

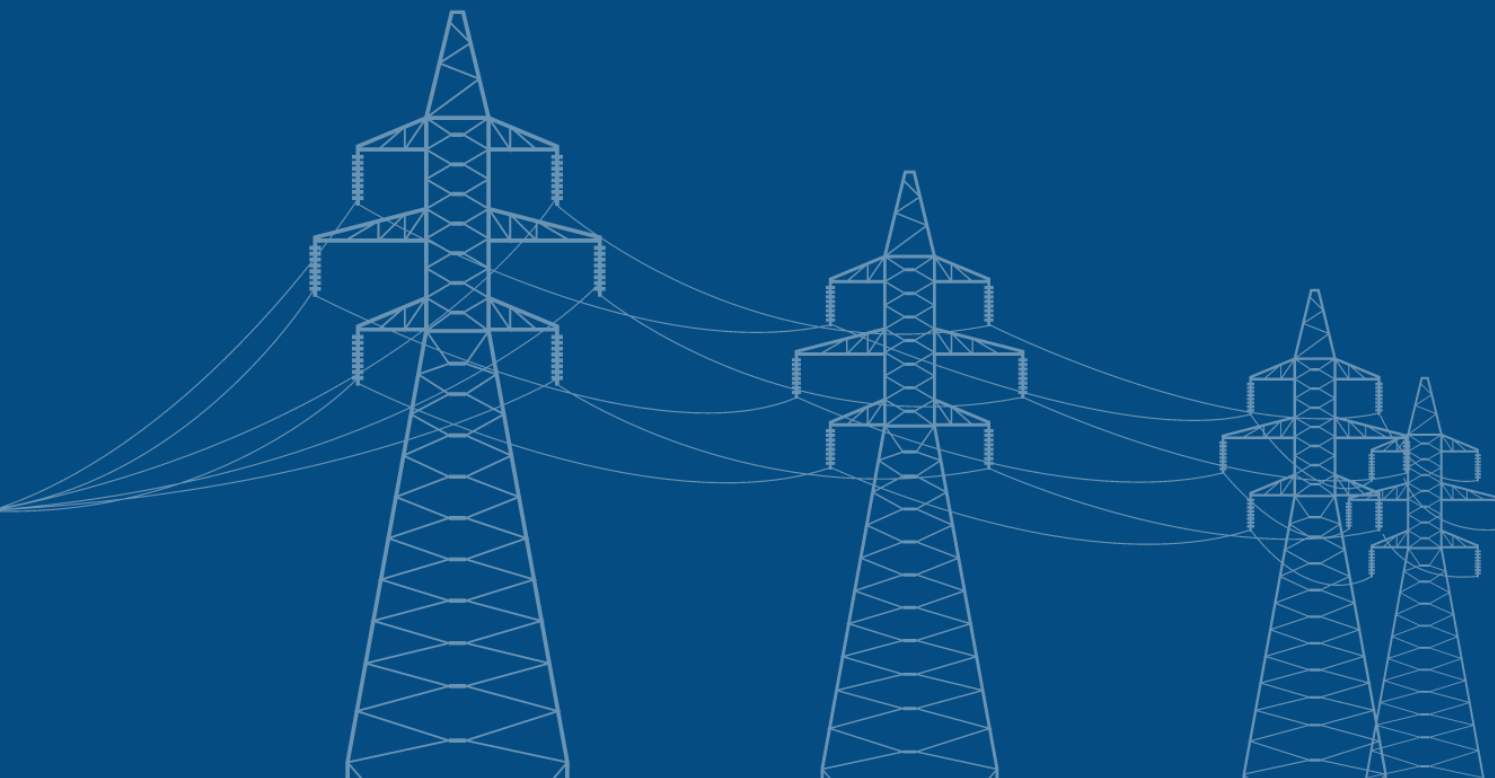
# KSIĘGA ABSTRAKTÓW

---



INSTYTUT  
POLITYKI  
ENERGETYCZNEJ  
IM. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

VIII Konferencji Naukowej „Bezpieczeństwo energetyczne  
– filary i perspektywa rozwoju”



Rzeszów, 11-12 września 2023 r.

Redakcja: Jakub Prugar



Uznanie autorstwa – Użycie niekomercyjne – Bez utworów zależnych 4.0

Creative Commons Attribution – NonCommercial NoDerivatives 4.0

International Public License

(CC BY-NC-ND 4.0): Authors

ISBN: 978-83-958517-7-3

Wydawca:

Instytut Polityki Energetycznej im. Ignacego Łukasiewicza

Inkubator Technologiczny 4

Jasionka 954E

<http://www.instytutpe.pl/>

[wydawnictwo@instytutpe.pl](mailto:wydawnictwo@instytutpe.pl)

[biuro@instytutpe.pl](mailto:biuro@instytutpe.pl)

Publisher:

Ignacy Łukasiewicz Energy Policy Institute

[www.instytutpe.pl/en/epi](http://www.instytutpe.pl/en/epi)



Rzeszów 2023

Partner Generalny / General Partner



*VIII Konferencja Naukowa „Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju”*

Partner Strategiczny / Strategic Partner:



***Polska Grupa Energetyczna***

Partner Strategiczny / Strategic Partner:



*VIII Konferencja Naukowa „Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju”*

Partnerzy Srebrni / Silver Partners:



Polskie Sieci  
Elektroenergetyczne



*VIII Konferencja Naukowa „Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju”*

Partnerzy Brązowi / Bronze Partners:



VIII Konferencja Naukowa „Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju”

Partnerzy Wspierający / Supporting Partners:





## *VIII Konferencja Naukowa „Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju”*

Szanowni Państwo,

VIII Konferencja Naukowa "Bezpieczeństwo energetyczne - filary i perspektywa rozwoju", organizowana w dniach 11-12 września 2023 r. w Rzeszowie to coroczne wydarzenie skupiające naukowców, ekspertów i praktyków z zakresu polityki energetycznej, bezpieczeństwa energetycznego oraz szeroko pojętego sektora energii. Tematyka konferencji jest szczególnie aktualna i potrzebna w obliczu obecnej sytuacji geopolitycznej, kontynuując jednocześnie dyskusje naukowe podjęte we wcześniejszych latach.

Głównym wątkiem tegorocznych obrad będzie bezpieczeństwo energetyczne w kontekście obecnych zawirowań na rynku energii i równoległe prowadzonej transformacji energetycznej. Poszczególne panele plenarne i tematyczne dotyczyć będą m.in.: znaczenia atomu w polityce energetycznej, kierunków rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce, analizy wpływu wojny na Ukrainie i kryzysu energetycznego na procesy transformacji energetycznej, strategii NATO w obszarze bezpieczeństwa energetycznego, rozwoju morskiej energetyki wiatrowej, bezpieczeństwa obiektów jądrowych, dezinformacji sektora energetyki, dekarbonizacji ciepłownictwa, efektywności energetycznej oraz odnawialnych źródeł energii OZE, znaczenia systemu transportowego dla infrastruktury energetycznej, współpracy cywilno-wojskowej w obszarze bezpieczeństwa energetycznego, dyrektywy w sprawie energii odnawialnej (RED III) w kontekście pochłaniania CO<sub>2</sub> na gruntach leśnych i plantacjach roślin energetycznych, systemów antydronowych w kontekście zagrożeń dla infrastruktury krytycznej, a także historycznej działalności osób zasłużonych dla rozwoju przemysłu naftowego.

Oddajemy w Państwa ręce Księgę Abstraktów VIII Konferencji Naukowej „Bezpieczeństwo energetyczne – filary i perspektywa rozwoju”, która ukazuje szeroki zakres tematyczny podejmowany na konferencji, co mamy nadzieję, pozwoli lepiej skorzystać z jej walorów poznawczych. Życzymy Państwu ciekawych i owocnych obrad.

*Organizatorzy*

*VIII Konferencji Naukowej "Bezpieczeństwo energetyczne- filary i perspektywa rozwoju"*

## Spis abstraktów/ Lists of abstracts

### Spis treści

<i>Cele prawodawstwa klimatyczno-energetycznego UE: Czy ochrona klimatu jest celem nadrzędnym w stosunku do bezpieczeństwa energetycznego? .....</i>	<i>1</i>
<i>Bezpieczeństwo dostaw gazu do Polski w obliczu agresji Rosji na Ukrainę - wnioski i perspektywy. ....</i>	<i>2</i>
<i>Determinanty bezpieczeństwa energetycznego krajów UE. Analiza metodą regresji panelowej .....</i>	<i>3</i>
<i>Tematyka bezpieczeństwa energetycznego w strategiach bezpieczeństwa narodowego: Wielokrotne studium przypadku .....</i>	<i>4</i>
<i>Perspektywy i problemy zagospodarowania odpadów polimerowych w fermentacji beztlenowej .....</i>	<i>5</i>
<i>Nanokatalizatory oparte na miedzi do zastosowań w ogniwach paliwowych zasilanych etanolem .....</i>	<i>6</i>
<i>Nowoczesne systemy wsparcia stabilności sieci elektroenergetycznych z wysokim nasyceniem źródłami OZE.....</i>	<i>7</i>
<i>Analiza pracy biogazowni hybrydowej produkującej energię elektryczną oraz biometan zatłaczany do sieci gazowej.....</i>	<i>8</i>
<i>Wytwarzanie metanu z odpadów spożywczych z dodatkiem układu chitozan/perlit jako nośnika komórek.....</i>	<i>9</i>
<i>Bezpieczeństwo energetyczne Finlandii po przystąpieniu do NATO .....</i>	<i>10</i>
<i>Komunalne osady ściekowe jako paliwo alternatywne.....</i>	<i>11</i>
<i>Transformacja energetyczna Europy Środkowej - derusyfikacja i bój o konkurencyjność gospodarczą .....</i>	<i>12</i>
<i>Znaczenie energetyki gazowej a realizacja celów polityki klimatyczno-energetycznej UE. 13</i>	
<i>Analiza możliwości dekarbonizacji portów lotniczych przez wykorzystanie instalacji OZE na wybranych przykładach .....</i>	<i>14</i>

### Lists of abstracts

<i>Objectives of EU climate and energy legislation: Is climate protection overriding energy security?.....</i>	<i>1</i>
<i>Security of natural gas supplies to Poland in the case of Russia's aggression against Ukraine - conclusions and perspectives. ....</i>	<i>2</i>
<i>Determinants of EU countries energy security. Panel regression analysis.....</i>	<i>3</i>
<i>Energy security theme in national security strategies: Multiple case study.....</i>	<i>4</i>
<i>Perspectives and problems of polymer waste biodegradation in anaerobic digestion.....</i>	<i>5</i>
<i>Copper-based Nanocatalysts for direct ethanol fuel cells.....</i>	<i>6</i>
<i>Modern stability &amp; flexibility support systems applicable for grids with high renewable energy sources penetration. ....</i>	<i>7</i>
<i>Analysis of the operation of a hybrid biogas plant producing electricity and biomethane injected into the gas grid.....</i>	<i>8</i>
<i>Production of methane from food waste with the addition of a chitosan/perlite system as a cell carrier .....</i>	<i>9</i>
<i>Energy security of Finland after joining NATO .....</i>	<i>10</i>
<i>Municipal sewage sludge as an alternative fuel.....</i>	<i>11</i>
<i>Energy transition of Central Europe - derusification and the battle for economic competitiveness .....</i>	<i>12</i>
<i>The importance of gas power generation and the implementation of EU climate and energy policy goals.....</i>	<i>13</i>
<i>Analysis of airport decarbonization possibilities by using renewable energy installations on selected examples.....</i>	<i>14</i>

**dr Maximilian Piekut, LLM, Uniwersytet Warszawski**

***Cele prawodawstwa klimatyczno-energetycznego UE: Czy ochrona klimatu jest celem nadrzędnym w stosunku do bezpieczeństwa energetycznego?***

Artykuł skupia się na prawodawstwie Unii Europejskiej w zakresie polityki energetyczno-klimatycznej oraz relacji celów w niej ustanowionych na przykładzie bezpieczeństwa energetycznego oraz ochrony klimatu. Autor w artykule stara się odpowiedzieć na następujące pytania: 1) Jaka jest podstawa prawna działań zmierzających do ochrony klimatu oraz zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego? 2) Co oznacza odpowiednio „bezpieczeństwo energetyczne” i „ochrony klimatu”? 3) W jakich sytuacjach może dochodzić do sprzeczności pomiędzy tymi celami? 4) Co w przypadku, gdy działania zmierzające do realizacji jednego celu są sprzeczne z drugim celem? 5) Czy jeden z wymienionych celów jest nadrzędny nad drugim?

Struktura artykułu odpowiada kolejności powyższych pytań. Autor rozpoczyna wywód od analizy prawa pierwotnego oraz wtórnego UE, orzecznictwa TSUE oraz dokumentów wyznaczających kierunki działań UE, w szczególności Komunikatów Komisji. W oparciu o wskazane materiały dokonuje wykładni celów UE w zakresie polityki energetyczno-klimatycznej, analizując w jakich sytuacjach cele zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego oraz ochrony klimatu mogą być ze sobą sprzeczne. Na podstawie zebranego orzecznictwa oraz doktryny Autor wskazuje, w jaki sposób dochodzi do rozwiązania konfliktu pomiędzy działaniami, które realizując jeden cel, jednocześnie są sprzeczne z drugim celem. W podsumowaniu Autor odpowiada na pytanie dotyczące nadrzędności jednego celu nad drugim.

*Słowa kluczowe: ochrona klimatu, środowisko, polityka energetyczna, polityka klimatyczna*

**dr Maximilian Piekut, LLM, University of Warsaw**

***Objectives of EU climate and energy legislation: Is climate protection overriding energy security?***

The article focuses on the legislation of the European Union in the field of energy and climate policy and the relationship of the objectives set in it, on the example of energy security and climate protection. In the article, the author tries to answer the following questions: 1) What is the legal basis for actions aimed at climate protection and ensuring energy security? 2) What does "energy security" and "climate protection" mean respectively? 3) In what situations these goals contradict each other? 4) What if actions to achieve one goal conflict with the other goal? 5) Is one of the listed goals superior to the other?

The structure of the article corresponds to the order of the above questions. The author begins his argument with an analysis of EU primary and secondary law, the case law of the CJEU and documents setting out the directions of EU actions, in particular Communications from the Commission. Author interprets the EU's objectives in the field of energy and climate policy, analyzing in which situations the objectives of energy security and climate protection may be contradictory. On the basis of the collected jurisprudence and doctrine, the author indicates how the conflict between actions that pursue one goal and at the same time contradict the other goal is resolved. In the summary, the author answers the question about the superiority of one goal over another.

*Key words: climate protection, environment, energy policy, climate policy*

**dr inż. Tomasz Włodek**, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu*

**dr hab. inż. Adam Szurlej, prof. AGH**, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu*

***Bezpieczeństwo dostaw gazu do Polski w obliczu agresji Rosji na Ukrainę - wnioski i perspektywy.***

W 2022 roku Federacja Rosyjska bezpardonowo najechała Ukrainę. Konsekwencje tego faktu odbiły się znacząco na europejskim rynku gazu ziemnego powodując rozchwianie cen gazu ziemnego. Wstrzymane zostały dostawy gazu przez gazociąg "jamalski" a gazociągi "Nord Stream" uległy zniszczeniu po eksplozji. Wojna ujawniła kolejną odsłonę kryzysu gazowego w Europie. Polska na tle tych dynamicznych wydarzeń uniknęła poważnych zaburzeń i zagrożeń w dostawach gazu ziemnego. Przedstawione zostaną działania długofalowe jak i krótkofalowe, które pozwoliły na zabezpieczenie dostaw gazu do Polski w roku 2022 oraz w sezonie zimowym 2022/23. Omówiona zostanie dywersyfikacja dostaw gazu ziemnego do Polski. Pomimo z sukcesem podjętych działań wskazane zostaną aspekty wymagające poprawy.

***Słowa kluczowe: gaz ziemny, bezpieczeństwo dostaw, Polska, wojna***

**BEng, PhD Tomasz Włodek**, *AGH University of Krakow*

**BEng, D.Sc Adam Szurlej, prof. AGH**, *AGH University of Krakow*

***Security of natural gas supplies to Poland in the case of Russia's aggression against Ukraine - conclusions and perspectives.***

In 2022, the Russian Federation ruthlessly invaded Ukraine. The consequences of this fact had a significant impact on the European natural gas market, causing fluctuations in natural gas prices. Gas supplies via the "Yamal" gas pipeline were stopped and the "Nord Stream" gas pipelines were destroyed after the explosion. The war revealed another stage of the natural gas crisis in Europe. Against the backdrop of these dynamic events, Poland avoided serious disruptions and threats to natural gas supplies. Long-term and short-term actions will be presented, which made it possible to secure natural gas supplies to Poland in 2022 and in the winter season 2022/23. The diversification of natural gas supplies to Poland will be discussed. Despite the successful actions taken, aspects requiring improvement will be indicated.

***Keywords: natural gas, supplies security, Poland, war***

**dr, Janusz Rosiek, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie**

***Determinanty bezpieczeństwa energetycznego krajów UE. Analiza metodą regresji panelowej***

Zasadniczym elementem bezpieczeństwa narodowego jest bezpieczeństwo energetyczne stanowiące z kolei jeden z podstawowych elementów bezpieczeństwa ekonomicznego. Jego znaczenie staje się kluczowe, ponieważ z jednej strony rośnie zapotrzebowanie na energię, surowce energetyczne i paliwa, a z drugiej strony, w obecnych uwarunkowaniach geopolitycznych kształtowanych przede wszystkim przez skutki społeczno-gospodarcze wojny w Ukrainie, istnieje konieczność dywersyfikacji mixu energetycznego w celu uniezależnienia się od dostaw tych surowców z Rosji.

Na znaczenie bezpieczeństwa energetycznego wpływa również potrzeba zapewnienia odpowiedniego poziomu ochrony środowiska oraz zahamowania negatywnych zmian klimatycznych. Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, przede wszystkim dzięki poprawie efektywności energetycznej, stanowi jeden ze strategicznych celów UE, ponieważ wywiera wpływ na bezpieczeństwo energetyczne krajów członkowskich, konkurencyjność ich gospodarek oraz warunki życia ich mieszkańców. Realizacja celów w zakresie efektywności energetycznej na rok 2030 powinna zagwarantować jej wzrost o 32,5%, a każdy kraj członkowski UE ma wyznaczony cel krajowy dostosowany do swoich możliwości.

Celem niniejszego opracowania jest określenie, przy wykorzystaniu metody regresji panelowej, determinant efektywności energetycznej krajów UE oraz siły ich oddziaływania, a także wskazanie kierunków działań możliwych do podjęcia przez ich rządy w celu jej poprawy, dzięki której będą mogły zwiększyć swoje bezpieczeństwo energetyczne.

***Słowa kluczowe: bezpieczeństwo energetyczne, kraje UE, efektywność energetyczna, regresja panelowa.***

**PhD, Janusz Rosiek, Krakow University of Economics**

***Determinants of EU countries energy security. Panel regression analysis***

An essential element of national security is energy security, which is in turn one of the basic elements of economic security. Its importance is becoming crucial as, on the one hand, the demand for energy, energy raw materials and fuels is growing and, on the other hand, in the current geopolitical shaped above all by the socio-economic consequences of the war in Ukraine, there is a need to diversify the energy mix in order to become independent of the supply of these raw materials from Russia.

The importance of energy security is also influenced by the need to ensure an adequate level of environmental protection and to halt negative climate change.

Ensuring energy security, mainly by improving energy efficiency, is one of the EU's strategic objectives as it affects the energy security of its member states, the competitiveness of their economies and the living conditions of their inhabitants.

Meeting the 2030 energy efficiency targets should guarantee an increase of 32.5%, and each EU Member State has a national target tailored to its capabilities.

The aim of this study is to identify, using the panel regression method, the determinants of energy efficiency in EU countries and the strength of their impact, and to identify courses of action that their governments can take to improve it so that they can enhance their energy security.

***Key words: energy security, EU countries, energy efficiency, panel regression.***

**Plk dr Andrzej Lis**, *Centrum Doktryn i Szkolenia Sił Zbrojnych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*

***Tematyka bezpieczeństwa energetycznego w strategiach bezpieczeństwa narodowego: Wielokrotne studium przypadku***

Bezpieczeństwo energetyczne jest ważnym elementem bezpieczeństwa gospodarczego w ramach systemu bezpieczeństwa narodowego. Międzynarodowa Agencja Energetyczna definiuje bezpieczeństwo energetyczne jako „nieprzerwaną dostępność źródeł energii po przystępnej cenie”, rozróżniając długoterminowe i krótkoterminowe bezpieczeństwo energetyczne. Długoterminowe bezpieczeństwo energetyczne „dotyczy głównie terminowych inwestycji w dostawy energii spójnych z rozwojem gospodarczym i potrzebami środowiskowymi. Z drugiej strony, krótkoterminowe bezpieczeństwo energetyczne koncentruje się na zdolności systemu energetycznego do szybkiego reagowania na nagłe zmiany w równowadze podaży i popytu”. Celem artykułu jest identyfikacja problematyki bezpieczeństwa energetycznego w założeniach strategicznych dokumentów bezpieczeństwa narodowego. Analiza ukierunkowana jest na uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania badawcze: (1) Jakie aspekty bezpieczeństwa energetycznego są zawarte w strategiach bezpieczeństwa narodowego? (2) Czy strategie bezpieczeństwa narodowego są zorientowane na kompleksowe podejście łączące kwestię bezpieczeństwa energetycznego z konkurencyjnością gospodarczą i ochroną środowiska naturalnego, czy też na wąskie spojrzenie na bezpieczeństwo energetyczne rozumiane jako zapewnienie ciągłości dostaw energii? Do osiągnięcia celu badawczego wykorzystano metodę wielokrotnego studium przypadków narodowych dokumentów strategicznych wybranych państw członkowskich NATO, tj. Stanów Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii, Francji, Niemiec i Polski.

**Słowa kluczowe:** *bezpieczeństwo energetyczne, strategia bezpieczeństwa narodowego.*

**Col. Dr Andrzej Lis**, *Doctrine and Training Centre of the Polish Armed Forces, Nicolaus Copernicus University in Toruń*

***Energy security theme in national security strategies: Multiple case study***

Energy security is an important component of the economic security dimension within the national security system. The International Energy Agency defines energy security as “the uninterrupted availability of energy sources at an affordable price”, differentiating between long-term and short-term energy security. Long-term energy security “mainly deals with timely investments to supply energy in line with economic developments and environmental needs. On the other hand, short-term energy security focuses on the ability of the energy system to react promptly to sudden changes in the supply-demand balance”. The aim of the study is to identify energy security issues in the assumptions of national security strategic documents. The study seeks responses to the following research questions: (1) What aspects of energy security are included in national security strategies? (2) Are national security strategies oriented to a comprehensive approach combining the issue of energy security with economic competitiveness and environmental sustainability or to a narrow view of energy security as the continuity of energy supplies? The multiple case study analysis of national strategic documents of selected NATO Member States i.e. the United States, the United Kingdom, France, Germany and Poland was employed to achieve the research aim.

**Key words:** *energy security, national security strategy.*

**Key words:** *energy security, national security strategy.*

**dr hab. inż. Agnieszka A. Pilarska, prof. UPP**, *Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

***Perspektywy i problemy zagospodarowania odpadów polimerowych w fermentacji beztlenowej***

Fermentacja beztlenowa, określana również jako fermentacja metanowa (FM), jest przyjaznym dla środowiska sposobem zagospodarowania odpadów polimerowych. Ze względu na fakt, że proces FM wymaga utrzymania znacznej wartości C/N (stosunku węgla do azotu) w komorze beztlenowej, tworzywa sztuczne rozkładane są z innymi kosubstratami, takimi jak: odpady rolno-spożywcze, odpady hodowli zwierzęcej, osady ściekowe itp. Mimo, że skład chemiczny polimerów trudniej biodegradowalnych (w tym także zanieczyszczenia), negatywnie wpływają na efektywność procesu, ich fermentacja beztlenowa oceniana jest jako szybsza, tańsza i bardziej ekologiczna, w porównaniu z kompostowaniem. Dodatkową korzyścią płynącą z FM jest produkcja metanu, jako odnawialnego źródła energii. Z kolei produkt uboczny w postaci pulpy pofermentacyjnej stanowi cenny nawóz dla rolnictwa. FM daje realne możliwości unieszkodliwiania odpadów polimerowych, pochodzących m.in. z przemysłu spożywczego, farmaceutycznego, czy medycznego. Proces może być prowadzony w układzie zarówno jedno- jak i dwufazowym (z rozdzieloną fazą hydrolizy i metanogenezy). Fermentacja tworzyw sztucznych, w skali laboratoryjnej, realizowana jest w warunkach mezofilnych i termofilnych. Wskazana metoda niewątpliwie stanowi przyszłość dla zagospodarowania odpadów polimerowych, niemniej wymaga optymalizacji, a co z tym związane – wykonania szeregu badań naukowych.

*Słowa kluczowe: fermentacja beztlenowa, odpady polimerowe, metan, warunki procesu*

**Dr. Eng. Agnieszka Pilarska, assoc. prof.**, *Department of Hydraulic and Sanitary Engineering, Faculty of Environmental Engineering and Mechanical Engineering Poznan University of Life Sciences*

***Perspectives and problems of polymer waste biodegradation in anaerobic digestion***

Anaerobic digestion, also referred to as anaerobic digestion (AD), is an environmentally friendly method to manage polymer waste. Due to the fact that the AD process requires maintaining a significant C/N value (carbon to nitrogen ratio) in the anaerobic chamber, plastics are decomposed with other co-substrates, such as: agricultural and food waste, animal husbandry waste, sewage sludge, etc. Despite that the chemical composition of less biodegradable polymers (including impurities), negatively affects the efficiency of the process, their anaerobic digestion is assessed as faster, cheaper and more ecological than composting. An additional benefit of AD is the production of methane, as a renewable energy source. In turn, the by-product in the form of post-fermentation pulp is a valuable fertilizer for agriculture. AD gives real opportunities to dispose of polymer waste, e.g. from the food, pharmaceutical or medical industries. The process can be carried out in both one- and two-phase systems (with separated phases of hydrolysis and methanogenesis). Fermentation of plastics, on a laboratory scale, is carried out in mesophilic and thermophilic conditions. The indicated method is undoubtedly the future for the management of polymer waste, but it requires optimization, and thus - a number of scientific studies.

*Key words: anaerobic digestion, polymer waste, methane, process conditions*

**mgr inż. Tomasz Tarnawski**, *Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk*  
**dr hab. inż. Joanna Depciuch**, *Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk*  
**prof. dr hab. inż. Magdalena Parlińska-Wojtan**, *Instytut Fizyki Jądrowej  
Polskiej Akademii Nauk*

### ***Nanokatalizatory oparte na miedzi do zastosowań w ogniwach paliwowych zasilanych etanolem***

Z uwagi na trwające dyskusje na temat zmian klimatycznych, wiele krajów inwestuje w rozwój energetyki odnawialnej oraz paliw alternatywnych, które pomogą zmniejszyć koszty energii oraz zmniejszyć emisję dwutlenku węgla.

W ostatnich latach dużo uwagi przyciągają ogniwa zasilane etanolem. Etanol stanowiłby paliwo tanie, łatwe w transporcie i w produkcji, a jego gęstość energetyczna jest tylko o niecałe 30% niższa niż benzyny. Aby zwiększyć efektywność reakcji utleniania etanolu, cały czas poszukuje się nowoczesnych katalizatorów.

Nanomateriały oparte na metalach szlachetnych i przejściowych, jak np. złoto, lub pallad, są jednymi z najczęściej badanych katalizatorów, które zwiększają efektywność reakcji, lecz niestety generują duże koszty. Dlatego łączy się je z tańszymi metalami, np. z miedzią. Nanocząstki tlenku miedzi  $\text{Cu}_2\text{O}$  można wytwarzać w prostych reakcjach chemicznych i łatwo sterować ich kształtami oraz rozmiarami, a następnie stosować jako podstawę dla bimetalicznego katalizatora. Zaprezentowane zostaną wyniki badań wydajności utleniania etanolu dla różnych konfiguracji Pd- $\text{Cu}_2\text{O}$  oraz Au- $\text{Cu}_2\text{O}$ , na różnych kształtach nanocząstek, wraz z badaniami różnych nośników węglowych, aby pokazać możliwości jakie daje zastosowanie nanocząstek tlenku miedzi w alternatywnych ogniwach.  
*Słowa kluczowe: ogniwa etanolowe, nanokatalizatory, elektrochemia*

**Tomasz Tarnawski**, **BEng, MSc.**, *Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences*

**Joanna Depciuch**, **BEng, D.Sc.**, *Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences*

**Magdalena Parlińska-Wojtan**, **BEng, D.Sc, prof.**, *Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences*

### ***Copper-based Nanocatalysts for direct ethanol fuel cells***

Due to the current discussions about climate changes, many countries invest into developing renewable energy technologies and alternatives fuels, which could help decreasing energy costs and carbon dioxide emission.

In recent years ethanol fuel cells have attracted much attention. Ethanol as a fuel would be cheap, easy to transport and produce. Its energy density is just less than 30% lower than for gasoline. In order to increase the efficiency of ethanol oxidation reaction, new catalysts are still being searched.

Nanomaterials based on noble metals and transition metals, such as gold or palladium, belong to most often studied catalysts. They increase the efficiency of the process, but also increase the costs. Therefore, they are being combined with other, low-cost metals, e.g. copper. Copper(I) oxide nanoparticles can be fabricated *via* simple chemical reactions, and their shape and size can be easily controlled, so they can be used to create bimetallic catalyst. Here, the results of ethanol oxidation reaction measurements for different Pd- $\text{Cu}_2\text{O}$  and Au- $\text{Cu}_2\text{O}$  configurations will be presented. Various shapes of  $\text{Cu}_2\text{O}$  nanoparticles and various carbon supports were investigated, to show wide possibilities of cupric oxide nanoparticles in alternative fuel cells.

*Key words: ethanol fuel cells, nanocatalysts, electrochemistry*



**mgr inż. Rafał Koziel, SMA Solar Technology AG**

***Nowoczesne systemy wsparcia stabilności sieci elektroenergetycznych z wysokim nasyceniem źródłami OZE***

Dekarbonizacja i rosnący udział odnawialnych źródeł energii w systemie elektroenergetycznym generują nowe wyzwania. W tej rzeczywistości napięcie i częstotliwość w dużej mierze będą regulowane w elektrowniach opartych na falownikach a nie tradycyjnych generatorach synchronicznych. Nowe rodzaje źródeł energii przejmą również funkcje i usługi zapewnienia stabilności oraz elastyczności systemu elektroenergetycznego.

Zaprezentowano rozwiązanie systemu magazynowania energii z możliwościami tzw. formowania sieci (ang. grid forming), które pozwala tworzyć wielkoskalowe, samowystarczalne systemy elektroenergetyczne bez fizycznego połączenia z publiczną siecią elektryczną. System ten może również pracować w trybie synchronizacji z tradycyjną siecią ze źródłami w postaci elektrowni ciepłych, stanowiąc wsparcie dla utrzymania stabilności. Przedstawiono przykłady istniejących i z powodzeniem działających systemów elektroenergetycznych opartych na tego typu rozwiązaniach, jak również kierunki rozwoju tej technologii.

***Słowa kluczowe: Stabilność systemu elektroenergetycznego, Elastyczność sieci, OZE, Grid Forming***

**Rafał Koziel, MSc, Eng, SMA Solar Technology AG**

***Modern stability & flexibility support systems applicable for grids with high renewable energy sources penetration.***

Decarbonization and increasing penetration of renewable energy sources in the power system generate new challenges. In this reality, voltage and frequency will largely be regulated in inverter-based power plants rather than traditional synchronous generators. New types of energy sources will also take over the functions and services of ensuring the stability and flexibility of the electricity grid.

A solution of an energy storage system with the possibilities of so-called grid forming was presented, which allows to create large scale, self-sufficient power systems without a physical connection to the public electricity grid. This system can also work in synchronization mode with the traditional network with sources in the form of thermal power plants, providing support for maintaining the stability. Examples of existing and successfully operating power systems based on this type of solutions as well as directions of development of this technology are presented.

***Keywords: Stability of electrical system, System Flexibility, Renewable Energy Sources, Grid Forming***

**mgr inż. Piotr Blach, Politechnika Warszawska**

***Analiza pracy biogazowni hybrydowej produkującej energię elektryczną oraz biometan zatłaczany do sieci gazowej***

W związku z planami na dynamiczny rozwój sektora biogazu zasadnym pozostaje pytanie, który sposób wykorzystania biogazu jest najlepszy. Jednym z problemów instalacji produkujący biometan zatłaczany do sieci jest brak chłonności sieci w sezonie letnim. W wyniku tego właściciele instalacji otrzymują warunki przyłączenia instalacji z możliwością odbioru biometanu w trybie przerywanym. Alternatywnym sposobem wykorzystania biogazu może być produkcja energii elektrycznej. Pojęcie biogazowni hybrydowej odnosi się właśnie do instalacji mogącej produkować energię elektryczną z biogazu, ale również zatłaczać biometan do sieci gazowej. Przedmiotem badań będzie instalacja biogazowa wyposażona w układ pozwalającym na produkcję energii elektrycznej z biogazu, stację uzdatniania i zatłaczania biometanu do sieci oraz magazyn biogazu.

Badania prowadzone są zgodnie z 4 scenariuszami: 1) instalacja produkuje jedynie energię elektryczną wykorzystując zmieniające się ceny na rynku (instalacja wyposażona w magazyn biogazu); 2) instalacja produkuje biometan i zatłacza go do sieci na warunkach ciągłych; 3) instalacja produkuje biometan na warunkach przerywanych, reszta biogazu wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej (bez magazynu biogazu); 4) instalacja produkuje biometan na warunkach przerywanych, reszta biogazu wykorzystywana do produkcji energii elektrycznej (z magazynem biogazu). Wynik analizy pozwoli określić słuszność dokonywania inwestycji w instalację hybrydową.

*Słowa kluczowe: biogaz, biometan*

**MSc. Piotr Blach, Warsaw University of Technology**

***Analysis of the operation of a hybrid biogas plant producing electricity and biomethane injected into the gas grid***

With plans for rapid growth in the biogas sector, the question of which way to use biogas is best remains legitimate. One of the problems of installations producing biomethane injected into the grid is the lack of absorption capacity of the grid during the summer season. As a result, plant owners receive conditions for connecting the plant with the possibility of receiving biomethane intermittently. An alternative use of biogas can be electricity generation. Such an installation allows continuous operation of the biogas plant without reducing production, which is closely tied to the schedule of substrate supply. The subject of the study will be a biogas plant equipped with a system that allows the production of electricity from biogas, a station for the treatment and injection of biomethane into the grid, and a biogas storage facility.

The research is carried out according to 4 scenarios: 1) the installation produces only electricity using changing market prices (installation equipped with biogas storage); 2) the installation produces biomethane and injects it into the grid under continuous conditions; 3) the installation produces biomethane under intermittent conditions, the rest of the biogas used to produce electricity (without biogas storage); 4) the installation produces biomethane under intermittent conditions, the rest of the biogas used to produce electricity (from biogas storage). The analysis result will determine the appropriateness of investing in a hybrid plant.

*Key words: biogas, biomethane*

**dr hab. inż. Agnieszka A. Pilarska, prof. UPP**, *Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej, Wydział Inżynierii Środowiska i Inżynierii Mechanicznej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu*

***Wytwarzanie metanu z odpadów spożywczych z dodatkiem układu chitozan/perlit jako nośnika komórek***

W obliczu kryzysu energetycznego i zmian klimatycznych, poszukiwane są alternatywne źródła energii, celem zastąpienia paliw kopalnych. Dostawy energii ze źródeł odnawialnych oraz redukcja emisji CO<sub>2</sub> stały się priorytetami. Fermentacja metanowa jest znanym od dawna biotechnologicznym procesem wytwarzania metanu, jako nośnika energii. Czynnikiem gwarantującym wysoką wydajność wytwarzania metanu w procesie fermentacji metanowej jest dobra kondycja flory bakteryjnej. Jedną z metod poprawiających warunki funkcjonowania metanogenów i innych kultur mieszanych, jest ich immobilizacja z użyciem odpowiedniego nośnika, zapewniająca intensyfikację przemian biochemicznych. Oddziaływanie między drobnoustrojami a materiałem prowadzi do uformowania ścisłego i stabilnego biofilmu, który w naturalny sposób staje się aktywniejszym katalizatorem biokonwersji. Materiały współtworzące nośnik komórek, w przeprowadzonym przez autorkę badaniu, tj.: chityna i perlit, charakteryzują się odpowiednimi dla efektywnych nośników, właściwościami morfologicznymi i fizykochemicznymi, w tym: biokompatybilnością, rozwiniętą powierzchnią właściwą, porowatością i dostępnością. Metoda wykorzystująca wskazane materiały stanowi nowatorskie podejście, skutkujące wyraźną poprawą wydajności wytwarzania metanu, a w związku z tym – kaloryczności powstałego w procesie fermentacji biogazu.

***Słowa kluczowe: fermentacja metanowa, odpady spożywcze, cell carrier, immobilizacja***

**Dr. Eng. Agnieszka Pilarska, assoc. prof.**, *Department of Hydraulic and Sanitary Engineering, Faculty of Environmental Engineering and Mechanical Engineering Poznan University of Life Sciences*

***Production of methane from food waste with the addition of a chitosan/perlite system as a cell carrier***

Due to the energy crisis and climate change, alternative energy sources are sought to replace fossil fuels. The supply of energy from renewable sources and the reduction of CO<sub>2</sub> emissions have become priorities. Methane fermentation is a long-known biotechnological process of producing methane as an energy carrier. The factor that guarantees high efficiency of methane production in the methane fermentation process is the good condition of the bacterial flora (high enzymatic activity). One of the methods improving the functioning conditions of methanogens and other mixed cultures is their immobilization with the use of an appropriate carrier, ensuring the intensification of biochemical changes. The interaction between the microbes and the material leads to a tight formation and stable biofilm, which naturally becomes a more active catalyst for bioconversion. Materials co-creating the cell carrier, in the study conducted by the author, i.e.: chitin and perlite, are characterized by morphological properties appropriate for effective carriers and physicochemical, including: biocompatibility, developed specific surface area, porosity and availability. The method using the indicated materials is an innovative approach, resulting in a significant improvement in the efficiency of methane production, and therefore – the calorific value of the resulting in the biogas fermentation process.

***Key words: methane fermentation, food waste, cell carrier, immobilization***

**dr hab. inż. Tadeusz Olkusi, profesor AGH, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie**

**inż. Partrycja Zubień, Prezes Koła Naukowego Nova Energia, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie**

### ***Bezpieczeństwo energetyczne Finlandii po przystąpieniu do NATO***

Finlandia ze względu na swoje położenie geograficzne oraz uwarunkowania historyczne do niedawna była ściśle powiązana gospodarczo ze Związkiem Radzieckim, a następnie z Rosją. Sytuacja ta zmieniła się jednak diametralnie po napaści Rosji na Ukrainę. Spowodowało to zmianę myślenia polityków odpowiedzialnych za bezpieczeństwo, w tym bezpieczeństwo energetyczne. W obawie o swoją przyszłość Finlandia złożyła wniosek o wstąpienie do NATO i 4 kwietnia 2022 roku, stała się członkiem tego paktu. Ze względu na brak zasobów surowców energetycznych oraz w celu dążenia do osiągnięcia neutralności klimatycznej, Finlandia sukcesywnie zwiększa udział OZE w swoim miksie energetycznym. Rozwijana jest również energetyka jądrowa stanowiąca jedno z najważniejszych źródeł produkcji energii elektrycznej w tym kraju. W 2021 roku miała 33% udział w całkowitej produkcji energii elektrycznej, a dwie fińskie elektrownie jądrowe mają łączną moc zainstalowaną wynoszącą 4,39 GW. Własna produkcja oraz import z bezpiecznych kierunków to podstawa bezpieczeństwa energetycznego Finlandii, zwłaszcza po wstrzymaniu dostaw energii elektrycznej i gazu z Rosji w maju 2022 roku. Obecnie energia elektryczna importowana jest głównie ze Szwecji, a gaz gazociągiem z Estonii. Zgodnie z planami rządu fińskiego od 2030 roku Finlandia ma się stać eksporterem energii elektrycznej dzięki zwiększaniu produkcji energii elektrycznej z elektrowni jądrowych oraz z OZE.

*Słowa kluczowe: bezpieczeństwo energetyczne, polityka energetyczna, NATO*

**PhD Eng. Tadeusz Olkusi, Associate Professor of AGH University of Krakow, AGH University of Krakow**

**Eng. Partrycja Zubień, President of the „Nova Energia” Student Research Group, AGH University of Krakow**

### ***Energy security of Finland after joining NATO***

Finland, due to its geographical location and historical circumstances, was closely linked economically with the Soviet Union and then with Russia. However, this situation changed dramatically after Russia's invasion of Ukraine. This has resulted in a change in the thinking of politicians responsible for security, including energy security. Concerned about its future, Finland applied to join NATO and on April 4, 2022, it became a member of this pact. Finland is gradually increasing the share of RES in its energy mix due to the lack of energy resources and to achieve climate neutrality. Nuclear energy, one of the most important domestic sources of electricity production, is also being developed. In 2021, it accounted for 33% of total electricity generation, and Finland's two nuclear power plants have a combined installed capacity of 4.39 GW. Domestic production and imports from "safe" sources are the basis of Finland's energy security, especially after the suspension of electricity and gas supplies from Russia in May 2022. Currently, electricity is mainly imported from Sweden and gas is imported by pipeline from Estonia. According to the Finnish government's plans, Finland is expected to become an electricity exporter by 2030 thanks to increasing nuclear and renewable electricity production.

*Keywords: energy security, energy policy, NATO*

**dr inż. Joanna Czarnota**, *Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza*  
**dr inż. Adam Masłoń**, *Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza*

### ***Komunalne osady ściekowe jako paliwo alternatywne***

Zgodnie z aktualnymi uregulowaniami prawnymi obowiązującymi w Polsce, wobec ustabilizowanych komunalnych osadów ściekowych (odpad o kodzie 19 08 05) jest możliwość zastosowania procesów odzysku lub unieszkodliwiania poza oczyszczalnią. Mając na uwadze, że w ostatnich latach, w wyniku intensywnej rozbudowy infrastruktury komunalnej służącej do odprowadzania oraz oczyszczania ścieków, przybywa coraz więcej komunalnych osadów ściekowych, zasadnym jest ich wykorzystanie w energetyce zawodowej np. ciepłowniach czy elektrociepłowniach. Właściwości paliwowe tej grupy odpadów, w zależności od rodzaju osadu, oscylują w zakresie 9–20 MJ/kg s.m. – wartość ciepła spalania oraz 11–20 MJ/kg s.m. – wartość opałowa. Oczywiście przed zastosowaniem osadów ściekowych jako substytutu paliwa konwencjonalnego, niezbędne jest rozpoznanie ich składu elementarnego, który to wpływa w decydujący sposób na pracę bloku energetycznego. Wykorzystanie osadów ściekowych jako paliwa alternatywnego typu SRF w kotłach energetycznych bez wątpienia przynosi pozytywne efekty środowiskowe i ekonomiczne. Zwiększenie udziału tego typu energii odnawialnej w strukturze paliwowej charakteryzuje się zmniejszeniem emisji gazów cieplarnianych, ditlenku siarki i tlenków azotu, niskimi kosztami inwestycyjnymi przystosowania istniejących kotłów w energetyce zawodowej.

*Słowa kluczowe: komunalne osady ściekowe, potencjał energetyczny odpadów, paliwo alternatywne*

**BEng, PhD, Joanna Czarnota**, *Rzeszów University of Technology*  
**BEng, PhD, Adam Masłoń**, *Rzeszów University of Technology*

### ***Municipal sewage sludge as an alternative fuel***

In accordance with the current legal regulations in force in Poland, stabilized municipal sewage sludge (waste with the code 19 08 05) can be recovered or disposed of outside the wastewater treatment plant. Bearing in mind that in recent years, as a result of the intensive development of municipal infrastructure used for wastewater disposal and treatment, there is an increasing amount of municipal sewage sludge, it is reasonable to use them in professional power engineering, e.g. heating plants or combined heat and power plants. The fuel properties of this waste group, depending on the type of sewage sludge, oscillate in the range of 9–20 MJ/kg d.m. – heat of combustion and 11–20 MJ/kg d.m. – calorific value. Of course, before using sewage sludge as a substitute for conventional fuel, it is necessary to recognize its elemental composition, which has a decisive influence on the operation of a power unit. The use of sewage sludge as an alternative SRF fuel in power boilers undoubtedly brings positive environmental and economic effects. Increasing the share of this type of renewable energy in the fuel structure is characterized by a reduction in greenhouse gas emissions, sulfur dioxide and nitrogen oxides, and low investment costs of adapting existing boilers in the power industry.

*Key words: municipal sewage sludge, energy potential of waste, alternative fuel*

**mgr Maciej Skuza**, *Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie*

***Transformacja energetyczna Europy Środkowej - derusyfikacja i bój o konkurencyjność gospodarczą***

Transformacja energetyczna to jeden z najbardziej aktualnych aspektów polityki europejskiej. Postępujące zmiany klimatu i będąca odpowiedzią na nie polityka klimatyczna UE wymuszają na państwach członkowskich zdecydowane działania na polu szeroko rozumianej dekarbonizacji gospodarki. Agresywna polityka Federacji Rosyjskiej wykorzystująca energetykę jako mechanizm wywierania wpływu w sposób wyjątkowo wyraźny jest widoczna w Europie Środkowej. To właśnie ten region musi podejmować szczególnie zdecydowane kroki w kierunku „derusyfikacji” swojej energetyki, bowiem żelazna kurtyna, mimo jej zburzenia od blisko trzech dekad, do dnia dzisiejszego jest widoczna w stopniu uzależnienia od rosyjskich surowców energetycznych, technologii oraz infrastrukturze energetycznej. Transformacja energetyczna poza swoimi celami klimatycznymi wynikającymi z umów międzynarodowych ma również wymiar ekonomiczny. Wraz z koniecznością dekarbonizacji gospodarek narodziła się nowa „zielona ekonomia”, którą międzynarodowy biznes doskonale już zrozumiał i nauczył się czerpać coraz większe zyski. Celem referatu jest próba odnalezienia odpowiedzi na pytanie – gdzie w globalnym i europejskim rynku znajduje się Europa Środkowa w kontekście nowych uwarunkowań środowiskowych i geoeconomicznych, a także w jakim stopniu agresywna polityka Rosji, której zwieńczeniem jest pełnoskalowa inwazja na Ukrainę, wpływa na proces transformacji energetycznej regionu Europy Środkowej.

***Słowa kluczowe: transformacja energetyczna, polityka energetyczna, Europa Środkowa***

**Maciej Skuza MA**, *Maria Curie-Skłodowska University in Lublin*

***Energy transition of Central Europe - derusification and the battle for economic competitiveness***

The energy transition is one of the most current aspects of European policy. Progressive climate change and the EU's climate policy in response to it are forcing Member States to act decisively in broadly defined economic decarbonization. The aggressive policy of the Russian Federation using energy as a mechanism of influence is particularly evident in Central Europe. This region needs to take decisive steps towards the 'derusification' of its energy sector, as the Iron Curtain, despite being down for nearly three decades, is still visible today in the level of dependence on Russian energy resources, technology, and energy infrastructure. In addition to its climate objectives under international agreements, the energy transition also has an economic dimension. With the need to decarbonize economies, a new 'green economy' has been born, which international business has already understood very well and has learned to reap increasing profits. The presentation aims to try to find an answer to the question - where Central Europe stands in the global and European marketplace in the context of the new environmental and geo-economic conditions, and to what extent Russia's aggressive policy, culminating in the full-scale invasion of Ukraine, is affecting the energy transformation process of the Central European region.

***Key words: energy transition, energy policy, Central Europe***

**dr inż. Piotr Kosowski**, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu*

**dr hab. inż. Adam Szurlej, prof. AGH**, *Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu*

***Znaczenie energetyki gazowej a realizacja celów polityki klimatyczno-energetycznej UE.***

W ciągu ostatnich lat w wyniku realizacji celów polityki klimatyczno-energetycznej UE obserwuje się dynamiczny wzrost udziału OZE w strukturze wytwarzania energii elektrycznej. W prac przeanalizowano zmiany jakie zaszły w strukturze zużycia energii pierwotnej w krajach UE w latach 1990-2021. Przybliżono także zmiany zaopatrzenia UE w gazu ziemny w ciągu ostatnich lat, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu zbrojnej inwazji Federacji Rosyjskiej na Ukrainę na bilans gazowy UE. Podkreślono znaczenie dostaw LNG dla zbilansowania gazowych potrzeb UE. Znaczenie gazu w sektorze wytwarzania energii elektrycznej oceniono poprzez jego udział w strukturze wytwarzania energii elektrycznej w latach 1990-2021, a także przygotowując zestawienie 5 państw europejskich, które wytwarzały najwięcej energii elektrycznej z gazu ziemnego w 2021 r. Omówiono także wysoką dynamikę zmian wykorzystania gazu ziemnego w krajowym sektorze wytwarzania energii elektrycznej w ciągu ostatnich lat.

***Słowa kluczowe: gaz ziemny, bezpieczeństwo energetyczne, OZE***

**BEng, PhD Piotr Kosowski**, *AGH University of Krakow*

**BEng, D.Sc Adam Szurlej, prof. AGH**, *AGH University of Krakow*

***The importance of gas power generation and the implementation of EU climate and energy policy goals***

In recent years, as a consequence of the execution of the European Union's climate and energy policy goals, a dynamic increase in the share of Renewable Energy Sources (RES) in the structure of electricity generation has been observed. This study analyzes the changes that have occurred in the structure of primary energy consumption within EU countries between 1990 and 2021. It also delineates alterations in the EU's natural gas supply in recent years, with specific emphasis on the impact of the Russian Federation's armed invasion of Ukraine on the EU's gas balance. The significance of Liquefied Natural Gas (LNG) supply for balancing the EU's gas needs has been underscored. The importance of gas in the electricity generation sector was evaluated by its share in the structure of electricity generation from 1990 to 2021, and by preparing a list of the 5 European countries that generated the most electricity from natural gas in 2021. The high dynamics of changes in the utilization of natural gas in the domestic power generation sector in recent years are also discussed.

***Keywords: natural gas, energy security, RES***

**dr inż., Adam Mroziński**, *Wydział Inżynierii Mechanicznej, Politechnika Bydgoska*

***Analiza możliwości dekarbonizacji portów lotniczych przez wykorzystanie instalacji OZE na wybranych przykładach***

Lotniska w EU pracują nad spełnieniem standardów środowiskowych zawartych w treści pakietu Fit for 55. Jest to ważne, ponieważ według Air Transport Action Group (ATAG) lotnictwo odpowiada za 12% wszystkich emisji CO<sub>2</sub> ze źródeł transportu. Ponadto Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO) pracuje nad wdrożeniem systemu CORSIA (ang. Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation). System ten ma na celu wdrożenie standardu ochrony środowiska dla wszystkich zrzeszonych portów lotniczych, który będzie skupiał się na zrównoważonym rozwoju. Działania te docelowo będą miały na celu osiągnięcie standardu zeroemisyjnego dla portów lotniczych. Lotniska w wielu krajach, w tym w Polsce, realizują plany projektowe i inwestycje w zakresie inwestycji w OZE: instalacje fotowoltaiczne, małe farmy wiatrowe, pompy ciepła, pojazdy elektryczne i inne. Największą popularnością cieszą się inwestycje w farmy PV zlokalizowane na ich gruntach, bądź na dachach czy elewacjach budynków. Lotniska, ze względu na brak zacienionych obiektów i przewagę terenów płaskich, są bardzo dobrymi lokalizacjami do montażu systemów fotowoltaicznych. Lotniska posiadające nadwyżki użytkowanych gruntów (np. obszarów buforowych) mogą nie tylko być samowystarczalne, ale także generować wystarczającą ilość energii elektrycznej, aby produkować energię do sieci. W artykule dokonano oceny efektywności energetycznej inwestycji fotowoltaicznych na dwóch lotniskach w Polsce. Przeprowadzono także analizę możliwości technicznych, prawnych i środowiskowych inwestycji w instalacje PV na przykładzie dwóch lotnisk w Polsce, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu odbić światła od modułów PV. W ramach analizy przeanalizowano wpływ zaprojektowanych instalacji PV na pracę wieży kontroli ruchu lotniczego (TWR) oraz statków powietrznych wykonujących operacje startów i lądowań, a także kręgów lotniskowych.

***Słowa kluczowe: transformacja energetyczna; energia PV; strategia dekarbonizacji portów lotniczych***

**PhD Eng, Adam Mroziński**, *Faculty of Mechanical Engineering, Bydgoszcz University of Science and Technology*

***Analysis of airport decarbonization possibilities by using renewable energy installations on selected examples***

Airports in the EU are working to meet the environmental standards included in the content of the Fit for 55 package. This is important because, according to the Air Transport Action Group (ATAG), aviation is responsible for 12% of all CO<sub>2</sub> emissions from transport sources. In addition, the International Civil Aviation Organization (ICAO) is working to implement the CORSIA system (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation). This system is to implement an environmental protection standard for all affiliated airports, which will focus on sustainable development. These activities will ultimately aim at achieving a zero-emission standard for airports. Airports in many countries, including Poland, undertake design plans and investments in the field of renewable energy investments: PV installations, small wind farms, heat pumps, electric vehicles and others. The most popular are investments in PV farms located on their land, or on the roofs or facades of buildings. Airports, due to the lack of shading facilities and the predominance of flat areas, are very good locations for the installation of PV systems. Airports with their surplus of used land (e.g. buffer areas) can not only be self-sufficient, but also generate enough electricity to send the excess back to the grid. The article evaluates the energy efficiency of PV investments at two airports in Poland. An analysis of the technical, legal and environmental possibilities of investing in PV installations was also carried out on the example of two airports in Poland, with particular emphasis on the impact of light reflections from PV modules. As part of the analysis, the impact of the designed PV installations on the operation of the air traffic control tower (TWR) and aircraft performing take-off and landing operations as well as airport circles was analyzed.

***Key words: energy transformation; PV energy; decarbonization strategy of airports***





ISBN 978-83-958517-7-3



9 788395 851773