

Likwidacja wyrobiska Piaseczno i kształtowanie środowiska na terenach zdegradowanych przez przemysł siarkowy

Andrzej Gałaś*

Województwo tarnobrzeskie czerpało poważne korzyści z przemysłu surowcowego (siarka, energetyka węglowa, a dziś staje z jego powodu przed poważnymi problemami ochrony środowiska. Likwidacja odkrywkowej kopalni siarki w Machowie wywołała na nowo dyskusję nad nieprawidłowo zlikwidowaną kopalnią w Piasecznie. Obydwie kopalnie pozostają bowiem w więzi hydraulicznej i likwidacja ich wymaga spójnych rozwiązań. Elektrownia Połaniec ma coraz większe problemy z lokowaniem odpadów popiołowych, a wkrótce będzie produkować gips odpadowy. Brak w tym rejonie właściwie urządzonego wysypiska odpadów komunalnych.

Znalezienie miejsca do bezpiecznego ekologicznie składowania odpadów jest zwykle trudne, gdyż napotyka na sprzeciw społeczności lokalnych. I w tym przypadku miały miejsce gwałtowne protesty wobec proponowanego wypełnienia wyrobiska Piaseczno popiołami powęglowymi z pobliskiej Elektrowni Połaniec. W artykule przedstawiono propozycję kompleksowego zagospodarowania terenów zdegradowanych w SW części województwa tarnobrzeskiego.

Degradacja i zagrożenie środowiska na obszarze Tarnobrzeg-Połaniec

Tarnobrzeskie zagłębie siarkowe i Połaniec leżą w Kotlinie Sandomierskiej (ryc. 1). Środowisko w tym rejonie jest bogate w zasoby kopalni, ma korzystny mikroklimat, rzeźbę terenu korzystną dla komunikacji, gleby o wysokim wskaźniku bonitacyjnym. W Baranowie Sandomierskim znajduje się pięknie odrestaurowany zamek — zabytek klasy zero. Należy też wspomnieć o małym zalesieniu (ok. 9% powierzchni terenu) oraz o zasobach wodnych, które w skali kraju są określane jako małe, a duża ich część jest już zdegradowana (*Atlas zasobów...*, 1994).

Jest to obszar o średnim zaludnieniu 100 osób/km², o dobrze rozwiniętej sieci drogowej i kolejowej. Odgrywa decydującą rolę w krajowej produkcji siarki. Ma dość gęstą sieć linii energetycznych zasilaną przez Elektrownię Połaniec, która spala węgiel dowożony z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Dwie mniejsze elektrownie — Machów i Tarnobrzeg mają znaczenie lokalne.

Elektrownia Połaniec, podobnie jak Kopalnia Siarki Machów i Zakłady Przemysłu Siarkowego Siarkopol, znajdowały się na liście największych trucicieli w kraju wydanej przez PİOS w 1990 r. Obok nich poważnym obciążeniem środowiska są kopalnie otworowe siarki Jeziórko i Osiek oraz odpady komunalne z Tarnobrzegu i okolic (ryc. 1).

O rodzaju i skali głównych przekształceń informują poniższe dane.

Przekształcenia spowodowane przez przemysł siarkowy. Eksploatacja i przetwórstwo siarki (prowadzone tu od 1958 r.) spowodowały przekształcenia powierzchni ziemi, hydrosfery i atmosfery.

Skutki eksploatacji siarki na omawianym obszarze tylko w niewielkim stopniu zostały naprawione. Jest to widoczne zwłaszcza w gospodarowaniu powierzchnią ziemi. Od rozpoczęcia eksploatacji przemysł siarkowy zajmował 2800 ha, a tylko 640 ha terenu zostało do chwili obecnej zrekultywowane (ryc. 2).

Na powierzchni nastąpiły zmiany rzeźby terenu, degradacja jej własności nośnych, zajęcie terenów rolniczo produktywnych pod

zabudowania i uciążliwe odpady (Dziewański, 1988; Małecki, 1993). Przyczyną tych przekształceń było:

1. Wykonanie wkopu eksploatacyjnego o objętości 37 mln m³ w Piasecznie i 280 mln m³ w Machowie.

2. Budowa składowiska skał nadkładu o powierzchni 860 ha w Machowie i 120 ha w Piasecznie. Nadmierny nacisk składowiska na podłoże doprowadził do deformacji jego podłoża i zniszczenia pobliskich budynków.

3. Zaprzestanie drenażu górotworu po wstrzymaniu eksploatacji siarki, co spowodowało podniesienie się zwierciadła wód gruntowych i z kolei osiadanie terenu.

4. Budowa obiektów przemysłowych, w tym przetwórczych, o znacznej uciążliwości dla środowiska.

5. Składowanie odpadów popiołowych o IV kat. uciążliwości na powierzchni 250 ha (Kirejczyk i in., 1994).

6. Składowanie odpadów porafinacyjnych (keku) o II kat. uciążliwości na powierzchni 30 ha (Kirejczyk i in., 1994).

7. Składowanie wód złożowych w klarownikach obecnie wypełnionych szlamem.

8. Imisja związków siarki, która spowodowała degradację gleb i lasów.

9. Osiadanie terenu nad pustkami po wyeksploatowanej siarce, podtopienia i zalewiska.

Nastąpiły też znaczne zaburzenia stosunków wodnych poprzez:

• wytworzenie leja depresji w celu otwarcia dostępu do złoża. Promień leja w 1994 wynosił ok. 8 km, depresja 76 m (Kirejczyk i in., 1994).

• zrzut wód złożowych o mineralizacji 10–20 g/dm³ zawierający 7–9 g/dm³ chlorków oraz 250–450 mg/dm³ siarkowodoru; spowodował on zanieczyszczenie wód powierzchniowych i gruntowych (Wilc i in. 1990).

• skażenie termalne wywołane wodami technologicznymi.

Stan atmosfery ulega pogorszeniu (Kalisz i in., 1994) pod wpływem:

1) niekontrolowanej emisji H₂S 255 t/r, SO₂ 2700 t/r oraz innych gazów,

2) emisji pyłów produkcyjnych (33 t/r) i energetycznych (1600 t/r).

Przekształcenia spowodowane przez Elektrownię Połaniec.

Elektrownia Połaniec jest konwencjonalną elektrownią systemową opalaną węglem kamiennym, dostarczonym z różnych kopalń GZW. Zakład jest poważnym emitentem gazów i pyłów powstałych w procesie spalania węgla. W 1987 r. był największym w Polsce emitentem SO₂, uwalniając do atmosfery 81 977 t siarki (Chmura, 1990). Jeśli utrzymałby się taki poziom wydzielania SO₂, jak w 1987 r., to ilość odpadowego gipsu można szacować na 125 000 t/r. Obecnie montowana jest instalacja odsiarczania spalin. Rozbudowa tej elektrowni oznacza wzrost ilości desulfogipsów.

Elektrownia Połaniec wywiera wpływ na środowisko przez:

• składowanie do 1987 r. popiołów paleniskowych o III kat. uciążliwości (10 mln t) na powierzchni 80 ha w Piórach. Odpady bieżące są przesyłane do różnych kopalń GZW i składowane pod ziemią,

• budowę obiektów i linii przesyłowych zakłócających krajobraz,

• zrzut do Wisły gorących wód i ścieków przemysłowych, tylko w części po mechanicznym oczyszczeniu,

• zanieczyszczenie wód gruntowych składnikami wypływającymi ze składowiska w Piórach,

• emisje do atmosfery, które w 1993 r. wyniosły 56 417 t SO₂, 6 563 t NO_x i 9 011 t pyłów.

*Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Tab.1. Proponowane warianty rekultywacji wyrobiska Piaseczno (WP)

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Etapy	wyłączenie pomp i samoczynne wypełnienie wyrobiska wodami z trzeciorzędowego poziomu wodonośnego	1) wypełnienie wyrobiska do rzędnej 125 m npm. odpadami paleniskowymi z Połańca 2) uszczelnienie stropu popiołów emulgatem iłowo-wodnym do rzędnej 135 m npm 3) wypełnienie pozostałości wodą z poziomu czwartorzędowego	1) wyprofilowanie skarp w celu zapewnienia stateczności składowiska, 2) uszczelnienie iłowe dna i skarp 3) wypełnienie wyrobiska popiołami zmieszany z gipsem, 4) uszczelnienie iłowe stropu masy popiołowo-gipsowej, 5) powolne podnoszenie zwierciadła wody, opóźniane pompowaniem, tak by masa popiołowo-gipsowa miała co najmniej 3 miesiące czasu na związanie w warunkach subarealnych
Skutki	- gorsze przewietrzanie głębokich wód i zatrucie przez H_2S, który występuje już dziś w zbiorniku na głęb. ok. 12 m - dodatkowe zanieczyszczenie wód przez śmieci wysypywane nielegalnie do wyrobiska - utrata stateczności skarp zbudowanych z iłów krakowieckich na zwałowisku wewnętrznym	- uszczelnienie tylko stropu popiołów nie wydaje się bezpieczne ze względu na piaszczyste wykształcenie iłów krakowieckich w rejonie WP oraz budowę składowiska wewnętrznego (wymieszane iły krakowieckie i czwartorzędowe piaski i żwiry) - właściwości filtracyjne, skład mineralny i uziarnienie odpadów nie zapewniają izolacji między trzeciorzędowym i czwartorzędowym poziomem wodonośnym, co spowoduje przedostanie się zmineralizowanych wód trzeciorzędowych do zbiornika - zabezpieczenie przed emisją H_2S jest raczej problematyczne, gdyż gaz ten migruje nawet przez mikropory	- składowana masa popiołowo-gipsowa wiążąc uzyskuje po pewnym czasie bardzo mały współczynnik filtracji (10^{-9} m/s), co powoduje, że będzie stanowić skuteczną barierę dla wód poziomu trzeciorzędowego i prawdopodobnie także dla H_2S (ze względu na obecność żelaza w popiołach) - korek popiołowo-gipsowy będzie stanowić stabilne oparcie dla iłów krakowieckich ze składowiska wewnętrznego

Podobny, lecz ilościowo mniejszy, jest wpływ lokalnych elektrowni. W 1993 r. emisja SO_2 wyniosła odpowiednio: 14 956 t w Stalowej Woli, 2 732 t w Machowie i 479 t w Tarnobrzegu.

Aktualny stan i uzbrojenie techniczne terenu wyrobiska Piaseczno

Morfologia i użytkowanie. Wyrobisko nieczynnej kopalni siarki Piaseczno jest zlokalizowane na lewym brzegu Wisły, w odległości 1,2–3 km od rzeki. Jest to równina tarasu zalewowego Wisły o rzędnych 147–152 m npm. Od południa i wschodu taras ten ogranicza Wisła.

W wyniku eksploatacji siarki powstały:

- wyrobisko o powierzchni 167 ha ze zwałowiskiem wewnętrznym o powierzchni 120 ha,
- zwałowisko zewnętrzne o powierzchni 120 ha.

Wyrobisko ma głębokość do 40 m, częściowo jest zalane wodą. Staw jest nieużytkiem zarastającym trzciną. Osiedla się na nim ptactwo wodne.

Od północy ze zwałowiskiem wewnętrznym graniczy zwałowisko zewnętrzne, które tworzy 30 m wysokości płaskie wzgórze o rzędnej ok. 188 m npm.

Po wyczerpaniu siarki z dna wyrobiska wydobyto 5,5 mln t kopaliny towarzyszącej — piasków szklarskich z warstw baranowskich. Są one składowane na zwałowisku wewnętrznym jako złożę wtórne, na powierzchni 24 ha, w przybliżeniu o wysokości grzbietu 20–25 m.

Stosunki wodne i własności geodynamiczne gruntów. Zarówno stosunki wodne jak i właściwości geotechniczne gruntów uległy zasadniczym zmianom w stosunku do stanu naturalnego.

Głównym czynnikiem tych zmian była eksploatacja siarki a w szczególności odwodnienie złóż Piaseczno i Machów. Piaseczno znajduje się w zasięgu złożonego leja depresji, wywołanego zarówno przez odwadnianie kopalni Machów jak i — na mniejszą skalę — opuszczonego wyrobiska Piaseczno (ryc. 1). Odwodnienie kopalni Machów powoduje, że od południowego-wschodu wyrobisko Piaseczno (WP) jest drenowane poprzez warstwy piasków baranowskich. Zaprzestanie drenażu w Machowie spowoduje wzrost dopływu wody do WP do 19 000 m³/d, a z czasem powrót do pierwotnych stosunków wodnych, gdy Wisła i Koprzywianka drenowały taras zalewowy Wisły.

Obecnie WP zasilane jest wodami poziomów trzecio- i czwartorzędowego z zachodu i południa. Na jego skarpach istnieją liczne, obfite wypływy wody, ujmowane do rowu opaskowego. Średni dopływ do wyrobiska wynosi ok. 14 000 m³/d. Wyrobisko jest już częściowo zalane, a zwierciadło wody utrzymuje się na rzędnej ok. 114 m npm (Szczepański i in., 1994). Aby utrzymać stałą

poziom rw tym zbiorniku odprowadza się za pomocą trzech pomp ilość wody równoważną dopływowi.

Zwierciadło wód gruntowych występuje obecnie 8–12 m pod powierzchnią terenu, tylko na zachód od WP może podnosić się do 4 m.

Proponowane zagospodarowanie odkrywki Piaseczno

Sprawa rekultywacji wyrobiska Piaseczno stanowi obecnie palący problem. Powinno się, możliwie najszybciej, rozpocząć działania w tym kierunku, ponieważ wraz z postępem likwidacji odkrywki Machów i zaprzestaniem odwodnienia, będą one znacznie utrudnione.

Dla odkrywki Machów przewidziano rekultywację wodną. Zaprzestanie drenażu spowoduje szybki powrót zwierciadła wód podziemnych w połączonym poziomie trzeciorzędowo-czwartorzędowym do pierwotnego stanu, tj. 148 m npm. Oznacza to zwiększenie zbiornika wodnego w Piasecznie do 170 ha i wzrost głębokości do ponad 40 m. Woda będzie znacznie bardziej zmineralizowana od tej, jaka obecnie wypełnia zbiornik i gorzej przewietrzana.

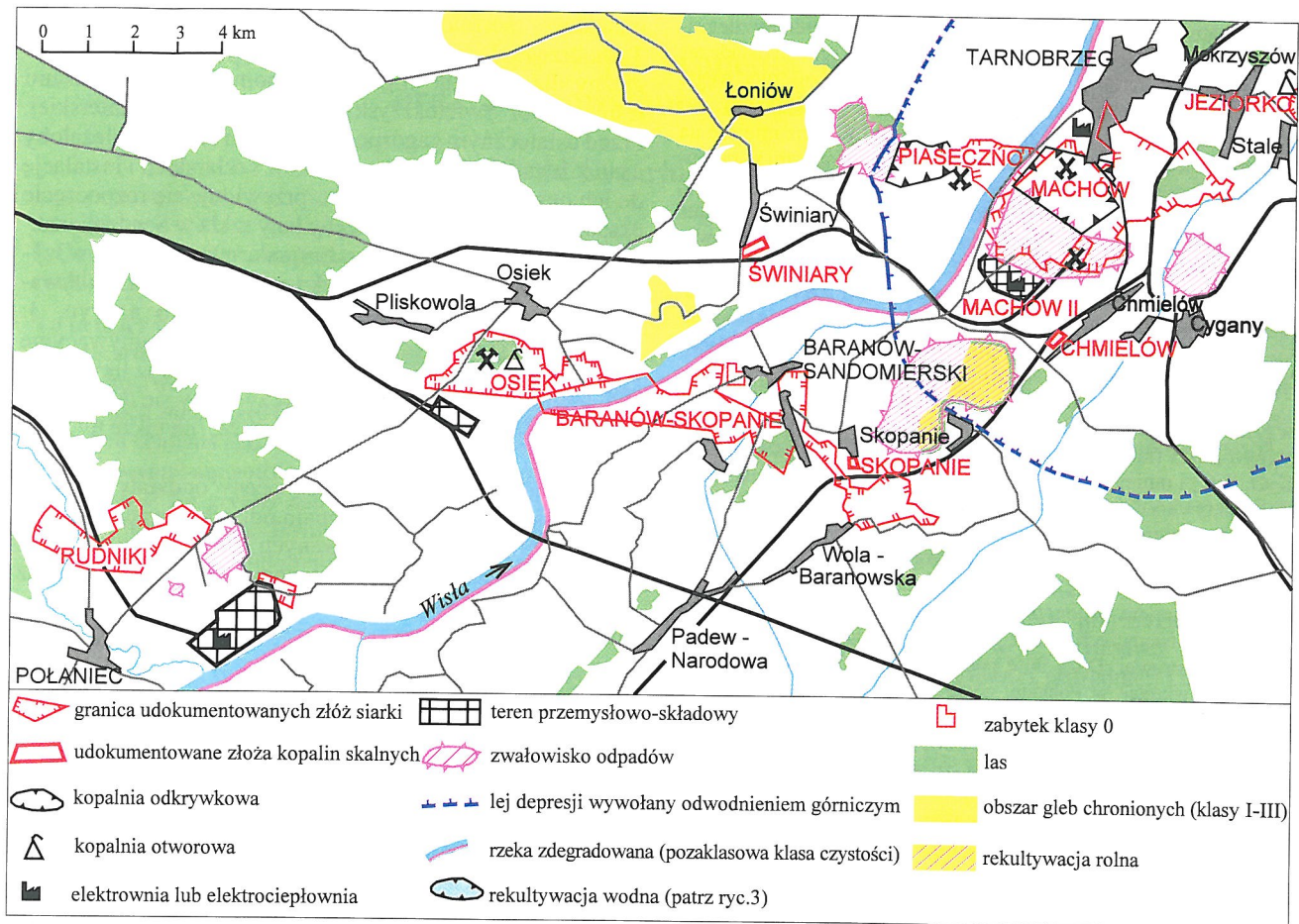
Rozpatruje się dotąd (Gorylewski, 1993; Kirejczyk i in., 1994, 1995) następujące dwa warianty zagospodarowania:

- samodzielną rekultywację wodną,
 - rekultywację wodną wraz ze składowaniem popiołów.
- Proponujemy rozważenie dodatkowo wariantu III (Gałaś i in., 1995). Wariantowe działania i przewidywane skutki zestawiono w tab. 1.

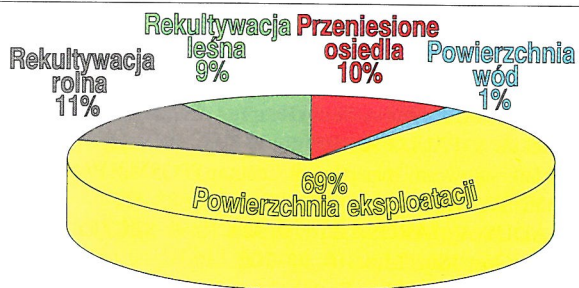
Podobne problemy zagospodarowania rozległych wyrobisk eksploatacyjnych przez deponowanie popiołów z elektrowni są rozwiązywane pomyślnie w Niemczech w Reńskim Zagłębiu Wę-

Tab. 2. Porównanie składu chemicznego odpadów paleniskowych, w % wag. (Kobus 1989, Rheinbraun 1991)

Składnik	Popioły ze składowiska Pióry	Popioły z produkcji bieżącej elektrowni Połaniec	Popioły z elektrowni w Reńskim Zagłębiu Węgla Brunatnego
SiO ₂	54	49,15	35–70
Al ₂ O ₃	12,9	27,09	2–11
CaO	16,96	2,02	7–33
SO ₃	0,28	0,01	2–19
Fe ₂ O ₃	7,4	7	4–14
MgO	4,71	1,39	1–7
K ₂ O	2,65	3,13	0,1–0,5

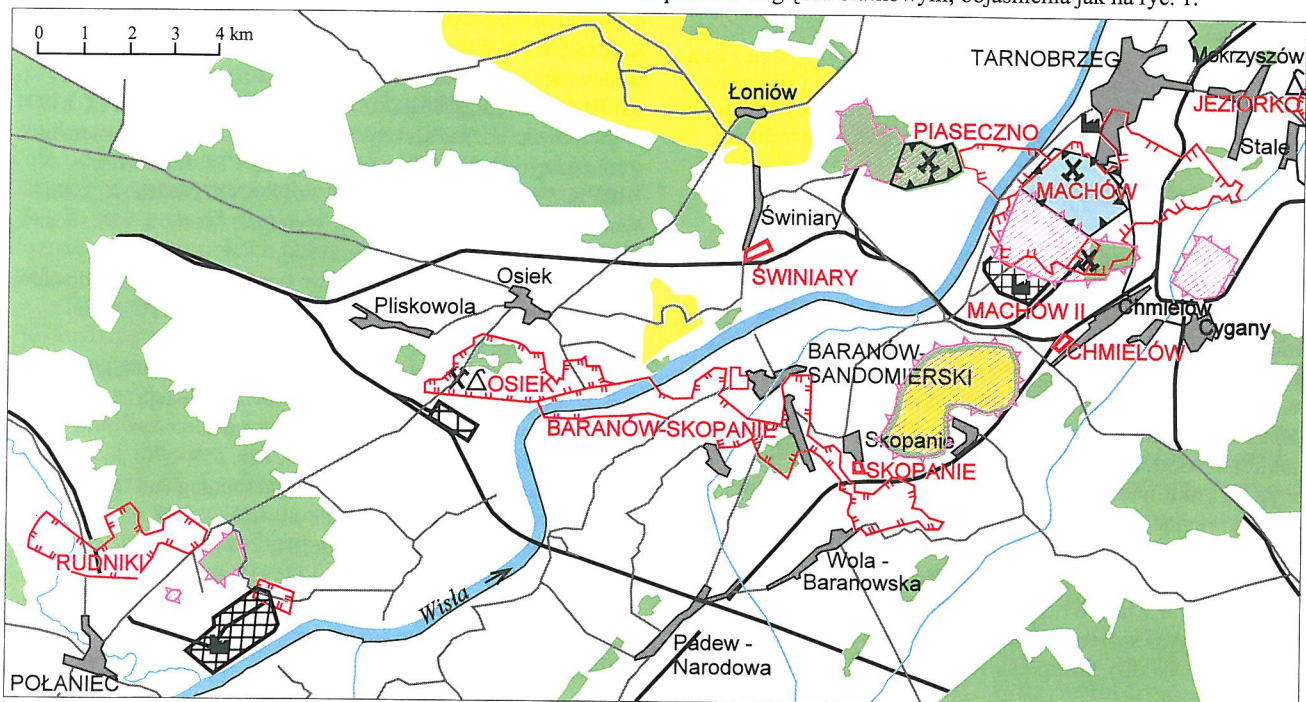


Ryc. 1. Zagospodarowanie powierzchni w polskim Zagłębiu Siarkowym (Gałaś i in., 1995)



Ryc. 2. Struktura użytkowania powierzchni przez przemysł siarkowy na obszarze Tarnobrzeg-Osiek, stan na 1995r.

Ryc. 3. Przewidywane docelowe zagospodarowanie powierzchni w polskim Zagłębiu Siarkowym; objaśnienia jak na ryc. 1.



gła Brunatnego. Długoletnie tradycje rekultywacji terenów zdegradowanych na tym obszarze i nabyte w związku z tym doświadczenia wskazują na możliwość koegzystencji górnictwa węgla brunatnego ze środowiskiem naturalnym i jego użytkownikami.

Składowanie odpadów z elektrowni w RZWB ma miejsce na zwałowiskach wewnętrznych odkrywek. Odpadami tymi są produkty spalania węgla brunatnego i odsiarczania spalin, a więc: popioły, gips (tzw. REA-gips) i woda kotłowa, odpowiednio wymieszane. Kluczowe znaczenie ma odpowiednia proporcja masy popiołowo-gipsowej do wody.

Składowiska uszczelniane są ze wszystkich stron, w celu zabezpieczenia wód gruntowych przed przedostawaniem się substancji chemicznych z deponowanego materiału (Respondek, 1990; Starke, 1989, 1991; Rheinbraun, 1991).

Skład chemiczny popiołów z Elektrowni Połaniec mieści się w granicach składu popiołów użytkowanych do rekultywacji Reńskiego ZWB (tab. 2) za wyjątkiem wyższej zawartości Al_2O_3 , K_2O , TiO_2 i mniejszej CaO i SO_3 , co nie ma istotnego znaczenia. Radioaktywność produkowanych w Połaniu popiołów jest na tyle niska, że są dopuszczone do produkcji materiałów budowlanych, stosowanych w budynkach przeznaczonych na stały pobyt ludzi (Jodłowski, 1994). Nie stwarzają więc zagrożenia bezpośrednim promieniowaniem w pogrzebanej masie ani dla kontaktujących z nią wód. W Niemczech wraz z popiołami składowane są odpadowe gipsy z elektrowni. Duża ilość podobnych gipsów, ok. 300 tys.t/r, powstanie wkrótce w Połaniu, gdzie przewiduje się uruchomienie instalacji odsiarczania spalin. Powinny być one wykorzystane do formowania masy popiołowo-gipsowej o właściwościach wiążących.

Należy wziąć też pod uwagę, że wprowadzenie wariantu III pozwoliłoby na:

- likwidację składowiska popiołów w Piórach,
- zagospodarowanie bieżącej produkcji popiołów z Elektrowni Połaniec przez okres około 30 lat (przy obecnej produkcji 700 tys.t/r).

Istnieją następujące niejasności i ograniczenia realizacji wariantu III:

- należałoby przeprowadzić badania, jaki wpływ na reakcje wiążące, zachodzące wewnątrz składowanej masy, będzie miał skład chemiczny wód (tab. 2) wypełniających zbiornik;
- w celu bezpiecznego wypełniania wyrobiska popiołami należałoby wypompować wypełniającą go wodę,
- czas trwania prac przygotowawczych musi być krótki aby wyprzedzić skutki zaprzestania drenażu w Kopalni Machów.

Lokowanie popiołów w wyrobisku Piaseczno wydaje się jedynym sposobem bezpiecznej rekultywacji, ale tylko wtedy, gdy składowana masa będzie skuteczną barierą dla zmineralizowanych wód trzeciorzędowych i H_2S generowanego w złożu siarki. W przypadku przyjęcia wariantu III zagospodarowania poeksploatacyjnego należałoby przetestować stosowność technologii z Reńskiego Zagłębia Węgla Brunatnego do składowania popiołów w Piasecznie. Obecne zagospodarowanie terenu i bliskość elektrowni są okolicznościami sprzyjającymi takiemu eksperymentowi.

Poeksploatacyjne kształtowanie środowiska

Po wypełnieniu wyrobiska popiołami należałoby przyjąć odpowiedni kierunek rekultywacji powierzchni terenu. Obszar Tarnobrzeg-Połaniec charakteryzuje się brakiem takich elementów środowiska, które sprzyjają wypoczynkowi i rekreacji. Przewidywany obecnie kierunek wodny rekultywacji kopalni siarki Machów zakończy się powstaniem zbiornika wodnego o powierzchni 455 ha. Wydaje się, że istnienie tak dużego zbiornika zaspokoi potrzeby amatorów wypoczynku nad wodą. Odmienny, tj. leśny kierunek powinna przyjąć rekultywacja terenu nad wypełnionym wyrobiskiem Piaseczno. Ze względu na małą powierzchnię terenów leśnych w okolicy, taki kierunek byłby najkorzystniejszy. Wraz z lasem posadzonym w 1971 r. na zwałowisku zewnętrznym i sąsiednimi lasami na terenach nie przekształconych powstałby kompleks leśny na powierzchni 500 ha,

o ciekawej morfologii, zlokalizowany w zasięgu spaceru z Tarnobrzega. Jednocześnie wzmocniłby się korytarz ekologiczny dla zwierząt migrujących pomiędzy kompleksami leśnymi Gór Świętokrzyskich i Puszczy Sandomierskiej. Przed ostatecznym zagospodarowaniem leśnym należałoby usunąć zwałowisko wtórne piasków szklarskich i instalację do ich oczyszczania. W 1996 r. przewiduje się rozpoczęcie eksploatacji piasków na potrzeby huty szkła w Sandomierzu.

Przewidywane zmiany zagospodarowania terenu w wyniku prowadzonych już prac jak i proponowanej rekultywacji wyrobiska Piaseczno przedstawiono na ryc. 3. Prowadzone przez przemysł siarkowy prace rekultywacyjne na składowisku skał nadkładu w Machowie oraz likwidacja składowiska keku w Ocicach przyczyniłyby się dodatkowo do restytucji równowagi na tym obszarze, co także uwzględniono na ryc. 3.

Istnieje potrzeba wykonania oceny oddziaływania na środowisko (OOS) byłych kopalń odkrywkowych Piaseczno i Machów oraz proponowanych działań rekultywacyjnych. W ślad za OOS należy zaznaczyć z wynikami oraz przekonać społeczność i samorządy lokalne o pilnej potrzebie tych działań.

*

Temat został opracowany w ramach badań własnych AGH nr 10.140.380.

L i t e r a t u r a

- Atlas zasobów, walorów i zagrożeń środowiska geograficznego Polski. Instytut Geografii i Zagospodarowania Przestrzennego PAN — 1994, IGIzP.
- CHMURA A., NOWAK Z., ROMAŃCZYK E. & SZCZEŚNIAK H. 1990 — Ocena emisji siarki w wyniku użytkowania węgla kamiennych. Publ. CPBP 04.10 nr 33.
- DZIEWAŃSKI J. 1988 — Stud. i Rozpr., 1. Centrum PPGSMiE PAN.
- GAŁAŚ A. & PAULO A. 1995 — V Konf. Aktualia i perspektywy gospodarki surowcami mineralnymi. Centrum PPGSMiE PAN, 40: 1—16.
- GORYLEWSKI E. 1993 — Prz. Geol., 41: 83—85.
- HAŁADUS A., JAROSZ Z., KULMA R. & SZCZEPAŃSKI A. 1994 — Gosp. Sur. Min., 10: 91—105.
- JODŁOWSKI P. 1994 — Protokół pomiarów koncentracji naturalnych pierwiastków promieniotwórczych. Arch. WFiTJ AGH.
- KALISZ E., KWIECIŃSKA B. & SAŁATA M. 1994 — Stan środowiska w województwie tarnobrzskim w 1993 r., PIOŚ.
- KIREJCZYK J., BURHARD T., FRANKIEWICZ A. & KOPEĆ J. 1994 — Gospodarka złożami siarki w sytuacji kryzysowej przy ograniczeniach sozologicznych. V Konferencja Sozologiczna PTG Tarnobrzeg.
- KIREJCZYK J., BURCHARD T. & FRANKIEWICZ A. 1995 — Warunki skojarzonej likwidacji wyrobisk Machów i Piaseczno. Symp. Nauk., Baranów Sandomierski.
- KOBUS A. 1989 — Kompleksowa ocena uciążliwości odpadów paleniskowych Pióry dla otoczenia. Energopomiar, Gliwice.
- MAŁECKI Z. 1993 — Prz. Geol., 41: 89—95.
- Konferencja naukowa z okazji 40-lecia odkrycia złóż siarki rodziwej w Polsce, 1993 — Trzeciorzędowa formacja siarkonośna zapadliska przedkarpackiego, PIG, Warszawa.
- RESPONDEK A. 1990 — Glückauf, 126: 559—570.
- RHEINBRAUN, 1991 — Landschaftsgestaltung und Ökologie im rheinischen Braunkohlenrevier.
- STARKE R., 1989 — Braunkohle, 41: 217—222.
- STARKE R., 1991 — Glückauf, 127: 916—921.
- WILK Z., ADAMCZYK A.F. & NAŁĘCKI T. 1990 — Wpływ działalności górnictwa na środowisko wodne w Polsce. Publikacje CPBP 04.10 nr 27.