WYDAWNICTWO GÓRNICZE

Wydawnictwo Górnicze sp. z o.o. to ponad dwudziestoletnie doświadczenie, uznana marka i olbrzymi potencjał.
Oddajemy do Państwa dyspozycji nasze najlepsze tytuły:
portal gospodarczy nettg.pl, Trybunę Górniczą oraz Wiadomości Górnicze.



Trybuna Górnicza

- najchętniej czytane pismo gospodarczo-społeczne w województwie śląskim
- ukazuje się od 23 lat, co czwartek, w nakładzie ok. 50 tys. egzemplarzy
- 14 tys. egzemplarzy rozprowadzane wśród pracowników kopalń należących do Polskiej Grupy Górniczej sp. z o.o., Jastrzębskiej Spółki Węglowej SA, Tauronu Wydobycie SA, LW Bogdanki SA oraz Węglokoksu Kraj sp. z o.o.

NETTG.pl
GOSPODARKA · LUDZIE

- dynamicznie rozwijający się portal gospodarczy, powstały w 2007 r.
- na bieżąco dostarcza wyczerpujących informacji ze świata gospodarki
- platforma integracji środowiska górniczego,
- ponad milion użytkowników w 2017 roku

Wiadomości Górnicze

- czasopismo naukowo-techniczne
- specjalistyczne zagadnienia związane z wydobyciem węgla, budową kopalń, organizacją zarządzania kopalniami, geologią i ochroną środowiska na terenach pogórniczych

Dział Marketingu i Rozwoju: ul. Kościuszki 30, 40-048 Katowice, reklama@gornicza.com.pl, ogloszenia@gornicza.com.pl
Dyrektor: Jacek Siatkowski, tel. 032 428 87 18, jsiatkowski@gornicza.com.pl, Bożena Skomra, tel. 032 428 87 16, bskomra@gornicza.com.pl,
Barbara Skrzyczek, tel. 032 428 87 17, bskrzyczek@gornicza.com.pl, Bożena Sieja, tel. 032 428 87 15, bsieja@gornicza.com.pl

Wydawnictwo Górnicze sp. z o.o., 40-048 Katowice, ul. Kościuszki 30, wpisane do rejestru przedsiębiorców prowadzonego przez Sąd Rejonowy Katowice-Wschód w Katowicach Wydział VIII Gospodarczy pod numerem KRS 0000117339,
NIP 954-00-06-146, REGON 272143728, ING Bank Śląski SA 90 1050 1214 1000 0007 0002 1686

Wiadomości Górnicze

ISSN 0043-5120



WYDAWNICTWO GÓRNICZE

1-2/2018

REFUSE-TO-FUSE™

Mechaniczny system łączenia rur polietylenowych

- Szybki montaż w każdych warunkach
- Wielokrotnego użytku
- Nie wymagający żadnych maszyn



Odwiedź naszą stronę refuse-to-fuse.com/rp
aby dowiedzieć się jak to robić lepiej!

Milosz Sudol +48 691 052 833
Milosz.sudol@victaulic.com

Victaulic®

© 2018 VICTAULIC COMPANY. WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE.



LUBELSKI WĘGIEL „BOGDANKA" SPÓŁKA AKCYJNA

KOPALNIA INTELIGENTNYCH ROZWIĄZAŃ

Pierwsza polska kopalnia notowana na GPW w indeksach: WIG30 , WIG-GÓRNICTWO, InvestorMS oraz Respect Index

Grupa FASING Synergia możliwości

KARBON 2 · FAING S.A. · BECKER PRUNTE · MOJ S.A. · 山东发兴 · 华星中国 FASING CHINA

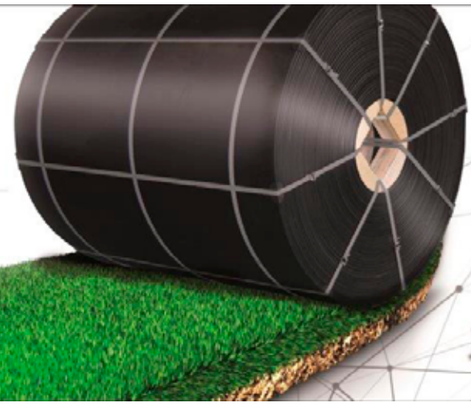
łańcuchy ogniwowe okrągłe, płaskie, kompaktowe · wiertarki, kotwiarki · agregaty hydrauliczne · odkuwki · ogniwa złączne · zgrzebła · trasy przenośnikowe · sprzęgła



Fabryki Sprzętu i Narzędzi Górniczych Grupa Kapitałowa FASING S.A.
ul. Modelarska 11, 40 -142 Katowice,
tel. +48 32 735 00 00, fax +48 32 730 22 60
fasing@fasing.com.pl
www.fasing.pl

FTT WOLBROM®

Twój wypróbowany partner!



Innowacyjna droga rozwoju

www.fttwolbrom.com.pl

ZMK „WOSTAL" Sp. z o.o.



ul. 1 Maja 29-37, 32-340 Wolbrom, tel. +48 32 644 00 68, +48 32 644 00 69,
fax +48 32 644 22 32, e-mail: sprzedaz@wostal.pl, sales@wostal.pl

wostal

25 lat tradycji w produkcji:

- Odkuwek matrycowych
- Elementów dla górnictwa
- Konstrukcji stalowych



www.wostal.pl

WIADOMOŚCI GÓRNICZE

Published by „Wydawnictwo Górnicze" – Publishing Co. Ltd.

Vol. LXIX 2018 No 1-2

GĄSKA R., KRUPANEK J., MISZ K.: **Development of the risk of shocks and bumps related to the exploitation of the 510 seam in the panel A East in „Mysłowice-Wesoła" mine.** Wiadomości Górnicze 2018, No 1–2, pp. 2–11, tables 5, fig. 7, bibliogr. items 8.

The risk of rockbursts is one of the key natural hazards associated with the exploitation of hard coal in the Upper Silesian Coal Basin. Due to the lack of possibility of precise prediction of the hazard, especially in the aspect of seismic activity, a number of active and passive prophylaxis measures are undertaken. However, these measures do not always prove to be fully effective. The article presents the development of the state of rockbursts hazard during the close to the roof exploitation, relaxing layers of the 510 seam in the A East part in PGG SA, „Mysłowice-Wesoła" Branch.

RYBAK A., RYBAK A., MANOWSKA A.: **The future of the energy sector in Poland – Renewable Energy Sources and Clean Coal Technologies**. Wiadomości Górnicze 2018, No 1–2, pp. 12–19, tables 2, fig. 8, bibliogr. items 23.

The article contains an analysis of Renewable Energy Sources (RES) used in Poland and worldwide and a forecast of the consumption of renewable energy. The forecast for Poland has been presented in the form of three alternative scenarios. The costs of electricity production based on various energy carriers are also presented. Clean Coal Technologies (CCT) were presented, the use of which may solve the problems related to the use of coal as an energy carrier. In view of the high costs of introducing of renewable energy sources in Poland, recent changes in the policy of introducing green energy and the distant time horizon of the implementation of investments which may ensure energy security for Poland on the basis of renewable sources, it would be advisable to consider the possibility of using clean coal technologies (CCT). CCTs will enable the reduction of growing greenhouse gases emissions and meet the ever-increasing demand for energy.

STANIENDA-PILECKI K.: **Mining production of basic mineral resources worldwide and in Poland in 2016.** Wiadomości Górnicze 2018, No 1–2, pp. 21–32, table 1, bibliogr. items 24.

The article analyses and summarizes in a tabular form the production volume of basic mineral raw materials in the world and Poland in 2016, including leading producers.

The analysis included selected raw materials from the group of metals and precious stones (gold, silver, platinum and platinum and natural diamonds), selected raw materials from the group of non-ferrous metals (copper, zinc, tin, lead, cadmium, mercury, indium and rhenium), basic raw materials from light metal groups or their ores (bauxite, magnesium, beryllium, titanium, natural rutile and ilmenite), basic raw materials from the group of ferrous metals or their ores (iron ore, nickel, manganese ore, chromite, cobalt, molybdenum, tungsten, tantalum and niobium), energy raw materials – hard coal, lignite, oil and natural gas, nuclear resources – uranium, zirconium and rare earths, selected chemical raw materials (phosphates, potassium, rock salt, native sulfur, gypsum, kaolin, antimony, fluorite, barite, boron and native soda) and basic refractory materials (perlite, magnesite, vermiculite and in total – sillimanite, andalusite and kyanite).

The article presents significant changes in the volume of production of these mineral resources in relation to 2015, taking into account increases and decreases in production with leading producers.

WIADOMOŚCI GÓRNICZE

Published by „Wydawnictwo Górnicze" – Publishing Co. Ltd.

Vol. LXIX 2018 No 1-2

CIEPIELA B.: **From the History of Hard Coal Mines in Districts of Dąbrowa Górnicza.** A message. Wiadomości Górnicze 2018, No 1–2, pp. 33–40, tables 5, fig. 8, bibliogr. items 12.

The history of coal mining in Dąbrowa Górnicza is 210 years old, as coal mining started in 1785 and ended when the last mine, „Paryż" mine, was closed down in 1995 (on 30 June 1995 coal mining was terminated and on 30 December 1996 the mine's liquidation was completed). In connection with the 100th anniversary of granting city rights to Dąbrowa Górnicza, a monograph on the city was published in three parts. The second part describes the history of the individual districts that make up the city. In view of incomplete information about the history of coal mining in some districts, the article presents, in more detail, the history of the functioning of mines in the district of Gołonóg.

GRODZICKA A., SZLĄZAK J., BUCHWALD P., DOPIERAŁA J.: **Analysis of the heart rate of a mine rescuer – part 4.** Wiadomości Górnicze 2018, No 1–2, pp. 41–46, tables 15, fig. 1, bibliogr. items 2.

In the fourth part of the series of articles the results of investigations carried out at the RMRS in Bytom in the training chamber during exercises performed on a hand ergometer were presented. The article presents the results of heart rate/min during the work on the device. The age of the rescuer was taken into account by qualifying him to a specific group as wee as well as the order of exercises performed on the training device.

WIADOMOŚCI GÓRNICZE

Wydaje „Wydawnictwo Górnicze” – Sp. z o.o.

Rok LXIX 2018 Nr 1-2

GĄSKA R., KRUPANEK J., MISZ K.: **Kształtowanie się zagrożenia wstrząsami i tąpaniami związanego z eksploatacją pokładu 510 w partii A wschód w kopalni „Mysłowice-Wesoła”.** Wiadomości Górnicze 2018, nr 1–2, s. 2–11, tabl. 5, rys. 7, bibliogr. poz. 8

Zagrożenie tąpaniami jest jednym z kluczowych zagrożeń naturalnych towarzyszących eksploatacji węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Z uwagi na brak możliwości precyzyjnej predykcji tego zagrożenia, zwłaszcza w aspekcie aktywności sejsmicznej, podejmowanych jest szereg zabiegów profilaktyki aktywnej i pasywnej, jednak nie w każdym przypadku działania te okazują się w pełni skuteczne. W artykule przedstawiono kształtowanie się stanu zagrożenia tąpaniami w czasie eksploatacji przystropowej, odprężającej warstwy pokładu 510 w partii A wschód w PGG SA Oddział KWK „Mysłowice-Wesoła”.

RYBAK A., RYBAK A., MANOWSKA A.: **Przyszłość sektora energetycznego w Polsce – Odnawialne Źródła Energii a Czyste technologie Węglowe.** Wiadomości Górnicze 2018, nr 1–2, s. 12–19, tabl. 2, rys. 8, bibliogr. poz. 23.

W artykule zawarta została analiza Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) stosowanych w Polsce i na świecie oraz prognoza zużycia energii odnawialnej. Prognoza dla Polski została zaprezentowana w postaci trzech alternatywnych scenariuszy. Przedstawiono także koszty produkcji energii elektrycznej na podstawie różnych nośników energii. Zaprezentowano Technologie Czystego Węgla (CTW), których wykorzystanie może rozwiązać problemy wiążące się z zastosowaniem węgla jako nośnika energii. W związku z wysokimi kosztami wprowadzenia OZE w Polsce, niedawnymi zmianami odnośnie do polityki wprowadzania zielonej energii oraz odległym horyzontem czasowym realizacji inwestycji mogących zapewnić Polsce bezpieczeństwo energetyczne na podstawie źródeł odnawialnych, należy rozważyć możliwość zastosowania czystych technologii węglowych. CTW umożliwią redukcję rosnącej emisji gazów cieplarnianych oraz umożliwią zaspokojenie ciągle rosnącego popytu na energię.

STANIENDA-PILECKI K.: **Produkcja górnicza podstawowych surowców mineralnych na świecie i w Polsce w 2016 roku.** Wiadomości Górnicze 2018, nr 1–2, s. 21–32, tabl. 1, bibliogr. poz. 24.

W artykule dokonano analizy i zestawienia w formie tabelarycznej wielkości produkcji podstawowych surowców mineralnych na świecie i w Polsce w 2016 roku, z uwzględnieniem czołowych producentów.

Analizie poddano wybrane surowce z grupy metali i kamieni szlachetnych (złoto, srebro, platyna i platynowce oraz diamenty naturalne), wybrane surowce z grupy metali kolorowych (miedź, cynk, cyna, ołów, kadm, rtęć, ind i ren), podstawowe surowce z grupy metali lekkich lub ich rud (boksyt, magnez, beryl, tytan, rutyl naturalny oraz ilmenit), podstawowe surowce z grupy metali staliwnych lub ich rud (ruda żelaza, nikiel, ruda manganu, chromit, kobalt, molibden, wolfram, tantal i niob), surowce energetyczne – węgiel kamienny, węgiel brunatny, ropa naftowa i gaz ziemny, surowce nuklearne – uran, cyrkon i ziemie rzadkie, wybrane surowce chemiczne (fosfaty, potas, sól kamienna, siarka rodzima, gips, kaolin, antymon, fluoryt, baryt, bor i soda rodzima) oraz podstawowe surowce ogniotrwałe (perlit, magnezyt, wermikulit i łącznie – sillimanit, andaluzyt i cyjanit).

W artykule przedstawiono istotne zmiany w wielkości produkcji tych surowców mineralnych w stosunku do 2015 roku, z uwzględnieniem wzrostów i spadków wydobycia u czołowych producentów.

WIADOMOŚCI GÓRNICZE

Wydaje „Wydawnictwo Górnicze" – Sp. z o.o.

Rok LXIX 2018 Nr 1-2

CIEPIELA B.: **Z historii kopalń węgla kamiennego w wybranych dzielnicach Dąbrowy Górniczej. Komunikat.** Wiadomości Górnicze 2018, nr 1–2, s. 33–40, tabl. 5, rys. 8, bibliogr. poz. 12.

Historia górnictwa węglowego w Dąbrowie Górniczej ma 210 lat, bowiem wydobywanie węgla rozpoczęto w 1785 r., a zakończono z chwilą unieruchomienia ostatniej kopalni, kopalni „Paryż" w 1995 r. (z dniem 30 czerwca 1995 r. zakończono wydobywanie węgla, a 30 grudnia 1996 r. zakończono jej likwidację). W związku ze 100-leciem nadania praw miejskich Dąbrowie Górniczej wydana została monografia miasta w trzech częściach. W części drugiej opisano historię poszczególnych dzielnic, wchodzących w skład miasta. Wobec niekompletnych wiadomości o historii górnictwa węglowego na terenie niektórych dzielnic, w artykule przedstawiono bardziej szczegółowo historię funkcjonowania kopalń w dzielnicy Gołonóg.

GRODZICKA A., SZLĄZAK J., BUCHWALD P., DOPIERAŁA J.: **Analiza częstości akcji serca ratownika górniczego – część 4.** Wiadomości Górnicze 2018, nr 1–2, s. 41–46, tabl. 15, rys. 1, bibliogr. poz. 2.

W czwartej części cyklu artykułów przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych na terenie OSRG w Bytomiu w komorze ćwiczebnej podczas wykonywania ćwiczeń na ergometrze ręcznym. W artykule przedstawiono wyniki częstości akcji serca/min podczas pracy na urządzeniu. Uwzględniono wiek ratownika, kwalifikując go do określonej grupy oraz kolejność wykonywanych ćwiczeń na urządzeniu wysiłkowym.

WIADOMOŚCI GÓRNICZE

Издает: ООО „Выдавництво гурниче”

Год LXIX 2018 № 1-2

ГОНСКА Р., КРУПАНЕК Й., МИШ К.: **Формирование опасности толчков и горных ударов связанное с разработкой пласта 510 в части А восток в шахте «Мысловице-Весела».** Вядомосьци Гурниче 2018, № 1–2, с. 2–11, табл. 5, рис. 7, библиогр. поз. 8.

Опасность горных ударов является одной из ключевых естественных опасностей сопутствующих разработке каменного угля в Верхнесилезском угольном бассейне. По поводу отсутствия возможности точного прогноза этой опасности, особенно в аспекте сейсмической активности, предпринимается ряд мероприятий активной и пассивной профилактики, однако не в каждом случае эти мероприятия оказываются полностью эффективными. В статье представлено формирование состояния опасности горных ударов во время прикровельной разработки, разгружающей слои пласта 510 в части А восток в Польской горной группе А.О. Отделение Каменноугольная шахта «Мысловице-Весела».

РЫБАК А., РЫБАК А., МАНОВСКА А.: **Будущее энергетического сектора в Польше – Возобновляемые Источники Энергии и Чистые Угольные Технологии.** Вядомосьци Гурниче 2018, № 1–2, с. 12–19, табл. 2, рис. 8, библиогр. поз. 23.

В статье представлено анализ Возобновляемых Источников Энергии (OZE) применяемых в Польше и мире, а также прогноз потребления возобновляемой энергии. Прогноз для Польши представлено в форме трех альтернативных сценариев. Представлено также издержки производства электрической энергии на основании разных носителей энергии. Представлено Технологии чистого угля (CTW), использование которых может решить проблемы связанные с применением угля в качестве носителя энергии. В связи с высокими издержками введения OZE в Польше, недавними изменениями относительно политики введения зеленой энергии, а также далеким временным горизонтом реализации инвестиций, которые могут обеспечить Польше энергетическую безопасность на основании возобновляемых источников энергии, следует рассмотреть возможность применения чистых угольных технологий.

CTW позволят редуцировать возрастающую эмиссию парниковых газов, а также позволят обеспечить все возрастающий спрос на энергию.

СТАНЕНДА-ПИЛЕЦКИ К.: **Горное производство основного минерального сырья в мире и Польше в 2016 году.** Вядомосьци Гурниче 2018, № 1–2, с. 21–32, табл. 1, библиогр. поз. 24.

В статье проведено анализ и сопоставлено в форме таблиц объемы производства основного минерального сырья в мире и в Польше в 2016 году с учетом главных производителей.

Анализу подвергнуто избранное сырье из группы металлов и благородных камней (золото, серебро, платина и платиновые металлы, а также естественные алмазы), избранное сырье из группы цветных металлов (медь, цинк, олово, кадмий, ртуть, индий и рений), основное сырье из группы легких металлов или их руды (боксит, магний, бериллий, титан, естественный рутил, а также ильменит), основное сырье из группы сталелитейных металлов или их руды (железная руда, марганцевая руда, никель,хромит, кобальт, модибден, вольфрам, тантал и ниобий), энергетическое сырье – каменный уголь, бурый уголь, нефть и природный газ, ядерное сырье – уран, цирконий и редкие земли, избранное химическое сырье (фосфаты, калий, каменная соль, самородная сера, гипс, каолин, сурьма, флюорит, барит, бор и природная сода), а также основное огнеупорное сырье (перлит, магнезит, вермикулит и вместе- силлиманит, андалузит и кианит).

В статье представлено существенные изменения в объемах производства этого минерального сырья по отношению к 2015 году, с учетом возрастания и понижения добычи у главных производителей.

WIADOMOŚCI GÓRNICZE

Издает: ООО „Выдавництво гурниче”

Год LXIX 2018 № 1-2

ЦЕПЕЛЯ Б.: **Из истории каменноугольных шахт в Кварталах Домбровы Гурничей. Коммюнике.** Вядомосьци Гурниче 2018, № 1–2, с. 33–40, табл. 5, рис. 8, библиогр. поз. 12.

История угольной промышленности в Домброве Гурничей насчитывает 210 лет, так как добычу угля начали в 1785 г., а окончили в момент остановления последней шахты, шахты «Париж» в 1995 г. (дня 30 июня 1995 г. окончено добычу угля, а 30 декабря 1996 г. окончено ее ликвидацию). В связи со 100-летием придания прав города Домброве Гурничей опубликована монография города в трех частях. Во второй части описано историю отдельных кварталов, входящих в состав города. По поводу неполных информаций о истории угольной промышленности на территории некоторых кварталов, в статье представлено более подробно историю функционирования шахт в квартале Голонуг.

ГРОДЗИЦКА А., ШЛЁНЗАК Я., БУХВАЛЬД П., ДОПЕРАЛА Й.: **Анализ частоты сердцебиения горного спасателя – часть 4.** Вядомосьци Гурниче 2017, № 12, с. 41–46, табл. 15, рис. 1, библиогр. поз. 2.

В четвертой части цикла статей представлено результаты испытаний проведенных на территории Районной горноспасательной станции в Бытоме, в учебной камере, во время проведения упражнений на ручном эргометре. В статье представлено результаты частоты биений сердца/мин., во время работы на этом приборе. Учтено возраст горноспасателя, квалифицируя его в определенную группу, а также поочередность выполняемых упражнений на выдерживаемом приспособлении.

Miesięcznik
naukowo-techniczny,
prezentujący zagadnienia
techniki, ekonomiki
i organizacji górnictwa

R. LXIX 2018

Wiadomości Górnicze 1-2/2018

SPIS TREŚCI:

Str.

mgr inż. Roman Gąska, mgr inż. Jacek Krupanek, mgr Krzysztof Misz
Kształtowanie się zagrożenia wstrząsami i tąpaniami związanego z eksploatacją pokładu 510 w partii A wschód w kopalni „Mysłowice-Wesoła” 2

dr inż. Aleksandra Rybak, dr inż. Aurelia Rybak, dr inż. Anna Manowska
Przyszłość sektora energetycznego w Polsce – Odnawialne Źródła Energii a Czyste Technologie Węglowe 12

dr hab. inż. Katarzyna Stanienda-Pilecki
Produkcja górnicza podstawowych surowców mineralnych na świecie i w Polsce w 2016 roku 21

mgr inż. Bolesław Ciepiela
Z historii kopalń węgla kamiennego w wybranych dzielnicach Dąbrowy Górniczej (*Komunikat*) 33

dr inż. Aneta Grodzicka, prof. dr hab. inż. Jan Szlązak
dr inż. Piotr Buchwald, inż. Jacek Dopierała
Analiza częstości akcji serca ratownika górniczego – część 4 41

mgr inż. Zenon Rożenek
Zużycie ścierne noża styczno-obrotowego (*Artykuł promocyjny*) 47

Pamięci Pawła Krzystolika 54

Lista recenzentów artykułów opublikowanych w „Wiadomościach Górniczych” w 2017 r. 55

Szanowni Państwo,

W imieniu Wydawcy „Wiadomości Górniczych” pragniemy poinformować, że od 2018 roku będziemy wydawać numery łączone naszego czasopisma. Sytuacja ta związana jest z wprowadzoną w firmie polityką wydawniczą.

Redakcja „Wiadomości Górniczych”

PIERWOTNĄ WERSJĄ CZASOPISMA JEST WERSJA PAPIEROWA. ARTYKUŁY OPINIUJE DWÓCH NIEZALEŻNYCH RECENZENTÓW.

WYDAWNICTWO GÓRNICZE Sp. z o.o.
40-048 KATOWICE, ul. T. Kościuszki 30
tel.: (32) 428 87 19, www.gornicza.com.pl
blegominska@gornicza.com.pl

Skład i łamanie:
Katarzyna Pacan, tel.: (32) 428 87 20, kpacan@gornicza.com.pl
Dział reklamy:
Bożena Skomra, tel.: (32) 428 87 16, bskomra@gornicza.com.pl
Barbara Skrzyczek, tel.: (32) 428 87 17, bskrzyczek@gornicza.com.pl

KOMITET REDAKCYJNY
Redaktor naczelny: prof. dr hab. inż. Andrzej Karbownik
Zastępca redaktora naczelnego: prof. dr hab. inż. Józef Dubiński
Sekretarz redakcji: mgr Beata Legomińska
Redaktorzy działowi: prof. dr hab. inż. Piotr Czaja, dr inż. Antoni Madejski, prof. dr hab. inż. Jan Szlązak, prof. dr hab. inż. Marian Turek, dr hab. inż. Krzysztof Wodarski, prof. Pol. Śl.

RADA NAUKOWA
prof. ing. Jindřích Cigánek, CSc., prof. dr inż. Roman Dyczkowski, prof. dr hab. inż. Monika Hardygóra, prof. dr inż. Pedro Riesgo Fernández, prof. dr hab. inż. Franciszek Plewa, prof. dr hab. Stanislav Polouček, prof. dr hab. inż. Anatoly Sachenko, prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś, prof. dr hab. inż. Jan Wachowicz, prof. dr hab. inż. Stanisław Wasilewski

Redakcja nie odpowiada za treść reklam.
Żaden tekst ani zdjęcie, publikowane na łamach „Wiadomości Górniczych”, nie mogą być tłumaczone ani reprodukowane – w całości ani we fragmentach, w żadnej formie, włącznie z zapisem na nośnikach elektronicznych – bez pisemnej zgody Wydawnictwa.
Wysokość nakładu nie przekracza 10 tys. egzemplarzy.
Druk: Mikopol, Radzionków

mgr inż. ROMAN GĄSKA, mgr inż. JACEK KRUPANEK, mgr KRZYSZTOF MISZ
Polska Grupa Górnicza SA, Oddział KWK „Mysłowice-Wesoła”, Mysłowice

Kształtowanie się zagrożenia wstrząsami i tąpaniami związanego z eksploatacją pokładu 510 w partii A wschód w kopalni „Mysłowice-Wesoła”

1. Wstęp

1.1. Warunki geologiczno-górnicze i dokonana eksploatacja w partii A wschód

Partia A zlokalizowana jest w polu macierzystym, w południowej części obszaru górniczego PGG SA, Oddział KWK „Mysłowice-Wesoła”. Granice partii stanowią:

- od północy uskok „Międzyszybowy” o zrzucie 10–38 m, uskok o zrzucie 10–20 m oraz uskok „Luiza” o zrzucie 20–70 m,
- od wschodu uskok „Ławecki” o zrzucie 80–180 m,
- od południa uskok „Książęcy” o zrzucie do 420 m,
- od zachodu uskok „Jakub” o zrzucie 40–70 m.

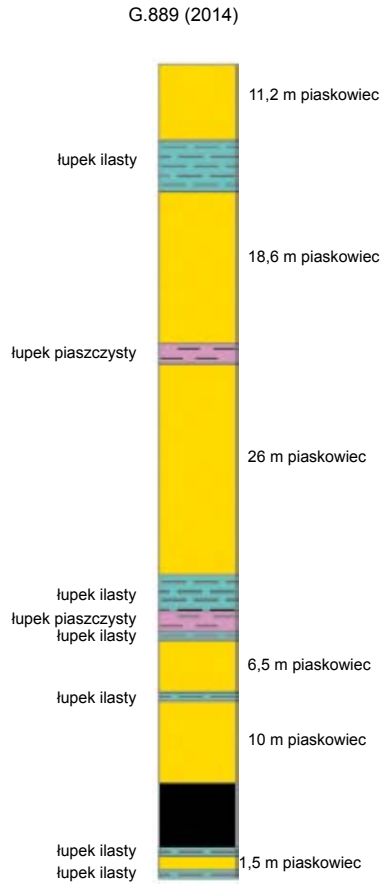
W partii A wschód, w latach 1975–1993, eksploatowano pokłady grupy rudzkiej: 401, 404/1, 404/5, 405/2. Od roku 2009 prowadzona jest eksploatacja, zalegającego na głębokości od 800 m do 930 m, pokładu 510 o miąższości od 8,7 m do 10,7 m. Odległości pionowe pokładów: 401, 404/1, 404/5, 405/2 od stropu pokładu 510 wynoszą odpowiednio około: 260 m, 234 m, 203 m, 174 m.

Pakiet skał stropowych nad pokładem 510 w partii A wschód reprezentowany jest głównie przez grube ławy, zdolnych do kumulowania energii sprężystej, skał zwięzłych i mocnych o sumarycznej miąższości przekraczającej 70 m, co zilustrowano na rysunku 1.

Pokład 510 w partii A wschód zaliczony został do II stopnia zagrożenia tąpaniami, IV kategorii zagrożenia metanowego, klasy B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego oraz I i II stopnia zagrożenia wodnego.

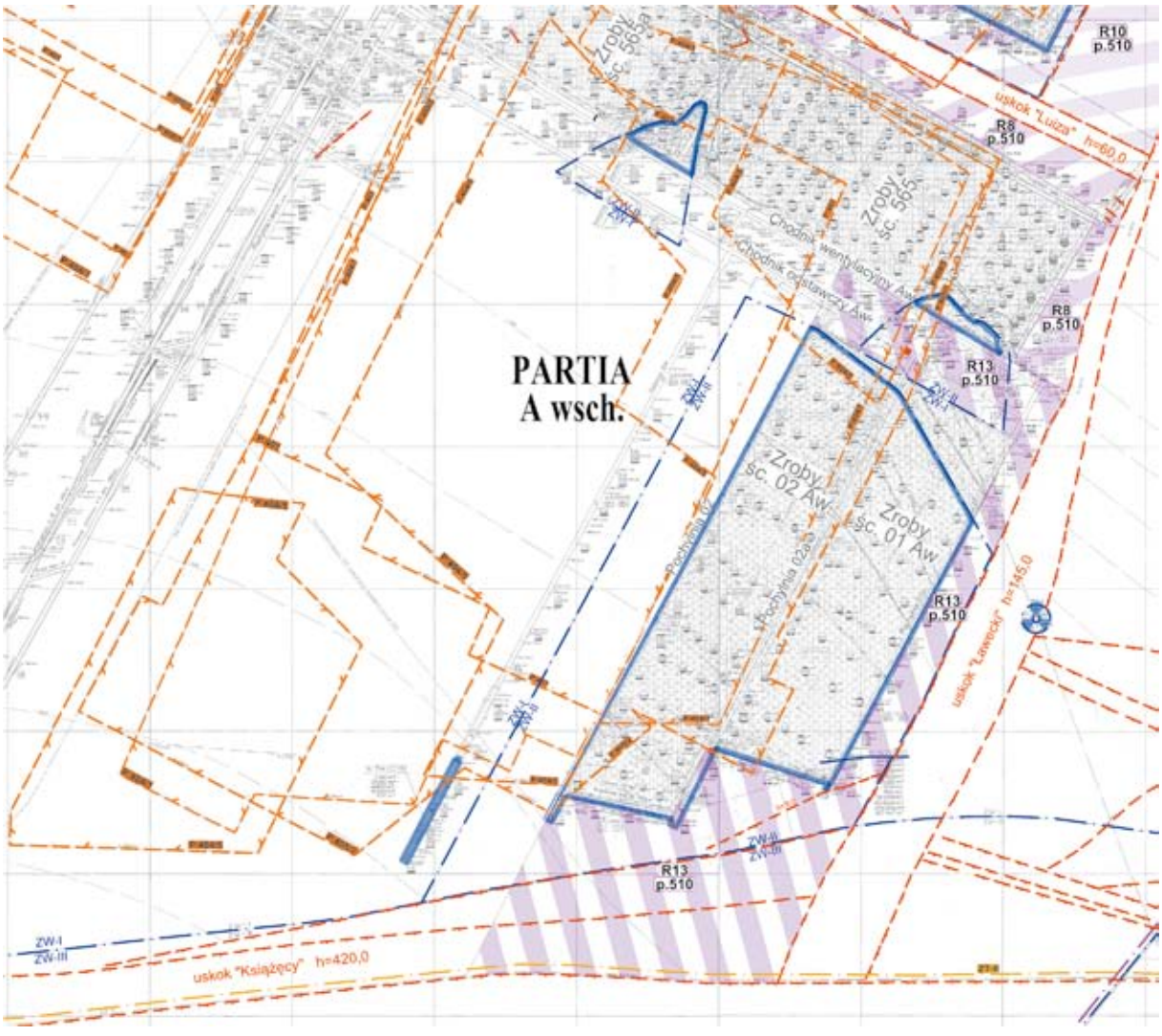
Z uwagi na okonturowanie partii dyslokacjami tektonicznymi, parcele poszczególnych ścian w pokładzie 510 zaprojektowano z odstąpieniem od tych uskoków, czego skutkiem było pozostawienie niewybranych części złoża w postaci resztek R-8 oraz R-13 (rys. 2).

Adres do korespondencji:
e-mail: k.misz@pgg.pl



Rys. 1. Profil geologiczny w rejonie ściany 02Aw

Dotychczas w pokładzie 510 partii A wschód wyeksploatowano dwie ściany podłużne: 565 i 565a oraz dwie ściany poprzeczne: 01Aw oraz 02Aw. Zmiana kierunku wybierania ścian z podłużnego na poprzeczny spowodowana była bardzo wysokim stanem zagrożenia pożarowego, co z kolei przełożyło się na konieczność prowadzenia ścian 01Aw i 02Aw w taki sposób, że ich fronty zbliżały się równolegle do zrobów wyeksploatowanej ściany 565, z pozostawieniem niewybranego fragmentu pokładu (pomiędzy zrobami ścian podłużnej i poprzecznych) o szerokości 90–100 m (północna część resztki R-13).



Rys. 2. Dokonana eksploatacja pokładu 510 w partii A wschód

1.2. Prognoza zagrożenia wstrząsami i tąpaniami oraz stosowana aktywna profilaktyka tąpaniowa

Na podstawie opracowania wykonanego przez rzeczoznawcę ds. ruchu zakładu górniczego w okresie prowadzenia eksploatacji pokładu 510 ścianami 01Aw i 02Aw prognozowano, oprócz niskoenergetycznej aktywności sejsmicznej górotworu będącej skutkiem procesów zniszczenia zachodzących w pokładzie 510, możliwość wystąpienia wstrząsów wysokoenergetycznych o energiach nie przekraczających $7 \cdot 10^5$ J. Nie wykluczono również incydentalnych zdarzeń sejsmicznych o energiach rzędu 10^6 J [7].

Zgodnie z ustaleniami projektu technicznego eksploatacji ściany 02Aw, w związku z prognozowanym zagrożeniem tąpaniami, w rejonie ściany prowadzona była aktywna profilaktyka tąpaniowa w postaci:

– strzelań wstrząsowych, wykonywanych z częstotliwością nie większą niż co 15 m postępu ściany, przy czym rzeczywisty postęp ściany pomiędzy kolejnymi strzelaniami wynosił około 8 m; wykonano 93 strzelania, zużywając 4 650 kg MW;
– strzelań torpedujących z pochylni 02a, wyprzedzających front ściany o minimum 100 m; strzelania na początkowych około 80 m wybiegu ściany prowadzono w ociosie zachodnim pochylni 02a, tj. nad parcelę ściany oraz w ociosie wschodnim, tj. nad resztkę R-13 (poniżej zrobów zawałowych ściany 01Aw); dodatkowo wykonano strzelania torpedujące w ociosie północnym i południowym chodnika odstawczego Aw, a także ociosie południowym chodnika wentylacyjnego Aw pomiędzy pochylniami 02 i 02a; wykonano 58 strzelań z pochylni 02a, 12 strzelań z chodnika odstawczego Aw oraz 8 z chodnika wentylacyjnego Aw, zużywając 3 311 kg MW.

Profilaktyka tąpaniowa prowadzona w rejonie ściany 02Aw wynikała z doświadczeń uzyskanych przez kopalnię podczas eksploatacji pokładu 510 ścianą 01Aw, gdzie

wykonano 47 strzelań wstrząsowych oraz 23 strzelania torpedujące, którymi sprowokowano odpowiednio 47 i 20 wstrząsów górotworu.

2. Kształtowanie się stanu zagrożenia wstrząsami i tąpaniami

W trakcie wybierania przystropowej warstwy pokładu 510 w partii A wschód zarejestrowano łącznie 2 987 wstrząsów sejsmicznych o sumarycznej energii $3{,}1 \cdot 10^8$ J. Eksploatacja ścian podłużnych indukowała stosunkowo niską aktywność sejsmiczną, nie rejestrowano wstrząsów o energiach wyższych niż rzędu 10^4 J. Większą aktywność sejsmiczną, w tym występowanie wstrząsów górotworu o energiach powyżej $1 \cdot 10^5$ J, rejestrowano podczas eksploatacji ścian 01Aw oraz 02Aw systemem poprzecznym, jednak w przypadku pierwszej ściany tylko w końcowej fazie eksploatacji. Wybieranie ściany 02Aw generowało wstrząsy górotworu o energiach rzędu 10^4 J oraz 10^5 J, przy czym w miarę zbliżania się do linii jej zakończenia zarówno liczba, jak i energia wstrząsów znacząco wzrosła. Kształtowanie się aktywności sejsmicznej w trakcie dotychczasowej eksploatacji pokładu 510 w partii A wschód zestawiono w tablicach 1 i 2, a rozkład ognisk wstrząsów (od energii $1 \cdot 10^4$ J) zobrazowano na rysunku 3.

Analizując aktywność sejsmiczną rejestrowaną w czasie eksploatacji pokładu 510 ścianami 01Aw i 02Aw, można stwierdzić, że znaczny wzrost aktywności sejsmicznej następował w momencie, gdy odległości frontu ścian od linii ich zakończenia wynosiły około 30 m, co przedstawiono w tablicach 3 i 4 oraz na rysunku 4.

Na ostatnich 30 m biegu ściany 01Aw zarejestrowano 97 wstrząsów sejsmicznych o sumarycznej energii $1{,}7 \cdot 10^6$ J, co stanowiło około 21 % ogółu wstrząsów oraz około 81 % sumarycznej energii. Na ostatnich 30 m biegu ściany 02Aw aktywność sejsmiczna była na znacznie wyższym poziomie, zarejestrowano 173 wstrząsy sejsmiczne o sumarycznej energii $3{,}1 \cdot 10^8$ J, co stanowiło około 19 % ogółu wstrząsów oraz około 99 % sumarycznej energii (rys. 5).

Lokalizacja ognisk wysokoenergetycznych wstrząsów górotworu zarejestrowanych w czasie eksploatacji pokładu 510 ścianą 02Aw do czasu wystąpienia wstrząsu o energii $3 \cdot 10^8$ J może świadczyć o utworzeniu się, w zalegających nad pokładem 510 utworach wstrząsogennych, rozległej strefy „osłabienia" – „magistralnej szczeliny" [5], co zostało przedstawione na rysunku 6.

W dniu 29.05.2017 r. o godzinie 9.11 zarejestrowano wstrząs sejsmiczny o energii $3 \cdot 10^8$ J. Hipocentrum wstrząsu zlokalizowano około 25 m przed frontem ściany 02Aw i około 40 m na wschód od pochylni 02 w pokładzie 510. Po przedmiotowym wstrząsie w wyrobiskach chodnikowych stwierdzono deformacje obudowy, zsuwy na strzemionach obudowy, lokalne uszkodzenie opinki stropu i ociosów, uszkodzenie i wybicie stojaków wzmacniających obudowę oraz wypiętrzenie spągu. Największe skutki wstrząsu stwierdzono w chodniku wentylacyjnym Aw, który utracił funkcjonalność, a jego gabaryty na odcinku około 43 m zostały zawężone do minimalnej wysokości około 0,8 m i szerokości około 1,5 m. W pochylni 02 zmniejszenie gabarytów wyrobiska spowodowało brak możliwości przejścia wzdłuż przenośnika podścianowego. Uszkodzeniu uległ lutniociąg doświeżający rejon skrzyżowania ściany z pochylnią 02a. Przenośnik taśmowy w chodniku odstawczym Aw został przemieszczony, co spowodowało uszkodzenie jego trasy. W ścianie w kilkunastu przypadkach sekcje obudowy zmechanizowanej uległy zaniżeniu oraz została zdegradowana struktura ociosu ścianowego. Skutki wstrząsu w chodniku wentylacyjnym Aw zakwalifikowano jako tąpnięcie.

Tablica 1

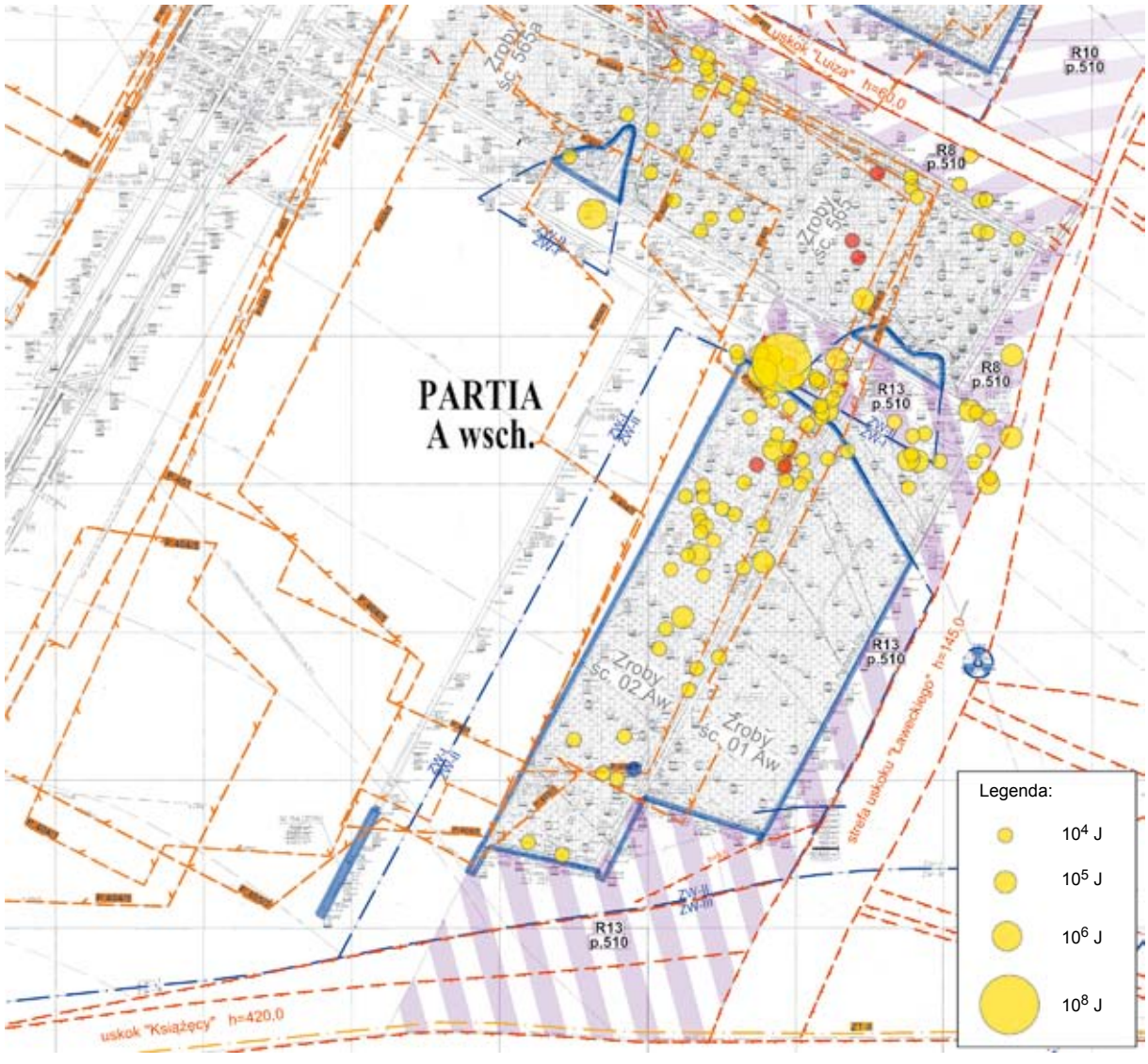
Aktywność sejsmiczna towarzysząca eksploatacji pokładu 510 ścianami podłużnymi w partii A wschód

Ściana	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	10^6J	10^7 J	10^8 J	∑ N	∑ E·10^6 J	E/N ·10^3 J	*W* Mg	I^0 = *E*/W J/Mg
565	345	281	30	0	0	0	0	656	2,1	3,20	506 183	4,15
565a	767	183	17	0	0	0	0	967	1,3	1,34	263 849	4,93
Razem	**1 112**	**464**	**47**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1 623**	**3,4**	**4,54**	**770 032**	**9,08**

Tablica 2

Aktywność sejsmiczna towarzysząca eksploatacji pokładu 510 ścianami poprzecznymi w partii A wschód

Ściana	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	10^6 J	10^7 J	10^8 J	∑ N	∑ E·10^6 J	E/N·10^3 J	*W* Mg	I^0 = *E*/W J/Mg
01Aw	314	132	6	2	0	0	0	454	2,1	4,63	389 349	5,39
02Aw	441	398	60	9	1	0	1	910	310,0	341,0	422 000	734,59
Razem	**755**	**530**	**66**	**11**	**1**	**0**	**1**	**1364**	**312,1**	**345,6**	**811 349**	**739,98**



Rys. 3. Mapa pokładu 510 w partii A wschód z lokalizacją ognisk wstrząsów o energii sejsmicznej od $1 \cdot 10^4$ J

Tablica 3

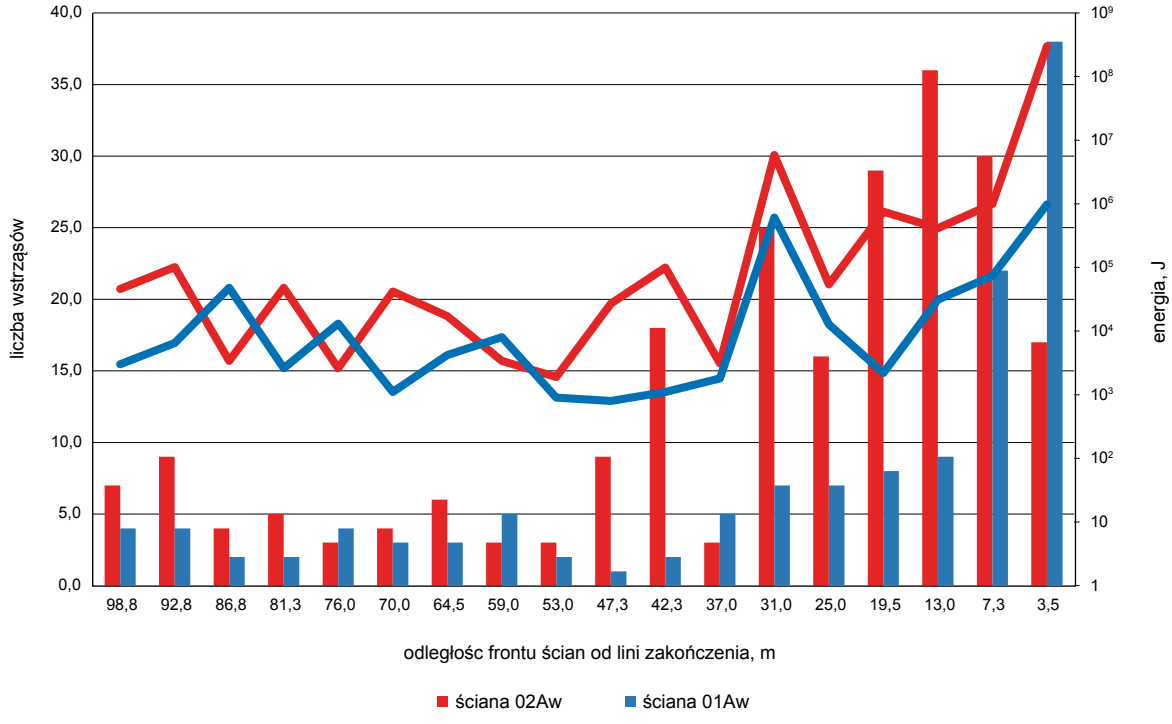
Kształtowanie się aktywności sejsmicznej w trakcie eksploatacji pokładu 510 ścianą 01Aw

Ściana 01Aw	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	10^6 J	10^7 J	10^8 J	∑ N	∑ E ·10^6 J
od uruchomienie do 30 m od linii zakończenia (około 530 m wybiegu)	270	86	1	0	0	0	0	357	0,4
ostatnie 30 m wybiegu	44	46	5	2	0	0	0	97	1,7

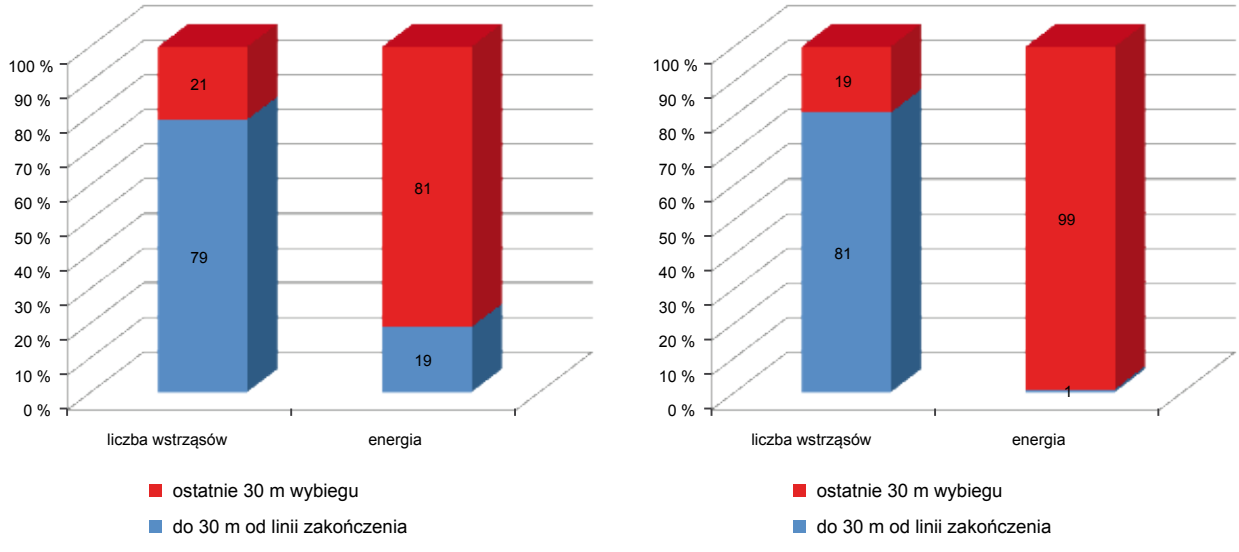
Tablica 4

Kształtowanie się aktywności sejsmicznej w trakcie eksploatacji pokładu 510 ścianą 02Aw

Ściana 02Aw	10^2 J	10^3 J	10^4 J	10^5 J	10^6 J	10^7 J	10^8 J	∑ N	∑ E ·10^6 J
od uruchomienia do 30 m od linii zakończenia (około 685 m wybiegu)	380	319	35	3	0	0	0	737	3,3
ostatnie 30 m wybiegu	61	79	25	6	1	0	1	173	310,0



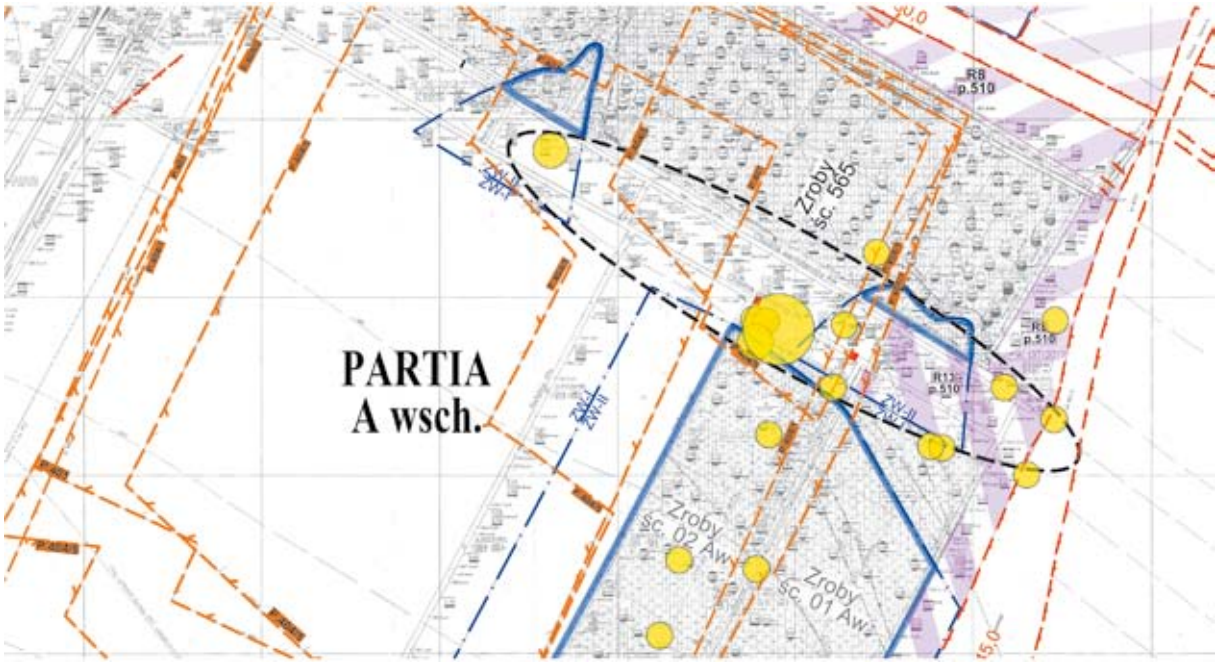
Rys. 4. Rozkład liczby wstrząsów (wykres słupkowy) i sumarycznej energii wydzielonej (wykres liniowy) na ostatnich 100 m biegu ściany w przeliczeniu na 5 m postępu



Rys. 5. Udział procentowy ilości wstrząsów oraz wydzielonej energii w etapach eksploatacji ściany 01Aw i ściany 02Aw

2.1. Analiza mechanizmów ognisk wstrząsów

Wieloletnie obserwacje i analizy wstrząsów indukowanych eksploatacją górniczą dowodzą obecności innych aniżeli tylko ścinających składowych w mechanizmie ogniskowym wstrząsu. Aktualnie najpełniejszy opis sił występujących w ognisku wstrząsu uzyskuje się metodą inwersji tensora momentu sejsmicznego. Podstawowym założeniem tej metody jest uogólnienie źródła wstrząsu powodującego przemieszczenia do źródła punktowego. Wartość przemieszczenia może być wyrażona jako efekt działania liniowej kombinacji par sił z momentami i bez momentów [3]. W wyniku inwersji tensora momentu sejsmicznego możemy otrzymać procentowy udział składowych tensora momentu sejsmicznego: eksplozyjną/implozyjną (ISO) charakteryzującą zmianę objętości w ognisku wstrząsu, jednoosiowe ściskanie/rozciąganie (LDS) oraz składową ścinającą (DC) opisującą poślizg na uskoku,



Rys. 6. Mapa pokładu 510 w partii A wschód z lokalizacją ognisk wstrząsów o energii sejsmicznej od $1 \cdot 10^5$ J na ostatnich 50 m biegu ściany 02Aw

położenie płaszczyzn uskokowych (nodalnych), błąd estymacji momentu sejsmicznego oraz macierz kowariancji dla tensora. Aby wyliczyć tensor momentu sejsmicznego, niezbędne są zapisy wstrząsów (sejsmogramy) zawierające informacje o zarejestrowanych amplitudach i znakach pierwszych wychyleń rejestrowanych fal sejsmicznych oraz informacje o strukturze ośrodka między ogniskiem a punktem obserwacji [8].

Analizę mechanizmów wstrząsów wysokoenergetycznych, indukowanych eksploatacją pokładu 510 w partii A wschód przeprowadzono na podstawie metody inwersji amplitud w domenie czasu dla fali podłużnej *P*, z uwzględnieniem kierunków pierwszych wychyleń. Wykorzystano zapisy wstrząsów zarejestrowanych przez kopalnianą sieć sejsmometryczną przy użyciu aparatury system sejsmologicznego ARAMIS M/E. Obliczenia przeprowadzono dla 13 wstrząsów wysokoenergetycznych zarejestrowanych w czasie eksploatacji pokładu 510 ścianą 01Aw i 02Aw. Do obróbki danych sejsmicznych i wyznaczania parametrów wstrząsów wykorzystano program *FOCI*. Wyniki obliczeń dla rozwiązania pełnego tensora mechanizmu ognisk przedstawiono w tablicy 5.

Przeprowadzona analiza oparta na współczynnikach jakości rozwiązań wskazuje, że prawdopodobna głębokość wystąpienia ognisk analizowanych wstrząsów zawiera się w przedziale od -500 m do -590 m p.p.m. i odpowiada głębokości zalegania pokładu 510 w partii Aw oraz warstwie grubego piaskowca, znajdującej się nad pokładem 510 (*Rc* >35 MPa). Nie można jednoznacznie określić głębokości wystąpienia ognisk analizowanych wstrząsów z uwagi na bardzo małe różnice błędu dopasowania rozwiązania dla badanych głębokości.

Dominującym typem mechanizmu ognisk badanych wstrząsów był mechanizm poślizgowy o udziale składowej ścinającej DC, zawierającym się w granicach od 60 % do 65 %. Osiem z trzynastu analizowanych wstrząsów (ok. 61 %) charakteryzowało się przewagą tego typu mechanizmu. We wszystkich analizowanych mechanizmach wstrząsów stwierdzono znaczny udział składowej izotropowej mieszczący się w granicach od 17 % do 50 %, co jest charakterystyczną cechą dla wstrząsów indukowanych. Procentowy udział składowej odpowiadającej za osiowe ściskanie bądź rozciąganie (LDS) mieści się w granicach od 18 % do 50 %. Położenie i graficzny model ogniska analizowanych wstrząsów przedstawiono na rysunku 7.

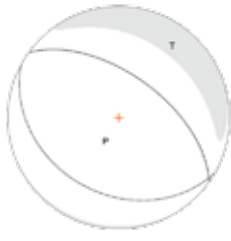
Dla wstrząsów rejestrowanych na ostatnich 30 m biegu ściany 02Aw i zlokalizowanych przed jej frontem, mechanizmem dominującym na poziomie 60 % jej udziału jest działanie podwójnej pary sił (DC). Zależność ta wynika zapewne z oddziaływania przemieszczającego się frontu ścianowego na zalegającą w stropie pokładu 510 grubą warstwę piaskowca, a bezpośrednią przyczyną powstawania opisanych wstrząsów mogą być procesy zniszczeniowe związane załamywaniem i pękaniem tej warstwy.

Wstrząs o energii $9 \cdot 10^6$ J zarejestrowany w dniu 27.04.2017 r. zlokalizowano w odległości ok. 300 m na zachód od parceli ściany 02Aw. Ognisko wstrząsu zawierało 19,7 % składowej izotropowej, 19,7 % składowej jednoosiowego ściskania i 60,6 % składowej ścinającej. Azymut płaszczyzn nodalnych jest skierowany równolegle do pasa calizny węglowej pozostawionej pomiędzy ścianami 565 i 565a.

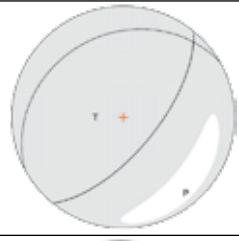
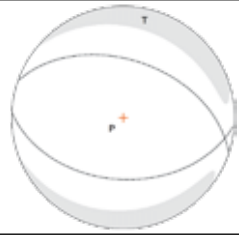
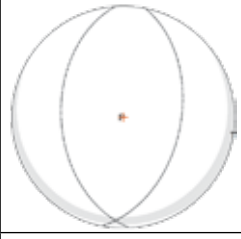
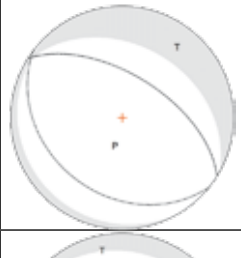
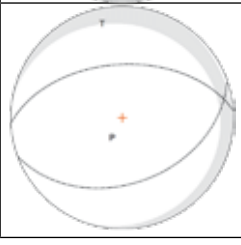
Wstrząs o energii $3 \cdot 10^8$ J zarejestrowany 29.05.2017 r., będący bezpośrednią przyczyną zaistniałego w chodniku wentylacyjnym Aw tąpnięcia, charakteryzował się

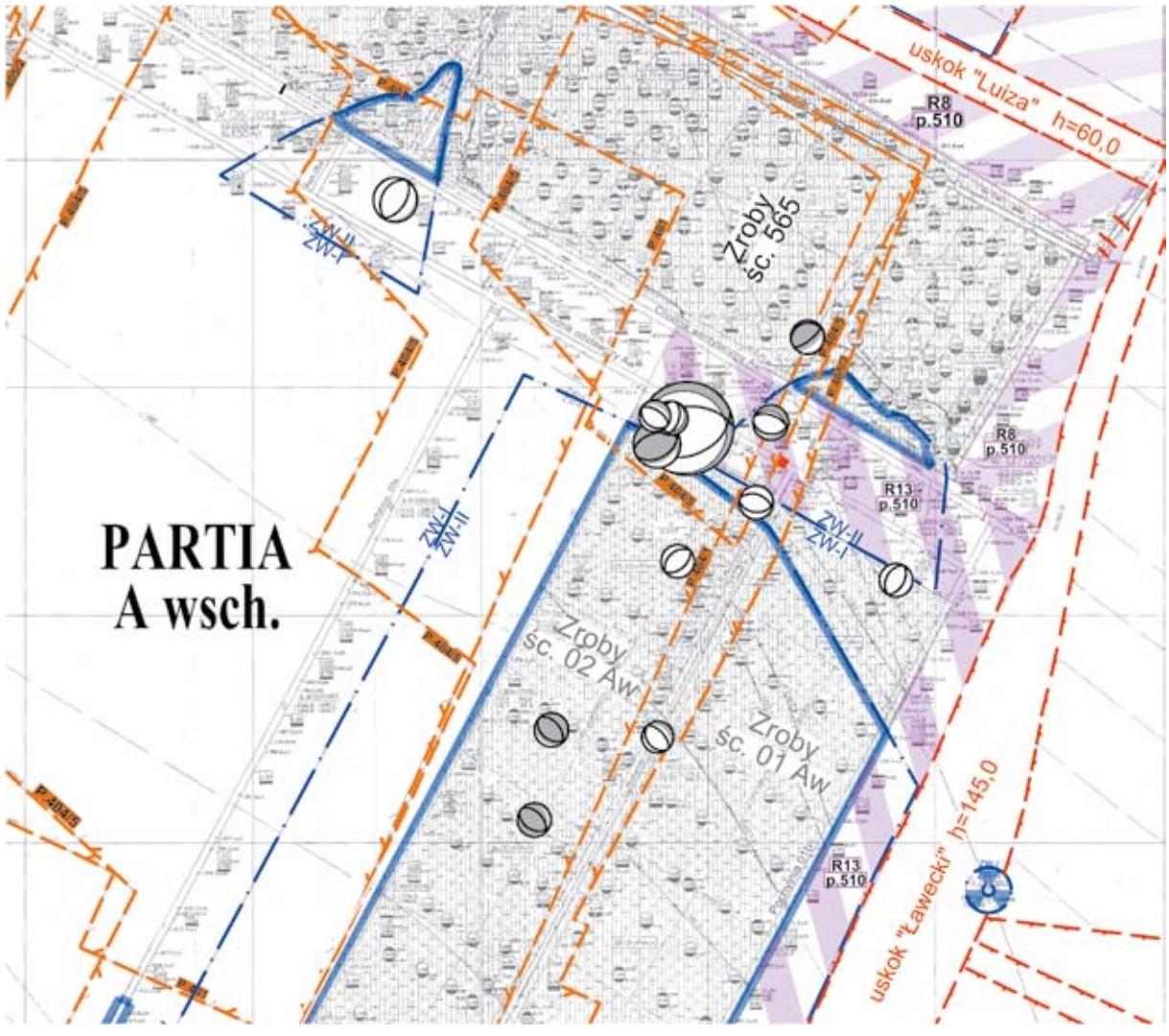
Tablica 5

Wyniki obliczeń mechanizmów ognisk analizowanych wstrząsów

Lp.	Data czas	Energia J	Płaszczyzny nodalne (trend/zagłębienie kierunek)		Osie naprężeń (trend/zagłębienie)		Graficzny model ogniska	Składowe tensora, %		
			A	B	P	T		ISO	LDS	DC
1	13.11.2015 17:01	$6 \cdot 10^5$	30,1/49,6 -89,4	209/40,4 -90,8	306/85	120/5		-20	-19,9	60,1
2	10.03.2017 11:56	$6 \cdot 10^5$	129,6/47,5 73,8	332,9/45 107	231/1	327/78		49,8	49,9	0,3
3	20.03.2017 23:58	$2 \cdot 10^5$	305,4/58,1 -86,1	119,1/32,1 -95,3	226/77	33/13		-19,9	-18,7	61,9
4	27.03.2017 10:43	$2 \cdot 10^5$	122,5/55 81,8	316,6/35,8 101,5	218/10	3/78		49,3	48,4	2,3
5	17.04.2017 22:19	$9 \cdot 10^6$	33,4/53,2 85,5	205,9/37,1 -96	325/81	120/8		-19,7	-19,7	60,6
6	04.05.2017 21:46	$7 \cdot 10^5$	289,1/55,6 -82,5	95,9/35,1 -100	225/78	14/10		-17,6	-17,7	64,7

Wyniki obliczeń mechanizmów ognisk analizowanych wstrząsów

Lp.	Data czas	Energia J	Płaszczyzny nodalne (trend/zagłębienie kierunek)		Osie naprężeń (trend/zagłębienie)		Graficzny model ogniska	Składowe tensora, %		
			A	B	P	T		ISO	LDS	DC
7	05.05.2017 0:55	$5 \cdot 10^6$	238,3/48,3 94,7	51,3/41,9 84,8	325/3	192/85		46,1	44,8	9
8	12.05.2017 14:41	$6 \cdot 10^5$	39,2/65,4 80,5	241/26,3 109,7	136/20	291/68		46,8	40,5	12,7
9	17.05.2017 14:48	$4 \cdot 10^5$	170/55,5 77,8	11/36,4 107,1	269/10	42/76		48,1	48,5	3,5
10	20.05.2017 2:24	$2 \cdot 10^5$	288,7/47,2 -79,3	93,2/43,8 -101,3	269/82	11/2		-19,1	-18,2	62,7
11	24.05.2017 21:36	$1 \cdot 10^5$	22,2/48,3 -79,8	187,1/42,7 -101	355/82	105/3		-19,8	-19,9	60,3
12	28.05.2017 15:01	$1 \cdot 10^5$	301,7/58,5 -93,3	128/31,7 -84	202/76	34/13		-18	-18	64
13	29.05.2017 9:11	$3 \cdot 10^8$	266,7/50,8 -79,4	70,1/40,4 -102	227/80	349/5		-19,2	-19	60,8



Rys. 7. Położenie i mechanizm wstrząsów o energiach od $1 \cdot 10^5$ J zlokalizowanych w rejonie ściany 01Aw i 02Aw

mechanizmem typu poślizgowego, a procentowy udział składowej ścinającej wynosił 61 %, składowej izotropowej 19 % i składowej jednoosiowego ściskania 20 %. Azymut płaszczyzn nodalnych skierowany jest prawie równolegle do frontu prowadzonej eksploatacji.

3. Podsumowanie

Eksploatacja pokładu 510 w partii A wschód prowadzona była w warunkach zagrożeń skojarzonych (tąpaniami, metanowego, pożarowego), spośród których, w końcowych okresach eksploatacji ścian 01Aw oraz 02Aw, zagrożenie tąpaniami można traktować jako dominujące. Na stan zagrożenia tąpaniami w partii A wschód pokładu 510 wpływa kilka wzajemnie na siebie oddziałujących czynników, w tym powiększająca się objętość przestrzeni zrobowej, występowanie nad pokładem grubych warstw piaskowców zdolnych do kumulowania i nagłego wyładowywania energii sprężystej w momencie przekroczenia ich wytrzymałości, zbliżanie się frontami ścian do zrobów zawałowych uprzednio dokonanej w partii eksploatacji, a także prowadzenie eksploatacji w sąsiedztwie dyslokacji tektonicznych o dużych zrzutach. Procentowy udział wstrząsów wysokoenergetycznych na ostatnich około 30 m wybiegu ścian stanowi około 20 % ogółu indukowanych, natomiast procentowy udział sumarycznej wydzielonej energii stanowi od 81 % do 99 %, co świadczy o bardzo wysokim stanie zagrożenia wstrząsami i tąpaniami na końcowych odcinkach wybiegu ścian.

Typ mechanizmów ognisk wstrząsów, ich szacunkowa głębokość oraz azymut płaszczyzn nodalnych, generalnie równoległy do przemieszczającego się frontu, pozwalają założyć, że ich przyczyną były typowe procesy zniszczeniowe, będące wynikiem załamywania się i pękania sztywnej warstwy piaskowca zalegającego nad pokładem 510, co może świadczyć o wytworzeniu się w zalegających, nad pokładem 510 utworach wstrząsogennych, rozległej strefy „osłabienia" – „magistralnej szczeliny", wzdłuż której dochodziło do poślizgu warstw nadległych.

Literatura

1. *Gibowicz S., Kijko A.*: An introduction to mining seismology. Wyd. Academic Press, San Diego, California 1994
2. *Wiejacz P.*: Badanie mechanizmów wstrząsów górniczych przy wykorzystaniu tensora momentu sejsmicznego. Praca doktorska, Instytut Geofizyki Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 1992
3. *Marcak H., Zuberek W.*: Geofizyka górnicza. Śląskie Wyd. Techniczne, Katowice 1994
4. *Goszcz A.*: Wybrane problemy zagrożenia sejsmicznego i zagrożenia tąpaniami w kopalniach podziemnych. Wyd. Nauka-Technika, Kraków 2004
5. *Zorychta A.*: Recenzja wniosku KWK „Mysłowice-Wesoła" o uzyskanie opinii w zakresie poprawności stosowanych rozwiązań organizacyjno-technicznych, przewidzianych w projekcie technicznym oraz innych możliwych do zastosowania środków profilaktycznych, w celu zapewnienia bezpieczeństwa załogi i ruchu zakładu górniczego w warunkach rzeczywistego stanu zagrożenia tąpaniami, występującego w zakładzie górniczym PGG sp. z o.o. Oddział KWK „Mysłowice-Wesoła" w Mysłowicach, podczas prowadzenia robót górniczych w rejonie ściany 02Aw w pokładzie 510. Kraków 2017
6. *Kwiatek G.*: FOCI – Inwersja parametrów ogniska sejsmicznego – opis programu (https://www.induced.pl) 2018
7. *Zorychta A.*: Prognoza zagrożenia tąpaniami i możliwość wystąpienia wstrząsów wysokoenergetycznych dla projektowanych na lata 2014–2017 robót górniczych w KWK „Mysłowice-Wesoła" w Mysłowicach. Kraków 2014
8. *Gibowicz S., Lasocki S.*: Seismicity induced by mining: Ten years later. Advances in Geophysics 2001, Vol. 44

Artykuł zredagowano na podstawie referatu wygłoszonego na XXIV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Górnicze Zagrożenia Naturalne" 2017, Ustroń, 4–6 października 2017 r.

STYCZEŃ 2018 GRUDZIEŃ

Warunki prenumeraty „Wiadomości Górniczych"

- Zamówienia na prenumeratę czasopisma można składać w dowolnym terminie. Mogą one obejmować dowolny okres, tzn. dotyczyć dowolnej liczby kolejnych zeszytów.
- Zamawiający może otrzymywać zaprenumerowany tytuł począwszy od następnego miesiąca po dokonaniu wpłaty.
- Zamówienia na prenumeratę prosimy składać w Redakcji czasopisma na adres:

„Wydawnictwo Górnicze" Sp. z o.o.
40-048 Katowice, ul. T. Kościuszki 30
Prenumerata, tel. 32 428 87 12
prenumerata@gornicza.com.pl

- Można również dokonać wpłaty na ogólnie dostępnych blankietach w Urzędach Pocztowych lub Bankach, przekazując środki na adres „Wydawnictwa Górniczego" na konto:

ING Bank Śląski SA
nr 90 1050 1214 1000 0007 0002 1686

Na blankiecie wpłaty należy czytelnie podać nazwę zamawianego czasopisma, liczbę egzemplarzy, okres prenumeraty oraz własny adres.

Cena prenumeraty rocznej (brutto) wynosi 210 zł.

STYCZEŃ 2018 GRUDZIEŃ

dr inż. ALEKSANDRA RYBAK, dr inż. AURELIA RYBAK
dr inż. ANNA MANOWSKA
Politechnika Śląska, Gliwice

Przyszłość sektora energetycznego w Polsce – Odnawialne Źródła Energii a Czyste Technologie Węglowe

1. Wstęp

Rozwój gospodarczy naszego kraju w ostatnich dziesięcioleciach jest silnie uzależniony od wielkości zużycia energii. Przychody na jednego mieszkańca i wskaźnik rozwoju ludności są skorelowane ze zużyciem energii na jednego mieszkańca. Obecnie jest ono szczególnie widoczne w krajach rozwijających się. Dostęp do czystej i pewnej energii to ważny czynnik umożliwiający rozwój ekonomiczny i społeczny.

Energia elektryczna w Polsce wytwarzana jest w większości na podstawie węgla kamiennego i brunatnego. Udział Odnawialnych Źródeł Energii (OZE) w strukturze konsumpcji energii pierwotnej w Polsce to zaledwie niecałe 5 % [1]. Jednakże w świetle konieczności ograniczenia emisji CO_2 oraz polityki UE propagującej OZE, ich udział w strukturze wytwarzania energii znacznie wzrósł w ostatniej dekadzie. Do tej pory odnawialne źródła energii w Polsce oparte były głównie na farmach wiatrowych, których rozwój wspierany był przez państwo.

Kolejnymi źródłami energii są biomasa oraz energia wodna. Wsparcie dla OZE przyciągnęło wielu zagranicznych inwestorów [2, 3, 4]. Odnawialne źródła energii to także nowe miejsca pracy. Nie generują one gazów cieplarnianych, dymu, nie zanieczyszczają wody, nie ingerują w krajobraz tak silnie, jak np. kopalnie odkrywkowe, nie zanieczyszczają wód, jak transport bądź wydobycie ropy naftowej.

Autorzy artykułu w poprzednich publikacjach stwierdzili, że wraz z rozwojem ekonomicznym pojawiło się zapotrzebowanie na coraz to inne i bardziej wyrafinowane źródła [5, 6, 7]. Określili oni również przyszłość węgla kamiennego w Polsce na tle pozostałych nośników energii oraz przyszłość gazu ziemnego jako substytutu węgla w aspekcie bezpieczeństwa energetycznego Polski. W niniejszej publikacji przeanalizowano w tym aspekcie Odnawialne Źródła Energii. Przedstawiono także czyste technologie węglowe, których zastosowanie pozwoli na transformację węgla kamiennego oraz brunatnego w paliwo kopalne spełniające wymagania Unii Europejskiej dotyczące emisji zanieczyszczeń.

Adres do korespondencji:
e-mail: aurelia.rybak@polsl.pl

2. Odnawialne Źródła Energii

Odnawialne źródło energii zostało zdefiniowane w Prawie energetycznym z 1997 roku jako źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych. Odnawialnymi Źródłami Energii mogą być:

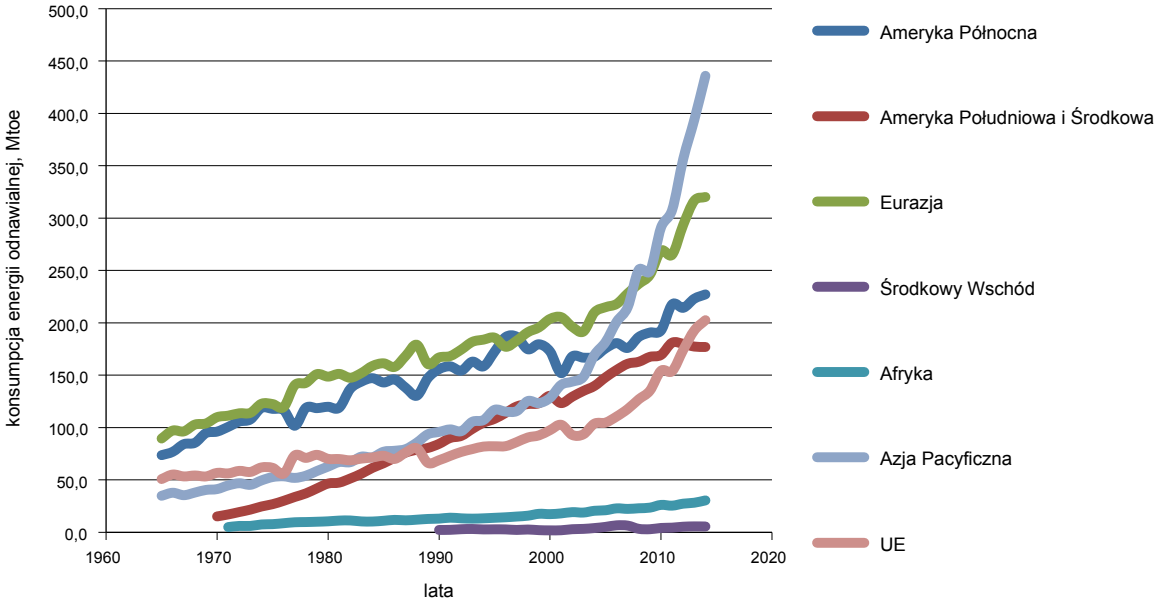
- elektrownie wiatrowe,
- elektrownie wodne,
- biogazownie,
- elektrownie na biomasę,
- urządzenia wykorzystujące energię słoneczną,
- urządzenia wykorzystujące energię geotermalną,
- urządzenia wykorzystujące energię z fal i pływów morskich (nie występują one w Polsce),
- biopaliwa [8].

3. Analiza zapotrzebowania na energię odnawialną w Polsce oraz na świecie

W związku ze stałym wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną odnawialne źródła energii na stałe zagościły w światowym sektorze energetycznym. Analizę i porównanie poziomu konsumpcji energii odnawialnej i pierwotnej w Polsce oraz na świecie przedstawia rysunek 1.

Wzrost OZE w zużyciu energii pierwotnej to cel Polityki Energetycznej Kraju, ale także Unii Europejskiej. Zamysł ten był do tej pory intensywnie wspierany poprzez wprowadzenie zielonych certyfikatów, a także wsparcie finansowe inwestycji, środki Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, Wojewódzkich Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, fundusze UE, ulgi podatkowe oraz zniesienie akcyzy [9, 10, 11]. Dane statystyczne, jakimi posłużono się w analizie, pozyskano z raportu *Statistical Review of World Energy* [12].

W tablicy 1 oraz na rysunku 1 przedstawiono poziom światowej konsumpcji energii ze źródeł odnawialnych z podziałem na poszczególne regiony świata.



Rys. 1. Konsumpcja energii odnawialnej na świecie
Źródło: opracowanie własne na podstawie [12]

Tablica 1

Konsumpcja energii pierwotnej ze źródeł odnawialnych na świecie

Region	Konsumpcja, Mtoe	Udział w światowej konsumpcji, %
Ameryka Północna	227	19
Ameryka Południowa i Środkowa	177	15
UE	202	17
Afryka	30	3
Środkowy Wschód	6	0
Azja Pacyficzna	436	36
Eurazja, pozostałe	118	10

Źródło: opracowanie własne na podstawie [12]

Największy, 36-procentowy poziom wykorzystania tego typu energii zauważa się w rejonie Azji Pacyficznej. Większość energii jest spożytkowana w Chinach oraz Indiach. W Unii Europejskiej jest to 17 %, głównie za sprawą takich krajów, jak: Niemcy, Hiszpania, Włochy oraz Wielka Brytania. Ameryka Północna swój 19-procentowy udział zawdzięcza przede wszystkim Stanom Zjednoczonym.

W okresie ostatnich 10 lat nastąpił gwałtowny wzrost wykorzystania energii odnawialnej. Wzrost ten wynosi około 60 % w skali światowej, 93 % w Unii Europejskiej oraz ponad 400 % w przypadku Polski (rys. 2).

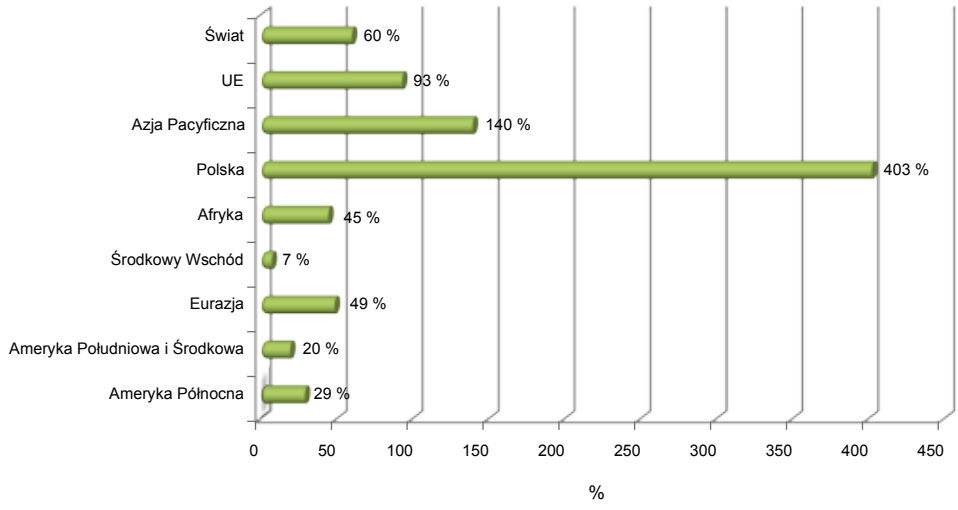
Największy udział w konsumpcji energii odnawialnej na świecie przypada na energię wodną – 73 %, najmniejszy na energię słoneczną – 4 % (rys. 3). W Polsce najczęściej wykorzystywanym odnawialnym źródłem energii jest biomasa – 49 %, natomiast najrzadziej korzysta się z energii słonecznej.

W Unii Europejskiej paliwa kopalne także stanowią podstawę wytwarzania energii pierwotnej, jednakże udział odnawialnych źródeł energii jest w tym wypadku dużo większy – z energetyką wodną na poziomie 5 % i wiatrową na poziomie 4 % (rys. 4).

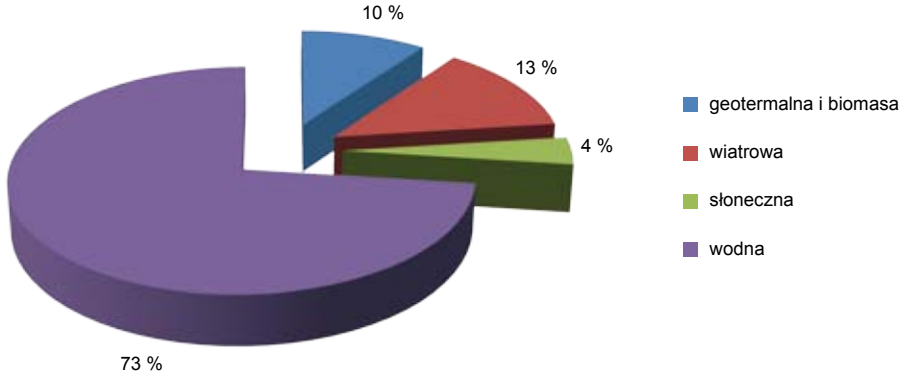
W skali światowej wyraźnie można zaobserwować przeważający udział paliw kopalnych – niecałe 90 %. W kategorii źródeł odnawialnych udział najistotniejszy ma energia wodna – 7 % (rys. 5).

Na podstawie pozyskanych wyników zmieszczonej analizy można stwierdzić, że:

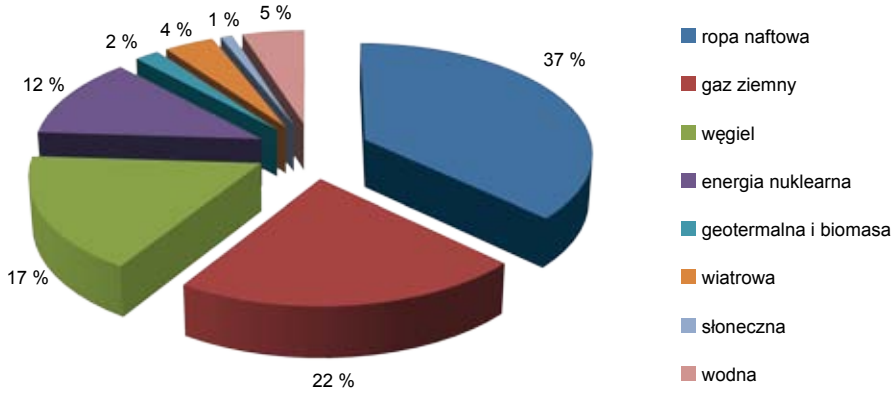
- na świecie można zaobserwować ciągły wzrost zapotrzebowania na energię od roku 1960;
- należy przewidywać, że trend charakterystyczny dla krajów wysoce rozwinięty zostanie również powielony w Polsce;



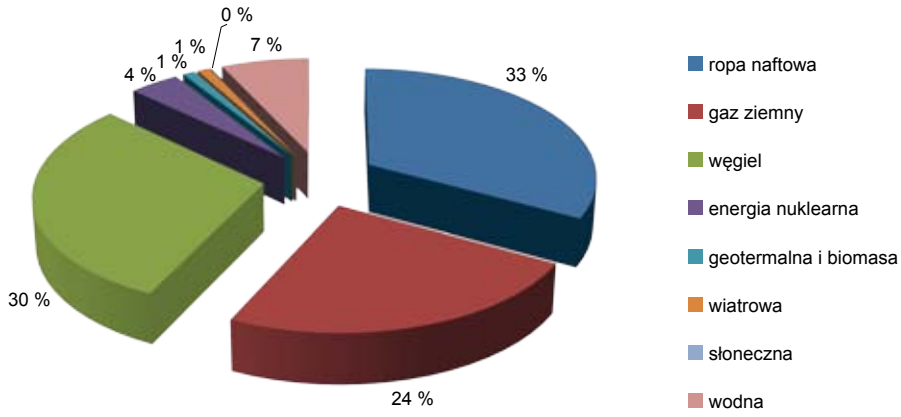
Rys. 2. Zmiany konsumpcji energii odnawialnej w ostatniej dekadzie
Źródło: opracowanie własne na podstawie [12]



Rys. 3. Struktura konsumpcji energii odnawialnej w roku 2014 na świecie
Źródło: opracowanie własne na podstawie [12]



Rys. 4. Konsumpcja energii pierwotnej w UE według paliwa w roku 2014
Źródło: opracowanie własne na podstawie [12]



Rys. 5. Konsumpcja energii pierwotnej na świecie według paliwa w roku 2014
Źródło: opracowanie własne na podstawie [12]

- na przestrzeni ostatnich 10 lat w Polsce zaobserwowano ogromny wzrost zapotrzebowania na energię pierwotną oraz energię pochodzącą ze źródeł odnawialnych; jednakże w związku z polityką Rządu odnośnie do Odnawialnych Źródeł Energii w najbliższych latach dynamika rozwoju odnawialnych źródeł energii może zostać zachwiana;
- wzrost zapotrzebowania na energię oraz spadek wykorzystania odnawialnych źródeł energii w naszym kraju wymaga zapełnienia powstającej luki niedoboru energetycznego. W związku z tym uwaga producentów energii skupi się w najbliższym czasie ponownie na węglu.

4. Prognoza zapotrzebowania na energię odnawialną

W rozdziale tym przedstawione zostały prognozy zapotrzebowania na energię odnawialną. Prognozy obejmują przedstawione w opracowaniu źródła energii odnawialnej. Do modelowania i prognozowania szeregów czasowych zastosowane zostały modele autoregresji oraz średniej ruchomej ARIMA. Wykorzystano dane historyczne, począwszy od roku 1960. Horyzont prognozy to rok 2024 w przypadku prognoz ogólnoświatowych i 2020 dla Polski, ponieważ wyznaczenie bardziej odległego horyzontu (np. 2050 r.) wpływałoby niekorzystnie na jakość prognozy.

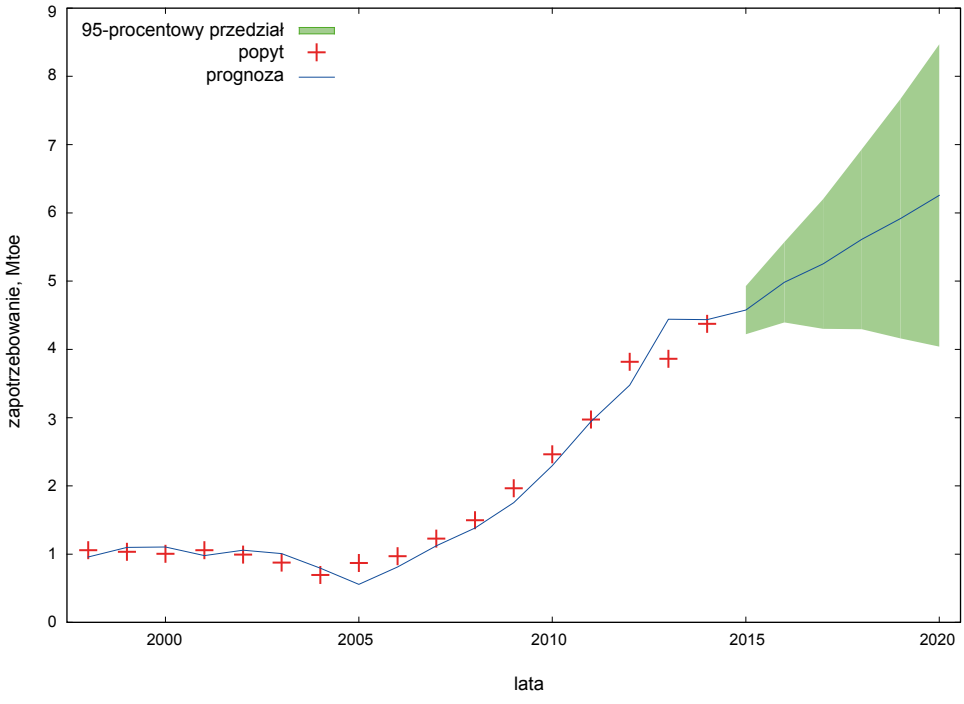
Wzrost zużycia energii odnawialnej w Polsce, UE i na świecie charakteryzuje się przebiegiem wykładniczym. Oznacza to, iż poziom zapotrzebowania na technologię OZE zmienia się wykładniczo. Początkowo technologie OZE rozwijały się stabilnie, według trendu liniowego, aby po roku 2000 zdynamizować niesamowicie tempo swej ekspansji. Spowodowane było to wzrostem poziomu inwestycji w odnawialne źródła energii, dopłatami, spadkiem cen niezbędnej technologii oraz wzrostem cen kopalnych nośników energii.

Prognoza utworzona do roku 2024 również potwierdza postawioną tezę. W stosunku do roku 2015 zużycie energii ze źródeł odnawianych w Eurazji wzrośnie o 60 %, a na świecie o około 50 %.

Jak wspomniano wcześniej w związku z obecną sytuacją w sektorze energii odnawialnej w Polsce w najbliższych latach można spodziewać się zmian udziału poszczególnych źródeł zielonej energii w krajowym miksie energetycznym. W roku 2016 w Polsce nie zarejestrowano jeszcze wyraźnego spadku udziału OZE w konsumpcji energii pierwotnej. Spadek wykorzystania zielonej energii wynosi w stosunku do roku 2015 niecały procent. Podsumowanie roku 2017 z całą pewnością wykaże pierwszy od ponad dekady znaczący spadek wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

Należy przewidywać, iż większe spadki pojawią się w najbliższych latach za sprawą nowej ustawy o OZE, ustawie ograniczającej budowę elektrowni wiatrowych, braku wsparcia dla hydroenergetyki.

Energia wiatru zostanie z całą pewnością sprowadzona na boczny tor miksu energetycznego w wyniku wprowadzania prawa hamującego rozwój inwestycji w tym zakresie. Jednakże wysoce prawdopodobne jest, iż energia ta zostanie zastąpiona przez inne źródło energii odnawialnej, które będzie promowane przez państwo. Największe pole do popisu ma tu biomasa. W związku z niejasną przyszłością zielonej energii należy zastosować w przypadku chęci przewidzenia przyszłego rozwoju tego zjawiska metody stosowane w turbulentnym otoczeniu. Wskazane jest zastosowanie tak zwanego planowania scenariuszowego [13]. Daje ono planiście możliwość przedstawienia kilku alternatywnych obrazów przyszłości. Na rysunku 6 przedstawiono prognozę wielkości zapotrzebowania na odnawialne źródła energii wraz z przedziałem ufności. Dzięki temu uzyskano zakres, w którym z 95-procentowym prawdopodobieństwem będzie leżała prognozowana



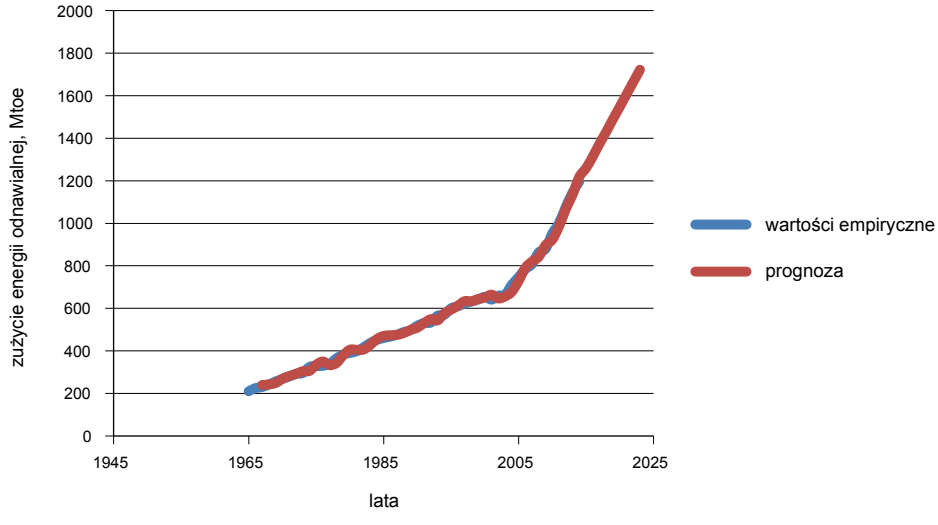
Rys. 6. Prognoza zużycia energii odnawialnej w Polsce do roku 2020, ARIMA (2,2,0)
Źródło: opracowanie własne

wielkość popytu. Dzięki temu zabiegowi scharakteryzować można trzy główne scenariusze rozwoju zjawiska w najbliższej przyszłości:

- najbardziej prawdopodobny (prognoza),
- optymistyczny,
- pesymistyczny.

Prognoza charakteryzuje się wysoką dokładnością. Błąd MAPE (średni absolutny błąd procentowy) wynosi w jej wypadku około 6 % (rys. 6). Jednakże pomimo wiarygodności samego modelu i pozyskanych wartości wyniki pozyskane zostały na bazie danych historycznych. Zgodnie z regułą podstawową prognozowania zakłada się, iż na zjawisko nadal będą wpływały te same czynniki, które kształtowały je w przeszłości. W związku z tym utworzony model jest prawidłowy i może zostać ekstrapolowany poza próbę.

Na rysunku 7 przedstawiono prognozę w skali światowej. Jeżeli tempo wzrostu produkcji oraz konsumpcji energii z odnawialnych źródeł zostanie utrzymane do roku 2024, to udział odnawialnych źródeł energii w produkcji



Rys. 7. Prognoza zużycia energii odnawialnej na świecie do roku 2024, ARIMA (1,2,0)
Źródło: opracowanie własne

Tablica 2

Zmiana wielkości prognozowanej w horyzoncie prognozy w odniesieniu do roku 2014 (świat)

Rok	Zmiana procentowa
2015	5 %
2016	10 %
2017	15 %
2018	20 %
2019	25 %
2020	29 %
2021	34 %
2022	39 %
2023	44 %
2024	49 %

Źródło: opracowanie własne

energii pierwotnej będzie wzrastał rocznie o około 5 % (tabl. 2). Jednak aby możliwe było spełnienie oczekiwań wobec OZE, konieczna będzie dalsza stymulacja ich rozwoju. Na spowolnienie tempa wpływ mają głównie Afryka i Środkowy Wschód.

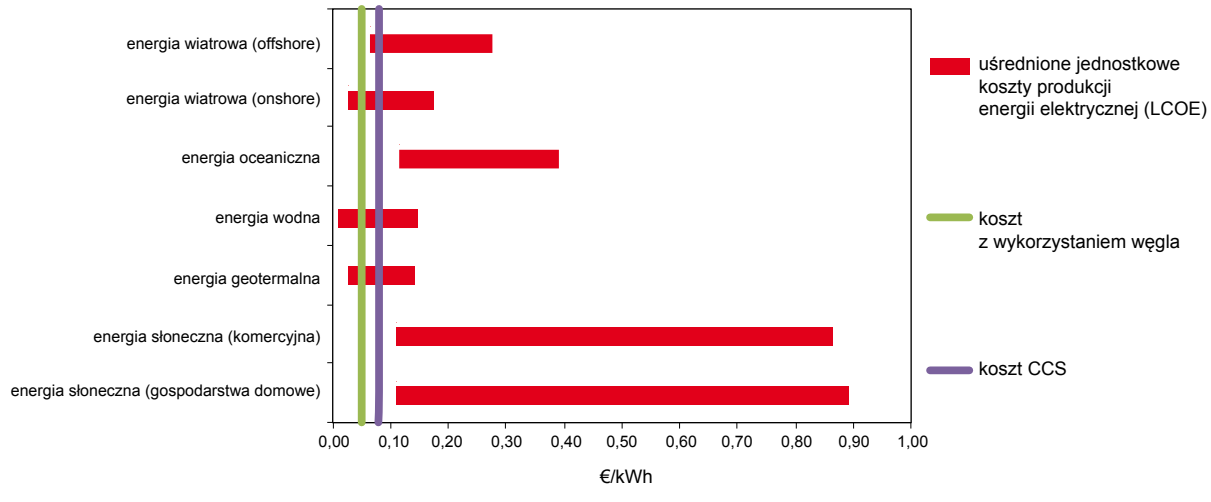
Analogiczna prognoza wielkości popytu na energię ze źródeł odnawialnych dla Polski wskazywała na 80-procentowe zużycie energii ze źródeł odnawianych.

Dotychczasowy trend rozwoju źródeł energii odnawialnej w Polsce był bardzo dynamiczny. Tempo było tu znacznie większe niż w skali światowej (średnio około 10 % rocznie do roku 2024). Dzięki tak dynamicznemu przyrostowi Polska byłaby w stanie spełnić oczekiwania stawiane przed odnawialnymi źródłami energii odnośnie do udziału w całkowitej produkcji energii pierwotnej (40 % wzrost do roku 2030). Wysoka efektywność energetyczna jest niezaprzeczalnym atutem, który może w przyszłości zaowocować możliwością pokrycia globalnego zapotrzebowania na energię przy wyłącznym udziale OZE. Pełen potencjał odnawialnych źródeł energii stukrotnie przewyższa aktualne, globalne zapotrzebowanie na energię.

5. Koszty stosowania technologii OZE

Na świecie około 50 % energii z OZE jest wykorzystywane do produkcji ciepła w gospodarstwach domowych oraz sektorze usługowym. Niewielka część zostaje spożytkowana w transporcie (około 2 % zużycia paliw to biopaliwa). Zasoby są oczywiście nieograniczone i teoretycznie mogłyby zaspokoić wszelkie przyszłe potrzeby, jednakże na dzień dzisiejszy koszty stosowania OZE są dużo wyższe niż konwencjonalnych źródeł energii. Dla poszczególnych źródeł poziom kosztów jest zróżnicowany. Niektóre źródła już w tej chwili są konkurencyjne pod względem ekonomicznym. Na rysunku 8 przedstawiono uśrednione jednostkowe koszty produkcji energii elektrycznej (LCOE). Na zielono oznaczona została wartość LCOE węgla. Zauważono, że koszty wytworzenia energii elektrycznej, energii wiatrowej (onshore), wodnej oraz geotermalnej już na dzień dzisiejszy mogą być niższe, niż te dla węgla.

Koszty są uzależnione od stosowanej technologii, regionalnych cen materiałów, urządzeń, wydajności, możliwości otrzymania dotacji oraz rabatów. Nawet identyczna technologia stosowana w różnych regionach świata może charakteryzować się odmiennym LCOE ze względu na koszty inwestycji i operacyjne. Na przestrzeni ostatnich lat koszt ten podlega tendencji spadkowej. Spodziewany postęp technologiczny i techniczny nadal będą pozytywnie wpływały na ten stan. Korzystny wpływ na poziom kosztów będą miały także efekty skali i wzrost poziomu walki konkurencyjnej pomiędzy producentami energii z różnych odnawialnych źródeł oraz dostęp do kadry o niezbędnych kompetencjach.



Rys. 8. Uśrednione jednostkowe koszty produkcji energii elektrycznej (LCOE)
Źródło: opracowanie własne na podstawie Renewable Energy and climate change [14]

6. Wzrost zapotrzebowania na energię a Czyste Technologie Węglowe

W związku z wysokimi kosztami wprowadzenia OZE w Polsce, odległym horyzontem czasowym realizacji inwestycji mogących zapewnić Polsce bezpieczeństwo energetyczne na podstawie źródeł odnawialnych oraz zmianą sytuacji na rynku OZE należy rozważyć możliwość zastosowania Czystych Technologii Węglowych. Rozumie się przez nie wszelkie rozwiązania o charakterze technologicznym, które mają za zadanie zwiększyć efektywność spalania, przetwarzania oraz wydobycia węgla kamiennego [15]. Konieczność podjęcia działań związanych z opracowaniem oraz wdrażaniem CTW podyktowana jest głównie rosnącym poziomem emisji gazów cieplarnianych. Można wyróżnić cztery główne podobszary CTW: wydobycie węgla, mechaniczna przeróbka węgla, transport, składowanie węgla, wykorzystanie węgla (w energetyce oraz przetwórstwo węgla) oraz zagospodarowanie „pozostałości" z wydobycia i wykorzystania węgla, czyli różnego rodzaju odpadów. Wprowadzenie wielu różnych technologii i rozwiązań, które można zaliczyć do CTW, pozwoliło na wyeliminowanie lub przynajmniej ograniczenie szkodliwego wpływu eksploatacji, przeróbki, przetwórstwa i utylizacji węgla na środowisko naturalne i zwiększenie ich skuteczności przy relatywnie niskich kosztach. W tych podobszarach tematycznych obserwuje się obecnie największą aktywność w zakresie opracowywania nowych CTW, zwłaszcza w odniesieniu do redukcji emisji CO_2. Jedne z najbardziej zaawansowanych prac badawczych obejmują obecnie również zgazowanie węgla, w tym zgazowanie w złożu. Zeroemisyjna produkcja energii z paliw kopalnych to jeden z najważniejszych obecnie nurtów badawczych. Istniejące rozwiązania w tym obszarze można podzielić na: technologie oczyszczania spalin, spalanie, w tym nadkrytyczne i ultranadkrytyczne lub w atmosferze wzbogaconej w tlen, wysokosprawne układy zgazowania węgla, biomasy i odpadów (IGCC) oraz zgazowanie podziemne, a także układy hybrydowe (wodór). Wykorzystanie wodoru jako źródła energii w połączeniu z separacją CO_2 pozwoli na rozwiązanie problemów związanych z bezpieczeństwem energetycznym, w tym globalnych zmian klimatycznych i zanieczyszczenia powietrza. Dlatego istotne jest wprowadzenie metod redukcji gazów cieplarnianych i pozyskiwania czystego wodoru, jak np. zgazowanie w połączeniu z innymi technikami [16]. Ponieważ konwencjonalne zgazowanie ma wiele wad, rozwiązaniem będzie zastosowanie UCG. Rozdzielanie złożonej mieszaniny gazów (H_2, CO, CO_2, CH_4, C_2H_6, N_2, O_2, H_2S itp.), z jakiej składa się syngaz, otrzymywanej dzięki podziemnemu zgazowaniu węgla kamiennego stanowi poważne wyzwanie, zwłaszcza separacja CO_2 i wodoru, który może być stosowany jako potencjalne źródło energii. Zapotrzebowanie na wodór oraz konieczność redukcji emisji gazów cieplarnianych, szczególnie CO_2 w ostatnich latach stale rosną, co uzasadnia potrzebę przeprowadzenia badań mających na celu udoskonalenie metod pozyskiwania wodoru i separacji CO_2. Wodór i CO_2 mogą być uzyskiwane za pomocą kilku technik, takich jak, adsorpcja zmiennociśnieniowa (PSA), destylacja kriogeniczna lub separacja membranowa. PSA i kriogeniczne metody destylacji są powszechnie wykorzystywane, ale niestety charakteryzują się wysoką energochłonnością. Techniki membranowe są uważane za jedne z najbardziej obiecujących technologii wytwarzania wodoru o wysokiej czystości i mogą stanowić atrakcyjną alternatywę dla tradycyjnych metod. Ponadto charakteryzują się one takimi zaletami, jak: łatwość obsługi, niski koszt inwestycji, niskie zużycie energii, opłacalność nawet przy niskich ilościach gazu [14]. Ogólnie, membrany służące do separacji wodoru i CO_2 można podzielić na dwa rodzaje – organiczne oraz nieorganiczne. Każda z tych grup ma swoje wady i zalety [17]. W celu wyeliminowania wad membran polimerowych (współzawodnictwo pomiędzy przepuszczalnością i selektywnością, ograniczona odporność chemiczna i termiczna, występowanie zjawiska pęcznienia membran) i nieorganicznych (wysokie koszty produkcji i regeneracji, niski współczynnik powierzchni do objętości) zamierzamy przeprowadzić badania nad zastosowaniem alternatywnych materiałów membranowych, takich jak membrany hybrydowe o mieszanej matrycy (MMMs). Stanowią one nową klasę materiałów membranowych, które posiadają znaczący potencjał w dziedzinie separacji membranowej. Materiały te są otrzymywane przez wprowadzenie wypełniaczy nieorganicznych, takich jak zeolity, węglowe sita molekularne, nanocząstki krzemionki, proszki magnetyczne, CNT itd. do matrycy polimerowej (polisulfon, polistyren, EC, PPO, PI, PDMS, PSF etc.) [18, 19, 20, 21]. Ich skuteczne zastosowanie jest uzależnione głównie od wyboru właściwej matrycy oraz nieorganicznego wypełniacza, jak i wzajemnego oddziaływania pomiędzy tymi dwoma fazami. Poza tym łączą one selektywność dodatków i łatwość wykonania membran polimerowych [22, 23]. Z informacji tych wynika, że separacja gazów z wykorzystaniem membran to prawdziwe wyzwanie i zaproponowanie nowych rozwiązań jest nieodzowne dla rozwoju technik separacji, szczególnie wodoru i CO_2.

7. Wnioski

Odnawialne źródła energii są promowane przez Unię Europejską, chociaż inwestycje dotyczące nowych projektów, czy rozbudowy sieci wymagają sporych nakładów finansowych, które zwróciłyby się w większości dopiero za kilkadziesiąt lat. Rozwiązania promujące OZE są wprowadzane w związku z koniecznością ochrony środowiska naturalnego oraz niebezpieczeństwem wyczerpania rezerw paliw kopalnych w ciągu najbliższych kilkudziesięciu lat. Podjęcie obecnie odpowiednich środków zaradczych na wypadek niemożności korzystania z konwencjonalnych źródeł energii zapewni wystarczający poziom podaży energii pierwotnej. Systematyczne uruchamianie mocy wytwórczych OZE zapobiegłoby nagłemu wzrostowi cen w okresie przejściowym i da możliwość dłuższego wykorzystywania paliw kopalnych. Jednakże w związku z niejasną sytuacją na rynku OZE oraz koniecznością podniesienia poziomu wykorzystania węgla kamiennego

konieczne jest zastosowanie technologii umożliwiających wyeliminowanie negatywnych skutków stosowania tego paliwa kopalnego. Równocześnie w dalszym ciągu bardziej opłacalne i efektywne jest pozyskanie energii za pomocą paliw kopalnych. OZE należy postrzegać jako zabezpieczenie na przyszłość, nie zaś jako faktor eliminujący paliwa kopalne. Jednak do czasu rozpowszechnienia OZE, w obliczu konieczności ograniczania emisji gazów cieplarnianych możliwe jest stosowanie technologii ograniczającej negatywny aspekt korzystania z paliw kopalnych. Czyste technologie węglowe stanowić mogą ogniwo spajające „erę węgla" z nadchodzącym czasem odnawialnych źródeł energii.

Literatura

1. *Skoczkowski T., Bielecki S., Baran Ł.*: Odnawialne źródła energii – problemy i perspektywy rozwoju w Polsce. Przegląd Elektrotechniczny 2016, nr 3
2. Jak fundusze europejskie wspierają inwestycje zagraniczne. Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2012
3. *Pronińska K., Księżopolski K., Sulowska A.*: Odnawialne źródła energii w Polsce. Wybrane problemy bezpieczeństwa, polityki, administracji. Dom Wydawniczy Elipsa, Warszawa 2013
4. *Lewandowski W.M.*: Proekologiczne odnawialne źródła energii. WNT, Warszawa 2006
5. Energia ze źródeł odnawialnych w 2014 r. Informacje i opracowania statystyczne GUS, Warszawa 2015
6. *Manowska A., Rybak A.*: Przyszłość węgla kamiennego w Polsce na tle pozostałych nośników energii. Wiadomości Górnicze 2017, nr 3
7. *Rybak A., Manowska A.*: Przyszłość gazu ziemnego jako substytutu węgla w aspekcie bezpieczeństwa energetycznego Polski. Wiadomości Górnicze 2017, nr 3
8. Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r. z późniejszymi zmianami (DzU z 2006, nr 89, poz. 625 ze zm.)
9. *Laganowska Z.*: Ulgi podatkowe dla inwestycji w odnawialne źródła energii. Globenergia 2012, nr 2
10. The promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal market. Directive 2001/77/EC of the European Parliament and the Council, Brussels 2001
11. *Cziomer E.*: Międzynarodowe bezpieczeństwo energetyczne w XXI wieku. Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2008
12. http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html (dostęp 08.02.2017)
13. *Borodako K.*: Foresight w zarządzaniu strategicznym. Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2009
14. Renewable Energy and climate change, Special report of the Intergovernmental Panel On Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change, Genewa 2011
15. *Wnukowski D.*: Czyste technologie węglowe: zielony impuls dla polskiego sektora energetycznego. Polski Instytut Spraw Międzynarodowych, Biuletyn 32 (1144)
16. *Adhikari S., Fernando S.*: Hydrogen Membrane Separation Techniques. Industrial & Engineering Chemistry Research 2006, No 45
17. *Kluiters S.C.*: Status review on membrane systems for hydrogen separation. Energy Center of The Netherlands, Petten 2004
18. *Tran A., Kruczek B.*: Development and characterization of homopolymers and copolymers from the family of polyphenylene oxides. Journal of Applied Polymer Science 2007, No 106, p. 2140
19. *Villaluenga J.P.G., Seoane B., Hradil J., Sysel P.*: Gas permeation characteristics of heterogeneous ODPA-BIS P polyimide membranes at different temperatures. Journal of Membrane Science 2007, No 305
20. *Kreuer K.D.*: On the development of proton conducting polymer membranes for hydrogen and methanol fuel cells. Journal of Membrane Science 2001, No 185
21. *Rybak A., Grzywna Z.J., Sysel P.*: Mixed matrix membranes composed of various polymer matrices and magnetic powder for air separation. Separation and Purification Technology 2013, No 118
22. *Goh P.S., Ismail A.F., Sanip S.M., Ng B.C., Aziz M.*: Recent advances of inorganic fillers in mixed matrix membrane for gas separation. Separation and Purification Technology 2011, No 81
23. *Vu D.Q., Koros W.J., Miller S.J.*: Mixed matrix membranes using carbon molecular sieves: I. Preparation and experimental results. Journal of Membrane Science 2003, No 211


International
IMF Mining Forum
24.02-2.03.2019
KRAKÓW, Hotel QUBUS
IGSMIE PAN i AGH w Krakowie
zapraszają do udziału
w międzynarodowej konferencji IMF 2019 o tematyce:
- Nowe techniki i technologie w górnictwie
- Nowe techniki i technologie w przeróbce surowców
- Geometan – Metan z pokładów węgla jako surowiec mineralny
- Przemysł 4.0 – kopalnia zintegrowana
Informacje szczegółowe pod numerem 12 632 13 24 oraz wkrótce na stronie: www.imf.net.pl


ELPLAST+
POLIETYLENOWE ROZWIĄZANIA
DLA GÓRNICTWA
Złącza Victaulic
do rur z HDPE
Rynny okapowe
PE-NP-AS
Rury opancerzone
PE-NP-AS typu PE-GG
ELPLAST+ Sp. z o.o. / ul. Niepodległości 8/ 44-336 Jastrzębie-Zdrój/ www.elplastplus.pl


DAMEL®
www.damel.com.pl
tel. 0048 32 262 32 31
fax 0048 32 264 10 12
Maszyny elektryczne


we know how
www.gig.eu
Główny Instytut Górnictwa
GIG

dr hab. inż. KATARZYNA STANIENDA-PILECKI
Politechnika Śląska, Gliwice

Produkcja górnicza podstawowych surowców mineralnych na świecie i w Polsce w 2016 roku

1. Wstęp

Rok 2016, podobnie jak lata poprzednie, charakteryzował się znacznymi zmianami w wielkości produkcji surowców mineralnych. W przeciwieństwie jednak do roku poprzedniego, w przypadku wielu surowców mineralnych, aż w 29, odnotowano zmiany o charakterze spadkowym, natomiast zmiany o charakterze wzrostowym tylko w przypadku 15 surowców, a w przypadku pięciu surowców – złota, diamentów naturalnych, chromitu, tantalu i magnezytu – wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku. Ograniczenie wydobycia surowców mineralnych jest prawdopodobnie związane z rozwojem w ostatnich latach recyclingu. Daje to możliwość pozyskiwania surowców z odpadów, ze złóż antropogenicznych, co powoduje zmniejszenie wydobycia surowców mineralnych ze złóż pierwotnych, przyczyniając się zarazem do ich ochrony.

Rok 2016, podobnie jednak jak lata poprzednie, charakteryzował się pozyskiwaniem większości surowców mineralnych w państwach Azji, Afryki i Ameryki Łacińskiej, które często zajmują trzy pierwsze pozycje w czołówce światowej. Wśród krajów Azji nadal dominują Chiny, czołowy eksporter i importer wielu surowców mineralnych. W czołówce światowych producentów wielu surowców utrzymują się też w dalszym ciągu kraje takie, jak: USA, Rosja, Australia, Kanada, RPA, Turcja i Peru, a także Brazylia, Chile, Indie, Meksyk i Kongo. W czołówce światowej obecne są też nadal: Niemcy, Grecja, Ukraina, Białoruś, Hiszpania, Maroko, Rwanda, Mozambik, Botswana, Sierra Leone, Kenia, Birma, Madagaskar, Boliwia, Argentyna, Kolumbia, Arabia Saudyjska, Iran, Japonia, Kazachstan, Uzbekistan, Tadżykistan, Korea Płd., Mongolia, Kirgizja, Filipiny oraz Indonezja.

W niniejszym artykule scharakteryzowano trendy zaobserwowane w 2016 roku, w produkcji górniczej podstawowych surowców mineralnych na świecie. Przedstawiono również czołowych producentów wraz z wielkością produkcji. Dane te zestawiono w tablicy 1. Z uwagi na pozyskanie informacji z materiałów opublikowanych w 2017 roku, niektóre z danych, prezentujących wielkość produkcji surowców mineralnych w roku 2016, to wartości szacunkowe.

Adres do korespondencji:
e-mail: katarzyna.stanienda-pilecki@polsl.pl

2. Charakterystyka produkcji

2.1. Metale i kamienie szlachetne

2.1.1. Złoto [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, według najnowszych danych [2, 11], wielkość produkcji złota utrzymała się na poziomie z roku 2015 – 3 100 t. Wzrost pozyskiwania tego metalu wystąpił w Chinach, z 450 t (2015 r.) do 455 t (2015 r.), natomiast w Australii i Rosji wielkość produkcji spadła, w Australii, z 278 t (2015 r.) do 270 t (2016 r.), a w Rosji, z 252 t (2015 r.) do 250 t (2016 r.). Czwarte miejsce w czołówce światowej zajmują nadal USA (wielkość produkcji w 2016 r. – 209 t), piąte – Kanada (wielkość produkcji w 2016 r. – 170 t), szóste – Peru (wielkość produkcji w 2016 r. – 150 t), siódme – RPA (wielkość produkcji w 2016 r. – 140 t), a ósme – Meksyk (wielkość produkcji w 2016 r. – 125 t).

W Polsce wielkość produkcji złota, pozyskanego z rud miedzi, wzrosła, z 0,2703 t (2015 r.) do 0,402 t (2016 r.).

Cena złota, w 2016 r., wynosiła 1270 USD za uncję (1 uncja = 31,103496 g).

2.1.2. Srebro [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, według najnowszych danych [2, 11], wzrosła wielkość produkcji srebra, z 25 100 t (2015 r.) do 27 000 t. Wzrost ten był efektem zwiększenia wydobycia srebra u czołowych producentów. W Meksyku wielkość produkcji wzrosła, z 5 370 t (2015 r.) do 5 600 t (2016 r.), w Peru, z 3 850 t (2015 r.) do 4 100 t (2015 r.), a w Chinach, z 3 100 t (2015 r.) do 3 600 t (2016 r.). Czwarte miejsce wśród czołowych producentów srebra zajmuje obecnie Chile (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 500 t), piąte – wspólnie Australia i Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 400 t), szóste – Boliwia (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 300 t), a siódme – USA (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 100 t). W Polsce, w 2016 roku, wielkość pozyskiwania srebra nieznacznie spadła, z 1 407 t (2015 r.) do 1 191 t.

Cena srebra rafinowanego, w 2016 r., wynosiła 19,62 USD za uncję (1 uncja = 31,103496 g).

Produkcja górnicza podstawowych surowców mineralnych

Grupa surowców mineralnych	Rodzaj surowców mineralnych	Jednostka miary	Wielkość produkcji ogółem	Czołowi producenci i wielkość ich produkcji						Wielkość produkcji w Polsce
				1		2		3		
Metale i kamienie szlachetne	złoto	t	3100	Chiny	455	Australia	270	Rosja	250	0,402*
	srebro	t	27 000	Meksyk	5 600	Peru	4 100	Chiny	3 600	1 191*
	platyna i platynowce	t	380	RPA	193	Rosja	105	Kanada	32	0,174*
	diamenty naturalne	10^6 kr	57	Rosja	18	Australia	13	Kongo	11	-
Metale kolorowe	miedź	10^3 t	19 400	Chile	5 500	Peru	2 300	Chiny	1 740	536
	cynk	10^3 t	11 900	Chiny	4 500	Peru	1 300	Australia	850	61
	cyna (koncentrat)	10^3 t	280	Chiny	100	Indonezja	55	Birma	33	-
	ołów	10^3 t	4 820	Chiny	2 400	Australia	500	USA	335	17
	kadm	t	23 000	Chiny	7 400	Korea Płd.	4 500	Japonia	1 900	500**
	rtęć	t	4 500	Chiny	4 000	Meksyk	300	Kirgizja i Peru	po 40	-
	ind	t	655	Chiny	290	Korea Płd.	195	Japonia	70	-
	ren (z molibdenu)	kg	47 200	Chile	26 000	USA	7 600	Polska	7 000	7 000
Metale lekkie lub ich rudy	boksyt (ruda glinu)	10^3 t	262 000	Australia	82 000	Chiny	65 000	Brazylia	34 500	-
	magnez	10^3 t	1 010	Chiny	880	Rosja	60	Izrael	25	-
	beryl	t	220	USA	190	Chiny	20	Madagaskar	5	-
	tytan (gąbka)	t	170	Chiny	60	Japonia	54	Rosja	38	-
	rutyl naturalny (TiO_2)	10^3 t	743	Australia	350	Sierra Leone	120	Ukraina	90	-
	ilmenit ($FeTiO_3$)	10^3 t	5 860	RPA	1 300	Chiny	800	Australia	720	-
Metale staliwne lub ich rudy	ruda żelaza	10^6 t	2 230	Australia	825	Brazylia	391	Chiny	353	-
	nikiel	10^3 t	2 250	Filipiny	500	Rosja	256	Kanada	255	2,74*
	ruda manganu	10^3 t	16 000	RPA	4 700	Chiny	3 000	Australia	2 500	-
	chromit (ruda chromu)	10^3 t	30 400	RPA	14 000	Kazachstan	5 500	Turcja	3 500	-
	kobalt	t	123 000	Kongo	66 000	Chiny	7 700	Kanada	7 300	-
	molibden	t	227 000	Chiny	90 000	Chile	52 000	USA	31 600	-
	wolfram (koncentrat)	t	86 400	Chiny	71 000	Wietnam	6 000	Rosja	2 600	-
	tantal (Ta_2O_5)	t	1 100	Kongo	450	Rwanda	300	Brazylia	115	-
	niob (Nb_2O_5)	t	64 000	Brazylia	58 000	Kanada	5 800	Pozostali producenci	200	-

2.1.3. Platyna i platynowce [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, charakteryzował się spadkiem wielkości produkcji platyny i platynowców, z 405 t (2015 r.) do 380 t [2, 11]. Najnowsze dane wskazują [2, 11], że w roku tym, wielkość produkcji platyny spadła, ze 189 t (2015 r.) do 172 t (2016 r.), a palladu, z 216 t (2015 r.) do 208 t (2016 r.). Spadek wielkości produkcji platyny i platynowców był wynikiem zmniejszenia pozyskiwania tych metali szlachetnych głównie w RPA, z 222 t (2015 r.) do 193 t (2016 r.). W Rosji i w Kanadzie, wielkość produkcji wzrosła, w Rosji, ze 103 t (2015 r.) do 105 t (2015 r.), a w Kanadzie, z 28,6 t (2015 r.) do 31 t (2015 r.). Miejsce czwarte w czołówce światowej zajmuje nadal Zimbabwe (wielkość produkcji w 2016 r. – 23 t), a piąte – USA (wielkość produkcji w 2015 r. – 17,1 t). W Polsce, w 2016 roku, wielkość pozyskiwania platyny i platynowców z rud miedzi, nieznacznie wzrosła, z 0,1372 t (2014 r.) do 0,174 t.

W 2016 roku, cena platyny wynosiła 1 000 USD za uncję, palladu – 615 USD za uncję, rodu – 670 USD za uncję, irydu – 575 USD za uncję, a rutenu – 42 USD za uncję (1 uncja = 31,103496 g).

2.1.4. Diamenty naturalne [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, według najnowszych danych [2, 11], charakteryzował się brakiem zmian wielkości produkcji diamentów przemysłowych, która utrzymała się na poziomie z 2015 r. – 57 mln kr. Brak zmian był efektem utrzymania się wydobycia diamentów, na poziomie z 2015 r., w Rosji – 18 mln kr i w Australii – 13 mln kr. W Kongo, wielkość produkcji spadła, z 13 mln kr (2015 r.) na 11 mln kr (2016 r.). Czwartą pozycję w czołówce światowej zajmuje nadal Botswana (wielkość produkcji w 2016 r. – 6 mln kr), piątą – RPA (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 mln kr), a szóstą – Zimbabwe (wielkość produkcji w 2016 r. – 2 mln kr).

W 2016 roku, cena diamentów przemysłowych wynosiła 16,80 USD za karat (1 karat/kr = 0,200 g).

na świecie i w Polsce w 2016 roku

Grupa surowców mineralnych	Rodzaj surowców mineralnych	Jednostka miary	Wielkość produkcji ogółem	Czołowi producenci i wielkość ich produkcji						Wielkość produkcji w Polsce
				1		2		3		
Surowce energetyczne	węgiel kamienny	10^6 t	5 500	Chiny	3 210	Indie	708	USA	683	66,484
	węgiel brunatny	10^6 t	1 960,4	Niemcy	171,5	Indonezja	163	Australia	68[a]	60,273
	ropa naftowa	10^3 bbl/dzień	92 150	USA	12 354	Arabia Saudyjska	12 349	Rosja	11 227	20,104
	gaz ziemny	10^9 m^3	3 551,6	USA	750	Rosja	628	Iran	190	5,073
Surowce nuklearne	uran	10^3 t	64,574	Kazachstan	24,29	Kanada	14,697	Australia	6,057	-
	cyrkon (piaski cyrkononośne, 65-66 % ZrO_2+HfO_2)	10^3 t	1 460	Australia	550	RPA	400	Chiny	140	-
	ziemie rzadkie (REO)	t	126 000	Chiny	105 000	Australia	14 000	Rosja	3 000	-
Surowce chemiczne	fosfaty (fosforyty i apatyt)	10^3 t	261 000	Chiny	138 000	Maroko i Sahara Zachodnia	30 000	USA	27 800	-
	potas (K_2O)	10^3 t	39 000	Kanada	10 000	Rosja	6 500	Białoruś	6 400	-
	sól kamienna	10^6 t	255	Chiny	58	USA	42	Indie	19	4,079
	siarka rodzima	10^6 t	69,3	USA	9,78	Chiny	8,8	Rosja	6,7	0,645
	gips	10^6 t	263	Chiny	130	Iran	16	USA	15,5	0,898
	kaolin	10^3 t	37 000	USA	5 700	Indie	4 800	Niemcy	4 300	299,83
	antymon	t	130 000	Chiny	100 000	Rosja	9 000	Tadżykistan	8 000	-
	fluoryt	10^3 t	6 400	Chiny	4 200	Meksyk	1 000	Mongolia	230	-
	baryt	10^3 t	7 140	Chiny	2 800	Indie	1 000	Maroko	700	-
	bor (B_2O_3)	10^3 t	9 400	Turcja	7 300	Kazachstan	510	Chile	500	-
	soda rodzima (trona)	10^3 t	53 600	USA	11 700	Turcja	1 900	Kenia	290	-
Surowce ogniotrwałe	perlit	10^3 t	4 600	Chiny	1 800	Grecja	1 100	Turcja	1000	-
	magnezyt	10^3 t	27 700	Chiny	19 000	Turcja	2 800	Rosja	1 350	78
	wermikulit	10^3 t	405	RPA	170	USA	100	Brazylia	70	-
	sillimanit, andaluzyt i cyanit	10^3 t	390	RPA	190[g]	USA	100[g,h,i]	Indie	65 [g,h,i]	-

Objaśnienia:
a – szacunkowo, b – za rok 2015, c – bastnasytu, d – z monacytu,
e – z tincalu i kernitu, f – z tincalu, colemanitu i ulexytu, g – andaluzyt,
h – cyanit, i – sillimanit, s – siarczan niklu,
kr – karat metryczny, tj. 0,2 g,
REO – *Rare Earth Oxides*, czyli ziemie rzadkie,
* metale współwystępujące w polskich rudach miedzi,
** metale współwystępujące w polskich rudach cynkowo-ołowiowych

2.2. Metale kolorowe

2.2.1. Miedź [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, wielkość produkcji miedzi wzrosła, z 19 100 tys. t (2015 r.) do 19 400 tys. t [2, 11]. Wzrost ten związany był ze zwiększeniem pozyskiwania tego metalu głównie w Peru, z 1 700 tys. t (2015 r.) do 2 300 tys. t (2016 r.) i w Chinach, z 1 710 tys. t (2015 r.) do 1 740 tys. t (2016 r.). W Chile odnotowano spadek wielkości produkcji, z 5 760 tys. t (2015 r.) do 5 500 tys. t (2016 r.). Miejsce czwarte wśród czołowych producentów zajmują nadal USA (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 410 tys. t), piąte – Australia (wielkość produkcji w 2016 r. – 970 tys. t), szóste – Kongo (wielkość produkcji w 2016 r. – 910 tys. t), siódme – Zambia (wielkość produkcji w 2016 r. – 740 tys. t), a ósme – Kanada (wielkość produkcji w 2016 r. – 720 tys. t).

W Polsce, która zajmuje jedenastą pozycję wśród czołowych producentów miedzi, wielkość produkcji wzrosła, z 479 tys. t (2015 r.) do 536 tys. t (2016 r.).

Cena miedzi, w 2016 r., wahała się od 216 do 220 centów amerykańskich za funt miedzi (1 lb – funt/*pound* = 0,453592 kg), w zależności od typu surowca.

2.2.2. Cynk [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, spadła wielkość produkcji cynku, z 12 800 tys. t (2015 r.) do 11 900 tys. t. Spadek ten, według najnowszych danych [2, 11], spowodowany był zmniejszeniem ilości pozyskiwania tego metalu głównie w Peru, z 1 420 tys. t (2015 r.) do 1 300 tys. t (2016 r.) i w Australii, z 1 600 tys. t (2015 r.) do 850 tys. t (2015 r.). W Chinach, wielkość produkcji cynku wzrosła, z 4 300 tys. t (2015 r.) do 4 500 tys. t (2016 r.). Miejsce czwarte

w czołówce światowej zajmują nadal USA (wielkość produkcji w 2016 r. – 780 tys. t), piąte – Meksyk (wielkość produkcji w 2016 r. – 710 tys. t), szóste – Indie (wielkość produkcji w 2016 r. – 650 tys. t), siódme – Boliwia (wielkość produkcji w 2016 r. – 460 tys. t), a ósme – Kazachstan (wielkość produkcji w 2016 r. – 340 tys. t).

W Polsce, wielkość produkcji cynku spadła, w 2016 roku, z 70 tys. t (2015 r.) do 61 tys. t.

Cena cynku, w 2016 r., wahała się od 92 do 99 centów amerykańskich za funt (1 lb – funt/*pound* = 0,453592 kg) cynku metalicznego, w zależności od pochodzenia surowca.

2.2.3. Cyna [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, według najnowszych danych [2, 11], charakteryzował się spadkiem wielkości produkcji cyny, z 289 tys. t (2015 r.) do 280 tys. t. Spadek ten związany był ze zmniejszeniem pozyskiwania tego metalu głównie w Chinach, ze 110 tys. t (2015 r.), do 100 tys. t (2016 r.) i w Birmie, z 34,3 tys. t (2015 r.) do 33 tys. t (2016 r.). Wzrost wielkości produkcji cyny odnotowano natomiast w Indonezji, z 52 tys. t (2015 r.) do 55 tys. t (2016 r.). Czwartą pozycję w czołówce światowych producentów cyny zajmuje obecnie Brazylia (wielkość produkcji w 2016 r. – 26 tys. t), piątą – Boliwia (wielkość produkcji w 2016 r. – 20 tys. t), szóstą – Peru (wielkość produkcji w 2016 r. – 18 tys. t), siódmą – Australia (wielkość produkcji w 2016 r. – 7 tys. t), a ósmą – Wietnam (wielkość produkcji w 2016 r. – 5,4 tys. t).

Cena cyny, w 2016 r., wahała się od 745 do 770 centów amerykańskich za funt (1 lb – funt/*pound* = 0,453592 kg) cyny rafinowanej.

2.2.4. Ołów [1, 2, 6, 11]

W roku 2016, spadła też ponownie wielkość produkcji ołowiu, z 4 950 tys. t (2015 r.) do 4 820 tys. t. Według najnowszych danych [2, 11], spadek ten spowodowany był obniżeniem wydobycia głównie w Australii, z 652 tys. t (2015 r.) do 500 tys. t (2016 r.) i w USA, z 367 tys. t (2015 r.) do 335 tys. t (2016 r.). W Chinach, wielkość produkcji wzrosła, z 2340 tys. t (2015 r.) do 2400 tys. t (2016 r.). Czwarte miejsce w czołówce światowych producentów ołowiu zajmuje nadal Peru (wielkość produkcji w 2015 r. – 310 tys. t), piąte – Meksyk (wielkość produkcji w 2016 r. – 250 tys. t), szóste – Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 225 tys. t), siódme – Indie (wielkość produkcji w 2016 r. – 135 tys. t), a ósme – Boliwia (wielkość produkcji w 2016 r. – 80 tys. t).

W Polsce, która zajmuje obecnie wraz z RPA trzynaste miejsce w czołówce światowych producentów ołowiu, wielkość pozyskiwania tego surowca spadła, w porównaniu z 2015 rokiem, z 37 tys. t do 17 tys. t.

Cena ołowiu, w 2016 r., wahała się od 81 do 90 centów amerykańskich za funt (1 lb – funt/*pound* = 0,453592 kg) ołowiu rafinowanego.

2.2.5. Kadm [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, charakteryzował się spadkiem wielkości produkcji kadmu, z 23 200 t (2015 r.) do 23 000 t [2, 11]. Spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania tego surowca głównie w Chinach, z 7 600 t (2015 r.) do 7 400 t (2016 r.) oraz w Japonii, z 1960 t (2015 r.) do 1 900 t (2016 r.). W Korei Południowej, odnotowano wzrost wielkości produkcji, z 4 200 t (2015 r.) do 4 500 t (2016 r.). Pozycję czwartą w czołówce światowych producentów kadmu zajmuje obecnie Kazachstan (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 500 t), piątą – Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 350 t), szóstą – Meksyk (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 250 t), siódmą – Kanada (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 140 t), a ósmą – Peru (wielkość produkcji w 2016 r. – 760 t). W Polsce, która zajmuje obecnie dziesiątą pozycję w czołówce światowej, w 2016 roku, ilość kadmu, pozyskanego z rud cynkowo-ołowiowych, spadła, z 630 t (2015 r.) do 500 t.

Cena kadmu, w 2016 r., wynosiła 1,30 USD za kilogram kadmu metalicznego.

2.2.6. Rtęć [1, 2, 6, 11]

W przypadku rtęci, według najnowszych danych [2, 11], wielkość produkcji, w 2016 roku, wzrosła, z 3 270 t (2015 r.) do 4 500 t. Wzrost ten, był efektem zwiększenia pozyskiwania rtęci w Chinach, z 2 800 t (2015 r.) do 4 000 t (2016 r.) i w Peru, z 35 t (2015 r.) do 40 t (2016 r.). Peru wraz z Kirgizją zajmują obecnie trzecie miejsce w czołówce światowych producentów rtęci. W Meksyku, który zajmuje pozycję drugą, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 r. – 300 t. Czwartą pozycję wśród czołowych producentów rtęci zajmuje obecnie Tadżykistan (wielkość produkcji w 2016 r. – 30 t).

Cena rtęci, w 2016 r., wynosiła 1400 USD za flaszkę (1 flaszka = około 34,47 kg).

2.2.7. Ind [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, to kolejny rok niekorzystny dla produkcji indu, której wielkość spadła, z 759 t (2015 r.) do 655 t. Spadek ten, podobnie jak w roku poprzednim, związany był ze zmniejszeniem pozyskiwania tego surowca głównie w Chinach, z 350 t (2015 r.) do 290 t (2016 r.). W Korei Południowej i Japonii, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 r., w Korei Południowej – 195 t, a w Japonii – 70 t. Czwarte miejsce w czołówce światowych producentów indu zajmuje nadal Kanada (wielkość produkcji w 2016 r. – 65 t), piąte – Belgia (wielkość produkcji w 2016 r. – 25 t), a szóste – wspólnie Peru i Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 5 t).

Cena indu, w 2016 r., wahała się od 240 do 340 USD za kilogram.

2.2.8. Ren [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, według najnowszych danych [2, 11], charakteryzował się też spadkiem wielkości produkcji

renu, z 49 400 kg (2015 r.) do 47 200 kg. Spadek ten, spowodowany był zmniejszeniem pozyskiwania tego metalu głównie w USA, z 7 900 kg (2015 r.) do 7 600 kg (2016 r.) i w Polsce, z 8 900 kg (2015 r.) do 7 000 kg (2016 r.). W Chile, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 r. – 26 000 kg. Czwartą pozycję wśród czołowych producentów renu zajmują obecnie Chiny (wielkość produkcji w 2016 r. – 2 400 kg), piątą – wspólnie Uzbekistan i Kazachstan Armenia (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 000 kg), a szóstą – Armenia (wielkość produkcji w 2016 r. – 350 kg).

W 2016 roku, cena renu wynosiła od 2 000 do 2 600 USD za kilogram, w zależności od rodzaju surowca.

2.3. Metale lekkie lub ich rudy

2.3.1. Boksyt [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, odnotowano również spadek wielkości produkcji boksytu, z 293 000 tys. t (2015 r.) do 262 000 tys. t. Według najnowszych danych [2, 11], spadek ten związany był ze zmniejszeniem wydobycia boksytów u mniejszych producentów. Wielkość produkcji wzrosła natomiast w Australii, z 80 900 tys. t (2015 r.) do 82 000 tys. t (2016 r.) i w Brazylii, z 33 900 tys. t (2015 r.) do 34 500 tys. t (2016 r.), a w Chinach utrzymała się na poziomie z 2015 r. – 65 000 tys. t. Czwarte miejsce wśród czołowych producentów boksytów zajmują obecnie Indie (wielkość produkcji w 2016 r. – 25 000 tys. t), piąte – Gwinea (wielkość produkcji w 2016 r. – 19 700 tys. t), szóste – Jamajka (wielkość produkcji w 2016 r. – 8 500 tys. t), siódme – Rosja (wielkość produkcji w roku 2016 – 5 400 tys. t), a ósme – Kazachstan (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 600 tys. t).

Cena boksytu, w 2016 r., wynosiła 360 USD za tonę.

2.3.2. Magnez [1, 2, 6, 11, 21]

Rok 2016, według najnowszych danych [2, 11], charakteryzował się wzrostem wielkości produkcji magnezu, z 972 tys. t (2015 r.) do 1 010 tys. t. Wzrost ten był efektem zwiększenia wydobycia magnezu głównie w Chinach, z 852 tys. t (2015 r.) do 880 tys. t (2016 r.) i w Izraelu, z 19 tys. t (2015 r.) do 25 tys. t (2016 r.). W Rosji, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 r. – 60 tys. t. Czwarte miejsce w czołówce światowych producentów magnezu zajmuje obecnie Brazylia (wielkość produkcji w 2016 r. – 15 tys. t), piąte – wspólnie Kazachstan i Korea Płd. (wielkość produkcji w 2016 r. – 10 tys. t), szóste – Ukraina (wielkość produkcji w 2016 r. – 8 tys. t), a siódme – Turcja (wielkość produkcji w 2016 r. – 6 tys. t).

Cena magnezu, w 2016 r., wynosiła 2 400 USD za tonę metryczną (1 tona metryczna/*metric ton* = 1 000 kg).

2.3.3. Beryl [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, charakteryzował się spadkiem wielkości produkcji berylu, z 230 t (2015 r.) do 220 t. Spadek ten, według najnowszych danych [2, 11], związany był ze zmniejszeniem pozyskiwania berylu głównie w USA, z 205 t (2015 r.) do 190 t (2016 r.). W Chinach i na Madagaskarze, wielkość produkcji berylu utrzymała się na poziomie z 2015 r., w Chinach – 20 t, a na Madagaskarze – 5 t.

Cena berylu, w 2016 r., wynosiła, podobnie jak w roku poprzednim – 231 USD za funt (1 lb – funt/*pound* = 0,453592 kg).

2.3.4. Tytan [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, charakteryzował się wzrostem wielkości produkcji tytanu, ze 160 t (2015 r.) do 170 t. Według najnowszych danych [2, 11], wzrost ten związany był ze zwiększeniem pozyskiwania tytanu głównie w Japonii, z 42 t (2015 r.) do 54 t (2016 r.). W Chinach i Rosji, wielkość produkcji spadała, w Chinach, z 62 t (2015 r.) do 60 t (2016 r.), a w Rosji, z 40 t (2015 r.) do 38 t (2016 r.). Na miejscu czwartym, wśród czołowych producentów tytanu, znajduje się nadal Kazachstan (wielkość produkcji w 2016 r. – 9 t), na piątym – Ukraina (wielkość produkcji w 2016 r. – 7,7 t), a na szóstym – Indie (wielkość produkcji w 2016 r. – 0,5 t).

Cena tytanu, w 2016 r., wynosiła 8,05 USD za kilogram.

2.3.5. Rutyl [1, 2, 6, 11]

Według najnowszych danych [2, 11], w 2016 roku, wielkość produkcji rutylu spadła, z 760 tys. t (2015 r.) do 743 tys. t. Spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania tego surowca głównie w Australii, z 380 tys. t (2015 r.) do 350 tys. t (2016 r.). Wzrost produkcji odnotowano natomiast w Sierra Leone, ze 113 tys. t (2015 r.) do 120 tys. t (2016 r.). Na trzecią pozycję w czołówce światowych producentów rutylu wysunęła się Ukraina, gdzie wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 r. – 90 tys. t. Na miejscu czwartym znajduje się obecnie Kenia (wielkość produkcji w 2016 r. – 80 tys. t), na piątym – RPA (wielkość produkcji w 2016 r. – 65 tys. t), na szóstym – Indie (wielkość produkcji w 2016 r. – 18 tys. t), a na siódmym – Madagaskar (wielkość produkcji w 2016 r. – 5 tys. t).

Cena rutylu, w 2016 r., wynosiła 725 USD za tonę metryczną (1 tona metryczna/*metric ton* = 1000 kg).

2.3.6. Ilmenit [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, odnotowano również spadek wielkości produkcji ilmenitu, z 6 190 tys. t (2015 r.) do 5 860 tys. t [2, 11]. Według najnowszych danych [2, 11], spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania ilmenitu głównie w Chinach, z 850 tys. t (2015 r.) do 800 tys. t (2016 r.). W RPA, która zajmuje obecnie pierwsze miejsce w czołówce światowych producentów ilmenitu, wielkość produkcji wzrosła, z 1 280 tys. t (2015 r.) do 1 300 tys. t (2016 r.), natomiast w Australii, utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 720 tys. t. Miejsce czwarte w czołówce światowej zajmuje obecnie Mozambik (wielkość produkcji w 2016 r. – 490 tys. t), piąte – Kanada (wielkość produkcji

w 2016 r. – 475 tys. t), szóste – Ukraina (wielkość produkcji w 2016 r. – 350 tys. t), siódme – Wietnam (wielkość produkcji w 2016 r. – 300 tys. t), a ósme – Kenia (wielkość produkcji w 2016 r. – 280 tys. t).

Cena ilmenitu, w 2016 r., wynosiła 105 USD za tonę metryczną (1 tona metryczna/*metric ton* = 1000 kg).

2.4. Metale staliwne lub ich rudy

2.4.1. Ruda żelaza [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, według najnowszych danych, wystąpił też ponowny spadek wielkości produkcji rudy żelaza, z 2 280 mln t (2015 r.) do 2 230 mln t [2, 11]. Spadek ten związany był ze zmniejszeniem wydobycia rudy żelaza głównie w Brazylii, z 397 mln t (2015 r.) do 391 mln t (2016 r.) i w Chinach, z 375 mln t (2015 r.) do 353 mln t (2016 r.). W Australii, wielkość produkcji wzrosła, z 817 mln t (2015 r.) do 825 mln t (2016 r.). Czwartą pozycję w czołówce światowej zajmują nadal Indie (wielkość produkcji w 2016 r. – 160 mln t), piątą – Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 100 mln t), szóstą – RPA (wielkość produkcji w 2016 r. – 60 mln t), siódmą – Ukraina (wielkość produkcji w 2016 r. – 58 mln t), a ósmą – Kanada (wielkość produkcji w 2016 r. – 48 mln t).

Cena rudy żelaza, w 2016 r., wynosiła 82,41 USD/mtu (*metric ton unit* = 1 % składnika w tonie).

2.4.2. Nikiel [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, charakteryzował się również spadkiem wielkości produkcji niklu, z 2 280 tys. t (2015 r.) do 2 250 tys. t. Spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania tego metalu głównie na Filipinach, z 554 tys. t (2015 r.) do 500 tys. t (2016 r.) i w Rosji, z 269 tys. t (2015 r.) do 256 tys. t (2016 r.). W Kanadzie, wielkość produkcji wzrosła, z 235 tys. t (2015 r.) do 255 tys. t (2016 r.). Czwartą pozycję wśród czołowych producentów niklu zajmuje obecnie Australia (wielkość produkcji w 2016 r. – 206 tys. t), piątą – Nowa Kaledonia (wielkość produkcji w 2016 r. – 205 tys. t), szóstą – Indonezja (wielkość produkcji w 2016 r. – 168,5 tys. t), siódmą – Brazylia (wielkość produkcji w 2016 r. – 142 tys. t), a ósmą – Chiny (wielkość produkcji w 2016 r. – 90 tys. t).

W Polsce, w 2016 roku, ilość, pozyskanego z rud miedzi, niklu wzrosła, z 0,2967 tys. t (2014 r.) do 2,74 tys. t.

Cena niklu, w 2016 r., wynosiła 9 298 USD za tonę metryczną niklu (1 tona metryczna/*metric ton* = 1 000 kg).

2.4.3. Ruda manganu [1, 2, 6, 11]

Najnowsze dane wskazują, że w 2016 roku, spadła też wielkość produkcji rudy manganu, z 17 500 tys. t (2015 r.) do 16 000 tys. t [2, 11]. Spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania tego surowca głównie w RPA, z 5 900 tys. t (2015 r.) do 4 700 tys. t (2016 r.). W Australii, odnotowano wzrost wielkości produkcji, z 2 450 tys. t (2015 r.) do 2 500 tys. t (2016 r.), a w Chinach, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 3 000 tys. t. Czwartą pozycję w czołówce światowych producentów manganu zajmuje nadal Gabon (wielkość produkcji w 2016 r. – 2 000 tys. t), piątą – Brazylia (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 100 tys. t), szóstą – Indie (wielkość produkcji w 2016 r. – 950 tys. t), siódmą – Ghana (wielkość produkcji w 2016 r. – 480 tys. t), a ósmą – Ukraina (wielkość produkcji w 2016 r. – 320 tys. t).

Cena rudy manganu, w 2016 r., wahała się od 3,10 do 3,38 USD/mtu (*metric ton unit* = 1 % składnika w tonie).

2.4.4. Chromit [1, 2, 6, 11]

Najnowsze dane wskazują [2, 11], że w przypadku chromitu, w 2016 roku, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z poprzedniego roku – 30 400 tys. t. Brak zmian związany był z utrzymaniem wydobycia chromitu na dotychczasowym poziomie u większości czołowych producentów: w RPA – 14 000 tys. t (2015 r.), a w Turcji – 3 500 tys. t. Nieznaczny wzrost wielkości produkcji odnotowano jedynie w Kazachstanie, z 5 490 tys. t (2015 r.) do 5 500 tys. t (2016 r.). Czwartą pozycję w czołówce światowych producentów chromitu zajmują nadal Indie (wielkość produkcji w roku 2016 r. – 3 200 tys. t). Odnotowano natomiast ogólny spadek wielkości produkcji łącznie u pozostałych producentów, z 4 220 tys. t (2015 r.) do 4 200 tys. t (2016 r.).

Cena chromitu, w 2016 r., wynosiła 200 USD za tonę metryczną rudy chromu oraz 10 866 USD za tonę metryczną metalu (1 tona metryczna/*metric ton* = 1 000 kg).

2.4.5. Kobalt [1, 2, 6, 11]

Najnowsze dane wskazują, że w 2016 roku, spadła też nieznacznie wielkość produkcji kobaltu, ze 126 000 t (2015 r.) do 123 000 t [2, 11]. Spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania kobaltu głównie u mniejszych producentów. Wzrost wielkości produkcji wystąpił natomiast w Kongo, z 63 000 t (2015 r.) do 66 000 t (2016 r.) i w Kanadzie, z 6 900 t (2015 r.) do 7 300 t (2016 r.). W Chinach wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 7 700 t. Miejsce czwarte w czołówce światowych producentów kobaltu zajmuje obecnie Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 6 200 t), piąte – Australia (wielkość produkcji w 2016 r. – 5 100 t), szóste – Zambia (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 600 t), siódme – Kuba (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 200 t), a ósme – Filipiny (wielkość produkcji w 2016 r. – 3 500 t).

Cena kobaltu, w 2016 r., wynosiła od 11,50 do 11,90 USD za funt kobaltu metalicznego (1 lb − funt/*pound* = 0,453592 kg).

2.4.6. Molibden [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, zgodnie z najnowszymi danymi [2, 11], spadła ponownie wielkość produkcji molibdenu, z 235 000 t (2015 r.) do 227 000 t. Spadek ten związany

był ze zmniejszeniem pozyskiwania tego metalu głównie w Chile, z 52 600 t (2015 r.) do 52 000 t (2016 r.) i w USA, z 47 400 t (2015 r.) do 31 600 t (2016 r.). W Chinach, odnotowano wzrost wielkości produkcji, z 83 000 t (2015 r.) do 90 000 t (2016 r.). Pozycję czwartą wśród czołowych producentów molibdenu zajmuje nadal Peru (wielkość produkcji w 2016 r. – 20 000 t), piątą – Meksyk (wielkość produkcji w 2016 r. – 12 300 t), szóstą – Armenia (wielkość produkcji w 2016 r. – 7 000 t), siódmą – Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 500 t), a ósmą – Iran (wielkość produkcji w 2016 r. – 3 500 t).

Cena molibdenu, w 2016 r., wynosiła 14,50 USD za kilogram tlenku molibdenu.

2.4.7. Wolfram [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, odnotowano również spadek wielkości produkcji wolframu, z 89 400 t (2015 r.) do 86 400 t [2, 11]. Spadek ten związany był ze zmniejszeniem pozyskiwania wolframu głównie w Chinach, z 73 000 t (2015 r.) do 71 000 t (2016 r.). W Wietnamie, wielkość produkcji wzrosła, z 5 600 t (2015 r.) do 6 000 t (2016 r.), a w Rosji, utrzymała się na poziomie z 2015 r. – 2 600 t. Pozycję czwartą w czołówce światowej zajmuje obecnie Boliwia (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 400 t), piątą – Austria (wielkość produkcji w 2016 r. – 860 t), szóstą – Hiszpania (wielkość produkcji w 2016 r. – 800 t), siódmą – Rwanda (wielkość produkcji w 2016 r. – 770 t), a ósmą – Wielka Brytania (wielkość produkcji w 2016 r. – 700 t).

Cena wolframu, w 2016 r., wynosiła 142 USD za mtu (*metric ton unit* = 10 kg składnika w tonie) WO_3.

2.4.8. Tantal [1, 2, 6, 11]

Najnowsze dane wskazują [2, 11], że wielkość produkcji tantalu, w 2016 roku, podobnie jak w roku poprzednim, utrzymała się na dotychczasowym poziomie – 1 100 t. Związane to było z brakiem zmian w pozyskiwaniu tantalu u większości producentów. Jedynie w Kongo, wielkość produkcji tantalu wzrosła, z 350 t (2015 r.) do 450 t (2016 r.), a w Rwandzie spadła, z 410 t (2015 r.) do 300 t (2016 r.). Miejsce czwarte w czołówce światowych producentów tantalu zajmują nadal Chiny (wielkość produkcji w 2016 r. – 60 t).

Cena tantalu, w 2016 r., wynosiła 193 USD za funt koncentratów tantalitu (1 lb − funt/*pound* = 0,453592 kg).

2.4.9. Niob [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, charakteryzował się, według najnowszych danych [2, 11], także nieznacznym spadkiem wielkości produkcji niobu, z 64 300 t (2015 r.) do 64 000 t. Spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania niobu głównie u mniejszych producentów. W tym przypadku ogólna wielkość produkcji spadła, z 570 t (2015 r.) do 200 t (2016 r.). W Kanadzie, wielkość produkcji wzrosła, z 5 750 t (2015 r.) do 5 800 t (2016 r.), a w Brazylii, utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 58 000 t.

Cena niobu, w 2016 r., wynosiła, 20 USD za kilogram żelazoniobu.

2.5. Surowce energetyczne

2.5.1. Węgiel kamienny [1, 3, 4, 5, 6, 8, 13, 14, 17, 19, 20, 22]

W 2016 roku, ponownie, kolejny raz, spadła gwałtownie wielkość produkcji węgla kamiennego, z 6 901,3 mln t (2015 r.) do 5 500 mln t. Spadek ten związany był ze zmniejszeniem wydobycia tego surowca u czołowych producentów. W Chinach, wielkość produkcji spadła, z 3 527,2 mln t (2015 r.) do 3 210 mln t (2016 r.), a w USA, z 812,8 mln t (2015 r.) do 683 mln t (2016 r.). W Indiach, które wysunęły się na drugie miejsce w czołówce światowych producentów węgla kamiennego, wielkość produkcji wzrosła, z 691,3 mln t (2015 r.) do 708 mln t (2016 r.). Czwartą pozycję w czołówce światowej zajmuje nadal Australia (wielkość produkcji w 2016 r. – 509 mln t), piątą – Indonezja (wielkość produkcji w 2016 r. – 459 mln t), szóstą – Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 359 mln t), siódmą – RPA (wielkość produkcji w 2016 r. – 250 t), a ósmą – Niemcy (wielkość produkcji w 2016 r. – 177 t).

W Polsce, która obecnie zajmuje dziewiątą pozycję wśród światowych producentów węgla kamiennego, w 2016 r. nastąpił wzrost wielkości produkcji, z 65,07 mln t (2015 r.) do 66,484 mln t.

Cena węgla kamiennego, w roku 2016, wahała się od 85 do 105 USD za tonę węgla energetycznego i od 93 do 130 USD za tonę węgla koksowego.

2.5.2. Węgiel brunatny [1, 3, 5, 6, 8, 12, 13, 14, 18, 19, 22]

Rok 2016 charakteryzował się wzrostem produkcji węgla brunatnego, z 807,4 mln t (2015 r.) do 1 960,4 mln t. Wzrost ten był efektem zwiększenia wydobycia tego surowca głównie w Indonezji, z 60 mln t (2015 r.) do 163 mln t (2016 r.), która wysunęła się na drugie miejsce w czołówce światowej i w Australii, z 65,4 mln t (2015 r.) do 68 mln t (2016 r.). W Niemczech odnotowano spadek wydobycia węgla brunatnego, ze 178,1 mln t (2015 r.) do 171,5 mln t (2016 r.). Pozycję czwartą w czołówce światowych producentów węgla brunatnego zajmuje obecnie Polska (spadek wielkości produkcji, z 63,1 mln t w 2015 r. do 60,273 mln t w 2016 r.), piątą – Turcja (wielkość produkcji w 2016 r. – 50,9 mln t), szóstą – Czechy (wielkość produkcji w 2016 r. – 38,5 mln t), siódmą – Grecja (wielkość produkcji w 2016 r. – 32,6 mln t), ósmą – Bułgaria (wielkość produkcji w 2016 r. – 31,2 mln t). W USA i Rosji odnotowano znaczący spadek wydobycia węgla brunatnego, wskutek czego kraje te zajmują dalsze, poza pierwszą ósemką, pozycje w czołówce światowych producentów tego surowca.

Cena węgla brunatnego w Polsce, w 2016 roku, wahała się od 155 do 800 zł za tonę, w zależności od jakości i pochodzenia surowca.

2.5.3. Ropa naftowa [1, 6, 14, 23]

W 2016 roku, odnotowano ponownie wzrost wielkości wydobycia ropy naftowej, z 91 670 bbl/dzień (2015 r.) do 92 150 bbl/dzień. Wzrost ten był wynikiem zwiększenia wydobycia ropy naftowej głównie w Arabii Saudyjskiej, z 12 014 bbl/dzień (2015 r.) do 12 349 bbl/dzień (2016 r.) i w Rosji, z 10 980 bbl/dzień (2015 r.) do 11 227 bbl/dzień (2016 r.). W USA, wielkość produkcji tego surowca spadła, z 12 704 bbl/dzień (2015 r.) do 12 354 bbl/dzień (2016 r.). Czwarte miejsce w czołówce światowych producentów ropy naftowej zajmuje obecnie Iran (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 600 bbl/dzień), piąte – Irak (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 465 bbl/dzień), szóste – Kanada (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 460 bbl/dzień), siódme – Zjednoczone Emiraty Arabskie (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 073 bbl/dzień), a ósme – Chiny (wielkość produkcji w 2016 r. – 3 999 bbl/dzień).

W Polsce, w 2016 r., wielkość produkcji ropy naftowej wzrosła, z 17,98 bbl/dzień (2015 r.) do 20,104 bbl/dzień.

Cena ropy naftowej, w 2016 r., wahała się od 41,19 do 44,54 USD za baryłkę (1 baryłka/*barrel* − bbl = 0,137 t, w zależności od rodzaju i pochodzenia surowca.

2.5.4. Gaz ziemny [1, 6, 9, 14, 24]

W 2016 roku, odnotowano wzrost wielkości produkcji gazu ziemnego, z 3 538,6 mld m^3 (2015 r.) do 3 551,6 mld m^3. Wzrost ten był efektem zwiększenia wydobycia gazu ziemnego głównie w Rosji, z 573,3 mld m^3 (2015 r.) do 628 mld m^3 (2016 r.). W USA i Iranie obniżono wydobycie gazu ziemnego, w USA, z 767,3 mld m^3 (2015 r.) do 750 mld m^3 (2016 r.), a w Iranie, ze 192,5 mld m^3 (2015 r.) do 190 mld m^3 (2016 r.). Czwarte miejsce wśród czołowych producentów gazu ziemnego zajmuje nadal Katar (wielkość produkcji w 2016 r. – 167 mld m^3), piąte – Kanada (wielkość produkcji w 2016 r. – 165 mld m^3), szóste – Chiny (wielkość produkcji w 2016 r. – 137 mld m^3), siódme – Norwegia (wielkość produkcji w 2016 r. – 120 mld m^3), a ósme – Algieria (wielkość produkcji w 2016 r. – 97 mld m^3).

W Polsce, w roku 2016, wielkość pozyskanego gazu spadła, z 5,214 mld m^3 (2015 r.) do 5,073 mld m^3.

Cena gazu ziemnego, w 2016 r., wahała się, od około 2,49 do około 6,94 USD za 1 000 m^3, w zależności od pochodzenia surowca i metody jego dostawy.

2.6. Surowce nuklearne

2.6.1. Uran [6, 7, 10]

Rok 2016, charakteryzował się wzrostem wielkości produkcji uranu, z 60,514 tys. t (2015 r.) do 64,574 tys. t. Wzrost ten był efektem zwiększenia pozyskiwania tego surowca u czołowych producentów. W Kazachstanie, wielkość produkcji wzrosła, z 23,8 tys. t (2015 r.) do 24,29 tys. t (2016 r.), w Kanadzie, z 13,325 tys. t (2015 r.) do 14,697 tys. t (2016 r.), a w Australii, z 5,672 tys. t (2015 r.) do 6,057 tys. t (2016 r.). Czwartą pozycję wśród czołowych producentów uranu zajmuje nadal Niger (wielkość produkcji w 2016 r. – 4,146 tys. t), piątą – Namibia (wielkość produkcji w 2016 r. – 3,315 tys. t), szóstą – Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 3,137 tys. t), siódmą – Uzbekistan (wielkość produkcji w 2016 r. – 2,404 tys. t), a ósmą – Chiny (wielkość produkcji w 2016 r. – 1,616 tys. t).

Cena uranu (U_3O_8), w 2016 r., wynosiła 27,7 USD za funt U_3O_8 (1 lb − funt/*pound* = 0,453592 kg).

2.6.2. Cyrkon [1, 2, 6, 11]

Rok 2016 nie był korzystny dla produkcji cyrkonu, której wielkość ponownie spadła, według najnowszych danych [2, 11], z 1 520 tys. t (2015 r.) do 1 460 tys. t. Spadek ten spowodowany był zmniejszeniem pozyskiwania tego surowca głównie w Australii, z 567 tys. t (2015 r.) do 550 tys. t (2016 r.). W RPA, wielkość produkcji wzrosła, z 380 tys. t (2015 r.) do 400 tys. t (2016 r.), a w Chinach, utrzymała się na poziomie z 2015 r. – 140 tys. t. Czwarte miejsce w czołówce światowych producentów cyrkonu zajmuje nadal Indonezja (wielkość produkcji w 2016 r. – 110 tys. t), piąte – Mozambik (wielkość produkcji w 2016 r. – 55 tys. t), szóste – Senegal (wielkość produkcji w 2016 r. – 50 tys. t) a siódme – Indie (wielkość produkcji w 2016 r. – 40 tys. t).

Cena koncentratu cyrkonu, w 2016 r., wahała się od 918 do 1 000 USD za tonę metryczną (1 tona metryczna/*metric ton* = 1 000 kg), w zależności od pochodzenia surowca.

2.6.3. Pierwiastki ziem rzadkich [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, wielkość produkcji ziem rzadkich również spadła, ze 130 000 t (2015 r.) do 126 000 t. Spadek ten spowodowany był zaniechaniem eksploatacji ziem rzadkich w USA oraz zmniejszeniem pozyskiwania tych surowców u mniejszych producentów. W Australii i Rosji odnotowano wzrost wielkości produkcji, w Australii, z 12 000 t (2015 r.) do 14 000 t (2016 r.), a w Rosji, z 2 800 t (2015 r.) do 3 000 t (2016 r.). W Chinach, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 105 000 t. Czwarte miejsce w czołówce światowych producentów ziem rzadkich zajmują obecnie Indie (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 700 t), piąte – Brazylia (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 100 t), szóste – Tajlandia (wielkość produkcji w 2016 r. – 800 t), a siódme – wspólnie Malezja i Wietnam (wielkość produkcji w 2016 r. – 300 t).

Cena pierwiastków ziem rzadkich, w 2016 r., wynosiła od 5 do 6 USD/kg mieszanki metali, 2 USD za kg tlenku ceru, od 183 do 186 USD za kg tlenku dysprozu, od 62 do 70 USD za kg tlenku europu, 2 USD za kg tlenku lantanu, od 38 do 40 USD za kg tlenku neodymu i od 410 do 425 USD za kg tlenku terbu.

2.7. Surowce chemiczne

2.7.1. Fosfaty [1, 2, 6, 11]

Rok 2016 charakteryzował się wzrostem wielkości produkcji fosfatów, z 241 000 tys. t (2015 r.) do 261 000 tys. t. Wzrost ten, według najnowszych danych [2, 11], był efektem zwiększenia wydobycia tego surowca u czołowych producentów. W Chinach wielkość produkcji wzrosła, ze 120 000 tys. t (2015 r.) do 138 000 tys. t (2016 r.), w Maroku i Saharze Zachodniej, z 29 000 tys. t (2015 r.) do 30 000 tys. t (2016 r.), a USA, z 27 400 tys. t (2015 r.) do 27 800 tys. t (2016 r.). Czwartą pozycję w czołówce światowych producentów fosfatów zajmuje nadal Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 11 600 tys. t), piątą – Jordania (wielkość produkcji w 2016 r. – 8 300 tys. t), szóstą – Brazylia (wielkość produkcji w 2016 r. – 6 500 tys. t) siódmą – Egipt (wielkość produkcji w roku 2016 – 5 500 tys. t), a ósmą – wspólnie Peru i Arabia Saudyjska (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 000 tys. t).

Cena fosfatów, w 2016 r., wynosiła 77,00 USD za tonę.

2.7.2. Potas [1, 2, 6, 11]

W przypadku potasu, według najnowszych danych [2, 11], w 2016 roku, wielkość produkcji spadła, z 40 700 tys. t (2015 r.) do 39 000 tys. t. Spadek ten, był efektem zmniejszenia pozyskiwania potasu u czołowych producentów. W Kanadzie, wielkość produkcji spadła, z 11 400 tys. t (2015 r.) do 10 000 tys. t (2016 r.), w Rosji, z 6 990 tys. t (2015 r.) do 6 500 tys. t (2016 r.), a na Białorusi, z 6 470 tys. t (2015 r.) do 6 400 tys. t (2016 r.). Czwarte miejsce w czołówce światowych producentów potasu zajmują nadal Chiny (wielkość produkcji w 2016 r. – 6 200 tys. t), piąte – Niemcy (wielkość produkcji w 2016 r. – 3 100 tys. t), szóste – Jordania (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 400 tys. t), siódme – Izrael (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 300 tys. t), a ósme – Chile (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 200 tys. t).

Cena potasu (K_2O), w 2016 r., wynosiła 360 USD za tonę K_2O.

2.7.3. Sól kamienna [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, spadła wielkość produkcji soli kamiennej, z 271 mln t (2015 r.) do 255 mln t [2, 11]. Spadek ten, zgodnie z najnowszymi danymi [2, 11], związany był ze zmniejszeniem wydobycia soli kamiennej głównie w Chinach, z 70 mln t (2015 r.) do 58 mln t (2016 r.) i w USA, z 45 mln t (2015 r.) do 42 mln t (2016 r.). W Indiach, wielkość produkcji wzrosła, z 17 mln t (2015 r.) do 19 mln t (2016 r.). Miejsce czwarte w czołówce światowych producentów soli kamiennej zajmują obecnie Niemcy (wielkość produkcji w 2016 r. – 12,5 mln t), piąte – Australia (wielkość produkcji w 2016 r. – 12 mln t), szóste – Chile (wielkość produkcji w 2016 r. – 11 mln t), siódme – Meksyk (wielkość produkcji w 2016 r. – 10,5 mln t), a ósme – Kanada (wielkość produkcji w 2015 r. – 10 mln t).

W Polsce, która zajmuje obecnie piętnaste miejsce w czołówce światowej, wielkość produkcji soli kamiennej spadła, z 4,2 mln t (2015 r.) do 4,079 mln t (2016 r.).

Cena soli kamiennej, w 2016 roku, wahała się od 9,40 do 190 USD za tonę, w zależności od rodzaju surowca.

2.7.4. Siarka [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, według najnowszych danych [2, 11], wystąpił również nieznaczny spadek wielkości produkcji siarki rodzimej, z 69,4 mln t (2015 r.) do 69,3 mln t. Spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania tego surowca głównie w Rosji, z 6,72 mln t (2015 r.) do 6,7 mln t (206 r.). W USA, wielkość produkcji wzrosła, z 9,54 mln t (2015 r.) do 9,78 mln t (2016 r.), a w Chinach, utrzymała się na poziomie z 2015 r. – 8,8 mln t. Czwartą pozycję wśród czołowych producentów siarki rodzimej zajmuje nadal Kanada (wielkość produkcji w roku 2016 – 5,5 mln t), piątą – Arabia Saudyjska (wielkość produkcji w 2016 r. – 4,9 mln t), szóstą – Niemcy (wielkość produkcji w 2016 r. – 3,8 mln t), siódmą – Japonia (wielkość produkcji w 2016 r. – 3,3 mln t), a ósmą – Kazachstan (wielkość produkcji w 2016 r. – 2,8 mln t).

W Polsce, która obecnie zajmuje dwudzieste pierwsze miejsce w czołówce światowych producentów siarki rodzimej, wielkość produkcji siarki w roku 2016 roku spadła, z 0,98 mln t (2015 r.) do 0,645 mln t.

Cena siarki, w 2016 r., wynosiła 78,00 USD za tonę siarki elementarnej.

2.7.5. Gips [1, 2, 6, 11]

Według najnowszych danych [2, 11], 2016 rok charakteryzował się wzrostem wielkości produkcji gipsu, z 261 mln t (2015 r.) do 263 mln t. Wzrost ten był efektem zwiększenia wydobycia tego surowca głównie w USA, z 15,2 mln t (2015 r.) do 15,5 mln t (2016 r.), które wysunęły się na trzecie miejsce w czołówce światowych producentów gipsu. W Chinach i Iranie, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 r., w Chinach – 130 mln t, w Iranie – 16 mln t. Czwartą pozycję, w czołówce światowych producentów gipsu, zajmują obecnie Turcja (wielkość produkcji w 2016 r. – 13 mln t), piątą – Tajlandia (wielkość produkcji w 2016 r. – 12 mln t), szóstą – Włochy (wielkość produkcji w 2016 r. – 8,6 mln t), siódmą – Hiszpania (wielkość produkcji w 2016 r. – 7 mln t), a ósmą – Oman (wielkość produkcji w 2016 r. – 6,5 mln t).

W Polsce, która zajmuje nadal miejsce w trzeciej dziesiątce czołowych, światowych producentów gipsu, wielkość produkcji gipsu wzrosła, z 0,882 mln t (2015 r.) do 0,898 mln t (2016 r.).

Cena gipsu, w 2016 r., wahała się od 9 do 31 USD za tonę metryczną (1 tona metryczna/*metric ton* = 1 000 kg), w zależności od rodzaju surowca.

2.7.6. Kaolin [1, 2, 6, 11]

Najnowsze dane wskazują, że w 2016 roku, wystąpił też ponownie wzrost wielkości produkcji kaolinu, z 36 400 tys. t (2015 r.) do 37 000 tys. t. Wzrost ten był efektem zwiększenia wydobycia tego surowca głównie w Indiach, z 4 770 tys. t (2015 r.) do 4 800 tys. t (2016 r.). W USA, odnotowano spadek wydobycia kaolinu, z 5 990 tys. t (2015 r.) do 5 710 tys. t (2016 r.), natomiast w Niemczech, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 4 300 tys. t. Czwarte miejsce wśród światowych producentów kaolinu zajmują obecnie Czechy (wielkość produkcji w 2016 r. – 3 500 tys. t), piąte – Chiny (wielkość produkcji w 2016 r. – 3 200 tys. t), szóste – Turcja (wielkość produkcji w 2016 r. – 2 000 tys. t), siódme – Brazylia (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 800 tys. t), a ósme – Iran (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 500 tys. t). W Polsce, wielkość produkcji kaolinu, w 2016 r., wzrosła, z 286,65 tys. t (2015 r.) do 299,83 tys. t.

Cena kaolinu, w 2016 r., wynosiła 132 USD za tonę.

2.7.7. Antymon [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, spadła ponownie wielkość produkcji antymonu, ze 142 000 t (2015 r.) do 130 000 t. Spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania tego surowca głównie w Chinach, ze 110 000 t (2015 r.) do 100 000 t (2016 r.). W Rosji i Tadżykistanie wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 r., w Rosji – 9 000 t, w Tadżykistanie – 8 000 t. Miejsce czwarte, w czołówce światowych producentów antymonu, zajmuje nadal Boliwia (wielkość produkcji w 2016 r. – 4 000 t), piąte – Australia (wielkość produkcji w 2016 r. – 3 500 t), szóste – Birma (wielkość produkcji w 2016 r. – 3 000 t), siódme – Turcja (wielkość produkcji w 2016 r. – 2 500 t), a ósme – Wietnam (wielkość produkcji w 2016 r. – 1 000 t).

Cena antymonu, w 2016 r., wynosiła 300 centy amerykańskie za funt metalu (1 lb − funt/*pound* = 0,453592 kg).

2.7.8. Fluoryt [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, odnotowano również spadek wielkości produkcji fluorytu, z 6 670 tys. t (2015 r.) do 6 400 tys. t [2, 11]. Według najnowszych danych [2, 11], spadek ten był efektem zmniejszenia wydobycia fluorytu u czołowych producentów. W Chinach wielkość produkcji spadła, z 4 400 tys. t (2015 r.) do 4 200 tys. t (2016 r.), w Meksyku, z 1 030 tys. t (2015 r.) do 1 000 tys. t (2016 r.), a w Mongolii, z 231 tys. t (2015 r.) do 230 tys. t (2016 r.). Czwartą pozycję w czołówce światowej zajmuje nadal RPA (wielkość produkcji w 2016 r. – 180 tys. t), piątą – Wietnam (wielkość produkcji w 2016 r. – 170 tys. t), szóstą – Kazachstan (wielkość produkcji w 2016 r. – 110 tys. t), siódmą – Hiszpania (wielkość produkcji w 2016 r. – 95 tys. t), a ósmą – Iran (wielkość produkcji w 2016 r. – 80 tys. t).

Cena fluorytu, w 2016 r., wahała się od 260 do 310 USD za tonę, w zależności od typu surowca.

2.7.9. Baryt [1, 2, 6, 11]

W przypadku barytu, w 2016 roku, wystąpił również spadek wielkości produkcji, z 7 410 tys. t (2015 r.) do 7 140 tys. t [2, 11]. Spadek ten był efektem zmniejszenia wydobycia głównie w Chinach, z 3 000 tys. t (2015 r.) do 2 800 tys. t (2016 r.) i w Maroku, z 1 000 tys. t (2015 r.) do 700 tys. t (2016 r.). W Indiach, wielkość produkcji wzrosła, z 700 tys. t (2015 r.) do 1000 tys. t (2016 r.).

Czwartą pozycję w czołówce światowych producentów barytu zajmuje obecnie Iran (wielkość produkcji w 2016 r. – 400 tys. t), piątą – USA (wielkość produkcji w 2016 r. – 316 tys. t), szóstą – Kazachstan (wielkość produkcji w 2016 r. – 300 tys. t), siódmą – wspólnie Meksyk i Turcja (wielkość produkcji w 2016 r. – 250 tys. t), a ósmą – Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 210 tys. t).

Cena barytu surowego (niewzbogaconego), w 2016 r., wynosiła 198 USD za tonę.

2.7.10. Bor [1, 2, 6, 11]

Najnowsze dane wskazują [2, 11], że rok 2016, charakteryzował się, wzrostem wielkości produkcji boru, z 9 370 tys. t (2015 r.) do 9 400 tys. t. Wzrost ten, związany był ze zwiększeniem pozyskiwania tego surowca głównie w Kazachstanie, z 500 tys. t (2015 r.) do 510 tys. t (2016 r.), który wysunął się na drugie miejsce w czołówce światowych producentów boru. W Turcji i Chile, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku, w Turcji – 7 300 tys. t, a w Chile – 500 tys. t.

Na miejscu czwartym, w czołówce światowych producentów boru, znajduje się obecnie Argentyna (wielkość produkcji w 2016 roku – 450 tys. t), na piątym – Peru (wielkość produkcji w 2016 roku – 240 tys. t), na szóstym – Chiny (wielkość produkcji w 2016 roku – 160 tys. t), na siódmym – Boliwia (wielkość w 2016 roku – 150 tys. t), a na ósmym – Rosja (wielkość produkcji w 2016 roku – 80 tys. t).

Cena boru, w 2016 roku, wynosiła 550 USD za tonę.

2.7.11. Soda rodzima [1, 2, 6, 11]

Soda rodzima to surowiec, którego całkowita wielkość produkcji ponownie wzrosła, w roku 2016, z 53 400 tys. t (2015 r.) do 53 600 tys. t [2, 11]. Wzrost ten był związany ze zwiększeniem wydobycia tego surowca głównie w USA, z 11 600 tys. t (2015 r.) do 11 700 tys. t (2016 r.). W Kenii, wielkość produkcji spadła, z 450 tys. t (2015 r.) do 290 tys. t (2016 r.), a w Turcji, utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 1 900 tys. t.

Pozycję czwartą w czołówce światowych producentów sody rodzimej zajmuje obecnie Botswana (wielkość produkcji w 2016 roku – 250 tys. t).

Cena sody rodzimej, w 2016 r., wynosiła 141 USD za tonę krótką (krótka tona/*short ton* = 907,185 kg), w zależności od pochodzenia surowca.

2.8. Surowce ogniotrwałe i izolacyjne

2.8.1. Perlit [1, 2, 6, 11]

W 2016 roku, odnotowano też ponownie wzrost wielkości produkcji perlitu, z 4 380 tys. t (2015 r.) do 4 600 tys. t [2, 11]. Wzrost ten był efektem zwiększenia pozyskiwania perlitu w Grecji z 1 000 tys. t (2015 r.) do 1 100 tys. t (2016 r.) i w Turcji, z 925 tys. t (2015 r.) do 1 000 tys. t (2016 r.). W Chinach, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 1 800 tys. t. Czwartą pozycję, w czołówce światowych producentów perlitu, zajmują obecnie USA (wielkość produkcji w 2016 r. – 473 tys. t), piątą – Iran (wielkość produkcji w 2016 r. – 60 tys. t), szóstą – Węgry (wielkość produkcji w 2016 r. – 40 tys. t), a siódmą – Meksyk (wielkość produkcji w 2016 r. – 30 tys. t).

Cena perlitu surowego, w 2016 r., wynosiła 61 USD za tonę.

2.8.2. Magnezyt [1, 2, 6, 11, 15, 16, 21]

Rok 2016, według najnowszych danych [2, 11], charakteryzował się brakiem zmian w wielkości produkcji magnezytu. Utrzymała się ona na poziomie z 2015 roku – 27 700 tys. t. Brak zmian był efektem utrzymania się wydobycia tego surowca, na poziomie z 2015 roku w Chinach – 19 000 tys. t i w Turcji – 2 800 tys. t. W Rosji, wielkość produkcji wzrosła z 1 300 tys. t (2015 r.) do 1 350 tys. t (2016 r.). Czwartą pozycję w czołówce światowych producentów magnezytu zajmuje nadal Austria (wielkość produkcji w 2016 r. – 750 tys. t), piątą – wspólnie Hiszpania i Słowacja (wielkość produkcji w 2016 r. – 620 tys. t), szóstą – Brazylia (wielkość produkcji w 2016 r. – 500 tys. t), siódmą – Australia (wielkość produkcji w 2016 r. – 440 tys. t), a ósmą – Grecja (wielkość produkcji w 2015 r. – 410 tys. t). W Polsce, która nadal zajmuje prawdopodobnie dziewiąte miejsce w czołówce światowych producentów magnezytu, w 2016 roku, wielkość produkcji magnezytu spadła, z 96 tys. t (2015 r.) do 78 tys. t.

Cena magnezytu, w 2016 r., wahała się, od 90 do 3 500 USD za tonę metryczną magnezytu, w zależności od rodzaju surowca i jego pochodzenia (1 tona metryczna/*metric ton* = 1 000 kg).

2.8.3. Wermikulit [1, 2, 6, 11]

Rok 2016, charakteryzował się spadkiem wielkości produkcji wermikulitu, z 410 tys. t (2014 r.) do 405 tys. t [2, 11]. Spadek ten związany był ze zmniejszeniem pozyskiwania tego surowca głównie u mniejszych producentów. W RPA i Brazylii, wielkość produkcji wzrosła, w RPA, z 158 tys. t (2015 r.) do 170 tys. t (2016 r.), a w Brazylii, z 68 tys. t (2015 r.) do 70 tys. t (2016 r.). W USA wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 100 tys. t. Czwarte miejsce w czołówce światowych producentów wermikulitu zajmują obecnie wspólnie, Bułgaria i Rosja (wielkość produkcji w 2016 r. – 20 tys. t), a piąte – wspólnie Indie i Zimbabwe (wielkość produkcji w 2016 r. – 10 tys. t).

Cena wermikulitu, w 2016 r., wahała się od 140 do 575 USD za tonę, w zależności od typu surowca.

2.8.4. Sillimanit, andaluzyt i cyanit [1, 2, 6, 11]

W przypadku sillimanitu, andaluzytu i cyanitu, w 2016 roku, odnotowano również spadek wielkości produkcji, z 408 tys. t (2015 r.) do 390 tys. t [2, 11]. Spadek ten był efektem zmniejszenia pozyskiwania tych surowców głównie w RPA, z 200 tys. t (2015 r.) do 190 tys. t (2015 r.), a w USA, ze 108 tys. t (2015 r.) do 100 tys. t (2016 r.). W Indiach, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku – 65 tys. t. Czwarte miejsce w czołówce światowych producentów sillimanitu, andaluzytu i cyanitu zajmuje nadal Peru (wielkość produkcji w 2016 r. – 35 tys. t).

Cena andaluzytu, w 2016 r., wynosiła 300 USD za tonę metryczną, a cyjanitu, wahała się, od 300 do 450 USD za tonę metryczną (1 tona metryczna/*metric ton* = 1 000 kg), w zależności od rodzaju surowca.

3. Podsumowanie

Na podstawie analizy danych, dotyczących wielkości produkcji górniczej surowców mineralnych w 2016 roku, można stwierdzić, że rok ten, podobnie jak lata poprzednie, charakteryzował się znacznymi zmianami w wielkości produkcji surowców mineralnych. W przeciwieństwie jednak do roku poprzedniego, w przypadku wielu surowców mineralnych, aż w 29 odnotowano zmiany o charakterze spadkowym, zmiany o charakterze wzrostowym tylko w przypadku 15 surowców, a w przypadku pięciu surowców, wielkość produkcji utrzymała się na poziomie z 2015 roku.

Rok 2016 był korzystny dla produkcji srebra, dwóch metali kolorowych (miedź i rtęć), dwóch metali lekkich lub ich rud (magnez i tytan), dla węgla brunatnego, ropy naftowej i gazu ziemnego, uranu, pięciu analizowanych surowców chemicznych (fosfaty, gips, kaolin, bor i soda rodzima) oraz perlitu. W przypadku tych surowców, wystąpił wzrost produkcji górniczej.

W 2016 roku, odnotowano natomiast spadek wielkości produkcji platyny i platynowców, sześciu metali kolorowych (cynk, cyna, ołów, kadm, ind i ren), czterech metali lekkich lub ich rud (boksyt, beryl, rutyl i ilmenit), siedmiu metali staliwnych lub ich rud (ruda żelaza, nikiel, ruda manganu, kobalt, molibden, wolfram i niob), węgla kamiennego, cyrkonu, pierwiastków ziem rzadkich, sześciu surowców chemicznych (potas, sól kamienna, siarka rodzima, antymon, fluoryt i baryt), wermikulitu oraz łącznie – sillimanitu, andaluzytu i cyanitu.

Rok 2016, charakteryzował się natomiast brakiem zmian w ogólnej, światowej wielkości produkcji pięciu surowców mineralnych – złota, diamentów naturalnych, chromitu, tantalu i magnezytu.

W 2016 roku, podobnie jak w latach poprzednich, większość surowców mineralnych wydobywano w państwach Azji, Afryki i Ameryki Łacińskiej. Również w 2016 roku, wśród krajów Azji dominowały Chiny czołowy eksporter i importer wielu surowców mineralnych. Kraj ten, w 2016 roku, zajął pierwsze miejsce w produkcji górniczej dwudziestu jeden surowców mineralnych (złoto, cynk, cyna, ołów, kadm, rtęć, ind, magnez, tytan, molibden, wolfram, węgiel kamienny, ziemie rzadkie, fosfaty, sól kamienna, gips, antymon, fluoryt, baryt, perlit i magnezyt), drugie – w przypadku sześciu surowców (boksyt, beryl, ilmenit, ruda manganu, kobalt i siarka rodzima) oraz trzecie – w przypadku czterech surowców (srebro, miedź, ruda żelaza i cyrkon). Chiny nadal też zajmują dalsze pozycje, wśród dziesięciu czołowych producentów wielu surowców mineralnych.

Drugim znaczącym producentem wielu surowców pozostają też nadal USA, które, w 2016 roku zajęły pierwsze miejsce w produkcji sześciu surowców (beryl, ropa naftowa, gaz ziemny, siarka rodzima, kaolin i soda rodzima), drugie – czterech surowców (ren, sól kamienna, wermikulit i łącznie – sillimanit, andaluzyt i cyanit) oraz trzecie – pięciu surowców (ołów, molibden, węgiel kamienny, fosfaty i gips), trzecim – Rosja, która, w 2016 roku, zajęła pierwsze miejsce w produkcji diamentów naturalnych, drugie – w produkcji sześciu surowców mineralnych (platyna i platynowce, magnez, nikiel, gaz ziemny, potas i antymon) i trzecie – w przypadku siedmiu surowców (złoto, tytan, wolfram, ropa naftowa, ziemie rzadkie, siarka rodzima i magnezyt), a czwartym, nadal Australia – pierwsze miejsce w produkcji czterech surowców (boksyt, rutyl naturalny, ruda żelaza i cyrkon), drugie – też czterech surowców (złoto, diamenty naturalne, ołów i ziemie rzadkie) i trzecie – pięciu surowców (cynk, ilmenit, ruda manganu, węgiel brunatny i uran). Znaczącymi producentami niektórych surowców pozostają też nadal RPA – pierwsze miejsce w produkcji sześciu surowców (platyna i platynowce, ilmenit, ruda manganu, chromit, wermikulit oraz łącznie – sillimanit, andaluzyt i cyanit) i drugie – w produkcji cyrkonu, Kanada – pierwsze miejsce w produkcji potasu, drugie – w produkcji niobu i uranu oraz trzecie, w produkcji platyny i platynowców oraz niklu, a także Turcja – drugie miejsce w produkcji sody rodzimej i magnezytu oraz trzecie, w produkcji chromitu i perlitu.

W pozyskiwaniu wielu surowców, w 2016 roku, przodowały również Brazylia – pierwsze miejsce w produkcji niobu, drugie – rudy żelaza, a trzecie – w produkcji boksytu, tantalu i wermikulitu, Chile – pierwsze miejsce w produkcji miedzi i renu, drugie – w produkcji molibdenu, a trzecie w produkcji boru, Indie – drugie miejsce w produkcji węgla kamiennego, kaolinu i barytu, a trzecie w produkcji soli kamiennej i łącznie – sillimanitu, andaluzytu i cyanitu, Meksyk – pierwsze miejsce w produkcji srebra, a drugie, w produkcji rtęci i fluorytu, Kongo – pierwsze miejsce w produkcji kobaltu i tantalu, a drugie – w produkcji diamentów naturalnych oraz Peru – drugie miejsce w produkcji srebra, miedzi i cynku.

Literatura

1. Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce według stanu na 31 XII 2016 r. – Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2017
2. Mineral Commodity Summaries 2017 – U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey – https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2017/mcs2017.pdf
3. *Pietraszewski A.*: Polskie górnictwo węgla brunatnego w 2016 roku. Węgiel Brunatny 2017, nr 1(98) s. 10–21
4. *Ramos R.*: Metallurgical Coal: 2016's Best-Performing Commodity – Brown Brothers Harriman & Co., COMMODITY MARKETS UPDATE, 2017 – https://www.bbh.com/blob/18832/33160fef20318cb192acacd56eda4e53/metallurgical-coal--2016-s-best-performing-commodity-pdf-data.pdf
5. *Russel C.*: Despite 2016 dip, it's too early to celebrate the demise of coal: Russell, 2017 – https://uk.reuters.com/article/us-column-russell-coal-idUSKBN1960YQ
6. *Stanienda K.*: Produkcja górnicza surowców mineralnych na świecie i w Polsce w 2015 roku. Wiadomości Górnicze 2016, nr 10, s. 577–588
7. *Wilkinson R.*: Long-term improvements forecast for uranium market, 2017 – http://www.miningweekly.com/article/long-term-improvements-forecast-for-uranium-market-2017-04-07
8. https://euracoal2.org/.../Market-Reports/EURACOAL--Market-Rep...
9. https://knoema.com/ncszerf/natural-gas-prices-forecast-long-term-2017-to-2030-data-and-charts
10. http://investingnews.com/daily/resource-investing/energy-investing/uranium-investing/uranium-producing-countries/
11. http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/
12. http://www.australianminesatlas.gov.au/education/fact_sheets/coal.html#brown
13. https://www.argusmedia.com/~/media/files/pdfs/samples/argus-russian-coal.pdf?la=en
14. https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf
15. https://www.indiamart.com/proddetail/dead-burnt-magnesite-14572786597.html
16. https://www.indiamart.com/proddetail/raw-magnesite--dust-14573035673.html
17. http://www.mining-insight.com/industry-trend-analysis-china-stir-coal-market-again-2017-feb-2017
18. https://www.olx.pl/oferty/q-w%C4%99giel-brunatny/
19. https://www.reuters.com/article/us-column-russell-coal--idUSKBN1960YQ
20. https://www.statista.com/statistics/244516/coal-production-of-coal-india-limited/
21. https://www.statista.com/statistics/264954/world-magnesium-production/
22. https://yearbook.enerdata.net/coal-production-data.html
23. https://yearbook.enerdata.net/crude-oil/world-production-statitistics.html
24. https://yearbook.enerdata.net/natural-gas/world-natural--gas-production-statistics.html

mgr inż. BOLESŁAW CIEPIELA
Będzin

Z historii kopalń węgla kamiennego w wybranych dzielnicach Dąbrowy Górniczej

Komunikat

1. Wprowadzenie

Historia górnictwa węglowego w Dąbrowie Górniczej ma 210 lat, bowiem wydobywanie węgla rozpoczęto w 1785 r., a zakończono z chwilą unieruchomienia ostatniej kopalni – kopalni „Paryż" w 1995 r. (z dniem 30 czerwca 1995 r. zakończono wydobywanie węgla, a 30 grudnia 1996 r. zakończono jej likwidację) [1, 3]. W związku ze 100-leciem nadania praw miejskich Dąbrowie Górniczej, wydana została monografia miasta w trzech częściach. W części drugiej opisano historię poszczególnych dzielnic, wchodzących w skład miasta [9]. Wobec niekompletnych wiadomości o historii górnictwa węglowego na terenie niektórych dzielnic, w opracowaniu przedstawiono bardziej szczegółowo historię funkcjonowania kopalń w dzielnicy Gołonóg.

2. Zarys wiadomości o Gołonogu

Gołonóg jest jedną z większych dzielnic Dąbrowy Górniczej. Miejscowość ta ma swoją historię, o której jak dotychczas wspominano niewiele, ale w miarę upływu lat o Gołonogu zaczęto pisać nieco więcej [11, 7, 10]. Aktualnie historia Gołonoga została opisana we wspomnianej monografii Dąbrowy Górniczej (t. II, rozdz. V [9]).

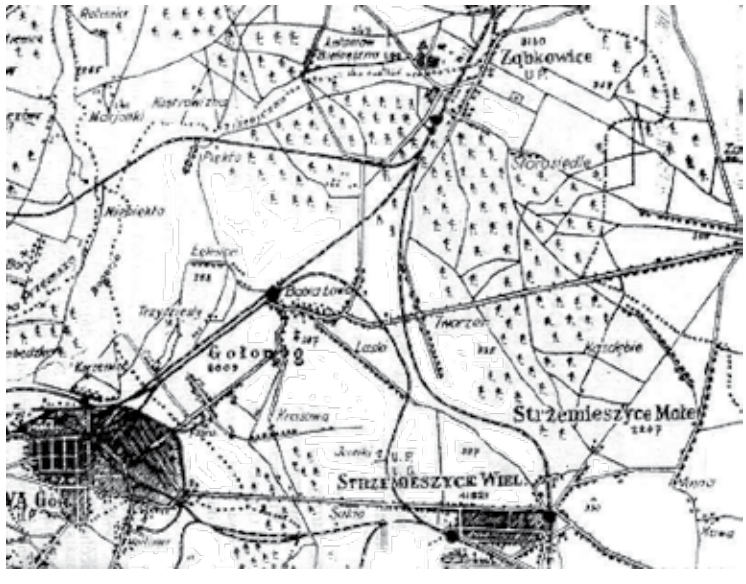
Gołonóg jest największą terytorialnie dzielnicą Dąbrowy Górniczej. Jako osada istniał już w połowie XIV w. W 1326 r. był wsią biskupią (posiadał 11 łanów kmiecych i 2 zagrodnicze). Od 1673 r. na górce gołonoskiej (+330 m n.p.m.) jest kościół. Do wioski należały przysiółki: Łęknice, Piekło, Babia Ława, Jamki, Krasowa, Laski i później jeszcze w związku z eksploatacją węgla przysiółki i kolonie: Trzydziesty, Zając, Dziełki (rys. 1).

Od 1816 r. Gołonóg należał do gminy Olkusko-Siewierskiej, a od 1945 r. był siedzibą gminy. W 1957 r. uzyskał status osiedla, a 1960 r. włączono go do Dąbrowy Górniczej [2, 7].

W XVI w. miejscowość nazywała się Gołonos. Legenda podaje o jakimś możnym panu z drewnianego będzińskiego zamku, który na wzgórzu gołonoskim odbywał pokutę. Stąd, według legendy, ów pan miał mieszkać na tej górze jako pustelnik [2, 3]. Dlatego analizując etymologię nazwy Gołonóg, daje się zauważyć dwa człony nazwy miejscowości: „goło", „nóg", łącznie Gołonóg. Tak wyjaśniając nazwę miejscowość, należy rozumieć, że „goło", czyli nieubrane, nieodziane nogi, natomiast „nóg" (obie nogi). Skąd pochodzi w rzeczywistości nazwa tej miejscowości, nie jest wiadomo. Tu należy zauważyć, ze w słowniku *K. Rymuta* o pochodzeniu nazwisk nie ma wykazanego żadnego nazwiska spokrewnionego z nazwą miejscowości – Gołonóg. Warto też wspomnieć, że inne źródła podają, że nazwa miejscowości Gołonóg mogła powstać stąd, że na Górze Gołonoskiej (według legendy) mieszkał pustelnik nagi i bosy [11].

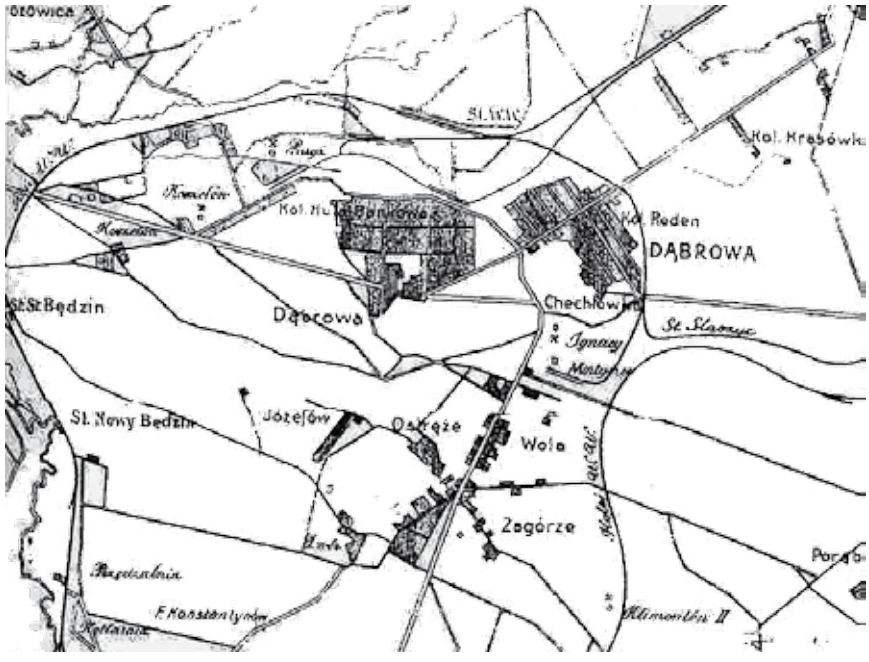
3. Z historii kopalń węgla w Dąbrowie Górniczej

W Zagłębiu Dąbrowskim łącznie były 154 kopalnie węgla we wszystkich miejscowościach. Liczbę kopalń w poszczególnych miejscowościach przedstawia tablica 1, rysunki 2 i 3 [3].



Rys. 1. Fragment mapy północnej części gminy Olkusko-Siewierskiej, która weszła w skład Dąbrowy Górniczej
(Źródło: Muzeum „Sztygarka" w Dąbrowie Górniczej)

Adres do korespondencji:
e-mail: boleslawciepiela@gmail.com



Rys. 2. Mapa Zagłębia Dąbrowskiego i okolicy z 1911 r.
(Źródło: Muzeum „Sztygarka" w Dąbrowie Górniczej)

Tablica 1

Zestawienie liczby kopalń w poszczególnych miejscowościach Zagłębia Dąbrowskiego [3]

Lp.	Nazwa miejscowości	Liczba kopalń (w tym największe kopalnie)
1	Będzin wraz z dzielnicami (Grodziec, Łagisza)	18 („Grodziec")
2	Czeladź	4 („Saturn")
3	Dąbrowa Górnicza (z dzielnicami)	56 („Paryż")
4	Sosnowiec (z dzielnicami)	55 („Sosnowiec", „Niwka-Modrzejów", „Kazimierz-Juliusz")
5	Wojkowice	3 („Jowisz")
6	Psary i okolice	18 („Hoym")



Rys. 3. Gromada Gołonóg w powiecie będzińskim w 1953 r. (ze zbiorów A. Drożdża)
(Źródło: Muzeum „Sztygarka" w Dąbrowie Górniczej)

Tablica 2

Zestawienie kopalń w Dąbrowie Górniczej [3]

Lp.	Nazwa kopalni	Bliższe określenie miejscowości	Lp.	Nazwa kopalni	Bliższe określenie miejscowości
1	„Ameryka”	Gołonóg	29	„Maurycy”	Dąbrowa Górnicza k. Sławkowa
2	„Baśka”	Gołonóg	30	„Michał”	Dąbrowa Górnicza
3	„Baśka II”	Gołonóg	31	„Michałów”	Dąbrowa Górnicza k. Sławkowa
4	„Batory”	Gołonóg	32	„Mikołaj”	Gołonóg
5	„Batory”	Gołonóg	33	„Nadreden”	Dąbrowa Górnicza
6	„Cieszkowski”	Dąbrowa Górnicza	34	„Reden”	Dąbrowa Górnicza
7	„Flora”	Gołonóg	35	„Okradzionów”	Dąbrowa Górnicza k. Okradzionowa
8	„Florian”	Dąbrowa Górnicza	36	„Podreden”	Strzemieszyce
9	„Garncarka”	Dąbrowa Górnicza k. Sławkowa	37	„Reden”	Dąbrowa Górnicza
10	„Hanka”	Strzemieszyce	38	„Sławków”	Dąbrowa Górnicza k. Sławkowa
11	„Herman”	Dąbrowa Górnicza	39	„Sobiesław”	Dąbrowa Górnicza
12	„Hieronim”	Dąbrowa Górnicza	40	„Stanisław II”	Dąbrowa Górnicza
13	„Jakub”	Dąbrowa Górnicza	41	„Staszic II”	Strzemieszyce
14	„Jan”	Dąbrowa Górnicza	42	„Stella”	Dąbrowa Górnicza
15	„Jan II”	Dąbrowa Górnicza	43	„Szczepan”	Dąbrowa Górnicza k. Jaworzna
16	„Józef I”	Dąbrowa Górnicza k. Sławkowa	44	„Tadeusz I”	Dąbrowa Górnicza
17	„Józefa”	Dąbrowa Górnicza	45	„Teodor”	Dąbrowa Górnicza k. Sławkowa
18	„Katarzyna”	Dąbrowa Górnicza	46	„Teodozja”	Dąbrowa Górnicza
19	„Kazimierz”	Dąbrowa Górnicza k. Sławkowa	47	„Uran”	Dąbrowa Górnicza
20	„Kołłątaj”	Dąbrowa Górnicza	48	„Viktoria”	Gołonóg
21	„Koszelew”	Dąbrowa Górnicza-Będzin	49	„Wiktor II”	Dąbrowa Górnicza
22	„Krystyna”	Dąbrowa Górnicza	50	„Władysław”	Dąbrowa Górnicza
23	„Lech”	Dąbrowa Górnicza	51	„Wojciech”	Strzemieszyce
24	„Maciej’	Dąbrowa Górnicza	52	„Zofia”	Gołonóg
25	„Maksymilian I”	Gołonóg	53	„Wiesława”	Strzemieszyce
26	„Maksymilian II”	Dąbrowa Górnicza	54	„Zdzisław”	Strzemieszyce
27	„Małgorzata”	Dąbrowa Górnicza	55	„Mała Flora”	Strzemieszyce
28	„Matylda”	Dąbrowa Górnicza	56	„Niespodzianka”	Strzemieszyce

Jak pokazuje tablica 2, na ogólną liczbę 56 kopalń w Dąbrowie Górniczej w Gołonogu jest 9 kopalń, a w Strzemieszycach – 8.

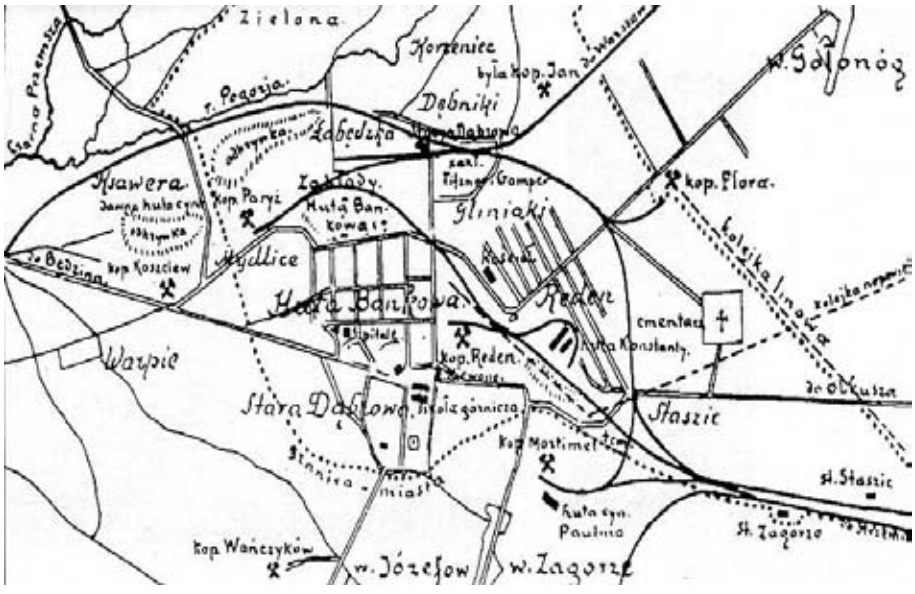
4. Historia gołonoskich kopalń węgla

4.1. Pierwsze wiadomości

Życie mieszkańców Gołonoga zmieniło się z nastaniem wydobywania węgla w tej miejscowości. W latach 80. XIX w. zaczęto uruchamiać pierwsze małe prywatne kopalnie węgla. Węgiel eksploatowano odkrywkowo i płytkimi kopalniami z szybami (a może szybikami, jeśli były to węglokopy czy biedaszyby).

Pierwsze trzy kopalnie węgla uruchomiono w 1875 r., ale już znacznie wcześniej, bo w 1786 r. zaczęto kopać węgiel odkrywkowo na Redenie. Wiele lat później, ale jeszcze przed 1875 r. uruchomiono płytkie kopalnie węgla. W 1870 r. na pograniczu Gołonoga i Redenu *Stanisław Hilczyński* uruchomił kopalnię odkrywkową o nazwie „Stanisław”, a około 1874 r. powstała kopalnia „Jan”, uruchomiona przez *Franciszka Łapińskiego*.

W 1875 r. uruchomiono kopalnie głębinowe. *Maciej Stochelski* (wójt gminy Zagórze) z *Wojciechem Bogusławskim* i *Zendlerem Żmigrodem* na ziemi należącej do *Aleksego Szklarka*, *Stefana Magoszewskiego*, sukcesorów *Kazimierza Górala* i sukcesorów *Macirka Lorenca* – w osadzie Zając – założyli kopalnię „Maciej” (na potrzeby



Rys. 4. Plan szkicowy Dąbrowy Górniczej około 1927 r.
(Źródło: Muzeum „Sztygarka" w Dąbrowie Górniczej)

kopalni mieszkańcy miejscowości dostarczali konie pociągowe). *Bogusław Przybylski* (z Okradzionowa) koło Gołonoga otworzył dwie kopalnie: „Mikołaj" i „Zofia". Kopalnie te w 1877 r. zostały wyposażone w cztery maszyny parowe i zatrudniały 800 robotników, wydobywając 36 800 t węgla. Od 1880 r. kopalnia „Maciej" – Gesellschaft der Golonogers Steinkohlengrunnen – znajdowała się w Dąbrowie Górniczej. Po odkupieniu zezwolenia na jej prowadzenie przez austriacki bank państwowy K.u.K., kopalnia miała kilka szybów, a głównym był szyb A (położony przy szosie z Dąbrowy do Gołonoga). Wielkość wydobycia węgla w kopalniach „Maciej" i „Mikołaj" w latach 1875–1891 podaje tablica 3.

W latach późniejszych (1900–1924) uruchamiano małe, krótko funkcjonujące (od 3 do 7 lat) kopalnie węgla. Były to kopalnie: „Ameryka", „Baśka", „Baśka II", „Batory", „Maksymilian II", „Viktoria". Spośród nich największe wydobycie osiągnął „Maksymilian II". Należy zauważyć, ze stosunkowo regularne wydobycie prowadziły kopalnie „Maciej" i „Mikołaj". W tablicy 4 podano charakterystyczne parametry wszystkich dziewięciu kopalń węgla.

4.2. Kopalnia „Flora"

To najbardziej znana kopalnia węgla w Gołonogu z uwagi na czas trwania i osiągnięcia – największa produkcja w porównaniu z pozostałymi ośmioma gołonoskimi kopalniami węgla (rys. 4).

4.2.1. Założenie kopalni

Kopalnia została założona i uruchomiona w 1875 r. przez *Macieja Stochelskiego* pod nazwą „Maciej". W 1881 r. przeszła na własność *Władysława Bogusławskiego*, który w 1883 roku sprzedał ją austriackiemu

Tablica 3

Wielkość wydobycia z pierwszych kopalń w Gołonogu w latach 1875–1891 [9]

Rok	Wydobycie, t		Rok	Wydobycie, t	
	„Maciej"	„Mikołaj"		„Maciej"	„Mikołaj"
1875	2 106	7 181	1884	28 816	58 038
1876	11 706	22 143	1885	32 061	62 023
1877	13 270	27 705	1886	38 061	60 668
1878	14 106	25 779	1887	28 879	42 832
1879	15 088	26 729	1888	22 821	17 402
1880	28 472	15 151	1889	11 333	-
1881	43 626	23 214	1890	10 500	-
1882	43 323	38 486	1891	11 570	-
1883	47 482	45 375			

Podstawowe parametry gołonoskich kopalń węgla [5, 9]

Lp.	Nazwa kopalni	Założyciel (I) Współzałożyciel (II) Dzierżawca (III)	Lata istnienia	Maksymalne wydobycie		Dodatkowe informacje
				rok	t	
1	„Ameryka”	S-ka F. Błeszyński, Kwiecień i W. Lesiecki (I)	1909–1915	1913	2 219	Pola dzierżawione od Towarzystwa „Flora”
2	„Baśka”	K. Madziara (III)	1925–1928	1927	6 461	Pola dzierżawione od Towarzystwa „Flora”
3	„Baśka II”	F. Sibiński 1931 r., od F. Sibińskiego, M. Morkisa, F. Szewczyka i G. Sajdaka, od 1934 r. przez Floriana Michalskiego (III)	1929–1936	1934	9 907	Pola dzierżawione od Towarzystwa „Flora”
4	„Batory”	Roman Ziętek, R. Krzemiński, Stefan Kozyrski (III)	1921–1924	1923	14 631	Pola dzierżawione od Towarzystwa „Flora”
5	„Flora” („Maciej”)	Maciej Stochelski (I), od 1881 r. Wł. Bogusławski (II), od 1881 r. Austriacki Bank Krajowy, od lat 90. XIX w. do 1914 r. nazwa „Flora”	1875–1938	1913	387 576	Por. rozdz. 4.2.
6	„Maksymilian I”	M. Cedenbraun, K. Suszyński, od 1927 r. Chil Rachnic (III)	1924–1931	1929	47 139	Kopalnia eksploatowała na polu granicznym dzierżawionym od Tow. Akcyjnego Kopalń Węgla „Flora”
7	„Mikołaj”	R. Przybylski, (I) w 1880 r. kupiona przez W. Surmondt, A. Toeplitz, W. Rau	1875–1913	1883	36 000	Por. rozdz. 4
8	„Viktoria”	Józef Lipiński (III), udziałowcy: Piotr Kozłowski, Ignacy Meitlis	1900–1901 i 1928–1932	1937	95 611	Por. rozdz. 4; w latach 1875-1901 dzierżawa od Skarbu Państwa (J. Lipiński), w latach 1928–1932 dzierżawcą była Spółka Kopalń Węgla „Viktoria”
9	„Zofia”	Roman Przybylski (I), w 1880 r. kupiona przez W. Surmondt, A. Toeplitz, W. Rau, w 1881 r. połączona z kopalnią „Flora”	1875–1900	1876	22 080	Por. rozdz. 4

Źródło: Opracowanie autora w oparciu o 1. J. Jaros: Słownik historyczny kopalń węgla, 2. Monografia Dąbrowy Górniczej

Bankowi Krajowemu (Laender-Bank). W latach 90. XIX w. zmieniono pierwszą nazwę kopalni „Maciej” na „Flora”. Z uwagi na stosunkowo małe nadanie górnicze tej kopalni od lat dziewięćdziesiątych XIX w. do 1914 r. przyłączono do niej siedem małych kopalni: „Kazimierz” w Łagiszy (po 1904 r.), „Zofia” w Gołonogu (w 1881 r.), „Aleksander” w Łagiszy (po 1888 r.), „Władysław” w Gołonogu (po 1895 r.), „Mikołaj” w Gołonogu (1898 r.), „Franciszek” w Łagiszy (1890 r.), „Jan” w Starej Dąbrowie (1914 r.).

4.2.2. Funkcjonowanie kopalni

Rejon eksploatacji zmieniał się w zależności od wyczerpywania złóż węgla. Eksploatacja prowadzona była przede wszystkim w rejonie Gołonoga, także w Łagiszy, a w latach 1910–1930 kopalnia prowadziła eksploatację koło Strzemieszyc (przez szyb „Albert”).

4.2.3. Dalsze przekształcenia własnościowe

W 1903 r. Bank Krajowy utworzył spółkę pod nazwą Towarzystwo Akcyjne Kopalń Węgla „Flora” [6]. Spółka przejęła kopalnię „Flora” oraz sąsiednie pola górnicze. W 1905 r. w Zagłębiu istniało 15 towarzystw kopalń węgla, a wśród nich podane jest Towarzystwo „Flora” (występuje na pozycji „7” zestawienia w monografii „Pamiętnik I Zjazdu polskich górników w Krakowie w 1906 r.) [6]. Towarzystwo „Flora” miało kapitał akcyjny (zakładowy) 40 000 999 florenów, w tym kopalnia „Flora” posiadała 140 999 florenów, czyli 340 000 rubli.

W 1913 r. większość akcji wykupili kapitaliści francuscy, którzy w 1932 r. sprzedali je warszawskim hurtownikom węglowym *Bernardowi Holenderskiemu*, *Nachmanowi Guttmanowi* i ich wspólnikom.

Od 1.01.1942 r. kopalnię przejął Koncern Preussag. W czerwcu 1945 r. kopalnię „Flora" przyłączono do kopalni „Generał Zawadzki", wcześniej nazywanej „Paryż".

Warto wspomnieć, że w historii kopalni „Flora" zapisało się wielu zacnych ludzi (o których dziś wspominamy), a byli to: inż. *Stanisław Kontkiewicz* (pierwszym dyrektor Towarzystwa Kopalń Węgla „Flora"), *Feliks Gadomski* (dyrektor zarządzający), *Konstanty Faryszewski* (zawiadowca).

4.2.4. Produkcja

Kopalnia eksploatowała pokłady cienkie i średniej miąższości (od 0,8 do 2,5 m), zalegające na różnej głębokości. Wybierane pokłady węgla w tej kopalni zostały nazwane po raz pierwszy florowskimi. Pokłady o podobnych parametrach, później również w innych kopalniach, miały nomenklaturę „F", później „700" i „800". Jako w jednej z pierwszych stosowano w kopalni „Flora" lampy karbidowe.

Warto wspomnieć, że wśród 15 towarzystw kopalń węgla w 1905 r. kopalnia „Flora" osiągnęła 180 760 t węgla, co stanowiło 5 % produkcji wszystkich towarzystw [6].

Produkcję kopalni „Flora" w latach 1894–1914 przedstawiono w tablicy 5.

W roku 1913 osiągnięto wydobycie na poziomie 389 506 t, a w 1938 r. – 297 087 t (rys. 5) [6].

Kopalnia „Flora" z chwilą jej uruchomienia aż do 1914 r. była ośrodkiem konsolidacyjnym dla górnictwa węglowego w rejonie Gołonoga i wschodniej części Dąbrowy Górniczej. Ponadto kopalnia ta w tym czasie była największym zakładem przemysłowym Gołonoga. Obszar górniczy kopalni miał 22 km^2. Złożony był z 14 pól wydobywczych. W tym czasie przyłączono do kopalni kilka innych kopalń (szybów). Były to: „Jan" (*F. Łapiński*), „Mikołaj" (od roku 1895 właściciel *Wilhelm Rau*, później *Antoni Kotlarz*, „Maciej" (*M. Stochelski*), „Baśka", „Baśka II" i „Franciszek" (od 1899 r. właściciel Lanterbank), „Zofia" (*W. Rau, W. Surmondt*), „Władysław" (*Albert Surant*), „Kazimierz", „Czesław" (*Konrad Wertheim*), „Stanisław (*S. Hilczyński*).

Po upływie lat, wobec rosnącego zapotrzebowania na węgiel dyrekcja Kolei Warszawsko-Wiedeńskiej pod koniec 1899 r. zbudowała w pobliżu kopalni „Flora" kolej (rys. 6).

Tablica 5

Wielkość wydobycia w kopalni „Flora" w latach 1894–1914 [9]

Rok	Wydobycie, t	Rok	Wydobycie, t	Rok	Wydobycie, t
1894	115 417	1895	110 342	1896	105 557
1897	120 354	1898	125 313	1899	151 571
1900	175 145	1901	195 724	1902	210 674
1903	223 710	1904	215 287	1905	180 760
1906	222 530	1907	239 458	1908	270 410
1909	266 476	1910	265 275	1914	172 144



Rys. 5. Kopalnia „Flora" – widok ogólny z lat trzydziestych XX w.
(Źródło: Muzeum „Sztygarka" w Dąbrowie Górniczej)



Rys. 6. Gołonóg. Automatyczna kolejka na kopalnię „Flora” (zdjęcie z roku 1929)
(Źródło: Muzeum „Sztygarka” w Dąbrowie Górniczej)



Rys. 7. Kopalnia „Flora” w 1939 r.
(ze zbiorów Muzeum „Zagłębia” w Będzinie)



Rys. 8. Gołonóg, ul. Florowska w 1942 r.
(ze zbiorów Archiwum Państwowego w Katowicach)

Wcześniej wytyczono drogę bitą z Dąbrowy przez Gołonóg do stacji kolejowej w Ząbkowicach. W 1900 r. kopalnia zatrudniała około 900 robotników (rys. 7, 8).

W latach 1902–1903 odkryto występowanie węgla w Gołonogu na polu *Macieja Wartaka*. Odkrycia tego dokonali: *Stanisław Kontkiewicz* (zawiadowca kopalni „Flora”) oraz *Jan Danecki*, *Jan Pikuła*, *Aleksander Danecki*, *Stanisław Grudziński*.

5. Podsumowanie

- Gołonóg, jedna z większych dzielnic Dąbrowy Górniczej, zapisał się w sposób znaczący w powstanie i rozwój górnictwa węglowego w tym rejonie. I choć nie było na terenie tej dzielnicy dużych, długo istniejących kopalń węgla, to jednak będące tu niegdyś kopalnie węgla warto odnotować.
- Na terenie Gołonoga było dziewięć kopalń węgla, pierwszymi były „Maciej” (1875 r.) i „Mikołaj” (1875 r.). Ale początki eksploatacji węgla w Gołonogu sięgają roku 1786 – zaczęto kopać węgiel w sąsiedztwie – na Redenie.
- Znaczącą gołonoską kopalnią była „Flora”. Eksploatowane tam pokłady węgla, na terenie innych kopalń nazywano florowskimi. Kopalnia „Flora” istniała samodzielnie w latach 1875–1938 (tu moje wspomnienie: podczas studiów na AGH mój profesor Feliks Zalewski wspominał, iż pracował na tej kopalni jako zawiadowca).
- Reasumując, należy stwierdzić, że na terenie Gołonoga węgiel wydobywano przez ponad 60 lat (dziś o dawnym górnictwie na tym terenie przypomina kościółek, w którym modlili się tamtejsi gołonoscy górnicy).

- Dziś również w Dąbrowie Górniczej nie ma kopalń węgla. Na terenie tego miasta (wraz z jego dzielnicami) wydobywano go przez 210 lat.

- Historię zagłębiowskich kopalń węgla, a w tym przypadku kopalń w Gołonogu, potraktowano zgodnie z powiedzeniem, że to, co się skończyło, powinno być zapisane. Kopalnia „Flora" zapisała się w historii zagłębiowskiego górnictwa i „dała szkołę" wielu ówczesnym ludziom.

Literatura

1. *Bielecki S.*: Kopalnie węgla kamiennego w Dąbrowie Górniczej. Wyd. Muzeum „Sztygarka", Dąbrowa Górnicza 2010, nr 10

2. *Ciepiela B.*: Zarys wiadomości o pochodzeniu nazwy wybranych miejscowości w Zagłębiu Dąbrowskim, Sosnowiec 2003

3. *Ciepiela B.*: Najstarsze i ostatnie kopalnie w Zagłębiu Dąbrowskim. Sosnowiec 2003

4. *Ciepiela B.*: Historia Psar, od zarania po współczesność. Sosnowiec 2000

5. *Jaros J.*: Słownik historyczny kopalń węgla na ziemiach polskich. Katowice 1984

6. *Kamiński Z.*: Pamiętnik I Zjazdu polskich górników w Krakowie w 1906 r. Lwów 1907

7. *Kantor-Mirski M.*: Z przeszłości Zagłębia Dąbrowskiego i okolicy. Sosnowiec 1931, t. 1

8. Leksykon górniczy. Wydawnictwo „Śląsk", Katowice 1980

9. Monografia Dąbrowy Górniczej. Dąbrowa Górnicza 2016

10. *Przemsza-Zieliński J.*: (reedycja pracy *M. Kantora-Mirskiego*: Z przeszłości Zagłębia Dąbrowskiego i okolicy). Będzin 2002

11. *Wiśniewski J.*: Diecezja częstochowska, opis historyczny zabytków w dekanatach. Mariówka Opoczyńska 1936, s. 101

12. *Rymut K.*: Nazwiska Polaków: Słownik historyczno-etymologiczny. Kraków 1999

dr inż. ANETA GRODZICKA, prof. dr hab. inż. JAN SZLĄZAK
Politechnika Śląska, Gliwice
dr inż. PIOTR BUCHWALD, inż. JACEK DOPIERAŁA
Centralna Stacja Ratownictwa Górniczego SA, Bytom

Analiza częstości akcji serca ratownika górniczego – część 4

1. Wstęp

Artykuł jest kontynuacją badań na ratownikach górniczych z wykorzystaniem urządzeń wysiłkowych. W obecnym artykule przedstawiono badania z udziałem ratowników ćwiczących na ergometrze ręcznym. Artykuł zawiera wyniki przeprowadzonych badań w trzech przedziałach wiekowych ratowników górniczych oraz wynikające z nich podsumowanie, spostrzeżenia oraz wnioski końcowe. Badania przeprowadzono na 125 ratownikach górniczych, dzieląc ich na 5 grup 25-osobowych według kolejności wykonywania ćwiczeń. Ergometr ręczny jest czwartym urządzeniem w cyklu przeprowadzonych badań wysiłkowych ratowników. Analizie poddano kolejność wykonywania ćwiczenia na urządzeniu.

Ratownicy wykonywali ćwiczenia cyklicznie według ustalonej kolejności:

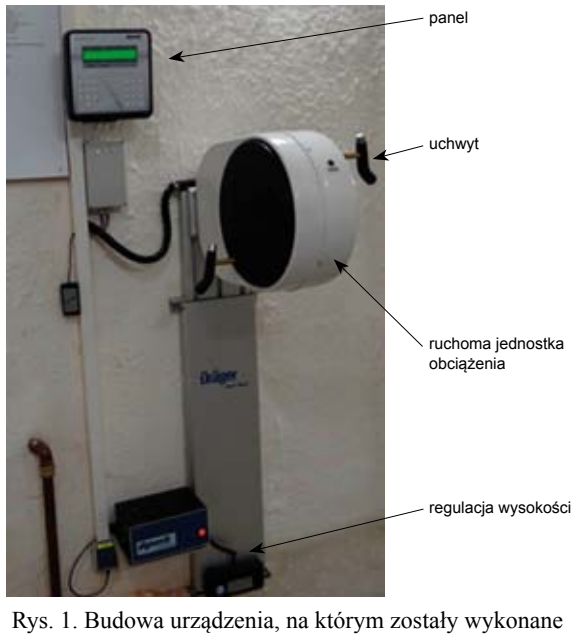
- zastępowy, wykonywał ćwiczenie na ergometrze ręcznym w pierwszej kolejności (ergometr, drabina rower, bieżnia oraz młot),
- ratownik I wykonywał ćwiczenie na ergometrze ręcznym w drugiej kolejności (młot, ergometr, drabina, rower oraz bieżnia),
- ratownik II wykonywał ćwiczenie na ergometrze ręcznym w trzeciej kolejności (bieżnia, młot, ergometr, drabina oraz rower),
- ratownik III wykonywał ćwiczenie na ergometrze ręcznym w czwartej kolejności (rower, bieżnia młot, ergometr oraz drabina),
- ratownik IV wykonywał ćwiczenie na ergometrze ręcznym w ostatniej kolejności (drabina, rower bieżnia, młot oraz ergometr).

Ergometr ręczny uwzględnia indywidualną budowę ciała ratownika wykonującego na nim ćwiczenie. Ćwiczenie w pełni jest kontrolowane, a wynik można sprawdzić w dowolnej chwili [2].

Sposób uruchomienie urządzenia [2]

– wybór opcji (mężczyzna, kobieta) potwierdzony enterem,
– potwierdzenie granicy pulsu za pomocą przycisku „E”,
– wprowadzenie obciążenia za pomocą przycisku „+” lub „-”; w tym przypadku istnieje możliwość zwiększenia lub zmniejszenia zadanego obciążenia w krokach 5W; istnieje możliwość wprowadzania wydolności w krokach 1W,
– za pomocą przycisku „CLEAR” istnieje możliwość poprawienia zadanych wartości,
– po zajęciu pozycji należy uruchomić włącznik,
– po włączeniu należy wprowadzić numer zapisywanej pozycji, za pomocą przycisku „E”,
– należy wybrać określony program pracy urządzenia za pomocą przycisku „P” z danym numerem programu, automatycznie dane zostają zapisane,
– urządzenie jest gotowe do pracy.

Podczas wykonywania ćwiczenia przez ratownika należy zwrócić uwagę, czy świeci się zielona dioda, która wskazuje liczbę obrotów. Jeżeli zaświeci się żółta lub czerwona dioda automatycznie wyłączony zostanie zadany opór przekazywany na uchwyty [2]. Na rysunku 1 przedstawiono budowę ergometru ręcznego.



Rys. 1. Budowa urządzenia, na którym zostały wykonane ćwiczenia [1]

Adres do korespondencji:
e-mail: aneta.grodzicka@polsl.pl

Ergometr posiada następujące programy [2]

- dynavit,
- automatyczny,
- rekonwalescencji,
- dla sportowców.

2. Badania właściwe

W tablicy 1 przedstawiono dane ratowników, rozpoczynających ćwiczenie wysiłkowe od ergometru ręcznego, w którym wzięło udział 7 ratowników z przedziału wiekowego do lat 30. Zaobserwowano, że początkowa częstość akcji serca/min mieściła się w przedziale od 80 do 110 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 120 do 140 uderzeń na minutę.

W tablicy 2 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w drugiej kolejności na ergometrze, w którym wzięło udział 3 ratowników z przedziału wiekowego do lat 30. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 100 do 130 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 120 do 160 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w drugiej kolejności na ergometrze ręcznym początkowa częstość akcji serca/min była podwyższona, a wykonywanie ćwiczenia na ergometrze ręcznym wpłynęło u wszystkich ratowników na wzrost wartości końcowej.

W tablicy 3 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w trzeciej kolejności na ergometrze, w którym wzięło udział 4 ratowników z przedziału wiekowego do lat 30. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 80 do 130 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 120 do 160 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w trzeciej kolejności częstość akcji serca/min była podwyższona, a wykonywanie ćwiczenia na ergometrze ręcznym wpłynęło u wszystkich ratowników na wzrost wartości końcowej.

W tablicy 4 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w czwartej kolejności na ergometrze, w którym wzięło udział 6 ratowników z przedziału wiekowego do lat 30. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 90 do 130 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 120 do 160 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w czwartej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

Tablica 1

Dane dla grupy ratowników do lat 30 wykonujących ćwiczenie w pierwszej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
417	27	110	140	30
943	27	100	140	40
1024	26	90	130	40
1065	26	90	120	30
1186	26	80	130	50
1563	26	100	120	20
1580	30	80	120	40

Tablica 2

Dane dla grupy ratowników do lat 30 wykonujących ćwiczenie w drugiej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
49	26	130	160	30
939	30	100	120	20
1072	26	110	140	30

Tablica 3

Dane dla grupy ratowników do lat 30 wykonujących ćwiczenie w trzeciej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
310	26	100	160	60
625	25	80	120	40
1690	26	90	120	30
1694	24	130	150	20

Tablica 4

Dane dla grupy ratowników do lat 30 wykonujących ćwiczenie w czwartej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
207	30	90	150	60
1429	25	90	140	50
1549	28	100	140	40
1605	28	130	160	30
1668	24	120	160	40
1699	26	110	120	10

W tablicy 5 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w piątej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 6 ratowników z przedziału wiekowego do lat 30. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 100 do 120 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 120 do 160 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w ostatniej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

W tablicy 6 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w pierwszej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 11 ratowników z przedziału wiekowego od 31 do 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 60 do 110 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 100 do 160 uderzeń na minutę.

Tablica 5

Dane dla grupy ratowników do lat 30 wykonujących ćwiczenie w piątej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
33	30	100	120	20
382	30	120	160	40
434	29	100	120	20
510	29	110	140	30
1139	28	120	160	40
1577	28	120	140	20

Tablica 6

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego 31–40 lat wykonujących ćwiczenie w pierwszej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
230	31	80	120	40
325	31	80	160	80
487	32	70	120	50
529	36	100	160	60
621	37	80	120	40
661	39	90	140	50
792	35	70	100	30
874	39	100	120	20
974	40	70	110	40
1034	35	60	100	40
1064	39	110	130	20

Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w pierwszej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

W tablicy 7 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w drugiej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 12 ratowników z przedziału wiekowego od 31 do 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 80 do 140 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 120 do 160 uderzeń na minutę Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia drugiej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

W tablicy 8 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w trzeciej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 11 ratowników z przedziału wiekowego od 31 do 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 70 do 110 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 110 do 150 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w trzeciej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

W tablicy 9 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w czwartej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 12 ratowników z przedziału wiekowego od 31 do 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 80 do 120 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 100 do 150 uderzeń na minutę.

Tablica 7

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego 31–40 lat wykonujących ćwiczenie w drugiej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
103	40	100	120	20
115	38	90	120	30
373	39	100	130	30
480	38	100	130	30
486	31	100	140	40
521	35	120	140	20
546	36	100	120	20
627	38	80	140	60
839	37	80	120	40
917	40	100	140	40
951	39	140	160	20
1185	31	100	130	30

Tablica 8

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego 31–40 lat wykonujących ćwiczenie w trzeciej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
142	33	80	130	50
440	31	80	110	30
568	38	80	120	40
639	40	110	150	40
645	40	100	110	10
712	36	80	130	50
764	32	70	130	60
1087	34	100	140	40
1098	35	80	120	40
1153	38	80	130	50
1159	40	80	120	40

Tablica 9

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego 31–40 lat wykonujących ćwiczenie w czwartej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
68	39	120	130	10
122	37	120	140	20
228	31	90	140	50
432	39	100	120	20
656	33	120	150	30
725	39	100	130	30
1190	37	90	120	30
1450	32	100	130	30
1554	31	80	120	40
1558	37	90	100	10
1574	35	110	150	40
1581	38	110	120	10

Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w czwartej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

W tablicy 10 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w piątej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 13 ratowników z przedziału wiekowego od 31 do 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca mieściła się w przedziale od 80 do 140 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 100 do 150 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w ostatniej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

Tablica 10

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego 31–40 lat wykonujących ćwiczenie w piątej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
280	33	90	100	10
328	35	100	140	40
391	38	100	120	20
505	39	100	140	40
509	32	120	140	20
705	38	90	120	30
819	40	100	140	40
847	39	140	150	10
902	35	110	130	20
991	36	80	110	30
1037	39	100	120	20
1068	32	120	140	20
1090	32	120	150	30

W tablicy 11 przedstawiono dane ratowników, rozpoczynających ćwiczenie wysiłkowe od ergometru ręcznego, w którym wzięło udział 7 ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 70 do 100 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 110 do 130 uderzeń na minutę.

Tablica 11

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat wykonujących ćwiczenie w pierwszej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
30	49	90	120	30
102	43	100	130	30
124	45	80	110	30
144	44	90	130	40
148	41	70	130	60
522	42	100	120	20
737	43	80	110	30

Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w pierwszej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

W tablicy 12 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w drugiej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 10 ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 80 do 100 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 100 do 140 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w drugiej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

W tablicy 13 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w trzeciej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 10 ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 70 do 140 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 100 do 160 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w trzeciej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

W tablicy 14 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w czwartej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 7 ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 80 do 120 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 110 do 150 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w czwartej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

Tablica 12

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat wykonujących ćwiczenie w drugiej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
148	47	100	140	40
209	45	90	120	30
215	47	100	120	20
260	42	100	130	30
293	48	80	120	40
441	42	80	110	30
599	50	100	120	20
688	41	80	100	20
741	47	100	130	30
1057	43	100	140	40

Tablica 13

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat wykonujących ćwiczenie w trzeciej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
87	45	140	160	20
426	45	100	120	20
528	43	90	100	10
646	41	100	120	20
714	44	90	120	30
784	44	110	150	40
1199	42	70	120	50
1240	41	90	100	10
1306	41	110	140	30
1654	43	100	140	40

Tablica 14

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat wykonujących ćwiczenie w czwartej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
46	41	120	150	30
65	46	120	130	10
210	43	100	120	20
798	43	80	110	30
901	42	100	130	30
1154	48	110	150	40
1591	41	120	130	10

W tablicy 15 przedstawiono dane ratowników, wykonujących ćwiczenie wysiłkowe w piątej kolejności na ergometrze ręcznym, w którym wzięło udział 6 ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat. Zaobserwowano, że wartość początkowa częstości akcji serca/min mieściła się w przedziale od 90 do 110 uderzeń na minutę, a wartość końcowa w przedziale od 120 do 150 uderzeń na minutę. Zauważono, że w przypadku wykonywania ćwiczenia w ostatniej kolejności na ergometrze ręcznym nastąpił u wszystkich ratowników wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min.

3. Spostrzeżenia i podsumowanie

1. W przedziale wiekowym do 30 lat ratownicy wykonujący ćwiczenie w każdym przypadku uzyskali wzrost końcowej wartości częstości akcji serca/min

Tablica 15

Dane dla grupy ratowników z przedziału wiekowego powyżej 40 lat wykonujących ćwiczenie w piątej kolejności na ergometrze ręcznym

Kodowany numer ratownika	Wiek	Częstość akcji serca/min		
		wartość początkowa	wartość końcowa	różnica
114	41	90	130	40
171	41	110	140	30
590	45	90	120	30
1088	42	110	130	20
1152	42	90	120	30
1223	42	110	150	40

w stosunku do początkowego. Najwyższy wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min wynoszący 60 uderzeń na minutę w stosunku do początkowego zaobserwowano podczas wykonywania ćwiczenia w trzeciej kolejności na ergometrze ręcznym.

2. W przedziale wiekowym od 31 do 40 lat ratownicy wykonujący ćwiczenie w każdym przypadku uzyskali wzrost końcowej wartości częstości akcji serca/min w stosunku do początkowego. Najwyższy wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min wynoszący 80 uderzeń na minutę w stosunku do początkowego zaobserwowano podczas wykonywania ćwiczenia w pierwszej kolejności na ergometrze ręcznym.

3. W przedziale wiekowym powyżej 40 lat ratownicy wykonujący ćwiczenie w każdym przypadku uzyskali wzrost końcowej wartości częstości akcji serca/min w stosunku do początkowego. Najwyższy wzrost wartości końcowej częstości akcji serca/min wynoszący 60 uderzeń na minutę w stosunku do początkowego zaobserwowano podczas wykonywania ćwiczenia w pierwszej kolejności na ergometrze ręcznym.

4. Analiza rejestrowanej akcji serca/min na ergometrze ręcznym wskazuje, że ten parametr mieści się w przedziale bezpiecznym dla ćwiczących ratowników – bez względu na kolejność stosowanych urządzeń do ćwiczenia.

5. Analiza ta powinna zostać w przyszłości rozszerzona o badania medyczne, które określą możliwości dalszego zwiększenia wysiłku fizycznego ratowników podczas ćwiczeń, z zachowaniem właściwego bezpieczeństwa dla ich zdrowia.

Literatura

1. Materiały archiwalne CSRG SA. Bytom 2017
2. Materiały szkoleniowe: Wyposażenie Komory Ćwiczeń dla CSRG SA – Dokumentacja Techniczna, Instrukcja Obsługi, Deklaracja zgodności. Bytom 2012

mgr inż. ZENON ROŻENEK
KAZ SERWIS Sp. z o.o, Gliwice

Zużycie ścierne noża styczno-obrotowego

Artykuł promocyjny

1. Wstęp

Jednym z podstawowych rodzajów robót w górnictwie podziemnym jest drążenie wyrobisk chodnikowych (dla celów rozpoznania złoża, jego udostępnienia, prowadzenia transportu itp.), drążenie wyrobisk pionowych (celem transportu urobku, wentylacji itp.) oraz eksploatacja przodków ścianowych (eksploatacja złoża).

W celu realizacji tych robót, wykorzystuje się maszyny górnicze lub zespoły różnych maszyn i urządzeń, np. kompleksy ścianowe, ale główną maszyną jest kombajn górniczy.

Podstawową grupę maszyn urabiających przodki ścianowe stanowią kombajny ścianowe, które wchodzą w skład kompleksu ścianowego. Rysunek 1b przedstawia przykładowy kombajn ścianowy wyposażony w dwa ruchome ramiona, na których zabudowane są bębnowe organy urabiające. Zespoły podstawowe łączone są śrubami celem prostego i szybkiego montażu i demontażu kombajnu.

Są to maszyny szybkobieżne wyposażone w odpowiednie organy urabiające (rys. 2b) mogące wykonać w ciągu zmiany nawet kilka skrawów. Przy współpracy z przenośnikiem zgrzebłowym potrafią efektywnie przetransportować urobek z miejsca urabiania na środki odstawy transportu kopalnianego.

Kryteriów podziału kombajnów jest wiele, np. ze względu na rodzaj napędu, przeznaczenia do wysokości pokładów, rodzaj organu urabiającego itp. Najbardziej uniwersalny podział to ten ze względu na liczbę bębnów urabiających i według tych kryteriów kombajny możemy podzielić na:

– jednobębnowe – bezramionowe, ramionowe,
– dwubębnowe – dwuramionowe, jednoramionowe, bezramionowe.

Maszyną przeznaczoną do udostępniania złoża lub wykonywania tuneli, przekopów komunikacyjnych jest kombajn chodnikowy. Rysunek 1a przedstawia przykładowy kombajn chodnikowy wyposażony w jeden organ urabiający (rys. 2a), obracający się wokół osi wysięgnika. Na przestrzenie czasu powstało wiele metod urabiania calizny, jednak najefektywniejszą okazała się zasada skrawania. Kombajny wykorzystujące tę zasadą można podzielić na:

– frezująco-urabiające cały przekrój stopniowo (łańcuchowe, tarczowe, głowicowe),
– zwiercające-urabiające cały przekrój równocześnie.

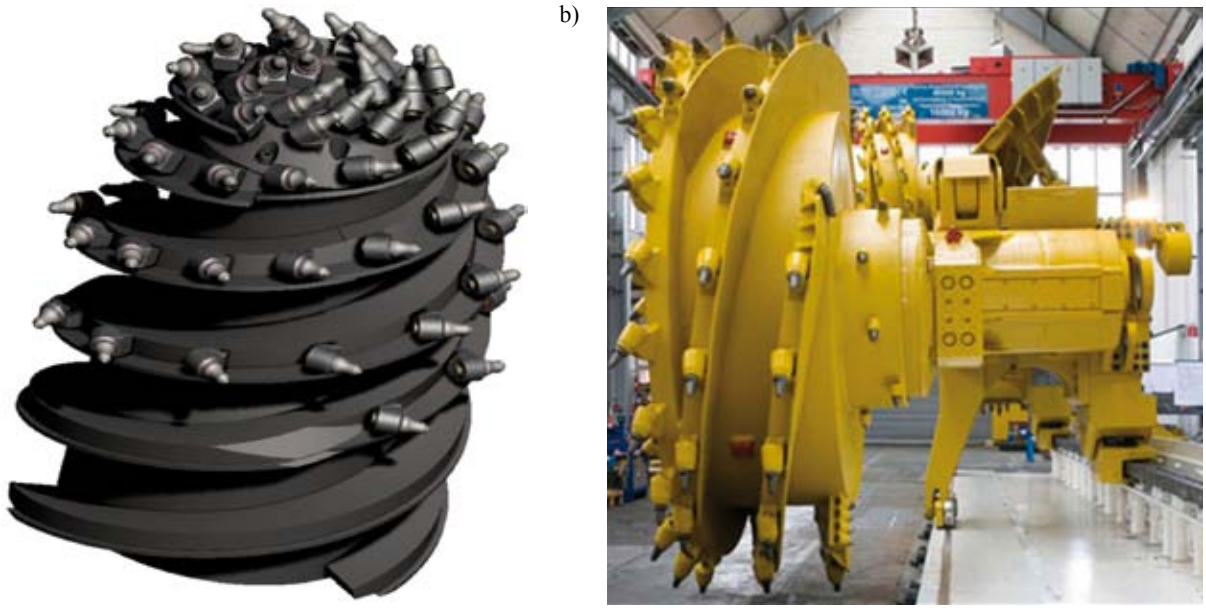
a) b)



Rys. 1. Kombajny górnicze:
a) chodnikowy, b) ścianowy [15]

Adres do korespondencji:
e-mail: z.rozenek@kaz-serwis.pl

a) b)



Rys. 2. Organy ślimakowe kombajnów:
a) organ kombajnu chodnikowego [12], b) organ kombajnu ścianowego [13]

2. Noże styczno-obrotowe – zużycie

W polskim, a także światowym przemyśle wydobywczym górnictwa podziemnego jedną z powszechnie stosowaną technologią urabiania złóż jest technologia oparta na technice frezowania skał. W tym celu stosuje się maszyny urabiające zwane kombajnami, które przy pomocy organów urabiających wyposażonych w narzędzia zwane nożami realizują urabianie złoża.

Narzędzia podczas swojej pracy mają bezpośredni kontakt ze skałą urabianą, co prowadzi do ich zużycia ściernego. Ogólnie rzecz biorąc, można stwierdzić, że noże zużywają się parametrycznie (prawidłowa i pożądana forma) lub katastrofalnie (zablokowanie, złamanie, wypadnięcie itp.) [2].

Czynniki mające wpływ na zużycie ostrza to [5]:

– parametry skrawania,
– materiał i konstrukcja ostrza, jego wkładki,
– chłodzenie ostrza,
– warunki geologiczne i fizykochemiczne skały urabianej,
– obsługa kombajnu.

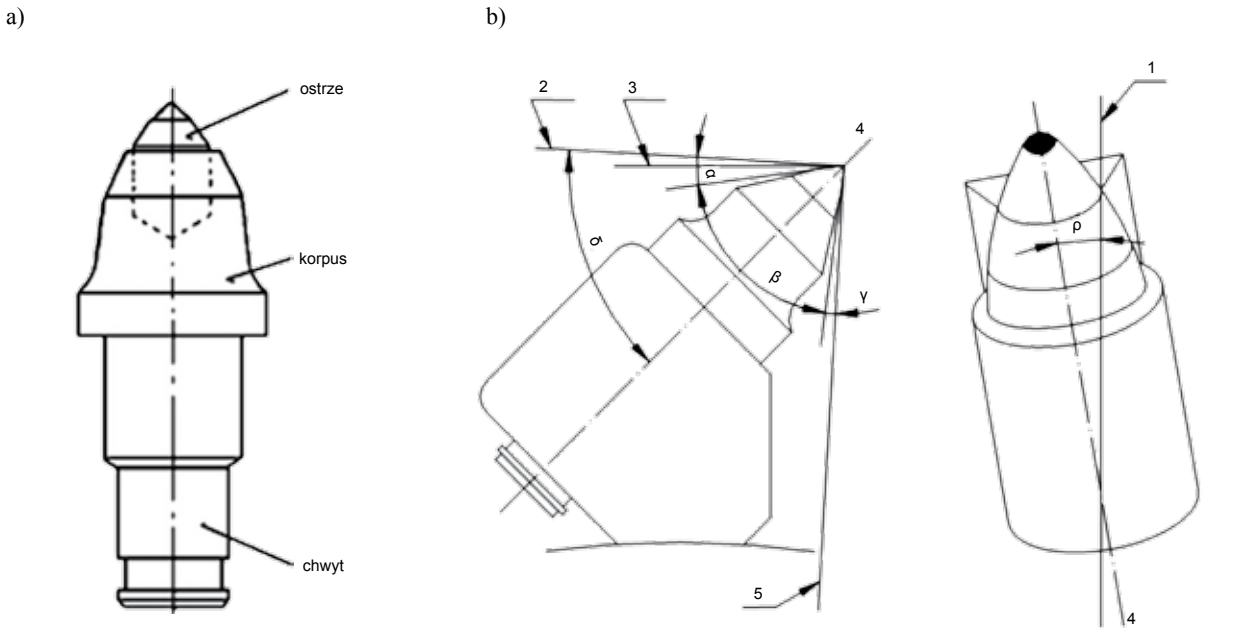
Skutkami zużycia ostrza są:

– zmiana geometrii ostrza (zmiana wymiarów liniowych i kątowych),
– zmiana masy noża,
– wypadnięcie wkładki (ostrza),
– wydzielanie się ciepła,
– iskrzenie, zagrożenie wybuchem gazów i pyłu,
– wzrost zapylenia,
– wzrost energochłonności procesu, wzrost kosztów procesu,
– awarie i postoje kombajnów.

W związku z tym, narzędzie skrawające traci swoje właściwości urabiania, co ma bardzo wymierny wpływ na opory urabiania tak w przypadku zużycia parametrycznego, jak i katastroficznego.

Najczęściej stosowanymi do zbrojenia organów frezujących pracujących w skałach zwięzłych i abrazynwych narzędziami są noże styczno-obrotowe, które w zależności od przeznaczenia różnią się kształtem i wymiarami. Nóż styczno-obrotowy (rys. 3a) jest symetryczną bryłą obrotową składającą się z części chwytowej oraz korpusu (część robocza). Część chwytowa (uchwyt) osadzona jest w uchwycie nożowym i zabezpieczona przed wysunięciem z niego np. za pomocą zatyczki, pierścienia rozprężnego. Korpus noża posiada zabudowane (poprzez lutowanie) ostrze najczęściej z węglika spiekanego, które to ma bezpośredni kontakt ze skałą urabianą i to one wraz z korpusem podlegają procesowi zużycia ściernego. Podstawą konstrukcji tego typu noży jest założenie, że podczas urabiania nóż ten winien się obracać wokół osi symetrii (rys. 3b, oś 4). Prawidłowe mocowanie noża w uchwycie ma zapewnić możliwość swobodnego obrotu. Obrót wymuszany jest zmienną w czasie wypadkową siłą skrawania działającą na nóż. Dodatkowo obrót można wymusić, obracając nóż o kąt ρ. Obrót ten odgrywa bardzo ważną rolę: zapewnia równomierne zużywanie się ostrza noża, wynikiem czego długość ostrza noża ulega skróceniu, lecz nie zmienia się kąt ostrza β (rys. 3b) [1, 2].

Częściej można spotkać stwierdzenie, że zużycie ostrza ma inny przebieg [1, 2, 5]. Podczas postępującego procesu zużycia zmianie wszakże ulega długość ostrza noża



Rys. 3. Nóż styczno-obrotowy [3]:
a – budowa noża, b – kąty spoczynkowe noża
Objaśnienia: 1 – styczna do powierzchni skrawania przez organ urabiający, 2 – styczna do linii skrawania, 3 – linia skrawania, 4 – oś symetrii noża, 5 – promień organu urabiającego,
α – kąt przyłożenia, β – kąt ostrza, γ – kąt natarcia, δ – kąt ustawienia noża, ρ – kąt bocznego skręcenia

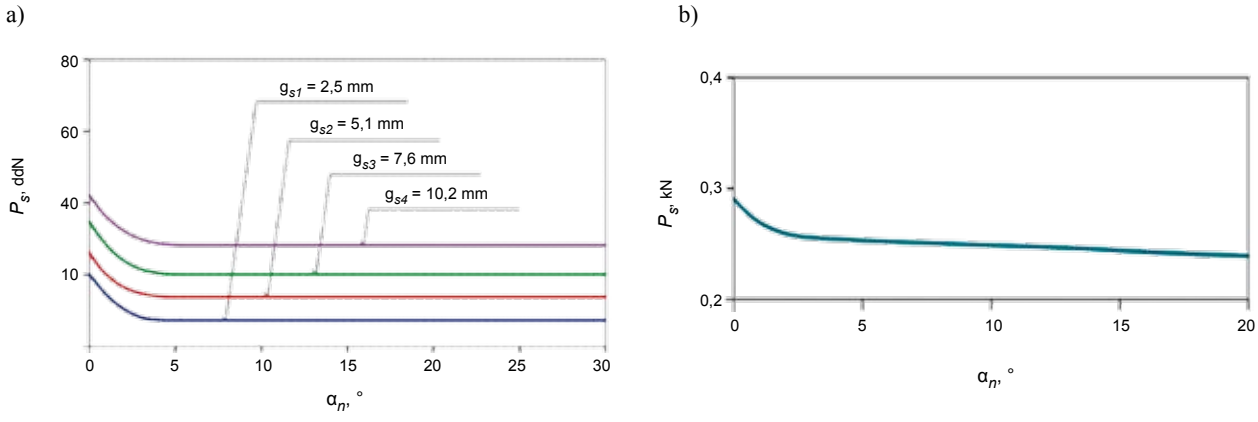
(ulega skróceniu), ale zmianie ulegają także inne wymiary geometryczne ostrza: rośnie kąt ostrza β aż do wartości dwukrotnego kąta ustawienia noża δ ($\beta_{max} = 2\delta$), kąt natarcia noża γ zmniejsza się, przyjmując nawet wartości ujemne, kąt przyłożenia ostrza α redukowany jest do zera oraz obserwuje się wzrost promienia zaokrąglenia ostrza.

Mając to na uwadze, zasadnym jest omówienie wpływu wielkości geometrycznych ostrza noża na opory obciążenia noża. Jak wykazują badacze [9, 10], zmiana kąta przyłożenia α (rys. 4) skutkuje znaczącym wzrostem obciążenia noża w zakresie małych kątów od około 3° do 0°, w pozostałym zakresie wartości kąta przyłożenia α wzrost obciążenia noża jest nieznaczny wręcz pomijalny. Inny charakter ma wpływ kata natarcia γ na obciążenia noża; w tym przypadku wraz ze zmianą jego wartości (zmniejszaniem wartości kąta) obciążenie noża wzrasta w sposób wykładniczy (rys. 5).

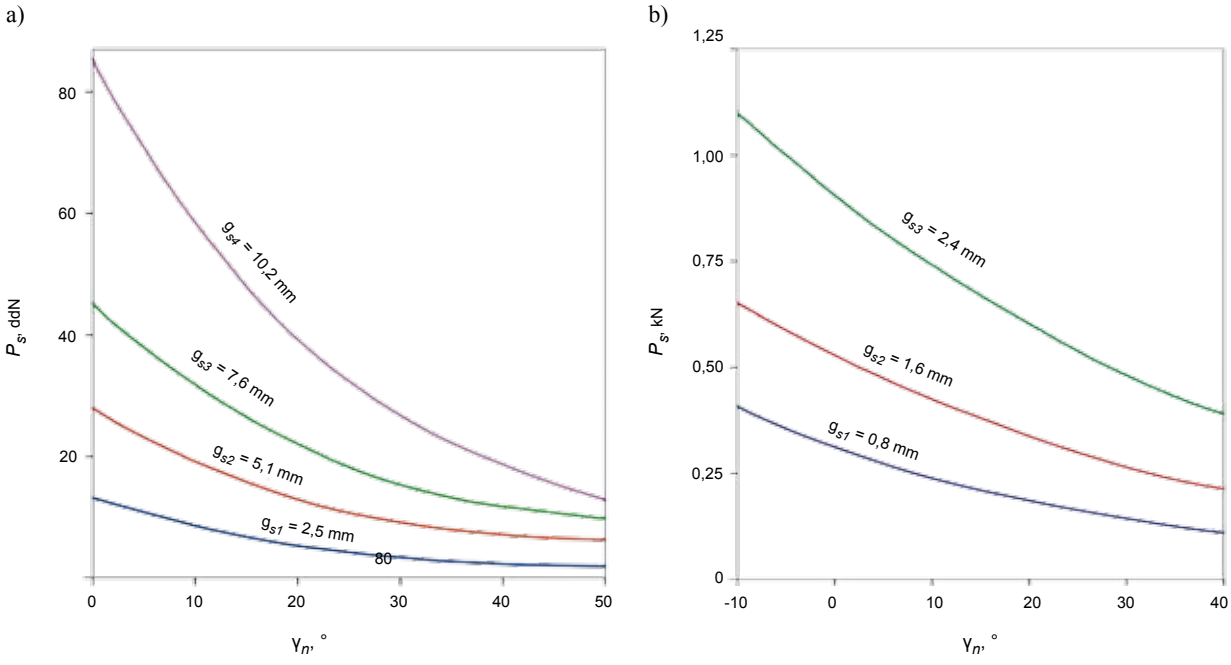
W literaturze spotyka się także stwierdzenia, iż proces zużycia noża przebiega etapowo [4, 6].

W pierwszym etapie procesu ścierania ostrze zmienia swoje parametry geometryczne, następnie zauważa się postępującą zmianę długości ostrza noża (etap II) do czasu zużycia walcowej części wkładki ostrza. Od tego momentu następuje etap II, czyli zużycie korpusu noża w sposób gwałtowny (rys. 6).

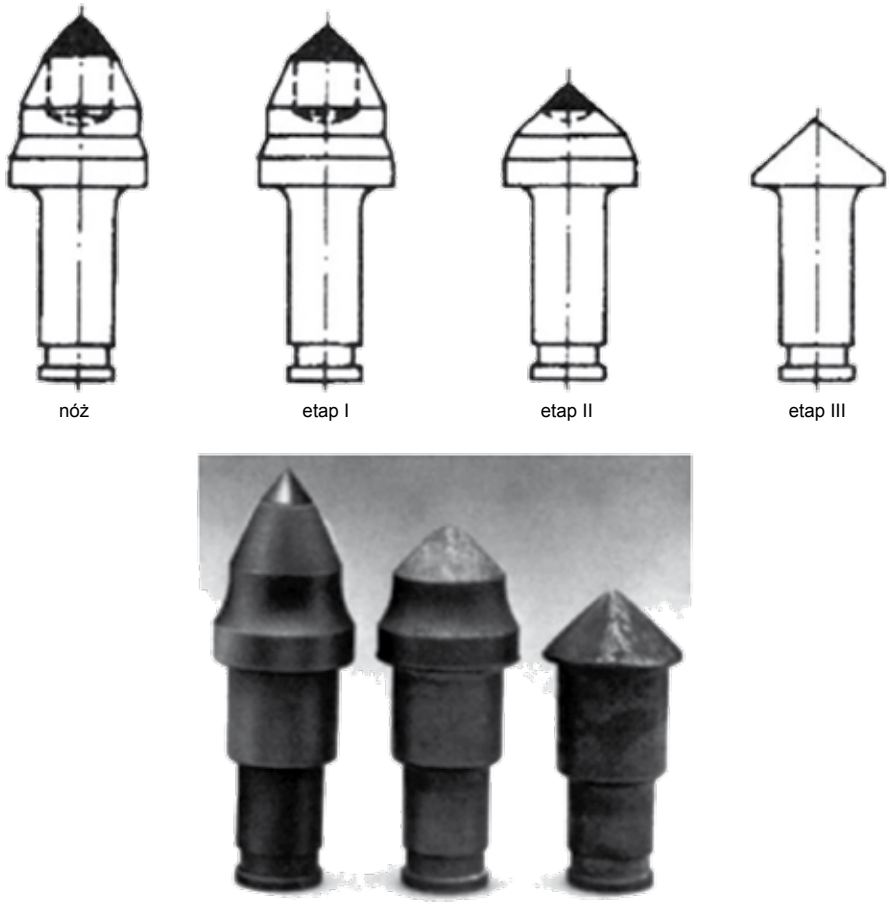
Inni badacze tego procesu wykazują nawet sześć etapów zużywania się ostrza noża [1, 2]. Faza I (rys. 7) nowe ostrze rozpoczyna proces urabiania, a co za tym idzie, jest to początek zużycia noża. Następnie w czasie dalszej pracy noża następuje widoczne zaokrąglenie wierzchołka



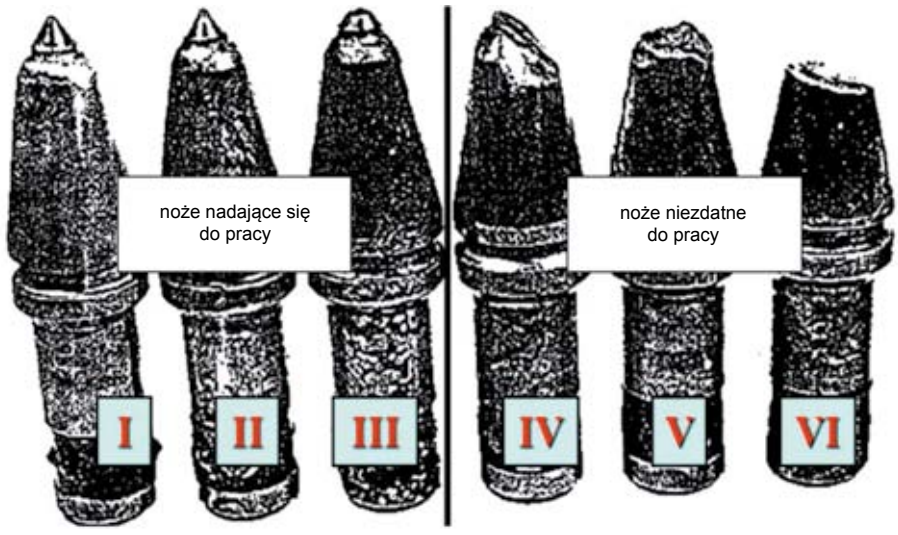
Rys. 4. Wpływ kąta przyłożenia α na siłę skrawania P_s:
a) według *Pomeroy'a*, b) według *Rixa*



Rys. 5. Wpływ kąta natarcia γ na siłę skrawania P_s:
a) według *Pomeroy'a*, b) według *Rixa*



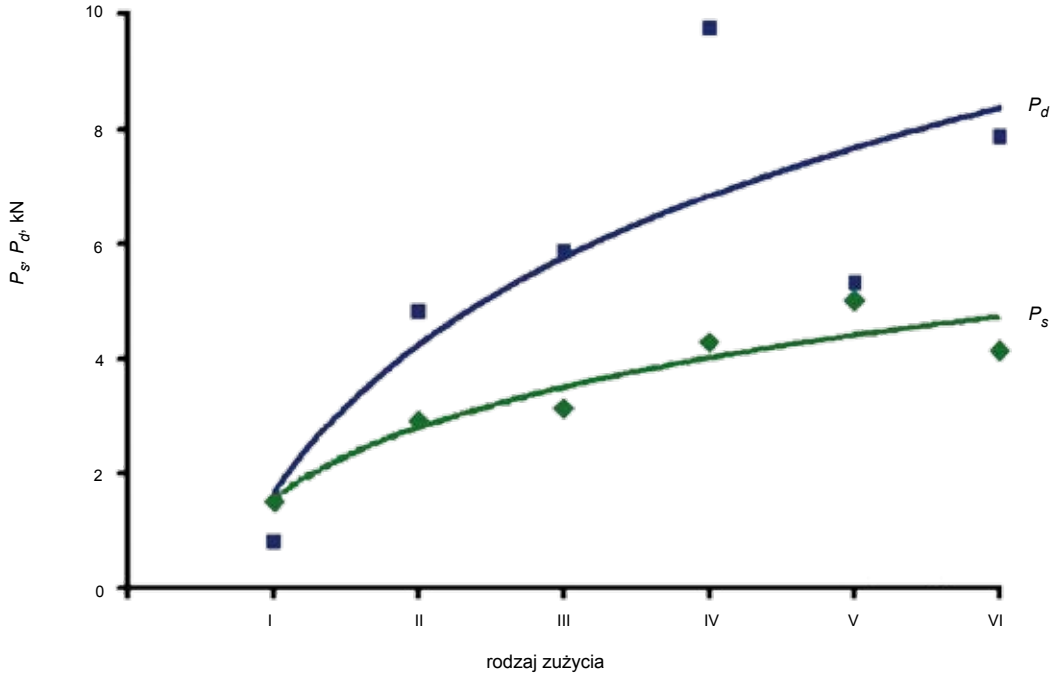
Rys. 6. Etapy zużycia noża styczno-obrotowego – „idealne" ścieranie



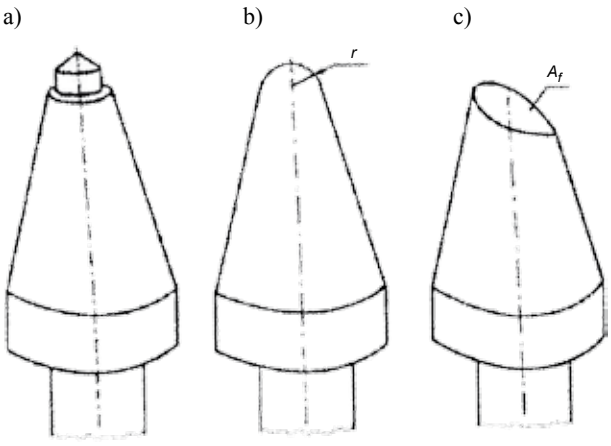
Rys. 7. Fazy zużywania się noża styczno-obrotowego według *Barkera* [7]

wkładki noża (faza II). Realizując dalej proces urabiania skał, pojawia się faza III charakteryzująca się zwiększonym promieniem zaokrąglenia ostrza oraz postępującym obnażaniem wkładki ostrza spowodowanym ścieraniem korpusu noża. Te trzy fazy zużycia są charakterystyczne dla normalnego zużycia narzędzia podczas procesu urabiania, następne fazy zużycia charakteryzują etapy zniszczenia noży. Zjawisko opisane w fazie III skutkuje zatracaniem możliwości obrotu noża, skutkiem czego występują warunki do asymetrycznego zużycia ostrza noża, co powoduje gwałtowny wzrost sil tarcia (faza IV). W dalszym etapie następuje wykruszenie wkładki ostrza i obserwowane jest zjawisko symetrycznego obszaru zużycia ściernego korpusu noża wokół osi obrotu (faza V). Jednak nie ma już warunków do obrotu noża i następuje ponownie asymetryczne zużycie ścierne ostrza noża (faza VI).

Etapy te, fazy zużycia noży mają znamienny wpływ na opory urabiania. Jak widać na przebiegach przedstawionych na rysunku 8 [1], nawet niewielkie zużycie powoduje znaczący, gwałtowny wzrost obciążenia noża; występuje dość znaczny wzrost obciążenia oraz rozbieżności pomiędzy wartościami sił skrawania P_s oraz docisku P_d, której przyrost wartości podczas całego procesu zużywania się ostrza noża jest zdecydowanie większy.



Rys. 8. Obciążenie noża styczno-obrotowego w zależności od rodzaju zużycia



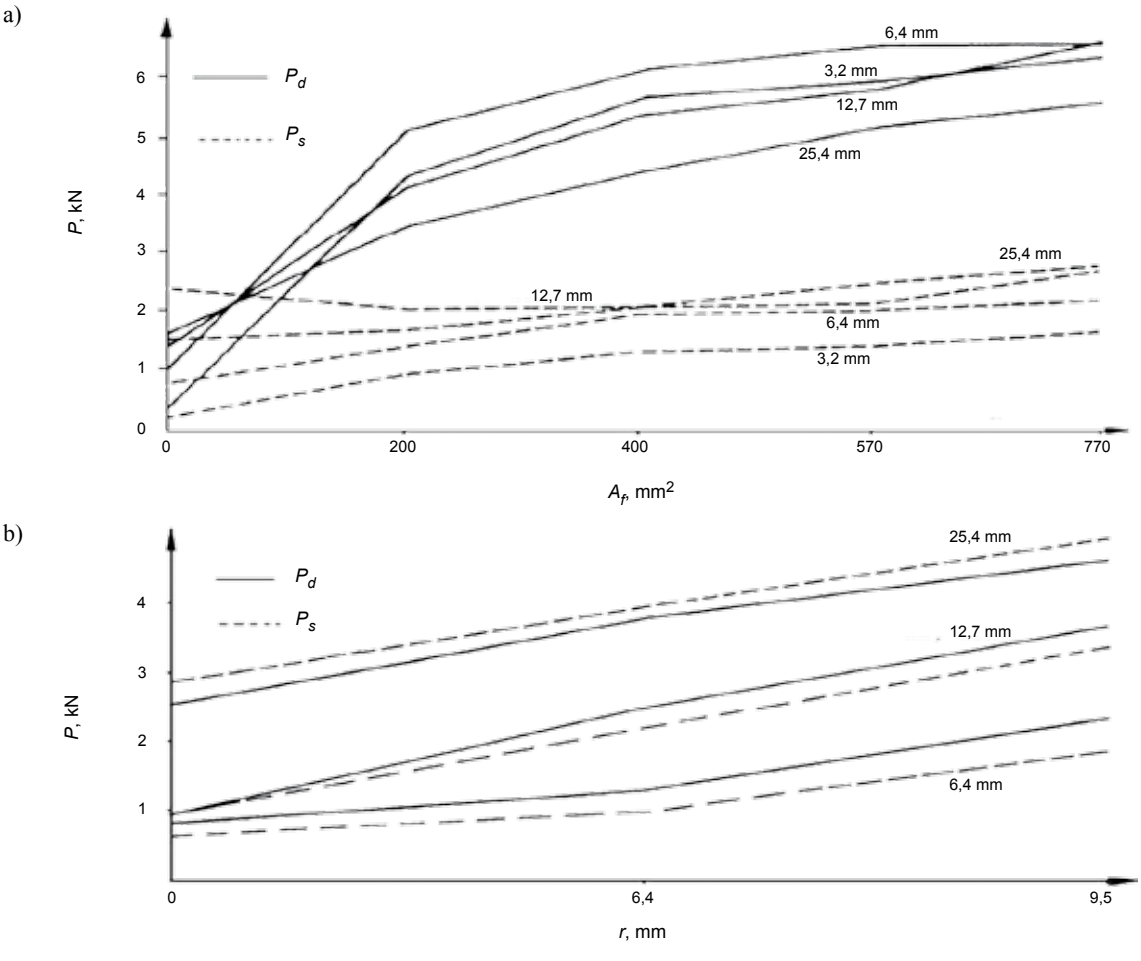
Rys. 9. Formy zużycia noża obrotowego według *Roepke* [8]: a) nóż niezużyty, b) – zużycie symetryczne, c) – zużycie asymetryczne

Wpływ formy zużycia ostrza noża styczno-obrotowego na jego obciążenie badał także *Roepke* [8]. Doszedł on do wniosku, iż zużycie asymetryczne noża styczno-obrotowego w postaci powierzchni zużycia A_f (rys. 9c) jest o wiele groźniejsze niż zużycie noża w postaci zaokrąglenia jego ostrza o promieni r (rys. 9b). Obraz tego zjawiska przedstawiono na rysunek 10.

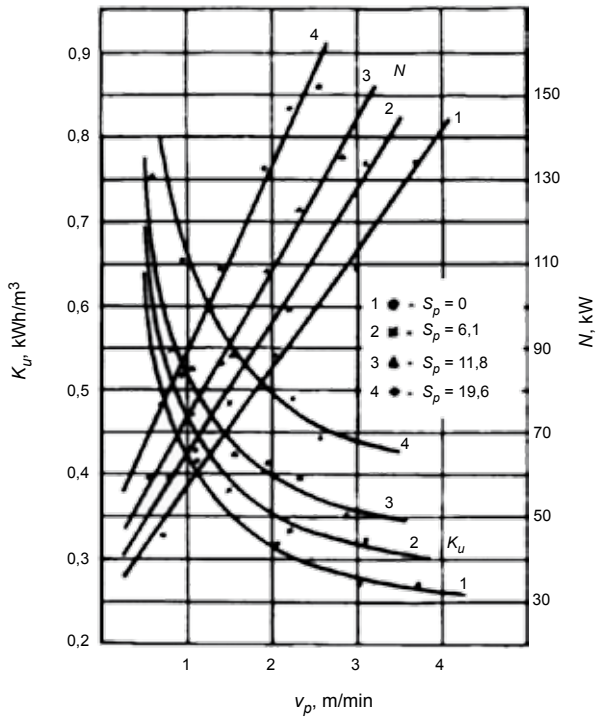
W przypadku obciążeń podczas zużycia asymetrycznego (rys. 10a) występuje znaczna różnica w charakterze przebiegu i wartości siły docisku P_d oraz skrawania P_s; przy tych samych wartościach głębokości skrawania siła docisku P_d posiada większą wartość niż siła skrawania P_s, a różnica wartości tych sił w zależności od wzrostu wartości powierzchni zużycia A_f przy tych samych głębokościach skrawania nie jest stała.

Inaczej te zależności wyglądają w przypadku zużycia symetrycznego (rys. 10b). Różnice wartości siły docisku P_d oraz skrawania P_s, przy tych samych wartościach głębokości skrawania, są w dużym przybliżeniu liniowe, a ich proporcja zależy od głębokości wykonywanych skrawów przez nóż. Przy mniejszych głębokościach skrawania wartości siły docisku P_d są większe od wartości siły skrawania P_s. Sytuacja jest odwrotna w przypadku skrawów o większej głębokości. Jednak tak jak wcześniej wspomniano, większe obciążenie na opory skrawania generuje zużycie asymetryczne noża.

Ze względu na ogromne znaczenie dla bezpieczeństwa, należy wspomnieć o jednym ze skutków pracy nożem zużytym wydzielaniu się ciepła i iskrzeniu. Z opracowanych wyników badań [11] wynika, że urabianie ostrzem zużytym ma znaczący wpływ na pobór mocy, a mówiąc dokładniej – na jednostkowe zużycie energii, w odniesieniu



Rys. 10. Przebieg obciążenia noża styczno-obrotowego, zależnie od głębokości skrawania oraz: a) powierzchni zużycia A_f – zużycie asymetryczne, b) promienia zaokrąglenia ostrza r – zużycie symetryczne [8]



Rys. 11. Wpływ stępienia S_p ostrza noża promieniowego na pobór mocy N oraz wskaźnik jednostkowego zużycia energii K_u, w zależności od prędkości posuwu kombajnu [11]

do objętości urobionej skały. Badania przeprowadzono dla czterech noży o różnym stopniu zużyciu charakteryzującym się różną powierzchnią zużycia ostrza noża S_p. Jak wynika z rysunku 11, wpływ stępienia ostrza gwałtownie rośnie wraz ze wzrostem prędkości posuwu, czyli także wzrostem głębokości skrawania. Obserwuje się zjawisko wydzielania energii cieplnej przekazywanej m.in. na narzędzie, powodując wzrost jego temperatury oraz powstają dogodne warunki do występowania iskrzenia. Sytuacja taka może spowodować zapłon gazu, a przy szczególnie sprzyjających okolicznościach może dojść do zapłonu pyłu węglowego.

3. Podsumowanie

Podsumowując, zużycie narzędzi urabiających jest bardzo istotnym czynnikiem mającym wpływ na proces urabiania skał; wpływ w sferze materialnej (np. awarie, uszkodzenia maszyn, wymiana noży), energetycznej (pobór mocy, energochłonność), ekonomicznej (postoje urządzeń, wzrost kosztów wydobycia), bezpieczeństwa pracy (zagrożenie zapłonem, wybuchem gazu). Dlatego celowym jest prowadzenie i rozwijanie badań z tego zakresu.

Przedstawione badania dotyczące wpływu zużycia noża styczno-obrotowego na opory urabiania miały na celu wykazać zależności te od np. form, faz zużycia ostrza czy zmian parametrów geometrycznych noża. Pomimo tego, że cechy te różnią się formą, charakterem, to mają jeden wspólny mianownik – mianowicie łączy ich parametr: długość noża, różna dla każdej z form i zależna od każdej z form czy stopnia zużycia noża. W każdym przypadku długość ostrza noża była zależna od zmian parametrów noża mających wpływ na opory urabiania.

Mając to za podstawę, można postawić tezę, iż badania zmierzające do poznania zależności oporów urabiania od zużycia ściernego noża w funkcji jego długości w znacznym stopniu uzupełnią ten zakres badań. Efektem końcowym takich badan może być powstanie np. praktycznego narzędzia pomiarowego, porównawczego, za pomocą którego dozór czy obsługa maszyny urabiającej będą mogli w warunkach przemysłowych ocenić przydatność danego noża do celów produkcyjnych. Wyniki takich badań będą pomocne w procesie konstrukcyjnym, planowania produkcji itp.

Literatura

1. *Jonak J.*: Urabianie skał głowicami wielonarzędziowymi. Wydawnictwo Naukowe „Śląsk", Katowice 2002
2. *Klich A. (red.)*: Maszyny i urządzenia dla inżynierii budownictwa podziemnego. Wydawnictwo Naukowe „Śląsk", Katowice 1999
3. *Krauze K.*: Wpływ wybranych parametrów konstrukcyjnych frezującego organu ślimakowego na obciążenia ścianowego kombajnu węglowego. Wydawnictwa AGH, Kraków 1994
4. *Haaf J.*: Das Verschleis-Und Drehverhalten von Meisseln fur Teilschnitt-Vortriebsnaschinen, Dissertation. TU Clausthal, 1992
5. *Kotwica K.*: Zastosowanie wspomagania wodnego w procesie urabiania skał narzędziami górniczymi. Wydawnictwa AGH, Kraków 2012
6. *Gajewski J., Jonak J.*: Badania zużycia noży styczno-obrotowych. Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa MOTROL, Wydawnictwo PAN, Lublin 2009
7. *Barker R., Jones G., Hardman D.*: An Assessment of Pick Wear and its Effect of Continuous Miner Performance. Chamber of mines of So. Afrika, research report 10/81, January 1981
8. *Roepke W.*: General Methods of Primary Dust Control During Cotting. Mining Engineering 1984, No 6
9. *Krauze K.*: Teoria procesu roboczego frezujących organów ślimakowych w skałach średniozwięzłych. Wydawnictwa AGH, Kraków 1995
10. *Chodura J.*: Analiza przydatności wyników pomiarów skrawalności węgla kamiennego. Przegląd Górniczy 1991, nr 4
11. *Matyja S.*: Badania wpływu prędkości skrawania i posuwu na obciążenie kombajnu bębnowego. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 1973, nr 2/51
12. http://anlagenbau.krummenauer.de/node/162
13. materiały reklamowe Eickhoff Bergbautechnik Gmb, 2016
14. http://carreau-rodolphe.com/carreau/engins/01.htm
15. http://www.uiksa.pl/kombajny.html

Pamięci Pawła Krzystolika

W dniu 16 lutego 2018 roku zmarł prof. dr hab. inż. Paweł Krzystolik, długoletni pracownik naukowy Kopalni Doświadczalnej „Barbara" Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach. Prof. Paweł Krzystolik urodził się 25 maja 1933 roku w Pszczynie i przez całe swoje życie był związany z tą miejscowością. Po ukończeniu studiów na Wydziale Górniczym Politechniki Śląskiej w Gliwicach z dniem 1 lipca 1956 roku podjął pracę w Głównym Instytucie Górnictwa w KD „Barbara", z którą był związany przez 60 lat. W Instytucie przeszedł pełną drogę rozwoju jako pracownik naukowy – od asystenta do profesora zwyczajnego. W 1971 roku Rada Wydziału Górniczego Politechniki Śląskiej w Gliwicach nadała Mu stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie górnictwo, w 2000 roku uzyskał przed Radą Naukową GIG stopień doktora habilitowanego, a w dwa lata później został profesorem tytularnym w dziedzinie nauk technicznych.

Działalność naukowo-badawcza prof. Pawła Krzystolika koncentrowała się na kluczowych problemach bezpieczeństwa pracy w kopalniach podziemnych – związanych z występującymi w nich zagrożeniami gazowymi i pyłowymi. Należy podkreślić, że wyniki Jego badań znalazły szerokie zastosowanie w polskim i światowym górnictwie. W KD „Barbara" GIG zajmował szereg kierowniczych stanowisk, w tym zastępcy dyrektora w latach 1972–1981 oraz stanowisko dyrektora w latach 1982–2003.

Dorobek naukowy prof. Pawła Krzystolika to blisko 300 artykułów w krajowych i zagranicznych czasopismach oraz referatów prezentowanych na konferencjach i światowych kongresach górniczych. Ponadto, autorstwo i współautorstwo kilkunastu monografii, około 100 patentów i wzorów użytkowych oraz setki różnego rodzaju opinii, ekspertyz i prac badawczo-usługowych dla odbiorców z przemysłu krajowego i zagranicznego. Pod kierunkiem Profesora zostało zrealizowanych także wiele krajowych, europejskich i innych międzynarodowych projektów badawczych.

Wielka wiedza i wieloletnie doświadczenie sprawiało, że prof. Paweł Krzystolik cieszył się ogromnym autorytetem i szacunkiem w polskim i zagranicznym środowisku górniczym. Był członkiem wielu Komisji powoływanych przez Prezesa WUG dla zbadania przyczyn i okoliczności katastrof górniczych, przewodniczył i przez wiele lat był członkiem Komisji ds. Zagrożeń w Zakładach Górniczych, był rzeczoznawcą Wyższego Urzędu Górniczego i Ministerstwa Środowiska. Od 1993 roku był członkiem Komitetu Górnictwa PAN i wieloletnim członkiem Rady Naukowej GIG oraz rad nadzorczych firm górniczych i okołogórniczych. Przez wiele lat aktywnie uczestniczył w działalności Międzynarodowego Komitetu Organizacyjnego Światowego Kongresu Górniczego.



Prof. dr hab. inż. Paweł KRZYSTOLIK

Prof. Paweł Krzystolik położył istotne zasługi w rozwoju wysoko kwalifikowanych kadr dla górnictwa – był promotorem rozpraw doktorskich oraz recenzentem w przewodach doktorskich, habilitacyjnych i postępowaniach o nadanie tytułu profesora. Stworzył w GIG w KD „Barbara" szkołę naukową w obszarze szeroko rozumianej problematyki metanowej – która jest dobrze rozpoznawalna w świecie – tak jak i nazwisko Profesora Krzystolika.

Za swoją działalność został uhonorowany wysokimi odznaczeniami państwowymi i resortowymi, w tym Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski oraz stopniem Generalnego Dyrektora Górniczego I stopnia.

W dniu 22 lutego 2018 r. pożegnaliśmy śp. Profesora Pawła Krzystolika, wybitnego specjalistę w dziedzinie górnictwa oraz naukowca bezgranicznie oddanego sprawom polskiego górnictwa. Położył On wielkie zasługi dla uczynienia pracy w kopalniach bardziej bezpieczną dla życia i zdrowia górników oraz dla rozwoju polskiej i światowej nauki górniczej. Zapamiętamy Go jako osobę o ogromnej kulturze osobistej i człowieka o wielkim sercu, niezwykle ciepłego i życzliwego, zawsze otwartego na ludzi. Obdarzony licznymi talentami dobrze je wykorzystywał i dzielił się nimi z innymi ludźmi.

Społeczność Głównego Instytutu Górnictwa – kierownictwo i Rada Naukowa – z wielkim żalem żegnają Profesora, który swoim pracowitym życiem dawał nam przykład, jak dobrze przeżyć życie i być użytecznym dla społeczeństwa i kraju. Zawsze będziemy pamiętać o Profesorze Pawle Krzystoliku. Niech spoczywa w pokoju w swojej pszczyńskiej ziemi.

Artykuły naukowo-techniczne opublikowane w roku 2017 w „Wiadomościach Górniczych”, a także przesłane do Redakcji opiniowali następujący Recenzenci:

Imię i nazwisko	Afiliacja
Dr inż. Jolanta **Bijańska**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr inż. Paweł **Bogacz**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr hab. inż. Marek **Borowski,** prof. AGH	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr hab. inż. Jarosław **Brodny**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr hab. inż. Zbigniew **Burtan**, prof. AGH	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Prof. dr hab. inż. Jan **Butra**	Politechnika Wrocławska, Wrocław
Dr Zbigniew **Bzowski**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr inż. Michał **Chabiński**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr inż. Dariusz **Chlebowski**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Prof. dr hab. inż. Tadeusz **Chmielniak**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr inż. Janusz **Cygankiewicz**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Prof. dr hab. inż. Piotr **Czaja**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Prof. zw. dr hab. inż. Krystyna **Czaplicka-Kolarz**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr hab. inż. Jan **Drenda**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Józef **Dubiński**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr hab. inż. Stanisław **Duży**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr hab. inż. Kazimierz **Gierlotka**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
dr hab. inż. Grzegorz **Gliszczyński**, prof. PL	Politechnika Lubelska, Lublin
Prof. dr hab. inż. Lech **Gładysiewicz**	Politechnika Wrocławska, Wrocław
Dr inż. Piotr **Głuch**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr inż. Adam **Gumiński**	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Jan **Hankus**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr hab. Izabela **Jonek-Kowalska**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr inż. Jan **Hycnar**	Ecocoal Consulting Center, Katowice

Dr hab. inż. Józef **Kabiesz,** prof. GIG	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr inż. Piotr **Kalisz**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Prof. dr hab. inż. Antoni **Kalukiewicz**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr inż. Mariusz **Kapusta**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Prof. dr hab. inż. Andrzej **Karbownik**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr inż. Jerzy **Kicki**	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Kraków
Dr hab. inż. Henryk **Kleta**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr Józef **Knechtel**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr inż. Piotr **Kołodziejczyk**, doc. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr hab. Janusz **Kompała**, prof. GIG	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr inż. Zygmunt **Korban**	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Waldemar **Korzeniowski**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr hab. inż. Andrzej **Kowalski**, prof. GIG	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr hab. inż. Eugeniusz **Krause**, prof. GIG	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Prof. dr hab. inż. Krzysztof **Krauze**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr hab. inż. Stanisław **Krzemień**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr hab. inż. Arkadiusz **Kustra**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Prof. dr hab. inż. Jacek M. **Łączny**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr inż. Antoni **Madejski**	„Wiadomości Górnicze”, Katowice
Prof. zw. dr hab. inż. Roman **Magda**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr hab. inż. Piotr **Małkowski**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr Joanna **Martyka**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Prof. dr hab. inż. Eugeniusz **Mokrzycki**	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Kraków
Dr inż. Dariusz **Musioł**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr inż. Lucjan **Muszyński**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr hab. inż. Zbigniew **Niedbalski**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr hab. inż. Dariusz **Obracaj**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Prof. dr hab. inż. Jan **Palarski**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr hab. inż. Elżbieta **Pilecka**, prof. PK	Politechnika Krakowska, Kraków

Prof. dr hab. inż. Franciszek **Plewa**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr hab. inż. Radosław **Pomykała**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr hab. inż. Marek **Pozzi**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr hab. inż. Stanisław **Prusek**, prof. GIG	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr hab. inż. Henryk **Przybyła**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Witold **Pytel**	Politechnika Wrocławska, Wrocław
Dr inż. Andrzej **Pytlik**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr inż. Sylwester **Rajwa**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr hab. Anna **Rakowska**, prof. UMCS	Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin
Dr inż. Marek **Rotkegel**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Prof. dr hab. inż. Czesława **Rosik-Dulewska**	Uniwersytet Opolski, Opole
Dr hab. inż. Marek **Salamak**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Paweł **Sowa**	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Kazimierz **Stoiński**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr hab. inż. Andrzej **Strugała**, prof. AGH	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Prof. dr hab. inż. Piotr **Strzałkowski**	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr hab. inż. Józef **Sułkowski**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Jan **Szlązak**	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Nikodem **Szlązak**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Prof. zw. dr hab. inż. Jacek **Szołtysek**	Uniwersytet Ekonomiczny, Katowice
Dr inż. Mariusz **Szot**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Dr hab. inż. Stanisław **Szweda**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Dr inż. Jan **Szymała**	Główny Instytut Górnictwa, Katowice
Prof. dr hab. inż. Marian **Turek**	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Andrzej **Tytko**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Prof. dr hab. inż. Stanisław **Wasilewski**	Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
Dr hab. inż. Herbert **Wirth**, prof. PWr	Politechnika Wrocławska, Wrocław
Dr hab. inż. Krzysztof **Wodarski**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice
Prof. dr hab. inż. Bogumił **Wrana**	Politechnika Krakowska, Kraków
Dr hab. Krzysztof **Zamasz**, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska, Gliwice

Wskazówki dla Autorów

Wiadomości Górnicze

- **Miesięcznik „Wiadomości Górnicze" jest czasopismem naukowo-technicznym prezentującym zagadnienia techniki, ekonomiki i organizacji górnictwa. Czasopismo znajduje się w wykazie Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego wybranych czasopism punktowanych z liczbą punktów „5" za umieszczone w nim publikacje naukowe (zgodnie z najnowszymi zmianami MNiSzW załącznik do komunikatu z dnia 17 grudnia 2013 r. i 31 grudnia 2014 r.).**
  Miesięcznik „WG" jest także indeksowany w ogólnopolskiej bazie: baztech.icm.edu.pl
- Artykuły naukowo-badawcze i przeglądowe (składane w Redakcji drogą e-mailową na adres: blegominska@gornicza.com.pl lub drogą pocztową na adres: Wydawnictwo Górnicze Sp. z o.o., ul. T. Kościuszki 30, 40-048 Katowice) powinny dotyczyć tematów ważnych z naukowego i przemysłowego punktu widzenia. Powinny być napisane zwięźle, poprawną polszczyzną. W szczególności w ich układzie powinien się znaleźć cel pracy, rozwinięcie tematu, podsumowanie wyników i wnioski. W pracach badawczych powinna być wyróżniona część doświadczalna zawierająca opis badanych materiałów, opis stosowanej aparatury i metod analitycznych.
- Imię i nazwisko Autora/Autorów należy umieścić w lewym, górnym rogu pierwszej strony. Na dole tej strony, jako przypis, powinien być wskazany Autor zgłaszający i adres do korespondencji z podaniem miejsca pracy Autora, adresu pocztowego i e-mailowego oraz telefonu.
- Autor/autorzy zobowiązani są do podpisania „Oświadczenia o przeniesieniu autorskich praw majątkowych" (formularz do pobrania na stronie internetowej www.gornicza.com.pl).
- **Redakcja przyjmuje do publikacji tylko prace oryginalne, niepublikowane wcześniej w innych czasopismach.**
- Wszelkie wykryte przypadki „ghostwritingu" i „guest authorshipu" będą demaskowane, włącznie z powiadomieniem odpowiednich podmiotów (instytucje zatrudniające autorów, towarzystwa naukowe, stowarzyszenia edytorów naukowych itp.) – wkład poszczególnych autorów/współautorów jest jawny, przy czym główną odpowiedzialność ponosi autor zgłaszający publikację do druku.
- Informacja o źródłach finansowania publikacji, wkładzie instytucji naukowo-badawczych, stowarzyszeń i innych podmiotów również jest jawna.
- Osoba wnosząca istotny wkład w powstanie publikacji, a niebędąca Współautorem, powinna być wymieniona w podziękowaniach zamieszczonych w publikacji.
- Do tekstu pracy należy dołączyć streszczenie w języku polskim (około 200 słów), zawierające cel i wnioski pracy oraz wykaz słów kluczowych (3–6 słów).
- Rysunki powinny być wykonane komputerowo i dostarczone (e-mailem) wraz z wydrukiem, każdy jako odrębny plik. Przyjmuje się, że rysunki zostały wykonane w jednym z programów, który w nazwie pliku dodaje rozszerzenie *.cdr, *.ai. Fotografie (zdjęcia), jeżeli są załączone do artykułu jako zeskanowany plik komputerowy, powinny być zapisane jako *.tif lub *.jpg. Bardzo ważne, aby rozdzielczość efektywna skanowania wynosiła 300 dpi. Ilustracje skanowane jak do internetu (tj. takie, które mają rozdzielczość 75 dpi) nie będą publikowane, gdyż technicznie nie jest możliwe uzyskanie dobrej jakości druku takich ilustracji.
- Wykresy najlepiej wykonać programem Excel z pakietu MS Office, rozszerzenie *.xls. Do wykresów należy załączyć tablice z danymi, z których te wykresy wykonano. Każdy wykres ma być odrębnym plikiem.
- Tablice zamieszczane w artykule powinny być zapisane jako odrębne pliki. Najkorzystniej, jeśli będą zapisane w formacie Word for Windows 97/2000/XP, tj. *.doc
- Każdy nadesłany artykuł podlega recenzji (szczegółowe „Procedury recenzowania artykułów publikowanych w czasopismach Wydawnictwa Górniczego Sp. z o.o." podane są na stronie internetowej www.gornicza.com.pl), o wyniku której redakcja powiadamia Autora. Nieustosunkowanie się do propozycji Recenzentów najpóźniej w ciągu trzech miesięcy uważa się za rezygnację z publikacji.

We wszystkich sprawach, budzących wątpliwości,
prosimy skontaktować się z Redakcją telefonicznie (32) 428 87 19.

Procedury recenzowania

PROCEDURY RECENZOWANIA ARTYKUŁÓW PUBLIKOWANYCH W CZASOPISMACH WYDAWNICTWA GÓRNICZEGO SP. Z O.O. W KATOWICACH

1. Po zakwalifikowaniu artykułu naukowego jako zgodnego z profilem czasopisma, Komitet Redakcyjny dokonuje wyboru dwóch niezależnych Recenzentów spośród autorytetów uznanych w danej dziedzinie.
2. W przypadku tekstów powstałych w języku obcym, co najmniej jeden z Recenzentów jest afiliowany w instytucji zagranicznej, innej niż narodowość Autora pracy.
3. Rekomendowanym rozwiązaniem jest model, w którym Autor(zy) i Recenzenci nie znają swoich tożsamości (tzw. *„double-blind review proces”).*
4. W innych rozwiązaniach Recenzent musi gwarantować:

   – niezależność opinii,
   – brak konfliktu interesów, wyrażający się w szczególności brakiem relacji osobistych bądź służbowych z Autorem artykułu,
   – zachowanie poufności co do zawartości merytorycznej materiałów, jak i opinii o nich.

5. Recenzent przekazuje sporządzoną recenzję w postaci elektronicznej lub papierowej na adresy Redakcji podane na „Formularzu recenzji” (formularz do pobrania na stronie internetowej www.gornicza.com.pl). Recenzja musi kończyć się jednoznacznym wnioskiem co do dopuszczenia artykułu do publikacji lub jego odrzucenia. Po wpłynięciu recenzji, Sekretarz redakcji:

   • informuje Autora o jej wpłynięciu (w przypadku recenzji niewymagającej poprawek lub konieczności wprowadzenia tylko drobnych zmian o charakterze redakcyjnym),
   • kieruje recenzję – zawierającą uwagi krytyczne – do Autora, który dokonuje wymaganych poprawek, a w przypadku uwag, z którymi się nie zgadza – przygotowuje odpowiedź na recenzję,
   • kieruje ponownie artykuł do Recenzenta po wprowadzeniu przez Autora zmian – jeżeli Recenzent stwierdzi konieczność ponownej recenzji.

6. Nieustosunkowanie się do propozycji Recenzenta najpóźniej w ciągu trzech miesięcy uważa się za rezygnację z publikacji.
7. W przypadku recenzji dyskwalifikującej artykuł, Komitet Redakcyjny podejmuje decyzję o odrzuceniu pracy bądź kieruje artykuł do innego Recenzenta.
8. Personalia Recenzentów poszczególnych publikacji nie są ujawniane w bieżących numerach czasopisma. Raz w roku (w numerze styczniowym) Redakcja zamieszcza w czasopiśmie pełną listę Recenzentów, z którymi współpracuje.
9. Teksty o charakterze reklamowym nie wymagają recenzji i będą opublikowane z informacją „artykuł sponsorowany”.

OPA ROW

www.opa-row.pl

energetyka
urządzenia energetyczne
napędy
automatyka i elektronika przemysłowa
górnicze wyciągi szybowe
urządzenia przeciwwybuchowe
ochrona środowiska

OPA-ROW sp. z o.o. ul.Rymera 40c, 44-270 Rybnik,
tel.:(48 32) 739 88 03, tel./fax: (48 32) 422 27 44, e-mail: office@opa-row.pl

THIELE

Fabryka Łańcuchów Przenośnikowych
i Technicznych Kuźnia Matrycowa

- Łańcuchy ogniwowe górnicze i ogniwa złączne
- Łańcuchy zawiesiowe i uchwyty transportowe
- Łańcuchy ogniwowe nawęglane, kute i płytkowe



THIELE GmbH & Co. KG
Tel.: +49 2371-947 0
Werkstr. 3
Fax: +49 2371-947 295
58640 Iserlohn
info@thiele.de
Germany
www.thiele.de



PRZEDSIĘBIORSTWO HANDLOWO-USŁUGOWE

EKO-WiN



WYSOKOWYDAJNE WENTYLATORY LUTNIOWE
45 kW, 55 kW, 80 kW

www.ekowin.eu

Al. Korfantego 79
40-160 Katowice
Tel./fax: +48 32 259 25 68
e-mail: ekowin@ekowin.pl



URZĄDZENIE ODPYLAJĄCE UO-1200