

Marek SZMUC, Marian WARCHOŁ  
Kopalnia Siarki "Machów" S.A., Tarnobrzeg

## **Restytucja i reintrodukcja życia biologicznego na terenach zdegradowanych przez przemysł siarkowy**

### **Słowa kluczowe**

Wyrobnisko, eksploatacja, rekultywacja.

### **Streszczenie**

Dynamiczny rozwój przemysłu siarkowego doprowadził w konsekwencji do degradacji olbrzymiej ilości terenów rolniczych. Znaczne obniżenie cen siarki spowodowało drastyczne ograniczenie wydobycia, a tym samym systematyczną likwidację kopalń odkrywkowych i otworowych.

Prowadzona od 90. lat XX wieku rekultywacja terenów poeksploatacyjnych, zgodnie z ustalonymi dla poszczególnych jej obszarów kierunkami, pozwoliła na przywrócenie wartości użytkowych zdegradowanym terenom. Na miejscu byłych terenów górniczych powstają zbiorniki wodne oraz grunty rolne i leśne, stwarzając dodatkowo dogodne miejsca do celów rekreacyjnych.

Uzyskany tą drogą efekt ekologiczny na terenach poeksploatacyjnych Kopalni Siarki w Machowie, Grzybowie, Jeziórku i Machowie II pozwolił na stworzenie warunków dla restytucji i reintrodukcji życia biologicznego na nich.

### **1. Oddziaływanie kopalń siarki na środowisko**

#### **1.1. Stan polskich kopalń siarki**

Eksploatację siarki metodą odkrywkową rozpoczęto w 1961 r. i prowadzono do 1971 r. w Kopalni „Piaseczno” i do końca 1992 r. w Kopalni „Machów”. Dynamiczny rozwój przemysłu siarkowego nastąpił wraz z zastosowaniem technologii otworowej eksploatacji siarki, w Kopalni „Grzybów” od 1966 do 1996 r., Kopalni „Jeziórko” od 1967 do 2001 r., Kopalni „Basznia” od 1977 do 1993 r. oraz Kopalni „Machów II” od 1985 do 1993 r.

Jedyną czynną kopalnią siarki, na dzień dzisiejszy, jest kopalnia Osiek prowadząca wydobycie nieprzerwanie od 1993 r. metodą otworową. Zastosowany zamknięty obieg wód technologicznych znacznie zmniejszył uciążliwość dla środowiska. W obecnej sytuacji najpoważniejszym problemem w polskim górnictwie siarki jest zakończenie likwidacji i rekultywacji zdegradowanych terenów pogórnicznych.

Zlikwidowano już otworową Kopalnię Siarki „Machów II” i „Grzybów”, w końcowym etapie likwidacji jest odkrywkowa Kopalnia Siarki „Machów”, na bazie której powstał 500 hektarowy zbiornik wodny o maksymalnej głębokości dochodzącej do 42 m. Zaawansowane są prace związane z likwidacją odkrywkowej Kopalni Siarki w Piasecznie oraz otworowej Kopalni Siarki „Jeziórko”.

Z uwagi jednak na brak źródła finansowania nie podjęto kontynuacji prac rekultywacyjnych w Kopalni Siarki „Basznia”.

### 1.2. Wpływ na powierzchnię ziemi

Eksploatacja złóż siarki rodzimej metodą odkrywkową i podziemnego wytopu doprowadziła do dużych zmian w postaci przekształceń morfologii terenu, degradacji gleby oraz stosunków wodnych zwłaszcza wód powierzchniowych. Cechą charakterystyczną odkrywkowej eksploatacji jest lokalne przekształcenie krajobrazu oraz związane z tym zmiany lokalnej sieci hydrograficznej.

W obrębie pól górniczych i ich otoczeniu nastąpiła znacząca degradacja gleb zarówno przez człowieka w wyniku działalności mechanicznej, jak również pod wpływem czynników powodujących zmianę własności chemicznych i cech fizycznych. Na rys. 1.1 przedstawiono tereny przed rekultywacją.



**Rys. 1.1** Tereny przed rekultywacją  
**Fig. 1.1** Area before reclamation

Siarka elementarna, jak i odpady porafinacyjne znajdujące się na powierzchni składowisk w wyniku procesu utleniania powodowały powstawanie kwasu siarkowego w miejscach zastoisk wody. Proces ten prowadził do niekorzystnego wzrostu zakwaszenia środowiska glebowego. Na terenach zdegradowanych pH gleby przyjmowało wartość od 1,2 – 2,2. Tak silne zakwaszenie gleby spowodowało znaczne zmiany kompleksów sorbcyjnych, niszczenie koloidów glebowych, uwalnianie toksycznych jonów glinu, a zwłaszcza wymycie podstawowych składników pokarmowych tj. fosforu, potasu i magnezu.

## **2. Prace rekultywacyjne**

Grunty zdewastowane i zdegradowane działalnością górnictwem związaną z wydobyciem siarki metodą odkrywkową i otworową wymagają każdorazowo indywidualnego podejścia do prowadzonej rekultywacji w poszczególnych obszarach. Kopalnia Siarki „Machów” S.A. prowadzi rekultywację w obszarach Machów-Piaseczno, Grzybów, Jeziórko i Basznia, a rozwiązanie problemu „naprawy środowiska” w każdym z w/w obszarów wymagało opracowania szeregu projektów technicznych, ekspertyz i badań modelowych wykonywanych przez specjalistów z różnych dziedzin.

### **2.1. Rekultywacja Kopalni Siarki „Machów”**

Rekultywacja Kopalni Siarki „Machów” polegała na tworzeniu w miejscu wyrobiska poeksploatacyjnego zbiornika wodnego o pow. 500 ha. Dno zbiornika zostało odizolowane od poziomu wód trzeciorzędowych 25 m warstwą ilów krakowieckich. Zbiornik wyposażony został w obiekty służące do wymiany wody oraz elementy umożliwiające jego zagospodarowanie do celów rekreacyjnych.

### **2.2 Rekultywacja Kopalni Siarki „Piaseczno”**

Rekultywacja byłej Kopalni Siarki „Piaseczno” polega na zabezpieczeniu wyrobiska poeksploatacyjnego dla przyjętego wodnego kierunku rekultywacji. Wychodnie serii chemicznej w tym przypadku zaizolowano ilami krakowieckimi tworząc od 2 do 4 m warstwę izolacyjną. W miejscu wyrobiska powstaje zbiornik wodny o powierzchni ok. 160 ha. Tereny przyległe zostaną zagospodarowane w sposób umożliwiający ich wykorzystanie do celów rekreacyjnych.

### **2.3 Rekultywacja Kopalni Siarki „Jeziórko”**

Rekultywacja Kopalni Siarki „Jeziórko” prowadzona jest w kierunku rolnym oraz leśno-wodno-łąkowym. W największych obniżeniach terenu formowane są zbiorniki wodne. Rejony skażonych gleb neutralizowane są przy pomocy wapna poflotacyjnego, a następnie poddawane zabiegom agrotechnicznym zmierzającym do odtworzenia warstwy gleby. Na części terenów, gdzie odtworzono już warstwę gleby, wysiewane są mieszanki traw oraz prowadzone nasadzenia drzew i krzewów.

### **2.4 Rekultywacja Kopalni Siarki „Basznia”**

Prace rekultywacyjne w Kopalni Siarki „Basznia” polegać będą na usunięciu pozostałości siarki i zasyranej gleby, likwidacji pozostałych otworów eksploatacyjnych, obserwacyjnych i piezometrów dla monitoringu poziomu wód czwartorzędowych oraz likwidacji budynków i infrastruktury przemysłowej.

## **3. Efekt ekologiczny**

W wyniku prowadzonej od lat 90. XX wieku rekultywacji uzyskano efekt środowiskowy w postaci zrehabilitowanych terenów.

Efekt środowiskowy w kierunku leśnym, zadrzewieniowym i zadrzewieniowo-łąkowym uzyskano m.in. poprzez wprowadzenie na ukształtowane w wyniku zabiegów technicznych powierzchnie, mieszanki traw z roślinami motylkowymi. Zestawienie zrekultywowanych powierzchni w poszczególnych obszarach działania przedstawiono w tabeli 3.1.

**Tabela nr 3.1.** Uzyskany efekt ekologiczny  
**Table 3.1.** Obtained ecological effect

Obszar	Powierzchnia zrekultywowanych terenów w hektarach			
	wodnym	leśnym	zadrzewieniowym	zadrzewieniowo- łąkowym
Machów	484,5166	0,0	159,5306	35,4814
Piaszczno	0,0	0,0	0,0	0,0
Grzybów	0,0	40,04	0,0	0,0
Jeziórko	0,0	121,4266	0,0	0,0

Zadarnienie prowadzone było zarówno na terenie przeznaczonym pod nasadzenia drzew i krzewów, jak również w rejonach mających w przyszłości pełnić funkcje rekreacyjne. Przed siewem mieszanki traw w Kopalni Siarki „Machów” prowadzono zabiegi agrotechniczne w postaci:

- jesiennej wysiewki nawozów w postaci 325 kg superfoski 20 na hektar wraz z dwukrotnym bronowaniem,
- wiosennej wysiewki nawozów w postaci 100 kg potafoski magnezowej oraz 100 kg saletry amonowej na hektar wraz z trzykrotnym bronowaniem posiewnym.

W drugi roku po siewie mieszanek traw z roślinami motylkowymi prowadzone jest sadzenie drzew i krzewów, w postaci nieregularnych płatów, w dolki o wymiarach 40x40x40 cm zaprawione ziemią urodzajną lub humusem.

W skład płatów zadrzewień wchodziły gatunki drzew i krzewów w proporcji 50/50. Podstawowe gatunki drzew to:

- brzoza brodawkowata i omszona,
- buk zwyczajny,
- dąb czerwony i szypułkowy,
- klon: jawor, srebrny i zwyczajny,
- modrzew europejski,
- robinia akacjowa,
- wierzba biała i krucha.

Podstawowe gatunki krzewów:

- głóg dwuszyjkowy i jednoszyjkowy,
- bez czarny i lilak,
- czeremcha amerykańska i zwyczajna,
- kalina koralowa,
- róża pomarszczona i dzika,
- trzmielina brodawkowata,
- wierzba wiciowa.

Do nasadzeń użyto sadzonek wysokiej klasy, minimum dwuletnich, szkółkowanych. Gatunki drzewiaste sadzono w zmieszaniu drobnokepowym, jednogatunkowo przy grupowym zmieszaniu krzewów (po kilka sztuk) w obrębie enklaw, jak i na obrzeżach.

Na terenie Kopalni Siarki „Jeziórko” w celu uproduktywnienia jałowych, bezglebowych gruntów oraz poprawienia własności fizycznych i chemicznych stosowane są ustabilizowane osady ściekowe o kodzie 19 08 05. Przed ich stosowaniem gleba poddawana jest neutralizacji wapnem poflotacyjnym.

Zgodnie z posiadanym zezwoleniem na prowadzenie działalności w zakresie odzysku odpadów stosowana jest dawka osadów 200 Mg s.m./ha. Osady po dostarczeniu są niezwłocznie rozścielane spycharkami gaśnicowymi i dwukrotnie wymieszane z glebą za pomocą brony talerzowej oraz brony zębatej. Na tak przygotowane podłoże prowadzony jest siew mieszanki traw i wałowanie. Nawożenie osadami jest stosowane jako zabieg jednokrotny z jedno lub wielorazowym wprowadzeniem osadu do gruntu.

#### **4. Restytucja i reintrodukcja życia biologicznego**

Naprawienie szkody górniczej polegającej na nieodwracalnej zmianie pierwotnego terenu oraz dewastacji gleby i szaty roślinnej na terenach prowadzonej działalności górniczej jest jednym z podstawowych celów prowadzonej od 90. lat XX wieku rekultywacji. Na dzień dzisiejszy można stwierdzić, że utworzony w likwidowanym wyrobisku Kopalni Siarki „Machów” zbiornik wodny spowodował co prawda niewielkie zmiany w gospodarce wodnej rejonu oraz niewielkie zmiany klimatu ale co najistotniejsze stał się ostoją dla wielu gatunków roślin i zwierząt. Uwilgotnienie terenów przyległych, ich częściowe zalesienie i zakrzaczenie sprzyja zasiedleniu rozmaitych gatunków ptaków wodnych. Wypłycone fragmenty zbiornika sprzyjają rozwojowi roślinności przybrzeżnej, a tym samym stwarzają dogodne warunki dla bytowania zwierząt wodnych i lądowych oraz wielu gatunków ryb. Przykład terenów po rekultywacji przedstawiono na rys. 4.1.

W 2009 roku na terenach rekultywowanych Kopalni Siarki „Machów” stwierdzono występowanie następujących gatunków zwierzyny łownej: jeleni 1 szt., sarna ok. 10 szt., dzik ok. 14 szt., lis ok. 5 szt. oraz zające, kaczki, bażanty, kuropatwy.

Powyższe dane sugerują, że wraz z utrzymaniem efektu środowiskowego, wzrostem zadrzewień następuje powrót rodzimych gatunków zwierząt, z pozostałości Puszczy Sandomierskiej. Tereny zrekultywowane, które dopiero po kilkunastu latach nabiorą cech typowych dla lasów, już teraz są rejonami atrakcyjnymi dla zwierzyny.

Z ptaków w rejonie zbiornika i jego otoczenia można spotkać wiele gatunków – od zalatujących do lęgowych i zimujących. Wymienić tu należy: parę orła bielika, dwie pary łabędzia, błotniaka stawowego, kormorany, kaczkę krzyżówkę, rybitwę, mewę, bociana białego, czajkę, pliszkę żółtą.

Na zrekultywowanych w kierunku leśnym, łąkowym i wodnym terenach Kopalni Siarki „Jeziórko”, obserwowana jest sukcesja naturalna roślin. W pobliżu miejsc wilgotnych można spotkać wiele gatunków płazów oraz gadów (m.in. zaskrońca zwyczajnego).



**Rys. 4.1.** Tereny po rekultywacji  
**Fig. 4.1.** Area after reclamation

## 5. Podsumowanie

Powierzchnia dotychczas zrehabilitowanych terenów pogórnich Kopalni Siarki „Machów” S.A., w obszarach Machów, Piaseczno, Jeziórko i Grzybów, pomimo stosunkowo młodych wieków zalesień, wspólnie z tworzonymi zbiornikami wodnymi już teraz:

- stanowi znaczący czynnik krajobrazowy i klimatyczny,
- przyczynia się do poprawy warunków środowiska przyrodniczego,
- poprawy warunków wypoczynku i zdrowia ludności.

Przeprowadzone zabiegi agrotechniczne i fitomelioracyjne sprawiły, że proces urodzajności zdegradowanych gruntów osiągnął zakładane efekty. Na dzień dzisiejszy sukcesem są dobre przyrosty drzew, krzewów oraz traw. Odpowiednio przeprowadzone prace rekultywacyjne dają nam gwarancję na reintrodukcję na zdegradowanych terenach gatunków zwierząt i ptaków.

Utworzony zbiornik wodny bardzo szybko stał się zbiornikiem żywym posiadającym bogatą faunę i florę oraz wiele cennych gatunków ryb.

Zastosowana przez Kopalnię Siarki „Machów” S.A. różnorodność metod przeprowadzonej rekultywacji terenów poeksploatacyjnych stwarza dla regionu szereg terenów biologicznie czynnych o dużej wartości ekologicznej i rekreacyjnej.

## Literatura

- [1] Kirejczyk J. i in., 2000: Ocena oddziaływania na środowisko rozwiązań projektowych zbiornika wodnego w wyrobisku pogórnym Kopalni Siarki „Machów”, OBR PS „Siarkopol” Tarnobrzeg
- [2] Pantula Z. i in., 2006: Projekt techniczny prac zabezpieczających i rekultywacji wyrobiska byłej Kopalni Siarki "Piaseczno" Etap II Rekultywacja wyrobiska byłej kopalni, SIGMA BP, Tarnobrzeg.
- [3] Pucek t., Boniatowski J. i in., 2003: Szczegółowy projekt obudowy biologicznej zbocza północnego wyrobiska Kopalni Siarki „Machów”, OBR PS „Siarkopol” Tarnobrzeg.

## Restitution and reintroduction of biological life at the area degraded by a sulphure industry

### Key words

excavation, mining, reclamation

### Abstract

The dynamic development of mining sulphure industry led in its consequences to the degradation of a huge amount of farmlands. The significant cut in the price of sulphur caused mining limitations, and liquidation of open-cast and borehole mines.

Reclamation of the post-mining land in 1990s, in accordance with the restoration plan for particular area, permitted to value restoration of the degraded area. Therefore water basins, arable land and forest area arised at the place of mining country, additionally creating perfect places for recreation.

The ecological effect reached on post-mining land of Sulphure Mine in Machów, Grzybów, Jeziórko and Machów II permitted to create there conditions for restitution and reintroduction of biological life.