

Dorota BURCHART-KOROL, Krystyna CZAPLICKA-KOLARZ
Marian TUREK, Wojciech BORKOWSKI
Główny Instytut Górnictwa w Katowicach
dburchart@gig.katowice.pl

ZASTOSOWANIE TECHNIKI LCA DO WSPOMAGANIA I DOSKONALENIA ZARZĄDZANIA ŚRODOWISKOWEGO W PRZEDSIĘBIORSTWACH GÓRNICZYCH

Streszczenie. W artykule zaproponowano zastosowanie techniki oceny cyklu życia LCA (Life Cycle Assessment) do wspomaganie Systemu Zarządzania Środowiskowego (SZŚ). Technika LCA umożliwia w sposób kwantytatywny dokonanie oceny potencjalnych obciążeń środowiskowych zarówno dla kopalni, jak i procesów produkcji górniczej, dzięki czemu może stanowić istotny element zarówno do doskonalenia Systemu Zarządzania Środowiskowego (SZŚ) (zgodnie z wytycznymi nowej normy ISO 14001:2015), jak i do wspomaganie zarządzania środowiskiem w przedsiębiorstwach górniczych.

Słowa kluczowe: ocena cyklu życia, system zarządzania środowiskowego, przedsiębiorstwo górnicze.

APPLICATION OF LCA TECHNIQUES TO SUPPORT AND IMPROVEMENT ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN MINING ENTERPRISES

Summary. The paper proposes the application of life cycle assessment to support the Environmental Management System (EMS). The LCA enables the quantitative assess the potential environmental impacts for the mining enterprises and production processes, so it can be an important element both for the improvement of the Environmental Management System (EMS) (in accordance with the guidelines of the new ISO 14001:2015) and to support environmental management in the mining enterprises.

Keywords: life cycle assessment, environmental management system, a mining enterprises.

1. Wprowadzenie

Biorąc pod uwagę rosnące znaczenie innowacyjnych badań związanych z eksploatacją i wykorzystaniem węgla, jak również z minimalizacją skutków oddziaływania sektora górnictwa na środowisko, istotne jest poszukiwanie nowych metod umożliwiających zarówno ocenę, jak i optymalizację procesów wydobywczych. W ostatnich latach przedsiębiorstwa górnicze są zmuszone coraz więcej uwagi poświęcać również aspektom środowiskowym, co wynika głównie z rosnących wymagań Unii Europejskiej. Unijnym priorytetem jest ochrona środowiska, dlatego tak ważną kwestią dla kopalń jest przestrzeganie rygorów środowiskowych, związanych z wydobyciem węgla.

Jednym z ważnych punktów w strategii funkcjonowania kopalń i przedsiębiorstw górniczych jest maksymalizacja udziału węgla kamiennego o jak najlepszych parametrach jakościowych, mającego możliwie jak najmniejszy, negatywny wpływ na środowisko, w całej wielkości wydobycia. W nowym podejściu istotnym wyzwaniem dla przedsiębiorstwa górniczego jest zidentyfikowanie największych źródeł zanieczyszczeń. Dodatkowo, ze względu na coraz surowsze wymagania dotyczące emisji gazów cieplarnianych, ważną kwestią stała się również emisja metanu do atmosfery oraz wykorzystanie metanu, ujętego w stacjach odmetanowania. Zagrożenie metanowe jest jednym z najpoważniejszych zagrożeń naturalnych kopalń węgla kamiennego^{1,2}. Rozwój działalności naukowo-badawczej dotyczącej kopalń węgla kamiennego zostanie ukierunkowany na zwalczanie zagrożeń naturalnych, zwłaszcza skojarzonych, doskonalenie metod eksploatacji i organizacji, przy uwzględnieniu wymogów związanych z ochroną środowiska. Czynniki wymienione przez Autorów niniejszego artykułu wpływają na wybór technologii eksploatacji, która powinna uwzględniać w pełnym zakresie nie tylko bezpieczeństwo i efektywność produkcji, ale także maksymalne ograniczenia jej ujemnych skutków w odniesieniu do środowiska³.

Z tego powodu w przedsiębiorstwach górniczych tak istotne staje się rozwijanie systemów zarządzania środowiskowego (SZŚ). Ich podstawowym celem jest zapobieganie zanieczyszczeniom oraz utrzymanie zgodności systemu z Prawem ochrony środowiska i wymaganiami środowiskowymi. SZŚ jest wyodrębnioną częścią systemu zarządzania, której zadanie polega przede wszystkim na określeniu działań organizacji w kierunku ochrony środowiska. Koncepcja SZŚ powinna być oparta na modelu ciągłego doskonalenia, a organizacja stale powinna monitorować oraz kontrolować negatywne aspekty środowiskowe, w celu ograniczenia ich oddziaływania.

¹ Krause E., Krzemień K.: Methane Risk Assessment in Underground Mines by Means of a Survey by the Panel of Experts (SOPE), *Journal of Sustainable Mining*, vol. 13, No. 2, 2013.

² Krause E., Smoliński A.: Analysis and Assessment of Parameters Shaping Methane Hazard in Longwall Areas, *Journal of Sustainable Mining*, vol. 12, No. 1, 2013.

³ Dubiński J., Turek M.: Szanse rozwojowe przedsiębiorstw górniczych w innowacjach. *Polski Kongres Górniczy. Sesja 5 – Innowacyjne Górnictwo. Prace naukowe GIG-u, nr I*, 2007.

Jednym z kluczowych wymagań SZŚ jest bieżąca ocena działalności środowiskowej. Do tego celu proponuje się wykorzystać zastosowanie techniki oceny cyklu życia (LCA – Life Cycle Assessment), służącej do identyfikacji potencjalnych oddziaływań na środowisko w kopalniach oraz oceny aspektów środowiskowych ich funkcjonowania. Bazując na analizach LCA można określać zalecenia, co do dalszego doskonalenia zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwach.

Celem artykułu jest przedstawienie zastosowania techniki oceny cyklu życia LCA (Life Cycle Assessment) do wspomaganiania oraz doskonalenia Systemu Zarządzania Środowiskowego (SZŚ) w przedsiębiorstwach górniczych.

2. Nowe wytyczne w systemach zarządzania środowiskowego

Dbalność o jakość środowiska jest ważnym elementem marketingowym wielu organizacji, w tym również przedsiębiorstw branży górniczej. Dotychczas zrealizowano w nich wiele działań restrukturyzacyjnych, głównie związanych z obniżaniem kosztów wydobycia węgla oraz dostosowaniem zdolności wydobywczych do rzeczywistego zapotrzebowania rynku. Ważne były także działania związane z wdrażaniem koncepcji zrównoważonego rozwoju, co wiąże się z obniżeniem materiałochłonności, energochłonności produkcji oraz podnoszeniem efektywności wykorzystania zasobów⁴.

W dniu 15 września 2015 r. weszła w życie nowa, zrewidowana wersja normy ISO 14001:2015⁵. Konieczność uwzględniania przez przedsiębiorstwa nowych wyzwań oraz dostosowanie do wymogów i zmian zachodzących na rynku spowodowały wprowadzenie nowego standardu, który zastąpił dotychczasową normę ISO 14001:2004⁶. Celem wdrażania normy ISO 14001 jest wspomaganianie zarządzania ochroną środowiska, w sposób uwzględniający rzeczywistość społeczno-gospodarczą, ale także zasadę zrównoważonego rozwoju. Jednakże norma ta nie ustanawia konkretnych wymagań, dotyczących efektów działalności środowiskowej, zawiera tylko wytyczne, wskazujące przedsiębiorstwom dobre praktyki, związane z realizacją polityki środowiskowej, zapobieganiem zanieczyszczeniom oraz doskonaleniem systemu zarządzania środowiskowego (które zakłada przede wszystkim doskonalenie efektów działalności prośrodowiskowej).

⁴ Ogrodnik R.: Identyfikacja aspektów środowiskowych jako podstawa opracowania systemu zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwie górniczym. Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, Zakopane 2011.

⁵ ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use.

⁶ ISO 14001:2004 Environmental management systems — Requirements with guidance for use.

Istotnym krokiem do wdrażania i doskonalenia systemu zarządzania środowiskiem może być zastosowanie techniki oceny cyklu życia LCA. Zgodnie z wymogami nowej normy, ochrona środowiska może oznaczać przede wszystkim zrównoważone wykorzystanie zasobów, ochronę bioróżnorodności i ekosystemu lub działania na rzecz utrzymania czystości powietrza. Wszystkie te zadania wiążą się z oceną cyklu życia, która może służyć do oceny ilościowej zasobów naturalnych, w tym kopalnych i mineralnych, jak również oceny jakości ekosystemu i wpływu na zdrowie ludzkie. Proponuje się wykorzystanie tej techniki zarówno do oceny różnych kategorii wpływu na środowisko oraz kategorii szkód, jak i do optymalizowania działań w kierunku ochrony środowiska.

3. Zarządzanie środowiskiem w przedsiębiorstwach górniczych

W przypadku kopalń, podobnie jak w innych organizacjach, wdrożenie SZŚ powinno obejmować całą strukturę organizacyjną przedsiębiorstwa. Procedury środowiskowe określają zasady postępowania i odpowiedzialności w funkcjonowaniu kopalni. Stosowanie SZŚ w przedsiębiorstwie górniczym służy do zidentyfikowania wszystkich aspektów środowiskowych, w tym pozytywnych i negatywnych, jak również do oceny wpływu na środowisko oraz nadzorowania wymagań prawnych, związanych z wdrażaniem SZŚ. W celu właściwego wdrożenia, bardzo istotne jest zaangażowanie pracowników na wszystkich szczeblach zarządzania, a zidentyfikowanie znaczących aspektów środowiskowych powinno stanowić podstawę wdrażania.

Znaczącymi, negatywnymi aspektami środowiskowymi kopalń węgla kamiennego w Polsce są wody dołowe, odprowadzane na powierzchnię, odpady górnicze oraz emisja metanu do atmosfery^{7,8}. W związku z tym, SZŚ wdrażany w przedsiębiorstwach górniczych powinien być ukierunkowany na działania związane z:

- zapobieganiem powstawania odpadów niebezpiecznych,
- ograniczaniem ilości odpadów wydobywczych wraz ze zwiększaniem ich zagospodarowania w wyrobiskach podziemnych i na powierzchni,
- przywróceniem wartości użytkowej terenów zdegradowanych działalnością górniczą,
- zmniejszaniem oddziaływania ścieków na wody powierzchniowe,

⁷ Kugiel M.: Działania Kompanii Węglowej S.A. w zakresie ochrony środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem gospodarczego wykorzystania metanu. *Górnictwo i Geologia*, tom 5, 2010.

⁸ Sprawozdanie Zarządu z działalności grupy kapitałowej Lubelski Węgiel Bogdanka S.A. za okres od 1 stycznia 2010 roku do 31 grudnia 2010 roku, Bogdanka 2011.

- zmniejszaniem emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych, w tym ze zwiększaniem wykorzystania ujętego metanu,
- ograniczaniem zużycia energii.

Dotychczas brak jest metod oceny efektywności środowiskowej przedsiębiorstw górniczych, uwzględniających bezpośredni i pośredni wpływ na środowisko procesów produkcji górniczej. Prace dotyczące LCA technologii energetycznych wykorzystujących węgiel przedstawione w literaturze, traktują etap wydobywania węgla bardzo ogólnie, bez żadnych analiz dotyczących poszczególnych procesów produkcyjnych. W pracy Śliwińska i Burchart-Korol (2014)⁹ przedstawiono korzyści płynące z zastosowania techniki LCA do oceny efektywności środowiskowej kopalń. W pracy Burchart-Korol i in. (2014)¹⁰ pokazano algorytm służący do oceny wszystkich aspektów zrównoważonego rozwoju dla kopalni węgla kamiennego, natomiast w Czaplicka-Kolarz i in. (2015)¹¹ przedstawiono autorską metodę oceny efektywności procesów produkcji górniczej w kopalniach węgla kamiennego, która umożliwia zintegrowanie wyników oceny aspektów środowiskowych i ekonomicznych. Zastosowanie do tego celu techniki LCA może służyć do wspomagania zarządzania środowiskowego, ze szczególnym uwzględnieniem nowych wytycznych zmodyfikowanej normy ISO 14001:2015.

4. Zastosowanie techniki LCA do oceny przedsiębiorstwa górniczego

Zgodnie z wymaganiami normy ISO 14040:2006¹², ocena cyklu życia obejmuje cztery etapy:

- określenie celu i zakresu analizy,
- zbieranie i analiza zbioru danych wejściowych oraz wyjściowych,
- ocena wpływu według określonych kategorii,
- interpretacja wyników.

Każdy z wyżej wymienionych etapów oceny jest istotny i wpływa na wiarygodność uzyskanych wyników.

Celem analizy LCA może być ocena porównawcza kopalń lub też ocena poszczególnych procesów produkcji górniczej w samej kopalni. Zakres analiz LCA obejmuje wszystkie

⁹ Śliwińska A., Burchart-Korol D.: Korzyści z zastosowania metody oceny cyklu życia (LCA) do oceny środowiskowej kopalni węgla kamiennego. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, nr 6, 2014.

¹⁰ Burchart-Korol D., Krawczyk P., Czaplicka-Kolarz K., Turek M., Borkowski W.: Development of sustainability assessment method of coal mines. *Journal of Sustainable Mining*, 13(4), 2014, doi: 10.7424/jsm140402.

¹¹ Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Turek M., Borkowski W.: Eco-efficiency assessment model of production processes of mining, *Archives of Mining Sciences* 60 (2), 2015, doi: 10.1515/amsc-2015-00031.

¹² ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.

procesy, zawarte w granicy systemu kopalni – od pozyskania surowców, materiałów i energii, przez ich przetwarzanie, do wydobycia węgla o określonej wartości opałowej. Strukturę procesu produkcji górniczej określono jako *układ cząstkowych procesów, czynności i operacji technologicznych, realizowanych w określonym czasie, kolejności i przestrzeni, które są wykonywane przez zespoły ludzkie, przy użyciu określonych środków technicznych i mają na celu wyprodukowanie węgla handlowego o odpowiednich parametrach jakościowych*¹³. Główne procesy produkcji węgla kamiennego: przygotowawcze, podstawowe, pomocnicze oraz towarzyszące, jak również procesy jednostkowe, wchodzące w skład głównych procesów, są bardzo dokładnie scharakteryzowane.

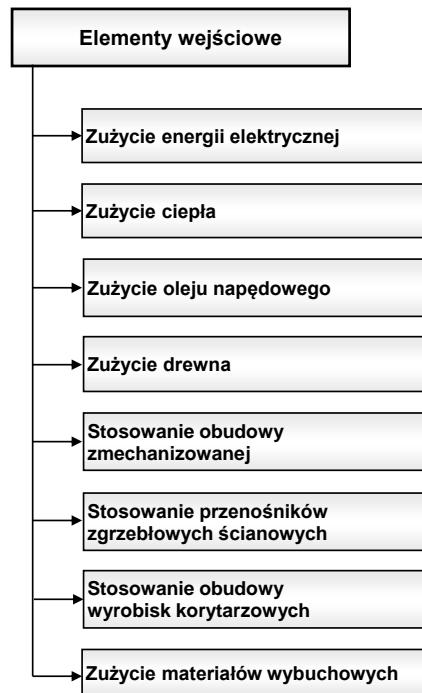
Drugi etap oceny cyklu życia – czyli inwentaryzacja danych w cyklu życia kopalni LCI (Life Cycle Inventory) – wymaga zidentyfikowania, agregacji i weryfikacji istotnych procesów jednostkowych w kopalniach węgla kamiennego oraz związanych z nimi danych wejściowych i wyjściowych. Jest to bardzo trudny i czasochłonny etap, który wymaga wiedzy specjalistów na temat samych procesów produkcyjnych i powiązań pomiędzy nimi, jak również wiedzy na temat zarządzania produkcją i logistyką.

Na podstawie bardzo szczegółowej analizy wszystkich procesów produkcyjnych, zidentyfikowanych w kopalniach węgla kamiennego, dla każdego z nich wytypowano istotne elementy wejściowe i wyjściowe, mające realny wpływ na środowisko, co przedstawiono na rys. 1 i 2. W tabelach 1-3 przedstawiono zidentyfikowane elementy wejściowe i wyjściowe, mające istotne znaczenie dla oceny środowiskowej w przypadku procesów produkcji górniczej.

Technika oceny cyklu życia pozwala na ocenę potencjalnego wpływu na środowisko elementów wejściowych i wyjściowych kopalni. Z kolei inwentaryzacja danych pozwala na ocenę wpływu zarówno bezpośrednich, jak i pośrednich elementów kopalni na obciążenie środowiska. Zastosowanie techniki LCA umożliwia uzyskanie kilkunastu wskaźników środowiskowych, a ich wybór jest zależny od celu analizy. Formuły stosowane do obliczania wskaźników oceny efektywności środowiskowej techniką LCA zostały przedstawione w pracy Czaplicka-Kolarz (2015)¹⁴. Uzyskanie konkretnej wartości poszczególnych wskaźników może być wykorzystywane, jak już wspomniano, do przeprowadzenia bądź oceny porównawczej kilku kopalń, bądź też do oceny poszczególnych procesów w samej kopalni.

¹³ Turek M.: System zarządzania kosztami w kopalni węgla kamiennego w cyklu istnienia wyrobiska wybierkowego. Wydawnictwo Difin S.A. Warszawa 2013.

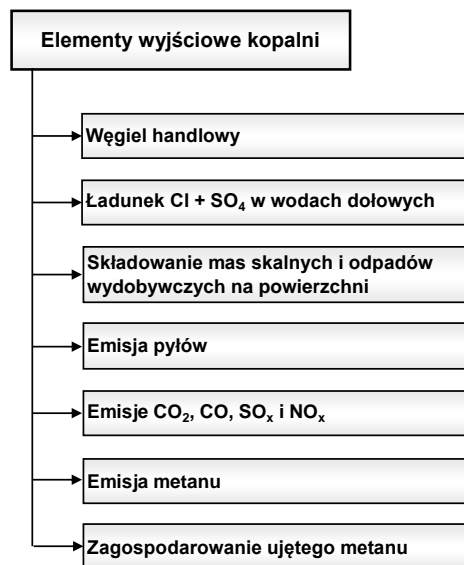
¹⁴ Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Turek M., Borkowski M.: Eco-efficiency assessment model of production processes of mining, Archives of Mining Sciences 60 (2), 2015, doi: 10.1515/amsc-2015-00031.



Rys. 1. Zidentyfikowane główne elementy wejściowe, wpływające na wynik oceny cyklu życia

Fig. 1. Identified main input elements influencing the results of life cycle assessment

Źródło: opracowanie własne.



Rys. 2. Zidentyfikowane główne elementy wyjściowe, wpływające na wynik oceny cyklu życia

Fig. 2. Identified main output elements influencing the results of life cycle assessment

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1

Elementy wejściowe i wyjściowe istotne dla oceny środowiskowej
w przypadku oceny procesów przygotowawczych produkcji górniczej

| Proces jednostkowy | Elementy | Wejścia | Wyjścia |
|---|--|---------|---------|
| I. Procesy przygotowawcze | | | |
| I.1. Udostępnienie złoża | | | |
| Głębianie szybu | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Zużycie materiałów wybuchowych | | |
| | Skala płonna | | |
| Drażenie wyrobisk za pomocą MW | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Zużycie materiałów wybuchowych | | |
| | Masa zastosowanej obudowy wyrobisk korytarzowych | | |
| | Skala płonna | | |
| I.2. Przygotowanie pokładu do eksploatacji | | | |
| Drażenie wyrobisk za pomocą kombajnu | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Zużycie materiałów wybuchowych | | |
| | Masa zastosowanej obudowy wyrobisk korytarzowych | | |
| | Skala płonna | | |
| | Urobek węglowy | | |
| Drażenie wyrobisk za pomocą MW | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Zużycie materiałów wybuchowych | | |
| | Masa zastosowanej obudowy wyrobisk korytarzowych | | |
| | Skala płonna | | |
| | Urobek węglowy | | |
| Utrzymanie i przebudowa wyrobisk | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Zużycie materiałów wybuchowych | | |
| | Masa zastosowanej obudowy wyrobisk korytarzowych | | |
| | Skala płonna | | |
| | Urobek węglowy | | |

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 2

Elementy wejściowe i wyjściowe istotne dla oceny środowiskowej
w przypadku oceny procesów podstawowych produkcji górniczej

| Proces jednostkowy | Elementy | Wejścia | Wyjścia |
|---|---|---------|---------|
| II. Procesy podstawowe | | | |
| II.1. Eksploatacja pokładu | | | |
| Zbrojenie ścian | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Masa zastosowanej obudowy zmechanizowanej | | |
| | Masa przenośnika zgrzeblowego ścianowego | | |
| | Zużycie materiałów wybuchowych | | |
| | Zużycie drewna | | |
| | Skąła płonna | | |
| | Urobek węglowy | | |
| Eksploatacja | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Zużycie materiałów wybuchowych | | |
| | Zużycie drewna | | |
| | Urobek węglowy | | |
| Likwidacja ścian i korytarzowych wyrębisk przyścianowych | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Zużycie materiałów wybuchowych | | |
| | Zużycie drewna | | |
| | Skąła płonna | | |
| | Urobek węglowy | | |
| II.2. Przeróbka mechaniczna | | | |
| Przeróbka mechaniczna węgla kamiennego | Urobek węglowy | | |
| | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Skąła płonna i odpady przerobcze | | |
| | Węgiel handlowy | | |
| Zwałowanie węgla i odpadów | Zużycie energii elektrycznej | | |

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3

Elementy wejściowe i wyjściowe istotne dla oceny środowiskowej
w przypadku oceny procesów pomocniczych produkcji górniczej

| Proces jednostkowy | Elementy | Wejścia | Wyjścia |
|--|---|---------|---------|
| III. Procesy pomocnicze | | | |
| III.1. Wentylacja | | | |
| Przewietrzanie wrobisk | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Emisja metanu do atmosfery | | |
| III.2. Zwalczanie zagrożeń naturalnych | | | |
| Zagrożenie metanowe | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Emisja metanu do atmosfery | | |
| III.3. Transport | | | |
| Główna i zbiorcza odstawa urobku | Zużycie energii elektrycznej | | |
| Transport ludzi maszyn, urządzeń i materiałów | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Zużycie oleju napędowego | | |
| III.4. Gospodarka elektroenergetyczna i cieplna | | | |
| | Zużycie ciepła – produkcja własna | | |
| | Zużycie ciepła – ze źródeł zewnętrznych | | |
| | Zużycie energii elektrycznej | | |
| III.5. Gospodarka sprężonym powietrzem | | | |
| Wytwarzanie i dostarczanie sprężonego powietrza | Zużycie energii elektrycznej | | |
| III.6. Odmetanowanie | | | |
| Odmetanowanie złoża | Zużycie energii elektrycznej | | |
| | Metan zagospodarowany | | |
| III.7. Gospodarka podsadzką | | | |
| Podsadzka hydrauliczna | Zużycie energii elektrycznej | | |
| Podsadzka sucha | Zużycie energii elektrycznej | | |
| III.8. Gospodarka warsztatowo-magazynowa | | | |
| Naprawy, remonty oraz składowanie maszyn | Zużycie energii elektrycznej | | |

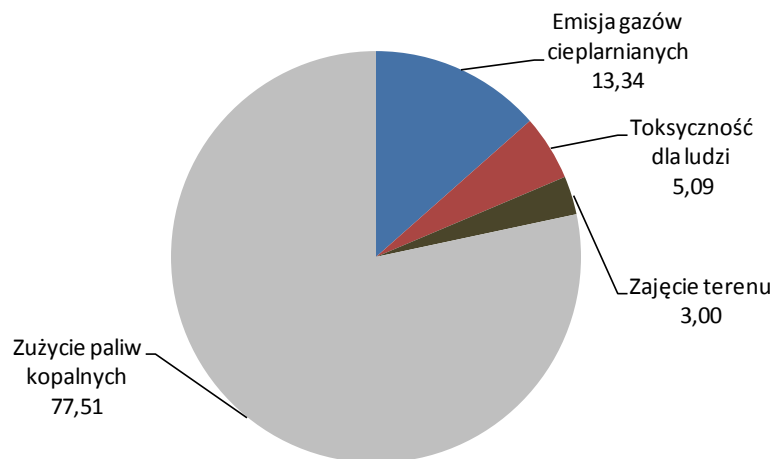
Źródło: opracowanie własne.

Ocena efektywności środowiskowej, uwzględniająca cykl życia (istnienia) wyrobisk wybierkowych, daje większe możliwości ograniczania oddziaływania na środowisko przez racjonalną gospodarkę materiałami i energią. Na podstawie zinwentaryzowanych danych wejściowych i wyjściowych dotyczących poszczególnych procesów istnieje możliwość oceny wpływu tych elementów na środowisko. Dzięki temu informację tę można wykorzystać do wspomaganiania systemu zarządzania środowiskowego, określenia dodatkowych aspektów środowiskowych i dokładnej identyfikacji nie tylko elementów wejściowych czy wyjściowych, ale również do tego, który proces produkcyjnym powoduje największe obciążenia wynikające ze zużycia poszczególnych surowców lub energii. Algorytm obliczania wskaźników LCA dla poszczególnych danych wejściowych i wyjściowych kopalni, w tym również dla procesów technologicznych, przedstawiono w pracy Burchart-Korol (2014)¹⁵. W wyniku analizy LCA można uzyskać wskaźniki środowiskowe dla różnych kategorii wpływu na środowisko, w tym między innymi takich, jak:

- emisja gazów cieplarnianych,
- zakwaszenie lądowe,
- zajęcie terenu,
- toksyczność dla ludzi,
- ekotoksyczność,
- przekształcenie terenów naturalnych,
- zużycie minerałów,
- emisja pyłów,
- zużycie paliw kopalnych,
- zubożenie warstwy ozonowej.

Na rys. 3 przedstawiono główne kategorie wpływu na środowisko, określone zgodnie z techniką LCA, dla przykładowej kopalni węgla kamiennego, których udział stanowi 98,94%. Pozostałe kategorie wpływu na środowisko stanowią tylko 1,06% i nie są uwzględniane, ponieważ nawet ich znacząca redukcja nie przyniesie istotnej poprawy w oddziaływaniach na środowisko.

¹⁵ Burchart-Korol D., Krawczyk P., Czaplicka-Kolarz K., Turek M., Borkowski W.: Development of sustainability assessment method of coal mines. *Journal of Sustainable Mining*, 13(4), 2014, doi: 10.7424/jsm140402.



Rys. 3. Procentowy udział głównych kategorii wpływu w ocenie LCA kopalni węgla kamiennego
Fig. 3. The share of the main environmental impact categories in the LCA of coal mine

Źródło: opracowanie własne.

Zastosowanie LCA do oceny środowiskowej umożliwiło dokładną ocenę wpływu na środowisko, oprócz bezpośrednio oddziałujących czynników, także te, które pośrednio są związane z zastosowanymi surowcami oraz ze zużyciem energii cieplnej i elektrycznej.

5. Podsumowanie

Zaprezentowana w artykule problematyka wdrażania i doskonalenia zarządzania środowiskiem w przedsiębiorstwach górniczych, dzięki wykorzystaniu techniki LCA, uzasadnia stosowanie nowych metod w celu dokonania oceny i optymalizacji działań związanych z ograniczaniem niekorzystnego wpływu poszczególnych procesów produkcyjnych kopalni na środowisko.

Zastosowanie oceny cyklu życia pozwala na pełną inwentaryzację danych oraz uzyskanie liczbowych wskaźników oceny środowiskowej, zarówno dla całej kopalni lub grupy kopalń, jak i dla jednostkowych procesów produkcji górniczej, dzięki czemu jest możliwe bieżące monitorowanie efektywności środowiskowej przedsiębiorstwa górniczego oraz wspomaganie podejmowania decyzji w zarządzaniu środowiskowym.

Technika LCA służy do zbierania i oceny aspektów środowiskowych w całym cyklu życia produktu, dzięki czemu może być wykorzystana do optymalizacji zadań związanych z ograniczeniem wpływu procesów na środowisko w przedsiębiorstwach górniczych. Wyniki oceny LCA pomagają również formułować zalecenia służące doskonaleniu zarządzania środowiskiem w przedsiębiorstwie. Zastosowanie techniki oceny cyklu życia może stać się

pierwszym krokiem nie tylko do wdrażania systemu zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwach górniczych, ale również do ciągłego doskonalenia jego funkcjonowania.

Publikacja została opracowana na podstawie rezultatów projektów: „Opracowanie systemu ekspertowego do oceny efektywności środowiskowej, ekonomicznej i społecznej kopalń węgla kamiennego w Polsce” , finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach Programu Badań Stosowanych oraz „Opracowanie modelu oceny efektywności technologii zrównoważonego rozwoju”, finansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.

Bibliografia

1. Burchart-Korol D., Krawczyk P., Czaplicka-Kolarz K., Turek M., Borkowski W.: Development of sustainability assessment method of coal mines. *Journal of Sustainable Mining*, 13(4), 2014, doi: 10.7424/jsm140402.
2. Czaplicka-Kolarz K., Burchart-Korol D., Turek M., Borkowski M.: Eco-efficiency assessment model of production processes of mining, *Archives of Mining Sciences* 60 (2), 2015, doi: 10.1515/amsc-2015-00031.
3. Dubiński J., Turek M.: Szanse rozwojowe przedsiębiorstw górniczych w innowacjach. *Polski Kongres Górniczy. Sesja 5 Innowacyjne Górnictwo. Prace naukowe GIG-u nr I*, 2007.
4. ISO 14001:2004 Environmental management systems – Requirements with guidance for use.
5. ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use.
6. ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework.
7. Krause E., Krzemień K.: Methane Risk Assessment in Underground Mines by Means of a Survey by the Panel of Experts (SOPE), *Journal of Sustainable Mining*. Vol.13, No. 2, 2013.
8. Krause E., Smoliński A.: Analysis and Assessment of Parameters Shaping Methane Hazard in Longwall Areas, *Journal of Sustainable Mining*, Vol. 12, No. 1, 2013.
9. Kugiel M.: Działania Kompanii Węglowej S.A. w zakresie ochrony środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem gospodarczego wykorzystania metanu. *Górnictwo i Geologia*, tom 5, 2010.

10. Ogrodnik R.: Identyfikacja aspektów środowiskowych jako podstawa opracowania systemu zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwie górniczym. Konferencja Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji, Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją Zakopane 2011.
11. Śliwińska A., Burchart-Korol D.: Korzyści z zastosowania metody oceny cyklu życia (LCA) do oceny środowiskowej kopalni węgla kamiennego. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, nr 6, 2014.
12. Sprawozdanie Zarządu z działalności grupy kapitałowej Lubelski Węgiel Bogdanka S.A. za okres od 1 stycznia 2010 roku do 31 grudnia 2010 roku, Bogdanka 2011.
13. Turek M.: System zarządzania kosztami w kopalni węgla kamiennego w cyklu istnienia wyrobiska wybierkowego. Wydawnictwo Difin S.A. Warszawa 2013.

Abstract

The paper presented application of life cycle assessment for implementing and improving environmental management in mining enterprises. It was shown the use of new method to evaluate and optimize the activities related to the reduction of the environmental impact of mining production processes.

The use of life cycle assessment allows to inventory of data and obtain numerical indicators of the environmental assessment, both for the mines as well as for individual mining production processes. Application of LCA allows monitoring of the environmental performance of the mining company and decision support in environmental management. LCA technique is used to collect and evaluate the environmental aspects throughout the product life cycle, so it can be used to optimize the tasks relating to the reduction of the environmental impact of mining enterprises. The evaluation results of LCA also help formulate recommendations for the improvement of environmental management in the enterprise. Application of life cycle assessment could be a first step not only to implement an Environmental Management System (EMS) in mining enterprises, but also continuous improvement of EMS.