

BEZPIECZEŃSTWO PRACY I OCHRONA ŚRODOWISKA W GÓRNICTWIE

4 (368) 2025

Analiza zagrożeń górniczych
z wykorzystaniem metody ETA

Analiza stanu i przyczyny zagrożenia
tąpaniami w kopalniach węgla kamiennego
w latach 2015–2024

Wybrane aspekty organizacji
i bezpieczeństwa transportu
w górnictwie kruszyw naturalnych

Nowa jakość transportu w górnictwie
przy użyciu samojedznych maszyn górniczych
w Południowym Koncernie Węglowym S.A.
Zakład Górniczy „Janina”

Metal z liści – ekologiczne oblicze górnictwa

Barbórka Wyższego Urzędu Górniczego

Gdy zielona granica stawiała się czarną
– kontrabanda w kopalnianych chodnikach

Patroni górników

Górnice problemy na Madagaskarze





Szanowni Państwo!

Boże Narodzenie to najpiękniejsze święta w roku. Wierni staropolskiej tradycji, usiadłszy w gronie najbliższych przy wigilijnym stole, podzielimy się opłatkiem i złożymy sobie wzajemnie życzenia. W tym świątecznym czasie życzliwe myśli kierujemy także ku naszym współpracownikom, wśród których są Autorzy i Czytelnicy kwartalnika „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie”. To szczególne grono łączą zainteresowania zawodowe, pasje poznawcze i tradycje, których wspólnym mianownikiem jest górnictwo.

Z okazji Bożego Narodzenia oraz nadchodzącego Nowego Roku życzę Państwu wytnienia, radości i spokoju, a także wielu inspirujących lektur, owocnych badań, udanych wdrożeń i zawodowych sukcesów. Niech nadchodzący rok przyniesie osobistą pomyślność, a także nowe idee, wartościowe współdziałanie oraz satysfakcję z dzielenia się wiedzą z pożytkiem dla całej naszej branży.

Piotr Litwa
Prezes Wyższego Urzędu Górniczego

Redaktor naczelny / Editor-in-Chief:
Piotr Wojtacha

Z-ca redaktora naczelnego / Deputy Editor:
Grażyna Dzik

Sekretarz redakcji / Co-editor:
Anna Swiniarska-Tadla

Redaktorzy działów / Branch Editors:
Jacek Bielawa, Grzegorz Gogolak, Mirosław Krzystolik, Janusz Orłof, Zbigniew Rawicki, Alicja Stefaniak, Małgorzata Waksmańska.

Redaktor statystyczny / Statistics Editor:
Katarzyna Suszek

Redakcja prawna / Legal Edition:
Departament Prawny WUG

Redaktor językowy / Language Editor:
Iwona Guzik

Sekretariat / Secretary's office:
Samodzielny Wydział – Gabinet Prezesa

Łamanie / Type-setting and make-up:
Jacek Bielenin

Druk / Printing: Printing House, Ząbki

Adres redakcji / Editorial office address:
Wyższy Urząd Górniczy
ul. Poniatowskiego 31, 40-055 Katowice
tel./fax: 32 736 19 14

e-mail: czasopismo@wug.gov.pl
www.wug.gov.pl/wydawnictwa/kwartlanik

Okładka / Cover: Barbórka Wyższego Urzędu Górniczego. Zdjęcie: archiwum WUG

Zgodnie z przepisami wydanymi przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego wartość punktowa artykułu naukowego opublikowanego w czasopiśmie „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” wynosi 5 punktów.

Kolejny numer kwartalnika „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” ukaże się 20 marca 2026 r. – do pobrania na: www.wug.gov.pl/wydawnictwa/kwartlanik

Spis treści

- 2 Analiza zagrożeń górniczych z wykorzystaniem metody ETA / Mining hazards analysis using the ETA method ■ *Dagmara Nowak-Senderowska*
- 11 Analiza stanu i przyczyny zagrożenia tąpnięciami w kopalniach węgla kamiennego w latach 2015–2024 / Analysis of the state and causes of rock burst hazards in hard coal mines in the years 2015–2024 ■ *Zbigniew Burtan, Dariusz Chlebowski, Zbigniew Rawicki*
- 21 Wybrane aspekty organizacji i bezpieczeństwa transportu w górnictwie kruszyw naturalnych / Selected aspects of transport organisation and safety in natural aggregate extraction ■ *Dorota Łochańska*
- 30 Nowa jakość transportu w górnictwie przy użyciu samojedznych maszyn górniczych w Południowym Koncernie Węglowym S.A. Zakład Górniczy „Janina” / New quality of transport in mining using self-propelled mining machines at Południowy Koncern Węglowy S.A., „Janina” Mining Plant ■ *Dariusz Gągorowski, Norbert Golec, Rafał Wójtowicz, Wojciech Włodarczyk*
- 36 Metal z liści – ekologiczne oblicze górnictwa / Metals from leaves – the green face of mining ■ *Mateusz Łasiewicki*
- 43 Wypadki, katastrofy / Accidents, Disasters
- 50 Kronika / Chronicle
- 53 Normalizacja / Standardisation
- 55 Górnictwo na świecie / World Mining
- 56 Dopuszczenia do stosowania w zakładach górniczych / Approvals for Use in Mining Plants
- 58 Przegląd aktów normatywnych / Review of Legislation
- 60 Barbórka Wyższego Urzędu Górniczego / St. Barbara's Day of the State Mining Authority
- Historia i współczesność górnictwa / History and the Present Time of Mining
- 64 Gdy zielona granica stała się czarną – kontrabanda w kopalnianych chodnikach / When the green border became black, or contraband in the mine tunnels ■ *Michał Wroński*
- 69 Patroni górników / Patrons of miners ■ *Tomasz Rzeczycki*
- 72 Górnicze problemy na Madagaskarze / Mining problems in Madagascar ■ *Stefan Gierlotka*

Czytaj o nas na:

facebook.com/WyzszyUrzadGorniczy/

linkedin.com/company/wyzszy-urzed-gorniczy



- Wyrzuty gazów i skał są jednym z najbardziej niebezpiecznych zagrożeń naturalnych występujących w górnictwie podziemnym. Na szczęście w kopalniach węgla kamiennego ostatnie zdarzenie związane z tym zagrożeniem miało miejsce w 2012 r. w KWK „Budryk” w Ornontowicach.
- Eksploatacja w warunkach zagrożenia wyrzutami gazów i skał prowadzona jest obecnie w Kopalni Soli „Kłodawa”. W latach 2020–2024 w zakładzie tym odnotowano jeden wyrzut gazów i skał (w 2024 r.), a także kilka zdarzeń świadczących o występowaniu gazów pod zwiększonym ciśnieniem.
- Wyrzut gazów i skał to dynamiczne przemieszczenie się rozkruszonych skał lub kopaliny do wyrobiska lub jego części przez energię gazów wydzielonych z górotworu w wyniku działania czynników geologiczno-górnich.



Analiza zagrożeń górniczych z wykorzystaniem metody ETA

dr inż. Dagmara NOWAK-SENDEROWSKA
Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie

TREŚĆ: Artykuł przedstawia zastosowanie metody drzewa zdarzeń (ETA) jako zaawansowanego narzędzia wspierającego procesy analizy, prognozowania i oceny skutków zagrożeń zawodowych w kontekście systemowego zarządzania bezpieczeństwem pracy. Metoda ETA, oparta na logicznej strukturze zdarzeń i możliwych konsekwencji ich wystąpienia, umożliwia identyfikację miejsc newralgicznych w środowisku pracy, w tym potencjalnych błędów ludzkich, zawodności barier technicznych, niedociągnięć organizacyjnych czy wpływu niekorzystnych czynników środowiskowych. Zwrócono uwagę na interdyscyplinarne możliwości wykorzystania tej metody – od identyfikacji i oceny ryzyka zawodowego, poprzez racjonalny dobór środków ochrony, aż po wsparcie w dochodzeniach powypadkowych i projektowaniu skutecznych strategii prewencyjnych. Praktyczne zastosowanie metody drzewa zdarzeń zaprezentowano na przykładzie analizy dwóch stanowisk pracy w górnictwie: operatora wozu wierząco-kotwiącego w kopalni podziemnej, gdzie zidentyfikowano zagrożenie pożarowe wynikające z obecności materiałów łatwo palnych, oraz operatora ładowarki kotowej w górnictwie odkrywkowym, narażonego na kontakt z niewypałami. W obu przypadkach istotną kwestią przy budowie scenariuszy było zebranie odpowiednich danych w postaci: okoliczności każdego zidentyfikowanego zagrożenia, częstotliwości aktywizacji zagrożenia, rodzajów urazów w przypadku wystąpienia zagrożenia oraz stosowanych działań profilaktycznych. Wykazano, że ETA może stanowić skuteczne narzędzie wspomagające ograniczanie ryzyka oraz poprawę poziomu bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwach górniczych.

SŁOWA KLUCZOWE: ryzyko zawodowe, drzewo zdarzeń, zagrożenia, górnictwo

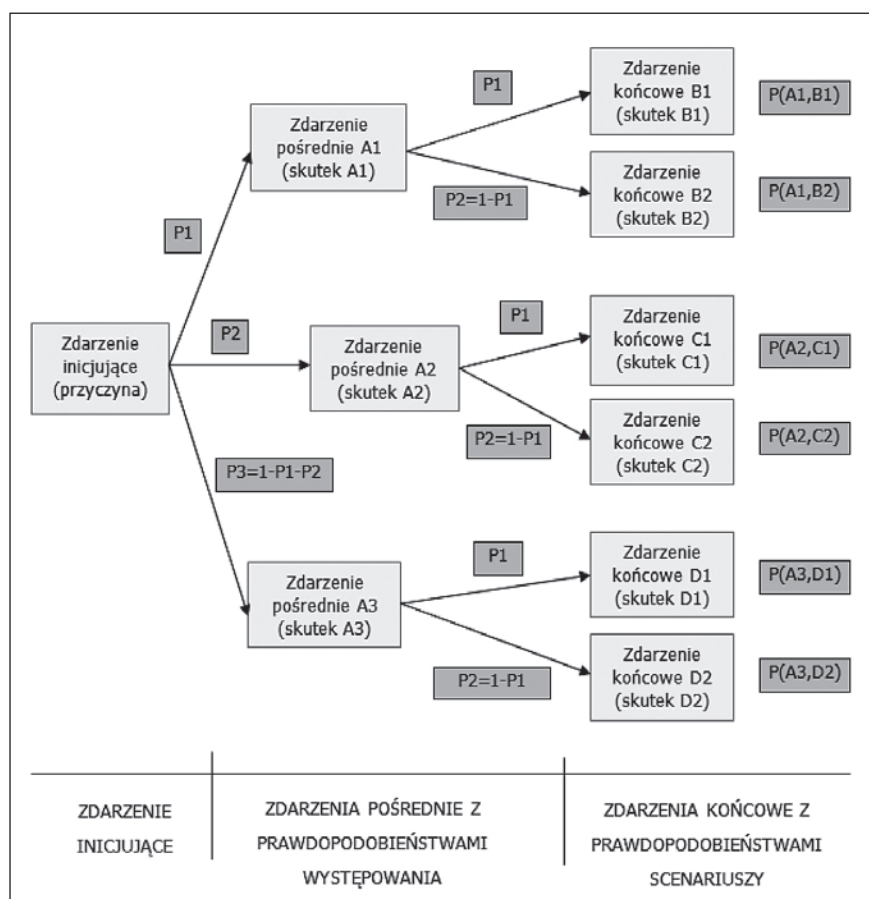
1. Wprowadzenie

Bezpieczeństwo pracy w górnictwie stanowi jedno z największych wyzwań współczesnej inżynierii bezpieczeństwa, a to ze względu na złożoność procesów technologicznych, trudne i zmienne warunki geologiczno-górniczne, a także wysoki potencjał występowania poważnych w skutkach zdarzeń niebezpiecznych. Identyfikacja i ocena zagrożeń w tej branży jest nie tylko wymogiem formalnym wynikającym z przepisów prawa, ale przede wszystkim fundamentem skutecznego zarządzania ryzykiem zawodowym [1].

W praktyce inżynierskiej i w środowisku pracy stosuje się wiele metod służących do identyfikacji zagrożeń i oceny ryzyka z nimi związanego. Do najczęściej wykorzystywanych należą metody jakościowe, takie jak: listy kontrolne (Checklist), analiza co, jeśli (What-If Analysis), PHA (Preliminary Hazard Analysis), a także metody ilościowe i ilościowe, m.in. FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), HAZOP (Hazard and Operability

Study), Risk Score, 5 Steps, FTA (Fault Tree Analysis) czy Monte Carlo. Wybór metody często uzależniony jest od charakteru procesu, dostępnych danych, stopnia skomplikowania analizowanego systemu oraz, a może przede wszystkim, od celu oceny ryzyka. Pomimo ich użyteczności, w praktyce często preferuje się metody szybkie i proste w użyciu, nawet jeśli nie zapewniają pogłębionej analizy zagrożeń. Te oparte na modelach graficznych są wciąż stosunkowo rzadko wykorzystywane, choć oferują znaczne możliwości w zakresie prognozowania przebiegu zdarzeń oraz ich skutków.

W warunkach górniczych, gdzie występuje wiele zagrożeń o charakterze dynamicznym i często kaskadowym, klasyczne metody oceny ryzyka zawodowego nie oddają w pełni złożoności oraz interakcji pomiędzy czynnikami ryzyka. Do najpoważniejszych zagrożeń trudnych do analizy w górnictwie należą przede wszystkim te powodowane czynnikami naturalnymi (metanowe, pożarowe, wybuchem pyłu węglowego czy tąpnięciami) i czynnikami mechanicznymi oraz elektrycznymi związanymi z pracą



► Rys. 1. Przykładowy schemat metody ETA

► Fig. 1. Example diagram of the ETA method

maszyn i wyposażeniem technicznym. Wiele z nich cechuje trudna do przewidzenia eskalacja oraz możliwość wystąpienia skutków o charakterze katastrofalnym. W tym kontekście metoda ETA (Event Tree Analysis) może stanowić istotne uzupełnienie lub alternatywę dla innych technik oceny ryzyka. Dzięki strukturze logicznie rozgałęziającej się od zdarzenia inicjującego pozwala nie tylko na analizę sekwencji zdarzeń, ale także na ocenę skuteczności zastosowanych zabezpieczeń i identyfikację punktów krytycznych wymagających interwencji. Jej zastosowanie w górnictwie umożliwia bardziej szczegółową analizę zagrożeń na podstawie opracowania realistycznych scenariuszy zdarzeń niebezpiecznych wraz z ich potencjalnymi konsekwencjami.

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie możliwości zastosowania metody ETA do analizy zagrożeń górniczych, ze szczególnym uwzględnieniem jej potencjału w zakresie oceny ryzyka zawodowego, wspomaganie decyzji dotyczących doboru środków ochrony oraz klasyfikacji skutków zagrożeń dla zdrowia pracowników. Zaprezentowane przykłady pokazują, że metoda ta może stanowić istotne wsparcie w systemowym podejściu do bezpieczeństwa pracy w warunkach wysokiego ryzyka.

2. Drzewo zdarzeń w literaturze przedmiotu

Metoda drzewa zdarzeń (ETA) znalazła szerokie zastosowanie zarówno w praktyce inżynierskiej, jak i w literaturze naukowej, stając się jednym z kluczowych narzędzi wykorzystywanych do prognozowania i oceny.

Jej uniwersalność, przejrzystość graficzna oraz możliwość zastosowania zarówno w analizie jakościowej, jak i ilościowej sprawiają, że jest powszechnie stosowana w wielu dziedzinach inżynierii bezpieczeństwa.

W literaturze przedmiotu wskazuje się na różnorodne przykłady zastosowań metody ETA, obejmujące zarówno zagrożenia naturalne oraz techniczne, jak i scenariusze awaryjne w środowiskach przemysłowych. Przykładowo, Przybyła i Korban [2] opisali wykorzystanie drzewa zdarzeń do analizy ryzyka zapłonu metanu w wyrobisku górniczym. Ich opracowanie miało charakter jakościowy, a skupiało się na przedstawieniu metodyki budowy drzewa zdarzeń w kontekście konkretnego scenariusza zagrożenia. Autorzy zaprezentowali przejrzysty schemat pozwalający na identyfikację ścieżek prowadzących do potencjalnych skutków niepożądanych, takich jak pożar lub wybuch, co czyni tę metodę użyteczną w planowaniu działań prewencyjnych w warunkach górniczych.

Z kolei Findeisen [3] zaproponował zastosowanie metody ETA w analizie awarii związanej z wyciekiem ropy naftowej w porcie. W tym przypadku podjęto próbę ilościowej oceny ryzyka, co umożliwiło precyzyjniejsze oszacowanie prawdopodobieństw poszczególnych zdarzeń oraz ich skutków środowiskowych i technicznych. Analiza taka miała na celu nie tylko określenie możliwych ścieżek rozwoju sytuacji awaryjnej, ale również dostarczenie danych niezbędnych do opracowania strategii zarządzania ryzykiem oraz planów reagowania kryzysowego.

W badaniach Hebby i współautorów [4] podkreślono z kolei szczególną przydatność metody drzewa zdarzeń w kontekście oceny ryzyka zawodowego. Autorzy zwrócili uwagę na możliwość wykorzystania tej metody do ustalenia prawdopodobieństwa wystąpienia szkody na zdrowiu pracownika w wyniku zdarzenia inicjującego. Modelowanie kolejnych następstw zdarzeń w strukturze drzewa pozwala na wyznaczenie logicznej i przejrzystej sekwencji skutków oraz ich wzajemnych zależności, co stanowi istotną wartość w kontekście opracowywania procedur bezpieczeństwa pracy.

Zastosowanie metody ETA w analizie zagrożeń pożarowych zaprezentował również Wolanin [5]. Autor ten zintegrował analizę drzewa zdarzeń z wynikami uzyskanymi przy zastosowaniu metody drzewa błędów (FTA), badając proces rozprzestrzeniania się dymu poza strefę pożaru. Otrzymane wyniki wykorzystano następnie w analizie skutków pożaru z uwzględnieniem możliwych scenariuszy jego rozwoju oraz wpływu na bezpieczeństwo ludzi i infrastrukturę. Praca ta wskazuje na możliwość synergicznego stosowania różnych metod analizy ryzyka w celu uzyskania bardziej kompleksowego i wiarygodnego obrazu zagrożeń.

Tuncel i współautorzy [6] zastosowali rozszerzoną analizę drzewa zdarzeń (ETA) w połączeniu z logiką rozmytą do oceny ryzyka pożaru w maszynowni statku, uwzględniając prawdopodobieństwa awarii systemów detekcji i gaszenia oraz oceniając skutki i rekomendując działania minimalizujące ryzyko. Metoda ETA znalazła również zastosowanie w ocenie ryzyka pożarów lasów i obszarów miejskich jako analiza *wild-fire* dla miasta. Alam i Sadiq [7] zintegrowali model drzewa zdarzeń z systemami GIS oraz symulacjami Monte Carlo w celu klasyfikacji obszarów według poziomu ryzyka oraz przyczyn społecznych i technicznych. Korhonen i inni [8] opracowali metodę *time-dependent event trees*, w której drzewo zdarzeń jest dzielone na przedziały czasowe; pożar traktowany jest jako proces stochastyczny (łańcuch Markowa), a prawdopodobieństwa rozgałęzień powiązane z macierzami transferu, co umożliwia analizę rozwoju pożaru w czasie i ocenę strat. Abdelghany i zespół [9] stworzyli narzędzie ETMA, które automatyzuje konstrukcję, redukcję i probabilistyczną analizę pełnych modeli ETA dla systemów energetycznych, umożliwiając generowanie kompletnych drzew zdarzeń oraz symulacje prawdopodobieństw skutków.

Przytoczone przykłady potwierdzają, że metoda drzewa zdarzeń znajduje zastosowanie w różnorodnych kontekstach analizy ryzyka – od środowisk przemysłowych, przez systemy transportowe, aż po ochronę środowiska i zdrowia pracowników. Elastyczność oraz możliwość adaptacji do specyfiki analizowanego zagrożenia czynią ją wartościowym narzędziem zarówno w badaniach naukowych, jak i w praktyce inżynierskiej. Co istotne, ETA może być skutecznie wykorzystywana nie tylko do oceny aktualnego poziomu ryzyka, ale również jako narzędzie wspomagające projektowanie systemów bezpieczeństwa oraz podejmowanie decyzji strategicznych w zakresie zarządzania ryzykiem.

3. Metoda ETA – konstrukcja drzewa

Metoda ETA (Event Tree Analysis) stanowi jedno z uznanych narzędzi analitycznych stosowanych do

oceny zagrożeń w środowisku pracy. Jej podstawową funkcją jest modelowanie sekwencji zdarzeń następujących po tzw. zdarzeniu inicjującym, które może doprowadzić do wystąpienia skutków niepożądanych, w tym szkód na zdrowiu pracowników [10]. Konstrukcja drzewa zdarzeń umożliwia identyfikację wszystkich potencjalnych scenariuszy rozwoju sytuacji w oparciu o określone mechanizmy przyczynowo-skutkowe. Model ten ma charakter graficzny i bazuje na strukturze rozgałęziającej się, w której każdemu węzłowi przypisuje się możliwe warianty przebiegu analizowanego procesu. W klasycznym ujęciu rozgałęzienia mają charakter binarny, tj. uwzględniają wystąpienie danego zdarzenia lub jego brak. Jednak dopuszczalne są również warianty z większą liczbą następstw jednego zdarzenia pod warunkiem wzajemnego ich wykluczania, co zapewnia spójność logiczną modelu (rys. 1).

Zdarzenia w scenariuszach mogą być dwójakiego rodzaju:

- statyczne, czyli wykazujące posiadanie/nieposiadanie jakiejś cechy, stanu;
- kinetyczne, czyli takie, które wskazują na zmianę stanu lub z posiadania na nieposiadanie jakiejś cechy (lub odwrotnie) [11].

Analizując sytuację przebiegu zagrożenia w tworzonych drzewach zdarzeń, ze względu na rodzaje związków występujących pomiędzy zdarzeniami można wyróżnić trzy rodzaje scenariuszy:

- z powiązaniami przyczynowymi między zdarzeniami, co skutkuje zależnościami statystycznymi między nimi;
- bez powiązań przyczynowych między zdarzeniami, czyli niezależnością statystyczną;
- jako kombinacja dwóch wskazanych zależności między zdarzeniami.

Doznanie przez pracownika urazu jest zatem wynikiem połączonych zdarzeń, z których każde jest następstwem poprzedniego i przyczyną następnego. Jak już wcześniej zaznaczono, zazwyczaj każde zdarzenie w strukturze drzewa posiada dwa odgałęzienia: jedno odpowiadające pomyślnemu przebiegowi zdarzenia (sukces) i drugie – jego niepowodzeniu. Dzięki prześledzeniu odpowiednich ścieżek w drzewie możliwe jest oszacowanie prawdopodobieństw zarówno dla zdarzeń pośrednich, jak i końcowych. Ważną cechą analizy jest fakt, iż suma prawdopodobieństw zdarzenia i jego alternatywy (braku jego wystąpienia) w ramach jednego węzła musi wynosić jeden, co odzwierciedla zasadę pełnej przestrzeni zdarzeń [12].

Prawdopodobieństwo zdarzenia końcowego oblicza się jako iloczyn prawdopodobieństw wszystkich zdarzeń poprzedzających. Analogicznie należy postępować przy kalkulacji prawdopodobieństwa zdarzenia pośredniego.

$$p_n(W_i) = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_j \cdot p_k(W_i) \quad (1)$$

gdzie:

- W_i – określona kategoria szkody na zdrowiu,
- p_n – prawdopodobieństwo wystąpienia określonej kategorii szkody w wyniku realizacji scenariusza dotyczącego danego zagrożenia,
- p_j – prawdopodobieństwo zdarzeń w scenariuszu dotyczącym danego zagrożenia, doprowadzającym do szkody W_i ,

$p_k(W_i)$ – prawdopodobieństwo szkody W_i dotyczącej danego zagrożenia.

Prawdopodobieństwo wystąpienia szkody na zdrowiu zdefiniowanej odpowiednią kategorią oblicza się, mnożąc prawdopodobieństwo scenariusza prowadzącego do szkody i prawdopodobieństwo tej szkody. W kontekście analizy zagrożeń dla zdrowia pracownika skutki zdarzeń mogą zostać sklasyfikowane w pięciu kategoriach [1]:

- W_0 – brak urazu,
- W_1 – uraz skutkujący niezdolnością do pracy do 33 dni,
- W_2 – uraz powodujący niezdolność do pracy powyżej 33 dni,
- W_3 – choroba zawodowa lub trwałe inwalidztwo,
- W_4 – zgon.

Na końcowym etapie analizy modelem drzewa zdarzeń określa się kategorię szkody zdrowotnej jako efektu danego scenariusza zdarzeń. W przypadku urazów miarą skutku jest czasowa niezdolność do pracy, natomiast dla chorób zawodowych lub inwalidztwa jako kryterium oceny przyjmuje się trwałość skutku zdrowotnego.

4. Potencjał drzewa zdarzeń w ocenie ryzyka szkody na zdrowiu pracowników w górnictwie

Stanowisko pracy stanowi podstawową, najmniejszą i funkcjonalnie niepodzielną jednostkę organizacyjną w strukturze przedsiębiorstwa. Jego specyfikę determinują współistniejące elementy, takie jak: aktywność ludzka, rozmieszczenie techniczne i organizacyjne poszczególnych składników, eksploatacja maszyn i urządzeń oraz oddziaływanie czynników środowiskowych, zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych [13]. W kontekście oceny ryzyka zawodowego takie ujęcie stanowiska pracy pozwala na kompleksową analizę potencjalnych zagrożeń, które – zgodnie z definicją zawartą w normie PN-N-18002:2011 [14] – mogą prowadzić do wystąpienia niepożądanych zdarzeń skutkujących stratami, w szczególności w postaci uszczerbku na zdrowiu pracownika. W praktyce podkreśla się, że ryzyko zawodowe:

- wynika z ekspozycji pracownika na zagrożenie;
- może skutkować uszczerbkiem na zdrowiu, chorobą zawodową lub wypadkiem;
- powinno być identyfikowane, oceniane i redukowane.

Zgodnie z podejściem przyjętym w niniejszym artykule ryzyko zawodowe rozumiane jest jako kombinacja prawdopodobieństwa wystąpienia szkody na zdrowiu oraz jej potencjalnych konsekwencji, uwzględniająca sekwencję zdarzeń prowadzących do danego skutku. Taka perspektywa analizy, oparta na strukturze stanowiska pracy i scenariuszy rozwoju zagrożeń, umożliwia precyzyjne identyfikowanie miejsc newralgicznych, w których ekspozycja na zagrożenia jest szczególnie wysoka, co z kolei sprzyja racjonalnemu zarządzaniu ryzykiem i podejmowaniu adekwatnych działań prewencyjnych, przerywających łańcuch niekorzystnych zdarzeń w drzewie.

Istotną kwestią dla dokonania rzeczowej identyfikacji zagrożeń, a także pozyskania szczegółowych informacji o zagrożeniach występujących na konkretnym stanowisku pracy jest zebranie odpowiednich danych, które umożliwią określenie:

- okoliczności każdego zidentyfikowanego zagrożenia,
 - częstotliwości aktywizacji zagrożenia,
 - rodzajów urazów w przypadku wystąpienia zagrożenia,
- oraz
- stosowanych dotychczas działań profilaktycznych.

Pozyskanie wskazanych danych determinuje użycie metody ETA przy jednoczesnej modyfikacji oraz dostosowaniu przyjmowanych wartości do rzeczywistych warunków i specyfiki analizowanych prac w górnictwie, co prezentuje tab. 1. W kolejnej części zostały przytoczone analizy metodą ETA dwóch zagrożeń występujących na stanowiskach pracy w górnictwie.

4.1. Zagrożenie pożarowe – operator wozu wierząco-kotwiącego w kopalni podziemnej

Do przedmiotowej analizy wybrano stanowisko operatora samojezdnego wozu wierząco-kotwiącego pracującego przy eksploatacji rud miedzi i wskazano jedno z istotniejszych zagrożeń zidentyfikowanych w środowisku pracy kopalni podziemnej, jakim jest występowanie pożaru. Zagrożenie to ma charakter pośrednio-technologiczny, wynika z eksploatacji maszyn i urządzeń górniczych w podziemnych wyrobiskach zakładów górniczych rud, a także obecności materiałów łatwo palnych (oleje hydrauliczne, paliwa, smary, tworzywa sztuczne) w bezpośrednim otoczeniu miejsca pracy.

Operator wozu wierząco-kotwiącego wykonuje szereg czynności technologicznych, które niosą potencjalne ryzyko związane z wystąpieniem pożaru, w tym:

- obsługa układów hydraulicznych pod ciśnieniem – możliwość nieszczelności, wycieków oleju i nagrzewania się elementów systemu;
- praca z urządzeniami elektrycznymi pod napięciem – ryzyko iskrzenia, zwarcie, przegrzewania się instalacji;
- wiercenie otworów i kotwienie przy znacznych obciążeniach – prowadzi do wzrostu temperatury w rejonie pracy głowicy wierzącej;
- tankowanie paliwa lub obsługa elementów układu zasilania w warunkach ograniczonej wentylacji – możliwość emisji łatwo palnych oparów;
- parkowanie maszyny w miejscach niewystarczająco zabezpieczonych przeciwpożarowo – brak stałych systemów detekcji i gaszenia ognia.

Jako zdarzenie inicjujące przyjęto wystąpienie źródła wysokiej temperatury (np. iskrzenie instalacji elektrycznej, przegrzanie układu hydraulicznego, zwarcie w systemie sterowania, nieszczelność układu paliwowego) w bliskiej odległości od materiałów palnych lub samej maszyny. Może to prowadzić do zapłonu i zdarzenia o charakterze pożarowym. W toku rozwoju scenariusza zagrożenia wyróżniono takie o zdarzenia następujące:

- zapłon materiałów palnych lub pożar wozu – rozprzestrzenienie się ognia na elementy maszyny, takie jak układ hydrauliczny, kabina operatora, przewody zasilające, elementy wyposażenia technicznego;
- niemożność opanowania pożaru przy użyciu dostępnych środków gaśniczych – nieskuteczność podręcznych środków ochrony przeciwpożarowej (gaśnice proszkowe, zestawy pianowe), np. z powodu

► Tab. 1. Zbiorcze dane dotyczące identyfikacji i oceny zagrożeń na potrzeby użycia metody ETA na analizowanych górniczych stanowiskach pracy

► Table 1. Aggregate data on hazard identification and assessment for the purposes of using the ETA method at the analyzed mining workplaces

ARKUSZ IDENTYFIKACJI I OCENY ZAGROŻEŃ NA STANOWISKACH PRACY																	
Lp.	Nazwa zagrożenia	Występowanie		Opis			Częstotliwość występowania						Rodzaj urazu				Profilaktyka
	Wskazanie występowania czynnika w środowisku pracy powodującego zagrożenie	NIE	TAK	Określenie okoliczności zagrożenia			Określenie częstotliwości aktywizacji zagrożenia (jak często pracownik ma kontakt z potencjalnym zagrożeniem, jak często jest narażony)						Określenie udziału procentowego rodzajów urazu (W ₁ + W ₂ + W ₃ + W ₄ = 100%)				Określenie podjętych działań (możliwych do stosowania)
		(0 lub 1)	(0 lub 1)	(0 lub 1)						(w %)							
Operator samojazdnej maszyny wierząco-kotwiącej – kopalnia podziemna																	
1.	Pożar/otwarty ogień	0	1	stosowane maszyny i urządzenia	materiały łatwo palne	gazy palne	raz na dzień	raz na tydzień	raz na miesiąc	raz na rok	raz na 10 lat	rzadziej	niezdolność do pracy do 33 dni	niezdolność do pracy powyżej 33 dni	inwalidztwo/choroba zawodowa	śmierć	pomiar środków; plan ratownictwa; instalacje gaśnicze; ochrona dróg oddechowych
Operator ładowarki – kopalnia odkrywkowa																	
2.	Używanie materiałów wybuchowych	0	1	transport MW	roboty strzałowe	niewypał	raz na dzień	raz na tydzień	raz na miesiąc	raz na rok	raz na 10 lat	rzadziej	niezdolność do pracy do 33 dni	niezdolność do pracy powyżej 33 dni	inwalidztwo/choroba zawodowa	śmierć	poprawne wykonywanie robót strzał.; przestrzeganie instrukcji dotyczących transportu, przechowywania i używania MW

- ograniczonego dostępu do źródła ognia lub szybkości jego rozprzestrzeniania się;
- brak możliwości bezpiecznego wycofania się operatora z rejonu zagrożenia – wynikający z zadymienia, wysokiej temperatury, odcięcia dróg ewakuacyjnych lub awarii systemu komunikacji i alarmowania.
- W celu minimalizacji ryzyka operator zobowiązany jest do:
- codziennej kontroli stanu technicznego układów elektrycznych i hydraulicznych,
 - użytkowania maszyny zgodnie z instrukcją eksploatacji oraz procedurami bhp,
 - znajomości lokalizacji i sposobu użycia podręcznych środków gaśniczych,
 - utrzymywania czystości w obrębie maszyny (usuwanie nagromadzonych olejów, smarów, odpadów),
 - bezwzględnego przestrzegania zakazu palenia tytoniu oraz stosowania otwartego ognia w rejonach zagrożonych.

Rys. 2 ilustruje przebieg scenariusza zagrożenia pożarowego wraz z wartościami liczbowymi przyjętymi w drzewie.

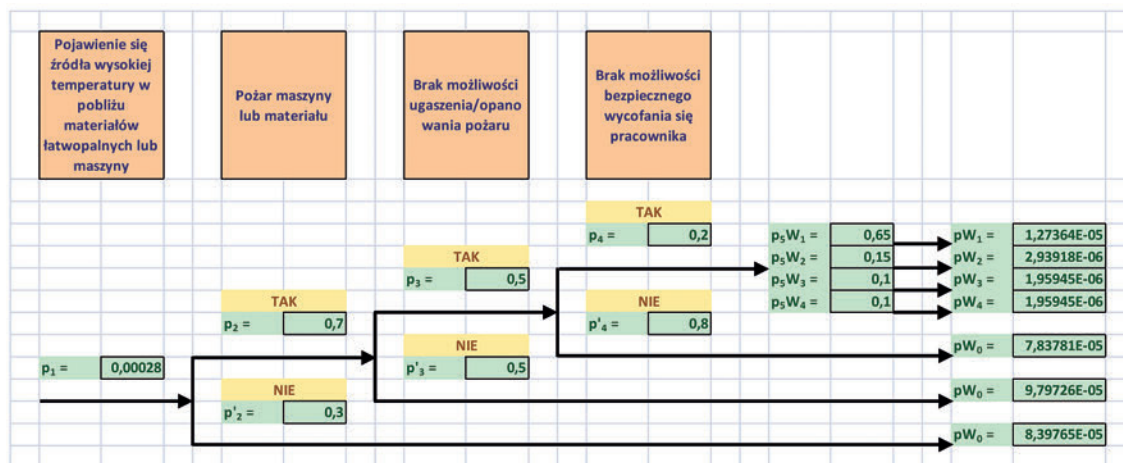
Przewidywany rozkład szacowanego ryzyka wystąpienia rozmiaru szkody na zdrowiu pracownika przy realizacji scenariusza „pożar egzogeniczny” przedstawia rys. 3.

Analiza rozpatrywanego scenariusza zagrożenia oraz uzyskany rozkład szacowanego ryzyka wskazują, że najwyższe prawdopodobieństwo przypisane jest wystąpieniu skutku w postaci krótkotrwałej niezdolności do pracy (W1). Pozostałe skutki zdrowotne, tj. długotrwała niezdolność do pracy (W2), trwałe inwalidztwo (W3) i zgon (W4), odznaczają się istotnie niższym i względnie zbliżonym poziomem ryzyka.

4.2. Zagrożenie związane z MW – operator ładowarki w kopalni odkrywkowej

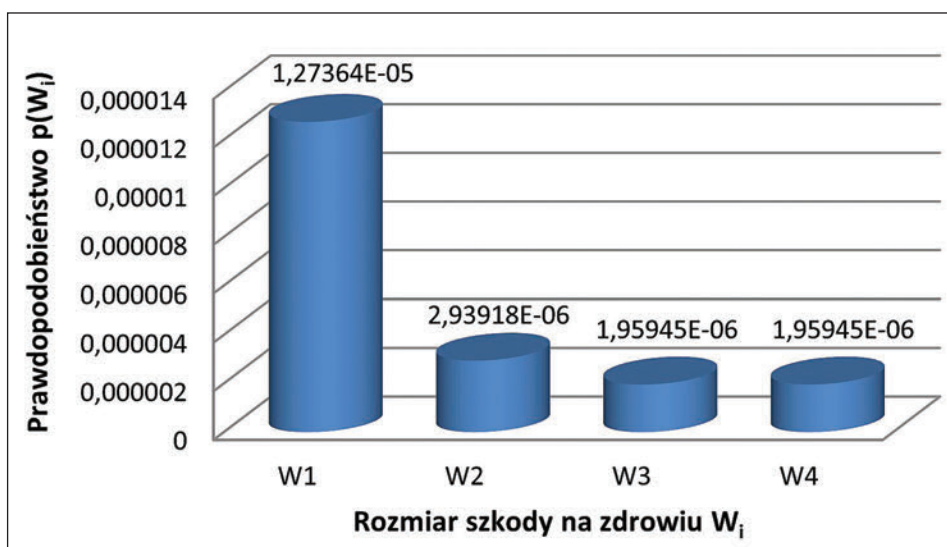
W ramach analizy metodą drzewa zdarzeń dotyczącej identyfikacji i oceny ryzyka zawodowego dla

stanowiska operatora ładowarki kołowej w górnictwie odkrywkowym jednym z istotnych zagrożeń jest to związane z obecnością materiałów wybuchowych w miejscu pracy. Zagrożenie to jest szczególnie istotne w kontekście możliwości występowania niewypałów – pozostałości materiałów wybuchowych, które nie uległy detonacji podczas prowadzonych wcześniej eksploatacyjnych robót strzałowych. Czynnikiem ten stanowi potencjalne źródło wypadków ciężkich lub śmiertelnych ze względu na możliwość niespodziewanej eksplozji ładunku w momencie kontaktu z elementami roboczymi ładowarki. W warunkach wyrobisk odkrywkowych operator wykonuje czynności załadunku skał z przodków, hałd lub zwalów, które mogą zawierać niewidoczne dla oka pozostałości ładunków strzałowych. Szczególnie narażone na to ryzyko są stanowiska pracy, gdzie nie wdrożono skutecznych procedur oczyszczania przodków po odstrzałach lub gdzie występują zakłócenia w komunikacji pomiędzy służbami strzałowymi a brygadą maszynową.



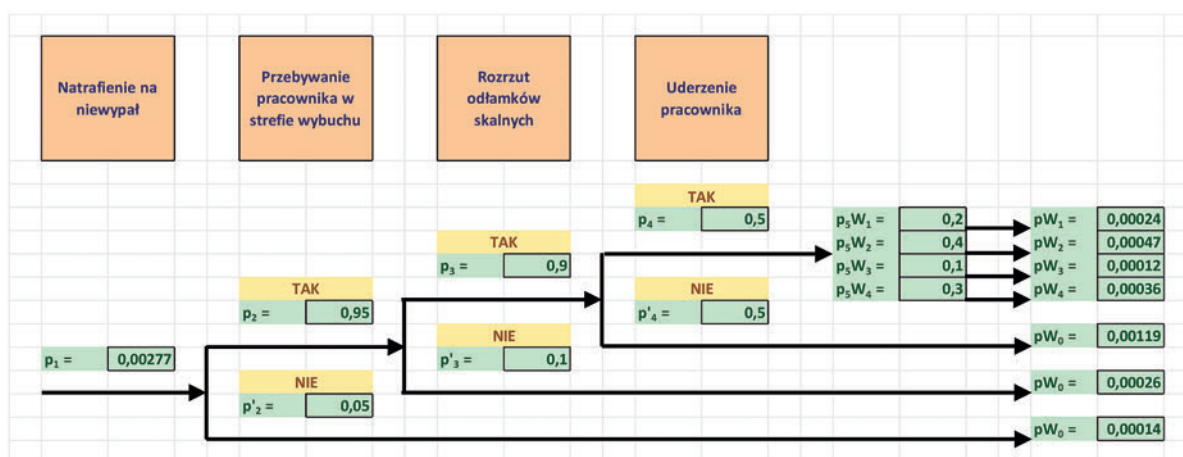
► Rys. 2. Drzewo zdarzeń dla zagrożenia „pożar egzogeniczny” – operator wozu wierząco-kotwiącego

► Fig. 2. Event tree for the hazard “exogenous fire” – drilling and bolting machine operator



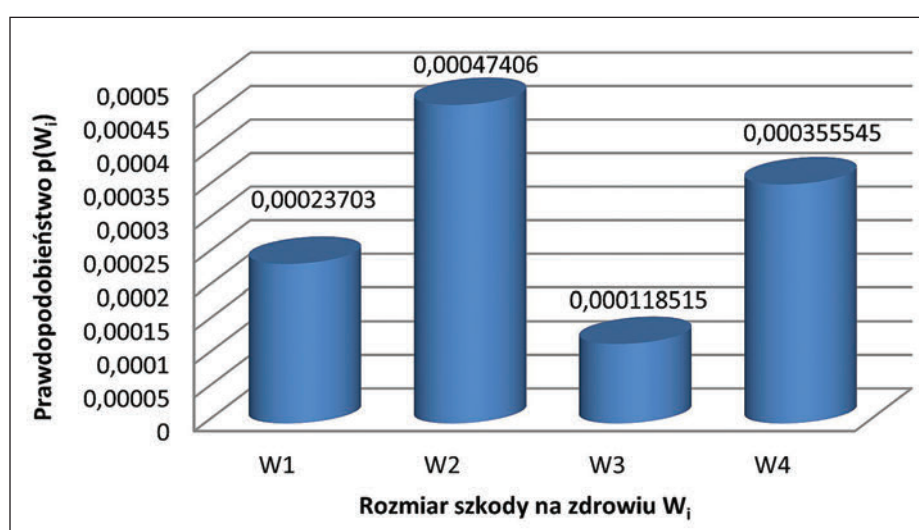
► Rys. 3. Przewidywany rozkład szacowanego ryzyka wystąpienia rozmiaru szkody na zdrowiu pracownika przy realizacji scenariusza „pożar egzogeniczny” – operator wozu wierząco-kotwiącego

► Fig. 3. Predicted distribution of the estimated risk of damage to employee health in the “exogenous fire” scenario – drilling and bolting machine operator



► Rys. 4. Drzewo zdarzeń dla zagrożenia „używanie materiałów wybuchowych” – operator ładowarki

► Fig. 4. Event tree for the hazard “use of explosives” – loading machine operator



► Rys. 5. Przewidywany rozkład szacowanego ryzyka wystąpienia rozmiaru szkody na zdrowiu pracownika przy realizacji scenariusza „używanie materiałów wybuchowych” – operator ładowarki

► Fig. 5. Predicted distribution of the estimated risk of damage to employee health in the “use of explosives” scenario – loading machine operator

W praktyce czynności zawodowe operatora ładowarki, które zwiększają ryzyko wystąpienia opisanego scenariusza, obejmują przede wszystkim:

- załadunek urobku z przodków bez wcześniejszego, potwierdzonego protokołem oczyszczenia z niewypałów przez służby strzałowe;
- przemieszczanie się po rejonach objętych wcześniejszymi robotami strzałowymi bez stosownego oznakowania stref niebezpiecznych;
- niestosowanie się do procedur wyznaczania czasów i stref bezpiecznego powrotu po strzelaniu (tzw. „czas wyczekiwania”);
- prace w warunkach ograniczonej widoczności, w tym przy znacznym zapyleniu, mgłach pyłowych lub w godzinach zmniejszonej widoczności diennej.

Zdarzeniem inicjującym rozwój scenariusza zagrożenia jest natrafienie przez łyżkę ładowarki lub inny element roboczy maszyny na niewypał. Może

ono nastąpić zarówno w trakcie załadunku urobku, jak i podczas profilowania skarp czy przemieszczania masy skalnej w rejonie świeżo odstrzelonym. Wskutek mechanicznego uszkodzenia niewypału może dojść do jego niekontrolowanej detonacji. W dalszej sekwencji zdarzeń wyróżnia się trzy główne następstwa:

- przebywanie pracownika w strefie wybuchu – operator znajduje się w kabinie maszyny bezpośrednio nad miejscem detonacji lub w jego pobliżu. Pomimo stosowania konstrukcji ochronnych (np. kabiny) siła wybuchu może doprowadzić do uszkodzeń strukturalnych maszyny lub przedostania się odłamków do wnętrza kabiny;
- ruch mas skalnych – gwałtowne rozprężenie gazów powybuchowych powoduje przemieszczenie urobku, jego wtórne rozkruszenie i rozrzut materiału skalnego w niekontrolowanych kierunkach, co może stanowić bezpośrednie zagrożenie dla operatora i innych pracowników w rejonie;

- uderzenie pracownika – może nastąpić w wyniku działania fali uderzeniowej, uderzenia odłamkiem skały lub uszkodzonym fragmentem maszyny, a także przez przewrócenie się ładowarki, jeśli doszło do detonacji pod jej konstrukcją nośną.

Należy również podkreślić, że zagrożenie to jest często trudne do wykrycia bezpośrednio przez operatora, gdyż nie ma on możliwości oceny składu skały załadowywanej do łyżki maszyny, co jeszcze bardziej uwypukla znaczenie działań profilaktycznych na poziomie organizacyjnym i systemowym.

Przebieg omawianego scenariusza wraz z wartościami liczbowymi obrazuje rys. 4, a przewidywany rozkład szacowanego ryzyka szkody na zdrowiu pracownika, wynikającego z wystąpienia scenariusza „używanie materiałów wybuchowych”, rys. 5.

Z przeprowadzonej analizy scenariusza zagrożenia oraz oszacowanego rozkładu ryzyka wynika, że najbardziej prawdopodobną konsekwencją dla zdrowia pracownika jest długotrwała niezdolność do pracy (W2). W dalszej kolejności, z mniejszym prawdopodobieństwem wystąpienia, klasyfikują się: zgon pracownika (W4), krótkotrwała niezdolność do pracy (W1) oraz trwałe inwalidztwo (W3).

5. Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiono zastosowanie metody ETA (Event Tree Analysis) jako narzędzia oceny ryzyka zawodowego w zakładach górniczych. Omówiono sposób budowy scenariuszy zdarzeń inicjujących, analizę skuteczności barier technicznych i organizacyjnych oraz możliwości ilościowego szacowania ryzyka. Szczególną uwagę poświęcono przydatności tej metody w kontekście zagrożeń, takich jak pożary czy obecność niewypałów, występujących na stanowiskach operatorów zarówno w górnictwie podziemnym, jak i odkrywkowym. Scenariusze zagrożeń tworzone metodą drzewa zdarzeń stwarzają potencjał w postaci:

- przebiegu analizowanych zagrożeń jako sekwencji zdarzeń niepożądanych,
- uzyskania wyników ilościowych ryzyka szkody na zdrowiu,

- wskazania możliwych środków ochronnych,
- wspomagania procesu identyfikacji przyczyn i badania okoliczności wypadków przy pracy [15].

Zaletą ETA jest jej zdolność do jasnej i przejrzystej wizualizacji możliwych scenariuszy rozwoju zagrożeń, co ułatwia identyfikację luk w systemach bezpieczeństwa oraz podejmowanie świadomych decyzji prewencyjnych. Dzięki strukturze umożliwiającej analizę różnych wariantów działania i zaniechania barier ochronnych ETA pozwala na uwzględnienie złożonych interakcji między zdarzeniami. Może być skutecznie stosowana zarówno w ocenie ryzyka operacyjnego (bieżącego), jak i na etapie projektowania nowych rozwiązań technologicznych czy organizacyjnych. Ponadto wyniki analizy można wykorzystywać do doskonalenia procedur, planowania działań awaryjnych i wspomagania szkoleń z zakresu bezpieczeństwa.

Metoda ta nie jest pozbawiona ograniczeń. Jej efektywność zależy w dużej mierze od jakości danych wejściowych – zarówno w zakresie prawdopodobieństw zdarzeń, jak i oszacowań potencjalnych skutków. Dodatkowo liczba możliwych scenariuszy wzrasta wraz z liczbą analizowanych barier, co może prowadzić do nadmiernej złożoności oraz utrudniać interpretację wyników. Należy również podkreślić, że ETA skupia się wyłącznie na skutkach zdarzeń inicjujących, bez analizy ich przyczyn źródłowych. Zastosowanie tej metody wymaga także specjalistycznej wiedzy oraz doświadczenia, a sam proces bywa czasochłonny, zwłaszcza w środowiskach o wysokiej zmienności operacyjnej.

Podsumowując, analiza drzewa zdarzeń stanowi użyteczne i elastyczne narzędzie w zarządzaniu bezpieczeństwem pracy w górnictwie, umożliwiające ilościowe i scenariuszowe podejście do oceny ryzyka zawodowego. Skuteczne wdrożenie tej metody wymaga jednak odpowiedniego przygotowania analitycznego oraz – w wielu przypadkach – wsparcia innymi metodami identyfikacji i analizy zagrożeń, takimi jak FTA czy HAZOP. Tylko takie podejście może zapewnić pełne i wiarygodne odwzorowanie rzeczywistego poziomu ryzyka w skomplikowanych systemach techniczno-organizacyjnych, jakimi są współczesne zakłady górnicze.

Abstract: The article presents the application of the event tree analysis (ETA) method as an advanced tool supporting the processes of analysis, forecasting, and assessment of occupational hazards in the context of systematic occupational safety management. The ETA method, based on the logical structure of events and their possible consequences, enables the identification of critical points in the work environment, including potential human errors, technical failures, organizational shortcomings, and the impact of adverse environmental factors. Attention was drawn to the interdisciplinary possibilities of using this method – from the identification and assessment of occupational risks, through the rational selection of protective measures, to support in accident investigations and the design of effective prevention strategies. The practical application of the event tree method is presented using the example of an analysis of two mining workstations: a drilling and anchoring machine operator in an underground mine, where a fire hazard was identified due to the presence of flammable materials, and a wheel loader operator in open-pit mining, exposed to contact with unexploded ordnance. In both cases, an important issue in the construction of scenarios was the collection of relevant data in the form of: the circumstances of each identified hazard, the frequency of activation of the hazard, the types of injuries in the event of a hazard, and the preventive measures used to date. It has been shown that ETA can be an effective tool for reducing risk and improving occupational safety in mining companies.

Literatura

1. Korzeniowski W., Nowak-Senderowska D., Algorytm oceny zagrożeń zawodowych na górnim stanowisku pracy. „Rudy i Metale Nieżelazne Recykling”, r. 59, nr 10, 2014, s. 481–488.
2. Przybyła H., Korban Z., Wybrane aspekty wykorzystania metod badań operacyjnych w procesie szacowania ryzyka zawodowego. „Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Górnictwo”, z. 270, 2005, s. 307–316.
3. Findeisen W., Analiza systemowa – podstawy i metodologia. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1985.
4. Hebda A., Nowak D., Stryczek Z., Gonet R., Ilościowe metody szacowania ryzyka szkody na zdrowiu w górnictwie. „Przegląd Górniczy”, t. 65, nr 3–4, 2009, s. 62–73.
5. Wolanin J., Ocena ryzyka pożarowego. Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej Scenariusze Pożarowe a Inżynieria Bezpieczeństwa Pożarowego, Zakopane 2006, s. 7–15.
6. Tuncel A.L., Akyuz E., Arslan Ö., An extended event tree risk analysis under fuzzy logic environment: The case of fire in ship engine room. „Journal of ETA Maritime Science”, 9 (3), 2021, s. 210–220.
7. Alam M.S., Sadiq R., Application of Event Tree Analysis in Wild-Fire Risk Assessment for the City of Kelowna. „International Journal of Fire Science and Engineering”, 27 (3), 2013, s. 1–13.
8. Korhonen T., Hietaniemi J., Baroudi D., Kokkala M., Time-dependent event-tree method for fire risk analysis: Tentative results. „Fire Safety Science”, 7, 2003, s. 321–332.
9. Abdelghany M., Ahmad W., Tahar S., Nethula S., ETMA: A new software for event tree analysis with application to power protection. Electrical Engineering and Systems Science, arXiv preprint arXiv:2006.12383, 2020.
10. Marhavi P.K., Koulouriotis D.E., Mitakas C., Fault- and event-tree techniques in occupational health-safety systems – Part I: Integrated risk-evaluation scheme. „Environmental Engineering and Management Journal”, 13 (8), 2014, s. 2097–2108.
11. Pszczotowski T., Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji. Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1978.
12. Mareş R.E., Nagy M., Radu I.R., Using the event tree analysis in the investigation of a work accident. MATEC Web of Conferences, volume 305. SESAM 2019 Symposium, 2020.
13. Sajkiewicz A., Harmonizacja pracy: czynniki społeczne, ekonomiczne i organizacyjne, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1986.
14. PN-N-18002:2011 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego. PKN, Warszawa.
15. Burtan Z., Schmidt-Polończyk N., Nowak-Senderowska D., Wykorzystanie modelu drzewa zdarzeń do tworzenia scenariuszy zagrożeń w górnictwie. „Inżynieria Mineralna”, r. 18, nr 2 (40), 2017, s. 163–170.

Analiza stanu i przyczyny zagrożenia tąpaniami w kopalniach węgla kamiennego w latach 2015–2024

dr hab. inż. Zbigniew BURTAN¹, prof. AGH
dr hab. inż. Dariusz CHLEBOWSKI, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie
dr inż. Zbigniew RAWICKI
Wyższy Urząd Górniczy w Katowicach

TREŚĆ: W artykule przedstawiono stan zagrożenia sejsmicznego i tąpaniami w kopalniach węgla kamiennego. W oparciu o zdefiniowane wskaźniki sejsmiczności oraz wypadkowości w wyniku tąpiń i odprężeń, odnoszące się do całkowitego wydobycia i wydobycia z pokładów zagrożonych tąpaniami, przeprowadzono analizę zmian poziomu zagrożenia tąpaniami w latach 2015–2024. Wskazując na przyczyny wysokiego poziomu tego zagrożenia, odniesiono się do warunków geologiczno-górnictwowych, takich jak: głębokość eksploatacji, grubowarstwowa budowa górotworu, zaburzenia geologiczne, zaszłości eksploatacyjne i obszary resztkowe. Zwrócono uwagę na wpływ odwadniania likwidowanych zbiorników wodnych w sąsiedztwie prowadzenia robót górniczych na aktywność sejsmiczną górotworu.

SŁOWA KLUCZOWE: górnictwo węgla kamiennego, sejsmiczność i zagrożenie tąpaniami, wypadkowość, warunki geologiczno-górnictwowe

1. Wstęp

Przez zagrożenia naturalne w górnictwie rozumie się zagrożenia, których źródłem są naturalne cechy i właściwości górotworu, a ich ujawnienie w wyrobiskach górniczych, w tym w atmosferze kopalnianej, jest wynikiem prowadzenia robót górniczych. Polskie górnictwo węgla kamiennego charakteryzuje się występowaniem wszystkich typowych dla górnictwa podziemnego zagrożeń naturalnych. Jak wynika z ustawy – Prawo geologiczne i górnicze [1], należą do nich zagrożenia: tąpaniami, metanowe, wyrzutami gazów i skał, wybuchem pyłu węglowego, klimatyczne, wodne i substancjami promieniotwórczymi. Jakkolwiek przepisy górnicze nie uwzględniają pośród zagrożeń naturalnych zagrożenia pożarami endogenicznymi, to przytoczona definicja zagrożeń naturalnych i źródła tego zagrożenia, w tym naturalna skłonność węgla do samozapalenia, pozwala również rozpatrywać to zagrożenie jako naturalne [2].

Jedno z wiodących zagrożeń naturalnych w polskich kopalniach węgla kamiennego, obok metanowego i pożarami endogenicznymi, stanowi zagrożenie tąpaniami, które w ostatnich latach, tak pod względem liczby

zdarzeń, jak i wypadków śmiertelnych, jest najbardziej katastrofogeniczne (tab. 1 i 2) [3, 4].

W latach 2020–2024 w wyniku ujawniania się zagrożeń naturalnych miało miejsce 48 niebezpiecznych zdarzeń, do których należały: zapalenia i wybuchy metanu (10), tąpienia i odprężenia (25) oraz pożary endogeniczne (13). Spowodowały one łącznie 172 wypadki, w tym najwięcej w wyniku tąpiń i odprężeń (116).

Zagrożenie tąpaniami to możliwość wystąpienia w górotworze lub skałach skłonnych do tąpań wstrząsu, odprężenia lub tąpienia w wyrobisku lub w jego otoczeniu w rezultacie niekorzystnych warunków górniczo-geologicznych. Zagrożenie to jest następstwem występowania zagrożenia sejsmicznego, stąd tąpienie lub odprężenie w wyrobisku jest zjawiskiem dynamicznym spowodowanym wstrząsem górotworu, w wyniku którego wyrobisko uległo zniszczeniu lub uszkodzeniu. Innymi słowy, tąpienie lub odprężenie to szczególny przypadek wstrząsu, ze skutkami w wyrobisku górniczym. Miara wielkości wstrząsu jest wartość wyemitowanej energii sejsmicznej, zaś miarą tąpienia lub odprężenia – wielkość skutków w wyrobisku i stopień pogorszenia bezpieczeństwa jego użytkowania. Tąpienie charakteryzuje się zniszczeniem wyrobiska lub jego uszkodzeniem powodującym utratę funkcjonalności lub całkowite albo znaczne pogorszenie bezpieczeń-

¹ burtan@agh.edu.pl

► **Tab. 1. Niebezpieczne zdarzenia spowodowane zagrożeniami naturalnymi w kopalniach węgla kamiennego w latach 2020–2024**

► **Table 1. Hazardous events resulting from natural hazards in Polish hard coal mines in the years 2020–2024**

Zagrożenie naturalne	Liczba zdarzeń niebezpiecznych					
	2020	2021	2022	2023	2024	2020–2024
metanowe	1	3	4	1	1	10
tąpaniami	3	3	6	2	11	25
pożarami endogenicznymi	2	2	5	0	4	13

► **Tab. 2. Wypadki spowodowane zagrożeniami naturalnymi w kopalniach węgla kamiennego w latach 2020–2024**

► **Table 2. Accident rates resulting from natural hazards in Polish hard coal mines in the years 2020–2024**

Zagrożenie naturalne	Rodzaj wypadku			
	ogółem	śmiertelne	ciężkie	lekkie ¹
metanowe	56	16	7	33
tąpaniami	116	19	2	95
pożarami endogenicznymi	0	0	0	0

¹ wypadki powodujące czasową niezdolność do pracy

stwa użytkowania. Z kolei w przypadku odprężenia wyrobisko ulega uszkodzeniu niepowodującemu lub powodującemu nieznaczną utratę funkcjonalności lub pogorszenie bezpieczeństwa [5]. Im większa energia wstrząsu i mniejsza odległość jego ogniska od wyrobiska górniczego, tym większe prawdopodobieństwo wystąpienia tąpania lub odprężenia.

Wysoki poziom zagrożenia sejsmicznego i tąpaniami w polskich kopalniach węgla kamiennego wynika w dużej mierze z prowadzenia robót górniczych w trudnych i skrzepowanych warunkach geologiczno-górniczych. Coraz większa głębokość eksploatacji, sąsiedztwo zaburzeń sedimentacyjnych i tektonicznych, a także rejony oddziaływania zaszłości eksploatacyjnych często stanowią przyczynę występowania wysokoenergetycznych wstrząsów, które niejednokrotnie skutkowały tąpaniami i odprężeniami [3, 6]. Ujawnianie się oraz zwiększanie poziomu sejsmiczności i zagrożenia tąpaniami może mieć miejsce również w rejonie odwodnienia zbiorników wodnych, w tym niżej zalegających warstw skalnych. Zagrożenie tąpaniami, współwystępując z zagrożeniami metanowym i pożarami endogenicznymi, w wyniku koincydencji może spowodować wzrost ich stanu oraz zainicjować niebezpieczne zdarzenia, niejednokrotnie skutkujące wypadkami, w tym wypadkami śmiertelnymi [3].

2. Skala występowania zagrożenia sejsmicznego i tąpaniami

W 2024 r. w Polsce wydobyto 43,7 mln Mg węgla kamiennego pochodzącego z 19 kopalń, z których 18 znajduje się w obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW) [10]. Wskutek szczyptywania się złóż węgla kamiennego, a co za tym idzie – ograniczenia możliwości produkcyjnych kopalń, a także z uwagi na spadek cen węgla, wzrost kosztów wydobycia oraz mniejsze zapotrzebowanie gospodarki krajowej, będące efektem transformacji energetycznej, wydobycie w Polsce sukcesywnie spada, zmniejszeniu ulega również liczba kopalń (tab. 3) [4].

Zagrożenie tąpaniami występuje aktualnie w 15 kopalniach GZW, spośród których 10 eksploatuje pokłady zaliczone do najwyższego, czyli II stopnia zagrożenia. Wzmiankowany spadek wielkości wydobycia i liczby kopalń nie przekłada się jednak na zmniejszenie notowanej skali zagrożenia sejsmicznego i tąpaniami (tab. 4, rys. 1 i 2) [4].

W 2024 r. wydobycie z pokładów zagrożonych tąpaniami wyniosło 23,8 mln Mg (54,4% całkowitego wydobycia), w tym 5,6 mln Mg (12,6% całkowitego wydobycia) z pokładów w II, najwyższym stopniu zagrożenia [4].

► **Tab. 3. Wydobycie i liczba kopalń węgla kamiennego w latach 2015–2024**

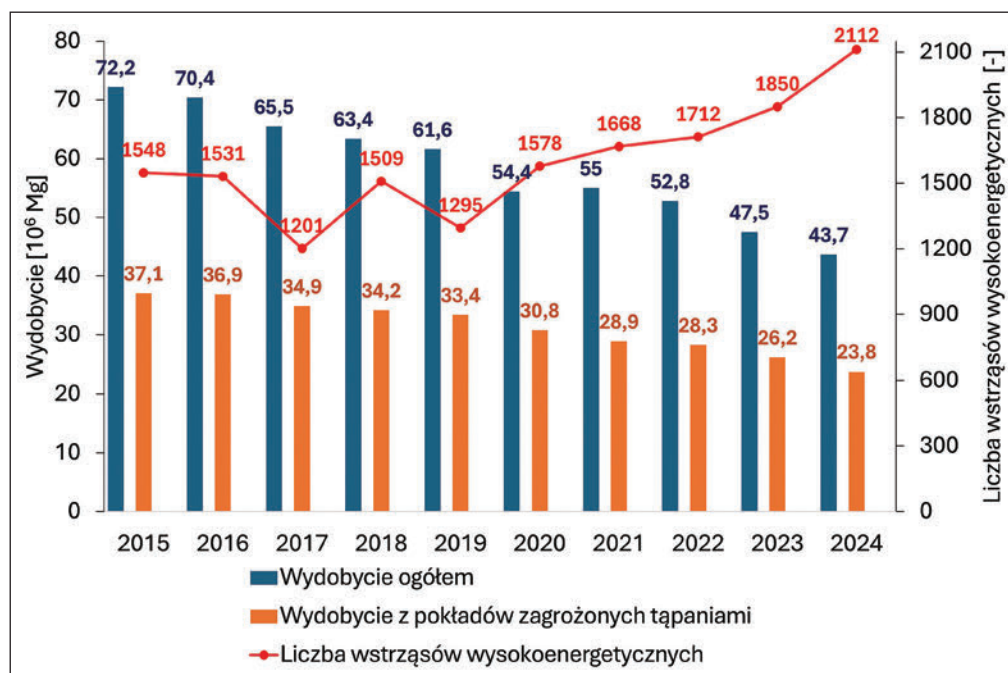
► **Table 3. Coal production and number of Polish hard coal mines in the years 2015–2024**

Rok	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Wydobycie 10 ⁶ [Mg]	72,2	70,4	65,5	63,4	61,6	54,4	55,0	52,8	47,5	43,7
Liczba kopalń	30	23	21	20	20	21	20	20	19	19

► Tab. 4. Wydobycie z pokładów zagrożonych tąpnięciami oraz sejsmiczność w latach 2015–2024

► Table 4. Production from rock burst hazard coal seams and seismic activity in the years 2015–2024

Rok	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Wydobycie 10^6 [Mg]	37,1	36,9	34,9	34,2	33,4	30,8	28,9	28,3	26,2	23,8
Udział w całkowitym wydobyciu [%]	51,5	52,4	53,3	53,9	54,2	56,6	52,5	53,5	55,2	54,4
Liczba wstrząsów o energii $\geq 10^5$ [J]	1548	1531	1201	1509	1295	1578	1668	1712	1850	2012
Energia wstrząsów jako mnożenie $\cdot 10^9$ [J]	9,70	1,88	2,11	8,74	2,21	6,44	2,45	2,48	2,85	2,90



► Rys. 1. Liczba wstrząsów wysokoenergetycznych na tle wydobycia w latach 2015–2024

► Fig. 1. Number of high-energy tremors relative to mining in the years 2015–2024

Pomimo postępującego spadku rocznego całkowitego wydobycia oraz wydobycia z pokładów zagrożonych tąpnięciami wysokoenergetyczna aktywność sejsmiczna (decydująca o wielkości zagrożenia tąpnięciami) wyraźnie wykazuje tendencję wzrostową. W ostatnich latach zagrożenie tąpnięciami objawiło się liczbą ponad 1500 wysokoenergetycznych (o energii $\geq 10^5$ J) wstrząsów oraz kilkoma tąpnięciami i odprężeniami rocznie (rys. 1) [4].

W latach 2015–2024 odnotowane tąpnięcia i odprężenia stanowiły średnio 0,3% wysokoenergetycznych wstrząsów, a wszystkie tąpnięcia wywołane były wstrząsami o energiach $>10^6$ J. W 2024 r. odnotowano największą od lat liczbę wysokoenergetycznych wstrząsów (2112) o sumarycznej energii 2,9 GJ [4].

Najwyższe sumaryczne energie wstrząsów wyemitowane w latach 2015, 2018 i 2020 były wynikiem wystąpienia wstrząsów o energii $>10^9$ J, odpowiednio w kopalniach: KWK „Wujek” ruch Śląsk ($4 \cdot 10^9$ J – tąpnięcie), KWK „Borynia-Zofiówka-Jastrzębie” ruch Zofiówka ($2 \cdot 10^9$ J – tąpnięcie) i KWK „Budryk” ($3 \cdot 10^9$ J – bez skutków) [2]. Trzeba zaznaczyć, że wstrząs o energii $4 \cdot 10^9$ J był najsilniejszym odnotowanym dotychczas w polskim górnictwie węgla kamiennego [4].

3. Analiza zmian poziomu zagrożenia sejsmicznego

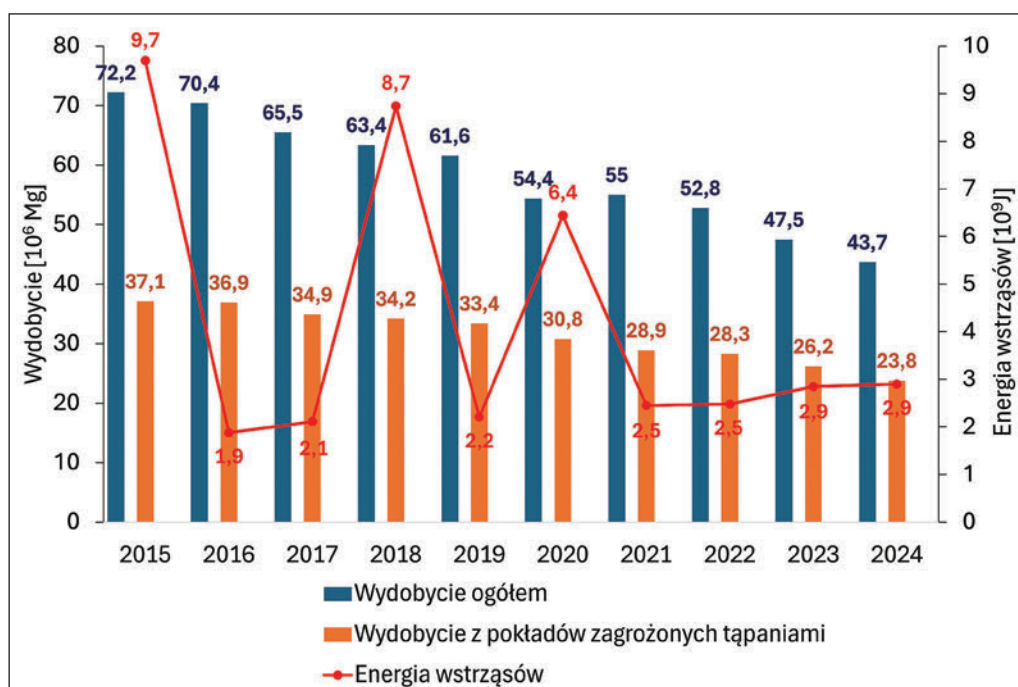
Wielkość zagrożenia sejsmicznego i tąpnięciami w polskich kopalniach węgla kamiennego analizowano w oparciu o:

- wskaźnik częstości wstrząsów [$-/10^6$ Mg] zdefiniowany liczbą wstrząsów wysokoenergetycznych względem odpowiednio: całkowitego wydobycia i wydobycia z pokładów zagrożonych tąpnięciami w danym roku;
- wskaźnik energii wstrząsów [J/Mg] zdefiniowany wielkością sumarycznej energii sejsmicznej względem odpowiednio: całkowitego wydobycia i wydobycia z pokładów zagrożonych tąpnięciami w danym roku.

Wartości tych wskaźników w latach 2015–2024 zestawiono w tab. 5, a ich zmienność zilustrowano na rys. 3 i 4.

Na podstawie analizy zmienności wskaźników sejsmiczności w latach 2015–2024 można stwierdzić:

- liczba wysokoenergetycznych wstrząsów w odniesieniu do wydobycia sukcesywnie wzrasta. Wzrost ten jest większy w odniesieniu do wydobycia z pokładów



► Rys. 2. Energia sejsmiczna wstrząsów na tle wydobywania w latach 2015–2024

► Fig. 2. Seismic energy of tremors relative to mining in the years 2015–2024

zagrożonych tąpnięciami aniżeli względem całkowitego wydobywania;

- sumaryczna wielkość wyemitowanej energii w odniesieniu do wydobywania w ostatnich czterech latach (2021–2024) sukcesywnie wzrasta (rys. 5). Wzrost ten jest większy w odniesieniu do wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami aniżeli względem całkowitego wydobywania. Duże wartości wskaźników energii w latach 2015, 2018 i 2020 są efektem wystąpienia wstrząsów o energii $>10^9$ J;
- pomimo spadku zarówno całkowitego wydobywania, jak i wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami wielkość zagrożenia sejsmicznego, a tym samym zagrożenia tąpnięciami rośnie.

4. Analiza wypadkowości w wyniku tąpnięć i odprężeń

Zagrożenie tąpnięciami w ostatnich latach spowodowało najwięcej wypadków śmiertelnych w kopalniach

węgla kamiennego oraz najwięcej wypadków pośród wszystkich zagrożeń naturalnych. W latach 2015–2024 wystąpiły 22 tąpnięcia i 29 odprężeń, w wyniku których zaistniały 222 wypadki ogółem, w tym 34 śmiertelne (tab. 6, rys. 6). W 2024 r. wystąpiły 3 tąpnięcia i 8 odprężeń, w wyniku których zaistniało 69 wypadków, w tym 7 śmiertelnych [4].

Wypadkowość w wyniku tąpnięć i odprężeń analizowano w oparciu o:

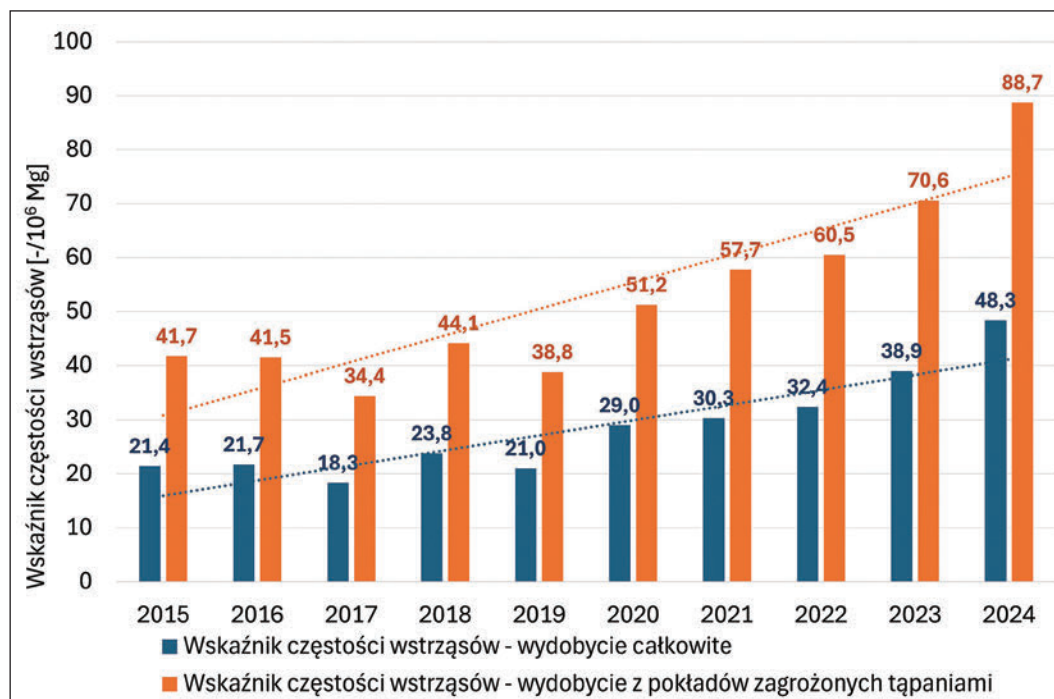
- wskaźnik częstości wszystkich wypadków $[-/10^6 \text{ Mg}]$ zdefiniowany liczbą wszystkich wypadków względem odpowiednio: całkowitego wydobywania i wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami w danym roku;
- wskaźnik częstości wypadków śmiertelnych $[-/10^6 \text{ Mg}]$ zdefiniowany liczbą wypadków śmiertelnych względem odpowiednio: całkowitego wydobywania i wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami w danym roku.

Wartości tych wskaźników w latach 2015–2024 zestawiono w tab. 7, a ich zmienność zilustrowano na rys. 7 i 8.

► Tab. 5. Wskaźniki częstości i energii wstrząsów w latach 2015–2024

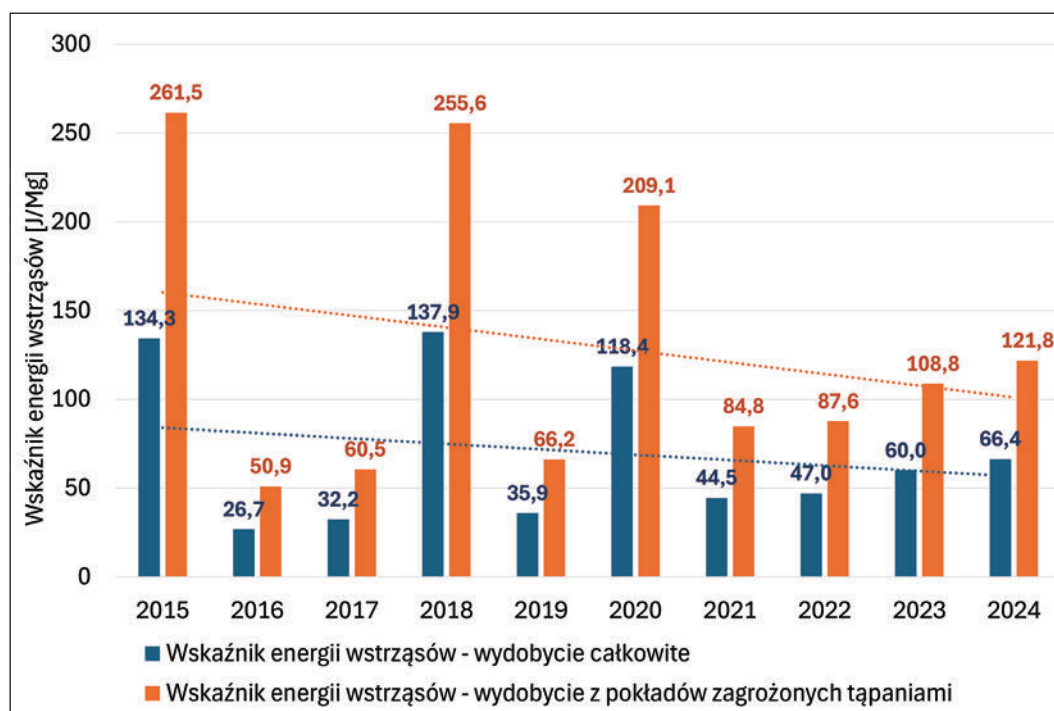
► Table 5. Tremors frequency and energy rates in the years 2015–2024

Rok	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Wskaźnik częstości wstrząsów (wydobycie całkowite) $[-/10^6 \text{ Mg}]$	21,4	21,7	18,3	23,8	21,0	29,0	30,3	32,4	38,9	48,3
Wskaźnik częstości wstrząsów (wydobycie z pokładów zagrożonych tąpnięciami) $[-/10^6 \text{ Mg}]$	41,7	41,5	34,4	44,1	38,8	51,2	57,7	60,5	70,6	88,7
Wskaźnik energii wstrząsów (wydobycie całkowite) $[\text{J/Mg}]$	134,3	26,7	32,2	137,9	35,9	118,4	44,5	47,0	60,0	66,4
Wskaźnik energii wstrząsów (wydobycie z pokładów zagrożonych tąpnięciami) $[\text{J/Mg}]$	261,5	50,9	60,5	255,6	66,2	209,1	84,8	87,6	108,8	121,8



► Rys. 3. Wskaźniki częstości wstrząsów w latach 2015–2024

► Fig. 3. Tremors frequency rates in the years 2015–2024



► Rys. 4. Wskaźniki energii wstrząsów w latach 2015–2024

► Fig. 4. Seismic energy rates in the years 2015–2024

Na podstawie analizy wskaźników częstości wypadków wskutek tąpnięć i odprężeń w latach 2015–2024 można stwierdzić:

- wskaźniki częstości wszystkich wypadków i wypadków śmiertelnych w poszczególnych latach charakteryzuje zróżnicowana wielkość,
- pomimo spadku w ostatnich latach zarówno całkowitego wydobywania, jak i wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami wypadkowość wskutek tąpnięć

i odprężeń wzrasta. Dotyczy to zwłaszcza wypadków śmiertelnych, gdzie wzrost jest znacznie większy.

5. Przyczyny wysokiego poziomu sejsmiczności i zagrożenia tąpnięciami

Wielopokładowa, w coraz większym stopniu zaawansowana eksploatacja złóż węgla kamiennego prowadzona jest w skrupowanych warunkach geologiczno-gór-

► Tab. 6. Liczba tąpnięć i odprężeń oraz wypadkowość wskutek tych zdarzeń w latach 2015–2024

► Table 6. Number of rock bursts and stress-relief events, and the accident rate resulting from these incidents in the years 2015–2024

Rok	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Liczba tąpnięć/odprężeń	2/3	1/3	3/4	2/2	4/2	1/2	2/1	3/3	1/1	3/8
Wypadki ogółem tąpnięcia/odprężenia	2/15	4/11	5/13	14/6	31/5	5/8	4/3	15/6	6/0	48/21
Wypadki śmiertelne tąpnięcia/odprężenia	2/1	1/0	0/0	6/0	5/0	0/0	1/0	10/0	1/0	5/2

niczych wpływających na ujawnianie się oraz wielkość zagrożenia sejsmicznego i tąpnięć. Roboty górnicze prowadzone są na coraz większych głębokościach, w otoczeniu grubych o dużej wytrzymałości warstw potencjalnie wstrząsogennych, w rejonach różnego rodzaju zaburzeń geologicznych, w obszarach oddziaływania zaszłości eksploatacyjnych oraz resztkowych partiach złoża [3, 6]. Również odwadnianie likwidowanych zbiorników wodnych w sąsiedztwie prowadzonych robót górniczych może mieć wpływ na ujawnienie się i wzrost aktywności sejsmicznej górotworu.

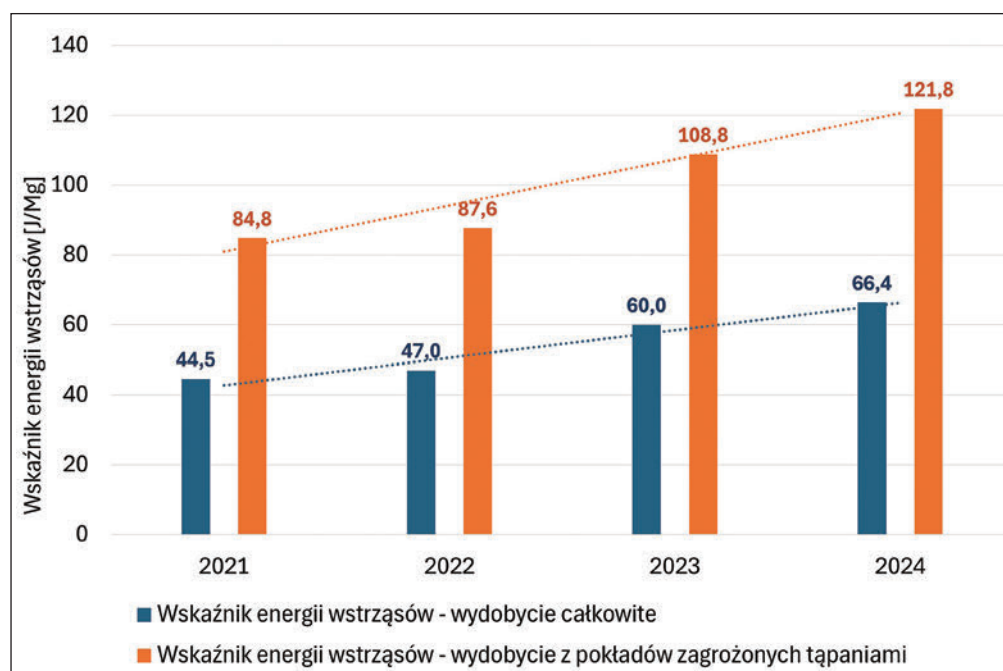
5.1. Głębokość eksploatacji

Eksploatacja węgla kamiennego prowadzona jest na coraz większych głębokościach, w KWK „Budryk” aktualnie sięgających 1290 m. Około 90% wydobywania uzyskiwane jest z głębokości ponad 500 m, a połowa kopalń prowadzi eksploatację poniżej 1000 m. Średnia głębokość robót górniczych wynosi ok. 800 m, zwiększając się w ostatnich latach o ok. 10 m rocznie. Wraz ze zwiększającą się głębokością ma miejsce wzrost wielkości naprężeń pierwotnych w górotworze, a także parametrów wytrzymałości skał otaczających pokłady,

co wynika m.in. z kompaktacji skał pod wpływem ciśnienia grawitacyjnego.

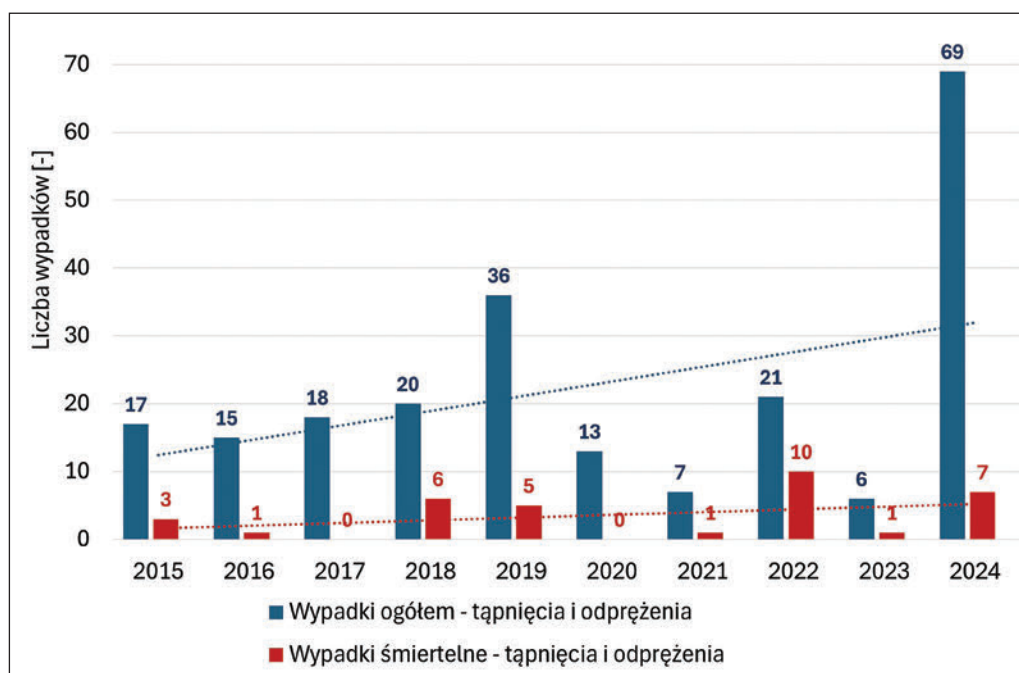
Roboty górnicze w kopalniach GZW prowadzone są w warstwach karbonu produktywnego, pod względem litologicznym wykształconego jako kompleks łupków ilastych i piaszczystych oraz piaskowców z pokładami węgla. Właściwości wytrzymałościowe większości węgla wskazują na ich spadek wraz z głębokością. Przeciwnie, w skałach otaczających pokłady z głębokością zaznacza się nierównomierny, wyraźniejszy w piaskowcach niż w łupkach ilastych, wzrost ich wytrzymałości [7].

Wysokie wartości składowych stanu naprężenia w pokładach i skałach otaczających (tzw. strefy koncentracji naprężeń), zwłaszcza w warstwach charakteryzujących się dużymi wartościami parametrów wytrzymałościowych, są jedną z przyczyn występowania aktywności sejsmicznej górotworu. Stąd im większa głębokość eksploatacji, tym większa sejsmiczność górotworu i zagrożenie tąpnięć, w tym prawdopodobieństwo wystąpienia tąpnięcia lub odprężenia. W efekcie średnia głębokość eksploatacji pokładów zagrożonych tąpnięć oraz wystąpienia tąpnięć i odprężeń jest większa od średniej głębokości eksploatacji wszystkich pokładów [8, 9].



► Rys. 5. Wskaźniki energii wstrząsów w latach 2021–2024

► Fig. 5. Seismic energy rates in the years 2021–2024



► Rys. 6. Wypadkowość w wyniku tąpnięć i odprężeń w latach 2015–2024

► Fig. 6. Accident rate resulting from rock bursts and stress-relief events in the years 2015–2024

5.2. Grubowarstwowa budowa górotworu

Charakterystyczna dla rodzimych złóż węgla kamiennego grubowarstwowa budowa górotworu przejawia się występowaniem pokładów o znacznych miąższościach oraz zalegających w ich sąsiedztwie grubych (kilkunasto-kilkudziesięciometrowych) wytrzymałych warstw piaskowców i/lub łupków piaszczystych, zdolnych do kumulowania energii sprężystej, określanych mianem warstw potencjalnie wstrząsogennych. Eksploatacja pokładów grubych wskutek podbierania warstw nadległych powoduje większe deformacje skał, które w wyniku pękania, zwłaszcza w przypadku warstw wstrząsogennych, generują wysokoenergetyczne wstrząsy, decydujące o skali zagrożenia tąpnięciami. Dotyczy to również wybierania pokładów na warstwy w aktualnie wyłącznie stosowanej kolejności, czyli wybierania z góry na dół. W takim układzie wykonanie wyrobisk przygotowaw-

czych i prowadzenie eksploatacji po spodku węglowym może w przypadku tąpnięć czy odprężeń prowadzić, poprzez procesy zniszczenia węgla w niewybranych niżej leżących warstwach, do gwałtownego wypiętrzania spodku węglowego do wyrobisk.

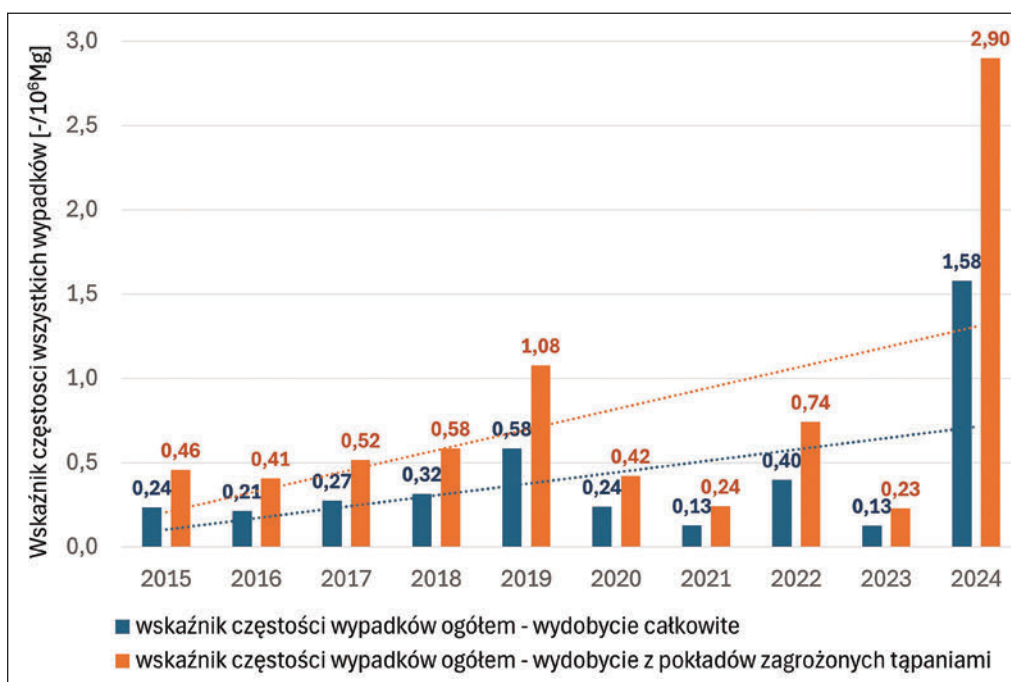
5.3. Zaburzenia geologiczne

Złoże węgla kamiennego w obszarze GZW charakteryzują liczne zaburzenia geologiczne. Do najczęściej spotykanych, a zarazem najbardziej uciążliwych przy prowadzeniu robót górniczych należą zaburzenia sedymentacyjne i tektoniczne, które wywołują niekorzystne zmiany w kształtowaniu się stanu naprężenia w górotworze, a w konsekwencji wzrost zagrożenia sejsmicznego i tąpnięciami. Zaburzenia sedymentacyjne występują zazwyczaj w postaci: ścienień, wymyć, zaników oraz anomalii miąższości pokładów i odległości między nimi.

► Tab. 7. Wskaźniki częstości wypadków w wyniku tąpnięć i odprężeń w latach 2015–2024

► Table 7. Accident frequency rates resulting from rock bursts and stress-relief events in the years 2015–2024

Rok	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Wskaźnik częstości wszystkich wypadków (całkowite wydobyte) [-/10 ⁶ Mg]	0,24	0,21	0,27	0,32	0,58	0,24	0,13	0,40	0,13	1,58
Wskaźnik częstości wypadków śmiertelnych (całkowite wydobyte) [-/10 ⁶ Mg]	0,04	0,01	0,00	0,09	0,08	0,00	0,02	0,19	0,02	0,16
Wskaźnik częstości wszystkich wypadków (wydobyte z pokładów zagrożonych tąpnięciami) [-/10 ⁶ Mg]	0,46	0,41	0,52	0,58	1,08	0,42	0,24	0,74	0,23	2,90
Wskaźnik częstości wypadków śmiertelnych (wydobyte z pokładów zagrożonych tąpnięciami) [-/10 ⁶ Mg]	0,08	0,03	0,00	0,18	0,15	0,00	0,03	0,35	0,04	0,29



► Rys. 7. Wskaźnik częstości wszystkich wypadków wskutek łąpanieć i odprężeń w latach 2015–2024

► Fig. 7. Frequency rate of all accidents resulting from rock bursts and stress-relief events in the years 2015–2024

Niejednokrotnie decydują one, również w trakcie prowadzenia robót górniczych, o zmianach w projektach eksploatacji, w tym podejmowaniu decyzji o pozostawieniu resztek czy fragmentarycznym zupełnym lub czasowym zaniechaniu wybierania, co może się przełożyć na ujawnienie lub wzrost zagrożenia łąpaniami.

Występowanie i przebieg zaburzeń tektonicznych, zwłaszcza uskoków o znacznych amplitudach zrzutu (od kilkunastu do kilkuset metrów), które niejednokrotnie wyznaczają granice partii, rejonów i pól eksploatacyjnych, stwarzają konieczność wydzielania resztek złoża. Eksploatacja w sąsiedztwie uskoków o dużych zrzutach może prowadzić do ich uaktywniania (przerwania ciągłości i poślizgu warstw na płaszczyźnie uskokuwej) i generowania wysokoenergetycznej aktywności sejsmicznej. Zarejestrowane dotychczas w kopalniach GZW wstrząsy o maksymalnych wartościach energii oraz towarzyszące im łąpania i odprężenia niejednokrotnie miały miejsce w otoczeniu takich uskoków [3, 6].

5.4. Zaszłości eksploatacyjne

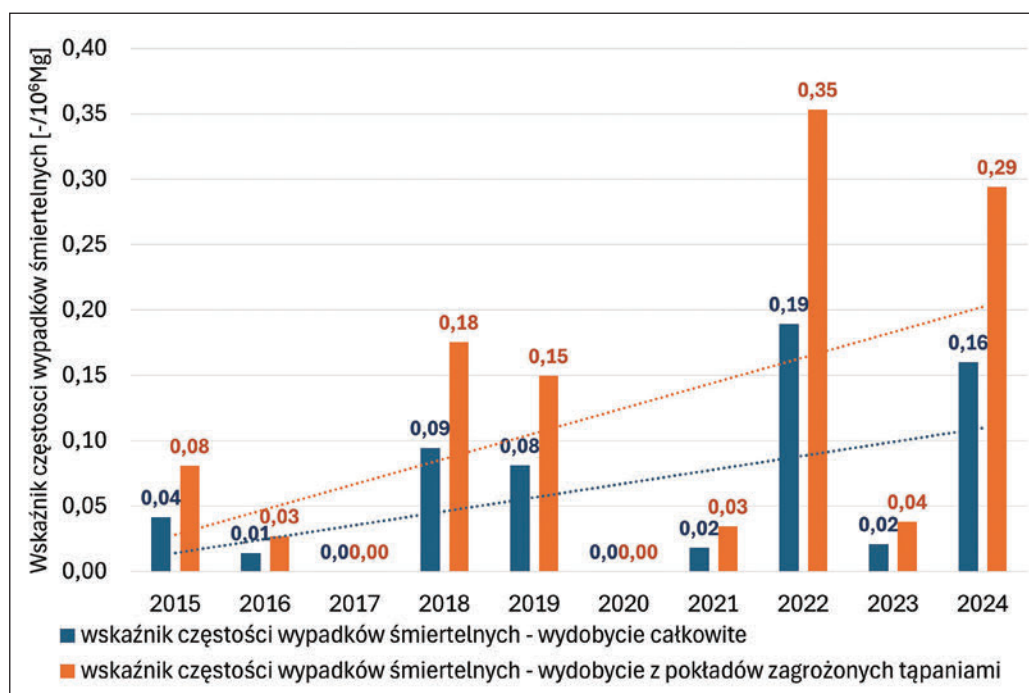
Wielopokładowy charakter złoża węgla kamiennego powoduje, iż istotną cechą prowadzonej eksploatacji jest występowanie różnego rodzaju zaszłości eksploatacyjnych, czyli swego rodzaju zmian w stanie złoża (górotworu) będących konsekwencją podejmowanych i planowo lub wskutek nieprzewidzianych zdarzeń zaniechanych robót górniczych. Oddziaływanie określonych mianem zaszłości eksploatacyjnych zrobów, krawędzi eksploatacyjnych i filarów reszkowych wywołuje w górotworze nierównomierny rozkład stanu naprężenia, powodując spadek wartości naprężeń w otoczeniu zrobów (strefy odprężone) oraz ich wzrost w rejonach krawędzi i niewybranych calizn węglowych (strefy koncentracji

naprężeń). Występowanie krawędzi eksploatacyjnych i filarów reszkowych przez negatywnie oddziaływanie na otaczający górotwór może w wyniku procesów pęknięcia uaktywnić zalegające w stropie pokładów warstwy potencjalnie wstrząsogenne. Z kolei ich wpływ na wyżej lub niżej zalegające pokłady może sprzyjać energetycznemu przygotowaniu calizn węglowych do łąpania [10].

Z rozkładów lokalizacji ognisk wstrząsów rejestrowanych w trakcie eksploatacji pokładów zagrożonych łąpaniami w rejonie zarówno bliskiego, jak i odległego sąsiedztwa krawędzi eksploatacyjnych i filarów reszkowych, a zwłaszcza ich superpozycji, jednoznacznie wynika, że wzmożona aktywność sejsmiczna, w tym występowanie wysokoenergetycznych wstrząsów, była wynikiem oddziaływania tych zaszłości. Wielokrotnie jedną z przyczyn zaistniałych w kopalniach GZW łąpanieć i odprężeń było również oddziaływanie krawędzi eksploatacyjnych i filarów reszkowych.

5.5. Reszkowe partie złoża

Istotnym problemem większości kopalń węgla kamiennego w GZW, zwłaszcza tych, które w znacznej mierze szarpały swoje zasoby, jest konieczność wybierania nieregularnych partii reszkowych, usytuowanych w filarach ochronnych likwidowanych szybów oraz filarach oporowych wyrobisk kapitalnych, w tym także części pokładów pozostawionych w wyniku decyzji o zaniechaniu eksploatacji. Będące konsekwencją stopnia wyeksploatowania złoża prowadzenie robót górniczych w obszarach reszkowych zwiększa zagrożenie sejsmiczne i łąpaniami, głównie z uwagi na lokalną koncentrację naprężeń, potęgowaną często superpozycją wpływów krawędzi eksploatacyjnych i filarów reszkowych pokładów sąsiednich [3].



► Rys. 8. Wskaźnik częstości wypadków śmiertelnych wskutek tąpnięć i odprężeń w latach 2015–2024

► Fig. 8. Frequency rate of fatal accidents resulting from rock bursts and stress-relief events in the years 2015–2024

5.6. Odwadnianie zbiorników wodnych

Do metod zwalczania zagrożenia pożarami endogenicznymi zaliczane są rekonsolidacja i nawilżanie rumowiska zawalowego oraz uszczelnianie zrobów. Metody te realizowane są poprzez doprowadzenie do zrobów mieszaniny wodno-popiołowej lub podsadzki. W wyniku podejmowanych działań oraz często występującego dopływu naturalnego powstają podziemne zbiorniki wodne, wielokrotnie o znacznych pojemnościach. Tworzenie się i utrzymywanie zbiornika wodnego powoduje zawodnienie niżej zalegających warstw skalnych. Zawodnienie skał, wywołujące ich „osłabienie” poprzez m.in. zmniejszenie wytrzymałości i obniżenie wartości modułów sprężystości skał, ogranicza ich zdolność do kumulowania naprężeń [7].

Powstanie zbiornika wodnego, związane ze wzrostem zagrożenia wodnego, w istotny sposób wpływa na możliwości i warunki prowadzenia robót górniczych w jego sąsiedztwie. Stąd rozpoczęcie wykonywania wyrobisk górniczych w kierunku zbiornika wodnego powoduje konieczność jego odwodnienia wraz z postępowaniem drążenia. Doświadczenia kopalń wskazują, że w takich sytuacjach, w trakcie prowadzenia robót górniczych obserwowana jest podwyższona aktywność sejsmiczna górotworu, a tym samym wzrost zagrożenia tąpnięciami. Sejsmiczność ta generowana jest w stropowych warstwach piaskowca zalegających poniżej zbiornika wodnego, co wynika z ich osuszania, a w konsekwencji ponownej, odwrotnej przy ich zawodnieniu, zmiany własności odkształceniowych zwiększającej ich zdolność do kumulacji energii sprężystej i generowania w procesach zniszczenia wysokoenergetycznych wstrząsów.

Drążenia wyrobisk korytarzowych prowadzone równocześnie z odwadnianiem zbiornika wodnego potwier-

dzają wpływ odwadniania górotworu na wzrost poziomu zagrożenia sejsmicznego. Większość takich przypadków dotyczyło robót górniczych prowadzonych w pokładach rudzkich i siódłowych, w których stropach występowały grube warstwy piaskowca, a wzrost aktywności sejsmicznej miał miejsce w środkowej i końcowej fazie oraz po zakończeniu odwadniania zbiorników wodnych.

6. Podsumowanie

Zagrożenie tąpnięciami jest jednym z wiodących, a w ostatnich latach najbardziej katastroficznych zagrożeń naturalnych w kopalniach węgla kamiennego. Ujawnianie się go może być nie tylko przyczyną tąpnięć czy odprężeń, skutkując wypadkami pracowników, ale także powodować ograniczenie, okresowe zatrzymanie, a nawet zaniechanie eksploatacji, tym samym wpływając na zmniejszenie wydobywania, a w niektórych przypadkach prowadząc do skrócenia czasu funkcjonowania kopalni. Zagrożenie tąpnięciami, współwystępując z zagrożeniami metanowym i pożarami endogenicznymi, może powodować wzrost ich stanu, inicjując wypływy metanu czy pożary endogeniczne.

Z analizy stanu zagrożenia tąpnięciami w latach 2015–2024, w tym zmienności zdefiniowanych wskaźników sejsmiczności oraz wypadkowości wskutek tąpnięć i odprężeń, wynika, że pomimo spadku wydobywania z pokładów zagrożonych tąpnięciami zarówno wielkość zagrożenia tąpnięciami, jak i wypadkowość spowodowana ujawnianiem się tego zagrożenia wzrasta.

Odnotowane w ostatnich latach wysokoenergetyczne wstrząsy oraz towarzyszące im tąpnięcia i odprężenia jednoznacznie wskazują, że przyczynami wysokiego poziomu sejsmiczności i zagrożenia tąpnięciami jest prowadzenie robót górniczych w coraz większym stopniu zaawansowania i skrepowania eksploatacji. Roboty górnicze prowadzone są

w trudnych warunkach geologiczno-górnich, takich jak: duża głębokość zalegania złoża, grubowarstwowa budowa górotworu, zaburzenia uskokowe, zasłóści eksploatacyjne oraz resztkowe partie złoża. Ujawnianie się oraz wzrost aktywności sejsmicznej górotworu ma również miejsce w trakcie prowadzenia robót górniczych w rejonie odwodniania zbiorników wodnych.

Wzrost w ostatnich latach zagrożenia sejsmicznego i tąpniętami, w tym liczby zaistniałych tąpnięć i odprężeń, wskazuje na potrzebę zintensyfikowania działań zmierzających do poprawy, oceny i zwalczania tego zagrożenia, zwłaszcza w odniesieniu do robót górniczych prowadzonych w skrupowanych warunkach geologiczno-górnich.

Analysis of the state and causes of rock burst hazards in hard coal mines in the years 2015–2024

Abstract: The article presents the current state of seismicity and rock burst hazard in hard coal mines. Based on the defined, extraction-related seismicity indicators (frequency and energy of high-energy tremors) and accident rates (frequency and severity of accidents) resulting from rock bursts and stress relief in rock mass, an analysis of changes in the level of tremors and rock burst hazard in the years 2015–2024 was carried out. The analysis of the variability of these indicators clearly shows that despite the decline in extraction, the magnitude of the seismic hazard and the accident rate resulting from rock bursts and stress reliefs is gradually increasing. This increase is greater in relation to extraction from seams at risk of rock bursts than in relation to total extraction.

During identification of the causes of the high level of seismic and rock burst hazard, reference was made to geological and mining conditions such as mining depth, thick-layered rock mass structure, geological disturbances, mining operations, and residual areas. Attention was also drawn to the impact of draining liquidated water reservoirs in the vicinity of mining operations on the seismic activity of the rock mass.

The increase in the level of seismic and rock burst hazard in recent years, including the number of rock bursts and stress relief, indicates the need to intensify actions to improve, assess and combat this hazard, especially in relation to conducting mining works in restricted geological and mining conditions.

Literatura

1. Prawo geologiczne i górnicze – ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. (Dz.U. z 2024 r. poz. 1290, z późn. zm.).
2. Burtan Z., Nowak-Senderowska D., Szczepański P., Methodology for identification of occupational hazards using their characteristic features in hard coal mining. "Applied Sciences" 2025, 15, 7079. doi: 10.3390/app15137079.
3. Burtan Z., Znaczenie skojarzonych zagrożeń naturalnych w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. „Przegląd Górniczy”, nr 11/2016, s. 21–29.
4. Wyższy Urząd Górniczy, Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2019 r. (2020 r., 2021 r., 2022 r., 2023 r., 2024 r.). Katowice 2020–2025.
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 stycznia 2013 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (Dz.U. z 2021 r. poz. 1617).
6. Rawicki Z., Stępień A., Rożek E., Błaszczuk A. Zagrożenia tąpniętami w polskim górnictwie w latach 1980–2015. „Przegląd Górniczy”, nr 4/2016, s. 38–47.
7. Bukowska M., Ćmiel S., Charakterystyka zmian właściwości skał karbońskich w strefach tektoniki nieciągłej w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym. „Górnictwo i Geoinżynieria”, r. 35, z. 2, 2011, s. 111–119.
8. Sokół-Szewiła V., Jarczyk P., Aktywność sejsmiczna indukowana eksploatacją złóż węgla kamiennego względem głębokości eksploatacji. [w:] P. Bańka i V. Sokół-Szewiła (praca zb.), Górnictwo i ochrona środowiska – wybrane zagadnienia. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2025, s. 324–342.
9. Mirek A., Dzik G., Błaszczuk A., Głębokość eksploatacji a poziom generowanej wydobywaniem aktywności sejsmicznej w kopalniach węgla kamiennego w latach 2005–2020. „Przegląd Górniczy”, nr 1/2022, s. 26–36.
10. Burtan Z., Chlebowski D., The effect of mining remnants on elastic strain energy arising in the tremor-inducing layer. Energies 2022, 15, 6031. doi: 10.3390/en15166031.

Wybrane aspekty organizacji i bezpieczeństwa transportu w górnictwie kruszyw naturalnych

dr inż. Dorota ŁOCHAŃSKA¹
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie

TREŚĆ: Transport kruszyw piaskowo-żwirowych stanowi fundamentalny element logistyki w górnictwie odkrywkowym w Polsce, determinując zarówno efektywność ekonomiczną, jak i wpływ sektora na środowisko. Ze względu na charakter wydobywania i rozmieszczenie złóż większość przewozów realizowana jest na krótkich dystansach, co sprawia, że dominującą rolę odgrywa transport samochodowy, szczególnie w regionach o gęstej sieci dróg lokalnych. Transport kolejowy oraz żegluga śródlądowa pełnią funkcję uzupełniającą, znajdując zastosowanie głównie przy przewozach masowych na dłuższych trasach i w rejonach z odpowiednią infrastrukturą. W artykule podkreślono znaczenie tzw. promienia ekonomicznego przewozu, który określa maksymalną odległość opłacalnego transportu kruszyw, oraz czynniki wpływające na koszty, takie jak cena paliwa, opłaty drogowe, stan techniczny dróg czy organizacja pracy kierowców. Omówiono także zastosowanie nowoczesnych technologii informatycznych i telematycznych, umożliwiających optymalizację tras, kontrolę zużycia paliwa i lepsze planowanie dostaw. Zwrócono uwagę na zagrożenia techniczne i organizacyjne towarzyszące procesowi eksploatacji i dystrybucji surowców oraz na konieczność wprowadzenia rozwiązań wspierających bezpieczeństwo i zrównoważony rozwój branży. Wnioski wskazują, że przyszłość rynku kruszyw zależy od integracji różnych środków transportu, cyfryzacji procesów logistycznych oraz wdrażania innowacyjnych technologii zwiększających efektywność i konkurencyjność całego sektora.

SŁOWA KLUCZOWE: transport kruszyw, górnictwo odkrywkowe, bezpieczeństwo pracy, technologia wydobywania

1. Wstęp

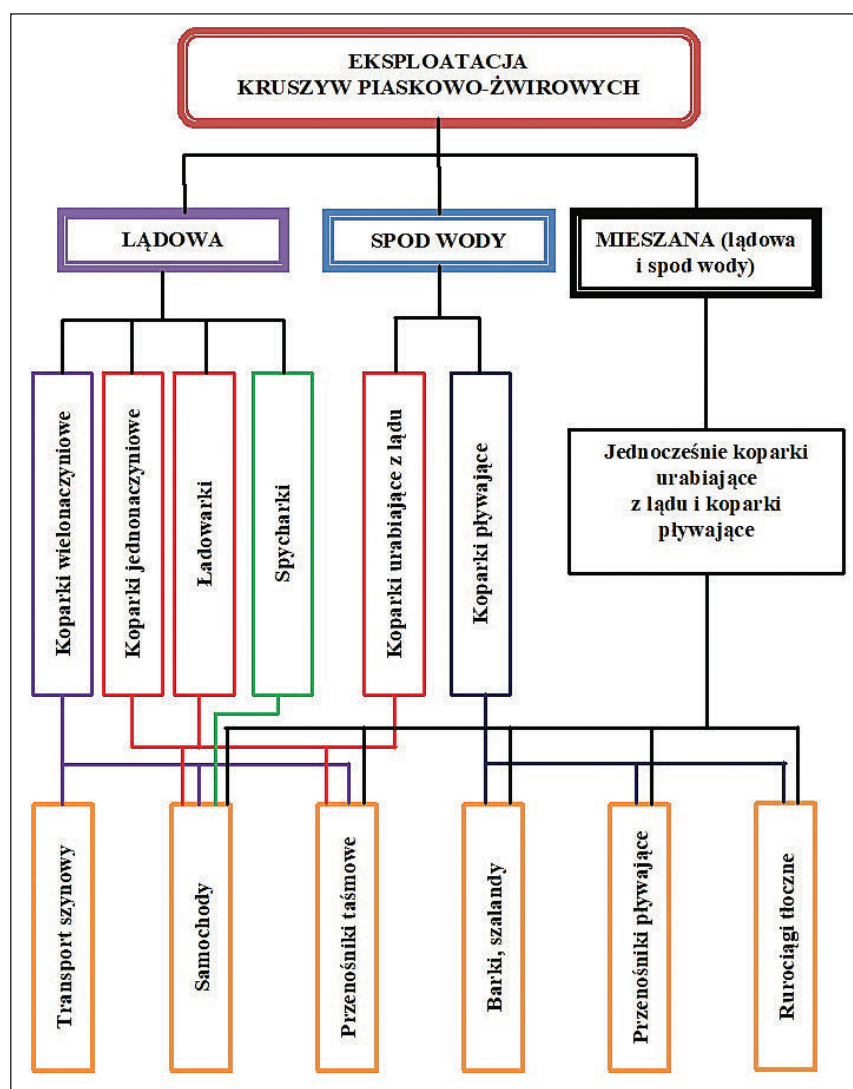
Kruszywa naturalne, w tym piaski i żwiry, stanowią podstawowy surowiec dla budownictwa i infrastruktury transportowej. Ich znaczenie gospodarcze wynika z powszechnego zastosowania w produkcji betonu, zapraw oraz robotach ziemnych i drogowych [1]. Polska należy do największych producentów kruszyw w Europie, a sektor ten ma kluczowe znaczenie dla realizacji inwestycji infrastrukturalnych oraz utrzymania stabilności rynku budowlanego [2].

Eksploatacja złóż piaskowo-żwirowych prowadzona jest metodami odkrywkowymi z zastosowaniem zróżnicowanych technologii urabiania i transportu. Wybór systemu technologicznego zależy od warunków geologicznych, miąższości złoża, a także lokalnych uwarun-

kowań środowiskowych, ekonomicznych i wymogów bezpieczeństwa [3]. W większości przypadków dominują układy oparte na koparkach jednozaczyniowych i ładowarkach, przy czym transport kruszywa realizowany jest głównie drogą kołową. Zapewnienie bezpieczeństwa pracy podczas eksploatacji i przewozu kruszyw stanowi jeden z kluczowych elementów organizacji procesu wydobywczego, obejmując zarówno ochronę pracowników, jak i właściwe utrzymanie sprzętu transportowego.

Transport stanowi najbardziej kosztotwórczy element łańcucha dostaw w górnictwie odkrywkowym, a jego udział w całkowitych kosztach dostarczenia surowca może sięgać 40–60% [4]. Efektywność systemu logistycznego zależy od doboru środka transportu, organizacji załadunku i rozładunku, odległości przewozu oraz koordynacji dostaw z popytem. W warunkach polskich dominującą rolę pełni transport samochodowy, który obsługuje ponad 80% przewozów kruszyw, zwłaszcza na dystansach do 100 km [3]. Przy większych odległościach bardziej opłacalny staje się transport kolejowy,

¹ dorota.lochanska@agh.edu.pl



► Rys. 1. Technologie eksploatacji i układy wydobywcze kruszyw piaskowo-żwirowych [3, 12]

► Fig. 1. Sand and gravel aggregate extraction technologies and systems [3, 12]

charakteryzujący się niższym kosztem jednostkowym i mniejszym wpływem na środowisko. Z kolei transport wodny, mimo marginalnego udziału, stanowi potencjalny kierunek rozwoju w kontekście dekarbonizacji i redukcji emisji w sektorze surowcowym [5, 6].

Z punktu widzenia logistyki surowców istotną rolę odgrywa integracja systemów transportowych wspieranych przez technologie teleinformatyczne. Wdrożenie telematyki, systemów GPS i cyfrowych platform monitoringu umożliwia śledzenie pojazdów w czasie rzeczywistym, lepsze planowanie dostaw oraz szybszą reakcję na sytuacje awaryjne, co w efekcie podnosi efektywność operacyjną i poziom bezpieczeństwa transportu [7].

Równie ważne są aspekty bezpieczeństwa pracy, które w górnictwie kruszyw obejmują zarówno transport wewnątrzkopalniany, jak i zewnętrzny. Najczęstsze zagrożenia dotyczą przeciążenia pojazdów, niewłaściwego zabezpieczenia ładunku, a także nieprawidłowej organizacji ruchu w rejonie zakładu [8, 9]. Ocena ryzyka oraz wdrażanie systemów bezpieczeństwa stanowią integralny element zarządzania logistycznego i eksploatacyjnego w kopalniach [10, 11].

Podsumowując, transport w górnictwie kruszyw piaskowo-żwirowych w Polsce to strategiczne ogniwo

łączące proces eksploatacji z rynkiem zbytu. Wymaga on integracji aspektów ekonomicznych, logistycznych i bezpieczeństwa, przy jednoczesnym uwzględnieniu celów zrównoważonego rozwoju. Optymalizacja systemów transportowych, rozwój infrastruktury i cyfryzacja procesów stanowią podstawę zwiększenia efektywności i bezpieczeństwa w sektorze wydobywczym.

2. Technologie eksploatacji kruszyw piaskowo-żwirowych

Eksploatacja kruszyw piaskowo-żwirowych prowadzona jest z wykorzystaniem różnorodnych technologii, których dobór uzależniony jest od warunków geologiczno-górnictwowych, kształtu złoża, jego miąższości oraz lokalnych uwarunkowań środowiskowych i ekonomicznych. Technologie te można podzielić na systemy lądowe, podwodne i mieszane, przy czym wszystkie typy opierają się na zbliżonych zasadach organizacji procesu wydobywania, transportu i przeróbki surowca [12, 13, 14]. Na rysunku 1 przedstawiono technologię eksploatacji i układy wydobywcze kruszyw piaskowo-żwirowych.

Technologie eksploatacji lądowej opierają się na układach technologicznych, w których podstawowymi

maszynami urabiającymi są koparki jednonaczyniowe lub ładowarki kołowe. Urobek transportowany jest najczęściej z wykorzystaniem transportu kołowego, głównie samochodów samowyladowczych. Schematy organizacji pracy są zbliżone do tych, które stosuje się przy produkcji kruszyw łamanych, jednak w przypadku złóż piaskowo-żwirowych maszyny eksploatacyjne pełnią często podwójną funkcję – służą zarówno do urabiania, jak i załadunku urobku. W większości polskich kopalń kruszyw piaskowo-żwirowych wykorzystywane są koparki jednonaczyniowe średniej wielkości, o pojemności łyżki wynoszącej około 1,5 m³ [13]. Tego typu sprzęt zapewnia wystarczającą wydajność przy jednoczesnym zachowaniu mobilności i elastyczności w trudnych warunkach terenowych.

Najprostszym i najczęściej spotykanym układem technologicznym w eksploatacji lądowej jest schemat: koparka (lub ładowarka) – samochód – miejsce wyładunku (rys. 2). Układ ten stosuje się głównie przy wydobyciu złóż płytko zalegających o niewielkiej miąższości, gdzie zasięg transportu gotowego kruszywa ma charakter lokalny. W takich przypadkach miąższość złoża jest zwykle mniejsza od głębokości urabiania koparki.

Dobór maszyn i organizacja pracy zależą w dużym stopniu od warunków górniczo-geologicznych, charakteru surowca oraz wymagań dotyczących ochrony środowiska [12, 14]. W praktyce oznacza to konieczność dostosowania parametrów technicznych maszyn do rodzaju gruntu, udziału frakcji żwirowych oraz występowania zanieczyszczeń organicznych lub mineralnych.

Eksploatacja spod wody prowadzona jest na złożach o większej miąższości lub tam, gdzie warunki hydrogeologiczne uniemożliwiają prowadzenie robót metodami suchymi. Systemy wybierania kruszyw spod wody są zasadniczo takie same jak w eksploatacji lądowej. Wybór odpowiedniego systemu zależy od warunków zalegania złoża, jego kształtu, a także od organizacji pracy układu technologicznego, obejmującego procesy urabiania, transportu i przeróbki mechanicznej. W przypadku złóż o większym udziale frakcji żwirowych (powyżej 30%) oraz obecności głazów lub większych zanieczyszczeń efektywniejsze okazuje się wykorzystanie maszyn, takich jak koparki jednonaczyniowe podsiębierne, zgarniarki linowe czy koparki chwytakowe [13]. Sprzęt ten lepiej radzi sobie z większymi frakcjami i nierównomiernym rozkładem uziarnienia.

Kompleksowe wydobycie złóż piaskowo-żwirowych wiąże się z koniecznością ich przeróbki mechanicznej, która ma na celu uzyskanie kruszyw o określonych parametrach jakościowych i granulometrycznych. Podział na frakcje odbywa się w zakładach przeróbki mechanicznej, gdzie surowiec poddawany jest operacjom płukania, klasyfikacji, a w razie potrzeby również rozdrabniania. W zależności od zapotrzebowania rynkowego kruszywa piaskowo-żwirowe sprzedawane są w postaci:

- surowej (bez dodatkowej obróbki),
- po płukaniu i klasyfikacji,
- lub jako kruszywo naturalne łamane, uzyskiwane po procesie rozdrabniania.

Zróżnicowanie układów technologicznych w eksploatacji kruszyw piaskowo-żwirowych wynika głównie z różnorodności stosowanego sprzętu urabiającego



► Rys. 2. Urabianie złoża „Dęborzyn – Wisłoka” (układ koparka – samochód) [3]

► Fig. 2. Mining of the „Dęborzyn – Wisłoka” deposit (excavator – truck system) [3]

oraz lokalnych uwarunkowań geologicznych, a wybór maszyn zależy od:

- udziału grubszych frakcji żwiru i głazów,
- obecności zanieczyszczeń organicznych (np. pni drzew),
- dostępu do złoża i warunków terenowych,
- oraz wymagań dotyczących ochrony środowiska i rekultywacji terenu.

Odpowiedni dobór technologii i sprzętu pozwala na efektywne wykorzystanie złoża oraz minimalizację kosztów wydobycia i przetwarzania kruszywa, co ma kluczowe znaczenie dla konkurencyjności krajowego sektora surowców mineralnych [3, 13, 14].

3. Uwarunkowania logistyczno-ekonomiczne transportu kruszyw naturalnych w Polsce

Transport kruszyw piaskowo-żwirowych stanowi kluczowy element systemu logistycznego, warunkującego sprawność funkcjonowania całego sektora surowcowego. Jego podstawowym zadaniem jest zapewnienie ciągłości dostaw przy jednoczesnej minimalizacji kosztów, ograniczeniu negatywnego wpływu na środowisko oraz zachowaniu bezpieczeństwa pracy i procesów przewozowych [2]. System transportowy w tym obszarze obejmuje planowanie przewozów, dobór środka transportu, organizację załadunku i rozładunku, koordynację dostaw z popytem odbiorców oraz monitoring przepływu materiałów. Bezpieczeństwo pracy w transporcie kruszyw wymaga właściwej organizacji ruchu, utrzymania pojazdów w dobrym stanie technicznym oraz przestrzegania procedur operacyjnych, co stanowi podstawowy warunek niezawodności całego łańcucha logistycznego. Elastyczność systemu, rozumiana jako zdolność do dostosowania się do zmiennych warunków rynkowych, pogodowych i infrastrukturalnych, ma zasadnicze znaczenie w kontekście efektywności przewozów.

W Polsce transport samochodowy kruszyw pełni dominującą rolę, obsługując większość przewozów surowców na krótkich i średnich dystansach. Jego przewaga wynika z wysokiej elastyczności oraz możliwości bezpośredniego dostarczenia kruszywa od producenta do odbiorcy bez konieczności przeładunku. Szacuje

się, że transport drogowy odpowiada za około 80% przewozów kruszyw w kraju [15]. Najczęściej jest wykorzystywany przy zasięgu transportu nieprzekraczającym 70–100 km, ponieważ przy większych odległościach jego koszty stają się relatywnie wysokie [5]. Do głównych wad tego rodzaju transportu zalicza się obciążenie środowiska naturalnego poprzez emisję spalin, hałas oraz degradację dróg lokalnych. Dodatkowym problemem jest przeciążanie pojazdów, które wpływa zarówno na bezpieczeństwo ruchu drogowego, jak i na przyspieszone zużycie infrastruktury.

Drugim istotnym środkiem transportu wykorzystywanym w dostawie kruszyw jest kolej. Choć charakteryzuje się ona mniejszą elastycznością operacyjną, to jednak przy dużych wolumenach ładunków i na długich dystansach (powyżej 100 km) jest znacznie bardziej opłacalna od transportu drogowego. Średnia odległość przewozu kruszyw koleją w Polsce wynosi ok. 240–250 km, a udział transportu kolejowego w całkowitych przewozach kruszyw sięga 15–20% [5]. Transport kolejowy znajduje zastosowanie głównie w dostawach do dużych aglomeracji, takich jak Warszawa, Kraków czy Górny Śląsk, gdzie zapotrzebowanie na materiały budowlane jest szczególnie wysokie [15]. Do zalet kolei należy wyższa efektywność energetyczna oraz mniejszy wpływ na środowisko w przeliczeniu na jednostkę masy przewożonego surowca. Z kolei jej ograniczeniami pozostają konieczność posiadania bocznicy, ograniczona liczba wagonów towarowych oraz wyższe koszty przeładunku.

Marginalne znaczenie w przewozach kruszyw w Polsce ma transport wodny śródlądowy, którego udział nie przekracza 1%. Mimo że charakteryzuje się on najniższym jednostkowym zużyciem energii oraz możliwością przewozu bardzo dużych ładunków, jego rozwój ograniczają uwarunkowania hydrologiczne oraz niedostatecznie rozwinięta infrastruktura portowa. Główne szlaki przewozu kruszyw wodą to rzeki Wisła i Odra, na których żegluga odbywa się przeciętnie przez 200–220 dni w roku. W perspektywie długoterminowej rozwój transportu wodnego, szczególnie w regionach nadodrzańskich i przybrzeżnych, może stanowić istotny czynnik ograniczenia kosztów i emisji w sektorze budowlanym [6]. Jednak niski poziom wód spowodowany zmianami klimatycznymi, długotrwałymi okresami suszy oraz ograniczoną retencją wód powierzchniowych znacząco utrudnia żeglugę, skracając sezon żegludowy i obniżając efektywność przewozów. Brak spójnej polityki inwestycyjnej w zakresie utrzymania torów wodnych i modernizacji floty dodatkowo ogranicza potencjał wykorzystania tego rodzaju transportu w logistyce kruszyw.

Koszty transportu stanowią jeden z najważniejszych składników całkowitych kosztów pozyskania, dystrybucji i odbioru kruszyw. W ujęciu ekonomicznym ważnym pojęciem jest tzw. promień ekonomiczny przewozu, określający maksymalny dystans, przy którym dany środek transportu pozostaje opłacalny [3]. Dla transportu samochodowego jest to z reguły do 70 km, dla kolejowego powyżej 100 km, a dla wodnego – w przypadku dużych ładunków (powyżej 2000 Mg) i odległości przekraczających 150 km. Promień ten determinuje nie tylko zasięg rynków lokalnych, ale również granice funkcjonalnych regionów surowcowych. Racjonalne bilansowanie podaży i popytu w obrębie regionów po-

zwala minimalizować koszty transportu oraz negatywne skutki środowiskowe.

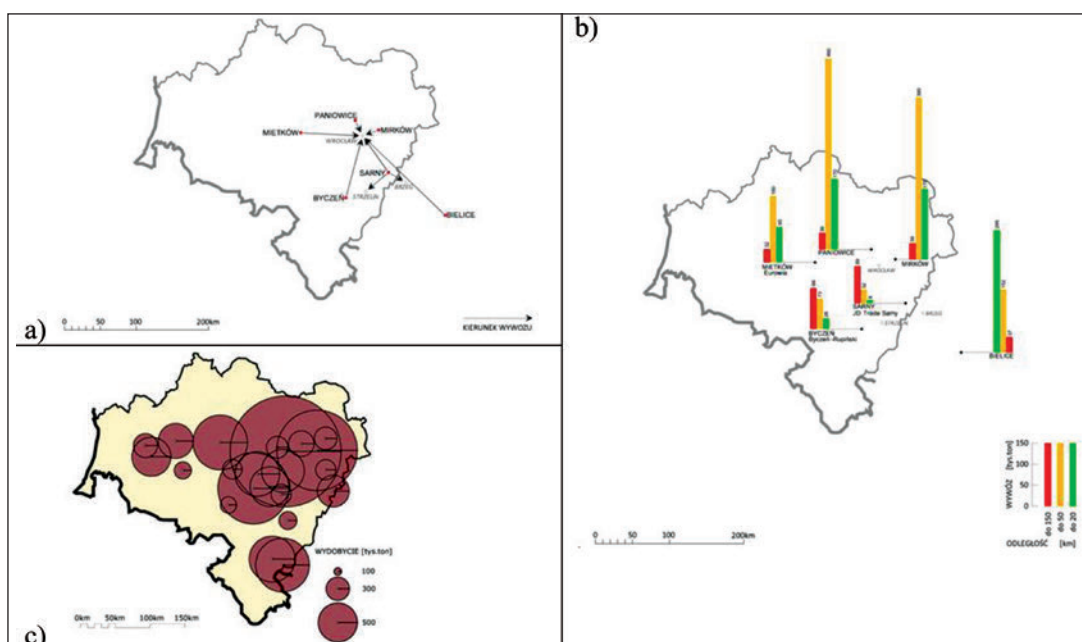
Z logistycznego punktu widzenia skuteczne zarządzanie transportem w górnictwie kruszyw wymaga planowania przewozów, monitoringu ładunków, koordynacji dostaw z zapotrzebowaniem odbiorców oraz optymalizacji tras. Coraz częściej wprowadzane są rozwiązania oparte na systemach GPS i telematyce, które umożliwiają bieżące śledzenie transportów oraz analizę efektywności przewozów [7]. W zakresie bezpieczeństwa szczególną uwagę zwraca się na właściwą organizację ruchu w obrębie zakładów wydobywczych, kontrolę stanu technicznego pojazdów oraz przestrzeganie dopuszczalnych mas całkowitych.

Podsumowując, transport kruszyw piaskowo-żwirowych w Polsce jest systemem złożonym, w którym dominują przewozy samochodowe, natomiast transport kolejowy i wodny stanowi uzupełnienie w przypadku większych dystansów i ładunków. Zrównoważony rozwój sektora wymaga inwestycji w infrastrukturę logistyczną, integracji różnych gałęzi transportu oraz wdrażania nowoczesnych technologii zarządzania przewozami. Racjonalizacja struktury transportu może przyczynić się nie tylko do obniżenia kosztów jednostkowych i poprawy bezpieczeństwa, ale także do zmniejszenia wpływu oddziaływania górnictwa na środowisko.

4. Regionalizacja i transport kruszyw piaskowo-żwirowych

Struktura podaży i popytu na kruszywa piaskowo-żwirowe w Polsce jest ściśle związana z regionalnym charakterem ich pozyskiwania, wynikającym z przestrzennego rozmieszczenia złóż, warunków geologicznych oraz dostępności infrastruktury transportowej. Regionalizacja, rozumiana jako proces wydzielania obszarów o podobnych cechach gospodarczych, geologicznych i komunikacyjnych, odgrywa kluczową rolę w bilansowaniu rynków surowcowych oraz w kształtowaniu kosztów dostaw.

Pojęcie regionu w literaturze występuje w wielu znaczeniach, zależnych od dziedziny nauki. Według Słownika wyrazów obcych [16] region to obszar wyróżniający się charakterystycznymi cechami geograficznymi, fizycznymi lub kulturowymi. Z kolei Berezowski [17] definiuje region jako wydzielony, jednorodny obszar różniący się od otoczenia określonymi cechami naturalnymi lub nabytymi. W ujęciu gospodarki przestrzennej region stanowi narzędzie organizacji działalności człowieka w przestrzeni, sprzyjające stabilizacji i trwałości rozwoju. Thomas [18] zauważył, że region to pojęcie intelektualne, ułatwiające zrozumienie przestrzennego rozmieszczenia zjawisk fizycznych, biotycznych i społecznych. W górnictwie surowców skalnych region oznacza obszar, w którym występują złoża i zakłady eksploatujące te surowce, powiązane z lokalnym rynkiem odbiorców. Regionalizacja w tym ujęciu polega na wyodrębnieniu obszarów o podobnych cechach geologicznych i gospodarczych, z uwzględnieniem lokalizacji kopalń, sieci transportowej, powiązań produkcyjnych i bilansu podaży oraz popytu [17]. Regiony surowcowe charakteryzują się względną samowystarczalnością – lokalna produkcja zaspokaja większość



► Rys. 3. Wyniki badań regionalizacji kruszyw piaskowo-żwirowych w województwie dolnośląskim, obejmujące: a) analizę kierunków dystrybucji, b) określenie wielkości i odległości transportu kruszyw, c) identyfikację głównych ośrodków wydobywania o produkcji powyżej 100 tys. Mg/rok [3]

► Fig. 3. Results of research on the regionalisation of sand and gravel aggregates in the Lower Silesian Province, including: a) analysis of distribution directions, b) determination of the volume and distance of aggregate transport, c) identification of the main extraction centres with production exceeding 100,000 Mg/year [3]

potrzeb odbiorców w obrębie regionu, ograniczając konieczność transportu z odległych źródeł.

Regiony w produkcji kruszyw mogą być analizowane w aspekcie ekonomicznym, terytorialnym i gospodarczym, skupiając się na lokalnej produkcji i jej udziale w rynku międzyregionalnym [19]. W przypadku kruszyw piaskowo-żwirowych głównym celem regionalizacji jest zbilansowanie podaży i popytu na danym obszarze przy minimalizacji kosztów transportu oraz ograniczeniu zależności od dostaw z innych regionów [3, 20]. Struktura zasobów kruszyw piaskowo-żwirowych w Polsce pozwala wyróżnić dwa główne obszary surowcowe: niżowy, obejmujący osady pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego, oraz karpacko-sudecki, charakteryzujący się złożami o genezie rzecznej. Podziały te zostały rozwinięte w badaniach Radwanek-Bąk [21] oraz Szuby [22], którzy wskazali na silne zróżnicowanie jakości surowców w zależności od ich pochodzenia geologicznego. Zmienność litologiczna, procesy wietrzenia i szczelinowatość skał wpływają na właściwości kruszyw oraz ich przydatność w budownictwie [3]. W przeszłości funkcjonowało pojęcie „okręgu górniczego”, definiowanego jako jednostka geograficzno-geologiczna, w której występują złoża wymagające koordynacji działań eksploatacyjnych [23]. Obecnie termin ten zastępuje się określeniem „grupy kopalń”, obejmującym zakłady działające w sąsiedztwie, posiadające koncesje na eksploatację zbliżonych złóż i powiązane logistycznie.

Rozwój infrastruktury krajowej, w tym sieci drogowej i kolejowej, a także zwiększenie liczby inwestycji budowlanych powodują stały wzrost zapotrzebowania na kruszywa naturalne. Największe ośrodki konsumpcji kruszyw w Polsce to aglomeracje: warszawska, poznańska, wrocławska, krakowska, katowicka, lubelska i szczecińska,

które generują gros krajowego popytu [24]. Zróżnicowanie regionalne podaży i popytu jest jednak znaczne – regiony centralne i silnie zurbanizowane wykazują trwałe deficyty kruszyw żwirowych, który uzupełniany jest dostawami z obszarów południowych i północno-wschodnich, wynikającymi z miejsc ich występowania. Popyt na kruszywa jest silnie skorelowany z liczbą ludności oraz poziomem inwestycji budowlanych. Największe zużycie obserwuje się w regionach o intensywnym rozwoju urbanistycznym, gdzie produkcja nie nadąża za zapotrzebowaniem. Strykowski [25] zaproponował metodę szacowania popytu na podstawie proporcjonalności względem liczby mieszkańców, która pozostaje użyteczna w analizach przestrzennych rynku kruszyw. Lokalizacja kopalń kruszyw piaskowo-żwirowych ma przede wszystkim charakter surowcowy, ale czynniki transportowe decydują o ich ekonomicznej efektywności. Koszty transportu mogą stanowić nawet 40–60% całkowitych kosztów wytworzenia kruszywa [4], dlatego minimalizacja odległości przewozu jest kluczowa dla rentowności produkcji. Promień ekonomiczny przewozu kruszyw wynosi przeciętnie około 100 km, z wahaniami w przedziale od 18,5 do 221 km, w zależności od rodzaju transportu i uwarunkowań terenowych. Na rysunku 3 przedstawiono wyniki badań regionalizacji eksploatacji kruszyw piaskowo-żwirowych dla województwa dolnośląskiego, obejmujące określenie kierunków przepływu surowca oraz wielkości i zasięgu jego dystrybucji w skali regionalnej [3].

Do najważniejszych czynników wpływających na koszty transportu należą: odległość między miejscem wydobywania a odbiorcą, rodzaj środka transportu (drogowy, kolejowy, wodny), dostępność infrastruktury, ceny paliw, sezonowość prac budowlanych oraz sposób orga-

nizacji przewozu (własny lub zewnętrzny). W ostatnich latach coraz większą uwagę poświęca się wykorzystaniu transportu kolejowego i wodnego jako bardziej zrównoważonych alternatyw wobec transportu drogowego. Transport kolejowy pozwala ograniczyć emisję CO₂ i koszty jednostkowe przewozu na duże odległości, natomiast żegluga śródlądowa staje się perspektywicznym kierunkiem dla przewozu masowych surowców wzdłuż głównych dolin rzecznych. Transport stanowi zatem ważny element łączący regionalizację wydobycia z rozmieszczeniem popytu. Sieć transportowa determinuje realny zasięg rynków zbytu, a jej stan techniczny i przepustowość wpływają na bilansowanie podaży i popytu między regionami. Efektywna organizacja transportu umożliwia powstawanie regionalnych centrów produkcyjno-dystrybucyjnych, integrujących procesy eksploatacji, przeróbki i dostaw kruszyw. Rozwój infrastruktury transportowej, w tym modernizacja dróg, linii kolejowych i portów rzecznych, jest zatem jednym z istotnych czynników zapewniających zrównoważony rozwój rynku kruszyw piaskowo-żwirowych w Polsce.

Regionalizacja rynku kruszyw, wsparta nowoczesnym i racjonalnie planowanym systemem transportowym, stanowi fundament zrównoważonego gospodarowania zasobami nieodnawialnymi. Pozwala na efektywne wykorzystanie lokalnych złóż, minimalizację kosztów logistycznych i redukcję wpływu transportu na środowisko, a także poprawia konkurencyjność krajowych producentów surowców mineralnych.

5. Zróżnicowanie zagrożeń w procesie eksploatacji złóż oraz dystrybucji piasków i żwirów

Zagadnienie bezpieczeństwa pracy w procesach eksploatacji i transportu kruszyw piaskowo-żwirowych nabiera szczególnego znaczenia w kontekście rosnącej skali produkcji i intensywności przewozów w górnictwie odkrywkowym. W sektorze tym w Polsce w 2024 roku odnotowano spadek liczby wypadków w porównaniu z rokiem poprzednim – z 51 do 44 zdarzeń, co stanowi redukcję o około 14%. W analizowanym okresie miały miejsce dwa wypadki śmiertelne, przy braku wypadków ciężkich. Zdarzenia te dotyczyły głównie transportu kołowego oraz niewłaściwej eksploatacji maszyn i urządzeń, co wskazuje, że dominujące zagrożenia mają charakter techniczny i organizacyjny. Wskaźnik częstości wypadków ogółem wyniósł 1,3 na 1000 zatrudnionych i pozostaje znacząco niższy niż w górnictwie podziemnym. Obserwowany trend spadkowy jest wynikiem systematycznego rozwoju i doskonalenia zarządzania bezpieczeństwem w zakładach odkrywkowych, jednak utrzymanie tego kierunku wymaga dalszego doskonalenia procedur, szkolenia personelu oraz konsekwentnego wdrażania działań prewencyjnych [8].

Proces eksploatacji złóż piasków i żwirów prowadzony metodą odkrywkową charakteryzuje się stosunkowo prostą organizacją robót, jednak ze względu na zmienne warunki geologiczno-górniczne oraz różnorodność stosowanych technologii nie jest wolny od zagrożeń mogących wpływać na bezpieczeństwo pracowników, sprzętu i środowiska. Identyfikacja potencjalnych zagrożeń stanowi kluczowy etap budowy modelu oceny bezpieczeństwa, ponieważ pozwala określić obszary

o podwyższonym ryzyku i dobrać odpowiednie środki prewencyjne [1, 10, 11, 26].

Podczas eksploatacji złóż piasków i żwirów występują zagrożenia wydobywcze, które można podzielić na trzy główne grupy: zagrożenia techniczne, organizacyjne oraz środowiskowe [1, 10, 11, 26]. Dodatkowo, ze względu na znaczący udział transportu w całym łańcuchu logistycznym dostaw kruszyw, coraz większe znaczenie zyskują zagrożenia transportowo-logistyczne, obejmujące zarówno przewozy wewnętrzne (na terenie kopalni), jak i zewnętrzne (do odbiorców).

5.1. Zagrożenia techniczne

Do najczęściej występujących zagrożeń technicznych w górnictwie odkrywkowym należą awarie maszyn i urządzeń górniczych, których przyczyną mogą być błędy eksploatacyjne, niewłaściwa konserwacja, przeciążenie lub wady konstrukcyjne [1, 10, 11, 26]. Szczególnie niebezpieczne są uszkodzenia układów hydraulicznych, napędowych i elektrycznych w maszynach podstawowych, takich jak: koparki, ładowarki, przenośniki czy kruszarki.

W kontekście transportu zagrożenia techniczne obejmują m.in. niesprawność pojazdów ciężarowych, niewłaściwe mocowanie ładunku, awarie układów hamulcowych i ogumienia, a także nieprawidłowe funkcjonowanie systemów monitorowania masy i prędkości pojazdów [9]. Pojazdy eksploatowane w trudnych warunkach terenowych kopalni narażone są na intensywne zużycie, co wymaga ścisłego przestrzegania harmonogramów przeglądów technicznych.

Innym istotnym zagrożeniem technicznym jest utrata stateczności skarp i zboczy wyrobiska, wynikająca z błędnej oceny parametrów geotechnicznych lub niekorzystnych warunków wodnych. Zjawiska te mogą prowadzić do przemieszczeń mas ziemnych i zawałów, stwarzając zagrożenie także dla pojazdów poruszających się po drogach technologicznych.

Charakterystyka zagrożeń technicznych jest ściśle związana z typem złoża oraz przyjętą technologią urabiania. W przypadku złóż podwodnych szczególnie istotnymi czynnikami są stabilność dna eksploatacyjnego oraz stan infrastruktury odwadniającej. Natomiast w kopalniach suchych najczęściej obserwuje się awarie układów mechanicznych oraz błędy wynikające z przeciążenia sprzętu roboczego.

5.2. Zagrożenia organizacyjne i transportowo-logistyczne

Zagrożenia organizacyjne wynikają głównie z nieprawidłowego planowania, nadzoru i organizacji pracy. Należą do nich: niewłaściwe rozmieszczenie maszyn w polu roboczym, brak skutecznego nadzoru, błędy komunikacyjne między pracownikami oraz nieprzestrzeganie procedur bezpieczeństwa [9–11].

Ważnym elementem bezpieczeństwa jest organizacja transportu wewnętrznego i zewnętrznego. Niewłaściwe planowanie tras przejazdowych, brak oznakowania dróg technologicznych, nieprzestrzeganie ograniczeń prędkości czy przeciążanie pojazdów stanowią istotne źródła ryzyka [9]. W procesach wydobycia i transportu

kruszyw naturalnych bezpieczeństwo pracy operatorów maszyn oraz kierowców to kluczowy element ograniczania ryzyka wypadków. W przypadku operatorów koparek, ładowarek i wozideł istotne znaczenie ma utrzymanie odpowiedniej sprawności psychofizycznej, gdyż zmęczenie, monotonia pracy i obniżona koncentracja mogą prowadzić do utraty kontroli nad maszyną i zdarzeń kolizyjnych. Podobne zagrożenia dotyczą kierowców transportu kopalnianego i zewnętrznego, gdzie długotrwała jazda, praca zmianowa oraz presja czasu wpływają na zwiększone ryzyko błędów ludzkich i wypadków drogowych. Dlatego w zakładach górniczych rośnie znaczenie systematycznych badań lekarskich, kontroli trzeźwości oraz szkoleń z zakresu ergonomii, zarządzania zmęczeniem i kultury bezpieczeństwa (wykaz prac i stanowisk, przy których wykonywaniu jest wymagana szczególna sprawność psychofizyczna, np. kierowcy, operatorzy maszyn ciężkich – znajduje się w rozporządzeniu [27]). W praktyce odnotowuje się liczne zdarzenia związane z kolizjami pomiędzy maszynami ładującymi a środkami transportu, szczególnie w strefach załadunku i rozładunku.

Z punktu widzenia dystrybucji zewnętrznej zagrożenia dotyczą także bezpieczeństwa transportu drogowego – w tym ryzyka wypadków z udziałem ciężarówek przewożących kruszywa, które często poruszają się po wąskich drogach lokalnych. Niezabezpieczony lub źle rozmieszczony ładunek może stanowić zagrożenie dla uczestników ruchu, a pylenie z nieszczelnych skrzyń ładunkowych – dla środowiska i mieszkańców terenów przykopalnianych [28]. Bezpieczna logistyka transportu kruszyw wymaga stosowania systemów wspomagania (GPS, radiokomunikacja, czujniki cofania, rejestratory prędkości) oraz wdrożenia standardów BHP dotyczących załadunku, ważenia i utrzymania pojazdów. Ważną rolę odgrywa także kontrola dopuszczalnych mas całkowitych pojazdów (DMC), co bezpośrednio przekłada się na bezpieczeństwo transportu oraz trwałość infrastruktury drogowej [9].

5.3. Zagrożenia środowiskowe

Eksploracja złóż piasków i żwirów oddziałuje również na środowisko przyrodnicze, co może generować pośrednie zagrożenia dla bezpieczeństwa prowadzenia robót i transportu. Do najczęściej występujących należą: zmiany stosunków wodnych, erozja gleb, zapylenie, hałas oraz wibracje [1, 26, 28]. Zmiany stosunków wodnych, będące wynikiem odwadniania złoża lub zaburzenia naturalnych przepływów wód gruntowych, mogą prowadzić do degradacji siedlisk wodno-błotnych oraz przesuszenia gleb na terenach sąsiednich. W konsekwencji zjawiska te wpływają na stabilność skarp i wyrobisk, zwiększając ryzyko ich osuwania. W niektórych przypadkach obserwuje się także wtórne zalewanie wyrobisk, co utrudnia eksploatację i może stanowić bezpośrednie zagrożenie dla pracowników [26].

Erozja gleb i przekształcenia morfologiczne terenu to kolejne istotne czynniki oddziaływania środowiskowego. Zdejmowanie nadkładu i prowadzenie robót w warstwach powierzchniowych prowadzi do utraty warstwy próchnicznej oraz pogorszenia zdolności retencyjnych gruntu. Zjawiska te mają charakter długofalowy i utrudniają rekultywację terenów poeksploatacyjnych.

Emisja pyłu podczas załadunku, przesiewania i przewozu kruszyw wpływa nie tylko na środowisko, lecz także na bezpieczeństwo ruchu drogowego, ograniczając widoczność i powodując degradację nawierzchni. Pyły mineralne, zawierające drobne frakcje kwarcu, mogą być również szkodliwe dla zdrowia pracowników i mieszkańców terenów przyległych. Dlatego coraz częściej stosuje się rozwiązania ograniczające emisje wtórne, takie jak zraszanie dróg wewnętrznych, używanie plandek na skrzyniach ładunkowych, a także tworzenie pasów zieleni izolacyjnej pełniących funkcję biologicznego filtra powietrza.

Hałas i wibracje generowane przez pracujące maszyny, kruszarki oraz transport samochodowy stanowią kolejne źródło oddziaływania środowiskowego. Nadmierny poziom hałasu wpływa negatywnie na faunę, zakłócając procesy migracyjne i rozrodcze, a w przypadku terenów mieszkaniowych – na komfort życia ludności. Wibracje natomiast mogą powodować uszkodzenia infrastruktury technicznej, szczególnie w przypadku dróg o słabej nośności lub w pobliżu budynków.

Czynniki środowiskowe mają istotny wpływ również na trwałość dróg technologicznych i bezpieczeństwo pracy operatorów. Zmienna pogoda, w tym intensywne opady, może prowadzić do rozmyć dróg, a tym samym zwiększać ryzyko przewrócenia pojazdu czy utraty przyczepności. Okresowe wahania temperatury sprzyjają także powstawaniu zastoisk błota lub oblodzeń, co utrudnia utrzymanie płynności transportu. W kontekście eksploatacji kopalń odkrywkowych ważne jest zatem bieżące monitorowanie warunków atmosferycznych i odpowiednie dostosowywanie harmonogramów robót.

Kompleksowa identyfikacja zagrożeń w procesie eksploatacji i dystrybucji kruszyw jest podstawą opracowania skutecznego systemu zarządzania bezpieczeństwem. Ujęcie procesów transportowych w analizie ryzyka pozwala na ocenę prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń inicjujących, takich jak kolizje, awarie pojazdów czy błędy operatorów, oraz opracowanie scenariuszy awaryjnych [11]. Współczesne modele oceny ryzyka coraz częściej integrują dane przestrzenne (GIS) dotyczące lokalizacji kopalń, tras przewozu i punktów dystrybucji, co umożliwia określenie tzw. stref podwyższonego ryzyka transportowego. Pozwala to na planowanie działań prewencyjnych, takich jak optymalizacja tras, zwiększenie nadzoru w strefach załadunku czy szkolenie kierowców w zakresie bezpiecznej obsługi materiałów sypkich [9]. Ponadto coraz większe znaczenie zyskuje wdrażanie koncepcji zrównoważonej eksploatacji surowców mineralnych, zgodnej z zasadami gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ). Obejmuje ona m.in. ograniczanie zużycia wody technologicznej, recykling frakcji drobnych, a także rekultywację terenów pogórnich z uwzględnieniem aspektów przyrodniczych i krajobrazowych. Takie podejście pozwala nie tylko minimalizować negatywne skutki środowiskowe, lecz także zwiększać akceptację społeczną działalności wydobywczej.

6. Podsumowanie

Transport kruszyw piaskowo-żwirowych odgrywa fundamentalną rolę w systemie logistycznym górnictwa

odkrywkowego w Polsce. Jako ogniwo łączące proces wydobywania z rynkiem odbiorców końcowych decyduje o sprawności dostaw, kosztach jednostkowych i poziomie bezpieczeństwa operacyjnego. Analiza struktury przewozów wskazuje, że dominującą pozycję zajmuje transport samochodowy, co wynika z jego wysokiej elastyczności i dostępności. Jednakże przy rosnących kosztach paliwa, obciążeniu infrastruktury drogowej oraz rosnących wymaganiach środowiskowych konieczne staje się większe wykorzystanie alternatywnych środków transportu – zwłaszcza kolejowego i wodnego – które zapewniają wyższą efektywność energetyczną oraz niższe koszty przewozu na długich dystansach.

Z logistycznego punktu widzenia efektywne funkcjonowanie systemu transportu kruszyw wymaga integracji planowania przewozów z procesami magazynowania, załadunku i dystrybucji. Coraz większe znaczenie odgrywa cyfryzacja procesów logistycznych – wdrożenie nowoczesnych narzędzi telematycznych, systemów GPS oraz cyfrowych platform zarządzania transportem umożliwia bieżące monitorowanie pojazdów, optymalizację tras i minimalizację opóźnień [7]. Technologie te przyczyniają się również do zwiększenia poziomu bezpieczeństwa, ograniczając ryzyko błędów ludzkich i umożliwiając szybką reakcję w sytuacjach awaryjnych, takich jak przeciążenie pojazdu, awaria czy wypadek.

W kontekście bezpieczeństwa przewozu i dystrybucji kruszyw szczególne znaczenie mają przestrzeganie zasad technicznego utrzymania pojazdów, kontrola mas całkowitych oraz właściwa organizacja ruchu w obrębie kopalń i miejsc rozładunku. Opracowanie i wdrożenie procedur bezpieczeństwa, regularne szkolenia kie-

rowców oraz stosowanie systemów wspomagających ocenę ryzyka mogą znacząco zmniejszyć liczbę zdarzeń niebezpiecznych w transporcie surowców masowych.

Z ekonomicznego punktu widzenia ważne jest dążenie do równowagi między kosztami transportu a dostępnością surowców. Optymalizacja tzw. promienia ekonomicznego przewozu, zrównoważony rozwój infrastruktury transportowej oraz integracja różnych gałęzi transportu mogą istotnie ograniczyć koszty logistyczne i poprawić efektywność łańcucha dostaw. Dodatkowo, w kontekście polityki surowcowej i klimatycznej Polski, promowanie niskoemisyjnych form transportu wpisuje się w realizację celów zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym.

Podsumowując, dalszy rozwój transportu w sektorze kruszyw wymaga:

1. Integracji transportu drogowego, kolejowego i wodnego w ramach regionalnych systemów logistycznych;
2. Cyfryzacji procesów przewozowych poprzez telematykę, GPS i automatyczne systemy raportowania;
3. Zwiększenia standardów bezpieczeństwa w oparciu o analizy ryzyka, monitoring techniczny i edukację pracowników;
4. Inwestycji w infrastrukturę transportową oraz wspierania inicjatyw zmniejszających wpływ przewozów na środowisko.

Realizacja tych kierunków umożliwi nie tylko obniżenie kosztów jednostkowych transportu, ale również podniesienie poziomu bezpieczeństwa i konkurencyjności w sektorze górnictwa kruszyw w Polsce.

Selected aspects of transport organisation and safety in natural aggregate extraction

Abstract: The transport of sand and gravel aggregates is a fundamental element of logistics in opencast mining in Poland, determining both the economic efficiency and the environmental impact of the sector. Due to the nature of extraction and the location of deposits, most transport is carried out over short distances, which means that road transport plays a dominant role, especially in regions with a dense network of local roads. Rail and inland waterway transport play a complementary role, mainly for bulk transport over longer distances and in areas with adequate infrastructure. The article highlights the importance of the so-called economic transport radius, which determines the maximum distance for cost-effective transport of aggregates, and factors affecting costs, such as fuel prices, road tolls, road conditions and the organisation of drivers' work. The use of modern information and telematics technologies, which enable route optimisation, fuel consumption control and better delivery planning, is also discussed. Attention is drawn to the technical and organisational risks associated with the exploitation and distribution of raw materials and to the need to introduce solutions that support the safety and sustainable development of the industry. The conclusions indicate that the future of the aggregates market depends on the integration of various means of transport, the digitisation of logistics processes and the implementation of innovative technologies that increase efficiency and competitiveness.

Literatura

1. Kozioł W., Baic I., Góralczyk S. et al., Środowiskowe aspekty eksploatacji kruszyw żwirowo-piaskowych spod wody w Polsce. *Rocznik Ochrona Środowiska* (19), 2017, s. 731–744.
2. Bilans zasobów złóż kopalin w Polsce 2024. Warszawa: Państwowy Instytut Geologiczny – PIB, www.pgi.gov.pl/surowce/strona-glowna (dostęp: 24.09.2025).
3. Łochańska D., Metoda dostosowania regionalnego wydobycia kruszyw piaskowo-żwirowych do struktury popytu. Praca doktorska (niepublikowana), 2014.
4. Stryszewski M., Łochańska D., Optymalizacja bilansowania podaży z popytem na kruszywa naturalne. „*Przegląd Górniczy*”, 70(10), 2014, s. 36–40.
5. Raport roczny 2024. Warszawa: PKP CARGO S.A., www.pkpcargo.com/raporty-okresowe/raport-roczny-2024/ (dostęp: 20.08.2025).
6. Wierzbicka A., Aleksander A., Horzela-Miś A., Przeptywy towarów w żegludze śródlądowej w Polsce. *Zeszyty Naukowe Akademii Górnośląskiej* (19), 2024, s. 107–116, <http://dx.doi.org/10.53259/2024.07.10>.
7. Król A., Rokicki T., Telematyka w zarządzaniu flotą samochodową. *Ekonomika i Organizacja Logistyki*, 4(6), 2021, s. 49–57, <https://doi.org/10.22630/EIOL.2021.6.4.28>.
8. Ocena stanu bezpieczeństwa pracy, ratownictwa górniczego oraz bezpieczeństwa powszechnego w związku z działalnością górniczo-geologiczną w 2024 roku. Katowice 2025, Wyższy Urząd Górniczy.
9. Tytko A., Wójcik M. (red.), Bezpieczeństwo pracy urzędów transportowych w górnictwie. Monografia. Łódź 2016, Wyd. CBiDGP.
10. Baghaei Naeini S.A., Badri A., Identification and categorization of hazards in the mining industry: A systematic review of the literature. „*International Review of Applied Sciences and Engineering*”, 15 (1), 2024, s. 1–19, <https://doi.org/10.1556/1848.2023.00621>.
11. Burtan Z., Schmidt-Polończyk N., Nowak-Senderowska D., Wykorzystanie modelu drzewa zdarzeń do tworzenia scenariuszy zagrożeń w górnictwie. „*Inżynieria Mineralna*”, 18(2), 2017, s. 163–170, <https://doi.org/10.29227/IM-2017-02-18>.
12. Bęben A., Bogusz P., Głapa W., Marianowski J., Maszyny i urządzenia do odkrywkowego urabiania surowców skalnych wybranymi technologiami. Skrypty Uczelniane 1130, Kraków 1988, Wydawnictwo AGH.
13. Kozioł W., Machniak Ł., Podwodne kopanie: rozwój technologii wydobycia kruszyw żwirowo-piaskowych spod wody. „*Surowce i Maszyny Budowlane*” (3), 2011, s. 20–26.
14. Stryszewski M., Eksploatacja selektywna kruszyw tamanych i piaskowo-żwirowych w dostosowaniu do zmiennego górotworu. *Kruszywa: produkcja, transport, zastosowanie* (1), 2017, s. 42–49.
15. GUS. Transport drogowy w Polsce 2024 – dane roczne, <https://stat.gov.pl> (dostęp: 24.09.2025).
16. Kopaliński W., Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych. Warszawa 1985, Wyd. Wiedza Powszechna.
17. Berezowski S., Wstęp do regionalizacji gospodarczej. Warszawa 1964, Wydawnictwo Szkoły Głównej Planowania i Statystyki.
18. Thomas M.D., Concept of the Region in Geography. Oxford University Press, 1961.
19. Fajferek A., Ekonomia regionu. Warszawa 1966, PWN.
20. Jankowska A., Regiony gospodarcze Polski a rozwój surowcowy. Warszawa 1974, Wyd. Geol.
21. Radwanek-Bąk B., Regiony surowcowe naturalnych kruszyw żwirowo-piaszczystych w Polsce. „*Surowce i Maszyny Budowlane*” (4), 2007, s. 1–7.
22. Szuba J., Ocena jakości wybranych kruszyw w funkcji rejonu występowania. „*Surowce i Maszyny Budowlane*” 5 (365), 2007, s. 18–23.
23. Olszewski S. et al., Okręgi górnicze w Polsce – koncepcja organizacyjna. Warszawa 1989, PWN.
24. Kozioł W., Machniak Ł., Borcz A., Baic I., Górnictwo kruszyw w Polsce – szanse i zagrożenia. „*Inżynieria Mineralna*” 17(2), 2016, s. 175–182, <https://doi.org/10.29227/IM2016-nr2-vol1>.
25. Stryszewski M., Metoda bilansowania popytu i podaży kruszyw naturalnych – uwarunkowania ekonomiczne. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej* (108), 2004, s. 153–162.
26. Kłojzy-Karczmarczyk B., Staszczak J., Rozpoznanie lokalizacji wyrobisk piasków i żwirów względem granic GZWP oraz cieków powierzchniowych na obszarze województwa śląskiego. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego* (475), 2019, s. 93–100, doi:10.7306/BPIG.11.
27. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie rodzajów prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej (Dz.U. 1996 nr 62 poz. 287, z późn. zm.).
28. Bendixen M., Iversen L.L., Best J. et al., Sand, gravel, and UN Sustainable Development Goals: Conflicts, synergies, and pathways forward. „*One Earth*”, 4(8), 2021, s. 1095–1111, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.07.008>.

Nowa jakość transportu w górnictwie przy użyciu samojezdnych maszyn górniczych w Południowym Koncernie Węglowym S.A. Zakład Górniczy „Janina”

mgr inż. Dariusz GAĞOROWSKI

mgr inż. Norbert GOLEC

Okręgowy Urząd Górniczy w Katowicach

mgr inż. Rafał WÓJTOWICZ

mgr inż. Wojciech WŁODARCZYK

Południowy Koncern Węglowy S.A., ZG „Janina”, Libiąż

TREŚĆ: Artykuł opisuje innowacyjne podejście zakładu górniczego do układu transportu z wykorzystaniem samojezdnych maszyn górniczych w Południowym Koncernie Węglowym S.A. Zakład Górniczy „Janina”. Transport załogi ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa i efektywności pracy w górnictwie węgla kamiennego. Rozwiązanie, które zostało zastosowane w przypadku ZG „Janina”, jest nie tylko nowoczesne, ale także opłacalne oraz korzystne z uwagi na skrócony czas transportu ludzi do miejsca pracy, co przekłada się bezpośrednio na wzrost efektywnego czasu pracy o 16%.

SŁOWA KLUCZOWE: transport osób, samojezdne maszyny górnicze, efektywność czasu pracy, czas transportu

1. Wstęp

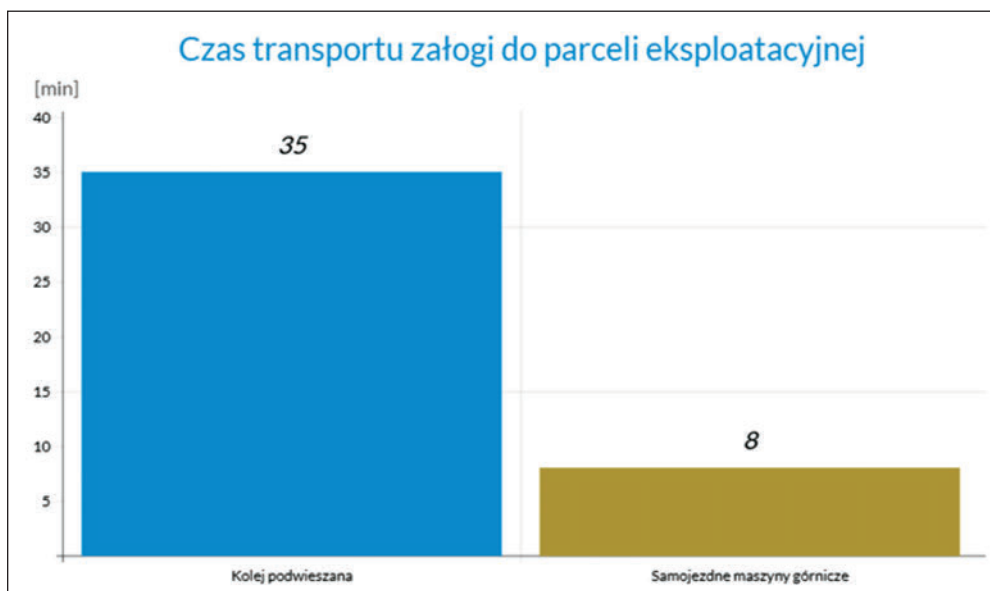
„Granice możliwości istnieją tylko w naszych umysłach – rzeczy, które wczoraj były nierealne, dziś są możliwe dzięki odwadze innowacji”
Albert Einstein

Górnictwo węgla kamiennego od dekad stanowi jeden z fundamentów polskiej energetyki i przemysłu ciężkiego. To sektor, który nieustannie mierzy się z wyzwaniami technologicznymi, ekonomicznymi i środowiskowymi. Szczególnie istotnym aspektem w działalności podziemnych zakładów górniczych jest kwestia bezpieczeństwa oraz sprawnej organizacji transportu ludzi i materiałów. Zakład Górniczy „Janina”, należący do Południowego Koncernu Węglowego S.A., zdecydował się na wdrożenie innowacyjnego rozwiązania, które radykalnie odmieniło sposób transportu załogi pod ziemią. Wprowadzenie samojezdnych maszyn górniczych do przewozu ludzi na poziomie 800 m to nie tylko nowoczesna technologia, ale również odpowiedź na realne potrzeby organizacji pracy,

bezpieczeństwa i efektywności produkcji w trudnych warunkach podziemnych.

2. Nowoczesny poziom 800 metrów – przestrzeń zaprojektowana z myślą o przyszłości

Jednym z kluczowych elementów umożliwiających realizację tego przedsięwzięcia było stworzenie nowoczesnej infrastruktury transportowej na poziomie 800 m. Wyrobiska na tym poziomie charakteryzują się odpowiednią szerokością, wysokością oraz nachyleniem, zapewniając bezpieczny i komfortowy ruch samojezdnych maszyn górniczych. Inżynierowie zadbali o to, aby nowa sieć komunikacyjna była dostosowana nie tylko do obecnych potrzeb, ale również do przyszłych wyzwań. Spąg wyrobisk na poziomie 800 m tworzą zwięzłe i silne skały będące solidną oraz stabilną podstawą do stworzenia transportu samojezdnymi maszynami górniczymi. Dodatkowo istotnym czynnikiem wpływającym na decyzję o wdrożeniu transportu samojezdnego były niewielkie zagrożenia naturalne. Brak zagrożenia metanowego,



► Rys. 1. Porównanie czasu transportu z wykorzystaniem kolejki podwieszanej i samojezdnej maszyny górniczej

► Fig. 1. Comparison of transportation times using a suspended monorail and a self-propelled mining machine

wyrzutów gazów i skał oraz klasa A wybuchu pyłu węglowego stworzyły warunki wyjątkowo sprzyjające dla tego typu innowacyjnych rozwiązań.

3. Analiza finansowa — inwestycja z błyskawicznym zwrotem

Innowacje technologiczne w górnictwie muszą nie tylko poprawiać bezpieczeństwo i efektywność pracy, ale także być ekonomicznie uzasadnione. Zakład Górniczy „Janina” wykonał kompleksową analizę finansową planowanej inwestycji, porównując koszty zakupu, eksploatacji oraz obsługi lokomotywy spalinowej podwieszanej i samojezdnej maszyny górniczej. Wykazała ona, że koszt zakupu samojezdnej maszyny górniczej w połączeniu

z niższymi kosztami jej eksploatacji oraz mniejszym zapotrzebowaniem na obsługę zapewnia znakomity wynik ekonomiczny. Szacowany czas zwrotu inwestycji w przypadku zakupu jednej maszyny wyniósł zaledwie 3,5 miesiąca, co w branży górniczej jest rezultatem wyjątkowo korzystnym i rzadko spotykanym.

4. Korzyści i efekty wdrożenia w praktyce

Wprowadzenie samojezdnych maszyn górniczych do transportu załogi przyniosło szereg wymiernych korzyści:

- **skrócenie czasu transportu załogi** – dzięki nowoczesnym maszynom możliwe było czterokrotne skrócenie czasu transportu pracowników do partii



► Rys. 2. Samojezdny wóz transportowy SWT-Team 14/1,9/J

► Fig. 2. Self-propelled minig machine SWT-Team 14/1,9/J



► Rys. 3. Samojezdny wóz transportowy SWT-Team 14/1,9/J

► Fig. 3. Self-propelled minig machine SWT-Team 14/1,9/J

eksploatacyjnej (rys. 1) – z 35 minut do zaledwie 8 minut. Oznacza to nie tylko szybsze rozpoczęcie pracy, ale również zwiększenie komfortu załogi;

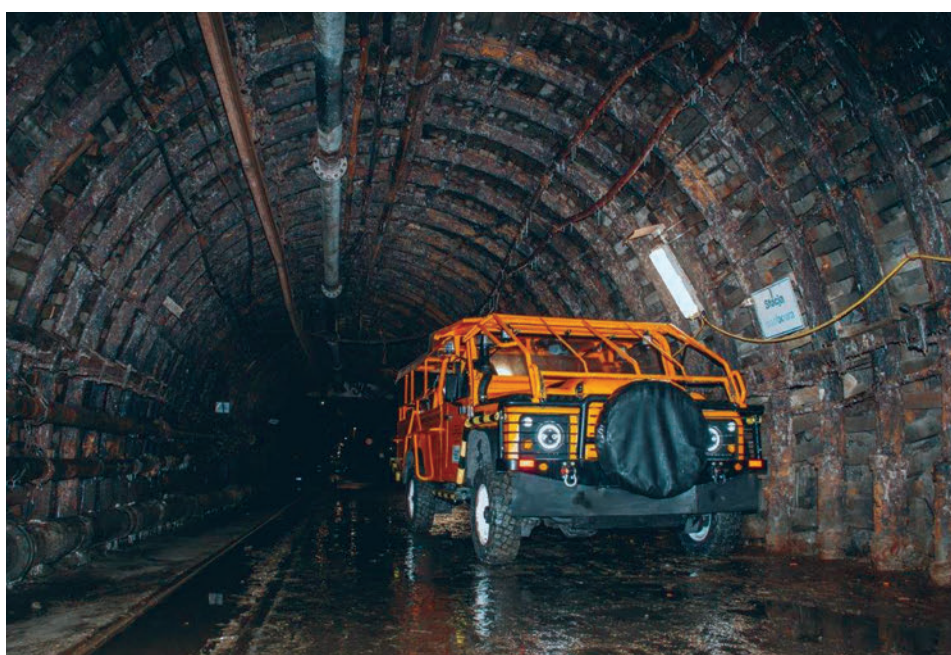
- **wzrost efektywnego czasu pracy** – skrócony czas przejazdu przełożył się bezpośrednio na 16-procentowy wzrost efektywnego czasu pracy w ścianie eksploatacyjnej, co ma istotne znaczenie dla wydajności i wyników produkcyjnych kopalni;
- **redukcja kosztów eksploatacyjnych** – koszty utrzymania samojezdnych maszyn górniczych okazały się niższe w porównaniu do tradycyjnych ciągników podwieszonych. Mniejsza awaryjność oraz prostsza obsługa techniczna pozwalają znacząco je ograniczyć;
- **wyższa mobilność i elastyczność** – samojezdne maszyny górnicze zapewniają większą swobodę poruszania się po wyrobiskach, dzięki czemu łatwiej

dostosować organizację transportu do bieżących potrzeb i zmieniających się warunków pracy;

- **poprawa bezpieczeństwa i komfortu pracy** – nowoczesne pojazdy transportowe są wyposażone w systemy poprawiające bezpieczeństwo, ergonomiczne miejsca siedzące oraz wydajne układy wentylacji i oświetlenia, co istotnie wpływa na zadowolenie i komfort pracowników.

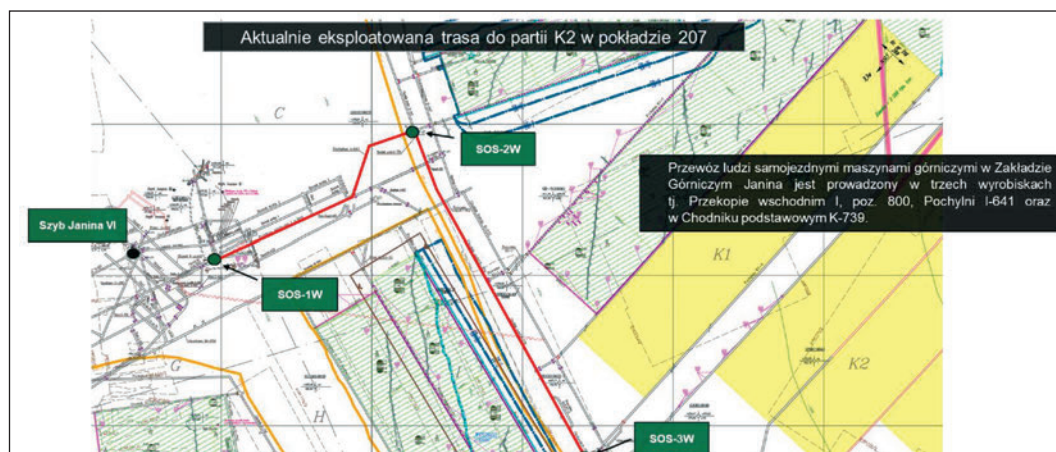
5. Charakterystyka układu transportu

Obecnie Zakład Górniczy „Janina” posiada trzy samojezdne wozy transportowe [1–2] typu SWT-Team 14/1,9/J (rys. 2, 3 i 4) oraz jeden SWT-Team 10/1,9/J. Maszyny pokonują trasę o długości około 2 km, przewożąc codziennie załogę na stanowiska pracy w podziemnych wyrobiskach. Pracownicy zjeżdżają szybem Janina VI na



► Rys. 4. Samojezdny wóz transportowy SWT-Team 14/1,9/J

► Fig. 4. Self-propelled minig machine SWT-Team 14/1,9/J



► Rys. 5. Schemat transportu samojedznymi wozami transportowymi do partii K2 w pokładzie 207

► Fig. 5. Transport scheme using self-propelled transport vehicles

poziom 800 m. Po opuszczeniu klatki szybowej kierują się pieszo objazdem I w stronę przecinki G-668, a następnie objazdem II do Stacji Osobowej Samojedznych Maszyn Górniczych nr 1W (w skrócie SOS-1W), zlokalizowanej w przekopie wschodnim I poz. 800 m. Na Stacji Osobowej Samojedznych Maszyn Górniczych nr 1W wsiadają do samojedznych maszyn górniczych i odbywają przejazd do Stacji Osobowej Samojedznych Maszyn Górniczych nr 3W (w skrócie SOS-3W), znajdującej się w chodniku podstawowym K-739 przez Stację Osobową Samojedznych Maszyn Górniczych nr 2W (w skrócie SOS-2W) zlokalizowaną w pochylni I-641 (rys. 5). Po dojeździe na stację SOS-3W przechodzą

pieszo do Stacji Osobowej Kolejki Szynowej Podwieszanej nr 2, skąd kontynuują przejazd kolejką szynową podwieszoną w kierunku rejonów eksploatacyjnych [3].

Charakterystykę techniczną samojedznego wozu transportowego typu SWT-Team 14/1,9/J przedstawiają tab. 1 oraz rys. 6 i 7.

Charakterystykę techniczną samojedznego wozu transportowego typu SWT-Team 10/1,9/J przedstawia tab. 2.

W planach jest dalszy rozwój tego typu transportu oraz dostosowywanie infrastruktury i procedur do możliwości, jakie oferują nowoczesne samojedzne maszyny górnicze.

► Tab. 1. Dane techniczne samojedznego wozu transportowego SWT-Team 14/1,9/J

► Table 1. Technical specifications self-propelled minig machine SWT-Team 14/1,9/J

Długość	5890 mm
Szerokość	2000 mm
Wysokość	1900 mm
Rozstaw osi	3200 mm
Rozstaw kół	1680 mm
Prześwit	210 mm
Głębokość brodzenia	500 mm
Wewnętrzny promień skrętu	4510 mm
Zewnętrzny promień skrętu	7610 mm
Kąt najazdu	32°
Kąt zjazdu	14°
Masa własna wozu (łącznie z operatorem)	≈ 3400 kg
Masa kompletnego silnika napędowego	381 kg
Masa mostu napędowego przedniego	215 kg
Masa mostu napędowego tylnego	206 kg
Masa skrzyni biegów	77 kg
Masa skrzyni rozdzielczo-redukcyjnej	69 kg
Masa koła wraz z oponą	30 kg
Maksymalne obciążenie przedniego mostu	2200 daN
Maksymalne obciążenie tylnego mostu	2430 daN
Dopuszczalna masa całkowita	4900 kg

► Tab. 2. Dane techniczne samojedznego wozu transportowego SWT-Team 10/1,9/J

► Table 2. Technical specifications self-propelled minig machine SWT-Team 10/1,9/J

Długość	5100 mm
Szerokość	2000 mm
Wysokość	1900 mm
Rozstaw osi	2800 mm
Rozstaw kół	1680 mm
Prześwit	210 mm
Głębokość brodzenia	500 mm
Wewnętrzny promień skrętu	3800 mm
Zewnętrzny promień skrętu	6850 mm
Kąt najazdu	31°
Kąt zjazdu	21°
Masa własna wozu (łącznie z operatorem)	≈ 3250 kg
Masa kompletnego silnika napędowego	381 kg
Masa mostu napędowego przedniego	215 kg
Masa mostu napędowego tylnego	206 kg
Masa skrzyni biegów	77 kg
Masa skrzyni rozdzielczo-redukcyjnej	69 kg
Masa koła wraz z oponą	30 kg
Maksymalne obciążenie przedniego mostu	2200 daN
Maksymalne obciążenie tylnego mostu	2430 daN
Dopuszczalna masa całkowita	4650 kg



► Rys. 6. Parametry samojezdnego wozu transportowego SWT-Team 14/1,9/J

► Fig. 6. Self-propelled minig machine SWT-Team 14/1,9/J parameters



► Rys. 7. Elementy budowy samojezdnego wozu transportowego SWT-Team 14/1,9/J

► Fig. 7. Self-propelled minig machine SWT-Team 14/1,9/J elements of construction

6. Podsumowanie

Projekt wdrożenia samojezdných maszyn górniczych do transportu załogi w ZG „Janina” to przykład nowoczesnego i odpowiedzialnego podejścia do zarządzania kopalnią. Łączy on w sobie troskę o bezpieczeństwo, dbałość o komfort pracy oraz wymierne korzyści eko-

nomiczne. Dzięki odwadze we wdrażaniu innowacji Południowy Koncern Węglowy S.A. udowadnia, że współczesne górnictwo może być nowoczesne, efektywne i przyjazne dla pracowników. To również jasny sygnał, że nawet w tradycyjnych branżach możliwa jest cyfrowa i technologiczna transformacja, której głównym celem jest człowiek.

New quality of transport in mining using self-propelled mining machines at Południowy Koncern Węglowy S.A., "Janina" Mining Plant

Abstract: The "Janina" Mining Plant, owned by Południowy Koncern Węglowy S.A., implemented an innovative solution by using self-propelled SWT-Team 14/1.9/J and SWT-Team 10/1.9/J mining machines to transport people at the 800 m level. An important factor influencing the decision to implement self-propelled transport was safety resulting from low natural risk, including the absence of methane hazard, gas and rock outbursts, and class A coal dust explosion. A comprehensive financial analysis of the planned investment, comparing the costs of purchasing, operating and servicing a suspended diesel locomotive and a self-propelled mining machine, showed that the cost of purchasing a self-propelled mining machine combined with its lower operating costs and lower service requirements provides an excellent economic result. The introduction of self-propelled mining machines for crew transport has brought benefits in the form of reduced crew transport time, increased effective working time, reduced operating costs, higher mobility and flexibility, and improved safety and comfort at work. The transport vehicles cover a distance of approximately 2 km, transporting the crew to their work stations in the underground workings every day, demonstrating that current mining can be modern, efficient and employee-friendly.

Literatura

1. Instrukcja obsługi oryginalna. Dokumentacja techniczno-ruchowa. Samojedźny wóz transportowy SWT-Team 14/1,9/J.
2. Instrukcja obsługi oryginalna. Dokumentacja techniczno-ruchowa. Samojedźny wóz transportowy SWT-Team 10/1,9/J.
3. Dokumentacja układu transportu samojedźnych maszyn górniczych w Zakładzie Górniczym „Janina”.

Metal z liści – ekologiczne oblicze górnictwa

mgr inż. **Mateusz ŁASIEWICKI**
Okręgowy Urząd Górniczy w Warszawie

TREŚĆ: Fitogórnictwo to innowacyjna technologia wykorzystująca zdolność niektórych roślin hiperakumulujących do pobierania i gromadzenia metali ciężkich z gleby. Pozwala ona na odzysk cennych pierwiastków, takich jak nikiel, ołów, kadm czy arsen, poprzez uprawę odpowiednich gatunków, zbiór biomasy oraz odzysk metali z popiołu po spalaniu. Metoda ta znajduje zastosowanie zarówno w eksploatacji ubogich złóż, jak i w bioremediacji terenów zdegradowanych przemysłowo. Fitogórnictwo charakteryzuje się niższym kosztem inwestycyjnym i mniejszym wpływem na środowisko w porównaniu do klasycznego górnictwa. Nie wymaga ingerencji w strukturę geologiczną, wspiera także procesy rekultywacji. Skuteczność tej technologii uzależniona jest od doboru gatunków roślin charakteryzujących się szybkim tempem wzrostu, intensywnym przyrostem biomasy oraz wysokim potencjałem akumulacji metali. Fitogórnictwo niesie również zagrożenia, m.in. w postaci ryzyka rozprzestrzenienia gatunków inwazyjnych, akumulacji metali w łańcuchu troficznym oraz emisji zanieczyszczeń podczas spalania biomasy. Wymaga to dalszych badań i odpowiedzialnego zarządzania, aby metoda ta mogła stać się pełnoprawną alternatywą dla tradycyjnego wydobywania metali. Największym wyzwaniem jest jej opłacalność ekonomiczna oraz konkurencja ze strony konwencjonalnego wydobywania.

SŁOWA KLUCZOWE: fitogórnictwo, hiperakumulator, środowisko, bioremediacja

1. Wstęp

Fitogórnictwo to rozwijająca się metoda pozyskiwania metali z gleb i odpadów górniczych, oparta na wykorzystaniu zdolności niektórych gatunków roślin do hiperakumulacji metali ciężkich w tkankach. W literaturze funkcjonuje wiele ujęć tego pojęcia. Van der Ent i in. (2015) definiują je jako *agromining*, czyli „rolnicze wydobycie metali” polegające na odzysku pierwiastków z gleb o niskiej ich zawartości poprzez uprawę odpowiednich roślin hiperakumulujących [1]. Według Chaneya i Bakalanova (2017) fitogórnictwo to proces biologicznego odzysku metali, prowadzony równolegle z remediacją zanieczyszczonych gleb [2]. Z kolei Robinson i in. (1997) podkreślają jego znaczenie jako alternatywy dla klasycznych metod eksploatacji rud metali [3]. Nkrumah, van der Ent i Baker (2023) wskazują również na potencjał tej metody jako nowej gałęzi wydobywania, łączącej aspekty rolnictwa, metalurgii i ochrony środowiska [4].

2. Rys historyczny

Choć pojęcie fitogórnictwa jest stosunkowo nowe, opiera się ono na zależnościach między obecnością metali

w glebie a wzrostem roślin, które zaczęto obserwować i opisywać już w pierwszym milenium naszej ery [5]. Pierwszymi, którzy zaobserwowali korelacje występowania konkretnych rodzajów roślinności ze złożami, byli Chińczycy. Kroniki chińskie z VIII–IX w. n.e. odnotowują, że pewne trawy wyrastają nad rudami miedzi i żelaza.

Państwa z europejskiego kręgu kulturowego ugruntowały swoje obserwacje nieco później, bo w renesansie. Georgius Agricola, niemiecki górnik, metalurg i mineralog (z zawodu lekarz), w dziele *De Re Metallica* (1556) zaznacza wpływ metali zawartych w glebie na fizjologię flory [6]. Kolejne opracowania w większym stopniu opisywały wpływ rud metali na rozwój roślinności. Warto przytoczyć fragment opracowania hiszpańskiego metalurga Alvaro Alonso Barby – *Arte de los Metales* (1640) – traktujący o tym, że „(...) Niektóre drzewa, rośliny bagienne i zioła są czasami wskaźnikami żył. Wśród nich są rośliny jednego typu, które wydają się być posadzone na linii; powtarzają na powierzchni przebieg podziemnej żyły. Rośliny rosnące na szczycie metalicznej żyły są mniejsze i nie wykazują swoich zwykłych żywych kolorów. Jest to spowodowane wyziewami metali. Szkodzą one roślinom, które wydają się wychudzone (...)” [7].



► Rys. 1. *Polycarpaea spirostylis* F. Muell, hiperakumulator miedzi z rodziny goździkowatych

► Fig. 1. Copper hyperaccumulator plant, *Polycarpaea spirostylis* F. Muell (<https://bie.ala.org.au/species/https://id.biodiversity.org.au/node/apni/2913258> \l „gallery”, fot.: Aaron Bean)



► Rys. 2. *Viola lutea* Huds, fiołek będący endemitem na Wyspach Brytyjskich oraz w Europie Zachodniej

► Fig. 2. *Viola lutea* Huds, native plant for the north-western (British Isles) and western Europe (<https://powo.science.keew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:868582-1>)

Carski uczony Michaił Łomonosow w 1763 roku również potwierdził korelację zawartości metali w glebie z zahamowanym wzrostem roślinności [5]. Z kolei inne gatunki roślin miały preferować podwyższoną zawartość konkretnych metali w glebie.

W XIX wieku zidentyfikowano pierwsze gatunki wykazujące naturalną predyspozycję do zasiedlania gleb wzbogaconych w konkretne metale, zwane roślinami wskaźnikowymi [5]. Przykładem takich roślin są: *Polycarpaea spirostylis* F. Muell (rys. 1), należąca do rodziny goździkowatych, preferująca gleby wzbogacone w miedź; *Viola lutea* Huds (rys. 2) – fiołek żółty, będący wskaźnikiem gleb z podwyższoną zawartością cynku; *Eriogonum ovalifolium* (rys. 3), roślina z rodziny rdestowatych, porastająca gleby o podwyższonej zawartości srebra. Z początkiem XX wieku oprócz obserwacji wizualnych zaczęto analizować tkanki roślinne pod kątem chemicznym, co dało początek biogeochemii. Lata 60. i 70. XX wieku przyniosły standaryzację metod badawczych, wprowadzono też wówczas pojęcie hiperakumulatorów.

3. Opis fitogórnicznej ekstrakcji metali użytecznych

W aspekcie efektywnego odzysku metali (fitogórnictwa) ważny jest dobór odpowiednich gatunków hiperakumulatorów, dostosowanych do konkretnego metalu i warunków środowiskowych [8, 9, 10]. Przykład stanowić mogą: smagliczki (*Alyssum murale* i *Alyssum bertoloni*) (rys. 4), rośliny z rodziny kapustowatych zdolne do akumulacji niklu, wykorzystywane w Europie do odzysku tego metalu z gleb na skałach ultramaficznych [3, 11], oraz roślina z rodzaju liściokwiatów (*Phyllanthus rufuschaneyi*) (rys. 5), gatunek pochodzący z Azji Południowo-Wschodniej (Malezja) wykazujący zdolność do akumulacji niklu w stężeniach do 16% suchej masy liści, co potwierdzono w doniesieniach literaturowych [1, 12]. Kolejny gatunek roślin zaliczanych do grona hiperakumulatorów stanowi kapusta sitowata (*Brassica juncea*) (rys. 6), mająca zdolność akumulacji ołowiu, kadmu i uranu, szeroko stosowana w fitoremediacji [9, 10, 13], oraz orliczka pasiasta (*Pteris vittata*) (rys. 7),

wykazująca zdolność akumulacji arsenu, powszechnie wykorzystywana w oczyszczaniu gleb skażonych tym pierwiastkiem [14, 15].

Wybór gatunku wykorzystanego do fitogórnictwa determinowany jest kilkoma czynnikami, do najważniejszych z nich należą: rodzaj i stężenie metalu w glebie, odczyn (pH) i struktura gleby oraz klimat i długość sezonu wegetacyjnego [12, 16, 17]. Po wybraniu gatunku następuje proces uprawy – rośliny są wysiewane lub sadzone na obszarach, gdzie gleba zawiera dostępne formy metali [2, 9, 18]. Aby zwiększyć ich biodostępność stosuje się dodatki w postaci kwasów organicznych lub EDTA (z ang. *ethylenediaminetetraacetic acid*) mające na celu utworzenie chelatu, czyli związku chemicznego złożonego z cząsteczki o organicznej strukturze pierścieniowej oraz związanego z nią kilkoma wiązaniami kationu metalu [19, 20, 21]. W trakcie rozwoju rośliny poprzez system korzeniowy pobierają metale z gleby, następnie transportują je do nadziemnych części (liście, łodygi) [9, 10, 15]. W zależności od gatunku po osiągnięciu dojrzałości i odpowiedniego poziomu akumulacji



► Rys. 3. *Eriogonum ovalifolium*, rdestowiec wskazujący na podwyższoną zawartość srebra

► Fig. 3. *Eriogonum ovalifolium*, plant of the Polygonaceae family, silver indicator plant (<https://boisefrontnature.com/erogonum-ovalifolium-var-pansum/>)



► Rys. 4 Smagliczka (*Alyssum murale*)

► Fig. 4. Yellowtuft alyssum (*Alyssum murale*) (<https://hillfarmnursery.com>)



► Rys. 5. Roślina akumulująca nikiel (*Phyllanthus rufuschaneyi*) na polniku eksperymentalnym w stanie Sabah w Malezji

► Fig. 5. The nickel 'metal crop' *Phyllanthus rufuschaneyi* in an experimental agromining field in Sabah, Malaysia (<https://stories.uq.edu.au/news/2021/plants-that-absorb-metal-could-help-provide-a-sustainable-future-for-mining/index.html>)

metali są zbierane mechanicznie [1, 4, 22]. Typowy cykl uprawy trwa od kilku miesięcy do roku – zależnie od klimatu i rośliny [18, 21, 23]. Aby odzyskać metal, zebrana biomasa jest suszona, a następnie spalana w kontrolowanych warunkach [1, 2, 4]. Metale koncentrują się w popiele – ich zawartość może sięgać nawet do 20% masy [4, 23, 24]. Z popiołu metale odzyskiwane są przy użyciu metod hydrometalurgicznych (np. ługowanie) [1, 2, 23].

4. Szanse fitogórnictwa

Fitogórnictwo można postrzegać jako technologię prośrodowiskową, która umożliwia zagospodarowanie gleb skażonych i terenów poprzemysłowych w sposób ograniczający ryzyko środowiskowe oraz zdrowotne, a jednocześnie przynosi wymierne korzyści ekonomiczne. Hiperakumulujące rośliny, takie jak smagliczka (*Alyssum murale*, rys. 4) czy liściokwiat (*Phyllanthus rufuschaneyi*, rys. 5), działają jak biologiczne pompy, pobierając metale ciężkie z podłoża i gromadząc je w biomacie, co pozwala na jednoczesną rekultywację terenu oraz odzysk cennych pierwiastków [1, 11, 19].

Na etapie hodowli wymaga ona jedynie dostępności arealu oraz rolniczej infrastruktury (nasion, pług, systemu nawadniania i suszarni), dzięki czemu nakłady inwestycyjne są wielokrotnie niższe, a środowiskowe skutki uboczne, takie jak drenaż kwaśny, erozja czy detonacje materiałów wybuchowych, praktycznie nie występują [1, 23, 24]. Pilotażowe plantacje w Albanii (rys. 8) dowiodły, że z hektara zdegradowanej gleby można odzyskać około 100 kg niklu rocznie, co przy obecnych cenach przekłada się na dochód porównywalny do upraw sadowniczych. Przy czym podkreślić należy, że odzysk następuje z terenów, które z uwagi na poziom zanieczyszczenia nie nadają się do uprawy roślin jadalnych [3, 11, 25]. Jednocześnie rośliny hiperakumulujące stabilizują skarpy, wiążą dwutlenek węgla i wspierają rekultywację terenów pogórnich. Trwające już próby z kobalt, pierwiastkami ziem rzadkich czy złotem wskazują, że fitogórnictwo może stać się jedną z kluczowych, społecznie akceptowalnych metod pozyskania krytycznych surowców z bardzo ubogich złóż wrażliwych przyrodniczo [4, 23, 26].

5. Fitogórnictwo a bioremediacja

Rośliny hiperakumulujące, dzięki zdolności do pobierania i gromadzenia w swoich tkankach wysokich stężeń metali ciężkich, stanowią skuteczne narzędzie biologicznej remediacji gleb zdegradowanych przez działalność przemysłową, górniczą czy rolnictwo [8]. Gatunki takie jak kapusta sitowata (*Brassica juncea*, rys. 6), tobołek



► Rys. 6. Kapusta sitowata (*Brassica juncea*) naturalnie występująca w Azji (Syberia, Chiny), w Europie Wschodniej i Ameryce Północnej

► Fig. 6. Mustard greens (*Brassica juncea*) commonly found in Siberia, China, Eastern Europe, and North America (<https://atlas.roslin.pl/plant/6492>)



► Rys. 7. Osobnik *Pteris vittata* utrzymywany w Jerozolimskim Ogrodzie Botanicznym

► Fig. 7. *Pteris vittata*, The Jerusalem Botanical Gardens, Israel (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:17217500-1>) The Jerusalem Botanical Gardens, Israel (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:17217500-1>)

alpejski (*Noccaea caerulescens*, rys. 9) czy orliczka pasiasta (*Pteris vittata*, rys 7) potrafią akumulować w liściach i korzeniach znaczne ilości ołowiu, cynku, kadmu, arsenu lub niklu bez istotnego uszczerbku dla własnego rozwoju [13, 14, 19]. Proces ten, znany jako fitoremediacja, jest alternatywą dla kosztownych metod mechanicznego usuwania gleby czy chemicznej neutralizacji zanieczyszczeń [10]. Regularne zbieranie i usuwanie biomasy zawierającej metale pozwala na stopniowe obniżenie ich stężenia w gruncie, a tym samym przywrócenie jego wartości użytkowej – zarówno pod kątem rolnictwa, jak i zagospodarowania przestrzennego [10, 27].

Co istotne, metoda ta jest niskoemisyjna, tania w stosowaniu i może być prowadzona bez konieczności głębokiej ingerencji w środowisko, co czyni ją idealnym rozwiązaniem w strefach przyrodniczo cennych lub zurbanizowanych [10, 12, 13]. Dzięki temu hiperakumulatory nie tylko pełnią funkcję biologicznych „odkurzaczy” metali, ale także wspierają zrównoważoną rekultywację terenów zdegradowanych [9, 10, 19].

6. Fitogórnictwo a klasyczne pozyskiwanie kopalin

Fitogórnictwo, jako technologia oparta na naturalnych procesach biologicznych, jest znacznie mniej inwazyjne dla środowiska niż klasyczne metody wydobywania surowców [1, 23]. W przeciwieństwie do tradycyjnego górnictwa, które wymaga rozległych wykopów, ciężkich maszyn, wieloetapowego przerobu rudy i często prowadzi do degradacji krajobrazu oraz skażenia wód gruntowych, opiera się na uprawie roślin na powierzchni gleby, bez konieczności mechanicznej ingerencji w podłoże [1, 19]. Dzięki temu ogranicza erozję, zanieczyszczenia pyłowe oraz emisję szkodliwych substancji do atmosfery i wód [4, 26, 28].

Co więcej, cały proces jest niskoemisyjny – rośliny w trakcie fotosyntezy wiążą dwutlenek węgla z atmosfery, co częściowo kompensuje emisję związane z późniejszym przetworzeniem biomasy [23, 26]. W porównaniu do energochłonnych operacji, takich jak kruszenie, mielenie i prażenie rudy, zużywa znacznie mniej ener-

gii, zwłaszcza że może wykorzystywać naturalne źródła ciepła (np. słońce do suszenia biomasy) i być zasilane lokalnymi, odnawialnymi źródłami energii [1, 26, 28]. W efekcie technologia ta nie tylko umożliwia pozyskanie metali z trudno dostępnych lub zdegradowanych obszarów, ale czyni to w sposób zgodny z zasadami zrównoważonego rozwoju i gospodarki niskoemisyjnej [4, 23, 26]. Należy jednak zaznaczyć, że wprowadzenie nowego gatunku roślin w obszar o odmiennym klimacie niż występujący w jego rodzimych stronach może skutkować wymuszeniem nawadniania gleby, aby roślina mogła przeżyć w obszarze o względnie niższej rocznej sumie opadów lub charakteryzującym się odmienną krzywą opadów rocznych.

7. Biologiczne ograniczenia fitogórnictwa

Proces akumulacji metali przez rośliny hiperakumulujące, choć skuteczny, jest rozciągnięty w czasie, wymaga cierpliwości oraz odpowiedniego zaplanowania działań w dłuższej perspektywie [12, 19]. Rośliny te gromadzą metale stopniowo, w trakcie każdego cyklu wegetacyjnego, co oznacza, że pojedyncza uprawa nie jest w stanie znacząco oczyścić gleby ani dostarczyć dużych ilości surowca [4, 12]. W praktyce oznacza to konieczność przeprowadzenia wielu sezonów uprawnych – pięciu, dziesięciu, a nawet kilkunastu – zanim zawartość metalu w glebie osiągnie poziom umożliwiający zakończenie fitoremediacji lub ekonomiczny próg opłacalności w fitogórnictwie [4, 11]. Dodatkowo tempo akumulacji zależy od wielu czynników, takich jak: gatunek rośliny, typ gleby, warunki klimatyczne, odczyn podłoża (pH), dostępność składników pokarmowych i obecność metali w formach łatwo przyswajalnych [19, 20].

W niektórych przypadkach konieczne jest wspomaganie procesu przez nawożenie, irygację lub dodatek chelatorów, które zwiększają biodostępność metali [20, 23]. Mimo tych ograniczeń biologiczny charakter metody sprawia, że może być ona stosowana na dużych obszarach w sposób ciągły i zautomatyzowany, a osiągnięty efekt, choć długoterminowy, przekłada się na realne korzyści środowiskowe i surowcowe [4, 12, 23].



► Rys. 8. „Żniwa niklu” zawartego w roślinach obsadzonych na albańskich polach

► Fig. 8. The ‘nickel harvests’, accumulated in plants grown over the Albanian fields (www.newscientist.com/article/2438399-flower-farm-could-supply-nickel-for-electric-vehicle-batteries/)

8. Związek: biomasa – zawartość metali

Nie wszystkie rośliny są odpowiednie do zastosowania w fitogórnictwie, ponieważ skuteczność tej technologii zależy zarówno od zdolności gatunku do akumulowania określonych metali, jak i od jego potencjału do wytwarzania dużej ilości biomasy [8, 11]. Sama zdolność do pobierania metalu nie wystarczy, roślina musi również szybko rosnąć, być odporna na stres środowiskowy i produkować znaczną ilość masy zielonej, która będzie nośnikiem odzyskiwanych pierwiastków [1, 16, 19]. Gatunki o wysokiej akumulacji, ale niskiej biomasy (np. niektóre fiołki czy mchy) są mało użyteczne w kontekście komercyjnego fitogórnictwa [15, 17]. Dlatego niezbędne jest prowadzenie badań nad doбором odpowiednich gatunków, ich selekcją, krzyżowaniem, a w przyszłości także modyfikacjami genetycznymi, aby zwiększyć zarówno efektywność akumulacji, jak i wydajność plonowania [4, 12]. Właściwy dobór roślin ma kluczowe znaczenie dla opłacalności procesu oraz jego zastosowania w różnych warunkach klimatycznych i glebowych [3, 4, 19].

9. Fitogórnictwo vs. górnictwo tradycyjne

Aby fitogórnictwo mogło konkurować z tradycyjnym wydobyciem metali, całkowite koszty związane z uprawą roślin, ich zbiorem, suszeniem oraz dalszym przetwarzaniem biomasy muszą mieścić się w granicach opłacalności rynkowej [2, 18]. Choć metoda ta cechuje się niższym nakładem kapitałowym (brak potrzeby budowy szybów, zakładów wzbogacania rudy czy infrastruktury ciężkiej), to opiera się na procesach biologicznych wymagających czasu i powtarzalnych cykli agrotechnicznych [21, 22]. Do kosztów należy zaliczyć m.in. przygotowanie gleby, zakup nasion hiperakumulatorów, nawożenie, nawadnianie (szczególnie w cieplejszych strefach), koszty pracy przy zbiorze oraz energii potrzebną do suszenia i przetwarzania biomasy [3, 18].

Równie istotne są koszty ekstrakcji metali z popiołu lub soku roślinnego, które muszą być zoptymalizowane pod kątem niskiej skali produkcji oraz zróżnicowanego składu chemicznego materiału wejściowego [4, 22]. Tylko przy zapewnieniu odpowiedniej wydajności roślin (czyli zawartości metalu oraz masy biomasy z hektara) możliwe jest osiągnięcie dodatniego bilansu ekonomicznego [1, 2, 18]. W przypadku niklu badania pokazują, że próg rentowności można osiągnąć przy uzysku ~100 kg Ni/ha/rok i cenie rynkowej powyżej 15 000 USD/t, jednak opłacalność może gwałtownie spaść przy spadku cen lub pogorszeniu warunków uprawy [1, 3, 18]. Dlatego niezbędne jest prowadzenie analiz ekonomicznych i badań nad optymalizacją łańcucha produkcyjnego od rośliny do metalu, aby fitogórnictwo mogło stanowić realną alternatywę dla górnictwa konwencjonalnego, a nie było jedynie ekologiczną ciekawostką [4, 22].

10. Zagrożenia wynikające z fitogórnictwa

Jak każda metoda eksploatacji fitogórnictwo niesie ze sobą pewne konsekwencje oraz zagrożenia. Pierwszą kwestią, jaką należy zaznaczyć, jest wprowadzanie



► Rys. 9. Tobotek alpejski (*Noccaea caerulea*), roślina z rodziny kapustowatych, rodzima w Europie Centralnej i Zachodniej (Alpy, Pireneje, Apeniny)

► Fig. 9. *Noccaea caerulea* (*Brassicaceae* family), a plant naturally found in Central and Western Europe (<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:287737-1>)

gatunków allochtonicznych na nowe obszary. Zabiegi rolnicze kontrolują przygotowanie gleby pod uprawę, miejsce obsiania gruntu, wzrost oraz zbiory roślin. Agrotechnika może nie mieć wpływu na kwestię rozprzestrzenienia się roślin poza pole uprawne, co może skutkować inwazją uprawianego gatunku w nowym, sprzyjającym rozwojowi środowisku. Może to prowadzić do zaburzenia równowagi biologicznej, a gatunek uprawny staje się rośliną inwazyjną. Nowy gatunek zabiera przestrzeń życiową dla roślin autochtonicznych, pobiera substancje odżywcze z gleby, zmniejszając ich dostępność dla roślin miejscowych. Gatunki lokalne mogą zacząć wymierać, ustępując pola gatunkowi inwazyjnemu. Zmiana lokalnej flory w kierunku monokultury może wpływać także na okoliczną faunę. Zubożenie flory oddziałuje negatywnie na naturalne habitaty lokalnej zwierzyny (zmniejszenie lub utrata naturalnego terytorium miejscowych gatunków).

Naturalna predyspozycja do akumulowania metali ciężkich może negatywnie wpływać na zwierzęta roślinnożerne, które potraktują ją jako pożywienie. Zwierzę, żywiąc się rośliną bogatą w metale ciężkie, gromadzi je, co ma bezpośredni wpływ na stan jego zdrowia, a następnie na spodziewaną długość życia. Drapieżniki polujące na lokalną zwierzynę kumulują w ciałach metale ciężkie, pozyskane w trakcie pożywiania się ofiarami.

Kolejną kwestią wartą poruszenia jest emisja tlenku węgla (CO) oraz tlenku azotu (NO) do atmosfery, generujących się w czasie spalania biomasy. Biomasa często uważana jest za medium energetyczne, mogące zastąpić klasyczne paliwa, w szczególności węgiel. Badania przeprowadzone przez zespół Politechniki Łódzkiej [29] pokazały, że spalanie biomasy może być bardziej szkodliwe niż pozyskiwanie energii cieplnej z węgla. Zastosowanie odpowiedniej technologii może znacząco ograniczyć emisję gazów cieplarnianych. W przypadku węgla standardem jest zastosowanie odpowiednich pieców. W przypadku biomasy koszty związane z zastosowaniem pieców wytwarzających właściwą temperaturę spalania mogą mieć znaczący wpływ,

co może skutkować wyborem tańszej technologii, niekoniecznie dającej lepsze wyniki emisji spalin do atmosfery. Ponadto należy również przeprowadzić badania mające na celu wskazanie, jaki procent pierwiastków ciężkich związanych w roślinach jest emitowany w spalinach do atmosfery.

11. Wnioski

Fitogórnictwo jawi się jako nowoczesna i zrównoważona alternatywa dla tradycyjnych metod pozyskiwania metali, zwłaszcza w przypadku złóż o niskiej zawartości pierwiastków lub terenów wrażliwych środowiskowo. Technologia ta łączy w sobie aspekty uprawy i remediacji, umożliwiając odzysk metali i oczyszczanie gleb zdegradowanych przez działalność przemysłową. Zastosowanie hiperakumulujących roślin, takich jak smagliczki (*Alyssum murale*), kapusta sitowata (*Brassica juncea*) czy liściokwiat (*Phyllanthus rufuschaneyi*), pozwala na skuteczne gromadzenie metali ciężkich w biomacie, którą następnie można przetworzyć w sposób relatywnie niskoemisyjny i przyjazny dla środowiska. Niższe nakłady kapitałowe oraz brak konieczności ingerencji w strukturę geologiczną podłoża czynią fitogórnictwo atrakcyjnym ekonomicznie rozwiązaniem, szczególnie tam, gdzie konwencjonalne metody są nieopłacalne lub niedopuszczalne z przyczyn środowiskowych. Jednocześnie należy podkreślić, że metoda ta wymaga odpowiedniego doboru gatunków roślin, starannego planowania agrotechnicznego oraz długoterminowej perspektywy zarówno pod względem technologicznym, jak i ekonomicznym.

Wciąż istnieją wyzwania, takie jak długi czas akumulacji metali, zagrożenia związane z introdukcją roślin inwazyjnych, emisje powstałe przy spalaniu biomasy oraz niepewność co do opłacalności w zmieniających warunkach rynkowych. Mimo to fitogórnictwo doskonale wpisuje się w gospodarkę obiegu zamkniętego, a rozwój badań nad selekcją roślin, optymalizacją procesów oraz ograniczaniem ryzyk środowiskowych może uczynić z tej technologii nie tylko ciekawostkę naukową, ale realne narzędzie pozyskiwania metali w zgodzie z naturą.

Pomimo licznych korzyści środowiskowych i ekonomicznych fitogórnictwo nie jest pozbawione istotnych zagrożeń. Wprowadzanie obcych gatunków hiperakumulatorów może prowadzić do zaburzenia równowagi ekosystemów, szczególnie jeśli rośliny te staną się inwazyjne i wyprą lokalną florę. Może to mieć kaskadowe skutki dla fauny – w tym zatrucia roślinożerców metalami ciężkimi oraz ich dalszym bioakumulowaniem w łańcuchu troficznym. Dodatkowo proces spalania biomasy, który jest kluczowym etapem odzysku metali, generuje emisje szkodliwych gazów (np. CO, NO), a przy niewłaściwej technologii prowadzi do wtórnego zanieczyszczenia powietrza. Brakuje także jednoznacznych danych na temat tego, jaka część metali zawartych w roślinach trafia do atmosfery w wyniku niekontrolowanego spalania. Te aspekty wskazują, że rozwój fitogórnictwa musi iść w parze z odpowiedzialnym zarządzaniem środowiskowym oraz badaniami nad minimalizacją ryzyk ekologicznych.

Metals from leaves – the green face of mining

Abstract: Phytomining is an innovative technology that utilizes the ability of certain hyperaccumulating plants to absorb and store heavy metals from the soil. This process enables the recovery of valuable elements such as nickel, lead, cadmium, or arsenic through the cultivation of selected plant species, biomass harvesting, and metal extraction from the ash after combustion. The method is applicable both in the exploitation of low-grade ores and in the bioremediation of industrially degraded lands. Phytomining is characterized by lower capital investment and reduced environmental impact compared to conventional mining. It does not require interference with the geological structure and also supports land reclamation processes. However, the effectiveness of this technology depends on the selection of appropriate plant species with high biomass production and strong accumulation capacity. Phytomining also carries certain risks, including the potential spread of invasive species, bioaccumulation of metals in the food chain, and emissions of pollutants during biomass combustion. These issues call for further research and responsible environmental management to allow this method to become a viable alternative to traditional metal extraction. The greatest challenge for phytomining remains its economic feasibility and competition from conventional mining.

Literatura

1. Van der Ent A., Echevarria G., Baker A.J.M., Morel J.L., Agromining: Farming for metals in the future? "Environmental Science & Technology", 2015, 49(8), s. 4773–4780.
2. Chaney R.L., Baklanov I.A., Phytoremediation and phytomining: Status and promise. "Advances in Botanical Research", 2017, 83, s. 189–221.
3. Robinson B.H., Brooks R.R., Howes A.W. et al., The potential of the high-biomass nickel hyperaccumulator *Alyssum murale* for phytoremediation and phytomining. "Journal of Geochemical Exploration", 1997, 59(2), s. 75–86.
4. Nkrumah P.N., van der Ent A., Baker A.J.M., A review of the economic potential of phytomining: From concept to practice. "Resources Policy", 2023, 82.
5. Cannon H.L., Advances in botanical methods of prospecting for minerals, part I – advances in geobotanical methods. [in:] Geophysics and geochemistry in the search for metallic ores, "Geological Survey of Canada, Economic Geology Report", 1979, 31, s. 385–395
6. Agricola G., De Re Metallica, 1556.
7. Barba A.A., Arte de los Metales, 1640.
8. Baker A.J.M., Brooks R.R., Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements – A review of their distribution, ecology and phytochemistry. "Biorecovery", 1989, 1(2), s. 81–126.
9. Baker A.J.M., McGrath S.P., Reeves R.D. et al., Metal hyperaccumulator plants: A review of the ecology and physiology of a biological resource for phytoremediation of metal-polluted soils. [in:] I. Raskin & B.D. Ensley (eds.), Phytoremediation of toxic metals: Using plants to clean up the environment, 2000, s. 85–107.
10. Reeves R.D., Baker A.J.M., Metal-accumulating plants, [in:] I. Raskin & B.D. Ensley (eds.), Phytoremediation of toxic metals: Using plants to clean up the environment, 2000, s. 193–229.
11. Bani A., Echevarria G., Mullaj A. et al., Nickel hyperaccumulation by *Odontarrhena muralis* (syn. *Alyssum murale*) from ultramafic soils of Albania. "Ecological Engineering", 2015, 80, s. 172–177.
12. Van der Ent A., Baker A.J.M., Reeves R.D. et al., Hyperaccumulators of metal and metalloid trace elements: Facts and fiction. "Plant and Soil", 2013, 362(1–2), s. 319–334.
13. Pilon-Smits E., Phytoremediation. "Annual Review of Plant Biology", 2005, 56, s. 15–39.
14. Ma L.Q., Komar K.M., Tu C. et al., A fern that hyperaccumulates arsenic. "Nature", 2001, 409(6820).
15. Rascio N., Navari-Izzo F., Heavy metal hyperaccumulating plants: How and why do they do it? And what makes them so interesting? "Plant Science", 2011, 180(2), s. 169–181.
16. Kochian L.V., Hoekenga O.A., Piñeros M.A., How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. "Annual Review of Plant Biology", 2004, 55, s. 459–493.
17. Pollard A.J., Reeves R.D., Baker A.J.M. et al., The evolution of metal hyperaccumulation and tolerance in plants. "New Phytologist", 2014, 202(1), s. 49–63.
18. Kikis C., Thalassinou G., Antoniadis V., Soil phytomining: Recent developments – A review. *Soil Systems*, 2024, 8(1).
19. Chaney R.L., Angle J.S., Broadhurst C.L. et al., Improved understanding of hyperaccumulation yields commercial phytoextraction and phytomining technologies. "Journal of Environmental Quality", 2007, 36(5), s. 1429–1443.
20. Herzig R., Nehnevajova E., Pfister C. et al., Feasibility of zinc and cadmium phytoextraction on a moderately contaminated soil. "Environmental Science and Pollution Research", 2014, 21(6).
21. Lima L.H.V., Ly S.N., Rocha de Araújo R.S., Testing the feasibility of citric-acid-assisted nickel agromining with tropical and temperate hyperaccumulator plants. *ACS Omega*, 2025, 10(21).
22. Shah R., Eng B., Altalag J., Recent advances in an emerging green technology: Nickel phytomining. *Petro Industry News (Fuel-for-Thought section)* 2025.
23. Morel J.L., van der Ent A., Echevarria G. et al., Agromining: The ten-year journey of a plant-based metal recovery technology. "Current Opinion in Environmental Science & Health", 2022, 26.
24. EIT RawMaterials, Agromining and phytomining: Innovative methods for metal recovery. European Institute of Innovation & Technology, 2021.
25. USGS, Mineral Commodity Summaries 2022. U.S. Geological Survey, 2022.
26. Laizé C.L.R., Rousseau L., Morel J.L., Hyperaccumulators as tools for sustainable metal recovery: A perspective for a circular economy. *Sustainability*, 2020, 12(19).
27. U.S. Environmental Protection Agency, Introduction to phytoremediation (EPA/600/R-99/107). National Risk Management Research Laboratory, 2000.
28. European Commission, Study on the environmental impact of raw material extraction and its contribution to climate change. Publications Office of the European Union, 2022.
29. Wielgoński G., Łechtańska P., Emisja zanieczyszczeń z procesu spalania biomasy. POL-EMIS 2010. X Konferencja Naukowo-Techniczna „Współczesne osiągnięcia w ochronie powietrza atmosferycznego”, s. 391–400.

To nie powinno się zdarzyć WYPADKI. KATASTROFY

Węglkoks Kraj S.A. KWK „Bobrek” w Bytomiu

Do wypadku śmiertelnego (porażenia prądem elektrycznym) doszło 3 sierpnia 2025 r. Zaistniał on w polu rozdzielczym nr 5 rozdzielni głównej 6 kV przy szybach Józef i Bolesław, zlokalizowanej na powierzchni zakładu.

Rozdzielnia główna 6 kV przy szybach Józef i Bolesław to rozdzielnia wewnątrzowa, połowa, dwusystemowa, z systemem I szyn zbiorczych sekcjonowanym (sekcja A i B), złożona z pól celkowych budowy otwartej typu GN-10. Pole nr 5 wyposażone było m.in. w odłączniki szynowe systemu I i II, wyłącznik mocy, odłącznik kablowy i uziemnik stacjonarny oraz uniwersalny sterownik połowy megaMUZ-2. Z pola nr 5 tej rozdzielni, linią kablową oznaczoną „kabel szybowy nr 7”, zasilano pole nr 3 w rozdzielni 6 kV AV na poziomie 726 m.

3 sierpnia 2025 r., na zmianie rozpoczynającej się o godzinie 6⁰⁰ nadzór nad eksploatacją urządzeń elektrycznych na powierzchni sprawował sztygar oddziałowy oddziału elektrycznego kopalni, a rozdzielnię główną 6 kV przy szybach Józef i Bolesław obsługiwał elektromonter firmy OPA CARBO Sp. z o.o. Około godziny 8⁰⁰ w polu nr 5 tej rozdzielni zadziałało zabezpieczenie zwarciove sterownika megaMUZ-2 i wyłącznik mocy został wyłączony. W związku z tym sztygar oddziałowy oddziału elektrycznego kopalni wydał polecenie pisemne wykonania w polu nr 5 rozdzielni 6 kV pomiaru rezystancji izolacji „kabla szybowego nr 7”. Do pełnienia funkcji dopuszczającego wyznaczony został elektromonter firmy OPA CARBO Sp. z o.o.

Według wstępnych ustaleń elektromonter firmy OPA CARBO Sp. z o.o. przystąpił do przygotowania miejsca pracy w polu nr 5, w którym odłączniki systemu I i kablowy były zamknięte. Nie otworzył odłącznika systemu I w polu nr 5, przez co szyny pomiędzy odłącznikami systemowymi a wyłącznikiem mocy znajdowały się pod napięciem 6 kV. W polu nr 5 otworzył drzwi przedziału wyłącznika mocy, prawdopodobnie dotknął ręką będącej pod napięciem 6 kV szyny i został porażony prądem elektrycznym. W wyniku zdarzenia stracił przytomność i upadł na podłogę. W tym czasie do pomieszczenia rozdzielni wszedł sztygar oddziałowy i zauważył leżącego na podłodze. Powiadomił o wypadku dyspozytora ruchu zakładu i przystąpił do ratowania poszkodowanego. Dyspozytor poinformował o wypadku osobę wyższego dozoru ruchu elektrycznego i kierownika działu BHP, którzy razem z pielęgniarką z kopalnianego punktu pierwszej pomocy włączyli się do akcji ratowniczej. Podczas prowadzenia tych czynności na miejsce zdarzenia przybył lekarz, który przejął akcję. O godzinie 11⁰⁶ stwierdził zgon elektromontera.

Według wstępnych ustaleń przyczyną wypadku śmiertelnego elektromontera było prawdopodobnie do-

tknięcie ręką będącej pod napięciem 6 kV szyny w przedziale wyłącznikowym pola nr 5 rozdzielni głównej 6 kV przy szybach Józef i Bolesław.

Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. KWK „Knurów-Szczygłowie” Ruch Knurów w Knurowie

Tąpnięcie i wypadek zbiorowy (1 wypadek śmiertelny oraz 8 wypadków powodujących czasową niezdolność do pracy), spowodowane wstrząsem górotworu o energii $1,0 \times 10^6$ J, zaistniały 11 sierpnia 2025 r. w chodniku 32a w pokładzie 405/3. Pokład 405/3 o miąższości od 3,0 do 4,2 m zaliczony został do I stopnia zagrożenia tąpnięciami, klasy B zagrożenia wybuchem pyłu węglowego, II kategorii zagrożenia metanowego i I stopnia zagrożenia wodnego. W stropie pokładu 405/3 zalegają naprzemianległe warstwy mułowca i iłowca o łącznej grubości 26 m i wytrzymałości na ściskanie R_c do 43,43 MPa, a następnie zroby pokładu 405/1. W spągu zalegają naprzemianległe warstwy mułowca i piaskowca o łącznej grubości około 8,0 m i wytrzymałości na ściskanie R_c do 38,38 MPa.

Chodnik 32a, o wysokości 4,0 m, szerokości 6,1 m i nachyleniu około 7°, drążony był równoległe do zrobów zlikwidowanej ściany 31 z pozostawieniem płotu węglowego o grubości 5 m. Drążenie prowadzono kombajnem chodnikowym typu R-150 w obudowie typu ŁPCBor 11/V36 z rozstawem odrzwi co 0,8 m, stabilizowanej 12 rozporami rurowymi. Opinkę wyrobiska na całym obwodzie stanowiła siatka okładzinowa zgrzewana. Wyrobisko przewietrzane było wentylacją odrębną kombinowaną z zastosowaniem instalacji odpylającej typu BSA 800/45/U. Powietrze w ilości $650 \text{ m}^3/\text{min}$ dostarczane było do przodka lutniociągami tłoczącym z lutni elastycznych $\varnothing 1000$, z zabudowaną lutnią wirową typu VT-800M. Urobek odtawiano podajnikiem taśmowym typu PDT-SIG-MA 800 oraz dwoma przenośnikami taśmowymi typu Gwarek 1000/1200/Knurów. Rejon drążonego chodnika zabezpieczony został urządzeniami gazometrii automatycznej. Roboty prowadził oddział GRP2-K.

Do 11 sierpnia 2025 r. chodnik 32a w pokładzie 405/3 wydrążono na długości 617,5 m. 11 sierpnia na zmianie C, rozpoczynającej się o godzinie 18⁰⁰, sztygar zmianowy oddziału GRP2-K skierował do robót związanych z dalszym drążeniem chodnika 9 pracowników.

W trakcie prowadzenia robót, o godzinie 21²⁶ zaistniał wstrząs górotworu o energii $6,9 \times 10^5$ J (energia wstrząsu została zweryfikowana przez Główny Instytut Górnictwa – Państwowy Instytut Badawczy w Katowicach do energii $1,0 \times 10^6$ J). Ognisko wstrząsu zostało zlokalizowane około 40 m za frontem ściany 14 i 40 m powyżej chodnika 14b w pokładzie 407/1.

Wstrząs spowodował tąpnięcie w chodniku 32a. Na odcinku około 100 m, licząc od czoła przodka, obudowa po stronie ociosu południowo-wschodniego została zdeformowana, szerokość wyrobiska została zmniejszona do 3,2 m, a spąg wypiętrzony maksymalnie do 0,7 m. Trasa przenośnika taśmowego Gwarek 1000/1200/Knurów nr 2 wraz ze stacją zwrotną, podajnik taśmowy PDT-SIGMA 800 oraz kombajn chodnikowy R-150 zostały przemieszczone w kierunku północno-zachodniego ociosu. Lutniociąg przewietrzający przodek został zniszczony, co uniemożliwiało prawidłowe przewietrzanie przodka. Ponadto doszło do gwałtownego wydzielenia się metanu i wzrostu jego zawartości maksymalnie do 73% w przodku, łącznie do wyrobiska wydzielilo się około 2500 m³ metanu. W rejonie ściany 14 wstrząs nie spowodował żadnych skutków.

Skutki tąpnięcia dotknęły 9 pracowników. Zostali oni przewracani, a jeden dociśnięty do ociosu przemieszczonym podajnikiem taśmowym PDT-SIGMA. Współpracownicy podjęli bezskuteczną próbę uwolnienia poszkodowanego, a w związku ze wzrostem stężeń metanu wycofali się bez użycia aparatów ucieczkowych do opływowego prądu powietrza. O godzinie 21⁵⁰ dyspozytor ruchu zakładu górniczego rozpoczął akcję ratowniczą, wyznaczył strefę zagrożenia oraz skierował do akcji 2 zastępy. O godzinie 22²⁸ prowadzenie akcji ratowniczej przejął kierownik ruchu zakładu górniczego (KRZG), który powołał sztab akcji oraz skierował następnych 8 zastępów ratowniczych do akcji. 51 pracowników wycofało się z zagrożonej strefy o własnych siłach.

Po wyjeździe na powierzchnię lekarz stwierdził obrażenia u 8 pracowników, którzy wycofali się z chodnika 32a. Wszyscy poszkodowani zostali przewiezieni do szpitala. Akcja ratownicza polegała na przywróceniu wentylacji lutniowej i dotarciu do poszkodowanego. Zastęp ratowniczy dotarł do pracownika, który nie dawał oznak życia, 12 sierpnia 2025 r. o godzinie 18²⁸. Po uwolnieniu i przetransportowaniu go do bazy, o godzinie 20⁰⁸ lekarz stwierdził zgon. Kierownik akcji ratowniczej zakończył ją 12 sierpnia o godzinie 20²¹, po zabezpieczeniu dojścia do chodnika 32a w pokładzie 405/3 i chodników przyścianowych ściany 14 w pokładzie 407/1. Akcja ratownicza nadzorowana była przez Okręgowy Urząd Górniczy w Rybniku przy współudziale Wyższego Urzędu Górniczego w Katowicach.

Przyczyną tąpnięcia był samoistny wstrząs górotworu o energii 1,0x10⁶ J, zaistniały na skutek nagłego rozładowania się energii sprężystej skumulowanej w górotworze. Przyczyną wypadku zbiorowego (1 wypadek śmiertelny i 8 wypadków powodujących czasową niezdolność do pracy) było oddziaływanie skutków zaistniałego wstrząsu na pracowników przebywających w chodniku 32a w pokładzie 405/3.

Szkic wypadku na str. 47

PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Kopalnia Węgla Brunatnego „Bełchatów” pole Bełchatów w Rogowcu

Do wypadku ciężkiego doszło 5 sierpnia 2025 r. Zaistniał on w południowym rejonie wyrobiska pola Bełchatów, na II poziomie zwałowym zwałowiska wewnętrzznego na rzędnej +69 m n.p.m., na przenośniku

taśmowym A.202 współpracującym ze zwałowarką Z-94. Przy przenośniku i zwałowarce wykonywano prace związane z przygotowaniem ich do użytkowania i oddania do ruchu w związku z wydłużeniem ciągu odstawczego. Roboty prowadzono m.in. na podstawie „Ramowej instrukcji eksploatacji przenośników taśmowych” zatwierdzonej przez kierownika ruchu zakładu górniczego. Do 5 sierpnia 2025 r. przenośnik A.202 nie został wyposażony w osłony części wirujących i ruchomych, a dojście w rejon bębna zwrotnego przenośnika nie było zabezpieczone.

W tym dniu na zmianie I, rozpoczynającej się o godzinie 7⁰⁰, sztygar zmianowy skierował 3 pracowników brygady mechanicznej do kontroli stacji napędowych przenośników taśmowych prowadzących transport nadkładu na przenośniki zwałowe. Poleciał przodowemu brygady między innymi dopasowanie elementów osłony bębna zwrotnego do konstrukcji stacji zwrotnej nowo ustawianego przenośnika taśmowego A.202. Brygada przystąpiła do pracy, pomimo że przodowy, wbrew ustaleniom, nie dokonał wpisu do książki ruchu maszyny (przenośnika A.202) i nie uzyskał zgody koordynatora na przystąpienie do prac. W tym czasie pracownicy brygady odpowiedzialnej za obsługę zwałowarki Z-94 sprawdzali połączenie pracy zwałowarki z przedmiotowym przenośnikiem poprzez kilkukrotne próbne uruchamianie urządzeń.

W trakcie czynności dopasowywania osłony bębna zwrotnego przenośnika A.202 jeden z pracowników brygady mechanicznej wszedł na taśmę w celu podtrzymania osłony i jej dopasowania do konstrukcji stacji zwrotnej. Dwóch pozostałych podtrzymywało osłonę, stojąc na ziemi. W pewnym momencie przenośnik taśmowy A.202 został uruchomiony. Przebywający na taśmie pracownik przewrócił się, po czym został przemieszczony taśmą na wózek zrzutowy do zsypu, a następnie na kolejne przenośniki zwałowarki Z-94. Przodowy brygady obsługującej zwałowarkę zauważył przemieszczającego się człowieka na będącej w ruchu drugiej taśmie zwałowarki, w związku z czym niezwłocznie awaryjnie zatrzymał zwałowarkę. Przed całkowitym zatrzymaniem przenośnika, w trakcie jego bezwładnego ruchu, poszkodowany został przemieszczony do drugiego z kolei zsypu na trzeci przenośnik zwałowarki. Przodowy brygady obsługującej zwałowarkę rozpoczął akcję ratowania poszkodowanego, około godziny 11³⁵ powiadamiając dyspozytora o konieczności wezwania karetki pogotowia. Nieprzytomnego poszkodowanego zniesiono ze zwałowarki, a następnie przetransportowano karetką pogotowia do Szpitala Wojewódzkiego w Bełchatowie.

Według wstępnych ustaleń przyczyną wypadku były uderzenia poszkodowanego o elementy konstrukcji trzech przenośników taśmowych i zsyków, między nimi, w wyniku utraty równowagi i przewrócenia w trakcie przebywania na taśmie pierwszego przenośnika po jego uruchomieniu.

Szkic wypadku na str. 48

Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A. w Bogdance

Do wypadku ciężkiego doszło 5 sierpnia 2025 r. Zaistniał on w przekopie OS-1 na poziomie 960 w polu

Bogdanka. Przekop OS-1 jest wyrobiskiem poziomym, wykonanym w obudowie zamkniętej ŁPZS 13 z kształtownika V36, w rozstawie odrzwi co 0,4 m.

5 sierpnia 2025 r. na zmianie II, rozpoczynającej się o godzinie 12³⁰, osoba dozoru ruchu prowadząca zmianę oddziału firmy Przedsiębiorstwa Robót Specjalistycznych „Wschód” S.A. skierowała drużynę kolejki podwieszanej, składającą się z maszynisty lokomotywy spalinowej podwieszanej oraz konwojenta, do wykonania transportów spalinową kolejką podwieszoną w rejonie przekopu OS-1. Zadaniem brygady było przetransportowanie elementów wyposażenia stanowiska wiertniczego z przekopu OS-1 na stację materiałową SM-3 w chodniku dojazdowym 1.

Drużyna kolejki podwieszanej udała się w rejon przekopu OS-1, gdzie pobrała zestaw transportowy, który składał się z ciągnika spalinowego kolejki podwieszanej Scharf typ DZ80 oraz zestawu transportowego kolejki podwieszanej oznaczonego nr 5. Zestaw ten wyposażony był w 10 wciągników przejezdnych transportowych typu UiK-WPT o udźwigu 40 kN każdy, połączonych cięgłami transportowymi teleskopowymi, oraz dwóch wózków hamulcowych typu WHR-1/N F-78 kN zainstalowanych na początku i końcu zestawu transportowego.

We wskazanym przez osobę dozoru miejscu w przekopie OS-1, na spągu znajdowała się skrzynia narzędziowa o wymiarach: szerokość 0,77 m, wysokość 0,82 m i długości 2,6 m. Drużyna kolejki podwieszanej przystąpiła

do podwieszenia tej skrzyni na zestaw transportowy. Przodowy (maszynista lokomotywy spalinowej podwieszanej) polecił konwojentowi obsługę rozdzielacza sterującego wciągnikami, natomiast sam wykonał czynności związane z podłączeniem haków do uchwytów transportowych skrzyni narzędziowej. W trakcie podciągania skrzyni narzędziowej przodowy przebywał po jednej stronie skrzyni w odległości około 1 m od niej, natomiast po drugiej był konwojent. Podczas poziomowania skrzyni narzędziowej hak wciągnika od strony konwojenta wypiął się z uchwytu transportowego, w wyniku czego skrzynia narzędziowa przemieściła się w stronę przodowego, najprawdopodobniej przewróciła go na spąg wyrobiska, a następnie spadła z drugiego haka wciągnika i przygmiotła go do główki szyny toru kolei podziemnej. Konwojent uniósł lekko skrzynię, co umożliwiło przodowemu wydostanie się spod niej. Po udzieleniu pierwszej pomocy poszkodowanego przetransportowano pod szyb i wydano na powierzchnię, a następnie karetką pogotowia przewieziono do Szpitala Powiatowego w Łęcznej.

Według wstępnych ustaleń przyczyną wypadku było przygnięcie przodowego brygady transportowej skrzynią narzędziową, która spadła z zestawu transportowego kolejki podwieszanej.

Szkic wypadku na str. 49

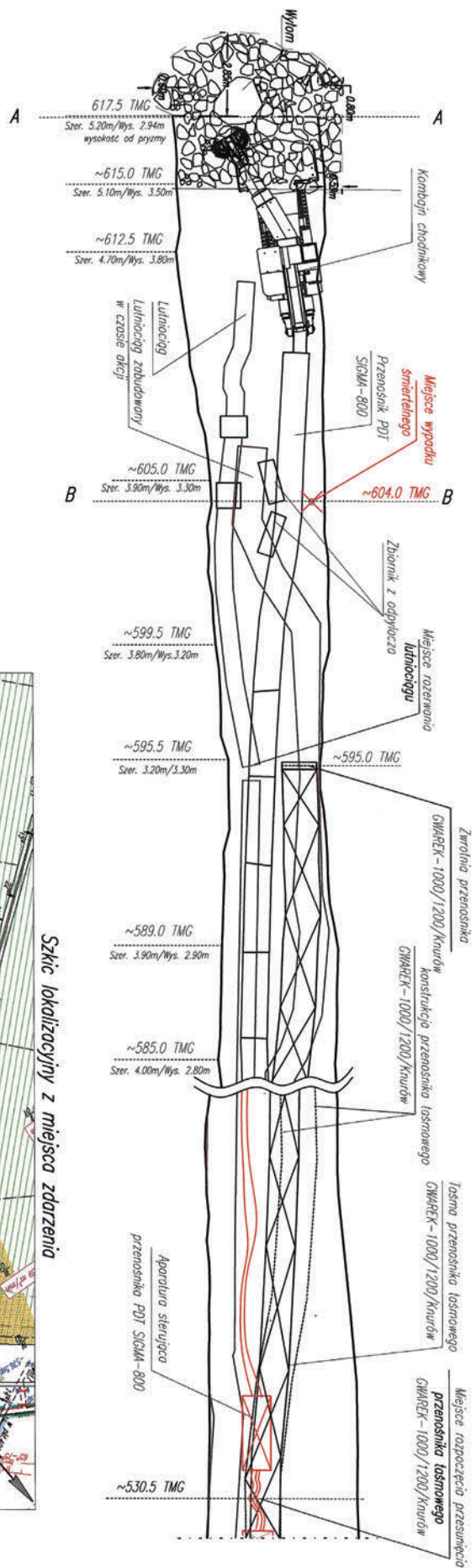
**Opracowanie: Departament Warunków Pracy
i Szkolenia WUG**

Tabela prezentuje stan wypadkowości śmiertelnej, ciężkiej i ogółem w polskim górnictwie. Prezentowane dane dotyczą bieżącego roku w porównaniu z rokiem poprzednim, na tle danych dotyczących stanu bhp w górnictwie węgla kamiennego. Zestawienie zawiera również informacje dotyczące liczby zaistniałych zgonów naturalnych.

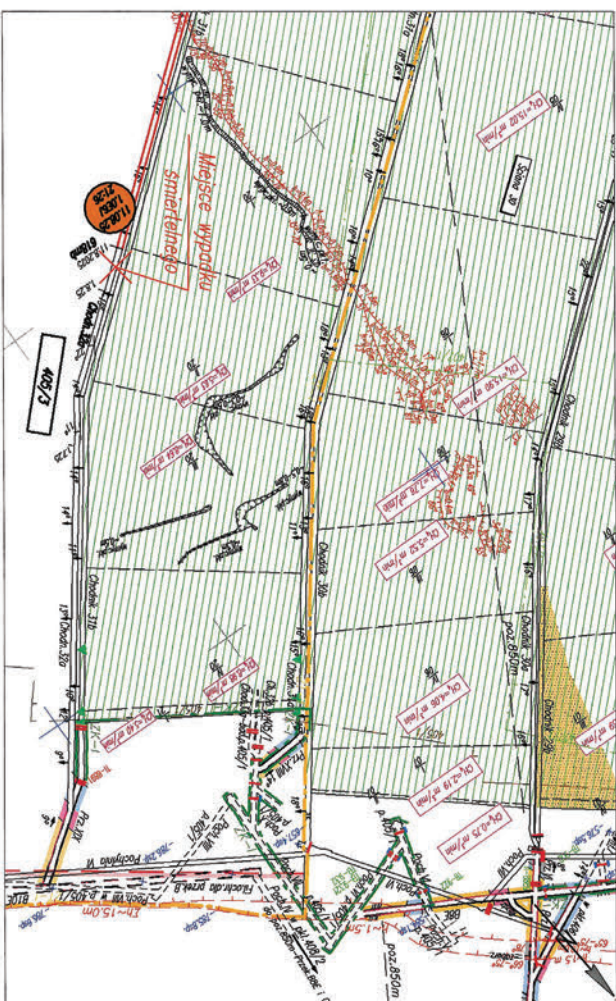
WYPADKOWOŚĆ W GÓRNICTWIE od 1.01 do 30.11.2025¹⁾

	OGÓŁEM				W tym górnictwo węgla kamiennego ²⁾			
	2024		2025		2024		2025	
	rok 2024	1.01–30.11	01–30.11		rok 2024	1.01–30.11	01–30.11	
WYPADKI ŚMIERTELNE	16	16	12	0	10	10	10	0
w tym FIRMY USŁUGOWE	4	4	4	0	2	2	3	0
WYPADKI CIĘŻKIE	3	3	14	1	3	3	9	1
w tym FIRMY USŁUGOWE	0	0	4	0	0	0	2	0
ZGONY NATURALNE	6	6	3	1	4	4	1	0
WYPADKI OGÓŁEM (załoga własna i firmy usługowe)	rok 2024	10 m-cy 2024	10 m-cy 2025	Różnica	rok 2024	10 m-cy 2024	10 m-cy 2025	Różnica
	2284	1909	1721	-188; -9,8%	1971	1654	1474	-180; -10,9%
					w tym ZAŁOGA WŁASNA			
					1698	1426	1253	-173; -12,1%
					w tym FIRMY USŁUGOWE			
					273	228	221	-7; -3,1%

1) Źródło: dane Departamentu Warunków Pracy i Szkolenia Wyższego Urzędu Górniczego. Opracowała Katarzyna Suszek.
2) Górnictwo węgla kamiennego obejmuje kopalnie węgla kamiennego, zakłady górnicze lub ich części funkcjonujące w ramach Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A. oraz Centralny Zakład Odwadniania Kopalń.



Szkie lokalizacyjny z miejsca zdarzenia



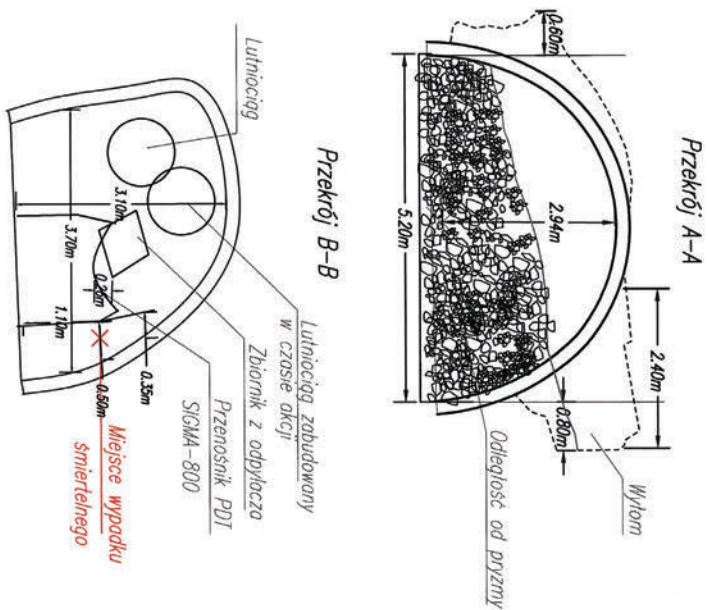
JASTRZĘBSKA SPÓŁKA WĘGLOWA SA

KWK „KNUŘŮV-SZCZYGŁOWICE” RUCH KNUŘŮV

Szkie miejsca wypadku śmiertelnego którego uległ pracownik firmy JSW-SIG

w dniu 11.08.2025 o godz. 21.26.

w Chodniku 32a , w pokładzie 405/3

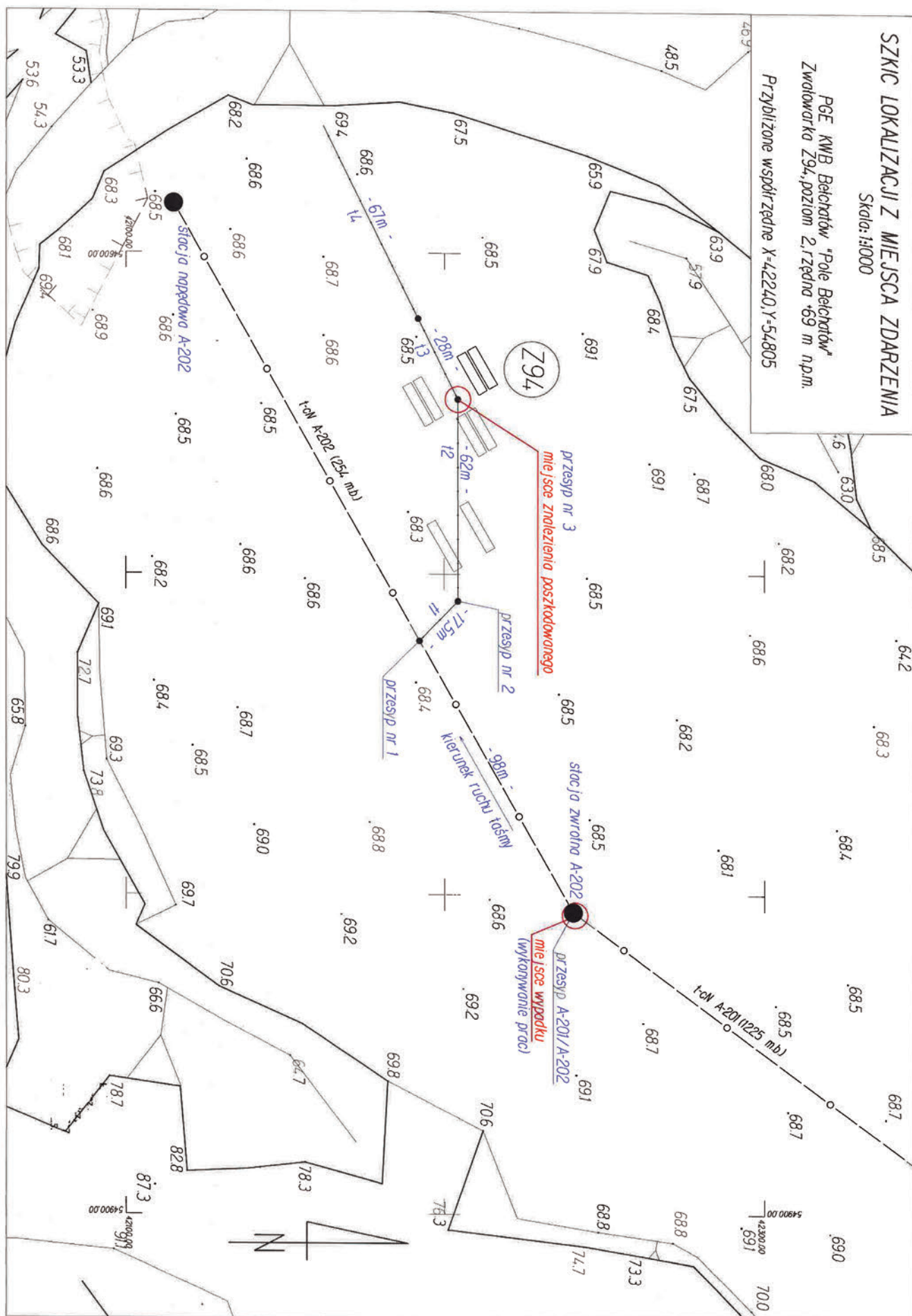


SZKIC LOKALIZACJI Z MIEJSCA ZDARZENIA

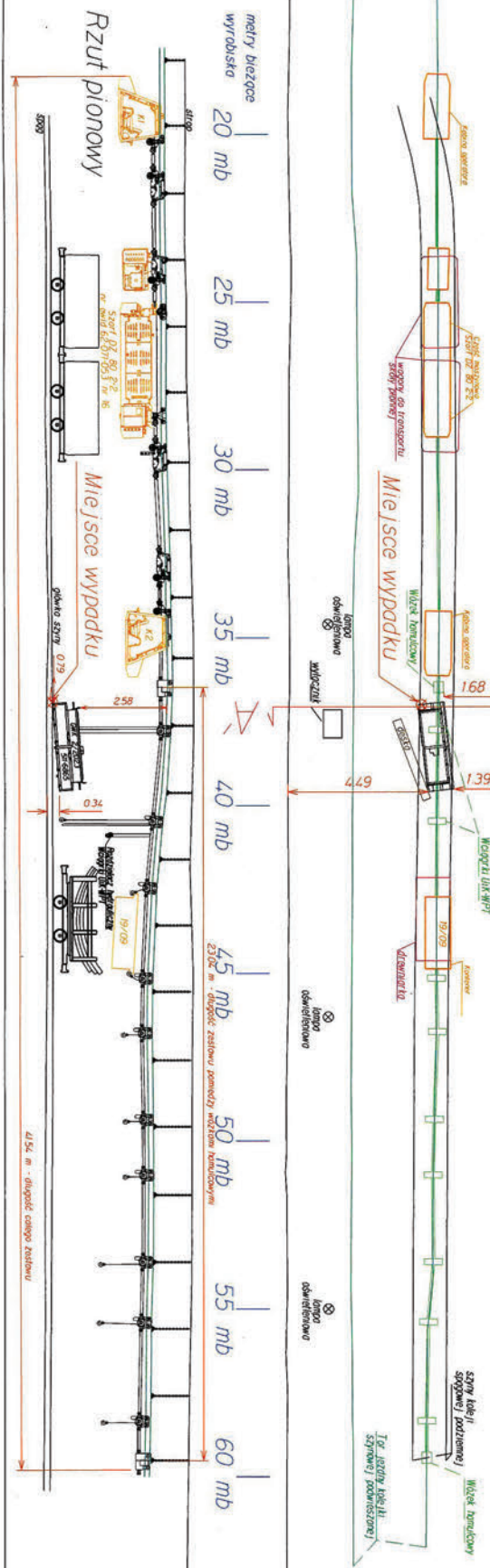
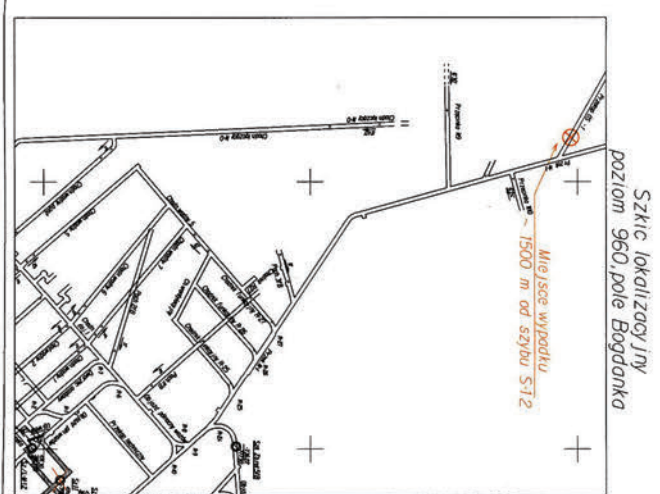
Skala: 1:1000

PGE KWB Belchatów "Pole Belchatów"
Zwałowiska Z94, poziom 2, rzędna +69 m n.p.m.

Przybliżone współrzędne X=42240, Y=54805



Przekop OS-1



KRONIKA

Plenarne posiedzenie Rady Ochrony Pracy z udziałem prezesa WUG

8 września br. prezes Wyższego Urzędu Górniczego Piotr Litwa uczestniczył w posiedzeniu plenarnym Rady Ochrony Pracy, które odbyło się w Instytucie Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera w Łodzi. Obradowano nad zagadnieniami o kluczowym znaczeniu dla zdrowia i bezpieczeństwa pracowników: czynnikami szkodliwymi w środowisku pracy oraz chorobami zawodowymi. Prezes WUG wystąpił z prezentacją *Czynniki szkodliwe, choroby zawodowe w miejscu pracy*, która stanowiła m.in. kompendium aktualnych danych dotyczących chorób zawodowych oraz zagrożeń dla zdrowia i życia górników.

Rada Ochrony Pracy (ROP) przy Sejmie RP jest organem nadzoru w sprawach dotyczących przestrzegania prawa pracy, w tym bezpieczeństwa i higieny pracy, legalności zatrudnienia oraz działalności Państwowej Inspekcji Pracy (PIP). Jej kadencja trwa 4 lata, a członków powołuje i odwołuje marszałek sejmu. W skład rady wchodzi parlamentarzyści, przedstawiciele rządu, organizacji pracodawców i pracowników, a także eksperci i przedstawiciele nauki zajmujący się problematyką ochrony pracy.

Zrównoważona transformacja górnictwa wiodącym tematem VI Polskiego Kongresu Górniczego

24–26 września w Lublinie i Bogdanie odbył się VI Polski Kongres Górniczy pod hasłem „Górnictwo PL2050 – surowce, energia, transformacja”. W sesji plenarnej uczestniczył prezes WUG Piotr Litwa, który przedstawił zadania organów nadzoru górniczego w kontekście transformacji sektora wydobywczego. Omawiając wyzwania stojące przed nadzorem górniczym w związku z transformacją energetyczną, rozwinął kwestie odpowiedzialności za szkody górnicze, w tym inicjatywę utworzenia Funduszu Likwidacji Szkód Górniczych, stosowania rozporządzenia UE w sprawie surowców krytycznych (eksploatacja złóż antropogenicznych) oraz monitorowania i egzekwowania stosowania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w sprawie redukcji emisji metanu w sektorze energetycznym. Podkreślił także kluczową rolę Archiwum Dokumentacji Mierniczo-Geologicznej WUG w procesie przejmowania i udostępniania dokumentacji mierniczo-geologicznej zlikwidowanych zakładów górniczych.

Obrady plenarne zainaugurowało wystąpienie podsekretarza stanu w Ministerstwie Energii Konrada Wojnarowskiego, poświęcone transformacji górnictwa w kontekście bezpieczeństwa surowcowego, odpowiedzialności klimatycznej oraz zrównoważonego rozwoju. W pierwszym dniu konferencji zorganizowano także dyskusję panelową wokół strategicznych wyzwań dla Polski i Europy w zakresie polityki surowcowej. W deba-



► Prezes WUG Piotr Litwa na VI Polskim Kongresie Górniczym

cie wzięli udział m.in. prof. Jerzy Buzek – były premier RP i były przewodniczący Parlamentu Europejskiego, prof. Krzysztof Galos – Główny Geolog Kraju oraz prof. Krzysztof Szamałek – dyrektor Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB.

Odbywające się sesje tematyczne koncentrowały się na problemach prawnych wykorzystania złóż kopalin, rewitalizacji i zagospodarowaniu terenów pogórnich, zagospodarowaniu metanu w górnictwie węgla kamiennego, nowych technikach i technologiach eksploatacji złóż, surowcach krytycznych czy też cyberbezpieczeństwie sektora wydobywczego.

Organizatorami konferencji byli Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Lubelski Węgiel „Bogdanka” S.A. oraz Państwowy Instytut Geologiczny – PIB. Patronat honorowy nad wydarzeniem objęli m.in. Minister Klimatu i Środowiska oraz Prezes Wyższego Urzędu Górniczego.

Przedstawiciele urzędów górniczych krajów europejskich spotkali się w Estonii

30 września – 1 października w Tallinie odbyło się 29. Spotkanie Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich. W jego trakcie przedstawiciele instytucji nadzoru górniczego z dziewięciu państw europejskich dyskutowali na temat wyzwań administracyjno-prawnych związanych z postępowaniem technicznym dokonującym się w obszarze górnictwa.

Ponadto wymieniono się doświadczeniami w zakresie wdrażania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w sprawie redukcji emisji metanu w sektorze energetycznym. W ramach spotkania zorganizowano także wizytę w podziemnej kopalni łupków bitumicznych Ojamaa.

Stronę polską reprezentowali prezes Wyższego Urzędu Górniczego Piotr Litwa oraz dyrektor Departamentu Prawnego WUG Małgorzata Waksmańska, która



► Uczestnicy 29. Spotkania Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich zwiedzili kopalnię łupków bitumicznych Ojamaa

wyłosiła referat poświęcony nowym technologiom w polskim górnictwie.

Wzorem lat ubiegłych spotkanie zakończyło się podpisaniem memorandum. Delegaci zwrócili w nim uwagę na dokonujący się w ostatnich latach znaczący postęp w zakresie technik eksploatacji, fotogrametrii lotniczej, systemów monitorowania procesów produkcyjnych, metod badania górotworu i stosowanych systemów obudowy wyrobisk. W tym kontekście wskazano na potrzebę wypracowania nowych norm technicznych i wymogów prawnych oraz rozwoju kompetencji. Ponadto ustalono, że kolejne, 30. Spotkanie Szefów Urzędów Górniczych Krajów Europejskich zorganizuje strona brytyjska. Tematem wiodącym przyszłorocznych obrad będą zagadnienia gospodarki zeroemisyjnej, magazynowania energii oraz pozyskiwania minerałów o znaczeniu strategicznym i krytycznym.

Spotkania szefów urzędów górniczych są elementem szerokiej sieci współpracy administracyjnej instytucji nadzoru górniczego państw Unii Europejskiej, a także krajów uczestniczących w procesach przedakcesyjnych. Odbývają się cyklicznie, raz do roku, i mają na celu przede wszystkim wymianę doświadczeń w zakresie funkcjonowania nadzoru górniczego oraz przemysłu wydobywczego.

WUG wspiera programy na rzecz bezpiecznej pracy i środowiska

8 października w siedzibie Naczelnej Organizacji Technicznej w Warszawie odbyło się spotkanie partnerów uczestniczących w programach „Bezpieczne Praktyki i Środowisko” oraz „Bezpieczna Praca i Środowisko”.

Na zaproszenie prezes Federacji Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT Ewy Mańkiewicz-Cudny w wydarzeniu uczestniczył dyrektor Okręgowego Urzędu Górniczego w Poznaniu Robert Nowak. Było ono okazją do podsumowania działań podjętych w 2024 r. w zakresie upowszechniania praktycznej wiedzy o zagrożeniach powodujących wypadki przy pracy i choroby zawodowe. Rozmawiano także o profilaktyce w tym zakresie, edukacji w dziedzinie prawa pracy oraz o ochronie środowiska. W trakcie obrad omówiono realizację planu działań przewidzianych w ramach programów w 2025 r.

Inicjatywy prowadzone przez Federację Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT już od ponad dwóch dekad uczą młodych ludzi i pracowników, jak bezpiecznie funkcjonować w miejscu pracy, nauki i w przestrzeni

cyfrowej. Programy „Bezpieczne Praktyki i Środowisko” oraz „Bezpieczna Praca i Środowisko” zostały zainicjowane w 2003 r. w Poznaniu przez Poznańską Radę FSNT-NOT, jako odpowiedź na potrzeby środowiska akademickiego Politechniki Poznańskiej.

Partnerami przedsięwzięcia są: Wyższy Urząd Górniczy, Zakład Ubezpieczeń Społecznych, Główny Inspektorat Pracy, Urząd Dozoru Technicznego, Dyrekcja Lasów Państwowych, a także NOT Informatyka, firma inżynierska Asket z Poznania, Forum Uczelni Technicznych i Forum Uczelni Przyrodniczych.

Dobrostan psychiczny górników wiodącym tematem spotkania społecznych inspektorów pracy

8–10 października w Łodzi odbyło się XIV Forum Zakładowych Społecznych Inspektorów Pracy pod hasłem „Siła w równowadze: Motywacja i odporność na stres w górnictwie”.

To ogólnopolskie wydarzenie zgromadziło przede wszystkim społecznych inspektorów pracy działających w górnictwie, a także przedstawicieli instytucji nadzoru nad bezpieczeństwem pracy, przedsiębiorców i środowiska naukowego.

Podczas trzydniowego spotkania odbyły się wykłady i debaty poświęcone zagadnieniom związanym z przestrzeganiem przepisów prawa pracy i zasad bhp w górnictwie, przeciwdziałaniem wypaleniu zawodowemu i poprawą dobrostanu psychicznego pracowników, a także odpowiedzialnością pracodawców i służb nadzorczych za bezpieczeństwo w kopalniach. Uczestnicy dyskutowali m.in. o sposobach wzmacniania motywacji, radzenia sobie ze stresem zawodowym oraz o roli liderów w budowaniu zdrowych relacji w miejscu pracy.

W tegorocznej edycji konferencji uczestniczyli przedstawiciele Ministerstwa Energii, Wyższego Urzędu Górniczego, Okręgowego Inspektoratu Pracy w Katowicach, Centralnego Instytutu Ochrony Pracy – PIB, Głównego Instytutu Górnictwa – PIB, Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, Centrum Leczenia Oparzeń w Siemianowicach Śląskich, Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A., Polskiej Grupy Górniczej S.A. oraz zakładowi społeczni inspektorzy pracy i pracownicy służb BHP zakładów górniczych.

Organizatorami XIV Forum Społecznej Inspekcji Pracy były Zakładowa Społeczna Inspekcja Pracy JSW S.A. KWK „Budryk” i Zakładowa Społeczna Inspekcja Pracy PGG S.A. KWK „Jankowice”. Główne cele tej cyklicznej imprezy to: wzmocnienie roli społecznej inspekcji pracy w zakładach górniczych, rozwój kompetencji w zakresie ochrony zdrowia pracowników, a także budowanie kultury bezpieczeństwa.

Wydarzenie patronatem honorowym objęli: minister energii, prezes Wyższego Urzędu Górniczego, Okręgowy Inspektorat Pracy w Katowicach, Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. oraz Polska Grupa Górnicza S.A.

Zmagania ratowników górnictwa otworowego o puchar Orlenu

6 listopada na terenie należącym do grupy Orlen S.A. Oddziału Ratowniczej Stacji Górnictwa Otworowego PGNiG w Krakowie odbyły się VI Zawody Ratowników

Górnictwa Otworowego o Puchar Członka Zarządu ds. Upstream Orlen S.A. Do rywalizacji przystąpiło pięć drużyn ratowniczych z otworowych zakładów górniczych z całej Polski. Celem tego cyklicznego wydarzenia jest sprawdzenie i porównanie umiejętności, wiedzy i sprawności fizycznej ratowników oraz ich zdolności do pracy zespołowej w warunkach zbliżonych do rzeczywistych akcji ratowniczych.

Ratownicy rywalizowali w trzech konkurencjach, obejmujących pierwszą pomoc połączoną z ewakuacją poszkodowanego znajdującego się we wstrząsie anafilaktycznym po ukąszeniu osy, pracę mechanika sprzętu ratowniczego oraz test sprawnościowo-szybkościowy na torze przeszkód. Walka była niezwykle wyrównana. Wszystkie drużyny zaprezentowały wysoki poziom przygotowania, a o zwycięstwie zadecydował 1 punkt. Pierwsze miejsce zajęła drużyna ORLEN S.A. Oddział PGNiG w Sanoku. Pozostałe miejsca na podium przypadły Exalo Drilling S.A. i Grupie Azoty KiZCHS „Siarkopol” S.A. – Kopalnia Siarki „Osiek”.

Obserwatorami zawodów byli m.in. przedstawiciele OUG w Krakowie i WUG, kierownictwa Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego, Jednostki Ratownictwa Górniczo-Hutniczego KGHM Polska Miedź S.A. w Sobinie, a także służb ratowniczych z Czech, Słowacji oraz Ukrainy.

W przerwie pomiędzy konkurencjami zaprezentowano nowoczesny wóz bojowy, pozyskany przez Oddział Ratowniczej Stacji Górnictwa Otworowego PGNiG w Krakowie. Specjalistyczny pojazd ratowniczy zabudowany jest na samochodzie SCANIA P420 6x2-4



► Zmaganiom ratowników przyglądali się m.in. przedstawiciele Wyższego Urzędu Górniczego oraz Okręgowego Urzędu Górniczego w Krakowie

o długości całkowitej 11,5 m i służy do prowadzenia akcji ratowniczej w nieurbanizowanym terenie. Zabudowę podzielono na dwie części: magazynową, przeznaczoną na sprzęt ratowniczy (w tym na 15 aparatów powietrznych PSS 5000 i 20 butli zapasowych) wraz z kompresorem Mariner do napełniania butli aparatów powietrznych, oraz operacyjno-techniczną ze stanowiskami do pracy mechanika sprzętu ratowniczego i osób prowadzących akcję. Wóz bojowy wyposażony został dodatkowo w monitoring przestrzeni dookoła pojazdu (360°), stację meteorologiczną, agregat prądotwórczy umożliwiający niezależne działanie bez zewnętrznego zasilania oraz sprzęt do łączności satelitarnej.

Opracowała: Anna SWINIARSKA-TADLA



Czytaj o nas na:

facebook.com/WyzszyUrzadGorniczy/

linkedin.com/company/wyzszy-urzed-gorniczy

- Pracownicy inspekcyjno-techniczni organów nadzoru górnictwa działają w przeróżnych okolicznościach. Z jednej strony mogą zjeżdżać głęboko pod ziemię, a z drugiej... pracować na wysokościach.
- 12 pracowników Wyższego Urzędu Górniczego oraz okręgowych urzędów górniczych zostało niedawno przeszkolonych z zakresu bezpiecznej pracy na wysokości.
- Celem szkolenia było podniesienie kwalifikacji i kompetencji pracowników nadzoru górnictwa wykonujących czynności inspekcyjno-kontrolne w szybach górniczych. Składało się z części teoretycznej i praktycznej na specjalnym stanowisku dostosowanym do szkolenia osób wykonujących prace z zastosowaniem technik dostępu linowego.

NORMALIZACJA

Działalność normalizacyjna w świetle ustawy
z dnia 12 września 2002 r.
o normalizacji i związanych z ustawą aktach wykonawczych

Przegląd opublikowanych norm

PN-EN 13237:2025-04 – Atmosfery potencjalnie wybuchowe – Terminy i definicje dotyczące urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferach potencjalnie wybuchowych

PN-EN IEC 60384-21:2025-03 – Kondensatory stałe stosowane w urządzeniach elektronicznych – Część 21: Specyfikacja grupowa – Kondensatory stałe, ceramiczne wielowarstwowe do montażu powierzchniowego, klasy 1

PN-EN ISO 14880-2:2025-05 – Optyka i fotonika – Matryce z mikrosoczewkami – Część 2: Metody badań aberracji czoła fali

PN-EN IEC 62522:2025-03 – Kalibracja przestrajalnych źródeł laserowych

PN-EN 50065-2-3:2025-05 – Transmisja sygnałów w sieciach elektrycznych niskiego napięcia w zakresie częstotliwości od 3 kHz do 148,5 kHz – Część 2–3: Wymagania dotyczące odporności systemów komunikacyjnych pracujących w zakresie częstotliwości od 3 kHz do 95 kHz stosowanych w sieciach zasilających i przeznaczonych do wykorzystania przez dostawców i dystrybutorów energii elektrycznej

PN-EN IEC 61169-69:2025-03 – Złącza wielkiej częstotliwości – Część 69: Specyfikacja grupowa dotycząca złączy współosiowych wielkiej częstotliwości ze sprzęgiem „push on” – Impedancja charakterystyczna 50 Ω (typ SMP3)

PN-ETSI EN 304 220-1 V1.2.1:2025-04 – Szerokopasmowa transmisja danych SRD – Norma zharmonizowana dotycząca dostępu do widma radiowego – Część 1: Urządzenia szerokopasmowej transmisji danych: punkty dostępu do sieci działające w zakresie pasm częstotliwości od 863 MHz do 868 MHz i od 915,8 MHz do 919,4 MHz

PN-ETSI EN 304 220-2 V1.2.1:2025-04 – Szerokopasmowa transmisja danych SRD – Norma zharmonizowana dotycząca dostępu do widma radiowego – Część 2: Urządzenia szerokopasmowej transmisji danych: węzły końcowe działające w zakresie pasm częstotliwości od 863 MHz do 868 MHz i od 915,8 MHz do 919,4 MHz

PN-EN IEC 61000-2-4:2025-04 – Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 2–4: Środowisko – Poziomy kompatybilności dla zaburzeń przewodzonych niskiej częstotliwości w systemach dystrybucji energii w lokalizacjach przemysłowych

PN-EN IEC 61280-2-13:2025-04 – Procedury badania światłowodowych podsystemów telekomunikacyjnych – Część 2–13: Systemy cyfrowe – Pomiar wielkości wektora błędu

PN-EN IEC 60793-1-22:2025-03 – Włókna światłowodowe – Część 1–22: Metody pomiarów i procedury badań – Pomiar długości

PN-EN IEC 60793-1-46:2025-03 – Włókna światłowodowe – Część 1–46: Metody pomiarów i procedury badań – Monitorowanie zmian tłumienia

PN-EN IEC 61300-2-22:2025-03 – Światłowodowe złącza i elementy bierne – Podstawowe procedury badań i pomiarów – Część 2–22: Badania – Zmiany temperatury

PN-EN IEC 61968-9:2025-04 – Interfejsy funkcji biznesowych dla przedsiębiorstw użyteczności publicznej – Część 9: Interfejsy do odczytu i kontroli liczników

PN-EN 18037:2025-04 – Wytyczne do sektorowej oceny cyberbezpieczeństwa

PN-ETSI EN 319 412-4 V1.3.2:2025-04 – Podpisy elektroniczne i infrastruktura zaufania (ESI) – Profile certyfikatu – Część 4: Profil certyfikatu dla certyfikatów stron internetowych

PN-ETSI EN 319 132-1 V1.3.1:2025-03 – Podpisy elektroniczne i infrastruktura zaufania (ESI) – Podpisy cyfrowe w formacie XAdES – Część 1: Podstawowe części składowe i podpisy bazowe w formacie XAdES

PN-ETSI EN 319 421 V1.2.1:2023-08 – Podpisy elektroniczne i infrastruktura (ESI) – Wymagania polityki i bezpieczeństwa dla dostawców usług zaufania wydających znaczniki czasu

PN-EN ISO 9241-920:2025-04 – Ergonomia interakcji człowieka i systemu – Część 920: Interakcje dotykowe i haptyczne

PN-EN 17632-2:2025-04 – Modelowanie informacji o obiekcie budowlanym (BIM) – Semantyczne modelowanie i linkowanie (SML) – Część 2: Specyficzne dla danej dziedziny wzorce modelowania

PN-EN 13261:2025-04 – Kolejnictwo – Zestawy kołowe i wózki – Osie – Wymagania dotyczące wyrobu

PN-EN 15313:2025-03 – Kolejnictwo – Wymagania eksploatacyjne dotyczące obsługi zestawów kołowych – Utrzymanie zestawów kołowych pojazdów w eksploatacji i wyłączonych z eksploatacji

PN-EN 45545-6:2025-05 – Kolejnictwo – Ochrona przeciwpożarowa w pojazdach szynowych – Część 6: Systemy przeciwpożarowe

PN-EN 14601:2025-04 – Kolejnictwo – Proste i kątowe kurki końcowe przewodu głównego hamulca i przewodu zbiornika głównego

PN-EN 15227+A1:2025-03 – Kolejnictwo – Wymagania dotyczące wytrzymałości zderzeniowej pojazdów szynowych

PN-EN 711:2025-04 – Statki żeglugi śródlądowej – Bariery pokładowe – Wymagania, projekty i typy

PN-EN ISO 10319:2025-03 – Geosyntetyki – Badanie wytrzymałości na rozciąganie metodą szerokich próbek

PN-EN ISO 13428:2025-03 – Geosyntetyki – Wyznaczanie skuteczności ochronnej geosyntetyki przed uszkodzeniem w wyniku uderzenia

PN-EN 14983:2025-04 – Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem w podziemnych zakładach górniczych – Urządzenia i systemy ochronne przeznaczone do odmetanowania

PN-EN ISO 10426-5:2025-04 – Przemysł naftowy i gazowniczy, w tym energia niskoemisyjna – Cementy i materiały do cementowania otworów – Część 5: Określanie kurczliwości i ekspansji zaczynów cementowych

PN-ISO 12921:2025-04 – Przetwory naftowe i środki smarowe – Oznaczanie stabilności mechanicznej smarów w obecności wody

PN-EN 16346:2024-05/Ap1:2025-04 – Asfalty i lepiszcza asfaltowe – Oznaczanie charakteru rozpadu oraz adhezijności natychmiastowej kationowych emulsji asfaltowych

PN-EN ISO 12156-1:2024-02 – Oleje napędowe – Ocena smarności z zastosowaniem aparatu o ruchu posuwisto-zwrotnym wysokiej częstotliwości (HFRR) – Część 1: Metoda badania

PN-EN 15940:2023-10 – Paliwa do pojazdów samochodowych – Parafinowy olej napędowy z procesów syntezy lub uwodornienia – Wymagania i metody badań

PN-EN 16709:2025-04 – Paliwa do pojazdów samochodowych – Olej napędowy o wysokiej zawartości FAME (B20 i B30) – Wymagania i metody badań

PN-EN ISO 16486-2:2025-05 – Systemy przewodów rurowych z tworzyw sztucznych do przesyłania paliw gazowych – Systemy przewodów rurowych z nieplastyfikowanego poliamidu (PA-U) z połączeniem zgrzewanym i połączeniem mechanicznym – Część 2: Rury

PN-EN 12583+A1:2025-04 – Infrastruktura gazowa – Tłocznie – Wymagania funkcjonalne

PN-EN 683-2:2024-10/AC:2025-04 – Aluminium i stopy aluminium – Materiał wyjściowy na żeberka wymienników ciepła – Część 2: Własności mechaniczne

PN-EN ISO 683-7:2025-04 – Stale do obróbki cieplnej, stale stopowe i stale automatowe – Część 7: Wyroby o powierzchni jasnej ze stali stopowych i niestopowych

PN-EN 10265:2025-04 – Materiały magnetyczne – Specyfikacja dotycząca taśm i blach stalowych elektrotechnicznych o określonych własnościach mechanicznych i polaryzacji magnetycznej

PN-EN 10216-2:2025-04 – Rury stalowe bez szwu do zastosowań ciśnieniowych – Warunki techniczne dostawy – Część 2: Rury ze stali niestopowych i stopowych z określonymi własnościami w temperaturze podwyższonej

PN-EN 754-2:2025-05 – Aluminium i stopy aluminium – Pręty i rury ciągnięte na zimno – Część 2: Własności mechaniczne

PN-EN 1982:2025-04 – Miedź i stopy miedzi – Gąski i odlewy

PN-EN 12164:2025-04 – Miedź i stopy miedzi – Pręty do obróbki skrawaniem na automatach

PN-EN 12165:2025-04 – Miedź i stopy miedzi – Materiał wyjściowy do kucia przerobiony i nieprzerobiony plastycznie

PN-EN 12166:2025-04 – Miedź i stopy miedzi – Druty ogólnego przeznaczenia

PN-EN 12167:2025-04 – Miedź i stopy miedzi – Kształtowniki i pręty prostokątne ogólnego przeznaczenia

PN-EN 12168:2025-04 – Miedź i stopy miedzi – Pręty z otworem do obróbki skrawaniem na automatach

PN-EN 12163:2025-03 – Miedź i stopy miedzi – Pręty ogólnego przeznaczenia

PN-EN 12420:2025-03 – Miedź i stopy miedzi – Odlewki

PN-EN ISO 19628:2025-05 – Ceramika wysokiej jakości (ceramika zaawansowana, techniczna ceramika zaawansowana) – Właściwości termofizyczne kompozytów ceramicznych – Oznaczanie ciepła właściwego

PN-EN ISO 21971:2025-04 – Ceramika wysokiej jakości (ceramika zaawansowana, techniczna ceramika zaawansowana) – Właściwości mechaniczne kompozytów ceramicznych w temperaturze otoczenia przy ciśnieniu atmosferycznym powietrza – Oznaczanie właściwości rur przy rozciąganiu obwodowym

PN-EN ISO 20182:2025-04 – Przygotowanie próbek materiałów ogniotrwałych do badań – Wykonanie próbek materiałów ogniotrwałych metodą torkretowania za pomocą torkretnic pneumatycznych

PN-ISO 289-2:2025-04 – Kauczuki, mieszkanki gumowe – Zastosowanie lepkościomierza z dyskiem ścinającym do oznaczania – Część 2: Oznaczanie charakterystyk podwulkanizacji

PN-EN ISO 4892-3:2025-04 – Tworzywa sztuczne – Metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła – Część 3: Lampy fluorescencyjne UV

PN-EN ISO 17855-2:2025-05 – Tworzywa sztuczne – Polietylen (PE) do różnych technik formowania – Część 2: Przygotowanie próbek do badań i oznaczania właściwości

PN-EN 16916:2025-04 – Materiały uzyskiwane z opon po zakończeniu ich użytkowania – Oznaczanie szczegółowych wymagań dotyczących pobierania próbek i oznaczanie zawartości wilgoci metodą suszenia w piecu

PN-EN ISO 19397:2025-05 – Farby i lakiery – Oznaczanie grubości powłoki z użyciem miernika ultradźwiękowego

PN-EN ISO 19403-4:2025-04 – Farby i lakiery – Zwilżalność – Część 4: Oznaczanie składowych polarnej i dyspersyjnej napięcia powierzchniowego cieczy z napięcia międzyfazowego

PN-EN 17823:2024-10/AC:2025-04 – Właściwości akustyczne elementów budowlanych i budynków – Laboratoryjny pomiar izolacyjności akustycznej uderzeniowej schodów i elementów izolujących schody

Opracował: **Roman FRYSTACKI**

GÓRNICTWO NA ŚWIECIE

Jest pozwolenie środowiskowe na budowę kopalni metali ziem rzadkich w Grenlandii

Critical Metals, amerykańska firma zajmująca się wydobywaniem metali ziem rzadkich, zbliża się do rozpoczęcia wydobywania w projekcie Tanbreez w południowej Grenlandii. Na początku listopada br. uzyskała kluczowe pozwolenie środowiskowe dla proponowanej lokalizacji kopalni. Firma poinformowała, że niezbędne dokumenty, w tym raporty z badań geochemicznych, zostały zatwierdzone przez Agencję Ochrony Środowiska ds. Zasobów Mineralnych (EAMRA). Critical Metals musi jeszcze uzyskać pozytywną decyzję dotyczącą planu zamknięcia kopalni.

Tanbreez należy do największych projektów wydobywania metali ziem rzadkich na świecie, z zasobami szacowanymi na co najmniej 45 mln ton, ukrytymi w dwóch złożach: Hill i Fjord. Około jedna trzecia tych zasobów jest klasyfikowana jako „krytyczne” pierwiastki ziem rzadkich, znajdujące szerokie zastosowanie w takich sektorach gospodarki jak czysta energia czy obronność.

Na początku 2025 r. firma Critical Metals opublikowała opartą na aktualnych zasobach wstępną ocenę ekonomiczną projektu, wykazującą wartość bieżącą netto na poziomie około 3 mld dolarów. Przedstawiona strategia rozwoju etapowego projektu Tanbreez zakłada początkową produkcję na poziomie około 85 000 ton tlenków metali ziem rzadkich rocznie, a w dalszej fazie jej zwiększenie do 425 000 ton. Obecnie trwają prace eksploracyjne mające na celu dalszą ocenę zasobów z obu obszarów złóż.

[www.mining.com]

Kanada obiecuje miliardy na górnictwo

Rząd Kanady planuje utworzyć fundusz państwowy o wartości 2 mld dolarów kanadyjskich (1,4 mld dolarów amerykańskich) na rzecz pozyskiwania mineralnych surowców krytycznych. Pieniądze mają być przeznaczone m.in. na wydatki inwestycyjne w przemyśle wydobywczym.

– Projekt budżetu federalnego potwierdza zaangażowanie rządu w strategię dotyczącą mineralnych surowców krytycznych, opublikowaną trzy lata temu. Zagwarantowane środki to wyraźny sygnał dla globalnych inwestorów, że Kanada bardzo poważnie podchodzi do poprawy konkurencyjności swojego przemysłu wydobywczego – powiedział Pierre Gratton, prezes Kanadyjskiego Stowarzyszenia Górniczego.

Poza utworzeniem funduszu, w projekcie budżetu 443 mln dolarów kanadyjskich przeznaczono dla Ministerstwa Zasobów Naturalnych Kanady na wsparcie technologii przetwórstwa, wspólne inwestycje z partnerami w kanadyjskie projekty oraz gromadzenie minerałów krytycznych w celu wzmocnienia bezpieczeństwa narodowego Kanady.

Ottawa planuje również rozszerzyć ulgi podatkowe na poszukiwania złóż surowców krytycznych. Objęte nimi ma zostać poszukiwanie 12 kolejnych minerałów niezbędnych dla obronności, energetyki czy produkcji półprzewodników. Są to: bizmut, cez, chrom, fluoryt, german, ind, mangan, molibden, niob, tantal, cyna i wolfram.

Rząd premiera Marka Carneya chce ponadto zweryfikować limity emisji przemysłowych oraz podatki, które mogą być nakładane na niektóre inwestycje kapitałowe firm górniczych. Rząd poinformował, że jego celem jest osiągnięcie zerowej emisji netto do 2050 r.

Budżet na 2026 r. nie został jeszcze zatwierdzony przez parlament. Rząd Marka Carneya ma mniejszość w parlamencie, więc potrzebuje kilku głosów od opozycji.

[www.mining.com]

Codelco odnotowuje wzrost produkcji pomimo katastrofy w kopalni El Teniente

Chilijski państwowy gigant miedziowy Codelco, największy producent tego metalu na świecie, przewiduje, że produkcja w latach 2025 i 2026 nieznacznie przekroczy ubiegłoroczne wydobywanie, co wskazuje na jej odporność na skutki katastrofy w kopalni El Teniente.

Do tragedii w kopalni miedzi El Teniente doszło 31 lipca br. Na skutek silnego trzęsienia ziemi zasypane zostały wyrobiska, a śmierć poniosło pięciu górników. El Teniente to największy tego typu zakład na świecie. Górnicy pracują tam na głębokości sięgającej 2300 m. Kopalnia jest położona około 80 km na południe od stolicy – Santiago de Chile.

W 2024 r. Codelco wydobyla 1,4 mln ton miedzi. – W tym roku nieznacznie przekroczymy ten wynik – zakomunikował agencji Bloomberg prezes firmy Máximo Pacheco.

Na początku października br. Codelco szacowała, że wypadek w kopalni El Teniente obniży produkcję w 2025 r. o 48 000 ton, wbrew poprzedniej prognozie spadku wydobywania o 33 000 ton. W ubiegłym roku kopalnia ta wyprodukowała 356 000 ton rudy miedzi i pozostaje najbardziej dochodową działalnością Codelco.

W ciągu pierwszych dziewięciu miesięcy 2025 r. produkcja miedzi Codelco, mierzona rok do roku, wzrosła o 2,1%, do 937 000 ton, pomimo tymczasowego zamknięcia kopalni El Teniente. Chilijskie przedsiębiorstwo przypisuje wzrost produkcji głównie poprawie wydobywania w kopalni Ministro Hales, gdzie możliwe jest wydobywanie na więcej niż jednym poziomie.

Firma doradcza Plusmining zauważa jednak, że chociaż produkcja Codelco wzrosła, to pełne skutki katastrofy w El Teniente mogą być odczuwalne w późniejszym okresie.

[www.mining.com]

Opracował: Jacek BIELENIN

DOPUSZCZENIA

Prezes Wyższego Urzędu Górniczego dopuścił
do stosowania w zakładach górniczych
następujące maszyny, urządzenia i materiały

Przedmiot dopuszczenia	Adresat	Liczba dziennika Data dopuszczenia
Wciągnik przejezdny transportowy typu UiK-WPT-M GM-29/25	Urządzenia i Konstrukcje S.A. w Żorach	GEM.4111.20.2025 2025-08-05
Zestaw transportowy COMBOLIFT GM-30/25	Urządzenia i Konstrukcje S.A. w Żorach	GEM.4111.21.2025 2025-08-05
Zestaw kót linowych kierujących 2L-6300 GM-31/25	MARAT Sp. z o.o. w Rybniku	GEM.4104.2.2025 2025-08-11
Zintegrowany system sterowania kompleksu wydobywczego GX-17/25	Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. w Jastrzębiu-Zdroju	GEM.4142.32.2025 2025-08-13
Skip materiałowy GM-33/25	Przedsiębiorstwo Remontowo- -Mechaniczne WREMGÓR Sp. z o.o. w Libiążu	GEM.4103.14.2025 2025-08-19
Prowadnice ślizgowe GM-32/25	Przedsiębiorstwo „COAL-BUD” Sp. z o.o. w Rybniku	GEM.4103.15.2025 2025-08-19
Kabel elektroenergetyczny górniczy typu Y(-,U,RU)HKGXS (-ek)(-,Fo,Fp,Ft,FTL,FtZn)yn na napięcie znamionowe 12/20(24) V GE-16/25	DRUT-PLAST-CABLES Sp. z o.o. w Poznaniu	GEM.4140.28.2025 2025-09-04
Bateria kondensatorów dotowych typu RBKD-1/* GE-17/25	RENDT S.A. w Katowicach	GEM.4140.26.2025 2025-09-09
Silnik indukcyjny trójfazowy z wirnikiem klatkowym typu Sf45450H2C o mocy 1600 kW GE-18/25	Zakład Maszyn Elektrycznych „EMIT” S.A. w Żychlinie	GEM.4140.27.2025 2025-09-09
Stacja kompaktowa średniego napięcia FCS-*/**/* na napięcie znamionowe 3300 V GX-18/25	„EXPROTEC” Sp. z o.o. w Tychach	GEM.4140.25.2025 2025-09-09
Zespół elementów windy frykcyjnej typu ESW 110 F GM-34/25	MWM Elektro Sp. z o.o. w Trzebini	GEM.4100.16.2025 2025-09-15
Zintegrowany system sterowania kompleksu wydobywczego GX-19/25	Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. w Jastrzębiu-Zdroju	GEM.4142.34.2025 2025-09-23
Stacja transformatorowa typu INSps-nt o mocy 250 kVA, na napięcie znamionowe zasilania 6 kV, 10 kV lub (10 i 6) kV GE-21/25	INOVA Centrum Innowacji Technicznych Sp. z o.o. w Lubinie	GEM.4140.29.2025 2025-09-24

Stacja transformatorowa typu INSps-nt o mocy 400 kVA, na napięcie znamionowe zasilania 6 kV, 10 kV lub (10 i 6) kV GE-22/25	INOVA Centrum Innowacji Technicznych Sp. z o.o. w Lubinie	GEM.4140.30.2025 2025-09-24
Stacja transformatorowa typu INSps-nt o mocy 630 kVA, na napięcie znamionowe zasilania 6 kV, 10 kV lub (10 i 6) kV GE-23/25	INOVA Centrum Innowacji Technicznych Sp. z o.o. w Lubinie	GEM.4140.31.2025 2025-09-24
Stacja transformatorowa typu INSps-nt o mocy 800 kVA, na napięcie znamionowe zasilania 6 kV, 10 kV lub (10 i 6) kV GE-24/25	INOVA Centrum Innowacji Technicznych Sp. z o.o. w Lubinie	GEM.4140.32.2025 2025-09-24
Zintegrowany system sterowania kompleksu wydobywczego GX-20/25	Jastrzębska Spółka Węglowa S.A. w Jastrzębiu-Zdroju	GEM.4142.35.2025 2025-09-26
Cięgła typu: TW-DO, TW-DOp, TW-DO/1, TW-DOp/1, TW-DO/2, TW-DOp/2, TW-DO-S z szafką narzędziową i typu TW-DO-S, z blachą do zawieszenia aparatury elektrycznej GM-35/25	Przedsiębiorstwo Handlowo-Ustugowe „TOMWAT” Tomasz Kondziotka w Czerwionce-Leszczynach	GEM.4111.23.2025 2025-10-01
Platformy typu: TP 1,2T, TPK 1,2T, TP 2,0T, TPK 2,0T, TP 3,2T i TP 5,2T GM-36/25	Przedsiębiorstwo Handlowo-Ustugowe „TOMWAT” Tomasz Kondziotka w Czerwionce-Leszczynach	GEM.4111.24.2025 2025-10-02
Urządzenie sygnalizacji i tężności szybowej górniczego wyciągu szybowego GE-25/25	OPA-ROW sp. z o.o. w Rybniku	GEM.4105.5.2025 2025-10-17

Przygotowała: Justyna JĘDRYSIK

PRZEGLĄD AKTÓW NORMATYWNYCH

ogłoszonych w okresie od 22 sierpnia do 24 listopada 2025 r.

1. W **Dzienniku Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej** ogłoszono m.in.:

1) w **zakresie aktów rangi ustawowej**: o zmianie ustawy – Kodeks postępowania cywilnego, ustawy – Kodeks cywilny oraz niektórych innych ustaw (poz. 1172), o zmianie ustawy – Prawo zamówień publicznych oraz niektórych innych ustaw (poz. 1173; obejmuje m.in. zmianę progu z 130 000 zł na 170 000 zł), o zmianie ustawy – Kodeks pracy oraz niektórych innych ustaw (poz. 1423; zmiana dotyczy zasad wliczania do okresu zatrudnienia okresu służby w Policji i innych służbach, świadczenia pracy na podstawie umów cywilnoprawnych oraz prowadzenia działalności gospodarczej), o zmianie ustawy – Prawo o postępowaniu przed sądami administracyjnymi (poz. 1427; zasady wykazywania umocowania do reprezentacji), o zmianie ustawy – Kodeks cywilny (poz. 1508; odpowiedzialność wobec podwykonawców w umowach o roboty budowlane), o zmianie ustawy – Kodeks postępowania cywilnego (poz. 1518), o zmianie ustawy o Centralnym Porcie Komunikacyjnym (poz. 1531), o zmianie ustawy – Prawo geodezyjne i kartograficzne (poz. 1542), zmieniająca ustawę o zmianie ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym oraz niektórych innych ustaw (poz. 1543);

2) **jednolite teksty ustaw**: o samorządzie gminnym (poz. 1153), o opłacie skarbowej (poz. 1154), o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie obiektów energetyki jądrowej oraz inwestycji towarzyszących (poz. 1156; ustawa przewiduje, iż wniosek o wydanie decyzji o ustaleniu lokalizacji inwestycji w zakresie budowy obiektu energetyki jądrowej zawiera m.in. opinię właściwego organu administracji geologicznej – w odniesieniu do terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz występowania udokumentowanych złóż kopalin i przestrzeni objętych wyznaczonymi terenami górniczymi dla kopalin stanowiących przedmiot działalności wydobywczej), o inwestycjach w zakresie terminalu regazyfikacyjnego skroplonego gazu ziemnego w Świnoujściu (poz. 1222), o działach administracji rządowej (poz. 1275), o szczególnych rozwiązaniach związanych z usuwaniem skutków powodzi (poz. 1402), Prawo lotnicze (poz. 1431), o wdrożeniu niektórych przepisów Unii Europejskiej w zakresie równego traktowania (poz. 1452), o świadczeniach opieki zdrowotnej finansowanych ze środków publicznych (poz. 1461; podleganie obowiązkowi ubezpieczenia zdrowotnego osób korzystających ze świadczenia górniczego), Prawo przed-

siębiorców (poz. 1480), o finansach publicznych (poz. 1483), o systemie monitorowania i kontrolowania jakości paliw (poz. 1529), o zaopatrzeniu z tytułu wypadków lub chorób zawodowych powstałych w szczególnych okolicznościach (poz. 1565), o skutkach powierzania wykonywania pracy cudzoziemcom przebywającym wbrew przepisom na terytorium Rzeczypospolitej Polskiej (poz. 1567), o rodzicielskim świadczeniu uzupełniającym (poz. 1577).

2. W **Dzienniku Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej** ogłoszono również m.in.:

1) **rozporządzenia** w sprawie: wysokości minimalnego wynagrodzenia za pracę oraz wysokości minimalnej stawki godzinowej w 2026 r. (poz. 1242), Świętokrzyskiego Parku Narodowego (poz. 1410), obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej operatora systemu bezzałogowego statku powietrznego (poz. 1485), maksymalnej ilości i wartości energii elektrycznej z wysoko-
sprawnej kogeneracji objętej wsparciem oraz jednostkowych wysokości premii gwarantowanej w roku 2026 (poz. 1505; wyłączenia dotyczące paliw węglowych), wartości referencyjnych dla nowych i znacznie zmodernizowanych jednostek kogeneracji w roku 2026 (poz. 1506), klasyfikacji zawodów i specjalności na potrzeby rynku pracy (poz. 1534), Sektorowej Ramy Kwalifikacji w sektorze budownictwo (poz. 1592);

2) **nowelizacje rozporządzeń** w sprawie: programu badań statystycznych statystyki publicznej na rok 2025 (poz. 1238; program obejmuje m.in. kwestie sprawozdań o skutkach środowiskowych działalności, o przychodach, kosztach i wynikach z działalności oraz o inwestycjach w górnictwie węgla kamiennego), różnicowania stopy procentowej składki na ubezpieczenie społeczne z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych w zależności od zagrożeń zawodowych i ich skutków (poz. 1292), ratownictwa górniczego (poz. 1343), przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (poz. 1352), sprawozdań o udzielonej pomocy publicznej, informacji o nieudzieleniu takiej pomocy oraz sprawozdań o zaległościach przedsiębiorców we wpłatach świadczeń należnych na rzecz sektora finansów publicznych (poz. 1515; obejmuje także kwestie sprawozdań dotyczących pomocy na rzecz sektora górnictwa), chorób zawodowych (poz. 1582);

3) **jednolite teksty rozporządzeń** w sprawie: szczegółowego zakresu działania Ministra Energii (poz. 1206), dotacji budżetowej przeznaczonej na finansowanie likwidacji kopalń, działań wy-

konywanych po zakończeniu likwidacji kopalń, naprawiania szkód wywołanych ruchem zakładu górniczego oraz zabezpieczenia kopalń sąsiednich przed zagrożeniem wodnym, gazowym oraz pożarowym (poz. 1331), szczegółowych warunków funkcjonowania systemu gazowego (poz. 1382).

3. W **Dzienniku Urzędowym Rzeczypospolitej Polskiej „Monitor Polski”** ogłoszono m.in.:

1) **obwieszczenia** w sprawie: wykazu norm zharmonizowanych (poz. 910); stawki odsetek za zwłokę od zaległości podatkowych, obniżonej stawki odsetek za zwłokę od zaległości podatkowych oraz podwyższonej stawki odsetek za zwłokę od zaległości podatkowych (poz. 950), wykazu jednostek organizacyjnych nadzorowanych przez Ministra Energii (poz. 1004; wykaz obejmuje m.in.: Główny Instytut Górnictwa – Państwowy Instytut Badawczy, Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, „Poltegor-Instytut” Instytut Górnictwa Odkrywkowego), wysokości odsetek ustawowych (poz. 1014; 8,25% w stosunku rocznym), wysokości odsetek ustawowych za opóźnienie (poz. 1015; 10,25% w stosunku rocznym), wysokości stawek kar za przekroczenie dopuszczalnego poziomu hałasu na rok 2026 (poz. 1016), stawek opłaty egzaminacyjnej oraz opłaty za wydanie świadectwa stwierdzającego kwalifikację w zakresie górnictwa i ratownictwa górniczego na rok 2026 (poz. 1027), stawki odsetek za zwłokę od zaległości podatkowych, obniżonej stawki odsetek za zwłokę od zaległości podatkowych oraz podwyższonej stawki odsetek za zwłokę od zaległości podatkowych (poz. 1105), przeciętnego miesięcznego wynagrodzenia w sektorze przedsiębiorstw, włącznie z wypłatami z zysku, w trzecim kwartale 2025 r. (poz. 1118; 8854,61 zł), ogłoszenia obowiązujących od dnia 1 stycznia 2026 r. stawek opłat za udostępnianie materiałów państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (poz. 1123), wykazu jednostek organizacyjnych podległych

Ministrowi Klimatu i Środowiska lub przez niego nadzorowanych (poz. 1125), wysokości odsetek ustawowych (poz. 1135; 8,00%), wysokości odsetek ustawowych za opóźnienie (poz. 1136; 10,00%), wysokości kwoty odpowiadającej sumie składek dodatkowych wniesionych przez uczestnika do jednego pracowniczego programu emerytalnego w roku 2026 (poz. 1155), stawek opłat na rok 2026 z zakresu przepisów Prawa geologicznego i górniczego (poz. 1157), wysokości odsetek ustawowych (poz. 1191; 7,75%), wysokości odsetek ustawowych za opóźnienie (poz. 1192; 9,75%), wskaźnika waloryzacji podstawy wymiaru zasiłku chorobowego przyjętego do obliczenia świadczenia rehabilitacyjnego w I kwartale 2026 r. (poz. 1205), stawki odsetek za zwłokę od zaległości podatkowych, obniżonej stawki odsetek za zwłokę od zaległości podatkowych oraz podwyższonej stawki odsetek za zwłokę od zaległości podatkowych (poz. 1208);

2) **komunikaty** w sprawie: wskaźnika cen towarów i usług konsumpcyjnych w okresie pierwszych trzech kwartałów 2025 r. (poz. 1061; 104,0), wskaźnika cen towarów i usług konsumpcyjnych ogółem w trzecim kwartale 2025 r. (poz. 1062; 100,3), wskaźnika cen towarów nieżywnościowych trwałego użytku w trzecim kwartale 2025 r. (poz. 1070; 99,2), przeciętnego wynagrodzenia w trzecim kwartale 2025 r. (poz. 1148, 8771,70 zł);

3) **zarządzenia**: zmieniające zarządzenie w sprawie nadania statutu Kancelarii Prezesa Rady Ministrów (poz. 802); w sprawie nadania statutu Ministerstwu Energii (poz. 894), w sprawie nadania statutu Kancelarii Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej (poz. 913), w sprawie Zespołu do spraw wsparcia zrównoważonego rozwoju przedsiębiorstw (poz. 1033), zmieniające zarządzenie w sprawie nadania statutu Kancelarii Prezesa Rady Ministrów (poz. 1153).

Opracował: Wojciech WAWRZECZKO

Uroczystości barbórkowe nadzoru górniczego w Muzeum Śląskim

W piątek, 5 grudnia w Katowicach odbyły się uroczystości barbórkowe nadzoru górniczego. Rozpoczęła je Msza Święta w Kościele pw. Św. Apostołów Piotra i Pawła w Katowicach, którą celebrował arcybiskup Andrzej Przybylski. Metropolita śląski złożył pracownikom urzędów nadzoru górniczego tradycyjne życzenia z okazji obchodów Dnia Górnika.

W podziemnych wnętrzach Muzeum Śląskiego w Katowicach odbyła się druga część obchodów górniczego święta. Jak co roku wśród kilkuset gości uroczystej akademii znaleźli się przedstawiciele władz państwowych i samorządowych, służb mundurowych, związków zawodowych, instytucji naukowo-badawczych współpracujących z WUG, duchowieństwa oraz delegacje zakładów górniczych z całej Polski, wydobywających różnorodne kopaliny (węgiel kamienny i brunatny, gaz ziemny, ropę, rudy miedzi, kruszywa, sól, siarkę). Obecni byli m.in.: doradca Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej Jarosław Bujak, szefowa służby cywilnej Anita Nowska-Piątkowska, Główny Geolog Kraju, podsekretarz stanu w Ministerstwie Klimatu i Środowiska Krzysztof Galos, wiceprezes Najwyższej Izby Kontroli Piotr Miklis, wiceprzewodniczący zarządu Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii Maciej Biskupski, wiceprezydent Katowic Maciej Stachura, dyrektor Głównego Instytutu Górnictwa Jarosław Zagórowski oraz przedstawiciele Ministerstwa Energii, Państwowej Inspekcji Pracy, Wojewódzkiego Inspek-

toratu Ochrony Środowiska w Katowicach i Zakładu Ubezpieczeń Społecznych. Osobiście przybyli także senatorowie Rzeczypospolitej Polskiej: Maciej Kopiec, Gabriela Morawska-Stanecka oraz Joanna Sekuła.

Osoby, które nie mogły przybyć na uroczystość, przekazały na ręce prezesa WUG oficjalne listy okolicznościowe. Życzenia przesłali m.in. Agnieszka Dziemianowicz-Bąk – ministra rodziny pracy i polityki społecznej, Marcin Stanecki – Główny Inspektor Pracy, Henryk Kiepus – sekretarza stanu w Ministerstwie Edukacji Narodowej, Marian Zmarzły – podsekretarz stanu w Ministerstwie Energii, Monika Rosa – posłanka na Sejm RP.

W wystąpieniu inauguracyjnym akademię prezes WUG Piotr Litwa przywitał gości i podziękował za wszystkie inicjatywy oraz działania przyczyniające się do poprawy bezpieczeństwa pracy i ochrony zdrowia górników, optymalnego zagospodarowania złóż kopaliny oraz ograniczenia uciążliwości oddziaływania górnictwa na ludzi i środowisko. Podkreślił przy tym, jak ważna jest wielowymiarowa i zgodna współpraca różnych urzędów, instytucji i ośrodków naukowych w tym zakresie. Wspominał także, że mimo wspólnych wysiłków na rzecz poprawy bhp w górnictwie doszło w tym roku do 8 tragicznych w skutkach zdarzeń, a w ich wyniku śmierć poniosło 12 górników. Podczas uroczystości minutą ciszy uczczono pamięć wszystkich górników, którzy w 2025 roku odeszli na wieczną syczącę.



► Pamiątkowe zdjęcie pracowników nadzoru górniczego z okazji Barbórki 2025

Przedstawiając nowe kierunki działalności nadzoru górniczego oraz plany na przyszłość, prezes WUG szczególną uwagę zwrócił na wejście w życie z dniem 29 lipca nowelizacji Prawa geologicznego i górniczego. Przypomniął, że zgodnie z nowymi przepisami Prezes Wyższego Urzędu Górniczego został wskazany jako organ odpowiedzialny za monitorowanie i egzekwowanie stosowania rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) z dnia 13 czerwca 2024 r. w sprawie redukcji emisji metanu w sektorze energetycznym.

– (...) *Rozporządzenie metanowe ma zastosowanie między innymi do poszukiwania i produkcji ropy naftowej i gazu ziemnego oraz do gromadzenia i przetwarzania gazu ziemnego, do odwiertów nieczynnych, przesyłu i dystrybucji oraz podziemnego składowania gazu ziemnego, a także do czynnych podziemnych i odkrywkowych kopalń węgla oraz do zamkniętych i opuszczonych podziemnych kopalń węgla. Prezes WUG nadzoruje wymienione przedsięwzięcia w zakresie dokładności pomiarów, kwantyfikacji, monitorowania, raportowania i weryfikacji emisji metanu. W związku z tym w urzędzie powołano nową komórkę organizacyjną pod nazwą Departament Nadzoru Emisji Metanu i Gospodarowania Górotworem, która zajmuje się przede wszystkim nadzorem nad czynnymi zakładami górniczymi (podziemnymi, odkrywkowymi i otworowymi) oraz systemami magazynowania i przesyłu gazu oraz ropy w zakresie emisji metanu* – wyjaśnił Piotr Litwa.

Wspomniał również o dużym zaangażowaniu urzędów górniczych w nadzór nad przedsięwzięciami, w ramach których prowadzone są roboty z zastosowaniem techniki górniczej. Dotyczy to m.in. robót prowadzonych w zlikwidowanych zakładach górniczych w związku z koniecznością utrzymywania systemu ich odwadniania, robót w wyrobiskach podziemnych zakładów górniczych utrzymywanych w celach turystycznych, leczniczych i rekreacyjnych, jak również drażnienia tuneli. Jak przyznał, w związku z coraz liczniejszymi zadaniami w tym zakresie zrodziła się potrzeba powołania specjal-



► Gościem Barbórki WUG była m.in. Szeffowa Służby Cywilnej Anita Noskowska-Piątkowska

nego zespołu do spraw ruchu zakładów prowadzących działalność na podstawie art. 2 ustawy – Prawo geologiczne i górnicze. Zespół już opracował metodykę sprawowania nadzoru i kontroli nad drażnieniem tuneli, która ma pomóc urzędom górniczym i przedsiębiorcom w jednolitym stosowaniu prawa w trakcie realizacji robót tunelowych. W najbliższej przyszłości zostaną opracowane dobre praktyki w zakresie inwestycji tunelowych, drogowych i kolejowych. Ponadto prezes WUG mówił o inicjatywie dotyczącej objęcia ustawą – Prawo geologiczne i górnicze tak zwanych złóż antropogenicznych. Wspomniał również o konieczności uproszczenia procesu usuwania szkód górniczych w przypadku braku odpowiedzialnego za szkodę przedsiębiorcy lub jego następcy prawnego, dodając: (...) *Proponujemy utworzenie Funduszu Likwidacji Szkód Górniczych, którego jedynym dysponentem będzie Prezes WUG. Przychodami funduszu miałyby być m.in. część wpływów z działalności górniczej w postaci opłaty eksploatacyjnej oraz z kar pieniężnych, a także dotacje budżetowe na Fundusz Naprawy Szkód Górniczych.*

Podsumowując swoje wystąpienie, podkreślił również, że priorytetem nadzoru górniczego w najbliż-



► Doradca Prezydenta RP Jarosław Bujak odznaczył pracowników urzędów górniczych medalami za długoletnią służbę



► Wręczenie honorowych szpad górniczych – symbolu honoru, wolności i godności górnika, władzy wyższych urzędników górniczych i nadzoru

szych latach będzie optymalizacja zasobów ludzkich i finansowych w taki sposób, by w ramach posiadanych możliwości uzyskać jak najlepsze rezultaty działalności nadzorczo-kontrolnej. Urzędy górnicze zmodyfikują formy swej działalności stosownie do przekształceń w branży wydobywczej, zachowując ekspercki charakter, a także otwartość na potrzeby społeczne oraz zdolność do wychodzenia naprzeciw problemom współczesnego górnictwa w duchu dialogu i współpracy.

Akademia barbórkowa WUG to nie tylko okolicznościowe życzenia i przemówienia, ale również tradycyjna okazja do uhonorowania pracowników nadzoru górnictwa odznaczeniami i wyróżnieniami – zarówno państwowymi, jak i resortowymi. Obchody Dnia Górnika WUG są nie tylko wielkim świętem urzędów górniczych, ale również tych wszystkich, którzy pracują i działają na rzecz poprawy bezpieczeństwa pracy w przemyśle wydobywczym na terenie całej Polski. W związku z tym prezes Wyższego Urzędu Górniczego wręczył pięciu osobom Odznaki Honorowe Zasłużonego dla Bezpieczeństwa w Górnictwie, zwłaszcza za sukcesy w zakresie projektowania, wprowadzania i popularyzowania nowych rozwiązań technicznych oraz prac badawczych. Ponadto wyróżnił trzech przedsiębiorców specjalnymi dyplomami uznania za skuteczne działania na rzecz ograniczenia negatywnego wpływu eksploatacji górnictwa na środowisko naturalne i otoczenie zakładów górniczych, znaczącą poprawę warunków pracy załogi oraz poziomu bezpieczeństwa procesów wydobywczych.

Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej Karol Nawrocki nadał odznaczenia państwowe – krzyże zasługi – zasłużonym pracownikom urzędów górniczych. Uhonorowane zostały osoby, które wniosły wkład na rzecz państwa lub obywateli, spełniając czyny przekraczające zakres ich zwykłych obowiązków, a przynoszące znaczną korzyść państwu lub obywatelom.

Za wzorowe, wyjątkowo sumienne wykonywanie obowiązków wynikających z pracy zawodowej Prezy-

dent RP odznaczył pracowników urzędów górniczych medalami za długoletnią służbę. Aktu dekoracji dokonał doradca Prezydenta RP Jarosław Bujak.

Minister Energii, na wniosek prezesa Wyższego Urzędu Górniczego, w uznaniu zasług oraz za wieloletnią i aktywną pracę zawodową na rzecz rozwoju górnictwa przyznał odznakę honorową „Zasłużony dla Górnictwa RP” 16 pracownikom urzędów górniczych.

Minister Klimatu i Środowiska wyróżnił Odznaką Honorową „Zasłużony dla Polskiej Geologii” oraz odznaką honorową za zasługi dla ochrony środowiska i klimatu dwóch pracowników Wyższego Urzędu Górniczego.

Prezes Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego S.A. w Bytomiu odznaczył honorowym sztyltem ratowniczym oraz medalem Centralnej Stacji sześciu



► 16 pracownikom urzędów górniczych, na wniosek prezesa Wyższego Urzędu Górniczego, minister energii przyznał odznakę honorową „Zasłużony dla Górnictwa RP” w uznaniu zasług oraz za wieloletnią i aktywną pracę zawodową na rzecz rozwoju górnictwa

pracowników urzędów górniczych, którzy swoją działalnością przyczynili się do poprawy stanu bezpieczeństwa poprzez nadzorowanie akcji ratowniczych i efektywną współpracę ze służbami ratowniczymi przedsiębiorców.

Fundacja „Bezpieczne Górnictwo” im. prof. Wacława Cybulskiego, od wielu lat wspierająca działania na rzecz podnoszenia standardów bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie między innymi poprzez popularyzację i umacnianie pozytywnych postaw oraz nagradzanie szczególnych zachowań w trudnych sytuacjach, również przygotowała okazjonalną nagrodę. Specjalne wyróżnienie „Dzielny Górnik” otrzymał Ireneusz Haś, ratownik z Centralnej Stacji Ratownictwa Górniczego S.A. w Bytomiu, który wyróżnił się wyjątkową odwagą, ogromnym zaangażowaniem oraz sprawnością działania podczas akcji ratowniczej przeprowadzonej 12 sierpnia 2025 roku w Kopalni Węgla Kamiennego „Knurów-Szczygłowice”.

Wśród barbórkowych gości znaleźli się także przedstawiciele najmłodszego pokolenia – podopieczni Katolickiej Fundacji Dzieciom w Parafii Św. Apostołów Piotra i Pawła w Katowicach. Organizacja ta we współpracy z Wyższym Urzędem Górniczym oraz Fundacją „Bezpieczne Górnictwo im. prof. Wacława Cybulskiego” zorganizowała konkurs plastyczny pod nazwą „Bezpieczny Gwarek”, którego celem była popularyzacja wśród dzieci i młodzieży problematyki bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w górnictwie oraz poszerzanie świadomości występowania zagrożeń, z którymi górnicy, ratownicy i inne osoby związane z górnictwem mierzą się w codziennej pracy. Grupa młodych artystów odebrała nagrody przyznane w trzech kategoriach wiekowych.

Część oficjalną uroczystości zwieńczyło wręczenie honorowych szpad górniczych. Doceniając zasługi na rzecz polskiego górnictwa, prezes Wyższego Urzędu Górniczego postanowił wręczyć dziesięciu osobom ten sięgający tradycją dawnych wieków symbol honoru, wolności i godności górnika, władzy wyższych urzędników górniczych i nadzoru. Ceremonię poprowadził Józef Fudali, emerytowany pracownik WUG, kolekcjoner i znawca górniczych tradycji. Po zakończeniu tej barwnej ceremonii prowadząca akademię Beata Smaga-Seyboth w imieniu organizatorów uroczystości podziękowała gościom za przybycie, zapraszając ich na okolicznościowy poczęstunek.

Barbórka Wyższego Urzędu Górniczego była w tym roku objęta patronatami medialnymi redakcji: TVP Katowice, „Dziennika Zachodniego”, „Trybuny Górniczej” i portalu internetowego nettg.pl, „Gościa Niedzielnego” oraz Radia eM.

Anna SWINIARSKA-TADLA

Szanowni Czytelnicy!

Ochrona życia i zdrowia pracowników oraz dbałość o bezpieczeństwo niezmiennie stanowią dla branży górniczej kluczowe wyzwanie. Urzędy górnicze nadzorują realizację zadań w tej dziedzinie, korzystając z najnowszej wiedzy oraz uwzględniając postęp techniczny. W ostatnim czasie doświadczamy przyspieszenia przemian społecznych, ekonomicznych i geopolitycznych rzutujących na kondycję sektora wydobywczego. Tym bardziej musimy polegać na sprawdzonych informacjach, popartych rzetelnymi badaniami i doświadczeniami praktyków. Dlatego niezwykle sobie cenimy współpracę z osobami i instytucjami, które dzięki projektom naukowym oraz innowacyjnym wdrożeniom wspierają zrównoważone funkcjonowanie górnictwa.



► Prezes WUG Piotr Litwa

Ważną platformą takiej współpracy jest wydawany przez Wyższy Urząd Górniczy kwartalnik „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” – jedno z nielicznych czasopism naukowo-technicznych prezentujących aktualną problematykę wszystkich gałęzi przemysłu wydobywczego, zarówno w Polsce, jak i poza jej granicami. Na jego łamach publikowane są wyłącznie oryginalne artykuły naukowo-badawcze oraz problemowo-przeglądowe, obejmujące m.in. zagadnienia związane z technologią, automatyzacją, mechanizacją, komputeryzacją, budownictwem, ochroną środowiska, systemami zarządzania jakością, a także ekonomiką produkcji w przemyśle wydobywczym. Nie brakuje również materiałów popularyzujących zagadnienia organizacyjne i prawne, które umożliwiają śledzenie zmian w przepisach.

Z początkiem bieżącego roku zwiększyliśmy dostępność czasopisma, publikując je kwartalnie, w bezpłatnej formie elektronicznej. W ten sposób odpowiedzieliśmy na oczekiwania naszych Czytelników – przedsiębiorców, pracowników zakładów górniczych, przedstawicieli instytucji współpracujących z urzędami górniczymi, naukowców i studentów. Cieszymy się, że spotkało się to z pozytywnym odbiorem. Z tym większym przekonaniem zapraszam wszystkich chętnych do współpracy z Redakcją oraz do lektury.

Z okazji Barbórki życzę wszystkim, którzy związali swoje zawodowe życie z górnictwem oraz ich bliskim, bezpiecznej pracy, optymistycznych widoków na przyszłość, poczucia dumy i zawodowego spełnienia. Niech publikacje kwartalnika Wyższego Urzędu Górniczego będą dla Państwa wartościowym, fachowym wsparciem w codziennych staraniach o pomyślność naszej branży.

Szczęść Boże!

dr inż. Piotr Litwa
Prezes Wyższego Urzędu Górniczego

HISTORIA I WSPÓŁCZESNOŚĆ GÓRNICTWA

Gdy zielona granica stawiała się czarną – kontrabanda w kopalnianych chodnikach

Na przestrzeni dziejów chodniki śląskich kopalń przemierzali nie tylko górnicy, inżynierowie, ratownicy czy kierownicy do przymusowej pracy więźniowie i żołnierze. Był czas, że korzystali z nich także przemysłowicy taszczący ze sobą przez „zieloną granicę” (choć być może lepiej byłoby napisać „czarną”) cenną kontrabandę oraz ścigający ich funkcjonariusze Straży Granicznej. I choć w kontekście setek lat istnienia górnictwa był to zaledwie krótki epizod, to przez wzgląd na swój koloryt wart jest przypomnienia.

Graniczny przekładaniec, akcyzy i państwowe monopole. To musiało zachęcać do szmuglu

„Jak długo ten staw istnieje, nikt tu nie widział ryby, ale my chytali. Tam u Niemców, na drugim brzegu też” – mówi tytułowy bohater *Grzesznego żywota Franciszka Buły*, wprowadzając widzów do sceny, w której zaskoczony pogranicznik, wędkując w niewielkiej sadzawce, wyciąga z niej pęta kielbasy. Rozgrywający się na podzielonym polsko-niemiecką granicą międzywojennym Górnym Śląsku film Janusza Kidawy w nieraz żartobliwy sposób sygnalizuje wiele społecznych zjawisk z ówczesnej rzeczywistości: biedę, górnicze strajki, pojawiającą się fascynację nazizmem, funkcjonowanie biedaszybów i właśnie... powszechny przemysł.

Kontrabanda na Górnym Śląsku była nieuchronnym skutkiem polityczno-gospodarczych realiów, które dla tego regionu stworzył nowy ład ukształtowany w wyniku powstań śląskich i plebiscytu. Znajdujący się wcześniej w obrębie kaiserowskich Niemiec obszar po roku 1922 został przecięty polsko-niemiecką granicą. W silnie zurbanizowanym, zasiedlonym oraz zindustrializowanym regionie, gdzie w dodatku podziały narodowościowe przebiegały nie liniowo, a raczej „mozaikowo”, wytyczenie granicy w sposób niebudzący zastrzeżeń było niezwykle trudne. I w rzeczy samej, robiono to z gracją drwala. Efekt? Powstał fikuśny przekładaniec, w którym kawałki Polski co rusz wbijały się w teren Niemiec (albo na odwrót). Granica przecinała podwórka, pola, ogródki, linie tramwajowe, zakłady przemysłowe, ludzkie drogi do pracy, trasy pielgrzymek, a nawet kopalniane chodniki.



► Funkcjonariusze Straży Granicznej eskortują grupę przemysłowców na haldzie kopalni „Florentyna” (później „Łagiewniki”). W tle z lewej szczyt Kaiser Wilhelm (później Krystyna) kopalni „Hohenzollerngrube” (później KWK „Szombierki”). Fot. Narodowe Archiwum Cyfrowe/Koncern Ilustrowany Kurier Codzienny

Co istotne, granica polityczna była również granicą dwóch obszarów celnych. O swobodnym przepływie towarów i usług, który dzisiaj jest jednym z filarów funkcjonowania Unii Europejskiej, nikt nie wspominał. Wręcz przeciwnie, każdy kraj, mniej lub bardziej zazdrośnie, strzegł swego rynku. Odbudowująca się właśnie II Rzeczpospolita zakazała wwożenia na swoje terytorium (ze względu na ochronę rodzimego przemysłu, a w części przypadków także zdrowia publicznego) całej masy różnego rodzaju towarów – od guzików i fortepianów poczynając, a na substancjach i przetworach odurzających skończywszy. Akcyzą objęto m.in. piwo, wino, cukier i zapalniczki. Przede wszystkim jednak państwo zagwarantowało sobie monopol skarbowy na tytoń, spirytus, zapalki czy sól.

Monopole te zapewniały budżetowi II RP 30% wpływów (w latach wielkiego kryzysu nawet 40%), więc państwo skrupulatnie pilnowało, by obywatele nie sięgali

po cudzy tytoń bądź spirytus. Uzyskanie pozwolenia na wwóz wielu kategorii towarów było bardzo czasochłonne, kosztowne, a czasami wręcz niemożliwe. Tyle, że niemożliwe formalnie, a niemożliwe w praktyce to nie zawsze to samo...

„Co drugi młodzian ćmi papierosy czechosłowackie, niewiastki i dziewczątka paradują w pończoszkach i jedwabkach z zagranicy”

Akczyż, zakazy i państwowe monopole od wieków były „wodą na młyn” dla przedsiębiorczych, choć nie-specjalnie przejmujących się przepisami osobników, którzy w łamaniu tych ograniczeń widzieli szansę na duży zarobek. A jeśli w dodatku granica jest tak pogmatwana jak na międzywojennym Górnym Śląsku, jej przekraczanie ułatwiają miejscowej ludności przepisy małego ruchu granicznego (do przekraczania granicy „lokalsi” nie potrzebowali paszportów, korzystając z tzw. kart cyrkulacyjnych), a podaż i cena różnych produktów po obu jej stronach znacząco się różnią, to powstanie przemysłniczego eldorado jest tylko kwestią czasu.

„Na Górnym Śląsku niemal każdy zażywny burżuj pali kształtem potworne, a zapachem smrodliwe cygarko pruskie, u nas co drugi młodzian ćmi papierosy czechosłowackie, niewiastki i dziewczątka paradują w pończoszkach i jedwabkach z zagranicy”, narzekało w 1925 r. wydawane przez straż celną czasopismo „Czaty”.

Na cygarach, papierosach i pończoszkach się jednak nie kończyło. Do Polski masowo trafiały (rzecz jasna na bakier z przepisami celnymi) także: tytoń, zapalniczki, spiritus, eter, sacharyna (substancja słodząca dużo tańsza i mocniejsza od cukru), magii (kupując po niemieckiej stronie litr tej przyprawy za 4 zł, w Polsce można ją było sprzedać za 10 zł), drożdże, migdały, pieprz, mąka kokosowa, pomarańcze, cytryny i inne owoce południowe, medykamenty, futra, dewizy, igły, nożyczki, żyłетки, brzytwy, sztućce, zegarki, instrumenty



► Przejście graniczne Makoszowy (obecnie Zabrze-Makoszowy) – „Hindenburg-Delbrückschächte” (potem KWK „Makoszowy” w Zabrzu) na granicy polsko-niemieckiej. Fot. Narodowe Archiwum Cyfrowe/Koncern Ilustrowany Kurier Codzienny



► To samo miejsce blisko 100 lat później. Kopalnie „Łagiewniki” i „Szombierki” przeszły już do historii, podobnie jak odbywający się tu kiedyś przemysł. Fot. M. Wroński

muzyczne (szczególnie harmonijki), aparaty fotograficzne, zapalniczki, a nawet rowery.

O skali tego procederu najlepiej świadczą statystyki – w 1935 r. funkcjonariusze Śląskiego Inspektoratu Okręgowego Straży Granicznej przechwycili na „zielonej granicy” towary o łącznej wartości 750 tys. zł, rok później kwota ta sięgnęła już 887 tys. zł, a przejęty towar był przecież tylko wierzchołkiem prawdziwej „góry lodowej” (odbiorcami byli nie tylko mieszkańcy przygranicznych miejscowości, ale także wielu dużych miast II Rzeczypospolitej). Jak podaje Grzegorz Goryński w artykule dotyczącym powstania, organizacji i funkcjonowania SG, w latach 1928–1939 najaktywniejszy pod względem przemysłniczym w skali działań całej formacji był odcinek polsko-niemieckiej granicy ochraniający przez Inspektorat Graniczny Chorzów, a zwłaszcza jego komisariaty w Lipinach (obecnie dzielnica Świętochłowic) i Nowej Wsi (teren obecnej Rudy Śląskiej).

Graniczny przemysł odbywał się od samego początku istnienia II RP, aczkolwiek nie zawsze z takim samym natężeniem. Do jego wzrostu w znacznym stopniu przyczyniła się rozpoczęta w 1925 r. wojna celna z Niemcami (już rok później „Süddeutsche Tabak-Zeitung” donosił, że z Niemiec do Polski przemyciono 357 000 kg tytoniu), a w kolejnej dekadzie kryzys gospodarczy. Z szacunków Straży Granicznej wynika, że większość osób zajmujących się tym procederem czyniła to doraźnie, niejako „dorabiając” sobie do innych zajęć, ale ok. 1/3 stanowili „zawodowcy”, czasem będący trybikami w dużych, zorganizowanych grupach przestępczych.

Kontrabanda wlewała się przez Śląsk do Polski z jednej strony oficjalnymi kanałami, przez istniejące tu przejścia graniczne, gdzie przemysłnicy próbowali ukryć trefny towar w bagażu i przedmiotach codziennego użytku, pod ubraniem (wracające do Polski kobiety nagle okazywały się być dziwnie otyłe bądź nawet w „zaawansowanej ciąży”) lub w przemysłnych samochodowych skrytkach, z drugiej zaś strony przez „zieloną granicę”. Pod osłoną nocy przemykały się nią całe karawany szmuglerów, próbując ująć czujnym oczom (a często także wystrzeliwanym kulom) tutejszych pograniczników.

Ciemności potrafiła zapewnić jednak nie tylko noc. Wytyczona po 1922 r. granica przecięła także kopalniane chodniki, drążone przez stulecia w tutejszych złożach węgla kamiennego i kruszców. Fakt, że wyrobiska części kopalń były ze sobą połączone, sprawiał, iż pod ziemią znajdował się prawdziwy labirynt, w którym najlepiej poruszać potrafili się stali bywalcy tych miejsc.

**Górnice chodniki zapewniały osłonę.
„Przemykali się tą drogą przez dłuższy czas
niepostrzeżenie”**

„Chodniki kopalni »Nowa Helena« ciągną się w podziemiach po naszej i po niemieckiej stronie granicy, przemysłnicy mogą więc śmiało przekraczać granicę, tym razem raczej »czarną« niż »zieloną«, czytamy w czasopiśmie „Czaty” z lutego 1937 r., gdzie autor opisuje udaną zasadzkę Straży Granicznej, która wykryła, że „Artur Arndt z Kamienia, Wilhelm Bacik z Kozłowej Góry, Franciszek Kleinert i Piotr Machuła zorganizowali dobrze zakomspirowaną szajkę przemysłników” i masowo szmuglują różnego rodzaju kontrabandę (w chwili zatrzymania mieli przy sobie m.in. 70 kompletów nakryć stołowych) z terenu Niemiec do Polski.

„Przemysłnicy wpadli na zaniechany ostatnio pomysł używania szybów kopalnianych do przekraczania granicy i przemykali się tą drogą przez dłuższy czas niepostrzeżenie” – zauważył autor notatki, sygnalizując przy okazji, że wspomnianych czworo zatrzymanych nie było pierwszymi, którzy w ten właśnie sposób pokonywali granicę. W rzeczy samej, 2 lata wcześniej w tym samym periodyku jeden ze strażników opisywał, jak to na granicy w rejonie Bytomia przechwycił trzy worki rodzynek, które ładowacze wózków w „podziemiach szybu, wychodzącego na stronę niemiecką” otrzymali od swych współników i wyeksponowali na powierzchnię już po polskiej stronie za pomocą linowych wózków kopalnianych.

Sądząc po wspomnieniach „pograniczników”, szczególnie uczęszczane przez szmuglerów były podziemne chodniki na styku położonego po niemieckiej stronie granicy Bytomia i znajdujących się już w Polsce Piekary Śląskie, gdzie przemysłnicze ścieżki prowadziły m.in. w wyrobiskach eksploatującej złoża cynku i ołowiu kopalni „Nowa Helena” w Szarleju (po II wojnie światowej została ona włączona do Zakładów Górniczych im. Ludwika Waryńskiego, a następnie Zakładów Górniczo-Hutniczych Orzeł Biały, by finalnie zostać zlikwidowana w roku 1981). Sam Bytom zresztą, jedno z najstarszych

Przejście graniczne w kopalnianej bramie

Podczas gdy w kopalnianych chodnikach funkcjonariusze Straży Granicznej ścigali w okresie międzywojennym przekradających się tamtędy przemysłników, na powierzchni granicę nieraz przekraczali (tym razem już legalnie) zmierzający na szczyt górnicy. Swego rodzaju symbolem podzielonego nagle między Polskę i Niemcy górnośląskiego przemysłu (na 67 czynnych wtedy kopalń 53 znalazły się po polskiej stronie, podobnie jak 10 z 15 kopalń cynku i ołowiu) stała się zabrzańska kopalnia „Makoszowy” (wtedy działająca pod szyldem „Delbrück”) – ona sama pozostała w Niemczech, ale już znaczna część jej pól górniczych znajdowała się w Polsce, gdzie mieszkała także spora część pracowników. Najciekawsze było jednak to, że wzdłuż płotu kopalni biegła granica, a w bramie zakładu znajdowało się przejście graniczne. Pamięć o tym fenomenie do dziś zresztą przetrwała wśród mieszkańców Zabrze, choć sama kopalnia zakończyła funkcjonowanie w połowie ubiegłej dekady.

miast górniczych w Polsce, stał się w międzywojniu instytucjonalnym zapleczem górnośląskiej kontrabandy – podobnie jak we Wrocławiu, powstały tam fabryki produkujące papierosy i tytoń w opakowaniach łudząco podobnych do wyrobów polskiego przemysłu tytoniowego.

**Karabiny przez plecy, „karbidki” w ręce i do szybu...
Pogranicznicy nie wahali się ścigać przemysłników
pod ziemią**

„Nie pozostaje nam nic innego, jak opuścić się 100 metrów w głąb szybu po drabinach bezpieczeństwa. Więc raz dwa, karabiny przez plecy, »karbidki« w ręce i do szybu. Po upływie niespełna pół godziny jesteśmy na dole, mokrzy od wody ciekącej w szybie i zablóceni, jak prawdziwi kopacze galmanu” – tak rozpoczyna się



► Zabudowania i chodnik przed nieczynną już kopalnią „Makoszowy” obecnie. W okresie międzywojennym przylegający do zakładu chodnik wyznaczał krańce II RP. Fot. M. Wroński



► Tresura psa w komisariacie Straży Granicznej Bielszowice. Czworonogi były wykorzystywane przez tropiących przemyt funkcjonariuszy. Fot. Narodowe Archiwum Cyfrowe/Koncern Ilustrowany Kurier Codzienny

zamieszczona w „Czatach” z kwietnia 1937 r. relacja Edwarda Kielbusa, przodownika Straży Granicznej.

„W kopalni pusto, tylko plusk wody i człapanie naszych butów odbija się echem w gankach. Wreszcie (...) jesteśmy w pobliżu granicy, przebywszy przestrzeń około



► Funkcjonariusz i przemytnik przed budynkiem posterunku Straży Granicznej. Widoczne zarekwirowane towary, m.in. przyprawa do zup „Maggi”, konserwy rybne i pasta do podłóg. Fot. Narodowe Archiwum Cyfrowe

600 metrów. Tu kończą się utrzymywane ganki, zaczynają się zawaliska i labirynt chodników. Z początku trochę błądzimy, wszakże teren jest tylko przemytnikom i nam znany, nawet zarząd kopalni uważa za nieistniejące te przejścia. (...) Przemytnicy mają całą sieć chodników do dyspozycji, mają wyższe pokłady, mogą się ukryć tak, że cały batalion strażników ich tu nie znajdzie, a my jesteśmy sami, ale chcemy się z nimi koniecznie spotkać” – barwnie opisuje swoje poszukiwania szmuglerów w podziemnym labiryncie uparty wojak, któremu w tym akurat przypadku, po wielu godzinach spędzonych w ciemnościach, udało się dopaść ukrywającą się „zwierzynę”.

„Poznajemy go: to stary znajomy, przemytnik z Brzozowic. Dowiadujemy się, że na trzeciej drabinie w górze tkwi jego kamrat, który wyrębuje drogę do góry w lodzie, bo towar przy ściąganiu wpadł do szybu i zawisł w połowie na zwisach lodowych. Mają ze sobą zmianę ubrań, butów, mają siekiery, łopaty i pracują zapamięt-



► Budynek dawnej sztygarki kopalni „Nowa Helena” w Piekarach Śląskich-Szarleju. Chodniki tej kopalni były w okresie międzywojennych chętnie wykorzystywane przez przemytników. Fot. Miejska Biblioteka Publiczna im. Teodora Heneczka w Piekarach Śląskich (zbioryspoleczne.pl)

tale, bo wszakże w szybie jest 80 zapalniczek, są cygara, kosmetyki i galanteria, więc nie można tak łatwo wyrzec się tego ładunku”, czytamy w dalszej części tej, mającej zgoła filmowy potencjał, opowieści, której finałem jest przejście (choć z niemałymi problemami i po rozmontowaniu za zgodą zarządu kopalni zamknięcia szybu) trefnego towaru o wartości ok. 1300 ówczesnych złotych.

Krata miała powstrzymać kontrabandę w chodnikach „Bielszowic”

Upilnowanie labiryntu podziemnych chodników siłąmi samej tylko Straży Granicznej było niemożliwe. Funkcjonariusze i tak mieli pełne ręce roboty na powierzchni, a widoczna w wielu ich wspomnieniach frustracja świadczy o tym, że doskonale zdawali sobie sprawę z tego, iż nie są w stanie zatrzymać całej wlewającej się do kraju kontrabandy. Stąd też czasem decydowano się na inwestycje w podziemną „infrastrukturę graniczną”.

Tak stało się chociażby w kopalni węgla kamiennego „Bielszowice” na terenie obecnej Rudy Śląskiej. Zasadnicza część tego zakładu w 1922 r. oddzielona została granicą od pozostawionych w Niemczech szybów Guido i Delbrück, po czym – jak można przeczytać w monografii tego zakładu – odłączone części kopalni w rejonie wspólnego szybu wentylacyjnego zamknięto i odgrodzono tamą kratową celem m.in.... uniemożliwienia kontaktów ludności z obu stron granicy oraz prowadzenia tą drogą przemytu. Czy była to wyłącznie prewencja, działanie „na wszelki wypadek”, czy może reakcja na faktycznie prowadzony w chodnikach szmugiel – tego już monografia kopalni nie wyjaśnia.

Nawet jeśli w tej konkretnej sytuacji zabieg ten okazał się skuteczny, to przemytnicy nie musieli daleko szukać kolejnych tras przerzutu kontrabandy. W raportach SG aż roi się od notatek dotyczących ujawnionych przypadków szmuglu w tej części regionu. I znowu, wśród wielu wykorzystywanych w tej okolicy ścieżek przemytniczych znajdziemy też taką, która prowadziła przez „grubę”.

„Kopalnia »Walenty-Wawel« na terenie komisariatu Nowa Wieś (obecnie Wirek, czyli inna z dzielnic Rudy Śląskiej) służy stale za osłonę przemytnikom, którzy powracają z Niemiec objuczeni towarem dla żydowskich szajek przemytniczych. Wywiadowcy urządzili na kopalni zasadzkę i przemytnicy wpadli w ich ręce”, donosiły „Czaty” z grudnia 1938 r., niestety nie wyjaśniając, czy stwierdzenie, że położona tuż przy granicy kopalnia „stale” służyła za osłonę przemytnikom, należy



► Posterunek obserwacyjny w nasypie kolejowym w Piekarach Śląskich-Szarleju. Na zdjęciu widoczny funkcjonariusz Straży Granicznej. Fot. Narodowe Archiwum Cyfrowe/ Koncern Ilustrowany Kurier Codzienny

traktować jako dowód na komitywę jakiejś części załogi ze szmuglującymi.

Opisane przykłady to zapewne zaledwie wycinek z przemytniczego epizodu w dziejach śląskich kopalń. Prawdziwą skalę tego zjawiska (i pewnie jeszcze wiele fascynujących opowieści) przybliżałaby dopiero skrupulatna analiza raportów Straży Granicznej i górniczych dokumentów z okresu międzywojennego. Być może ten barwny, nieco tajemniczy temat doczeka się kiedyś swojego badacza...

Michał WRÓŃSKI

Dziennikarz w wnp.pl. W przeszłości dziennikarz „Dziennika Zachodniego”, PortalSamorządowy.pl i Slazag.pl. Laureat nagrody WUG „Karbidka” oraz konkursu Silesia Press. Obecnie na co dzień pisze o branży budowlanej oraz inwestycjach infrastrukturalnych.

Patroni górników

W polskiej tradycji za patronkę górników uznaje się świętą Barbarę z Nikomedii. Mniejsza jest natomiast świadomość tego, że Kościół katolicki czci więcej świętych, będących patronami górników. Nawet w Polsce są kopalnie, w których wciąż otaczane są inne postacie niż św. Barbara.

Do najdłużej funkcjonujących w Polsce podziemnych zakładów górniczych zalicza się kopalnię soli kamiennej w Bochni i jej „młodszą siostrę”, czyli kopalnię soli w Wieliczce. Górnikom z Wieliczki w minionych stuleciach szczególnie bliski był św. Klemens I. Był on czwartym papieżem, którego pontyfikat przypadał na lata 91–101. Zdaniem wczesnochrześcijańskich pisarzy był on tożsamy z Klemensem, wzmiankowanym w Nowym Testamencie przez św. Pawła, a konkretnie w Liście do Filipian (Flp 4,2-3). Według tradycji św. Klemens I zginął śmiercią męczeńską, utopiony z przywiązaną do szyi kotwicą.

W Wieliczce przez wiele lat miejscowi górnicy modlili się w kościele parafialnym pod wezwaniem św. Klemensa I. W przeszłości sprawowana była tam msza święta dla górników udających się do pracy. W podziemiach wielickiej kopalni znajduje się wizerunek św. Klemensa I. Wykonał go miejscowy górnik artysta Józef Markowski. Wizerunek ten można zobaczyć na głębokości 101 m w ołtarzu głównym kaplicy św. Kingi.

Innym, nieco zapomnianym przez branżę górniczą patronem osób pracujących pod ziemią jest św. Antoni z Lizbony. Ten zakonnik, franciszkanin, na świat przyszedł w Portugalii jako Fernando Martins de Bulhões, a w Polsce znany jest jako św. Antoni z Padwy, choć w tym mieście spędził niecałe 4 lata pod koniec życia. Najczęściej uznawany jest za patrona rzeczy zgubionych i ludzi zaginionych, ale oprócz tego to również opiekun górników. W kopalni soli w Wieliczce znajduje się barokowa kaplica pod wezwaniem św. Antoniego z Lizbony, poświęcona w 1869 r. To najstarsza z zachowanych tam



► Kaplica św. Józefa przy wjeździe na teren Kopalni Węgla Brunatnego „Sieniawa”

kaplic. Co ciekawe, znajduje się tu także m.in. figura wspomnianego już św. Klemensa I.

Św. Kinga, o której też już była mowa, to kolejna postać silnie związana z górnictwem soli kamiennej w Małopolsce. Jest patronką dwóch najbardziej reprezentacyjnych kaplic w podziemiach kopalni w Bochni i w Wieliczce. Św. Kinga żyła w XIII wieku. Była węgierską królową z dynastii Arpadów, która poślubiła polskiego władcę Bolesława V Wstydliwego. Po jego śmierci wstąpiła do zakonu klarysek. Beatyfikowano ją w 1690 r., a kanonizacja odbyła się w 1999 r. w Krakowie.

W kopalni soli w Bochni pomiędzy szybami Sutoris i Campi znajduje się podłużnia August. Na jej trasie w 1747 r. powstała niewielka kaplica, początkowo pod wezwaniem św. Aniołów Stróżów. Później powiększono ją, w 1782 r. nadano patronat bł. Kingi, a w 1999 r. – po kanonizacji – św. Kingi. Miejsce to jest o tyle charakterystyczne, że przez środek kaplicy przebiega kopalniana linia wąskotorowa, natomiast w ołtarzu umieszczono obraz ukazujący św. Barbarę. Krótszą historię ma kaplica św. Kingi w kopalni soli w Wieliczce, pochodząca z 1896 r. Jej spąg znajduje się na głębokości 101 m pod ziemią. Imponować może długość kaplicy, wynosząca 54 m. W 1994 r. umieszczono w niej relikwie patronki. Zarówno w Bochni, jak i w Wieliczce kaplice pod wezwaniem św. Kingi są okazjonalnie wykorzystywane do odprawiania mszy świętych. Kult św. Kingi w Bochni i w Wieliczce związany jest z legendą przekazaną przez ks. Piotra Skargę. Według niej w pierwszej bryle soli kamiennej wydobytej w Małopolsce znaleziono pierścień, jaki Kinga miała wrzucić do szybu górniczego na



► Figury św. Barbary i św. Krzysztofa oraz modlącego się górnika w podziemnej kaplicy w dawnej kopalni rud arsenu i złota w Złotym Stoku



► Wejście do kaplicy św. Antoniego w kopalni soli w Bochni

Węgrzech. Zdarzenie to odczytane zostało jako znak nadprzyrodzonego pochodzenia.

Obok Bochni i Wieliczki do najstarszych ośrodków górniczych w granicach Polski należy Złoty Stok w Górach Złoty. Wydobywano tam głębinowo złoto, potem rudy arsenu, okresowo także dolomit, a odkrywkowo – łupek. W mieście tym na Górze Krzyżowej (485 m n.p.m.) nad krawędzią nieczynnego już kamieniołomu znajduje się kaplica św. Anny, odbudowana i ponownie poświęcona w sierpniu 2025 r. Święta Anna, czyli mama Matki Bożej, jest jedną z mniej znanych patronek górników. Niedaleko od wspomnianego kamieniołomu znajduje się dawna kopalnia rud arsenu i złota. Kilka jej wyrobisk, podobnie jak w Bochni czy Wieliczce, użytkowanych jest jako podziemna trasa turystyczna. Jej część stanowi niewielki „labirynt” wyrobisk pozostały po podziemnym składzie materiałów wybuchowych. Wydrążono je na podstawie decyzji wydanej we wrześniu 1951 r. przez Okręgowy Urząd Górniczy w Wałbrzychu.



► Kaplica św. Kingi w kopalni soli w Wieliczce

W jednej z wnęk dawnego składu materiałów wybuchowych w 2003 r. umieszczono figurę św. Krzysztofa. Zaaranżowano w ten sposób niewielką kaplicę. Święty Krzysztof znany jest bardziej jako patron kierowców, ale według tradycji w Złotym Stoku był on uznawany za patrona górników.

Kolejną świętą czczoną jako patronka górników jest św. Dorota z Cezarei, żyjąca w III wieku. To właśnie ona została patronką kościoła św. Doroty na Górze św. Doroty w Będzinie (382 m n.p.m.). Można wskazać na pośrednie związki tej świętej i tejże góry z polskim górnictwem. Wiadomo, że w 1920 r. dokonano oględzin kościoła św. Doroty, stwierdzając, że uległ uszkodzeniu z powodu szkód górniczych. Być może był to efekt działań funkcjonującej w tamtym czasie w pobliżu wzgórza kopalni węgla „Grodziec I”.

Najmniejsza kopalnia węgla brunatnego w Polsce, czyli KWB „Sieniawa”, za patrona przyjęła św. Józefa, oblubieńcę Matki Bożej. Św. Józef to postać znana z Ewangelii, na jej kartach nie wypowiedział ani jednego słowa. Powszechnie uważany jest za patrona rzemieślników i robotników. Górnicy z Sieniawy przyczynili się do powstania kaplicy polowej pod wezwaniem św. Józefa, usytuowanej w 2015 r. przy lokalnej drodze łączącej Sieniawę i Wielowieś. Znajduje się ona przy zjeździe z tejże szosy do kopalni, figura św. Józefa ustawiona została twarzą w stronę kopalni. Do zbudowania kaplicy i jej otoczenia wykorzystano kamienie zebrane w trakcie eksploatacji węgla brunatnego. Patron sieniawskich górników ukazany został w długiej szacie, w prawej dłoni trzyma drewniane narzędzie pracy. Obok figury na ścianie kapliczki przywieszono dwie tablice z wypisaną modlitwą do św. Józefa.

Spośród świętych żyjących w starożytności postacią patronującą górnikom jest także św. Agata z Sycylii. Według tradycji rok po jej śmierci nastąpiła erupcja wulkanu Etna. Po tym, jak całunem z grobu św. Agaty nakryto spływającą lawę, ta została zatrzymana i nie zalała zabudowań miasta. Zapewne z tego względu św. Agata została patronką, do której uciekano się w razie klęsk żywiołowych, trzęsień ziemi czy innych niebezpiecznych wydarzeń. Przy okazji uznano ją też



► Kaplica św. Kingi w kopalni soli w Bochni



► Kaplica św. Anny w Złotym Stoku

za patronkę górników. Co ciekawe, w gronie bardziej znanych obiektów podziemnych, jakim patronuje św. Agata, są katakumby w miejscowości Rabat na Malcie. To zespół płytkich wyrobisk położonych kilka metrów pod ziemią, wykutych i przeznaczonych do funkcji podziemnej nekropolii.

Na koniec drobne spostrzeżenie odnośnie do kultu św. Barbary. Jest ona tak mocno identyfikowana jako patronka górnictwa, że kaplice i figury ją przedstawiające wykonano nawet w nieczynnych zakładach górniczych, gdzie nigdy wcześniej nie było oficjalnego kultu tej świętej. Mowa o sztolniach pouranowych w Kowarach, udostępnionych do zwiedzania pod koniec XX i na początku XXI wieku. Były to wyrobiska wykonane w czasach stalinowskich, wydobywanie prowadzono w nich pod nadzorem fachowców radzieckich. Nie było wtedy mowy o jakimkolwiek kulcie religijnym w kopalni uranu. Jednak gdy sztolnie 9a i 19a przystosowano do zwiedzania, to urządzono w nich niewielkie kapliczki z figurami św. Barbary.

Tekst i zdjęcia: **Tomasz RZECZYCKI**

Górnictwo problemy na Madagaskarze

Madagaskar to kraj położony na Oceanie Indyjskim u wybrzeży Afryki Wschodniej. Zajmuje powierzchnię 592 800 km² i jest drugim co do wielkości państwem wyspiarskim na świecie. Oficjalnymi językami są malgaski i francuski. Przeciętna długość życia mieszkańców wyspy wynosi 56 lat. Panuje tu klimat równikowy.

Jako pierwsi przybyli na Madagaskar Portugalczycy, służył im on jako przystanek w drodze do Indii. W XV wieku nastąpił rozwój handlu niewolnikami. W XVII wieku wyspę opanowali Francuzi. W XVIII wieku konkurencję w handlu niewolnikami stanowili dla Francuzów piraci. Po ich pokonaniu, pod koniec XIX wieku Madagaskar stał się kolonią francuską. Po I wojnie światowej na wyspie szerzyły się ruchy niepodległościowe. W 1958 roku Francja ogłosiła Madagaskar swoim terytorium zamorskim. Pod rządami kolonialnymi zakładano plantacje upraw eksportowych oraz budowano pierwsze kopalnie. Edukacja dzieci do 12 roku życia stała się obowiązkowa, a koncentrowała się głównie na języku francuskim oraz umiejętnościach praktycznych. W 1960 roku Francja przyznała Madagaskarowi suwerenność. Po uzyskaniu niepodległości znalazł się w kryzysie gospodarczym, który doprowadził do znacznego spadku poziomu życia mieszkańców. Obecnie Madagaskar jest klasyfikowany przez ONZ jako kraj bardzo słabo rozwinięty, ubodzy stanowią 92% populacji (dane z 2020 roku).

Geologicznie Madagaskar był częścią dawnego superkontynentu Gondwany, który oddzielił się od Afryki około 200 milionów lat temu i dryfował na wschód, a następnie, około 88 mln lat temu na skutek ruchów tektonicznych oddzielił się od subkontynentu indyjskiego. Obecnie płyta madagaskarska przemieszcza się w połączeniu z płytą afrykańską.

Północna część wyspy zbudowana jest z gór wulkanicznych. Na wschodnim wybrzeżu przeważają niziny, a zachodnia część zbudowana jest ze skał osadowych i pokryta sawannami, na których rosną baobaby. Cen-



► Madagaskar, 2024 r.

tralną część Madagaskaru – płaskowyż Ankaratra – tworzą trawiaste pagórki i stożki wygasłych wulkanów. W południowo-zachodniej części występują tereny suche pokryte sukulentami. W okresie suszy sawanna często się pali. Pożary inicjowane są samozapłonami suchej trawy i drzew. Pomimo znacznego wypalenia w porze deszczowej roślinność szybko odrasta.

Faunę Madagaskaru reprezentują małpki, lemury oraz kameleony spotykane na każdym kroku. Jedno z największych zagrożeń stanowi malaria – należąca do groźnych chorób tropikalnych, a nie jadowite węże, jakby się mogło wydawać.

Madagaskar to kraj rolniczy, uprawia się tu ryż, maniok i wanilię. Mimo że jest on największym światowym producentem wanilii, jej plantacje nie są własnością mieszkańców wyspy.

Sieć komunikacyjna w kraju jest słabo rozwinięta ze względu na ukształtowanie terenu i obfite opady w porze deszczowej. Istniejące drogi i mosty pochodzą z czasów kolonii francuskiej. Praktycznie od uzyskania niepodległości remontów i nowych inwestycji się nie wykonuje. Wiele dróg jest nieprzejezdnych w porze deszczowej. Średnia prędkość poruszania się samochodem terenowym nie przekracza 30 km/h.

Madagaskar to wiodący światowy producent wielu kamieni szlachetnych, w tym: szafirów, rubinów, turmalinów, szmaragdów, akwamarynów, cyrkonu i granatów. Bogate złoża rubinów znajdują się w rejonie Andilamena w północno-wschodniej części wyspy, a złoża szafirów w rejonie Ilakaka na południowo-zachodnim wybrzeżu. Kamienie te wydobywa się ze złóż wtórnych, piasków i żwirów. Eksploatacja odbywa się za pomocą rowów szurfowych położonych w żwirowych dolinach rzek i z niezbyt głębokich szybów. Wydobyty żwir jest przepłukiwany, podobnie jak piaski diamentowe. Przy wydobywaniu i przepłukiwaniu żwiru pracują całe rodziny. Niestety nikt nie myśli o zabezpieczeniu wyrobiska i re-



► Madagaskar. Wypalanie węgla drzewnego



► Madagaskar. Szlifowanie szafirów

kultywacji wyeksploatowanych miejsc, liczy się wyłącznie zysk w danym dniu. Mieszkańcy wyspy korzystają z jej naturalnych zasobów w sposób rabunkowy. Górnicy zajmujący się wydobywaniem kamieni szlachetnych tworzą kilkunastoosobowe grupy. Są to zazwyczaj spółki rodzinne lub koleżeńskie. Jednak najczęściej na sprzedaży minerałów zarabiają nie górnicy, ale pośrednicy toczący walkę o dostęp do pierwokupu tego surowca.

Madagaskar to także największy eksporter miki na świecie. Niestety za jego wydobyciem kryje się praca w ekstremalnych warunkach. Co warto zaznaczyć, w najgłębszych wyrobiskach, gdzie znajdują się złoża miki, mieszczą się jedynie najmłodsi. Wydobycie dzienne może dochodzić do 300 kilogramów. Niestety nie oznacza to wysokiego zarobku, płaca jest wyjątkowo niska.

Kraj ten obfituje również w bogate złoża grafitu, chromitu, ilmenitu oraz niklu. Ogromne złoża ropy naftowej znajdują się na oceanie od strony zachodniej wyspy, jednak do ich wydobycia potrzebni są górnicy i nowe technologie. Co ciekawe, mimo tak bogatych zasobów przemysł wydobywczy nie odgrywa znaczącej roli w gospodarce państwa. Problemem jest brak technologii i wykwalifikowanej górniczej kadry inżynierskiej.

Energię dla celów konsumpcyjnych mieszkańców w głównej mierze zaspokajają węgiel drzewny, a do jego produkcji wycina się i wypala lasy. Węgiel drzewny wytwarzany jest w procesie suchej destylacji w prymitywnych mielerzach obsypanych szczelnie ziemią. Aby pozyskać 1 kg węgla drzewnego, spala się około 4 kg drewna opałowego. Na ulicznych straganach wzdłuż całej wyspy dostępny jest workowany węgiel drzewny wypalany na miejscu.

Według danych Banku Światowego w 2022 roku tylko 37% populacji mieszkańców miało dostęp do energii



► Madagaskar. Płukanie urobku

elektrycznej. Jej produkcja na Madagaskarze opiera się w 52% na energii wodnej i 41% na spalaniu płynnych paliw kopalnych. Rząd Madagaskaru postawił osiągnąć wskaźnik 70% dostępu do energii elektrycznej do 2030 roku.

Budownictwo cechuje funkcjonalność i dostosowanie do klimatu. I tak w zachodniej i centralnej stronie wyspy części dominują niskie domy wznoszone z cegieł laterytowych. Jako zaprawę murarską do wznoszenia muru stosuje się mieszaninę roztworu wodnego piasku laterytowego z bydlęcymi odchodami. We wschodniej stronie wyspy natomiast, gdzie dominują lasy deszczowe, domy buduje się z drewna bambusowego lub eukaliptusowego. Pokrycie dachów stanowią liście palmowe. W ciepłym klimacie życie codzienne toczy się na zewnątrz. Należy wspomnieć również, że takie budownictwo jest nietrwałe. Gorący i suchy klimat sprzyja częstym pożarom domów zbudowanych z łatwo palnych materiałów. Niestety, z racji braku dostępu do wody płonących domów nie gasi się, a po wypaleniu buduje się nowe.

Po I wojnie światowej Polska starała się nabyć Madagaskar, miał on zostać naszą kolonią. Madagaskar należał wówczas do Francji, która była zainteresowana sprzedażą tej kolonii. Ofertę sprzedaży Madagaskaru złożyło francuskie ministerstwo ds. kolonii polskiemu ministrowi spraw zagranicznych Józefowi Beckowi. W 1937 roku dla zbadania zasadności kolonizacji wyspy pojechała tam polska delegacja pod przewodnictwem Mieczysława Lepeckiego, adiutanta marszałka Józefa Piłsudskiego. W jej skład wchodził m.in. Arkady Fiedler. Jednak sytuacja polityczna w Polsce ostatecznie przekreśliła plany nabycia kolonii.

Stefan GIERLOTKA



Fundacja

„Bezpieczne Górnictwo im. prof. Wacława Cybulskiego”

Celem Fundacji jest:

- wspieranie szeroko rozumianych działań w zakresie zarządzania bezpieczeństwem pracy w górnictwie,
- inicjowanie szerokiego powiązania nauki z praktyką w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie,
- inicjowanie rozwoju działalności edukacyjnej w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy,
- wspieranie opracowywania i wdrażania w górnictwie technologii podnoszących stan bezpieczeństwa i higieny pracy,
- wspieranie projektowania i produkcji maszyn, urządzeń, sprzętu i ochron osobistych podnoszących stan bezpieczeństwa i higieny pracy oraz inicjowanie ich wdrażania w zakładach górniczych,
- działania na rzecz unowocześniania i rozwoju polskiego ratownictwa górniczego,
- występowanie z inicjatywą wprowadzania rozwiązań prawnych w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie w zgodności z prawem Unii Europejskiej,
- inicjowanie usprawnień systemu informacji w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie,
- nagradzanie górników za wzorowo przeprowadzone akcje ratownicze w kopalniach.

**WSZYSTKICH ZAINTERESOWANYCH DZIAŁALNOŚCIĄ FUNDACJI
ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY**

Kontakt:

Fundacja „Bezpieczne Górnictwo im. prof. Wacława Cybulskiego”

ul. Poniatowskiego 31, 40-055 Katowice
tel. 32 736 17 24, fax 32 251 48 84

nr konta: 1500 1445 4934 9512 1440 018476
Kredyt Bank PBI SA. II/O Katowice