

MODELOVANIE DEMONTÁŽNYCH PROCESOV Z HĽADISKA OPTIMÁLNEJ VYUŽITELNOSTI DOŽITÉHO PRODUKTU

Miriám PEKARČÍKOVÁ – Denisa BOBKOVÁ – Renáta TURISOVÁ

ABSTRAKT

Svet sa v tomto období ubera cestou environmentálnych prístupov. Navrhovanie produktov s minimálnym vplyvom na prostredie sa stáva najdôležitejším aspektom. Každý z produktov by mali byť vyrobené za účelom ich rozobratia po ich životnosti. Proces demontáže pozostáva z niekoľkých krokov: príprava na demontáž, čiastočná demontáž a konečná kontrola. Konečná kontrola je dôležitým krokom, pretože rozhoduje o ďalšom použití demontovaných komponentov: použitie v pôvodných podmienkach, recyklácia alebo odstránenie ako odpad. Tento článok iba neprezentuje túto techniku, ale tiež ilustruje jej použitie v prípadovej štúdii.

Kľúčové slová: modelovanie, demontáž, demontážny proces

ABSTRACT

Nowadays world goes one's way, way to environmentalism. Designing products in order to minimise their impact on the environment is becoming increasingly important. Each of products should be made for disassembly after its lifetime. Process of disassembly is composed of a few steps: preparing for disassembly, self-disassembly and final inspection. Final inspection is important step because make a decision about next using disassembled components: use original condition, recycling or waste conditioning. This paper not only presents this technique but also illustrates its use with a case study.

Keywords: modelling, disassembly, disassembly process

JEL klasifikácia: L60, L62, L63

ÚVOD

V súčasnosti je na trhu množstvo malých domácich elektrospotrebičov, ktorých počet neustále narastá. Pri takto zvýšenej produkcii bude onedlho svet zahltený elektroodpadom. Preto už nie je možné vyvíjať nové produkty bez toho, aby sa nevenovala pozornosť aj environmentálnym následkom, ktoré daný produkt prináša.

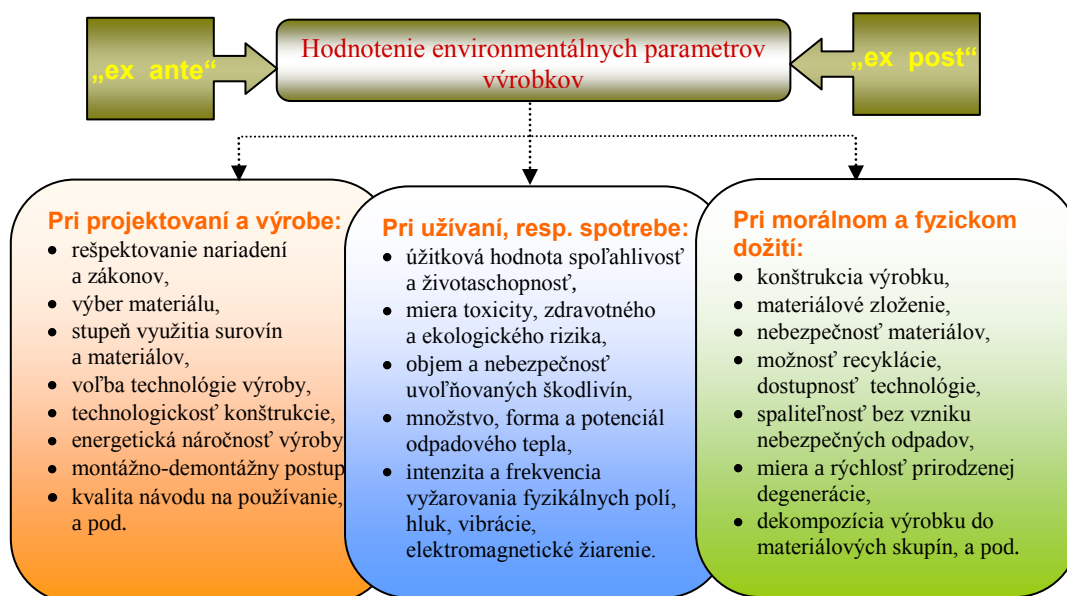
nečisťovanie životného prostredia je veľmi aktuálnou otázkou a neustále sa diskutuje o možnostiach efektívnejšej výroby výrobkov, ktoré by vo veľkej miere nezaťažovali životné prostredie. Najschodnejšou cestou je výroba výrobkov s predpokladom využitia komponentov po jeho dožití. V podstate každý elektrický, resp. elektronický produkt pozostáva z kombinácie niekoľkých základných stavebných kameňov ako sú obvodové dosky, káble, elektrické vodiče a drôty, umelé hmoty obsahujúce spomaľovače horenia, tzv.

retardanty horenia, ortuťové spínače, displeje z tekutých kryštálov, akumulátory, batérie, kondenzátory, atď. Niektoré z týchto komponentov je možné opätovne využiť, čiže recyklovať ich v novom výrobnom procese.

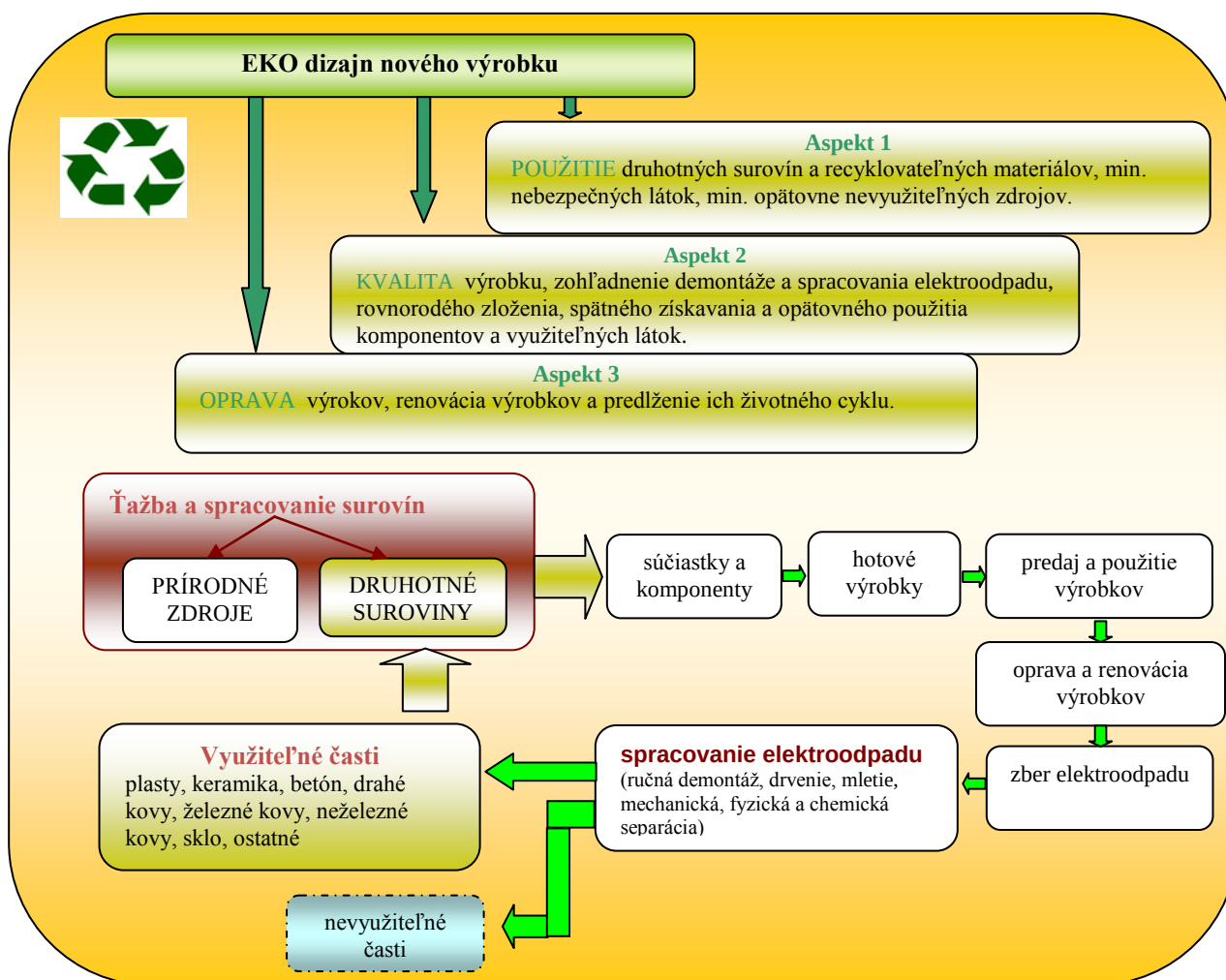
1. HODNOTENIE ENVIRONMENTÁLNYCH PARAMETROV VÝROBKOV

Význam hodnotenia environmentálnych parametrov výrobkov z pohľadu modelovania výrobného a demontážneho procesu prináša pozitívne prínosy z hľadiska životného prostredia. Výrobky hodnotíme z troch hľadísk (obrázok 1) (Trebuňa, 2008):

- pri projektovaní a výrobe,
- pri užívaní, resp. spotrebe,
- pri morálnom a fyzickom dožití.



Obrázok 1 Hodnotenie environmentálnych parametrov výrobkov [8]



Obrázok 2 EKO dizajn nového výrobku [7]

Pri súčasnom trende je potrebné sa zaoberať hlavne tretím hľadiskom hodnotenia výrobkov, a to hodnotením pri dožití. Nesmie sa však zanedbať ani projektovanie nových výrob, aby sa predišlo zahľteniu elektroodpadom (obrázok 2).

Všeobecnou otázkou pre výrobcu je: prečo sa trápiť s demontážnou vyradených produktov. Argumentom pre demontáž môže byť aj malá časť znovu použiteľného obsahu (Das – Naik, 2002).

2. DEMONTÁŽNY PROCES

Demontážny proces je možné charakterizovať ako súhrn operácií demontáže súčiastok z vyšších celkov, technicky, čo najjednoduchšie a ekonomicky efektívne. Demontáž narúša súdržnosť konštrukcie produktu s cieľom opätovne získať súčiastky, vzácne materiály atď., pričom je potrebné brať do úvahy fakt, že súčiastky môžu byť opotrebované,

skorodované a inak poškodené, a tým z hľadiska produktovej recyklácie nepoužiteľné (Das – Naik, 2002; Mohite – Hong-Chao, 2005).

Demontáž predstavuje profesnú oblasť, kde prevládajú väčšinou ručné úkony, ktoré sú obtiažné a ťažko sa nahrádzajú úkonmi strojov. Demontážny proces pozostáva z demontážnych operácií, ktorými sa rozoberajú finálne produkty na nižšie celky (montážne uzly, skupiny), a tie na súčiastky a materiály. Realizovaný je v konkrétnej technicky a ekonomicky efektívnej postupnosti. Súčasťou demontážneho procesu sú aj prípravné, pomocné a obslužné činnosti, ktoré celý proces podporujú a racionalizujú. Demontážne procesy prebiehajú v konkrétnych technických, technologických, organizačných a ekonomických podmienkach.

Demontáž je tvorená vo vopred stanovených logických krokoch. Z postupnej analýzy demontážnych procesov je možné stanoviť tri hlavné úlohy demontáže:

- odstraňovanie škodlivých a nebezpečných látok,
- získavanie konštrukčných celkov alebo jednotlivých súčiastok pre opätovné použitie,
- separácia frakcií látok s naviazaním na recykláciu materiálov.

Pri modelovaní demontážneho postupu sa vychádza z konštrukčnej dokumentácie výrobku, existujúceho strojového a nástrojového vybavenia a z noriem pre určovanie noriem času pre jednotlivé demontážne operácie. Na základe štruktúrneho/demontážneho kusovníka sa vypracuje predbežné poradie demontážnych operácií pre výrobok, pre každú zostavu a pre každú podzostavu.

V procese demontáže je produkt ako celok vstupom do procesu drvenia - demontáže. Samozrejme, ak je prínos z procesu demontáže a následnej materiálovej recyklácie taká, že by bolo možné efektívne opätovne použiť väčšinu materiálového obsahu. V tomto prípade bude preferovaný proces drvenia. Platí to predovšetkým pre produkty s vysokým stupňom materiálovej homogenity (napr. plastové obaly, hračky, platový záhradný nábytok, atď.), alebo produkty s vysokou koncentráciou vzácnych materiálov (plošné spoje).

Existuje však niekoľko ďalších rovnako dôležitých dôvodov, prečo realizovať demontáž produktu, a to [2]:

- využitie súčiastok s vysokou hodnotou opätovného použitia,
- spracovávanie a bezpečné disponovanie s časťami s nebezpečným obsahom (batérie, palivové nádrže, ortuť),
- spracovávanie častí s vysokou tepelnou hodnotou pre ďalšie spaľovanie (pneumatiky, guma),
- rozkladanie častí a komponentov kvôli predchádzaniu neoprávneného opätovného predaja.

3. TECHNOLOGICKÝ POSTUP ZÍSKAVANIA A ÚPRAVY ELEKTROODPADU

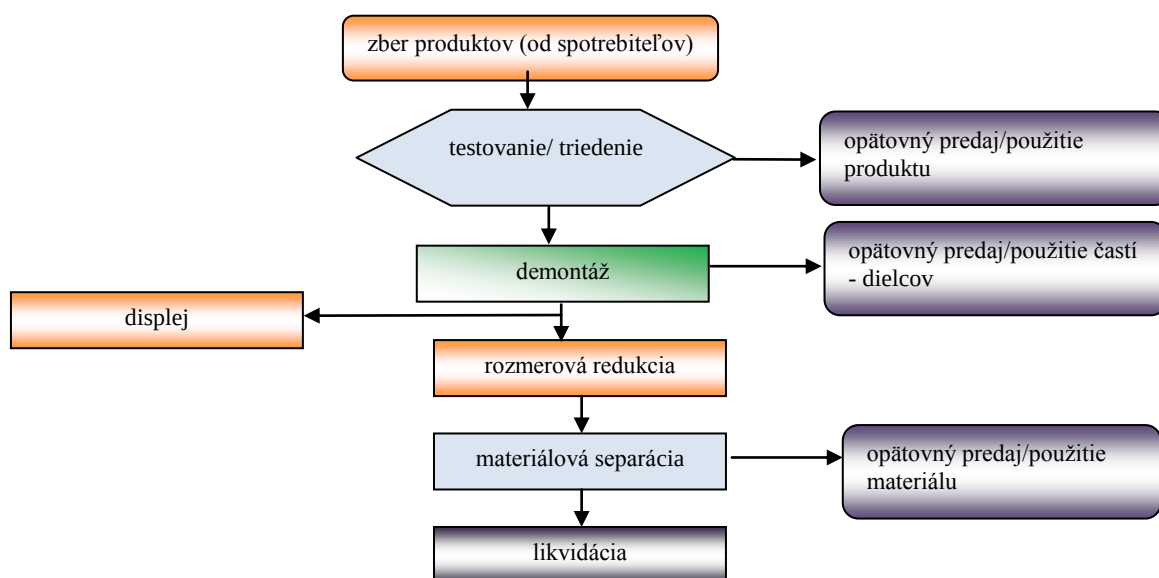
Najprv je potrebné zabezpečiť získavanie elektroodpadu od spotrebiteľov, a to zabezpečením odvozu elektroodpadu verejnými kontajnermi alebo zberom elektroodpadu priamo v predajniach a servisoch.

Zjednodušený diagram technologického postupu získavania a úpravy elektroodpadu je na obrázku 3. Začína zberom produktov, nasleduje testovanie produktu za účelom vytriedenia opätovne použiteľného a opätovne nepoužiteľného elektroodpadu. Elektroodpad, ktorý opäť použiteľný nie je, je demontovaný a jednotlivé frakcie elektroodpadu sú vytriedené na opätovne použiteľné a opätovne nepoužiteľné časti. Opätovne nepoužiteľné

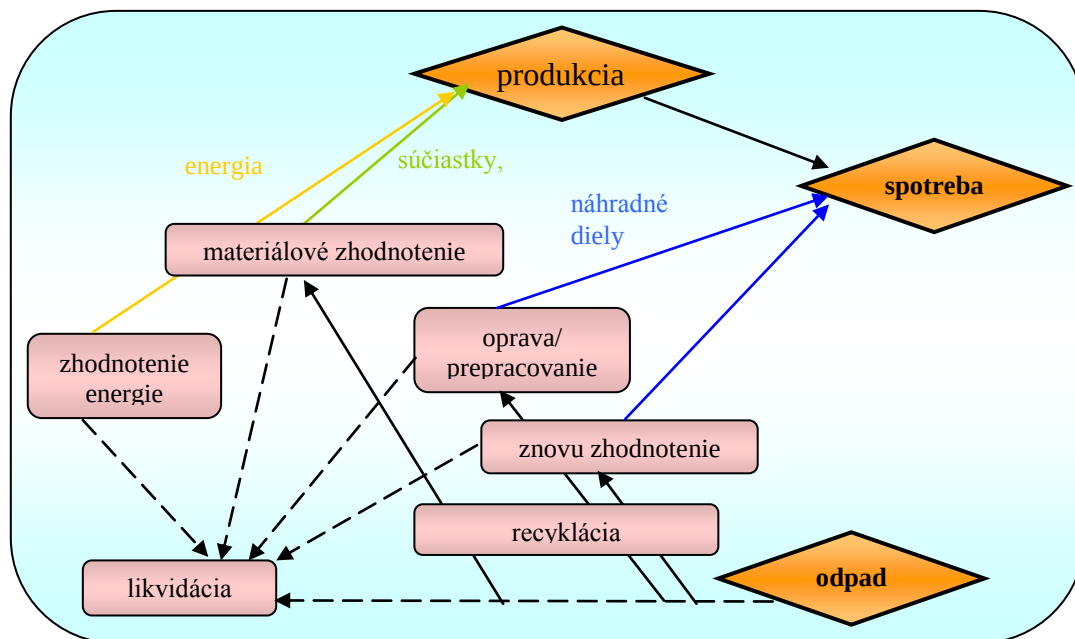
časti elektroodpadu postúpia rozmerovú redukciu, separáciu pre získanie rôznych materiálov, zatiaľ čo ostatné frakcie elektroodpadu sú rozdrvené.

Základom spracovania elektroodpadu je materiálový tok. Každá demontáž pozostáva z operácií, pri ktorých je elektroodpad demontovaný na konkrétne demontážne skupiny a tie sa delia na ďalej demontovateľné podskupiny a na nedemontovateľné podskupiny, ktoré nie je možné spracovať a stávajú sa odpadom určeným na likvidáciu. Po úplnej demontáži všetkých skupín a podskupín sa nebezpečné zvyšky prevedú na skládku odpadov alebo sú spálené. Popis spracovania na každej skupinovej a podskupinovej úrovni je daná požiadavkami na vstup, jednotlivými operáciami a výstupom z úrovne spracovania.

Recyklácia elektroodpadu (obrázok 3) vytvára možnosti pre získanie širokého sortimentu surovín vhodných pre ďalšie použitie. Výstupy bývajú v závislosti na použitej technológii rôznej kvality. Vždy sa však jedná o zmes železných kovov, plastov, koncentrátov medi (jemná frakcia navyše obsahuje drahé kovy), hliníka, atď. Závisí na trhových možnostiach, do akého finálneho výstupu je potrebné technologický postup smerovať. Dôležitý je taktiež vplyv na životné prostredie, keďže pri neodbornom, resp. nevhodnom spôsobe recyklácie môžu do okolitého prostredia uniknúť látky, ktoré ohrozujú zdravie a život organizmov vôbec.



Obrázok 3 Príklad zjednodušenej technologickej úpravy malého elektrospotrebiča

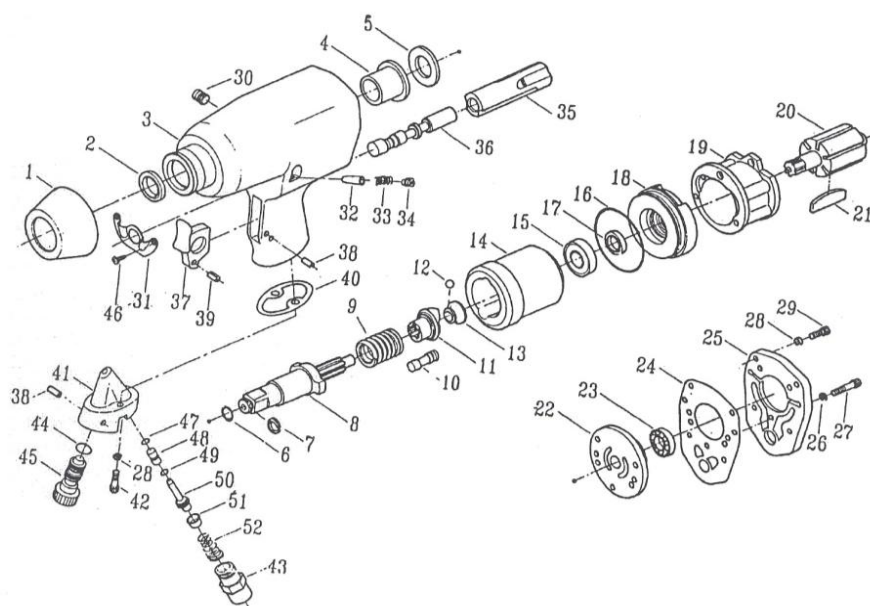


Obrázok 4 Recyklácia malých elektrospotrebičov

4. MODELOVANIE DEMONTÁŽNEHO POSTUPU

Demontážny postup vychádza z demontáže konkrétneho produktu (obrázok 5). Odlíšnosti v demontážnych postupoch sú posudzované a následne je vytvorený najlepší možný demontážny postup, ktorý umožní demontáž produktu za minimálny možný čas. Jednou z výziev pri vytváraní modelu demontážneho kusovníka je presný popis procesu rozkladu produktu. Pokiaľ je konečný stav neznámi, problém rozmanitosti rozloženia produktu na jednotlivé časti komplikuje tento presný popis.

Okrem presného popisu komponentov produktov určených na demontáž je potrebné dopredu určiť spôsob využitia jednotlivých súčiastok (tabuľka 2). Ak sú niektoré demontážne skupiny alebo podskupiny nevyužiteľné pre recykláciu alebo renováciu, je ekonomicky neefektívne takéto skupiny alebo podskupiny ďalej demontovať. Jednoducho sa vyradia na zničenie a demontujú sa len tie demontážne skupiny, ktorých komponenty možno recyklovať alebo renovovať.



Obrázok 5 Príklad rozloženia komponentov produktu určeného pre demontáž [6]

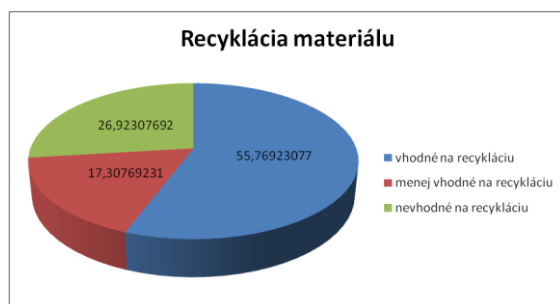
Tabuľka 1 Spôsoby využitia jednotlivých súčiastok [6]

P.Č.	názov	spôsob využitia		
		recyklácia materiálu	renovácia súčiastky	zničenie - odpad
1.	gumový ochranný kryt a všetky tesnenia(1,2,24..)	X	/	/
2.	puzdro(3)	X	O	/
3.	vložka puzdra(4)	O	/	/
4.	hnací hriadeľ(8)	O	X	/
5.	prítlačná pružina(9,33)	X	/	O
6.	nárazový hrot(10)	O	/	X
7.	spojka(11)	/	X	/
8.	ocelová guľka(12)	X	O	/
9.	vedenie ocelevej guľky(13)	X	/	/
10.	puzdro kladiv. úderného zariadenia(14)	O	/	X
11.	guľkové ložisko(15)	O	X	/
12.	krycia platnička(18,22)	X	/	O
13.	valec(19)	O	X	/
14.	rotor(20)	O	X	/
15.	lamely rotora(21)	X	O	/
16.	veko puzdra(25)	X	O	O
17.	pružná podložka(26)	X	/	O
18.	valcovitá skrutka(27,29)	X	O	/
19.	uzáver otvoru na plnenie oleja(30)	X	/	O
20.	tlmič odvetrávania(31)	/	/	X
21.	kolík(32)	X	O	/

22.	vložka na riadiaci piest(35)	O	/	X
23.	riadiaci piest(36)	O	X	/
24.	povoľovacia páka(37)	O	X	/
25.	ventilový blok(41)	X	/	/
26.	regulátor vzduchu(45)	/	/	X
27.	ventil(48)	X	O	/

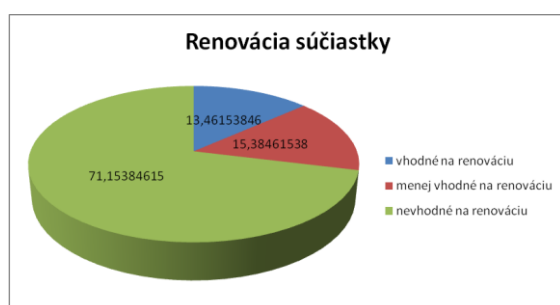
Legenda : X - vhodné, O - menej vhodné, / - nevhodné

Po zistení využiteľnosti jednotlivých komponentov, podskupín a skupín je možné demontážny proces namodelovať v tabuľkovej podobe, ktorá obsahuje číslo operácie, popis demontážnych častí, čas potrebný na demontážnu operáciu pre konkrétnu časť, stručný popis postupu, ako napr. koľko skrutiek je potrebné odstrániť, aké ďalšie úkony sú potrebné pre demontáž tejto časti, atď. Demontáž produktu je uskutočňovaná dovtedy, pokiaľ už nie je možný ďalší rozklad, čo môže byť spôsobené nedosiahnuteľnosťou komponentov alebo limitovanými zdrojmi.



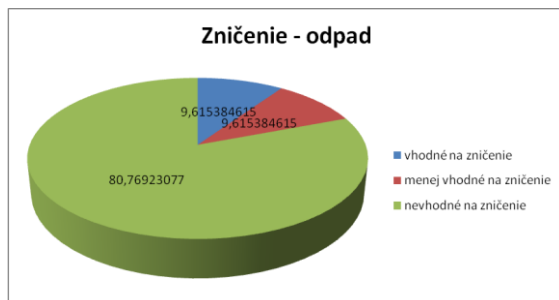
Obrázok 6 Vhodnosť recyklácie materiálu

Na obrázku 6 je graf s percentuálnym zastúpením materiálov podľa vhodnosti na recykláciu spracovaný na základe tabuľky 1.



Obrázok 7 Vhodnosť renovácie súčiastky

Graf vhodnosti súčiastok na renováciu je zobrazený na obrázku 7 a na obrázku 8 je znázornený graf, ktorý určuje nevhodnosť materiálu a súčiastok na recykláciu a renováciu, čiže sú určené na likvidáciu.



Obrázok 8 Vhodnosť na zničenie - odpad

Namodelovaný demontážny postup môže byť zobrazený v demontážnom strome, ktorý je vytvorený na základe demontážnych krokov pre daný produkt. Demontážny strom taktiež umožňuje pochopenie krokov požadovaných k dosiahnutiu špecifických komponentov produktu.

ZÁVER

Zvyšovanie produktivity práce ručných demontážnych procesov si vyžaduje aktívnu analýzu interakcie človeka a pracovného prostredia. Demontáž produktu nie je možné urobiť jednoducho ako opak montáže. Určité rysy tejto problematiky sa od montáže značne odlišujú. Prvé štúdie ukazujú, že plánovanie demontážneho procesu je v porovnaní s plánovaním montážneho relatívne novou problematikou, ktorej sa len v posledných rokoch začalo vo vedeckej literatúre venovať viac pozornosti.

Táto publikácia vznikla za podpory grantovej úlohy AV č. 4/0005/07 Využitie logistických sietí pri reštrukturalizácii podnikových procesov v malých a stredných priemyselných firmách.

LITERATÚRA

- [1] S. K. DAS, S. NAIK: *Process planning for product disassembly*. International journal of production research 40:66, 1335-1355, Taylor & Francis, 2002
- [2] MOHITE, S.; HONG-CHAO ZHANG: Disassembly analysis, material composition analysis and environmental impact analysis for computer drives. Electronics and the Environment, 2005. Proceedings of the 2005 IEEE International Symposium on Volume , Issue , 16-19 May 2005 Page(s): 215 – 220.
- [3] TREBUŇA P.: *Projektovanie výroby integrované optimálnym systémom hmotných tokov*. In: Transfer inovácií. č. 11 (2008), s. 184-186. Internet: <http://www.sjf.tuke.sk/transferinova_cii/pages/archiv/transfer/11-2008/pdf/184-186.pdf>. ISBN 978-80-8073-832-7.
- [4] MIHOK, J. - MALEGA, P.: *Cost effectiveness analysis*. In: Social'no-ekonomičeskoje upravlenije: teorija i praktika. vol. 10, no. 2 (2006), p. 32-35. ISSN 1813-7946.
- [5] TURISOVÁ, R.: *Modelovanie rizík v systémoch riadenia*. In: Transfer inovácií. č. 6 (2003), s. 178-181. ISBN 80-8075-075-X.
- [6] DZUGAĎOVÁ, L.: Demontáž dožitých výrobkov, Diplomová práca Sjf TU KMaE, 2008, Košice

- [7] http://envidom.sk/sk/zber_a_recyklacia/eco_dizajn_a_zivotny_cyklus_elektrozariadenia.php
- [8] BADIDA, M., MAJERNÍK, M., ŠEBO, D., HODOLIČ, J.: Strojárska výroba a životné prostredie, SjF TU, Viena Košice, 2001, Košice, ISBN: 80-7099-695-1
- [9] HAJDUOVÁ, Z., ANDREJKOVIČ, M., ŠIMOVÁ, K.: Hodnotenie výkonnosti, samohodnotenie a benchmarking vzdelávacích inštitúcií. In: *Manažment v teórii a praxi*, roč. 4, 2008, č. 1-2, s. 28 - 34, ISSN 1336-7137

INFORMÁCIE O AUTOROCH

Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.

Ing. Denisa Bobková

Ing. Renáta Turisová, PhD.

Strojnícka fakulta

Technická univerzita v Košiciach

Katedra manažmentu a ekonomiky

Němcovej 32

042 00 Košice

E-mail: renata.turisova@tuke.sk

E-mail: miriam.pekarcikova@tuke.sk

E-mail: denisa.bobkova@tuke.sk