

**MAREK PAJĄK, WOJCIECH KRZAKLEWSKI,
PIOTR GAWEŁEK***

**OCENA REKULTYWACJI LEŚNEJ ZWAŁOWISKA ODPADÓW
PO WYDOBYCIU WĘGLA KAMIENNEGO NA PRZYKŁADZIE
KWK „BRZESZCZE” W BRZESZCZACH**

Streszczenie

W pracy oceniono rekultywację leśną na zwałowisku odpadów po wydobyciu węgla kamiennego KWK „Brzeszcze” w Brzeszczach. Wprowadzona na zwałowisko roślinność drzewiasta cechuje się dobrą żywotnością i jakością oraz spełnia liczne powierzone jej funkcje od ochronnych do krajobrazowych. Prawidłowy wzrost i rozwój wprowadzonych drzew w dużej mierze umożliwiła poprawnie wykonana rekultywacja techniczna, zwłaszcza nawiezienie odpowiedniej miąższości (40 cm) i jakości wierzchniej warstwy gleby.

Słowa kluczowe: zwałowisko, rekultywacja, roślinność drzewiasta

WSTĘP

W województwie śląskim istnieje ponad 200 zwałowisk odpadów po wydobyciu węgla kamiennego o powierzchni od 0,5 ha do nawet 500 ha [Strzyszczyński 2004]. Pierwsze zintegrowane badania nad ich biologiczną rekultywacją rozpoczęto w 1956 roku na zwałach w Gliwicach i Czeladzi [Skawina 1957]. Osiągnięcia badawcze pozwoliły na częstsze przywracanie gruntów zniszczonych wydobyciem węgla kamiennego do użyteczności głównie jako terenów zadrzewieniowych, leśnych lub dla celów rekreacyjnych. Do roku 1980 przekazywano po rekultywacji do zagospodarowania około 250 ha rocznie, a w 1988 powierzchnię terenów zrehabilitowanych szacowano już na 1200 ha [Krzaklewski 1990].

Celem niniejszej pracy była ocena rekultywacji leśnej wykonanej na wierzchołku zwałowiska odpadów po wydobyciu węgla kamiennego KWK „Brzeszcze”. Ocenę przeprowadzono na podstawie wyników badań nad szatą

* Katedra Ekologii Lasu, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

roślinną oraz wybranych właściwości fizyko-chemicznych utworów budujących wierzchnie warstwy zwałowiska.

OBIEKT BADAŃ I METODY

Badania zostały wykonane na zwałowisku odpadów pochodzących z kopalni węgla kamiennego „Brzeszcze”, rekultywowanego tzw. metodą „glebową”. Jest to składowisko nadpoziomowe, położone w odległości około 2,5 km od kopalni. Obiekt ten istnieje od 1978 roku i zajmuje powierzchnię 34,66 ha. Obszar zwałowiska można podzielić na dwie części: starszą, zrekultywowaną i zwróconą nadleśnictwu Andrychów w 2000 roku, o powierzchni 14,65 ha i młodszą zwróconą nadleśnictwu w 2007 roku, o powierzchni 20,01 ha. Cała wierzchołowa zwałowiska zajmuje 21,83 ha, skarpy o nachyleniu 1:4 około 12,43 ha, a teren przyległy 0,4 ha. Rekultywacja (wg projektu) polegała na nawiezieniu warstwy 40 cm gleby, wapnowaniu (wapnem magnezowym - 6t/ha), nawożeniu mineralnym (azofoską 500 kg/ha), posadzeniu sadzonek drzew i krzewów (brzoza brodawkowata 43%, dąb szypułkowy 15%, robinia akacjowa 14%, modrzew europejski 8% i inne) [Bielas i Soska 1995].

W terenie założono 16 powierzchni badawczych po 8 na młodszej i starszej części przedmiotowego obiektu. Każda z nich miała kształt kwadratu i wielkość 1 ara.

Latem 2012 roku na wszystkich powierzchniach badawczych wykonano następujące prace:

- rozpoznano gatunek drzewa lub krzewu,
- pomierzono wysokości (h) drzew tyczką z dokładnością 0,5 m,
- pomierzono pierśnicę drzew (grubość na wysokości 1,3m) w dwóch prostopadłych kierunkach średnicomierzem z dokładnością 0,1 cm,

Dodatkowo każde drzewo oceniono według przyjętej trzystopniowej skali jakości i żywotności (klasyfikacje oparte na przesłankach ekologicznych):

Jakość:

- 1- drzewa dobrej jakości, dopuszczalne niewielkie krzywizny, o prostym pniu, wyraźny wierzchołek,
- 2 - drzewa średniej jakości, lekka krzywizna nie zawsze wyraźny wierzchołek,
- 3 - drzewa złej jakości, krzywy pień, krzaczaste, wielogałęziste, brak wierzchołka.

Żywotność:

- 1- drzewa żywotne, wyraźny wierzchołek, wyraźny zielony kolor liści, gęsto ulistnione,
- 2 - drzewa średnio żywotne, mniej wyraźny wierzchołek, nieznaczne przerzedzenie aparatu asymilacyjnego,

3 - drzewa osłabione, obumierające, o zahamowanym wzroście, przerzedzona korona, przebarwiony aparat asymilacyjny.

Dla wprowadzonych gatunków drzew na podstawie pomiarów określono klasę bonitacji wzrostowej [Szymkiewicz 1986].

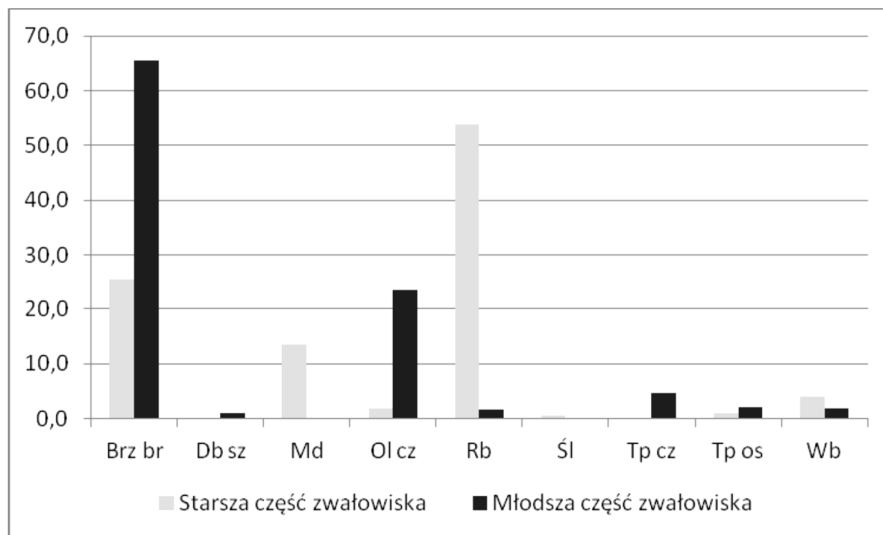
Na wszystkich powierzchniach ustalono również miąższość (cm) warstwy nawiezionej (przez wykonanie 5 odwiertów świdrem glebowym na pow. badawczej). Z każdej powierzchni pobrano próbki średnie (z 5 odwiertów) wierzchniej warstwy gleby nawiezionej w procesie rekultywacji technicznej, w których oznaczono i obliczono:

- pH gleby w H₂O i KCl metodą potencjometryczną, przy użyciu pH-metru,
- przewodnictwo elektrolityczne właściwe gleby, przy użyciu konduktometru,
- skład granulometryczny części ziemistych metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego [PTG 2009].

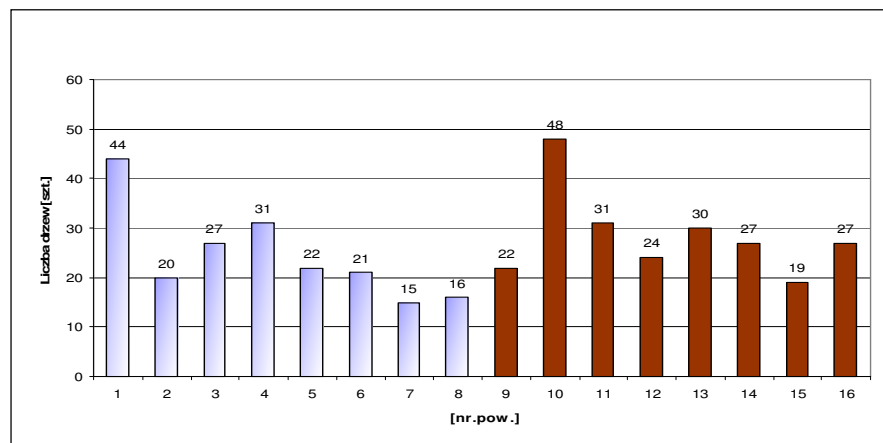
WYNIKI I ICH DYSKUSJA

Na wszystkich powierzchniach badawczych występowały podobne składy gatunkowe drzew, lecz ich liczba i udział w składzie były różne. Na starszej części zwałowiska dominowały: robinia akacjowa (53,8%), brzoza brodawkowata (25,3%) i modrzew europejski (13,5%). Natomiast na młodszej części: brzoza brodawkowata (65,4%) i olsza czarna (23,5%) (rys.1). Jak podaje Cygan [2011] na zwałowisku odpadów górnictwa węgla kamiennego kopalni „Janina” w Libiążu (rejon GOP) również rekultywowanym w kierunku leśnym, korzystne byłoby wprowadzenie większej ilości gatunków fitomelioracyjnych zgodnie z metodą biodynamicznej rekultywacji leśnej [Wójcik 2002]. Najczęściej stosowanym gatunkiem wprowadzanym w ramach tej metody była olsza czarna, której udział w przypadku starszej części obiektu badań w Brzeszczach był dość mały. Na badanym obiekcie większy był udział robinii akacjowej, która pełni funkcję fitomelioracyjną. Obecność olsz i robinii jest ceniona głównie ze względu na zdolność wiązania azotu i wzbogacania w ten składnik gleby, a także za obfity i szybko mineralizujący opad materii organicznej [Puchalski, Prusienkiewicz 1990, Jaworski 2011].

Liczba drzew na poszczególnych powierzchniach badawczych była zmienna i wahała się od 15 do 48 sztuk (rys. 2). Średnia liczba drzew na starszej części obiektu wynosiła 24 sztuki, a na młodszej 28 sztuk. Według założonej więzby w projekcie (1,25 x 1,5 m) na 1 powierzchni badawczej czyli na 100 m² powinny występować 53 sztuki [Bielas i Soska 1995]. Jednak należy wziąć pod uwagę możliwość wypadów oraz efekty zachodzących procesów wydzielania się i przemieszczania się drzew w drzewostanie [Puchalski, Prusinkiewicz 1990].



Rys.1. Miąższościowy (%) skład gatunkowy zalesień na zwałowisku odpadów po wydobyciu węgla kamiennego KWK „Brzeszcze” w Brzeszczach
 Fig. 1. The volume species composition (%) of afforested areas at the waste heap of the “Brzeszcze” hard coal mine in Brzeszcze



Rys.2. Liczba drzew wzrastających na poszczególnych powierzchniach badawczych zwałowiska (nr pow. 1-8 starsza część, 9-16 młodsza część) odpadów po wydobyciu węgla kamiennego KWK „Brzeszcze” w Brzeszczach
 Fig. 2. The number of trees growing on each experimental plots at the waste heap (plot no. 1-8 an older part, 9-16 a younger part) of the “Brzeszcze” hard coal mine in Brzeszcze

Tab.1. Wybrane charakterystyki wzrostowe oraz jakość i żywotność drzew na zwałowisku odpadów po wydobyciu węgla kamiennego KWK „Brzeszcze” w Brzeszczach

Tab. 1. Selected growth characteristics and tree quality and vitality at the waste heap of the “Brzeszcze” hard coal mine in Brzeszcze

Gatunek	Średnia pierśnica [cm]	Średnia wysokość [m]	Bonitacja	Średnia jakość	Średnia żywotność
Starsza część zwałowiska					
Brzoza brodawkowata	8,45	8,08	I	1,45	1,65
Czeremcha zwyczajna	4,32	3,19	n.o.	2,50	1,63
Dąb szypułkowy	2,85	3,00	IV	2,00	2,00
Klon jawor	4,70	4,00	n.o.	2,00	2,00
Kruszyna pospolita	1,48	1,58	n.o.	2,17	2,00
Modrzew europejski	11,77	9,25	I	1,25	1,50
Olsza czarna	11,24	9,50	I	1,20	1,80
Robinia akacjowa	11,06	9,55	n.o.	2,07	1,39
Śliwa tarnina	8,95	5,75	n.o.	3,00	2,00
Topola osika	9,28	9,50	I	2,00	1,50
Wierzby	7,03	6,50	n.o.	2,25	1,69
Młodsza część zwałowiska					
Brzoza brodawkowata	8,27	8,45	I	1,16	1,19
Czeremcha zwyczajna	2,70	2,75	n.o.	2,00	2,00
Dąb szypułkowy	6,44	5,25	II	2,00	1,25
Klon jawor	3,87	3,33	n.o.	1,67	1,00
Olsza czarna	9,76	9,53	I	1,31	1,24
Robinia akacjowa	8,19	6,50	n.o.	2,00	1,17
Topola czarna	10,15	9,75	I	1,33	1,00
Topola osika	4,59	8,67	I	1,00	1,00
Wierzby	7,85	5,02	n.o.	1,71	1,33
gdzie: n.o. – nie określono					

Drzewa rosnące na powierzchniach badawczych były w różnym wieku, co potwierdza zróżnicowany rozkład liczby drzew w stopniach grubości. Najczęściej były spotykane drzewa o pierśnicy z przedziału od 6 cm do 12 cm w starszej części zwałowiska oraz od 4 cm do 12 cm na młodszej części zwałowiska. Najliczniej występującym gatunkiem drzewiastym na zwałowisku była brzoza brodawkowata, której średnia pierśnica na starszej części wynosi 8,45 cm, a na młodszej 8,27 cm (tab.1). Największą średnią pierśnicę charakteryzowały się modrzew europejski, olsza czarna i robinia akacjowa (powyżej 11cm). Największą średnią wysokość osiągnęła topola czarna (9,75 m). Brzoza brodawkowata, modrzew europejski, olsza czarna i topola osika osiągnęły na badanym obiekcie I klasę bonitacji, dąb szypułkowy na starszej części zwałowiska osią-

gnął IV klasę bonitacji, a na młodszej II klasę (tab. 1). Podczas wprowadzania dębu na zwałowisko zastosowano jednostkową formę zmieszania, która jest niekorzystna dla tego gatunku, gdyż dąb wykazuje wolniejszy wzrost niż gatunki pionierskie wykorzystane w głównej mierze do zalesienia zwałowiska. Drobnołępowa forma zmieszania byłaby lepsza dla tego gatunku i umożliwiła lepszy wzrost na rekultywowanym obiekcie [Jaworski 2011].

Na powierzchniach badawczych dominowały drzewa 1 klasy jakości (52%), czyli drzewa dobrej jakości (dopuszczalne niewielkie krzywizny, o prostym pniu, z wyraźnym wierzchołkiem). Nieco mniej (42%) było drzew średniej jakości (z lekką krzywizną i nie zawsze wyraźnym wierzchołkiem - 2 klasa jakości). Tylko 6% drzew zakwalifikowano do 3 klasy jakości, czyli złej jakości (o wyraźnie krzywym pniu, krzaczaste i wielogałęziste). Na starszej części zwałowiska gatunki o najlepszej jakości to olsza czarna i modrzew europejski, a najgorszej śliwa tarnina. Na młodszej części obiektu najlepszą jakością charakteryzowały się topola osika i brzoza brodawkowata, a najgorszą czeremcha zwyczajna, dąb szypułkowy i robinia akacjowa. Większość drzew (63%) posiadała bujną koronę i wyraźnie żywo zielony kolor liści, dlatego zostały zaliczone do 1 klasy żywotności, a pozostałe 37% stanowiły drzewa średnio żywotne, o mniej rozwiniętej koronie i niewielkimi przebarwieniami na liściach. Nie stwierdzono drzew silnie osłabionych ani obumierających. Na starszej części zwałowiska wśród gatunków najlepiej wypadły robinia akacjowa, modrzew europejski i topola osika. Najgorszą żywotność osiągały dąb szypułkowy, jawor, kruszyna pospolita i śliwa tarnina. Na młodszej części obiektu wśród gatunków najlepszą żywotnością charakteryzowały się jawor, topola czarna i topola osika. Najmniej żywotna była czeremcha zwyczajna (tab.1).

Drzewa porastające obiekt badań należą do I klasy wieku (0-20lat), są dobrze rozwinięte, mają ustaloną tendencję wzrostową, na ogół dobrej jakości pień i długie korony. Wartość hodowlana drzew jest dobra, jednak funkcja produkcyjna ustępuje miejsca funkcji ochronnym i krajobrazowym. W tym miejscu swoją przydatność do zadrzewień tego typu obiektów potwierdza brzoza brodawkowata, robinia akacjowa, olsza czarna oraz topole [Greszta i Morawski 1972, Krzaklewski 1988].

Na większości powierzchni badawczych w warstwie runa występował ostrożeń łąkowy (*Cirsium rivulare*) oraz nawłóć kanadyjska (*Solidago canadensis*). Częstymi gatunkami były również: trzcina pospolita (*Phragmites australis*), pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), trzęślica modra (*Milium effusum*) oraz szczawik zajęczy (*Oxalis acetosella*). Oprócz występujących roślin typowych dla zbiorowisk łąkowych i ruderalnych, co jak podają Sendek [1984] i Rostański [1997] jest typowe dla hałd pokopalnianych, nielicznie występowały również rośliny charakterystyczne dla zbiorowisk leśnych. Łącznie rozpoznano 45 gatunków występujących w warstwie runa.

Odczytane ekologiczne liczby wskaźnikowe dla roślin naczyniowych [Zarzycki i in. 2002] pozwoliły na określenie warunków siedliskowych, jakie utworzyły się na obiekcie badań. Interpretując poszczególne średnie wartości liczb wskaźnikowych dla oznaczonych roślin, otrzymano opis warunków siedliskowych: na zwałowisko dociera umiarkowane światło, panujące warunki klimatyczne to umiarkowanie zimne do umiarkowanie chłodnych charakterystycznych dla niżu i pogórza, występują gleby umiarkowanie ubogie i zasobne, od świeżych do wilgotnych, środowisko glebowe kwaśne (pH 4,5-5,5), utwory piaszczyste do glin piaszczystych i utworów pylastych, a zawartość materii organicznej definiuje gleby od ubogich w humus do mineralno-próchnicznych (tab. 2). podobne warunki występowały na starszej, jak i na młodszej części badanego obiektu.

W badanej wierzchniej warstwie gleb przywiezionej w ramach prac rekultywacyjnych nie stwierdzono szkieletu. Warstwa ta była zbudowana z gleb o różnym uziarnieniu od gliny zwykłej do iltu ciężkiego. Średnia miąższość warstwy nawiezionej w ramach rekultywacji wynosiła około 40 cm (tab. 3). Wartości pH (H₂O) była zróżnicowana i kształtowały się od 5,1 do 8,3 na starszej części obiektu i od 4,9 do 7,9 na młodszej części zwałowiska. Zakres wartości wyników badań przewodnictwa elektrolitycznego właściwego gleby był niski i zawierał się w przedziale od 13,9 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ do 163,6 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Duży udział w wierzchniej warstwie gleby frakcji pyłu i iltu wpłynął niewątpliwie pozytywnie na zdolność gromadzenia składników pokarmowych przez glebę [Gołda 2005]. Na zwałowiskach nadpoziomowych, gdzie woda gruntowa w zasadzie nie występuje albo znajduje się poza zasięgiem systemów korzeniowych, częstym problemem jest niedobór wody. Zwykle wynika on z dużej porowatości utworów, przez co po opadzie deszczu woda szybko przenika w głąb profilu, tam gdzie nie sięgają korzenie roślin, a wierzchnie warstwy bardzo szybko tracą wilgoć. Podczas intensywnych opadów dochodzi problem spływu powierzchniowego i erozji powierzchni zwału [Greszta, Morawski 1972]. W przypadku obiektu badań zlokalizowanego w Brzeszczach nie zauważono problemów z gospodarką wodną. Dobry wzrost olszy czarnej i wierzb (gatunki mało odporne na susze) oraz wartości ekologicznych liczb wskaźnikowych roślin naczyniowych runa potwierdzają dobre warunki wilgotnościowe gleb na badanym zwałowisku [Zarzycki i in. 2002, Jaworski 2011]. Jak podaje Greszta i Morawski [1972], po pewnym czasie warunki wodne na zwałowiskach kształtują się na tyle dobrze, że występująca tam roślinność drzewiasta może rosnąć bez obserwowania szkód w starszych drzewostanach. Podobnie jak na zwałowiskach w Gliwicach i Czeladzi [Pająk 1995], roślinność wzrastająca na badanym obiekcie w Brzeszczach zaaklimatyzowała się bardzo dobrze i spełnia swoje liczne funkcje.

Tab. 2. Średnie wartości ekologicznych liczb wskaźnikowych gatunków roślin [Zarzycki i in. 2002] rosnących na zwałowisku odpadów po wydobyciu węgla kamiennego KWK „Brzeszcze” w Brzeszczach

Tab. 2. Mean values of the ecological numbers of indicator plant species [Zarzycki et al. 2002] growing at the waste heap of the “Brzeszcze” hard coal mine in Brzeszcze

Wskaźnik	Ekologiczne liczby wskaźnikowe gatunków roślin						
	światlny	termiczny	kwasowości gleby	granulometryczny gleby	zawartości materii organicznej	wilgotności	trofizmu
Średnio	3,5	2,5	3,0	3,2	2,5	3,5	3,4

Tab.3. Wartość pH, PEW, skład granulometryczny oraz miąższość wierzchniej warstwy gleby na powierzchniach badawczych zwałowiska odpadów po wydobyciu węgla kamiennego KWK „Brzeszcze” w Brzeszczach

Tab. 3. The pH value, PEW, granulometric composition and volume of the surface soil layer on the experimental plots at the waste heap of the “Brzeszcze” hard coal mine in Brzeszcze

Nr pow.	pH		PEW μS/cm	% udział frakcji			Miąższość [cm]
	H ₂ O	KCl		2-0,05mm	0,05-0,002mm	<0,002mm	
Starsza część zwałowiska							
1	6,1	5,2	32,8	30	36	34	41
2	5,4	4,1	26,2	10	51	39	38
3	5,1	4,0	26,3	26	49	25	38
4	5,6	4,3	19,3	15	48	37	40
5	8,3	7,5	82,8	7	48	45	40
6	5,3	4,0	19,5	7	45	48	39
7	5,4	4,0	14,5	5	51	44	42
8	5,5	4,0	13,9	13	47	40	39
Młodsza część zwałowiska							
9	5,5	4,1	13,8	20	49	31	38
10	5,4	4,0	16,8	11	49	40	41
11	7,8	7,4	163,6	9	48	43	40
12	7,1	6,2	41,6	24	47	29	42
13	6,1	4,8	26,2	12	48	40	39
14	5,3	4,0	49,7	7	15	78	41
15	4,9	3,7	45,5	14	41	45	38
16	5,1	3,7	40,1	13	25	62	40

PODSUMOWANIE

Na podstawie badań wykonanych na zrehabilitowanym w kierunku leśny składowisku odpadów górnictwa węgla kamiennego w Brzeszczach można stwierdzić, że:

- Przeprowadzoną rekultywację leśną zwałowiska odpadów po wydobyciu węgla kamiennego KWK „Brzeszcze” w Brzeszczach można ocenić pozytywnie. Obecnie prawie cały badany obiekt jest porośnięty roślinnością drzewiastą, zaś pozostałą, nieznaczną część zdominowały gatunki trawiaste. Roślinność występująca na zwałowisku spełnia liczne powierzone jej funkcje, tj: ochronne, przeciwoerozyjne oraz urozmaica krajobraz i łagodzi negatywne oddziaływanie zwałowiska odpadów.
- Wierzchnia warstwa gleby dowieziona na badany obiekt w ramach prac rekultywacyjnych charakteryzuje się zmiennym uziarnieniem od gliny zwykłej po il ciężki. Pewne różnice na poszczególnych powierzchniach badawczych zaznaczające się również w właściwościach chemicznych, zwłaszcza w wartości pH, nie przeszkadzają jednak w pozytywnym przebiegu procesów glebotwórczych oraz wzrostu i rozwoju roślinności jak i sukcesji szaty roślinnej.
- Zadawalająca jakość i żywotność gatunków drzew zastosowanych w rekultywacji leśnej przedmiotowego zwałowiska, potwierdza ich przydatność do zalesiania tego typu obiektów przemysłowych. Dobry wzrost i rozwój wykazały: brzoza brodawkowata, modrzew europejski i olsza czarna.
- Porównując aktualny skład gatunkowy z projektowanym, można zauważyć pewne rozbieżności. Zanotowano zbyt duży udział brzozy brodawkowatej, przy zbyt małym dębu szypułkowego i modrzewia europejskiego. Należałoby również zwiększyć udział innych gatunków głównych zwłaszcza: lipy drobnolistnej, wiązu górskiego i jaworu.

LITERATURA

1. CYGAN A., 2011. Rekultywacja leśna zwałowisk odpadów po wydobyciu węgla kamiennego na przykładzie KWK „Janina” w Libiążu. Praca inżynierska, Maszynopis. Katedra Ekologii Lasu UR Kraków.
2. GOŁDA T., 2005. Rekultywacja, Skrypt uczelniany UWND AGH, Kraków.
3. GRESZTA J., MORAWSKI S., 1972. Rekultywacja nieużytków przemysłowych, PWRiL, Warszawa.
4. JAWORSKI A., 2011. Sposoby zagospodarowania, odnawianie lasu, przebudowa i przemiana drzewostanów, PWRiL, Warszawa.

5. KRZAKLEWSKI W., 1988. Leśna rekultywacja i biologiczne zagospodarowanie nieużytków przemysłowych. Skrypt uczelniany Akademii Rolniczej w Krakowie.
6. KRZAKLEWSKI W., 1990. Analiza działalności rekultywacyjnej na terenach pogórnich w głównych gałęziach przemysłu wydobywczego w Polsce, Wyd. SGGW, z.44, Warszawa.
7. PAJĄK M., 1995. Efekty rekultywacji i zagospodarowania dwóch zwałowisk odpadów po wydobyciu węgla kamiennego w kopalni „Gliwice” w Gliwicach oraz w kopalni „Saturn” w Czeladzi, Praca magisterska, Maszynopis. Katedra Ekologii Lasu AR Kraków.
8. PTG, 2009. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych – PTG 2008. Rocz. Glebozn. 60, 2: 5-16.
9. PUCHALSKI T., PRUSIENKIEWICZ Z., 1990. Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. Państw. Wydaw. Rolnicze i Leśne.
10. ROSTAŃSKI A., 1997. Flora spontaniczna hałd Górnego Śląska, Archiwum Ochrony Środowiska, 23(3/4).
11. SENDEK A., 1984. Rośliny naczyniowe Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, OTPN, PWN, Warszawa-Wrocław.
12. SKAWINA T., 1957. Gleby zwałów kopalnictwa węglowego, Biuletyn Komisji ds. GOP PAN, Warszawa.
13. STRZYSZCZ Z., 2004. Ocena przydatności i zasady stosowania różnorodnych odpadów do rekultywacji zwałowisk oraz terenów zdegradowanych działalnością przemysłową, PAN, Zabrze.
14. SZYMKIEWICZ B., 1986. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
15. WÓJCIK J., 2002. Biodynamiczna metoda leśnej rekultywacji na przykładzie zboczy zwałowiska kopalni węgla brunatnego „Adamów”, Rozprawa doktorska wykonana w Zakładzie Kształtowania i Ochrony Środowiska AGH Kraków. maszynopis, Kraków.
16. ZARZYCKI K., TRZCIŃSKA-TACIK H., RÓŻAŃSKI W., SZELAĞ Z., WOŁEK J., KORZENIAK U., 2002. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski, PAN, Kraków.

**ASSESSMENT OF FOREST RECLAMATION OF A HARD COAL
WASTE HEAP AS EXEMPLIFIED BY THE “BRZESZCZE”
HARD COAL MINE IN BRZESZCZE**

S u m m a r y

The present study assesses the forest reclamation of the hard coal waste heap at the “Brzeszcze” hard coal mine in Brzeszcze. The arborescent vegetation introduced at the waste heap is characterised by good vitality and quality and it fulfills its numerous functions, from protective to landscape ones. To a large extent, the proper growth and development of the introduced trees has been made possible by the correct execution of technical reclamation, particularly bringing the surface soil layer (40 cm) with proper volume and quality.

Key words: waste heap, reclamation, arborescent vegetation