

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí
Program Ekologie a ochrana prostředí, obor Ochrana životního prostředí

Bakalářská práce
Studie recyklace neželezných kovů v EU a ČR
**The study of recycling non-ferrous metals in the EU
and the Czech Republic**

Vítězslav Rákosník



Vedoucí práce: Ing. Libuše Benešová, CSc.

Praha, Květen 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci s názvem „ Studie recyklace neželezných kovů v EU a ČR “ jsem vypracoval sám na základě uvedené literatury a vlastních znalostí.

V Praze dne:

.....
Vítězslav Rákosník

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat své školitelce-vedoucí práce Ing. Libuše Benešová, CSc. za odborné vedení, ochotu a trpělivost při tvorbě této práce.

OBSAH

Abstrakt	6
1. Úvod	7
2. Recyklace	8
3. Neželezné kovy	10
3.1 Charakteristika nejběžněji využívaných neželezných kovů	10
3.1.1 Hliník (Al)	10
3.1.2 Měď (Cu)	11
3.1.3 Cín (Sn)	12
3.1.4 Olovo (Pb)	12
3.1.5 Zinek (Zn)	13
3.2 Ušlechtilé kovy	14
3.2.1 Zlato (Au)	14
3.2.2 Platina (Pt)	15
3.2.3 Stříbro (Ag)	15
4. Automobilové akumulátory	16
4.1 Olověné akumulátory	16
4.2 Alkalické akumulátory	17
4.3 Galvanický článek (baterie)	17
5. Automobilové autovraky	19
5.1 Recyklace autovraků (automobilů)	19
5.2 Materiálové složení autovraků (automobilů)	21
6. Elektroodpad	23
6.1 Složení elektroodpadu	23
6.2 Materiálové složení mobilního telefonu	24
6.3 Zpracování elektroodpadu	24
6.3.1 Mechanické metody zpracování:	25
6.3.2 Pyrometalurgické metody zpracování	25
6.3.3 Hydrometalurgické metody zpracování	25
7. Recyklace neželezných kovů	26

7.1	Všeobecný postup získávání neželezných kovů z odpadů.....	26
7.2	Pyrometalurgické zpracování	27
7.3	Hydrometalurgické zpracování.....	28
7.4	Recyklace olova (recyklace automobilových akumulátorů)	29
7.5	Hliník.....	30
7.5.1	Postup výroby hliníku	30
7.5.2	Recyklace hliníku	30
7.6	Měď	31
7.7	Zinek	32
7.8	Cín.....	32
7.9	Ušlechtilé kovy (zlato, stříbro, platina).....	33
8.	Systém třídění v České republice	34
9.	Systém třídění odpadu v zahraničí	36
9.1	Německo.....	36
9.2	Velká Británie	39
10.	Praktická část bakalářské práce.....	42
10.1	Výsledky dotazníkového šetření.....	42
10.2	Grafické zhodnocení dotazníku	43
11.	Diskuse.....	50
12.	Závěr	51
13.	Seznam použité literatury	52
14.	Příloha č. 1 Dotazník.....	56

Abstrakt

Z celkového hlediska s sebou recyklace nese výhody i nevýhody. Značnou výhodou je ušetření velkého množství energie při recyklaci oproti výrobě z primární suroviny, což je další velké plus u recyklace neželezných kovů - šetřit primární suroviny. Česká republika, i dalších mnoho zemí, jsou převážně závislé na dovozu určitých surovin (hliník, olovo, měď atd.) nebo jsou závislé právě na zmíněné recyklaci. V dnešní době nárůstu počtu elektrospotřebičů (počítače, mobilní telefony, tablety atd.) je recyklace kovového odpadu velmi důležitá, protože v každém zařízení se vyskytuje určité množství neželezných a ušlechtilých kovů, které mohou být využity znovu. V této práci budou popisovány běžně používané neželezné kovy (vlastnosti, zásoby, využití a jejich recyklace). Práce pojednává také o elektroodpadu a nakládání s tímto odpadem.

Klíčová slova: neželezné kovy, recyklace, využití

Abstract

Overall, recycling entails both advantages and disadvantages. The major advantage is saving large amounts of energy in recycling compared to primary raw material, which is another big plus for recycling non-ferrous metals - save primary raw material. The Czech Republic and many other countries are largely dependent on imports of certain raw materials (aluminum, lead, copper, etc.) or just on mentioned recycling. Nowadays, increase in the number of electrical devices (computers, mobile telephones, tablets, etc.), is recycling of scrap metal very important, because in each device occurs a certain amount of non-ferrous metals, noble metals, which can be used again. In this work will be described commonly used non-ferrous metals (properties, inventories, recovery and recycling). Theses also deal with e-waste and its management.

Key words: non-ferrous metals, recycling, utilization

1. Úvod

V dnešní době nárůstu odpadu po celém světě je pojem recyklace potřeba více používat a to z jednoho prostého důvodu. Jelikož člověk není schopen předcházet vzniku tak velkého množství zbytečného odpadu, alespoň je potřeba tento odpad umět zpracovat na další využití.

Tato práce je zaměřena na recyklaci neželezných kovů (hliník, měď, zinek, olovo, cín) a ušlechtilých kovů (zlato, platina, stříbro). Hlavní důvod proč se touto problematikou zabývat je ten, že tyto kovy jsou vyráběny z rud, kterých je na světě jen omezené množství a bez recyklace by se mohlo stát, že tyto rudy nebudou zachovány pro další generace. V dnešní době rozmachu výpočetní techniky a průmyslu, kde tyto kovy mají velké zastoupení je potřeba recyklovat jak elektroodpad, tak i nejrůznější odpad z těchto kovů (plechovky od piv a limonád, tenkostěnný hliník (různá víčka od jogurtů) atd.). V práci jsou popsány nejběžněji používané kovy a postupy jak se recyklují. Další důležitou kapitolou jsou automobilové olověné akumulátory. Tento typ odpadu je při nesprávném odstranění velmi nebezpečný pro životní prostředí. Jak již bylo zmíněno, v dnešní době je velký nárůst spotřební elektroniky, ve které se vyskytuje velké množství jak neželezných, tak ušlechtilých kovů a je tedy potřeba tento typ odpadu umět zrecyklovat a využít co nejvíce materiálu na další produkt. Tato práce poukazuje na to, jak je recyklace energeticky úsporná oproti výrobě a jak je důležitá pro šetření primárních surovin a tedy i životního prostředí. V praktické části bude poukázáno na to, zda by lidé byli schopni třídít neželezné kovy a nevyhazovat je do směsného odpadu, kde končí až 73 tisíc tun kovů.

2. Recyklace

Pojem recyklace pochází z anglického slova „recycling“, což znamená znovu využití nebo navrácení do cyklu.¹

V zákonu o odpadech č. 185/2001 Sb. je vysvětlen pojem recyklace odpadů takto:

„Recyklací odpadů se rozumí jakýkoliv způsob využití odpadů, kterým je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky pro původní nebo jiné účely jejich použití, včetně přepracování organických materiálů.

Recyklací odpadů není energetické využití a zpracování na výrobky, materiály nebo látky, které mají být použity jako palivo nebo zásypový materiál“. (Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech)

Jiné definice jsou velmi podobné, například:

„Recyklaci lze považovat za strategii, která opětovným využíváním odpadů šetří přírodní zdroje a současně snižuje energetickou náročnost výroby.

Recyklace tak v širším pohledu umožňuje nejen úsporu zásob primárních zdrojů, ale také novou tvorbu zásob druhotných surovin, snížení nákladů při stoupajících cenách surovin a snížení ekologické zátěže prostředí odpady“.²

Tyto dvě definice mají jednu společnou myšlenku a to takovou, že pojem recyklace znamená znovu využití odpadů k dalšímu použití, což znamená šetření životního prostředí.

Recykluje se např. sklo, papír, plast, elektroodpad, nápojové kartony, kovy, textil, bioodpad.

¹<http://www.puruplast.cz/ekologicka-recyklace> (2014)

²<http://www.cicpen.cz> (2009)

Hlavními výhodami u recyklace jsou:

1. Hlavní výhodou recyklace je obrovské šetření energie oproti výrobě z primární suroviny a to 30-95%. (Viz tabula č.1)
2. Snižování množství odpadu, který je ukládán na skládkách a ve spalovnách.
3. Zachování primárních surovin.
4. Šetření životního prostředí (nižší emise).
5. Snižování dopadu globálního oteplování.

Hlavními nevýhodami jsou:

1. Velké počáteční investice.
2. Některé materiály nelze recyklovat do nekonečna (např. papír).³

Tabulka č. 1 Energetická náročnost výroby některých materiálů a úspory při jejich recyklaci

Surovina / Materiál	Energie potřebná pro výrobu 1 t v prvovýrobě [GJ.t ⁻¹]	Energie potřebná pro výrobu 1 t v recyklaci [GJ.t ⁻¹]	Úspora energie [%]
Hořčík	378	12,6	97
Hliník	257	12,6	95
Nikl	152	15,8	90
Měď	119	19	84
Zinek	65	19	71
Olovo	28,5	12,6	56
ocel (moder. technol.)	15,4	6	61
Pryž	47,9	10	79
Plasty	42,9	2,5	94
Papír	20,6	15,1	27
Sklo	18,2	10,3	43

Zdroj: aldebaran.feld.cvut.cz/vyuka/zivotni.../ZP_prednaska_9_v6.doc

³<http://www2.epa.gov/recycle/recycling-basics> (2014)

3. Neželezné kovy

„Pod pojmem neželezné kovy se v technické praxi obvykle rozumí všechny kovy a slitiny, u nichž je základním prvkem jiný kov, než železo“. (Roučka, s. 1, 2004)

V mé bakalářské práci se budu zabírat zejména tématem recyklací běžně používaných neželezných kovů. Proto jsou v každé skupině uvedeny pouze kovy, které jsou nejběžněji používané.

Základní rozdělení:

Těžké kovy (hustota nad 5 kg/dm^{-3}): měď (Cu), olovo (Pb), zinek (Zn), cín (Sn),

Lehké kovy (hustota pod 5 kg/dm^{-3}): do této skupiny se řadí zejména hliník (Al), kterým se budu zabývat. Dále sem patří např. hořčík (Mg), titan (Ti)

Ušlechtilé kovy: zlato (Au), stříbro (Ag), platina (Pt)

Vzácné kovy: wolfram (W), tantal (Ta), uran (U), niob (Nb), rádium (Ra) a mnoho dalších. (Štofko a Štofková, s. 26, 2000)

3.1 Charakteristika nejběžněji využívaných neželezných kovů

3.1.1 Hliník (Al)

Hliník je kujný a slévatelný kov. Patří mezi kovy s nízkou pevností, kterou určuje čistota hliníku. S rostoucí čistotou klesá pevnost. Běžná čistota je 99,5 %, ale různými metodami lze dosáhnout až čistoty 99,99%. (Sedláček, s. 179, 1979)

Pro svoji hustotu $2,70 \text{ g.cm}^{-3}$ se řadí mezi lehké kovy. Teplota tání u čistého hliníku je $660,3^\circ\text{C}$. Jeho barva je bělavě šedá. Patří mezi nejvíce zastoupené prvky v zemské kůře. Je na třetím místě za křemíkem (Si) a kyslíkem (O). Toto množství se odhaduje na 7,5-8,3%. Tento kov se nejvíce využívá ve formě slitin. Nejčastěji používané slitiny mají příměs hořčíku, mědi, manganu, křemíku, chromu, olova, cínu a zinku. V celosvětovém měřítku patří mezi nejpoužívanější kovy. (Němec, s. 5, 2008)

Hlavní oblastí spotřeby hliníku je automobilový (karosérie automobilů, kostry letadel) a stavební (střešní krytina, dveře) průmysl. (Safety and health in the non-ferrous metals industries, s. 138, 2003)

„V přírodě se vyskytuje v cca 250 různých minerálech. Nejvýznamnější a ekonomicky využitelnou rudou, je bauxit“. (Němec, s. 5, 2008)

Minerály, ze kterých se skládá bauxit, se nazývají: gibbsit, boehmit, diaspor. Tyto minerály jsou základem pro výrobu oxidu hlinitého (Al_2O_3), ze kterého se poté vyrábí hliník.

Hlavními těžaři bauxitů v roce 2009 byli: Austrálie (31,3%), Čína (18,4%), Brazílie (13,9%), Guinea (8,4%), Jamajka (4,0%).

V produkci hliníku v roce 2009 figurovala hlavně Čína (35,2%) následovaná Ruskem (8,9%), Kanadou (8,1%). Ostatní země už mají malý podíl na produkci hliníku. Dále za zmínku stojí Austrálie, která vyprodukuje pouhých 5,3% hliníku. (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010)

Světové zásoby podle odhadů činí 50 bilionů tun bauxitů. Podle Němce se Vyčerpání zásob odhaduje za 140 let, ale podle mého názoru, pokud trend zvyšování těžby poroste, je možné, že zásoby se vytěží mnohem dříve. (Němec, s. 5, 2008)

3.1.2 Měď (Cu)

Stejně jako hliník je měď kujný a slévatelný kov s červeným zbarvením. Po stříbru má druhou nejvyšší elektrickou a tepelnou vodivost. Měď má velmi dobrou korozní odolnost. Při styku s čistou vodou koroze probíhá velmi pomalu, ale naopak v kyselých vodách mnohem rychleji. Měď se ještě vyznačuje těmito důležitými vlastnostmi jako je dobrá svařitelnost a pájitelnost. (Němec, s. 43, 2008)

Hustota je $8,940 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a teplotu varu má 2595°C . (Štofko a štofková, s. 27, 2000)

Na čistou měď v přírodě narazíme velmi vzácně, jako příklad uvádí Němec naleziště v USA u Hořejšího jezera. Mnohem častěji se vyskytuje ve formě sulfidů např. chalkosin, covellin, bornit. (Němec, s. 42, 2008)

Mezi země největšího výskytu patří Chile (34,0%) a daleko za ní jsou Peru (8,0%), USA (7,9%), Čína (6,1%), ale i třeba Polsko (2,8%). (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010)

Měď má díky svým vlastnostem velkou škálu využití jako jsou: domovní rozvody vody, ústřední vytápění, okapy na střechách, ale také ve velké míře je využívána v elektrotechnice a to hlavně v domovních elektrických rozvodech, při výrobě integrovaných spojů a mnoha dalších využití. Velmi často se využívá slitin mědi. Nejběžnější jsou bronz (měď + cín) a mosaz (měď + zinek). „Podle „Copper Development Association“ bylo v roce 2003 spotřebováno 37% mědi ve stavebnictví, 26 % v elektronice, 15 % ve strojírenství, 11 % pro výrobu spotřebního zboží a rovněž 11 % v dopravě“. (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010)

3.1.3 Cín (Sn)

Vyskytuje se ve dvou formách a to v šedé a v bílé. Liší se od sebe v hustotě. Zatímco šedý cín má hustotu $5,77 \text{ g.cm}^{-3}$, tak bílý cín má $7,26 \text{ g.cm}^{-3}$. Je odolný proti atmosférické korozi stejně jako měď. V zemské kůře se spíše jedná o vzácný prvek. Vyskytuje se nejčastěji v rudě kasiteritu (cínovec), ten může obsahovat až 78% cínu. Z kasiteritu se vyrábí cín za pomoci žárové redukce s uhlíkem podle rovnice $\text{SnO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Sn} + 2\text{CO}$. Teplota tání čistého cínu je $231,93^\circ\text{C}$. Jelikož se jedná o vzácný prvek v zemské kůře, je zapotřebí tento kov recyklovat. (Němec, s69, 2008)

Největší naleziště cínu ve světě jsou v Číně (41,4%), Indonésii (27,6%), Peru (14,5%), Bolívii (6,4%), Brazílii (4,3%), Malajsii (1,0%).

U nás se vyskytují ložiska cínovce hlavně v Krušných horách a ve Slavkovském lese, ale tyto ložiska patří mezi nebilanční. (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010)

Cín se využívá především k výrobě pájek a pocínování plechů. (Kryštofová, s34, 2003)

3.1.4 Olovo (Pb)

Je to měkký těžký kov, který se vyznačuje vysokou tažností. Mechanické vlastnosti závisí na čistotě. Korozní odolnost ovlivňují nečistoty (bismut, železo, měď). (Sedláček, s. 179, 1979)

Pro vyšší pevnost vznikla slitina s antimonem, tzv. tvrdé olovo. (Štofko a Štofková, s. 29, 2000).

Hustota je $11,34 \text{ g.cm}^{-3}$ a bod varu 1749°C . „Olovo se rozpouští v kyselině dusičné a pohlcuje rentgenové a gama paprsky“ (Němec, s. 70, 2008).

Řadí se mezi toxické prvky. Při delších expozicích nebo při konzumaci potravin s větším výskytem olova může docházet k usazování v lidském těle. Ruda, ze které se vyrábí olovo, se nazývá galenit (sulfid olovnatý – PbS).

Hlavní oblasti využití: ve zdravotnictví, kde se využívá schopnost pohlcování rentgenových a gama paprsků. Dále se využívá jako elektrody u akumulátorů. (Němec, s. 70, 2008)

Využití je samozřejmě daleko více např. na výrobu střeliva, pájek, ve sklářském průmyslu pro výrobu olovnatého skla. (Němec, s. 70, 2008)

Největší naleziště najdeme opět v Číně (43,3%), dále v Austrálii (13,2%), v USA (10,3%) a Peru (7,8%). Celková produkce (primární i sekundární) olova v roce 2011 vzrostla o 6% oproti roku 2010. Sekundární (recyklovaná) produkce se od roku 1999 zvedla z původních 47% na 52%. Sekundární produkce na celém světě by byla mnohem větší- okolo 69%, ale díky Číně, která využívá převážně primární produkci je to pouze zmíněných 52%. (Guberman, s. 42.4, 2013)

V ČR se také nachází mnoho ložisek rud olova, ale převážná část je už vytěžená, například Březové Hory, Příbram, Stříbro nebo ložiska patří mezi tzv. nebilanční ložiska např. Horní Benešov, Horní Město. (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010)

3.1.5 Zinek (Zn)

Je kov namodralo bílé barvy. Mezi dobré vlastnosti patří jeho velmi dobrá slévatelnost. (Štofko a Štofková, s. 30, 2000)

Zinek má hustotu $7,14\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a nízký bod varu 907°C . Hlavním minerálem je sfalerit. Hlavní oblasti využití: nejvíce se využívá při galvanizaci (kolem 55%), dále na výrobu pozinkovaného plechu (okapy) díky jeho antikorozním vlastnostem. Také velké procento je použito na výrobu slitin (17%). (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010), (Němec, s. 73, 2008)

Čína patří mezi největší těžaře zinku na světě (25,2%), následuje Peru (13,2%) a Austrálie (11,1%). Za zmínku stojí i Indie (5,9%). V ČR skončila těžba kolem roku 1994. Vytěžená ložiska se nacházejí např. v Příbrami, Stříbře, Bohutíně. Stejně jako u olova jsou i ložiska bilanční např. Horní Benešov, Kutná hora, Zlaté Hory-východ. (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010)

3.2 Ušlechtilé kovy

3.2.1 Zlato (Au)

Patří mezi měkké, tvárné a kujné kovy. Chemicky je to nejstabilnější prvek. Reaguje jen s lučavkou královskou a rozpouští se v elementární rtuti. Zlato se velmi často leguje se stříbrem, mědí a platinou. Teplota tání je 1064°C, bod varu 2856°C a hustotu má 19,3 g.cm⁻³. Získávání zlata rýžováním, jak tomu bylo v minulosti, se dnes už neprovádí z jednoho prostého důvodu a tím je, že se dnes těží nízko obsahové horniny. Tato těžba se provádí pomocí hydrometalurgických pochodů. Tento typ získávání zlata je velmi nebezpečný z důvodu možného úniku kyanidů do podzemních vod, jak tomu už v minulosti došlo. Loužení se provádí pomocí již zmíněných alkalických kyanidů nebo kyselými lázněmi. Výskyt v zemské kůře je velmi vzácný. (Němec, s. 104, 2008)

Zlato se nejvíce využívá v mincovnictví, šperkařské výrobky, galvanické zlacení předmětů a pro svoji vodivost se využívá i v elektrotechnice. Velice je i rozšířené využití v dentálním lékařství jako náhrady zubů.

Spotřeba zlata v roce 2005 byla 3 851 t. Z těžby pocházela více než polovina spotřeby (64%). Recyklace se podílela na spotřebě z 22%, zbytek této spotřeby pocházel z prodeje centrálních bank. (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010)

Hlavními světovými producenti zlata jsou Čína (12,8%), Austrálie (9,4%), Jižní Afrika a USA (8,9%) a za nimi následuje Rusko (7,9%) a Peru (7,7%).

V ČR je celkem 15 ložisek zlata v žádném neprobíhá těžba. Většina zásob je nebilančních. Patří sem např. Břevenec, Jílové u Prahy, Kašperské Hory, Mikulovice u Jeseníka, Mokrsko, Mokrsko-východ, Prostřední Lhota-Čelina. (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010)

O Mokrsku se poslední dobou začalo velmi mluvit o započetí těžby zlata. Pokud začne těžba těchto zásob, tak to bude mít velký vliv na životní prostředí nejen v této lokalitě. Hlavním nebezpečím, které by mohlo vzniknout, je zamoření spodních vod a řeky Vltavy, která v okolí protéká dále potom skládkování jedovatého odpadu, který vzniká při použití metody loužení zlata jedovatým kyanidem.

3.2.2 Platina (Pt)

Stejně jako zlato je platina velmi odolný kov, který odolává agresivním chemikáliím. Pomalu se rozpouští v kyselině chlorovodíkové (HCl), jako zlato také v lučavce královské. Platina je kujný a tažný kov. Její teplota tání je 1773°C a bod varu 3825°C. Hustota je 21,5 g.cm⁻³, což je 2x větší než u stříbra. (Němec, s. 105, 2008)

V přírodě se vyskytuje pouze ve formě ryzího kovu občas i s příměsí dalších prvků jako jsou paladium, indium a rhodium. Její výskyt v zemské kůře je velmi malý.

Naleziště: největší zásoby se nacházejí v Africe přímo v Jihoafrické republice. Odhaduje se, že se jedná o 80% celkové zásoby platiny na Zemi. Další velké naleziště se nachází také v Africe a to v Zimbabwe, ještě za zmínku stojí Rusko, ale oproti nalezištím v Africe je to zanedbatelné naleziště.⁴

Platina se nejvíce uplatňuje v automobilové odvětví. Je součástí automobilových katalyzátorů, kde se využívají její vysoké katalytické schopnosti na sebe vázat škodlivé výfukové plyny. Další využití je například v lékařství kde se z ní vyrábějí cytostatika (látky, které potlačují nádorové bujení. (Němec, s. 105, 2008)

3.2.3 Stříbro (Ag)

Rozpouští se v koncentrovaných kyselinách (dusičná a sírová). Má nejvyšší elektrickou vodivost mezi kovy. Teplota tání je 960°C a 2162°C je bod varu. Hustotu má velmi nízkou 10,5 g.cm⁻³. Jeho výskyt je vzácný ve formě příměsí ve zlatě. (Němec, s. 103, 2008)

Hlavní využití díky jeho vodivosti je v elektrotechnice a pak dále v klenotnictví.

Hlavními producenti ve světě jsou Peru (18,5%), Mexiko (15,6%), Čína (13,4%), Austrálie (7,8%) a za zmínku ještě stojí Bolívie (6,4%).

V ČR se nachází 7 nebilančních ložisek např. Horní Benešov, Horní Město, Kutná Hora, Zlaté Hory-východ. Na území ČR se nachází velké množství již vytěžených ložisek např. Příbramsko, Jáchymovsko, Jihlavsko.

Velká část stříbra se získává jako vedlejší produkt z úpravy olovnato-zinkových (35%), měděných (25%) a zlatonosných rud (15%), z těžby a úpravy stříbrných rud pochází 25-30%.

Recykluje se pouze něco okolo 20-30% a zbytek celkové spotřeby jde z těžby. (Surovinové zdroje ČR - nerostné suroviny, 2010)

⁴<http://www.twicz.com> (2014)

4. Automobilové akumulátory

Automobilový akumulátor se používá pro startéry, osvětlení nebo zapalovací systémy motorových vozidel a akumulátory používané ke stejným účelům v jiných výrobcích, pokud zároveň nejsou průmyslovým akumulátorem.

Výrobce je povinný označovat baterie, akumulátory grafickým symbolem pro oddělení a zpětný odběr.

„Výrobce je povinen na vlastní náklady písemně informovat konečného uživatele o způsobu zajištění zpětného odběru nebo odděleného sběru; za tímto účelem výrobce způsobem dostupným konečnému uživateli zveřejňuje aktuální seznam míst zpětného odběru a odděleného sběru obsahující alespoň název místa a jeho adresu.“ (Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech)

4.1 Olověné akumulátory

Hlavní součástí akumulátorů jsou elektrody, které určují životnost, výdrž, hmotnost a elektrické vlastnosti. Jsou rozděleny na kladné a záporné elektrody. U kladných je v nabitém stavu aktivním materiálem oxid olovičitý (PbO_2) a při vybití se redukuje na síran olovnatý (PbSO_4). U záporných je aktivním materiálem v nabitém stavu porézní olovo, které se při vybití oxiduje na síran olovnatý (PbSO_4). (Cenek, s. 16, 1996)

U kladných elektrod je životnost mnohem kratší než u elektrod záporných. Dle konstrukce dělíme kladné na velkopovrchové (Plantého), které se odlévají z čistého olova (7-12mm). Životnost je 15-25let. Druhým typem jsou elektrody mřížkové, které se nejčastěji vyrábějí z olova legovaného antimonem (1,8 – 2,4%). Z hlediska ekologie je dobré použít olovo legované 0,06 – 0,1 % vápníkem a s 0,3 – 0,7% cínu. Jejich nevýhodou je, že jsou choulostivější na přebíjení a vybití. Životnost mřížkových elektrod je 3-6 let. Další typy jsou trubkové a tyčové elektrody. U těchto typů je životnost kolem 15-20let. Záporné elektrody jsou mřížkového typu. Stejně jako u kladných elektrod se používá olovo legované s antimonem. (Cenek, s. 17-18, 1996)

Elektrolytem u olověných akumulátorů je zředěná kyselina sírová (H_2SO_4).

4.2 Alkalické akumulátory

Jsou také velmi rozšířené, ale jelikož se tato práce zabývá spíše recyklací olověných akumulátorů, jsou tyto akumulátory popsány jen okrajově.

Rozdělujeme je dle použitého materiálu na elektrody. Nejběžněji používané jsou niki-kadmiové, niki-zinkové, niki-železné, stříbro-zinkové, stříbro-kadmiové atd. (Cenek, s. 75, 1996).

Všechny typy mají stejný elektrolyt, jehož hlavní složkou je hydroxid draselný (KOH). Životnost je velmi různorodá. Niki-kadmiové vydrží až 20 let a niki-železné kolem 25 let.

4.3 Galvanický článek (baterie)

Tyto baterie jsou běžně používané v domácnostech. Recyklací těchto baterií se ušetří jak velké množství energie, tak i kovů, které tvoří 60-80% jejich hmotnosti.

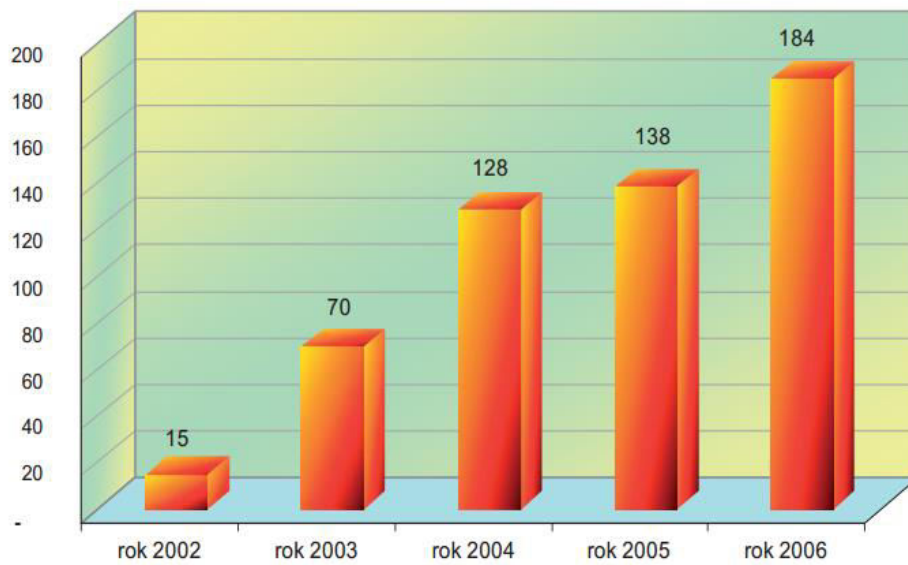
Největší riziko u těchto baterií spočívá, že po nějaké době může docházet k uvolňování škodlivých látek do půdy a do spodních vod. Podle neziskové firmy Ecobat, která se sběrem použitých baterií zabývá, se ročně prodá více než 100 miliónů baterií, takže tento typ odpadů má ve světě velké zastoupení.

V ČR platí od roku 2002 tzv. odpovědnost výrobců za celý životní cyklus baterie, což znamená, pokud si u prodejce koupíte baterie, tak on má povinnost použité baterie, které jste si u něj koupili od Vás vzít. Vše je dle zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech.⁵

Firma Ecobat provozuje kolem 6000 sběrných míst po celé ČR. Na těchto sběrných místech bylo v roce 2006 vybráno 184 t použitých galvanických článků. Na grafu č. 1 je k vidění, že od roku 2002 se několikanásobně zvedlo množství vybraných galvanických článků. Další graf znázorňuje, na jakých sběrných místech bylo vybráno nejvíce galvanických článků.

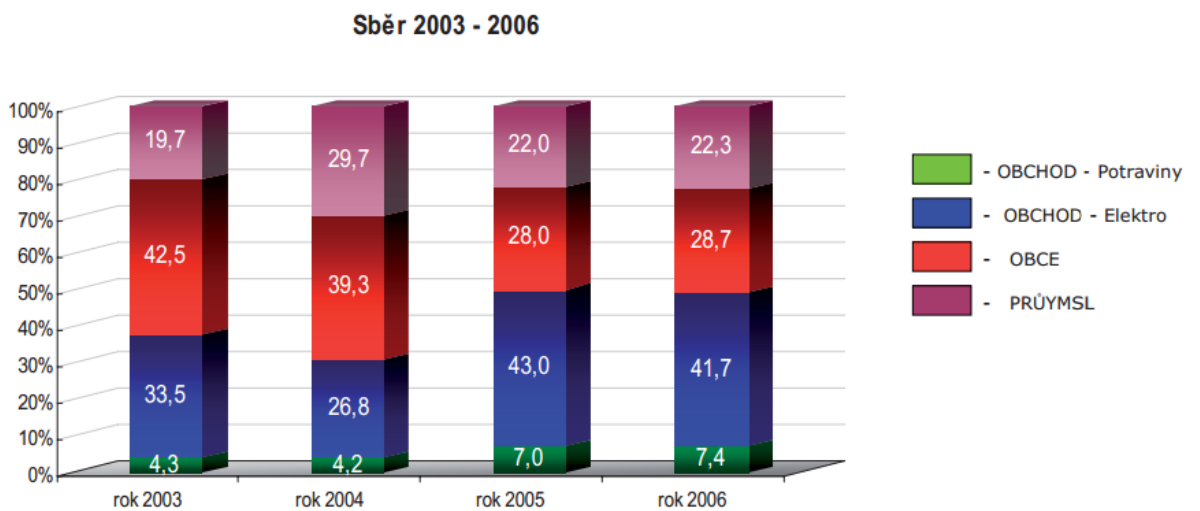
⁵ www.ecobat.cz (2014)

Graf č. 1 Množství sebraných baterií v ČR v tunách za rok 2006



Zdroj: www.Ecobat.cz

Graf č. 2 Zpětný odběr baterií podle zdrojových míst



Zdroj: www.Ecobat.cz

5. Automobilové autovraky

Základní pojmy

Nakládání s autovraky, respektive způsob jejich likvidace, upravuje zákon č.185/2001 Sb., o odpadech a vyhláška č.383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Samostatně pak provoz nakládání s autovraky řeší vyhláška č.352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s autovraky.

Podle Zákona č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech se autovrakem rozumí každé úplné nebo neúplné motorové vozidlo, které bylo určeno k provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí a stalo se odpadem podle § 3 tohoto zákon.

Každý, kdo se zbavuje autovraku, je povinen autovrak předat pouze osobám, které jsou provozovateli zařízení ke sběru, výkupu, zpracování, využívání nebo odstraňování autovraků. (Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech)

„Současná legislativa říká, že 85 % automobilů se musí buď znovu použít, recyklovat nebo energeticky využít (priority podle pořadí). Pouze zbylých 15 hmotnostních procent se smí skládkovat“.⁶

5.1 Recyklace autovraků (automobilů)

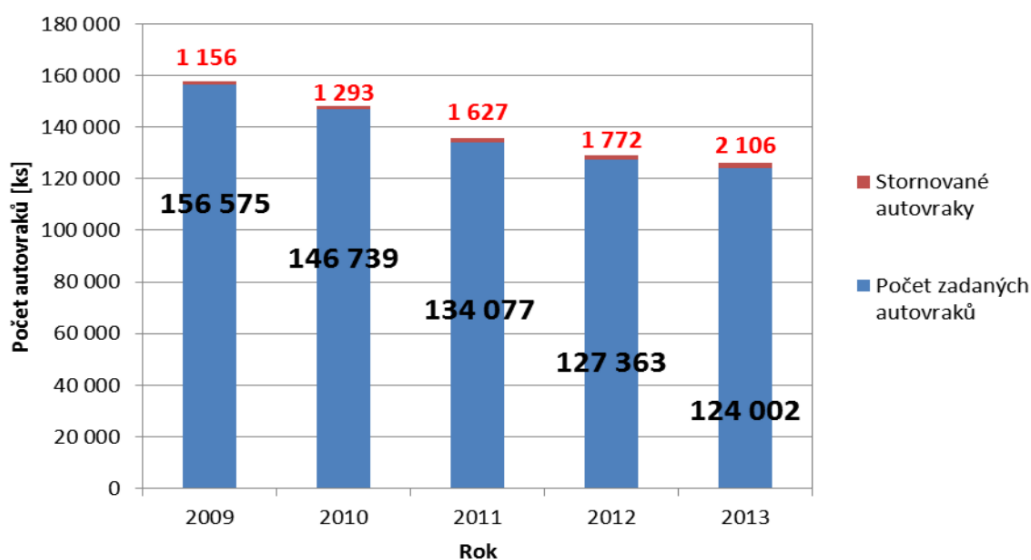
Celkově automobily jsou velmi bohatý typ odpadů na různé části, které lze recyklovat a tedy znovu využít. Jako příklad se dají uvést již zmíněné akumulátory, dále pak katalyzátory, které obsahují platinu. Dále se také recyklují různé provozní kapaliny a plastové součásti automobilů. Největší část, která lze recyklovat je tvořena karoserií automobilu a tedy kovy. (Pretz, 2011)

Tento typ odpadu je velmi nebezpečný z takového důvodu, že největší část tohoto odpadu tvoří stará auta, která obsahují nebezpečné složky, jakými jsou olovo, rtuť, kadmium a šestimocný chrom. Tyto složky jsou nebezpečné pro životní prostředí. Dle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES jsou od 1. 7. 2003 tyto nebezpečné složky u automobilu kategorie M1 (vozidla, která mají nejvýše osm míst k přepravě osob) a N1 (vozidla, jejichž nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3500 kg) velmi omezeny.

⁶<http://www.enviweb.cz> (2008)

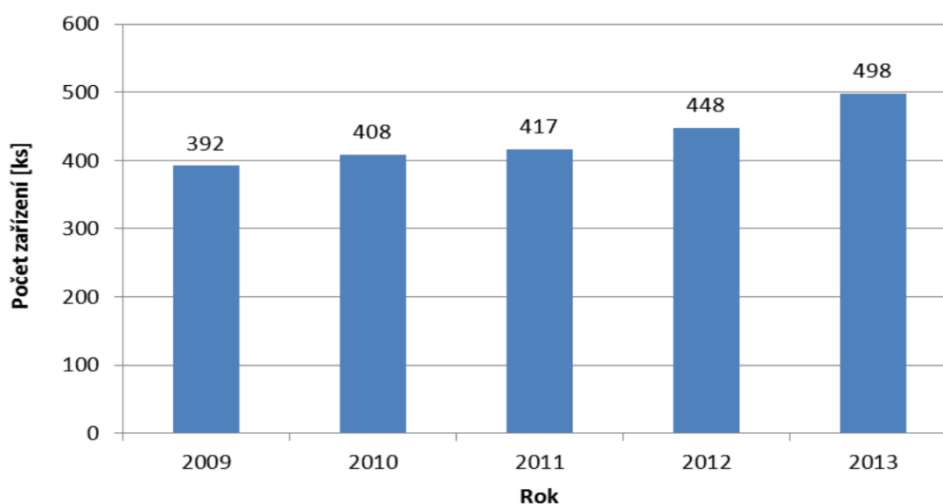
Dle grafu č. 3 je vidět, že počet autovraků klesá a tím vzniká otázka, čím je toto způsobeno. V ČR je průměrná životnost automobilu 15-20 let. Automobilový boom přišel v 90. letech, takže největší nárůst tohoto odpadu nás ještě čeká. Na grafu č. 4 je vidět, že počet zařízení, která mohou přijímat tento druh odpadu, stále přibývá.

Graf č. 3 Počet autovraků evidovaných v systému MA ISOH (2009 – 2013)



Zdroj: MŽP – CENIA (MA ISOH)

Graf č. 4 Počet zařízení, která přijímala autovraky (2009 – 2013)



Zdroj: MŽP – CENIA (MA ISOH)

5.2 Materiálové složení autovraků (automobilů)

Jak již bylo zmíněno, největší zastoupení mají kovy a to 75% a 25% ostatní složky (plasty, sklo, kapaliny, kůže atd.). Poměr zastoupení daných materiálu popisuje tabulka č. 2.

Tabulka č. 2 Materiálové složení automobilů

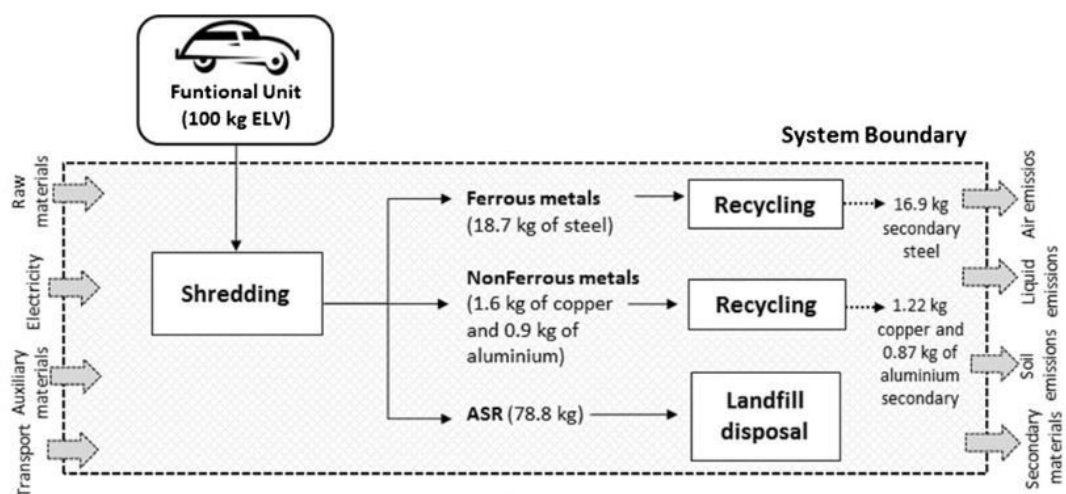
Materiály osobního automobilu pro recyklaci	Procentuální zastoupení %
Železné kovy (ocel, v menší míře litina)	68
Neželezné kovy (zejména hliník)	8
Plasty (nejpoužívanější polypropylen)	10
Guma (hadice, těsnění)	2,5
Textil a izolační materiály	2
Sklo (bílé, málo barevné)	3
Barvy, laky, tmely	1,5
Provozní kapaliny	2
Ostatní (azbestové obložení, nečistoty)	3
Celkem (průměrný evropský automobil)	100

Zdroj: Šooš Ľubomír, Stav a perspektívy spracovania starých vozidiel na Slovensku

V Portugalsku mají cíle do roku 2015 u tohoto druhu odpadu dosáhnout 85% recyklace a 95% znovuvyužití a pouze 5% odpadu skládkovat. Mají na to tři různé metody jak tohoto cíle dosáhnout. (FONSECA, Ana Sofia, 2013)

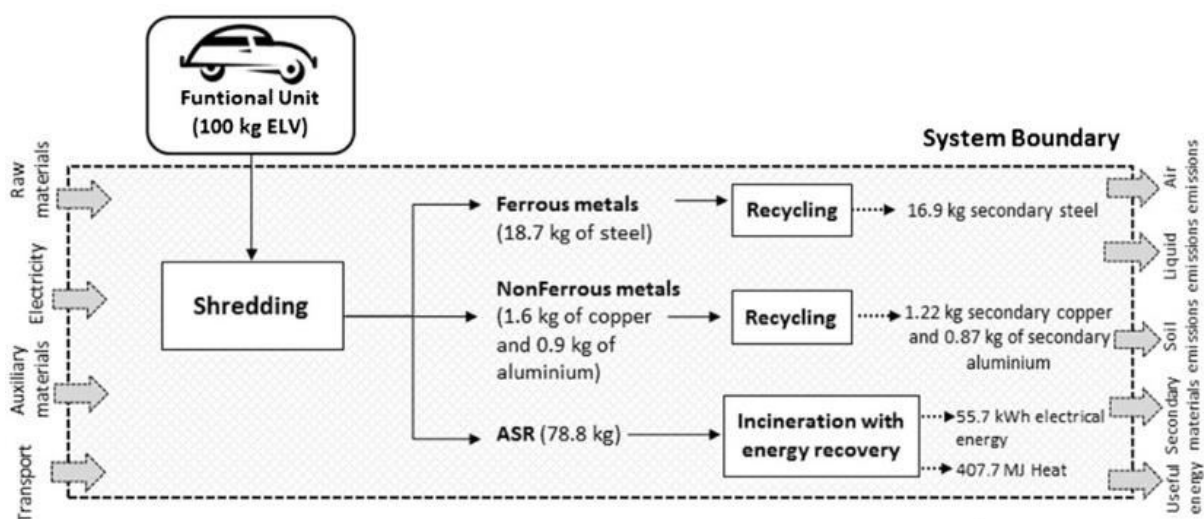
První metoda spočívá, že komponenty nejsou demontovány a vše je drceno. Odkud se pak vytřídí železné a neželezné kovy a rozdrcené zbytky (ASR) jsou skládkovány. Viz obrázek č. 1.

Obrázek č. 1 Metoda č. 1



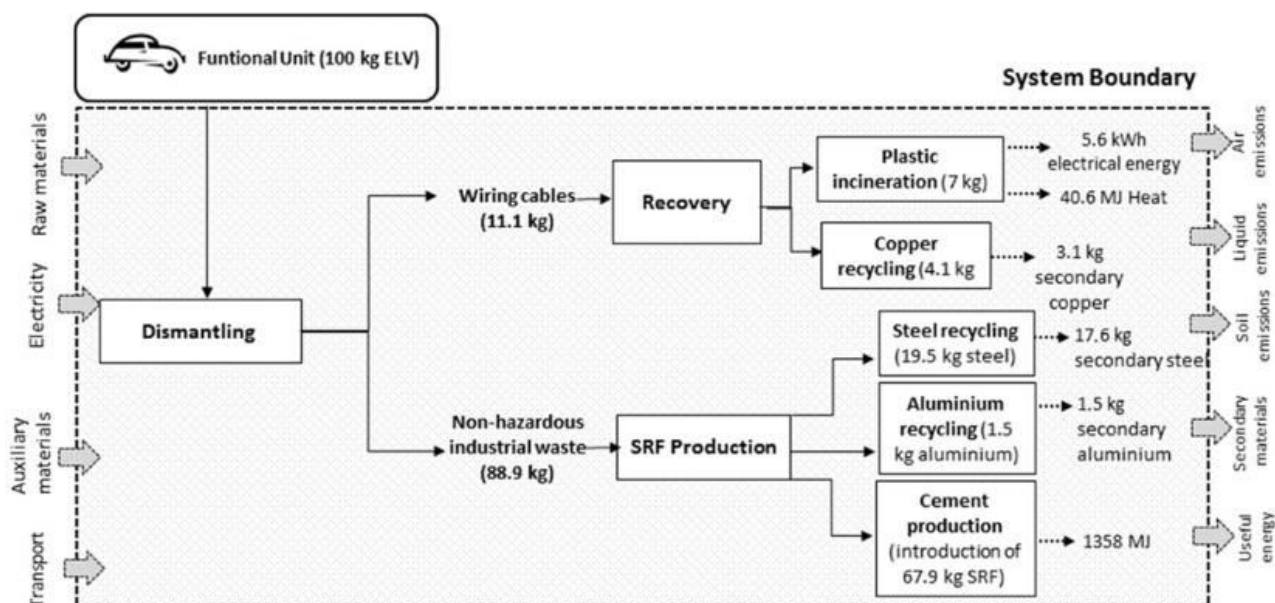
Druhá metoda se liší od první, že ASR nejsou skládkovány, ale spalovány k získávání energie. Viz obrázek č. 2.

Obrázek č. 2 Metoda č. 2



Třetí metoda se liší, že je zde zapojena lidská síla. Jedná se hlavně o demontáž měděných kabelů, ze kterých lze získat až 4 kg mědi. Viz obrázek č. 3.

Obrázek č. 3 Metoda č. 3



6. Elektroodpad

Základní pojmy

Elektroodpad se rozumí elektrozařizní, které se stalo odpadem, včetně komponentů, konstrukčních dílů a spotřebních dílů, které jsou v tom okamžiku součástí zařízení.

Zpracování elektroodpadu je jakákoli operace prováděná po převzetí elektroodpadu do zařízení ke zpracování elektroodpadu za účelem jeho dekontaminace, demontáže, drcení, využití nebo přípravy na odstranění nebo jakákoli jiná činnost provedená s cílem využití nebo odstranění elektroodpadu. (Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech)

Elektrozařizní, které je uvedené na trh po 13. 8. 2005, je jeho likvidace financována přímo výrobcem.

Elektrozařizní uvedené na trh do 13. 8. 2005 a není vyměněno za výrobek stejného typu, který plní stejnou funkci, je poplatek za likvidaci tohoto zařízení na uživateli však pokud bude vyměněn za zařízení stejného typu a plnící stejnou funkci, je to opět na výrobcu financovat likvidaci starého elektrozařizní. (Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech)

Specifikací, kategorizací a nakládání s elektrickým a elektronickým odpadem se zabývá Směrnice Evropského parlamentu a rady 2002/96/ES ze dne 27. ledna 2003 o odpadních elektrických a elektronických zařizní (OEEZ).

Účelem směrnice je na prvním místě prevence vzniku odpadních elektrických a elektronických zařizní a dále jejich opětovné použití, recyklace a další formy jejich využití ve snaze snížit množství odpadu určených k odstranění. (Směrnice Evropského parlamentu a Rady)

6.1 Složení elektroodpadu

Elektroodpad se z velké části skládá z různých druhů neželezných kovů. Z tohoto důvodu jsem tento druh odpadu zařadil do své bakalářské práce. Jak už bylo zmíněno elektroodpad je složený převážně kovy (40%), plasty (30%) a z žáruvzdorných oxidů (30%). Základními kovy, kterými je tvořený tento druh odpadu jsou Cu ($\approx 20\%$), Fe ($\approx 8\%$), Ni ($\approx 2\%$), Sn ($\approx 4\%$), Pb ($\approx 2\%$), Al ($\approx 2\%$), Zn ($\approx 1\%$) a mezi ušlechtilé kovy patří Au ($\approx 0,1\%$), Ag ($\approx 0, \%$) a Pb ($\approx 0,005 \%$). (Křištofová, s. 110, 2001)

U elektroodpadu jsou nejčastěji recyklovány železné kovy (železo, litina, ocel), neželezné kovy (měď, hliník, olovo, cín, nikl, zinek) a ušlechtilé kovy (zlato, stříbro, platina, indium, palladium, selen). (Brožová a spol., s. 49, 2008)

Jako ukázkový příklad uvedu materiálové složení mobilního telefonu

Mobilní telefony a počítače patří mezi nejčastěji obnovované elektrické zařízení.

6.2 Materiálové složení mobilního telefonu

Největší část tvoří různé typy plastů, keramiky a mědi. Další kovy, které můžeme v mobilním telefonu najít, jsou zinek, stříbro, nikl a železo. Podle jmenovaného složení je potřeba usoudit, že recyklace tohoto zařízení je potřeba, jak již bylo zmíněno, mobilní telefon je jedno z nejčastěji obnovovaných zařízení a tudíž tvoří velkou část elektroodpadu a stává se velkou zátěží pro životní prostředí. Díky recyklaci tohoto zařízení můžeme ušetřit velké množství všech primárních surovin.

Elektroodpad je jeden z nejrychleji rostoucích odpadů v Evropské unii. V roce 2005 byla produkce okolo 9 milionů tun a odhaduje se, že do roku 2020 vzroste produkce tohoto odpadu až na 12,5 milionu tun.⁷

Hlavní důvod je velký rozmach v odvětví informační technologie, jelikož jsou stále zvyšovány nároky na výkonnější zařízení a proto jsou starší zařízení, které jsou ovšem ještě funkční, ale nesplňují požadavky, buď recyklovány, nebo jsou využity k opětovnému použití u uživatele s nižšími nároky. Velká část tohoto druhu odpadu ještě stále končí na skládkách. Největší problém zmiňovaného odpadu jsou toxické látky, které jsou nebezpečné pro životní prostředí. (Brožová a spol., s. 47, 2008)

6.3 Zpracování elektroodpadu

Elektroodpad se nejčastěji zpracovává následujícími metodami. Až na mechanickou úpravu elektroodpadu se postupy neliší od recyklace jednotlivých kovů.

⁷<http://eur-lex.europa.eu> (2014)

6.3.1 Mechanické metody zpracování:

Mechanickými metodami se rozumí zmenšení velikosti odpadu, jeho roztřídění a odstranění součástek s nebezpečnými látkami. (např. rtuťové spínače)

6.3.2 Pyrometalurgické metody zpracování

Využívá se procesů pyrolýzy, tavení, spékání (aglomerace). Obsahuje-li odpad nějaké plastické hmoty nebo jiné organické složky, odstraňují se spálením v tavenině kovů nebo v peci.

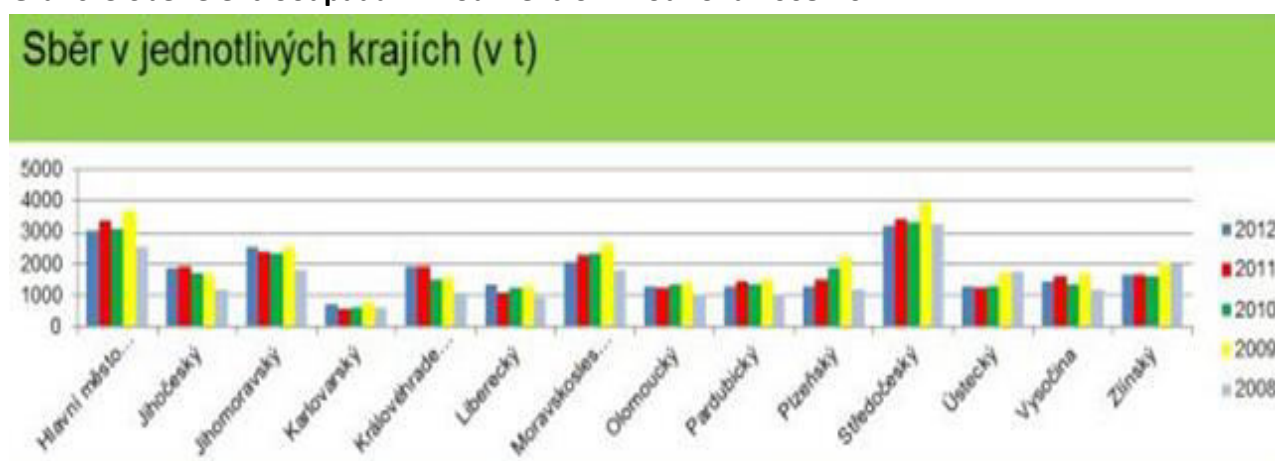
Elektrotechnické součástky (tištěné spoje, integrované obvody atd.) se mísí v peci s roztaveným olovem. „Tavenina se následně prohání vzduchem, většina olova a obecných kovů se zoxiduje a odstraní jako struska. Zbylá část olova obohacená o drahé kovy se podrobí rafinaci“.⁸

6.3.3 Hydrometalurgické metody zpracování

Hlavní hydrometalurgický proces je několikastupňové loužení u roztříděného odpadu. Výluh je zpracován na kov různými procesy, jako jsou cementace, destilační srážení a extrakce aj.

Firmy, které se v ČR zabývají recyklací elektroodpadů: Asekol, s.r.o., Ekolamp s.r.o., Elektrowin a.s., OFO – recykling s.r.o., Rema systém, a.s, Retela, s.r.o.

Graf č. 5 Sběr elektroodpadů firmou Elektrowin od roku 2008-2012



Zdroj: <http://www.elektrowin.cz/cs/pro-media/statistiky.htm>

⁸<http://hgf10.vsb.cz/546/Chemproc/>

7. Recyklace neželezných kovů

Výroba neželezných kovů (NK) z primární suroviny je omezená právě zdroji, které nejsou nevyčerpatelné. Další výhodou recyklace NK je ušetření velkého množství energie a snížení emise oxidu uhličitého. NK představují odpadní podíl, který je dobře znovuvyužitelný, šetří energii při recyklaci. Tento druh odpadu představuje vysokou hodnotu na trhu a do budoucna tato hodnota určitě jen poroste.

V dnešní době ČR nemá ekonomicky využitelná žádná ložiska rud hliníku, mědi, olova, zinku, cínu, takže je zcela závislá na dovozu nebo na recyklaci těchto rud.

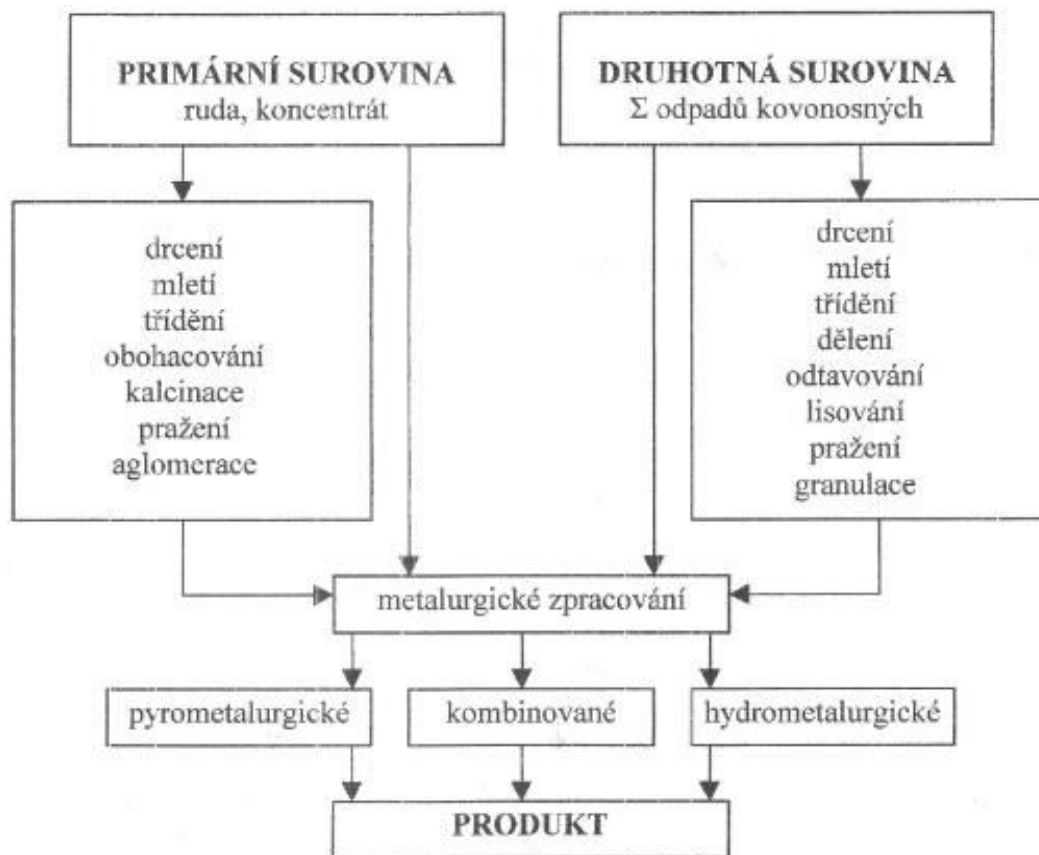
7.1 Všeobecný postup získávání neželezných kovů z odpadů

Recyklace neželezných kovů se svými technologickými postupy blíží postupům získávání neželezných kovů z primární suroviny (viz obr. č. 1). Velmi často je tento typ odpadů doprovázen ocelí a dalšími složkami nekovového charakteru, jako jsou např. sklo, plasty a keramika atd.

K odstranění těchto nežádoucích složek se využívají procesy separační, zdrobňovací, hydrometalurgické a někdy i pyrometalurgické pochody. (Botula, s. 19, 2003)

Ke zdrobňování odpadu se nejčastěji používají různé typy drtičů (válcové, nožové, kladivové) nebo také tzv. gravitační separace, magnetické rozdrůžování, ale při použití těchto metod velmi záleží na typu kovového odpadu. Pro oddělení ocelových složek se používá již zmíněná metoda magnetického rozdrůžování. K získání pouze neželezných kovů z odpadu se čím dál více využívá tzv. elektrodynamická separace, u které hraje důležitou roli rozdílná elektrická vodivost jednotlivých neželezných kovů k jejich hustotě. (Botula, s. 20, 2003)

Obrázek č. 4 Porovnání získání produktu mezi výrobou a recyklací



zdroj: Dana Křištofová: Recyklace neželezných kovů

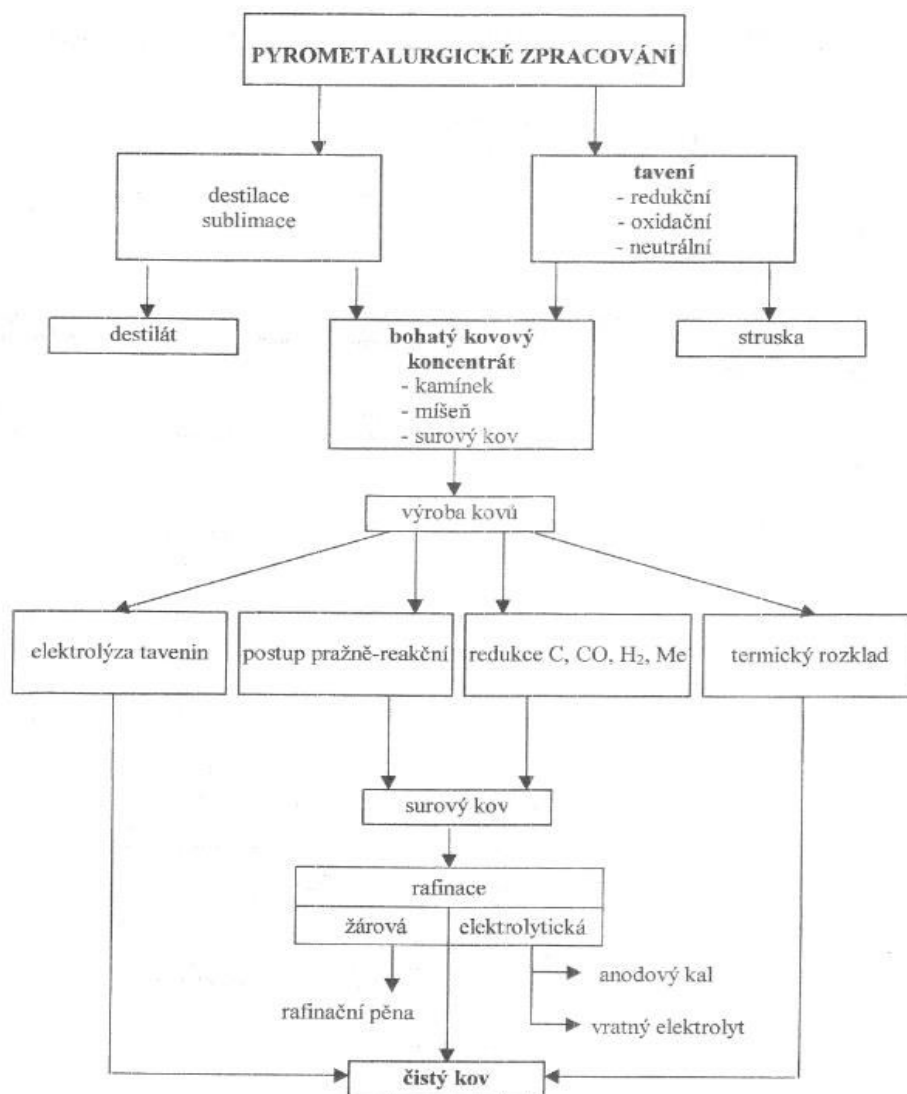
7.2 Pyrometalurgické zpracování

Při pyrometalurgických pochodech dochází ke zpracování rud a koncentrátů za zvýšené teploty. Probíhají zde fyzikální a fyzikálně-chemické reakce, které vedou až ke vzniku kovů. (Losertová M., Skotnicová K., s. 15, 2013)

Základní pyrometalurgické pochody:

- 1) Sušení
- 2) Kalcinace
- 3) Pražení
- 4) Tavení
- 5) Sublimace a destilace
- 6) Tepelný rozklad
- 7) Rafinace změnou rozpustnosti při tuhnutí

Obrázek č. 5 Schéma pyrometalurgického zpracování:

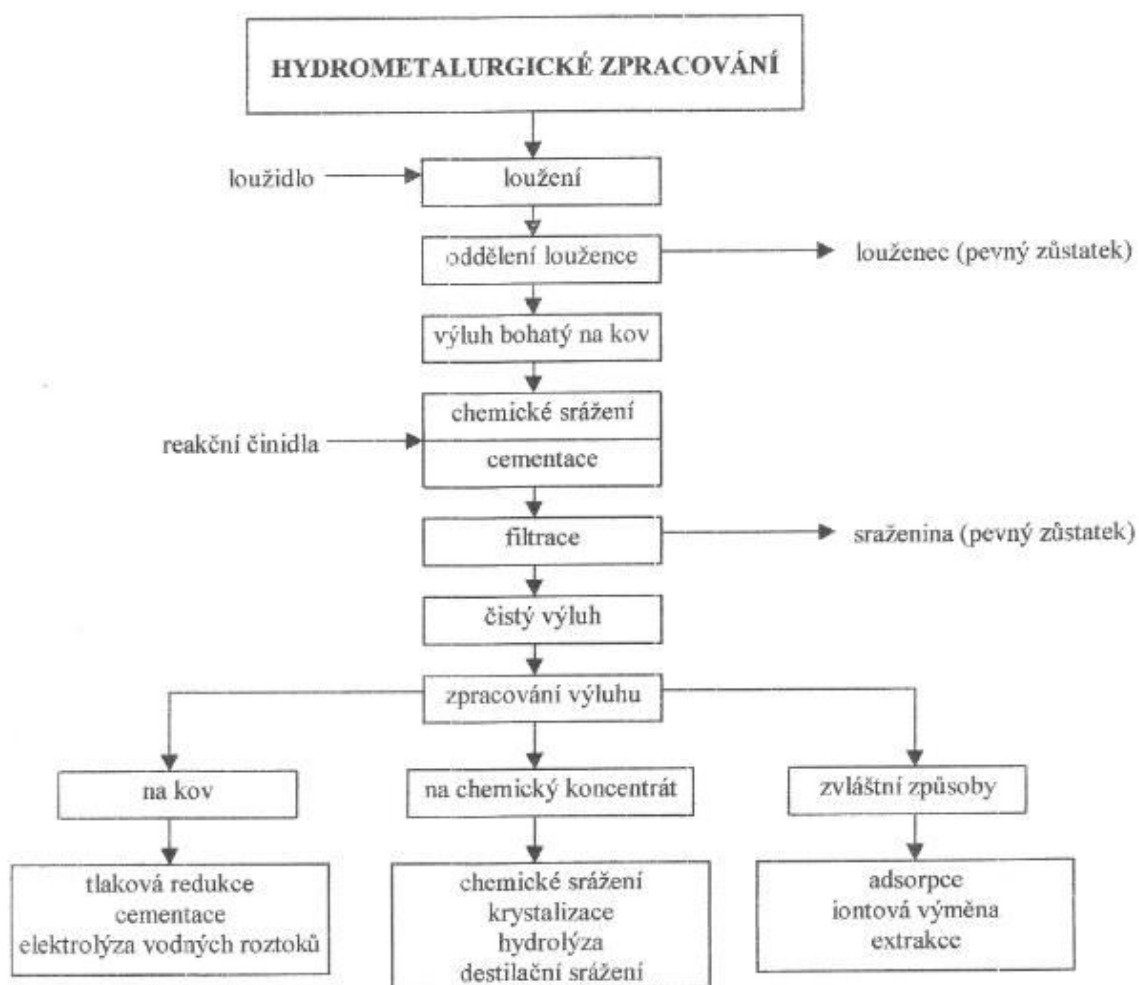


zdroj: Dana Křištofová: Recyklace neželezných kovů

7.3 Hydrometalurgické zpracování

Při hydrometalurgických procesech se využívají vodné roztoky, chemická činidla pro výrobu kovů a koncentrátů. Toto zpracování se využívá k výrobě velkého množství kovů např. zinku, zlata, platinových kovů, mědi, niklu, Al (Al_2O_3 – oxid hlinitý). Výhodou je získávání kovů s vysokou účinností z chudých surovin. (Losertová M., Skotnicová K., s. 33, 2013)

Obrázek č. 6 Schéma hydrometalurgického zpracování:



Zdroj: Dana Křištofová: Recyklace neželezných kovů

7.4 Recyklace olova (recyklace automobilových akumulátorů)

Olověné akumulátory patří mezi nejvíce recyklovaný odpad z olova. Mezi největší firmu, která se touto recyklací zabývá, jsou Kovohutě Příbram nástupnická a.s. Tuto firmu jsem navštívil, kde mi názorně ukázali postup recyklace akumulátorů.

Vyřazené olověné akumulátory jsou rozbity pádem na zem v zajištěném prostoru pro zbavení kyseliny (H_2SO_4), která je zpracovávána externě. Z většiny akumulátorů je poté v originálním zařízení odstraněn polypropylen mechanickou separací a zbytky z baterií jsou poté míchány s ostatními odpady olova - oxidy, zůstatky a kaly, výrobní odpady z výroby nových akumulátorů a staré metalické olovo ze sběru, vratnou struskou, struskotvornými

přísadami (vápenec, kovové železo, oxidy železa, obrazovkové sklo), koksem a poté jsou dávkovány do šachtové pece.

Hoření koksu ve vsázce způsobuje tavení a redukci olova, které plynule vytéká z pece a je odléváno do bloků. Ve vsázce obsažená síra je v šachtové peci redukována, vázána na přidávané železo a ve formě kamínku (slitina sirníků) je spolu se struskou odpichována z pece periodicky. Po ztuhnutí je kamínek tvořící samostatnou fázi od strusky mechanicky oddělen.

Ve zvláštních kampaních jsou spolu se surovinami olova v šachtové peci taveny i odpady drahých kovů, drahé kovy se zde při tavení rozpouští v olovu. V rafinaci jsou drahé kovy z olova odrafinovány a produkty jsou zpracovávány v divizi Drahé kovy. (osobní návštěva firmy Kovohutě Příbram nástupnická a.s.)

Podle sdělení společnosti Kovohutě Příbram nástupnická, a. s., vykoupila firma v roce 2009 jenom od českých firem celkem 11 682t (bez dovozu) olověných akumulátorů, které byly 100% využity. V roce 2010 množství olověných zpracovaných akumulátorů pouze od českých dodavatelů zvýšilo na 24 683t, také byly 100% využity. (Šestá hodnotící zpráva o plnění Plánu odpadového hospodářství ČR za rok 2010)

7.5 Hliník

7.5.1 Postup výroby hliníku

Základní surovinou je už zmíněný bauxit, ze kterého se za pomoci nejběžnější zásadité metody, která se nazývá tzv. „Bayerův pochod“, získává oxid hlinitý. Pomocí elektrolýzy se z oxidu hlinitého stává hliník. „Výrobním postupem je elektrolytická výroba, kdy se oxid hlinitý regulovaně přidává do roztaveného kryolitu sodného (Na_3AlF_6)“. Tato metoda se jmenuje Hall-Heroultova elektrolýza s malými úpravami se používá dodnes (Němec, s. 5, 2008).

7.5.2 Recyklace hliníku

Největší výhodou recyklace hliníku je, že může být recyklován znovu a znovu a to bez ztráty jeho vlastností. Další výhodou je velká úspora energie oproti výrobě z primární suroviny a to 97%. Recyklace tuny hliníku předejde vypuštění asi 9 tun CO_2 ekvivalentu skleníkových plynů oproti výrobě.

Hlavní problém v ČR s recyklací hliníku je špatný systém třídění. Neexistuje žádný kontejner, kam by se mohl vyhazovat drobný hliníkový odpad.

Firmy, které se zabývají v ČR recyklací odpadu z hliníku: ALUTHERM CZ, s.r.o., EKO-METALRECYCLING, Anbremetall a.s.

První krok je využití mechanických postupů, jako jsou drcení, třídění a rozdrůžování, nejčastěji magnetické. Další krok je tavení v pecích (šachtové, rotační atd.) Kyslík následně reaguje s taveninou hliníku a na povrchu vzniká vrstva Al_2O_3 a ta zabraňuje další oxidaci. Aby nedocházelo k této oxidaci hliníku, tak se hliníkový odpad vždy taví pod vrstvou tavidel (krycích solí). Jako krycí soli se používají NaCl a KCl v poměru 1:1 s přídavkem kryolitu sodného. Při rafinaci dochází k odstranění vměstků Al_2O_3 , buď aktivním filtrem, nebo mechanickým zachycením. Probubláváním neutrálními plyny (argonem nebo dusíkem) dochází k odstranění rozpuštěného vodíku v tavenině. Rozpuštěné příměsi kovů v tavenině odstraníme za pomoci chlóru a jeho afinity k hořčíku a sodíku. Rafinace se provádí chlórem nebo práškovým $AlCl_3$. (Kryštofová, s53, 2003)

7.6 Měď

Recyklace mědi je samostatná technologie oddělená od primární výroby. Avšak moderní hutě dnes často sdružují primární výrobu s recyklací. Nejčastější problémy s recyklací u mědi jsou nečistoty (organika, plasty), obsah drahých kovů (někdy více než mědi) a kvalitativní požadavky na recyklovanou měď (čistota).

V Evropě patří mezi hlavní recyklační hutě Umicore v Belgii, Boliden ve Švédsku a Aurubis v Německu.

Jako příklad uvedu princip recyklace v huti Umicore v Belgii

Unikátní proces recyklace komplexních odpadů na bázi mědi, olova a drahých kovů. Tavením v reaktoru Isosmelt je získávána surová měď obsahující drahé kovy a struska na bázi oxidů olova. Tato je tavena v olovářské šachtové peci, kde vzniká surové olovo s drahými kovy, inertní struska a PbCu kamínek (slitina siričků zejména olova, železa a mědi), který je taven zpět v reaktoru Isosmelt s odpady mědi a olova. Surová měď je rafinována elektrolyticky, surové olovo pyrometalurgicky, v obou procesech je získávána čistá měď a

olovo. Obsažené drahé kovy i ostatní odrafinované kovy jsou převáděny do čisté formy či formy prodejných produktů. Celkem je z odpadů vyráběno 17 kovů či jejich sloučenin v obchodní kvalitě, kyselina sírová a inertní struska pro výrobu betonových směsí. Hlavním cílem je výroba drahých kovů Au, Ag, Pt. Pro tyto kovy jsou měď a olovo prostředníky k jejich získání. (osobní návštěva firmy Kovohutě Příbram nástupnická a.s.)

7.7 Zinek

Recyklace tvrdého zinku (obsah 90% a více) se provádí dvoustupňovou rafinací. První stupeň se nazývá vycezování (odstranění kovů se sníženou rozpustností v základním kovu a vyšší teplotou tavení než má základní kov). Zde se jedná o oddělení zinku od železa ve speciálním kotli. Nejvyšší teplota je u hladiny a zde dochází k vycezení zinku a naopak nejnižší teplota je na dně tohoto kotle, kde je tvrdý zinek. Druhý stupeň spočívá v přidání hliníku do taveniny zinku. „Po promíchání taveniny dochází ke tvorbě stěru na bázi Zn-Fe-Al s menší hustotou, které vyplouvají na povrch taveniny. Krystaly Al_3Fe se stahují jako stěry s obsahem 70% Zn a 20% Al_3Fe “. Doba celého procesu jsou 4 hodiny. (Kryštofová, s24, 2003)

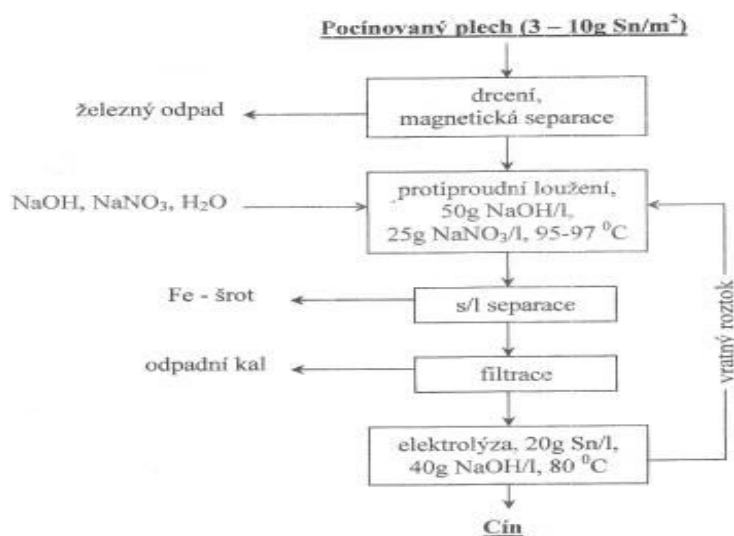
7.8 Cín

U cínu během posledních let došlo k výraznému nárůstu recyklace. V roce 2006 činila druhotná produkce cínu z recyklace 48 000 tun.

Recyklace se provádí těmito metodami:

1. Pyrometalurgicky se recykluje pomocí přímé reakce chlóru s cínem při teplotě 38 °C a vzniká chlorid cíničitý, který se rafinuje destilací.
2. Hydrometalurgická metoda spočívá v loužení ve vodném roztoku zásad. Nejčastěji se používá NaOH (hydroxid sodný). (Kryštofová, s54, 2003)

Obrázek č. 7 Technologie získávání cínu:



zdroj: Dana Křištofová: Recyklace neželezných kovů

7.9 Ušlechtilé kovy (zlato, stříbro, platina)

Zpracování odpadu se provádí více metodami.

1. Pyrometalurgická metoda - nejčastěji se využívají tyto dvě varianty:

- a) Redukční tavení odpadů spolu s odpady mědi (kolektor) - vzniká tzv. černá měď. Dalším krokem je konvertování a dvoustupňová rafinace (pyrometalurgická a elektrolytická).
- b) Redukční tavení s olověným odpadem v šachtové peci na surové olovo (kolektor). „V procesu rafinace se parkesováním získává koncentrát ušlechtilých kovů. Tavenina olova s ušlechtilými kovy je zpracována přidáním práškového zinku za vzniku intermetalických fází zinku a ušlechtilých kovů s vlastnostmi umožňující rafinaci“. (intermetalické fáze - vyšší teplota tavení než u olova, menší měrná hmotnost a nerozpouštějí se v olověné lázni). Stahují se jako parkesační pěny. (Kryštofová, s37, 2003)

2. Hydrometalurgická metoda se provádí za pomoci různých vodných roztoků vyluhovacích činidel.

3. Nejlepší metoda je kombinace různých kroků u jednotlivých metod (pyrometalurgická, hydrometalurgická a elektrometalurgická). (Kryštofová, s38, 2003)

8. Systém třídění v České republice

V ČR tento systém zajišťuje, kromě jiných i nezisková organizace EKO-KOM, a.s., která vznikla v roce 1997 průmyslovými podniky na podporu třídění a recyklace obalového odpadu. Sběrná síť je tvořena téměř 214 tisíci kontejnery. V ČR se třídí papír, plast, sklo, nápojové kartony a v menší míře i kovy. „Z hlediska recyklace patříme mezi přední systémy v EU, ale z hlediska jednotkových nákladů na tunu recyklovaného odpadu patříme mezi systémy nejúspornější. Spolu s českými městy a obcemi náš průmysl vytvořil systém třídění a recyklace odpadu, který patří k nejúčinnějším a současně nejefektivnějším v Evropě”.⁹

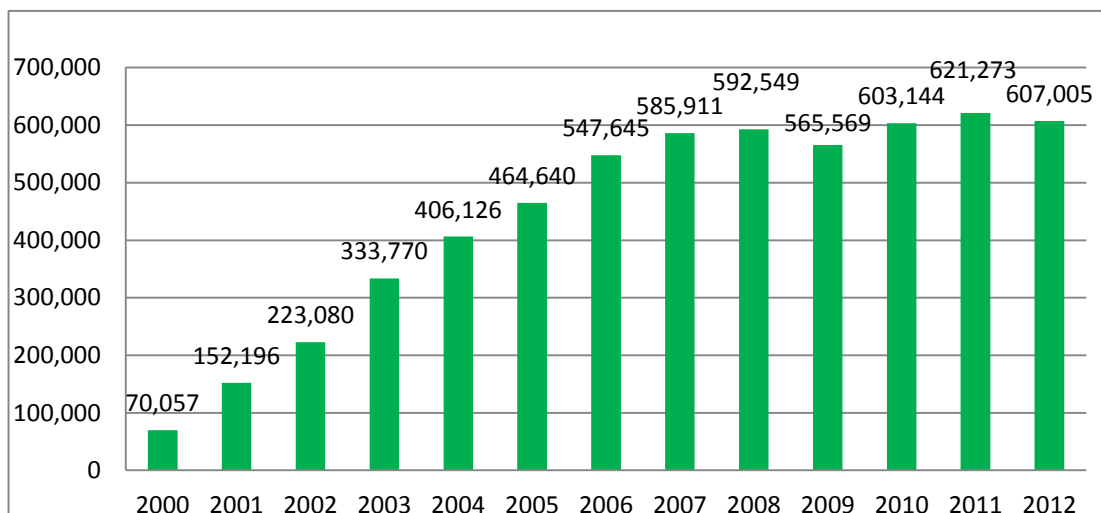
Množství využitelného odpadu, který lze recyklovat, rok od roku stoupá, což ukazuje graf č. 6. Společnost EKO-KOM, a.s., v roce 2012 zrecyklovala 607 005 tun odpadů z obalů. Měsíčně se průměrně zrecykluje nebo využije 50 tisíc tun odpadu.

Kontejnery na elektroodpad samostatně zajišťuje firma ASEKOL. Tyto kontejnery mají červenou barvu a každým rokem se jejich počet zvyšuje. Patří do nich drobné elektrozařízení (kalkulačky, rádia, elektrické hračky, drobně počítačové komponenty atd.) naopak sem nepatří např. televize, počítačové monitory. Ledničky atd. Aktuální počet kontejnerů v České republice je 1987. Díky těmto kontejnerům bylo doposud v České republice vybráno více než 500 tun drobného elektrozařízení.¹⁰

⁹ www.ekokom.cz (2011)

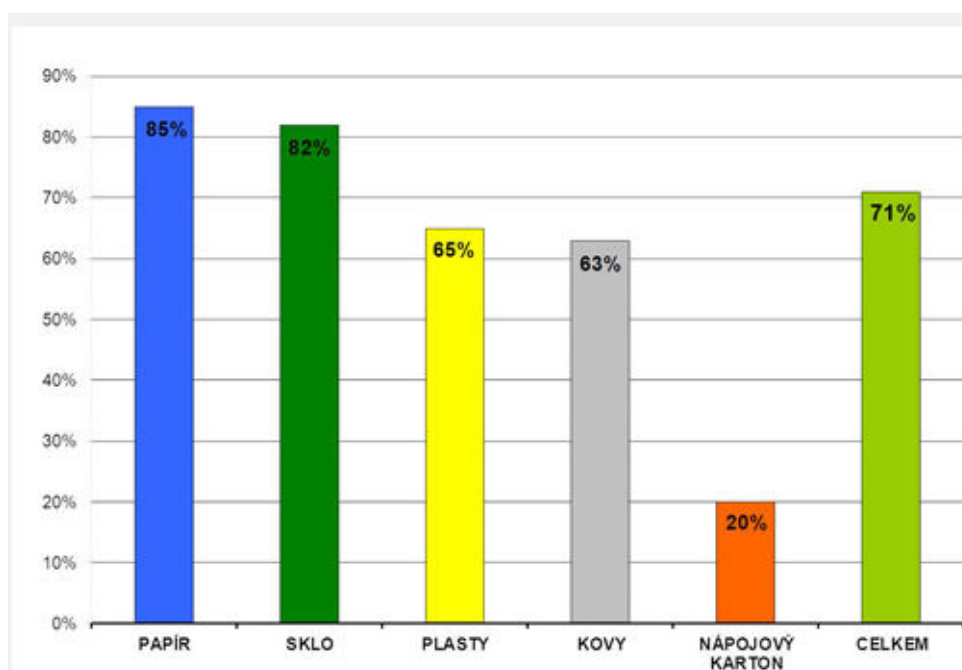
¹⁰ www.cervenekontejnery.cz (2008)

Graf č. 6 Celkové množství využitých odpadů z obalů (v tunách)



Zdroj: www.ekokom.cz

Graf č. 7 Dosažená míra recyklace a využití odpadů z obalů 2012



Zdroj: www.ekokom.cz

Dle grafu č. 7 je k vidění, co je nejvíce tříděno v ČR. Nejvíce třídíme papír, sklo následují plasty a kovy a na posledním místě jsou nápojové kartony. Poslední sloupec označuje celkovou míru recyklace obalového odpadu systémem EKO-KOM, odpovídá tedy 71 procentům obalů.

9. Systém třídění odpadu v zahraničí

V každé zemi mají trochu odlišný princip třídění odpadu. V této práci uvedu princip třídění v Německu a ve Velké Británii.

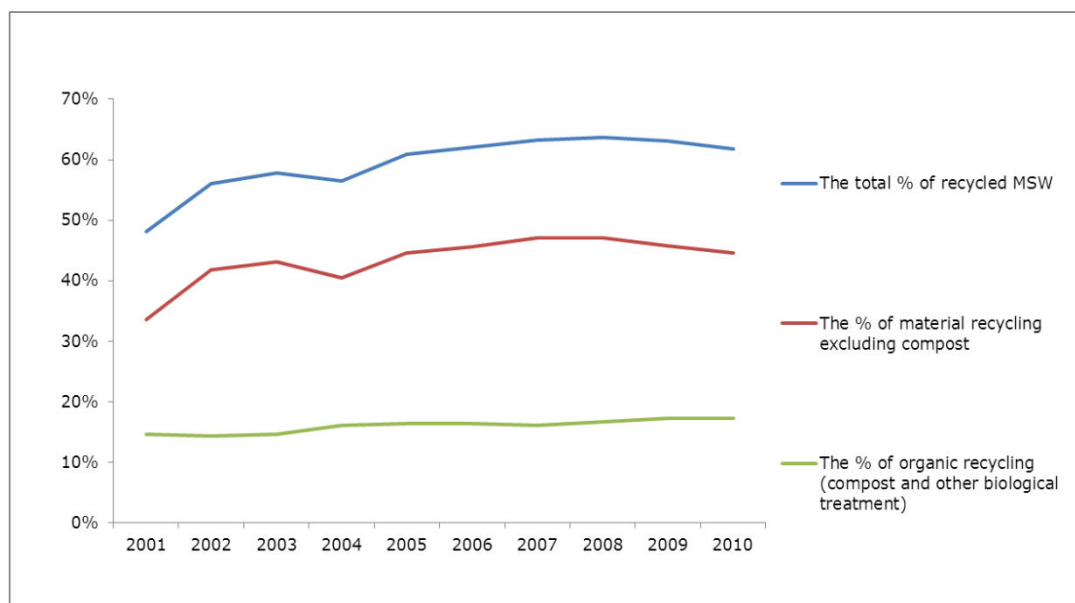
9.1 Německo

V Německu neexistuje žádné národní plánování nakládání s odpady. Německo se skládá ze 16 spolkových států, každý z nich si vyvíjí sám plán pro nakládání s odpady. Německo bylo první zemí v EU, které zavedlo odpovědnost výrobce za odpady z obalů. Tuto odpovědnost zavedli v roce 1991. Tato zásada je hlavním právním předpisem pro nakládání s odpadem. Byla zavedena pouze u některých typů výrobků. Patří sem obaly, elektrická zařízení, autovraky, baterie, odpadní oleje. Bylo také jednou z prvních zemí, co omezilo skládkování. Opatření spočívala v tom, že systém pro sběr odpadu z obalů, biologického odpadu a papíru bude oddělený. Výsledkem zavedení tohoto systému bylo, že v roce 2001 už Německo recyklovalo 48% komunálního odpadu, 25% bylo skládkováno a 22% bylo spalováno. V roce 2010 se míra recyklace ještě zvedla na neuvěřitelných 62%, skládkování bylo skoro nulové a spalování bylo okolo 37%. (Municipal waste management in Germany)

Německo je druhou zemí na světě ve vytváření patentu na technologie pro recyklaci hned po Japonsku. (SATURN)

Graf č. 8 poukazuje, že míra celkové recyklace a recyklace materiálů (kovů, skla, plastů, papíru a lepenky) pozvolna v posledních letech klesá, ale recyklace biologického odpadu naopak roste.

Graf č. 8 Recyklace komunálního odpadu v Německu od roku 2001-2010



Zdroj: Eurostat, 2012 (Germany)

Tabulka č. 3 Složení recyklovaného komunálního odpadu v Německu 2006-2010(v 1000t)

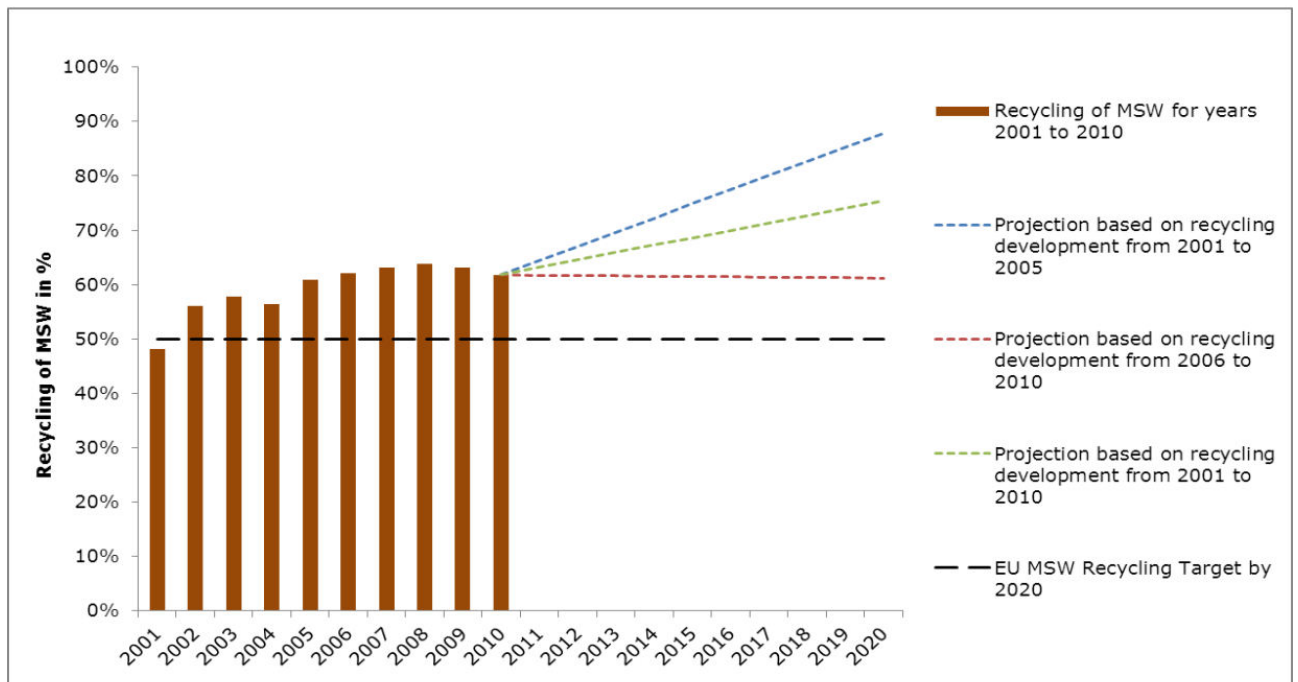
	2006	2007	2008	2009	2010
Sklo	1 929	2 233	2 480	2 442	2 523
Papír	8 080	8 121	8 528	8 088	8 000
Žárovky	4 532	4 975	4 885	5 000	5 141
Elektroodpad	409	396	469	605	586
Kov, textil	1 570	1 685	1 842	1 607	1 730
Bioodpad z domácností	3 757	3 743	3 897	3 882	3 764
Jídlo z jídelen	603	668	535	694	726
Odpad ze zahrad a parků	4 044	4 509	4 421	4 607	4 964

Zdroj: Statistics Germany, 2012

Tabulka uvádí, že míra veškerých složek, které lze recyklovat z komunálního odpadu, v posledních letech roste.

Podle výsledku SATURNU je v Německu v komunálním odpadu obsaženo 0,5% neželezných kovů. Hlavní důvod proč je toto číslo tak nízké je zavedení zálohového systému u plechovek. (SATURN)

Graf č. 9 Budoucnost recyklace komunálního odpadu v Německu



Source: Calculation by Copenhagen Resource Institute (CRI), based on Eurostat, 2012

Z grafu č. 9 je vidět, že cíl EU, který stanovoval míru recyklace komunálního odpadu na 50%, byl už překonán v roce 2002. Je zde znázorněno, jak by se mohla zvyšovat míra recyklace v následujících letech.

9.2 Velká Británie

V Anglii je průměrně recyklováno 35% odpadu z domácností. Ve Skotsku je to 33% a ve Walesu jde o 32%

Co se týče komunálního odpadu v domácnostech v Anglii, tedy nerecyklovaného, nekompostovaného odpadu, také je popisován a nazýván jako zbytkový odpad nebo jako „black bag“, tedy černý pytel. V roce 2008/2009 bylo tohoto odpadu 15.2 milionu tun, oproti minulému roku se jedná o pokles 8.3%. To se rovná 295 kg na člověka a 669 kg na domácnost. Množství komunálního odpadu, který je skládkován se také velice liší podle regionů. Na středozápadě se pohybuje skládkování okolo 33% a na severozápadě se jedná až o 59%. (SATURN)

Co se týče třídění odpadu v Anglii, jedná se o regionální rozdělení třídění odpadů v domácnostech. V Londýně se pohybuje průměr kolem 30% recyklování a v částech východních a středně východních recyklování dosahuje až 45%.

Od roku 2001 do roku 2009 je podle tabulky č. 4 vidět, že došlo k velkému poklesu smíšeného odpadu v domácnostech a naopak k rapidnímu nárůstu recyklace.

Tabulka č. 4 Produkce komunální odpadu v Anglii od roku 2001-2009 (v 1000t)

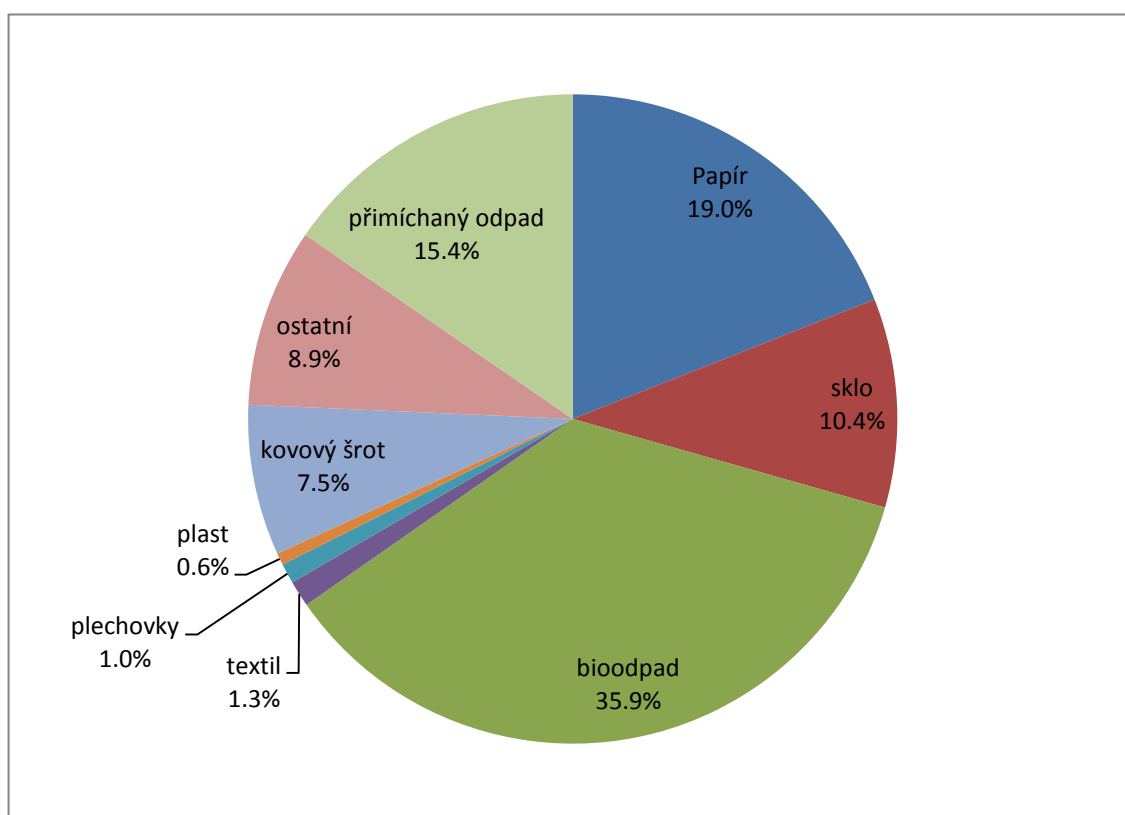
Odpad z domácností od:	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09
Pravidelný sběr v domácnostech	16,655	16,683	16,528	16,066	15,47	14,616	14,05	13,046	12,076
Další zdroje v domácnostech	1,381	1,277	1,351	1,244	1,205	1,314	1,173	1,073	1,018
Vybavení občanských lokalit	4,234	4,367	4,213	3,616	3,198	2,726	2,576	2,434	2,086
Domácí recyklování	2,809	3,197	3,74	4,521	5,785	6,796	7,976	8,735	9,146
Celkem v domácnostech	25,079	25,524	25,832	25,448	25,658	25,454	25,775	25,287	24,326
Původ z jiných zdrojů než z domácností	2,342	2,656	2,73	2,65	2,795	2,289	2,408	2,25	2,072
Recyklace mimo domácnosti	636	724	832	1,016	1,167	1,003	961	969	936
Celkem komunální odpad	28,057	28,905	29,394	29,114	29,619	28,745	29,144	28,506	27,333

Zdroj: SATURN

Nyní složení odpadů v domácnostech. Tato práce je zaměřena zejména na neželezné kovy. V Anglii je odhadováno, že mezi 7-10% z odpadu je obsažen kov. Převážná část z tohoto množství je železitá, ale velkou část tvoří také hliník, zejména z plechovek a ostatního balícího materiálu.

Na grafu č. 10 jsou vidět materiály sbírané z domácností, určené k recyklaci. Tento graf ukazuje, že největší množství odpadu je biologického původu a to 35,9%, dále papír, sklo a plechovky zastupují 1% z celku. (SATURN)

Graf č. 10 Materiály sbírané v domácnostech určené k recyklaci



Zdroj: SATURN

Bohužel co se týče obsahu neželezných kovů v odpadu v UK nelze toto množství přesně stanovit, chybí centrální a základní data k tomuto ustanovení, i když např. zdroje DEFRA či BMRA, NFA poukazují na to, že je velké množství odpadů přesouváno k recyklaci, ale stále nejde přesně stanovit obsah neželezných kovů, kolik z toho je přepravováno do jiných zemí a kolik zůstává v UK. (SATURN)

Wrap je poradce ohledně nakládání s odpady v UK. Wrap dále popisuje organizaci programu s úřady v UK, který je nazván „Every can counts“ což znamená „každá plechovka se počítá“. Jedná se tedy o program zaměřený na třídění neželezných kovů, v tomto případě o hliník. Dále wrap poskytuje průvodce jak třídít fólie a aerosol. Tento program byl zaveden průmyslovými odvětvími jak výroby, tak recyklace.¹¹

Ohledně programu „Every Can Counts“ nyní spolupracuje již s 1774 společnostmi ve 4240 lokacích. Tento program chce zamezit zbytečnému nakládání s odpady, jako jsou plechovky a snaží se o jejich třídění v UK. Plechovky mohou být zrecyklovány a znovu uvedeny do prodeje během pouhých 60 dnů. V roce 2011 bylo zachráněno 51 milionů plechovek k recyklaci. To znamená 774 tun hliníku a oceli zachráněno k recyklaci, předešlo se tedy přes 5800 tun emisí skleníkových plynů (emisí).¹²

¹¹ <http://www.wrap.org.uk> (2014)

¹² <http://www.everycancounts.co.uk> (2011)

10. Praktická část bakalářské práce

Praktická část je tvořena dotazníkem. Celkový počet respondentů dosáhl 76.

Dotazník je v první řadě zaměřen na současné třídění odpadu v domácnostech. Hlavními komponentami srovnání byly nejvyšší dosažené vzdělání, trvalé bydliště respondentů, důvody třídění (ev. netřídění) odpadů, jaká komodita není v jejich bydlišti zastoupena příslušným kontejnerem.

10.1 Výsledky dotazníkového šetření

Výsledky dotazníkového šetření byly na rozdíl od tvrzení představitelů MŽP, že ČR je ve třídění na předních pozicích v EU, velmi překvapivé.

Na první otázku „**Třídíte v domácnosti odpad (papír, plast, sklo, nápojové kartony)**“ odpověděli respondenti 65 krát ano, 8 krát ne a 3 krát odpověděli, že není možnost. Viz graf č. 11.

Druhá otázka zněla „**Co je pro Vás rozhodující faktor při netřídění odpadu**“. Nejčastější odpovědí byla dostupnost kontejnerů, takto odpovědělo 51 dotázaných, náročnost – časové zdržení byl další faktor, který udalo 13 respondentů. Nezáměr o třídění odpadu uvedli 4 a na tuto otázku neodpovědělo 8 dotázaných. Viz graf č. 12.

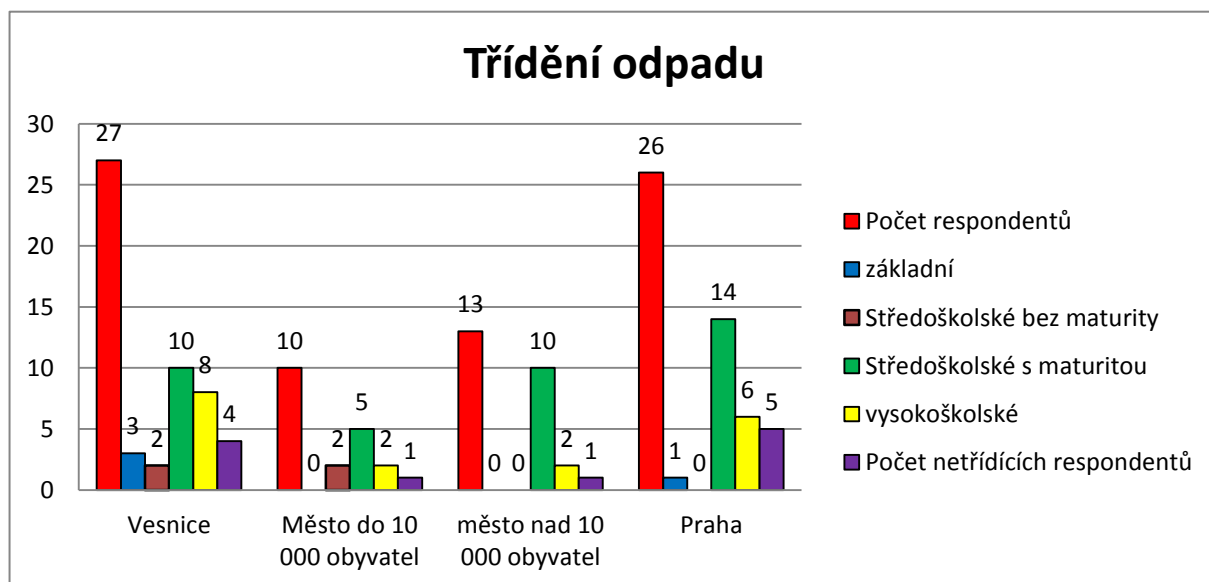
Další částí mého dotazníku byla otázka „**Na jaký odpad chybí v okolí vašeho bydliště kontejner**“. U této otázky mohli zvolit i více možností. Respondenti měli na výběr z pěti možností a to kovy (hliník, měď, zinek, cín), baterie, bioodpad, elektroodpad nebo žádný kontejner jim v okolí nechybí. Kontejner na kov (hliník, měď, zinek, cín) chybí 51 dotazovaných, o kontejner na elektroodpad by stálo 45 dotazovaných, kontejner na baterie postrádalo 36 dotazovaných a kontejner na bioodpad by chtěli 3 respondenti. Na tuto otázku mi 6 respondentů neodpovědělo a pouze jeden respondent odpověděl, že mu ve svém okolí nechybí žádný kontejner. V grafickém zhodnocení je znázorněno procentuálně, jaké kontejnery by chtěli respondenti v jednotlivých sídelních útvarech.

Čtvrtá otázka byla už konkrétní a navazuje na předchozí otázku „**Kdyby byl ve Vašem městě (vesnici) kontejner na kovy (hliník, měď, zinek, cín) třídili byste tento odpad**“. Na tuto otázku odpovědělo 60 respondentů ANO, 13 respondentů NE, 2 krát se objevila odpověď, že netřídí žádný odpad a 1 respondent neodpověděl. Viz graf č. 18

Poslední otázka mého dotazníku směřovala k tématu „**Kam vyhazují respondenti drobný elektroodpad**“. U této otázky odpověděli 22 krát, že tento druh odpadu vyhazují do kontejneru na elektroodpad, 27 krát odpověděli, že vyhazují elektroodpad do směsného odpadu a 26 krát odpověděli, že tento odpad odváží na sběrný dvůr. Pouze 1 respondent neodpověděl. Viz graf č. 19

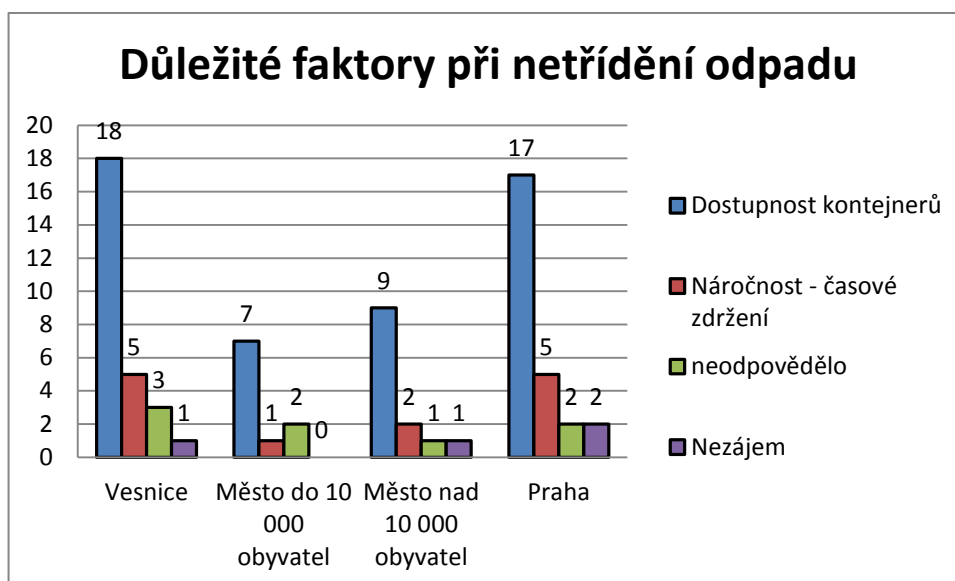
10.2 Grafické zhodnocení dotazníku

Graf č. 11 Závislost dosaženého vzdělání respondentů a velikosti sídla



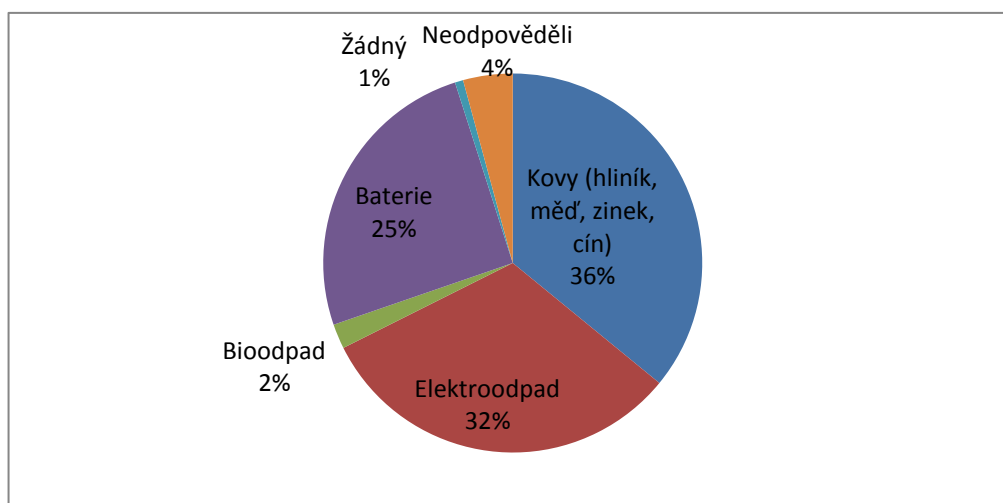
Z uvedeného grafu vyplývá, že vzdělání a velikost sídla nejsou hlavními faktory ovlivňujícími ochotu třídít odpad.

Graf č. 12 Závislost velikosti sídla respondentů na důvody netřídění odpadů



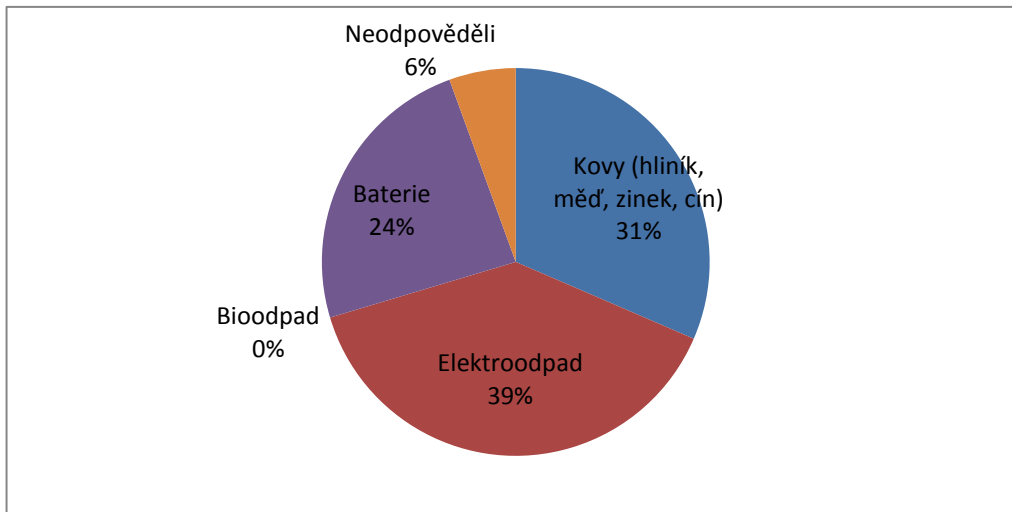
Tento graf poukazuje na to, že sídla odkud pocházejí respondenti, není rozhodující faktor pro netřídění. Dle odpovědí je patrné, že dostupnost kontejnerů trápí jak lidi na vesnici, ve městech, tak i v Praze.

Graf č. 13 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů z celkového počtu respondentů



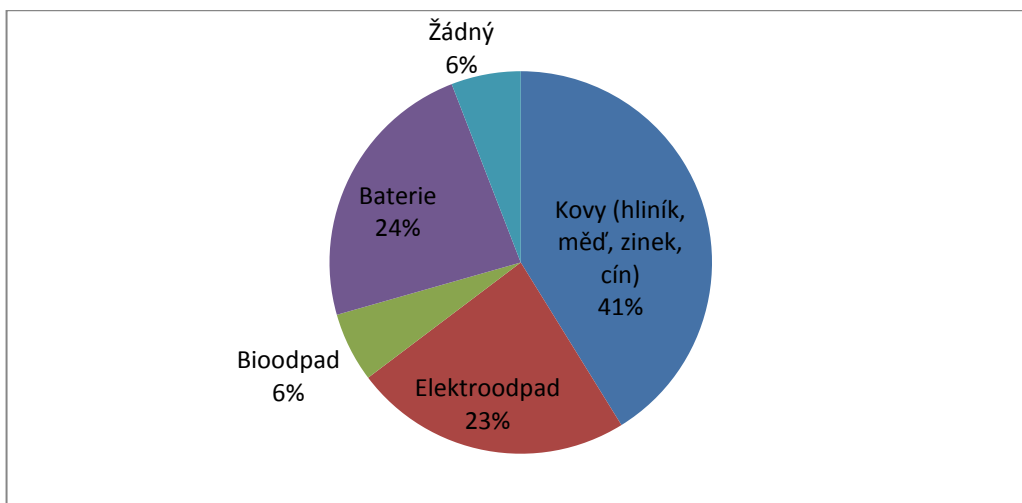
Z tohoto grafu je patrné, že nejvíce dotazovaných by si přálo ve svém okolí mít kontejnery na kovy (hliník, měď, zinek, cín), elektroodpad a baterie.

Graf č. 14 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů u respondentů žijících na vesnici

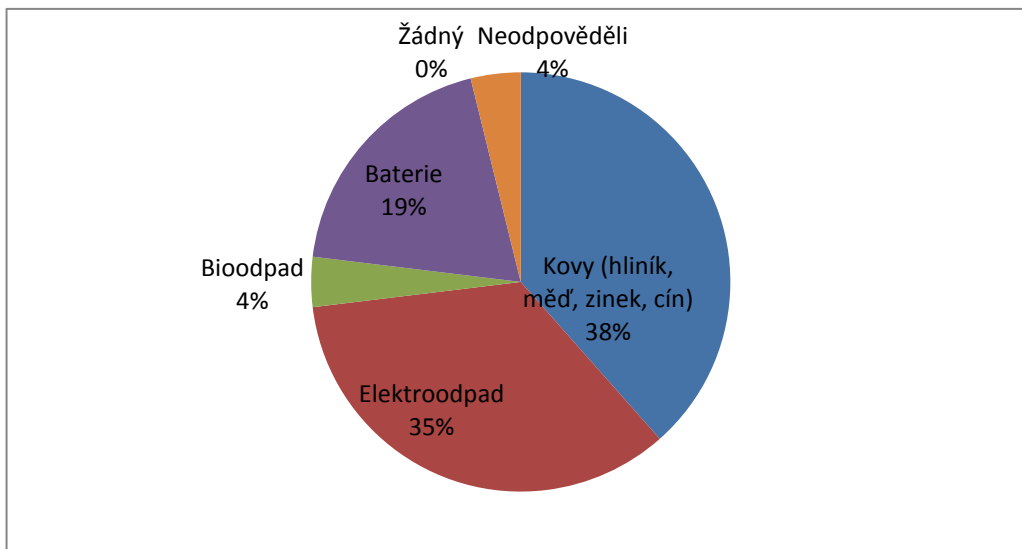


Dle grafu by byl na vesnici velký zájem, jak o kontejner na elektroodpad (39%), tak i o kontejner na kovy (31%). Pomalu třetina respondentů žijících na vesnici, by zde ráda viděla i kontejner na baterie. O kontejner na bioodpad zde není zájem.

Graf č. 16 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů u respondentů žijících ve městě do 10 000 obyvatel

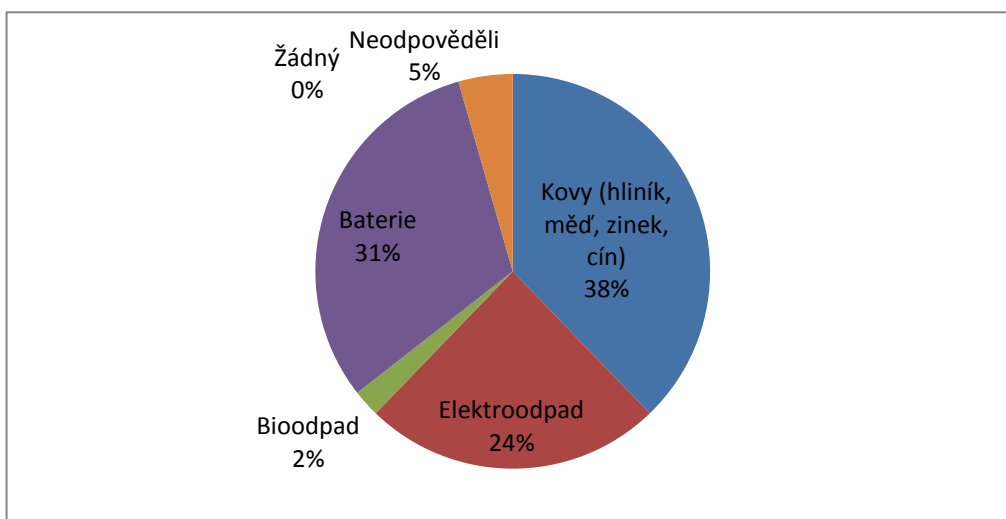


Graf č. 15 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů u respondentů žijících ve městě nad 10 000 obyvatel



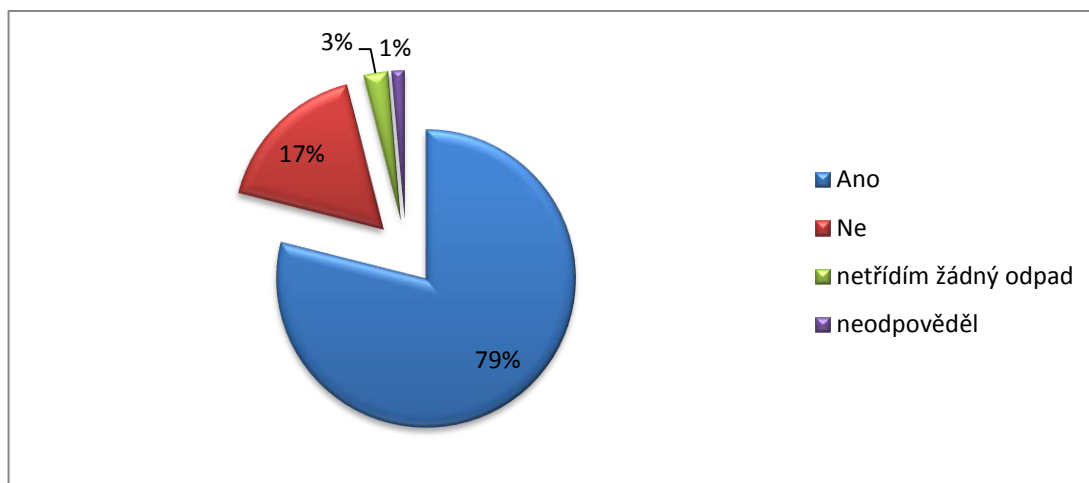
Tyto dva grafy se velmi podobají. Je vidět, že i ve městech by lidé rádi třídili kovy (hliník, měď, zinek, cín), elektroodpad a baterie. Oproti vesnicím lidé z měst nemají příliš mnoho možností jak nakládat s drobným biodpadem, takže i tento kontejner by zde byl žádoucí.

Graf č. 17 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů u respondentů žijících v Praze



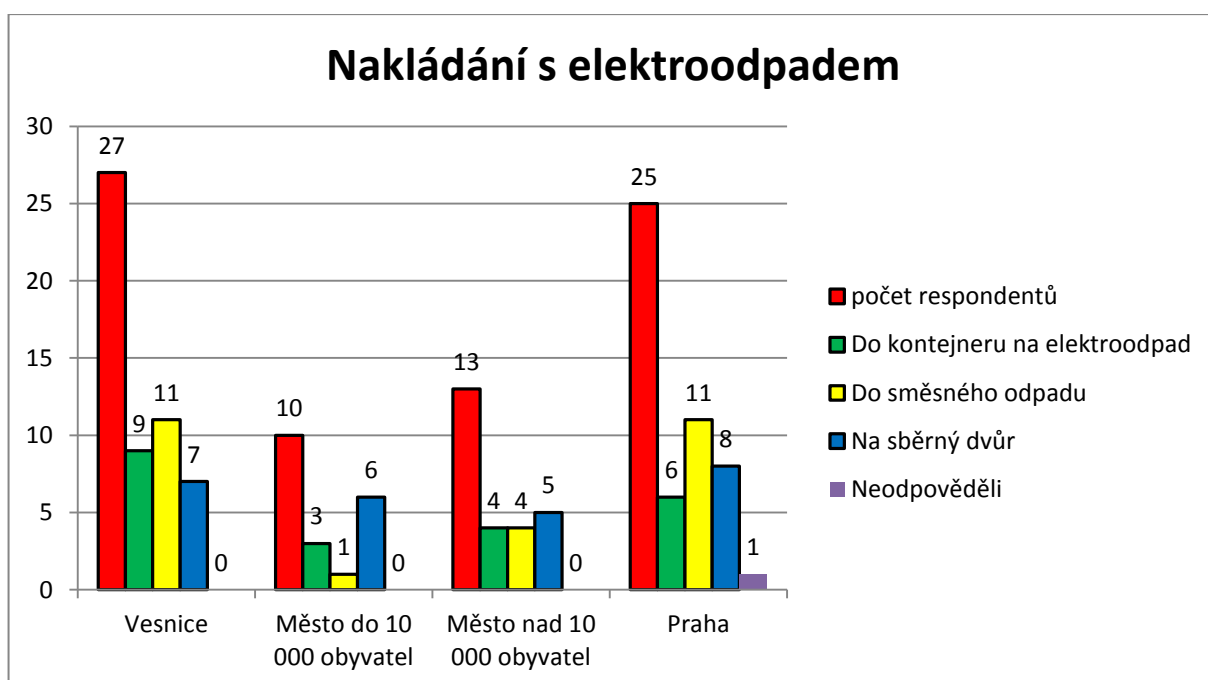
V Praze by respondenti také rádi viděli ve svém okolí kontejnery na kovy (hliník, měď, zinek, cín), baterie a i elektroodpad.

Graf č. 18 Třídění kovů (hliník, měď, zinek, cín)



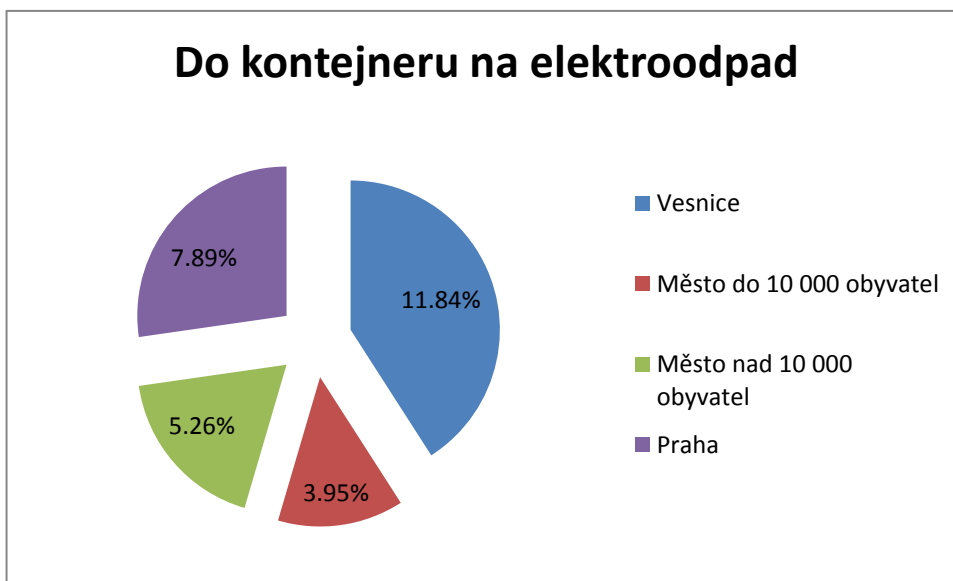
Z tohoto grafu je patrné, že 79% dotazovaných by tento druh odpadu třídilo a pouhých 20% by této možnosti nevyužilo.

Graf č. 19 Závislost velikosti sídla a nakládání s elektroodpadem



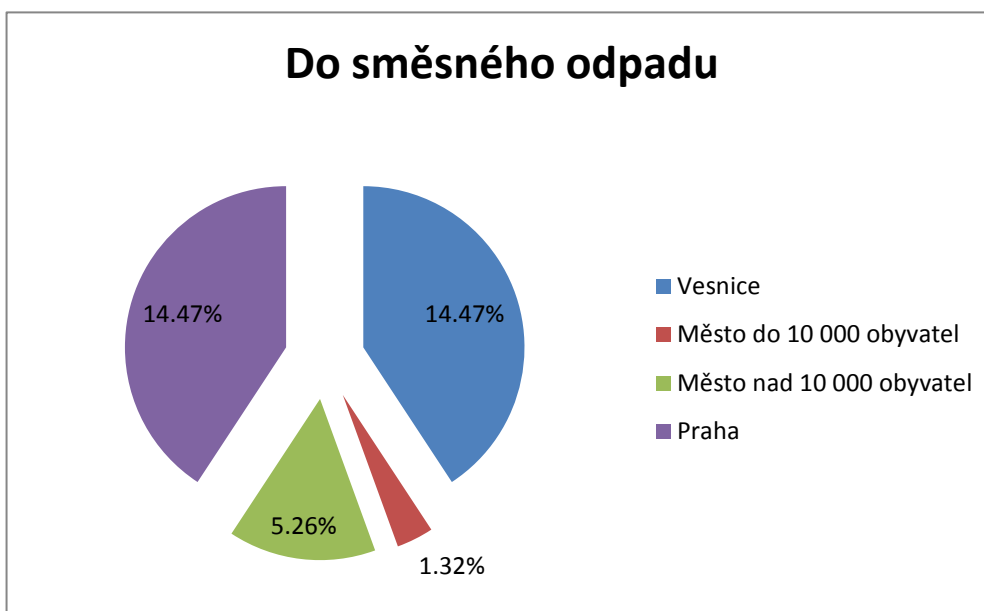
Daný graf poukazuje na to, že lidé žijící na vesnici i v Praze nejvíce vyhazují elektroodpad do popelnic se směsným odpadem. Dále lidé žijící na vesnici dávají přednost při nakládání s elektroodpadem kontejnerům na elektroodpad oproti lidem žijících v Praze. Obyvatelé Prahy naopak přednostně využívají sběrných dvorů.

Graf č. 20 Procentuální výsledek respondentů využívajících možnosti kontejneru na elektroodpad podle sídla



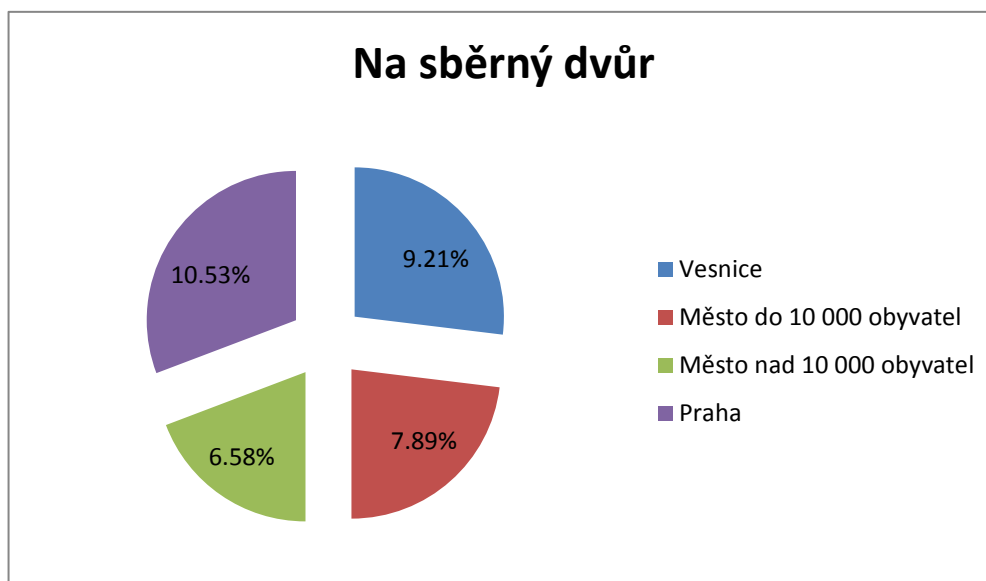
Z grafu je vidět, že nejvíce respondentů vyhazujících drobný elektroodpad do kontejneru na elektroodpad žije na vesnici, poté jsou to obyvatelé Prahy a následují respondenti z měst.

Graf č. 21 Procentuální výsledek respondentů využívajících směšného odpadu pro likvidaci elektroodpadu podle sídla



U tohoto grafu můžeme vidět, že je stejné procentuální zastoupení respondentů vyhazujících elektroodpad do směšného odpadu v Praze a na vesnici.

Graf č. 22 Procentuální výsledek respondentů využívajících možnosti sběrných dvorů na likvidaci elektroodpadu podle sídla



Hodnoty v posledním grafu jsou velice vyrovnané. V průměru 10% dotázaných z každého územního celku odnáší drobný elektroodpad na sběrný dvůr.

11. Diskuse

Jak již bylo zmíněno v této práci několikrát, recyklace tohoto odpadu je velmi důležitá z několika hledisek. Jedna z hlavních výhod je úspora velkého množství energie oproti výrobě. Přesně řečeno např. u hliníku je to až 95% a u mědi 84%. Další výhodou je šetření primárních surovin a to hlavně u zemí, které jsou závislé na dovozu z jiných zemí. Proto je recyklace tohoto druhu odpadu velmi výhodná i z ekonomického hlediska, jelikož země s velkými zásobami nerostného bohatství jako je Čína, můžou určovat cenu této komodity. Jak je již zmíněno v této práci, Čína disponuje doly na hliník, měď, olovo, cín, zlato a zinek. Dá se tedy říci, že u všech těchto prvků je mezi největšími těžaři a producenty na celém světě. Velká výhoda je i ve zmenšení objemu komunálního odpadu pro skládkování a spalování. Při recyklaci jsou mnohem menší emise než u výroby, což je také velké plus pro ochranu životního prostředí. Recyklace má i svoje nevýhody a to hlavně v počátečních investicích do zařízení pro recyklaci daného produktu. Další nevýhoda, která je spojena s recyklací je, že některé produkty nelze recyklovat donekonečna.

V této práci byly uvedeny dva příklady, jak se třídí odpad, a to v Německu a ve Velké Británii. Oba tyto příklady poukázaly na to, že systém třídění odpadu z neželezných kovů, jako jsou plechovky od nápojů a víčka od různých jogurtů a paštik, je velmi výhodný z důvodu zmenšení objemu komunálního odpadu a šetření primárních surovin, ze kterých jsou tyto výrobky vyrobené. V České republice tato možnost opravdu chybí. Dle dotazníkového průzkumu, který je součástí této práce, by lidé tuto možnost rádi využili. Tato práce by mohla posloužit jako podklad k tomu, abychom se začali této problematice více věnovat. Jak již z práce vyplynulo, lidé disponují potřebnou iniciativou ke třídění tohoto odpadu. První krok by měl být vzdělávání populace s touto problematikou a je potřeba také ukázat, jak je recyklace neželezných kovů důležitá pro ochranu životního prostředí. Snad se tedy v novém zákonu o odpadech, který by se měl schvalovat tento rok, dočkáme změny s nakládáním tohoto druhu odpadu.

12. Závěr

Z předkládané práce lze vyvodit následující závěry:

1. Recyklace kovů je oproti výrobě jednoznačně výhodná a to úsporou energie a šetřením primárních surovin.
2. Největší problém, který se vyskytuje v České republice je ten , že zde není vytvořen zpětný systém na třídění neželezných kovů. Neexistuje žádný kontejner, na samostatný sběr např. hliníku.
3. Odpadu tvořeným kovovým hliníkem je poměrně velké množství např. plechovky od nápojů, různá víčka od jogurtů, paštik a dalších.
4. Dle zjištění z dotazníku, který je součástí práce, by lidé tento druh odpadu rádi třídili, ale v současné době je třídění kovového odpadu u nás v začátcích.
5. Z celkového počtu respondentů, kteří by kovový odpad třídili, je 79% a pouhých 20% by této možnosti nevyužili.
6. Tato čísla poukazují na to, že by se problematika tříděného sběru kovových odpadů měla urychleně řešit.
7. Vzhledem k tomu, že v současné době probíhá diskuse o změnách v odpadovém plánu na příštích 10 let, je tato práce cenným podkladem k řešení problematiky kovového odpadu.

13. Seznam použité literatury

- BOTULA, Jiří. *Recyklace odpadů kovových a kovonosných*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2003, 86 s. ISBN 80-248-0495-6.
- BROŽOVÁ, Silvie. *Elektroodpad - analýza a možnosti využití*. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, 2008, 99 s. ISBN 978-80-248-1867-2.
- CENEK, Miroslav. *Akumulátory a baterie*. Vyd. 1. Praha: STRO.M, 1996, 149 s. Elektro.
- FONSECA, Ana Sofia, Maria Isabel NUNES, Manuel Arlindo MATOS a Ana Paula GOMES. Environmental impacts of end-of-life vehicles' management: recovery versus elimination. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 2013, vol. 18, issue 7, s. 1374-1385. DOI: 10.1007/s11367-013-0585-1. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11367-013-0585-1>
- GUBERMAN, D.E. - *Lead*. In: *USGS Minerals yearbook – 2007*. Strana 42.4.
- KRIŠTOFOVÁ, Dana. *Recyklace neželezných kovů*. 1. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2003, 57 s. ISBN 80-248-0485-9.
- KRIŠTOFOVÁ, Dana. *Recyklace ušlechtilých kovů*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2001, 100 s. ISBN 80-707-8939-5.
- LETCHER, T a Daniel A VALLERO. *Waste: a handbook for management*. Burlington, MA: Academic Press, c2011, xviii, 565 p., [16] p. of plates. ISBN 978-012-3814-753.
- NĚMEC, Milan a PROVAZNÍK, Jaroslav. *Slévárenské slitiny neželezných kovů*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2008, 137 s. ISBN 978-80-01-04116-1.
- PRETZ, Thomas a JULIUS, Jorg. *Metal Waste. Waste – A Handbook for Management*. Elsevier. 2011
- ROUČKA, Jaromír. *Metalurgie neželezných slitin*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 148 s. Řada hutnické literatury. ISBN 80-214-2790-6.
- Safety and health in the non-ferrous metals industries. Geneva: ILO, 2003, xiii, 175 p. ISBN 92-211-1640-9
- SATURN: Sensor-Sorting Automated Technology For Advanced Recovery Of Non-Ferrous Metals From Waste. Dostupné z: <http://www.saturn.rwth-aachen.de/downloads.php.html>
- SEDLÁČEK, Vladimír. *Neželezné kovy a slitiny*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1979, 398 s. Řada hutnické literatury.
- Surovinové zdroje České republiky: *nerostné suroviny* : Praha : Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1992-2010, 16 sv. ISBN 1801-6693.

ŠOOŠ, Ľubomír. *Stav a perspektívyspracovania starých vozidiel na Slovensku.Odpadové fórum: odborný mesačník o odpadech a druhotných surovinách*. České ekologické manažerské centrum. ISBN 1212-7779.

ŠTOFKO, Miroslav a ŠTOFKOVÁ, Magdaléna. *Neželezné kovy*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004, 148 s. Řada hutnické literatury. ISBN 80-7099-527-0.

VOJTĚCH, Dalibor. *Materiály a jejich mezní stavy*. Vyd. 1. V Praze: Vysoká škola chemicko-technologická, 2010, 204 s. ISBN 978-80-7080-741-5.

Internetové zdroje:

Zákon č. 185/2001 Sb. Zákon o odpadech, dostupný online:

[http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/\\$file/Zakon_185_2001.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/8FC3E5C15334AB9DC125727B00339581/$file/Zakon_185_2001.pdf)

Losertová M., Skotnicová K. (2013): Základy výroby neželezných kovů, dostupné online:

<http://katedry.fmmi.vsb.cz/637/soubory/ZVNzK-Los-Skot.pdf>

Šestá hodnotící zpráva o plnění Plánu odpadového hospodářství ČR za rok 2010, dostupná online:

http://www.mzp.cz/cz/plneni_narizeni_vlady

[http://www.puruplast.cz/ekologicka-recyklace/\[1\]](http://www.puruplast.cz/ekologicka-recyklace/[1])

<http://www.cicpen.cz> [2]

<http://www2.epa.gov/recycle/recycling-basics> [3]

<http://www.twicz.com> [4]

<http://www.enviweb.cz> [5]

<http://eur-lex.europa.eu> [6]

Chemické metody zpracování nerostných surovin a odpadů, dostupné online:

[http://hgf10.vsb.cz/546/Chemproc/\[7\]](http://hgf10.vsb.cz/546/Chemproc/[7])

<http://www.mzp.cz>

<http://www.cenia.cz>

<http://www.ecobat.cz> [8]

<http://www.ekokom.cz> [9]

http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26293

<http://www.cervenekontejnery.cz> [10]

<http://www.wrap.org.uk> [11]

<http://www.everycancounts.co.uk> [12]

<http://www.eea.europa.eu>

Municipal waste management in Germany, dostupný online:

<http://www.eea.europa.eu/themes/economy/resource-efficiency/germany-2014-resource-efficiency-policies/view>

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Metoda č. 1.....	21
Obrázek č. 2 Metoda č. 2.....	22
Obrázek č. 3 Metoda č. 3.....	22
Obrázek č. 4 Porovnání získání produktu mezi výrobou a recyklací	27
Obrázek č. 5 Schéma pyrometalurgického zpracování:	28
Obrázek č. 6 Schéma hydrometalurgického zpracování:	29
Obrázek č. 7 Technologie získávání cínu:	33

Seznam grafů

Graf č. 1 Množství sebraných baterií v ČR v tunách za rok 2006	18
Graf č. 2 Zpětný odběr baterií podle zdrojových míst.....	18
Graf č. 3 Počet autovraků evidovaných v systému MA ISOH (2009 – 2013)	20
Graf č. 4 Počet zařízení, která přijímala autovraky (2009 – 2013)	20
Graf č. 5 Sběr elektroodpadů firmou Elektrowin od roku 2008-2012	25
Graf č. 6 Celkové množství využitých odpadů z obalů (v tunách)	35
Graf č. 7 Dosažená míra recyklace a využití odpadů z obalů 2012	35
Graf č. 8 Recyklace komunálního odpadu v Německu od roku 2001-2010	37
Graf č. 9 Budoucnost recyklace komunálního odpadu v Německu	38
Graf č. 10 Materiály sbírané v domácnostech určené k recyklaci	40
Graf č. 11 Závislost dosaženého vzdělání respondentů a velikosti sídla	43
Graf č. 12 Závislost velikosti sídla respondentů na důvody netřídění odpadů	44
Graf č. 13 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů z celkového počtu respondentů	44
Graf č. 14 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů u respondentů žijících na vesnici	45
Graf č. 16 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů u respondentů žijících ve městě do 10 000 obyvatel.....	45
Graf č. 15 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů u respondentů žijících ve městě nad 10 000 obyvatel	46
Graf č. 17 Procentuální vyjádření požadovaných kontejnerů u respondentů žijících v Praze .	46
Graf č. 18 Třídění kovů (hliník, měď, zinek, cín)	47

Graf č. 19 Závislost velikosti sídla a nakládání s elektroodpadem	47
Graf č. 20 Procentuální výsledek respondentů využívajících možnosti kontejneru na elektroodpad podle sídla.....	48
Graf č. 21 Procentuální výsledek respondentů využívajících směsného odpadu pro likvidaci elektroodpadu podle sídla	48
Graf č. 22 Procentuální výsledek respondentů využívajících možnosti sběrných dvorů na likvidaci elektroodpadu podle sídla.....	49

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Energetická náročnost výroby některých materiálů a úspory při jejich recyklaci .	9
Tabulka č. 2 Materiálové složení automobilů	21
Tabulka č. 3 Složení recyklovaného komunálního odpadu v Německu 2006-2010(v 1000t) .	37
Tabulka č. 4 Produkce komunální odpadu v Anglii od roku 2001-2009 (v 1000t)	39

14. Příloha č. 1 Dotazník

Pohlaví	Věk	Odkud pocházíte	Dosažené vzdělání	Třídíte v domácnosti odpad (papír, plast, sklo, nápojové kartony, textil)	Co je pro Vás rozhodující faktor pro třídění odpadu?	Na jaký odpad Vám ve Vašem okolí chybí kontejner (možnost více odpovědí)	Kdyby byl ve Vašem městě (vesnici) kontejner na kovy (hliník, měď, zinek, cín) třídili byste tento odpad?	Kam vyhazujete drobné elektrozařízení?
Muž	15-25	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Praha	Vysokoškolské	Ano		Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Muž	26-35	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Muž	15-25	Vesnice	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	26-35	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Muž	15-25	Vesnice	Vysokoškolské	Ano	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ne	Na sběrný dvůr
Muž	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Náročnost – časové zdržení	Baterie	Ne	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Praha	Vysokoškolské	Ne	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Muž	15-25	Vesnice	Vysokoškolské	Ne	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	26-35	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Muž	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	15-25	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ne	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	26-35	Vesnice	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	15-25	Praha	Vysokoškolské	Ano	Nezájem		Ne	Do smíšeného odpadu
Muž	26-35	Vesnice	Vysokoškolské	Ne	Nezájem		Netřídím žádný odpad, takže rozhodně ne	Do smíšeného odpadu
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Město do 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Náročnost – časové zdržení	Baterie	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	26-35	Město do 10 000 obyvatel	Středoškolské bez maturity	Ano		Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Baterie	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Muž	15-25	Vesnice	Vysokoškolské	Ano	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ne	Do smíšeného odpadu

Pohlaví	Věk	Odkud pocházíte	Dosažené vzdělání	Třídíte v domácnosti odpad (papír, plast, sklo, nápojové kartony, textil)	Co je pro Vás rozhodující faktor pro třídění odpadu?	Na jaký odpad Vám ve Vašem okolí chybí kontejner (možnost více odpovědí)	Kdyby byl ve Vašem městě (vesnici) kontejner na kovy (hliník, měď, zinek, cín) třídili byste tento odpad?	Kam vyhazujete drobné elektrozařízení?
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ne	Nezájem	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ne	Do smíšeného odpadu
Muž	15-25	Vesnice	Základní	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	26-35	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ano	Do smíšeného odpadu
Muž	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Nezájem	Baterie	Ne	Na sběrný dvůr
Muž	15-25	Město do 10 000 obyvatel	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ne	Do smíšeného odpadu
Muž	26-35	Praha	Středoškolské bez maturity	Ne	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Netřídím žádný odpad, takže rozhodně ne	Do smíšeného odpadu
Muž	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano				
Žena	15-25	Praha	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie, Bioodpad	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie, bioodpad	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	26-35	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	15-25	Vesnice	Základní	Ne	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	26-35	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad	Ne	Do smíšeného odpadu
Muž	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Muž	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů		Ne	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Město do 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ne	Dostupnost kontejnerů	Žádný	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	15-25	Město do 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Muž	15-25	Vesnice	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	26-35	Praha	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	26-35	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano		Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ne	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Vesnice	Vysokoškolské	Ano	třídím	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	15-25	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	26-35	Vesnice	Středoškolské bez maturity	Ano	Dostupnost kontejnerů		Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Muž	15-25	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad	Ano	Na sběrný dvůr

Pohlaví	Věk	Odkud pocházíte	Dosažené vzdělání	Třídíte v domácnosti odpad (papír, plast, sklo, nápojové kartony, textil)	Co je pro Vás rozhodující faktor pro třídění odpadu?	Na jaký odpad Vám ve Vašem okolí chybí kontejner (možnost více odpovědí)	Kdyby byl ve Vašem městě (vesnici) kontejner na kovy (hliník, měď, zinek, cín) třídili byste tento odpad?	Kam vyhazujete drobné elektrozařízení?
Muž	15-25	Praha	Vysokoškolské	Není možnost	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Do smíšeného odpadu
Muž	36-45	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	15-25	Město do 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	bioodpad	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	26-35	Vesnice	Základní	Ano	Dostupnost kontejnerů		Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	15-25	Vesnice	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Baterie	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Muž	15-25	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Není možnost	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	15-25	Vesnice	Vysokoškolské	Ano		Elektroodpad, Baterie	Ano	Do smíšeného odpadu
Muž	15-25	Vesnice	Základní	Ano	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano		Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie, sklo, nápojové kartony	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	26-35	Město do 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	15-25	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ne	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad	Ano	Do smíšeného odpadu
Muž	26-35	Praha	Vysokoškolské	Není možnost	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie, Papír, plast, sklo, lidi	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ne	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	26-35	Praha	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	15-25	Vesnice	Středoškolské s maturitou	Ano	Náročnost – časové zdržení	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	26-35	Praha	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Do smíšeného odpadu
Žena	46-55	Město do 10 000 obyvatel	Středoškolské bez maturity	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad, Baterie	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	15-25	Praha	Základní	Ano	Dostupnost kontejnerů	Baterie	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	36-45	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín)	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	36-45	Vesnice	Středoškolské bez maturity	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Město do 10 000 obyvatel	Středoškolské s maturitou	Ano		Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Na sběrný dvůr
Muž	15-25	Město do 10 000 obyvatel	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Kovy (hliník, měď, zinek, cín), Elektroodpad, Baterie	Ano	Do kontejneru na elektroodpad
Žena	15-25	Město nad 10 000 obyvatel	Vysokoškolské	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad	Ne	Na sběrný dvůr
Žena	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Elektroodpad, Baterie	Ano	Na sběrný dvůr
Žena	15-25	Praha	Středoškolské s maturitou	Ano	Dostupnost kontejnerů	Baterie	Ano	Na sběrný dvůr

