

**Implementácia všeobecného modelu reverznej logistiky pre zefektívnenie spätného
materiálového toku odpadov v meste Košice**

**Implementation of general model of reverse logistics for increase of effectiveness of
reverse material flow of wastes in the city Košice**

doc. Ing. Nikoleta Mikušová, PhD.¹

Anotácia

Riešenie problémov odpadového hospodárstva má svoje významné postavenie na štátnej úrovni, ale súčasne aj na úrovni občianskych iniciatív a jednotlivcov. Je to predovšetkým v dôsledku obmedzenosti prírodných zdrojov, ale aj zvyšujúcej sa environmentálnej uvedomelosti. Účinný prostriedok pre riešenie problémov odpadového hospodárstva predstavuje reverzná logistika, ktorá prostredníctvom spätných materiálových tokov a riešenia procesov vytvára priestor pre elimináciu a redukciiu odpadov. Zároveň vhodný spôsob implementácie reverznej logistiky kreuje podmienky pre zníženie logistických nákladov a súčasne aj pre ochranu životného prostredia. Príklad riešenia problémov odpadového hospodárstva prostredníctvom princípov reverznej logistiky prezentuje parciálny výsledok prípadovej štúdie (Implementácia všeobecného modelu reverznej logistiky, realizovanej na Ústave logistiky, F BERG, TU v Košiciach), ktorá sa zameriava na zefektívnenie spätného materiálového toku odpadov v meste Košice použitím heuristických metód rozhodovania a alokácie.

Kľúčové slová

Logistika, reverzná logistika, odpad, odpadové hospodárstvo

¹ doc. Ing. Nikoleta Mikušová, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Fakulta BERG, Ústav logistiky, Letná 9, 042 00 Košice, email: nikoleta.mikusova@tuke.sk

Annotation

Solution of the problems of waste management has its significant position at the state level, but at the same time at the level of civic initiatives and individuals. This is primarily because of the limitations of natural resources, but also increasing environmental consciousness. Effective tool for solution of waste management problems presents reverse logistics which through reverse material flows and solution of processes creates the scope for elimination and reduction of wastes. At the same time, the suitable way of reverse logistics implementation creates conditions for reduction of logistics costs and also for environment protection. Example of waste management problems solutions by principles of reverse logistics presents the partial result of the case study (Implementation of the general model of reverse logistics, realized at the Institute of Logistics, F BERG, TU Košice) which deals with improvement of reverse material flow of wastes in the city Košice by the help of heuristic methods of decision making and allocation.

Key words

Logistics, reverse logistics, waste, waste management

1. Úvod

Reverzná logistika je prostriedok pre efektívny manažment toku odpadov so smerovaním odpadov na miesta ďalšieho využitia (cez triedenie, úpravu smerom k zhodnocovaniu alebo prepracovaniu). Súčasne, pri aplikovaní reverznej logistiky je nutné aj riešenie spätného materiálového toku takým spôsobom, ktorý zabezpečí minimálne množstvo odpadov uložených na skládke odpadov, ale naopak maximálne množstvo odpadov určených na zhodnocovanie (2). Uvedená myšlienka vytvorila platformu pri riešení prípadovej štúdie na Ústave logistiky, F BERG, TU v Košiciach s názvom „Implementácia všeobecného modelu reverznej logistiky“, ktorá bola rozdelená do niekoľkých fáz riešenia. Prvá fáza riešenia sa týkala detailného rozboru reverznej logistiky s prihliadnutím na poznatky zahraničných odborníkov zaoberajúcich sa reverznou a distribučnou logistikou a súčasne aj slovenských odborníkov, ktorí sa orientujú na problematiku reverznej logistiky (3,4). Na základe zistených poznatkov bola pre podmienky SR formulovaná nová aplikačná oblasť logistiky, a to eko-logistika, ktorá zastrešuje reverznú a zelenú logistiku (7). Zároveň v záveroch prvej fázy riešenia prípadovej štúdie bolo formulované vlastné chápanie (definície) reverznej a zelenej logistiky autormi Mikušová (Husáková) a Malindžák (5). Druhá časť riešenia prípadovej štúdie bola zameraná na kreovanie všeobecného modelu reverznej logistiky s aplikáciou pre podmienky podnikového prostredia

a súčasne aj pre potreby univerzálneho použitia pre oblasť odpadového hospodárstva (8). Východiskom pre tvorbu modelu boli závery zo súčasného stavu aplikovania reverznej logistiky v podmienkach SR a pre jednotlivé komodity odpadov. Tretia časť riešenia prípadovej štúdie sa týkala identifikácie problémových miest všeobecného modelu reverznej logistiky pre odpady, a to na základe výsledkov analýzy stavu aplikácie reverznej logistiky pre komodity odpadov, pričom sa dospelo k záveru, že problémové miesto odpadového hospodárstva SR predstavuje zber odpadov. Riešenie problémového miesta sa v prípade prípadovej štúdie orientovalo na kreovanie centralizovaných zberných miest (CZM) odpadov (1). Ústrednou myšlienkou riešenia je alokácia CZM a optimalizácia dopravnej trasy v smere spracovateľov komodít odpadov. Na mieste je potrebné zdôrazniť aj ďalšiu závažnú skutočnosť, ktorú prinieslo riešenie prípadovej štúdie, a to fakt, že pre súčasnú prax nie je výhodné realizovať procesy reverznej logistiky a nadväzujúce nakladanie s odpadmi len na základe jedného spôsobu, pretože riešenie nemusí byť ekologicky efektívne z hľadiska pôsobenia viacerých aspektov (náklady, spracovatelia odpadov, samosprávy a pod.), a práve preto má väčší význam riešenie reverznej logistiky a uplatnenia jej procesov v nadväznosti na odpadové hospodárstvo a hierarchiu odpadového hospodárstva v podobe kombinácie metód pre elimináciu odpadov a súčasne pre zhodnocovanie odpadov. V dôsledku týchto skutočností je možné medzi procesy reverznej logistiky zaradiť reverzné získanie zdrojov materiálov, surovín, biologické spracovanie odpadov (napríklad formou kompostovania) a taktiež termické využitie odpadov vo forme využitia paliva z odpadov alebo spaľovania odpadov s následným využitím získanej energie. Pri reverznej logistike nie je možné na základe hierarchie odpadového hospodárstva určiť, či je vhodná kombinácia recyklácie a skládkovania alebo kompostovania a spaľovania odpadov. Všeobecná hierarchia odpadového hospodárstva neuvažuje s finančnými nákladmi na procesy reverznej logistiky. Hierarchia odpadového hospodárstva netvorí dostatočný nástroj pre determinovanie procesov reverznej logistiky a metód spracovania ako konečného článku reverznej logistiky. Na základe uvedených skutočností boli definované dve problémové miesta všeobecného modelu reverznej logistiky pre odpady, a to alokácia zberného miesta a výber vhodného spôsobu spracovania odpadu. Riešenie problémových miest bolo v nasledujúcich častiach prípadovej štúdie realizované prostredníctvom heuristických metód rozhodovania a alokácie, ako sú metóda znásobenia ocenení, Saatyho metóda, metóda alokácie s osovou vzdialenosťou, Cooperova iteračná metóda (10,11). V ďalšej časti príspevku je prezentovaný výstup prípadovej štúdie v podobe implementácie všeobecného modelu reverznej logistiky pre zefektívnenie spätného materiálového toku odpadov v meste Košice.

2. Implementácia všeobecného modelu reverznej logistiky pre zefektívnenie spätného materiálového toku odpadov v meste Košice

Prezentovaná časť prípadovej štúdie - Implementácia všeobecného modelu reverznej logistiky pre zefektívnenie spätného materiálového toku odpadov v meste Košice bola vypracovaná v spolupráci so spoločnosťou realizujúcou tri procesy reverznej logistiky (so sídlom v meste Košice) – zber, triedenie a spracovanie. Štúdia bola postavená na troch oblastiach riešenia:

1. oblasť – analýza stavu reverznej logistiky v sledovanej lokalite,
2. oblasť – analýza špecializovanej spoločnosti zodpovednej za realizáciu reverznej logistiky a určenie problémových miest reverznej logistiky,
3. oblasť – zefektívnenie reverznej logistiky prostredníctvom určenia vhodného spôsobu zneškodňovania odpadov a alokácie nových zberných dvorov.

V dôsledku rozsiahlosti riešenej štúdie sú v nasledujúcej časti príspevku uvedené výstupy tretej oblasti štúdie.

2.1 Determinácia vhodného spôsobu zneškodňovania odpadov

Pre určenie vhodného spôsobu zneškodňovania odpadov v meste Košice bol zvolený nasledujúci postup riešenia:

- použitie metódy viackriteriálneho hodnotenia s aplikáciou Saatyho metódy,
- stanovenie varianty pre riešenie: skládkovanie, recyklácia, spaľovanie – bez využitia energie a s využitím energie,
- stanovenie kritérií pre riešenie:
 1. znečisťovanie a znečistenie životného prostredia,
 2. celkové náklady potrebné na prevádzku a údržbu,
 3. účinnosť spracovania,
 4. energetická efektívnosť a zisk zo spracovania odpadu.

Riešenie bolo realizované použitím vytvoreného podkladu z MS Excel, ktorý umožňuje výpočet vybraných heuristických metód rozhodovania po zadaní vstupných parametrov pre kalkuláciu. V Tab. 1 je uvedená kalkulácia celkovej užitočnosti hodnotených variantov riešenia. Poznámka: pre rozsiahlosť výpočtu sú v príspevku uvedené výsledné tabuľky výpočtu.

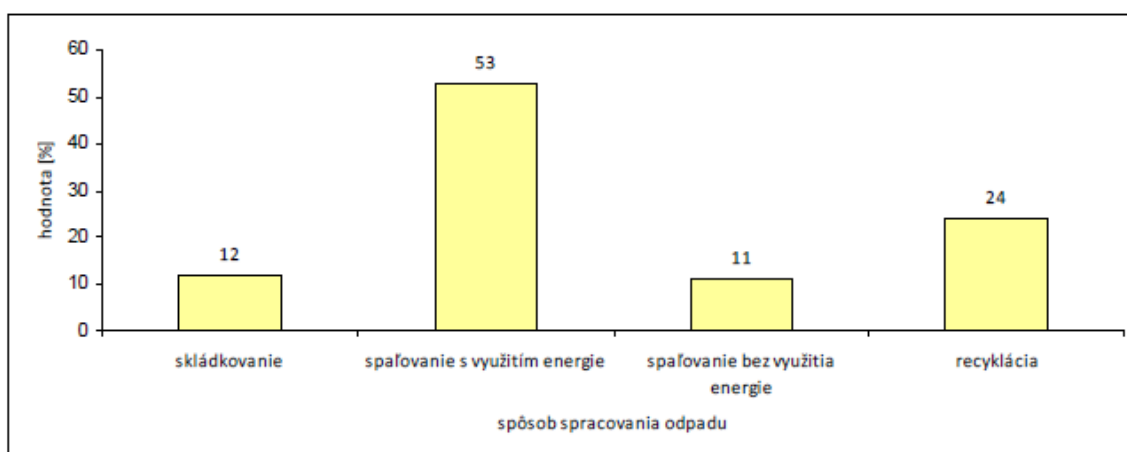
Tab. 1 Kalkulácia celkovej užitočnosti hodnotených variantov riešenia

Kritérium	w _i	L ₁		L ₂		L ₃		L ₄	
A	0,12	0,57	0,07	0,27	0,03	0,1	0,01	0,07	0,008
B	0,18	0,07	0,01	0,1	0,02	0,34	0,06	0,5	0,09
C	0,36	0,06	0,02	0,08	0,03	0,17	0,06	0,68	0,24
D	0,34	0,06	0,02	0,09	0,03	0,3	0,1	0,55	0,19
			0,12		0,11		0,24		0,53

L1 – spaľovanie bez využitia energie, L2 – skládkovanie, L3 – recyklácia, L4 – spaľovanie s využitím energie

zdroj: vlastné spracovanie

Záver pre riešenie určenia vhodného spôsobu zneškodňovania odpadov: Pre Košický kraj je podľa výpočtu určený ako vhodný spôsob riešenia odpadu spaľovanie odpadov s následným využitím energie (Obr. 1).



Obr. 1 Zhrnutie výpočtu pre determináciu vhodného spôsobu zneškodňovania odpadov

zdroj: vlastné spracovanie

2.2 Alokácia nových zberných dvorov

Pre alokáciu nových zberných dvorov bol v rámci štúdie zvolený nasledovný postup riešenia:

1. analýza súčasného spôsobu zberu a počtu prevádzkovaných zberných dvorov,
2. determinácia nového zberného dvora. *Poznámka: Spoločnosť prevádzkuje tri zberné dvory a uvažuje s umiestnením ďalších dvoch zberných dvorov. Na základe požiadavky spoločnosti bolo uvažované s dvomi zvolenými oblasťami: oblasť 1 – sídlisko nad Jazerom, mestská časť Vyšné Opátske, mestská časť Krásna a oblasť 2 – mestská časť Košická Nová Ves a sídlisko Dargovských hrdinov. Tieto oblasti boli zvolené na základe skutočnosti, že v uvedených oblastiach sa nenachádzajú zberné dvory.*

3. determinácia kritérií riešenia:

A – počet obyvateľov príslušnej oblasti;

B – cestná infraštruktúra;

C – vzdialenosť spaľovne odpadu;

D – vzdialenosť najbližšie umiestneného zberného dvora,

4. alokácia zberného dvora:

1. alokácia s využitím pomerovo indexovej metódy (v dôsledku zámeru spoločnosti pre umiestnenie zberného dvora).

2.2.1 Alokácia zberného dvora s využitím pomerovo indexovej metódy

Kalkulácia pomerovo indexovej metódy bola riešená opätovne použitím vzorového podkladu z MS Excel. Výstup je determinácia lokality. V Tab. 2 a 3 sú uvedené výsledky použitej metódy. Poznámka: pre rozsiahlosť výpočtu sú v príspevku uvedené výsledné tabuľky výpočtu.

Tab. 2 Výsledky hodnotenia pre oblasť 1

Kritérium	w_i	Vyšné Opátske		Nad Jazerom		Krásna	
A	0,4	2	0,8	9	3,6	3	1,2
B	0,1	7	0,7	6	0,6	6	0,6
C	0,2	6	1,2	6	1,2	6	1,2
D	0,3	8	2,4	6	1,8	5	1,5
			5,1		7,2		4,5

zdroj: vlastné spracovanie

Tab. 3 Výsledky hodnotenia pre oblasť 2

Kritérium	w_i	Dargovských hrdinov		Košícká Nová Ves	
A	0,4	9	3,6	2	0,8
B	0,1	5	0,5	6	0,6
C	0,2	5	1	5	1
D	0,3	6	1,8	6	1,8
			6,9		4,2

zdroj: vlastné spracovanie

Záver pre alokáciu nových zberných dvorov: Pre prvú hodnotenú oblasť je najvhodnejšia lokalita pre alokáciu zberného dvora sídlisko nad Jazerom podľa stanovených kritérií a pre druhú riešenú oblasť je alternatívne riešenie sídlisko Dargovských hrdinov. Avšak po konzultáciách so spoločnosťou sa rozhodlo z dôvodu reálnych rozmerov zberného dvora a možnosti kúpy pre mestskú časť Košícká Nová Ves.

Záver

Implementácia všeobecného modelu reverznej logistiky pre odpady bola v rámci výskumu a riešenia prípadových štúdií „testovaná“ vo viacerých podobách, od „klasického“ problému toku odpadov v rámci regiónov SR, ale aj v rámci odpadového hospodárstva ako súčasti podnikovej logistiky. Celkové chápanie modelu reverznej logistiky pre odpady v plnom rozsahu rešpektuje legislatívu SR pre oblasť odpadov, podmienky a možnosti regiónov a náklady na realizáciu. Na základe zistených poznatkov je možné konštatovať, že riešenie otázky odpadov je v SR chápané s logickou nadväznosťou, ale významný problém je v procese zberu odpadu, na ktorý dáva všeobecný model reverznej logistiky pre odpady riešenie prostredníctvom centralizovaných zberných miest. Zároveň je potrebné zdôrazniť aj podkladový vzor metód rozhodovania a alokácie vytvorený v MS Excel, ktorý je účinným prostriedkom pri návrhu centralizovaných zberných miest alebo pri výbere spôsobu spracovania odpadov. Na záver je potrebné, aby boli zdôraznené tieto skutočnosti:

- model reverznej logistiky musí rešpektovať ekologické vplyvy, v podobe štátnej environmentálnej politiky, eko-logistiky, ale zároveň musí zahŕňať aj technické, technologické podmienky pre výrobu a možné spôsoby spracovania odpadov v podobe zásobovacích procesov, výroby, distribúcie, použitia, zberu, zhromažďovania, prepracovania a/alebo likvidácie/zneškodňovania;
- recyklácia je v súčasnosti najdôležitejšie spoločné riešenie, ale je ďaleko od cieľov trvalej udržateľnosti,
- stratégia riešenia problému produktu v záverečnej etape životného cyklu by mala byť efektívne integrovaná v ranných fázach návrhu produktu pre minimalizovanie odpadov a pre potreby jednoduchšej likvidácie odpadov,
- je nevyhnutná motivácia obchodnej komodity v oblasti reverznej logistiky,
- reaktívny model rieši reverznú logistiku prostredníctvom legislatívy – plnením legislatívnych požiadaviek a opatrení spojených s odpadovým hospodárstvom a so životným prostredím,
- v rámci možností riešenia reverznej logistiky sa vyskytujú konflikty medzi hospodárskymi, environmentálnymi, sociálnymi otázkami,
- reverzná logistika a jej model sú zamerané na znižovanie nákladov, úsporu materiálov, energie, znižovanie znečisťovania životného prostredia a zlepšovanie kvality života;
- procesy reverznej logistiky sa prelínajú s chápaním problematiky odpadov a odpadového hospodárstva v zmysle legislatívy SR,

- uplatnenie a samotná voľba procesu reverznej logistiky je priamo závislá od prvku reverznej logistiky, ktorý vstupuje do spätného materiálového toku,
- alokácia zberných miest je prostriedkom pre riešenie problémových miest reverznej logistiky v podmienkach SR,
- dôraz je kladený na vytváranie zberných miest, ktoré však nemusia mať centralizovanú podobu, v niektorých prípadoch je účelné (najmä v zmysle zvýšenia environmentálnej uvedomelosti spoločnosti) „rozbiť“ centralizáciu a podľa možností konkrétnej lokality navrhnúť modifikáciu všeobecného modelu s integráciou lokálnych zberných miest s ich prepojením na ďalšie „vyššie“ alokované zberné miesta.

Použitá literatúra

1. Bártová, P. - Husáková, N. 2010. Reverse logistics and its. In: LOGI 2010 : conference proceedings : 19.11.2010, Pardubice, Czech Republic. - Pardubice, Tribun EU, s.r.o., 2010 P. 370-374. ISBN 978-80-7399-205-7
2. de Brito, M.P. – Dekker, R. 2003. A framework for reverse logistics. ERIM Report Series Research in management. 2003. 29 s. [online]. [cit. 2014-02-02]. Dostupné na internete: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=423654.pdf>
3. Dejax, P. 2013. Logistique Inverse: Etat de l'aer des problèmes de conception des réseaux logistiques dans le contexte die développement denable. Saint-Etienne, 2013. 72 p. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné na internete: <<http://gdrmacs.emse.fr/pdf/2013-10-9%20GT2L-GDRMax%20P.%20Dejax%20%20-%20Reverse%20Log%20Plenary%20Talk.pdf>>
4. Fleischmann, M. 2001. Reverse logistics Network Structures and Design. ERIM Report Series Research in Management, 2001. 21 s. [online]. [cit. 2014-02-02]. Dostupné na internete: <<http://repub.eur.nl/pub/113/erimrs20010919163815.pdf>>
5. Husáková, N. 2013. Reverse logistics and its application in practice. 1. vyd. Ostrava : VŠBTU - 2013. 99 p.. ISBN 978-80-248-3210-4.
6. Husáková, N. 2009. Reverse logistics and its connection with green logistic. .In: Transport i logistika. No. 17 (2009), p. 60-66. ISSN 1451-107X
7. Husáková, N. 2012. Reverzná logistika – teoretické východiská. In: Logistický monitor. Október (2012), s. 1-9. ISSN 1336-5851 [online]. [cit. 2014-02-02]. Dostupné na internete: <<http://www.logistickymonitor.sk/images/prispevky/husakova2-okt-2012.pdf>>

8. Husáková, N. 2012. Všeobecný model implementácie reverznej logistiky do podnikových logistických procesov. In: Logistický monitor. Č. Október (2012), s. 1-8. ISSN 1336-5851. [online]. [cit. 2014-02-02]. Dostupné na internete: <<http://www.logistickymonitor.sk/images/prispevky/husakova-okt-2012.pdf>>
9. Husáková, N. 2012. Reverzná logistika a možnosti jej aplikácie. In: Logistika v teorii a praxi 4: sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference : Uherské Hradiště, Duben 2012. - Uherské Hradiště : FLKŘ, Ústav logistiky, 2012 P. 106-112. ISBN 978-80-7454-145-2
10. Malindžák, D. et al. 2009. Aplikácia modelovania a simulácie v logistike podniku. Košice: TU, FBERG 2009. 286 s. ISBN 978-80-553-0264-5.
11. Malindžák, D. et al. 2009. Modelovanie a simulácia v logistike /teória modelovania a simulácie/ 1. vyd. Košice : TU, 2009. 182 s. ISBN 978-80-553-0265-2.