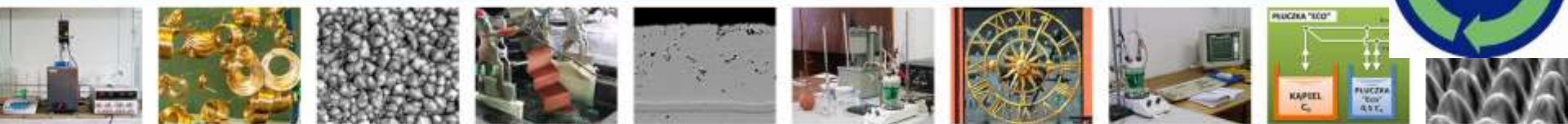


Cenne surowce w samochodach hybrydowych i elektrycznych Uprawnienia do demontażu EV/HEV

dr hab. inż. Andrzej Wojciechowski, prof. IMP
Prezes Polskiego Stowarzyszenia Naukowego Recyklingu
Instytut Mechaniki Precyzyjnej



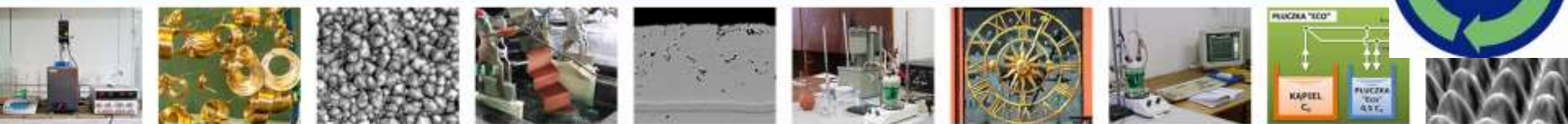
Instytut Mechaniki Precyzyjnej
ul. Duchnicka 3, 01-796 Warszawa
e-mail: andrzej.wojciechowski@imp.edu.pl
www.imp.edu.pl



Mając świadomość wyzwań stojących przed zintegrowaną Europą w dobie kolejnych lat oraz dekad, Unia Europejska przedstawiła w 2008 r. **Europejską Inicjatywę na Rzecz Surowców**, w ramach której powstała **zintegrowana strategia**, mająca stanowić odpowieź na nowe wyzwania, związane z dostępem do surowców innych niż energia i innych niż produkty rolne.

Inicjatywa na rzecz surowców opiera się na trzech następujących filarach:

- zapewnieniu równych szans dostępu do surowców w państwach trzecich
- wspieraniu stabilnych dostaw surowców ze źródeł europejskich
- wspieraniu efektywnego gospodarowania zasobami i promowaniu recyklingu i odzysku materiałowego

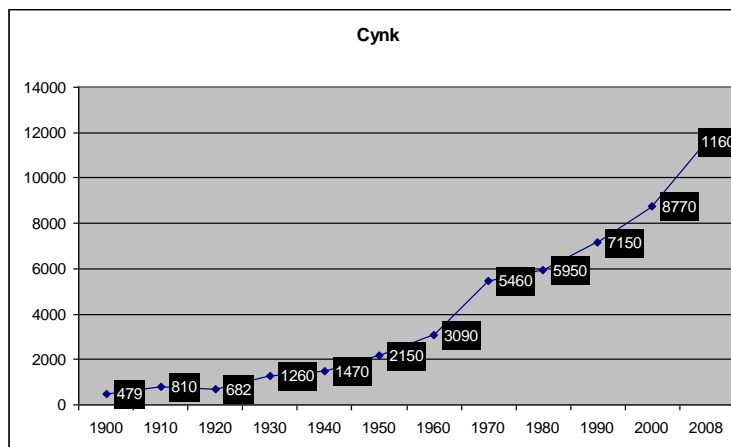
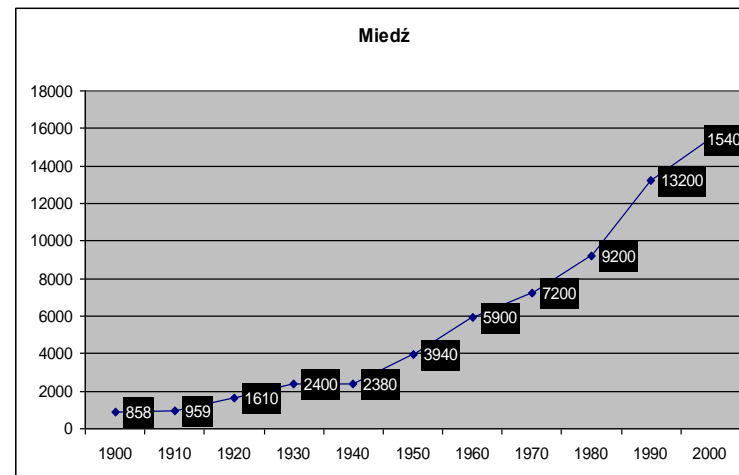
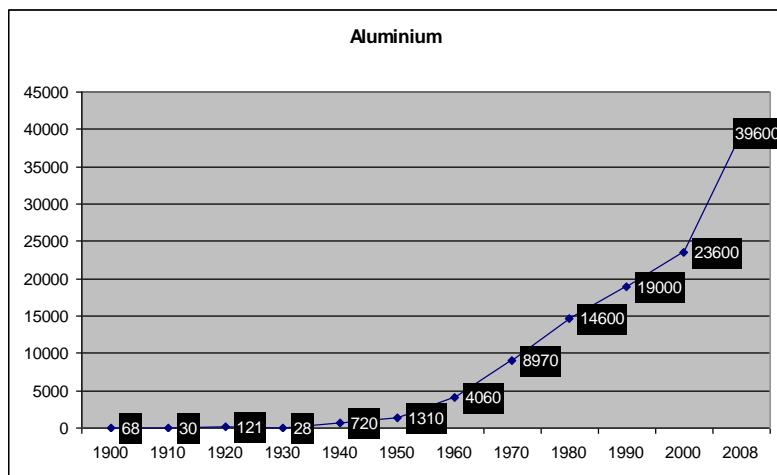
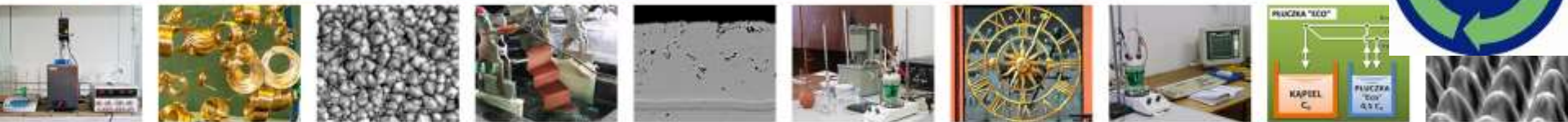


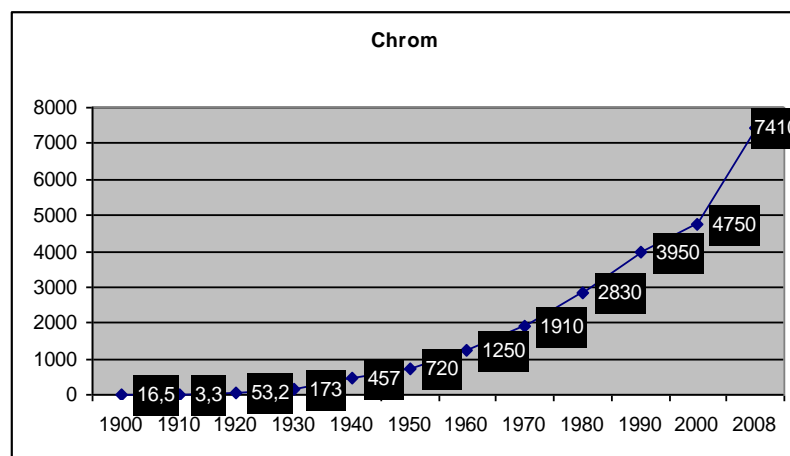
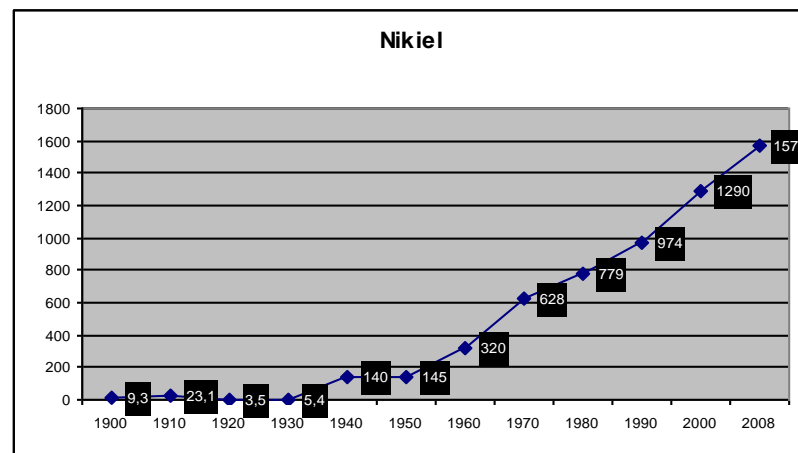
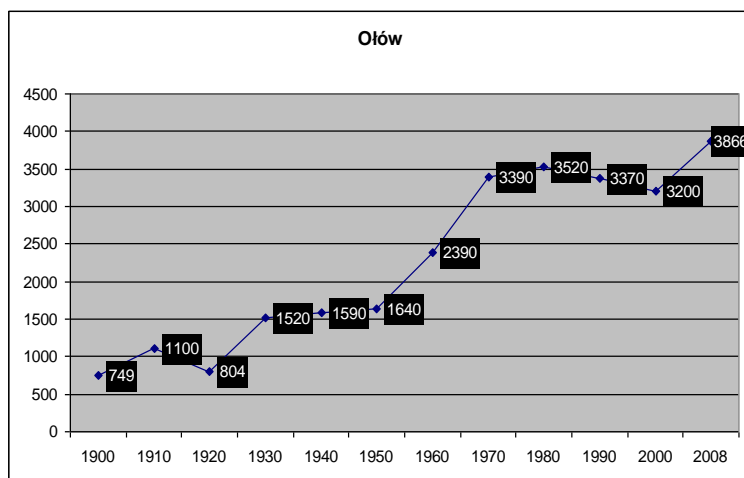
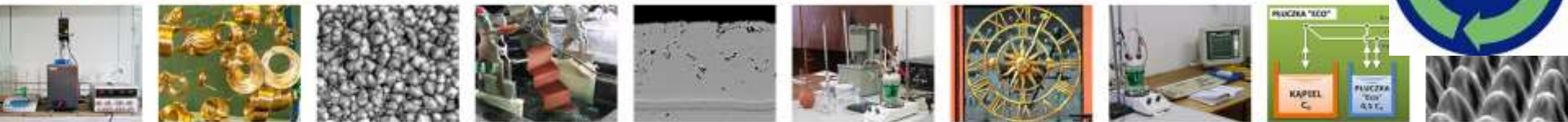
KE wskazuje, że zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny (ZSEE), stanowi jeden z **najszybciej rosnących strumieni odpadów w UE** - od około **9 mln ton** wytworzonych **w 2005 r.** do szacowanych ponad **12 mln ton w roku 2020**.

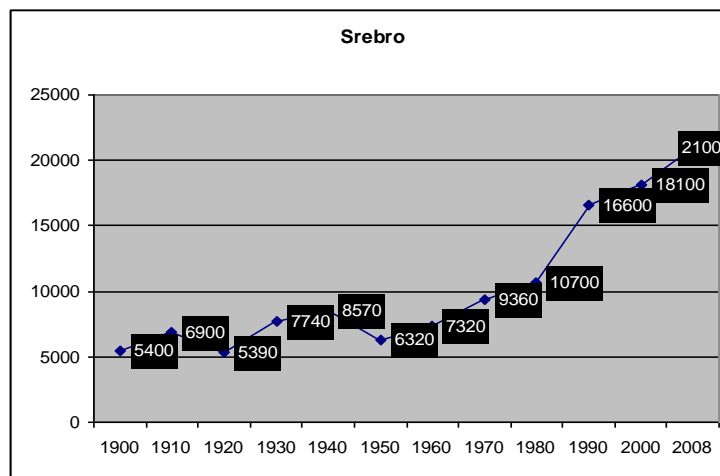
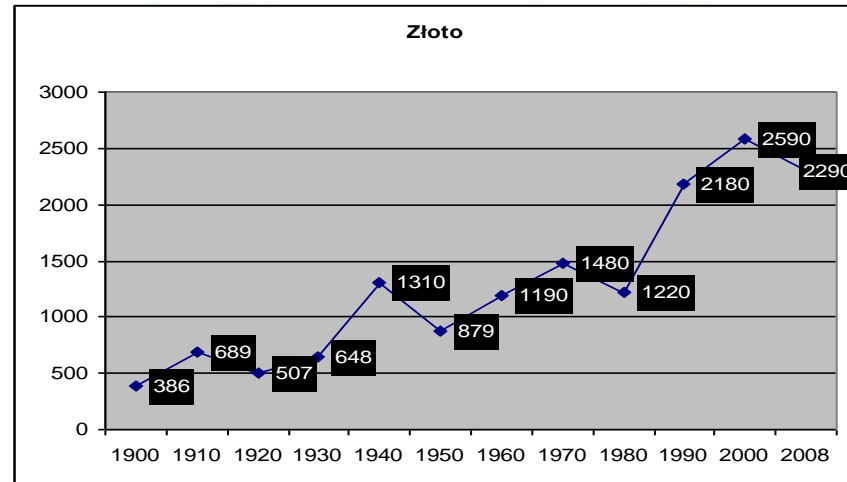
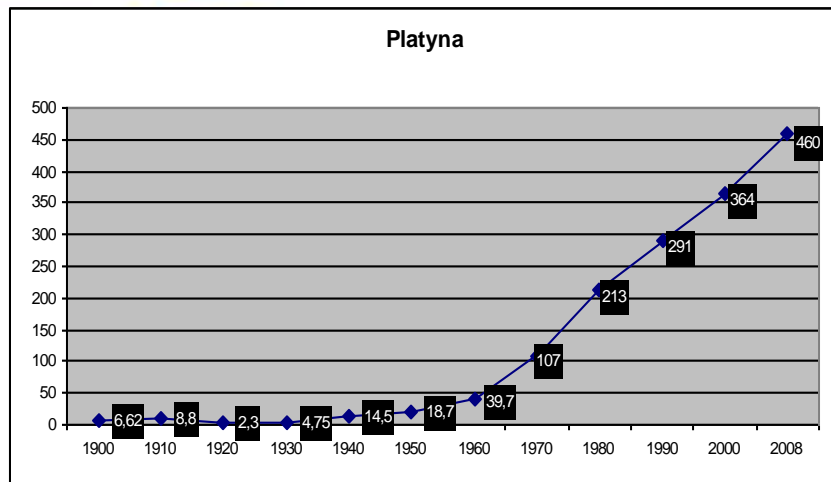
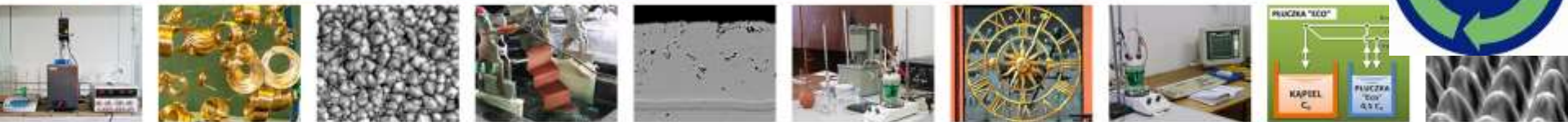
ZSEE to złożona mieszanina materiałów i komponentów, które **mogą powodować poważne problemy dla środowiska i zdrowia**, jeżeli odpowiednio się nimi nie gospodaruje - KE w komunikacie.

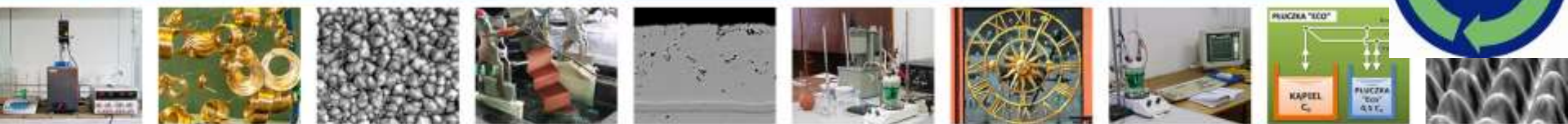
Produkcja nowoczesnej elektroniki wymaga wykorzystania rzadkich i drogich zasobów (np. do jej produkcji wykorzystuje się około **10 proc. światowych zasobów złota**), a zatem **recykling tych urządzeń przynosi oczywiste korzyści.**

Pojazdy EV/HEV można zaliczyć do sprzętu ZSEE

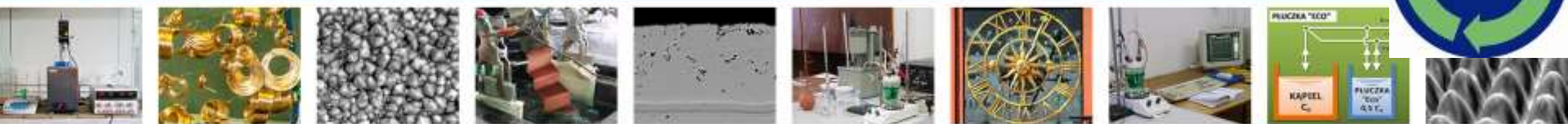






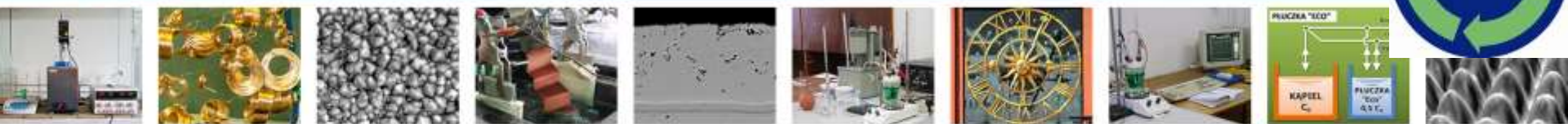


Piasek i żwir	307	Piasek kwarcowy	4.7
Węgiel brunatny	158	Kaolin	4.0
Kruszona skała	130	Potas	3.4
Ropa naftowa	116	Aluminium	1.7
Gaz ziemny (1000 m³)	89.6	Miedź	1.1
Wapień, dolomit	72	Stopy metali	0.9
Węgiel kamienny	67	Siarki	0.2
Stal	39.5	Azbest	0.16
Cement	29	Fosfor	0.15
Sól kamienna	12	Energii elektrycznej (MWh)	293.2
Gips	8.5		

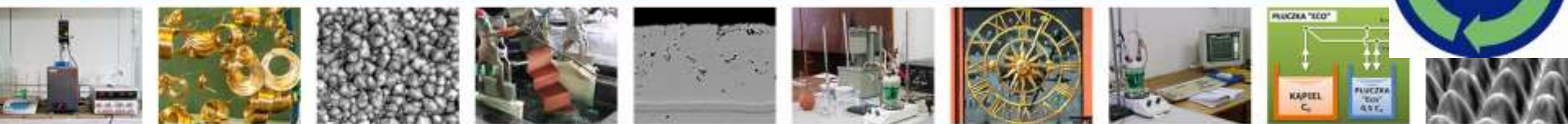


Surowiec	Produkcja 2006 (t)	Zapotrzebowanie wynikające z pojawienia się nowych technologii 2006 (t)	Zapotrzebowanie wynikające z pojawienia się nowych technologii 2030 (t)	Wskaźnik 2006 ¹	Wskaźnik 2030 ¹
Gal	152	28	603	0,18	3,97
Ind	581	234	1 911	0,40	3,29
German	100	28	220	0,28	2,20
Neodym	16 800	4 000	27 900	0,23	1,66
Platyna	255	bardzo małe	345	0	1,35
Tantal	1 384	551	1 410	0,40	1,02
Srebro	19 051	5 342	15 823	0,28	0,83
Kobalt	62 279	12 820	26 860	0,21	0,43
Pallad	267	23	77	0,09	0,29
Tytan	7 211 000 ²	15 397	58 148	0,08	0,29
Miedź	15 093 000	1 410 000	3 696 070	0,09	0,24

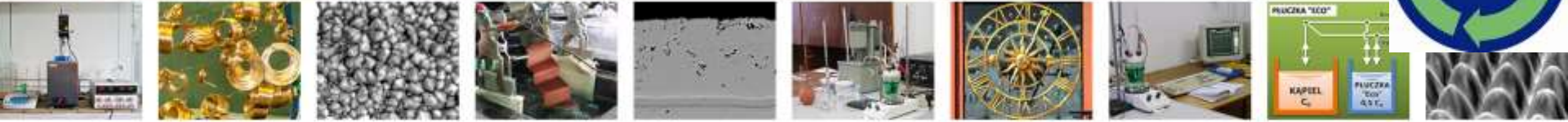
¹Wskaźnik pokazuje udział zapotrzebowania wynikającego z pojawienia się nowych technologii w stosunku do całkowitego zapotrzebowania na dany surowiec w 2006 r. i 2030 r.; ²Koncentrat rudy



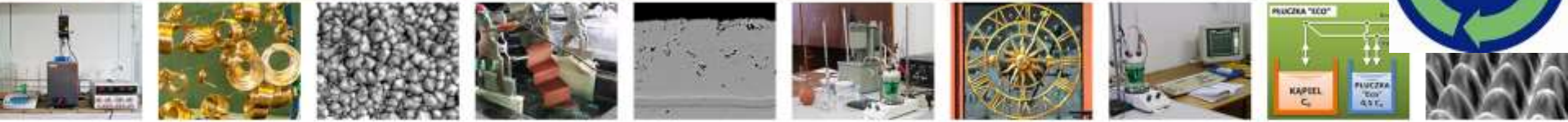
Metal	Zasoby x 10 ⁶ [t]	Konsumpcja x 10 ⁶ [t/r]	Liczba lat do wyczerpania zasobów
Żelazo	93 600,00	500,00	190
Chrom	3 543,00	9,16	370
Mangan	1 835,00	21,07	90
Nikiel	82,63	0,78	105
Wanad	15,80	0,02	570
Molibden	9,48	0,09	95
Kobalt	3,66	0,02	130
Wolfram	2,56	0,04	55
Aluminium	6 000,00	16,01	375
Magnez	1 410,00	0,31	4 503
Miedź	550,08	9,83	56
Cynk	241,02	6,33	38
Ołów	156,70	5,48	29
Platyna	36,77	0,19	186
Cyna	9,71	0,69	14



Materiał	Współczynnik odzysku materiału [%]
Stal	90 - 100
Żeliwo	60 - 80
Aluminium	70 - 90
Ołów	60 - 100
Miedź	40 - 60
Cynk	50 - 60
Platynowce	65 - 70
Opony i pozostałe elastomery	30 - 50
Tworzywa sztuczne	0 - 30
Materiały eksploatacyjne	5 - 85
Szkło	0 - 40
Pozostałe materiały	0 - 30



Lp.	Metale i ich stopy	Oszczędność energii [%]
1	Aluminium	95
2	Miedź	85
3	Stal/Żeliwo	74
4	Ołów	65
5	Cynk	60

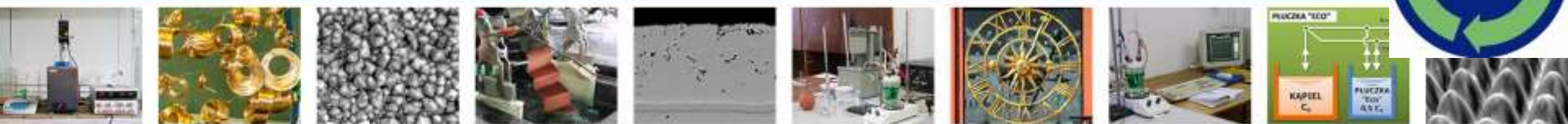


Jeszcze kilka, kilkadziesiąt lat temu światowa gospodarka zależała głównie

od: **żelaza, miedzi, złota, srebra**
 i kilkunastu odmian polimerów

obecnie wszystko się zmieniło i postęp technologiczny uzależnił nas od:

- **metali ziem rzadkich**
- **metali lekkich i ich stopów** (Mg, Al, Zn, Ti, Li, ...)

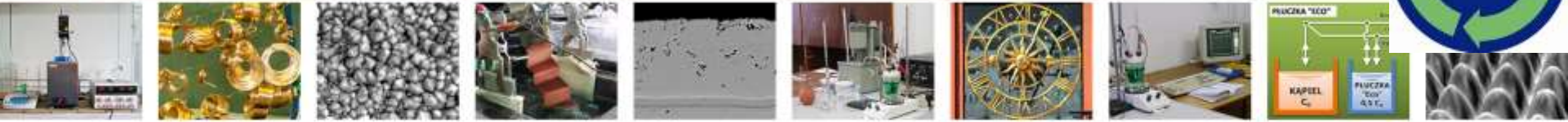


Jeśli chcemy mieć nadal te wszystkie elektroniczne gadżety, to potrzebujemy **62 różnych pierwiastków** wykorzystywanych w ich budowie. Bez nich układy elektroniczne nie pracowałyby z odpowiednią sprawnością, niezawodnością i wydajnością.

A co by było gdyby któregoś z tych nietypowych metali zabrakło?

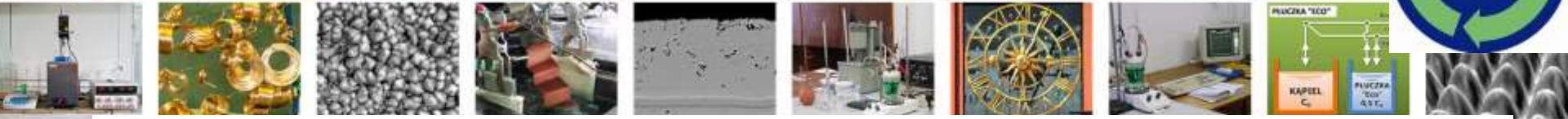
Czy to na stałe czy na jakiś czas zabrakłoby tych metali, na przykład z powodu strajków górników?

Z pewnością łańcuchy dostaw muszą funkcjonować, a w przypadku takiego obrotu spraw ciągłość dostaw z pewnością uległaby przerwaniu.



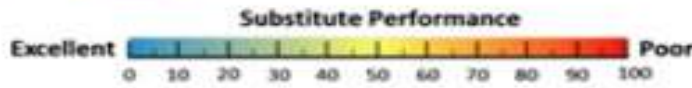
US National Academy of Sciences przeprowadziła analizę **62** powszechnie stosowanych w przemyśle **pierwiastków** w celu oceny ich ewentualnego **zastąpienia**.

Specjaliści stwierdzili, że przynajmniej w **10 przypadkach** odpowiednie zamienniki nie istnieją, lub są niedostępne. Nie znaleziono też idealnego zamiennika dla żadnego z nich, a to oznacza, że brak któregokolwiek z tych 62 metali/stopów to poważne **problemy** dla całego sektora przemysłu zajmującego się tworzeniem nowych technologii, w szczególności elektroniki.

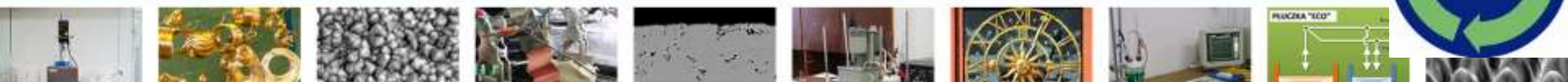


H																	He
Li 41	Be 63											B 41	C	N	O	F	Ne
Na	Mg 94											Al 44	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc 65	Ti 63	V 63	Cr 76	Mn 96	Fe 57	Co 54	Ni 62	Cu 70	Zn 38	Ga 38	Ge 44	As 38	Se 47	Br	Kr
Rb	Sr 78	Y 95	Zr 66	Nb 42	Mo 70	Tc	Ru 63	Rh 96	Pd 39	Ag 44	Cd 38	In 60	Sn 36	Sb 57	Te 38	I	Xe
Cs	Ba 62	*	Hf 38	Ta 41	W 53	Re 90	Os 38	Ir 89	Pt 66	Au 40	Hg 45	Tl 100	Pb 100	Bi 46	Po	At	Rn
Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo

* Lanthanides	La 75	Ce 60	Pr 41	Nd 41	Pm	Sm 38	Eu 100	Gd 63	Tb 63	Dy 100	Ho 63	Er 63	Tm 68	Yb 88	Lu 63
** Actinides	Ac	Th 35	Pa	U 63	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



Pokazana tabela przedstawia absolutnie **niezbędne składniki**.
Bez tych zaznaczonych na czerwono nie powstanie żaden iPhone.
 Należy do nich między innymi **magnez, itr, rod, ren, tal, lantan, europ i inne**.



Układ Okresowy Pierwiastków

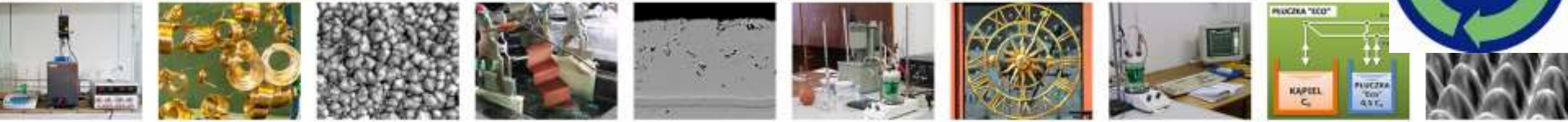
1 IA 1 H Wodór 1.00794	2 IIA 2 He Hel 4.002602											13 IIIA 3 B Bor 10.811	14 IVA 4 C Węgiel 12.0107	15 VA 5 N Azot 14.00674	16 VIA 6 O Tlen 15.9994	17 VIIA 7 F Fluor 18.9984032	18 VIIIA 8 Ne Neon 20.1797
3 1A 3 Li Lity 6.941	4 2A 4 Be Beryl 9.012182											13 IIIA 3 Al Alum 26.981538	14 IVA 4 Si Krzem 28.0855	15 VA 5 P Fosfor 30.973761	16 VIA 6 S Siarka 32.06	17 VIIA 7 Cl Chlor 35.453	18 VIIIA 8 Ar Argon 39.948
11 1A 11 Na Sód 22.989770	12 2A 12 Mg Magnez 24.3050	3 IIIB 3 Sc Skand 44.955910	4 IVB 4 Ti Tytan 47.887	5 VB 5 V Wanad 50.9415	6 VIB 6 Cr Chrom 51.9961	7 VIIB 7 Mn Mangan 54.938049	8 VIII 8 Fe Żelazo 55.845	9 VIII 9 Co Kobalt 58.933200	10 VIII 10 Ni Nikiel 58.6934	11 IB 11 Cu Miedź 63.546	12 IIB 12 Zn Cynk 65.409	13 IIIB 13 Ga Gall 69.723	14 IVB 14 Ge German 72.64	15 VA 15 As Arsen 74.92160	16 VIA 16 Se Selen 78.96	17 VIIA 17 Br Brom 79.904	18 VIIIA 18 Kr Krypton 83.799
37 1A 37 Rb Rubid 85.4678	38 2A 38 Sr Strycyj 87.62	39 IIIB 39 Y Yttr 88.90585	40 IVB 40 Zr Cytrol 91.224	41 VB 41 Nb Niob 92.90638	42 VIB 42 Mo Molibden 95.94	43 VIIB 43 Tc Technet (98)	44 VIII 44 Ru Ruten 101.07	45 VIII 45 Rh Roz 102.90550	46 VIII 46 Pd Pallad 106.42	47 IB 47 Ag Srebro 107.8682	48 IIB 48 Cd Kadm 112.411	49 IIIB 49 In Ind 114.818	50 IVB 50 Sn Ocyk 118.710	51 VA 51 Sb Antymon 121.760	52 VIA 52 Te Tellur 127.60	53 VIIA 53 I Jod 126.90447	54 VIIIA 54 Xe Ksenon 131.293
55 1A 55 Cs Cezj 132.90545	56 2A 56 Ba Baryt 137.327	57 to 71 IIIB 57 to 71 Lantanowce	72 IVB 72 Hf Hafn 178.49	73 VB 73 Ta Tantal 180.9479	74 VIB 74 W Wolibram 183.84	75 VIIB 75 Re Ren 186.207	76 VIII 76 Os Osm 190.23	77 VIII 77 Ir Iryd 192.217	78 VIII 78 Pt Platyna 195.978	79 IB 79 Au Złoto 196.96655	80 IIB 80 Hg Rtut 200.59	81 IIIB 81 Tl Tal 204.3833	82 IVB 82 Pb Ołów 207.2	83 VA 83 Bi Bismut 208.98038	84 VIA 84 Po Polon (209)	85 VIIA 85 At Astat (210)	86 VIIIA 86 Rn Radon (222)
87 1A 87 Fr Francj (223)	88 2A 88 Ra Racj (226)	89 to 103 IIIB 89 to 103 Lantanowce	104 IVB 104 Rf Rutherford (261)	105 VB 105 Db Dubn (262)	106 VIB 106 Sg Seaborg (266)	107 VIIB 107 Bh Bohr (264)	108 VIII 108 Hs Hassium (285)	109 VIII 109 Mt Meitner (268)	110 VIII 110 Ds Darmstadt (271)	111 IB 111 Rg Roentgen (272)	112 IIB 112 Uub Ununbium (285)	113 IIIB 113 Uut Ununtrium (284)	114 IVB 114 Uuq Ununquadium (289)	115 VA 115 Uup Ununpentium (288)	116 VIA 116 Uuh Ununhexium (286)	117 VIIA 117 Uus Ununseptium (289)	118 VIIIA 118 Uuo Ununoctium (289)

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope

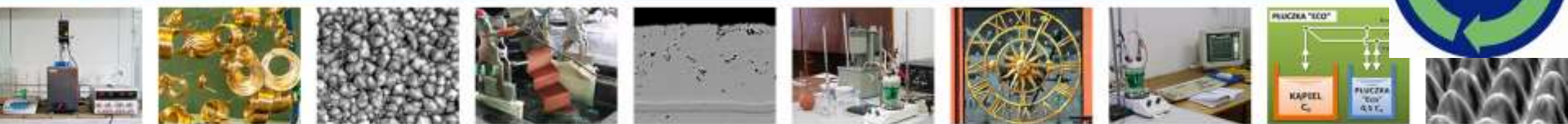
Design Copyright © 1995, [Leyland Design](http://www.leyland.com), info@leyland.com, <http://www.leyland.com>

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the international Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

57 IIIB 57 La Lantan 138.9055	58 IIIB 58 Ce Cerj 140.116	59 IIIB 59 Pr Praczejodj 140.90765	60 IIIB 60 Nd Neodym 144.24	61 IIIB 61 Pm Promet (145)	62 IIIB 62 Sm Samarj 150.36	63 IIIB 63 Eu Europj 151.964	64 IIIB 64 Gd Gadolj 157.25	65 IIIB 65 Tb Terb 158.92534	66 IIIB 66 Dy Dyprocj 162.500	67 IIIB 67 Hol Holm 164.93032	68 IIIB 68 Er Erbj 167.259	69 IIIB 69 Tm Tulj 168.93421	70 IIIB 70 Yb Yterb 173.04	71 IIIB 71 Lu Lutecj 174.967
89 IIIB 89 Ac Aktyn (227)	90 IIIB 90 Th Torj 232.0381	91 IIIB 91 Pa Protactynj 231.03688	92 IIIB 92 U Uranj 238.02891	93 IIIB 93 Np Neptunj (237)	94 IIIB 94 Pu Plutonj (244)	95 IIIB 95 Am Ameryk (243)	96 IIIB 96 Cm Kjurj (247)	97 IIIB 97 Bk Berkelj (247)	98 IIIB 98 Cf Kalifornj (251)	99 IIIB 99 Es Ejnstajn (252)	100 IIIB 100 Fm Fermj (257)	101 IIIB 101 Md Mendelewj (258)	102 IIIB 102 No Nobelj (259)	103 IIIB 103 Lr Lorenzj (262)

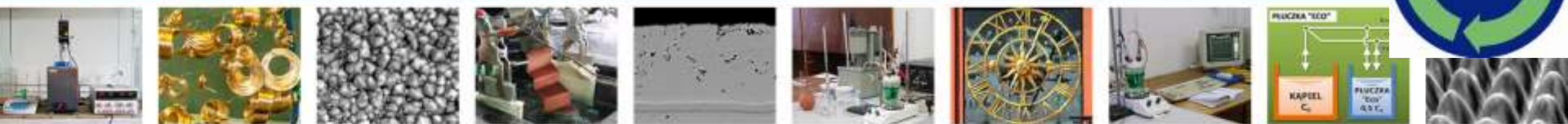


- W czerwcu 2010 r. na posiedzeniu Raw Materials Supply Group w Brukseli zaprezentowano **raport o krytycznych surowcach mineralnych dla UE**
- **Krytyczne surowce mineralne ważne gospodarczo dla Unii Europejskiej, które uznano za poddawane zwiększonemu ryzyku zaburzeń podaży**



Lista 14 surowców mineralnych o różnych poziomach produkcji i zapotrzebowaniach, różnym pochodzeniu i znaczeniu dla gospodarki krajów UE i nie będących w strukturze unijnej a mianowicie:

antymon, beryl, fluoryt, gal,
german, grafit, ind, kobalt,
magnez, metale ziem rzadkich,
niob, platynowce, tantal,
wolfram



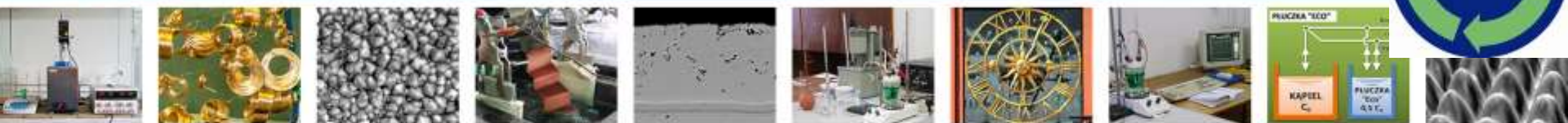
Metale ziem rzadkich

17 pierwiastków chemicznych, w skład których wchodzi: **15 lantanowców** = **lantan**, **cer**, **prazeodym**, **neodym**, **promet**, **samar**, **europ**, **gadolin**, **terb**, **dysproz**, **holm**, **erb**, **tul**, **iterb** i **lutet**

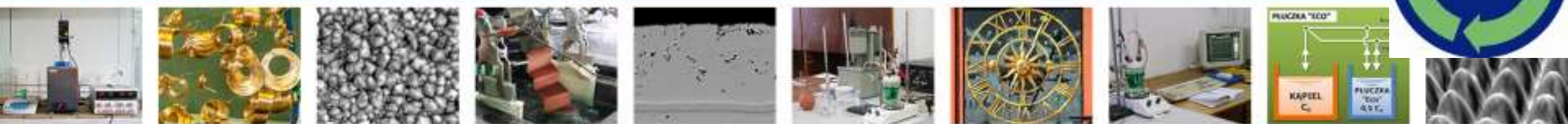
oraz

skand i **itr**, które współwystępują w minerałach zawierających lantanowce i charakteryzują się podobnymi właściwościami chemicznymi.

Stanowią one siódmą część wszystkich pierwiastków występujących w naturze. Spotyka się je zazwyczaj w formie **węglanów**, **tlenków**, **fosforanów** i **krzemianów**.



- [Itr](#) - luminofory, ceramika, stopy metali
- [lantan](#) - baterie, klisze rentgenowskie, katalizatory w procesach rafinacji ropy naftowej
- [skand](#) - stopy metali do przemysłu lotniczego i kosmicznego
- [cer](#) - katalizator, stopy metali
- [Prazeodym](#) - składnik domieszkowy stopów z których wykonuje się magnesy (zapobiega korozji)
- [neodym](#) - silne magnesy neodymowe, lasery
- [promet](#) - źródło promieniowania beta
- [samar](#) - magnesy do pracy w wysokich temperaturach, pręty sterujące reaktorów
- [europ](#) - wyświetlacze ciekłokrystaliczne, oświetlenie fluorescencyjne
- [gadolin](#) - do produkcji zielonego luminoforu w ekranach CRT i scyntylatorów w obrazowaniu rentgenowskim
- [terb](#) - luminofory do lamp i wyświetlaczy
- [dysproz](#) - silne magnesy, lasery
- [holm](#) - silne magnesy
- [erb](#) - lasery, wzmacniacze optyczne
- [tul](#) - ceramiczne materiały magnetyczne
- [iterb](#) - światłowody, płyty ogniw słonecznych
- [lutet](#) - rentgenoluminofory



Luminofor – związek chemiczny wykazujący luminescencję.

Luminoforami mogą być związki organiczne i nieorganiczne.

Do luminoforów organicznych zalicza się niektóre polimery, fluoresceinę i eozynę i wiele innych. Nieorganiczne luminofony to między innymi:

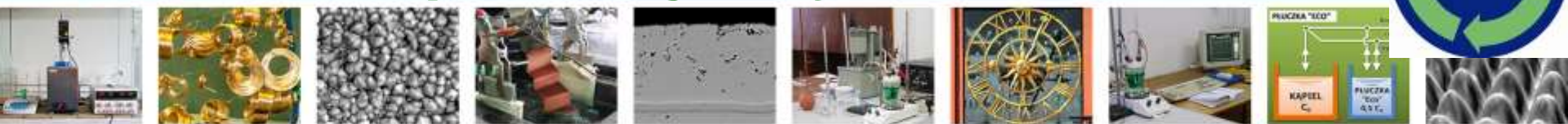
- [Sarczki](#), takie jak [siarczek cynku](#) ZnS i [siarczek kadmu](#).
- [Tlenosiarczek itru](#), aktywowany [europem](#), okazał się bardzo dobrym luminoforem czerwonym, stosowanym w [telewizji](#) kolorowej.

Wyparł on luminofony oparte na [boranie kadmu](#) i [siarczku kadmu](#).

- Luminofony z grupy [halofosforanów wapnia](#) znalazły zastosowanie w [świetłówkach](#), są aktywowane [manganem](#). Wyparły z tego zastosowania luminofony oparte na [wolframianie magnezu](#) MgWO₄ o gorszej wydajności i trwałości.
- [Wolframian wapnia](#), aktywowany [srebrem](#) i [tantalan itru](#), aktywowany [niobem](#), stosowanymi do folii wzmacniających w [rentgenodiagnostyce](#).

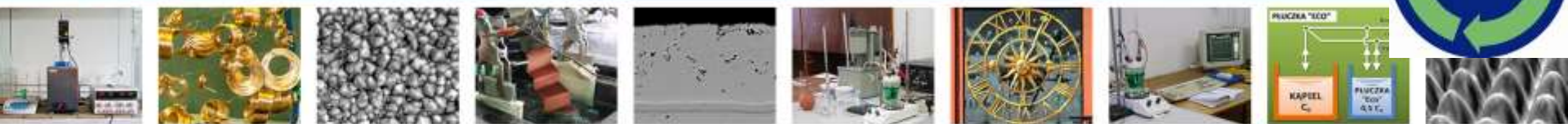
German jest ważnym półprzewodnikiem, wykorzystywanym do produkcji tranzystorów, diod i innych elementów elektronicznych. Podobnie jak w przypadku [galu](#), sole germanu – zwłaszcza fluorki i arsenki wykazują własności półprzewodnikowe i elektroluminescencyjne, jednak ze względu na większą dostępność galu, związki te nie są praktycznie wykorzystywane.

German jest również stosowany do produkcji [świetłowodów](#) i [katalizatorów polimeryzacji](#). Pozyskuje się go głównie z zanieczyszczeń w mineralu [sfalerycie](#), a także z zanieczyszczeń rud [cynku](#), [ołowiu](#), [miedzi](#) i [srebra](#).



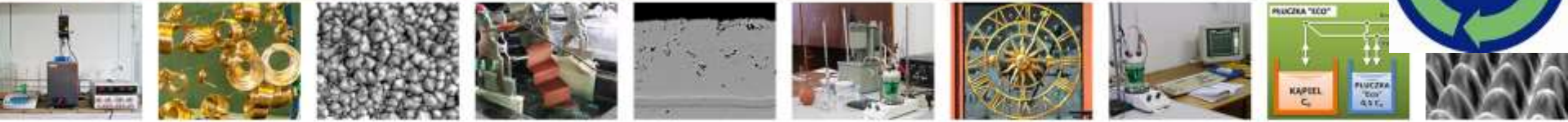
- Oprócz ceny chodzi o dostęp do tzw. metali ziem rzadkich. Bez nich nie byłoby smartfonów i tabletów, ani telewizorów LCD, samochodów EV/HEV czy też akumulatorów i ogniw paliwowych.
- **Chiny produkują aż 95% wszystkich metali ziem rzadkich na Ziemi** i nie pozwalają na eksport tych surowców w ich czystej postaci tylko w formie gotowych produktów wytwarzanych w Chinach. To właśnie zapewnia uprzywilejowaną pozycję Państwa Środka.
- **Roczne zapotrzebowanie na pierwiastki ziem rzadkich wynosi już ok. 140 tysięcy ton.**

Z przedstawionych danych wynika więc, że Chiny uzależniają od siebie wszystkich producentów poprzez realny monopol na produkcję urządzeń high-tech. Oznacza to, że bez względu na ryzyko skopiowania technologia produkcja musi odbywać się właśnie w Chinach.



Złom elektryczny i elektroniczny (**ZSEE**) klasyfikowany jest najczęściej jako **odpad niebezpieczny** w grupie odpadów przemysłowych. Wiąże się to przede wszystkim z zawartością w nim substancji szczególnie szkodliwych dla zdrowia ludzi i środowiska, którymi są najczęściej ołów i halogenki.

- Obecność **ołowiu** wynika z technologii lutowania opartej na paście ołowiowej, natomiast **halogenki** stanowią składnik tworzyw sztucznych, powodując ich utrudnioną palność.
- Odpady elektryczne i elektroniczne to najczęściej zbiór przeróżnych urządzeń tworzących **mieszaninę metali, stopów, tworzyw sztucznych, ceramiki, szkła, gumy, papieru i drewna**. Taka grupa wymaga zastosowania złożonej technologii recyklingu, która umożliwi odzysk pożądanych surowców w postaci m.in. **cennych metali szlachetnych, np. złota, srebra, palladu, rodu czy platyny**.



Odpady elektryczne i elektroniczne to najczęściej zbiór przeróżnych urządzeń tworzących mieszaninę metali, stopów, tworzyw sztucznych, ceramiki, szkła, gumy, papieru i drewna.

Dla przykładu:

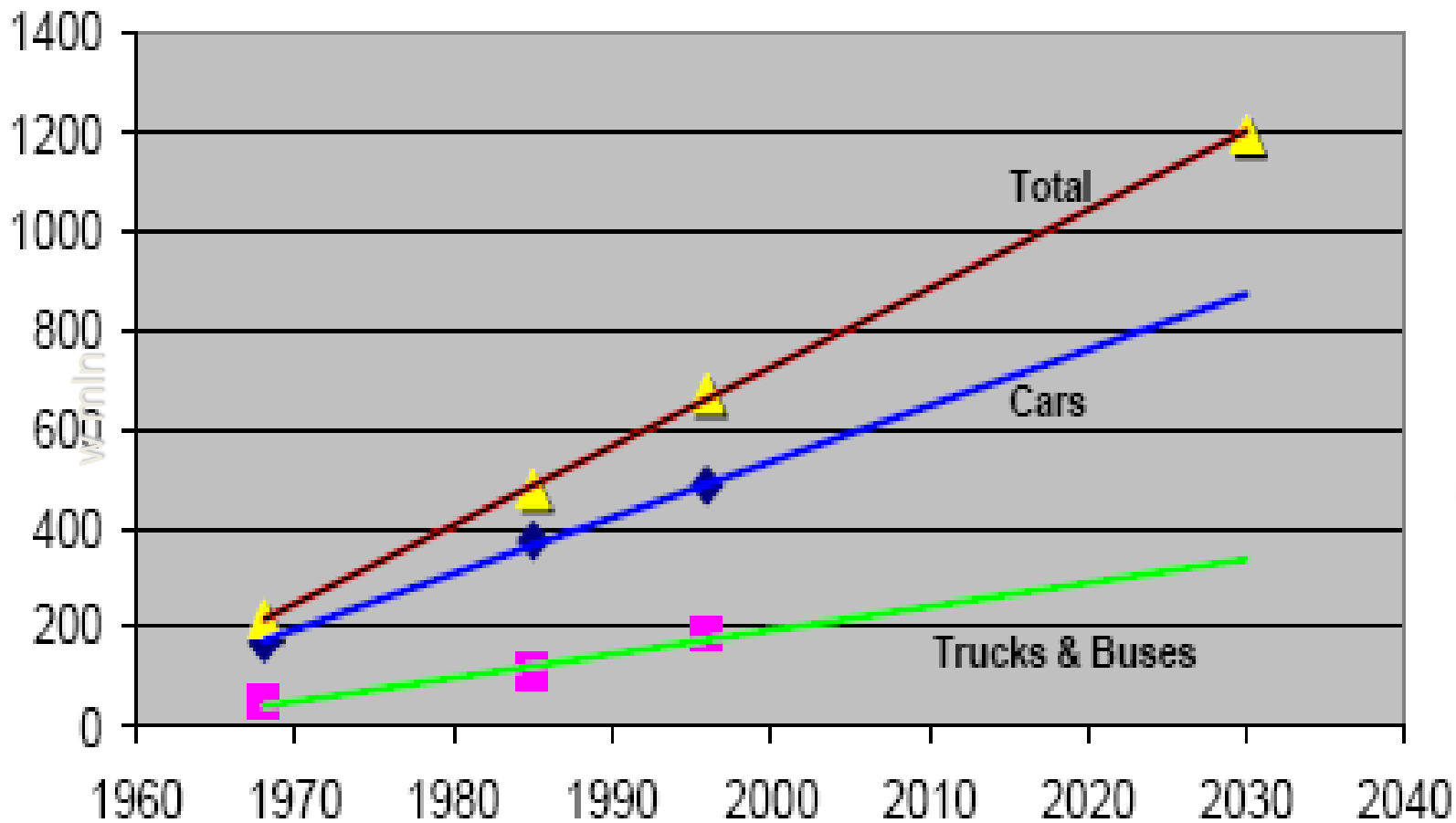
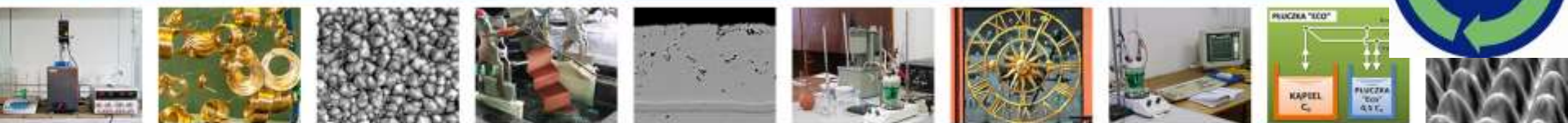
Na każdy **milion telefonów komórkowych** odzyskujemy ok.:

16 Mg miedzi

772 kg srebra

75 kg złota

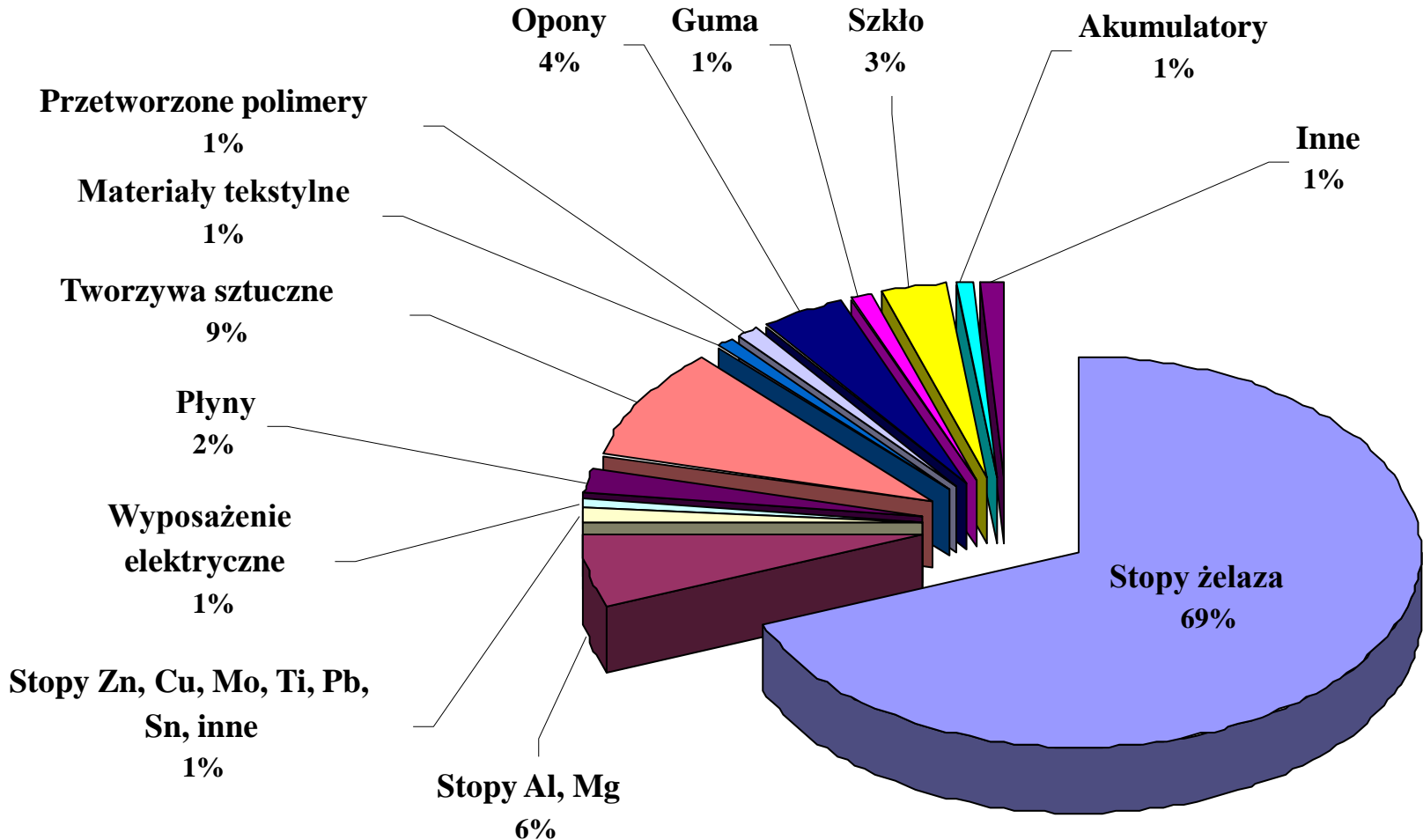
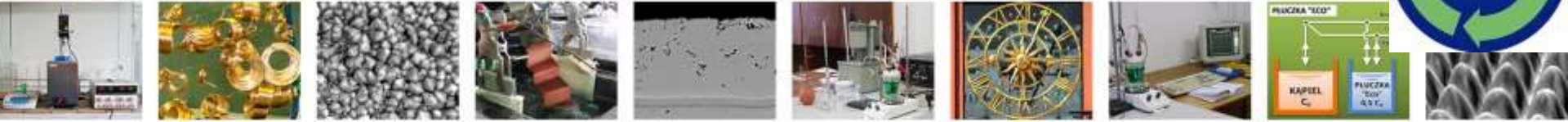
33 kg palladu

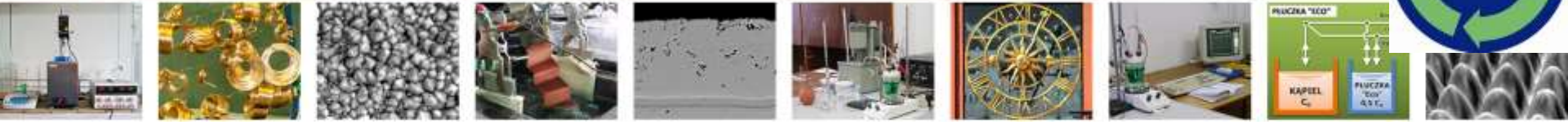


Łącznie

Auta osobowe

Ciężarówki i autobusy





dzisiaj

j

jutro

o

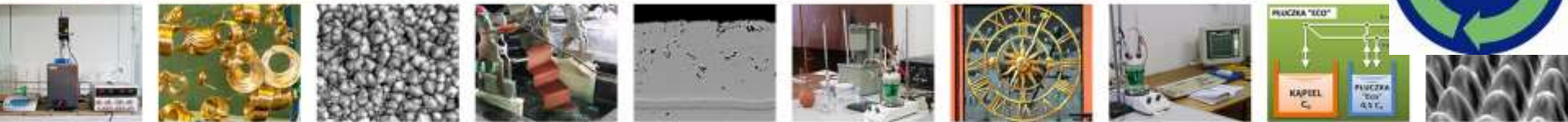
Wodór
i ogniwa paliwowe

Pojazdy hybrydowe
EV i HEV

Paliwa alternatywne

Optymalizacja silników spalinowych

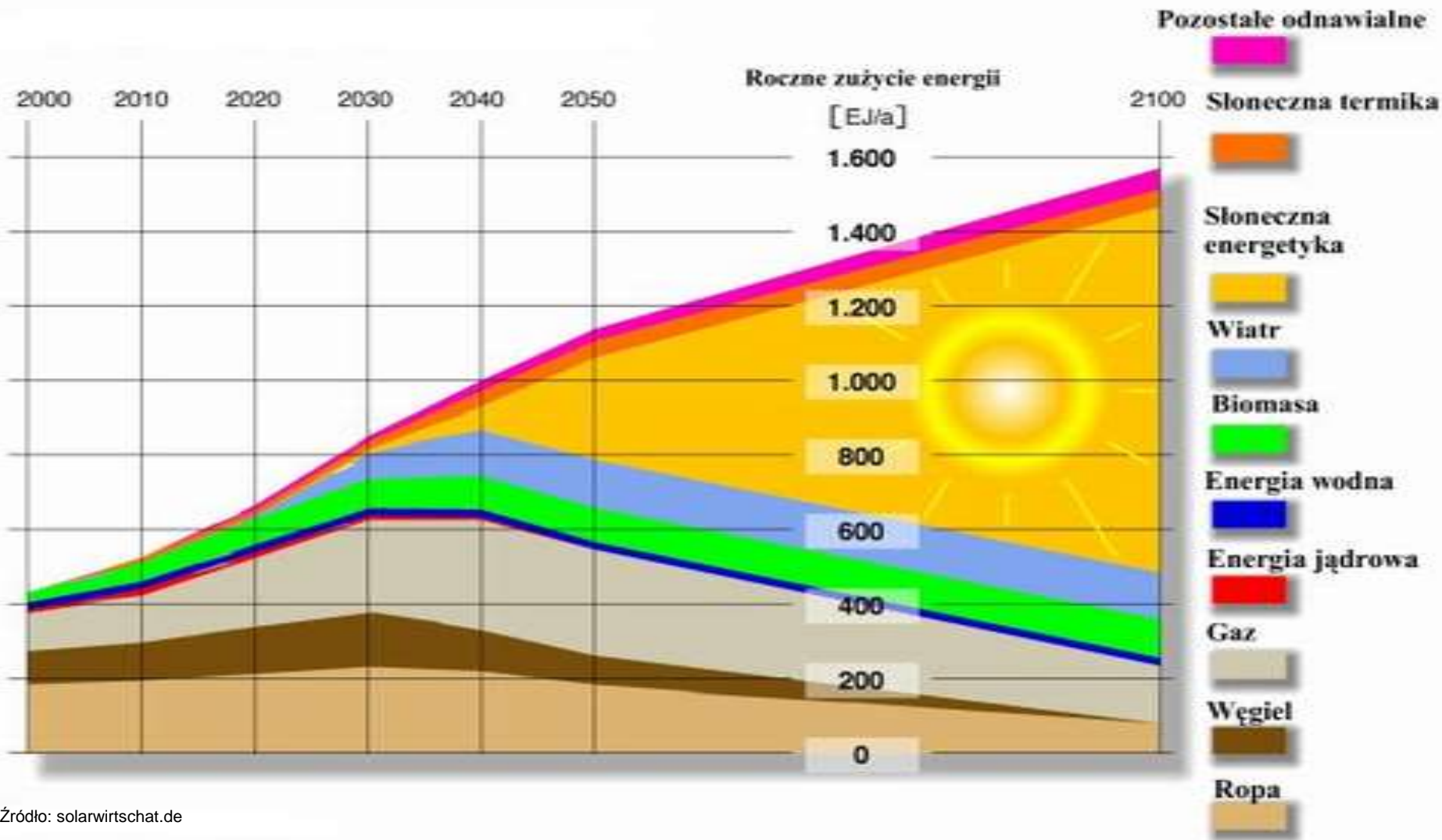
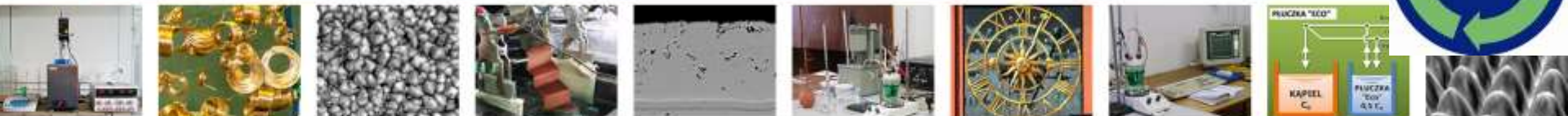


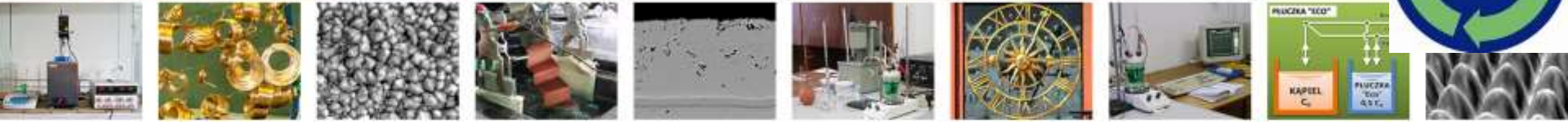


- W 1899 roku została po raz pierwszy **pokonana bariera 100 km/h**. Dokonał tego belgijski kierowca Camille Jenatton jadący **samochodem elektrycznym**.
Ustanowiony rekord prędkości wynosił 105,9 km/h.
- W 1900 roku powstał pierwszy **samochód hybrydowy** Lohner-Porsche.
- Samochód napędzany silnikiem spalinowym powstał prawie pół wieku po pierwszym samochodzie elektrycznym **1885 roku**.
- W XIX wieku następował dynamiczny rozwój samochodów elektrycznych, natomiast w XX wieku wystąpiło prawie całkowite zahamowanie tej technologii.

Powodem była zimna kalkulacja:

- po pierwsze – **samochody napędzane silnikami spalinowymi okazały się bardziej praktyczne,**
- po drugie – **pojawił się Henry Ford i jego Ford T.**





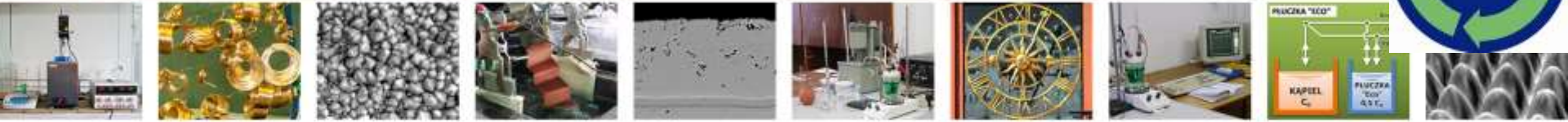
Według opracowanego przez Ministerstwo Energii
"Pakietu na Rzecz Czystego Transportu"
 już za cztery lata po naszych drogach
 jeździć ma kilkadziesiąt tysięcy aut
 elektrycznych.

Dla przykładu: **EV** w 2015 r. zarejestrowano **116** szt.

Do końca sierpnia 2016 r. zarejestrowano ok. **80**

**Milion aut elektrycznych do 2025 roku
 na polskich drogach - tak zakłada rząd RP**

Dla przykładu: Holandia czy Norwegia myślą o zakazie
 sprzedaży aut spalinowych po 2025 roku.



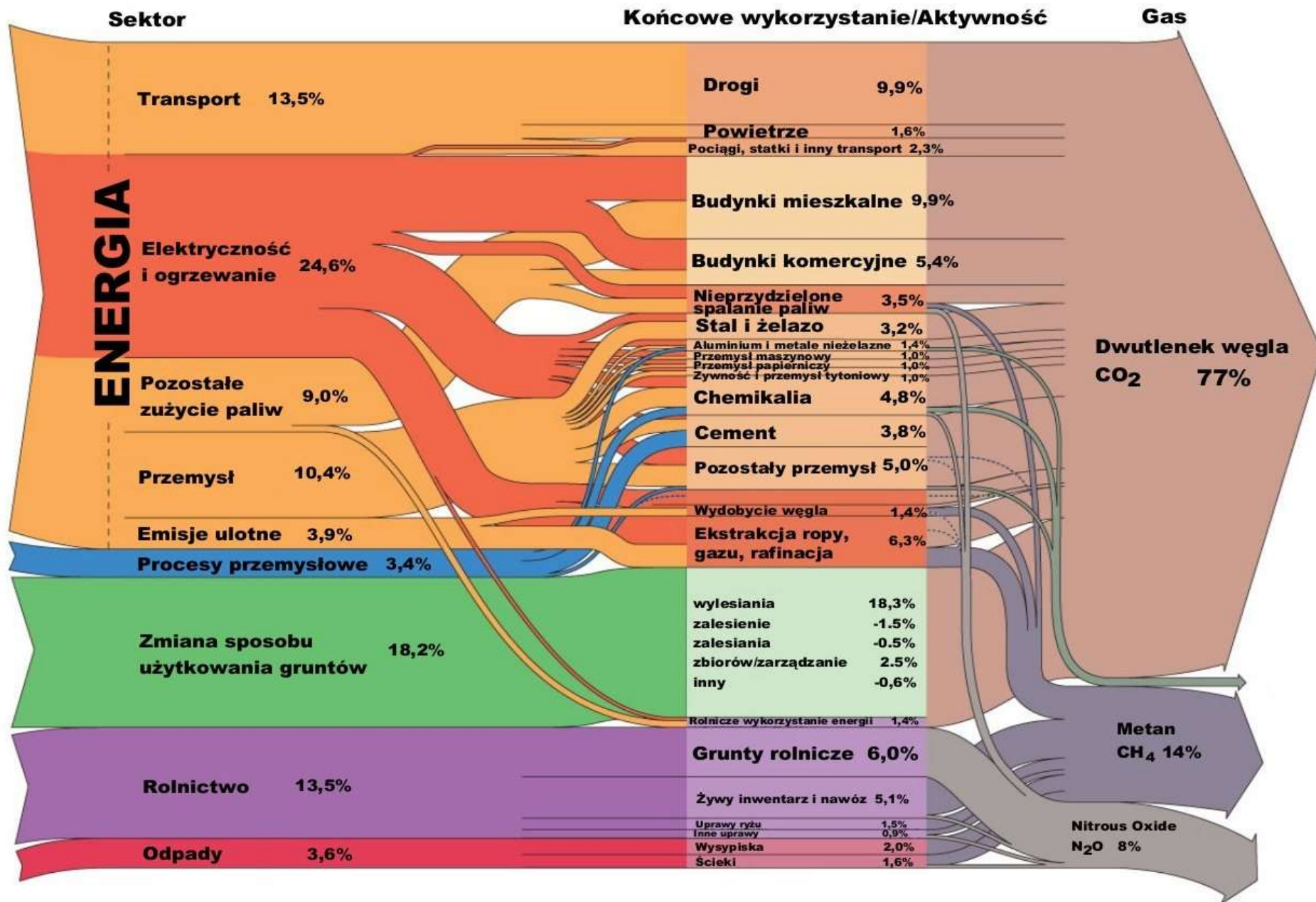
Spółka ElectroMobility Poland założy państwowe koncerny energetyczne: PGE, Enea, Energa oraz Tauron – produkcja polskiego malucha EV

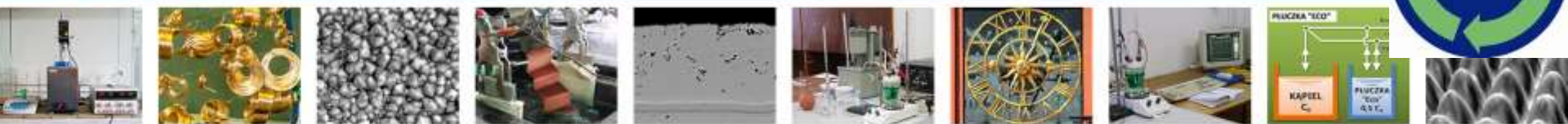
Polski rząd chce mieć minimum **300 tys. aut elektrycznych polskiej produkcji do 2025 roku.**

Solaris - autobusy elektryczne

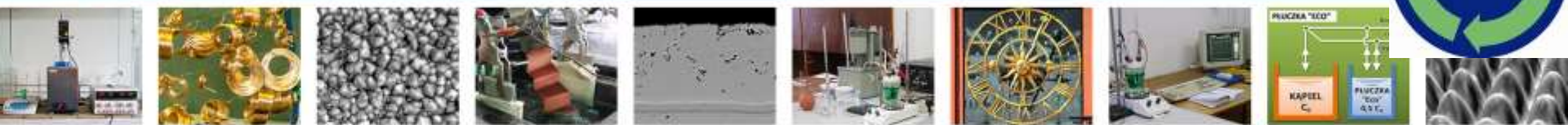
Ursus - prototyp niewielkiego auta użytkowego oraz autobusy elektryczne

Schemat światowej emisji gazów cieplarnianych





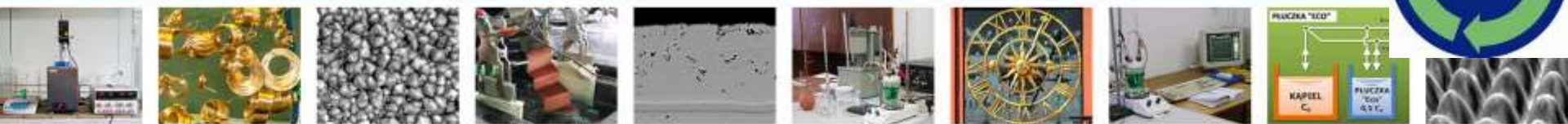
- Do produkcji energii elektrycznej używa się głównie metody spalania węgla ($0,58 \text{ kg CO}_2/\text{kWh}$), lub spalania gazu. Dlatego **pojazdy elektryczne nie są pojazdami nie emitującymi zanieczyszczeń** chyba, że energia przez nie zużywana pochodzi ze źródeł odnawialnych (energia słoneczna, wiatrowa, energia z fal, energia z pływów, energia geotermalna lub energia z różnicy poziomów wody).
- W Polsce ok. 86% produkowanej energii elektrycznej pochodzi ze spalania węgla.
- Przy instalacjach wysokonapięciowych istnieje ryzyko porażenia prądem - napięcie powyżej 120V DC (prąd stały) **stanowi zagrożenie**.



- Z punktu widzenia ochrony środowiska pojazdy elektryczne nie emitują zanieczyszczeń w trakcie eksploatacji, ale ze względu na zastosowaną technologię oraz znaczące wykorzystanie metali ziem rzadkich, proces produkcji powoduje emisję znacznie większych ilości zanieczyszczeń niż ma to miejsce w przypadku samochodów spalinowych.

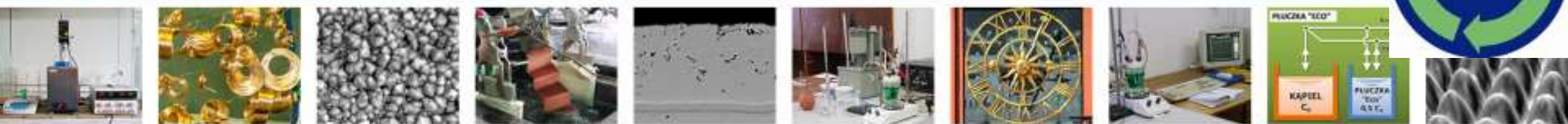
Samochód elektryczny w momencie wypuszczenia na rynek jest odpowiedzialny za emisję ok. 14 Mg CO₂, samochód spalinowy – 6 Mg.

- W krajach, w których większość elektryczności pochodzi z węgla w całym okresie użytkowania samochód elektryczny będzie odpowiedzialny za emisję porównywalnej ilości CO₂ jak samochód benzynowy.
- W krajach korzystających w większości z energii jądrowej lub odnawialnej samochód elektryczny wyemituje 24% mniej CO₂



Zgodnie a wymaganiami KPGO 2022 producenci pojazdów są obowiązani do:

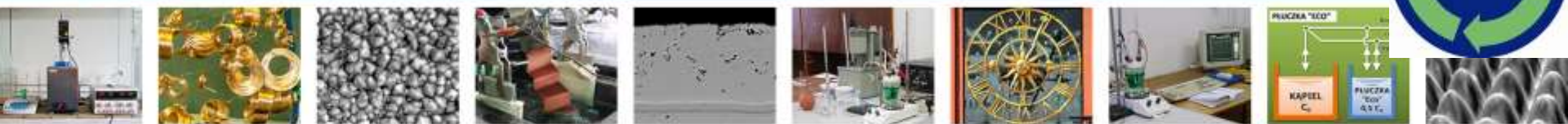
- ograniczania stosowania substancji niebezpiecznych w pojazdach,
- uwzględniania wymogów demontażu i ponownego użycia przedmiotów wyposażenia i części pojazdów
- odzysku i recyklingu z PWzE,
- stosowania materiałów pochodzących z recyklingu i odzysku do produkcji pojazdów.



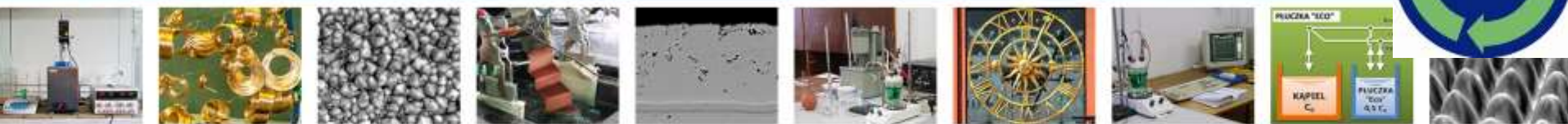
Recykling podzespołów z pojazdów wycofanych z eksploatacji zawierających substancje niebezpieczne (SOC)

Przykłady:

- Przewody elektryczne – środki ognio-uodparniające (PBDE grupa bromowanych eterów difenylowych), PCV
- Gazy z układu klimatyzacji – freony (HCFC, CFC, HFC, HC), cyklopentany
- Płytki drukowane, układy elektroniczne – PCB, lantanowce, metale ciężkie
- Akumulatory/baterie – metale ciężkie (m.in. Pb, Cd, Hg), PCV
- Lutowia - metale ciężkie, metale ziem rzadkich
- Układy pirotechniczne z poduszek powietrznych i pasów
- Silniki elektryczne - magnesy trwałe, neodymowe



- Projekt badawczy w zakresie recyklingu elektrycznych pojazdów wycofanych z eksploatacji (PWzE) w zakresie „odzyskiwania **metali szlachetnych**” i „odzyskiwania **magnesów neodymowych**” zrealizowany został w Japonii
- Projekt był związany z procesem odzyskiwania, zbierania i recyklingu **komputerowych płytek drukowanych** i innych części zawierających metale szlachetne, pozyskanych z pojazdów wycofanych z eksploatacji, w tym z trzech rodzajów części zawierających metale szlachetne tj.: komputerowych płytek drukowanych poduszek powietrznych oraz dwóch rodzajów komputerowych płytek drukowanych silnika

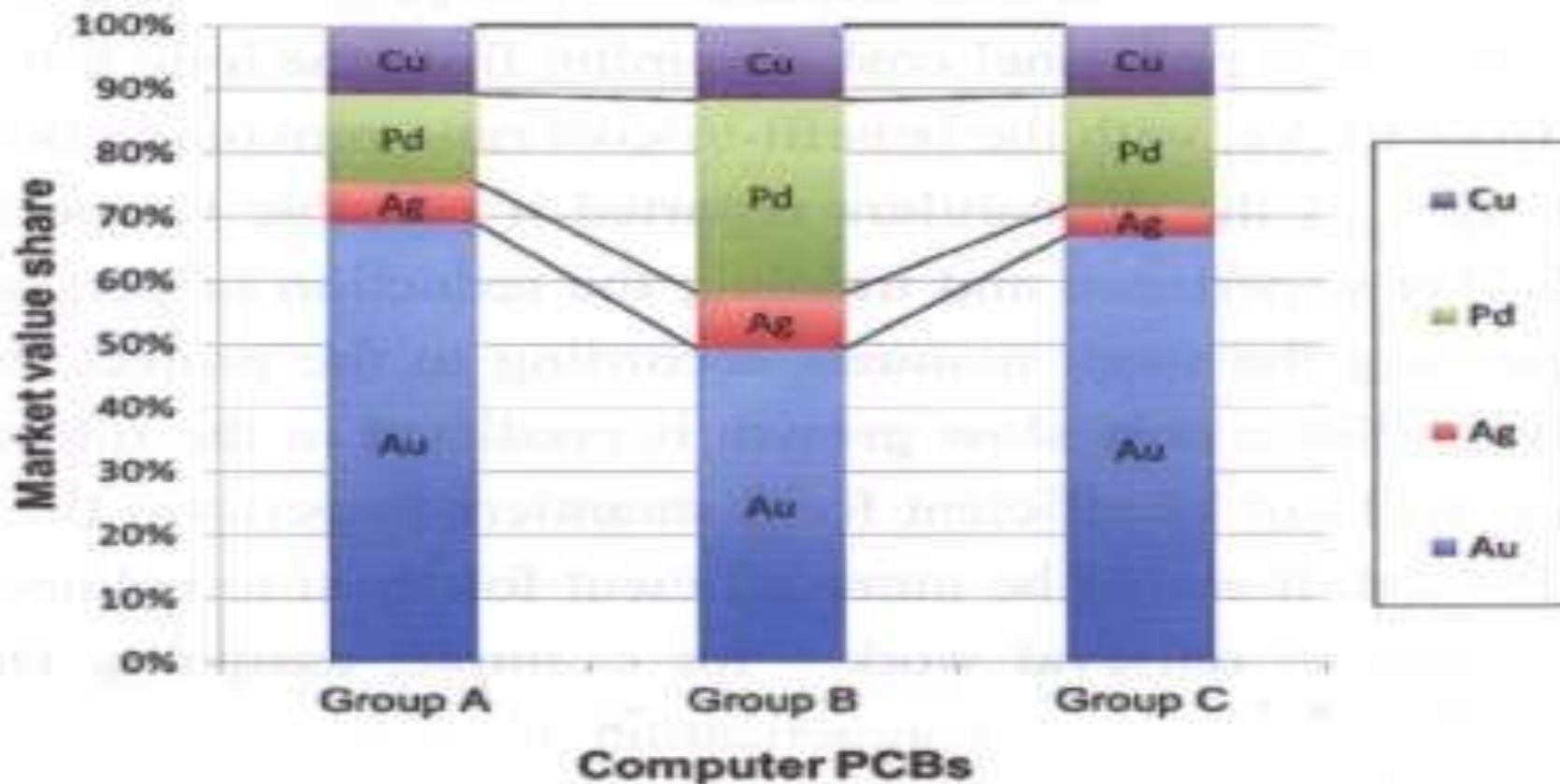


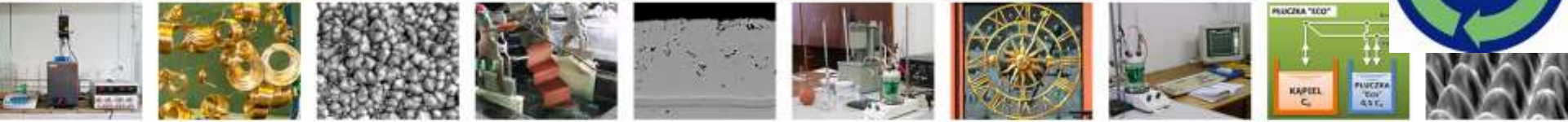
Klasyfikacja samochodowych płytek drukowanych zawierających metale szlachetne:

Grupa A: komputerowe płytki drukowane silnika (mała zawartość palladu, wysoka złota)

Grupa B: komputerowe płytki drukowane silnika (wysoka zawartość palladu)

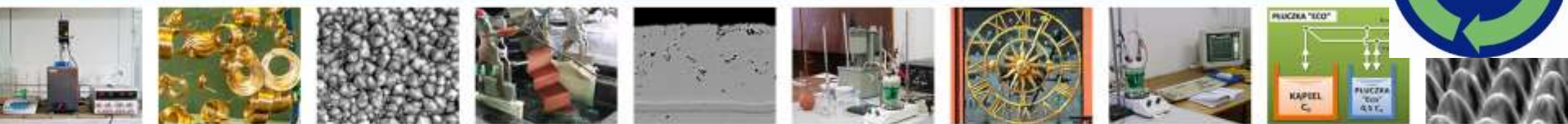
Grupa C: komputerowe płytki drukowane poduszki powietrznej



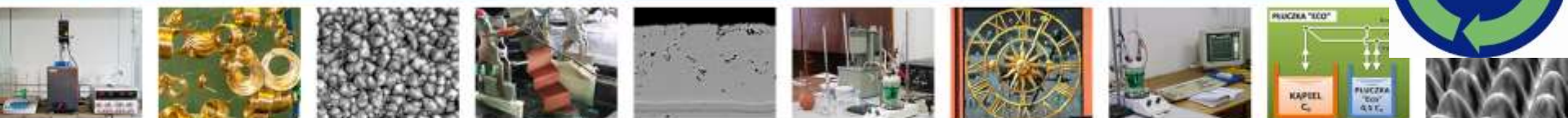


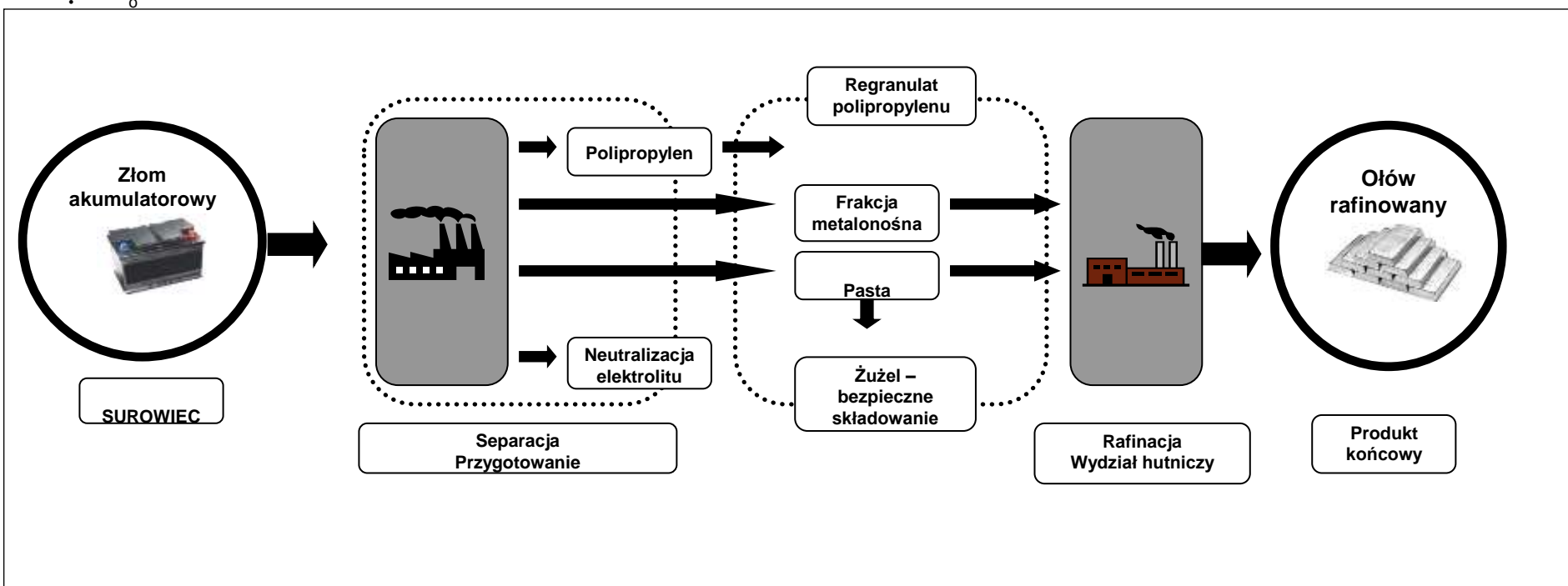
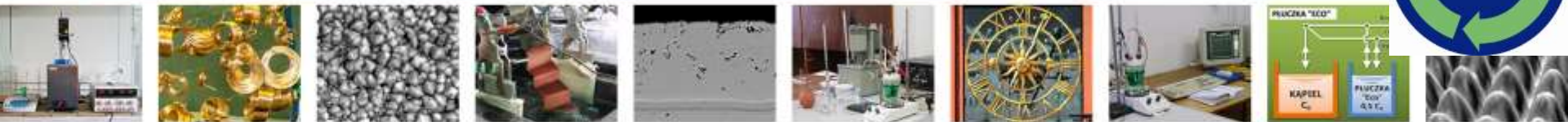
Należy dążyć do maksymalnego odzysku materiałowego z pojazdów wycofanych z eksploatacji szczególnie z elektroniki i instalacji elektrycznych pojazdów **EV, HEV** szczególnie „bogatych” w metale deficytowe i krytyczne.

Maksymalny odzysk materiałowy metali deficytowych, metali ziem rzadkich, szlachetnych pozwoli na uniezależnienie się kraju od ograniczeń importowych.



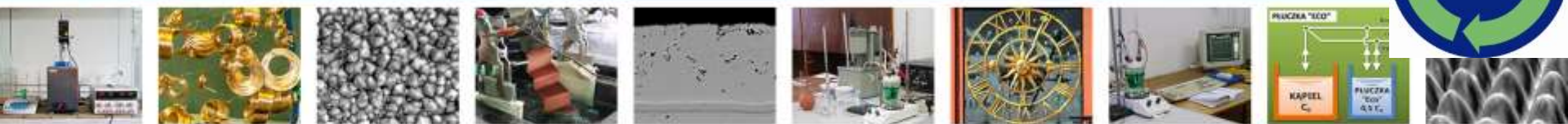
- Na **jeden pojazd EV/HEV** przypada **1,4 kg** magnesów neodymowych. Możliwe jest zatem zebranie **1 Mg** (ton) magnesów z **ok. 700 szt.** PWzE HEV/EV.
- Z 222 PWzE pozyskano 300 kg magnesów trwałych.
- W projekcie pozyskano łącznie 96 kg czystych metali ziem rzadkich Nd, Pr i Dy (0,4 kg na jeden EV, HEV).
- Zawartość (%) w magnesie trwałym: Neodym (Nd) ok. 18%; Prazeodym (Pr) ok. 6% Dysproz (Dy) ok. 9%



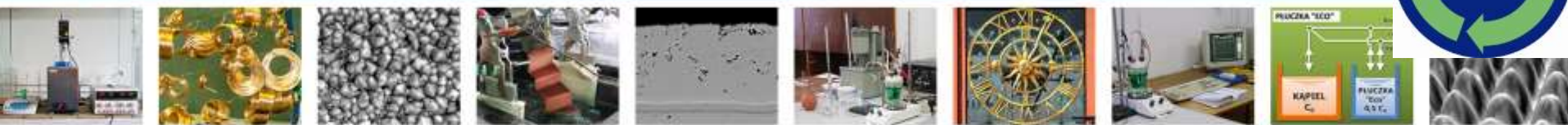


Rocznie w kraju wycofuje się około 4 milionów akumulatorów tzw. kwasowo-ołowiowych, które stanowią również źródło cennych surowców:

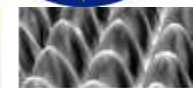
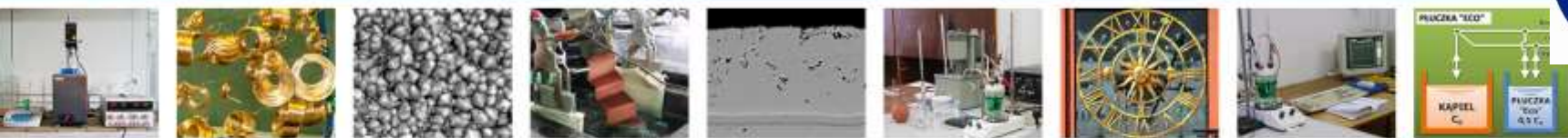
- ołów i jego związki,
- kwas siarkowy,
- polipropylen (PP),
- polichlorek winylu (PVC).



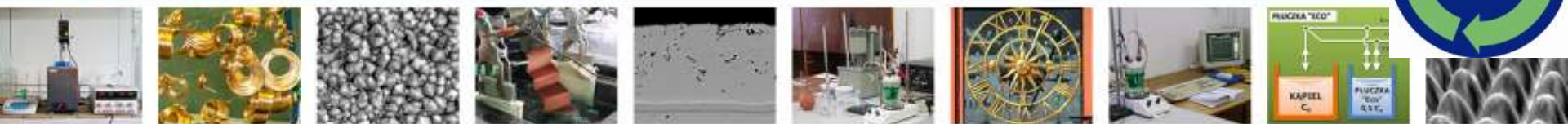
Ogniwo	Fe	Mn	Zn	Ni	Pb	Co	Li	Cu	Al	C	Cd	Hg	inne
Cynkowo-węglowe	23	15	20		0,08					4	0,0002	0,0005	38
Cynkowo-manganowe	30	25	20		0,01					3		0,0005	22
Kwasowo-ołowiowe					65							0,0005	35
Niklowo-kadmowe	30			18		3					20	0,0005	29
Niklowo-wodorkowe	18			42		7						0,0005	33
Litowo-jonowe	22					18	3	8	8	2			39



Materiał	Udział % masy baterii	Wartość % użytych materiałów
Ni(OH)_2	26,32	28,5
Ni	15,79	11,4
MH(AB)_2	23, 16	23,4
KOH	13,69	0,7
Stal	12,63	2,0
Miedź (Cu)	4,21	7,5
Kobalt (Co)	3,16	13,3
Separator	1,04	13,2



Materiał	Udział % masy baterii	Wartość % użytych materiałów
LiMo ₂ (katoda)	41,0	50,0
Grafit	16,4	11,0
Elektrolit	18,0	22,0
Inne	3,4	3,0
Spoiwo	4,7	5,0
Miedź (Cu)	4,4	1,0
Aluminium (Al)	10,3	1,0
Separator	1,8	7,0



Składniki wejściowe:

zużyte akumulatory Li-Ion
 Tworzywo sztuczne 10–30%
 Al oraz Cu – folia 10–12%
 C + LiCoO₂ 25–35%
 Obudowy (Al lub Fe/Ni/Cr) 25–35%
 Li ~ 1%
 Wapien (CaCO₃)
 Kwarc (SiO₂)

Składniki wyjściowe:

Czysty gaz CO₂ ze spalania tworzyw sztucznych i węgla oraz dysocjacji wapieni + ciepło jako główny składnik wykorzystywany do ponownego podgrzewania powietrza

Składniki wyjściowe:

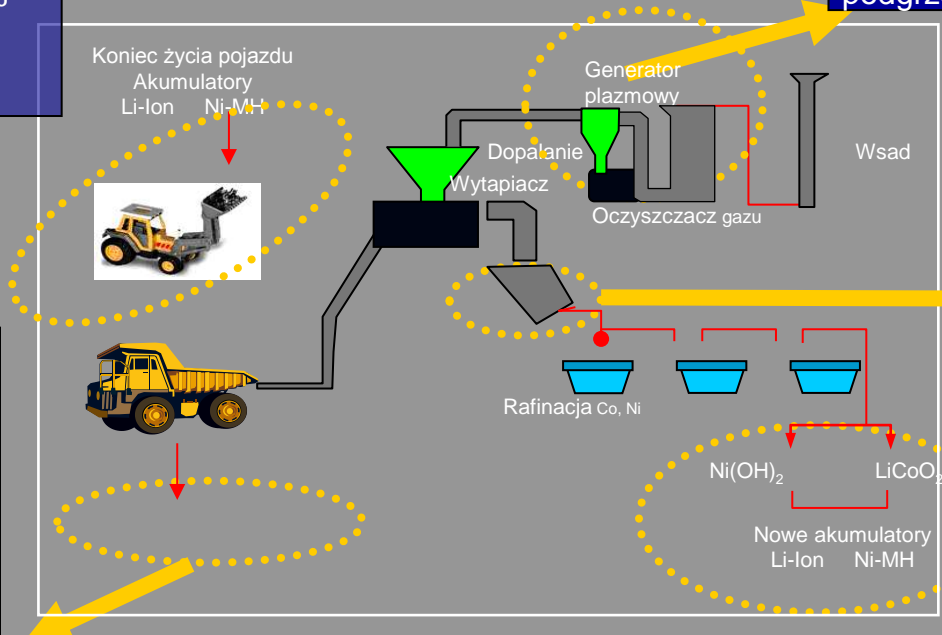
czysty żużel
 100% CaCO₃ z wapienia
 100% SiO₂ z kwarcu
 100% Al₂O₃ z Al z akum.
 20–50% Fe z akumulatorów
 20–50% Cr z akumulatorów
 0–5% Co z akumulatorów
 0–10% Cu z akumulatorów
 LiO z akumulatorów (<0,1%)

Składniki wyjściowe:

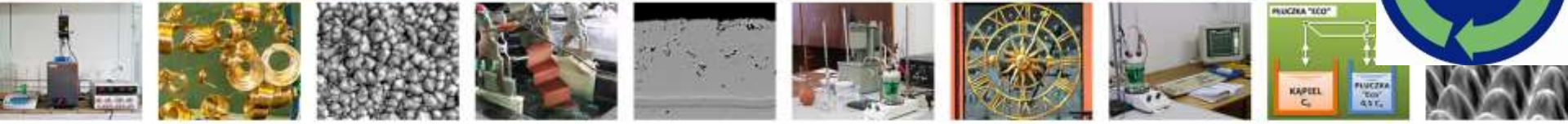
stop
 100–90% Co
 100–90% Ni
 100–90% Cu
 80–50% Fe
 30–50% Cr
 + inne metale

Składniki wyjściowe:

nowe produkty
 100% NiOH do nowych akumulatorów NiHM
 100% LiCoO₂ do nowych akumulatorów litowo-jonowych

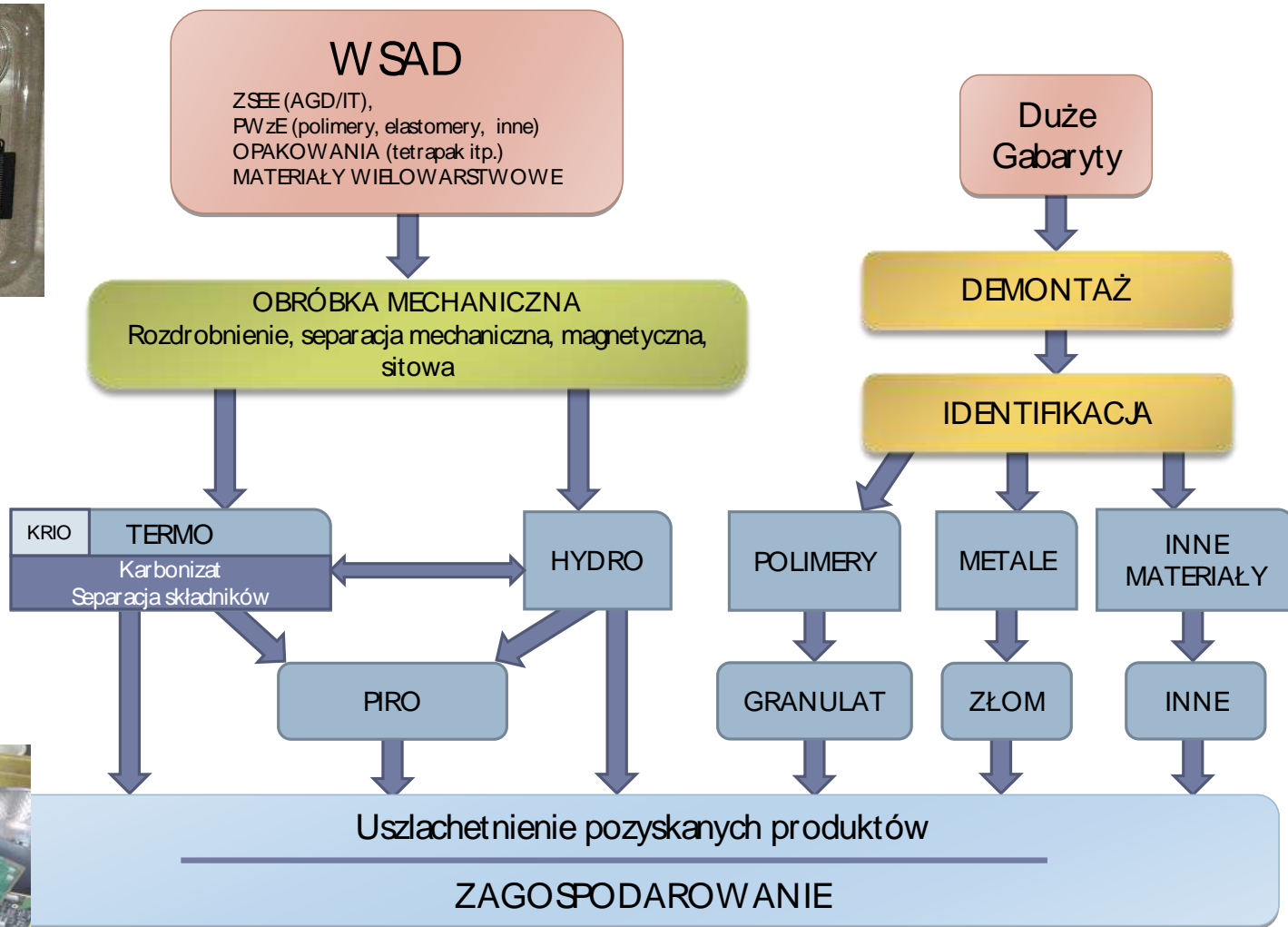
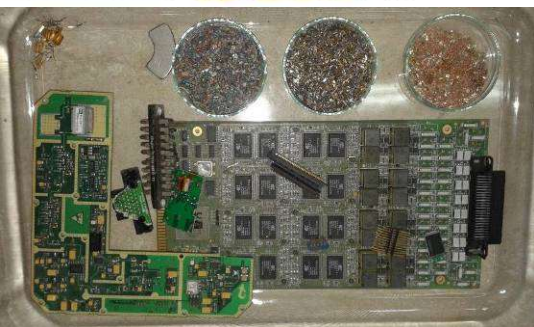
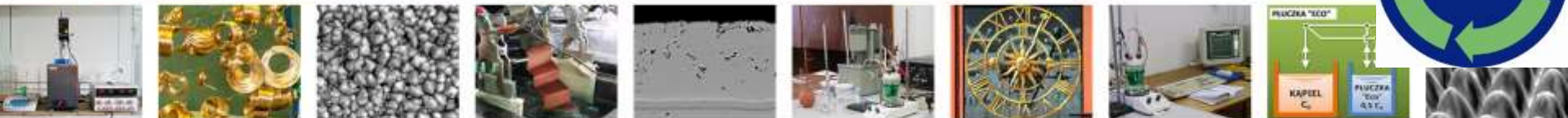


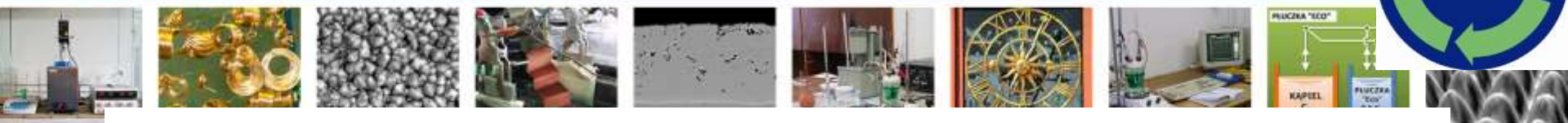
Proces VAL'EASTM



Zużyty sprzęt elektroniczny i elektryczny - podzespoły







Uszlachetnienie pozyskanych produktów

ZAGOSPODAROWANIE

Aplikacje





elastomery - różnorodne odpady gumowe i zużyte produkty użytkowe, w szczególności opony samochodowe, pasy transmisyjne i uszczelki,
tworzywa polimerowe - różnorodne odpady z tworzyw sztucznych oraz wykonane z nich zużyte produkty użytkowe, w tym opakowania, obudowy, tekstylia itd.,
biomasa - odpady drzewne i poużytkowe mieszane, celuloza (tektura, papier itp.), płyty MDF, itp.
odpady ropopochodne np. zużyty olej, filtry oleju, szlamy, zanieczyszczone olejami i smarami materiały
inne odpady organiczne i mieszane takie jak materiały wielowarstwowe i wieloskładnikowe np. elektronika, opakowania, sprzęt AGD/RTV/IT, elementy i części z PWzE, ZSEE itp.

Odpady niebezpieczne
chemiczne, biologiczne, medyczne, promieniotwórcze



termoliza

piroliza

Kraking katalityczny

350-570 °C

Dezynfekcja/sterylizacja (160°C)

zgazowanie

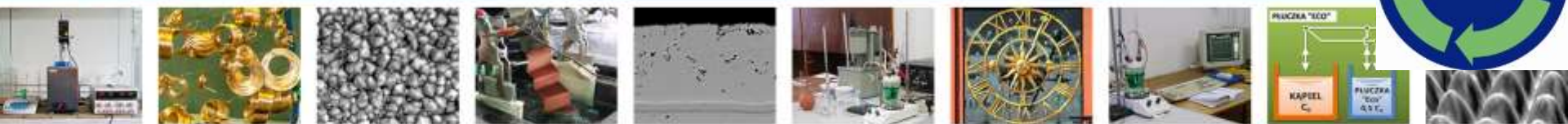
witryfikacja (zeszklenie)

Obr. kriogeniczna (-70 °C)

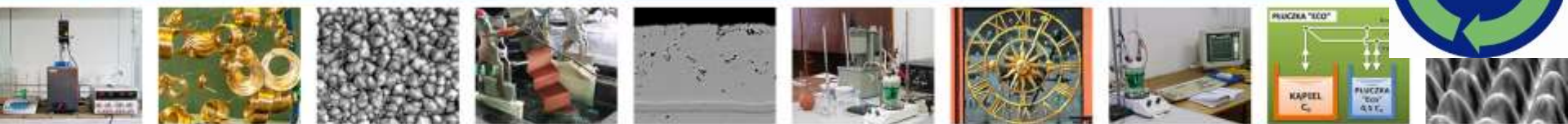
S p a l a n i e

Pozyskiwane produkty:

Fracja ciekła - oleje, **Fracja stała** – karbonizat, złom, ceramika, **Fracja gazowa** – gaz palny
Energia cieplna, Energia elektryczna



- **Zastosowanie nowych technologii odzysku i recyklingu odpadów likwiduje obszary do tej pory mało poznane lub obarczone fałszywymi teoriami, co powoduje szybsze, tak pożądane, **przejście do gospodarki zamkniętego obiegu materiałowego.****
- **Nowe technologie zagospodarowania odpadów organicznych i mieszanych przyczyniają się do **zmniejszenia emisji gazów cieplarnianych oraz zanieczyszczenie środowiska.****
- **Pozyskanie surowców wtórnych z odpadów pozwala na zmniejszenie zapotrzebowania i wydobycia surowców naturalnych, co powinno przyczynić się do **zmniejszenia degradacji środowiska naturalnego.****



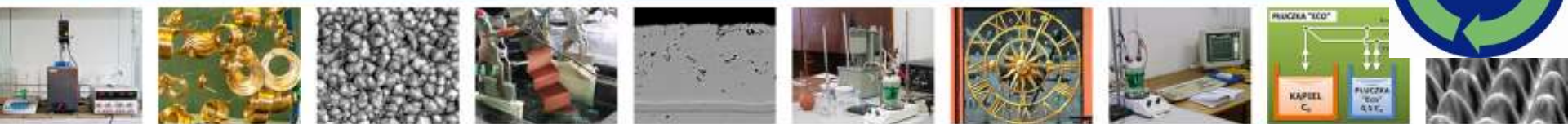
Czy podmioty (SDP) przetwarzające odpady z PWzE w szczególności EV/HEV są dostatecznie przygotowane do ich unieszkodliwiania oraz odzysku materiałowego z wyłączeniem odzysku produktowego?

- Problemy recyklingu samochodów elektrycznych i hybrydowych oraz zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego powstają już na poziomie tworzenia spójności nowotworzonych aktów prawnych!

Czy zdemontowane elementy układów elektrycznych i elektronicznych podlegają Ustawie o PWzE czy Ustawie o ZSEE?

- Czy SDP z PWzE szczególnie z EV/HEV są dostatecznie przygotowane do ich unieszkodliwiania?

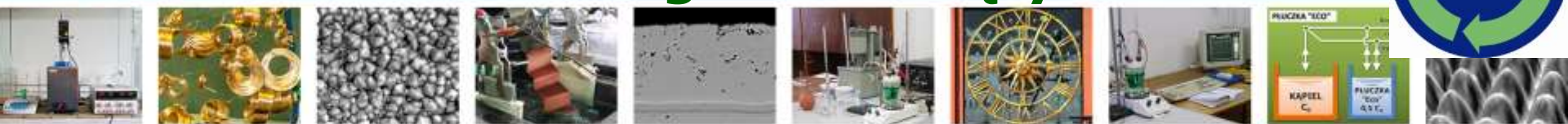
Czy demontaż elementów układów elektrycznych i elektronicznych podlega wymaganiom SEP?



- **Uprawnienia dla osób które będą pracowały, pracują na stanowisku eksploatacji lub dozoru urządzeń elektrycznych** (uprawnienia do obsługi, konserwacji, remontów, montażu i pomiarów urządzeń instalacji i sieci do 1kV)
- Podstawowe akty prawne w zakresie kwalifikacji:
 - Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (tekst jedn.: Dz. U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625 z późn. zm.)
 - Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 28 kwietnia 2003 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz. U. Nr 89, poz. 828 z późn. zm.).
- Zgodnie z § 4 r.k.e. nie są wymagane potwierdzenia posiadania kwalifikacji w zakresie obsługi urządzeń i instalacji u użytkowników eksploatujących: **urządzenia elektryczne o napięciu nie wyższym niż 1 kV i mocy znamionowej nie wyższej niż 20 kW**, jeżeli w **dokumentacji jest opisana zasada jego obsługi**
- Wymagania bhp pracowników zatrudnionych przy eksploatacji urządzeń i instalacji energetycznych określa ponadto rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. Nr 80, poz. 912).



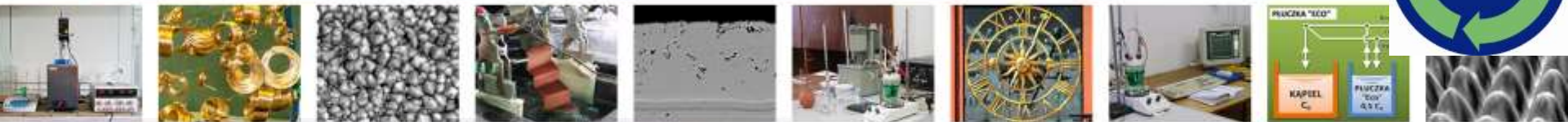
Założenia gospodarki odpadami w obiegu zamkniętym

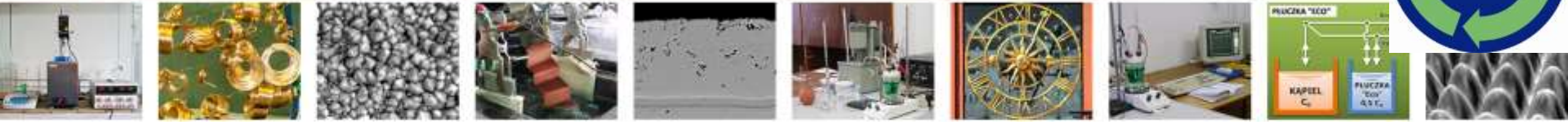


Gospodarka zamkniętego obiegu w tym recykling i odzysk stanowi **imperatyw nowoczesnej gospodarki**

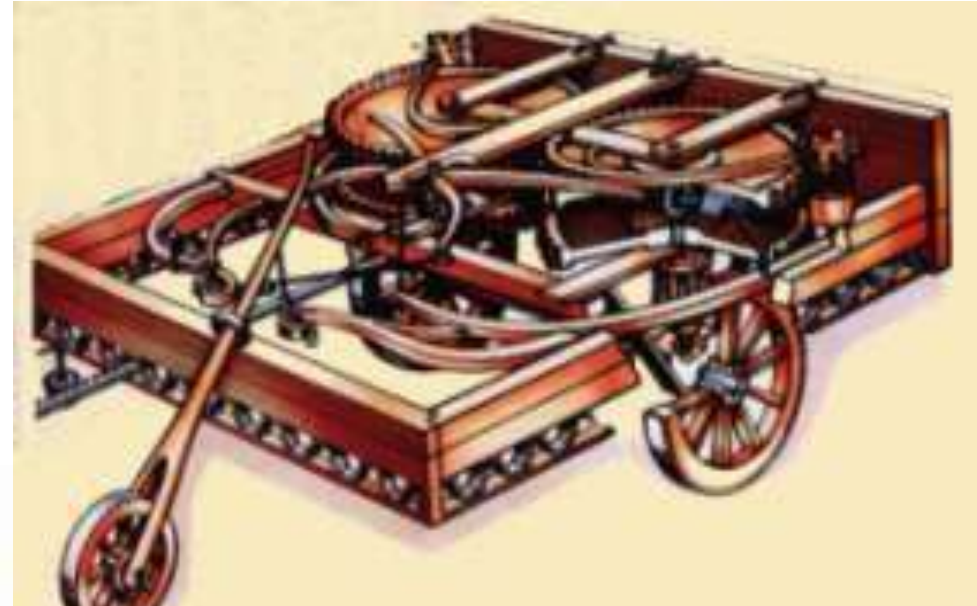
- Zakład przetwarzania jest zobowiązany do tego aby odpady były zagospodarowywane zgodnie z przepisami w zakresie ochrony środowiska, w szczególności ustawy o odpadach.
- **Recykling** odpadów komunalnych na poziomie **65% do 2030 r.**
- **Redukcja** składowania odpadów do **maks. 10% do 2030r.**
- Całkowity **zakaz składowania** segregowanych odpadów.
- Parlament Europejski nadal pracuje nad swoim stanowiskiem dotyczącym gospodarowania odpadami. Jedną z radykalnych inicjatyw jest **zaprzestanie spalania odpadów najpóźniej w 2020 roku.**
- **Ostatecznym celem jest zero odpadów w 2050 roku.**
Obecnie wystąpiły trudności w uzyskaniu zgody państw członkowskich na te ambitne propozycje Parlamentu Europejskiego oraz Komisji.
Co przyniesie przyszłość jest zagadką!

Czy jesteśmy w stanie spełnić obecnie wyżej wymienione wymagania?

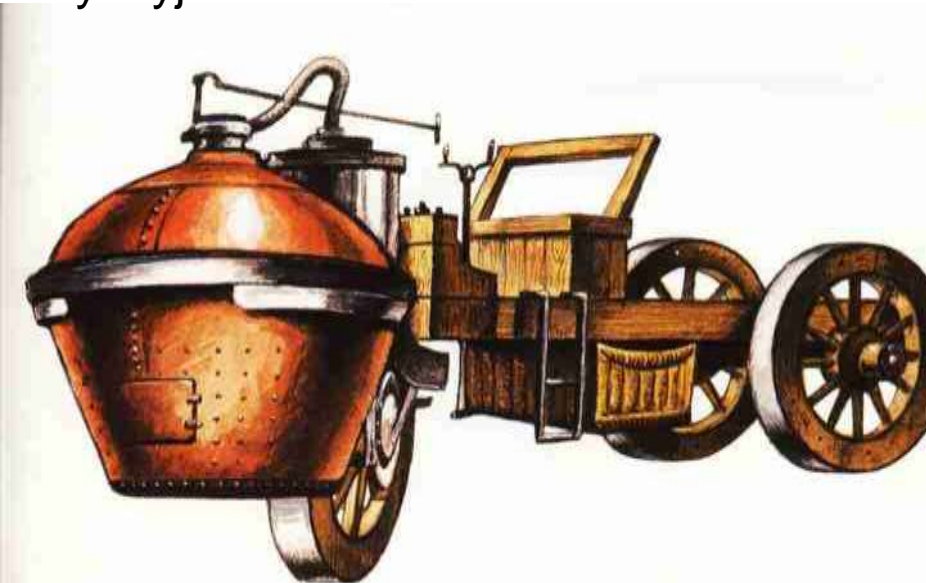




Pojazd skonstruowany przez **Leonarda da Vinci** w **1478 r.** Własny napęd – energia mechaniczna pochodziła ze sprężyny.



Pojazd skonstruowany przez **Mikołaja Józefa Cugnot** **1769 r.** Parowy ciągnik artyleryjski.





Dziękuję za uwagę

dr hab. inż. Andrzej Wojciechowski; prof. IMP
Prezes Polskiego Stowarzyszenia Naukowego Recyklingu
Instytut Mechaniki Precyzyjnej



Instytut Mechaniki Precyzyjnej
ul. Duchnicka 3, 01-796 Warszawa
e-mail: andrzej.wojciechowski@imp.edu.pl
www.imp.edu.pl