



KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIA A ICH EKONOMICKÁ EFEKTÍVNOSŤ PRI POUŽITÍ RÔZNYCH PREPRAVNÝCH KONTAJNEROV PRE MANIPULÁCIU A USKLADNENIE GUMOVÉHO GRANULÁTU

CONSTRUCTION SOLUTIONS AND THEIR ECONOMIC EFFICIENCY USING VARIOUS TRANSPORT CONTAINERS FOR RUBBER GRANULES MANIPULATION AND STORAGE

Luboš Smetanka¹, Jozef Zajac², Peter Monka², Eubomír Hrin³

¹ TNT Express Worldwide spol. s r.o., Pri starom letisku 14, 830 06 Bratislava - Vajnory

² Department of Manufacturing Technologies, Faculty of Manufacturing Technologies,
Technical University in Košice, Bayerova 1, 080 01 Prešov, tel. 051/772 3791, e-mail:
jozef.zajac@tuke.sk

³ BSH Dives and Pumps s.r.o., Továrenská 2, 071 90 Michalovce

Abstrakt: Článok sa zaoberá analýzou súčasného stavu aplikácie možností uskladňovania a transportu gumového granulátu, ako produktu recyklácie opotrebovaných pneumatík. Článok charakterizuje a porovnáva výhody a nevýhody pevných kontajnerov, skladacích kontajnerov a kontajnerov pre Big Bag vrece.

Kľúčové slová: gumový granulár, kontajner, výhoda, nevýhoda

Abstract: The article deals with analysis of the actual state of application options for storing and transporting of rubber options for storing and transporting of rubber granules, as a product of waste tyres recycling. The article characterizes and compares advantages and disadvantages of solid containers, stacking containers and containers for Big Bags.

Key words: rubber granules, container, advantage, disadvantage

1 ÚVOD

Jedným nosných problémov

1 INTRODUCTION

One of the main problems

uskladňovania a transportu granulátu, ktorý vzniká pri drvení opotrebovaných pneumatík- ich zhodnocovania je plnenie tzv. Big-bagov. Implementácia moderných technológií do procesov plnenia medzioperačných a transportných vriec je nutná z dôvodu:

- zvyšovania bezpečnosti a humanizácie prostredia obslužného personálu implementáciou špičkových senzorických systémov s prvkami umelej inteligencie v plne automatizovaných režimoch práce,
- redukcie rozptylu hmotnosti naplnených „big-bagov“ pre elimináciu možných negatívnych dopadov na prírodné prostredie pri deštrukcii obalov a efektívnosť využitia v prípade ich nedoplnenia, nehovoriac o stálom zlepšovaní image firmy k zákazníkom.

2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY

Zvýšenie efektívnosti procesov pri spracovaní gumového granulátu prostredníctvom navrhnutia vhodných prepravných kontajnerov pre manipuláciu a uskladňovanie s nosnosťou približne 1000 kg je kardinálnym problémom firiem, ktoré zhodnocujú odpady na báze opotrebovaných pneumatík.

Základné vstupné informácie

Základné charakteristiky doterajšieho technického a technologického vybavenia sú:

1. Gumový granulát je jedným z výstupných produktov technológie spracovania opotrebovaných pneumatík.
2. Gumový granulát je primárnou surovinou zhodnocovania opotrebovaných pneumatík.
3. Textilná zložka je ďalším výstupným produktom technológie spracovania opotrebovaných

of storing and transporting the granules produced during the chopping of waste tyres is filling the so called Big Bags. Modern technologies implementation into the processes of filling the semioperational and transport bags is inevitable to:

- increase the safety and humanize the working environment of the utility staff by implementing high-quality sensor systems featuring the artificial intelligence in the fully automated working regimes.
- reduce the weight spread of the filled „Big Bags“ in order to eliminate potential negative environmental impact during the wrapping destruction and the efficiency of their incomplete use, not to mention the company image improvement towards the customers.

2 ANALYSIS OF THE ACTUAL STATE

The increase of efficiency in the rubber granules processing via design of suitable transport containers for the granules manipulation and storage with the load capacity of 1000 kilograms is the cardinal problem of the firms processing the tyre waste.

Basic input information

The features of the up-to-now technical and technological equipment are:

1. Rubber granules are one of the output products of the waste tyres processing technology.
2. Rubber granules are primary stock of waste tyres processing.
3. Textile component is the other output component of the waste tyres processing – its main use lies in energy extraction via burning.

- pneumatík – hlavným využitím je získavanie energie prostredníctvom spaľovania.
4. Kovová zložka získaná zo spracovania opotrebovaných pneumatík – je to druhotná surovina - kovošrot, určená na recykláciu.
 5. Cudzie telesá nachádzajúce sa v pneumatikách – produkt, ktorý už nie je určený pre ďalšie spracovanie, tvorí odpad vyvážený na skládku.
 6. Uskladňovanie gumového granulátu sa je prostredníctvom naplnenia do Big Bag vriec s nápuštným rukávom (40 cm priemer) so 4 závesnými popruhmi prečnievajúcimi 20-30 cm a následnou manipuláciou vyskladňovanie v určených priestoroch.
 7. Skladovanie granulátu v Big Bag vreciach, rovnako ako iné riešenia nevyžaduje ochranu proti poveternostným podmienkam.
 8. Stohovanie Big Bag vriec nie je v terajšom stave možné, pretože:
 - a) Po naplnení sa tvar vreca tlaku náplne oproti ideálnej schéme zmení tak, že plochy sú vypuklé a z toho dôvodu by stohovanie nezabezpečilo požadovanú stabilitu.
 - b) Používané manipulačné prostriedky nie sú schopné zabezpečiť manipuláciu s vrecami v druhom rade (výška cez 4 metre).
 9. Manipulačná hmotnosť Big Bag vreca naplneného gumovým granulátom je 1.350 kg.
4. Metal component obtained from the processing – is the secondary stock - scrap, intended for recycling.
 5. Foreign bodies inside the tyres – these are not processed further but are waste taken to the junkyard.
 6. Rubber granules storage is in form of Big Bags with the filling sleeve (40 cm diameter) with 4 hanging straps with the overhang of 20-30 cm and their subsequent emptying manipulation in the set area.
 7. Storage in form of Big Bags, the same as other solutions, does not require protection from weather conditions .
 8. Stacking of Big Bags at this stage is impossible as:
 - a) After the bag filling, inside pressure changes in comparison with the ideal scheme and the bag surface becomes round, making the stacking unstable.
 - b) The devices used for manipulating are unable to provide the manipulation of bags in the second row (over 4 metres high).
 9. Manipulating weight of the Big Bag filled with the granules is 1.350 kg.

Solid container

The solid and closed construction of the container provides a very convenient stability and also, regarding the possible material outflow, provides a very safe means of transport.

Advantages:

- high stiffness,
- excellent manipulability,

Pevný kontajner

Pevne uzavretá konštrukcia kontajnera zabezpečuje veľmi vhodnú stabilitu a zároveň zabezpečuje bezpečné prepravovanie gumového granulátu z hľadiska možnosti jeho úniku.

Výhody:

- vysoká tuhosť,
- výborná manipulovateľnosť,

- výborná stohovateľnosť,
- výborná odolnosť voči možnosti úniku gumového granulátu mechanickým poškodením kontajnera.

- excellent stacking,
- excellent granules outflow resistance in case of mechanical damage to the container.

Nevýhody:

- prázdny kontajner zaberá pri manipulácii bez gumového granulátu (doprava, skladovanie a pod.) veľmi veľký priestor,
- nemožnosť použitia v terajšom prostredí – nutnosť kompletného prepracovania súčasnej technologickej časti plnenia granulátu,
- značná nadobúdacia cena (pri uvažovaní terajšieho množstva spracovaného materiálu a potrebnom prepravovanom objeme je pre celkovo požadovaný počet kontajnerov rádovo v miliónoch Eur),
- navýšenie hmotnosti manipulácie s granulátom oproti doterajšiemu o cca 15 až 30%,
- vysoké náklady na spätné doručenie kontajnera od odberateľa do V.O.D.S. (pri vzdialenosti cca 500 km sa takto navýši cena za prepravu 1 kg granulátu cca o 3 až 10 centov za kilogram).

Disadvantages:

- the empty container takes too much space (transport, storage and the like)
- impossible to use in the actual environment – complex revision of the actual technological part of the granules filling is inevitable,
- considerable acquiring costs (considering the amount of processed material and the amount to be transported in the containers, the container costs reach millions of Euros),
- approximately 15 to 30% higher manipulating weight of the granule material,
- high costs of the container return delivery from the buyer to V.O.D.S. (with 500 km distance the cost of transport increases by 3 to 10 cent per 1 kg of the granules).

Skladací kontajner

Skladacia konštrukcia kontajnera zabezpečuje vhodné parametre pri manipulácii a doprave bez gumového granulátu a vhodnú stabilitu. Vzhľadom na štandardizované rozmery pôdorysu je možné pri celistvých bočniciach dosiahnuť výšku maximálne do hodnoty šírky pôdorysu, čo spôsobuje zníženie objemovej kapacity kontajnera oproti ostatným typom.

• Stacking container

The construction of this container provides very suitable parameters and adequate stability when manipulating and transporting it without being filled with the granules. With regard to its ground standard dimension, it is possible the compact sides of the container only allow its height to be of maximum ground width which decreases the container capacity compared with the other types.

Výhody:

- dostatočná tuhosť,
- výborná manipulovateľnosť,
- vhodná stohovateľnosť,

Advantages:

- sufficient stiffness,
- excellent manipulability,
- suitable stacking,

- prázdny kontajner zaberá pri manipulácii bez gumového granulátu (doprava, skladovanie a pod.) podstatne menší priestor ako pri pevnej konštrukcii kontajnera.

Nevýhody:

- nemožnosť použitia v terajšom prostredí – nutnosť kompletného prepracovania súčasnej technologickej časti plnenia granulátu,
- znížená objemová kapacita - maximálna výška kontajnera je pri celistvých bočniciach možná len do hodnoty šírky kontajnera,
- značná nadobúdacia cena (pri uvažovaní terajšieho množstva spracovaného materiálu a potrebnom prepravovanom objeme je pre celkovo požadovaný počet kontajnerov rádovo v miliónoch Eur),
- navýšenie hmotnosti pri manipulácii s granulátom oproti doterajšiemu o cca 15 až 30%,
- vysoké náklady na spätné doručenie kontajnera od odberateľa do V.O.D.S. (pri vzdialenosti cca 500 km sa takto navýši cena za prepravu 1 kg granulátu cca o 3 až 10 centov za kilogram),
- menšia odolnosť voči možnosti úniku gumového granulátu mechanickým poškodením kontajnera.

Kontajner pre Big Bag vrece

Konštrukcia kontajnera zabezpečuje vhodnejšie parametre pre stabilitu, manipuláciu a stohovanie ako použitie iba obyčajných Big Bag vriec.

Výhody:

- zvýšená tuhosť,
- dobrá manipulovateľnosť,
- možná stohovateľnosť.

Nevýhody:

- nemožnosť použitia v terajšom prostredí – nutnosť prepracovania

- the empty container takes much less space when being manipulated (transport, storage and the like) than the container with rigid construction.

Disadvantages:

- impossible to use in the actual environment – complex revision of the actual technological part of the granules filling is inevitable,
- lower capacity – maximum container height allowed with the compact sides is equal to the container width,
- considerable acquiring costs (considering the amount of processed material and the amount to be transported in the containers, the container costs reach millions of Euros),
- approximately 15 to 30% higher manipulating weight of the granule material,
- high costs of the container return delivery from the buyer to V.O.D.S. (with 500 km distance the cost of transport increases by 3 to 10 cent per 1 kg of the granules),
- lower resistance to granules outflow in case of mechanical damage to the container.

Containers for Big Bags

The construction of this container provides more suitable parameters and stability when manipulating and stacking than using just ordinary Big Bags.

Advantages:

- higher stiffness,
- good manipulability,
- stacking possibility.

Disadvantages:

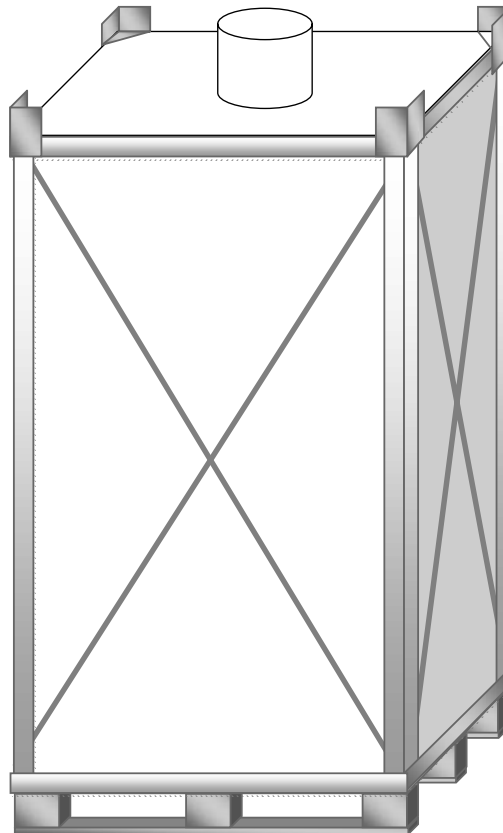
- Impossible to use in the actual environment – complex revision of

súčasnej technologickej časti plnenia granulátu,

- značná nadobúdacia cena (pri uvažovaní terajšieho množstva spracovaného materiálu a potrebnom prepravovanom objeme je pre celkovo požadovaný počet kontajnerov rádovo v miliónoch Eur),
- navýšenie hmotnosti manipulácie s granulátom oproti doterajšiemu o cca 15 až 30%,
- prázdny kontajner zaberá pri manipulácii bez gumového granulátu (doprava, skladovanie a pod.) veľký priestor,
- vysoké náklady na spätné doručenie kontajnera od odberateľa do V.O.D.S. (pri vzdialenosti cca 500 km sa takto navýši cena za prepravu 1 kg granulátu cca o 3 až 10 centov za kilogram).

the actual technological part of the granules filling is inevitable,

- considerable acquiring costs (considering the amount of processed material and the amount to be transported in the containers, the container costs reach millions of Euros),
- approximately 15 to 30% higher manipulating weight of the granule material,
- the empty container takes too much space when being manipulated without granules (transport, storage and the like),
- high costs of the container return delivery from the buyer to V.O.D.S. (with 500 km distance the cost of transport increases by 3 to 10 cent per 1 kg of the granules).



Obr. 1. Kontajner pre Big Bag vrece
Fig. 1 Container for Big Bag

3 POROVNANIE VARIANTOV

Navrhnuté konštrukčné riešenia ponúkajú získanie určitých výhodnejších parametrov na úkor iných. Vzhľadom k značnému počtu dosahovaných vlastností a funkcií týchto riešení, boli vyselektované len najpodstatnejšie parametre z pohľadu použitia v reálnych výrobných podmienkach. Prehľad vybraných hodnotených vlastností resp. funkcií je uvedený v Tab. 1.

3 VERSIONS COMPARISON

The construction solutions designed offer some parameters improvement at the cost of others. With regard to the amount of specifications and functions contained in the solutions, we selected only the most important parameters from the real production conditions use point of view. The specifications or functions survey is presented in Tab. 1.

Tab. 1 Porovnanie variantov

Tab. 1 Variants comparison

Hodnotená vlastnosť / funkcia	Variant			
	Pôvodný	Pevný kontajner	Skladací kontajner	Kontajner pre Big Bag
Možnosť použitia v súčasnom prostredí	Áno	Nie	Nie	Nie
Manipulovateľnosť *	1	1	1	1
Stohovateľnosť - počet ďalších vrstiev	0	2	1	1
Navýšenie obst. ceny voči Big Bag (Euro)	0	597	863	763
Navýšenie hmotnosti voči Big Bag (kg)	0	224	327	284
Zabezpečenie proti úniku materiálu *	2	1	3	2
Náklady pre spätné doručenie (Euro)**	0	100	66	100
* Použitá škála: (1- výborne až 5- ťažko)				
** Použité hodnoty: prepravná vzdialenosť 400 – 500 km, uvažuje sa z hmotnosťou a zaberaným priestorom spätne dopravovaného kontajnera				

Specifiación / function evaluated	Variant			
	Original	Solid container	Stacking container	Container for Big Bag
possibility to use in the actual environment	yes	no	no	no
Manipulability *	1	1	1	1
Stacking – number of follow up layers	0	2	1	1
Increase of acq.price compared to Big Bag (Euro)	0	597	863	763
Weight increase compared to Big Bag (kg)	0	224	327	284
Material outflow prevention *	2	1	3	2
Return delivery costs (Euro)**	0	100	66	100
*Range used: (1- excellent to 5- poor)				
** Values used: transport distance 400 – 500 km, the weight and capacity of the return delivery container is considered				

Pevnostná MKP analýza

Vytvorené modely kontajnerov boli podrobené pevnostným analýzám metódou konečných prvkov.

Kreovanie 3D modelov nebolo primárne zamerané na získanie jediného variantu, ale na variovanie niekoľkých možných riešení problému skladovania gumového granulátu, pretože sa predpokladalo, že každý variant bude ponúkať značne rozdielne možnosti variácie parametrov, z ktorých sa zvolí najvhodnejší variant.

Rigidity FCM analysis

The models of containers created underwent the rigidity analysis on the basis of final components method /FCM/.

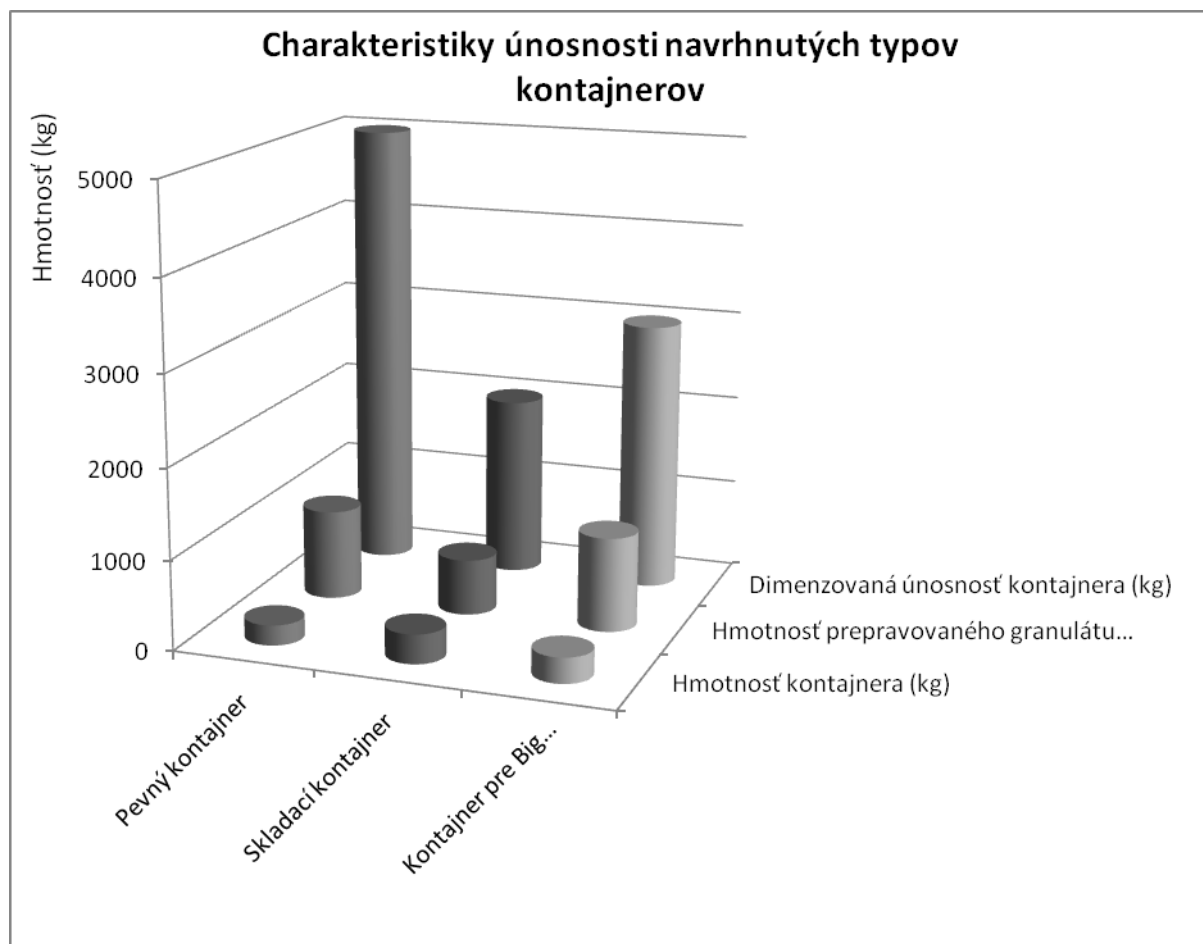
3D models creation was not primarily aimed at gaining one variant, but to collect various solutions for rubber granules storage as each one was supposed to offer quite a different variety of parameters to be considered when finally choosing the best solution.

Tab. 2 Podmienky zaťažovania kontajnerov pre uskladňovanie gumového granulátu

Tab. 2 The conditions for containers load when storing the granules

	Hmotnosť kontajnera (kg)	Hmotnosť prepravovaného granulátu (kg)	Dimenzovaná únosnosť kontajnera (kg)	Počet maximálne stohovaných kontajnerov	Uvažovaná bezpečnosť (koeficient bezpečnosti)
Pevný kontajner	224	1000	5000	3	2
Skladací kontajner	327	620	2000	2	
Kontajner pre Big Bag	284	1050	3000	2	

	Container weight (kg)	Transported granules weight(kg)	Container dimensioned carrying capacity (kg)	Maximum of stacked containers	Safety considered (safety ratio)
solid container	224	1000	5000	3	2
stacking container	327	620	2000	2	
container for Big Bag	284	1050	3000	2	



Obr. 2 Charakteristiky únosnosti navrhovaných kontajnerov
Fig. 2 Characteristics of containers carrying capacity

4 ZÁVER

Kreovanie 3D modelov sa zameralo na získanie variantu z niekoľkých možných riešení problému skladovania gumového granulátu, pričom vytváranie modelov a vykonávanie analýz MKP museli prebiehať súbežne, aby sa optimalizovali pevnostné a tuhostné parametre každej palety.

Na základe hodnotenia technických a ekonomických ukazovateľov pri uskladňovaní gumového granulátu je možné konštatovať, že nové konštrukčné riešenia s použitím kontajnerov vyžadujú investície uvedené v Tab. 3 pri dosiahnutí úspor uvedených v Tab. 4.

4 CONCLUSION

3D models creating was aimed at getting a variant form several possible solutions and the models creating and FCM analysis had to be carried out simultaneously in order to optimize rigidity and stiffness parameters of each pallet.

Based on the technical and economical parameters considered in the process of rubber granules storage it is possible to claim that the new construction solutions using the containers require investments presented in Tab. 3 and allow the savings presented in Tab. 4.

Tab. 3 Náklady spojené s použitím kontajnerov pre uskladňovanie gumového granulátu
Tab. 3 Rubber granules storage costs

Popis	Náklady (Euro)	Opakovanie Nákladu
Úprava súčasnej technologickej linky pre používanie kontajnerizácie	rádovo 1.000	Jednorázovo
Navýšenie obstarávacej ceny oproti nákupu Big Bag vriec (cena Big Bag vreca je cca 7 Euro bez DPH)	rádovo 100	Jednorázovo za 1 kontajner
Náklady na spätné doručenie kontajnera	rádovo 10	Pri každej dodávke

Description	Costs (Euro)	Costs repetition
Adjustment of the actual container technological line	lineally 1.000	once
Acquiring price increase compared to Big Bag (Big Bag price is appr. 7 Euro excluding VAT)	lineally 100	once per 1 container
Container return delivery costs	lineally 10	with every order

Tab. 4 Úspory dosiahnuté použitím kontajnerov pre uskladňovanie gumového granulátu
Tab. 4 Savings using the rubber granules containers

Popis	Úspora (Euro)	Opakovanie úspory
Zvýšenie využitia podlahovej plochy skladovania (pri ročných nákladoch cca 3,3 Euro/m ²) prostredníctvom stohovania – 1 m ² približne zaberá 1 Big Bag vreca, alebo kontajner	cca 1,10 – 1,66 Euro / m ²	ročne

Description	Saving (Euro)	Saving repetition
Increase in the ground floor use for storage (with annual costs appr. 3,3 Euro/m ²) by stacking – 1 m ² takes approx. 1 Big Bag, or container	Approx. 1,10 – 1,66 Euro / m ²	annually

Z uvedeného vyplýva, že:

1. Jediný technický prínos je možnosť stohovania zásobníkov s gumovým granulátom.
2. Jediný ekonomický prínos - úspory dosiahnuté lepším využitím skladovacích plôch sú nepatrné voči požadovaným nákladom.
3. Požaduje sa veľmi výrazný zásah do plniacej časti technologickej linky pre zmenu spôsobu plnenia do prepravných zariadení.
4. Cena za 1 kg prepravovaného gumového granulátu sa kontajnerizáciou zvýši približne o 3 až 10 centov.
5. Podstatne sa zvýši náročnosť na činnosti ohľadom evidencie pohybov kontajnerov.

From the facts mentioned above:

1. The only technical benefit is the possibility of stacking the rubber granules
2. The only economic benefit – gained by better use of storage area are negligible opposed to required costs.
3. A very significant intervention in the filling part of the technological line is necessary in order to change the way of filling the transport devices.
4. The price for 1 kg of rubber granules transported is raised by 3 to 10 cent.
5. The activities involved in the evidence of containers movements become more demanding.

6. Požaduje sa veľmi vysoká miera viazanosti investícií do kontajneriácie s minimálnym účinkom na zlepšenie technických, alebo ekonomických ukazovateľov.

Snaha o zvýšenie technickej úrovne prepravy gumového granulátu bola rozoberaná smerom využitia kontajnerov namiesto Big Bag vriec. Navrhnuté konštrukcie boli zamerané hlavne na malú priestorovú náročnosť pri spätnej preprave k producentovi granulátu a požadovanú tuhosť kontajnerov pri stohovaní.

Analýzy poukázali na fakt, že stohovaním dosiahnutý efekt úspory – maximálne 1,66 Euro / rok je eliminovaný požadovaným nákladom na úrovni cca 33 Euro dopravných nákladov na jediné spätné doručenie kontajnera k producentovi granulátu – predpokladá sa však, že takýto kontajner by mal ročne absolvovať niekoľko použití, čo tento prístup ešte viac znevýhodňuje.

Z uvedeného vyplýva, že ďalším riešením je možnosť skladovania v silách. Tento druh uskladňovania však bude vyžadovať vysoké investície a zvýši prácnosť potrebnú pre manipuláciu a rovnako bude potrebné využívať služby špecializovaných dopravných zariadení pre sypké materiály.

6. The investments are bound to container processing to a significant extend with minimum impact on technical or economic parameters improvement.

The Big Bag use for improving the technical aspect of granules transport was dealt with and the construction solutions were focused on small space demand during the return delivery to the granules producer as well as the container rigidity needed for stacking.

The analysis show that the effect of saving – maximum 1,66 Euro / year is eliminated by the transport costs of approx 33 Euro per single return delivery of the container back to the granules producer – however, such a container is to be used repeatedly in a year which makes the method even more inconvenient.

The possibility of silo storage comes out as the other possible solution from what was mentioned above. But this will require high investments and increase the labour necessary for manipulation using the specialized transport vehicles for loose materials.

Literatúra / References

- [1] Vagaská, A. - Sidor, I. - Jaduš, J.: Applied mathematics int the context of technical education at universities. In: Strategie technického vzdelávání v reflexi doby : sborník příspěvků mezinárodní vědecké konference : Ústí nad Labem, 13.-15. května 2009. - Ústí nad Labem : Univerzita J.E.Purkyně, 2009. - 1 elektronický optický disk (CD-ROM). - ISBN 978-80-7414-126-3. - P. 1-7.
- [2] Fedorko, G.a kol.: Základy aplikácie Pro/Engineer v technickej konštrukcii. 1. vyd. - Košice : TU, 2006. - 95 s. - ISBN 80-8073-478-X.
- [3] Fedorko,G.-Bindzár,J.- Molnár,V.: Vplyv dopravy materiálu na životné prostredie In: AT&P Journal. - ISSN 1335-2237. - Roč. 9, č. 11 (2002), s. 68-69.

Recenzia/Review: prof. Ing. Daniela Marasová, CSc.