

Optimalizácia počtu dopravných pásov s ohľadom na ich typ a logistické parametre v ťažobnom podniku

Peter Bindzár¹ a Dušan Malindžák²

Number of conveyor belts optimization regarding to its type and logistical parameters in mining industry

Material transportation by belt conveyers is widely used in many industrial branches including mining plants. Belt conveying development during the last year was oriented mainly on construction of belts. The consequence of this is the improvement of its manufacture qualities bringing down the costs for their exchange and maintenance. Despite the fact that there are some theoretical calculations based on a standards it is common in the industry that the belt is not properly selected or it is oversized or number of its types is too large what can lead to increased costs for its storage. The paper describes the optimization of number of belt types in mining company SIDERIT, s. r. o. Nižná Slaná by the method of modernization and unification of belts under practical skills and projecting based on theoretical calculations.

Key words: conveyor belt designing, belt optimization, material flow, mining industry

Úvod

Pásová doprava je spôsob dopravy materiálov pásovými dopravníkmi. Aktívnym prvkom, realizujúcim pohyb materiálu je dopravný pás. Ten musí zabezpečiť plynulú prepravu materiálu medzi miestom nakládky a miestom vykládky. Akýkoľvek prestoj vzniknutý pri pásovej doprave sa veľmi negatívne prejaví na plynulosti chodu celého systému. Podľa Tompkinsa oblasť prepravy, skladovania a manipulácie zamestnáva až 25 % pracovníkov, zaberá 55 % plôch a tvorí až 87 % z času, ktorý strávi materiál v podniku. Tieto činnosti vyžadujú niekedy 15 až 70 % z celkových nákladov na výrobok a značne ovplyvňujú aj kvalitu výrobkov (3 až 5 % materiálu sa znehodnocuje nesprávnou dopravou, manipuláciou a skladovaním).

Problematikou pásových dopravníkov a ich projektovaním a konštrukčnými prvkami sa zaoberá niekoľko autorov doma i v zahraničí. Malindžák [7] vo svojej knihe Výrobná logistika pristupuje k riešeniu projektovania dopravných systémov cez kybernetický prístup čiernej skrinky. V Českej republike sa týmto problémom zaoberajú pracovníci VŠB-TU Ostrava napríklad v publikáciách [2], [4]. V Srbsku bol vyvinutý software OptTrans, ktorý na základe určitých vonkajších parametrov dokáže vypočítať optimálne parametre pre zabezpečenie pásovej dopravy [9]. Ďalším významným autorom venujúcim sa problematike pásovej dopravy je Grujić [3], ktorý popisuje možnosti aplikácie multikriteriálnej analýzy pri výbere dopravníka. Vplyv riadenia rýchlosti dopravných pásov na úsporu energie popisuje aj nemecký autor Lauhoff [6]. Bubny pásových dopravníkov vo svojej práci rozoberá český autor Fries [1].

Zámerom tohto príspevku je posúdenie vhodnosti používaných dopravných pásov a návrh ich modernizácie a unifikácie pre spoločnosť SIDERIT, s.r.o., Nižná Slaná. Pri hodnotení dopravných pásov a posudzovaní ich vhodnosti sú využité výpočty, ktoré sa realizujú pri projektovaní dopravných pásov. V danej problematike sa doteraz spracovávali len čiastkové návrhy na vyriešenie náhrady nevhodného alebo opotrebovaného dopravného pásu. Súčasným cieľom je predložiť komplexný návrh riešenia pre všetky dopravné pásy používané v jednotlivých prevádzkach, tvoriacich ucelený reťazec na výrobu konečného produktu predmetnej firmy.

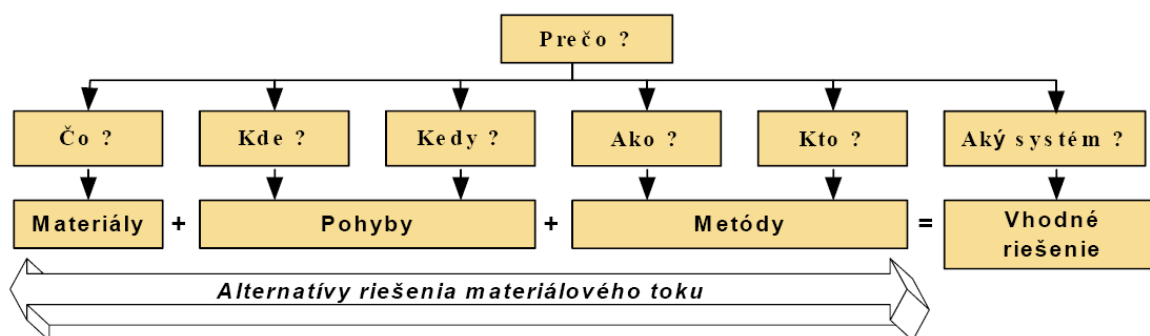
Projektovanie dopravných pásov

Materiálový tok je zabezpečovaný dvoma základnými skupinami prvkov: pasívnymi a aktívnymi. Dopravný pás je najdôležitejšou časťou pásového dopravníka a aktívnym prvkom realizujúcim pohyb materiálu. Správnou voľbou vhodných typov dopravných pásov možno zaručiť vysokú prevádzkovú bezpečnosť, vysokú produktivitu práce, jednoduchú obsluhu a údržbu ale aj ekologickú prijateľnosť s minimálnym vplyvom na životné prostredie. Pri projektovaní dopravy všeobecne sa rieši tzv. rovnica materiálového toku, ktorá je zobrazená na obr. 1. [10], [11].

¹ Ing. Peter Bindzár, PhD., Ústav logistiky priemyslu a dopravy, Park Komenského 14, 043 84 Košice, peter.bindzar@tuke.sk,

² prof. Ing. Dušan Malindžák, CSc., Ústav logistiky priemyslu a dopravy Park Komenského 14, 043 84 Košice

(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 31. 5. 2009)



Obr. 1. Rovnica materiálového toku (zdroj: www.ipaslovakia.sk).
Fig. 1. Equation of a material flow (source: www.ipaslovakia.sk).

Pri riešení otázok „Čo?“ a „Prečo?“ sa definuje druh materiálu, ktorý má byť prepravovaný. Otázky „Kde?“, „Kedy?“ a „Prečo?“ sa zaoberajú identifikáciou potrebných manipulačných a dopravných činností. Otázky „Ako?“, „Kto?“ a „Prečo?“ definujú správnu metódu na prepravu, ktorá má byť použitá. Otázky „Aký systém?“ a „Prečo?“ smerujú k návrhu riešenia materiálového toku.

Pri riešení tejto rovnice teda ide o nasledovné skupiny úloh:

- Typ materiálu a jeho fyzikálne charakteristiky. Základom projektovania materiálového toku je prepravovaná jednotka. Prepravovanou jednotkou môže byť napríklad jeden kus výrobku, jeden kartón súčiastok, paleta a pod. Prepravovaná jednotka môže byť charakterizovaná rozmermi, hmotnosťou, typom materiálu, prípadne ďalšími vlastnosťami.
- Množstvá, ktoré majú byť prepravované.
- Vstupné a výstupné miesta pre každý presun materiálu.
- Frekvencie a rýchlosti prepravy materiálu.
- Spôsoby prepravy a zariadenia, ktoré pripadajú do úvahy.

Projektovanie dopravných pásov sa vykonáva na troch úrovniach:

- a) projektovanie logistických parametrov – sem patrí určenie potrebných parametrov pre zvládnutie daného množstva materiálu, ako je rýchlosť, tvar valčekovej stolice, šírka pásu ale i určenie výkonu pohonu potrebného na zvládnutie daného prepravovaného množstva. Projektovanie logistických parametrov môže zahŕňať aj tvorbu bilančných modelov, ktoré sú dobre popísané v [12].
- b) projektovanie konštrukčných parametrov – zahŕňa hlavne výber dopravného pásu, ktorý bude schopný zabezpečiť prepravu na danú vzdialenosť a dané množstvo z hľadiska jeho pevnosti.
- c) projektovanie špecifických parametrov - závisí od konkrétnych podmienok a v rámci výskumnej profilácie pracoviska ide o projektovanie a výskum prierezových vlastností dopravných pásov. Využívajú sa pritom simulačné a experimentálne metódy popísané napríklad v [5].

Analyza súčasného stavu použitia dopravných pásov v závode Siderit, s.r.o., Nižná Slaná

Pásové dopravníky sa v hlbinných baniach používajú v úsekovej i hlavnej doprave nerastnej suroviny [14]. Rozvoj pásovej dopravy v posledných rokoch sa prejavil hlavne v konštrukčnom riešení, ktoré má za následok zlepšenie úžitkových vlastností dopravných pásov a tým zníženie nákladov na ich výmenu a údržbu. Pri projektovaní nového dopravníka alebo pri nasadzovaní nového dopravného pásu na existujúci dopravník by sa mali správne naprojektovať jeho logistické i konštrukčné parametre, prípadne ďalšie parametre zohľadňujúce prevádzkové podmienky konkrétneho podniku. I napriek predpísaným teoretickým výpočtom sa v praxi stáva že dopravné pásy nie sú vhodne zvolené, sú zbytočne predimenzované, alebo je príliš veľký počet ich typov, čo sťažuje podmienky skladovania a prináša tiež zvýšené náklady na skladovanie. Zohľadnenie tejto skutočnosti v banskom podniku SIDERIT, s.r.o., Nižná Slaná priblíži jeho prevádzku v oblasti pásovej dopravy k tomuto výsledku rozvoja a to cestou modernizácie a unifikácie používaných dopravných pásov v súlade s existujúcimi poznatkami praktickej prevádzky a s predpísanými teoretickými výpočtami.

K získaniu informácií o stave dopravných pásov v jednotlivých úsekoch banskej prevádzky v Nižnej Slanej boli využité poznatky získané fyzickou obhliadkou. Jednotlivé pásové dopravníky majú založený evidenčný list dopravníka, v ktorom sú zaznamenané základné technické parametre. Pre vstupnú analýzu boli

použité zoznamy pásových dopravníkov podľa evidenčných listov z jednotlivých uzlových úsekov spracovania rudy.

Bolo zistené, že dopravné pásy sú fyzicky, ale aj morálne opotrebované. Hlavným spôsobom opotrebovania sú odery, prierazy a praskliny. V prevádzke sú používané dopravné pásy typu P (podľa kostry vložiek) a EP s rôznymi hrúbkami krycích vrstiev. Hlavne u pásov typu P bolo zistené nadmerné opotrebovanie a z hľadiska prevádzky boli klasifikované ako nevhodné. Niektoré pásy podľa dlhodobých poznatkov sú zase zbytočne predimenzované.

Dopravné pásy sú používané v počte celkom 28 druhov (tab. 1), čo kladie značné nároky na skladové zásoby a ich finančnú výšku, čo má za následok zúženie nakupovaného sortimentu. To v prevádzke niekedy znamená, že pri nedostatku konkrétneho typu pásu na potrebnú výmenu sa použije aj nevhodný typ pásu, ktorý je práve k dispozícii.

Tab. 1. Zoznam používaných typov dopravných pásov Shockbelt a Thernbelt.
Tab. 1. List of conveyor belts of Shockbelt and Thernbelt types.

Súčasne používané typy DP			Šírka DP			
Typ DP	Hrúbka KV	Akost'	650	800	1000	1200
EP 250/2	3 + 2	AA			x	
EP 315/3	4 + 2	AA	x	x	x	
EP 315/3	4 + 2	A		x		
EP 315/3	5 + 3	AA		x		
EP 315/3	4 + 2	H		x		
EP 315/3	4 + 2	T3		x		
EP 315/3	6 + 3	A			x	
P 315/3	5 + 3	AA		x		
P 400/2	3 + 2	AA			x	
P 400/3	4 + 2	AA		x		
EP 400/3	5 + 3	AA	x	x		x
EP 400/3	5 + 3	A		x		
EP 400/3	5 + 3	T3		x	x	
EP 400/3	5 + 2	AA		x		
EP 400/3	5 + 2	H		x		
EP 400/3	5 + 2	D		x		
P 400/4	5 + 3	A		x		
P 500/5	7 + 3	AA		x		
P 630/3	5 + 2	AA	x	x	x	
P 800/3	5 + 3	D	x	x		
P 1250/4	5 + 3	AA		x		
Spolu	28 druhov		4	18	5	1

Vysvetlivky:

Typ EP - použitý materiál v kostre vložiek pásu je polyester a v útku je použitý polyamid

Typ P - použitý materiál je polyamid v osnove i v útku

400/2 - pevnosť v N . mm⁻¹/počet polyamidových vložiek

KV - krycia vrstva dopravného pásu vrchná + spodná (hrúbka v mm)

Akost' gumy: A - na materiál silne ostrý, brúsivý

AA - na materiál silne brúsivý

D - na materiál horúci, zrnitý (max. teplota materiálu 125⁰C)

H - na materiál horúci, zrnitý (max. teplota materiálu 150⁰C)

T3 - na materiál horúci, zrnitý (max. teplota materiálu 175⁰C)

Vykonané výpočty a návrhy riešenia

Projektovanie logistických či konštrukčných parametrov dopravných pásov sa vykonáva najmä v prípade návrhu nového dopravného systému. Menej známe je však použitie rovnakých princípov pri hodnotení už existujúcich dopravných zariadení, ktoré pri svojom zavedení do prevádzky neboli správne naprojektované z rôznych dôvodov alebo sa počas ich prevádzky zmenili parametre prepravy (napr. typ a veľkosť prepravovaného tovaru, zvýšenie alebo zníženie prepravovaného objemu, apod.).

Z hľadiska cieľov tohto príspevku má posúdenie vhodnosti dopravných pásov umožniť zníženie postupne počtu typov dopravných pásov a ich unifikáciu na základe požiadaviek prevádzky a so zohľadnením teoretických kapacitných a pevnostných výpočtov. Nasledujúca etapa analytického spracovania získaných informácií mala za cieľ overiť základné parametre a stav pásového dopravníka, menovite dopravného pásu a jeho vhodnosť pre použitie v danom úseku.

Výpočty boli vykonané pre vybrané dopravné pásy (reprezentantov) v jednotlivých prevádzkových úsekoch na základe ich dĺžky a dôležitosti. Podľa nich boli analogicky posudzované návrhy na prípadné zmeny na ostatných dopravných úsekoch (tab. 2). Ide o nasledovné úseky:

- ťažba – drvenie rudy,
- suchá vysokointenzitná magnetická separácia (SVIMS),
- úpravňa,
- rotačné pece,
- peletizácia.

Tab. 2. Rozpis navrhovaných dopravných pásov podľa úseku.

Tab. 2. Specification of designed conveyor belts according sections.

Prevádzka	Typ DP	Šírka DP	KV	Akosť	Množstvo
	Navrhovaný	mm	navrhovaná	navrhovaná	bm
Drvenie rudy	EP 400/4	800	5+2	AA	825
	EP 400/4	1000	6+3	A	133
Spolu					958
SVIMS	EP 400/3	650	5+2	AA	128
	EP 400/3	800	5+2	AA	17
Spolu					145
Úpravňa	EP 400/3	800	5+2	AA	326
	EP 400/3	1000	5+2	AA	48
Spolu					374
Rotačné pece	EP 400/3	800	5+2	AA	226
	EP 400/3	800	5+2	H	100
	EP 400/3	1000	5+2	D	14
	EP 1000/3	800	5+2	AA	270
	EP 1000/3	800	5+2	D	120
Spolu					730
Peletizácia	EP 400/3	650	5+2	AA	227
	EP 400/3	800	5+2	AA	1086
	EP 400/3	800	5+2	H	314
	EP 400/3	1000	5+2	AA	176
	EP 400/3	1200	5+2	AA	33
Spolu					1826
Spolu celkom					4043

V nasledovnej tabuľke (tab. 3) je uvedený prehľad navrhovaných dopravných pásov podľa typu.

Z uvedeného zhodnotenia vyplýva, že v podstate bolo navrhnutých sedem typov dopravných pásov, s prevládajúcim typom EP 400/3, ktorý sa v prevádzke osvedčil už aj v minulosti. Rozšírenie počtu druhov pásov na desať je spôsobené dodržaním doterajšej šírky pásov na jednotlivých dopravníkoch.

Súčasne pri výmene starých pásov za nové, ku ktorému postupne v určitom časovom období dôjde, je možné túto výmenu podporiť aj ekonomickými ukazovateľmi uvedenými v nasledovných tabuľkách (tab. 5 a tab. 6).

Tab. 5. Cenový prepočet nadobúdacej hodnoty pásov doterajších typov.
Tab. 5. Cost calculations of acquisition price for existing conveyor belts.

Súčasne používané typy DP			Výmery a ceny		
Typ DP	Hrúbka KV	Akosť	[m ²]	[Sk/m ²]	Spolu Sk
EP 250/2	3+2	AA	10	1 005	10 050
EP 315/3	4+2	AA	326	1 405	458 030
EP 315/3	4+2	A	93	1 450	134 850
EP 315/3	5+3	AA	28	1 500	42 000
EP 315/3	4+2	H	19	1 480	28 120
EP 315/3	4+2	T3	112	1 510	169 120
EP 315/3	6+2	A	133	1 710	227 430
P 315/3	5+3	AA	258	1 560	402 480
P 400/2	3+2	AA	14	1 230	17 220
P 400/3	4+2	AA	8	1 280	10 240
EP 400/3	5+3	AA	359	1 430	513 370
EP 400/3	5+3	A	268	1 470	393 960
EP 400/3	5+3	T3	102	1 620	165 240
EP 400/3	5+2	AA	121	1 530	185 130
EP 400/3	5+2	H	120	1 630	195 600
EP 400/3	5+2	D	134	1 550	207 700
P 400/3	5+3	AA	248	1 580	391 840
P 500/5	7+3	AA	67	1 700	113 900
P 630/3	5+2	AA	430	1 735	746 050
P 800/3	5+3	D	152	1 850	281 200
P 1250/4	5+3	AA	267	2 100	562 700
Spolu			3 269		5 280 930

Výmery dopravných pásov v m² boli získané prepočtom podľa dĺžky a šírky pásu. Ceny jednotlivých druhov pásov boli určené ako priemer od dvoch dodávateľov.

Cenové porovnanie:	pôvodné typy dopravných pásov:	5 280 930,- Sk
	navrhované typy:	5 245 320,- Sk
	Úspora	35 610,- Sk

Ekonomická efektívnosť výmeny sa prejaví nielen v tejto úspore finančných nákladov, ale aj v predĺžení životnosti pásov, vzhľadom na navrhovaný typ EP a tým v znížení nákladov na údržbu. Vykonávanie častej údržby a opráv vzhľadom na vyššie vlastné náklady je neekonomické. Preto postupná náhrada pásov bude mať aj dlhodobější ekonomický účinok.

Tab. 6. Cenový prepočet nadobúdacej hodnoty pásov navrhovaných typov.
Tab. 6. Cost calculations of acquisition price for newly designed conveyor belts.

Nový návrh typov DP			Výmery a ceny		
Typ DP	Hrúbka KV	Akosť	m ²	Sk/m ²	Sk
EP 400/3	5+2	AA	1 819	1 530	2 783 070
EP 400/3	5+2	D	14	1 550	21 700
EP 400/3	5+2	H	331	1 630	539 530
EP 400/4	5+2	AA	660	1 600	1 056 000
EP 400/4	6+3	A	133	1 900	252 700
EP 1000/3	5+2	AA	216	1 840	397 440
EP 1000/3	5+2	D	96	2 030	194 880
Spolu			3 269		5 245 320

Záver

Výpočty vykonané pre jednotlivých reprezentantov dopravných pásov na úsekoch preukázali opodstatnenosť návrhov na zmenu jednotlivých pásov v type, druhu, krycích vrstvách a v akosti, v súlade so zistením v prevádzke a v súlade s jej odporúčaniami. Tabuľka 6 obsahuje celkovú potrebu navrhovaných dopravných pásov podľa jednotlivých úsekov, ich typy, druhy, šírky pásov, ktoré ostávajú zachované oproti pôvodným typom a tiež potrebu v bežných metroch. Toto zhodnotenie môže slúžiť na zabezpečenie obnovovania potrebných skladových zásob v horizonte viac rokov a slúžiť tak ako podklad pre postupnú zmenu v ich typovej skladbe.

Vychádzajúc z hore uvedených skutočností, t.j. z ohľadu na vykonané výpočty a potreby prevádzky, sa javí navrhovaný počet typov dopravných pásov ako optimálny. Menší počet typov dopravných pásov by nezabezpečil požadovanú rôznorodosť podľa požiadaviek jednotlivých prevádzok v súlade s ich technickými a dopravnými potrebami.

Literatúra - References

- [1] Fries, J.: Lifetime prolongation of belt conveyor's drums by design changes. *Transport and Logistics*, No. 13/2007, s.7-14. *Beograd 2007*, ISSN 1451-107X.
- [2] Gondek, H., Skařupa, J., Šamárek, J.: Optimisation of belt conveying transport routes. *Transport and Logistics*, No. 04/2003, s.5-13. *Košice 2003*, ISSN 1451-107X.
- [3] Grujić, M., Despodov, Z., Ristović, I.: Possibility of applying the multicriteria analysis method when selecting a conveyance system in lead and zinc mine. *Transport and Logistics*, No. 13/2007, s.7-14. *Beograd 2007*, ISSN 1451-107X.
- [4] Jurman, J., Škvareková, E., Fries, J: Možnosti využití metody SBRA k definování spolehlivosti lan, ISSN 1451-107X, 24.-26.5.2004 "Transport & Logistics", Krivda 2004, Košice, Podbanské, 163-170.
- [5] Krešák, J., Kropuch, S., Peterka, P.: Stend pre prierazové skúšky pásov. In: *Acta Montanistica Slovaca. roč. 4, č. 1 (1999)*, s. 39-44. ISSN 1335-1788.
- [6] Lauhoff, H.: Speed control on belt conveyors – does it really save energy?. In.: VII International symposium organized by Department of Mining Mechanization Engineering, *Beograd, september 2006*, s. 9-27, ISBN 86-7352-175-0
- [7] Malindžák, D.: Výrobná logistika. *Košice : FBERG TU, 1997. 170 s.*
- [8] Malindžák, D., Straka, M., Viestová, K.: Doprava ako súčasť logistického systému : Základné členenie a charakteristiky. In: *Doprava a logistika : Odborný mesačník vydavateľstva ecopress. roč. 2, č. 5 (2007)*, s. 20-21. Internet: www.elogistika.sk, ISSN 1337-0138.
- [9] Pinka, J., Wittenberger, G., Engel, J.: Dobývanie ložísk vrtmi. *Košice:TU, 2006. 227 s. ISBN 80-8073-625-1.*
- [10] Ristović, I., Adamović, J., Savić, L.: Application of OpTrans software on the example of refractory clay deposit bukovik Arandjelovac. In.: 7th International symposium on mine haulage and hoisting, *Tara, Jun 01-04 2008*, s.89-93. *University of Belgrade. ISBN 978-86-7352-197-8.*
- [11] Rosová, A., Balog, M.: Materiálový tok. In: *Logistika v praxi : Praktická príručka manažera logistiky. květen (2007)*, 5 p. ISSN 1801-8009.

- [12] Rosová, A.: Všeobecný model toku výrobního procesu. In: Logistika v praxi : Praktická příručka manažera logistiky. *květen (2007), 6 p. ISSN 1801-8009.*
- [13] Rosová, A., Balog, M.: Modul kapacitní bilance. In: Logistika v praxi : Praktická příručka manažera logistiky. *srpen (2007), 6 p. ISSN 1801-8009.*
- [14] Sisol, M., Kozáková, L., Bakalár, T.: Flotačná separácia PET zo zmesi odpadových plastov PET, PVC a PS. In: *Acta Montanistica Slovaca. roč. 10, mimoriadne č. 1 (2005), s. 45-48. ISSN 1335-1788.*
- [15] Šaderová, J., Boroška, J.: Výrobné procesy. *1. vyd.. Košice : TU, 2005. 82 s. ISBN 80-8073-268-X.*