

*Jolanta Nietrzeba-Marcinonis**

REKULTYWACJA BIOLOGICZNA GRUNTÓW POGÓRNICZYCH W PGE KWB TURÓW SA

1. Wstęp

Podstawowym i jednym z najtańszych paliw, wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej w Polsce, jest węgiel brunatny. Eksploatacja odkrywkowa węgla brunatnego powoduje jednak znaczne przekształcenia środowiska naturalnego. Stopień tych przekształceń jest funkcją uwarunkowań geologiczno-górnictwowych, intensywności eksploatacji oraz wielkości nakładów finansowych przeznaczonych na kompleksową rekultywację obszarów przekształconych. W wyniku geomechanicznych przekształceń powierzchni Ziemi powstają wielkoobszarowe, antropogeniczne formy — wyrobiska i zwałowiska. W odróżnieniu do pierwotnej pokrywy, są one terenami bezglebowymi — pokrytymi materiałem skalnym tzw. grunt pogórnictwowy. W miejsce ukształtowanych przez wieki na drodze sukcesji naturalnej lokalnych ekosystemów, tworzony jest sukcesywnie krajobraz industrialny, charakteryzujący się znacznym stopniem przekształcenia istniejących pierwotnie użytków rolnych i leśnych. Zwałowanie zewnętrzne w kopalni „Turów” zakończono w marcu 2006 roku. Od 1947 roku zezwałowano na zwałowisku zewnętrznym ponad 1470 mln m³ nadkładu. Wysokość względna zwałowiska zewnętrznego to 245 m, to jest 475 m n.p.m. Do tej pory prace rekultywacyjne realizowane były głównie na terenie zwałowiska zewnętrznego, które w 2008 roku zrekultywowano w całości. Jest to największy tego typu obiekt w Polsce i jeden z największych w Europie. Funkcjonuje od lat 60. XX w. Zajmuje powierzchnię 2175 ha. Obecnie zdejmowany nadkład wraz z produktami paleniskowymi lokowany jest na zwałowiskach wewnętrznych w wyrobisku górnictwowym. Rekultywacja terenów pogórnictwowych obejmuje problematykę wielobranżową, w której naukowe badania techniczne i przyrodnicze prowadzone są przez interdyscyplinarne zespoły działające na pograniczu różnych dziedzin i dyscyplin nauki, co wymaga ścisłego skoordynowania tych działań. Celem rekultywacji biologicznej prowadzonej w ramach leśnego kierunku zagospodarowania jest inicjowanie

* PGE KWB Turów SA, Bogatynia

i utrzymanie zmian, które mają doprowadzić do odtworzenia komponentów ekosystemu leśnego, jak również dynamizowanie tego procesu. Efektem prowadzonych prac rekultywacyjnych w kierunku leśnym w PGE Kopalni Węgla Brunatnego Turów SA jest 24,60 km² terenów zalesionych z czego 19,34 km² przekazano do zagospodarowania Lasom Państwowym.

2. Rys historyczny

Rekultywacja w kopalni „Turów” została rozpoczęta w latach 60. XX wieku. Była wówczas działalnością pionierską i eksperymentalną w tej dziedzinie. Już wtedy przyjęto koncepcję leśnego zagospodarowania terenów pogórnich. Przystąpiono wówczas do założenia bazy doświadczalnej według wytycznych opracowanych przez profesora Skawinę. Doświadczenie polegało na obsadzeniu nieukształtowanych skarp sadzonkami drzew. Rok 1967 stanowił przełom w metodzie rekultywacji i prowadzone działania miały już swoją podstawę prawną, powstała Uchwała Rady Ministrów dotycząca rekultywacji gruntów pogórnich. Istotnym elementem robót rekultywacyjnych stało się kształtowanie rzeźby terenu w oparciu o projekty techniczne. Pod koniec lat sześćdziesiątych przeprowadzono badania nad możliwością rekultywacji poprzez sadownicze zagospodarowanie zwałowisk oraz terenów leżących u podnóża zwałowiska zewnętrznego. W latach 70. ubiegłego wieku rozpoczęto cykl doświadczeń nad rekultywacją rolniczą. Prace badawcze w szerszym zakresie rozpoczęto jednak dopiero w 1984 i trwały one do 1988 roku. Zrezygnowano z tego typu rekultywacji ze względu na wysokie koszty zabiegów oraz niską jakość plonów.

W okresie 30 lat działań rekultywacyjnych prowadzono na zwałowisku szereg doświadczeń zarówno w zakresie materiałów stosowanych do neutralizacji bądź nawożenia mineralnego, ich dawek, sposobu aplikacji jak również doboru gatunkowego wysiewanej roślinności oraz składu wysadzanych drzew i krzewów. Reprodukowano również materiał sadzeniowy poprzez użycie zrzesów oraz wysiew nasion bezpośrednio do gruntu na zwałowisku. Do działań rekultywacyjnych wprowadzono też zabiegi agrotechniczne.

Pod koniec lat 80. ubiegłego wieku rozpoczęto pierwsze, planowe prace odwodnienia na zwałowisku zewnętrznym. Pomimo wąskiego zakresu prac stworzono model rozwiązań hydrotechnicznych zapewniający kontrolowane sprowadzenie wód opadowych ze zwałowiska. Składał się on z rowów na półkach zwałowiska, sprowadzeń na niższe poziomy oraz zbiorników zapewniających wytrącanie się ponadnormatywnej ilości zawiesiny. Obecnie prowadzona w Turowie rekultywacja to dokładnie planowany proces ściśle powiązanych i odpowiednio po sobie następujących działań. Obejmuje ona:

- rekultywację przygotowawczą (rozpoznanie czynników warunkujących prawidłowość przebiegu procesu, planowanie, prace studialne, opracowywanie dokumentacji projektowo-kosztorysowej, bieżąca analiza uzyskiwanych efektów);
- rekultywację techniczną (docelowe kształtowanie rekultywowanych powierzchni, regulacja stosunków wodnych, budowa dróg dojazdowych, odtwarzanie gleb na części formowanych powierzchni poprzez humusowanie);

- rekultywację biologiczną (neutralizacja gruntu z dwukrotnym kultywatorowaniem, hydroobsiew, sadzenie łubinu, zalesienia, zadrzewienia, nawożenie mineralne);
- pielęgnację upraw leśnych (uzupełnienia wypadów roślinności zielnej i drzewiastej, cięcia pielęgnacyjne, chemiczne i mechaniczne zabezpieczenia drzewek przed zgryzaniem).

3. Model rekultywacji biologicznej w kopalni „Turów”

W kopalni „Turów” rekultywacja gruntów pogórnich, prowadzona jest zgodnie z obowiązującymi decyzjami, w kierunku leśnym. Wybór metody rekultywacji determinowany jest właściwościami gruntu rekultywowanego, warunkami glebowo-klimatycznymi oraz względami ekonomicznymi [3]. Wysoki stopień trudności rekultywacji stwarza konieczność ciągłego poszukiwania lepszych rozwiązań tym samym doskonalenia i modyfikacji metod postępowania rekultywacyjnego. Według klasyfikacji gruntów pogórnich pod względem ich przydatności do rekultywacji biologicznej rekultywowane grunty turowskie należą do gruntów o najwyższym stopniu trudności rekultywacji biologicznej w Polsce [4]. Wśród trudności, związanych z właściwościami skał wymienić należy: nadmierne zakwaszenie skał nadkładu, wynikające z dużej zawartości węgla, piryków, markazytów, przez co są to grunty toksyczne dla roślin; duża kwasowość hydrolityczna; nadmierna zawartość wymienionych jonów glinu; znikoma zawartość fosforu przyswajalnego oraz związków azotu w skałach nadkładu; nadmierne zagęszczenie utworów oraz ich bezstrukturalność, co powoduje skokową zmienność ich konsystencji; duża zwięzłość i zlewność (nadmierna gęstość właściwa, niska gęstość objętościowa, mała porowatość ogólna, duży udział w składzie granulometrycznym części spławianych oraz przewaga mikropor); duże zróżnicowanie właściwości skał nadkładowych w obrębie różnych partii zwałowisk. Szereg niekorzystnych właściwości znacznie utrudnia uzyskanie pożądanego efektu nawet po właściwym wykonaniu prac rekultywacyjnych. Wynika to ze szczególnej trudności w rekultywacji gruntów, a nie z błędnie przyjętych czy wykonanych rozwiązań rekultywacyjnych. Przy ocenie wykonywanych prac rekultywacyjnych należy szczególnie zwrócić na ten fakt uwagę. Wykonywane prace rekultywacyjne realizowane są na bazie wieloletnich doświadczeń i aktualnego stanu wiedzy w tej dziedzinie. Proces przywracania cech użytkowych i uproduktywnienia gruntów pogórnich odbywający się w warunkach naturalnych może trwać kilkaset lat [1]. Zniszczenie produktywnej warstwy może nastąpić w tempie o wiele szybszym. Ale za sprawą człowieka proces uproduktywnienia można znacznie przyspieszyć pod warunkiem prowadzenia go w sposób przemyślany i fachowy. W procesie rekultywacji gruntów pogórnich w Kopalni Turów realizowana jest biodynamiczna metoda zalesiania. Metoda ta jest systematycznie wdrażana na terenach szczególnie trudnych do rekultywacji. Są to przede wszystkim powierzchnie o nadmiernych wypadach roślinności na skutek wtórnego zakwaszenia podłoża oraz tereny po przenośnikach, suwnicach (dodatkowo zagęszczone). Na takich obszarach wprowadzane są gatunki drzew i roślin zielnych o właściwościach wybitnie fitomelioracyjnych. Udział gatunków fitomelioracyjnych w tej metodzie nie jest mniej-

szy niż 30%. Są to głównie olsza czarna i zielona, łubin trwały, rośliny motylkowe. Wśród olszy jednostkowo lub w małych grupach rozmieszczony jest dąb szypułkowy, jawor i inne gatunki główne. Ich udział w składzie zależy od warunków siedliskowych.



Rys. 1. Młode — jednoroczne zalesienia na terenach po suwnicach

Dodatkowym czynnikiem w tej metodzie jest udział roślinności zielonej a zwłaszcza łubinu trwałego, którego udatność w ostatnich latach na rekultywowanych terenach znacznie wzrosła.



Rys. 2. Łubin trwały na rekultywowanych powierzchniach

Jego głównym atutem jest dostarczanie dodatkowej biomasy do ekosystemu i znaczne ilości azotu.



Rys. 3. Symbiotyczne brodawki korzeniowe na korzeniach olszy

Z dotychczasowych badań wynika, że z punktu widzenia biologicznej rekultywacji najbardziej niekorzystną cechą utworów zwałowiskowych w kopalni Turów jest ich duże zakwaszenie, zarówno aktualne jak i potencjalne, ujawniające się dopiero po pewnym czasie w wyniku utleniania zredukowanych form siarki zawartych w minerałach siarczkowych, bądź w substancji lignitowej. Zabiegiem mającym na celu wyeliminowanie procesów zakwaszenia gruntów jest wieloskładnikowa neutralizacja prowadzona sukcesywnie na rekultywowanych terenach zwałowisk. Oprócz likwidacji nadmiernego zakwaszenia spełnia ona również funkcję nawozową poprzez wprowadzanie do gruntu składników pokarmowych roślin zwłaszcza wapnia, fosforu i magnezu.

W ramach uzupełniającego nawożenia mineralnego wprowadzany jest dodatkowo azot, występujący w gruntach „surowych” w minimalnych ilościach. W istotny sposób na udatność i wzrost roślin wpływają wadliwe stosunki powietrzno-wodne silnie spoiстых utworów zwałowiskowych. Uwidacznia się to w drastyczny sposób zwłaszcza w okresach suszy. Brak strukturalności, sprawia że wykazują one skokową zmianę konsystencji z twar doplastycznej do płynnej i odwrotnie. Dla poprawy tych cech w największym stopniu przyczyniają się intensywne zabiegi agrotechniczne. W dalszej kolejności stopniowe ustrukturalnienie gruntów jest w miarę postępujących procesów glebotwórczych intensyfikowanych przez roślinność [2].

Na terenach o znacznych wypadach roślinności i utrzymujących się niekorzystnych właściwościach wykonywane są prace uzupełniające.



Rys. 4. Prace uzupełniające z zastosowaniem dołków zaprawianych ziemią próchniczną z placówkami na terenach o dużym zakwaszeniu i cementacji podłoża

W zależności od właściwości podłoża przeprowadzane jest intensywne spulchnianie gruntu przy użyciu specjalistycznego sprzętu, sadzenie drzewek w zaprawionych ziemią próchniczną dołkach, wysiew roślinności zielnej i sadzenie łubinu. W przypadku braku możliwości wjazdu sprzętu mechanicznego na dany teren, prace wykonywane są w całości ręcznie przy zastosowaniu dołków z tzw. placówkami. W prowadzonych pracach rekultywacyjnych stosuje się również rekultywację metodą sukcesji kierowanej. Polega ona na pozostawieniu większych enklaw roślinności pochodzących z sukcesji naturalnej oraz wkomponowywaniu i dobraniu odpowiedniej roślinności. Takie rozwiązanie zwiększa możliwość ekspansji roślin z sukcesji ekologicznej oraz wpływa na znaczne kształtowanie się bioróżnorodności tworzących się siedlisk leśnych.

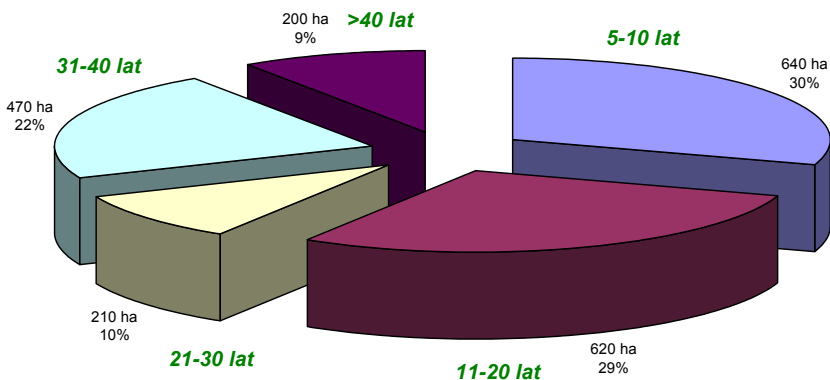
4. Rekultywacja leśna jako technologia przyspieszająca procesy powstawania gleby

Jednym z podstawowych zadań rekultywacji terenów przemysłowych jest wytworzenie gleb, jako niezbędnego elementu składowego ekosystemów. Nie chodzi przy tym o literalnie traktowaną rekonstrukcję budowy i stanu gleb sprzed działania czynników dewastujących — jest to w zdecydowanej większości przypadków niemożliwe. Pokrywa glebowa ma być natomiast w pełni funkcjonalną, w rozumieniu zarówno użytkowym, jak przyrodniczym. W przypadku terenów pogórnicych główną uwagę, z racji intensywności i skali przekształceń gleb, skupiają na sobie właściwości materiału skalnego jako macierzystego dla nowo tworzonej pokrywy glebowej. Turoszowskie grunty pogórnicy stanowią

w większości utwory trzeciorzędowe o niekorzystnych właściwościach zarówno chemicznych jak i fizyko-chemicznych. Obok poprawy właściwości fizycznych i akumulacji materii organicznej, pozytywnym skutkiem przebiegu procesów glebotwórczych na zwałowisku zewnętrznym jest zmiana odczynu gleb na bardziej korzystny dla roślinności leśnej. W miarę upływu czasu następuje stopniowa stabilizacja odczynu, szczególnie w poziomach organicznych gdzie pH zawiera się w przedziale 3,6–5,7. Utrzymanie kwaśnego odczynu poziomów ściółki i próchnicznych wynika z zakwaszającej roli akumulowanego materiału pochodzącego z opadu w większości gatunków liściastych [5]. Zmiany właściwości badanych idustroziomów, jakie zaszły na przestrzeni ponad 40 lat, są przede wszystkim skutkiem oddziaływania na „surowy grunt” procesów akumulacji i przemian materii organicznej jak również procesów wietrzeniowych pod wpływem czynników biotycznych i abiotycznych. W obrazie morfologicznym wyłoniły się, charakterystyczne dla inicjalnych gleb leśnych poziomy genetyczne: ściółki (*Ol*), próchnicy nadkładowej (*Ofh*), poziomu próchnicznego przejściowego (*AC*) a w „najstarszych” profilach poziomu próchnicznego właściwego (*A*) oraz poziomu skały macierzystej.

5. Osiągnięte zamierzenia

Kształtujące się zbiorowiska leśne na zwałowisku zewnętrznym wskazują rozwój w kierunku żyznych jednostek leśnych — głównie Lasu Mieszanego Wyzynnego o dużej zdolności produkcyjnej. Rosnące na zwałowisku drzewostany tworzą komponenty środowiska leśnego w tym glebę i jej specyficzną mikroflorę oraz lokalny mikroklimat. Rozwój ekosystemów jest dynamiczny i zmierza w kierunku żyznych siedlisk leśnych o dużej bioróżnorodności. Wskazują na to cechy rodzaju gleby i gatunki roślin z sukcesji, spotykane w żyznych siedliskach leśnych [2].



Rys. 5. Struktura zalesień

Zrekultywowane tereny przekazywane są Lasom Państwowym w celu prowadzenia właściwej gospodarki leśnej. Pomimo, że struktura wiekowa zalesień jest charakterystyczna dla młodych lasów, już teraz stanowi istotny czynnik krajobrazowy i klimatyczny gminy Bogatynia. Stabilizacja wymagać będzie jeszcze co najmniej kilku dziesiątków lat. Przeważająca powierzchnia zwałowiska zewnętrznego stanowiąca około 60% porośnięta jest drzewostanami w I klasie wieku tj. od 5 do 20 lat.

Liczny udział gatunków leśnych, obok których występuje jeszcze znaczna liczba gatunków nieleśnych i przejściowych potwierdza, że charakteryzowane zbiorowiska są jeszcze socjologicznie nieustabilizowane. Na zwałowisku występują w dużej ilości siedliska wodno- błotne. O dynamicznym ich rozwoju świadczą liczne zwierzęta związane z tymi siedliskami tj. piżmaki, dzikie kaczki oraz płazy i gady. W pobliżu miejsc wilgotnych spotkać można chronione płazy reprezentowane przez rzekotkę drzewną *Hyla arborea*, kumaka nizinnego *Bombina bombina*, traszkę górską *Triturus alpestris*, żabę trawną *Rana temporaria*, ropuchę szarą *Bufo bufo* oraz gady takie jak żmija *Vipera berus*, jaszczurka żyworodna *Lacerta vivipara*, padalec zwyczajny *Anguis fragilis* i zaskroniec zwyczajny *Natrix natrix*. Z ptaków, na tym terenie i w otoczeniu, stwierdzono wiele gatunków od zalatujących do lęgowych i zimujących. Do rzadszych w Polsce należą: pustułka *Falco tinnunculus*, siniak *Columba oenas*, puszczyk *Strix aluco*, jerzyk *Apus apus*, bocian biały *Ciconia ciconia*, kruk *Corvus corax*, brzegówka *Riparia riparia* oraz liczne owadożerne i łuszczeniaki. Powierzchnia dotychczas zrekultywowanych terenów pogórnicych w PGE KWB Turów SA stanowi około 2600 ha, w tym na zwałowisku zewnętrznym około 2200 ha. We władaniu kopalni pozostaje ponad 400 ha terenów zrekultywowanych na zwałowisku zewnętrznym. Zbiorowiska leśne są trwałym czynnikiem detoksykacji środowiska, wpływając na poprawę warunków życia mieszkańców tego regionu.



Rys. 6. Starsze zalesienia na zrekultywowanych powierzchniach

Powstający na zwałowisku zewnętrznym antropogeniczny kompleks leśny przyczynia się w znacznym stopniu do podniesienia lesistości uprzemysłowionego regionu bogatyńskiego. Las spełnia funkcje wodoochronne, klimatyczne oraz estetyczne. Na terenach bezglebowych szczególnie ważna jest rola glebotwórcza i gleboochronna. Kompleks leśny korzystnie oddziałuje na kształtowanie się bilansu wodnego zwałowiska przez retencjonowanie znacznych ilości wód opadowych w ściółce i glebie leśnej, stanowi barierę dla przemieszczających się zanieczyszczeń transgranicznych, będąc przy tym znacznym producentem tlenu. Pomimo że struktura wiekowa zalesień jest charakterystyczna dla młodych lasów, już teraz stanowi istotny czynnik krajobrazowy i klimatyczny gminy Bogatynia. W przyszłości będzie stanowić nie lada atrakcję turystyczną.

LITERATURA

- [1] *Katzur J., Liebner F.*: Erste Ergebnisse eines Großlisimeterversuchen zu den auswirkungen der Abraumsstrate und Aschemelioration auf Sickerwasserbildung und sofffrachten der Sickerwasser aus den Kippen und Halden des Braunkohlenbergbaue. Arch.Acker-Pflanzenbau Bodenkd, 1995
- [2] *Krzaklewski W., Wójcik J.*: Doskonalenie technologii rekultywacji biologicznej zbcocy i kształtowanie biotopu dla leśnego zagospodarowania zwałowiska zewnętrznego KWB „Turów”. IKiOŚ AGH, Kraków 2009
- [3] *Nietrzeba-Marcinonis J.*: Wpływ rekultywacji leśnej terenów pokopalnianych na wybrane właściwości gleb inicjalnych na przykładzie zwałowiska nadkładu KWB Turów SA. WLLiŚ UZ, Zielona Góra 2007 (praca doktorska)
- [4] *Skawina T.*: Rezultaty badań nad modelem rekultywacji terenów pogórnich w Polsce. Zeszyty Naukowe, AGH, Kraków 1969
- [5] *Šourkova M., Frouz J., Šantručkova*: Accumulation of karbon, nitrogen and phosphorus during soil formation on alder spoil heaps after Brown-coal miting, near Sokolo (Czech republic). Geoderma 124, 2004