



Wpływ obiektu górniczego na środowisko na przykładzie Kopalni Węgla Kamiennego LW Bogdanka (Polska)

Monika PIECH¹⁾, Wiktoria SOBCZYK²⁾

¹⁾ M.Sc.Eng.; AGH University of Krakow, Faculty of Drilling, Oil and Gas, Krakow, Poland, piech@agh.edu.pl; ORCID 0000-0001-7742-6892

²⁾ Professor Ph.D. D.Sc. Eng.; AGH University of Krakow, Faculty of Energy and Fuels, Dept. of Fuel Technology, Krakow, Poland; ORCID 0000-0003-2082-9644; email: sobczyk@agh.edu.pl

<http://doi.org/10.29227/IM-2023-01-19>

Submission date: 10-02-2023 | Review date: 16-03-2023

Abstrakt

Podstawowym kryterium właściwego funkcjonowania obiektów przemysłowych jest utrzymanie równowagi w środowisku przyrodniczym. Działalność górnicza zawsze oddziałuje negatywnie na elementy środowiska: na litosferę, hydrosferę, atmosferę i biosferę. Zdarza się, że obszary górnicze sąsiadują z terenami chronionymi i przyrodniczo cennymi. Wydobywanie węgla kamiennego wywołuje długotrwałe i często nieodwracalne zmiany w przyrodzie. Dlatego tak ważne jest prowadzenie konsekwentnej rekultywacji terenów zdegradowanych. Podejmując działalność górniczą, przedsiębiorstwa zobowiązane są do zidentyfikowania i opisanego przewidywanych wpływów na środowisko przyrodnicze. Ocena oddziaływania na środowisko powinna zawierać dane na temat wpływu na glebę, powietrze, wodę, krajobraz i na człowieka.

W artykule przeprowadzono ocenę wpływu oddziaływania eksploatacji złóż węgla kamiennego na środowisko przyrodnicze z wykorzystaniem wielokryterialnej metody AHP i macierzy Leopolda. Stwierdzono znaczące oddziaływanie analizowanych wpływów w przypadku zajęcia powierzchni, składowania odpadów i działań rekultywacyjnych. Natomiast nie odnotowano negatywnego wpływu kopalni węgla kamiennego na obszary chronione, co jest następstwem długofalowych działań proekologicznych zakładu.

Słowa kluczowe: węgiel kamienny, LW „Bogdanka”, oddziaływanie na środowisko, macierz Leopolda

1. Wstęp

Środowisko przyrodnicze obejmuje zewnętrzną część skorupy ziemskiej, część atmosfery, hydrosferę, świat roślinny i zwierzęcy. Środowisko jest przekształcane przez człowieka poprzez działalność gospodarczą, przemysłową i bytową. Działalność górnicza powoduje przekształcenia w środowisku, które określane są mianem szkód górniczych. Na negatywne zmiany najbardziej narażone są litosfera i hydrosfera [Kozioł et al., 2011]. Górnictwo oddziałuje na elementy środowiska w sposób bezpośredni i pośredni. Wpływ bezpośredni to zajmowanie terenów rolnych, leśnych i rekreacyjnych pod zakłady górnicze i składowiska odpadów. Oddziaływanie pośrednie to szeroko rozumiane wpływy eksploatacji górniczej, w tym przekształcenia geomechaniczne, degradacja gleb, zanieczyszczenia wód i atmosfery. Ocena oddziaływania górnictwa na środowisko powinna zawierać dane na temat wpływu na człowieka, faunę i florę, powietrze, wodę, glebę i na krajobraz. Po zakończeniu procesu eksploatacji złóż na zakładach górniczych ciąży obowiązek rekultywacji terenów zdegradowanych [Sobczyk, 2007].

Kopalnia „Bogdanka” jest położona w Centralnym Regionie Węglowym (CRW), w północno-wschodniej, najlepiej rozpoznanej części Lubelskiego Zagłębia Węglowego (fig. 1). Pod względem geograficznym Centralny Okręg Węglowy leży w granicach Polesia Lubelskiego, a tylko niewielkie jego fragmenty przechodzą na Wyżynę Lubelską. Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA jest jedyną kopalnią eksploatującą węgiel kamienny w Lubelskim Zagłębiu Węglowym.

Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA jest jednym z liderów rynku producentów węgla kamiennego w Polsce (fig. 2). Sprzedawany przez Spółkę węgiel kamienny energetycz-

ny stosowany jest przede wszystkim do produkcji energii elektrycznej, ciepłej. Odbiorcami Spółki są w głównej mierze firmy przemysłowe, przede wszystkim podmioty prowadzące działalność w branży elektroenergetycznej, zlokalizowane we wschodniej i północno-wschodniej Polsce. Kopalnia Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA prowadzi eksploatację w granicach obszaru górniczego „Puchaczów V” o powierzchni około 73 km². W obszarze tym spośród 18 bilansowych pokładów węgla kamiennego, znajdujących się pod nadkładem od 650 m do 730 m, do eksploatacji wytypowano 8 pokładów o zasobach przemysłowych. Kopalnia posiada koncesję na eksploatację czterech pokładów oznaczonych numerami: 382, 385/2, 389 i 391. Aktualnie eksploatacja prowadzona jest w pokładach 385/2, 389 i 391 [https://www.lw.com.pl].

Głównym celem pracy było dokonanie oceny wpływu wydobywania węgla kamiennego na przykładzie kopalni LW „Bogdanka” na środowisko przyrodnicze. W tym celu wykorzystano wielokryterialną metodę AHP i macierz Leopolda. Celem metody AHP było wyłonienie elementów środowiska, na które w największym stopniu oddziałuje górnictwo węgla kamiennego. Prawdą jest, iż eksploatacja węgla kamiennego w negatywny sposób wpływa na środowisko przyrodnicze, jednak nie należy zapominać o potencjalnych korzyściach jakie przynosi działalność górnicza, pod warunkiem że wydobywanie jest w sposób zoptymalizowany, a tereny zdegradowane poddawane są efektywnej rekultywacji.

2. Obiekty ochrony przyrody

Infrastruktura kopalni oraz obszary górnicze Puchaczów V i Stręczyn oraz obszar górniczy Cyców otoczone są tere-

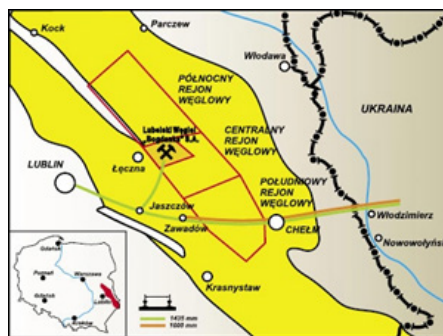


Fig. 1. Lokalizacja Lubelskiego Zagłębia Węglowego (fot. Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA)

Fig. 1. Location of the Lublin Coal Basin (photo LW „Bogdanka” SA)



Fig. 2. Hałdy węglowe Kopalni LW Bogdanka (fot. Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA)

Fig. 2. Coal heaps of the LW Bogdanka Mine (photo Lubelski Węgiel „Bogdanka” SA)

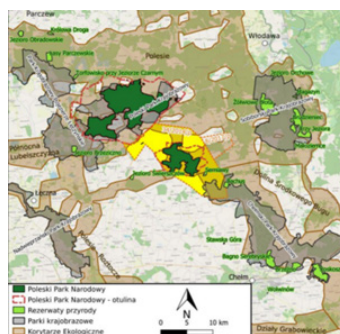


Fig. 3. Obiekty ochrony przyrody w regionie LW „Bogdanka” (opracowanie własne na podstawie Chibowski, Dzierża, Kozub, 2021)

Fig. 3. Nature protection facilities in the area of LW "Bogdanka" (based on Chibowski, Dzierża, Kozub, 2021)

nami chronionymi. W najbliższym sąsiedztwie zlokalizowane są: Poleski Park Narodowy, Park Krajobrazowy Pojezierze Łęczyńskie, Chełmski Obszar Chronionego Krajobrazu (fig. 3). Obszar górniczy Ludwin w części wschodniej obejmuje swoim zasięgiem znaczne połacie Parku Krajobrazowego Pojezierze Łęczyńskie. W jego też granicach znajduje się również rezerwat Brzeziczno wraz z wydzielonym Obszarem Natura 2000. Połączone obszary górnicze w części centralnej i wschodniej obejmują swoim zasięgiem niewielkie połacie otuliny wspomnianego parku krajobrazowego, która na tym obszarze została włączona do obszaru Natura 2000 – „Jeziora Uściwierskie” (KOD PLH 060009). Rejon ten wchodzi również w skład obszaru „Międzynarodowy Rezerwat Biosfery – Polesie Zachodnie”. Od strony wschodniej zlokalizowany jest Poleski Obszar Chronionego Krajobrazu, a od południowego wschodu – Chełmski Obszar Chronionego Krajobrazu [Chibowski, Dzierża & Kozub, 2021]. Wpływ działalności kopalni LW Bogdanka na obiekty ochrony przyrody zostaną omówione w części badawczej.

3. Metodyka pracy

Ocenę oddziaływania eksploatacji kopalni węgla kamiennego na środowisko przeprowadzono w wykorzystaniem połączenia wielokryterialnej metody AHP i macierzy Leopolda. Stosując metodę AHP, uzyskano wielkości oznaczające wagi (priorytety) poszczególnych czynników w realizacji celu.

Do oceny oddziaływań kopalni wykorzystano metodę AHP oraz metodę macierzą Leopolda. Metoda AHP polega na porównaniu wpływu kopalni na elementy środowiska, które udało się zidentyfikować [Saaty, 2004; Biedrawa & Sobczyk W., 2010; Giang Huang, 2014] Tymi atrybutami są: litosfera, hydrosfera, atmosfera, antroposfera, biosfera, estetyka krajobrazu. Atrybuty są porównywane parami pod kątem wpływu, jaki wywiera na nie działalność kopalni węgla. Presja określana jest cyfrowo od 1 do 9. Na podstawie tej wartości obliczone zostały wagi, które zostaną użyte w macierzy Leopolda.

Macierz Leopolda jest ilościowym sposobem analizy wpływu na środowisko badanej KWK „Lubelski Węgiel”. Jest to sposób na identyfikację i ilościowe określenie wielkości

Tab. 1. Macierz Leopolda dla LW Bogdanka

Tab. 1. Leopold matrix for LW Bogdanka

Działania/elementy środowiska	waga	Zajęcie powierzchni	Składowanie odpadów	Infrastruktura zakładu górniczego	Szczerpywanie zasobów	Deforestacja	Hałas	Wibracje
litosfera	0,33	5,00/1,65	5,00/1,65	4,00/1,32	5,00/1,65	4,00/1,32	0,00	0,00
hydrosfera	0,31	4,00/1,24	3,00/0,93	3,00/0,93	3,00/0,93	2,00/0,62	0,00	0,00
atmosfera	0,13	3,00/0,39	3,00/0,39	3,00/0,39	0,00	3,00/0,39	0,00	0,00
antroposfera	0,04	4,00/0,16	3,00/0,12	3,00/0,12	3,00/0,12	4,00/0,16	3,00/0,12	4,00/0,16
biosfera	0,11	4,00/0,44	4,00/0,44	4,00/0,44	3,00/0,33	4,00/0,44	3,00/0,33	2,00/0,22
estetyka krajobrazu	0,08	5,00/0,4	4,00/0,32	5,00/0,4	4,00/0,32	5,00/0,4	0,00	0,00
suma	1,00	4,28	3,85	3,6	3,35	3,33	0,45	0,38

Działania/elementy środowiska	waga	Odór odpadów górniczych	Wody w procesie przerobczym	Działania rekultywacyjne	Transport kopaliny	Deformacja powierzchni ziemi	Emisja pyłów i gazów	suma
litosfera	0,33	0,00	3,00/0,99	5,00/1,65	4,00/1,32	5,00/1,65	1,00/0,33	13,53
hydrosfera	0,31	0,00	4,00/1,24	3,00/0,93	1,00/0,31	3,00/0,93	1,00/0,31	8,06
atmosfera	0,13	1,00/0,13	0,00	1,00/0,13	3,00/0,39	0,00	3,00/0,39	2,21
antroposfera	0,04	2,00/0,08	1,00/0,04	5,00/0,2	3,00/0,12	2,00/0,08	2,00/0,08	1,48
biosfera	0,11	1,00/0,11	2,00/0,22	4,00/0,44	4,00/0,44	3,00/0,33	2,00/0,22	4,18
estetyka krajobrazu	0,08	0,00	0,00	5,00/0,4	4,00/0,32	4,00/0,32	0,00	2,88
suma	1,00	0,32	2,49	3,75	2,9	3,31	1,33	32,34

presji wywieranej przez różne elementy środowiska (litosfera, hydrosfera, atmosfera, antroposfera, biosfera i estetyka krajobrazu), wynikające z różnych działań (lub czynników) związanych z działalnością kopalni węgla. Raport skupia się na 13 rodzajach presji, które są spowodowane działalnością kopalni węgla: zajęcie powierzchni, składowanie odpadów, infrastruktura zakładu górniczego, szczypanie zasobów, deforestacja, hałas, wibracje, odór odpadów górniczych, wody w procesie przerobczym, działania rekultywacyjne, transport kopaliny, deformacja powierzchni ziemi, emisja pyłów i gazów. W uproszczonej formie macierzy Leopolda, tzn. macierzy oddziaływań, poddano analizie wyszczególnione elementy środowiska. Oceniono podatność elementów środowiska na wymienione wcześniej zagrożenia. Siłę wpływu wyceniono w skali od 0 do 5 punktów, gdzie 0 oznaczało brak oddziaływania, a 5 oddziaływanie bardzo silne [Sobczyk W., Kowalska & Sobczyk, E.J., 2014]. Zastosowana metoda umożliwiła identyfikację oddziaływań, które mają wpływ na komponenty środowiska, a jednocześnie pozwoliła kwantyfikować siłę tego wpływu. W wyniku pomnożenia sił oddziaływań przez wagi poszczególnych elementów środowiska oraz kolejno zsumowania wszystkich oddziaływań, uzyskano zagregowaną wartość siły oddziaływania obiektu na środowisko.

4. Wyniki przeprowadzonej analizy

Oddziaływanie analizowanych wpływów na elementy środowiska (fig. 4) jest znaczące w przypadku zajęcia powierzchni (4,28), składowania odpadów (3,85) i działań rekultywacyjnych (3,75). Najślabsze oddziaływanie stwierdzono w przypadku hałasu (0,45), wibracji (0,38) oraz emisji pyłów

i gazów. Składowisko skały płonnej jest źródłem zjawiska pylenia, ale wyłącznie podczas wietrznych dni. Pozostałe działania wykazywały średnie oddziaływanie.

Wpływ wydobywania węgla kamiennego na litosferę (13,53) odzwierciedla się w postaci szczypania zasobów, deforestację niezbędną do rozbudowy infrastruktury zakładu górniczego (zakład przeróbki węgla), a także składowiska skały płonnej oraz składowania odpadów górniczych (tab. 1). Wymienione wyżej czynniki znajdują odzwierciedlenie w zmianie formy terenu. Oddziaływanie hałasu (0,45), wibracji (0,38) oraz odoru z odpadów górniczych (0,32) na antroposferę (1,48) jest niewielkie. Nie stanowią one istotnego zagrożenia ze względu na lokalizację kopalni i składowiska odpadów na terenach o znikomym stopniu zabudowy mieszkalnej. Pozostałe rozważane wpływy, jak emisja pyłów i gazów (1,33) oraz transport kopaliny (2,9), oddziałują na atmosferę. Emitorem jest obiekt unieszkodliwiania odpadów wydobywczych w Bogdancie, który może być źródłem pylenia w czasie suchych i wietrznych dni. Emisja do powietrza pochodzi również ze spalania paliw w silnikach spalinowych wykorzystywanych w kopalni, procesów spawania oraz wymiany czynnika chłodniczego w urządzeniach klimatyzacyjnych.

Z wyodrębnionych sześciu grup kryteriów najbardziej podatna na oddziaływanie eksploatacji węgla kamiennego w analizowanym obszarze okazała się litosfera (13,53), a następnie hydrosfera (8,06) (fig. 5). W przypadku Kopalni „Bogdanka” oddziaływanie na hydrosferę wiąże się z drenażem wód głębszych w ilości niezbędnej do prawidłowego funkcjonowania kopalni. Średnia roczna ilość wypompowanych wód z odwodnienia Kopalni Lubelski Węgiel „Bogdan-

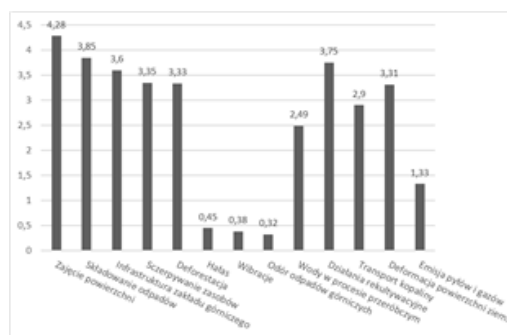


Fig. 4. Intensywność oddziaływania zdiagnozowanych rodzajów wpływów na elementy środowiska
 Fig. 4. The intensity of the impact of the diagnosed types of impact on the elements of the environment

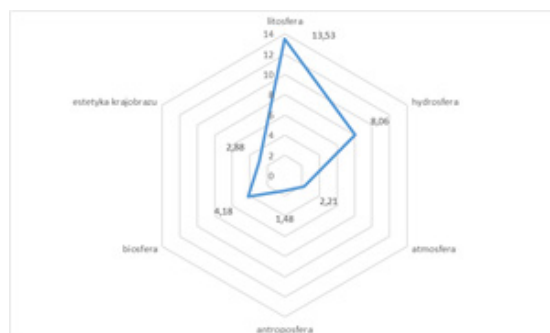


Fig. 5. Róża wiatrów. Ocena oddziaływania obiektu na poszczególne elementy środowiska
 Fig. 5. Wind rose. Evaluation of the impact of the facility on individual elements of the environment

ka” SA wynosi około 24140 m³/dobę, mineralizacja łączna średnio ok. 1700 mg/dm³, przy zawartości jonów Cl⁻ i SO₄²⁻ około 1000 mg/dm³. Zawartość jonów Cl⁻ i SO₄²⁻ kwalifikuje wody dołowe do II grupy – wód przemysłowych (wg podziału GIG) [Mirkowski & Badera, 2015]. Poprzez m.in. deforestację i składowanie odpadów odnotowano znaczące oddziaływanie na biosferę (4,18) oraz estetykę krajobrazu (2,88). Zmiany związane z deformacją powierzchni i rozbudową infrastruktury górniczej również wpływają na estetykę krajobrazu. Niemniej prowadzone działania rekultywacyjne przyczyniają się do poprawy krajobrazu. Pozostałe rozważane elementy, jak emisja pyłów i gazów, spaliny pochodzące z transportu węgla kamiennego, wpływają negatywnie na atmosferę (2,21).

5. Conclusions

Ocena oddziaływania Kopalni Węgla Kamiennego LW „Bogdanka” wykazuje, że najbardziej podatnym na zmiany elementem środowiska jest litosfera. Silna presja obserwowana jest w hydrosferze, głównie w wodach głębinnych. Powstawanie szkód górniczych wokół kopalni spowodowane jest wydobywaniem węgla metodą z zawałem. Szkody te uwiadcniają się w postaci osiadania terenu i podsiąkaniu wód gruntowych.

Zmiany w atmosferze związane są głównie z emisją pyłów i gazów oraz transportem węgla kamiennego. Źródłem emisji zanieczyszczeń do atmosfery jest zwałowisko odpadów (hałda), a także składowiska węgla, punkty załadunku węgla oraz zakład przeróbki węgla. Składowisko skały płonnej powodu-

je nieznaczne pylenie, które nasila się tylko w czasie suchych dni. Jest to zjawisko bardzo zmienne, zależne od warunków atmosferycznych (silne wiatry), a jego zasięg może sięgać do kilkudziesięciu metrów. Pylenie likwiduje się poprzez zraszanie hałdy i jej bieżącą rekultywację.

Odnotowano znaczące zmiany w biosferze i w estetyce krajobrazu, które spowodowane są deformacją powierzchni, składowiskami odpadów (hałda) i deforestacją terenu, niezbędną do rozbudowy infrastruktury górniczej, m.in. zakładu przeróbki mechanicznej węgla kamiennego. W działalności kopalni węgla kamiennego obserwuje się niewielkie zmiany w antroposferze, gdyż kopalnia ulokowana jest na terenach oddalonych od zabudowy mieszkalnej.

Wpływ kopalni węgla kamiennego na obszary chronione jest niewielki. Jest to efekt długofalowych działań proekologicznych zakładu, wdrożenia Zintegrowanego Systemu Zarządzania Jakością Środowiskiem i bhp, zgodnie z wymaganiami norm stanowiących fundament systemu ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 oraz ISO 45001:2018, jak również bieżącej działalności operacyjnej, minimalizującej wpływ zakładu na środowisko [GIG, 2004]. Na Obszarze Górniczym „Puchaczów V” powstały dwa duże zalewiska poeksploatacyjne: na północ od szybów głównych Pola Bogdanka na powierzchni około 100 ha oraz w rejonie Pola Nadrybie około 30 ha. Zalewisko w rejonie Nadrybia zostało ujęte w sieć „Natura 2000” [Łyszczarz, 2005]. Podsumowując, należy stwierdzić, że wpływ działalności kopalni węgla kamiennego LW Bogdanka na środowisko przyrodnicze jest relatywnie niewielki.

Literatura – References

1. Koziół, W. et al. (2011). Zastosowanie analitycznego procesu hierarchicznego (AHP) do wielokryterialnej oceny innowacyjności technologii zagospodarowania odpadów z górnictwa kamiennego. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 13, 1619-1634.
2. Sobczyk, W. (2007). Badania opinii respondentów na temat uciążliwości środowiskowej górnictwa węgla kamiennego. *Górnictwo i Geoinżynieria*, 31 (3/1), 497-506.
3. <https://www.lw.com.pl/pl,2,s17,ekologia.html>; dostęp 29.01.2023.
4. Chibowski, P., Dzierża, P. & Kozub, Ł. (2021). Ocena potencjalnych skutków przyrodniczych planowanej eksploatacji węgla kamiennego ze złoża Sawin w rejonie Poleskiego Parku Narodowego. *Centrum Ochrony Mokradeł*, 10.
5. Kubicz, J., Hämmerling, M. & Walczak, N. (2016). Porównanie oddziaływania na środowisko różnych metod technologii unieszkodliwiania odpadów wydobywczych z wykorzystaniem metody AHP. *Inżynieria Ekologiczna*, 47, 131-136.
6. Saaty, T.L. (2004). Decision making the analytic hierarchy and network processes (AHP/ANP). *J. Syst. Sci. Syst. Eng.* 13 (1).
7. Biedrawa, A. & Sobczyk, W. (2010). AHP - Komputerowe wspomaganie podejmowania złożonych decyzji. *Rocznik Naukowy Edukacja - Technika – Informatyka*, 1 (1), 285-291.
8. Giang Huong, N. (2014). The analytic hierarchy process: a mathematical model for decision making problems. Independent Study Thesis. The College of Wooster, 132.
9. Bascetin, A. (2009). The study of decision making tools for equipment selection in mining engineering operations. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, 25 (3), 37-56.
10. Sobczyk, W., Kowalska, A. & Sobczyk, E.J. (2014). The use of AHP multi-criteria method and Leopold matrix to assess the impact of gravel and sand pits on the environment of the Jasiolka Valley. *Mineral Resources Management* 30 (2), 157-72.
11. Mirkowski, Z. & Badera, J. (2015). Odpady górnictwa węgla kamiennego, zagrożenia i ochrona środowiska w Raport z monitoringu zagospodarowania odpadów wydobywczych, Towarzystwo dla natury i człowieka, Lublin.
12. GIG Główny Instytut Górnictwa (2004). Monitoring własności fizykochemicznych odpadów - karbońskich skał płonnych z Kopalni Węgla Kamiennego „Bogdanka” SA w Bogdanie. Dokumentacja, Pomiar. Lublin.
13. Łyszczarz, L. (2005). Działalność Lubelskiego Węgla „Bogdanka” SA w zakresie ochrony środowiska. *Wiadomości Górnicze*, 56 (3), 137-145.

Impact of a Mining Facility on the Environment, on the Example of the Hard Coal Mine LW Bogdanka (Poland)

The basic criterion for the proper functioning of industrial facilities is to maintain balance in the natural environment. Mining activity always has a negative impact on the elements of the environment: the lithosphere, hydrosphere, atmosphere and biosphere. It happens that mining areas are adjacent to protected and environmentally valuable areas. Hard coal mining causes long-term and often irreversible changes in nature. That is why it is so important to conduct consistent reclamation of degraded areas. When undertaking mining activities, companies are required to identify and describe the anticipated impacts on the natural environment. The environmental impact assessment should include data on the impact on soil, air, water, landscape and humans.

The article evaluates the impact of hard coal mining on the natural environment using the multi-criteria AHP method and the Leopold matrix. A significant impact of the analyzed impacts was found in the case of occupation, landfill and reclamation activities. On the other hand, no negative impact of the hard coal mine on protected areas was recorded, which is a consequence of the plant's long-term pro-ecological activities.

Keywords: *hard coal, LW "Bogdanka", impact on the environment, Leopold matrix*