

# Systemy magazynowania energii szansą transformacji terenów pogórnich

Andrzej Chmiela, Janusz Smoliński

## 1. Wstęp

Negatywny wpływ cywilizacji na środowisko naturalne jest coraz bardziej odczuwalny [1, 3, 5, 6]. Konieczna jest intensyfikacja odpowiedzi na zagrożenia związane ze zmianami klimatu w kontekście zrównoważonego rozwoju. Kluczowe jest ograniczenie wzrostu średniej temperatury globalnej do poziomu znacznie niższego niż 2°C powyżej poziomu przed-industrialnego oraz podejmowanie wysiłków mających na celu ograniczenie wzrostu temperatury do 1,5°C. Strategicznym długoterminowym celem ustalonym dla Unii Europejskiej (UE) jest osiągnięcie neutralności klimatycznej do 2050 r. Realizacja zadań z zakresu „zielonej energii” może być prowadzona przez wprowadzanie nowoczesnych instalacji. Takimi instalacjami może być wykorzystanie systemów magazynowania energii współpracujących z nowoczesnymi technologiami odnawialnych źródeł energii OZE, zagospodarowaniem odpadów czy zanieczyszczonych wód emitowanych przez przemysł.

## 2. Misja i wizja Spółki Restrukturyzacji Kopalń SA

Od przełomu XX i XXI wieku górnictwo węgla kamiennego prowadzi działania restrukturyzacyjne [1, 2, 4, 8]. Zagospodarowanie majątku po likwidowanych i zlikwidowanych kopalniach węgla kamiennego prowadzi Spółka Restrukturyzacji Kopalń SA. Zgodnie z podstawą prawną do zadań statutowych Spółki należy:

- efektywne zagospodarowanie, rekultywacja i rewitalizacja przejmowanych terenów pogórnich;
- dbałość o środowisko naturalne;
- zabezpieczanie przed zniszczeniem obiektów stanowiących dziedzictwo kulturowe i przemysłowe;
- przywracanie do życia terenów i obiektów pogórnich, które sprzyja rozwojowi innych sektorów gospodarki;
- restrukturyzacja zatrudnienia przez tworzenie nowych miejsc pracy;
- ochrona sąsiednich kopalń przed zagrożeniem wodnym.

Przy przejmowaniu majątku w wyniku nieodpłatnej sprzedaży należy podjąć decyzję, którą część majątku przeznaczyć do likwidacji, a którą można bezpośrednio przekazać do zagospodarowania. Po zakończeniu procesów likwidacji uwolniony majątek przekazywany jest do zagospodarowania. Majątek Spółki usytuowany jest na terenie 3 województw południowej Polski i obejmuje między innymi:

- 13 tys. działek gruntu o łącznej powierzchni około 3 tys. ha;
- 4,0 tys. budynków;
- 13,9 tys. lokali mieszkalnych;
- 11,8 tys. pozostałych środków majątku;
- 4,2 tys. budowli.

**Streszczenie:** Działania rewitalizacji i restrukturyzacji kopalń węgla kamiennego realizowane są przez Spółkę Restrukturyzacji Kopalń SA jako następcę prawnego wcześniejszej eksploatacji górniczej. Proces likwidacji zakładu górniczego wymaga uwzględnienia szeregu powiązanych ze sobą czynników o charakterze ekonomicznym, środowiskowym i prawnym.

W publikacji przedstawiono analizę możliwości prowadzenia niekonwencjonalnych działań przy uwalnianiu majątku zakładów górniczych postawionych w stan likwidacji. Szansą na „nowe życie” dla terenów pogórnich może być produkcja i magazynowanie energii czy zagospodarowywanie wody odpompowywanej ze zlikwidowanych kopalń. Działania te są odpowiedzią na potrzeby regionu oraz mogą zainicjować rozwój działalności pozagórnich w restrukturyzowanych obiektach przemysłowych. Wskazano również obszary i problemy, których rozwiązanie pozwoli na poprawę efektywności i trafności prowadzonego procesu rewitalizacji i restrukturyzacji likwidowanych kopalń węgla kamiennego.

Słowa kluczowe: magazynowanie energii, odnawialne źródła energii, restrukturyzacja i likwidacja kopalń węgla kamiennego

## ENERGY STORAGE SYSTEMS AS AN OPPORTUNITY TO TRANSFORM POST – MINING AREAS IN SILESIA

**Abstract:** Activities connected with revitalization and restructuring of hard coal mines are carried out by Spółka Restrukturyzacji Kopalń S.A. as the legal successor of previous mining operations. The process of the liquidation of mining plants requires a number of interrelated economic, environmental and legal factors that should be taken into account. The publication presents an analysis of the possibility of conducting unconventional activities so as to release the property of mining plants put into the liquidation. An opportunity for a “new life” for post – mining areas may be the production and storage of energy or the management of pumped water from liquidated mines. These activities are the response to the region’s needs and may initiate the development of non – mining activities in the restructured industrial facilities. Areas and problems were also indicated and their solution will improve the efficiency and accuracy of the process of revitalization and restructuring of liquidated hard coal mines.

Keywords: energy storage, renewable energy sources, restructuring and liquidation of a hard coal mine

Zagospodarowanie majątku polega na sprzedaży, użyczeniu, najmie, dzierżawie i innych formach. Inną z form zagospodarowania majątku są darowizny na rzecz gmin górniczych. Spółka może dokonać darowizny na rzecz gminy górniczej na cele związane z realizacją urządzeń infrastruktury technicznej lub inne cele publiczne, a także w celu pobudzenia aktywności gospodarczej [2, 7, 8, 9].

### 3. Wybrane ekologiczne wyzwania stojące przed gospodarką

W 2020 roku zużycie energii elektrycznej w Polsce wyniosło 165 TWh, z czego 152 TWh wyprodukowano w kraju, a pozostałe 13 TWh sprowadzono od naszych sąsiadów, tymczasowo zapewniając bezpieczeństwo systemu elektroenergetycznego. Ryzyko braku wystarczalności zasobów należy uznać za istotne. Większość energii elektrycznej jest wytwarzana przy wykorzystaniu paliw kopalnych. Krajowa energetyka i energochłonny przemysł emitują rocznie ok. 350 mln ton ekwiwalentu CO<sub>2</sub>. Liczba jednostek nieefektywnych ekonomicznie w systemie energetycznym maleje. Zastępują je nowe bloki węglowe i elektrociepłownie gazowe oraz elektrownie wiatrowe i słoneczne. Rozwój nowych oraz zamykanie istniejących źródeł wytwarzanych muszą być ze sobą skoordynowane, a sytuacja może zmienić się, gdy w Polsce pojawi się więcej elektrowni słonecznych i farm wiatrowych.

Zgodnie z Europejskim Zielonym Ładem i Strategią wodorową UE, celem Polski w zakresie produkcji wodoru jest zapewnienie warunków dla uruchomienia instalacji do produkcji wodoru ze źródeł nisko- i zeroemisyjnych. Wodór jest nadal w dużej mierze wytwarzany z paliw kopalnych i związane z tym roczne emisje w UE wynoszą od 70 do 100 mln Mg CO<sub>2</sub>. Aby wodór przyczynił się do osiągnięcia neutralności klimatycznej, jego stosowanie powinno odbywać się na znacznie większą skalę, a produkcja winna stać się w pełni bezemisyjna.

Wodór pozyskany tradycyjnymi metodami to „wodór szary”. W procesach jego pozyskania wykorzystywane są paliwa kopalne, co generuje emisję CO<sub>2</sub> – powyżej 5,8 kg CO<sub>2</sub> eq/kg H<sub>2</sub> przy wykorzystaniu gazu ziemnego oraz powyżej 10 kg CO<sub>2</sub> eq/kg H<sub>2</sub>, gdy źródłem energii pierwotnej jest węgiel. W produkcji „wodoru niebieskiego” („błękitnego”) wykorzystuje się nieodnawialne źródła energii i surowce, natomiast zmniejszenie emisyjności tych procesów osiągnięto poprzez zastosowanie metod wychwytu CO<sub>2</sub>, a następnie jego składowanie bądź ponowne wykorzystanie. „Wodór zielony” jest otrzymywany w procesach wykorzystujących energię z OZE (np. w elektrolizie wody). Za wodór niskoemisyjny uznaje się wodór wytwarzany z niskim śladem węglowym, gdzie emisja CO<sub>2</sub> utrzymuje się na poziomie poniżej 1 kg CO<sub>2</sub> eq/kg H<sub>2</sub>. Wodór otrzymywany w procesie elektrolizy wody zasilanej energią elektryczną generowaną z wykorzystaniem paliw kopalnych nie jest wodorem zielonym.

Na cenę wodoru odnawialnego i wodoru konwencjonalnego, pochodzącego ze źródeł kopalnych, wpływają ceny gazu ziemnego. Drugim istotnym czynnikiem wpływającym na cenę wodoru konwencjonalnego są koszty wychwytywania i magazynowania CO<sub>2</sub>. To przy obecnym koszcie uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>, wynoszącym 90 euro/Mg, stawia obecną cenę

wodoru niskoemisyjnego tylko o ok. 34,10% powyżej ceny wodoru z paliw kopalnych. Różnica ta zmniejszy się w efekcie rosnących cen uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> i postępu technologicznego. Nowe innowacje technologiczne powinny otworzyć więcej możliwości wykorzystania CO<sub>2</sub> w przemyśle, co dodatkowo obniży koszty CCU/CCS. Zmiany te pozwolą zbliżyć cenę niskoemisyjnego wodoru do ceny wodoru z paliw kopalnych.

Proces elektrolizy wody nie jest dominującą technologią produkcji wodoru. Wynika to z ekonomicznej przewagi technologii obciążonych emisją CO<sub>2</sub>. Produkcja wodoru elektrolitycznego może odbywać się w pobliżu elektrowni konwencjonalnych czy atomowych, farm wiatrowych lub fotowoltaicznych, uzyskując czysty wodór (przynajmniej 99,999%, tzw. wodór 5,0) w instalacjach P2G (ang. *Power to Gas*), gdzie nadmiarowa energia elektryczna jest użyta do wytworzenia wodoru.

W każdym z wyżej wymienionych elementów łańcucha wyzwania dla gospodarki energetycznej SRK SA może odegrać istotną rolę. Spółka Restrukturyzacji Kopalń SA jest zainteresowana przeprowadzeniem procesu inwestycyjnego związanego z wdrożeniem rozwiązań poprawiających efektywność energetyczną z wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych. Energia ze źródeł odnawialnych może być wprost wykorzystana do zasilania pomp, produkcji wodoru czy magazynowania energii w celu dalszego jej użycia na potrzeby własne.

#### 4. Wykorzystanie wód odpompowywanych z nieczynnych zakładów górniczych

W 2000 r. utworzony został Oddział SRK SA o nazwie Centralny Zakład Odwadniania Kopalń (CZOK) w Czeladzi. Oddział CZOK przy odwadnianiu sposobem głębinowym lub stacjonarnym odpompowuje rocznie około 100 mln m<sup>3</sup> wody. W znacznej mierze są to wody miernie zasolone i są zrzućane do lokalnych cieków wodnych. Zaprzestanie odwadniania spowodowałoby zatopienie czynnych kopalń i niżej położonych terenów na powierzchni.

SRK SA pracuje nad wykorzystaniem wód kopalnianych z pompowni rozsianych po całej aglomeracji śląskiej. Pompownie mogłyby pełnić rolę ujęć strategiczno-awaryjnych na wypadek zdarzeń kryzysowych (zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia). Zagospodarowanie wód wpływa na obniżenie kosztów pompowania, ochronę zasobów wód podziemnych i środowiska poprzez zmniejszenie niedoborów wody, zmniejszenie zrzutu wód do cieków i ograniczenie emisji soli. Alternatywnym sposobem zagospodarowania wód kopalnianych może być wykorzystanie ich energii potencjalnej jako źródła zasilania elektrowni szczytowo-pompowych lub potencjału termicznego w pompach ciepła.

Oceniono, że dla Stacji Uzdatniania Wód Dołowych o wydajności od 1 do 5 mln m<sup>3</sup>/rok optymalną potencjalną uzbrojoną nieruchomością jest działka o powierzchni około 1 ha z dostępem do dróg dla samochodów technicznych, leżąca w najbliższej okolicy pompowni i w ekonomicznej odległości od instalacji wodnej odbiorcy. Koszt inwestycyjny zależny od wyników badań pilotażowych ocenia się na od 60 do 200 mln zł. Efektem ekonomicznym będzie ograniczenie zapotrzebowania na dotację budżetową od 8 do 40 mln zł/rok, a efektem

ekologicznym ograniczenie emisji soli o 2400 do 9960 Mg/rok. Inwestycja zwróci się po 3 do 25 lat i każda ze SUWD potencjalnie wygeneruje do 17 nowych miejsc pracy.

#### 5. Magazynowanie energii w szybach

Spółka Restrukturyzacji Kopalń SA, dążąc do ograniczenia wpływu likwidacji kopalń na środowisko, prowadzi działania nakierowane na poprawę efektywności ekologicznej i energetycznej procesów prowadzonych w ramach zadań likwidacyjnych oraz działań polikwidacyjnych. Część nieruchomości pogórnich może stać się elementem wykorzystania infrastruktury pokopalnianej oraz terenów pogórnich na potrzeby Krajowego Systemu Elektroenergetycznego. Zdaniem Spółki, możliwe byłoby zaadaptowanie dla celów magazynowania energii części z należących do niej szybów kopalnianych.

Jednym ze sposobów magazynowania energii mogłoby być pozyskiwanie energii elektrycznej w hydrogeneratorach zabudowanych w szybach poprzez spływ wody ze zbiornika powierzchniowego do rzepia szybu, a odpompowywanie jej na powierzchnię w okresach szczytowej produkcji energii przez instalacje OZE.

Innym sposobem magazynowania nadmiaru energii elektrycznej mogłoby być np. wykorzystanie energii sprężonych gazów, które w okresach nadmiaru energii elektrycznej przy pomocy sprężarek byłyby wprowadzane do zamkniętych rur szybowych w szybach nieczynnych, a w okresach niedoboru energii elektrycznej rozprężający się gaz napędzałby generator energii elektrycznej. Ten i poprzedni sposób magazynowania energii mogłoby być zastosowany jedynie w nieczynnych szybach.

Możliwe jest również magazynowanie nadmiaru energii elektrycznej w szybach czynnych, np. w szybach obsługujących pompownie stacjonarne. Przykładowo, technologia szybkiego magazynowania energii w szybach opiera się na prostej zasadzie podnoszenia dużego ciężaru w celu magazynowania energii. Energia jest generowana przez obniżenie ciężarów przy włączonym generatorze. Technologia osiąga pełną moc poniżej jednej sekundy przy sprawności od 80% do 90%. Grawitryczność jest w stanie magazynować nadmiar energii możliwy do uwolnienia w krótkich impulsach lub przez długi czas (od 15 minut do 8 godzin). Przyjmuje się czas trwania projektu na 25 lat, ale system może działać nawet do 50 lat, magazynując energię za połowę ceny magazynowania w akumulatorach litowo-jonowych. Głębokość szybu powyżej 300 m może być już odpowiednia dla magazynowania energii.

#### 6. Obniżanie zapotrzebowania na energię elektryczną

Jednym ze sposobów ograniczenia zapotrzebowania na zakup energii elektrycznej z sieci jest budowa farm fotowoltaicznych lub wiatrowych. Na nieruchomościach, na których tworzone są farmy fotowoltaiczne, powinny być grunty klasy IVa/IVb i niższej. Farmy fotowoltaiczne można tworzyć również na gruntach przemysłowych przeznaczenia produkcyjnego, należy jednak zwrócić uwagę na występującą w gruntach infrastrukturę techniczną (okablowanie, rurociągi, gazociągi itd.) oraz na zanieczyszczenie wcześniejszymi procesami produkcyjnymi.

Kluczowym parametrem jest nasłonecznienie działki, pozwalające na pracę ogniw PV z pełną mocą. Najlepiej, jeśli mają ekspozycję południową oraz regularną formę, pozwalającą na uporządkowaną zabudowę. Dodatkowym warunkiem jest dobry dostęp dla pojazdów technicznych, a także bliskość Głównego Punktu Zasilania (GPZ).

Spółka Restrukturyzacji Kopalń SA planuje w najbliższym czasie zabudowę na swoich działkach 28 farm fotowoltaicznych o łącznej mocy 76 MWp, co pozwoliłoby na wyprodukowanie ok. 121 GWh energii elektrycznej. Energia ta, gdyby mogła być wykorzystana przez Oddziały SRK SA, teoretycznie zaspokoiłaby ponad 42% zapotrzebowania Spółki. Szacunkowy koszt inwestycyjny wynosi 3,5 do 4 mln zł/MWp. Efektem ekonomicznym jest ograniczenie zapotrzebowania na dotację budżetową do 153,9 mln zł/rok (dla stawki z I kwartału 2023 roku), a efektem ekologicznym ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> o 65 299 Mg/rok. Każda z powyższych farm fotowoltaicznych to od 3 do 5 nowych miejsc pracy.

### 7. Magazynowanie energii w magazynach litowo-jonowych

Energia wytworzona przez planowane przez SRK SA farmy fotowoltaiczne przy pełnym wykorzystaniu przez Oddziały zaspokoiłaby około 42% zapotrzebowania energetycznego Spółki. Niestety wykorzystanie całej energii produkowanej w najlepszych warunkach pogodowych nie jest możliwe ze względów technicznych (np. dopasowanie pompowania w poszczególnych Oddziałach do godzin największej produkcji). Planuje się maksymalne wykorzystanie produkowanej energii przez farmy PV na potrzeby własne, natomiast nadwyżki produkowanej energii proponuje się, w miarę możliwości przesyłowych, wykorzystać w tym samym czasie w innych pompowniach Oddziału CZOK na zasadach tzw. „wirtualnego odbiorcy”. Wykorzystanie energii zależy od możliwości przesyłowych, które ze względów technicznych mogą nie pozwolić na

przesłanie nadwyżek energii produkowanej na oddalonej farmie do pompowni należącej do Spółki. Konieczne jest zastosowanie magazynów energii, które pozwolą te nadwyżki gromadzić i dowolnie nimi dysponować. Dostępne magazyny litowo-jonowe najlepiej sprawdzają się przy zastosowaniu ich na farmach zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie pompowni (koszt takiego magazynu w 2023 roku szacuje się na poziomie 4 mln zł za 1MWh). Takie magazyny nie sprawdzą się na farmach znacznie oddalonych od punktów odbioru. Optymalna potencjalna uzbrojona nieruchomość (o powierzchni około 0,5 ha) dla lokalizacji magazynów litowo-jonowych powinna stanowić część instalacji OZE lub leżeć możliwie blisko źródeł OZE. Nieruchomość musi również mieć bezpośredni dostęp do Głównego Punktu Zasilania (GPZ) i powinna dysponować dobrym dostępem dla pojazdów technicznych. Najlepsze do tego celu wydają się nieruchomości związane z pompowniami.

### 8. Magazynowanie energii poprzez elektrolizę wody

Za najbardziej przyszłościową i rekomendowaną technologię wytwarzania wodoru uważa się elektrolizę wody. Praktyki inżynierskie przy budowie wielkoskalowych projektów fotowoltaicznych wskazują, że do budowy generatora o mocy 1 MW potrzebna jest powierzchnia 1,35 ha farmy fotowoltaicznej. Proces do wyprodukowania 1 kg wodoru wymaga około 9 l wody oraz około 50 kWh energii elektrycznej. Elektrolizer z 1 MW mocy produkuje 18 kg/h wodoru, pobierając do 162 l wody.

Optymalna potencjalna uzbrojona nieruchomość (o powierzchni około 1 ha) dla lokalizacji elektrolizerów powinna stanowić część instalacji OZE lub leżeć możliwie blisko źródeł OZE. Nieruchomość powinna dysponować dobrym dostępem dla pojazdów technicznych. Najlepsze do tego celu wydają się nieruchomości związane z pompowniami.

Zakładając, że cała energia pochodząca z produkcji farm PV zostanie zużyta na potrzeby własne z zastosowaniem wodorych magazynów energii, stopa zwrotu całej inwestycji nie

przekroczy 15 lat dla małych farm położonych przy pompowniach i 9 lat dla dużych farm oddalonych od pompowni. Przyjmując tendencję wzrostową cen energii w kolejnych latach, stopa zwrotu inwestycji ulegnie znacznemu skróceniu. Wykorzystanie energii ciepłej wytwarzanej w procesie generowania energii elektrycznej za pomocą silników kogeneracyjnych do stacji ogrzewania szybów i obiektów użytkowych poszczególnych pompowni spowoduje dalsze zmniejszenie stopy zwrotu inwestycji. Każda ze zrealizowanych lokalizacji elektrolizerów w zależności od czasu pracy wygeneruje od 3 do 12 nowych miejsc pracy.

### 9. Wnioski

Jedną z możliwości dla spowodowania pozytywnych zmian na Śląsku może być produkcja, magazynowanie i ograniczenie zużycia energii. Jak przedstawiono w zamieszczonej analizie, wszystkie zaprezentowane niekonwencjonalne dla SRK SA działania są samofinansujące się i generują nowe miejsca pracy.

Opracowanie wydajnych sposobów magazynowania energii jest istotnym zadaniem przy zwiększeniu udziału źródeł odnawialnych w miksie energetycznym. Magazyny energii są niezbędnym elementem umożliwiającym efektywne i ekonomiczne wykorzystanie energii odnawialnej czy odpadowej. Wykorzystanie istniejącej infrastruktury pogórnictwa może ograniczyć nakłady na budowę magazynów energii. Innowacyjne systemy magazynowania energii w obiektach nieczynnych kopalń są atrakcyjne ekonomicznie i wizerunkowo.


Innym istotnym działaniem jest ekonomiczne wykorzystanie wód odpompowywanych ze zlikwidowanych i likwidowanych kopalń. Zagospodarowanie przynajmniej części z tych wód może częściowo pokryć zwiększające się zapotrzebowanie na wody słodkie oraz obniżyć ładunek soli emitowanej do środowiska. Rozważa się również wykorzystanie potencjału geotermalnego wód kopalnianych oraz zastosowanie ich do akumulowania energii wytworzonej w okresach zmniejszonego poboru prądu.


Zgodnie z podstawą prawną, działalność likwidacyjną SRK SA może prowadzić do 2027 roku. Zaprezentowane potencjalne kierunki działań mogą pozwolić Spółce na efektywną działalność również po tym roku. Każde z prezentowanych działań w bliższej lub dalszej perspektywie będzie przynosić realne dochody, dzięki którym można będzie ograniczyć otrzymywaną dotację budżetową. Ponadto każde z tych przedsięwzięć generuje nowe miejsca pracy, co jest zgodne z misją i wizją Spółki oraz szansą na rozwój i transformację terenów pogórnictwa na Śląsku. „Nowe życie” dla obiektów należących do Spółki będzie pozytywnie odbierane przez społeczeństwo lokalne.

Powodzenie opisanych działań nakierowanych na rozwój regionu wymagać będzie wspólnego stanowiska i współpracy z administracją centralną i lokalną.

### Literatura

- [1] BLUSZCZ A., SMOLIŁO J.: *Uwarunkowania transformacji rejonów górniczych*, Wydaw. Naukowe, Tygiel, Lublin 2021.
- [2] CHMIELA A., SMOLIŁO J., GAJDIK M.: *A Multifaceted Method of Analyzing the Amount of Expenditures on Mine Liquidation Processes in SRK S.A.*, Management Systems in Production Engineering, Vol.30 (Issue 2), 2022.
- [3] MHLONGO S. E., AMPONSAH-DACOSTA F.: *A review of problems and solutions of abandoned mines in South Africa*, International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 30:4/2016.
- [4] PASZCZA H.: *Restructuring processes in the Polish hard coal mining industry in terms of the implemented changes and changes in the resource base*. „Górnictwo i Inżynieria”, 3/2010.
- [5] SALOM A. T., KIVINEN S.: *Closed and abandoned mines in Namibia: a critical review of environmental impacts and constraints to rehabilitation*, „South African Geographical Journal”, 102:3/2020.
- [6] SMITH F. W., UNDERWOOD B.: *Mine closure: the environmental challenge*, „Mining Technology”, 109:3/2000.
- [7] SMOLIŁO J., CHMIELA A., GAJDIK M., MENÉNDEZ J., LOREDO J., TUREK M., BERNARDO-SÁNCHEZ A.: *A New Method to Analyze the Mine Liquidation Costs in Poland*. Mining 2021, 1, 351-363. 2021.
- [8] SMOLIŁO J., CHMIELA A.: *A liquidation of the mine in SRK S.A. in a processive approach*. Scientific Papers of Silesian University of Technology, series: Organization and Management 151, 2021.
- [9] SMOLIŁO J., CHMIELA A.: *The mine liquidation processes in SRK S.A. in a cost approach*. Scientific Papers of Silesian University of Technology, series: Organization and Management 153/2021.

 Dr inż. Andrzej Chmiela zajmuje się planowaniem, wdrażaniem i realizacją rozwiązań innowacyjnych w obszarach funkcjonowania Spółki Restrukturyzacji Kopalń SA. Specjalność naukowa: organizacja i zarządzanie w górnictwie, technologia eksploatacji złóż oraz zastosowania analizy wielokryterialnej.  
e-mail: achmiela@srk.com.pl

 Dr inż. Janusz Smoliło, Prezes Zarządu Spółki Restrukturyzacji Kopalń SA. Naukowo zajmuje się wdrażaniem podejścia procesowego do zagadnień związanych z restrukturyzacją, rewitalizacją i likwidacją zakładów górniczych postawionych w stan likwidacji. Publikuje prace z zakresu efektywności planowania i realizacji procesów zagospodarowania majątku pogórnictwa.  
e-mail: jsmolilo@srk.com.pl