

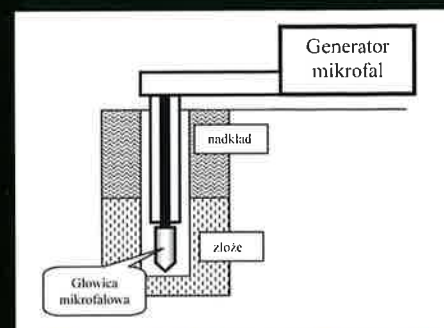
# PRZEGLĄD

założono 01.10.1903

ISSN 0033-216X

# GÓRNICZY

KWARTALNIK 1/2023



## Analiza kształtowania się kosztów procesów likwidacji kopalń

### An analysis of forming the costs of mine liquidation processes



Andrzej Chmiela<sup>\*)</sup>



Janusz Smoliło<sup>\*)</sup>



Marta Gajdzik<sup>\*)</sup>

**Treść:** Likwidacja kopalni jest ostatnim i naturalnym etapem działalności górniczej. Jako następcą prawną wcześniejszej eksploatacji górniczej, od 2000 r. rewitalizację, restrukturyzację i likwidację kopalń węgla kamiennego prowadzi Spółka Restrukturyzacji Kopalń S.A. Likwidacja kopalni zawsze jest przypadkiem jednostkowym, co powoduje zróżnicowanie wielkości nakładów. Wsparciem dla zaimplementowania podejścia procesowego w problematyce likwidacji kopalń jest opracowana metoda zarządzania kosztami procesów likwidacji. Zaproponowana metoda sygnalizuje projektantowi odstępstwa szacowanego kosztu likwidacji kolejnego zakładu górniczego od wcześniej wypracowanej przez Spółkę wartości średniej.

**Abstract:** The liquidation of the mine is the last and natural stage of mining activity. The activities related to the revitalization and restructuring of hard coal mines are carried out by Spółka Restrukturyzacji Kopalń S.A. as the legal successor of previous mining operations. Activities leading to the liquidation of the mining plants are the procedural nature, however, the mine liquidation is always a single case which has a result in diversifying the size of outlays. The support for the implementation of the process approach in the issue of mine liquidation in terms of rationalization and minimization of costs was to develop a method of managing the costs of liquidation processes. The proposed method signals to the designer that the estimated cost of the process of liquidation of another mining plant deviates from the average values previously worked out by SRK S.A.

#### Słowa kluczowe:

zarządzanie procesami, restrukturyzacja przedsiębiorstw górniczych, likwidacja kopalni węgla kamiennego

#### Keywords:

process management, restructuring of mining enterprises, liquidation of a hard coal mine

## 1. Wprowadzenie

Spółka Restrukturyzacji Kopalń S.A. ([www.srk.com.pl](http://www.srk.com.pl)) prowadzi restrukturyzację, rewitalizację i likwidację w przekazywanych jej zakładach górnictwa węgla kamiennego. Spółka zajmuje się likwidacją wyrobisk górniczych, obiektów budowlanych, wykonywaniem prac zabezpieczających likwidację zakładów górniczych. W kopalniach już zlikwidowanych Spółka prowadzi zagospodarowanie majątku przemysłowego, usuwanie skutków szkód górniczych i rekultywację terenów pogórnich oraz zagospodarowanie majątku nieprzemysłowego, w tym głównie substancji mieszkaniowej. Zadaniem Centralnego Zakładu Odwadniania Kopalń (CZOK) jest od-

pompowywanie wody z wyrobisk zlikwidowanych kopalń dla zabezpieczenia sąsiednich kopalń i niżej położonych terenów przed zalaniem (Bluszcz, Smoliło 2021).

Proces likwidacji kopalń jest finansowany z budżetu państwa, a w kolejnych latach procesy restrukturyzacji i rewitalizacji zakładów górniczych będzie można prowadzić jedynie ze środków własnych przedsiębiorstw wydobywczych (Chmiela i in. 2022, Smoliło, Chmiela 2021a).

## 2. Problem badawczy

Dotychczasowe badania naukowe mające na celu poprawę racjonalizacji i efektywności procesów rewitalizacji i restrukturyzacji zakładów górniczych są bardzo skąpe (Barabash

<sup>\*)</sup> Spółka Restrukturyzacji Kopalń S.A., Bytom



2021, Dźwigol 2007, Marek 2006). Dostępna literatura w zakresie likwidacji kopalń dotyczy jedynie ogólnych zagadnień (Turek 2013, Turek, Jonek-Kowalska 2013, Rao, Pathak 2005, Min i in. 2017, Salom, Kivinen 2020). Poprawa efektywności procesów rewitalizacji czy likwidacji kopalń może wynikać z braku instrumentów wspierających zarządzanie kosztami. Przedstawiona publikacja jest kontynuacją badań nad narzędziami wsparcia zarządzania kosztami procesów likwidacji (Chmiela i in. 2022, Smoliło, Chmiela 2021a, Smoliło i in. 2021a). Celem badań było opracowanie i zaproponowanie całościowego narzędzia oceny przebiegu procesów likwidacji. Narzędzie ocenia globalny koszt procesów likwidacji oraz strukturę ponoszonych kosztów w trakcie zaawansowania realizacji tych procesów (Mhlongo, Amponsah-Dacosta 2016)

### 3. Metody badawcze

W trakcie badań dokonano analizy dostępnej literatury dotyczącej zarządzania procesami i porównano ją z doświadczeniami SRK S.A. w restrukturyzacji majątku pokopalnianego. Wyniki analizy pozwoliły na zaproponowanie idei metody zarządzania kosztami procesów uwalniania terenów od zbędnej infrastruktury kopalnianej. W trakcie badań prowadzono wywiady bezpośrednie z ekspertami, dotyczące między innymi problemów technicznych związanych z prawidłowością przebiegu poszczególnych procesów likwidacji w kolejnych latach ich realizacji. Plan badawczy realizowany był w oparciu o zaktualizowane programy likwidacji siedemnastu przykładów likwidacji zakładów górniczych lub ich wydzielonych części. Analiza dotyczy okresu lat od 2015 do 2023, w tym przedział od 2015 do 2020 prezentuje koszty poniesione, a od 2021 do 2023 koszty planowane. W analizowanym okresie całkowicie zlikwidowano 8 zakładów górniczych. Dla zwiększenia wiarygodności wyników badań poddano analizie również aktualnie funkcjonujące w ramach SRK S.A. oddziały likwidujące kopalnie (www.srk.com.pl), uzyskując dodatkową grupę 9 aktualnie restrukturyzowanych zakładów. Statystycznie przeanalizowano 17 przypadków likwidacji zakładów górniczych. Przeprowadzono podstawową analizę statystyczną procesów restrukturyzacji, rewitalizacji i likwidacji zakładów górniczych w rozbiciu na kolejne lata ich przebiegu. W przypadku niejasności konsultowano się z ekspertami, osobami w praktyce kierującymi Oddziałami SRK S.A. Zgodnie z oczekiwaniami badania ujawniły nowe obszary i problemy badawcze wymagające rozwiązania.

### 4. Procedury likwidacji zakładów górniczych

Likwidacja kopalń prowadzona przez Spółkę Restrukturyzacji Kopalń S.A. (www.srk.com.pl) odbywa się

Tabela 1. Nazwy procesów likwidacji i ich udział procentowy w koszcie całkowitym  
Table 1. The names of the liquidation processes and their percentage in the total cost

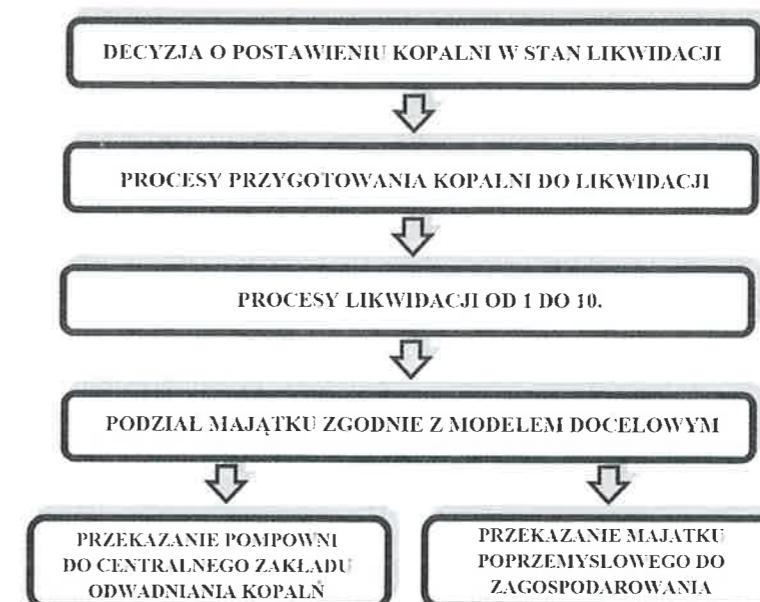
1.	Likwidacja oraz zabezpieczenie wyrobisk korytarzowych
2.	Likwidacja oraz zabezpieczenie szybów i szybków
3.	Zabezpieczenie kopalń sąsiednich przed zagrożeniem wodnym, gazowym oraz pożarowym
4.	Likwidacja infrastruktury kopalni
5.	Rekultywacja terenów
6.	Utrzymanie obiektów przeznaczonych do likwidacji w kolejności zapewniającej bezpieczną likwidację zakładu górniczego
7.	Wykonywanie prac zabezpieczających oraz przedsięwzięć zapobiegających zagrożeniom w związku z likwidowanym zakładem górniczym
8.	Opracowanie wymaganych projektów, dokumentacji, opinii, ekspertyz i analiz związanych z likwidacją kopalni
9.	Naprawa szkód wywołanych ruchem zakładu górniczego
10.	Ogólny zarząd wykonywanych zadań w trakcie likwidacji kopalni

zgodnie z kilkoma modelami w zależności od zakresu likwidacji oraz od docelowego modelu zlikwidowanego zakładu górniczego. Spółka może prowadzić całkowitą likwidację kopalni lub jej nieefektywnej części. Ze względu na docelowy model, likwidację prowadzi się z pozostawieniem pompowni dla ochrony sąsiednich funkcjonujących zakładów górniczych lub likwidację całkowitą, gdy nie jest wymagana ochrona kopalń sąsiednich (rys. 1). W przypadku pozostawienia pompowni nie likwiduje się części szybów i wyrobisk podziemnych, które będą zabezpieczać kopalnie sąsiednie i powierzchnię terenu przed zagrożeniem wodnym (Bluszcz, Smoliło 2021).

Każda likwidowana kopalnia jest przypadkiem jednostkowym z czego wynika znaczne zróżnicowanie ponoszonych kosztów. Wysokość kosztów w kolejnych latach może być nieporównywalna w wyniku inflacji i zmian kosztu pozyskania robocizny, toteż analizie podano koszt likwidacji przeliczony na realia końca 2021 r., przy pomocy autorskiego współczynnika korygującego. Analizowanym oddziałom nadano robocze nazwy O1 do O17. Aktualnie prowadzone procesy likwidacji powinny zostać zrealizowane do końca 2023 r.

Zadanie likwidacji kopalni w SRK S.A. trwa od 2 do 8 lat (średnio 5 lat). Koszt likwidacji jest również bardzo zróżnicowany i wynosi średnio 250 do 300 mln PLN, przy czym koszt likwidacji oddziału największego jest ponad 40-krotnie wyższy od kosztu likwidacji najmniejszego. Spowodowane jest to zakresem prac koniecznych do realizacji w czasie trwania zadania. Zwykle wyższe nakłady na procesy likwidacji związane są z szeroko pojętą wielkością zadania, czyli zależą od ilości przejętych do restrukturyzacji obiektów (likwidowanych i utrzymywanych). Czas realizacji każdego z procesów likwidacji, jak i ich koszty zwykle wynikają z ilości, wielkości i rodzaju likwidowanych obiektów. Czas likwidacji jest pochodną logicznej kolejności likwidacji obiektów zakładu górniczego, długości procedur przetargowych oraz samej technologii wyburzeń i rekultywacji (Smoliło i in. 2021a, 2021b).

W SRK S.A. likwidację zakładów górniczych prowadzi się z podziałem na 10 procesów składowych (tab. 1). Każdy ze składowych procesów likwidacji jest procesem złożonym i zależnym od wielu czynników. Najprostszym sposobem ograniczenia wydatków mogłoby być zintensyfikowanie procesów likwidacji, ale ze względów technologicznych należy zachować prawidłową technikę i kolejność likwidacji obiektów. Z tego powodu analizę oddziałów prowadzi się w 7 grupach wyznaczonych według długości procesu likwidacji. W niektórych przypadkach względy ruchowe sąsiedniej, czynnej kopalni wydłużyły proces likwidacji. Miało to miejsce w części przypadków kopalń likwidowanych przez 4 lata. Ze względu na zakres prac kopalnie małe mogłyby zostać zlikwidowane wcześniej, ale uniemożliwiły to względy ruchowe sąsiednich zakładów górniczych (Smoliło, Chmiela 2021a).



Rys. 1. Najważniejsze etapy przeprowadzenia likwidacji kopalni  
Fig.1. The most important stages of the mine liquidation

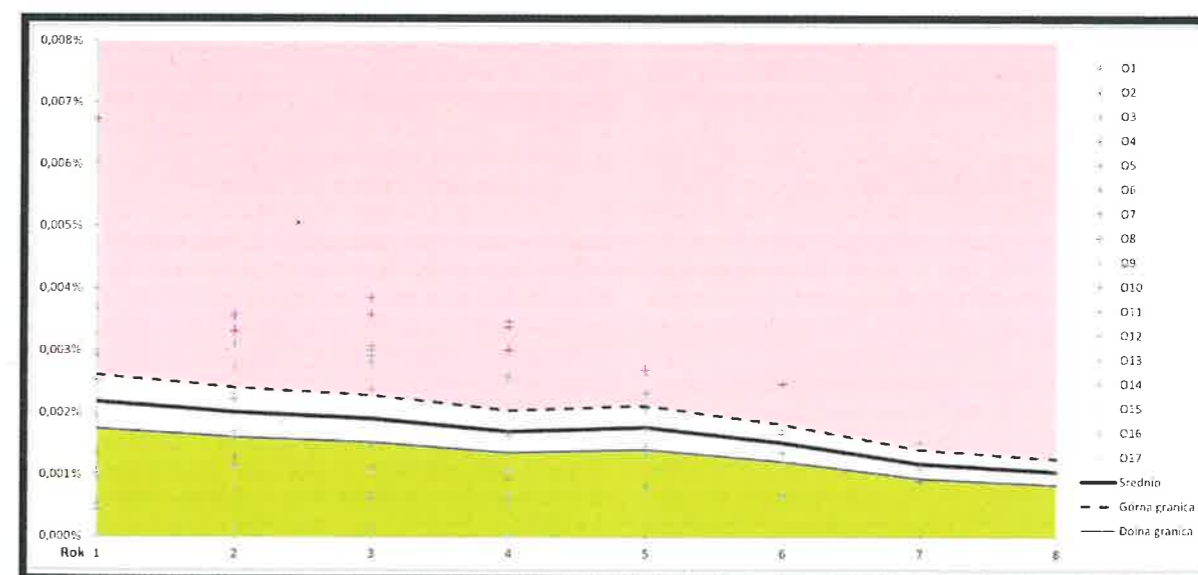
### 5. Opis metody

Do nadzoru wysokości i struktury kosztów planowanej i bieżącej likwidacji zakładów górniczych konieczne są narzędzia porównujące planowane do wydatkowania środki kapitałowe z doświadczeniami Spółki. Odpowiedzą na tę potrzebę jest „autorska” metoda oceny nakładów wyposażona w oprogramowanie oparte o program Microsoft Excel.

Na rysunku 2 zaprezentowano ideę metody na tle całej grupy analizowanych przykładów likwidacji, a jako przykład zamieszczono wysokość ponoszonych nakładów na realizację procesu 10 w kolejnych latach jego realizacji. W większości przypadków koszt ponoszony przez oddział znacznie odbiega od wartości średniej. Zadaniem metody jest sygnalizacja odstępstwa analizowanych kosztów od wartości średniej

w odpowiedniej grupie odniesienia. Ze względu na duże zróżnicowanie wyników zaproponowano przyjęcie strefy wartości akceptowalnych.

Przy analizie statystycznej tak różnorodnej grupy badawczej napotkano znaczne zróżnicowanie wielkości ponoszonych kosztów (rys. 2.). Większość kosztów znajduje się poza strefą wartości akceptowalnych. Zakres wartości akceptowalnych wynika z założonego przez użytkownika/projektanta współczynnika zmienności. Użytkownik w zaproponowanej metodzie zakłada wielkość współczynnika zmienności dla każdego z procesów, jak i dla sumarycznego kosztu likwidacji. Dolną granicę wartości akceptowalnych wyznacza wartość średnia pomniejszona o wyliczone odchylenie standardowe, a górną – średnia powiększona o tę samą wartość (Smoliło i in. 2021b).



Rys. 2. Idea metody oceny prawidłowości szacowania kosztów procesów likwidacji kopalń na przykładzie procesu 10

Fig. 2. The idea of the evaluation method of the correctness of the cost estimation of mine liquidation processes on the example of process 10



WPROWADZ DANE	ROK 1	ROK 2	ROK 3	ROK 4	ROK 5	ROK 6	ROK 7	ROK 8	SUMA	Wsp. zmienn.
Proces 1 (likwidacja wyrobisk)	668	1772	722	394	374	0			3930	20,00%
Proces 2 (likwidacja szybów)	0	1246	1842	0	0	2424			5512	20,00%
Proces 3 (zabezp. kopalni sąsiednich)	0	0	0	0	0	0			0	20,00%
Proces 4 (likwidacja obiektów pow.)	345	1140	4283	892	666	3396			10722	20,00%
Proces 5 (rekultywacja)	0	0	0	0	0	0			0	20,00%
Proces 6 (utrzymanie likwid. obiektów)	23541	21233	17583	11727	10037	5783			89904	20,00%
Proces 7 (zabezp. likwid. kopalni)	20896	17269	16669	15497	12912	8208			91451	20,00%
Proces 8 (projekty, ekspertyzy itp.)	1202	845	700	408	625	69			3849	20,00%
Proces 9 (szkody górnicze)	776	534	316	1044	302	120			3092	20,00%
Proces 10 (ogólny zarząd)	12124	11752	9876	6947	4123	3419			48241	20,00%
Suma	59552	55791	51991	36909	29039	23419	0	0	256701	20,00%

Rys. 3. Przykładowe (losowe) wypełnienie danymi sekcji wprowadzania danych dla 6-letnich procesów likwidacji kopalni w [tys. PLN]

Fig. 3. The example (random) of fulfillment of the input section for 6 – years mine liquidation processes [in thous. PLN]

W dołączonym oprogramowaniu opartym o autorską metodę zastosowano sekcję wprowadzania danych i 3 panele wynikowe. W sekcji wprowadzania danych wprowadza się szacunkowe koszty likwidacji (rys. 3) oraz wielkość współczynnika zmienności, rozszerzając lub zawężając szerokość strefy dopuszczalnych wartości. W kolumnach, zgodnie z rozkładem rocznym, użytkownik wpisuje wysokość ponoszonych nakładów (w tys. PLN) z podziałem na poszczególne procesy składowe likwidacji. Dla uniknięcia pomyłek oprogramowanie zabarwia na żółto pola o wartości „0” i pola jeszcze nie wypełnione. W kolumnie i w wierszu zatytułowanym SUMA, oprogramowanie zlicza wartości wprowadzanych kosztów.

Na rysunku 3 zaprezentowano wypełnienie danych procesów sześciolatej likwidacji Zakładu Górniczego. Dane dobrano jako losowe roczne koszty ponoszone przez 6 różnych oddziałów likwidowanych przez 6 lub 7 lat. Dane poddano jedynie drobnym korektom, tak by usunąć nielogiczne wydatki w procesach 3 i 5. Uzyskano oddział likwidowany przez 6 lat za 262 mln PLN. Likwidację oddziału prowadzi się jako całkowitą likwidację bez pozostawienia pompowni oraz nie jest konieczna rekultywacja terenu, gdyż likwidowana jest jedynie nieefektywna oznaczona część Zakładu Górniczego. Pomimo wprowadzenia losowych danych udało się uzyskać oddział o logicznym układzie nakładów na likwidację. W analizowanym przykładzie proces likwidacji szybów (proces 2) prowadzony jest jedynie w 2, 3 i 6 roku prowadzenia likwidacji (Chmiela 2022). Jest to zgodne z praktyką likwidacji gdyż w początkowym okresie likwiduje się szyby pomocnicze, a w ostatnim roku szyby główne pod względem wentylacyjnym (szyb wdechowy i wydechowy). Ogólny układ likwidacji wyrobisk podziemnych (proces 1) jest zgodny z procesami likwidacji szybów. Nasilenie procesów likwidacji w 2 i 3 roku procesów wynika z konieczności wcześniejszej likwidacji wyrobisk wentylacyjnie przypisanych do szybów pomocniczych. Proces likwidacji wyrobisk nie jest prowadzony w ostatnim roku, by możliwa była likwidacja szybów głównych. Kopalnia likwidowana jest w modelu bez pozostawienia pompowni, więc na zabezpieczenie kopalni sąsiednich przed zagrożeniami (proces 3) nie wydatkuje się środków. Zwiększenie intensywności likwidacji obiektów powierzchniowych w 3 i 6 roku (proces 4) jest związane z przeprowadzeniem likwidacji zbędnych szybów. Rekultywacja terenów (proces 5) prowadzona jest na terenie uwolnionym od zbędnej infrastruktury. W rozpatrywanym przypadku prowadzenie rekultywacji terenu nie jest konieczne. Likwidowane obiekty leżą na terenie zakładu głównego czynnej kopalni. Na pozostałe procesy likwidacji nakłady są ponoszone przez 6 lat, czyli przez cały okres prowadzenia zadania likwidacji kopalni. W większości przypadków koszty ponoszone w procesach 6 do 10 zmniejszają się zgodnie ze zmniejszającą się liczbą utrzymywanych obiektów i ograniczaniem zatrudnienia. Wyjątkiem jest proces 9- szkody górnicze, w którym obserwuje się typowe zjawisko zwiększe-

nia wydatków w 4 roku procesów likwidacji. Zjawisko wynika ze zwiększenia liczby zgłaszanych szkód przez mieszkańców po ogłoszeniu decyzji o postawieniu kopalni w stan likwidacji. Długość prowadzenia procedur odszkodowawczych, średnio 4 lata, powoduje zwiększenie nakładów właśnie w 4 roku procesów likwidacji, po którym to następuje skokowe ich zmniejszenie oraz stabilizacja (Chmiela 2022).

Panel pierwszy (rys. 4) i drugi (rys. 5) zaproponowanej metody oceniają wartość bezwzględną oszacowanych kosztów likwidacji wyrażonych w pieniądzu. Dla zwiększenia zgodności kosztów zaproponowano podział likwidowanych kopalni na 5 grup ze względu na wysokość kosztów likwidacji oraz na 7 grup zgodnych z długością procesów ich likwidacji. Przy podziale oddziałów ze względu na wysokość kosztów likwidacji przyjęto strukturę ich kosztów likwidacji. Wartość tę obliczono wielokryterialnie jako sumę ilorazów wysokości kosztu badanego procesu do jego maksymalnej wartości. Ostatecznie oddziały podzielono na Oddziały Duże (OD), Średnie Większe (OSW), Średnie Mniejsze (OSM), Oddziały Małe (OM) oraz grupę Oddziałów Mikro (OMikro). W panelu 1, 2 i 3, gdy wprowadzany koszt przekracza górną granicę wartości akceptowalnych, pole zabarwia się na różowo, natomiast gdy koszt plasuje się poniżej dolnej granicy zakresu akceptowalnego, pole zabarwia się na zielono. Zaproponowano również sygnalizację faktu nieponoszenia kosztów w danym procesie przez zabarwienie pola na żółto, co jest ostrzeżeniem i pytaniem do projektanta, czy rzeczywiście nie będzie ponosić nakładów w tym zakresie (rys. 4, 5 i 6). Dodatkowo w panelu 1 (rys. 4), gdy wprowadzany koszt „rażąco” przekracza dolną lub górną granicę, sąsiednie pole zabarwia się na czarno. Ten przypadek występuje, gdy koszt różni się od wartości średniej więcej niż o trzy odchylenia standardowe. Zgodnie z opisaną zasadą wprowadzone koszty zadania porównywane są z wartością średnią dla właściwej grupy odniesienia. Dla porównania, koszty wpisywane przez użytkownika są analizowane w ten sam sposób w pozostałych grupach, jak i dla całości grupy likwidowanych zakładów górniczych, co może dodatkowo upewniać projektanta co do prawidłowości oszacowanych kosztów likwidacji. W tym miejscu jest okazja do ewentualnej większej korekty oszacowanych kosztów (Smoliło, Chmiela 2021b).

Panel pierwszy narzędzia analizuje sumaryczne koszty przeznaczone na realizację procesów 1 do 10 we wszystkich grupach odniesienia ze względu na ich wielkość. We wszystkich kolumnach uzyskane koszty są porównywane ze średnią dla każdego procesu oraz dla całkowitego kosztu likwidacji w tej grupie odniesienia. Ta sama wysokość kosztu może być zbyt wysoka, zbyt niska lub zgodna ze średnią, w zależności w jakiej grupie odniesienia jest analizowana. Metoda na czarnym polu panelu 1 (rys. 4) przypisuje analizowane zadanie likwidacji kopalni do odpowiedniej grupy odniesienia wyznaczonej ze względu na sumaryczny układ kosztów

procesów składowych. Uzyskane koszty są porównywane ze średnią kosztów dla poszczególnych procesów w tej grupie odniesienia. Ocena zawarta w tej kolumnie jest podstawą oceny panelu 2. Przeprowadzone porównanie w pozostałych kolumnach służy jedynie celom porównawczym (Smoliło, Chmiela 2021b).

Panel 1 metody dla przykładowych danych wprowadzonych na rysunku 3, wskazał, że koszt likwidacji równy 257 mln PLN lokuje analizowany oddział w dolnej strefie Oddziałów Średnich Większych (OSW). Poza procesami 3 i 5, które nie są prowadzone w analizowanym przypadku (pola zabarwione na żółto) oraz procesem 10, wszystkie pozostałe procesy wykazały odstępstwa od strefy wartości akceptowalnych. Procesy 1, 2, 4, 7 i 9 wykazały niedoszacowanie i zabarwiły się na zielono, a procesy przeszacowane 6 i 8 zabarwiły się na różowo. Metoda sugeruje niedoszacowanie lub przeszacowanie analizowanych kosztów i ponowną ich analizę. Nie wystąpił przypadek rażącego przekroczenia górnej ani dolnej granicy wartości akceptowalnych, czyli przypadek przekroczenia którejś z tych granic o więcej niż trzykrotną wartość odchylenia standardowego od wartości średniej. Sytuację taką sygnalizuje czerwone pole przy wartości kosztu (Smoliło, Chmiela 2021b).

W tym miejscu jest okazja do większych korekt planowanych nakładów na przeprowadzenie zadania likwidacji tej kopalni. Pomocą może być analiza tych samych nakładów w pozostałych grupach odniesienia. Zgodnie z oczekiwaniami, jako że analizowany oddział zakwalifikował się do oddziałów średnich większych (OSW), jego koszty składowe wykazują przeszacowanie dla grup mniejszych i niedoszacowanie przy ocenie w stosunku do wartości średnich dla oddziałów większych. Metoda dodatkowo wskazała, że te same nakłady dla procesów 1 i 6, analizowane dla grupy oddziałów średnich mniejszych (OSM), wykazują już przekroczenie górnej granicy wartości akceptowalnych o więcej niż 3-krotna wielkość

odchylenia standardowego. Sugeruje to zwrócenie szczególnej uwagi na poprawność oszacowania właśnie tych składowych procesów likwidacji.

W drugim panelu oceny (rys. 5) w analogiczny sposób metoda ocenia bezwzględną wysokość planowanych nakładów w poszczególnych latach zaawansowania zadania likwidacji kopalni. Panel drugi metody, w odróżnieniu od panelu pierwszego, porównuje wprowadzone wartości kosztów likwidacji z ich wartością średnią dla grupy kopalni likwidowanych przez ten sam okres (zgodnie z wprowadzonym przez użytkownika/projektanta planowanym przedziałem czasowym).

Na rys. 5 zamieszczono odpowiedź panelu 3 metody na przykładowe dane wprowadzone na rys. 3. Panel 2 (rys. 5) wykazał, że dane analizowanego oddziału w większości przypadków znajdują się poniżej dolnej granicy wartości akceptowalnych. Jedynie część nakładów w procesach 6 i 7 wykazuje przeszacowanie. Wyłączając procesy 7, 8 i 10, widać pełną zgodność pomiędzy panelami 1 i 2. Panel 2 pokazał, w których latach należy powtórnie przeanalizować wysokość ponoszonych kosztów. W przypadku procesu 7, metoda sugeruje ponoszenie większych nakładów w roku 1 i 3, przy równoczesnym zmniejszeniu obciążeń 3 ostatnich lat procesów likwidacji. Różnice w ocenie procesów 8 i 10 wynikają z faktu, że na wysokość ponoszonych nakładów w znacznym stopniu wpływa czas przebiegu tych procesów. Metoda sugeruje skrócenie czasu prowadzenia likwidacji. Jest to zgodne z praktyką, gdyż oddziały średnie większe są likwidowane zwykle przez 5 lat.

Bezwzględne średnie koszty likwidacji nie mogą być zastosowane do wszystkich przypadków zakładów górniczych. Podział na grupy związany z długością procesów restrukturyzacji rozwiązuje problem jedynie częściowo. W trzecim panelu metody zaproponowano analizę struktury ponoszonych kosztów (rys. 6). Niezależnie od faktycznej wysokości poniesionych nakładów przyjęto, że sumaryczne

PANEL 1	Całość	OD	OSW	OSM	OM	OMikro
Proces 1 (likwidacja wyrobisk)	3930	3930	3930	3930	3930	3930
Proces 2 (likwidacja szybów)	5512	5512	5512	5512	5512	5512
Proces 3 (zabezp. kopalni sąsiednich)	0	0	0	0	0	0
Proces 4 (likwidacja obiektów pow.)	10722	10722	10722	10722	10722	10722
Proces 5 (rekultywacja)	0	0	0	0	0	0
Proces 6 (utrzymanie likwid. obiektów)	89904	89904	89904	89904	89904	89904
Proces 7 (zabezp. likwid. kopalni)	91451	91451	91451	91451	91451	91451
Proces 8 (projekty, ekspertyzy itp.)	3849	3849	3849	3849	3849	3849
Proces 9 (szkody górnicze)	3092	3092	3092	3092	3092	3092
Proces 10 (ogólny zarząd)	48241	48241	48241	48241	48241	48241
Suma	256701	256701	256701	256701	256701	256701

Rys. 4. Reakcja panelu 1 na przykładowe dane wprowadzone na rys. 3 w [tys. PLN]

Fig. 4. The response of panel 1 to sample data entered in the fig.3 [in thous. PLN]

PANEL 2	Nakłady na likwidację [tys. PLN]	ROK 1	ROK 2	ROK 3	ROK 4	ROK 5	ROK 6	ROK 7	ROK 8
Proces 1 - 6 lat (likwidacja wyrobisk)		668	1772	722	394	374	0	0	0
Proces 2 - 6 lat (likwidacja szybów)		0	1246	1842	0	0	2424	0	0
Proces 3 - 6 lat (zabezp. kopalni sąsiednich)		0	0	0	0	0	0	0	0
Proces 4 - 6 lat (likwidacja obiektów pow.)		345	1140	4283	892	666	3396	0	0
Proces 5 - 6 lat (rekultywacja)		0	0	0	0	0	0	0	0
Proces 6 - 6 lat (utrzymanie likwid. obiektów)		23541	21233	17583	11727	10037	5783	0	0
Proces 7 - 6 lat (zabezp. likwid. kopalni)		20896	17269	16669	15497	12912	8208	0	0
Proces 8 - 6 lat (projekty, ekspertyzy itp.)		1202	845	700	408	625	69	0	0
Proces 9 - 6 lat (szkody górnicze)		776	534	316	1044	302	120	0	0
Proces 10 - 6 lat (ogólny zarząd)		12124	11752	9876	6947	4123	3419	0	0
Suma - 6 lat		59552	55791	51991	36909	29039	23419	0	0

Rys. 5. Reakcja panelu 2 na przykładowe dane wprowadzone na rys. 3 w [tys. PLN]

Fig. 5. The response of panel 2 to sample data entered in the fig. 3 [in thous. PLN]



PANEL 3	Struktura kosztów	ROK 1	ROK 2	ROK 3	ROK 4	ROK 5	ROK 6	ROK 7	ROK 8
Proces 1 - 6 lat (likwidacja wyrobisk)		17,00%	45,09%	18,37%	10,03%	9,52%	0,00%	0,00%	0,00%
Proces 2 - 6 lat (likwidacja szybów)		0,00%	22,61%	33,42%	0,00%	0,00%	43,98%	0,00%	0,00%
Proces 3 - 6 lat (zabezp. kopalni sąsiednich)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Proces 4 - 6 lat (likwidacja obiektów pow.)		3,22%	10,63%	39,95%	8,32%	6,21%	31,67%	0,00%	0,00%
Proces 5 - 6 lat (rekultywacja)		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Proces 6 - 6 lat (utrzymanie likwid. obiektów)		26,18%	23,62%	19,56%	13,04%	11,16%	6,43%	0,00%	0,00%
Proces 7 - 6 lat (zabezp. likwid. kopalni)		22,85%	18,88%	18,23%	16,95%	14,12%	8,98%	0,00%	0,00%
Proces 8 - 6 lat (projekty, ekspertyzy itp.)		31,23%	21,95%	18,19%	10,60%	16,24%	1,79%	0,00%	0,00%
Proces 9 - 6 lat (szkody górnicze)		25,10%	17,27%	10,22%	33,76%	9,77%	3,88%	0,00%	0,00%
Proces 10 - 6 lat (ogólny zarząd)		25,13%	24,36%	20,47%	14,40%	8,55%	7,09%	0,00%	0,00%
Suma - 6 lat		23,20%	21,73%	20,25%	14,38%	11,31%	9,12%	0,00%	0,00%

Rys. 6. Reakcja panelu 3 na przykładowe dane wprowadzone na rys. 3

Fig. 6. The response of panel 3 to sample data entered in the fig. 3

koszty ponoszone przez oddział wynoszą 100% dla każdego z procesów. Wszystkie koszty składowe podawane są jako ułamek nakładów ponoszonych przy realizacji każdego z tych procesów. Umożliwi to między innymi porównanie ze sobą kosztów ponoszonych przez oddziały o kosztach skrajnych. Panel 4 jest pomocniczym narzędziem wskazującym projektantowi na miejsca najbardziej wskazane do skorygowania. Zgodnie z przyjętą zasadą koszty zabarwione na różowo należałyby zmniejszyć, a w przypadku kosztów zabarwionych na zielono rozważyć ich zwiększenie.

Na rys 6 przedstawiono reakcję panelu 3 na przykładowe dane wprowadzone na rys. 3. W analizowanym przypadku, korekty proponowane przez panel 4 należałyby wprowadzić dopiero po rozważeniu skrócenia długości zadania likwidacji kopalni. Skrócenie czasu prowadzenia procesów likwidacji spowoduje analizę przypadku w innej grupie oddziałów. Gdyby skrócenie takie miało nie nastąpić, panel 3 sugeruje zmianę natężenia prac likwidacyjnych w poszczególnych latach. Reakcja panelu 3 (rys. 6) w znacznej mierze jest zgodna z wynikami paneli 1 i 2. Różnice mogą wynikać z dobranej losowo chaotycznej i nielogicznej struktury ponoszonych kosztów. Występujące podobieństwa upewniają jednak użytkownika, że nakłady na proces 6 są przeszacowane, a w pozostałych procesach wskazują na miejsca gdzie struktura kosztów jest zachwiana.

W panelu 3 zaproponowana metoda (rys. 6) analizuje jedynie strukturę nakładów na prowadzenie konkretnego procesu składowego likwidacji oddziału. Dalszych badań wymaga analiza struktury ponoszonych kosztów w stosunku do sumarycznych nakładów na likwidację kopalni oraz w stosunku do całości dotychczas poniesionych nakładów na likwidację kopalni. Badany koszt może być wprowadzany w dowolnej jednostce, niemniej stałej dla konkretnej analizy. Wprowadzenie innej jednostki pieniężnej niż PLN spowoduje prawidłowe działanie jedynie panelu 3, a uruchomienie paneli 1 i 2 wymagałoby przeskalowania oprogramowania.

W metodzie sama sygnalizacja odstępstwa od wartości średniej nie musi oznaczać błędu, a każde odstępstwo może wynikać ze specyfiki likwidowanego oddziału. Decyzję czy zasygnalizowane odstępstwo jest uzasadnione pozostawia się projektantowi, a metoda ma być jedynie narzędziem wspomagającym pracę projektanta.

## 6. Wnioski

Dla zwiększenia skuteczności i efektywności oraz dla tworzenia wieloletniej wartości przedsiębiorstw górniczych likwidujących kopalnie należy opracować model systemu zarządzania procesami, ukierunkowany na poprawę konkurencyjności funkcjonowania przedsiębiorstwa. Formą wypełnienia

tej luki może być zaproponowana procedura. Zaprezentowane narzędzie może ułatwić prowadzenie racjonalizacji i minimalizacji kosztów z dotacji budżetowej.

Opisana metoda bazuje na statystycznej analizie całkowitych kosztów procesów likwidacji oraz w rozbięciu na kolejne lata zaawansowania tych procesów. W prezentowanej metodzie ocena nakładów odbywa się trzyetapowo. W pierwszym etapie (panel 1) sumaryczne koszty składowych procesów likwidacji porównywane są z ich wartością średnią w grupach odniesienia wyznaczonych ze względu na wielkość kopalni. W drugim i trzecim etapie porównuje się koszty prowadzenia tych procesów w układzie rocznym, gdzie grupy odniesienia wyznaczono zgodnie z długością procedury likwidacji. Etap drugi (panel 2) analizuje koszty procesów wyrażone w pieniądzu, a ostatni trzeci etap (panel 3) bada roczną strukturę ponoszonych nakładów. Badany koszt może być wprowadzany w dowolnej jednostce, ale należy pamiętać, że w tym przypadku prawidłowe wyniki będzie prezentował jedynie panel 3 oprogramowania, który pozwala na optymalizację niezależną od „skali” zadania.

Układ rozliczania kosztów procesów składowych likwidacji jest typowy dla Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A., ale po pewnych modyfikacjach zaproponowana metoda może być zastosowana także przez inny podmiot prowadzący likwidację zakładów górniczych.

Opisana metoda wymaga dalszych badań, prób, analiz i opinii eksperckich, co nie dyskwalifikuje zaproponowanej metody, która już w obecnej postaci jest przydatnym pomocniczym narzędziem w pracach projektowych likwidacji zakładów górniczych i może się przyczynić do racjonalizacji ponoszonych nakładów na restrukturyzację majątku pogórniczego.

## Literatura

- BARABASH M., SALIEIEV I., SYMANOVYCH H. 2021 - Technical and technological aspects of the coal mine closure based on the geomechanical component assessment. *Mining of Mineral Deposits*, 15(3), 7-15.
- BLUSZCZ A., SMOLIŁO J. 2021 - Uwarunkowania transformacji rejonów górniczych, Wybrane problemy środowiska przyrodniczego w ujęciu naukowym. Wydaw. Naukowe Tygiel, Lublin.
- CHMIELA A. 2022 - Procesy restrukturyzacji i rewitalizacji kopalni postawionych w stan likwidacji. *Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji*, vol. 11, issue 1, pp. 28-39, <http://www.stegroup.pl/attachments/category/46/04.2022.pdf>.
- CHMIELA A., SMOLIŁO J., GAJZIK M. 2022 - Analiza struktury kosztów realizacji procesów składowych restrukturyzacji, rewitalizacji i likwidacji zakładów górniczych w SRK S.A. „Przeгляд Górnicy” nr 2, s. 34 – 42.
- DŹWIGÓŁ H. 2007 - Model restrukturyzacji organizacyjnej przedsiębiorstwa górnictwa węgla kamiennego. Difin. Warszawa.

- JEWARTOWSKI T., MIZERKA J., MRÓZ C. 2015 - Coal-mine liquidation as a strategic managerial decision: a decision-making model based on the options approach. *Arch. Min. Sci.* 60, 697-713.
- MAREK J. 2006 - Conditions and course of the liquidation process of hard coal mines. *Studia Ekonomiczne, Akademia Ekonomiczna w Katowicach nr 37, Zarządzanie strategiczne w przedsiębiorstwie*, pp. 269-283.
- MENÉNDEZ J., SCHMIDT F., KONIETZKY H., FERNÁNDEZ-ORO J. M., GALDO M., LOREDO J., DÍAZ-AGUADO M.B. 2019 - Stability Analysis of the Underground Infrastructure for Pumped Storage Hydropower Plants in Closed Coal Mines, *Tunnelling and Underground Space Technology*, 94, 103117.
- MHLONGO S. E., AMPONSAH-DACOSTA F. 2016 - A review of problems and solutions of abandoned mines in South Africa, *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 30:4, 279-294, DOI: 10.1080/17480930.2015.1044046
- MIN S., HYUN-KOO M., YANGKYUN K., SEUNG-AH L. 2017 - A study on the subsidence risk evaluation using 3-D rock mass collapse simulation for abandoned mines, *Geosystem Engineering*, 51-58. DOI: 10.1080/12269328.2016.1251341.
- RAOM., PATHAK K. 2005 - Socioeconomic impacts of mine closure: a case study using satellite imagery. *International Journal of Environmental Studies*, 555-570.
- SALOMA.T., KIVINEN S. 2020 - Closed and abandoned mines in Namibia: a critical review of environmental impacts and constraints to rehabilitation, *South African Geographical Journal*, 102:3, 389-405.
- SCHMIDT F., MENÉNDEZ J., KONIETZKY H., PASCUAL-MUÑOZ P., CASTRO J., LOREDO J., BERNARDO A. 2020 - Converting closed mines into giant batteries: effects of cyclic loading on the geomechanical performance of underground compressed air energy storage systems. *Journal of Energy Storage*, 32, 101882.
- SMITH F.W., UNDERWOOD B. 2000 - Mine closure: the environmental challenge. *Mining Technology*, 109:3, 202-209. DOI: 10.1179/mnt.2000.109.3.202.
- SMOLIŁO J., CHMIELA A., GAJZIK M., MENÉNDEZ J., LOREDO J., TUREK M., BERNARDO SÁNCHEZ A. 2021a - A New Method to Analyze the Mine Liquidation Costs in Poland. *Mining*, 1, 351-363. <https://doi.org/10.3390/mining1030022>.
- SMOLIŁO J., CHMIELA A., GAJZIK M. 2021b - Podejście procesowe do likwidacji kopalni w SRK S.A., „Przeгляд Górnicy” nr 10-12.

- SMOLIŁO J., CHMIELA A. 2021a - A liquidation of the mine in SRK S.A. in a processive approach. *Scientific Papers of Silesian University of Technology, series: Organization and Management vol. 151*.
- SMOLIŁO J., CHMIELA A. 2021b - The mine liquidation processes in SRK S.A. in a cost approach. *Scientific Papers of Silesian University of Technology, series: Organization and Management vol. 153*.
- TUREK M. 2013 - Analiza i ocena kosztów w górnictwie węgla kamiennego w Polsce. Difin. Warszawa.
- TUREK M., JONEK-KOWALSKA I. 2013 - Contemporary cost accounting as an inspiration for the cost accounting in the life cycle of a mining excavation. *Scientific Papers of Silesian University of Technology, series: Organization and Management, vol. 66*.

Artykuł wpłynął do redakcji we wrześniu 2022 r.  
Artykuł zaakceptowano do druku 5.01.2023 r.

**Dr inż. Andrzej Chmiela** zajmuje się wdrażaniem i realizacją rozwiązań innowacyjnych w obszarach funkcjonowania Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A. Specjalność naukowa: organizacja i zarządzanie w górnictwie, technologie eksploatacji złóż oraz zastosowania analizy wielokryterialnej; e-mail: [achmiela@srk.com.pl](mailto:achmiela@srk.com.pl) ORCID: 0000-0002-0833-0923

**Dr inż. Janusz Smoliło** Prezes Zarządu Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A. 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 pogórniczego; e-mail: [jsmolilo@srk.com.pl](mailto:jsmolilo@srk.com.pl) ORCID: 0000-0003-4987-2881

**Mgr Marta Gajdzik** kieruje działem ds. innowacji technologicznych Spółki Restrukturyzacji Kopalń S.A. Jest koordynatorem ds. realizacji programów badawczych. Współpracuje z instytutami naukowo badawczymi oraz wyższymi uczelniami polskimi i zagranicznymi w zakresie realizacji projektów w obszarze innowacji technologicznych; e-mail: [marta.gajdzik@srk.com.pl](mailto:marta.gajdzik@srk.com.pl) ORCID: 0000-0002-3093-3552