

The background is a collage of four images: top-left is a stack of papers on a purple background; top-right is a clock face on a pink background; bottom-left is a stack of papers on a green background; bottom-right is a clock face on a yellow background. A large black-bordered box is centered over the top half, containing the title. A smaller black-bordered box is centered over the bottom half, containing the author's name and website.

Utylizacja Telefonów Komórkowych

Robert Gabor

www.tremolo.pl

WSTĘP

- Polska jest przykładem kraju rozwijającego się, po upadku tak zwanej Żelaznej kurtyny. Gospodarka planowa w rękach państwa, składająca się głównie z przemysłu ciężkiego przekształca się w gospodarkę wolnorynkową, z mniejszym udziałem kapitału i kontroli państwowej.
- Dzięki czemu w Polsce mogły rozwinąć się nowe branże i nowe technologie dla poszczególnych branż jak i dla nowego społeczeństwa.
- Okazuje się, że gdyby dodać liczbę działających telefonów komórkowych firmowych i prywatnych to liczba ta przekroczy liczbę stacjonarnych telefonów używanych w Polsce. Jest to wynik monopolistycznej polityki Telekomunikacji Polskiej SA i światowy trend.
- Ilość telefonów komórkowych rośnie. Operatorzy telefonii komórkowej mówią o 147 milionów wiadomości SMS wysłanych podczas Sylwestra i Nowego Roku 2005/2006.
- W innych krajach zachodnich, gdzie rynek telefonów się ustabilizował, zaczęto odpowiadać na pytania: Co zrobić ze zużytym telefonem komórkowym, jak składować jego elementy, jak zapewnić obieg zużytych i jeszcze działających części



Budowa telefonu komórkowego

- TELEFON KOMÓRKOWY : to rodzaj aparatu telefonicznego, zazwyczaj przenośnego, komunikującego się z siecią przy użyciu fal radiowych (zasadniczo w zakresie mikrofalowym). Słowo 'komórka' oznacza w tym kontekście obszar zasięgu pojedynczej stacji przekaźnikowej - obsługa telefonu jest automatycznie przekazywana z jednej komórki do następnej w trakcie przemieszczania się osoby używającej telefonu. Jest rozwinięciem lekkiego, ręcznego radiotelefonu.
- Istnieją telefony komórkowe działające w systemach analogowych (np. NMT) i cyfrowych (np. GSM, DCS, PCS).
- Współczesny telefon komórkowy, oprócz realizowania podstawowej funkcji prowadzenia rozmowy, z reguły wyposażony jest w wiele dodatkowych opcji, które albo wykorzystują właściwości sieci (np. krótkie wiadomości tekstowe czyli SMS lub ich rozwinięcia takie jak EMS czy MMS, cyfrowa transmisja danych), albo są wbudowane w aparat (np. budzik, notes, organizer, kalkulator, dyktafon czy aparat fotograficzny).



Budowa tel. komórkowego

Telefon komórkowy tak jak każde urządzenie elektroniczne składa się z:

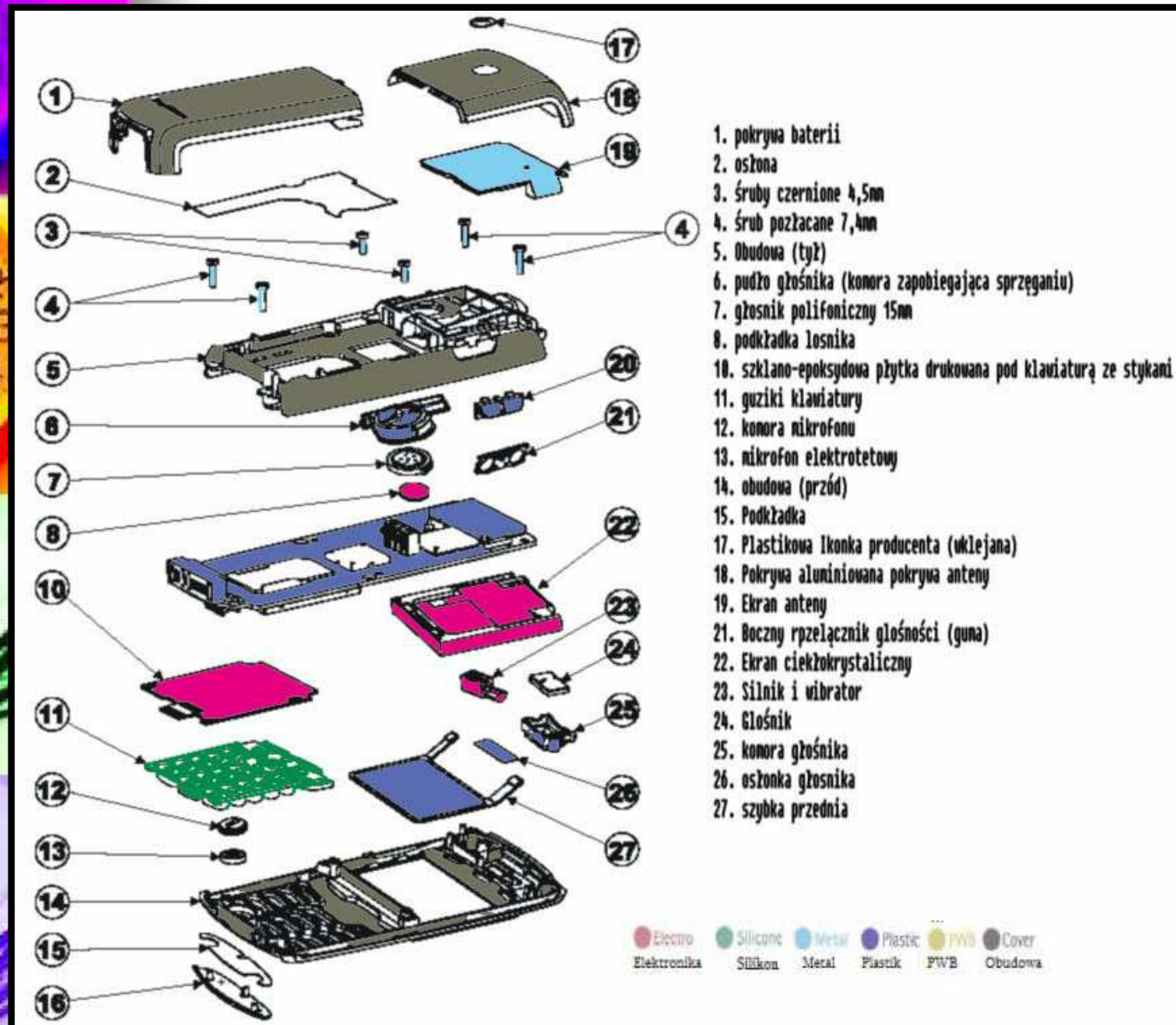
- Źródła zasilania: którym w tym przypadku jest bateria lub akumulator
- elementów pobierających energię ze źródła, i przekształcających ją w sposób informatyczny.

Zatem telefon, przypomina budowę logiczną komputer gdyż składa się:

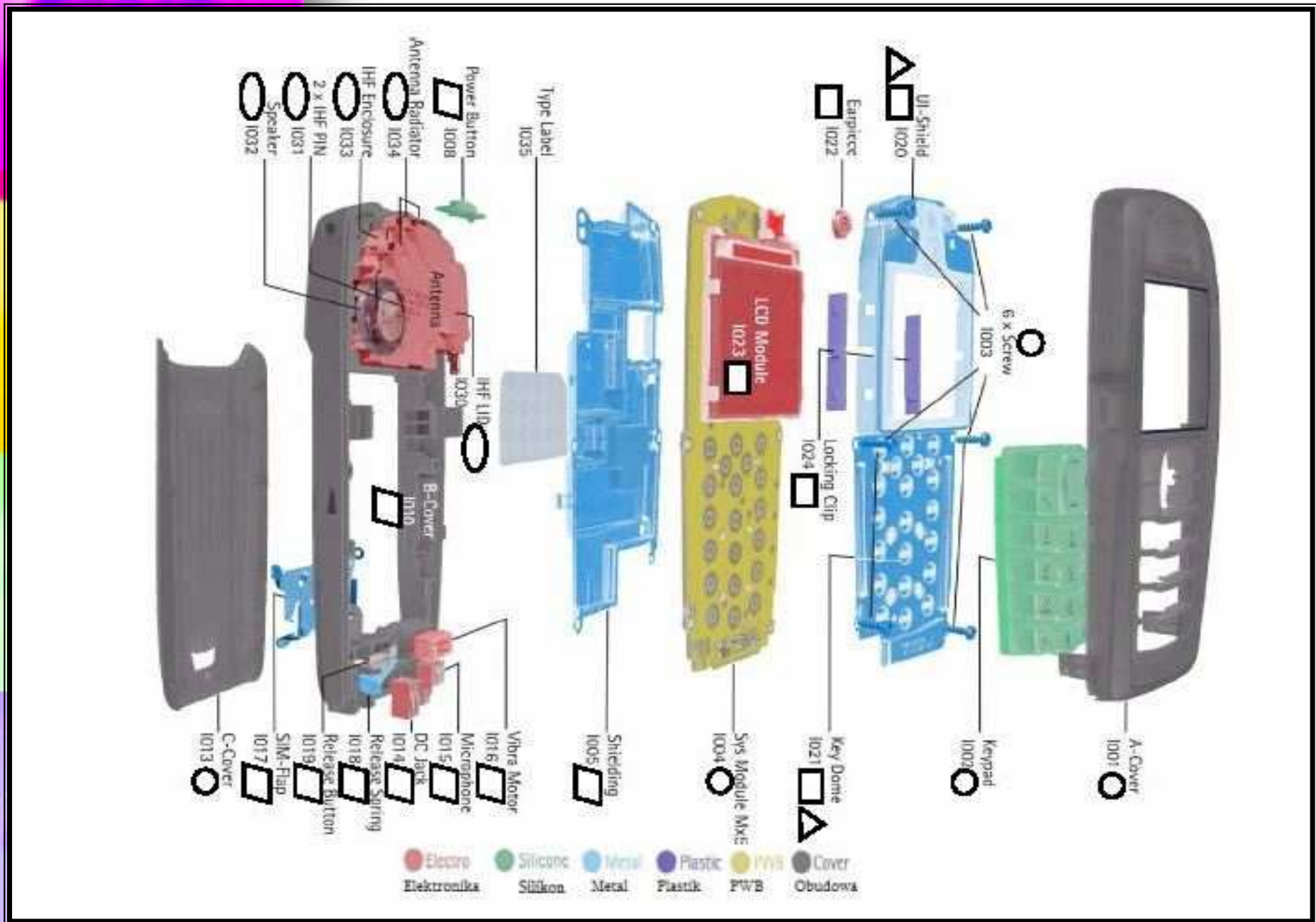
- elementów wyjścia: czyli antena nadawcza, wyświetlacz, głośnik, silniczek wibratora, porty dodatkowe
- elementów wejścia: antena odbiorcza, słuchawki, klawiatura, porty dodatkowe
- elementów przetwarzających: procesor, pamięć stała, pamięć wymienna, pamięć dodatkowa itp.



Wnętrze telefonu komórkowego Sony Ericsson T230



Wnętrze telefonu komórkowego NOKIA 3100



Podział materiałowy



- Kolorem różowym (ELECTRO) zostały oznaczone elementy techniki elektronicznej znajdujące się wewnątrz telefonu, są to zazwyczaj płytki drukowane ceramiczne, laminaty; szklano-epoksydowe, celulozowo-fenolowe, celulozowo-epoksydowe lub szklano teflonowe, pokryte warstwą miedzi, która zabezpieczona jest lakierem antykorozyjnym zależnym od technologii wykonania. Połączenia lutowane wykonywane są na posrebrzonych stykach miedzi techniką powierzchniową z minimalnym użyciem stopów lutowanych cynowo-ołowiowych. Na tych płytkach znajdują się plastikowe, metalowe, i ceramiczne obudowy podzespołów, które wykonane są ze stopów oporowych, krzemu z domieszkami metalicznymi i niemetalicznymi i innych materiałów elektronicznych o różnym składzie. Grupa ta w odróżnieniu od pozostałych jest bardzo zróżnicowana pod względem zawartości przeróżnych pierwiastków.
- Kolorem zielonym zaznaczono silikon (SILICONE), z którego zazwyczaj produkowane są klawiatury do telefonów i płytki termoprzewodzące o dużej oporności elektrycznej pod nagrzewające się obwody elektryczne.
- Kolorem niebieskim pokazane zostały obszary występowania czystego metalu w ramach wykorzystania do produkcji śrub, ekranu elektromagnetycznego, silnika wibratora i osłony karty operatora SIM i wszelkich styków. Główny materiał stanowi tutaj miedź, aluminium, cynk, nikiel.
- Kolorem szarym (Cover – obudowa) i granatowym zaznaczone zostały elementy wykonane z tworzyw sztucznych.
- Kolorem żółtym oznaczony został materiał PWB, w odróżnieniu od laminatu PCB tutaj zastosowany jako osłona pod klawiaturą i izolacja elektryczna.

Ustawodawstwo, metody odzysku

- Niebawem mają zostać wprowadzone nowe przepisy w prawie Wspólnoty Europejskiej dotyczące recyklingu i pozyskiwania podzespołów sprzętu elektronicznego. W wyniku minimalizacji sprzętu elektronicznego, który postępuje i oszczędności producentów oraz rozwoju nowych technologii, okazuje się, że tylko kilka procent wnętrza nowoczesnego telefonu komórkowego to metale; zawartość metalu, który był istotą recyklingu starego typu produktów elektronicznych: telewizory, sprzęt audio sprzęt AGD, w telefonach komórkowych jest mała co widać na przykładzie serwisowego przekroju telefonu [NOKIA 3100 na slajdzie poprzednim](#). W większości przypadkach telefon komórkowy składa się z 70% z tworzyw sztucznych. Zawartość metalu ogranicza się do styków, wyprowadzeń elementów elektronicznych, druku elektronicznego w obrębie płytek ceramicznych, ekranów metalowych (bardzo płaskich). Gdyby nie wymogi bezpieczeństwa ludzi operujących telefonami (oddziaływanie elektromagnetyczne) zawartość metalu byłaby jeszcze mniejsza, gdyż nie byłoby ekranowania blachami aluminiowymi. Nawet metalowe magnesy z silników wibratora zostają zastępowane spiekami ceramicznymi.
- Stare metody odzysku nakierunkowane na metale takie jak miedź, aluminium, żelazo; powodowały znaczny ubytek ilości plastiku w materiałach wyjściowych procesu recyklingu. Biorąc pod uwagę, że ilość metali i stopów w telefonie komórkowym jest mała, metoda tradycyjna okazuje się zaskakująco niewydajna.



Nowe technologie utylizacji dla elektroniki

- Do Pionierów nowych technologii na tym polu należy firma EcoElectronics z Finlandii. . Opracowała ona nowe technologie demontażu różnych podzespołów elektronicznych z urządzeń AGD, RTV i telefonii.
- Metoda recyklingu telefonu komórkowego polega na zastosowaniu dwóch metod: podgrzania indukcyjnego i demontażu mechanicznego ważne jest to, że utylizacja baterii i akumulatorów telefonicznych jest prowadzona osobno. Zatem baterie przed ewentualnym demontażem indukcyjnym trzeba wyciągnąć z urządzenia.
- Czas pomiędzy wyprodukowaniem a oddaniem produktu do recyklingu wynosi średnio od 5 do 20 lat. Proces demontażu to kombinacja podgrzewania indukcją z mocnym uderzeniem mechanicznym, powodującym oddzielenie elementów przytwierdzonych do płytek drukowanych z ceramiki.



Recykling telefonów komórkowych

- Europejska zasada „zanieczyszczający płaci” zostanie rozszerzona o odpady powstające ze sprzętu elektrycznego i elektronicznego. Według nich producenta obarcza się odpowiedzialnością za zbiórkę, obróbkę wstępną i recykling przestarzałych produktów, tak jak bywa to w przypadku baterii, lodówek itd.

Pierwszym – głównym priorytetem w hierarchii odpadów jest zapobieganie ich powstawania, a **drugim** – ponowne wykorzystanie części w celach ekonomicznych. Niezbędne jest jednak stworzenie rynku zbytu dla zużytych części elektronicznych.

- Część demontowanych sprawnych jeszcze części może zostać zdemontowana i puszczona w obieg handlowy. Dzięki czemu może ona zdobyć nabywcę i być wykorzystana, podczas, gdy reszta telefonu poddana recyklingowi.





- Kolejnym poziomem w utylizacji odpadów jest recykling. Jeśli nie jest on możliwy, następną fazą jest utylizacja, np. tworzyw sztucznych. Chociaż te opcje nie maksymalizują możliwości ponownego wykorzystania materiału kończącego życie, są lepszym rozwiązaniem niż spalanie czy składowanie.
- Technologie starszego typu recyklingu odpadów elektronicznych koncentrują się głównie na zbiorce metali, szczególnie szlachetnych. Dla niektórych grup produktów może to być wystarczająca metoda. Sprzęt komputerowy zawiera przeciętnie 64% metali, 4% PWB, 17% tworzyw sztucznych i 15% innych substancji.
- Inaczej jest w przypadku telefonów komórkowych, które zawierają średnio 58% tworzyw sztucznych, 16% ceramiki, 15% miedzi i tylko 6% żelaza i innych metali. Oznacza to, że aby zwiększyć możliwości recyklingowe materiałowych części wymiennych telefonów komórkowych, należy poddać utylizacji tworzywa sztuczne. Dzisiejsze procesy recyklingu, nastawione na metale, stosują głównie technologie rozdrabniania i oddzielania, a otrzymany plastik nie jest ani składowany, ani spalany. Oddzielanie różnych typów tworzyw z rozdrobnionego produktu nie jest możliwe. Aby tego dokonać, należy zidentyfikować różne typy tworzyw w produkcie. Recykling redukuje zapotrzebowanie na nowe surowce a także – ze względu na cenne materiały, szczególnie metale szlachetne – jest korzystny finansowo.

Recykling telefonów komórkowych



- *Połączone elementy pod statywem anteny telefonu NOKIA 3100*

Recykling telefonów komórkowych

- Trzeci powód demontażu to zdrowie i bezpieczeństwo. Substancje niebezpieczne muszą być oddzielone i skierowane do specjalnej obróbki. Niektóre substancje mogą być nieszkodliwe, ale oddziałują lub dyfundują podczas procesów rozdrabniania i w formie małych cząstek dostają się do otaczającego powietrza, np.: azbest i beryl.
- Czwartym powodem demontażu produktu jest prawo międzynarodowe i lokalne, które stawia wymogi wobec usuwania pewnych części wymiennych produktów.





Technologie demontażu telefonów komórkowych

- Demontaż produktu elektronicznego można przeprowadzić na wiele różnych sposobów.

Ręczny i automatyczny demontaż:

- Metodą najbardziej rozpowszechnioną jest ręczny demontaż, często stosowana w małych serwisach, elektronicznych, gdzie dane urządzenie przed wyrzuceniem lub oddaniem do recyklingu pozbawiane jest co droższych części. Koszty w tym przypadku są proporcjonalne do czasu pracy potrzebnego do demontażu. Jednakże badania nad komputerowym recyklingiem wykazały, że opłacalność może wzrosnąć wraz z podniesieniem automatyzacji demontażu. Najbardziej pospolity jest demontaż przy pomocy robotów. Jego wadą jest konieczność ustalenia położenia i linii demontażu dla ściśle określonego produktu.

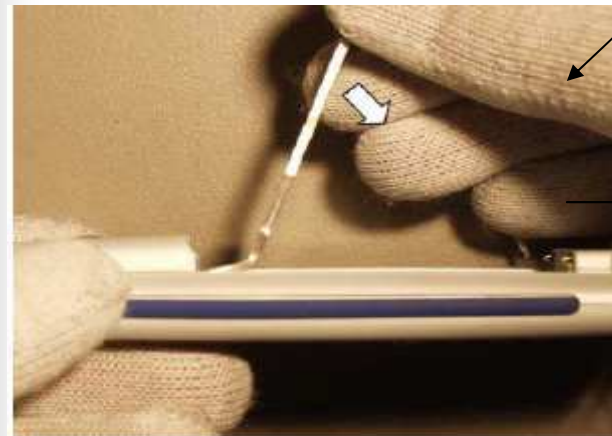
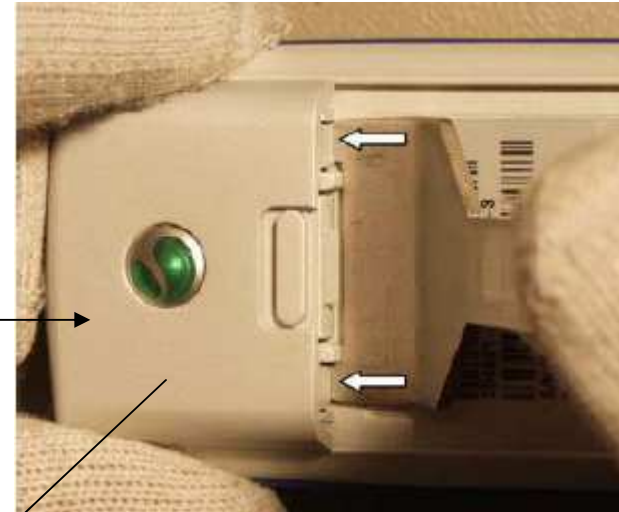


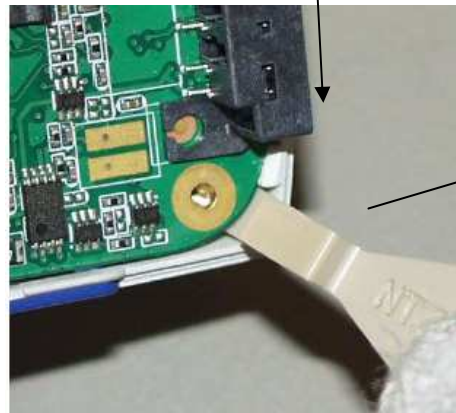
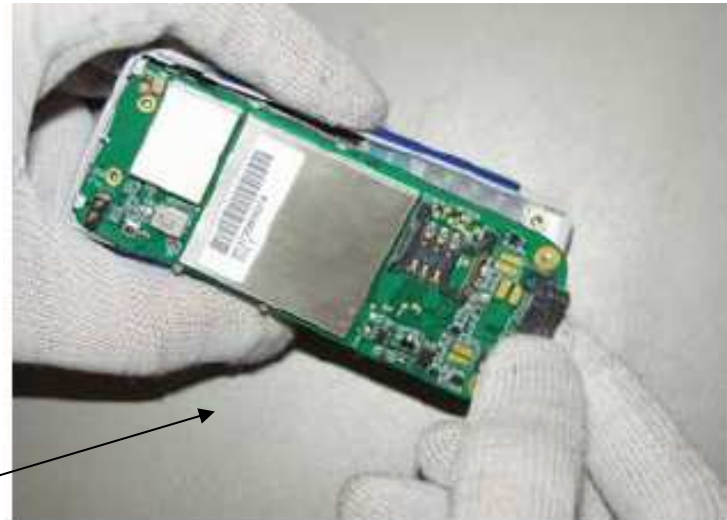
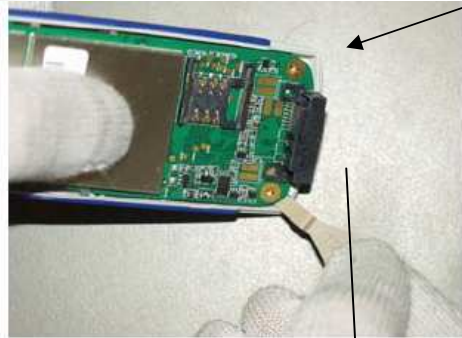
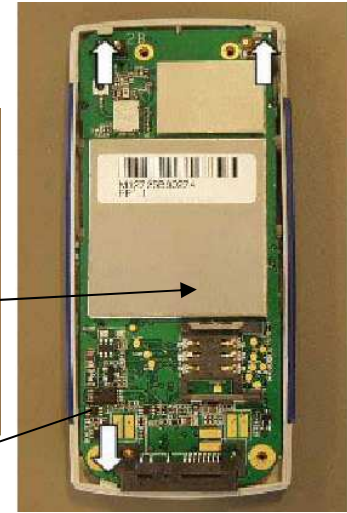
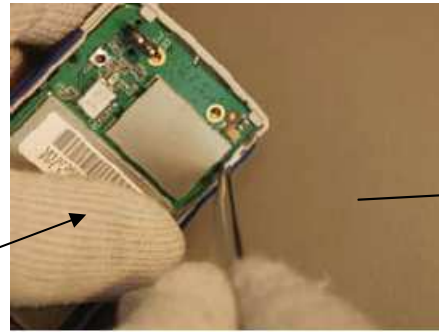
Demontaż automatyczny

- Do korzyści demontażu automatycznego należą możliwości zastosowania dla produktów różnych producentów i niezależność od nastawienia na jeden produkt linii demontażu.
- Proces automatyczny wymaga niewielkich nakładów finansowych i jest mało ryzykowny. Projekt ten jest szczególnie nastawiony na wyroby produkowane zgodnie z zasadą „dla środowiska” - DfE (Design for Environment), tzn. aby można je było łatwo zdemontować na końcu ich użytecznego życia. Zwykle oznacza to „mniej śrubek” i „łatwe otwieranie połączeń” między różnymi częściami. Co oznacza, że obecnie już w procesie projektowania telefonu obmyślony jest zoptymalizowany proces demontażu; z telefonów komórkowych znikają śrubki a pojawiają się zatrzaski. Tą tendencje można zauważyć u wielu producentów nie tylko telefonów.
- Jest jednak wielu producentów, którzy celowo utrudniają otwarcie obudowy urządzenia elektronicznego do takich producentów należy SONY ERICSSON – co widać na załączonych diagramach demontażu tradycyjnego:
- Do utrudnień należą schematyczne obchodzenie się z obudową, używanie specjalistycznych narzędzi dostępnych tylko dla autoryzowanych serwisów.



Demontaż tradycyjny na przykładzie Ericssona T200





demontaż automatyczny c.d.

- W zależności od rodzaju obudowy, sposobu złożenia telefonu w wyniku wykonania projektu, wymagane są specyficzne metody demontażu. Lepiej wpiąć projektując produkt, jaką metodą należy demontować dane urządzenie niż dostosowywać linie demontująca pod wymogi wąskiej serii telefonów.
- W podstawowym wdrażaniu DfE (Design for Environment), i DfR (Design for Recycling), znajomość miejsca recyklingu produktu nie jest konieczna w fazie projektowania, każdy zakład rozbierający telefony nie powinien mieć problemu z utylizacją. W przypadku bardziej zaawansowanego wdrażania DfE i DfR reguły projektowania należy dostosować do procesu recyklingu dla wybranego produktu. Tak więc skuteczna obróbka zużytego wyrobu wymaga dyskusji między projektantami i recyclerami.



Demontaż aktywny

- Trzecia możliwość poprawienia zdolności recyklingowych produktu to aktywny demontaż. Jest to nowatorska metoda specjalnie opracowana dla recyklingu telefonów komórkowych. Cała technologia opiera się o materiały z pamięcią kształtu głównie o polimery SMP (Shape Memory Polymers). Polega ona na tym że w miejsce tradycyjnych wkrętów, zatrzasków, nitów metalowych, wprowadzane są elementy z SMP. Okazało się że zastosowanie tego materiału w praktyce nie wymaga zbytnej ingerencji w pierwotny projekt danego telefonu komórkowego.





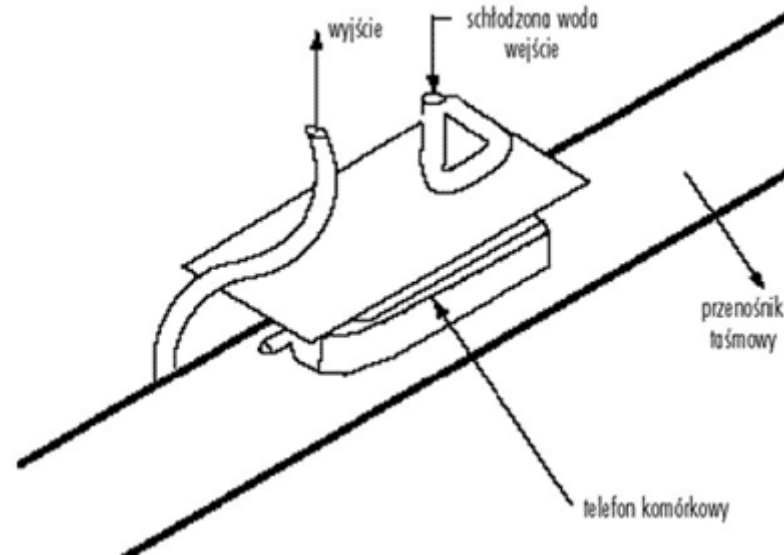
- Obudowa w systemie aktywnego demontażu zawiera w środku sprężynę, w wyniku zmiany kształtu elementu z SMP na przykład gwintu śruby, lub krawędzi zatrzasku z tego materiału, sprężyna rozpycha obudowę telefonu powodując demontaż.
- Przewiduje się że już w najbliższej przyszłości tradycyjne metody lutowania, łączenia zostaną wsparte technologią SMP w wyniku czego pola lutownicze pokryte zostaną klejami przewodzącymi minimalizując użycie stopów ołowiuo-cynowych i znacznie ułatwi to demontaż.
- Do zastosowania tej metody potrzebna jest niewielka temperatura około 100 stopni Celsjusza. Można zastosować piec na podczerwień, piec oporowe lub inne metody. Najszybsze efekty rozłączania daje kapiel we wrzątku.
- Cena tych polimerów jest porównywalna z tradycyjnymi polimerami.

Demontaż komórek przy użyciu podgrzewania indukcyjnego

- Demontaż w tej metodzie opiera się na dwóch procesach: podgrzania indukcyjnego i uderzenia mechanicznego. W procesie tym indukcja magnetyczna wokół źródła pola jest używana do podgrzania metalowych śrub mocujących części obudowy telefonu. Podgrzanie polega na ogrzaniu telefonu z temperatury pokojowej do temp. 400°C w trzy sekundy. (Schemat metody na następnej stronie).
- W tym przypadku plastik wokół śruby topi się. Szybkie mechaniczne uderzenie jest wykonywane natychmiast po podgrzaniu, w celu rozbicia telefonów komórkowych na 6 lub 7 różnych części. Głównymi frakcjami są ciekłe kryształy, PWB i obudowa. Te części mogą być odseparowane przy użyciu kilku procesów separacji magnetycznej czy na sitach wibracyjnych. Demontaż produktu czyni separację procesem prostym i promującym wysoki poziom odzysku materiałów z telefonów komórkowych.
- EcoElectronics posiada patent na magnetyczne podgrzanie indukcyjne i proces separacji dla telefonów komórkowych.



Podgrzewanie indukcyjne telefonu komórkowego





- Eco Electronics w swojej siedzibie w Finlandii poddał testowi podgrzewania 3 różne modele telefonów NOKIA i 3 różne opatentowane piece indukcyjne, pracujące na różną częstotliwość prądu 250 kHz, 700 kHz i 1MHz.
- Metoda jest na razie w fazie testów, ustalana jest zależność pomiędzy częstotliwością pracy urządzeń indukcyjnych, energia i formą uderzenia mechanicznego oraz najefektywniejszym dobraniem parametrów dla danego modelu telefonu.
- Uderzenie mechaniczne zrealizowane zostało przez zrzucenie telefonów z pewnej wysokości na metalowa płytkę.



- Jednakże rodzaj tworzywa i siła mechanicznego uderzenia mają wpływ na demontaż. Potrzebne jest jednak przeprowadzenie większej ilości testów na dopracowanie procesu w celu wykorzystania komercyjnego. Należy także zdefiniować specyficzne dla procesu wskazówki „Przyjazności dla Środowiska” (DfE) w procesie projektowania produktów.

Tab. 1. Tempo (%) procesu indukcyjnego rozgrzewania rozmontowanych telefonów

Częstotliwość pola	250 kHz	700 kHz	1000 kHz
Nokia 6110	32	56	93
Nokia 3110	28	47	81
Nokia 7110	24	43	61
Ilość całkowita	28	49	78

Całkowita ilość telefonów komórkowych (N) w teście wynosiła około 90 sztuk

Wnioski

- Wiele osób u władzy czy zasiadających w przeróżnych instytucjach badających wpływ techniki na środowisko naciskają na bardziej rygorystyczne podejście do recyklingu. Obecne technologie recyklingu są zoptymalizowane na recykling metali szlachetnych i żelaznych, makulatury. Druga połowa wieku XX-ego to rozwój przede wszystkim materiałów polimerowych.
- Powyższe technologie nie są odpowiednie dla recyklingu produktów, które w większości składają się z innych substancji, jak tworzywa sztuczne. Jedną z kategorii produktów, które pasują do opisu, są telefony komórkowe, piloty telewizyjne, kalkulatory zawierające „oszczędną” ilość elementów metalowych.
- Eksperymenty przeprowadzane z demontażem przy użyciu podgrzewania indukcyjnego EcoElectronics i innych firm i instytucji naukowych wskazują, że telefony komórkowe mogą być zdemontowane do sześciu lub siedmiu części za pomocą urządzenia do magnetycznej indukcji i silnego wpływu mechanicznego, lub też w innych procesach nie do końca jeszcze zbadanego.





- Po demontażu indukcyjnym czy aktywnym łatwiej jest oddzielić obwód płyty i plastikową pokrywę telefonu oraz uzyskać wyższy współczynnik odzysku. Stosując zaawansowane technologie odzysku możliwy jest demontaż telefonów komórkowych i innych podobnych przenośnych produktów elektronicznych po kosztach faktycznych bez użycia śrubokręta czy urządzeń podważających. Gdyby wszystkie firmy zastosowały odpowiednie metody projektowania i standaryzacje narzędzi odnoszących się do demontażu, recykling byłby po pierwsze bardziej opłacalny a i serwisowanie telefonów byłoby prostsze.

Przykładem firmy zajmującej się recyklingiem biurowych między innymi telefonów komórkowych w Polsce jest firma Recykling System.

Oto porównanie cen telefonów komórkowych z niektórymi innymi urządzeniami:



- **16 02 14 zużyte urządzenia elektroniczne**
komputery, klawiatury, myszki, fotokopiarki i skanery, biurowy sprzęt usługowy, telefony, radiotelefony, **telefony komórkowe**, faksy, maszyny biurowe, plotery, narzędzia elektroniczne, lutownice, suszarki, niszczarki i wszystkie inne narzędzia i urządzenia elektroniczne z wyłączeniem tych zawierających materiały
0,50 zł / kg
- **16 02 13* zużyte urządzenia elektroniczne z niebezpiecznych materiałów**
terminale komputerowe, ekrany komputerowe, panele LCD, monitory CRT, telewizory plazmowe, kineskopy telewizyjne, wzmacniacze lampowe i inne urządzenia zawierające technikę lampową, podtrzymacze UPS i inne urządzenia akumulatorowe
1,50 zł / kg
- **16 80 01 magnetyczne i optyczne nośniki danych, kasety magnetofonowe, magnetowidowe, szpulowe, streamery, twarde dyski dyskietki, płyty CD, płyty DVD,**
1,50 zł / kg
- **Baterie i akumulatory** **1,50 zł / kg**
- **Tonery, kartridże, pojemniki na tusz** **2,50 zł / szt.**
- **16 02 11* sprzęt chłodniczy z freonami i halonami**
- zamrażarki, lodówki
- klimatyzatory
40 zł / szt.
80 zł / szt.

*©2002-2006 by Tremolo – Robert
Gabor pomyśl zanim skopiujesz ☺*