

Elektronický šrot – odpad z elektronických a elektrotechnických zariadení

M. Rusko, P. Debnár, T. Krečmerová: Electronic Scrap – Waste from Electric and Electronic Installations. Život. Prostr., Vol. 37, No. 6, 305 – 308, 2003.

The main economic reason for the present recycling of electronic scrap is a recovery of precious metals (gold, silver, platinum). The environmental concern results from fact that the scrap contains also hazardous components (cadmium, lead, mercury, etc.), what causes problems at disposal sites. Processing of electronic scrap should be solved with complex wasteless technology, to derive also base metals (copper, iron, tin, zinc, lead, mercury), whereas plastic, ceramic and glass components, which can't be recycled, should be disposed without environmental impacts. A significant element of environment – oriented product policy is eco-labelling, which starts to be used also in electrical and electronic industry.

Moderné výrobné technológie a nové materiály umožnili významnú miniaturizáciu, zlacnenie výroby, a tým dostupnosť všetkých elektronických výrobkov širokej verejnosti. Elektronické výrobky prenikli prakticky do všetkých oblastí ľudskej činnosti. S rastom produkcie a spotreby sa začali prejavovať aj negatívne stránky expanzie týchto výrobkov, najmä neustály nárast objemu odpadu. Nevyhovujúce spôsoby jeho zneškodňovania, plytvanie veľmi kvalitnými surovinami, ktoré elektronické výrobky obsahujú, energiou a ľudskou prácou patria k ďalším negatívam. Objavujú sa aj názory, že elektronický šrot sa môže stať jednou z najväčších environmentálnych hrozieb. Z toho vyplýva potreba zaoberať sa systémom zberu, triedenia a zhodnocovania opotrebovaných elektronických zariadení s cieľom opätovného získania vysokokvalitných surovín a v neposlednom rade drahých kovov – zlata, striebra, platiny a paládia. Poznanie environmentálneho rizika a jeho minimalizovanie vhodným spôsobom je jednou stránkou environmentálneho prístupu k riešeniu tohto problému. Druhou je presvedčenie, že využitím druhotných surovín chránime prírodné zdroje a obmedzujeme spotrebu elektrickej energie.

Minimalizovanie environmentálnych rizík súvisiacich s výrobou a prevádzkou elektronických zariadení zabezpečujú v krajinách Európskej únie špecifické smernice. Environmentálne kritériá stanovujú spotrebu elektrickej energie pri vypnutom i zapnutom prí-

stroji, obsah zložiek, ktoré sú nebezpečné pre ľudské zdravie a životné prostredie, ukladajú výrobcovi produkt po použití odobrať späť zadarmo, upravujú demontáž a recykláciu i životnosť produktu. Novelizované kritériá limitujú obsah ortuti v LCD monitore, hladinu hluku produkovaného základnou počítačovou jednotkou, hladinu elektromagnetického žiarenia monitora a spotrebu elektrickej energie, zahrňajú aj retardéry horenia. Nariaďujú, že spotrebiteľ musí byť informovaný aj o environmentálnom značení výrobku (www.eco-label.com).

Špecifické environmentálne kritériá pre osobné počítače obsahuje smernica EÚ 2001/686/EC z 28. augusta 2001, pre prenosné počítače smernica EÚ 2001/687/EC s tým istým dátumom a špecifické environmentálne kritériá pre televízory sú upravené smernicou EÚ 2002/255/EC z 25. marca 2002. Znižovanie environmentálnej záťaže je podporované dlhšou životnosťou týchto výrobkov, možnosťou recyklácie a znižovaním používania zložiek nebezpečných pre ľudské zdravie, ako aj znižovaním spotreby elektrickej energie a pod.

Nová legislatíva v oblasti zberu, triedenia a spracovania elektronického šrotu

Legislatíva SR sa v budúcom roku rozšíri o implementáciu Smernice Európskeho parlamentu a Rady č. 2002/69/EC, ktorá vychádza z princípu prevencie

a rozšírenej zodpovednosti výrobcu. Členské štáty EÚ sú povinné do 13. augusta 2005 zaviesť také systémy separovaného zberu, ktoré umožnia držiteľom týchto odpadov vznikajúcich v domácnosti odovzdať ich bezplatne alebo s vyplatením prémie na ďalšie spracovanie.

Smernica sa vzťahuje na nasledujúce kategórie výrobkov:

- veľké domáce spotrebiče,
- malé domáce spotrebiče,
- telekomunikačnú a výpočtovú techniku,
- spotrebiteľské zariadenia,
- osvetľovacie zariadenia,
- elektrické a elektronické nástroje s výnimkou veľkých stacionárnych strojov,
- hračky, zariadenia pre voľný čas a šport,
- zdravotnícke prístroje s výnimkou všetkých implantovaných a infikovaných výrobkov,
- prístroje pre monitoring a kontrolu,
- automatické dávkovacie zariadenia.

Smernica sleduje tri hlavné ciele: 1. eliminovať z komunálneho odpadu elektrošrot, ktorý je potenciálnym zdrojom nebezpečných látok, 2. zabezpečiť opätovné využitie vzácnych surovín obsiahnutých v elektrošrote a 3. bezpečne zneškodnenie nevyužitelných nebezpečných súčastí.

Tab. 1. Ušľachtilé kovy obsiahnuté v elektronických súčiastkach

Elektronická súčiastka	Použité ušľachtilé kovy
Odporové siete	Ag, Au, Pt, Ru
Keramické kondenzátory	Au, Ag, Pt, Pd
Tantalové kondenzátory	Pt, Ag
Spínače, relé	Ag, Au, Pt, Ru
Súčiastky do mikrovlnových zariadení	Ag, Au, Rh
Súčiastky do čítacích zariadení	Au
Meniče	Au
Kryštály	Ag, Au
Hybridné obvody	Ag, Au, Pd, Pt, Ru
Konektory	Au, Pt
Tlačiarenské obvody	Au
Drôty, káble	Ag
Polovodiče	Au, Ag

(Zdroj: Imriš, 2000)

Smernica obsahuje ciele pre materiálové využitie a recykláciu rôznych typov odpadu z elektronických zariadení. Členské štáty EÚ musia do 31. decembra 2006 v rámci separovaného zberu odpadu z elektronických zariadení z domácností dosiahnuť priemer 4 kg na obyvateľa za rok. Dovozcovia, výrobcovia aj distribútori budú zodpovední za zariadenia po uplynutí ich životnosti, keď sa stanú odpadom. Výrobcovia sú povinní do 13. augusta 2005 zabezpečiť financovanie systému separovaného zberu (z domácností) tých výrobkov, ktoré vyrábajú. Tieto činnosti možno zabezpečiť individuálne, zapojením sa do systému, alebo delegovať ich tretím stranám, ktoré budú konať v ich mene pri vytvorení systémov zabezpečujúcich úpravu odpadov.

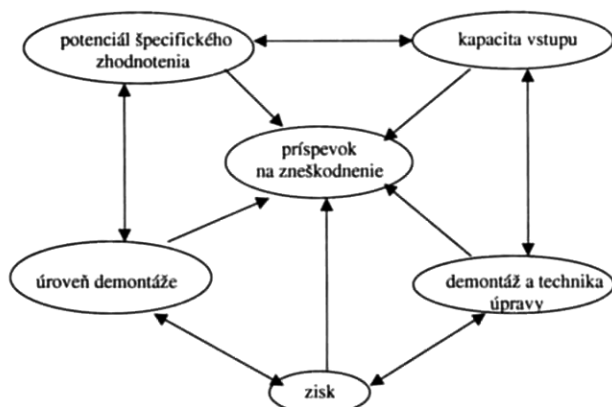
V súčasnosti sú naši výrobcovia a dovozcovia spotrebnej elektroniky povinní platiť do Recyklačného fondu príspevok 12 Šk za kg. Implementovanie Smernice Európskeho parlamentu a rady č. 2002/69/EC do národnej legislatívy tak, aby nadobudla účinnosť do 13. augusta 2004, bude znamenať výraznú zmenu v doterajšom systéme.

Environmentálny prínos separácie a recyklácie elektronického šrotu

Elektronický šrot má špecifický negatívny vplyv na zdravie ľudí a životné prostredie, pretože obsahuje rôzne karcinogénne zlúčeniny, ťažké kovy (tab.1), fenoly atď., ktoré sa nachádzajú napríklad v plastoch alebo skle (Duduc, 2000).

Recykláciou druhotných surovín sa šetria primárne surovínové zdroje potrebné na získanie kovov a plastov i značné množstvo elektrickej energie s nasledujúcim efektom úspory energetického uhlia alebo jadrového paliva. Obeh látok a lepšie zhodnotenie tovarov v budúcnosti ovplyvnia predovšetkým podporné finančné programy a primeraná legislatíva. Schéma na obr. 1 znázorňuje faktory, ktoré pri recyklácii výrobkov zohrávajú dôležitú úlohu (Tolgyessy, Piatrik, 1999).

Spoločnosti zaoberajúce sa recykláciou výrobkov sa uberajú dvoma smermi zhodnocovania elektronického šrotu. Prvým je znovupoužitie funkčných častí zariadenia ihneď alebo po renovácii, ide napríklad o disketové jednotky, pamäte a procesory. Druhým je rozdelenie ostatných častí na jednotlivé druhotné suroviny. Napríklad pri počítačoch ide o oceľ, ktorá predstavuje asi 40 %, plasty tiež asi 40 %, hliník 7 – 10 %, meď ca 5 % a paletu ťažkých a vzácnych kovov. Monitor obsahuje ortuť a kadmium, ale aj nekovový fosfor, tieto prvky na skládke znamenajú chemické nebezpečenstvo pre okolie, a pritom sa dajú technologicky znovu spracovať. Spracovanie elektronického šrotu treba riešiť komplexne takou technológiou, pri ktorej sa okrem



1. Najvýznamnejšie faktory ovplyvňujúce náklady na recykláciu výrobkov

ušľachtilých kovov získajú aj základné – meď, železo, cín, zinok a pod., kým komponenty – plastické, keramické a sklenené –, ktoré sa nedajú oddeliť, sa znehodnotia tak, aby nespôsobovali environmentálne problémy (Imriš, 2000). Hlavným ekonomickým dôvodom súčasného recyklačného spracúvania elektronického šrotu je získavanie ušľachtilých kovov – zlata, striebra a kovov platinovej skupiny. Environmentálne dôvody vyplývajú zo skutočnosti, že tento šrot obsahuje aj celý rad toxických prvkov spôsobujúcich problémy pri doponovaní na skládkach.

Recyklácia, využitie a zneškodnenie elektronického šrotu

Pretože elektrické a elektronické zariadenia sú cenným zdrojom druhotných surovín, drahých kovov a energeticky využiteľných zložiek, treba zabezpečiť zber a triedenie elektronického šrotu. Pri jeho spracúvaní sa najprv mechanicky odstráni masívne konštrukčné diely – kryt, rám, chladiče atď. Ďalšou demontážou sa oddelia jednotlivé súčiastky a základné surovínové komponenty (sklo, plasty, kovy, keramika) a zložky s obsahom škodlivých látok (kondenzátory s obsahom PCB, selénové usmerňovače, azbestová izolácia a ortuťové spínače). Železné kovy možno oddeliť magnetickou separáciou a ďalej zhodnocovať. Meď a hliník sa oddeľujú gravitačnými metódami, separáciou v chemických roztokoch, odtavovaním a elektroindukčnou separáciou. Drahé kovy možno získať rozdrvením elektronického šrotu a separovaním pyrometalurgickými, hydrometalurgickými, elektrochemickými a biologickými metódami. Sklo sa získa rozrezaním obrazovky, pričom sa oddelí čelná časť od kónickej. Po vymytí luminoforu sa čelná časť ďalej zhodnocuje. Kónická časť

neobsahuje nebezpečné látky a tiež sa zhodnocuje. Plasty treba roztriediť možno ich ďalej zhodnotiť. Keramický materiál sa využije pri výrobe žiaruvzdorných materiálov. Luminofor možno ďalej regenerovať za účelom získania oxidov yttria a euróbia, prípadne terbia a gadolína. Ostatné kovy, ktoré sa vyskytujú v menšom množstve, možno tiež ďalej spracúvať. Aj materiály z gumených sa dajú zhodnotiť. Tmely a ostatné zložky sa zneškodňujú podľa charakteru analýz na príslušných skládkach. Ich objem možno minimalizovať tak, že sa použijú ako podporné palivo v cementárenských peciach (Kudelová, Jedlovská, Šarapatka, 1999).

Environmentálne hodnotenie a označovanie výrobkov

Zhodnocovaním elektronického šrotu sa znižujú environmentálne riziká vyplývajúce z nevhodného nakladania s ním. Z toho vyplýva, že touto problematikou sa treba vážne a komplexne zaoberať v rámci celého životného cyklu výrobkov. Významne k tomu môže pomôcť environmentálne hodnotenie a označovanie elektronických výrobkov (ekolabeling – z anglického *eco-labelling* – environmentálne označovanie).

Priznanie práva používať environmentálnu značku (ako ekvivalent sa používa termín ekoznačka) znamená, že výrobok má vlastnosti, ktoré sú z hľadiska ochrany životného prostredia prijateľnejšie, ako majú podobné výrobky na trhu. Environmentálna značka musí byť zárukou, že tento výrobok počas celého životného cyklu (od surovínových vstupov cez výrobu, použitie až po recykláciu alebo zneškodnenie ako odpadu) negatívne ovplyvňuje životné prostredie v menšej miere, ako iné výrobky s porovnateľnými funkčnými vlastnosťami (Kollár, 2001).

Myšlienka označovať výrobky značkami, ktoré by informovali spotrebiteľa o vplyve týchto produktov na životné prostredie v priebehu používania a po dožití, o spôsobe výroby a možnostiach ich konečného zneškodnenia, vznikla a bola realizovaná v Nemecku r. 1977. Podobný systém postupne zaviedli aj v ďalších krajinách a r. 1994 bola založená globálna sieť GEN (Global Ecolabelling Network). Význam uplatňovania programov environmentálneho označovania výrobkov na medzinárodnom poli sa zvýšil ich zaradením do medzinárodných noriem radu ISO 14 00X.

Národný program environmentálneho hodnotenia a označovania výrobkov v Slovenskej republike (NPEHOV) bol schválený uznesením vlády SR č. 97/1996 a rozhodnutím ministra životného prostredia vyhlásený dňa 15. 4. 1997. Výrobky, ktoré spĺňajú náročné kritériá, sa označujú značkou *Environmentálne vhodný výrobok* – EVV. NPEHOV obsahuje všetky dôležité zásady programu EÚ a rešpektuje prvky a zásady významných zahraničných ekolabelingových programov. Táto harmo-

nizácia má prispieť k lepšiemu uplatneniu našich výrobkov na zahraničných trhoch a k európskej integrácii v oblasti ochrany životného prostredia. V rámci aproximačného procesu sa zabezpečila implementácia príslušného Nariadenia EÚ schválením zákona NR SR č. 469/2002 Z. z. o environmentálnom označovaní výrobkov. V krajinách Európskej únie upravuje udeľovanie environmentálnej značky Nariadenie Rady/EHS/880/92, revidované Nariadením (EC) č. 1980/2000.

Environmentálne označovanie elektronických výrobkov

Environmentálne normy, spotrebné zvyklosti, preferencie a „environmentálna náročnosť“ rôznych národných trhov sú rozdielne. Produkty vyrábané v rozvojuvých krajinách často nespĺňajú náročné kritériá uplatňované na trhoch vyspelých štátov. Pretože spotrebiteľ sa stretáva s viacerými environmentálnymi značeniami je niekedy dezorientovaný. Environmentálne kritériá pre elektronické výrobky (osobné počítače, prenosné počítače, televízory) boli v EÚ zavedené r. 1999. Viaceré krajiny stanovili environmentálne kritériá pre počítače, napr. Nemecko (ekoznačka *Modrý anjel*), Nórsko, Švédsko, Island, Fínsko (ekoznačka *Nordická labuť*), Japonsko (*Japonská ekoznačka*), USA (ekoznačka *Zelený tuleň*), Kanada (ekoznačka *Kanadský environmentálny výber*), Austrália, Kórea a Thajsko. Environmentálnu značku *Európsky kvet* zatiaľ nenesie nijaký elektronický produkt. Veľké zahraničné firmy zaoberajúce sa výrobou elektronických produktov sa snažia čoraz viac približovať týmto kritériám, napríklad program spätného odberu použitých výrobkov zadarmo zaviedli Sony a Hewlett-Packard. V Nemecku spĺňajú kritériá na získanie ekoznačky *Modrý anjel* monitory firmy Philips, klávesnice a počítačové jednotky firmy Fujitsu Siemens. V Japonsku získalo na základe splnenia environmentálnych kritérií pre osobné počítače šesť výrobcov a tlačiarne osem výrobcov. *Nordickú labuť* získali dvaja výrobcovia audiovizuálnych a traja výrobcovia kopírovacích zariadení, tlačiarňí, faxov a jeden výrobca osobných počítačov. V Thajsku má ekoznačku 23 monitorov, 18 tlačiarňí a 22 osobných počítačov. NPEHOV v SR zatiaľ neobsahuje smernice pre žiadne elektronické výrobky. Rovnaká situácia je aj v Českej republike.

* * *

Medzi najzávažnejšie negatívne javy sprevádzajúce rastúcu produkciu a spotrebu elektronických výrobkov patria nevyhovujúce spôsoby ich zneškodňovania. Elektronický šrot je významným zdrojom vzácnych kovov a druhotných surovín. Zhodnocovaním elektronického šrotu sa znižujú environmentálne riziká súvi-

siace s nevhodným nakladaním s ním. Vzhľadom na to, že nový zákon o odpadoch upravuje problematiku elektronického šrotu, veľké organizácie vedia, ako majú nakladať s týmto odpadom. Avšak malé firmy, inštitúcie, a hlavne domácnosti často nemajú potrebné informácie, preto elektronický šrot končí na skládkach komunálneho odpadu. Na zabezpečenie zberu elektronického šrotu by sa mali vybudovať zberné miesta prístupné všetkým občanom, ktorí musia byť informovaní, že existuje takáto možnosť. Vítaná je účasť výrobcov na zneškodňovaní elektronického šrotu formou spätného odberu, bola by vhodná aj legislatívna podpora.

K riešeniu problémov s týmto druhom odpadu môže významne pomôcť environmentálne hodnotenie a označovanie elektronických výrobkov. Environmentálna značka by mala byť však doplnená aj stručnou informáciou spresňujúcou špecifické environmentálne vlastnosti príslušného výrobku, ktoré ho odlišujú od podobných výrobkov na trhu. V budúcnosti možno predpokladať, že jedným z kritérií hodnotiaceho procesu v rámci ekolabelingu bude povinnosť vypracovať dokumentáciu obsahujúcu materiálové zloženie elektrických a elektronických výrobkov. Environmentálnu značku *Environmentálne vhodné výrobky*, ani značku *Európsky kvet* nenesie v súčasnosti nijaký elektronický produkt.

Literatúra

- Duduc, V.: Kam vysypať elektronické smeti? XXI. storočie, 2000, 3, p. 41 – 42.
- Imriš, I.: Možnosti spracovania elektronického šrotu na Slovensku. In: Technika ochrany prostredia. Zborník z konferencie TOP 2000. STU Bratislava, 2000, s. 69 – 76.
- Kizlink, J., Mašek, M., Mašek, I.: Recyklace materiálu z vyrazených televíznych obrazovok. Odpady, 2002, 7 – 8, s. 19 – 21.
- Tolgyessy, J., Piatrik, M.: Zneškodňovanie a zužitkovanie tuhých odpadov. STU Bratislava, 1999, 269 s.
- Kollár, V.: Environmentálne orientované riadenie podnikov. Enviromagazín, 2001, mimoriadne číslo, s. 6 – 7.
- Kudelová, K., Jedlovská, J., Šarapatka, B.: Odpady. Olomouc, 1999.

RNDr. Miroslav Rusko, Katedra environmentálneho a bezpečnostného inžinierstva Materiálovo-technologickej fakulty STU, Bottova 24, 917 24 Trnava
 mirorusko@centrum.sk

RNDr. Peter Debnár, Katedra environmentálneho a bezpečnostného inžinierstva Materiálovo-technologickej fakulty STU, Bottova 24, 917 24 Trnava
 deltronik@tt.psg.sk

Ing. Tatiana Krečmerová, Ústav krajinné ekologie Agonomické fakulty MZLU, Zemědělská 1, 613 00 Brno
 taticakrec@pobox.sk