

POLSKA AKADEMIA NAUK  
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią  
Komitet Zrównoważonej Gospodarki Surowcami Mineralnymi

## XXXIII KONFERENCJA

*z cyklu:*

### ZAGADNIENIA SUROWCÓW ENERGETYCZNYCH I ENERGII W GOSPODARCE KRAJOWEJ

*pt.*

## Energia – Paliwa – Środowisko

*pod patronatem:*

*Komitetu Problemów Energetyki PAN*

### MATERIAŁY KONFERENCYJNE

*Patronat:*



*Zakopane, 13–16 października 2019 r.*

#### **Komitet Naukowy Konferencji**

Eugeniusz MOKRZYCKI – (przewodniczący) Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN  
Wiesław BLASCHKE – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN  
Tadeusz CHMIELNIAK – Politechnika Śląska (*Czł. rzeczywisty PAN*)  
Stefan CHWASZCZEWSKI – Narodowe Centrum Badań Jądrowych  
Waldemar DOŁĘGA – Politechnika Wroclawska  
Lidia GAWLIK – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN  
Zbigniew GRUDZIŃSKI – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN  
Andrzej KARBOWNIK – Politechnika Śląska  
Zygmunt MACIEJEWSKI – Politechnika Radomska  
Jakub SIEMEK – Akademia Górniczo-Hutnicza (*Czł. rzeczywisty PAN*)  
Andrzej STRUGAŁA – Akademia Górniczo-Hutnicza  
Ryszard UBERMAN – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

#### **Komitet Organizacyjny Konferencji**

**Przewodniczący:** dr hab. inż. Zbigniew GRUDZIŃSKI  
**Wiceprzewodniczący:** prof. dr hab. inż. Wiesław BLASCHKE  
**Sekretarze:** dr inż. Urszula OZGA-BLASCHKE, dr inż. Katarzyna STALA-SZLUGAJ  
**Członkowie:** prof. dr hab. inż. Eugeniusz MOKRZYCKI, dr hab. inż. Lidia GAWLIK, Renata GRUDZIŃSKA, dr hab. inż. Tadeusz OLKUSKI

#### **Redakcja Naukowa Materiałów Konferencyjnych**

dr hab. inż. Zbigniew GRUDZIŃSKI  
dr inż. Katarzyna STALA-SZLUGAJ  
dr inż. Urszula OZGA-BLASCHKE  
dr hab. inż. Tadeusz OLKUSKI

Z ramienia Instytutu GSMiE PAN Konferencję organizuje:  
Pracownia Ekonomiki i Badań Rynku Paliwowo-Energetycznego  
adres do korespondencji: ul. Wybickiego 7A, 31-261 Kraków  
[www.min-pan.krakow.pl/se/](http://www.min-pan.krakow.pl/se/)  
tel.: 12 632-27-48; fax: 12 633-50-47

Redaktor Wydawnictwa: mgr Emilia Rydzewska  
Redaktorzy techniczni: Beata Stankiewicz, Barbara Sudół

Materiały wydrukowano zgodnie z maszynopisami dostarczonymi przez Autorów

© Copyright by Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN  
Kraków 2019

*Printed in Poland*

ISBN 978-83-953167-9-1

## Spis treści

## Contents

Renata MACZUGA, Wojciech CEBO, Łukasz MAZANEK, Radomir ROGUS Jakość węgla w Polsce .....	5
Jerzy WAJS, Piotr PASIOWIEC, Barbara TORA, Zbigniew JAGIELŁO, Jan SZEMET, Klaudia BAŃCZYK Modernizacja układu klasyfikacji końcowej w Zakładzie Przeróbki Mechanicznej Węgla Z.G. Janina, z zastosowaniem przesiewaczy i sit firmy Progress Eco sp. z o.o. sp. k. ....	15
Mieczysław GRZESIK, Regina JANAS, Zdzisława ROMANOWSKA-DUDA, Piotr DZIUGAN Ekologiczne technologie produkcji roślin energetycznych w ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych i skażenia środowiska .....	29
Regina JANAS, Mieczysław GRZESIK, Zdzisława ROMANOWSKA-DUDA, Piotr DZIUGAN Badania nad możliwością wykorzystania pofermantów z biogazowni w ograniczaniu presji patogenów przenoszonych z nasionami sorgo .....	33
Jarosław KAMYK, Alicja KOT-NIEWIADOMSKA Obroty międzynarodowe ropą naftową w Polsce w latach 1990–2017 .....	39
Michał PREISNER, Marzena SMOL Efektywność energetyczna procesów usuwania związków biogenych ze ścieków .....	45
Mirosław SKIBSKI, Karol OSADNIK Obraz polskiego górnictwa po kryzysie na rynku węgla w latach 2013–2015 .....	51
Marzena SMOL, Joanna KULCZYCKA, Agnieszka CZAPLICKA-KOTAS, Dariusz WŁÓKA, Michał PREISNER Wykorzystanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja założeń gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)	67
Justyna WOŹNIAK, Katarzyna PACTWA Zrównoważona energetyka (nie)odnawialna – perspektywa drugiego życia kopalń .....	75
Streszczenia artykułów wygłoszonych na Konferencji .....	83
Spis posterów .....	145
O Konferencji .....	147





Renata MACZUGA<sup>1</sup>, Wojciech CEBO<sup>1</sup>, Łukasz MAZANEK<sup>1</sup>, Radomir ROGUS<sup>1</sup>

## Jakość węgla w Polsce

**STRESZCZENIE:** Obecnie na polskim rynku dostępny w sprzedaży jest węgiel produkcji krajowej oraz węgiel pochodzący z importu. Do Polski węgiel kamienny sprowadzany jest z ponad 20 państw, głównie z Rosji oraz w mniejszych ilościach z USA, Australii, Kolumbii, Mozambiku, Kazachstanu i Czech. W zeszłym roku (2018) sprowadzono do Polski rekordową jak do tej pory ilość 19,68 mln ton węgla. Zastosowanie węgla kamiennego niesie za sobą szereg niekorzystnych skutków dla środowiska przyrodniczego. Dlatego bardzo ważne jest rozeznanie jakości węgla kamiennego dostarczanego na rynek Polski. Dotyczy to przede wszystkim węgla energetycznego. To jego stosowanie budzi obecnie wiele kontrowersji szczególnie w kontekście ochrony i poprawy jakości powietrza. Wiąże się to między innymi ze stosowaniem paliw węglowych dla celów grzewczych. Oczywiście jakość węgla nie rozwiązuje problemu bez stosowania odpowiednich nowoczesnych instalacji cieplnych, szczególnie w sektorze komunalno-bytowym. Tym bardziej, że w Polsce średnio co trzeci mieszkaniec korzysta z indywidualnej formy ogrzewania z użyciem węgla. Stosowanie węgla opałowego o odpowiedniej jakości jest właściwym działaniem w kierunku ochrony powietrza. W niniejszym artykule przedstawiono podaż na rynek krajowy węgla produkowanego przez PGG SA oraz sprowadzanego z zagranicy z uwzględnieniem odbiorców indywidualnych i gospodarstw domowych w kontekście jego głównych parametrów jakościowych (sektor pozostałych odbiorców krajowych).

**SŁOWA KLUCZOWE:** import węgla, węgiel energetyczny, pozostali odbiorcy krajowi, sektor komunalno-bytowy, średnie parametry jakościowe

---

<sup>1</sup> Polska Grupa Górnicza SA, Katowice; e-mail: r.maczuga@pgg.pl

## Wprowadzenie

Ogłoszenie nowelizacji ustawy o systemie monitorowania jakości paliw oraz wprowadzenie szczegółowych norm jakościowych dla paliw węglowych nie zatrzymało importu węgla kamiennego. Z rynku węgla dla gospodarstw domowych wycofała swój węgiel typu orzech Bogdanka, gdyż nie wszystkie partie spełniały normy zawartości siarki. Weryfikacji dokonał także Tauron Wydobycie, a Polska Grupa Górnicza wycofała z oferty niespełniające norm miały energetyczne.

Tymczasem w listopadzie 2018 r., gdy już obowiązywały normy jakości, sprowadzono do Polski 1,66 mln ton węgla z zagranicy, z czego z Rosji 1,2 mln ton. Więcej sprowadzono jedynie w październiku i lipcu, gdyż przekroczone 2 mln ton. **W sumie od stycznia do listopada sprowadzono 17,9 mln ton, czyli o 60 proc. więcej niż w ciągu 11 miesięcy 2017 roku.** W tym czasie polskie kopalnie wydobły 58,65 mln ton [1].

Importerzy deklarują na granicy, że sprowadzany węgiel nie będzie sprzedawany bezpośrednio gospodarstwom domowym tylko podmiotom pośredniczącym w sprzedaży – wtedy normy jakości określone w rozporządzeniu do ustawy o systemie monitorowania jakości paliw ich nie obowiązują. Taką interpretację uznaje ministerstwo energii [2].

Nie rozpoczęto jeszcze kontroli parametrów jakości węgla sprzedawanego odbiorcom indywidualnym, a jedynie ograniczają się one do sprawdzania dokumentacji dotyczącej obrotu węglem.

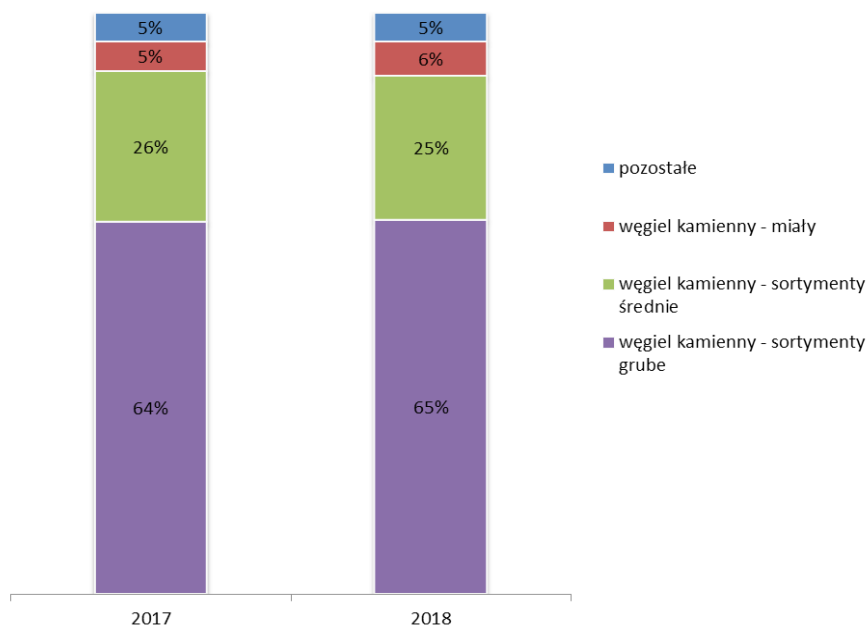
Co trzeci Polak (ok. 35% populacji) mieszka w budynkach ogrzewanych węglem kamiennym (3). Sortymenty kostka i orzech pozostają nadal najbardziej popularnymi rodzajami używanego do celów grzewczych węgla w gospodarstwach domowych (rys. 1).

Węgiel kamienny jest obecnie najtańszym i najpopularniejszym źródłem ciepła w gospodarstwach domowych w Polsce. Pomimo to, poniżej progu ubóstwa energetycznego znajduje się co najmniej 33% populacji używającej węgla jako źródła ciepła (rys. 2).

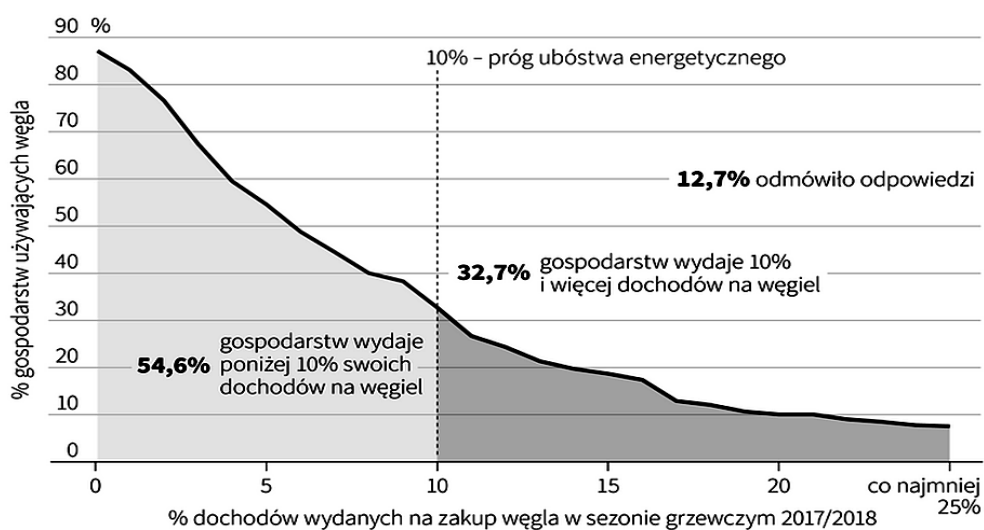
Węgiel kamienny występuje w Polsce w trzech rejonach (rys 3):

- ◆ na obszarze województw: śląskiego i małopolskiego położone jest Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW) – znajduje się tu około 80% zasobów w kraju i 140 złóż, z czego 45 było eksploatowanych w 2016 roku,
- ◆ w obrębie województwa lubelskiego położone jest Lubelskie Zagłębie Węglowe (LZW) – znajduje się tutaj około 19% zasobów w kraju i 10 złóż, z czego jedno było eksploatowane w 2016 roku,
- ◆ w województwie dolnośląskim położone jest Dolnośląskie Zagłębie Węglowe (DZW) – znajduje się tu około 1% zasobów w kraju i 7 złóż, z których żadne nie jest eksploatowane od 2000 roku [6].

Udokumentowane zasoby bilansowe węgla kamiennego wynosiły w Polsce w 2016 r. 58 578 mln ton, a zasoby przemysłowe – 2 982,72 mln ton. Zasoby złóż zagospodarowanych stanowiły blisko 38% zasobów bilansowych i wynosiły 22 222 mln ton. Blisko 80% udokumentowanych zasobów bilansowych znajdowało się w obrębie GZW. Pod koniec lat 80. XX w. polskie zasoby węgla kamiennego były jeszcze większe – w 1989 r. wynosiły 65 800 mln ton, lecz uległy zmniejszeniu głównie na skutek restrukturyzacji górnictwa (w tym likwidacji kopalń) i zmiany kryteriów bilansowości. Na dzień 31.12.2016 r. w Polsce udokumentowanych było

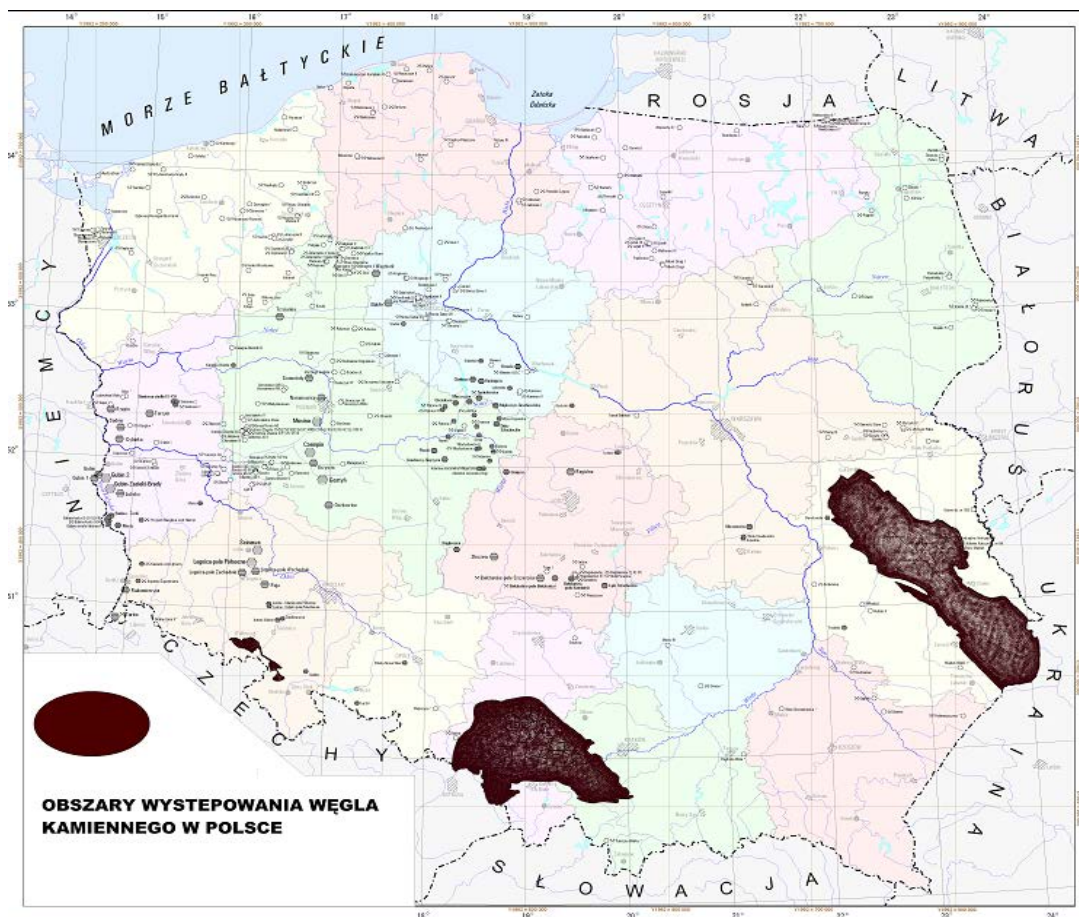


Rys. 1. Sortymenty węgla kamiennego wg popularności stosowania w gospodarstwach domowych [4]



Rys. 2. Udział obecnych wydatków na zakup węgla w dochodach gospodarstwa domowego [5]

157 złóż węgla kamiennego. Eksploatację prowadzono w 46 złóżach. Polskie formacje węglonośne zostały bardzo dobrze rozpoznane, w związku z czym prawdopodobieństwo odkrycia nowych dużych złóż jest niewielkie. Prace koncentrują się na lepszym rozpoznaniu złóż niezagospodarowanych i przygotowaniu ich do przyszłej eksploatacji [8].



Rys. 3. Obszary występowania węgla kamiennego w Polsce [6]

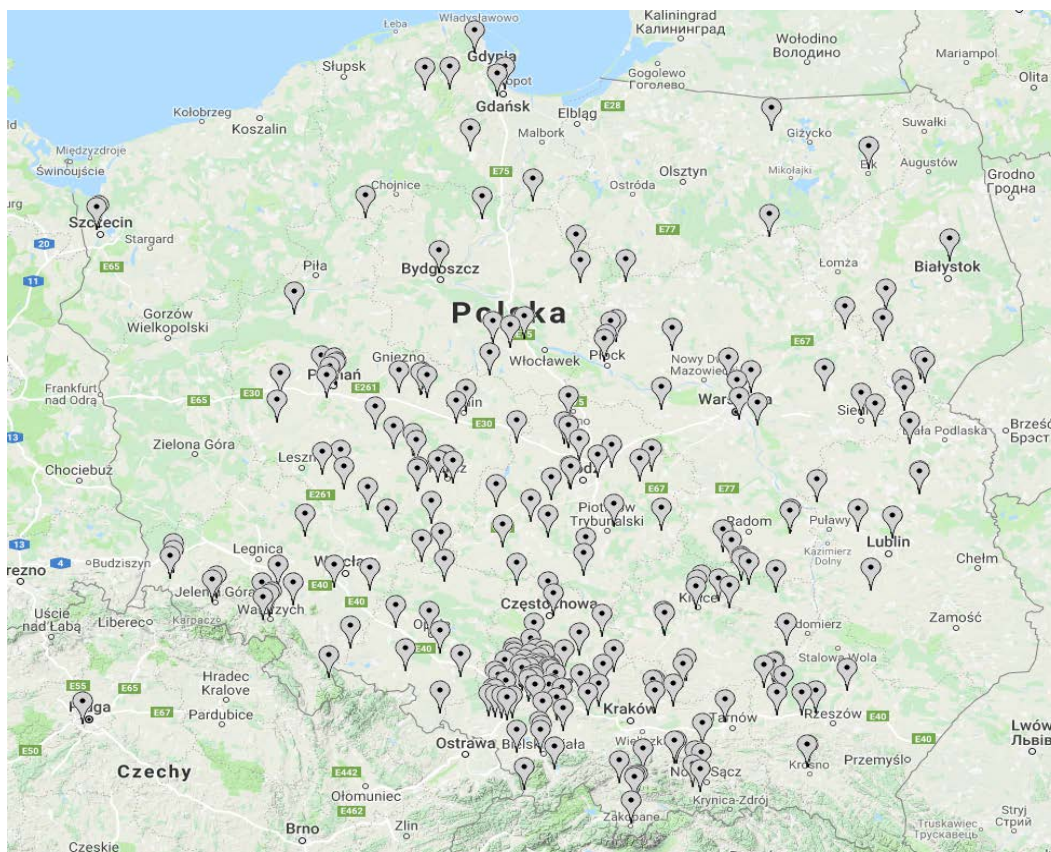
## 1. Dystrybucja węgla PGG SA

Węgiel produkowany przez Polska Grupę Górnictw SA sprzedawany jest na większości obszaru Polski poprzez sieć autoryzowanych sprzedawców (242 firmy, stan na lipiec 2019).

W województwie lubuskim PGG SA nie posiada autoryzowanego sprzedawcy, w województwach zachodnio-pomorskim i warmińsko-mazurskim jest po dwóch autoryzowanych sprzedawców. Największa liczba autoryzowanych sprzedawców znajduje się w województwie śląskim (rys. 4).

Węgiel opałowy produkowany przez PGG SA przeznaczony dla odbiorców rynku komunalno-bytowego (do 1 MW) dostępny jest w Polsce na 383 składach węgla (stan na lipiec 2019). Składy te prowadzone są przez autoryzowanych sprzedawców PGG SA.





Rys. 4. Poglądowa mapa rozmieszczenia autoryzowanych sprzedawców PGG SA [9]

## 2. Jakość węgla dostarczanego przez PGG SA

Najważniejszym producentem węgla na polskim rynku jest Polska Grupa Górnicza SA. W zakresie produkcji węgla energetycznego PGG SA jest wśród krajowych producentów jego głównym dostawcą. Główną grupą odbiorców jest energetyka zawodowa. Drugą grupą co do ilości odbieranego węgla jest ciepłownictwo przemysłowe i komunalne. Znaczącym obiorcą jest również rynek komunalno-bytowy (pozostali odbiorcy krajowi, w tym odbiorcy indywidualni) odbierający węgiel najwyższej jakości. To rynek, w którym jakość węgla ma kluczowe znaczenie. Średnio wartość opałowa węgla dostarczanego przez PGG SA dla odbiorców pozostałych w 2018 r. wynosiła 27 983 kJ/kg. Szczególne znaczenie dla tego sektora (obiorcy indywidualni i gospodarstwa domowe) ma oferta groszków ekologicznych udostępniona do sprzedaży przez PGG SA (tab. 1).

TABELA 1. Ekogroszki produkowane przez PGG SA [10]

Sortyment	Wartość * opalała Q [kJ/kg]	Zawartość* siarki S [%]	Zawartość * popiołu A [%]	Zawartość * wilgoci W [%]
Ekogroszek Retopal	24 000	1,00	10,0	14,0
Ekogroszek Wujek	28 000	0,60	8,0	7,0
Ekogroszek Karlik	26 000	0,80	10,0	13,0
Ekogroszek Pieklorz	26 000	0,80	9,0	9,0

\* Parametry jakościowe dla stanu roboczego. Wartość opalała – min., pozostałe parametry – max.

Ogólnie w 2018 r. Polska Grupa Górnicza SA dostarczyła na rynek krajowy ponad 26,5 mln ton węgla energetycznego oraz 1,15 mln ton węgla koksowego. Średnie parametry jakościowe dostarczonego węgla przez PGG SA dla odbiorców krajowych przedstawiono w tabeli 2 i 3.

TABELA 2. Średnie parametry jakościowe węgla energetycznego [11] PGG SA

Sortyment	Wartość opalała Q [kJ/kg]	Zawartość siarki S [%]	Zawartość popiołu A [%]	Zawartość wilgoci W [%]
Węgiel energetyczny	23 252	0,66	17,5	9,3

TABELA 3. Średnie parametry jakościowe węgla koksowego [12] PGG SA

Sortyment	Wartość opalała Q [kJ/kg]	Zawartość siarki S [%]	Zawartość popiołu A [%]	Zawartość wilgoci W [%]
Węgiel energetyczny	30 143	0,42	5,8	5,9

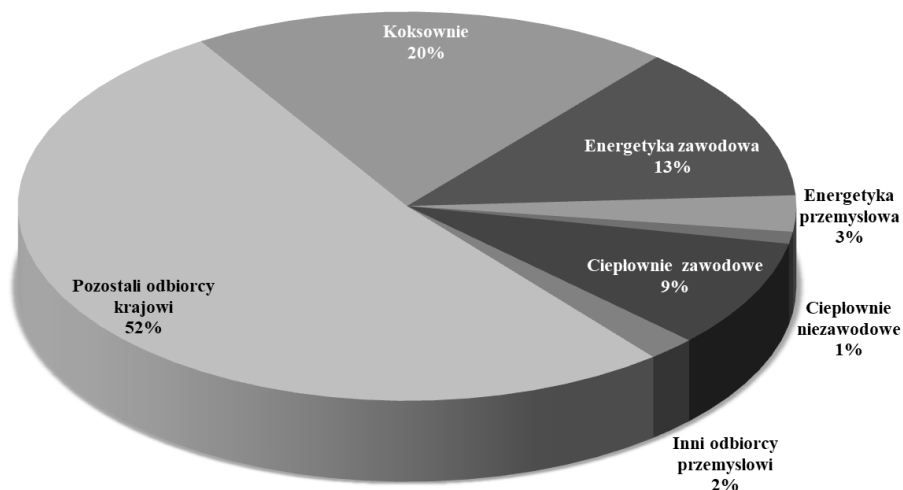
### 3. Jakość węgla importowanego

Import węgla kamiennego do Polski w 2018 r. wyniósł 19,68 mln ton. W zeszłym roku (2018) węgiel był importowany głównie z Rosji (13,47 mln ton). Na kolejnych miejscach w zestawieniu źródeł importu znalazły się Stany Zjednoczone (1,53 mln ton), Australia (1,47 mln ton), Kolumbia (1,46 mln ton), Mozambik (0,55 mln ton), Kazachstan (0,50 mln ton) i Czechy (0,36 mln ton) [13].

Średnia wartość opałow w stanie roboczym importowanego węgla energetycznego jest nieznacznie wyższa (tab. 4). Taki stan rzeczy należy upatrywać w fakcie, iż blisko 52% węgla importowanego jest dostarczane do odbiorców z tzw. rynku pozostałego skupiającego odbiorców indywidualnych, takich jak przykładowo gospodarstwa domowe, które wymagają określonych ustawowo parametrów jakościowych na odpowiednio dobrym poziomie (sortymenty grube i średnie) (rys. 5). Odbiorcy z sektora energetyki i ciepłownictwa przyjęli łącznie 28% importowanego węgla. Wartość opałow zakupionego przez tą grupę odbiorców węgla w roku 2018 wahała się średnio od 22 350 kJ/kg (ciepłownie niezawodowe – 1% udziału w imporcie) do 25 809 kJ/kg (inni odbiorcy przemysłowi – 2% udziału w imporcie). Ciepłownie zawodowe z udziałem 9% w imporcie węgla zakupiły węgiel energetyczny o średniej wartości opałow 23 977 kJ/kg, natomiast energetyka zawodowa z udziałem 13% w imporcie węgla w 2018 zakupiła węgiel o średniej wartości opałow 24 050 kJ/kg. Analizując parametry jakościowe węgla według poszczególnych kierunków importu można zauważyć, że wartość opałow węgla energetycznego waha się od ponad 23 000 do ponad 26 000 kJ/kg, natomiast w zakresie zawartości siarki rozbieżność jest ogromna: od 0,49 do 2,19% (tab. 5).

TABELA 4. Średnie parametry jakościowe węgla energetycznego sprowadzanego do Polski [15] w 2018 roku

Sortyment	Wartość opałow Q [kJ/kg]	Zawartość siarki S [%]	Zawartość popiołu A [%]	Zawartość wilgoci W [%]
Węgiel energetyczny	23 960	0,61	10,4	13,8



Rys. 5. Sprzedaż i kierunki zbytu importowanego węgla kamiennego [14] w 2018 roku

TABELA 5. Średnie parametry jakościowe węgla energetycznego sprowadzanego do Polski [16]  
wg największych dostawców w 2018 roku

Kierunek importu	Wartość opałowa Q [kJ/kg]	Zawartość siarki S [%]	Zawartość popiołu A [%]	Zawartość wilgoci W [%]
Rosja	23 702	0,49	10,8	15,0
USA	26 290	2,19	9,1	10,6

## Podsumowanie

PGG SA oferuje węgiel o określonych parametrach jakościowych, odpowiednich do sposobu jego użytkowania. Parametry jakościowe oferowanego węgla energetycznego dla odbiorców z sektora komunalno-bytowego spełniają ustawowe wymagania jakościowe, co ma ogromne znaczenie dla ochrony powietrza szczególnie na obszarach o gęstej zabudowie i niekorzystnym geograficznym położeniu. W 2018 roku na tzw. rynek pozostałych odbiorców krajowych PGG SA dostarczyła prawie 5 mln ton o średnich parametrach jakościowych przedstawionych w tabeli 6.

TABELA 6. Średnie parametry jakościowe węgla energetycznego dla odbiorców rynku pozostałego dostarczonego przez PGG SA [17]

Odbiorcy	Wartość opałowa Q [kJ/kg]	Zawartość siarki S [%]	Zawartość popiołu A [%]	Zawartość wilgoci W [%]
Pozostali odbiorcy krajowi	27 983	0,58	6,1	7,7

Import węgla na rynek pozostałych odbiorców krajowych wg ARP w 2018 roku stanowił 52% (ok. 10 mln ton) całości sprowadzonego węgla. Średnia wartość opałowa importowanego węgla dostarczonego na rynek pozostałych odbiorców krajowych (w tym odbiorcy indywidualni i gospodarstwa domowe) wyniosła 23 329 kJ/kg [18].

Ogólnie średnia jakość całości węgla importowanego jest prawie na takim samym poziomie jak jakość węgla produkowanego i dostarczanego na rynek krajowy przez PGG SA. Podobnie przedstawia się średnia jakość dostarczanego węgla w pozostałych segmentach rynku krajowego. Zdecydowana różnica w jakości dostarczanego węgla energetycznego na niekorzyść importu występuje na najbardziej wrażliwym rynku – pozostałych odbiorców krajowych. Ten segment rynku odbiorców węgla ma bowiem największy niekorzystny wpływ na jakość powietrza i jego ochronę. Nowe normy jakości węgla zaczęły obowiązywać od października 2018 roku i nie wpłynęły w widoczny sposób na poziom jakości importu węgla dla odbiorców pozostałych, natomiast niezależnie od obowiązującego prawodawstwa PGG SA oferuje ciągle na ten rynek węgiel o najwyższych parametrach jakościowych.



## Literatura

- [ 1] [Online] <http://polski-wegiel.pl/kantar-tns-2018/> [Dostęp: 25.09.2019].
- [ 2] [Online] <https://www.forbes.pl/biznes/normy-jakosci-wegla-import-trwa-dzieki-luce-w-prawie-a-kontroli-brak/c3wsh53#fbComments> [Dostęp: 25.09.2019].
- [ 3] [Online] <https://www.forbes.pl/biznes/normy-jakosci-wegla-import-trwa-dzieki-luce-w-prawie-a-kontroli-brak/c3wsh53#fbComments> / [Dostęp: 25.09.2019].
- [ 4] [Online] <http://polski-wegiel.pl/kantar-tns-2018/> [Dostęp: 25.09.2019].
- [ 5] [Online] <https://www.forbes.pl/biznes/normy-jakosci-wegla-import-trwa-dzieki-luce-w-prawie-a-kontroli-brak/c3wsh53#fbComments> / [Dostęp: 25.09.2019].
- [ 6] [Online] <https://www.pgi.gov.pl/psg-1/psg-2/informacja-i-szkolenia/wiadomosci-surowcowe/10416-geneza-wystepowanie-zasoby-i-zloza-wegla-kamiennego-w-polsce.html> [Dostęp: 25.09.2019].
- [ 7] [Online] <https://www.pgi.gov.pl/psg-1/psg-2/informacja-i-szkolenia/wiadomosci-surowcowe/10416-geneza-wystepowanie-zasoby-i-zloza-wegla-kamiennego-w-polsce.html> [Dostęp: 25.09.2019].
- [ 8] [Online] <https://www.pgi.gov.pl/psg-1/psg-2/informacja-i-szkolenia/wiadomosci-surowcowe/10416-geneza-wystepowanie-zasoby-i-zloza-wegla-kamiennego-w-polsce.html> [Dostęp: 25.09.2019].
- [ 9] Materiały własne PGG S.A. [Online] <https://www.pgg.pl/sprzedaz-wegla/jak-i-gdzie-kupic-wegiel/przedstawiciele-handlowi/typPh/autoryzowani-sprzedawcy> [Dostęp: 25.09.2019].
- [10] Opracowanie własne PGG S.A. [Online] <https://www.pgg.pl/sprzedaz-wegla/jak-i-gdzie-kupic-wegiel/kopalnie-wegla-kamiennego> [Dostęp: 25.09.2019].
- [11] Opracowanie własne PGG S.A. – sprawozdanie G09.1 PGG S.A. styczeń-grudzień 2018.
- [12] Opracowanie własne PGG S.A. – sprawozdanie G09.1 PGG S.A. styczeń-grudzień 2018.
- [13] [Online] <https://tvn24bis.pl/z-kraju,74/import-wegla-kamiennego-do-polski-dane-me-za-2018-rok,914780.html> [Dostęp: 25.09.2019].
- [14] Opracowanie ARP – Import i przywóz (nabycie wewnętrzne) węgla kamiennego; Grudzień oraz styczeń-grudzień 2018 r. Według informacji przekazanych 11 lutego 2019 roku – ARP S.A. oddział Katowice, luty 2019.
- [15] Opracowanie ARP – Import i przywóz(nabycie wewnętrzne) węgla kamiennego; Grudzień oraz styczeń-grudzień 2018 r. Według informacji przekazanych 11 lutego 2019 roku – ARP S.A. oddział Katowice, luty 2019.
- [16] Opracowanie ARP – Import i przywóz(nabycie wewnętrzne) węgla kamiennego; Grudzień oraz styczeń-grudzień 2018 r. Według informacji przekazanych 11 lutego 2019 roku – ARP S.A. oddział Katowice, luty 2019.
- [17] Opracowanie własne PGG S.A.– sprawozdanie G09.1 PGG S.A. styczeń-grudzień 2018.
- [18] Opracowanie ARP – Import i przywóz(nabycie wewnętrzne) węgla kamiennego; Grudzień oraz styczeń-grudzień 2018r. Według informacji przekazanych 11 lutego 2019 roku – ARP S.A. oddział Katowice, luty 2019.

## The quality of coal in Poland

### Abstract

Nowadays, national coal and imported coal are available for sale on the Polish market. Hard coal is imported to Poland from over 20 countries, mainly from Russia and in smaller quantities from the USA, Australia, Colombia, Mozambique, Kazakhstan and the Czech Republic. Last year, record-breaking volumes of 19.68 million tonnes of coal have been imported to Poland. The use of hard coal has a number of harmful effects on the environment. That is why it is very important to know the quality of hard coal supplied to the Polish market. This applies primarily to steam coal. The use of steam coal currently has caused much controversy, especially in the context of protecting and improving air quality. It is associated, among others, with the use of coal for heating purposes. The quality of coal does not solve the problem without the use of appropriate modern thermal installations, especially in the residential and housing sector. Especially in Poland, where, averagely, every third resident uses individual forms of heating with coal. The use of good quality coal for heating is the right way to protect the air. In this article, we present the supply of coal produced by PGG S.A. for the domestic market and imported, including individual recipients and households in the context of its main quality parameters (sector of other domestic recipients).

**KEYWORDS:** coal import, steam coal, other domestic recipients, residential and housing sector, average quality parameters

Materiały XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Jerzy WAJS<sup>1</sup>, Piotr PASIOWIEC<sup>1</sup>, Barbara TORA<sup>2</sup>,  
Zbigniew JAGIELLO<sup>3</sup>, Jan SZEMET<sup>4</sup>, Klaudia BAŃCZYK<sup>1</sup>

## Modernizacja układu klasyfikacji końcowej w Zakładzie Przeróbki Mechanicznej Węgla Z.G. Janina, z zastosowaniem przesiewaczy i sit firmy Progress Eco sp. z o.o. sp. k.

STRESZCZENIE: Mechaniczne procesy klasyfikacji, odwaniania oraz wzbogacania decydują o efektywności całego procesu przerobczego. Odpowiedni dobór parametrów sit oraz precyzja ich wykonania decyduje o uzyskaniu optymalnej jakości półproduktów i produktów finalnych. Największe ryzyko stanowi instalowanie niskiej jakości sit. Dlatego tak istotny jest wybór odpowiedniego producenta i dostawcy. W artykule przedstawiono modernizację układu klasyfikacji końcowej węgla w Z.G. Janina, w oparciu o przesiewacze PWP1-2,8×5,5 oraz PWP1-3,0×5,0 produkcji PROGRESS ECO.

---

<sup>1</sup> Progress Eco Sp. z o.o. Sp. K., Tuczepy; e-mail: jwajs@progress-screens.pl

<sup>2</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

<sup>3</sup> Tauron Wydobycie SA, Jaworzno.

<sup>4</sup> Carbo Eco Sp. z o.o., Mikołów.

## Wprowadzenie

Historia kopalni Janina sięga roku 1868, kiedy rozpoczęto pierwsze badania geologiczne w okolicach Libiąża (Żarki, Moczydło, Maniska i Mętków). W 1901 roku Towarzystwo Akcyjne pod nazwą Compagnie Gallicienne de Mines z siedzibą w Paryżu rozpoczęło pracę przy budowie kopalni węgla kamiennego. Działalność produkcyjna została rozpoczęta w 1907 roku. Rok ten przyjmuje się za datę powstania KWK Janina w Libiążu. W latach 1912–1918 wydobywanie prowadzono dwoma szybami, dochodząc do poziomu 300 m, wydobywanie przekraczało nieznacznie 100 tys. ton/rok. W 1922 roku wprowadzono na dole pierwsze lokomotywy spalinowe, w 1930 r. zastosowano pierwszy elektrowóz, a w 1962 r. wprowadzono do eksploatacji pierwszy kombajn węglowy KWB-2. Początek lat dziewięćdziesiątych XX wieku to gruntowna restrukturyzacja zakładu, w tym czasie Janina należała do czołówki krajowej pod względem wyników ekonomicznych i postępu prac restrukturyzacyjnych. W 1992 r. udostępniono poziom 500 m szybem Janina VI, a także oddano do ruchu płuczkę cieczy ciężkiej wraz z urządzeniami obiegu wodno-mułowego na Janinie II.

### 1. Procesy klasyfikacji mechanicznej na przesiewaczach

Mechaniczne procesy klasyfikacji, odwaniania oraz wzbogacania decydują o efektywności całego procesu przerobczego. Odpowiedni dobór parametrów sit oraz precyzja ich wykonania decyduje o uzyskaniu optymalnej jakości półproduktów i produktów finalnych. Największe ryzyko stanowi instalowanie niskiej jakości sit. Dlatego tak istotny jest wybór odpowiedniego producenta i dostawcy.

Progress ECO jest producentem i dostawcą przesiewaczy oraz sit przemysłowych od ponad trzydziestu lat. Wykonywane realizacje prezentowane są m.in. na targach i konferencjach branżowych.

Od 1988 roku rozwiązania Progress ECO służą do doskonalenia procesów technologicznych w wielu branżach na całym świecie, pozwalając uzyskać optymalne parametry produktów. Progress ECO specjalizuje się w projektowaniu i produkcji sit przemysłowych, wkładów i elementów filtracyjnych, koszy do wirówek oraz maszyn i urządzeń z ich zastosowaniem. W dostarczaniu indywidualnych rozwiązań Progress ECO wykorzystuje potencjał produkcyjny w zakresie sit szczelinowych, plecionych i tkanych, perforowanych oraz gumowych i poliuretanowych. Sita Progress ECO doskonale sprawdzają się w różnych warunkach pracy, zarówno w układach statycznych, jak i dynamicznych oraz w procesach grawitacyjnych i ciśnieniowych.

W procesach przerobczych doskonale sprawdzają się rozwiązania na bazie sit szczelinowych Pro-SLOT w postaci pokładów sitowych, sit łukowych, koszy szczelinowych do wirówek czy sit

odwadniającego OSO. Podobnie jak sита plecione, poliuretanowe i gumowe spełniają najwyższe oczekiwania w zakresie jakości, tolerancji i wytrzymałości.

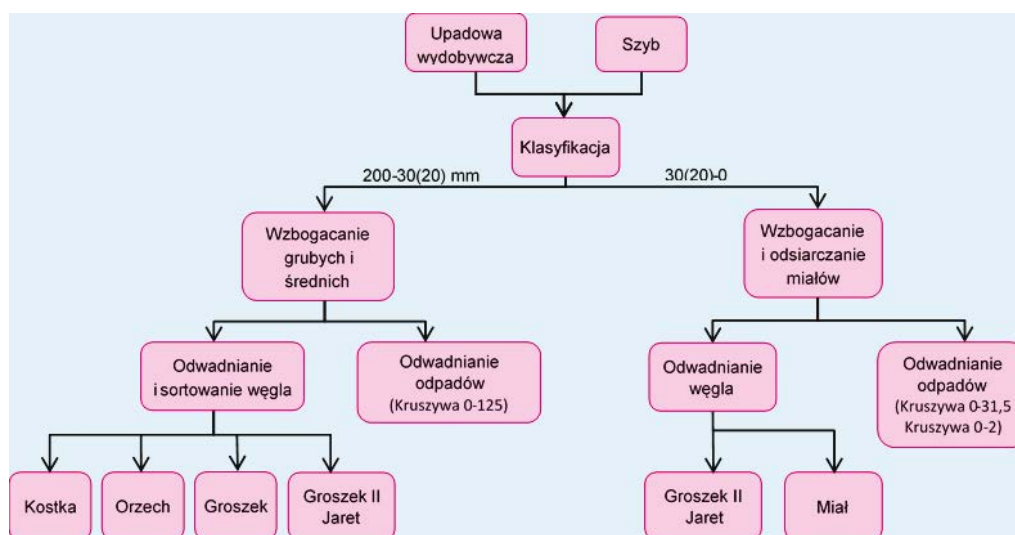
## 2. Modernizacja klasyfikacji końcowej w Zakładzie Przeróbki Mechanicznej Węgla Z.G. Janina

### Układ technologiczny wzbogacania węgla

Ciąg technologiczny składa się z następujących głównych procesów przerobczych:

- ◆ Przygotowanie i klasyfikacja węgla surowego.
- ◆ Wzbogacanie klasy 200–25 mm w separatorze z cieczą ciężką typu Dissa.
- ◆ Wzbogacanie klasy 25–2 mm w osadzarkach wodnych.
- ◆ Wzbogacanie klasy 2–0,1 mm we wzbogacalnikach spiralnych.
- ◆ Gospodarka wodno-mułowa, zagęszczanie i odwadnianie mułów popłuczkowych.
- ◆ Odstawa, załadunek i składowanie produktów wzbogacania.

Układ wzbogacania przedstawiono na schemacie blokowym (rys. 1).



Rys. 1. Schemat blokowy wzbogacania w Z.G. Janina

## Stan przed modernizacją

Koncentrat węglowy o uziarnieniu 20–200 mm z Zakładu Wzbogacania i Odsiarczania Węgla przenośnikiem taśmowym B-1200 mm nr 108 podawany jest do Stacji Przygotowania z Załadownią na poziom + 17,5 m. Z przenośnika taśmowego B-1200 mm nr 108 koncentrat węglowy kierowany był do klasyfikacji końcowej lub do kruszarki pierścieniowej UP 1000×1000 nr 162 w celu skruszenia do sortymentu miałowego. Klasyfikacja końcowa prowadzona była na posobnie zabudowanych przesiewaczach PWP1 – 2,6×5,25 nr 109 i 110.

Na przesiewaczu PWP1 – 2,6×5,25 nr 109 wysiewane były klasy ziarnowe:

- ◆ 10–0 mm – miał węglowy kierowany na przejezdny przenośnik rewersyjny, a następnie do zbiorników miałowych nr 10, 11, 12, 13,
- ◆ 25–6 mm – „Jarek”, kierowany bezpośrednio do zbiorników węgla handlowego, natomiast na przesiewaczu PWP1 – 2,6×5,25 nr 110 wysiewane były klasy ziarnowe:
- ◆ 8–30 mm – groszek,
- ◆ 30–80 mm – orzech,
- ◆ 80–200 mm – gruby.

Klasa ziarnowa 8 – 30 mm – groszek, odbierana była spod przesiewacza PWP1 nr 110 i kierowana była na rewersyjny przenośnik taśmowy B – 1000 nr 112. Z przenośnika taśmowego nr 112 groszek trafiał do zbiornika Groszku lub w przypadku braku możliwości odbioru kierowany był na przenośnik taśmowy B – 1000 nr 163 i do kruszarki pierścieniowej UP 1000 nr 164, skruszony węgiel kierowany był bezpośrednio do zbiornika miałowego nr 10.

Klasa ziarnowa 30 – 80 mm – orzech, odbierana była spod przesiewaczy PWP1 nr 110 przenośnikiem taśmowym B – 1000 nr 113 i kierowana do zbiornika orzecha lub na przenośnik taśmowy B – 1000 nr 163 i do kruszarki pierścieniowej UP 1000 nr 164 w celu skruszenia do sortymentu miał.

Klasa ziarnowa 80–200 mm – gruby, odbierana była z przesiewacza PWP1 nr 110 przenośnikiem taśmowym B – 1000 nr 114 i kierowana do zbiorników sortymentu grubego nr 1171 i 1172.

## Zabudowa przesiewaczy Progress Eco w układzie klasyfikacji końcowej w Zakładzie Przeróbki Mechanicznej Węgla Z.G. Janina

W ramach inwestycji przebudowy klasyfikacji końcowej i załadunku węgla w klasie 150–20 mm do wagonów w Zakładzie Przeróbczym ZG Janina, firma Progress ECO była dostawcą przesiewaczy wibracyjnych.

Zadaniem, które zostało postawione przed przesiewaczami wibracyjnymi, było uzyskanie w wyniku klasyfikacji produktów spełniających następujące wymagania jakościowe:

- ◆ Produkt dolny z drugiego przedziału pierwszego przesiewacza U-109:
  - ◆ zawartość podziarna nie większa niż 6%,
  - ◆ zawartość nadziarna 0%.
- ◆ Produkt dolny z pierwszego przedziału drugiego przesiewacza U-110:
  - ◆ zawartość podziarna nie większa niż 8%,
  - ◆ zawartość nadziarna nie większa niż 5%.

◆ Produkt dolny z drugiego przedziału przesiewacza U-110:

- ◆ zawartość podziarna nie większa niż 8%,
- ◆ zawartość nadziarna nie większa niż 10%.

◆ Produkt górny z drugiego przedziału przesiewacza U-110:

- ◆ zawartość podziarna nie większa niż 7%.

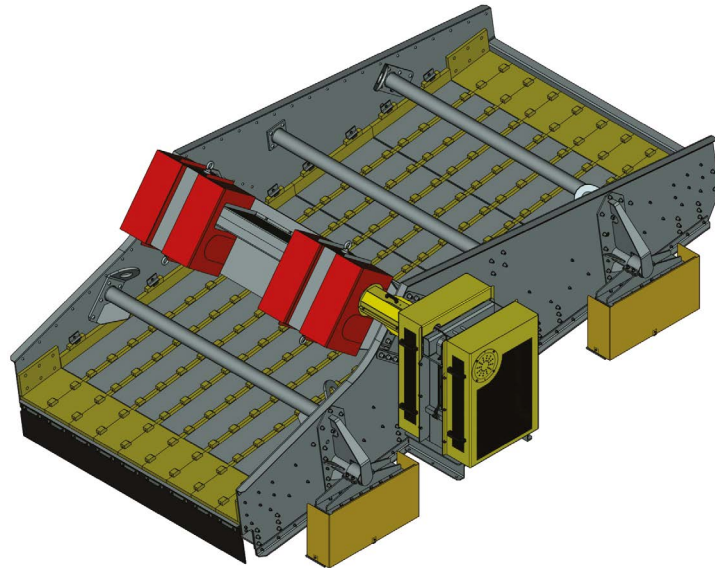
Zakres prac powierzonych firmie Progress Eco w całej inwestycji polegał na zamianie pracujących posobnie dwóch przesiewaczy PWP1-2,6×5,25, na przesiewacze spełniające powyższe wymagania.

Dobrane zostały dwa posobnie pracujące przesiewacze PWP1-2,8×5,5 oraz PWP1-3,0×5,0, w których uzyskanie tych wymagań zostało zrealizowane poprzez wysoką dynamikę pracy urządzeń, odpowiednio dobraną kombinację różnych rodzajów sit (poliuretanowe, zgrzewane prętowe oraz perforowane) oraz maksymalne możliwe pochylenie przesiewaczy w istniejącej zabudowie.

Wymagania techniczne dotyczące przesiewacza PWP1-2,8×5,5 przedstawiały się następująco:

- ◆ Przeznaczenie: klasyfikacja.
- ◆ Uziarnienie nadawy: 20–200 mm.
- ◆ Wydajność: 250 t/h (max 300 t/h).
- ◆ Masa nasypowa nadawy: 0,9 t/m<sup>3</sup>.
- ◆ Krzywa uziarnienia: <6 mm – około 1%; <25 mm – około 20%; <31,5 mm – około 30%; <80 mm – około 70%.
- ◆ Sita modułowe.
- ◆ Oczko:
  - ◆ 1 przedział – 6 mm;
  - ◆ 2 przedział – 25 mm.
- ◆ Ściany boczne przesiewacza wykonane z blach stalowych, lewa i prawa burta przesiewacza łączone złączami HUCK BOLT.
- ◆ Napęd: dwa generatory drgań zabudowane na górnych elementach konstrukcji przesiewacza. Zespół dwóch generatorów drgań połączonych wałem kardana napędzany stacjonarnym silnikiem elektrycznym poprzez przekładnię pasową i wał kardana.
- ◆ Łożyska (przystosowane do obciążeń pulsacyjnych) o nominalnym okresie trwałości co najmniej 40 000 rbh.
- ◆ Konstrukcja przesiewacza gwarantuje uzyskiwanie siły wymuszającej drgania na poziomie do 6 G.
- ◆ W przekładni generatora drgań zastosowanie kół zębatych przekładni walcowej ze skośnym nacięciem uzębienia w celu redukcji hałasu.
- ◆ Wyposażenie: urządzenie rozruchowo-hamujące silnika elektrycznego napędu z elektrycznym hamulcem stałoprądowym.
- ◆ Klasa izolacji napędu: IP 55.

Schemat przesiewacza PWP1-2,8×5,5 wraz z jego charakterystyką przedstawiono na rysunku 2.



Przeznaczenie	Klasyfikacja
Wydajność	300 t/h
Uziarnienie nadawy	0–200 mm
Powierzchnia sit	15,4 m <sup>2</sup>
Sita pokładu o oczkach	6 i 25 mm
Częstotliwość drgań	14,6 Hz
Skok rzeszota	9±1 mm
Kąt pochylenia rzeszota	8°
Moc silnika	37 kW
Masa przesiewacza	11,1 Mg

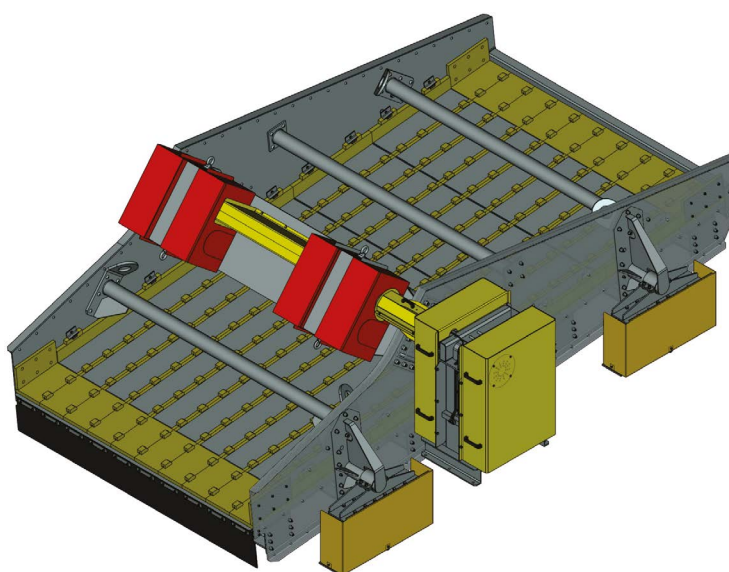
Rys. 2. Przesiewacz PWP1-2,8×5,5

Wymagania techniczne dotyczące przesiewacza PWP1-3,0×5,0 przedstawiały się następująco:

- ◆ Przeznaczenie: klasyfikacja.
- ◆ Uziarnienie nadawy: 25–200 mm.
- ◆ Wydajność: 300 t/h.
- ◆ Masa nasykowa nadawy: 0,9 t/m<sup>3</sup>.



- ◆ Sita modułowe.
- ◆ Oczko:
  - ◆ 1 przedział – 31,5 mm;
  - ◆ 2 przedział – 80 mm.
- ◆ Ściany boczne przesiewacza wykonane z blach stalowych, lewa i prawa burta przesiewacza łączone złączami HUCK BOLT.
- ◆ Napęd: dwa generatory drgań zabudowane na górnych elementach konstrukcji przesiewacza. Zespół dwóch generatorów drgań połączonych wałem kardana napędzany stacjonarnym silnikiem elektrycznym poprzez przekładnię pasową i wał kardana.



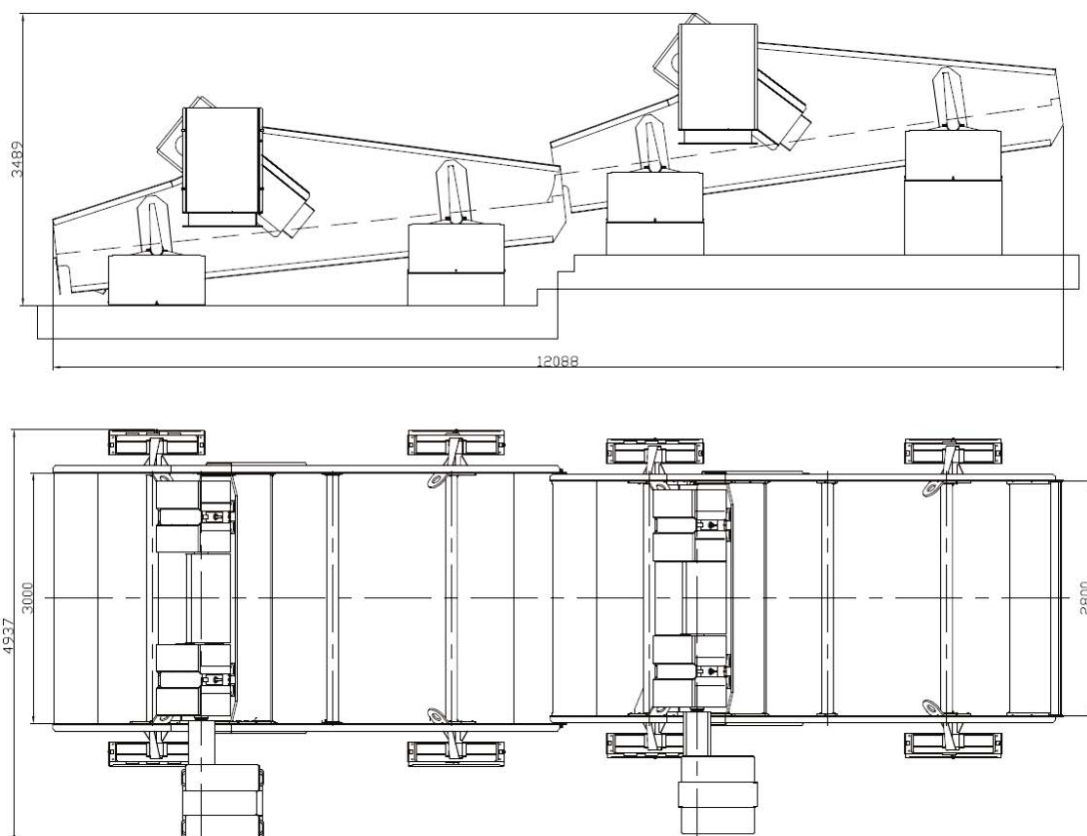
Przeznaczenie	Klasyfikacja
Wydajność	300 t/h
Uziarnienie nadawy	25–200 mm
Powierzchnia sit	15,0 m <sup>2</sup>
Sita pokładu o oczkach	31,5 i 80 mm
Częstotliwość drgań	14,6 Hz
Skok rzeszota	9 ± 1 mm
Kąt pochylenia rzeszota	8°
Moc silnika	37 kW
Masa przesiewacza	11,7 Mg

Rys. 3. Przesiewacz PWP1-3,0x5,0

- ◆ Łożyska (przystosowane do obciążeń pulsacyjnych) o nominalnym okresie trwałości co najmniej 40 000 rbh.
- ◆ Konstrukcja przesiewacza gwarantuje uzyskiwanie siły wymuszającej drgania na poziomie do 6 G.
- ◆ W przekładni generatora drgań zastosowanie kół zębatych przekładni walcowej ze skośnym nacięciem uzębienia w celu redukcji hałasu.
- ◆ Wyposażenie: urządzenie rozruchowo-hamujące silnika elektrycznego napędu z elektrycznym hamulcem stałoprądowym.
- ◆ Klasa izolacji napędu: IP 55.

Schemat przesiewacza PWP1-3,0×5,0 wraz z jego charakterystyką przedstawiono na rysunku 3.

Schemat posobnej zabudowy przesiewaczy PWP1-2,8×5,5 i PWP1-3,0×5,0 przedstawiają rysunki 4, 5 i 6.



Rys. 4. Zabudowa przesiewaczy PWP1-2,8×5,5 i PWP1-3,0×5,0



Rys. 5. Zabudowa przesiewaczy PWP1-2,8×5,5 i PWP1-3,0×5,0 w zakładzie



Rys. 6. Zabudowa przesiewaczy PWP1-2,8×5,5 i PWP1-3,0×5,0 w zakładzie

## Napędy

Napędy przesiewaczy są realizowane poprzez generatory drgań firmy Friedrich charakteryzujące się liniowym ruchem drgającym. Dzięki wymuszonej synchronizacji przeciwcieżarów generatorów przy włączaniu i wyłączaniu urządzenia nie powstają drgania.

Charakterystyka napędów:

- ◆ Masy niewyważone – regulowane poprzez wzajemne wychylenie mas instalowanych na wspólnym wale.
- ◆ Masywna tarcza łożyska z uszczelką pyłoszczelną.
- ◆ Specjalne łożysko toczne ze zwiększoną nośnością i zwiększonym luzem łożyskowym. Smarowanie łożysk mgłą olejową.
- ◆ Koła zębate zaprojektowane specjalnie do przenoszenia dużych obciążeń służą do wymuszonej synchronizacji niewyważeń. Smarowanie kół zębatych mgłą olejową.
- ◆ Demontowalne uchwyty do łatwego i bezpiecznego montażu w każdej sytuacji.
- ◆ Korki spustowe oleju i otwory wlewowe dostosowane do różnych kątów zabudowy.



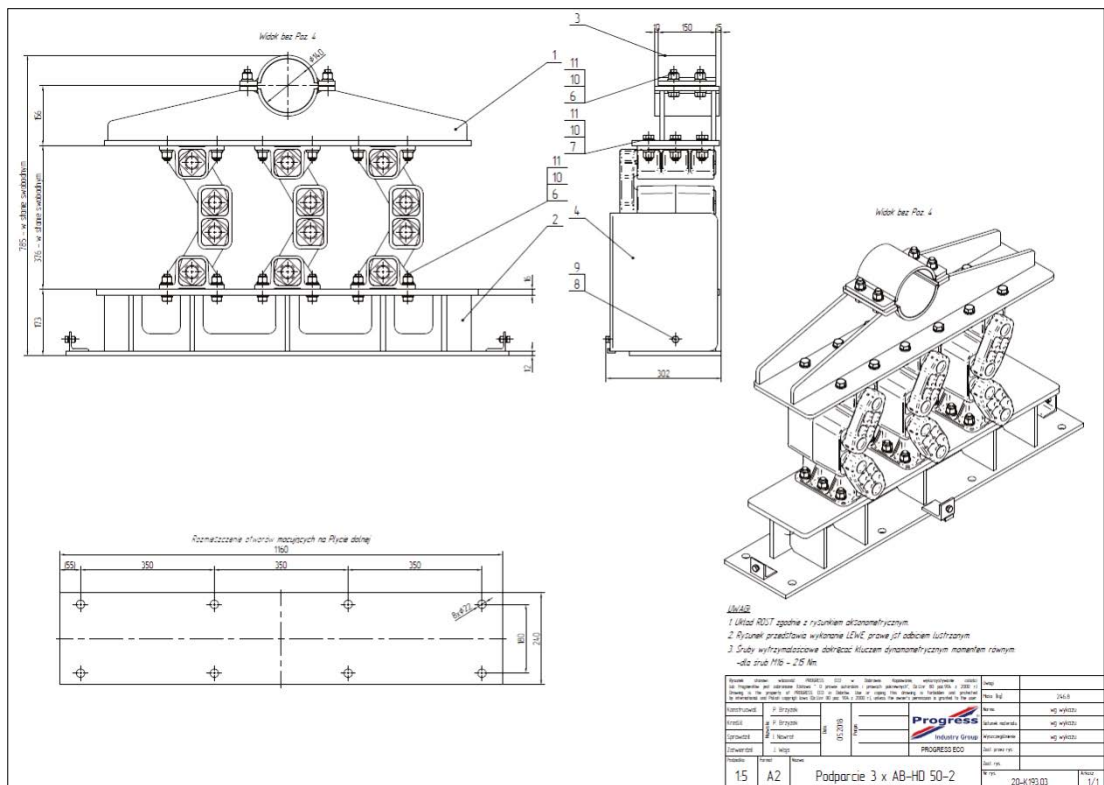
Rys. 7. Generator drgań

## Wsporniki oscylacyjne

Rozwiązanie podparć obu przesiewaczy zostało zrealizowane poprzez cztery potrójne zestawy wsporników oscylacyjnych typu AB-HD 50-2. Schemat rozwiązania przedstawiono na rysunku 8 poniżej.

Główne zalety zastosowanych wsporników oscylacyjnych:

- ◆ odporność na korozję,
- ◆ wysoka izolacja drgań do ramy wsporczej,
- ◆ całkowicie liniowe oscylacje,
- ◆ krótkie i płynne zatrzymanie,
- ◆ odporne na uderzenia i przeciążenia,



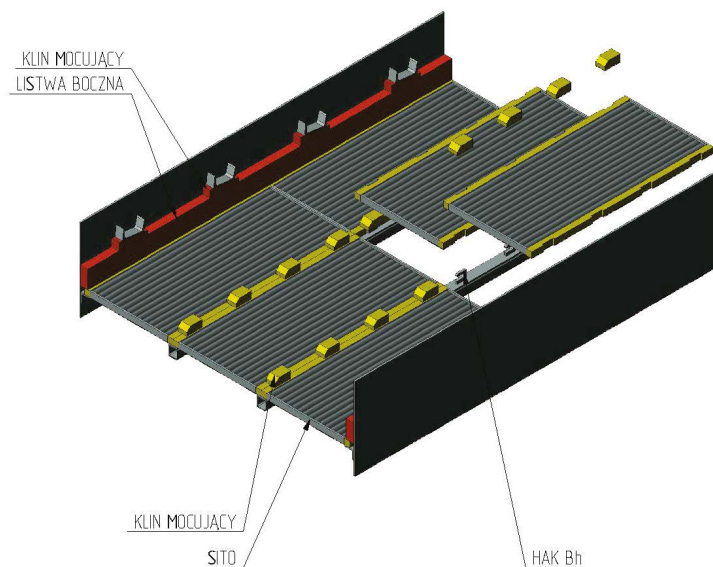
Rys. 8. Zespół wsporników oscylacyjnych 3 × AB-HD 50-2

- ◆ zapewniają stabilne podparcie,
- ◆ nie wymagają zabezpieczeń na ruchy boczne,
- ◆ płynne przejście przez częstotliwość rezonansową układu,
- ◆ całkowicie bezobsługowe zawieszenie,
- ◆ łatwy montaż i wymiana,
- ◆ cicha praca.

#### Sita w systemie mocowania PRO-CLIN

Przesiewacze wibracyjne zastosowane w przebudowie klasyfikacji końcowej ZG Janina są wyposażone w sita mocowane w systemie PRO-CLIN (Rys 9). Szerokie możliwości zabudowy sit w systemie PRO-CLIN umożliwiają wykorzystywanie różnych typów sit. W pierwszym przesiewaczu PWP1-2,8×5,5 zostały zastosowane sita poliuretanowe o oczku 6 mm charakteryzujące się wysokim stopniem samooczyszczenia oraz sita zgrzewane prętowe o oczku 25 mm charakteryzujące się bardzo dużym prześwitem. W drugim przesiewaczu PWP1-3,0×5,0 zostały zabudowane sita perforowane charakteryzujące się dużą wytrzymałością na ścieranie o układzie

oczek umożliwiającym uwalnianie się ziaren o anizotropii powyżej 1,5 oraz specjalnie zaprojektowane sita poliuretanowe o małych mostkach i dużym prześwicie. W systemie PRO-CLIN sito tworzy moduł, który mocowany jest do konstrukcji nośnej za pomocą haków i klinów. Oferowany system charakteryzuje się brakiem połączeń śrubowych, co znacznie przyspiesza wymianę zarówno pojedynczego sita, jak i całego pokładu. Zaletą zastosowania klinów mocujących sita do konstrukcji przesiewacza jest rozpraszanie materiału znajdującego się na pokładzie sit, ograniczając wpływ tzw. martwej strefy. W miejsce klinów mocujących można stosować poprzeczne progi zwalniające, które dodatkowo zwiększają skuteczność procesów przesiewania i odwadniania. Ważną zaletą systemu jest niższa masa pokładu sit, co w znacznym stopniu zmniejsza jego oddziaływanie na konstrukcję przesiewacza. System mocowania sit PRO-CLIN doskonale sprawdza się w przesiewaczach o niskich pokładach.



Rys. 9. Schemat mocowania sit w systemie PRO-CLIN

## Podsumowanie

Program produkcyjny PROGRESS ECO obejmuje pełny zakres oczek w asortymencie sit plecionych i zgrzewanych oraz sit z tworzyw sztucznych. Kompleksowa oferta systemów montażu, adapterów, okuć i zaczepek zapewnia prawidłowy montaż na wszystkich rodzajach przesiewaczy.

Posiadamy doświadczenie w zakresie przesiewania „na mokro” i „na sucho” w procesach przerobczych węgla kamiennego, brunatnego, miedzi, rud żelaza, cynku, ołowiu, potasu, ura-



nu oraz soli, a także wszystkich produkowanych powszechnie kruszywach m.in.: wapienia, piaskowca, dolomitu, porfiru, diabazu, kwarcytu, granitu, melafiru, czy gabro. Progress ECO oferuje kompleksowe wsparcie przy realizacji nowych linii technologicznych oraz rozbudowie i modernizacji istniejących.

Najwyższa jakość produktów Progress ECO generuje zysk w postaci wzrostu wydajności przy zachowaniu wymaganych parametrów produktu oraz redukcję kosztów poprzez rzadsze i krótsze przestoje. Proces ten jest doskonalony od 1996 roku w oparciu o System Zarządzania Jakością ISO 9001:2015

Zwiększając efektywność procesów technologicznych, Progress ECO wspólnie z odbiorcami urządzeń przyczynia się do lepszego wykorzystania zasobów naturalnych Ziemi.

## Literatura

- BANASZEWSKI, T. 1990. *Przesiewacze*. Katowice: Wydawnictwo Śląsk.
- BLASCHKE, S. i BLASCHKE, W. 1989. *Maszyny i urządzenia w przeróbce kopalni*. Sita. *Skrypt uczelniany* nr 1145. Kraków: Wydawnictwo AGH.
- DRZYMAŁA, J. 2001. *Podstawy mineralurgii*. Wrocław: Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej.
- HYCNAK i in. 2015 – HYCNAK, J.J., PASIOWIEC, P., BAŃCZYK, K., WAJS, J. i TORA, B. 2015. *Zwiększenie skuteczności odwadniania i klasyfikacji zawiesiny wody odciekowej w instalacjach odwadniania żużla przy zastosowaniu sit OSO*. XXIX konferencja z cyklu: Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej pt. Paliwa dla energetyki – mix energetyczny. Zakopane.
- JONCZAK i in. 2004 – JONCZAK, P., PASIOWIEC, P. i ŚMIEJEK, Z. 2004. Technologiczne i ekonomiczne racje istnienia nowych rozwiązań w obszarze stosowania sit produkcji Progress Eco SA. Nowoczesne systemy przerobcze surowców mineralnych z uwzględnieniem problemów ochrony środowiska; KOMEKO, Ustroń.
- LASKOWSKI, J. i ŁUSZCZKIEWICZ, A. 1989. *Przeróbka kopalni*. Wrocław: Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej.
- Materiały reklamowe, prace badawcze i dokumentacje firmy Progress Eco Sp. z o. o. Sp. K. [Online] <http://progresseco.pl/> [Dostęp: 10.07.2019].
- SZTABA, K. 1993. *Przesiewanie*. Katowice: Wydawnictwo Śląsk.
- PASIOWIEC, P. 2008. *Analysis of Work and Optimization of Centrifugal Dewatering Sieve*. Doctoral dissertation, Ostrava.
- PASIOWIEC i in. 2015 – PASIOWIEC, P., BAŃCZYK, K., WAJS, J., GAWLISTA, S., TORA, B. i BUREK, A.: *Comparative analysis of dewatering efficiency and distribution of materials in centrifugal dewatering sieve with steel and polyurethane insert*. 19<sup>th</sup> Conference on Environment and Mineral Processing, VŠB–TU Ostrava 2015.
- PASIOWIEC i in. 2015 – PASIOWIEC, P., WAJS, J., BAŃCZYK, K., BORKOWSKI, W., BOGUSŁAW, A. i TORA B. 2015. *Rozbudowa układu klasyfikacji i odwadniania w Zakładzie Przeróbczym PG Silesia na bazie przesiewaczy wibracyjnych produkcji Progress Eco. Innowacyjne i przyjazne dla środowiska techniki i technologie przeróbki surowców mineralnych : bezpieczeństwo – jakość – efektywność*. KOMAG.
- TORA i in. 2003 – TORA, B., PASIOWIEC, P. i ŚMIEJEK, Z. 2003. The possibilities of using the centrifugal dewatering sieve In the system of classification; 7<sup>th</sup> Conference on Environment and Mineral Processing, VŠB–TU Ostrava.





Mieczysław GRZESIK<sup>1</sup>, Regina JANAS<sup>1</sup>,  
Zdzisława ROMANOWSKA-DUDA<sup>2</sup>, Piotr DZIUGAN<sup>3</sup>

## Ekologiczne technologie produkcji roślin energetycznych w ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych i skażenia środowiska

### Wstęp i zakres badań

Jednym z ważniejszych wyzwań w dzisiejszej gospodarce światowej jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych, między innymi poprzez wykorzystanie biomasy energetycznej jako surowca do pozyskiwania energii oraz ograniczenie sztucznego nawożenia roślin przy zastosowaniu nawozów naturalnych, które nie zanieczyszczają środowiska. Problem ten staje się poważny ze względu na rosnącą produkcję i zużycie energii, które w przypadku konieczności ograniczenia wykorzystania paliw kopalnych wymuszają stosowanie nowych technologii uprawy roślin, umożliwiających uzyskanie maksymalnych plonów biomasy przetwarzalnej na energię i zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska (Grzesik i in. 2019).

---

<sup>1</sup> Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice.

<sup>2</sup> Uniwersytet Łódzki, Katedra Ekofizjologii Roślin, Łódź.

<sup>3</sup> Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Łódź.

Przypuszcza się, że ograniczenie zanieczyszczenia środowiska agrologicznego, spowodowane stosowaniem nadmiernych dawek nawozów syntetycznych i pestycydów w intensywnych uprawach energetycznych, można ograniczyć poprzez nawożenie odpadami z biodegradacji biomasy do metanu w biogazowniach oraz popiołami ze spalonych roślin określonych gatunków, które nie zawierają substancji toksycznych. Ze względu na fakt, że odpady te i popioły zwykle zawierają nutrieny niezbędne dla wzrostu roślin i są przyjazne dla środowiska, ich zastosowanie w rolnictwie jako nawozów może być przydatne, a jednocześnie może rozwiązać problem ich składowania, który jest niebezpieczny dla otoczenia (Romanowska-Duda i in. 2019a, b). Wykorzystanie odpadów z biogazowni i popiołów z biomasy w produkcji roślin na cele energetyczne, jako nawozów organicznych i alternatywy dla chemicznego wzbogacania gleby, może być bardzo przydatne w globalnej produkcji roślinnej z ekonomicznego i środowiskowego punktu widzenia. Problemem jest ograniczona wiedza w zakresie jakościowego i ilościowego składu tych odpadów i popiołów oraz ich wpływu na rozwój, aktywność fizjologiczną i plonowanie poszczególnych gatunków roślin energetycznych w określonych warunkach środowiskowych zmieniającego się klimatu. Celem prezentowanych doświadczeń było zbadanie wpływu różnych dawek odpadów z biogazowni i popiołów ze spalonej biomasy roślinnej na wzrost, zdrowotność i właściwości fizjologiczne roślin energetycznych oraz możliwości ograniczenia nawożenia syntetycznego.

## Wyniki badań i dyskusja

Przeprowadzone badania wskazują na duże perspektywy ekologicznego nawożenia roślin sorgo i słonecznika bulwiastego (syn. topinamburu) odpadami z biogazowni (Gamawind Sp. z o.o., Piaszczyzna) oraz popiołami ze spalonego topinamburu i sorgo, stosowanymi osobno lub razem z preparatami nowej generacji Apol-humus (Poli-Farm sp. z o.o.; polepszacz gleby) i Stymjod (PHU Jeznach sp.j.; nawóz nano-organiczno-mineralny) jako alternatywy dla nawozów sztucznych, które są niebezpieczne dla otoczenia. Wykazano, że słonecznik bulwiasty i sorgo są wysoko wydajnymi roślinami energetycznymi, dającymi wysoki plon biomasy i energii w przeliczeniu na powierzchnię uprawy. Aplikacja opracowanych dawek tych odpadów ( $30\text{--}40\text{ m}^3\text{ ha}^{-1}$ ) i popiołów ( $4\text{ t ha}^{-1}$ ) do gleby biellicowej oddzielnie lub razem z Apol-humus ( $10\text{ L ha}^{-1}$ ) i Stymjod ( $5\text{ L ha}^{-1}$ ) znacznie zwiększyła zdrowotność roślin, fotosyntezę netto, transpirację, przewodnictwo szparkowe, stężenie międzykomórkowego  $\text{CO}_2$ , indeks zawartości chlorofilu, aktywność fosfatazy kwaśnej i zasadowej, RNazy i dehydrogenazy oraz zawartość makro- i mikroelementów w liściach, a także parametry wartości energetycznej, które w sumie wpłynęły korzystnie na kinetykę wzrostu roślin oraz plon świeżej i suchej biomasy (fot. 1, 2) (Janas i in. 2019; Romanowska-Duda i in. 2018; Romanowska-Duda i in. 2019a, b, c). Nawożenie tych roślin odpadami z biogazowni i popiołami z sorgo oraz słonecznika bulwiastego pozwoliło również na ograniczenie zalecanych dawek nawozów chemicznych o co najmniej 50%,

co umożliwiło znaczne ograniczenie skażenia środowiska glebowego i wodnego. Ponadto przyrodnicze wykorzystanie tych odpadów i popiołów w uprawie badanych roślin energetycznych rozwiązało problem ich składowania, które jest drogie i niebezpieczne dla środowiska. Badane odpady z biogazowni i popioły mogą być wykorzystane jako ekonomiczne bionawozy w rolnictwie i alternatywa dla nawozów syntetycznych, jeśli są stosowane w odpowiednich ilościach i zgodnie z przepisami krajowymi (Romanowska-Duda i in. 2019a, b).

Badania były prowadzone w ramach Grantu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju nr BIOSTRATEG 2/296369/5/NCBR/2016.



Fot. 1. Rośliny słonecznika bulwiastego nawożone odpadami z biodegradacji biomasy do metanu w biogazowniach (E) w dawce 10–40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>



Fot. 2. Rośliny słonecznika bulwiastego nawożone odpadami z biodegradacji biomasy do metanu w biogazowniach. W środku poletko nienawożone

## Literatura

- GRZESIK i in. 2019 – GRZESIK, M., JANAS, R., ROMANOWSKA-DUDA, Z. i DZIUGAN, P. 2019. *Przyrodnicze wykorzystanie popiołów ze spalania biomasy w uprawach topinamburu* [W:] Lubkowski, K. i Markowska-Szczupak, A. (red.) *11<sup>th</sup> Conference Wasteless Technologies and Waste Management in Industry and Agriculture*. 11–14.07.2019 Międzyzdroje. Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, s. 281–284.
- JANAS i in. 2019 – JANAS, R., GRZESIK, M., CHOJNOWSKA, E., GÓRALSKA, R., ROMANOWSKA-DUDA, Z. i DZIUGAN, P. 2019. *Skuteczność elicytacji odpadów z biogazowni oraz środków biologicznych w ochronie roślin topinamburu* [W:] Lubkowski, K. i Markowska-Szczupak, A. (red.) *11<sup>th</sup> Conference Wasteless Technologies and Waste Management in Industry and Agriculture*. 11–14.07.2019 Międzyzdroje. Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, s. 277–280.
- ROMANOWSKA-DUDA i in. 2018 – ROMANOWSKA-DUDA, Z., GRZESIK, M. i JANAS, R. 2018. *Stimulatory impact of Stymjod on sorghum plant growth, physiological activity and biomass production in field conditions* [W:] Mudryk K. i Werle S. (red.) *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation: Springer Proceedings in Energy*. Springer, Cham 24, s.253–260. DOI: 10.1007/978-3-319-72371-6\_24. [Online] [https://doi.org/10.1007/978-3-319-72371-6\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-72371-6_24) [Dostęp: 17.07.2019].
- ROMANOWSKA-DUDA i in. 2019a – ROMANOWSKA-DUDA, Z., GRZESIK, M. i JANAS, R. 2019. Maximal efficiency of PSII as a marker of sorghum development fertilized with waste from a biomass biodigestion to methane. *Frontiers in Plant Science* 9(1920), s. 1–17. DOI: 10.3389/fpls.2018.01920. [Online] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01920/full> [Dostęp: 10.08.2019].
- ROMANOWSKA-DUDA i in. 2019b – ROMANOWSKA-DUDA, Z., JANAS, R. i GRZESIK, M. 2019. Application of Phytotoxkit in the quick assessment of ashes suitability as fertilizers in sorghum crops. *International Agrophysics* 33, s. 145–152. DOI: 10.31545/intagr/104597.
- ROMANOWSKA-DUDA i in. 2019c – ROMANOWSKA-DUDA, Z., GRZESIK, M. i JANAS, R. 2019. The Usefulness of Nano-Organic-Mineral Fertilizer Stymjod in Intensification of Growth, Physiological Activity and Yield of the Jerusalem Artichoke Biomass. 5th International Conference on Renewable Energy Sources (ICORES) Krynica, Poland, 20–22.06.2018. Book Series: Springer Nature Switzerland AG 2019. Wróbel, M., Jewiarz, M. i Szłęk, A. (red.), *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation, Springer Proceedings in Energy*, 331-339. [Online] [https://doi.org/10.1007/978-3-030-13888-2\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-030-13888-2_33) [Dostęp: 17.07.2019].

Regina JANAS<sup>1</sup>, Mieczysław GRZESIK<sup>1</sup>,  
Zdzisława ROMANOWSKA-DUDA<sup>2</sup>, Piotr DZIUGAN<sup>3</sup>

## Badania nad możliwością wykorzystania pofermantów z biogazowni w ograniczaniu presji patogenów przenoszonych z nasionami sorgo

### Wstęp i zakres badań

W ostatnich latach sorgo zyskuje coraz większą popularność zarówno jako roślina rolnicza, jak i energetyczna. W porównaniu z powszechnie uprawianą kukurydzą, udowodniono jego większą tolerancję na suszę, zasolenie oraz choroby, co w warunkach zmieniającego się klimatu stwarza perspektywę uzyskania stabilnych plonów, gwarantujących efektywność ekonomiczną. Roślina rozmnaża się generatywnie – przez nasiona, które w sprzyjających warunkach kiełkują po 3–4 dniach. Postępujące ocieplenie klimatu powoduje, że w warunkach Polski można otrzymać zadawalające plony nasion sorgo, dobrej jakości, co wykazano w badaniach autorów (fot. 1–2) (Grzesik i in. 2017, 2019; Janas i in. 2019). Jakość nasion determinują czynniki abiotyczne i biotyczne – przede wszystkim mikroflora, zasiedlająca materiał siewny. Odkażanie i zaprawianie nasion jest najwłaściwszym zabiegiem chroniącym nasiona przed patogenami.

---

<sup>1</sup> Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice.

<sup>2</sup> Uniwersytet Łódzki, Katedra Ekofizjologii Roślin, Łódź.

<sup>3</sup> Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Łódź.



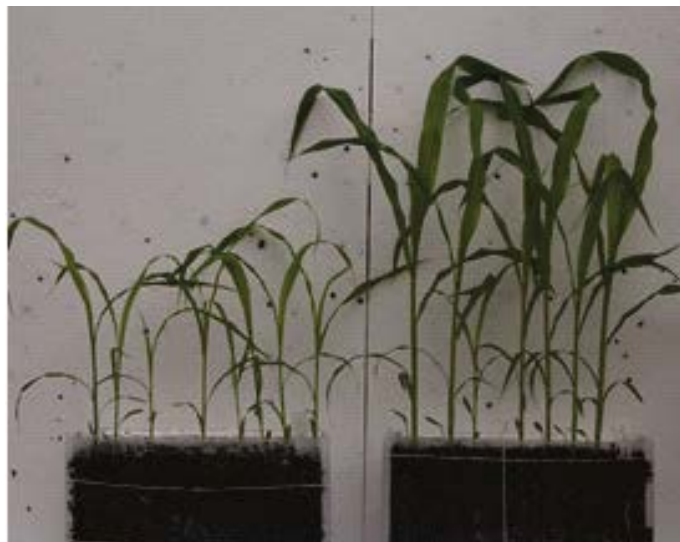


Fot. 1. Rośliny sorgo w fazie dojrzałości zbiorczej nasion



Fot. 2. Nasiona sorgo reprodukowane w doświadczeniach

Jego skuteczność w znacznym stopniu zależy od znajomości specyficznej dla danego gatunku rośliny mikroflory nasion i w zależności od tego ukierunkowanego zwalczania (Janas i in. 2019; Mohammed i in. 2015; Neya i in. 2008; Thakur i Mathur 2000; Upadhyaya i in. 2013). Jak wskazują doniesienia literatury oraz wyniki badań autorów, pofermenty z biogazowni mogą być alternatywną, ekologiczną metodą kompleksowego zaprawiania nasion. Ich skład, zasobność w makro- i mikroelementy, jak również związki ograniczające presję fitopatogenów przenoszonych z nasionami, stwarzają nowe możliwości wykorzystania pofermentów w osłonie materiału siewnego sorgo przed patogenami (Janas i in. 2019; Mohammed i in. 2015; Neya i in. 2008). Celem badań była ocena wpływu pofermentów z biogazowni na zdrowotność i jakość nasion sorgo.



Fot. 3. Siewki sorgo uzyskane z nasion nietraktowanych (po lewej) i traktowanych pofermentami w stężeniu 20% (po prawej)

Materiałem badań były ziarniaki sorgo odmiany Rona oraz pofermenty z biogazowni pozyskane z ziarna kukurydzy. Pofermenty stosowano donasiennie w stężeniach od 0 do 100%. Kontrolę stanowiły ziarniaki nietraktowane pofermentami. Badania prowadzono w warunkach laboratoryjnych i szklarniowych. Oceniano wpływ wybranych metod aplikacji odpadów przemysłowych (pofermentów) z biogazowni na skład ilościowy i jakościowy mikroflory nasion sorgo, zdrowotność siewek, zdolność kiełkowania nasion, wzrost korzeni zarodkowych i siewek w testach Phytotoxkit (fot. 3), wzrost roślin w warunkach szklarniowych i ich aktywność fizjologiczną, dynamikę wschodów roślin oraz stopień porażenia roślin w początkowej fazie wzrostu przez grzyby patogeniczne.

## Wyniki badań i dyskusja

Wyniki badań wskazują na potencjalne możliwości zastosowania pofermentów z biogazowni do przedsięwzięcia traktowania nasion sorgo. Pofermenty aplikowane donasiennie (moczenie nasion) w stężeniu 20% powodowały wzrost zdolności kiełkowania nasion z 82% w obiektach kontrolnych (nietraktowanych) do 95%. Istotne zależności i przyspieszenie kiełkowania odnotowano w dynamice kiełkowania nasion traktowanych pofermentami. Analogiczne interakcje dotyczyły zdrowotności nasion sorgo. Aplikacja pofermentów do nasion w stężeniu 20% zmniejszała asocjacje mikopatogenów nasion, co skutkowało istotną poprawą zdrowotności.

W tych kombinacjach uzyskano ograniczenie presji mikopatogenów przenoszonych z nasionami z rodzaju *Colletotrichum* sprawcy antraknozy roślin oraz *Fusarium* i *Pythium* powodujących zgorzele siewek. Wraz ze wzrostem stężenia pofermentów aplikowanych donasiennie do 60% uzyskiwano nieco gorsze parametry jakości nasion w porównaniu z najlepszą kombinacją (20%), ale istotnie lepsze od kontroli. Donasienna aplikacja pofermentów w stężeniu powyżej 60% okazała się fitotoksyczna dla nasion i roślin w początkowej fazie wzrostu. Skutkowało to spadkiem zdolności kiełkowania ziarniaków sorgo i niską dynamiką wschodów. Udział siewek anormalnych w powyższych kombinacjach był wprost proporcjonalny do wzrostu stężenia pofermentów. Literatura światowa i krajowa z zakresu przedstawionej tematyki badań wskazuje na podobne zależności oraz szerokie perspektywy zastosowania odpadów z biogazowni w uprawach roślin (Mohammed i in. 2015; Romanowska-Duda i in. 2017, 2018, 2019; Thakur i Mathur 2000; Upadhyaya i in. 2013).

Badania były prowadzone w ramach Grantu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju nr BIOSTRATEG 2/296369/5/NCBR/2016.

## Literatura

- GRZESIK i in. 2017 – GRZESIK, M., JANAS, R., ROMANOWSKA-DUDA, Z. i DZIUGAN, P. 2017. Phytotoxkit jako efektywny biotest do oceny przydatności odpadów z przemysłu rolno-spożywczego w uprawie sorgo. XIII Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Nauka dla Hodowli i Nasiennictwa Roślin Uprawnych”. Zakopane 30.01–03.02.2017, s. 266–267.
- GRZESIK i in. 2019 – GRZESIK, M., JANAS, R. i ROMANOWSKA-DUDA, Z. 2019. Zastosowanie odpadów po fermentacji metanowej w uprawie sorgo w warunkach ograniczonego nawożenia syntetycznego. Konferencja Naukowa „Nauka dla Hodowli i nasiennictwa” 5–8.02.2019 Zakopane. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin* Nr 285, s. 201–202.
- JANAS i in. 2019 – JANAS, R., GRZESIK, M., ROMANOWSKA-DUDA, Z. i DZIUGAN, P. 2019. Effectiveness of bio-mass ashes elicitation in the reduction of pathogenic fungi contaminating sorghum seeds. 10<sup>th</sup> Forum of Ecological Engineering 9–11.09.2019. Kazimierz Dolny. *Book of Abstracts* s. 52.
- MOHAMMED i in. 2015 – MOHAMMED, K., GURE, A. i ZUBERI, M.I. 2015. Problems of seed – borne fungal diseases affecting sorghum grain (*Sorghum bicolor* Moench.) in two districts of Oromia. *Ethiopia International Journal of Biosciences* 7(5), s. 66–77.
- NEYA i in. 2008 – NEYA, A., ZIDA, P.E. i SEREME, P. 2008. Importance of seed-borne fungi of sorghum and pearl Millet in Burkinafaso and their control using plant extracts. Ouagadougou, Burkina Faso. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11(3), s. 321–331.
- ROMANOWSKA-DUDA i in. 2017 – ROMANOWSKA-DUDA, Z., GRZESIK, M. i JANAS, R. 2017. Usefulness of Phytotoxkit biotests in indicating stimulatory impact of Apol-humus and Stymjod on sorghum seed germination and biomass production. IV Międzynarodowa Konferencja. Odnawialne źródła energii. Techniki, technologie, innowacje (Renewable energy sources. Engineering, technology, innovation). 20–23 czerwca 2017 r.– Krynica-Zdrój. Książka Streszczeń s. 84. [Online] [www.renewenergy.pl](http://www.renewenergy.pl) [Dostęp: 10.08.2019].
- ROMANOWSKA-DUDA i in. 2018 – ROMANOWSKA-DUDA, Z., GRZESIK, M. i JANAS, R. 2018. Stimulatory impact of Stymjod on sorghum plant growth, physiological activity and biomass production in field conditions



- [W:] Mudryk K. i Werle S. (red.) Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation: Springer Proceedings in Energy. Springer, Cham 24, s. 253–260. Book ISBN: 978-3-319-72370-9, DOI: 10.1007/978-3-319-72371-6\_24. [Online] [https://doi.org/10.1007/978-3-319-72371-6\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-319-72371-6_24) [Dostęp: 10.08.2019].
- ROMANOWSKA-DUDA i in. 2019 – ROMANOWSKA-DUDA Z., GRZESIK M. i JANAS, R. 2019. Maximal efficiency of PSII as a marker of sorghum development fertilized with waste from a biomass biodigestion to methane. *Frontiers in Plant Science* 9(1920), s. 1–17. DOI: 10.3389/fpls.2018.01920. [Online] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2018.01920/full> [Dostęp: 10.08.2019].
- THAKUR, RP. i MATHUR, K. 2000. *Anthracnose* [W:] Frederiksen, R.A. i Odvody, G.N. (red). *Compendium of sorghum diseases*. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA. s. 10–12.
- UPADHYAYA i in. 2013 – UPADHYAYA, H.D., WANG, Y.H., SHARMA, R. i SHARMA, S. 2013. Identification of genetic markers linked to anthracnose resistance in sorghum using association analysis. *Theor Appl Genet.* 126, s. 1649–1657.



Jarosław KAMYK<sup>1</sup>, Alicja KOT-NIEWIADOMSKA<sup>2</sup>

## Obroty międzynarodowe ropą naftową w Polsce w latach 1990–2017

**STRESZCZENIE:** Od początku XX wieku aż do okresu międzywojennego Polska znajdowała się w czołówce producentów ropy naftowej na świecie, a potem w Europie. Zniszczenia wojenne, a przede wszystkim zmiany terytorialne, jakie były następstwem II wojny światowej, pozbawiły Polskę znacznych zasobów tego surowca. Jednocześnie rozwój zapotrzebowania na ropę, towarzyszący szybko rozwijającej się gospodarce, przyczynił się do konieczności rozwoju importu, który w latach 1990–2017 wzrósł z 13,0 mln ton do ponad 24,0 mln t ropy naftowej. Polska, ze względu na konfigurację techniczną krajowych rafinerii, a także dostępność rurociągu Przyjaźń, importuje ropę głównie z Rosji. Polskie rafinerie posiadają jednak możliwość rozwoju alternatywnych źródeł dostaw dzięki dostępności Naftoportu w Gdańsku. Tym samym postępująca dywersyfikacja dostaw powoduje spadek znaczenia ropy rosyjskiej (z 95% w latach 2001–2005 do 74% w roku 2017), na rzecz surowca z Bliskiego Wschodu, ale także Ameryki Północnej i innych krajów europejskich, w tym Norwegii. Ropa naftowa jest głównym surowcem mineralnym deficytowym dla Polski. Saldo obrotów ropą naftową jest wysoce negatywne i najbardziej wpływa na wielkość ujemnego salda obrotów surowcami mineralnymi w Polsce. Największy wpływ na taki stan rzeczy, oprócz wzrastającego wolumenu importu, wywierają zmiany wartości jednostkowych importowanej ropy. Do roku 2012 obserwowany był stały wzrost światowych cen ropy naftowej, co głównie wpłynęło na gwałtowny wzrost polskiego deficytu w obrotach tym surowcem do blisko 64 mld PLN. Tendencja odwrotna ostatnich lat, spowodowała z kolei spadek deficytu do 28 mld PLN w 2016 r. i – przy nieznacznym wzroście cen – wzrost deficytu do 34 mld PLN w 2017 r. Niewielki, głównie lokalny (do Niemiec), eksport ropy naftowej nie ma wpływu na wielkość deficytu w handlu ropą naftową w Polsce.

**SŁOWA KLUCZOWE:** ropa naftowa, import, eksport, obroty międzynarodowe

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0003-0421-5749; e-mail: kamyk@min-pan.krakow.pl

<sup>2</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0003-4731-1431; e-mail: a.kn@min-pan.krakow.pl



## OBROTY MIĘDZYNARODOWE ROPĄ NAFTOWĄ W POLSCE W LATACH 1990-2017

Autor: Jarosław Kamyk  
Alicja Kot-Niewiadomska  
Pracownia Polityki Surowcowej

Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej  
Kościelisko-Zakopane, październik 2019



### Na wstępie

2 / 10

- **Polska** jest niewątpliwie jednym z **pionierów wykorzystania ropy naftowej w przemyśle**;
- przeszła wyjątkową drogę – od kraju produkującego ropę pokrywającą całe zapotrzebowanie wewnętrzne na ten surowiec, do kraju obecnie całkowicie uzależnionego od jej dostaw;
- sytuacja ta w nadchodzącym czasie nie ulegnie zmianie, ale **dzięki rozbudowanej infrastrukturze Polska może dywersyfikować dostawy surowca, wykorzystując alternatywne szlaki transportowe**, zmniejszając tym samym zależność od Federacji Rosyjskiej;
- inwestycje w ostatnich latach pozwoliły także zbudować w Polsce znaczący **potencjał w zakresie magazynowania ropy naftowej oraz paliw płynnych, co ułatwia eksport i import ropy naftowej** i paliw płynnych;
- działania te wpływają przede wszystkim na **wzrost poziomu bezpieczeństwa energetycznego kraju**, zgodnie z obowiązującą Polityką Energetyczną Polski do 2030 roku, przyjętą przez Radę Ministrów w 2009 roku.

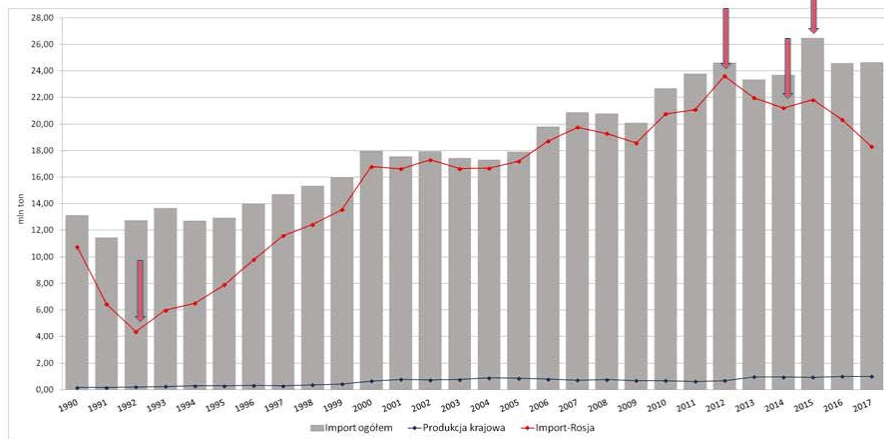




## Import

3 / 10

- 1964 - uruchomienie rurociągu „Przyjaźń”;
- 1991 - rozpad ZSRR (w konsekwencji spadek importu z tego kierunku w roku 1992);
- 2012 - maksymalny poziom importu z Rosji;
- 2014 - po wielu latach dominacji udział ropy rosyjskiej spadł poniżej 90%;
- 2015 - rekordowa wielkość importu ogółem.

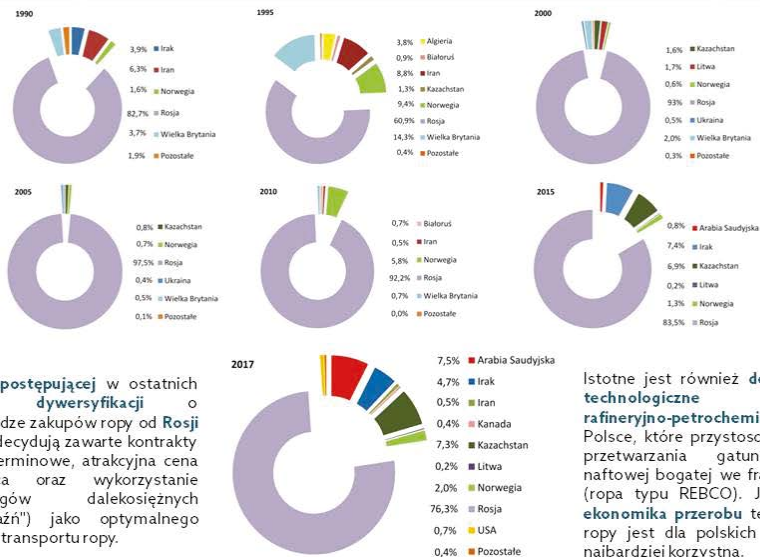


Na podstawie: Gospodarka Paliwowo-Energetyczna, GUS dane za lata 1990-2017



## Struktura importu

4 / 10



Mimo postępującej w ostatnich latach dywersyfikacji o przewadze zakupów ropy od Rosji wciąż decydują zawarte kontrakty długoterminowe, atrakcyjna cena surowca oraz wykorzystanie rurociągów dalekosiężnych ("Przyjaźń") jako optymalnego środka transportu ropy.

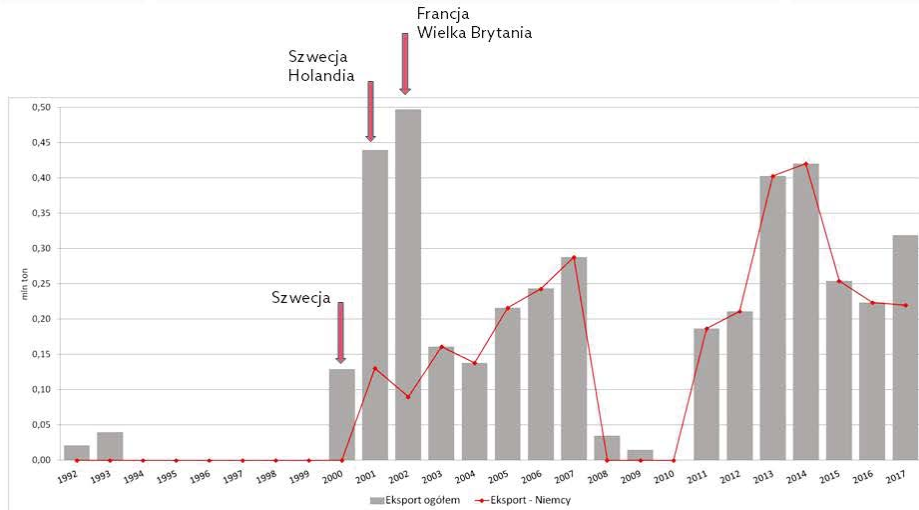
Istotne jest również dostosowanie technologiczne instalacji rafineryjno-petrochemicznych w Polsce, które przystosowane są do przetwarzania gatunków ropy naftowej bogatej we frakcje ciężkie (ropa typu REBCO). Jednocześnie ekonomika przerobu tego gatunku ropy jest dla polskich podmiotów najbardziej korzystna.

Na podstawie: Obroty międzynarodowe, GUS; dane za lata 1990-2017; POPIHN - raporty roczne za okres od 2012 do 2017



## Eksport i struktura eksportu

5 / 10



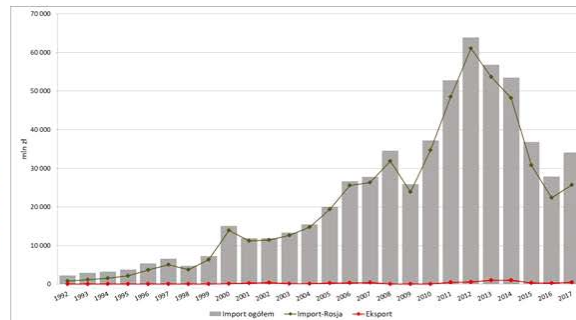
Na podstawie: Gospodarka Paliwowo-Energetyczna, GUS dane za lata 1990-2017



## Import/eksport - wartość obrotów

6 / 10

- ropa naftowa jest głównym surowcem mineralnym **deficytowym** dla Polski;
- **saldo obrotów** ropą naftową jest wysoce **negatywne** i ma **największy wpływ na wielkość ujemnego salda obrotów surowcami mineralnymi w Polsce**



Do roku 2012 obserwowany był stały wzrost światowych cen ropy naftowej, co głównie wpłynęło na gwałtowny wzrost polskiego deficytu w obrotach tym surowcem do blisko 64 mld PLN. Tendencja odwrotna ostatnich lat, spowodowała z kolei spadek deficytu do 28 mld PLN w 2016 r. i - przy nieznacznym wzroście cen - wzrost deficytu do 34 mld PLN w 2017 r.

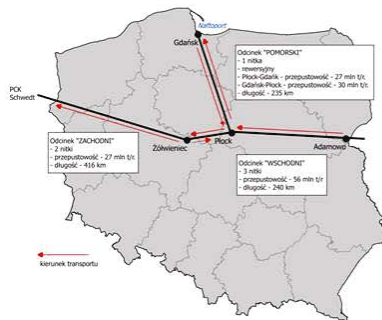
- największy wpływ na taki stan rzeczy - oprócz **wzrastającego wolumenu importu** - wywierają **zmiany wartości jednostkowych importowanej ropy do Polski**,
- niewielki, głównie lokalny (do Niemiec) **eksport** ropy naftowej nie ma praktycznie wpływu na wielkość deficytu w handlu ropą naftową w Polsce.

Na podstawie: Obroty międzynarodowe, GUS; dane za lata 1992-2017



## Import/eksport - infrastruktura

7 / 10



Naftoport, Gdańsk



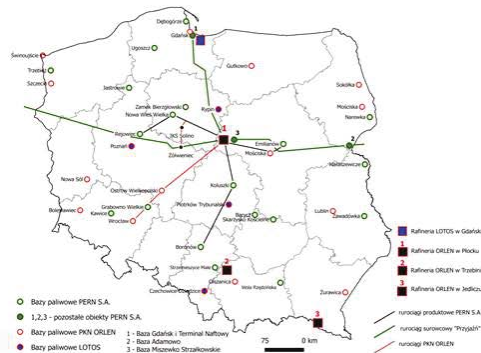
PKN Orlen, Plock - [www.pol-int.org](http://www.pol-int.org)



Grupa LOTOS S.A., Gdańsk ([www.lotos.pl](http://www.lotos.pl))



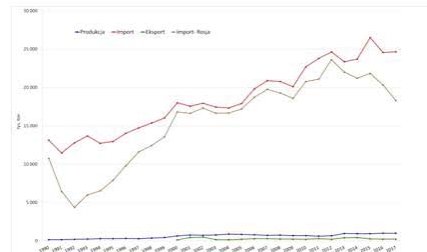
Baza Miszewko Strzałkowskie, [www.wnp.pl](http://www.wnp.pl)



## Podsumowanie

8 / 10

- ropa naftowa jest **jednym z podstawowych nośników energetycznych** pokrywających zapotrzebowanie na energię pierwotną w Polsce i **najważniejszym spośród nośników węglowodorowych**;
- dostawy ropy naftowej ze złóż krajowych od lat 60. XX wieku, po uruchomieniu rafinerii PKN ORLEN w Płocku, tylko w niewielkim stopniu pokrywają krajowe zapotrzebowanie na ten surowiec;
- **Polska od ponad 50 lat jest istotnym importerem ropy naftowej**;
- ropa dostarczana jest do kraju za pomocą **systemu rurociągów naftowych liczącego ponad 2,5 tys. km oraz Naftoportu**;
- w latach **1990-2017 import** ropy naftowej wykazywał wyraźną **tendencję wzrostową** z niewielkimi tylko fluktuacjami. Wielkość importu wzrosła z około 13 mln ton w roku 1990 do ponad 24,5 mln ton w roku 2017;
- **maksymalny poziom importu** osiągnięto w roku 2015 - 26,5 mln ton ropy naftowej. Importowana ropa naftowa w ostatnich latach pokrywała 95-98% krajowego zapotrzebowania na ten surowiec







## Podsumowanie c.d.

9/10

- Polska, ze względu na konfigurację techniczną krajowych rafinerii, a także dostępność rurociągu Przyjaźń, **importuje ropę głównie z Rosji**;
- Polskie rafinerie posiadają jednak możliwość rozwoju **alternatywnych źródeł dostaw** dzięki dostępności Naftoportu w Gdańsku. Tym samym postępująca dywersyfikacja dostaw powoduje spadek znaczenia ropy rosyjskiej na rzecz surowca z **Bliskiego Wschodu, ale także Ameryki Północnej i innych krajów europejskich, w tym Norwegii**;
- jednocześnie w latach 1990-2017 **minimalne i zmienne znaczenie w obrotach międzynarodowych odgrywał eksport** ropy naftowej. Jego intensyfikacja przypada na lata 2000-2007 oraz 2011-2017, przy czym maksimum (niemal 0,5 mln ton) osiągnięte zostało w 2002 roku;
- **saldo obrotów** ropą naftową jest wysoce **negatywne**, co jest związane ze wzrostem wolumenu i przede wszystkim wartości jednostkowych sprowadzanej ropy naftowej.



## Dziękujemy za uwagę

10/10



### Pracownia Polityki Surowcowej

Jarosław Kamyk; [kamyk@min-pan.krakow.pl](mailto:kamyk@min-pan.krakow.pl)

Alicja Kot-Niewiadomska; [a.kn@min-pan.krakow.pl](mailto:a.kn@min-pan.krakow.pl)

Naftoport, Gdańsk; [www.portalmorski.pl](http://www.portalmorski.pl)

Michał PREISNER<sup>1</sup>, Marzena SMOL<sup>2</sup>

## Efektywność energetyczna procesów usuwania związków biogenych ze ścieków

**STRESZCZENIE:** Oczyszczanie ścieków, polegające na usuwaniu zanieczyszczeń i osadów oraz substancji chemicznych rozpuszczonych, koloidów i zawiesin, wymaga zastosowania energochłonnych oraz kosztownych technologii. W zależności od warunków gospodarczych danego kraju, koszty energii elektrycznej stanowią jeden z trzech podstawowych czynników kształtujących jednostkowy koszt usuwania zanieczyszczeń ze ścieków.

Zapewnienie odpowiedniej jakości ścieków oczyszczanych wymaga stworzenia optymalnych warunków do przebiegu procesów biologicznych mających na celu redukcję ładunków biogenych (związków azotu i fosforu) w ściekach odprowadzanych do odbiorników. Utrzymywanie odpowiednich warunków tlenowych powoduje konieczność ciągłego prowadzenia procesów napowietrzania w bioreaktorach, co przyczynia się do konsumpcji blisko 3/4 energii elektrycznej dostarczanej do oczyszczalni ścieków. W celu zmniejszenia kosztów zużywanej energii elektrycznej oczyszczalnie ścieków na coraz szerszą skalę wykorzystują energię z biogazu powstającego w strefie anaerobowej bioreaktorów lub z komór fermentacyjnych osadów ściekowych. Ponadto prowadzone są działania mające na celu umożliwienie odzysku cennego fosforu, którego obecność w ściekach oczyszczonych szczególnie w postaci mineralnej determinuje ich wpływ na rozwój procesu eutrofizacji wód. W pracy dokonano analizy kosztów eksploatacyjnych różnych technologii oczyszczania ścieków, która pozwala na dobór technologii o niższym zużyciu energii i jednocześnie zapewnia minimalny ładunek substancji biogenych w ściekach oczyszczonych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** oczyszczanie ścieków, fosfor, azot, związki biogenne, efektywność energetyczna

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; e-mail: preisner@meeri.pl

<sup>2</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0001-5833-2954; e-mail: smol@meeri.pl



## Efektywność energetyczna procesów usuwania związków biogenych ze ścieków

Autor: Dr inż. Michał Preisner, Dr Marzena Smol

Afiliacja: IGSMiE PAN

Zagadnienia Surowców Energetycznych i Energii w Gospodarce Krajowej  
13–16 październik 2019, Zakopane



### Streszczenie

2

Oczyszczanie ścieków, polegające na usuwaniu zanieczyszczeń i osadów oraz substancji chemicznych rozpuszczonych, koloidów i zawiesin, wymaga zastosowania energochłonnych oraz kosztownych technologii. W zależności od warunków gospodarczych danego kraju, koszty energii elektrycznej stanowią jeden z trzech podstawowych czynników kształtujących jednostkowy koszt usuwania zanieczyszczeń ze ścieków.

Zapewnienie odpowiedniej jakości ścieków oczyszczanych wymaga stworzenia optymalnych warunków do przebiegu procesów biologicznych mających na celu redukcję ładunków biogenych (związków azotu i fosforu) w ściekach odprowadzanych do odbiorników. Utrzymywanie odpowiednich warunków tlenowych powoduje konieczność ciągłego prowadzenia procesów napowietrzania w bioreaktorach, co przyczynia się do konsumpcji blisko 3/4 energii elektrycznej dostarczanej do oczyszczalni ścieków. W celu zmniejszenia kosztów zużywanej energii elektrycznej, oczyszczalnie ścieków na coraz szerszą skalę wykorzystują energię z biogazu powstającego w strefie anaerobowej bioreaktorów lub z komór fermentacyjnych osadów ściekowych. Ponadto prowadzone są działania mające na celu umożliwienie odzysku cennego fosforu, którego obecność w ściekach oczyszczonych szczególnie w postaci mineralnej determinuje ich wpływ na rozwój procesu eutrofizacji wód.

W pracy dokonano analizy kosztów eksploatacyjnych różnych technologii oczyszczania ścieków, która pozwala na dobór technologii o niższym zużyciu energii i jednocześnie zapewnia minimalny ładunek substancji biogenych w ściekach oczyszczonych.

Słowa kluczowe: oczyszczanie ścieków, fosfor, azot, związki biogenne, efektywność energetyczna



## Eutrofizacja wód

3

Eutrofizacja to rodzaj wtórnego zanieczyszczenia wód powierzchniowych związanego z akumulacją nadmiaru substancji organicznej produkowanej przez glony, prowadzący do negatywnych skutków:

- ekologicznych
- ekonomicznych
- zdrowotnych
- społecznych



Źródło: Nowecka-Dąbajek, Elżeta, Preisner-Michal (2015), Analiza Metod Usuwania Wzrostów Wyprowadzania Ścieków Komunalnych Do Odbiorników w Wybranych Państwach Ochrona Środowiska - Polska Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych, Odnalad Dolnośląski, vol. 37 nr 1, s. 3-9. WWF, Eutrofizacja, (2017), dostęp online: <https://www.wwf.pl/rodzajaloo/morza-i-ociany/eutrofizacja>. Murat O. T. Anadolu Agency, dostep online: <https://basconingblog.files.wordpress.com>

Temat prezentacji: Efektywność energetyczna procesów usuwania zanieczyszczeń biogennych ze ścieków

instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

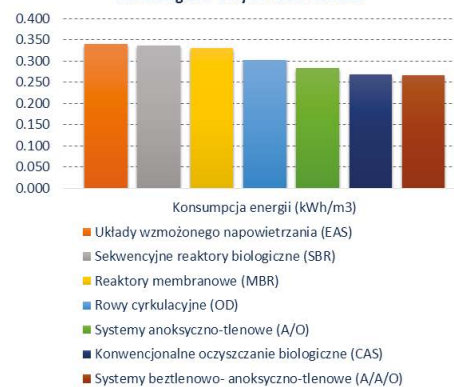


## Konsumpcja energii procesów oczyszczania ścieków

4

- Zapewnienie odpowiedniej jakości oczyszczonych ścieków wymaga utrzymywania optymalnych warunków tlenowych niezbędnych do prowadzenia procesów biologicznych mających na celu zmniejszenie ładunku substancji biogennej (związków azotu i fosforu) w ściekach odprowadzanych do odbiornika.
- W większości oczyszczalni koszty energii elektrycznej są jednym z głównych czynników kształtujących jednostkowy koszt usuwania oczyszczania ścieków .

Jednostkowe zużycie energii w powszechnie stosowanych technologiach oczyszczania ścieków



Źródło: Gu, Yifan, Li, Yoo, Li, Xuyao, Luo, Pengzhou, Wang, Hongtao, Wang, Xin, Wu, Jiang, Li, Fengting (2017), Energy Self-Sufficient Wastewater Treatment Plant: Feasibility and Challenges, Energy Procedia, 105-3741-3751

Temat prezentacji: Efektywność energetyczna procesów usuwania zanieczyszczeń biogennych ze ścieków

instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

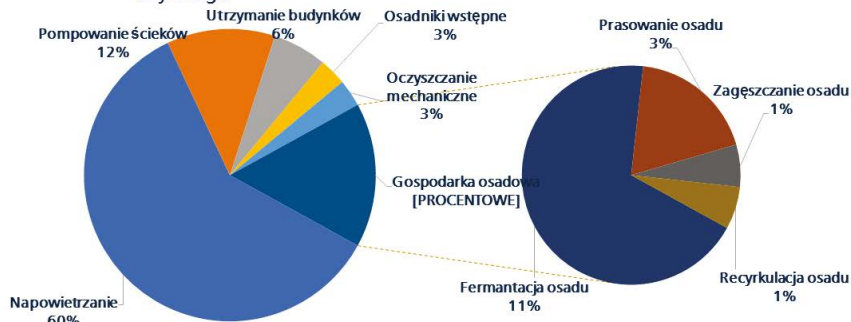


## Konsumpcja energii procesów oczyszczania ścieków

5

Stale napowietrzanie i recykulacja ścieków oraz przetwarzanie osadów ściekowych w głównej mierze kształtują zapotrzebowanie na energię.

### Wykorzystanie energii w konwencjonalnej technologii osadu czynnego



Źródło: Davi, J., Hallett, K., DeWolfs, J., Venner, I. (2012). Energy Efficiency Strategies for Municipal Wastewater Treatment Facilities, Technical Report NREL/TP-7A30-53341

Temat prezentacji: Efektywność energetyczna procesów usuwania związków biogenych ze ścieków

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



## Wyniki

6

W celu ochrony wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem substancjami biogenymi przyczyniającymi się do intensyfikacji eutrofizacji wód konieczne jest osiągnięcie wysokiego poziomu eliminacji związków azotu i fosforu ze ścieków odprowadzanych do odbiornika.

Analizą objęto średnie jednostkowe zużycie energii 7 różnych układów technologicznych i zestawiono z uzyskiwanym średnim poziomem redukcji azotu ogólnego ( $N_{og}$ ) i fosforu ogólnego ( $P_{og}$ ).

### Konsumpcja energii a efektywności usuwania $N_{og}$ i $P_{og}$

Technologia	Konsumpcja energii ( $kWh/m^3$ )	Redukcja $N_{og}$	Redukcja $P_{og}$
EAS	0,340	87%	79%
SBR	0,336	91%	85%
MBR	0,330	82%	86%
OD	0,302	82%	80%
A/O	0,283	59%	59%
CAS	0,269	45%	49%
A/A/O	0,267	85%	76%

Źródło: Kobayashi, Josilaine Taeco, Thomaz, Sidinei Magela, Pelicci, Fernando Mayer (2008). Phosphorus as a Limiting Factor for Eichhornia Crassipes Growth in the Upper Paraná River Floodplain, Wetlands, 28(4): 905–913; Howarth, R.W., Marino, R. (2006). Nitrogen as the Limiting Nutrient for Eutrophication in Coastal Marine Ecosystems: Evolving Views over Three Decades, Limnology and Oceanography, 51(part2): 364–376; Yang, Lingbo, Zeng, Siyu, Chen, Jining, He, Miao, Yang, Wan (2010). Operational Energy Performance Assessment System of Municipal Wastewater Treatment Plants, Water Science and Technology, 62(6): 1361–1370

Temat prezentacji: Efektywność energetyczna procesów usuwania związków biogenych ze ścieków

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN





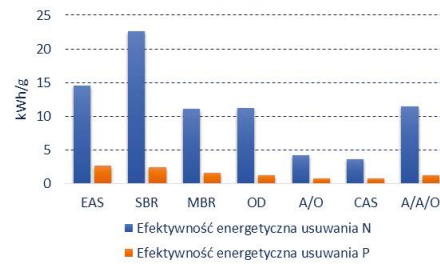
## Wyniki

7

W celu przedstawienia rzeczywistej efektywności energetycznej analizowanych technologii oczyszczania ścieków w kontekście ochrony wód przed eutrofizacją, przedstawiono stosunek zużytej energii do poziomu usuwania  $N_{og}$  i  $P_{og}$ .

Najwyższy stosunek zużycia energii do usuwania  $N_{og}$  został osiągnięty w technologii SBR, podczas gdy najniższy stosunek odnotowano w oczyszczalni konwencjonalnej. Najlepszy stosunek zużycia energii do usuwania  $P_{og}$  osiągnięto w technologii EAS, a najniższy pojawił się również w technologii konwencjonalnej.

Efektywność energetyczna w kontekście usuwania  $N_{og}$  i  $P_{og}$



Temat prezentacji: Efektywność energetyczna procesów usuwania związków biogenych ze ścieków

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



## Wnioski

8

Całkowite zużycie energii oczyszczalni ścieków ma bezpośredni wpływ na efektywność usuwania szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego substancji. Niestety nie zawsze energochłonne technologie zapewniają wystarczającą ochronę przed eutrofizacją wód w skutek zrzutów ścieków o nadmiernym stężeniu azotu i fosforu.

Poprzez analizę efektywności energetycznej technologii oczyszczania ścieków jak i procesów składowych determinujących zużycie energii można dokonać wyboru układów zapewniających wymagany poziom eliminacji substancji biogenych i jednocześnie charakteryzujących się niższym zużyciem energii.

Należy pamiętać, że procesy biologiczne zachodzące w środowisku wodnym w zależności o rodzaju odbiornika ścieków (rzeki, jeziora, morza itp.) charakteryzują się odmiennymi właściwościami i często roślinność w nich funkcjonująca posiada inne możliwości asymilacji konkretnych form związków biogenych.

Temat prezentacji: Efektywność energetyczna procesów usuwania związków biogenych ze ścieków

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



## Literatura

9

1. Neverova-Dziopak Elena, Preisner Michał (2015), Analiza Metod Ustalania Warunków Wprowadzania Ścieków Komunalnych Do Odbiorników w Wybranych Państwach. Ochrona Środowiska
2. Gu, Yifan, Li, Yue, Li, Xuyao, Luo, Pengzhou, Wang, Hongtao, Wang, Xin, Wu, Jiang., Li, Fengting (2017), Energy Self-Sufficient Wastewater Treatment Plants: Feasibilities and Challenges. Energy Procedia, 105: 3741–3751
3. Daw, J., Hallett, K., DeWolfe, J., Venner, I. (2012), Energy Efficiency Strategies for Municipal Wastewater Treatment Facilities.
4. Kobayashi, Josilaine Taeco, Thomaz, Sidinei Magela, Pelicice, Fernando Mayer (2008), Phosphorus as a Limiting Factor for Eichhornia Crassipes Growth in the Upper Paraná River Floodplain. Wetlands, 28(4): 905–913
5. Howarth, R.W., Marino, R. (2006), Nitrogen as the Limiting Nutrient for Eutrophication in Coastal Marine Ecosystems: Evolving Views over Three Decades. Limnology and Oceanography, 51(part2): 364–376.
6. Yang, Lingbo, Zeng, Siyu, Chen, Jining, He, Miao, Yang, Wan (2010), Operational Energy Performance Assessment System of Municipal Wastewater Treatment Plants. Water Science and Technology, 62(6): 1361–1370

Temat prezentacji: Efektywność energetyczna procesów utwardzania ziółców biogenicznych ze ścieków

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

### Kontakt:

Dr inż. Michał Preisner, Dr Marzena Smol  
preisner@meeri.pl, smol@meeri.pl

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN  
Pracownia Surowców Biogenicznych

ul. Wybickiego 7A, 31-251 Kraków

tel. (+48) 12 617-16-53



Zagadnienia Surowców Energetycznych i Energii w Gospodarcie  
Krajowej  
13–16 październik 2019, Zakopane



Materiały XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Mirosław SKIBSKI<sup>1</sup>, Karol OSADNIK<sup>1</sup>

## Obraz polskiego górnictwa po kryzysie na rynku węgla w latach 2013–2015

**STRESZCZENIE:** Intencją autorów jest zobrazowanie zmian, jakie dokonały się w polskim górnictwie po kryzysie na rynku węgla w latach 2013–2015. Celem pełnego ich zobrazowania w referacie przedstawiono wybrane dane ekonomiczno-finansowe i produkcyjne z dwóch lat poprzedzających kryzys (lata 2011, 2012) z okresu kryzysu (lata 2013–2015), jak i lata pokryzysowe (2016–I półrocze 2019), zestawiono również wielkość importu węgla kamiennego, nakłady inwestycyjne i nakłady na BHP. Przytoczone dane przedstawiają, gdzie nastąpiły największe ograniczenia, jak kształtowały się płatności, zobowiązania i należności w górnictwie oraz obrazują górnictwo obecnie. Autorzy odnoszą się również do bezpieczeństwa pracy, przytaczając informacje dotyczące wypadków przy pracy w omawianym okresie. W referacie omówiono również nakłady inwestycyjne na zakupy maszyn i urządzeń górniczych.

---

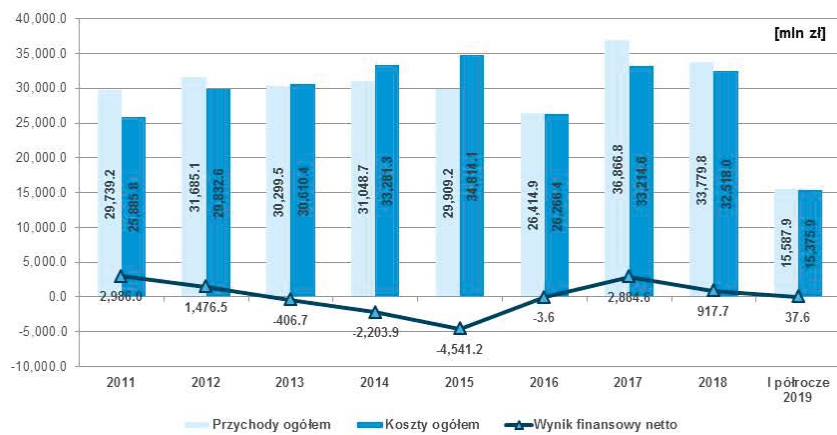
<sup>1</sup> Agencja Rozwoju Przemysłu SA Katowice



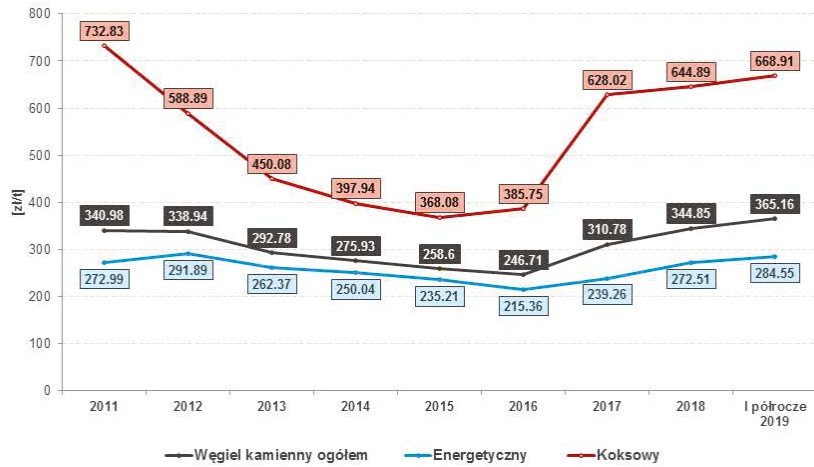
## OBRAZ POLSKIEGO GÓRNICTWA PO KRYZYSIE NA RYNKU WĘGLA W LATACH 2013-2015

Katowice, czerwiec 2019 r.

### Przychody, koszty i wynik finansowy netto w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019 r.

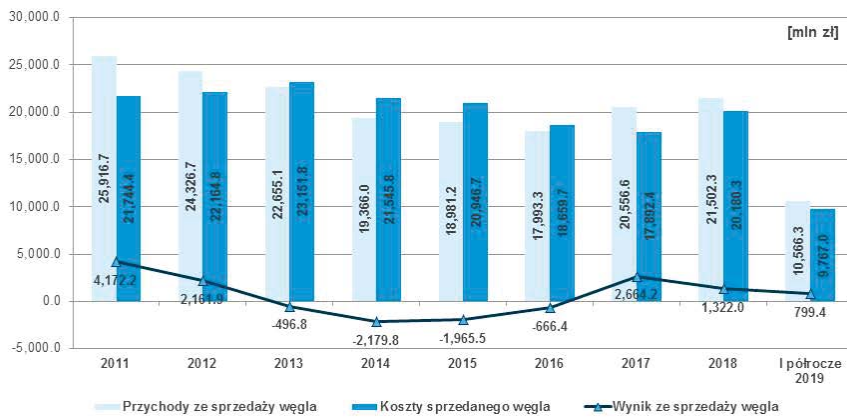


### Ceny węgla w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019 r.



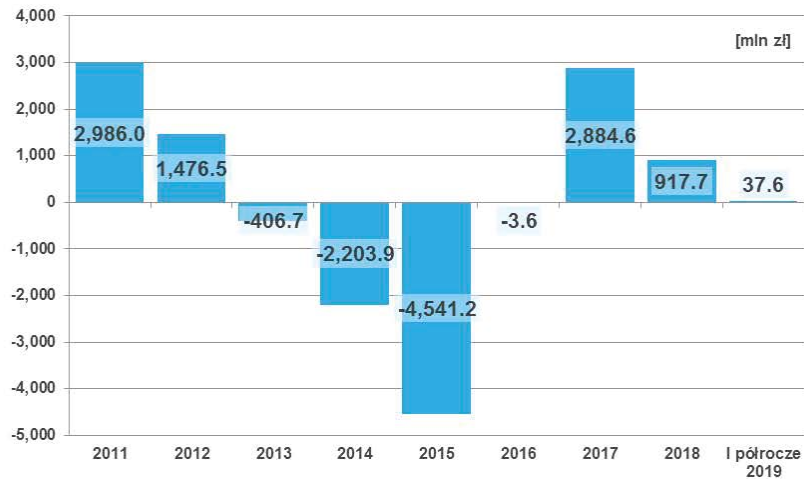
3

### Przychody, koszty i wynik ze sprzedaży węgla w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019 r.



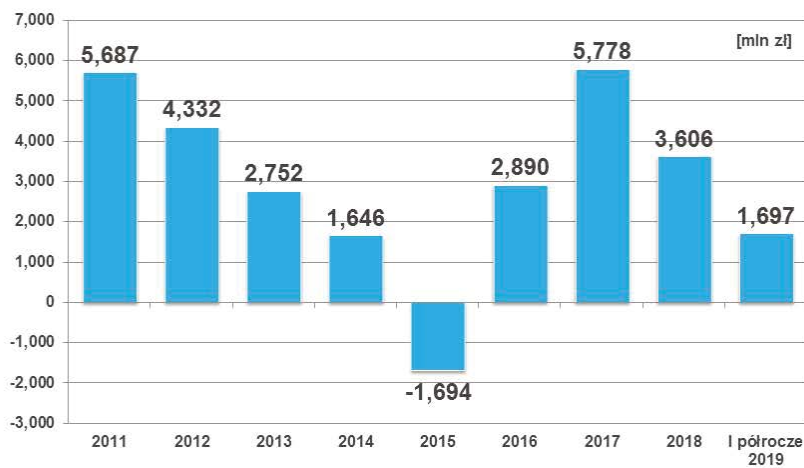
4

**Wynik finansowy netto  
w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019 r.**



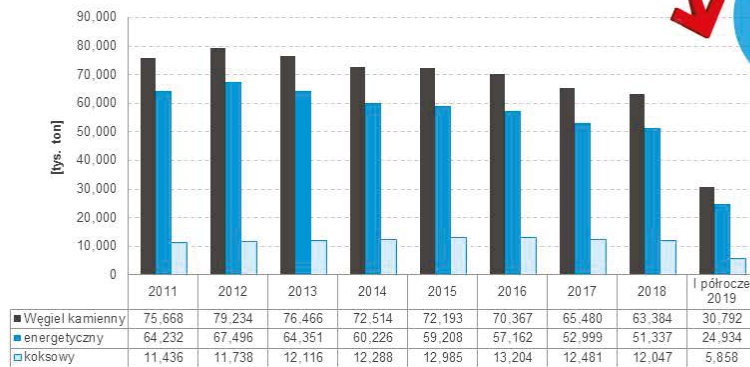
5

**Wartość wskaźnika EBITDA  
w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019 r.**



6

## Wydobycie węgla kamiennego w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019 r.



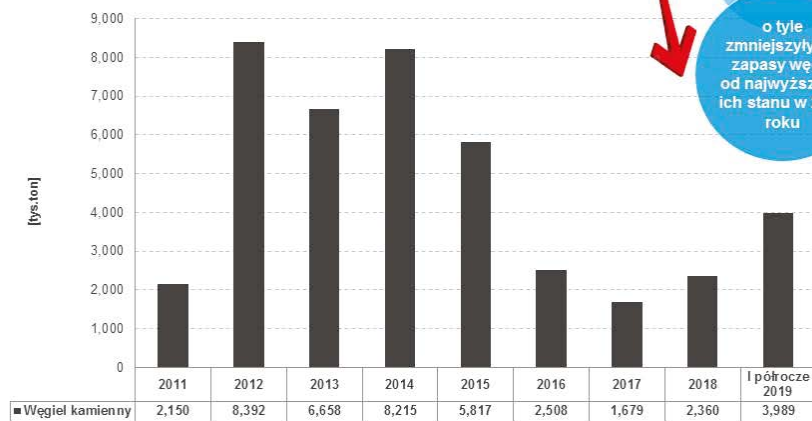
7

## Sprzedaż węgla kamiennego w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019 r.



8

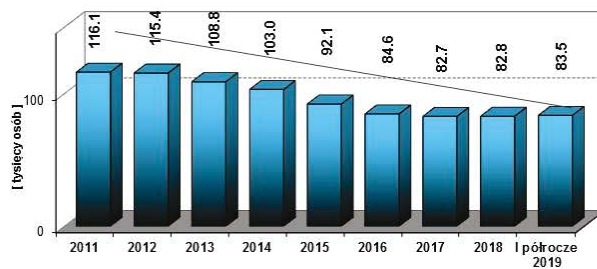
## Zapasy węgla kamiennego w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019 r.



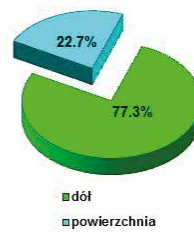
9

## Stan i struktura zatrudnienia w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019 r.

Stan zatrudnienia

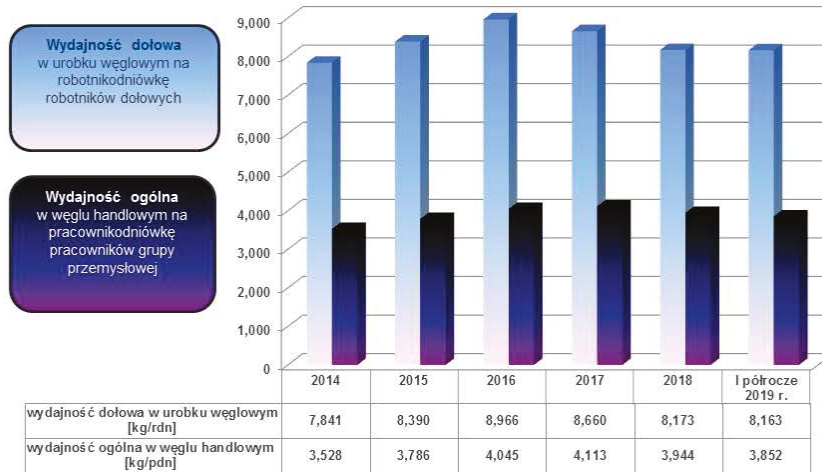


Struktura zatrudnienia  
dół/powierzchnia na dzień  
30.06.2019 r.



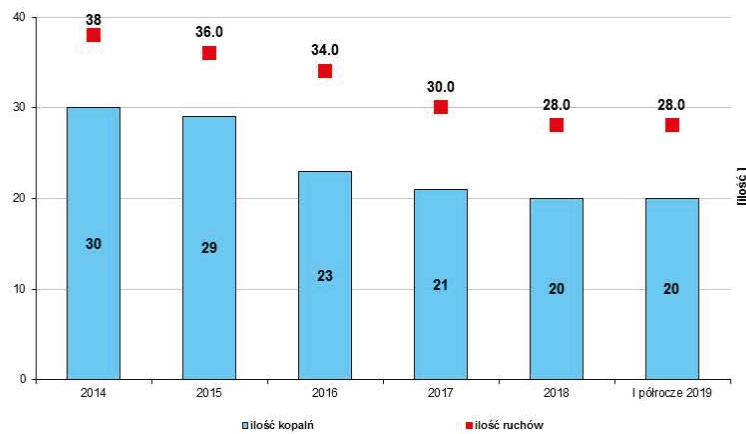
10

### Wydajność ogólna i dołowa w latach 2014 – 2018 i w I półroczu 2019 r.



11

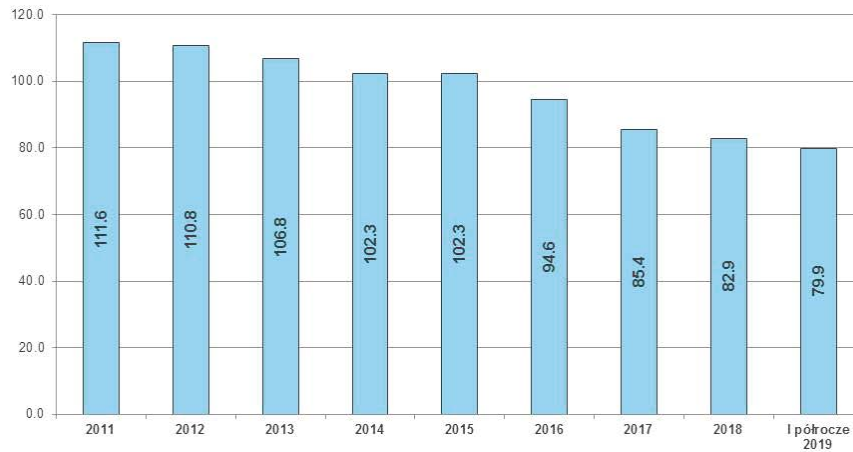
### Ilość kopalń i ruchów



12

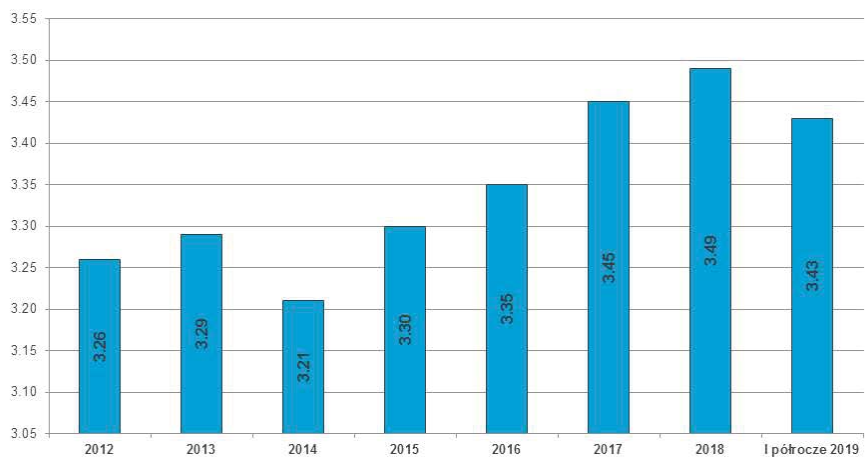


### Średnia dzienna liczba ścian czynnych



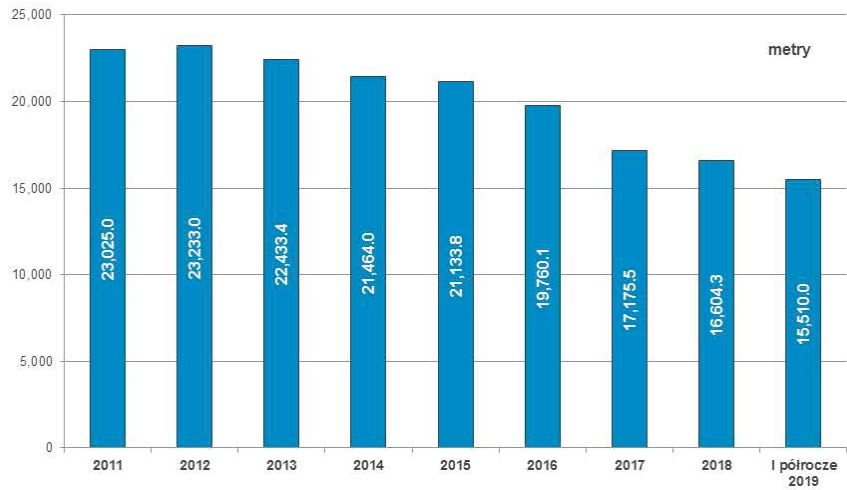
13

### Zmianowość ścian z produkcją



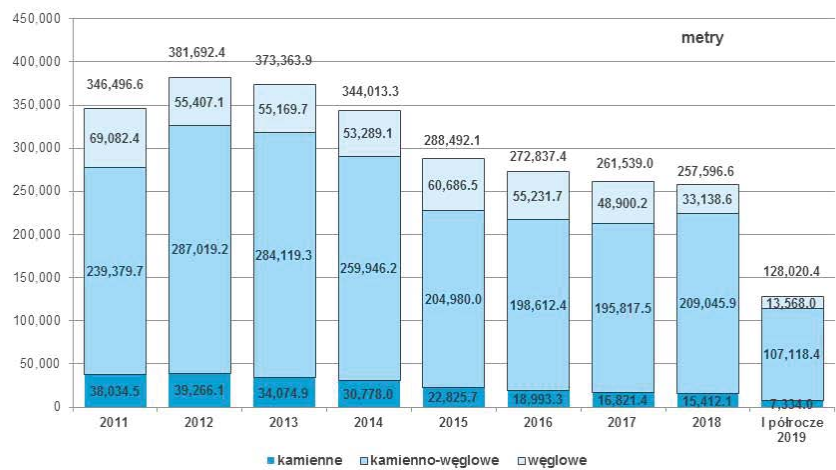
14

### Średnia dzienna długość frontu ścianowego czynnego



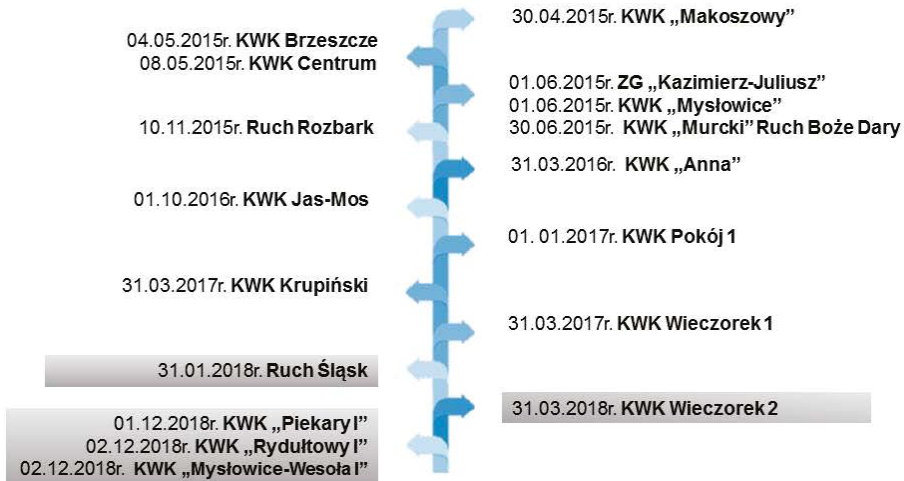
15

### Długość wykonanych chodników (popęd przodków z produkcją)

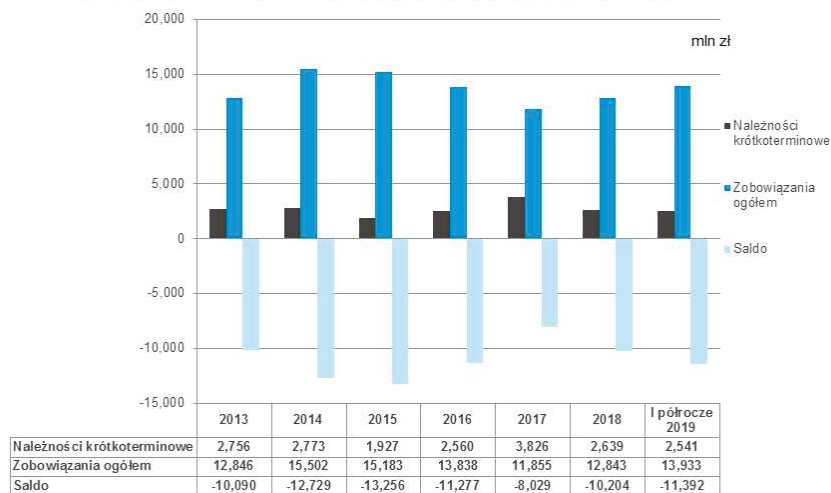


16

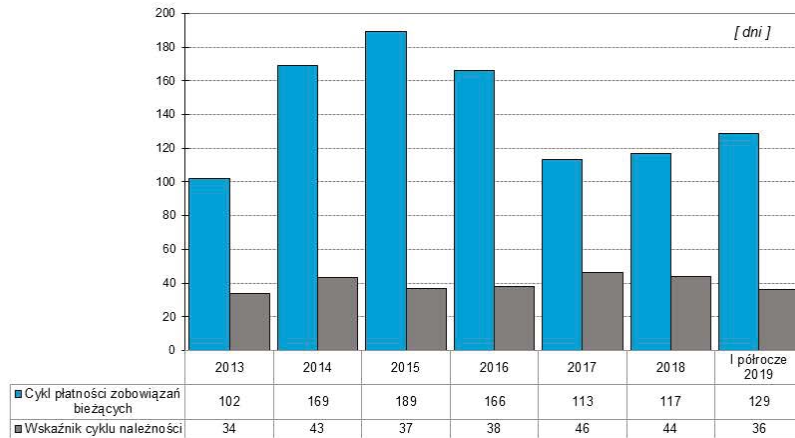
## Przekazanie kopalń i ruchów do SRK S.A.



## Stan należności i zobowiązań na koniec roku w latach 2013 – 2018 i na koniec I półrocza 2019 r.



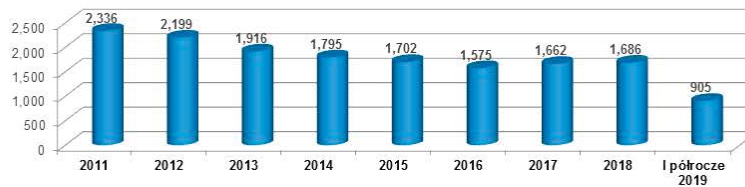
### Wskaźnik cyklu należności oraz cykl płatności zobowiązań bieżących w latach 2013 – 2018 i w I półroczu 2019



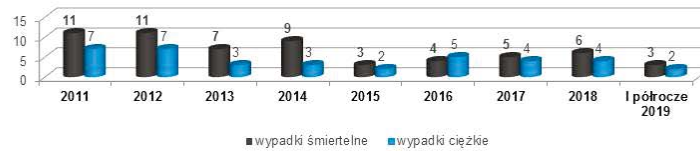
19

### Wypadki w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019

Liczba wypadków ogółem w górnictwie węgla kamiennego



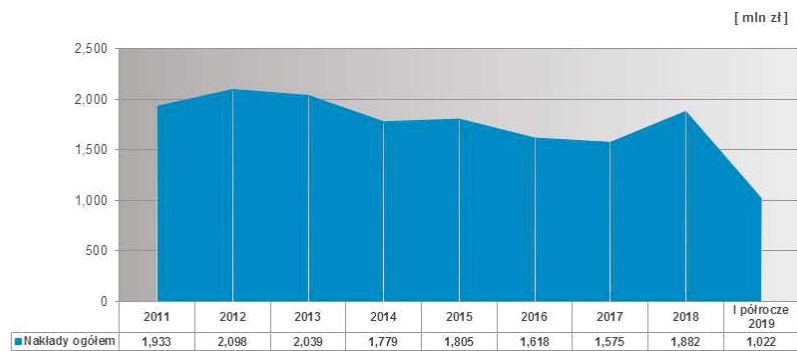
Wypadki śmiertelne i ciężkie związane z eksploatacją maszyn i urządzeń



Prezentowane dane obejmują KWK, SRK S.A. oraz CZOK

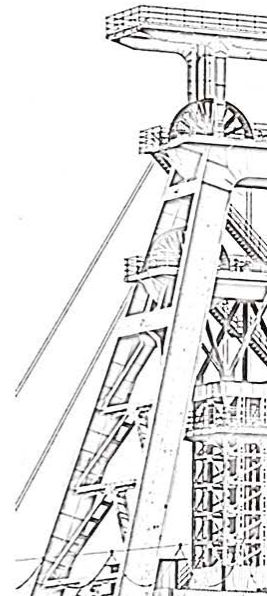
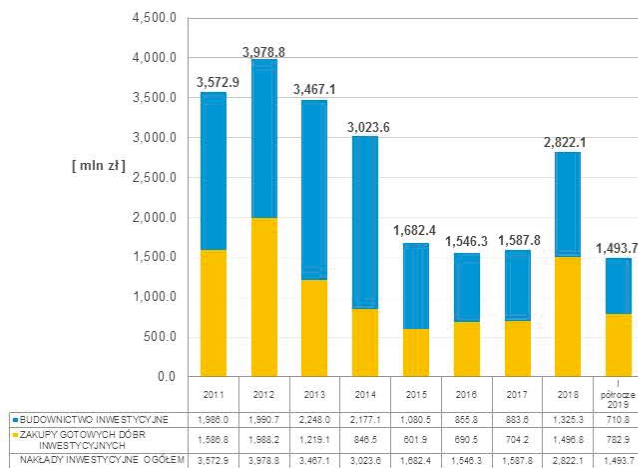
20

## Nakłady na zapewnienie bezpieczeństwa i higieny pracy w latach 2011 – 2018 i w I półroczu 2019

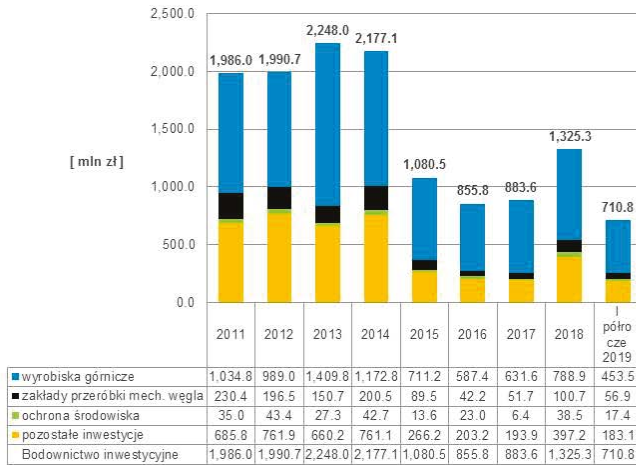


21

## Nakłady na inwestycje w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019

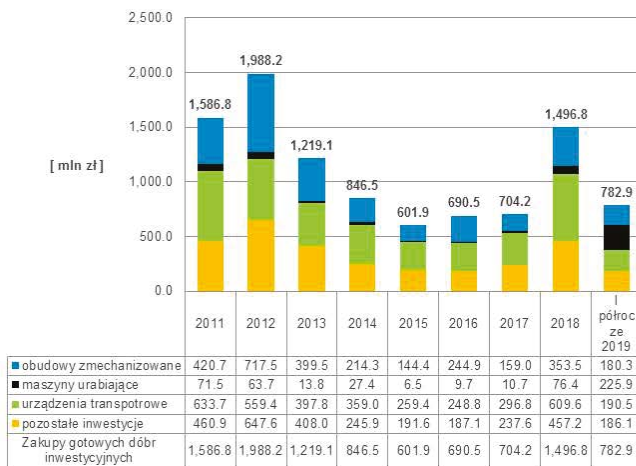


## Budownictwo inwestycyjne w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019



23

## Zakupy gotowych dóbr inwestycyjnych w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019



24

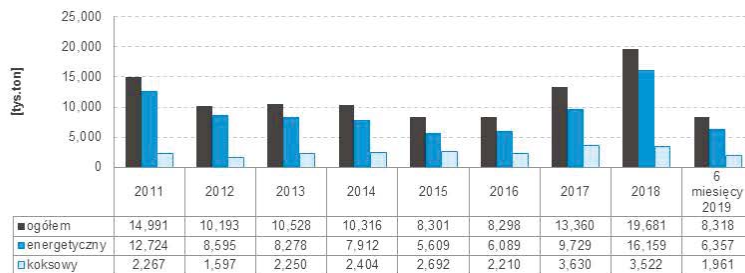
## Wskaźniki inwestycyjne w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	I półrocze 2019
Wskaźnik natężenia inwestycji [zł/t]									
$\frac{\text{Nakłady inwestycyjne ogółem [zł]}}{\text{Produkcja węgla netto [t]}}$	47,34	50,34	45,45	41,79	23,36	22,02	24,31	44,62	48,58
Wskaźnik natężenia inwestycji maszynowych [zł/t]									
$\frac{\text{Nakłady na zakup maszyn i urządzeń [zł]}}{\text{Produkcja węgla netto [t]}}$	21,03	25,16	15,98	11,70	8,36	9,83	10,78	23,66	25,46

ARP S.A. / Lorem ipsum dolor sit amet enim.

25

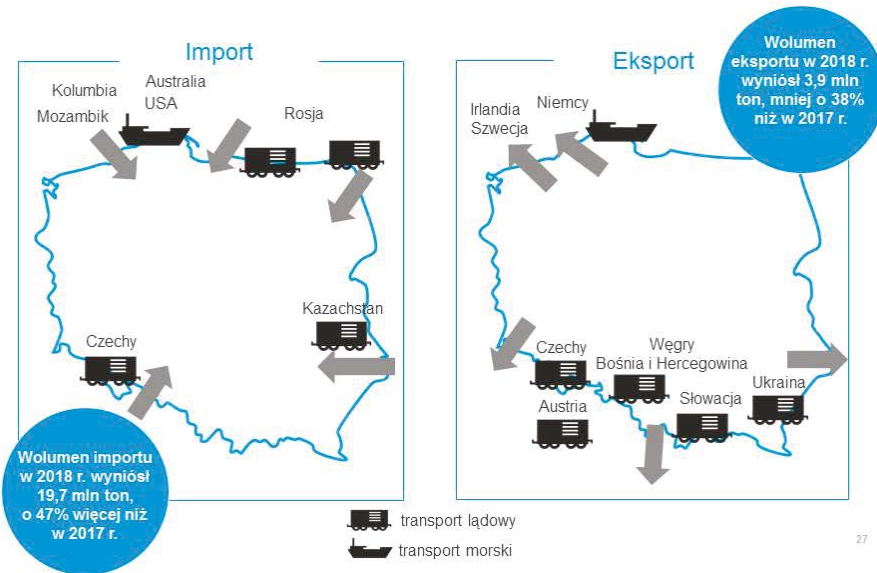
## Wolumen importu węgla kamiennego do Polski w latach 2011-2018 i w I półroczu 2019



26



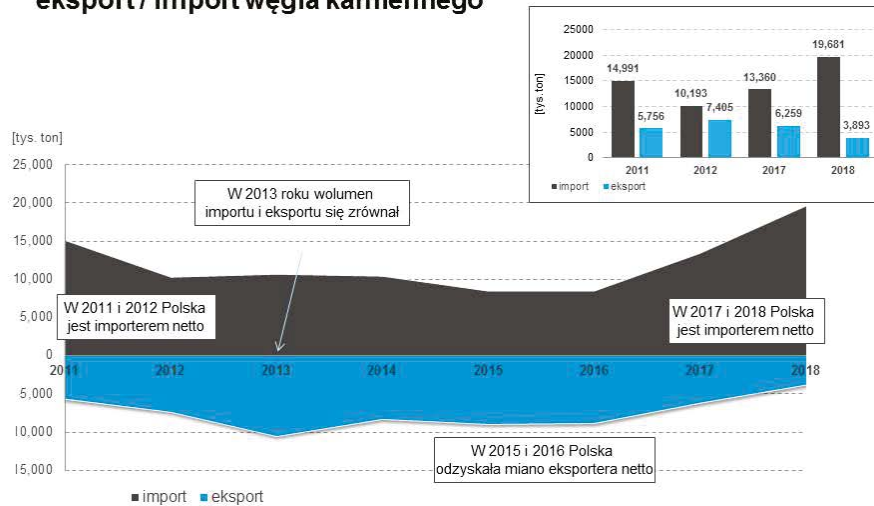
## Kierunki importu i eksportu węgla kamiennego w 2018 roku



27

27

## Bilans handlowy węgla kamiennego eksport / import węgla kamiennego



28



Materiały XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Marzena SMOL<sup>1</sup>, Joanna KULCZYCKA<sup>2</sup>, Agnieszka CZAPLIKA-KOTAS<sup>3</sup>,  
Dariusz WŁÓKA<sup>4</sup>, Michał PREISNER<sup>5</sup>

## Wykorzystanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja założeń gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

STRESZCZENIE: Zarządzanie odpadami komunalnymi w krajach Unii Europejskiej (UE) bazuje na europejskiej hierarchii postępowania z odpadami (ang. *waste management hierarchy*), w której zapobieganie powstawaniu odpadów i przygotowanie do ponownego wykorzystywania są najbardziej pożądanymi scenariuszami, następnie odpady powinny zostać przygotowane do ponownego użycia, a później przekazane do recyklingu. Kolejnym rozwiązaniem jest zastosowanie innej metody odzysku niż recykling, w tym np. odzysku energii lub surowców. Z kolei najmniej pożądanym rozwiązaniem jest unieszkodliwianie odpadów, np. poprzez składowanie. W pracy przedstawiono możliwość wykorzystania odpadów komunalnych jako źródła energii oraz omówiono aspekty odzysku energii (cieplnej i elektrycznej) z tychże odpadów w kontekście realizacji założeń gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ). Zgodnie z europejską hierarchią postępowania z odpadami odzysk energii z odpadów jest dopuszczalny, gdy nie jest możliwe zastosowanie innej metody zagospodarowania odpadów. W takim przypadku możliwe jest zastosowanie procesów termicznego przekształcania odpadów komunalnych, do których zalicza się procesy spalania i współspalania odpadów o wysokiej efektywności energetycznej oraz procesy przetwarzania odpadów

---

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków; ORCID iD: 0000-0001-5833-2954; e-mail: smol@meeri.pl

<sup>2</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków; ORCID iD: 0000-0002-4377-5506.

<sup>3</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków.

<sup>4</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0001-9087-3304.

<sup>5</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; e-mail: preisner@min-pan.krakow.pl

w paliwa stałe, ciekłe lub gazowe. Warto podkreślić, iż spalanie opadów z odzyskiem energii jest rozwiązaniem budzącym sprzeczne opinie w wybranych krajach. Wynika to z założenia, iż sam odzysk energii z odpadów nie jest w pełni zgodny z modelem GOZ, ponieważ podczas termicznego przekształcania odpadów marnowany jest bezpowrotnie potencjał surowcowy znajdujący się w odpadach. Niemniej jednak, niejednokrotnie spalanie odpadów komunalnych stanowi jedyną alternatywę dla unieszkodliwiania odpadów poprzez ich składowanie.

**SŁOWA KLUCZOWE:** gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ), energetyczne wykorzystanie odpadów, odpady komunalne

## Management of municipal waste in Poland in the context of the circular economy (CE) implementation

**ABSTRACT:** Municipal waste management in the European Union (EU) countries is based on the European waste management hierarchy, in which waste prevention and preparation for re-use are the most desirable scenarios, then waste should be recycled. Another solution is to use a different recovery method than recycling, including energy or raw material recovery. The least desirable solution is waste disposal, e.g. by landfilling. The paper presents the possibility of using municipal waste as an energy source and discusses the aspects of energy recovery (heat and electricity) from municipal waste in the context of implementing the circular economy (CE). According to the European waste hierarchy, energy recovery from waste is acceptable when it is not possible to use another waste treatment method. In this case, it is possible to use waste-to-energy processing method of municipal waste, which includes the processes of incineration and co-incineration of waste with high energy efficiency and transforming waste into solid, liquid or gaseous fuels. It is worth emphasizing that waste incineration with energy recovery is a solution that raises opposing opinions in many countries. This is due to the assumption that the energy recovery from waste is not fully compatible with the CE model, because during the thermal processing the potential of raw materials found in waste is irretrievably lost. Nevertheless, the incineration of municipal waste is often the only alternative to waste disposal by landfilling.

**KEYWORDS:** circular economy (CE), waste-to-energy, municipal waste



## Wykorzystanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja założeń gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

MARZENA SMOL<sup>1</sup>, JOANNA KULCZYCKA<sup>1</sup>,  
AGNIESZKA CZAPLIKA-KOTAS<sup>1</sup>, DARIUSZ WŁÓKA<sup>2</sup>,  
MICHAŁ PREISNER<sup>2</sup>

<sup>1</sup> AGH Wydział Zarządzania, Kraków

<sup>2</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Zagadnienia Surowców Energetycznych i Energii w Gospodarce Krajowej  
13–16 październik 2019, Zakopane



### Streszczenie

2

Zarządzanie odpadami komunalnymi w krajach Unii Europejskiej (UE) bazuje na europejskiej hierarchii postępowania z odpadami (ang. waste management hierarchy), w której zapobieganie powstawaniu odpadów i przygotowanie do ponownego wykorzystania są najbardziej pożądanymi scenariuszami, następnie odpady powinny zostać przygotowane do ponownego użycia, a później przekazane do recyklingu. Kolejnym rozwiązaniem jest zastosowanie innej metody odzysku niż recykling, w tym np. odzysku energii lub surowców. Z kolei najmniej pożądanym rozwiązaniem jest unieszkodliwianie odpadów, np. poprzez składowanie. W pracy przedstawiono możliwość wykorzystania odpadów komunalnych jako źródło energii oraz omówiono aspekty odzysku energii (ciepłej i elektrycznej) z tychże odpadów w kontekście realizacji założeń gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ). Zgodnie z europejską hierarchią postępowania z odpadami, odzysk energii z odpadów jest dopuszczalny, gdy nie jest możliwe zastosowanie innej metody zagospodarowania odpadów. W takim przypadku, możliwe jest zastosowanie procesów termicznego przekształcania odpadów komunalnych, do których zalicza procesy spalania i współspalania odpadów o wysokiej efektywności energetycznej oraz procesy przetwarzania odpadów w paliwa stałe, ciekłe lub gazowe. Warto podkreślić, iż spalanie odpadów z odzyskiem energii jest rozwiązaniem budzącym sprzeczne opinie w wybranych krajach. Wynika to z założenia, iż sam odzysk energii z odpadów nie jest w pełni zgodny z modelem GOZ, ponieważ podczas termicznego przekształcania odpadów marnowany jest bezpowrotnie potencjał surowcowy znajdujący się w odpadach. Niemniej jednak, niejednokrotnie spalanie odpadów komunalnych stanowi jedyną alternatywę dla unieszkodliwiania odpadów poprzez ich składowanie.

Słowa kluczowe: gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ), energetyczne wykorzystanie odpadów, odpady komunalne

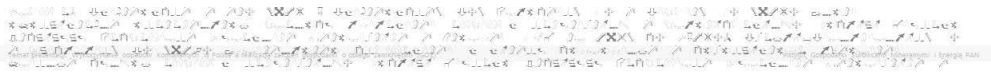
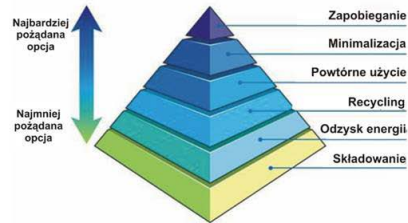


## Hierarchia postępowania z odpadami

3

Gospodarowanie odpadami bazuje na europejskiej hierarchii gospodarki odpadami, w której zapobieganie powstawaniu odpadów i przygotowanie do ponownego wykorzystania są najbardziej pożądanymi scenariuszami, następnie – recykling (w tym kompostowanie), inne metody odzysku (np. spalanie z odzyskiem energii – rozwiązanie budzące sprzeczne opinie w niektórych krajach).

Ostatnim elementem w hierarchii jest unieszkodliwienie, poprzez bezpieczne dla ludzkiego zdrowia i środowiska składowanie odpadów, których nie da się poddać procesom odzysku.



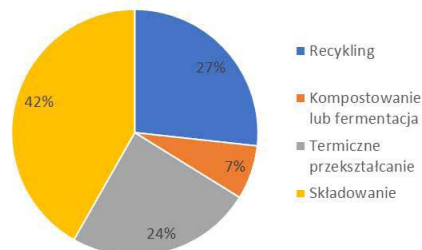
## Zagospodarowanie odpadów komunalnych w 2017 r. w Polsce

4

Zgodnie z danymi GUS podstawową metodą zagospodarowania odpadów komunalnych w Polsce jest ich składowanie (41,8%), następnie recykling (26,7%), unieszkodliwienie termiczne (24,4%) i ostatecznie – biologiczne procesy przetwarzania, w tym kompostowanie lub fermentacja (7,1%).

W ostatnich latach nastąpił wyraźny spadek ilości odpadów składowanych, związany między innymi z wprowadzeniem zakazu deponowania wysokokalorycznych odpadów (wartość > 6000 kJ/kg s.m.) na składowiskach (Dz.U. z 2015 r. poz. 1277).

Ponadto zaobserwowano wyraźny wzrost ilości odpadów przetwarzanych termicznie, co wynika m.in. z budowy nowych instalacji (np. Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów w Krakowie) oraz zwiększenia wydajności instalacji do termicznego przekształcania odpadów komunalnych w kraju



Ochrona Środowiska, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2015–2018; Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz.U. z 2015 r. poz. 1277).

Temat prezentacji: Wykorzystanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja celów gospodarki o niskim zużyciu energii (GZE)

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



## Odzysk energii z odpadów

5

Odpady spalane przez nowoczesne zakłady termicznego przetwarzania odpadów (ZTPO) należą do kategorii odzysku. ZTPO przekształcają odpady niezdatne do ponownego użycia, nadając się do produkcji energii.

W ten sposób poprzez spalanie zmniejszana jest potrzeba składowania odpadów, co stanowi najmniej pożądaną możliwość zagospodarowania odpadów ze względu na bardzo negatywny wpływ na środowisko m. in. potencjalne zanieczyszczenie wód gruntowych, emisje metanu, uciążliwość zapachowa i krajobrazowa.



Rys. 1. Zakład termicznego przetwarzania odpadów w Roskilde, Dania (uruchomiony w 2014 r.). Zakład spala odpady z dziewięciu okolicznych gmin oraz z importowanych odpadów z wielu innych miejsc za granicą, aby wytworzyć energię elektryczną i ciepłą dla całego regionu Roskilde

Źródło: [nieczytelne]

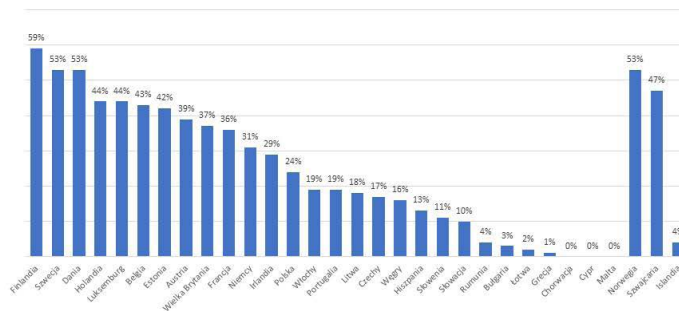
Temat prezentacji: Wykorzystanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja celów gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

instytut: Gospodarki Surowcami, Mineralnymi i Energią PAI



## Termiczne przetwarzanie odpadów w 2016 r. w państwach europejskich

6



Źródło: [nieczytelne]

Temat prezentacji: Wykorzystanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja celów gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

instytut: Gospodarki Surowcami, Mineralnymi i Energią PAI





## Spalanie odpadów w kontekście GOZ

7

Istnieje wiele przedmiotów codziennego użytku wykonanych z mieszanych lub zabrudzonych materiałów, których recykling jest bardzo trudny. Takimi odpadami są np. gąbki, opakowania po prezentach i słodyczach, szczoteczki do zębów, zużyte buty, worki do odkurzacza, tłuste opakowania żywności itp.

Istnieją również inne odpady, które nie powinny być poddawane recyklingowi ze względów higienicznych, np. niektóre produkty sanitarne. Ponadto istnieją pozostałości po recyklingu i materiały, które nadal ulegają degradacji z powodu wielokrotnego przetwarzania.

Inne przedmioty nie nadają się do recyklingu ponieważ zostały zanieczyszczone substancjami niebezpiecznymi dla zdrowia np. metalami ciężkimi lub środkami zmniejszającymi palność.



Temat prezentacji: Wyczerpanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja zadań gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



## Spalanie odpadów

8

### Produkcja energii?

Przykładowo ZTPO w Poznaniu w 2018 r. wyprodukował 112 tys. MWh energii elektrycznej, co pokrywa zapotrzebowanie ponad 130 tys. mieszkańców.

### Odpady zamiast węgla?

Ponadto, w kontekście obecnej polityki energetycznej Polski opierającej się głównie na węglu, spalanie odpadów skutkuje redukcją spalanych paliw kopalnych.

### Smog?

Przykład ZTPO w Poznaniu: Dzięki wieloetapowemu systemowi oczyszczania gazów dopuszczalne emisje pyłów są zredukowane do minimum i wynoszą odpowiednio PM10 – 10,6 Mg/rocznie, PM2.5 – 5,3 Mg/rocznie. *Rzeczywista emisja łączna pyłów PM10 i PM2,5 w całym 2018 r. wyniosła 583 kg (3% limitu)*. Dla porównania, standardem dla tradycyjnych źródeł ciepła opalanych węglem – np. dla jednostki będącej głównym źródłem ciepła dla miejscowości wielkości Poznania – emisja pyłów jest określona na poziomie 1530 Mg/rocznie

Temat prezentacji: Wyczerpanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja zadań gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



## Podsumowanie

9

- Jednym z głównych celów UE jest dążenie do osiągnięcia zrównoważonego rozwoju w gospodarce odpadami, prowadzącego do zmniejszenia ich wytwarzania i jak największego odzysku z nich cennych surowców, w myśl idei GOZ.
- Aby stworzyć gospodarkę o zamkniętym obiegu, konieczne jest wprowadzanie odpowiednich środków nie tylko w obszarze gospodarki odpadami komunalnymi, ale także w zakresie zrównoważonej produkcji i konsumpcji, kładąc nacisk na cały cykl życia produktów w sposób pozwalający oszczędzać zasoby i zamknąć obieg. Bardzo duży wpływ na gospodarkę odpadami komunalnymi mają sami konsumenci, których świadomość ekologiczna z roku na rok jest coraz wyższa.
- Spalanie opadów z odzyskiem energii jest rozwiązaniem budzącym sprzeczne opinie w wybranych krajach. Wynika to z założenia, iż sam odzysk energii z odpadów nie jest w pełni zgodny z modelem GOZ, z uwagi na utratę potencjału odzysku wybranych surowców podczas spalania. Niemniej jednak, niejednokrotnie spalanie odpadów komunalnych stanowi jedyną alternatywę dla unieszkodliwiania odpadów poprzez ich składowanie.
- Gospodarka odpadami komunalnymi w Polsce stoi przed szeregiem wyzwań w aspekcie wdrażania GOZ, przede wszystkim w zakresie osiągnięcia narzuconych przez KE wartości recyklingu, do minimum 55% do 2025 r., a także większego zaangażowania samych konsumentów oraz szerzenia świadomości w zakresie GOZ.

Temat prezentacji: Wyczerpanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja zasad gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



## Źródła

10

1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 16 lipca 2015 r. w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz.U. z 2015 r. poz. 1277).
2. Kwaśniewski, K., Grzesiak, P. i Kaplan, R. 2018. Ocena efektywności ekonomicznej procesu zgaszowania odpadów komunalnych i przemysłowych. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, 107, 5–18.
3. Kłojzy-Karczmarczyk, B. i Staszczak, J. 2013. Ograniczenie składowania w wyniku segregacji i selektywnego zbierania frakcji suchej odpadów komunalnych. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, 84, 75–87.
4. Pająk T., Instalacje termicznego przekształcania odpadów komunalnych, Czysty Kraków 2049 (Prezentacja), Kraków 25.02.2010 r.
5. Ochrona Środowiska, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2015–2018.
6. Malinauskaitė, J., Jouhara, H., Czajczyńska, D., Stanchev, P., Katsou, E., Rostkowski, P. i Anguilano, L. 2017. Municipal solid waste management and waste-to-energy in the context of a circular economy and energy recycling in Europe. Energy 141, 2013–2044.
7. Poznańska spalarnia nie wpływa na jakość powietrza. Pokazują to wyniki kontroli, [www.poznan.pl/mim/info/news/poznanska-spalarnia-nie-wplywa-na-jakosc-powietrza-pokazuja-to-wyniki-kontroli,129190.html](http://www.poznan.pl/mim/info/news/poznanska-spalarnia-nie-wplywa-na-jakosc-powietrza-pokazuja-to-wyniki-kontroli,129190.html). Dostęp wrzesień 2019.
8. Recycle Nation: [recyclenation.com/2015/06/how-to-recycle-toothbrush](http://recyclenation.com/2015/06/how-to-recycle-toothbrush). Dostęp wrzesień 2019.
9. Materiały promocyjne MPO w Krakowie: akcja pt. #gdzieTOwrzucić.
10. Confederation of European Waste-to-Energy Plants: [www.cewep.eu/municipal-waste-treatment-2017](http://www.cewep.eu/municipal-waste-treatment-2017). Dostęp wrzesień 2019.

Temat prezentacji: Wyczerpanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja zasad gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

**Kontakt:**

Dr Marzena Smol  
smol@meeri.pl  
Dr inż. Michał Preisner  
preisner@min-pan.krakow.pl

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN/AGH Wydział Zarządzania  
Pracownia Surowców Biogenicznych  
ul. Wybickiego 7A, 31-251 Kraków  
tel. (+48) 12 617-16-53



Zagadnienia Surowców Energetycznych i Energii w Gospodarce  
Krajowej  
13–16 październik 2019, Zakopane

Justyna WOŹNIAK<sup>1</sup>, Katarzyna PACTWA<sup>1</sup>

## Zrównoważona energetyka (nie)odnawialna – perspektywa drugiego życia kopalń

**STRESZCZENIE:** Celem badań jest przedstawienie znaczenia zrównoważonej branży energetycznej na bazie paliw nieodnawialnych w Polsce, ze wskazaniem potencjału rozwoju źródeł odnawialnych w kierunku wykorzystania wód kopalnianych jako odnawialnego źródła energii cieplnej. Liczne prace naukowe i raporty wyraźnie wskazują, że sezonowe zanieczyszczenia powietrza i wielokrotne przekroczenia norm dotyczących jakości powietrza związane są z problemem niskiej emisji. Analiza już istniejących klastrów (w tym energii) oraz chęć doświadczenia standardów unijnych poprzez efektywność realizacji programów wspierających odnawialne źródła energii (OZE) są spójne z działaniami sprzyjającymi wykorzystaniu potencjału ciepła wód kopalnianych (obok programów gospodarki niskoemisyjnej). Propozycja klastra energii cieplnej jest ciekawym rozwiązaniem (integracja kilku podmiotów) w aplikacji po środki finansowe wspierające inicjatywy w OZE. Polska jest aktualnie pod specjalnym nadzorem Europejskiego Trybunału Obrachunkowego, bowiem w obecnym okresie rozliczeniowym trwającym do 2020 r. ma duży problem z wydatkowaniem funduszy strukturalnych i inwestycyjnych UE na OZE. Dlatego zasadne jest wskazanie konieczności przyszłej oceny możliwości wykorzystania wód kopalnianych w rejonie nieczynnych kopalń, jako nowego kierunku ich zagospodarowania (w myśl idei gospodarki o obiegu zamkniętym). Zagadnienie to rozpatrywano przez pryzmat światowych przykładów i doświadczeń wykorzystania energii wód kopalnianych jako jednego ze źródeł OZE. Przeanalizowano wstępne krajowe badania w tym kierunku. W dalszym etapie badań wymagana jest dokładna inwentaryzacja stanu technicznego istniejących szybów dla proponowanego obszaru wraz z potwierdzeniem potencjału energetycznego oraz lokalną infrastrukturą na powierzchni.

---

<sup>1</sup> Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Katedra Górnictwa i Geodezji, Wrocław, Polska.



**ZRÓWNOWAŻONA  
ENERGETYKA  
(NIE)ODNAWIALNA –  
PERSPEKTYWA DRUGIEGO  
ŻYCIA KOPALŃ**

**dr hab. inż. Justyna Woźniak  
dr inż. Katarzyna Pactwa**

Politechnika Wroclawska  
Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii



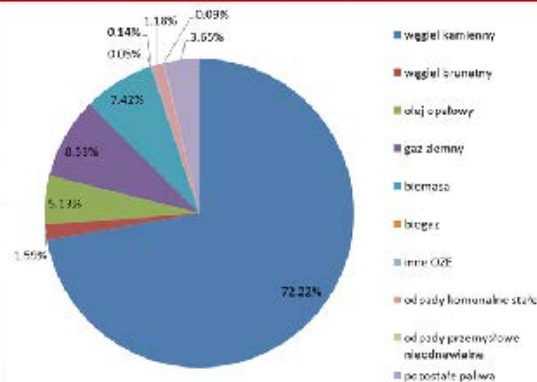
## Krajowy bilans paliw w produkcji energii cieplnej

- udział OZE w produkcji **energii cieplnej** na koniec 2016 r. był na **poziomie 7,6%** (*Raport URE, 2016*)
- procentowy udział paliw węglowych do produkcji ciepła ma tendencję spadkową (-6,7 pp). W roku 2016 wyniósł 75% wobec 81,7% w roku bazowym 2002
- udział paliw gazowych wzrósł w latach 2002-2016 z 3,0% do 7,2%.
- udział oleju opałowego zmniejszył się na przestrzeni analizowanych 14 lat z 7,8% do 5,6%.
- udział OZE, w szczególności biomasy, w 2016 r. wyniósł 7,6 proc. (wzrost o 4,7 pp).



## Krajowy bilans paliw w produkcji energii cieplnej

Zużycie paliw do produkcji ciepła w 2017 r. – ogółem

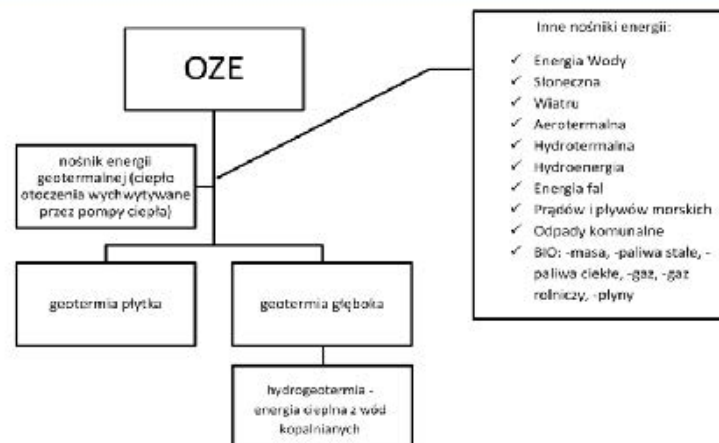


Najwięcej ciepła ze źródeł odnawialnych wytworzono w województwach: kujawsko-pomorskim i pomorskim.

źródło: Energetyka ciepła w liczbach 2017, URE

## Wody kopalniane jako źródło energii

Klasyfikacja OZE





## Woda kopalniana – przykłady międzynarodowe

Wykorzystanie wód kopalnianych znajduje zastosowanie ekonomicznie uzasadnione w Szkocji, Kanadzie, Norwegii, USA, Wielkiej Brytanii czy Holandii (Verhoeven R. i in. 2014).

W pracy Preene M. & Younger P.L., 2014 odnajdujemy opis światowych udokumentowanych przykładów systemów geotermalnych wykorzystujących energię z kopalń. Pośród 13 zaprezentowanych przykładów (stan na 2011 r.), 7 dotyczyło pozyskiwania energii z podziemnych kopalń węglowych, ponadto jako źródło energii wymieniono kopalnię uranu, molibdenu, cyny, srebra czy zalany kamieniołom.

W pracy z 2016 r. Farr G. i in. wyliczono 28 takich systemów, wśród których 57% to kopalnie węgla.



Politechnika Wrocławska

## Potencjał geotermalny wód kopalnianych

### Program w Heerlen (Holandia)

Heerlen - miasto borykające się z kryzysem społecznym i gospodarczym po zamknięciu kopalni pomyślnie udało się przekształcić. Korzystając z systemu ogrzewania i chłodzenia kopalni przy wsparciu inwestorów publicznych i prywatnych powstał zrównoważony węzeł energetyczny (Verhoeven R. et al. 2014). Projekt Heerlen to dobry przykład wdrożenia polityki społecznie odpowiedzialnego górnictwa, związanego z jednej strony z zamykaniem kopalń, a jednocześnie z nadaniem im drugiego życia przy zaangażowaniu i akceptacji lokalnej społeczności.



Źródło: Verhoeven R. et al. 2014, [www.nijpro.nl/en](http://www.nijpro.nl/en)



Politechnika Wrocławska



## Woda kopalniana – badania

*Al-Habaibeh et al, 2018* w swoich badaniach przeprowadzili analizę wydajności wykorzystania wody kopalnianej z opuszczonej kopalni węgla do ogrzewania budynków przy użyciu systemu Ground Source Heat Pumps (GSHP).

**Projekt krajowy** zmierzający do wytwarzania energii wód kopalnianych dla zaspokojenia potrzeb cieplnych łazni górniczej w KWK Piast (*PAN, IGSMiE, Studium Celowości*).

7



Politechnika Wroclawska

## Energetyka (nie)odnawialna - potencjał geotermalny wód kopalnianych

Ograniczenia	Korzyści
Zbyt długa droga przesyłowa	<b>Ekonomiczne</b> związane zarówno z pominięciem etapu poszukiwania złóż geotermalnych, gdy decydujemy się na wykorzystanie wody dołowej oraz wykorzystanie szybów górniczych
Potrzeba inwestycji infrastrukturalnych	<b>Ekologiczne</b> dotyczą redukcji emisji związków niekorzystnie wpływających na lokalny klimat
Ponowny odbiór wody przez kopalnię: jeśli woda której potencjał termiczny został wykorzystany jest ponownie wprowadzana do kopalni, istnieje ryzyko, że trafi ona z powrotem do szybu	<b>Społeczne</b> dotyczą odbiorców energii cieplnej, którzy oszczędzają na opłatach (obniżenie kosztów energii), zmianie ulega wizerunek kopalni z podmiotu zanieczyszczającej środowisko na odpowiedzialny jako źródło "zielonej" energii
Problemy techniczne w trakcie eksploatacji instalacji	

8



Politechnika Wroclawska

## Idea klastrów energii i *circular economy*

Pojęcie **klastra** jak i **klastra energii** odnajdujemy w pracach naukowych m.in. *Bojar et al., 2010; Drelich-Skulska i in. 2014; Gronkowska, 2017; Sällvell 2009, Popczyk&Michalak, 2018*. Koncepcja klastrów jest istotnym elementem polityki gospodarczej UE, Europa 2020.

Inwentaryzacja klastrów na koniec 2015 roku (*Raport PARP, 2015*) wykazuje, że typowe **klastry energii z sektora energetyki i OZE** stanowią 12% wszystkich klastrów powstałych na terenie kraju. Zinwentaryzowane 134 klastry reprezentują bardzo różne branże, od tradycyjnych po wysokotechnologiczne.

## Inicjatywa *klastra energii cieplnej*

- może znaleźć zastosowanie w generowaniu ciepła dla prosumentów znajdujących się w bezpośrednim otoczeniu szybu (wykluczenie przesyłu z uwagi na stratę ciepła).
- warunki formalne klastra – zasięg regionalny 1 powiatu lub 5 gmin.
- konieczność dokładnej inwentaryzacji szybów kopalnianych i ich potencjału wraz z lokalną infrastrukturą na powierzchni.

## Zrównoważone górnictwo i energetyka Monografie 2019



### Podsumowanie

Wody kopalniane mogą, jako dodatkowe źródło OZE, pomóc w kreowaniu nowych *klastrów energii cieplnej* na poziomie lokalnym. Ponadto proponowane rozwiązania przyczyniają się do zmiany wizerunku kopalń oraz pozwalają na wykorzystanie obiektów górniczych po zakończeniu wydobywania.



**ZRÓWNOWAŻONA  
ENERGETYKA  
(NIE)ODNAWIALNA –  
PERSPEKTYWA DRUGIEGO  
ŻYCIA KOPALŃ**

**dr hab. inż. Justyna Woźniak  
dr inż. Katarzyna Pactwa**

Politechnika Wroclawska  
Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii



Marzena SMOL<sup>1</sup>, Christian ADAM<sup>2</sup>

## Wykorzystanie odpadów po termicznej utylizacji osadów ściekowych w obiegu zamkniętym

**STRESZCZENIE:** W pracy przedstawiono możliwość kompleksowego zagospodarowania odpadów po termicznej utylizacji osadów ściekowych jako alternatywnych surowców lub dodatków do materiałów budowlanych. Osady ściekowe, zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r., Prawo ochrony środowiska, stanowią odpad powstający w oczyszczalniach ścieków podczas procesów ich oczyszczania. W ostatnich latach w Polsce obserwuje się systematyczny wzrost masy generowanych osadów ściekowych, będący konsekwencją zaostrzających się uregulowań prawnych dotyczących jakości oczyszczanych ścieków, wynikających z implementacji prawa wspólnotowego. Jedną z metod zagospodarowania osadów ściekowych jest ich termiczne unieszkodliwianie w Stacjach Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych (STUOŚ). Obecnie w Polsce funkcjonuje 11 monospalarni komunalnych osadów ściekowych, m.in. w Krakowie, Kielcach, Warszawie, Łodzi, Bydgoszczy, Gdyni, Gdańsku, Szczecinie. W STUOŚ powstają odpady wtórne – pozostałości z procesów oczyszczania spalin, a wśród nich popioły – odpady o kodach 19 01 06 lub 19 01 07\* oraz 19 01 14, które także wymagają odpowiedniego zagospodarowania. Odpady te bogate są w związki fosforowe, które wskazywane są jako surowce krytyczne dla europejskiej gospodarki, co oznacza, iż ryzyko ich niedoboru dostaw oraz jego skutki dla gospodarki są większe niż w przypadku większości innych surowców. Z uwagi na fakt iż około 90% wydobywanych zasobów fosforu (P) jest wykorzystywane do produkcji rolniczej (głównie nawozów), poszukiwanie alternatywnych źródeł P powinno być priorytetowym zadaniem przemysłu chemicznego. Dlatego

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0001-5833-2954; e-mail: smol@meeri.pl

<sup>2</sup> Federalny Instytut Badania Materiałów i Testowania (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung – BAM), Berlin, Niemcy, e-mail: christian.adam@bam.de

też w pierwszej kolejności odpady powstałe w STUOŚ powinny być kierowane do odzysku surowców fosforowych. Z kolei odpad pozostały po odzysku powinien zostać zagospodarowany, np. w materiałach budowlanych. Takie kompleksowe zagospodarowanie odpadów generowanych w STUOŚ jest zgodne z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ).

#### Podziękowania

Praca zrealizowana w ramach projektu 'Towards circular economy in wastewater sector: Knowledge transfer and identification of the recovery potential for phosphorus in Poland' (2019) finansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA) z w ramach Programu im. Bekkera (Nr Umowy PPN/BEK/2018/1/00155/U/00001).





## Wykorzystanie odpadów po termicznym przekształceniu osadów ściekowych w obiegu zamkniętym

**Autor:** Dr Marzena Smol

**Afilacja:** Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

**Autor:** Dr inż. Christian Adam

**Afilacja:** Federalny Instytut Badania Materiałów i Testowania

(Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung – BAM)

Zagadnienia Surowców Energetycznych i Energii w Gospodarce Krajowej  
13–16 październik 2019, Zakopane



### Streszczenie

2

W pracy przedstawiono możliwość kompleksowego zagospodarowania odpadów po termicznej utylizacji osadów ściekowych jako alternatywnych surowców lub dodatków do materiałów budowlanych. Osady ściekowe, zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska stanowią odpad powstający w oczyszczalniach ścieków podczas procesów ich oczyszczania. W ostatnich latach w Polsce obserwuje się systematyczny wzrost masy generowanych osadów ściekowych, będący konsekwencją zaostrzających się uregulowań prawnych dotyczących jakości oczyszczanych ścieków, wynikających z implementacji prawa wspólnotowego. Jedną z metod zagospodarowania osadów ściekowych jest ich termiczne unieszkodliwienie w Stacjach Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych (STUOŚ). Obecnie w Polsce funkcjonuje 11 mono spalarni komunalnych osadów ściekowych, m.in. w Krakowie, Kielcach, Warszawie, Łodzi, Bydgoszczy, Gdyni, Gdańsku, Szczecinie. W STUOŚ powstają odpady wtórne - pozostałości z procesów oczyszczania spalin, a wśród nich popioły - odpady o kodach 19 01 06 lub 19 01 07\* oraz 19 01 14, które także wymagają odpowiedniego zagospodarowania. Odpady te bogate są w związki fosforowe, które wskazywane są jako surowce krytyczne dla europejskiej gospodarki, co oznacza iż ryzyko ich niedoboru dostaw oraz jego skutki dla gospodarki są większe niż w przypadku większości innych surowców. Z uwagi na fakt iż około 90% wydobywanych zasobów fosforu (P) jest wykorzystywane do produkcji rolniczej (głównie nawozów), poszukiwanie alternatywnych źródeł P powinno być priorytetowym zadaniem przemysłu chemicznego. Dlatego też w pierwszej kolejności odpady powstałe w STUOŚ powinny być kierowane do odzysku surowców fosforowych. Z kolei odpad pozostały po odzysku powinien zostać zagospodarowany, np. w materiałach budowlanych. Takie kompleksowe zagospodarowanie odpadów generowanych w STUOŚ jest zgodne z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ).

#### Podziękowania:

Praca zrealizowana w ramach projektu 'Towards circular economy in wastewater sector: Knowledge transfer and identification of the recovery potential for phosphorus in Poland' (2019) finansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA) z w ramach Programu im. Bekkera (Nr Umowy PPN/BEK/2018/1/00155/U/00001)







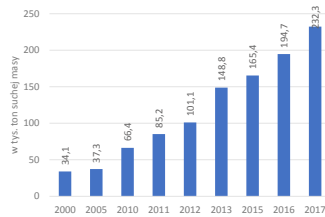
## Termiczne przekształcanie osadów ściekowych w Polsce

3

Osady ściekowe, zgodnie z Ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska stanowią odpad powstający w procesie oczyszczania ścieków.

W ostatnich latach w Polsce obserwuje się systematyczny wzrost masy generowanych osadów ściekowych (przemysłowych i komunalnych), będący konsekwencją m.in. zaostreżających się uregulowań prawnych dotyczących jakości oczyszczanych ścieków, wynikających z implementacji prawa wspólnotowego.

Osady z przemysłowych i komunalnych oczyszczalni ścieków przekształcane termicznie w Polsce



Stacje Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych (STUOS) w Polsce

Liczba instalacji: 11  
Całkowita wydajność: 160 tys. Mg D.M./rok  
Dostępność: 30-90%

Piec rusztowy:

- Szczecin
- Łomża
- Zielona Góra
- Olsztyn

Piec fluidalny:

- Kraków
- Warszawa
- Gdańsk
- Gdynia
- Bydgoszcz
- Łódź
- Kielce



W ostatnich latach obserwowany był także wzrost ilości komunalnych osadów ściekowych kierowanych do termicznego przekształcania w Stacjach Termicznej Utylizacji Osadów Ściekowych (STUOS). Obecnie w Polsce funkcjonuje 11 STUOS komunalnych osadów ściekowych, m.in. w Krakowie, Kielcach, Warszawie, Łodzi, Bydgoszczy, Gdyni, Gdańsku, Szczecinie. W STUOS powstają odpady wtórne, które także wymagają odpowiedniego zagospodarowania. W pracy przedstawiono możliwość kompleksowego zagospodarowania odpadów po termicznym przekształceniu komunalnych osadów ściekowych jako alternatywnych surowców do produkcji nawozów lub dodatków do materiałów budowlanych.

Temat prezentacji: Wykorzystanie odpadów po termicznym przekształceniu osadów ściekowych w obiegu zamkniętym

Institut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



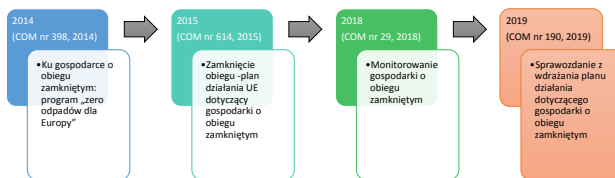
## Koncepcja gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

4

Zgodnie z założeniami gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), która stanowi obecnie priorytet gospodarczy Komisji Europejskiej (KE), wytwarzanie odpadów powinno być ograniczone do minimum. W pewnych sytuacjach nie ma możliwości ograniczenia wytwarzania odpadów. Dzieje się tak np. w przypadku osadów ściekowych, których ilość wzrasta z roku na rok, i w skali globalnej będzie wzrastać z uwagi na rosnącą populację na świecie. Należy jednak pamiętać, iż w momencie wytworzenia odpadów, powinno się je odpowiednio zagospodarować, w Polsce - zgodnie z europejską hierarchią postępowania z odpadami (ang. waste management hierarchy).

Samo spalanie odpadów, w tym osadów ściekowych budzi wiele sprzecznych opinii. Wynika to z utraty cennych surowców podczas procesu spalania, co nie jest zgodne z założeniami GOZ, ponieważ surowce powinny być odzyskiwane z odpadów. Ponadto, zgodnie z koncepcją GOZ, promuje się odzysk energii podczas spalania odpadów.

Komunikaty KE dot. GOZ



Źródło: Komunikat Komisji Europejskiej, 2014. Ku gospodarce o obiegu zamkniętym: program „zero odpadów dla Europy”. COM nr 398, 2014). Komunikat Komisji Europejskiej, 2015. Zamknięcie obiegu - plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym. COM nr 614, 2015). Komunikat w sprawie monitorowania gospodarki o obiegu zamkniętym (DRO nr 29, 2018). Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z wdrażania planu działania dotyczącego gospodarki o obiegu zamkniętym (COM nr 190, 2019)

Temat prezentacji: Wykorzystanie odpadów po termicznym przekształceniu osadów ściekowych w obiegu zamkniętym

Institut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



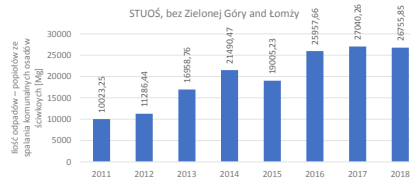
## Zagospodarowanie odpadów po termicznym przekształceniu osadów ściekowych w obiegu zamkniętym

5

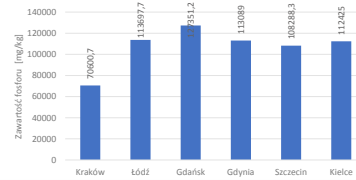
W przypadku komunalnych osadów ściekowych, ich termiczne przekształcanie może się wpisywać w koncepcję GOZ, pod warunkiem odzysku energii podczas ich spalania, a następnie odzysku cennych surowców z odpadów powstałych po spalaniu – żużli i popiołów. Odpady te zawierają znaczne ilości surowców nawozowych (np. fosforu), które mogą być zagospodarowane zgodnie z ideą GOZ – najpierw kierowane do odzysku fosforu (i produkcji nawozów), a następnie do zagospodarowania w materiałach budowlanych.

Potencjał w tym zakresie jest duży gdyż w Polsce obecnie funkcjonuje 10 STUOŚ (bez Zielonej Góry), w których w 2018r. wygenerowano 26755,85 Mg odpadów nadających się do odzysku fosforu.

Odpady (popioły) powstałe po termicznym przekształceniu komunalnych osadów ściekowych w Polsce



Zawartość fosforu w popiołach ze spalania osadów ściekowych



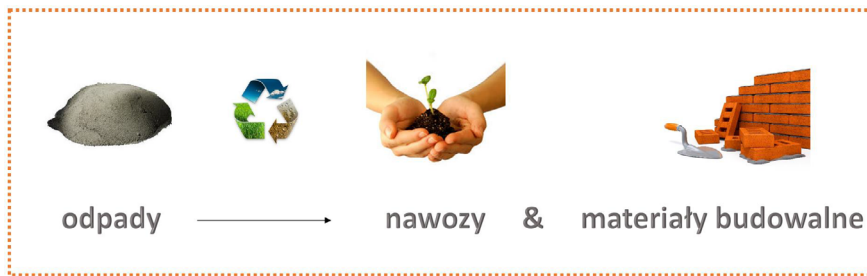
Temat prezentacji: Wykorzystanie odpadów po termicznym przekształceniu osadów ściekowych w obiegu zamkniętym

Institut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



## Koncepcja GOZ dla odpadów po termicznym przekształceniu osadów ściekowych

6



**Podziękowania:**

Praca zrealizowana w ramach projektu "Towards circular economy in wastewater sector: Knowledge transfer and identification of the recovery potential for phosphorus in Poland" (2019) finansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej (NAWA) z w ramach Programu im. Bekkera (Nr Umowy PPN/BEK/2018/1/00155/U/00001)



Temat prezentacji: Wykorzystanie odpadów po termicznym przekształceniu osadów ściekowych w obiegu zamkniętym

Institut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN



# Streszczenia artykułów wygłoszonych na Konferencji

### **Referaty zaprezentowane na Konferencji**

Materiały zostały opublikowane w Polityce Energetycznej – Energy Policy Journal, Zeszytach Naukowych IGSMiE PAN i in.

Pełne teksty będą dostępne na stronie internetowej Konferencji: <https://se.min-pan.krakow.pl/>.

Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Ireneusz BAIC<sup>1</sup>, Wiesław BLASCHKE<sup>2</sup>, Bronisław GAJ<sup>1</sup>

## Przeróbka węgla kamiennego w Polsce – stan obecny i trendy przyszłościowe

**STRESZCZENIE:** W artykule przedstawiony został stan aktualny w zakresie struktury produkcji zakładów wzbogacania węgla kamiennego w Polsce z uwzględnieniem wydajności, zakresu ziarnowego wzbogacanego urobku oraz typu zastosowanych urządzeń. Zebrane dane zostały przedstawione w układzie tabelarycznym dla każdej funkcjonującej na rynku polskim spółki węglowej. Zaprezentowany został również uproszczony blokowy schemat technologiczny zakładów wzbogacania węgla energetycznego i koksowego. W oparciu o przedstawione dane opisane zostały planowane potrzeby i trendy w zakresie zwiększenia efektywności produkcji, minimalizacji zużycia wody oraz bezpieczeństwa pracy. Przedstawiona została również lista niezbędnych do podjęcia prac badawczo-rozwojowych w tym zakresie oraz wykaz głównych czynników determinujących rozwój technologiczny zakładów wzbogacania węgla kamiennego.

**SŁOWA KLUCZOWE:** węgiel energetyczny, węgiel koksowy, przeróbka węgla, efektywność produkcji, trendy rozwoju

---

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Technologii Paliw, Kraków;  
e-mail: tadeusz.dziok@agh.edu.pl

<sup>2</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Oddział Zamiejscowy w Katowicach.

<sup>3</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Oddział Zamiejscowy w Katowicach; ORCID iD: 0000-0003-0892-3419.

## Preparation of hard coal in Poland – current state and the latest trends

**ABSTRACT:** The article presents current state of the structure of hard coal enrichment plants in Poland, taking the capacity, the range of grain enrichment and the type of equipment used into account. This data were presented in a tabular format for each Polish Coal Company operating on the Polish market. The article was also present simplified: flow sheet of the steam and coking coal enrichment system. Based on the presented data, the planned needs and trends were described in terms of increasing production efficiency, minimizing water consumption and safety of work. A list of research and development works which must be undertaken were also presented as well as factors determining the technological development of the processing plants.

**KEYWORDS:** steam coal, coking coal, coal preparation, production efficiency, development trends



Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Oleksandr BOIKO<sup>1</sup>, Mariusz ŁACIAK<sup>1</sup>, Andrzej OLJNYK<sup>1</sup>, Adam SZURLEJ<sup>1</sup>

## Rynek gazu ziemnego na Ukrainie – szanse i bariery rozwoju

**STRESZCZENIE:** W artykule przeprowadzono analizę rynku gazu ziemnego w Ukrainie w latach 2000–2018.

Na rynek ten oddziaływały czynniki zewnętrzne, takie jak kryzys finansowy, który rozpoczął się na przełomie 2008/2009, a także czynniki wewnętrzne, w tym sytuacja w Ukrainie po 2013 r. (aneksja Krymu). Również przeprowadzono analizę porównawczą rynku gazu ziemnego krajów Unii Europejskiej oraz Ukrainy – porównano, jak kształtowało się jednostkowe zużycie gazu ziemnego w 2018 r. Przeanalizowano zapotrzebowanie na gaz ziemny w Ukrainie w latach 2000–2018 oraz scharakteryzowano zmiany w zakresie źródeł pokrycia popytu na gaz, ze szczególnym uwzględnieniem wydobycia własnego, a także wskazano na zasadnicze zmiany, jakie zaszły w ciągu ostatnich lat w kierunkach dostaw gazu z importu na ukraiński rynek. W odróżnieniu od państw UE, podkreślono rosnącą rolę wydobycia własnego w zbilansowaniu potrzeb gazowych Ukrainy, co jest zbieżne ze strategią rządu ukraińskiego. Scharakteryzowano rolę Ukrainy jako kraju, przez którego terytorium realizowany jest tranzyt rosyjskiego gazu do krajów UE (w ciągu ostatnich lat wolumen przesyłanego gazu ukraińskiego systemu przesyłowego kształtował się na poziomie około 90 mld m<sup>3</sup> rocznie). Następnie zwrócono uwagę na zagrożenia, które mogą w istotny sposób wpłynąć na ograniczenie roli Ukrainy jako istotnego państwa tranzytowego. Porównano także, jak zmieniła się struktura zużycia gazu ziemnego na ukraińskim rynku gazu w ciągu ostatnich lat. W artykule również przybliżono najważniejsze parametry bazy PMG w Ukrainie, jednej z największej w Europie.

**SŁOWA KLUCZOWE:** rynek gazu, gaz ziemny, bezpieczeństwo energetyczne, polityka energetyczna

---

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Kraków; e-mail: szua@agh.edu.pl

## Natural gas market in Ukraine – opportunities and barriers to growth

**ABSTRACT:** The paper analysed the natural gas market in Ukraine for the period 2000 to 2018. This market was affected by external factors, such as the crisis which began in late 2008/2009, as well as internal factors, including the situation in Ukraine after 2013 (Annexation of Crimea). A comparative analysis was also conducted of the natural gas market in European Union countries and Ukraine. The analysis (i) examined the demand for natural gas in Ukraine between 2000 and 2018; (ii) described changes in sources to cover Ukraine's gas needs with particular emphasis on its own production; (iii) pointed to the fundamental changes that have occurred in natural gas supply routes to the Ukrainian market in recent years; (iv) stressed the growing role of own production in balancing Ukraine's gas needs; (v) described the role of Ukraine as a transit country for Russian gas to be delivered to EU countries; and (vi) looked at the structure of natural gas consumption in the Ukrainian gas market and how it has changed in recent years. The paper also puts forward the most important parameters concerning the underground gas storage facilities in Ukraine.

**KEYWORDS:** gas market, natural gas, energy security, energy policy

Tadeusz CHMIELNIAK<sup>1</sup>

## Technologie wytwarzania wodoru z wykorzystaniem energii wiatru i słońca. Przegląd zagadnień

**STRESZCZENIE:** Technologie energetyki wodorowej mają duży potencjał dla unowocześnienia obecnych i przyszłych struktur wytwarzania energii elektrycznej, ciepła i dla dekarbonizacji technologii przemysłowych. Wytwarzanie wodoru i jego optymalne wykorzystanie w gospodarce i transporcie dla osiągnięcia celów ekologicznych i ekonomicznych wymaga dyskusji wielu zagadnień technologicznych i eksploatacyjnych oraz intensywnych badań naukowych. W części wstępnej artykułu wskazano na główne funkcje wodoru w osiągnięciu dekarbonizacji energetyki i procesów przemysłowych oraz omówiono wybrane założenia i warunki realizacji scenariuszy rozwojowych Hydrogen Council, 2017 i IEA, 2019. Pierwszy scenariusz zakłada 18% udział wodoru w finalnym zużyciu energii w 2050 i eliminację 6 Gt emisji ditlenku węgla rocznie. Drugi dokument został przygotowany w związku ze szczytem G20 w Japonii. Przedstawia on współczesny stan rozwoju technologii wodorowych oraz nakreśla scenariusz ich rozwoju i znaczenia, w szczególności w perspektywie do 2030 r. W drugiej części artykułu przedstawiono charakterystykę głównych hybrydowych struktur technologicznych *Power to Power*, *Power to Gas* i *Power to Liquid* z elektrolitycznym wytwarzaniem wodoru ze źródeł odnawialnych. Przedstawiono schematy technologiczne wykorzystania koelektrolizy wody i ditlenku węgla w produkcji paliw z wykorzystaniem syntezy F-T i schemat produkcji metanolu. Wskazano na sposoby integracji odnawialnej energii napędowej z elektrolitycznymi technologiami wytwarzania wodoru i omówiono wskaźniki niezawodności wykorzystywane w doborze głównych modułów układów hybrydowych. Szczegółowiej przedstawiono optymalny sposób uzyskania bezpośredniego połączenia paneli ogniw fotowoltaicznych i elektrolizerów.

---

<sup>1</sup> Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki, Politechnika Śląska, Gliwice; ORCID iD: 0000-0001-6717-277X; e-mail: tadeusz.chmielniak@polsl.pl

SŁOWA KLUCZOWE: energetyka wodorowa, scenariusze rozwoju, energetyka wiatrowa i słoneczna, wytwarzanie wodoru i paliw, energetyczne układy hybrydowe

## Wind and solar energy technologies of hydrogen production – a review of issues

**ABSTRACT:** Hydrogen-based power engineering has potential for upgrading present and future structures of electricity generation and for decarbonising industrial technologies. The production of hydrogen and its optimal utilization in the economy for the achievement of ecological and economic goals require a discussion of many technological and operational – related issues. The introductory section of the paper indicates the main functions of hydrogen in decarbonisation of power energy generation and industrial processes, and discusses selected assumptions and conditions for the implementation of development scenarios outlined by Hydrogen Council, 2017 and IEA, 2019. The first scenario assumes an 18% share of hydrogen in final energy consumption in 2050 and elimination 6 Gt of carbon dioxide emissions per year. The second document was prepared in connection with the G20 summit in Japan. It presents the current state of hydrogen technology development and outlines the scenario of their development and significance, in particular until 2030. The second part of the paper presents a description of main hybrid Power-to-Power, Power-to-Gas and Power-to-Liquid technological structures with electrolytic production of hydrogen from renewable sources. General technological diagrams of the use of water and carbon dioxide coelectrolysis in the production of fuels using F-T synthesis and the methanol production scheme are presented. Methods of integration of renewable energy with electrolytic hydrogen production technologies are indicated, and reliability indicators used in the selection of the principal modules of hybrid systems are discussed. A more detailed description is presented of the optimal method of obtaining a direct coupling of photovoltaic (PV) panels with electrolyzers.

**KEYWORDS:** hydrogen-based power engineering, development scenarios, wind and solar energy, generation of hydrogen and fuels, Hybrid power system

Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Waldemar DOŁĘGA<sup>1</sup>

## Wybrane aspekty efektywności energetycznej gospodarki krajowej

**STRESZCZENIE:** W artykule przedstawiono problematykę efektywności energetycznej. Omówiono unijne i krajowe regulacje prawne dotyczące efektywności energetycznej. Zwrócono szczególną uwagę na dyrektywę 2012/27/EU i ustawę o efektywności energetycznej. Przedstawiono zasady realizacji obowiązku uzyskania oszczędności energii oraz przeprowadzania audytu energetycznego przedsiębiorstwa. Przedstawiono programy i środki służące poprawie efektywności na poziomie krajowym, regionalnym i lokalnym. Zasadniczo obejmują one pięć grup środków: o charakterze horyzontalnym; w zakresie efektywności energetycznej budynków i w instytucjach publicznych; efektywności energetycznej w przemyśle; efektywności energetycznej w transporcie oraz efektywności wytwarzania i dostaw energii. Przedstawiono problematykę efektywności energetycznej krajowej gospodarki. Przeanalizowano wskaźniki energochłonności pierwotnej i finalnej oraz tempo ich zmian w ostatnich latach. Określono kierunki działań, które pozwolą na dalsze zmniejszenie energochłonności krajowej gospodarki. Przedstawiono analizę działań i rozwiązań umożliwiających poprawę efektywności energetycznej, zwracając szczególną uwagę na sektor przemysłu i gospodarstwa domowe. Poprawa wskaźników energochłonności gospodarki stanowi najbardziej efektywne rozwiązanie, które obok znacznych korzyści ekonomicznych przynosi wymierne efekty ekologiczne (zmniejszenie zużycia przyrodniczych zasobów, zmniejszenie emisji zanieczyszczeń), zwiększenie bezpieczeństwa dostaw energii, wzrost innowacyjności gospodarki i jej konkurencyjności. Wnioski zawierają analizę obecnego poziomu efektywności energetycznej w kraju i perspektyw jego wzrostu w przyszłości oraz korzyści z tym związanych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** gospodarka, efektywność energetyczna, energochłonność, polityka energetyczna

---

<sup>1</sup> Politechnika Wroclawska, Wroclaw; ORCID iD: 0000-0003-2878-1358; e-mail: waldemar.dolega@pwr.edu.pl

## Selected aspects of national economy energy efficiency

**ABSTRACT:** In this paper, selected aspects of energy efficiency are shown. The European Union regulations in area of energy efficiency such as Directive 2012/27/EU, are discussed. The national legal regulations which describe energy efficiency such as the Energy Efficiency Act are presented. Principles concerning the obligation of energy savings and energy audits of enterprises are described. National, regional and local programs and measures concerning the improvement of energy efficiency are performed. These are horizontal measures and energy efficiency measures in: industry, transport, the buildings of public institutions and energy generation and supplies. National economy energy efficiency is shown. The energy intensity indicators (primary, final) and rate of their changes in last years are performed. Moreover, directions of undertakings connected with the possible future reduction in energy intensity of the national economy, are defined. An analysis of energy efficiency measures and solutions for the improvement of energy efficiency, especially in industry and households, is performed. The improvement of economy energy intensity indicators constitutes the most effective solution which brings significant economic, technical and environmental benefits such as an increase in economic innovation and its competitiveness, the improvement of the energy supply security level, a reduction in the consumption of natural resources and a reduction of air pollution and greenhouse gas emissions. The conclusions contain an analysis of the present level of energy efficiency in Poland and the perspectives of its increase in the future along with the benefits connected with it.

**KEYWORDS:** energy efficiency, economy, energy intensity, energy policy

Tadeusz DZIOK<sup>1</sup>, Ireneusz BAIC<sup>2</sup>, Andrzej STRUGAŁA<sup>1</sup>, Wiesław BLASCHKE<sup>3</sup>

## Ekologiczne i ekonomiczne aspekty procesu suchego odkamieniania węgla kamiennych

**STRESZCZENIE:** Węgiel kamienny wydobywany w kopalni (węgiel surowy) tworzy substancja organiczna i mineralna. Przed bezpośrednim wykorzystaniem urobek musi być poddany procesom wzbogacania. Stosowane procesy wzbogacania mają na celu usunięcie skały płonnej, pirytu, a także przestostów. Do wzbogacania węgla kamiennego stosowane mogą być zarówno metody wzbogacania na mokro, jak i na sucho. W pracy przedstawiono wybrane ekologiczne i ekonomiczne aspekty procesu suchego odkamieniania węgla kamiennego przy wykorzystaniu separatora powietrzno-wibracyjnego i separatora optyczno-rentgenowskiego.

Zastosowanie nowoczesnych urządzeń do suchego odkamieniania, tj. separatory powietrzno-wibracyjne i separatory optyczno-rentgenowskie, umożliwią obniżenie emisji pierwiastków ekotoksycznych ze spalania węgla kamiennego. Wydzielenie pirytu pozwala na obniżenie zawartości siarki, a także innych pierwiastków ekotoksycznych, m.in. rtęci, arsenu, talu, czy ołowiu. Generalnie pod względem ekonomicznym technologia suchego odkamieniania cechuje się niższymi nakładami inwestycyjnymi i kosztami eksploatacyjnymi w porównaniu do metod wzbogacania na mokro. Instalacje suchego odkamieniania są dobrym rozwiązaniem dla inwestycji o krótkim okresie planowanej eksploatacji i/lub dla instalacji o małej wydajności, a także w przypadku ograniczonej dostępności do wody. Dla instalacji o dłuższym okresie eksploatacji i o wyższych wydajnościach, efektywność inwestycji jest wyższa dla metod wzbogacania na mokro.

---

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Technologii Paliw, Kraków;  
e-mail: tadeusz.dziok@agh.edu.pl

<sup>2</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Oddział Zamiejscowy w Katowicach.

<sup>3</sup> Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mechanizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego, Oddział Zamiejscowy w Katowicach; ORCID iD: 0000-0003-0892-3419.



Istnieje również możliwość suchego odkamieniania węgla na dole w kopalni przy użyciu tzw. kruszarek Bradforda. Wydzielony produkt w postaci grubych kamieni może znaleźć zagospodarowanie na dole kopalni, np. do podsadzania wyrobisk.

SŁOWA KLUCZOWE: węgiel kamienny, suche odkamienianie, pierwiastki ekotoksyczne, efektywność ekonomiczna i ekologiczna

## Ecological and economic aspects of the dry deshaling process of hard coal

**ABSTRACT:** Hard coal extracted from a mine (raw coal) is composed of both organic and mineral matter. In this form, it cannot be used directly and must be processed previously. The aim of the cleaning process is to remove gangue, pyrite grains, as well as the mineral matter overgrowths on coal grains. Both wet (washing) and dry (deshaling) methods can be used to perform the cleaning of hard coal. The paper presents selected ecological and economic aspects of the dry deshaling process of hard coal using a pneumatic vibrating separator and an optical X-ray separator. The use of modern dry deshaling equipment (i.e., pneumatic vibrating FGX type and optical X-ray separators) enables a reduction of the emission of ecotoxic elements from hard coal combustion. The separation of pyrite grains results in a reduction of the content of sulphur and other ecotoxic elements, among others: mercury, arsenic, thallium and lead. In general, from the economic point of view, the dry deshaling technology, when compared to the washing methods, is characterized by both lower investment and operating costs. The dry deshaling technology is a suitable option for short-term investments and/or for low capacity plants with limited water availability. For long-term investments and more efficient plants, the investment efficiency is higher for the washing methods. It is also possible to perform dry deshaling of hard coal at the bottom of the mine using Bradford crushers. The separated product in the form of coarse rocks can be used at the bottom of the mine, e.g. for backfilling.

**KEYWORDS:** hard coal, dry deshaling, ecotoxic elements, economic and ecological efficiency

Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Zbigniew GRUDZIŃSKI<sup>1</sup>

## Międzynarodowe rynki węgla energetycznego – podaż, popyt, ceny

**STRESZCZENIE:** Produkcja węgla w 2018 r. wzrosła o 3,3% i wyniosła 7,81 mln ton. W porównaniu do 2010 r. wzrosła 620 mln ton. Struktura produkcji węgla na świecie jest bardzo stabilna w analizowanym okresie lat 2010–2018. W produkcji dominuje węgiel energetyczny z udziałem 77%. Od 1990 r. udział węgla w zużyciu pierwotnych nośników energii spadł w światowej gospodarce o 3%. W UE udział węgla w zużyciu pierwotnych nośników energii jest ponad dwukrotnie mniejszy niż na świecie. W 2018 r. wyniósł 13%. BP szacuje wystarczalność zasobów węgla na podstawie danych za 2018 r. na okres następnych 132 lat. W przypadku ropy i gazu szacowane są one na 51 lat. Spadek produkcji węgla kamiennego w Unii Europejskiej można datować prawie nieprzerwanie od 1990 r., gdyż produkcja zmniejszyła się o 74%. W 2018 roku w Unii wyprodukowano 74 mln ton węgla. W ubiegłym roku zużycie węgla kamiennego w krajach członkowskich spadło do 226 mln ton, czyli o 20,6%.

W 2018 roku globalny handel w węglem energetycznym wyniósł 1,14 mld ton. Dla międzynarodowego rynku węglem kluczowa jest sytuacja w Chinach. Niewielka zmiana w polityce importowej tego kraju wpływa istotnie na sytuację w międzynarodowym handlu węglem energetycznym. W 2019 r. ceny węgla energetycznego (w portach Newcastle, Richards Bay, ARA) spadły średnio o 23 USD/tonę. Średnie spadki dla tych trzech indeksów wyniosły 33%. Ceny węgla energetycznego w przedstawionych w artykule prognozach znajdują się pod presją spadającego popytu.

**SŁOWA KLUCZOWE:** międzynarodowy rynek węgla, indeksy cenowe, produkcja i zużycie węgla, prognozy cen

---

<sup>1</sup> Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID ID: 0000-0002-4977-3595; e-mail: zg@min-pan.krakow.pl

## International steam coal markets – supply, demand, prices

**ABSTRACT:** Coal production in 2018 increased by 3.3% and amounted to 7.81 million tons. Compared to 2010, it increased by 620 million tons. The structure of coal production in the world is very stable in the analyzed period of 2010–2018. Steam coal dominates in production with a share of 77%. Since 1990, the share of coal in the consumption of primary energy carriers has fallen by 3% in the global economy.

In the EU, the share of coal in the consumption of primary energy carriers is more than twice lower than in the world, and in 2018 amounted to 13%. BP estimates the sufficiency of coal proven reserves based on 2018 data for the next 132 years. For oil and gas, they are estimated at 51 years. The decline in hard coal production in the European Union can be dated almost continuously since 1990, which has decreased by 74%. In 2018, 74 million tons of coal were produced in the EU. In 2018, hard coal consumption in EU countries dropped to 226 million tons, i.e. by 20.6%. In 2018, global trade in steam coal amounted to 1.14 billion tons. The situation in China is crucial for the international coal market. The slight change in the import policy of this country significantly affects the situation in international trade in steam coal. In 2019, coal prices (at Newcastle, Richards Bay, ARA ports) dropped by an average of 23 USD/ton. The average decreases for these three indices were 33%. The prices of steam coal in the forecasts presented in the paper are under pressure of the falling demand.

**KEYWORDS:** international coal market, price indices, coal production and consumption, price forecasts

Zbigniew GRUDZIŃSKI<sup>1</sup>

## Wartość 1 GJ energii w węglach energetycznych wycenianych przez rynek międzynarodowy

**STRESZCZENIE:** Celem artykułu było oszacowanie, jak zmienia się wartość 1 GJ energii w węglu o wartości opałowej 5500 kcal/kg w stosunku do wartości 1 GJ w węglu 6000 kcal/kg na międzynarodowym rynku węgla. Analiza danych z różnych portów miała odpowiedzieć na pytanie, czy wyceny węgla różnych producentów różnicujących je w zależności od wartości opałowej są zbieżne. Najbardziej znanym standardem cenowym dla węgla energetycznego jest węgiel o wartości opałowej 25,1 MJ/kg (6000 kcal/kg) i jeszcze niedawno węgle o takich parametrach jakościowych dominowały w handlu międzynarodowym. Obecnie na rynku węgla notowane są węgle o innych parametrach uznawanych za standardowe, stąd konieczna jest wycena jednostki energetycznej (np. 1 GJ) zawartej w tych węglach.

Wybrano indeksy największych eksporterów węgla energetycznego, dla których dostępne były dane odnoszące się do takich samych gatunków (klas) węgla i określanych do tej samej bazy (FOB). Teoretycznie, różnica cen między węglem 6000 a 5500 kcal/kg (w USD/tonę) powinna wynosić (minimum) tyle, ile wynika z różnicy kaloryczności, czyli kształtować się na poziomie ok. 9% – w przeliczeniu na USD/tonę. Jednak w rzeczywistości różnica cen między tymi gatunkami węgla jest większa.

Z podsumowania całej analizy wynika, że cena przeliczona na 1 GJ energii średnio zmieniała się o 5,9% w całym badanym okresie. Otrzymane wyniki analiz dla węgla z czterech krajów są dosyć zbieżne, można więc przyjąć, że wyliczona zależność między cenami węgla o różnej kaloryczności (6000 i 5500 kcal/kg) jest dobrym przybliżeniem obserwowanych relacji w handlu na rynku międzynarodowym. Wyniki obliczeń pozwalają na przedstawienie prostej formuły pozwalającej

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0002-4977-3595; e-mail: zg@min-pan.krakow.pl

szacować cenę węgla o innej wartości opałowej niż standardowa – 25,1 MJ/kg (6000 kcal/kg) – wykorzystując relacje z rynku międzynarodowego.

SŁOWA KLUCZOWE: międzynarodowy rynek węgla, węgiel energetyczny, indeksy cenowe

## The value of 1 GJ of energy in thermal coals assessed by the international market

**ABSTRACT:** The aim of the paper was to estimate how the value of 1 GJ of energy in coal with a calorific value of 5500 kcal/kg varies on the international coal market compared to 1 GJ of energy in coal with a calorific value of 6000 kcal/kg. The analysis of data from different ports was intended to answer the question of whether the pricing of coals of different producers according to their calorific value is convergent. The best-known price standard for thermal coal is 25.1 MJ/kg coal (6000 kcal/kg) and, until recently, coals with such quality parameters dominated international trade. Currently, coals with parameters other than considered to be standard parameters are traded on the coal market, hence it is necessary to price a unit of energy (e.g. 1 GJ) contained in these coals. The indices have been selected of the largest exporters of thermal coal for which data was available and referred to the same coal types (grades) determined on the same basis (FOB). Theoretically, the price differential between 6000 kcal/kg and 5000 kcal/kg coal (in USD/ton) should be (at least) as much as the difference in calorific value, i.e. about 9% per USD/ton. In reality, the price differential between these types of coal is greater, though.

The overall conclusion of the analysis is that the price calculated per 1 GJ of energy fluctuated on average by 5.9% over the entire period considered. The analytical results obtained for coal from four countries are quite convergent, so it can be assumed that the calculated relationship between the prices of coal with different calorific values (6000 and 5000 kcal/kg) is a good approximation of the observed relationships in the international trade. The calculation results provide a simple formula allowing to estimate the price of coal with a calorific value other than the standard 25.1 MJ/kg (6000 kcal/kg) using the relationships from the international market.

**KEYWORDS:** international coal market, thermal coal, price indices

Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Grzegorz JAGIELSKI<sup>1</sup>, Hubert KIERSNOWSKI<sup>2</sup>, Sylwia KIJEWSKA<sup>2</sup>, Aleksandra KOZŁOWSKA<sup>2</sup>,  
Ewelina KRZYŻAK<sup>2</sup>, Marta KUBERSKA<sup>2</sup>, Rafał LASKOWICZ<sup>2</sup>, Joanna ROSZKOWSKA-REMIN<sup>2</sup>,  
Łukasz SMAJDOR<sup>2</sup>, Marcin WESOŁOWSKI<sup>1</sup>, Krystian WÓJCIK<sup>2</sup>, Tomasz ŻUK<sup>2</sup>

## Ropa naftowa i gaz ziemny w Polsce: postępowanie przetargowe i przetarg inwestorski (open door) na koncesje węglowodorowe w 2019 i 2020 roku

**STRESZCZENIE:** Udzielenie koncesji na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów oraz wydobywanie węglowodorów ze złóż lub koncesji na wydobywanie węglowodorów ze złóż w Polsce następuje w wyniku przeprowadzenia postępowania przetargowego albo na wniosek zainteresowanego podmiotu (Ustawa... 2019: art. 49e). Na przełomie 2019 i 2020 r. będzie procedowana czwarta runda przetargów na koncesje węglowodorowe. Jej przedmiotem będzie pięć obszarów, wyznaczonych przez geologów Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB) i Departamentu Geologii i Koncesji Geologicznych (DGK) Ministerstwa Środowiska na podstawie danych zgromadzonych w Narodowym Archiwum Geologicznym, publikacji naukowych oraz wiedzy i doświadczenia płynących ze współpracy z przemysłem naftowym. Są to: Pyrzyce, Złoczew, Żabowo, Bestwina-Czechowice i Królówka. Perspektywy poszukiwawcze na obszarach Pyrzyce, Żabowo i Złoczew (centralna i północno-zachodnia Polska) są związane z utworami czerwonego spągowca i dolomitu głównego. Bestwina-Czechowice i Królówka (południowa Polska) są z kolei dedykowane poszukiwaniom konwencjonalnych lub hybrydowych nagromadzeń gazu ziemnego w utworach miocenu zapadliska przedkarpackiego pod nasunięciem karpackim,

---

<sup>1</sup> Uniwersytet Rzeszowski, Katedra Biofizyki, Rzeszów; e-mail: sawicka61@wp.pl; mcholewa@ur.edu.pl

<sup>2</sup> Politechnika Rzeszowska, Zakład Ciepłownictwa i Klimatyzacji, Rzeszów; e-mail do korespondencji: elrywi@prz.edu.pl

choć perspektywy poszukiwawcze występują również w ich paleozoiczno-mezozoicznym podłożu. O koncesje węglowodorowe można ubiegać się także na drodze przetargu inwestorskiego (tzw. *open door*) – na wniosek Przedsiębiorcy, pod warunkiem, że zgłaszany obszar nie jest objęty aktualnie trwającą koncesją lub nie jest przedmiotem przetargu.

SŁOWA KLUCZOWE: kluczowe: ropa naftowa, gaz ziemny, koncesje węglowodorowe, przetarg inwestorski, *open door*

## Oil and gas in Poland: licensing round and the open door policy in 2019 and 2020

**ABSTRACT:** According to the Polish Geological and Mining Law the granting of a concession for the exploration of a hydrocarbon deposit and the production of hydrocarbons from a deposit, or a concession for the production of hydrocarbons from a deposit in Poland is proceeded according to a tender procedure or open door procedure (upon a request of an entity). On June 28, 2018 the Polish Minister of the Environment announced 5 tender areas. These areas (promising for discoveries of conventional and unconventional oil and gas deposits) were selected by the geologists of the Polish Geological Institute-NRI and Department of Geology and Geological Concessions of the Ministry of the Environment based on the geological data resources stored in the National Geological Archive. These are: Bestwina-Czechowice, Królówka, Pyrzyce, Złoczew i Żabowo. The main exploration target on the areas located in central and north-western Poland (Pyrzyce, Żabowo and Złoczew) is related to Permian Rotliegend sandstones and carbonates of the Zechstein/Main Dolomite. The Bestwina-Czechowice and Królówka areas (southern Poland) are prospective for conventional and hybrid-type accumulations of gas in the Miocene of the Carpathian Foredeep below the Carpathian Overthrust and in the Paleozoic-Mesozoic basement. The beginning of the 4th bidding round for hydrocarbon concessions is planned in Q4 2019. The entity can also choose the area and apply for a license submitting an application to the Ministry of the Environment. The area indicated by the entity cannot be the subject of a tender or any other concession, and the maximum acreage is 1,200 km<sup>2</sup>.

**KEYWORDS:** oil, gas, hydrocarbon concessions, licensing round, open door policy



Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Anna KIELERZ<sup>1</sup>, Monika PORZERZYŃSKA-ANTONIK<sup>1</sup>

## Węgiel w energetyce zawodowej i ciepłownictwie – stan obecny i perspektywy

**STRESZCZENIE:** Postępujące procesy globalizacyjne, zmiany w strukturze gospodarki światowej, europejskiej i lokalnej wymagają zintegrowanych działań służących rozwiązywaniu problemów związanych z rozwojem państw, regionów i miast – a dotyczących m.in.: środowiska, źródeł energii, klimatu, transformacji technologicznej. Każdy kraj Unii Europejskiej ma prawo tworzenia własnego miksu energetycznego. Polska posiada zasoby węgla kamiennego, które mogą zapewnić bezpieczeństwo energetyczne kraju na kilka dziesięcioleci. Można z całą odpowiedzialnością stwierdzić, że mimo wzrastającego udziału ropy naftowej i gazu w zużyciu paliw, węgiel (kamienny i brunatny) zostanie również w przyszłości stabilizatorem bezpieczeństwa energetycznego kraju i będzie pełnił ważną rolę w polskim miksie energetycznym w kolejnych latach.

Stosowanie tego surowca wymaga inwestycji w nowe technologie niskoemisyjne, które w przypadku jednostek wytwórczych centralnie dysponowanych będą również wysokosprawne oraz inwestycje w wysokosprawną kogenerację.

Należy podkreślić zasadność pełnego wykorzystania potencjału kogeneracji. W tym sektorze pracują co prawda jednostki kosztowniejsze w eksploatacji od elektrowni, ale pozwalające efektywniej i oszczędniej wykorzystywać paliwa oraz zmniejszać emisję dwutlenku węgla.

Zgodnie z założeniami polityki energetycznej państwa należy wspierać i rozwijać gospodarkę niskoemisyjną w formie odnawialnych źródeł energii i energetyki jądrowej. Równocześnie nie należy zapominać o wspieraniu odtwarzania wycofywanych mocy w dużych elektrowniach systemowych pod warunkiem, że będą one wysokosprawne i niskoemisyjne.

**SŁOWA KLUCZOWE:** węgiel, energetyka zawodowa, ciepłownictwo, miks energetyczny

---

<sup>1</sup> Agencja Rozwoju Przemysłu SA, Oddział w Katowicach; e-mail: [anna.kielerz@katowice.arp.pl](mailto:anna.kielerz@katowice.arp.pl)

## Coal in energy generation and direct heating – current status and prospects

**ABSTRACT:** The progressive processes of globalization and changes in the global, European and local economy require integrated efforts aimed at solving problems related to development at the national regional and the local level involving the environment, energy sources, climate and technological transformation issues. European Union Member States are given right to create an individual Energy mix. Coal will continue to play a major role in Poland's energy mix during the next decades. Polish coal reserves can provide energy security for decades. Despite crude oil and natural gas growth in fuel consumption, coal will continue to be the stabilizer of energy security for the country and play an important role in Poland's energy mix in the years to come. However, further coal consumption requires investments in low carbon technologies which are of high efficiency and in high-efficiency cogeneration.

The validity of the full utilization of cogeneration potential should be highlighted. Operating cogeneration plants are more expensive than power plants but they are more efficient and generate less carbon emissions.

In accordance with the assumptions of the Energy policy of Poland, a low-carbon economy with renewable Energy sources and nuclear Energy should be supported and developed, however the obsolete coal generators should be replaced with low-carbon high-efficient ones.

**KEYWORDS:** coal, electricity generation, central heating, energy mix

Beata KŁOJZY-KARCZMARCZYK<sup>1</sup>, Janusz MAZUREK<sup>2</sup>

## Wymywalność rtęci z węgla kamiennych i odpadów wydobywczych

**STRESZCZENIE:** Celem badań jest określenie zawartości rtęci w węglach kamiennych, losowo pobranych z GZW oraz w produktach ubocznych wydobycia węgla (odpady wydobywcze świeże), czyli kruszywach i mułach węgla kamiennego, a także odpadach górniczych ze zwałowiska Siersza (odpady zwietrzałe). Do analizy przeznaczono 34 próbki. Określono zawartość całkowitą rtęci oraz wielkość wymywania rtęci z próbek stałych. Obliczono ponadto udział formy wymywalnej w całkowitej zawartości pierwiastka, czyli poziom uwalniania rtęci z materiału (poziom wymycia). Badania wielkości wymywania rtęci określono metodą statyczną z zastosowaniem testu wymywalności 1:10. Najwyższą możliwością wymywania rtęci charakteryzują się odpady zwietrzałe ze zwałowiska Siersza i nieco niższą analizowane węgle kamienne z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW). Dla próbek węgla kamiennego zawartość rtęci całkowitej kształtuje się w granicach 0,0275–0,1236 mg/kg. Natomiast wielkość wymywania rtęci z próbek węgla kształtuje się na poziomie 0,0008–0,0077 mg/kg. Odpady świeże typu kruszywa charakteryzują się wyższą zawartością rtęci całkowitej we frakcji najdrobniejszej 0–6 mm w granicach 0,1377–0,6107 mg/kg i zdecydowanie niższą we frakcji 80–120 mm w granicach 0,0508–0,1274 mg/kg. Wielkość wymywania jest porównywalna w obydwu frakcjach i kształtuje się na poziomie 0,0008–0,0057 mg/kg. Muły węglowe charakteryzują się zawartością rtęci całkowitej na poziomie 0,0937–0,2047 mg/kg. Obserwuje się także niskie wartości wymywania na poziomie 0,0014–0,0074 mg/kg. Odpady górnicze zwietrzałe charakteryzują się zawartością całkowitą rtęci w granicach 0,0622–0,2987 mg/kg. Obserwuje się jednak zdecydowanie wyższe wartości wymywania z odpadów zwietrzałych niż

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0002-2003-2291; e-mail: beatakk@min-pan.krakow.pl

<sup>2</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0002-8746-0282; e-mail: jan@min-pan.krakow.pl

z odpadów wydobywczych świeżych. Wielkość ta kształtuje się na poziomie 0,0058–0,0165 mg/kg. W węglach kamiennych pobranych z GZW poziom wymycia kształtuje się na średnim poziomie 4,7%. Odpady wydobywcze charakteryzują się dużą zmiennością udziału formy wymywalnej rtęci a różnice wynikają z czasu sezonowania próbek. Odpady czy materiały uboczne produkcji węgla kamiennego typu kruszywa oraz muły węglowe wykazują udział formy wymywalnej rtęci na średnim poziomie 1,7%. W odpadach zwietrzałych udział formy wymywalnej zdecydowanie wzrasta do 7,3%. Charakterystyka wymywania jest zróżnicowana dla różnych grup badanego materiału. Podstawowe znaczenie a wykazane w pracy, mają czynniki takie jak rodzaj i pochodzenie próbek, ich skład granulometryczny oraz czas sezonowania materiału.

**SŁOWA KLUCZOWE:** rtęć, zawartość całkowita, wymywanie, węgiel kamienny, skała płonna (kruszywa), muły węgla kamiennego

## The leaching of mercury from hard coal and extractive waste

**ABSTRACT:** The aim of the study is to determine the mercury content in hard coal, randomly taken from the USCB and in by-products of hard coal mining (fresh mining waste), i.e. aggregates (gangue) and hard coal sludge and mining waste from the Siersza dump (weathered waste). The 34 samples were intended for analysis. The total mercury content and the amount of mercury leaching from solid samples was determined. The percentage of the leaching form in the total element content, i.e. the level of mercury release from the material (leaching level), was also calculated. The amount of mercury leaching was determined by a static method using a batch test 1:10. The highest possibility of leaching mercury is characterized by weathered waste from the Siersza dump and slightly lower analyzed hard coal from the Upper Silesian Coal Basin (USCB). For hard coal samples, the total mercury content is between 0.0275–0.1236 mg/kg. However, the amount of mercury leaching from coal samples is 0.0008–0.0077 mg/kg. The aggregate is characterized by a higher total mercury content in the finest fraction 0–6 mm, within 0.1377–0.6107 mg/kg and much lower in the 80–120 mm fraction, within 0.0508–0.1274 mg/kg. The amount of elution is comparable in both fractions and amounts to 0.0008–0.0057 mg/kg. Coal sludge has a total mercury content of 0.0937–0.2047 mg/kg. Low leaching values of 0.0014–0.0074 mg/kg are also observed. Weathered mining waste has a total mercury content of 0.0622–0.2987 mg/kg. However, leaching values from weathered waste are much higher than from fresh mining waste. This value is 0.0058–0.0165 mg/kg. In the hard coal extracted from USCB, the leaching level is 4.7% on average. Mining waste is characterized by a large variation in the proportion of mercury leaching form and the differences result from the seasoning time of the samples. Waste or by-products of hard coal production, such as aggregates and coal sludge, show a mercury washout form at an average level of 1.7%. The proportion of leachable form in weathered waste increased strongly to 7.3%. Elution characteristics vary for different groups of materials tested. Factors such as the type and origin of samples, their granulometric composition and the seasoning time of the material are of fundamental importance and demonstrated in the work.

**KEYWORDS:** mercury, total content, leaching, hard coal, gangue (aggregates), hard coal sludge

Beata KŁOJZY-KARCZMARCZYK<sup>1</sup>, Janusz MAZUREK<sup>2</sup>, Marek WIENCEK<sup>3</sup>, Jacek FELIKS<sup>4</sup>

## Mieszanki mułów węgla kamiennego z pyłami węgla brunatnego jako alternatywne surowce energetyczne

**STRESZCZENIE:** Muły węgla kamiennego klasyfikowane są jako odpady z grupy 01 lub są ubocznym produktem w produkcji surowca, często o niskiej wartości opałowej. Pył węgla brunatnego nie jest odpadem, ale produktem wyjściowym suszenia i bardzo drobnego mielenia węgla brunatnego o wysokiej wartości opałowej. W pracy badaniami objęto materiał podstawowy przed procesem granulowania, czyli muły węglowe (PG SILESIA) i pył węgla brunatnego (LEAG) oraz ich mieszanki po procesie granulowania na grudkowniku wibracyjnym konstrukcji AGH. Pyły węgla brunatnego firmy LEAG wykazują niskie zawartości siarki. Jej średnia zawartość w analizowanych próbkach ( $S_{\text{tot}}^d$ ) wynosi 0,61%. Średnia wielkość tego parametru w analizowanych mułach węglowych wynosi 0,52%. Dodatek pyłu węgla brunatnego nie ma znaczącego wpływu na całkowitą zawartość w próbkach siarki oraz analizowanych pierwiastków toksycznych (Hg, As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, W). Wartość opałowa mułów węglowych mieści się w granicach 11,0–12,4 MJ/kg (w stanie suchym). Dla mieszanin mułu węglowego z pyłami węgla brunatnego wartość opałowa zdecydowanie wzrasta do wielkości 14,8–17,7 MJ/kg (w stanie suchym). Obserwuje się nieznaczne obniżenie wartości opałowej w przypadku granulowania z dodatkiem CaO. Takie wartości zwiększają możliwości zastosowania w energetyce zawodowej. Wszystkie mieszanki mułów z pyłami węgla brunatnego są podatne na proces grudkowania (granulowania). Wytrzymałość na zrzuty grudek świeżych jest zadawalająca, a wartość uśredniona

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0002-2003-2291; e-mail: beatakk@min-pan.krakow.pl

<sup>2</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0002-8746-0282; e-mail: jan@min-pan.krakow.pl

<sup>3</sup> EP Coal Trading Polska S.A. Czechowice-Dziedzice; e-mail: marek.wienczek@epcoaltrading.pl

<sup>4</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków; ORCID iD: 0000-0002-5653-1674; e-mail: feliks@agh.edu.pl

kształtuje się na poziomie 4. Po sezonowaniu próbek odporność na zrzuty mieszanek zdecydowanie maleje, średnio o 30% z wyjątkiem grudek wykonanych z czystego mułu węglowego. Dodatek analizowanych pyłów węgla brunatnego utrudnia zatem procesy grudkowania w stosunku do czystych mułów węglowych.

SŁOWA KLUCZOWE: muły węglowe (węgla kamiennego), pyły węgla brunatnego, granulowanie (grudkowanie), parametry jakościowe, wartość opałowa

## Blends of hard coal sludge with pulverized lignite as alternative energy raw materials

**ABSTRACT:** Hard coal sludge is classified as group 01 waste or it is a by-product in the production of a hard coal with variable energy importance. Pulverized lignite is not waste but a final product of drying and the very fine pulverization of lignite with a high calorific value. The study comprised the basic material before granulation such as coal sludge (PG SILESIA) and pulverized lignite (LEAG) as well as their prepared blends after the granulation on a pipe vibration granulator designed at AGH. The pulverized lignite of the LEAG company shows a low sulfur contents. In the analyzed samples its average content ( $S_{\text{tot}}^{\text{d}}$ ) is 0.61%. An average value of this parameter in the analyzed coal sludge samples is 0.55%. The addition of pulverized lignite does not have a significant impact on the total content of sulfur and of analyzed toxic elements (Hg, As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, Tl, and W) in the samples. The calorific value of coal sludge falls within the range of 11.0–12.4 MJ/kg (on a dry basis). For the coal sludge and pulverized lignite blends the calorific value clearly increases to values of 14.8–17.7 MJ/kg (on dry basis). The calorific value slightly decreases in the case of granulation with the CaO additive. Such values increase the possibilities of application in the commercial power sector. It is possible to state that all sludge and pulverized lignite blends are susceptible to granulation. The drop strength of the fresh pellets is satisfactory and the averaged value is around 4. After seasoning the drop strength of blends definitely falls, on average by 30%, except for pellets made of pure coal sludge. So the addition of pulverized lignite hinders the possibilities of granulation as compared with pure coal sludge.

**KEYWORDS:** coal sludge (of hard coal), pulverized lignite (coal dust from lignite), granulation, quality parameters, calorific value

Łukasz LELEK<sup>1</sup>, Magdalena WDOWIN<sup>2</sup>, Rafał PANEK<sup>3</sup>

## Analiza środowiskowa nowatorskich sorbentów do sorpcji rtęci

**STRESZCZENIE:** Redukcja emisji rtęci w obecnie istniejących rozwiązaniach elektrowni bazujących na węglu zarówno metodami wstępnymi, jak i metodami pierwotnymi oraz metodami wtórnymi polegającymi na wprowadzeniu węgla do komory paleniskowej, a następnie usuwaniu rtęci z gazów wylotowych powstałych w procesie spalania, nie rozwiązuje problemu osiągnięcia wymaganych limitów przez elektrownie, w związku z czym istnieje potrzeba poszukiwania nowych, efektywnych rozwiązań.

Przedstawione w pracy wyniki dotyczą analizy korzyści środowiskowych dla zastosowania zeolitów otrzymywanych z ubocznych produktów spalania, jakimi są popioły lotne (z węgla kamiennego i brunatnego) w technologiach usuwania gazowych form rtęci. Badane zeolity stanowiły struktury typu X modyfikowane srebrem. Materiałem referencyjnym w rozważaniach był węgiel aktywny impregnowany bromem – komercyjnie dostępny na rynku sorbent.

W artykule rozważono korzyści środowiskowe wynikające z zastosowania badanych zeolitów uwzględniając cykl życia produktu, wydajność sorbentu oraz możliwość jego regeneracji w porównaniu do węgla aktywnego (AC/Br). Analizę LCA dokonano, uwzględniając oszacowane bilanse materiałowe i energetyczne procesów wytwarzania. Przy porównaniu procesu produkcji materiałów zeolitowych typu X na linii technologicznej oraz węgla aktywnych w ilości niezbędnej do wychwycenia z gazów odlotowych 375 g Hg analiza LCA wykazała, iż zeolity przyczyniają się do mniejszego potencjalnego wpływu na środowisko. Zaletą jest fakt, iż do wychwycenia tej

---

<sup>1</sup> SBB Energy SA; e-mail: l.lelek@sbbenergy.com

<sup>2</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Pracownia Geochemii Stosowanej i Inżynierii Środowiska, Kraków, e-mail: wdowin@min-pan.krakow.pl

<sup>3</sup> Politechnika Lubelska, Wydział Budownictwa i Architektury, Lublin; e-mail: r.panek@pollub.pl



samej ilości rtęci niezbędne jest 5 razy mniej sorbentu zeolitowego niż węgla aktywnych. Ponadto materiały zeolitowe dodatkowo można regenerować, co wydłuża ich czas życia.

SŁOWA KLUCZOWE: popiół lotny, zeolity, rtęć, LCA

## Environmental analysis of novel sorbents for mercury sorption

**ABSTRACT:** Reduction of mercury emissions in currently existing coal-based power plant solutions by each methods i.e. preliminary, primary and secondary (consisting of introducing coal into the combustion chamber and then removing mercury from combustion gases arising from the combustion process) does not solve the problem of achieving the required limits by power plants. Therefore it is the need to look for new, effective solutions.

The results presented in the work concern the analysis of environmental benefits for the use of zeolites obtained from by-products of coal combustion such as fly ash (from hard coal and lignite) in technologies for removing gaseous forms of mercury. The zeolites tested were silver-modified X-type structures. The reference material in the considerations was active carbon impregnated with bromine – commercially available sorbent on the market.

The article considers environmental benefits resulting from the use of tested zeolites taking into account the product life cycle, sorbent efficiency and the possibility of its regeneration compared to activated carbon (AC/Br). The LCA analysis was performed taking into account estimated material and energy balances of the manufacturing processes. When comparing the production process of type X zeolite materials on the processing line and activated carbons in the amount necessary to capture 375 g Hg from exhaust gases, LCA analysis showed that zeolites contribute to a lower potential impact on the environment. The advantage is that 5 times less zeolite sorbent than activated carbons is needed to capture the same amount of mercury. In addition, zeolite materials can be regenerated, which extends their life time.

**KEYWORDS:** fly ash, zeolites, mercury, LCA

Dorota MAKOWSKA<sup>1</sup>, Faustyna WIEROŃSKA-WIŚNIEWSKA<sup>1</sup>, Andrzej STRUGAŁA<sup>1</sup>

## Pierwotne metody ograniczania emisji pierwiastków ekotoksycznych z procesów spalania węgla

**STRESZCZENIE:** W świetle wchodzących w życie z początkiem 2021 roku nowych konkluzji BAT dla dużych obiektów energetycznego spalania paliw stałych, kontrola emisji pierwiastków ekotoksycznych staje się istotnym problemem zarówno dla krajowego, jak i europejskiego sektora energetycznego. Wprowadzenie limitów emisji rtęci oraz konieczność ewidencji emisji pozostałych pierwiastków ekotoksycznych wymusza na elektrowniach i elektrociepłowniach powzięcie odpowiednich działań, które pozwolą tym obiektom spełnić stawiane wymagania i zabezpieczyć się na wypadek wprowadzenia w przyszłości limitów emisji dla pozostałych pierwiastków ekotoksycznych. Metody ograniczania emisji szkodliwych substancji z procesów spalania można podzielić na dwie grupy: i) metody pierwotne oraz ii) metody wtórne. Te pierwsze pozwalają obniżyć zawartość szkodliwych związków w paliwie przed jego wykorzystaniem. Takie działanie umożliwia wykorzystanie tych metod nie tylko w dużych obiektach energetycznych, ale również w małych i średnich instalacjach, będących źródłem tzw. niskiej emisji. Artykuł stanowi przegląd pierwotnych metod ograniczania emisji pierwiastków ekotoksycznych z procesów spalania węgla, począwszy od przeróbki mechanicznej, przez termiczną preparację aż po wzbogacanie chemiczne i biologiczne. Scharakteryzowano wybrane procesy oraz poddano analizie czynniki determinujące ich efektywność w zakresie usuwania pierwiastków ekotoksycznych z węgla. Przedstawiono również możliwości metod pierwotnych w aspekcie ograniczenia emisji pierwiastków ekotoksycznych przez polski sektor energetyczny. Spośród omawianych metod najbardziej perspektywiczne są mokre i suche metody wzbogacania mechanicznego, przede wszystkim z uwagi na ich szerokie już zastosowanie w przemyśle przetwórstwa węgla. W przypadku rtęci konieczne może być jednak zastosowanie dodatkowych metod takich jak np. termiczna preparacja paliwa przed jego wykorzystaniem.

**SŁOWA KLUCZOWE:** ograniczanie emisji, pierwiastki ekotoksyczne, metody pierwotne, wzbogacanie węgla

---

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energii i Paliw, Kraków; e-mail: makowska@agh.edu.pl

## The precombustion methods of reducing ecotoxic elements emissions from coal combustion

**ABSTRACT:** In the light of new BAT conclusions for large combustion plants coming into force at the beginning of year 2021, the control of ecotoxic elements emission is becoming an important issue for both the domestic and European energy sector. The introduction of mercury emission limits and the need to register the emissions of other ecotoxic elements, forces the power plant to take appropriate actions that will allow these facilities to meet the requirements and protect against the future emission limits for other ecotoxic elements. Methods for reducing emissions of harmful substances from combustion processes can generally be divided into two groups: i) precombustion methods and ii) postcombustion methods. The first allow to reduce the content of harmful compounds in the fuel before its use. Such action allows the use of these methods not only for large power facilities but also by small and medium installations, that generate the so-called low emissions. The article is a review of precombustion methods reducing the emission of ecotoxic elements from coal combustion processes ranging from mechanical processing, through thermal preparation to chemical and biological enrichment. Selected processes were characterized and factors determining their efficiency in removing ecotoxic elements from coal were analyzed. The possibilities of using precombustion methods in the aspect of reducing emission of ecotoxic elements by the Polish energy sector were also presented. Among the discussed methods, the most promising are wet and dry methods of mechanical enrichment, mainly due to their widespread use in the coal processing industry. However, in the case of mercury it may be necessary to use additional methods, such as thermal fuel preparation before its use.

**KEYWORDS:** emission reduction, ecotoxic elements, precombustion methods, coal cleaning

Bartosz MERTAS<sup>1</sup>, Marek ŚCIAŻKO<sup>1</sup>

## Zmienność właściwości węgla koksowych w zależności od ich uziarnienia

**STRESZCZENIE:** Efektywną, stabilną i niezawodną pracę wielkiego pieca zabezpiecza odpowiedniej jakości koks, który jest jednym z podstawowych składników wsadu. We współczesnej technologii wielkopiecowej, przy stosowaniu paliw zastępczych, tj. pyłu węglowego, rola koksu jest niezwykle istotna. Z tego powodu wymagania stawiane jego jakości wzrastają. Krajowe koksownie mają do dyspozycji ograniczoną bazę krajowych wysokojakościowych węgla koksowych, a równocześnie węgle zamorskie są kosztowe, dlatego pełne wykorzystanie ich właściwości koksotwórczych jest niezwykle istotne. Skład ziarnowy mieszanki wsadowej jest jednym z podstawowych czynników wpływających na jakość produkowanego koksu. Wpływ ten uzależniony jest od udziału ilościowego i jakości poszczególnych komponentów tworzących mieszankę wsadową. W przeprowadzonych badaniach 21 węgla koksowych, różniących się istotnie stopniem uwęglenia oraz pochodzeniem (węgle polskie i zamorskie), wykazano, że wydzielone klasy ziarnowe różnią się właściwościami, zarówno koksotwórczymi, jak i zachowaniem w trakcie ogrzewania. Analizując uzyskane wyniki zmian wielkości pojedynczych ziaren, zaobserwowano, że przyrost ich objętości zasadniczo występuje w zakresie temperatur pomiędzy początkiem a maksimum plastyczności. Wykazano, że istnieje liniowa korelacja pomiędzy temperaturą odpowiadającą maksymalnej plastyczności oraz temperaturą, w której wstępuje maksymalna szybkość wydzielania się części lotnych. Przedstawione rezultaty potwierdzają istotny wpływ wielkości ziaren węglowych na ich właściwości, co w konsekwencji wpływa na jakość produkowanego z nich koksu. Wnioski mogą zostać wykorzystane w zakładach koksowniczych do określenia optymalnego przemiału węgla do procesu koksowania.

**SŁOWA KLUCZOWE:** selektywny przemiał, klasa ziarnowa, właściwości koksownicze

---

<sup>1</sup> Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla, Zabrze; e-mail: bmertas@ichpw.pl

## Coking coal properties changes depending on grain size fraction

**ABSTRACT:** The efficient, stable and reliable operation of the blast furnace secures the proper quality of coke, which is one of the basic components of the blast furnace charge. In modern blast-furnace technology, when using substitute fuels, i.e. coal dust, the role of coke is extremely important. For this reason, the demands placed on its quality increase. Domestic coking plants have a limited base of Polish high quality coking coals at their disposal, therefore the full use of their coking properties is extremely important. The grain composition of the coal blend is one of the basic factors affecting the quality of the produced coke. This influence depends on the quantity and quality of coal components that make up the blend. In the conducted research, 21 coking coals, differing significantly in the degree of rank and origin (Polish and overseas coals), it was shown that the separated grain classes differ in properties, both coking properties and the degree of devolatilization during heating. In analyzing the obtained results, it was observed that the grain volume growth occurs essentially in the temperature range between the beginning and the maximum of fluidity. It has been shown that there is a linear correlation between the temperature corresponding to maximum fluidity and the temperature at which the maximum rate of evolution of volatiles enters. The presented phenomena accompany the emergence of coal expansion pressure during the coking process and they are its primary causes. The presented results can be an important guide for preparing the milling of coal for the coking process.

**KEYWORDS:** selective grinding, grain size fraction, coking properties

Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Tomasz MIROWSKI<sup>1</sup>, Wojciech GORYL<sup>2</sup>, Małgorzata ŚLEDZ<sup>2</sup>

## Analiza zmian na rynku paliw stałych dla małych i średnich odbiorców w świetle aktualnych regulacji prawnych

**STRESZCZENIE:** Krajowy rynek paliw stałych dla odbiorców indywidualnych oraz odbiorców sektora małych i średnich przedsiębiorstw, rolnictwa i jednostek samorządu terytorialnego przechodzi gruntowną transformację. Odejście od paliw kopalnych staje się rzeczywistością, która zaskoczyła zarówno producentów urządzeń na paliwa stałe (kotły centralnego ogrzewania, miejscowe ogrzewacze pomieszczeń), jak również odbiorców tych paliw. Proces zmian na rynku paliw stałych zapoczątkowała ustawa antysmogowa przyjęta w 2015 roku, nadająca kompetencje samorządom do podejmowania lokalnych uchwał w obszarze ochrony powietrza i stosowania wybranych paliw w urządzeniach grzewczych na paliwa stałe. Ustawa o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw wprowadziła od 12 września 2018 roku między innymi świadectwa jakości dla paliw stałych, określając ich parametry jakościowe. W tym samym roku wprowadzono także rozporządzenie o zakazie sprzedaży na terenie Polski kotłów na paliwa stałe niespełniających norm przyjętych dla tego typu urządzeń (o parametrach niższych niż tzw. piąta klasa wg EN-PN 303:5-2012). Pomimo podjętych działań na rynku krajowym dostępne są zarówno paliwa niskiej jakości oraz sprzedawane przez internet kotły klasy niższej niż 5 oraz pozaklasowe. W artykule autorzy dokonali przeglądu stanu prawnego w obszarze paliw stałych dostępnych na krajowym rynku do urządzeń grzewczych stosowanych w gospodarstwach domowych oraz przez drobnych odbiorców (sektor małych i średnich przedsiębiorstw, rolnictwo, jednostki samorządu terytorialnego). Przeprowadzono analizę dostępności paliw stałych w wybranych lokalizacjach

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; e-mail: mirowski@meeri.pl

<sup>2</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, Kraków; e-mail: wgoryl@agh.edu.pl

w całej Polsce oraz wskazano na nieprawidłowości i złe praktyki stosowane przez producentów i dystrybutorów kotłów oraz paliw stałych w badanym obszarze rynku.

SŁOWA KLUCZOWE: paliwa stałe, węgiel kamienny, węgiel brunatny, biomasa, kotły 5 klasy

## Analysis of changes on the solid fuel market for small and medium-sized customers in the light of current legal regulations

**ABSTRACT:** The domestic solid fuel market for individual customers and recipients of the sector of small and medium enterprises, agriculture and local government is undergoing a great transformation. The withdrawal from fossil fuels is becoming a reality that surprised both manufacturers of solid fuel heat devices (heating boilers, space heaters), as well as consumers. The process of changes on the solid fuels market was initiated by the anti-smog act adopted in 2015. It gave competence to local governments to adopt local regulations in the area of air protection and the use of selected fuels in solid fuel heating devices. Next, the Act on the fuel quality monitoring and control system from September 12, 2018, among others, introduced quality certificates for solid fuels specifying their quality parameters. In the same year, an ordinance was introduced prohibiting in Poland the sale of solid fuel boilers not meeting the standards adopted for this type of devices (with parameters lower than the so-called fifth class according to EN-PN 303: 5-2012). Despite the measures taken on the domestic market, both low-quality fuels and boilers sold via the Internet (less than 5th class boilers and non-class boilers) are commonly available. In the article, the authors reviewed the legal status in the area of solid fuels available on the domestic market for heating devices used in households and by small recipients (small and medium enterprises sector, agriculture and local government). An analysis of the availability of solid fuels was carried out in selected locations throughout Poland and pointed to irregularities and bad practices used by producers and distributors of boilers and solid fuels in the analyzed area of the market.

**KEYWORDS:** solid fuels, hard coal, lignite, biomass, boilers 5<sup>th</sup> grade



Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Tadeusz OLKUSKI<sup>1</sup>, Zbigniew GRUDZIŃSKI<sup>2</sup>

## Polityka energetyczna Polski – nowe wyzwania

**STRESZCZENIE:** W artykule przedstawiono wybrane zagadnienia z projektu Polityki energetycznej Polski do 2040 roku. Spośród wielu zagadnień autorzy wybrali te, które uznali za najbardziej rewolucyjne. Przede wszystkim należy zrestrukturyzować Krajowy System Elektroenergetyczny, aby sprostał wyzwaniom zmieniającego się otoczenia, był przystosowany do zwiększającego się zapotrzebowania na energię elektryczną, a jednocześnie jak najmniej oddziaływał na środowisko przyrodnicze. Cele te można osiągnąć poprzez reformy zmierzające do zmniejszenia znaczenia węgla w miksie energetycznym i rozwój odnawialnych źródeł energii, zwłaszcza energetyki wiatrowej na morzu. Kolejnymi zadaniami są rozwój elektromobilności, umożliwiający zmniejszenie zanieczyszczenia powodowanego przez transport, oraz, w dalszej perspektywie, po 2030 roku, rozwój energetyki jądrowej w miejsce wycofywanych mocy węglowych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** polityka energetyczna, energetyka jądrowa, energetyka wiatrowa, odnawialne źródła energii, elektromobilność

---

<sup>1</sup> Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID ID: 0000-0002-6256-9628; e-mail: olkuski@min-pan.krakow.pl

<sup>2</sup> Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID ID: 0000-0002-4977-3595; e-mail: zg@min-pan.krakow.pl

## Polish energy policy – new challenges

**ABSTRACT:** The article presents selected issues from the Polish Energy Policy draft until 2040. From many issues, the authors chose the ones they considered the most revolutionary. Firstly, the National Power System should be restructured to meet the challenges of a changing environment, be adapted to the growing demand for electricity, and at the same time have the least impact on the natural environment. These goals can be achieved through reforms to reduce the importance of coal in the energy mix and the development of renewable energy sources, especially offshore wind energy. The next tasks are the development of electromobility, enabling the reduction of pollution caused by transport, and, in the longer term, after 2030, the development of nuclear energy in place of the withdrawn coal power.

**KEYWORDS:** energy policy, nuclear energy, wind energy, renewable energy sources, electromobility

Ilona OLSZTYŃSKA<sup>1</sup>

## Biomasa w polskim miesie paliw do energetyki i ciepłownictwa

**STRESZCZENIE:** W 2008 r. Unia Europejska przyjęła pakiet klimatyczno-energetyczny. Przewiduje on trzy najważniejsze cele do osiągnięcia do 2020 r. w zakresie energetyki, są to: redukcja o 20% emisji gazów cieplarnianych, 20% udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitym zużyciu energii w UE, zwiększenie o 20% efektywności energetycznej UE. W związku z tym poszczególne kraje zobowiązane zostały do odchodzenia od kopalnych surowców energetycznych na rzecz wytwarzania energii z OZE. W zależności od możliwości każdego z krajów oraz rozwoju OZE, wyznaczono różne cele dla poszczególnych państw. Dla Polski cel udziału energii OZE w całkowitym zużyciu energii został ustanowiony na poziomie 15% (Dyrektywa 2009).

Polityka energetyczna Polski do 2030 r. zawiera strategię państwa w zakresie realizacji zadań i celów w obszarze energetyki wynikających z potrzeby budowania krajowego bezpieczeństwa oraz regulacji UE. Wyzwania obecnej krajowej energetyki to m.in. wzrastające zapotrzebowanie na energię i realizacja międzynarodowych zobowiązań w obszarze ochrony środowiska i klimatu (Polityka 2009).

Współczesna energetyka krajowa charakteryzuje się wysokim udziałem paliw kopalnych, głównie węgla, w produkcji energii elektrycznej i ciepła, a udział OZE jest różny dla w poszczególnych technologiach i sektorach energetycznych.

Polska posiada znaczne zasoby naturalne, które stanowią źródło biomasy na cele energetyczne. W krajowym zużyciu biomasy dominują duże jednostki energetyczne, a udział ciepłowni jest wciąż nieznaczny (Olsztyńska 2018).

Celem artykułu jest analiza, w oparciu o dostępne dane oraz obserwacje własne autora, udziału biomasy w krajowej energetyce i ciepłownictwie, a także zdefiniowanie czynników wpływających na poziom zastosowania biomasy w obszarze polskiej energetyki.

---

<sup>1</sup> SGS Polska, Product Development Manager Legal Regulated Certification (CORP); ORCID iD: 0000-0002-7952-8697; e-mail: Ilona.Olsztyńska@sgs.com

SŁOWA KLUCZOWE: energetyka, ciepłownictwo, biopaliwa stałe, polityka energetyczna Polski, miks energetyczny

## Biomass in the fuel mix of the Polish energy and heating sector

**ABSTRACT:** In 2008, the European Union adopted the climate and energy package. It foresees the three most important goals to achieve by 2020 in the field of energy: 20% reduction in greenhouse gas emissions, 20% share of energy from renewable sources in total energy consumption in the EU, 20% increase in EU energy efficiency. Therefore, individual countries were obliged to move away from fossil fuels for renewable energy production. Depending on the capabilities of each country and the development of renewable energy, various goals have been set for individual countries. For Poland, the share of RES energy in total energy consumption has been set at 15% (Directive 2009). The Polish energy policy until 2030 includes state strategies in the field of implementation of tasks and objectives in the area of energy resulting from the need to build national security and EU regulation. The challenges of the current national energy industry include increasing demand for energy and implementation of international commitments in the area of environmental and climate protection (Policy 2009). Contemporary domestic energy is characterized by a high share of fossil fuels, mainly coal, in the production of electricity and heat, and the different share of RES energy in individual technologies and energy sectors. Poland has significant natural resources, which are a source of biomass for energy purposes. Large energy units dominate in the national consumption of biomass while the share of heating plants is still insignificant (Olsztyńska 2018). The aim of the article is to analyze, based on available data and own observations of the author, the share of biomass in the national energy and heat, as well as defining factors affecting the level of biomass use in the area of Polish power industry.

**KEYWORDS:** energy, heating, energy mix, energy policy of Poland, solid biofuels

Urszula OZGA-BŁASCHKE<sup>1</sup>

## Zmiana statusu węgla koksowego na unijnej liście surowców krytycznych (2017)

**STRESZCZENIE:** Zapewnienie dostępu do stabilnej podaży szeregu surowców stało się poważnym wyzwaniem dla gospodarek krajowych i regionalnych o ograniczonej produkcji, podobnie jak gospodarki UE. Niezawodny i nieograniczony dostęp do niektórych surowców stanowi coraz poważniejszy problem. Aby sprostać temu wyzwaniu, KE opracowała listę surowców krytycznych (CRM) dla UE, która jest regularnie weryfikowana i aktualizowana. W komunikacie COM (217) 490 wersja ostateczna z 13.09.2017 r. KE przedstawiła zaktualizowany wykaz 27 kluczowych surowców dla UE w wyniku trzeciej oceny opartej na dopracowanej metodologii opracowanej przez Komisję. Znaczenie ekonomiczne (EI) i ryzyko podaży (SR) pozostały dwoma głównymi parametrami określającymi krytyczność danego surowca. Lista surowców krytycznych dla UE obejmuje surowce, które osiągają lub przekraczają progi dla obu parametrów określonych przez KE. Jedynym wyjątkiem jest węgiel koksowy (po raz pierwszy zawarty na liście surowców krytycznych w 2014 r.), który, choć nie osiąga progu znaczenia ekonomicznego, został warunkowo umieszczony na liście z 2017 r. W artykule omówiono najważniejsze zmiany metodologii zastosowanej w trzecim przeglądzie i ich wpływ na ocenę krytyczności węgla koksowego. Przedstawia strukturę geograficzną światowej produkcji i zużycia węgla koksowego, a także stopień, w jakim UE jest uzależniona od importu węgla koksowego. Surowce, nawet jeśli nie są klasyfikowane jako surowce krytyczne, są niezbędne dla gospodarki europejskiej, ponieważ znajdują się na początku łańcuchów wartości w produkcji. Ich dostępność może się szybko zmieniać ze względu na zmiany w przepływach handlowych lub polityce handlowej, co ujawnia ogólną potrzebę dywersyfikacji podaży.

**SŁOWA KLUCZOWE:** UE, surowce krytyczne, węgiel koksowy, rynek międzynarodowy

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0001-7946-7241; e-mail: ulobla@min-pan.krakow.pl

## Change in the status of coking coal on the EU list of critical raw materials (2017)

**ABSTRACT:** Ensuring access to a stable supply of a number of raw materials has become a serious challenge for domestic and regional economies with limited production, the EU economy alike.

Reliable and unconstrained access to certain raw materials is an ever more serious concern. In order to tackle this challenge, the European Commission has established a list of Critical Raw Materials (CRMs) for the EU, which is regularly reviewed and updated.

In its Communication COM(2017) 490 final of September 13, 2017, the European Commission presented an updated list of 27 critical raw materials for the EU as a result of a third assessment based on a refined methodology developed by the Commission.

Economic Importance (EI) and Supply Risk (SR) have remained the two main parameters to determine the criticality of a given raw material. The list of critical raw materials for the EU includes raw materials that reach or exceed the thresholds for both parameters set by the European Commission. The only exception is coking coal (included in the list of critical raw materials for the first time in 2014) which, although not reaching the economic importance threshold, has been conditionally kept on the 2017 list for the sake of caution. Should it not fully meet this criterion, it will be withdrawn from the list during the next assessment.

The article discusses the most important changes to the methodology used in the third review and their impacts on the coking coal criticality assessment. It presents the geographical structure of coking coal global production and consumption as well as the degree to which the EU is reliant on coking coal imports.

Raw materials, even if not classified as critical raw materials, are essential for the European economy as they are at the beginning of manufacturing value chains. Their availability may change rapidly due to developments in trade flows or trade policy, which reveals the general need for the diversification of supply.

**KEYWORDS:** EU, critical raw materials, coking coal, the international market

Arkadiusz PRIMUS<sup>1</sup>, Czesława ROSIK-DULEWSKA<sup>2</sup>

## Integracja procesów odzysku/przekształcenia energetycznego i materiałowego odpadów tworzyw sztucznych pochodzenia komunalnego w krajowym systemie gospodarki odpadami

**STRESZCZENIE:** W artykule przeanalizowano obecne uwarunkowania prawno-rynkowe gospodarki odpadami w Polsce. Określono główne podstawy prawne zmian w krajowym systemie gospodarki odpadami komunalnymi i ich wpływ na sytuację rynkową w ostatnich kilku latach. Wskazano istotną funkcję selektywnej zbiórki i kluczową rolę separacji frakcji surowcowych w sortowni odpadów stanowiących podstawę działania Regionalnych Instalacjach Przetwarzania Odpadów Komunalnych. Jednocześnie podkreślono możliwości rozwoju technologii produkcji energii elektrycznej w modułach małej i średniej mocy z wykorzystaniem technik zgazowania odpadów. Autorzy wskazali strumień mieszaniny tworzyw sztucznych z sortowania odpadów komunalnych jako problematyczny w kontekście efektywnego odzysku materiałowego. Przeprowadzili badania w zakresie morfologii tego strumienia odpadów z dwóch sortowni. W ramach prac analitycznych, bazując jednocześnie na danych literaturowych, dokonano oszacowania właściwości tego strumienia z przeznaczeniem do recyklingu oraz właściwości energetycznych mieszaniny tworzyw sztucznych pozostałych po procesie recyklingu. Badania i obliczenia wykazały, że wartość opałowa tej mieszaniny może kształtować się na poziomie 31,8 MJ/kg, a zawartość popiołu i chloru odpowiednio na poziomach 2,7 i 1,1%. Parametry te wskazują, że mieszanina jako wysokokaloryczny komponent paliwowy może stanowić wartościowy dodatek do paliw RDF produkowanych z frakcji nadsitowej odpadów komunalnych. Jednocześnie z uwagi na rozwój technologii

---

<sup>1</sup> CBR INVESTEKO S.A.; e-mail: [biuro@investeko.pl](mailto:biuro@investeko.pl)

<sup>2</sup> Uniwersytet Opolski.



zgazowania odpadów z wysokim udziałem produkcji energii elektrycznej w instalacjach małej i średniej mocy możliwa jest ich integracja z instalacjami recyklingu tworzyw sztucznych oraz RIPOK w krajowym systemie gospodarki odpadami.

SŁOWA KLUCZOWE: właściwości paliwowe odpadów, zgazowanie odpadów, kogeneracja, energia z odpadów, morfologia odpadów

## Integration of energy and material recovery processes of municipal plastic waste into the national waste management system

ABSTRACT: In this article are analysed the current legal and market conditions of waste management in Poland. The main legal basis for changes in the national municipal waste management system and their impact on the market situation in the last few years have been determined. Additionally, was underlined the important function of selective collection and the key role of separation of raw material fractions in the waste sorting plant constituting the basis for the operation of Regional Municipal Waste Processing Plants. Furthermore, the possibilities of developing electricity production technology in low and medium power modules using waste gasification techniques were emphasized. The authors identified the stream of plastic mixture from municipal waste sorting as problematic in the context of effective material recovery. They carried out tests on the morphology of this waste stream from two sorting plants. In line with the literature data and as part of the analytical work, the properties of the plastic waste stream designated for recycling and the energy properties of the post-recycling plastic mixture were estimated. Tests results showed that, the calorific value of this mixture can reach approximately 31.8 MJ/kg, whereas, ash and chlorine content equalled 2.7 and 1.1%, respectively. These parameters indicate that, the mixture as a high-calorific fuel component may be a valuable addition to Refuse-derived fuel (RDF) produced from the over-sieve fraction of municipal waste. Concurrently, as a result of the development of waste gasification technologies with a high share of electricity production in small and medium size plants, it is possible to integrate them with plastic recycling plants and RIPOK (Regional Municipal Waste Processing Plant ) in the national waste management system.

KEYWORDS: waste fuel properties, waste gasification, cogeneration, waste energy, waste morphology

Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Radomir ROGUS<sup>1</sup>, Łukasz MAZANEK<sup>1</sup>, Renata MACZUGA<sup>1</sup>, Wojciech CEBO<sup>1</sup>

## Analiza zapotrzebowania na węgiel opałowy w gospodarstwach domowych w kontekście tendencji zmian w rynku komunalno-bytowym

**STRESZCZENIE:** Węgiel jest naturalnie występującym paliwem stałym wykorzystywanym między innymi do celów grzewczych i produkcji energii elektrycznej. Pomimo rozwoju sieci gazowej i ciepłowniczej w naszym kraju, a także wzrostu zainteresowania wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii, wciąż pozostaje najczęstszym paliwem spalonym w lokalnych źródłach do produkcji ciepła. W artykule przedstawiono obecne zapotrzebowanie na węgiel opałowy w sektorze komunalno-bytowym, w ujęciu różnych sortymentów w zależności od wykorzystywanego źródła ciepła na paliwo stałe. Ponadto opisano zestawienie czynników mających kluczowy wpływ na zmianę zapotrzebowania na węgiel opałowy na tym rynku, uwzględniając otoczenie regulacyjne, globalne trendy zachodzące w ogrzewnictwie mieszkaniowym oraz badania statystyczne odnośnie do preferencji wymiany indywidualnych źródeł ciepła. Konfrontacja zaobserwowanych zjawisk pozwoliła na opracowanie możliwych scenariuszy zmian zapotrzebowania na węgiel opałowy z perspektywą do roku 2030, w rozbiciu na jego poszczególne sortymenty.

**SŁOWA KLUCZOWE:** węgiel opałowy, ogrzewanie budynków, uchwały antysmogowe, rynek komunalno-bytowy, ubóstwo energetyczne

---

<sup>1</sup> Polska Grupa Górnicza SA, Katowice; e-mail: r.rogus@pgg.pl

## Analysis of the demand for heating coal in households in the context of changes in the municipal and residential market

**ABSTRACT:** Coal is a naturally occurring solid fuel used, among others, for heating and for electricity production. Despite the development of the gas and heating network in our country, as well as the growing interest in the use of renewable energy sources, it still remains the most frequent fuel burned in local sources for the production of thermal energy. The article describes actual heating coal demand in the municipal and residential sector, with the distinction of different assortments, depending on the solid fuel heating source applied. Moreover, a subjective list of factors that have a key impact on the change in heating coal demand for this market was presented, taking the regulatory environment, global trends in housing heating and statistical surveys on the preferences for individual heat sources replacement into account. The confrontation of observed phenomena allowed for possible scenarios of changes in the demand for heating coal with the prospect until 2030, broken down into its individual assortments to be elaborated.

**KEYWORDS:** heating coal, housing heating, anti-smog laws, municipal and residential market, energy poverty

Marzena SMOL<sup>1</sup>, Joanna KULCZYCKA<sup>2</sup>, Agnieszka CZAPLICKA-KOTAS<sup>3</sup>, Dariusz WŁÓKA<sup>4</sup>

## Zarządzanie i monitorowanie gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce w kontekście realizacji gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ)

**STRESZCZENIE:** Gospodarka odpadami komunalnymi jest od wielu lat obszarem szczególnego zainteresowania Komisji Europejskiej (KE). W 2018 r. KE wskazała zagadnienia związane z gospodarką odpadami komunalnymi jako ważny element ram monitorowania procesu transformacji w kierunku gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ), stanowiącej obecnie priorytet polityki gospodarczej Unii Europejskiej (UE). W przedstawionych ramach monitorowania określono 10 wskaźników GOZ wśród których kwestie związane odpadami komunalnymi pojawiają się bezpośrednio w dwóch obszarach GOZ – w obszarze produkcji oraz w obszarze gospodarki odpadami, oraz pośrednio – w obszarach surowców wtórnych oraz konkurencyjności innowacji. W pracy przedstawiono zmiany w zakresie zarządzania gospodarką odpadami komunalnymi w Polsce w kontekście wdrażania założeń GOZ, omówiono wyniki osiągniętych wskaźników GOZ w dwóch wybranych obszarach ram monitorowania GOZ w Polsce (produkcja i gospodarka odpadami), oraz porównano osiągnięte wyniki na tle innych krajów europejskich.

---

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków; ORCID iD: 0000-0001-5833-2954; e-mail: smol@meeri.pl

<sup>2</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków; ORCID iD: 0000-0002-4377-5506; e-mail: kulczycka@meeri.pl

<sup>3</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, Kraków; e-mail: agnieszka.czaplicka@iati.pl

<sup>4</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0001-9087-3304; e-mail: dwloka@meeri.pl

W Polsce zadania w zakresie realizacji gospodarki odpadami komunalnymi od 1 lipca 2013 r. należą do obowiązków gminy, która jest odpowiedzialna za zapewnienie warunków funkcjonowania systemu selektywnego zbierania i odbierania odpadów komunalnych od mieszkańców oraz za budowę, utrzymanie i eksploatację regionalnych instalacji do przetwarzania odpadów komunalnych (RIPOK). Gmina jest przy tym zobowiązana do prawidłowego gospodarowania odpadami komunalnymi, w myśl europejskiej hierarchii postępowania z odpadami, której nadrzędnym celem jest zapobieganie ich powstawaniu oraz ograniczanie ilości, następnie recykling i inne formy unieszkodliwiania, spalanie i bezpieczne składowanie. W pracy analizowano zmiany wartości dwóch wybranych wskaźników GOZ, tj. (1) wskaźnika wytwarzania odpadów komunalnych, w obszarze produkcja oraz (2) wskaźnika recyklingu odpadów komunalnych w obszarze gospodarki odpadami. W tym celu wykorzystano dane statystyczne Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) oraz Eurostat. Przedstawiono dane od roku 2014, tj. od momentu zainicjowania konieczności przechodzenia na GOZ w UE. W ostatnich latach obserwuje się wzrost ilości wywarzonych odpadów komunalnych w Polsce, jak i w UE. Zgodnie z danymi Eurostat ilość wytworzonych odpadów komunalnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca Polski wzrosła z 272 kg w 2014 r. do 315 kg w 2017 r. Warto przy tym podkreślić iż średnia ilość wytworzonych odpadów komunalnych w Polsce w 2017 r. była jedną z najniższych w UE, przy średniej europejskiej 486 kg/osobę. Przy czym Polska osiągnęła niższe poziomy recyklingu odpadów komunalnych (33,9%) niż średnia europejska (46%). Przyczyną gorszych wyników Polski w zakresie recyklingu może być m.in. brak wystarczająco rozwiniętej infrastruktury służącej przetwarzaniu odpadów komunalnych, funkcjonującej w innych państwach takich jak Niemcy czy Dania, oraz zdecydowanie wyższej świadomości społeczeństwa dotyczącej problematyki odpadów komunalnych w krajach rozwiniętych. Gospodarka odpadami komunalnymi w Polsce stoi przed szeregiem wyzwań w aspekcie wdrażania GOZ, przede wszystkim w zakresie osiągnięcia narzuconych przez KE wartości recyklingu, do minimum 55% do 2025 r.

SŁOWA KLUCZOWE: gospodarka odpadami, odpady komunalne, gospodarka o obiegu zamkniętym (GOZ)

## Management and monitoring of municipal waste in Poland in the context of circular economy (CE) implementation

ABSTRACT: Municipal waste management has been an area of special interest of the European Commission (EC) for many years. In 2018, the EC pointed out issues related to municipal waste management as an important element of the monitoring framework for the transition towards a circular economy (CE), which is currently a priority in the economic policy of the European Union (EU). In the presented monitoring framework, 10 CE indicators were identified, among which issues related to municipal waste appear directly in two areas of the CE – in the field of production and in the field of waste management, and indirectly – in two other areas – secondary raw materials, and competitiveness and innovation. The paper presents changes in the management of municipal waste in Poland in the context of the implementation of the CE assumptions, a discussion of the results of CE indicators in two areas of the CE monitoring fra-

mework in Poland (production and waste management), and a comparison of the results against other European countries.

In Poland, tasks related to the implementation of municipal waste management from July 1, 2013 are the responsibility of the municipality, which is obliged to ensure the conditions for the system of selective collection and collection of municipal waste from residents, as well as the construction, maintenance and operation of regional municipal waste treatment installations (RIPOK). The municipality is also committed to the proper management of municipal waste, in accordance with the European waste management hierarchy, whose overriding objective is to prevent waste formation and limiting its amount, then recycling and other forms of disposal, incineration and safe storage. The study analyzed changes in the value of two selected CE indicators, i.e. (1) the municipal waste generation indicator, in the area of production and (2) the municipal waste recycling indicator, in the area of waste management. For this purpose, statistical data of the Central Statistical Office (GUS) and Eurostat were used. Data has been presented since 2014, i.e. from the moment of initiating the need to move to the CE in the EU. In recent years, there has been an increase in the amount of municipal waste generated in Poland as well as in the EU. According to Eurostat, the amount of municipal waste generated per one inhabitant of Poland increased from 272 kg in 2014 to 315 kg in 2017. It should be noted that the average amount of municipal waste generated in Poland in 2017 was one of the lowest in EU, with a European average of 486 kg/person. Poland has achieved lower levels of municipal waste recycling (33.9%) than the European average (46%). The reason for Poland's worse results in the recycling of municipal waste may be, among others, the lack of sufficiently developed waste processing infrastructure, operating in other countries such as Germany and Denmark, and definitely higher public awareness of the issue of municipal waste in developed countries. Municipal waste management in Poland faces a number of challenges in the implementation of GOZ, primarily in terms of achieving the recycling values imposed by the EC, up to a minimum of 55% by 2025.

**KEYWORDS:** waste management, municipal waste, circular economy (CE)

Katarzyna STALA-SZLUGAJ<sup>1</sup>

## Analiza trendów cen węgla kamiennego dla gospodarstw domowych w Polsce w ujęciu regionalnym

**STRESZCZENIE:** Artykuł przedstawia analizę cen węgla kamiennego oferowanego na składach opałowych w Polsce. Składy opałowe węgla są jedną z najbardziej popularnych form nabywania węgla przez polskie gospodarstwa domowe. Ceny dotyczą ofert cenowych węgla kamiennego o sortymencie kostka (wielkość ziarna: 60–120 mm), przy czym analizowano je nie na poziomie wszystkich województw w kraju, lecz w podziale regionalnym. W okresie od I 2010 do V 2019 pod względem cenowym wyróżniały się dwa regiony: region S-W oraz region N-E, które cechowały się największą rozpiętością się cen. W przypadku regionu S-W różnica między województwem o cenie minimalnej (woj. śląskie) a maksymalnej (od IX 2017 woj. dolnośląskie) zawierała się w przedziale 53–83 PLN/tonę, a regionu N-E w zakresie 64–130 PLN/tonę. W przypadku pozostałych dwóch regionów rozpiętość cen sięgała od kilku do ok. 80 PLN/tonę (dla regionu N-W) i od kilku do ok. 40 PLN/t (dla regionu S-E).

W celu określenia wpływu cen węgla ze względu na źródło jego pochodzenia (węgiel krajowy, węgiel z importu) przeanalizowano również oferty cenowe kostki pochodzące z własnej wieloletniej bazy autorki. W przypadku kostki pochodzącej od producentów krajowych oferty cenowe zmieniały się w zakresie od 14 do 33 PLN/GJ, a kostki importowanej w granicach od 12 do 32 PLN/GJ. Szczególną uwagę zwrócił region N-E, w którym oferty cenowe kostki pochodzącej z importu uzyskały zbliżony poziom do ofert z regionu S-W, czyli regionu położonego najbliższej śląskich kopalń węgla. Na zróżnicowanie cen w obrębie województw zaszerogowanych do danego regionu wpłynęła renta geograficzna. W artykule również poddano analizie średnie ceny

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0003-3689-7895; e-mail: kszlugaj@min-pan.krakow.pl

sprzedaży różnych sortymentów węgla energetycznego na poziomie krajowych producentów, jak również węgla z importu (*franco granica*).

SŁOWA KLUCZOWE: gospodarstwo domowe, węgiel kamienny, ceny węgla kamiennego

## Analysis on a regional basis of trends in hard coal prices for Polish households

**ABSTRACT:** The paper presents an analysis of hard coal prices offered at the coal depots in Poland. Coal depots are one of the most popular forms of purchasing coal by Polish households. Prices refer to price offers for cobble coal (grain size: 60–120 mm) and their analysis is performed based on the regions rather than on all Polish provinces. From January 2010 to May 2019, there were two regions that were distinguished in terms of price spread: the S-W region and the N-E region. In the case of the S-W region, the difference between the province with the minimum price (Śląskie Province) and with the maximum price (Dolnośląskie Province since September 2017) ranged from PLN 53–83/ton, and in the N-E region the difference ranged PLN 64–130/ton. In the case of the remaining two regions, prices varied from a few to approximately PLN 80/ton for the N-W region, and from a few to about PLN 40 /ton for the S-E region.

In order to determine how the origin of the coal affects its prices (domestic coal, imported coal), the analysis also included cobble coal price offers that are part of the Author's own database created for several years. In the case of cobble coal from domestic producers, price offers varied between PLN 14–33/GJ, and price offers for imported cobble coal stood varied between PLN 12–32/GJ. The N-E region attracted particular attention as the price offers for imported cobble coal reached a level similar to the offers from the S-W region, i.e. the region closest to Silesian coal mines. Price differentials within provinces belonging to a given region were influenced by the geographical rent. The paper also analyses average selling prices offered by domestic producers for various size grades of steam coal as well as selling prices for imported coal (free-at-frontier price).

**KEYWORDS:** hard coal, households, hard coal prices



Katarzyna STALA-SZLUGAJ<sup>1</sup>, Zbigniew GRUDZIŃSKI<sup>2</sup>

## Rosja na międzynarodowym rynku węgla energetycznego a eksport do Polski

**STRESZCZENIE:** Artykuł przedstawia analizę udziału Rosji w międzynarodowym handlu węglem energetycznym, będącej od lat jego istotnym uczestnikiem. Badaniami objęto lata 2014–2018. Położenie geograficzne na dwóch kontynentach oraz dostępność złóż węgla sprzyja jej obecności zarówno na rynku Pacyfiku, jak również Atlantyku. W artykule omówiono także głównych producentów węgla w Rosji oraz ceny rosyjskiego węgla energetycznego skierowanego na rynek *spot*. Ze względu na znaczący udział eksportu węgla dla gospodarki rosyjskiej, skupiono się także na analizie rosyjskich portów morskich.

W ostatnich latach w eksporcie rosyjskiego węgla energetycznego zaczął dominować kierunek azjatycki. Udział eksportu na ten rynek w latach 2014–2018 zawierał się w granicach 49–57% (60–87 mln ton). Wśród krajów azjatyckich istotną rolę odgrywają obecnie trzy państwa: Korea Płd., Chiny i Japonia. Nabyły one łącznie 38–52 mln ton rosyjskiego węgla.

Choć w analizowanych latach łącznie na rynek europejski Rosja wyeksportowała 52–67 mln ton węgla, to jednak udział tego rynku spadł z prawie połowy do około 40%. Powolne odchodzenie od energetyki węglowej przyczynia się do zmniejszania udziału odbiorców z tego kierunku. Wśród krajów europejskich jeszcze w roku 2014 głównym kierunkiem eksportu była W. Brytania z 19% udziałem (24 mln ton) w eksporcie ogółem. W 2018 r. eksport zmalał do 9 mln ton (5%). Wśród europejskich kierunków eksportu rosyjskiego węgla rośnie na znaczeniu udział Polski. W latach 2014–2018 eksport węgla energetycznego do Polski zmieniał się w przedziale 5,6–16,2 mln ton. Zwraca uwagę jego dynamiczny wzrost uzyskany w ciągu ostatnich trzech lat.

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0003-3689-7895; e-mail: kszlugaj@min-pan.krakow.pl

<sup>2</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0002-4977-3595; e-mail: zg@min-pan.krakow.pl

W stosunku do 2016 r. import wzrósł o 10,0 mln ton i w 2018 r. wyniósł aż 16,1 mln ton. W artykule omówiono także geograficzną strukturę importu węgla do Polski według przejść granicznych oraz portów morskich.

SŁOWA KLUCZOWE: Rosja, międzynarodowy rynek węgla energetycznego, eksport, ceny

## Russia on the international steam coal market and exports to Poland

**ABSTRACT:** The article presents an analysis of Russia's participation in international steam coal trade, which has been its important participant for years. The research covered the years 2014–2018. The geographical location on two continents and the availability of coal deposits, favors its presence on both the Pacific and Atlantic markets. The article also discusses the main coal producers in Russia and the prices of Russian steam coal directed to the spot market. Due to the significant share of coal exports for the Russian economy, the focus was also on analyzing Russian seaports. In recent years, Asian exports have dominated in Russian steam coal exports. The share of export to this market in the years 2014–2018 was in the range of 49–57% (60–87 million tons). Currently, three countries play an important role among Asian countries: South Korea, China and Japan. They purchased a total of 38–52 million tons of Russian coal. Although in the years under analysis Russia exported 52–67 million tons of steam coal to the European market, the share of this market dropped from almost half to around 40%. The slow departure from coal energy contributes to reducing the share of recipients from this direction. Among European countries, in 2014 the main direction of export was Great Britain with 19% (24 million tons) of total export share. In 2018, exports fell to 9 million tons (5%). Among European destinations for Russian coal, Poland's share is growing in importance. In the years 2014–2018, steam coal exports to Poland varied in the range of 5.6–16.2 million tons. In the years 2014–2018 it changed in the range of 5.6–16.2 million tons. The dynamic growth achieved in the last three years is noteworthy. In relation to 2016, imports increased by 10.0 million tons and in 2018 amounted to as much as 16.1 million tons. The article also discusses the geographical structure of coal imports to Poland by railway border crossings and seaports.

**KEYWORDS:** Russia, international steam coal market, exports, prices

Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Radosław SZCZERBOWSKI<sup>1</sup>, Dominika KORNOBIS<sup>2</sup>

## Propozycja miksu energetycznego w kontekście zmian polityki energetycznej Polski

**STRESZCZENIE:** Przyszłość i rozwój energetyki to jeden z najważniejszych problemów zarówno w polityce krajowej, jak i światowej. Odpowiedzialność sektora energetycznego za zmiany klimatyczne na Ziemi oraz troska o zapewnienie wystarczających ilości energii w najbliższych latach, stanowią główne wyzwania, jakie stoją obecnie przed energetyką. W artykule przedstawiono stan obecny krajowego sektora wytwórczego. W perspektywie najbliższych kilkunastu lat dalej będzie się on opierał na energetyce konwencjonalnej, jednak z coraz większym udziałem źródeł odnawialnych. Konieczne jest jednak opracowanie nowej strategii energetycznej, która wskaże, w jakim kierunku będzie zmierzać krajowy sektor wytwórczy. Jest to tym bardziej istotne, że nowe uwarunkowania prawne związane szczególnie z ochroną środowiska przyrodniczego zdecydowanie ograniczają stosowanie paliw konwencjonalnych w energetyce. Ponadto, w artykule omówiono najważniejsze aspekty uwzględniane podczas tworzenia miksu energetycznego dla kraju. Pierwszym z nich jest opis aktualnego stanu sektora energetycznego w Polsce, udział procentowy poszczególnych technologii w aktualnym bilansie mocy i energii elektrycznej oraz stan techniczny infrastruktury sektora wytwórczego. Na podstawie analizy danych historycznych Polskich Sieci Elektroenergetycznych SA, dotyczących wielkości obciążenia oraz zużycia energii przeprowadzono matematyczną estymację zapotrzebowania na moc elektryczną oraz prognozę zużycia energii elektrycznej. Wyznaczone prognozy zostały użyte do przeprowadzenia symulacji wypełnienia zapotrzebowania na moc oraz energię w Krajowym Systemie

---

<sup>1</sup> Institute of Electrical Power Engineering, Politechnika Poznańska, Poznań; ORCID iD: 0000-0001-8262-683X; e-mail: kornobisdominika@wp.pl

<sup>2</sup> Politechnika Poznańska, Poznań; ORCID iD: 0000-0002-9228-1123; e-mail: szczerbowski@poczta.fm

Elektroenergetycznym. Przedstawiono kilka możliwych scenariuszy uwzględniających różne spojrzenia na sektor energetyczny w Polsce.

SŁOWA KLUCZOWE: polityka energetyczna, bezpieczeństwo energetyczne, miks energetyczny

## The proposal of an energy mix in the context of changes in Poland's energy policy

**ABSTRACT:** The future and the development of power industry are the one of the major issues in the domestic and global policy. The impact of the power sector on the earth climate changes and the attention for sufficient funds of energy in the following years are the primary challenges which the power industry is facing. The article delineates the current state of the domestic sector of energy production. In the prospect of the next few years, it will draw on conventional power engineering nevertheless, with the growing involvement of renewable energy sources. However, it is important to develop the new energy strategy, which will point the direction of domestic energy production sector changes. What is more relevant, the new legal regulations connected with environmental protection will definitely restrict using fossil fuels in the power industry. In addition, the paper discusses the most important aspects involved in creating a country's energy mix. The first aspect is the current state of the energy sector in Poland, i.e. the percentage of particular technologies in the present power and electrical energy balances, the technical state of the manufacturing sector's infrastructure. Based on historical data of Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA regarding the energy consumption and demand, a mathematical estimation for electricity demand and its consumption forecast was performed. The obtained forecasts were then used to conduct a simulation of power and energy demand fulfillment in the national power system. Finally, several possible scenarios were presented, taking different factors affecting the energy sector in Poland into consideration.

**KEYWORDS:** energy policy, energy safety, energy mix

Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Mikołaj ŚWIAT<sup>1</sup>

## Koniunktura gospodarcza w Polsce a ceny mialów energetycznych

**STRESZCZENIE:** Jedną z charakterystycznych cech rynków surowcowych, w tym rynków węgla energetycznego, jest zmienność. Przejawia się ona wahaniami wielkości podaży oraz popytu, a w konsekwencji zmiennością cen. Uczestnicy rynku, mający co do zasady przeciwstawne interesy, to jest „kupić jak najtaniej a sprzedać jak najdrożej”, są żywotnie zainteresowani rozpoznaniem przyczyn wywołujących owe fluktuacje.

Część czynników powodujących te wahania ma dość pospolity charakter, inne są bardziej złożone i najczęściej wynikają z pewnych splotów okoliczności. W przedmiotowym artykule podjęto próbę zbadania zależności pomiędzy cenami węgla energetycznego, konkretnie cenami mialów energetycznych a koniunkturą gospodarczą. Z uwagi na złożoność zagadnienia obszar badawczy został zawężony – terytorialnie do Polski i czasowo – do bieżącej dekady.

Średnie ceny mialów energetycznych w polskich warunkach reprezentują dwa indeksy publikowane przez Agencję Rozwoju Przemysłu SA, to jest PSCMI 1 oraz PSCMI 2. Indeksy te są wskaźnikami cen wzorcowego węgla energetycznego produkowanego przez krajowych producentów i sprzedawanego na krajowych rynkach, odpowiednio rynku energetycznym oraz rynku ciepła.

W zidentyfikowaniu przedmiotowych zależności, głównie z uwagi na ich ilościowy charakter, nieocenione okazują się metody statystyczne. W związku z powyższym w artykule zostały opublikowane przykłady względnie silnych korelacji liniowych występujących pomiędzy indeksami PSCMI 1 oraz PSCMI 2 a niektórymi wskaźnikami (lub komponentami wskaźników) koniunktury gospodarczej.

**SŁOWA KLUCZOWE:** mialy energetyczne, węgiel energetyczny, koniunktura gospodarcza w Polsce, ceny węgla, Polska Grupa Górnicza

---

<sup>1</sup> Polska Grupa Górnicza SA, Katowice; e-mail: m.swiat@pgg.pl

## The economic situation in Poland and prices of bituminous coal fines

**ABSTRACT:** Volatility is one of the most characteristic features in the all market types. In the raw material market, including the bituminous coal market, volatility is visible in the supply and demand variations, in consequence in the prices fluctuations. Market actors usually having opposite interests, for example buy low, sell high, are vitally interested in identifying the causes of these fluctuations. Some of the factors causing the market fluctuations are quite common, others are more complicated because of circumstances complexity. This article attempts to examine the relationships between bituminous coal fines prices and the economic situation. Given the complexity of the issue, the research area has been narrowed down – territorially to Poland and temporarily – to the present decade.

The average prices of coal fines in Poland are presented by the Industrial Development Agency (Agencję Rozwoju Przemysłu SA) in the form of two indices: PSCMI 1 and PSCMI 2. Both indices are calculated based on the prices of pattern bituminous coal, produced by domestic manufacturers and sold on domestic markets, the energy and heat market respectively.

Statistical methods, because of their quantitative nature, are important in identifying the correlations between the coal fines prices and economic conditions. Therefore, the article presents examples of relatively strong linear correlations between the PSCMI 1 and/or PSCMI 2 and some indicators of the economic situation.

**KEYWORDS:** culm, coal dust, coal fine, bituminous coal, economic situation in Poland, coal prices, Polish Mining Group

Referaty prezentowane na  
XXXIII Konferencji z cyklu  
Zagadnienie surowców energetycznych  
i energii w gospodarce krajowej  
Zakopane, 13–16.10.2019 r.  
ISBN 978-83-953167-9-1

Faustyna WIEROŃSKA-WIŚNIEWSKA<sup>1</sup>, Dorota MAKOWSKA<sup>1</sup>, Andrzej STRUGAŁA<sup>1</sup>

## Oznaczanie pierwiastków ekotoksycznych w gazach pochodzących ze spalania węgla

**STRESZCZENIE:** Oznaczanie zawartości pierwiastków ekotoksycznych bezpośrednio w gazach spalinowych jest istotne z punktu widzenia określenia ich rzeczywistej emisji z procesów spalania. Ponadto, w przyjętych w 2017 roku konkluzjach BAT dla dużych obiektów energetycznego spalania, oprócz zaostrzenia norm emisji zanieczyszczeni do otoczenia tj. SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, pyłów oraz ustanowienia pułapów emisyjnych dla m.in. rtęci, został wprowadzony obowiązek monitorowania rzeczywistej emisji pierwiastków toksycznych z procesów spalania z wykorzystaniem konkretnych metod analitycznych. W artykule dokonano przeglądu i zestawienia dostępnych metod badania zawartości pierwiastków w gazach spalinowych zgodnie z amerykańskimi, jak i europejskimi normami. Przeprowadzony przegląd literatury obejmował zarówno metody manualne, jak i automatyczne. Dokonano ponadto identyfikacji czynników wpływających na jakość uzyskanych wyników pomiarowych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** pierwiastki ekotoksyczne, węgiel, oznaczenie pierwiastków w gazie spalinowym

---

<sup>1</sup> AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Energetyki i Paliw, Katedra Technologii Paliw, Kraków;  
e-mail do korespondencji: wieronsk@agh.edu.pl

## Determination of ecotoxic elements in flue gases from coal combustion

**ABSTRACT:** The determination of the content of ecotoxic elements directly in flue gas is important for determining its actual emission from coal combustion. Moreover, in the BAT for large combustion plants conclusions adopted in 2017, apart from tightening of pollutants emission standards, i.e. SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and dusts, and setting emission limits, among others, for mercury, the monitoring of the actual emission of toxic elements has been established with the use of specific analytical methods. The review and comparison of available methods of analyzing the content of elements in flue gases in accordance with American and European standards has been presented in the article. Moreover, the factors influencing the quality of the obtained measurement results were identified.

**KEYWORDS:** ecotoxic elements, coal, determination of the elements in the flue gas



Dariusz WŁÓKA<sup>1</sup>, Marzena SMOL<sup>2</sup>, Małgorzata KACPRZAK<sup>3</sup>

## Efektywność energetyczna procesu fitoremediacji wspomagane go użyciem roślin energetycznych – *P. arundinacea* L. i *Brassica napus* L.

**STRESZCZENIE:** Celem eksperymentu było dokonanie oceny efektywności energetycznej procesu fitoremediacji, wspieranego przez uprawy roślin energetycznych. Zakres prowadzonych prac obejmował przygotowanie badań polowych. Podczas oceny wzięto pod uwagę całkowite zużycie energii i całkowitą korzyść energetyczną uzyskaną z termicznej konwersji zebranych biopaliw. Badane studium przypadku składało się z trzyletniego doświadczenia, prowadzonego z użyciem 2 roślin energetycznych – *P. arundinacea* L. i *B. napus* L. Obszar objęty pracami zanieczyszczony był wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) oraz herbicydami (2,4 D). Eksperyment składał się z 4 grup poletek, podzielonych według stosowanego gatunku roślin i rodzaju wykonanego zabiegu pomocniczego. Dla każdej z wybranych roślin zastosowano dwa rodzaje strategii nawożenia: poletka 1 i 3 nie były nawożone, poletka 2 i 4 natomiast nawożono kompostem.

Uzyskane dane pozwoliły zaobserwować, że uprawa *P. arundinacea* L. i *B. napus* L. pozwala osiągnąć dodatni bilans energetyczny procesu. Należy jednak zauważyć, że wzrost *B. napus* L. w pierwszym sezonie wegetacyjnym nie był wystarczający, aby w pełni zrekomensować całkowite zapotrzebowanie energetyczne. Osiągnięcie celu energetycznego we wspomnianym przypad-

---

<sup>1</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0001-9087-3304; e-mail: dwloka@min-pan.krakow.pl

<sup>2</sup> Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; ORCID iD: 0000-0001-5833-2954; e-mail: smol@min-pan.krakow.pl

<sup>3</sup> Instytut Inżynierii Środowiska, Wydział Infrastruktury i Środowiska, Politechnika Częstochowska, Częstochowa; e-mail: mkacprzak@is.pcz.czyst.pl

ku było możliwe po drugim sezonie wegetacyjnym. W doświadczeniu zaobserwowano również, że najlepszy potencjał energetyczny w połączeniu z najskuteczniejszą rekultywacją gleby uzyskano na polach z uprawą *P. arundinacea* nawożonego kompostem. Ilość biopaliwa zebranego z 1 ha pozwoliło osiągnąć wartość równą nawet 12,76 Mg ekwiwalentu węgla.

SŁOWA KLUCZOWE: rośliny energetyczne, fitoremediacja, efektywność energetyczna, zanieczyszczenia organiczne, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)

## Energy efficiency of the phytoremediation process supported with the use of energy crops – *P. arundinacea* L. and *Brassica napus* L.

ABSTRACT: The objective of the experiment was to evaluate the energy efficiency of the phytoremediation process, supported using energy crops. The scope of conducted work includes the preparation of a field experiment. During the evaluation, 2 factors were into consideration – total energy demand and total energy benefit. The case study, used as an origin of data, consists a 3-years field study, conducted with the use of 2 energy crops – *Phalaris arundinacea* L. and *Brassica napus* L. The area subjected to the experiment was polluted with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and herbicides, classified as phenoxy acids (2, 4 D). The experimental design consisted of 4 groups of fields, divided according to the used plant species and type of treatment. For each energy crop, 2 types of fertilization strategies were used. Therefore the 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> sets of fields were not treated with any soil amendment while the 2<sup>nd</sup> and 4<sup>th</sup> sets were fertilized with compost. The obtained data allowed to observe that the cultivation of *P. arundinacea* L. and *B. napus* L. allowed a positive energy balance of the process to be achieved. However, it should be noted, that the *B. napus* L. growth in the first vegetation season was not sufficient to fully compensate a total energy demand. Such a goal, in the mentioned case, was possible after the 2nd vegetation season. The collected results show also that the best energetic potential combined with the most effective soil remediation were obtained on the fields with the cultivation of *P. arundinacea* L. fertilized with compost. The number of biofuels, collected from the 1 ha of such fields, can reach a value equal even to 12.76 Mg of coal equivalent.

KEYWORDS: energy crops, phytoremediation, energy efficiency, organic pollutants, polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)

Joanna WRÓBEL<sup>1</sup>, Maciej SOŁTYSIK<sup>2</sup>, Radomir ROGUS<sup>3</sup>

## Wybrane elementy sąsiedzkiej wymiany energii – ocena rentowności modelu funkcjonalnego

**STRESZCZENIE:** Nieuchronność i sukcesywność wdrażania elementów wspólnotowej polityki energetycznej oraz pozostawiona w tym względzie krajom członkowskim swoboda realizacji celów powinny przekładać się na działania uwzględniające specyfikę lokalnych rynków, tak aby w możliwie harmonijny sposób przeprowadzić procesy liberalizacyjne. W 2016 roku został opublikowany przez Komisję Europejską pakiet dokumentów kierunkowych „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” w perspektywie do 2030 roku, zwany także Pakietem Zimowym. Rekomendacje zawarte w części dokumentów zakładają kontynuację integracji rynków w wymiarze krajowym i regionalnym, stawiając ambitne cele w zakresie dekarbonizacji, wzrostu efektywności energetycznej i wzrostu udziału OZE w bilansie energetycznym krajów UE. Krótki czas na przeprowadzenie gruntownej przebudowy sektora wytwórczego zmusza do poszukiwania rozwiązań zbieżnych z zaleceniami wspólnotowymi i jednocześnie niestanowiącymi nadmiernego ciężaru dla krajowej gospodarki i ładu prawnego. Jednym z działań jest wykorzystanie potencjału mikrosieci lokalnych społeczności dążących do niezależności energetycznej na podstawie własnych źródeł energii oraz utworzenie regulacji umożliwiających wymianę sąsiedzka energii. Mechanizm ten funkcjonuje w postaci projektów pilotażowych w wielu lokalizacjach na całym świecie. W referacie przedstawiona została koncepcja założeń funkcjonalnych i analitycznych dla przykładowej prosumenckiej struktury sąsiedzkiej wraz z prezentacją wyników symulacji bazujących na rzeczywistych profilach odbiorczo-wytwórczych i prezentacją wskaźników oceny rentowności inwestycyjnej dla zaproponowanego modelu funkcjonalnego.

**SŁOWA KLUCZOWE:** energia odnawialna, prosument, sąsiedzka wymiana energii

---

<sup>1</sup> PSE Innowacje Sp. z o.o.; e-mail: joanna.wrobel@pse.pl

<sup>2</sup> PSE Innowacje Sp. z o.o.; ORCID iD: 0000-0002-9639-3616; e-mail: Maciej.soltysik@pse.pl

<sup>3</sup> Polska Grupa Górnicza SA; E-mail: rogusradomir@gmail.com

## Selected elements of the Neighborly Exchange of Energy – profitability evaluation of the functional model

**ABSTRACT:** The inevitability and successive implementation of the elements of the European Union (EU) energy policy and the freedom of achieving the goals left in this regard for the member states should translate into actions taking into account the specificity of local markets, in order to carry out liberalization processes in a harmonious manner. In 2016, the European Commission published a package of guidance documents "Clean Energy for all Europeans" in the perspective of 2030, also known as the Winter Package. The recommendations contained in some of the documents assume the continuation of integration of markets in the national and regional dimension, setting ambitious targets in the field of decarbonisation, increase of energy efficiency and increase of Renewable Energy Sources (RES) share in the energy balance of EU countries. The short time to carry out a thorough reconstruction of the energy-generating sector forces to seek solutions that are in line with the European Community recommendations and, at the same time, do not constitute an excessive burden for the national economy and legal order. One of the activities is to use the potential of micro-networks of local communities striving for energy independence based on their own energy sources and to create regulations enabling the neighbourly exchange of energy. This mechanism works in the form of pilot projects in many locations around the world [SONNEN GROUP], [POWER LEDGER]. The paper presents the concept of functional and analytical assumptions for an exemplary structure of neighboring prosumers along with the presentation of simulation results based on real generation and consumption profiles and the presentation of investment profitability indicators for the proposed functional model.

**KEYWORDS:** renewable energy, prosumer, neighborly exchange of energy

Bolesław ZAPOROWSKI<sup>1</sup>

## Efektywność energetyczna i ekonomiczna kogeneracyjnych bloków gazowych oraz gazowo- -parowych opalanych gazem ziemnym

**STRESZCZENIE:** W artykule przedstawiono aktualny stan kogeneracyjnych źródeł wytwórczych, opalanych gazem ziemnym w Polsce oraz analizę efektywności energetycznej i ekonomicznej tych źródeł. Zdefiniowano 5 perspektywicznych kogeneracyjnych technologii, opalanych gazem ziemnym, wybranych do analizy, a mianowicie: ciepłowniczy blok gazowo-parowy z 3-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym i międzystopniowym przegrzewaniem pary, ciepłowniczy blok gazowo-parowy z 2-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym, ciepłowniczy blok gazowo-parowy z 1-ciśnieniowym kotłem odzysknicowym, ciepłowniczy blok gazowy z turbiną gazową małej mocy pracującą w obiegu prostym oraz ciepłowniczy blok gazowy z silnikiem gazowym. Dla wybranych do analizy technologii kogeneracyjnych opalanych gazem ziemnym, wyznaczono wielkości charakteryzujące ich efektywność energetyczną, takie jak: sprawność wytwarzania energii elektrycznej w skojarzeniu, sprawność wytwarzania ciepła w skojarzeniu oraz oszczędność energii pierwotnej, a także jednostkową emisję CO<sub>2</sub>. Dla analizowanych technologii kogeneracyjnych opalanych gazem ziemnym wyznaczono również jednostkowe, zdyskontowane na 2019 rok, koszty wytwarzania energii elektrycznej, z uwzględnieniem kosztów uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, jako wielkości charakteryzujące ich efektywność ekonomiczną. Wyniki obliczeń i analiz przedstawiono w tabelach i na rysunkach. Artykuł jest zakończony wnioskami wskazującymi na zalety technologii kogeneracyjnych dla elektrociepłowni dużej, średniej i małej mocy opalanych gazem ziemnym.

**SŁOWA KLUCZOWE:** rynek gazu, gaz ziemny, bezpieczeństwo energetyczne, polityka energetyczna

---

<sup>1</sup> Poznań University of Technology, Institute of Electric Power Engineering, Poznań, Poland; ORCID iD: 0000-0002-8330-3650; e-mail: boleslaw.zaporowski@put.poznan.pl

## Energy and economic effectiveness of gas and gas-steam combined heat and power units fired with natural gas

**ABSTRACT:** The paper presents an analysis of energy and economic effectiveness of the combined heat and power (cogeneration) technologies fired with natural gas that may be deemed prospective for the Polish electric power system. The current state of the cogeneration technologies fired with natural gas in Poland is presented. Five cogeneration technologies fired with natural gas, prospective from the point of view of the Polish electric power system, were selected for the analysis. Namely, the paper discusses: gas-steam combined heat and power (CHP) unit with 3-pressure heat recovery generator (HRSG) and steam interstage reheat, gas-steam CHP unit with 2-pressure HRSG, gas-steam CHP unit with 1-pressure HRSG, gas CHP unit with small scale gas turbine, operating in a simple cycle and gas CHP unit with gas engine. The following quantities characterizing the energy effectiveness of the cogeneration technologies were selected for the analysis: electricity generation efficiency, heat generation efficiency, primary energy savings (PES) and CO<sub>2</sub> unit emission. The economic effectiveness of particular technologies was determined based on unit electricity generation costs, discounted for 2019, including the costs of purchasing CO<sub>2</sub> emission allowances. The results of calculations and analyses are presented in a table and on a figures.

**KEYWORDS:** gaz ziemny, technologie kogeneracyjne, efektywność energetyczna, efektywność ekonomiczna



## Spis posterów

1. **Baic I., Blaschke W., Gaj B.:** Przeróbka węgla kamiennego w Polsce – stan obecny i trendy przyszłościowe.
2. **Boiko O., Łaciak M., Olijnyk A., Szurlej A.:** Rynek gazu ziemnego na Ukrainie – szanse i bariery rozwoju.
3. **Grudziński Z.:** Wartość 1 GJ energii w węglach energetycznych wycenianych przez rynek międzynarodowy.
4. **Grzesik M., Janas R., Romanowska-Duda Z., Dziugan P.:** Ekologiczne technologie produkcji roślin energetycznych w ograniczaniu emisji gazów cieplarnianych i skażenia środowiska.
5. **Janas R., Grzesik M., Romanowska-Duda Z., Dziugan P.:** Badania nad możliwością wykorzystania pofermantów z biogazowni w ograniczaniu presji patogenów przenoszonych z nasionami sorgo.
6. **Kot-Niewiadomska A., Kamyk J.:** Obroty międzynarodowe ropą naftową w Polsce w latach 1990–2017.
7. **Smol M., Adam Ch.:** Wykorzystanie odpadów po termicznym przekształceniu osadów ściekowych w obiegu zamkniętym.
8. **Smol M., Kulczycka J., Czaplicka-Kotas A., Włoka D., Preisner M.:** Wykorzystanie odpadów komunalnych w Polsce a realizacja założeń gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ).
9. **Olkuski T., Grudziński Z.:** Polityka energetyczna Polski – nowe wyzwania.
10. **Preisner M., Smol M.:** Efektywność energetyczna procesów usuwania związków biogenych ze ścieków.
11. **Sowa S.:** Współczesne trendy rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce.



- 12. Wajs J., Pasiowiec P., Tora B., Jagiello Z., Szemet J., Bańczyk K.:** Zabudowa przesiewaczy Progress ECO w układzie klasyfikacji końcowej w Zakładzie Przeróbki Węgla Zakładu Górniczego Janina.
- 13. Woźniak J., Pactwa K.:** Zrównoważona energetyka (nie)odnawialna – perspektywa drugiego życia kopalń.
- 14. Wróbel J., Sołtysik M., Rogus R.:** Wybrane elementy sąsiedzkiej wymiany energii – ocena rentowności modelu funkcjonalnego.

# O Konferencji



## Konferencje z cyklu ZAGADNIENIA SUROWCÓW ENERGETYCZNYCH I ENERGII W GOSPODARCE KRAJOWEJ 1979–2019

W 1979 roku w Krakowie zorganizowana została przez Instytut Surowców Energetycznych AGH oraz Komisję Surowców Energetycznych Zarządu Oddziału SITG Kraków konferencja, której tematem były zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej. Komitet Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN podjął w 1980 roku decyzję o kontynuowaniu tych konferencji. Temat konferencji z 1979 roku stał się nazwą całego cyklu.

W 1980 roku powstał Komitet Gospodarki Surowcami Mineralnymi Polskiej Akademii Nauk. Przewodniczącym Komitetu został prof. dr hab. inż. Roman Ney. Sekretarzem Komitetu została dr inż. Lidia Górską.

### Tematyka cyklu Konferencji

- |      |        |   |
|------|--------|---|
| I    | – 1979 | – Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej,  |
| II   | – 1981 | – Efektywność wykorzystania zasobów węgla kamiennego,   |
| III  | – 1983 | – Efektywność wykorzystania zasobów węgla brunatnego,   |
| IV   | – 1984 | – Ocena prognoz i efektywności poszukiwań ropy i gazu ziemnego w Polsce,                              |
| V    | – 1985 | – Problemy pierwotnych nośników energii w perspektywie roku 2000,                                     |
| VI   | – 1987 | – Ceny a koszty pozyskania pierwotnych nośników energii w Polsce,                                     |
| VII  | – 1991 | – Gospodarka surowcami energetycznymi w warunkach przejścia do gospodarki rynkowej,                   |
| VIII | – 1994 | – Wpływ jakości węgla na jego racjonalne użytkowanie i ochronę środowiska,                            |
| IX   | – 1995 | – Modernizacja elektrowni i elektrociepłowni a budowa zakładów przeróbki miałów węgla energetycznego, |

- |        |   |      |   |   |
|--------|---|------|---|---|
| X      | – | 1996 | – | Problemy popytowo-podażowe na krajowym energii i paliw stałych,   |
| XI     | – | 1997 | – | Koszty i ceny pierwotnych nośników energii a koszty i ceny energii finalnej,  |
| XII    | – | 1998 | – | Węgiel a pozostałe nośniki energii w perspektywie rozwoju krajowej energetyki,  |
| XIII   | – | 1999 | – | Funkcjonowanie kompleksu paliwowo-energetycznego w świetle Prawa Energetycznego oraz nowych przepisów ochrony środowiska, |
| XIV    | – | 2000 | – | Kompleks paliwowo-energetyczny w obliczu integracji Polski a Unią Europejską,   |
| XV     | – | 2001 | – | Stan obecny kompleksu paliwowo-energetycznego Polski i pożądane kierunki jego rozwoju,                                    |
| XVI    | – | 2002 | – | Przyszłość energetyczna Polski,   |
| XVII   | – | 2003 | – | Polityka państwa w zakresie paliw i energii,  |
| XVIII  | – | 2004 | – | Racjonalizacja użytkowania paliw i energii,   |
| XIX    | – | 2005 | – | Polityka energetyczna w aspekcie jej zrównoważonego rozwoju,  |
| XX     | – | 2006 | – | Rynki paliw i energii,  |
| XXI    | – | 2007 | – | Paliwa dla energetyki – rynki i technologie,  |
| XXII   | – | 2008 | – | Przyszłość energetyczna Polski a dostępność do paliw i energii,   |
| XXIII  | – | 2009 | – | Dylematy polskiej polityki energetycznej,   |
| XXIV   | – | 2010 | – | Surowce – Energia – Klimat,   |
| XXV    | – | 2011 | – | Surowce – Energia – Efektywność,  |
| XXVI   | – | 2012 | – | Gospodarka - Surowce – Energia,   |
| XXVII  | – | 2013 | – | Ceny na rynku paliw i energii,  |
| XXVIII | – | 2014 | – | Paliwa w energetyce – uwarunkowania, perspektywy,   |
| XXIX   | – | 2015 | – | Paliwa dla energetyki – mix energetyczny,   |
| XXX    | – | 2016 | – | Energetyka wobec nowych wyzwań,   |
| XXXI   | – | 2017 | – | Surowce energetyczne i energia,   |
| XXXII  | – | 2018 | – | Sektor paliw i energii wobec nowych wyzwań,   |
| XXXIII | – | 2019 | – | Energia – Paliwa – Środowisko.  |

#### **ORGANIZATORZY KONFERENCJI**

I – Instytut Surowców Energetycznych AGH, Komisja Surowców Energetycznych ZO SITG Kraków,

II–III – Komitet Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, Instytut Surowców Energetycznych AGH, Komisja Surowców Energetycznych ZO SITG Kraków,

IV – Komitet Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, Instytut Surowców Energetycznych AGH, ZG SNT Inżynierów i Techników Przemysłu Naftowego i Gazowniczego w Polsce,

V – Komitet Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, Instytut Surowców Energetycznych AGH, Komisja Surowców Energetycznych ZO SITG Kraków,

VI – Komitet Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, Instytut Surowców Energetycznych AGH, Komisja Surowców Energetycznych ZO SITG Kraków, Zakład Podstaw Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, KZ SITG Wydz. Geologiczno-Poszukiwawczego AGH,

VII–XI – Komitet Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami i Energią PAN,

XII–XXXIII – Komitet Zrównoważonej Gospodarki Surowcami Mineralnymi PAN, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,

XXII–XXXIII – Patronat – Komitet Problemów Energetyki PAN.

**Pełne teksty referatów.** Konferencje XIX–XXXII znajdują się na stronie:

[https://se.min-pan.krakow.pl/konferencje\\_teksty.php](https://se.min-pan.krakow.pl/konferencje_teksty.php)

**Streszczenia referatów.** Konferencje X–XXXII znajdują się na stronach:

[https://se.min-pan.krakow.pl/konferencja\\_10.php](https://se.min-pan.krakow.pl/konferencja_10.php) i następnych.

#### **Miejsca obrad konferencji**

I–VI – Kraków,

VII – Osieczany,

VIII–XXI – Zakopane,

XXII – Ustroń,

XXIII–XXXIII – Zakopane.

#### **Przewodniczący Komitetów Organizacyjnych**

I–XX – prof. dr hab. inż. Roman Ney,

XXXI – prof. dr hab. inż. Eugeniusz Mokrzycki,

XXXII – dr hab. inż. Zbigniew Grudziński, prof. IGSMiE.

#### **Sekretarze Komitetów Organizacyjnych**

I–V – dr inż. Wiesław Blaschke, dr inż. Lidia Górską,

VI–VII dr inż. Wiesław Blaschke,

VIII–XVI – mgr inż. Urszula Ozga-Blaschke, mgr inż. Jacek Rżany,

XVII–XXXI – dr inż. Urszula Ozga Blaschke, dr hab. inż. Zbigniew Grudziński, prof. IGSMiE PAN,

XXXII–XXXIII – dr inż. Urszula Ozga Blaschke, dr inż. Katarzyna Stala-Szlugaj.

Łączna ilość prezentowanych referatów: I–XXXII – 1227.

Łączna ilość autorów referatów: ponad 2000.

#### **Aktualny Komitet Naukowy Konferencji**

Eugeniusz Mokrzycki – Przewodniczący,

Wiesław Blaschke,

Tadeusz Chmielniak,

Stefan Chwaszczewski,

Waldemar Dołęga,  
Lidia Gawlik,  
Zbigniew Grudziński,  
Andrzej Karbownik,  
Zygmunt Maciejewski,  
Jakub Siemek,  
Andrzej Strugała,  
Ryszard Uberman.

**Aktualny Komitet Organizacyjny Konferencji**

Zbigniew Grudziński – Przewodniczący,  
Wiesław Blaschke – Wiceprzewodniczący,  
Urszula Ozga-Blaschke – Sekretarz,  
Katarzyna Stala-Szlugaj – Sekretarz,  
Lidia Gawlik,  
Eugeniusz Mokrzycki,  
Renata Grudzińska,  
Tadeusz Olkuski.

## Recenzenci

Prof. dr hab. inż. Wiesław Blaschke  
Dr hab. inż. Zbigniew Grudziński  
Prof. dr hab. inż. Eugeniusz Mokrzycki  
Dr hab. inż. Tadeusz Olkusi  
Dr inż. Urszula Ozga-Blaschke  
Dr inż. Katarzyna Stala-Szlugaj

Redakcja składa serdeczne podziękowania Recenzentom  
za merytoryczne i wnikliwe uwagi do zamieszczonych  
artykułów.



