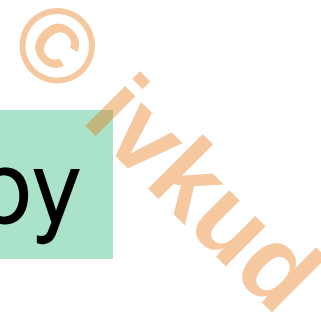


RECYKLACE OEEZ

Odpad z hlediska udržitelné spotřeby



Odpad je třeba hodnotit jako surovinu a pokud má vlastnosti suroviny, není důvod, aby byla označována jako odpad

Pokud mohu materiál nebo výrobek znovu použít, není důvod, aby byl označen jako odpad (nezbavuji se věci ani nemám povinnost se jí zbavit)

Prevence vzniku **O**dpadních **E**lektronických a
Elektrotechnických **Z**ařízení (OEEZ)

Prevence vzniku OEEZ

Od 1. července 2006 nesmějí nová elektrozařízení uváděná na trh obsahovat olovo, rtuť, kadmium, chrom(VI), polybromované bifenyly a polybromovaný difenyléter (až na výjimky)

Co z toho plyne:

Konstrukce elektrozařízení musí:

- usnadňovat demontáž (structural disassembly)
- umožnit opětovné použití elektrozařízení, nebo jeho komponentů
- umožnit využití komponentů a materiálů

Směrnice EÚ

- **2002/95/EC** ze dne 27.1.2003 o omezení používání některých nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních tzv. **RoHS**
- **2002/96/EC** ze dne 27.1.2003 odpadních elektrických a elektronických zařízeních tzv. **WEEE**
- **2006/12/EC** ze dne 5.3.2006 o odpadech

Základní cíle směrnic a novely zákona Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech

- Prevence v oblasti OEEZ
- Zvýšení opětovného použití, recyklace a ostatních způsobů jejich využití.
- Minimalizace hromadění elektroodpadu jako netříděného komunálního odpadu.
- Odpovědnost spadá na výrobce elektrozařízení a to v celém životním cyklu výrobku = **Hlavní princip.**

§37g základní pojmy

- Zařízení, jehož funkce závisí na elektrickém proudu nebo na elektromagnetickém poli.
- Zařízení k výrobě, přenosu a měření tohoto proudu a pole a určené pro aplikace.
- S napětím nepřesahující 1000 V pro střídavý proud a 1500 V pro stejnoměrný proud.

Elektrická a elektronická zařízení spadající do 10 skupin, (příloha č.7 zákona 7/2005 Sb.)

1. Velké domácí spotřebiče (el. plotny, myčky, chladničky, ...).
2. Malé domácí spotřebiče (vysavače, fritovače, ...).
3. Zařízení informačních technologií a telekomunikační zařízení (servery, notebooky, ...).
4. Spotřebitelská zařízení (TV, videorekordery, solární panely, ...).
5. Osvětlovací zařízení (kompaktní zářivky sodíkové výbojky, ...)
6. Elektrické a elektronické nástroje (s výjimkou velkých stacionárních průmyslových nástrojů. Vrtačky, ...)
7. Hračky, vybavení pro volný čas a sporty (PC pro cyklistiku, mincovní automaty,...)
8. Lékařské přístroje (s výjimkou všech implantovaných či infikovaných výrobků)
9. Přístroje pro monitorování a kontrolu (detektory kouře, termostaty,...)
10. Výdejní automaty (výdejní automaty na nápoje, ...).

§37g základní pojmy

- Zpětný odběr elektrozařízení
 - odebírání použitých elektrozařízení pocházejících z domácnosti od spotřebitelů bez nároku na úplatu na místě k tomu určeném výrobcem
- Oddělený sběr elektroodpadu
 - odebírání použitých elektrozařízení nepocházejících z domácností od konečných uživatelů na místě k tomu výrobcem určeném

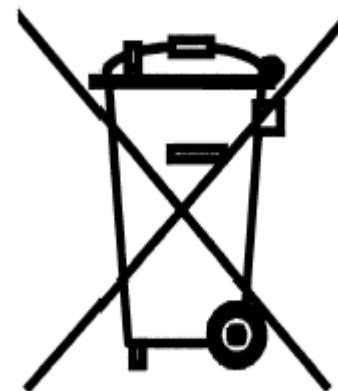
§37g základní pojmy

- Elektroodpad
 - elektrozařízení, které se stalo odpadem (V případě domácnosti v momentě, kdy EEZ bylo převzato zpracovatelem a ten na něm začal provádět zpracovatelské práce)
- Opětovné použití – bez dalšího přepracování použité k podobnému účelu
- Zpracování
 - operace prováděná po převzetí elektroodpadu do zařízení ke zpracování elektroodpadu

§37i Povinnosti, které zákon ukládá výrobci

Označovat výrobky:

- datum uvedení na trh,
- symbolem
- symbolem výrobce



Označení, že elektrozařízení bylo uvedeno na trh po 13. 8. 2005 (3 možnosti):

- uvedení data uvedení na trh
- vyznačením symbolu „08/05,,
- vyznačením grafického symbolu dle vzoru



§37n Povinnosti, které zákon ukládá výrobcům

Historická elektrozařízení (před 13.8.2005)

- Odpovědný za financování nakládání s tzv. historickým elektroodpadem bude sdílena všemi stávajícími výrobci v kolektivních systémech financování
- Výrobci musí vytvořit systém, do kterého podle podílu na trhu přispívají všechny osoby, které jsou podnikatelsky činné v okamžiku vzniku skutečných nákladů

Nová elektrozařízení

- Náklady na financování **nového EEZ** se při prodeji nových EEZ **neuvádí odděleně**
- Náklady na financování **historických** elektrozařízení se **mohou** uvádět odděleně (**ale nemusí**)

§37k Povinnosti, které zákon ukládá poslednímu prodejci

- Zajistit, aby spotřebitel měl možnost odevzdat ke zpětnému odběru použité EEZ v místě prodeje při nákupu nového EEZ
- Informovat o nejbližším sběrném místě
- Vybrat PHE (příspěvek na historický elektroodpad)

§37k Povinnosti, které zákon ukládá držiteli OEEZ

- Zbavit se OEEZ předáním zpracovateli nebo na místo zpětného odběru či odděleného sběru



§37l Povinnosti, které zákon ukládá zpracovatelům

- Zajistit skladování
- Zajištit využití OEEZ
- Vést evidenci o OEEZ
- Mít možnost převezení odpadu přes hranice ke zpracování
 - v souladu s předpisy ES

§37p Finanční příspěvek provozovatele solární elektrárny

- Panely uvedené do provozu před 1.1.2013 a po tomto datu
- Minimální výše příspěvku:

$$S = N_{os} + N_{př} + N_{zpr} + N_{adm} - P_{ds}$$

N_{os} předpokládané náklady na zpětný odběr

$N_{př}$ náklady na přepravu 1 kg solárního panelu

N_{zpr} náklady na zpracování 1 kg solárního panelu

N_{adm} náklady na administrativu

P_{ds} příjmy z prodeje druhotných surovin

Proč se řešit OEEZ

Materiálové důvody:

- Velký počet zařízení s malým množstvím vzácných prvků, drahých kovů (Au, Pb, ..)

Ekologické důvody:

- Používání „nebezpečných“ látek při výrobě
- Výskyt potenciálně nebezpečných látek v OEEZ (baterie, ...)

Problémy kolem recyklace

- Směs různých materiálů (kovů a slitin spojených plasty, kovy, keramikou nebo sklem).
- Demontáž elektrotechnických elementů (není-li možná, nebo je neekonomická je nutné volit destrukční postupy (DPS)).
- Hmotnost některých elementů (obrazovky).
- Miniaturizace - malé množství významných materiálů).

Problémy s recyklací OEEZ

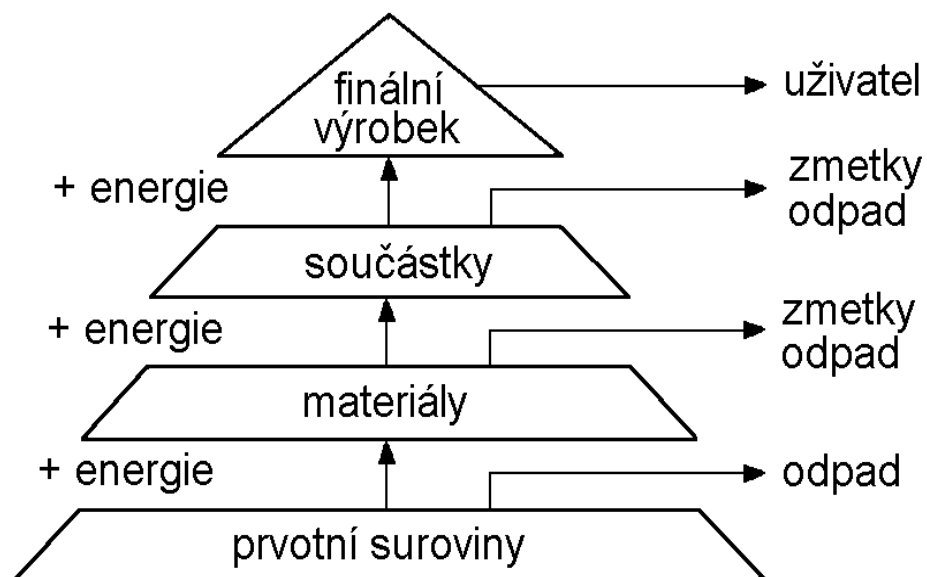
- Vysoké náklady na získání materiálů z výrobků po ukončení životnosti
- Příliš velký podíl nevyužitých odpadů, ukládaných na skládky nebezpečných odpadů, a s tím spojené zvýšené náklady
- Technické problémy při nakládání s výrobkem po ukončení životnosti

Problémy kolem recyklace

- Recyklační linky jsou nákladné a k dosažení efektivity musejí zpracovávat velké objemy.
- Kvůli vysoké náročnosti na manuální práci se recyklace často realizuje v rozvojových zemích.
- Recyklace vyžaduje vytvořit vícestupňový systém.

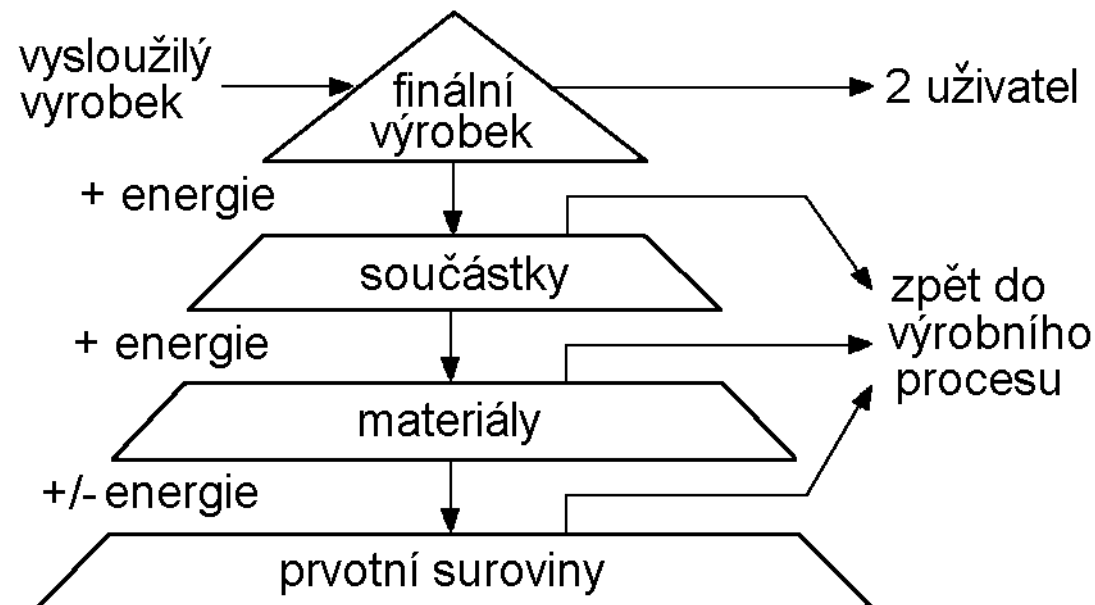
Recyklace v životním cyklu výrobku

Výrobní pyramida



Recyklace v životním cyklu výrobku

Recyklační pyramida



Recyklace v životním cyklu výrobku

Recyklace v životním cyklu výrobku

- vysloužilá zařízení
 - využita v méně náročných aplikacích
 - zdrojem součástek
 - zdrojem materiálu (součástky vyrobené z jednoho druhu)
- forma recyklace
 - uzavřená recyklační smyčka (součástky, materiály jsou využity pro obdobné výrobky)
 - otevřená recyklační smyčka (recyklace směrem dolů)

Recyklace v životním cyklu výrobku

Recyklace v životním cyklu výrobku

- přednostně využívat postupy z vrcholu pyramidy
- nižší patra - totálně zastaralé, poškozené, neopravitelné výrobky
- informace o materiálovém složení výrobku
 - plasty označené identifikačními značkami
 - ROM paměť s údaji o materiálovém složení výrobků

Recyklace v životním cyklu výrobku

Opětovné použití:

- Možné jen u zařízení, které je schopné obnovy.
- Rychlé morální stárnutí el. zařízení.
- Rozšiřuje se na trhu použitých výrobků,
- Návratnost nákladů závisí na konkrétním zařízení a může být značně vysoká.

Recyklace v životním cyklu výrobku

Opětovné použití:

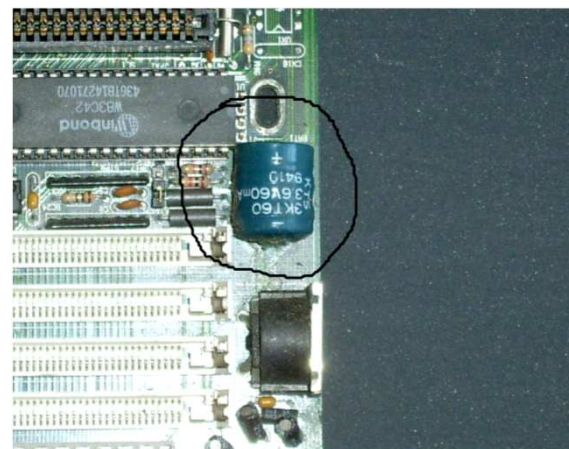
- Vhodné jen pro vybrané díly (procesory, konektory, skříně).
- Vyžaduje vhodný postup demontáže.
- Je nutné přezkoušet nedestruktivně funkčnost, spolehlivost a bezpečnost součástí (nelze provést přezkoušení na standardním vzorku jako u nových výrobků z výrobního procesu certifikovaného podle ISO 9001).
- Určit životnosti a způsob použití.
- Přezkoušení zvýší náklady procesu.
- Repasované PC a notebooky

Recyklační technologie

První stupeň - demontáž

– Ruční demontáž

- kontakty s viditelnými zlatými kontakty
- středně hodnotné kontakty s velkým počtem součástek
- málo hodnotné kontakty bez viditelných poškození
- separace nebezpečných/užitečných komponent (baterie, kondenzátory, součástky s Hg, motory, velké Al části).



Recyklační technologie

První stupeň - demontáž

- Automatická demontáž (identifikační systém)
 - *Cílená demontáž* - odděleny pouze součásti z hlediska ekologického, technologického nebo ekonomického.
 - *Kompletní demontáž* - vytríděny součásti které nejsou nutné z technologického hlediska.
 - *Demontáž s klasifikací* - identifikace součástí před a po montáži. Umožňuje například i přezkoušení některých součástí pro další využití.

Metoda „See and pick“

identifikace rentgenovým nebo tepelným zářením

Metoda „Pick all and sort“

odebrání všech součástí z desky, následné třídění

Recyklační technologie

První stupeň - zhodnocení

- personál musí být vyškolený, aby rozpoznal součásti k vytrídění
- pokud robot dostane desku, kterou nezná, nemůže provádět demontáž a třídění
- automatická nedestrukční demontáže - lepší výsledku k znovu využití součástí

Recyklační technologie

Druhý stupeň - úprava

- upravený šrot je podáván do drtícího zařízení,
- na pásu jsou ručně vytríděvány další nebezpečné složky a větší kovové součásti.



Recyklační technologie

Třetí stupeň - zpracování

Další drcení materiálu a následná granulace, síta roztřídí granulát na různé velikosti, magneticky jsou zachycovány hrubší železné kousky, v následném separátoru neželezných kovů se oddělí plasty a směs neželezných kovů.



Výstupy

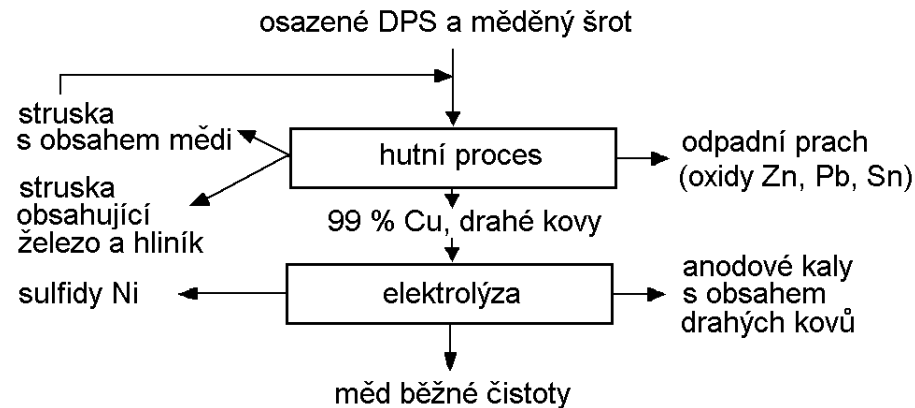
Směs železných kovů, plastů, koncentráty Cu a Al

Možnosti – nechat směs Cu +Al, směs separovat na koncentrát Cu a Al

Výstupy z recyklace

Recyklace materiálů – železné kovy

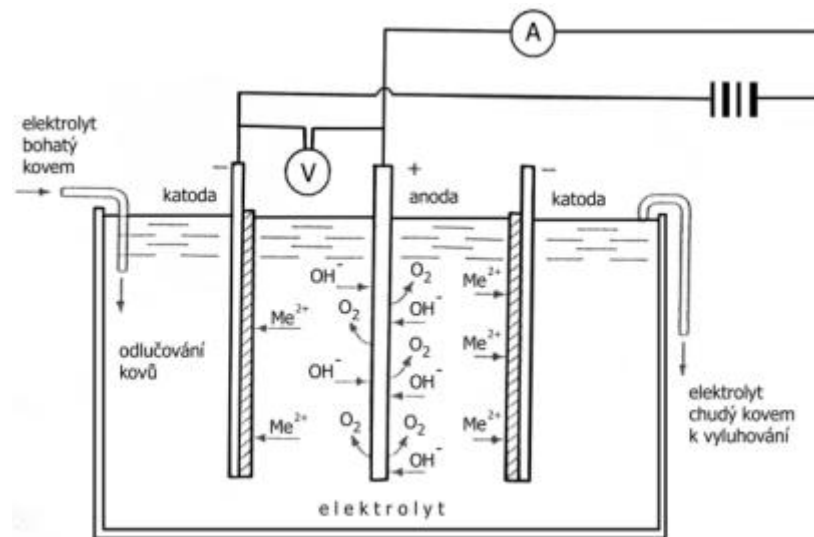
- metalurgické postupy (skříně, spoje, ...)
 - náhrada rudy (měď způsobuje potíže)
 - separační technologie (rozemleté DPS)
 - druhotné (hutnické) postupy - časově náročný postup



Výstupy z recyklace

Recyklace materiálů – **ostatní kovy**

- hydrometalurgický postup (drahé kovy)
 - kyanidové loužení v uzavřené smyčce
 - chemická extrakce drahých kovů



Výstupy z recyklace

Recyklace materiálů - **sklo**

– trubice, monitory

- uzavřená smyčka (obrazovky), oddělení přední části od zadní - obtížné
- otevřená smyčka, “přísada” do pecí na výrobu olova.

Výstupy z recyklace

Recyklace materiálů - **plasty**

- termoplasty (skřínky, kryty, konektory...)
 - materiálová recyklace
 - chemická recyklace
 - surovinová recyklace
- reaktoplasty (substráty DPS, pouzdra ...)
 - obtížně recyklovatelný materiál

Recyklace konkrétních OEEZ

Recyklace světelných zdrojů



Recyklace světelných zdrojů

Kompaktní zářivky se závitovou patičí



Co se recykluje

Halogenidové výbojky



Recyklace světelných zdrojů

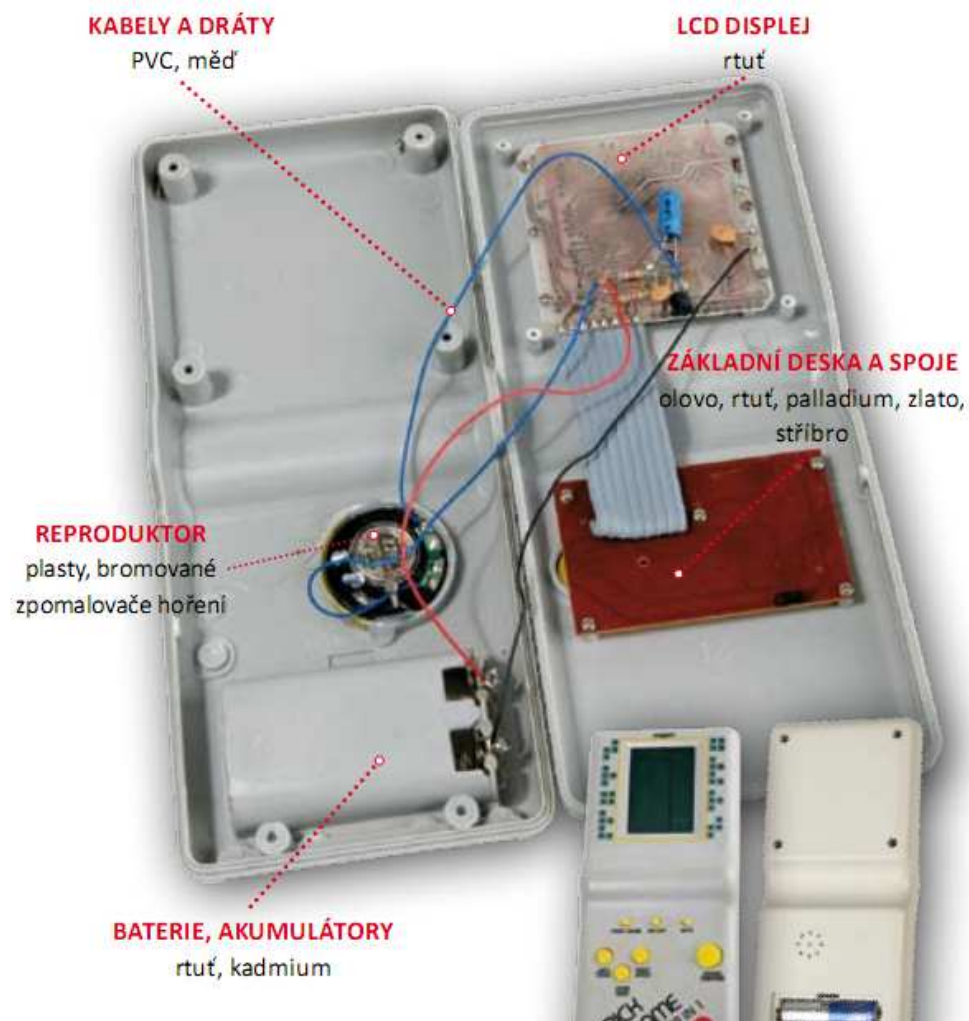
Běžné žárovky



Co se nerecykluje



Recyklace dílů IT



Recyklace DPS

Extrakce v tavenině olova:

- DPS, součástky, IO do pece s roztaveným olovem,
- plasty shoří, železo a část barevných kovů na povrchu taveniny,
- taveninou s roztavenými drahými kovy se vhání vzduch,
- část olova zoxiduje a odstraní se jako struska,
- ze zbytku se rafinací získají drahé kovy.

Recyklace DPS

Kyanidové loužení:

- drť z DPS se louží ve zředěných roztocích alkalických kyanidů,
- vysoká účinnost technologie (lze získávat drahé kovy i z velmi chudých zdrojů, obsahujících od 0,2 % Ag a od 0,01 % Au a Pd),
- vysoká toxicita činidla (kyanid draselný cyankáli).

Recyklace HDD



Moderní HDD umožňuje strukturované rozebírání (structural disassembly).

Recyklace HDD

Magnetické díly (ferity):

- ohřev na 300 °C,
- vzácné zeminy (Lanthanoidy)
ztratí své mag. vlastnosti,
- mag. separace.



Recyklace CRT zobrazovačů



Recyklace CRT zobrazovačů

- Plocha obrazovky: barium-stroncium
- Trubice a krček obrazovky: olovo
- Fluorescenční vrstva: zinek, kadmium, europium, yttrium, kovy vzácných zemin
- Getter: barium
- Emitor: wolfram, rhenium, barium, stroncium
- Konstrukční prvky: molybden, nikl, železo

Recyklace CRT zobrazovačů



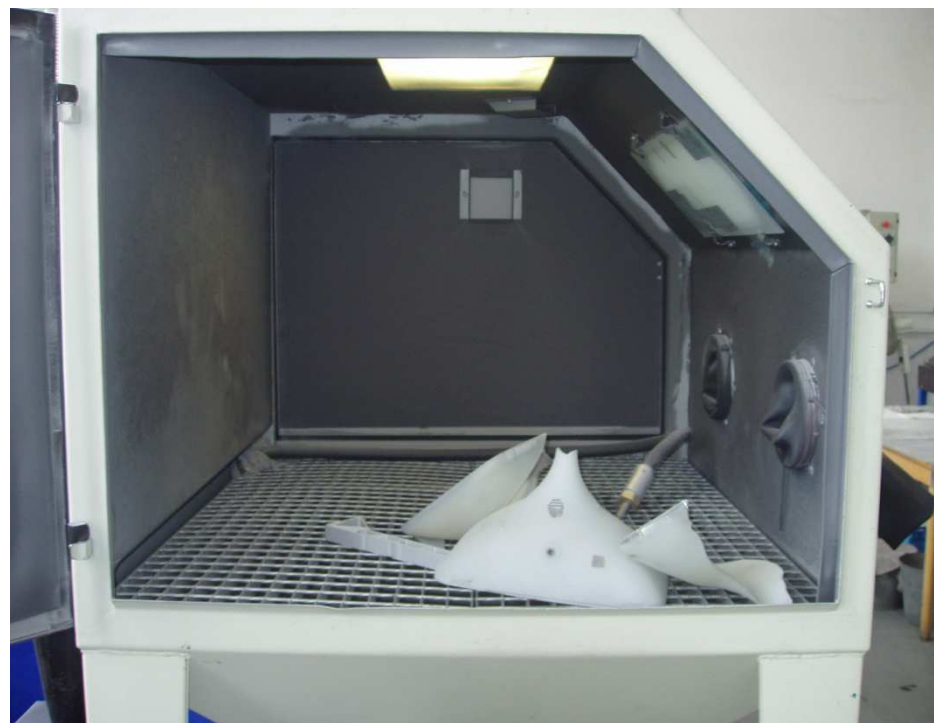
- Demontáž krytu
- Zavzdušnění, očištění vnitřního prostoru tlakovým vzduchem
- Odstranění antiimplosivního rámu
- Oddělení konusové a stínítkové části (diamantový kotouč, žhavý drát)
- Vyjmutí kovových částí
- Odstranění luminiscenční vrstvy
 - suchou cestou - odsátím, okartáčováním, pískováním, luminiscenční látky jsou zachyceny na filtrech
 - mokrou cestou - oplachem tlakovou vodou s přísadkou jemného abraziva, po oplachu se luminofor osuší a připraví na další zpracování

Recyklace CRT zobrazovačů

Mokrý cesta



Myčka (např. roztok ALPUTEX 5050 a P3-galvaclean 4112)



Osušení

Recyklace CRT zobrazovačů



Suchá cesta



Recyklace CRT zobrazovačů



- Kryt zpracován jako plastový odpad
- Kov - hutnický proces
- Sklo

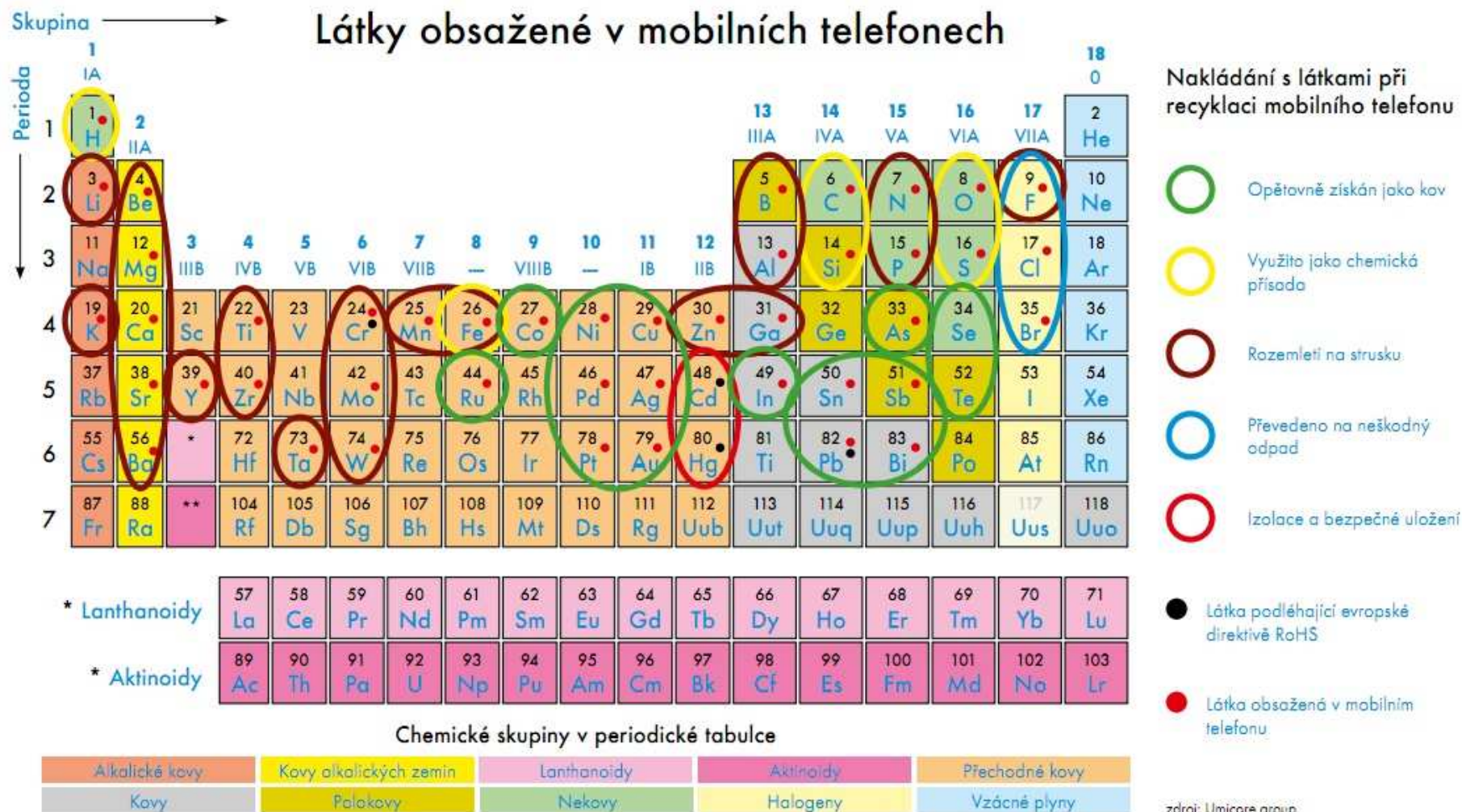


- olovnaté v hutnictví jako přísada při hutnění olovnatých odpadů



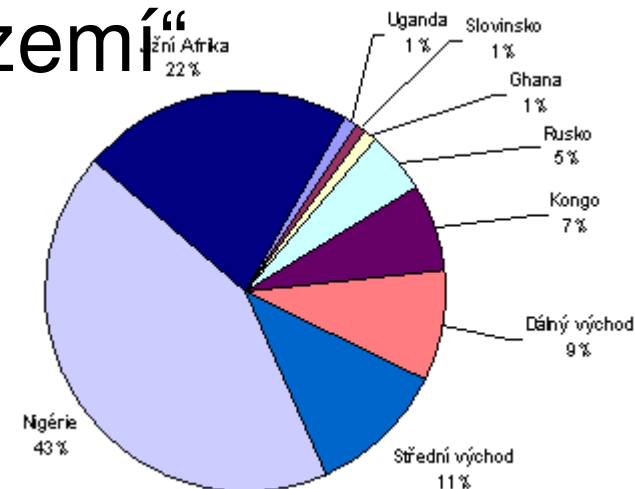
- sklo s obsahem baria, stroncia – abrazivo, stavební hmoty, ...

Recyklace mobilních telefonů



Recyklace mobilních telefonů

- Velmi krátký inovační cyklus
- Snadná identifikace (výrobce/typu)
- Likvidace jako DPS
- Možné jiné využití (sluchově postižení)
- Vývoz do „rozvojových zemí“



Recyklace primárních chemických zdrojů

- Při ohřevu baterií v inertní atmosféře dojde nejprve k depolymerizaci a karbonizaci plastů a organických látek, (odcházejí z reaktoru ve formě par).
- Po ukončení depolymerace se teplota v reaktoru zvýší na 120- 350 °C aby došlo k oddestilování kadmia, které se jímá v kondenzátoru.
- Výpalek již bez obsahu Cd (obsah kadmia ve výpalku se pohybuje na úrovni 10 ppm) se magneticky rozdruží. Magnetická frakce s obsahem NiFe je vlastním produktem.
- Měď nebo mosaz z nemagnetické frakce je oddělena na fluidním splavu.

Recyklace sekundárních chemických zdrojů

Recyklace olověných akumulátorů - není nutné je rozebírat, před tavením v šachtové peci jsou pouze zbaveny kyseliny.



Recyklace „bílé techniky“

Komerčně zajímavé: získání kovů (ocel, litina)

Ochrana ŽP:

- demontáž a separace složek obsahujících zakázané kovy, asbest, oleje s obsahem PCB,
- reakce na změny zařízení (varné desky, indukční ohřev, náhrada litiny betonem),
- drcení a separace frakcí před dalším zpracováním.

Recyklace fotovoltaických systémů

- Množství panelů k recyklaci je dosud nízké – v rámci celé EU je to pouze několik stovek tun ročně.
- Problematika je stále okrajovou záležitostí a výzkum v této oblasti pokračuje.
- Staré křemíkové desky vykazují dobrou kvalitu při výpočtu energetické bilance EPBT „Energy pay-back time“ - čas návratnosti energie nutné k výrobě fotovoltaického panelu, který následně sám tuto energii vyrobí.

Recyklace fotovoltaických systémů

Celková recyklace panelů

- Nejvýznamnější komponenty sklo (63 %) a hliníkový rám (22 %)
- Primární výroba hliníku je náročná, spotřebuje 200 MJ/kg elektřiny. Recyklace obou komponent je dnes zcela běžná a blíží se 100 %.
- Recyklace skla snižuje spotřebu energie na jeho výrobu asi o 40 %, v případě hliníku dokonce o 95 %.

Recyklace fotovoltaických systémů

Opětovné využití buněk

- oddělení buněk z modulu pomocí tepelného rozkladu plastového pouzdra.



Odstranění laminátu EVA (etylen-vynil-acetát)

Recyklace fotovoltaických systémů

Celková recyklace panelů

- Recyklace těžkých kovů z křemíku je z hlediska spotřeby energií srovnatelná s výrobou z primárních surovin.
- Recyklace samotného křemíku – energetická náročnost

Závěr

- Likvidace OEEZ – ochrana ŽP.
- Efektivnost likvidace odpadu.
- Získání surovin pro další výrobu.
- Získání strategických surovin (Ag, Eu).
- Nedořešené problémy likvidace (LCD, FVP).