

UKD 622.271: 622.332: 622.502.17: 556.3

## Rekultywacja wodna jako czynnik determinujący sukces branży górnictwa odkrywkowego w praktyce sozologicznej

### Water reclamation determining the success of open-pit mining in environmental science practice



*Dr inż. Grzegorz Galiniak\**



*Dr inż. Krzysztof Polak\**



*Dr inż. Kazimierz Różkowski\**



*Mgr inż. Karolina  
Kaznowska-Opala\**



*Mgr inż. Katarzyna Pawlecka\**

**Treść:** Dobrze zaplanowana i wykonana rekultywacja terenów pogórnicznych jest tym elementem działalności górniczej, który z jednej strony wyrównuje niekorzystne zmiany w środowisku wywołane wspomnianą działalnością, a z drugiej staje się początkiem nowego, bardzo często nawet atrakcyjniejszego sposobu zagospodarowania terenu. W Polsce zakres i skala przeprowadzonych i obecnie realizowanych zabiegów rekultywacyjnych jest dobrze rozpoznana, mimo, iż historia tej działalności zamyka się w okresie ostatnich sześćdziesięciu lat. W poniższym artykule Autorzy przedstawiają dotychczasowe osiągnięcia polskiego górnictwa odkrywkowego (głównie węgla brunatnego i siarki) w dziedzinie przywracania wartości użytkowych terenom przekształconym przez tę gałąź przemysłu.

**Abstract:** Land reclamation of post-mining areas is the part of mining activity. On the one hand, well-planned and executed reclamation compensates adverse effects in the environment caused by mining activity, on the other hand, it is the beginning of the new, sometimes even more attractive land use. In Poland, the scope and scale of conducted and implemented reclamation treatments is well recognized, although the history of this activities closes in the last sixty years. In this paper, the authors present the achievements of Polish open-pit mining (mostly lignite and sulphur) in the field of recovery of use value of the lands transformed by this branch of industry.

**Słowa kluczowe:**

*rekultywacja wodna, górnictwo odkrywkowe, węgiel brunatny, siarka, zbiorniki poeksploatacyjne*

**Key words:**

*water reclamation, open-pit mining, lignite, sulphur, post-mining pit lakes*

\*) AGH w Krakowie

## 1. Wprowadzenie

Intensywny rozwój działalności gospodarczej kraju oraz związany z nim postęp techniczny, między innymi w polskim górnictwie, sprawiły, że stała się możliwa eksploatacja bogatych złóż zalegających na znacznych głębokościach, także z wykorzystaniem metody odkrywkowej. W związku z tym intensyfikacja działań górnictwa odkrywkowego przyczyniła się do agresywnego oddziaływania na środowisko naturalnego w postaci istotnych i trwałych zmian w morfologii, krajobrazie, stosunkach wodnych oraz zagospodarowaniu przestrzennym terenu. Przejawem tego typu zmian antropogenicznych w środowisku są przekształcenia krajobrazowe (znaczne deniwelacje terenu w postaci zwałowisk, czy wyrobisk odkrywkowych), przemiany zachodzące w stosunkach wodnych (przekształcenia powierzchniowej sieci hydrograficznej, zmiany w odpływie rzeczonym i obiegu wody w zlewniach), czy też zużycie zasobów wód podziemnych.

Niemniej działalność górnicza nie ogranicza się wyłącznie do wydobycia kopaliny, któremu towarzyszy negatywny wpływ na środowisko naturalne, ale konsekwentnie następuje po nim proces przywrócenia zdegradowanym terenom wartości przyrodniczych oraz użytkowych. W tym miejscu zaznaczyć należy, że to właśnie wielkoobszarowe górnictwo odkrywkowe, głównie węgla brunatnego i kruszyw, dało pierwsze (solidne) techniczne, prawne i organizacyjne podstawy rekultywacji i porekultywacyjnego zagospodarowania gruntów przekształconych [15, 5, 8]. Rekultywacja terenów pogórnicznych jest zadaniem technologicznie złożonym, a niekiedy bardzo wydłużonym w czasie, jednak przynoszącym korzyści zarówno dla lokalnej społeczności, jak i dla środowiska naturalnego.

Doskonałym przykładem wymiernych korzyści jest rekultywacja w kierunku wodnym. Pomimo małego doświadczenia polskiego górnictwa odkrywkowego w tym zakresie, można podać kilka przykładów wyrobisk poeksploatacyjnych zrekultywowanych w kierunku wodnym wartych omówienia. Na ich podstawie dokonano analizy dotychczasowych doświadczeń. Głównymi czynnikami przemawiającymi za takim kierunkiem zagospodarowania jest niedobór mas ziemnych do wypełnienia wyrobisk odkrywkowych oraz konieczność minimalizacji kosztów rekultywacji i zagospodarowania.

Projektowane i budowane pogórniczne wodne zbiorniki antropogeniczne wraz z zagospodarowaniem ich otoczenia, pozwalają nie tylko na przywrócenie, ale nawet na podniesienie walorów krajobrazowo-przyrodniczych, polepszenie warunków mikroklimatycznych, a także na odbudowanie zniszczonych lokalnych ekosystemów. Wodny kierunek rekultywacji zazwyczaj stwarza nowe możliwości ekspansji przyrody, szczególnie w obszarach o ubogiej sieci rzecznej, pozbawionej dużych naturalnych zbiorników wodnych. Nowy akwen może stać się istotnym wzbogaceniem środowiska przyrodniczego, podnosząc walory krajobrazowe, czy zwiększając bioróżnorodność. Wraz z budową zbiornika wzrasta lokalny poziom retencji, zwiększa się nawilgocenie gleb, korzystnej zmianie ulega mikroklimat przylegających obszarów. Godząc wymogi przyrodnicze z rekreacyjnymi tworzy się wielofunkcyjny zbiornik wodny wzmagający bądź wręcz inicjujący ruch turystyczny, prowadząc do ożywienia gospodarczego terenu. Taki kierunek prac staje się obecnie najbardziej pożądanym przez jednostki samorządu terytorialnego, spełniając rosnące wymagania społeczne, po dominujących w poprzednich latach kierunkach leśnym i rolnym, odtwarzających warunki poprzedzające eksploatację [12, 13, 14].

## 2. Przykłady rekultywacji wodnej w odkrywkowym górnictwie węgla brunatnego i siarki

Historia rekultywacji wodnej w polskiej branży górnictwa węgla brunatnego posiada blisko sześćdziesięcioletnią tradycję. Mimo tego nie może pochwalić się ona jeszcze zbyt dużym doświadczeniem w tym zakresie. Istnieje jednak kilka obiektów wodnych wartych szerszego omówienia.

Początki zagospodarowania w kierunku wodnym wyrobisk poeksploatacyjnych węgla brunatnego przypadają na rok 1953, kiedy to KWB „Konin” w odkrywce „Morzysław” utworzyła zbiornik wodny o powierzchni 2,5 ha, maksymalnej głębokości 15 m i pojemności 20 tys. m<sup>3</sup>. Niespełna dziesięć lat później, bo w roku 1961, ta sama kopalnia oddała do użytku następny antropogeniczny zbiornik wodny „Zatorze” (w wyrobisku „Niesłusz”) o powierzchni 18,5 ha, maksymalnej głębokości sięgającej 27 m i pojemności 148 tys. m<sup>3</sup>. Kolejnym, powstałym w roku 1974 w odkrywce Gosławice, był zbiornik „Czarna Woda” o powierzchni 32,5 ha, głębokości blisko 55 m i pojemności 390 tys. m<sup>3</sup> (rys. 1) [3, 6, 13, 14, 21]. Obecnie wszystkie wyżej wymienione zbiorniki są położone w obrębie miasta Konin, pełnią głównie funkcję rekreacyjną i wykorzystywane są przez lokalną społeczność.

W 2005 r. w południowej części wyrobiska „Kazimierz Południe” został utworzony zbiornik wodny o powierzchni 65 ha i pojemności 2,1 mln m<sup>3</sup>. Dzięki specjalnym zabiegom technicznym zbiornik ten został podzielony na dwie części: płytszą (o maksymalnej głębokości do 3 m), pełniącą funkcję kąpieliska, oraz głębszą (o maksymalnej głębokości do 8 m), która służy retencjonowaniu wody oraz rybołówstwu. Część północną wyżej wymienionej odkrywki zagospodarowano analogicznie w kierunku wodnym, tworząc liczne „oczka” wodne o całkowitej powierzchni 35 ha i pojemności 880 tys. m<sup>3</sup> z przeznaczeniem na stawy rybne. W 2008 roku powstał jak dotychczas największy antropogeniczny zbiornik wodny w wyrobisku po eksploatacji węgla brunatnego o nazwie „Pątnów”, którego powierzchnia wynosi 326 ha, głębokość maksymalna 50 m, a pojemność blisko 76,3 mln m<sup>3</sup> [3, 6, 13, 14, 21].

Dodatkowo KWB „Konin” w 2009 r., po zaprzestaniu eksploatacji w odkrywce „Lubstów”, zintensyfikowała działania zmierzające do utworzenia w wyrobisku kolejnego rekordowego zbiornika wodnego. Planuje się, że powierzchnia nowego zbiornika wyniesie około 475 ha, pojemność 137 mln m<sup>3</sup>, a maksymalna głębokość 63 m [20].

Podążając śladami KWB „Konin” Kopalnia „Adamów” rozpoczęła realizację podobnych projektów hydrotechnicznych. Pierwszą odkrywką KWB „Adamów”, której rekultywację prowadzono w kierunku wodnym była odkrywka „Bogdałów”. Na wierzcholinie zwałowiska wewnętrznego w 1994 r. utworzono zbiornik wodny o maksymalnej głębokości 10 m, powierzchni 9 ha i pojemności 600 tys. m<sup>3</sup>. Głównym celem nowopowstałego zbiornika było przede wszystkim poprawienie stosunków wodnych otaczających lasów. Dodatkowo pełnił on funkcję przeciwpożarową. Kolejnymi inwestycjami wodnymi KWB „Adamów” było utworzenie w 2004 r. zbiornika „Przykona”, o powierzchni 140 ha, pojemności 5,9 mln m<sup>3</sup> oraz maksymalnej głębokości 5,5 m, a także w 2008 r. zbiornika „Janiszew” o powierzchni 60 ha, maksymalnej głębokości 10 m i pojemności 4,0 mln m<sup>3</sup> (rys. 1) [3, 6, 13, 14, 21].

Najmniejsza pod względem wydobycia i zajmowanej powierzchni terenu obecnie funkcjonująca kopalnia eksploatująca węgiel brunatny, czyli KWB „Sieniawa”, może pochwalić się równie pozytywnymi efektami prowadzonej systematycznie rekultywacji wodnej. W ramach procesu rekultywacji wykonanych zostało dotychczas kilka zbiorników

wodnych o powierzchni całkowitej około 0,5 ha, spełniających głównie funkcję malej retencji, wpisując się znakomicie w charakter fizjograficzny tamtejszych terenów. Przykładem takiego właśnie rozwiązania jest zbiornik „Ciche” [1, 2].

Planowane, w najbliższych kilku, kilkudziesięciu latach, zakończenie eksploatacji w niektórych odkrywkach zagłębia konińsko-adamowskiego przyczyni się do powstania kolejnych antropogenicznych zbiorników wodnych. I tak KWB „Konin” planuje utworzenie następujących zbiorników poeksploatacyjnych [3, 6]:

- Kazimierz Północ, o powierzchni 360 ha i pojemności 190 mln m<sup>3</sup>,
- Józwin II B, o powierzchni 420 ha i pojemności 147 mln m<sup>3</sup>,
- Drzewce, o powierzchni 125 ha i pojemności 12,5 mln m<sup>3</sup>,
- Tomislawice, o powierzchni 220 ha i pojemności 65 mln m<sup>3</sup>.

Wiele zbiorników wodnych ma powstać również w procesie rekultywacji wodnej w KWB „Adamów”. Na obszarze zwałowiska wewnętrznego odkrywki „Kozmin” planuje się budowę zbiorników [3, 6]:

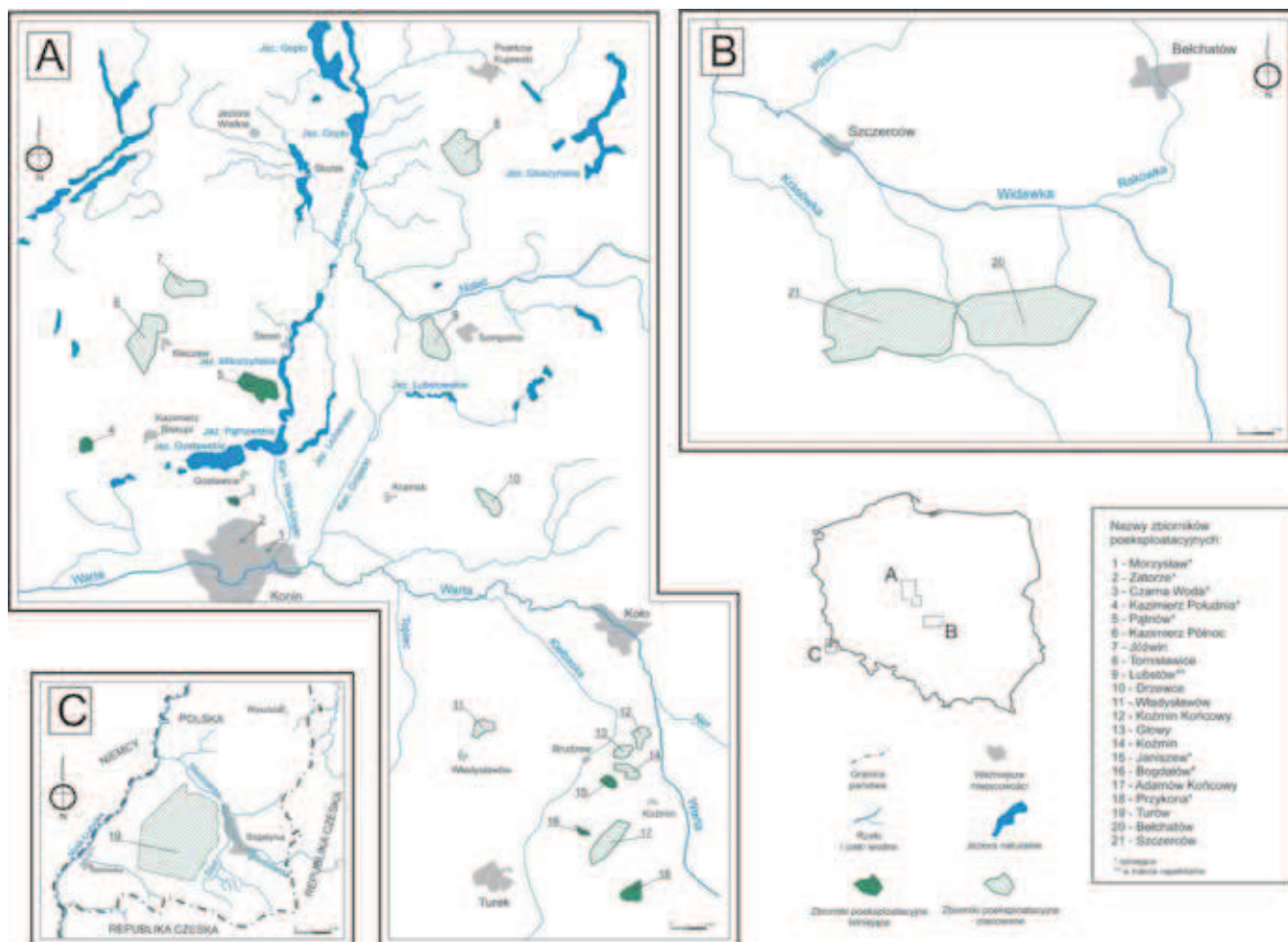
- „Kozmin”, o powierzchni około 106 ha i pojemności 5,6 mln m<sup>3</sup>,
- „Głowy”, o powierzchni 63,5 ha i pojemności 17,3 mln m<sup>3</sup>.

Z kolei w wyrobisku końcowym tej samej odkrywki zostanie utworzony zbiornik „Kozmin-Końcowy” o powierzchni 161 ha i pojemności 34 mln m<sup>3</sup>. W wyrobisku docelowym odkrywki „Adamów” planowany jest zbiornik „Adamów-

Końcowy” o powierzchni 462 ha i pojemności 162 mln m<sup>3</sup>, zaś w odkrywce „Władysławów” zbiornik o tej samej nazwie i powierzchni 61,5 ha, o objętości 11,7 mln m<sup>3</sup>.

Opisane wcześniej pozytywne doświadczenia kopalń w zakresie rekultywacji wodnej, plany kolejnych inwestycji oraz wyczerpywanie się zasobów węgla brunatnego skłaniają kopalnie dotychczas nieprowadzące prac w tym kierunku, m.in. KWB „Bełchatów”, KWB „Turów”, do planowania działań zmierzających do wodnego zagospodarowania wyrobisk końcowych. Zagospodarowanie tak ogromnych wieloprzestrzennych wyrobisk końcowych odkrywek Bełchatów i Szczerców, a także Turów będzie jednym z najbardziej skomplikowanych przedsięwzięć technicznych, niespotykanym dotąd w polskim górnictwie odkrywkowym. Prace nad optymalnym rozwiązaniem tego problemu trwają już od wielu lat, i tak w przypadku KWB „Bełchatów” od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, natomiast w KWB Turów od roku 2005 [10], lecz brak jest wciąż ostatecznego akceptowanego wariantu zagospodarowania. Mimo tego coraz częściej mówi się, że najbardziej preferowaną koncepcją będzie utworzenie w tym miejscu zbiorników wodnych [3, 9, 16, 19]. Będą to zbiorniki rekordowe zarówno pod względem powierzchni, jak i pojemności (rys. 2, 3) Szacuje się, że zbiornik „Turów” będzie miał powierzchnię około 1700 ha, pojemność 1220 mln m<sup>3</sup>, a maksymalną głębokość dochodzącą do 105 m [3, 6, 19].

W miejsce obecnie funkcjonujących polach eksploatacyjnych KWB „Bełchatów” miałyby powstać dwa zbiorniki: „Bełchatów” o powierzchni 1690 ha, maksymalnej głębokości 205 m i pojemności 1323 mln m<sup>3</sup> oraz zbiornik „Szczerców”



Rys. 1. Istniejące i planowane zbiorniki poeksploatacyjne (węgiel brunatny) na tle sieci hydrograficznej [3]  
Fig. 1. Existing and planned post-mining pit lakes (lignite) in the background of hydrographic network



o powierzchni 2200 ha, głębokości maksymalnej 165 m i pojemności 1752 mln m<sup>3</sup> [6, 7].

Polskie odkrywkowe górnictwo siarki nie może pochwalić się tak długą i bogatą tradycją rekultywacji i zagospodarowania wyrobisk poeksploatacyjnych w kierunku wodnym. Główną przyczyną takiego stanu rzeczy jest fakt, że wydobycie siarki prowadzone było w dotychczasowej historii tylko w dwóch odkrywkach, a proces ich rekultywacji rozpoczęto w latach 90, ubiegłego wieku. Mimo tego, to właśnie górnictwo siarki szczyli się dotychczas największym pod względem powierzchni i pojemności zbiornikiem poeksploatacyjnym powstałym w 2009 r. w byłym wyrobisku Kopalni „Machów” (powiat i gmina Tarnobrzeg). Zbiornik zajmuje powierzchnię 500 ha o objętości 111,2 mln m<sup>3</sup>.

Obecnie prowadzone prace rekultywacyjne doprowadzą do powstania drugiego zbiornika wodnego w wyrobisku byłej Kopalni „Piaseczno”. Będzie on spełniał, podobnie jak zbiornik Machów, głównie funkcję rekreacyjno-retencyjną [4, 11, 13, 17, 18].

### 3. Uwarunkowania szotechniczne rekultywacji wodnej w górnictwie odkrywkowym

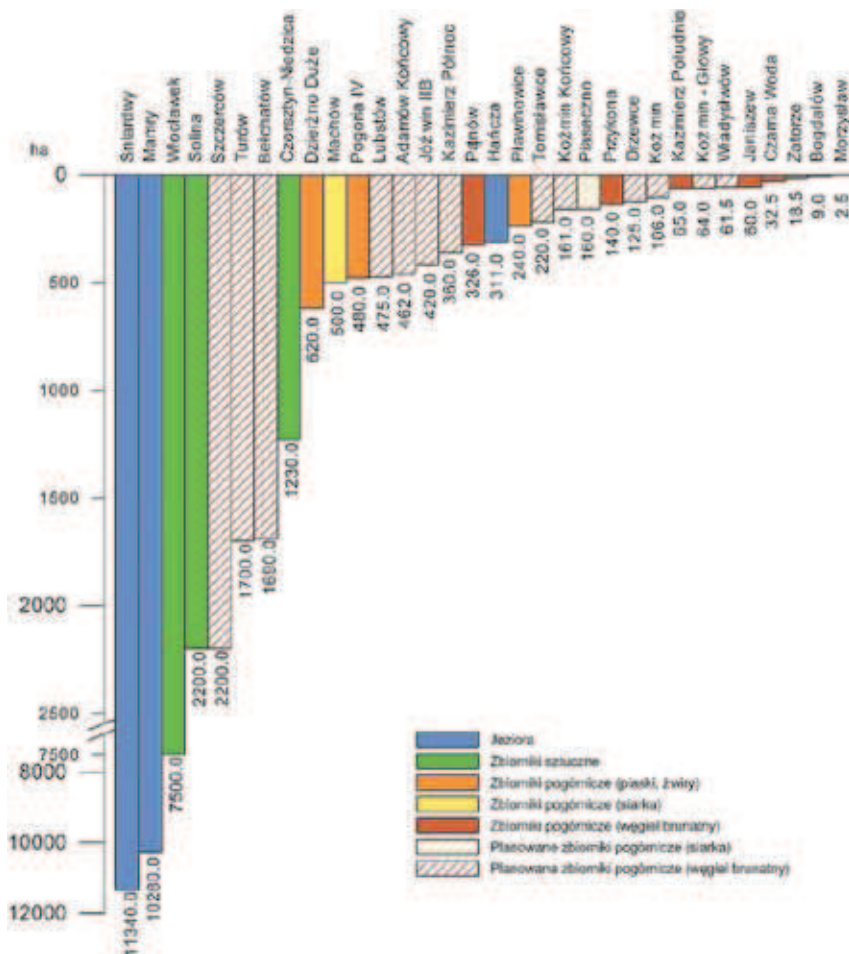
Sukces szologiczny branży górnictwa odkrywkowego w aspekcie rekultywacji wodnej, której pozytywnym wynikiem jest powstanie antropogenicznych akwenów wodnych, uwarunkowany jest kilkoma czynnikami zarówno natury formalnoprawnej, technicznej, środowiskowo-społecznej, jak i ekonomicznej [12, 13, 14].

Każdy proces rekultywacji wyrobiska poeksploatacyjnego w kierunku wodnym ma specyficzny charakter, gdyż uwarunkowany jest lokalnymi warunkami geologicznymi, hydrogeologicznymi, czy środowiskowymi. Na pozytywny efekt końcowy wodnego zagospodarowania wyrobisk poeksploatacyjnych wpływają przede wszystkim następujące czynniki [12, 14]:

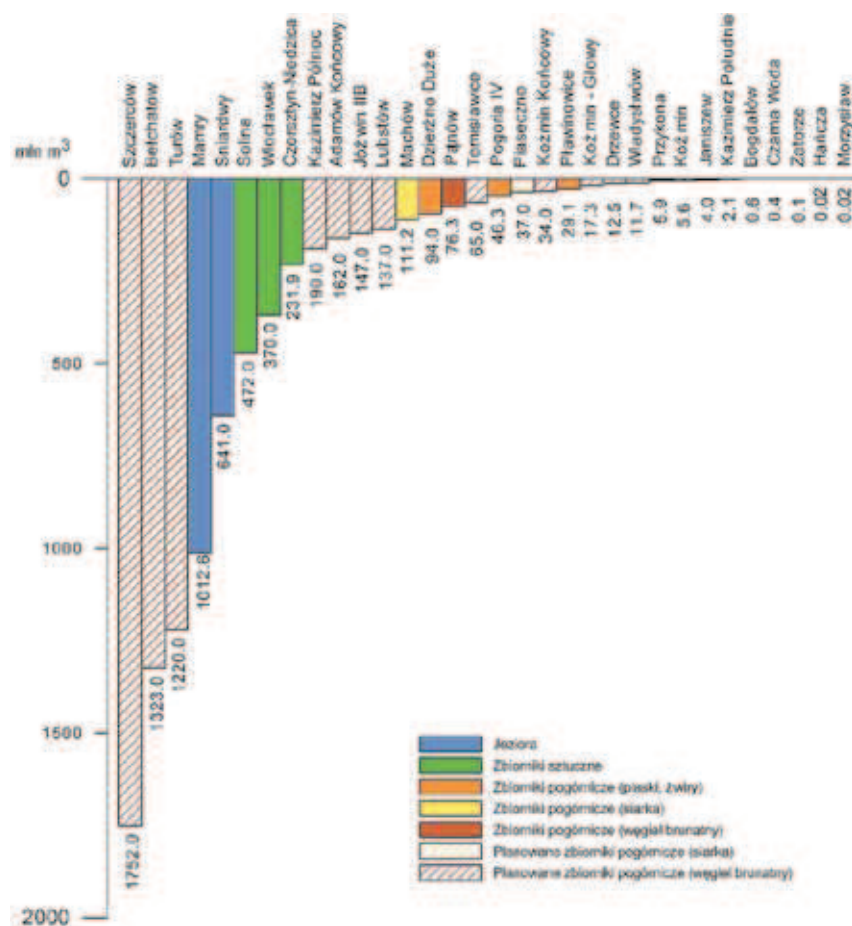
- potrzeby i możliwości wypłylenia wyrobiska końcowego, którego skuteczność uwarunkowana jest posiadaniem odpowiedniej ilości mas ziemnych,
- wyprofilowanie czaszy przyszłego zbiornika do wymiarów i kształtów zapewniających stateczność skarp i całych zboczy (nadwodnych i podwodnych),
- sposób napełnienia wyrobiska wodą, uwzględniający ochronę jej jakości i eliminację destrukcji stateczności skarp,
- możliwość wpisania funkcji zbiornika w istniejące systemy hydrologiczne.

Sam proces napełniania wyrobisk odkrywkowych może być prowadzony poprzez:

- samoistny napływ wód podziemnych do wyrobiska zachodzący wskutek „wylączenia” systemu odwodnienia,
- napełnianie wodami powierzchniowymi pochodzącymi z sąsiednich rzek i cieków naturalnych,
- napełnianie wodami pochodzącymi z czynnych, odwadnianych wyrobisk górniczych,
- oraz najbardziej powszechny sposób mieszany uwzględniający powyższe formy zatapiania w różnych kombinacjach.



Rys. 2. Powierzchnie wybranych sztucznych i naturalnych zbiorników wodnych  
 Fig. 2. Surfaces of the selected man-made lakes and natural lakes



Rys. 3. Pojemności wybranych sztucznych i naturalnych zbiorników wodnych  
Fig. 3. Capacities of the selected man-made lakes and natural lakes

Możliwy niedostatek zasobów wodnych rzutuje przede wszystkim na wydłużenie czasu zatapiania wyrobiska, co pośrednio negatywnie wpływa na:

- utrzymanie odpowiedniej stateczności zboczy budujących czaszę przyszłego zbiornika; wyłączenie systemu odwodnienia w celu podniesienia zwierciadła wody może przyczynić się do niepożądanego przebudowania profilu zboczy,
- niektóre fragmenty skarp na kolejnych rzędnych piętrzenia przez niszczącą (abrazyjną) działalność falowania; dążenie do maksymalnego skrócenia czasu napełniania zbiornika powoduje ograniczenia w niszczącej działalności fal,
- jakość wody w zbiorniku wymaganą przyszłym sposobem jego użytkowania.

Kolejnym z ważnych czynników, jaki pojawia się przy wodnym kierunku zagospodarowywania wyrobiska, jest jakość wody. W strefie odwodnionego górotworu zachodzi proces wietrzenia chemicznego. Utlenianie niektórych związków siarki powoduje zakwaszenie środowiska wodnego. Prowadzi to do pogorszenia parametrów jakościowych wody. Sposobem na utrzymanie korzystnych parametrów jakościowych wody w zbiornikach poeksploatacyjnych węgla brunatnego jest zasilanie wyrobisk wodami podziemnymi pochodzącymi z odwodniania sąsiednich wyrobisk górniczych lub cieków powierzchniowych. Ważnym elementem ochrony powstałego zbiornika antropogenicznego jest właściwe zagospodarowanie obszaru zlewni powierzchniowej. Spływy wód zanieczyszczonych ze zlewni mogą zagrażać jakości wody w powstałych akwenach wodnych. Po zakończeniu zatapiania zwiększa się podatność zbiorników na degradację. W przypadku zbiorni-

ków głębokich znaczna pojemność strefy głębokiej powoduje, że zbiornik jest w stanie przyjąć stosunkowo duży ładunek zanieczyszczeń spływających ze zlewni. Statyczny charakter zbiorników powyrobiskowych sprzyja stratyfikacji wód. Wody zmierzalowane stagnują w strefie przydennej (*hypolimnion*) i nie biorą udziału w cyrkulacji letniej i zimowej. Efektem jest cyrkulacja wód tylko w ograniczonej strefie przypowierzchniowej. W wyniku tego w strefie głębokiej formuje się strefa beztlenowa, w której panują warunki silnie redukcyjne. Zjawisko to jest charakterystyczne dla głębokich zbiorników, zwłaszcza powstałych w wyrobiskach górniczych [13, 14].

Tworzenie zbiorników wodnych w wyrobiskach końcowych odkrywkowych kopalń węgla brunatnego związane jest z wieloma problemami, które można usystematyzować w dwóch grupach związanych z uwarunkowaniami naturalnymi oraz antropogenicznymi. Do pierwszej z nich należy zaliczyć uwarunkowania hydrogeologiczne, hydrologiczne oraz morfologiczne otaczającego terenu. Do grupy drugiej uwarunkowań zaliczyć należy czynniki związane z przeprowadzonymi pracami górniczymi, tj. np. ukształtowanie bryły wyrobiska końcowego, jego głębokość, objętość, nachylenie zboczy.

Realizacja likwidacji odkrywkowych kopalń rejonu Tarnobrzega nie miała w ówczesnym polskim górnictwie swojego odpowiednika, biorąc pod uwagę wielkości likwidowanych wyrobisk posiarkowych oraz złożoność problematyki, którą trzeba było uwzględnić przy podejmowaniu decyzji dotyczących ostatecznych rozwiązań wykonawczych. Dlatego to właśnie kopalnie siarki stały się pierwowzorem rekultywacji wodnej dużych wyrobisk poeksploatacyjnych w polskim górnictwie odkrywkowym.

Decydującymi czynnikami przemawiającymi za likwidacją wyrobisk (Machów, Piaseczno) w kierunku wodnym był ujemny bilans mas ziemnych i racjonalność ekonomiczna zabiegu geotechnicznego polegającego na zasypaniu wyrobisk masami ziemnymi pochodzącymi ze zwałowisk zewnętrznych. Dodatkowym impulsem za tą formą likwidacji była bliskość rzeki Wisły, która stała by się głównym źródłem zasobów wodnych do napełniania wyrobisk [4, 13, 11, 17, 18].

Należy nadmienić, że cechą charakterystyczną obu wyrobisk jest ich bliskie sąsiedztwo i lokalizacja w tych samych formacjach geologicznych oraz istnienie wzajemnych powiązań hydrogeologicznych. Wyrobiska zostały zlokalizowane w przestrzeni trzeciorzędowego horyzontu wodonośnego, którego wody miały bardzo wysoką mineralizację oraz znaczne stężenie siarkowodoru. Wskutek wieloletniej działalności wydobywczej zniszczona została naturalna izolacja, która oddzielała wodonośny horyzont trzeciorzędowy od swobodnego horyzontu czwartorzędowego. Z wymienionych względów nie było możliwe wypełnianie wyrobisk wodą pochodzącą z samonapływu, gdyż mogło to doprowadzić do katastrofy ekologicznej.

#### 4. Wnioski

1. Polskie górnictwo odkrywkowe mimo ograniczonego doświadczenia w rekultywacji wodnej wyrobisk pogórnich może pochwalić się kilkoma dobrze przeprowadzonymi likwidacjami odkrywek w tym kierunku. Dowodem na to są zbiorniki poeksploatacyjne kopalń węgla brunatnego oraz kopalń siarki.
2. Dotychczasowe doświadczenia odkrywkowej eksploatacji złóż, głównie węgla brunatnego i siarki wskazują, że proces ich rekultywacji jest procesem technologicznie złożonym i uzależnionym od wielu czynników formalnoprawnych, społecznych i środowiskowych.
3. Każdy proces rekultywacji wyrobiska poeksploatacyjnego w kierunku wodnym ma swój specyficzny charakter, ze względu na odmienną lokalnych warunków geologicznych, hydrogeologicznych, czy środowiskowych.
4. Dobrze zaplanowane wydobywanie surowców, a także odpowiednia i świadoma realizacja procesów rekultywacyjnych, przyczynić się może do zwiększenia atrakcyjności terenów poeksploatacyjnych.
5. Liczne przykłady atrakcyjności krajobrazowej, przyrodniczej i kulturowej terenów pogórnich, w szczególności po eksploatacji siarki i węgla brunatnego, skłaniają do spojrzenia na górnictwo jako na działalność stwarzającą nowe wartości środowiska i nowe warunki od jego ochrony.

**Praca stanowi część badań statutowych Katedry Górnictwa Odkrywkowego opracowanych w ramach prac statutowych na Wydziale Górnictwa i Geoinżynierii AGH nr 11.11.100.597.**

#### Literatura

1. Galiniak G., Bik A., Jarosz J.: Praktyka sozotechniczna w działalności górniczej KWB „Sieniawa”. *Górnictwo i Geoinżynieria* 2011, R. 35, Zeszyt 3, s. 69÷86
2. Galiniak G., Jarosz J., Tomaszewski R.: Dotychczasowe doświadczenia re-

3. kultywacji wyrobisk po eksploatacji złoża węgla brunatnego „Sieniawa”. *Górnictwo i Geoinżynieria* 2010, R. 34, Zeszyt 4, s. 167÷178
4. Galiniak G., Wachowiak G., Wachowiak A.: Pogórnice wodne zbiorniki antropogeniczne jako nowy element sieci hydrograficznej. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, nr 1, 2012, s. 8÷15.
5. Hajdo S., Klich J., Polak K.: *Górnictwo siarki w Polsce wczoraj, dzisiaj i jutro*. Przegład Górnicy nr 5-6, s.101÷109, Katowice 2009.
6. Kasprzak P.: Kierunki rekultywacji w górnictwie odkrywkowym. *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. XXIV, s. 7÷15, 2009.
7. Kasztelewicz Z.: Rekultywacja terenów pogórnich polskich kopalni odkrywkowych. Kraków, FNiTG, 2010
8. Kasztelewicz Z., Kaczorowski J.: Rekultywacja i rewitalizacja kopalni węgla brunatnego na przykładzie Kopalni „Bełchatów”. *Górnictwo i Geoinżynieria* 2009, R. 32, Zeszyt 2, s. 187÷212
9. Kasztelewicz Z., Kozioł K., Klich J.: Rekultywacja terenów poeksploatacyjnych w kopalniach węgla brunatnego w Polsce. *Górnictwo i Geoinżynieria*, rok 31, zeszyt 2, s. 295÷307, Kraków 2007
10. Kozłowski Z.: Problemy zagospodarowania wyrobisk końcowych Odkrywki Bełchatów i Szczerców. *Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej* 2002, nr 98, s. 283÷288
11. Kozłowski Z.: Uwarunkowania wypłylenia wyrobisk końcowych odkrywek Bełchatów i Szczerców. *Węgiel Brunatny*, nr 2 (27), 1999, s. 16÷18
12. Michno W., Dziedzic W., Czajkowski R.: Przywracanie wartości użytkowych terenom górniczym na przykładzie KIZPS „Siarkopol”. *Warsztaty Górnicze 2009 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”*, Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 2009
13. Polak K.: Wybrane zagadnienia związane z rekultywacją wodną wyrobisk odkrywkowych. *Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie*, nr 12, 2011, s. 9÷13
14. Polak K., Hajdo S., Galiniak G., Pawlecka K.: Polskie doświadczenia w rekultywacji wodnej wyrobisk poeksploatacyjnych. *Przegład Górnicy*, nr 1/2012 s. 65÷72
15. Różkowski K., Polak K., Cala M.: Wybrane problemy związane z rekultywacją wyrobisk w kierunku wodnym. *Górnictwo i Geoinżynieria*, R. 34, Zeszyt 4, s. 517÷525, Kraków 2010.
16. Siuta J., Żukowski B.: Wykonanie rekultywacji gruntów w latach 1975-2009. [W]: *Wybrane problemy ochrony mokradeł. Współczesne problemy kształtowania i ochrony środowiska*. Pod red. A. Łachacza. Monografia 3p. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Olsztyn 2012
17. Szczepiński J.: Numeryczna prognoza procesu napełniania woda zbiorników poeksploatacyjnych KWB Bełchatów. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*. Tom 10, część 2 Instytut Nauk Geologicznych Uniwersytetu wrocławskiego. Wrocław 2001, s. 285÷293
18. Szumc M., Madej K.: Przywracanie wartości użytkowych terenów pogórnich na przykładzie Kopalni Siarki „Machów” S.A. – wyrobisk Machów i Piaseczno. *Warsztaty Górnicze 2009 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”*. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, 2009.
19. Szumc M., Madej K.: Likwidacja wyrobiska „Piaseczno” – budowa zbiornika wodnego. *Górnictwo i geologia*, Tom 5, Zeszyt 2, 2010 s. 214÷219
20. Uberman R., Kaczerewski T.: Analiza możliwości i zagospodarowania terenów pogórnich w KWB Turów S.A. *Węgiel Brunatny* 2005, nr 1(50), s. 33÷37
21. Wachowiak G.: Bilans wodny zbiornika w początkowej fazie zalewania wyrobiska końcowego Odkrywki „Lubstów” Kopalni Węgla Brunatnego „Konin”. *IMGW PIB Oddział w Poznaniu (DS. – H.3.10)*, 2010 [niepublikowane]
22. Wachowiak G., Wachowiak A.: O kierunku wodnym rekultywacji w polskim górnictwie odkrywkowym węgla brunatnego. *Gazeta Obserwatora IMGW*, 2004, nr 6, s. 17÷19