



REBA Organizacja Odzysku S.A.

PRAWIE WSZYSTKO O BATERIACH



Publikacja dofinansowana przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej





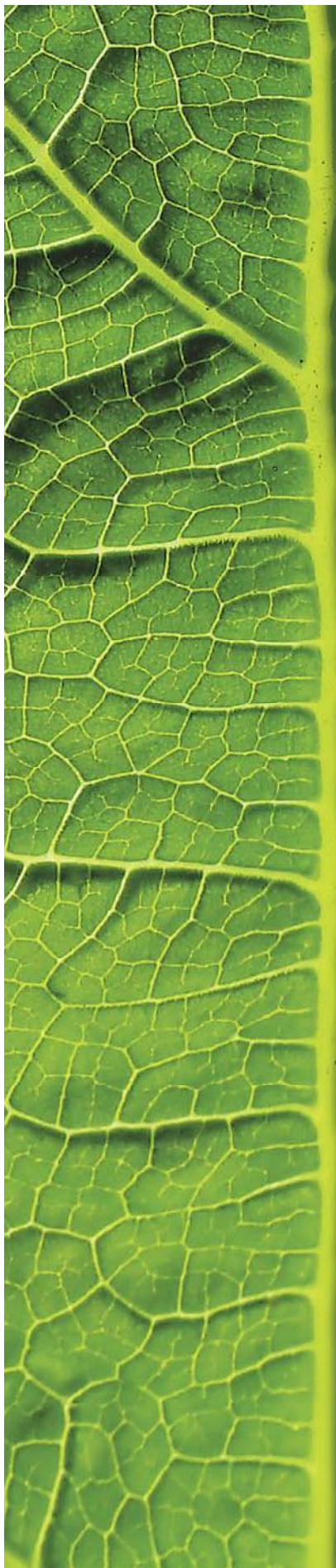
Wstęp

Wraz ze wzrostem poziomu życia, narastającym problemem stają się odpady powstające w wyniku działalności przemysłowej i bytowej człowieka. Na ich ilość, oprócz czynnika demograficznego, bezpośredni wpływ ma styl życia i poziom świadomości społeczeństwa.

Celem nadrzędnym polityki państwa w zakresie gospodarowania odpadami jest zapobieganie powstawaniu odpadów, odzyskiwanie surowców, ich ponowne wykorzystywanie oraz bezpieczne dla środowiska unieszkodliwienie odpadów niewykorzystanych. Warunkiem realizacji tych celów jest zmniejszenie materiało- i energochłonności produkcji (stosowanie czystych technologii), wykorzystywanie alternatywnych źródeł energii, wykorzystywanie analizy „cyklu życia produktu”, tzn. produkcji, transportu, opakowania, użytkowania, ewentualnego ponownego wykorzystania i unieszkodliwiania. Dlatego też, poza bezspornymi pozytywnymi efektami dla środowiska, stosowanie przemysłanej polityki ekologicznej może przynieść również wymierne korzyści materialne wynikające z racjonalnego gospodarowania odpadami (odzysk surowców i materiałów, powtórne wykorzystanie energii).

Szczególnie trudnym, ale też niezwykle pilnym do rozwiązania, problemem w zakresie gospodarki odpadami jest kontrola przepływu i unieszkodliwianie odpadów nazywanych popularnie niebezpiecznymi, do których zaliczamy zużyte i przeterminowane akumulatory i baterie. Odpady tego typu ze względu na swoje pochodzenie, skład chemiczny, cechy biologiczne i inne właściwości mogą stanowić





zagrożenie dla życia lub zdrowia ludzi, zwierząt bądź całego środowiska. Powstają one w głównej mierze w wyniku działalności przemysłowej i usługowej człowieka. Ponadto odpady tego typu wytwarzane są w służbie zdrowia, siłach zbrojnych i instytucjach paramilitarnych, szkolnictwie oraz w gospodarstwach domowych.

Pomimo znacznego podniesienia poziomu świadomości społeczeństwa polskiego związanego z zagrożeniami jakie niesie ze sobą zła lub niepełna gospodarka odpadami, które dokonało się w ostatnim dziesięcioleciu, nadal stan wiedzy oraz gotowość do racjonalnych działań w tej sferze są w Polsce niedostateczne. Dlatego konieczne jest prowadzenie intensywnych działań informacyjnych i szkoleniowych (edukacyjnych), w celu uzmysłowienia konieczności podjęcia dalszych prac związanych z poznaniem źródeł odpadów, opracowywaniem metod skutecznego zmniejszania ich negatywnego wpływu na środowisko i wreszcie wprowadzaniem nowych metod efektywnej zbiórki i recyklingu różnego rodzaju odpadów, w szczególności przeterminowanych i zużytych akumulatorów i baterii.

Prawo UE i RP dotyczące akumulatorów i baterii

Postępowanie z bateriami i akumulatorami w krajach Unii Europejskiej prowadzone jest zgodnie z zapisami dyrektywy: 91/157/EEC z 18 marca 1991 roku w sprawie baterii i akumulatorów zawierających szkodliwe substancje, znowelizowanej dyrektywą 98/101/EEC z dnia 22 grudnia 1998 roku. Uzupełniający charakter ma dyrektywa Komisji nr 93/86/EEC z 4 października 1993 roku, dostosowująca do postępu technicznego dyrektywę 91/157.

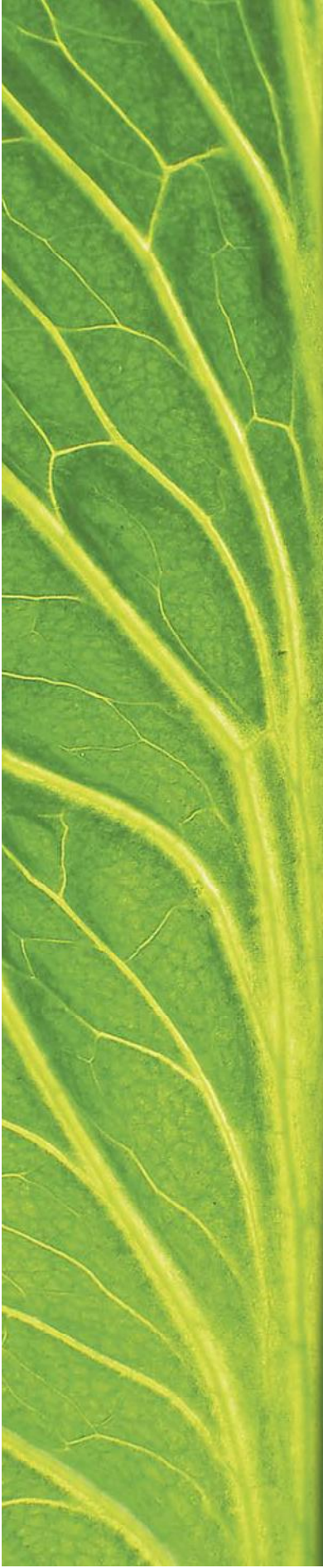
Celem nadrzędnym dyrektywy 91/157/EEC jest ujednolicenie przepisów państw UE dotyczących produkcji odzysku i kontrolowanej likwidacji zużytych baterii i akumulatorów. Cytowana dyrektywa zakresem swoich przepisów obejmuje wprowadzone na rynek od 18 września 1992 roku:

- baterie i akumulatory zawierające powyżej 25 mg rtęci na ogniwo, za wyjątkiem baterii manganowo-cynkowych z elektrolitem alkalicznym
- baterie i akumulatory zawierające powyżej 0,4% wag. ołowiu
- baterie i akumulatory zawierające powyżej 0,025% wag. kadmu

nakładając na Państwa członkowskie obowiązek odzysku i kontrolowanego składowania tych ogniw. Dodatkowo dyrektywa ta zabroniła od 1 stycznia 1993 roku produkcji specjalnych alkalicznych baterii cynkowo-manganowych zawierających powyżej 0,05% wagowych Hg, oraz innych tego typu ogniw (dotychczas stosowanych powszechnie) zawierających powyżej 0,025% wag. rtęci. Od 1 stycznia 2000 roku dopuszczalna zawartość rtęci w produkowanych ogniwach różnego typu wynosi 0,0005% wag. (z wyjątkiem baterii guzikowych). Dyrektywa 91/157/EEC zobowiązała również państwa członkowskie do zapewnienia utworzenia efektywnego systemu zbiórki zużytych baterii i akumulatorów oraz wprowadzenia systemu opartego na opłatach depozytowych i produktowych.

Kraje Wspólnoty zostały zobligowane do przygotowania odpowiednich programów gospodarowania bateriami i akumulatorami.





Celem programów powinno być:

- doprowadzenie do zmniejszenia zawartości metali ciężkich w bateriach i akumulatorach
- zmniejszanie ilości baterii i akumulatorów (objętych zakresem działania omawianej dyrektywy) w odpadach o charakterze komunalnym oraz oddzielną ich likwidację.

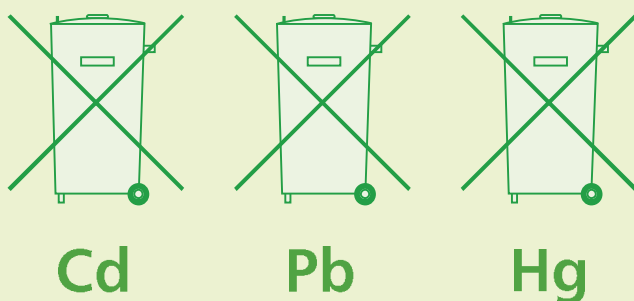
Programy te powinny również uwzględniać:

- promocję sprzedaży baterii i akumulatorów, które zawierają mniejsze ilości substancji szkodliwych
- wspieranie prac badawczych nad stosowaniem w bateriach i akumulatorach materiałów bezpiecznych dla środowiska, czyli zmniejszanie zawartości substancji szkodliwych
- promocję prac dotyczących metod odzysku.

Aktualnie trwają prace nad tekstem nowej dyrektywy, mającej doprowadzić do znacznie skuteczniejszej i pełniejszej ochrony środowiska przed negatywnym oddziaływaniem zużytych baterii i akumulatorów, na całym obszarze jednolitego rynku UE. Projekt dyrektywy przygotowany przez Komisję Europejską w roku 2004 został rozpatrzony przez Parlament Europejski (EP) w ramach tzw. I czytania i przez Radę Europejską. Z powodu różnic w stanowiskach obydwu ww. organów Unii, we wrześniu br. rozpocznie się tzw. II czytanie projektu dyrektywy w EP, co najprawdopodobniej doprowadzi do jej przyjęcia w 2006 roku przy zastosowaniu procedury współdecydowania (co-decision) Parlamentu i Rady UE. Na obecnym etapie prac projekt dyrektywy przewiduje, iż wprowadzone zostaną wskaźniki zbierania (collection targets). W przypadku ogniw małogabarytowych Rada Europejska proponuje wskaźnik zbierania w wys. 25% masy baterii wprowadzonych na rynek; osiągnięcie tego wskaźnika będzie wymagane w cztery lata po transpozycji przepisów dyrektywy do ustawodawstwa krajowego państw członkowskich UE, czyli najprawdopodobniej od 1 lipca 2011 roku.

Obowiązkiem o charakterze formalnym jest wprowadzenie wskazanego sposobu znakowania baterii i akumulatorów oraz urządzeń, w których są one zamontowane na stałe. Znak powinien zawierać informacje o zawartości metali ciężkich oraz o konieczności oddzielnego gromadzenia takich odpadów. Przykładowe oznaczenia umieszczane na akumulatorach i bateriach przedstawione zostały na rys. 1.

Rys. 1. Jeden ze sposobów znakowania ogniw zawierających niebezpieczne związki.



Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 (Dz.U.2001 Nr 62 poz. 628 z dnia 20 czerwca 2001) dostosowuje prawo RP do prawa UE w dziedzinie gospodarowania odpadami. Określa ona zasady postępowania z odpadami w sposób zapewniający ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ochronę środowiska zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju, a w szczególności zasadą zapobiegania powstawaniu odpadów lub ograniczania ilości tych odpadów i ich negatywnego oddziaływania na środowisko. Ustawa zobligowała osoby fizyczne oraz podmioty gospodarcze wytwarzające odpady do ich segregacji. Dodatkowo określa zasady odzysku lub unieszkodliwiania odpadów. Nałożyła także obowiązek stworzenia krajowego oraz wojewódzkich, powiatowych i gminnych planów gospodarki odpadami, które uwzględnią bezpieczny dla środowiska odzysk i recykling odpadów niebezpiecznych, do których zaliczamy baterie. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 maja 2005 roku w sprawie rocznych poziomów odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych określa cele ekologiczne w postaci wskaźników odzysku i recyklingu poszczególnych rodzajów odpadów do osiągnięcia przez producentów i importerów w latach 2006–2007. Poziomy wymagane w tych latach oraz w 2005 roku zawiera tabela 1.



Tabela 1. Poziom zbiórki i recyklingu poszczególnych typów ogniw w Polsce w latach 2005–2007

	Rodzaj opakowania lub produktu	2005		2006		2007	
		poziom [%]		poziom [%]		poziom [%]	
		odzysku	recyklingu	odzysku	recyklingu	odzysku	recyklingu
1	Akumulatory kwasowo-ołowiowe	Wszystkie zgłoszone	Wszystkie zebrane	Wszystkie zgłoszone	Wszystkie zebrane	Wszystkie zgłoszone	Wszystkie zebrane
2	Akumulatory niklowo-kadmowe (wielkogabarytowe)	50	50	60	60	60	60
3	Akumulatory niklowo-kadmowe (małogabarytowe)	35	35	35	35	40	40
4	Akumulatory niklowo-żelazowe oraz inne akumulatory elektryczne (wielkogabarytowe)	nieobjęte	nieobjęte	25	25	40	40
5	Akumulatory niklowo-żelazowe oraz inne akumulatory elektryczne (małogabarytowe)	nieobjęte	nieobjęte	15	15	20	20
6	Ogniwa i baterie galwaniczne oraz ich części z wyłączeniem: części ogniw i baterii galwanicznych	15	15*	15	15*	35	35*

* nie dotyczy ogniw cynkowo-węglowych i alkalicznych (cynkowo-manganowych)

Obowiązek odzysku i recyklingu może być przez przedsiębiorcę realizowany samodzielnie lub za pośrednictwem specjalnie powoływanych w tym celu podmiotów gospodarczych, które nazwano organizacjami odzysku. Przedsiębiorstwa i organizacje odzysku, które nie wypełnią tego obowiązku, są zobligowane do uiszczenia tzw. opłaty produktowej. Opłaty te mają na celu „wymuszenie” odzyskiwania surowców i materiałów ze zużytych produktów, co w konsekwencji ma przyczynić się do ograniczenia zaśmiecania środowiska różnymi, często niebezpiecznymi substancjami.

Organizacją zbiórki, segregacji i odzysku lub recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych zajmują się powołane w tym celu organizacje odzysku. Organizacje te są finansowane przez podmioty przekazujące tym firmom swój obowiązek odzysku i recyklingu zużytych opakowań i innych

odpadów, w tym również baterii.¹ Taka działalność powinna docelowo skutkować zmniejszeniem się obciążenia budżetów samorządowych kosztami gospodarki odpadami.

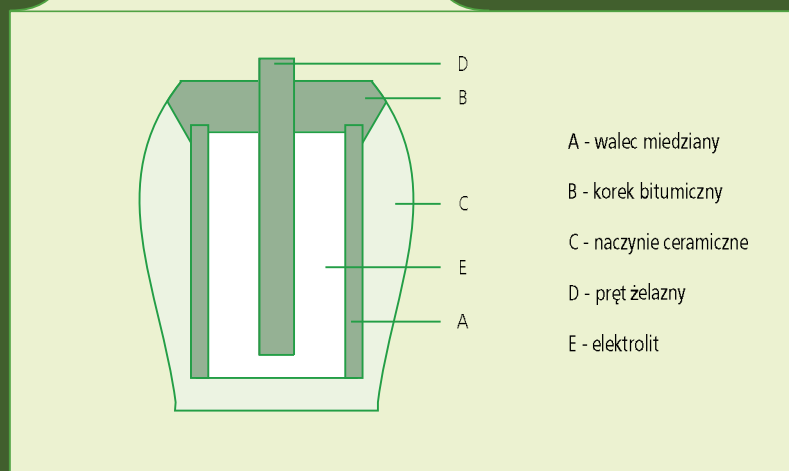
Z punktu widzenia użytkownika indywidualnego podstawową zasadą ekonomiczną w zakresie gospodarki akumulatorami i bateriami jest możliwość ich bezpłatnego przekazania jako odpadu do wyznaczonego miejsca zbiórki, gdzie będzie on właściwie potraktowany. Tym sposobem zmniejszy się masa odpadów niesegregowanych i zawierających odpady niebezpieczne. W konsekwencji obniży to koszt usuwania odpadów komunalnych, a także zmniejszy ich negatywny wpływ na środowisko.

¹ Z wyjątkiem kosztów zbierania, odzysku i recyklingu akumulatorów kwasowo-ołowiowych, który finansowany jest z opłat depozytowych pobieranych przy zakupie nowego akumulatora oraz z wpływów ze sprzedaży odzyskanego ołowiu

Historia ogniw galwanicznych

Historia budowy ogniw i wykorzystania energii elektrycznej wytworzonej w wyniku reakcji chemicznej sięga początków naszej ery. W 1936 roku pod Bagdadem, znaleziono pochodzące z III w p.n.e. naczynie, wewnątrz którego znajdował się wydrążony walec miedziany, a w nim – żelazny pręt. Całość zaczopowana została korkiem wykonanym z masy bitumicznej. Przypuszcza się, że było to prymitywne źródło prądu wykorzystywane przez miejscowych rzemieślników do srebrzenia różnych przedmiotów.²

Rys. 1. Schemat ogniwa z „Bagdadu”.



Podobne „urządzenie” nie było znane przez następne 2000 lat, aż do momentu rozpoczęcia przez Luigi Galvaniego, lekarza z Bolonii badań nad wpływem prądu elektrycznego na reakcje spreparowanych mięśni udek żab.

Odkryciami Galvaniego zainteresował się fizyk Alessandro Volta. Doszedł on do wniosku, że przyczyn skurczów mięśni należy szukać w zamknięciu obwodu stykających się ze sobą metali przez wilgotną tkankę mięśniową żab. Posługując się kawałkami filcu nasyczonego kwasem siarkowym oraz płytkami różnych metali, np. srebra i cynku, stwierdził, że pomiędzy obiema płytkami wytwarza się napięcie elektryczne. „Urządzenie” to spełniało więc rolę źródła prądu.

²A. Czerwiński, „Współczesne Źródła Energii”, UW-ICHP, Warszawa, 2002

Przedstawione powyżej badania Galvaniego i Volty dały podstawy do następnych odkryć i wynalazków (Ritter, Grove, Plante, Leclanché, Edison i inni), które w konsekwencji doprowadziły do opracowania nowych, stosowanych z powodzeniem przez 150 lat ogniw galwanicznych (np. akumulator kwasowo-ołowiowy – 1859, ogniwo Leclanchégo – 1866).





Podział ogniw galwanicznych

Najbardziej ogólna definicja ogniwa elektrochemicznego podaje, że jest to układ dwóch różnych elektrod zanurzonych w tym samym lub innym elektrolicie, albo dwóch jednakowych elektrodach zanurzonych każda w innym elektrolicie, graniczących ze sobą w taki sposób, że przy zapewnieniu przewodnictwa jonowego i po połączeniu obu elektrod przewodnikiem możliwa jest wymiana elektronów. Zasada działania ogniwa galwanicznego polega na zamianie energii chemicznej na energię elektryczną. Powstałe w wyniku utleniania anody elektrony zasilają zewnętrzny odbiornik energii a następnie powracają do ogniwa gdzie biorą udział w reakcji redukcji katody.

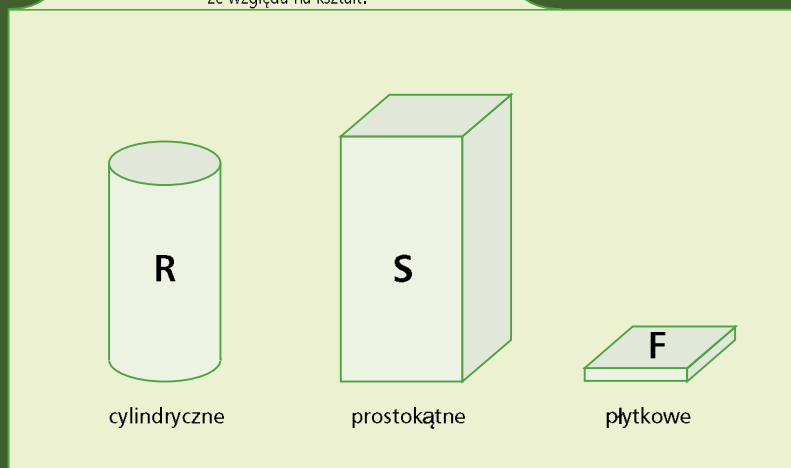
Przedstawiona powyżej definicja może sugerować, że wszystkie ogniwa są identyczne. Nie jest tak do końca. W zależności od zastosowanego materiału z którego wykonane są elektrody, składu elektrolitu, kształtu i budowy oraz przeznaczenia możemy wyróżnić wiele typów ogniw. Jednym z najpopularniejszych podziałów ogniw galwanicznych jest podział na pierwotne (baterie, nieodnawialne), wtórne, (akumulatory, odwracalne) i paliwowe.

Możliwe są również inne podziały akumulatorów i baterii np. ze względu na:

- kształt i rozmiar (cylindryczne, prostokątne, płytkowe)
- zastosowanie (pierwotne, odwracalne stosowane do zasilania urządzeń przenośnych – małogabarytowe, odwracalne stosowane w przemyśle, stosowane w motoryzacji – SLI)
- rodzaj materiału elektrodowego anody i katody (cynkowe, manganowe, niklowe, kadmowe, litowe)

Podstawę międzynarodowego systemu znakowania ogniw pierwotnych stanowi podział ze względu na ich kształt i rozmiar. Wyróżniamy w tym systemie trzy typy ogniw: cylindryczne, prostokątne (pryzmatyczne) i płytkowe.

Rys. 3. Międzynarodowy podział ogniw galwanicznych ze względu na kształt.



W nomenklaturze ogniw galwanicznych po literze określającej kształt ogniwa stosuje się dodatkowo liczby opisujące rozmiar danego układu elektrochemicznego. W praktyce mamy więc do czynienia nie tylko z popularnymi ogniwami R6, R14 czy R20, lecz z szeregiem wielu innych ogniw.

Tabela 2. Oznaczenia różnego typu ogniw galwanicznych

Kształt	Oznaczenie/rozmiar
cylindryczne	R06, R03, R0, R4, R6, R10, R12, R14, R17, R20, R26, R40, R44, R51, R57, R69, itp.
płytkowe	F15, F16, F20, F22, F24, F25, F30, F40, F50, F70, F80, F90, F92, F95, F100
prostokątne (pryzmatyczne)	S4, S6, S8, S10

Z wyjątkiem baterii cynkowo-węglowych (kwasowych cynkowo-manganowych) w celu identyfikacji substancji elektrodowych, które znajdują się w bateriach wprowadzono dodatkowe oznaczenia określające rodzaj zastosowanego anodowego i katodowego materiału elektrodowego oraz elektrolitu. Litera określająca ten parametr umieszczona jest przed literą oznaczającą kształt ogniwa.

Tabela 3. Oznaczenia różnego typu materiałów elektrodowych i elektrolitów stosowanych w ogniwach galwanicznych.

Litera	Elektroda ujemna (anoda)	Elektrolit	Elektroda dodatnia (katoda)
-	cynk	chlorek amonu, chlorek cynku	tlenek manganu (IV)/ węgiel
A	cynk	chlorek amonu, chlorek cynku	tlen/węgiel
B	lit	organiczny	monofluorek węgla
C	lit	organiczny	tlenek manganu (IV)
E	lit	niewodny nieorganiczny	chlorek tionylu
L	cynk	wodorotlenek metalu zasadowego	tlenek manganu (IV)
M	cynk	wodorotlenek metalu zasadowego	tlenek rtęci (II)
P	cynk	wodorotlenek metalu zasadowego	tlen / węgiel

Przykładowo ogniwo:

- R20 składa się z pojedynczego ogniwa cylindrycznego o rozmiarze 20, w którym zastosowano układ elektrochemiczny: **cynk | chlorek cynku, chlorek amonu | tlenek manganu (IV)**
- LR6 składa się z pojedynczego ogniwa cylindrycznego o rozmiarze 6, w którym zastosowano układ elektrochemiczny: **cynk | wodorotlenek potasu | tlenek manganu (IV)**
- 3R12 składa się z trzech połączonych szeregowych ogniw cylindrycznych o rozmiarze 12, w którym zastosowano układ elektrochemiczny: **cynk | chlorek cynku | tlenek manganu (IV)**
- 6F22 składa się z sześciu połączonych szeregowych ogniw płytkowych o rozmiarze 22, w którym zastosowano układ elektrochemiczny: **cynk | chlorek cynku | tlenek manganu (IV)**

Najpopularniejsze ogniwa galwaniczne

Najpopularniejszym typem ogniw pierwotnych obecnym na rynku polskim są kwasowe i alkaliczne ogniwa cynkowo-manganowe. Ich szerokie zastosowanie w różnego rodzaju urządzeniach elektrycznych i elektronicznych związane jest z niskim kosztem produkcji, dostępnością do materiałów elektrodowych (Zn i MnO_2), możliwością pracy ogniwa w dość szerokim zakresie temperatur, a także niską toksycznością komponentów, z których ogniwa te są skonstruowane. Pomimo licznych zalet ogniwo to ma także cały szereg wad, które ograniczają zakres ich stosowalności. Jednym z mankamentów jest brak stabilnego napięcia – tzn. różnica potencjałów pomiędzy półogniwami ulega w czasie pracy ciągłej zmianie, wskutek czego obserwujemy prawie liniowy spadek napięcia podczas pracy baterii.

Elektrodą dodatnią (katodą) w klasycznych kwasowych ogniwach cynkowo-manganowych (zwanymi również cynkowo-węglowymi) jest pręt grafitowy otoczony mieszaniną MnO_2 i sproszkowanego grafitu, a elektrodą ujemną (anodą); kubeczek cynkowy służy jednocześnie jako pojemnik. Półogniwa te są oddzielone od siebie separatorem. Elektrolit stanowi skrobia nasyczona wodnym roztworem NH_4Cl i ZnCl_2 . Modyfikacją powyższych ogniw Leclanchégo są ogniwa, w których jako elektrolit zastosowano około 40% roztwór chlorku cynku (ZnCl_2). Zaletą tego rozwiązania jest większa dyfuzja nośników ładunku i mniejsze blokowanie strefy międzyelektrodowej przez tworzące się osady niż ma to miejsce w tradycyjnym ogniwie Leclanchégo. Omawiane ogniwa znane są pod nazwą „Heavy Duty Batteries” i działają w szerszym zakresie temperatur oraz wytrzymują wyższe natężenia prądu rozładowania.

Kolejną modyfikację klasycznych ogniw Leclanchégo są alkaliczne ogniwa cynkowo-manganowe. W ogniwach tego typu katodą jest mieszanina MnO_2 i sproszkowanego grafitu. Anodę stanowi zawieszina cynku w żelu umieszczona centralnie w ogniwie. Kolektorem prądu jest pręt stalowy. Masa katodowa w postaci sprasowanych pierścieni oddzielona jest od masy anodowej separatorem. Jako elektrolit stosuje się około 30% roztwór wodny wodorotlenku potasu. Obudowę stanowi stalowy cylinder, który jest katodowym kolektorem prądu. Główną zaletą baterii alkalicznych jest stała wartość





pojemności elektrycznej w szerokim zakresie natężeń prądów rozładowania. Pojemność elektryczna ogniwa alkalicznego jest znacznie większa od pojemności kwasowych ogniw cynkowo-manganowych. Ponadto alkaliczne ogniwo cynkowo-manganowe charakteryzuje się małymi wartościami prądów samorozładowania oraz lepszymi w porównaniu do klasycznych ogniw Leclanchého charakterystykami rozładowania.

Szybki rozwój elektroniki a co się z tym wiąże coraz większa produkcja przenośnych urządzeń elektrycznych i elektronicznych spowodował, że w ostatnich 25 latach gwałtownie wzrosło zapotrzebowanie na tani, mający szerokie zastosowanie akumulatory mogący zasilać te urządzenia. Porównanie parametrów pracy wybranych ogniw odwracalnych przedstawiono w tabeli 4.

Z punktu widzenia przeciętnego użytkownika najważniejszymi parametrami jakimi powinny charakteryzować się uniwersalne akumulatory są:

- zakres temperatur pracy, który warunkuje możliwość szerokiego jego zastosowania
- wartość teoretycznej energii właściwej, która określa ilość energii jaką możemy uzyskać
- liczba cykli rozładowanie – ładowanie, która określa czas użytkowania
- wpływ na środowisko naturalne, parametr ten określa wpływ zawartych w akumulatorze związków chemicznych na środowisko naturalne

Tabela 4. Porównanie parametrów pracy wybranych ogniw ładowalnych.

Rodzaj ogniwa	Kwasowo-ołowiowe	Niklowo-wodorkowe	Niklowo-kadmowe	Litowo-jonowe	Cynkowo-manganowe (alkaliczne, ładowalne)
Różnica potencjałów (potencjał otwartego obwodu OCV) [V]	2,1	1,36	1,35	3,6	1,5
temp. pracy [°C]	(-35)–70	(-20)–65	(-40)–65	(-20)–60	0–65
wartość teoret. energii właściwej [Wh/kg]	185	393	218	110–160	80 (początkowa)
wydajność energetyczna [%]	60	65	75	60	55
liczba cykli rozładowanie – ładowanie	500	>1000	>1000	500–1000	50
czas ładowania (szybkiego) [h]	8–16	2–4	1	2–4	2–3
odporność na przeładowanie	duża	mała	średnia	bardzo mała	średnia
samorozładowanie [%/miesiąc]	5	30	20	10	0,3
czas eksploatacji [lata]	3–5	>3	5–15	3	3
używane komercyjnie od	1970	1990	1950	1991	1992
wpływ na środowisko	toksyczne	nietoksyczne	toksyczne	ryzykowne w użyciu	nietoksyczne

Dane przedstawione powyżej tłumaczą dlaczego pomimo pewnych mankamentów, najpopularniejszym typem akumulatorów są ogniwa kwasowo-ołowiowe, niklowo-kadmowe i niklowo-wodorkowe. Postęp technologiczny sprawia jednak, że w ostatnich latach coraz większą rolę odgrywają akumulatory litowe.

Na szczególną uwagę zasługują wymienione w tabeli 4 akumulatory niklowo-wodorkowe (Ni-MH), w których zastosowano (w porównaniu do ogniw niklowo-kadmowych) nietoksyczny i znacznie lżejszy materiał elektrodowy jakim jest wodór. Wewnątrz metalu istnieje on w postaci wodorków o ogólnym wzorze MH_x , gdzie x może przyjmować różne wartości (nawet ułamkowe) w zależności od metalu (lub składu stopu), w którym wodór jest pochłaniany.





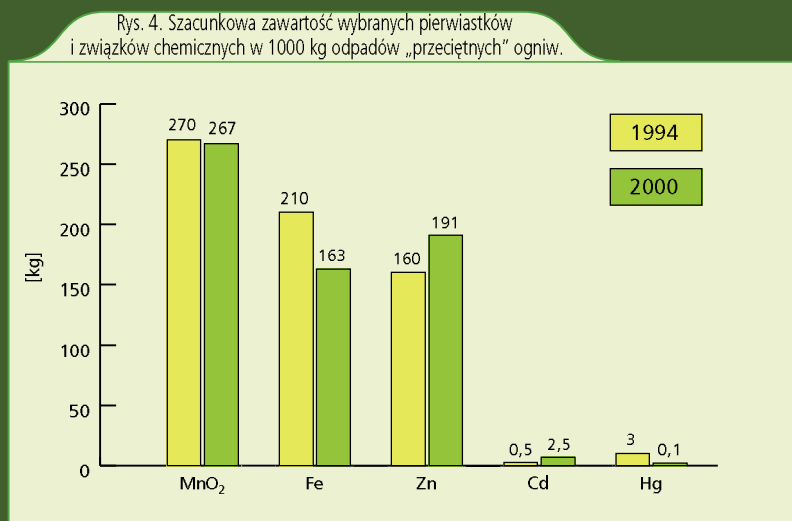
Właściwości akumulatorów wodorkowych w porównaniu z innymi rodzajami ogniw możemy podsumować następująco:

- pojemność ogniw niklowo-wodorkowych jest o 80% większa niż standardowych ogniw niklowo-kadmowych
- niski opór wewnętrzny pozwala uzyskać prądy rozładowania o dużej gęstości
- duża żywotność i odporność na 1000-krotny proces ładowania i rozładowania pozwala użytkować akumulatory przez długi czas
- materiały elektrodowe ogniw wodorkowych są bardziej przyjazne środowisku niż anodowe materiały ogniw niklowo-kadmowych
- zastosowanie tego typu ogniw uwarunkowane jest w głównej mierze temperaturą w jakiej pracują

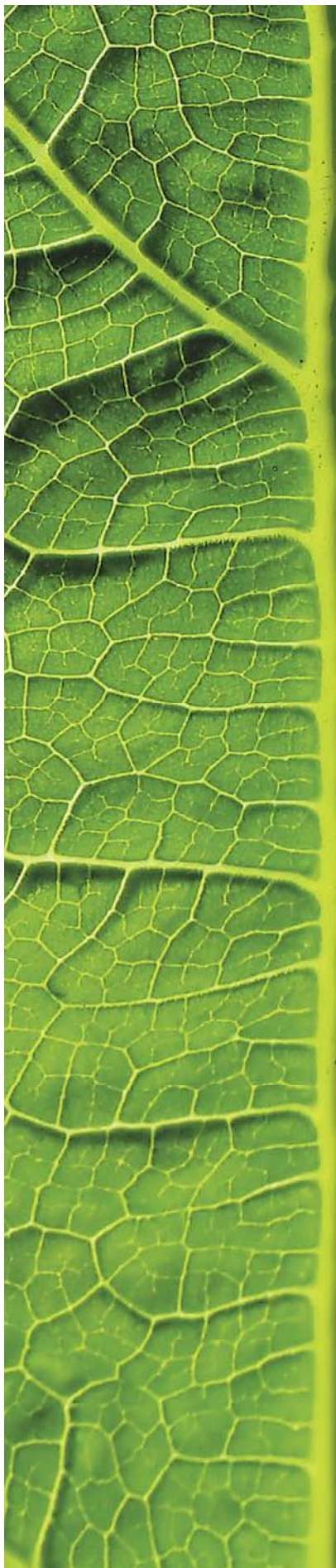
Skład ogniw galwanicznych

Od wielu lat wiadomo jak bardzo szkodliwe dla środowiska naturalnego w nadmiernych ilościach są związki rtęci, kadmu i ołowiu. Właśnie tych pierwiastków dotyczy większość regulacji prawnych w znaczny sposób ograniczających lub wręcz zakazujących produkcji ogniw je zawierających. Należy zdać sobie jednak sprawę, że w produkowanych obecnie popularnych bateriach i akumulatorach (np. Ni-MH, Li-jonowe) znajduje się szereg związków mogących równie szkodliwie wpływać na organizmy żywe. W przypadku ogniw niklowo-wodorkowych i litowo-jonowych znajdują się w nich następujące pierwiastki: Ce, Nd, Pr, Gd, Y, W, Mo, V, Zr, Cr, Ti, metale ziem rzadkich, a także elektrolity organiczne i inne substancje.

Rys. 4 obrazuje zmiany w procentowej zawartości wybranych składników chemicznych w 1 Mg „przeciętnych odpadów” bateryjnych w roku 1994 oraz 2000.



Powyższe dane odzwierciedlają związek pomiędzy stosowanymi powszechnie w gospodarstwach domowych ogniwami, a składem uzyskiwanych przez nas odpadów w postaci zużytych i przeterminowanych akumulatorów i baterii. Dane z 1994 roku wskazują na niewielką ilość związków i pierwiastków szkodliwych dla organizmów z wyjątkiem Hg. Wynika to z faktu, że w latach 90-tych ubiegłego wieku najpopularniejszym



typem ogniw małowabarytowych była bateria cynkowo-manganowa. Zawierała ona oprócz materiałów elektroaktywnych (MnO_2 , Zn), elektrolitu (NH_4Cl , ZnCl_2) i obudowy (Fe) znaczne ilości rtęci (Hg), której dodatek pozwalał na wydłużenie czasu użytkowania tego typu baterii. Relatywnie niska zawartość kadmu (Cd) w strumieniu odpadów wynika ze stosowania akumulatorów niklowo-kadmowych przede wszystkim do zasilania przenośnych urządzeń elektrycznych, gdzie akumulatory te były montowane na stałe. W związku z dużą żywotnością tego typu źródeł prądu (możliwość podania ogniwa dużej ilości cykli rozładowanie – ładowanie, oraz stosunkowo mały udział procesów samorozładowania) okazało się, że większość z nich zmagazynowana została w gospodarstwach domowych. Wprowadzone w latach 90-tych na świecie ograniczenia dotyczące zakazu produkcji baterii i akumulatorów zawierających znaczne ilości Hg i Cd oraz pojawienie się nowych typów ogniw doprowadziło do obniżenia poziomu Hg w strumieniu odpadów w 2002 roku. W konsekwencji obserwujemy znaczny wzrost zawartości Cd i Ni w tym strumieniu, co wynika z powszechnego stosowania baterii Ni-Cd do zasilania urządzeń AGD, jak również z faktu rozpoczęcia powolnego procesu wycofywania z rynku zgromadzonych w gospodarstwach domowych akumulatorów.

Rynek ogniw galwanicznych

W celu prowadzenia skutecznej gospodarki odpadami zawierającymi ogniwa konieczne jest poznanie mechanizmów kierujących rynkiem akumulatorów i baterii. Pozwoli to na zaproponowanie odpowiednich procedur zapewniających najwyższy poziom ochrony środowiska naturalnego przed tego typu odpadami.

Szacuje się, że w 2000 roku obroty światowego rynku baterijnego wyniosły około 35 miliardów Euro, co odpowiada wyprodukowaniu około 40 mld sztuk ogniw. Udział rynku europejskiego w tej gałęzi przemysłu wynosi około 25%. Szacuje się, że na rynek polski trafiło w tym okresie około 200 mln sztuk ogniw o łącznej masie ok. 6800 Mg. Dane z roku 2003 wskazują na około 26% wzrost liczby wprowadzonych na nasz rynek ogniw (w porównaniu z rokiem 2000), która wyniosła blisko 252 mln sztuk.

Możemy wyróżnić cztery główne działy, w których akumulatory i baterie mają zastosowanie:

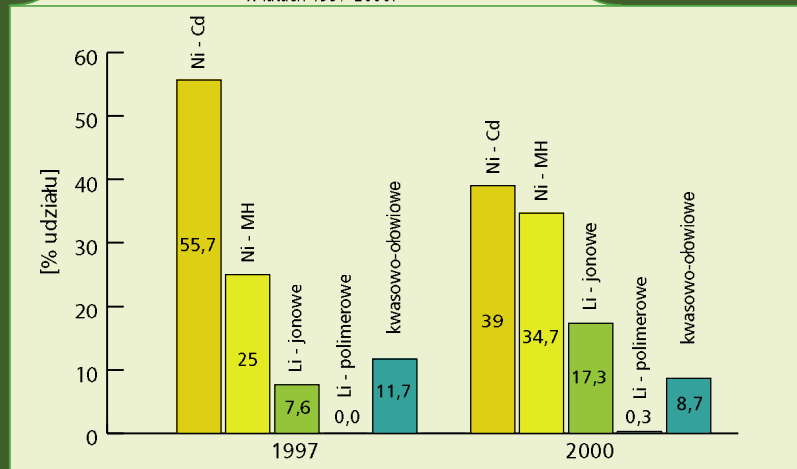
- ogniw pierwotnych, stosowanych do zasilania popularnych urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Są to ogniwa jednorazowego użytku.
- ogniw stosowanych w motoryzacji (SLI – starting lightning and ignition)
- odwracalnych ogniw stosowanych w przemyśle
- odwracalnych stosowanych do zasilania urządzeń przenośnych – małogabarytowych.

Rynek baterii pierwotnych stanowi przeszło 34% rynku światowego. Wzrasta on w tempie około 5% rocznie bez zauważalnych większych zmian technologicznych. W kategorii tej największy udział mają baterie cynkowo-manganowe z elektrolitem alkalicznym (61%) i kwasowym (25%) oraz pierwotne ogniwa litowe (12%). Ze względu na znaczny udział ogniw cynkowo-manganowych w tej grupie odpadów odzyskać możemy przede wszystkim znaczne ilości cynku, żelaza, związków manganu oraz dodatkowo związki miedzi, srebra, molibdenu i inne z ogniw litowych. Drugim pod względem wielkości produkcji rynkiem ogniw (ok. 24%) jest rynek ogniw odwracalnych stosowanych w przemyśle. Reprezentowany jest on przez akumulatory kwasowo-ołowiowe



(blisko 90% udział) oraz akumulatory niklowo-kadmowe (6% udział). Akumulatory z tej grupy wykorzystywane są zazwyczaj jako awaryjne źródła zasilania w telekomunikacji, transporcie, itp. Trzecim działem, w którym również przewodnią rolę grają akumulatory kwasowo-ołowiowe jest rynek ogniw stosowanych do zasilania i rozruchu pojazdów mechanicznych (około 22%). Ostatnim, najdynamiczniej rozwijającym się działem przemysłu bateryjnego jest rynek ogniw stosowanych do zasilania przenośnych urządzeń elektrycznych i elektro-
nicznych (tzw. ogniwa odwracalne małowymiarowe), mający około 20% udziału. Rys. 5 przedstawia zmiany na tym rynku jakie dokonały się pod koniec lat 90-tych XX wieku.

Rys. 5. Zmiany rynku odwracalnych ogniw małowymiarowych w latach 1997-2000.



Z powyższego rysunku wynika, że koniec XX wieku przyniósł gwałtowny wzrost produkcji ogniw niklowo-wodorkowych oraz litowych. Wydawać by się mogło, że ograniczenia dotyczące ogniw, w skład których wchodziły niebezpieczne dla środowiska związki spowodowały obniżenie produkcji akumulatorów zawierających kadm i ołów. Tak się jednak nie stało. Szybki rozwój elektroniki, elektrotechniki, telekomunikacji itp. wywołał większe zapotrzebowanie na małe, przenośne źródła energii elektrycznej. W rezultacie wzrosła całkowita liczba wyprodukowanych ogniw małowymiarowych, a sumaryczna liczba wyprodukowanych w Europie ogniw Ni-Cd w 2003 roku pozostała na niezmienionym poziomie. Co więcej szacuje się, że w najbliższych latach ponownie zacznie ona wzrastać.

Rys. 6 pokazuje zmiany europejskiego rynku akumulatorów Ni-Cd na przestrzeni ostatnich 305 lat.



Ze względu na dużą liczbę wprowadzonych do obiegu ogniw Ni-Cd oraz na zawartość w tych akumulatorach znacznych ilości szkodliwych substancji poświęcimy im szczególną uwagę. Ogniw tego typu znajdują w dalszym ciągu szerokie zastosowanie do zasilania różnego typu urządzeń elektrycznych i elektronicznych stosowanych w telekomunikacji, technice komputerowej, urządzeniach AGD itd. W roku 2000 całkowita masa wprowadzonych na rynek tego typu akumulatorów wyniosła 12 800 Mg (dla porównania wyprodukowano w tym roku 35 000 Mg wszystkich ogniw odwracalnych stosowanych do zasilania urządzeń przenośnych), co daje około 340 mln sztuk akumulatorów Ni-Cd. Liczba ogniw Ni-Cd stosowanych do zasilania urządzeń elektronicznych i oświetlenia awaryjnego systematycznie rosła od lat 70-tych do początku lat 90-tych XX wieku. Szacuje się, że w XXI wieku liczba stosowanych w tych dziedzinach akumulatorów zawierających kadm osiągnie stały poziom. Jednocześnie od 1995 roku obserwujemy ciągły wzrost ilości stosowanych akumulatorów Ni-Cd w urządzeniach bezprzewodowych.

Dostępne dane literaturowe pokazują, że około 95% tego typu elektrochemicznych źródeł energii trafia na rynek jako stale zamontowane w tych urządzeniach. Dane z poprzednich lat pokazują, że od 1980 do 2000 roku na rynek europejski



wprowadzono około 170 000 Mg ogniw Ni-Cd, co przy średniej zawartości kadmu na poziomie około 22% daje około 37 500 Mg kadmu, rozprzestrzeniającego się w środowisku bez żadnej kontroli.

Analiza poprzednich rozdziałów uzmysławia nam jak niebezpieczne są związki zawarte w różnego typu elektrochemicznych źródłach energii. W warunkach zrównoważonego rozwoju konieczne jest znalezienie mniej toksycznych odpowiedników popularnych obecnie akumulatorów i baterii. Dlatego też Parlament Europejski oprócz np. propozycji ograniczenia produkcji szczególnie uciążliwych dla środowiska akumulatorów niklowo-kadmowych, kładzie szczególny nacisk na promocję prac badawczych nad opracowaniem nowych typów ogniw galwanicznych. Na szczególną uwagę zasługują tutaj ogniwa litowe oraz paliwowe. Jednak do czasu pojawienia się na rynku stosunkowo tanich, charakteryzujących się dobrymi parametrami pracy ogniw tego typu musimy nauczyć się odpowiedzialnie używać dostępnych obecnie akumulatorów i baterii.

Gospodarka odpadami

Wykorzystanie odpadów polega na ich użyciu w celach przemysłowych lub nieprzemysłowych. Mogą być one powtórnie wykorzystane po ewentualnym oczyszczeniu, dezynfekcji i innych operacjach przywracających im wartość użytkową w produkcji przemysłowej jako surowce wtórne np.: w postaci złomu metali, makulatury, szkła, tworzyw sztucznych lub jako surowce do produkcji półfabrykatów np.: z żużli i popiołów lotnych, z odpadów przemysłu drzewnego. Mogą one być stosowane jako materiały do budowy dróg i rekultywacji terenu i w bardzo wielu innych dziedzinach.

Jednym ze sposobów postępowania z odpadami jest ich unieszkodliwianie. Proces ten polega na poddaniu odpadów procesom przekształcenia biologicznego, fizycznego lub chemicznego w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożenia dla środowiska, w tym dla zdrowia lub życia ludzi. Od wielu lat z powodzeniem stosuje się na świecie szereg metod unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych, w tym zużytych lub przeterminowanych baterii. Każda z tych metod ma swoje zalety i wady, a ich stosowanie uwarunkowane jest w głównej mierze aspektami ekonomicznymi.

Główne metody unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych to:

- składowanie na składowisku odpadów niebezpiecznych
- spalanie
- recykling

Aby odpady mogły być utylizowane w prawidłowy sposób, zgodnie z przepisami prawnymi oraz zasadami zrównoważonego rozwoju należy je selektywnie zbierać.

System zbiórki zużytych baterii i akumulatorów małogabarytowych budowany jest w Polsce zaledwie od kilku lat. Większością obowiązków, jakich wymaga to zadanie zostały obarczone organizacje odzysku – zwłaszcza te, które powołano specjalnie w tym celu oraz firmy gospodarki odpadami. Zgodnie z obowiązującymi przepisami:

„...przedmiotem działania organizacji odzysku jest wyłącznie działalność związana z organizowaniem, zarządzaniem lub prowadzeniem przedsięwzięć związanych z odzyskiem, a w szczególności recyklingiem odpadów, a także edukacja ekologiczna.”



Najistotniejsze firmy organizujące zbieranie i recykling baterii to:

- REBA Organizacja Odzysku S.A. jest spółką wyspecjalizowaną w odzyskiwaniu baterii i akumulatorów małogabarytowych. Została założona przez największych producentów baterii obecnych na polskim rynku. REBA zarządza ogólnopolskim systemem zbierania, który obejmuje placówki oświatowe, obiekty handlowo-usługowe, urzędy, a także coraz liczniejsze firmy, które użytkują baterie i akumulatory małogabarytowe.

Od dwóch lat REBA realizuje tzw. program szkolny (ogólnopolską akcję zbiórki baterii w placówkach oświatowych i opiekuńczo-wychowawczych). Aktualnie uczestniczy w nim ponad 6 tys. placówek. Spółka organizuje także seminaria szkoleniowe dla nauczycieli, zazwyczaj we współpracy z władzami samorządowymi oraz organizacjami pozarządowymi takimi jak: Federacja Zielonych „GAJA”, Liga Ochrony Przyrody, Fundacja Wspierania Inicjatyw Ekologicznych (Kraków), Fundacja „Nasza Ziemia”, Fundacja Ochrony Środowiska Żyrardowa i okolic i in.

REBA zbudowała własny system ewidencji dla przedsiębiorców wprowadzających baterie do obrotu z unikalnymi rozwiązaniami chroniącymi przed ujawnieniem danych stanowiących ich tajemnicę handlową.

Rys. 8. Partnerzy akcji – SP Kukłówka



Oprócz REBA zbieraniem i odzyskiem baterii w niewielkim zakresie zajmują się także:

- „Czyste środowisko” Organizacja Odzysku S.A. – firma ta jest częścią grupy TEW Polska (jest to grupa firm zajmujących się gospodarką odpadami), co ułatwia pozyskanie odpadów i zwiększa efektywność działania.
- EUROBAC Organizacja Odzysku S.A. powstała na bazie Przedsiębiorstwa Wielobranżowego ROBAC, które na rynku odpadów przemysłowych (utylicacja, recykling) funkcjonuje od 1995r. EUROBAC oferuje posiadaną wiedzę i doświadczenie z zakresu zbiórki, przetwarzania i regeneracji odpadów i opakowań. Spółka zaopatruje szkoły i urzędy w specjalistyczne pojemniki do zbierania baterii zapewniając ich odbiór w uzgodnionych terminach.
- Oiler Organizacja Odzysku S.A. prowadzi działalność polegającą na przejmowaniu od przedsiębiorców obowiązku zapewnienia odzysku oraz recyklingu odpadów opakowaniowych i użytkowych. Organizacja ta zajmuje się wszystkimi rodzajami opakowań, olejami smarowymi, lampami wyładowczymi, oponami oraz akumulatorami i ogniwami galwanicznymi;
- Organizacja Odzysku Odpadów i Opakowań „EKOLA” S.A. utworzona przez dwa WFOŚiGW (pomorski i podlaski) zajmuje się wszystkimi rodzajami odpadów, w tym także baterii; spółka współpracuje z wieloma instytucjami, biorącymi udział w procesie selektywnej zbiórki, uszlachetniania i przerobu odpadów opakowaniowych oraz użytkowych na terenie całej Polski.

Konkurentem dla organizacji odzysku zajmujących się zbiórką baterii są firmy gospodarki odpadami działające na zasadzie „trzeciej strony”; firmy te nie przejmują od przedsiębiorców ich obowiązków, lecz zbierają baterie, przekazują je firmom recyklingowym, a następnie sprzedają producentom baterii dokumenty potwierdzające poddanie zużytych baterii i akumulatorów odzyskowi lub recyklingowi; do takich firm należą m.in.:

- PMS BARTNICKI – firma specjalizuje się w zbiórce, transporcie, utylizacji i odzysku odpadów przemysłowych w tym odpadów niebezpiecznych, a także zbiórce odpadów opakowaniowych, objętych opłatą produktową. Akcja zbiórki



baterii jest częścią programu „Działaj czysto!” prowadzonego przez firmę PMS BARTNICKI, a mającego na celu ochronę środowiska przed zanieczyszczeniem odpadami pochodzącymi z przemysłu fotochemicznego i elektronicznego.

- Pro-Eko Grupa Polska jest firmą świadczącą usługi w dziedzinie odbioru, utylizacji i zagospodarowania różnych rodzajów odpadów na terenie całego kraju. Firma zajmuje się między innymi zbiórką baterii i akumulatorów małych i wielkogabarytowych oraz ich odzyskiem i recyklingiem.

Rys. 7. Zdjęcia pojemników na akumulatory i baterie oferowanych przez wybrane Organizacje Odzysku i firmy



W praktyce zarówno organizacje odzysku jak i firmy „trzecie” podobnie organizują zbiórkę baterii. Dostarczają pojemniki oraz materiały informujące o zasadach postępowania ze zużytymi bateriami (plakaty, broszury, ulotki). Rozstawiają je samodzielnie lub poprzez sieć swoich partnerów – Operatorów Zbiórki w szkołach, sklepach, urzędach itd. Prowadzą także działania edukacyjne zarówno samodzielnie, jak i wspólnie z innymi instytucjami.

Recykling ogniw galwanicznych

Jedną z metod unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych jest ich recykling. Proces ten polega na poddaniu odpadów odpowiedniej obróbce pozwalającej na prawie całkowity odzysk zawartych w nich związków. Główną przeszkodą w stosowaniu tej metody są wysokie koszty budowy i eksploatacji linii technologicznej. Mając na uwadze fakt, że wraz z rozwojem cywilizacyjnym zasoby surowców naturalnych ulegają zmniejszaniu, wydaje się, że ten sposób postępowania ze zużytymi produktami będzie w przyszłości dominował.

Konieczność zapewnienia odpowiednich poziomów zbiórki i odzysku materiałów z zużytych lub przeterminowanych ogniw sprawiła, że w okresie ostatnich 10 lat w kilku państwach europejskich powstały podmioty gospodarcze zajmujące się recyklingiem akumulatorów i baterii.

W zależności od rodzaju odpadów (ogniwa jednego typu lub mieszanina ogniw) w procesie recyklingu baterii stosuje się cztery podstawowe metody odzysku materiałów ze zużytych elektrochemicznych źródeł prądu :

a. mechaniczne, polegające na rozdrobnieniu odpadów w specjalnych młynach a następnie na rozdzieleniu powstałych frakcji np.: przy wykorzystaniu elektromagnesów (Fe) lub specjalnych sit (elementy plastikowe, papierowe itp.)

b. hydrometalurgiczne, polegające na odzysku materiałów w wyniku rozpuszczenia odpadów w kwasach bądź zasadach. Całkowity proces składa się zazwyczaj z następujących etapów:

- rozpuszczenie odpowiednich frakcji odpadów
- oczyszczenie i zateżnienie otrzymanego roztworu
- wydzielenie czystych związków chemicznych

Zaletą tej metody są niskie nakłady energetyczne oraz powstawanie nieznacznej ilości odpadów wtórnych. Ogniwa poddawane temu procesowi w etapie wstępnym muszą zostać jednak posegregowane pod względem rodzaju zastosowanych materiałów elektrodowych.

c. termiczne, polegające na odzysku materiałów poprzez wytopienie metali w specjalnych piecach. Wprowadzenie dodatkowego etapu do powyższego procesu pozwala na odzysk tlenków metali (Fe, Mn, Zn). Zaletą tej metody jest możliwość





poddania recyklingowi różnego rodzaju ogniw, w tym zawierających elektrolit organiczny. Wysokie koszty eksploatacji oraz możliwość powstawania w trakcie procesu odpadów wtórnych (często zawierających związki niebezpieczne dla środowiska) w znaczny sposób ograniczają możliwości stosowania.

Przedstawione powyżej metody odzysku materiałów ze zużytych i przeterminowanych akumulatorów i baterii poprzedzone są zazwyczaj kilkoma etapami wstępnymi:

1. zbiórką zużytych lub przeterminowanych baterii i akumulatorów. Proces ten umożliwia użytkownikom ogniw ich zwrot do specjalnie przygotowanych do tego celu pojemników ustawionych np. szkołach, punktach handlowych, urzędach itp. Tak zebrane ogniwa odebrane zostają przez wyspecjalizowane firmy, w których następnie odbywa się segregacja odpadów bateryjnych ze względu na ich rodzaj.

2. segregacją (rozdzieleniem) odpadów zawierających różnego rodzaju akumulatory i baterie, która odbywać się może kilkoma metodami:

- a. ręcznie, taka metoda ma zastosowanie aktualnie w Polsce,
- b. przy zastosowaniu specjalnych wibrujących sit zawierających różnej wielkości otwory. Uzyskujemy w ten sposób baterie różniące się rozmiarem,
- c. przy zastosowaniu czujników wykorzystujących promieniowanie X. Uzyskujemy w ten sposób baterie różniące się typem (układem elektrochemicznym). Wydajność tej metody wynosi około 12 ogniw na sekundę,
- d. przy zastosowaniu czujników UV. Od połowy lat 90-tych XX wieku producenci europejscy w celu rozpoznania starszych baterii pierwotnych zawierających rtęć znakują swoje produkty lakierem czułym na promieniowanie UV. Przy użyciu tej metody uzyskujemy baterie różniące się typem i składem chemicznym.

Tak przygotowane partie akumulatorów i baterii poddawane są zazwyczaj rozdrobnieniu mechanicznemu a następnie przekazywane do recyklingu termicznego lub hydrometalurgicznego. W Polsce podstawowym sposobem recyklingu ogniw jest utylizacja termiczna w tzw. procesie przewałowym Waltz'a.

Zasady eksploatacji ogniw galwanicznych

W celu bezpiecznej eksploatacji różnego rodzaju urządzeń elektronicznych a zarazem ogniw galwanicznych należy kierować się następującymi zasadami:

- a. Zawsze czytać instrukcję obsługi urządzenia, w którym mamy zastosować akumulator lub baterię.
- b. Instalować ogniwo zgodnie z oznaczeniami biegunów (+) i (–) umieszczonymi na ogniwie i w odbiorniku energii.
- c. Wymieniać pojedyncze ogniwo pracujące w urządzeniu jedynie na ogniwo tego samego typu. Jak pokazano w tabeli 4 różnego rodzaju akumulatory i baterie mają często znacznie różniące się wartości napięcia znamionowego. Zastosowanie ogniw różnego typu doprowadzić może do uszkodzenia odbiornika energii.
- d. Przechowywać ogniwa w temperaturze pokojowej w suchym miejscu. Przechowywanie ogniw w podwyższonej temperaturze sprzyja ich samorozładowaniu.
- e. Stosować do ładowania ogniw odwracalnych wyłącznie ładowarki przeznaczone do konkretnego typu ogniw. Różnego typu ogniwa posiadające znacznie odbiegające od siebie wartości napięcia (potencjału otwartego obwodu – OCV), odmienną konstrukcję oraz procedurę ładowania wymagają stosowania ładowarek uniemożliwiających ich przeładowanie. Jedynym wyjątkiem są akumulatory Ni-Cd, które mogą być ładowane przez ładowarki przeznaczone do akumulatorów Ni-MH, jednak odwrotna sytuacja nie jest korzystna dla żywotności ogniw niklowo-wodorkowych.
- f. Nie stosować w urządzeniu ogniw różnego typu oraz tego samego typu ale częściowo rozładowanych. Wszystkie chemiczne źródła energii elektrycznej charakteryzują się pojemnością elektryczną. Zastosowanie w jednym urządzeniu elektrycznym lub elektronicznym ogniw częściowo rozładowanych (posiadających mniejszą pojemność) spowoduje, że energia dostępna do zasilania urządzenia nie będzie średnią arytmetyczną pojemności użytych ogniw. Warunkowana będzie natomiast wartością pojemności elektrycznej najbliższego ogniwa.





g. Nie ładować ogniw pierwotnych. Może to spowodować eksplozję ogniwa.

h. Nie wrzucać ogniw do ognia.

i. Nie przechowywać ogniw razem z przedmiotami metalowymi. Spowodować to może zwarcie biegunów ogniwa, a w konsekwencji jego rozładowanie. Niektóre ogniwa nie powinny być przechowywane w większych ilościach w stanie naładowanym np.: ogniwa litowe, których niewłaściwe składowanie doprowadzić może do groźnych, trudnych do ugaszenia pożarów. Dlatego magazynując tego typu źródła energii należy bezwzględnie postępować zgodnie z instrukcją podaną przez producenta.

Ponadto, w przypadku czasowego gromadzenia (zbierania) zużytych i przeterminowanych akumulatorów i baterii należy przestrzegać kilku dodatkowych zasad:

a. Zebrane ogniwa przechowywać w suchych pomieszczeniach w temperaturze pokojowej.

b. Nie umieszczać w tym samym pojemniku ogniw różnego typu.

c. Nie łamać, nie kruszyć, nie otwierać zebranych ogniw. Dostępne na rynku akumulatory i baterie zawierają toksyczne związki. Oprócz omawianej rtęci, kadmu i ołowiu oraz zawartym w ogniwie elektrolicie alkalicznym, szczególnie niebezpieczny jest lit wchodzący w skład ogniw litowych. Ponadto uszkodzenie powłok tego typu ogniw spowodować może wyciek niebezpiecznych dla zdrowia związków organicznych np.: chlorku tionylu.

d. Po zebraniu odpowiedniej ilości ogniw przekazać zebrane odpady wyspecjalizowanej organizacji odzysku.

Podsumowanie

Społeczeństwo polskie w zdecydowanej większości jest świadome konieczności racjonalnej gospodarki odpadami. Zmiany jakie w ostatnich latach zaszły w ustawodawstwie polskim i europejskim w zakresie ochrony środowiska znacznie ograniczyły możliwość produkcji i obrotu ogniwami zawierającymi szczególnie niebezpieczne związki. Kraje europejskie zobligowane zostały do przygotowania odpowiednich programów gospodarowania bateriami i akumulatorami. Celem ich powinno być:

- ograniczanie zapotrzebowania na baterie i akumulatory, będące urządzeniami przyczyniającymi się do przyspieszenia wyczerpywania się zasobów naturalnych i bardzo niedogodnymi z punktu widzenia gospodarki odpadami (wieloskładnikowość, toksyczność komponentów)
- doprowadzenie do zmniejszenia zawartości metali ciężkich w bateriach i akumulatorach
- zmniejszanie ilości baterii i akumulatorów w odpadach o charakterze komunalnym oraz oddzielną ich likwidację.

Ponadto programy te powinny również uwzględniać:

- promocję sprzedaży baterii i akumulatorów, które zawierają mniejsze ilości substancji szkodliwych
- promocję prac badawczych nad stosowaniem w bateriach i akumulatorach materiałów bezpiecznych dla środowiska (zmniejszanie zawartości substancji szkodliwych)
- promocję prac dotyczących metod odzysku.

W konsekwencji w Polsce powstał krajowy oraz wojewódzkie, powiatowe i gminne plany gospodarki odpadami, uwzględniające konieczność wyeliminowania ze strumienia odpadów komunalnych zużytych i przeterminowanych ogniw.

W celu uniknięcia niekontrolowanego wprowadzania odpadów komunalnych i przemysłowych do środowiska na terenie Polski wprowadzono opłatę produktową oraz określono roczne poziomy odzysku i recyklingu poszczególnych typów odpadów opakowaniowych i użytkowych. W przypadku ogniw galwanicznych okazało się, że konieczna jest intensyfikacja prac nad tym zagadnieniem za czym przemawiają dane zebrane w tabeli 5.



Tabela 5. Uzyskane poziomy odzysku i recyklingu produktów w Polsce w 2003 roku.

L.p.	Produkt, z którego powstał opad	Poziom odzysku [%]		Poziom recyklingu [%]	
		Wymagany	Uzyskany	Wymagany	Uzyskany
1	akumulatory niklowo-kadmowe małogabarytowe	15	10,7	15	11,5
2	akumulatory niklowo-kadmowe wielkogabarytowe	30	98,2	30	98,2
3	baterie i ogniwa galwaniczne, bez ich części	7	5	7	4,1
4	akumulatory niklowo-kadmowe i baterie razem	-	1,1	-	0,1

Konieczne jest zatem podjęcie w naszym kraju dalszych działań, w szczególności w zakresie ogniw małogabarytowych, których celem będzie:

1. uświadomienie społeczeństwu niebezpieczeństw jakie niesie eskalacja stosowania baterii i akumulatorów oraz nieracjonalna gospodarka ogniwami
2. rozwój istniejących systemów zbiórki, przechowywania i utylizacji zużytych i przeterminowanych ogniw
3. modernizacja istniejących instalacji pozwalających na bezpieczny, zgodny z wymogami UE odzysk materiałów ze zużytych akumulatorów i baterii. W przyszłości może to doprowadzić do budowy nowej, spełniającej wszystkie wymogi, linii technologicznej.

Warszawa, czerwiec 2005.

OPRACOWANIE

Autor tekstu

**dr Zbigniew Rogulski,
Instytut Chemii Przemysłowej**

Konsultacja merytoryczna

**prof. dr hab. Andrzej Czerwiński,
Instytut Chemii Przemysłowej**

**dr Witold Lenart,
Centrum Badań
nad Środowiskiem Przyrodniczym UW**

REBA
2005