

*Tadeusz Ratajczak\*, Elżbieta Hycnar\*, Waldemar Jończyk\*\**

## ZŁOŻA ANTROPOGENICZNE A WARTOŚĆ SUROWCOWA ZGROMADZONYCH KOPALIN NA PRZYKŁADZIE KWB „BEŁCHATÓW” SA \*\*\*

---

### **1. Górnictwo węgla brunatnego a kopaliny towarzyszące i złoża antropogeniczne**

W szeroko rozumianej problematyce funkcjonowania górnictwa węgla brunatnego w warunkach polskich z uwagi na odkrywkowy charakter eksploatacji szczególną rolę odgrywają niewęglowe skały nadkładu i podłoża. W niektórych sytuacjach mogą one nosić miano kopaliny towarzyszących. Zostały zdefiniowane i scharakteryzowane wpierw przez H. Gruszczyka, a później dokładniej omówił je M. Nieć [3, 4]. Zdaniem tych autorów należą do nich odmiany występujące w sąsiedztwie kopaliny głównej. Mogą one być z nią równolegle eksploatowane. Natomiast ich samodzielne wydobycie bywa często nieopłacalne. Niekiedy łączy się bowiem z potrzebą selektywnego wybierania tych kopaliny.

Problem kopaliny towarzyszących nie jest problemem nowym ani w polskiej geologii ani w polskim górnictwie. Postrzegany i podnoszony był od dawna. W przypadku górnictwa węgla brunatnego nabiera jednak szczególnego znaczenia. Być może rezultatem tej specyfiki było stwierdzenie prof. Bolesława Krupińskiego, że jest to „... ten rodzaj górnictwa..., który powinien dać możliwości pełniejszego wybierania wszystkich kopaliny a więc racjonalnego gospodarowania substancją mineralną...” [1].

Zagadnienia związane i wynikające z obecności kopaliny towarzyszących należy traktować jako jeden z elementów racjonalnej gospodarki zasobami złóż. Sposób ich rozwiązania winien stać się elementem decydującym o kompleksowym a przede wszystkim pełnym i kompletnym wykorzystaniu wszystkich kopaliny. Problemy te mają, więc charakter złożowo-surowcowy.

---

\* Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

\*\* PGE KWB „Bełchatów” SA, Rogówiec

\*\*\* Praca ta stanowi rezultat badań wykonanych w ramach działalności statutowej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica nr 11.11.140.158

Obecność kopalin towarzyszących w złożach węgla brunatnego to nie tylko problemy eksploatacyjne (zdejmowanie, niekiedy selektywne, skał nadkładu), ale i surowcowe (wykorzystanie ich na użytek różnych technologii) czy ekologiczne (rekultywacja i ograniczenie uciążliwego oddziaływania na środowisko).

Atrybutem nadrzędnym decydującym o wykorzystaniu kopalin towarzyszących jest ich użyteczność czyli jakość i przydatność surowcowa. Jednak decydują o tym także inne parametry. Są nimi:

- forma i warunki geologicznego oraz górniczego zalegania,
- wielkość zasobów.

Kryteria i wymogi gospodarki rynkowej sprawiły jednak, że innym ważnym kryterium stały się także czynniki ekonomiczne a przede wszystkim zapotrzebowanie gwarantujące ich zbyt.

Jak w takiej sytuacji wyglądają możliwości praktycznego wykorzystania kopalin towarzyszących? Czym są one uwarunkowane i rozwiązania jakich problemów wymagają? Czy i jak ta sytuacja odbiega od mającej miejsce w przypadku zagospodarowania naturalnych odmian kopalin? Częściowo odpowiedzi na te pytania można znaleźć w sformułowaniach stanowiących treść odpowiednich, istniejących i obowiązujących najpierw „Wytucznych dokumentowania ...” a później „Prawa geologicznego i górniczego” [7, 11].

Górnictwo węgla brunatnego w tym także Kopalnia „Bełchatów” SA problemom kopalin towarzyszących od dawna poświęca dużo uwagi. Podejmowane były, i są nadal, inicjatywy, próby czy formułowane decyzje dotyczące rozwiązania tych zagadnień.

Wspomniane parametry decydujące o użyteczności praktycznej kopalin towarzyszących stymulują sytuację, w których nie zawsze mogą one znaleźć natychmiastowe wykorzystanie. Wówczas z myślą o zapobieżeniu ich bezpowrotnej stracie a także stworzeniu możliwości wykorzystania w przyszłości, zaproponowano rozwiązania tych zagadnień poprzez gromadzenie ich w formie sztucznie tworzonych, zazwyczaj selektywnych złóż zwanych antropogenicznymi czy też wtórnymi. Jedną z pierwszych prób ich zdefiniowania podjął A. Bolewski [2]. Szerzej zagadnienia i problemy wynikające z powstawania a także istnienia tego typu złóż omówił M. Nieć [5]. Według A. Bolewskiego są to „... nagromadzenia kopaliny utworzone przez człowieka w rezultacie wytwarzania odpadów kopalnianych, przerobczych, technologicznych w czasie gdy nieznan był inny sposób ich wykorzystania...” [2]. Z kolei M. Nieć uważa, że złoża te powinny gromadzić kopaliny i surowce [5]:

- posiadające własności decydujące o ich użyteczności,
- poprzez wykorzystanie przynosić korzyść gospodarczą.

W obowiązujących przepisach prawnych dotyczących działalności geologiczno-górnicznej a także ochrony środowiska nie ma jednoznacznych zapisów na temat złóż wtórnych. Po części wynikają one z zasad dokumentowania naturalnych nagromadzeń kopalin. W praktyce jednak taki sposób pozyskiwania kopalin był jednak znany od dawna. Zaczęto je tworzyć w wyniku świadomie podejmowanych czynności. Przy ich realizacji kierowano się

dwoma „horyzontami” czasowymi. Jeden miał charakter doraźny a drugi przyszłościowy. Realizacja pierwszego powinna stworzyć szansę do uzyskania następujących korzyści:

- odzyskania kopalin towarzyszących i zabezpieczenia ich przed stratą;
- ochronę środowiska naturalnego poprzez ograniczenie przeznaczania nowych terenów pod przyszłą eksploatację górnictwem, a także lepsze wykorzystanie istniejących;
- zwiększenie zysków ekonomicznych przez podmioty gospodarcze eksploatujące węgiel brunatny.

Aspekt przyszłościowy wynika z pewnych założeń futurologicznych. Dotyczą one zagadnień, które mogą zaistnieć z chwilą zaprzestania eksploatacji węgla brunatnego z racji wyczerpania się zasobów. Możliwość wykorzystania tych kopalin mogą stać się czynnikiem sprzyjającym przyszłej rewitalizacji obszarów pogórnictw i związanej z tym infrastruktury.

Powstanie złóż antropogenicznych i problem pełnego wykorzystania zgromadzonych w nich kopalin towarzyszących wymagać będzie zaproponowania a także realizacji innego wariantu organizacyjnego. Podmioty gospodarcze tzn. kopalnie węgla brunatnego najlepsze wyniki (przede wszystkim ekonomiczne) są w stanie uzyskać drogą własnego przetwarzania oraz wytwarzania gotowych produktów [6, 8]. W przypadku KWB „Bełchatów” SA rozwiązania takie są częściowo realizowane.

## **2. Aktualny stan zagospodarowania kopalin towarzyszących przez KWB „Bełchatów” SA**

### **2.1. Odmiany surowcowe kopalin towarzyszących**

Na obszarze złoża węgla brunatnego „Bełchatów” występują następujące odmiany kopalin spełniające kryteria odmian towarzyszących:

- torfy powstałe w holocenie zalegają w lokalnych obniżeniach terenu w postaci płatów o miąższości od 0,3 do 1,8 m. W „Polu Szczerców” ich zasoby szacuje się na 120 tys. m<sup>3</sup>. Są to torfy rolnicze, mieszkankowe i pozanormatywne, które uległy przesuszeniu i zmineralizowaniu. Kopalinę tę wydobywa się selektywnie i gromadzi na składowisku kopalin towarzyszących w celu wykorzystania jako ziemi organicznej. W 2008 roku zgromadzono 51 306 m<sup>3</sup> torfów. W tym samym okresie wykorzystano na potrzeby własne oraz sprzedano odbiorcom zewnętrznym około 54 666 tys. Mg tej kopaliny;
- piaski i żwiry występują wśród kompleksu piaszczystych utworów plejstoceniowych. Zmienność ich zalegania i jakości nie pozwala na jednoznaczne określenie wielkości zasobów a tym bardziej parametrów surowcowych. W „Polu Bełchatów” eksploatację tej kopaliny zakończono w 2007 roku. W „Polu Szczerców” w latach 2010–2013 eksploatowane będzie, udokumentowane w latach 1979–1985 w kat. C<sub>2</sub>, złożo kruszywa naturalnego o zasobach 750 tys. Mg (jest to jego odmiana piaszczysto-żwirowa) oraz 8,9 mln Mg kruszywa piaszczystego przydatnego dla budownictwa. W strefie robót

górnictwa do 2016 roku należy spodziewać się obecności piasków o korzystnych parametrach górnictwo-geologicznych. W „Polu Szczerców” prowadzi się eksploatację piasków ze złóż nieudokumentowanych. Wyprzedzająco rozpoznawane bywa zaleganie tej kopaliny i wykonywane są badania jakościowe. Piaski wyeksploatowane selektywnie są gromadzone na składowiskach. Wykorzystywane są odmiany naturalne lub poddawane płukaniu i frakcjonowaniu. Wykorzystuje się je do makroniwelacji, budownictwa, produkcji klejów i zapraw budowlanych. W 2008 roku selektywnie wyeksploatowano i zeskładowano na składowisku 92 705 m<sup>3</sup> piasków. W tym samym okresie zagospodarowano około 121 470 Mg tej kopaliny;

- głązy narzutowe skał magmowych i przeobrażonych. Występują one w sposób rozproszony wśród glin zwałowych i na powierzchniach erozyjnych. Ich zasoby nie są bliżej określone. W „Polu Szczerców” głązy narzutowe wydobywane będą do 2026 roku. Przerabiane są na kruszywo budowlane i drogowe lub sprzedawane jako surowiec kamieniarski. W 2008 roku wydobyto i zagospodarowano około 11 tys. Mg głązów narzutowych;
- surowce ilaste z kompleksu ilasto-piaszczystego to ility beidellitowe i kaolinitowo-beidellitowe. Mogą one być wykorzystywane w ceramice, wiertnictwie, odlewnictwie, do uszczelniania górotworu, jako sorbenty i materiały izolacyjne przy budowie zbiorników odpadów. W „Polu Bełchatów” eksploatację tej kopaliny zakończono w 2007 roku. Szacuje się, że w „Polu Szczerców” zalega 45 mln m<sup>3</sup> iłków przydatnych do przemysłu ceramicznego i 71 mln m<sup>3</sup> iłków użytecznych do produkcji glinoporytu. W 2008 roku zagospodarowano około 40 tys. Mg iłków nadwęglowych oraz około 1,5 tys. Mg iłków węglowych wydobytych i zeskładowanych na składowisku w latach wcześniejszych;
- krzemienno-piaszczysto-żwirowa. Są to krzemienne bruki grubokrystaliczne zalegające w spągowej części kompleksu ilasto-piaszczystego. Miąższość tej warstwy jest bardzo zróżnicowana. Obejmuje materiał od 0,1 do 20 m. Przedmiotem selektywnej eksploatacji są nagromadzenia zalegające w północnej części „Pola Bełchatów”. W związku z bardzo zmiennymi geologiczno-górnictwowymi warunkami występowania tej kopaliny, jej zasoby nie są bliżej określone. Przewiduje się, że możliwe będzie roczne wydobycie na poziomie od kilku do kilkunastu tys. m<sup>3</sup>. W „Polu Szczerców” bruki krzemienne będą mogły być pozyskiwane od 2009 roku a ich zasoby szacuje się na 11 mln m<sup>3</sup>. Wykorzystywane są jako kruszywo do podbudowy dróg. W 2008 roku selektywnie wyeksploatowano z „Pola Bełchatów” 9 339 m<sup>3</sup> tej kopaliny. W tym samym okresie zagospodarowano około 55,5 tys. Mg tej pospółki;
- piaskowce kwarcytowe. Są to skały powstałe w wyniku lokalnej sylifikacji kwarcowych piasków miocenkich. Występują one w sposób rozproszony w formie soczew o rozciągłości od kilkudziesięciu centymetrów do kilkunastu metrów i o miąższości od kilku cm do 1,5 m. Rocznie pozyskuje się od kilku do kilkunastu tys. Mg tej kopaliny. Ich zasoby są trudne do oszacowania. Po przeróbce wykorzystuje się je w charakterze kruszywa drogowego. W 2008 roku wydobyto w „Polu Bełchatów” i zagospodarowano 18 148 Mg tych piaskowców;

- kreda jeziorna zalega w brzeźnych partiach rowu Kleszczowa. W „Polu Bełchatów” eksploatacja tej kopaliny dotyczyła trzech obszarów. Jej wydobycie zakończono w 2002 roku. W „Polu Szczerców” zasoby szacunkowe kredy wynoszą 20,9 mln Mg, z czego możliwe do eksploatacji będzie 7,1 mln Mg. Przewiduje się wydobycie i zagospodarowanie tej kopaliny po 2011 roku. Może ona być stosowana jako nawóz rolniczy odpowiadający kryteriom wapna kredowego a także jako komponent ekopreparatów używanych do poprawy właściwości bonitacyjnych gleb. Czynione są próby jej wykorzystania w charakterze kredy technicznej, malarskiej, wapna palonego, białego cementu. W 2008 roku zagospodarowano 18,5 tys. Mg kredy jeziornej wydobytej w latach wcześniejszych i zeskładowanej na składowisku północnym kopaliny towarzyszących;
- wapienie jury górnej pozyskiwane są od początku lat 90. ubiegłego wieku. Zostały odsłonięte robotami górniczymi w zboczu południowym „Odkrywki Bełchatów”. W „Polu Bełchatów” zasoby tej kopaliny są szacowane na 2,5 mln m<sup>3</sup>. W „Polu Szczerców” w rejonie zbocza północnego od 2009 roku do wykorzystania pozostanie najprawdopodobniej ok. 2 mln m<sup>3</sup> tych kopaliny, natomiast w rejonie zbocza południowego ok. 30 mln m<sup>3</sup>. Z wychodni wapieni skalistych jury górnej na zboczu południowym „Polu Bełchatów” w 2008 roku wydobyto, przerobiono na kruszywo i zagospodarowano ponad 165 tys. Mg wapieni i margli. Dotąd zagospodarowano ponad 1 mln Mg wapieni.

## 2.2. Złóża wtórne

W celu zapobieżenia bezpowrotnej stracie oraz racjonalnej gospodarki kopalinami towarzyszącymi KWB „Bełchatów” SA stworzyła następujące złoża wtórne:

- w „Polu Bełchatów” w 1992 roku zostało uruchomione tzw. złożo północne. Gromadzi ono odmiany kopaliny niezbędnych do wytwarzania kruszywa przez Zakład Produkcji Kruszyw oraz kredę jeziorną wykorzystywaną w Zakładzie Przeróbki Kredy. Znajduje się na nim około 290 tys. m<sup>3</sup> kredy jeziornej, 8 tys. m<sup>3</sup> piasków plejstocenijskich, 60 tys. m<sup>3</sup> kopaliny ilastych i 5 tys. m<sup>3</sup> tzw. bruków krzemienych;
- składowisko wschodnie utworzone na wierzchołku zwałowiska wewnętrznego. Gromadzi ona 2,1 mln m<sup>3</sup> kredy jeziornej;
- na „Polu Szczerców” istnieje od 2006 roku złożo wtórne kopaliny towarzyszących o docelowej pojemności około 1,5 mln m<sup>3</sup>. Obecnie gromadzi ono 250 tys. m<sup>3</sup> piasków plejstocenijskich i 9 tys. m<sup>3</sup> torfów. Do czerwca 2009 roku planuje się ukończenie budowy Zakładu Kruszyw o wydajności 200 tys. m<sup>3</sup> rocznie piasków płukanych i 250 tys. m<sup>3</sup> rocznie kruszyw drogowych.

## 2.3. Ocena własności surowcowych kopaliny towarzyszących

Charakter surowcowy kopaliny towarzyszących a także istniejące możliwości zbytu spowodowały, że w przypadku niektórych ich odmian zachodzi potrzeba bieżących badań jakości. W 2008 roku tego typu analizy dotyczyły:

- iłó z „Pola Szczerców”. Miały ona na celu wykazanie ich przydatności do budowy przesłon hydroizolacyjnych i do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej;

- piasków zalegających w złożu wtórnym „Pola Szczerców”. Wykazano ich przydatność (zgodnie z obowiązującymi normami) do wytwarzania betonów, kruszyw do materiałów stosowanych w obiektach budowlanych i budownictwie drogowym, kruszywa do mieszanek bitumicznych oraz utwardzeń powierzchniowych;
- kruszywa wapiennego (pochodzącego z głazów narzutowych) i krzemienno;
- torfów.

#### **2.4. Gospodarka kopaliniami towarzyszącymi**

Kopaliny towarzyszące w złożu węgla brunatnego „Bełchatów” wydobywane są z nagromadzeń nieposiadających dokumentacji geologicznej. Eksploatacja odbywa się na podstawie bieżącej oceny ilościowej i jakościowej oraz operatywnych decyzji ruchowych. Pozostają one w kompetencji kopalnianych służb geologicznych czy górniczych oraz Oddziału Pozyskiwania i Przetwarzania Surowców Towarzyszących.

W ramach tych czynności i działalności służby geologiczne:

- analizują materiały archiwalne dotyczące kopalini towarzyszących;
- prowadzą kartowanie geologiczne skarp roboczych poziomów eksploatacyjnych;
- wykonują wiercenia kontrolne kopalini towarzyszących, pobierają próby do badań;
- nadzorują selektywną eksploatację tych kopalini;
- sporządzają informacje o wydobytych kopalinach i dokonują zestawień ich zbytu;
- prowadzą opróbowanie kopalini towarzyszących ze złóż wtórnych i decydują o potrzebie ich badań surowcowych.

Zadaniem służb górniczych w przypadku kopalini towarzyszących jest:

- prowadzenie ich selektywnej eksploatacji;
- gromadzenie na złożach wtórnych;
- wybieranie głazów narzutowych i piaskowców kwarcytowych, składowanie ich na półkach oraz przetransportowywanie w celu przeróbki na kruszywo.

W zakres obowiązków Oddziału Pozyskiwania i Przetwórstwa Surowców Towarzyszących wchodzi:

- wydobywanie wapieni, ich przeróbka i transport do punktów sprzedaży;
- przeróbka głazów narzutowych i piaskowców kwarcytowych;
- przeróbka i produkcja kruszyw łamanych i piasków płukanych;
- mielenie kredy jeziornej.

### **3. Złoża antropogeniczne a charakter surowcowy gromadzonych kopalini**

Obecność złóż antropogenicznych stanowi efekt ingerencji człowieka w gospodarowanie zasobami kopalini. Powoduje przez to pojawienie odstępstw czy anomalii różniących

je od nagromadzeń naturalnych. Złoża wtórne teoretycznie powinny gwarantować stabilność i niezmiennosc cech surowcowych gromadzonych kopaliny. Nie zawsze tak się dzieje i nie zawsze zachowanie takiej sytuacji jest możliwe. Niejednorodność surowcowa może być związana z [5]:

- zróżnicowaniem litologii i składu petrograficznego składowanego materiału;
- segregacją (lub jej brakiem) gromadzonego materiału. Bywa, że częściowo został on składowany nieselektywnie;
- transformacji niektórych z cech determinujących własności surowcowe kopaliny zgromadzonych w złożach antropogenicznych w stosunku do odmian pierwotnych (naturalnych). Powoduje to potrzebę identyfikacji procesów zachodzących pomiędzy składnikami — komponentami mineralnymi kopaliny zgromadzonych w złożach. Wiedza ta niekiedy jest nieodzowna, jako że procesy te prowadzić mogą do zmiany własności surowcowych kopaliny.

Słabą stroną złóż antropogenicznych jest szczupłość danych dotyczących m.in. własności surowcowych deponowanych kopaliny. Fakt ten często uniemożliwia ocenę możliwości ich utylizacji a w efekcie i zbytu.

Tworzenie złóż wtórnych związane jest z zaistnieniem problemów nieznanych a sytuacji nagromadzeń naturalnych. Transport kopaliny, sposoby jej składowania, wynikające stąd interakcje pomiędzy składnikami powodują, że ich skład mineralny, chemiczny czy uziarnienie a więc cechy determinujące możliwości praktycznego wykorzystania ulegają zmianom w stosunku do kopaliny naturalnej. Szczególnie ważne i brzemienne w skutki mogą być transformacje mineralogiczne związane z oddziaływaniem zmiennych warunków atmosferycznych. Składowane kopaliny są wówczas poddawane złożonym procesom zachodzącym w strefie hipergenicnej, jednej z najbardziej dynamicznych części skorupy ziemskiej. Dynamika tych przemian jest na tyle intensywna, że zmiany dotyczące wartości parametrów surowcowych kopaliny towarzyszących dają się zauważyć już po upływie kilku lat. W przypadku kopaliny niewęglowych zagłębi burowęglowych procesy te bywają spotęgowane poprzez obecność w nich np. siarczków żelaza.

Uwarunkowania te powodują, że w przypadku złóż antropogenicznych pojawiają się sytuacje dotyczące zagadnień złożowo-surowcowych a wymagające rozwiązania czy diagnozy.

Zmiana niektórych parametrów technologicznych prowadzi do przeorientowania czy ograniczenia możliwości ich praktycznego wykorzystania. Np. w przypadku KWB „Bełchatów” SA przykładem istnienia tych zagadnień jest złożo antropogeniczne gromadzące kredę jeziorną. Na skutek oddziaływania zmiennych warunków atmosferycznych, głównie opadów, nastąpiło w nim wymywanie części organicznych. Gromadzą się one u podłoża złoża. Prowadzą przez to do jego podziału na dwie części różniące się charakterem surowcowym. Z uwagi na odmienne zawartości wspomnianych części organicznych zaczynają one różnić się między sobą predyspozycjami surowcowymi. Problemy te spowodowały, że służby geologiczne Kopalni rozważały możliwość stworzenia mapy surowcowej złoża wtór-

nego uwzględniającej zróżnicowanie i zmienność parametrów fizykochemicznych zgromadzonej kredy. W związku z tym zachodziła też potrzeba przeprowadzenia bieżących badań mających na celu wykazanie tych zmian [10]. Podobny problem pojawił się w przypadku złoża wtórnego ilów beidellitowych. I tutaj czynniki atmosferyczne spowodowały zmianę jakości gromadzonej kopaliny, ograniczając przez to jej zbyt. A ility te były wykorzystywane m.in. przez zakłady płytek ceramicznych w Opocznie oraz cementownię „Rudniki”.

Osobny problem to wykorzystanie zgromadzonych na złożach wtórnych kopaliny w ochronie środowiska. Wymaga on realizowania zupełnie innego niż w przypadku problematyki surowcowej zakresu badań. Ich celem powinno być m.in. wykazanie możliwości spożytkowania tych kopaliny np. w charakterze sorbentów mineralnych, neutralizatorów. Propozycje dotyczące zakresu tego typu analiz przedstawił T. Ratajczak i B. Strzelska-Smakowska [9].

#### LITERATURA

- [1] „Bolesław Krupiński Zasłużony Górnik Polski Ludowej 1893–1972”. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa, 1975
- [2] *Bolewski A., (red.):* Zarys gospodarki surowcami mineralnymi. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa, 1–37, 1990
- [3] *Gruszczyk H.:* Nauka o złożach. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1984
- [4] *Nieć M.:* Kopaliny towarzyszące. Przegląd Geologiczny, 42, 5, 330–34, 1994
- [5] *Nieć M.:* Złoża antropogeniczne. Przegląd Geologiczny, 47, 1, 93–98, 1999
- [6] *Pajda R., Ratajczak T.:* Możliwości rozwoju bazy zasobowej w Polsce drogą tworzenia antropogenicznych złóż wtórnych kopaliny towarzyszących węglom brunatnym. Prace Naukowe Katedry Ekonomii i Gospodarki Zasobami Przyrody, Wydział Zarządzania, 2001
- [7] Prawo geologiczne i górnicze. Ustawa z dnia 4 lutego 1994 roku. Dziennik Ustaw nr 228, poz. 1947
- [8] *Ratajczak T., Stachura E.:* Złoża antropogeniczne a problemy przydatności technologicznej zgromadzonych w nich kopaliny towarzyszących i mineralnych surowców odpadowych. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 21, zes. spec. 1, 2005
- [9] *Ratajczak T., Strzelska-Smakowska B.:* Rola kopaliny lokalnych i mineralnych surowców w złożach antropogenicznych i w ochronie środowiska (na przykładzie powiatu chrzanowskiego). Poradnik metodyczny. Wydawnictwo Naukowe AKAPIT, 1–51, 2007
- [10] *Wiśniewski W.:* Uwarunkowania eksploatacji kopaliny antropogenicznych złóż wtórnych. Optymalizacja na etapie ich tworzenia. Konferencja: „Kompleksowe wykorzystanie surowców a ochrona środowiska”, 1998
- [11] Wytyczne dokumentowanie złóż kopaliny stałych w kategoriach D<sub>1</sub> do A. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Warszawa, 1991