

ZYGMENT STRZYSZCZ\*, ADAM ŁUKASIK\*\*

## Zasady stosowania różnorodnych odpadów do rekultywacji biologicznej terenów poprzemysłowych na Śląsku

### Wprowadzenie

W porównaniu z poprzednimi dekadami ilość wytwarzanych odpadów przemysłowych w Polsce systematycznie spada, w ciągu kilku ostatnich lat kształtowała się na poziomie około 124 mln Mg, a na składowiskach znajduje się ponad 1,8 mld Mg odpadów, z czego w różnych latach na województwo śląskie przypadało od 36 do 45%. Największy udział w ogólnej ilości odpadów na Śląsku przypada górnictwu węgla kamiennego – ponad 80%. W 2006 roku ogólna ilość odpadów wytworzonych przez ten przemysł wynosiła 36,5 mln Mg. Wydobyciu 1 Mg węgla kamiennego towarzyszy około 0,4–0,5 Mg odpadów. W pozostałych branżach: przemysł energetyczny, hutnictwo żelaza i stali, przetwórstwo rud cynku i ołowiu oraz inne wytwarzały odpowiednio ponad 7%, 6% i 5% udział w całkowitej ilości wytwarzanych odpadów. Przeważająca część odpadów lokowana jest na zwałowiskach, przy czym każda branża dąży do posiadania własnych składowisk niezależnie od tego jak ciężliwe dla środowiska są deponowane odpady. W niewielkim stopniu rozważano możliwości wykorzystania odpadów jednej branży do rekultywacji zwałowisk innych branż, np. popiołów z elektrowni do rekultywacji odpadów górniczych, lub też użycia tych ostatnich do przeciwdziałania erozji wietrznej tych pierwszych. Nie bierze się pod uwagę faktu, że wiele odpadów pochodzenia przemysłowego stanowi zagrożenie, gdy zgromadzone są w dużej ilości na małej powierzchni. Natomiast wiele z nich w małej ilości można traktować jako substrat lub materiał ulepszający właściwości fizykochemiczne gleb lub

---

\* Prof. dr hab. inż., \*\* Mgr inż., Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze;  
e-mail: adamlukasik@ipis.zabrze.pl

rekultywowanych odpadów. Niezależnie od spadkowego trendu wytwarzania odpadów, proces rekultywacji ich zwałowisk nie nadąży za tempem ich powstawania.

Ocenę przydatności różnych odpadów do rekultywacji oparto na wcześniejszych badaniach (Strzyszc 1980, 1985, 1989, 1995; Strzyszczi in. 1981) uwzględniając kryteria technologiczne, petrograficzne, mineralogiczne, chemiczne i fitochemiczne, w ocenie brano również pod uwagę przemiany odpadów po ulokowaniu ich na zwałowisku. Dawki odpadów powinny być tak dostosowane, by z jednej strony przyspieszyć proces rekultywacji, z drugiej zaś nie przekroczyć w rekultywowanym substracie ilości substancji mogących stanowić zagrożenie ekologiczne (np. metale ciężkie). Skład chemiczny różnych odpadów w porównaniu do gleb piaszczystych przedstawiono w tabeli 2.

## **1. Zastosowanie odpadów górniczych do rekultywacji zwałowisk innych odpadów**

### **1.1. Zwałowiska przemysłu metalurgicznego**

W przemyśle hutniczym odpady dostarczane są na zwałowiska w postaci żużli i spieków. Po ostygnięciu tworzą one jedną zwięzłą masę, która uniemożliwia kiełkowanie nasion, a co za tym idzie rozwój roślinności wyższej. Skład i właściwości chemiczne tego typu odpadów są korzystne dla rozwoju roślin, o czym świadczyć może udana rekultywacja zwałowisk w rejonie Loeben w Austrii. Po wydzieleniu ze starych zwałów związków żelaza odpady o rozdrobnionej granulacji (poniżej 10 mm) trafiały z powrotem na zwałowisko gdzie zalesiane były metodą bezglebową. O nietoksyczności tego typu odpadów świadczy fakt, że po kilku latach na zwietrzały materiał zwałowisk, roślinność wkracza na drodze sukcesji naturalnej. Zastosowanie odpadów górniczych do przykrycia wierzchnich warstw może przyczynić się do przyspieszenia rekultywacji biologicznej na tych terenach (Strzyszc 2004). Mogą tu być użyte bezpośrednio odpady wszystkich warstw utworów karbońskich, oprócz libiąskich i łaziskich, które dodatkowo powinny być zmieszane z popiołami w celu ograniczenia procesu zakwaszania spowodowanego utlenianiem pirytu w wyniku którego powstaje kwas siarkowy. Do zadarnienia zwałowisk wystarczy warstwa 15–20 cm, a do zadrzewienia powinna wynosić minimum 80 cm.

W województwie śląskim tego typu zwały tworzą wszystkie tzw. huty surowcowe tj. huty: „Pokój”, „Bobrek”, „Kościuszko”, „Batory”, „Katowice” i pozostałe. Taką metodę rekultywacji opracował Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska w Zabrze i została ona wdrożona przez huty: „Pokój” w Rudzie Śląskiej oraz „Katowice” w Dąbrowie Górniczej. W województwie śląskim są również zwały odpadów hutnictwa cynku i ołowiu. Także i one mogą być rekultywowane przy użyciu odpadów górniczych, choć ich warstwa, biorąc pod uwagę zawartość metali ciężkich w odpadach hutnictwa cynku i ołowiu, powinna być grubsza, zarówno dla zadarnień jak i zadrzewień. Metoda rekultywacji tego typu zwałowisk polegająca na napełnianiu dołka pod sadzonkę glebą nie sprawdziła się. Sadzonki obumierały po 2–3 latach. Natomiast sprawdziła się metoda na zwale huty „Pokój” i huty

„Łabędy”, polegająca na zastosowaniu sadzonek pędzonych (zrzeczów). Zastosowana metoda poprawia efektywność ekologiczną i ekonomiczną, głównie w zakresie radykalnego skrócenia cyklu rekultywacyjnego, zmniejszenia zapotrzebowania na tereny pod nowe zwałowiska, poprawy krajobrazu i inne.

### 1.2. Osadniki po flotacji rud cynku i ołowiu

Odpady związane z procesami wydobycia i przetwarzania rud cynku i ołowiu są wyjątkowo uciążliwe, a ich nagromadzenie w województwie śląskim przekracza 79 mln Mg. Obszar osadników w województwie śląskim przekracza 200 ha. Ich gospodarcze wykorzystanie wzrosło w ostatnich latach dzięki pracom badawczym związanym z możliwością użycia ich do podsadki w kopalniach węgla kamiennego i rud cynkowo-ołowiowych.

Rudy cynku i ołowiu występują w dolomitach kruszonośnych jako siarczki i węglany. Podczas procesu technologicznego materiał skalny musi być rozdrobniony do frakcji poniżej 1 mm. Pod względem składu granulometrycznego odpady reprezentują klasy piasków pyłowych i utworów pyłowych. Odpady z procesów flotacyjnych są dostarczane do osadników transportem wodnym gdzie po usunięciu i odparowaniu reszty wody materiał pozostały na zwałowisku podlega erozji wietrznej. Dodatkową uciążliwością jest wysoka zawartość metali ciężkich w tych odpadach. Maksymalne stężenia cynku często przekraczają wartości 3,5%, a ołowiu 1,5%. Jak wykazały badania odpady te dzięki dużej zawartości węglanów (40–90%), można rekultywować biologicznie metodą bezglebową. Dotyczy to zadarnienia jak również zadrzewienia (Eckes i in. 1998; Rosik-Dulewska i in. 1998; Strzyszc 1980). Zarówno w przypadku mieszanek traw, roślin motylkowych oraz liści i szpilek, badania wykazały wysoką zawartość w nich metali ciężkich (Strzyszc 2003), (tab. 1). Korzystnym dla środowiska rozwiązaniem może być przykrywanie osadników warstwą odpadów karbońskich. Podobnie jak w przypadku odpadów hutnictwa rud cynku i ołowiu należy uwzględnić grubość warstwy przykrywającej. W przypadku zadarnień powinna wynosić ona 30–40 cm, a w przypadku zadrzewień 150–200 cm. Przykładem stosowania tego typu metody jest rekultywacja osadników Kombinatu Górniczo-Hutniczego „Orzeł Biały” w Piekarach Śląskich. Zastosowanie tej metody pozwala ograniczyć erozję wietrzną, poprawia retencję wodną i zaopatrzenie w składniki pokarmowe oraz w istotny sposób ogranicza zagrożenie ekologiczne wynikające z możliwości przenikania metali ciężkich do obiegu w środowisku.

### 1.3. Osadniki popiołowe

Głównym fizycznym źródłem zagrożenia, pochodzącego z osadników popiołowych, dla otaczającego środowiska jest erozja wietrzna. W granulacji popiołów dominuje frakcja pyłowa. Utrzymywanie warstwy wody nad osadnikiem ogranicza proces erozji wietrznej, ale ma swoje ekologiczne konsekwencje. Odczyn wód nadosadowych przekracza często wartość pH 12, wody te są często odwiedzane przez ptaki szczególnie w okresie zimowym.

TABELA 1

Zawartość metali ciężkich [ $\text{mg}/\text{kg}^{-1}$ ] w liściach, szpilkach i mieszance traw z osadników poflotacyjnych Zn-Pb (Strzyszc 2003)

TABLE 1

Heavy metal contents [ $\text{mg}/\text{kg}^{-1}$ ] in leaves, needles and in grass mixtures from Zn-Pb flotation tailings pond (Strzyszc 2003)

Gatunek	Zn	Pb	Cd	Naturalny poziom Zn <sup>1)</sup>
Topola H-275	1150–1950	10–100	2–12	15–50
Topola 194	1250–1800	10–90	4–6	15–50
Topola I -214	1350–1900	10–50	2–8	15–50
Topola Robusta	1300–1750	40–110	2–6	15–50
Topola Serotina	1450–2050	70–90	4–12	15–50
Brzoza	1250	110	2	15–50
Klon	455	80	2	15–50
Dąb czerwony	265	60	2	n.a
Dąb szypułkowy	200	10	2	15–50
Lipa	185	50	2	15–50
Olsza	800	80	2	n.a
Robinia	550	60	2	n.a
Sosna	225	70	2	20–70
Modrzew	155	5	0,5	20–80
Mieszanka traw	694	454	19	–

<sup>1)</sup> Według Bergmana (1983)

Zastosowane mogą być również środki chemiczne w postaci powłok ograniczających pylenie, jednak ich użycie jest kosztowne (kilkukrotne powtarzanie w ciągu roku) i powłoki te nie są odporne na niskie temperatury. Możliwość zastosowania odpadów węglowych jako warstwy przykrywającej, wydaje się być najkorzystniejszą formą zabezpieczenia osadników popiołowych przed erozją. Warstwa odpadów węglowych grubości 20–30 cm całkowicie eliminuje pylenie i ułatwia proces rekultywacji.

#### 1.4. Zastosowanie mułów węglowych do rekultywacji innych odpadów górniczych

Wśród odpadów górniczych przeważa frakcja o granulacji 30–250 mm w tym odpady skalne stanowią około 30%. Ta niekorzystna struktura odpadów w pierwszych latach po zwałowaniu może opóźnić proces rekultywacji biologicznej od 2–3 lat. W pierwszych latach wietrzenia odpady w wierzchniej warstwie mają korzystną granulację sprzyjającą jedynie procesowi zadarnienia. Niekorzystny skład granulometryczny głębszych warstw odpadów na zwałowisku (poniżej 30 cm), znacznie ogranicza możliwość wprowadzenia drzew w ramach rekultywacji biologicznej. Przyspieszenie tego procesu z zastosowaniem metody

bezglębowej jest możliwe dzięki dodaniu mułów węglowych do wierzchnich warstw zwałowanego materiału. Nie wszystkie muły węglowe mogą być bezpośrednio użyte do rekultywacji odpadów, przy ich zastosowaniu należy uwzględnić przede wszystkim ich skład chemiczny. Dotyczy to mułów z takich kopalni jak „Siersza”, „Jaworzno”, „Jan Kanty”, „Janina” o słabych zdolnościach buforujących i zawierających znaczne ilości siarczków (głównie pirytu). Testy przeprowadzone na mułach węglowych z użyciem pomiaru pH w H<sub>2</sub>O i H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, wykazują w niektórych przypadkach radykalny spadek odczynu z wartości pH 8,07 do wartości pH 1,82, a muły z kopalni „Silesia” spadek z wartości pH 8,01 do pH 6,03 (Strzyszc 2004).

Zastosowanie tej metody zwiększa efektywność ekologiczną i ekonomiczną co wynika z eliminacji pozyskania dodatkowych gruntów oraz przyspieszenia procesu rekultywacji.

## 2. Zastosowanie odpadów energetycznych do rekultywacji odpadów górniczych

Jednoczesne zwałowanie odpadów górniczych i energetycznych powinno mieć priorytetowe znaczenie z tego względu, że zastosowanie takiej technologii zapobiega procesom czynności termicznej na zwałowiskach odpadów górniczych. Dzięki właściwościom uszczelniającym odpadów energetycznych, zwiększamy stabilność bryły zwałowiska, a przede wszystkim uniemożliwiamy wietrzenie siarczków, głównie pirytu, z udziałem bakterii *Bacillus ferrooxidans*. Oprócz tego alkaliczny odczyn odpadów energetycznych oraz znaczny udział frakcji pyłowej w istotny sposób poprawiają właściwości fizykochemiczne odpadów karbońskich pod względem ich przydatności do rekultywacji biologicznej. Popiół zwiększa również ilość składników pokarmowych w podłożu (tab. 2). Dodatek do odpadów węglowych 10% popiołów istotnie zmniejsza proces wietrzenia pirytu, a 20% dodatek całkowicie wstrzymuje ten proces (Hycnar, Chabera 1989). Zapotrzebowanie popiołów na 1 ha wynosi więc od 250–500 Mg, są to ilości znaczne i uwzględniając ciężar objętościowy odpadów energetycznych na 1 m<sup>2</sup> przypada od 25–50 kg popiołów. W praktyce na centralnych zwałowiskach „Przechlebie” oraz „Smolnica” stosunek odpadów energetycznych do górniczych wynosi od 1:1 do 1:3. Wynika to z jednoczesnego zwałowania odpadów górniczych i energetycznych z elektrowni „Rybnik” przy użyciu transportu szynowego. Z obserwacji wynika że w miejscach gdzie zwałowane były oba rodzaje odpadów, sukcesja naturalna pojawia się po kilku miesiącach podczas gdy na samych odpadach górniczych po okresie około 2 lat. W przypadku braku technicznych możliwości równoczesnego zwałowania tych dwóch rodzajów odpadów, popioły energetyczne mogą być wprowadzane bezpośrednio do dołków pod sadzonki. Zabieg ten jest korzystniejszy i tańszy niż wypełnianie dołków humusem, gdyż nie doprowadza do zachwaszczenia w pobliżu rosnącej sadzonki, ograniczając tym samym konkurencję o dostęp do wody. Specyfika stosunków wodnych na świeżych zwałowiskach powodowała że 70% wypadów sadzonek spowodowane było niedoborem wody wynikającym z konkurencji pomiędzy sadzonką a chwastami.

TABELA 2

Skład chemiczny odpadów [%]

TABLE 2

Chemical composition of wastes [%]

Typ odpadu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S	Corg.	N
Odpady górnictwa	40–70	13–20	1–6	0,1–2,2	0,1–0,8	0,8–4,2	0,2–0,6	1,8–2,7	0,1–0,4	0,1–0,4	1,8–13,1	0,2–0,7
Muły węglowe	27–45	7–15	0,5–0,7	1–3	0,2–0,6	0,4–1,1	0,4–3,8	1,3–2,6	–	0,1–2,0	34–49,2	0,03–0,4
Popioły energetyczne	40–57	–	–	8–16	2–10	1–5,5	0,5–1,5	1,5–3,6	0,1–0,5	0,2–1,6	1,0–1,5	0,08–0,16
Gleby piaszczyste	90	3,0	–	0,7	0,5	0,6	0,18	1	0,13	0,002	0,35–1,04	0,002– –0,35

### Podsumowanie

Omówione trzy grupy odpadów nadają się do zastosowania w rekultywacji biologicznej, szczególnie na obszarze Górnego Śląska, gdzie bliska lokalizacja zwałowisk różnego typu odpadów sprzyja wzajemnemu ich wykorzystaniu. Występujące różnice w składzie chemicznym, mineralogicznym i granulometrycznym powodują, że sposób zastosowania poszczególnych odpadów do rekultywacji innych, powinien być poprzedzony odpowiednią ekspertyzą, a następnie projektem technicznym. Proporcje odpadów powinny być tak dobrane aby z jednej strony przyspieszyć proces rekultywacji, a z drugiej nie przekroczyć w rekultywowanym substracie ilości substancji mogących stanowić zagrożenie dla środowiska (głównie metale ciężkie).

Odpady górnictwa węgla kamiennego, zwłaszcza przeróbcze mogą być użyte do rekultywacji zwałowisk odpadów hutnictwa żelaza, hutnictwa i przetwórstwa metali kolorowych oraz osadników popiołów energetycznych. Zastosowanie odpadów pochodzących z warstw libiąskich i łaziskich jest możliwe po uprzednim zmieszaniu ich z popiołami.

Muły węglowe bogate w substancję węglową i minerały ilaste mogą być użyte do rekultywacji zwałowisk odpadów skalnych i przeróbczych górnictwa węgla kamiennego. Wyjątek stanowią muły pochodzące z warstw libiąskich i wschodniej części warstw łaziskich, które zawierają duże ilości pirytu. Dodatkowo zastosowanie w rekultywacji mułów pochodzących z różnych kopalń powinno być poprzedzone szczegółowymi badaniami, wynika to z różnorodności technik przeróbczych stosowanych przez poszczególne kopalnie.

Odpady energetyczne poprzez swoje właściwości fizykochemiczne zapobiegają procesom czynności termicznej na zwałowisku, poprawiają właściwości wodne na takich obiektach oraz zwiększają zawartość składników pokarmowych dla roślin.

Biorąc pod uwagę zastosowanie zarówno mułów węglowych jak i odpadów energetycznych, należy uwzględnić całkowitą zawartość metali ciężkich jaka znajduje się w utworzonym zwałowisku. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 09.09.2002 (Dz.U. nr 165, poz. 1359 w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi ustala wartości dopuszczalne: dla kadmu 4 mg/kg, dla ołowiu 100 mg/kg oraz dla cynku 300 mg/kg.

Przykłady zastosowania różnych odpadów do rekultywacji a także uzyskane dzięki takim działaniom efekty ekonomiczne i ekologiczne przedstawia tabela 3.

TABELA 3

Zestawienie opracowanych dotychczas metod rekultywacji zwałowisk i terenów zdegradowanych przy pomocy odpadów

TABLE 3

Reclamation methods of heaps and degraded areas using wastes

Odpady tworzące zwałowisko	Odpady zwiększające efektywność rekultywacji	Poprawa efektywności poprzez	Przykład
Odpady hutnictwa żelaza i stali	odpady przerobcze kopalni węgla kamiennego	C, S, D, Z, K, L	huta „Pokój” – Ruda Śląska huta „Katowice”
Odpady górnicze i przerobcze o granulacji >30 mm	muły węglowe	C, W, S, D, Z, L	kopalnia „Andaluzja” – Piekary Śląskie
Odpady górnicze i przerobcze o granulacji <30 mm	popioły energetyczne	C, T, P, pH, D, Z, L	zwałowiska „Przechlebie”, „Smolnica”, „Misiury”, Kop. „Siersza”
Odpady poflotacyjne rud cynku i ołowiu	odpady popłuczkowe kopalni węgla kamiennego	E, W, S, Ph., L	osadniki K-G-H „Orzeł Biały” – Piekary Śląskie
Popioły energetyczne	odpady popłuczkowe kopalni węgla kamiennego	E, W, S, Z, K	zwałowiska „Przechlebie”, „Brzezinka”

C – skrócenie cyklu rekultywacyjnego; E – przeciwdziałanie erozji; W – poprawa retencji wodnej; P – przeciwdziałanie utlenianiu pirytu; T – przeciwdziałanie czynności termicznej; S – poprawa zaopatrzenia w składniki pokarmowe; pH – korzystna zmiana pH; L – wzrost powierzchni leśnej; D – zmniejszenie arealu terenów zdegradowanych; Z – zmniejszenie zapotrzebowania na tereny pod nowe zwałowiska; K – poprawa krajobrazu

#### LITERATURA

- Bergmann W., 1983 – Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Entstehung und Diagnose. –Fisher, Jena.  
Eckes T., Gołda T., Gruszczyński S., Trafas M., 1998 – Możliwości wykorzystania odpadów poflotacyjnych z przeróbki rud cynku i ołowiu do rekultywacji terenów pogórnich. Arch. Ochr. Środ., 2, 95–117.

- Hycnar J., Chabera M., 1989 – Warunki zagospodarowania odpadów z procesów wzbogacania i odsiarczania miałow węgla energetycznych. Synergia, Katowice.
- Rosik-Dulewska C., Karwaczyńska U., Cichy K., Wróbel R., 1998 – Ocena zagrożenia środowiska naturalnego odpadami poflotacyjnymi rud cynku i ołowiu ze składowiska w Piekarach Śląskich oraz odpadami powtórnej flotacji. Arch. Ochr. Środ., 2, 119–130.
- Strzyszczyński Z., 1980 – Właściwości fizyczne, fizykochemiczne i chemiczne odpadów poflotacyjnych rud cynku i ołowiu w aspekcie ich biologicznej rekultywacji. Arch. Ochr. Środ., 3–4, 19–50.
- Strzyszczyński Z., 1985 – Verwitterungsprozesse und Verwitterungsprognostik in Bergbauhalden für die Rekultivierung. Mitt. Deut. Boden. Ges., 43, 897–901.
- Strzyszczyński Z., 1989 – Ocena przydatności odpadów górniczych GZW do rekultywacji biologicznej, Arch. Ochr. Środ., 1–2, 91–125.
- Strzyszczyński Z., 1995 – Bezglebowa metoda rekultywacji biologicznej zwałowisk odpadów górnictwa węgla kamiennego. Wiadomości Górnicze, 6, 253–258.
- Strzyszczyński Z., 2003 – Some problems of reclamation of waste heaps of zinc and lead ore exploration in Southern Poland. Z. Geol. Wiss., Berlin, 31, 2, 167–173.
- Strzyszczyński Z., 2004 – Ocena przydatności i zasady stosowania różnorodnych odpadów do rekultywacji zwałowisk oraz terenów zdegradowanych działalnością przemysłową. Prace i Studia Nr. 60 Zabrze.
- Strzyszczyński Z., Giza T., Pająk J., 1981 – Wietrzenie odpadów górnictwa węgla kamiennego w aspekcie rekultywacji biologicznej. Ochr. Terenów Górn., 55, 44–77.

#### ZASADY STOSOWANIA RÓŻNORODNYCH ODPADÓW DO REKULTYWACJI BIOLOGICZNEJ TERENÓW POPZEMYSŁOWYCH NA ŚLĄSKU

##### Słowa kluczowe

Rekultywacja, metale ciężkie, metoda bezglebowa

##### Streszczenie

W województwie śląskim wśród odpadów przemysłowych zdecydowanie przeważają odpady górnicze. Mniej jest odpadów energetycznych, hutnictwa żelaza i metali kolorowych, a także odpadów górniczych i poflotacyjnych związanych z wydobyciem rud cynku, ołowiu i żelaza. W porównaniu z poprzednimi dekadami produkcja odpadów przemysłowych w Polsce systematycznie spada, w ciągu kilku ostatnich lat kształtowała się na poziomie około 124 mln Mg, a na składowiskach znajduje się ponad 1,8 mld Mg odpadów, z czego w różnych latach na województwo śląskie przypadało od 36 do 45%. Wiele odpadów pochodzenia przemysłowego stanowi zagrożenie, gdy zgromadzone są w dużej ilości na małej powierzchni, natomiast w małej ilości odpady te często można traktować jako substrat lub substancję ulepszającą właściwości fizykochemiczne gleb lub innych rekultywowanych odpadów.

Przeważająca część odpadów lokowana jest na zwałowiskach, przy czym każda branża dąży do posiadania własnych składowisk niezależnie od tego jak uciążliwe dla środowiska są deponowane odpady. W niewielkim stopniu rozważano możliwości wykorzystania odpadów jednej branży do rekultywacji zwałowisk innych branż, np. popiołów z elektrowni do rekultywacji odpadów górniczych, lub też użycia tych ostatnich do przeciwdziałania erozji wietrznej tych pierwszych.

Ocenę przydatności różnych odpadów i zasady ich stosowania do rekultywacji oparto na kryteriach technologicznych, petrograficznych, mineralogicznych, chemicznych i fitochemicznych. W ocenie brano również pod uwagę przemiany odpadów po ulokowaniu ich na zwałowisku. Z badań wynika, że omówione trzy grupy odpadów nadają się do rekultywacji zwałowisk innych odpadów, szczególnie dotyczy to centralnej części województwa śląskiego. Dawki odpadów powinny być tak dostosowane, by z jednej strony przyspieszyć proces rekultywacji, z drugiej zaś nie przekroczyć w rekultywowanym substracie ilości substancji mogących stanowić zagrożenie ekologiczne (np. metale ciężkie). Przedstawione sposoby wykorzystania odpadów do rekultywacji, oparte są na wcześniejszych wieloletnich badaniach poszczególnych typów odpadów przemysłowych.



PRINCIPLES FOR THE APPLICATION OF DIFFERENT WASTES TO BIOLOGICAL RECLAMATION  
OF POST-INDUSTRIAL AREAS IN SILESIA

Key words

Reclamation, heavy metals, soil-less method

Abstract

In Silesia province, the major share among industrial wastes is hard coal-mining wastes. However, commonly, but in smaller quantities, are stored: metallurgical and power industry wastes, mining and flotation wastes connected with iron, lead and zinc ore processing. Compared with previous decades, the amounts of wastes produced in Poland have systematically decreased and achieved in the last few years a level of 124 mln Mg. Nowadays, in the landfills, over 1.8 bln Mg of wastes are stored, of which (depending on the year) 36–45% belongs to Silesia province. Many industrial wastes are ecologically hazardous, especially when they are stored in large quantities in a small area. Small quantities of the same wastes can find applications as a fertilizer or material improving the physico-chemical properties of stored wastes. Most of the wastes from different industrial branches are stored separately in different waste facilities, regardless of their negative effect on the environment.

The usefulness assessment of different wastes and principles of their application to reclamation were based on technological, petrographic, mineralogical, chemical and phyto-chemical criteria. In estimating the wastes' usefulness, their transformation after dumping (especially hard coal-mining wastes) was taken into consideration, which is affected by the chemical, physical and biological processes of weathering. The presented group of wastes generally have enough good properties to be useful for reclamations of heaps of other groups of wastes. The short distances between the localities of different waste facilities in central sites of Silesia province are favourable regarding organizational works and finance costs.

The amounts of wastes applied to the reclamation of other wastes ought to accelerate the whole process, but the total amounts of dangerous substances (e.g. heavy metals) in reclaimed material should not be exceeded; therefore, detailed chemical analyses of the wastes are required. The presented methods of reclamation are based on previous long-term research into individual types of wastes.