



MATERIAŁY DLA NAUCZYCIELI

ABC RECYKLINGU BATERII I AKUMULATORÓW



Zużyte ogniwa, baterie i akumulatory to odpady, które stanowią szczególne zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt, oraz są wyjątkowo szkodliwe dla środowiska. Jedna mała bateria guzikowa CR2032 potrafi zanieczyścić 1m³ ziemi albo 400 litrów wody – tyle wypija człowiek przez 9 miesięcy. Dlatego też niezwykle istotne jest świadome i odpowiedzialne pozbywanie się tych niebezpiecznych odpadów, by wyeliminować ich szkodliwy wpływ na środowisko.

Z jaką skalą problemu mamy do czynienia? Raport Głównego Inspektora Ochrony Środowiska za rok 2011 podaje, że na polski rynek wprowadzono ponad 400 milionów sztuk ogniwi i akumulatorów. W przybliżeniu tyle samo zakończyło swój żywot. Mamy więc do zagospodarowania ok. 92 tysięcy ton niebezpiecznych odpadów zawierających metale ciężkie (rtęć, kadm, nikiel, srebro, ołów) oraz szereg związków chemicznych (wodorotlenek potasu, chlorek amonu, dwutlenek manganu, kwas siarkowy). Gdy je wyrzucimy - po skorodowaniu powłoki - skażą glebę i wody. Nie róbmy takiego „prezentu” środowisku, a w konsekwencji także sobie samym. Z powyższych 92 tysięcy ton, tylko 34% trafiło do wyspecjalizowanych przetwórców. Wiele jest zatem jeszcze do zrobienia i nie stanowi pocieszenia fakt, że nie tylko w Polsce.

1. OGNIWA, BATERIE I AKUMULATORKI:

DLACZEGO BATERIE SĄ NIEBEZPIECZNE?

Baterie to oczywiście wspaniałe wynalazek, nie wyobrażamy sobie dzisiaj bez niego funkcjonowania w życiu codziennym. Tylko w Polsce każdego roku zużywamy około 300 mln sztuk różnego rodzaju ogniwi, baterii i akumulatorów. Niestety, do ich produkcji wykorzystuje się toksyczne metale: ołów, kadm, rtęć czy lit, oraz inne szkodliwe substancje np. kwasy czy zasady. Dlatego należy wyjątkowo sumiennie i rozsądnie podejść do ich utylizacji i recyklingu. W 1 tonie

zużytych baterii znajduje się ok. 3 kg rtęci, 0,5 kg kadmu i kilka kilogramów niklu i litu. Nie wolno dopuścić do tego, aby przedostawały się do środowiska, ponieważ są bardzo niebezpieczne dla wszystkich żywych organizmów, w tym również dla człowieka.

☞ CO TRUJE W BATERIACH?

- **ołów** - niezwykle toksyczny i właściwie niezniszczalny pierwiastek; odkłada się w niemal wszystkich narządach i komórkach ludzi i zwierząt i może prowadzić do zgonu; powoduje bezpłodność, przewlekłe choroby nerek i osłabia kości, uszkadza m.in. mózg; negatywnie wpływa na każdy narząd i układ ciała człowieka, poważnie uszkadza nerki, w mózgu niszczy osłonki mielinowe neuronów, zmniejsza ich liczbę, upośledza ich wzrost i zaburza neurotransmisję, podnosi ciśnienie krwi; badania wykazują, że już 0,5g ołowiu to dawka toksyczna, a 20 g – śmiertelna;

- **kadm** - pierwiastek rakotwórczy, który przyspiesza również rozwój miażdżycy; jest uznawany za najbardziej toksyczny z metali ciężkich; uszkadza wątrobę i układ krwionośny; uszkadza nerki, powoduje anemię, osteoporozę, zaburzenia powonienia, białkomocz, zmniejsza wydzielanie insuliny, oddziałuje niekorzystnie na układ krążenia i korę mózgu, powoduje groźne wady rozwojowe w okresie płodowym;

- **rtęć** - jest składnikiem wielu baterii; substancja silnie toksyczna, kumuluje się w nerkach, niszcząc je, uszkadza ośrodkowy układ nerkowy i prowadzi m.in. do zaburzeń snu, koncentracji i pamięci oraz zmiany osobowości, w dużym stężeniu prowadzi do śmierci spowodowanej niewydolnością oddechową i krążeniową, atakuje nasz układ nerwowy; powoduje bezsenność, zawroty głowy, zmęczenie, stany depresyjne, osłabienie pamięci i koordynacji ruchów, osłabienie ostrości wzroku i słuchu; niszczy układ oddechowy i kostny;

- **nikiel** – powoduje nowotwory; obniża odporność; uszkadza przewód pokarmowy i układ oddechowy powodując gwałtowne objawy krwotocznego zapalenia żołądka i jelit (doprowadzając do odwodnienia), uszkodzenia wątroby (może wystąpić żółtaczka) i nerek; ostre zatrucia niklem lub jego związkami mają przebieg gwałtowny, a ich wnikanie do organizmu następuje poprzez przewód pokarmowy i układ oddechowy; do tego typu zatruc dochodzić może w wyniku spożywania zanieczyszczonej niklem żywności pochodzącej np. z gleby skażonej niklem;

- **lit** – uszkadza serce i skórę; bardzo silnie oddziałuje na połączenia neurologiczne, a co za tym idzie na mózg i myślenie; podrażnia drogi oddechowe i może odkładać się w płucach, prowadząc do ich obrzęku, może działać drażniąco na skórę i błony śluzowe;

- **kobalt** – powoduje reakcję alergiczną skóry oraz trudności z oddychaniem, przyczynia się do nadprodukcji erytrocytów i zagraża sercu, wpływa negatywnie na funkcjonowanie tarczycy i szpiku kostnego, powoduje mdłości, w większych ilościach może działać rakotwórczo;

- **mangan** – nadmiar może sprzyjać rozwojowi demencji, schizofrenii oraz pogłębiać chorobę Parkinsona;

- **nikiel** – silny alergen kontaktowy, wpływa negatywnie na układ odpornościowy, może działać rakotwórczo;

Z wydobyciem litu i kadmu wiąże się również aspekt humanitarny. Mniej więcej połowa użytkowanego na świecie kobaltu pochodzi ze sztolni w afrykańskiej Katandze, gdzie zatrudnia się do jego wydobycia dzieci, w tym nawet już siedmioletnie¹!. Dane UNICEFU sprzed 2014 roku podają też, że w Demokratycznej Republice Konga ponad 30% pracowników to dzieci między 5. a 14. rokiem życia, z czego jedna trzecia w przemyśle wydobywczym².

☞ **RODZAJE RECYKLINGU BATERII**

Jedną z metod unieszkodliwiania odpadów niebezpiecznych jest ich recykling. 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, można przypuszczać, że ten sposób postępowania ze zużytymi produktami będzie w przyszłości dominował.

Metody odzysku materiałów ze zużytych i przeterminowanych akumulatorów i baterii poprzedzone są zazwyczaj etapami wstępnymi:

- zbiórką zużytych lub przeterminowanych baterii i akumulatorów,
- segregacją odpadów zawierających różnego rodzaju akumulatory i baterie.

Aby zmniejszyć całkowite koszty recyklingu, należy bezwzględnie pamiętać o zbiórce i segregacji.

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

- **mechaniczna** – metoda ta polega na rozdrobnieniu odpadów w specjalnych urządzeniach, a następnie rozdzieleniu powstałych frakcji (np. elementów plastikowych, papierowych),
- **hydrometalurgiczna** – w tej metodzie konkretne substancje odzyskiwane są w wyniku rozpuszczenia odpadów w kwasach bądź zasadach,

¹ (<https://mlodytechnik.pl/technika/29278-gdzie-piekna-tesla-a-gdzie-ponura-katanga>)

² (<https://www.polsatnews.pl/wiadomosc/2020-12-26/dzieci-wydobywaja-kobalt-golymi-rekami-zarabiaja-dolara-dziennie/>)

- **termiczna** – polega na odzyskaniu substancji w wyniku wytopienia metali w specjalnych piecach; po wprowadzeniu dodatkowego etapu do powyższego procesu metoda pozwala na odzysk tlenków metali Fe, Mn i Zn.

☞ PROCES UTYLIZACJI I RECYKLINGU

Jak przebiega proces utylizacji i recyklingu ogniw, baterii i akumulatorów?

Zbiórka: gdy pojemniki zbiorcze w punktach zbiórki (na przykład w supermarkecie) są pełne, odbiera je specjalny pojazd, który przewozi je do sortowni.

Oprócz oddzielenia baterii od zwykłych odpadów komunalnych, kluczowe znaczenie ma ich prawidłowe zbieranie i przechowywanie, ponieważ nieprawidłowe przechowywanie może prowadzić do zwarć. Szczególnie w przypadku baterii zawierających wysoce reaktywny metal - lit, prędzej czy później może dojść do pożarów lub nawet niewielkich eksplozji. Należy zatem zachować środki ostrożności w postaci zaklejenia taśmą biegunów baterii i akumulatorów zawierających lit oraz nie narażać ich na działanie wysokiej temperatury czy wody. Szczególnie niebezpieczne są ogniwa guzikowe zawierające lit. Jeśli chcemy zachować się wyjątkowo bezpiecznie, powinniśmy wszystkie wyczerpane ogniwa przetrzymywać starannie oddzielone od siebie i ułożone warstwowo w pudełku wypełnionym piaskiem, dopóki ich nie oddamy do punktu zbiórki. Jeśli to możliwe, ogniwa zainstalowane w urządzeniach elektrycznych powinny zostać wyjęte i zutylizowane oddzielnie od samych urządzeń.

Sortowanie: zebrane ogniwa sortowane są według wielkości i składników; odbywa się to na przykład ręcznie lub za pomocą procesów elektromagnetycznych, czujników rentgenowskich, czujników UV lub kombinacji różnych technik; jest to konieczne, ponieważ procesy recyklingu różnią się w zależności od systemu ogniwa i jego składników.

Recykling: posortowane ogniwa trafiają do zakładu recyklingu; tam ze składników odzyskuje się cenne surowce, które są wykorzystywane ponownie np. w produkcji samochodów, ram łóżek czy sztućców; jako surowce wtórne w naturalny sposób trafiają również do produkcji nowych ogniw.

☞ ZBIÓRKA OGNIW I BATERII

Każda placówka prowadząca sprzedaż baterii oraz ich wymianę ma obowiązek przyjąć zużyte baterie i ogniwa (podobnie dzieje się ze starym sprzętem RTV i AGD). Również w wielu sklepach i szkołach wystawione są pojemniki, do których możemy wrzucić ogniwa. Zatem nie „rozgrzeszajmy” się i nie wyrzucamy zużytych baterii i akumulatorów do śmieci. Przy odrobinie chęci znajdziemy punkt zbiórki, a same ogniwa ważą tak niewiele, że odniesienie na pewno nas nie zmęczy.

☞ SORTOWANIE OGNIW I BATERII

W Polsce sortowanie odbywa się ręcznie, ale w innych krajach europejskich funkcjonują już zautomatyzowane linie sortownicze. Wykorzystywane są w nich sita o oczkach odpowiedniej wielkości, co umożliwia rozdzielenie ogniwo o różnych gabarytach. Inną metodą jest prześwietlanie promieniami X i sortowanie pod względem zawartości określonych związków chemicznych.

☞ SKŁADOWANIE OGNIW I BATERII

Oprócz poddania recyklingowi, ogniwa składowane na wysypiskach po uprzednim zabezpieczeniu przed przenikaniem ich składników do środowiska. Jest to jednak tylko półśrodek, odwołujący w czasie konieczność zajęcia się tym rodzajem odpadów.

☞ RECYKLING OGNIW I BATERII

Recykling mechaniczny polega na rozdrobnieniu odpadów w młynach. Powstałe frakcje rozdzielają się wykorzystując elektromagnesy (żelazo i jego stopy) oraz specjalne układy sit (pozostałe metale, elementy z tworzyw sztucznych, papier itp.). Zaletą metody jest brak konieczności dokładnego sortowania surowca przed przerobem, wadą - duża ilość nieużytecznych odpadów, wymagających składowania na wysypiskach.

Recykling hydrometalurgiczny polega na rozpuszczeniu ogniwo w kwasach lub zasadach. W następnym etapie przeróbki oczyszcza się powstałe roztwory oraz wydziela z nich potrzebne związki chemiczne, np. sole metali do otrzymania czystych pierwiastków. Dużą zaletą metody jest niska energochłonność oraz niewielkie ilości odpadów wymagających składowania. Wadą tego sposobu recyklingu jest konieczność dokładnego posortowania baterii w celu uniknięcia zanieczyszczenia powstających produktów.

Recykling termiczny polega na spalaniu ogniwo w piecach o odpowiedniej konstrukcji. W efekcie otrzymuje się wytopione metale zawarte w bateriach oraz ich tlenki (surowiec dla hut). Zaletą metody jest możliwość użycia nieposortowanych baterii, wadą zaś - energochłonność oraz powstawanie szkodliwych produktów spalania.

W Polsce podstawowym sposobem recyklingu ogniwo jest utylizacja termiczna w tzw. procesie przewalowym Waltza.

2. AKUMULATORY SAMOCHODOWE

Recyklingowi podlegają nie tylko ogniwa używane do zasilania domowego sprzętu. Źródłem surowców są również stare akumulatory samochodowe. Odzyskuje się z nich ołów, używany

następnie do produkcji nowych urządzeń oraz utylizuje obudowy i wypełniający je elektrolit. Nikomu nie trzeba przypominać, jakich spustoszeń w środowisku może dokonać toksyczny metal ciężki oraz roztwór kwasu siarkowego. Dla naszej szybko rozwijającej się cywilizacji technicznej przykład ogniwi i akumulatorów jest modelowy. Coraz większym problemem staje się nie samo wyprodukowanie danego wyrobu, ale jego utylizacja po zużyciu.

Zużyty akumulator to potencjalna bomba ekologiczna, dlatego przepisy prawa zabraniają wyrzucania go na wysypisko i nakazują jego składowanie i recykling. Wynikające z tych przepisów obowiązki dotyczą zarówno kierowców i sprzedawców, jak i producentów baterii samochodowych.

Jeśli mówimy o najpopularniejszych wciąż akumulatorach kwasowo-ołowiowych, to składają się one w ponad połowie (ok. 60%) z różnych związków zawierających ołów. Do tego dochodzi roztwór kwasu siarkowego (elektrolit) i inne substancje, w tym m.in. tworzywa sztuczne. Jak łatwo się domyślić, nie ulegają one szybkiemu rozkładowi i mogą również skutecznie skazić wodę lub glebę, jeśli będą w niewłaściwy sposób utylizowane. Dlatego też powstały odpowiednie przepisy, które w dość rygorystyczny sposób regulują kwestię zagospodarowania zużytych akumulatorów, by znajdujące się w nich toksyczne i żrące substancje nie przedostały się w niekontrolowany sposób do środowiska naturalnego. Przepisy te mają jeszcze inny cel, a mianowicie ograniczenie zużycia surowców naturalnych, które są używane do produkcji akumulatorów samochodowych.

Okazuje się, że pod względem zbiórki i recyklingu akumulatorów Polska plasuje się w europejskiej czołówce. Z raportu Eurostatu opublikowanego w lipcu 2020 r. (za lata 2009–2018) wynika, że udaje nam się zebrać aż 81% zużytych akumulatorów i jest to drugi wynik w Europie. Pierwsze miejsce (96%) należy do znacznie mniejszej Chorwacji, natomiast średnia europejska wynosi 48%. Dodajmy, że np. odsetek zebranych do recyklingu akumulatorów w Niemczech wynosi 48%, w Czechach i na Węgrzech – po 47%, a w Hiszpanii i we Włoszech – odpowiednio 38 i 36%.

Sam proces odzysku materiałów ze zużytych i przeterminowanych akumulatorów zaczyna się również od ich zbiórki i segregacji. Następnie odpady akumulatorowe poddawane są odpowiedniej obróbce, w wyniku której możliwe jest odzyskanie większości znajdujących się w nich związków:

- procesy produkcji i recyklingu są pod ścisłą kontrolą;
- 95% materiałów, z których zbudowany jest akumulator, można odzyskać w procesie recyklingu;
- elementy z tworzyw sztucznych są kruszone, a powstałe w ten sposób granulki powtórnie wykorzystywane do produkcji nowych komponentów;
- płyty z akumulatora trafiają do huty, gdzie wytapiany jest z nich ołów, który w sztabach ponownie trafia do zakładów produkujących akumulatory;

- elektrolit w zakładach chemicznych jest neutralizowany, czyszczony i poddawany ekstrakcji kwasu siarkowego, który potem może ponownie posłużyć do produkcji elektrolitu;

3. BATERIE SAMOCHODOWE

Na drogach całego świata przybywa pojazdów z napędem elektrycznym lub spalinowo-elektrycznym, stąd dużym wyzwaniem stanie się również recykling akumulatorów litowo-jonowych. Wciąż jednak udział tych pojazdów w rynku jest niewielki. Dodatkowo, nieznaczną ich część zakończyła już swój żywot rynkowy, dlatego firm utylizujących tego typu baterie jest wciąż niewiele, choć z czasem ich liczba powinna wzrosnąć.

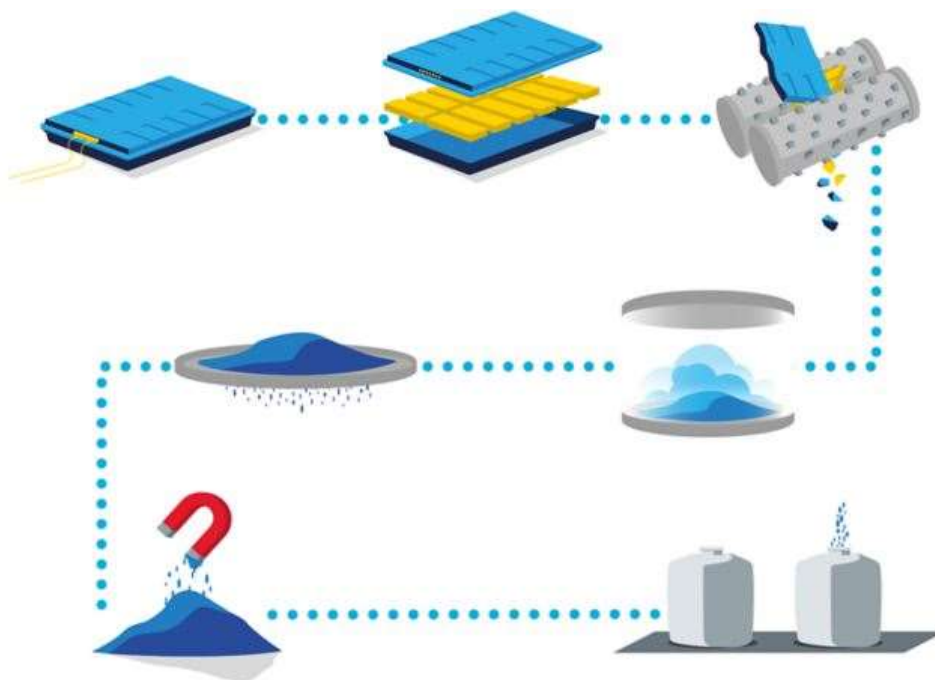
Z akumulatorów litowo-jonowych odzyskuje się dziś głównie miedź, kobalt oraz nikiel, które łącznie stanowią około jednej trzeciej masy ogniwa. Niebawem konieczny stanie się również odzysk litu na większą skalę. Wprawdzie w ogniwach jest stosunkowo niedużo tego pierwiastka, jednak należy on do grupy tzw. pierwiastków ziem rzadkich i o ile nie zostanie wynaleziony inny typ baterii samochodowych, może po prostu zabraknąć litu, aby zaspokoić rosnący popyt na ogniwa akumulatorowe.

Na początku 2021 roku firma VW uruchomiła w zakładach w Salzgitter pierwszą linię wykorzystującą innowacyjny proces recyklingu baterii samochodowych, który umożliwi ponad 90-procentowy odzysk i ponowne wykorzystanie cennych surowców. Recyklingowi poddawane są tylko te baterie, które nie mogą być już zastosowane w inny sposób. Większa liczba zużytych baterii pojawi się jednak najwcześniej za około dziesięć lat, dlatego linia w początkowej fazie może poddać recyklingowi około 3600 akumulatorów rocznie.



W innowacyjnym i zmniejszającym emisję CO₂ procesie recyklingu nie stosuje się energochłonnego przetopu surowców w piecu hutniczym. Zużyte akumulatory zostają całkowicie

rozładowane i zdemontowane, a pojedyncze elementy są następnie rozdrabniane do granulatu i suszone. W procesie tym obok aluminium, miedzi i tworzyw sztucznych odzyskuje się przede wszystkim tzw. czarny proszek zawierający cenne surowce, jak lit, nikiel, mangan, kobalt i grafit. Separacja i obróbka poszczególnych surowców za pomocą metod hydrometalurgicznych – z zastosowaniem wody i środków chemicznych – odbywa się później w wyspecjalizowanych firmach.



Źródło: https://www.volkswagen.pl/pl/samochody-elektryczne-i-hybrydowe/technologie-id/akumulator-wysokowoltowy-id.html?utm_source=pocket_list

4. JAK DŁUGO ROZKŁADA SIĘ AKUMULATOR?

Szacuje się, że metalowa obudowa i inne komponenty wykonane z metalu ulegają rozkładowi po upływie 100 lat, zaś substancje chemiczne – setek tysięcy lat lub nawet nigdy. Dlatego też trwale zanieczyszczają glebę i wodę.

5. CZY WIESZ, ŻE?

- ⇒ każda bateria może zostać poddana recyklingowi (**w 100%**), jeżeli tylko trafi do procesu przetwarzania odpadów; w rezultacie będzie można ponownie wykorzystać wiele istotnych metali.
- ⇒ w Europie tylko około **50%** baterii trafia do gospodarki o obiegu zamkniętym za pośrednictwem punktów zbiórki;
- ⇒ wiele zużytych baterii trafia do odpadów zmieszanych;
- ⇒ wiele baterii jest pozostawianych w nie działających urządzeniach;

- ⇒ wiele zużytych baterii nie jest utylizowanych, ponieważ są pozostawiane gdzieś w domu;
- ⇒ każdego roku około **35 000 ton** baterii jest niewłaściwie utylizowanych przez gospodarstwa domowe w UE.;
- ⇒ średnio 10% baterii oddawanych do recyklingu jest nadal sprawnych! Baterie, które były używane w urządzeniach wysokoprądowych, można przetestować i umieścić w urządzeniach niskoprądowych; jeśli urządzenie niskoprądowe nie działa, bateria jest pusta i gotowa do recyklingu; urządzeniami niskoprądowymi są wszelkiego rodzaju czujniki czy budziki domowe;
- ⇒ z surowców odzyskanych z baterii można wykonać:
 - ☞ oprawki okularów z 13 baterii poddanych recyklingowi;
 - ☞ konewkę ze 120 baterii;
 - ☞ budzik ze 148 baterii;
 - ☞ garnek z 297 baterii;
 - ☞ a rower z zaledwie 1400 baterii;
- ⇒ źle unieszkodliwiona bateria do zegarka (guzikowa) może skazić nawet 400 litrów wody;
- ⇒ rzucona na ziemię bateria alkaliczna typu “paluszek” trwale zanieczyszcza metr sześcienny gleby;
- ⇒ niewłaściwie zutylizowana bateria telefonu komórkowego lub laptopa może spowodować wybuch lub pożar;

6. PAMIĘTAJ!

- ⇒ przed wyrzuceniem np. zabawki, narzędzia, czujnika, lampki LED, odzieży i obuwia ze świecącymi elementami, sprawdzaj, czy nie ma w środku ukrytej baterii lub akumulatora;
- ⇒ akumulatory przenośne i baterie wrzucaj do specjalnych pojemników – znajdziesz je w urzędach, szkołach, części sklepów oraz stacji benzynowych - lub odnieś do Punktu Selektywnej Zbiórki Odpadów (PSZO);
- ⇒ nie rozbieraj ani nie gniec baterii i akumulatorów w warunkach domowych;
- ⇒ nie podgrzewaj i nie spalaj baterii i akumulatorów;