



## PREPOJENIE EFEKTÍVNOSTI A ZHODNOCOVANIA PLASTOVÉHO ODPADU

## INTERCONNECTION BETWEEN EFFICIENCY AND PLASTIC WASTE RECOVERY

Peter MALEGA

**Abstract:** The paper deals with interconnection between efficiency and recovery of plastic waste as a necessary factor of company's competitiveness in the related business area. The paper is divided into two main parts. The first part deals with the efficiency as the economy category, assessment of efficiency and its indicators, as well as barriers of efficiency. Second part is oriented on plastic waste, legislation relating to the recovery of plastic waste, and even the recovery of plastic waste.

**Abstrakt:** Príspevok sa zaoberá prepojením efektívnosti a zhodnocovania plastového odpadu ako nevyhnutného faktoru konkurencieschopnosti podniku v predmetnej sfére podnikania. Príspevok je rozdelený do dvoch nosných častí, pričom prvá je venovaná efektívnosti ako ekonomickej kategórii, hodnoteniu efektívnosti a jej ukazovateľom, ako aj bariéram efektívnosti. Druhá nosná časť sa venuje plastovému odpadu, legislatíve súvisiacej so zhodnocovaním plastového odpadu, ako aj samotnému zhodnocovaniu plastového odpadu.

**Keywords:** efficiency, assessment of efficiency, plastic waste, plastic waste recovery

**Kľúčové slová:** efektívnosť, hodnotenie efektívnosti, plastový odpad, zhodnocovanie plastového odpadu

### Úvod

V posledných rokoch sa do popredia dostávajú rozličné nové sféry, z ktorých sa medzi najpodstatnejšie radí aj sféra nakladania s plastovým odpadom. Plasty ako materiál vykazujú mnoho pozitívnych vlastností a z toho dôvodu sa používajú v mnohých odvetviach priemyslu. Popri spracovaní a následnom plastov sa je potrebné zaoberať aj v minulosti s nie príliš obľúbenou kategóriou, ktorou je zhodnocovanie plastového odpadu. Dnes sa tento segment stáva jedným z najrýchlejšie rastúcich a je potrebné mu preto venovať náležitú pozornosť, pretože efektívnosť zhodnocovania plastového odpadu má okrem ekonomických kritérií aj rovinu legislatívnu.

### Podstata efektívnosti ako ekonomickej kategórie

Výklady v literatúre v súvislosti s pojmom efektívnosť alebo efektívnosť sú rôzne, pričom sa popisujú ako relatívna veličina, ktorá vyjadruje pomer výstupu a vstupu, za predpokladu, že podiel výstupu k vstupu nesmie byť menšia ako hodnota 1, v opačnom prípade hovoríme o totálnej neefektívnosti. Za vstupy môžeme považovať napríklad pracovnú silu, energiu, spotrebované materiály, náklady a pod. Za výstupy môžeme považovať napríklad výnosy, objem výroby, tržby, pridanú hodnotu a podobne. Takže efektívnosť môžeme popísať ako veličinu, ktorá popisuje koľko jednotiek výstupu pripadá na jednu jednotku vstupu. [3]

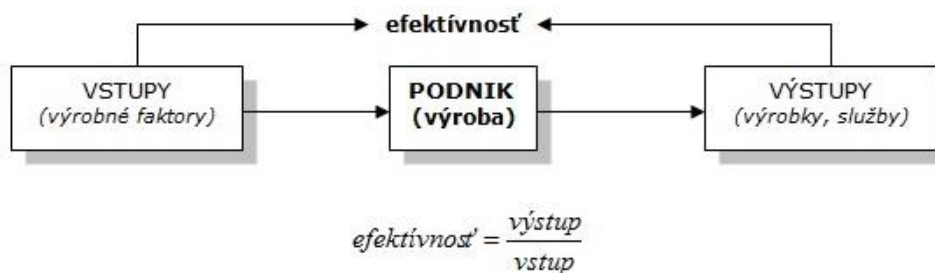
V dnešnej dobe prichádza efektívnosť podnikov čoraz viac do popredia, nakoľko väčšina bojuje s vysokou konkurenciou s veľkým sortimentom podobných produktov a presýteným



trhom. V súčasnosti si žiadna spoločnosť nemôže dovoliť nepodieľať sa na neustálom zlepšovaní sa či už v oblasti produktov, výrobných procesov, služieb, PR, marketingu, ekonomiky alebo riadenia. Vo výrobných spoločnostiach sa efektívnosť charakterizuje viacerými základnými cieľmi [7]:

- hodnoty produktov sa zvyšujú skracovaním inovačných cyklov, vysokými funkčnými parametrami, existenciou širokého spektra modifikácií výrobkov, aplikovaním vedecko - technických poznatkov v konštrukcii výrobkov, využívaním nových materiálov, dokonalým servisom, spoľahlivosťou, krátkymi dodacími lehotami,
- znižovanie výrobných nákladov je orientované na úspory materiálových, energetických, personálnych, údržbových a mzdových nákladov, úspora na informačné zabezpečenie výroby,
- optimalizácia investícií na výrobu za účelom zabezpečenia realizácie najdokonalejších technológií primeranými investičnými nákladmi,
- optimalizácia realizácie skladovania za účelom regulovania skladov na minimálne hodnoty, realizácia včasných materiálových tokov.

Základná schéma efektívnosti podniku je zobrazená na Obr. 1. [9]



Obr. 1 Schéma efektívnosti podniku

### Hodnotenie efektívnosti ako predpoklad racionality podniku a ukazovatele efektívnosti

Na hodnotenie efektívnosti sa používajú kvantitatívne metódy, ktoré majú za účel hodnotiť ekonomické ukazovatele pomocou matematických metód. Celý proces hodnotenia pozostáva z troch krokov [6, 10]:

1. analýza výkazov – táto analýza analyzuje výkaz ziskov a strát, súvahu a výkaz peňažných tokov. V dnešnej dobe analýza ekonomickej efektívnosti rozlišuje dve druhy analýzy, ktorými sú:
  - primárna analýza – predovšetkým určená pre vrcholový manažment, obsahuje:
    - analýzu súhrnných ukazovateľov,
    - analýzu rentability vlastného imania (ROE), tržieb (ROS) a celkových aktivít (ROA),
  - sekundárna analýza – určená pre odborné útvary,
2. zostavenie sústavy ukazovateľov – upresňujú, riešia a zachytávajú väzby medzi jednotlivými zložkami výkazov a tokovými veličinami,
3. vyhodnotenie sústav – získavajú sa predstavy o mieri efektívnosti aplikovaním predikčných modelov a pyramídových sústav.

Na hodnotenie ekonomickej efektívnosti existujú modely, ktoré delíme na tri druhy:



1. analýza pomerových ukazovateľov – analyzuje všeobecne celkovú hodnotu zisku alebo tržieb, avšak nie je pri nej možné jednoznačne vyhlásiť, ktorý podnik hospodári lepšie i keď poznáme ich zisky, nakoľko táto analýza závisí od zmeny rozsahu výrobných činiteľov a veľkosti podniku. Delíme ich na:
  - horizontálnu analýzu,
  - vertikálnu analýzu.
2. analýza absolútnych ukazovateľov – ideou tejto analýzy je analýza miery, resp. úrovne pomerových ukazovateľov, pričom touto analýzou zisťujeme pomer zisku k tržbám, pomer zisku k aktívam, atď.
3. analýza sústav ukazovateľov – táto metóda v sebe zahŕňa dva prvky a to sústavu ukazovateľov a vlastnú metódu hodnotenia. Najčastejšie používané metódy pri tejto analýze sú:
  - pyramídové modely – aplikujú sa na retrospektívnu analýzu „ex post“, pričom zobrazujú väzby so zmyslom kvantifikácie vplyvu zmien čiastkových ukazovateľov na syntetické ukazovatele,
  - predikčné modely – „ex ante“ sa aplikujú na hodnotenie možného budúceho vývoja podniku. Úlohou tohto modelu je v poskytovaní informácie, resp. poznatkov pre rozhodovací proces manažmentu podniku.

Existuje i tzv. globálny model analýzy efektívnosti na hodnotenie ekonomickej efektívnosti. Globálny model má dve hlavné vetvy:

- 1. vetva – analyzuje silu podniku z hľadiska produkčného a finančného, t.j. rozklad ukazovateľov ROE na oblasť výkonnosti a finančnú oblasť,
- 2. vetva – tu patrí analýza štruktúry trhovej hodnoty a vlastného kapitálu.

Efektívnosť ako takú môžeme vyčíslieť viacerými ukazovateľmi, avšak najčastejšie ukazovatele na meranie efektívnosti sú zisk a odvodené podielové ukazovatele. V Tab. 1 sú základné ukazovatele ekonomickej efektívnosti. [6, 13]

Tab. 1 Základné ukazovatele ekonomickej efektívnosti

<b>Ekonomický ukazovateľ</b>	<b>Typ ukazovateľa</b>
<b>Ukazovatele produktivity</b>	$\frac{\text{výstup}}{\text{vstup}}$
<b>Ukazovatele náročnosti</b> <b>Ukazovatele aktivity</b> <b>Ukazovatele likvidity</b>	$\frac{\text{vstup}}{\text{výstup}}$
<b>Ukazovatele rentability</b>	$\frac{\text{výstup} - \text{vstup}}{\text{výstup}}$ , resp. $\frac{\text{výstup} - \text{vstup}}{\text{vstup}}$



## Bariéry efektívnosti

Kvantitatívny ukazovateľ efektívnosti využívania zariadenia je tzv. koeficient celkovej efektívnosti zariadenia CEZ/OEE. CEZ/OEE môžeme považovať za funkciu strát spôsobenú stratami rýchlosti zariadenia, prestojmi, nízkou kvalitou vyrábaných výrobkov. Funkcia celkovej efektívnosti zariadenia vychádza z koncepcie 6 veľkých strát zariadenia ktorými sú [10]:

1. Prestoje:
  - a. poruchy zariadenia,
  - b. zoraďovanie a nastavovanie,
2. Straty rýchlosti
  - c. voľnobeh,
  - d. redukcia rýchlosti, nesynchronnosť chodu zariadenia,
3. Chyby
  - e. opravy, chybná výroba,
  - f. nábeh stroja na optimálnu výrobnú rýchlosť.

Matematické vyjadrenie OEE znázorňuje rovnica (1).

$$OEE = D \times V \times K \quad (1)$$

Legenda:

OEE – celková efektívnosť zariadenia

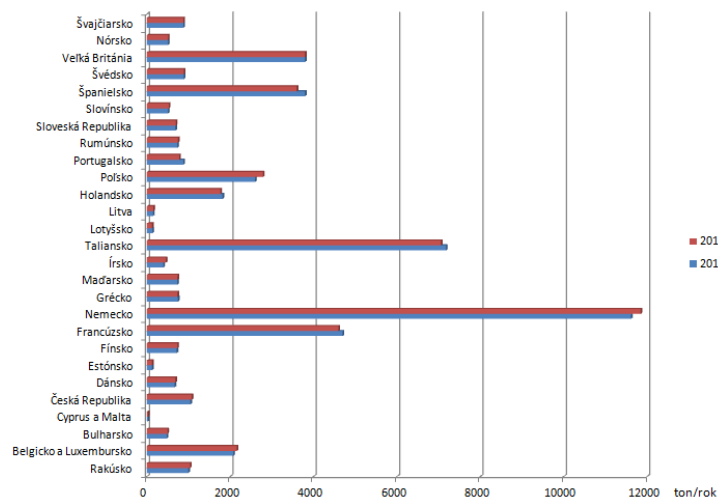
D – dostupnosť (vypočíta sa ako pomer skutočného a plánovaného času využitia výrobného zariadenia)

V – výkonnosť (vypočíta sa ako pomer skutočného a teoretického výstupu)

K – kvalita (vypočíta sa ako pomer zhodných a nezodných výrobkov)

## Podstata plastového odpadu

V súčasnosti sa plasty stali materiálom, ktorému sa jednoducho nie je možné vyhnúť. Využívajú sa širokospektrálne od medicínskeho priemyslu po potravinársky priemysel, najviac sa však plasty uplatňujú v automobilovom priemysle. Z tohto faktu je však potrebné začať štruktúrovanú diskusiu o tom ako zlepšiť, resp. zefektívniť udržateľnosť plastových produktov počas celého ich životného cyklu a v neposlednom rade ako zmierniť vplyv plastového odpadu na životné prostredie. Na Obr. 2 je znázornený graf spotreby plastov v rámci štátov EU. Hodnoty sú vyčíslené v tonách a za roky 2014 a 2015. [1, 6]

















Obr. 2 Spotreba plastov v EU



Najpodstatnejšou časťou pri manipulácii s plastovým odpadom je potreba správneho triedenia plastového odpadu. Plasty sa delia na recyklovateľné a nerecyklovateľné, tzv. ostatné. Recyklovateľné plasty sa zhodnocujú v závislosti od potreby odberateľa, ktorý s nimi bude narábať. Nerecyklovateľné tzv. ostatné, resp. zmesné plasty sa v prvom rade drvia, ak je to potrebné a materiálovo sa zhodnocujú napr. v stavebníctve alebo likvidujú iným spôsobom. Ďalšou podstatnou podmienkou je, že recyklovateľné plasty už nie je možné z hygienických dôvodov používať na produkty, ktoré prichádzajú do styku s potravinami. [2, 4]

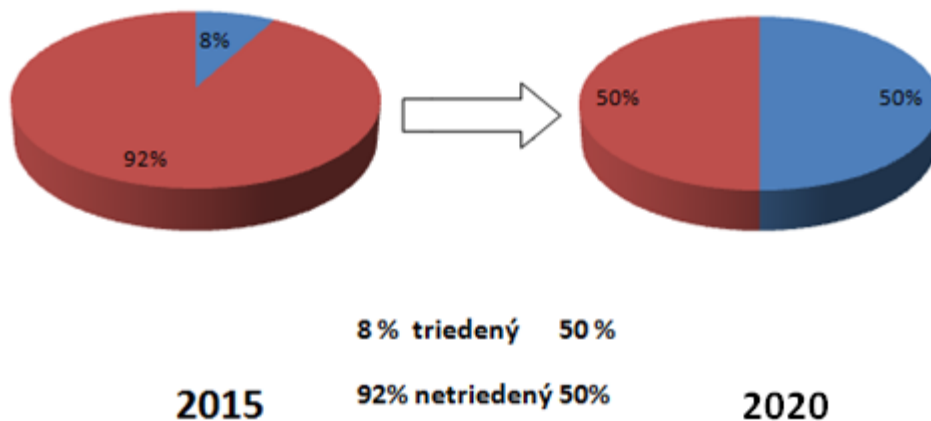
Dôležitým aspektom je i fakt o škodlivosti plastového odpadu na životné prostredie, nakoľko je to dané úrovňou nakladania s ním. Obrovské masy plastového odpadu, ktoré je náležité na spracovanie respektíve zhodnotenie závisí od toho, koľko materiálu sa zhodnotí a koľko z celkového plastového množstva predstavuje nevyužitelný odpad. Pre uľahčenie a zefektívnenie separovania plastového odpadu existujú normatívne označenia na druhy plastového odpadu, ktoré sú znázornené v Tab. 2. [6, 8]

Tab. 2 Tabuľka pre označenie plastov

Typ polymeru	Označenie podľa odporúčania	Popis podľa EU 97/129/EC	Európske označenie
Polyetylén - terelftalát		1 PET	
Vysokohustotný polyetylén		2 HDPE	
Polyvinyl chlorid		3 PVC	
Nízkohustotný polyetylén		4 LDPE	
Polypropylén		5 PP	
Polystyrén		6 PS	
Ostatné druhy		7 -19	

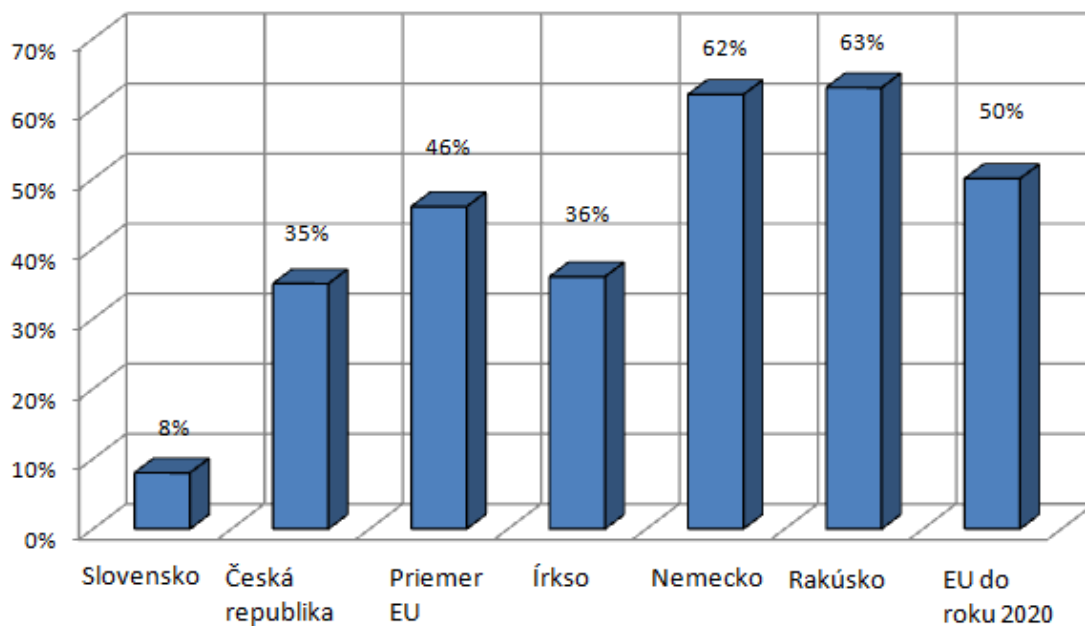
### Legislatíva súvisiaca so zhodnocovaním plastového odpadu

1.1. 2016 vstúpil do platnosti zákon č. 79/2015 Z.z. o odpadoch, ktorý za posledných 15 rokov priniesol najväčšiu zmenu pravidiel financovania a nakladania s triedeným odpadom. Nový zákon by mal byť garanciou na dosiahnutie zmeny v triedení vyprodukovaného komunálneho odpadu v porovnaní východzieho roka 2015 s cieľovým rokom 2020 ako to ukazuje Obr. 3. [8, 12]



Obr. 3 Graf cieľov na zvýšenie triedenia komunálneho odpadu.

Mieru separovaného zberu a recyklácie komunálneho odpadu vo vybraných krajinách EU zobrazuje Obr. 4. [12]



Obr. 4 Graf miery separovaného zberu a recyklácia plastového odpadu

Na dosiahnutie cieľov boli určené zo zákona pre výrobcov obalov limity na zber a zhodnocovanie odpadov z obalov. Zodpovednými za plnenie limitov sa stáli výrobcovia a dovozcovia, ktorí balia svoje výrobky do obalov alebo uvádzajú na trh výrobky zabalené v obaloch.

Pôvodca odpadu je povinný predchádzať vzniku odpadu zo svojej činnosti a obmedzovať jeho množstvo a zároveň musí plniť nasledovné záväzné úlohy: pripraviť sa na opätovné použitie, recykláciu, resp. iné zhodnocovanie napr. energetické zhodnocovanie a zneškodňovanie.

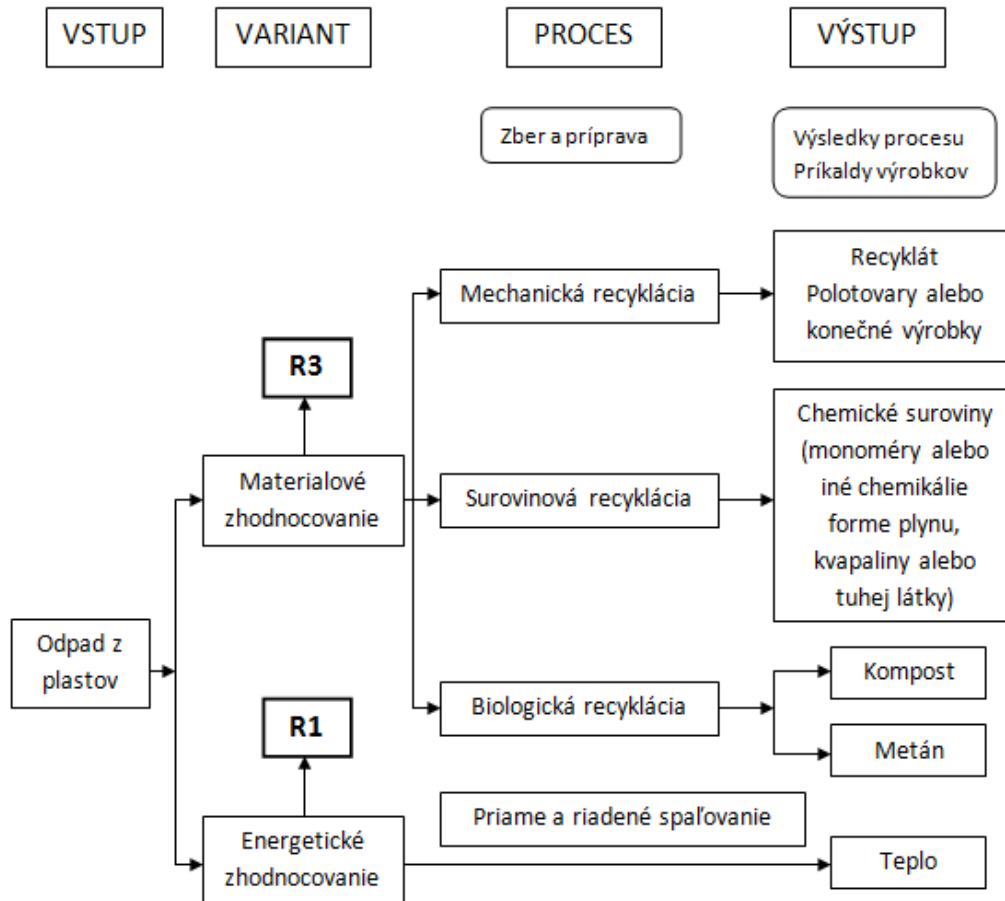
Výrobcov vyhradených výrobkov zastupujú pri plnení výhradných povinností organizácie zodpovednosti výrobcov. [12]





## Zhodnocovanie plastového odpadu

Na Obr. 5 je znázornený schematický diagram zhodnocovania plastového odpadu. [6, 12]



Obr. 5 Schematický diagram zhodnocovania plastového odpadu

Jednotlivé druhy recyklácie možno stručne popísať nasledovne [6, 11]

1. Mechanickú recykláciu môžeme popísať ako spracovanie plastového odpadu na druhotnú surovinu alebo výrobky bez akejkoľvek významnej zmeny chemickej štruktúry materiálu, tzv. recyklát.
2. Surovinová recyklácia je premena na monomér alebo výroba nových surovín, ktorá je vykonaná zmenou chemickej štruktúry plastových odpadov krakovaním, splynovaním alebo depolymerizáciou bez energetického zhodnocovania a spaľovania.
3. Biologická recyklácia spočíva v aeróbnej úprave, t.j. kompostovanie, alebo v anaeróbnej úprave t.j. vyhnívanie biodegradovateľného plastového odpadu. Biologická recyklácia musí prebiehať pri kontrolovaných podmienkach pomocou mikroorganizmov, ktoré pri recyklácii produkujú za prítomnosti kyslíka stabilizované organické zvyšky, oxid uhličitý a vodu alebo za neprítomnosti kyslíka stabilizované organické zvyšky, metán, oxid uhličitý a vodu.

V dnešnej trhovej situácii je zrejmé, že zhodnocovanie plastového odpadu musí podliehať kritériám efektívnosti, keďže akékoľvek plytvanie má za následok straty a v konečnom dôsledku zníženie konkurencieschopnosti spoločnosti na trhu.



## Záver

V súčasnosti sa výrobky z recyklovaných plastov uplatňujú v nových oblastiach, kde nahrádzajú materiály ako drevo, kov alebo betón. Sortiment výrobkov je veľmi široký nakoľko recyklovaný materiál je lacnejší ako primárny a recykláty sa dajú farebne jednoducho upraviť pričom majú dlhodobú farebnú stálosť. [6]

Ako je vidieť plastový recyklovaný materiál má uplatnenie vo viacerých oblastiach nakoľko použitie týchto materiálov má viacero výhod ako napr. odolnosť voči vlhkosti, odolnosť voči poveternostným vplyvom, odolnosť voči olejom o slabým kyselinám, jednoduchosť povrchovej úpravy, rozširiteľnosť chemických vlastností, jednoduchosť pre obrábanie.

*Príspevok bol riešený v rámci projektu KEGA 029TUKE-4/2016: Vzdelávacie a tréningové pracovisko inovačného vývoja a realizácie podnikových procesov a systémov.*

## Použitá literatúra

- [1] BADIDA, M. - BOSÁK, M. - PAULÍKOVÁ, A.: Recyklácia plastov. Košice: TU, 2006. 63s.
- [2] BEUMONT, J.P. - NAGEL, R.: Successful injection molding, Hanser publisher, Mníchov, 2002.
- [3] ČERMÁKOVÁ, H.: Modelování efektivity řízení technologických procesů. Elektronický zdroj. Liberec, Technická Univerzita v Liberci, 2002.
- [4] GREŠKOVIČ F. - DULEBOVÁ, E. - VARGA, J.: Technológia spracovania plastov. Košice: TU, 2010. 200s. ISBN 978-80-553-0369-7.
- [5] KAMENÍKOVÁ, K.: Obmedzenia použitia modelov predikcie finančného vývoja podniku v podmienkach Slovenskej republiky. In Acta Montanistica Slovaca, roč.10, 2005, č 3., s. 337-343
- [6] MARTON, L.: Zvýšenie efektivity zhodnocovania a finalizácie plastového odpadu v podniku. Diplomová práca. TU Sjf v Košiciach. 73 s. 2016.
- [7] STEHLÍKOVÁ. Finančná analýza ako metóda finančného riadenia firmy, In. Acta Montanistica Slovaca, 2002, roč. 6, č. 5, s. 112-119
- [8] STN ISO 1 5270 : 2009 ( 64 8120) Plasty: Návod na zhodnocovanie recykláciu odpadov z plastov.
- [9] SYNEK, M. a kol.: Manažérska ekonomika. Praha: GRADA Publishing, 2006. s ISBN 978-80- 247-1992-4
- [10] VARCHOLOVÁ,T. Manažérska analýza Bratislava, 2001, s 140 – 167.
- [11] WALNEROVÁ V.: Zber a využitie odpadov z plastov, VUSALP, a.s. Nitra, 1991.
- [12] [www.plasticportal.eu](http://www.plasticportal.eu)
- [13] ZALAI, Karol a kol.: Finančno ekonomická analýza podniku. Bratislava SPRINT, 2002. 305 s ISBN 80-88848-94-6

## Kontakt

Ing. Peter Malega, PhD.

Technická univerzita, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu, Némcovej 32, 042 00 Košice, e-mail: [peter.malega@tuke.sk](mailto:peter.malega@tuke.sk)