



The International Journal of  
TRANSPORT & LOGISTICS  
Medzinárodný časopis  
DOPRAVA A LOGISTIKA

ISSN 1451-107X

## RIADENIE DOPRAVY V PROCESE ÚPRAVY SIDEITOVEJ RUDY V ZÁVODE SIDERIT, S.R.O NIŽNÁ SLANÁ

### HAULAGE MANAGEMENT IN THE SIDERITIC IRON ORE DRESSING PROCESS IN SIDERIT, S.R.O. NIŽNÁ SLANÁ

**Marasová Daniela<sup>1</sup>, Taraba Vladimír<sup>2</sup>, Fedorko Gabriel<sup>3</sup>**

<sup>123</sup> Faculty of Mining, Ecology, Process Control and Geotechnology, Technical university of Košice, Logistics Institute of Industry and Transport, Košice, Slovakia, e-mail:  
daniela.marasova@stuv.sk

**Abstrakt:** Článok je zameraný na určenie úzkeho miesta v procese úpravy sideritovej rudy. Navrhuje a zhodnocuje možné opatrenia na zlepšenie riadenia dopravy, poskytuje základný prehľad o jej technickom zabezpečení a riadení. Následne popisuje a hodnotí jednotlivé návrhy, cieľom ktorých je zníženie prevádzkových nákladov spojených s prestojom úzkeho miesta.

**KPúčové slová:** riadenie, doprava, sideritová ruda

**Abstract:** The article focuses on the determination of the problematic segment in the process of the sideritic iron ore dressing. It proposes and evaluates potential measures to improve haulage management, provides basic overview on the haulage technical organization and management. Subsequently it describes and evaluates respective proposals, the aim of which is to reduce operating costs related to the downtime of the problematic segment.

**Key words:** management, haulage, sideritic iron ore

## 1 ÚVOD

Podnik Siderit s.r.o. Nižná Slaná je v súčasnosti jediným závodom na ťažbu a úpravu železných rúd na Slovensku. Hlavnou činnosťou spoločnosti Siderit s. r. o. Nižná Slaná je ťažba sideritovej rudy ( $\text{FeCO}_3$ ) hlbinným spôsobom na ložiskách Manó - Gabriela a Kobeliarovo. Banská prevádzka zabezpečuje ťažbu s ročnou kapacitou cca 900 kt. rok<sup>-1</sup>. Geologické zásoby (30 mil. ton) pri súčasnej ťažbe a podmienkach determinujú životnosť závodu na 25 – 30 rokov.

Ak vyťažená sideritová ruda neobsahuje dostatočné množstvo úžitkových zložiek, musí prejsť procesom úpravy. Výsledkom je finálny produkt úpravy (vysokopecné pelety), ktorý dosahuje požadované kvalitatívne parametre vhodné pre ďalšie spracovanie v hutníckych závodoch. Proces úpravy má 5 hlavných technologických uzlov: drvenie, suchú vysokointenzitnú magnetickú separáciu (ďalej SVIMS), magnetické praženie v rotačných peciach, nízkointenzitnú mokrú magnetickú separáciu a peletizáciu. V každom technologickom uzle prepravu materiálu zabezpečuje niekoľko pásových dopravníkov. Rovnako aj preprava materiálu medzi jednotlivými uzlami je zabezpečovaná pomocou pásových dopravníkov. Napríklad, z procesu drvenia je železná ruda prepravovaná vodorovným pásovým dopravníkom na dopravník rudy do procesu SVIMS. Z procesu SVIMS do procesu magnetického praženia je preprava zabezpečovaná pásovým dopravníkom prepravujúcim magnetický podiel. Z procesu magnetickej separácie do procesu peletizácie je preprava zabezpečovaná dopravníkom na prepravu koncentrátu. Na konci procesu peletizácie sú umiestnené expedičné pásové dopravníky. V celom procese úpravy sideritovej rudy sa vyskytuje cca 30 pásových dopravníkov.

## 1 INTRODUCTION

Currently, Siderit s.r.o. Nižná Slaná is the only plant engaged in iron ore mining and dressing in Slovakia. The main line of business of Siderit s. r. o. Nižná Slaná is underground mining of sideritic iron ore ( $\text{FeCO}_3$ ) in Manó - Gabriela and Kobeliarovo deposits. Mining operation provides for mining with the annual volume of ca 900 kt.year<sup>-1</sup>. Current mining under present conditions together with geological reserves (30 million tons) determine plant's lifetime to 25 – 30 years.

If the mined sideritic iron ore does not contain sufficient quantity of useful components it needs to undergo dressing process. This results in a final dressing product (blast-furnace pellets) with required quality parameters suitable for further processing in metallurgical plants. The dressing process consists of 5 main technological points: breaking down, dry high-intensity magnetic separation (hereinafter referred as DHIMS), magnetic roasting in rotary furnaces, wet low-intensity magnetic separation and pelletizing. In each technological point, several belt conveyors haul the material. Similarly, material haulage between individual points is based on belt conveyors. For example, the iron ore is hauled by the horizontal belt conveyor from the process of break down to the conveyor hauling it to DHIMS process. The belt conveyor hauling the magnetic share provides the haulage from DHIMS to the process of magnetic roasting. The conveyor for separate haulage ensures the haulage from magnetic separation process to the process of pelletizing. At the end of the pelletizing process there are delivery belt conveyors located. In total, there are ca 30 belt conveyors used in the sideritic iron ore dressing process.

## 2 RIADENIE PÁSOVEJ DOPRAVY

Ak budeme celý technologický proces úpravy sideritovej rudy považovať za systém, z hľadiska jeho riadenia bude pásový dopravník jedným z dôležitých objektov riadenia. Tak ako v každom systéme i v tomto sa nachádzajú prvky, ktoré môžu systém obmedzovať, ohrozovať a znižovať jeho produktivitu. Takýto prvok je určený ako úzke miesto. Keďže jedným zo základných cieľov podniku je znižovanie nákladov výroby a tak zvyšovanie konkurencie schopnosti je nutné, aby celý systém pracoval bez prestojov s čo najvyššou produktivitou a s čo najnižšími nákladmi. K splneniu tohto základného cieľa je nevyhnutné optimálne využívanie úzkych miest v celom procese výroby od ťažby až po expedíciu. Podstatnú časť procesu úpravy sideritovej rudy tvorí preprava materiálu pásovými dopravníkmi. Preto je dôležité správne riadenie systému pásovej dopravy. Hlavnou úlohou a cieľom riadenia pásovej dopravy je v podstate koordinácia vstupujúcich a vystupujúcich množstiev materiálu, riadenie ich plynulého priebehu, znižovanie dopravných nákladov pri zachovaní potrebnej prepravnej kapacity, dodržaní času prepravy a dôslednom využívaní možností racionalizácie v rámci celého prepravného reťazca [2]. Proces riadenia dopravy by mal byť zameraný najmä na stanovenie cieľov na základe vytýčenia stratégií, prognózovania a plánovania; organizáciu dopravy za účelom vymedzenia právomoci a zodpovednosti za riešenie úloh; rozhodovanie podľa hodnotiacich kritérií a následné prijatie rozhodnutí. Medzi najdôležitejšie *technické kritéria* patrí predovšetkým: prepravná rýchlosť, kapacita dopravy, bezpečnosť, spoľahlivosť, pohotovosť. Medzi najdôležitejšie *ekonomické ukazovatele* patria predovšetkým: náklady na prepravu, spotreba a energetická náročnosť, potreba investícií, počet pracovných síl. Z hľadiska dokonalej realizácie pásovej dopravy

## 2 BELT HAULAGE MANAGEMENT

If the entire technological process of the sideritic iron ore dressing is deemed to be a system, the belt conveyor will be one of significant objects of the management in respect to the system management. As all systems, this one also contains components, which can limit, threaten and reduce its productivity. This component is identified as a problematic segment. Since one of the primary objectives of the plant is to reduce production costs and thus increase competitiveness, it is necessary the entire system works without any downtime and with as high productivity and low costs as possible. In order to meet this primary objective the optimum use of problematic segments within the whole production system from mining to shipment is necessary. A significant part of the sideritic iron ore dressing process is formed by material haulage using belt conveyors. Thus the correct belt haulage system management is important. In principle, the main task and the objective of the belt haulage management is based on coordination of incoming and outgoing material quantities, management of their continuous flow, reduction of haulage costs with maintaining necessary haulage capacity, maintaining haulage time and consistent use of rationalization options within the whole haulage chain [2]. Haulage management process should aim especially at objective setting on the basis of strategy determination, forecasting and planning; haulage organization for the purpose of defining the power and responsibility for the task solution; decision-making according to evaluation criteria and subsequent decision adopting. The most important *technical criteria* include especially: haulage speed, capacity, safety, reliability and readiness. The most important *economic indicators* include especially: haulage costs, consumption and energy intensity, need of investments and the quantity of labour force. In respect of perfect belt haulage

a minimalizácie nákladov treba zvoliť taký systém prepravy, aby bol čo najhospodárnejší. Pri voľbe dopravných prostriedkov treba rešpektovať: princíp výroby, technické kritériá hodnotenia, nákladovosť. Princíp výroby vyplýva z charakteru technologického procesu. Pri hromadnej výrobe stúpa význam kontinuálnych dopravných systémov a tlak nato, aby dopravné a výrobné postupy boli časovo presne zladené. Technické kritériá hodnotenia poskytujú informácie o parametroch jednotlivých dopravných zariadení. Sledujeme prepravované množstvo za časovú jednotku, rýchlosť prepravy, prekonávanie stúpania, druh pohonu a iné technické a technologické ukazovatele. Nákladovosťou sledujeme základné nákladové položky. Výška nákladov na prevádzku dopravného zariadenia však nemôže byť absolútym kritériom, ale iba ako jedno z dôležitých. Riadenie pásovej dopravy ale aj iných dopravných systémov je dané v zásade týmto základnými veličinami: prepravovanými substrámi (materiál, suroviny, polovýrobky, výrobky a pod.), prepravnou intenzitou, prepravnou trasou, zákonodarným ustanovením. Odrazom týchto veličín sú faktory dopravného systému, ku ktorým zaradujeme: optimálne využitie (funkčné a časové využitie), vysší stupeň servisu, flexibilitu (prispôsobenie sa prevádzkovým podmienkam) a transparentnosť (informácie o aktuálnej situácii, určenie ukazovateľov, účtovanie nákladov). Prepravovaný substrát je zvyčajne spojený s problémom charakteru prepravovaného materiálu z hľadiska ďalšej prepravy a upotrebenia vo výrobnom procese.

Prepravná intenzita je daná nárokmi prepravovaného tovaru podľa veľkosti množstva za časovú jednotku. Značne závisí od typu výroby. Pri kusovej výrobe je intenzita nízka, smerom k vyšším typom výroby sa zvyšuje. Prepravná trasa (cesta) vyjadruje vzdialosť medzi počiatočným a konečným bodom realizovanej prepravy

organization and cost minimization, there should be the most economical haulage system selected. When selecting means of haulage it is necessary to take the following into account: *production principle, technical evaluation criteria and the costs*. *Production principle* results from the character of the technological process. In case of mass production the importance of continuous haulage systems increases together with the pressure on accurate timing of haulage and production processes. *Technical evaluation criteria* provide information on parameters of individual haulage facilities. We monitor hauled quantity per time unit, haulage speed, overcoming of gradient, type of drive and other technical and technological indicators. *The costs* include monitoring of basic cost items. The amount of operating costs of the haulage facility, however, cannot be an absolute criterion but only one of significant ones.

In principle, *the belt haulage management* together with other transport systems is determined by the following *basic quantities*: hauled substrates (material, raw materials, semiproducts, products and the like), haulage intensity, haulage route and provisions stipulated by law. These quantities are reflected in the *haulage system factors*, which include: optimum use (functional and time use), higher level of service, flexibility (adaptation to operating conditions) and transparency (information on current situation, determination of indicators, cost accounting). *Hauled substrate* is usually related to the nature of hauled material with respect to further transportation and use in production process. *Haulage intensity* is specified by the requirements of hauled goods according to quantity per time unit. It significantly depends on type of production. In case of piece production the intensity is low and grows higher with higher types of production. *Haulage route (way)* expresses the distance between the initial and final point of performed goods

tovaru, vrátane prekonaných úrovňových rozdielov. *Legislatívne ustanovenia* charakterizujú právne normy, ktoré sa viažu na prepravu tovaru a zaobchádzania s ním. Aby bolo možné na jednej strane uspokojiť rastúce požiadavky na skracovanie doby prepravy, minimalizáciu zásob a na druhej strane čeliť tlaku na znižovanie nákladov, musia byť dopravné systémy optimálne plánované, nasadzované a využívané.

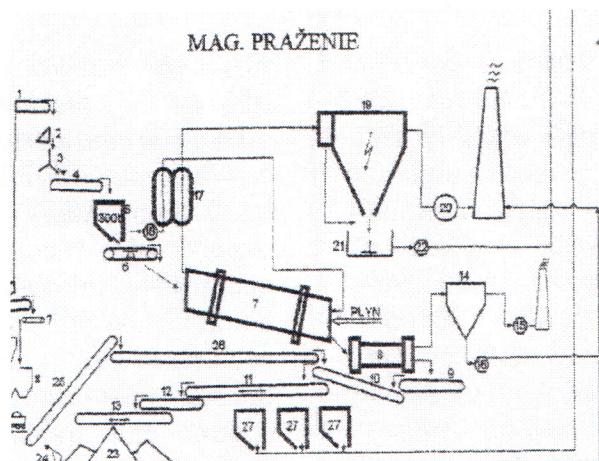
### **3 RIADENIE PÁSOVEJ DOPRAVY V PROCESSE MAGNETIZAČNÉHO PRAŽENIA**

Pri úprave sideritovej rudy v technologickom uzle - magnetizačné praženie sa nachádza 10 pásových dopravníkov: dopravný pás magnetického podielu z časti SVIMS, dopravný pás, ktorým sa ruda zaváža do zásobníka pred rotačné pece (ďalej RP), dopravný pás, ktorým sa dopravuje ruda do RP, dopravný pás odsunový, ktorým sa ochladená ruda (praženec) dostáva k pásu č. 10, šikmý dopravný pás - hadicový, týmto sa praženec dopravuje na pás č. 11, reverzný dopravný pás, pomocou neho sa plnia zásobníky pred guľovým mlynom, v prípade preplnenia zásobníka na skládku praženca vedľa RP, dopravný pás odsunový, týmto pásom sa praženec dopravuje na ďalší dopravný pás rozvodу praženca, pokial sú preplnené zásobníky pred guľovými mlynmi, dopravný pás rozvodu praženca, týmto dopravným pásom sa praženec rozmiestňuje na miesta skládky vedľa RP podľa voľnej kapacity na skládku, zavážací pás, zavážací pás. (obr. 1).

haulage, including overcame level differences. *Provisions stipulated by law* are characterized by legal standards related to goods transportation and handling. In order to satisfy growing requirements to shorten haulage time and stock minimization on one hand and to face the pressure related to cost reduction on the other the haulage systems should be optimally planned, employed and used.

### **3 BELT HAULAGE MANAGEMENT IN THE MAGNETIC ROASTING PROCESS**

In sideritic iron ore dressing process at the technological point of magnetic roasting there are 10 belt conveyors: conveying belt for magnetic share from DHIMS part, conveying belt to charge the bin with the ore before rotary furnaces (hereinafter referred to as RF), the conveying belt hauling the ore to RF, pull out conveying belt, which hauls cooled ore (calcined ore) to the belt No. 10, inclined hose conveying belt, by which the calcined ore is hauled to the belt No. 11, reversal conveying belt, it is used to fill bins before ball mill and if the bin is overfilled, to haul the calcined ore to the calcined ore dump next to the RF, pull out conveying belt by which the calcined ore is hauled to the next conveying belt for calcined ore distribution if the bins before the ball mills are overfilled, calcined ore distribution conveying belt which is used to distribute the calcined ore to the dump next to the RF according to the free capacity of the dump, charging belt, charging belt. (Fig. 1).



**Obr. 1 Schématické znázornenie magnetického praženia v procese úpravy sideritovej rudy**  
**Fig. 1 Schematic representation of the magnetic roasting in the process of sideritic iron ore dressing**

1 dopravný pás magnetického podielu, 2- automatický vzorkovač vsádzky , 3- nohavicový skláz, 4-dopravný pás, 5 – zásobník rudy, 6 – automatický vážiaci dávkovač, 7 – rotačná pec, 8 – chladič, 9 – dopravný pás odsunový, 10 – šíkmy hadicový dopravný pás, 11 – reverzný dopravný pás, 12 – odsunový dopravný pás, 13 – dopravný pás rozvozu praženca, 14 – kombinovaný mokrý odlučovač, 15 – ventilátor, 16 – kalové čerpadlo, 17 – výmenník tepla, 18 - ventilátor studeného vzduchu, 19 – elektroodlučovač, 20 – hlavný ventilátor, 21 – miešacia nádrž, 22 – kalové čerpadlo, 23 – skládka praženej rudy, 24 – škrabákový vrátko, 25 – zavážaci pás, 26 – zavážaci pás, 27 – zásobník praženej rudy.

1 Conveying belt for magnetic share, 2- automatic ore charge sampler, 3- running chute, 4-conveying belt, 5 – ore bin, 6 – automatic weighing batcher, 7 – rotary furnace, 8 – cooler, 9 – pull out conveying belt, 10 – inclined hose conveying belt, 11 – reversal conveying belt, 12 – pull out conveying belt, 13 – calcined ore distribution belt, 14 –combined wet separator, 15 – fan, 16 – mud pump, 17 – heat exchanger, 18 - cold air fan, 19 – electric separator, 20 – main fan, 21 – mixing tank, 22 – mud pump, 23 – calcined ore dump, 24 – scraper winch, 25 – charging belt, 26 – charging belt, 27 – calcined ore bin.

Riadenie dopravy môže byť postavené na myšlienke „Ak dopravu zvládne úzke miesto v danom dopravnom systéme, mali by ju zvládnúť aj ostatné prvky dopravného systému. Potom stačí, ak optimálne využijeme kapacitu úzkeho miesta. Zabezpečíme jeho bezporuchový chod.

Úzke miesto môžeme určiť tak [1] , že bud' z histórie poznáme, ktorý z prvkov je úzke miesto, alebo vypočítame kapacitné nároky na jednotlivé stroje ( dopravníky ) z jednotkových operačných časov  $t_{i,j}$ .

The haulage management may be based on the idea “If the problematic segment in the given haulage system manages the haulage, other components of the haulage system should manage it as well”. Than it is enough to use optimally the capacity of the problematic segment. We will provide for its smooth operation. The problematic segment may be determined on the basis of the fact that [1] the component is historically known as the problematic segment or capacity demands for respective machines (conveyors) will be calculated from unit operating times  $t_{i,j}$

$$KM_J = \max \{ \sum t_{i,j} \}, \text{ pre } J = 1, 2, \dots \quad (1)$$

Nech  $KM_J$  – je maximálne, potom stroj  $J$  je úzke miesto.

Let's consider  $KM_J$  – be the maximum, then  $J$  machine is a problematic segment.

Zo siedte desiatich dopravníkov je zrejmé, že za úzke miesto sa môže považovať hadicový dopravný pás č. 10, a to z týchto dôvodov: dôležitosť prvého stupňa, najväčšie riziko nepredvídatelného zastavenia, nekontrolované množstvo pridanej praženej rudy zo skládky, možnosť vzniku poruchy na páse z dôvodu veľkej kusovosti materiálu, pás nie je chránený pred vstupom väčšieho nežiaduceho predmetu do zbaľovanej časti, technologicky zložitejší ako klasické korýtkové dopravníky, elektromotor pre pohon dopravníka je predimenzovaný (ekonomické hľadisko).

#### **4 NÁVRHY NA ZLEPŠENIE PREVÁDZKY HADICOVÉHO DOPRAVNÍKA**

Na to, aby hadicový dopravník pracoval spoľahlivo, bez nepredvídatelných prestojov a z čo najnižšími nákladmi je potrebné odstrániť súčasné nedostatky :

*Skoré opotrebenie valčekov.* Vo valčekových stoliciach sú osadené valčeky, ktoré sa nemažú, lebo ich ložiská sú nerozoberateľné uzavreté a odolné voči prenikaniu vody a prachu. Používajú sa, kým sa bud' neopotrebuje ich plášť, alebo nedôjde k zadretiu ložísk, a tým k strate ich funkčnosti. Náklady spojené s údržbou valčekov sú pomerne vysoké. Poškodené alebo nefunkčné valčeky spôsobujú poškodenie pásu, čo má za následok ďalšie zvýšenie nákladov, či už z hľadiska výmeny pásu alebo prestojov.

*Návrh na zlepšenie - inštalácia ochranného krytu.* Zo štatistických ukazovateľov a prevádzkových skúseností je zrejmé, že tie isté druhy valčekov majú rôznu životnosť pri porovnaní klasického pásového dopravníka a hadicového dopravníka. Značný vplyv na životnosť má vystavenie valčekov poveternostným podmienkam [3]. I keď ich konštrukcia je prispôsobená používanie v externých podmienkach, predsa len pri klasických

*From the network of ten conveyors it is obvious that the hose conveying belt No. 10 may be considered a problematic segment due to following reasons: first level importance, the highest risk of unexpected stoppage, uncontrolled quantity of calcined ore added from the dump, possibility of belt breakdown occurrence due to large pieces of material, the belt is not protected against the entry of a large undesirable object to pelletizing part, higher technological complexity compared to standard bucket conveyors, electric motor for conveyor drive is overdesigned (economic viewpoint).*

#### **4 PROPOSALS TO IMPROVE THE HOSE CONVEYOR OPERATION**

In order the hose conveyor works reliably, without unexpected downtime and with the lowest costs possible, present shortcomings must be eliminated:

*Early wear and tear of rollers.* In the idler support structures there are rollers imbedded which are not lubricated since their bearings cannot be disassembled, they are closed and water and dust resistant. They are used until their housing is worn or bearings are seized and thus their functionality is lost. The costs related to the roller maintenance are relatively high. Damaged or functionless rollers cause damage to the belt which results in further cost increase related either to the belt replacement or downtime.

*Improvement proposal – protective cover assembly.* Resulting from statistical indicators and operating experience it is obvious that the same kinds of rollers have various lifetimes when comparing standard belt conveyor and the hose conveyor. Exposure of rollers to atmospheric conditions has a significant impact on the lifetime [3]. Although their construction is tailored to be used in external conditions, in case of standard conveyors atmospheric conditions affect only 2 out of 6 bearings.

dopravníkoch pôsobia poveternostné vplyvy iba na 2 zo 6 ložísk.

*Nekontrolované množstvo pridanej praženej rudy zo skládky.* Praženec, ktorý sa nenaplní do zásobníkov pred magnetickou separáciou je zavážaný na skládku praženej rudy. Odtiaľ sa praženec škrabákovým vrátkom, cez presypový mechanizmus dostáva na zavážací pás. Väčšie množstvo praženca na hadicovom dopravníku je v prípade, ak sa pri nakladaní zo skládky praženec nasype (prípadne zosype) do časti pred zarážky, ktoré slúžia na udržanie rovnakého množstva pri zavážacom mechanizme. Väčšie množstvo praženca pri vstupe do zbaľovanej časti hadicového dopravníka spôsobuje zvýšený tlak na prítlačné valce. To spôsobuje skrátenie použiteľnosti a spoľahlivosti valcov, ich skoré opotrebenie.

*Návrh na zlepšenie - Inštalácia zarážok, čím by sa vykryl nechránený priestor a následne zabránilo násypu väčšieho množstva praženca.* *Inštalácia pásovej váhy s automatickou reguláciou otáčok pasu* Pri vyššom zaťažení pásu sa automaticky znížia otáčky a tým je možné regulovať množstvo praženca, ktorý sa sype na zavážací pás. *Vyhodnocovacia jednotka - integrátor.* Vyhodnocovacia vážna elektronika je umiestnená vo vysoko odolnej vodotesnej skrinke, ktorá je na viac vybavená ochranou proti statickej elektrine a elektromagnetickým poliam, čo veľmi priaznivo pôsobí na stabilitu a presnosť väčnej elektroniky a tým výsledku váženia. Elektroniku väčnej jednotky je možno rozšíriť o prídavné voliteľné zariadenie (ako napr. tlačiareň, diaľkové ovládanie váhy, vizualizačný displej atď.) a zvýšiť tak efektivitu celého systému. *Diaľkové ovládanie plnenia.* Diaľkové ovládanie plnenia je spojené s integrátorom (vyhodnocovacou jednotkou) a dovoľuje diaľkovo ovládať jednoduchým postupom presného naváženia požadovanej hmotnosti. Pás môže byť zastavený a spustený a vďaka až ôsmym prednastaveným hmotnostiam je vždy

*Uncontrolled quantity of calcined ore added from the dump.* Calcined ore, which is not filled in bines prior to magnetic separation, is charged to the calcined ore dump. From there the calcined ore gets through the scraper winch and shifting mechanism to the charging belt. Large quantity of calcined ore on the hose conveyor occurs if it is poured (or drops down) to the part before the stops used to maintain the same quantity at the charging mechanism. Large quantity of the calcined ore at the entry to the pelletizing part of the hose conveyor increases pressure on the snub rollers. This causes shortening of the useful time and reliability of rollers and thus their early wear and tear.

*Improvement proposal – Assembly of stops, which could cover unprotected area and subsequently prevent from pouring large quantity of the calcined ore.* *Assembly of belt scale with automatic regulation of belt rotations.* With higher loading of the belt rotations are automatically reduced and the quantity of calcined ore poured to the charging belt can be regulated. *Evaluating unit - integrator.* Evaluating weighing electronics is located in highly resistant waterproof case, which is also fitted with static electricity and electromagnetic field protection and this has a very favourable effect on stability and accuracy of electronics and thus also on results of weighing. Electronics of the weighing unit may be extended by an additional optional equipment (such as printer, remote control of the scale, visualizing display, etc.) and thus increase efficiency of the entire system. *Remote control of filling.* Remote control of filling is connected with the integrator (evaluating unit) and it enables the remote control with an easy process of accurate weighing of required weight. The belt may be stopped and started and due to up to eight preset weights the accurate loading of a lorry or wagon, for example, is always ensured. At the moment when the required weight is achieved refilling of

zaistené presné naloženie napríklad nákladného automobilu či vagónu. Vo chvíli dosiahnutia požadovanej hmotnosti je naviac zastavené dosypávanie materiálu na pás s váhou, čím dôjde k jeho úplnému vyprázdeniu. Po ukončení nakladky je teda voz presne naplnený a zároveň zostane prázdný pás pripravený pre ďalšie váženie. *Inštalácia článkového podávača.* Článkové podávače slúžia k rovnomernému, objemovému podávaniu kusových alebo zrnitých materiálov. Dopravný výkon je regulovaný frekvenčným meničom, variátorom alebo asynchronným motorom s prepínaním pólom. Podávače môžu byť inštalované buď vodorovne pri vynášaní materiálu zo zásobníkov alebo šikmo so sklonom do 18° pri podávaní s otvorenou násypkou.

*Aplikácia pomerovo indexovej metódy* pre zhodnotenie optimalizačných návrhov podľa kritérií pri nekontrolovanom množstve praženca (tab.1). *Hodnotiace kritéria HK* : potreba investícii, náklady na prepravu (údržba, energie, prac. sila...), spoľahlivosť, bezpečnosť, pohotovosť, vplyv na životné prostredie. *Váhy w<sub>i</sub>* vyjadrujú dôležitosť faktora, ale súčasne vyjadrujú i pomer medzi faktormi. Z praktického hľadiska je dôležité, aby suma váh bola rovná 1.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

*Hodnotenie riešenia:*

$$HR_j = \sum_{i=1}^n HK_{ij} * w_i \quad (3)$$

Hodnotenie je definované maximalizačne,  $HR(\text{optim.}) = \max. <HR>$ , znamená to, že čím väčšia je hodnota kritéria  $HK_{ij} \in <1, K>$  tým je to lepšie. To isté platí i o váhach  $w_i$ .

K – kardinálna miera určuje rozpätie hodnotenia  $<1 - 10>$

Z dosiahnutých výsledkov pri hodnotení optimalizačných návrhov (tab.1) je zrejmé,

material on the weighing belt is stopped, which leads to its complete emptying. When the loading is completed the wagon is filled accurately and at the same time the belt is empty and ready for next weighing. *Assembly of the pan feeder.* Pan feeders are used for balanced volume feeding of piece or granulated materials. Haulage performance is regulated with the frequency converter, variator or asynchronous motor with pole changing. The feeders may be assembled either horizontally when carrying out material from bins or in an inclined position with the inclination of up to 18° when feeding from the open feeding chute.

*The application of proportional and index method* for evaluation of optimizing proposals in accordance with the criteria for uncontrolled quantity of calcined ore (Tab. 1). *Evaluating criteria EC*: the need of investments, haulage costs (maintenance, energies, labour force...), reliability, safety, readiness, impact on environment. *The weights w<sub>i</sub>* express the importance of the factor but at the same time the proportion between factors. From practical viewpoint it is important that the sum of weights is equal to 1.

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

*Solution evaluation:*

$$HR_j = \sum_{i=1}^n HK_{ij} * w_i \quad (3)$$

The solution is defined in a maximizing way,  $SE(\text{optim.}) = \max. <SE>$ , it means, the higher the value of the criteria  $EC_{ij} \in <1, C>$  the better it is. The same is true with the weights  $w_i$ .

C – cardinal rate determines the evaluation scale of  $<1 - 10>$

From results achieved in optimizing proposal evaluation (Tab. 1) it is obvious that the assembly of missing stops at the pouring of calcined ore from the dump

že najlepšie kritériám vyhovuje inštalácia chýbajúcich zarážok pri násype praženca zo skládky. Ďalším možným riešením optimalizácie je inštalácia pásovej váhy a na koniec inštalácia článkového podávača

meets the criteria in the best way. The assembly of the belt scale and pan feeder at its end represents the next possible solution of optimization.

**Tab. 1 Ohodnotenie navrhnutých riešení pri nekontrolovanom množstve praženca**

**Tab. 1 Evaluation of proposed solutions in case of uncontrolled quantity of calcined ore**

Názov kritéria/ Name of criterium	$w_i$	Zarážky/Stops		Pásová váha/ Belt scale		Čl. podávač/ Pan feeder	
		Hk <sub>ij</sub>	Hk <sub>ij</sub> * w <sub>i</sub>	Hk <sub>ij</sub>	Hk <sub>ij</sub> * w <sub>i</sub>	Hk <sub>ij</sub>	Hk <sub>ij</sub> * w <sub>i</sub>
Potreba investícií/ <i>Need of investments</i>	0,2	10	2	7	1,4	4	0,8
Náklady na prepravu/ <i>Transport cost</i>	0,15	10	1,5	5	0,75	2	0,3
Spoločnosť/Reliability	0,35	5	1,75	7	2,45	9	3,15
Bezpečnosť/Safety	0,15	10	1,5	6	0,9	3	0,45
Pohotovosť/Readiness	0,05	10	0,5	7	0,35	7	0,35
Vplyv na životné pr./ <i>Impact on environment</i>	0,1	9	0,9	3	0,3	2	0,2
Celkové hodnotenie variantov/ <i>Total evaluation of alternatives</i>	$\Sigma = 1$	$\Sigma$	8,15	$\Sigma$	6,15	$\Sigma$	5,25

*Možnosť vzniku poruchy na páse z dôvodu veľkej kusovosti materiálu.* Na hadicový DP sa väčšie kusy materiálu, poprípade väčší predmet dostávajú : z chladiča – napr. pri odlepení sa nabalené vrstvy na vnútornej stene chladiča, zo skládky praženej rudy – tá nie je chránená voči okolitému prostrediu. *Veľké riziko nastáva v prípade ak sa takéto kusy nachádzajú v mieste zbaľovania pásu.* Môže dôjsť vzpriecneniu a následnému poškodeniu pásu. Pás nie je chránený pred vstupom väčšieho nežiaduceho predmetu do zbaľovanej časti. *Návrh na zlepšenie-* ak sa väčšie kusy dostávajú na dopravný pás z chladiča alebo jeho okolitého prostredia znamená to, že zabezpečovacie zariadenie by malo byť inštalované v priestore za násypkou a pred zbaľovanou časťou, aby zabezpečovalo i prísun zo skládky. V prípade, ak nebude technologicky možné, (príliš nákladné), je možné inštalovať jedno zabezpečovacie zariadenie na zavážací pás zo skládky a jedno na hadicový pás pred násypku. Výhodou

*Possibility of belt breakdown occurrence due to high lumpiness of material.* Large pieces of materials or large objects get to the hose conveying belt from: cooler – e.g. in case of dropping of deposited layer attached to the internal wall of the cooler, from the calcined ore dump – it is not protected against the ambient environment. *High risk arises if these pieces occur at the place of belt pelletizing.* Jamming and following damage of belt may occur. The belt is not protected against large undesirable object to the pelletizing part. *Improvement proposal-* if large pieces get to the conveying belt from the cooler or its ambient environment, it means the protective device should be assembled in the area behind the feeding chute and before pelletizing part, in order it also protects feeding from the dump. If it is technologically impossible (too expensive), one protective device may be assembled on the charging belt from the dump and one on the hose belt before the feeding chute. The advantage of using two

použitia dvoch nezávislých zabezpečovacích zariadení je to, že ak sa na zavážacom páse ( zo skládky ) nachádza neprimerane veľká kusovosť alebo predmet, ktorý by mohol poškodiť dopranný pás hadicového dopravníka, je možné ho odstaviť bez toho, aby vznikol prestoj na hadicovom dopravníku. *Inštalácia strážcu toku materiálu.* Princíp funkcie je, že ak sa na dopravnom páse nachádza väčšia kusovosť, alebo väčší predmet lopatka sa vychýli a tým zopne obvod. Návrh na zlepšenie prevádzky dopravníka - ak sa väčšie kusy dostávajú na dopravný pás zo skládky, k zvýšeniu spoľahlivosti a tým k zníženiu rizika nepredvídatelného zastavenia hadicového dopravníka je možné použiť také isté zabezpečovacie prvky a zariadenia ako pri preprave praženca z chladiča. Vhodným opatrením je *inštalácie kari siete v mieste násypu praženca na zavážací pás*. Takýto nekrytý priestor sa nachádza na oboch stranách presypu praženca zo skládky na zavážací pás. Pre zabránenie vstupu väčších kusov, prípadne predmetov je vhodné použiť *kari sieť*, alebo dopracovať zabezpečenie z L profilu, ako je vidieť v pravej časti obrázku. Ohrozený je i samotný zavážací pás, keďže cez nekrytý priestor môže vniknúť väčší kus materiálu a zapriečiť sa v mieste zarážky. To môže spôsobiť jeho väžne poškodenie.

Z dosiahnutých výsledkov pri hodnotení jednotlivých návrhov je zrejmé, že najlepšie hodnotiacim kritériám vyhovuje inštalácia kari siete pri násype praženca zo skládky. Ďalším možným riešením je inštalácia strážca toku materiálu. Treba však poukázať na to, že inštaláciou kari siete sa zabráni možnému prístupu väčších kusov zo skládky, no možný prístup z chladiča nie je pokrytý. Preto je nevyhnutná inštalácia ďalšieho zabezpečovacieho zariadenia, systému. Pri zabezpečovaní spoľahlivosti daného úzkeho miesta treba brať do úvahy, že možný nežiaduci predmet sa môže dostať na pás v rôznych miestach. Preto je nutné

independent protective devices is in the fact that if there is too large piece on the charging belt (from the dump) or the object, which could damage the conveying belt of the hose belt conveyor, it can be removed without causing downtime of the hose belt conveyor. *The assembly of material flow protector.* The function is based on the principle that if there is a large piece or object on the conveying belt, the flight deflects and closes the circuit. *Proposal for conveyor operation improvement – if large pieces get to the conveying belt from the dump,* the same protective means and devices may be used to increase reliability and reduce the risk of unexpected stoppage of the hose conveyor as the ones used to haul calcined ore from the cooler. The appropriate measure includes the *assembly of the kari mesh at the place of the calcined ore pouring to the charging belt.* This unprotected area is on both sides of pouring calcined ore from the dump to the charging belt. In order to prevent large pieces and objects from entering, it is appropriate to *use the kari mesh* or to work on protection from L-profile as illustrated in the right part of the picture. The charging belt itself is endangered as well because a large piece of material may enter through unprotected area and jam at the place of the stop. This can seriously damage the belt.

From the results achieved in evaluation of respective proposals it is obvious that the assembly of the kari mesh at the place where calcined ore is poured from the dump meets the evaluation criteria in the best way. Other possible solution includes the assembly of the material flow protector. However, it is necessary to stress that the assembly of the kari mesh will prevent potential large pieces from entering from the dump, but the entry from the cooler remains uncovered. Thus the assembly of another protection device or system is necessary. In securing reliability of the given problematic segment it should be taken into account that potential undesirable object may enter the belt from

inštalovať vhodný druh zabezpečovacieho zariadenia čo najbližšie k zbalovanej časti.

## 5 ZÁVER

Správnemu riadeniu predchádza správne rozhodovanie a to sa nezaobíde bez analýzy daného objektu riadenia, navrhnutia viacerých možných riešení a výberu tých, ktoré sa najviac približujú kritériu optimality. Poukázali sme na niektoré nedostatky, ktoré ohrozujú spoľahlivý chod prevádzky dopravníka. Na ich elimináciu, prípadne odstránenie sme si dovolili odporučiť niekoľko návrhov na zlepšenie prevádzky hadicového dopravníka, ktorý je úzкym miestom v procese úpravy sideritovej rudy v závode Siderit, s.r.o. Nižná Slaná.

*Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/4193/07 – Návrh logistického systému dopravy nerastných surovín s implementáciou reverznej logistiky s cieľom zníženia ekonomickej, energetickej náročnosti a environmentálnej záťaže.*

various places. Thus it is necessary to assemble the appropriate kind of protective device as close to the pelletizing part as possible

## 5 CONCLUSION

Correct management is preceded by the correct decision-making which cannot be performed without the analysis of the given object of management, proposal of several potential solutions and selection of those ones which meet optimality criterion as close as possible. We pointed out some of the shortcomings threatening reliable operation of the conveyor. In order to reduce or eliminate them we recommended several proposals to improve hose conveyor operation, which is a problematic segment in the process of sideritic iron ore dressing in the plant Siderit, s.r.o. Nižná Slaná.

### Literatúra / References

- [1] Malindžák, D., Takala, J. : Projektovanie logistických systémov, Vydavateľstvo Express Publicit s.r.o. Košice, 2005, ISBN 88-8073-282-5
- [2] Marasová, D. a kol.: Riadenie dopravy. F BERG, TU Košice, 2005, s. 230, ISBN 80-8073-297-3
- [3] Tomková,M., Marasová,D.: Analýza rizík pri pásových dopravníkoch. Bezpečná práca 5/2001.s.12-13

*Recenzia/Review: prof. Ing. Ján Boroška, CSc.*