

Krzysztof Boroń\*, Sławomir Klatka\*, Marek Ryczek\*,  
Tadeusz Koperski\*\*, Barbara Lech\*\*

## ODCZYŃ I PRZEWODNICTWO ELEKTROLITYCZNE WYBRANYCH MATERIAŁÓW POWĘGLOWYCH STOSOWANYCH W REKULTYWACJI

### REACTION AND ELECTROLYTIC CONDUCTIVITY OF CHOSEN COAL MINE WASTE USED IN LAND RECLAMATION

**Słowa kluczowe:** odpady powęglowe, rekultywacja biologiczna.

**Key words:** mine wastes, land reclamation.

*Among many methods of management of wastes, the most efficient one is their use. Such wastes instead of to be stored in special heap, can be use in civil engineering and in land reclamation. The example of coal mine wastes used in land reclamation are wastes from the Szczygłowice Hard Coal Mine in Knurów and Carbohumus and Geodex-bio produced based upon technologies worked out by Stock Company Haldex. The results of reaction and electrolytic conductivity of examined material measurements taking into account possibility of their use in land reclamation were presented in the work. The results show that examined wastes are characterized by optimal reaction for plants. Determined values of electrolytic conductivity for Carbohumus and Geodex-bio exceeded the ones taken as hazard for not irrigated soils after Nowosielski [1974]. Raised salinity is connected with origin of material and its chemical and mineralogical compound. The analysis of obtained results allows to state, that they can be suitable diagnostic properties facilitating selection of proper species for biological land reclamation. Taking into account raised salinity of examined material, using of it in land reclamation should be followed by application of various methods for substratum improvement.*

---

\* Prof. dr hab. Krzysztof Boroń, dr inż. Sławomir Klatka i dr inż. Marek Ryczek – Katedra Rekultywacji Gleb i Ochrony Torfowisk, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie im. H. Kołłątaja, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków; tel.: 12 662 40 15; e-mail: rmboron@cyf-kr.edu.pl

\*\* Mgr inż. Tadeusz Koperski, mgr Barbara Lech – HALDEX Spółka Akcyjna, pl. Grunwaldzki 8-10, 40-951 Katowice; tel.: 32 786 95 52.

## 1. WPROWADZENIE

Koncentracja przemysłu wydobywczego na Górnym Śląsku oraz to, że węgiel kamienny stanowi podstawowe paliwo energetyczne w kraju sprawia, że ilość odpadów wytwarzanych przez sektor wydobywczy będzie nadal głównym i dominującym strumieniem odpadów przemysłowych w tym regionie [Boroń, Klatka 1999, Boroń i in. 2007]. W ustawie o odpadach wydobywczych [Ustawa... 2008] określono zasady wydobywania i składowania odpadów wydobywczych oraz procedury uzyskiwania zezwoleń na prowadzenie takiej działalności. Zgodnie z przywołaną ustawą każdy wytwórca odpadów został zobowiązany do stosowania takich sposobów poszukiwania i wydobywania rud i innych kopalin, które zapobiegą lub zminimalizują ilość powstających odpadów oraz ograniczą ich negatywne oddziaływanie na środowisko i zdrowie oraz życie ludzi. Przedsiębiorcy wydobywający kopalinę przed rozpoczęciem prac muszą mieć opracowany program gospodarowania odpadami wydobywczymi. Materiały odpadowe powstające w wyniku działalności przemysłu wydobywczego oraz powstałe na bazie odpadów powęglowych są coraz częściej wykorzystywane w budownictwie drogowym i hydrotechnicznym oraz w rekultywacji terenów zdegradowanych.

Na możliwość stosowania odpadów powęglowych, a zwłaszcza mułów węglowych, w rekultywacji zwraca uwagę Strzyszczyński i Łukasik [2008].

Według tych autorów muły te mogą być wykorzystywane do rekultywacji zwałowisk odpadów skalnych i przeróbczych górnictwa węgla kamiennego. Aby możliwe było wykorzystanie materiałów powęglowych w rekultywacji technicznej i biologicznej, konieczna jest wiedza na temat ich oddziaływania na środowisko przyrodnicze. Do tego celu niezbędne jest przede wszystkim rozpoznanie składu chemicznego materiałów, ich właściwości fizycznych i fizykochemicznych oraz parametrów geotechnicznych. Do czynników fitochemicznych, mających wpływ na proces rekultywacji biologicznej z wykorzystaniem materiałów powęglowych zalicza się między innymi: odczyn i zasolenie [Boroń, Klatka 1999].

Przykładowymi materiałami wykorzystywanymi do rekultywacji są odpady powęglowe Kopalni Węgla Kamiennego „Szczygłowice” w Knurowie oraz Carbohumus i Geodex-bio. Dwa ostatnie, wytwarzane za pomocą specyficznych technologii opracowanych przez Spółkę Akcyjną HALDEX, stanowią przykład przekształcania odpadów węglowych w produkty wykorzystywane gospodarczo [Koperski i in. 2008].

Celem pracy była analiza odczynu i przewodnictwa elektrolitycznego właściwego materiałów powęglowych Kopalni „Szczygłowice” oraz Geodexu-bio i Carbohumusu pod kątem ich rekultywacyjnego wykorzystania.

## 2. ZAKRES I METODY BADAŃ

Badaniami objęto trzy typy materiałów stosowanych w rekultywacji:

- materiały wykorzystywane na terenach rekultywacyjnych Kopalni „Szczygłowice” w Knurowie, wśród których dominują odpady powstające przy poszukiwaniu i wydobywaniu kopalni oraz odpady z flotacyjnego wzbogacania węgla; w ich składzie występują głównie ilowce, w mniejszej ilości mułowce i piaskowce karbońskie [Klatka i in. 2007]; aktualnie odpady przerobcze i poflotacyjne Kopalni są poddawane odzyskowi oraz wykorzystywane do rekultywacji terenów zdegradowanych eksploatacją górniczą;
- Carbohumus, który stanowią muły popłuczkowe przetworzone w łatwo transportowalny granulatu według technologii „Haldex S.A” [Koperski i in. 2008];
- Geodex-bio, wytwarzany na bazie kruszyw powęglowych z dodatkiem stabilizowanych osadów ściekowych według opatentowanej technologii Haldex S.A. [2008].

Badania terenowe na obszarze Kopalni „Szczygłowice” prowadzono na czterech obszarach zwałowisk pogórnich o łącznej powierzchni ok. 150 ha. W ich ramach, po wstępnym rozpoznaniu, pobrano do badań laboratoryjnych 20 próbek materiału z czterech obszarów oznaczonych: „Korfanty”, „Bierawka1” „Jagielnia” i „Wilcza”. Analizy laboratoryjne Geodexu-bio i Carbohumusu przeprowadzono na reprezentatywnych próbkach pobranych z wegetacyjnych poletek doświadczalnych na obiekcie „Haldex S.A.-Makoszowy” w Zabrzu, na których prowadzony jest eksperyment dotyczący możliwości wzrostu roślin na tych podłożach. Próbkę do badań pobierane były losowo w kilku miejscach i zmieszane, tworząc tak zwaną próbkę mieszaną. W laboratorium oznaczono odczyn w 1 n KCl i H<sub>2</sub>O oraz przewodnictwo elektrolityczne. Oznaczenie odczynu wykonano metodą potencjometryczną przy użyciu elektronicznego pH-metru C-315m. Wartość pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> i pH<sub>KCl</sub> oznaczono w roztworach w stosunku 1:2,5 H<sub>2</sub>O lub 1n KCl. Przewodnictwo elektrolityczne właściwe wyznaczono metodą konduktometryczną, w roztworach w stosunku badany materiał : woda = 1 : 2,5, za pomocą konduktometru typu OK 102/1 i CC-318.

## 3. WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Przeprowadzone badania wykonane zostały zgodnie z procedurami stosowanymi w ocenie gruntów podlegających rekultywacji i metodami standardowo stosowanymi w gleboznawstwie [Namiernik i in. 1995]. W tabeli 1 zamieszczono średnie wyniki oznaczeń odczynu i przewodnictwa elektrolitycznego.

Wyznaczone wartości pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> dla materiału „Szczygłowice” zawierały się w przedziale 7,18 do 7,75, natomiast wartości pH<sub>KCl</sub> od 7,12 do 7,62. Dla Carbohumusu i Geodexu-bio wartości pH<sub>H<sub>2</sub>O</sub> wynosiły odpowiednio 6,52 i 7,52, natomiast wartości pH<sub>KCl</sub> – 6,41 i 7,36.

Badane materiały wykazywały odczyn od słabo kwaśnego do słabo alkalicznego.

W rekultywacji biologicznej odczyn podłoża wywiera bezpośredni wpływ na wzrost, rozwój i plonowanie roślin. Najbardziej korzystny w odniesieniu do większości roślin jest odczyn od słabo kwaśnego do obojętnego. Wyniki oznaczenia pH badanych materiałów wskazują, że charakteryzuje je odczyn optymalny dla większości roślin uprawnych. W próbkach pobranych z terenów rekultywacyjnych Kopalni „Szczygłowice” odczyn charakteryzuje pewna zmienność. Zmienność ta jest efektem zmienności mineralogicznej i różnej podatności na procesy wietrzenia. Według Greszty i Morawskiego [1972] największa zmienność charakteryzuje materiały pobrane z terenów rekultywacyjnych młodych, ale w dłuższym okresie dochodzi na tych terenach do wyrównania pH. Odczyn badanych materiałów jest szczególnie istotną cechą w razie ich wykorzystania jako środka ulepszającego techniczne podłoże na zwałowiskach górnictwa węgla kamiennego. W większości przypadków odczyn takich hałd jest kwaśny, a wykorzystanie omawianych materiałów w metodzie dekoncentracji (rozcieńczenia) może zmniejszyć lub wykluczyć konieczność wapnowania.

**Tabela 1.** Odczyn i przewodnictwo elektrolityczne właściwe badanych materiałów

**Table 1.** Reaction and electrolytic conductivity of chosen materials

Materiał	Badany obiekt	pH <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	pH <sub>1 n KCl</sub>	Przewodnictwo elektrolityczne [mS·cm <sup>-1</sup> ]
„Szczygłowice”	„Korfanty”	7,75	7,62	1,35
	„Bierawka”	7,52	7,35	0,84
	„Jagielnia	7,64	7,41	0,74
	„Wilcza”	7,18	7,12	0,68
Carbohumus	„Haldex-Makoszowy”	6,52	6,41	2,25
Geodex-bio	„Haldex-Makoszowy”	7,52	7,36	4,35

Wyznaczone wartości przewodnictwa elektrolitycznego zawierały się w przedziale od 0,68 do 1,35 [mS·cm<sup>-1</sup>] materiałów z terenów Kopalni „Szczygłowice” oraz 2,25 [mS·cm<sup>-1</sup>] dla Carbohumusu i 4,35 mS·cm<sup>-1</sup> dla Geodexu-bio. W próbkach pobranych z obszaru „Korfanty” oraz dla Carbohumusu i Geodexu-bio wartości przewodnictwa elektrolitycznego właściwego przekroczyły granicę 1,0 mS·cm<sup>-1</sup>, uznawaną za krytyczną dla gleb nienawadnianych [Nowosielski 1974].

Przewodnictwo elektrolityczne jest uznawane za miarę zasolenia gleby. Wpływ wysokich wartości zasolenia podłoża na rośliny przejawia się głównie w utrudnieniach poboru wody [Boroń, Szatko 2000]. W próbkach pobranych z obiektu „Korfanty” przekroczenie wartości normatywnych nastąpiło jedynie w niewielkim zakresie. W Geodexie-bio na wartość przewodnictwa elektrolitycznego wpływa suma soli rozpuszczalnych produktów wykorzystywanych na etapie jego produkcji. Strzyszc i Leśniak [2008] zwracają uwagę na znaczną zawartości siarczków (głównie perytów) w mułach popłuczkowych z niektórych kopalń. Czynnikiem ten może decydować o wartości przewodnictwa elektrolitycznego Carbohumusu. Tereny rekultywacyjne kopalń węgla kamiennego cechuje na ogół duża zawar-

tość soli rozpuszczalnych w wodzie. Tereny te, szczególnie świeżo usypane, charakteryzuje również duża zmienność w rozmieszczeniu soli [Greszta i Morawski 1972]. Prawidłowość tą zaobserwowano na badanych obszarach Kopalni „Szczygłowice”.

Przeprowadzona analiza odczynu oraz przewodnictwa elektrolitycznego właściwego badanych materiałów wskazuje, że mogą być one wykorzystywane w rekultywacji i zagospodarowaniu biologicznym. Rozwój roślin może jednak ograniczać zasolenie.

#### 4. WNIOSKI

1. Odczyn badanych materiałów był mało zróżnicowany i posiadał wartości w granicach  $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$  od 6,52 do 7,75 oraz  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  od 6,42 do 7,62. Carbohumus charakteryzował odczyn lekko kwaśny, Geodex-bio oraz materiały powęglowe Kopalni „Szczygłowice” zaś odczyn lekko zasadowy. Jest to odczyn korzystny dla większości roślin uprawnych i stosowanych w rekultywacji biologicznej. Wyznaczone wartości przewodnictwa elektrolitycznego właściwego przekraczały normy przyjmowane dla gleb nienawadnianych określone przez Nowosielskiego [1974]. Najniższe zasolenie zanotowano w odniesieniu do materiałów z Kopalni „Szczygłowice”, a następnie w odniesieniu do Carbohumusu i Geodexu-bio.
2. Wyznaczone wybrane właściwości fizykochemiczne badanych materiałów mogą być przydatną cechą diagnostyczną, umożliwiającą dobór i zastosowania odpowiednich gatunków roślin do rekultywacji biologicznej. Ze względu na podwyższone wartości przewodnictwa elektrolitycznego właściwego, na etapie wykorzystywania omawianych materiałów w rekultywacji rozważyć należy możliwość stosowania różnych metod ulepszenia podłoża, np. przemywanie i dekoncentracja. Innym rozwiązaniem może być dobór odpowiednich gatunków roślin odpornych na zasolenie lub stosowanie dodatków substancji biologicznie czynnych, wspomagających rozwój roślin.

#### PIŚMIENNICTWO

- BOROŃ K., KLATKA S. 1999. Evaluation of farmland degradation induced by coal mine activity. 10 th International Soli Conference, May 23-28, 1999, Purdue University, USA, 118–121.
- BOROŃ K., SZATKO E. 2000. Biological aspect of soda waste decanters reclamation in the former Kraków Soda Plant “SOLVAY”. The Forth International Conference of the International Affiliation of Land Reclamationis. Nottingham, United Kingdom.
- GRESZTA J., MORAWSKI S. 1972. Rekultywacja nieużytków przemysłowych. PWRiL.
- KLATKA S., BOROŃ K., RYCZEK M. 2007. Wybrane właściwości odpadów powęglowych w aspekcie możliwości ich rekultywacji i zagospodarowania przyrodniczego. Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych. Instytut Ochrony Środowiska. Zeszyt 33.

- KOPERSKI T., CUKIERNIK Z., WIŚNIEWSKI J. 2008. Aspekty i uwarunkowania związane z przekształcaniem odpadów wydobywczych w produkty. Spółka Akcyjna Haldex. (maszynopis).
- NAMIERNIK J., ŁUKASIAK J., JAMRÓGIEWICZ Z. 1995. Pobieranie próbek środowiskowych do analizy. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- NOWOSIELSKI O. 1974. Metody oznaczania potrzeb nawożenia. PWRiL, Warszawa.
- STRZYSZCZ Z., ŁUKASIK A. 2008. Zasady stosowania różnorodnych odpadów do rekultywacji biologicznej terenów przemysłowych na Śląsku. Gospodarka Surowcami Mineralnymi tom 24, zeszyt 2/3.
- Ustawa z dnia 10 lipca 2008 r. o odpadach wydobywczych.** Dz.U. z 2008 r. Nr 138, poz. 865.