



Urszula KAŻMIERCZAK*, Paweł STRZAŁKOWSKI**

Zakres prac rekultywacyjnych w kierunku wodnym terenów po eksploatacji surowców skalnych

Streszczenie: W publikacji podjęto próbę usystematyzowania zakresu prac rekultywacyjnych w kierunku wodnym pełniącym funkcję rekreacyjną oraz gospodarczą. Zakres działań rekultywacyjnych dokonano z podziałem na typ kopaliny i funkcję szczegółową, jaką ma pełnić rekultywowany teren. Zestawienie opracowano na podstawie prac przygotowawczych, a także fazy technicznej (podstawowej) i biologicznej (szczegółowej), w których opisano szczegółowy zakres działań rekultywacyjnych. Prace przygotowawcze polegają na przygotowaniu terenu do właściwej rekultywacji poprzez: usunięcie roślinności, rozbiórkę pozostałości po budowach itp. Rekultywacja techniczna dotyczy kształtowania rzeźby terenu, uregulowania warunków hydrogeologicznych, budowy i odbudowy dróg, odtwarzania gleb oraz separacji utworów toksycznych. Rekultywacja biologiczna natomiast obejmuje zabiegi agrotechniczne, wprowadzanie roślinności zielnej i drzewiastej oraz pielęgnację nasadzeń. Przeprowadzona analiza wykazała, że największy zakres prac występuje w przypadku przeznaczenia wyrobiska pogórniczego na cele rekreacyjne (kąpielisko) i krajobrazowe. Ponadto wyniki przeprowadzonych badań wskazują na to, że prace przygotowawcze oraz roboty rekultywacyjne w fazie biologicznej są zbliżone do siebie dla każdego typu kopaliny skalnych i szczegółowego kierunku rekultywacji. Odmienny zakres prac rekultywacyjnych występuje natomiast w fazie technicznej w zakresie kształtowania rzeźby terenu oraz dodatkowych wymagań związanych z regulacją stosunków wodnych, w zależności od funkcji, jakie ma pełnić zbiornik wodny.

Słowa kluczowe: rekultywacja, wodny kierunek rekultywacji, zakres prac rekultywacyjnych, górnictwo odkrywkowe, surowce skalne

The scope of reclamation works in aquatic direction areas after the exploitation of rock raw materials

Abstract: This article made an attempt to systematize the scope of the reclamation works in the aquatic direction performing the recreation and water management function. The scope of the reclamation works performed with the division into the type of mineral and the detailed function which the reclaimed land is to perform. A statement was made based on the preparatory work, as well as the technical (basic) and biological (detailed) phase, which de-

* Dr inż., ** Mgr inż., Politechnika Wroclawska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Wrocław; e-mail: urszula.kazmierczak@pwr.edu.pl, pawel.strzalkowski@pwr.edu.pl

scribed the scope of the reclamation works in detail. The preparatory works consisted in preparing the terrain for proper reclamation by: removal of plants, the demolition of the building remains. Technical reclamation consists in the shaping of the terrain, regulation of the hydrogeological conditions, construction and reconstruction of the roads, paths, reproduction of the soil and separation of the toxic soil. Biological reclamation includes agricultural practices, the introduction of herbaceous plants and trees and caring for the plants. The analysis showed that the greatest scope of reclamation work occurs in the case the post-mining excavations are designated for recreation (swimming) and landscape purposes. Furthermore, the results of the study indicate that the preparatory work and reclamation works in the biological phase are similar to each other for each type of rock raw mineral and detailed direction reclamation. A different scope of reclamation works occurs in the technical phase in shaping the terrain and additional requirements associated with the regulation of water relations also depending on the function which the water reservoir is to serve.

Keywords: reclamation, aquatic reclamation direction, scope of reclamation works, surface mining of rock raw materials

Wprowadzenie

Rekultywacja terenu po eksploatacji złoża, zgodnie z obowiązującym stanem prawnym, jest zobowiązaniem przedsiębiorcy górniczego. Każdy przedsiębiorca podejmując działalność powinien być świadomy wymaganych obowiązków rekultywacyjnych i przewidzieć odpowiednie środki finansowe do ich zrealizowania. W celu oszacowania wielkości zobowiązań rekultywacyjnych niezbędny jest projekt rekultywacji, czyli szczegółowy plan obejmujący rodzaj i zakres prac oraz oszacowanie kosztów tego projektu już na początku działalności górniczej (Każmierczak i in. 2015).

Podstawowym aspektem rekultywacji jest określenie celu rekultywacji, który pozwoli na nadanie odpowiedniego kierunku rekultywacji. Na wybór sposobu rekultywacji wpływa szereg czynników, m.in.: geomorfologia obiektu, rodzaj utworów skalnych lub kopalin występujących na rekultywowanym terenie, uwarunkowania przyrodnicze, hydrologiczne i glebowe, czynniki techniczno-ekonomiczne (Głapa i Jonek 1998; Kasztelewicz 2010; Każmierczak i in. 2014; Ostręga i Uberman 2010). Dlatego biorąc pod uwagę różnorodność obiektów poeksploatacyjnych oraz szeroki wachlarz możliwych kierunków rekultywacji zakres prac będzie odmienny w zależności od wybranego kierunku rekultywacji i typu kopaliny. Dodatkowo pojawia się także problem zakresu dokumentacji rekultywacyjnej, dla której nie wprowadzono w obowiązujących aktach prawnych szczegółowych wytycznych jej sporządzania (Każmierczak i Strzałkowski 2015). W normie PN-G 07800:2002 *Górnictwo odkrywkowe – Rekultywacja – Ogólne wytyczne projektowania* określono jedynie ogólne wytyczne projektowania rekultywacji w górnictwie odkrywkowym, co w konsekwencji prowadzi do dowolności opracowywanych rozwiązań szczegółowych. Dlatego celem publikacji jest uszczegółowienie zakresu prac rekultywacyjnych w górnictwie skalnym, co w konsekwencji mogłoby prowadzić do wprowadzenia wytycznych szczegółowych rozwiązań rekultywacji w fazie technicznej i biologicznej. Jednakże dotyczy to jedynie kierunku wodnego rekultywacji. Zagadnienia dotyczące pozostałych kierunków, takich jak rolny (w tym stawy hodowlane), leśny, przyrodniczy, gospodarczy i kulturowy, były już opisywane w wielu publikacjach (Każmierczak i Strzałkowski 2015; Strzałkowski i Każmierczak 2014c).

Kierunek wodny rekultywacji prowadzony jest wtedy, gdy poziom zwierciadła wód gruntowych występuje powyżej spągu wyrobiska, a wyrobisko nie jest wypełniane do poziomu powyżej zwierciadła wód gruntowych. Zrekultywowane w taki sposób obiekty mogą

spełniać różnorodne funkcje, np. obiektów rekreacyjnych, gospodarczych lub zwiększających walory estetyczne (tab. 1). Analiza zakresu prac rekultywacyjnych zostanie dokonana na podstawie przedstawionej w tabeli 1 systematyki rekultywacji kierunku wodnego, która jest jedynie fragmentem systematyki kierunków rekultywacji i rewitalizacji przedstawionych w wielu pracach (Kaźmierczak i Malewski 2001; Strzałkowski i Kaźmierczak 2014b).

TABELA 1. Systematyka wodnego kierunku rekultywacji (Kaźmierczak i Malewski 2001; Strzałkowski i Kaźmierczak 2014b)

TABLE 1. Systematics of the aquatic of direction reclamation (Kaźmierczak and Malewski 2001; Strzałkowski and Kaźmierczak 2014b)

Ogólny kierunek rekultywacji	Funkcje ogólnego kierunku rekultywacji	Szczegółowy kierunek rekultywacji	Opis kierunku rekultywacji
Wodny	powiększanie obszarów wodnych, retencjonowanie wody i regulacja stosunków wodnych	gospodarczy	zbiorniki wody pitnej, przeciwpowodziowe, przepływowe itp.
		rekreacja	kąpieliska, wypoczynek nad brzegami akwenów, uprawianie sportów wodnych, oczka wodne pełniące funkcję elementu krajobrazu

1. Fazy rekultywacji

Rekultywacja obejmuje trzy fazy: przygotowawczą, podstawową (techniczną) i szczegółową (biologiczną).

Zakres przygotowawczych robót rekultywacyjnych jest taki sam dla każdego możliwego kierunku rekultywacji (w tym kierunku wodnego) i został opisany w publikacji Strzałkowskiego i Kaźmierczak (2014c). Ważnym aspektem na tym etapie w przypadku rekultywacji w kierunku wodnym, jeśli zbiorniki wodne będą spełniać funkcje obiektów hydrotechnicznych, jest posiadanie pozwolenia wodnoprawnego (PW 2001), pozwolenia na budowę (PB 1994) oraz opinii geotechnicznej o warunkach nośności i zachowania się podłoża przy obciążaniu słupem wody (PN-G 07800:2002). Natomiast zakres prac fazy technicznej i biologicznej będzie inny, co jest związane m.in. z funkcją, jaką będzie pełnił w przyszłości teren zrekultywowany.

1.1. Rekultywacja techniczna

Faza podstawowa (techniczna) polega na kształtowaniu rzeźby rekultywowanego terenu, umacnianiu skarp, regulacji stosunków wodnych (w tym budowie niezbędnych obiektów i urządzeń hydrotechnicznych), budowie lub odbudowie dróg dojazdowych, odtworzeniu warstwy urodzajnej gleby metodami technicznymi oraz separacji utworów toksycznych. Dla kierunku wodnego zakres fazy technicznej ogranicza się do kształtowania rzeźby terenu (dna wyrobiska i profilowania skarp), umacniania skarp i regulacji stosunków wodnych. Pozostałe prace prowadzone są w kierunkach innych niż wodny.

Eksploatacja kopalni skalnych może być prowadzona na „sucho”, z odwodnieniem złoża bądź spod lustra wody. Surowce zwięzłe i ilaste wydobywane są systemem odwadniania

złoża, natomiast zawodnione złoża surowców okruchowych eksploatowane są spod lustra wody. W przypadku surowców okruchowych eksploatacja spod lustra wody powoduje powstawanie akwenu wodnego, który jest powiększany w trakcie postępu prac wydobywczych (Głapa i Jonek 1998, 1999). Po zakończeniu eksploatacji, wyrobiska posiadają różne nachylenia skarp, które dla surowców zwięzłych wynoszą od 70 do 80° (Ślebodziński 1988), a surowców ilastych od 1:1 do 1:2. Nachylenie skarp nadwodnych w przypadku surowców okruchowych wynosi od 1:1 do 1:1,5, a skarp podwodnych (gdzie eksploatacja prowadzona jest spod wody) od 1:1,5 do 1:2 (Głapa i Jonek 1998).

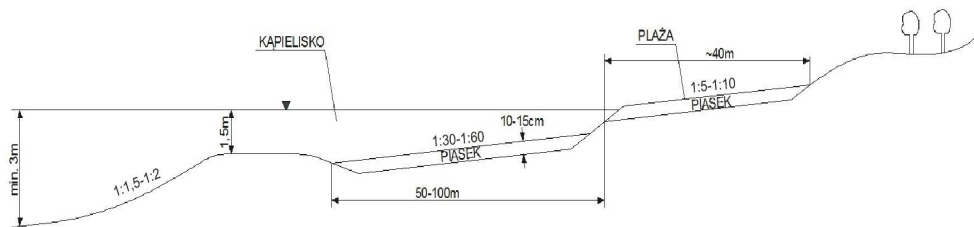
Wodny kierunek rekultywacji w fazie technicznej (podstawowej) polega na regulacji stosunków wodnych (w tym na budowie niezbędnych obiektów i urządzeń hydrotechnicznych, np. kanałów i rowów odwadniających), a także przemieszczaniu mas ziemnych, w celu ukształtowania rzeźby rekultywowanego terenu, umacniania skarp oraz budowy zabezpieczeń mających na celu bezpieczne użytkowanie terenu poeksploatacyjnego. Dodatkowo przed przystąpieniem do właściwej rekultywacji technicznej należy wykonać czynności porządkowe takie jak: usunięcie zbędnej roślinności, rozbiórka pozostałości po budynkach, odgruzowanie i wywóz materiałów w wyznaczone miejsce.

Podstawowym etapem rekultywacji technicznej dla kierunku wodnego jest ukształtowanie statecznych skarp, które zależą od właściwości fizycznych, mechanicznych utworów budujących skarpy, a także funkcji, jaką ma pełnić w przyszłości zrekultywowany teren.

Utworzenie zbiornika wodnego o funkcji rekreacyjnej (kąpieliska) możliwe jest w wyrobiskach po eksploatacji surowców ilastych i okruchowych. Profil kąpieliska w wyrobisku po surowcach skalnych został poglądowo przedstawiony na rysunku 1. Takie zagospodarowanie wymaga spełnienia warunków dotyczących jakości wody, które określone są w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 8 kwietnia 2011 r. w sprawie prowadzenia nadzoru nad jakością wody w kąpielisku i miejscu wykorzystywanym do kąpielii (Rozporządzenie MZ 2011). Skarpy nadwodne pełniące funkcję plaży należy ukształtować do nachylenia od 1:5 do 1:10 oraz szerokości około 40 metrów, natomiast skarpy podwodne do nachylenia 1:30 do 1:60 i szerokości od 50 do 100 metrów. Dodatkowo skarpy te powinny być przykryte warstwą piasku lub żwiru o miąższości 5–40 cm. Głębokość kąpieliska powinna wynosić co najmniej 3 metry. Istotne w planowaniu zbiornika rekreacyjnego jest zaprojektowanie płycizny do nauki pływania o powierzchni nie mniejszej niż 4 ha i maksymalnej głębokości 1,5 m. Nachylenie skarpy za strefą płycizny powinno zwiększać się do nachylenia 1:1,5–1:2 (Borek i Paulo 2005; Ciepeliowski 1999; Chodak 2013; Uberman i Uberman 2010).

Zbiorniki pełniące funkcje rekreacyjne zazwyczaj posiadają część wydzieloną na plażę, a pozostały obszar zbiornika może być wykorzystywany do wędkarstwa lub do uprawiania sportów wodnych, np. żeglarstwa, czy nurkowania. Wymagania dla tego typu obiektów są różne i zależą głównie od uwarunkowań techniczno-geologicznych, a także ekonomicznych. Nachylenie skarp nadwodnych, niepełniących funkcji plaż, dla surowców okruchowych powinno wynosić 1:2 lub 1:3, a ilastych 1:1,5 lub 1:2 (Borek i Paulo 2005; Król 2005), natomiast w przypadku skarp podwodnych 1:5 (Głapa i Jonek 1998). Zbiorniki umożliwiające nurkowanie powinny charakteryzować się zróżnicowanym ukształtowaniem dna a zbiorniki, które będą wykorzystywane w celu uprawiania żeglarstwa, dużą głębokością (kilkadziesiąt metrów) oraz wielkoobszarowością (kilkadziesiąt hektarów).

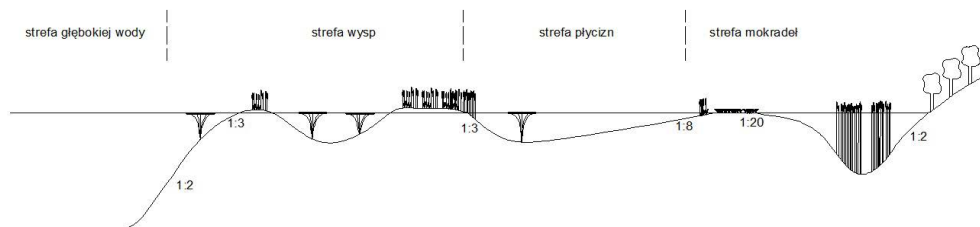
Zbiorniki wodne mogą także stanowić element krajobrazu mający na celu podniesienie jego walorów estetycznych. Nachylenie skarp takich zbiorników wodnych, w przypadku



Rys. 1. Profil kąpieliska w wyrobisku po surowcach okruchowych i ilastych (opracowanie własne na podstawie Uberman i Uberman 2010)

Fig. 1. Profile of lido in the excavation of the clastic and clay raw materials (own study based on Uberman and Uberman 2010)

surowców okruchowych i ilastych powinno być podobne do nachyleń skarp nadwodnych i podwodnych przy skarpach nie pełniących funkcji plaż w zbiornikach rekreacyjnych. Jednakże mając na celu osiągnięcie możliwie największego bogactwa różnorodnych siedlisk zbiornik powinien być tak ukształtowany, aby znalazły się w nim strefy: z głęboką wodą, pływizną, wyspami, zatokami, półwyspami, a nachylenie skarp podwodnych w strefach przybrzeżnych powinno wynosić 1:8–1:10 i wzrastać stopniowo wraz z oddalaniem się od brzegu zbiornika (Chodak 2013). Profil ukształtowania strefy brzegowej dla rekultywacji w kierunku wodnym o funkcji mającej na celu podniesienie walorów krajobrazowych przedstawiono na rysunku 2. W przypadku projektowania tego typu obiektów w kopalniach surowców zwięzłych, należy zabezpieczyć jedynie ściany wyrobiska poprzez ramowanie, ponieważ może dochodzić do obrywania i osuwania odłamków skalnych.



Rys. 2. Profil ukształtowania strefy brzegowej w rekultywacji wodnej o funkcji mającej na celu podniesienie walorów krajobrazowych (opracowanie własne na podstawie Chodaka 2013)

Fig. 2. Profile shaping of the coastal zone in aquatic reclamation about feature enhancement of the landscape values (own study based on Chodak 2013)

Zbiorniki wodne mogą również pełnić rolę zbiorników retencyjnych, przeciwpowodziowych, wody pitnej itp. Projektując tego typu obiekty należy spełnić szczególne wymagania formalno-prawne. Zgodnie z normą PN-G 07800:2002 nachylenie skarp skał luźnych i okruchowych nie powinno przekraczać 30% (1:3,3), jednakże należy im zapewnić trwałą stateczność. W celu zapewnienia stateczności tym obiektom niezbędne jest wykonanie pasa ochronnego przyległego do skarp o szerokości nie mniejszej niż 50 m (PN-G 02100:2013). Istnieje również możliwość tworzenia tego typu zbiorników wodnych w wyrobiskach poeksploatacyjnych skał zwięzłych, również przy zapewnieniu stateczności skarp. Szczegółowe

wymagania, jakie muszą spełniać te obiekty określają projekty i specyfikacje techniczne, a ich budowa jest zagospodarowaniem terenu poeksploatacyjnego.

Regulacja stosunków wodnych na obszarach pogórnicych związana jest z zapewnieniem układu stosunków wodnych umożliwiających należytą gospodarkę wodami powierzchniowymi, regulacją cieków wodnych, budową zbiorników wodnych. Zbiorniki wodne powinny być wyposażone w obiekty i budowle hydrotechniczne (rowy, kanały, jazy, śluzy, przepusty), aby zapewnić im spuszczalność, przepływ i wymianę wody.

W celu zachowania wysokich wartości użytkowych wody gromadzonej w wyrobisku, w przypadku gdy dochodzi do ich obniżenia, należy zastosować izolację utworów toksycznych – gdy jeszcze wyrobisko nie jest wypełnione wodą (PN-G 07800:2002) lub neutralizację chemiczną (Maciak 1999) poprzez stosowanie substancji chemicznych, np. flokulantów czy odczynników neutralizujących (Strzałkowski i Kaźmierczak 2014a).

Przy udostępnianiu zbiorników wodnych istotne jest także zachowanie odpowiedniego bezpieczeństwa. Zatem istotne jest zabezpieczenie skarp zbiorników, w szczególności po eksploatacji surowców zwięzłych, poprzez zastosowanie np. barierek ochronnych lub odpowiedniej roślinności np. krzaczastej.

Rekultywacja wodna często prowadzona jest równocześnie z innymi kierunkami rekultywacji (rekultywacja wodna zazwyczaj prowadzona jest tylko w wyrobisku). W ramach rekultywacji technicznej w pozostałych kierunkach należy również odtworzyć glebę, poprzez pokrycie nieużytków warstwą gleby urodzajnej czy odbudować drogę. Prace te wchodzą jednak w zakres rekultywacji innej niż w kierunku wodnym.

1.2. Rekultywacja biologiczna

Końcowym etapem rekultywacji terenów poeksploatacyjnych jest rekultywacja biologiczna (szczegółowa), która polega na przeprowadzeniu prac i zabiegów w celu wytworzenia, na obszarze zdegradowanym, warstwy gleby o możliwie dużej aktywności biologicznej. Najważniejszym zadaniem tej fazy rekultywacji jest zainicjowanie procesu glebotwórczego, a także wprowadzenie roślinności.

W przypadku wodnej rekultywacji faza biologiczna jest ograniczona. W ramach tej ostatniej fazy rekultywacji zabezpieczana jest stateczność zboczy poprzez obudowę biologiczną, a także inicjowane są i kształtowane procesy hydrobiologiczne. W obudowie skarp zbiorników wodnych powinno się rozróżniać górną (zazwyczaj bardziej stromy pas skarp) i dolną część skarpy. Granicę pomiędzy nimi warunkuje poziom zwierciadła wód gruntowych. Górna część skarpy oraz pas ochronny obsiewane są, po wcześniejszych zabiegach agrotechnicznych i nawożeniu mineralnym lub organicznym, roślinnością motylkową, a następnie skarpa obsadzana jest roślinnością sucholubną (np. robinia akacjowa, olsza czarna, wierzba wiciowa). Ma to na celu umacnianie gleby i zapobieganie jej wymywaniu lub zmywaniu do zbiornika wodnego. W przypadku dolnej części skarpy dokonywane jest jedynie sadzenie roślinności wodnolubnej (np. trzcina pospolita, pałka) (Greszta i Morawski 1972; Maciak 1999).

Pas roślinności górnej części skarpy stanowi strefę przejściową pomiędzy ekosystemami lądowymi, a ekosystemami wodnymi – przez co zwiększa się bioróżnorodność odtwarzanych w wyniku rekultywacji ekosystemów (Chodak 2013).

Ostatnim etapem rekultywacji biologicznej jest pielęgnacja nasadzeń. Polega ona na likwidowaniu chwastów, spulchnianiu gleby wokół sadzonek, nawożeniu (terenów otaczających zbiornik wodny), a także usuwaniu wypadów i zastępowaniu ich nowymi sadzonkami.

2. Zestawienie prac rekultywacji wodnej

Podobnie do innych prac (Każmierczak i Strzałkowski 2015; Strzałkowski i Każmierczak 2014c) dokonano zestawienia prac rekultywacyjnych poprzez podział ich na 3 grupy surowców skalnych: okruchowe, ilaste oraz zwięzłe. Do zestawienia prac rekultywacyjnych wyróżniono szczegółowe kierunki wodnej rekultywacji jako: gospodarka i ochrona. Ponadto zestawienie to przedstawiono w zakresie niezbędnych do wykonania czynności rekultywacyjnych, rozpoczynając od prac przygotowawczych przez fazę techniczną, a kończąc na fazie biologicznej. W opracowaniu pominięto fazę przygotowawczą, która jest taka sama dla wszystkich kierunków rekultywacji i została opisana w pracy Strzałkowskiego i Każmierczak (2014c).

Wyniki przeprowadzonej analizy prac rekultywacyjnych dla ogólnego kierunku wodnego przedstawiono w tabeli 2. Pokazują one, że zakres prac zależy od funkcji, jakie ma pełnić teren pogórnicy. Rekultywacja w fazie technicznej różni się przede wszystkim przy pracach związanych z kształtowaniem rzeźby terenu. Skarpy zbiorników po eksploatacji surowców okruchowych i ilastych mających pełnić funkcję gospodarczą powinny być ukształtowane w nachyleniu 1:3,3. Skarpy zbiornika wodnego, który ma na celu podniesienie walorów estetycznych powinny być ukształtowane do nachylenia 1:8–1:10, ze wzrostem nachylenia wraz z oddalaniem się od brzegu akwenu. Dodatkowo niezbędne jest wykonanie płycizny do nauki pływania oraz pokrycie skarpy pełniących funkcję plaż oraz łagodnego zejścia do wody, piaskiem i żwirem.

W przypadku wyrobisk grupy surowców zwięzłych, które mogą być wykorzystywane jako zbiorniki do wędkowania oraz do celów gospodarczych należy zapewnić stateczność skarpy i bezpieczeństwo w użytkowaniu tego typu obiektów. Zatem zakres prac rekultywacyjnych dla zbiorników wodnych pełniących funkcję rekreacyjną, zarówno jako kąpielisko, jak i dla podniesienia walorów estetycznych, jest zdecydowanie większy niż w przypadku przygotowania zbiornika do wykorzystania gospodarczego. Natomiast zakres prac fazy rekultywacji biologicznej jest taki sam dla każdego typu surowca.

Podsumowanie

Przedsiębiorca górniczy jest prawnie zobowiązany do rekultywacji terenów pogórnicy. Rekultywacja składa się z trzech faz: przygotowawczej, podstawowej (technicznej) i biologicznej (szczegółowej). Faza przygotowawcza polega na określeniu kierunku rekultywacji, a także przygotowaniu dokumentacji projektowo-kosztorysowej, która szczegółowo opisuje przebieg i koszt rekultywacji. Dodatkowo przed rozpoczęciem właściwego procesu rekultywacji należy uporządkować teren, poprzez m.in. usunięcie zbędnej roślinności, rozbiórkę obiektów kubaturowych itp. Prace te określane są pracami przygotowawczymi i różnią się w zależności od stanu rekultywowanego terenu. Faza techniczna (podstawowa)

TABELA 2. Zakres prac rekultywacji wodnej

TABLE 2. Scope of aquatic reclamation works

Typ kopaliny i szczegółowy kierunek rekultywacji		Surowce okruchowe i ilaste		Surowce zwięzłe	
		gospodarka	rekreacja	gospodarka	rekreacja
Prace przygotowawcze		Usunięcie zbędnej roślinności, rozbiórka pozostałości po budowlach, odgruzowanie i wywóz materiałów z rozebranych budowli lub zdeponowanie ich w wyznaczonym miejscu			
REKULTYWACJA TECHNICZNA	Ukształtowanie rzeźby terenu	Nachylenie skarp 1:3,3	Kąpielisko: → nachylenie brzegowego pasa (plaża) – 1:5–1:10 (40 m) → nachylenie skarp podwodnych → zejście do wody – 1:30–1:60 (o szerokości 50–100 m), a następnie 1:1,5–1:2 → nie pełniących funkcji plaż – 1:5 → nachylenie skarp nadwodnych → nie pełniących funkcji plaż – 1:1,5–1:3		Zapewnienie stateczności skarp
			Wędkarstwo, sporty wodne: → nachylenie skarp podwodnych – 1:5 → nachylenie skarp nadwodnych – 1:1,5–1:3		
			Element krajobrazu: → nachylenie skarp przybrzeżnych 1:8–1:10		
	Kształtowanie płycizny - powierzchnia nie mniejsza niż 4 ha i głębokość 1,5 m (kąpielisko)				
	Pokrycie skarp plażowych, łagodnego zejścia do wody oraz płycizny piaskiem i żwirem – min 5 cm				
		Szerokość pasa ochronnego min. 50 m			
		Makroniwelacja terenu otaczającego wyrobisko			
Uregulowanie warunków hydrogeologicznych		Budowa kanałów i rowów odwadniających, urządzeń hydrotechnicznych oraz wypełnienie wyrobiska wodą (przy eksploatacji z odwadnianiem złoża)			
Inne zabiegi w ramach rekultywacji technicznej				Prace zabezpieczające (np. barierki ochronne, usuwanie nawisów skalnych)	
REKULTYWACJA BIOLOGICZNA	Zabiegi agrotechniczne i nawożenie	Orka, kultywatorowanie, bronowanie oraz nawożenie nawozami organicznymi (np. obornik, kompost) skarp i pasów ochronnych			
	Odtworzenie gleby metodą biologiczną	Wprowadzenie roślinności próchnicotwórczej na skarpach i pasach ochronnych			
	Wprowadzenie roślinności docelowej	Zabiegi agrotechniczne (orka), wprowadzanie roślinności docelowej na skarpach i pasach ochronnych			Wykonanie ogrodzenia z roślinności krzewiastej
Pielęgnacja nasadzeń	Likwidowanie wieloletnich chwastów, spulchnianie gleby, nawożenie, usuwanie wypadów				

obejmuje czynności związane z kształtowaniem i przemieszczaniem mas ziemnych, jak również uregulowaniem warunków hydrogeologicznych, odtworzeniem gleb i budową dróg dojazdowych. W ramach fazy biologicznej (szczegółowej) należy wykonać szereg zadań związanych z zabiegami agrotechnicznymi i wprowadzeniem roślinności zielnej i drzewiastej.

Przeprowadzana analiza rodzaju i zakresu prac rekultywacji wykazała, że zakres robót różni się przede wszystkim w zakresie kształtowania rzeźby terenu w fazie technicznej i zależy od funkcji jaką ma pełnić rekultywowany obszar, a także typu kopaliny. Natomiast w ramach rekultywacji biologicznej zakres prac rekultywacyjnych jest taki sam dla wszystkich rodzajów surowców skalnych i szczegółowych kierunków rekultywacji.

Reasumując, zaproponowany zakres rzeczowy rekultywacji w kierunku wodnym surowców skalnych może być wprowadzeniem zmian dotyczących rozwiązań szczegółowych dokumentacji rekultywacyjnej dotyczącej górnictwa odkrywkowego surowców skalnych.

Praca była finansowana w ramach Badań Statutowych (zlec. S50099 i B50083).

Literatura

- Bobrek, K. i Paulo, A. 2005. Problemy zagospodarowania wyrobisk po eksploatacji kruszywa naturalnego na przykładzie złóż w dolinie Soły między Kętami a Bielanami. *Geologia* 31(2), s. 153–165.
- Ciepielowski, A. 1999. *Podstawy gospodarowania wodą*. Warszawa: Wyd. SGGW, 326 s.
- Chodak, M. 2013. *Metody rekultywacji i zagospodarowania obszarów poeksploatacyjnych w górnictwie skalnym*. Kraków – Wrocław: Wyd. Poltegor-Institut Instytut Górnictwa Odkrywkowego, 112 s.
- Glapa, W. i Jonek, W. 1998. Zagospodarowanie wyrobisk poeksploatacyjnych w górnictwie kruszyw naturalnych. *Górnictwo Odkrywkowe* 40(2–3), s. 97–107.
- Glapa, W. i Jonek, W. 1999. Rekultywacja terenów i zagospodarowanie wyrobisk po wydobywaniu kruszyw naturalnych spod wody. [W:] Malewski, J. red. *Zagospodarowanie wyrobisk*, Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, s. 84–100.
- Greszta, J. i Morawski, S. 1972. *Rekultywacja nieużytków przemysłowych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne.
- Kasztelewicz, Z. 2010. *Rekultywacja terenów pogórnicznych w polskich kopalniach odkrywkowych*. Kraków: Agencja Wydawniczo-Poligraficzna ART-TEKST, 463 s.
- Kaźmierczak, U. i Malewski, J. 2001. Koncepcja systematyki kierunków rekultywacji. *Kopaliny Pospolite* 7, s. 9–10.
- Kaźmierczak i in. 2015 – Kaźmierczak, U., Malewski, J. i Strzałkowski, P. 2015. Finansowe skutki zobowiązania rekultywacji w górnictwie skalnym. *Górnictwo Odkrywkowe* 5, s. 9–13.
- Kaźmierczak, U. i Strzałkowski, P. 2015. Zakres prac rekultywacyjnych terenów pogórnicznych surowców skalnych w kierunku innym niż leśny, rolny i wodny. *Górnictwo Odkrywkowe* 1, s. 26–35.
- Kaźmierczak i in. 2014 – Kaźmierczak, U., Strzałkowski, P. i Baszczyńska, M. 2014. Natural, geotouristic and recreation attractiveness on post-mining “Górażdże” areas. [W:] Yianatos, J. red. *XXVII International Mineral Processing Congress. IMPC 2014, vol. 2*. 20–24 październik 2014, Santiago, s. 10–20.
- Król, L. 2005. Wydobywanie kruszywa naturalnego a budowa stawów rybnych w świetle wymagań technicznych i przepisów prawa. *Gospodarka surowcami mineralnymi* 21(2), s. 83–88.
- Maciak, F. 1999. *Ochrona i rekultywacja środowiska*. Warszawa: Wyd. SGGW, 288 s.
- Ostręga, A. i Uberman, R. 2010. Kierunki rekultywacji i zagospodarowania – sposób wyboru, klasyfikacja i przykłady. *Górnictwo i Geoinżynieria* 34(4), s. 445–461.
- Strzałkowski, P. i Kaźmierczak, U. 2014a. Rekultywacja terenów pogórnicznych surowców skalnych w kierunku wodnym. [W:] Drzymała J. red., *Interdyscyplinarne zagadnienia w górnictwie i geologii, tom V*, Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, s. 225–229.
- Strzałkowski, P. i Kaźmierczak, U. 2014b. Systematyka kierunków rewitalizacji i przykłady jej zastosowania na terenach pogórnicznych województwa dolnośląskiego. [W:] Skowronek J. red. *Innowacyjne Rozwiązania Rewitalizacji Terenów Zdegradowanych*, Katowice: Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowych, s. 289–300.

- Strzałkowski, P. i Kaźmierczak, U. 2014c. Zakres prac rolnego i leśnego kierunku rekultywacji w kopalniach górnictwa skalnego. *Mining Science – Mineral Aggregates* 21(1), s. 203–213.
- Ślebodziński, J. 1988. Zagospodarowanie wyrobisk poeksploatacyjnych skał zwięzłych. *Zeszyty Naukowe AGH, Śozologia i Sozotechnika* 26, s. 10–21.
- Uberman, R. i Uberman, R. 2010. *Likwidacja kopalń i rekultywacja terenów pogórnicznych w górnictwie odkrywkowym. Problemy techniczne, prawne i finansowe*. Kraków: Wyd. IGSMiE PAN, 131 s.
- PN-G 07800:2002: Górnictwo odkrywkowe – Rekultywacja – Ogólne wytyczne projektowania.
- PN-G 02100:2013: Górnictwo odkrywkowe – Pas zagrożenia i pas ochronny wyrobisk odkrywkowych – Użytkowanie i szerokość.
- Rozporządzenie MZ 2011. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 kwietnia 2011 r. w sprawie prowadzenia nadzoru nad jakością wody w kąpielisku i miejscu wykorzystywanym do kąpielii (Dz.U.2011.86.478).
- PB 1994. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.1994.89.414).
- PW 2001. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U.2001.115.1229).