

Anna PATRZAŁEK\*  
Katarzyna NOWIŃSKA\*

## **ROZWÓJ ZBIOROWISK ROŚLINNYCH NA ZWAŁOWISKACH ODPADÓW GÓRNICZYCH REKULTYWOWANYCH RÓŻNYMI METODAMI**

Z rozwojem górnictwa węgla kamiennego na Śląsku wiązało się zajmowanie terenów rolnych i leśnych przez składowiska odpadów górniczych. Masa skalna zwałowisk tworzona była głównie przez iłotunki karbońskie. Powstające siedlisko charakteryzowało się ubogością w podstawowe składniki odżywcze dla roślin i złą gospodarką powietrzno-wodną oraz tendencją do silnego zakwaszania się. Przywracanie do użyteczności przyrodniczej takich terenów wiązało się z nadawaniem im właściwego kierunku rekultywacji oraz ich rekultywacją techniczną i biologiczną. Preferowane metody rekultywacji biologicznej miały stworzyć odpowiednie warunki dla wprowadzanej roślinności zielnej i drzewiastej. Jak wykazały przeprowadzone badania rozwój zbiorowisk roślinnych nie zawsze przebiegał zgodnie z założeniami. Nieodpowiednio dobrana roślinność do wysiewu (trawy) oraz do wysadzenia (drzewa i krzewy) przy niedostatecznym użyczeniu gruntu, najczęściej jako zabieg jednorazowy, skutkowało rozwojem zbiorowisk roślinnych, w których głównymi komponentami były rośliny z nalotu nasion, takie jak trzcinnik piaskowy oraz brzoza brodawkowata.

### **1. Wstęp**

Górnictwo węgla kamiennego w Polsce zaczęło rozwijać się od XIX wieku. Największy jego rozkwit przypada na lata 70. do lat 90. ubiegłego wieku. Wydobyto w tym okresie łącznie 4654 mln ton węgla (Roczniki..., 1970–1999). W następnym dwudziestolecu wydobywanie węgla spadło o ponad 80% (Bilans..., 2009, 2011).

Każdej wydobytej tonie węgla towarzyszy wydobywanie około 0,5 tony masy skalnej, która składowana jest głównie na powierzchni ziemi. Z tych skał do początku lat

---

\* Politechnika Śląska w Gliwicach, Wydział Górnictwa i Geologii, Instytut Geologii Stosowanej

70. sypano hałdy, które ulegały samozapaleniu na skutek przebiegającego w nim bardzo intensywnego procesu utleniania pirytu.

Od połowy lat 70. ubiegłego wieku w Polsce zaczęto budować zwałowiska. Kolejne warstwy odpadów zagęszcza się walcami lub uszczelnia popiołami, ograniczając w ten sposób dostęp powietrza do bryły zwałowiska, równocześnie kształtując łagodne skarpy i odprowadzając wody systemem rowów. Zabezpiecza to budowaną bryłę przed samozagrzewaniem się i wymywaniem soli do wód (Twardowska i in., 1988).

W tym okresie pod zwałowiska zajmowano tereny rolnicze i leśne, na których budowano tzw. centralne zwałowiska o dużych powierzchniach 60–150 ha. Aktualne było hasło „co górnictwo zabierze, powinno oddać”. Dlatego proponowano docelowe leśne zagospodarowanie zwałowisk (Harabin & Strzyszczyński, 1976).

W latach 90. ubiegłego wieku odpady górnicze zaczęto wykorzystywać do kształtowania nowej rzeźby terenów górniczych, przeznaczając niektóre tak powstałe powierzchnie na tereny parkowo-widokowe (Patrzalek, 1996; Patrzalek i in., 1998).

Badania nad rekultywacją biologiczną zwałowisk pogórnich węgla kamiennego rozpoczęto w latach 50. ubiegłego wieku i kontynuowano je w następnych dziesięcioleciach. Głównymi kierunkami tych badań były:

- poznanie procesów naturalnej sukcesji na zwałowiskach;
- poznanie procesów fizycznych, chemicznych i biologicznych zachodzących w gruncie i glebie inicjalnej;
- poznanie wzrostu i rozwoju różnych grup roślin wprowadzonych na grunt zwałowisk w procesie ich rekultywacji;
- ocena procesu rekultywacji.

W latach 2000 podjęto ocenę rozwoju zbiorowisk roślinnych powstałych w różnych okresach w zależności od przyjętego kierunku rekultywacji oraz zastosowanych metod (Patrzalek, 2000, 2001, 2006).

## 2. Właściwości gruntów z odpadów górniczych

Odpadowa masa skalna wydobywana z węglem kamiennym po przejściu szeregu procesów technologicznych tzw. przeróbczych, składowana jest na zwałowiskach tworząc grunty bezglebowe. Charakteryzuje ją różny stopień granulacji: od bardzo dużych okruchów skalnych z robót przygotowawczych do odpadów popłuczkowych, o frakcjach pyłowych i ilowych.

W składzie petrograficznym główną masę odpadów tworzą skały ilaste, tzw. iłupki karbońskie, wśród których wyróżnia się iłowce i mułowce. Intensywny proces wietrzenia fizycznego okruchów skalnych zwiększa ich powierzchnię kontaktu z wodą, co nasila proces uwalniania łatwo rozpuszczalnych soli chlorkowych i siarczanowych oraz wzmacnia ich migrację (Twardowska i in., 1988). Proces utleniania pirytu doprowadzić może do samozagrzewania i samozapalenia się części węglistych w odpadach.

Skład mineralny odpadów tworzy zespół minerałów ilastych, takich jak kaolinit, ililit, o małej zdolności do wymiany jonowej (Chodyniecka i in., 1993)

W składzie chemicznym masy skalnej charakterystyczny jest brak niezbędnych dla roślin składników odżywczych, takich jak azot i fosfor. Grunt utworzony z takich odpadów wraz ze zmianą granulacji zakwasza się na skutek postępującego procesu wietrzenia pirytu oraz słabego zbuforowania powstających produktów wietrzenia. Na niektórych zwałowiskach odczyn z zasadowego na bardzo kwaśny, poniżej  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  3,0 zmienia się w ciągu kilku lat (Strzyszczyński i in., 1980; Patrzalek & Rostański A. 1992).

Charakterystyczne jest szybkie przesuszanie powierzchniowej warstwy gruntu, zaskorupianie się silnie zwiertzałych partii, na skutek uwalniania dużej ilości sodu oraz szybkie nagrzewanie się, związane z wysoką wartością współczynnika przewodzenia ciepła skał (Strzyszczyński, 1978, 1989; Patrzalek, 2001).

Wymienione czynniki sprawiają, że na gruntach z odpadów górniczych powstają siedliska trudne dla wzrostu i rozwoju roślin. Cechuje je mała żyzność, złe warunki powietrzno-wodne oraz mała aktywność biologiczna (Osmańczyk-Krasa, 1984; Patrzalek, 2001)

### **3. Kierunki i metody rekultywacji**

Z wydobytych odpadów górniczych węgla kamiennego buduje się zwałowiska nadpoziomowe i podpoziomowe (odpadami wypełnia się obniżenia terenowe).

Proces nadawania wartości użytecznych takim gruntom rozpoczyna się od określenia kierunku rekultywacji. Rekultywacja techniczna to budowa bryły zwałowiska, ukształtowanie powierzchni i skarp, oraz budowa dróg dojazdowych. Na zwałowiskach nadpoziomowych buduje się system odwadniający. Rekultywacja biologiczna to inicjowanie procesu glebotwórczego przez użyczenie gruntu i wprowadzenie roślinności.

Na początku lat 70. ubiegłego wieku zapoczątkowano badania właściwości chemicznych odpadowych skał górniczych. Wyniki tych badań zrodziły kierunek tzw. docelowej leśnej rekultywacji i zagospodarowania zwałowisk pogórniczych. Metoda ta polegała na wysadzeniu bezpośrednio w grunt takich drzew jak: jesion, klon, dąb, modrzew i uzupełnieniu brakujących składników pokarmowych w gruncie przez nawożenie mineralne (Harabin & Strzyszczyński, 1976; Strzyszczyński, 1978).

Na powierzchni tzw. „czasowe” proponowano wysadzenie zrzeczów topolowych z odpowiednim użyczeniem gruntu przez nawożenie mineralne (Harabin, 1978).

W tym samym czasie rozpoczęto w Polsce prace badawcze nad obudową biologiczną gruntów ze skał karbońskich przez ich zadarnianie. Głównym celem tych badań był dobór mieszanek traw i nawożenia mineralnego gruntu w różnych okresach jego przemian chemicznych (Patrzalek, 1984). Wprowadzana na zwałowisko roślinność darniotwórcza retencjonowała wodę, co ograniczało zachodzące procesy wietrzenia fizycznego i chemicznego w odpadach (Patrzalek, 1984; Patrzalek & Rostański, 1992).

W drugiej połowie lat 90. ubiegłego wieku, na podstawie przeprowadzonych badań, dodatkowo przyjęto ogólnie przyrodniczy oraz rekreacyjno-parkowy kierunek rekultywacji i zagospodarowania zwałowisk. Kierunek rekreacyjno-parkowy jest najczęściej realizowany na podstawie projektu architektonicznego. Projekt przewiduje ukształtowanie bryły zwałowiska, układ dróg, rodzaje zieleni i formy rekreacji (Patrzalek, 1996; Patrzalek i in., 1998). Grunt pod roślinność wprowadzaną na zwałowisko użyźnia się poprzez:

- nawożenie mineralne;
- przykrywanie warstwą ziemi mineralnej (z wykopów, a do lat 90 ubiegłego wieku z terenów leśnych);
- przykrywanie mieszaniną odpadów górniczych z osadem ściekowym;
- przykrywanie mieszaniną odpadów górniczych z kompostem;
- stosowaniem preparatu Frizol<sup>®</sup>, którego komponentami były substancje odżywcze dla roślin, utleniacze gruntu oraz środki zabezpieczające przed erozją;
- hydrosiew, łączący użyźnianie z siewem nasion traw. Substancją dostarczającą składników pokarmowych roślinie jest osad ściekowy lub nawóz mineralny, który zmieszany z wodą i nasionami wprowadza się mechanicznie na powierzchnię bezglebowe; ma szczególne zastosowanie na skarpach.

#### **4. Różnowiekowe zbiorowiska roślinne powstałe w wyniku prowadzonych prac rekultywacji biologicznej**

Wartości przyrodnicze na zwałowisku odpadów górniczych kształtują się w procesie przemian fizycznych, chemicznych i biologicznych gruntu z udziałem roślinności.

Brak jest wypracowanych na naukowych podstawach kryteriów oceny zaawansowania procesu rekultywacji biologicznej gruntów powstałych z odpadów górniczych, a co za tym idzie oceny wartości przyrodniczych powstałych zbiorowisk roślinnych oraz ich funkcji. Jedynie opracowano wytyczne dla szczegółowych wymagań wykonania i odbioru prac rekultywacji biologicznej na zwałowiskach po górnictwie węgla kamiennego (Patrzalek, 2009). Ponadto na podstawie wieloletnich doświadczeń polowych i obserwacji wskazano przydatność gatunków traw i ich polskich odmian dla procesu rekultywacji, określono ich żywotność w latach, zdolność do samo odnawiania się i tworzenia monokultur oraz opracowano procentowy udział odmian traw w mieszankach do obsiewu zwałowiska (Patrzalek, 2003).

Na zwałowisku w procesie rekultywacji biologicznej okrywą roślinną tworzą nie tylko gatunki wysiewane, ale także wkraczające spontanicznie. Powstające zbiorowisko roślinne spełnia ważną rolę w zmianach fizycznych i chemicznych zachodzących w gruncie, inicjując procesy glebotwórcze (Patrzalek & Rostański, 1992, Patrzalek, 2001).

Na podstawie badań fitosocjologicznych na zrehabilitowanych zwałowiskach różnymi metodami w różnym okresie czasu określono stan zbiorowisk roślinnych. Cechy wyróżniające te zbiorowiska przedstawiono w tabeli 1 (Patrzalek, 2006; Giołbas, 2008; Król, 2011; Wolski, 2010).

Tab. 1. Cechy wyróżniające zbiorowiska roślinne na zrehabilitowanych w różnych okresach czasowych zwałowiskach po górnictwie węgla kamiennego  
Tab. 1. Distinguishing features of the reclaimed plant communities in different time periods on coal mining dumps

Nazwa zwałowiska, czas od rozpoczęcia rekultywacji	Roślinność rozpoczynająca proces rekultywacji i sposób użycia gruntu	Liczba gatunków roślin, główne składniki zbiorowiska	Sposób rozmieszczenia roślin	Żywotność drzew i krzewów
<b>Ruda Śląska</b>				
Nr 22, Klara około 35-40 lat	Grupowe nasadzenie drzew liściastych i krzewów na wierzchowinie, dolki zaprawiane ziemią lub popiołem	39 Trzcinnik piaskowy, Nawłóć pospolita, Mietlica pospolita, Brzoza brodawkowata, Robinia akacyjowa, Sosna pospolita	Rozproszony	Wysadzone drzewa i krzewy w zniekształconej formie, o słabym wzroście, luźnym zwarciu, z odrostami
Nr 22, Klara około 35-40 lat	Nasadzenie różnych gatunków topoli, nawożenie mineralne	10 Nawłóć pospolita	Skupiskowy	Końcowa faza zamierania drzew
Nr 22, Klara około 35-40 lat	Nasadzenie drzew i krzewów, powierzchniowo zawadnione w zagłębieniach terenu, pokrycie warstwą ziemi	23 Trzcinnik piaskowy, Nawłóć pospolita, Sadziec konopiasty	Gradientowy	Nieliczne drzewa i krzewy o bujnym wzroście na obrzeżach stanowiska
Nr 36 przy ul. Halembskiej	Wysiew traw na skarpie południowej, pokrycie warstwą ziemi	31 Kostrzewa owcza	Rozproszony losowy	Pojedyncze drzewa i krzewy o bardzo słabym wzroście
Nr 36 przy ul. Halembskiej	Nasadzenie drzew i krzewów na wierzchowinie i skarpie północnej, nawożenie mineralne	39 Trzcinnik piaskowy, Jastrzębiec kosmaczek, Brzoza brodawkowata	Łanowo-kępowy	Drzewa i krzewy w zniekształconej formie, o słabym wzroście, luźnym zwarciu, z odrostami
Nr 46 Borowa II, około 12 lat	Wysiew traw i późniejsze wysadzenie krzewów na skarpach południowej i zachodniej, pokrycie warstwą ziemi z terenów leśnych	34 Kostrzewa owcza, Trzcinnik piaskowy, Brzoza brodawkowata	Regularny, skupiony	Prawidłowo uformowane brzozy z nalotu nasion, forsycje z nasadzeń z wydzielaniem posuszu. Pozostałe drzewa i krzewy z nasadzeń o słabym wzroście

<b>Zabrze</b>				
Nr 6 Ruda przy ul. Trębackiej, około 35 lat	Zadrzewienie, rozległa wierzchowina, dołki zaprawiane popiołem lub ziemią	20 Brzoza brodawkowata, Jesion wyniosły, Modrzew europejski, Topola, Klon jawor, Trzcinnik piaszkowy, Nawłoc pospolita, Kostrzewa owcza	Regularny ze skupiskami	Drzewostan wielogatunkowy o zmieszaniu grupowym, zwarcie rozluźnionym, drzewa często mają zdeformowany pokrój i słabo rozwinięte korony, wydziela się dużo posuszu
Nr 6 Ruda przy ul. Trębackiej, około 35 lat i około 10-15 lat	Zakrzewienie, skarpa zachodnia o łagodnym skłonie, pokrycie warstwą ziemi	31 Forsycja, Śnieguliczka biała, Tawuła, Tawułowiec kalinolistny, Trzcinnik piaszkowy, Przymiotno kanadyjskie, Brzoza brodawkowata	Skupiskowy	Krzewy z nasadzeń skarłale, z zamierającymi pędami i objawami uszkodzeń fizjologicznych na liściach, często w fazie zamierania, roślinność zielna o słabej żywotności, za wyjątkiem trzcinnika piaskowego
Zaborze Nr 3 przy szybie Jerzy, około 20 lat	Zadrzewienie, rozległa wierzchowina, dołki zaprawiane popiołem i ziemią	16 Jesion wyniosły, Topola, Klon jawor, Modrzew europejski, Robinia akacja, Dąb czerwony, Dąb szypułkowy, Rdestowiec sachaliński	Regularny ze skupiskami	Drzewostan wielogatunkowy o zwarcie rozluźnionym, ze słabo uformowanymi koronami, z dużą ilością wydzielającego się posuszu
Mikulczyce 1/R, około 25 lat	Zadrzewiona część północnej skarpy, dołki zaprawiane ziemią	6 Topola, Trzcinnik piaszkowy	Regularny	Drzewostan jednogatunkowy o zwarcie rozluźnionym, obniżonej żywotności, z objawami żerowania szkodników.
Mikulczyce 1/R, około 25 lat	Zadarnienie, zakrzewienie. Skarpa południowa, pokrycie warstwą ziemi	34 Trzcinnik piaszkowy, Nawłoc pospolita, Kostrzewa owcza, Brzoza brodawkowata	Rozproszony	Krzewy z nasadzeń o zdeformowanym pokroju i słabym wzroście. Trzcinnik i nawłoc o najwyższym stopniu rozwoju i żywotności. Pozostałe gatunki słabo wegetujące
Wymysłów przy ul. Lubuskiej, 10 lat	Wysadzenie drzew i krzewów, hydroob-siew międzyrzędzi	34 Trzcinnik piaszkowy	Rozproszony	Drzewa i krzewy z nasadzeń o słabym wzroście i zniekształconym pokroju. Większość roślin zielnych o słabej żywotności. Trzcinnik piaszkowy o najwyższym stopniu rozwoju i żywotności.
Wymysłów przy ul. Lubuskiej, 10 lat	Wysadzenie drzew i krzewów, hydroob-siew międzyrzędzi. Skarpa północna.	26 Trzcinnik piaszkowy, Mietlica pospolita, Kostrzewa owcza, Brzoza brodawkowata, Robinia akacja	Rozproszony	Drzewa i krzewy z nasadzeń nieliczne, o słabym wzroście i zniekształconym pokroju. Z nalotu nasion siewki i podrost brzozy rozwija się prawidłowo. Rośliny zielne o słabym wzroście i niepełnym cyklu rozwojowym, za wyjątkiem trzcinnika

Wał przeciwpowodziowy zbudowany z odpadów górniczych, około 7 lat	Mieszanka odpadów górniczych z osadem ściekowym, około 0,2m . Wysiew mieszań traw	5 Kostrzewa owcza	Łanowy	Brak zadrzewień
Skarpa zwałowiska przylegająca do autostrady Zabrze-Makoszowy Około 3 lata	Zadrzewienie i zakrzaczenie w międzyrzędziach, mieszanka traw Grunt pokryty 0,3-0,4 m ziemi z wykopów.	12 Dereń, Brzoza Olcha Trzcinnik piaskowy, Kostrzewa owcza	Rozproszony	Drzewa i krzewy z nasadzeń o słabym wzroście ,wydzielają dużo posuszu, z mieszanki traw utrzymała się w runi kostrzewa owcza. W puste miejsca wchodzi trzcinnik
<b>Łaziska Górne</b>				
Waleska, około 10 lat	Zadarnienie skarpy mieszanką traw z wykorzystaniem Frisolu® w hydroobsiewie	12 Trzcinnik piaskowy, Kostrzewa owcza	Skupiskowy losowy	Użyte w mieszance gatunki traw krótkotrwałych oraz o dużych wymaganiach troficznych takich jak życica trwała, tymotka łąkowa, kostrzewa czerwona wypadły z runi. Dominantem jest trzcinnik piaskowy.
Waleska, około 10 lat	Zadarnienie skarpy mieszanką traw na warstwie 0,4-0,5 m ziemi. Hydroobsiew.	17 Trzcinnik piaskowy, Nawłóć pospolita, Kostrzewa owcza, Marchew zwyczajna,	Łanowy	Użyte w mieszance jw. gatunki traw ustępują z runi. Zadarnienie tworzy głównie trzcinnik piaskowy.
<b>Pszów</b>				
Pszów, Około 10lat	Zadarnienie i zadrzewienie. Skarpa południowa przykryta 0,05-0,1m warstwą ziemi.	Nawłóć trzcinnik, kostrzewa owcza dąb zwyczajny trzmielina	Skupiskowy rozproszony	Trawy ustępują z runi. Wysadzone drzewa i krzewy o słabym wzroście i niewykształconych koronach
Pszów, około 10 lat	Zadarnienie, po 8 latach zadrzewienie. Skarpa wschodnia	10 Trzcinnik piaskowy, Nawłóć pospolita, Kostrzewa owcza, Dąb czerwony, Klon, Robinia akacjaowa, Jarząb pospolity, Sosna czarna	Skupiskowy	Nieliczne drzewa z nasadzeń o słabym wzroście i słabo wykształconych koronach. Nawłóć i trzcinnik o najwyższym stopniu rozwoju, w dużych skupiskach.
<b>Trachy</b>				
Zwałowisko Smolnica, Skarpa o wystawie wschodniej, około 35 lat	Wysiew mieszanki traw na grunt o pH 3,1 – 3,4. Nawożenie mineralne.	6 Kostrzewa owcza, Brzoza brodawkowata, Sosna zwyczajna, Mchy	Łanowy, Rozproszony	Pojedyncze drzewa z nalotu nasion o prawidłowym wzroście i dobrze wykształconej koronie

Bieruń				
Zwałowisko Bieruń. Skarpa o wystawie północnej Okolo 10lat	Wysiew mieszanki traw. Nawożenie mineralne przedsiewne , przez 4 lata pogłównie	10 Kostrzewa owcza, Brzoza brodawkowata, Sosna zwyczajna	Łanowy, Rozproszony	Drzewa pojedyncze o prawidłowo wykształconych koronach

## 5. Podsumowanie

Przeprowadzona inwentaryzacja zadrzewień na zwałowiskach wykazała, że z nasadzeń po kilkunastu i kilkudziesięciu latach pozostają pojedyncze drzewa o słabym wzroście, a zadrzewienie tworzą gatunki drzew z tak zwanego nalotu nasion (Patrzalek i in., 2003; Patrzalek, 2005).

Przy dobrze dobranych mieszankach traw do obsiewu zwałowisk i odpowiednim użyźnieniu gruntu powstają zbiorowiska o dużej trwałości, które spełniają wymogi stawiane obudowie biologicznej takich obiektów (Patrzalek, 2010).

Wysiew traw na zwałowiskach odpadów górniczych, przy użyciu odpowiedniego sposobu użyźnienia gruntu, przyspiesza i ukierunkowuje proces sukcesji naturalnej na takich terenach (Patrzalek, 2000).

Roślinność wprowadzana w procesie rekultywacji biologicznej na zwałowisko tworzy z gruntem tego zwałowiska układ współzależny. Właściwości fizyczne i chemiczne tworzącej się gleby kształtują się pod wpływem składu mineralnego odpadów, warunków powietrzno - wodnych oraz działalności mikroorganizmów (Strzyszcz, 1978; Osmańczyk-Krasa, 1984).

Źródłem związków rozpuszczalnych w gruncie, z których może korzystać roślina są procesy rozkładu i wymiana jonowa w minerałach ilastych. Przebieg tych procesów rzutuje przede wszystkim na możliwości odżywiania się roślin, co z kolei decyduje o jakości tworzących się zbiorowisk roślinnych (Patrzalek & Pacha, 1991).

Na odpadach górniczych po górnictwie węgla kamiennego w procesie ich rekultywacji biologicznej, powstaje gleba o kwaśnym odczynie i małej pojemności sorpcyjnej, uboga w makroskładniki odżywcze dla roślin, proces wietrzenia masy skalnej dodatkowo ogranicza ich dostępność (Patrzalek, 2001, 2010).

Powstająca gleba inicjalna tworzy ubogie siedliska. W takich warunkach właściwości allelopatyczne oraz małe wymagania pokarmowe i wodne kostrzewy owczej oraz trzcinnika piaskowego utrzymują zbiorowisko tych roślin przez wiele lat w monokulturze (Patrzalek, 2003, 2010).

Tereny zwałowisk po górnictwie węgla kamiennego, na których przed laty przeprowadzono rekultywację biologiczną, najczęściej jako jednorazowy zabieg agrotechniczny, zostały skolonizowane zbiorowiskami roślin, w których dominują takie gatunki jak trzcinnik piaskowy oraz nawłóć. Rośliny te uznano za potencjalny materiał energetyczny, ze względu na ich wartość opałową i ciepło spalania, zbliżoną do wielo-



letnich roślin uprawnych oraz do węgla brunatnego (Patrzalek i in., 2011; Patrzalek i in., 2012). Dlatego szersze spojrzenie na środowisko takich terenów może przynieść konkretne korzyści dla energetyki.

### Literatura

- Bilans Gospodarki Surowcami Mineralnymi Polski*, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią 2009. PAN. Kraków, 2011.
- CHODYNIECKA L., GABZDYL W., KAPUŚCIŃSKI T., *Mineralogia i petrografia dla górników*. Śląskie Wyd. Techn. Katowice. 1993.
- GIOŁBAS T., *Ocena procesu rekultywacji biologicznej skarpy zwalowiska odpadów górniczych przyległych do autostrady na odcinku Zabrze–Makoszowy* (praca mgr). Inst. Geol. Stos. Polit. Śl. 2008.
- HARABIN Z., *Zastosowanie pryzm topolowych do przejściowego zagospodarowania zwalowisk towarzyszących górnictwa węgla kamiennego*. IPIŚ PAN. Zabrze. 1978.
- HARABIN Z., STRZYSZCZ Z., *Biological utilization of hight colliery spoil banks on the basis of tests and experiments*. Symposium on Environmental Problems Resulting from Coal Industry Activities, Katowice. 1976.
- KRÓL B., *Ocena właściwości chemicznych i fizyko-chemicznych gleby inicjalnej wytworzonej na odpadach węglowych pokrytych podłożem glebotwórczy* (praca mgr). Inst. Geol. Stos. Polit. Śl. 2007.
- OSMAŃCZYK-KRASA D., *Aktywność enzymatyczna odpadów górnictwa węgla kamiennego rekultywowanych roślinnością*. Arch. Ochr. Środ. 1. 1984.
- PATRZALEK A.: *Wzrost i rozwój niektórych traw i roślin motylkowatych na zwalowisku odpadów węgla kamiennego „Smolnica”*. Arch. Ochr. Środ. 1. 1984.
- PATRZALEK A., *Zdolność darniotwórcza mieszanek traw i roślin motylkowatych wysiewanych na zwalowisku odpadów węgla kamiennego oraz ich wpływ na wietrzenie gruntu*. Arch. Ochr. Środ., 3–4. 1984.
- PATRZALEK A.: *Kształtowanie się niektórych właściwości fizycznych i chemicznych na zwalowisku odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego w zależności od sposobu rekultywacji*. Poznawcze i praktyczne efekty badań prowadzonych w CPBR, nr 03.11 w latach 1986–90. IPIŚ PAN. Zabrze. 1991.
- PATRZALEK A., *Tereny rekreacyjno-widokowe na zwalowisku odpadów skalnych po kopalnictwie węgla kamiennego*. Mat. Konf.: Problemy zagospodarowania surowców mineralnych. Wisła. 1996.
- PATRZALEK A., *Udział i rola roślinności spontanicznej w tworzeniu się zbiorowisk z wysiewanymi odmianami traw z odpadowej karbońskiej masy skalnej*. Fragmenta Floristica Geobotanika, 7. 2000, 215–227.
- PATRZALEK A., *Znaczenie traw w powstawaniu zbiorowisk roślinnych na glebach inicjalnych wytworzonych z odpadów karbońskich*. Zesz. Nauk. Akad. Roln. nr 402. Rozprawy CLXXVI. Wrocław. 2001.
- PATRZALEK A., *Gatunki i odmiany traw dla celów specjalnych i ich użytkowanie*. Łąkarstwo w Polsce. Polish Grassland Society. Poznań. 2000.
- PATRZALEK A.: *Właściwości gleby inicjalnej powstającej na zwalowisku odpadów karbońskich*. Zesz. Nauk. Polit. Śl. Seria: Górnictwo, z. 248. 2001.
- PATRZALEK A.: *Udział traw w rozwoju zbiorowisk roślinnych w siedliskach trudnych*. Arch. Ochr. Środ, vol. 29, nr 2. 2003.
- PATRZALEK A.: *Ocena zbiorowisk roślinnych na zrehabilitowanych zwalowiskach w Zabrzu w celu określenia ich dalszych funkcji w planie zagospodarowania przestrzennego*. Zesz. Nauk. Polit. Śl., Seria: Górnictwo, z. 267. 2005.
- PATRZALEK A.: *Trawy dla celów specjalnych*. Księga Polskich Traw. Instytut im. W. Szafera. PAN. Kraków. 2007.

- PATRZĄLEK A.: *Rozwój zbiorowiska roślinnego oraz gleby inicjalnej zapoczątkowanej wysiewem traw na zwalowisku odpadów górniczych w okresie 30 lat*. *Górn. i Geol.*, tom 5, z. 4. 2010.
- PATRZĄLEK A., BOGDANOWSKI J., MYCZKOWSKI Z., *Structural landscaping in a recreational park sited on a mining waste dumps Bieruń Nowy (Upper Silesia)*. *Contaminated and derelict land*. Green 2. Thomas Felford Publishing. 1998.
- PATRZĄLEK A., KOZŁOWSKI S., SWĘDRZYŃSKI A., TRĄBA C., *Trzcinnik piaskowy jako potencjalna „roślina energetyczna”*. Wyd. Polit. Śl. Gliwice. 2011.
- PATRZĄLEK A., PACHA J., *Kształtowanie się czynników biologicznych gruncie zwalowiska odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego zależności od sposobu rekultywacji*. *Poznawcze i praktyczne efekty badań prowadzonych w CPBP nr 03.11 w latach 1986–1990*. IPIŚ PAN. Zabrze. 1991, s. 360.
- PATRZĄLEK A., ROSTAŃSKI A., *Procesy glebotwórcze i zmiany roślinności na skarpie rekultywowanego biologicznie zwalowiska odpadów po kopalnictwie węgla kamiennego*. *Arch. Ochr. Środ.*, 3–4, 1992.
- PATRZĄLEK A., NOWIŃSKA K., KOKOWSKA-PAWŁOWSKA M., *Nawłóć – *Solidago sp.* w siedliskach trudnych jako potencjalna roślina energetyczna*. *Zesz. Nauk. Uniw. Przyrod.* Wrocław. 2012.
- PATRZĄLEK A., TWARDOWSKA, SZCZEPAŃSKA J., *Biological reclamation of coal mining waste tip as an essential factor In its result environmental impact*. 4<sup>th</sup> International Symposium on the Reclamation Treatment and Utilisation of Coal Mining Wastes. Kraków, Poland. September 6–10, vol. II. 1993, 807–816.
- ROCZNIKI STATYSTYCZNE WOJ. ŚLĄSKIEGO, lata 1970–1999.
- STRZYSCZ Z., *Chemiczne przemiany utworów karbońskich w aspekcie biologicznej rekultywacji i zagospodarowania centralnych zwalowisk*. *Prace i Studia*, 19. 1978.
- STRZYSCZ Z., *Przyrodnicze podstawy rekultywacji hald po kopalnictwie głębinowym węgla kamiennego*. *Zesz. Nauk. AGH. Sozologia i Sozotechnika*, z. 26. *Dziś i jutro rekultywacji i zagospodarowania terenów pogórnich*. Kraków. 1989.
- STRZYSCZ Z., GIZA T., PAJĄK J., *Wietrzenie odpadów górnictwa węgla kamiennego w aspekcie rekultywacji biologicznej*. *Mat. Konf.: Wpływ eksploatacji surowców skalnych*. Jachranka. 1980.
- TWARDOWSKA I., SZCZEPAŃSKA J., WITCZAK S., *Wpływ odpadów górnictwa węgla kamiennego na środowisko wodne*. *Prace i Studia IPIŚ PAN*, 35. Ossolineum. 1988.
- WOLSKI R., *Rekultywacja biologiczna osadników mulów powęglowych w Pszowie* (praca mgr). *Inst. Geol. Stos. Polit. Śl.* 2010.

## DEVELOPMENT OF PLANT COMMUNITIES ON MINING WASTE TIPS SUBJECTED TO VARIOUS METHODS OF RECLAMATION

The expansion of coal mining in Silesia was associated with the taking over of agricultural land and woodland for mining waste dumps. The rock mass of the waste tips was formed mainly of carboniferous clayslate. The habitat being formed was lean in basic plant nutrients, had poor water and air relations and showed susceptibility to strong soil acidification. Retaining the natural usefulness of such areas required proper reclamation programmes and technical and biological land reclamation. The preferred methods of biological reclamation were aimed at creating conditions favourable for the introduction of herbaceous and arboresecent vegetation. The studies performed have shown that the development of plant communities had not always proceeded as expected. Inadequate plants selected for seeding (grasses) and planting (trees and shrubs) and insufficient soil fertilization, often applied as a one-off measure, led to the development of plant communities comprising vegetation derived mainly from dispersed seeds, such as reedgrass (*Calamagrostis epigejos*) and silver birch (*Betula pendula*).