

Odpady

komunalne i przemysłowe

– charakterystyka, zagrożenia

Wraz ze wzrostem poziomu życia poważnym problemem stają się odpady powstające w wyniku działalności bytowej i przemysłowej człowieka. Szczególne zagrożenie stwarzają odpady, które w swoim składzie zawierają metale (w tym metale ciężkie) i ich związki. W artykule scharakteryzowano odpady komunalne i przemysłowe zawierające metale, zasady gospodarki odpadami i zagrożenia zdrowotne wywołane przez odpady niebezpieczne.

Municipal and industrial waste - characteristics, hazards

With an increase in the standard of life municipal and industrial waste has become a serious problem. Waste that includes metals (including heavy metals) and their compounds are especially hazardous. This paper characterizes municipal and industrial waste, the principles of waste management and the effects dangerous waste has on our health.

mgr inż. DOROTA KONDEJ
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Wprowadzenie

Wraz ze wzrostem poziomu życia poważnym problemem stają się odpady powstające w wyniku działalności bytowej i przemysłowej człowieka. Odpady są to zużyte przedmioty oraz substancje stałe i ciekłe powstające w związku z bytowaniem człowieka lub działalnością gospodarczą, nieprzydatne w miejscu i czasie, w którym powstały i uciążliwe dla środowiska. Odpady ze względu na swoje pochodzenie, cechy biologiczne, a także skład chemiczny, mogą stanowić zagrożenie dla życia lub zdrowia ludzi i dla całego środowiska. Szczególne zagrożenie stwarzają odpady, które w swoim składzie zawierają metale (w tym metale ciężkie) i ich związki. Zagrożenia te mogą występować we wszystkich fazach gospodarki odpadami, tj. w czasie ich wytwarzania, gromadzenia, transportu, utylizacji i unieszkodliwiania, jak również w czasie ich składowania. Populację narażoną stanowią wówczas zarówno osoby pracujące na terenie składowisk odpadów, głównie ich obsługa, jak i ludzie zamieszkujący

lub przebywający na terenach sąsiadujących (zabudowa mieszkalna, zakłady pracy, szkoły, tereny rekreacyjne itp.), które uległy zanieczyszczeniu przez różnorodne substancje chemiczne uwalniane ze składowanych odpadów [1].

Analizując źródło pochodzenia odpadów, można wśród nich wyróżnić:

- odpady komunalne – pochodzące z gospodarstw domowych, ulic, placów, zakładów usługowych, rzemieślniczych
- odpady przemysłowe – pochodzące z technologicznych procesów produkcyjnych wraz z odpadami bytowo-gospodarczymi z zakładów przemysłowych [2].

Według danych GUS w Polsce w 2005 r. (brak danych za 2006 r.) wytworzono ponad 133,9 mln ton odpadów (rys. 1.), w tym 9354 tys. ton odpadów komunalnych. W przeliczeniu na 1 mieszkańca daje to 245 kg [3]. W Polsce, podobnie jak w krajach wysoko rozwiniętych, odpady przemysłowe stanowią dominującą grupę w całej masie wytwarzanych odpadów. W 2005 roku wytworzono 124,6 mln ton odpadów przemysłowych (przy czym informacje o ilości odpadów podawane przez GUS dotyczą zakładów, które wytworzyły w ciągu roku powyżej 1 tys. t lub nagromadziły 1 mln t

i więcej odpadów – z wyłączeniem odpadów komunalnych). Z ilości tej poddano odzyskowi 79,2% odpadów, zaś unieszkodliwiono 17,6% (w tym składowano 13,4%). Czasowo magazynowano 3,2% odpadów.

Przez **odzysk** rozumie się wszelkie działania, niestwarzające zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi lub dla środowiska, polegające na wykorzystaniu odpadów w całości lub w części, lub działania prowadzące do odzyskania z odpadów substancji, materiałów bądź energii i ich wykorzystania. **Recykling** jest to rodzaj odzysku, który polega na powtórny przetwarzaniu substancji lub materiałów zawartych w odpadach w procesie produkcyjnym w celu uzyskania substancji lub materiału o przeznaczeniu pierwotnym lub innym. **Unieszkodliwianie** odpadów polega na poddaniu odpadów procesom przekształceń biologicznych, fizycznych lub chemicznych w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożenia dla życia, zdrowia ludzi lub dla środowiska. Do procesów unieszkodliwiania odpadów zalicza się m.in. składowanie na składowiskach, retencję powierzchniową (np. umieszczanie odpadów na poletkach osadowych), termiczne przekształcanie odpadów.

Odpady komunalne

Odpady komunalne są to odpady powstające w gospodarstwach domowych, a także odpady nie zawierające odpadów niebezpiecznych pochodzące od innych wytwórców odpadów, które ze względu na swój charakter lub skład są podobne do odpadów powstających w gospodarstwach domowych. Odpady komunalne stałe są bardzo zróżnicowane pod względem składu fizycznego i chemicznego. Zależy on głównie od rodzaju zabudowy (zabudowa blokowa mieszkalna, budownictwo jednorodzinne i wielorodzinne z ogródkami, obiekty handlowo-usługowe itd.), wyposażenia budynków w urządzenia techniczno-sanitarne, poziomu życia mieszkańców [2]. Skład morfologiczny odpadów komunalnych to odpady ulegające biodegradacji, tj. odpady spożywcze pochodzenia roślinnego i zwierzęcego oraz pozostałe odpady organiczne, a także papier, tworzywa sztuczne, tekstylia, metale, szkło itp. Do strumienia odpadów komunalnych trafia, niestety, również wiele materiałów związanych z działalnością bytową ludzi, które zaliczane są do odpadów niebezpiecznych. Do grupy tej należą odpady zawierające w swoim składzie substancje: toksyczne (w tym metale ciężkie i ich związki), palne, wybuchowe, biologicznie czynne, a także zakażone mikroorganizmami chorobotwórczymi. W życiu codziennym powstaje wiele odpadów, które można zaliczyć do niebezpiecznych. Są to:

- zużyte baterie, akumulatory itp.
- opakowania po farbach i lakierach
- odpady zawierające inne rozpuszczalniki oraz substancje chemiczne służące do wywabiania plam, środki czyszczące

• środki do konserwacji i ochrony drewna oraz ich opakowania

• zbiorniki po aerozolach, pozostałości domowych środków do dezynfekcji i dezynsekcji

• odpady zawierające oleje

• smary, środki do konserwacji metali itp.

• odczynniki chemiczne, np. fotograficzne

• przeterminowane lub częściowo wykorzystane leki

• skażone opatrunki, strzykawki i in.

W wielu przypadkach odpady te są gromadzone, przerabiane i składowane łącznie z odpadami komunalnymi. Następstwem tego jest zanieczyszczenie nie tylko samych odpadów, ale także produktów przerobu odpadów substancjami szkodliwymi, np. związkami metali ciężkich [4].

A oto przykładowe grupy odpadów w strumieniu odpadów komunalnych, zawierające w swoim składzie metale i ich związki.

Odpady opakowaniowe

Znaczącą grupę odpadów z gospodarstw domowych stanowią odpady opakowaniowe. Są to głównie opakowania jednostkowe po produktach mleczarskich, garmażeryjnych i cukierniczych. Odzysk, a zwłaszcza recykling odpadów opakowaniowych, wymusił zainteresowanie się domieszkami stosowanymi w procesach technologicznych produkcji zarówno samych opakowań, jak i surowców do ich wytwarzania. Szczególną grupę stanowią metale ciężkie. Ich źródłem są najczęściej substancje pomocnicze i uszlachetniające, dodawane w procesie produkcji materiałów opakowaniowych,

takie jak katalizatory, stabilizatory, inicjatory, smary, pigmenty oraz elementy gotowego opakowania, np. farby drukarskie, kleje, etykiety. Obowiązujące w Polsce przepisy ograniczają sumaryczną zawartość czterech metali ciężkich: ołowiu, kadmu, rtęci i chromu sześciowartościowego w opakowaniach i materiałach opakowaniowych [5]. Niestety, poddanie głównego materiału konstrukcyjnego opakowania kilkukrotnemu recyklingowi, bez możliwości usunięcia wprowadzonych wcześniej metali, może doprowadzić do znacznego wzrostu ich stężeń w pozyskanym materiale. Ponadto, obecnie duże jeszcze ilości odpadów opakowaniowych deponowane są na składowiskach. Zachodzące tam procesy rozkładu powodować mogą przechodzenie metali ciężkich w formy rozpuszczalne i przedostawanie się ich do środowiska.

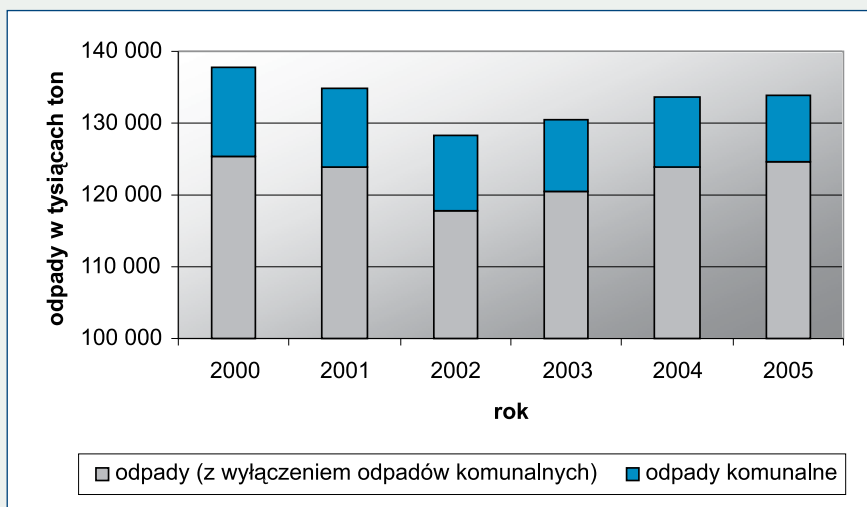
Wśród odpadów opakowaniowych dużą grupę stanowią opakowania metalowe. Należą do nich m.in. puszki, pudełka, tuby, pojemniki aerozolowe. Do ich produkcji stosowana jest blacha stalowa i aluminiowa, a także cyna, wykorzystywane jako pokrycie blachy stalowej. Spośród różnych opakowań lekkich do recyklingu najbardziej przydatne są opakowania wykonane z jednego rodzaju surowca (blachy stalowej lub aluminiowej) i najmniej zanieczyszczone pozostałościami pakowanego towaru. Do pakowania napojów najczęściej stosuje się trzy rodzaje puszek: z blachy stalowej z powłoką cynową, z blachy aluminiowej oraz o konstrukcji mieszanej – korpus stalowy, a wieczko puszek z aluminium.

Odpady elektroniczne i elektryczne

Odpady elektroniczne i elektryczne obejmują wszelkiego rodzaju zużyte lub wycofane z eksploatacji urządzenia elektryczne lub elektroniczne i ich podzespoły, jak:

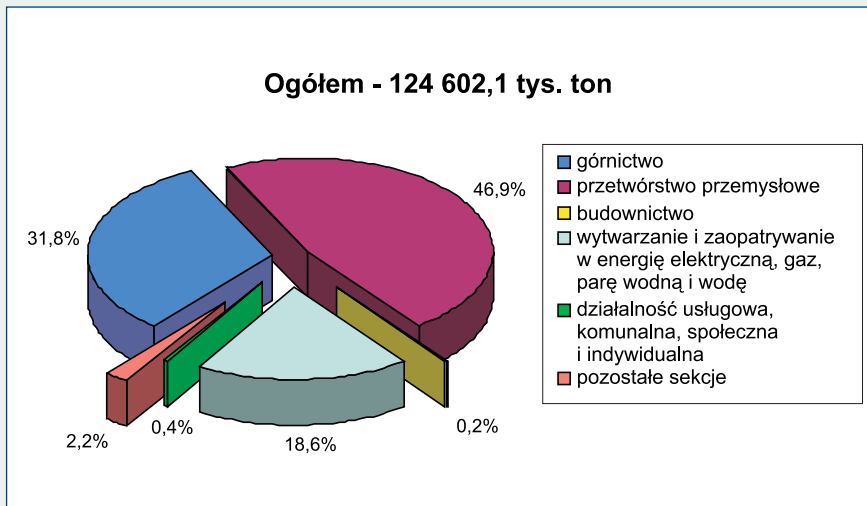
- sprzęt komputerowy
- urządzenia gospodarstwa domowego, wyposażenia biur
- urządzenia radiowe i telewizyjne
- sprzęt łącznościowy (np. aparaty telefoniczne).

Z roku na rok zwiększa się ilość tego typu odpadów, co związane jest z intensywną wymianą zużytego lub przestarzałego sprzętu na nowy. Duża ilość tego sprzętu trafia na wysypiska łącznie z pozostałymi odpadami komunalnymi, bez żadnej segregacji wstępnej. Szacuje się, że ok. 4% masy odpadów komunalnych stanowi złom elektroniczny i elektryczny. Jest on jednym z największych źródeł zanieczyszczenia tego



Rys. 1. Odpady wytworzone w ciągu roku [3]

Fig. 1. Waste generated during a year [3]



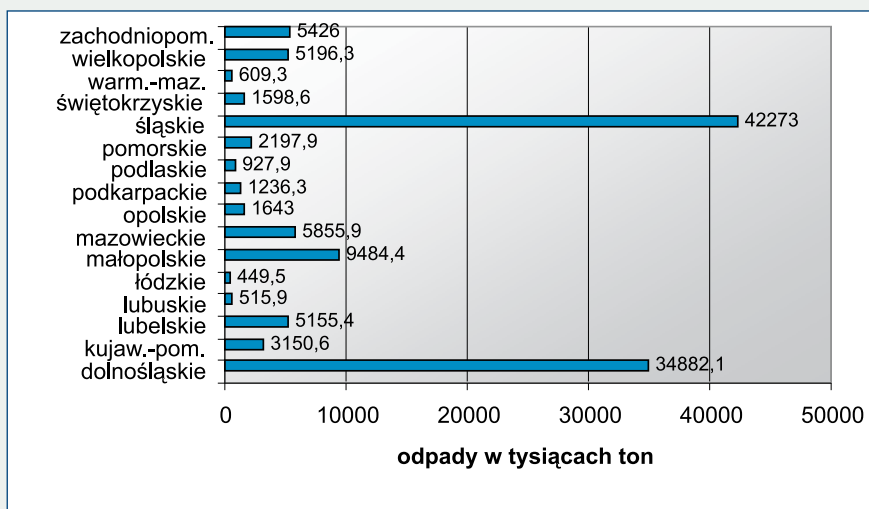
Rys. 2. Odpady przemysłowe wytworzone w 2005 r., wg Polskiej Klasyfikacji Działalności [3]
 Fig. 2. Industrial waste in 2005 according to the Polish Classification of Activity [3]

rodzaju odpadów metalami ciężkimi. W modułach elektronicznych zawarte są: rtęć, ołów, kadm i chrom, a także chlorofluoropochodne węglowodorów, polichlorowane bifenyle (PCB), polichlorek winylu (PVC) i bromowane substancje zmniejszające palność [6].

Baterie i akumulatory

Szybki rozwój elektroniki oraz związana z tym coraz większa produkcja przenośnych urządzeń elektrycznych i elektronicznych spowodowały wzrost produkcji baterii i akumulatorów zasilających te urządzenia. Znajdują one zastosowanie w wielu urządzeniach codziennego użytku, np. lampkach, walkmanach, telefonach

komórkowych, zegarkach, laptopach. Najpopularniejszym typem akumulatorów są ogniwa kwasowo-ołowiowe, niklowo-kadmowe i niklowo-wodorkowe [7]. W ostatnich latach coraz większą rolę odgrywają akumulatory litowe. Akumulatory i baterie zawierają w swoim składzie metale ciężkie, szkodliwe dla ludzkiego zdrowia nawet w bardzo małych ilościach, takie jak: ołów, rtęć, kadm, nikiel, lit i inne. Mimo to nadal olbrzymia liczba akumulatorów i baterii trafia do odpadów wywożonych na komunalne wysypiska śmieci, gdzie wskutek korozji, naturalnego rozszczelnienia lub zgniatania uwalnianie są z nich metale ciężkie, stwarzając zagrożenie dla ludzi i środowiska.



Rys. 3. Odpady (z wyłączeniem odpadów komunalnych) wytworzone w 2005 r., wg województw [3]
 Fig. 3. Industrial waste (excluding municipal waste) in 2005, by voivodship [3]

Odpady przemysłowe

Odpady przemysłowe to uboczne produkty działalności człowieka, powstające na terenie zakładu przemysłowego i niepożądane w miejscu ich powstawania. Zalicza się do nich m.in.: oleje, opakowania, żużel i popiół, odpady mineralne, odpady metaliczne. Odpady przemysłowe stanowią ponad 90% całkowitej ilości odpadów wytwarzanych w Polsce. Największe ilości odpadów przemysłowych w Polsce wytwarzają zakłady przetwórstwa przemysłowego (46,9%) oraz przemysły – wydobywczy (31,8%) i energetyczny (18,6%) – rys. 2. Dlatego też w województwach: śląskim, dolnośląskim i małopolskim, gdzie zlokalizowane są przemysły – metalurgiczny, wydobywczy, i energetyczny, wytwarzana jest największa ilość odpadów (rys. 3.).

Odpady przemysłowe powstają w wyniku różnorodnych procesów produkcyjnych. Ponad 30% odpadów przemysłowych powstaje przy produkcji metali i wyrobów z metali, w tym znaczący udział stanowi produkcja miedzi, ołowiu, cynku i cynu (tabela).

Rodzaj i ilość wytwarzanych odpadów zależy zarówno od stosowanej technologii produkcji, jak i od typu surowców. Zagrożenia dla zdrowia związane ze składowaniem odpadów przemysłowych są następstwem narażenia na substancje toksyczne i szkodliwe obecne w odpadach. Odpady przemysłowe zawierają w swoim składzie wiele substancji z grupy metali ciężkich, a także węglowodorów alifatycznych, aromatycznych, ftalanów, pestycydów, które ze względu na właściwości fizykochemiczne i toksyczne stanowią potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi i środowiska. Niekontrolowane składowanie odpadów przemysłowych oraz nieprawidłowa lokalizacja, konstrukcja i eksploatacja składowisk, stwarzają możliwości emisji substancji chemicznych zawartych w nagromadzonych odpadach, które mogą być źródłem zagrożeń dla środowiska i zdrowia ludzi. Ze względu na wielkość narażenia na substancje toksyczne obecne w odpadach przemysłowych, populację największego ryzyka stanowią osoby przebywające na obszarze składowisk oraz osoby spożywające wodę zanieczyszczoną przez substancje chemiczne uwalniane ze składowisk odpadów przemysłowych [8].

ODPADY PRZEMYSŁOWE WYTWORZONE PRZY PRODUKCJI METALI I WYROBÓW Z METALI W 2005 r. [3]

Industrial waste generated in the production of metals and metal accessories in 2005 [3]

Tabela

Wyszczególnienie	Odpady wytworzone w ciągu roku			
	ogółem	poddane odzyskowi	unieszkodliwione	magazynowane
	w tys. t			
PRODUKCJA METALI I WYROBÓW Z METALI	37655,4	27579,9	8401,3	1674,2
Produkcja metali	36948,3	26911,7	8366,7	1669,9
Produkcja żeliwa i stali oraz stopów żeliwa	4297,4	3059,7	720,0	517,7
Produkcja rur	40,0	39,4	0,6	-
Pozostała obróbka wstępna żeliwa i stali	32,6	24,4	7,9	0,3
Produkcja metali szlachetnych i nieżelaznych w tym:	32139,8	1173,9	7523,0	1151,1
produkcja ołowiu, cynku i cyny	1800,8	1173,9	85,6	541,3
produkcja miedzi	30276,8	22249,0	7418,2	609,6
Odlewnictwo metali	438,5	322,5	115,2	0,8
Produkcja metalowych wyrobów gotowych, z wyłączeniem maszyn i urządzeń w tym:	707,1	668,2	34,6	4,3
produkcja metalowych elementów konstrukcyjnych	60,4	41,9	14,9	3,6

Gospodarka odpadami

Celem nadrzędnym w zakresie gospodarowania odpadami jest zapobieganie ich powstawaniu, redukcja ich ilości, odzyskiwanie surowców, ich ponowne wykorzystywanie oraz bezpieczne dla ludzi i środowiska unieszkodliwienie odpadów niewykorzystanych. Wykorzystanie odpadów polega na ich użyciu w celach przemysłowych lub nieprzemysłowych. Mogą być one powtórnie wykorzystane po ewentualnym oczyszczeniu, dezynfekcji i innych procesach przywracających im wartość użytkową w produkcji przemysłowej jako surowce wtórne, np. w postaci złomu metali, makułatury, szkła, tworzyw sztucznych lub jako surowce do produkcji półfabrykatów np. z żużli i popiołów lotnych. Mogą one być stosowane jako materiały do budowy dróg i rekultywacji terenu oraz w wielu innych dziedzinach. Jednym ze sposobów postępowania z odpadami jest ich unieszkodliwienie. Główne metody unieszkodliwiania odpadów to składowanie na składowisku odpadów, spalanie i wspomniany już recykling [8].

Pierwszą zasadą gospodarki odpadami pozostaje jednak zawsze zapobieganie ich powstawaniu. W przypadku odpadów przemysłowych wyraża się to dążeniem do stosowania niskoodpadowych technologii produkcji, czystszych zarówno dla pracownika, jak i środowiska oraz zapewniających produkcyjne wykorzystanie wszystkich składników przerabianych surowców.

Odpady powstające jako produkty uboczne są cechą procesu technologicznego, ale właściwością najlepszych technologii jest mała ilość produktów ubocznych.

W zakresie gospodarki odpadami komunalnymi system powinien być oparty na selektywnej zbiórce odpadów już na poziomie gospodarstw domowych, która – oprócz wydzielenia surowców wtórnych – powinna uwzględniać również selektywne gromadzenie odpadów niebezpiecznych (w tym zawierających metale ciężkie). Najlepszą formą prawidłowego postępowania z odpadami niebezpiecznymi pochodzącymi ze strumienia odpadów komunalnych czy od małych lub średnich przedsiębiorstw jest organizacja centralnych punktów gromadzenia odpadów, skąd są one przekazywane do dalszego unieszkodliwiania w profesjonalnych, specjalistycznych zakładach przerobu i unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych.

Rozwiązanie problemu odpadów niebezpiecznych występujących w odpadach komunalnych może nastąpić przez następujące działania:

- selektywną zbiórkę odpadów niebezpiecznych
- czasowe przechowywanie odpadów niebezpiecznych na składowiskach komunalnych w odrębnych, odpowiednio uszczelnionych kontenerach
- transport składowanych tymczasowo odpadów niebezpiecznych do zakładu ich unieszkodliwiania [4].

Zagrożenia dla zdrowia ludzi oraz dla środowiska

Odpady, w przypadku niewłaściwego postępowania z nimi, mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia ludzi i środowiska. Wprowadzenie odpadów zawierających szkodliwe substancje (w tym metale ciężkie) do strumienia odpadów komunalnych czy przemysłowych może stwarzać zagrożenie podczas wywozu, przetwarzania i składowania, a także w otoczeniu miejsc zbiórki odpadów. Przykładowo, zużyte baterie i akumulatory stwarzają zagrożenie głównie ze względu na ołów, kadm i nikiel. Zużyte lampy wyładowcze, termometry rtęciowe, urządzenia elektryczne kontrolno-stwierdzające są wysoce niebezpieczne ze względu na fakt, że zawierają rtęć. Odpady lakiernicze zawierają silnie toksyczne lub szkodliwe składniki stosowane do ich produkcji – rozpuszczalniki oraz pigmenty. Opakowania po środkach toksycznych (rozpuszczalniki, pestycydy, farby, środki impregnujące, chemikalia w tym odczynniki fotograficzne) zawierające często resztki tych środków. Wynikiem narażenia na występujące w odpadach substancje toksyczne mogą być wady rozwojowe, nowotwory, zaburzenia funkcji układu immunologicznego, zaburzenia pracy nerek i wątroby, choroby płuc i układu oddechowego oraz zaburzenia neurologiczne [1]. Wpływ metali ciężkich na organizm człowieka i zagrożenia z tym związane omówiono szerzej w artykule opublikowanym w nr 2/2007 „Bezpieczeństwa Pracy” [9].

PIŚMIENNICTWO

- [1] A. Buczyńska, R. Rolecki, S. Tarkowski *Odpady przemysłowe i zagrożenia zdrowotne*. „Medycyna Pracy”, 1999, 2, 179-190
- [2] K. Małachowski (red.). *Gospodarka a środowisko i ekologia*. CeDeWu Sp. z o.o., Warszawa 2007
- [3] M. Grzesiak, W. Domańska *Ochrona środowiska 2006*. Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2006
- [4] S. Zabawa, J. F. Lemański (red.). *Gospodarka odpadami*. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych Oddział Wielkopolski. Poznań 2003
- [5] D. Sobczyńska, T. Sobczyński, A. Kowalski *Metale ciężkie w odpadach opakowaniowych*. „Ekologia i Technika”, 2004, vol. XIV, nr 4, 109-112
- [6] J. Kozłowski, H. Czyżyk, T. Mazurek *Demontaż i przerób wraz z analizą składu wybranych urządzeń złomu elektronicznego zawierających metale nieżelazne i szlachetne*. II Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Ekologia w elektronice”, Warszawa 2002
- [7] Z. Rogulski *Prawie wszystko o bateriach*. Reba, Warszawa 2005
- [8] M. Władarz *Gospodarka odpadami. Poradnik przedsiębiorcy*. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Radom 2003
- [9] D. Kondej *Metale ciężkie – korzyści i zagrożenia dla zdrowia i środowiska*. „Bezpieczeństwo Pracy”, 2007, 2, 25-27