Broszura dostępna
w wersji elektronicznej na
recal.pl

Szkolne projekty recyklingowe

MATERIAŁY DLA NAUCZYCIELI

ZAWIERA SCENARIUSZE ZAJĘĆ

recal alu
FUNDACJA NA RZECZ ODZYSKU OPAKOWAŃ ALUMINIOWYCH

Publikacja opracowana dzięki wsparciu i zaangażowaniu
Ardagh, CANPACK, European Aluminium
oraz European Aluminium Foil Association

Spis treści

Wstęp 4
- Od wydawców 4
- Dlaczego Aluminium? 5
- Fundacja RECAL 5

Informacje ogólne 6
- Aluminium czy glin? 6
- Najnowsza historia aluminium 7
- Alu-Polska, czyli polskie wątki w świecie aluminium 10
- Jak powstaje aluminium 12
- Materiał permanentny 15
- Wyjątkowe właściwości aluminium 16
- Najważniejsze zastosowania 18
- Opakowania 22
- Puszka – królowa opakowań 23
- Dlaczego recykling jest tak ważny? 25
- Bibliografia 30

Program puszkowy 32
- Informacje dla nauczyciela 32
- Niezbędnik dla ucznia 35
- Informacja dla rodziców 38

Scenariusze zajęć 39
- Informatyka 40
- Matematyka 44
- Godzina wychowawcza 47
- Biologia 50
- Chemia 52
- Język polski 57
- Język niemiecki 61

Drodzy Nauczyciele i Wychowawcy,

przygotowaliśmy dla Was pakiet edukacyjny, który wspiera edukację ekologiczną w szkołach i przedszkolach. Znajdziecie w nim dużą dawkę wiedzy i gotowe materiały do prowadzenia zajęć. Pakiet powstał jako pomoc dydaktyczna dla programu „Szkolne i przedszkolne projekty recyklingowe", ale można korzystać z niego także na inne, własne sposoby. Liczymy, że Wam się spodoba, a Waszym podopiecznym umili czas i dostarczy pożytecznych wiadomości.

DLACZEGO ALUMINIUM?

Świat zmienia się na naszych oczach. Tam gdzie to możliwe, redukuje się zużycie węgla i paliw kopalnych. Innowacje informatyczne stają się kołem zamachowym nowej gospodarki. Procesom tym towarzyszy zwiększona troska o racjonalne zużycie energii i ochronę środowiska. Nie wszyscy jednak zdają sobie sprawę, jak ważną rolę w tych przemianach odgrywa aluminium. Jako materiał permanentny może być używane i odzyskiwane praktycznie w nieskończoność. Dzięki swoim unikatowym właściwościom pomaga ono budować nowe społeczeństwo i nową jakość życia. Aluminium to świat nowoczesnych technologii, energooszczędnych budynków, lżejszych i bardziej ekonomicznych samochodów, czystszego powietrza oraz powszechnego recyklingu. Aluminium znajduje coraz to nowe zastosowania. Można śmiało powiedzieć, że jest metalem przyszłości – zielonej przyszłości.

FUNDACJA RECAL

Nasza pełna nazwa to Fundacja na rzecz Odzysku Opakowań Aluminiowych RECAL. Od momentu powstania w 1995 r. nieprzerwanie wspieramy codzienny recykling opakowań z aluminium. Zachęcamy do odzysku i ponownego przetwarzania puszek aluminiowych, a także pozostałych opakowań, w których aluminium jest materiałem dominującym. Na co dzień upowszechniamy wiedzę o gospodarczych i ekologicznych korzyściach z odzyskiwania tego cennego surowca. Obszarem, który daje nam szczególnie dużo satysfakcji, jest współpraca ze szkołami, przedszkolami i innymi placówkami oświatowymi. Nasze „Szkolne i przedszkolne projekty recyklingowe" stały się jednym z wzorcowych działań nastawionych na edukację ekologiczną w Polsce. W toku wielu lat współpracy zdobyliśmy licznych przyjaciół wśród nauczycieli, pedagogów i kierowników placówek oświatowych. Również uczniowie chętnie angażują się w nasze projekty. Systematyczna praca i zaufanie, jakim nas obdarzacie, przynoszą wymierne efekty. Gdy zaczynaliśmy działalność, poziom recyklingu puszek po napojach w Polsce kształtował się na poziomie 2 procent. W 2018 r. wynosił już 80,5%!

Aluminium czy glin?

Aluminium to łacińska nazwa pierwiastka z grupy borowców, który w Polsce nazywamy glinem.

Jednocześnie aluminium to potoczna nazwa metalu, którym posługujemy się na co dzień. W rzeczywistości oprócz czystego glinu zawiera on zwykle niewielkie domieszki innych metali oraz śladowe ilości zanieczyszczeń. Dla odróżnienia od pierwiastka tak rozumiane aluminium bywa nazywane glinem technicznym lub glinem metalicznym.

Termin *aluminium* pochodzi od słowa *alumina*, czyli funkcjonującej od końca XVIII w. nazwy tlenku glinu. Z kolei ta wywodzi się z łaciny, gdzie alumen oznacza "gorzką sól". W podobny sposób już w starożytności określano niektóre związki glinu używane przez człowieka. W XIX w. brytyjski chemik sir Humphry Davy, badając właściwości gliny, przewidział istnienie nowego pierwiastka. Początkowo nazwał go *alumium*, a później *aluminium*.
W Polsce przyjęła się jednak nazwa glin – od gliny, z której można pozyskiwać pierwiastek.

1761 – Louis-Bernard de Morveau sugeruje istnienie pierwiastka znanego dziś jako glin

1807 – Sir Humphry Davy po raz pierwszy używa nazwy aluminium

1825 – H.Ch. Oersted otrzymuje glin w formie metalicznej. Mamy to!

1827 – Friedrich Wöhler uzyskuje aluminium w formie metalicznego pyłu

1854 – Próby produkcji na szerszą skalę z użyciem sodu (Na) w roli reduktora

1858 – A. Dufrenov używa nazwy boksyt dla rudy, z której pozyskiwane jest aluminium

1886 – Otrzymywanie aluminium za pomocą elektrolizy (Ch.M. Hall w USA i P. Héroult we Francji)

1888 – Karl Josef Bayer patentuje procedurę uzyskiwania aluminy (Al_2O_3) z boksytu

W Szwajcarii i USA ruszają huty aluminium wykorzystujące elektrolizę

1890 – Rosnąca produkcja powoduje spadek cen metalu (o 80% w stos. do 1854 r.)

1903 – Powstaje duraluminium – stop aluminium o podwyższonej wytrzymałości

1909 – Dzięki aluminiowym częściom silnika bracia Wright mogą wzbić się w powietrze

Najnowsza historia aluminium

Glin jest jednym z najczęściej spotykanych pierwiastków na Ziemi i trzecim składnikiem skorupy ziemskiej. Pod różnymi postaciami występuje we wszystkich znanych środowiskach, a także w organizmach żywych. Jego chemiczne związki były znane i używane od tysięcy lat. Jednak metaliczne aluminium to zupełnie inna i dużo krótsza historia.

W przyrodzie glin spotyka się wyłącznie w formie związanej – głównie w solach i tlenkach. Wynika to z chemicznych właściwości pierwiastka i jego silnego powinowactwa do tlenu. W postaci czystej nie występuje, a jego uzyskanie wymaga trudnego i kosztownego procesu. Dlatego metaliczny glin udało się wyodrębnić dopiero w XIX w., a jego cena przez wiele lat była wyższa od ceny złota!

Podczas oficjalnych przyjęć Napoleon III serwował posiłki na talerzach z aluminium. Takie wyróżnienie było jednak zarezerwowane dla najważniejszych gości. Pozostali musieli zadowolić się zastawą ze srebra i złota.

1910 – Rusza pierwsza fabryka folii aluminiowej (na bazie technologii opracowanej w 1907 r.)

1915 – Hugo Junkers projektuje pierwszy metalowy samolot z aluminiowym kadłubem

1920 – Lata dwudzieste wprowadzają aluminium do gospodarstw domowych

1931 – Empire State Building – najwyższy budynek świata szeroko wykorzystuje aluminium

1935 – W USA trafia na półki pierwsza metalowa puszka na napoje, rok później jest już w Europie

1939 – Wybuch II wojny światowej – aluminium staje się metalem strategicznym

1957 – Wystrzelenie Sputnika – aluminium rusza na podbój kosmosu

1964 – Pierwsza całkowicie aluminiowa puszka na napoje zbudowana z dwóch części

1994 – Audi wdraża własną technologię produkcji aluminiowych elementów karoserii

2007 – Pierwszy iPhone ma aluminiowe elementy obudowy

2012 – Do produkcji wchodzi Tesla S – zrobiona w znacznej mierze z aluminium

2018 – Roczna światowa produkcja aluminium pierwotnego wyniosła ponad 64 miliony ton

Wszystko zaczęło się w roku 1807, kiedy to Humphry Davy, badając glinę, doszedł do wniosku, że zawiera ona nowy, nieznany metal. Brytyjczyk przewidział też, że aluminium da się uzyskać drogą elektrolizy tlenku glinu (Al_2O_3). Nie potrafił jednak udowodnić swojej teorii w praktyce. Kilkanaście lat później, w 1825 r., Duńczyk Hans Christian Oersted połączył chlorek glinu z amalgamatem potasu, prawdopodobnie uzyskując aluminium. Uczony nigdy nie przykładał wagi do swojego odkrycia. Wyniki badań przekazał niemieckiemu chemikowi, Friedrichowi Wöhlerowi, który na drodze podobnych reakcji i eksperymentów w 1827 r. uzyskał 30 g aluminiowego pyłu. Pionierowi badań nad aluminium zajęło dalszych kilkanaście lat, zanim w 1845 r. był w stanie produkować niewielkie ilości metalu w warunkach laboratoryjnych. Metoda Wöhlera była bardzo kosztowna, a jej wydajność za mała do szerszych zastosowań. Pierwszą przemysłową technologię produkcji aluminium ogłosił w 1854 r. francuski chemik Henri Étienne Sainte-Claire Deville, który zastąpił potas sodem, uzyskując tańszy i bardziej pewny reduktor. Nowy metal zaprezentowano szerokiej publiczności na Wystawie Światowej w Paryżu w 1855 r. Od tego momentu aluminium staje się elementem wiedzy powszechnej. Upowszechnienie i obniżanie kosztów produkcji pociąga za sobą niemal 7-krotny spadek rynkowej wartości metalu w ciągu zaledwie czterech lat. Mimo to aluminium wciąż należy do kosztownych – jego cena w omawianym okresie zbliżona jest do ceny srebra. Bywa nawet nazywane „srebrem z gliny". Dzienna produkcja we francuskiej manufakturze zarządzanej przez Sainte-Claire Deville'a wynosiła ok. 2 kg metalu. Z aluminium tworzono głównie przedmioty ozdobne i biżuterię, ale rozważano także inne zastosowania. Z dzisiejszej perspektywy niektóre wydają się dziwaczne (jak np. metalowe kapelusze), ale inne przetrwały próbę czasu i funkcjonują do tej pory. Nowy materiał przyciągał naukowców i wizjonerów. W drugiej połowie XIX w. w różnych ośrodkach testuje się nowe sposoby produkcji i rozmaite źródła pozyskiwania glinu. Z tych poszukiwań dwie technologie okażą się kluczowe dla dalszych losów metalu.

Pierwsza z nich to przemysłowe zastosowanie elektrolizy, do którego doszło w 1886 r. Wprawdzie aluminium w drodze redukcji elektrolitycznej otrzymano już wcześniej, ale nie istniały wówczas możliwości dostarczenia odpowiednich ilości energii na potrzeby poważniejszej produkcji. Tę sytuację zmieniło udoskonalenie generatorów elektrycznych w 1870 r. oraz wynalezienie systemu przesyłu trójfazowego, który pozwolił na dostarczanie znacznych ilości energii na duże odległości. Problemem pozostała natomiast wysoka temperatura topnienia tlenku glinu. Rozwiązali ją w tym samym czasie, lecz niezależnie od siebie, francuski inżynier Paul Héroult oraz amerykański student Charles Hall. Metodę do dziś nazywa się od nazwisk jej twórców procesem Halla-Héroulta. W największym skrócie polega ona na elektrolitycznej redukcji tlenku glinu rozpuszczonego w kriolicie – minerale, który obniża temperaturę konieczną do roztopienia aluminy. Pierwsze na świecie huty aluminium wykorzystujące powyższą technologię powstały w Szwajcarii i USA, w pobliżu elektrowni wodnych. Do dzisiaj dostęp do dużych ilości taniej energii elektrycznej jest jedną z najważniejszych przesłanek opłacalności produkcji aluminium.

Druga ważna technologia wiąże się z pozyskiwaniem surowca. Jej autorem jest austriacki chemik Karl Bayer. W ciągu kilku lat 1887–1889 opracował on metodę uzyskiwania tlenku glinu Al_2O_3 z boksytu znaną dziś jako proces Bayera. Odkrycie to ustaliło pozycję boksytu jako głównego surowca używanego do produkcji aluminium, a przede wszystkim otworzyło drogę do masowego wytwarzania metalu. Dysponując dużymi ilościami czystego tlenku glinu oraz technologią elektrolizy można było wytwarzać aluminium na nieznaną wcześniej skalę. Technologie bazujące na procesach Halla-Héroulta i Bayera są do dzisiaj podstawowymi sposobami przemysłowej produkcji aluminium. Obie były systematycznie unowocześniane, co z czasem pozwoliło zwiększać ich efektywność.

Przełom wieku XIX i XX wyznacza początek masowych zastosowań aluminium. Lekkość nowego metalu daje inżynierom możliwości, jakich wcześniej nie mieli. Już w 1889 r. Karl Benz prezentuje na Wystawie Światowej w Berlinie sportowy samochód z aluminiowym korpusem. Konstruktor próbuje też wykorzystywać aluminiowe elementy w swoich silnikach, ale wiedza o metalu jest jeszcze zbyt mała, żeby osiągnąć sukces. W 1891 Alfred Nobel zamawia pierwszą pasażerską łódź z aluminiowym kadłubem. Kilka lat później na zamówienie carskiej marynarki wojennej powstaje torpedowiec „Sokół". Lekki, aluminiowy kadłub pozwala mu rozwijać rekordową jak na tamte czasy prędkość 32 węzłów (ok. 59 km/h). Dzięki aluminiowym częściom silnika w 1903 r. bracia Wright mogą wzbić się w powietrze i otworzyć nowy rozdział w historii ludzkości.

Wcześniejsze próby nie przynosiły spodziewanych efektów, gdyż wykonana ze stopów żelaza jednostka napędowa, przy stosunkowo małej mocy, była za ciężka, aby oderwać samolot od ziemi. W przyszłości aluminium stanie się podstawowym materiałem używanym w lotnictwie. Wachlarz zastosowań poszerza uzyskanie w 1909 r. duraluminium – rodziny stopów, które przy zachowaniu lekkości aluminium cechują się zwiększoną wytrzymałością.

Korzystne cechy nowego metalu szybko odkrywa przemysł opakowań. Już w 1907 powstaje technologia walcowania aluminium, pozwalająca uzyskiwać pasy niezwykle cienkiego metalu. Trzy lata później w Kreuzlingen powstaje pierwsza na świecie fabryka folii aluminiowej, a „sreberko" staje się nieodłącznym atrybutem szwajcarskiej czekolady.

Równocześnie z upowszechnieniem aluminium rodzi się przemysł jego recyklingu. Od pierwszych lat XX w. wiadomo, że przetapianie aluminiowych przedmiotów pozwala uzyskać metal o identycznych właściwościach jak wyprodukowany bezpośrednio z rudy, za to znacznie taniej. Zarówno aluminium, jak i jego odzyskiwanie nabierają szczególnego znaczenia podczas wojny. W latach 1914–1918 materiał wykorzystywany jest do pierwszych zastosowań wojskowych. Podczas kolejnej wojny jest już niezbędnym surowcem w rozwiniętym przemyśle lotniczym oraz innych gałęziach produkcji zbrojeniowej. W 1939 r. największym producentem metalu są Niemcy. Aluminiowe monety, wprowadzone w czasach niemieckiej hiperinflacji, stają się w latach trzydziestych symbolem gospodarczej siły i postępu. Od 1941 r. są jednak wycofywane z obiegu – aluminium jest zbyt cenne dla wojennej gospodarki, aby wyrabiać z niego pieniądze. Do historii przejdą słowa Stalina skierowane do prezydenta Roosevelta: „Dajcie mi 30 tys. ton aluminium, a wygram wojnę". Nie tylko militarne potęgi używały metalicznego glinu. Legendarna polska konstrukcja lotnicza PZL Łoś wykorzystywała 5 ton duraluminium i tylko 1 tonę stali. Przymierze aluminium z przemysłem lotniczym po wojnie zostało rozciągnięte na technologie kosmiczne. Wystrzelony w 1957 r. pierwszy sztuczny satelita Ziemi miał powłoki wykonane ze stopów aluminium. Materiałów tych używano praktycznie we wszystkich konstrukcjach kosmicznych tamtego czasu. Wcześniej, bo już w latach dwudziestych, aluminium zagościło w kuchniach i prywatnych mieszkaniach. Wytwarzano z niego garnki, sztućce, naczynia i sprzęt domowego użytku. W 1964 r. pojawia się w amerykańskich sklepach dwuczęściowa aluminiowa puszka na napoje. Rok 1975 przyniósł rozwiązanie znane nam po dziś dzień – trwałe połączenie kluczyka z wieczkiem, bez potrzeby całkowitego odrywania go w czasie otwierania. Powstaje jeden z najlepiej rozpoznawalnych aluminiowych przedmiotów codziennego użytku i symbol efektywnego recyklingu. Trzy lata później na sprzedaż napojów tej formie decyduje się Coca-Cola i Pepsi. Aluminium odegrało kluczową rolę w budowie systemu japońskich szybkich kolei Shinkansen. Pierwsza linia oddana w 1964 r. w ciągu niespełna 3 lat przewiozła 100 milionów pasażerów. Japoński sukces był inspiracją dla kolei francuskich oraz innych przewoźników. Obecnie superszybkie koleje skonstruowane z zastosowaniem stopów aluminium osiągają średnie prędkości podróżne rzędu 200–300 km/h. Niska masa i idące za nią osiągi to także przyczyna rosnącego udziału aluminium w konstrukcjach samochodowych. Na przełomie lat sześćdziesiątych i siedemdziesiątych wzrasta świadomość ekologiczna. Rządy wielu państw przyjęły regulacje, które ułatwiły recykling metalu. Wprowadzano też przepisy faworyzujące czystsze technologie produkcji. Przemysł aluminiowy szybko podjął wyzwanie, stając się ważnym popularyzatorem recyklingu.

Obecnie liderem światowej produkcji aluminium (zarówno pierwotnego, jak i wtórnego) są Chiny. Złożyły się na to: dobra dostępność surowców, tania energia elektryczna oraz polityka chińskich władz. W światowej dyskusji o aluminium nie słabną wątki ekologiczne. Zwraca się uwagę, że aluminium jest materiałem permanentnym, co oznacza możliwość przetwarzania bez ograniczeń czasowych czy ilościowych, a także bez utraty jakości. Raz wyprodukowane aluminium może pozostać w obiegu gospodarczym przez setki lat. Z tego względu omawiany metal jest jednym z kluczowych surowców tzw. gospodarki obiegu zamkniętego (ang. circular economy). To nowy model ekonomiczny, w którym dąży się do wyeliminowania strat surowców i uwzględnienia recyklingu już na etapie projektowania przedmiotów. Wszystko to pozwala stwierdzić, że rola aluminium w przyszłości na pewno nie zmaleje.

Alu-Polska,
czyli polskie wątki w świecie aluminium

W Polsce także występuje boksyt! Można go znaleźć w okolicach miejscowości Nowa Ruda na Dolnym Śląsku. Niewielkie ilości tej skały odkryto również w Górach Świętokrzyskich koło Nowej Słupi*. Rodzime zasoby mogą być dodatkową atrakcją dla szkolnych wycieczek lub miłośników geologii, ale nie mają potencjału gospodarczego.

Duże znaczenie dla elektrolitycznej produkcji aluminium na skalę przemysłową miało opracowanie trójfazowego układu obwodów elektrycznych. Jednym ze współtwórców tego wynalazku był inżynier polskiego pochodzenia – Michał Doliwo-Dobrowolski.

Austriak Karl Bayer, twórca stosowanej do dziś metody pozyskiwania tlenku glinu z boksytu, urodził się w Bielitz, czyli dzisiejszym Bielsku-Białej. W jego czasach miejscowość była częścią Księstwa Górnego i Dolnego Śląska należącego do Cesarstwa Austriackiego. Przyszły wynalazca znał dobrze język polski.

Polscy chemicy mają liczący się dorobek w pracach nad pozyskiwaniem glinu z uboższych materiałów glinonośnych, takich jak gliny, iły, łupki ilaste, a także niektóre odpady przemysłowe. Opracowane przez nich metody pozwalają na produkcję tlenku glinu o wysokiej czystości z tanich źródeł nieboksytowych. Wprawdzie poziom komplikacji technologicznej jest w ich wypadku wyższy niż w przypadku procesu Bayera, ale historycznie stanowią ważną próbę wykorzystania surowców dostępnych w naszym kraju. Są też świadectwem talentu i pomysłowości naszych uczonych.

- Tzw. metoda Grzymka (metoda spiekowo-rozpadowa) opracowana przez zespół pod kierunkiem Jerzego Grzymka umożliwiała pozyskiwanie tlenku glinu, a także cementu, w procesie spiekania rud glinonośnych z wapieniem i wodnym roztworem sody. Metodę po raz pierwszy zastosowano w skali doświadczalnej w 1954 r., a w latach 1966–1985 produkowano 70 tys. ton tlenku. W czasach PRL metoda Grzymka była jedną z najczęściej kupowanych polskich technologii i naszym swoistym „towarem eksportowym".

- Oryginalną metodę otrzymywania półproduktu do wyrobu aluminium opracował Stanisław Bretsznajder (metoda kwaśna, metoda Bretsznajdera), który rozpoczął prace w dwudziestoleciu międzywojennym jako 27-letni asystent prof. Józefa Zawadzkiego. Metoda polegała na wytrawianiu prażonej gliny kwasem siarkowym w odpowiednio dobranych warunkach ciśnienia i temperatury. W efekcie uzyskuje się siarczan glinu, podczas gdy żelazo i inne zanieczyszczenia pozostają w materiale wyjściowym. Dalszy krok polega na prażeniu siarczanu glinu, w wyniku czego rozkłada się on do tlenku glinu Al_2O_3 oraz tlenku siarki SO_3, który wykorzystywany jest ponownie do produkcji kwasu siarkowego. Wdrożenie metody do zastosowań przemysłowych przerwał wybuch II wojny światowej. Po wojnie koncepcję Bretsznajdera i współpracujących z nim naukowców z powodzeniem przetestowano w Zakładzie Doświadczalnym w Luboniu. Używano jej też do produkcji kamieni technicznych w hucie aluminium w Skawinie**.

* Za: A. Bolewski, A. Manecki, Mineralogia szczegółowa, Wyd. PAE, Warszawa 1993

** Szczegółowy opis obu metod w: A. Pytliński, A. Noworyta, A. Czajkowski, Koncepcja otrzymywania koncentratu wysokoglinowego z odpadów surowców glinonośnych, "Physicochemical Problems of Mineral Processing", nr 16 (1) 1984.

Wielu wybitnych chemików w czasie wojny związało się lub sprzyjało ruchowi oporu. Prof. Józef Zawadzki organizował tajne nauczanie na poziomie akademickim. Współpracował z Delegaturą Rządu na Kraj, podziemnym harcerstwem oraz Komendą Główną AK. Dzięki swojej wiedzy pomógł złamać recepturę paliwa niemieckich rakiet V2. Był ojcem legendarnego Tadeusza Zawadzkiego „Zośki" – uczestnika akcji pod Arsenałem i komendanta harcerskich Grup Szturmowych na terenie Warszawy, jednego z bohaterów książki „Kamienie na szaniec". Stanisław Bretsznajder jako współpracownik AK pomagał przygotowywać akcje sabotażowe. Także Jerzy Grzymek – późniejszy organizator Ministerstwa Przemysłu Materiałów Budowlanych – uczestniczył w polskim ruchu oporu. Po wojnie wszyscy wspomniani naukowcy włączyli się w odbudowę krajowego przemysłu i szkolnictwa wyższego.

W Polsce funkcjonowały dwie huty zajmujące się elektrolitycznym wytwarzaniem aluminium pierwotnego: huta w podkrakowskiej Skawinie oraz huta w Koninie. W 2008 r. Polska wyprodukowała 0,8 kg aluminium pierwotnego na 1 mieszkańca kraju, przy globalnym wskaźniku wynoszącym 5,8 kg metalu z całej światowej produkcji na 1 mieszkańca Ziemi. Ostatni krajowy wydział elektrolizy w Koninie zamknięto w 2009 r. Obecnie nie produkuje się u nas metalu z surowca glinonośnego, czyli aluminium pierwotnego.

Pierwszą polską hutę aluminium uruchomiono w Skawinie w lipcu 1954 r. Inwestycja była częścią tzw. planu 6-letniego. O lokalizacji zdecydowały czynniki polityczne oraz sąsiedztwo budowanej równolegle elektrowni węglowej. Huta bazowała na przestarzałych radzieckich rozwiązaniach, dlatego była technologicznym przeżytkiem już w chwili otwarcia. Mimo braku znaczących modernizacji produkcja urosła z 20 tys. ton aluminium w latach pięćdziesiątych do 55 tys. pod koniec lat siedemdziesiątych. W szczytowym momencie zakład zatrudniał 2,5 tys. osób. Archaiczne technologie przyczyniły się do znacznej uciążliwości dla środowiska i lokalnej ludności. Były one również główną przyczyną zamknięcia wydziału elektrolizy w styczniu 1981 r. i jednym z pierwszych sukcesów rodzących się polskich ruchów ekologicznych.

Hutę w Koninie uruchomiono w 1966 r. nieopodal elektrowni opalanej węglem brunatnym z pobliskiej kopalni. Była znacznie nowocześniejszym obiektem niż huta w Skawinie, a jej projekt bazował na rozwiązaniach francuskich. Już w pierwszych lata działalności wytwarzała ok. 43 tys. ton metalu rocznie. Podstawowe surowce pochodziły głównie z importu. W 1972 roku uruchomiono produkcję wyrobów walcowanych z roczną produkcją wynoszącą 26 tys. ton. Trzy lata później w konińskim zakładzie ruszyła wytwórnia taśm cienkich. Pozyskiwanie aluminium pierwotnego zakończono w 2009 r. ze względu na wysokie ceny energii elektrycznej (rocznie huta zużywała ok. 1 terawatogodziny energii elektrycznej, czyli ok. 0,8–0,9% całej energii elektrycznej wytwarzanej w Polsce). Choć huta nie produkuje już aluminium pierwotnego, nadal przetapia metal pochodzący ze źródeł zewnętrznych – w tym z recyklingu.

W naszym kraju istnieje kilka odlewni przetwarzających aluminium wyprodukowane przez inne huty. Jedną z najstarszych firm o takim profilu i ważną częścią historii polskiego przemysłu aluminiowego są Zakłady Metali Lekkich „Kęty" (od 2000 r. Grupa Kęty). Decyzja o budowie zakładu przetwórstwa aluminium zapadła już w 1949 r. Po wyznaczeniu lokalizacji rozpoczęły się prace projektowe i budowlane i w 1953 r. uruchomiono pierwszą odlewnię. W kolejnych latach rozpoczynały pracę inne wydziały (prasownie, ciągarnie, walcownie), a w 1978 powstał Oddział Przerobu Złomu. Dzięki nowoczesnym technologiom kupowanym na Zachodzie firma mogła pochwalić się wysokiej jakości produktami do najrozmaitszych zastosowań domowych i przemysłowych. W czasach PRL była m.in. znanym producentem grzejników.

Jak powstaje **aluminium?**

Nazwa „boksyt” pochodzi od francuskiej miejscowości Baux-de-Provence, gdzie minerał został odkryty.
Jego największe złoża znajdują się jednak w Afryce, Australii, Azji i Ameryce Południowej. Najwyższe miejsce w światowym wydobyciu zajmuje Australia.

POZYSKANIE BOKSYTU

$$FeO(OH) \times Al_2O_3 \times 2H_2O$$

Boksyt to ruda aluminium, czyli materiał, z którego w hutach pozyskuje się metal. Jak już zostało powiedziane, glin – mimo swojej powszechności – nie występuje w przyrodzie w postaci czystej. Nie można więc znaleźć grudki glinu ani wydobywać go tak jak złota. Paradoksalnie jest bardzo powszechnym pierwiastkiem i pod postacią różnych związków mineralnych wchodzi w skład wielu skał. Znaczenie gospodarcze mają głównie boksyty. Te ilaste rudy występują w różnych odmianach – najczęściej w gorącym klimacie. Zawierają przeciętnie 20–30%, a w bogatych złożach nawet 60% tlenku glinu (Al_2O_3). Oprócz tego zawierają inne substancje, w tym związki żelaza, które nadają im charakterystyczną brunatną barwę. Przyjmuje się, że wartość przemysłową mają boksyty zawierające przynajmniej 40% tlenku glinu. Od 50% można zaś mówić o surowcu wysokiej jakości. Istotnym parametrem jest także zawartość tlenku krzemu (SiO_2) – im mniejsza, tym lepiej, ponieważ krzemionka wpływa negatywnie na efektywność przeróbki rudy. Aby produkcja była opłacalna, proporcja Al_2O_3:SiO_2 w surowcu powinna być wyższa niż 7. Dla najlepszych boksytów wynosi ona nawet 20*. Boksyt zawiera też pewną ilość wody. Nie wpływa ona na proces dalszej obróbki, ale podnosi koszty transportu urobku.

Około 95% wydobywanych boksytów przeznaczanych jest do wytwarzania tlenku glinu (aluminy), który następnie w zdecydowanej większości używany jest w hutach do wytwarzania metalicznego aluminium. Reszta rudy trafia do przemysłu chemicznego, produkcji materiałów ściernych, ogniotrwałych oraz do innych zastosowań.

Pokłady boksytów znajdują się najczęściej płytko pod powierzchnią ziemi, dlatego wydobywa się je w ogromnych kopalniach odkrywkowych. Po zakończeniu eksploatacji tereny wyrobisk są poddawane rekultywacji i przywracane naturze.

* Szczegóły technologiczne m.in. za: P. Wyszomirski, Surowce i recykling, wykład 9: http://home.agh.edu.pl/~pwysz/wyklad_tar. htm [dostęp: 21.01.2019]

UZYSKANIE ALUMINY – PROCES BAYERA

Al_2O_3

Nie da się po prostu wrzucić boksytu do pieca, aby uzyskać aluminium – nie pozwalają na to chemiczne właściwości glinu. Dla celów przemysłowych z rudy pozyskiwana jest najpierw tzw. alumina, czyli tlenek glinu (Al_2O_3). Odbywa się to najczęściej w procesie Bayera. Surowy boksyt jest w nim płukany, mielony na mikroskopijne ziarna i rozpuszczany w sodzie kaustycznej. Otrzymany w ten sposób glinian sodowy podlega dalszemu oczyszczaniu chemicznemu i w końcu rozkładowi w wysokiej temperaturze do czystego białego proszku, czyli aluminy.

Z chemicznego punktu widzenia proces produkcji można podzielić na trzy etapy: ekstrakcję, wytrącenie i kalcynację*. Mielenie, które ma przygotować materiał do ekstrakcji, odbywa się w młynach rurowych aż do uzyskania ziaren o grubości mniejszej od 0,3 mm. Wcześniej boksyt uzupełniany jest tlenkiem wapnia. Powstały proszek rozpuszcza się w gorącym roztworze NaOH i kilka godzin przetrzymuje w tzw. autoklawach, czyli zamkniętych komorach pozwalających kontrolować ciśnienie i temperaturę. Parametry te nie są stałe i zależą od składu surowca oraz konkretnej technologii (proces Bayera doczekał się wielu odmian).

W autoklawach zachodzi właściwa ekstrakcja tlenku glinu, który przechodzi do zasady sodowej i tworzy z nią glinian sodowy. W tym samym czasie z zasadą sodową i rozpuszczonym w niej glinianem sodowym reaguje też zawarta w boksycie krzemionka (tlenek krzemu – SiO_2). Wiąże ona glin w nierozpuszczalnym glinokrzemianie sodowym, co obniża efektywność metody Bayera. Produktem ubocznym ekstrakcji są osady nazywane „czerwonym szlamem" lub „czerwonym błotem". Ze względu na szkodliwe oddziaływanie na środowisko wymagają specjalnego składowania. Mogą być jednak źródłem rzadkich substancji. Istnieją projekty użycia czerwonego szlamu w procesie odsiarczania paliw. Po zamknięciu zbiorników ich tereny z powodzeniem można rekultywować.

Etap krystalizacji dokonuje się poprzez chłodzenie zasady sodowej wraz z rozpuszczonym w niej glinianem. Pod wpływem obniżonej temperatury roztwór rozkłada się na NaOH oraz kryształy $Al(OH)_3$. Ług sodowy jest ogrzewany i ponownie wykorzystywany do ekstrakcji, natomiast wodorotlenek glinu przemywa się i suszy.

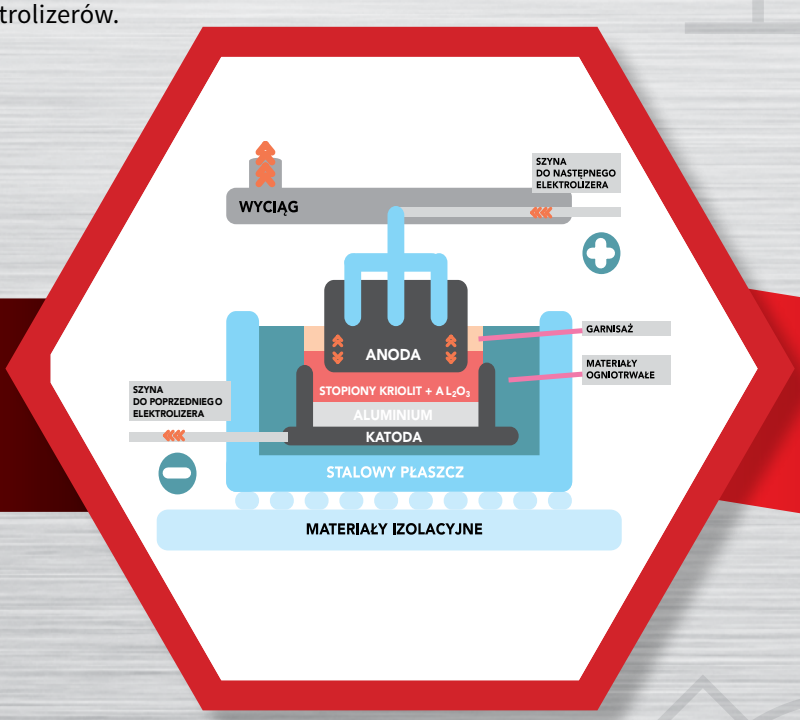
Ostatni etap procesu Bayera to kalcynacja, czyli prażenie wodorotlenku glinu otrzymanego w poprzednim kroku. Prażenie odbywa się specjalnych piecach w temperaturze 1000–1250°C. W jego wyniku wodorotlenek glinu rozkłada się na parę wodną i czystą aluminę: $(Al_2O_3)\ 2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 \times 3H_2O$.

*Zob. też. https://materialyinzynierskie.pl/proces-produkcji-tlenku-glinu-aluminium/

HUTNICZA ELEKTROLIZA I CZYSTE ALUMINIUM

Wytop metalu z aluminy odbywa się w procesie elektrolizy Halla-Héroulta. Metoda doczekała się kilku odmian technologicznych, które różnią się przede wszystkim budową anody oraz sposobem zasilania tlenkiem glinu, co przekłada się na różnice w konstrukcjach urządzeń do przeprowadzania elektrolizy (elektrolizerów). Istota procesu jest jednak identyczna: pod wpływem prądu stałego rozpuszczony tlenek glinu rozkładany jest na metaliczny glin oraz gazowy tlen.

Hutnicze elektrolizery zbudowane są z części katodowej i anodowej. W dużym uproszczeniu część katodowa to prostopadłościenna wanna wyłożona materiałem izolacyjnym. Instalacje średniej wielkości mają ok. 10 m długości, 5 m szerokości i 1,5 m głębokości*. Wewnętrzną warstwę stanowią uszczelnione bloki węglowe połączone z instalacją prądu stałego. Pełnią one funkcję katody, choć w sensie chemicznym właściwą katodą jest warstwa roztopionego aluminium. W trakcie eksploatacji boczne ściany pokrywają się warstwą tzw. garnisażu z wykrystalizowanego elektrolitu. Zewnętrzną warstwę wanny stanowi pancerz wykonany ze stali. Część anodową tworzą przede wszystkime głównie sworznie anodowe, na których umieszcza się węglowe anody. Oprócz tego elektrolizery posiadają okapy wychwytowe gazu, instalacje doprowadzenia surowców i inne elementy. W pojedynczej hucie pracują na ogół dziesiątki takich elektrolizerów.



Aby przeprowadzić elektrolizę, substancja jej poddawana (elektrolit) musi mieć postać płynną. Stopienie tlenku glinu wymagałoby temperatury powyżej 2000°C i wiązało się z dużymi kosztami. Dlatego w procesie Halla-Héroulta używa się syntetycznego kriolitu lub jego odpowiedników ($Na_3[AlF_6]$). Minerał ten ma zdolność obniżania temperatury topnienia aluminy i jednocześnie sam nie zakłóca elektrolizy. Dawniej hutnicy posługiwali się kriolitem pochodzenia naturalnego, ale rzadkość jego występowania przesądziła o sięgnięciu po surowiec syntetyczny. Dla jeszcze większej efektywności do kąpieli dodaje się fluorki wapnia lub glinu. W efekcie temperatura panująca w wannie elektrolitycznej wynosi średnio 960°C. Kriolit stanowi 75% masy całego roztworu, natomiast zawartość tlenku glinu utrzymywana jest na poziomie 2–6%. Wyższe stężenie powodowałoby osiadanie rozpuszczonej aluminy na dnie wanny (jest ona cięższa niż czyste aluminium) i zakłócało proces. W nowoczesnych hutach elektrolizą sterują komputery, które kontrolują parametry kąpieli i uzupełniają tlenek glinu w trakcie wytopu. Wskaźnikiem, który dawniej pozwalał ocenić ilość przetworzonego tlenku glinu, było napięcie prądu, wzrastające w miarę postępowania całego procesu z ok. 5V do 30–60V. Powstające ciekłe aluminium zbiera się przy katodzie na dnie wanny. Stąd okresowo jest odprowadzane do kadzi za pomocą specjalnych syfonów próżniowych. Typowe hutnicze kadzie mogą pomieścić 5–10 ton płynnego metalu, a spusty dokonywane są co 2– 4 dni. Odprowadzenie aluminium obniża objętość kąpieli, dlatego elektrody opuszcza się, aby pozostały zanurzone w elektrolicie i proces trwał nieprzerwanie.

* Szczegóły technologiczne m.in. za: J. Wypartowicz, A. Łędzki i in. Metalurgia metali nieżelaznych, wykład 11: http://home.agh.edu.pl/~zmsz/pl/pliki/mmn/MMN_W11_ALU.pdf [dostęp: 15.02.2019]

Przemysłowa elektroliza aluminium wymaga dużych nakładów energetycznych. Średnio wyprodukowanie 1 kg metalu pochałania 15 kWh energii elektrycznej. Dzięki nowoczesnym technologiom udało się jednak zmniejszyć zużycie prądu o niemal 15%! Dostępne jest również aluminium „CO_2 free", do produkcji którego wykorzystano energię odnawialną lub pochodzącą z elektrowni jądrowych.

Płynny metal wędruje do pieców podgrzewających, w których dodaje się do niego inne metale stopowe. Stopów nie robi się, gdy celem produkcji jest czyste aluminium.

Powyższa technologia pozwala uzyskać aluminium o czystości rzędu 99,5–99,8%. Metal wciąż zawiera sporo zanieczyszczeń, które obniżają jego jakość i eliminują z niektórych zastosowań. Przykładowo produkcja folii możliwa jest dopiero przy czystości 99,99%. Jeszcze wyższe wymagania występują w przemyśle elektronicznym. Typowe niepożądane składniki to tlenki sodu, magnezu, wapnia, azotków, węglików, borków, a także cząsteczki gazowego wodoru. Ich usuwanie odbywa się w drodze rafinacji. W praktyce stosuje się wiele różnych technologii. Jedną z popularnych metod jest trójwarstwowa rafinacja elektrolityczna. Podobnie jak wytop metalu, wykorzystuje ona proces elektrolizy o odpowiednio dobranych parametrach. Oczyszczania można dokonywać także poprzez wprowadzenie gazu do ciekłego metalu. Wybór gazu podyktowany jest rodzajem zanieczyszczeń – np. mieszanina chloru i argonu usuwa zanieczyszczenia metaliczne. Z kolei argon lub azot stosowany jest do usuwania wodoru. Metal jest następnie filtrowany.

Ostatnim stadium produkcji jest odlewanie form. Jednak zanim metal opuści hutę, poddawany jest procesowi homogenizacji. Formy najczęściej mają budowę cylindryczną, ale zdarzają się też sztaby i inne kształty. W tej postaci aluminium dostarczane jest do zakładów, które przerabiają je na dalsze półprodukty (np. blachy i folie) lub ostateczne wyroby.

Najlepsza metoda produkcji aluminium to recykling!

MATERIAŁ PERMANENTNY

Aluminium jest materiałem permanentnym. Oznacza to, że może być odzyskiwane w procesie recyklingu bez ograniczeń, praktycznie w nieskończoność. Skład chemiczny i właściwości metalu produkowanego w ten sposób są identyczne, jak w przypadku pierwotnego wytwarzania z boksytu. Dużo niższe są natomiast koszty i uciążliwość dla środowiska. Uzyskanie aluminium z recyklingu jest o ok. 60% tańsze niż uzyskanie aluminium pierwotnego. Co ważne, pochłania 95% mniej energii niż produkcja tej samej ilości metalu z boksytu. Wytworzenie 1 tony metalu ze złomu puszkowego pozwala zaoszczędzić energię, jaka w typowym gospodarstwie domowym wystarczyłaby na 10 lat! Recykling radykalnie ogranicza też emisję szkodliwych gazów, zużycie wody oraz stosowanie niebezpiecznych związków chemicznych.

WYJĄTKOWE WŁAŚCIWOŚCI ALUMINIUM

LEKKOŚĆ I WYTRZYMAŁOŚĆ

Aluminium jest niemal trzykrotnie lżejsze od stali. Choć w stanie czystym jest materiałem łamliwym, to z niewielkimi dodatkami innych metali tworzy stopy o bardzo wysokiej wytrzymałości. **Niska masa ułatwia wiele zastosowań, a w czasie transportu redukuje koszty oraz emisję gazów cieplarnianych – lżejsze ładunki oznaczają mniej zużytego paliwa i mniej spalin.**

DOSKONAŁE PRZEWODNICTWO CIEPLNE

Właśnie dlatego aluminium jest chętnie wykorzystywane w urządzeniach chłodniczych, klimatyzatorach oraz do produkcji opakowań. Dobre przewodnictwo oznacza, że potrawy umieszczone w aluminiowych opakowaniach błyskawicznie się nagrzewają i chłodzą. Nie trzeba marnować energii na zmianę temperatury samego opakowania.

NIEPRZEPUSZCZALNOŚĆ

Nawet folia aluminiowa o grubości 0,007 mm (siedmiu tysięcznych milimetra) stanowi nieprzepuszczalną barierę, chroniącą żywność lub inną zawartość. Aluminium zatrzymuje bakterie i inne mikroorganizmy, tłuszcze oraz co ważne – światło. Nie przepuszcza też zapachów i smaków, a samo pozostaje pod tym względem doskonale neutralne.

NIETOKSYCZNOŚĆ

Glin traktowany jest powszechnie jako pierwiastek neutralny dla zdrowia. Światowa Organizacja Zdrowia ustaliła normę spożycia glinu na dość wysokim poziomie wynoszącym 7 mg na 1 kg masy ciała tygodniowo. Aby wprowadzić taką ilość do organizmu, człowiek o masie 80 kg musiałby zjadać dziennie 80 kg ogórków lub 40 kg mięsa drobiowego.

ŁATWOŚĆ OBRÓBKI

Aluminium jest bardzo plastycznym materiałem. Może być stosunkowo łatwo obrabiane i kształtowane w różnych technologiach. Niska temperatura topnienia ułatwia odlewanie gotowych form, natomiast giętkość pozwala kształtować metal na zimno. Plastyczność aluminium daje mnóstwo swobody projektantom i inżynierom. Z tego co wiemy, chętnie z niej korzystają.

WŁAŚCIWOŚCI ODBIJAJĄCE

Choć aluminium świetnie przewodzi ciepło, to odpowiednio przygotowane doskonale odbija fale elektromagnetyczne. Ze względu na tę właściwość używane jest w produkcji zwierciadeł, reflektorów, a także w niektórych zastosowaniach izolacyjnych. Z aluminium robi się chociażby koce ratunkowe, które chronią przed wyziębieniem ofiary wypadków.

ŁATWOŚĆ RECYKLINGU I MOŻLIWOŚĆ STOSOWANIA PERMANENTNEGO

Przetapianie aluminium może się odbywać w nieskończoność. Metal nie traci swoich właściwości i za każdym razem ma wszystkie cechy nowego wyrobu. Do tego wymaga tylko 5% energii, jaka byłaby potrzebna do wyprodukowania metalu bezpośrednio z rudy!

POWSZECHNOŚĆ WYSTĘPOWANIA

Glin jest jednym z najpowszechniejszych pierwiastków na Ziemi. Stanowi 8,1% składu chemicznego litosfery, co czyni go trzecim najpowszechniejszym pierwiastkiem zewnętrznej powłoki naszej planety. Niestety nie jest to równoznaczne z dostępnością glinu metalicznego, pozyskiwanego przez człowieka. Obecnie światowa produkcja aluminium pierwotnego bazuje na złożach boksytów. Są one wystarczająco duże, żeby spać spokojnie, ale należą do zasobów nieodnawialnych i kiedyś mogą ulec wyczerpaniu. To ważny argument dla naukowców, poszukujących nowych metod produkowania aluminium, i dla nas wszystkich, by poważnie myśleć o recyklingu.

PRZEWODNICTWO ELEKTRYCZNE

Techniczny glin to świetny przewodnik prądu. Uwzględniając niską masę, jest prawie dwa razy lepszy od miedzi. Ze względu na zachowanie atomów metalicznego glinu ogranicza się jednak jego stosowanie przy wysokich napięciach. Natomiast tam, gdzie liczy się wydajność przesyłu prądu, a napięcia są relatywnie niskie, aluminium pozostaje naturalnym wyborem. Nie bez powodu jego najczystsze odmiany używane są w elektronice.

NIEPALNOŚĆ

Aluminiowy pył spala się w bardzo wysokiej temperaturze. Ze względu na tę cechę stosuje się go w technologiach spawalniczych. Natomiast w formie metalicznej, używanej w budownictwie czy transporcie, jest materiałem całkowicie niepalnym i bezpiecznym. Gdy temperatura otoczenia przekroczy 660°C, aluminium po prostu się stopi, nie wydzielając przy tym żadnych szkodliwych substancji.

ODPORNOŚĆ NA KOROZJĘ

W neutralnych warunkach środowiskowych aluminium właściwie nie wymaga konserwacji, gdyż przed korozją chroni je naturalna warstwa tlenku glinu. Właściwość tę wykorzystuje się zarówno w budownictwie, jak i motoryzacji. Tam gdzie potrzebna jest podwyższona odporność (np. ze względu na kwaśne deszcze) powierzchnię metalu można poddawać anodyzacji i innym zabiegom, które dodatkowo go chronią.

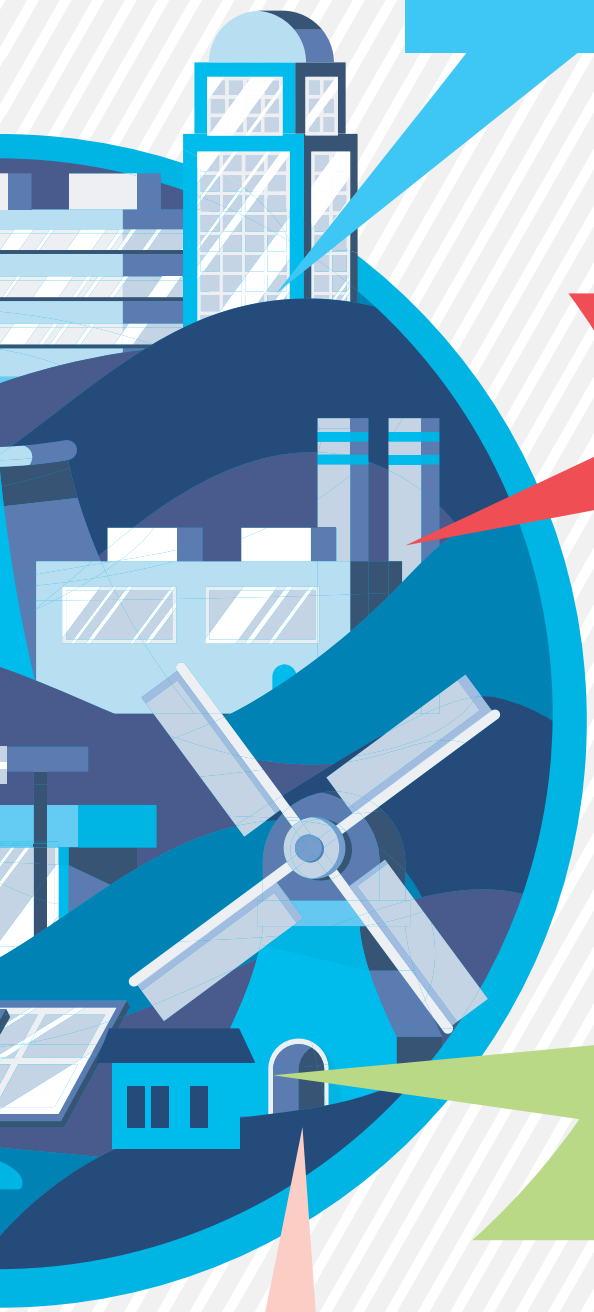
Najważniejsze zastosowania

Trudno wyobrazić dziś sobie dziedzinę życia, w której nie używa się aluminium. Lekki, srebrzysty metal jest wszechobecny – od technologii kosmicznych, poprzez budownictwo, transport, elektronikę, aż do puszki napoju w lodówce czy lustra w łazience. W niektórych gałęziach, tak jak w przemyśle lotniczym, aluminium jest od lat podstawowym surowcem. W innych, jak w przemyśle samochodowym, jego znaczenie stale rośnie. Jeszcze inne wykorzystują aluminium tylko w ograniczonym zakresie. Niekiedy obecność aluminium jest oczywista, w innych wypadkach użytkownicy nawet jej sobie nie uświadamiają. Oprócz znanej formy metalicznej, glinu używa się także w postaci pyłu. W tej formie stosuje się go do produkcji zwierciadeł i niektórych kosmetyków, a także do procesów chemicznych i technicznych.

TRANSPORT:
elementy konstrukcyjne oraz poszycia samolotów, statków, samochodów, pociągów, tramwajów i innych pojazdów, w tym kosmicznych, urządzenia transportowe (np. cysterny), elementy silników, infrastruktura.

OPAKOWANIA:
puszki, tacki, folie, tuby, torebki termoizolacyjne, pojemniki na aerozole, nakrętki, pudełka.

ENERGETYKA:
komponenty instalacji fotowoltaicznych, przewody i kable, elementy konstrukcyjne elektrowni wiatrowych, elementy urządzeń energetycznych.



BUDOWNICTWO:

elementy konstrukcyjne, elewacje, stolarka aluminiowa – profile, ramy etc., pokrycia dachowe, izolacje, elementy systemów klimatyzacji i ogrzewania.

ELEKTROTECHNIKA:

komputery, smartfony, urządzenia RTV.

GOSPODARSTWO DOMOWE:

lodówki, zamrażarki i inny sprzęt AGD, oświetlenie, elementy instalacji i wykończenia wnętrz.

INNE:

produkcja zwierciadeł, przemysł kosmetyczny – pudry, przemysł spożywczy – jako składnik dodatków spożywczych, przemysł farmaceutyczny – składnik lekarstw, przemysł chemiczny – barwniki, odczynniki chemiczne.

Transport

Każdy kilogram aluminium użyty w samochodzie zamiast stali zmniejsza wagę pojazdu o kolejny kilogram! Już 100 kg aluminium w typowym aucie pozwala zaoszczędzić nawet 0,5 l paliwa na 100 km!*

Aluminiowe elementy były znane i stosowane w motoryzacji od jej narodzin. Obecnie zainteresowanie tym metalem przeżywa swój renesans. Wielkim atutem stopów technicznego glinu jest szeroka różnorodność półproduktów, które łatwo można dostosować i modernizować w procesie dalszej obróbki. Przez lata wyzwaniem było łączenie metalu, ale rozwój technologii pozwala dziś nawet na spawanie elementów aluminiowych ze stalowymi. Aluminium jest szeroko używane m.in. do produkcji poszycia zewnętrznego, elementów układu zawieszenia, kół, belek podzderzakowych, części samego silnika czy tzw. crashboxów pochłaniających energię w razie kolizji.

Redukcja masy w samochodach układa się w łańcuch korzyści, w którym jedne elementy pozwalają poprawiać własności innych. Lżejsze nadwozie umożliwia zastosowanie mniejszego silnika i lżejszego układu wydechowego, a także mniejszego baku paliwa. Również hamulce w odchudzonych autach mogą być bardziej kompaktowe niż w cięższych pojazdach. Oszczędne rozwiązania nie kończą się na samochodach osobowych. Są tak samo pożądane w autobusach miejskich, które ze względu na liczne przystanki zużywają zwiększone ilości paliwa. Lżejsze autobusy wykorzystujące aluminium to lepsza jakość powietrza w naszych miastach.

Samochody wykorzystujące aluminium są tak samo bezpieczne dla pasażerów jak tradycyjne auta, a wiele wskazuje, że w przyszłości mogą być jeszcze bezpieczniejsze. Na przykład aluminiowe elementy amortyzujące montowane za zderzakami potrafią absorbować dwa razy więcej energii niż ich stalowe odpowiedniki. Lżejsze aluminiowe pojazdy to także krótsza droga hamowania.

Aluminium pomaga w produkcji nowoczesnych samochodów elektrycznych, gdzie każdy zaoszczędzony kilogram przekłada się na zwiększenie zasięgu pojazdu. Z tego powodu Tesla S powstała w dużej mierze z metalicznego glinu. Niski ciężar to jednak nie jedyna jego zaleta. Inne właściwości metalu czynią go idealnym materiałem w systemach chłodzenia, mocowania akumulatorów oraz przewodów.

Koncern Audi już w latach dziewięćdziesiątych, po dwunastu latach prac badawczych, opatentował sposób wytwarzania aluminiowego szkieletu karoserii – Audi Space Frame® (ASF), który zrewolucjonizował produkcję samochodów niemieckiej marki. Masa szkieletu ze stopów aluminium jest średnio o 40% mniejsza od stalowych odpowiedników. Za sprawą lekkich metali udało się też poprawić – i tak bardzo dobre – właściwości jezdne samochodów. Pierwszymi seryjnie produkowanymi modelami w tej technologii były Audi A8 oraz Audi A2. Do końca 2010 r. firma wyprodukowała ponad pół miliona aut z karoserią typu ASF. Opatentowana technika jest wciąż stosowana i rozwijana**.

Aluminiowe komponenty coraz chętniej wykorzystują producenci ciężarówek i urządzeń transportowych, takich jak naczepy, przyczepy oraz cysterny. Europejskie prawo reguluje maksymalną dopuszczalną ładowność samochodów ciężarowych, dlatego każdy kilogram zaoszczędzony na masie auta oznacza dodatkowy kilogram możliwego ładunku. To w dużej skali oznacza mniej kursów i niższą emisję szkodliwych gazów.

Wysoka odporność na korozję czyni aluminium doskonałym materiałem do budowy statków.

Tramwaje i składy metra zbudowane z użyciem aluminium cechują się niższymi kosztami eksploatacji i znakomitymi przyspieszeniami.

W szybkich pociągach dalekobieżnych – poprzez redukcję masy – aluminium pomaga pomaga uzyskiwać wysokie prędkości podróżne.

Duraluminium to jeden z podstawowych materiałów używanych w lotnictwie.

* Za: Hydro transportation fact sheet

** Zob. też B. Michalski, Rynek aluminium: https://www.ism.uni.wroc.pl/sites/ism/art/michalski_rynek_ aluminium.pdf [dostęp: 27.12.2018]

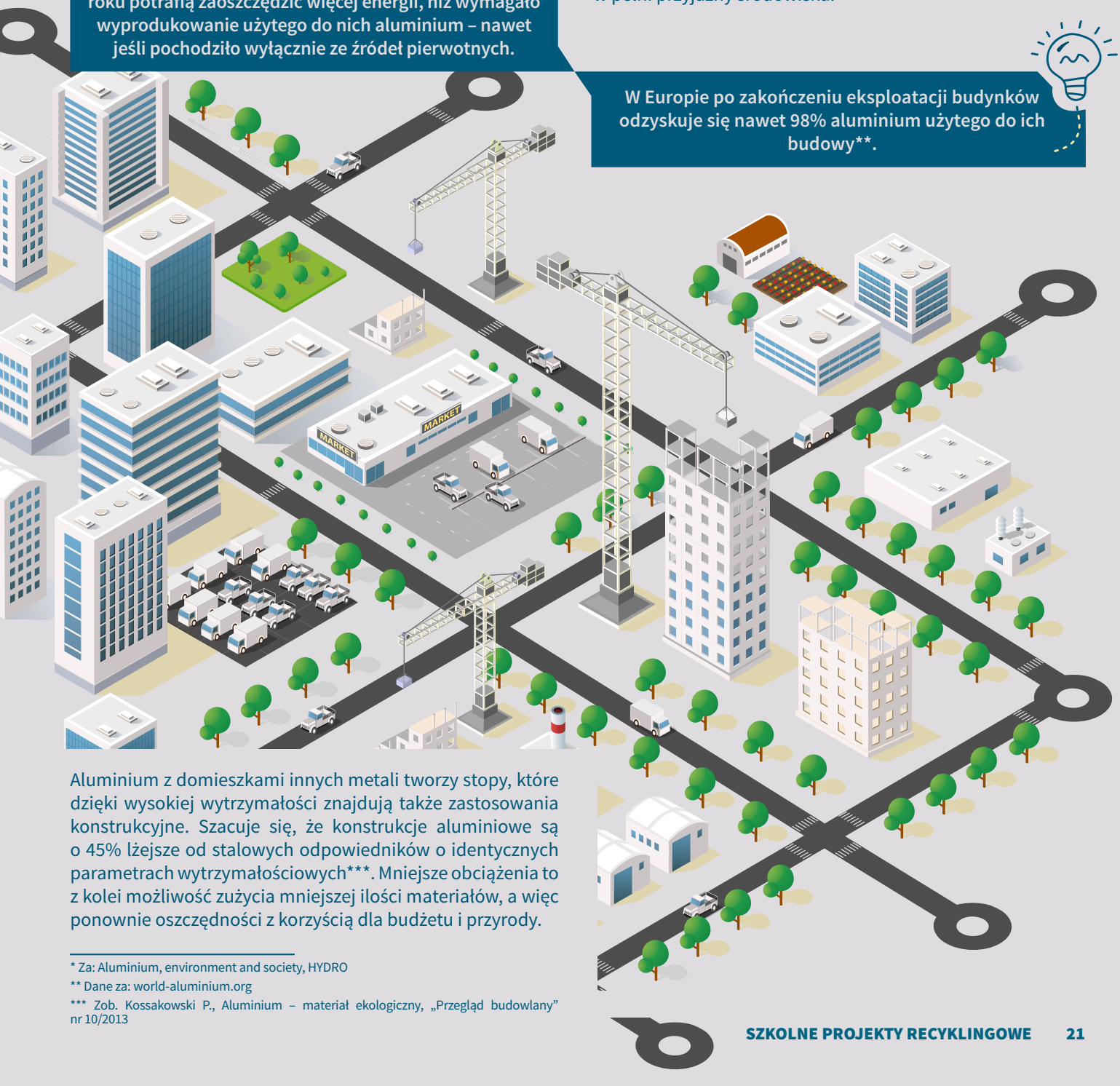
Budownictwo

Budynki zużywają około 40% światowego zapotrzebowania na energię elektryczną*. Klimatyzacja, oświetlenie i inne funkcje potrzebują zasilania. Aluminium jest ważnym elementem w innowacyjnych, energooszczędnych konstrukcjach. Nowoczesne fasady wykorzystujące ten materiał pełnią zaawansowane funkcje termoregulacyjne, które pozwalają obniżyć koszty użytkowania obiektów i zużycie prądu. Ma to kluczowe znaczenie w kontekście zmian klimatycznych i kurczących się tradycyjnych nośników energii.

Odpowiednio zaprojektowane fasady budynków już po roku potrafią zaoszczędzić więcej energii, niż wymagało wyprodukowanie użytego do nich aluminium – nawet jeśli pochodziło wyłącznie ze źródeł pierwotnych.

W środowisku neutralnym i lekko kwaśnym aluminium właściwie nie wymaga dodatkowego zabezpieczenia antykorozyjnego, co zwykle wiąże się ze stosowaniem toksycznych związków chemicznych. Rolę tę pełni naturalna warstwa tlenku glinu, która tworzy się na powierzchni w wyniku reakcji z tlenem atmosferycznym, chroniąc metal przed szkodliwymi wpływami z zewnątrz. Odporność na czynniki atmosferyczne przekłada się na zwiększoną trwałość budynków i ich przedłużoną żywotność. Gdy już jednak obiekt wychodzi z użycia, można odzyskać z niego praktycznie całe zastosowane aluminium. Z tych powodów w wielu regionach (np. w Skandynawii) aluminium traktowane jest jako materiał budowlany w pełni przyjazny środowisku.

W Europie po zakończeniu eksploatacji budynków odzyskuje się nawet 98% aluminium użytego do ich budowy.**



Aluminium z domieszkami innych metali tworzy stopy, które dzięki wysokiej wytrzymałości znajdują także zastosowania konstrukcyjne. Szacuje się, że konstrukcje aluminiowe są o 45% lżejsze od stalowych odpowiedników o identycznych parametrach wytrzymałościowych***. Mniejsze obciążenia to z kolei możliwość zużycia mniejszej ilości materiałów, a więc ponownie oszczędności z korzyścią dla budżetu i przyrody.

* Za: Aluminium, environment and society, HYDRO

** Dane za: world-aluminium.org

*** Zob. Kossakowski P., Aluminium – materiał ekologiczny, „Przegląd budowlany" nr 10/2013

Opakowania

Aluminium pozwala długo i bezpiecznie przechowywać jedzenie, lekarstwa czy kosmetyki. Dzięki jego właściwościom łatwo ograniczyć marnowanie żywności i innych produktów z ograniczonym terminem ważności. Niska waga aluminiowych opakowań to z kolei mniej szkodliwych gazów emitowanych do atmosfery w czasie transportu.

Paleta opakowań aluminiowych jest bardzo szeroka. To niezliczone tacki, puszki, tubki, pojemniki na aerozole, listki z lekarstwami czy folia aluminiowa. Istnieją także opakowania, w których aluminium pełni istotną rolę, mimo że nie jest materiałem dominującym. Przykładem mogą być popularne kartoniki na napoje wykładane od wewnątrz ultracienką warstwą powlekanego metalu.

Opakowania aluminiowe tworzą skuteczną barierę dla wpływów zewnętrznych. Nie przepuszczają tlenu, bakterii, zapachu oraz światła. Nie rozpuszczają się w tłuszczach, dlatego świetnie nadają się do ich przechowywania. Są higieniczne i bezpieczne dla zdrowia, dlatego używa się ich nawet w przemyśle farmaceutycznym. Nie mają zapachu i nie wchłaniają zapachów. Zapewniają świeżość i możliwość przedłużonego przechowywania, dzięki czemu żywność oraz inne wrażliwe produkty nie marnują się i mogą być wysyłane nawet w odległe zakątki świata.

Lekkie, bezpieczne i wygodne opakowania z aluminium szybko zdobyły serca producentów i konsumentów. Jak każdy materiał metaliczny glin ma jednak pewne ograniczenia – nie sprawdza się w środowiskach silnie kwasowych i silnie zasadowych oraz w kontakcie z niektórymi agresywnymi solami. Z tego powodu w przemyśle spożywczym opakowania aluminiowe często są powlekane cienką warstwą bezpiecznego lakieru.

Aby wyjść naprzeciw przyzwyczajeniom konsumentów i pogodzić je z doskonałymi właściwościami aluminium, rozpoczęto już produkcję aluminiowych butelek. W Japonii sprzedaje się ich 2 miliardy rocznie. Wyzwaniem na przyszłość będą natomiast inteligentne opakowania (smart packages), które oprócz przechowywania żywności pełnią dodatkowe funkcje – np. wskazują upływ terminu ważności lub sygnalizują optymalną temperaturę spożycia.

Aluminium wykorzystuje się także do produkcji nakrętek na butelki szklane. Jest ono nie tylko funkcjonalne, ale i łatwe do odzyskania. Wystarczy pozostawić nakrętkę na butelce, a resztą zajmie się firma odpowiedzialna za recykling szkła.

Puszka – królowa opakowań

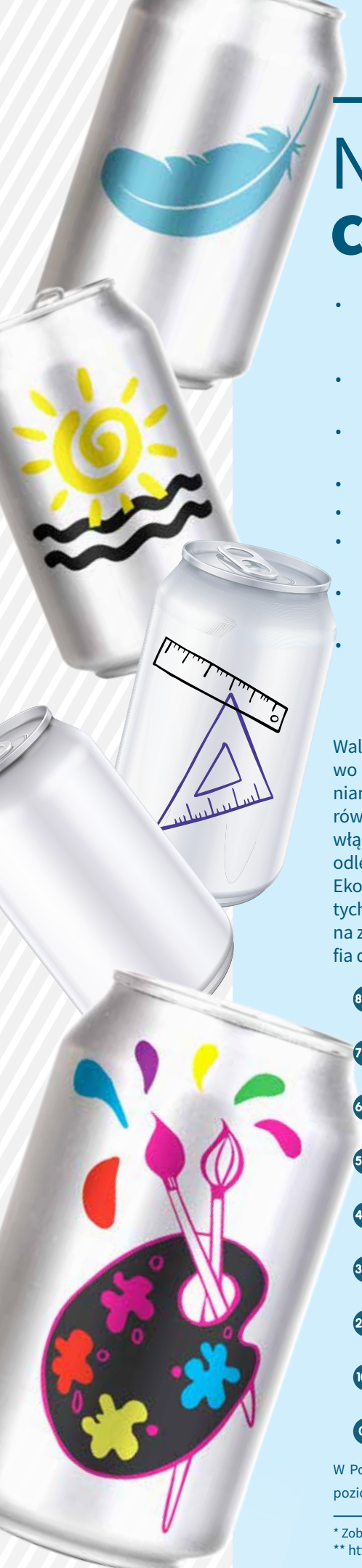
Puszka po napojach to najważniejsze opakowanie w kontekście recyklingu. Jej budowa umożliwia łatwe i efektywne odzyskanie cennego metalu, a stosunkowo krótki cykl użytkowania sprawia, że surowiec może wracać do obiegu wielokrotnie w ciągu roku.

Najpopularniejsze pojemności puszek różnią się w zależności od rejonu świata. W Europie standardem jest puszka 330 ml, w USA dominują puszki o pojemności 335 ml, a w Australii typowa puszka mieści aż 375 ml napoju!

Pierwsze puszki do napojów zostały opracowane na początku lat 30. XX wieku w USA w oparciu o rozwiązania znane z puszek żywnościowych dla wojska. Nie były one jednak aluminiowe, a stalowe. Również wyglądem odbiegały od dzisiejszych standardów – przypominały raczej konserwy. Do otwarcia takiej puszki konieczny był specjalny otwieracz. Aluminiowa puszka produkowana z jednego kawałka metalu pojawiła się na półkach w 1959 r. Bardziej ekonomiczna puszka złożona z dwóch części (tzw. kubka i wieczka) pojawiła się w obrocie handlowym kilka lat później – w 1964 r. Rok 1975 przyniósł natomiast zamocowany na stałe kluczyk do otwierania niedużego wycięcia w wieczku. To rozwiązanie stosowane jest do dzisiaj. Pierwsze puszki „embosowane", czyli posiadające wyczuwalne w dotyku tłoczenia, weszły do obrotu w 1998 r. Niezbyt znane polskiemu odbiorcy wieczka umożliwiające wielokrotne otwieranie i zamykanie puszki pojawiły się na półkach w 2009 roku. Bezustannie trwają prace badawczo-rozwojowe nad kolejnymi innowacjami. Dzięki temu waga współczesnych puszek z aluminium jest o 1/3 niższa niż pierwszych opakowań tego typu. Wyraźnie widać też tendencję do wypierania innych metali na rzecz aluminium i jego stopów. Obecnie blisko 90% wszystkich wytwarzanych na świecie puszek do napojów wykonanych jest z tego materiału.

W Polsce praktycznie wszystkie puszki do napojów wytwarzane są z aluminium, ale np. konserwy produkuje się również ze stali. Aby mieć pewność, warto sprawdzić oznakowania. Opakowania aluminiowe oznaczane są symbolem alu lub 41 w trójkątnych strzałkach*. Trzeci symbol oznacza, że metale są materiałami permanentnymi (patrz str. 15).

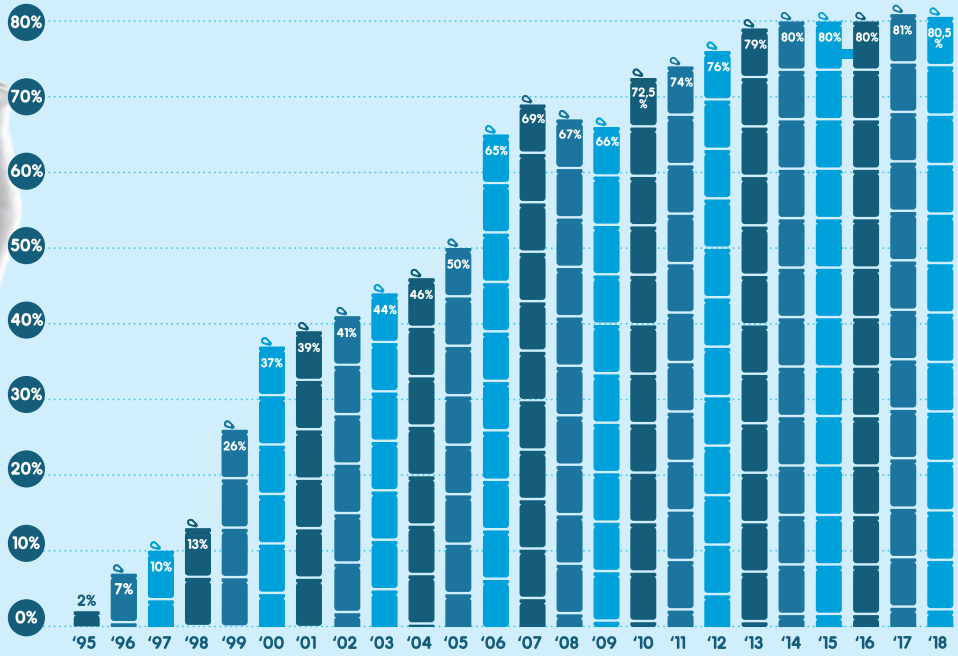
*https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31997D0129&from=PL



Najważniejsze **cechy alu-puszki**

- aluminiowa puszka jest lekka. Ma to zasadnicze znaczenie dla kosztów transportu. Ta sama ilość płynu w puszkach będzie dużo tańsza do przewiezienia niż np. w szklanych butelkach
- świetnie przewodzi ciepło – do schłodzenia napoju zamkniętego w puszce nie potrzeba dużych ilości energii
- zajmuje mało miejsca, więc na tej samej powierzchni można magazynować więcej napojów w puszkach niż w szklanych butelkach o tej samej pojemności
- jest szczelna, a przechowywane płyny nie tracą swoich walorów przez długi czas
- nie przepuszcza światła, co ma znaczenie w przechowywaniu niektórych napojów
- jest higieniczna i bezpieczna dla zdrowia, a także nie wpływa na zapach czy smak swojej zawartości
- jest odporna na działanie czynników atmosferycznych i wytrzymała – nie zardzewieje, nie stłucze się, nie pęknie
- można ją efektownie zadrukować, przez co staje się nośnikiem komunikacji marketingowej, polem do popisu dla projektantów graficznych oraz przedmiotem zainteresowania kolekcjonerów

Walory puszki aluminiowej bezpośrednio przekładają się na kwestie środowiskowe. Przykładowo mniejsza waga to nie tylko niższe koszty dystrybucji, ale i mniej szkodliwych gazów uwalnianych do atmosfery podczas transportu. W badaniach przeprowadzonych w Niemczech porównano tzw. ślad węglowy różnych rodzajów opakowań używanych w przemyśle napojowym, włączając do analizy ich produkcję, użytkowanie oraz utylizację lub recykling. W dystrybucji na odległość ponad 100 km najbardziej korzystną dla środowiska okazała się aluminiowa puszka*. Ekologiczne korzyści z używania nowych puszek aluminiowych wiążą się z recyklingiem zużytych. Energia potrzebna do wyprodukowania jednej puszki z pierwotnego aluminium wystarczy na zrobienie dwudziestu puszek, gdy metal pochodzi z recyklingu. Dlatego im więcej puszek trafia do przetworzenia, tym bardziej efektywna i przyjazna środowisku jest produkcja nowych.



W Polsce mamy się już czym pochwalić, poddając recyklingowi ponad 80% aluminiowych puszek. Przekraczamy średni poziom Europejski, który w 2018 roku wyniósł 76,1%**.

* Zob. *IFEU Life Cycle Assessment for beverage packaging* [za:] hydro.com
** https://www.european-aluminium.eu/data/packaging-data/recycling-rate-of-aluminium-beverage-cans/

Dlaczego recykling **jest tak ważny?**

Zużyta aluminiowa puszka reprezentuje 6- do 20-krotnie większą wartość niż jakiekolwiek inne popularne opakowanie. Myśl o niej jak o cennym przedmiocie.

Aluminium jest materiałem permanentnym. Oznacza to, że nie zmienia swoich właściwości w procesie recyklingu. Ta cecha stawia go w pierwszym szeregu strategicznych surowców gospodarki cyrkularnej. Nazywana również gospodarką obiegu zamkniętego jest współczesną odpowiedzią na problemy zrównoważonego rozwoju i wyczerpujących się zasobów naturalnych.

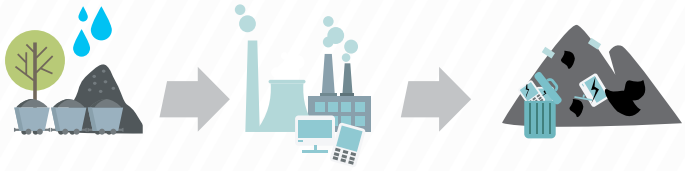
Recykling pozwala używać raz wyprodukowane aluminium w nieskończoność. Od 1886 r. wyprodukowano na świecie miliard ton pierwotnego aluminium. Około 75% tego metalu jest nadal w użyciu w różnych zastosowaniach!

NOWOCZESNA GOSPODARKA CYRKULARNA

Gospodarka cyrkularna w największym skrócie ma polegać na stworzeniu zamkniętego lub prawie zamkniętego obiegu surowców, w którym materiały ze zużytych rzeczy odzyskiwane są do produkcji nowych tak długo, jak to tylko możliwe. To zerwanie z tradycyjnym modelem, gdzie zużyte rzeczy po prostu wyrzucano, produkując nieskończoną ilość śmieci.

Aluminium na różne sposoby wpisuje się w gospodarkę przyjazną środowisku. Przykładowo jest jednym z ważnych surowców w produkcji paneli fotowoltaicznych.

GOSPODARKA LINEARNA

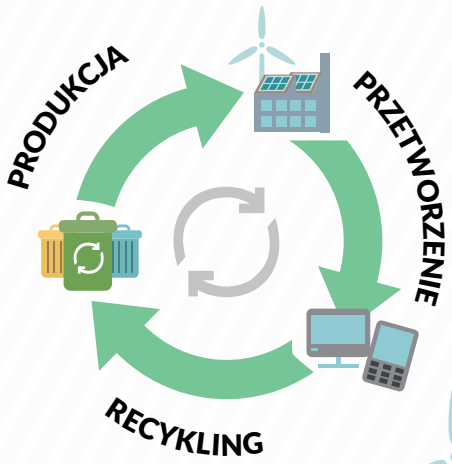


POZYSKANIE ZASOBÓW NATURALNYCH — **PRZETWORZENIE PRODUKCJA** — **WYRZUCANIE ODPADÓW**

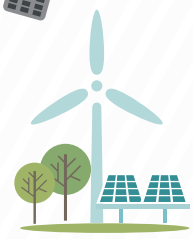
ENERGIA Z OGRANICZONYCH ŹRÓDEŁ

Idea gospodarki obiegu zamkniętego to znacznie więcej, niż tylko odzyskiwanie surowców. W modelu tym bardzo istotne jest zarządzanie produktami, aby jak najlepiej poddawały się recyklingowi. Rzeczy powinny być projektowane w taki sposób i z użyciem takich materiałów, żeby generować jak najmniejsze straty w procesie odzyskiwania komponentów oraz jak najmniejsze zużycie surowców. W przypadku aluminiowej puszki dzieje się to od początku jej istnienia – dzisiejsze egzemplarze potrzebują o 30% surowca mniej niż puszki sprzed 30 lat.

GOSPODARKA CYRKULARNA



ENERGIA ZE ŹRÓDEŁ ODNAWIALNYCH



Obieg zamknięty otwiera nowe możliwości dla rozwoju innowacyjnych technologii w tak różnych dziedzinach jak inżynieria chemiczna czy design. Stawia też na odnawialne źródła energii, co ponownie sprzyja postępowi technicznemu. W efekcie powstaną nowe miejsca pracy, a być może nowe zawody obsługujące procesy cyrkulacji surowców.

Ochrona środowiska

Recykling aluminium to nie tylko gigantyczna oszczędność energii. Podobna zależność zachodzi dla gazów cieplarnianych, które przyczyniają się do niekorzystnych zmian klimatycznych. Odzyskiwanie aluminium pozwala o 95% ograniczyć ich emisję w porównaniu do produkcji metalu z rudy. Już dziś recykling aluminium chroni atmosferę od 90 ton CO_2 rocznie, a ilość energii elektrycznej, jaką pozwala zaoszczędzić, szacuje się na ponad 100 000 GWh*. Poprzez recykling zmniejsza się też emisję tlenków siarki i azotu – kluczowych w powstawaniu smogu oraz kwaśnych deszczy.

* Za: world-aluminium.org

Kopalnie boksytu wkładają dużo wysiłku w rekultywacje terenu po wydobyciu rudy, ale potrzeba ok 5–10 lat, żeby przyroda odrodziła się na miejscu dawnych wyrobisk. Tego problemu nie ma, gdy metal pozyskuje się ze złomu aluminiowego. W takim wypadku nie potrzeba też dużych ilości wody ani chemikaliów używanych w procesie oczyszczania boksytu.

Korzyści dla środowiska mają charakter bezpośredni oraz bardziej złożony. Na przykład aluminium stosowane w komunikacji czy przemyśle opakowań pozwala obniżać wagę pojazdów oraz towarów i tym samym zmniejszać zużycie benzyny lub oleju. W długiej perspektywie to tysiące litrów zaoszczędzonego paliwa i tony szkodliwych substancji, które nie przedostają się do atmosfery. Niska waga pojazdów to także konieczny warunek rozwoju pojazdów elektrycznych. Dzięki nim w przyszłości będziemy jeździć czysto, cicho i bez spalin!

W Polsce recykling aluminium obsługiwany jest przez prywatne firmy oraz systemy gminne. Każdy z nas powinien segregować zużyte opakowania aluminiowe we własnych mieszkaniach. Następnie aluminium można sprzedać w punkcie skupu surowców wtórnych lub odstawić do wyznaczonych kontenerów gminnego systemu selektywnej zbiórki odpadów (pojemniki koloru żółtego). W przypadku nakrętek na szklanych butelkach, można je zostawić zakręcone na butelce. Pozostawiona na butelce nakrętka zostanie wydzielona przez firmę odpowiedzialną za recykling szkła i także trafi do recyklingu. Ramy prawne tych działań określa m.in. ustawa z dn. 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 29 grudnia 2016 roku w sprawie szczegółowego sposobu selektywnego zbierania wybranych frakcji odpadów.

Glin
– przyroda
– zdrowie człowieka

Życie na Ziemi rozwijało się w środowisku bogatym w związki glinu i jest przystosowane do obecności tego pierwiastka w jego naturalnych odmianach. Występują one powszechnie w skałach, ziemi, wodzie i w powietrzu oraz praktycznie we wszystkich organizmach żywych, nie wyłączając człowieka. Pierwiastek dostaje się do naszego ciała drogą pokarmową i przez układ oddechowy. U zdrowych ludzi jego związki są filtrowane w nerkach i usuwane. Akumulacja jest śladowa i zgodnie z dominującym poglądem w normalnych warunkach nie wpływa na funkcjonowanie organizmu*. Jak każdy pierwiastek również glin podlega pewnym normom, a jego nadużywanie nie jest wskazane. Zgodnie z zaleceniami Światowej Organizacji Zdrowia dopuszczalna tygodniowa dawka glinu wynosi 7 mg na 1 kg masy ciała, co daje 1 mg glinu na 1 kg masy ciała dziennie. Zdrowy człowiek o masie 80 kg może więc codziennie i bez obaw przyjąć ok. 80 mg glinu. Taką ilość w przybliżeniu zawiera 80 kg ogórków lub 40 kg mięsa drobiowego.

* Raport na temat przygotowała Światowa Organizacja Zdrowia: *Safety evaluation of certain food additives and contaminants*. WHO, 2007

Średnia zawartość glinu w wybranych pokarmach. Wartości mogą różnić się w zależności od regionu pochodzenia produktów, sposobu uprawy, przechowywania i przyrządzenia*.

Związków glinu używa się w medycynie i przemyśle farmaceutycznym – np. do produkcji leków na nadkwasotę.

* Za: J. Zuziak, M. Jakubowska, *Glin w otoczeniu i jego wpływ na organizmy żywe, „Analit" 2* (2016)

Bibliografia

Książki i czasopisma drukowane

- A. Bolewski, A. Manecki, Mineralogia szczegółowa, Wyd. PAE, Warszawa 1993
- A. Bolewski, M. Budkiewicz, P. Wyszomirski, Surowce Ceramiczne, Wyd. Geologiczne, Warszawa 1991
- Sz. Chodkowski, Zarys metalurgii metali nieżelaznych, Wyd. Śląsk, Katowice 1963
- Chrom, nikiel i glin w środowisku. Problemy ekologiczne i metodyczne, Komitet Naukowy przy Prezydium PAN „Człowiek i środowisko", Zeszyty Naukowe 5, Red. Alina Kabata-Pendias, Ossolineum 1993
- J. Green, Aluminium Recycling and Processing for Energy Conservation and Sustainability, ASM International, 2007
- E. Gruszczyński, Materiałoznawstwo elektryczne, Wyd. Szkolne, Warszawa 1965
- How recycling aluminium changed the world, „Aluminium International Today", Jul/Aug 2017
- A. Kabata-Pendias, H. Pendias, Biochemia pierwiastków śladowych, PWN, Warszawa 1993
- A. Kabata-Pendias, H. Pendias, Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym, Wyd. Geologiczne, Warszawa 1979
- Kossakowski P., Aluminium – materiał ekologiczny, „Przegląd budowlany" nr 10/2013
- W. Kotowski, Glin w środowisku, Lublin 1995
- Mały poradnik mechanika, praca zbiorowa, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1972
- Oekologische Probleme des Aluminiumrecyclings, Carbotech AG, Basel 1991
- G. Olivieri i in., Environmental and economic analysis of aluminium recycling through life cycle assessment, „International Journal of Sustainable Development & World Ecology" vol. 13, 2006.
- W. Parczewski, Aluminium w architekturze, PWN, Warszawa 1978
- A. Polański, Geochemia i surowce mineralne, Wyd. Geologiczne, Warszawa 1974
- A. Rogowski, Chemia, Wyd. Szkolne, Warszawa
- M.E. Schlesinger, Aluminium recycling, CRC Press, Boca Raton – London – New York, 2016
- Ch.J. Schmitz, Handbook of Aluminium Recycling, Vulkan-Verlag GmbH, 2006
- G.E. Totten, D.S. MacKenzie, Handbook of Aluminum, t1 i t2, CRC Press, Boca Raton – London – New York, 2003

Broszury

- Continental Can Polska, CCP Sp. z o.o., Warszawa
- Pozwól puszkom żyć od nowa, Fundacja RECAL, Warszawa
- Recykling aluminiowych puszek po napojach, Fundacja RECAL, Warszawa

Źródła elektroniczne

- 50 lat aluminium w Koninie: http://www.aluminium-konin.com.pl/userfiles/files/5_huta_album_50_lat.pdf [dostęp: 02.02.2019]
- Aluminium, environment and society: https://pl.scribd.com/document/368805242/aluminium-environment-and-society-pdf [dostęp: 18.12.2018]
- Aluminium history: https://www.aluminiumleader.com/history/industry_history/ [dostęp: 10.02.2019]
- Global Aluminium Recycling: A Cornerstone of Sustainable Development: http://www.world-aluminium.org/media/filer_public/2013/01/15/fl0000181.pdf [dostęp: 15.12.2018]
- https://materialyinzynierskie.pl/proces-produkcji-tlenku-glinu-aluminium/ [dostęp: 05.01.2019]
- Michał Karliński, Niewinny glin czy złowieszcze aluminium?: https://www.reo.pl/niewinny-glin-czy-zlowieszcze-aluminium [dostęp: 01.02.2019]
- B. Michalski, Rynek aluminium: https://www.ism.uni.wroc.pl/sites/ism/art/michalski_rynek_aluminium.pdf [dostęp: 27.12.2018]
- A. Pytliński, A. Noworyta, A. Czajkowski, Koncepcja otrzymywania koncentratu wysokoglinowego z odpadów surowców glinonośnych, „Physicochemical Problems of Mineral Processing" nr 16 (1) 1984: http://www.journalssystem.com/ppmp/pdf-80410-16294?filename=A%20conception%20of%20obtaining.pdf [dostęp: 10.01.2019]
- M. Saternus, Aluminium pierwotne. Technologia, produkcja, perspektywy, Rudy i metale nieżelazne, R51 nr 6, 2006: sigma-not.net [adres skrócony, dostęp: 14.02.2019]
- Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_aluminium [dostęp: 10.02.2019]
- J. Wypartowicz, A. Łędzki i in. Metalurgia metali nieżelaznych, wykład 11: http://home.agh.edu.pl/~zmsz/pl/pliki/mmn/MMN_W11_ALU.pdf [dostęp: 15.02.2019]
- P. Wyszomirski, Surowce i recykling, wykład 9: http://home.agh.edu.pl/~pwysz/wyklad_tar.htm [dostęp: 21.01.2019]
- Justyna Zuziak, Małgorzata Jakubowska, Glin w otoczeniu i jego wpływ na organizmy żywe, „Analit" 2 (2016): http://analit.agh.edu.pl/wp-content/uploads/2016/10/12_Zuziak_Justyna_Analit_2.pdf [dostęp: 02.02.2019]
- Zintegrowane Zapobieganie i Ograniczanie Zanieczyszczeń (IPPC) Dokument Referencyjny BAT dla najlepszych dostępnych technik w produkcji metali nieżelaznych, rozdz. 4 – Technologie produkcji aluminium z surowców pierwotnych i wtórnych: https://ippc.mos.gov.pl/ippc/custom/BAT_met_niez_r4.pdf [dostęp: 05.01.2019]

Wybrane portale internetowe

- www.recal.pl
- www.kazdapuszkacenna.pl
- www.european-aluminium.eu
- www.hydro.com

Program **puszkowy** Informacje dla nauczyciela

PODSTAWOWE INFORMACJE

„Szkolne i przedszkolne projekty recyklingowe” to program edukacyjny realizowany od lat przez Fundację RECAL. Nieoficjalnie bywa nazywany „Programem puszkowym”. To sympatyczny skrót, ale przypominamy, że w polu naszego zainteresowania są wszelkie opakowania wykorzystujące aluminium, nie tylko puszki. Zadania i zabawy realizowane w trakcie programu rozwijają różnorodne umiejętności uczestników. Każdy chętny na pewno znajdzie w nich miejsce dla siebie. Program obejmuje:

- **zajęcia edukacyjne w szkole lub przedszkolu,**
- **działania w społeczności lokalnej,**
- **zbiórkę zużytych opakowań aluminiowych.**

Pod koniec edycji działania uczestników są oceniane na podstawie przesłanych do końca maja raportów za dany rok szkolny, a zwycięzcy nagradzani. W poprzednich latach, rokrocznie przedstawiciele kilkunastu najlepszych placówek wyjeżdżali na Zielone Szkoły. W puli był sprzęt elektroniczny, przedstawienia teatralne dla przedszkolaków oraz setki drobnych upominków, gadżetów i nagród pocieszenia.

O CO CHODZI W PROGRAMIE?

Należy zorganizować zbiórkę zużytych opakowań aluminiowych. Najlepiej robić to w sposób ciągły, np. wystawić pojemniki na puszki w szkole i zachęcać uczniów oraz rodziców do ich wypełniania. Dobre efekty przynosi też zbieranie puszek poza placówką. Można wstawiać pojemniki do zaprzyjaźnionych instytucji lub organizować akcje podobne do Sprzątania świata. Im więcej osób uda Wam się zaangażować, tym większe szanse na imponujący wynik. Oprócz puszek można zbierać inne opakowania aluminiowe. Na pewno pomogą w uzyskaniu dobrego rezultatu. W programie rywalizują szkoły i przedszkola z całej Polski.

Uwaga! Program puszkowy nie ogranicza się do puszek. Oprócz nich możecie też zbierać inne opakowania aluminiowe. Na pewno pomogą w uzyskaniu dobrego rezultatu. Upewnijcie się tylko, czy są przyjmowane przez punkty skupu działające na Waszym terenie.

Program puszkowy =
zbiórka aluminium + edukacja + promocja + dużo zabawy

Zbiórka to nie wszystko. Razem z ilością zebranego aluminium oceniamy jakość działań dodatkowych. Są nimi działania edukacyjne oraz promocyjne. Jest dla nas ważne, w jaki sposób próbujecie zainteresować tematyką aluminium podopiecznych i otoczenie oraz jak promujecie akcję. Może się okazać, że szkoła, która przygotowała pomysłowe zajęcia i nagłośniła swoje działania, uzyska przewagę na tymi, które zebrały więcej aluminium, ale zaniedbały pozostałe elementy. Przydatne scenariusze zajęć znajdziecie na kolejnych stronach.

DLACZEGO WARTO WZIĄĆ W NIM UDZIAŁ?

- Zawsze warto zrobić coś dobrego dla przyrody i swojego otoczenia
- Szkoły publiczne poprzez udział w programie mogą pokazać się jako aktywne i nowoczesne
- Dla szkół niepublicznych program to dobra okazja do zaistnienia w lokalnej społeczności. Kontakty z mediami pomogą Wam budować markę placówki i zdobyć nowych klientów
- Jako wychowawcy macie szansę zdobyć nowe kontakty i umiejętności
- Każdego roku nagradzamy najaktywniejsze placówki

PLAN DLA OPIEKUNA

Od czego zacząć?

1. Zapoznaj się z zasadami programu. Znajdziesz je na stronie internetowej www.recal.pl lub skanując kod QR.
2. Porozmawiaj z uczniami i znajdź ochotników. Wspólnie wybierzcie zespół koordynujący.
3. Zgłoś się do dyrektora z propozycją realizacji programu (np. w ramach koła ekologicznego, koła LOP, samorządu uczniowskiego etc.). Nauczyciela – opiekuna może też wyznaczyć dyrektor z własnej inicjatywy.
4. Skontaktuj się z Fundacją RECAL i zgłoś uczestnictwo w programie. Skontaktuj się także, jeśli masz do nas pytania. Chętnie pomożemy i wyjaśnimy wątpliwości.

Co dalej?

1. Zespół koordynujący powinien opracować plan realizacji programu. Na pewno przyda się Twoja pomoc. Zadbaj zwłaszcza o następujące kwestie:

- przygotowanie zespołu i podział obowiązków (zob. Niezbędnik dla ucznia)
- nakreślenie celów i głównych punktów programu – jakie działania chcecie przeprowadzić?
- przygotowanie kalendarza programu z uwzględnieniem ramowych terminów ustalonych przez Fundację RECAL
- pomoc w rozpoznaniu możliwości pozyskania puszek i innych opakowań w okolicy (gdzie kupuje się puszki, gdzie ich szukać, co zwykle się z nimi robi etc.)
- określenie miejsca i sposobu zbiórki puszek (i innych opakowań ALU) oraz miejsca ich składowania
- kontakt z punktem skupu i uzgodnienie sposobu dostarczania puszek (oraz możliwości dostarczania innych opakowań ALU)
- określenie dodatkowych działań edukacyjnych (blog edukacyjny, gazetka, konkurs, zajęcia artystyczne, lekcja dla młodszych uczniów etc.)
- określenie działań promocyjnych oraz współpracy z lokalnymi instytucjami (obecność w mediach społecznościowych, kontakty z lokalnymi portalami i redakcjami, kontakty z organizacjami pozarządowymi etc.)
- działania w kręgu rodziny i znajomych – zastanówcie się, jak przekonać rodziców, kolegów i koleżanki, że robicie coś ważnego i pożytecznego oraz jak włączyć ich do współpracy

2. Od początku zadbaj o dokumentację działań. Jeden obraz potrafi przekazać więcej niż tysiąc słów! Róbcie zdjęcia i nagrywajcie filmiki ze spotkań i innych aktywności. Będą sympatyczną pamiątką i pomogą Wam promować zespół. Poza tym są mile widziane w raportach.
3. Zaproś do współpracy rodziców, przyjaciół szkoły oraz firmy i organizacje, które mogą pomóc w realizacji programu w szkole i poza nią. Zainteresuj Waszymi działaniami lokalne media – rozgłośnię radiową, gazety, portale, telewizję.
4. Porozmawiaj z nauczycielami przedmiotowymi. Ustalcie zasady współpracy i terminy lekcji z wątkami dot. recyklingu i aluminium w ramach działań edukacyjnych.
5. Ustal kryteria oceny działań i zasady bieżącej kontroli programu.
6. Pomagaj zespołowi koordynującemu w przygotowaniu i realizacji pomysłów związanych z programem.

O czym pamiętać na koniec?

1. Przygotuj sprawozdania z realizacji programu. To na ich podstawie nagradzamy najaktywniejszych.
2. Zadbaj, żeby osiągnięcia zespołu znalazły się w na stronie internetowej szkoły oraz w lokalnych mediach. Pożyteczne inicjatywy warto popularyzować, a sukcesami należy się chwalić!
3. Przygotujcie uroczyste zakończenie programu pod koniec roku szkolnego.
4. Nie zapomnij podziękować dyrekcji, nauczycielom i uczniom oraz ich rodzicom. Niech każdy poczuje się doceniony. W ramach zespołu zastanówcie się też, jak podziękować osobom i zewnętrznym instytucjom, które Wam pomagały.
5. Środki ze sprzedaży puszek szkoły przeznaczają na dowolny cel. Mogą być nim np. upominki dla najaktywniejszych uczniów.

Niezbędnik dla ucznia

#PROGRAMPUSZKOWY

Zapraszamy Cię do udziału w akcji „Program puszkowy". Możesz poznać nowych przyjaciół i zdobyć cenne umiejętności. Na pewno też pomożesz przyrodzie.

Oto plan działania, według którego możesz realizować program w swojej szkole. Przejrzyj go, omów z zespołem i dodaj własne pomysły. Pamiętaj, że zawsze możesz liczyć na wsparcie nauczyciela, który zaprosił Cię do współpracy.

O co chodzi w programie?

Należy zorganizować i przeprowadzić zbiórkę zużytych opakowań aluminiowych. Najlepiej robić to w sposób ciągły, np. wystawić pojemniki na puszki w szkole i zachęcać do ich wypełniania. Dobre efekty przynosi też zbieranie puszek poza szkołą. Można wstawiać pojemniki do zaprzyjaźnionych instytucji lub organizować akcje podobne do Sprzątania świata. Im więcej osób uda Wam się zaangażować oraz im bardziej systematyczne będą Wasze działania, tym większe szanse na imponujący wynik. W programie rywalizują zespoły i szkoły z całej Polski.

Uwaga! Program puszkowy nie ogranicza się do puszek. Oprócz nich możecie też zbierać inne opakowania aluminiowe. Na pewno pomogą w uzyskaniu dobrego rezultatu. Upewnijcie się tylko, czy są przyjmowane przez punkty skupu działające na Waszym terenie.

Program puszkowy = zbiórka aluminium + edukacja + promocja + dużo zabawy

Zbiórka to nie wszystko. Razem z ilością zebranego aluminium oceniamy jakość działań dodatkowych. Są nimi działania edukacyjne oraz promocyjne. Jest dla nas ważne, w jaki sposób zespół próbuje zainteresować tematyką aluminium innych uczniów i otoczenie oraz jakie ma pomysły na promocję akcji i samego siebie. Im bardziej rzetelnie zespół podejdzie do sprawy, tym większe szanse na sukces. Może się okazać, że szkoła, która przygotowała świetne działania edukacyjne i pomysłową, skuteczną promocję, uzyska przewagę na placówkami, które zebrały więcej aluminium, ale zaniedbały edukację i promocję.

Dlaczego warto wziąć w nim udział?

Zdobędziesz wiele cennych umiejętności: nauczysz się zarządzania i pracy w zespole, poznasz zasady organizowania projektów, zdobędziesz doświadczenie w promocji i współpracy z mediami, poznasz nowych przyjaciół i ciekawych ludzi, zdobędziesz zaufanie i popularność jako organizator, poczujesz satysfakcję z dobrze wykonanej pracy, a przy okazji będziesz się świetnie bawić. Poczujesz też, jak przyjemnie jest zrobić coś dla środowiska.

Pytania do siebie

- **Jakie są moje mocne strony, które mogę wykorzystać?**

Mocne strony to cechy charakteru, ale też wiedza, zainteresowania, doświadczenie, hobby czy znajomości. Myśl o nich szeroko. Mocną stroną może być sumienność, dobra znajomość Facebooka, łatwość nawiązywania kontaktów, dobre wyniki z chemii, ale też wujek z samochodem transportowym, który pomoże przewieźć puszki do punktu skupu.

- **Jakie zadania sprawiają mi przyjemność i dobrze się w nich czuję?**

Chodzi o typ zadań. Być może lubisz zajęcia twórcze albo świetnie radzisz sobie z planowaniem lub matematyką?

- **Jakich zadań wolał(a)bym unikać?**

Nikt nie jest dobry we wszystkim. Zastanów się, jakiego typu zadań wolisz unikać albo po prostu nie lubisz.

- **Czego chciał(a)bym się nauczyć?**

Nie jest powiedziane, że musisz być ekspertem w dziedzinie, jaką zajmiesz się w ramach programu. Być może chcesz się sprawdzić w czymś zupełnie nowym.

- **Jaką rolę widzę dla siebie w zespole?**

Może chciałbyś się zająć organizacją pracy całego zespołu, a może wolisz skupić się na innych zadaniach? Zastanów się, jakie funkcje bardziej Ci odpowiadają i spróbuj połączyć je ze swoimi zainteresowaniami.

Kwestie do dyskusji w zespole

- Jaka jest świadomość ludzi w zakresie segregowania i recyklingu aluminium? Czy w okolicy segreguje się odpady?
- Jakie jest zainteresowanie segregacją odpadów wśród uczniów z mojej szkoły? Czy segregowanie jest popularne i dlaczego?
- Jak można zwiększyć popularność recyklingu? Jakie warunki muszą być spełnione, żeby segregowanie stało się „trendy”?
- Czy w szkole lub okolicy działają organizacje lub programy, które propagują recykling aluminium?
- Jakie lokalne instytucje lub firmy mogą być zainteresowane recyklingiem i współpracą w ramach Programu puszkowego w naszej szkole?

Plan pracy

Nie proponujemy gotowego planu. Sami go ustalicie z pomocą nauczyciela. Przypominamy tylko o najważniejszych zasadach. Pamiętaj, aby w zespole precyzyjnie wyznaczać zadania, osoby odpowiedzialne oraz terminy. Słuchajcie też siebie nawzajem, tak aby każdy miał możliwość wykazania się i czerpał satysfakcję z pracy w zespole.

Podział funkcji – wybierzcie szefa zespołu i podzielcie między siebie pozostałe zadania. Np. ustalcie, kto będzie odpowiadał za:

- zbieranie i przechowywanie puszek i innych opakowań
- dostarczenie wyposażenia (pojemniki, worki etc.)
- kontakty z punktem skupu i zorganizowanie transportu puszek
- przygotowanie edukacyjnej części programu
- obsługę mediów społecznościowych
- promocję Waszych działań (w tym m.in. zdjęcia do dokumentacji czy filmy promujące)
- kontakty z mediami
- kontakty z nauczycielem-opiekunem

Pierwsze spotkanie to także dobry moment na wymyślenie nazwy zespołu. Dobra nazwa pozwoli Wam występować pod wspólnym szyldem – ułatwi promocję w mediach społecznościowych i kontakty z instytucjami. Dla jeszcze lepszej rozpoznawalności możecie stworzyć własny znak graficzny. Tak się to robi w prawdziwym marketingu!

Ustalenie zasad pracy – zdecydujcie, jak często będziecie się spotykać (najlepiej ustalić stałą porę i dzień tygodnia). Przyjmijcie też zasady egzekwowania zadań i terminów.

Zadania – naszym zdaniem najwygodniej podzielić na trzy grupy:

- związane ze zbiórką puszek
- związane z edukacją
- związane z promocją Waszych działań i zespołu.

Każde zadanie ma jakiś cel. Ustalcie go, a potem zastanówcie się, jak go osiągnąć. Nad grupami zadań i pojedynczymi zadaniami możecie pracować indywidualnie lub grupowo, to Wasza decyzja. Dobrze jest opowiedzieć sobie przebieg każdego zadania i ustalić, co jest potrzebne do jego realizacji. Potem zostaje wyznaczenie osób odpowiedzialnych oraz terminów i oczywiście monitorowanie postępów.

Zasoby i potrzeby – czyli co już mamy i czego jeszcze potrzebujemy. W praktyce to element każdego złożonego zadania. Bardzo pomocne będą listy, na których łatwo można zaznaczyć posiadane środki oraz rzeczy, które musicie zdobyć, lub problemy, które wymagają podjęcia odpowiednich decyzji.

Harmonogram – aby sprawnie działać, powinniście przyjąć kalendarz dla całego programu. Zastanówcie się, ile potrzebujecie czasu na poszczególne zadania, a potem wpiszcie je do harmonogramu, tak aby zdążyć na czas. Czasem trudno przewidzieć dokładny czas realizacji zadania, dlatego warto pamiętać o pozostawieniu marginesu na nieprzewidziane sytuacje lub opóźnienia.

Nowe media – śmiało korzystajcie z internetu i mediów społecznościowych. Działania edukacyjne to nie tylko lekcje – możecie np. nakręcić film o korzyściach recyklingu aluminium i następnie umieścić go na YouTubie. Możecie też zrobić reportaż o własnym zespole i działaniach w Waszej szkole. Wystarczą Wam smartfony z funkcją nagrywania video. Rozważcie, czy nie założyć profilu zespołu na portalu społecznościowym. To doskonałe narzędzie promocji! Możecie informować o kolejnych akcjach, umieszczać zdjęcia i relacje, a także tagować organizacje, które Wam pomagają i publicznie im dziękować*. Na pewno chętnie odwdzięczą się tym samym, a liczba Waszych fanów szybko będzie rosła! Znajdziemy się po tagu #Programpuszkowy

*Wszystkie Wasze działania powinny być zgodne z prawem, w tym zapisami prawa autorskiego, oraz regulaminami platform, a także z zasadami kultury. Pamiętajcie, że występując w internecie jako uczestnicy Programu puszkowego, jesteście jego ambasadorami.

Przykładowe pomysły

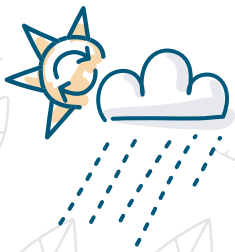
Aby program był ciekawszy możecie:

- przygotować i przeprowadzić zajęcia na temat aluminium i jego recyklingu, lekcje w młodszych klasach mogą prowadzić uczniowie klas starszych
- wykonać gazetki, plakaty, ulotki, ogłoszenia do wieszania w szkole i poza jej terenem
- wykonać własny zgniatacz do puszek
- przeprowadzić konkursy tematycznie związane z ochroną środowiska: plastyczny, piosenkarski, poetycki, teatralny, fotograficzny, filmowy, na najciekawszy komiks, slogan, hasło reklamowe
- zorganizować wydarzenie artystyczne tematycznie związane z ochroną środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem recyklingu puszek aluminiowych po napojach: wystawę, akademię, występ teatralny
- współpracować z inną szkołą, organizacją ekologiczną, przedszkolem, domem kultury, biblioteką, punktem skupu puszek, sklepem, samorządem lokalnym (dzielnicowym, gminnym), firmami
- aktywnie włączyć rodziców w realizację programu: napisać listy do domów, zorganizować spotkania z rodzicami, także w miejscach ich pracy
- przygotować spotkania z osobami związanymi z produkcją lub recyklingiem puszek aluminiowych
- współpracować z mediami: wywiad w radiu, reportaż, artykuły prasowe, zaproszenie dziennikarzy, zaproszenie telewizji dziecięcej i młodzieżowej
- organizować akcje zbierania puszek poza szkołą: w sklepach spożywczych, na osiedlu lub na terenie dzielnicy czy gminy (np. we współpracy z lokalnymi władzami)
- odbyć wycieczki do miejsc związanych z produkcją lub recyklingiem puszek aluminiowych
- włączać się czynnie w organizację akcji takich jak: „Dzień Ziemi", „Światowy Dzień Ochrony Środowiska", „Dni Recyklingu" itp.

Studium przypadku:

Nie chcecie ograniczać zbiórki do własnej szkoły. Zastanawiacie się, gdzie i jak jeszcze można pozyskać puszki. Rozpoczynacie burzę mózgów. Pojawiają się dwa pomysły: można wstawić pojemniki do innych miejsc oraz można zorganizować zbiórkę w terenie. Zastanawiacie się, czego potrzebujecie w obu wypadkach. W pierwszym dobrze jest zrobić listę miejsc, w których spodziewacie się puszek. Być może będą to sklepy, inne szkoły albo zaprzyjaźnione zakłady pracy. Na pewno będziecie potrzebować pojemników. Przydadzą się też plakaty informujące o akcji. Być może instytucje same chciałyby pochwalić się współpracą z Wami i umieszczą wpisy na swoich stronach lub na Facebooku. Wszystko to trzeba uzgodnić z osobami decyzyjnymi, musicie więc dowiedzieć się, z kim rozmawiać. Gdy wszystko jest gotowe, nagłaśniacie akcję i przeprowadzacie zbiórkę.

Rozdaj rodzicom kartę informacyjną. Kartę i wszystkie pozostałe materiały możesz wygodnie wydrukować z wersji elektronicznej dostępnej na recal.pl



Informacja dla rodziców

Drodzy Rodzice,

nasza szkoła została zaproszona do udziału w „Szkolnych i przedszkolnych projektach recyklingowych". To cykliczny projekt edukacyjny stworzony przez Fundację RECAL. W dotychczasowych odsłonach wzięło udział tysiące dzieci, nauczycieli i wychowawców. Rozdano też kilka tysięcy nagród i pamiątek. Prosimy Was o wsparcie Waszych Pociech. Za wszystkie przejawy zaangażowania i życzliwości z góry dziękujemy!

Co zyskuje dziecko, biorąc udział w programie?

Program został przygotowany tak, aby rozwijać różnorodne kompetencje, które przydadzą się dzieciom w dorosłym życiu. Uczy zaradności, odpowiedzialności i zasad współpracy w zespole. W szczególności rozwija:

- zdolności kojarzenia faktów i logicznego myślenia
- aktywność i zaangażowanie
- umiejętności plastyczne i kreatywne
- umiejętność pracy w grupie
- poczucie odpowiedzialności za otoczenie

Oprócz tego program to dobra zabawa i możliwość wygrania atrakcyjnych nagród!

Dla rodziców szkolny program recyklingowy to okazja do zacieśnienia relacji z dziećmi i okazania im zainteresowania. Skorzystajcie z niej!

Wszystkie działania w ramach programu prowadzone są pod opieką wychowawcy.

Warto wiedzieć

- W Polsce recykling aluminium wciąż bywa kojarzony z biedą. Nic bardziej mylnego – najwięcej puszek przerabia się w bogatych krajach Europy – Szwajcarii, Niemczech i Finlandii.
- Przetwarzanie aluminium korzysta z najnowszych technologii i tworzy nowoczesne miejsca pracy. Aluminium używane jest m.in. w elektronice, architekturze i motoryzacji.
- Polska nie posiada istotnych gospodarczo złóż rudy aluminium. Metal musimy importować lub odzyskiwać. Recykling jest ważny dla naszej gospodarki.
- Recykling aluminium pozwala oszczędzić ok. 95% energii elektrycznej w porównaniu do wytopu z rudy. O taki sam procent odzyskiwanie metalu obniża emisję gazów cieplarnianych oraz innych szkodliwych substancji, potrzebnych do wyprodukowania nowego.
- Recykling jednej puszki pozwala zaoszczędzić energię wystarczającą do produkcji 20 puszek z aluminium uzyskanego bezpośrednio z rudy. Aluminium jest tzw. materiałem permanentnym, czyli można go odzyskiwać i używać w nieskończoność – nie traci swoich właściwości w procesie przetwarzania.

Zużyta aluminiowa puszka reprezentuje 6- do 20-krotnie większą wartość niż jakiekolwiek inne popularne opakowanie. Myśl o niej jak o cennym przedmiocie.

Odczytaj kod QR i odwiedź strony Fundacji RECAL

Fundacja RECAL – działamy nieprzerwanie od 1995 r. Więcej informacji o nas i naszych dotychczasowych działaniach znajdziesz na www.recal.pl

Zapraszamy!

SCENARIUSZE ZAJĘĆ

Informatyka

PRZEDMIOT: **Informatyka**

TEMAT: **Recykling opakowań aluminiowych – tworzenie prezentacji multimedialnej**

CELE OGÓLNE:

- poznawcze: wykorzystanie umiejętności do tworzenia prezentacji multimedialnej „Recykling opakowań aluminiowych", uświadamianie korzyści wynikających z odzyskiwania surowców i zrozumienie procesu recyklingu glinu
- wychowawcze: wzbudzanie potrzeby dbania o ochronę środowiska i odzyskiwania surowców
- praktyczne: doskonalenie umiejętności wyszukiwania i interpretowania informacji oraz posługiwania się MS Office

UMIEJĘTNOŚCI:

- treści: tworzenie dokumentów zawierających tekst, grafikę i tabele, wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do rozwiązywania zadań z programu nauczania i z codziennego życia, korzystanie z multimedialnych źródeł informacji, przykłady różnych form organizacji danych
- osiągnięcia: wybieranie, łączenie i celowe stosowanie różnych narzędzi informatycznych do rozwiązywania typowych praktycznych i szkolnych problemów ucznia, korzystanie z różnych, w tym multimedialnych i rozproszonych, źródeł informacji dostępnych za pomocą komputera

CZĘŚĆ LEKCJI	CZYNNOŚCI UCZNIÓW		CZYNNOŚCI NAUCZYCIELA	METODY PRACY	ŚRODKI DYDAKTYCZNE
	DOCELOWE	POŚREDNIE			
WSTĘP	Rozumieją pojęcie recyklingu Rozumieją pojęcie materiału permanentnego	Wyszukują na stronach internetowych informacje o recyklingu Wyszukują w internecie informacje o materiale permanentnym Identyfikują graficzne oznaczenia recyklingu	Formułuje cele zajęć	Burza mózgów	Urządzenia z dostępem do internetu, wyszukiwarki
	Ustalają argumenty za i przeciw recyklingowi opakowań aluminiowych Potrafią wyjaśnić, dlaczego aluminium zalicza się do materiałów permanentnych	Analizują treści z załącznika 1 Przeprowadzają debatę nt. recyklingu Dyskutują o materiałach permanentnych w kontekście aluminium Formułują i prezentują wnioski Ustalają schemat przebiegu recyklingu	Wyjaśnia zasady prowadzenia dyskusji Moderuje dyskusję Weryfikuje schemat recyklingu	Dyskusja	Załącznik 1

REALIZACJA	Przygotowują się do tworzenia prezentacji	Dobierają się w zespoły dwuosobowe Określają metody pracy Selekcjonują zgromadzone materiały Projektują prezentację	Zapoznaje ucznia z arkuszem oceny prezentacji	Burza mózgów Praca koncepcyjna	Załącznik nr 2
	Wykonują prezentację	Umieszczają tabele i wykresy wykonane w arkuszu kalkulacyjnym Tworzą opisy i teksty Dodają zdjęcia, pliki muzyczne i wideo Ustawiają pokaz slajdów	Pomaga uczniom w pracy	Praca z komputerem	Programy Microsoft Power Point i Excell lub ich odpowiedniki innych producentów
KOŃCOWA	Przygotowują prezentację do pokazu	Dokonują korekt Ustalają komentarz do prezentacji Przydzielają zadania w przedstawieniu prezentacji	Przypomina o zasadach oceny prezentacji		
PRACA DOMOWA	Przygotujcie się do przedstawienia prezentacji na następnych zajęciach				

Załącznik nr 1

PUSZKA ALUMINIOWA:

- jest lekka
- jest wytrzymała
- jest łatwa w transporcie i przechowywaniu
- świetnie „wypełnia przestrzeń"; jej zawartość zajmuje aż 90% przestrzeni potrzebnej na przechowywanie
- pozwala na szybkie schłodzenie napojów, a więc i oszczędność energii
- jest atrakcyjna wizualnie i łatwa do zadrukowania, bez potrzeby stosowania etykiet
- przede wszystkim jest surowcem wtórnym, nadającym się w całości do odzysku

RECYKLING:

Recykling aluminiowych puszek po napojach uzasadniony jest z wielu względów — to nie tylko opłacalność ekonomiczna, ale i skuteczna edukacja poprzez bezpośrednie uczestnictwo w ochronie środowiska.

Oto podstawowe fakty:

Edukacja ekologiczna: puszka, jako opakowanie popularne wśród młodzieży i przede wszystkim łatwe do odzysku, jest świetnym pretekstem do edukacji ekologicznej.

Ekonomia: recykling aluminium zwiększa niezależność surowcową kraju, tworzy dodatkowe miejsca pracy w skupie, przetwórstwie i nowych technologiach, generuje kolejne dochody.

Energia: odzyskując aluminium ze złomu oszczędzamy 95% energii potrzebnej na wyprodukowanie aluminium z rudy.

Koszty produkcji: produkcja wtórnego aluminium kosztuje 60% mniej niż produkcja aluminium z boksytów.

Ochrona środowiska: recykling aluminium umożliwia obniżenie zanieczyszczenia powietrza o 95% oraz wody o 97% w porównaniu z produkcją aluminium z rudy. Odzyskując puszki aluminiowe zmniejszamy ilość odpadów w naszym otoczeniu i na wysypiskach oraz zmniejszamy o 95% emisję gazów cieplarnianych.

Pieniądze: za kilogram puszek (około 60 pustych puszek) można uzyskać w skupie około 3–4 zł.

Prawo: Pakiet ustaw „odpadowych” wymaga wprowadzenia recyklingu – dogodnie jest zacząć od recyklingu puszek aluminiowych.

Zasoby naturalne: użycie 1 tony aluminium z odzysku pozwala oszczędzić 4 tony boksytów i 700 kg ropy naftowej.

MATERIAŁ PERMANENTNY

Nie wszystkie materiały nadają się do powtórnego przetwarzania. Niektórych w ogóle nie da się używać ponownie. Inne surowce tracą część swoich właściwości w procesie recyklingu, dlatego ich kolejne zastosowania są ograniczone. Przykładem jest papier – z makulatury produkuje się wiele rodzajów nowego papieru, ale nie wszystkie – niektóre wymagają włókien roślinnych. Są też takie, w których makulatura może być dodatkiem, ale nie wyłącznym surowcem. Zupełnie inaczej jest z aluminium. Aluminiowe opakowania nadają się do ponownego przetworzenia bez ograniczeń. Uzyskany metal ma identyczne właściwości jak ten, z którego powstał, oraz jak metal pozyskany bezpośrednio z rudy. Dlatego recykling aluminium można prowadzić praktycznie w nieskończoność. Surowce, które da się używać w ten sposób, nazywamy materiałami permanentnymi, gdyż raz wprowadzone do użytku przez człowieka, mogą być przetwarzane i stosowane ponownie bez żadnych ograniczeń.

Aby maksymalnie wykorzystać potencjał takich materiałów, należy uwzględniać je już na etapie projektowania docelowych urządzeń. Dlatego recykling materiałów permanentnych generuje nowe miejsca pracy i rozwija takie dziedziny jak inżynieria czy design.

Załącznik nr 2

ARKUSZ OCENY PREZENTACJI

	ZAWARTOŚĆ PREZENTACJI	PUNKTACJA
Zawartość merytoryczna	Wyjaśnienie pojęcia recyklingu i jego znak graficzny	**20**
	Wyjaśnienie pojęcia materiału permanentnego	
	Schemat recyklingu puszek aluminiowych	
	Zalety recyklingu i materiałów permanentnych	
	Wykaz organizacji zajmujących się recyklingiem	
	Zalety recyklingu aluminium i graficzne przedstawienie 95% obniżenia emisji substancji chemicznych, 95% oszczędności energii elektrycznej	
	Wykres odzysku puszek aluminiowych w Polsce w latach (na podstawie informacji wyszukanych w internecie)	
	Źródła pozyskiwania materiałów i wykorzystanych programów, dane wykonawcy prezentacji	
Wykorzystanie technologii informacyjnej	Stosowanie animacji	**20**
	Ustawienie pokazu slajdów	
	Dodanie plików muzycznych, filmowych i graficznych	
	Graficzne przedstawienie danych	
Walory estetyczne	Odpowiedni dobór kolorystyki i wielkości czcionek – czytelność prezentacji	**15**
	Jakość i czytelność tabel i wykresów	
	Dobór układu slajdów	
	Dobór muzyki i grafiki	

Matematyka

PRZEDMIOT: **Matematyka**

TEMAT: **Recykling aluminium w zadaniach matematycznych**

CELE OGÓLNE:

- poznawcze: rozwijanie umiejętności rozwiązywania zadań tekstowych
- wychowawcze: promowanie recyklingu aluminium ze względów ekologicznych

UMIEJĘTNOŚCI:

- treści: procenty, obliczenia procentowe, praktyczne zastosowanie procentów, równania i nierówności, równania i nierówności pierwszego stopnia z jedną niewiadomą
- osiągnięcia: nabycie sprawności w wykonywaniu obliczeń na liczbach wymiernych, potęgach i pierwiastkach, szacowanie wyniku obliczeń, nabycie sprawności w wykonywaniu obliczeń na liczbach wymiernych, potęgach i pierwiastkach, szacowanie wyniku obliczeń, wykonywanie obliczeń procentowych w sytuacjach praktycznych, przeprowadzanie nieskomplikowanych rozumowań matematycznych

CZĘŚĆ LEKCJI	CZYNNOŚCI UCZNIÓW		CZYNNOŚCI NAUCZYCIELA	ŚRODKI DYDAKTYCZNE
	DOCELOWE	POŚREDNIE		
WSTĘP	Ustalają temat lekcji	Zapoznają się z treścią załącznika nr 1 Rozwiązują krzyżówkę Ustalają hasło krzyżówki: „recykling aluminium"	Kieruje pracą uczniów	Załącznik nr 1 Załącznik nr 2
REALIZACJA	Charakteryzują aluminium	Analizują treść załącznika nr 1 Ustalają, czym jest aluminium Wymieniają związki tego pierwiastka i zastosowanie aluminium w przemyśle	Kieruje dyskusją	Załącznik nr 1
	Rozwiązują zadania z treścią	Analizują treść zadania Ustalają dane w zadaniu Ustalają zależności między danymi Wybierają metodę rozwiązania Sprawdzają poprawność rozwiązania Formułują odpowiedź do zadania	Czuwa nad poprawnością rozwiązania	Załącznik nr 3

KOŃCOWA	Podsumowują wyniki	Formułują wnioski na temat oszczędności wynikających z odzysku aluminium	Dba o poprawność wniosków	
PRACA DOMOWA	Podstawowa	Znajdź w dostępnych źródłach wartość poziomu odzysku puszek napojowych w Polsce w 1995. Wykonaj wykres słupkowy.		
	Ponadpodstawowa	Na podstawie wskazanego źródła oblicz, o jaką wartość obecny poziom odzysku puszek napojowych w Polsce przekroczył średnią europejską wartość tego wskaźnika.		

Załącznik nr 1

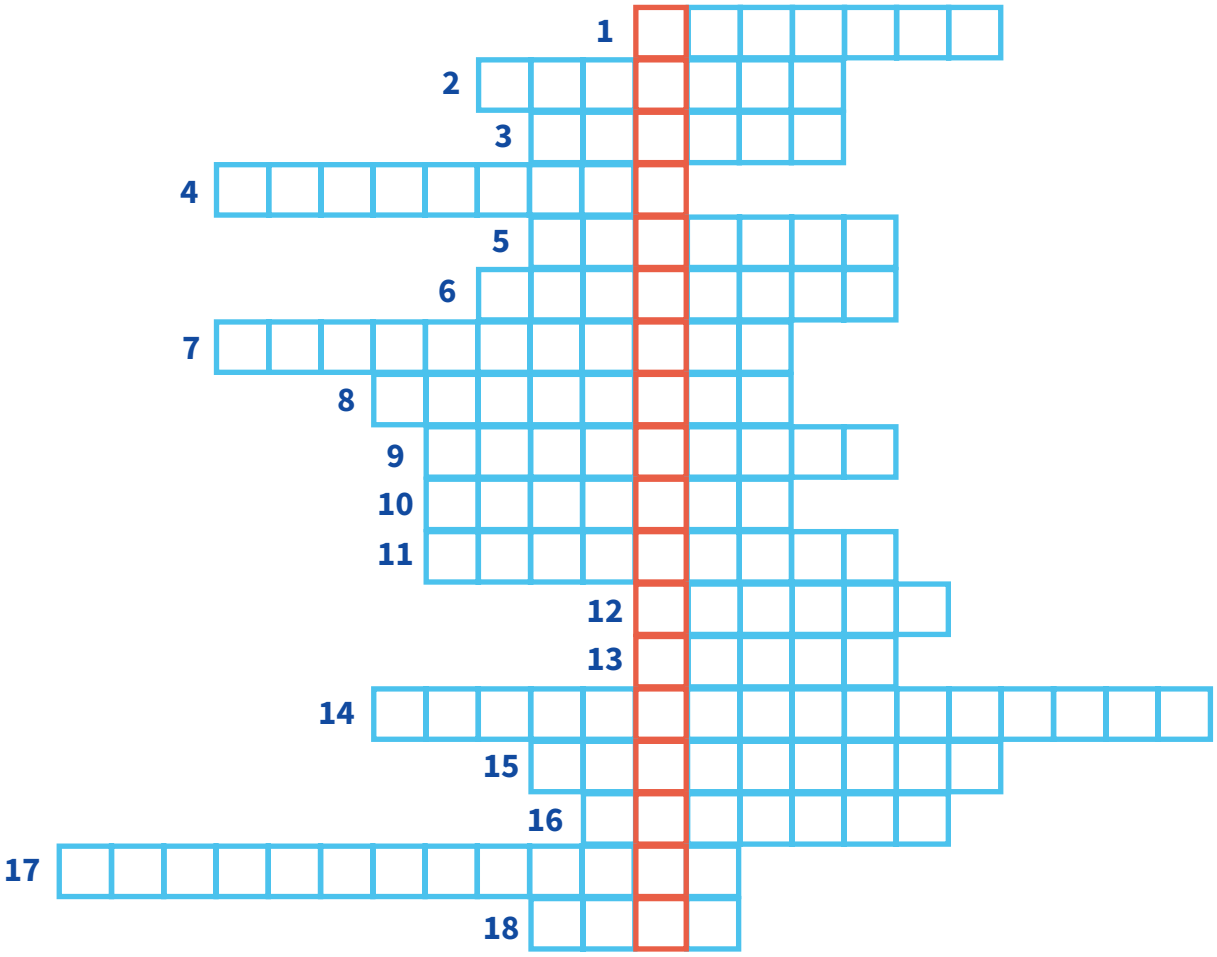
Glin (Al, łac. aluminium) to pierwiastek chemiczny – metal z grupy borowców w układzie okresowym pierwiastków. Glin jest trzecim najpowszechniej występującym pierwiastkiem na powierzchni Ziemi. Od niego wywodzi się dawna nazwa zewnętrznej warstwy litosfery – Sial (obecnie nazywana warstwą granitową).

Sole i tlenki glinu znane były od zarania dziejów. Uwodniony, mieszany siarczan glinu nazywany ałunem był używany jako środek antyseptyczny już przez starożytnych Greków (obecnie staje się popularną alternatywą dla antyperspirantów). Istnienie glinu – pierwiastka zasugerował Louis-Bernard Guyton de Morveau w 1761 r. W 1807 r. podobną sugestię wyraził sir Humphry Davy, który zaproponował współczesną nazwę. Istnieją kontrowersje na temat tego, kto pierwszy wyodrębnił glin w stanie czystym. Źródła wskazują zarówno na Friedricha Wöhlera (1827 r.), jak i Hansa Christiana Oersteda (1825 r.).

Ze względu na swoje właściwości, takie jak wysoka wytrzymałość i odporność na korozję, stopy glinu z innymi metalami (głównie miedzią i magnezem) zwane duraluminium znalazły wiele zastosowań i są używane do wyrobu szerokiej grupy produktów – w tym części do statków kosmicznych. Czysty, krystaliczny glin jest kruchy i łamliwy.

Załącznik nr 2

1. Wynik odejmowania
2. Niezbędna do rysowania, np. konstrukcji
3. Pierwsza
4. Układ, w którym żadna para liczb nie spełnia obu równań równocześnie
5. Są głównym źródłem pozyskiwania aluminium przez człowieka
6. Dziedzina biologii badająca wzajemne stosunki między organizmami a otaczającym je środowiskiem
7. Ostrosłup o podstawie trójkąta
8. Liczba, przez którą dzielimy
9. Grecki filozof z Samos
10. Liczba środkowa
11. Kąty mające jedno wspólne ramię
12. Część całości
13. Aluminium
14. Zawiera się w niej zbiór wartości funkcji
15. Jeden z krajów o najwyższym poziomie odzysku aluminium
16. Przecina okrąg w dwóch punktach
17. Prostopadłościan
18. Jest nim kwadrat



Załącznik nr 3

Zadanie 1

1 tona aluminium pochodzącego z recyklingu pozwala zaoszczędzić 4 tony boksytów i równowartość energetyczną 700 kg ropy naftowej. W 2007 roku w Polsce zużyto 65 000 ton aluminiowych puszek do napojów. Poziom odzysku puszek aluminiowych w naszym kraju wynosi 69%. Oblicz oszczędności.

Zadanie 2

Za kilogram puszek (około 80 puszek 0,33 l lub 60 puszek 0,5 l) można uzyskać w skupie 3–4 zł.

- Ile puszek 0,33 l należy zebrać, aby zarobić 50 zł? Wynik zaokrąglij do całej puszki.
- Jaką masę puszek 0,5 I należy sprzedać, aby uzyskać 50 zł?

Zadanie 3

Na wyprodukowanie 1 kg aluminium z boksytu potrzeba tyle samo energii, ile na wyprodukowanie 20 kg chleba. Ile bochenków chleba o masie 80 dag można wyprodukować przy użyciu takiej ilości energii, jaka jest potrzebna do produkcji 3 kg aluminium?

Odpowiedzi do krzyżówki:

1. Różnica
2. Ekierka
3. Liczba
4. Sprzeczny
5. Boksyty
6. Ekologia
7. Czworościan
8. Dzielnik
9. Pitagoras
10. Mediana
11. Przyległe
12. Ułamek
13. Metal
14. Przeciwdziedzina
15. Finlandia
16. Sieczna
17. Graniastosłup
18. Romb

Godzina wychowawcza

PRZEDMIOT: **Godzina wychowawcza**

TEMAT: **To nie tylko puszki!**

CELE OGÓLNE:

- poznawczy: poznanie definicji aluminium
- wychowawczy: kształtowanie postaw proekologicznych
- praktyczny: doskonalenie umiejętności analizowania i słuchania wypowiedzi

UMIEJĘTNOŚCI:

- treści: zagrożenie dla środowiska wynikające z produkcji aluminium
- osiągnięcia: analiza wpływu człowieka na stan środowiska

ŚRODKI DYDAKTYCZNE: Encyklopedia PWN, Słownik wyrazów obcych, Słownik języka polskiego, Leksykon PWN, duże arkusze papieru, duży blok rysunkowy, flamastry, puszki aluminiowe po napojach, smartfony lub komputery z dostępem do internetu.

CZĘŚĆ LEKCJI	CZYNNOŚCI UCZNIÓW		CZYNNOŚCI NAUCZYCIELA	ŚRODKI DYDAKTYCZNE
	DOCELOWE	POŚREDNIE		
WSTĘP	Zapoznają się z celem i tematem lekcji	Podają skojarzenia związane ze słowem „puszka” Ustalają, z jakiego materiału są wykonane puszki Wymieniają inne opakowania z aluminium lub jego elementami	Ukierunkowuje odpowiedzi uczniów i wyjaśnia cel lekcji	
REALIZACJA	Ustalają definicję aluminium uwzględniając jej aspekt chemiczny i potoczny	W parach zapoznają się z definicjami aluminium z różnych źródeł	Zwraca uwagę na różnice występujące w definicjach	Encyklopedia PWN, Wikipedia i zasoby internetowe, smarftony, arkusze papieru, flamastry
	Wymieniają spostrzeżenia dotyczące recyklingu aluminium jako materiału permanentnego	Poznają definicję materiału permanentnego Podają argumenty na rzecz recyklingu aluminium Pracując w grupach projektują hasło i krótki tekst zachęcający do recyklingu opakowań aluminiowych Prezentują efekty swojej pracy	Zapoznaje uczniów z najważniejszymi aspektami materiałów permanentnych i recyklingu w formie miniwykładu (załącznik nr 1) Inicjuje dyskusje Nadzoruje pracę w grupach i ocenia efekty	Załącznik nr 1

	Przedstawiają krótką scenkę zachęcającą do recyklingu puszek	W grupach przygotowują scenki	Umieszcza recykling w szerszym aspekcie ochrony środowiska Inspiruje do wykorzystania różnorodnych środków wyrazu (słowo, mimika, gest, muzyka i piosenka, rekwizyty)	Aluminiowe puszki po napojach
KOŃCOWA	Podsumowują wnioski z zajęć	Podsumowują wnioski z zajęć	Zadaje pytania podsumowujące Ocenia pracę uczniów	
PRACA DOMOWA	Przygotuj informację, gdzie w naszej okolicy znajdują się punkty skupu aluminium i jaka jest jego cena.			

Załącznik nr 1

RECYKLING ALUMINIUM

Wraz z rozwojem gospodarki światowej nie tylko wzrosła liczba opakowań aluminiowych, ale również powiększyła się ilość odpadów w środowisku naturalnym. Okazało się jednak, że złom aluminiowy jest jednym z tych surowców, które można ponownie przetwarzać i wykorzystać (czyli poddawać procesowi recyklingu). Właściwości mechaniczne aluminium otrzymanego w procesie recyklingu niczym się nie różnią od właściwości aluminium otrzymanego z boksytu. Odzyskany metal zachowuje takie same cechy jak surowiec pierwotny i całkowicie nadaje się do użytku w przemyśle spożywczym, nie zagrażając zdrowiu człowieka. Proces ten można powtarzać w nieskończoność. Bardzo dużą ilość złomu aluminiowego odzyskuje się w takich sektorach jak budownictwo, energetyka i transport. Recykling puszek zmniejsza zanieczyszczenie powietrza i wody, zużycie energii elektrycznej oraz ropy naftowej.

Aluminium jest metalem permanentnym. Oznacza to, że nie traci swoich właściwości w procesie odzyskiwania i może być przetapiane bez ograniczeń. Raz wprowadzone do obiegu gospodarczego może pozostać w nim na zawsze, przybierając różne formy – może być puszką aluminiową, potem elementem roweru, a po kolejnym przetopieniu na przykład ramą okienną.

Puszki odzyskiwane w Polsce przetapia się obecnie w wyspecjalizowanych zakładach. Poziom recyklingu aluminiowych puszek po napojach w Europie wyniósł w 2018 roku 76,1% (UE 28 + Islandia, Norwegia i Szwajcaria), a w Polsce odzyskano i przekazano do recyklingu 80,5% puszkowego złomu. Dla porównania – w Niemczech odzyskuje się 99%.

Recykling puszek po napojach uzasadniony jest z wielu względów – to nie tylko opłacalność ekonomiczna, ale i skuteczna edukacja poprzez bezpośrednie uczestnictwo w ochronie środowiska.

Oto podstawowe fakty:

Edukacja ekologiczna: puszka, jako opakowanie popularne wśród młodzieży i przede wszystkim łatwe do odzysku, jest świetnym pretekstem do edukacji ekologicznej.

Ekonomia: recykling aluminium zwiększa niezależność surowcową kraju, tworzy dodatkowe miejsca pracy w skupie, przetwórstwie oraz segmencie nowych technologii, a także generuje kolejne dochody.

Energia: odzyskując aluminium ze złomu oszczędzamy 95% energii potrzebnej na wyprodukowanie aluminium z rudy.

Koszty produkcji: produkcja wtórnego aluminium kosztuje o 60% mniej niż produkcja aluminium z boksytów. Ochrona środowiska: recykling aluminium umożliwia obniżenie zanieczyszczenia powietrza o 95% oraz wody o 97% w porównaniu z produkcją aluminium z rudy. Mniejsza jest także o 95% emisja gazów cieplarnianych. Odzyskując puszki aluminiowe zmniejszamy ilość odpadów w naszym otoczeniu i na wysypiskach.

Pieniądze: za kilogram puszek (około 80 puszek 0,33 l lub 60 puszek 0,5 l) można uzyskać w skupie około 3–4 zł.

Prawo: pakiet ustaw „odpadowych” wymaga wprowadzenia recyklingu – dogodnie jest zacząć od recyklingu puszek aluminiowych.

Zasoby naturalne: użycie 1 tony aluminium z odzysku pozwala oszczędzić 4 tony boksytów i 700 kg ropy naftowej.

Załącznik nr 2

ANKIETA EWALUACYJNA DLA UCZNIÓW

(na zakończenie projektu)

Drodzy Uczniowie, proszę o udzielenie odpowiedzi na poniższe pytania. Wasze odpowiedzi będą pomocne przy redagowaniu sprawozdania z realizacji akcji.

1. Czy lekcje poświęcone recyklingowi aluminium podobały Ci się?
TAK / NIE – odpowiedź uzasadnij.

2. Co Ci się najbardziej podobało / nie podobało?

3. W jakim stopniu wzbogaciłeś wiedzę na temat aluminium i jego recyklingu?
znikomym / słabym / częściowym / znacznym
(zakreśl wybraną odpowiedź)

4. Co zyskałeś uczestnicząc w projekcie?

5. Oceń swoje zaangażowanie w realizację projektu.
słabe / średnie / znaczne
(zakreśl wybraną odpowiedź)

6. Zapisz dwa pytania, jakie chciałbyś zadać po zakończeniu projektu.

7. Napisz jedno zdanie, jakie przychodzi Ci na myśl w związku z cyklem lekcji o aluminium.

Dziękuję.

Niniejsza ankieta powinna zostać przeprowadzona po zakończeniu cyklu lekcji. Wyniki ankiety posłużą uczniom do pracy na lekcji języka polskiego (podczas redagowania sprawozdania z akcji).

Biologia

PRZEDMIOT: **Biologia**

TEMAT: **Glin w życiu człowieka**

CELE OGÓLNE:

- poznawczy: poznawanie wpływu glinu na organizm człowieka
- wychowawczy: kształtowanie odpowiedzialności za stan własnego zdrowia
- praktyczny: doskonalenie umiejętności słuchania i różnicowania wartości szczegółów wypowiedzi

UMIEJĘTNOŚCI:

- treści: stan zdrowia i choroby
- osiągnięcia: analizowanie przyczyn zakłóceń stanu zdrowia człowieka, przewidywanie skutków własnych decyzji w tym zakresie, prowadzenie zdrowego trybu życia

CZĘŚĆ LEKCJI	CZYNNOŚCI UCZNIÓW		CZYNNOŚCI NAUCZYCIELA	ŚRODKI DYDAKTYCZNE
	DOCELOWE	POŚREDNIE		
WSTĘP	Charakteryzują stan zdrowia i choroby	Wyjaśniają pojęcia zdrowia i choroby	Prowadzi rozmowę dydaktyczną	Podręcznik do biologii
	Przedstawiają czynniki decydujące o zdrowiu człowieka	Podają przykłady czynników wewnętrznych (np. zaburzenia endokrynologiczne, wylewy) oraz zewnętrznych (np. bakterie, pasożyty, hałas) wpływające na stan zdrowia Wymieniają przykłady zachowań człowieka, które decydują o zaburzeniu dobrego samopoczucia (np. palenie tytoniu, brak aktywności fizycznej, niewłaściwa dieta)	Kieruje rozmową, zadaje pytania Podsumowuje wypowiedzi uczniów, zwracając szczególną uwagę na wpływ człowieka na stan własnego zdrowia	Podręcznik do biologii
REALIZACJA	Określają źródła glinu w organizmie	Zapoznają się z kartą pracy Poznają środowiskowe źródła glinu i zapisują swoje spostrzeżenia (ćw. 1, część II z karty pracy) Przedstawiają swoje notatki	Rozdaje karty pracy i omawia sposób ich wypełnienia Odczytuje tekst (załącznik nr 2) Kontroluje poprawność odczytywanych zapisów	Załącznik nr 1 – karta pracy Załącznik nr 2 – tekst źródłowy

	Oceniają wpływ glinu na zdrowie człowieka	Poznają znaczenie glinu dla organizmu Określają położenie narządów zagrożonych obecnością glinu (ćw. 1, część II z karty pracy) Wybrani uczniowie przedstawiają wyniki swojej pracy	Przedstawia wpływ glinu na organizm człowieka Sprawdza wybiórczo poprawność zaznaczeń na schematach	Załącznik nr 1 – karta pracy
KOŃCOWA	Podsumowują znaczenie glinu dla człowieka	Formułują wnioski na temat wpływu glinu na organizm (ćw. 2) Prezentują swoje pomysły	Poleca wykonanie ćw. 2 jako podsumowanie efektów pracy na lekcji Kieruje prezentacją pomysłów	Załącznik nr 1 – karta pracy
	Określają sposoby ograniczenia ilości glinu w organizmie	Wymieniają przykłady zachowań człowieka, które mogą zmniejszyć ilość glinu wprowadzonego do organizmu Oceniają swoje postępowanie w tym zakresie	Prowadzi podsumowującą burzę mózgów Pyta o indywidualne nawyki i decyzje uczniów wpływające na ilość glinu dostarczanego do organizmu	
PRACA DOMOWA		Wyszukaj informacje o zastosowaniach glinu w medycynie		

Załącznik nr 1

KARTA PRACY DLA UCZNIA

Ćwiczenie 1 Wypełnij tabelę

część I - na podstawie tekstu przedstawionego przez nauczyciela
część II - na podstawie wykładu nauczyciela zaznacz czarną kredką narządy, w których występuje glin

Część I	**Część II**
ŚRODOWISKO **źródła glinu**	**CZŁOWIEK** **skutki zdrowotne**

Ćwiczenie 2 Dokończ zdanie: **Glin w organizmie człowieka jest jak: .....**

Załącznik nr 2

Glin należy do najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków skorupy ziemskiej. Stanowi 7,8% jej masy. Glin w postaci metalicznej jest powszechnie stosowany przez człowieka.

Związki glinu występują w żywności, wysokie stężenie glinu zawierają naturalne przyprawy, np. majeranek i pieprz czarny. Wysokie stężenie tego pierwiastka występuje w czarnych herbatach. Źródłem tak dużych ilości glinu są m.in. dodatki do gleb przyspieszające wzrost młodych krzewów herbacianych.

Źródłami tego pierwiastka dla człowieka są dodatki stosowane w żywności w celu przedłużenia przydatności czy polepszenia walorów smakowych (np. sole glinowe). Glin znajduje się w pieczywie, jeśli zawiera tzw. proszek do pieczenia, w soli kuchennej, jeśli zawiera związki glinu zapobiegające jej wilgotnieniu, może znaleźć się również w mące wybielanej sztucznie związkami omawianego pierwiastka.

Wody powierzchniowe, gruntowe i głębinowe – w zależności od rodzaju struktury geologicznej i podłoża zawsze zawierają pewne ilości glinu. Źródłami glinu w diecie człowieka są w znacznej części warzywa, które uprawiane były na glebach kwaśnych (w Polsce około 60% gleb jest zakwaszonych).

Glin ulega rozmieszczeniu w większości narządów człowieka, jednak płuca i kości zawierają go najwięcej. W mózgu stanowi nawet do 0,75 mg/kg suchej masy narządu.

Glin jest często wykorzystywanym składnikiem leków stosowanych przeciw biegunce, przy nadkwasocie, chorobie wrzodowej czy jako środki przeciwwymiotne (również u kobiet w ciąży) oraz przeciwbólowe.

Techniczna nazwa metalicznego glinu to aluminium. Jako pierwiastek chemiczny w związkach zawsze nazywany jest glinem.

Chemia

PRZEDMIOT: **Chemia**

TEMAT: **Chemiczne ABC aluminium**

CELE OGÓLNE:

- poznawczy: poznanie właściwości chemicznych i fizycznych aluminium
- wychowawczy: kształcenie umiejętności postępowania zgodnego z zasadami dbałości o własne zdrowie i ochronę środowiska
- praktyczny: doskonalenie umiejętności samodzielnego dochodzenia do wiedzy

UMIEJĘTNOŚCI:

- treści: substancje i ich przemiany w otoczeniu człowieka
- osiągnięcia: określanie właściwości różnorodnych substancji oraz ich powiązanie z zastosowaniem i wpływem na środowisko naturalne

CZĘŚĆ LEKCJI	CZYNNOŚCI UCZNIÓW		CZYNNOŚCI NAUCZYCIELA	ŚRODKI DYDAKTYCZNE
	DOCELOWE	POŚREDNIE		
WSTĘP	Potrafią wyjaśnić znaczenie wyrazu „aluminium”	Podają i zapisują wyrazy, które kojarzą im się ze słowem aluminium	Pyta uczniów o skojarzenia związane z terminem „aluminium” Formułuje temat lekcji	Załącznik nr 1 – plansza z napisem
REALIZACJA	Wymieniają cechy i zastosowania aluminium	Wypełniają karty pracy, zgodnie z kolejnością zadań wyznaczoną przez nauczyciela Uzupełniają ćwiczenie 1 i 2 Odczytują rozwiązania ćwiczeń	Prowadzi wykład na temat aluminium i jego zastosowań Umieszcza na tablicy karty z informacjami o aluminium Rozdaje karty pracy i kieruje pracą uczniów Sprawdza poprawność ćwiczeń	Załącznik nr 2 – zarys wykładu Załącznik nr 3 – karta pracy ucznia
	Omawiają właściwości przewodzące aluminium	Obserwują doświadczenie i sprawdzają jego efekty Wpisują własne spostrzeżenia i wnioski w kartach pracy	Przygotowuje i przeprowadza doświadczenie obrazujące przewodzenie ciepła przez aluminium	Załącznik nr 4
	Wskazują zastosowania aluminium	W karcie pracy wpisują zastosowania aluminium z podziałem na przemysł, transport, budownictwo i gospodarstwo domowe	Omawia zastosowania aluminium	Załącznik nr 3 – karta pracy ucznia

KOŃCOWA	Dokonują podsumowania lekcji	Dokonują podsumowania lekcji Grają w grę dydaktyczną. Wcześniej wybierają liderów drużyn, którzy będą losować pytania	Dokonuje podsumowania lekcji Zaprasza uczniów do gry, wyjaśnia zasady i dzieli klasę na 4 drużyny Kontroluje odpowiedzi i ocenia prace uczniów	Załącznik nr 5 – gra dydaktyczna
PRACA DOMOWA	Podstawowa	Przygotuj informacje o hucie aluminium w Koninie		
	Ponadpodstawowa	Przygotuj informacje o wybranej zagranicznej hucie aluminium. Porównaj ją z polską hutą		

Załącznik nr 1

Glin należy do najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków skorupy ziemskiej. Stanowi 7,8% jej masy. Glin w postaci metalicznej jest powszechnie stosowany przez człowieka.

Związki glinu występują w żywności, wysokie stężenie glinu zawierają naturalne przyprawy, np. majeranek i pieprz czarny. Wysokie stężenie tego pierwiastka występuje w czarnych herbatach. Źródłem tak dużych ilości glinu są m.in. dodatki do gleb przyspieszające wzrost młodych krzewów herbacianych.

Źródłami tego pierwiastka dla człowieka są dodatki stosowane w żywności w celu przedłużenia przydatności czy polepszenia walorów smakowych (np. sole glinowe). Glin znajduje się w pieczywie, jeśli zawiera tzw. proszek do pieczenia, w soli kuchennej, jeśli zawiera związki glinu zapobiegające jej wilgotnieniu, może znaleźć się również w mące wybielanej sztucznie związkami omawianego pierwiastka.

Wody powierzchniowe, gruntowe i głębinowe – w zależności od rodzaju struktury geologicznej i podłoża zawsze zawierają pewne ilości glinu. Źródłami glinu w diecie człowieka są w znacznej części warzywa, które uprawiane były na glebach kwaśnych (w Polsce około 60% gleb jest zakwaszonych).

Glin ulega rozmieszczeniu w większości narządów człowieka, jednak płuca i kości zawierają go najwięcej. W mózgu stanowi nawet do 0,75 mg/kg suchej masy narządu.

Glin jest często wykorzystywanym składnikiem leków stosowanych przeciw biegunce, przy nadkwasocie, chorobie wrzodowej czy jako środki przeciwwymiotne (również u kobiet w ciąży) oraz przeciwbólowe.

Techniczna nazwa metalicznego glinu to aluminium. Jako pierwiastek chemiczny w związkach zawsze nazywany jest glinem.

Załącznik nr 2

Aluminium jest metalem, z którego produkuje się m.in. puszki do napojów. Jego najważniejszym składnikiem jest pierwiastek zwany glinem o symbolu chemicznym Al z grupy borowców w układzie okresowym pierwiastków. Na skalę gospodarczą aluminium pozyskiwane jest z boksytu o uproszczonym wzorze chemicznym $FeO(OH) \times Al_2O_3 \times 2H_2O$. Za sprawą obecności tlenków żelaza boksyt ma najczęściej kolor czerwono-brązowy. W Polsce ruda aluminium występuje w niewielkich ilosciach na Dolnym Śląsku i w Górach Świętokrzyskich. Krajowe złoża są tak małe, że nie eksploatuje się ich. Mimo to aluminium pierwotne, czyli wytwarzane bezpośrednio z rudy, produkowała do końca 2008 roku huta aluminium w Koninie, która importowała surowiec z zagranicy. Obecnie w Polsce – także w hucie w Koninie - produkuje się wyłącznie aluminium wtórne, czyli pochodzące z przetapianego metalu, w tym z recyklingu. Aluminium jest metalem permanentnym. Oznacza to, że nie traci swoich właściwości w procesie odzyskiwania i może być przetapiane bez ograniczeń.

Aluminium to metal, który:

– ma barwę srebrno-białą

– jest odporny na działanie wielu kwasów organicznych, np. kwasu octowego, jabłkowego i cytrynowego

– jest odporny na działanie stężonego kwasu azotowego

– stanowi doskonałą barierę przed przenikaniem zapachów, wilgoci i światła

– na powietrzu pokrywa się cienką warstwą tlenku glinu, która nie dopuszcza do dalszego utleniania i korozji

– łatwo się walcuje i rozciąga do najcieńszych wymiarów

– w stopach z dodatkami innych metali jest mocny i ma dużą wytrzymałość mechaniczną

– należy do metali lekkich

– jest odporny na ścieranie
– dobrze przewodzi ciepło, dobrze przewodzi elektryczność, nie magnesuje się

Wraz z rozwojem gospodarki światowej nie tylko wzrosła liczba opakowań aluminiowych, będących dla wielu miarą postępu cywilizacji, lecz również wzrosła ilość odpadów w środowisku naturalnym. Okazało się jednak, że złom aluminiowy jest jednym z tych surowców, które można ponownie przetwarzać i wykorzystywać praktycznie w nieskończoność.

Recykling, czyli ponowne wprowadzanie surowców do obiegu przemysłowego, nie tylko zmniejsza ilość odpadów, ale przynosi także wiele innych korzyści dla środowiska i gospodarki człowieka: pozwala zaoszczędzić energię, zmniejszyć zużycie surowców oraz zanieczyszczenie środowiska.

Ze względu na swe właściwości chemiczne i fizyczne glin (aluminium) ma szerokie zastosowanie w gospodarce człowieka. Najważniejsze przedstawia lista poniżej.

Transport:
– części silników spalinowych
– konstrukcje lotnicze
– elementy konstrukcji samochodowych, okrętowych i pojazdów szynowych
– urządzenia produkcyjne – osprzęt i części maszyn
– urządzenia transportowe, np. cysterny do przewozu kwasu azotowego

Przemysł opakowań
– puszki do napojów
– pojemniki dla dezodorantów
– tacki, folie
– torebki
– kapsułki do kawy
– opakowania lekarstw
– wewnętrzna warstwa kartoników do napojów
– nakrętki

Budownictwo:
– elementy konstrukcyjne
– ramy okienne, drzwi
– pokrycie elewacji i dachów
– profile aluminiowe

Zastosowania domowe:
– elementy sprzętu AGD, np. lodówek i zamrażarek
– elementy wyposażenia kuchni
– okucia, klamki, lampy
– sprzęt sportowy i turystyczny, np. rowery

Inne:
– przemysł chemiczny, np. aparatura chemiczna
– przemysł elektryczny, np. przewody elektryczne
– przemysł metalurgiczny, np. produkcja blach
– przemysł kosmetyczny, np. składnik pudru
– przemysł spożywczy, np. dodatki stosowane w piekarnictwie, mleczarstwie
– przemysł farmaceutyczny – jako składnik niektórych leków

W Polsce systematycznie wzrasta spożycie napojów w puszkach aluminiowych oraz odzysk tego opakowania. Recykling puszek zmniejsza zużycie energii i paliwa w czasie produkcji.

Produkcja aluminium ze złomu w porównaniu z produkcją aluminium z boksytu przynosi istotne korzyści poprzez:

– ochronę środowiska – obniżenie o 95% emisji substancji chemicznych (np. fluorku glinu) podczas procesów elektrolizy oraz zmniejszenie o 95% emisji gazów cieplarnianych

– oszczędność ok. 95% energii elektrycznej

– oszczędność złóż boksytu – 1 tona złomu to oszczędność 4 ton rudy i równowartości energetycznej 700 kg ropy naftowej.

Załącznik nr 3

KARTA PRACY DLA UCZNIA

Zadanie I

Uzupełnij luki w tekście odpowiednimi wyrazami z ramki.

Aluminium zbudowane jest z pierwiastka zwanego ..... . Wzór chemiczny glinu jest następujący ..... . Aluminium jest metalem o barwie..... . Ze względu na swe właściwości fizyczne i chemiczne ma ..... zastosowanie w gospodarce człowieka. Aluminium wykorzystywane jest w ..... , ... , ..., ... Aluminium pierwotne w Polsce produkowała ..... .

Gospodarstwie domowym	huta aluminium w Kole	szerokie
huta aluminium w Koninie	Zn	przemyśle
transporcie	Cu	srebrno-białej
czerwono-brązowej	małe	żółtej
wąskie	Al	budownictwie

Zadanie II

Wstaw odpowiednią literę (prawidłową odpowiedź: prawda czy fałsz P/F).

1. Ruda aluminium ma barwę czerwono-brązową.
2. Aluminium to potoczna nazwa metalicznego glinu.
3. Czysty metaliczny glin powstaje z boksytu.
4. W Polsce huta aluminium znajduje się w Kielcach.
5. Aluminium źle przewodzi ciepło.
6. Recykling puszek zwiększa import boksytu oraz zużycie energii i paliwa w czasie produkcji.
7. W Polsce systematycznie maleje spożycie napojów w puszkach aluminiowych oraz odzysk tego opakowania.
8. Aluminium to metal, który jest mocny i lekki.
9. W Polsce złoża boksytu są bardzo małe i występują głównie na Dolnym Śląsku.
10. Złom aluminiowy jest jednym z tych surowców, które można ponownie przetworzyć i wykorzystać.

Zadanie III

Uzupełnij tabelkę podając zastosowanie aluminium w gospodarce.

TRANSPORT	OPAKOWANIA	BUDOWNICTWO	GOSPODARSTWO DOMOWE

Załącznik nr 4

Potrzebne materiały:

– łyżeczka porcelanowa
– łyżeczka aluminiowa
– kubek z gorącą wodą

Uczniowie wkładają poszczególne łyżeczki do wrzątku – sprawdzają stopień przewodzenia ciepła przez poszczególne łyżeczki. Zapisują w karcie pracy własne spostrzeżenia.

Załącznik nr 5

Gra dydaktyczna – przykładowe pytania:

PYTANIA ZA 1 PUNKT	PYTANIA ZA 2 PUNKTY	PYTANIA ZA 3 PUNKTY
Podaj symbol chemiczny glinu	Co to jest recykling?	W jakiej grupie układu okresowego pierwiastków znajduje się glin?
Czy aluminium to metal?	W jakim mieście w Polsce do 2008 r. produkowano aluminium pierwotne?	Jaką barwę ma aluminium?
Podaj 3 przykłady zastosowania aluminium	Czy aluminium to metal odporny na ścieranie?	Jaką barwę ma boksyt?
Czy aluminium jest dobrym przewodnikiem ciepła?	W jakich rejonach Polski występują niewielkie złoża boksytu?	Na działanie jakich kwasów odporne jest aluminium?

Język polski

PRZEDMIOT: **Język polski**

TEMAT: **Zbieraliśmy aluminiowe puszki. Teraz napiszemy sprawozdanie!**

CELE OGÓLNE:

- poznawczy: poznanie argumentów przemawiających za potrzebą przeprowadzania akcji zbierania puszek i ich recyklingu, przypomnienie cech sprawozdania
- wychowawczy: rozwijanie świadomości ekologicznej, uczenie szacunku do przyrody
- praktyczny: doskonalenie umiejętności redagowania sprawozdania, argumentowania, wyciągania wniosków

UMIEJĘTNOŚCI:

- treści: wyżej zorganizowane formy wypowiedzi
- osiągnięcia: tworzenie wypowiedzi informujących, wartościujących; dokumentowanie, notowanie, selekcja i przechowywanie informacji

CZĘŚĆ LEKCJI	CZYNNOŚCI UCZNIÓW		CZYNNOŚCI NAUCZYCIELA	METODY PRACY	ŚRODKI DYDAKTYCZNE
	DOCELOWE	POŚREDNIE			
WSTĘP	Podają najważniejsze informacje na temat akcji zbierania puszek, określają jej cel	Odpowiadają na pytania zawarte w gwieździe pytań (kto, kiedy, gdzie, dlaczego, po co, jak?)	Prowadzi rozmowę dot. przebiegu akcji i jej znaczenia dla środowiska i zasobów naturalnych Kontroluje sposób redagowania pytań przez uczniów	Burza mózgów, pogadanka heurystyczna	Plansza z gwiazdą pytań Karta pracy ucznia
REALIZACJA	Odtwarzają przebieg akcji, selekcjonując wydarzenia i porządkując je chronologicznie	Przedstawiają najważniejsze działania podjęte w trakcie akcji i umieszczają właściwe daty, poprawnie je zapisują Uzupełniają oś czasu w karcie pracy	Kieruje pracą uczniów Sprawdza sposób przedstawienia na osi czasu i zapisu dat	Oś czasu	Oś czasu narysowana na dużym arkuszu szarego papieru, pisaki Karta pracy ucznia
	Łączą informacje zawarte w gwieździe pytań z informacjami przedstawionymi na osi czasu	Układają w punktach plan sprawozdania, posługując się równoważnikami zdań, zapisują go na tablicy Przenoszą plan do karty pracy	Zwraca uwagę na precyzję i zwięzłość sformułowań uczniów, a także stosowanie przez nich odpowiednich konstrukcji składniowych	Praca zespołowa	Karta pracy ucznia

	Przedstawiają te same zdarzenia z różnych punktów widzenia	Wybierają dla siebie kapelusze w różnych kolorach i (w miarę możliwości) siadają w 6-osobowych grupach Gromadzą różne informacje (także na podstawie ankiety ewaluacyjnej przeprowadzanej na godzinie wychowawczej): kapelusze białe – fakty; kapelusze czerwone – odczucia i opinie; kapelusze czarne – słabe strony akcji; kapelusze żółte – mocne strony; kapelusze zielone – możliwości i scenariusze alternatywne (co by było, gdyby…); kapelusze niebieskie – podsumowanie dyskusji Prezentują wyniki i notują wnioski w karcie pracy	Dzieli uczniów na grupy, stosując kolorowe kapelusze Przydziela zespołom zadania Sprawdza sposób realizowania poleceń zawartych w instrukcjach Ocenia prezentacje grup	Praca w grupach metodą 6 kapeluszy myślowych De Bono Prezentacja na forum klasy	Kapelusze w 6 kolorach: białym, czerwonym, czarnym, żółtym, zielonym i niebieskim Przygotowane pisemne instrukcje dla grup Szary papier, przybory do pisania Komputer i rzutnik multimedialny do zaprezentowania wyników ankiety Karta pracy ucznia
	Przypominają cechy sprawozdania jako formy wypowiedzi	Układają listę pytań, na jakie musi dać odpowiedź sprawozdanie i zapisują na tablicy oraz w karcie pracy Określają cechy stylu sprawozdania, wybierając prawdziwe twierdzenia Umieszczają wybrane stwierdzenia na tablicy i zapisują je w karcie pracy	Kontroluje sposób redagowania pytań Sprawdza trafność wyboru stwierdzeń	Praca zespołowa	Kolorowe kartoniki zawierające twierdzenia prawdziwe i fałszywe nt. sprawozdania Karta pracy ucznia
KOŃCOWA	Podsumowują wyniki pracy na lekcji	Uczestniczą w rundzie, kończąc rozpoczynane przez nauczyciela zdania	Podsumowuje lekcję	Runda	

KARTA PRACY DLA UCZNIA

Temat: **Zbieraliśmy aluminiowe puszki.... Teraz napiszemy sprawozdanie!**

Uzupełnij schemat gwiazdy pytań dot. szkolnej akcji zbierania puszek aluminiowych

Przedstaw na osi czasu najważniejsze działania podjęte w ramach akcji.

Zapisz w punktach plan sprawozdania. Pamiętaj, by posłużyć się równoważnikami zdań.

Zanotuj wnioski z dyskusji przeprowadzonej na lekcji.

Ułóż listę pytań, na jakie musi dać odpowiedź sprawozdanie.

Wymień cechy sprawozdania.

Język niemiecki

PRZEDMIOT: **Język niemiecki**

TEMAT: **Umweltschutz – Recycling – Wiederverwerten**

CELE OGÓLNE:

- poznawcze: poznanie słownictwa z zakresu ochrony środowiska i recyklingu
- wychowawczy: rozwijanie w uczniach potrzeby dbania o środowisko

UMIEJĘTNOŚCI:

- wzbogacenie słownictwa dotyczącego życia codziennego
- osiągnięcie poziomu opanowania języka zapewniającego w miarę sprawną komunikację językową

CZĘŚĆ LEKCJI	CZYNNOŚCI UCZNIÓW		CZYNNOŚCI NAUCZYCIELA	ŚRODKI DYDAKTYCZNE
	DOCELOWE	POŚREDNIE		
WSTĘP	Poznają podstawowe pojęcia w języku niemieckim dotyczące ochrony środowiska i recyklingu	Tłumaczą i zapisują nowe słówka z tematu lekcji	Tłumaczy nowe wyrazy	Tablica Zeszyt
	Nazywają obrazek w języku niemieckim	Łączą rysunek z odpowiednią nazwą na karcie pracy	Rozdaje karty pracy i tłumaczy, na czym polega zadanie	Załącznik nr 3 – karta pracy
REALIZACJA	Opisują poszczególne rzeczowniki	Tworzą zdania, odpowiadając na pytanie: was ist das?	Rozdaje karty pracy i tłumaczy zadanie	Załącznik nr 1 – karta pracy
	Poznają nowe słowa z zakresu ochrony środowiska i recyklingu oraz ich znaczenie	Uzupełniają zdania odpowiednimi słówkami	Rozdaje karty pracy i tłumaczy zadanie	Załącznik nr 2 – karta pracy
KOŃCOWA	Podsumowanie i powtórka nowych wyrazów	Odpowiadają na pytania	Zadaje pytania	
PRACA DOMOWA	**Was machst du für dem Umweltschutz?** Napisz 6–7 zdań o tym, co robisz dla środowiska			

Załącznik nr 1

KARTA PRACY

Dokończ zdanie:

Kartoffelschalen		Altglas
Eine leere Weinflasche		Kompost
Eine Getrank Dose	das ist	Kunststoff
Eine Plastiktute		Altpapier
Eine Zeitung		Metall

Załącznik nr 2

KARTA PRACY

Uzupełnij tekst podanymi wyrazami:

Energie, Abfall, Auto, Bus, wiederverwerten, Licht

Mann kann das ..... zu Hause lassen. Es ist besser mit dem ..... zu fahren. Man kann versuchen, keine ..... zu verschwenden. Man kann das ..... ausmachen, wenn man nicht mehr im Zimmer ist. Mann kann Wasser ..... und es ist eine gute Idee, ... zu trennen. Man kann Dosen und andere Verpackungen ..... .

Załącznik nr 3

Altglas	**Altpapier**	**Kunststoff**	**Metall**	**Kompost**

NOTATKI

NOTATKI

NOTATKI

NOTATKI

FUNDACJA NA RZECZ ODZYSKU
OPAKOWAŃ ALUMINIOWYCH

WYDAWCA:

FUNDACJA NA RZECZ ODZYSKU OPAKOWAŃ ALUMINIOWYCH RECAL

ul. Mariensztat 8, 00-302 Warszawa

tel./fax (22) 538 91 74

e-mail: recal@recal.pl

www.recal.pl

www.pilkizapuszki.pl

www.kazdapuszkacenna.pl

www.sforae.eu

Redakcja wydania IX poprawionego

Marcin Łaska
Artur Łobocki
Paweł Wiśnioch
Jacek Wodzisławski

W opracowaniu wykorzystano obszerne fragmenty poprzednich wydań w opracowaniu:
Alicji Kamer-Fornal, Arkadiusza Łomocia, Elżbiety Rostkowskiej, Doroty Soidy,
Marty Szczepanik-Pikula, Agaty Szczytyńskiej, Moniki Wery, Marii Ulanik
powstałych z udziałem mgr inż. Elżbiety Tyralskiej-Wojtycza.

Projekt graficzny i skład

MIKA KONCEPTDESIGN Łukasz Siwy
www.mika-ms.pl

Korekta

Elżbieta Strucka

Podziękowania za opinie i sugestie: Adam Jasionka, Monika Linetty, Sylwia Pluta,
Emilia Skrodzka, Joanna Tykarska-Mazurkiewicz, Hanna Węgrzyn.

Wykorzystane materiały z zasobów otwartych:

www.pixabay.com
www.unsplash.com

ISBN 978-83-910607-6-6
Warszawa 2021

FSC
MIESZANY
Papier z odpowiedzialnych źródeł
FSC® C143437

Wyprodukowano na papierze pochodzącym z lasów zarządzanych zgodnie z międzynarodowymi standardami ochrony środowiska posiadającym certyfikat FSC

ISBN 978-83-910607-6-6
9 788391 060766