



IGSMiE
PAN

Redakcja naukowa

Krzysztof Galos
Beata Barszczowska

BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE



WYPADKI
WYKORZYSTANIE
CZĘSTOŚĆ
BEZPIECZEŃSTWO PRACY
TECHNOLOGIE

BEZPIECZEŃSTWO PRACY

ZATRUDNIENIE

Jak to z tym węglem było, jest i będzie

FINANSOWANIE
BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE

***Jak to z tym węglem było,
jest i będzie***

Autorzy

Mirosław SKIBSKI, Rafał SOŁTYS – Agencja Rozwoju Przemysłu SA, Oddział w Katowicach

*Beata BARSZCZOWSKA – Akademia Górnośląska im. W. Korfantego w Katowicach;
Agencja Rozwoju Przemysłu SA Oddział w Katowicach*

*Zbigniew GRUDZIŃSKI, Urszula OZGA-BLASCHKE, Katarzyna STALA-SZLUGAJ – Instytut
Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków*

Radosław SZCZERBOWSKI – Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki

Joanna MAZURKIEWICZ – Instytut Badań Strukturalnych, Warszawa

*Beata KLOJZY-KARCZMARCZYK – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN,
Kraków*

Alicja STEFANIAK, Katarzyna SUSZEK, Łukasz IWAŃSKI – Wyższy Urząd Górniczy, Katowice

Anna KIELERZ – Agencja Rozwoju Przemysłu SA, Oddział w Katowicach

Eugeniusz Jacek SOBCZYK – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków

Artur DYCZKO – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków



Instytut Gospodarki
Surowcami Mineralnymi
i Energją
Polskiej Akademii Nauk

20^{lat} arp^o Oddział KATOWICE

Jak to z tym węglem było, jest i będzie

redakcja naukowa

prof. dr hab. inż. Krzysztof Galos

dr Beata Barszczowska

Wydawnictwo IGSMiE PAN
Kraków 2023

Recenzeci

dr hab. inż. Zbigniew Grudziński, prof. instytutu
prof. dr hab. inż. Eugeniusz Mokrzycki
dr inż. Piotr Olczak
dr inż. Urszula Ozga-Blaschke
prof. dr hab. inż. Wiktoria Sobczyk
dr hab. inż. Katarzyna Stala-Szlugaj, prof. instytutu
dr inż. Radosław Szerbowski
dr inż. Jarosław Szlugaj

*Współpraca wydawnicza Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi
i Agencji Rozwoju Przemysłu SA Oddział Katowice*

Adres redakcji

*Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk
ul. J. Wybickiego 7A, 31-261 Kraków
tel.: +48 12 632 33 00; fax: +48 12 632 35 24*

*Redaktor Wydawnictwa: Emilia Rydzewska-Smaza
Redaktor techniczny: Barbara Sudoł
Projekt okładki: Magdalena Wojtyła*

© Copyright by Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

© Copyright by ARP Katowice

© Copyright by Autorzy

Kraków 2023

Printed in Poland

ISBN 978-83-67606-16-5

eISBN 978-83-67606-15-8

DOI: 1033223/23arp10/2320



© 2023. Autorzy. Jest to publikacja udostępniana w otwartym dostępie zgodnie z warunkami licencji międzynarodowej Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowa (CC BY-SA 4.0, <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), która zezwala na używanie, dystrybucję i reprodukcję na dowolnym nośniku, pod warunkiem, że artykuł jest prawidłowo cytowany.

Spis treści

| | |
|--|-----|
| Słowo wstępne | 7 |
| Restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego – przegląd działań i programów (<i>Rafał Sołtys, Mirosław Skibski</i>) | 9 |
| Monitoring i kontrola procesu restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2023 (<i>Beata Barszczowska</i>) | 31 |
| Ceny węgla kamiennego na międzynarodowym oraz krajowym rynku w latach 2000–2022 (<i>Zbigniew Grudziński, Urszula Ozga-Blaschke, Katarzyna Stala-Szlugaj</i>) | 45 |
| Rola węgla w polskiej i europejskiej energetyce (<i>Radosław Szczerbowski</i>) | 63 |
| Narracje wokół transformacji energetycznej i górnictwa węgla kamiennego w Polsce (<i>Joanna Mazurkiewicz</i>) | 81 |
| Ocena wymywania zanieczyszczeń z odpadów wydobywczych górnictwa węgla kamiennego w świetle wieloletnich badań (<i>Beata Kłojzy-Karczmarczyk</i>) | 95 |
| Zmiany regulacji prawnych dotyczących kwalifikacji górniczych i szkoleń w górnictwie oraz ich wpływ na bezpieczeństwo pracowników zakładów górniczych (<i>Alicja Stefaniak, Katarzyna Suszek, Łukasz Iwański</i>) | 113 |
| Zmiana stanu zatrudnienia a struktura stażowo-wiekowa i wykształcenie w latach 2003–2022 w sektorze górnictwa węgla kamiennego (<i>Anna Kielorz</i>) | 125 |
| Węgiel kamienny w Polsce – trzy dekady gospodarki zasobami (<i>Eugeniusz Jacek Sobczyk</i>) | 141 |
| Górnictwo 4.0 – w kierunku inteligentnej głębokiej kopalni przyszłości (<i>Artur Dyczko</i>) | 163 |

Słowo wstępne

Węgiel jest głównym nośnikiem energii w Polsce i ma nadal kluczowe znaczenie w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego kraju. Mimo pogarszających się warunków górniczo-geologicznych, rosnących kosztów produkcji, polityki klimatycznej Unii Europejskiej (Europejski Zielony Ład), węgiel w najbliższych latach będzie jeszcze odgrywał decydującą rolę w miksie energetycznym Polski.

Jak to z tym węglem było, jest i będzie – książka, którą oddajemy do rąk Czytelnika, wydana jest z okazji jubileuszu dwudziestolecia funkcjonowania katowickiego Oddziału Agencji Rozwoju Przemysłu SA. Oddział powstał 1 marca 2003 r., a celem jego utworzenia było gromadzenie danych dotyczących procesu restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego.

Publikacja jest efektem pracy badaczy reprezentujących jednostki naukowe oraz Agencję Rozwoju Przemysłu Oddział w Katowicach i obejmuje wybrane zagadnienia związane z górnictwem węgla kamiennego.

Monografię otwiera rozdział autorstwa **Rafała Sottysa** i **Mirosława Skibskiego** stanowiący krótki przegląd programów restrukturyzacji sektora górnictwa węgla kamiennego od roku 1989. Materiał przedstawia także wybrane zmiany organizacyjne w sektorze do roku 2022 i stanowi tło do dalszych rozważań przez kolejnych autorów. Rafał Sottys i Mirosław Skibski są związani z katowickim Oddziałem Agencji Rozwoju Przemysłu od momentu jego powstania.

Proces restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego podlega monitoringowi. Od 2003 roku prowadzony jest przez Agencję Rozwoju Przemysłu SA. Monitoringowi tego procesu w latach 2020–2023 poświęcony jest kolejny rozdział autorstwa **Beaty Barszczowskiej**. Materiał porusza także kwestię kontroli wydatkowania środków budżetowych przeznaczonych na procesy restrukturyzacyjne.

W rozdziale trzecim **Zbigniew Grudziński**, **Urszula Ozga-Blaschke** i **Katarzyna Stala-Szlugaj** przedstawiają analizę sytuacji cenowej węgla energetycznego i koksowego na międzynarodowym i krajowym rynku w ostatnich 20 latach, wraz z czynnikami kształtującymi te ceny. Autorzy odnieśli się także do polskich indeksów węglowych PSCMI_1 i PSCMI_2 publikowanych na portalu polskirynekwegla.pl prowadzonym przez katowicki Oddział ARP.

Czy węgiel może nadal być brany pod uwagę w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego w Europie? To pytanie stawia w kolejnym, czwartym rozdziale, **Radosław**

Szczerbowski. Autor zajmuje się także kwestią obecnego stanu przemysłu węglowego oraz strategiami rozwoju systemów energetycznych w wybranych krajach europejskich, w kontekście wykorzystania węgla.

Kolejny rozdział to próba identyfikacji głównych nurtów narracji wokół transformacji energetycznej górnictwa węgla kamiennego. Tego zadania podjęła się **Joanna Mazurkiewicz.** Materiał jest podsumowaniem części badań prowadzonych w projekcie Tipping+, realizowanym przez Instytut Badań Strukturalnych w ramach programu Horyzont 2020.

W rozdziale szóstym **Beata Klojzy-Karczmarczyk** prezentuje ocenę wymywania zanieczyszczeń z odpadów wydobywczych górnictwa węgla kamiennego. Materiał poddany analizie został wybrany na podstawie dostępnej literatury oraz wieloletnich badań własnych autorki.

Alicja Stefaniak, Katarzyna Suszek i Łukasz Iwański w rozdziale siódmym przedstawiają zmiany regulacji prawnych odnoszących się do kwalifikacji górniczych i szkoleń w górnictwie oraz ich wpływ na bezpieczeństwo pracowników zakładów górniczych. Autorzy dokonali przekrojowego przeglądu tych regulacji, poczynawszy od II Rzeczypospolitej aż do proponowanych obecnie zmian w ustawie Prawo geologiczne i górnicze.

Temat wykształcenia i kwalifikacji w sektorze górnictwa jest jednym z wątków poruszonych w materiale przygotowanym przez **Annę Kielierz.** Autorka, w rozdziale ósmym, przeanalizowała także zmiany stanu w sektorze zatrudnienia w okresie 2003–2022.

Celem przedostatniego rozdziału jest ocena zmian stanu, struktury i wielkości bazy zasobowej węgla kamiennego w Polsce od roku 1990 do 2022. Autor, **Eugeniusz Jacek Sobczyk,** podkreśla, iż w badanym okresie stan zasobów przemysłowych, z przyczyn innych niż eksploatacyjne, zmniejszył się o 10,4 mld Mg. Zwraca też uwagę na istotne kwestie związane z przyszłością węgla, takie jak pogarszające się warunki górnicze i geologiczne procesu wydobywania, malejący efektywny czas pracy oraz rosnący poziom zagrożeń naturalnych.

Książkę kończy rozdział **Artura Dyczki** *Górnictwo 4.0 w kierunku inteligentnej głębokiej kopalni przyszłości*, w którym między innymi autor przedstawił propozycję architektury systemu zarządzania produkcją opartego na popycie jakości *Demand and Quality Driven Management System.* Autor wskazał jego podstawowe funkcjonalności oraz grupy dostępnych na rynku rozwiązań informatycznych, których umiejętne wdrożenie prowadzić powinno do wykształcenia efektywnych, skutecznych i trwałych rozwiązań w zakresie zarządzania produkcją.

Restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego – przegląd działań i programów

Słowa kluczowe: restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego, reforma górnictwa

Streszczenie: W 1989 r. został zapoczątkowany w Polsce proces zmian ustrojowych oraz społeczno-gospodarczych, którego celem było przejście od gospodarki centralnie planowanej do gospodarki rynkowej. Zmiany te dotknęły także sektora górnictwa węgla kamiennego. Celem kolejnych reform było doprowadzenie przemysłu górniczego do efektywności ekonomicznej i do zdolności do adaptacji do zmieniających się warunków gospodarowania. Obecnie polityka europejskiego Zielonego Ładu jest jednym z elementów, który zdecyduje o kierunku transformacji sektora górnictwa węgla kamiennego. Celem publikacji jest usystematyzowanie wiedzy na temat kolejnych programów restrukturyzacji sektora w latach 1989–2022 i zmian organizacyjnych.

Wprowadzenie

Proces transformacji gospodarki w Polsce, nakierowany na jej dostosowanie do funkcjonowania w warunkach rynkowych, dotyczył również górnictwa węgla kamiennego. Rola tego przemysłu była bardzo ważna w okresie gospodarki centralnie sterowanej. Węgiel produkowany był nie tylko dla zaspokojenia krajowego zapotrzebowania na energię pierwotną, lecz również dla zaopatrzenia innych krajów bloku socjalistycznego. Brak dbałości o efektywność ekonomiczną produkcji węgla, jak również niska jakość produktu spowodowały, że wraz ze zmianą ustroju gospodarczego górnictwo nie było w stanie sprostać wymogom gospodarki rynkowej. Z tego powodu przemysł ten poddawany był i w dalszym ciągu jest poddany procesom restrukturyzacyjnym (XIV Konferencja).

W 1989 r. został zapoczątkowany w Polsce proces zmian ustrojowych oraz społeczno-gospodarczych mający na celu przejście od gospodarki centralnie planowanej do gospodarki rynkowej. Zmiany te miały wielokierunkowy charakter i bezpośrednio zaczęły dotyczyć zarówno sfery instytucjonalnej, jak i gospodarczej państwa. Sytuacja ta stworzyła konieczność przeprowadzenia zmian restrukturyzacyjnych. Jednym z celów, który chciano

osiągnąć, było doprowadzenie przemysłu górniczego do efektywności ekonomicznej oraz zdolności do konkurencyjności na rynkach międzynarodowych.

Restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego w latach 1989–1998

Na mocy Zarządzenia nr 22 Prezesa Rady Ministrów z dnia 11 grudnia 1989 r. rozwiązanych zostało pięć istniejących Przedsiębiorstw Eksploatacji Węgla:

1. Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Północ” w Katowicach.
2. Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Wschód” w Sosnowcu.
3. Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Zachód” w Zabrze.
4. Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Południe” w Jastrzębiu Zdroju.
5. Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Dolny Śląsk” w Wałbrzychu.

W efekcie czego powstało 70 kopalń, które z dotychczasowych przedsiębiorstw użyteczności publicznej przekształciły się w samodzielne przedsiębiorstwa państwowe. Próba usamodzielnienia kopalń była pierwszym etapem reformowania górnictwa. W związku ze zniesieniem nadzoru nad kopalniami ze strony Wspólnoty Węgla Kamiennego, a następnie jej rozwiązaniem i przekształceniem, w lipcu 1990 r. została utworzona jednoosobowa spółka Skarbu Państwa: Państwowa Agencja Węgla Kamiennego SA (PAWK SA). W początkowym okresie przejęła ona niektóre obowiązki Wspólnoty Węgla Kamiennego, jednakże jej przedmiot działania szybko się zmienił i PAWK SA dostosowała swoje zadania, które miały na celu wspieranie z Ministerstwem Przemysłu i Handlu procesów restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego, wynikiem czego były kolejne opracowane wspólnie programy reformy górnictwa (Szlązak 2004).

W Polsce od początku okresu transformacji podjęto próby wdrożenia kilku programów restrukturyzacji górnictwa. W 1991 r. Minister Przemysłu i Handlu przedstawił dokument pt. *Program reform i harmonogram restrukturyzacji w sektorze energetycznym* (Program 1991), który w części dotyczącej górnictwa został opracowany przy współudziale PAWK SA. Program ten stanowił raczej zbiór celów, aniżeli dokument przeznaczony do realizacji. Zakładał on uwolnienie cen węgla, wstrzymanie dotacji przedmiotowych, kontynuację zamykania nierentownych kopalń, utworzenie z kopalń rentownych około 10 niezależnych, konkurujących ze sobą spółek. Już w połowie 1992 r. rząd dostrzegł fiasko pozostawienia realizacji restrukturyzacji kopalń samodzielnym przedsiębiorstwom, czego odzwierciedleniem było stwierdzenie w *Propozycjach w sprawie programów restrukturyzacyjnych górnictwa węgla kamiennego i brunatnego, gazownictwa i przemysłu paliw ciekłych* przyjętych przez Radę Ministrów w maju 1992 r., że *dalsze funkcjonowanie samodzielnych kopalń zagraża działalności sektora oraz stabilności i ciągłości dostaw paliw i energii* (Harmonogram 1992; Szlązak 2004).

W 1993 roku powstał dokument *Podstawowe problemy restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce* opracowany przez Ministerstwo Przemysłu i Handlu wspólnie z PAWK SA, na którego podstawie został przyjęty kompleksowy program restrukturyzacji: *Program restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego – realizacja I etapu w 1993 roku w ramach możliwości finansowych państwa* (Program 1993), który był realizacją ustawy o przekształceniach własnościowych niektórych przedsiębiorstw państwowych o szczególnym znaczeniu dla gospodarki (Dz.U. 1999, nr 16, poz. 69). Przyjęty w dniu 15 marca 1993 r. przez Radę Ministrów program wskazywał na konieczność podziału procesu restrukturyzacji górnictwa na trzy etapy. W oparciu o tę ustawę utworzono z dniem 1 marca 1993 r. sześć spółek węglowych o strukturze koncernowej oraz w lipcu 1993 r. siódmą spółkę węglową o strukturze holdingowej – Katowicki Holding Węglowy SA.

Spółki węglowe wraz z liczbą kopalń – stan na 01.07.1993 r.:

- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. Bytomska Spółka Węglowa SA | 12 kopalń |
| 2. Rudzka Spółka Węglowa SA | 8 kopalń |
| 3. Gliwicka Spółka Węglowa SA | 8 kopalń |
| 4. Katowicki Holding Węglowy SA | 11 kopalń |
| 5. Nadwiślańska Spółka Węglowa SA | 8 kopalń |
| 6. Rybnicka Spółka Węglowa SA | 7 kopalń |
| 7. Jastrzębska Spółka Węglowa SA | 7 kopalń. |

Intencją rządu było, aby nowe podmioty gospodarcze, działające w warunkach gospodarki rynkowej, pracowały w sposób, który pozwoli na bieżąco dostosowywać się do warunków rynkowych, w czym miały pomagać rady nadzorcze powoływane w imieniu Skarbu Państwa przez Ministra Przemysłu i Handlu (Szlązak 2004).

W połowie 1993 r. z uwagi na pogarszającą się sytuację w sektorze górnictwa węgla kamiennego Ministerstwo Przemysłu i Handlu zleciło PAWK SA uzupełnienie programu. Finalnie opracowano dokument w lipcu 1993 r., który w zamiarze miał korygować niektóre z celów oraz zadań programu pn. *Program powstrzymywania upadłości górnictwa węgla kamiennego w Polsce w okresie od 15.07.1993 do 31.12.1993 roku* (Program 1993).

Korekta programu miała stworzyć warunki do rentowności działalności górnictwa począwszy od 1994 roku. Dokument ten wyraźnie wskazywał, że bez znacznego udziału budżetu państwa restrukturyzacja branży nie będzie możliwa. Po raz pierwszy w programie ujęto propozycje osłon socjalnych dla górników odchodzących z kopalń.

Kontynuacją programu z 1993 r. był opracowany przez Ministra Przemysłu i Handlu we współpracy z PAWK SA oraz przyjęty do realizacji przez Komitet Ekonomiczny Rady Ministrów na posiedzeniu w dniu 18 lutego 1994 r., program *Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego – Program dla realizacji drugiego etapu w okresie 1994–1995* (Program 1994). Po raz pierwszy pojawił się postulat, że *elementem programu restrukturyzacji górnictwa w latach 1994–1995 powinna być ustawa o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego i wynikające z niej autentyczne i mocne aspekty prawne (...)*, postulat jednak nie doczekał się realizacji w postaci ustawy sejmowej.

Przyczyn niepowodzenia programu możemy upatrywać w wyraźnych ustępstwach, które zawierał program wobec protestujących załóg, co doprowadziło do spowolnienia procesu likwidacji kopalń. Dotychczasowa koncepcja tzw. twardej restrukturyzacji górnictwa nie powiodła się z racji wyraźnych ustępstw wobec związków zawodowych oraz oczekiwanego autentycznego i wyraźnego wsparcia ze strony budżetu państwa (Szlązak 2004; Kaczorowski i Gajewski 2008).

W połowie 1995 roku w Ministerstwie Przemysłu i Handlu oraz PAWK SA rozpoczęto prace nad kolejnym programem, który został przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 30 kwietnia 1996 roku pn. *Górnictwo węgla kamiennego, polityka państwa i sektora na lata 1996–2000 Program dostosowania górnictwa węgla kamiennego do warunków gospodarki rynkowej i międzynarodowej konkurencyjności* (Program 1996).

Za cel stawiano sobie ponownie osiągnięcie ekonomicznej efektywności branży przy uwzględnieniu bezpieczeństwa socjalnego załóg kopalń. Postanowiono osiągnąć te cele, redukując zdolności wydobywcze i obniżając eksport. Przygotowano także ofertę osłon socjalnych obejmujących urlopy górnicze, zasiłki socjalne oraz preferencyjne kredyty bądź dla górników odchodzących z branży i podejmujących własną działalność gospodarczą, bądź dla podmiotów gospodarczych tworzących nowe miejsca pracy dla zwalnianych górników.

W związku z coraz bardziej zaogniającą się sytuacją pomiędzy rządem a związkami zawodowymi, jak też nieustanną krytyką ówczesnej opozycji, rząd zrezygnował ze zdecydowanych działań restrukturyzacji branży, przyjmując założenie, że w górnictwie należy utrzymać „zatrudnienie socjalne”, ponieważ nie było na Śląsku alternatywnych miejsc pracy górników. Program ten odstąpił od zasadniczej restrukturyzacji sektora w obszarze zatrudnienia, ograniczając się wyłącznie do odejść naturalnych i odejść leżących po stronie pracownika. Projekt restrukturyzacji górnictwa przyjęty w 1996 r. charakteryzował się dalszymi ustępstwami wobec związków zawodowych. Przyjmował jako priorytet utrzymanie spokoju społecznego, skutkującym przyjęciem metod ograniczania zatrudnienia niewywołujących negatywnych reakcji środowisk górniczych.

W ramach realizacji projektu doprowadzono do większej centralizacji zarządzania górnictwem, co miało umożliwić lepszą koordynację działań.

W lipcu 1996 r. doszło do przekształcenia Państwowej Agencji Węgla Kamiennego SA w Państwową Agencję Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego SA. Zadaniem nowo powołanej Agencji było wspieranie działań restrukturyzacyjnych i nadzorowanie przebiegu realizacji reformy oraz pomoc zarządom spółek węglowych w utworzeniu planów restrukturyzacyjnych, planowanie strategii funkcjonowania sektora górniczego i tworzenie warunków do jej realizacji.

Z dniem 1 stycznia 1997 r. Ministerstwo Przemysłu i Handlu zostało przekształcone w Ministerstwo Przemysłu. Nadzór właścicielski nad górnictwem węgla kamiennego przejął, zgodnie z kompetencją, Minister Skarbu Państwa. Stan taki trwał do 14 stycznia 1999 r., tj. do wejścia w życie ustawy o dostosowaniu górnictwa węgla kamiennego do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej oraz o szczególnych uprawnieniach i zadaniach gmin górniczych (Szlązak 2004).

Działania prowadzone w latach 1996–1997 dalece odbiegały od podstawowych założeń. Wzrost sprzedaży ogółem w 1996 r. wynikał wyłącznie ze wzrostu sprzedaży węgla na rynku krajowym. W latach 1995–1997 nie podjęto żadnych decyzji w zakresie całkowitej likwidacji kopalń. W rezultacie prowadzenia procesów likwidacji, w okresie dwóch lat realizacji programu, nastąpiło obniżenie zdolności produkcyjnych górnictwa.

Restrukturyzacja w latach 1996–1997 charakteryzowała się prowadzeniem działań skoncentrowanych przede wszystkim na restrukturyzacji technicznej, bez uprzedniego zapewnienia stabilnej sytuacji finansowej dla tego typu działań. Głównym źródłem strat górnictwa były koszty obsługi długów i odsetki. Eksport zmniejszył się, rząd natomiast próbował odciążyć kopalnie. Rok 1996 zamknięto ujemnym wynikiem finansowym. Ponadto w sytuacji nieuzyskania wsparcia finansowego w postaci środków z Banku Światowego oraz EBOiR, proces inwestycyjny finansowany był kosztem powiększenia stanu zobowiązań, które drastycznie wzrosły na koniec 1997 r. (Restrukturyzacja...)

Restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego w latach 1999–2003

W latach 1998–2002 reforma górnictwa węgla kamiennego prowadzona była według programu rządowego. Dokument ten został przedstawiony w marcu 1998 r. pn. *Reforma górnictwa węglowego w latach 1998–2002*, oraz przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 30 czerwca 1998 r., a następnie skorygowany 21 grudnia 1999 r.

Diagnoza sytuacji w górnictwie węgla kamiennego na koniec 1997 r. upoważniała do sformułowania założenia, że przyczynami, które powodują, że górnictwo węgla kamiennego w Polsce przynosi straty są nadmierne zdolności produkcyjne górnictwa oraz zbyt duże zatrudnienie w kopalniach. Z powodu strat finansowych ponoszonych przez podmioty gospodarcze w górnictwie, nie są one zdolne do wygenerowania odpowiednich środków finansowych na rozwiązanie swoich podstawowych problemów. Dalsze reformowanie górnictwa jest konieczne, aby:

- spółki w górnictwie przestały ponosić olbrzymie straty finansowe,
- górnictwo nie utrzymywało się kosztem swojego rynkowego otoczenia i nie stanowiło zagrożenia dla podmiotów gospodarczych w regionie śląsko-zagłębiowskiem,
- górnictwo nie stanowiło zagrożenia dla finansów publicznych, trudna sytuacja ekonomiczno-finansowa górnictwa i ewentualny brak wypłacalności jego podmiotów gospodarczych nie stanowił zarzewia niepokoju społecznego.

Zatem biorąc pod uwagę strategiczną pozycję węgla kamiennego w polskiej gospodarce, ilość węgla sprzedawanego na rynku krajowym i w eksporcie, wielkość zatrudnienia w kopalniach, wielkość strat finansowych generowanych przez podmioty gospodarcze w sektorze i poziom ich zadłużenia, stwierdzić należy, że przeprowadzenie racjonalnej

restrukturyzacji sektora stało jednym z najistotniejszych problemów w zakresie polityki gospodarczej państwa (Reforma górnictwa...).

Program uzyskał wsparcie w postaci ustawy, w której zapisano sposób finansowania reformy, czego nie miał żaden z dotychczasowych programów (Dz.U. 1998, nr 162, poz. 1112). Główne cele reformy zakładały „dostosowanie podmiotów górnictwa węgla kamiennego do efektywnego ekonomicznie funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej i utrzymanie konkurencyjności polskiego węgla na rynku krajowym oraz zaspokojenie do roku 2010 krajowego zapotrzebowania na węgiel kamienny i ekonomicznie uzasadnionego eksportu, przy zachowaniu wymogów ochrony środowiska i konkurencyjności w warunkach określonych przez Unię Europejską oraz przy otwartości rynku wszystkich nośników energii z zachowaniem zasady obustronnych korzyści” (Reforma 1998).

W 1998 r. realizacja tego programu w zakresie restrukturyzacji finansowej była utrudniona, gdyż wspierająca go ustawa weszła w życie dopiero w styczniu 1999 r. W wyniku dużego zainteresowania instrumentami Górniczego Pakietu Socjalnego w 1998 r. zatrudnienie w górnictwie obniżyło się, głównie z powodu znaczącego spadku wielkości wydobycia, niewspółmiernego do likwidacji zdolności produkcyjnych.

O niepowodzeniu programu przesądził dalszy poważny spadek sprzedaży zanotowany w pierwszej połowie 1999 r. Zadłużenie górnictwa wzrosło, pomimo ustawowej możliwości restrukturyzowania zobowiązań za zgodą wierzycieli.

Korekta programu – Reforma górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 1998–2002 (Korekta 2000) przyjęta przez Radę Ministrów dnia 21 grudnia 1999 r., okazała się konieczna ze względu na brak możliwości zrealizowania celów Reformy przewidzianych na 2000 rok. Ustawa o zmianie ustawy z 26 listopada 1998 r., która usprawniała procesy, została uchwalona 15 grudnia 2000 r. (Dz.U. 2001, nr 5, poz. 41). Od 2000 r. jednostkowy wynik ze sprzedaży węgla był dodatni, dzięki kolejnym redukcjom kosztów sprzedanego węgla i niewielkiemu ponad inflacyjnemu wzrostowi cen w latach 2000 i 2001. W 2000 r. powstała Spółka Restrukturyzacji Kopalń SA, co pozwoliło na uporządkowanie procesów likwidacji kopalń ze środków budżetu państwa. W 2001 r. po raz pierwszy od początku reform, górnictwo uzyskało niewielki dodatni wynik finansowy netto. W kolejnym roku wynik finansowy netto był już znów ujemny, pomimo uwzględnienia w rachunku wyników umorzeń z tytułów ustawowych (Gawlik 2006).

Restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego w latach 2004–2006

Nieskuteczność działań w zakresie restrukturyzacji finansowej, jak również wyczerpywanie się możliwości prostych mechanizmów restrukturyzacyjnych, spowodowały potrzebę wdrożenia nowych rozwiązań. W 2002 r. przyjęto *Program restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2003–2006 z wykorzystaniem ustaw*

antykryzysowych i zainicjowaniem prywatyzacji niektórych kopalń (Program 2003). Program został przyjęty kierunkowo przez Radę Ministrów w styczniu 2003 r. Na jego podstawie w lutym 2003 r. na bazie Państwowej Agencji Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego SA powstała Kompania Węglowa SA, przejmując majątek pięciu dawnych spółek węglowych: Bytomskiej, Gliwickiej, Nadwiślańskiej, Rybnickiej i Rudzkiej. W jej skład weszły 23 kopalnie i 9 zakładów.

W listopadzie 2003 r. uchwalona została ustawa o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego, która zawierała niezbędne instrumenty pozwalające zrealizować cele restrukturyzacji. W 2003 r. górnictwo zanotowało niewielki dodatni wynik ze sprzedaży węgla. Wysoki dodatni wynik finansowy netto był rezultatem znacznych umorzeń zobowiązań uwzględnionych w rachunku wyników (Gawlik 2006).

W związku z likwidacją Państwowej Agencji Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego SA, rolę podmiotu wspierającego proces podejmowania przez organy administracji rządowej strategicznych decyzji gospodarczych w sferze sektora górnictwa węgla kamiennego przejęła Agencja Rozwoju Przemysłu SA, tworząc z dniem 1 marca 2003 r. Oddział w Katowicach, który od tego czasu prowadzi monitoring funkcjonowania górnictwa węgla kamiennego w Polsce. W latach 2003–2006, podstawą prawną wykonywania przez nią funkcji kontrolingowo-doradczych na rzecz właściwego ministra do spraw gospodarowania złożami kopalni, była ustawa o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2006 (Dz.U. 2003, nr 210, poz. 2037), a obecnie ustawa o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego (Dz.U. 2007, nr 192, poz. 137919).

Z uwagi na narastające bariery w skutecznej realizacji obowiązującego od stycznia 2003 r. programu, w kwietniu 2004 r. przyjęto dokument pn. *Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego w latach 2004–2006 oraz strategia na lata 2007–2010* (Program 2004). Realizowany program miał na celu „doprowadzenie przedsiębiorstw górniczych do pełnej stabilności ekonomicznej oraz przywrócenie płynności finansowej”. Program określał rolę polskiego górnictwa węgla kamiennego we Wspólnocie Europejskiej. Wśród zadań, które miały doprowadzić do realizacji celów programu na pierwszym miejscu wymieniono redukcję kosztów we wszystkich obszarach działalności.

Przewidując trudności z uzyskaniem rentowności przez wszystkie podmioty górnictwa działające w Polsce, program przewidywał objęcie ich pomocą państwa, w myśl prawodawstwa wspólnotowego. W rezultacie powstał przyjęty przez Radę Ministrów i przedstawiony do akceptacji Komisji Europejskiej dokument pt.: *Plan dostępu do zasobów węgla kamiennego w latach 2004–2006 oraz plan zamknięcia kopalń w latach 2004–2007* (Plan 2004). Plan ten wynikał bezpośrednio z założeń programowych restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego i stanowił podstawowy dokument wymagany przez Komisję Europejską przy notyfikacji pomocy publicznej dla sektora górnictwa. W dniu 22 czerwca 2005 r. Komisja Europejska przyjęła plan Decyzją nr K(2005)1796 w sprawie notyfikowania pomocy państwa dla polskiego sektora węglowego w latach 2004–2006. W decyzji tej Komisja uznała plan restrukturyzacji za zgodny ze wspólnym rynkiem oraz zatwierdziła pomoc państwa dla polskiego przemysłu węgla kamiennego w latach 2004, 2005 i 2006 (Decyzja 2005).

Restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego w latach 2007–2015

W dniu 31 lipca 2007 r. Rada Ministrów przyjęła dokument *Strategia działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2007–2015* (Strategia 2007), w opracowaniu którego współuczestniczył katowicki Oddział ARP SA, przekazując Ministrowi Gospodarki niezbędne informacje, które posłużyły wskazaniu ogólnych kierunków działań dla całego sektora.

Był to kolejny rządowy program odnoszący się do restrukturyzacji górnictwa, jaki zaplanowano od 1990 r., który podobnie jak poprzednie przewidywał, że w wyniku jego realizacji przedsiębiorstwa górnicze, których akcjonariuszem jest Skarb Państwa, będą funkcjonowały efektywnie w warunkach gospodarki wolnorynkowej. Jednocześnie warto dodać, że żaden z tych programów nie wskazywał jednoznacznie, czy po ich zakończeniu rentowna działalność górnictwa nadal będzie wymagać udzielania pomocy ze strony Państwa.

W dokumencie nie ustalono szczegółowych działań restrukturyzacyjnych, lecz określono podstawowe elementy w zakresie strategii działalności górnictwa, które powinny stanowić podstawę do budowy strategii przez spółki węglowe. W Strategii rządowej wskazano, że celem polityki Państwa w stosunku do sektora górnictwa węgla kamiennego jest racjonalne i efektywne gospodarowanie złożami węgla znajdującymi się na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej.

Istotnym elementem zawartym w Strategii sektora były inwestycje, które miały pozwolić na utrzymanie wydobycia węgla na poziomie odpowiadającym zapotrzebowaniu na rynku krajowym i ekonomicznie uzasadnionemu eksportowi.

Na stan krajowej branży węgla kamiennego miało wpływ wiele czynników, z których najistotniejszy to rozproszenie odpowiedzialności za górnictwo i energetykę w kilku re-sortach, cykliczne radykalnie odmienne podejście rządzących do polityki energetycznej opartej na węglu, brak systemowego, perspektywicznego podejścia do branży górniczo-energetycznej. Nie bez znaczenia dla węglowych inwestycji górniczych jest okresowe zainteresowanie energią z atomu, energią z gazu łupkowego lub z OZE.

Wpływ na sytuację w sektorze zapewne miał brak myślenia strategicznego według zasady: najpierw optymalnie wykorzystujemy krajowe surowce energetyczne, a dopiero w drugiej kolejności korzystamy z paliw czy technologii z importu (www. 2).

Na 01.01.2007 r. w górnictwie węgla kamiennego funkcjonowały 32 kopalnie.

1. Podmioty prowadzące wydobycie węgla kamiennego:

- Kompania Węglowa SA –17 kopalń (utworzono 4 centra wydobywcze),
- Katowicka Grupa Kapitałowa, w skład której wchodzi Katowicki Holding Węglowy SA, obejmujący 5 kopalń, oraz 1 kopalnię spółka z o.o., w której 100% udziałów posiadał KHW SA,
- Jastrzębska Spółka Węglowa SA – 5 kopalń,

- Południowy Koncern Węglowy SA – 1 kopalnia dwuruchowa, w której 50,45% udziałów posiadała Kompania Węglowa SA i 49,55% Południowy Koncern Energetyczny SA,
 - KWK Budryk SA,
 - Lubelski Węgiel Bogdanka SA,
 - Siltech sp. z o.o. (100% udziałów posiada właściciel prywatny).
2. Spółki restrukturyzacyjne:
- Spółka Restrukturyzacji Kopalń SA,
 - Bytomska Spółka Restrukturyzacji Kopalń sp. z o.o.

W dniu 29 kwietnia 2016 r. zawarto Umowę sprzedaży przedsiębiorstwa Kompanii Węglowej na rzecz Polskiej Grupy Górniczej, w postaci 11 kopalni, 4 zakładów oraz jednostek pełniących funkcje wspierające zarządcze i nadzorcze centrali.

Działania w ramach restrukturyzacji górnictwa podejmowane przed 2007 r., takie m.in. jak: znaczne redukcje zdolności produkcyjnych oraz istotne obniżenie zatrudnienia w górnictwie w okresie realizacji programu z lat 1998–2002, głębokie oddłużenie przedsiębiorstw górniczych w 2003 r., a także późniejszy okres dobrej koniunktury na węgiel kamienny, stwarzały możliwości, aby w latach 2007–2015 nastąpiło dokończenie procesu restrukturyzacji górnictwa oraz jego efektywna prywatyzacja. Sytuacja ekonomiczno-finansowa największych producentów polskiego węgla w ostatnim roku realizacji Programu rządowego wskazuje, że powyższych okoliczności i szans nie wykorzystano. Strategie spółek węglowych, zostały oparte na mało realistycznych założeniach i prognozach – oderwanych od realiów rynkowych oraz cykli koniunkturalnych. Wiązało się to głównie ze zbyt optymistycznymi założeniami dotyczącymi strony przychodowej działalności producentów węgla (np. rygorystyczne utrzymywanie właściwego poziomu zatrudnienia i wynagrodzeń) przy jednoczesnym marginalizowaniu znaczenia strony kosztowej tej działalności (NIK 2015).

Restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego w latach 2016–2022

23 stycznia 2018 r. Rada Ministrów przyjęła *Program dla sektora Górnictwa węgla kamiennego w Polsce* (Program 2018).

Oceny realizacji Programu Rada Ministrów dokonała 2020 r., natomiast już we wrześniu 2019 r. do dokumentu wprowadzono pierwsze uaktualnienia i korekty. Kolejne zmiany do Programu Rada Ministrów zatwierdziła w styczniu oraz październiku 2022 r.

Jako cel główny Programu dla sektora przyjęto sprawiedliwą jego transformację z założeniem stopniowej likwidacji branży wydobywczej węgla energetycznego w oparciu o mechanizmy wsparcia publicznego.

Gwałtowne zmiany w otoczeniu górnictwa w połączeniu z trudną sytuacją przedsiębiorstw węglowych powodują, iż Program dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce w dotychczasowym kształcie nie może być realizowany, wymaga przeprowadzenia przeglądu i wprowadzenia zasadniczych zmian oraz strukturalnej zmiany poprzez rezygnację z rozwojowego kierunku na likwidacyjny. Należy jasno zredefiniować zarówno cel główny programu, jak i cele szczegółowe przy uwzględnieniu Polityki Energetycznej Polski do 2040 r., nakreślić nowe obszary działań, aby zaadresować problemy sektora, jak również odnieść się do zapisów Umowy społecznej i wynikającego z niej nowego systemu wsparcia dla spółek produkcyjnych, który ma przeprowadzić sektor przez proces stopniowej likwidacji i łagodzić jego skutki zarówno dla branży, jak i jej otoczenia, będąc alternatywą dla niekontrolowanej upadłości (Program 2018 – korekta).

Zmiany w europejskiej polityce klimatyczno-energetycznej, w tym wzrost cen uprawnień do emisji dwutlenku węgla, skutkujące niekorzystnymi perspektywami funkcjonowania branży oraz trudna sytuacja w sektorze górnictwa kamiennego w 2020 r., były przesłanką do powołania przez rząd Zespołu ds. Transformacji Górnictwa i Energetyki. W dniu 25 września 2020 r. przedstawiciele rządu i związków zawodowych podpisali porozumienie dotyczące tempa transformacji górnictwa węgla kamiennego. Zawarta w dniu 28 maja 2021 r. *Umowa społeczna dotycząca transformacji sektora górnictwa węgla kamiennego oraz wybranych procesów transformacji województwa śląskiego* zawiera uzgodnione wspólnie zapisy dotyczące: mechanizmu finansowania spółek sektora górnictwa węgla kamiennego, indeksacji wynagrodzeń, zasad budowy i wdrażania instalacji tzw. czystego węgla, powołania specjalnego Funduszu Transformacji Śląska, gwarancji zatrudnienia, pakietu świadczeń socjalnych dla pracowników likwidowanych jednostek produkcyjnych. W dokumencie ustalono terminy zakończenia eksploatacji węgla kamiennego w poszczególnych kopalniach w perspektywie do końca 2049 r. (Umowa Społeczna...).

Transformacja sektora górnictwa węgla kamiennego, która jest skoncentrowana na niewielkim obszarze geograficznym (głównie województwa śląskiego), niesie ze sobą szereg społeczno-gospodarczych zagrożeń. Bez wdrożenia odpowiedniego, kompleksowego Nowego Systemu Wsparcia ukierunkowanego na transformację i długofalową stopniową likwidację branży wydobywczej węgla kamiennego wystąpiły, występują i będą występowały negatywne skutki społeczno-gospodarcze polegające między innymi na: realnym zagrożeniu bezpieczeństwa energetycznego kraju, w tym skokowego wzrostu cen energii oraz czasowego ograniczenia dostaw energii, strukturalnej degradacji województwa śląskiego w wyniku docelowej likwidacji miejsc pracy w kopalniach i miejsc pracy w sektorze okołogórnicznym na terenie gmin oraz w podmiotach kooperujących z górnictwem, wyludnieniu woj. śląskiego i pauperyzacji zamieszkałej populacji.

Konsekwencją wprowadzonych zmian do Programu dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce oraz w związku z podpisaną Umową społeczną ze związkami zawodowymi były zmiany dokonane w ustawie o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamien-

nego (Dz.U. 2022, poz. 241), w której znalazły się przepisy regulujące tzw. *Nowy System Wsparcia*, który jest finansowany ze środków budżetowych.

Nowy System Wsparcia, skierowany jest do poszczególnych jednostek produkcyjnych spółek nim objętych, tj. Polskiej Grupy Górniczej SA, Tauron Wydobycie SA i Węglkokoks Kraj SA. Nowy System Wsparcia polega m.in. na dopłatach do kosztów redukcji zdolności produkcyjnych w ramach uzgodnionego planu zamknięcia jednostek produkcyjnych z uwzględnieniem mechanizmów zapewniających skuteczność tego procesu w postaci m.in. kontroli i weryfikacji wykorzystania wsparcia (Druk 1847).

Jak podkreśliła Najwyższa Izba Kontroli „kontrolowana przez NIK Agencja Rozwoju Przemysłu prawidłowo prowadziła monitoring górnictwa węgla kamiennego (...), w czasie projektowania nowego Programu należy przeprowadzić rzetelne analizy problemów występujących w sektorze i zaprojektować cele w Programie mające za zadanie usunięcie stwierdzonych problemów. Wszystkie cele powinny być zbudowane zgodnie z zasadą SMART (metoda formułowania celów, dzięki której są większe szanse na ich realizację). Jednocześnie wszystkie zaprojektowane cele i zadania służące ich osiągnięciu powinny zostać poddane rzetelnej weryfikacji pod kątem realności i możliwości ich wykonania. Zaplanowane zadania powinny być przypisane do realizacji konkretnym podmiotom. Program powinien zawierać system stałego monitoringu realizacji zaplanowanych celów, zbudowany na wskaźnikach mierzących stopień realizacji celów Programu, które będą zweryfikowane pod kątem dostępności, niezawodności i odpowiedniości”.

W dalszym ciągu monitoring realizacji Programu będzie prowadzić minister właściwy do spraw złóżami kopalin, wykorzystując dane pozyskane od Agencji Rozwoju Przemysłu SA, zgodnie z ustawą o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego. Agencja, przygotowując informacje niezbędne w procesie monitorowania programu, pozyskuje je w oparciu o wcześniej zawarte z poszczególnymi przedsiębiorstwami górniczymi umowy oraz umowy zawierane z Ministrem Aktywów Państwowych.

Nowy Program powinien uwzględniać przyjętą przez Radę Ministrów w 2021 r. Politykę Energetyczną Polski do 2040 r. Jednocześnie należy mieć na uwadze, że na sytuację sektora produkcji energii i sytuację sektora górnictwa węgla kamiennego będzie rzutowało zaprzestanie importu węgla i innych surowców energetycznych z Rosji (Konieczny nowy Program...).

Podsumowanie

W dalszym ciągu bardzo aktualne są słowa Henryka Paszczy, wieloletniego Dyrektora Agencji Rozwoju Przemysłu SA Oddział w Katowicach, wypowiedziane z górą dekadę temu, że proces restrukturyzacji polskiego górnictwa węgla kamiennego realizo-

wany przez trzy dekady, w ramach kolejnych rządowych programów restrukturyzacji branży miał różnorodne oblicza, prowadzony był z różnym skutkiem i nie jest procesem definitywnie zakończonym. Główne jego cele, którymi były: ograniczenie nadmiernych zdolności produkcyjnych kopalń, redukcja zatrudnienia, wzrost produktywności i efektywności ekonomicznej oraz rozwiązanie problemu wysokich i od wielu lat kumulujących się zobowiązań przedsiębiorstw górniczych zostały w części osiągnięte. Dokonano tego przede wszystkim na skutek zaangażowania w proces naprawy branży znacznych środków budżetowych, ale także dzięki przyzwoleniu społecznemu dla głębokich zmian i aktywności samych przedsiębiorstw górniczych. Należy przy tym podkreślić, że przyjmowane założenia i dokumenty programowe nie zawsze związane były z realiami, a bardzo często były odpowiedzią na zapotrzebowanie gospodarczo-polityczne. Niemniej jednak w procesie restrukturyzacji również i te realia należało uwzględnić (Paszczka 2010).

Przez cały okres reformowania górnictwa trwają dyskusje dotyczące konieczności wprowadzenia zmian w szeroko rozumianej branży górniczej. O ile w latach dziewięćdziesiątych zmiany te były dyktowane niską sprawnością funkcjonowania branży górniczej (m.in. przerosty zatrudnienia i związana z tym relatywnie niska produktywność), o tyle obecnie argumentami przemawiającymi za zmianami są przede wszystkim decyzje polityczne podejmowane na szczeblu Unii Europejskiej, zorientowanie na gospodarkę wykorzystującą odnawialne i „czyste” źródła energii, dążenie do stworzenia nowoczesnej gospodarki opartej na zaawansowanych technologiach, usługach (informatycznych, inżynierskich), poprawie jakości życia, czy wreszcie ograniczenia zanieczyszczeń. Zmiany te dotyczą wszystkich wysokoemisyjnych branż, ale w sposób szczególny górnictwa (Sytuacja przedsiębiorstw...).

Transformacja górnictwa będzie szczególnie trudna dla niektórych regionów i grup społecznych, dlatego proces przechodzenia na czystą energię powinno się oprzeć na uczciwych zasadach i społecznej akceptacji. Ma to doprowadzić do powstania gospodarki zeroemisyjnej przy maksymalnym zabezpieczeniu lokalnej społeczności pod względem możliwości znalezienia zatrudnienia w nowych gałęziach gospodarki. Ma to też doprowadzić do uniknięcia błędów z przeszłości, w których zamykano kopalnie, co powodowało daleko idące konsekwencje dla lokalnych gospodarek, pauperyzację społeczeństwa, wzrost bezrobocia (Koczan 2023).

Celem obecnie realizowanych zmian w sektorze jest ustabilizowanie funkcjonowania sektora górnictwa węgla kamiennego. Ma on zostać osiągnięty poprzez stopniową redukcję posiadanych zdolności produkcyjnych przy zachowaniu bezpieczeństwa energetycznego państwa, a zapewnienie zrównoważonej gospodarczo i społecznie transformacji regionów górniczych ma zostać przeprowadzone przy aktywnym współdziałaniu Państwa, z zachowaniem aspektów społecznych.

Wybrane zmiany organizacyjne w sektorze górnictwa węgla kamiennego w latach 1989–2022

W badanym okresie następowały zmiany ministerstw z odpowiedzialnych za sektor górnictwa węgla kamiennego. Zmiany te zaprezentowano poniżej.

| | |
|-----------|---|
| 1989–1996 | Ministerstwo Przemysłu i Handlu |
| 1997–2003 | Ministerstwo Gospodarki. Równocześnie nadzór nad spółkami górnictwymi przejęło Ministerstwo Skarbu Państwa. Spowodowało to dwuwładzę w górnictwie, gdyż za reformę odpowiadało Ministerstwo Gospodarki, natomiast faktyczną władzę sprawowało Ministerstwo Skarbu Państwa, które powoływało władze spółek węglowych |
| 2003–2005 | Ministerstwo Gospodarki i Pracy i Polityki Społecznej |
| 2005–2015 | Ministerstwo Gospodarki |
| 2015–2020 | Ministerstwo Rozwoju |
| 2020–2022 | Ministerstwo Energii |

Zmieniały się także podmioty odpowiedzialne za monitorowanie restrukturyzacji oraz funkcjonowania górnictwa węgla kamiennego:

| | |
|-----------|--|
| 1990–1996 | Państwowa Agencja Węgla Kamiennego SA |
| 1996–2003 | Państwowa Agencja Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego SA |
| 2003–2022 | Agencja Rozwoju Przemysłu SA Oddział w Katowicach |

Wybrane akty prawne oraz dokumenty związane z procesem restrukturyzacji i funkcjonowaniem górnictwa węgla kamiennego w latach 1990–2022:

- Ustawa z dnia 24 II 1990 r. o likwidacji Wspólnoty Węgla Kamiennego (Dz.U. 1990, nr 14, poz. 89),
- Ustawa z dnia 2 VII 1990 r. w sprawie szczególnego trybu likwidacji Wspólnoty Węgla Kamiennego (Dz.U. 1990, nr 46, poz. 269),
- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 2 VII 1990 r. poz. 270 w sprawie powierzenia wykonywania niektórych zadań oraz uprawnień Wspólnoty Węgla Kamiennego oraz Wspólnoty Energetyki i Węgla Brunatnego organom administracji państwowej (Dz.U. 1990, nr 46, poz. 270),
- Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 1990–2002,
- Program reform i harmonogram restrukturyzacji w sektorze energetycznym – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, wrzesień 1991 r.,
- Propozycje w sprawie programów restrukturyzacyjnych górnictwa węgla kamiennego i brunatnego, gazownictwa i przemysłu paliw ciekłych. Harmonogram działań w zakresie restrukturyzacji w przemyśle węgla kamiennego – Ministerstwo przemysłu i Handlu, maj 1992 r.,
- Program restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego – realizacja I etapu w 1993 roku w ramach możliwości finansowych państwa – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, marzec 1993 r.,

- Ustawa z dnia 5 lutego 1993 r. o przekształceniach własnościowych niektórych przedsiębiorstw państwowych o szczególnym znaczeniu dla gospodarki państwa, (Dz.U. 1999, nr 16, poz. 69),
- Program powstrzymywania upadłości górnictwa węgla kamiennego w Polsce w okresie od 15.07.1993 do 31.12.1993 roku – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, lipiec 1993 r.,
- Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego – Program dla realizacji drugiego etapu w okresie 1994–1995 – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, luty 1994 r.,
- Górnictwo węgla kamiennego, polityka państwa i sektora na lata 1996–2000 Program dostosowania górnictwa węgla kamiennego do warunków gospodarki rynkowej i międzynarodowej konkurencyjności – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, kwiecień 1996 r.,
- Ustawa z dnia 27 sierpnia 1997 r. o restrukturyzacji finansowej jednostek górnictwa węgla kamiennego oraz o wprowadzeniu opłaty węglowej (Dz.U. 1997, nr 113, poz. 735 ze zm., Dz.U. 1997, nr 160, poz. 1081),
- Reforma górnictwa węglowego w latach 1998–2002 – Ministerstwo Gospodarki czerwiec 1998 r.,
- Ustawa z dnia 26 listopada 1998 r. o dostosowaniu górnictwa węgla kamiennego do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej oraz szczególnych uprawnień i zadaniach gmin górniczych (Dz.U. nr 162, 112),
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 1407/2002 z dnia 23 lipca 2002 r. w sprawie pomocy państwa dla przemysłu węglowego (Program 1994),
- Ustawa z dnia 30 sierpnia 2002 r. o restrukturyzacji niektórych należności publicznoprawnych od przedsiębiorców (Dz.U. 2002, nr 155, poz. 1287 ze zmianami),
- Decyzja Komisji z 17 października 2002 r. ustanawiająca wspólne ramy przekazywania informacji potrzebnych do zastosowania Rozporządzenia Rady nr 1407/2002 o pomocy państwa dla przemysłu węglowego,
- Ustawa z dnia 30 października 2002 r. o pomocy publicznej dla przedsiębiorców o szczególnym znaczeniu dla rynku pracy (Dz.U. 2002, nr 213, poz. 1800),
- Korekta programu rządowego – Reforma górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 1998–2002, Ministerstwo Gospodarki, grudzień 2000 r.,
- Ustawa z dnia 15 grudnia 2000 r. o zmianie ustawy o dostosowaniu górnictwa węgla kamiennego do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej oraz szczególnych uprawnieniach i zadaniach gmin górniczych (Dz.U. 2001, nr 5, poz. 41),
- Program restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2003–2006 z wykorzystaniem ustaw anty kryzysowych i zainicjowaniem prywatyzacji niektórych kopalń – Rada Ministrów, styczeń 2003 r.,
- Ustawa z dnia 28 listopada 2003 r. o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2006 (Dz.U. 2003, nr 210, poz. 2037),
- Ustawa o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego (Dz.U. 2007, nr 192, poz. 1379).

- Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego w latach 2004–2006 oraz strategia na lata 2007–2010, Rada Ministrów kwiecień 2004 r.,
- Plan dostępu do zasobów węgla kamiennego w latach 2004–2006 oraz plan zamknięcia kopalń w latach 2004–2007 – Rada Ministrów, wrzesień 2004 r.,
- Strategia działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2007–2015 – Ministerstwo Gospodarki, lipiec 2007 r.,
- Ustawa z dnia 22 stycznia 2015 r. o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w latach 2008–2015 oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2015, poz. 143),
- Ustawa z dnia 6 grudnia 2006 r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (Dz.U. 2017, poz. 1376, 1475),
- Program dla sektora Górnictwa węgla kamiennego w Polsce – Rada Ministrów, styczeń 2018 r.,
- Program dla sektora Górnictwa węgla kamiennego w Polsce w dniu 23 stycznia 2018 r. uwzględniający korekty przyjęte przez Radę Ministrów 30 września 2019 r., 11 stycznia 2022 r. oraz 27 października 2022 r. – Ministerstwo Aktywów Państwowych, 2022 r.,
- 28 maja 2021 r. Umowa Społeczna dotycząca transformacji sektora górnictwa węgla kamiennego oraz wybranych procesów transformacji województwa śląskiego, Ustawa z dnia 17 grudnia 2021 r. o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego (Dz.U. 2022, poz. 241).

Tabela 1. Przedsiębiorstwa i spółki węglowe w latach 1989–2022

Table 1. State-controlled and privately-held coal mining enterprises in 1989–2022

| Okres | Przedsiębiorstwa i spółki węglowe |
|-------|---|
| 1989 | Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Północ” w Katowicach Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Wschód” w Sosnowcu Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Zachód” w Zabrze Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Południe” w Jastrzębiu Zdroju Przedsiębiorstwo Eksploatacji Węgla „Dolny Śląsk” w Wałbrzychu |
| 1990 | 70 samodzielnych kopalń czynnych i trzy w budowie |
| | Bytomska Spółka Węglowa SA Rudzka Spółka Węglowa SA Gliwicka Spółka Węglowa SA Katowicki Holding Węglowy SA Nadwiślańska Spółka Węglowa SA Rybnicka Spółka Węglowa SA Trzy kopalnie samodzielne: Bogdanka SA, Jan Kanty SA, Porąbka-Klimontów SA |

| Okres | Przedsiębiorstwa i spółki węglowe |
|------------|--|
| 1993 | Bytomska Spółka Węglowa SA Rudzka Spółka Węglowa SA Gliwicka Spółka Węglowa SA Katowicki Holding Węglowy SA Nadwiślańska Spółka Węglowa SA Rybnicka Spółka Węglowa SA Jastrzębska Spółka Węglowa SA Trzy kopalnie samodzielne: Lubelski Węgiel KWK Bogdanka SA, KWK Budryk SA, Zakład Górniczo-Energetyczny Sobieski-Jaworzno III Wałbrzyskie Kopalnie Węgla Kamiennego w Likwidacji |
| 2002 | Bytomska Spółka Węglowa SA Rudzka Spółka Węglowa SA Gliwicka Spółka Węglowa SA Katowicki Holding Węglowy SA Nadwiślańska Spółka Węglowa SA Rybnicka Spółka Węglowa SA Jastrzębska Spółka Węglowa SA Trzy kopalnie samodzielne: Lubelski Węgiel KWK Bogdanka SA, KWK Budryk SA, Zakład Górniczo-Energetyczny Sobieski-Jaworzno III Spółka Restrukturyzacji Kopalń SA Bytomska Spółka Restrukturyzacji Kopalń sp. z o.o. |
| 2003 | Kompania Węglowa SA 23 kopalnie Katowicka Grupa Kapitałowa – 9 kopalni Jastrzębska Spółka Węglowa SA – 6 kopalń Południowy Koncern Węglowy SA – Spółka powstała w 2005 roku – 2 kopalnie oraz dwie samodzielne KWK Budryk SA i Lubelski Węgiel Bogdanka SA Spółka Restrukturyzacji Kopalń SA Bytomska Spółka Restrukturyzacji Kopalń sp. z o.o. |
| 31.12.2022 | Polska Grupa Górnicza SA – 11 kopalń i 4 zakłady – Spółka powstała w 2016 roku Jastrzębska Spółka Węglowa SA – 4 kopalnie TAURON Wydobywanie SA – 3 kopalnie Węgllokoks Kraj SA – 1 kopalnia Lubelski Węgiel Bogdanka SA Spółka Restrukturyzacji Kopalń SA |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA Odział Katowice.

Tabela 2. Terminy rozpoczęcia oraz zakończenia likwidacji kopalń, których likwidacja finansowana była z budżetu państwa

Table 2. Starting and ending dates of mine decommissioning financed from the state budget

| Lp. | Nazwa | Data rozpoczęcia likwidacji wg programu likwidacji | Data zakończenia likwidacji wg programu likwidacji |
|------|-------------------------|--|--|
| 1 | KWK Pokój II | 03.03.2022 | 31.12.2024 |
| 2 | KWK Jastrzębie III | 01.01.2022 | 31.12.2025 |
| 3 | KWK Piekary I | 01.12.2018 | 31.12.2022 |
| 4 | KWK Rydułtowy I | 02.12.2018 | 31.12.2021 |
| 5 | KWK Mysłowice-Wesoła I | 02.12.2018 | 31.12.2022 |
| 6 | KWK Wieczorek II | 31.03.2018 | 31.12.2023 |
| 7 | KWK Śląsk | 31.01.2018 | 31.12.2021 |
| 8 | KWK Wieczorek I | 01.04.2017 | 31.12.2019 |
| 9 | KWK Krupiński | 31.03.2017 | 30.06.2023 |
| 10 | KWK Makoszowy | 01.01.2017 | 31.12.2022 |
| 11 | KWK Pokój I | 02.01.2017 | 31.12.2024 |
| 12 | KWK Jas-Mos | 01.10.2016 | 31.12.2025 |
| 13 | KWK Anna | 01.04.2016 | 31.12.2018 |
| 14 | KWK Brzeszcze-Wschód | 05.01.2016 | 31.12.2019 |
| 15 | ZG Rozbark V | 13.11.2015 | 31.03.2018 |
| 16 | KWK Boże Dary | 01.07.2015 | 31.12.2021 |
| 17 | KWK Mysłowice | 01.06.2015 | 31.12.2019 |
| 18 | KWK Centrum | 09.05.2015 | 31.12.2023 |
| 19 | KWK Kazimierz-Juliusz | 01.12.2014 | 31.12.2018 |
| 20 | KWK Katowice-Kleofas | 01.01.2005 | 30.06.2006 |
| 21 | ZG Bytom II | 01.01.2005 | 31.12.2006 |
| 22 | KWK Wałbrzych-Nowa Ruda | | 31.12.2003 |
| 22.1 | Wałbrzyskie KWK | 01.01.1991 | 31.12.2001 |
| 22.2 | KWK Wałbrzych | 01.01.1991 | 31.12.2001 |
| 22.3 | KWK Nowa Ruda | 01.04.1992 | 31.03.2002 |

| Lp. | Nazwa | Data rozpoczęcia likwidacji wg programu likwidacji | Data zakończenia likwidacji wg programu likwidacji |
|------|---|--|--|
| 23 | KWK 1 Maja-Morcinek-Moszczenica | | 31.12.2004 |
| 23.1 | <i>KWK 1 Maja</i> | 01.03.2001 | 31.12.2003 |
| 23.2 | <i>KWK Morcinek</i> | 01.04.1998 | 31.12.2000 |
| 23.3 | <i>KWK Moszczenica</i> | 01.02.2001 | 30.09.2002 |
| 24 | KWK Jan Kanty-Siersza | | 31.12.2002 |
| 24.1 | <i>KWK Jan Kanty</i> | 01.01.2000 | 31.03.2002 |
| 24.2 | <i>KWK Siersza</i> | 01.11.1999 | 31.03.2002 |
| 25 | KWK Sosnowiec | 01.01.1992 | 30.06.2000 |
| 26 | KWK Saturn | 01.01.1992 | 31.12.2000 |
| 27 | KWK Porąbka-Klimontów | 01.01.1998 | 31.12.2000 |
| 28 | KWK Powstańców Śląskich-Bytom I | | 31.12.2002 |
| 28.1 | <i>KWK Powstańców Śląskich</i> | 01.02.1999 | 31.12.2000 |
| | <i>ZG Bytom I</i> | 01.01.2001 | 31.12.2002 |
| | <i>KWK Bobrek-Miechowice (Ruch Miechowice)</i> | 01.01.1997 | 31.12.2000 |
| | <i>KWK Pstrowski-Jadwiga</i> | | 31.12.2001 |
| | <i>KWK Pstrowski</i> | 01.02.1994 | 31.12.2001 |
| | <i>ZWSM Jadwiga</i> | 01.01.2000 | 31.12.2001 |
| | <i>KWK Centrum-Szombierki (Ruch Szombierki)</i> | 01.01.1996 | 31.12.2000 |
| 28.2 | <i>KWK Jowisz</i> | 01.12.1994 | 31.12.2002 |
| | <i>ZG Wojkowice</i> | 01.04.2000 | 30.04.2001 |
| | <i>KWK Grodziec</i> | 01.01.1999 | 31.12.2000 |
| | <i>KWK Andaluzja</i> | 01.02.1999 | 31.12.2000 |
| | <i>KWK Julian</i> | 01.04.1999 | 31.12.2000 |
| 29 | KWK Katowice-Kleofas (Ruch II Katowice) | 01.05.1999 | 02.07.2001 |
| 30 | KWK Katowice w całkowitej likwidacji | 01.03.2001 | 31.12.2002 |
| 31 | KWK Niwka Modrzejów | 01.05.1999 | 31.03.2002 |
| 32 | KWK Gliwice | 01.01.1999 | 08.05.2001 |
| 33 | KWK Dębieńsko | 01.07.2000 | 31.12.2001 |

| Lp. | Nazwa | Data rozpoczęcia likwidacji wg programu likwidacji | Data zakończenia likwidacji wg programu likwidacji |
|------|-----------------------------------|--|--|
| 34 | KWK Siemianowice – ZG Rozalia | | 31.12.2002 |
| 34.1 | <i>KWK Siemianowice</i> | <i>15.07.1993</i> | <i>30.09.2000</i> |
| 34.2 | <i>ZG Rozalia</i> | <i>01.07.1999</i> | <i>31.12.2000</i> |
| 35 | KWK Jaworzno | 01.01.1999 | 31.05.2000 |
| 36 | M-300 | 01.01.1996 | 31.12.2000 |
| 37 | KWK Polska-Wirek (Ruch Polska) | 01.01.1997 | 30.11.2000 |
| 38 | KWK Bielszowice (Ruch Poręba) | 01.03.1996 | 31.03.2000 |
| 39 | KWK Halemba (Ruch Halemba Płytką) | 01.07.2000 | 30.09.2001 |
| 40 | KWK Chwałowice (Ruch Rymer) | 01.01.1999 | 30.09.2002 |
| 41 | KWK Jas-Mos (Ruch Moszczenica) | 01.01.1998 | 30.06.2001 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA Odział Katowice.

Literatura

- Decyzja 2005 – Komisja Europejska, Bruksela, dnia 22.VI.2005, K(2005) 1796 wersja ostateczna.
- Druk 1847 – Uzasadnienie do ustawy o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego, druk sejmowy nr 1847, 14 grudnia 2021 r.
- Dz.U. 1998, nr 162, poz. 1112 – Ustawa z dnia 26 listopada 1998 r. o dostosowaniu górnictwa węgla kamiennego do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej oraz szczególnych uprawnieniach i zadaniach gmin górniczych
- Dz.U. 1999, nr 16, poz. 69 – Ustawa z dnia 5 lutego 1993 r. o przekształceniach własnościowych niektórych przedsiębiorstw państwowych o szczególnym znaczeniu dla gospodarki państwa.
- Dz.U. 2001, nr 5, poz. 41 – Ustawa z dnia 15 grudnia 2000 r. o zmianie ustawy o dostosowaniu górnictwa węgla kamiennego do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej oraz szczególnych uprawnieniach i zadaniach gmin górniczych.
- Dz.U. 2003, nr 210, poz. 2037 – Ustawa z dnia 28 listopada 2003 r. o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2006.
- Dz.U. 2007, nr 192, poz. 1379 – Ustawa o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego.
- Dz.U. 2022, poz. 241 – Ustawa o zmianie ustawy o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego.
- Gawlik L., 2006 – Koszty produkcji węgla w procesach restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 22(z. spec. 1), s. 35–49.
- Harmonogram 1992 – Propozycje w sprawie programów restrukturyzacyjnych górnictwa węgla kamiennego i brunatnego, gazownictwa i przemysłu paliw ciekłych. Harmonogram działań

- w zakresie restrukturyzacji w przemyśle węgla kamiennego – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, maj 1992 r.
- Kaczorowski P. i Gajewski P., 2008 – Górnictwo węgla kamiennego w Polsce w okresie transformacji. *Acta Universitatis Iodzensis Folia Oeconomica* 219.
- Koczan M., 2023 – Obszar transformacji górniczo-energetycznej w województwie łódzkim w kontekście wygaszania kompleksu energetycznego w Bełchatowie a zagadnienie sprawiedliwej transformacji. Uniwersytet Wrocławski.
- Konieczny nowy Program... – Konieczny nowy Program dla górnictwa węgla kamiennego 27 września 2022 r. [Online:] www.nik.gov.pl [dostęp: 20.09.2023].
- Korekta 2000 – Korekta programu rządowego – Reforma górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 1998–2002, Ministerstwo Gospodarki, grudzień 2000 r.
- NIK 2015 – Najwyższa Izba Kontroli Delegatura w Katowicach Wystąpienie Pokontrolne LKA.410.038.06.2015.
- Paszczka H., 2010 – Procesy restrukturyzacyjne w polskim górnictwie węgla kamiennego w aspekcie zrealizowanych przemian i zmiany bazy zasobowej. *Górnictwo i Geoinżynieria* 34(3), s. 63–82.
- Plan 2004 – Plan dostępu do zasobów węgla kamiennego w latach 2004–2006 oraz plan zamknięcia kopalń w latach 2004–2007 – Rada Ministrów, wrzesień 2004 r.
- Program 1991 – Program reform i harmonogram restrukturyzacji w sektorze energetycznym – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, wrzesień 1991 r.
- Program 1993 – Program powstrzymywania upadłości górnictwa węgla kamiennego w Polsce w okresie od 15.07.1993 do 31.12.1993 roku – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, lipiec 1993 r.
- Program 1993 – Program restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego – realizacja I etapu w 1993 roku w ramach możliwości finansowych państwa – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, marzec 1993 r.
- Program 1994 – Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego – Program dla realizacji drugiego etapu w okresie 1994–1995 – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, luty 1994 r.
- Program 1996 – Górnictwo węgla kamiennego, polityka państwa i sektora na lata 1996–2000 Program dostosowania górnictwa węgla kamiennego do warunków gospodarki rynkowej i międzynarodowej konkurencyjności – Ministerstwo Przemysłu i Handlu, kwiecień 1996 r.
- Program 2003 – Program restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2003–2006 z wykorzystaniem ustaw antykrzysowych i zainicjowaniem prywatyzacji niektórych kopalń – Rada Ministrów, styczeń 2003 r.
- Program 2004 – Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego w latach 2004–2006 oraz strategia na lata 2007–2010, przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 27.04.2004 r.
- Program 2018 – Program dla sektora Górnictwa węgla kamiennego w Polsce – Rada Ministrów, styczeń 2018 r.
- Program 2018 – korekta Program dla sektora Górnictwa węgla kamiennego w Polsce w dniu 23 stycznia 2018 r. uwzględniający korekty przyjęte przez Radę Ministrów 30 września 2019 r., 11 stycznia 2022 r. oraz 27 października 2022 r. – Ministerstwo Aktywów Państwowych, 2022 r.
- Reforma 1998 – Reforma górnictwa węglowego w latach 1998–2002 – Ministerstwo Gospodarki czerwiec 1998 r.
- Reforma górnictwa... – Reforma górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 1998–2002 projekt programu rządowego. [Online:] <https://home.agh.edu.pl> [dostęp: 20.09.2023].
- Restrukturyzacja... – Restrukturyzacja Fakty i Opinie Zarząd Główny Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa. [Online:] <https://www.sitg.pl/wp-content/uploads/2020/10/restrukturyzacja.pdf> [dostęp: 21.09.2023].

- Strategia 2007 – Strategia działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2007–2015 – Ministerstwo Gospodarki, lipiec 2007 r.
- Sytuacja przedsiębiorstw... – Sytuacja przedsiębiorstw okołogórnicznych w Polsce 2020. [Online:] <https://polskiprzemysl.com.pl/przemysl-energetyczny/gornictwo-urzedzenia-maszyny/sytuacja-przedsiębiorstw-okologornicznych-w-polsce-2020/> [dostęp: 2.09.2023].
- Szlązak J., 2004 – Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 1990–2002 Analiza skuteczności realizowanych programów. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej Kraków 2004 r.
- Umowa Społeczna... – Umowa Społeczna dotycząca transformacji sektora górnictwa węgla kamiennego oraz wybranych procesów transformacji województwa śląskiego – Ministerstwo Aktywów Państwowych. [Online:] <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/umowa-spoleczna> [dostęp: 20.09.2023].
- XIV Konferencja – XIV Konferencja z cyklu: Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi, Zakopane wrzesień, Sympozja i Konferencje nr 63. Wyd. IGSMiE PAN. Kraków 2004. W. Blaschke, L. Gawlik, U. Lorenz.

Restructuring of the hard coal mining sector – overview of actions and programmes

Keywords: hard coal mining restructuring, mining reform

Abstract: In 1989, a process of political and socio-economic change was initiated in Poland, aimed at the transition from a centrally planned economy to a market economy. These changes also affected the hard coal mining sector. The aim of the subsequent reforms was to make the mining industry economically efficient and adaptable to changing economic conditions. Today, the European Green Deal policy is one of the elements that will determine the direction of the transformation of the hard coal mining sector.

The aim of the publication is to systematise knowledge on the successive restructuring programmes of the sector between 1989 and 2022 and organisational changes.

Monitoring i kontrola procesu restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2023

Słowa kluczowe: restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego, monitoring, kontrola

Streszczenie: Restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego, to jeden z kluczowych procesów trwających w Polsce od 1989 roku. Gromadzenie o nim danych oraz monitoring tego procesu ma istotne znaczenie nie tylko dla oceny jego efektów, ale także dla podejmowania decyzji o kierunkach transformacji sektora. Od marca 2003 r. monitoringiem restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego zajmuje się Agencja Rozwoju Przemysłu SA. Realizuje te zadania w oparciu o zawierane corocznie umowy z Ministerstwem Energii/ /Ministerstwem Aktywów Państwowych. W celu ich realizacji został utworzony katowicki Oddział ARP. Jednym z kluczowych wyzwań związanych z monitoringiem górnictwa była automatyzacja pozyskiwania danych i ich przetwarzanie, a także zapewnienie bezpieczeństwa zasobów informatycznych. Kolejnym wyzwaniem było zatrudnienie odpowiednio wykwalifikowanego i doświadczonego zespołu pracowników, który zapewni nie tylko wysoki poziom merytoryczny opracowań, ale także obiektywizm. Realizowany na zlecenie Ministra Aktywów Państwowych (MAP) proces monitoringu i kontroli obejmuje szereg zagadnień. ARP opracowuje cykliczne opracowania. Zakres tych opracowań obejmuje zarówno dane jednostkowe, jak i zagregowane oraz analizy krajowego i międzynarodowego rynku węgla. Eksperckie analizy obejmują m.in. informację o sytuacji ekonomiczno-finansowej górnictwa węgla kamiennego, analizę wskaźnikową wybranych parametrów techniczno-ekonomicznych spółek wydobywczych, przegląd sytuacji na międzynarodowym rynku paliw stałych i energii oraz ochronę środowiska. Opracowania te przygotowywane są w formie elektronicznej i zamieszczane dla potrzeb MAP na portalu polskirynekwegla.pl. ARP jest jednostką monitorującą realizację Programu dla górnictwa węgla kamiennego w Polsce. Realizuje także od 2022 r. zadania związane z monitoringiem i kontrolą nowego systemu wsparcia. Jest nim dopłata do redukcji zdolności produkcyjnych. Systemem tym objęte są spółki: Polska Grupa Górnicza SA, Tauron Wydobycie SA oraz Węglokoks Kraj SA. Oddział prowadzi także systematyczne kontrole wykorzystania środków pochodzących z budżetu państwa przeznaczonych na restrukturyzację sektora górnictwa węgla kamiennego. W okresie 2003–2022 przeprowadzono ich 642.

Wprowadzenie

Restrukturyzacja sektora górnictwa węgla kamiennego jest jednym najistotniejszych procesów, trwających w Polsce od 1989 r., kiedy rozpoczęto transformację gospodarki centralnie planowanej. Przedsiębiorstwa państwowe, zgodnie z zasadą 3S miały być: samodzielne, samorządne i samofinansujące się. Z dniem 31 grudnia 1989 r. rozwiązano pięć przedsiębiorstw eksploatacji węgla. Utworzono 70 kopalń węgla, funkcjonujących jako przedsiębiorstwa państwowe oraz 27 zakładów świadczących usługi na rzecz tych kopalń. W lipcu 1990 r. z przekształcenia Wspólnoty Węgla Kamiennego, sprawującej do tej pory nadzór nad kopalniami, utworzono jednoosobową spółkę Skarbu Państwa – Państwową Agencję Węgla Kamiennego SA (Szlęzak 2004; Karbownik i Bijańska 2000). W dniu 12 lipca 1996 r. Nadzwyczajne Walne Zgromadzenie zmieniło nazwę z dotychczasowej na: „Państwowa Agencja Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego Spółka Akcyjna” (PARG). Agencja wykonywała swoje zadania na podstawie umów z ministrem właściwym ds. gospodarki, otrzymując ten cel dotacje podmiotową. PARG m.in. opiniował wnioski o przyznanie dotacji, programy likwidacyjne kopalń, weryfikował roczne plany likwidacji kopalń, analizował wnioski podmiotów ubiegających się o dotację, analizował i opiniował prawidłowości wykorzystania dotacji przeznaczonej na finansowanie nakładów niezbędnych do poniesienia po likwidacji kopalń, jak również przeprowadzał weryfikacje dokumentacji kopalń pod kątem prawidłowości wydatkowania dotacji budżetowej (NIK 2002).

Kolejna zmiana nazwy spółki na: „Kompania Węglowa Spółka Akcyjna” miała miejsce podczas Nadzwyczajnego Zgromadzenia Wspólników w dniu 30 grudnia 2002 r. Siedzibą spółki jest miasto Katowice (BIP).

Agencja Rozwoju Przemysłu SA (ARP) 1 marca 2003 r. utworzyła Oddział w Katowicach w celu monitorowania przebiegu procesów restrukturyzacyjnych sektora górnictwa węgla kamiennego, zgodnie z ustawą o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2006.

Działania podjęte przez ARP SA Oddział Katowice były kontynuacją prac Państwowej Agencji Restrukturyzacji Górnictwa Węgla Kamiennego SA i stanowiły ciągłość w zakresie informowania ministra o zmianach zachodzących w przemyśle górnictwym, kondycji finansowej przedsiębiorstw górniczych oraz ewentualnych nieprawidłowościach w ich działalności, związanych z wydatkowaniem dotacji budżetowej na przeprowadzanie reform strukturalnych.

Celem publikacji jest zaprezentowanie istoty monitoringu procesu restrukturyzacji sektora górnictwa węgla kamiennego prowadzonego od 2003 r. przez Agencję Rozwoju Przemysłu SA. Poruszono także kwestie kontroli wydatkowania środków budżetowych.

Restrukturyzacja – znaczenie pojęcia

Restrukturyzacja jest pojęciem szerokim i wieloznacznym. To połączenie angielskich słów *to reconstruct* („zbudować, odtworzyć coś, co zostało zniszczone lub uszkodzone, rekonstruować”) oraz *the structure* („struktura”). Badając literaturę przedmiotu i historyczne tło procesów restrukturyzacyjnych, warto zwrócić uwagę na książkę historyka A.D. Chandlera, Jr – *Strategy and Structure. Chapters in the History of the Industrial Enterprise*, wydanej w 1962 r., w której autor m.in. zbadał na podstawie dokumentacji zachodzące zmiany strukturalne w czterech dużych amerykańskich korporacjach: Du Pont, General Motors, Standard Oil i Sears Roebuck. Wykazał, że potrzeba przeprowadzonej w nich reorganizacji (restrukturyzacji) wynikała z konieczności zmiany strategii w związku z rozwojem nowych technologii i zmianami rynkowymi (Chandler 1962). To właśnie w Stanach Zjednoczonych pod koniec lat 80. ubiegłego wieku pojawiły się na większą skalę procesy restrukturyzacyjne dużych przedsiębiorstw. Dotarły one także do Europy Zachodniej. W Polsce rozpoczęły się w latach 90. wraz z procesem odchodzenia od gospodarki centralnie planowanej i miały odmienny charakter niż te w krajach rozwiniętych (Gajdzik 2012). Dlatego też w literaturze polskiej podejmującej te zagadnienia, podkreślano ich silny związek z przemianami ustrojowymi i przedsiębiorstwami państwowymi, które znalazły się w wyniku tych zmian w bardzo trudnej sytuacji ekonomicznej. Restrukturyzacja była kojarzona głównie z ratowaniem od bankructwa dużych państwowych firm, często przy wsparciu budżetu państwa (Fornalczyk i in. 2008). Była utożsamiana z prywatyzacją i zmianami makroekonomicznymi (Durlik 1998). Można ją określić pojęciem restrukturyzacji transformacyjnej (Borowicki i Jaki 2015). Restrukturyzacja jest procesem „radykalnych zmian w różnych sferach przedsiębiorstwa polegających na dostosowaniu się do obecnych i przyszłych zmian w otoczeniu, których celem jest dalszy jego rozwój” (Dowżycki i in. 2001). Zmiany te są nie tylko radykalne, ale zasadnicze i gruntowne. Są często wywołane czynnikami zewnętrznymi (Chomątowski 1994). Restrukturyzacja to także reorientacja celów i misji przedsiębiorstwa, która powinna być dokonana w taki sposób, aby firma mogła dostosować swoje zasoby do przeszłych i przyszłych zmian w otoczeniu (Nalepa 1998).

Celem restrukturyzacji powinno być podniesienie efektywności funkcjonowania jednostki, optymalne wykorzystanie zasobów i poprawa konkurencji. Może się odbywać na różnych etapach (fazach) cyklu życia przedsiębiorstwa (Jagoda 1999). Powinna być przemyślana wobec zmian zachodzących w otoczeniu (Jasiński 1992).

Powyższe definicje dotyczą restrukturyzacji przedsiębiorstwa, a więc ujęcia mikroekonomicznego tego pojęcia. W przypadku restrukturyzacji branży (sektora) mówi się o ujęciu mezoekonomicznym, a w przypadku restrukturyzacji gospodarki o ujęciu makroekonomicznym. Jeśli celem restrukturyzacji jest uchronienie przedsiębiorstwa przez likwidacją czy upadłością, mówimy wówczas o restrukturyzacji naprawczej. W przeciwieństwie do restrukturyzacji dostosowawczej (rekonwalescencyjnej), której celem jest

racjonalizacja działań i procesów w przedsiębiorstwie (Gajdzik 2012).

W przypadku górnictwa węgla kamiennego mamy do czynienia przede wszystkim z restrukturyzacją naprawczą i po części z dostosowawczą.

Agencja Rozwoju Przemysłu SA monitoruje procesy restrukturyzacji w skali mikro- i mezo-

Katowicki Oddział Agencji Rozwoju Przemysłu SA – powstanie i podstawy prawne prowadzenia monitorowania

Katowicki Oddział Agencji Rozwoju Przemysłu SA w Warszawie powstał z dniem 1 marca 2003 r., a jego celem było gromadzenie danych dotyczących restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego (gwk). Podstawą realizacji tych działań była zawarta umowa pomiędzy ARP a Ministrem Gospodarki Pracy i Polityki Społecznej. Umowa została zawarta w marcu, jednakże rządowy projekt Ustawy o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2006, który m.in. określał zadania podmiotu monitorującego wpłynął do Sejmu dopiero 10 września 2003 r. (druk 1975). Ustawa ta została uchwalona w dniu 28 listopada 2003 r. (Dz.U. 2003, poz. 2037). Zapis art. 35 ustawy precyzował zadania Agencji Rozwoju Przemysłu SA w zakresie monitorowania przebiegu restrukturyzacji sektora górnictwa węgla kamiennego. Rolą ARP było między innymi monitorowanie sposobu wykorzystania środków budżetowych oraz udzielanego dla sektora w tym w zakresie restrukturyzacji zadłużenia podmiotów górniczych. Jego przedmiotem był także proces likwidacji zakładów górniczych oraz usuwania szkód górniczych wywołanych ruchem zakładu górniczego, a także zmiana stanu zatrudnienia w przedsiębiorstwach górniczych, w tym wykorzystania instrumentów osłonowych – świadczeń górniczych oraz aktywizująco-adaptacyjnych. Ustawę z dnia 28 listopada 2003 r. o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2006 uchylono 1 stycznia 2008 r. Kolejna odsłona ustawy restrukturyzacyjnej – ustawa z dnia 7 września 2007 r. o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w latach 2008–2015 (Dz.U. z 2007, poz. 1379). nałożyła na ARP kolejne obowiązki, a ponadto część zapisów poprzedniej ustawy przereformowano, dostosowując je do zmieniającej się sytuacji gospodarczej sektora górniczego. Do roku 2022 r. do zadań Agencji należały:

- „zadania związane z funkcjonowaniem górnictwa węgla kamiennego, dotyczące w szczególności (art. 25, Dz.U. z 2007, poz. 1379):
- sposobu wykorzystania dotacji oraz udzielanej pomocy publicznej;
- procesu likwidacji kopalń, działań wykonywanych po zakończeniu likwidacji kopalń i naprawiania szkód wywołanych ruchem zakładu górniczego oraz zabezpieczenia kopalń sąsiednich przed zagrożeniem wodnym, gazowym oraz pożarowym;
- zmian stanu zatrudnienia w górnictwie węgla kamiennego;

- monitorowania sprzedaży węgla przez producentów, z wyodrębnieniem ilości, parametrów jakościowych, ceny węgla oraz wyników ekonomiczno-finansowych;
- cen węgla kamiennego u producentów krajowych oraz cen węgla importowanego;
- przygotowania dokumentacji w celu notyfikacji Komisji Europejskiej pomocy publicznej dla sektora górnictwa węgla kamiennego;
- archiwizowania i przechowywania dokumentacji osobowej oraz placowej przedsiębiorstw górniczych i przedsiębiorstw robót górniczych postawionych w stan likwidacji lub upadłości;
- prowadzenia bazy danych o firmach usługowych wykonujących podziemne prace górnicze w kopalniach”.

W dniu 25 maja 2021 r. podpisano tzw. Umowę Społeczną dotyczącą transformacji sektora górnictwa węgla kamiennego oraz wybranych procesów transformacji województwa śląskiego. Umowa dotyczyła między innymi określenia harmonogramu wygaszania wydobycia, czyli likwidacji zakładów górniczych. Przyjęto, iż stopniowe zamykanie jednostek produkcyjnych odbywałoby się przy wsparciu środków publicznych, które nazwano nowym systemem wsparcia. Obejmuje on przede wszystkim dopłaty do redukcji zdolności produkcyjnych, a także sfinansowanie z budżetu państwa kosztów, które wynikają z zakończenia wydobycia węgla kamiennego i likwidacji kopalń (w aktach prawnych używa się sformułowania jednostka produkcyjna). Konsekwencją umowy społecznej była między innymi konieczność zmiany ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego, przyjęta przez Sejm w dniu 17 grudnia 2021 r. (Dz.U. 2022, poz. 241). Ustawodawca rozszerzył katalog zadań dla Agencji Rozwoju Przemysłu SA o nowe zadanie w postaci monitorowania, weryfikacji i kontroli nowego systemu wsparcia. Należy zwrócić uwagę, że po raz pierwszy w ustawie formalnie pojawiło się słowo kontrola, gdyż do tej pory ustawodawca posługiwał się jedynie słowem „monitoring”. Ustawa weszła w życie z dniem 2 lutego 2022 r.

IT jako narzędzie wsparcia procesu monitoringu górnictwa – rozwój systemu w latach 2003–2023

Jednym z kluczowych wyzwań związanych z monitoringiem górnictwa jest automatyzacja pozyskiwania danych i ich przetwarzanie, a także zapewnienie bezpieczeństwa zasobów informatycznych. Bezpieczeństwo danych jest kluczową kwestią, gdyż Oddział przetwarza dane wrażliwe, tj. dane jednostkowe przedsiębiorstw, w tym spółek notowanych na giełdzie. Monitorowanie sektora i przetwarzanie tak dużej ilości danych nie byłoby możliwe bez narzędzi automatyzujących. W pierwszych dniach funkcjonowania Oddział pracował na komputerach niepodłączonych do sieci. Już w pierwszym miesiącu

(marzec 2003 r.) rozpoczęto budowę lokalnej sieci, wdrożenie serwera plików oraz Active Directory z wykorzystaniem Windows Server 2003. Dostęp do Internetu zapewniało łącze stałe działające pod nadzorem routera Cisco. Rozbudowa narzędzi informatycznych jest determinowana rosnącą ilością przetwarzanych i gromadzonych danych, a także zwiększającymi się wymaganiami w zakresie ich bezpieczeństwa. W latach 2014–2015 uruchomiono hurtownię danych OLAP wraz z portalem dedykowanym do zbierania danych ze spółek górniczych oraz kopalń. Stworzono funkcjonujący do dziś System Analityczno-Raportowy (SAR) oraz portal Polski Rynek Węgla (wywiad z pracownikiem ARP).

Na portalu www.polskirynekwegla.pl publikowane są opracowania dotyczące sektora. Znak graficzny Polskiego Rynku Węgla (PRW) zaprezentowano na rysunku 1.



Rys. 1. Znak graficzny Polski Rynek Węgla
Źródło: materiały ARP

Fig. 1. Graphic sign Polski Rynek Węgla

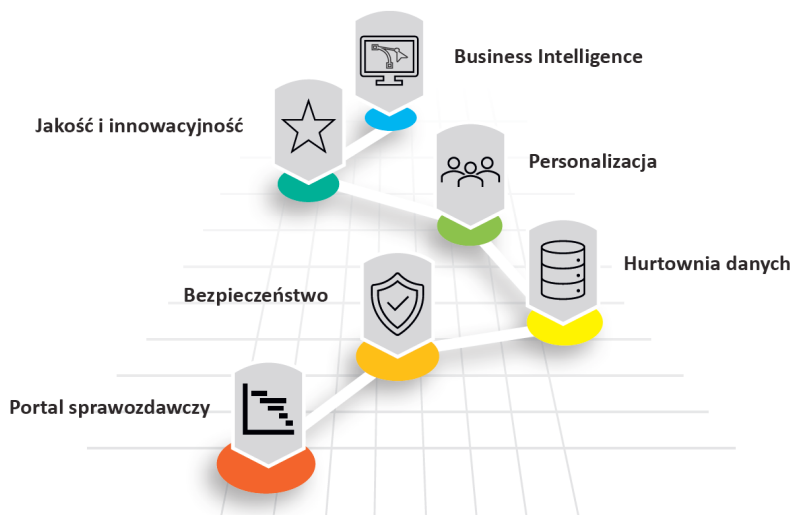
Praca zdalna na części komputerów służbowych została wdrożona w Oddziale w latach wcześniejszych z uwagi na prowadzone procesy sprawdzające bezpośrednio na kopalniach. Wpływ pandemii COVID-19 w obszarze informatyki był szczególnie widoczny w obszarze bezpośredniej komunikacji. Intensywnie uczono się korzystania m.in. z takich narzędzi, jak: Skype, Webex Zoom czy MS Teams. Rozwiązania chmurowe Office 365 na stałe zostały wdrożone dla całej infrastruktury Oddziału.

Proces analityczno-raportowy obejmuje kolejno: gromadzenie, agregowanie, analizę, syntezę i ocenę danych, a następnie opracowanie raportów. Spółki co miesiąc wprowadzają dane poprzez portal sprawozdawczy. Hurtownia danych przechowuje dane i dokonuje ich agregacji. Automatyczne reguły walidacyjne kontrolują poprawność formalną prowadzonych danych i ich wzajemną zgodność. Bezpieczeństwo danych zapewnia infrastruktura sieciowa ARP, dwa niezależne Data Center oraz serwery wirtualne.

Dane i infrastrukturę informatyczną zabezpiecza zaawansowane oprogramowanie do wykonywania backupów, które automatycznie realizuje wdrożoną strategię tworzenia kopii zapasowych. Codziennie wykonywane są w lokalnym Data Center kopie wszystkich maszyn wirtualnych (serwerów) bez ich zatrzymywania. Z mniejszą częstotliwością wykonywany jest backup do zdalnego Data Center. W razie awarii możliwe jest odtworzenie wszystkich lub wybranych maszyn wirtualnych, poszczególnych baz danych lub nawet pojedynczych plików czy skrzynek pocztowych pracowników.

Merytoryczna poprawność jest weryfikowana przez ekspertów zatrudnionych w katowickim Oddziale ARP. Rysunek 2 prezentuje architekturę systemu.

W 2022 r. w katowickim Oddziale ARP wdrożono System Dynamicznej Prezentacji Opracowań Analitycznych (SDPOA), który przenosi monitorowanie górnictwa na nowy,



Rys. 2. Architektura systemu

Źródło: materiały ARP SA

Fig. 2. System architecture

wyższy poziom dostępności danych oraz ich wizualizacji. Dane prezentowane są w postaci dynamicznych wykresów, wskaźników oraz tabel. Użytkownik może w pewien ograniczony sposób dostosować pulpity do własnych potrzeb lub upodobań. Ponadto system umożliwia analitykom z Katowickiego Oddziału ARP publikację komentarzy do prezentowanych danych, a odbiorcy – użytkownikowi – systemu daje możliwość zadawania pytań. W styczniu 2023 r. katowicki Oddział ARP otrzymał za ten System wyróżnienie w 14 edycji konkursu Górniczy sukces roku w kategorii „Innowacyjność”. Konkurs ten organizowany jest corocznie przez Górnictwą Izbę Przemysłowo-Handlową.

Monitoring i kontrola procesu restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego

Realizowany na zlecenie Ministra Aktywów Państwowych (MAP) proces monitoringu i kontroli obejmuje szereg zagadnień. Wykonywany jest on przez dwa merytoryczne zespoły eksperckie (Zespół Analityczno-Raportowy oraz Zespół Kontroli Dotacji Budżetowej). Dla potrzeb Ministerstwa Aktywów Państwowych opracowywane są przede wszystkim cykliczne opracowania, których źródłem danych jest głównie portal sprawozdawczy. Zakres tych opracowań obejmuje zarówno dane jednostkowe, jak i zagregowane

oraz analizy krajowe i międzynarodowe rynku węgla. Ekspertyckie analizy obejmują m.in. informację o sytuacji ekonomiczno-finansowej górnictwa węgla kamiennego, analizę wskaźnikową wybranych parametrów techniczno-ekonomicznych spółek wydobywczych, przegląd sytuacji na międzynarodowym rynku paliw stałych i energii, monitorowanie poziomu importu oraz wwozu węgla kamiennego na terytorium Polski oraz ochronę środowiska. Opracowania te przygotowywane są w formie elektronicznej i zamieszczane dla potrzeb MAP na portalu polskirynekwegla.pl. Dane te prezentowane są również w Systemie Dynamicznej Prezentacji Opracowań Analitycznych.

Przykładowy dashboard z obszaru ochrony środowiska, dla danych zagregowanych, przedstawia rysunek 3.

ARP jest jednostką monitorującą realizację Programu dla górnictwa węgla kamiennego w Polsce. Program ten został przyjęty przez Radę Ministrów 23 stycznia 2018 r. W kwietniu Ministerstwo Energii powołało Komitet sterujący do spraw górnictwa, który miał oceniać postęp procesu restrukturyzacji sektora dla poszczególnych spółek węglowych. W skład Komitetu wszedł także przedstawiciel ARP. W dniach 30 września 2019 r. i 11 stycznia 2022 r. Rada Ministrów przejęła korekty do Programu, który obejmuje obecnie okres do 2030 r. W dokumencie przedstawiono kierunki transformacji sektora górnictwa węgla kamiennego, a także cele niezbędne dla ich osiągnięcia. ARP pozyskuje od spółek węglowych informacje w zakresie realizacji poszczególnych celów programu, monitoruje wskaźniki tych celów i przygotowuje informację dla MAP.

ARP realizuje także zadania związane z monitoringiem i kontrolą nowego systemu wsparcia. Jest nim dopłata do redukcji zdolności produkcyjnych. Systemem tym objęte są spółki: Polska Grupa Górnicza SA, Tauron Wydobywanie SA oraz Węgllokoks Kraj SA.

W ramach procesu monitoringu, weryfikacji i kontroli realizowane są:

- weryfikacja prawidłowości wyliczenia rocznej dopłaty do redukcji zdolności produkcyjnych (tj. tzw. wniosek roczny o dopłatę),
- propozycje miesięcznych transz dotacji z budżetu państwa na dopłatę do redukcji zdolności produkcyjnych,
- informacje o wykorzystaniu środków z budżetu państwa na dopłatę do redukcji zdolności produkcyjnych (bez i z ceną referencyjną),
- monitorowanie wyników prowadzonej działalności jednostek objętych systemem wsparcia, tj. monitorowanie kluczowych wskaźników efektywności w cyklach kwartalnych w oparciu o przekazywane przez beneficjentów zrealizowane wartości tych wskaźników (m.in. wydobywanie, sprzedaż, zatrudnienie, ceny, koszty, inwestycje).

Dodatkowo sporządzane są protokoły weryfikacji Programów Operacyjnych Kopalń. Z systemem dopłat do redukcji zdolności produkcyjnych nierozdzielnie związana jest także cena referencyjna. Zgodnie z § 6 pkt 2 i 3 zmienionego rozporządzenia Ministra Aktywów Państwowych z dnia 20 października 2022 r. w sprawie dopłat do redukcji zdolności produkcyjnych przedsiębiorstw górniczych (Dz.U. 2022, poz. 2239) cenę referencyjną ustala ARP. Jest ona wyliczana zarówno w cyklach miesięcznych, jak i narastająco,



Rys. 3. Dashboard – środowisko i skutki działalności

Źródło: materiały ARP

Fig. 3. Environment and effects of its activities

a jej wielkość publikowana jest na portalu polski rynek węgla. Oddział ARP przeprowadza także kontrole nowego systemu wsparcia w spółkach, które skorzystały z tej formy pomocy państwa.

Ponadto ARP monitoruje wydatkowanie środków budżetowych na pokrycie kosztów nadzwyczajnych wynikających z zamknięcia jednostek górniczych, których proces likwidacji prowadzony jest przez Spółkę Restrukturyzacji Kopalń SA w Bytomiu. Monitoringowi podlegają środki wydatkowane: w szczególności na działania likwidacyjne i polikwidacyjne, roszczenia pracownicze i świadczenia osłonowe, restrukturyzację zatrudnienia, zadania związane z ochroną środowiska oraz naprawę szkód górniczych. Monitorowanie i kontrola tego obszaru realizowane są przez Zespół Kontroli Dotacji Budżetowej (ZKDB).

Do podstawowych zadań tego Zespołu należy monitoring wydatkowania środków pochodzących z budżetu państwa przeznaczonych na funkcjonowanie sektora węgla kamiennego, w następujących obszarach:

- likwidacja kopalń,
- działania wykonywane po zakończeniu likwidacji kopalń,
- koszty ogólnego zarządu,
- naprawianie szkód wywołanych ruchem zakładu górniczego,
- świadczenia osłonowe i roszczenia pracownicze.

Monitoring z tych obszarów jest realizowany w szczególności poprzez:

- opiniowanie programów likwidacji kopalń i aneksów do programów,
- weryfikację rocznych planów oraz ich aktualizacji,
- opracowywanie instrukcji, podręczników i zasad dla wnioskowania, rozliczania i monitorowania środków pochodzących z budżetu państwa,
- sporządzanie propozycji transz dotacji przeznaczonych na finansowanie wymienionych obszarów.

Zespół pozyskuje, agreguje, przetwarza i analizuje dane oraz informacje, które w formie opracowań obejmują następujące zagadnienia:

- informacja z realizacji inwestycji początkowych przez przedsiębiorstwa górnicze objęte dotacją budżetową,
- informacja o stanie oraz ruchu zatrudnienia w górnictwie węgla kamiennego,
- monitorowanie i analiza struktury stażowo-wiekowej oraz wykształcenia pracowników kopalń węgla kamiennego,
- monitorowanie i analiza prac wykonywanych przez firmy usługowe w kopalniach pod ziemią i na powierzchni,
- informacja o rejestrze pracowników, którzy skorzystali z świadczeń osłonowych w kopalniach likwidowanych,
- informacja o realizacji zadań dotyczących likwidacji kopalń, działań polikwidacyjnych oraz kosztów ogólnego zarządu,
- informacja o realizacji zadań w zakresie naprawiania szkód wywołanych ruchem zakładu górniczego.

Agencja przygotowuje również corocznie projekt Sprawozdania z udzielonej pomocy publicznej sektorowi górnictwa kamiennego dla Komisji Europejskiej, jak również informację o udzielonej pomocy publicznej na potrzeby Ministerstwa Aktywów Państwowych.

Agencja monitorowała także wykorzystanie dotacji na wypłatę świadczenia rekompensacyjnego z tytułu utraty prawa do bezpłatnego węgla oraz z tytułu zaprzestania pobierania bezpłatnego węgla. Program był realizowany w latach 2017–2019, a zadaniem Oddziału było opiniowanie wniosków o przyznanie rekompensat. Programem wypłaty objęto 219 834 osoby, a Spółki wypłaciły ze środków budżetowych ponad 2 mld zł rekompensat.

Oddział prowadzi także systematyczne kontrole wykorzystania środków pochodzących z budżetu państwa przeznaczonych na restrukturyzację sektora górnictwa węgla kamiennego. W latach 2003–2022 przeprowadzono 642 takie kontrole. Wśród tematów kontroli można wymienić min: ocenę prawidłowości wykorzystania środków pochodzących z budżetu państwa na realizację zadań wykonywanych w trakcie likwidacji kopalni oraz działań likwidacyjnych, kontrolę prawidłowości wykorzystania dotacji budżetowej przeznaczonej na świadczenia rekompensacyjne, restrukturyzację zatrudnienia w zakresie udzielonych urlopów górniczych oraz wypłaconych odpraw emerytalnych, a także kontrolę prawidłowości wykorzystania dotacji budżetowej przeznaczonej na naprawianie szkód wywołanych ruchem zakładu górniczego, w tym szkód powstałych w wyniku reaktywacji starych zrobów czy wreszcie kontrolę wydatkowania środków pochodzących z budżetu państwa przeznaczonych na dopłaty do redukcji zdolności produkcyjnych.

Podsumowanie

Agencja Rozwoju Przemysłu SA realizuje zadania związane z monitoringiem restrukturyzacji sektora górnictwa węgla kamiennego w oparciu o zawierane corocznie umowy z Ministerstwem Energii/Ministerstwem Aktywów Państwowych. ARP dysponuje zespołem ekspertów gwarantujących prawidłową realizację zadań. Wypracowała niezbędne narzędzia informatyczne mające na celu automatyzację procesu. Prowadziła konieczne procedury mające na celu zabezpieczenie danych wrażliwych. Zakres zgromadzonych danych, jak i sposób ich prezentacji gwarantuje rzetelne przedstawienie sytuacji całego sektora i pozwalają odbiorcy danych na prawidłową ocenę sytuacji ekonomicznej podmiotów objętych procesem monitoringu.

Literatura

- BIP. [Online:] https://web.archive.org/web/20060618121434/http://bip.kwsa.pl/index.php?id_kat=1 [dostęp: 31.07.2023].
- Borowiecki R. i Jaki A., 2015 – Restrukturyzacja – od transformacji do globalizacji. *Przegląd Organizacji* 9(908), s. 4–9.
- Chandler A.D. Jr, 1962 – *Strategy and Structure. Chapters in the History of the Industrial Enterprise*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Chomątowski S., 1994 – Kierunki i metody oceny oraz realizacji restrukturyzacji przedsiębiorstw. *Przegląd Organizacji* 12, s. 22.
- Dowżycki i in. 2001 – Dowżycki A., Sobolewski H. i Tłuchowski W., 2001 – Restrukturyzacja, prywatyzacja i wycena przedsiębiorstwa. Poznań: Wyd. AE.
- Durlik I., 1998 – Restrukturyzacja procesów gospodarczych. *Reengineering. Teoria i praktyka*. Warszawa: AW Placet, s. 45.
- Fornalczyk i in. 2008 – Fornalczyk A., Choroszczak J. i Mikulec M., 2008 – Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego problemy, bariery, efektywność, pomoc publiczna. Warszawa: Wyd. Poltext, s. 12.
- Gajdzik B., 2012 – Restrukturyzacja przedsiębiorstw w warunkach destabilizacji otoczenia na przykładzie branży hutniczej. Warszawa: Difin, s. 9, 10.
- Jagoda H., 1999 – Przyczyny niepowodzeń restrukturyzacji przedsiębiorstw. *Przegląd organizacji* 7–8.
- Jasiński Z., 1992 – Restrukturyzacja systemu zarządzania przedsiębiorstwem. *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa* 8, s. 12.
- Karbownik A. i Bijańska J., 2000 – Restrukturyzacja polskiego górnictwa węgla kamiennego w latach 1990–1999. Gliwice: Wyd. Politechniki Śląskiej, s. 7.
- Nalepa A., 1998 – *Zarys problematyki restrukturyzacji przedsiębiorstw*. Kraków: Antykwa, s. 20.
- NIK 2002 – Informacja o wynikach kontroli restrukturyzacji finansowej i organizacyjnej górnictwa węgla kamiennego w latach 1990–2001. Najwyższa Izba Kontroli Delegatura w Katowicach, listopad 2002 r.
- Szlęzak J., 2004 – Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 1990–2002. Analiza skuteczności realizowanych programów. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2004, s. 13.
- Akty prawne
- Druk Sejmowy nr 1975. [Online:] <http://orka.sejm.gov.pl/proc4.nsf/opisy/1975.htm> [dostęp: 21.06.2023].
- Rozporządzenia Ministra Aktywów Państwowych z dnia 20 października 2022 r. w sprawie dopłat do redukcji zdolności produkcyjnych przedsiębiorstw górniczych, Dz.U. z 2022, poz. 2239.
- Rozporządzenie Ministra Aktywów Państwowych z dnia 20 października 2022 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie dopłat do redukcji zdolności produkcyjnych przedsiębiorstw górniczych.
- Ustawa z dnia 17 grudnia 2021 r. o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego, Dz.U. 2022, poz. 241.
- Ustawa z dnia 22 stycznia 2015 r. o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w latach 2008–2015 oraz niektórych innych ustaw, Dz.U. z 2015, poz. 143.
- Ustawa z dnia 28 listopada 2003 r. o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2006, Dz.U. z 2003, nr 210, poz. 2037.
- Ustawa z dnia 7 września 2007 r. o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w latach 2008–2015, Dz.U. z 2007, nr 192, poz. 1379.

Monitoring and control of the hard coal mining restructuring process in the years 2003–2023

Keywords: restructuring of hard coal mining, monitoring, control

Abstract: The restructuring of the coal mining sector is one of the key processes taking place in Poland since 1989. Gathering data on this and monitoring the process are important not only for assessing its effects, but also for deciding on the direction of the sector's transformation. Since March 2003, the monitoring of hard coal mining restructuring has been carried out by the Polish Industrial Development Agency (Agencja Rozwoju Przemysłu SA, hereinafter referred to as 'ARP'). It carries out these tasks on the basis of agreements concluded annually with the Polish Ministry of Energy/Ministry of State Assets (Ministerstwo Energii/Ministerstwo Aktywów Państwowych). The Katowice branch of the ARP was established to implement them. One of the key challenges of mining monitoring was to automate data acquisition and processing, as well as to ensure the security of IT resources. Another challenge was to recruit a suitably qualified and experienced team of staff to ensure not only the high level of content of the studies, but also objectivity. Commissioned by the Polish Minister of State Assets (Minister Aktywów Państwowych, 'MAP'), the monitoring and audit process covers a range of issues. ARP produces cyclical studies. The scope of these studies includes both individual and aggregated data, as well as national and international analyses of the coal market. Expert analyses include information on the economic and financial situation of the hard coal mining industry, an indicator analysis of selected technical and economic parameters of mining companies, a review of the situation on the international solid fuel and energy market and environmental protection. These studies are prepared in electronic form and posted for the purposes of the MAP on the polskirynekwegla.pl portal. The ARP is the entity monitoring the implementation of the programme for hard coal mining in Poland. It also carries out the monitoring and control tasks of the new support system from 2022 onwards. It is a capacity reduction surcharge. The companies covered by this system are: Polska Grupa Górnicza SA, Tauron Wydobycie SA and Węglkokos Kraj SA. The branch also conducts systematic checks on the use of funds from the state budget allocated for the restructuring of the hard coal mining sector. In the period 2003–2022, 642 of these were carried out.

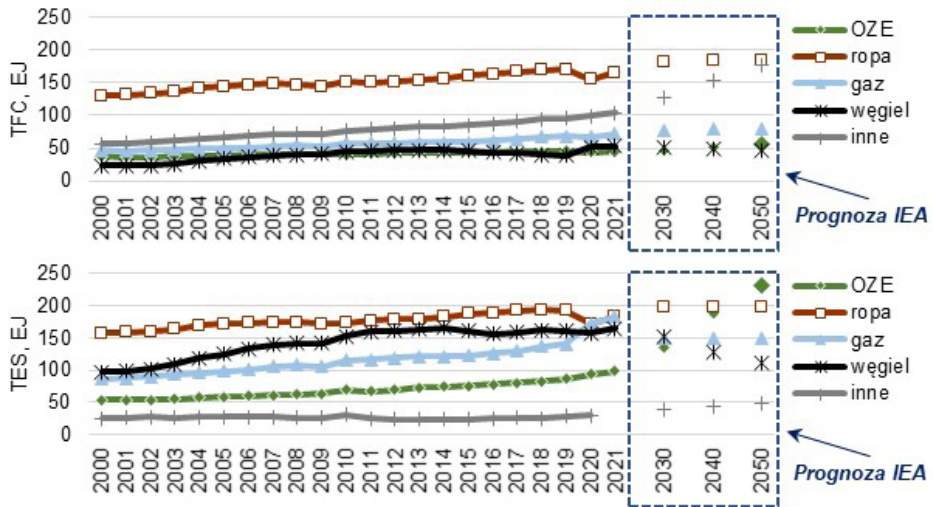
Ceny węgla kamiennego na międzynarodowym oraz krajowym rynku w latach 2000–2022

Słowa kluczowe: ceny, węgiel energetyczny, węgiel koksowy, rynek międzynarodowy

Streszczenie: Celem postawionym w niniejszym rozdziale była analiza sytuacji cenowej węgla energetycznego i koksowego na międzynarodowym i krajowym rynku w latach 2000–2022. Omówiono czynniki oddziałujące na ceny węgla energetycznego i koksowego na rynku międzynarodowym. W przypadku rynku polskiego omówiono ceny krajowej produkcji, jak również polskich indeksów węglowych PSCMI_1 i PSCMI_2. W wyniku analizy cen węgla energetycznego z międzynarodowego rynku *spot* zauważono trzy główne trendy cenowe. W latach 2000–2008 widoczny był trend wzrostowy cen stymulowany głównie dużym zapotrzebowaniem na surowce ze strony azjatyckich odbiorców. W latach 2009–2020 zaznacza się trend spadkowy z okresowym wzrostem cen przypadającym na lata 2011 i 2018. W tym trendzie nastąpił spadek cen węgla z około 90 do około 50 USD/tonę. Wybuch pandemii COVID-19 w 2020 r. doprowadził do spowolnienia światowej gospodarki, a obserwowany w latach 2021–2022 hiperwzrost cen węgla energetycznego (290–340 USD/tonę) stymulowany był zakłóceniami w dostawach gazu ziemnego do Europy oraz wybuchem wojny rosyjsko-ukraińskiej. Na międzynarodowym rynku handlu węglem koksowym w okresie ostatnich 20 lat zaszły zmiany w systemie negocjowania cen kontraktowych. Obecnie ceny węgla w kontraktach kształtowane są w oparciu o publikowane indeksy cenowe z rynku *spot*. Na rynku krajowym cena węgla energetycznego pomiędzy producentem a jego użytkownikiem zawierana jest najczęściej w kontraktach długoterminowych (najczęściej jednorocznych), dlatego przebiegają w tempie opóźnionym o jeden rok w stosunku do cen z rynku *spot*. W przypadku węgla koksowego kontrakty ustalane są ze ścieżką cenową zmieniającą się kwartalnie, co pozwala producentom szybko reagować na sygnały płynące z międzynarodowego rynku handlu węglem.

Wprowadzenie

Od dekad węgiel jest jednym z istotniejszych nośników energii wykorzystywanych na świecie. W latach 2000–2009 zużycie węgla w skali globalnej wzrosło z 23 do 41 EJ (rys. 1), a jego udział w całkowitym końcowym zużyciu nośników energii na świecie (TFC)



Rys. 1. Prognoza IEA światowego zużycia końcowego nośników energii (TFC) oraz całkowitej światowej podaży nośników energii (TES) według Scenariusza Ogłoszonych Polityk (STEPS)

Źródło: opracowanie własne na podstawie (IEA 2022a; IEA 2023a)

Fig. 1. IEA projection of total world final consumption of energy carriers (TFC) and total world supply of energy carriers (TES) according to the Stated Policies Scenario (STEPS)

zwiększył się z 8 do 12%. Choć pierwsza połowa drugiej dekady XXI w. nadal charakteryzowała się wzrostem wolumenowym zużycia węgla (do 47 EJ, z 12% udziałem w światowym TFC), to kolejne lata pokazują spadek jego zużycia, do czego przyczynia się dekarbonizacja gospodarek wielu państw (zwłaszcza w Unii Europejskiej) oraz przyspieszenie działań zmierzających do wdrażania gospodarki opartej na czystej energii. Prognozy (IEA 2023a) pokazują, że w perspektywie do 2050 r., według Scenariusza Ogłoszonych Polityk STEPS (*Stated Policies Scenario*), udział węgla w całkowitym końcowym zużyciu nośników energii w skali globalnej (TFC) spadnie do 8% i wyniesie 46 EJ.

Produkcja węgla energetycznego na świecie w horyzoncie długoterminowym znajduje się w trendzie rosnącym. Największe przyspieszenie produkcji występowało w pierwszej dekadzie XXI w.: pomiędzy rokiem 2000 a 2010 i wzrosło o blisko 2/3 do 5,4 mld ton (IEA 2020, 2022b). Rosnące zapotrzebowanie przełożyło się na dwukrotny wzrost eksportu, który w 2010 r. wyniósł 0,8 mld ton. W kolejnej dekadzie spowolnienia gospodarcze i wpływ polityk dekarbonizacyjnych spowodowały, że globalna produkcja węgla energetycznego wzrosła tylko o 8% do 5,8 mld ton (IEA 2020, 2022b), a wzrost eksportu wyniósł 27% (od 2017 r. eksport przekracza rocznie 1 mld ton). W perspektywie 2050 roku światowa podaż węgla wyniesie 112 EJ (rys. 1), co będzie stanowiło tylko 12% wszystkich światowych nośników energii (TES). Dla porównania w latach 2005–2021 węgiel odpowiadał za 26–29% podaży wszystkich nośników na świecie.

Polska w skali Europy jest największym producentem węgla kamiennego oraz istotnym producentem węgla brunatnego. Według danych (Euracoal 2023) spośród 77 mln ton węgla kamiennego wydobytego w 2022 r. w Europie, 68% produkcji pochodziło z Polski. Zgodnie z obowiązującą Polityką Energetyczną Polski 2040 (PEP 2021a, b) węgiel był obecny i w przyszłości będzie brał udział w produkcji energii elektrycznej i ciepła, jak również nadal będzie wykorzystywany w przemyśle metalurgicznym i koksowym. Celem artykułu jest analiza sytuacji cenowej węgla energetycznego i koksowego na międzynarodowym i krajowym rynku w latach 2000–2022.

Czynniki wpływające na ceny węgla na rynku międzynarodowym

Międzynarodowe rynki węgla funkcjonują w całym środowisku gospodarki światowej, reagując zarówno na sygnały płynące od producentów czy użytkowników (podaż/popyt, eksport/import), jak również na wszystkie zjawiska gospodarcze, które są wzajemnie powiązane (Lorenz 2010, 2014; Ozga-Blaschke 2010, 2017, 2021; Lorenz i in. 2014; Grudziński 2018; Stala-Szlugaj i Grudziński 2018, 2021, 2022). Jednakże należy nadmienić, że mechanizmy tych relacji są bardzo skomplikowane, nie do końca poznane i trudne do przewidzenia.

Analizując cykle koniunkturalne można zauważyć, że na ceny węgla na rynkach światowych (w sposób bezpośredni lub pośredni) poza grupą czynników fundamentalnych (podaż/popyt) wpływają jeszcze czynniki natury: ogólnogospodarczej i politycznej. W przypadku czynników natury ogólnogospodarczej najważniejszą rolę odgrywa skala tempa wzrostu gospodarczego. Spowolnienie wzrostu oznacza mniejsze zapotrzebowanie na surowce i energię, co w przekłada się na spadek cen surowców do jej wytwarzania.

Kolejną grupą czynników wpływających na kształtowanie się cen węgla są czynniki natury politycznej. Dotyczy to zarówno polityk prowadzonych przez głównych producentów i eksporterów węgla, ale również jego konsumentów. Chiny są największym producentem, ale również użytkownikiem węgla. Od 2010 r. produkcja i zużycie węgla utrzymuje się na poziomie ponad 3 mld ton, według wstępnych szacunków w 2022 r. produkcja ma przekroczyć 4 mld ton (IEA 2020, 2022b). Mimo tej sytuacji import węgla stale wzrasta: od 2011 r. przekraczając 200 mln ton, od 2021 r. 300 mln ton, a w 2022 r. według wstępnych szacunków wzrósł do ponad 400 mln ton (IEA 2020, 2022b). Wszelkie decyzje gospodarcze i polityczne podejmowane przez ten kraj mocno wpływają na rynek międzynarodowy. Sytuacja w Chinach jest kluczowa dla całego rynku.

Ponadto ceny surowców (m.in. węgiel/ropa/gaz) na rynkach międzynarodowych są ze sobą mocno powiązane i skorelowane (Grudziński 2009; Lorenz 2010, 2014), to powoduje, że sytuacja polityczna odnosząca się do państw produkujących i eksportujących ropę naftową bardzo silnie wpływa na poziom cen węgla na rynkach międzynarodowych.

Duże znaczenie mają także decyzje polityczne Unii Europejskiej w sprawie limitów CO₂, które wpływają na redukcje emisji.

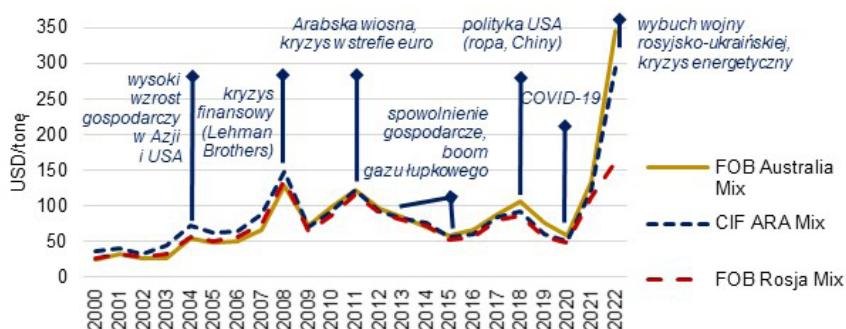
Wśród innych istotnych czynników wpływających na poziom cen węgla są także m.in.: wahania kursów walut krajowych względem dolara amerykańskiego (transakcje na rynku *spot* realizowane są w USD), poziomy cen nośników konkurencyjnych w stosunku do węgla, czynniki natury pogodowej (zwłaszcza u takich producentów, jak: Australia, Indonezja, Kolumbia), górniczej i geologicznej, społecznej, transportowej (w tym ceny frachtów morskich, lądowych), siły wyższej oraz mocno dający się odczuć w latach 2020–2022 czynnik natury pandemicznej.

Ceny węgla energetycznego na rynku międzynarodowym oraz krajowym

Główni użytkownicy węgla energetycznego (zwłaszcza energetyka zawodowa) większość surowca nabywają u producenta, zawierając kontrakty długoterminowe (obecnie najczęściej roczne), a pozostałą małą część uzupełniają zakupami na rynku *spot*. Ceny z kontraktów długoterminowych, zawieranych między producentem a użytkownikiem najczęściej objęte są tajemnicą handlową. Wyjątek stanowią kontrakty zawarte pomiędzy producentami węgla z Australii a elektrowniami japońskimi. Ceny te ustalane są na drodze negocjacji, jednakże nie jest znany wolumen dostaw będący przedmiotem tych negocjacji. W niniejszej publikacji posłużono się cenami węgla *spot* z międzynarodowego rynku o zdefiniowanej jakości.

Ceny węgla energetycznego na międzynarodowym rynku spot

Ceny na rynku *spot* najszybciej reagują na sygnały płynące z otoczenia (wpływ bieżącej polityki, katastrof górniczych, czynnika pogodowego itp.). Na rysunku 2 przedstawiono przebieg zmienności głównych światowych indeksów węgla energetycznego z rynku *spot*. Wzięto pod uwagę trzy światowe indeksy węgla energetycznego: benchmark dla rynków azjatyckich – ceny FOB Australia Mix, benchmark dla rynku północno-zachodniej Europy – CIF ARA Mix oraz ceny węgla rosyjskiego w portach bałtyckich – FOB Rosja Mix. Przedstawione ceny odnoszą się do węgla energetycznego o wartości opałowej 6000 kcal/kg (tj. ok. 25,12 MJ/kg) oraz zawartości siarki poniżej 1% (wszystkie parametry są w stanie roboczym). Są obliczonymi przez autorów cenami rocznymi na podstawie notowań: dziennych tygodniowych i miesięcznych z publikacji (Argus 2022, 2023; CTI Platts 2023; ICR Platts 2013; WB 2023) i odnoszą się do lat 2000–2022. Dodatkowo na rysunku 3 zaprezentowano kluczowe czynniki, które wpłynęły na poziomy cen węgla.



Rys. 2. Przebieg zmienności głównych światowych indeksów węgla energetycznego z rynku spot w latach 2000–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Argus 2022, 2023; CTI Platts 2023; ICR Platts 2013; WB2023)

Fig. 2. Volatility of the main global thermal coal indices from the spot market, 2000–2022

Analizując przebieg zmienności głównych indeksów węglowych (rys. 2) można zauważyć trzy główne trendy cenowe. W latach 2000–2008 widoczny jest trend wzrostowy cen stymulowany głównie dużym zapotrzebowaniem na surowce ze strony azjatyckich odbiorców. Zwłaszcza istotną rolę odegrały Chiny, które przygotowując się do Igrzysk Olimpijskich w Pekinie w 2008 r. wykazywały duże zapotrzebowanie na surowce (wykorzystywane zwłaszcza w przemyśle energetycznym, stalowym czy cementowym) oraz energię. Ceny roczne sięgnęły do wydatka się wówczas „wysokich” poziomów rzędu 128–147 dolarów. Ceny indeksów CIF ARA Mix i FOB Australia Mix osiągnęły wówczas swoje historyczne maksima: ceny miesięczne wyniosły (odpowiednio) 209 i 185 USD/tonę (tab. 1).

Tabela 1. Ceny węgla energetycznego (indeksy spot – 6000 kcal/kg) w wybranych latach w USD/tonę oraz minimalne i maksymalne (ceny miesięczne w danym roku)

Table 1. Thermal coal prices (spot indices – 6000 kcal/kg) in selected years in USD/tonne and minimum and maximum (monthly prices per year)

| Wyszczególnienie | | 2000 | 2005 | 2008 | 2010 | 2015 | 2020 | 2022 |
|-------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
| CIF ARA Mix | średnia | 36 | 61 | 147 | 92 | 57 | 50 | 293 |
| | min. | 30 | 52 | 81 | 73 | 48 | 39 | 171 |
| | max. | 43 | 71 | 209 | 122 | 62 | 67 | 395 |
| FOB Australia Mix | średnia | 25 | 48 | 128 | 97 | 59 | 58 | 345 |
| | min. | 24 | 38 | 77 | 90 | 52 | 48 | 197 |
| | max. | 29 | 52 | 185 | 116 | 66 | 75 | 431 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Argus 2022, 2023; CTI Platts 2023; ICR Platts 2013.

W drugiej połowie 2008 r. rozpoczął się gwałtowny spadek cen na wszystkich rynkach, ceny wróciły do notowań sprzed roku. Gwałtowne spadki cen w 2008 r. wiązały się ze światowym kryzysem finansowym (bankructwo Lehman Brother), obejmującym swym zasięgiem giełdy i rynki finansowe. W 2000 r. niedobór produkcji w stosunku do zużycia węgla energetycznego wyniósł ponad 120 mln ton (IEA 2020), a światowe PKB kształtowało się na poziomie 4,43% (WB 2023). W 2008 r. nadwyżka produkcji nad zużyciem przekroczyła ponad 60 mln ton (IEA 2020), a światowe PKB spadło do 1,86%.

W latach 2009–2020 zaznacza się trend spadkowy z wyraźnymi maksimami przypadającymi na lata: 2011 i 2018 (rys. 2). W okresie tym spowolnienie gospodarcze z lat 2012–2015 wyraźnie wpłynęło na spadek cen węgla z około 90 USD/tonę do ponad 50 dolarów. Produkcja węgla energetycznego w skali globalnej spadła z 6,1 do 5,5 mln ton (IEA 2020). Rosnące zapotrzebowanie ze strony odbiorców z Azji, przy jednoczesnych zakłóceniach natury pogodowej oraz polityce Stanów Zjednoczonych (sankcje wobec dostaw irańskiej ropy, napięcia z Arabią Saudyjską oraz wojna handlowa z Chinami) doprowadziły do wzrostu cen węgla do poziomów ponad 90–100 USD/tonę (rys. 2). Produkcja nie nadążała za zużyciem (niedobór węgla energetycznego na świecie wyniósł około 230 mln ton (IEA 2020), a światowe PKB wyniosło 3,03% (WB 2023).

Wybuch pandemii COVID-19 w 2020 r. przez wprowadzanie licznych lockdownów, doprowadził do spowolnienia światowej gospodarki wynoszący –3,59% (WB 2023), co przełożyło się na blisko 100 mln ton nadwyżki produkcji nad zużyciem węgla energetycznego w skali globalnej (IEA 2023b). Obserwowany w latach 2021–2022 hiperwzrost cen węgla energetycznego do poziomu 290–340 USD/tonę (rys. 2) stymulowany był przez zakłócenia w dostawach gazu ziemnego do Europy w 2021 r. oraz wybuch wojny rosyjsko-ukraińskiej (Stala-Szlugaj i Grudziński 2022; Grudziński 2023; Stala-Szlugaj 2023). W związku z embargiem Unii Europejskiej oraz USA na surowce rosyjskie, Rosja obniżyła znacznie ceny na rynku międzynarodowym (rys. 2).

Duże okresowe zmiany cen węgla nie tylko cechują rynek tego surowca, ale wszystkie surowce energetyczne w tym okresie podlegały dużej zmienności. Wahania ceny węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego były ze sobą związane, choć skale wzrostu notowań często były różne. Nie wszystkie rynki reagowały z taką samą intensywnością. W 2008 roku największe wzrosty cen dotyczyły rynku ropy naftowej, natomiast w 2022 r. – gazu ziemnego. Skalę zmian cen tych surowców w poszczególnych okresach dobrze zobrazowano w tabeli 2. W dolnej części tej tabeli zatytułowanej „relacje cen” pokazano, jakie były notowania cen gazu i ropy w stosunku do cen węgla przyjętego tu za 1. W 2022 roku ceny gazu ziemnego importowanego do Europy były 3,3 razy wyższe od cen węgla w imporcie do płn.-zach. Europy. Sytuacja ta przyczyniła się do uruchamiania wszystkich dostępnych mocy na węgiel oraz maksymalnego ograniczania produkcji energii z gazu. Agresja Rosji na Ukrainę spowodowała bardzo odmienne kształtowania się cen surowców i pojawienie się nieprzewidywalnych zmian. Relacje dotychczasowe cen zastały zmienione i wynikało to tylko z czynników politycznych, które bardzo silnie oddziaływały na rynek. Przytoczona wyżej sytuacja pokazuje, z jakimi trudnościami wiąże się prognoza cen. Ceny wieloletnie

Tabela 2. Ceny głównych surowców energetycznych w USD/GJ

Table 2. Prices of main energy resources in USD/GJ

| Paliwa* | 2000 | 2005 | 2008 | 2010 | 2015 | 2020 | 2022 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Węgiel CIF ARA Mix | 1,4 | 2,4 | 5,9 | 3,7 | 2,3 | 2,0 | 11,6 |
| Ropa Brent | 4,2 | 8,2 | 14,7 | 12,0 | 7,9 | 6,3 | 15,0 |
| Gaz UE | 3,7 | 6,0 | 12,7 | 7,9 | 6,9 | 3,1 | 38,2 |
| Gaz USA | 4,1 | 8,5 | 8,4 | 4,2 | 2,5 | 1,9 | 6,0 |
| Gaz LNG | 4,5 | 5,7 | 11,9 | 10,3 | 10,4 | 7,9 | 17,5 |
| Relacje cen | | | | | | | |
| Węgiel CIF ARA Mix | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Ropa Brent | 3,0 | 3,4 | 2,5 | 3,3 | 3,5 | 3,2 | 1,3 |
| Gaz UE | 2,6 | 2,5 | 2,2 | 2,1 | 3,1 | 1,5 | 3,3 |
| Gaz USA | 2,8 | 3,5 | 1,4 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 0,5 |
| Gaz LNG | 3,1 | 2,3 | 2,0 | 2,8 | 4,6 | 3,9 | 1,5 |

* Uwaga: węgiel CIF ARA – spot 6000 kcal/kg, ropa Brent 38° API, gaz UE – giełda TTF Holandia, gaz USA – Henry Hub Luizjana, gaz LNG – import do Japonii.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Argus 2022, 2023; CTI Platts 2023; ICR Platts 2013; World Bank.

pokazują stałą systematyczną progresję, mimo uwarunkowań gospodarczych i środowiskowych. Obecnie ceny zdecydowanie się obniżyły, jednak ich poziomy są wyższe, niż te sprzed konfliktu.

Ceny węgla energetycznego na rynku krajowym

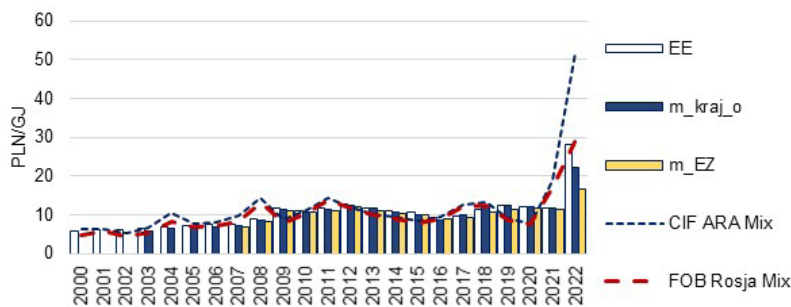
Przedmiotem handlu na międzynarodowym rynku węgla energetycznego są miały, dlatego porównując ceny krajowych producentów z tym rynkiem, skupiono się na cenach miałów. Głównym nabywcą i użytkownikiem węgla energetycznego w Polsce jest energetyka, która zużywa właśnie te sortymenty. W Polsce około 84–88% (wg danych MAP 2023; ARP 2011–2023) sprzedaży węgla energetycznego na rynek krajowy stanowią właśnie wspomniane sortymenty miałowe.

Ilustracją dla przebiegu zmienności rocznych cen krajowego węgla energetycznego w latach 2000–2022 jest wykres zaprezentowany na rysunku 3. Przedstawiono na nim cenę węgla energetycznego wykorzystanego do wytwarzania energii elektrycznej (skrót: EE; w tym przypadku nie znamy źródła pochodzenia węgla) z ceną miałów sprzedanych

na rynek krajowy przez krajowych producentów (skrót: m_kraj_o) oraz z ceną miałów sprzedanych przez krajowych producentów do energetyki zawodowej (skrót: m_EZ).

W związku z rosnącą konkurencją węgla importowanego (w analizowanych latach wg (MAP 2023; ARP 2011–2023a)) import węgla energetycznego wzrósł z 0,2 mln (2000 r.) do 17,2 mln ton (2022 r.), zarówno krajowi jego producenci, ale również i użytkownicy na bieżąco monitorują notowania cen węgla energetycznego na rynkach międzynarodowych. Dlatego dodatkowo na wykresie zaprezentowano przeliczone na PLN rocznym kursem NBP (NBP 2023) ceny dwóch indeksów węgla z rynku *spot*, istotnych dla rynku polskiego czyli indeksów: CIF ARA Mix oraz FOB Rosja Mix. W celach porównawczych wszystkie ceny wyrażono w jednostkach energii.

Na rynku krajowym cena pomiędzy producentem/sprzedającym a użytkownikiem zawierana jest najczęściej w kontraktach długoterminowych (przeważają kontrakty jednoroczne), można więc na rysunku 3 zauważyć, że ceny z rynku krajowego przebiegają w tempie opóźnionym o jeden rok w stosunku do cen z rynku *spot*. W latach 2000–2008 ceny węgla energetycznego wykorzystanego do wytwarzania energii elektrycznej „EE” w Polsce kształtowały się na poziomie 6–9 zł/GJ, a w latach 2009–2021 wzrosły do 9–12 zł/GJ (rys. 3). Zawirowania z rynku międzynarodowego w 2021 r. wpłynęły na poziom cen krajowych dopiero w 2022 r., gdzie cena węgla „EE” wzrosła do 28 zł/GJ, a krajowych miałów sprzedanych do energetyki zawodowej „m_EZ” wzrosła do 22 zł/GJ. We wcześniejszych latach różnica pomiędzy ceną węgla energetycznego „EE” a ceną miałów sprzedanych do energetyki zawodowej „m_EZ” wahała się w granicach +/- 0,3–0,8 zł/GJ.



EE – cena węgla energetycznego użytego do wytwarzania energii elektrycznej;
 m_kraj_o – cena miałów sprzedanych na rynek krajowy,
 m_EZ – cena miałów sprzedanych do energetyki zawodowej

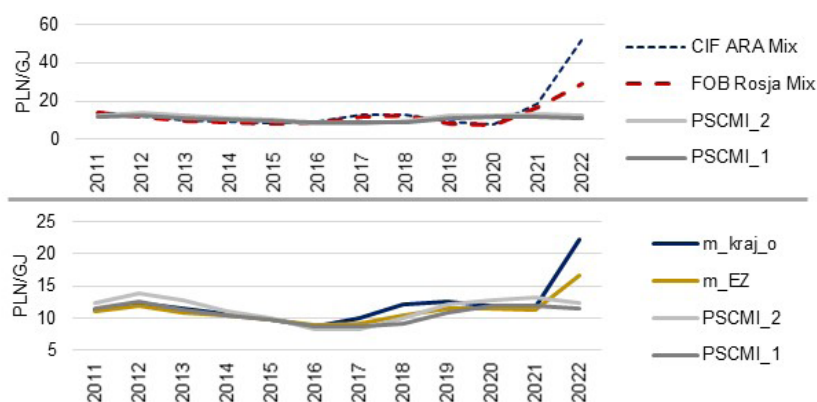
Rys. 3. Przebieg zmienności cen krajowego węgla energetycznego na tle indeksów spot CIF ARA Mix i Fob Rosja Mix lata 2000–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: ARE 2000–2023; ARP 2010–2023; MAP 2023; Argus 2022, 2023; CTI Platts 2023; ICR Platts 2013; NBP 2023

Fig. 3. The course of domestic thermal coal price volatility against the CIF ARA Mix and Fob Russia Mix spot indices, 2000–2022

W Polsce publikowane są dwa krajowe indeksy węgla (ARP 2023; TGE 2023): PSCMI_1 i PSCMI_2, które wylicza wspólnie (miesięczne, kwartalne, roczne) katowicki oddział Agencji Rozwoju Przemysłu wraz z Towarową Giełdą Energii SA. Indeks PSCMI 1: odzwierciedla poziom cen (loco kopalnia) miałów energetycznych klasy 20–23/1 w sprzedaży do energetyki zawodowej i przemysłowej. Indeks PSCMI 2 odzwierciedla poziom cen (loco kopalnia) miałów energetycznych klasy 23–26/08 w sprzedaży do ciepłowni przemysłowych i komunalnych, innych odbiorców przemysłowych i pozostałych odbiorców krajowych (w PLN/tonę i w PLN/GJ). Oba indeksy wyrażone są w PLN/tonę i w PLN/GJ i są notowane od 2011 r. W opracowaniu metodyki obu indeksów brały udział: Agencja Rozwoju Przemysłu SA, Towarowa Giełda Energii SA i Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie.

Na rysunku 4 przedstawiono porównanie średnich rocznych cen polskich indeksów węglowych z cenami węgla CIF ARA Mix oraz FOB Rosja Mix. Analizując przedstawione tamże dane, można zauważyć, że na naszym rynku zdecydowanie przeważają kontrakty z ceną ustalaną w cyklu rocznym. W latach 2000–2018 oraz w 2022 r., ceny obu krajowych indeksów węglowych pokazują zbliżoną tendencję do zmian zachodzących na rynku międzynarodowym. Ponadto indeksy PSCMI_1 wykazują relatywnie wysoką zbieżność do cen miałów krajowych sprzedanych do energetyki zawodowej (m_EZ). Można to powiązać z tym, że większość miałów z indeksu PSCMI_1 nabywana jest przez krajową energetykę zawodową.



Rys. 4. Przebieg zmienności cen krajowych indeksów węgla PSCMI_1 i PSCMI_2 na tle indeksów międzynarodowych (CIF ARA Mix i FOB Rosja Mix) oraz cen miałów krajowych sprzedanych ogółem (m_kraj_o) oraz do energetyki zawodowej (M_EZ), lata 2011–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: ARP 2023; Argus 2022, 2023; CTI Platts 2023; ICR Platts 2013; NBP 2023

Fig. 4. Price volatility of domestic coal indices PSCMI_1 and PSCMI_2 against international indices (CIF ARA Mix and FOB Russia Mix) and prices of domestic coal middlings sold in general (m_kraj_o) and to the commercial power industry (M_EZ), 2011–2022

Ceny węgla koksowego na rynku międzynarodowym oraz krajowym

Ceny węgla koksowego na międzynarodowym rynku

Międzynarodowy rynek handlu węglem metalurgicznym obejmuje ok. 30% zapotrzebowania na ten surowiec. Ze względu na silną koncentrację podaży ograniczoną do kilku głównych dostawców (Australia, USA, Kanada, Rosja) oraz koncentrację popytu ze strony kilku kluczowych regionów, rynek jest bardzo wrażliwy na zdarzenia mogące wpływać na ograniczenia dostępności węgla lub zahamowanie popytu w którymś z regionów, reagując gwałtownymi wahaniami cen.

Wiodącą rolę w tych zdarzeniach odgrywają Chiny, będące największym światowym producentem i konsumentem węgla koksowego i równocześnie największym importem i głównym uczestnikiem azjatyckiego rynku *spot*. Chiny w ciągu kilku lat wysunęły się na czołową pozycję (import węgla koksowego wzrósł z 7 w 2007 r. do 75 mln ton w 2013 r., w tym 60 mln ton drogą morską). Decyzje administracyjne władz w Chinach, takie jak np. ograniczenie eksportu koks metalurgicznego w 2004 r., ograniczenie produkcji węgla krajowego (zamykanie kopalń oraz redukcja ilości dni roboczych dla górników w 2016 r.), czy też nieformalny zakaz importu węgla z Australii pod koniec 2020 r. i polityka zerowej tolerancji wobec COVID-19, miały znaczący wpływ na sytuację rynkową.

Po stronie podaży głównym powodem zakłóceń jest koncentracja produkcji najlepszych jakościowo węgla typu *hard* na wschodnim wybrzeżu Australii (która ma ok. 55% udział w rynku) w rejonie narażonym na mocne oddziaływanie czynników pogodowych (powodzie, huragany), które okresowo ograniczają dostawy węgla.

Od lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku do 2004 r. na międzynarodowym rynku handlu węglem koksowym zmiany cen (*r/r*) wahały się w zakresie od kilku do kilkunastu procent. Węgiel sprzedawany był głównie w kontraktach długoterminowych a ceny ustalano na okres 12 miesięcy (tzw. *FY – Financial Year* trwający od 1 kwietnia danego roku do 31 marca roku następnego). Tylko niewielki tonaż był przedmiotem handlu na rynku *spot* (zakupy uzupełniające) (Ozga-Blaschke 2010).

Od 2005 r. na międzynarodowym rynku węgla koksowego nastąpił okres bardzo dynamicznych zmian cen w stosunkowo krótkich przedziałach czasowych, co doprowadziło do istotnych zmian w sposobie ustalania cen kontraktowych:

- Od II kw. 2010 r. wprowadzono uzgadnianie benchmarków w systemie kwartalnym; opracowano indeksy cenowe dla węgla metalurgicznych (podobnie jak na rynku węgla energetycznego) zarówno dla rynków eksportowych (Australia, USA), jak i importowych (Chiny i Indie).
- Od II kw. 2017 r. przy ustalaniu benchmarku zrezygnowano z dwustronnych negocjacji i wykorzystano nową formułę określającą cenę dla węgla *hard premium* (Premium HCC LV) w oparciu o trzy niezależne indeksy cenowe z rynku *spot*. Nowa formuła ustalania benchmarku dla węgla koksowego uwzględnia wartości

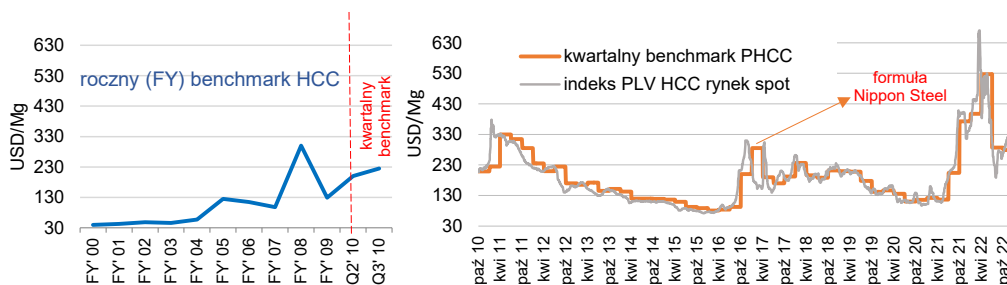
indeksów z okresu, którego benchmark dotyczy (tj. dwa miesiące kwartału bieżącego i ostatni miesiąc poprzedniego kwartału). Pierwszym odbiorcą, który przystał na nowe warunki, był największy japoński producent stali Nippon Steel.

Dla transakcji prowadzonych w oparciu o bieżące notowania spotowe najczęstszym wyznacznikiem jest The Steel Index. Cena referencyjna TSI Premium Hard Coking Coal LV jest obliczana jako średnia ważona indeksu FOB East Coast Port Australia dla eksportu australijskiego. Pod uwagę brane są dane rynkowe dla transakcji o specyfikacjach w określonych zakresach i znormalizowane do standardowej jakości (CSR: 70%, VM (ad): 20,0%, A (ad): 10,0%. W (ar): 10,0%, S (ad): 0,65%). Założenia TSI jest regionalnym punktem odniesienia dla basenu Azji i Pacyfiku, ale znaczenie połączonych przepływów eksportu australijskiego i importu do Chin sprawiło, że jest oceną referencyjną na całym świecie (Ozga-Blaschke 2017, 2021).

Dynamikę zmian cen węgla koksowego w handlu międzynarodowym od 2000 r., pokazano na przykładzie cen kontraktowych najlepszego jakościowo węgla koksowego typu *hard* (Premium HCC LV), będącego podstawowym surowcem do produkcji koksu hutniczego. Przebieg zmian benchmarków rocznych (FY) i kwartalnych na tle indeksów z rynku *spot* australijskiego węgla koksowego *hard* (PHCC), pokazano na rysunku 5, natomiast na rysunku 6 pokazano dynamikę zmian średnich rocznych benchmarków w latach 2000–2022.

Pierwszy spektakularny wzrost cen węgla koksowego w ostatnim dwudziestoleciu miał miejsce w kontraktach FY2005 (wzrost o 119% w porównaniu z kontraktami FY2004). Nowy cykl koniunkturalny w gospodarce światowej zapoczątkowany w 2003 r., spowodował dynamiczny wzrost produkcji stali (głównie za sprawą Chin) i wzrost zapotrzebowania na węgiel, któremu nie byli w stanie sprostać główni producenci i eksporterzy. Ciąg zdarzeń określanych jako tzw. siła wyższa (kłopoty z transportem lądowym w Kanadzie, zniszczenia w infrastrukturze portowej i zalanie kopalń w Australii, kłopoty produkcyjne w kopalniach w Rosji i Ukrainie) pogłębiły deficyt węgla na rynku światowym, wywierając presję na wzrost cen. Sytuacje takie miały miejsce ponownie na przełomie lat 2007/2008, 2010/2011 oraz 2016/2017, prowadząc do skokowych wzrostów cen (Ozga-Blaschke 2021). Na kolejny skok cenowy na przełomie lat 2021/2022 oprócz zakłóceń podażowych wpływ miała wojna na Ukrainie spowodowana agresją Rosji i sankcje nałożone przez Europę na surowce rosyjskie. W połowie marca 2022 r. ceny na rynku *spot* węgla HCC wzrosły do 650 USD/Mg a benchmark na I kw. 2022 osiągnął wartość 520 USD/Mg.

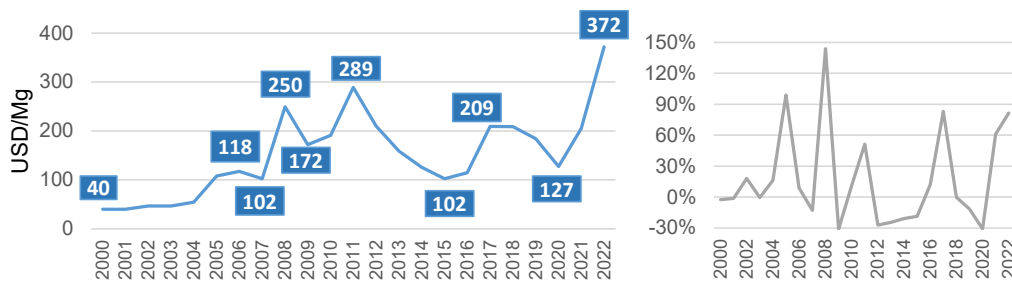
Spadki cen węgla koksowych na rynku międzynarodowym wynikały z okresów spowolnienia w gospodarce światowej (kryzys na rynkach finansowych w latach 2008/2009 zapoczątkowany w 2007 r. w Stanach Zjednoczonych, kryzys w obszarze finansów publicznych i systemu bankowego wielu państw rozwiniętych zapoczątkowany w drugim półroczu 2011). Osłabienie popytu przy zwiększonej dostępności węgla pochodzącego głównie z nowych inwestycji, doprowadziło do powstania nadpodaży węgla na rynku i wywarło presję na spadek cen w handlu międzynarodowym. Trend spadkowy utrzy-



Rys. 5. Przebieg zmienność benchmarków dla węgla koksowego PHCC na rynku międzynarodowym w latach 2000–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: CTI Platts 2023; ICR Platts 2013

Fig. 5. Volatility of benchmarks for PHCC coking coal on the international market, 2000–2022



Rys. 6. Dynamika zmian średnich rocznych benchmarków dla węgla koksowego typu hard na rynku międzynarodowym w latach 2000–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: CTI Platts 2023; ICR Platts 2013

Fig. 6. Dynamics of changes in average annual benchmarks for hard coking coal on the international market, 2000–2022

mywał się przez okres pięciu lat (do połowy 2016 r.). W kolejnym okresie spadkowym w latach 2019–2020 rynek był pod wpływem sporów handlowych na linii USA–Chiny oraz skutków wybuchu pandemii COVID-19 w postaci zahamowania aktywności gospodarczej, i co się z tym wiąże, spadku popytu na stal i surowców do jej produkcji.

Tradycyjne przepływy handlowe węgla kamiennego zostały przekształcone od czasu, kiedy Chiny przestały importować węgiel z Australii, ale zmiany przyspieszyły w 2022 r. z powodu sankcji i zakazów dotyczących rosyjskiego węgla. Chiny zwiększyły zakupy węgla z USA i Kanady, aby uzupełnić niedobór najlepszych jakościowo australijskich węgla typu *hard*. W efekcie eksporterzy z Australii przekierowali swój węgiel na rynek europejski i do Indii, gdyż konkurencyjność cenowa zachęcała do zakupów na rynku *spot*.

Embargo na węgiel rosyjski w Europie spowodowało, że Rosja zwiększyła dostawy na rynek azjatycki, głównie do Chin i Indii.

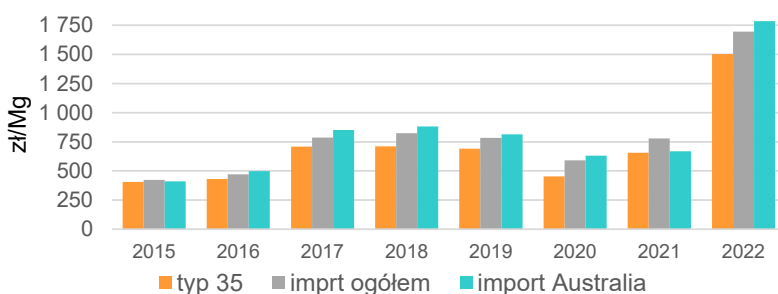
Ceny węgla koksowego na rynku krajowym

W ostatniej dekadzie produkcja węgla koksowego w Polsce kształtowała się na stabilnym poziomie około 11–13 mln ton rocznie. Głównym użytkownikiem wydobywanego w Polsce węgla koksowego jest krajowy przemysł koksochemiczny – udział rynku krajowego w sprzedaży ogółem kształtuje się obecnie na poziomie około 72%.

W ostatnich latach import węgla koksowego przez krajowych producentów koks stał się integralną częścią rynku węgla w Polsce. Brak odpowiedniej ilości węgla o bardzo dobrych i stabilnych parametrach z krajowych kopalń powoduje, że w krajowym koksownictwie konieczny jest uzupełniający import węgla głównie typu *hard premium* (PHCC). Od 2008 r. Polska stała się netto importerem węgla koksowego – z importem na poziomie 3–3,5 mln ton rocznie. Dominujący udział w importowanym tonażu mają węgle z Australii (40–60%), pozostała ilość sprowadzana jest głównie z USA, Kanady, Mozambiku. Ceny węgla importowanych z rynku międzynarodowego mogą być punktem odniesienia dla producentów krajowych.

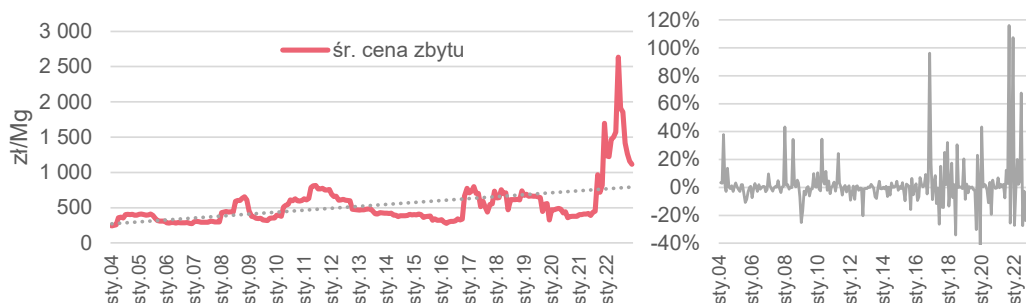
Porównanie średnich rocznych cen sprzedaży węgla koksowego typu 35 z cenami franco granica importowanego węgla z Australii oraz średniej ceny importowanego węgla koksowego ogółem w latach 2015–2022 pokazuje wykres na rysunku 7.

Ceny krajowego węgla koksowego od 2004 r., są w wyraźnym trendzie wzrostowym, przy czym zmienność cen (miesiąc do miesiąca) w kolejnych latach charakteryzowała się dużą dynamiką w zakresie od –40 do +116% (rys. 8).



Rys. 7. Porównanie średnich rocznych ceny sprzedaży krajowego węgla koksowego typu 35 z cenami franco granica węgla importowanego z Australii oraz z uśrednionymi cenami importowanych węgla koksowych ogółem w latach 2015–2022
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP 2012–2023

Fig. 7. Comparison of average annual sales prices of domestic type 35 coking coal with free-at-frontier prices of coal imported from Australia and with average prices of total imported coking coal, 2015–2022



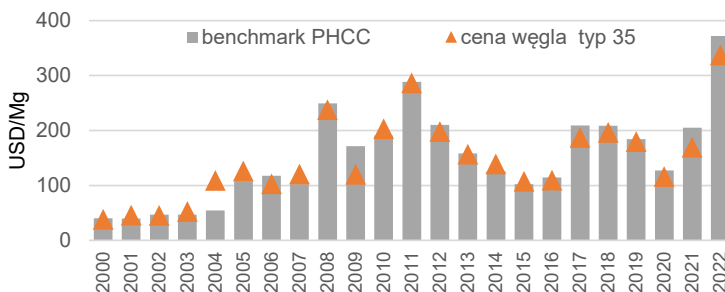
Rys. 8. Średnie miesięczne ceny sprzedaży ogółem krajowego węgla koksowego i dynamika zmian tych cen w okresie styczeń 2004 – grudzień 2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP 2011–2023a

Fig. 8. Monthly average total sales prices of domestic coking coal and the dynamics of changes in these prices from Jan 2004 to Dec 2022

Średnia cena krajowego węgla koksowego dotyczy całości sprzedaży węgla, w strukturze której dominuje węgiel typu 35 (*hard*) – do 2019 r. udział ten wynosił około 65%, a obecnie wzrósł do ponad 80%. Ze względu na przydatność technologiczną związaną ze stopniem uwęglenia i bardzo dobrymi właściwościami koksotwórczymi, od 2004 r. węgle typu 35 w porównaniu do węgla gazowo-koksowych typu 34 (*semi-soft*), w zależności od sytuacji rynkowej, uzyskiwały ceny wyższe od 30 do 60%.

Na rynku krajowym od lat kontrakty na węgiel koksowy ustalane są ze ścieżką cenową zmieniającą się kwartalnie. Pozwala to producentom szybko reagować na sygnały



Rys. 9. Porównanie średnich rocznych cen sprzedaży krajowego węgla koksowego typu 35 (*hard*) z wartością średnich rocznych benchmarków (FOB Australia) dla węgla hard premium PHCC LV z rynku międzynarodowego

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: ARP 2011a–2023a; CTI Platts 2023; ICR Platts 2013

Fig. 9. Comparison of average annual selling prices of domestic Type 35 (*hard*) coking coal with the value of average annual benchmarks (FOB Australia) for PHCC LV premium hard coal from the international market

płynące z międzynarodowego rynku handlu węglem. Zmiany cen krajowych węgla koksowych przebiegają zgodnie z trendami cenowymi występującymi w handlu na rynku międzynarodowym.

Porównanie rocznych średnich cen krajowego węgla koksowego typu 35 (*hard*) z rocznymi wartościami benchmarków (cena FOB Australia) dla węgla koksowego *hard premium* PHCC LV z rynku międzynarodowego pokazano na rysunku 9. Ceny węgla krajowych przeliczono na USD/Mg według średniego rocznego kursu NBP.

Wzrost znaczenia indeksów cenowych węgla na rynku *spot* i odejście od tradycyjnego benchmarku dla węgla koksowego typu *hard* uzgadnianego przed okresem dostaw, otwierają możliwości stosowania różnych okresów rozliczeniowych przy wyznaczaniu ceny referencyjnej do negocjacji z odbiorcami. Na przykład JSW SA od IV kw. 2020 r. przyjmuje okres 5 miesięcy: trzy miesiące kwartału poprzedniego i dwa miesiące kwartału którego cena dotyczy (JSW SA).

Podsumowanie

Do istotnych czynników kształtujących ceny węgla na rynku międzynarodowym należy zaliczyć:

- poziom zapotrzebowania i tendencje jego zmian,
- koszty pozyskania węgla, ilość zasobów i ich rozmieszczenie geograficzne,
- koszty transportu (głównie frachtów morskich),
- konkurencyjność kosztowo-cenową innych surowców (nośników) energii,
- kurs walut krajowych względem dolara amerykańskiego,
- uwarunkowania ekologiczne (regulacje zarówno po stronie wydobywania, jak i użytkowania węgla).

Doraźnie na ceny węgla oddziałują dodatkowo czynniki takie, jak:

- pogoda (wpływająca zarówno na warunki eksploatacji w odkrywkach, jak i na zapotrzebowanie na energię u końcowych użytkowników; ma to pośredni wpływ na rynek węgla poprzez sektor wytwarzania energii),
- zdarzenia losowe określane mianem siły wyższej (klęski żywiołowe, katastrofy, ale też długotrwałe strajki w dużych kopalniach eksportujących węgiel),
- ograniczenia transportowe – zarówno w transporcie lądowym, jak i morskim itp.

Stałym elementem oddziaływania na poziom zapotrzebowania na węgiel – a przez to i na ceny – są też procesy liberalizujące rynki energii elektrycznej, wymuszające redukcję kosztów wytwarzania, wśród których koszty paliwa stanowią jedną z największych pozycji.

Na międzynarodowym rynku handlu węglem koksowym w okresie ostatnich 20 lat zaszły zmiany w systemie negocjowania cen kontraktowych. Od 2010 r., kiedy wpro-

wadzono kwartalną wycenę kontraktów, rynek ewaluował w kierunku cen krótkoterminowych. Obecnie ceny węgla w kontraktach kształtowane są w oparciu o publikowane indeksy cenowe z rynku *spot*.

Dla transakcji prowadzonych w oparciu o bieżące notowania *spotowe* najczęstszym wyznacznikiem jest The Steel Index. Cena referencyjna TSI Premium Hard Coking Coal jest obliczana jako średnia ważona indeksu FOB East Coast Port Australia dla eksportu australijskiego. Z założenia TSI jest regionalnym punktem odniesienia dla basenu Azji i Pacyfiku, ale znaczenie połączonych przepływów eksportu australijskiego i importu do Chin sprawiło, że jest oceną referencyjną na całym świecie.

Publikacja zrealizowana w ramach badań statutowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk.

Literatura

- ABARE 2023 – Australian Bureau of Agriculture and Resource Economics and Sciences. [Online:] <https://www.agriculture.gov.au/> [dostęp: 15.05.2023].
- ARE 2000–2023 – Europejski Biuletyn Cenowy Nośników Energii. Wyd. Agencja Rynku Energii SA, Warszawa, biuletyny kwartalne z lat 2000–2023.
- Argus 2022 – Argus Media Ltd [Online:] <https://www.argusdirect> [dostęp: 29.01.2022].
- Argus 2023 – Argus Media News Stories [Online:] <https://www.argusmedia.com/en/> [dostęp: 15.05.2023].
- ARP 2011–2023a – Podstawowe informacje o rynku oraz sektorze węgla kamiennego w Polsce, Agencja Rozwoju Przemysłu SA oddział w Katowicach, dane przetworzone na podstawie wyników badania statystycznego statystyki publicznej „Górnictwo węgla kamiennego i brunatnego”, prowadzonego przez Ministra Energii i realizowanego przez ARP SA o. Katowice, raporty z lat 2011–2023.
- ARP 2011–2023b – Ceny zbytu i wielkość sprzedaży sortymentów grubych, średnich i drobnych oraz miałów do wybranych grup odbiorców krajowych, Agencja Rozwoju Przemysłu SA Oddział w Katowicach, dane przetworzone na podstawie wyników badania statystycznego statystyki publicznej „Górnictwo węgla kamiennego i brunatnego”, prowadzonego przez Ministra Energii i realizowanego przez ARP SA o. Katowice, raporty z lat 2011–2023.
- ARP 2012–2023 – Import i przywóz (nabycie wewnętrzne) węgla kamiennego, Agencja Rozwoju Przemysłu SA Oddział w Katowicach, dane przetworzone na podstawie wyników badania statystycznego statystyki publicznej „Górnictwo węgla kamiennego i brunatnego”, prowadzonego przez Ministra Energii i realizowanego przez ARP SA o. Katowice, raporty z lat 2012–2023.
- ARP 2023 – platforma: Polski Rynek Węgla, Agencja Rozwoju Przemysłu SA [Online:] <https://polskiynekwegla.pl/o-indeksie> [dostęp: 15.05.2023].
- CTI Platts 2023 – CTI – Coal Trader International, S&P Global Platts (Editions from the years 2003–2023).
- Euracoal 2023 – EURACOAL Market Report 2023 no. 1. [Online:] <https://euracoal.eu/library/coal-market-reports/> [dostęp: 8.05.2023].
- Grudziński Z., 2009 – Relacje cen surowców energetycznych na rynkach światowych. Przegląd Górniczy 11–12, s. 9–13.

- Grudziński Z., 2018 – Rozwój międzynarodowych rynków węgla energetycznego. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 105, s. 41–52, DOI: 10.24425/124384.
- Grudziński Z., 2023 – Rynek węgla energetycznego – skutki wojny rosyjsko-ukraińskiej. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN, s. 7–20, DOI: 10.33223/zn/2023/01.
- ICR Platts 2013 – ICR – International Coal Report. Wyd. Platts – The McGraw Hill Companies, England (Editions from the years 2003–2013).
- IEA 2020 – Coal Information Editions 2020. Wyd. International Energy Agency, Paris.
- IEA 2022a – World Energy Outlook 2022. IEA, Paris [Online:] <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> [dostęp: 8.05.2023].
- IEA 2022b – Coal 2022, IEA, Paris [Online:] <https://www.iea.org/reports/coal-2022> [dostęp: 8.05.2023].
- IEA 2023a – International Energy Agency – World Energy Balances Highlights [Online:] <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances-highlights> [dostęp: 8.05.2023].
- JSW SA Relacje inwestorskie [Online:] <https://www.jsw.pl> [dostęp: 22.06.2023].
- Lorenz i in. 2014 – Lorenz U., Ozga-Blaschke U., Stala-Szlugaj K. i Grudziński Z., 2014 – Węgiel kamienny w kraju i na świecie w latach 2005–2012. Studia, Rozprawy, Monografie nr 183, s. 184.
- Lorenz U., 2010 – Gospodarka węglem kamiennym energetycznym. Kraków: Wyd. IGSMiE PAN, s. 96.
- Lorenz U., 2014 – Ocena oddziaływania zmian cen węgla energetycznego na rynkach międzynarodowych na krajowy rynek węgla. Studia, Rozprawy, Monografie nr 188.
- MAP 2023 – Ministerstwo Aktywów Państwowych, dane rozporoszone. [Online:] <https://www.gov.pl/web/aktywa-panstwowe/gornictwo> [dostęp: 15.05.2023].
- NBP 2023 – Narodowy Bank Polski, kursy walut. [Online:] <https://nbp.pl/statystyka-i-sprawozdawczosc/kursy/> [dostęp: 15.05.2023].
- Ozga-Blaschke U., 2010 – Gospodarka węglem koksowym. Kraków: Wyd. IGSMiE PAN.
- Ozga-Blaschke U., 2021 – Dynamics of Coking Coal Pricing in International trade in 1980–2020. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 37(3), s. 125–138, DOI: 10.24425/gsm.2021.138656.
- Ozga-Blaschke U., 2017 – Ewolucja mechanizmu cenowego na międzynarodowym rynku węgla metalurgicznych. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 98, s. 65–75.
- PEP 2021a – Polityka energetyczna Polski do 2040 r. Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Załącznik do uchwały nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r., Warszawa, Portal Serwis Rzeczypospolitej Polskiej [Online:] <https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski> [dostęp: 15.05.2023].
- PEP 2021b – Polityka energetyczna Polski do 2040 r. Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Załącznik 2 Wnioski z analiz prognostycznych dla sektora energetycznego, Warszawa, Portal Serwis Rzeczypospolitej Polskiej [Online:] <https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski> [dostęp: 15.05.2023].
- Stala-Szlugaj K., 2023 – Wyzwania dla odbiorców indywidualnych w świetle aktualnej sytuacji geopolitycznej. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 1(111), s. 31–42, DOI: 10.33223/zn/2023/03.
- Stala-Szlugaj K. i Grudziński Z., 2018 – Hard Coal and International Seaborne Trade, 2018, Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal, tom 21, z. 3, s. 31–45, DOI: 10.24425/124500.
- Stala-Szlugaj K. i Grudziński Z., 2021 – World Steam Coal Management. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 37(2), s. 5–26, DOI: 10.24425/gsm.2021.137564.
- Stala-Szlugaj K. i Grudziński Z., 2022 – Alternative directions of coal supply to Poland as a result of the Russian-Ukrainian war. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 38(3), s. 31–47, DOI: 10.24425/gsm.2022.142790.

TGE 2023 – Platforma GPI- Giełdowa Platforma Informacyjna. Towarowe Giełda Energii SA [Online:] <https://gpi.tge.pl/pl/web/wegiel> [dostęp: 15.05.2023].

WB 2023 – World Bank Commodity Price Data (The Pink Sheet). [Online:] <https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets> [dostęp: 15.05.2023].

Hard coal prices on the international and domestic market in 2000–2022

Keywords: prices, thermal coal, coking coal, international market, Poland

Abstract: The aim of the article is to analyse the price situation of thermal and coking coal on the international and domestic market in the period 2000–2022. The article discusses the factors influencing the prices of thermal and coking coal on the international market. In the case of the Polish market, the prices of domestic production as well as the Polish coal indices PSCMI_1 and PSCMI_2 are discussed. As a result of the analysis of prices on the international spot thermal coal market, three main price trends are noted. Between 2000 and 2008, an upward trend in prices is evident, stimulated mainly by strong demand for raw materials from Asian customers. From 2009 to 2020, a downward trend is marked, with clear maxima falling in 2011 and 2018 (the economic slowdown of 2012–2015 affected coal prices from around \$90 to over \$50/t). The outbreak of the COVID-19 pandemic in 2020 led to a slowdown in the global economy, and the hyper increase in thermal coal prices observed in 2021–2022 (\$290–340/t) was stimulated by disruptions in natural gas supplies to Europe and the outbreak of the Russian-Ukrainian war. Over the last 20 years, the international coking coal trading market has undergone changes in the system of negotiating contract prices. Currently, coal prices in contracts are based on published price indices from the spot market. In the domestic market, the price of thermal coal between the producer and its user is most often concluded in long-term contracts (usually 1-year contracts), so they run one year behind spot market prices. In the case of coking coal, contracts are set with a price path that changes quarterly, allowing producers to react quickly to signals from the international coal trade market.

Rola węgla w polskiej i europejskiej energetyce

Słowa kluczowe: polityka energetyczna, bezpieczeństwo energetyczne, system energetyczny, węgiel kamienny, węgiel brunatny

Streszczenie: Od momentu agresji Rosji na Ukrainę zagadnienie bezpieczeństwa energetycznego stało się jedną z kluczowych kwestii, w szczególności dla krajów europejskich. Ma to szczególnie związek z ogólnoświatowym zobowiązaniem do ograniczenia importu surowców energetycznych z Rosji. Jest to o tyle istotne, że państwa Unii Europejskiej są coraz bardziej zależne od importu surowców energetycznych, w tym pochodzących z Federacji Rosyjskiej. Zgodnie z definicją bezpieczeństwo energetyczne to stan gospodarki, który umożliwia pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię. Pokrycie tego zapotrzebowania powinno odbywać się w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony. Istotną kwestią jest przy tym minimalizacja negatywnego oddziaływania sektora energetycznego na środowisko. Czy zatem węgiel może nadal być brany pod uwagę w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego w Europie? W niniejszym rozdziale przedstawiono stan obecny oraz strategie rozwoju systemów energetycznych w wybranych krajach europejskich, w kontekście wykorzystania węgla. Od połowy 2023 r. w Polsce trwają prace nad aktualizacją dokumentu pt. Polityka Energetyczna Polski do 2040. Dokument ten powinien jasno wskazywać nasze cele na najbliższe lata i pomóc w podejmowaniu decyzji inwestycyjnych firmom energetycznym.

Wprowadzenie

24 lutego 2022 r. Federacja Rosyjska rozpoczęła wojnę w Ukrainie. Wraz z atakiem militarnym Rosji na świecie rozpoczęła się również swego rodzaju wojna energetyczna. Od tego momentu kraje Unii Europejskiej rozpoczęły dyskusję na temat możliwości rezygnacji z rosyjskich paliw kopalnych. W oparciu o surowce energetyczne z Rosji zbudowana została europejska gospodarka. Już wcześniej Polska i pozostałe kraje Unii Europejskiej prowadziły proces dekarbonizacji sektora energetycznego, a dywersyfikację dostaw stosowały zachowawczo. Wprowadzone przez Europę sankcje na dostawy paliw z Rosji dotknęły całą unijną gospodarkę (Forum 2023).

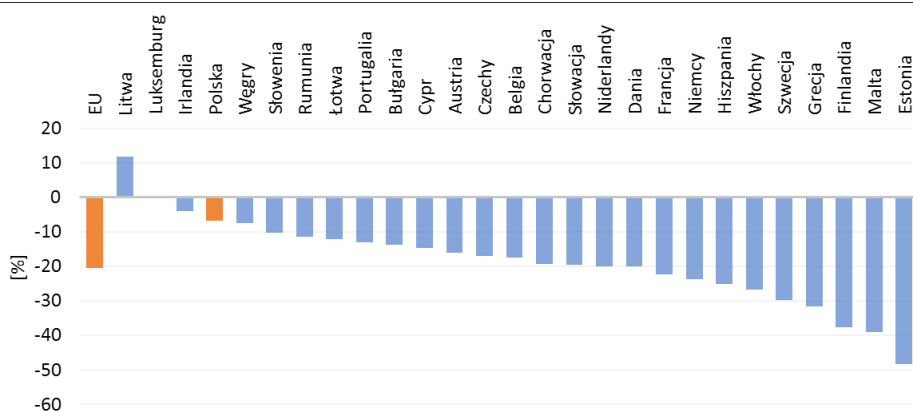
Analizując zmiany, jakie zachodzą na rynku energii, można zauważyć rosnącą rolę regulacji Unii Europejskiej, która wywiera coraz większy wpływ na funkcjonowanie rynku energetycznego. Wraz z nowymi regulacjami na poziomie europejskim pojawiają się zmiany w polityce energetycznej krajów, które określają przyszłe kierunki działań. Stabilna polityka energetyczna oraz stworzone na jej podstawie regulacje prawne powinny gwarantować bezpieczeństwo energetyczne oraz wskazywać perspektywy rozwoju sektora energetycznego w długiej perspektywie. Europejskie regulacje prawne dotyczące zmian w energetyce mają swój początek w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, kiedy uchwalono Dyrektywę 96/92/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 19 grudnia 1996 r. (Dyrektywa 1996). Zawarto w niej pierwsze zapisy dotyczące rozwoju sektora energetycznego na poziomie europejskim, kwestie bezpieczeństwa dostaw energii, ochrony środowiska oraz poprawy efektywności energetycznej. W 2009 r. Rada Europejska przyjęła cele w zakresie energii i zmiany klimatu na 2020 r., który został nazwany pakietem 3×20 (Climate 2009). Zakładał on redukcję emisji gazów cieplarnianych o 20% (w porównaniu z 1990 r.) z możliwością zwiększenia wielkości redukcji do 30%, zwiększenie udziału energii odnawialnej do 20% oraz uzyskanie 20% poprawy w zakresie efektywności energetycznej. W grudniu 2018 r. w ramach pakietu *Czysta energia dla wszystkich Europejczyków (Clean Energy for all Europeans)* zmieniona została dyrektywa w sprawie odnawialnych źródeł energii (Dyrektywa UE 2018/2001; Energy 2018). W Dyrektywie ustanowiono nowy cel, zgodnie z którym do 2030 r. zużywaną energię końcową w Unii powinno się pozyskiwać co najmniej w 32% ze źródeł odnawialnych.

Europejski Zielony Ład (*European Green Deal*) (EGD 2019), jedna z najbardziej kompleksowych strategii Unii Europejskiej w zakresie ochrony środowiska oraz przeciwdziałaniu zmianom klimatycznym, przyjęty został przez Unię w 2019 roku. Europa do 2050 r. planuje zostać pierwszym kontynentem neutralnym dla klimatu. Zielony Ład jest w swoim założeniu odpowiedzią Unii na największy globalny kryzys naszych czasów, jakim są zmiany klimatyczne (Instytut 2023). Celem jest gospodarka niskoemisyjna, co oznacza fundamentalne zmiany nie tylko w sektorze energetyki, lecz we wszystkich obszarach życia gospodarczego na przestrzeni najbliższych trzydziestu lat. Problem rosnących cen energii elektrycznej dotknął większość krajów Unii Europejskiej. Ma to również ścisły związek z rosnącymi cenami uprawnień do emisji CO₂ w systemie ETS. Unijny system handlu emisjami w swojej idei ma służyć finansowaniu walki ze zmianami klimatycznymi oraz zmniejszeniu emisji gazów cieplarnianych. Brak przemyślanego podejścia do transformacji energetycznej może spowodować, że koszty energii w najbliższym czasie mogą jeszcze mocniej obciążać portfele obywateli.

W lipcu 2021 r. Komisja Europejska zaprezentowała pakiet zmian legislacyjnych zatytułowany *Fit for 55* (Fit 2021), będący częścią Europejskiego Zielonego Ładu, przedstawionego pod koniec 2019 r. Pakiet ma przyczynić się do osiągnięcia neutralności klimatycznej przez Wspólnotę w najbliższych 30 latach. Do 2030 r. emisje gazów cieplarnianych mają być zmniejszone o 55% względem 1990 r., a do 2050 r. UE ma być całkowicie neutralna dla klimatu. Jedną z propozycji zmian, które wchodzi w skład *Fit for 55*, jest reforma unijnego systemu handlu emisjami.

Ostatnim dokumentem o charakterze strategicznym dla sektora energetycznego Unii Europejskiej jest wprowadzony w maju 2022 r. plan *REPowerEU* (Repower 2022). Plan ten stanowi odpowiedź na trudności i zakłócenia na światowym rynku energii spowodowane inwazją Rosji na Ukrainę. Transformacja europejskiego systemu energetycznego jest konieczna z dwóch powodów: zakończenie zależności krajów Unii Europejskiej od rosyjskich paliw kopalnych, które są wykorzystywane jako broń gospodarcza i polityczna oraz przyspieszenie zmian mających na celu zażegnanie kryzysu klimatycznego. Głównym elementem planu *REPowerEU* jest tzw. Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności, który ma służyć jako wsparcie skoordynowanego planowania i finansowania infrastruktury transgranicznej oraz krajowej, a także projektów i reform w sektorze energii. Wśród wielu punktów strategicznych planu jest zmniejszenie zużycia paliw kopalnych w energetyce oraz przyspieszenie tempa wprowadzania odnawialnych źródeł energii. Poza niezależnieniem się od dostaw surowców energetycznych dla Europy, szczególnie z Federacji Rosyjskiej, pozwoli to także na znaczną redukcję emisji szkodliwych substancji do atmosfery, czyli ograniczenie wpływu systemu EU ETS na rosnące ceny energii.

Unijny system handlu uprawnieniami do emisji CO₂ (EU ETS) został wprowadzony w 2005 r. (ETS 2005). Jego zasadniczym celem było przygotowanie krajów UE do wdrożenia Protokołu z Kioto, w którym zapisano obowiązek redukcji emisji dwutlenku węgla przez państwa rozwinięte do 2012 r. o 5% w stosunku do roku 1990 (Kyoto 1997). Celem działania systemu EU ETS jest doprowadzenie do redukcji emisji gazów cieplarnianych, poprzez uwzględnienie kosztu emisji CO₂ w produkcji energii i wyrobów przemysłowych. Europejski system handlu emisjami jest kluczowym elementem polityki klimatycznej UE. Polega on na wprowadzeniu limitu łącznych emisji dwutlenku węgla emitowanych przez firmy objęte systemem. Emisje gazów cieplarnianych, w latach 2010–2019, wynikające z działalności gospodarczej, zmniejszyły się w całej Unii Europejskiej o około 20%, jest to między innymi efekt działania systemu EU ETS (rys. 1).



Rys. 1. Zmiana emisji gazów cieplarnianych w krajach europejskich w latach 2010–2019 (Phasing 2020)

Fig. 1. Change in greenhouse gas emissions in European countries from 2010 to 2019

Ważnym krokiem w kierunku redukcji emisji gazów cieplarnianych i neutralności klimatycznej jest oczywiście odejście od zanieczyszczających źródeł energii, w szczególności paliw kopalnych, takich jak węgiel i gaz ziemny, które emitują znaczne ilości gazów cieplarnianych podczas spalania, na rzecz źródeł bardziej przyjaznych dla środowiska, w szczególności energii odnawialnej. Spośród wszystkich źródeł energii, węgiel jest powszechnie uważany za najgorszy pod względem emisji gazów cieplarnianych, a zatem jest jednym z głównych celów europejskiej polityki transformacji niskoemisyjnej. Należy jednak zauważyć, że od 1990 r. wydobycie węgla kamiennego w Europie spadło o 77%, natomiast węgla brunatnego o 55% (Coal 2022). Działania mające na celu ograniczenie węgla w energetyce europejskiej sprawiły, że w latach 2010–2019 energia brutto wyprodukowana ze stałych paliw kopalnych (tj. węgla kamiennego, brunatnego) spadła o 30%, jednak nadal stanowi znaczny udział w produkcji energii elektrycznej i ciepła w Europie, odpowiednio około 16 i 22%. W związku z tym Unia Europejska zobowiązała się do wspierania planów wycofywania węgla opracowanych przez państwa członkowskie poprzez zapewnienie odpowiedniego wsparcia najbardziej dotkniętym regionom, branżom i społecznościom. Jednym z ważnych instrumentów opracowanych w tym celu przez Komisję Europejską jest mechanizm sprawiedliwej transformacji. Ma on na celu pomoc władzom krajowym i regionalnym w identyfikacji i dostarczaniu rozwiązań w kontekście przejścia na gospodarkę niskoemisyjną (Phasing 2020).

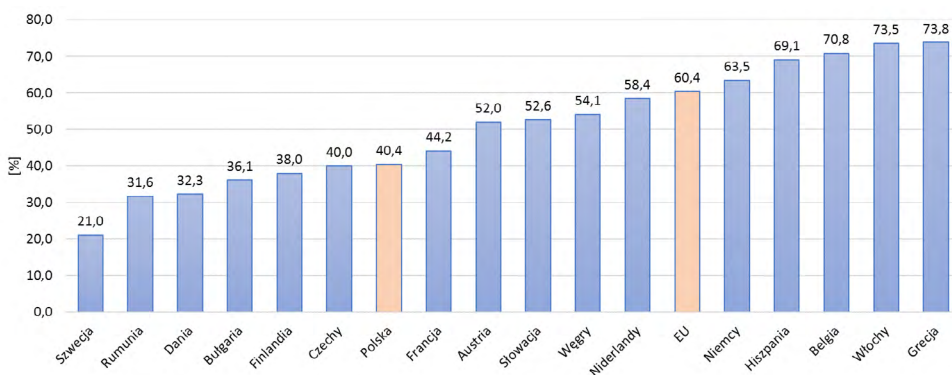
Sytuacja związana z wojną w Ukrainie wywołała ponowne spekulacje na temat możliwości powrotu węgla do energetyki. Pod koniec 2022 r. prawie jedna trzecia globalnej mocy zainstalowanej w elektrowniach węglowych (580 GW) posiadała już planowaną datę wycofania z eksploatacji, a znaczna część pozostałej mocy (1400 GW) jest objęta celami neutralności węglowej. Jednak tempo globalnego wycofywania węgla nie jest jeszcze zgodne z celami porozumienia klimatycznego z Paryża. W marcu 2023 r. Sekretarz Generalny ONZ António Guterres ponowił apel o przyspieszenie zakończenia procesu wycofania energetyki węglowej.

Pod koniec 2022 r. w 33 krajach świata rozważano budowę 350 GW nowych elektrowni węglowych, a około 192 GW było w budowie. W 2021 r. moc zainstalowana w chińskich elektrowniach przekroczyła moc zainstalowaną w reszcie świata. Nowe moce węglowe w budowie w Chinach wzrosły o 38% (z 266 do 366 GW), podczas gdy moce w pozostałej części świata spadły o 20% (z 214 do 172 GW). Chiny odpowiadają obecnie za dwie trzecie globalnych mocy w fazie rozwoju (Global 2023).

Węgiel w europejskiej energetyce

Bezpieczeństwo energetyczne jest jednym z najważniejszych zagadnień w dzisiejszych czasach. Jest jednym z kryteriów decydujących o suwerenności państw. Poziom

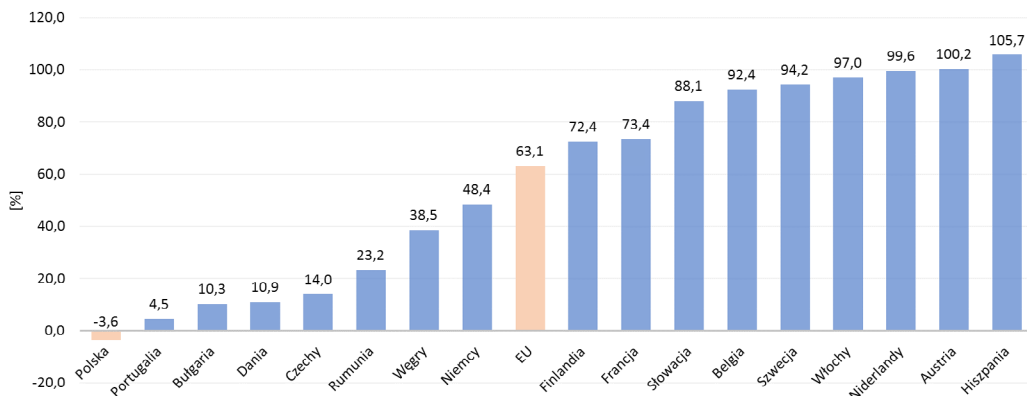
bezpieczeństwa energetycznego krajów Unii Europejskiej jest różny. Nie wszystkie kraje są zasobne w różne nośniki energii, a ponadto nie są one równomiernie rozłożone w Europie. Rozwiązaniem problemu z dostępem do nośników energii jest ich import, który jak się okazuje może być wykorzystywany jako narzędzie nacisku politycznego. Import nośników energii z Federacji Rosyjskiej okazał się jednym z największych zagrożeń dla krajów europejskich. Z danych Eurostatu wynika, że w 2021 r. kraje Unii Europejskiej były uzależnione od importu surowców energetycznych i energii w ponad 60%. Sytuacja Polski jest zdecydowanie korzystniejsza, nasze uzależnienie wynosi nieco ponad 40%, co plasuje nas w czołówce najbezpieczniejszych energetycznie państw UE. W mniejszym stopniu uzależniona jest między innymi Szwecja, Rumunia i Dania. W zdecydowanie gorszej sytuacji są natomiast największe unijne gospodarki. Uzależnienie od zewnętrznych surowców energetycznych w Niemczech wynosi ponad 63%, we Francji około 44%, we Włoszech ponad 73%. Kraje o stosunkowo niskim poziomie energetycznego uzależnienia od importu bazują na swoich naturalnych paliwach kopalnych, przykładem są tu Czechy i Polska, lub na źródłach odnawialnych, na przykład Dania. Na rysunku 2 przedstawiono porównanie zależności energetycznej wybranych krajów europejskich. Natomiast na rysunku 3 ukazano zależność krajów europejskich od importu węgla. Jak można zauważyć, średnia zależność od importu węgla w Europie wynosi ponad 63%. Spośród krajów europejskich jedynie Polska może pochwalić się ujemną wartością zależności energetycznej (−3,6%), co oznacza, że jesteśmy eksporterem węgla netto i stanowi to ważny element bezpieczeństwa energetycznego.



Rys. 2. Poziom zależności energetycznej wybranych krajów Unii Europejskiej (Eurostat 2021)

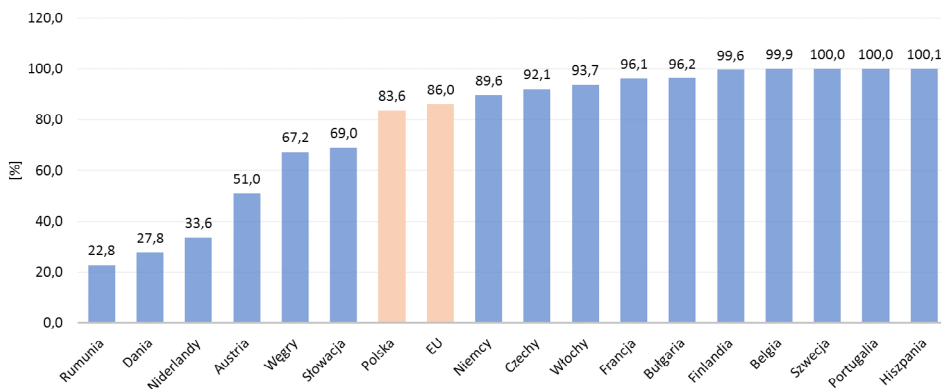
Fig. 2. The level of energy dependence in selected countries UE

W zakresie dostaw gazu ziemnego, zależność energetyczna Unii Europejskiej wynosi około 86%, stosunkowo dużą niezależnością mogą pochwalić się takie kraje jak Rumunia, Dania czy Niderlandy (rys. 4). Wartości zależności energetycznej powyżej 100% wskazują na akumulację zapasów energii (Austria, Hiszpania).



Rys. 3. Poziom zależności energetycznej wybranych krajów Unii Europejskiej w zakresie importu węgla (Eurostat 2021)

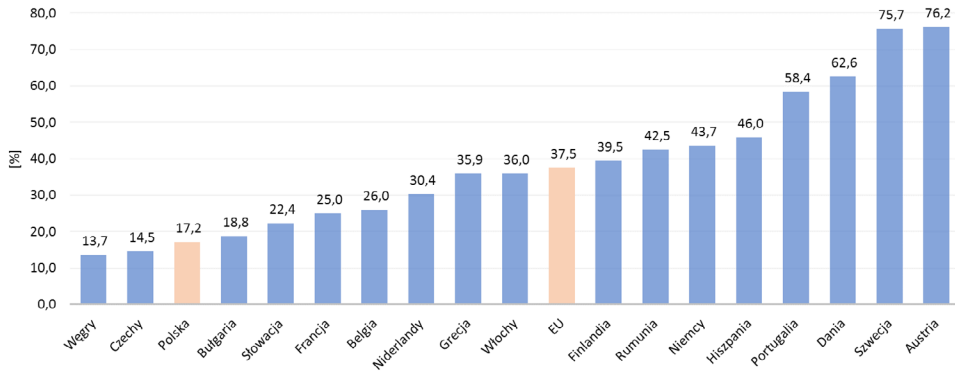
Fig. 3. The level of energy dependence of selected EU countries on coal imports



Rys. 4. Poziom zależności energetycznej wybranych krajów Unii Europejskiej w zakresie importu gazu ziemnego (Eurostat 2021)

Fig. 4. The level of energy dependence of selected EU countries on natural gas imports

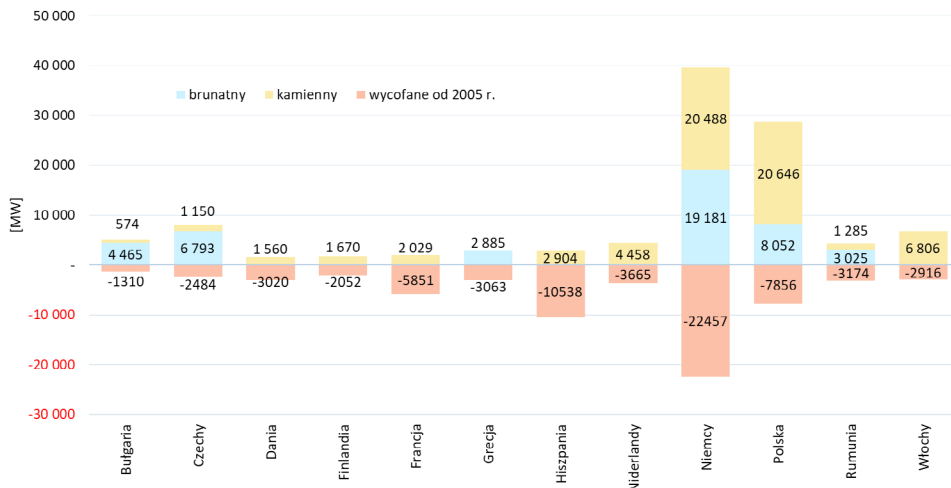
Poszczególne kraje Unii Europejskiej prowadzą niezależnie swoją własną politykę energetyczną, a jednocześnie wiele z nich ma ogromny wpływ na politykę energetyczną krajów sąsiednich i całej Unii Europejskiej. Francja, Czechy i Słowacja w dalszej perspektywie nadal utrzymywać będą energetykę jądrową, natomiast Portugalia, Niemcy i Dania są pionierami we wprowadzaniu do systemu energetycznego odnawialnych źródeł energii. W 2021 r. źródła odnawialne odpowiadały za ponad 37% zużytej energii elektrycznej w Unii Europejskiej (rys. 5).



Rys. 5. Udział energii odnawialnej w zużyciu energii elektrycznej wybranych krajów Unii Europejskiej (dane za 2021 r.) (Eurostat 2021)

Fig. 5. Share of renewable energy in electricity consumption of selected EU countries

Porównując strukturę mocy zainstalowanych w Polsce ze średnią Unii Europejskiej oraz krajami europejskimi, można zauważyć, że w naszym kraju dominującym paliwem jest węgiel. Mix energetyczny dla całej Unii Europejskiej przedstawia się o wiele bardziej korzystnie. Wykorzystanie wielu paliw i technologii pozwala jednocześnie na zapewnienie odpowiednich mocy wytwórczych, a także pozwala sprostać wymogom ochrony środowiska. Dywersyfikacja paliw jest też istotna z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego. Większość krajów europejskich już dawno zdecydowała o odejściu od



Rys. 6. Moce elektrowni węglowych w wybranych krajach europejskich (EuroCoal 2023)

Fig. 6. Capacity of coal-fired power plants in selected European countries

węgla jako surowca energetycznego, a wiele w najbliższych latach wycofa z eksploatacji energetyczne bloki węglowe.

Wiele rządów krajowych ogłosiło zamiar wycofania się z węgla. Łącznie 35,4 GW mocy zainstalowanej w elektrowniach węglowych znajduje się w krajach, które ogłosiły, że wycofają się z węgla do 2030 r. lub wcześniej. Odpowiada to 21% działającej floty węglowej w Europie. Na rysunku 6 przedstawiono moce zainstalowane w elektrowniach węglowych, zarówno na węglu kamiennym, jak i brunatnym, w wybranych krajach europejskich. W przypadku kilku krajów (Norwegia, Austria, Islandia, Belgia, Szwajcaria, Albania, Estonia, Łotwa, Litwa i Cypr) nie działają już żadne elektrownie węglowe. W tabeli 1 przedstawiono stan zapowiedzi dotyczących wycofania się z energetyki węglowej w wybranych krajach europejskich. Wśród tych krajów są między innymi Niemcy, które posiadają 106 bloków energetycznych (elektrowni i elektrociepłowni) opalanych węglem o łącznej mocy zainstalowanej ponad 39 GW. Ponadto Niemcy posiadają największe rezerwy węgla w Europie, wynoszące 36,1 mld ton (Mining 2020).

Tabela 1. Zapowiedzi o wycofaniu z energetyki węglowej w poszczególnych krajach europejskich

Table 1. Announcements on phasing out coal power in European countries

| Kraj | Status stopniowego wycofywania z energetyki węglowej |
|-----------|---|
| Bułgaria | W październiku 2021 r. bułgarski rząd ogłosił, że kraj ten zrezygnuje z węgla w latach 2038–2040. |
| Chorwacja | W 2021 roku Premier Chorwacji ogłosił, że jego kraj wycofa się definitywnie z energetyki węglowej do 2033 r. |
| Czechy | W sierpniu 2019 r. powołano komisję węglową w celu oceny możliwości wycofania węgla w Czechach. Opóźniona przez pandemię Covid-19, w grudniu 2020 r. komisja ostatecznie zaleciła odejście od węgla w 2038 roku. W styczniu 2022 r. nowy czeski rząd przyjął stopniowe wycofywanie się węgla do 2033 r. |
| Dania | W listopadzie 2017 r. Dania stała się jednym z pierwszych sygnatariuszy porozumienia <i>Powering Past Coal Alliance</i> deklarując, że będzie dążyć do wycofania węgla z energetyki do 2030 roku. Wszystkie duńskie elektrownie węglowe mają indywidualne daty zamknięcia, a najnowszą z nich jest Nordjylland, której zamknięcie zaplanowano na 2028 rok. |
| Finlandia | W październiku 2018 r. rząd Finlandii przedstawił wniosek ustawodawczy w sprawie zakazu stosowania węgla w produkcji energii po 1 maja 2029 roku. Wniosek ten został przyjęty przez parlament 27 lutego 2019 r. |
| Francja | W listopadzie 2016 r. Francja zobowiązała się do wycofania węgla z energetyki do końca 2023 r. Łącznie we Francji według danych z końca 2022 r. pracuje 5 bloków węglowych, w tym dwie elektrociepłownie. |
| Niemcy | W lipcu 2020 r. przyjęto ustawę o wyjściu z energetyki węglowej, a także ustawę zapewniającą wsparcie regionom węglowym w okresie przejściowym. Pierwsza ustawa przewiduje odejście od węgla do 2038 r. z opcją przesunięcia na 2035 r. i stwarza podstawę do wycofania elektrowni węglowych o mocy 23 GW do 2030 r. Około 15 elektrowni węglowych o łącznej mocy prawie 19 GW ma działać po 2030 r., ich zamknięcie ma nastąpić do 2038 r. |

| Kraj | Status stopniowego wycofywania z energetyki węglowej |
|-----------------|---|
| Grecja | Na szczycie klimatycznym ONZ w Nowym Jorku we wrześniu 2019 r. grecki premier Kyriakos Mitsotakis ogłosił, że Grecja zamknie wszystkie swoje elektrownie opalane węglem brunatnym do 2028 roku. W grudniu tego samego roku operator PPC podjął decyzję o zaprzestaniu eksploatacji wszystkich istniejących elektrowni opalanych węglem brunatnym do końca 2023 roku. |
| Węgry | We wrześniu 2019 r., podczas Szczytu Klimatycznego ONZ w Nowym Jorku, prezydent Węgier János Áder powiedział, że kraj przestanie wykorzystywać węgiel do produkcji energii elektrycznej do 2030 r. W marcu 2021 r., Węgry oświadczyły, że wycofają węgiel ze swojej ostatniej elektrowni na węgiel brunatny (Matra, 884 MW) do 2025 roku. |
| Włochy | W październiku 2017 r., w ramach Narodowej Strategii Energetycznej, włoski rząd ogłosił wycofanie węgla z energetyki do 2025 r. |
| Niderlandy | W październiku 2017 r., rząd holenderski rząd ogłosił w swoim pakcie koalicyjnym, że wszystkie elektrownie węglowe w kraju zostaną zamknięte do końca 2029 roku. Trzy z pięciu pozostałych elektrowni w kraju zostały uruchomione w latach 2015–2016, co oznacza, że będą one działać przez mniej niż połowę ich oczekiwanego okresu eksploatacji. W maju 2018 r. holenderski rząd ogłosił prawny zakaz produkcji energii elektrycznej z węgla który ma wejść w życie 1 stycznia 2030 r. i został uchwalony w grudniu 2019 r. |
| Rumunia | Rumunia potwierdziła w swoim Krajowym Planie Odporności i Odbudowy przedłożonym Komisji Europejskiej, że do 2032 r. zakończy wydobycie węgla i produkcję energii elektrycznej z tego paliwa. |
| Słowacja | Strategia polityki środowiskowej Republiki Słowackiej opublikowana w lutym 2019 r. obejmuje wycofanie węgla do 2030 roku. We wspólnym oświadczeniu z czerwca 2019 r. nowo wybrana prezydent Zuzana Caputova i ówczesny premier Peter Pellegrini ogłosili, że kraj przestanie spalać węgiel do produkcji energii elektrycznej do końca 2023 roku. |
| Hiszpania | Hiszpania potwierdziła swoje wycofanie się z węgla, dołączając do Powering Past CoalAlliance 30 czerwca 2021 roku. Zakłada się, że do końca 2030 r. zamknięte zostaną elektrownie węglowe, a do końca 2025 zakończy się wydobycia węgla. |
| Wielka Brytania | W dniu 30 czerwca 2021 r. Wielka Brytania wskazała, że planuje osiągnąć swój cel zamknięcia elektrowni węglowych do października 2024 r. |

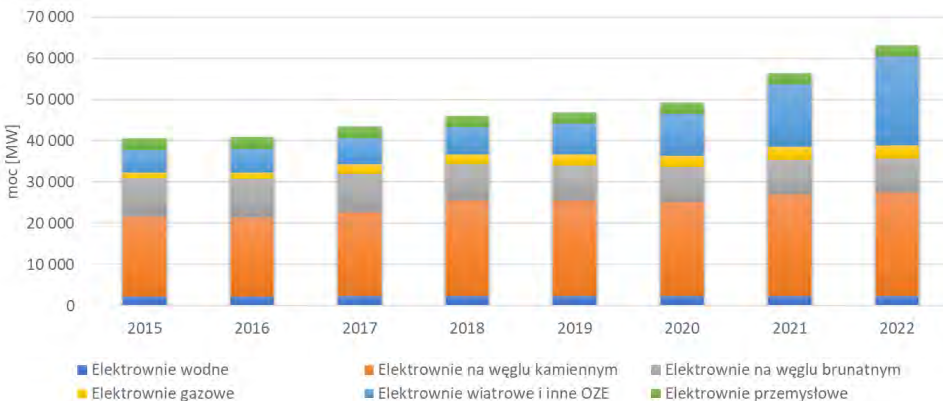
Źródło: Beyond Coal 2022; Energy 2022.

Węgiel w polskiej energetyce

Pod koniec 2019 r. Polski rząd przyjął *Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030* (KPnREiK 2019). W dokumencie tym Polska zadeklarowała osiągnięcie do 2030 r. przynajmniej 21–23% udziału OZE w finalnym zużyciu energii brutto (zużycie łącznie w elektroenergetyce, ciepłownictwie i chłodnictwie oraz na cele transportowe). Założono, że w perspektywie 2030 r. udział OZE w ciepłownictwie i chłodnictwie będzie zwiększał się o 1,1 pkt proc. średniorocznie, tj. do poziomu około 28,4%. Do 2030 r. przewiduje się wzrost udziału OZE do około 32% w elektroenergetyce.

2 lutego 2021 r. Rada Ministrów zatwierdziła Politykę Energetyczną Polski do 2040 r. (PEP 2021). Po 12 latach od uchwalenia poprzedniej polityki energetycznej, przyjęto nowy dokument strategiczny, wyznaczający kierunki rozwoju sektora energetycznego. Celem Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. jest przede wszystkim bezpieczeństwo energetyczne realizowane przy zmniejszeniu oddziaływania energetyki na środowisko. Cel główny opisuje osiem kierunków polityki podzielonych na obszary. Stanowią one rozszerzenie listy projektów Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (Strategia 2017) z obszaru *Energia*: optymalne wykorzystanie własnych surowców energetycznych, rozbudowa infrastruktury wytwórczej i sieciowej energii elektrycznej, dywersyfikacja dostaw i rozbudowa infrastruktury sieciowej gazu ziemnego, ropy naftowej oraz paliw ciekłych, rozwój rynków energii, wdrożenie energetyki jądrowej, rozwój odnawialnych źródeł energii, rozwój ciepłownictwa i kogeneracji. Z treści zapisanych w nowej polityce energetycznej do 2040 r. wynika, że rola węgla kamiennego w energetyce będzie powoli ulegać ograniczaniu, nie przewiduje się realizacji nowych odkrywek węgla brunatnego oraz budowy nowych kopalni węgla kamiennego. Zapisy te oznaczają, że energetyka węglowa będzie do 2040 r. redukowana do niezbędnego minimum. Zakłada się, że udział węgla w produkcji energii elektrycznej z obecnych prawie 80% spadnie w 2040 r. do poziomu poniżej 30%, a przy znacznych cenach za uprawnienia do emisji CO₂ nawet do 11%.

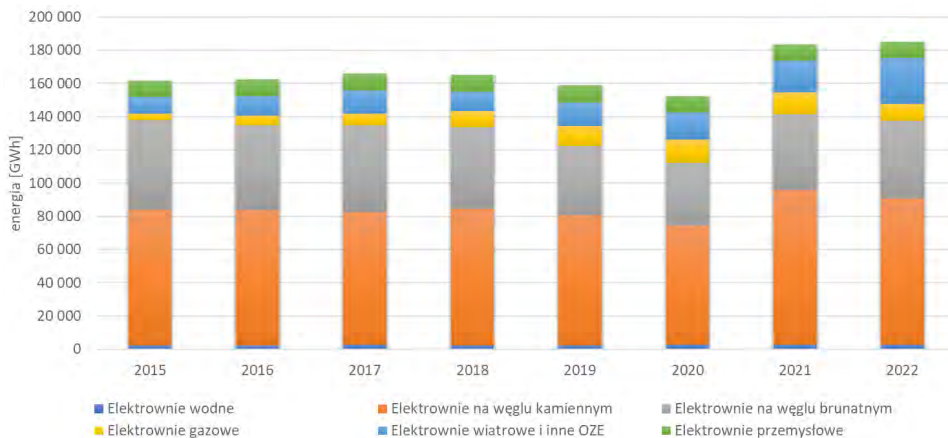
W Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE), który oparty jest głównie na elektrowniach opalanych węglem, moc zainstalowana w 2022 r. przekroczyła 60 GW. Na rysunkach 7 i 8 przedstawiono podstawowe dane dotyczące zmian mocy zainstalowanych w KSE oraz dane dotyczące produkcji energii elektrycznej w ostatnich latach.



Rys. 7. Moc zainstalowana w KSE w źródłach wytwórczych w latach 2015–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: PSE 2023

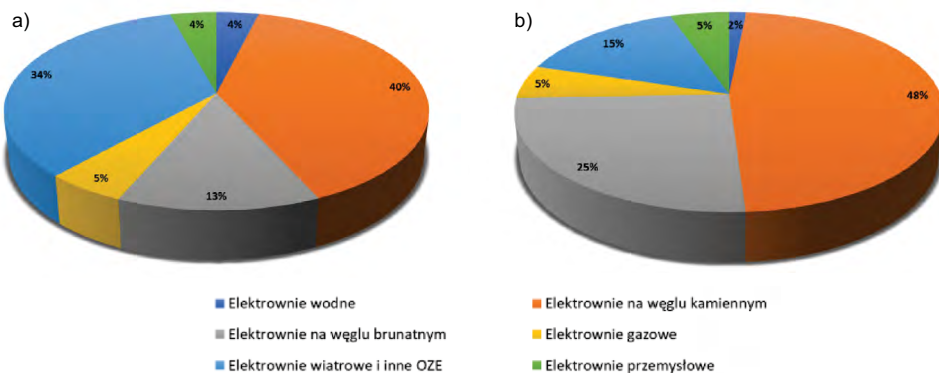
Fig. 7. Installed capacity [MW] in generation sources in the NPS in 2018–2022



Rys. 8. Produkcja energii elektrycznej [GWh] przez źródła wytwórcze w KSE w latach 2015–2022
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: PSE 2023

Fig. 8. Electricity production [GWh] by generation sources in the NPS between 2015 and 2022

Jak można zauważyć, łączna moc zainstalowana w elektrowniach węglowych to nadal ponad 33 GW, co stanowi około 53% mocy zainstalowanej (rys. 9a), natomiast produkcja energii elektrycznej w tych źródłach to ponad 73% (rys. 9b). Źródła odnawialne stanowią ponad 34% mocy zainstalowanej i odpowiadają za niewiele ponad 15% produkcji energii elektrycznej. Rozwój energetyki odnawialnej ma istotne znaczenie dla realizacji pod-



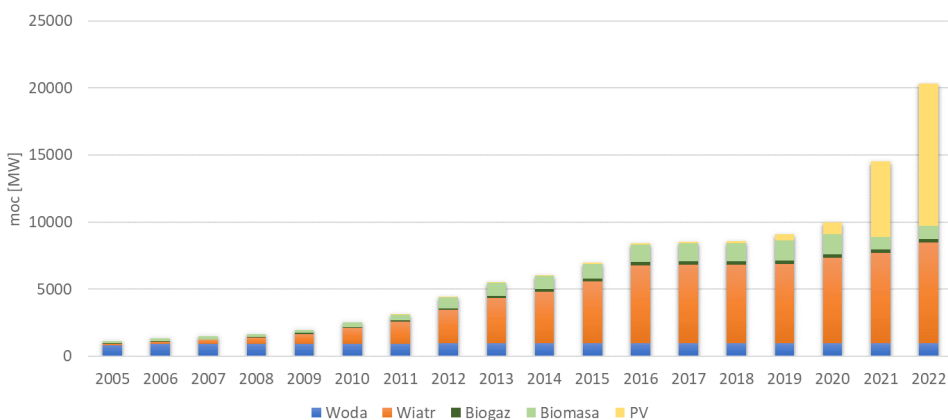
Rys. 9. Struktura procentowa mocy zainstalowanej w KSE stan na 31.12.2022 roku (a) oraz procentowy udział w produkcji energii elektrycznej poszczególnych grup elektrowni według rodzajów paliw w 2022 roku (b)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: PSE 2023

Fig. 9. Percentage structure of installed capacity in the NPS as of 31.12.2022 (a) and the percentage share of electricity production of each group of power plants by fuel type in 2022 (b)

stawowych celów polityki energetycznej. Zwiększenie wykorzystania tych źródeł niesie za sobą większy stopień uniezależnienia się od dostaw energii z importu. Promowanie wykorzystania odnawialnych źródeł energii pozwala na zwiększenie stopnia dywersyfikacji źródeł dostaw oraz stworzenie warunków do rozwoju energetyki rozproszonej opartej na lokalnie dostępnych surowcach.

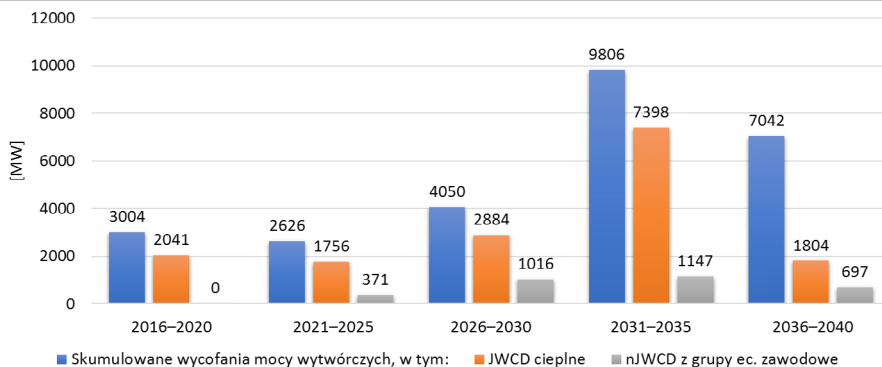
Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych cechuje się niewielką lub zerową emisją zanieczyszczeń, co zapewnia pozytywne efekty ekologiczne. W ostatnich kilku latach można zauważyć przede wszystkim dynamiczny rozwój sektora instalacji fotowoltaicznych (rys. 10). Założenia polityki energetycznej zakładają zrównoważone wykorzystanie poszczególnych rodzajów energii ze źródeł odnawialnych. Istotne będzie wykorzystanie biogazu pochodzącego z wysypisk śmieci, oczyszczalni ścieków i innych odpadów. W zakresie energetyki wiatrowej przewiduje się jej rozwój zarówno na lądzie, jak i na morzu. W znacznie większym stopniu niż dotychczas zakłada się wykorzystanie energii promieniowania słonecznego za pośrednictwem technologii fotowoltaicznych w produkcji energii elektrycznej.



Rys. 10. Wartości mocy zainstalowanej w źródłach odnawialnych w KSE w latach 2005–2022
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: URE 2022

Fig. 10. Installed capacity values of renewable sources in the NPS from 2005 to 2022

Struktura wiekowa zasobów wytwórczych w KSE sprawia, że już w latach 2016–2020 wycofano z eksploatacji bloki energetyczne o łącznej mocy ponad 3 GW. Do 2040 r. możliwe będzie wyłączenie ponad 24 GW źródeł wytwórczych (rys. 11). Perspektywa wycofania z eksploatacji znacznych wartości mocy wytwórczych oraz niepewność uruchomienia planowanych projektów inwestycyjnych w aktualnych warunkach może implikować ryzyko niestabilnej pracy KSE oraz możliwości zaspokojenia przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną w najbliższej perspektywie.



Rys. 11. Skumulowane wycofania jednostek wytwórczych planowane w latach 2016–2040

JWCD – jednostki wytwórcze centralnie dysponowane,

nJWCD – jednostki wytwórcze niedysponowane centralnie

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: ZPEP 2021

Fig. 11. Cumulative withdrawals of generation units planned between 2016 and 2040

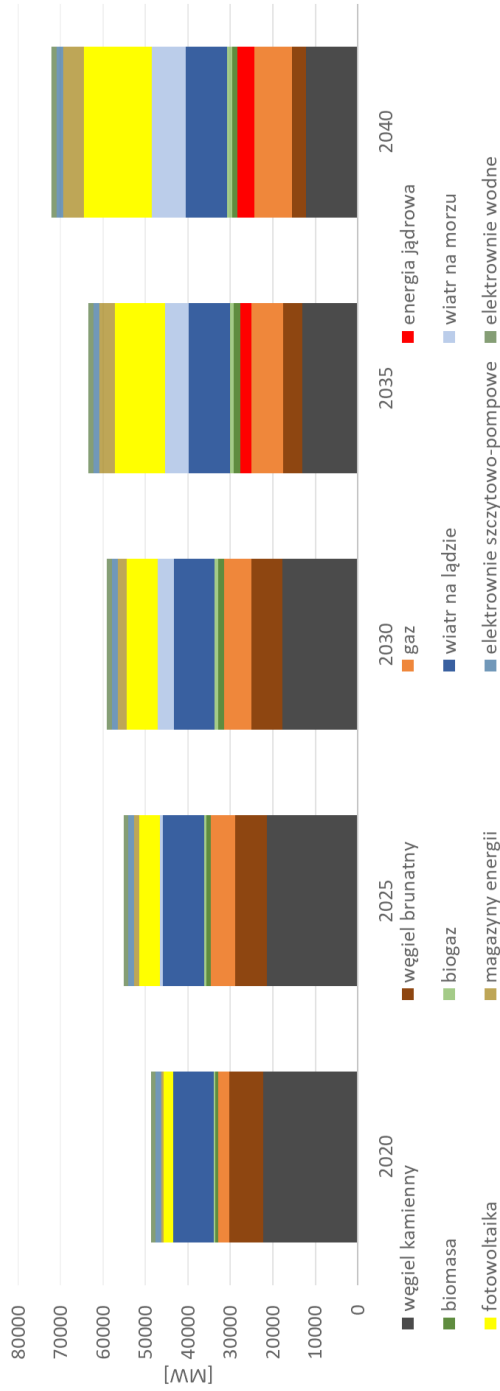
JWCD – Centrally Dispatched Generating Unit (CDGU),

nJWCD – (not) Centrally Dispatched Generating Units (nCDGU)

Na rysunku 12 przedstawiono prognozę mocy zainstalowanej w KSE do 2040 r., zgodną z zapisami Polityki Energetycznej Polski do 2040 r., z której wynika prognozowany wzrost udziału źródeł odnawialnych w przyszłym miksie energetycznym oraz tempo wycofywania się z energetyki węglowej. Warto również zauważyć, że nadal w miksie energetycznym ponad 30% mocy zainstalowanej stanowić będą źródła wytwórcze opalane węglem i gazem ziemnym, a ich łączna moc zainstalowana wyniesie ponad 22 GW.

Warto również nadmienić, że udokumentowane zasoby węgla w Polsce na koniec 2018 r. stanowiły około 2,5% całkowitych udokumentowanych zasobów węgla na świecie i wynoszą około 26,4 mld ton. Większość krajowych zasobów węgla kamiennego znajduje się na Górnym Śląsku i w Zagłębiu Lubelskim, podczas gdy zagłębie węgla brunatnego Bełchatów odpowiada za ponad połowę całkowitej produkcji węgla brunatnego w Polsce. Polska jest dziewiątym na świecie i drugim w Europie producentem węgla. W 2018 r. wyprodukowała 122 mln ton węgla, co stanowi 1,2% światowej produkcji węgla (Mining 2020).

3 kwietnia 2023 r. zostały zaprezentowane założenia do aktualizacji Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. (PEP 2023). Dokument został dostosowany do warunków górniczej umowy społecznej i potrzeb sektora. W dokumencie znajdzie się czwarty filar, który ma traktować o suwerenności energetycznej, czyli przede wszystkim zmniejszeniu zależności od importu surowców energetycznych z Rosji. Projekt zakłada dywersyfikację dostaw surowców energetycznych i zapewnienie alternatyw dla ropy naftowej i gazu ziemnego oraz zwiększenie dywersyfikacji technologicznej, w tym dalszy rozwój odna-



Rys. 12. Prognoza mocy zainstalowanej w KSE do 2040 r.
 Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: Inostrat 2022

Fig. 12. Forecast of installed capacity in the NPS until 2040

wialnych źródeł energii i wdrażanie energetyki jądrowej. W dokumencie zapisano, że podejmowane będą działania ukierunkowane na rozwój nowych niskoemisyjnych technologii i ich integracji w systemie. Jednocześnie w sytuacji niepewności na rynku gazu ziemnego okresowemu zwiększaniu może ulegać wykorzystanie jednostek węglowych. Jednakże, moce węglowe mają być konsekwentnie wycofywane z miksu energetycznego. W proponowanej aktualizacji zapisano, że źródła odnawialne mogą osiągnąć około 50 GW w 2030 r. i ok. 88 GW w 2040 r., a łączna moc zainstalowana w systemie ma osiągnąć około 130 GW. Już w 2025 r. odnawialne źródła energii będą stanowić około połowę mocy zainstalowanej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym. Produkcja energii elektrycznej z OZE ma pokrywać zapotrzebowanie na energię elektryczną w ok. 47% w 2030 r. oraz około 51% w 2040 r. Co ciekawe, w aktualizacji znalazł się zapis, który zakłada zwiększenie poziomu wykorzystania istniejących bloków węglowych, do czasu uruchomienia elektrowni jądrowych, w celu zwiększenia pewności dostaw energii i lepszej integracji OZE. Podkreślono jednak, że nie przewiduje się budowy nowych źródeł węglowych (Money 2023). W czerwcu 2023 r. Ministerstwo Klimatu i Środowiska poinformowało o uruchomieniu prekonsultacji, których celem jest przygotowanie projektów aktualizacji krajowych dokumentów strategicznych dotyczących sektora energii. Prekonsultacje będą dotyczyć całości Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. oraz Krajowego planu na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030 (Konsultacje 2023).

Podsumowanie

Polityka Energetyczna Polski do 2040 roku wymaga poprawy. Sektor energetyczny czeka na to od momentu, kiedy się ona pojawiła. Założenia w niej zawarte w chwili obecnej są w niewielkim stopniu przystające do rzeczywistości. Identyfikacja krajowego sektora energetycznego wskazuje, że perspektywie najbliższych kilku lat konieczne będzie oparcie systemu elektroenergetycznego na planowanych do wycofania z eksploatacji elektrowniach węglowych. Czas ten powinien pozwolić na budowę nowego miksu energetycznego, w którym coraz większy udział będą miały inne technologie energetyczne, przede wszystkim źródła odnawialne oraz technologie jądrowe. W efekcie kryzysu energetycznego, który został zapoczątkowany inwazją Rosji na Ukrainę, na początku kwietnia 2022 r. Rada Ministrów przyjęła założenia do aktualizacji Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. pochodzącej z 2021 r. Niestety prace nad projektem aktualizacji zostały zakończone w I kwartale 2023 r.

Jedną z ciekawych inicjatyw, które pojawiły się w zakresie węglowego sektora wytwórczego, jest propozycja powołania Narodowej Agencji Bezpieczeństwa Energetycznego (NABE). Utworzenie NABE zdecydowanie zmieni polską elektroenergetykę otwierając szanse rozwoju przed spółkami energetycznymi, którym w coraz większym stopniu cią-

żą aktywa węglowe. Wydzielenie elektrowni i kopalni do jednego podmiotu powinno uwolnić potencjał inwestycyjny, który jest konieczny do przeprowadzenia transformacji energetycznej. Ponadto, NABE w tym okresie przejściowym powinno pełnić funkcję stabilizatora, ściśle współpracując z PSE. Będzie to kluczowe do momentu, aż źródła zero- i niskoemisyjne będą w stanie zaspokoić w stabilny sposób pracę KSE.

Literatura

- Beyond Coal 2022 – Europe’s Coal Exit Overview Of National Coal Phase Out Commitments, 2022. [Online:] <https://www.beyond-coal.eu> [dostęp: 16.07.2023].
- Climate 2009 – [Online:] <https://www.climate.ec.europa.eu/eu-action/climate-strategies-targets> [dostęp: 10.07.2023].
- Coal 2022 – [Online:] https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR22_22/SR_coal_regions_EN.pdf [dostęp: 16.07.2023].
- Dyrektywa 1996 – Dyrektywa 96/92/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 19 grudnia 1996 roku. [Online:] <https://www.eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX%3A31996L0092> [dostęp: 10.07.2023].
- EGD 2019 – [Online:] https://www.ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl [dostęp: 10.07.2023].
- Energy 2018 – [Online:] https://www.energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans-package_en [dostęp: 10.07.2023].
- Energy 2022 – [Online:] <https://www.energyindustryreview.com/metals-mining/coal-production-in-2022-boom-or-bust/> [dostęp: 16.07.2023].
- ETS 2005 – [Online:] https://www.climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_pl [dostęp: 16.07.2023].
- EuroCoal 2023 – European Beyond Coal: European Coal Plant Database, 27 Apr. 2023. [Online:] <https://www.beyond-coal.eu> [dostęp: 16.07.2023].
- Eurostat 2021 – [Online:] <https://www.ec.europa.eu/eurostat> [dostęp: 16.07.2023].
- Forum 2023 – [Online:] <https://www.forum-energii.eu/pl/blog/stop-import-rosja> [dostęp: 16.07.2023].
- Fit 2021 – [Online:] <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> [dostęp: 16.07.2023].
- Global 2023 – [Online:] <https://www.globalenergymonitor.org/wp-content/uploads/2023/03/Boom-Bust-Coal-2023.pdf> [dostęp: 16.07.2023].
- Instrat 2022 – [Online:] <https://www.energy.instrat.pl/> [dostęp: 30.06.2023].
- Instytut 2023 – [Online:] <https://instytutobywatelski.pl/analizy> [dostęp: 30.06.2023].
- Konsultacje 2023 – [Online:] <https://www.gov.pl/web/klimat/> [dostęp: 16.07.2023].
- KPnREIK 2019 – [Online:] <https://www.gov.pl/web/klimat/krajowy-plan-na-rzecz-energii-i-klimatu> [dostęp: 10.07.2023].
- Kyoto 1997 – What is the Kyoto Protocol? [Online:] https://www.unfccc.int/kyoto_protocol [dostęp: 10.07.2023].
- Mining 2020 – [Online:] <https://www.mining-technology.com/features/feature-the-worlds-biggest-coal-reserves-by-country/> [dostęp: 16.07.2023].

- Money 2023 – [Online:] <https://www.money.pl/gospodarka/polityka-energetyczna-polski-73-proc-energii-elektrycznej-bedzie-pochodzic-z-oze-i-atomu-6883382351494048a.html> [dostęp: 16.07.2023].
- PEP 2021 – Polityka energetyczna Polski do 2040. [Online:] <https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski> [dostęp: 10.07.2023].
- PEP 2023 – [Online:] <https://www.gov.pl/web/klimat> [dostęp: 16.07.2023].
- Phasing 2020 – [Online:] <https://wiiw.ac.at/phasing-out-coal-n-569.html> [dostęp: 16.07.2023].
- PSE 2023 – [Online:] <https://www.pse.pl/dane-systemowe> [dostęp: 14.07.2023].
- Repower 2022 – [Online:] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/pl/ip_22_3131 [dostęp: 16.07.2023].
- Strategia 2017 – Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju. [Online:] <https://www.gov.pl/web/fundusze-regiony> [dostęp: 10.07.2023].
- URE 2022 – [Online:] <https://www.ure.gov.pl/pl/oze/potencjal-krajowy-oze/5753,Moc-zainstalowana-MW.html> [dostęp: 30.06.2023].
- ZPEP 2021 – Załącznik nr 2 do PEP 2040. [Online:] <https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski> [dostęp: 10.07.2023].

The Role of Coal in the Polish and European Energy Sector

Keywords: energy policy, energy security, energy system, hard coal, lignite

Abstract: Since Russia's aggression against Ukraine, the issue of energy security has become one of the key issues, particularly for European countries. This is particularly related to the worldwide commitment to reduce imports of energy raw materials from Russia. This is important because the countries of the European Union are increasingly dependent on imports of energy raw materials, including those from the Russian Federation. According to the definition, energy security is a state of the economy that makes it possible to cover the current and prospective demand of consumers for fuels and energy. Meeting this demand should be done in a technically and economically reasonable manner. At the same time, minimizing the negative impact of the energy sector on the environment is an important issue. So, can coal still be considered in ensuring energy security in Europe? The article presents the current status and development strategies of energy systems in selected European countries, in the context of the use of coal. Since mid-2023, Poland has been working on an update of the document entitled *Energy Policy of Poland until 2040*. This document should clearly indicate our goals for the coming years and help power companies make investment decisions.

Narracje wokół transformacji energetycznej i górnictwa węgla kamiennego w Polsce

Słowa kluczowe: górnictwo węgla kamiennego, narracje polityczne, transformacja energetyczna

Streszczenie: W niniejszym rozdziale podejmowany jest temat narracji dotyczących ograniczania produkcji węgla i związanych z tym zmian w regionach węglowych. Pod pojęciem „narracji” rozumie się stanowiska i opinie poszczególnych podmiotów, które integrują różne obserwacje, fakty, doświadczenia i interpretacje procesów zachodzących w systemie społeczno-ekonomicznym. Instytucje reprezentujące podobne narracje dostarczają argumentów, które mogą spowolnić lub ułatwić zmiany w obecnym systemie. Zrozumienie tych stanowisk ma więc kluczowe znaczenie przy projektowaniu polityk publicznych prowadzonych w procesie transformacji.

Celem postawionym w publikacji jest identyfikacja głównych nurtów narracji oraz odpowiedź na pytanie, czy zachodzące w nich zmiany mogą wpłynąć na społeczną akceptację transformacji. Identyfikacji postaw i opinii interesariuszy dokonano na podstawie przeglądu dokumentów strategicznych, analizy dyskursu politycznego dotyczącego węgla kamiennego, wywiadów z kluczowymi interesariuszami procesu transformacji i analizy danych statystycznych. Tekst wskazuje, że narracje często odwołują się do doświadczeń historycznych związanych z ograniczaniem produkcji węgla. Te postawy akcentują zagrożenia związane z potrzebą przekształcenia systemu energetycznego i koniecznością głębokich zmian w społeczno-ekonomicznej strukturze regionów węglowych. Narracje te są równoważone stanowiskami podkreślającymi szanse wynikające z wykorzystania potencjału zgromadzonego w regionie dla rozwoju nowoczesnych branż przemysłu i usług. Transformacja wiązana jest także z poprawą jakości powietrza i warunków życia mieszkańców. Narracje te stopniowo ulegają zmianie w kierunku akceptacji procesu transformacji. Dalsza ścieżka rozwoju regionalnego będzie wynikiem interpretacji pojęcia sprawiedliwej transformacji wśród decyzyjnych interesariuszy i stopniowo podejmowanych interwencji w ramach polityki publicznej.

Wprowadzenie

Przeprowadzenie transformacji energetycznej wymaga nie tylko innowacji i rozwoju nowych technologii, ale również fundamentalnych przekształceń ekosystemu społeczno-

-gospodarczego regionów, których rozwój był dotychczas związany z produkcją i wykorzystaniem paliw kopalnych. Proces ten inicjowany jest decyzjami podejmowanymi na gruncie polityki gospodarczej, ale pociąga za sobą zmiany wykraczające poza sferę produkcji i zatrudnienia. Decyzje są natomiast wypadkową narracji: stanowisk i opinii poszczególnych podmiotów (interesariuszy), które integrują różne obserwacje, fakty, doświadczenia i interpretacje procesów zachodzących w systemie społeczno-ekonomicznym w toku transformacji (Roberts 2017).

Celem niniejszego rozdziału jest rekonstrukcja narracji dotyczących ograniczania produkcji węgla i związanych z tym zmian w sektorze górnictwa węgla kamiennego, prezentowanych przez bezpośrednich interesariuszy procesu transformacji. Stawiane są przy tym dwa pytania:

1. Jakie są główne narracje towarzyszące transformacji energetycznej i górnictwa na Górnym Śląsku?
2. W jakim stopniu obserwowane zmiany narracji mogą stanowić punkt zwrotny dla transformacji i przyczynić się do społecznej akceptacji zachodzących zmian?

Tekst jest podsumowaniem części badań prowadzonych w projekcie Tipping+, realizowanym przez Instytut Badań Strukturalnych w ramach programu Horyzont 2020. W celu identyfikacji związków pomiędzy zmianami regionalnymi i rozwojem narracji transformacyjnych przeprowadzono analizę dokumentów strategicznych oraz obserwację uczestniczącą procesu opracowania Terytorialnego Planu Sprawiedliwej Transformacji, pogłębioną wywiadami z głównymi aktorami. Korzystając z dostępnych danych statystycznych, ocenione zostały trendy w rozwoju ekonomicznym i społecznym regionu. Przeprowadzona została także systematyczna analiza strategii rozwoju lokalnego tych gmin Górnego Śląska, w których prowadzona była działalność górnicza. Dodatkowo zbzdano postanowienia krajowych i regionalnych dokumentów strategicznych odnoszących się do restrukturyzacji sektora górnictwa węgla kamiennego i kierunków rozwoju regionalnego.

Do identyfikacji interesariuszy procesu transformacji oraz nakreślenia ich stanowisk wykorzystane zostały wnioski z udziału w serii siedmiu seminariów konsultacyjnych w podregionach województwa śląskiego, poświęconych dyskusji nad założeniami Terytorialnego Planu Sprawiedliwej Transformacji. Dodatkowo przeprowadzono 12 pogłębionych wywiadów indywidualnych z różnymi interesariuszami: przedstawicielami instytucji rynku pracy, związków zawodowych, samorządów gospodarczych, organizacji pozarządowych i przedstawicielami gmin górniczych, władz regionalnych oraz instytucji środowiska biznesowego. Próba była dobrana celowo, by można było uwzględnić szeroką grupę interesariuszy, zwłaszcza tych, którzy odgrywają aktywną rolę w debacie. Proces ten ułatwił odtworzenie narracji grup interesariuszy i punktów widzenia odnoszących się do przewidywanej ścieżki rozwoju regionalnego w toku i po zakończeniu transformacji. Dzięki temu wyniki analizy dokumentów strategicznych mogły zostać skonfrontowane z oficjalnymi stanowiskami instytucji zaangażowanych w dyskusję o transformacji. W toku projektu analizowano także wyniki badań naukowych i publikacji poświęconych narracjom

wokół polityki energetycznej i transformacji w Polsce (Biedenkopf 2021; Drobnik 2022; Nowakowska i in. 2021; Osička i in. 2020; Rabiej-Sienicka 2022) opublikowanych w okresie zbierania danych. Dodatkowe źródła jakościowe obejmowały także transkrypcje posiedzeń sejmowej Podkomisji ds. Sprawiedliwej Transformacji.

W dalszej części rozdziału zostały przedstawione kluczowe wydarzenia i decyzje, które wpłynęły na ukształtowanie się rozwiązań instytucjonalnych i postaw interesariuszy wobec zmian w górnictwie węgla kamiennego. W części trzeciej dokonano analizy głównych nurtów narracji, przedstawiając ich kluczowe argumenty i wskazując interesariuszy reprezentujących poszczególne wątki. Podsumowanie zawiera wnioski dotyczące punktów wspólnych dla wszystkich narracji oraz ich wpływu na kształtowanie dalszej ścieżki rozwoju regionalnego.

Kamienie milowe w transformacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce

W procesie transformacji górnictwa węgla kamiennego w Polsce można wskazać wydarzenia i decyzje, które po 1989 roku nie tylko zdeterminowały kierunek i tempo zmian w sektorze, ale też ukształtowały postawy interesariuszy tego procesu. Można je określić mianem kamieni milowych lub punktów krytycznych, których osiągnięcie wyznaczało kolejne etapy przekształceń w górnictwie i trwale zmieniało reguły funkcjonowania sektora. Wraz z przekraczaniem tych cezur kształtowały się i umacniały główne narracje dotyczące transformacji górnictwa.

Pierwszym kamieniem milowym była decyzja o utworzeniu spółek węglowych w 1993 roku, która określa punkt startowy transformacji górnictwa i początek prowadzenia skoordynowanej polityki branżowej w warunkach gospodarki rynkowej. W spółkach zgrupowano kopalnie funkcjonujące na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego oraz kopalnie na Dolnym Śląsku. Poza tym układem organizacyjnym pozostawiono natomiast jedyną kopalnię Zagłębia Lubelskiego. W ramach spółek węglowych stopniowo zmniejszono wydobycie węgla i zdolności produkcyjne kopalń, ograniczono zatrudnienie i zbywano aktywa nieprodukcyjne (Blaschke i Gawlik 1999; Korski i in. 2016; Jonek-Kowalska 2015; Brauers i Oei 2020). W 2000 roku strukturę organizacyjną sektora uzupełniły dwie spółki specjalizujące się w prowadzeniu likwidacji kopalń, które 9 lat później zostały połączone w jeden podmiot – Spółkę Restrukturyzacji Kopalń. Proces budowania koncernów wzmocniono następnie decyzjami o włączeniu kopalni w struktury spółek energetycznych.

Drugą cezurą, która wpłynęła na rozwiązania instytucjonalne i późniejsze narracje wokół transformacji górnictwa, było zamknięcie kopalń w regionie wałbrzyskim. Decyzja ta zapadła w już 1991 roku, a sam proces przebiegał bardzo szybko, głównie w pierw-

szej połowie lat 90. XX wieku z ostatecznym zakończeniem wydobywania w Nowej Rudzie w 2000 roku. Zamknięcie czterech kopalń bez zaplanowania strategii przejścia zatrudnionych w nich osób do innych rodzajów działalności doprowadziło do załamania lokalnego rynku pracy i długotrwałych trudności społeczno-ekonomicznych w regionie (Lesiw-Głowacka i in. 2021). Likwidacja kopalń w regionie wałbrzyskim pokazała, że transformacja regionów górniczych wymaga dobrze skonstruowanej strategii rynku pracy, uwzględniającej zabezpieczenie socjalne dla zwalnianych pracowników i stworzenia możliwości alternatywnego miejsca pracy poza sektorem węglowym.

Doświadczenia te zostały wykorzystane w okresie najbardziej intensywnej redukcji zatrudnienia w górnictwie węgla kamiennego, która nastąpiła na Górnym Śląsku na przełomie lat 90. i 2000. Po konsultacjach przeprowadzonych z górniczymi związkami zawodowymi wprowadzono nowe rozwiązania ostonowe i aktywizujące dla zwalnianych pracowników. Polityka ta zawierała cztery rodzaje instrumentów:

- możliwość wcześniejszego przejścia na emeryturę (z wykorzystaniem urlopu górniczego) i ochronę pracowników, którzy nabywali prawa do emerytury górniczej i okresie nie dłuższym niż 2 lata,
- wypłatę wysokiej jednorazowej odprawy dla osób dobrowolnie rezygnujących z pracy w zakładach górniczych,
- zasiłek socjalny wypłacany w okresie przekwalifikowania i poszukiwania pracy, ale nie dłużej niż przez dwa lata,
- pakiet rozwiązań wspierających podejmowanie pracy poza górnictwem, w tym szkolenia przekwalifikujące, wsparcie przedsiębiorców zatrudniających byłych pracowników kopalń, wsparcie finansowe dla osób podejmujących własną działalność gospodarczą po odejściu z górnictwa.

Środki łągodzące okazały się jednak niewystarczające do utrzymania wysokiego poziomu aktywności gospodarczej osób tracących pracę w górnictwie. Głównymi przyczynami trudności w realizacji programu był wysoki ówczesnie poziom bezrobocia (Sokolowski i in. 2022), niewystarczające wsparcie regeneracji miast najbardziej dotkniętych zamykaniem kopalń (Krzysztofik i in. 2021) oraz pominięcie uwarunkowań społeczno-kulturowych i wzorców zakorzenionych w społecznościach górniczych (Faliszek i in. 2001). Przebieg tego etapu transformacji górnictwa uwypuklił konieczność prowadzenia intensywnej polityki strukturalnej w obszarach dotkniętych transformacją. Wsparcie kierowane do gmin, w których zamykano kopalnie, okazało się równie istotne co działania ostonowe i aktywizujące dla zwalnianych pracowników. Doświadczenia te stały się później przesłanką do zaprojektowania instrumentów kierowanych bezpośrednio do regionów węglowych, m.in. Funduszu Sprawiedliwej Transformacji.

Trzecią cezurą zmieniającą instytucjonalny kontekst funkcjonowania górnictwa węgla kamiennego było przystąpienie Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku. Akcesja zmieniła nie tylko zasady prowadzenia polityk sektorowych, w tym udzielania pomocy publicznej (Hayo 2004; Skoczkowski i in. 2020), ale też wpłynęła na zmianę priorytetów prowadzenia polityki energetycznej. Główną konsekwencją tych zmian było ograniczenie możli-

wości dotowania kopalń ze środków publicznych oraz konieczność włączenia kryteriów środowiskowych do celów polityki energetycznej, co w warunkach polskich stanowiło zmianę paradygmatu projektowania polityki branżowej. Jednocześnie, wzrost dostępności alternatywnych technologii wytwarzania umożliwił wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych i stopniową decentralizację produkcji, co wpłynęło na przyspieszenie procesu transformacji i zmiany w narracjach dotyczących polityki energetycznej.

Czwartą cezurą jest podpisanie w maju 2021 roku umowy społecznej dotyczącej harmonogramu zamykania kopalń, zawartej pomiędzy górnictwem związkami zawodowymi a rządem. Mimo że zapisy umowy są przedmiotem dyskusji różnych gremiów i w momencie przygotowywania niniejszego tekstu nie zostały zatwierdzone przez Komisję Europejską, dokument ten jest pierwszym porozumieniem stanowiącym o całkowitym zaprzestaniu wydobywania węgla energetycznego na Górnym Śląsku. Stopniowe wygaszanie działalności kopalń zostało uwzględnione w strategiach rozwoju regionalnego („Zielone Śląskie 2030”) i stało się centralnym punktem Terytorialnego Planu Sprawiedliwej Transformacji. Umowa społeczna jest więc częścią procesu, którego celem jest stworzenie wizji i warunków rozwoju regionu w trakcie i po zakończeniu transformacji.

Wskazane kamienie milowe przyczyniły się do ukształtowania opinii i postaw wobec przebiegu i skutków zmian dokonujących się w górnictwie węgla kamiennego, a także szerszego procesu transformacji energetycznej. Główne nurty tej narracji zostały omówione w kolejnej części.

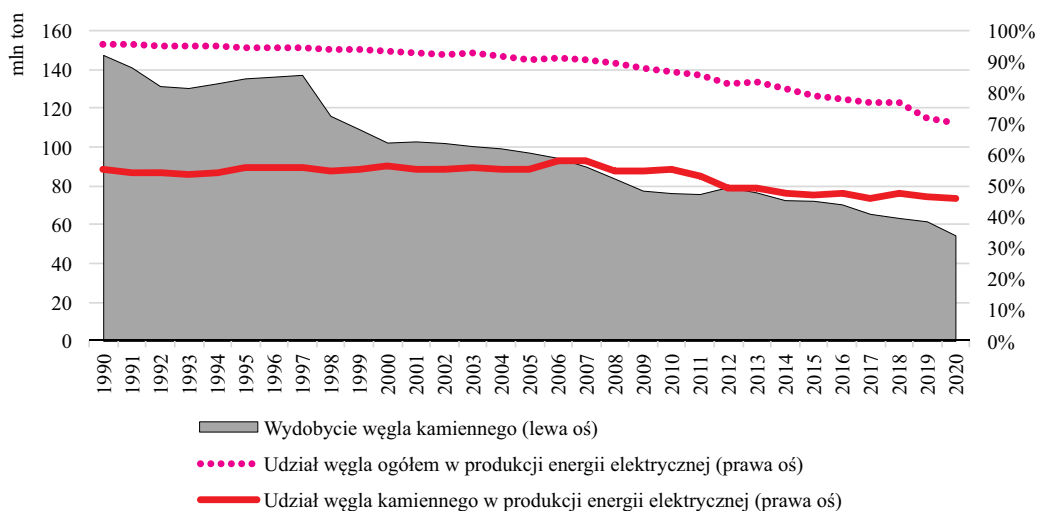
Główne wątki narracji wokół transformacji energetycznej i górnictwa

Wśród narracji, które ukształtowały się wokół transformacji energetycznej, wyróżnić można kilka dominujących wątków podejmowanych przez podmioty zaangażowane w proces zmian. Odzwierciedlają one opinie i skumulowane doświadczenia narratorów (interesariuszy) oraz ich postawy wobec transformacji. Tym samym poszczególne narracje nie są obiektywną i całościową oceną przebiegu transformacji, a przedstawieniem perspektywy poszczególnych interesariuszy (Hermwille i in. 2023). Pełnią jednak istotną rolę w kształtowaniu przebiegu transformacji i rozwiązań stosowanych w toku tych zmian. Dzieje się tak dlatego, że narracje mogą być narzędziem mobilizacji grup społecznych i nacisku politycznego. Ostateczny przebieg transformacji kształtuje się więc w wyniku kumulowania doświadczeń i ścierania interesów aktorów uczestniczących w tym procesie (Geels i in. 2017). Analiza narracji może też służyć identyfikacji wspólnych interesów i głównych kwestii spornych pojawiających się wśród podmiotów zaangażowanych w transformację. Zrozumienie postaw interesariuszy pozwala zatem na pełniejszą ocenę przebiegu transformacji energetycznej i górnictwa.

Bezpieczeństwo energetyczne kraju

Jedną z najsilniej zakorzenionych narracji towarzyszących transformacji górnictwa jest kluczowa rola krajowych zasobów węgla w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego kraju. Główny argument narracji opiera się na dominującym udziale węgla w systemie produkcji energii elektrycznej w Polsce (rys. 1). Krajowy węgiel jest postrzegany jako gwarancja bezpieczeństwa energetycznego utożsamianego z samowystarczalnością. Siłą tej narracji odzwierciedla fakt, że niemal we wszystkich programach restrukturyzacji przemysłu węglowego w Polsce od lat 90. XX wieku, jednym z celów było zaspokojenie krajowego zapotrzebowania na węgiel krajową produkcją. Import węgla był postrzegany jako zjawisko negatywne i akceptowany wyłącznie w sytuacji braku krajowej podaży. Narracja ta znajdowała odzwierciedlenie również w działaniach konsolidujących spółki energetyczne i kopalnie dostarczające im surowiec.

Interpretacja roli węgla jako gwaranta bezpieczeństwa energetycznego zmienia się wraz ze stopniowym spadkiem udziału tego nośnika w miksie energetycznym. W miarę rozwoju nowych technologii, elektrownie węglowe postrzegane są jako bufor dla produkcji energii ze źródeł odnawialnych i gwarant stabilnej i nieprzerwanej pracy systemu energetycznego (Kuchler i Bridge 2018). Część tej narracji przejmowana jest jednak przez zwolenników rozwoju odnawialnych źródeł energii, którzy wskazują, że wykorzystanie nowych technologii może wzmacniać samowystarczalność energetyczną kraju i zmniejszać zapotrzebowanie na import surowców kopalnych.



Rys. 1. Wydobycie i udział węgla kamiennego w produkcji energii elektrycznej w Polsce w latach 1990–2020

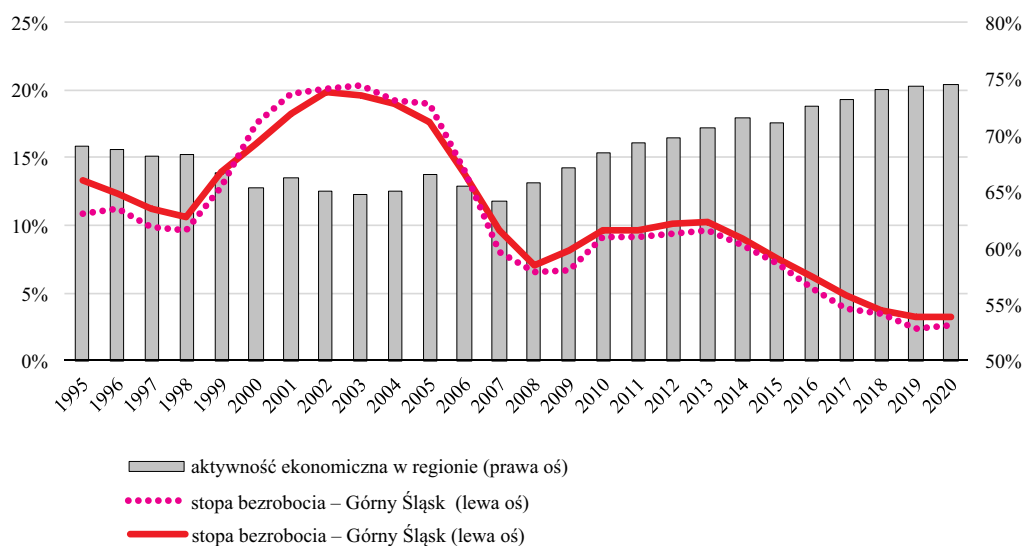
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP w Katowicach i PSE

Fig. 1. The extraction and share of hard coal in electricity production in Poland in the years 1990–2020

Stabilność lokalnych rynków pracy

Druga narracja koncentruje się na negatywnym wpływie redukcji zatrudnienia w górnictwie na lokalne rynki pracy. Doświadczenia historyczne związane ze skutkami gwałtownego zamykania kopalń kształtują postawy i oczekiwania wobec konsekwencji wygaszania produkcji węgla w przyszłości. Narracja ta ukształtowała się w połowie lat 90. XX wieku. Jej podstawą były wspomniane już konsekwencje zamykania kopalń w regionie wałbrzyskim oraz późniejsze doświadczenia osób, które utraciły miejsce pracy w górnictwie na przełomie XX i XXI wieku. Przyczyny trudnej sytuacji zwalnianych pracowników miały charakter strukturalny. Intensywna restrukturyzacja zatrudnienia w górnictwie przebiegała w okresie zmian zachodzących także w sektorach, które mogłyby oferować miejsca pracy dla osób o podobnych do górniczych kwalifikacjach (np. przemyśle przetwórczym czy budownictwie). W tym czasie stopa bezrobocia rosła zarówno w regionie, jak i w skali całej gospodarki (rys. 2). Problem nasilała też sytuacja demograficzna, ponieważ liczba młodych osób wchodzących na rynek pracy przewyższała liczbę osób przechodzących na emeryturę (rys. 3). W rezultacie liczba poszukujących pracy stale rosła, zwłaszcza wśród pracowników o stosunkowo niskim poziomie wykształcenia (Sokołowski i in. 2022).

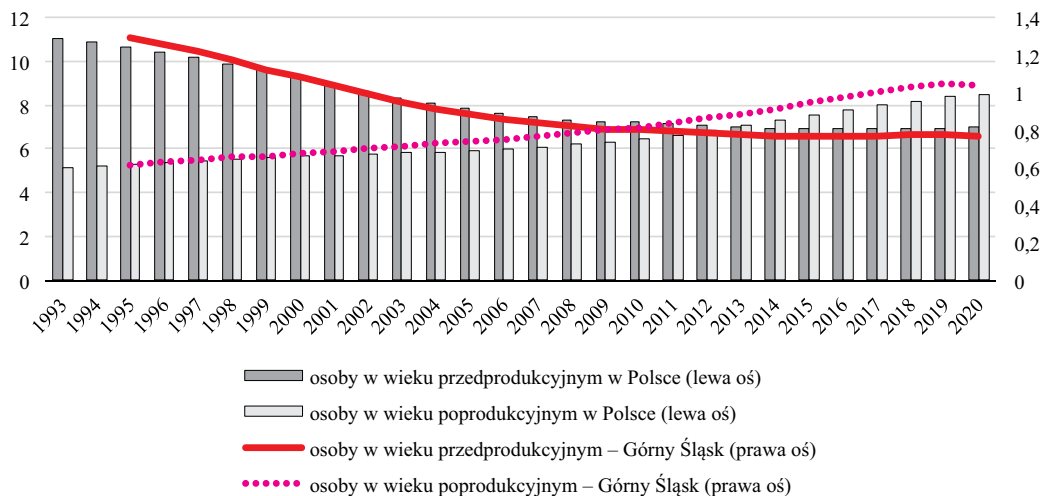
Jednak od 2013 roku (2010 roku na terenie Górnego Śląskiego) liczba osób w wieku emerytalnym przewyższa liczbę osób w wieku przedprodukcyjnym. W rezultacie obecnie na rynku pracy brakuje osób gotowych do podjęcia zatrudnienia, co stanowi całkowicie



Rys. 2. Stopa bezrobocia i aktywność ekonomiczna ludności w latach 1995–2020

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank danych lokalnych

Fig. 2. The unemployment rate and economic activity of the population in the years 1995–2020



Rys. 3. Liczba ludności w wieku przed i poprodukcyjnym w latach 1993–2020 [mln osób]

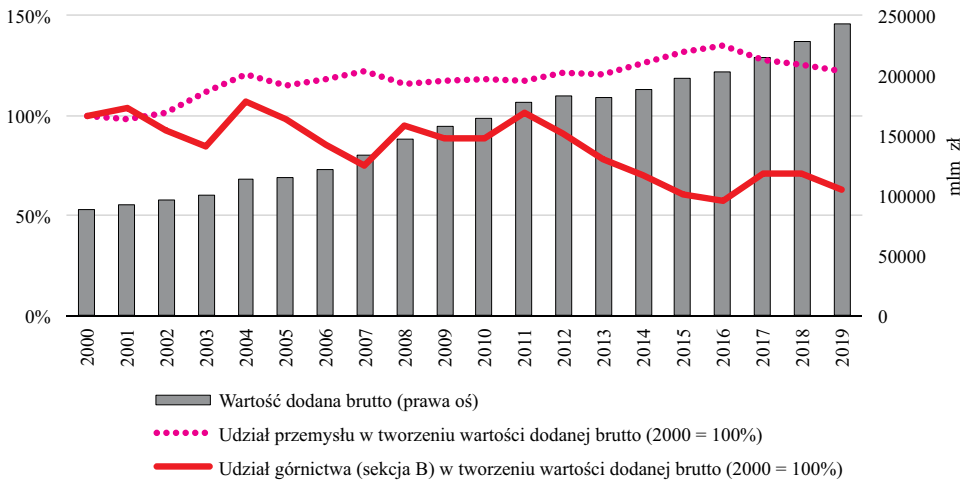
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, Bank danych lokalnych

Fig. 3. Population in pre-retirement and post-retirement age groups in the years 1993–2020 [million people]

odmienny kontekst społeczno-ekonomiczny w porównaniu z okresem wcześniejszych redukcji zatrudnienia w górnictwie. Obecnie barierą znalezienia nowego zatrudnienia poza górnictwem nie jest więc sytuacja na rynku pracy, lecz oczekiwania płacowe. Praca w przemyśle węglowym jest postrzegana przez członków społeczności górniczych jako trudna i niebezpieczna, ale stabilna i oferująca wyższe zarobki niż podobne zawody w przemyśle, budownictwie czy transporcie (Ruppert Bulmer i in. 2021). Z zatrudnieniem w górnictwie związane są też dodatkowe korzyści socjalne, jak na przykład prawo do wcześniejszej emerytury, co sprawia, że wciąż stanowi ono atrakcyjną ofertę na rynku. Tym samym, główna narracja nawiązująca do negatywnych doświadczeń restrukturyzacji zatrudnienia w przeszłości, wzmacniana jest argumentem o braku konkurencyjnych finansowo alternatywnych ofert pracy i utratą pozapłacowych korzyści związanych z pracą w górnictwie.

Fundament lokalnej gospodarki

Trzecia narracja dotyczy problemu utraty dochodów w gminach górniczych. Odchodzenie od węgla może negatywnie wpłynąć na gospodarki tych gmin, w których wpływy związane z działalnością kopalń są ważnym źródłem przychodów. Argument ten stopniowo traci na znaczeniu ze względu na malejący systematycznie udział górnictwa w tworzeniu wartości dodanej w regionie (rys. 4). Może jednak być istotny dla gmin,



Rys. 4. Udział przemysłu i górnictwa w tworzeniu wartości dodanej na Górnym Śląsku w latach 2000–2019
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS i ERD Eurostat

Fig. 4. The share of industry and mining in GVA in Upper Silesia in the years 2000–2019

w których kopalnie i przedsiębiorstwa powiązane z górnictwem stanowią istotną część tkanki gospodarczej. Doświadczenia wczesnych etapów transformacji górnictwa wskazywały, że szybkie tempo zamykania kopalń prowadzone bez wsparcia kierowanego do samorządów, przyczyniło się do degradacji społeczno-gospodarczej lokalnych społeczności. Przyczynami tej sytuacji był nie tylko brak możliwości szybkiego uzupełnienia luki dochodowej po zniknięciu dużego przedsiębiorstwa, ale też pogarszające się warunki i jakość życia mieszkańców na zdegradowanych obszarach poprzemysłowych wymagających kompleksowej i kapitałochłonnej rekultywacji. Problem ten może być szczególnie istotny w przypadku obszarów peryferyjnych, o słabo zdywersyfikowanej strukturze gospodarczej i ograniczonym dostępie do infrastruktury sprzyjającej rozwojowi alternatywnych działalności gospodarczych.

Powyższe narracje są zakorzenione we wczesnych etapach restrukturyzacji górnictwa, w tym przede wszystkim doświadczeniach szybkiego zamykania kopalń, niewspieranego kompleksową strategią rozwoju regionalnego. Stanowiska te są podnoszone z różną intensywnością przez interesariuszy silnie związanych z przemysłem węglowym. Należą do nich nie tylko przedsiębiorstwa górnicze i przedstawiciele górniczych związków zawodowych, ale też stowarzyszenia i organizacje branżowe, przedstawiciele gmin górniczych szczególnie silnie dotkniętych transformacją oraz niektóre lokalne media. Z tej perspektywy zamiany zachodzące w systemie energetycznym rozumiane są jako proces narzucony sektorowi przez aktorów zewnętrznych, a słowo „transformacja” zastępowana-

ne jest czasem sformułowaniem „likwidacja górnictwa”. Za główne zagrożenia związane z transformacją uznaje się zakłócenie stabilności funkcjonowania systemu energetycznego i społeczne koszty wynikające z naruszenia podstaw ekonomicznych lokalnych gospodarek. Odchodzenie od węgla omawiane jest w kontekście łagodzenia negatywnych konsekwencji zmian strukturalnych oraz zapewnienia, że osoby i podmioty dotknięte transformacją będą miały wpływ na decyzje podejmowane w tym procesie.

Narracje te są równoważone stanowiskami podkreślającymi konieczność przebudowy systemu energetycznego i unowocześnienia struktur gospodarczych w regionach węglowych. W dyskusjach toczących się w tym nurcie na Górnym Śląsku można wskazać dwie alternatywne propozycje dotyczące przyszłych kierunków rozwoju. Co ważne, obie akcentują potrzebę przeprowadzenia zmian i podkreślają konieczność utrzymania przemysłowego profilu gospodarczego regionu. Jednym z głównych założeń obu narracji protransformacyjnych jest wykorzystanie zasobów, wiedzy i kompetencji zgromadzonych w regionach węglowych.

Czysty węgiel

Narracja na rzecz rozwoju czystych technologii węglowych (CCT) pojawiła się w połowie lat 2000. Ma na celu kształtowanie wizerunku węgla jako nowoczesnego, innowacyjnego, przyjaznego dla środowiska i społecznie akceptowalnego paliwa kopalnego. W tym nurcie optuje się więc za utrzymaniem kluczowej roli węgla w systemie energetycznym i gospodarce regionalnej. Narracja ta wykorzystuje także argumenty dotyczące bezpieczeństwa energetycznego. Główną przesłanką do rozwoju CCT jest potencjał techniczny, naukowy i ekonomiczny zgromadzony w górnictwie i powiązanych z nim podmiotach. Proponowana ścieżka może skutkować rozwojem innowacji i tworzeniem nowej wiedzy, ma jednak stosunkowo małe możliwości tworzenia miejsc pracy poza górnictwem i dywersyfikacji struktur gospodarczych regionu. Ta koncepcja jest promowana przede wszystkim przez spółki węglowe, górnicze związki zawodowe i branżowe instytucje, ale także niektórych decydentów na szczeblu krajowym. Natomiast jej oponenty wskazują, że jest to iluzoryczna alternatywa, niepozwalająca na przeprowadzenie zmian koniecznych dla utrzymania wysokiego tempa rozwoju regionu (Hermwille i in. 2023).

Zielona transformacja

W drugiej narracji protransformacyjnej interesariusze opowiadają się za przyspieszeniem zmian strukturalnych i metamorfozy regionu. Odmiany tego wielowątkowego nurtu prezentowane są przez lokalne agencje rozwoju, instytucje i organizacje badawcze, grupy ekologiczne, lokalnych aktywistów. Spojrzenie to wybrzmiewa też w strategii rozwoju regionu.

Interesariusze wskazują, że przebudowa gospodarki jest nieunikniona. Utrzymanie przemysłowego charakteru regionu wiąże z rozwojem łańcuchów dostaw dla branż wspierających transformację energetyczną, nowoczesny przemysł i gospodarkę cyrkularną (Frankowski i in. 2023). W założeniach narracji, nowe modele biznesowe i rosnący popyt na rozwiązania przyjazne środowisku mają stymulować tworzenie miejsc pracy, dywersyfikację gospodarczą i zwiększenie odporności na zewnętrzne szoki gospodarcze.

Narracja wspierająca transformację energetyczną często podkreśla też wieloaspektowy charakter procesu, wskazując korzyści wynikające z poprawy zdrowia i warunków życia jako główne atuty zachodzących zmian. Ten punkt widzenia koncentruje się na łagodzeniu problemu zanieczyszczenia powietrza, szkód spowodowanych prowadzeniem eksploatacji na silnie zurbanizowanym obszarze oraz konsekwencji zdrowotnych i środowiskowych składowania odpadów górniczych. Odpowiadając bezpośrednio na potrzebę poprawy jakości życia, interesariusze podkreślają wspólną odpowiedzialność za zmiany klimatyczne i potrzebę respektowania zasad sprawiedliwości międzypokoleniowej.

Podsumowanie

W ostatnich latach można obserwować stopniową zmianę narracji wokół transformacji energetycznej i zmian w górnictwie węgla kamiennego. Negatywne argumenty ostrzegające przed upadkiem przemysłu i zagrożeniami dla bezpieczeństwa energetycznego i rozwoju regionalnego są bilansowane argumentami protransformacyjnymi, takimi jak tworzenie podstaw dla rozwoju innowacyjnych branż przemysłu i usług, czy poprawa jakości powietrza i warunków życia w regionie. Za umowną cezurę początku konsensusu co do kierunku rozwoju Górnego Śląska można uznać rozpoczęcie prac nad Terytorialnym Planem Sprawiedliwej transformacji i zawarcie umowy społecznej.

Narracje odmiennie interpretują szanse i zagrożenia procesu transformacji, mają jednak punkty wspólne. Interesariusze zgadzają się co do potrzeby wykorzystania przewag konkurencyjnych i istniejącego potencjału przemysłowego w projektowaniu dalszej ścieżki rozwoju regionalnego, konieczności uruchomienia instrumentów wspierających osoby zagrożone utratą zatrudnienia na skutek transformacji oraz aktywnego wspierania dywersyfikacji struktury gospodarczej regionu i tworzenia miejsc pracy w działalnościach o dużym potencjale wzrostu. Transformacja jest więc postrzegana jako sposobność do przeprowadzenia kompleksowych procesów, które nieuchronnie miałyby miejsce ze względu na coraz trudniejsze warunki wydobywania węgla kamiennego, sytuację ekonomiczną przemysłu węglowego i postęp technologiczny. Istnieje również ogólna zgoda co do konieczności zachowania górniczego dziedzictwa regionu i szacunku dla jego historii.

Analiza narracji wskazuje, że ich główne nurty, a więc ogólne postawy wobec transformacji, ulegają zmianie. Nie jest to nagły zwrot, ale powolny i stopniowy proces kształ-

towany przez wewnętrzną dynamikę interakcji interesariuszy i zewnętrzne wydarzenia. Dalsza ścieżka rozwoju regionalnego będzie wynikiem interpretacji pojęcia sprawiedliwej transformacji wśród decyzyjnych interesariuszy i stopniowo podejmowanych interwencji w ramach polityki publicznej.

Literatura

- ARP, Polski rynek węgla. [Online:] <https://polskirynekwegla.pl/raporty-dynamiczne> [dostęp: 06.02.2022].
- Biedenkopf K., 2021 – Polish Climate Policy Narratives: Uniqueness, Alternative Pathways, and Nascent Polarisation. *Politics and Governance* 9(3), s. 391–400.
- Blaschke W. i Gawlik L., 1999 – Coal mining industry restructuring in Poland: Implications for the domestic and international coal markets. *Applied Energy* 64(1–4), 453–456.
- Brauers H. i Oei P.-Y., 2020 – The political economy of coal in Poland: Drivers and barriers for a shift away from fossil fuels. *Energy Policy* 144, DOI: 10.1016/j.enpol.2020.111621.
- Drobniak A., red., 2022 – Sprawiedliwa transformacja regionów węglowych w Polsce. Impulsy, konteksty, rekomendacje strategiczne. Wyd. UE w Katowicach.
- ERD, Eurostat. [Online:] <https://ec.europa.eu/eurostat/web/regions/data/database> [dostęp: 06.02.2022].
- Faliszek i in. 2001 – Faliszek K., Łęcki K. i Wódcz K., 2001 – Górnicy: Zbiorowości górnicze u progu zmian. Wyd. Naukowe Śląsk.
- Frankowski i in. 2023 – Frankowski J., Mazurkiewicz J. i Sokołowski J., 2023 – Mapping the indirect employment of hard coal mining: A case study of Upper Silesia, Poland. *Resources Policy* 83, DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103693.
- Geels i in. 2017 – Geels F.W., Sovacool B.K., Schwanen T. i Sorrell S., 2017 – Sociotechnical transitions for deep decarbonization. *Science* 357(6357), s. 1242–1244, DOI: 10.1126/science.aao3760.
- GUS, Bank Danych Lokalnych. 2023. [Online:] <https://bdl.stat.gov.pl/BDL> [dostęp: 08.09.2023].
- Hayo B., 2004 – Public support for creating a market economy in Eastern Europe. *Journal of Comparative Economics* 32(4), s. 720–744.
- Hermwille i in. 2023 – Hermwille L., Schulze-Steinen M., Brandemann V., Roelfes M., Vrontisi Z., Kesküla E., Anger-Kraavi A., Trembaczowski Ł., Mandrysz W., Muster R. i Zygmunt-Ziemianek A., 2023 – Of hopeful narratives and historical injustices – An analysis of just transition narratives in European coal regions. *Energy Research & Social Science* 104, DOI: 10.1016/j.erss.2023.103263.
- Jonek-Kowalska I., 2015 – Challenges for long-term industry restructuring in the Upper Silesian Coal Basin: What has Polish coal mining achieved and failed from a twenty-year perspective? *Resources Policy* 44, s. 135–149, DOI: 10.1016/j.resourpol.2015.02.009.
- Korski i in. 2016 – Korski J., Tobór-Osadnik K. i Wyganowska M., 2016 – Reasons of problems of the Polish hard coal mining in connection with restructuring changes in the period 1988–2014. *Resources Policy* 48, s. 25–31, DOI: 10.1016/j.resourpol.2016.02.005.
- Krzysztofik i in. 2021 – Krzysztofik R., Runge J. i Kantor-Pietraga I., 2021 – An Introduction to Governance of Urban Shrinkage. A Case of Two Polish Cities: Bytom and Sosnowiec (No. 71; The Dissertations of Earth Science Faculty, Silesian Universit. [Online:] <http://hdl.handle.net/20.500.12128/3758> [dostęp: 06.02.2022].

- Kuchler M. i Bridge G., 2018 – Down the black hole: Sustaining national socio-technical imaginaries of coal in Poland. *Energy Research & Social Science* 41, s. 136–147, DOI: 10.1016/j.erss.2018.04.014.
- Lesiw-Głowacka i in. 2021 – Lesiw-Głowacka K., Skoczeń E., Molecki B., Kasprzak Ł. i Ktahl T., 2021 – Analiza powiązań funkcjonalnych DZW. [Online:] https://www.irt.wroc.pl/pliki/analiza_powiazan_funkcjonalnych_dzw/index.html [dostęp: 06.02.2022].
- Nowakowska i in. 2021 – Nowakowska A., Rzeńca A. i Sobol A., 2021 – Place-Based Policy in the “Just Transition” Process: The Case of Polish Coal Regions. *Land* 10(10), DOI: 10.3390/land10101072.
- Osička i in. 2020 – Osička J., Kemmerzell J., Zoll M., Lehotský L., Černoch F. i Knodt M., 2020 – What’s next for the European coal heartland? Exploring the future of coal as presented in German, Polish and Czech press. *Energy Research & Social Science*, 61, DOI: 10.1016/j.erss.2019.101316.
- PSE, Raporty roczne z funkcjonowania KSE. [Online:] <https://www.pse.pl/dane-systemowe> [dostęp: 06.02.2022].
- Rabiej-Sienicka i in. 2022 – Rabiej-Sienicka K., Rudek T.J. i Wagner A., 2022 – Let it Flow, Our Energy or Bright Future: Sociotechnical imaginaries of energy transition in Poland. *Energy Research & Social Science* 89, DOI: 10.1016/j.erss.2022.102568.
- Roberts J.C.D., 2017 – Discursive destabilisation of socio-technical regimes: Negative storylines and the discursive vulnerability of historical American railroads. *Energy Research & Social Science* 31, s. 86–99, DOI: 10.1016/j.erss.2017.05.031.
- Ruppert Bulmer i in. 2021 – Ruppert Bulmer E., Pela K., Eberhard-Ruiz A. i Montoya J., 2021 – Global Perspective on Coal Jobs and Managing Labor Transition out of Coal. Key Issues and Policy Responses. World Bank, Washington DS. [Online:] <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/37118> [dostęp: 06.02.2022].
- Skoczkowski i in. 2020 – Skoczkowski T., Bielecki S., Kocharński M. i Korczak K., 2020 – Climate-change induced uncertainties, risks and opportunities for the coal-based region of Silesia: Stakeholders’ perspectives. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 35, s. 460–481, DOI: 10.1016/j.eist.2019.06.001.
- Sokołowski i in. 2022 – Sokołowski J., Frankowski J., Mazurkiewicz J. i Lewandowski P., 2022 – Hard coal phase-out and the labour market transition pathways: The case of Poland. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 43, s. 80–98, DOI: 10.1016/j.eist.2022.03.003.

Narratives around the energy transition and coal mining in Poland

Keywords: coal mining, political narratives, energy transition

Abstract: The article discusses narratives related to coal phase-out and the changes in coal-intensive regions. Narratives encompass the positions and opinions of various stakeholders that integrate different observations, facts, experiences, and interpretations of processes within the socio-economic system. Institutions representing similar narratives provide arguments that can either hinder or facilitate changes in the current system. Understanding these positions is crucial for designing public policies in the energy transition.

The aim of the article is to identify the main narratives and assess their potential influence on the social acceptance of the transition. Stakeholders' attitudes and opinions were identified through a review of strategic documents, an analysis of political discourse related to coal phase-out, interviews with key stakeholders, and statistical analysis.

The article indicates that the narratives often draw upon historical experiences related to coal phase-out. These positions emphasize the threats associated with the transformation of the energy system and the necessity of profound changes in the socio-economic structure of coal regions. These statements are balanced by positions emphasizing the opportunities arising from utilizing the potential accumulated in the region, especially for the development of modern industrial and service sectors. The transition is also associated with improving air quality and living conditions for residents. These narratives gradually evolve towards accepting the transition process. The further path of regional development will result from the interpretation of the concept of a just transition among decision-making stakeholders and the interventions gradually implemented within public policy.

Ocena wymywania zanieczyszczeń z odpadów wydobywczych górnictwa węgla kamiennego w świetle wieloletnich badań

Słowa kluczowe: górnictwo węgla kamiennego, odpady wydobywcze, zanieczyszczenie, zawartość całkowita, forma wymywalna, wymywanie, zagrożenie dla środowiska

Streszczenie: Analizie poddano szereg danych literaturowych w zakresie jakości odpadów wydobywczych górnictwa węgla kamiennego, obejmujących badania własne oraz badania innych autorów. Analizowano materiał w odniesieniu do parametrów i ich wartości granicznych, stawianych odpadom wydobywczym obojętnym. Analizowano zatem zawartość siarki oraz arsenu, kadmu, kobaltu, chromu, miedzi, rtęci, molibdenu, niklu, ołowiu, wadnadu i cynku. Analizie poddano zawartość poszczególnych składników w formie całkowitej oraz ich zawartość w formie wymywalnej. Zestawienie analizowanych badań pozwoliło na wydzielenie charakterystycznych grup odpadów wydobywczych ze względu na wykazaną jakość odpadów oraz charakter i wielkość potencjalnego zanieczyszczenia. Wydzielono odpady składowane (na hałdach, składowiskach), odpady pochodzące bezpośrednio z produkcji, materiał do produkcji kruszywa (skała płonna) oraz muły węglowe (z odwadniania na prasach filtracyjnych lub z osadników wód dołowych). Obserwuje się zdecydowaną niejednorodność materiału odpadowego i zróżnicowanie uzyskanych wartości w zakresie składników potencjalnie zanieczyszczających środowisko. Zdecydowaną odmienność pokazują badania wymywalności a tym samym wymywania dla próbek odpadów wydobywczych. Generalnie, odpady wydobywcze (górniczne i przeróbcze) zgromadzone na hałdach w formie silnie zwiertzałej, stanowią zagrożenie dla środowiska gruntowo-wodnego i mogą negatywnie kształtować jakość środowiska w otoczeniu obiektów. Natomiast odpady wydobywcze bezpośrednio z produkcji (typu kruszywa czy muły węglowe) oraz odpady świeżo deponowane na składowiskach wykazują niską wymywalność i nie stanowią w takiej formie zagrożenia dla środowiska gruntowo-wodnego. Jednak, w przypadku braku odpowiedniego zabezpieczenia może nastąpić uruchomienie wymywalności związków zanieczyszczających, analogicznie jak w przypadku odpadów składowanych na hałdach.

Wprowadzenie

Ciągłym elementem procesu wydobycia węgla kamiennego i wzbogacania urobku węglowego jest powstawanie znaczących ilości materiału odpadowego. Materiał ten

powstaje w procesach urabiania górotworu, wydobywania węgla oraz jego przeróbki i uzdatniania, a jego ilość zależy od wielu czynników. Generalnie szacuje się, że na 1 Mg wydobytego węgla kamiennego przypada średnio 0,3 Mg materiału odpadowego (Gawenda i Olejnik 2008). Największą część odpadów wydobywczych stanowią odpady przerobcze i mają one większościowy (blisko 80%) udział w ogólnej masie odpadów wytwarzanych w kopalniach (Góralczyk i Baic 2009; <http://geoportal.pgi.gov.pl/odpady/wytwarzanie>). Odpady wydobywcze górnictwa węgla kamiennego to przede wszystkim skały płonne wydobywane wraz z węglem oraz odpady związane z przeróbką i wzbogacaniem surowca. Skały płonne towarzyszące wydobywaniu węgla coraz częściej traktowane są nie jako odpady, ale jako źródło surowców mineralnych przeznaczonych do zagospodarowania w różnych procesach. Hierarchia postępowania z odpadami, w pierwszej kolejności, wskazuje na konieczność zapobiegania powstawaniu odpadów. W dalszej kolejności istotą są procesy odzysku. W ostateczności możliwe jest unieszkodliwienie odpadów poprzez składowanie. Istnieje szereg rozwiązań służących zagospodarowaniu materiału odpadowego, głównie w postaci kruszyw, do celów budowlanych czy rekultywacji oraz jako produktów energetycznych (m.in. Góralczyk i Baic 2009; Szymkiewicz i in. 2009; Ostrega i Uberman 2010; Baic, Witkowska-Kita 2011; Góralczyk red. 2011; Gruszka i Pruciak-Karasek 2011; Rosik-Dulewska 2012; Kugiel i Piekło 2012; Wróbel i in. 2012; 2013; Galos i Szlugaj 2010, 2014; Kłojzy-Karczmarczyk i Mazurek 2015, 2017; Szlugaj 2020). Warsztat badawczy pozwalający na opracowywanie i wprowadzanie nowych metod zagospodarowania odpadów stale się powiększa.

Analiza możliwości wykorzystania odpadów wydobywczych z produkcji węgla kamiennego lub produktów wytwarzanych na bazie skały płonnej (kruszyw) w różnych procesach gospodarczych, jest zagadnieniem złożonym, zarówno w sferze przepisów odnoszących się do jakości samego materiału, jak też w odniesieniu do przepisów dotyczących potencjalnych zagrożeń, m.in. dla środowiska gruntowo-wodnego. Zagospodarowanie odpadów wydobywczych lub materiałów surowcowych na bazie skały płonnej, powinno się odbywać w sposób minimalizujący ewentualne zagrożenie dla środowiska. Istotnym zagadnieniem jest zawartość całkowita pierwiastków zanieczyszczających w materiale odpadowym. Ocena zagrożenia dla środowiska gruntowo-wodnego powinna być jednak realizowana z uwzględnieniem zawartości pierwiastków w formie wymywalnej. Zawartość pierwiastków w tej formie odgrywa podstawową rolę w transporcie zanieczyszczenia w środowisku.

Analiza zagrożenia dla środowiska ze strony odpadów wydobywczych, zagospodarowywanych w różnych procesach (m.in. rekultywacja techniczna) czy też składowanych została przeprowadzona zatem, w oparciu o badania wielkości wymywania poszczególnych składników. Przedmiotową analizę przeprowadzono w oparciu o badania własne, publikowane we wcześniejszych pracach oraz w oparciu o inne dane literaturowe dotyczące wybranych parametrów materiału odpadowego (opisywanego jako surowca, produktu lub odpadu). Badania wymywalności, a tym samym wielkości wymywania materiału odpadowego powstającego w sektorze wydobywczym, są przedmiotem prac z udziałem autorki od wielu lat. Pierwsze badania sięgają początku XXI wieku i są przedmiotem obszer-

nej monografii (Klojzy-Karczmarczyk 2003), której częścią są wyniki badań uzyskane dla odpadów górniczych. W kolejnych latach warsztat badawczy powiększał się, a badania i prowadzone analizy dotyczyły różnych pierwiastków, zarówno w formie całkowitej, jak też w formie wymywalnej, i dotyczyły różnych warunków środowiska (Klojzy-Karczmarczyk i Mazurek 2021). Prezentowana praca stanowi zatem analizę wieloletnich badań i ocenę uzyskanych wyników, prowadzonych na przestrzeni blisko 20 lat, w szczególności przez zespół z udziałem autorki, wzbogaconych wynikami prac publikowanych przez innych autorów w przedmiotowym zakresie. Istotnym zagadnieniem jest sposób interpretacji realizowanych badań laboratoryjnych. Sposób podawania wyników zależy od przewidywanego kierunku ich zastosowania i zmieniał się w zależności od postawionego celu realizowanej pracy. Uzyskane wyniki można odnosić do wartości granicznych stawianych w odniesieniu do środowiska wodnego, jak też do wartości granicznych stawianych dla materiału odpadowego. Pozwala to na szeroką interpretację uzyskanych wyników i daje przybliżony obraz zagrożenia, jaki stwarza dla środowiska konkretny odpad czy materiał.

Należy podkreślić, że materiał poddany analizie został wybrany na podstawie dostępnej literatury, a każde kolejne materiały i analizy mogą dostarczać nowych, często odmiennych danych ze względu na zdecydowane zróżnicowanie materiału odpadowego wytwarzanego przez sektor wydobywczy.

Stosowana metodyka badań i analiza porównawcza

Dostępne, publikowane badania laboratoryjne prezentują wyniki badań zawartości związków potencjalnie zanieczyszczających w odpadach wydobywczych, zarówno w formie całkowitej, jak też w formie wymywalnej. Podstawowym aktem prawnym, który pozwala klasyfikować konkretny odpad do odpadów wydobywczych obojętnych, jest rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 lipca 2011 r. w sprawie kryteriów zaliczania odpadów wydobywczych do odpadów obojętnych (Dz.U. z 2011, nr 175, poz. 1048). Zapisy tego rozporządzenia pozwalają na analizę jakości materiału odpadowego w oparciu o zawartość potencjalnych składników zanieczyszczających w formie całkowitej. Kluczowe znaczenie dla możliwości klasyfikacji odpadów wydobywczych ma obecność związków siarki. Maksymalna całkowita zawartość siarki siarczkowej w odpadach wydobywczych uznanych za obojętne może wynosić 0,1 lub 1% (jeżeli wskaźnik potencjału neutralizacji NPR jest większy niż 3). W nawiązaniu do badań wielu autorów można przyjmować wartość graniczną dla siarki na poziomie 1%, a brak przekroczeń tej wartości pozwala na klasyfikowanie analizowanego materiału do odpadów wydobywczych obojętnych. Wcześniejsze badania (Klojzy-Karczmarczyk i in. 2016a) pokazują, że dla próbek typu kruszywa (skała płonna) wartość wskaźnika potencjału neutralizacji jest wysoka i przyjęta wartość graniczna na poziomie 1% jest zasadna. Inaczej należy oceniać odpady

wydobywcze typu muły węglowe, dla których często wartość wskaźnika potencjału neutralizacji jest niska. W takim przypadku, jako wartość graniczną zawartości siarki całkowitej w odpadach wydobywczych uznanych za obojętne należy przyjmować 0,1%.

Podstawową rolę w transporcie zanieczyszczeń w środowisku wykazuje jednak udział formy wymywalnej w całkowitej zawartości danego pierwiastka, potencjalnie zanieczyszczającego. W oparciu o zawartość tej formy należy realizować ocenę zagrożenia dla środowiska gruntowo-wodnego. Udział form rozpuszczalnych w całkowitej zawartości konkretnego składnika nabiera szczególnego znaczenia w przypadku rozważań dotyczących poszukiwania nowych lub modyfikowania istniejących sposobów zagospodarowania lub unieszkodliwiania odpadów wydobywczych. Istnieje szereg czynników, które mają wpływ na wielkość procesu wymywania z różnorodnych związków. Głównie jest to rozdrobnienie i kształt ziaren materiału, temperatura otoczenia, stosunek cieczy do fazy stałej (*L/S – liquid/solid*), potencjał redoks, warunki pH środowiska oraz czas kontaktu badanego materiału z wodą opadową (m.in. Król 2011; Rosik-Dulewska i Karwaczyńska 2008; Vitková i in. 2009; Król i in. 2020). Analizowany w warunkach laboratoryjnych poziom uwalniania różnych metali, czyli udział form rozpuszczalnych w całkowitej zawartości konkretnego składnika, nazywany jest poziomem wymycia (Mizerna i Król 2015). Średnia wielkość poziomu wymycia dla metali i metaloidów z próbek środowiskowych różnego pochodzenia kształtuje się generalnie na poziomie od kilku do kilkunastu procent. Ilość wyników dotyczących wymywalności poszczególnych składników i badania wymywania, a tym samym ilość badań dotyczących określenia poziomu wymycia, jest ciągle niewystarczająca. Jednak zestawienie, analizowanych we wcześniejszych pracach, wyników badań pozwoliło na usystematyzowanie wiedzy. Analiza wieloletnich badań pozwala na wydzielenie charakterystycznych grup w obszarze odpadów wydobywczych ze względu na wykazaną jakość odpadów oraz charakter i wielkość potencjalnego zanieczyszczenia, określony na podstawie klasycznych testów wymywalności.

Badania wielkości wymywalności, a tym samym wielkości wymywania poszczególnych składników z materiału odpadowego, prowadzono najczęściej metodą statyczną z zastosowaniem testu wymywalności 1:10 (faza stała/ciecz = 1 kg/10 dm³, L/S = 10 dm³/kg). Prowadzono ekstrakcję jednostopniową, choć realizowane są również badania w kilku etapach i przy innym stosunku fazy stałej do roztworu ługującego. W celu przygotowania wyciągów wodnych do badań wymywalności, wszystkie próbki zostały poddane rozdrobnieniu, uśrednieniu, a następnie wymywaniu. Badania wymywalności prowadzono zgodnie z Polską Normą z roku 2006 (PN-EN 12457-2 oraz PN-EN 12457-4). W latach wcześniejszych badania prowadzono zgodnie z obowiązującą normą PN-97/Z-15009. Podstawowe założenia stosowane w normach z różnych lat są ze sobą zgodne. Wyniki oznaczeń analitycznych eluatu podawane są w mg/dm³. Przy znanych i podawanych warunkach testu wymywalności możliwe jest przeliczanie uzyskanych wyników na uwalnianą ilość składnika zanieczyszczającego w odniesieniu do suchej masy próbki, przez co określa się wielkość wymywania (tab. 2 i 3). Wielkość ta podawana jest w mg/kg suchej masy próbki analizowanego materiału odpadowego.

Tabela 1. Zestawienie badań zawartości całkowitej pierwiastków w odpadach wydobywczych na podstawie literatury (wybrane dane)
 Table 1. Summary of tests total content of elements in extractive waste on the basis of other studies (selected data)

| Nr | Charakter badanego materiału i pochodzenie oraz źródło danych | Zawartość całkowita składników (C _{tot}) [mg/kg] | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|-----------|------------|-------------|--------------|--------------|
| | | As | Cd | Co | Cr | Cu | Hg | Mo | Ni | Pb | V | Zn | S |
| | Wartości graniczne* | 20 | 5 | 30 | 150 | 100 | 3 | 10 | 50 | 100 | 500 | 350 | 10 000 |
| Odpady składowane (hałdy, składowiska) | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Odpady górnicze ze składowiska Smolnica (Kłojzy-Karczmarczyk 2003)** | 3,60 | <0,05 | 7,40 | 26,60 | 17,09 | - | <0,17 | 15,94 | 25,78 | 19,31 | 19,38 | 11 240 |
| 2 | Odpady wydobywcze ze zwalowiska KWK „X” (Korban 2011) | - | - | - | 30,0 | 81,3 | - | - | 26,0 | 77,6 | - | 82,8 | 7 233 |
| 3 | Odpady wydobywcze kopalni Siersza (Kicińska, Kosa 2016) | - | 1,06-8,8 | - | - | - | - | - | - | 3,45-5,2 | - | 0,006-33471 | - |
| 4 | Materiał skalny zwalut Hatıda Ruda (Jabłońska-Czapla i in. 2015) | 8,1 | 14 | 25 | 311 | 86 | - | 3,2 | 85 | 172 | 136 | 750 | - |
| 5 | Odpady górnicze z hałdy nieczynnej kopalni Siersza (Kłojzy-Karczmarczyk i in. 2016b) | <0,5-3,2,30 | 0,03-6,16 | 3,35-17,08 | 11,64-604,47 | 20,5-106,2 | 0,06-0,30 | <0,3-4,57 | 9,4-69,0 | 43,1-240,7 | 18,2-399,9 | 35,3-1 313,7 | 847-95 028 |
| Odpady z produkcji, materiał do produkcji kruszywa (skała płonna) | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Odpady wydobywcze z kopalni Bogdanka (dane z lat 1996-2012) (Bzowski, Dawidowski 2013) | <2-11 | <3 | <3-147 | 51-137 | <2-96 | <1 | <2 | <2-87 | 8-71 | - | 80-186 | 120-3 760 |
| 7 | Odpady z procesu wzbogacania węgla (ciecze ciężkie, osadzarki, flotacja) (Dziok i in. 2015) | - | - | - | - | - | 0,055-0,249 | - | - | - | - | - | 1 200-10 600 |
| 8 | Materiał do produkcji kruszywa 0-200 mm (Kłojzy-Karczmarczyk i in. 2016, 2016a) | 1,8-11,7 | 0,025-0,045 | 14,3-20,6 | 60-1 172 | 23,8-52,3 | <0,01-0,01 | <0,03-0,07 | 79,6-91,9 | 17,1-49,3 | 115,7-691,0 | 37,6-48,1 | 162,8-39 400 |
| Muły węglowe węgla kamiennego | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Muły węglowe zdeponowane w osadnikach (Góralczyk i Baic 2009) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4 500-9 900 |
| 10 | Osad pobrany na wlocie rury dółotowej do osadnika wód dolowych (Gruchot i in. 2015) | - | 1,97 | - | 6,82 | 11,06 | - | - | 10,37 | 85,78 | - | 178,01 | - |
| 11 | Muły węglowe z odwadniania na prasach filtracyjnych (Kłojzy-Karczmarczyk i in. 2016a) | 15,9 | 0,085 | 10,6 | 1 482 | 41,3 | <0,01 | <0,04 | 59,8 | 33,9 | 862,4 | 79,6 | 1 477,6 |

Przekroczenie wartości granicznych (zaznaczono w szarych polach) zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów zaliczania odpadów wydobywczych do odpadów obojętnych (Dz.U. z 2011r. Nr 175, poz. 1048).

* Wartości dopuszczalne dla grupy B według rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. z 2002r., nr 165, poz. 1359), uznany za uchyłony.

** Podane wartości uzyskano poprzez przeliczenie zawartości związków na zawartość konkretnego pierwiastka.

Uzyskane wyniki, w trakcie badań wymywalności, porównuje się z parametrami stawianymi w rozporządzeniach wydanych na podstawie ustawy Prawo wodne, dotyczących klasyfikacji wód podziemnych, klasyfikacji wód powierzchniowych oraz jakości ścieków. Po przeliczeniu wymywalności w roztworach na wielkość wymywania z masy odpadów, celowe jest odniesienie uzyskanych wielkości do wartości granicznych stawianych dla odpadów mogących być dopuszczonych do składowania na składowiskach odpadów różnego typu, według rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz.U. 2015, poz. 1277). Wyniki oznaczeń analitycznych eluatu podane w mg/dm³ przeliczono zatem, w uzasadnionych przypadkach, na uwalnianą ilość składnika zanieczyszczającego w odniesieniu do suchej masy

Tabela 2. Wymywalność pierwiastków z odpadów wydobywczych na podstawie literatury (wybrane dane)

Table 2. The leaching elements in extractive waste on the basis of other studies (selected data)

| | Badany materiał odpadowy oraz źródło danych | | | Wartości graniczne dla III klasy jakości wód podziemnych (wody zadowalającej jakości)* |
|--|---|--|--|--|
| | Odpady górnicze z hałdy nieczynnej kopalni Siersza (wg Klojzy-Karczmarczyk i in. 2016b; Klojzy-Karczmarczyk i Mazurek 2014) | Materiał do produkcji kruszywa 0–200 mm (wg Klojzy-Karczmarczyk i in. 2016a) | Muły węglowe z odwadniania na prasach filtracyjnych (wg Klojzy-Karczmarczyk i in. 2016a) | |
| Stężenie składników w wyciągach wodnych (C) [mg/dm ³], Test 1:10 | | | | |
| As | <0,001–0,011 | <0,1 | <0,1 | 0,02 |
| Cd | <0,001–0,016 | <0,0003 | <0,0003 | 0,005 |
| Co | <0,0001–0,120 | – | – | 0,2 |
| Cr | <0,0005–0,480 | 0,028–0,037 | 0,073 | 0,05 |
| Cu | <0,0001–0,402 | 0,002–0,003 | 0,004 | 0,2 |
| Hg | 0,0006–0,0017 | <0,0001 | <0,0001 | 0,001 |
| Mo | <0,003–0,019 | <0,0003–0,0004 | 0,003 | 0,02 |
| Ni | <0,001–0,226 | 0,001–0,002 | 0,003 | 0,02 |
| Pb | <0,001–0,042 | <0,0001–0,005 | <0,001 | 0,1 |
| V | 0,013–0,149 | – | – | 0,05 |
| Zn | <0,01–4,420 | <0,01 | <0,01 | 1 |
| SO ₄ | 0,3–4252,0 | 18,7–122,6 | 74,2 | 250 |

* Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2019, poz. 2148), przekroczenie wartości granicznych dla III klasy jakości wód podziemnych (zaznaczono w szarych polach).

– nie oznaczano.

Tabela 3. Zestawienie badań wymywania pierwiastków z odpadów wydobywczych na podstawie literatury (wybrane dane)

Table 3. Summary of tests leaching elements in extractive waste on the basis of other studies (selected data)

| Nr | Charakter badanego materiału i pochodzenie oraz źródło danych | Wielkość wymywania składników (A) [mg/kg] | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|-----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|
| | | As | Cd | Co | Cr | Cu | Hg | Mo | Ni | Pb | V | Zn | SO ₄ | |
| | Wartości graniczne* | 0,5 | 0,04 | - | 0,5 | 2 | 0,01 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | - | - | 4 | 1000 |
| Odpady składowane (hałdy, składowiska) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Odpady górnicze ze składowiska Smolnica (Kłojzy-Karczmarczyk 2003) | <0,50 | 1,34 | 0,14 | 0,14 | <0,05 | - | <0,25 | <0,25 | <0,50 | <0,10 | <0,10 | <0,02 | 1 094 |
| 2 | Odpady wydobywcze ze zwałowiska KWK „X”*** (Korban 2011) | - | <0,02 | - | <0,2 | <7,0 | - | <2,5 | <2,5 | <0,7 | - | <5,2 | 0,01- -25 103 | 3 910 |
| 3 | Odpady wydobywcze kopalni Siersza*** (Kicińska i Kosa 2016) | - | 0,52- -3,69 | - | - | - | - | - | - | 1,76- -2,64 | - | - | 0,01- -25 103 | 2 430** |
| 4 | Odpady górnicze z hałdy nieczynnej kopalni Siersza** (Kłojzy-Karczmarczyk i in. 2016b; Kłojzy-Karczmarczyk i Mazurek 2014) | <0,01- 0,11 | <0,01- -0,16 | <0,001- -1,20 | <0,005- -4,8 | <0,001- -4,02 | 0,006- -0,017 | <0,03- -0,19 | <0,01- -2,26 | <0,01- -0,42 | 0,13- -1,49 | <0,1- -44,2 | 3- -42 520 | |
| Odpady z produkcji, materiał do produkcji kruszywa (skała płonna) | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Odpady wydobywcze kopalni GZW** (Bojarska i Bzowski, 2012) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | <100- -527 |
| 6 | *Materiał do produkcji kruszywa 0-200 mm (Kłojzy-Karczmarczyk i in. 2016a) | <1 | <0,003 | - | 0,28- -0,37 | 0,02- -0,03 | <0,001 | <0,003- -0,004 | 0,01- -0,02 | <0,001- -0,05 | - | - | <0,1 | 187- -1 226 |
| Muły węglowe węgla kamiennego | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Osad pobrany na wlocie rury dolotowej do osadnika wód dobowych** (Gruchot i in. 2015) | - | - | - | <0,1 | - | - | - | 10,71 | <0,1 | - | - | 0,14 | 501,2 |
| 8 | Muły węglowe z odwadniania na prasach filtracyjnych** (Kłojzy-Karczmarczyk i in. 2016a) | <1 | <0,003 | - | 0,73 | 0,04 | <0,001 | 0,03 | 0,03 | <0,01 | - | - | <0,1 | 742 |

Przekroczenie wartości granicznych (zaznaczono w szarych polach) analizowany zakres zgodny z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie kryteriów zaliczania odpadów wydobywczych do odpadów obojętnych (Dz.U. z 2011r. Nr175, poz. 1048).

* Kryteria dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach odpadów obojętnych wg rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie dopuszczania odpadów do składowania na składowiskach (Dz.U. z 2015r., poz. 1277).

** Podane wartości uzyskano poprzez przeliczenie wyników oznaczeń analitycznych w wyciągu wodnym 1:10 w mg/dm³ na uwalnianą ilość składnika zanieczyszczającego w odniesieniu do suchej masy próbki i podano w mg/kg masy próbki, przy stosunku masy próbki do objętości wody 1:10 (1kg/10 dm³).

*** Uwzględniono udział (%) formy wymywanej w zawartości całkowitej pierwiastka.

próbki i podano w mg/kg suchej masy próbki analizowanego odpadu. Wyniki pozyskane z wcześniejszych prac publikowanych zestawiono w formie tabelarycznej z podaniem źródła danych (tab. 1, 2, 3).

W ramach prezentowanej pracy, analizie wymywalności i wielkości wymywania poddano procesy prowadzone jedynie w warunkach obojętnych, ze względu na szeroką dostępność danych. Dobór odpowiedniej metody badania wymywalności jest istotnym elementem oceny zagrożenia dla środowiska. Należy zauważyć, że istotnym zagadnieniem jest obserwacja efektów rozpuszczalności związków potencjalnie zanieczyszczających w zależności od pH środowiska. Klasyczne testy wymywalności w warunkach statycznych, najczęściej stosowane w pracach laboratoryjnych, wykorzystują, jako medium ługującą wodę dejonizowaną. Pozwala to na określenie wielkości wymywania poszczególnych zanieczyszczeń w środowisku obojętnym. W rzeczywistości jednak, na zwałowiskach odpadów karbońskich odczyn roztworów porowych wykazuje znaczącą dynamikę zmian w szerokim zakresie pH od obojętnego do zdecydowanie kwaśnego. Z biegiem czasu następuje wietrzenie i utlenianie pirytu. Przy jednoczesnym braku związków buforujących następuje zakwaszenie środowiska, a wartości pH roztworów porowych zostają obniżone nawet do 2,5–3 (m.in. Gawor i in. 2014; Probiez i in. 2017; Szczepańska i Twardowska 1999; Kłojzy-Karczmarczyk 2003). Takie warunki są sprzyjające w procesie uwalniania metali i metaloidów mogących zanieczyszczać środowisko gruntowo-wodne. W odrębnej pracy podjęto już badania w warunkach kwaśnych z uwzględnieniem uwalniania rtęci z odpadów wydobywczych (Kłojzy-Karczmarczyk i Mazurek 2021). Ze względu jednak na ograniczone dane, uzyskane wyniki nie są przedmiotem prezentowanej analizy.

Analizowany materiał odpadowy i wyniki analizy

Odpady powstałe na etapie wydobycia i wzbogacania węgla kamiennego są klasyfikowane do grupy 01 (m.in. Góralczyk red. 2011; Bojarska i Bzowski 2012; Szlugaj 2020). Jednak w wielu przypadkach skały płonne traktowane są nie jako odpady, ale jako źródło surowców mineralnych do wykorzystania gospodarczego. Zatem, w zależności od przyjętego sposobu postępowania, ten sam materiał odpadowy może być zarówno produktem (po odpowiednim przygotowaniu), jak też odpadem, wykorzystywanym gospodarczo lub też składowanym w miejscach do tego przeznaczonych. W pracy przedstawiono analizę dostępnych danych literaturowych w zakresie jakości materiałów odpadowych, zarówno tych przeznaczonych do gospodarczego wykorzystania, bezpośrednio z produkcji (kruszywa, skała płonna, muły z odwadniania na prasach filtracyjnych), jak też tych zgromadzonych na składowiskach (hałdach) oraz w osadnikach. Charakteryzują się one zróżnicowanym czasem sezonowania, czyli przebywania w środowisku, a w konsekwencji zaawansowaniem procesów wietrzenia (Kłojzy-Karczmarczyk 2016). Analiza dotyczy od-

padów z bezpośredniej produkcji, gdzie procesy wietrzeniowe są w początkowej fazie, jak też odpadów składowanych przez wiele lat, gdzie procesy wietrzenia doprowadziły do szeregu przemian składu fizykochemicznego. Analizie poddano materiał w odniesieniu do parametrów i ich wartości granicznych stawianych odpadom wydobywczym obojętnym. Analizowano zatem zawartość siarki oraz arsenu, kadmu, kobaltu, chromu, miedzi, rtęci, molibdenu, niklu, ołowiu, wanadu i cynku.

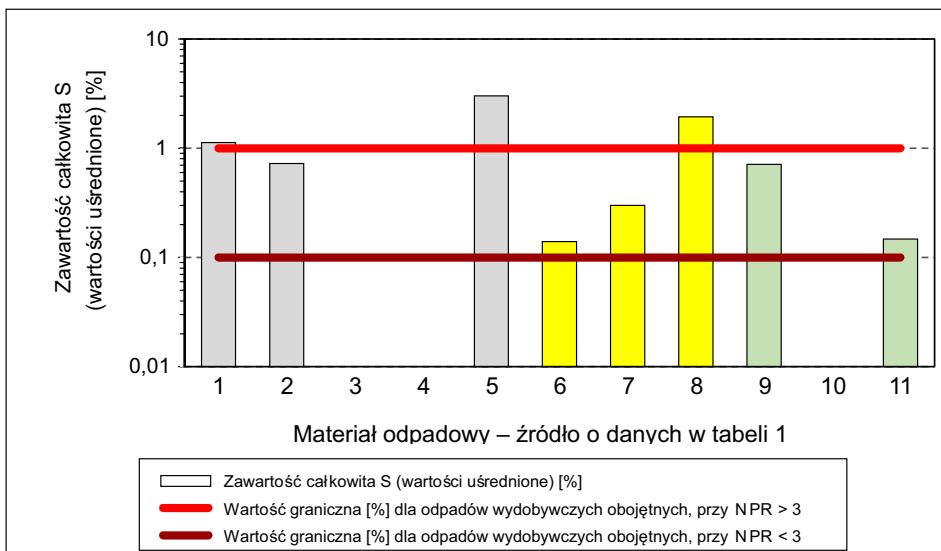
Zestawienie analizowanych wyników badań, prezentowanych we wcześniejszych pracach z udziałem autorki oraz innych źródeł danych podawanych w literaturze, pozwoliło na wydzielenie charakterystycznych grup w obszarze odpadów wydobywczych ze względu na wykazaną jakość odpadów oraz charakter i wielkość potencjalnego zanieczyszczenia. Zmienność i zróżnicowanie zawartości siarki w formie całkowitej oraz formie wymywalnej przedstawiono na rysunkach (rys. 1 i 2).

W ramach prezentowanej pracy, odpady wydobywcze (materiał odpadowy) zostały podzielone na:

- odpady składowane (hałdy, składowiska);
- odpady pochodzące bezpośrednio z produkcji, materiał do produkcji kruszywa (skała płonna);
- muły węglowe węgla kamiennego.

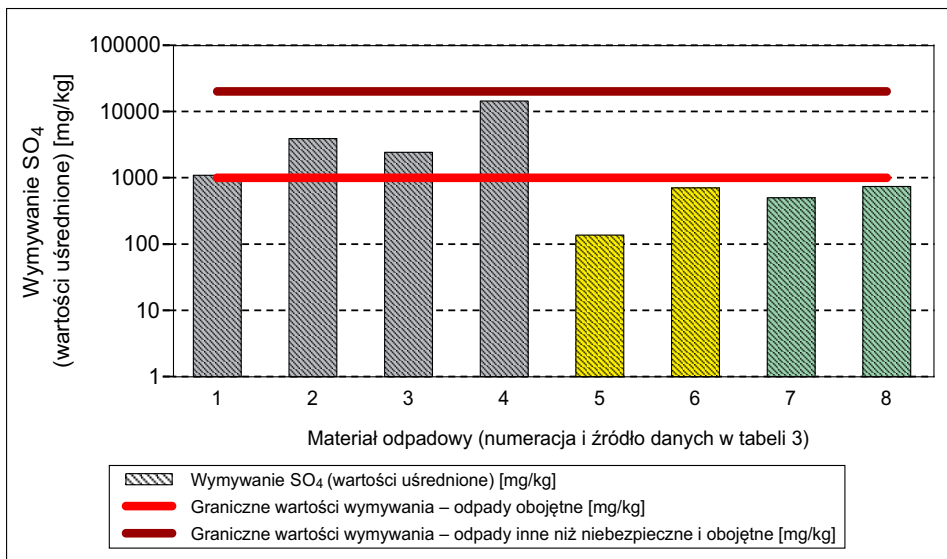
Taki podział ma uzasadnienie ze względu na pochodzenie odpadów oraz ich jakość i charakterystykę potencjalnego zanieczyszczenia.

Zbrane dane literaturowe w zakresie całkowitej zawartości siarki (rys. 1) oraz innych elementów potencjalnie zanieczyszczających nie wykazują zdecydowanej odmienności



Rys. 1. Zróżnicowanie zawartości siarki całkowitej w odpadach wydobywczych

Fig. 1. Diversity of total sulfur content in the hard coal extractive waste



Rys. 2. Zróżnicowanie wymywania siarczanów z odpadów wydobywczych

Fig. 2. Diversity of sulfate leaching from the hard coal extractive waste

w zależności od charakteru próbki i pochodzenia odpadów. Jednak badania wymywalności, a tym samym wymywania w obszarze analogicznych próbek odpadów wydobywczych wykazują zdecydowaną odmienność w charakterystyce i wskazują na możliwość grupowania uzyskanych wyników badań ze względu na pochodzenie próbki i wielkość wymywania (rys. 2). Zdecydowane znaczenie ma tutaj czas sezonowania materiału poddanego analizie, co wpływa na intensywność przeobrażenia materiału w wyniku zachodzących procesów fizycznych i chemicznych. Przeprowadzone i analizowane badania wymywalności pozwoliły na wydzielenie proponowanych, w prezentowanej pracy, grup odpadów wydobywczych. Uzyskane wyniki i wydzielone grupy odpadów stanowią podstawę do przeprowadzenia oceny potencjalnego oddziaływania na środowisko odpadów wydobywczych ze względu na ich pochodzenie. Uzyskane wyniki oceny wielkości wymywania zanieczyszczeń z odpadów wydobywczych, na podstawie szeregu badań z wielu lat, w odniesieniu do wartości granicznych stawianych w odpowiednich aktach prawnych, zestawiono w formie tabelarycznej (tab. 4).

Odpady składowane (hałdy, składowiska)

Odpady zgromadzone na składowiskach (hałdach) to odpady górnicze w postaci skały płonnej oraz odpady przerobcze ze wzbogacania i flotacji węgla. W dużej części są to

Tabela 4. Zestawienie analizowanych odpadów wydobywczych wraz z oceną zagrożenia dla środowiska

Table 4. A summary of the studied extractive waste and an environmental risk assessment

| Wydzielona grupa odpadów wydobywczych | Stosowany kod odpadów* | Charakterystyka materiału odpadowego | Ocena zagrożenia dla środowiska |
|---|------------------------|--|---|
| Odpady składowane (hałdy, składowiska) | 01 01 02 01 04 12 | Odpady górnicze oraz odpady przerobcze zdeponowane na składowiskach (hałdach); odpady przeobrażone w procesach fizykochemicznych, których czas składowania (sezonowania) w obiektach przekracza wiele lat (odpady zwietrzałe i bardzo zwietrzałe). | <ul style="list-style-type: none"> – Przekroczenie wartości granicznych stawianych odpadom wydobywczym obojętnym ze względu na siarkę oraz As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn; – Brak spełnienia kryteriów dopuszczenia odpadów do składowania na składowiskach odpadów obojętnych ze względu na wielkość wymywania siarczanów oraz Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn. – Brak spełnienia kryteriów dopuszczenia do składowania na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne ze względu na wielkość wymywania siarczanów oraz Zn; – Przekroczenie wartości granicznych dla III klasy jakości wód podziemnych dla wymywalności siarczanów oraz Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn. |
| Odpady z produkcji, materiał do produkcji kruszywa (skała płonna) | 01 01 02 01 04 12 | Odpady górnicze oraz odpady przerobcze, materiał przeznaczony do produkcji kruszyw o różnym uziarnieniu (stosowane m.in. do budowy nasypów, podbudów dróg, niwelacji terenu, rekultywacji technicznej obiektów, budowy wałów przeciwpowodziowych); odpady bezpośrednio z produkcji, materiał nie przeobrażony. | <ul style="list-style-type: none"> – Przekroczenie wartości granicznych stawianych odpadom wydobywczym obojętnym ze względu na siarkę oraz Cr, Ni, V; – Brak spełnienia kryteriów dopuszczenia do składowania na składowiskach odpadów obojętnych ze względu na wielkość wymywania siarczanów; – Spełnienie kryteriów dopuszczenia odpadów do składowania na składowiskach innych niż niebezpieczne i obojętne ; – Dotrzymanie wartości granicznych dla III klasy jakości wód podziemnych dla wymywalności potencjalnych zanieczyszczeń. |
| Muły węglowe węgla kamiennego | 01 04 12 01 04 81 | Odpady przerobcze drobnoziarniste, powstałe w wyniku flotacji węgla; odpady powstałe z odwadniania na prasach filtracyjnych lub odpady kierowane do osadników wód dołowych; materiał o niskiej wartości opałowej, ale wykazujący możliwość wykorzystania w celach energetycznych | <ul style="list-style-type: none"> – Przekroczenie wartości granicznych stawianych odpadom wydobywczym obojętnym ze względu na siarkę oraz Cr, Ni, V; – Brak spełnienia kryteriów dopuszczenia odpadów do składowania na składowiskach odpadów obojętnych ze względu na wielkość wymywania Cr oraz Ni; – Spełnienie kryteriów dopuszczenia do składowania na składowiskach odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne; – Generalnie dotrzymanie wartości granicznych dla III klasy jakości wód podziemnych dla wymywalności potencjalnych zanieczyszczeń, jedyne przekroczenie dotyczy Cr. |

* Rozporządzenie Ministra Klimatu z 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2020, poz. 10)
 01 01 02 – Odpady z wydobywania kopaliny innych niż rudy metali;
 01 04 12 – Odpady powstające przy płukaniu i oczyszczaniu kopaliny inne niż wymienione w 01 04 07 i 01 04 11;
 01 04 81 – Odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla inne niż wymienione w 01 04 80.

odpady przeobrażone w procesach fizykochemicznych, których czas składowania (sezonowania) w obiektach do tego przeznaczonych przekracza wiele lat. Często są to odpady zwietrzałe oraz bardzo zwietrzałe, zgodnie z klasyfikacją K.M. Skarzyńskiej (1997). Analizie poddano dane dotyczące odpadów składowanych w różnych obiektach, m.in. na składowiskach (zwałowiskach) Smolnica, Siersza czy Hałda Ruda (tab. 1, 2, 3). Generalnie, analizowane składowiska są obiektami o wieloletniej historii składowania a w każdym przypadku czas składowania (sezonowania) przekracza 15 lat. Odpady takie należą zatem do bardzo zwietrzałych. Całkowita zawartość siarki dla odpadów deponowanych przyjmuje wartości od 0,08 do 9,5%. Na składowiskach odpadów górniczych charakterystyczne są przemiany, obserwowane dla związków siarki. Ich wymywanie jest długotrwałe i obserwowane przez wiele lat, zwiększając swą intensywność z biegiem czasu w wyniku procesów wietrzenia fizycznego i chemicznego. Obserwuje się przekroczenie wartości granicznych stawianych odpadom wydobywczym obojętnym oraz zwiększoną wymywalność poszczególnych związków zanieczyszczających w odniesieniu do wartości granicznych stawianych dla III klasy czystości wód podziemnych (tab. 2, 3, 4). Odpady wydobywcze (górnice i przeróbcze) w formie zwietrzałej stanowią zatem potencjalne zagrożenie dla środowiska gruntowo-wodnego i mogą negatywnie kształtować jakość środowiska w otoczeniu obiektów, gdzie deponowany był i jest analizowany materiał odpadowy.

Odpady bezpośrednio z produkcji, materiał do produkcji kruszywa (skała płonna)

Odpady górnicze oraz odpady przeróbcze, wytwarzane w procesie wydobywania i wzbogacania węgla, przeznaczone są często do produkcji kruszyw o różnym uziarnieniu. Materiał odpadowy, jako odpad lub jako surowiec, stosowany jest m.in. do budowy nasypów, podbudowy dróg, niwelacji terenu, rekultywacji technicznej wyrobisk czy innych obiektów, budowy wałów przeciwpowodziowych. Wydzielona grupa odpadów wydobywczych to odpady bezpośrednio z produkcji, gdzie materiał nie został jeszcze przeobrażony lub przeobrażony nieznacznie w wyniku procesów fizycznych i chemicznych. Zawartość całkowita siarki dla odpadów z bezpośredniej produkcji wykazuje charakterystyczną zmienność, przyjmując wartości od 0,012 do 3,9%. Generalnie wymywalność poszczególnych związków zanieczyszczających jest niska, choć obserwuje się pojedyncze przypadki braku dotrzymania kryteriów dla możliwości składowania na składowiskach odpadów obojętnych ze względu na wielkość wymywania siarczanów. Istotne jest obserwowane dotrzymanie wartości granicznych dla III klasy jakości wód podziemnych w procesie wymywalności potencjalnych zanieczyszczeń. Przeprowadzona analiza dotyczy dostępnych w literaturze informacji dla materiału odpadowego. Istnieją jednak dodatkowe dane, które mogą być analizowane w przedmiotowym zakresie. Szeroką analizę jakościową wydzielonych kruszyw, z odpadów górniczych i przeróbczych, o uziarnieniu 0–4 mm i 4–31,5 mm, jako surowca przeznaczonego do gospodarczego wykorzystania obejmuje

praca J. Szlugaja (2020). Praca ta wykazuje, że na bazie surowców odpadowych z górnictwa węgla kamiennego możliwa jest produkcja kruszyw mineralnych o odpowiednich parametrach jakościowych stawianym materiałom budowlanym w określonych zastosowaniach gospodarczych. W tym miejscu należy jednak podkreślić, że odpady wydobywcze (bezpośrednio z produkcji) oraz odpady świeżo deponowane na składowiskach wykazują niską wymywalność, ale zawierają one tylko część zanieczyszczeń, które mogą być uwalniane do środowiska wodnego w konkretnym czasie. Całkowita masa zanieczyszczeń, które mogą być uruchamiane z takiego materiału odpadowego, zależy od możliwych przemian fizykochemicznych zachodzących na przestrzeni czasu w masie materiału, związanych głównie z procesami wietrzenia fizycznego i charakterystycznym utlenianiem siarczków metali w warunkach dostępu powietrza i wody. W przypadku braku odpowiedniego zabezpieczenia może nastąpić uruchomienie tych procesów, co w konsekwencji może skutkować wzrostem wymywalności siarczanów oraz metali i metaloidów, zwłaszcza po wielu latach sezonowania, analogicznie jak w przypadku odpadów składowanych na hałdach.

Muły węglowe węgla kamiennego

Muły węglowe to odpady przerobcze drobnoziarniste, powstałe w wyniku wzbogacania i flotacji urobku węgla kamiennego. Muły węglowe to najdrobniejsze frakcje o uziarnieniu poniżej 1 mm, w których ziarna poniżej 0,035 mm stanowią do 60% składu. W praktyce są to odpady pochodzące z odwadniania na prasach filtracyjnych lub odpady skierowane do osadników wód dołowych. Jest to materiał o niskiej wartości opałowej, ale wykazujący możliwość wykorzystania w celach energetycznych, w tym poprzez ich zastosowanie w różnych mieszankach. Generalnie, w analizowanym mułach węglowych wykazano relatywnie niską zawartość siarki całkowitej na poziomie 0,15–0,99%. Analiza wymywalności i wielkość wymywania poszczególnych składników pozwalają na stwierdzenie, że muły węglowe, choć nie spełniają kryteriów stawianych odpadom wydobywczym obojętnym, to brak jest też zdecydowanych przekroczeń analizowanych parametrów. Generalnie obserwuje się dotrzymanie wartości granicznych dla III klasy jakości wód podziemnych, uzyskanych w procesie badania wymywalności potencjalnych zanieczyszczeń.

Podsumowanie i wnioski

Analizie poddano szereg danych literaturowych (obejmujących badania własne oraz badania innych autorów), które dotyczą materiału odpadowego z sektora wydobywa

i przeróbki węgla kamiennego. Analiza dotyczy materiału z bezpośredniej produkcji, gdzie procesy wietrzeniowe istnieją w początkowej fazie, jak też odpadów składowanych przez wiele lat, gdzie procesy wietrzenia doprowadziły do szeregu przemian składu fizykochemicznego. Analizie poddano materiał w odniesieniu do parametrów i ich wartości granicznych, stawianych odpadom wydobywczym obojętnym. Analizowano zatem zawartość siarki oraz arsenu, kadmu, kobaltu, chromu, miedzi, rtęci, molibdenu, niklu, ołowiu, wanadu i cynku. Analizie poddano zawartość poszczególnych składników w formie całkowitej oraz ich zawartość w formie wymywalnej. Uzyskane wyniki zestawiono z wartościami granicznymi odnoszącymi się do jakości samego materiału, jak też w odniesieniu do jakości środowiska gruntowo-wodnego. Taka analiza pozwoliła na ocenę potencjalnego zagrożenia dla środowiska ze strony odpadów wydobywczych, powstających w różnych procesach technologicznych i o różnym czasie ich sezonowania. Należy podkreślić, że ocena oddziaływania na środowisko odpadów powinna być prowadzona z uwzględnieniem zawartości pierwiastków w formie wymywalnej. Zawartość pierwiastków w tej formie odgrywa podstawową rolę w transporcie zanieczyszczenia w środowisku.

Zestawienie analizowanych badań pozwoliło na usystematyzowanie wiedzy i wydzielenie charakterystycznych grup w obszarze odpadów wydobywczych ze względu na wykazaną jakość odpadów oraz charakter i wielkość potencjalnego zanieczyszczenia. Analizowany materiał odpadowy podzielono zatem ze względu na ich pochodzenie i przetwarzanie w różnych procesach technologicznych. Ze względu na charakterystyczną odmienność, wydzielono odpady składowane (na hałdach, składowiskach), odpady pochodzące bezpośrednio z produkcji, materiał do produkcji kruszywa (skała płonna) oraz muły węglowe (z odwadniania na prasach filtracyjnych lub z osadników wód dołowych). W wydzielonych grupach odpadów wydobywczych obserwuje się zdecydowaną niejednorodność materiału odpadowego i zróżnicowanie uzyskanych wartości w zakresie składników potencjalnie zanieczyszczających środowisko. Odpady wydobywcze (górniczne i przerobcze) zgromadzone na hałdach w formie silnie zwiertzałej, stanowią zagrożenie dla środowiska gruntowo-wodnego i mogą negatywnie kształtować jakość środowiska w otoczeniu obiektów, gdzie deponowany był i jest analizowany materiał odpadowy. Natomiast odpady wydobywcze bezpośrednio z produkcji (typu kruszywa, muły węglowe) oraz odpady świeżo deponowane na składowiskach wykazują niską wymywalność i nie stanowią w takiej formie zagrożenia dla środowiska gruntowo-wodnego. Jednak całkowita masa zanieczyszczeń, które mogą być uruchamiane z takich odpadów, zależy od możliwych przemian fizykochemicznych zachodzących na przestrzeni czasu w masie materiału. W przypadku braku odpowiedniego zabezpieczenia może nastąpić uruchomienie wymywalności związków zanieczyszczających, analogicznie jak w przypadku odpadów składowanych na hałdach.

Materiał poddany analizie został wybrany na podstawie dostępnej literatury oraz na podstawie badań własnych. Kolejne materiały i analizy mogą dostarczać nowych, być może odmiennych danych, ze względu na zdecydowane zróżnicowanie materiału

odpadowego wytwarzanego przez sektor wydobywczy. Należy podkreślić, że dla oceny oddziaływania na środowisko ze strony odpadów, istotne znaczenie ma też wybór metody badawczej i stosowane założenia. Zmiana zastosowanych procedur może skutkować odmiennymi wynikami, co z kolei może skłaniać do weryfikacji wniosków w przedmiotowym zakresie.

Praca została zrealizowana w ramach prac statutowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk.

Literatura

- Baic I. i Witkowska-Kita B., 2011 – Technologie zagospodarowania odpadów z górnictwa węgla kamiennego – diagnoza stanu aktualnego, ocena innowacyjności i analiza SWOT. *Rocznik Ochrona Środowiska* 13, s. 1315–1326.
- Bojarska K. i Bzowski Z., 2012 – Wyniki badań wyciągów wodnych odpadów wydobywczych z kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w aspekcie wpływu na środowisko. *Górnictwo i Geologia* 7(2), s. 101–113.
- Bzowski Z. i Dawidowski A., 2013 – Monitoring właściwości fizykochemicznych odpadów wydobywczych pochodzących z kopalni węgla kamiennego LW „Bogdanka”. *Zeszyty Naukowe nr 149 Uniwersytetu Zielonogórskiego, Inżynieria środowiska nr 29*, s. 87–96.
- Dziok i in. 2015 – Dziok T., Strugała A., Rozwadowski A., Macherzyński M. i Ziomber S., 2015 – Rtęć w odpadach z procesu wzbogacania węgla kamiennych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 31(1), s. 107–122, DOI: 10.1515/gospo-2015-0003.
- Galos K. i Szlugaj J., 2010 – Skąły przywęglowe w górnictwie węgla kamiennego – odpady czy kopaliny towarzyszące? *Górnictwo Odkrywkowe* 51(2), s. 25–31.
- Galos K. i Szlugaj J., 2014 – Management of hard coal mining and processing wastes in Poland, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 30(4), s. 51–61, DOI: 10.2478/gospo-2014-0039.
- Gawenda T. i Olejnik T., 2008. Produkcja kruszyw mineralnych z odpadów powęglowych w Kompanii Węglowej SA na przykładzie wybranych kopalń. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 24(1/2).
- Gawor i in. 2014 – Gawor Ł., Warcholik W. i Dolnicki P. 2014 – Possibilities of exploitation of secondary deposits (post mining dumping grounds) as an example of changes in extractive industry. *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego* 27, s. 256–266.
- Góralczyk S. red., 2011 – *Gospodarka surowcami odpadowymi z węgla kamiennego*. Warszawa: IMBiGS, 327 s.
- Góralczyk S. i Baic I., 2009 – Odpady z górnictwa węgla kamiennego i możliwości ich gospodarczego wykorzystania. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* 12(2/2), s. 145–157.
- Gruchot i in. 2015 – Gruchot A., Zajęc E. i Zarzycki J., 2015 – Analiza możliwości zagospodarowania osadów z wód dołowych kopalni węgla kamiennego. *Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection)* 17, s. 998–1016.
- Gruszka Z. i Pruciak-Karasek K., 2011 – Zagospodarowanie odpadów poprodukcyjnych – górniczych w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA, zakres działań oraz nowe obowiązki wynikające z wdro-

- żenia ustawy o odpadach wydobywczych. Materiały XXV Konf. z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej, Zakopane, s. 69–81.
- Jabłońska-Czapla i in. 2015 – Jabłońska-Czapla M., Rosik-Dulewska C., Szopa S. i Zerzucha P., 2015 – Research into the metal/metalloid movements in soil and groundwater in the areas surrounding the coal waste dump Hałda Ruda (Upper Silesia, Poland). *Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection)* 17, s. 367–395.
- Kicińska A. i Kosa B., 2016 – Ocena testu wymywalności wybranych metali z odpadów wydobywczych węgla kamiennego zlikwidowanej kopalni „Siersza” w Trzebini (Polska S). *Ochrona środowiska i zasobów naturalnych* 272(68), s. 32–37.
- Klojzy-Karczmarczyk B., 2003 – Zastosowanie odpadów energetycznych w ograniczaniu transportu zanieczyszczeń ze składowisk odpadów górniczych. *Studia, Rozprawy, Monografie* nr 117. Kraków: IGSMiE PAN, 113 s.
- Klojzy-Karczmarczyk B., 2016 – Zróżnicowanie składu chemicznego odpadów górnictwa węgla kamiennego w zależności od czasu ich sezonowania (Diversity of the chemical composition of the waste coal mining depending on the time of aging). *Materiały Konferencyjne: The Present and future of the Mining and Geology, Demianowska Dolina – Slovak Republik*, 6–7.10.2016.
- Klojzy-Karczmarczyk B. i Mazurek J., 2014 – Badania zawartości rtęci i siarki w odpadach z obszaru nieczynnej hałdy odpadów górnictwa węgla kamiennego. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* 17(4), s. 289–302.
- Klojzy-Karczmarczyk B. i Mazurek J., 2017 – Propozycje rozszerzenia działań celem zagospodarowania materiałów odpadowych z górnictwa węgla kamiennego. *Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN* nr 98, s. 151–165.
- Klojzy-Karczmarczyk B. i Mazurek J., 2021 – The leaching of mercury from hard coal and extractive waste in the acidic medium. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 37(2), s. 163–178, DOI: 10.24425/gsm.2021.137567.
- Klojzy-Karczmarczyk i in. 2016a – Klojzy-Karczmarczyk B., Mazurek J. i Paw K., 2016a – Możliwości zagospodarowania kruszyw i odpadów wydobywczych górnictwa węgla kamiennego ZG Janina w procesach rekultywacji wyrobisk odkrywkowych. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 32(3), s. 111–134, DOI: 10.1515/gospo-2016-0030.
- Klojzy-Karczmarczyk i in. 2016b – Klojzy-Karczmarczyk B., Mazurek J. i Staszczak J., 2016b – Analiza jakości odpadów z nieczynnej hałdy górnictwa węgla kamiennego w odniesieniu do wymagań stawianych odpadom wydobywczym obojętnym. *Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN* nr 95, s. 227–242.
- Klojzy-Karczmarczyk B. i Mazurek J., 2015 – Uwarunkowania prawne i środowiskowe rekultywacji wyrobisk odkrywkowych z wykorzystaniem odpadów górnictwa węgla kamiennego lub produktów na bazie skały płonnej. *Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN* nr 90, s. 67–78.
- Korban Z., 2011 – Problem odpadów wydobywczych i oddziaływania ich na środowisko, na przykładzie zwałowiska nr 5A/W-1 KWK X. *Górnictwo i Geologia* 6, s. 109–120.
- Król i in. 2020 – Król A., Mizerna K. i Bożym M. 2020. An assessment of pH-dependent release and mobility of heavy metals from metallurgical slag. *Journal of Hazardous Materials* 384, DOI: 10.1016/j.jhazmat.2019.121502.
- Król A., 2011 – Problems of assessment of heavy metals leaching from construction materials to the environment. *Architecture Civil Engineering Environment* 3, s. 71–76.
- Kugiel M. i Piekło R., 2012 – Kierunki zagospodarowania odpadów wydobywczych w Haldex SA. *Górnictwo i Geologia* 7(1), s. 133–145.
- Mizerna K. i Król A., 2015 – Wpływ wybranych czynników na wymywalność metali ciężkich z odpadu hutniczego. *Inżynieria Ekologiczna* 43, s. 1–6.

- [Online:] <http://geoportal.pgi.gov.pl/odpady/wytwarzanie> [dostęp: 27.07.2023].
- Ostręga A. i Uberman R., 2010 – Kierunki rekultywacji i zagospodarowania – sposoby wyboru, klasyfikacja i przykłady. *Górnictwo i Geoinżynieria* 34.4, s.445–461.
- Probierz i in. 2017 – Probierz K., Gawor Ł., Jonczy I. i Marcisz M., 2017 – Waloryzacja zwałowisk odpadów pogórnicznych z kopalń Katowickiego Holdingu Węglowego SA. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 33(1), s. 35–50, DOI: 10.1515/gospo-2017-0006.
- Rosik-Dulewska C., 2012 – Podstawy gospodarki odpadami. Warszawa: Wyd. Naukowe PWN, 379 s.
- Rosik-Dulewska C. i Karwaczyńska U., 2008 – Metody ługowania zanieczyszczeń z odpadów mineralnych w aspekcie możliwości ich zastosowania w budownictwie hydrotechnicznym. *Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection)* 10, s. 205–219
- Skarżyńska K.M., 1997 – Odpady powęglowe i ich zastosowanie w inżynierii lądowej i wodnej. Kraków: AR.
- Szczepańska J. i Twardowska I., 1999 – Distribution and environmental impact of coal-mining wastes in Upper Silesia, Poland. *Environmental Geology* 38, s. 249–258.
- Szlugaj J., 2020 – Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna odpadów wydobywczych z wybranych kopalń węgla kamiennego w aspekcie ich wykorzystania do produkcji kruszyw mineralnych. *Studia Rozprawy Monografie nr 214*, Kraków: IGSMiE PAN, 216 s.
- Vitková i in. 2009 – Vitková M., Ettler V., Šebek O., Mihaljevič M., Gryga T. i Rohovec J., 2009 – The pH -dependent leaching of inorganic contaminants from secondary lead smelter fly ash. *Journal of Hazardous Materials* 167, s. 427–433.
- Wróbel i in. 2012 – Wróbel J., Fraś A., Pierzchała T., Przysaś R., Machnik A. i Hycnar J.J., 2012 – Konsolidacja działań Południowego Koncernu Węglowego SA. ze spółkami energetycznymi Grupy TAURON w zakresie gospodarowania produktami ubocznymi. *Materiały XXVI Konferencji Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej*. Zakopane, s. 113–127.
- Wróbel i in. 2013 – Wróbel J., Fraś A., Przysaś R. i Hycnar J.J., 2013 – Gospodarka odpadami poprodukcyjnymi w kopalniach Południowego Koncernu Węglowego SA. *Konferencja Naukowo-Techniczna XXII Szkoła Eksploatacji Podziemnej*, Kraków 18–22.02.2013.

The evaluation of pollutant leaching from extractive waste of hard coal mining in the time of many years studies

Keywords: hard coal mining, extractive waste, contamination, total content, leachable form, leaching, environmental risk

Abstract: A lot of data from literature on the quality of extractive waste from hard coal mining, the own studies and research by other authors were analyzed. The materials were analyzed in relation to the parameters and their limit values, evaluating the inert extractive waste. The content of sulfur, arsenic, cadmium, cobalt, chromium, copper, mercury, molybdenum, nickel, lead, vanadium and zinc was analyzed. The content of individual components in the total and their content in the leachable form were analyzed. The summary of the studies

includes the separation of characteristic groups of extractive waste due to the proven quality of the waste and the nature and size of the potential effect. Waste stored (on heaps, on landfills), waste coming directly from production, material to aggregates (barren rock) and coal sludges (from dewatering on filter presses or from underground water settling tanks) were separated. A definite diversification of the waste material and diversification of the obtained values in terms of components polluting the environment are observed. A definite difference in the display of leachability tests and thus leaching for extractive waste. Basically, extractive waste (mining and processing waste) accumulates on heaps in a highly weathered form, posing a threat to the soil and water environment and it may be influence for shaping of the environment in the vicinity of the facilities. Then, extractive waste directly from production (like aggregates or coal sludge) and waste freshly deposited in cheap with low leachability and in this form do not pose a threat to the soil and water environment. However, in the absence of containment aid, leachability may be run, like to waste deposited in heaps for many years.

Zmiany regulacji prawnych dotyczących kwalifikacji górnictwa i szkoleń w górnictwie oraz ich wpływ na bezpieczeństwo pracowników zakładów górniczych

Słowa kluczowe: kwalifikacje górnicze, szkolenia w górnictwie

Streszczenie: W publikacji przedstawiono zmiany przepisów regulujących kwalifikacje górnicze i szkolenia w górnictwie, począwszy od rozwiązań przyjętych w II Rzeczypospolitej, poprzez obecny stan prawny, aż do proponowanych rozwiązań ujętych w projekcie ustawy o zmianie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze oraz niektórych innych ustaw (druk nr 3238). W niniejszym rozdziale opisano też wpływ przepisów dotyczących kwalifikacji górniczych i szkoleń na stan bezpieczeństwa w górnictwie. Niestety praktyka pokazała, że kierunek zmian zapoczątkowanych w prawie górniczym z 2011 r. i kontynuowanych w ustawie deregulacyjnej, polegający na obniżeniu wymogów w zakresie kwalifikacji górniczych oraz wyłączeniu spod kontroli sprawowanej przez organy nadzoru górniczego znacznej części jednostek szkoleniowych, spowodował pogorszenie stanu bezpieczeństwa w górnictwie, zwłaszcza w odkrywkowych zakładach górniczych. Negatywnie należy ocenić rozwiązanie przyjęte w odkrywkowych i otworowych zakładach górniczych, w których to pracodawca decyduje, jakie kwalifikacje musi posiadać osoba dozoru ruchu, a wiedza osób zatrudnianych na takich stanowiskach nie jest weryfikowana w ramach egzaminu państwowego. Niewłaściwe jest także rozwiązanie, w którym to pracodawca sprawdza spełnienie kwalifikacji i powierza wykonywanie czynności w kierownictwie i dozorze w niektórych działach ruchu zakładu górniczego, w szczególności w zakresie działu bezpieczeństwo i higieny pracy. Konieczny jest więc powrót do poprzednio obowiązujących rozwiązań, tj. do weryfikowania kwalifikacji wszystkich osób kierownictwa i dozoru ruchu, bez względu na rodzaj zakładu górniczego, w ramach egzaminu państwowego przeprowadzanego przed organem nadzoru górniczego. Praktyka pokazała również, że celowe jest przywrócenie możliwości sprawowania pełnej kontroli przez organy nadzoru górniczego nad szkoleniami osób kierownictwa i dozoru ruchu oraz osób wykonujących czynności specjalistyczne w ruchu zakładu górniczego.

Wprowadzenie

W pracy przedstawiono zmiany regulacji prawnych odnoszących się do kwalifikacji górniczych i szkoleń w górnictwie, począwszy od przepisów obowiązujących w II Rzeczypospolitej, poprzez obecny stan prawny, aż do proponowanych rozwiązań ujętych w projekcie ustawy o zmianie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze oraz niektórych innych ustaw (projekt 2023). W niniejszym rozdziale opisano również wpływ przepisów dotyczących kwalifikacji górniczych i szkoleń na stan bezpieczeństwa w górnictwie.

Rys historyczny

Wymagania w zakresie kwalifikacji osób kierownictwa i dozoru ruchu w zakładach górniczych już w okresie II Rzeczypospolitej stały się przedmiotem szczególnych unormowań prawnych. Można wysunąć tezę, że rozwiązania przyjęte wówczas w rozporządzeniu Prezydenta Rzeczypospolitej z dnia 29 listopada 1930 r. – Prawo górnicze (Rozporządzenie 1930), dalej „prawo górnicze z 1930 r.”, stały się bazą dla późniejszych rozwiązań przyjmowanych w okresie PRL, a także dla przepisów obowiązujących już po zmianach ustrojowych w 1989 roku. Przykładowo, zgodnie z art. 123 ust. 1 prawa górniczego z 1930 r., ruch techniczny zakładu górniczego mógł być prowadzony tylko pod kierownictwem, dozorem i odpowiedzialnością osób, których kwalifikacje, przepisane w art. 124 do 130 rozporządzenia, uznane zostały przez władzę górniczą. Stosownie do obecnie obowiązującego art. 112 ust. 1 ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Ustawa 2011), dalej „prawo górnicze z 2011 r.”, ruch zakładu górniczego prowadzi się pod kierownictwem i dozorem osób posiadających wymagane kwalifikacje.

W prawie górniczym z 1930 r. przepisy dotyczące kwalifikacji górniczych zawarte były w dziale VII w rozdziale II zatytułowanym „O technicznym kierownictwie i dozore w zakładzie górniczym”. W myśl art. 123 ust. 2 prawa górniczego z 1930 r., przemysłowiec górniczy obowiązany był dla każdego technicznie samoistnego zakładu górniczego ustanowić osobnego kierownika ruchu tudzież osoby dozoru ruchu w liczbie, odpowiadającej rozmiarom zakładu i jego warunkom technicznym, a w szczególności warunkom bezpieczeństwa i osoby te zgłosić w okręgowym urzędzie górniczym z podaniem zakresu czynności, poruczonych każdej z nich i ze złożeniem dowodów ich uzdolnienia do sprawowania rzezonnych czynności. Prawo górnicze z 1930 r. określało wymagania dla kierownika ruchu zakładu górniczego, kierowników działów technicznych zakładu górniczego oraz osób dozoru ruchu. Stosownie do art. 131 prawa górniczego z 1930 r., kwalifikacje wszystkich osób kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego były badane przez okręgowy urząd górniczy, który wydawał stosowne orzeczenie w ciągu trzech miesięcy od złożenia wszystkich dokumentów uzasadniających kwalifikacje.

W obowiązującym w okresie PRL dekretem z dnia 6 maja 1953 r. – Prawo górnicze (Dekret 1953), dalej „prawo górnicze z 1953 r.”, ogólne regulacje dotyczące kwalifikacji górniczych umieszczone zostały w dziale VII, zatytułowanym „kierownictwo i dozór ruchu zakładu górniczego”. Zgodnie z tymi przepisami, ruch zakładu górniczego mógł być prowadzony tylko pod kierownictwem i dozorem osób, które uzyskały zatwierdzenie okręgowego urzędu górniczego (art. 108). Przedsiębiorstwo górnicze było obowiązane wyznaczyć dla każdego zakładu górniczego kierownika ruchu tego zakładu oraz w dostatecznej liczbie osoby sprawujące kierownictwo działów ruchu i dozór ruchu (art. 109 ust. 1). Ponadto, okręgowy urząd górniczy mógł nakazać ustanowienie szczególnych stanowisk kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego ze względu na warunki bezpieczeństwa (art. 112). Warunki, jakie musiały spełniać osoby kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego, były szczegółowo regulowane w aktach wykonawczych do prawa górniczego z 1953 r. (Rozporządzenia 1959 i 1966). Przy czym, warto zaznaczyć, że w przypadku wszystkich osób kierownictwa i dozoru ruchu uzyskanie zatwierdzenia okręgowego urzędu górniczego wiązało się ze sprawdzeniem posiadania przez kandydata znajomości przepisów prawa górniczego i innych przepisów, których znajomość była niezbędna w zakresie czynności kandydata. W przepisach wykonawczych do prawa górniczego z 1953 r. wyróżniano trzy szczeble dozoru: wyższy, średni i niższy, a wymóg uzyskania zatwierdzenia przed okręgowym urzędem górniczym dotyczył też osób dozoru w odkrywkowych zakładach górniczych.

Po zmianach ustrojowych rozwiązania przyjęte w ustawie z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Ustawa 1994), dalej „prawo górnicze z 1994 r.”, stanowiły kontynuację wcześniejszych regulacji prawnych. Zgodnie z art. 68 ust. 1 prawa górniczego z 1994 r., ruch zakładu górniczego mógł odbywać się tylko pod kierownictwem i dozorem osób posiadających odpowiednie kwalifikacje. Stosownie do art. 68 ust. 3 prawa górniczego z 1994 r., kwalifikacje osób kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego oraz osób zajmujących stanowiska w ruchu zakładu górniczego, które wymagały szczególnych kwalifikacji zawodowych i warunków zdrowotnych, stwierdzał dyrektor okręgowego urzędu górniczego. Wyjątek w tym zakresie dotyczył kwalifikacji kierownika ruchu w podziemnych zakładach górniczych, które stwierdzał Prezes Wyższego Urzędu Górniczego. Szczegółowe wymagania wobec osób kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego, tryb postępowania w sprawie stwierdzenia kwalifikacji oraz wykaz stanowisk w ruchu zakładu górniczego, które wymagały szczególnych kwalifikacji zawodowych i warunków zdrowotnych określały akty wykonawcze do prawa górniczego z 1994 r., tj. początkowo dwa rozporządzenia Ministra Przemysłu i Handlu: z dnia 10 października 1994 r. w sprawie kwalifikacji wymaganych od osób kierownictwa i dozoru ruchu zakładów górniczych oraz mierniczego górniczego i geologa górniczego (Rozporządzenie 1994) oraz z dnia 10 października 1994 r. w sprawie stanowisk w ruchu zakładu górniczego, które wymagają szczególnych kwalifikacji (Rozporządzenie 1994), a następnie rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 11 czerwca 2002 r. w sprawie kwalifikacji wymaganych od osób kierownictwa i dozoru ruchu zakładów górniczych, mierniczego górniczego i geo-

loga górniczego oraz wykazu stanowisk w ruchu zakładu górniczego, które wymagają szczególnych kwalifikacji (Rozporządzenie 2002). W przepisach wykonawczych do prawa górniczego z 1994 r. nadal wyróżniano trzy szczeble dozoru: wyższy, średni i niższy, a wymóg stwierdzenia kwalifikacji dotyczył również osób zajmujących stanowiska w ruchu zakładu górniczego, które wymagały szczególnych kwalifikacji zawodowych i warunków zdrowotnych (zgodnie z dzisiejszym nazewnictwem – osób wykonujących czynności specjalistyczne w ruchu zakładu górniczego).

W zakresie szkoleń pracowników zakładu górniczego art. 74, ust. 3 prawa górniczego z 1994 r. przewidywał, że przedsiębiorca lub jednostka organizacyjna trudniąca się szkoleniem pracowników zakładu górniczego zobowiązani są posiadać odpowiednią kadre oraz niezbędne środki umożliwiające właściwe przeszkolenie pracowników. Spełnienie tych warunków stwierdzał w drodze decyzji wydanej na okres 5 lat organ nadzoru górniczego (art. 74, ust. 4 prawa górniczego z 1994 r.). Ponadto, stosownie do art. 74, ust. 7 prawa górniczego z 1994 r., przeszkolenie pracowników na stanowiskach w ruchu zakładu górniczego, innych niż stanowiska kierownictwa i dozoru ruchu, które mogą zajmować osoby o szczególnych kwalifikacjach zawodowych i warunkach zdrowotnych, odbywało się na podstawie programów przeszkolenia, opracowanych dla poszczególnych stanowisk przez przedsiębiorców lub jednostki organizacyjne trudniące się szkoleniem. Wspomniane programy przeszkolenia były zatwierdzane, w drodze decyzji, przez właściwy organ nadzoru górniczego (art. 74, ust. 8 prawa górniczego z 1994 r.).

Obecny stan prawny

Częściowe odejście od poprzednich rozwiązań oraz obniżenie wymagań przyniosło prawo górnicze z 2011 roku. Co prawda pierwotna wersja ustawy nadal przewidywała podział dozoru ruchu zakładu górniczego na wyższy, średni i niższy. Jednak w przypadku osób wykonujących czynności w średnim i niższym dozorze ruchu w innych niż podziemne zakłady górnicze, przyjęto rozwiązanie, iż osoby te obowiązane są posiadać określone przez przedsiębiorcę przygotowanie i doświadczenie zawodowe do wykonywania tych czynności, a także znajomość przepisów prawa geologicznego i górniczego oraz innych przepisów stosowanych w ruchu zakładu górniczego oraz zagadnień związanych z prowadzeniem ruchu określonego rodzaju zakładów górniczych i występujących w nich zagrożeń (art. 53, ust. 2 prawa górniczego z 2011 r.). Ponadto, w przypadku osób wykonujących czynności specjalistyczne w ruchu zakładu górniczego zrezygnowano ze stwierdzania ich kwalifikacji przez dyrektora okręgowego urzędu górniczego.

Dalsze zmiany nastąpiły w ramach tzw. deregulacji zawodów i zostały wprowadzone ustawą z dnia 5 sierpnia 2015 r. o zmianie ustaw regulujących warunki dostępu do wykonywania niektórych zawodów (Ustawa 2015), dalej „ustawa deregulacyjna”. W wyniku

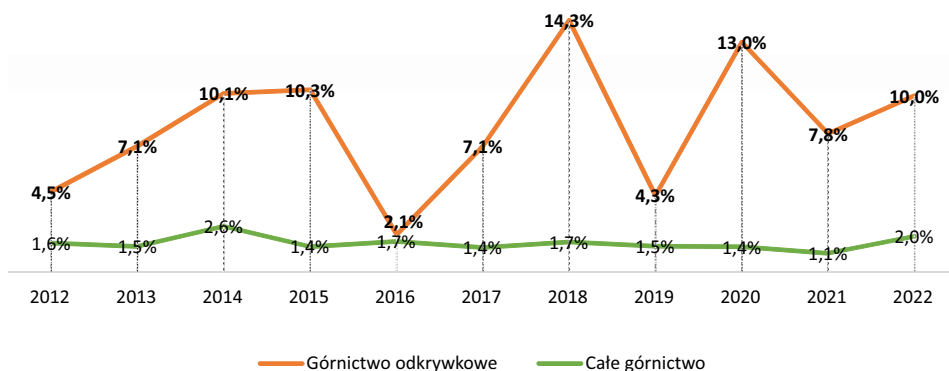
tych zmian zniesiono trójszczeblowy podział dozoru ruchu zakładu górniczego (obecnie wyróżnia się osoby wyższego dozoru i dozoru ruchu, bez podziału na dozór średni i niższy). Ponadto, tzw. deregulacja przyniosła ograniczenie stanowisk specjalistycznych w ruchu zakładu górniczego. W przypadku podziemnych zakładów górniczych z katalogu osób wykonujących czynności specjalistyczne usunięto instruktora strażalowego, operatorów: samojezdnych maszyn przodkowych, maszyn do obrywki, maszyn do stawiania obudowy podporowej, maszyn do stawiania obudowy kotwowej, operatorów: pojazdów pozaprzedkowych i samojezdnych maszyn pomocniczych oraz spawacza. W odkrywkowych zakładach górniczych usunięto spawacza oraz elektromonterów maszyn i urządzeń elektrycznych o napięciu do 1 kV i powyżej 1 kV. W zakresie otworowych zakładów górniczych z katalogu osób wykonujących czynności specjalistyczne usunięto spawacza oraz mechanika wiertni.

Nadto, w obecnym stanie prawnym wykonywanie czynności kierownika działu ruchu oraz w wyższym dozorze ruchu i dozorze ruchu wymaga stwierdzenia posiadania kwalifikacji do wykonywania tych czynności, w drodze świadectwa wydanego przez dyrektora okręgowego urzędu górniczego, tylko przypadku działów ruchu wskazanych w ustawie (art. 58, ust. 1 prawa górniczego z 2011 r.). Zgodnie z art. 58, ust. 7 pkt 1 prawa górniczego z 2011 r., w przypadku pozostałych działów ruchu sprawdzenia wymagań dokonuje pracodawca. Konsekwencją takiego rozwiązania jest np. to, że w podziemnym zakładzie górniczym to pracodawca sprawdza kwalifikacje kierownika działu bezpieczeństwo i higienę pracy oraz osób wykonujących czynności w wyższym dozorze i dozorze tego działu ruchu. Poza tym, na mocy art. 53, ust. 2 prawa górniczego z 2011 r., osoby wykonujące czynności dozoru ruchu w odkrywkowych i otworowych zakładach górniczych są obowiązane posiadać określone przez pracodawcę przygotowanie zawodowe i doświadczenie zawodowe do wykonywania tych czynności. Zatem w przypadku tych stanowisk to pracodawca decyduje, jakie kwalifikacje musi posiadać osoba dozoru nadzorująca m.in. pracę innych pracowników zakładu górniczego.

W zakresie szkoleń w obecnym stanie prawnym art. 112, ust. 4 prawa górniczego z 2011 r. stanowi, że ten, kto trudni się szkoleniem osób wykonujących czynności w ruchu zakładu górniczego, jest obowiązany posiadać odpowiednią kadrę oraz niezbędne środki umożliwiające właściwe szkolenie. Przepisy nie przewidują jednak żadnego mechanizmu weryfikacji spełnienia przez jednostkę szkoleniową tych wymagań. Zgodnie natomiast z art. 112, ust. 5 prawa górniczego z 2011 r., szkolenie osób wykonujących czynności specjalistyczne w ruchu zakładu górniczego oraz osób kierownictwa i dozoru ruchu podziemnego zakładu górniczego odbywa się na podstawie programów szkolenia zatwierdzanych, w drodze decyzji, przez właściwe organy nadzoru górniczego. Odмова zatwierdzenia następuje, jeżeli program szkolenia nie zapewnia przekazania osobom szkolonym niezbędnych informacji dotyczących prawidłowego wykonywania czynności specjalistycznych w ruchu zakładu górniczego. W przypadku szkoleń osób kierownictwa i dozoru ruchu w otworowych i odkrywkowych zakładach górniczych programy szkolenia nie są już weryfikowane przez organy nadzoru górniczego.

Ocena obecnych regulacji i projektowane rozwiązania

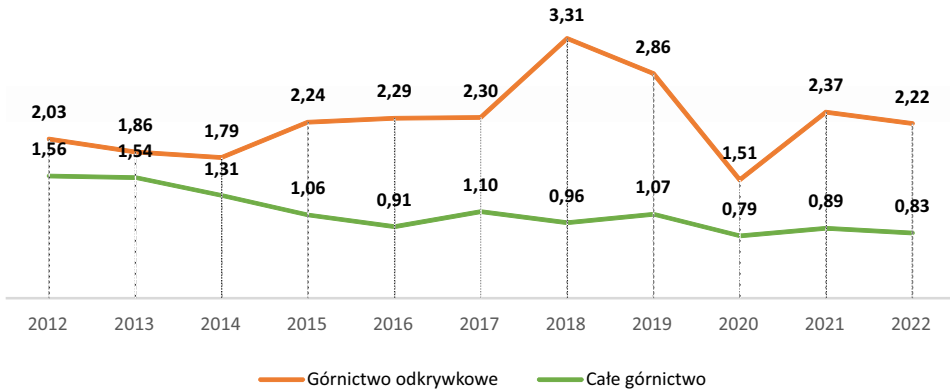
Zmiany w zakresie kwalifikacji górniczych, polegające na obniżeniu wymogów zapoczątkowane w prawie górniczym z 2011 r. i kontynuowane ustawą deregulacyjną, spowodowały pogorszenie stanu bezpieczeństwa w górnictwie. W ostatnich latach obserwuje się niepokojący trend wzrostu niebezpiecznych zdarzeń w odkrywkowych zakładach górniczych. Analiza danych gromadzonych przez Wyższy Urząd Górniczy wskazuje, iż w górnictwie odkrywkowym odnotowano zwiększenie liczby wypadków śmiertelnych oraz ciężkich na tle wszystkich wypadków w tym rodzaju górnictwa. W latach 2008–2011 udział procentowy wypadków śmiertelnych oraz ciężkich kształtował się na poziomie od 3,5 do 7,9%. Po 2011 r. obserwuje się trend wzrostowy udziału tych wypadków w wypadkach ogółem. W 2022 r. wypadki śmiertelne i ciężkie stanowiły aż 10,0% wszystkich wypadków w górnictwie odkrywkowym, podczas gdy dla całego górnictwa wskaźnik ten wynosił 2,0% (rys. 1).



Rys. 1 Udział procentowy wypadków śmiertelnych i ciężkich w wypadkach ogółem w górnictwie odkrywkowym oraz w całym górnictwie w latach 2012–2022

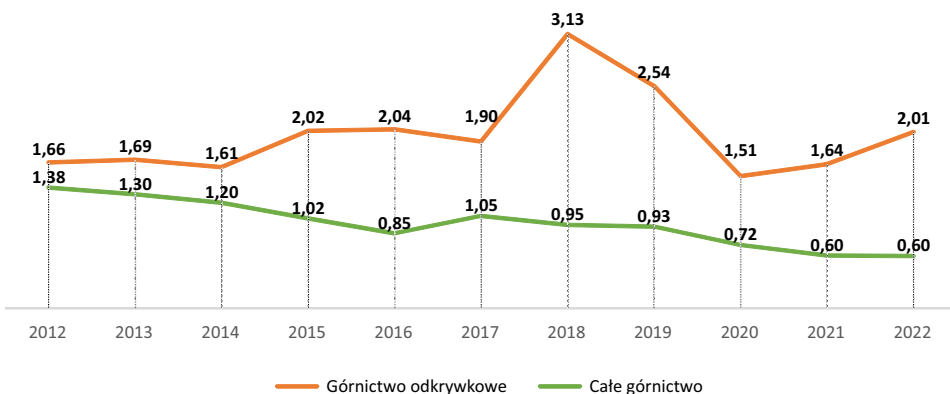
Fig. 1. Percentage of fatal and serious accidents in total accidents in opencast mining and mining in general, 2012–2022

Należy zwrócić uwagę, iż większość wypadków śmiertelnych i ciężkich w górnictwie odkrywkowym na przestrzeni ostatnich lat zaistniało z winy człowieka, w tym w wyniku naruszenia zasad bezpieczeństwa pracy, niewłaściwego prowadzenia i złej organizacji prac, czy pracy pod wpływem alkoholu. Odzwierciedleniem tych nieprawidłowości jest wysoka ilość wniosków kierowanych do sądów, osób ukaranych przez sądy oraz nałożonych mandatów karnych. Powyższe wskaźniki w przeliczeniu na 1000 zatrudnionych w odkrywkowych zakładach górniczych od 2012 r. utrzymują się na wysokim poziomie i kilkukrotnie przewyższają te same mierniki dotyczące działalności represyjnej organów nadzoru górniczego wyznaczone dla całego górnictwa (rys. 2, 3 i 4).



Rys. 2 Wskaźnik ilości wniosków skierowanych do sądów na 1000 zatrudnionych w górnictwie odkrywkowym oraz w całym górnictwie w latach 2012–2022

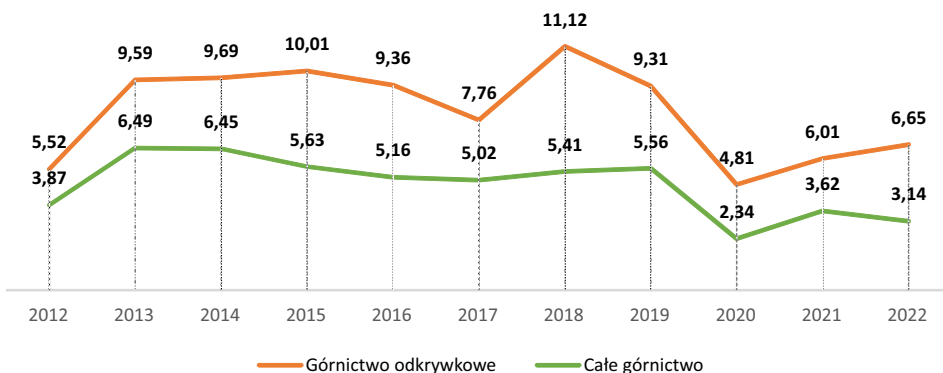
Fig. 2. Number of applications addressed to the courts per 1000 persons employed in opencast mining and mining in general, 2012–2022



Rys. 3 Wskaźnik ilości osób ukaranych przez sądy rejonowe na 1000 zatrudnionych w górnictwie odkrywkowym oraz w całym górnictwie w latach 2012–2022

Fig. 3. Number of persons punished by district courts per 1000 persons employed in opencast mining and mining in general, 2012–2022

Z doświadczeń organów nadzoru górniczego wynika, że czynności w ruchu odkrywkowych zakładów górniczych często są powierzane osobom o niewystarczających kompetencjach, co wynika niejednokrotnie z braku wiedzy merytorycznej pracodawców i szukania oszczędności. Takie oszczędności ostatecznie mogą drogo kosztować, ponieważ czynności wykonywane przez niekompetentnych pracowników mają negatywny wpływ na bezpieczeństwo ludzi i ruchu zakładu górniczego. W wielu przypadkach rozwiązania



Rys. 4 Wskaźnik ilości osób ukaranych mandatem karnym na 1000 zatrudnionych w górnictwie odkrywkowym oraz w całym górnictwie w latach 2012–2022

Fig. 4. Number of persons fined per 1000 persons employed in opencast mining and mining in general, 2012–2022

przyjęte przez pracodawców w zakresie kwalifikacji hamują rozwój zawodowy pracowników, a czasem wręcz go uniemożliwiają, ponieważ pracodawcy określają wymagania w zakresie przygotowania zawodowego i doświadczenia zawodowego pod własne doraźne potrzeby, a nie pod kątem zapewnienia pracownikom możliwości uzyskania kwalifikacji górniczych wyższego szczebla.

W zakresie szkoleń w górnictwie obecnie obowiązujące regulacje są mało precyzyjne, a w kontekście zagrożeń występujących w ruchu zakładów górniczych – niewystarczające. Obecnie organy nadzoru górniczego nie mają możliwości pełnego sprawowania nadzoru nad jednostkami prowadzącymi szkolenia pracowników zakładów górniczych. Biorąc pod uwagę, że znaczna liczba przedsiębiorców górniczych wyłania oferty szkoleń pracowników w drodze przetargów, w których podstawowym kryterium jest cena, duża liczba jednostek szkoleniowych nie spełnia odpowiedniego poziomu zarówno w przypadku szkoleń z zakresu BHP, jak i szkoleń specjalistycznych. W wielu ośrodkach kadre wykładowców stanowią emerytowani pracownicy zakładów górniczych, którzy od wielu lat nie mieli kontaktu z pracą w ruchu zakładu górniczego. Szkolenia często prowadzone są przez wykładowców nieposiadających wiedzy i doświadczenia zawodowego w zakresie realizowanych przez nich tematów, a organizatorzy nie prowadzą właściwej dokumentacji prowadzonych szkoleń.

W świetle opisanych okoliczności celowy jest powrót do sprawdzonych rozwiązań i przywrócenie wymogu stwierdzania posiadania kwalifikacji przez organ nadzoru górniczego w przypadku wszystkich osób kierownictwa i dozoru ruchu, bez względu na rodzaj zakładu górniczego. Takie rozwiązania zostały przyjęte w projekcie ustawy o zmianie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze oraz niektórych innych ustaw (druk nr 3238). Proponowane przepisy przewidują m.in. wymóg stwierdzenia posiadania kwalifikacji

w drodze świadectwa wydawanego przez dyrektora okręgowego urzędu górniczego również w przypadku osób dozoru ruchu w odkrywkowych i otworowych zakładach górniczych. Przywrócone zostanie stwierdzanie kwalifikacji kierownika działu bezpieczeństwa i higiena pracy oraz osób wyższego dozoru i dozoru ruchu w tym dziale we wszystkich rodzajach zakładów górniczych. Nadto, projekt przewiduje rozszerzenie katalogu osób wykonujących czynności specjalistyczne w zakresie podziemnych zakładów górniczych o operatorów kombajnów ścianowych i chodnikowych. Zgodnie z projektowanymi przepisami powierzenie wykonywania czynności specjalistycznych w ruchu zakładu górniczego będzie mogło nastąpić po sprawdzeniu przez pracodawcę spełnienia ustawowych wymagań oraz wystawieniu stosownego zaświadczenia, włączanego do akt osobowych pracownika.

W zakresie działalności szkoleniowej projektowane regulacje przewidują powrót do rozwiązań prawa górniczego z 1994 r. Spełnianie wymagań posiadania kadry oraz środków umożliwiających prowadzenie szkoleń będzie stwierdzane w drodze decyzji właściwego organu nadzoru górniczego. Ponadto, stosownie do proponowanych rozwiązań, szkolenie osób kierownictwa i dozoru ruchu oraz osób wykonujących czynności specjalistyczne w ruchu zakładu górniczego, bez względu na rodzaj zakładu górniczego, będzie odbywało się na podstawie szczegółowego programu specjalistycznego kursu, zatwierdzonego w drodze decyzji przez właściwy organ nadzoru górniczego.

Zgodnie z projektowanymi przepisami przejściowymi, powierzenie wykonywania czynności na podstawie art. 58, ust. 7, pkt 1 prawa górniczego z 2011 r. (w kierownictwie i dozorcze ruchu zakładu górniczego lub zakładu bez potrzeby stwierdzania posiadania kwalifikacji w drodze świadectwa wydawanego przez właściwy organ nadzoru górniczego, np. w dziale bhp podziemnego zakładu górniczego) zachowuje moc przez okres 5 lat od dnia wejścia w życie ustawy zmieniającej. W zakresie działalności szkoleniowej przepisy przejściowe przewidują, że ten, kto w dniu wejścia w życie ustawy nowelizującej trudni się szkoleniem osób wykonujących czynności w ruchu zakładu górniczego, jest obowiązany, w terminie jednego roku od dnia wejścia w życie ustawy zmieniającej, uzyskać decyzję właściwego organu nadzoru górniczego stwierdzającą posiadanie kadry oraz środków umożliwiających prowadzenie szkoleń oraz zatwierdzającą program szkolenia.

Podsumowanie

Zapoczątkowane prawem górniczym z 2011 r. i kontynuowaniu ustawą deregulacyjną zmiany w systemie kwalifikacji górniczych oraz szkoleń pracowników zakładów górniczych negatywnie wpłynęły na poziom bezpieczeństwa w górnictwie. W szczególności, zmiany te spowodowały zwiększenie liczby wypadków w górnictwie odkrywkowym oraz znaczne obniżenie poziomu szkoleń. W konsekwencji, celowy jest powrót do poprzednio

obowiązujących rozwiązań, tj. do sprawdzania kwalifikacji wszystkich osób kierownictwa i dozoru ruchu, bez względu na rodzaj zakładu górniczego, w ramach egzaminu państwowego przeprowadzanego przed organem nadzoru górniczego. W przypadku osób dozoru w odkrywkowych i otworowych zakładach górniczych posiadanie świadectwa stwierdzającego kwalifikacje będzie korzystne w razie zmiany pracodawcy oraz w kontekście dalszego podnoszenia kwalifikacji zawodowych. Praktyka pokazała również, że konieczne jest sprawowanie pełnego nadzoru nad szkoleniami osób kierownictwa i dozoru ruchu oraz osób wykonujących czynności specjalistyczne w ruchu zakładu górniczego. W powyższym kontekście, pozytywnie należy ocenić rozwiązania zawarte w projekcie ustawy o zmianie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze oraz niektórych innych ustaw (druk nr 3238).

Literatura

- Dekret z dnia 6 maja 1953 r. – Prawo górnicze (Dz.U. 1978, nr 4, poz. 12, ze zm.).
- Projekt ustawy o zmianie ustawy – Prawo geologiczne i górnicze oraz niektórych innych ustaw (druk nr 3238). [Online:] <https://www.sejm.gov.pl/sejm9.nsf/druk.xsp?nr=3238> [dostęp: 13.06.2023].
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 11 czerwca 2002 r. w sprawie kwalifikacji wymaganych od osób kierownictwa i dozoru ruchu zakładów górniczych, mierniczego górniczego i geologa górniczego oraz wykazu stanowisk w ruchu zakładu górniczego, które wymagają szczególnych kwalifikacji (Dz.U. 2002, nr 84, poz. 755, ze zm.).
- Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 10 października 1994 r. w sprawie kwalifikacji wymaganych od osób kierownictwa i dozoru ruchu zakładów górniczych oraz mierniczego górniczego i geologa górniczego (Dz.U. 1994, nr 109, poz. 522, ze zm.).
- Rozporządzenie Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 10 października 1994 r. w sprawie stanowisk w ruchu zakładu górniczego, które wymagają szczególnych kwalifikacji (Dz.U. 1994, nr 109, poz. 523, ze zm.).
- Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 14 sierpnia 1959 r. w sprawie warunków ogólnych, naukowych i zawodowych, jakim powinny odpowiadać osoby mające sprawować kierownictwo i dozór ruchu zakładu górniczego (Dz.U. 1959, nr 48, poz. 292) oraz rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 1 sierpnia 1966 r. w sprawie warunków ogólnych, naukowych i zawodowych, jakim powinny odpowiadać osoby kierownictwa i dozoru ruchu zakładu górniczego (Dz.U. 1966, nr 31, poz. 185).
- Rozporządzenie Prezydenta Rzeczypospolitej z dnia 29 listopada 1930 r. – Prawo górnicze (wer. pierwotna: Dz.U. 1930, nr 85, poz. 654).
- Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2005, nr 228, poz. 1947, ze zm.).
- Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2023, poz. 633).
- Ustawa z dnia 5 sierpnia 2015 r. o zmianie ustaw regulujących warunki dostępu do wykonywania niektórych zawodów (Dz.U. 2015, poz. 1505).

Amendments to the legal regulations on mining qualifications and training in the mining industry and their impact on the safety of mine workers

Keywords: mining qualifications, training in mining

Abstract: The publication presents amendments in the regulations concerning mining qualifications and training in mining, starting from the solutions adopted in the Second Polish Republic, through the current legal status, to the proposed solutions included in the draft act amending the Geological and Mining Law and some other acts (draft no 3238). The article also describes the impact of regulations on mining qualifications and training on the state of safety in mining. Unfortunately, practice has shown that the direction of changes initiated in the Geological and Mining Law of 2011 and continued in the Deregulatory Act, consisting in lowering the requirements for mining qualifications and excluding a significant part of training units from control exercised by mining supervision authorities, caused a deterioration in the state of safety in mining, especially in opencast mining plants. The solution adopted in opencast and borehole mining plants should be negatively assessed, in which the employer decides what qualifications the traffic supervisor must have, and the knowledge of people employed in such positions is not verified as part of the state examination. It is also inadequate to have a solution in which the employer checks the fulfilment of qualifications and entrusts the performance of activities in the management and supervision of certain departments of the mining plant's operation, in particular in the field of occupational health and safety. Therefore, it is necessary to return to the previous solutions, i.e. to verify the qualifications of all managers and supervisors of operation, regardless of the type of mining plant, as part of a state examination conducted before the mining supervision authority. Practice has also shown that it is expedient to restore the possibility of exercising full control by mining supervision authorities over the training of managers and supervisors of operation and persons performing specialist activities in the operation of a mining plant.

**Zmiana stanu zatrudnienia
a struktura stażowo-wiekowa i wykształcenie
w latach 2003–2022 w sektorze górnictwa
węglu kamiennego**

Słowa kluczowe: górnictwo węgla kamiennego, zatrudnienie, struktura stażowa, struktura wiekowa, wykształcenie

Streszczenie: Programy rządowe dotyczące restrukturyzacji sektora górnictwa węgla kamiennego przyjmowane od początku lat 90., doprowadziły do zmniejszenia liczby czynnych kopalń oraz zatrudnienia.

Adaptacja górnictwa do potrzeb gospodarki rynkowej wymagała nie tylko ograniczenia nadmiernego wydobycia, ale także wzrostu wydajności pracy, co wiązało się z koniecznością zmniejszenia zatrudnienia w kopalniach. W latach 1993–2003 wystąpił spadek zatrudnienia pracowników kopalń z 311 299 na koniec 1993 roku do 136 456 na koniec 2003 roku tj. wynosił on 43,8% zatrudnienia w odniesieniu do końca 1993 roku. Natomiast w okresie 2003–2022 zatrudnienie na ostatni dzień 2022 roku wynosiło 75 470 osób i stanowiło 55,3% zatrudnienia na koniec 2003 roku, tj. spadek zatrudnienia o prawie 61 tys. osób.

Analizując zmianę stanu zatrudnienia, tj. zmniejszenie się liczby pracowników sektora górnictwa węgla kamiennego, nie można się skupiać jedynie na liczbie zatrudnionych ale należy przyjrzeć się jak wygląda zmiana struktury stażowo-wiekowej zatrudnionych pracowników w okresie 2003–2022. Pomimo zmniejszenia się o 45% liczby osób zatrudnionych w sektorze górnictwa węgla kamiennego, widać niewielkie zmiany pomiędzy grupami pracowników zarówno ze względu na wiek pracowników w ogóle zatrudnionych. W latach 2003–2022 znaczne zmiany procentowe są widoczne we wszystkich analizowanych grupach stażowych (pięcioletnich). W 2022 roku znacznie wzrosła liczba osób o stażu pracy ogółem do 10 lat pracy, a największy spadek dotyczył liczby osób o stażu pracy 16–25 lat. Zauważalne jest natomiast podwyższanie poziomu wykształcenia wśród pracowników sektora górnictwa węgla kamiennego bez względu na miejsce zatrudnienia i grupę pracowniczą (robotnicy, kadra inżynieryjno-techniczna, pracownicy administracyjno-biurowi). Znacząco w okresie ostatnich 20 lat wzrosła liczba pracowników z wykształceniem średnim oraz wyższym niezależnie od grupy pracowniczej.

Wprowadzenie

Jednym z najtrudniejszych do rozwiązania problemów w okresie transformacji gospodarki był problem restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego, którego głównym celem było doprowadzenie do funkcjonowania zgodnie z zasadami gospodarki wolnorynkowej.

Aby w sposób bezkonfliktowy i maksymalnie łagodny doprowadzić do rentowności kopalń, jednocześnie chroniąc je przed upadłością oraz zniwelować nadmiar zatrudnienia, wprowadzono szereg programów naprawczych i restrukturyzacyjnych. Wszystkie te programy miały na celu doprowadzenie do stworzenia podwalin działania branży górnictwa węgla kamiennego w warunkach „wolnego rynku” oraz planowanej akcesji w strukturze Unii Europejskiej.

Redukcja zatrudnienia była jednym z sztandarowych zagadnień, które zostały wprowadzane przez zarządy spółek przy znacznym wsparciu elit rządowych. Prowadzona restrukturyzacja zatrudnienia nie dotknęła tylko samych kopalń węgla kamiennego. Pośrednio przyczyniła się do całkowitej likwidacji szkolnictwa zawodowego na poziomie techników i szkół zasadniczych. Do momentu, gdy niedobory pracowników mogły być uzupełniane poprzez alokację pracowników z likwidowanych kopalń stan zatrudnienia nie stwarzał problemów z bezpieczeństwem pracy. Tylko w ten sposób spółki wydobywcze mogły uzupełniać braki w stanach osobowych ze względu na całkowity zakaz zatrudniania nowych pracowników. Następstwem tych czynników było zjawisko zwane „luką pokoleniową”.

W latach 90. XX w. górnictwo w Polsce wkroczało nieprzygotowane do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej: sektor wydobywczy był silnie scentralizowany organizacyjnie; kopalnie nie posiadały własnych kanałów dystrybucji ani zaopatrzenia: produkcja była dotowana (dotacje przedmiotowe – wypłacane do każdej tony węgla). Dodatkowo obciążone były działalnością socjalną i charytatywną (kopalnie posiadały szpitale, szkoły, przedszkola, kluby sportowe itd.).

Sytuacja ta stworzyła konieczność przeprowadzenia planowych zmian restrukturyzacyjnych. Podstawowym celem działań podejmowanych w tym kierunku było doprowadzenie do osiągnięcia przez przemysł górniczy efektywności ekonomicznej oraz zdolności do konkurowania na rynkach międzynarodowych. Aby stan ten osiągnąć, należało:

- zrestrukturyzować majątek (zlikwidować obciążenie kopalń majątkiem nieprodukcyjnym),
- dostosować poziom wydobycia do wielkości zapotrzebowania krajowego oraz opłacalnego ekonomicznie eksportu,
- zmniejszyć odpowiednio do wymagań rynku moce wytwórcze poprzez likwidację części kopalń,
- zracjonalizować wielkość zatrudnienia (Paszczka 2010).

W Polsce od początku okresu transformacji podjęto próby wdrożenia kilku programów restrukturyzacji górnictwa. Ich założenia oraz intensywność realizacji uzależnione

były znacząco od czynników politycznych. Kolejne programy sięgały do doświadczeń wcześniejszych i podstawowy cel pozostawał niezmienny (Szlązak 2004).

W procesie restrukturyzacji górnictwa w Polsce, ze szczególnym naciskiem na podniesienie wydajności poprzez zmniejszenie zatrudnienia, można wyszczególnić pięć okresów:

- 1990–1992 – realizacja idei wolnego rynku, bez centralnego programu rządowego,
- 1993–1997 – wprowadzania działań osłonowych dla załogi,
- 1998–2006 – pełne zabezpieczenie zwalnianych pracowników,
- 2007–2014 – kontynuacja finansowania likwidacji kopalń, brak instrumentów dla pracowników,
- 2015 – do nadal – działania osłonowe, głównie dla osób pracujących pod ziemią.

W pierwszych latach programy rządowe dotyczące restrukturyzacji sektora górnictwa węgla kamiennego przyjmowane od 1993 roku, a następnie ustawy dedykowane sektorowi górnictwa węgla kamiennego (Ustawa 1998, 2000, 2003, 2007, 2015, 2021), doprowadziły do zmniejszenia liczby czynnych kopalń oraz zmniejszenia zatrudnienia.

Dostosowywania górnictwa węgla kamiennego do funkcjonowania w warunkach wolnego rynku, w obszarze restrukturyzacji zatrudnienia, finansowane było głównie ze środków budżetu państwa, który m.in. zaciągał pożyczki na ten cel w Banku Światowym, oraz środków własnych przedsiębiorstw górniczych. Wszystkie świadczenia udzielane były pracownikom na ich wniosek, z zachowaniem zasady pełnej dobrowolności.

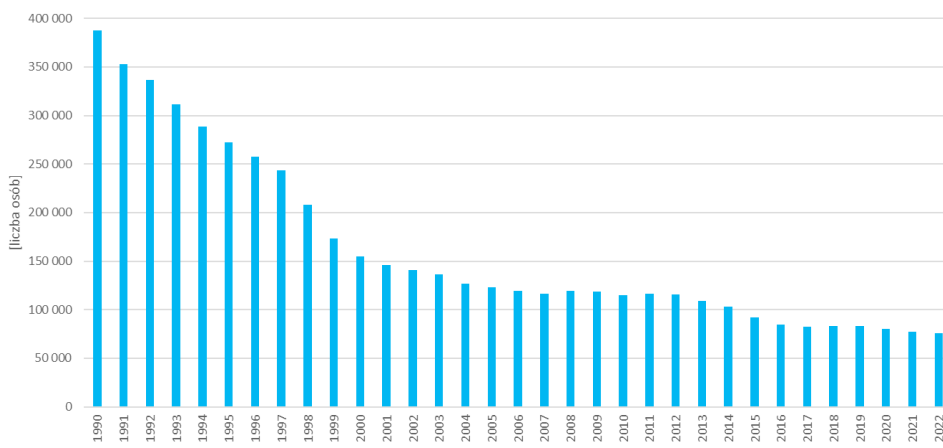
Pozytywne zmiany w podejściu do tworzenia programów naprawczych pojawiły się w 1998 roku. Programy wtedy opracowane wskazały nową jakość w podejściu do przekształceń restrukturyzacji sfery zatrudnienia. Na etapie planowania uwzględniono w większym stopniu problemy społeczne i wykazano większą elastyczność w kontaktach ze stroną związkową. Zachowano przy tym determinację w realizacji przyjętego programu. I choć części z priorytetowych założeń nie udało się osiągnąć, to jednak można wskazać niewątpliwe sukcesy na gruncie optymalizacji zatrudnienia. Co ważne, program w górnictwie na lata 2003–2006 nawiązywał do rozwiązań wypracowanych w latach 1998–2001, co w jakiejś mierze wskazywało na ciągłość działań.

Specyfika pracy górniczej oraz prawo górnicze nakładają na przedsiębiorcę obowiązek posiadania odpowiednio wykształconej i spełniającej ściśle określone kryteria kadry nadzorującej pracę w kopalniach. Kryteria te zostały określone w wydanym rozporządzeniu Ministra Środowiska w 2011 (Rozporządzenie 2011). Zawarte w nim przepisy stawiają określone wymagania, jakie muszą spełnić osoby kierownictwa i dozoru ruchu zakładów górniczych, mierniczy i geologowie górniczy oraz określa stanowiska w ruchu zakładu górniczego, które wymagają szczególnych kwalifikacji. Te specyficzne stanowiska pracowników fizycznych związane są z zapewnieniem bezpieczeństwa ruchu zakładu górniczego oraz osób pracujących w kopalni (m.in. strażowych, elektryków, maszynistów i sygnalistów szybowych, czy operatorów różnego typu maszyn). Rozporządzenie to wprowadziło w niektórych przypadkach złagodzenie kryteriów wymaganego stażu pracy dla zdobycia określonych uprawnień.

Oprócz odejść naturalnych na emerytury i renty, od 1993 roku dostępne były z przerwami instrumenty osłonowo-aktywizująco-adaptacyjne (urlupy górnicze, urlupy dla pracowników zakładów przeróbki mechanicznej węgla, zasiłki, jednorazowe odprawy pieniężne, stypendia) służące zmniejszaniu liczby zatrudnionych w kopalniach. Jednocześnie wstrzymano niemalże całkowicie przyjęcia pracowników do pracy w kopalniach. Górnictwo było branżą, która uniknęła zwolnień grupowych. Górników jednej likwidowanej kopalni przesuвано do innej, mającej jeszcze perspektywę prowadzenia wydobycia.

Rysunek 1 pokazuje stan zatrudnienia na ostatni dzień roku od początku jego restrukturyzacji do 2022 roku: w latach 1990–2007 odnotowywano stałą tendencję spadkową. W latach 1993–2003 wystąpił spadek pracowników kopalń z 311 299 na koniec 1993 roku do 136 456 na koniec 2003 roku, tj. wynosiło ono 43,8% zatrudnienia w odniesieniu do końca 1993 roku. W latach 2008–2015 zatrudnienie w sektorze górnictwa węgla kamiennego wykazało się zmiennością rok do roku. W roku 1990 zatrudnienie w sektorze górnictwa węgla kamiennego wynosiło prawie 390 tys. osób. W trakcie procesów dostosowawczych do gospodarki rynkowej spadło ono do 136 tys. w roku 2003, tj. o 65%. Natomiast w okresie 2003–2022 zatrudnienie na ostatni dzień 2022 roku wynosiło 75 470 osób i stanowiło 55,3% zatrudnienia na koniec 2003 roku, tj. nastąpił spadek zatrudnienia o prawie 61 tys. osób.

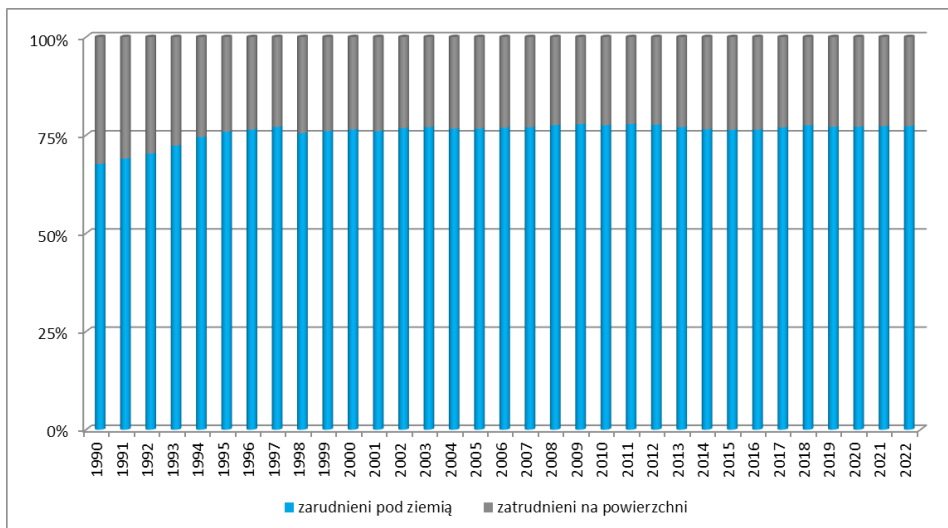
Na przestrzeni ostatnich 32 lat systematycznie malał udział pracowników zatrudnionych na powierzchni. Lata 2008–2012 to stabilizacja na poziomie 22,2–22,4%, natomiast od 2013 roku wolumen osób zatrudnionych na powierzchni wykazuje wahania w przedziale 22 do 24%. Udział pracowników zatrudnionych na powierzchni w 2022 roku wyniósł tyle samo, co w 2007 roku i 2021 roku, tj. 23%. Wynika z tego, że największy



Rys. 1. Struktura wiekowa pracowników kopalń w latach 1990–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

Fig. 1. Age structure of mine employees in years 1990–2022



Rys. 2. Zmiany struktury zatrudnienia w latach 1990–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

Fig. 2. Changes in the employment structure over the years 1990–2022

wpływ na zmianę struktury stażowo-wiekowej i wykształcenia mają zmiany oraz fluktuacje pracowników zatrudnionych pod ziemią, gdyż stanowią oni średnio około 77% ogółu zatrudnionych w górnictwie węgla kamiennego.

Struktura wiekowa pracowników sektora górnictwa węgla kamiennego

Wprowadzona na początku restrukturyzacji zasada ograniczenia zatrudnienia poprzez zakaz przyjmowania do pracy pod ziemią nowych pracowników spowodowała „starzenie” się wykwalifikowanej kadry górniczej. Likwidacja szkolnictwa zawodowego skutkowałą niemożliwością zastępowania pokoleń w górnictwie, czyli starzeniem się załóg górniczych. Kopalnia nie była atrakcyjnym miejscem pracy dla ludzi młodych. Odblokowanie przyjęć oraz reaktywacja szkolnictwa dała efekt w postaci pojawiania się w górnictwie ludzi młodych.

Na poniższych rysunkach pokazano zmiany w poszczególnych grupach wiekowych na przestrzeni ostatnich 20 lat. Zwiększenie zatrudnienia w 2022 roku w odniesieniu do 2003 roku widoczne jest dla przedziałów wiekowych do 25 lat oraz powyżej 56 lat, tj. najmłodszych i najstarszych wiekiem pracowników. Wzrost zatrudnienia osób w tych przedziałach wiekowych w ciągu 20 lat wyniósł prawie 800%.

W 2022 roku najliczniejsze przedziały wiekowe to:

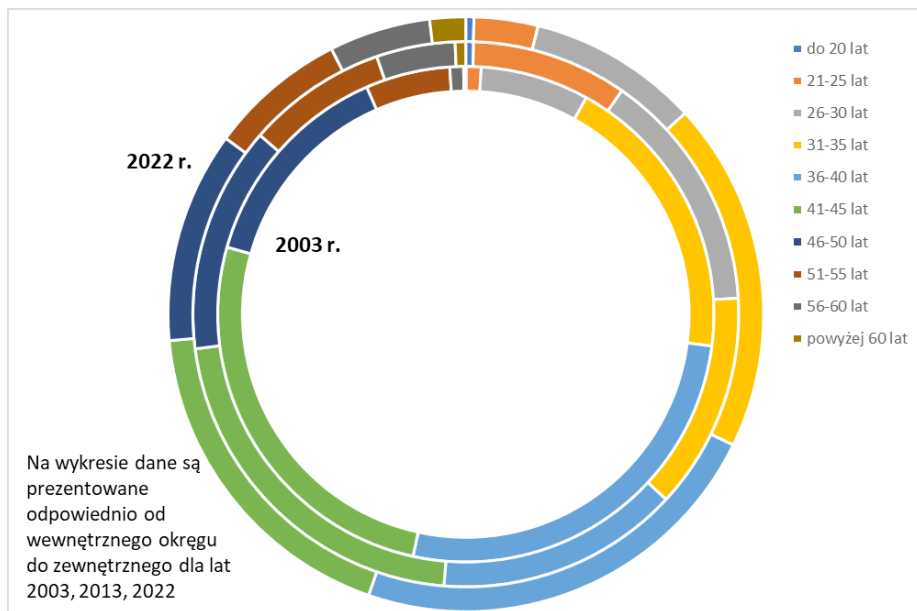
- od 36 do 40 lat zatrudnionych jest 17,4 tys. pracowników,
- od 31 do 35 lat zatrudnionych jest 14,4 tys. pracowników,
- od 41 do 45 lat zatrudnionych jest 13,8 tys. pracowników.

W latach 2003 i 2022 widoczne jest, że pomimo upływu 20 lat najliczniejszą grupą wiekową jest przedział 36–40 lat. Analizując drugą najliczniejszą grupę wiekową, widzimy, że w 2003 roku był to przedział 41–45 lat, a w 2022 roku był to przedział 31–35 lat. W 2013 roku najliczniejszą grupą wiekową był przedział 41–45 lat.

Zmiana ta jest efektem umożliwienia na mocy zapisów ustawy z 2015 roku (Ustawa 2015) skorzystania przez pracowników ze świadczeń osłonowych, które pobrały osoby zatrudnione pod ziemią.

W ciągu 20 lat zmniejszyła się grupa osób w wieku powyżej 45 lat z 21% udziału w ogóle zatrudnienia w 2003 roku w odniesieniu do 28% udziału w zatrudnieniu w 2022 roku (rys. 5). Porównując te same okresy, widzimy, że jedynie nieznacznie zmienił się procentowy udział osób w wieku do 30 lat oraz pozostał na tym samym poziomie udział osób w wieku 31–35 lat.

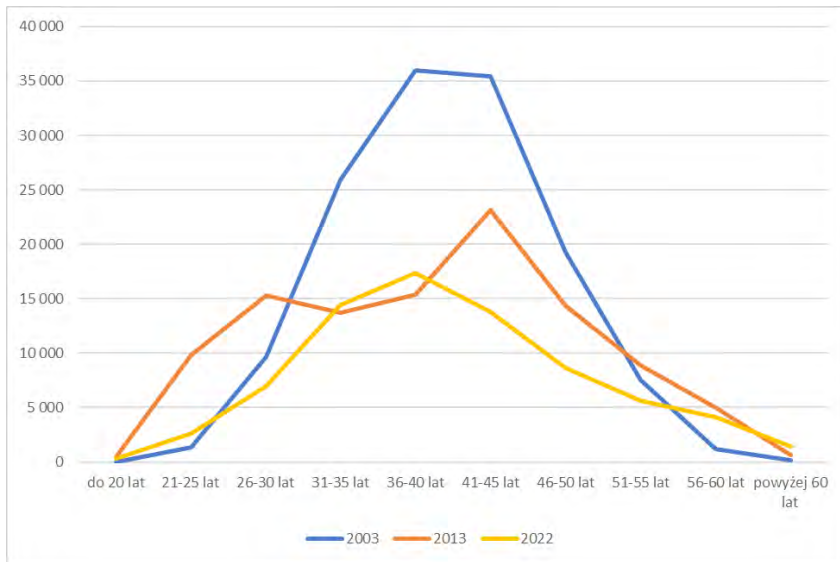
W znaczący sposób zmniejszyła się liczba pracowników w wieku 41 do 45 lat, a wzrosła liczba pracowników w wieku do 30 lat. Przyczyną tego jest między innymi to,



Rys. 3. Procentowy udział grup wiekowych ogółu spółek węglowych w latach 2003, 2013 i 2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

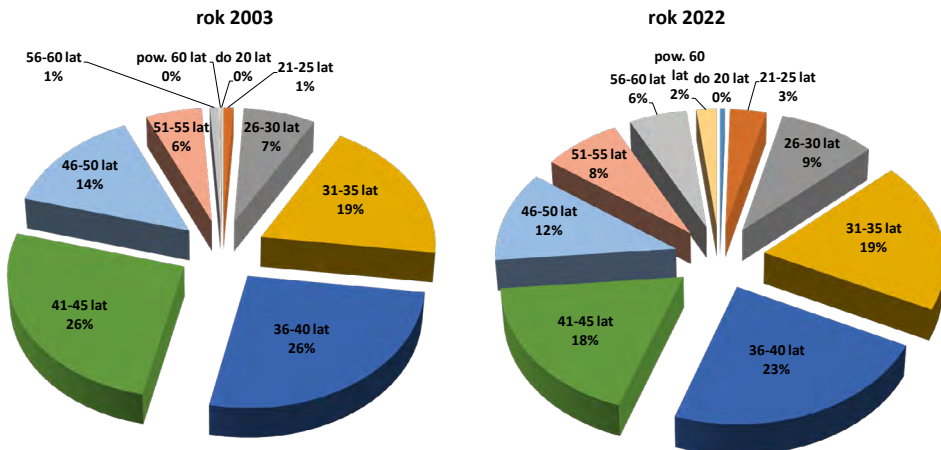
Fig. 3. Percentage of age groups of all coal companies in years 2003, 2013 and 2022



Rys. 4. Grupy wiekowe pracowników sektora górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

Fig. 4. Age groups of employees in the hard coal mining sector in years 2003–2022



Rys. 5. Procentowy udział grup wiekowych pracowników zatrudnionych w górnictwie węgla kamiennego w 2003 r. i 2022 r.

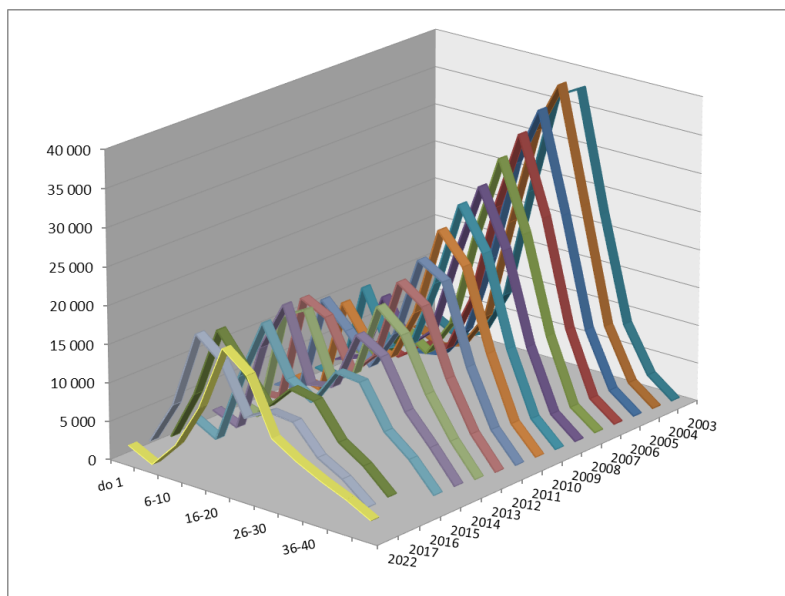
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

Fig. 5. Percentage of age groups of employees employed in the hard coal mining industry in 2003 and 2022

że od 2012 roku systematycznie wzrastał udział w przyjęciach grupy absolwentów od 15,3% (tj. 1 179 osób) w 2012 roku poprzez około 31% (ok. 714 osób) w latach 2013–2014, do 47,4% (933 osoby) w 2016 roku. Natomiast już od 2017 roku obserwujemy znaczący spadek przyjęć absolwentów do pracy w górnictwie węgla kamiennego i wyniósł on odpowiednio dla ogółu zatrudnionych w danym roku: 16%, tj. 933 osoby (2017 r.), a w 2022 roku występował dalszy spadek przyjęć absolwentów i wyniósł 5%, tj. 182 osoby.

Struktura stażowa pracowników sektora górnictwa węgla kamiennego

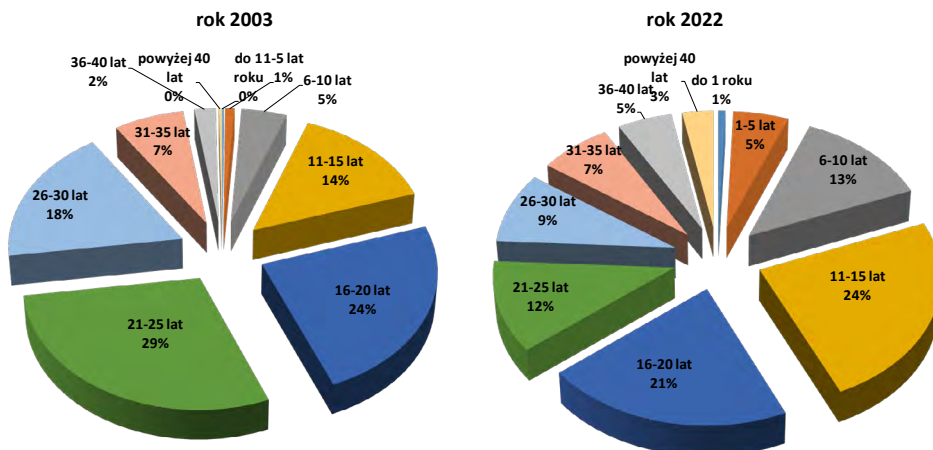
W latach 2003–2022 widoczne jest, w ramach pracowników ogółem, przesunięcie najliczniejszej grupy stażowej z przedziału 21–25 do przedziału 11–15 lat, podczas gdy jeszcze w 2013 roku były to przedziały 6–10 lat oraz 21–25 lat. W okresie 2014–2017 roku był to przedział 6–10 lat, a od 2018 roku widzimy coroczny wzrost procentowego udziału najliczniejszej grupy stażowej, tj. 11–15 lat. W przedziałach stażowych powyżej 16 lat stażu pracy występuje procentowy wzrost zatrudnionych, porównując rok do roku. Zmiany te są zaprezentowane na rysunku 6.



Rys. 6. Procentowy udział grup stażowych ogółu spółek węglowych w okresie 2003–2022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

Fig. 6. Percentage of seniority groups in all coal companies in the period 2003–2022



Rys. 7. Procentowy udział grup stażowych pracowników zatrudnionych w górnictwie węgla kamiennego w 2003 r. i 2022 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

Fig. 7. Percentage of seniority groups of employees employed in the hard coal mining industry in 2003 and 2022

W analizowanym okresie 20 lat znacząco zmienił się udział poszczególnych grup stażowych w ogóle osób zatrudnionych (rys. 7).

Obserwujemy znaczne zmniejszenie o około trzykrotnie grupy osób o stażu pracy powyżej 21 lat. Jednocześnie znacząco wzrósł procentowy udział pracowników, bo prawie trzykrotnie, o stażu pracy 6–10 lat.

Z porównania lat 2022 i 2003 wynika, że struktura stażowa osób zatrudnionych w sektorze górnictwa węgla kamiennego zmieniła się znacznie, szczególnie dotyczy to osób o stażu pracy do 30 lat (rys. 7). Widzimy, że jedynie nieznacznie zmienił się procentowy udział osób w przedziale powyżej 31 lat stażu pracy, natomiast udział osób o stażu pracy 31–35 lat pozostał na tym samym poziomie.

Porównując stan zatrudnienia w 2022 r. do 2003 r. widzimy, że nastąpiło dwukrotne zmniejszenie się liczby pracowników o stażu pracy 26–30 lat, przy jednoczesnym pięciokrotnym wzroście osób o stażu pracy do 5 lat.

W 2015 roku w związku z trudną sytuacją sektora górnictwa węgla kamiennego Sejm RP przyjął nowelizację ustawy uchwalonej w 2007 roku, która zawierała pakiet świadczeń socjalnych. Osłony socjalne dla zwalnianych górników obejmowały finansowanie czteroletniego urlopu górniczego lub trzyletniego urlopu dla pracowników zakładu przeróbki mechanicznej węgla poprzedzającego bezpośrednio emeryturę. W latach 2015–2022 z urlopów górniczych i urlopów dla pracowników zakładu przeróbki mechanicznej węgla skorzystało 8,1 tys. osób.

Wysztalcenie

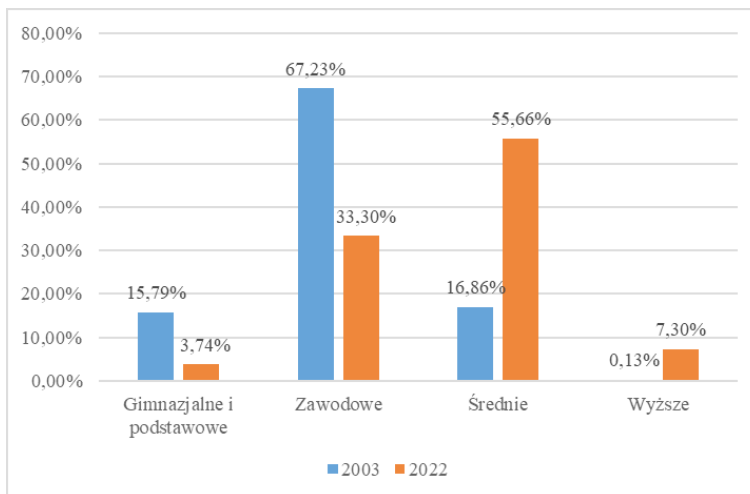
Nowe urzadczenia w kopalniach to w rzeczywistosci zaawansowane technologicznie urzadczenia naszpikowane elektronika, a umiejetnosc ich obslugi wymaga specjalistycznej wiedzy. Wiedzy takiej nie mozna nabyc jedynie w trakcie pracy – wymagana jest podstawa teoretyczna.

Proces transformacji gornictwa wymaga dostosowania kwalifikacji i kompetencji pracownikow do biezacych potrzeb przedsiebiorstw gorniczych. Majac na celu ograniczenie negatywnych skutkow spolecznych, mogacych byc wynikiem stopniowej likwidacji kopalni wegla kamiennego, nalezy umozliwic alokacje pracownikow w ramach sektora z rownoczesnym zdobywaniem nowych kompetencji. Prowadzenie procesow likwidacyjnych wymaga będzie od pracownikow zdobycia nowych umiejetnosci i kwalifikacji.

Odpowiednio wysokie kompetencje, kwalifikacje i umiejetnosci dostosowane do wyzwan zmieniajacego sie otoczenia stanowią jeden z kluczowych warunkow wieloletniego funkcjonowania sektora gornictwa wegla kamiennego. Potaczenie takich elementow z dziedziny zarzadzania talentami, jak: m.in. poszukiwanie, rozwój, docenianie oraz umacnianie pozycji pracownikow o ponadprzecietnym poziomie umiejetnosci i potencjalu intelektualnego z efektywnymi systemami motywacyjnymi, pozwoli na efektywne wykorzystanie ich zdolnosci przez poszczególne spolki weglowe (Program dla sektora GWK 2018).

Zaistniale zmiany poziomu wysztalcenia w latach 2003–2022 prezentowane w ujeciu procentowym dla poszczegolnych grup pracownikow zatrudnionych laczenie we wszystkich przedsiebiorstwach gorniczych, wskazuja jednoznacznie, ze zmiana struktury wysztalcenia w grupie:

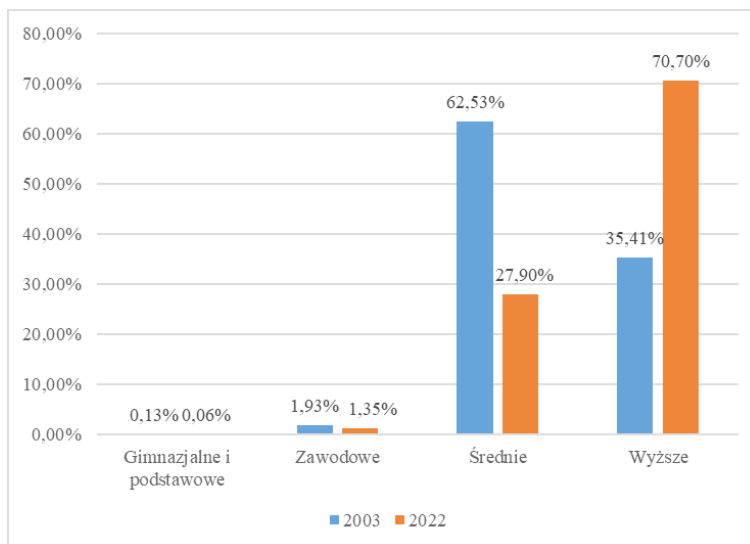
- robotnikow – miala miejsce w zakresie zwiekszenia udzialu wysztalcenia sredniego o prawie 39% oraz wysztalcenia wyzszeo o ponad 7%, przy jednoczesnym obnizeniu udzialu wysztalcenia zawodowego o blisko 34% oraz gimnazjalnego i nizszego o ponad 12% (rys. 8),
- kadry inzynieryjno-technicznej – zachodzila w dalszym ciagu jak w latach ubieglych w rownym stopniu zarowno w zakresie zwiekszania udzialu wysztalcenia wyzszeo, jak i zmniejszania udzialu wysztalcenia sredniego, tj. po okolo 34%, natomiast udzial wysztalcenia zawodowego w tej grupie pracownikow pozostawal na zblizonym niskim poziomie, tj. srednio okolo 1,5% (rys. 9),
- pracownikow administracyjno-biurowych – w dalszym ciagu zachodzila w zblizonym stopniu zarowno w zakresie zwiekszania udzialu wysztalcenia wyzszeo, jak i zmniejszania udzialu wysztalcenia sredniego. W 2022 r. udzial osob z wysztalceniem wyzszyo przewyzszyl udzial osob z wysztalceniem srednim o 8%. Udzial wysztalcenia zawodowego w tej grupie pracownikow rowniez pozostawal na niskim poziomie, tj. srednio okolo 1,1%.



Rys. 8. Porównanie poziomu wykształcenia robotników zatrudnionych w górnictwie węgla kamiennego w 2003 r. i 2022 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

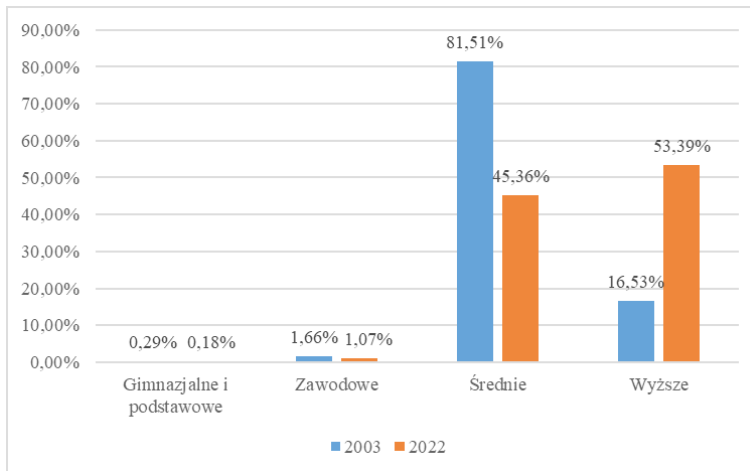
Fig. 8. Percentage of the education level of workers employed in the hard coal mining industry in 2003 and 2022



Rys. 9. Procentowy udział poziomu wykształcenia kadry inżyniersko-technicznej zatrudnionych w górnictwie węgla kamiennego w 2003 r. i 2022 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

Fig. 9. Percentage of the education level of engineering and technical staff employed in the hard coal mining industry in 2003 and 2022



Rys. 10. Procentowy udział poziomu wykształcenia pracowników administracyjno-biurowych zatrudnionych w górnictwie węgla kamiennego w 2003 r. i 2022 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych ARP SA

Fig. 10. Percentage of the education level of administrative and office workers employed in the hard coal mining industry in 2003 and 2022

Odnośząc się do powyższego, należy zwrócić uwagę, że znaczący wpływ na zmianę struktury wykształcenia w przedsiębiorstwach górniczych mają prowadzone działania restrukturyzacyjne, poczynwszy od 2015 roku na mocy zapisów ustawy z dnia 7 września 2007 r. (Ustawa 2007) o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego, dotyczące m.in. restrukturyzacji zatrudnienia w kopalniach likwidowanych z wykorzystaniem mechanizmu osłon socjalnych.

Stan zatrudnienia ogółem w sektorze górnictwa węgla kamiennego na 31.12.2022 r. ukształtował się na poziomie 75 470 pracowników. Wśród wszystkich pracowników najwięcej osób, tj. 38 030, posiada wykształcenie średnie, co stanowi nieco ponad 50% ogółu zatrudnionych. Wykształcenie zawodowe posiada 19 661 osób, co stanowi 26% ogółu zatrudnionych. Wykształceniem wyższym i wyższym zawodowym legitymują się 15 543 osoby, co stanowi około 21% ogółu zatrudnionych. W grupie tej pracownicy zatrudnieni pod ziemią stanowią około 71%, tj. 11 097 osób. W 2022 r. w sektorze górnictwa węgla kamiennego zatrudnionych było 40 osób posiadających co najmniej stopień naukowy doktora.

W grupie robotników w okresie 2003–2015 przeważały osoby legitymujące się wykształceniem zawodowym, natomiast już w roku 2016 zaistniała zmiana, gdzie udział osób z wykształceniem średnim przewyższył udział osób posiadających wykształcenie zawodowe. Należy zauważyć, że w następnych latach następował systematyczny wzrost procentowego udziału osób z wykształceniem średnim. Zatem poziom wykształcenia

w grupie robotników systematycznie podnosi się. W porównaniu do 2005 roku udział osób z wykształceniem gimnazjalnym i niższym zmniejszył się o ponad 10%, osiągając w roku 2022 poziom 3,74% oraz kolejno z wykształceniem zawodowym zmniejszył się o ponad 33% do poziomu 33,30%. Odkondu się to przy równoczesnym wzroście udziału osób z wykształceniem średnim o ponad 37% i wyższym o około 7,0%.

W grupie kadry inżynieryjno-technicznej następuje systematyczny wzrost liczby osób legitymujących się wykształceniem wyższym. Względem roku 2003 nastąpił wzrost udziału osób z wykształceniem wyższym o blisko 33% przy jednoczesnym spadku o około 32% osób z wykształceniem średnim. W grupie tej osoby z wykształceniem zawodowym oraz gimnazjalnym i niższym pozostają w zdecydowanej mniejszości, tj. na poziomie około 1,4%.

Zmiana struktury wykształcenia w grupie pracowników administracyjno-biurowych jest porównywalna do pozostałych grup pracowniczych. W porównaniu z rokiem 2003 zmniejszył się udział osób z wykształceniem średnim o blisko 33% przy równoczesnym wzroście o przeszło 33% pracowników z wykształceniem wyższym. Począwszy od 2020 roku liczba osób z wykształceniem wyższym przewyższyła liczbę osób z wykształceniem średnim.

Podsumowanie

Przełom przemian społeczno-gospodarczych i ustrojowych w 1989 roku zastał górnictwo węgla kamiennego w Polsce w sytuacji bardzo dla niego niekorzystnej. Spadek zapotrzebowania na węgiel w kraju i za granicą, niekorzystne ceny na rynkach zagranicznych powodował zapaść polskiego górnictwa węgla kamiennego. Zamrożenie cen węgla na rynku krajowym spowodowało wzrost zadłużenia wobec właściwie wszystkich możliwych instytucji. Zasadniczą przyczyną pogarszającej się efektywności było nadmierne utrzymywanie zdolności produkcyjnych. Adaptacja branży górniczej do potrzeb gospodarki rynkowej wymusza dostosowanie produkcji węgla do potrzeb rynku, a co za tym idzie do racjonalnej gospodarki zasobami ludzkimi. Spowodowało to konieczność ograniczenia zatrudnienia w kopalniach (Mitrega 2001).

Zatrudnienie w sektorze górnictwa węgla kamiennego na przestrzeni ostatnich 20 lat ulega systematycznego obniżeniu. Natomiast w okresie 2003–2022 zatrudnienie na ostatni dzień 2022 roku wynosiło 75 470 osób i stanowiło 55,3% zatrudnienia na koniec 2003 roku, tj. spadek zatrudnienia o prawie 61 tys. osób.

Uruchomienie w latach 2003–2006 oraz od 2015 roku świadczeń osłonowych (urlopy górnicze, urlopy dla pracowników zakładu przeróbki mechanicznej węgla oraz jednorazowych odpraw pieniężnych) spowodowało odpływ z sektora górnictwa węgla kamiennego osób z największym stażem pracy, tj. powyżej 25 lat oraz z przedziału wiekowego 41–50 lat.

Trwające zmiany technologiczne całego procesu produkcji węgla, bez względu na ich dynamikę, wymagają coraz to nowszych kwalifikacji, kompetencji i umiejętności pracowniczych. Równocześnie coraz większy stopień automatyzacji oraz informatyzacji w górnictwie oraz w nowoczesnej cyfrowej gospodarce wymagać będzie bądź wyższych kompetencji, bądź też całkowicie nowych. Odzwierciedleniem tego jest zmieniający się poziom wykształcenia wszystkich grup pracowniczych.

Najważniejsze zmiany zachodziły i zachodzą wśród robotników zatrudnionych pod ziemią, którzy są najliczniejszą grupą zatrudnioną w sektorze węgla kamiennego i stanowili oni na 31.12.2022 r. 64,5% ogółu zatrudnionych.

Obecnie pracodawcy ukierunkowują swoje działania związane z pozyskiwaniem nowej wykwalifikowanej kadry na programach stypendialnych zarówno na poziomie szkół średnich jak i wyższych, tworzeniu klas patronackich, zapewniając w ten sposób dopływ pracowników wykształconych zgodnie z potrzebami pracodawcy. W przyszłości nie należy się spodziewać tak znacznego, jak obecnie odnotowanego, podnoszenia poziomu wykształcenia pracowników, lecz podnoszenia ich kwalifikacji zawodowych na podstawie kursów oraz szkoleń organizowanych przez pracodawców.

Literatura

- Mitrega M., 2001 – Restrukturyzacja umiejscowiona. Socjalne i regionalne aspekty przemian w górnictwie węgla kamiennego. Katowice: Wyd. UŚ, s. 47–53.
- Paszczka H., 2010 – Procesy restrukturyzacyjne w polskim górnictwie węgla kamiennego w aspekcie zrealizowanych przemian i zmiany bazy zasobowej. Górnictwo i Geoinżynieria 3.
- Program dla sektora Górnictwa węgla kamiennego w Polsce w dniu 23 stycznia 2018 r. uwzględniający korekty przyjęte przez Radę Ministrów 30 września 2019 r., 11 stycznia 2022 r. oraz 27 października 2022 r. – Ministerstwo Aktywów Państwowych, 2022 r.
- Szłazak J., 2004 – Restrukturyzacja górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 1990–2002. Analiza skuteczności realizowanych programów. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej.

Akty prawne

- Rozporządzenie 2011. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie kwalifikacji w zakresie górnictwa i ratownictwa górniczego (Dz.U. 2011, nr 275, poz. 1628).
- Ustawa 1998. Ustawa z dnia 26 listopada 1998 r. o dostosowaniu górnictwa węgla kamiennego do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej oraz szczególnych uprawnieniach i zadaniach gmin górniczych (Dz.U. 1998, nr 162, poz. 1112).
- Ustawa 2000. Ustawa z dnia 15 grudnia 2000 r. o zmianie ustawy o dostosowaniu górnictwa węgla kamiennego do funkcjonowania w warunkach gospodarki rynkowej oraz szczególnych uprawnieniach i zadaniach gmin górniczych (Dz.U. 2001, nr 5, poz. 41).
- Ustawa 2003. Ustawa z dnia 28 listopada 2003 r. o restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego w latach 2003–2006 (Dz.U. 2003, nr 210, poz. 2037).
- Ustawa 2007. Ustawa z dnia 7 września 2007 r. o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w latach 2008–2015 (Dz.U. 2007, nr 192, poz. 1379).

Ustawa 2015. Ustawa z dnia 22 stycznia 2015 r. o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego w latach 2008–2015 oraz niektórych innych ustaw (Dz.U. 2015, poz. 143).

Ustawa 2021. Ustawa z dnia 17 grudnia 2021 r. o zmianie ustawy o funkcjonowaniu górnictwa węgla kamiennego (Dz.U. 2022, poz. 241).

Change in employment vs. seniority-age structure and education in the hard coal mining sector, 2003–2023

Keywords: hard coal mining, employment, seniority structure, age structure, education

Abstract: Government programmes to restructure the hard coal mining sector adopted since the early 90s have led to a reduction in the number of active mines and employment.

Adapting the mining industry to the needs of a market economy required not only a reduction in over-extraction, but also an increase in labour productivity, which necessitated a reduction in employment in the mines. Between 1993 and 2003, there was a decrease in mine employees from 311,299 at the end of 1993 to 136,456 at the end of 2003, i.e. 43.8% of employment in relation to the end of 1993. On the other hand, in the 2003–2022 period, employment as of the last day of 2022 was 75,470, accounting for 55.3% of employment at the end of 2003, i.e. a decrease of nearly 61,000 people.

When analysing the change in employment, i.e. the reduction in the number of employees in the hard coal mining sector, one should not focus only on the number of employees, but look at how the seniority-age structure of employees changed between 2003 and 2022. Despite a 45% reduction in the number of people employed in the hard coal mining sector, little change can be seen between groups of employees also in terms of the age of employees for the total workforce. Between 2003 and 2022, significant percentage changes are evident in all the seniority (5-year) groups analysed. In 2022, there is a significant increase in the number of people with up to 10 years' total seniority, with the largest decrease in the number of people with 16–25 years' seniority.

However, there is a noticeable increase in the level of education among employees of the hard coal mining sector, regardless of the place of employment and the employee group (workers, engineering and technical staff, administrative and office staff). Over the past 20 years, there has been a significant increase in the number of employees with secondary and higher education, regardless of employee group.

Węgiel kamienny w Polsce – trzy dekady gospodarki zasobami

Słowa kluczowe: polskie górnictwo węgla kamiennego, zasoby złóż, zamykanie kopalń, uwarunkowania geologiczne i górnicze

Streszczenie: W niniejszym rozdziale dokonano oceny zmian stanu, struktury i wielkości bazy zasobowej od roku 1990 do 2022. Aktualny stan bazy zasobowej węgla kamiennego jest wynikiem zmian w ocenie złóż kopalń czynnych w okresie wdrażania zasad gospodarki rynkowej i wskutek kolejnych działań restrukturyzacyjnych, mających na celu dostosowanie górnictwa węgla kamiennego do nowych warunków gospodarczych. Działania restrukturyzacyjne w głównej mierze dotyczą poprawy sytuacji ekonomiczno-finansowej kopalń. Najważniejszymi przyczynami złej kondycji górnictwa były nadmierne zdolności produkcyjne oraz zbyt duże zatrudnienie w kopalniach. W związku z tym główny nacisk w programach położono na obniżenie tych wielkości. Konsekwencją redukcji nadmiernych mocy produkcyjnych górnictwa były:

- likwidacja całkowita lub częściowa kopalń,
- łączenie kopalń,
- wzrost koncentracji wydobycia,
- projektowanie eksploatacji w możliwie najbardziej korzystnych warunkach górniczo-geologicznych.

Pokazano, że pogarszające się warunki geologiczne i górnicze procesu wydobycia spowodują bardzo duże ograniczenia w osiągnięciu przez kopalnie węgla kamiennego zakładanych zdolności produkcyjnych. Uciążliwość warunków górniczo-geologicznych narastająca z każdym rokiem będzie w istotny sposób wpływała na ograniczenia dotyczące prowadzenia procesu eksploatacji.

Oznacza to, że wydobycie węgla w pogarszających się warunkach otoczenia ścian powinno mieć swoje konsekwencje w wielkości rejestrowanych kosztów, a w konsekwencji w ocenie efektywności ekonomicznej zakładów górniczych.

Wprowadzenie

Epokowe przejście z paliw roślinnych na paliwa kopalne przyniosło bezprecedensowe zmiany w rozwoju naszej cywilizacji zarówno w sensie jakościowym, jak i tempa tych

zmian. Paliwa kopalne były siłą napędową energetyki, a w konsekwencji rozwoju gospodarczego wielu krajów. Węgiel spalany w elektrowniach i ciepłowniach dostarcza ponad 40% energii elektrycznej i ogromne ilości energii cieplnej, zapewniając bezpieczeństwo energetyczne współczesnej cywilizacji. Węgiel kamienny jest również wykorzystywany w innych dziedzinach przemysłu. Duże ilości przetwarzane są na koks, służący do produkcji żelaza i metali nieżelaznych. Otrzymywane w procesie koksowania węglopochodne są cennym surowcem chemicznym, gaz koksowniczy natomiast może służyć do wytwarzania energii elektrycznej i cieplnej. Węgiel można poddawać procesowi upłynnienia, w wyniku którego otrzymuje się sztuczną benzynę, olej do silników diesla, olej opałowy, gaz (propan, butan). Węgiel poddany procesowi zgazowania tworzy gaz generatorowy i gaz wodny. Są one wykorzystywane do oświetlenia, spawania, produkcji wodoru. Węgiel może być też poddany procesowi ogrzewania w niższych temperaturach (wytłewanie). Uzyskujemy wtedy półkoks, prasmołę, gaz wytłewniczy, które mogą być poddane dalszemu procesowi przeróbki na paliwa płynne.

W przypadku Polski górnictwo jest kluczową dostawcą węgla do krajowej gospodarki. Dzięki temu Polska jest jednym z krajów w Unii Europejskiej najmniej uzależnionych od importu surowców energetycznych. To skutek dużego udziału węgla kamiennego i brunatnego (79%) w polskim miksie energetycznym. Ten udział z roku na rok się zmniejsza kosztem wzrostu znaczenia innych nośników energii, w tym ze źródeł odnawialnych. Jeszcze w 2000 roku wskaźnik bezpieczeństwa energetycznego w Polsce wynosił 10,7%. W roku 2018 sprowadzono z zagranicy aż 44,8% strategicznych surowców energetycznych (głównie ropy naftowej i gazu ziemnego) potrzebnych do funkcjonowania gospodarki. Mimo tego odsetek ten należy do szczególnie wysokich. Dla porównania średnia zależność energetyczna (odsetek surowców energetycznych sprowadzanych z zagranicy) w krajach Unii Europejskiej wynosi 58%. Bardzo wysoki wskaźnik posiadają: Belgia 82%, Włochy 76% i Niemcy 63,6% (Eurostat 2021).

Od kilku lat jesteśmy jednak świadkami odchodzenia od paliw kopalnych przez grupę krajów najbardziej rozwiniętych gospodarczo, a to za przyczyną postępujących niekorzystnych zmian klimatycznych i wpływu zanieczyszczenia na środowisko naturalne. Zmiany klimatu uznawane są za największe zagrożenie dla ludzkości. Dowody naukowe bezpośrednio wiążą wykorzystanie paliw kopalnych ze zwiększoną emisją gazów cieplarnianych, które szybko i nieodwracalnie zmieniają klimat na świecie i powodują globalne ocieplenie. Kluczowym działaniem jest systematyczne ograniczanie emisji dwutlenku węgla do atmosfery, by ostatecznie całkowicie zaprzestać jego emisji. Liderem tych zmian od lat pozostaje Unia Europejska, która wdraża wiele regulacji i instrumentów wspierania dekarbonizacji i przewiduje osiągnięcie neutralności klimatycznej w 2050 roku. Szczególnie trudnym przedsięwzięciem jest dekarbonizacja polskiej gospodarki, której miks energetyczny zależy przede wszystkim od paliw kopalnych, w tym przede wszystkim węgla. W 2021 r. udział węgla w produkcji energii elektrycznej wynosił 72,4%, w tym węgiel kamienny stanowił 50%. Stan ten wynika z faktu zasobności naszego kraju w te paliwa oraz braku znaczących ilości innych nośników energii pierwotnej. Węgiel kamien-

ny w Polsce, z uwagi na wielkość posiadanej bazy zasobowej oraz dotychczasową i planowaną politykę surowcowo-energetyczną, odgrywa i będzie odgrywał w przyszłości rolę gwaranta bezpieczeństwa i niezależności energetycznej (PEP 2040).

Obecnie dzięki zastosowaniu nowych technologii węgiel staje się również stopniowo coraz czystszy źródłem energii. Ma to niebagatelne znaczenie, zwłaszcza że zobowiązania Polski wobec Unii Europejskiej związane są z koniecznością dostosowania się producentów energii opartej na węglu do zastrzonych wymogów ochrony środowiska i ich praktyczna realizacja. Konsekwencją tych zobowiązań muszą stać się podwyższone wymagania dotyczące jakości używanego i spalane go węgla, ale też znajomość skali zagrożenia środowiska.

W Polsce pozycja węgla kamiennego wśród pierwotnych nośników energii zużywanych dla produkcji energii elektrycznej, zapewniającej bezpieczeństwo energetyczne, wydaje się zagwarantowana na przynajmniej kilkadziesiąt lat.

W roku 2021 produkcja energii elektrycznej wraz z potrzebami grzewczymi i ciepłowniczymi stanowiła zapotrzebowanie na węgiel kamienny na poziomie 54 mln Mg. Scenariusze zapotrzebowania na źródła energii w perspektywie roku 2040 przewidują istotną obecność węgla kamiennego w miksie energetycznym Polski na poziomie 39,6 mln Mg w roku 2030 i 26,4 mln Mg w roku 2040 (Tokarski 2022). Oznacza to, że górnictwo węgla kamiennego w Polsce będzie miało w dalszym ciągu szczególne znaczenie w kształtowaniu potencjału wytwórczego elektroenergetyki. Zarówno istniejące, jak i perspektywiczne możliwości pozyskiwania energii pierwotnej z krajowych źródeł praktycznie wykluczają radykalne zmiany w strukturze udziału dotychczasowych nośników energii. Zmiany będą następowały, ale bardzo powoli, gdyż wiąże się to z poważnymi inwestycjami przemysłowymi.

W powyższym kontekście uzasadniony niepokój budzą zmiany wielkości bazy zasobowej węgla w okresie transformacji górnictwa węglowego.

Aktualny stan bazy zasobowej węgla kamiennego jest wynikiem zmian w ocenie złóż kopalń czynnych w okresie wdrażania zasad gospodarki rynkowej i wskutek kolejnych działań restrukturyzacyjnych.

Zmiany zasobów węgla kamiennego w Polsce w latach 1990–2022

Aktualna wielkość bazy zasobowej węgla kamiennego w Polsce jest konsekwencją zmian w ocenie zasobów złóż kopalń czynnych, wynikających z wdrażania zasad gospodarki rynkowej i wskutek kolejnych działań restrukturyzacyjnych.

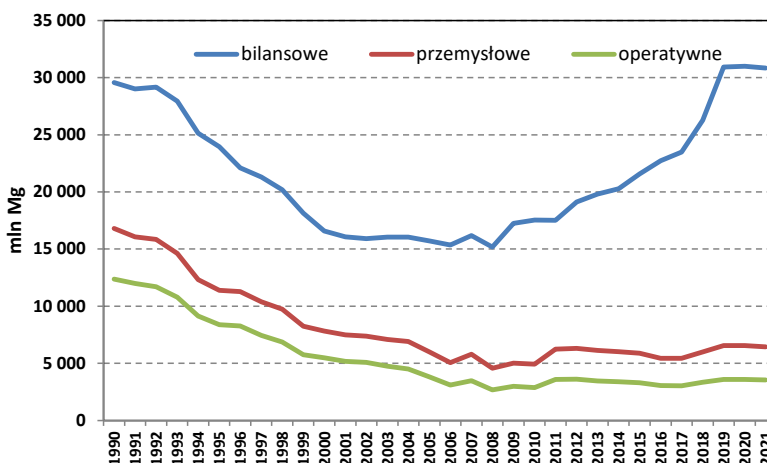
Bardzo ważnym elementem procesu restrukturyzacji była weryfikacja bazy zasobowej w kopalniach czynnych, zmierzająca do przystosowania jej do wymogów ekonomicznych i formalnoprawnych gospodarki rynkowej. Ta weryfikacja zasobów, choć była determi-

nowana poprawą efektywności produkcji węgla, nie wpłynęła znacząco na rentowność kopalń, lecz uszczupliła zasoby przewidziane do wydobycia, skracając przez to żywotność poziomów, rejonów eksploatacyjnych i całych kopalń.

Zmiany te wymusiły przede wszystkim:

- inne podejście w stosunku do oceny gospodarczej zasobów, zarówno w kopalniach czynnych, jak i w złożach niezagospodarowanych;
- likwidację kopalń uznanych za trwale nierentowne;
- dążenie do rentowności pozostałych kopalń, przede wszystkim poprzez wzrost koncentracji wydobycia.

Wielkość zmian zasobów węgla kamiennego w złożach kopalń czynnych, w latach 1990–2022, przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Zmiany zasobów węgla kamiennego w złożach kopalń czynnych w latach 1990–2022

Źródło: Agencja Rozwoju Przemysłu SA

Fig. 1. Changes in particular types of hard coal resources in deposits of operating coal mines in the years 1990–2022

Warto podkreślić, że początek głębokich przemian w polskim górnictwie, datowany na rok 1990, dotyczył 71 kopalń węgla kamiennego. W wyniku działań restrukturyzacyjnych część kopalń została zlikwidowana ze względu na wyczerpanie się zasobów, część uznano za trwale nierentowne, a niektóre połączono, tworząc nowe jednostki wydobywcze. Wykaz kopalń objętych całkowitą likwidacją po roku 1990 przedstawiono w tabeli 1, a kopalń likwidowanych częściowo w tabeli 2.

Aktualnie w przemyśle węglowym funkcjonuje 18 kopalń, które wchodzą w skład następujących jednostek organizacyjnych: Polska Grupa Górnicza SA (7 kopalń), Jastrzębska Spółka Węglowa SA (4 kopalnie), Tauron Wydobycie SA (3 kopalnie) oraz 4 kopalnie

samodzielne: LW Bogdanka SA, PG Silesia sp. z o.o., ZG Siltech sp. z o.o. oraz Eco-Plus sp. z o.o.

Wszystkie kopalnie zlikwidowane wchodziły w skład Spółki Restrukturyzacyjnej Kopalń, która powstała w roku 2000, w wyniku realizacji założeń Korekty Programu Rządowego Reforma Górnictwa Węgla Kamiennego w Polsce w latach 1998–2002.

Łącznie w ramach restrukturyzacji przemysłu węglowego poddano całkowitej lub częściowej (nieraz parokrotnie) likwidacji większość zakładów górniczych. Znaczna część zamkniętych po roku 1990 kopalń ma niedostępne wyrobiska, a w związku z tym możliwości wykorzystania zasobów węgla kamiennego pozostawionych w tych kopalniach są niewielkie (przede wszystkim z ekonomicznego punktu widzenia).

Wszystkie działania związane z likwidacją kopalń, częściową bądź też całkowitą, spowodowały w większości przypadków nieodwracalną utratę zasobów. Występujące w złożach tych kopalń zasoby przed likwidacją były znacznie większe niż po zweryfikowaniu w dokumentacjach rozliczeniowych i stosownych PZZ, wykonywanych zaniechaniem wydobycia kopaliny.

W okresie od 1990 do 2022 roku stan zasobów bilansowych zwiększył się o 1,28 mld Mg. Obserwowany przyrost zasobów bilansowych po roku 2011 spowodowany jest przede wszystkim zmianą kryteriów bilansowości, w szczególności obniżenia minimalnej miąższości pokładów węgla z 1 do 0,6 m oraz zwiększenie maksymalnej głębokości dokumentowania z 1000 do 1250 m. Zmiany te nie mają skutku natychmiastowego i ujawniają się stopniowo w miarę opracowywania nowych dokumentacji lub dodatków do dokumentacji geologicznych (Nieć i Młynarczyk 2014). Także rezygnacja z wykazywania zasobów pozabilansowych grupy „b”, spowodowała, że w nowych dodatkach do dokumentacji geologicznych wykonywanych po roku 2001 zaliczane są do bilansowych, a w projektach zagospodarowania złóż do nieprzemysłowych.

W okresie ostatnich trzydziestu lat ubyło aż 10,4 mld Mg zasobów przemysłowych. Te zmiany tylko w nieznacznym stopniu powodowane były eksploatacją. W tym czasie wydobyto łącznie 2830 mln Mg węgla. Oznacza to, że stan zasobów przemysłowych zmniejszył się o 73% w stosunku do stanu wyjściowego, z powodów innych niż eksploatacja, a głównie w wyniku działań wymuszonych wdrażaniem zasad gospodarki rynkowej i mających na celu dostosowanie górnictwa węgla kamiennego do nowych warunków gospodarczych. Szczególne znaczenie dla gospodarki zasobami miało przestrzeganie zasady selektywnego wybierania, rozumianej jako (Sobczyk 2000):

- rezygnację z eksploatacji pokładów cienkich o grubości poniżej 1,5 m oraz pokładów stromych o nachyleniu powyżej 45°,
- rezygnację z eksploatacji pokładów silnie zanieczyszczonych i zapozielenych powyżej 20% w węglu rodzimym,
- rezygnację z eksploatacji parcel o skomplikowanej tektonice i strukturze zalegania oraz parcel o skrajnie wysokich zagrożeniach naturalnych,
- ograniczenie eksploatacji pokładów lub ich części, wymagających podszadzenia ze względu na ochronę środowiska.

Tabela 1. Zakończenie wydobycia w kopalniach objętych całkowitą likwidacją w latach 1991–2023

Table 1. Completion of the mining process in mines subject to complete liquidation in the years 1991–2023

| Lp. | Kopalnie czynne w 1991 r. | Harmonogram zakończenia wydobycia w kopalniach objętych całkowitą likwidacją |
|-----|---------------------------|--|
| 1 | KWK Barbara-Chorzów | Zakończenie wydobycia z dniem 31.12.1993 r. |
| 2 | KWK Panyż | Zakończenie wydobycia z dniem 30.06.1995 r. |
| 3 | KWK Saturn | Zakończenie wydobycia z dniem 8.12.1995 r. |
| 4 | KWK Żory | Zakończenie wydobycia z dniem 31.10.1996 r. |
| 5 | KWK Sosnowiec | Zakończenie wydobycia z dniem 31.12.1997 r. |
| 6 | KWK Morcinek | Zakończenie wydobycia z dniem 31.10.1998 r. |
| 7 | KWK Porąbka-Klimontów | Zakończenie wydobycia z dniem 31.12.1998 r. |
| 8 | KWK Grodziec | Zakończenie wydobycia z dniem 31.12.1998 r. |
| 9 | KWK Niwka-Modrzejów | Zakończenie wydobycia z dniem 1.07.1999 r. |
| 10 | KWK Gliwice | Zakończenie wydobycia z dniem 15.09.1999 r. |
| 11 | KWK Siersza | Zakończenie wydobycia z dniem 31.10.1999 r. |
| 12 | KWK Jan Kanty | Zakończenie wydobycia z dniem 30.06.2000 r. |
| 13 | KWK Dębieńsko | Zakończenie wydobycia z dniem 30.10.2000 r. |
| 14 | KWK Siemianowice | Zakończenie wydobycia w dniu 31.12.1995 r. 15.12.1995 r. utworzenie na części obszaru górniczego KWK Siemianowice – ZG Rozalia sp. z o.o., który zakończył wydobycie w dniu 30.09.1999 r. |

| Lp. | Kopalnie czynne w 1991 r. | Harmonogram zakończenia wydobycia w kopalniach objętych całkowitą likwidacją | | |
|-----|---------------------------|--|---|--|
| 15 | KWK Jowisz | Rozpoczęcie likwidacji z dniem 1.12.1994 r., od 27.09.1996 r. KWK Jowisz sp. z o.o. w likwidacji | Styczeń 1998 r. – utworzenie na części obszaru górniczego KWK Jowisz – ZG Wojkowice sp. z o.o. | Zakończenie wydobycia przez ZG Wojkowice sp. z o.o. w dniu 30.04.2000 r. |
| 16 | KWK Rozbark | Od dn.4.05.1998 r. KWK Rozbark sp. z o.o., którą postawiono w stan likwidacji z dniem 1.09.1999 r. | 23.08.1999 r. – utworzenie na części obszaru górniczego KWK Rozbark sp. z o.o. – ZG Bytom II sp. z o.o. | Zakończenie wydobycia przez ZG Bytom II sp. z o.o. w dniu 31.08.2004 r. |
| 17 | KWK Katowice | Od dnia 1.07.1996 r. KWK Katowice-Kleofas | Zakończenie eksploatacji na Ruchu Katowice z dniem 1.07.1999 r. | Zakończenie eksploatacji przez KWK Katowice-Kleofas – IX 2004 r. |
| 18 | KWK Kleofas | | | |
| 19 | KWK Kazimierz-Juliusz | Zakończenie wydobycia z dniem 29.05.2015 r. | | |
| 20 | KWK Wieczorek | Zakończenie wydobycia z dniem 31.03.2018 r. | | |
| 21 | KWK Krupiński | Zakończenie wydobycia z dniem 31.03.2017 r. | | |
| 22 | KWK Wałbrzych | Z dniem 18.03.1993 r. połączenie kopalń: Thorez, Victoria i Wałbrzych w jedno przedsiębiorstwo państwowe pod nazwą Wałbrzyskie Kopalnie Węgla Kamiennego, skupiające zakłady górnicze: Chrobry (zakończenie wydobycia w 1994 r.), Victoria (zakończenie wydobycia w 1993r.) oraz Julia (zakończenie wydobycia w dniu 30.09.1996 r.). Z części złóż dawnych kopalń Wałbrzych i Victoria wydzielono obszar górniczy dla Zakładu Wydobywczo-Przeróbczego Antracytu, który rozpoczął eksploatację w czerwcu 1994 r., a zakończył w czerwcu 1998 r. | | |
| 23 | KWK Victoria | | | |
| 24 | KWK Thorez | | | |
| 25 | KWK Nowa Ruda | Zakończenie wydobycia w dniu 31.01.2000 r. | | |

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2. Przekształcenia organizacyjne w obrębie jednostek wydobywczych w latach 1991–2023

Table 2. Organizational transformations within the mining units in the years 1991–2023

| Kopalnie czynne w 2023 r. | | Polska Grupa Górnicza SA | |
|---------------------------|--|--|---------------------------|
| KWK Halemba | | | |
| KWK Polska | Od dnia 1.11.1995 r. KWK Polska-Wirek (zakończenie eksploatacji na Ruchu Polska w 1999r.). | 26.07.2007 r. KWK Halemba połączono z KWK Polska-Wirek, tworząc zakład pod nazwą KWK Halemba-Wirek. | Od 01.07.2016 r. KWK RUDA |
| KWK Nowy Wirek | | | |
| KWK Zabrze-Bielszowice | Od lutego 1997 r. KWK Bielszowice (rozpoczęcie likwidacji Ruchu Poręba – dawniej KWK Zabrze). | | |
| KWK Pokój | Od dnia 1.07.1995 r. KWK Pokój (zakończenie eksploatacji na Ruchu Wawel w 2000 r.). | | |
| KWK Wawel | | | |
| KWK Chwałowice | Od lipca 1995 r. KWK Chwałowice (zakończenie wydobycia na Ruchu Rymer – X 1999 r.). | | |
| KWK Rymer | | | |
| KWK Janów | | | |
| KWK Marcel | Od grudnia 1995 r. KWK Marcel (zakończenie wydobycia na Ruchu 1 Maja – II 2001r.). | | Od 01.07.2016 r. KWK ROW |
| KWK 1 Maja | | | |
| KWK Rydułtowy | Od dnia 1.03.2004 r. KWK Rydułtowy-Anna | W 2016 roku KWK Rydułtowy-Anna rozdzielony na dwa oddziały: KWK Rydułtowy i KWK Anna. 01.04.2016 r. oddział KWK Anna został przekazany do Spółki Restrukturyzacji Kopalń SA. | |
| KWK Anna | | | |
| KWK Mysłowice | 1.01.2007 r. KWK Mysłowice została połączona z KWK Wesola i otrzymała nazwę KWK Mysłowice-Wesola. 7.11.2008 r. likwidacja Ruchu Mysłowice. | | KWK Mysłowice-Wesola |
| KWK Wesola | | | |

| Polska Grupa Górnicza SA | | | | Jastrzębska Spółka Węglowa SA | | | |
|--------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| KWK Murcki | Od 1.01.2010 r. KWK Murcki-Staszic (w styczniu 2021 Ruch Murcki został zlikwidowany). | | | 1.01.2021 r. KWK Murcki-Staszic połączono z KWK Wujek, tworząc zakład pod nazwą KWK Staszic-Wujek. | | | |
| KWK Staszic | | | | | | | |
| KWK Wujek | Od 1.01.2005 r. KWK Wujek | | | | | | |
| KWK Śląsk | | | | | | | |
| KWK Ziemowit | | | | 01.07.2016 r. KWK Ziemowit połączono z KWK Piast tworząc zakład pod nazwą KWK Piast-Ziemowit. | | | |
| KWK Piast | Od dnia 1.07.2000 r. KWK Piast (zakończenie wydobycia na Ruchu II – Czeczott – 30.06.2005 r. | | | | | | |
| KWK Czeczott | | | | | | | |
| KWK Bolesław Śmiały | | | | KWK Bolesław Śmiały | | | |
| KWK Sośnica | Od dnia 1.01.2005 r. KWK Sośnica- Makoszowy | | | 1.05.2015 r. KWK Sośnica-Makoszowy zostały podzielony na dwie odrębne kopalnie KWK Sośnica i KWK Makoszowy (31.12.2016 r. wstrzymano wydobycie). | | | |
| KWK Makoszowy | | | | | | | |
| KWK Zofiówka | W roku 2011 Borynia i Zofiówka połączone zostały w jeden zakład. | | | Od 1.01.2020 r. KWK Borynia-Zofiówka | | | |
| KWK Borynia | | | | W roku 2013 dołączono KWK Jas-Mos, tworząc KWK Borynia-Zofiówka-Jastrzębie. | | | |
| KWK Jastrzębie | Od dnia 1.01.1995 r. KWK Jas-Mos (zakończenie wydobycia na Ruchu Moszczenica – VII 2000 r.) | | | Od 101.2020 r. KWK Jastrzębie-Bzie | | | |
| KWK Moszczenica | | | | | | | |
| KWK Pniówek | | | | KWK Pniówek | | | |
| KWK Budryk | do 1.07.1995 r. jako kopalnia w budowie (wydobycie od 1994 roku) | | | KWK Budryk | | | |
| KWK Knurów | 1.02.2010 r. KWK Knurów połączono z KWK Szczygłowiec tworząc zakład pod nazwą KWK Knurów-Szczygłowiec. | | | KWK Knurów-Szczygłowiec | | | |
| KWK Szczygłowiec | | | | | | | |

| | | | | | | |
|----------------|--|--|---|---|---|--|
| KWK Jaworzno | | Utworzenie w 1999 r. nowego podmiotu – ZGE Sobieski-Jaworzno III | Od 1.07.2005 r. Południowy Koncern Węglowy SA, a od 2014 r. zmienił nazwę na TAURON Wydobycie SA | ZG Sobieski | TAURON Wydobycie SA | Kopalnie samodzielne |
| KWK Janina | | | | ZG Janina | | |
| KWK Brzeszcze | | Od dnia 1.01.2005 r. KWK Brzeszcze-Silesia | W maju 2015 r. przekazano KWK Brzeszcze do SRK. 1 grudnia 2016 r. dokonano połączenia z TAURON Wydobycie SA i funkcjonuje jako ZG Brzeszcze | ZG Brzeszcze (od 2016 r. w strukturach TAURON Wydobycie SA) | PG Silesia sp. z o.o. LW Bogdanka SA | Od 15 grudnia 2015 r. KWK Bobrek-Piekary (Węgielokoks Kraj sp. z o.o.) |
| KWK Silesia | | | | Od 9.12.2010 r. PG Silesia | | |
| KWK Bogdanka | | | | | | |
| KWK Andalużja | | Od dn. 2.06.1998 r. KWK Andalużja sp. z o.o., którą postawiono w stan likwidacji z dniem 1.02.1999 r. | 29.01.1999 r.– utworzenie na części obszaru górniczego KWK Andalużja sp. z o.o. – ZG Brzezińny sp. z o.o. | | | |
| KWK Julian | | Od dn. 23.12.1998 r. KWK Julian sp. z o.o., którą postawiono w stan likwidacji z dniem 1.04.1999 r. | 22.06.1999 r., – utworzenie na części obszaru górniczego KWK Julian sp. z o.o. – ZG Piekary sp. z o.o. | | | |
| KWK Centrum | | Od lipca 1993 r. KWK Centrum-Szombierki, od 18.12.1998 r. KWK Centrum-Szombierki sp. z o.o., którą postawiono w stan likwidacji z dniem 1.04.1999 r. | 16.06.1999 r., utworzenie na części obszaru górniczego KWK Centrum-Szombierki sp. z o.o. – ZG Centrum sp. z o.o. | | | |
| KWK Szombierki | | | 23.08.1999 r. utworzenie na części obszaru górniczego KWK Bobrek-Miechowice sp. z o.o. – ZG Bytom III sp. z o.o. | | | |
| KWK Bobrek | | Od 31.12.1996 r. KWK Bobrek-Miechowice, od 28.04.1999 r. KWK Bobrek-Miechowice sp. z o.o., którą postawiono w stan likwidacji z dniem 1.05.1999 r. | | | | |
| KWK Miechowice | | | | | | |

| Kopalnie samodzielne | |
|-------------------------------------|---|
| KWK Pstrowski | <p>W dniu 19.01.1994 r. decyzja o likwidacji KWK Pstrowski, z dniem 31.12.1995 r. zakończenie wydobycia</p> <p>1.01.1996 r. utworzenie na części obszaru górniczego KWK Pstrowski – ZW5M Jadwiga sp. z o.o., który zakończył wydobycie w dniu 30.06.2000 r.</p> |
| KWK Powstańców Śląskich | <p>Od dn. 3.06.1998 r. KWK Powstańców Śl. sp. z o.o., którą postawiono w stan likwidacji z dniem 1.02.1999 r.</p> <p>27.01.1999 r., utworzenie na części obszaru górniczego KWK Powstańców Śl. sp. z o.o. – ZG Bytom I sp. z o.o.</p> |
| Siltech sp. z o.o. | <p>Od 2001 r. wydobycie na złożu prowadzi prywatna kopalnia Siltech sp. z o.o.</p> |
| Od 2008 r. Z.G. EKO-PLUS sp. z o.o. | <p>Zakończenie wydobycia przez ZG Bytom I sp. z o.o. w dniu 1.07.2001 r.</p> |

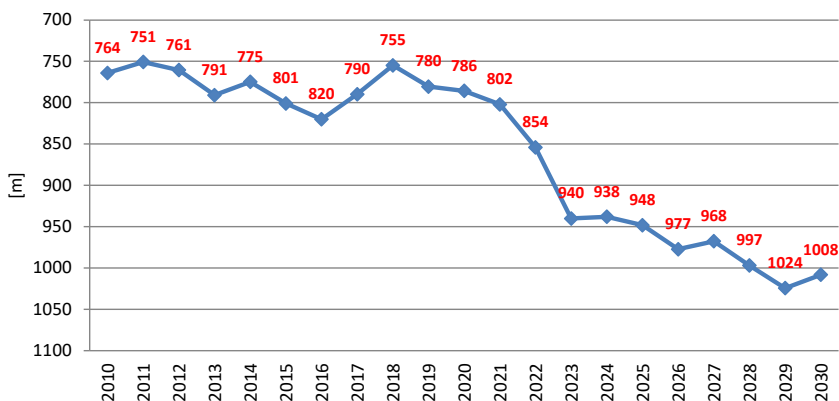
Źródło: opracowanie własne.

Zmiana geologicznych i górniczych warunków eksploatacji węgla kamiennego

Warunki geologiczno-górnice w kopalniach węgla kamiennego pogarszają się w miarę postępującej działalności wydobywczej (Sobczyk 2022). Wyczerpują się zasoby łatwiej dostępne w czynnych kopalniach, rośnie głębokość eksploatacji, wzrasta poziom temperatury, wydłużają się drogi transportu załogi i materiałów, maleje efektywny czas pracy, rosną zagrożenia naturalne, a wybierane są pokłady z coraz większą zawartością skały pónnej (Kicki i Sobczyk 2016). Te czynniki, w podziemnej metodzie wydobycia zwiększają problemy techniczne i powodują wzrost kosztów wydobycia węgla, a w konsekwencji wpływają na ocenę efektywności ekonomicznej zakładów górniczych.

Zmianę warunków geologicznych i górniczych w procesie wydobycia przeanalizowano w 23 kopalniach węgla kamiennego PGG SA (wcześniej KW SA i KHW SA) oraz JSW SA, na podstawie analizy 1069 ścian, w tym 848 ścian, które były eksploatowane w latach 2010–2022, oraz 221 ścian, których wydobycie przewidziano na lata 2023–2030.

Średnia głębokość eksploatacji w tych kopalniach konsekwentnie się zwiększa. O ile w roku 2010 wynosiła 764 m, to prognozowana głębokość w roku 2030 zwiększy się do 1008 m. Oznacza to, że rocznie średnia głębokość prowadzonych robót górniczych w tych kopalniach będzie się zwiększała o 12 m (rys. 2).



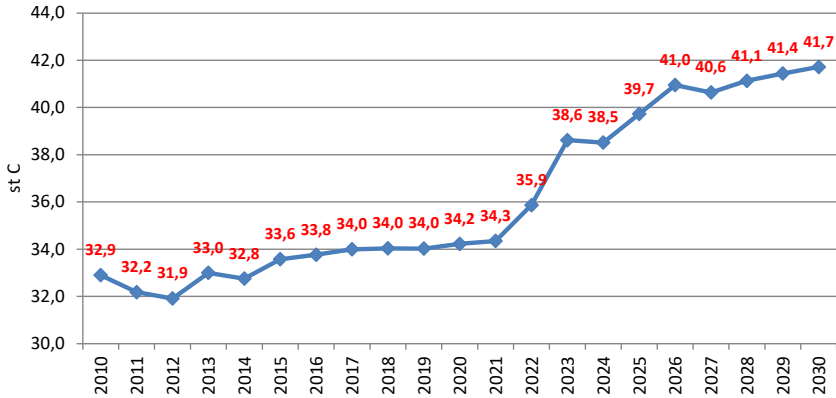
Rys. 2. Średnia głębokość eksploatacji w analizowanych kopalniach [m]

Źródło: opracowanie własne

Fig. 2. Average mining depth at the analyzed mines [m]

Konsekwencją wzrostu głębokości jest wzrost temperatury pierwotnej górotworu. Tak więc należy się liczyć z dalszym pogarszaniem się warunków klimatycznych w kopalniach węgla kamiennego w wyniku zwiększenia koncentracji wydobycia oraz schodzenia

z eksploatacją na głębsze poziomy. W analizowanych kopalniach prognozuje się wzrost temperatury pierwotnej górotworu do 41,7°C w roku 2030 (rys. 3).



Rys. 3. Średnia temperatura pierwotna górotworu w analizowanych kopalniach [°C]

Źródło: opracowanie własne

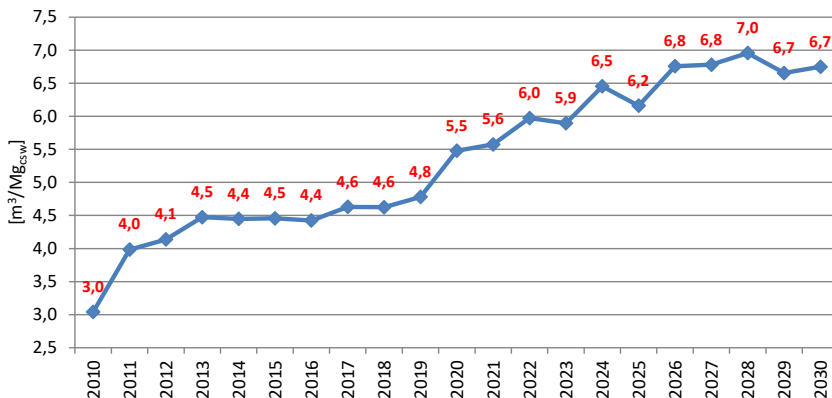
Fig. 3. Average initial temperature of the rock mass at the analyzed mines [°C]

Ogólna metanonośność pokładów zależna od głębokości oraz ujawnianie się na znacznych głębokościach swobodnego metanu pod dużym ciśnieniem powodują wzrost zagrożenia metanowego (w aspekcie potencjalnej wybuchowości) oraz wyrzutowego (w kontekście wyrzutu gazów i skał). Na wielkość zagrożenia wyrzutami gazów i skał niekorzystnie wpływa również rejestrowany wraz z głębokością spadek wytrzymałości większości węgla w pokładach, a także mniejsza szczelinowatość struktury węgla/skał, która przy jednoczesnym obniżeniu ich przepuszczalności względem gazu sprzyja występowaniu znacznych ilości metanu w stanie wolnym (Konopko red. 2013).

Zagrożenie metanowe, które w ostatnich latach wyraźnie wzrasta w analizowanych kopalniach, utrzyma tę tendencję w kolejnych latach ich działalności (rys. 4). Średnia metanonośność pokładów węgla zwiększy się w roku 2030 o ponad 120% w stosunku do roku 2010.

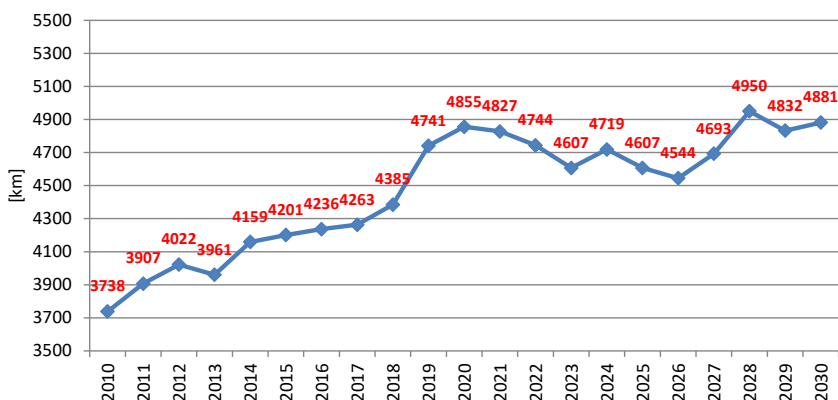
Analiza dotycząca wybranych kopalń pokazała, że projektowanie eksploatacji w kolejnych latach będzie powodować odległą lokalizację pól ścianowych od szybów. Ma to niebagatelny wpływ na koszty eksploatacji w tych kopalniach. Dotyczy to przede wszystkim długości odstawy urobku (rys. 5), a także czasu dojścia załogi do ściany (rys. 6). W latach 2010–2030 średnia długość odstawy jak i czas dojścia/dojazdu załogi do ściany zwiększą się o ponad 30%.

Odległość od szybu wentylacyjnego ma wpływ na dwa główne aspekty związane z organizacją pracy. Po pierwsze wentylacja wyrobiska ścianowego: świeże powietrze pokonuje krótszą trasę o mniejszych oporach i w sposób bardziej efektywny przewietrza



Rys. 4. Średnia metanonośność pokładów węgla w analizowanych kopalniach [m³/Mg_{csw}]
Źródło: opracowanie własne

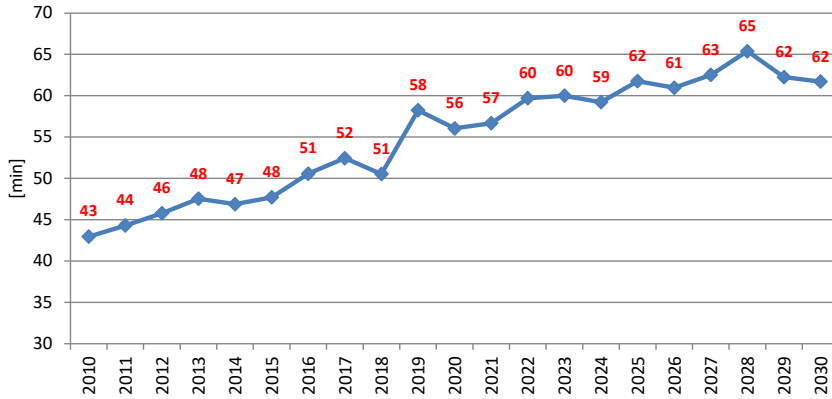
Fig. 4. Average methane bearing capacity at the analyzed mines [m³/Mg_{csw}]



Rys. 5. Średnia długość odstawy urobku w analizowanych kopalniach [km]
Źródło: opracowanie własne

Fig. 5. Average output haulage length at the analyzed mines [km]

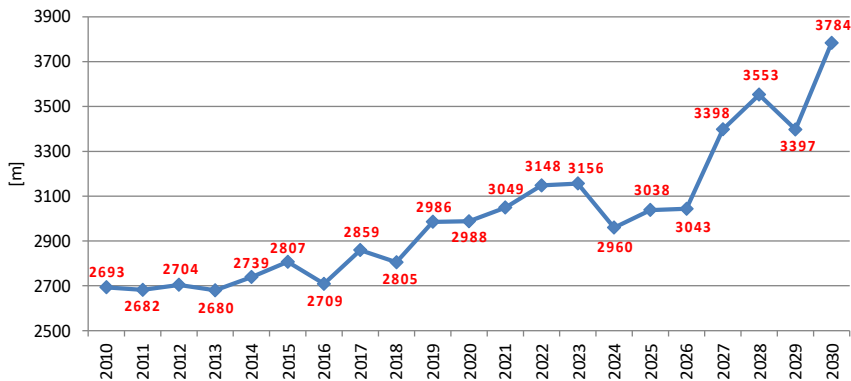
ścianę. Jest to szczególnie ważny aspekt przy występowaniu zagrożenia metanowego. Po drugiej klimatyzacja wyrobiska w przypadku wysokiej temperatury pierwotnej górotworu: powietrze przy krótszej odległości od szybu wdechowego (gdzie coraz częściej montuje się systemy klimatyzacji centralnej) nie nagrzewa się, co oddziałuje na lepszy komfort pracy załogi oraz ogranicza możliwość wystąpienia skróconego czasu pracy, który jeszcze bardziej obniża efektywny czas pracy. Średnia odległość od szybu wdechowego (główny prąd) zwiększy się od roku 2010 z 2693 m do 3784 m w roku 2030 (rys. 7).



Rys. 6. Średni czas dojścia/dojazdu załogi do ściany w analizowanych kopalniach [min]

Źródło: opracowanie własne

Fig. 6. Average time the mine workers need to reach the longwall at the analyzed mines [min]



Rys. 7. Średnia odległość od szybu wdechowego (główny prąd) w analizowanych kopalniach [m]

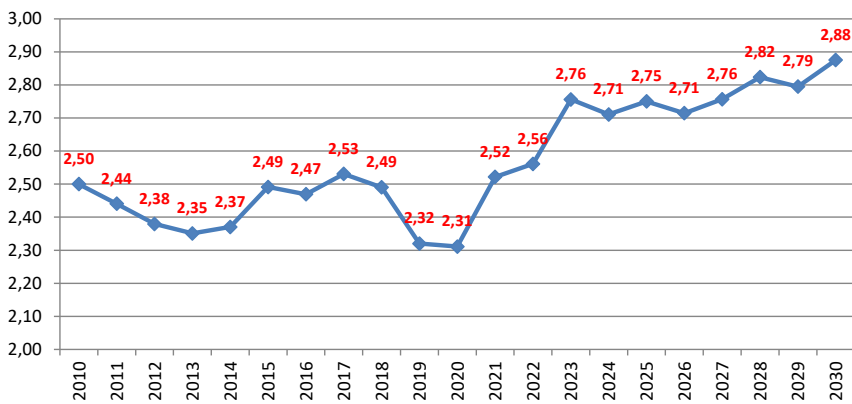
Źródło: opracowanie własne

Fig. 7. Average distance from the intake shaft (main current) at the analyzed mines [m]

Istotnym problemem kopalń węgla kamiennego (ze szczególnym uwzględnieniem tych, które w znacznej mierze szcerpały swoje zasoby) jest konieczność prowadzenia eksploatacji w nieregularnych partiach resztkowych. Zwykle są to zasoby usytuowane w filarach ochronnych i oporowych likwidowanych szybów oraz wyrobisk kapitalnych (czasami obiektów powierzchniowych), w tym także części pokładów pozostawionych w wyniku decyzji o zaniechaniu eksploatacji (czasowym, zupełnym). Konieczność prowadzenia robót górniczych w obszarach resztkowych charakteryzuje się wpływem krawędzi/resztek

pokładów sąsiednich na bieżącą eksploatację. Przekłada się to na zwiększenie zagrożenia tąpnięciami i wyrzutami, głównie z uwagi na lokalną koncentrację naprężeń, natomiast możliwości występowania stref spękań w obrębie calizn węglowych, a w związku z tym przenikania i migracji powietrza w ośrodku szczelinowatym, przyczyniają się do wzrostu zagrożenia pożarowego (Zorychta i Burtan 2008).

Do kwantyfikacji oddziaływania zaszłości eksploatacyjnych na proces wydobywania w analizowanych kopalniach przyjęto pięciostopniową skalę werbalną (1 – bardzo mały, 5 – bardzo duży). Zmianę oceny uciążliwości zaszłości eksploatacyjnych przedstawiono na rysunku 8. Zauważalny jest wyraźny trend wzrostowy od roku 2020, a najwyższą wartość wpływu zaszłości prognozuje się w roku 2030 (2,88).



Rys. 8. Średnia ocena wpływu zaszłości eksploatacyjnych
Źródło: opracowanie własne

Fig. 8. Average assessment of the impact of mining events

Pogarszające się warunki geologiczne i górnicze procesu wydobywania spowodują bardzo duże ograniczenia w osiągnięciu przez kopalnie węgla kamiennego zakładanych zdolności produkcyjnych. Uciążliwość warunków górniczo-geologicznych narastająca z każdym rokiem będzie w istotny sposób wpływała na ograniczenia dotyczące prowadzenia procesu eksploatacji. Oznacza to, że wydobywanie węgla w pogarszających się warunkach otoczenia ścian będzie miało swoje konsekwencje w wysokości rejestrowanych kosztów i w ocenie efektywności ekonomicznej zakładów górniczych.

Stan zasobów węgla kamiennego w złożach kopalń czynnych

Aktualny stan (31.12.2021 r.) wielkości zasobów bilansowych, przemysłowych i operacyjnych w złożach kopalń czynnych zestawiono w tabeli 3. Zasoby węgla dla złóż zagospodarowanych określone zostały w dwóch wariantach, tj. dla całego złoża oraz dla okresu ważności koncesji. W pierwszym wariantcie wykazano całkowitą wielkość zasobów, co odzwierciedla potencjał wydobywczy złoża. W obrębie tej wielkości w wariantcie drugim przedstawiono zasoby złoża jedynie w pokładach przeznaczonych do eksploatacji, na których opierają się założenia przyszłej produkcji kopalni. Oznacza to, że są to zasoby przeznaczone do wydobycia w okresie obowiązywania koncesji.

Tabela 3. Wielkość zasobów węgla kamiennego w złożach kopalń czynnych wg stanu na 31.12.2021 [mln Mg]

Table 3. Reserves of the operating coal mines as on 31.12.2021 [mln Mg]

| | Zasoby bilansowe | Zasoby przemysłowe | Zasoby operacyjne |
|------------------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Okres obowiązywania koncesji | 26 444 | 4 441 | 2 469 |
| Dla całego złoża | 30 844 | 6 445 | 3 542 |

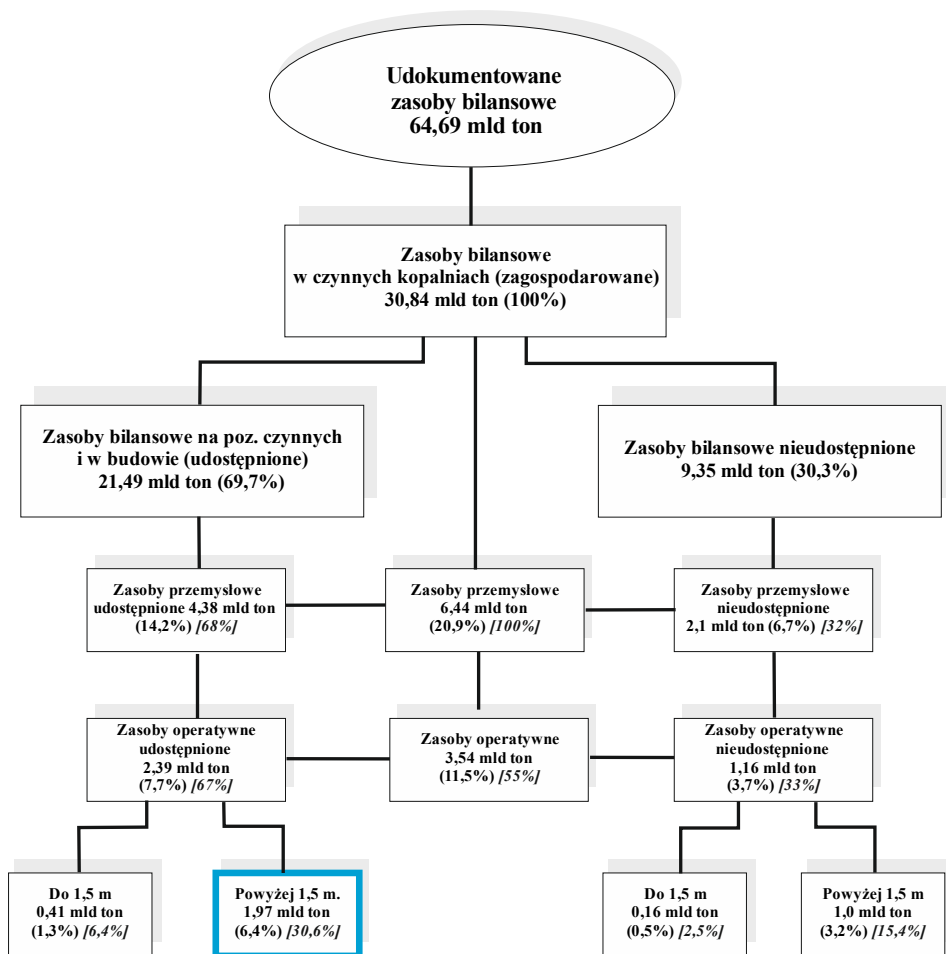
Źródło: Agencja Rozwoju Przemysłu SA.

Całkowite zasoby geologiczne (bilansowe + pozabilansowe) w złożach kopalń czynnych dla całości złoża, według stanu na 1.01.2022 r., wynoszą 34 035 mln Mg, z czego 30 844 mln Mg stanowią zasoby bilansowe (90%). Wydzielone z kolei z tej wielkości zasoby przemysłowe, które mogą być przedmiotem ekonomicznie uzasadnionej eksploatacji, to 6445 mln Mg. Zasoby przemysłowe pomniejszone o straty dają w efekcie wielkość zasobów przewidzianych do wydobycia, tj. zasoby operacyjne. Zasoby operacyjne aktualnie wynoszą 3542 mln Mg, oznacza to, że współczynnik wykorzystania zasobów geologicznych bilansowych równa się 0,11. Teoretycznie zatem z ogólnej ilości obliczonych zasobów geologicznych tylko 11% może zostać w przyszłości wyeksploatowane (rys. 9).

Dla złóż zagospodarowanych wielkość poszczególnych kategorii zasobów węgla w okresie obejmowania koncesji przedstawia się następująco:

- zasoby bilansowe – 26 444 mln Mg,
- zasoby przemysłowe – 4441 mln Mg,
- zasoby operacyjne – 2469 mln Mg (z tego udostępnionych – 1676 mln Mg).

Łącznie poza poziomami wydobywczymi, ale do głębokości 1000 m, znajduje się jeszcze 0,6 mld Mg zasobów przemysłowych. Taką wielkość zasobów należy uznać jako potencjalną do wydobycia.



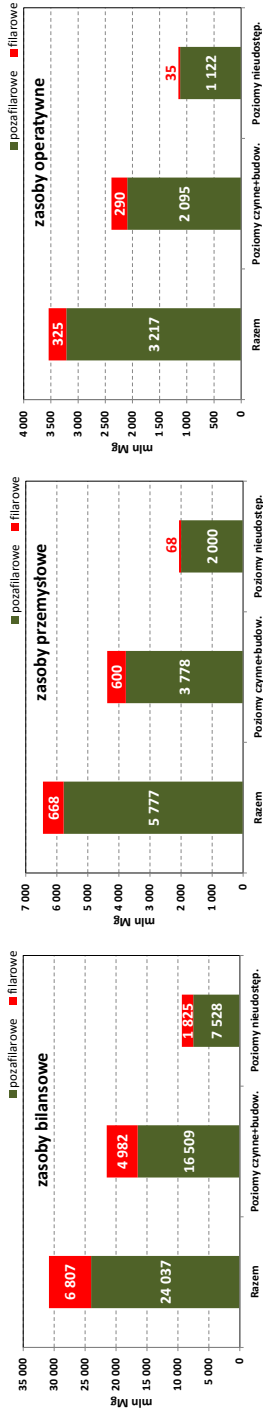
Rys. 9. Schemat wykorzystania zasobów węgla kamiennego w Polsce wg stanu na 31.12.2021 r.

Źródło: Agencja Rozwoju Przemysłu SA

Fig. 9. Scheme of the use of hard coal resources in Poland as at 31.12.2021

Duże znaczenie dla wielkości zasobów możliwych do wydobycia mają ograniczenia wynikające z obowiązku ochrony środowiska, w tym infrastruktury przemysłowej. O skali tych ograniczeń w znacznej mierze informuje ilość zasobów uwięzionych w filarach ochronnych. W obrębie filarów ochronnych znajduje się 8% ogólnej wielkości zasobów przemysłowych. Wielkość poszczególnych kategorii zasobów z podziałem na zasoby filarowe i pozafilarowe zilustrowane są na rysunkach 10 i 11.

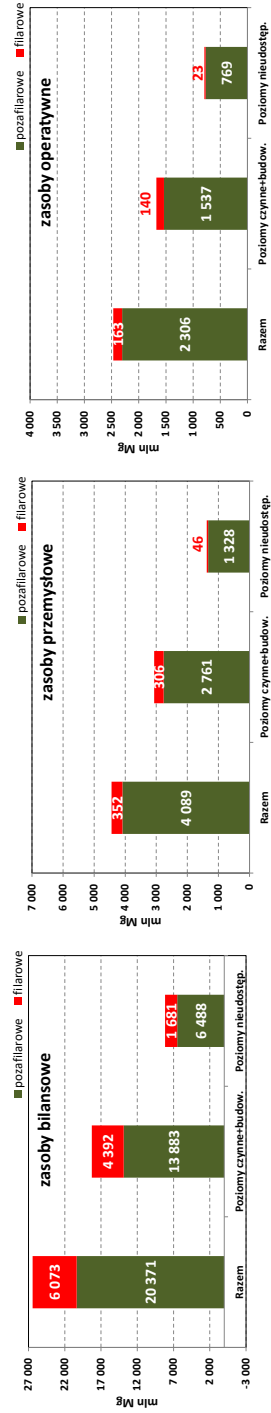
Wydobycie zasobów uwięzionych w filarach jest bardzo utrudnione, gdyż wymaga uzyskania zgody władz samorządowych oraz stosowania specjalnych systemów eksploatacji.



Rys. 10. Wielkość zasobów węgla kamiennego w złożach kopalnych czynnych (dla całego złoża, wg stanu na 31.12.2021)

Źródło: Agencja Rozwoju Przemysłu SA

Fig. 10. Reserves of hard coal for deposits as on 31.12.2021



Rys. 11. Wielkość zasobów węgla kamiennego w złożach kopalnych czynnych (w okresie ważności koncesji, wg stanu na 31.12.2021)

Źródło: Agencja Rozwoju Przemysłu SA

Fig. 11. Reserves of hard coal during the period of validity of the license as on 31.12.2021

Przy zaniechaniu eksploatacji z wykorzystaniem podsadzki wybranie filarów będzie w większości niemożliwe.

Na koniec 2021 r. w krajowym bilansie złóż węgla kamiennego znajdowały się łącznie 163 złoża udokumentowane, w tym 41 złóż eksploatowanych, 57 złóż, w których wydobyte zostało zaniechane, oraz 65 złóż niezagospodarowanych.

Łącznie, według stanu na 31.12.2021 r., wielkość zasobów bilansowych w złożach niezagospodarowanych wynosiła 31 mld Mg, w tym w GZW 20,5 mld Mg, w LZW 10,3 mld Mg i w DZW 441 mln Mg.

Podsumowanie

Weryfikacja bazy zasobowej węgla kamiennego w kopalniach czynnych rozpoczęta na początku lat 90. zmierzała do jej przystosowania do wymogów ekonomicznych i formalnoprawnych gospodarki rynkowej. Te działania miały na celu dostosowanie górnictwa węgla kamiennego do nowych warunków gospodarczych. Weryfikacja zasobów, choć była determinowana poprawą efektywności produkcji węgla, uszczupliła zasoby przewidziane do wydobywania. W okresie od roku 1990 do 2023 stan zasobów przemysłowych zmniejszył się o 10,4 mld Mg. Te zmiany tylko w nieznacznym stopniu spowodowane były eksploatacją. W tym czasie wydobyto łącznie 2,83 mld Mg węgla. Oznacza to, że stan zasobów przemysłowych zmniejszył się o 73% w stosunku do stanu wyjściowego, z powodów innych niż eksploatacja. Zmiany te nastąpiły głównie w wyniku likwidacji kopalń uznanych za trwale nierentowne oraz dążenie do rentowności pozostałych kopalń poprzez wzrost koncentracji wydobywania i przestrzeganie zasady selektywnego wybierania. Eliminowano z eksploatacji pokłady cienkie (o grubości poniżej 1,5 m), zaburzone tektonicznie (pokłady strome o nachyleniu powyżej 45°), zawierające znaczne zanieczyszczenie skałą płonną (zawartość popiołu powyżej 20% w węglu rodzimym), czy ograniczenie eksploatacji pokładów wymagających podsadzania ze względu na ochronę środowiska.

W kolejnych latach będą się pogarszały warunki geologiczne i górnicze procesu wydobywania. Wyczerpują się zasoby łatwiej dostępne w czynnych kopalniach, rośnie głębokość eksploatacji, wzrasta poziom temperatury, wydłużają się drogi transportu załogi i materiałów, maleje efektywny czas pracy, a przede wszystkim zwiększa się ryzyko związane ze wzrastającym poziomem zagrożeń naturalnych. To spowoduje bardzo duże ograniczenia w osiągnięciu przez kopalnie węgla kamiennego zakładanych zdolności produkcyjnych, a także wzrost kosztów wydobywania węgla.

Należy zaznaczyć, że zasoby przemysłowe są pojęciem dynamicznym, kształtowanym przez relację: koszty pozyskania węgla – cena węgla. Wielkość zasobów przemysłowych winna być określana przy wykorzystaniu metod oceny efektywności ekonomicznej, powszechnie stosowanych w praktyce światowej. Działalność górnicza to permanentny

proces inwestycyjny, tym bardziej powinno się zwracać uwagę na ocenę właściwą podejmowanych działań. Tak się jednak nie dzieje, wynikiem czego jest niepełny i zakłócony obraz bazy zasobów możliwych do wydobycia. W Programie dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce z dnia 23 stycznia 2018 roku podkreślono, że stosowana w Polsce klasyfikacja zasobów węgla kamiennego jest niewystarczająca. Posiadanie wysokiej jakości informacji dla celów zarządczych o posiadanych złożach kopalin jest kluczowe z punktu widzenia Polityki Surowcowej Państwa. Obecne trendy i tendencje rynkowe zmierzają w kierunku systemów wykazywania zasobów złóż (m.in. NI43101, JORC Code), uwzględniających w większym stopniu ich biznesowy charakter, pozwalający na budowanie planów rozwoju kopalń na podstawie wartości gospodarczej i ekonomicznej wpływając tym samym na możliwości w zakresie pozyskiwania przez przedsiębiorców zróżnicowanych źródeł finansowania dla przyszłych inwestycji.

Niezależne oszacowanie wielkość zasobów, zgodne z wymogami systemu raportowania wyników rozpoznania złoża oraz oceny jego zasobów JORC Code, pozwoli pokazać realistyczną i aktualną część zasobów, której wydobycie jest możliwe technicznie, na podstawie planów i harmonogramów wydobycia i opłacalne ekonomicznie, przy przyjęciu uzasadnionych założeń finansowych.

Literatura

- Bilanse zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce z lat 1990–2021. Warszawa: PiG. Biuletyn Informacyjny PARGWK SA 1990–2021.
- Eurostat 2021 – [Online:] <https://ec.europa.eu/eurostat> [dostęp: 20.06.2023].
- Kicki J. i Sobczyk E.J., red. nauk., 2016 – Prawne, techniczne, ekonomiczne i środowiskowe aspekty gospodarki skałą płonną w kopalniach węgla kamiennego. Kraków: IGSMiE PAN.
- Konopko W. red., 2013 – Bezpieczeństwo pracy w kopalniach węgla kamiennego. Tom 2. Zagrożenia naturalne. Katowice: GIG.
- Nieć M. i Młynarczyk M., 2014 – Gospodarowanie zasobami węgla kamiennego w Polsce. Studia, Rozprawy, Monografie nr 187. Kraków: IGSMiE PAN.
- Polityka energetyczna Polski do 2040 r. Uchwała nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r.
- Program dla sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce. Dokument przyjęty przez Radę Ministrów w dniu 23 stycznia 2018 r.
- Sobczyk E.J., 2000 – Wpływ zmian modelu gospodarczego na gospodarkę zasobami złóż węgla kamiennego w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. Studia, Rozprawy, Monografie nr 78. Kraków: IGSMiE PAN.
- Sobczyk E.J., 2022 – Uciążliwość eksploatacji złóż węgla kamiennego wynikająca z warunków geologicznych i górniczych, s. 195, Kraków: IGSMiE PAN.
- Tokarski S., 2022 – Transformacja energetyczna – zapotrzebowanie na źródła energii pierwotnej w perspektywie 2040 r. Co się zmieni po wybuchu wojny na Ukrainie? Nowa Energia 2(83).
- Zorychta A. i Burtan Z., 2008 – Uwarunkowania i kierunki rozwoju technologii podziemnej eksploatacji złóż w polskim górnictwie węgla kamiennego. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 24(1/2), s. 53–70.

Hard coal in Poland – three decades of resources management

Keywords: Polish hard coal mining sector, deposit resources, closing mines, geological and mining conditions

Abstract: The paper presents an analysis of the changes in the status, structure and size of the coal reserve base between 1990 and 2022. The status of the coal reserve base is a derivative of changes in the volumes of estimated resources of the operating mines. The changes resulted from the restructuring processes whose aim was to adapt the coal mining industry to the new economic situation. The restructuring processes focus mainly on improving the mines' financial standing. The two major reasons for the poor condition of the industry was production overcapacity and overemployment. Because of that the restructuring programmes focused mainly on the reduction of those parameters. Reducing production overcapacity of the mining industry resulted in:

- complete or partial mine closures,
- merging of mines,
- increasing concentration of production,
- planning for mining in possibly best mining and geologic conditions.

The analysis shows that the deteriorating geological and mining conditions will to a large extent limit the achievement of the assumed production capacities by hard coal mines. The onerousness of mining and geological conditions, increasing year by year, will significantly impact the limitations of the exploitation process.

This means that coal mining in a deteriorating longwall environment should have its consequences in the recorded costs and, consequently, in the assessment of the economic efficiency of mining plants.

Górnictwo 4.0 – w kierunku inteligentnej głębokiej kopalni przyszłości

Słowa kluczowe: Górnictwo 4.0, inteligentna kopalnia, modelowanie geologiczne złoża, informatyzacja, automatyzacja i robotyzacja górnictwa, systemy świadomości sytuacyjnej w podziemnych zakładach górniczych

Streszczenie: Działalność podziemnych zakładów górniczych naznaczona jest wysoką niepewnością i szeregiem uciążliwości, które decydują o wysokim poziomie ryzyka operacyjnego i zawodowego. By jemu przeciwdziałać oraz ograniczyć możliwości błędnej oceny sytuacji przez osoby nadzoru, dyspozytornie kopalniane, począwszy od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku, wyposaża się w liczne systemy telekomunikacyjne, monitoringu i telemetrii. W niniejszym artykule za szkielet systemu zarządzania produkcją przyjęto rozwiązania klasy MES (ang. *Manufacturing Execution System*), stanowiące zgodnie z architekturą PERA (ang. *Purdue Enterprise Reference Architecture*) ogniwo pośrednie pomiędzy systemami klasy SCADA (ang. *Supervisory Control And Data Acquisition*) i ERP (ang. *Enterprise Resource Planning*). Jak starano się dowieść, istnienie tego połączenia w naturalny sposób przeciwdziała zjawisku separacji systemów informatyki gospodarczej od szybko zmieniających się realiów działalności górniczej. W tym aspekcie, przedstawiono propozycję architektury SYSTEMU ZARZĄDZANIA PRODUKCJĄ OPARTEGO NA POPYCIE I JAKOŚCI – *Demand and Quality Driven Management System* wskazano jego podstawowe funkcjonalności oraz grupy dostępnych na rynku rozwiązań informatycznych, których umiejętne wdrożenie prowadzić powinno do wykształcenia efektywnych, skutecznych i trwałych rozwiązań w zakresie zarządzania produkcją. Omówiono szczegółowo powstanie pierwszego w polskim górnictwie Centrum Zaawansowanej Analityki Danych CZAD JSW 4.0, tj. centrum kompleksowej, wielowymiarowej analizy i interpretacji danych pochodzących z systemów Aparatury Kontrolno-Pomiarowej i Automatyki (AKPiA) maszyn i urządzeń górniczych. Zagadnienie to zaprezentowane zostało z perspektywy przedsiębiorstwa górniczego, które w sytuacji wysokiej podaży konkurencyjnych produktów informatycznych koncentrować powinno uwagę na opracowaniu i wdrożeniu spójnej i przemyślanej wizji rozwiązania wspierającego najważniejsze obszary zarządzania jakością, planowania i harmonogramowania produkcji, monitorowania procesów produkcyjnych oraz procesów handlowych i logistycznych, odpowiadający za zwiększenie efektywności zarządzania eksploatacją złoża i wielkością podaży produktu handlowego najwyższej jakości.

Automatyzacja procesów produkcyjnych zakładów górniczych jest jednym z najbardziej obiecujących rozwiązań problemu bezpieczeństwa i wydajności, jednak wdrożenie za-

awansowanych koncepcji automatyzacji wymaga, aby sztuczna inteligencja i człowiek byli w stanie dzielić się świadomością sytuacyjną. Zbadanie wpływu i możliwości rozproszonej świadomości sytuacyjnej człowiek-maszyna w strefach szczególnego zagrożenia jest jednym z głównych celów wdrożenia idei Inteligentnej Kopalni 4.0.

Wprowadzenie

W środowisku naukowym – ale i szerzej – w świadomości ogółu społeczeństwa olbrzymią popularność zyskało pojęcie zrównoważonego rozwoju (*sustainable development*), po raz pierwszy użyte w 1987 roku w raporcie „Nasza wspólna przyszłość”, opracowanym przez Światową Komisję Środowiska i Rozwoju Organizacji Narodów Zjednoczonych. W raporcie tym zrównoważony rozwój zdefiniowany został jako proces mający na celu zaspokojenie aspiracji rozwojowych obecnego pokolenia w sposób umożliwiający realizację tych samych dążeń następnym pokoleniom. Jednocześnie ze względu na wielość i różnorodność czynników mogących wpływać na to zjawisko, wyodrębniono trzy główne obszary, na których należy skoncentrować się przy planowaniu skutecznej strategii osiągnięcia zrównoważonego rozwoju (Dyczko 2022a). Są to:

- ochrona środowiska i racjonalna gospodarka zasobami naturalnymi,
- wzrost gospodarczy i sprawiedliwy podział korzyści z niego wynikających,
- rozwój społeczny.

Patrząc na wyodrębnione powyżej obszary z perspektywy sektora górniczego, można powiedzieć, iż zrównoważony rozwój w branży wydobywczej polega na takim gospodarowaniu zasobami złóż kopalni, aby w efekcie końcowym prowadzona działalność była efektywna ekonomicznie, przyjazna dla środowiska oraz akceptowalna społecznie. Tak sformułowana definicja rodzi kilka podstawowych pytań w kontekście naszego krajowego górnictwa, tj.:

- czy obecnie realizowana przez przedsiębiorców górniczych gospodarka zasobami, mająca przecież zasadniczy wpływ na przyszłość polskiego górnictwa, realizowana jest w myśl zasad zrównoważonego rozwoju?
- czy funkcjonujące w powszechnej świadomości Polaków przekonanie o wystarczalności krajowych zasobów węgla kamiennego w dłuższej perspektywie jest uzasadnione?
- czy należy tolerować w górnictwie podziemnym wysoki poziom zanieczyszczenia wydobywanej kopaliny, przy jego niekorzystnym wpływie na efektywność prowadzonego procesu produkcyjnego?

Węgiel kamienny w Polsce, z uwagi na wielkość posiadanej bazy zasobowej oraz dotychczasową i planowaną politykę surowcowo-energetyczną, odgrywa i będzie jeszcze odgrywał co najmniej przez dekadę rolę gwaranta bezpieczeństwa energetycznego i niezależności energetycznej.

W okresie powojennym w Polsce wybudowano dwadzieścia dwie duże kopalnie węgla kamiennego, pięć dużych kopalń węgla brunatnego, osiemnaście kopalń rudy żelaza, sześć kopalń rudy miedzi, cztery kopalnie rudy cynku i ołowiu oraz szereg innych odkrywkowych i podziemnych kopalń surowców chemicznych, skalnych, drogowych i budowlanych. Stały wzrost wydobycia węgla kamiennego utrzymywał się przez 33 lata aż do 1979 r., kiedy to uzyskano najwyższe wydobycie roczne wynoszące 201 mln ton. Średnioroczny przyrost wydobycia węgla kamiennego wynosił w tym okresie 4,5 mln Mg/r, czyli 15 000 Mg/d. Przyrost taki byłby niemożliwy do osiągnięcia bez budowy nowych kopalń. Do 1980 r. zbudowano w Polsce kopalnie o łącznej zdolności produkcyjnej 253 tys. Mg/d, co stanowiło 40% ówczesnego krajowego potencjału produkcyjnego czynnych kopalń węgla kamiennego (Dyczko 2022a).

W latach osiemdziesiątych XX wieku pod względem budowy nowych zakładów górniczych Polska zajmowała drugie miejsce w Europie po ZSRR.

Do 1990 roku potencjał produkcyjny kopalń wzrósł o kolejne 82 tys. Mg/d, tak więc na początku lat dziewięćdziesiątych potencjał produkcyjny polskiego górnictwa wyniósł 335 tys. Mg/d, co stanowiło 50% ówczesnego wydobycia. Równocześnie z budową nowych kopalń przeprowadzano rekonstrukcję i modernizację kopalń istniejących. Na początku lat sześćdziesiątych rozpoczęto proces łączenia mniejszych kopalń w większe jednostki z jednoczesną modernizacją podstawowych ciągów techniczno-organizacyjnych. W okresie kolejnych dwudziestu lat ponad dwadzieścia mniejszych kopalń zostało połączonych w większe jednostki. W 1980 r. całkowita liczba kopalń węgla kamiennego w Polsce wynosiła 66 (zamiast 81).

Przemiany społeczne i polityczno-gospodarcze, które rozpoczęły się w 1989 r. zmusiły górnictwo węgla kamiennego do przystosowania się do gospodarki rynkowej. Dotyczy to zwłaszcza nowego podejścia do określenia zapotrzebowania polskiej gospodarki na węgiel kamienny, rentowności czynnych kopalń, ze szczególnym uwzględnieniem tempa likwidacji kopalń trwale nierentownych (Dyczko 2023b).

Minione blisko czterdzieści lat funkcjonowania zakładów górniczych w nowych uwarunkowaniach gospodarczych opartych na zasadach rynkowych wymusiło gruntowne zrewidowanie planów udostępnienia i eksploatacji posiadanych złóż, adekwatnie do sytuacji na rynku paliwowym, zależnej od zapotrzebowania odbiorców. Trzeba przyznać, iż okres ten spowodował znaczne pogorszenie sytuacji branży, na tle której tylko nieliczne podmioty potrafiły wykorzystać nowe uwarunkowania gospodarcze i zmienić swoją strategię funkcjonowania, tak aby w konsekwencji zdominować rynek.

W tym miejscu należy zauważyć, iż rynek surowców mineralnych, a w szczególności węgla kamiennego w ostatnim czasie stał się bardzo nieprzewidywalny. Sytuacja w energetyce staje się problematyczna dla przedsiębiorców, którzy muszą w sposób elastyczny dopasowywać swoje firmy do zmiennych warunków rynkowych, aby utrzymać tzw. biznesowość projektów górniczych.

W polskich spółkach zajmujących się wydobyciem węgla kamiennego zysk generowany jest na szczeblu całej Grupy, gdzie kopalnie są istotnym, początkowym ogniwem cyklu

produkcyjnego, o określonych kosztach produkcji. Występują tu dwie ścieżki kształtowania kosztów wydobycia (Dyczko 2023b):

- pragmatyczna, polegająca na racjonalizacji kosztów w miejscach ich powstawania (działania oszczędnościowe),
- wybieranie złoża według jakości (sterowanie alokacją wydobycia).

Skuteczna realizacja powyższych działań wymaga precyzyjnych instrumentów oceny na szczeblu kopalni, rejonów, oddziałów i przodków produkcyjnych. Instrumentami tymi są parametry złożowe, technologiczne i ekonomiczne, które wraz z marginesami bezpieczeństwa określającymi procentowy poziom rezerw każdego z parametrów kształtują rentowność podejmowanych przedsięwzięć.

Prowadzona w Polsce przez kilkadziesiąt lat intensywna eksploatacja złóż węgla doprowadziła do znaczącego szczerpania zasobów, co oznacza konieczność sięgania po coraz trudniejsze w eksploatacji i uboższe jakościowo części złoża położone na obrzeżach obecnych obszarów górniczych. Ponieważ dalsze istnienie większości polskich kopalń uzależnione jest od prowadzenia eksploatacji właśnie w takich rejonach, coraz zasadniejsze staje się postawienie sobie pytań (Dyczko 2023a):

- *Czy eksploatacja gorszych jakościowo i technicznie trudniej eksploatowanych części złoża jest ekonomicznie opłacalna?*
- *Jak umiejętnie sterować prowadzoną eksploatacją by w sposób optymalny tak ekonomicznie jak i technicznie pozyskiwać surowiec jak najdłużej?*

Odpowiedzi na postawione powyżej pytania spółki górnicze, kierując się właściwie rozumianą potrzebą swojego rozwoju, udzieliły w przygotowywanych Strategiach funkcjonowania do roku 2030 zakładających intensywny proces restrukturyzacji mający na celu zabezpieczenie stabilności i ciągłość produkcji w okresach ewentualnych dekonunktur.

Żeby działania te były skuteczne, ustalono, że główną linią obrony branży będzie zdefiniowany na nowo model zarządzania obszarem informatyki i inwestycji spółek górniczych. W tym celu główny wysiłek skierowano na uporządkowanie i ujednoczenie procedur oraz określenie strategicznych projektów ukierunkowanych na wzrost wartości, wydajności pracy i poprawę stanu środowiska naturalnego oraz warunków bezpieczeństwa pracy.

Ostatecznie w przyjętych strategiach wszystkich Grup Kapitałowych zdefiniowano cele dla kluczowych obszarów odpowiedzialności, tak by z jednej strony ograniczyć ryzyka i wyzwania biznesowe z nimi związane, a z drugiej by maksymalizować szanse, wynikające ze zmian społeczno-gospodarczych i rewolucji technologicznej, wśród których wymienić należy (Dyczko 2023a):

- zarządzanie gospodarką złożem – obejmujące program długofalowego rozwoju kopalń oparty na modelowaniu złoża 3D, optymalizacji produkcji w tym na analizie parametrów jakościowych urobku w trybie on-line,
- standaryzację i automatyzację procesu planowania, harmonogramowania oraz optymalizacji produkcji – obejmującą wydobycie i przeróbkę urobku wraz z za-

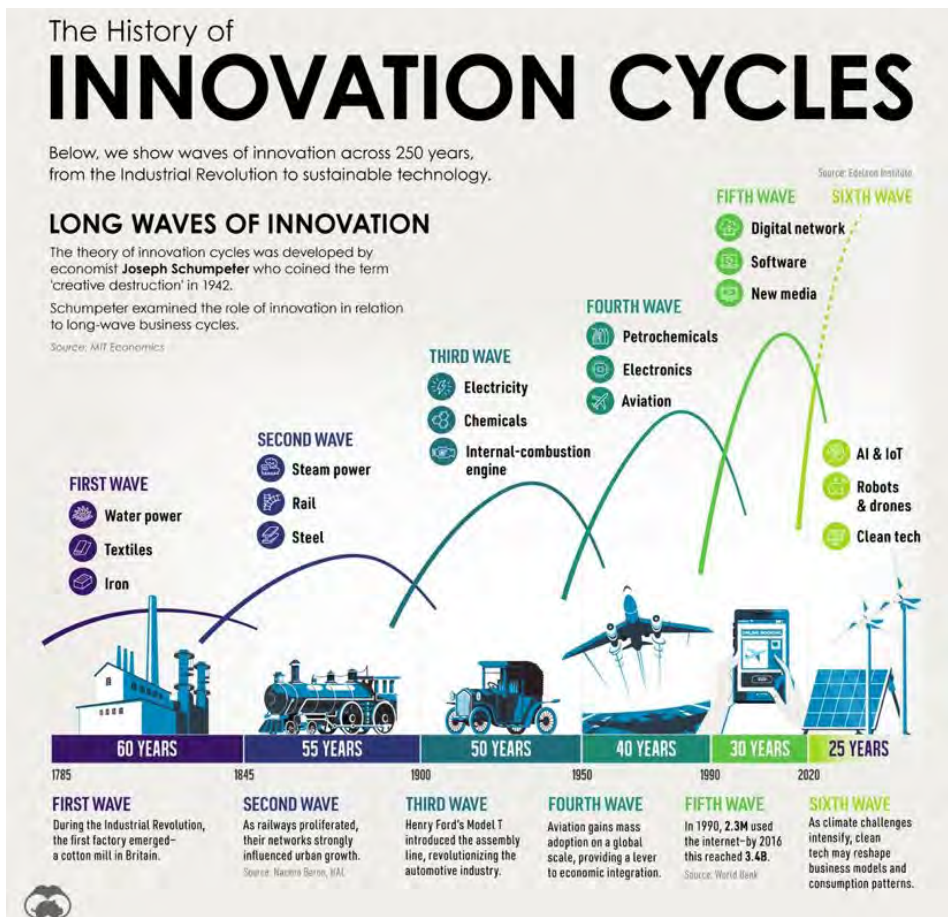
rządzeniem środkami produkcji wpływającym na wzrost efektywności procesu produkcyjnego,

- zarządzanie bezpieczeństwem załóg górniczych – obejmujące szereg inicjatyw umożliwiających wizualizację i lokalizację pracowników pod ziemią, zwłaszcza w strefach szczególnego zagrożenia wraz z analizą świadomości sytuacyjnej frontu eksploatacyjnego zamkniętego w pętli decyzyjnej centrum dyspozytorskiego,
- budowę Centrum Zaawansowanej Analityki Danych – porządkującego i standaryzującego sposób komunikacji sensorycznej infrastruktury produkcyjnej kopalń w zakresie łączności i teletransmisji bezprzewodowej danych umożliwiających monitorowanie, sterowanie i ciągły nadzór nad bezawaryjną pracą maszyn i urządzeń w warunkach występowania skojarzonych zagrożeń górniczych wraz z automatyzacją: gromadzenia, przetwarzania i analizy olbrzymiej ilości danych procesowych,
- cyfrową transformację procesów inwestycyjnych i wsparcia produkcji – polegającą na wdrożeniu Systemu Zarządzania Programami i Projektami w Grupie Kapitałowej, uruchamianie nowoczesnych platform zakupowych oraz budowie systemów elektronicznego obiegu dokumentów, w tym obsługi wniosków inwestycyjnych,
- cyberbezpieczeństwo przestrzeni przetwarzania informacji oraz zachodzących interakcji w sieciach teleinformatycznych będących fundamentem rozwiązań z zakresu przemysłu 4.0, Internetu rzeczy, inteligentnej kopalni i gospodarki obiegu zamkniętego.

Aby móc myśleć realnie o transformacji polskiego górnictwa w kierunku paradygmatu przemysłu 4.0 i gospodarki o obiegu zamkniętym, trzeba zmienić postrzeganie realizowanego procesu produkcyjnego tak wśród pracowników, jak i kooperantów, a zwłaszcza dostrzec w tej transformacji rolę informatyzacji i automatyzacji całych obszarów funkcjonowania zakładów górniczych wpisujących je dzięki twórczej destrukcji w kolejny cykl wzrostu innowacyjności światowego górnictwa (Dyczko 2023a).

Przypomnijmy, iż stworzona w 1942 roku przez ekonomistę Josepha Schumpetera teoria „twórczej destrukcji” sugeruje, że cykle koniunkturalne działają pod wpływem długich fal innowacji. W szczególności, gdy rynki są zakłócone, kluczowe klastry branż wywierają ogromny wpływ na całą gospodarkę światową (rys. 1).

Od pierwszej fali przemysłu tekstylnego i energetyki wodnej w rewolucji przemysłowej po Internet w latach 90. ludzkość przeszła sześć fal innowacji i rozwiązywała problemy związane z ich kluczowymi przełomami. **Podczas pierwszej fali rewolucji przemysłowej** energia wodna odegrała kluczową rolę w produkcji papieru, tekstyliów i wyrobów żelaznych. W przeciwieństwie do młynów z przeszłości, pełnowymiarowe tamy zasilają turbiny za pomocą skomplikowanych systemów taśmowych. Postęp w przemyśle tekstylnym przyniósł pierwsze fabryki, a wokół nich rozrosły się miasta. **Wraz z drugą falą**, między 1845 a 1900 rokiem, nastąpił znaczny postęp w transporcie kolejowym, parowym i stalowym. Sam przemysł kolejowy wpłynął na niezliczone gałęzie przemysłu, od żelaza i ropy po stal i miedź. To przyczyniło się do powstania wielkich monopolii kolejowych. Pojawienie się elektryczności zasilającej systemy świetlne i komunikację telefoniczną



Rys. 1. Cykle innowacji gospodarki świata od 1785 roku (www.visualcapitalist.com)

Fig. 1. Innovation cycles of the world economy since 1785

podczas trzeciej fali zdominowało pierwszą połowę XX wieku. Henry Ford wprowadził Model T swojego samochodu, a powstanie linii montażowej zmieniło branżę motoryzacyjną. Samochody ściśle wiązały się z ekspansją amerykańskiej metropolii. Następnie, **w czwartej fali**, lotnictwo zrewolucjonizowało podróże i branżę turystyczną. Po pojawieniu się Internetu na początku lat 90. całkowicie zniknęły bariery związane z dostępem do informacji. Nowe media zmieniły dyskurs polityczny, cykle informacyjne i komunikację **w piątej fali**. Internet wyznaczył nową granicę globalizacji, pozbawiony granic krajobraz przepływów informacji cyfrowych. **Szоста fala**, naznaczona sztuczną inteligencją i cyfryzacją przedmiotów codziennego użytku (IoT), robotyką i dronami, nakreśla obecnie zupełnie nowy obraz świata i gospodarki (www.visualcapitalist.com).

Mając pełną świadomość zachodzących zmian, a zwłaszcza uwzględniając tempo transformującej się e-gospodarki, trzeba zdać sobie sprawę, iż tocząca się na naszych oczach cyfryzacja światowego sektora wydobywczego jest elementem rewolucji przemysłowej w górnictwie i stanowi wyjątkową okazję dla polskiego górnictwa, aby zwiększyć odporność krajowych łańcuchów dostaw przemysłowych, poprawić efektywność środowiskową sektora surowców mineralnych oraz zwiększyć przejrzystość i dialog z obywatelami i społecznościami odczuwającymi negatywne skutki działalności wydobywczej.

Inteligent mine, automatyzacja i robotyzacja w górnictwie – świat, Europa, Polska

W ostatnich trzydziestu latach coraz częściej wśród osób piszących na temat pozyskiwania surowców mineralnych pojawia się teoria INTELLIGENT MINE – inteligentnej kopalni. Nie rozstrzygając, kto użył jako pierwszy tego określenia, należy stwierdzić, iż jest ono odpowiedzią na stale rosnące zapotrzebowanie na surowce mineralne, standardy wymagań środowiska i oczekiwania społeczne w zakresie minimalizacji destrukcyjnej działalności branży górniczej na otoczenie (Dyczko 2023a).

Termin „inteligentna kopalnia” oznacza kopalnię, w której wszystkie operacje prowadzone są w sposób maksymalnie efektywny i bezpieczny, zgodny z coraz wyższymi standardami środowiskowymi przy wykorzystaniu rozwiązań z zakresu automatyki, robotyki i informatyki.

Na świecie nad procesami automatyzacji i robotyzacji w górnictwie od lat pracuje wiele ośrodków naukowych, w których rozwijane są niezwykle zaawansowane techniki i technologie. Do zbliżonych tematycznie przedsięwzięć zaliczyć można projekty inicjowane od 2004 roku w ramach działań konsorcjum DMRC (*Deep Mining Research Consortium*) w Kanadzie czy też program Mine of the Future realizowany od 2008 roku w Australii przez koncern Rio Tinto.

Kanadyjskie MIRARCO (*Mining Innovation Rehabilitation and Applied Research Corporation*) czy australijskie CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*) mocno zorientowane są w swych projektach na problemy planowania, monitorowania i sterowania produkcją górniczą z wykorzystaniem takich rozwiązań technicznych jak: rozszerzona i wirtualna rzeczywistość, data mining, uczenie maszynowe czy sztuczna inteligencja. Badania wpisujące się w hasło „inteligentnej kopalni” koncentrują się przede wszystkim na zdalnym sterowaniu i monitoringu urządzeń, komunikacji bezprzewodowej pod ziemią, automatyzacji i robotyzacji procesu eksploatacji, wykorzystaniu scaningu laserowego i techniki radarowej oraz dronów dla tworzenia modelu powierzchni 3D (Dyczko 2023a).

Mining Innovation Rehabilitation and Applied Research Corporation pracuje nad zagadnieniami związanymi z ograniczeniem i oceną ryzyka w realizacji przedsięwzięć górniczych, optymalizacją i automatyzacją procesu wentylacji i monitoringu procesów pozyskiwania surowców mineralnych oraz ochroną środowiska przyrodniczego. Szczególnie istotne prace prowadzone są nad powstaniem projektu kopalni zakładającego ograniczenie ryzyka realizacji przedsięwzięcia inwestycyjnego poprzez wykorzystanie wirtualnej rzeczywistości w procesie planowania jej eksploatacji.

W Europie koncepcje takie jak IoT (*Internet of Things*) lub M2M (*Machine to Machine*) również coraz śmielej wkraczają do górniczej rzeczywistości pod postacią aplikacji i dedykowanych dla branży rozwiązań technicznych.

Na starym kontynencie pierwotne wyobrażenie inteligentnej kopalni zostało trwale zdefiniowane w ramach projektu *Intelligent Mine* realizowanego w latach 1998–2002 przez Uniwersytet Techniczny w Helsinkach.

Projekt koncentrował się w znacznej mierze na działaniach operacyjnych, mających na celu pełną automatyzację i monitoring w czasie rzeczywistym procesów produkcji, jako docelowy kierunek rozwoju. Zamierzeniem projektu było stworzenie w ciągu 10 lat inteligentnej kopalni, w której dzięki szkieletowej sieci łączności bezprzewodowej odbywałoby się zdalne sterowanie pracą samojezdnych maszyn górniczych. Harmonogram wdrożenia przez Helsiński Uniwersytet Techniczny projektu inteligentnej kopalni zakładał (Wojaczek i Dyczko 2015):

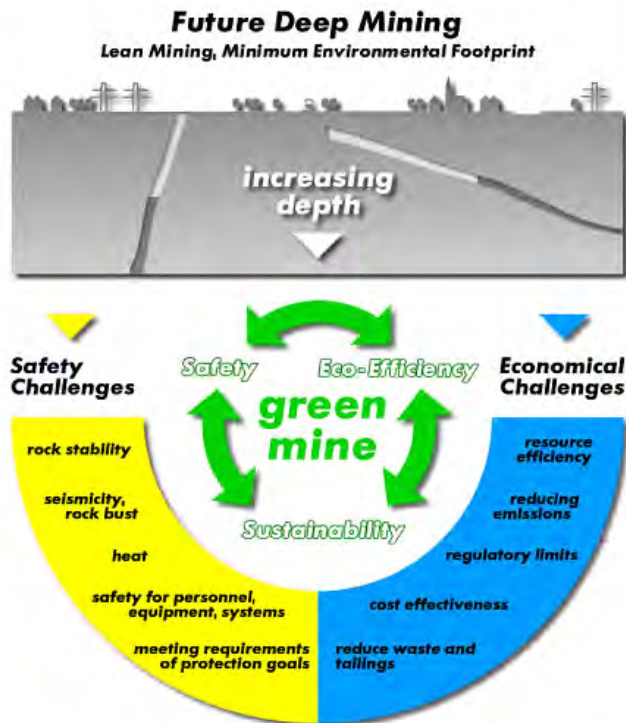
- POZIOM nr 1 – budowa założeń: powstaje sieć bezprzewodowej komunikacji głosowej, istnieje wysoce zmechanizowany system zdalnego sterowania pracą maszyn górniczych, niektóre procesy i operacje górnicze zostają zautomatyzowane, pełnej informatyzacji podlega planowanie i harmonogramowanie procesu produkcji wraz z inwestycjami.
- POZIOM nr 2 (5 lat od rozpoczęcia projektu) – kopalnia w czasie rzeczywistym realizuje swoje procesy produkcyjne, w tym dzięki informatyzacji prowadzi nadzór zautomatyzowanego procesu przeróbki, monitoring i kontrolę produkcji wraz z lokalizacją załogi i zdalnym sterowaniem maszyny.
- POZIOM nr 3 (10 lat od rozpoczęcia projektu) – kopalnia realizuje swoje procesy produkcyjne w sposób automatyczny dzięki bezprzewodowej łączności w całej kopalni, wszystkie maszyny pracują autonomicznie i zdalnie, proces jest monitorowany i sterowany online.

W latach 2009–2010 w Szwecji, we współpracy z KGHM Polska Miedź SA zrealizowany został projekt SMIFU (*Smart Mine of the Future*). Jako jego rozwinięcie uruchomiony został projekt I2Mine (*Innovative Technologies and Concepts for the Intelligent Deep Mine of the Future*), w którym – oprócz KGHM Polska Miedź SA – brała udział m.in. Kompania Węgłowa SA. Realizacja obu projektów związana była z nasileniem uciążliwości realizacji procesu produkcyjnego wynikającemu z rosnącej głębokości zalegania złóż. Pogarszające się warunki geologiczno-górnicze stawiają bowiem nowe wyzwania przed branżą w zakresie przeciwdziałania zagrożeniom, co skutkuje między innymi potrzebą automatyzacji produkcji.

Projekt I2Mine finansowany ze środków Unii Europejskiej miał na celu opracowanie rozwiązań technicznych i technologicznych wpisujących się w obszar *inteligentnej kopalni* przyszłości. Cele i oczekiwania programu były niezwykle konkretne, w wyniku jego realizacji miała powstać zaawansowana technologicznie platforma informatyczna – Centrum Sterowania Produkcją w Kopalni, dzięki której zmniejszeniu ulec miało zużycie energii elektrycznej o 10% i wzrost wydajności pracy o 20%, ponadto dzięki dokładnemu prognozowaniu jakości wydobywanego urobku i ograniczeniu wydobywania skały pónnej o 25–40% zmniejszeniu miały ulec również koszty produkcji. Jak założono, działania będące wynikiem programu I2Mine miały również istotnie poprawić bezpieczeństwo pracy w kopalniach. W projekcie, którego budżet wynosił ponad 26 mln Euro brało udział 10 krajów i 27 organizacji i przedsiębiorstw (www.i2mine.eu) – rys. 2.

Do zbliżonych do I2Mine tematycznie przedsięwzięć zaliczyć można również projekt EU-IPSUM (*Intelligent Production Systems for a Sustainable Supply and Use of Mineral Resources*) zrealizowany przez Instytut Inżynierii Górnictwa RWTH w Aachen.

Uwzględniając koszty rozwoju technologicznego i konieczność głębokiej reorganizacji modelu funkcjonowania kopalni, pierwotna koncepcja inteligentnej kopalni – poza przypadkami zaistnienia rzeczywistych barier ze strony warunków geologiczno-górnicznych – ulega



Rys. 2. Idea inteligentnej kopalni według projektu I2Mine

Fig. 2. The idea of a smart mine according to the I2Mine project

obecnie głębokiej transformacji polegającej na przeniesieniu ciężaru badań na problematykę związaną ze zwiększeniem efektywności i produktywności, a nie dalszej automatyzacji.

Poprawa efektywności jest bowiem naturalnym, dalszym kierunkiem rozwoju po etapach mechanizacji i automatyzacji górnictwa. Złożoność i unikatowy charakter zagadnień optymalizacji może odstraszać, ponieważ narzuca zarówno ramy myślenia w kategoriach ciągłego doskonalenia, jak również potrzebę stosowania złożonych technik przetwarzania danych. Konsekwentne podejście do zagadnień optymalizacji wymaga utworzenia specjalnych struktur organizacyjnych, w tym powołania interdyscyplinarnych zespołów zadaniowych charakterystycznych m.in. dla strategii TPM (*Total Productive Maintenance*) (Nakajima 1984, 1989).

W Polsce do roku 2017 brak było jednolitego programu badawczego w sposób kompleksowy adresującego wyzwania idei inteligentnej kopalni przyszłości. Oczywiście za pozytywne należy uznać nieco rozproszone działania jakie podejmowali w obszarze automatyzacji i informatyzacji górnictwa przez lata tak producenci maszyn górniczych (FAMUR, ZANAM, czy kiedyś jeszcze KOPEX) jak i jednostki naukowo-badawcze (EMAG, KOMAG, IGSMiE PAN, GIG) oraz uczelnie techniczne kształcące dla potrzeb przemysłu górniczego (Brzychczy 2012b; Dyczko 2023a).

W roku 2017 Jastrzębska Spółka Węglowa SA, największy europejski producent węgla koksowego kierując się właściwie rozumianą potrzebą rozwoju Grupy Kapitałowej JSW, zwłaszcza w obszarze techniczno-operacyjnym, postanowiła zaangażować dostępne środki i zasoby do oceny możliwości zaadaptowania najlepszych, stosowanych w światowym przemyśle wydobywczym technologii, w celu poprawy efektywności procesu produkcyjnego. W tym celu, w maju 2017 roku w ramach opracowywania nowej Strategii GK JSW na lata 2018–2030 powołano do życia **Program EFEKTYWNOŚĆ**, którego głównym założeniem Zarząd Spółki uczynił wdrożenie szeregu rozwiązań techniczno-organizacyjnych o charakterze innowacyjnym mających prowadzić do wzrostu efektywności wydobycia, przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa ludzi pracujących pod ziemią i minimalizacji negatywnego wpływu prowadzonej działalności na środowisko. Tak zdefiniowany cel wpłynął bezpośrednio na zogniskowanie kluczowych inicjatyw programu wokół czterech dźwigni wartości Grupy Kapitałowej JSW, tj.: poprawy efektywności operacyjnej, efektywności kosztowej, efektywności inwestycyjnej oraz poprawy bezpieczeństwa załóg górniczych, stanowiących istotę powołanego do życia programu **INTELIGENTNA KOPALNIA JSW 4.0** – flagowej koncepcji rozwoju GK JSW, obejmującej transformację Spółki w kierunku Przemysłu 4.0. Jednym z głównych działań w ramach tego programu była budowa pierwszego w polskim górnictwie Centrum Zaawansowanej Analityki Danych **CZAD JSW 4.0**, tj. centrum kompleksowej, wielowymiarowej analizy i interpretacji danych pochodzących z systemów Aparatury Kontrolno-Pomiarowej i Automatyki (AKPiA) maszyn i urządzeń górniczych (Dyczko 2021; Ozon i Dyczko 2017, 2019).

Wszystkie prezentowane powyżej inicjatywy znalazły swoje miejsce we wdrażanym w latach 2016–2019 w Jastrzębskiej Spółce Węglowej **SYSTEMIE ZARZĄDZANIA PRODUKcją OPARTYM NA POPYCIU I JAKOŚCI – Demand and Quality Driven Management**

System – wspierającym najważniejszy dla Spółki strategiczny **Program JAKOŚĆ – od złoża do morza**, tj. w obszarach zarządzania jakością, planowania i harmonogramowania produkcji, monitorowania procesów produkcyjnych węgla i koks oraz procesów handlowych i logistycznych, odpowiadający za zwiększenie efektywności zarządzania eksploatacją złoża i wielkością podaży produktu handlowego najwyższej jakości (Dyczko 2023a; Ozon i Dyczko 2019).

Systemy przetwarzania danych – ich rola i znaczenie w realizacji idei Inteligentnej Kopalni 4.0

Systemy bazujące na wykorzystaniu technik cyfrowych od lat traktowane są jako przedłużenie ludzkiego intelektu, stanowiąc obecnie istotne wsparcie w zakresie metod optymalizacji. Kopalnia jako organizacja gospodarcza współtworzona przez ludzi realizujących określone cele gospodarcze, posiada inteligencję kolektywną. Inteligencja ta, nierozdzielnie wiąże się z aspektami zarządzania wiedzą w organizacji, stanowiąc jednocześnie pierwowzór działania algorytmów inteligencji rozproszonej (*Swarm Intelligence* – SI). Z powodu naturalnych ograniczeń w zakresie możliwości przetwarzania danych przez człowieka, a także dostępnych zasobów ludzkich, znaczna część wiedzy pozostaje ukryta w „surowych” danych. W obecnych warunkach, ze względu na ich ilość w systemach transakcyjno-ewidencyjnych i systemach technicznych, szczególną rolę w procesie odkrywania i wykorzystania wiedzy odgrywa problematyka właściwego przetwarzania danych. To właśnie funkcje przetwarzania, od chwili zarejestrowania przez system informatyczny zdarzenia, wykonania pomiaru wielkości elektrycznej bądź zadziałania funkcji wykonawczych układu automatyzacji, w zdecydowanej mierze decydują o praktycznej użyteczności kosztownego procesu zdalnej akwizycji lub manualnej ewidencji danych (Polak i Dyczko 2016).

Stąd w trakcie operacjonalizowania idei INTELIGENTNEJ KOPALNI JSW 4.0 wśród najważniejszych sposobów budowy inteligentnej organizacji, zastanawiano się, w jaki sposób na pozór martwe kanały i systemy informacyjne przekształcić w inteligentne środowisko wspomagające procesy zarządcze, w tym w szczególności wspierające podejmowanie decyzji. Ostatecznie ustalono, że systemy te, cechować powinna hipotetyczna inteligencja realizowana w procesie inżynierskim, której podstawową cechą jest zdolność do skutecznego wykorzystania doświadczeń oraz efektywnego skondensowania informacji w swej treści (Dyczko 2022b, 2023a).

Jako podstawowy cel stosowania inteligentnych systemów w górnictwie wymienić można (Magda 1999):

- Eksplorację danych mającą na celu pozyskanie wiedzy ukrytej, wspomaganie procesów decyzyjnych poprzez budowę systemów wnioskowania indukcyjnego, umożliwiających praktyczne wykorzystanie zdobytych doświadczeń.

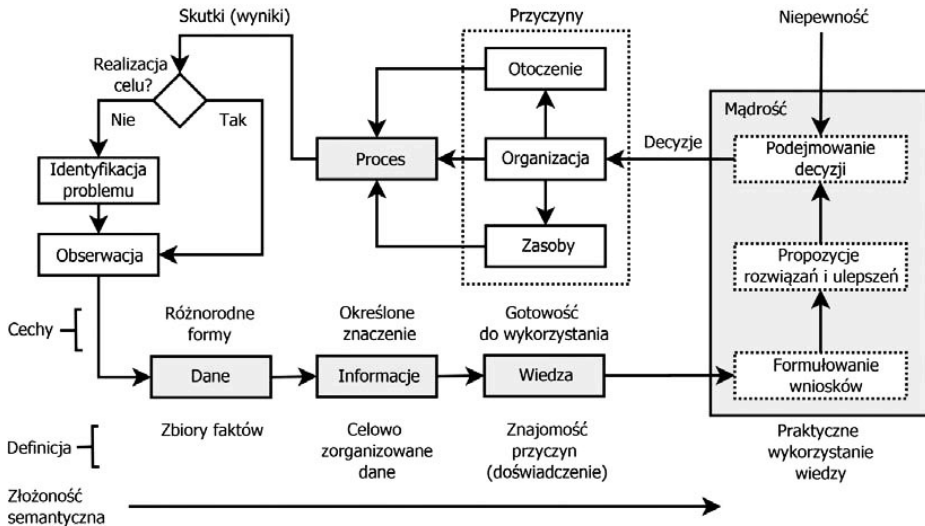
- Tworzenie systemów dziedzinowych korzystających z modeli symulacyjnych umożliwiających analizę działania układów rzeczywistych bądź rozwiązanie złożonych problemów planistycznych lub optymalizacyjnych.
- Tworzenie aktywnych systemów posiadających umiejętność uczenia się i adaptacji, w tym systemów sterowania przebiegiem procesów technologicznych, szczególnie w warunkach braku dostępu do pełnej informacji (logika rozmyta).

Posiadanie bazy wiedzy, w formie deklaratywnego zbioru faktów opisujących jednoznacznie przeszłe doświadczenia, stanowi wspólny element wszystkich wymienionych zastosowań. Inteligentne zachowanie wynika bowiem w pierwszej kolejności z faktu posiadania wymaganej wiedzy (Kicki i Dyczko 2008b) – rys. 3.

Połączenie struktur danych i właściwie dobranych metod interpretacyjnych, operujących na nich, stanowi fundament inteligentnego zachowania, wynikającego z identyfikacji związków przyczynowo-skutkowych (rozumienia). Umożliwia to skuteczne postępowanie wobec nowych sytuacji i zadań, w oparciu o wiedzę, nabytą w efekcie wcześniejszych doświadczeń (wnioskowanie).

Realizacja wszystkich tych procesów byłaby niemożliwa, gdyby nie zestrukturalizowana baza wiedzy będąca podstawą funkcjonowania, m.in. inteligentnych systemów wspomagania decyzji (*Intelligent Decision Support System – IDSS*).

Dostępność właściwych zbiorów danych wejściowych, opisujących zdarzenie lub proces w znacznej mierze determinuje skuteczność procesów odkrywania wiedzy (*Knowledge Discovery in Databases – KDD*) takich jak: wydobywanie danych z szumu informacyjnego (*Data Mining – DM*) i eksploracja danych (*Exploratory Data Analysis – EDA*).



Rys. 3. Wspomaganie decyzji w procesach optymalizacji (Polak 2014c)

Fig. 3. Decision support in optimization processes

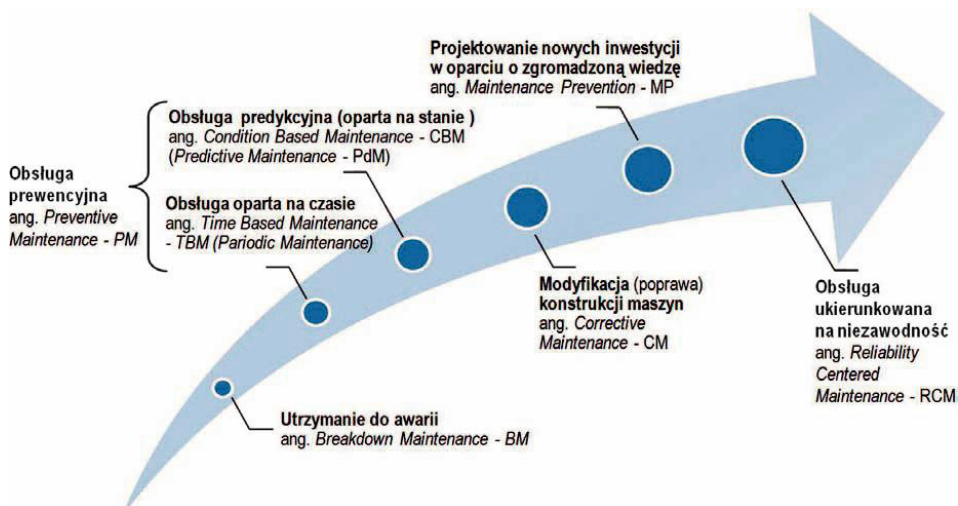
W wyniku prowadzonych analiz ustalono, że z perspektywy realizacji idei Inteligentnej Kopalni JSW 4.0 nadzwyczaj istotne jest opracowanie trwałych wymagań i standardów informacyjnych w tym zakresie, umożliwiających budowę kompleksowych, zorientowanych tematycznie hurtowni (*Data Warehouse* – DW) i systemów przetwarzania danych. Stąd, jak już wspomniano powyżej, w JSW już na wstępnym etapie prac koncepcyjnych uznano za konieczne opracowanie standardów (Polak 2014c):

- wymiany danych, architektury i infrastruktury IT/OT w GK JSW SA,
- wytycznych w zakresie rozwiązań IT/OT dla tworzonych Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówień w GK JSW SA,
- warunków dostępu do sieci wydzielonych w zakładach JSW SA,
- udostępnienia danych z systemów informatycznych pracujących w sieciach wydzielonych.

Podstawowe „zmysły” kopalni – obok torów komunikacji głosowej i systemów transmisji obrazu – stanowi aparatura kontrolno-pomiarowa wraz z systemami automatyzacji produkcji. Zważywszy na korzyści wynikające z zastosowania techniki światłowodowej, należy się spodziewać, że ilość rejestrowanych danych będzie wciąż sukcesywnie rosta. Podejmując temat architektury systemów przetwarzania danych, w pierwszej kolejności należałoby więc skoncentrować się właśnie na tym najbardziej dynamicznie rozwijającym się obszarze.

Nowoczesna dyspozytornia kopalniana stanowi węzeł, do którego docierają tysiące różnorodnych informacji. Rosnąca liczba kanałów informacyjnych, odczytów, komunikatów skutkować może z czasem powstaniem chaosu informacyjnego. Ludzka percepcja staje się bowiem niewystarczająca w świetle konieczności szybkiej i bezbłędnej analizy szeregu bodźców docierających w czasie rzeczywistym. W związku z czym, obecne projekty dyspozytorni – poprzez m.in. rozmieszczenie i dobór systemów komunikacyjnych, wygląd plansz wizualizacyjnych – mają na celu skoncentrowanie uwagi dyspozytora lub dyspozytorów na elementach najbardziej istotnych.

Pomimo optymalizacji interfejsów, nie należy się jednak spodziewać, że zdalna diagnostyka stanu technicznego, m.in. kilkuset silników – zabudowanych na drogach odstawy taśmowej – będzie możliwa do realizacji w sposób bezpośredni przez człowieka. Gdy obserwowany parametr zmienia się m.in. w funkcji obciążenia i prędkości taśmy, informacja interesująca z punktu widzenia oceny stanu technicznego silnika jest ukryta, a sam wykres wartości niewystarczający do jej odczytania. Konieczne staje się wtedy zastosowanie metod przetwarzania danych bazujących na modelach procesów i ocenie residuów. Umożliwia to np. sprowadzenie kilkuset tysięcy pomiarów wykonywanych dziennie do syntetycznej informacji na temat stanu technicznego. Jest to możliwe do realizacji m.in. w drodze implementacji metody przedstawionej w literaturze. Zastosowanie prawidłowo dobranych technik przetwarzania danych jest niezwykle istotne z punktu widzenia eliminacji luki informacyjnej w obszarze diagnostyki oraz z perspektywy rozwoju systemu organizacji procesów obsługi maszyn i urządzeń (Cook 1996) – rys. 4.



Rys. 4. Ewolucja podstawowych strategii obsługowych (Polak 2014c)

Fig. 4. Evolution of basic operating strategies

Nowe możliwości stwarza wykorzystanie inteligentnych technik eksploracji na kompletnych zbiorach danych obejmujących intensywność użytkowania, uciążliwość warunków pracy, awaryjność, pomiary diagnostyczne i koszty, co z powodzeniem realizowane jest m.in. w KGHM Polska Miedź SA.

Stosowanie inteligentnych systemów przetwarzania danych w zakresie diagnostyki stanu technicznego i analizy funkcji użytkowych wyposażenia jest szczególnie uzasadnione w kontekście typowych, dla rozproszonych instalacji przemysłowych, niepewności pomiarów oraz występowania istotnych, niemierzalnych zakłóceń. Działanie sieci uczących daje możliwość modelowania obiektów nieliniowych oraz cechuje się zdolnością uogólniania wiedzy. Stanowi to o potencjalnie szerokim obszarze zastosowań modeli neuronowych, rozmytych lub hybrydowych, m.in. w zakresie diagnostyki stanu technicznego lub oceny kluczowych miar efektywności pracy maszyn i urządzeń górniczych. Niemniej istotne niż wybór technik sztucznej inteligencji są procesy przetwarzania danych, zaprojektowane przez inżyniera. Obejmują one m.in. ilość istotnych danych oraz definicje metod wstępnego przetwarzania sygnałów pomiarowych, m.in. w drodze analizy statystycznej, czasowej bądź spektralnej. Biorąc pod uwagę liczbę oraz warunki eksploatacji podstawowych maszyn i urządzeń górniczych, pozyskanie szczegółowych charakterystyk stanów przedawaryjnych, na potrzeby wykorzystania przez systemy uczące się lub ekspertowe, nie stwarza większego problemu. Potencjalne źródło tych danych stanowią eksploatowane obecnie systemy wsparcia w zakresie utrzymania ruchu zakładu i kontroli parametrów bezpieczeństwa. Wśród tych systemów wymienić można podstawowe grupy rozwiązań (Polak 2011):

- systemy kontroli podstawowej zbudowane na bazie uniwersalnych podsystemów komunikacji,
- systemy telemetrii i rejestracji parametrów bezpieczeństwa,
- systemy monitoringu parametrów pracy obiektów technicznych działające na bazie wymiany danych między systemem nadrzędnym a układami automatyki przemysłowej,
- systemy telemechaniki i kontroli parametrów sieci i urządzeń elektroenergetycznych funkcjonujące na komunikacji ze sterownikami EAZ,
- systemy bilansowo-rozliczeniowe w zakresie zużycia energii i mediów,
- systemy rejestracji czasu pracy, identyfikacji i lokalizacji pracowników, środków transportu, materiałów i wyposażenia.

Dane na temat eksploatacji kluczowych maszyn i urządzeń, opisujące również w znacznym stopniu przebieg procesów produkcyjnych, są rozproszone w poszczególnych systemach technicznych. Integracja danych, pochodzących z poszczególnych obszarów, często nie jest wykonywana ze względu na uwarunkowania prawno-organizacyjne. Przyjąć można, że dopóki istnieją warunki, przemawiające za utrzymaniem obecnego stanu, poza dorywczym eksportem danych, ich systemowe wykorzystanie nie będzie w górnictwie szeroko realizowane. Mając na uwadze znaczenie tych danych – nie tylko w zakresie diagnostyki, lecz również doskonalenia organizacji produkcji, oceny efektywności wykorzystania maszyn i urządzeń oraz symulacji procesów – trudno twierdzić, że górnictwo funkcjonuje w inteligentnym środowisku zarządzania. Tym bardziej, że funkcjonalność i wydajność systemów SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*), dedykowanych dla branży górniczej, w zakresie realizacji złożonych algorytmów przetwarzania ciągów czasowych i informacji przestrzennych jest mocno ograniczona (Polak 2014c).

Integrację wymienionych środowisk rozpatrywać należy w aspekcie integracji danych gromadzonych w bazach systemów bądź budowy szyny procesowej w otwartym standardzie OPC (*OLE for Process Control*) z wizualizacją w systemach HMI (*Human – Machine Interface*). Abstrahując od koncepcji pokrycia wszystkich obszarów dodatkowym, nadrzędnym systemem SCADA, wpływa to na skomplikowanie struktury systemów i skutkuje wzrostem zawodności.

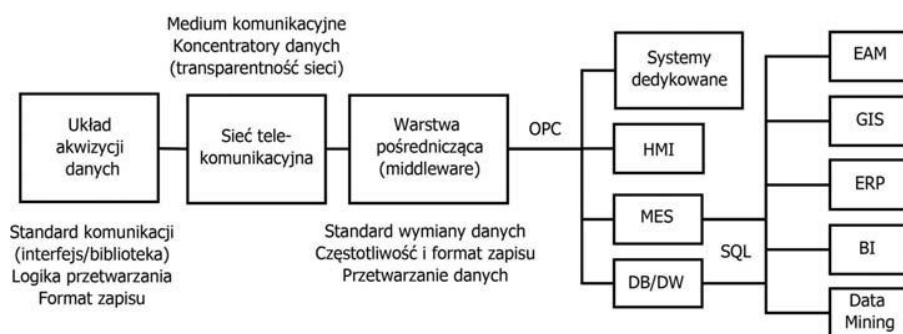
Oprócz narzędzi wsparcia operacyjnego, w kopalniach funkcjonują różnorakie systemy informatyki gospodarczej. W obszarze produkcji i gospodarki majątkiem są to między innymi (Polak 2014c):

- systemy gospodarki podstawowymi środkami produkcji,
- systemy ewidencji maszyn i urządzeń w wykonaniu przeciwwybuchowym,
- systemy raportowania produkcji,
- systemy finansowo-księgowe,
- systemy do modelowania złoża, planowania i harmonogramowania produkcji,
- systemy informacji przestrzennej.

Wymienione systemy stanowią istotne uzupełnienie danych rejestrowanych przez stacje SCADA. Część z nich stanowią moduły zintegrowanych systemów zarządzania klasy

ERP (*Enterprise Resource Planning*), m.in. SAP, SZYK2. Poza płaszczyzną rachunkowości zarządczej i nielicznymi wyjątkami, m.in. Lubelskim Węglem Bogdanka SA, czy też Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA, wymienione obszary w polskim górnictwie nie są ze sobą trwale zintegrowane lub wykorzystują rozproszone, „miękkie” technologie informatyczne (Polak 2014a).

Problematyka systemowego wykorzystania zgromadzonych danych obejmuje w szczególności techniczne aspekty ich udostępnienia, właściwą identyfikację, przygotowanie, ocenę kompletności, jakości i wiarygodności. W celu zachowania jednolitej normy informacyjnej, zasadne wydaje się opracowanie standardu obowiązującego w zakresie akwizycji i wymiany danych w obszarze systemów technicznych – rys. 5.



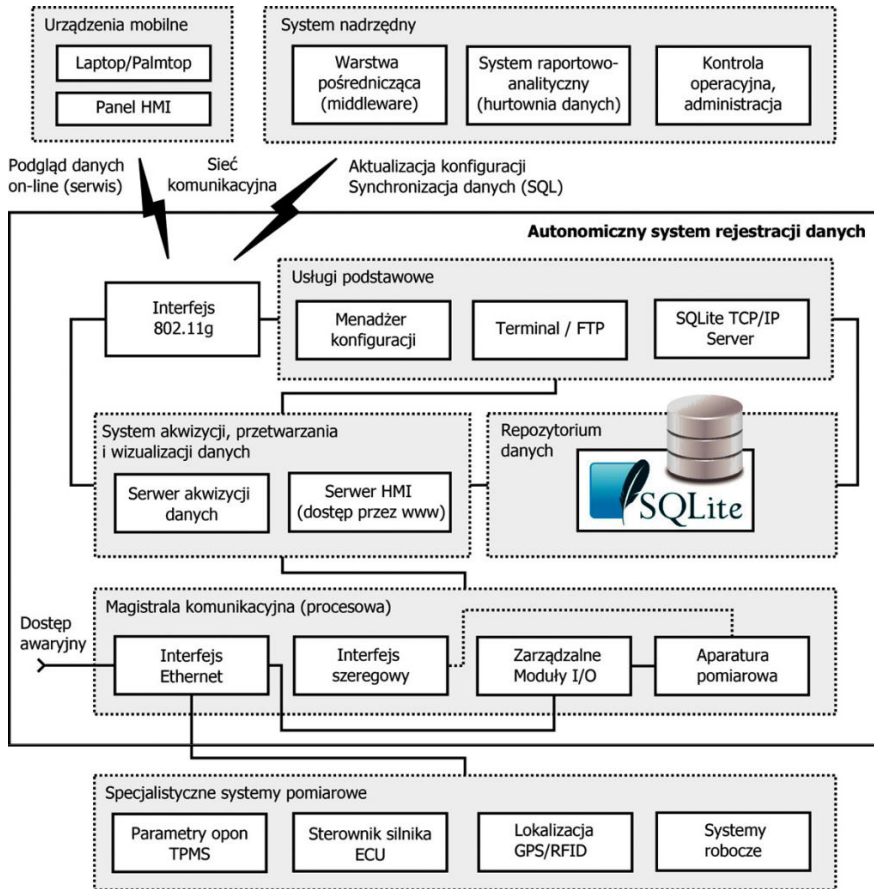
Rys. 5. Warstwy standaryzacji rozwiązań (Dyczko 2016)

Fig. 5. Layers of solution standardization

Przepływ informacji – od układu generującego dane, aparatury kontrolno-pomiarowej poprzez sieci telekomunikacyjne do oprogramowania nadrzędnego lub warstwy pośredniczącej – spełniać powinien bowiem podstawowe założenia w dziedzinie obowiązującej architektury systemów informacyjnych przedsiębiorstwa. Architektury, rozumianej jako zasoby, reguły, modele i standardy, zgodnie z którymi organizacja nabywa, tworzy, utrzymuje i modyfikuje elementy systemu informacyjnego.

Za przykład kompleksowego podejścia w zakresie rozbudowy systemu informacyjnego przedsiębiorstwa górniczego posłużyć może architektura rozwiązania opracowanego w zakresie rejestracji parametrów pracy maszyn górniczych KGHM Polska Miedź SA (Kicki i Dyczko 2010) – rys. 6.

System ten umożliwia rejestrację szeregu informacji na temat stanu pracy maszyny górniczej. Wdrożenie rozwiązania, według strategii od dołu do góry (*bottom-up*) oraz brak konieczności nadrzędnej kontroli parametrów w czasie rzeczywistym, umożliwia wymianę danych z systemami nadrzędnymi za pośrednictwem bezpośredniego połączenia z bazą danych układu rejestracji, w formie zapytań SQL (*Structured Query Language*). System zapewnia dodatkowo możliwość dostępu do danych historycznych oraz bezpośredniego podglądu parametrów on-line za pośrednictwem przeglądarki internetowej



Rys. 6. Architektura Autonomicznego Systemu Rejestracji Parametrów Pracy (Dyczko i in. 2012)

Fig. 6. Architecture of the Autonomous System for Recording Work Parameters

i przygotowanych plansz wizualacyjnych (m.in. kokpit operatora i połączenie diagnostyczne). Duża skalowalność systemu w zakresie rozbudowy o kolejne moduły wejścia/wyjścia, wykorzystanie wyłącznie powszechnych standardów w zakresie wymiany danych oraz autonomiczność rozwiązania, pozwalają na budowę uniwersalnego standardu w zakresie rejestracji danych na potrzeby systemów analityczno-raportowych (Dyczko i in. 2012).

Pomijając kwestie dokładności pomiarów, istotny problem badawczy stanowi ustalenie metod i okresu agregacji danych na poziomie układu rejestracji. Skomasowanie szeregu pomiarów wiąże się bowiem z utratą informacji o wzajemnej korelacji sygnałów. Gdy agregacja danych jest wymagana, zasadne wydaje się zachowanie podstawowej struktury współzależności i przeprowadzenie agregacji w kontekście poszczególnych

wymiarów, tak jak jest to realizowane w modelu OLAP (*OnLine Analytical Processing*) (Polak 2015).

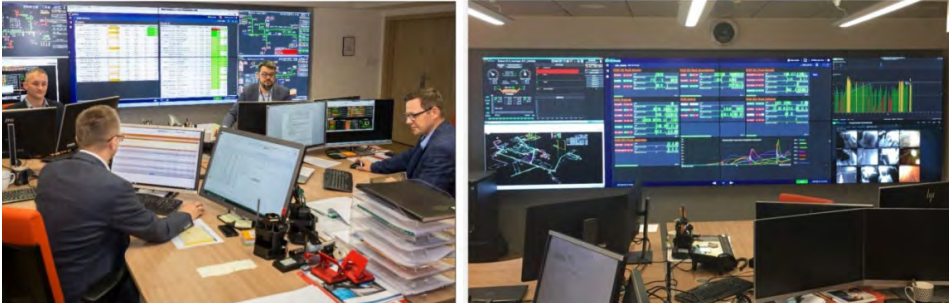
Elastyczność opisanego rozwiązania wynika m.in. z możliwości dynamicznego sformułowania zapytania już na poziomie odczytu danych z układu rejestracji. Jest to szczególnie istotne w kontekście sygnałów wymagających bardzo dużej częstotliwości próbkowania oraz zastosowania algorytmów przetwarzania danych lub rozpoznawania wzorców, bezpośrednio na poziomie układu akwizycji danych. Za przykład posłużyć może tu interpretacja chwilowych zmian ciśnienia w układzie roboczym w celu identyfikacji liczby cykli pracy maszyny. Opisywane podejście umożliwia znaczne uszczuplenie ilości informacji przesyłanych pomiędzy dwoma systemami, co jest niezmiernie istotne w przypadku istnienia ograniczeń technicznych w zakresie transmisji (Polak 2013).

Jak już wspomniano powyżej, autor niniejszego rozdziału monografii był pomysłodawcą i głównym architektem powołania do życia w roku 2016 w Jastrzębskiej Spółce Węglowej programu **INTELIĞENTNA KOPALNIA JSW 4.0** – flagowej koncepcji rozwoju Grupy Kapitałowej JSW SA obejmującej transformację Spółki w kierunku paradygmatów Przemysłu 4.0. (Dyczko 2023c).

Jednym z głównych działań w ramach tego programu była budowa pierwszego w polskim górnictwie, wspomnianego wcześniej Centrum Zaawansowanej Analityki Danych **CZAD JSW 4.0**. Autor był odpowiedzialny również za przygotowanie i wdrożenie pierwszej w polskim górnictwie „**Polityki w zakresie zarządzania architekturą i infrastrukturą techniczną systemów IT/OT**” będącej swego rodzaju konstytucją, stanowiącą podstawę porządku prawnego i określającą główne pryncypia zarządzania informatyzacją i cyfryzacją Grupy Kapitałowej JSW SA, gdzie na bazie przytoczonych przykładów i wskazanych potencjalnych obszarów zastosowań, podjęto próbę ustalenia roli i znaczenia systemów przetwarzania danych w urzeczywistnieniu wizji Inteligentnej Kopalni 4.0. W swoich badaniach autor wielokrotnie wykazywał, że to właśnie ich funkcjonalność od momentu wykonania otworów badawczych, przez procesy harmonogramowania i optymalizacji projektu kopalni, dobór wyposażenia i technologii po bieżące wspomaganie decyzji podejmowanych przez dyspozytora, inżynierów i zarząd spółki, świadczy o inteligentnej naturze środowiska zarządzania. Środowiska, które w sposób usystematyzowany i trwałe pozwala skutecznie zagospodarować wszystkie informacje docierające z mikro- i makrootoczenia przedsiębiorstwa (Dyczko 2023a; Ozon i Dyczko 2017, 2019).

JSW SA to Spółka ucząca się, a więc w usystematyzowany i aktywny sposób korzystająca z własnych doświadczeń i dostępnych zasobów informacyjnych celem poprawy pozycji rynkowej. Opracowanie i wdrożenie Centralnego Serwera Danych Technologicznych (CSDT) rozpoczęto w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA w 2017 roku.

Celem prowadzonych prac było jak najszybsze uruchomienie na szczeblu Biura Zarządu Centrum Zaawansowanej Analityki Danych jako głównego elementu monitorowania planu zwiększenia efektywności zarządzania produkcją oraz standaryzacji szeroko pojętego obszaru automatyki i systemów informatycznych wspierających procesy produkcyjne – rys. 7.



Rys. 7. Pomieszczenie Centrum Zaawansowanej Analizy Danych JSW 4.0

Fig. 7. JSW 4.0 Advanced Data Analytics Centre room

Równolegle z budową Centralnego Serwera Danych Technologicznych (CSDT) w Spółce uruchomiono pozostałe zmiany o charakterze techniczno-organizacyjnym w tym:

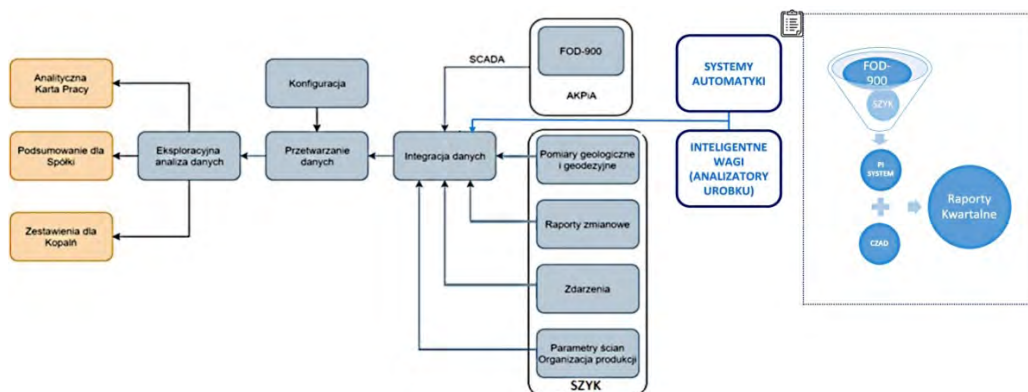
- utworzenie Centrum Zaawansowanej Analizy Danych w strukturach Biura Zarządu,
- utworzenie Oddziałów Automatyki w strukturach wszystkich kopalń,
- rozbudowa systemów monitoringu parametrów pracy maszyn i urządzeń w obszarach infrastruktury sieciowej i urządzeń automatyki,
- standaryzacja rozwiązań w obszarach IT/OT.

Wdrożenie Centralnego Serwera Danych Technologicznych (CSDT), jako integralnej części systemu informatycznego wspierającego zarządzanie danymi pochodzącymi z procesu produkcji JSW SA, oparto na platformie firmy OSIsoft umożliwiającej przetwarzanie ogromnych zbiorów informacji w czasie rzeczywistym i pozwalającej na łatwą integrację z systemami biznesowymi, zapewniając równocześnie bezpieczeństwo teleinformatyczne systemów automatyki przemysłowej.

W JSW SA podobnie jak w innych przedsiębiorstwach górniczych, do zarządzania procesami produkcyjnymi wykorzystywanych jest kilka typów systemów transmisyjnych i systemów automatyki (SCADA).

Wszystkie dane gromadzone są lokalnie w niezintegrowanych ze sobą systemach technicznych, co utrudniało, a niekiedy nawet uniemożliwiało przeprowadzenie zaawansowanych analiz tych danych. Oprócz tego dużym wyzwaniem dla utrzymania całej architektury była duża zmienność miejsc pracy maszyn i urządzeń wynikająca bezpośrednio ze specyfiki procesów wydobywczych – rys. 8.

Jak już wspomniano, jako platformę bazową spełniającą wymagania CSDT wybrano PI System, firmy OSIsoft umożliwiającą przetwarzanie informacji pochodzących z kilkuset tysięcy urządzeń rejestrujących w czasie rzeczywistym (PI DA). To jeden z systemów klasy historian, przetwarzający dane w postaci szeregów czasowych, które można zapisywać z dowolną, ustaloną przez użytkownika częstotliwością, a także przechowywać w dowolnie długim czasie, co odróżnia go od systemów SCADA.



Rys. 8. Schemat wymiany danych między systemami dziedzicznymi kopalń JSW SA (Dyczko 2023a)

Fig. 8. Scheme of data exchange between domain systems of JSW SA mines

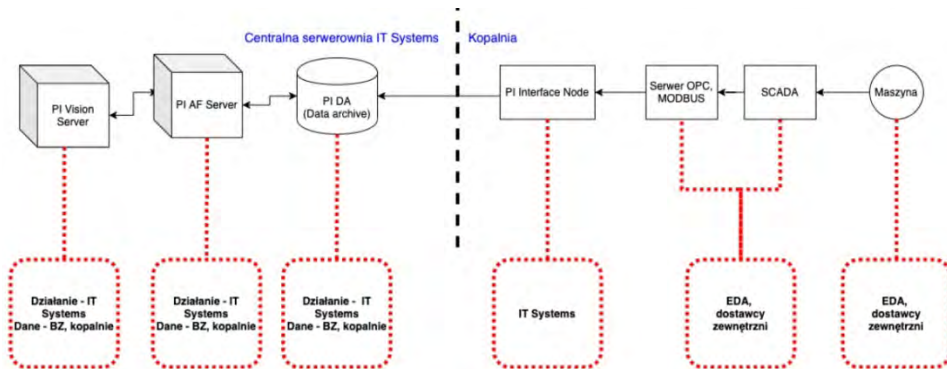
Dla celów pozyskiwania danych z systemów źródłowych zastosowano 5 typów interfejsów, takich jak: OPC, OPC UA, MODBUS, RDBMS i UFL, aczkolwiek dostępnych jest ponad 400 interfejsów pozwalających podłączyć dowolny system produkcyjny w krótkim czasie, równocześnie buforując dane (*PI Node Interface*) na wypadek utraty połączenia.

Jedną z podstawowych funkcjonalności PI System zawartą w module *Asset Framework* (AF) pozwoliła odwzorować kluczowe środki trwałe przedsiębiorstwa wg opracowanego jednego wspólnego modelu, nadając im kontekst biznesowy tak bardzo ważny od momentu ich zabudowy w miejscu pracy.

Analizy zaimplementowane w tym module i wykonywane w czasie rzeczywistym umożliwiły przeprowadzenie standaryzacji danych pozyskiwanych z różnych typów systemów źródłowych. Integracja z systemem CMMS (*Computerised Maintenance Management System*) wykorzystywanym w przedsiębiorstwie umożliwiła pozyskanie do PI System kontekstu miejsca pracy maszyn, parametrów technicznych wynikających z Dokumentacji Techniczno-Ruchowej oraz planów pracy kopalń. Zwrotnie PI System przekazuje zagregowane dane o czasach pracy maszyn kompleksów ścianowych, co do niedawna wymagało ręcznego wprowadzania tych danych przez służby utrzymania ruchu kopalń. Innym przykładem procesu integracji jest implementacja analizy identyfikującej zdarzenia postojowe kompleksów ścianowych (*PI Event Frame*) wraz z procesem przekazywania ich do systemu CMMS (Dyczko 2023a) – rys. 9.

Zautomatyzowanie tego procesu ograniczyło do minimum błędy ludzkie oraz znacznie skróciło czas rejestrowanych postojów. Integracja z systemem SAP Business Objects, realizującym funkcje hurtowni danych IT/OT, umożliwiła osiągnięcie takich celów, jak:

- okresowe generowanie raportów na temat efektywności pracy kompleksów ścianowych,



Rys. 9. Elementy architektury CSDT w podziale na lokalizacje komponentów systemu (Dyczko 2023a)

Fig. 9. Elements of Central Server for Technological Data (CSDT) architecture divided into locations of system components

- automatyczne generowanie i publikowanie ustandaryzowanych raportów operacyjnych z pracy maszyn kompleksów ścianowych,
- udostępnienie użytkownikom surowych i zagregowanych danych generowanych przez systemy techniczne do celów wykonywania zaawansowanych analiz biznesowych.

Bardzo ważnym aspektem, o którym nie wolno zapomnieć, jest bezpieczeństwo zarządzania infrastrukturą krytyczną, w której skład wchodzi również lokalne systemy monitoringu i sterowania pracujące w wydzielonych sieciach technicznych. PI System poprzez jednokierunkowy przesył informacji stanowi doskonałą barierę przed cyberatakami, za którą funkcjonują systemy dedykowane, które go zasilają danymi (Dyczko 2023a).

Wdrożenie w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA Centralnego Serwera Danych Technologicznych całkowicie zmieniło podejście do wykorzystania danych pochodzących bezpośrednio z procesu produkcji. Platforma daje możliwość zebrania informacji ze wszystkich systemów przedsiębiorstwa w jednym miejscu, przez co użytkownik uzyskuje w łatwy sposób dostęp do aktualnych i historycznych surowych danych, które może dowolnie analizować rysunki 10–15.

Wstępną konfigurację CSDT rozpoczęto od zdefiniowania i zestandaryzowania słowników awarii i czasów logicznych pracy maszyn i urządzeń, ustalając:

- Czas nominalny (dyspozycyjny) = planowany czas rzeczywistej pracy ludzi i maszyn w ścianie.
- Czas efektywny = rzeczywisty czas pracy wszystkich maszyn kompleksu jednocześnie tzn. kombajnu ścianowego + przenośnika ścianowego + przenośnika podścianowego.
- Wskaźnik wykorzystania czasu nominalnego = $(\text{czas efektywny} / \text{czas nominalny}) \times 100\%$.

Centralny Serwer Danych Technologicznych (CSDT) to przede wszystkim poprawa efektywności zarządzania środkami produkcji oraz wsparcie działań mających kluczowe znaczenie dla prawidłowego przebiegu procesu produkcyjnego i zarządzania przedsiębiorstwem, przy wykorzystaniu dostępu do pełnej informacji zawartej w systemach biznesowych i technicznych, bazujących na monitoringu pracy maszyn i urządzeń w czasie rzeczywistym.

Wdrożenie w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA Centralnego Serwera Danych Technologicznych całkowicie zmieniło podejście do wykorzystania danych pochodzących



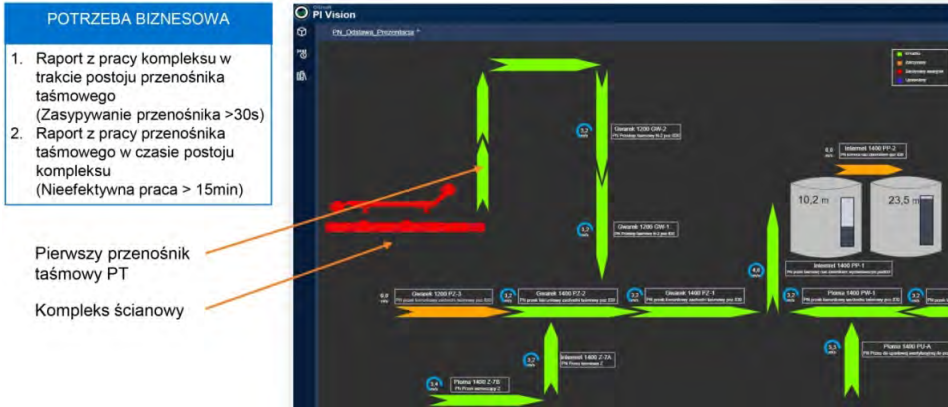
Rys. 10. Centralny Serwer Danych Technologicznych (CSDT) – widok panelu głównego (Dyczko 2023a)

Fig. 10. Central Server for Technological Data (CSDT) – main panel view



Rys. 11. Centralny Serwer Danych Technologicznych (CSDT) – wizualizacja parametrów pracy maszyn kopalń JSW SA (Dyczko 2023a)

Fig. 11. Central Server for Technological Data (CSDT) – visualization of operating parameters of JSW SA mine machines



Rys. 12. Centralny Serwer Danych Technologicznych (CSDT) – wizualizacja pracy kompleksu w trakcie postoju przenośnika taśmowego (Dyczko 2023a)

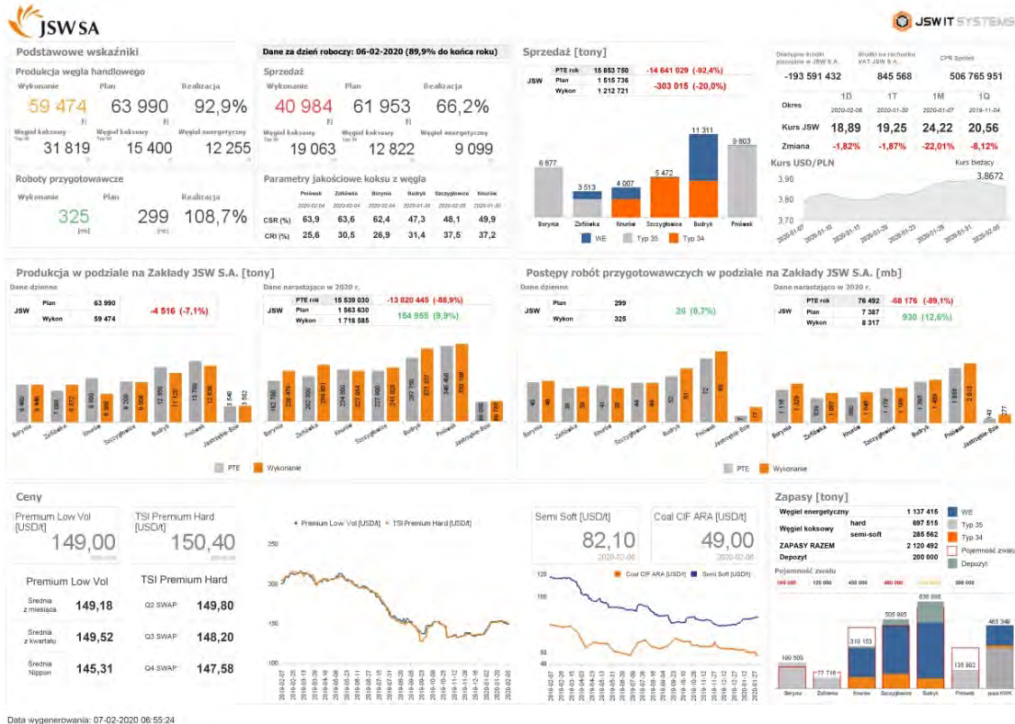
Fig. 12. Central Server for Technological Data (CSDT) – visualisation of operation of the complex during conveyor belt shutdown

bezpośrednio z procesu produkcji. Platforma CSDT umożliwiła zebranie informacji ze wszystkich systemów przedsiębiorstwa w jednym miejscu, przez co użytkownik uzyskuje w łatwy sposób dostęp do aktualnych i historycznych, wstępnie uporządkowanych danych, które może dowolnie analizować.

Centralny Serwer Danych Technologicznych (CSDT) umożliwił przejście na proaktywne utrzymanie ruchu kopalń JSW SA. Wdrażanie strategii utrzymania na podstawie stanu technicznego maszyn i urządzeń (CBM – *Conditional Based Maintenance*) oraz opracowanie zasad CBM na potrzeby kopalnianych służb utrzymania ruchu.

Aktualnie w Centrum Zawansowanej Analityki Danych JSW 4.0, koordynującym rozwój projektantów CSDT, podejmowane są kolejne inicjatywy, w ramach których PI System stanowić będzie główne źródło nowych kokpitów (*Dashboard*) służących bezpośrednio służbom utrzymania ruchu na kopalniach oraz Zespołowi CZAD.

Prowadzone na szeroką skalę i z olbrzymim rozmachem w sferze utrzymania ruchu działania modernizacyjne miały oczywiście również swój wymiar finansowy. Deloitte w jednym ze swoich raportów na temat cyfrowej transformacji w kierunku przemysłu 4.0 stwierdził, że implementacja strategii prognostycznego utrzymania ruchu wydłuża czas pracy sprzętu od 10 do 20%, zmniejszając ogólne wydatki na utrzymanie od 5 do 10%, skracając przy tym czas planowania konserwacji od 20 do 50%, co w skali tak dużego przedsiębiorstwa jakim jest JSW SA pozwala znacząco zmniejszyć dzienne koszty produkcji. Stąd taka determinacja całych zespołów analityków, informatyków, górników i elektryków w stosowaniu dedykowanych technik i technologii informacyjnych służących usystematyzowaniu i upowszechnieniu wewnątrz spółki informacji na temat utrzymania ruchu i przebiegu wydobycia na ścianach (Hung i in. 2001; Kaiser i in. 2011).



Rys. 13. Centralny Serwer Danych Technologicznych – Dashboard Zarządcy (Dyczeko 2023a)

Fig. 13. Central Server for Technological Data (CSDT) – Management Dashboard

Rozbudowa Centralnego Serwera Danych Technologicznych (CSDT) o nowe metody raportowania, wykorzystanie sztucznej inteligencji w poszerzaniu bazy wiedzy na temat przebiegu prowadzonej eksploatacji, identyfikacja czynników zaburzeń warunków naturalnych, technicznych i organizacyjnych jak również skutków ekonomicznych anomalii prowadzonej działalności to już nie odległa przyszłość, a realia pracy Centrum Zaawansowanej Analityki Danych JSW 4.0 dnia dzisiejszego (Dyczeko 2023a).

Symbolem nowej jakości w raportowaniu i analityce danych w JSW SA było uruchomienie po raz pierwszy czerwca 2018 roku nowego raportu (tzw. *Dashboard Zarządcy*) dystrybuowanego wprost do Zarządu Spółki i kluczowych osób jej kierownictwa oraz raportu z prowadzenia ścian (*Dashboard Ranking Ścian*), który miał umożliwić zobiektywizowaną ocenę wraz z porównaniem parametrów eksploatacyjnych w Spółce ścian wydobywczych – rys. 13

Dashboard Ranking Ścian (rys. 14) zamiast standardowego podejścia ilościowego skoncentrowanego na planie wydobycia i jego wykonaniu, dzięki przyjętej formie prezentacji ogniskuje uwagę oglądających na sposobie poprawy wyniku produkcyjnego.

Decydującym czynnikiem wyróżniającym Centrum Zaawansowanej Analiz Danych JSW 4.0 pomiędzy innymi jednostkami organizacyjnymi Spółki jest świadome i celowe wykorzystanie w ocenie prowadzonego procesu produkcyjnego zaawansowanych metod analitycznych w tym uczenia maszynowego, realizowanego w procesie inżynieryjnym, na bazie danych zgromadzonych w systemach informatycznych.

Podstawową cechą metod „inteligentnych”, stanowić powinna zdolność skutecznego wykorzystania doświadczeń oraz efektywnego skondensowania informacji w swej treści. Wymienić tu należy następujące typy zastosowań (Dyczko 2023a):

- szeroko pojętą eksplorację danych – mającą na celu pozyskanie wiedzy ukrytej, wspomaganie procesów decyzyjnych poprzez budowę systemów wnioskowania, umożliwiających praktyczne wykorzystanie zdobytych doświadczeń,
- tworzenie systemów dziedzinowych korzystających z modeli symulacyjnych umożliwiających analizę działania układów rzeczywistych bądź rozwiązanie złożonych problemów planistycznych lub optymalizacyjnych,
- tworzenie aktywnych systemów posiadających umiejętność uczenia się i adaptacji, w tym systemów sterowania przebiegiem procesów technologicznych, szczególnie w warunkach braku dostępu do pełnej informacji (logika rozmyta).

Posiadanie bazy wiedzy, w formie deklaratywnego zbioru faktów opisujących jednoznacznie przeszłe doświadczenia stanowi wspólny element wszystkich wymienionych zastosowań.



Rys. 14. Centralny Serwer Danych Technologicznych – Dashboard Operacyjny (Dyczko 2023a)

Fig. 14. Central Server for Technological Data (CSDT) – Operational Dashboard

Do momentu powołania przez GK JSW SA Centrum Zaawansowanej Analityki Danych JSW 4.0 w polskim górnictwie brakowało powszechnie funkcjonujących, jednorodnych standardów oceny efektywności pracy zmechanizowanych kompleksów wydobywczych.

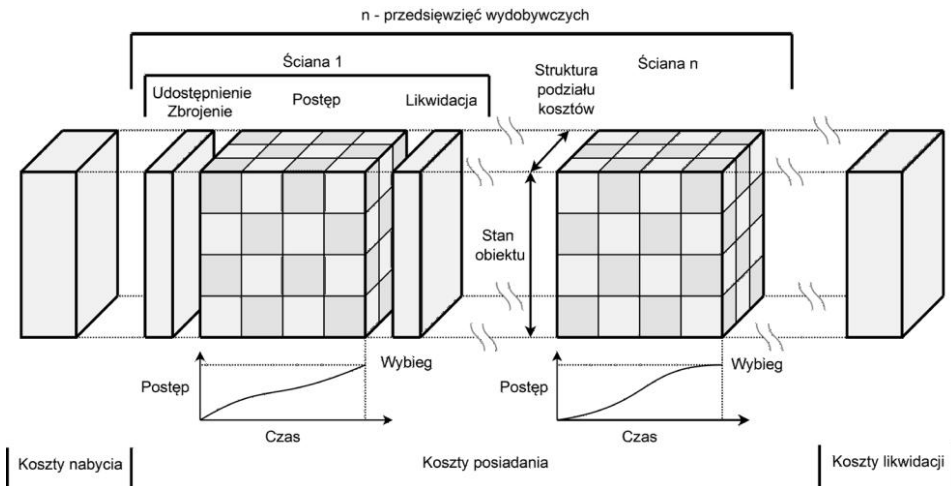
Autor uważa, iż problematyka rejestracji i statystyki strat zgodnie ze strategią, wskazuje bezpośrednio na potrzebę identyfikacji poziomu strat sporadycznych – m.in. awarii, oraz strat chronicznych – niemal zawsze obecnych, powtarzających się i mocno rozproszonych w całym polskim górnictwie. Jak pokazały doświadczenia jastrzębkich kopalń, oznaczenie tych pierwszych nie stanowi większego problemu, sprowadza się bowiem do wdrożenia i przestrzegania ustandaryzowanych reguł ewidencji incydentów – opracowania i wdrożenia jednorodnego słownika. Określenie nasilenia strat powtarzalnych stanowi znacznie bardziej skomplikowane zagadnienie. Wiedza na ten temat, podobnie jak same straty, jest bowiem silnie rozproszona w organizacji, w dodatku istnieje najczęściej w postaci subiektywnych przekonań i obiegowych opinii.

Aby uzyskać nową wartość, konieczne jest doprowadzenie do efektu synergii danych rejestrowanych w poszczególnych obszarach m.in.: kontroli operacyjnej i utrzymania ruchu, raportowania produkcji, księgowości przy zachowaniu możliwie jak najbardziej precyzyjnego okresu czasowej dekretacji danych. W myśl zasady *Garbage In, Garbage Out* (*Śmieć na wejściu, śmieć na wyjściu*) determinacja w zakresie wykorzystania szczegółowych informacji prowadzić powinna w rezultacie do ogólnej poprawy ich jakości. Jest to możliwe chociażby przez wdrożenie bardziej precyzyjnych metod weryfikacji jakości danych takich jak m.in. ocena korelacji pomiędzy zmianowym czasem pracy kompleksu, a wydobyciem (Polak 2014a).

Karta miar efektywności pracy sporządzana w formie raportu, umożliwić powinna dekompozycję ekonomicznej efektywności przedsięwzięcia wydobywczego związanego z użytkowaniem wyposażenia. W praktyce zadanie to sprowadza się do wielowymiarowej klasyfikacji stanu w jakim w danym czasie znajduje się obiekt. Klasyfikacja ta korespondować może z różnymi stopniami aktywności w wymiarze kosztowym, jak i naturalnym łańcuchem tworzenia wartości dodanej (Figielska 2011; Holmes 1997; Polak 2016) – rys. 15.

Punktem wyjścia do przeprowadzenia pełnowartościowej analizy efektywności pracy zmechanizowanych systemów wydobywczych jest właściwa dekompozycja łańcucha tworzenia wartości dodanej, z bezpośrednim zaadresowaniem poszczególnych kategorii strat produkcyjnych i ekonomicznych. Proces eksploatacji podstawowego wyposażenia stosowanego w górnictwie to nieustanne poszukiwanie optymalnych rozwiązań zarówno pod względem technicznym jak i organizacyjnym. Stąd też prawidłowa identyfikacja czynników wpływających na spadek efektywności pracy podstawowego majątku produkcyjnego odgrywa decydujące znaczenie zarówno w kontekście redukcji kosztów inwestycyjnych i operacyjnych, jak również z perspektywy zwiększenia produkcji i poprawy jej jakości (Polak 2014b).

Wszechobecne systemy działające w oparciu o wykorzystanie technik informatycznych, pozwalają obecnie na ewidencję i raportowanie wyjątkowo obszernych struktur



Rys. 15. Ilustracja przyjętego modelu kosztowego (Polak 2015)

Fig. 15. Illustration of the adopted cost model

informacyjnych, co w praktyce doprowadzić może do powstania chaosu informacyjnego. Zdaniem autora, za wyłączeniem osób zajmujących się stricte procesami analizy danych, cykliczne raportowanie rozbudowanego zbioru informacji w celach zarządczych, nie jest wskazane, ich analizą zajmować winno się Centrum Zaawansowanej Analityki Danych 4.0, które swoje raporty wraz z analizą przekazuje właścicielom procesów technologicznych (Dyczko 2023a).

Inteligentne systemy świadomości sytuacyjnej w podziemnych zakładach górniczych platformą cyfryzacji i automatyzacji kopalni 4.0

Wykorzystanie sztucznej inteligencji, uczenia maszynowego lub innych inteligentnych technologii w celu poprawy zarządzania ryzykiem oraz ochroną zdrowia i bezpieczeństwa pracowników w przemyśle wydobywczym już obecnie kształtuje kopalnie przyszłości.

Działalność podziemnych zakładów górniczych naznaczona jest wysoką niepewnością i szeregiem uciążliwości, które decydują o wysokim poziomie ryzyka operacyjnego i zawodowego. By temu przeciwdziałać oraz ograniczyć możliwości błędnej oceny sytuacji przez osoby nadzoru, dyspozytornie kopalniane – począwszy od lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku – wyposaża się w liczne systemy telekomunikacyjne, monitoringu

i telemetrii. Zasadniczo istnienie owych systemów ma na celu dostarczenie aktualnej i użytecznej decyzyjnie informacji na temat środowiska realizowanej działalności – parametrów bezpieczeństwa, stanu maszyn i urządzeń, przebiegu produkcji oraz procesów im towarzyszących.

System świadomości sytuacyjnej

Zdaniem autora, automatyzacja całych procesów technologicznych w górnictwie już niebawem oferować będzie rozwiązania poprawiające znacząco świadomość istniejących zagrożeń związanych z prowadzeniem ruchu zakładu górniczego, w tym problemu wzrostu efektywności podejmowania decyzji w sytuacjach zagrażających życiu górników.

Aby te rozwiązania dokonały przełomu i mogły zostać wdrożone w górnictwie zaawansowane koncepcje automatyzacji, ludzie i systemy sztucznej inteligencji muszą dzielić się świadomością sytuacyjną.

Aktualnie realizowanych jest wiele prac badawczych – między innymi również przez autora niniejszego rozdziału monografii – których celem jest zbadanie wpływu rozproszonej świadomości sytuacyjnej układu człowiek-maszyna w operacjach kontroli ruchu zakładu górniczego, a także zbadanie możliwości wzrostu: bezpieczeństwa załóg górniczych oraz wydajności i organizacji pracy, jakie się z tym wiążą.

W swych pracach całe zespoły naukowców nie skupiają się tylko na automatyzacji izolowanych, pojedynczych zadań, ale opracowują inteligentne systemy sztucznej świadomości sytuacyjnej, które już niebawem utrudnią drogę przyszłej zaawansowanej automatyzacji opartej na głębokim uczeniu maszynowym.

Automatyzacja procesów produkcyjnych zakładów górniczych jest jednym z najbardziej obiecujących rozwiązań problemu bezpieczeństwa i wydajności, jednak wdrożenie zaawansowanych koncepcji automatyzacji wymaga, aby sztuczna inteligencja i człowiek byli w stanie dzielić się świadomością sytuacyjną. Zbadanie wpływu i możliwości rozproszonej świadomości sytuacyjnej człowiek-maszyna w strefach szczególnego zagrożenia jest jednym z głównych celów wdrożenia idei Inteligentnej Kopalni 4.0.

Aktualnie na Wydziale Górnictwa, Inżynierii Bezpieczeństwa i Automatyki Przemysłowej Politechniki Śląskiej autor z Zespołem pracują nad projektem, w którym zamiast automatyzować izolowane, indywidualne zadania, takie jak wykrywanie konfliktów czy koordynacja działań ratunkowych, proponują zbudowanie podstaw automatyzacji poprzez opracowanie inteligentnego systemu świadomego sytuacyjnie. Dzielenie się tą samą świadomością sytuacyjną zespołu pomiędzy członkami zespołu i sztuczną inteligencją umożliwi, zdaniem autora, zautomatyzowanemu systemowi wyciągnięcie tych samych wniosków w obliczu tego samego problemu i umożliwienie wyjaśnienia uzasadnienia tych wniosków.

W prowadzonych aktualnie na Politechnice Śląskiej badaniach wyzwania związane z przejrzystością i generalizacją zostaną rozwiązane poprzez połączenie uczenia maszy-

nowego z silnikiem wnioskowania (w tym wykresami wiedzy specyficznej dla danej dziedziny) w sposób podkreślający ich zalety. Uczenie maszynowe będzie wykorzystywane do predykcji, szacowania i filtrowania na poziomie poszczególnych zdarzeń probabilistycznych, w czym dotychczas wykazało się dużą sprawnością, natomiast silnik wnioskowania będzie służył do reprezentowania wiedzy i wyciągania wniosków na podstawie wszystkich dostępnych danych oraz uzasadnienia tych wniosków. Autor uważa, iż w ten sposób zbadane zostanie, w jakim stopniu możliwe jest wydedukowanie fałszywych szacunków uczenia maszynowego i jak odporny jest taki system na awarie. W ten sposób system sztucznej świadomości sytuacyjnej umożliwi przyszłą zaawansowaną automatyzację opartą na uczeniu maszynowym.

Jedną z kluczowych koncepcji świadomości sytuacyjnej jest rozróżnienie pomiędzy osobą lub systemem, a środowiskiem. Środowisko odnosi się tu do wszystkiego, co ważne i co dzieje się wokół człowieka. Koncentracja na ważnych elementach otoczenia podkreśla, że świadomość sytuacyjna zawsze polega na tym, aby podjąć działanie i coś zrobić. Może to być zadanie, projekt lub cokolwiek innego, co wymaga interakcji z odpowiednimi elementami otoczenia danej osoby. Kluczowym elementem tak definiowanego zagadnienia jest rozpatrywanie podjętej interakcji zwłaszcza w kontekście zapobiegania błędom i poprawy wydajności realizowanego procesu (www.ckju.net).

Błąd ludzki jest naturalną częścią życia tak organizacji, jak i samego człowieka. W bezpiecznym środowisku błędy mogą być źródłem inspiracji, motorem uczenia się, a nawet iskrą innowacji. Jednak w górnictwie błędy ludzkie wyrządzają ogromne szkody i dlatego należy je ograniczać do minimum lub w ogóle ich unikać. Dotyczy to szczególnie sektorów wysokiego ryzyka, w których błędy mogą mieć poważne konsekwencje.

Na najbardziej podstawowym poziomie świadomość sytuacyjna polega na ustaleniu, co dzieje się w moim otoczeniu (środowisku) i jakie to ma konsekwencje dla mojej teraźniejszości i przyszłości. W stabilnej i prostej sytuacji działanie to może się wydawać nieskomplikowane i banalne, jednak w dynamicznie zmieniającym się i złożonym środowisku ustalenie, co dzieje się wokół mnie może stać się prawdziwym wyzwaniem. To sprawia, że świadomość sytuacyjna jest koncepcją szczególnie istotną w sytuacjach skrajnych, charakteryzujących się wysokim poziomem zmienności, niepewności, złożoności i niejednoznaczności.

Górnictwo od zawsze stanowiło i nadal stanowi dla człowieka nieprzewidywalne środowisko pracy, w którym niemożliwe jest dokładne przewidzenie niektórych zagrożeń i szans – jednocześnie potencjał zakłócenia warunków pracy jest bardzo wysoki.

Lepsza świadomość sytuacyjna może pomóc w zidentyfikowaniu problemów, zanim pojawią się ich negatywne konsekwencje, koncepcja ta pomaga przejść przez ustrukturyzowany proces uczenia się i zidentyfikować sytuacje, których można uniknąć przy odpowiednim poziomie świadomości sytuacyjnej. To sprawia, że świadomość sytuacyjna staje się narzędziem zarządzania stymulującym uczenie się organizacji.

W niedalekiej przyszłości Górniczy Zintegrowany System Świadomości Sytuacyjnej, nad którym obecnie autor pracuje, będzie elementem krytycznym dla poprawy bezpie-

czeństwa pracy w górnictwie. Będzie służył przewidywaniu zagrożeń i szybkiemu reagonowaniu na ich skutki, będzie pozwalał podejmować adekwatne działania wyprzedzające oraz rozwijać odporność załóg górniczych na pojawiające się zagrożenia i bieżące wyzwania. Będzie wreszcie wpływał na poprawę świadomości występujących ograniczeń i optymalizację prowadzonego procesu produkcyjnego z punktu widzenia bezpieczeństwa załóg górniczych, stanowiąc swoiste Centrum Kompetencji w Zakresie Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego, jako profesjonalne zaplecze dydaktyczne, które w przyszłości umożliwi odpowiedzialne kształcenie w zawodach, w których ogromne znaczenie mają procesy informacyjno-decyzyjne przebiegające przede wszystkim w dwóch warstwach:

- funkcjonalnej (planowanie, organizowanie, motywowanie i kontrolowanie),
- zasobowo-kapitałowej (zasoby: ludzkie, rzeczowe, finansowe, technologiczne oraz informacyjno-organizacyjne).

Górnicy Zintegrowany System Świadomości Sytuacyjnej, bazując na najnowszych zdobyczach informatyki zwłaszcza sztucznej inteligencji, pozwalał będzie już niebawem na symulacje obiektu przemysłowego, procesu technologicznego czy też zdarzenia biznesowego, będąc elementem rozproszonych systemów sterowania odpowiedzialnych za sterowanie procesami technologicznymi na wszystkich poziomach decyzyjnych, tj.: strategicznym, operacyjnym i taktycznym, uwzględniając aktualne, ale i przyszłe zagrożenia, z którymi przyjdzie się zmierzyć zakładom górniczym.

Już dziś istnieje pilna potrzeba nowego spojrzenia na kwestie zarządzania, kierowania, ale i dowodzenia ruchem zakładu górniczego. Zwłaszcza w trakcie prowadzenia akcji ratowniczych w kontekście przydzielenia zadań, struktury organizacyjnej oraz relacji między zarządzaniem na poziomie operacyjnym, a jego otoczeniem (poziomem strategicznym i taktycznym).

Monitorowanie i wizualizacja produkcji w podziemnych zakładach górniczych

Z formalnego punktu widzenia organizację służb ruchu w podziemnym zakładzie górniczym określają przepisy Ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Ustawa 1994) uszczegółowione regulacjami rozporządzenia Ministra Gospodarki w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu (Rozporządzenia MG 2020) oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych oraz rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie dopuszczania wyrobów w zakładach górniczych (Rozporządzenia RM 2004).

Wymienione powyżej rozporządzenia nakładają na przedsiębiorcę obowiązek zorganizowania dyspozytorskiej służby ruchu. Paragraf 8 rozporządzenia mówi (Ustawa 2011; Schlemmer 2006):

- w zakładzie górniczym powinna być zorganizowana i wyposażona w odpowiednie środki techniczne służba dyspozytorska ruchu,

- zadaniem służby dyspozytorskiej ruchu jest bieżąca kontrola ruchu i stanu bezpieczeństwa wykonywania pracy,
- w skład służby dyspozytorskiej ruchu wchodzi w szczególności dyspozytorzy ruchu posiadający stwierdzone kwalifikacje osoby wyższego dozoru ruchu w specjalności górniczej.

Szczegółowy zakres działania służby dyspozytorskiej ruchu oraz jej organizację ustala kierownik ruchu zakładu górniczego (Figielska 2006; Rozporządzenia MG 2020; Rozporządzenia RM 2004). Przytoczony przepis formalizuje sposób zarządzania zakładem górniczym, nakładając konkretne obowiązki na Dyspozytora prowadzącego w imieniu Dyrektora Zakładu nadzór nad realizowanymi procesami produkcyjnymi. Jednocześnie w celu odpowiedniego realizowania wspomnianych obowiązków Ustawodawca wyposażył Dyspozytora w odpowiednie środki techniczne, których wymagania precyzuje paragraf 64 wspomnianego już rozporządzenia, mówiąc, iż ogólnozakładowy system dyspozytorski winien zapewnić (Schlemmer 2006):

1. łączność zewnętrzną z wykorzystaniem sieci, co najmniej dwóch operatorów.
2. Bezpośrednią łączność w systemie ogólnozakładowej łączności telefonicznej.
3. łączność dyspozytorską i alarmowo-zgłoszeniową niezależną od systemu ogólnozakładowej łączności telefonicznej, umożliwiającą:
 - przekazanie do dyspozytora meldunku o zagrożeniu w wyrobisku,
 - przekazanie przez dyspozytora sygnału alarmowego do zagrożonych wyrobisk,
 - porozumienie się z pracownikami przebywającymi w wyrobiskach za pomocą łączności głośnomówiącej.
4. Zdalną kontrolę parametrów bezpieczeństwa pracy.

Szczegółowe wymagania dotyczące jakości oraz sposobu działania i zasilania urządzeń zabudowanych w dyspozytorni kopalnianej zawarte zostały w rozporządzeniu Rady Ministrów, a ich zabudowa w zakładzie górniczym związana jest między innymi z przeprowadzeniem procedury dopuszczeniowej, która zostaje zakończona decyzją Prezesa WUG na stosowanie danego systemu w zakładach górniczych (Cuber 2008).

W myśl przytoczonych przepisów do głównych zadań dyspozytora ruchu należy (Rozporządzenia RM 2004):

- obserwowanie przebiegu procesu produkcji, w celu uchwycenia nieprawidłowości i odchyień od przebiegu planowanego,
- kontrola stanu bezpieczeństwa kopalni dla zapobiegania wystąpienia zagrożeń,
- inicjowanie oraz koordynowanie akcji ratowniczych i akcji usuwania awarii,
- prowadzenie statystyki dotyczącej obłożenia stanowisk pracy i wielkości wydobywania oraz ewidencji awarii i przerw technologicznych,
- rejestrowanie parametrów bezpieczeństwa oraz ich analiza dla oceny stanu i trendów zmiany bezpieczeństwa kopalni, a także prognozowania zagrożeń,
- rejestrowanie stanu pracy maszyn i urządzeń górniczych oraz prowadzenie analiz, w celu poprawy organizacji pracy i właściwego wykorzystania maszyn.

W praktyce najczęściej stosowane są dwa stanowiska dyspozytorskie – stanowisko dyspozytora ruchu (głównego) oraz stanowisko dyspozytora bezpieczeństwa (Kicki i in. 2009).

Kierowanie ruchem w kopalni odbywa się z centralnej dyspozytorni kopalni, wyposażonej w odpowiednie środki techniczne, które winny zapewnić (Kicki i in. 2009; Mironowicz i Wasilewski 2005):

- łączność w celu przekazywania meldunków do dyspozytora, przekazywanie przez dyspozytora sygnału alarmowego do zagrożonych wyrobisk oraz porozumiewanie się z pracownikami przebywającymi w wyrobiskach za pomocą łączności głośno mówiącej,
- zdalną kontrolę parametrów bezpieczeństwa pracy,
- bezpośrednią łączność w systemie ogólnozakładowej łączności telefonicznej,
- łączność zewnętrzną z wykorzystaniem sieci telekomunikacyjnych.

Na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat mieliśmy do czynienia z różnego rodzaju urządzeniami wchodzącymi w skład systemów dyspozytorskich, począwszy od systemów opartych na centralach telefonicznych typu MB wyposażonych w aparaty telefoniczne przemysłowe, poprzez rozbudowane systemy specjalizowane, tworzone w oparciu o technologię przekąźnikową, po stosowane obecnie urządzenia oparte na najnowszej technice cyfrowej (Rozporządzenia RM 2004).

W latach 50.–70. XX wieku do pojęcia dyspozytorni zakładowej podchodzono kompleksowo, biorąc pod uwagę wszystkie wymogi stawiane przed dyspozytorniami. Wśród urządzeń podlegających najczęstszym modyfikacjom wyróżnić należy system alarmowo-rozgłoszeniowy, który ewoluował od systemu CSG-58 poprzez AUD-80 do stosowanych obecnie systemów STAR oraz SAT (Rozporządzenia RM 2004; Wojacek i Cuber 2004).

Kwestią rozwijaną szczególnie mocno w górnictwie węglowym był pomiar parametrów związanych z bezpieczeństwem prowadzenia ruchu, w tym przede wszystkim pomiar parametrów środowiska dołowego oraz pomiar stanu górotworu (geofizyka górnicza). Postęp techniczny, którego dowodem było pojawianie się nowych systemów oraz urządzeń telemetrii, powodował budowę nowych dyspozytorni bezpieczeństwa, które bardzo często budowane były w pomieszczeniach zlokalizowanych poza dyspozytornią zakładową, a ich połączenie z dyspozytorem ruchu odbywało się jedynie drogą telefoniczną (Wojacek i Cuber 2003).

Koncepcja jednolitej dyspozytorni w polskich zakładach górniczych, jaka przyświecała projektantom wymienionych powyżej systemów – jak również piszącemu te słowa – nie znalazła dotychczas wielu zwolenników, mimo niewątpliwych ułomności aktualnych rozwiązań, do których należy zaliczyć między innymi (Rozporządzenia RM 2004; Krzystanek i in. 2004; Skoczyński i in. 1974; Szafranski i Wasilewski 2006):

- brak możliwości w pełni operatywnego działania,
- brak ergonomii w obsłudze poszczególnych stanowisk,
- brak synchronizacji dotyczącej rejestracji zjawisk rejestrowanych przez poszczególne podsystemy,

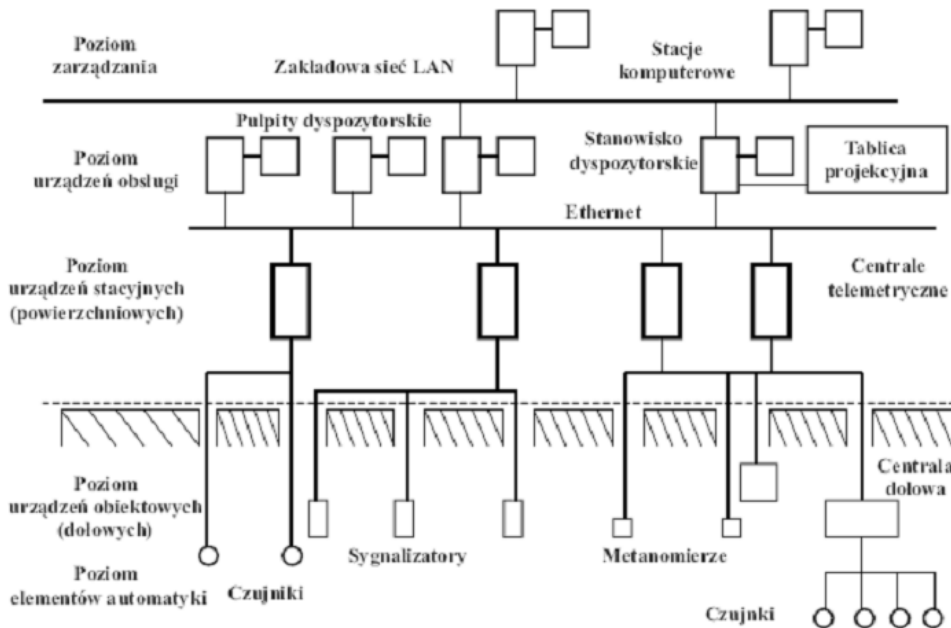
- wysokie koszty związane z utrzymaniem systemu dyspozytorskiego wynikające między innymi z konieczności:
 - utrzymywania dużej liczby pomieszczeń dla urządzeń stacyjnych,
 - zatrudniania stosunkowo dużej liczby pracowników,
 - prowadzenia dużej liczby linii teletransmisyjnych do urządzeń końcowych.

Przytoczone powyżej ograniczenia dostrzeżone przez projektantów systemów dyspozytorskich już pod koniec lat siedemdziesiątych XX w. spowodowały wypieranie stosowanych dotychczas układów elektronicznych oraz przekaźników elektromagnetycznych przez pierwsze systemy komputerowe (Boroń i Mironowicz 2007; Firganeł i in. 1979; Holmes 1997) – rys. 16.

Jako przykład rozwiązań i stosowanych systemów mogą posłużyć (Mironowicz i Wasilewski 2006):

- system MINOS stosowany w kopalniach angielskich,
- system MCM-101 stosowany w kopalniach amerykańskich.

W sposób szczególnie wdrożony do pracy w roku 1975, system MCM (*Mine Communications and Monitoring System*) (Kicki i in. 2009; Mironowicz i in. 2000) może stanowić przykład kompleksowego podejścia do zagadnień systemu dyspozytorskiego w zakładzie górniczym. Jako podstawowe elementy systemu zastosowano „inteligentne” aparaty telefoniczne oraz jednostkę centralną. Połączenie pomiędzy jednostką centralną a aparatami

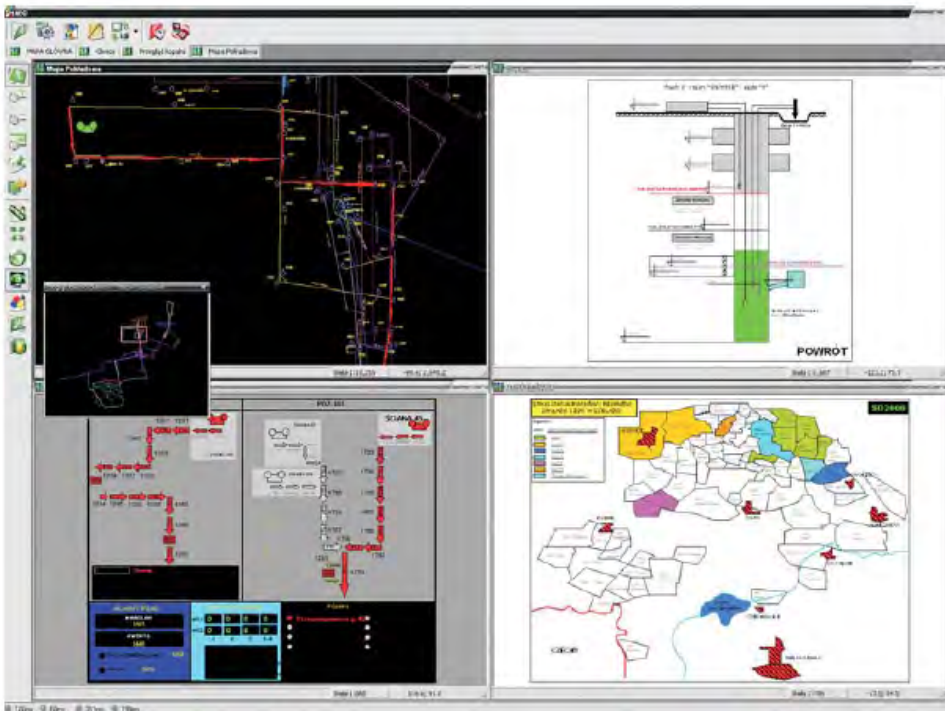


Rys. 16. Struktura zintegrowanego systemu dyspozytorskiego (Boroń 1998)

Fig. 16. The structure of an integrated dispatch system

telefonicznie wykonane było za pomocą jednego współosiowego kabla. Trasa kabla prowadzona była w sposób pozwalający na zamknięcie obwodu w pętłę dla zapewnienia łączności w przypadku uszkodzeń; jednocześnie kabel był wykorzystywany jako źródło fal radiowych („cieknący kabel”) zapewniające wielokanałową łączność pomiędzy elementami systemu. System ten posiadał 298 kanałów akustycznych oraz kanał cyfrowy o szerokości 3 MHz zawierający kilkadziesiąt niezależnych kanałów czasowych do transmisji danych telemetrycznych (Brzychczy 2012a; Galica i in. 2021; Isakow i in. 2005).

Pojawienie się w latach 70. ubiegłego wieku w Polsce większej liczby urządzeń metanometrii automatycznej na rynku spowodowało konieczność zorganizowania stanowiska „dyspozytora metanometrii” (powyżej 20 czujników – stanowisko obligatoryjnie), którego zadaniem jest nadzór nad urządzeniami wchodzącymi w skład systemu i przekazywanie niezbędnych informacji do dyspozytora ruchu. Wraz ze wzrostem zagrożenia metanowego oraz liczby central telemetrycznych w kopalniach okazało się, że jedna osoba obsługująca system nie jest w stanie obsłużyć wszystkich urządzeń. Zaszła więc konieczność zatrudniania dodatkowych osób. Pomocne w rozwiązaniu tego problemu okazało



Rys. 17. Przykładowe wizualizacje procesów technologicznych z wykorzystaniem aplikacji NEO systemu SD2000 (Wójcik i in. 2008)

Fig. 17. Examples of visualizations of technological processes using the NEO application of the SD2000 system

się pojawienie urządzeń i systemów informatycznych, dzięki którym zostały stworzone narzędzia pozwalające na archiwizowanie oraz wizualizację danych pomiarowych na nośnikach innych niż taśma papierowa, która jest narażona na zniszczenie i uniemożliwia łatwy dostęp zarówno do danych bieżących jak i archiwalnych (Brzychczy 2010; Campbell 1994; Kicki i Dyczko 2007; Kopeć i Maier 2005; Luke i Marais 1992, 1993) – rys. 17.

Na rynku najbardziej rozpowszechnionym obecnie systemem dyspozytorskim jest oprogramowanie ZEFIR (NT). W kilku zakładach górniczych mamy do czynienia z systemem SD 2000, w innych zakładach stosowane są systemy zorganizowane w oparciu o inne oprogramowanie (WIZCON, PARAGON, SWUP-3NT) (Dec i Gajoch 1999; Kicki i in. 2009; Wójcik i in. 2008).

System wspomaganie decyzji w zakresie prowadzenia działalności produkcyjnej z wykorzystaniem rozwiązań informatycznych i monitoringu produkcji

Prezentowana poniżej koncepcja budowy systemu wspomaganie decyzji w zakresie prowadzenia działalności produkcyjnej z wykorzystaniem rozwiązań informatycznych i monitoringu produkcji stanowiła jeszcze kilka lat temu fundament jednego z głównych celów strategicznych kopalni węgla kamiennego LW Bogdanka SA, funkcjonującego pod hasłem budowy tzw. KOPALNI INTELIGENTNYCH ROZWIĄZAŃ, w założeniu swoich autorów budowany system miał umożliwić (Dyczko i in. 2004; Kicki i in. 2009):

- bezpośredni i jednolity dostęp do informacji na wszystkich szczeblach zarządzania,
- całkowitą integrację danych w ramach jednego systemu,
- gotowe formularze i raporty,
- bieżącą ewidencję zdarzeń gospodarczych w miejscu ich powstawania,
- wyeliminowanie wielokrotnego wprowadzania tych samych danych.

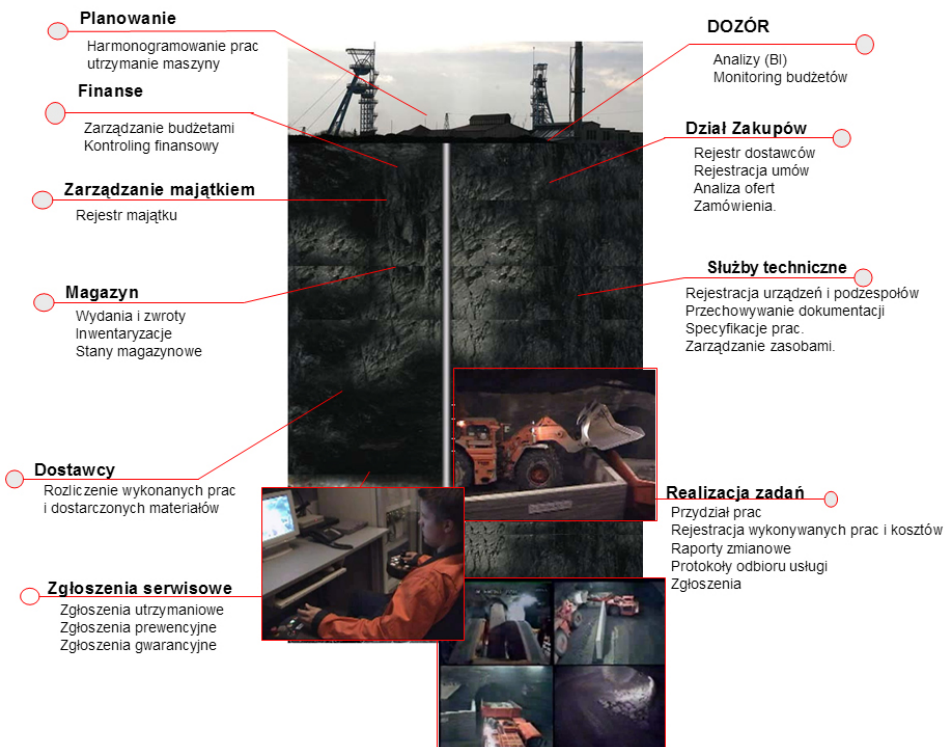
Na początkowym etapie integracji danych, system wspomaganie decyzji w zakresie prowadzenia działalności produkcyjnej LW Bogdanka SA obejmował następujące obszary funkcjonalne (Kicki i in. 2009):

- zarządzanie i gospodarkę złożem,
- harmonogramowanie robót udostępniających, przygotowawczych oraz eksploatacyjnych,
- zarządzanie zasobami produkcyjnymi,
- monitoring procesów produkcyjnych,
- ewidencję majątku przedsiębiorstwa w połączeniu ze skoordynowaną polityką zakupową.

Wskazane powyżej obszary składają się na realizowany w zakładzie górniczym proces produkcyjny zgodnie z modelem segmentów biznesowych i występujących pomiędzy nimi powiązań (interakcji). Jądrzem budowanego systemu uczyniono moduł planowania i harmonogramowania produkcji pozwalający na automatyzację w części technicznej najbardziej istotnych elementów Planu Techniczno-Ekonomicznego kopalni, co umożliwiała

elastyczne modyfikowanie powstających harmonogramów wraz z możliwością eksportu i importu informacji zagregowanej w raporty dla różnych komórek decyzyjnych. Jednocześnie w wyniku integracji modułu planowania i harmonogramowania produkcji z mapą cyfrową wyrobisk podziemnych stworzona została platforma wizualizacyjna prowadzonej eksploatacji powiązana relacjami z bazą danych parametrów górniczo-geologicznych opisujących prowadzoną eksploatację. Baza ta umożliwi przechowywanie i zarządzanie danymi zawierającymi informacje ilościowe oraz jakościowe o eksploatowanym złożu, stanowiąc jednocześnie podstawowe źródło wiedzy wykorzystywane podczas harmonogramowania robót udostępniających, przygotowawczych oraz eksploatacyjnych.

Kopalnie to specyficzne przedsiębiorstwa o bardzo dużym udziale kosztów stałych oraz olbrzymim majątku, niemniej mimo swojej specyfiki nikt nie zwolnił ich z racjonalnego gospodarowania posiadanym majątkiem, dlatego tak istotne z punktu widzenia prezentowanej koncepcji jest odpowiednie zarządzanie tym majątkiem, jego inwentaryzowanie oraz utrzymywanie (Wojciechowski 2004b; Wojtas i in. 2004, 2007).



Rys. 18. Idea współdzielenia danych systemu wspomagania decyzji w procesie zarządzania kopalnią z wykorzystaniem rozwiązań informatycznych i monitoringu produkcji (Kicki i in. 2009)

Fig. 18. The idea of sharing decision support system data in the mine management process using IT solutions and production monitoring

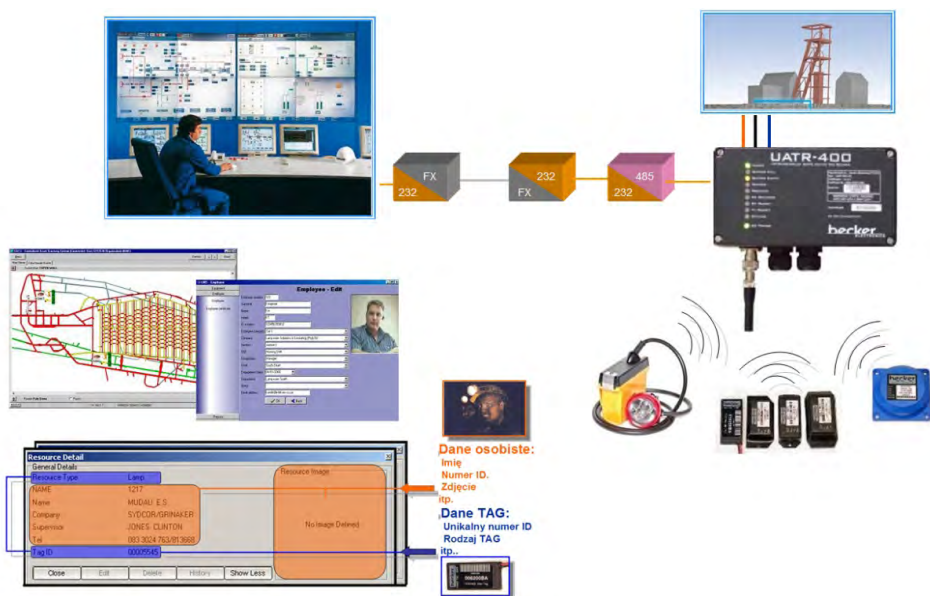
System wspomaganie decyzji w zakresie prowadzenia działalności produkcyjnej LW Bogdanka SA od początku zakładał agregację zintegrowanej informacji o posiadanym przez zakład górniczy majątku oraz o całości prowadzonej polityki remontowej. W efekcie prowadziło to do uporządkowania posiadanej informacji o majątku produkcyjnym, pozwalając na stworzenie mechanizmów centralizacji zarządzania majątkiem na różnych poziomach agregacji informacji. Takie podejście umożliwia optymalizację gospodarki magazynowej oraz zakupowej, a także tworzy podstawy dla opracowywania efektywnych budżetów eksploatacyjnych i wdrożenia spójnej oraz jednolitej platformy informatycznej umożliwiającej prowadzenie pełnej paszportyzacji poszczególnych składników majątku, pomagając osiągnąć dalekoidące uporządkowanie informacji oraz monitorowanie procesów eksploatacyjnych – rys. 18.

Stworzenie w pełni decyzyjnego Centrum Raportowania Produkcji LW Bogdanka SA, w którego gestii pozostaje zarządzanie prowadzoną eksploatacją wraz ze śledzeniem efektywności wykorzystywanych zasobów produkcyjnych integrowane jest dzięki wykorzystaniu do tego celu m.in. technologii światłowodowych i łączności bezprzewodowej dla obiektów umożliwiającej identyfikację przemieszczającej się załogi, materiałów i istotnych obiektów ruchomych. Ma to duże znaczenie z punktu widzenia monitoringu pracy urządzeń energomechanicznych wchodzących w skład ciągu produkcyjnego (przodki przygotowawcze, odstawa i wydobywanie urobku) (Dyczko 2023a; Kicki i in. 2009; Wojacek i Cuber 2005).

W systemie wspomaganie decyzji w zakresie prowadzenia działalności produkcyjnej LW Bogdanka SA niezbędne do raportowania dane, monitoring podstawowych urządzeń wraz z wizualizacją zapewnia szkieletowa sieć światłowodowa.

Warunkiem krytycznym prezentowanej koncepcji było założenie, aby na każdym etapie podejmowanych działań, dla bieżącej oceny sytuacji, nie opierać się jedynie na danych pochodzących z pojedynczych źródeł informacji – pozyskiwanych na podstawie danych transmitowanych nie zdublowanymi środkami komunikacji – czy informacjach przetwarzanych w pojedynczych systemach komputerowych. Dotyczy to zarówno funkcji pomiarowych, jak i sterujących, gdzie niezmiernie istotnym elementem jest pewność, że funkcja sterująca faktycznie została wykonana. Przykładem tego problemu jest np.: ewidencja i kontrola rozmieszczenia załogi pod ziemią. Redundancja w sferze pomiarów, transmisji, przetwarzania i informowania o wynikach jest w tym względzie niezbędna (Cook 1996; Tauchnitz 1996; Tchórzewski i Stopa 2011; Wojciechowski 2001) – rys. 19.

Integracja elementów lokalizacji pracowników i materiałów pod ziemią realizowana będzie w systemie wspomaganie decyzji w zakresie prowadzenia działalności produkcyjnej LW Bogdanka SA z wykorzystaniem technologii RFID i sieci światłowodowej, do której to infrastruktury podłączony zostanie system monitoringu wizyjnego i transmisji danych technologicznych. Taki sposób komunikacji, w połączeniu z górniczym Ethernetem, ułatwi konsolidację systemów technologicznych i bezpieczeństwa z systemami na powierzchni typu SCADA, ERP czy MES. Ponadto, umożliwi zbudowanie nieograniczonej łączności podziemnej na bazie sieci bezprzewodowych i pozwoli na przesyłanie informa-



Rys. 19. Przykłady nadajników ID i czytnika Tag oraz wizualizacji i prezentacji danych w systemie lokalizacji i identyfikacji CATS (Przybyła 2009)

Fig. 19. Examples of ID transmitters and Tag reader as well as data visualization and presentation in the CATS location and identification system

cji w postaci graficznej np. map, analiz, schematów i instrukcji serwisowych z systemu dyspozytorskiego na górnicze wersje komputerów kieszonkowych (PDA) na dole kopalni (Wojciechowski 2004b; www.becker-elektrotechnika.pl; www.siemens.com/mining).

W prezentowanej koncepcji LW Bogdanka SA założyła, że łączność dla obiektów ruchomych wykonana będzie w oparciu o technologię kabli promieniujących, natomiast logistyka materiałów i identyfikacja załogi będzie działać w oparciu o technologie RFID, przy sprzęgnięciu jej z magistralnymi sieciami światłowodowymi. Jednocześnie systemy transmisji danych technologicznych obejmujące monitoring wizyjny będą wykonane na bazie sieci światłowodowej zawierającej punkty węzłowe zbierające informacje z infrastruktury energomechanicznej, dostępne dla dozoru kopalni w węzłach komunikacyjnych w postaci dołowych stanowisk komputerowych wspomagających prowadzenie raportowania ruchu zakładu górniczego.

Aby opisana powyżej koncepcja mogła zostać zrealizowana koniecznym stało się wyposażenie wszystkich urządzeń i maszyn lubelskiej kopalni w układy automatyki połączone z centralnym systemem sterowania i kontroli zapewniającym integrację poszczególnych elementów systemów transportowych, bezpieczeństwa, zasilania w wodę, powietrze i energię. Wszystko to musiało uwzględniać zmienność warunków górniczych oraz zagrożenia bezpieczeństwa wynikające z pracy pod ziemią jak i skutków, jakie po-

woduje ingerencja człowieka w środowisko podczas procesu wydobywczego (Wojciechowski 2004a).

KOPALNIA INTELIGENTNYCH ROZWIĄZAŃ w rozumieniu LW Bogdanka SA stanowi szereg rozwiązań technicznych o charakterze innowacyjnym mających prowadzić do wzrostu efektywności wydobywania, przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa ludzi pracujących pod ziemią i minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko – zamierzone cele zakładały osiągnięcie powyższego poprzez zapewnienie systemowi docelowo również:

- elastycznej rozbudowy systemu,
- integracji z istniejącymi rozwiązaniami,
- możliwości współpracy zarówno z obecnym, jak i docelowym systemem finansowo-księgowym.

Jako miarę sukcesu wdrożenia systemu wspomagania decyzji w zakresie prowadzenia działalności produkcyjnej w LW Bogdanka SA ustalono osiągnięcie następujących efektów biznesowych:

- doprowadzenie do standaryzacji w zakresie realizacji wszystkich zadań raportowych dyspozytorów,
- bezpośredni monitoring procesów produkcyjnych w pełnym zakresie na poziomie Biura Zarządu,
- wzrost poziomu monitoringu procesów produkcyjnych – obniżone ryzyko awarii,
- wzrost dyspozycyjności maszyn i urządzeń oznaczający wzrost wolumenu produkcji i sprzedaży,
- skrócenie czasu reakcji na zaistniałe awarie.

Systemy planowania i harmonogramowania produkcji górniczej – inteligentne wsparcie w procesie zarządzania kopalnią przyszłości

W górnictwie światowym narzędzia informatyczne wykorzystywane do projektowania i planowania produkcji górniczej pojawiły się mniej więcej w tym samym czasie, wpływając znacząco na poprawę jakości realizowanego procesu wydobywczego-przerobczego. Pierwsze pakiety oprogramowania wspierające eksploatację złóż wykorzystywano już w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku, a za główny katalizator ich rozwoju uważa się presję producentów złota na poszukiwanie skutecznych narzędzi minimalizujących straty związane z rozpoznaniem, dokumentowaniem i wydobywaniem nadmiernie zużywanego surowca (średnie ceny złota na giełdach światowych nie przekraczały wówczas 50 USD za uncję). Tworzone narzędzia rozwijane były tak przez koncerny wydobywcze, jak i przez ośrodki badawcze, których pracownicy z dnia na dzień stawali się twórcami innowacyjnych produktów, które na konkurencyjnym rynku szybko zmieniały się w ko-

mercyjne oprogramowanie często bardziej funkcjonalne niż to, które budowano wewnątrz firm wydobywczych.

Ostatecznie na początku lat osiemdziesiątych większość światowych koncernów porzuciło własne projekty badawcze mające na celu zbudowanie narzędzi informatycznych wspierających proces planowania i harmonogramowania produkcji górniczej na rzecz szybko rozwijającego się rynku komercyjnego.

W ostatnich dekadach jesteśmy świadkami nieustającego rozwoju systemów planowania produkcji górniczej i można zaryzykować twierdzenie, że nie sposób znaleźć obecnie firmy zajmującej się wydobywaniem kopalni, która nie używałaby oprogramowania inżynierskiego w procesie harmonogramowania i planowania swojej produkcji.

Szczególny postęp w dziedzinie modelowania złóż i wykorzystania narzędzi informatycznych w procesie eksploatacji widoczny jest w głębokich kopalniach złóż rud metali szlachetnych, w których wiele firm jako pierwszą bezpośrednią korzyść z użycia tych narzędzi uzyskało poprzez ponowne przetwarzanie danych i wykorzystanie informacji, które wcześniej były uznawane za bezużyteczne (Dyczko i in. 2013b; Kicki i in. 2007; Klimek 2010).

Pakiety do wspomagania projektowania posiadają niezliczoną liczbę algorytmów, od tych najprostszych do najbardziej skomplikowanych. Od momentu rozpoczęcia prac geologicznych aż do momentu odstawy urobku zintegrowany system algorytmów zapewnia możliwość ciągłego obliczania zasobów złoża, kontroli stanu wyrobisk i wielu innych, przy ciągłej dostępności przyjaznego środowiska graficznego. Obecność algorytmów i ich złożoność pozwala na kontrolowanie czasu potrzebnego do osiągnięcia zamierzonych celów modelowania.

Programy do projektowania górniczego są coraz bardziej dynamiczne zarówno pod względem samego modelowania, jak i wizualizacji. Niczym nadzwyczajnym nie jest już symulowanie choćby ruchu maszyn urabiających, w trakcie którego śledzimy serię zoptymalizowanych schematów technologicznych. Schematy te połączone w środowisku 3D i poddane wizualizacji w odpowiedniej czasowej synchronizacji dają niemal rzeczywisty obraz procesu wydobywania kopalni (Dyczko 2023d; Dyczko i in. 2016a; Kowalczyk i in. 2016; Michalewicz i Fogel 2006).

Kołem zamachowym odbywającego się na naszych oczach postępu jest modelowanie 3D, które stało się ostatnio niezwykle ważnym narzędziem otwierającym nowe kierunki rozwoju. W kopalniach złóż rud metali Republiki Południowej Afryki za pomocą specjalnych technik poszukiwawczych opartych na szeroko rozumianej geofizyce górniczej od dawna prowadzi się praktyczne planowanie i zarządzanie produkcją górniczą (Newman i in. 2012b, 2015).

W Polsce informatyczne wsparcie projektowania i budowy kopalń realizowano od połowy lat siedemdziesiątych XX w. i dotyczyło ono głównie wybranych metod modelowania matematycznego stosowanych w zakresie teorii projektowania kopalń, opracowywania metod analitycznych, wariantów lub też metod kombinowanych operujących kryterium ekonomicznym tak wielkości kopalni, jej modelu, kolejności wybierania złoża

w obszarze górniczym, jak i wielkości pól eksploatacyjnych oraz prognozowania ich parametrów jakościowych (Dyczko 2022c; Dzedzej i Nowicki 2008; Paszcza 2013).

Budowa zakładu górniczego zaliczana jest do projektów o wysokim stopniu ryzyka inwestycyjnego. Nie tylko dlatego, że czas od momentu wykonania pierwszego otworu poszukiwawczego do rozpoczęcia działalności operacyjnej inwestycji wynosi około kilkunastu lat, ale również dlatego, że wymaga długoterminowego zabezpieczenia warunków finansowania działalności z akceptacją dużego ryzyka docelowej wielkości posiadanych zasobów geologicznych i eksploatacyjnych (measuredi proven według klasyfikacji JORC), które w ciągu tak długiego okresu mogą ulec diametralnym zmianom. Wiąże się to bezpośrednio z koniecznością poszukiwań nowych rozwiązań w obszarze zarządzania produkcją, które muszą wykazywać się szczególnie dużą elastycznością w procesach planistycznych i odpowiednio szybko reagować na zachowania rynku. Procesy planistyczne w ostatnich kilku latach stały się wyzwaniem interdyscyplinarnym łączącym zagadnienia geologii, górnictwa i ekonomii. Powiązanie tych obszernych zagadnień przysparza przedsiębiorstwom branży wydobywczej wiele problemów. Zmienność zapotrzebowania na surowce mineralne wymusza poszukiwania coraz lepszych narzędzi do prognozowania i tworzenia wielu scenariuszy produkcyjnych, które z jednej strony zapewnią korzyść ekonomiczną (w ujęciu jednostkowym), a z drugiej pozwolą na tworzenie strategii rozwoju w ujęciu długoterminowym (antyshorttermizm) (Dyczko i Wojacek 2011; Kicki i Dyczko 2008a; Kicki i in. 2011).

Prognozy warunków makroekonomicznych na rynku surowców mineralnych niejako wymuszają na spółkach wydobywczych konieczność precyzyjnego określania i dostosowywania wielkości produkcji stąd efektywna predykcja parametrów produkcji górniczej ma szczególne znaczenie w procesie optymalizacji czasoprzestrzennego szczypania zasobów i dostosowaniu ich do pożądaných parametrów handlowych produktu. Dlatego harmonogram produkcji obejmuje cały cykl życia projektu górniczego, tzw. *Life of Mine*, od rozpoczęcia prospekcji i rozpoznania złoża, aż do procesu likwidacji zakładu.

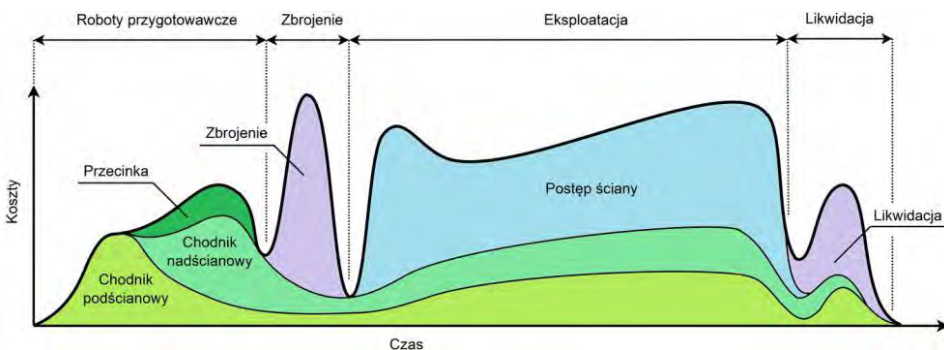
Podejście to uwidacznia swoją złożoność najlepiej przy analizie jednego z głównych ogniw górniczego procesu produkcyjnego, tj. kompleksu ścianowego, który stanowi złożony system, w którym wzajemne zestawienie maszyn i urządzeń oraz dopasowanie do warunków geologiczno-górnicznych w znacznej mierze determinuje przyszłe wyniki produkcyjne i koszty utrzymania. Stąd też decyzja o zakupie lub dzierżawie kompleksu ścianowego najczęściej wiąże się bezpośrednio z realizacją konkretnych, zaplanowanych przedsięwzięć wydobywczych. Harmonogram realizacji tych przedsięwzięć narzuca jednocześnie cykl działań obsługowych takich jak zbrojenie, likwidacja ściany oraz planowane remonty. Budowa trwałych i skutecznych mechanizmów analizy danych, pochodzących z przodka ścianowego, jest zatem niezmiernie istotna zarówno na poziomie bieżącej optymalizacji procesu produkcji, jak również zarządzania wiedzą (Mirończuk 2010; Nakajima 1984, 1989; Newman i in. 2012a).

Autor, w ramach swoich prac badawczych, wielokrotnie podkreślał rolę, jaką daje uporządkowanie i usystematyzowanie informacji planistycznych, które stanowią pod-

stawę do empirycznego oszacowania kluczowych wskaźników efektywności planowanej eksploatacji, jak również jak istotną rolę odgrywają one na etapie wsparcia podejmowania decyzji zarządczych. Tradycyjna metoda szacunku kosztów cyklu życia bazująca na ściśle ustalonym okresie eksploatacji obiektu i stałych rocznych kosztach jego utrzymania nie znajduje w górnictwie uzasadnienia w kontekście dynamiki zmian kosztów, intensywności procesu użytkowania i uciążliwości warunków charakteryzujących kolejne fazy realizacji zadań wydobywczych.

Dodatkowe trudności w określaniu efektywności planowanej eksploatacji generuje również potrzeba jednoznacznego określenia wieku wycofania obiektu z eksploatacji. W praktyce decyzja o wycofaniu, generalnym remoncie lub modernizacji kompleksu ścianowego zależy od wielu indywidualnych czynników i najczęściej nie jest wynikiem całkowitej utraty zdolności do wykonywania użytecznej pracy. W zdecydowanej mierze stanowi ona konsekwencję wyeksploatowania perspektywicznych złóż, rosnących wraz z wiekiem kosztów utrzymania, obniżonych wskaźników niezawodnościowych oraz przestarzałości technologicznej, w związku z czym dalsza eksploatacja wyposażenia staje się nieuzasadniona ekonomicznie. Wskazane zatem wydaje się przyjęcie założenia determinującego okres eksploatacji kompleksu ścianowego od czasu niezbędnego w celu realizacji rozpatrywanych dla niego przedsięwzięć wydobywczych. W tym szczególnym przypadku cykl jego życia charakteryzować będzie stała ilość wydobytego urobku, a więc szacunek kosztów będzie w pewnym stopniu odzwierciedlał jednostkowe koszty wydobycia (Dyczko 2014, 2023c; Dyczko i Krawczyk 2011; Dyczko i in. 2016c; Szkoda 2011) – rys. 20

Wracając jednak do istoty oceny efektywności planowanej eksploatacji górniczej, należy pamiętać, że odpowiedzią na pytanie, czy dany projekt górniczy ma szansę na realizację, jest dokument zwany studium wykonalności (ang. *Feasibility Study*). Stanowi



Rys. 20. Ilustracja kosztów ponoszonych w poszczególnych fazach realizacji zadania wydobywczego w technologii urabiania kombajnem ścianowym (Polak 2015)

Fig. 20. Illustration of the costs incurred in individual phases of the implementation of a mining project using longwall shearer mining technology

on podstawę decyzji inwestycyjnej i jest opracowywany na bazie szczegółowej dokumentacji zasobów geologicznych i harmonogramu produkcji górniczej (składa się z dokumentacji prawnej, technicznej i ekonomicznej). Obecnie wykonuje się je przy pomocy dedykowanych do tego celu narzędzi IT (Durairaj 2002; Dyczko 2013; Dyczko i in. 2016b; Kapageridis 2005; Kopacz i in. 2019). Pozwalają one m.in. na obrazową prezentację ilości i jakości zasobów oraz postępu robót górniczych, a tym samym wielkości produkcji w czasie, co jest istotne z punktu widzenia pozyskania potencjalnych inwestorów strategicznych. Harmonogram robót górniczych, stworzony na etapie studium wykonalności projektu górniczego, w kolejnych etapach realizacji (np. roboty udostępniające i przygotowawcze) jest uszczegóławiany i modyfikowany zgodnie z uwarunkowaniami rynkowymi, przy zachowaniu wszelkich założeń sztuki górniczej i nakładów inwestycyjnych. Warunkiem wykonania właściwej prognozy parametrów produkcyjnych, zarówno ilościowej, jak i jakościowej będących głównym elementem przygotowywanego Feasibility study, jest poprawnie przygotowany model geologiczny oraz zlokalizowanie wyrobisk górniczych w przestrzeni 3D (Dyczko i in. 2016c; Jurdziak i Kawalec 2011; Kicki i Dyczko 2014; Kicki i Tadeusiewicz 2007).

Nowoczesne narzędzia IT dają możliwość uzyskania ciągłej informacji, np. odnośnie do miąższości pokładu, czy wartości parametru jakościowego w wybranym punkcie wyrobiska. Jednak do obliczeń parametrów produkcyjnych wymagane jest uśrednienie tych wartości w arbitralnie wybranych przestrzeniach zależnych od wymaganego poziomu szczegółowości. Często wykonuje się kilka wariantów, różniących się wielkością przestrzeni uśrednienia, jest to możliwe, gdyż proces ten nie wymaga dużego nakładu czasu pracy. Punktem wyjścia każdego harmonogramu robót górniczych jest cyfrowy model złoża, który jest wynikiem zarządzania bazą zasobową kopalni (Dyczko i in. 2013a; Kicki i in. 2007; Wang i in. 2022).

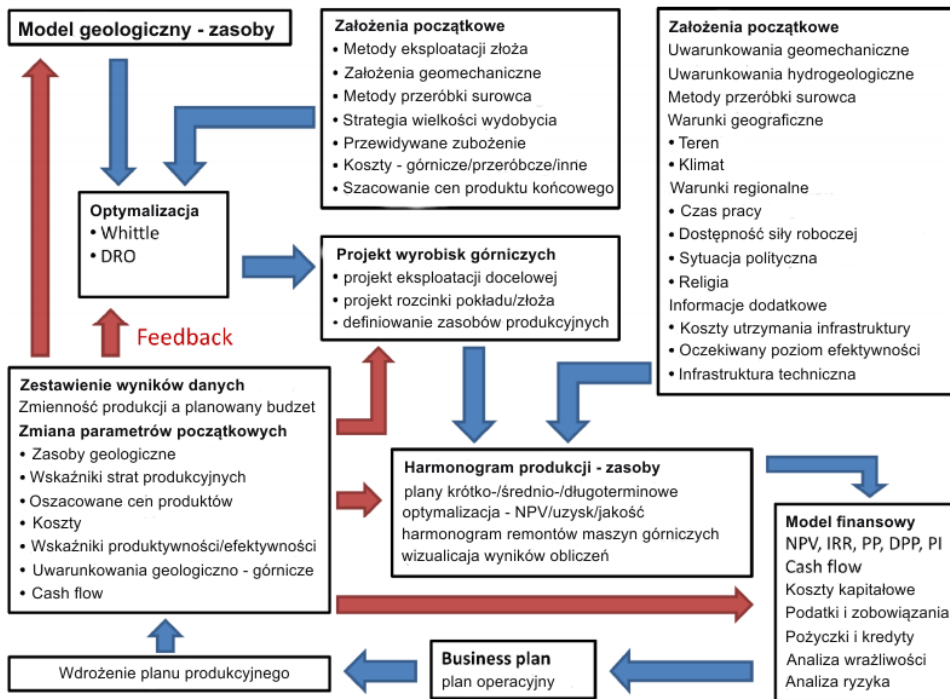
Prawidłowo zdefiniowany model pozwala na wystarczająco dokładne określenie ilościowe i jakościowe zasobów geologicznych kopalni.

Proces planowania produkcji składa się szeregu etapów i decyzji podejmowanych w ich ramach, co w konsekwencji sprowadza się do wyboru optymalnego scenariusza eksploatacji górniczej przy zachowaniu odpowiedniego poziomu wydobywania oraz bezpieczeństwa załóg – rys. 21.

Proces planowania górniczego można również określić mianem przygotowywania strategii przedsiębiorstwa górniczego. Podczas jego tworzenia należy wziąć pod uwagę szereg czynników, jak np. wskaźnik NPV, IRR czy niepewności generowane przez model złoża, jak również ryzyka procesu technologicznego, które determinują efekt końcowy między innymi poprzez występującą dużą zmienność co wymusza przygotowanie kilku lub nawet kilkunastu scenariuszy robót górniczych, w których projektant musi dokonać optymalizacji harmonogramu, m.in. pod kątem:

- bezpieczeństwa,
- ilościowych i jakościowych parametrów produkcyjnych,
- awarii ciągu technologicznego,

Proces planowania górniczego



Rys. 21. Schemat procesu planowania produkcji górniczej (Dyczko i in. 2014)

Fig. 21. Diagram of the mining production planning process

- ograniczenia prawdopodobieństwa wystąpienia zjawisk naturalnych zagrażających realizacji procesu produkcji,
- racjonalnego wykorzystania złoża.

W planowaniu produkcyjnym wyróżnia się trzy podstawowe okresy, dla których tworzy się harmonogramy:

- długoterminowe, są to tzw. strategiczne plany produkcyjne (ang. *Long term mine plan*). Obejmują one najczęściej okres od pięciu do dziesięciu lat, ale zdarzają się również dłuższe, np. do czasu likwidacji zakładu;
- średnioterminowe, są to tzw. operacyjne plany produkcyjne (ang. *Medium term mine plan*). Obejmują one najczęściej okres od trzech do pięciu lat;
- krótkoterminowe, są to tzw. bieżące plany produkcyjne (ang. *Short term mine plan*). Obejmują one najczęściej okres od 12 do 24 miesięcy.

Opisany zakres funkcjonalny procesu planowania górniczego na ogół realizowany jest przez oprogramowanie klasy MES. Realia funkcjonowania tego systemu w typowym zakładzie produkcyjnym są jednak diametralnie inne. Dotyczy to przede wszystkim proce-

sów planistycznych, których złożoność w górnictwie wykracza daleko poza zakres stosowania typowych systemów klasy MES, obejmując zagadnienia takie, jak (Chadwick 2007; Cortada 1998; Dyczko i in. 2014):

- modelowanie złoża,
- planowanie rozcinki,
- dobór technologii i wyposażenia,
- harmonogramowanie wydobycia,
- organizację i symulację procesu produkcji.

Pozyskanie i prawidłowa interpretacji danych geologicznych pochodzących zarówno z fazy prac poszukiwawczych, jak również z późniejszych robót udostępniająco – przygotowawczych jest pierwszym i zarazem bardzo istotnym punktem procesu planowania produkcji. Dane geologiczne, na bazie których powstaje cyfrowy model złoża są punktem wyjścia każdego harmonogramu, ich zgromadzenie oraz umiejętne wykorzystanie pozwala na prawidłowe wykonanie modelu geologicznego.

Optymalne planowanie produkcji w górnictwie stanowi nie lada wyzwanie z zakresu zarządzania ryzykiem, analizy kosztów oraz opłacalności nowych inwestycji w kontekście sytuacji na rynku. Podejmowanie decyzji w warunkach braku dostępu do pewnej informacji jest niejako wpisane w charakter działalności górniczej. Dotyczy to zarówno warunków naturalnych, jak i parametrów eksploatacyjnych nowo zakupionych maszyn i urządzeń górniczych, takich jak dyspozycyjność, niezawodność, naprawialność, łączne koszty utrzymania i użytkowania.

Realizowane w latach 2007–2008 przez IGSMiE PAN wdrożenie systemu wspomaganie decyzji w zakresie planowania i harmonogramowania produkcji w LW Bogdanka SA, doprowadziło do zmiany projektowania produkcji w dotychczasowym ujęciu. Wdrożenie, na które składało się szereg narzędzi informatycznych, pozwoliło wypracować nowe metodyki projektowania i harmonogramowania produkcji w ścisłym powiązaniu z informacjami dotyczącymi struktury złoża i jego jakości

Podobnie realizowane przez IGSMiE PAN w latach 2017–2019 w Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA największe w tym czasie na świecie wdrożenie narzędzi do modelowania złóż oraz harmonogramowania produkcji – składające się na system zarządzania przedsiębiorstwem oparty na popycie i jakości wydobywanego surowca (*Demand and Quality Driven Management System*) doprowadziło do zwiększenia efektywności zarządzania jakością eksploatowanego złoża umożliwiając:

- modelowanie zarządzania i prognozowania produkcji oraz jej kluczowych parametrów, w celu uzyskania stabilnego poziomu jakości produkcji dla odbiorców węgla koksującego oraz producentów koksu;
- planowanie i zarządzanie pracami przygotowawczymi oraz wydobyciem, aby uzyskać oraz utrzymywać wymagane poziomy parametrów fizykochemicznych produktu;
- realizację selektywnego wydobycia poprzez sterowanie ilością oraz jakością urobku – wprowadzenie sterowania urobkiem o zróżnicowanych parametrach oraz procesu selektywnego wzbogacania;

- rozdzielenie strug produktu pod kątem jego jakości, na bazie ustalonych kluczowych parametrów jakościowych oraz zapotrzebowania rynku, w celu maksymalizacji cen zbytu – w roku 2020 w JSW SA uzyskano podwyżki cen węgla dostarczanych dla strategicznych dostawców, dzięki utrzymaniu stabilnego poziomu parametrów koksowniczych produkowanego węgla koksowniczego.

Wykorzystywane w LW Bogdanka SA i Jastrzębskiej Spółce Węglowej SA systemy PLANOWANIA I HARMONOGRAMOWANIA PRODUKCJI GÓRNICZEJ umożliwiają integrację całych procesów produkcyjnych, pozwalając Spółkom na wprowadzenie proaktywnego sterowania produkcją i uzyskanie podniesionych, stabilnych parametrów węgla handlowego.

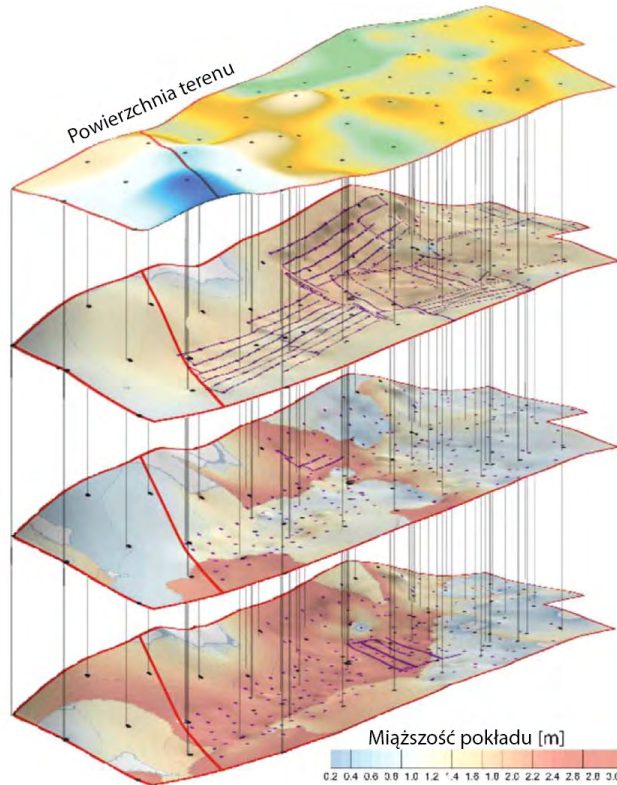
Jak wspomniano, dane geologiczne, na bazie których powstaje cyfrowy model złoża, są punktem wyjścia każdego harmonogramu. Zgromadzenie szczegółowych danych geologicznych oraz umiejętne ich wykorzystanie pozwala na prawidłowe wykonanie modelu geologicznego. Ma to istotne znaczenie, ponieważ przekłada się to na wyniki kolejnych etapów prac i w konsekwencji na wynik końcowy. Rozbieżności między modelem a rzeczywistością znacząco wpływają na różnice między planowanymi a uzyskiwanymi parametrami produkcyjnymi.

Kolejnym etapem procesu planowania produkcji górniczej jest zaprojektowanie wyrobisk udostępniających, przygotowawczych i eksploatacyjnych na podstawie cyfrowego modelu złoża, przygotowanego zgodnie ze sztuką górnictwem.

Następnym etapem projektu jest usytuowanie w przestrzeni narysowanych wyrobisk oraz nadanie im przekrojów poprzecznych. Definiowanie przekrojów poprzecznych poszczególnych wyrobisk jest istotne, ponieważ na ich podstawie obliczany jest trójwymiarowy model wyrobiska, a tym samym ilość i średnia jakość urobku, jaki możemy z niego uzyskać. Stworzone modele 3D wyrobisk dzielone są na odcinki o określonej długości, wewnątrz których wartości parametrów jakościowych są uśredniane. Oznacza to, że dla jednego bloku obliczeniowego o określonym przekroju i długości otrzymujemy jedną, uśrednioną wartość parametrów jakościowych.

Najistotniejszym punktem procesu przygotowywania harmonogramu produkcji jest zdefiniowanie interesujących, z punktu widzenia danego projektu, parametrów produkcyjnych oraz ich wartości granicznych. W zależności od wykorzystywanego narzędzia informatycznego, dowolność definiowania parametrów oraz ich limitów wartości są różne. Wykorzystywane oprogramowanie ma znaczną funkcjonalność w tym zakresie. Program pozwala na definiowanie ekstremów parametrów w arbitralnie wybranych przedziałach czasu, jak również na zakładanie wartości średniej parametru, wokół której ma oscylować jakość wydobywanego urobku – rys. 22.

W systemie definicji podlegają zarówno parametry ilościowe, jak i jakościowe urobku, dlatego tak istotne jest jak najwierniejsze oddanie rzeczywistości w modelu złoża oraz poprawne zdefiniowanie gabarytów i położenia wyrobisk w przestrzeni. Ostatnią fazą tworzenia harmonogramu produkcji jest przypisanie zdefiniowanych zasobów do poszczególnych zadań. Zależnie od narzędzi IT proces ten odbywa się ręcznie, półautomatycznie bądź automatycznie.



Rys. 22. System wspomaganie decyzji w zakresie planowania i harmonogramowania produkcji w LW Bogdanka SA – wizualizacja miąższości pokładów węgla

Fig. 22. Decision support system for production planning and scheduling at LW Bogdanka SA – visualization of the thickness of coal seams

Wdrażany w LW Bogdanka SA i JSW SA pakiet aplikacji informatycznych, wspierających eksploatację złoża, niesie ze sobą duży potencjał możliwości oraz olbrzymią ilość informacji i danych, jednak o skali potencjalnych korzyści ekonomicznych uzyskanych z wdrożenia systemu zdecydować będzie przede wszystkim sposób ich wykorzystania przez samych użytkowników, których obecnie intensywnie poddaje się procedurze szkoleniowej w celu sprostania nowym wyzwaniom.

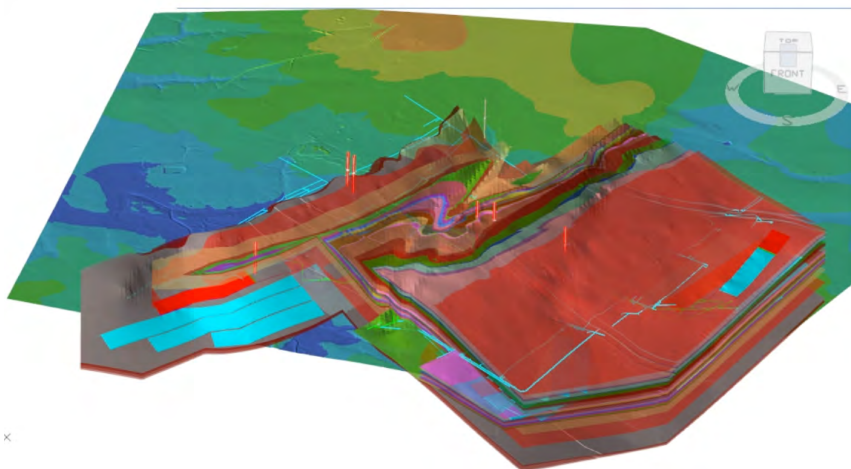
Podstawową zaletą cyfrowego harmonogramu produkcji jest możliwość uzyskania dużo bardziej szczegółowych i dokładnych danych odnośnie do parametrów produkcji, zakładając oczywiście, że model złoża, na którym oparty jest harmonogram, wykonany został poprawnie i w zadowalający sposób odzwierciedla rzeczywistość.

Sam proces budowy harmonogramu od podstaw jest równie żmudny i czasochłonny jak w przypadku tradycyjnego sposobu planowania. Jego przewagę można zauważyć

w chwili aktualizacji, modyfikacji bądź konieczności wyraportowania dodatkowych informacji o projekcie, np. ilość skały płonnej pochodząca z chodników przyścianowych dla danego okresu raportowania. Projektant pracujący w środowisku narzędzi IT może stworzyć wiele wariantów harmonogramu dla jednego układu wyrobisk bądź zmieniać ich układ w dość krótkim czasie. Jest to ogromna zaleta, gdyż przy opracowywaniu strategii spółki bądź konieczności podejmowania nagłych decyzji, których skutki będą odczuwalne w dalekiej lub niedalekiej przyszłości, można w krótkim czasie przeanalizować kilka wariantów i odpowiedzieć na kluczowe pytanie: „A co by było, gdyby...?”. Literatura przedmiotu jako korzyści płynące z zastosowania zintegrowanego z cyfrowym modelem złoża harmonogramu eksploatacji, wymienia również:

- dostęp do najbardziej aktualnych danych geologicznych (strukturalnych i jakościowych),
- możliwość integracji harmonogramów robót przygotowawczych i ścianowych w jednym środowisku,
- możliwość tworzenia wielu alternatywnych scenariuszy eksploatacji,
- identyfikację „wąskich gardeł”,
- łatwą wizualizację wyników i udostępnianie ich innym użytkownikom,
- możliwość planowania homogenizacji urobku z różnych źródeł,
- możliwość określania celów produkcyjnych (ilościowych i jakościowych) i harmonogramowanie pod kątem spełnienia założonych celów.

Mając wymienione powyżej potencjalne korzyści cyfrowego harmonogramu produkcji, należy pamiętać, iż za każdym razem, gdy rozwiązujemy realny problem górniczy,



Rys. 23. Widok na model złoża – powierzchnię terenu oraz wyrobiska pionowe i poziome chodnikowe oraz ścianowe KWK Knurów-Szczygłowice (Galica i in. 2021)

Fig. 23. View of the deposit model – land surface and vertical and horizontal gallery and longwall workings of the KWK Knurów-Szczygłowice coal mine

musimy sobie uświadomić, że w rzeczywistości znajdujemy jedynie rozwiązanie modelu problemu a wszystkie modele są uproszczeniem realnych sytuacji – inaczej byłyby bowiem tak skomplikowane i trudne w obsłudze jak świat rzeczywisty – rys. 23.

Podsumowanie

Pisząc do monografii pt.: *Jak to z tym węglem było, jest i będzie*, rozdział poświęcony przyszłości polskiego górnictwa węgla kamiennego, nie sposób uciec od otaczającej nas rzeczywistości. Nie sposób nie dostrzec trwającego procesu „dekarbonizacji” czyli likwidacji tysięcy miejsc pracy. Nie sposób wreszcie przejść spokojnie obok pytań: *Kiedy koniec górnictwa w Polsce? Co z górnikami? Jak będzie wyglądać transformacja Śląska?*

Oczywiście mógłbym, uciekając od bieżącej sytuacji, napisać, że wymogiem przyszłości jest zastąpienie górników robotami, maszynami i urządzeniami sterowanymi sztuczną inteligencją, z minimalną interwencją człowieka. Mógłbym, ale byłoby to w mojej ocenie znaczące uproszczenie i strywializowanie nieodwracalnej rzeczywistości, w której przyszło nam żyć. Spróbujmy zatem zmierzyć się z rzeczywistością i na początek odpowiedzieć na postawione powyżej fundamentalne dla branży pytania.

Co do pierwszego z nich, sprawa wydaje się stosunkowo prosta, według rządowych planów wydobywanie węgla w Polsce może potrwać jeszcze około 30 lat. W 2021 roku została wynegocjowana z górnikami umowa społeczna, która przewiduje stopniowe wygaszanie funkcjonowania kopalń do 2049 roku. Jak się szacuje w roku 2040 będzie w Polsce działać jeszcze osiem z istniejących obecnie dwudziestu kopalń.

Odpowiedź na drugie pytanie też nie jest trudna, gdyż ze względu na wszechobecny hejt branży, trudno jest spodziewać się zwiększonego zainteresowania młodzieży zawodem górnika, co może spowodować w niedalekiej przyszłości, że część kopalń zostanie wygaszona wcześniej niż planuje rząd, bo po prostu nie będzie miał kto w nich pracować!

Co do trzeciego pytania dotyczącego sposobu i tempa transformacji Śląska w kierunku gospodarki niskoemisyjnej, to według prognoz zawartych w PEP 2040 transformacja energetyczna spowoduje na Śląsku utworzenie 300 tys. nowych miejsc pracy do 2040 roku w branżach związanych m.in. z OZE, termomodernizacją, elektromobilnością czy infrastrukturą sieciową. Co więcej, na działania związane z transformacją regionów węglowych rząd chce przeznaczyć 60 mld zł – środki będą pochodzić m.in. z Funduszu Sprawiedliwej Transformacji.

Pozornie wszystko wygląda dobrze, zgodnie z rządowymi symulacjami masowych zwolnień w górnictwie na Śląsku nie będzie. Jak dołożymy do symulacji rządowych fakt, że branża szybko się starzeje – obecnie w górnictwie w regionie śląskim pracują przede wszystkim osoby w wieku 18–39 lat (49% zatrudnionych), 33% stanowią osoby w wieku 40–49 lat, a 50–59 lat (16%), to całość planu dekarbonizacyjnego branży węgla kamien-

nego w naszym kraju nabiera realnych kształtów. Oczywiście nie ma się co na ten stan rzeczy obrażać! Jak mówi, młodzież „przyszło przywyknąć”. Przypomnijmy, że obecne 75 tys. pracowników zatrudnionych w kopalniach węgla kamiennego to tylko 18% ogółu zatrudnionych w branży jeszcze w roku 1990, kiedy to nie tylko na Śląsku w górnictwie węgla kamiennego pracowało 388 tys. ludzi.

Cóż zatem powiedzieć? Jak odpowiedzialnie snuć opowieści o przyszłości branży, która wydaje się obecnie kończyć, zanim się w ogóle zaczęła?

Amerykański powieściopisarz Louis Dearborn L'Amour powiedział kiedyś „Przyjdzie taki czas, że będziesz uważać, że wszystko jest już skończone. **To będzie początek**”. Dlatego przystępując do pisania niniejszego rozdziału potraktowałem słowa L'Amour'a, tak jak i obecne realia jako nowy początek! Uznałem, że obecna sytuacja może być idealnym początkiem czegoś nowego! Ba, nawet może być początkiem czegoś ekscytującego! Może pozwolić zrobić nam nowe otwarcie starych problemów i przezwyciężyć nowe wyzwania, dlatego celowo poświęciłem rozdział idei budowy inteligentnej głębokiej kopani przyszłości. Kładąc główne akcenty narracji poszczególnych rozdziałów na działania podejmowane w zakresie automatyzacji i robotyzacji wybranych operacji technologicznych, wdrażania systemów przetwarzania danych i budowę centrów zaawansowanej analityki danych – pokazując ich rolę i znaczenie w realizacji idei inteligentnej kopalni przyszłości.

Ktoś zapyta: skąd ten optymizm? Odpowiem, że to nie optymizm, a realizm wynikający z chłodnej kalkulacji dostępnych na rynku pracy zasobów. Trzeba sobie bowiem zdawać sprawę, że w perspektywie najbliższej dekady polskie wielkie kopalnie zatrudniające nie rzadko po 5 tys. ludzi staną przed widmem zatrzymania nie z powodu braku zasobów węgla, a z powodu braku wykwalifikowanych pracowników posiadających niezbędne umiejętności do pracy w zakładach górniczych prowadzących wydobywanie w bodaj najtrudniejszych warunkach górniczo-geologicznych na świecie.

Nie da się bowiem odpowiedzialnie wygasić kilkudziesięciu kopalń bez odpowiedniego przygotowania procesu likwidacji zakładu górniczego, bez oceny możliwych skutków planowanej likwidacji na bezpieczeństwo powszechne, bez zaplanowania robót górniczych związanych z likwidacją zakładu górniczego lub jego oznaczonej części, bez określenia sposobu likwidacji wyrobisk górniczych, w tym tych mających połączenie z powierzchnią, bez określenia przedsięwzięć chroniących sąsiednie złoża kopalni oraz wyrobiska sąsiednich kopalń, bez określenia wpływu likwidacji na środowisko oraz obiekty i urządzenia na powierzchni. To tylko nieliczne z wymogów, które należy spełnić, by można myśleć o rozpoczęciu procesu likwidacji kopalni, gdzie sposób przeciwdziałania zmianom stosunków wodnych na powierzchni po zatopieniu wyrobisk zakładu górniczego i podniesieniu poziomu wód gruntowych, z uwzględnieniem metod i środków zapobiegających powstawaniu zalewisk i podtopień terenów powierzchni jest aktualnie najistotniejszy, bo wprost wpływa na bezpieczeństwo powszechne.

Przed nami ciekawe czasy! Czasy, w których kreatywność i mądrość kadry inżynierskiej kopalni może wpłynąć na zupełnie nowy sposób prowadzenia zakładów górniczych w znacząco mniejszym obciążeniu pracownikami fizycznymi. Zbliżają się czasy, w których

pomysłowość inżyniera górnika, wsparta inteligentnym systemem świadomości sytuacyjnej zamkniętym w pętli decyzyjnej, stanie się platformą cyfryzacji i automatyzacji całych procesów produkcyjnych monitorowanych i wizualizowanych przez systemy planowania i harmonogramowania produkcji górniczej stanowiące inteligentne wsparcie w procesie zarządzania kopalnią przyszłości.

Mając na uwadze fakt, iż zakład górniczy znajdujący się w fazie wygaszania generuje znacząco mniejsze koszty produkcji, między innymi poprzez ograniczenie procesu inwestycyjnego, najbliższe trzydzieści lat funkcjonowania polskiego górnictwa może się stać złotym okresem generowanych przychodów.

To, co chciałem pokazać na kartach tej monografii, to fakt, iż spoglądając w przyszłość, można śmiało stwierdzić, że górnictwo będzie coraz bardziej zależne od informatycznych systemów planowania produkcji górniczej. Na naszych oczach w zaskakującym tempie przyrastają ogromne ilości informacji, zapewniając korporacyjne bazy danych, a wykonywane w nich obliczenia realizowane są w coraz krótszym czasie, pozwalając, aby realizowane projekty górnicze stawały się coraz bardziej interaktywne.

Najbliższa dekada w polskim górnictwie będzie należała do projektowania ze znajomością zaawansowanych technik informatycznych 3D i powiązania z systemami klasy ERP. Już dzisiaj zrewolucjonizowały one przemysł naftowy, pozwalając ponownie wrócić do złóż, które jeszcze nie tak dawno uznawano za wyeksploatowane.

Nie bójmy się patrzeć w przyszłość! Przed nami okres intensywnego rozwoju górnictwa, jakiego jeszcze nigdy nie widzieliśmy! Nie zdziwię się, gdy nagle okaże się, że dzięki kreatywności młodych polskich inżynierów, których nie udało się wielu sceptykom i podpowiadaczom zniechęcić do pracy w górnictwie, na międzynarodowym rynku pojawią się polskie patenty, wynalazki i wzory użytkowe prawnie chronione – tak będzie, jestem o tym głęboko przekonany.

Bezwzględna potrzeba zwiększenia bezpieczeństwa, dyspozycyjności i efektywności pracy maszyn i urządzeń górniczych stosowanych w rozległych powierzchniowo, złożonych i kosztownych systemach wydobywczo-transportowych polskich kopalń wymuszą przy braku pracowników zdalne sterowanie maszynami lub wręcz autonomiczność ich pracy.

Prezentowany Program Inteligentna Kopalnia jest odpowiedzią na naturalną potrzebę zwiększenia konkurencyjności i podnoszenia stopnia rozwoju sektora górnictwa węgla kamiennego w Polsce poprzez sukcesywne wprowadzanie nowych rozwiązań technicznych i technologicznych. Autor uważa, iż program ten ze względu na potencjał eksportowy połączenia innowacyjnych rozwiązań technologicznych z doświadczeniem i wiedzą praktyków branżowych prowadzących eksploatację podziemną węgla kamiennego w bodaj najtrudniejszych możliwych warunkach górniczo-geologicznych może stać się kołem zamachowym inteligentnej głębokiej kopalni przyszłości.

Być może w kilku miejscach niniejszego rozdziału nieco wyolbrzymiłem efekty przelotu cyfrowego czekającego polskie górnictwo u schyłku swojego funkcjonowania. Zrobiłem to, aby podkreślić wagę nadchodzących czasów, wierzę bowiem w to, że idea Górn-

twą 4.0 może i zapewne będzie stanowić w przyszłości pozytywny rozwój całych pokoleń górników – toczących nierówną walkę z naturą o jej zasoby pewnie już nie w Polsce, ale gdzieś w dalekich krajach.

Trzeba zdawać sobie sprawę z tego, że rozwój jest konieczny, aby utrzymać konkurencyjność górnictwa, jednak wymaga on pewnej refleksji i przemyślenia, aby w konsekwencji nie generować więcej problemów niż ich rozwiązywać. Ważne jest, bowiem to, aby przemysł wydobywczy przyszłości był aktywny w tworzeniu idei Górnictwa 4.0. Zapewne zajmie to trochę czasu i będzie wymagało wiele pracy, zanim stanie się codzienną rzeczywistością. Musimy jednak być cierpliwi i zachować odpowiednią czujność we wszystkie obszarach współczesnego górnictwa – zarówno tych patrzących w przyszłość, jak i tych mających szacunek do przeszłości, pamiętając słowa angielskiego pisarza i dziennikarza, pochodzenia węgierskiego Arthura Koestlera, który napisał, że „Postęp naukowy jest jak starożytna droga przez pustynię – usiany rozpadającymi się szkieletami porzuconych teorii, które w chwili powstania wydają się żyć wiecznie”.

Literatura

- Boroń W., 1998 – Charakterystyka zdecentralizowanych systemów sterowania typu DCS. Pomiar, Automatyka, Kontrola.
- Boroń W. i Mironowicz W., 2007 – Doświadczenia i perspektywy rozwoju systemów monitorowania i wizualizacji procesu technologicznego zakładów górniczych w celu podniesienia wydajności i poprawy bezpieczeństwa pracy. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 23(z. spec. 4).
- Brzychczy E., 2010 – Możliwe kierunki rozwoju systemów wspomagania planowania produkcji górniczej w przemyśle węgla kamiennego. *Wiadomości Górnicze* 7–8.
- Brzychczy E., 2012a – Pozyskiwanie wiedzy w przedsiębiorstwie z wykorzystaniem technik inteligentnych. *Wiadomości Górnicze* 10.
- Brzychczy E., 2012b – Inteligentne systemy informatyczne – perspektywy dla branży górniczej. *Wiadomości Górnicze* 5.
- Campbell G., 1994 – Geophysical contributions to mine development planning: A risk reduction approach in Anhauser. C.R.Ed.15th CMMI Congress 1994, vol. 3, Geology.
- Chadwick J., 2007 – Software and mine planning. *International Mining*, November 2007, s. 19–264.
- Cook M.A., 1996 – *Building Enterprise Information Architectures. Reengineering Information Systems*. Englewood Clif. Prentice Hall.
- Cortada J.W., 1998 – *Best Practices in Information Technology*.
- Cuber J., 2008 – Kierunki rozwoju systemów dyspozytorskich na przykładzie systemu SMP-NT/A. Materiały z konferencji XXXVI Konferencji pt. Telekomunikacja i systemy bezpieczeństwa w górnictwie – ATI.
- Dec B. i Gajoch A., 1999 – System dyspozytorski ZEFIR. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa*.
- Durairaj S.K., 2002 – Evaluation of life cycle cost analysis methodologies. *Corp. Environ. Strategy*, s. 30–39, DOI: 10.1016/S1066-7938(01)00141-5.
- Dyczko A., 2013 – W kierunku inteligentnej kopalni przyszłości. Prezentacja wygłoszona podczas Międzynarodowej konferencji ECOFORUM „Po pierwsze środowisko”, Lublin.

- Dyczko A., 2014 – Rola informatyki w inteligentnej głębokiej kopalni przyszłości. Prezentacja wygłoszona podczas obrad Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków.
- Dyczko A., 2016 – System wspomagania zarządzania w LW Bogdanka SA – fundament budowy Kopalni Inteligentnych Rozwiązań. Wiadomości Górnicze 3.
- Dyczko A., 2021 – Construction of a heuristic architecture of a production line management system in the JSW SA Mining Group in the context of output stabilization, quality improvement and the maximization of economic effects. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 37(4), s. 219–238, DOI: 10.24425/gsm.2021.139746.
- Dyczko A., 2022a – Methodology for Run-of-Mine Quality Management in a Hard Coal Mine. KOMAG Institute of Mining Technology, Gliwice, DOI: 10.32056/KOMAG/MONOGRAPH2022.1.
- Dyczko A., 2022b – Modeling of quality parameters of the coking coal as a process of adapting the output to the contracted parameters. *Acta Montanistica Slovaca* 27(1), s. 11–26, DOI: 10.46544/AMS.v27i1.02.
- Dyczko A., 2022c – Modeling of quality parameters of the coking coal as a process of adapting the output to the contracted parameters. *Acta Montanistica Slovaca* 27(1), s. 11–26, DOI: 10.46544/AMS.v27i1.02.
- Dyczko A., 2023a – Automatykacja i monitorowanie procesu produkcyjnego w kopalniach podziemnych – polskie doświadczenia we wdrażaniu paradygmatu PRZEMYSŁU 4.0. Monografia. Wyd. Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice, DOI: 10.32056/KOMAG/Monograph2023.
- Dyczko A., 2023b – Metodyka zarządzania jakością urobku w kopalni węgla kamiennego. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków.
- Dyczko A., 2023c – Production management system in a modern coal and coke company based on the demand and quality of the exploited raw material in the aspect of building a service-oriented architecture. *Journal of Sustainable Mining* 22(1), DOI: 10.46873/2300-3960.1371.
- Dyczko A., 2023d – Real-time forecasting of key coking coal quality parameters using neural networks and artificial intelligence. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik. The Mining-Geology-Petroleum Engineering Bulletin*. UDC: 622.278.273.2. DOI: 10.17794/rgn.2023.3.9.
- Dyczko A., 2023e – The geological modelling of deposits, production designing and scheduling in the JSW SA Mining Group. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management* 39(1), DOI: 10.24425/gsm.2023.144628.
- Dyczko A. i Krawczyk A. 2011 – Geomatyka górnicza – praktyczne zastosowania. Fundacja dla AGH, Kraków.
- Dyczko A. i Wojaczek A. 2011 – Systemy telekomunikacyjne, monitoring i wizualizacja podziemnej eksploatacji złóż. Fundacja dla AGH, Kraków.
- Dyczko A. i Wojaczka A., 2013 – Systemy telekomunikacyjne, monitoring i wizualizacja podziemnej eksploatacji złóż. Monografia Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków.
- Dyczko i in. 2004 – Dyczko A., Kicki J., Kolar R. i Śliwiński P. 2004 – System wspomagania decyzji w oddziałach produkcyjnych kopalń rud miedzi. Materiały Konferencyjne Szkoły Eksploatacji Podziemnej.
- Dyczko i in. 2012 – Dyczko A., Kicki J., Polak R. i in., 2012 – Koncepcja monitoringu i transmisji danych technologicznych dotyczących pracy samojezdnych maszyn górniczych KGHM PM SA, materiał niepublikowany.
- Dyczko i in. 2013a – Dyczko A., Galica D., Sypniewski S. i Szot M., 2013 – Planowanie i harmonogramowanie produkcji górniczej w LW Bogdanka SA, *Wiadomości Górnicze* 7–8, s. 422–426.
- Dyczko i in. 2013b – Dyczko A., Kopacz M. i Polak R., 2013 – Opracowanie dynamicznego modelu zarządzania wartością i strategią LW Bogdanka SA z uwzględnieniem wpływu kluczowych

- projektów inwestycyjnych na wartość przedsiębiorstwa – Wstępne studium wykonalności projektu: INTELIGENTNA KOPALNIA system zarządzania produkcją w LW Bogdanka SA, materiał niepublikowany.
- Dyczko i in. 2014 – Dyczko A., Galica D. i Kudlak Ł., 2014 – Wybrane aspekty zastosowania narzędzi informatycznych w projektowaniu i harmonogramowaniu produkcji górniczej. *Wiadomości Górnicze* 9, s. 448–4573.
- Dyczko i in. 2016a – Dyczko A., Kołomański D. i Kowalczyk I., 2016 – Modelowanie blokowe skał stropowych pokładów węgla LW Bogdanka SA. *Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN* 92, s. 427–438.
- Dyczko i in. 2016b – Dyczko A., Kowalczyk I. i Mól D. 2016 – Ciągła kontrola parametrów jakościowych węgla uzupełniona wynikami profilowań geologicznych i modelowania złoża środkiem do obniżenia ilości skały płonnej w LW Bogdanka SA. *Wiadomości Górnicze* 7–8.
- Dyczko i in. 2016c – Dyczko A., Kudlak Ł. i Ficek W., 2016 – Poprawa efektywności prognozowania parametrów produkcyjnych przy zastosowaniu narzędzi IT. *Wiadomości Górnicze* 2.
- Dzedzej C. i Nowicki K. 2008 – System planowania i harmonogramowania produkcji w kopalni węgla kamiennego – SZYK2/HPR. *Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2008*, Kraków.
- Emblemsvag J., 2001 – Activity-based life-cycle costing. *Manag. Audit. J.* 16(1), DOI: 10.1108/02686900110363447.
- Figielska E., 2006 – Algorytmy ewolucyjne i ich zastosowania. *Zesz. Nauk. Warsz. Wyższej Szkoły Informatyki* 1. [Online:] <https://bibliotekanauki.pl/articles/91433>.
- Figielska E., 2011 – Ewolucyjne Metody Uczenia Ukrytych Modeli Markowa. *Zesz. Nauk. Warsz. Wyższej Szkoły Informatyki* 5.
- Firganek i in. 1979 – Firganek B., Kwiatek A., Pasek A. i Gorol K., 1979 – Koncepcja rozwoju systemów nadzoru dyspozytorskiego w kopalniach. *Materiały z konferencji pt. Dyspozytornia kopalniana lat osiemdziesiątych*, Podlesie.
- Galica i in. 2021 – Galica D., Kuchenbecker-Gacka J. i Frycz T., 2021 – Moduł prognozowania wpływów projektowanej eksploatacji jako element zintegrowanego systemu projektowania i harmonogramowania w JSW SA. *Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2008*, Kraków.
- Holmes B., 1997 – Benchmarking “Best Practice” in Mine Maintenance and Comparisons with Other Capital Intensive Industries. Sydney.
- Hung i in. 2001 – Hung J., Gerhart D., Pix A. i Hackwood J., 2001 – Mine management system development in underground mines. 6th International Symposium on Mine Mechanization and Automation, South African Institute of Mining and Metallurgy.
- Isakow i in. 2005 – Isakow Z., Wojciechowski J. i Wojtas P., 2005 – Systemy dyspozytorskie EMAG wczoraj, dziś i jutro. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa*.
- Jurdiak L. i Kawalec W., 2011 – Procesy i narzędzia przetwarzania danych przestrzennych przy optymalizacji rozwoju kopalni odkrywkowej na przykładzie złoża Legnica. *Wiadomości Górnicze* 7.
- Kaiser i in. 2011 – Kaiser P.K., Henning J.G. i Cotesta L., 2011 – Innovations in mine planning and design utilizing collaborative immersive virtual reality (CIRV). [W:] *Proceedings of the 104th CIM Annual General Meeting*, Vancouver.
- Kapageridis I.K., 2005 – The Future of Mine Planning Software – New Tools and Innovations. The 19th International Mining Congress and Fair of Turkey 1MCET 2005. Izmir Turkey.
- Kicki J. i Dyczko A., 2007 – Portal górniczy jako ważny element zarządzania informacją w kopalniach podziemnych na przykładzie polskich kopalń rud miedzi. *Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej*, Kraków.
- Kicki J. i Dyczko A., 2008a – A Mining Software System at Bogdanka SA. *Underground Coal Mine – an Important Implementation of an Integrated Mineral Deposit Management System in the Polish Mining Industry*, International Mining Forum 2008.

- Kicki J. i Dyczko A., 2008b – Informatyka w polskim górnictwie – gdzie jesteśmy? Materiały Konferencyjne Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków.
- Kicki J. i Dyczko A., 2010 – The concept of automation and monitoring of the production process in an underground mine. [W:] *New Techniques and Technologies in Mining-Proceedings of the School of Underground Mining* 72(8).
- Kicki J. i Dyczko A., 2014 – Planowanie produkcji górniczej z wykorzystaniem rozwiązań IT. *Wiadomości Górnicze* 7–8.
- Kicki i in. 2007 – Kicki J., Dyczko A. i Stopkowicz A., 2007 – Integrowana informacyjna systema codejctwija prinjatija reszenij na primierie podgotowki zapasow na ygolnoj szachtie Bogdanka. *Materiały Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej, Narodowy Uniwersytet Ukrainy, Dniepropietrowsk – Jałta*.
- Kicki i in. 2009 – Kicki J., Dyczko A. i Timler M., 2009 – Koncepcja automatyzacji i monitoringu procesu produkcyjnego w kopalni podziemnej. *Materiały Konferencyjne międzynarodowego Kongresu Górnictwa Rud Miedzi – Perspektywy i wyzwania*. Lubin.
- Kicki i in. 2011 – Kicki J., Dyczko A. i Kamiński P., 2011 – The Future of Information Solutions in Polish Mining Industry. [W:] *Eskikaya Ş. (red.) – Proceedings of the 22nd World Mining Congress & Expo, Istanbul, Turkey*.
- Kicki J. i Tadeusiewicz R., 2007 – Informatyka w górnictwie i nie tylko – gdzie jesteśmy i dokąd zmierzamy? *Materiały Polskiego Kongresu Górniczego*, Kraków.
- Klimek M., 2010 – Predyktwno-reaktywne harmonogramowanie produkcji z ograniczoną dostępnością zasobów. *Rozprawa doktorska*. AGH, Kraków.
- Kopacz i in. 2019 – Kopacz M., Kulpa J., Galica D., Dyczko A. i Jarosz J., 2019 – Economic valuation of coal deposits – The value of geological information in the resource recognition process. *Resources Policy* 63.
- Kopec H. i Maier U., 2005 – Kritische Anmerkungen zu heutigen PLS, atp – Automatisierungstechnische Praxis.
- Kowalczyk i in. 2016 – Kowalczyk I., Galica D., Dyczko A., Kołomański D. i Mól D., 2016 – Model geologiczny złoża kopaliny – sposób konstrukcji, rola i znaczenie w procesie planowania i harmonogramowania eksploatacji. *Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN* 92.
- Krzystanek i in. 2004 – Krzystanek Z., Wojtas P., Bojko B. i Isakow Z., 2004 – Zintegrowany system monitorowania zagrożeń naturalnych w kopalniach. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa*.
- Luke R.A. i Marais M.G. 1992 – A Computerized Dispatch System for Underground Production Machines at Finsch Mine. *MASSMIN*.
- Luke R.A. i Marais M.G., 1993 – Computerized Vehicle Dispatching Górnictwa. *CIM Bulletin*.
- Magda R., 1999 – Modelowanie i optymalizacja elementów kopalń.
- Michalewicz Z. i Fogel D.B., 2006 – Jak to rozwiązać, czyli nowoczesna heurystyka. *Wydawnictwa Naukowo-Techniczne*, Warszawa.
- Mironowicz W. i Wasilewski S., 2005 – Kierunki zastosowań nowoczesnych technologii w górnictwie. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa* 5.
- Mironowicz W. i Wasilewski S., 2006 – Monitoring of natural hazards in the underground hard coal mines. *New Technological Solutions in Underground Mining. International Mining Forum. Proceedings and monographs*, Balkema.
- Mironowicz i in. 2000 – Mironowicz W., Wasilewski S. i Wojciechowski J., 2000 – Kierunki rozwoju systemów dyspozytorskich na przykładzie systemu SD2000. *Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa*.
- Mirończuk M., 2010 – Przegląd i klasyfikacja zastosowań, metod oraz technik eksploracji danych. *Stud. Mater. Inform. Stosow.* 2, s. 35–46.

- Nakajima S., 1984 – Introduction to TPM. Product. Press.
- Nakajima S., 1989 – TPM Development Program. Product. Press.
- Newman i in. 2012a – Newman A., Kuchta M. i Martinez M., 2012a – Long and shortterm production scheduling at LKAB’s Kiruna Mine. ColoradoSchool of Mines, Division of Economics and Business, USA.
- Newman i in. 2012b – Newman A., Kuchta M. i Martinez M., 2012b – Implementing a Production schedule at LKAB’s Kiruna Mine. Colorado School of Mines, Division of Economics and Business, USA.
- Newman i in. 2015 – Newman A., Kuchta M. i Martinez M., 2015 – Implementing a Production schedule at LKAB’s Kiruna Mine. Colorado School of Mines, Division of Economics and Business, USA 20128. [Online:] <http://www.srk.com/en> [dostęp: 31.07.2023].
- [Online:] www.becker-elektrotechnika.pl [dostęp: 31.07.2023].
- [Online:] www.ckju.net [dostęp: 31.07.2023].
- [Online:] www.i2mine.eu [dostęp: 31.07.2023].
- [Online:] www.siemens.com/mining [dostęp: 31.07.2023].
- [Online:] www.visualcapitalist.com [dostęp: 31.07.2023].
- Ozon D. i Dyczko A., 2017 – W kierunku inteligentnej kopani przyszłości – JSW 4.0. Materiały konferencyjne XXXI Konferencji z cyklu: Zagadnienia Surowców Energetycznych i Energii w Gospodarce Krajowej.
- Ozon D. i Dyczko A., 2019 – Strategia IT/OT w GK JSW – NOWE WYZWANIA. Materiały konferencyjne International Mining forum 2019: Safety and efficiency of exploitation against the challenges of industry 4.0.
- Paszczka H., 2013 – Raport na temat górnictwa węgla kamiennego w Polsce w roku 2012. XXII Szkoła Eksploatacji Podziemnej.
- Polak R., 2011 – Koszty cyklu życia urządzeń energomechanicznych w kontekście oceny efektywności ich pracy w podziemnych zakładach górniczych. Wiadomości Górnicze 10, s. 569–578.
- Polak R., 2013 – Zastosowanie strategii TPM oraz analizy kosztów cyklu życia obiektów energomechanicznych w optymalizacji procesów zarządzania podstawowymi środkami produkcji kopalń.
- Polak R., 2014a – Adaptacja kluczowych miar efektywności strategii TPM w warunkach kopalni węgla kamiennego. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 87.
- Polak R., 2014b – Koncepcja i uwarunkowania zintegrowanego systemu zarządzania majątkiem produkcyjnym przedsiębiorstw górniczych. Mechanizacji i Automatyzacji Górnictwa 5, s. 36–48.
- Polak R., 2014c – Systemy przetwarzania danych – ich rola i znaczenie w realizacji idei Inteligentnej Kopalni. Wiadomości Górnicze 10, s. 512–522.
- Polak R., 2015 – Dynamiczny szacunek kosztów cyklu życia maszyn i urządzeń górniczych – przykład zastosowania dla kompleksu ścianowego. Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN 89, s. 93–110.
- Polak R., 2016 – Karta miar efektywności jako narzędzie oceny pracy kompleksu ścianowego. Przegląd Górniczy 5, s. 79–85.
- Polak R. i Dyczko A., 2016 – Rola systemu wsparcia produkcji w przedsiębiorstwach górnictwa podziemnego. Wiadomości Górnicze 2.
- Przybyła H., 2009 – Ryzyko zakłócenia procesu wydobywania w warunkach ścian o wysokiej koncentracji produkcji. Przegląd Górniczy 9.
- Rozporządzenia MG 2020 – Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (Dz.U.02.139.1169 oraz Dz.U. 2006, nr 124, poz. 863).

- Rozporządzenia RM 2004 – Rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie dopuszczania wyrobów w zakładach górniczych z dnia 30 kwietnia 2004 r. (Dz.U. 99 póź. 1003).
- Schlemmer P., 2006 – PLS – Mittelpunkt erfolgreicher Automatisierung. Automatisierungstechnische Praxis.
- Skoczyński i in. 1974 – Skoczyński W., Banach Z., Hilgier J. i Krawczuk Z., 1974 – Nowe kierunki automatyzacji w górnictwie rud. CUPRUM Czasopismo Naukowo-techniczne Górnictwa Rud 1.
- Szafrański M. i Wasilewski S., 2006: Tendencje w rozwoju monitorowania zagrożeń gazowych w kopalniach węgla kamiennego. XV Szkoła Eksploatacji Podziemnej.
- Szkoda M., 2011 – Analiza kosztu cyklu trwałości (LCC) w ocenie efektywności środków transportu szynowego. Logistyka-Nauka 3, s. 2639–2648.
- Tauchnitz T., 1996 – Die „neuen Prozessleitsysteme“ – wohin geht die Reise? atp – Automatisierungstechnische Praxis, H.
- Tchórzewski S. i Stopa J., 2011 – Praktyczne doświadczenia w wykorzystaniu narzędzi informatycznych w planowaniu i harmonogramowaniu robót górniczych w KHW SA. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Kraków.
- Ustawa 1994 – Prawo geologiczne i górnicze Ustawa z dnia 4 lutego 1994 (Dz.U. nr 27, poz. 96 z później zmienione).
- Ustawa 2011 – Prawo geologiczne i górnicze. Ustawa z dnia 09.06.2011 (Dz.U. 2022, nr 163, poz. 981).
- Wang i in. 2022 – Wang J., Apel D. B., Dyczko A., Walentek A., Prusek S., Xu H. i Wei C., 2022 – Analysis of the damage mechanism of strainbursts by a global-local modeling approach. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 14(6), s. 1671–1696.
- Wojaczek A. i Cuber J., 2003 – Centrale telefoniczne łączności ogólnozakładowej zakładów górniczych. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 11.
- Wojaczek A. i Cuber J., 2004 – Urządzenia łączności dyspozytorskiej w zakładach górniczych. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 8.
- Wojaczek A. i Cuber J., 2005 – Urządzenia dyspozytorskie metanometrycznych w zakładach górniczych. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 10.
- Wojaczek A. i Dyczko A., 2015 – Monitoring wybranych procesów technologicznych w kopalniach podziemnych. Katedra Elektryfikacji i Automatyzacji Górnictwa Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Wojciechowski J., 2001 – A new approach to monitoring In the advanced dispatching system for coal mines. Proceedings of the seventeenth international mining congress and exhibition of Turkey; Editor E. Ünal; Ankara.
- Wojciechowski J., 2004a – A new approach to monitoring in the advanced dispatching system for coal mines. Proceedings MPES, XIII Międzynarodowe Sympozjum, Wrocław.
- Wojciechowski J., 2004b – The attempts at the integration of information from different levels of coal mines. Proceedings of the thirteenth international symposium on mine planning and equipment selection, Wrocław.
- Wojtas i in. 2004 – Wojtas P., Wałach T. i Cała D., 2004 – Bezpieczeństwo w systemach teleinformatycznych na przykładzie systemu dyspozytorskiego SD2000. Mechanizacja i Automatyzacja Górnictwa 2004.
- Wojtas i in. 2007 – Wojtas P., Wojciechowski J., Wałach T. i Cała D., 2007 – Rozwiązania informatyczne w systemach dyspozytorskich kopalń węgla kamiennego w Polsce. Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Mineral Resources Management 23(z. spec. 4).
- Wójcik i in. 2008 – Wójcik D., Wojtas P. i Cuber J., 2008 – Systemy łączności radiowej w podziemnych zakładach górniczych. Materiały z konferencji XXXVI Konferencji Pt. Telekomunikacja i systemy bezpieczeństwa w górnictwie – ATI.

Mining 4.0 – towards an intelligent deep mine of the future

Keywords: Mining 4.0, smart mine, geological modelling of the deposit, computerisation, automation and robotisation of mining, situational awareness systems in underground mines

Abstract: The operation of underground mining plants is characterized by high uncertainty and a number of nuisances, which result in a high level of operational and professional risk. In order to counteract this and to reduce the possibility of supervisors misjudging the situation, mine control rooms have, since the 1970s, been equipped with numerous telecommunications, monitoring and telemetry systems.

In this article, MES (Manufacturing Execution System) solutions were adopted as the framework of the production management system, which, in accordance with PERA (Purdue Enterprise Reference Architecture), is an intermediate link between SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) and ERP systems. (Enterprise Resource Planning). As sought to be proven, the existence of this connection naturally counteracts the phenomenon of separation of business IT systems from the rapidly changing realities of mining operations. In this aspect, a proposal for the architecture of Demand and Quality Driven Management System was presented, indicating its basic functionalities and groups of IT solutions available on the market, the skilful implementation of which should lead to the development of effective, efficient and sustainable production management solutions.

The creation of the first CZAD JSW 4.0 Centre for Advanced Data Analysis in the Polish mining industry, i.e. a centre for comprehensive, multidimensional analysis and interpretation of data coming from the Control and Measurement Instrumentation and Automation systems (PL: AKPiA) of mining machinery and equipment, was discussed in detail. This issue was presented from the perspective of a mining company which, in the situation of high supply of competitive IT products, should focus on developing and implementing a coherent and well-thought-out vision of a solution supporting the most important areas of quality management, production planning and scheduling, monitoring of production processes as well as commercial and logistics processes, responsible for increasing the efficiency of managing the exploitation of the deposit and the volume of supply of the highest quality commercial product.

Automation of mining plant production processes is one of the most promising solutions to the problem of safety and efficiency, but implementing advanced automation concepts requires that artificial intelligence and humans are able to share situational awareness. Examining the impact and possibilities of distributed human-machine situational awareness in particularly hazardous zones is one of the main goals of implementing the idea of Smart Mine 4.0.

Jak to z tym węglem było, jest i będzie – monografia, którą oddajemy do rąk Czytelnika, wydana jest z okazji jubileuszu dwudziestolecia funkcjonowania katowickiego Oddziału Agencji Rozwoju Przemysłu SA. Oddział powstał 1 marca 2003 r., a celem jego utworzenia było monitorowanie i gromadzenie danych dotyczących procesu restrukturyzacji górnictwa węgla kamiennego.

Publikacja jest efektem pracy badaczy reprezentujących jednostki naukowe oraz Agencję Rozwoju Przemysłu SA Oddział w Katowicach i obejmuje wybrane zagadnienia związane z górnictwem węgla kamiennego.