



SYSTÉMOVÉ, TECHNICKÉ, EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNE ASPEKTY REVERZNEJ LOGISTIKY DOŽITÝCH VÝROBKOV SPOTREBNEJ ELEKTRONIKY

SYSTEM, TECHNICAL, ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ASPECTS OF REVERSE LOGISTICS OF END-OF-LIFE ELECTRONIC PRODUCTS

Juraj ŠEBO

Abstract

The main goal of the paper is to describe system, technical, economic and environmental aspects of reverse logistics of end-of life electronic products. The paper analyzes these aspects separately and in the conclusion it lists the aspects of the reverse logistics systems which need to be considered in a planning or optimization stage.

Key words

planning, reverse logistics, electronic products

Úvod

Môžeme si položiť otázku ako dosiahnuť v trhovej ekonomike výrobu a spotrebu prijateľnejšiu k životnému prostrediu a akú úlohu tu môže zohrať logistika, respektívne reverzná logistika? Pri odpovedi je možné vychádzať z teórie externalít, ktorá sa snaží o zahrnutie všetkých nákladov spojených s poskytovaním určitého výrobku do nákladov a tým aj do jeho ceny a tým poskytovať správne trhové signály pre spotrebiteľov. Logistika môže v tejto súvislosti zaistiť zmenu štruktúry a správania dodávateľských reťazcov smerom k žiadúcemu stavu tým, že optimalizuje hodnototvorné procesy podľa zadaných podmienok [4]. Taktiež samotný „proekologický“ spotrebiteľia môžu nepriamo prostredníctvom svojich nákupov vysielat' signály výrobcem, aby sa zaoberali otázkami dopadu ich výrobkov na životné prostredie.

Plánovanie systémov reverznej logistiky pre likvidáciu dožitých výrobkov spotrebnej elektroniky

Reverzná logistika, sleduje primerane ekonomické aj ekologické ciele. Za hlavné snaženie reverznej logistiky považuje Škapa [4] obmedzenie plytvania zo zdrojmi (predĺžením životnosti výrobkov alebo ich súčiastok) a uzatvorenie materiálových tokov prostredníctvom recyklácie. Je však rozdiel či sa na to pozeráme z pohľadu štátu alebo z pohľadu podniku. Z pohľadu štátu bude dôležitejší prínos pre životné prostredia a naopak pre podnik bude dôležitejší prínos k tvorbe zisku.

Podľa Shiha [1] je pri plánovaní systémov reverznej logistiky pre likvidáciu dožitých spotrebných výrobkov potrebné zvažovať niekoľko aspektov:

- Zber
- Demontáž
- Recykláciu



- Trh pre získané suroviny
- Konečnú likvidáciu

S cieľom nájsť optimálny systém pre likvidáciu dožitých produktov niektoré štúdie aplikujú metódy matematického programovania. Väčšina týchto štúdií navrhuje modely matematického programovania, ktoré riešia problémy ako problémy spätného sieťového toku (reverse network flow) s cieľom získať návrh optimálnej infraštruktúry ako aj materiálového toku. Výhody týchto modelov pre plánovanie systémov likvidácie dožitých produktov predstavujú:

- získanie návrhu optimálneho systému s minimálnymi celkovými nákladmi,
- zahrnutie technologických obmedzení ako aj obmedzení vyplývajúcich z environmentálnej legislatívy v danom štáte (resp. území) [1].

V oblasti dožitých počítačov a domácich spotrebičov využíva Shih [1] na tvorbu optimálneho systému zberu a recyklácie zmiešanú metódu celočíselného programovania (mixed integer programming method). Celočíselné premenné (integer variables) slúžia pre výber miesta pre sklady a spracovateľské závody. Optimálny fyzický tok dožitých výrobkov prechádza cez zberné miesta, sklady, recyklačné závody až do miesta konečnej likvidácie. Celkové náklady vrátane fixných nákladov, dopravných nákladov, nákladov na konečné spracovanie (likvidáciu) ako aj príjmy z predaja znovu získaných surovín sú zahrnuté v účelovej funkcii. Je možné modelovať niekoľko scenárov pre rôzne miery vratnosti produktov a prevádzkových podmienok. Do tohto modelu sú zahrnuté nasledujúce štyri typy zainteresovaných subjektov (stakeholderov):

- zberné miesta,
- sklady (fungujúce ako nárazník medzi zberovými miestami a recyklačnými závodmi),
- demontážne a recyklačné závody (odstraňujú, demontujú, drvia a triedia),
- trh s druhotnými surovinami, konečná likvidácia a skládky (ďalšie spracovanie sa vyžaduje v prípade nebezpečných odpadov),

pričom na sledovanie likvidovaných produktov sa využívajú čiarové kódy na jednotlivých produktoch a na komunikáciu medzi jednotlivými stranami Internet.

Cieľom modelu je minimalizovať celkové náklady (vrátane všetkých nákladov (t.j. náklady dopravné, prevádzkové, fixné (investičné) na nové zariadenia (resp. prevádzky), konečnej likvidácie, skládkovania) a príjmov z predaja druhotných materiálov). Model obsahuje obmedzenia ochrany životného prostredia, kapacity zariadení, počtu zariadení a ďalšie. Model sa môže využiť na riešenie optimálneho spätného sieťového toku a tiež na určenie počtu a umiestnenia nových zariadení (resp. závodov alebo prevádzok).

Aspekty ručnej demontáže dožitých výrobkov spotrebnej elektroniky

Smernica EU o odpadoch z elektrických a elektronických zariadení a jej implementácia v štátoch EÚ poskytuje iba chabý základ na prechod z fungovania hospodárstva typu zdroj – odpad na hospodárstvo so skutočným uplatňovaním recyklácie v tom najširšom chápaní. Napriek tomu smernica vytvára nové konkurenčné tlaky, ktoré vedú v poslednom období k presunu orientácie z precízneho odstránenia znečistenia vyžadovaného zákon o darcami a postupy minimalizujúce náklady, ktoré môžu negatívne ovplyvniť kvalitu, zdravie a bezpečnosť pri práci a životné prostredie. [2]

Činnosti ručnej demontáže sú stále viac pod tlakom, pričom je pre nich ťažké konkurovať s mechanizovaným spracovaním odpadov. Zároveň sa však, mechanické systémy spracovania považujú za neadekvátne navrhnuté vzhľadom na niekoľko aspektov. Aby sa



zabezpečilo primerané odstránenie znečistenia, veľa druhov produktov musí prejsť predmechanizovaným spracovaním čiastočne manuálnou demontážou, z dôvodu odstránenia častí obsahujúcich znečisťujú celátky.[2]

Na základe realizovaného výskumu [2] ktorý sa zaoberal identifikáciou a hodnotením potenciálov v usporiadaní pracovísk v rámci recyklačného závodu a priebehu pracovných činností (workflow) prostredníctvom určenia zloženia a demontážnych charakteristík dožitých elektrických a elektornických zariadení, pri využití počítačovej simulácie priebehu demontáže, môžeme medzi ciele v tejto oblasti zahrnúť:

- podstatné zvýšenie efektívnosti priebehu pracovných činností demontáže (miera priepustnosti na zamestnanca a jednotku času),
- ďalšie zlepšovanie a zachovanie kvality (úrovne) odstraňovania značistenia (nedeštruktívne odstránenie všetkých častí obsahujúcich znečisťujú celátky) a zvýšenie separácie recyklovateľných frakcií – bezohľadu na obmenu zamestnancov,
- lepšie reagovanie na meniacu sa dostupnosť ľudských zdrojov a nepredvídateľných rozdielov v kvalifikácii zamestnancov
- zvýšenie bezpečnosti, zručnosti a spokojnosti jednotlivých zamestnancov

Ekonomické aspekty recyklačnej demontáže spotrebnej elektorniky

Nakoľko projekt výstavby recyklačných centier je finančne náročná záležitosť, je nutné zvážiť výhody a nevýhody recyklácie spotrebnej elektorniky. Medzi faktory, ktoré ovplyvňujú rozhodnutie o výstavbe patria [3]:

- ekonomické faktory

- návratnosť investícií
- náklady na výstavbu
- ceny druhotných surovín
- cena za vykonanú prácu
- cena za dopravu, výkup
- možnosti zamestnania

- ekologické faktory

- miera recyklácie
- množstvo ušetrenej energie
- množstvo ušetrených surovín

Pri ekonomickom zhodnotení recyklačnej ručnej demontáže výrobku spotrebnej elektroniky je možné vychádzať zo stanovenia fixných a variabilných nákladov a výnosov za výkup vyseparovaných surovín. V určitých prípadoch je možné abstrahovať od nákladov na výstavbu recyklačného centra t.j. fixných nákladov spojených s recyklačnou demontážou. Táto abstrakcia môže byť reálna v prípade spolufinancovania výstavby z grantu. V prípade zahrnutia týchto nákladov je potrebné vyriešiť otázku stanovenia optimálnej veľkosti demontážno-recyklačného centra a z toho vyplývajúcu investičnú náročnosť výstavby. Do variabilných nákladov zahrnieme mzdové náklady demontážnych pracovníkov potrebných na zabezpečenie ručnej demontáže a náklady na odvoz a likvidáciu nevykupovaných vyseparovaných surovín (resp. odpadu). Na strane výnosov zahrnieme výnosy z predaja vykupovaných druhotných surovín. V závislosti od situácie konkrétnej vykupovanej komodity je potrebné prihliadať aj na dopravné náklady k výkupcovi druhotných surovín ak si ten



nezabezpečuje zvoz na vlastné náklady. V poslednom kroku vypočítame zisk (resp. stratu) z recyklačnej ručnej demontáže ako rozdiel medzi výnosmi a nákladmi.

Záver:

Pri plánovaní systémov reverznej logistiky pre výroby spotrebnej elektorniky, je potrebné zohľadniť niekoľko aspektov. Pri zľadovaní systému ako celku na úrovni štátu alebo regiónu je vhodné využiť optimalizáciu rozmiestnenia (resp. budovania) jednotlivých prevádzok. Na úrovni demontážneho závodu je potrebné zlepšovať pracovný postup pri zachovaní kvality odstraňovania znečisťujúcich látok ako aj zabezpečiť bezpečnosť pracovníkov. Pri budovaní recyklačno-demontážnych závodov je potrebné tiež zvážiť viacero ekonomických faktorov ako sú návratnosť investícií, náklady na výstavbu, ceny druhotných surovín, cena práce, dopravné náklady, prípadne iné faktory (napr. účinnosť zberu dožitých spotrebičov). Z hľadiska dopadov na životné prostredie je potrebné skúmať mieru recyklácie a množstvo ušetrených surovín a energie.

Kľúčové slová

Plánovanie, reverzná logistika, elektronika

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0102/11 Metódy a techniky experimentálneho modelovania vnútropodnikových výrobných a nevýrobných procesov.

Literatúra

1. SHIH, Li-Hsing: Reverse logistics system planning for recycling electrical appliances and computers in Taiwan Resources, Conservation and Recycling 32 (2001) 55–72,
2. Semi-manual dismantling of small electric and electronic equipment [online], [cited 2008-20-11]. Obtainable, from: <http://www.fabrikderzukunft.at/results.html/id4388>,
3. PECHA, C.: Recyklácia bielej techniky. Diplomová práca, Strojnícka fakulta TU v Košiciach,
4. ŠKAPA, R.: Reverzní logistika, Masarykova univerzita v Brne, Ekonomicko-správní fakulta, Brno, 2005.

Kontaktná adresa

Ing. Juraj Šebo, PhD.
Katedra manžmentu a ekonomiky,
Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach,
Němcovej 32, 040 01 Košice, Tel.: (421) 55 602 3241,
E-mail: juraj.sebo@tuke