powstającymi programami ograniczenia niskiej emisji (PONE). Pellet drzewny powstaje w wyniku kompresji materiału pochodzącego z drzew iglastych (w głównej mierze) oraz liściastych i zaliczany jest do odnawialnych źródeł energii. Celem prezentowanych badań było porównanie jakości pelletów drzewnych pochodzących od różnych producentów, wykorzystywanych w domowych kotłowniach na paliwa stałe na podstawie jakościowej i ilościowej identyfikacji zanieczyszczeń obecnych w badanym paliwie uzyskanym z rynku krajowego. Innowacją w prezentowanej pracy jest zastosowanie analizy petrograficznej dla paliwa w postaci pelletu, która dotychczas stosowana była jedynie w odniesieniu do paliw kopalnych. Analizę mikroskopową przeprowadzono zarówno dla pelletów certyfikowanych (EN Plus/DIN Plus), jak i niecertyfikowanych dostępnych na rynku. Niestety, analiza wykazała obecność niebezpiecznych kontaminacji w obu typach pelletu. Niedopuszczalne wtrącenia organiczne w analizowanych próbkach to: węgle kopalne i ich pochodne oraz materiały polimerowe pochodzenia naturalnego. Niedozwolone inkluzje nieorganiczne wyznaczone w analizowanych próbkach to: rdza, kawałki metalu, tworzywa sztuczne i materiały polimerowe pochodzenia nieorganicznego.

The petrographic characteristics of wood pellets available on the Polish market

KEY WORDS: WOOD PELLETS, PELLET COMBUSTION, BIOMASS COMBUSTION, RENEWABLE ENERGY, PETROGRAPHIC ANALYSES

Wood pellets are classified as a solid biomass type. They are one of the most popular bio-heating fuels used in Europe, especially in the small heating sector, where pellets are burned in low-power domestic boilers. The pellets and automatic pellet-fired heating devices gained popularity due to the increasing air pollution (smog) problem and the low emission limiting campaigns associated with it. Wood pellets are formed as a result of small forestry particles mechanical compression (mainly conifers originated) and they are listed among renewable energy sources. The purpose of the presented studies was to compare the quality of wood pellets used for pellet-fired boilers and to identify, qualitatively and quantitatively, impurities marked in the samples obtained from the domestic market. The application of petrographic analyses, applied so far in relation to fossil fuels, is a presented work innovation for wood pellets. The microscopic analyses were performed on both certified (ENplus/DINplus) and uncertified wood pellets available on the market. Unfortunately, the analysis revealed that the quality requirements were not met, because of the unacceptable contamination presence. The unacceptable organic inclusions in the analyzed samples are fossil coals and their derivatives, coke, and polymeric materials of natural origin. Unacceptable inorganic inclusions determined in the analyzed samples were: glass, slag, rust, pieces of metal, stone powder, plastic, and polymeric materials of inorganic origin.

**Tadeusz DZIOK, Elżbieta KOŁODZIEJSKA, Ewa KOŁODZIEJSKA,
Agnieszka WOSZCZYNA**

Badania uwalniania rtęci w procesie spalania węgla i biomasy w gospodarstwach domowych

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, BIOMASA, GOSPODARSTWA DOMOWE, EMISJA RTĘCI

W Polsce procesy spalania paliw stałych są głównym źródłem emisji rtęci do środowiska. Rtęć emitowana jest zarówno przez elektrownie zawodowe, jak i instalacje przemysłowe spalające węgiel kamienny i brunatny, ale także przez gospodarstwa domowe. Przy rocznej emisji na poziomie 10 Mg gospodarstwa domowe odpowiadają za 0,6 Mg tej emisji. W pracy przeprowadzono badania nad uwalnianiem rtęci z węgla i biomasy drzewnej w domowym kotle grzewczym. Wyznaczono stopień uwalniania rtęci, który wyniósł od 98,3 do 99,1% dla węgla i od 99,5 do 99,9% dla biomasy drzewnej. Ilość emitowanej do środowiska rtęci zależy zatem od ilości rtęci zawartej w paliwie. W świetle zaprezentowanych wyników zawartość rtęci w stanie suchym w węglu jest sześciokrotnie wyższa niż w biomase. Po uwzględnieniu kaloryczności paliw różnica pomiędzy zawartością rtęci w badanym węglu i biomase zmniejszyła się, ale wciąż była czterokrotnie wyższa. Tak wyrażona zawartość rtęci dla badanych paliw wynosiła odpowiednio od 0,7 do 1,7 $\mu\text{g}/\text{MJ}$ dla węgla i od 0,1 do 0,5 $\mu\text{g}/\text{MJ}$ dla biomasy. Podstawową możliwością obniżenia emisji rtęci przez gospodarstwa domowe jest stosowanie paliw o możliwie niskiej zawartości rtęci. Zmniejszenie emisji rtęci jest również możliwe poprzez zmniejszenie jednostkowego zużycia paliw. Przyczynia się do tego stosowanie nowoczesnych kotłów grzewczych oraz termomodernizacja budynków. Istnieje również możliwość częściowego ograniczenia emisji rtęci poprzez stosowanie urządzeń do odpylania spalin.

Studies on mercury release in the coal and biomass combustion process in households

KEY WORDS: HARD COAL, BIOMASS, HOUSEHOLD, MERCURY EMISSION

Coal combustion processes are the main source of mercury emission to the environment in Poland. Mercury is emitted by both power and heating plants using hard and brown coals as well as in households. With an annual mercury emission in Poland at the level of 10 Mg, the households emit 0.6 Mg. In the paper, studies on the mercury release in the coal and biomass combustion process in household boilers were conducted. The mercury release factors were determined for that purpose. For the analyzed samples the mercury release factors ranged from 98.3 to 99.1% for hard coal and from 99.5% to 99.9% for biomass, respectively. Due to the high values of the determined factors, the amount of mercury released into the environment mainly depends on the mercury content in the combusted fuel. In light of the obtained results, the mercury content in the examined hard coals was 6 times higher than in the biomass (dry basis). Taking the calorific value of fuels into account, the difference in mercury content between coal and biomass decreased, but its content in coal was still 4 times higher. The mercury content determined in that way ranged from 0.7 to 1.7 $\mu\text{g}/\text{MJ}$ for hard coal and from 0.1 to 0.5 $\mu\text{g}/\text{MJ}$ for biomass, respectively. The main opportunity to decrease the mercury emissions from households is offered by the use of fuels with a mercury content that is as low as possible, as well as by a reduction of fuel consumption. The latter could be obtained by the use of modern boilers as well as by the thermo-modernization of buildings. It is also possible to partially reduce mercury emissions by using dust removal devices.

**Piotr KUNECKI, Dorota CZARNA-JUSZKIEWICZ, Rafał PANEK,
Magdalena WDOWIN**

Instalacja pomiarowa do sorpcji rtęci z gazów na sorbentach stałych

SŁOWA KLUCZOWE: SORBENTY STAŁE, RTĘĆ ELEMENTARNA, GAZY ODLOTOWE, ZEOLITY, POPIÓŁ LOTNY

Problem emisji rtęci oraz potrzebę podjęcia działań w tym kierunku zauważono w roku 2013 w konwencji Minamata (UNEP 2013), stąd coraz częściej zaczynają pojawiać się prace i nowe przepisy nakazujące redukcję tego związku ze środowiska. W pracy przedstawiono problem usuwania rtęci z gazów odlotowych z uwagi na nowe restrykcje BREF/BAT, w których poruszono też problem potrzeby poszukiwania nowych wydajniejszych rozwiązań usuwania tego zanieczyszczenia. Zwrócono uwagę na problem występowania rtęci w spalinach w formie elementarnej oraz potrzebę realizowania testów laboratoryjnych. Zaprezentowano prototypową instalację do testów sorpcji rtęci elementarnej w czystym strumieniu gazu na sorbentach stałych. Instalację zbudowano w ramach projektu LIDER finansowanego przez Narodowe centrum Badań i Rozwoju w projekcie pt.: „Zastosowanie energetycznych surowców odpadowych do wychwytywania gazowych form rtęci ze spalin”. Instalacja służy do testów w warunkach laboratoryjnych, w której gazem nośnym rtęci elementarnej jest argon. Przy użyciu opisanej aparatury dokonano pierwszych testów na sorbencie zeolitowym. Testowanym materiałem był zeolit syntetyczny typu X otrzymany w wyniku dwustopniowej reakcji syntezy popiołu lotnego klasy C z wodorotlenkiem sodu. Aby zwiększyć powinowactwo chemiczne testowanego materiału względem rtęci, otrzymany materiał sorpcyjny poddano aktywacji jonami srebra (Ag^+) metodą wymiany jonowej, stosując azotan srebra (AgNO_3). Pierwszy test przeprowadzono w interwale czasowym 240 min. W tym czasie nie zarejestrowano przebiecia badanego złoża rtęcią, w związku z czym wnioskować można, że badany materiał może być obiecujący w opracowywaniu nowych rozwiązań wychwytywania rtęci w sektorze energetycznym. Przedstawione w artykule wyniki mogą być interesujące dla sektora energetycznego z uwagi na rozwiązanie kilku aspektów środowiskowych. Jednym z nich są testy sorpcji rtęci w celu opracowania nowych technologii oczyszczania spalin. Natomiast drugi aspekt porusza możliwość przedstawienia nowego kierunku zagospodarowania ubocznych produktów spalania, jakimi są popioły lotne.

Measuring the installation for mercury sorption from gases on solid sorbents

KEY WORDS: SOLID SORBENTS, ELEMENTAL MERCURY, FLUE GASES, ZEOLITES, FLY ASH

The issue of mercury emission and the need to take action in this direction was noticed in 2013 via the Minamata Convention. Therefore, more and more often, work and new law regulations are commencing to reduce this chemical compound from the environment. The paper presents the problem of removing mercury from waste gases due to new BREF/BAT restrictions, in which the problem of the need to look for new, more efficient solutions to remove this pollution was also indicated. Attention is paid to the problem of the occurrence of mercury in the exhaust gases in the elemental form and the need to carry out laboratory tests. A prototype installation for the sorption of elemental mercury in a pure gas stream on solid sorbents is presented. The installation was built as part of the LIDER project, financed by the National Center for Research and Development in a project entitled: “The Application of Waste Materials From the Energy Sector to Capture Mercury Gaseous Forms from Flue Gas”. The installation is used for tests in laboratory conditions in which the carrier gas of elemental mercury is argon. The first tests on the zeolite sorbent were made on the described apparatus. The tested material was synthetic zeolite X obtained as a result of a two-stage reaction of synthesis of fly ash type C with sodium hydroxide. Due to an increase, the chemical affinity of the tested material in relation to mercury, the obtained zeolite material was activated with silver ions (Ag^+) by an ion exchange using silver nitrate (AgNO_3). The first test was specified for a period of time of about 240 minutes. During this time, the breakthrough of the tested zeolite material was not recorded, and therefore it can be concluded that the tested material may be promising in the

development of new solutions for capturing mercury in the energy sector. The results presented in this paper may be of interest to the energy sector due to the solution of several environmental aspects. The first of them is mercury sorption tests for the development of new exhaust gases treatment technologies. On the other hand, the second aspect raises the possibility of presenting a new direction for the management and utilization of combustion by-products such as fly ash.

Wiesław BLASCHKE, Ireneusz BAIC

Poprawa parametrów rozdziału węgla w osadzarkach poprzez wstępne uśrednianie nadawy metodą odkamieniania na sucho

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, WZBOGACANIE W OSADZARKACH, UŚREDNIANIE NADAWY, SUCHA SEPARACJA

Nadawa urobku węglowego kierowana do wzbogacania grawitacyjnego składa się z węgla pochodzących z różnych pokładów i frontów eksploatacyjnych. Węgla te różnią się parametrami jakościowymi, a zwłaszcza ilością skały płonnej (kamienia) zmieniającymi się w czasie. Skutkuje to niestabilnością pracy, w szczególności osadzarek. Posiadają one wówczas stosunkowo małą dokładność ocenianą wskaźnikami rozproszenia prawdopodobnego lub imperfekcji. Pogarsza to jakość otrzymywanego koncentratu, którego parametry jakościowe zmieniają się w czasie. Poprawa pracy osadzarek możliwa byłaby poprzez uśrednianie nadawy. Proces ten jest praktycznie niemożliwy ze względu na niezaprojektowanie takiego węzła podczas budowy zakładów, które są w większości przypadków powiązane bezpośrednio z szybem. W artykule autorzy proponują rozwiązanie procesu uśredniania nadawy przed skierowaniem jej do procesu wzbogacania w osadzarkach poprzez wprowadzenie jej odkamieniania w wiracyjno-powietrznych separatorach typu FGX.

Improvement of the parameters of coal separation in jigs by the initial averaging of the feed using the dry deshaling method

KEY WORDS: HARD COAL, ENRICHMENT IN JIGS, AVERAGE FEEDS, DRY SEPARATION

The coal fed to gravity enrichment consists of coals coming from different deposits and exploitation fronts. These coals differ in quality parameters, especially the amount of gangue (stone) changing over time. This results in the instability of work, especially jiggers, which have a relatively low accuracy assessed by probable scattering or imperfection rates. This deteriorates the quality of the concentrate obtained, the quality parameters of which change over time. The improvement of jiggers work would be possible by averaging the feed. This process is practically impossible due to the failure to design such a node during plant construction, which are, in most cases, directly related to the shaft. In the article, the authors propose to solve the process of averaging the feed before directing it to the enrichment process in jiggers by introducing its deshaling in vibratory- air separators of the FGX type.

Jacek FELIKS, Beata KLOJZY-KARCZMARCZYK, Marek WIENCEK

Granulowanie mułów węglowych i ich mieszanek w celu poprawy właściwości transportowych

SŁOWA KLUCZOWE: GÓRNICTWO WĘGLA KAMIENNEGO, GRANULACJA, GRUDKOWANIE, ODPADY WYDOBYWCZE, MUŁY WĘGLOWE, PYŁY WĘGLOWE Z WĘGLA BRUNATNEGO

W trakcie procesów wzbogacania węgla w zakładach przeróbki mechanicznej kopalń węgla kamiennego powstają znaczne ilości mułów węglowych (grupa odpadów 01). Są to najdrobniejsze frakcje ziarnowe poniżej 1 mm, w których ziarna poniżej 0,035 mm stanowią do 60% ich składu, a ciepło spalania kształtuje się na poziomie 10 MJ/kg. Charakterystyczną cechą mułów jest ich duża wilgotność, która po procesie odwodnienia na prasach filtracyjnych osiąga wartość od 16–28% (W_{tot} r) (materiały archiwalne PG SILESIA). Droбноziarnistość i wysoka wilgotność materiału powodują duże trudności na etapie transportu, załadunku i wyładunku materiału. W pracy przedstawiono wyniki badań grudkowania (granulowania) mułów węglowych samodzielnie oraz grudkowania mułów węglowych z materiałem dodatkowym, który ma za zadanie poprawić właściwości energetyczne mułów. Sam proces grudkowania ma przede wszystkim poprawić możliwości transportowe. Podjęto wstępne badania pozwalające na wykazanie zmian parametrów poprzez sporządzanie mieszanek mułów węglowych (PG SILESIA) z pyłami węglowymi z węgla brunatnego (LEAG). Przeprowadzono proces grudkowania mułów oraz ich mieszanek na laboratoryjnym grudkowniku wibracyjnym konstrukcji AGH. W wyniku przeprowadzonych badań można stwierdzić, że wszystkie mieszanki są podatne na proces grudkowania (granulowania). Proces ten poszerza niewątpliwie możliwości transportowe materiału. Skład ziarnowy uzyskanego materiału po grudkowaniu jest zadawalający. Grudki o wymiarze 2–20 mm stanowią 90–95% masy produktu. Wytrzymałość (odporność) na zrzuty grudek świeżych jest zadawalająca i porównywalna dla wszystkich mieszanek. Świeże grudki poddane próbie na zrzuty z wysokości 700 mm wytrzymują od 7 do 14 zrzutów. Odporność na zrzuty grudek materiału po dłuższym sezonowaniu, z wysokości 500 mm wykazuje wartości odmienne dla analizowanych próbek. Wartości uzyskane dla mułów węglowych oraz ich mieszanek z pyłami węglowymi z węgla brunatnego kształtują się na poziomie 4–5 zrzutów. Uzyskana wytrzymałość jest wystarczająca dla stwierdzenia możliwości ich transportu. Na tym etapie pracy można stwierdzić, że dodatek pyłów węglowych z węgla brunatnego nie powoduje pogorszenia wytrzymałości materiału w odniesieniu do czystych mułów węglowych. Nie ma zatem negatywnego wpływu na możliwości transportu materiału zgranulowanego. W wyniku mieszania z pyłami węglowymi można natomiast podnieść ich wartość energetyczną (Kłojzy-Karczmarczyk i in. 2018). Nie prowadzono analizy kosztowej analizowanego przedsięwzięcia.

Granulating coal sludge and their mixtures to improve transport properties

KEY WORDS: HARD COAL MINING, GRANULATION, EXTRACTIVE WASTE, COAL SLUDGE, COAL DUST FROM LIGNITE

Significant quantities of coal sludge are created during the coal enrichment processes in the mechanical processing plants of hard coal mines (waste group 01). These are the smallest grain classes with a grain size below 1 mm, in which the classes below 0.035 mm constitute up to 60% of their composition and the heat of combustion is at the level of 10 MJ/kg. The high moisture of coal sludge is characteristic, which after dewatering on filter presses reaches the value of 16–28% (W_{tot} r) (archival paper PG SILESIA). The fine-grained nature and high moisture of the material cause great difficulties at the stage of transport, loading and unloading of the material. The paper presents the results of pelletizing (granulating) grinding of coal sludge by itself and the piling of coal sludge with additional material, which is to improve the sludge energy properties. The piling process itself is primarily intended to improve transport possibilities. Initial tests have been undertaken to show changes in parameters by preparing coal sludge mixtures (PG SILESIA) with lignite coal dusts (LEAG). The process of piling sludge and their mixtures on an AGH laboratory vibratory grinder construction was carried out. As a result of the tests, it can be concluded that all mixtures are susceptible to granulation. This process undoubtedly broadens the transport possibilities of the

material. The grain composition of the obtained material after granulation is satisfactory. Up to 2 to 20 mm granules make up 90–95% of the product weight. The strength of the fresh pellets is satisfactory and comparable for all mixtures. Fresh lumps subjected to a test for discharges from a height of 700 mm can withstand from 7 to 14 discharges. The strength of the pellets after longer seasoning, from the height of 500 mm, shows different values for the analyzed samples. The values obtained for hard coal sludge and their blends with brown coal dust are at the level from 4 to 5 discharges. The strength obtained is sufficient to determine the possibility of their transport. At this stage of the work it can be stated that the addition of coal dust from lignite does not cause the deterioration of the material's strength with respect to clean coal sludge. Therefore, there is no negative impact on the transportability of the granulated material. As a result of mixing with coal dusts, it is possible to increase their energy value (Klojzy-Karczmarczyk et al. 2018). The cost analysis of the analyzed project was not carried out.

XXXII Konferencja Zakopane 2018

na temat:

Sektor paliw i energii wobec nowych wyzwań

ZESZYTY NAUKOWE NR 105

Spis referatów XXXII Konferencji – CZĘŚĆ 3

Andrzej P. SIKORA, Mateusz SIKORA

Nowa era w światowym rynku LNG

SŁOWA KLUCZOWE: GAZ ZIEMNY, SKROPLONY GAZ ZIEMNY, LNG, POSZUKIWANIE, WYDOBYCIE, PODAŻ, POPYT, CENA, RYZYKO

Rok 2017 w ponad 150-letniej historii węglowodorów będzie jednym z wielu podobnych. Ale dla skroplonego gazu ziemnego będzie rokiem przełomu. W Azji liderem wzrostu importu stały się Chiny, wychodząc na drugiego światowego importera, wyprzedzając nawet Koreę Południową i mocno rywalizując z Japonią. Otwarto Kanał Panamski dla handlu LNG i „drogę północną” tak, że pojawiły się w Europie dostawy rosyjskiego gazu skroplonego. Rok 2017 stał pod znakiem dramatycznego skracania długości zawartych kontraktów *long-term*, krótszych ich kadencji i zmniejszania wolumenów – czyli był kolejnym okresem urynkowania *commoditization* handlu tym surowcem energetycznym. Artykuł opisuje bieżący stan produkcji i handlu LNG w 2018 roku. Koncentruje się na wydobyciu gazu ziemnego w Stanach Zjednoczonych, Katarze, Australii, Rosji jako krajów mogących produkować i dostarczać LNG do Unii Europejskiej. Szczegółowo przeanalizowano kwestię cen i warunków kontraktów w 2017 r. Autorzy podkreślają, że rynek obecnie cechuje nadpodaż i utrzyma się ona co najmniej do połowy 2020 r. Novatek, Total – liderzy projektu Yamal-LNG – oddali do użytku instalację skraplającą na 5,5 mln Mg/r., a tankowiec Christophe de Margerie był pierwszą komercyjną jednostką, która pokonała trasę do Norwegii, a później dalej do Wielkiej Brytanii bez pomocy lodołamaczy i ustanowiła nowy rekord na Północnej Drodze Morskiej. W 2017 r. rosyjski koncern zwiększył udział w europejskim rynku gazu z 33,1 do 34,7%. Rosja, ale i Norwegia wyeksportowały w 2017 r. do Europy (i Turcji) rekordowe wolumeny „rurowego” – klasycznego gazu ziemnego, odpowiednio 194 i 122 mld m³, czyli o 15 i 9 mld m³ gazu ziemnego więcej niż w 2016 roku. Jeszcze w 2016 r. stawiano tezę, że Rosja łatwo nie odda swojej strefy wpływów i będzie robić wszystko oraz wykorzystywać najróżniejsze mechanizmy, nie tylko rynkowe, by inny niż rosyjski gaz ziemny był po prostu droższy i ekonomicznie mniej opłacalny. Podkreślano również, że presja, jaką wywiera na Rosjanach cały czas technicznie możliwe i ekonomicznie opłacalne przekierowanie do europejskich terminali metanowców wyładowanych amerykańskim LNG powoduje, że Gazprom nie ma wyboru i musi dopasowywać swoje ceny. Amerykanie, ale i każdy inny dostawca (Australia?) po prostu mogą to zrobić i sama ta świadomość po prostu wystarcza, by rosyjski gaz musiał być obecny w Europie w dobrej cenie.

A new era on the world LNG market

KEY WORDS: NATURAL GAS, LIQUEFIED NATURAL GAS, LNG, EXPLORATION, PRODUCTION, SUPPLY, DEMAND, PRICE, RISK

In the over 150 years of hydrocarbon history, the year 2017 will be one of the many similar. However, it will be a breakthrough year for liquefied natural gas. In Asia, China grew to become the leader of import growth, becoming the second world importer, overtaking even South Korea and chasing Japan. The Panama Canal for LNG trade and the “Northern Passage” was opened, so that Russian LNG supplies appeared in Europe. The year 2017 was marked by a dramatic shortening of the length of long-term concluded contracts, their shorter tenure and reduction of volumes – that is, it was another period of market commoditization of this energy resource. The article describes the current state of LNG production and trade till 2018. It focuses on natural gas production in the United States, Qatar, Australia, Russia as countries that can produce and supply LNG to the European Union. The issue of prices and the contracts terms in 2017 was analyzed in detail. The authors stress that the market is currently characterized by an oversupply and will last at least until mid-2020. Novatek, Total – Yamal-LNG project leaders have put the condensing facility at 5.5 million tons into operation. The Christophe de Margerie oil tanker was the first commercial unit to cross the route to Norway and then further to the UK without icebreakers and set a new record on the North Sea Road. In 2017, the Russian company increased its share in the European gas market from 33.1 to 34.7%. In 2017, Russia and Norway exported record volumes of „tubular” – classic natural gas to Europe (and Turkey), 194 and 122 billion m³ respectively, which is 15 and 9 billion m³ more natural gas than in 2016. The thesis was put forward that Russia would not easily give up its sphere of influence and would do everything and use various mechanisms, not only on the market, that it would simply be more expensive and economically unprofitable than natural gas. It was also emphasized that the pressure of the technically possible and economically viable redirection to European terminals of methane carriers landed in the American LNG, results in Gazprom not having a choice but to adjust its prices. The Americans, but also any other supplier (Australia?) can simply do the same and this awareness alone is enough for Russian gas to be present in Europe at a good price.

Maciej SOŁTYSIK

Klastry energii jako narzędzie budowy energetyki obywatelskiej

SŁOWA KLUCZOWE: KLASTRY ENERGII, ENERGETYKA ROZPROSZONA, ENERGETYKA OBYWATELSKA, SYSTEM ELEKTROENERGETYCZNY

Analiza funkcjonowania systemu elektroenergetycznego (SEE) oraz zachowań uczestników rynku energii pozwala zidentyfikować występujące na przestrzeni lat trendy, w tym te związane z ewolucją profilu zapotrzebowania na energię elektryczną i moc. Problemy bilansowe z pokryciem zapotrzebowania na moc szczytową mają charakter zarówno krótko, jak i długoterminowy, co implikuje konieczność zmian w sektorze wytwarzania energii elektrycznej. Obok istniejących, „silosowych”, systemowych jednostek wytwórczych, sukcesywnie znaczenia nabiera budowa energetyki rozproszonej realizowanej w formule obywatelskiej w ramach gmin samowystarczalnych energetycznie i klastrów energii. Wsparcie dla tych programów realizowane jest zarówno na poziomie ustawodawczym, jak i w ramach konkretnych konkursów oraz działań ministerialnych. Odczuwalne jest także wsparcie finansowe realizowane m.in. przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej i Regionalne Programy Operacyjne. Jednym z działań promujących ideę klasteryzacji było przeprowadzenie przez Ministerstwo Energii konkursu na certyfikowany klaster energii. Jego celem była promocja i rozwój energetyki rozproszonej, która służyłaby poprawie bezpieczeństwa energetycznego w wymiarze lokalnym, a także mogłaby stanowić bazę wiedzy niezbędnej w pracach planistycznych i opracowywaniu polityki energetycznej państwa. Na tle potrzeb planistycznych oraz operacyjnych związanych z funkcjonowaniem SEE w referacie przedstawiono syntetyczną analizę wyników konkursu na certyfikowany klaster energii. Przedstawiono informacje dotyczące planów inwestycyjnych w nowe moce wytwórcze, z uwzględnieniem ich rodzaju oraz mocy i kosztów. Dokonano również charakterystyki pokrycia zapotrzebowania na energię elektryczną w klastrach, pochodzącej z własnych źródeł dla trzech perspektyw czasowych

Energy clusters as an tool in the development of the civic energy sector

KEY WORDS: ENERGY CLUSTERS, DISTRIBUTED GENERATION, CIVIC ENERGY, POWER SYSTEM

An analysis of the power system functioning and the behaviors of the energy market participants allows the trends taking place within years to be identified, including these associated with the evolution of the electric energy and power demand profiles. The problems of balancing the peak power demand are of both a short and long term nature, which implies the need for changes in the electricity generation sector. Apart from the existing “silo-type” generation units, the construction of distributed energy sources implemented in the civic formula in the framework of self-sufficient energy communes and energy clusters is becoming increasingly important. Support for these programs is realized both at the legislative level, as well as within dedicated competitions and ministerial activities. The financial support carried out by the National Fund for Environmental Protection and Water Management and the Regional Operational Programs is also noticeable. One of the activities aimed at spreading the idea of clustering was the competition for certified energy clusters, conducted by the Ministry of Energy. The goal of the contest was the promotion and development of the distributed energy sector, which could be used for the improvement of energy security in the local manner and constitute a basis for the knowledge necessary in planning and developing the state’s energy policy. The paper presents a synthetic analysis of the results of the competition for a certified energy cluster from the perspective of planning and operational needs related to the functioning of the power system. Further, the information about the investment plans of new generation capacities, including their breakdown with respect to type, achievable power and costs has been provided. Also, the balancing of the demand for electric energy by own generation within the energy clusters has been characterized for three time perspectives.

Katarzyna STALA-SZLUGAJ

Międzynarodowy rynek węgla energetycznego – stan aktualny i perspektywy

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL ENERGETYCZNY, EKSPORT, IMPORT, CENY

Celem artykułu jest charakterystyka międzynarodowego rynku węgla energetycznego bazująca na najnowszych dostępnych danych. Informacje sięgają pierwszej połowy 2018 roku. W artykule skupiono się na opisie trzech największych eksporterów i importerów węgla energetycznego. Reprezentantów w wymienionych kategoriach wyłoniono posługując się najnowszymi światowymi statystykami dotyczącymi 2017 roku. W 2017 r. światowa produkcja węgla energetycznego wyniosła 5,68 mld ton i przewyższyła produkcję z 2016 r. o 4%. Od kilku lat niezmiennie światową czołówkę eksporterów węgla energetycznego stanowią: Indonezja, Australia i Rosja. Łącznie te trzy państwa w 2017 r. dostarczyły na rynek międzynarodowy 73% węgla energetycznego. Natomiast za 46% importu węgla energetycznego w skali globalnej (dane za 2017 r.) odpowiadają trzy kraje azjatyckie: Chiny, Indie i Japonia. W przypadku każdego z tych sześciu wymienionych państw (czyli dla: trzech głównych światowych eksporterów i trzech głównych światowych importerów) w artykule zaprezentowano wolumeny odnoszące się do produkcji, eksportu lub importu węgla. Zamieszczono także kierunki dostaw lub głównych eksporterów węgla do danego kraju. Pod koniec artykułu przedstawiono sytuację cenową, jaka wystąpiła na w pierwszej połowie 2018 roku na rynku europejskim oraz azjatyckim.

International steam coal market – current status and perspectives

KEY WORDS: STEAM COAL, EXPORT, IMPORT, PRICES

The purpose of the article was to characterize the international steam coal market based on the latest available data. The information goes back to the first half of 2018. The article focuses on the description of the three largest exporters and importers of steam coal. Representatives in these categories were selected using the latest global statistics on 2017. In 2017, global production of steam coal amounted to 5.68 billion tons and exceeded production in 2016 by 4%. For several years, invariably the world's leading exporters of steam coal are: Indonesia, Australia and Russia. In total, these three countries in 2017 supplied 73% of steam coal to the international market. However, for the 46% of global steam coal imports (data for 2017), three Asian countries are responsible: China, India and Japan. For each of the six listed countries (i.e. for: three major global exporters and three major global importers), the paper presents volumes related to coal production, export or import. The directions of deliveries or major coal exporters to a given country were also included. At the end of the article, the price situation was presented, as it appeared in the first half of 2018 on the European and Asian markets.

Zbigniew GRUDZIŃSKI

Rozwój międzynarodowych rynków węgla energetycznego

SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL KAMIENNY, PRODUKCJA, ZUŻYCIE, CENY, PROGNOZA CEN WĘGLA ENERGETYCZNEGO

W artykule omówiono zagadnienia związane z rozwojem międzynarodowych rynków węgla. W 2017 r. produkcja węgla kamiennego wzrosła o 3,1% po dwuletnim spadku. Udział węgla energetycznego w porównaniu z 2010 rokiem nie zmienił się. W globalnym zużyciu pierwotnych nośników energii udział węgla zmniejszył się do 28%. W UE ten wskaźnik jest dwukrotnie mniejszy. BP szacuje obecnie wystarczalność światowych zasobów węgla na 118 lat – jest to trzy razy więcej niż wystarczalność ropy i gazu. Produkcja węgla w świecie jest obecnie na poziomie niewiele wyższym od 2010 roku. Średnioroczne tempo wzrostu wynosi dla węgla 0,5%, dla ropy 1,5% i dla gazu 2,2%. Odmienna jest sytuacja w UE. Zarówno w produkcji, jak i w zużyciu mamy wyraźne tendencje spadkowe. Światowe prognozy wzrostu gospodarczego obecnie są oceniane optymistycznie, mimo występujących wielu zagrożeń. Jest to ważny wskaźnik pośrednio mówiący o zapotrzebowaniu na energię. Handel międzynarodowy węglem obejmuje około 15–20% produkcji. Chiny są kluczowe dla międzynarodowego rynku węgla. Jest to największy producent, konsument i importer węgla. Obecnie prognozy znajdują się pod silną presją sytuacji cenowej. Takie poziomy cen były obserwowane ponad siedem lat temu. Ceny te nie powinny się utrzymać w kolejnych latach. Średnia cena w prognozie do 2022 roku jest na poziomie 75 USD/tonę.

The development of the international steam coal market

KEY WORDS: STEAM COAL MARKET HARD COAL, PRODUCTION, CONSUMPTION, PRICES, FORECAST OF THERMAL COAL 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 the lower demand from China and the US. 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 the 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/ton 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 tons in 2016. A decline by 4.8% is expected in 2019 primarily due to the expected reduction in demand in major importing countries in Asia.

Urszula OZGA-BLASCHKE

Ceny węgla koksowego na rynku międzynarodowym – sytuacja bieżąca i prognozy

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

W okresie ostatnich dwóch lat ceny węgla koksowego były najbardziej niestabilne wśród głównych towarów masowych. Po stronie podaży najważniejszym czynnikiem determinującym ruch cen węgla były problemy pogodowe wpływające na eksport węgla z Australii (Queensland), gdzie koncentruje się produkcja najlepszych jakościowo węgla koksowych. Po stronie popytowej istotnym czynnikiem jest rosnąca na rynku rola Chin, które, będąc największym światowym producentem i konsumentem węgla metalurgicznych, stały się również jego największym importerem. Dominujący, około 75% udział Chin w światowym rynku *spot* powoduje, że stopień ich aktywności wpływa na okresowe spadki lub wzrosty cen w handlu międzynarodowym, a ceny na bazie CFR Chin (obok cen FOB węgla australijskiego) stały się ważnymi wskaźnikami do monitorowania tendencji rynkowych i wyznaczania poziomów negocjowanych benchmarków. Wyjątkowa niestabilność na rynku doprowadziła w połowie 2017 r. do zmiany kwartalnego mechanizmu ustalania cen dla kontraktowych ładunków węgla *hard premium* na stosowanie formuły, która zakłada wycenę ich kwartalnych wolumenów na podstawie średniej z koszyka indeksów cen spotowych. Odzwierciedla to szerszy trend zmieniającego się rynku, wraz z rosnącą aktywnością rynku *spot*. W artykule opisano bieżącą sytuację na międzynarodowym rynku węgla koksowego oraz przedstawiono krótkoterminowe prognozy cen węgla koksowego *hard premium* (PHCC LV), które są punktem odniesienia dla ustalania cen pozostałych typów węgla metalurgicznych (*hard standard*, *semi-soft*, PCI).

Coking coal prices on the international market – the current situation and forecasts

KEYWORDS: COKING COAL, INTERNATIONAL MARKET, PRICES, CONTRACTS, SPOT MARKET

Over the past two years, coking coal prices have been the most volatile among major bulk commodities. On the supply side, the most important factor determining the movement of coal prices were weather problems affecting the exports of coal from Australia (Queensland), where the

production of the best quality coking coals is concentrated. On the demand side, an important factor is the growing role of China on the market, which, being the world's largest producer and consumer of metallurgical coal, has also become its largest importer. The dominant, about 75% share of China in the global spot market has resulted in their level of activity influencing the periodic price decreases or increases in international trade and prices based on CFR China (along with Australian FOB prices) have become important indicators to monitor market trends and determine levels of negotiated benchmarks. The exceptional volatility on the market led to a change in the quarterly price fixing mechanism for hard-load hard coal contractors in mid-2017 to apply a formula that assumes the valuation of their quarterly volumes based on the average of the basket of spot price indices. This reflects the broader trend of the evolving market, with growing spot market activity. The article describes the current situation on the international coking coal market and presents short-term forecasts for hard coking hard coal prices (PHCC LV), which are a reference point for fixing prices of other types of metallurgical coal (hard standard, semi-soft, PCI).

**Tomasz MIROWSKI, Eugeniusz MOKRZYCKI, Mariusz FILIPOWICZ,
Krzysztof SORNEK**

Charakterystyka wybranych technologii produkcji energii z biomasy w energetyce rozproszonej

SŁOWA KLUCZOWE: OZE, KOTŁY NA BIOMASĘ, KOGENERACJA, BIOMASA, PELET, TORYFIKACJA, BIEWĘGIEL

Zmiany, które dokonują się na krajowym rynku paliw stałych, w szczególności prognozy dotyczące wzrostu cen, a także rosnące wymagania związane z przestrzeganiem obowiązujących norm ochrony środowiska, powodują wzrost zainteresowania odnawialnymi źródłami energii, zwłaszcza biomasą, wiatrem i promieniowaniem słonecznym. Źródła te umożliwiają osiągnięcie redukcji emisji CO₂, a tym samym uniknięcie kosztów środowiskowych po 2020 roku. Dlatego też istotne znaczenie w tym zakresie będzie miał rozwój energetyki rozproszonej, która wyposażona w kotły biomasowe, kotły gazowe i wysokosprawne CHP, umożliwi spełnienie obowiązujących norm w zakresie efektywności energetycznej oraz emisji zanieczyszczeń do powietrza. Trzeba podkreślić, że podejmowane działania związane z ograniczeniem emisji (ustawa antysmogowa) będą przyczyniać się do zmniejszenia zużycia węgla w sektorze drobnych odbiorców (gospodarstwa domowe, rolnictwo oraz pozostali odbiorcy) na korzyść biomasy bądź innych źródeł odnawialnych. W artykule dokonano przeglądu wybranych technologii biomasowych:

- . kotły opalane biomasą rozdrobnioną (fluidalne, pyłowe oraz rusztowe),
- . kotły do spalania słomy,
- . układy kogeneracyjne zasilane biomasą,
- . toryfikacja i karbonizacja biomasy.

W wymienionych technologiach biomasowych pokłada się nadzieję na ich dynamiczny rozwój i praktyczne zastosowanie w najbliższych latach, a tym samym na poprawę trudnej sytuacji w sektorze energetyki rozproszonej w zakresie mocy do 50 MW.

Characteristic of selected biomass technologies in distributed energy sector

KEY WORDS: RES, BIOMASS BOILERS, COGENERATION, BIOMASS, PELLET, TORREFACTION, BIOCHAR

The changes in the domestic solid fuel market (including forecasted increases in the fuel prices) and the growing requirements related to actual environmental standards, result in increased interest in renewable energy sources, such as biomass, wind and solar energy. These sources will allow to achieve reduction in the CO₂ emission, and consequently – avoid environmental costs after 2020. Therefore, the development of distributed energy systems, based on the use of biomass boilers, gas boilers and high efficiency combined heat and power units, will enable the fulfillment of current standards in the field of energy efficiency and emission of pollutants to the atmosphere. It should be emphasized that the actions taken to reduce emissions (e.g. anti-smog act) will contribute to reducing coal consumption in the municipal and housing sector (households, agriculture and other customers) in favor of biomass and other renewable energy sources. The article reviews selected biomass technologies:

- . fluidized, dust and grate boilers,
- . straw-fired boilers,
- . cogeneration systems powered by biomass,
- . torrefaction and biomass carbonisation.

The mentioned technologies are characterized by a high potential of in the field of dynamic development and practical application in the coming years. Thus, they can improve difficult situation in the distributed energy sector with a capacity up to 50 MW.

Tadeusz OLKUSKI, Katarzyna STALA-SZLUGAJ

Międzynarodowy rynek pelletów drzewnych

SŁOWA KLUCZOWE: BIOMASA, ZRĘBKI, PELLETY, CENY

Biomasa jest jednym z najczęściej wykorzystywanych źródeł energii odnawialnej. Drewno od wieków służyło człowiekowi do ogrzewania swoich domostw, a w dzisiejszych czasach jest istotne podczas wytwarzania energii elektrycznej. W artykule omówiono zagadnienia prawne związane z biomasą, przedstawiono klasyfikację biomasy do celów energetycznych, parametry jakościowe wybranych paliw ekologicznych, wymagania jakościowe dotyczące biomasy, a także handel biomasą w świecie. W artykule porównano wymagania jakościowe stawiane biomasie kupowanej przez poszczególne spółki z sektora elektroenergetycznego (głównie wymiary, wartość opałową, zawartość wilgoci, zawartość popiołu, siarki i chloru). Wykonano także analizę ceny pelletów drzewnych na rynkach międzynarodowych, reprezentowanych przez giełdy: RBCN, EEX oraz BALTPool. Z analizy rynku wyraźnie wynika, że międzynarodowy rynek pelletu przemysłowego zdominowany jest przez handel międzykontynentalny, dotyczy to głównie wymiany pomiędzy Stanami Zjednoczonymi Ameryki Północnej, jako producentem, i Europą, jako konsumentem. Najwięcej biomasy importuje Wielka Brytania, przede wszystkim dla swojej elektrowni biomasowej Drax, a biomasa ta pochodzi z USA i Kanady. Oprócz Wielkiej Brytanii znaczącymi importerami pelletu drzewnego są Holandia, Belgia i Dania. Sądząc po zainteresowaniu polskich firm energetycznych zakupem biomasy, również w Polsce należy spodziewać się rozwoju rynku biomasowego.

International Biomass Market

KEY WORDS: BIOMASS, WOOD CHIPS, PELLETS, PRICES

Biomass is one of the most frequently used sources of renewable energy. For centuries, wood has been used by people to heat their homes, and nowadays it is also used to generate electricity. The article discusses legal issues related to biomass, classification of biomass for energy purposes, quality parameters of selected ecological fuels, quality requirements for biomass, as well as biomass trade in the world. The article compares the quality requirements for biomass purchased by individual companies from the power sector (mainly dimensions, calorific value, moisture content, ash content,

sulfur and chlorine). An analysis of the price of wood pellets on international markets, represented by the biomass stock exchanges: RBCN, EEX and BALTPool was also performed. The market analysis clearly shows that the international market for industrial pellets is dominated by intercontinental trade, which mainly concerns exchanges between the United States of America as a producer and Europe as a consumer. The largest amount of biomass is imported by the United Kingdom, mainly for its Drax biomass power plant, and this biomass comes from the USA and Canada. In addition to Great Britain, significant importers of wood pellets are the Netherlands, Belgium and Denmark. Judging by the interest of Polish energy companies in the purchase of biomass, also in Poland, the development of the biomass market should be expected.

Anna KIELERZ, Waldemar BEUCH, Robert MARZEC

Węgiel w energetyce zawodowej a polski miks energetyczny

**SŁOWA KLUCZOWE: WĘGIEL, ENERGETYKA ZAWODOWA, MIKS ENERGETYCZNY, GAZY
CIEPLARNIANE**

Węgiel jest w Polsce dostępnym paliwem konwencjonalnym, zapewniającym bezpieczeństwo i niezależność energetyczną kraju. Z tego powodu energetyka konwencjonalna powinna pozostać oparta na węglu, jednocześnie zapewniając optymalną rozbudowę energetyki opartej na OZE. Takie rozwiązanie zapewnia bezpieczeństwo energetyczne kraju, mające podstawy w paliwie kopalnym, jakim jest węgiel, dzięki czemu jesteśmy i będziemy niezależni od zawirowań politycznych i koniunkturalnych na światowych rynkach. 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. Przy obecnej polityce Unii Europejskiej w zakresie redukcji emisji tzw. gazów cieplarnianych i podobnych tendencji światowych, co znalazło swoje odzwierciedlenie w porozumieniu paryskim z 2015 roku, jako kraj będziemy zmuszeni do znacznego zwiększenia udziału energii z OZE w krajowym bilansie energetycznym. Proces ten nie może się jednak odbić na bezpieczeństwie energetycznym oraz stabilności i ciągłości dostaw energii elektrycznej do konsumentów. Poszukiwanie kompromisu jest przy obecnym miksie energetycznym Polski najlepszą drogą do jego stopniowej zmiany, przy równoczesnym nieeliminowaniu żadnego źródła wytwarzania. Wiadomo, że Polska nie może być samotną wyspą energetyczną w Europie i na świecie, który coraz bardziej rozwija technologie rozproszone/ /odnawialne oraz technologie magazynowania energii. Bez energii z OZE i przy dalszym spadku udziału węgla w krajowym miksie energetycznym staniemy się importerem energii elektrycznej i zależność energetyczna Polski będzie rosła.

Coal in the energy sector and the Polish energy mix

KEY WORD: COAL, ENERGY SECTOR, ENERGY MIX, GREENHOUSE GASES

Coal in Poland is an available conventional fuel providing energy security and independence of the country. Therefore, conventional energy generation should be based on coal with the optimal development of renewable energy sources. Such a solution secures the energy supply based on coal and the independence of political and economic turmoil of global markets. Polish coal reserves can secure the energy supply for decades. Coal will surely be important for energy security in the future

despite the growing share of oil and gas in energy mix. The development of renewable power generation will be possible with the conventional energy generation offsetting volatile renewable power generation as Poland's climate doesn't allow for the stable and effective use of renewable energy sources. Considering the policy of the European Union with respect to emission reductions of greenhouse gasses and general trends as reflected in the Paris agreement in 2016, as a country we will be forced to increase renewable energy production in our energy mix. However, this process cannot impact the energy security of the country and stability and the uninterrupted supply of energy to consumers. Therefore seeking the compromise with the current energy mix in Poland is the best way to its gradual change with the simultaneous conservation of each of the sources of energy. It's obvious that Poland can not be lonely energy island in Europe and in the world, which increasingly develops distributed energy and/ renewable technologies as well as energy storage ones. One can notice that without renewable generation and the reduction of coal's share in country's energy mix we will become the importer of electricity with raising energy dependence.

Beata KLOJZY-KARCZMARCZYK, Jarosław STASZCZAK

Zastosowanie mułów węglowych do uszczelnienia składowisk odpadów komunalnych – rozpoznanie możliwości

SŁOWA KLUCZOWE: GÓRNICTWO WĘGLA KAMIENNEGO, MUŁY WĘGLOWE, ZAGOSPODAROWANIE ODPADÓW, WARSTWY IZOLUJĄCE, SKŁADOWISKA ODPADÓW KOMUNALNYCH, ZAMYKANIE SKŁADOWISK

Wprowadzane nowe przepisy legislacyjne, regulujące w naszym kraju obrót paliwami stałymi, zwracają uwagę na konieczność rozwijania i doskonalenia sposobów i metod zagospodarowania mułów węglowych z węgla kamiennego. Celem pracy było wykazanie, czy parametry filtracyjne (głównie współczynnik filtracji) mułów węglowych są wystarczające do budowy warstw izolujących na składowiskach na etapie ich zamykania i jakie jest zapotrzebowanie na materiał w przypadku takiego postępowania. Analizę przeprowadzono dla składowisk odpadów komunalnych na obszarze województw opolskiego, śląskiego i małopolskiego. Dla mułów węglowych z górnictwa węgla kamiennego wartości współczynnika filtracji mieszczą się w zakresie 10–8–10–11 m/s, przy średniej wartości $3,16 \times 10^{-9}$ m/s. Można wnioskować, że materiał ten spełnia zasadniczo kryteria szczelności dla przepływów poziomych i często też pionowych. Przy zagęszczaniu, wzrastającym obciążeniu czy mieszaniu z popiołami lotnymi ze spalania węgla kamiennego oraz iłami osiągnąć współczynnik filtracji często obniża swoje wartości. Na podstawie przeprowadzonej analizy można sądzić, że muły węglowe mogą zostać wykorzystane do budowy mineralnych barier izolujących. Na koniec roku 2016 na obszarze województw opolskiego, śląskiego i małopolskiego czynnych było 50 składowisk odpadów komunalnych. Jedynie 36 z nich uzyskało status instalacji regionalnej, blisko 1/3 obiektów znajduje się w zasięgu Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP). Pozostałe składowiska zostaną przeznaczone do zamknięcia. Zakładając konieczność zamknięcia wszystkich czynnych obecnie składowisk odpadów komunalnych, zapotrzebowanie na muły węglowe wynosi ogółem 1 779 000 m³, co przy przyjętych założeniach daje masę 2 704 080 Mg. Całkowita ilość wytwarzania mułów węglowych jest w Polsce bardzo duża. Tylko dwie podstawowe grupy górnicze wytwarzają rocznie łącznie około 1 500 000 Mg mułów węglowych. Budowa warstw izolujących na składowiskach odpadów obojętnych, niebezpiecznych oraz innych niż niebezpieczne i obojętne jest interesującym rozwiązaniem. Takie zastosowanie jest perspektywiczne, ale nie rozwiąże całościowo problemu związanego z wytwarzaniem i zagospodarowaniem tego materiału odpadowego. Istotne jest poszukiwanie kolejnych rozwiązań.

The use of coal sludge to isolation municipal landfills – recognition of the possibility

KEY WORDS: HARD COAL MINING, COAL SLUDGE, WASTE MANAGEMENT, INSULATING LAYERS, MUNICIPAL WASTE LANDFILLS, CLOSURE OF LANDFILLS

The new legislative provisions, regulating the trade in solid fuels in our country, draw attention to the need to develop and improve methods and methods of managing hard coal sludge. The aim of the work was to show whether filtration parameters (mainly the permeability coefficient) of hard coal sludge are sufficient for construction of insulating layers in landfills at the stage of their closing and what is the demand for material in the case of such a procedure. The analysis was carried out for landfills for municipal waste in the Opolskie, Śląskie and Małopolskie provinces. For hard coal sludge, the permeability coefficient values are in the range of 10^{-8} – 10^{-11} m/s, with the average value of 3.16×10^{-9} m/s. It can be concluded that this material generally meets the criteria of tightness for horizontal and often vertical flows. When compaction, increasing load or mixing with fly ash from hard coal combustion and clays, the achieved permeability coefficient often lowers its values. Based on the analysis, it can be assumed that hard coal sludge can be used to build mineral insulating barriers. At the end of 2016, 50 municipal landfills were open in the Opolskie, Śląskie and Małopolskie Provinces. Only 36 of them have obtained the status of a regional installation, close to 1/3 of the municipal landfill are within the Major Groundwater Basin (MGB) range. The remaining storage sites will be designated for closure. Assuming the necessity to close all currently active municipal waste landfills, the demand for hard coal sludge amounts to a total of 1,779,000 m³ which, given the assumptions, gives a mass of 2,704,080 Mg. The total amount of hard coal sludge production is very high in Poland. Only two basic mining groups annually produce a total of about 1,500,000 Mg of coal sludge. The construction of insulating layers in landfills of inert, hazardous and non-hazardous and inert wastes is an interesting solution. Such an application is prospective, but it will not solve the problem related to the production and management of this waste material as a whole. It is important to look for further solutions.

Piotr PASIOWIEC, Jerzy WAJS, Klaudia BAŃCZYK, Janusz BABCZYŃSKI, Barbara TORA

Nowoczesne rozwiązania w układach klasyfikacji ziarnowej – zastosowanie przesiewaczy produkcji PROGRESS ECO

SŁOWA KLUCZOWE: WZBOGACANIE WĘGLA, KWK BUDRYK, PRZESIEWACZE, SITA SZCZELINOWE

W ostatnich latach KWK Budryk udostępniła poziom 1300 m, gdzie znajduje się około 160 mln ton węgla, w tym około 120 mln ton węgla koksowego typu 35. Podjęto zadanie kompleksowej modernizacji Zakładu Wzbogacania Węgla. W artykule przedstawiono modernizację układów przesiewania, klasyfikacji i odwadniania węgla w Zakładzie Wzbogacania Węgla KWK Budryk i wdrożenie przesiewaczy firmy PROGRESS ECO sp. z o.o. sp.k. W projekcie modernizacji określono następujące wymagania techniczne dotyczące wszystkich przesiewaczy w projekcie rozbudowy Zakładu Przeróbczego KWK Budryk:

- . przesiewacze wibracyjne o napędzie typu liniowego z jednostką napędową umieszczoną na belce napędowej przesiewacza w postaci generatorów drgań;
- . napędy przesiewaczy wyposażone w urządzenie rozruchowo-hamujące;

- . zastosowanie łożysk głównych napędu przesiewacza o nominalnym okresie eksploatacji wynoszącym co najmniej 40 000 roboczogodzin;
 - . wszystkie powierzchnie robocze wykonane z materiałów o wytrzymałości dla nadawy o uziarnieniu do 80 mm i odporności na ścieranie; listwy boczne oraz sita umocowane w sposób zapewniający bezawaryjną pracę, a jednocześnie łatwą i szybką wymianę;
 - . osłony z blachy nierdzewnej;
 - . burty boczne, belki oraz inne elementy do nich montowane połączone śrubami z zastosowaniem systemu zabezpieczającego przed korozją szczelinową oraz rozłączaniem się elementów;
 - . zastosowanie systemu monitorowania i wizualizacji parametrów pracy, tj.:
 - . skoku rzeszota,
 - . temperatury pracy łożysk i stanu ich zużycia.
- Dostarczono trzy rodzaje przesiewaczy:
- . przesiewacze PWP1-1Z-2,8x6,0 realizujące alternatywnie procesy odmulania lub odsiewania,
 - . przesiewacze PWP1-2,4x6,0 realizujące procesy odmulania,
 - . przesiewacze PWP1-2,0x6,0 realizujące proces klasyfikacji.

Modern solutions in the grain classification systems – the application of PROGRESS ECO screening machines

KEY WORDS: COAL PROCESSING, COAL MINE BUDRYK, SCREENING, SLOTTED SIEVE

In recent years, the Budryk Coal Mine (KWK Budryk) reached the mining depth of 1300 m, where there is about 160 million tons of coal, including 120 million tons of coking coal (type 35). The task of the Coal Processing Plant complex modernization was undertaken. The article presents the modernization of coal screening, classification and dewatering systems at the KWK Budryk Processing Plant and the implementation of screening of PROGRESS ECO sp. z o.o. SK. The modernization project defined the following technical requirements for all screens in the KWK Budryk Coal Processing Plant extension project:

- . Vibrating screens with a linear type drive with a drive unit placed on the drive beam of the trommel screen in the form of vibration generators;
- . Screen drives equipped with a starting-braking device;
- . The use of main screen drive bearings with a nominal service life of at least 40,000 man-hours;
- . All work surfaces made of materials with a strength of up to 80 mm grain and abrasion resistance; side strips and sieves fixed in a way ensuring trouble-free operation, and at the same time quick and easy replacement;
- . Sheets made of stainless steel;
- . Side walls, beams and other elements attached to them connected with screws using a system protecting against corrosion and elements separation;
- . The use of a work parameters monitoring and visualization system, i.e.
- . pitch of the riddle,
- . bearing operating temperatures and the condition of their wear.

Three types of screens were provided:

- . PWP1-1Z-2,8x6,0 screeners that alternatively perform sieving or desliming processes,
- . PWP1-2.4x6.0 screening machines performing desliming processes,
- . PWP1-2.0x6.0 screens performing the classification process.

Potencjał paliwowy frakcji nadsitowej odpadów komunalnych i jego rola w krajowym modelu gospodarki odpadami

SŁOWA KLUCZOWE: FRAKCJA NADSITOWA, WŁASNOŚCI ENERGETYCZNE ODPADÓW, ZGAZOWANIE ODPADÓW, KOGENERACJA, ENERGIA Z ODPADÓW, MORFOLOGIA ODPADÓW, BADANIA ODPADÓW

W artykule przybliżono charakterystykę frakcji nadsitowej wytwarzanych w regionalnych instalacjach przetwarzania odpadów komunalnych. W lipcu 2013 roku wprowadzono zmiany do ustawy o czystości i porządku w gminie, które wdrożyły w Polsce nowy model gospodarki odpadami komunalnymi oparty na mechaniczno-biologicznym ich przetwarzaniu. Podstawowym elementem tego systemu są sortownie odpadów komunalnych, które są obecnie źródłem wytwarzania frakcji nadsitowej posiadającej własności paliwowe. Dla potrzeb rozpoznania jej właściwości autorzy artykułu przeprowadzili badania własne koncentrujące się na rozpoznaniu podstawowych własności energetycznych frakcji nadsitowej w poszczególnych sezonach roku wraz z rozróżnieniem rodzajów zabudowy. Przeprowadzono badania składu morfologicznego dla potrzeb określenia koncentracji frakcji energetycznych. Przeanalizowano stabilność jakościową strumienia frakcji nadsitowej pod względem możliwości energetycznego zagospodarowania w instalacjach termicznego przekształcania odpadów. Badania składu morfologicznego wykazały podwyższoną koncentrację frakcji energetycznych (papier, tworzywa sztuczne, tekstylia) w stosunku do zmieszanych odpadów komunalnych. Jednocześnie badania własności energetycznych wskazują na podwyższoną standaryzację energetyczną tej frakcji w rozkładzie czasowym (pory roku) oraz rozkładzie przestrzennym (zróżnicowany rodzaj zabudowy). Badania wykazały, że wartość opałowa w zbadanych próbkach zawiera się w przedziale 18,1–23,5 MJ/kg, gdzie wartość średnia wynosi 21,5 MJ/kg. Udział popiołu zawiera się natomiast w przedziale 11,8–24,1%, a udział części palnych 67,6–77,5%. Dobre własności paliwowe oraz standaryzacja jakościowa strumienia wskazują na możliwość stosowania rozwojowych technologii zgazowania odpadów zgodnie z nowymi przepisami dyrektywy IED (Dyrektywa 2010). Technologia zgazowania, produkcja syngazu i jego spalanie w silnikach tłokowych małej mocy stanowią obecnie interesującą alternatywę dla klasycznych instalacji termicznego przekształcania odpadów opartych na technologii spalania wpisując się w rozwój instalacji RIPOK i potrzebę wdrażania gospodarki w obiegu zamkniętym.

Fuel potential of the over-sieve fraction of municipal waste and its role in the national waste management model

KEY WORDS: OVER-SIEVE FRACTION, ENERGY PROPERTIES OF WASTE, GASIFICATION OF WASTE, COGENERATION, ENERGY FROM WASTE, WASTE MORPHOLOGY, WASTE RESEARCH

This article presents the characteristics of the over-sieve fraction generated in regional municipal waste treatment plants. In July 2013, amendments were introduced to the Act on Maintaining Cleanliness and Order in Communes, which implemented a new model of municipal waste management in Poland based on mechanical and biological treatment. The basic element of this system is the sorting of municipal waste, which is currently a source of production of the over-sieve fraction that possesses fuel properties. In order to determine its properties, the authors of the article conducted their own research focusing on the recognition of basic energy properties of the over-sieve fraction generated in each season and by distinguishing the building types. Morphological composition tests were carried out aimed at determining the concentration of energy fractions. The qualitative

stability of the over-sieve fraction stream in terms of the possibility of energy management in thermal waste treatment installations was also analyzed. The morphological composition tests showed increased concentration of energy fractions (paper, plastics, textiles) in relation to mixed municipal waste. At the same time, research on energy properties indicates increased energy standardization of this fraction in relation to time distribution (seasons) and spatial distribution (distinguished building types). Good fuel properties and quality standardization of the stream favor the implementation of gasification technologies in accordance with the new provisions of the IED Directive 2010. The gasification technology, production of syngas and its combustion in the low-powered reciprocating engine are now an interesting alternative to classic installations for the thermal treatment of waste based on incineration technology, in line with the development of the Regional Municipal Waste Treatment Installation and the need to implement the Circular Economy.

Zbigniew JELONEK, Adam NOCOŃ, Iwona JELONEK, Marta JACH-NOCOŃ

Identyfikacja zanieczyszczeń w popiołach powstałych ze spalania pelletów drzewnych metodą petrografii optycznej

SŁOWA KLUCZOWE: POPIOŁ, PELLET DRZEWNY, BIOMASA, SPALANIE

Badania popiołów pod względem składu petrograficznego, chemicznego i właściwości fizycznych prowadzone są na szeroką skalę i prezentowane w licznych opracowaniach naukowych. Popioły te są pozyskiwane z filtrów i elektrofiltrów zamontowanych w dużych instalacjach przemysłowych. Masowe badanie popiołów pozyskanych bezpośrednio z palenisk rusztowych lub nadmuchowych, zamontowanych w kotłach o niskiej mocy, praktycznie rozpoczęło się dopiero w wyniku walki ze smogiem powstającym wraz z niską emisją. Przy czym pobieranie materiału do badań z palenisk domowych zazwyczaj wiąże się z badaniem ich pod kątem ewentualnego spalania odpadów w kotłach o niskiej mocy. Jest to celowe działanie w przypadku kotłów starego typu, które mogły być zasilane praktycznie dowolnym paliwem. Obecnie na rynku są oferowane piece nowego typu na paliwa dedykowane, w których istnieje możliwość spalania paliw wyłącznie do tych kotłów dostosowanych. Ma to na celu spalanie tylko paliw odnawialnych (z biomasy) lub paliw kopalnych mniej uciążliwych dla środowiska, w założeniu o wysokich parametrach jakościowych, np. ekogroszek, brykiety z węgla brunatnego i torfu. Autorzy opracowania skupili się na przebadaniu popiołu pozyskanego z kotłów przeznaczonych do spalania pelletów drzewnych poprzez wykonanie analizy mikroskopowej pozostałości po spalonej biomase. Tego typu badanie popiołów dostarcza kompleksowej informacji na temat efektywności procesu spalania, zawartości zanieczyszczeń pozostałych w popiele oraz przydatności popiołu do innych zastosowań. Cały proces od momentu pobrania materiału do badań poprzez wykonanie preparatu i przeprowadzenie analizy trwa do 12 godzin, co zapewnia szybką decyzję o regulacji pieca lub zmianie paliwa. Identyfikacja składników popiołu została opracowana na bazie wyników prac przeprowadzonych przez Grupę roboczą do spraw popiołów lotnych (Komisja III) Międzynarodowego Komitetu ds. Węgla i Petrologii Organicznej – ICCP. Wykazana klasyfikacja została uzupełniona o nowe kluczowe elementy występujące w popiołach powstałych w wyniku spalania pelletów drzewnych w kotłowniach przydomowych. Pozwoliło to na określenie procentowej zawartości charakterystycznych składników występujących w badanym materiale, które stają się swoistym reperem do opiniowania o jakości i sprawności kotła oraz spalanego pelletu.

The determination of contaminants in ashes produced after the combustion of wood pellets using optical petrography

KEY WORDS: ASH, PELLET, BIOMASS, COMBUSTION

Petrographic and physico-chemical analyses of ashes are carried out on a large scale and presented in numerous scientific papers. The mentioned ashes are obtained from filters and electrostatic precipitators mounted in large industrial installations. The large-scale analysis of the ashes obtained directly from grate furnaces or blast furnaces mounted in low-power boilers started with combating smog and low-stack emissions. The collection of ash samples from household furnaces usually involves the analysis of the combustion of waste in low-power boilers. This is justified in the case of old type boilers, which were designed to use virtually any fuel. Currently, new types of boilers, designed to burn dedicated fuels, are offered on the market. The aim is to use only renewable fuels (biomass) or fossil fuels with high quality parameters, which are more environment-friendly, e.g. eco-pea coal, lignite briquettes, or peat briquettes. The authors of the study focused on examining the ash obtained from boilers for burning wood pellets by performing microscopic analysis of residues after biomass combustion. The above mentioned analysis provides a comprehensive information on the efficiency of the combustion process, the content of contaminants remaining in the ash, and the suitability of ash for other applications. The entire process, from the moment of collecting the samples to the execution of the analysis takes up to 12 hours, which ensures a quick decision on furnace adjustment or fuel change. The ash components were determined based on the results obtained by the Fly-Ash Working Group of the International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP). The mentioned classification has been supplemented with new key elements occurring in ashes resulting from the combustion of wood pellets in household boilers. This allowed determining the percentage content of characteristic components in the tested material, which can be used as a specific benchmark when issuing opinions on the quality and efficiency of the boiler and the combusted pellets.

Jagoda GOŁEK-SCHILD

Instalacje termicznego przetwarzania odpadów komunalnych w Polsce – źródło energii o znaczeniu środowiskowym

SŁOWA KLUCZOWE: SPALARNIA ODPADÓW, ENERGIA Z ODPADÓW, STANDARDY EMISYJNE,
ŚRODOWISKO, ODPADY KOMUNALNE

Przez bardzo długi okres czasu polska gospodarka odpadami opierała się głównie na składowaniu odpadów na składowiskach, co negatywnie wpływało na otaczające środowisko. Wymagania unijne wobec państw członkowskich sprawiły, że w polskim prawodawstwie dotyczącym gospodarki odpadami nastąpiła rewolucja, a samorządy stały się odpowiedzialne za stworzenie lokalnych systemów gospodarki odpadami komunalnymi, które wpłyną na osiągnięcie unijnych celów. Jednym z rozwiązań, którego podjęło się kilka gmin, jest wybudowanie i eksploatacja instalacji termicznego przekształcania odpadów komunalnych, które nie tylko wpłynęły na zmniejszenie ilości odpadów składowanych, ale wsparły lokalną energetykę poprzez wytworzenie energii elektrycznej i ciepła. Standardy emisyjne wobec instalacji produkujących energię z odpadów, podobnie jak w przypadku konwencjonalnych elektrowni i elektrociepłowni są bardzo rygorystyczne, w związku z czym prowadzony jest ciągły monitoring emitowanych zanieczyszczeń, a systemy oczyszczania gazów odlotowych opracowane są w oparciu o najlepsze dostępne techniki (BAT). W artykule przedstawiono standardy emisyjne obowiązujące spalarnie odpadów, wraz z obowiązkami w zakresie środowiska, a także kwestie związane z instalacją jako źródłem energii. Ponadto krótko scharakteryzowane zostały aktualnie funkcjonujące spalarnie odpadów komunalnych w Polsce, jak również opisano plany rozwojowe w tym zakresie w kraju.

Municipal waste thermal treatment installations in Poland – a source of energy of environmental importance

KEY WORDS: WASTE INCINERATION PLANT, ENERGY FROM WASTE, EMISSION STANDARDS, ENVIRONMENT, MUNICIPAL WASTE

For a very long period of time, Polish waste management was based mainly on landfilling at landfills, which had a negative impact on the surrounding environment. The EU requirements for the Member States have led to a revolution in Polish legislation on waste management and local governments have become responsible for creating local waste management systems that will affect the achievement of EU targets. One of the solutions undertaken by several municipalities is the construction and operation of a municipal waste thermal treatment installation, which not only reduced the amount of waste deposited, but also supported the local power industry by generating electricity and heat. The emission standards for installations producing energy from waste, as in the case of conventional power plants and combined heat and power plants, are very strict, therefore, the continuous monitoring of emitted pollutants is carried out, and waste gas treatment systems are developed based on the best available techniques (BAT). The article presents emission standards applicable to waste incineration plants, including duties in the field of the environment, as well as issues related to the installation as a source of energy. In addition, the currently functioning waste incineration plants in Poland have been briefly characterized, and development plans in this area in the country have been described.

**Dorota MAKOWSKA, Katarzyna ŚWIĄTEK, Faustyna WIEROŃSKA,
Andrzej STRUGAŁA**

Wymywanie arsenu z odpadów powęglowych: ocena metod badawczych

SŁOWA KLUCZOWE: ARSEN, ODPADY POWĘGLOWE, WZBOGACANIE WĘGLA, WYMYWANIE METALI CIĘŻKICH

Jednym z parametrów oceny zagrożenia wynikającego ze składowania lub gospodarczego wykorzystania odpadów powęglowych jest badanie wymywalności szkodliwych substancji, takich jak arsen i jego związki. Wymywalność zależy zarówno od warunków środowiskowych terenu składowania, jak również od samych właściwości materiału odpadowego. Istnieje szereg metod badania wymywalności, które pozwalają modelować określone warunki lub mierzą swoiste właściwości procesu wymywania. Badania przeprowadzone w ramach opracowania miały na celu porównanie dwóch metod o odmiennych założeniach stosowania. Badanie wymywalności arsenu z odpadu pochodzącego z procesu wzbogacania węgla kamiennego przeprowadzono zgodnie z polską normą PN-EN 12457 oraz amerykańską procedurą TCLP. Wyniki wymywalności uzyskane obiema metodami nie przekraczały granicznych wartości tego parametru, określonych w polskim prawie. Obie metody charakteryzowały się również dobrą powtarzalnością wyników. Zastosowanie roztworu kwasu octowego (metoda TCLP) spowodowało jednak trzykrotnie większe wymycie arsenu z badanego odpadu w porównaniu do zastosowania wody dejonizowanej jako cieczy wymywającej (metoda PN-EN 12457). Należałoby w związku z tym rozważyć stosowanie testów z użyciem kwasów organicznych w przypadku składowania odpadów wydobywczych z odpadami komunalnymi, gdyż wyniki testu podstawowego opartego na wymywaniu czystą wodą mogą być nieadekwatne do rzeczywistej wymywalności arsenu w takich warunkach środowiskowych.

Leaching of arsenic from coal waste: evaluation of the analytical methods

KEY WORDS: ARSENIC, COAL WASTE, COAL ENRICHMENT, LEACHING OF HEAVY METALS

The analysis of leaching behavior of harmful substances, such as arsenic, is one of the parameters of risk assessment resulting from the storage or economic use of coal waste. The leachability depends both on the environmental conditions of the storage area as well as on the properties of the waste material itself. There are a number of leaching tests that allow to model specific conditions or measure the specific properties of the leaching process. The conducted research aimed at comparing two methods with different application assumptions. The study of arsenic leaching from waste from the hard coal enrichment process was carried out in accordance with the Polish PN-EN 12457 standard and the US TCLP procedure. The leaching results obtained with both methods did not exceed the limit values of this parameter, defined in the Polish law. Both methods were also characterized by the good repeatability of the results. The use of an acetic acid solution (TCLP method) resulted in three times higher arsenic leaching from the examined waste compared to the use of deionized water as a leaching fluid (method PN-EN 12457). Therefore, the use of organic acid tests for mining waste intended for storage with municipal waste should be considered, as the results of the basic test based on clean water leaching may be inadequate to the actual leaching of arsenic under such environmental conditions.

Tomasz ROGALA, Adam HOCHUŁ

Aktualny stan oraz główne kierunki zmian produkcji węgla handlowego PGG SA

SŁOWA KLUCZOWE: UCHWAŁY ANTYSMOGOWE, PALIWA STAŁE, ZAKŁADY PRZERÓBCZE WĘGLA, PALIWA EKOLOGICZNE, STRATEGIA PRODUKTOWA, ROZWIĄZANIA ORGANIZACYJNE, ROZWIĄZANIA TECHNOLOGICZNE

Największym dobrem człowieka jest jego środowisko. Każdy chce oddychać powietrzem o jak najlepszych walorach niezależnie czy w centrum dużej aglomeracji, czy poza nią. Zanieczyszczone bardzo drobnymi pyłami powietrze niesie ze sobą niekorzystne skutki zdrowotne dla człowieka i jego otoczenia. Istotna część zanieczyszczeń pyłowych powietrza pochodzi z tzw. niskiej emisji powodowanej stosowaniem jako źródeł ciepła nienormowanych pieców i kominków oraz przestarzałych kotłów i instalacji ciepłych (lokalnych kotłowni). PGG SA od początku swojego istnienia aktywnie uczestniczy i wspiera wszelkie działania zmierzające do poprawy stanu powietrza, dbając o jakość produkowanego i dostarczanego węgla opałowego dla sektora komunalno- bytowego. Spółka podjęła szeroko zakrojone działania proekologiczne w kierunku tworzenia nowej, proekologicznej strategii i oferty produktowej. Systematycznie rozwijana jest produkcja ekologicznych sortymentów węgla oraz wprowadzane są do sprzedaży nowe paliwa węglowe. Produkcja węgla handlowego dla obiorców rynku komunalno-bytowego jest jednym z głównych priorytetów Spółki. W tym zakresie dokonano wielu zmian organizacyjnych (m.in. powołano do życia Zakład Produkcji Ekopaliw) i technologicznych mających na celu zapewnienie produkcji węgla opałowego o najwyższej jakości.

The current state and main directions of commercial coal production changes PGG SA

KEY WORDS: ANTI-SMOG RESOLUTIONS, SOLID FUELS, COAL PROCESSING PLANTS, ECOLOGICAL FUELS, PRODUCT STRATEGY, ORGANIZATIONAL SOLUTIONS, TECHNOLOGICAL SOLUTIONS

The environment is the greatest good for the people. Everyone wants to breathe air of the best possible quality, whether living in the city center of a metropolis or in a rural area. Air polluted with very fine particles contribute to the negative effect on people's health and the whole environment. A significant part of air dust pollution comes from the so-called low emissions sources which include: non-standard furnaces, fireplaces, low-efficiency outdated boilers and local heat sources. Since the beginning of Polish Mining Group's existence, the company actively participates and supports many activities, the aim of which is to improve the air quality by producing and supplying high quality coal for the residential sector. The company has undertaken pro-ecological activities towards creating a new, pro-ecological strategy as well as product offer. The production of an ecological coal assortment is systematically developing but new coal products are also being launched on the market. One of the company's priorities is the production of thermal coal for the residential sector. Many organizational and technological changes have been made in that area (e.g. the establishment of the Eco-Fuels Production Plant) to ensure a suitable level of production of the highest quality thermal coal.

Sławomir SOWA

Odnawialne źródła energii jako czynnik wpływający na poprawę efektywności energetycznej

SŁOWA KLUCZOWE: EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA, ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

W artykule przedstawiono analizę wpływu energii wytwarzanej z odnawialnych źródeł na poprawę efektywności energetycznej obiektów użyteczności publicznej oraz gospodarstw domowych. Przedstawiono obecny stan technologii wytwarzania energii elektrycznej z odnawialnych źródeł oraz ich udział w ogólnokrajowym systemie energetycznym. Przeprowadzona analiza dotyczy zarówno mikroinstalacji, jak i dużych systemów wytwarzających energię elektryczną. Rosnąca świadomość społeczeństwa w zakresie korzystnego oddziaływania systemów energetyki odnawialnej na środowisko oraz wsparcie w postaci różnych programów dotujących wykonanie nowych instalacji, sprawiają, że wytwarzanie energii z odnawialnych źródeł staje się coraz bardziej popularne i powszechne. Pomimo jeszcze niewielkiego przekonania, co do opłacalności zastosowania systemów energetyki odnawialnej, to instalacje OZE są pozytywnie postrzegane i uznawane jako nowy trend w budownictwie zarówno jedno-, jak i wielorodzinnym. Rosnący udział energetyki odnawialnej w krajowym systemie energetycznym wpływa na zmniejszone zapotrzebowanie w energię wytworzoną z konwencjonalnych źródeł. W oczywisty sposób przekłada się to na zmniejszone zużycie energii pierwotnej, na przykład paliw kopalnych. W konsekwencji przekłada się to na ograniczenie eksploatacji zasobów tych surowców, a więc przyczynia się do ochrony środowiska przyrodniczego. Działania zmierzające do poprawy efektywności energetycznej i zmniejszenia zużycia energii finalnej są podejmowane przez wiele krajów na świecie oraz Unię Europejską. W 2012 roku Parlament Europejski i Rada Europy opublikowały Dyrektywę 2012/27/UE, która nakłada na kraje członkowskie obowiązek podejmowania działań mających na celu zmniejszenie zużycia energii końcowej o 1,5% w skali roku. W artykule przedstawiono stan wytwarzania w Polsce energii z OZE na przestrzeni ostatnich 13 lat. Wspomniano także o sposobach wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych do poprawy efektywności energetycznej obiektów.

Renewable sources of energy as a factor influencing improvement in energy efficiency

KEY WORDS: ENERGY EFFECTIVENESS, RENEWABLE ENERGY SOURCES

The paper presents an analysis of the influence of the energy generated from renewable sources on an improvement in the energy efficiency of public utility building and households. It also presents the current state of the technologies for the production of electricity from renewable sources, as well as their share in the national power supply system. The conducted analysis concerns both micro, as well as large systems generating electricity. Systems generating power from renewable sources are gaining in popularity. With an increasing awareness in the society of the beneficial influence that renewable power generating systems have on the environment, as well as the support in form of various programs offering subsidies for the construction of new systems, power generation from renewable sources is becoming increasingly popular and common. Although the renewable energy systems are still not widely considered to be a profitable solution, systems using renewable sources of energy are positively perceived and treated as a new trend in the construction of multi or single-family residential buildings. The increasing share of the renewable energy in the national power supply system significantly reduces the demand for energy produced from conventional sources. This obviously translates into a reduced consumption of primary energy, for example, fossil fuels, and, in turn, leads to the reduced exploitation of natural resources, thus contributing to the protection of the natural environment. A reduced consumption of fossil fuels also means a significant reduction in environmental pollution during their processing into electricity or heat. Actions aiming at improving energy efficiency and reducing final energy consumption are being undertaken by many countries all over the world, and by the European Union. In 2012, the European Parliament and the Council issued Directive 2012/27/EU obliging the Member States to initiate actions aiming at a reduction in the consumption of final energy by 1.5% a year. The paper presents the current status of generation of energy from renewable sources during the last 13 years. The ways for using energy from the renewable sources to improve the energy efficiency of facilities were also discussed.

Marta BOŻYM

Alternatywne kierunki wykorzystania odpadów odlewniczych ze szczególnym uwzględnieniem energetycznego zagospodarowania

SŁOWA KLUCZOWE: ODPADY ODLEWNICZE, ZUŻYTE PIASKI FORMIERSKIE, PYŁY
POREGENERACYJNE, ENERGETYCZNE WYKORZYSTANIE,

W artykule przedstawiono kierunki zagospodarowania odpadów odlewniczych, przede wszystkim zużytych piasków formierskich (SFS – *Spent Foundry Sands*) oraz pyłu po regeneracji mas odlewniczych. Ważnym aspektem ochrony środowiska w produkcji odlewniczej jest ograniczenie ilości wytwarzanych odpadów. Można to osiągnąć poprzez regenerację SFS. Dzięki temu powtórnie wykorzystuje się odpady, co zmniejsza koszty zakupu surowców i opłaty środowiskowe związane z ich składowaniem. Zużyte piaski formierskie, które nie nadają się do powtórnego wykorzystania w odlewniach, mogą być stosowane w innych dziedzinach przemysłu. SFS stosuje się najczęściej w drogownictwie i budownictwie oraz jako materiał inertny do wypełniania nieczynnych kopalni (Smoluchowska i Zgut 2005; Bany-Kowalska 2006). Ciekawym rozwiązaniem jest stosowanie SFS w ogrodnictwie i rolnictwie. W artykule przedstawiono zalety i wady takiego wykorzystania. Stwierdzono, że zużyte piaski formierskie mogą być przydatne do produkcji mieszanek glebowych dla wielu zastosowań rolniczych i ogrodniczych. Ze względu na możliwość zanieczyszczenia środowiska metalami ciężkimi i związkami organicznymi takie stosowanie zaleca się dla tak zwanych *green sands*, czyli SFS ze spoiwami mineralnymi. Poza tym omówiono – proponowane przez niektórych badaczy – nowatorskie rozwiązanie energetycznego wykorzystania pyłów po regeneracji SFS ze spoiwami organicznymi. Okazuje się, że pyły z regeneracji zużytych piasków formierskich ze spoiwami organicznymi, ze względu na wysoki udział substancji organicznych, decydujących o ich wartości opałowej oraz krzemionki, mogą być wykorzystane jako paliwo alternatywne i surowiec w piecach cementowych.

Alternative directions for the use of foundry waste, especially for energy management

KEY WORDS: FOUNDRY WASTE, SPENT FOUNDRY SANDS, AFTER RECLAMATION DUSTS, ENERGY USE

The article presents the directions of foundry waste management, mainly used for spent foundry sands (SFS) and dust after the reclamation of this waste. An important aspect of environmental protection in foundry production is the reduction of the amount of generated waste as a result of SFS regeneration. The advantage is the reuse of waste, which reduces the costs of raw materials purchase and environmental fees for landfilling. Non-recycled spent foundry sands can be used in other industries. SFS is most often used in road and construction industries as well as inert material in closed mines (Smoluchowska and Zgut 2005; Bany-Kowalska 2006). An interesting direction of using SFS is its application in gardening and agriculture. The article presents the advantages and disadvantages of such use. It was found that spent foundry sands can be useful for the production of soil mixtures for many agricultural and horticultural applications. Due to the possibility of environmental pollution with heavy metals and organic compounds, such an application is recommended for the so-called *green sands*, i.e. SFS with mineral binders. In addition, an innovative solution for the energy use of dusts after spent foundry sands reclamation with organic binders has been discussed and proposed by some researchers. It was shown that dust from reclaimed SFS with organic binders can be used as an alternative fuel and raw material in cement kilns, due to the high percentage of organic substances which determine their calorific value and silica.

Dorota CZARNA-JUSZKIEWICZ, Piotr KUNECKI, Rafał PANEK, Magdalena WDOWIN

Wpływ wstępnej obróbki popiołu lotnego na efektywność syntezy zeolitów

SŁOWA KLUCZOWE: POPIOŁ LOTNY, SYNTEZA, NA-X, FRAKCJE, WIELKOŚĆ ZIAREN POPIOŁU LOTNEGO

Problem wykorzystania popiołów lotnych ciągle stanowi obszar badawczo-poszukiwawczy dla naukowców. Wynika to z faktu, iż rocznie tylko w Polsce na składowiska wpływa średnio 6 000 000 Mg ubocznych produktów spalania (UPS). Jednym z potencjalnych kierunków wykorzystania popiołu lotnego jest użycie go jako substratu w syntezach hydrotermalnych materiałów mezoporowatych (zeolitów syntetycznych). Zeolity są to glinokrzemiany o strukturze przestrzennej, które ze względu na swoją budowę charakteryzują się szeregiem specyficznych właściwości (molekularno-sitowe, jonowymienne, katalityczne) wykorzystywanych w inżynierii i ochronie środowiska. Dotychczas syntezy zeolitów przeprowadzano wykorzystując uboczne produkty spalania, takie jak popioły lotne lub wyodrębnioną z nich mikrosferę. W artykule przedstawiono wpływ wydzielenia z popiołu lotnego odpowiedniej frakcji (poniżej 63 μm) na wykształcenie ziaren zeolitowych. Syntezę przeprowadzono wykorzystując popiół lotny klasy F oraz wydzieloną z niego frakcję, którą otrzymano poprzez przesianie popiołu przez sito o wielkości oczek 63 μm . Dla substratów, jak i otrzymanych produktów reakcji przeprowadzono analizy chemiczne (XRF) oraz mineralogiczne (XRD, SEM-EDS). Podczas analizy substratów nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy popiołem surowym a wydzieloną frakcją. Natomiast w produktach po syntezie (zeolit typu Na-X z niewielką ilością zeolitu Na-P1, oraz niewielkie ilości kwarcu i nieprzereagowanego szkliwa glinokrzemianowego – mullitu) w wydzielonej frakcji zaobserwowano wyższą zawartość glinu i sodu, natomiast niższą wapnia i potasu. Na dyfraktogramie zeolitu uzyskanego z frakcji widoczna była nieznaczna ilość illitu. Obserwacje

morfologii ziaren nie wykazały różnic w wykształceniu. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzić można, że biorąc pod uwagę aspekt ekonomiczny procesu syntezy, wydzielanie drobnych frakcji z popiołu nie jest konieczne, gdyż proces ten nie wpływa w sposób znaczący na jakość otrzymanego produktu.

Effect of pre-treatment of fly ash on the efficiency of zeolite synthesis

KEY WORDS: FLY ASH, SYNTHESIS, NA-X, FRACTIONS, FLY ASH PARTICLE SIZE

The problem of the use of fly ash still constitutes a research and exploration area for scientists. This is due to the fact that, 6,000,000 Mg of coal combustion by-products (CCB) are storage on landfills yearly in Poland alone. One of the potential directions of using fly ash is to use it as a substrate in hydrothermal syntheses of mesoporous materials (synthetic zeolites). Zeolites are aluminosilicates with a spatial structure. Due to their specific structure they are characterized by a number of specific properties among others molecular-sieve, ion-exchange and catalytic that can be used in engineering and environmental protection. So far, the synthesis has been carried out using coal combustion by-products such as fly ash or microsphere. The article analyzes whether separation from the fly ash of the appropriate fraction (below 63 μm) will affect the formation of zeolite grains. The syntheses were carried out using class F fly ash and the fraction separated from it, which was obtained by sieving the ash through a 63 μm sieve. Chemical (XRF) and mineralogical (XRD, SEM-EDS) analyzes were carried out for substrates as well as the obtained reaction products. In the case of substrates, the analysis did not show any significant differences between the ash and the separated fraction. However, in products after synthesis (Na-X zeolite with a small amount of Na-P1 zeolite, and small amounts of quartz and unreacted aluminosilicate glass - mullite) higher aluminum and sodium contents were observed from the separated fraction, with a lower calcium and potassium content. A small proportion of illite was observed on the diffraction curve of the zeolite from the fraction. Observations of grain morphology showed no differences in formation. Based on the conducted analyzes, it can be stated that, considering the economics of the synthesis process, the separation of fine fractions from the fly ash does not affect the quality of the synthesis process.

Paweł JASTRZĘBSKI, Piotr W. SAŁUGA

Innowacyjne metody magazynowania ciepła

SŁOWA KLUCZOWE: PRODUKCJA ENERGII, MAGAZYNOWANIE ENERGII

Kończące się zasoby paliw kopalnych, a także niestabilność produkcji energii ze źródeł odnawialnych powodują, że zrównoważone zarządzanie produkcją i zużyciem energii stanowi jedno z naczelných wyzwań XXI wieku. Wiąże się ono również z zagrożeniami stanu środowiska przyrodniczego m. in. wskutek negatywnego wpływu energetyki na klimat. W takiej sytuacji jednym ze sposobów poprawy efektywności gospodarki energetycznej – zarówno w skali mikro (energetyka rozproszona), jak i makro (system elektroenergetyczny), mogą być innowacyjne rozwiązania technologiczne umożliwiające magazynowanie energii. Ich skuteczna implementacja pozwoli na jej gromadzenie w okresach nadprodukcji i wykorzystanie w sytuacjach niedoboru. Wyzwania te są nie do przecenienia – przed współczesną nauką staje konieczność rozwiązywania różnego rodzaju problemów związanych z magazynowaniem między innymi z zastosowaną technologią czy sterowaniem/zarządzaniem magazynami energii. Technologie magazynowania ciepła, nad którymi są prowadzone prace badawcze dotyczące zarówno magazynów opartych na medium takim jak woda, jak i magazynów wykorzystujących przemiany termochemiczne czy też materiały zmiennofazowe. Dają one szerokie możliwości zastosowania i poprawy efektywności systemów energetycznych zarówno w skali makro, jak i mikro. Oczywiście właściwości technologiczne oraz parametry ekonomiczne mają wpływ na zastosowanie wybranej technologii. W artykule przedstawiono porównanie magazynów czy

sposobów magazynowania ciepła oparte na różnych materiałach z określeniem ich parametrów pracy czy kosztów eksploatacji.

Innovative methods of heat storage

KEY WORDS: ENERGY PRODUCTION, ENERGY STORAGE

Finite fossil fuel resources, as well as the instability of renewable energy production, make the sustainable management of energy production and consumption some of the key challenges of the 21st century. It also involves threats to the state of the natural environment, among others due to the negative impact of energy on the climate. In such a situation, one of the methods of improving the efficiency of energy management – both on the micro (dispersed energy) and macro (power system) scale, may be innovative technological solutions that enable energy storage. Their effective implementation will allow it to be collected during periods of overproduction and to be used in situations of scarcity. These challenges cannot be overestimated - modern science has a challenge to solve various types of problems related to storage, including the technology used or the control/management of energy storage. Heat storage technologies, on which research works are carried out regarding both storage based on a medium such as water, as well as storage using thermochemical transformations or phase-change materials. They give a wide range of applications and improve the efficiency of energy systems on both the macro and micro scale. Of course, the technological properties and economic parameters have an impact on the application of the chosen technology. The article presents a comparison of storage parameters or heat storage methods based on different materials with specification of their work parameters or operating costs.