

Zdzisław HARABIN<sup>1</sup>, Witold PULKOWSKI<sup>2</sup>, Andrzej WRONA<sup>3</sup>

## REKULTYWACJA ORAZ ZAGOSPODAROWANIE LEŚNE WYROBISK PO EKSPLOATACJI KRUSZYW NATURALNYCH W REGIONIE ŚRODKOWOPOMORSKIM

## RECULTIVATION AND AFFORESTATION OF NATURAL AGGREGATE EXCAVATION GROUNDS IN ŚRODKOWE POMORZE

<sup>1</sup>Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrzu

<sup>1</sup>PAS Institute of Environment Engineering in Zabrze

<sup>2</sup>Urząd Wojewódzki w Szczecinie, Delegatura w Koszalinie

<sup>2</sup>Provincial Office in Szczecin, Delegation in Koszalin

<sup>3</sup>Uniwersytet Opolski

<sup>3</sup>University of Opole

### *Streszczenie*

*W Polsce najliczniejszą grupą nieużytków poprzemysłowych tworzą wyrobiska towarzyszące wydobywaniu kruszyw naturalnych, głównie piasku i żwiru stosowanych w budownictwie i drogownictwie. Ocenia się, że w chwili obecnej na obszarze kraju tego rodzaju pustek poeksploatacyjnych wstępuje ponad 30 tysięcy, przy czym jak dotychczas większość z nich nie jest zagospodarowana. Toteż w pewnych regionach kraju nieużytki te stanowią poważny problem, gospodarczy i ekologiczny. Jednym z kierunków docelowego zagospodarowania terenów związanych z eksploatacją kruszyw naturalnych jest kierunek leśny. W pracy przedstawiono trzy wybrane wyrobiska poeksploatacyjne zlokalizowane w regionie środkowopomorskim dokonując charakterystyki złóż, przebiegu prac z zakresu techniczno-biologicznej rekultywacji oraz leśnego zagospodarowania gruntów przekształconych, przy czym należy podkreślić, że wszelkie prace z tym związane były prowadzone równoległe z wydobywaniem kopalin.*

### *Summary*

*One of the most numerous group of postindustrial waste land create to the excavations accompanying to mine of natural resources, mostly of sand and of gravel applied in construction and road building in Poland. It*

*estimates oneself, that in present moment on the area of country the number of this kind of post-exploitation emptiness steps out beyond 30 thousands. Most of them are not developed. So in some regions of country these waste lands determine serious economic and ecological problem. One of the target directions of developing of the grounds connected with exploitation of natural resources natural is forest - direction. In project one introduced three selected excavations situated in Middle-Pomeranian region. It described the profiles of deposits, the course of technical-biological reclamation and forest - farm implementation of transformed grounds. It is necessary underline, that all works connected with this form were conducted to extract of minerals simultaneously.*

## **I. WPROWADZENIE**

Jedną z gałęzi przemysłu, która na trwale przekształca tysiące hektarów produkcyjnych gruntów rolnych i leśnych, w trudne do rekultywacji nieużytki jest górnictwo surowców skalnych, przy czym do znaczących dewastatorów zalicza się kopalnictwo odkrywkowe kruszyw naturalnych. W Polsce tego rodzaju udokumentowanych geologicznie złóż jest 3915, w tym zagospodarowanych 1360, których zasoby bilansowe wynoszą około 14,5 mld ton [GUS, 2000].

Niezmiernie poważnym problemem, tak gospodarczym jak i ekologicznym w wielu regionach kraju jest obecność w środowisku terenów przekształconych, w następstwie wydobycia m.in. kruszyw budowlanych i drogowych (piaski, żwiry). Wyrazem tego jest liczebność czynnych i zaniechanych miejsc eksploatacji wymienionych kopalni, których już na początku lat osiemdziesiątych na obszarze kraju istniało około 30 tys. [Kozłowski, 1982].

Z drugiej strony postępujący proces ich rekultywacji jest zbyt wolny, co spowodowało ogromne zaległości w restytucji powierzchni przekształconych. W regionie środkowopomorskim istnieje 57 zarejestrowanych złóż kruszyw naturalnych, których zasoby szacuje się na około 295 mln ton. Aktualnie 25 złóż jest zagospodarowanych.

Z eksploatowanych złóż 15 będzie rekultywowanych w oparciu o kierunek leśny, natomiast pozostałe będą przeznaczone pod zbiorniki wodne lub grunty orne.

W prezentowanej pracy przedstawiono ogólną charakterystykę geologiczną nadkładu i złóż: „Parsecko”, „Sępólno Wielkie” i „Węgorzewo Koszalińskie” eksploatowanych przez Koszalińskie Kopalnie Surowców Mineralnych „Kruszywa” S.A., a ponadto przebieg prac z zakresu rekultywacji techniczno-biologicznej i leśnego zagospodarowania terenów poeksploatacyjnych.

## **2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BUDOWY GEOLOGICZNEJ REGIONU**

Obszar Pomorza Środkowego leży w obrębie dwóch dużych jednostek geologicznych: wału pomorskiego i niecki pomorskiej. Podłoże czwartorzędowe budują utwory reprezentujące cały mezozoik, za wyjątkiem triasu po kredę oraz utwory

trzeciorzędowe (oligocen, miocen). Utwory mezozoiku za wyjątkiem triasu, to główne utwory powstałe w środowisku morskim (wapienie, margle) przewarstwione osadami lądowymi (mułowce, iłowce, piaskowce) kredy dolnej. Na początku trzeciorzędu również dominują utwory pochodzenia morskiego przechodzące w miocenie w osady lądowo-jeziorne. Osady miocenu pojawiają się na powierzchni w formie oderwanych przez lądolód kier – Wzgórza Chełmskie k/Koszalina.

### 2.1. Złoże „Parsęcko”

Złoże kruszywa naturalnego „Parsęcko” jest położone w gminie Szczecinek, oddalone od miasta o około 7 km na północny – zachód. Złoże zalega na fragmencie pola sandrowego rozwiniętego na przedpolu moreny czołowej. Serię złożową budują różnoziarniste piaski ze żwirem oraz pospółki o średnim punkcie piaskowym wynoszącym 59,08%. Miąższość jej waha się od 2,0 m do 9,2 m (średnio 4,44 m). Zalegającą nad złożem glebę, piaski pyłaste i gliniaste zaliczono do nadkładu. Jego średnia grubość wynosi 0,85 m, przy wartościach skrajnych 0,1-3,3 m. Spąg złoża wyznaczono na poziomie występowania drobnoziarnistych piasków oraz na kontakcie z glinami [4]. Złoże do poziomu rozpoznania jest suche. Według stanu na 1.07.1966 r. zatwierdzone zasoby geologiczne wynosiły 7 013 000 ton, w tym bilansowe 3 147 000 ton.

### 2.2. Złoże „Sępólno Wielkie”

Udokumentowane złoże o stosunkowo małych zasobach geologicznych wynoszących 18,8 mln. ton. Natomiast przesłanki geologiczne wskazują na możliwość powiększenia zasobów. Złoże obejmujące powierzchnię około 167 ha jest zbudowane z utworów piaszczysto – żwirowych pochodzenia wodnołądowego. Głównie są to kruszywa grubo frakcyjne stanowiące mieszaninę różnoziarnistego piasku i żwiru o średnicach przeważnie 1, 2, 3, 4 cm [2] wykorzystywane w budownictwie i przy budowie dróg.

Pod warstwą nadkładu o grubości od 0,2 do 4,0 m, zalega seria złożowa piaszczysto – żwirowa o miąższości od 2,0 do 12,2 m, którą podściela warstwa drobno i średnioziarnistego piasku, przy niewielkim udziale zalegających w spągu piasku gliniastego i gliny piaszczystej. Są to tereny suche, łatwo przepuszczalne o głęboko zalegającym zwierciadle wód gruntowych.

### 2.3. Złoże „Węgorzewo Koszalińskie”

Złoże kruszywa naturalnego „Węgorzewo Koszalińskie” położone jest około 12 km w linii prostej na wschód od Koszalina w miejscowości o tej samej nazwie w gminie Sianów. Jest to złoże wielosurowcowe – kruszywo naturalne i piaski formierskie. Udokumentowane zostało z dokładnością odpowiadającą kategorii C1 i C2. Seria określona w dokumentacji geologicznej jako piaski budowlane zbudowana jest z piasków o zróżnicowanym uziarnieniu z przewagą drobnoziarnistych, przewarstwionych, głównie w części spągowej, utworami piaszczysto – żwirowymi z wtrąceniami otoczków. Genetycznie seria ta związana jest z działalnością

wodnolodowcową. W obrębie procesu klastycznego wydzielono serię typowo piaszczystą o średnim punkcie piaskowym (śr.p.p.) 90% i serię piaszczysto – żwirową o śr.p.p. 65%. Miąższość złoży waha się w przedziale od 4,0 m do 12,7 m (średnio 7,7 m) na obszarze udokumentowanym w kategorii C1 oraz od 4,4 m do 10,0 m (średnio 6,8 m) na obszarze kategorii C2. Strop złoży przykryty jest nadkładem, który stanowi gleba, piaski gliniaste i glina o grubości od 0,3 m do 3,5 m – kategoria C1 (średnio 2,2 m) i od 1,0 m do 3,4 – kategoria C2 (średnio 1,6 m). Spąg piasków budowlanych wyznacza strefa kontaktu z utworami ilastymi, glinami oraz strop mioceńskich piasków formierskich. Piaski formierskie występują w lokalnej rynnie, w części południowo – wschodniej. Miąższość ich jest zmienna, w otworach badawczych stwierdzono, że dochodzi do 20,7 m.

Złoże „Węgorzewo Koszalińskie” jest złożem częściowo zawodnionym, zwierciadło wody występuje na poziomie 10,0 m p.p.t. (37,7 m n.p.m.).

Przedmiotem eksploatacji jest kruszywo naturalne, piaski trzeciorzędowe nie były i nie są eksploatowane [3,5]. Zatwierdzone zasoby geologiczne, według stanu na dzień 17.02.1986 r., wyniosły:

- kruszywo naturalne (piasek): 5 791 000 ton,
- kruszywo naturalne (piasek, żwir): 3 066 000 ton,
- piaski formierskie: 7 596 000 ton.

### 3. REKULTYWACJA TECHNICZNO – BIOLOGICZNA TERENÓW POEKSPLOATACYJNYCH

#### 3.1. Uporządkowanie rzeźby terenu.

W procesie restytucji terenów przekształconych wydobywaniem piasku i żwiru, sprawą niezwykle istotną jest właściwe ukształtowanie pustek poeksploatacyjnych. Na ogół są to tereny zdeformowane robotami górniczymi, ze znacznymi deniwelacjami występującymi w postaci lokalnych zagłębień i wzniesień dochodzącymi nawet do kilku metrów.

W przypadku omawianych obiektów, prace techniczne miały na celu ukształtowanie spągu wyrobisk i skarp oraz rozścielenie na ich dnie zebranego nadkładu i pozostałości eksploatowanego kruszywa.

W wyrobisku po wyeksploatowanym złożu „Parsecko”, przemieszczono i rozproszono, przy użyciu ciężkiego sprzętu mechanicznego około 100 tys. m<sup>3</sup> materiału ziemnego, natomiast w wyrobisku „Sępólno Wielkie” ulokowano go 120 tys. m<sup>3</sup>, zaś w obiekcie „Węgorzewo Koszalińskie” 170 tys. m<sup>3</sup>. Zastosowanie systemu wstępnego przesiewania wybranego złoży „Parsecko” na ścianie eksploatacyjnej pozwoliło na pozostawienie w wyrobisku około 60% frakcji piaskowej (do 2 mm). Miąższość rozścielonej warstwy nadkładu wynosiła od 0,5 m („Sępólno Wielkie”) do 1,5 – 2,0 m („Węgorzewo Koszalińskie”).

Techniczna strona prowadzonych prac była zgodna z dokumentacją projektową [4,5,11]. Tym samym stworzone zostały warunki dla podjęcia dalszych prac wchodzących w zakres zagospodarowania leśnego wyrobisk.

### 3.2. Nawożenie zielone i mineralne

Głównym celem nawożenia jałowych gruntów nadkładu rozścielonego na dnie wyrobisk było jego wzbogacenie w niezbędne dla roślin składniki pokarmowe. Liczne przykłady dowodzą, że przy rekultywacji gruntów zbudowanych z piasków luźnych zabieg ten jest wręcz niezbędny. Stąd niezrozumiałym jest fakt, iż na terenie rekultywowanej odkrywki „Parsecko” nie podjęto tego typu prac, mimo, że projekt je przewidywał [4].

Na pola poeksploatacyjne – złoża „Sępólno Wielkie” wprowadzono roślinność motylkową w składzie [11]: łubin żółty – *Lupinus luteus* L. (150 kg/ha), nostryk biały – *Melilotus albus* Med. (50 kg/ha), komonicę rożkową – *Lotus corniculatus* L. (5 kg/ha) oraz przelot pospolity – *Anthyllis vulneraria* L. (5 kg/ha).

Przed wysiewem nasion wymienionych gatunków roślin zastosowano nawożenie mineralne NPK w ilościach wynoszących odpowiednio: N-200, P-300 i K-200 kg/ha. W przeliczeniu na czysty składnik zachowano następujące proporcje składników jak 0,4:1,5:1,2. Azot dostarczono do gleby w postaci saletrzaku podwójnego (20,5% N), fosfor w postaci superfosfatu (26% P), potas w postaci soli potasowej (40% K).

Trzeba tu z całym naciskiem podkreślić, że zaproponowane przez projektantów dawki nawozów nie są możliwe do przyjęcia, bowiem kilkakrotnie przekraczają zapotrzebowanie roślin na te składniki. Ograniczona objętość artykułu nie pozwala na rozwinięcie tematu. Aby jednak rozwiać wszelkie wątpliwości należy powiedzieć, że np. startowe nawożenie azotem w postaci saletry amonowej (saletrzak został wycofany z produkcji) powinno kształtować się na poziomie około 50 kg/ha.

Nawozy wymieszano z podłożem przy użyciu brony talerzowej, natomiast grunt po wysiewie nasion bronowano broną lekką i przywałowano wałem gładkim. Tak przygotowane powierzchnie sukcesywnie przekazywano Lasom Państwowym pod zalesianie. W latach 1982- 2000 zrekultywowano i zalesiono 72,63 ha. Zakłada się, że w końcowym etapie eksploatacji złoża przypadającym na lata 2008-2010 pod uprawy leśne przeznaczony jest dalsze 135 ha.

Na przygotowane do rekultywacji biologicznej wyrobisko „Węgorzewo Koszalińskie” zastosowano jedynie wysiew łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.), bez nawożenia mineralnego. Należy to uznać za błąd, ponieważ jak wynika z badań [Furdyna, 1996], na ubogich piaskach nawożenie roślin motylkowatych, w tym łubinu żółtego korzystnie wpływa na wzrost i rozwój roślin, co tym samym zwiększa masę zieloną.

Będąc przy problemie nawożenia rekultywowanych wyrobisk po wydobyciu kruszyw naturalnych nie sposób nie wspomnieć o możliwości wykorzystania do tych celów odwodnionych osadów ściekowych, charakteryzujących się dużą wartością glebotwórczą i nawozową [Siuta, 1996, 1999; Wasiak, 1995]. Podjęte badania na terenie kopalni żwiru w Mrzezinie k/Pucka m.in. dotyczące dawki i sposobu aplikacji osadów pod rośliny uprawne zostały omówione w pracy [Quanta i Sobocińskiego, 2000]. Szerokie pole do ich stosowania upatrujemy przy leśnym zagospodarowaniu terenów po kopalnictwie piasku i żwiru. Niestety, niesłusznie, często niezrozumiałe uprzedzenia do osadów ściekowych, skutecznie blokują wdrożenie ich do praktyki leśnej.

## 4. ZAGOSPODAROWANIE LEŚNE WYROBISK .

### 4.1 Skład gatunkowy upraw

Czynnikiem determinującym skład nasadzeń jest woda, która ma decydujący wpływ na warunki siedliskowe [Krzaklewski, 1990]. W odniesieniu do wyrobisk suchych jest ona praktycznie poza zasięgiem systemów korzeniowych. W takich przypadkach skład zakładanych upraw jest ograniczony. W korzystniejszych warunkach (gospodarka wodno-opadowa) wachlarz gatunków może być bogatszy.

W warunkach rozpatrywanych wyrobisk gatunkiem podstawowym była sosna zwyczajna (*Pinus sylvestris* L.), której udział wynosił około 80%. Liczącym się gatunkiem była również brzoza brodawkowata (*Betula verrucosa* Ehrh.) około 10-12%. Z gatunków domieszkowych (pielęgnacyjnych) np. na wyrobisku „Pasłęcko” zastosowano dąb czerwony (*Quercus rubra* L.), olszę czarną (*Alnus glutinosa*) i buk zwyczajny (*Fagus sylvatica* L.), zaś z gatunków fitomelioracyjnych wprowadzono jarząb pospolity (*Sorbus aucuparia* L.) oraz czeremchę późną (*Padus serotina* Ehrh.).

### 4.2. Materiał sadzeniowy, wiek, sposób sadzenia, więźba, udatność upraw

Wyselekcjonowane, odpowiadające I klasie jakości, jednoroczne sadzonki sosny sadzono pod kostur, natomiast gatunki liściaste, jako dwulatki w dołki o wymiarach 30x30x30 cm.

Dla gatunku podstawowego, którym była sosna przyjęto więźbę 1,5x0,45 m (Sępólno Wielkie”) oraz 1,5x0,7 m („Parsecko”, „Węgorzewo Koszalińskie”), co w przeliczeniu na hektar wynosi od 14,8 do 13,0 tys. sadzonek. Dla pozostałych gatunków liściastych więźba była luźniejsza i wynosiła od 1,5x1,0 m („Węgorzewo Koszalińskie”), 1,5x1,2 m („Sępólno Wielkie”) oraz 1,65x1,0 m („Parsecko”). Zastosowane więźby zwłaszcza w odniesieniu do sosny są zgodne z obowiązującymi zasadami hodowlanymi.

Jak na grunty przekształcone, przyjęcie się sadzonek było wysokie i wahało się na wszystkich obiektach w granicach 80-90%. W przypadku wyrobiska „Parsecko” w wypadach duży udział (około 15%) miała zwierzyna płowa (zgryzanie).

W oparciu o kierunek leśny na wyrobisku „Parsecko” zagospodarowano 30 ha gruntów, z czego 20 ha na początku lat dziewięćdziesiątych, natomiast 10 ha w roku 2000. Przewiduje się zalesienie 5 ha w roku bieżącym. Powierzchnia zalesiona na polach poeksploatacyjnych złoża „Sępólno Wielkie” łącznie wynosi 72,6 ha, zaś na wyrobisku „Węgorzewo Koszalińskie” 6 ha. Zarówno uprawy jak i młodniki wykazują prawidłowy wzrost i rozwój.

## 5. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Istnienie w Polsce dużej, jeśli nie ogromnej liczby wyrobisk towarzyszących eksploatacji piasku i żwiru, głównie dla budownictwa i drogownictwa stwarza w pewnych regionach kraju poważne problemy gospodarczo – społeczne i przyrodnicze.

Jednym z kierunków biologicznego, docelowego zagospodarowania tego rodzaju nieużytków jest kierunek leśny, przywracający terenom przekształconym określone wartości produkcyjno – użytkowe. Ze względu na specyfikę podłoża (skład mechaniczny utworów, mała wilgotność, ubóstwo składników pokarmowych), generalnie wyrobiska uznano za trudne do rekultywacji biologicznej [Krzaklewski, 1999]. Tym bardziej godne uwagi są zalesione wyrobiska, w których pogodzone wydobycie kopalin z sukcesywnie prowadzonymi pracami rekultywacyjnymi.

W oparciu o materiały źródłowe [4,5,11] oraz przeprowadzone zabiegi rekultywacyjne rodzą się następujące wnioski:

W warunkach gleb przekształconych wielkość dawek nawozów mineralnych bezwzględnie należy ustalać w oparciu o analizy chemiczne gleby. Zawyżanie wielkości dawek mija się z celem, bowiem w takich przypadkach straty z tytułu wypłukiwania składników pokarmowych mogą być znaczne.

Wykorzystując dotychczasowe doświadczenia należy stwierdzić, że wysiew nasion roślinności motylkowatej oraz nawożenie mineralne są podstawowymi zabiegami w procesie biorestytucji gruntów bezglebowych.

Aby wyjść z kręgu trudnego do przełamania problemu użytkowania odwodnionych osadów ściekowych do rekultywacji, zachodzi pilna potrzeba ich przetestowania w naszych warunkach pod względem przydatności do leśnego zagospodarowania wyrobisk po eksploatacji kruszyw naturalnych.

## 6. LITERATURA

- [1] *Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złóż czwartorzędowych, piasków budowlanych i trzeciorzędowych piasków formierskich w kategorii C2 „Węgorzewo Koszalińskie”*, Gdańskie Przedsiębiorstwo Produkcji Kruszyw i Usług Geologicznych w Gdańsku – Oliwie, Gdańsk – Oliwa (1986)
- [2] *Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego w kategorii C2+C1+B „Sepólno Wielkie”*, Przedsiębiorstwo Geologiczno – Badawcze Przemysłu Kruszyw i Surowców Mineralnych w Gdańsku, Gdańsk (1971)
- [3] *Dokumentacja geologiczna złoża piasków budowlanych w kategorii C2 „Węgorzewo Koszalińskie”*, Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie, Kraków, (1972)
- [4] *Dokumentacja wyrobisk poeksploatacyjnych złoża kruszywa naturalnego „Parsecko”*, Gdańskie Przedsiębiorstwo Produkcji Kruszywa i Usług Geodezyjnych „Kruszgeo” w Gdańsku – Oliwie. Gdańsk – Oliwa (1977)
- [5] *Dokumentacja rekultywacyjna „Węgorzewo Koszalińskie”*, Gdańskie Przedsiębiorstwo Produkcji Kruszywa i Usług Geodezyjnych „Kruszgeo” w Gdańsku – Oliwie. Gdańsk – Oliwa (1978)

- [6] FURDYNA L.: Wpływ nawożenia na wzrost łubinu w warunkach wyrobisk popiaskowych, Sylwan 2, PWRiL. Warszawa (1969)
- [7] GUS – *Ochrona środowiska 2000*. Warszawa (2000)
- [8] KOZŁOWSKI S.: *Ocena gospodarki zasobami surowców skalnych, Część II, Przegląd geologiczny nr 2* (1982)
- [9] KRZAKLEWSKI W.: *Analiza działalności rekultywacyjnej na terenach pogórnicznych w głównych gałęziach przemysłu wydobywczego w Polsce*, Wyd. SGGW-AR. Warszawa (1990)
- [10] QUANT B., Sobociński Z.: *Wykorzystanie osadów (ustabilizowanych) w oczyszczalni ścieków komunalnych do rekultywacji gruntów*, Inżynieria Ekologiczna nr 1 – Ochrona i rekultywacja gruntów, Polskie Towarzystwo Inżynieryjno – Ekologiczne. Warszawa (2000)
- [11] *Rekultywacja terenów poeksploatacyjnych Kopalni „Sępólno Wielkie”*, Biuro Studiów i Projektów Przemysłu Kruszyw i Surowców Mineralnych w Krakowie. Kraków (1972)
- [12] SIUTA J.: *Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych*, Materiały konferencyjne, Wydawnictwo Ekoinżynieria. Lublin (1996)
- [13] SIUTA J.: *Sposoby przyrodniczego użytkowania osadów ściekowych*, III Konferencja Naukowo – Techniczna: Przyrodnicze użytkowanie osadów ściekowych, Świnoujście 9–11.06.1999. Świnoujście (1999)
- [14] *Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego w rejonie miejscowości Parsecko*, Gdańskie Przedsiębiorstwo Geologiczne Ceramiki Budowlanej w Gdańsku – Narwiku. Gdańsk – Narwik (1967)
- [15] WASIAK G.: *Wytwarzanie, właściwości i gospodarka osadami ściekowymi w Polsce na tle zachodniej Europy i USA*, Ekoinżynieria nr 2/3, (1995)