



RIEŠENIE PREKLÁDKY NERASTNÝCH SUROVÍN V TERMINÁLOCH VODNEJ DOPRAVY DOPRAVNÍKMI

Andrej Kučera¹, Bibiana Skubánová², Daniela Marasová, ml.³

Kľúčové slová: dopravníky, nerastné suroviny, prekládka

Abstrakt:

Pre zabezpečenie nakládky a vykládky materiálu, ktorú súhrne nazývame prekládkou materiálu sa v prístavoch budujú celé terminály. Niektoré typy dopravníkov našli svoje uplatnenie aj v oblasti manipulácie so sypkým a kusovým materiálom v prístavoch. Dopravníky sa vo veľkej miere používajú na manipuláciu s materiálom v rámci prepravy na skládku alebo na loď z dôvodu predovšetkým: schopnosti prispôsobenia sa požadovaným podmienky práce, preklenutia veľkých prepravných vzdialenosti, resp. zvládnutia veľkého množstva tovaru, zabezpečenia prevádzkovej bezpečnosti, jednoduchšej obsluhy spojenej aj s údržbou, ekologickej nezávadnosti a nízkej spotreby energie. Článok navrhne riešenie prekládky nerastných surovín v prístavoch s využitím prenosných (mobilných) dopravníkov.

1. Zadefinovanie pojmov, uvedenie do problematiky

Prekládkou označujeme cieleň proces premiestňovania materiálu uskutočnený pracovnou silou alebo automaticky prekládkovým zariadením na požadované miesto. V článku budú bližšie rozpracované prekládkové operácie medzi plavidlom, iným dopravným prostriedkom, skládkou a ich vzájomné kombinácie. Na uskutočnenie prekládky z a do plavidla je potrebná prekládková hrana, ktorá je základnou bunkou pre terminál, či prístav. *Terminál* okrem základnej prekládkovej funkcie obsahuje minimálne jednu zmenu dopravy pri použití manipulačných prostriedkov a súčasne disponuje i prostriedkami opravy, údržby a ich premiestňovania. Terminál je prepojený komunikáciami, na ktorých sa uskutočňuje preprava materiálu k ďalšiemu spracovaniu prípadne k spotrebiteľovi [4]. Od terminálu sa *prístav* líši tým, že okrem všetkých funkcií terminálu disponuje aj možnosťami plnenia, skladovania a distribúcie nákladu, administratívnej pomoci, agentských a stewardských služieb a podobne .

Surovinu môžeme pre naše potreby zadefinovať ako hmotu, ktorú bude človek ďalej využívať v priemysle či energetike. Surovinou je materiál, ktorý neprešiel procesom spracovania alebo ním prešiel len minimálne, to platí zvlášť pre prírodné materiály a látky ako piesok, rudy, drevo, ropa a pod. Ak je proces spracovania suroviny ukončený a dosiahol svoju konečnú podobu, ktorá už naďalej nespĺňa svoju funkciu a existuje spôsob následného spracovania pre budúce využitie hovoríme o surovine druhotnej ako napríklad sklo, šrot, použitý olej a pod.

Dopravník je kontinuálne dopravno-manipulačné zariadenie, ktorého cieľom je efektívne a bezpečne premiestniť materiál medzi určenými bodmi pri využití práce s cieľom urýchliť prekládkové procesy za minimálnej potreby obsluhy. Dopravník je základnou časťou prekládkového systému obzvlášť pre sypké a kusové materiály [1]. Konštrukcia, prevedenie, spôsob prevádzky a použitia, typ

¹Ing. **Andrej Kučera**, Fakulta BERG TU v Košiciach, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, Park Komenského 14, 043 84 Košice, Slovensko, Tel.: +421 55 602 3143, Fax: +421 55 6023126,

²Ing. **Bibiana Skubánová**, Fakulta BERG TU v Košiciach, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, Park Komenského 14, 043 84 Košice, Slovensko, Tel.: +421 55 602 3143, Fax: +421 55 6023126, e-mail: bibiana.skubanova@tuke.sk

³Ing. **Daniela Marasová, ml.**, Fakulta BERG TU v Košiciach, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, Park Komenského 14, 043 84 Košice, Slovensko, Tel.: +421 55 602 3143, Fax: +421 55 6023126, e-mail: daniela.marasova@tuke.sk

materiálu, ktorý prepravuje, vzdialenosť premiestenia, spôsob pohonu, smer dopravy, úroveň automatizácie či možnosti prepojenia na iné zariadenia obsiahnute v prekládkových, triediacich a/alebo distribučných systémoch sú len niektoré z mnohých možných rozdelení dopravníkov. Stavba dopravníkov v termináloch vychádza z požiadavky priemyslu zohľadňujúcej jestvujúce, prípadne možné komunikácie pri uvažovaní so špecifickými faktormi miesta, vlastnosťami suroviny, jej predpokladaného množstva a nadväznosti koncových bodov dopravníka. V tomto článku sa autori venujú hlavne mobilným dopravníkom používaných a použiteľných v podmienkach SR.

2. Analýza súčasného stavu prekládky na Slovensku

Na Slovensku sa nachádzajú dva prístavy medzinárodného významu, jeden závodový prístav a dve prekladiská. V súčasnosti sú v prevádzke len verejné prístavy Bratislava a Komárno, ktoré ležia na Dunajskej vodnej ceste. Kvôli obmedzeniu naloženia člnov prameniacej jednak z výkyvu hladiny Dunaja a jednak z uzávierky plavby v zimnom období sa podnikový prístav spoločnosti Smurfit Kappa v Štúrove využíva len sporadicky a donedávna používané prekladisko slúžiace spoločnosti Duslo v Šali na dolnom toku Váhu na nakladanie hnojív ukončilo svoju prevádzku kvôli rovnakým obmedzeniam, aké boli spomenuté v prípade Štúrova. Ťažisko problému v prípade prekladiska v Šali je v nedostatočnej plavebnej hĺbke na dolnom toku Váhu. Tento technický problém je riešiteľný dostavaním vodného stupňa Kolárovo alebo ukončením stavby vodného diela Nagymaros na maďarskom území (čím by došlo k vydatiu vodnej hladiny nad úroveň maximálneho ponoru používaných tlačných člnov). Prekážka odstránenia daného problému je viac politického ako technického charakteru. Na prepravu hnojív sa používali štandardné tlačné člny DE1600 s kapacitou 1635t pri svojom maximálnom ponore 2,5m. Plavebné podmienky na dolnom toku Váhu však nedovoľujú plné naloženie člnov, a preto sa člny dokladali na vyššiu kapacitu v prístave Komárno, kam boli hnojivá prepravované železničnou dopravou. Prekládka sa uskutočňovala pomocou portálových žeriavov pracujúcich v drapákovom režime práce. Podľa autorov článku by k trvalému zastaveniu využívania tohto prekladiska nemuselo dôjsť, ak by sa použil vhodný mobilný dopravník. Využitie z pôvodných 175 dní v roku by sa zvýšilo na minimálne 225 dní. Nosnou myšlienkou je modulárne riešenie mobilný dopravník vybavený dopravníkovým pásom s unášačmi. Modularita dopravníka spočíva v možnosti voľby jeho koncových zariadení. Prijem materiálu na dopravník môže byť uskutočnený zhŕňacím, klepetovým, alebo ponorným závitovkovým podávačom. Odovzdávanie materiálu na opačnom konci dopravníka môže byť riešené buď riadeným a/alebo teleskopickým rukávcom s možnosťou diaľkového ovládania, alebo niektorým druhom vrhacieho zariadenia. Mobilita ako základný predpoklad navrhovaného dopravníka zabezpečí využitie dopravníka aj v iných dopravno-manipulačných aplikáciách podniku a tiež umiestenie dopravníka na čiastočne naložený čln a možnosť prekládky z polovice využitého člna do susediaceho tiež len z polovice využitého člna v tlačnej zostave na jeho plnú kapacitu.

3. Návrh riešenia prekládky

Pre riešenie prekládky nerastných surovín v termináloch sú vhodné okrem iných dopravných a manipulačných zariadení aj dopravníky.

Dopravník, ako kontinuálne pracujúce mechanizačné zariadenie, je charakterizované tým, že na odbernom mieste, spravidla súvislej dopravnej trate, možno odberať súvislý tok dopravovaného materiálu. To platí i v prípade článkových dopravníkov, kde je materiál dopravovaný v dávkach (napr. korčekový dopravník) a takisto pre skupinu dopravníkov používaných na dopravu kusových materiálov, pretože rozhodujúcim faktorom je výsledný efekt (časová spojitosť výsledku činnosti) a možnosť nasadiť daný dopravník do kontinuálne pracujúcej linky bez nutnosti utvorenia medzizásoby a bez prerušenia toku materiálu [2].

Pásový dopravník má súvisle ohybný dopravný pás, ktorý obieha v uzatvorenom okruhu, a to spravidla okolo dvoch bubnov (poháňacieho a vratného) s navzájom rovnobežnými osami. Dopravný pás má takto hornú – pracovnú a dolnú – nepracovnú vetvu je podopieraný valčekovými stolicami, prípadne ďalšími bubnami alebo ich vzájomnou kombináciou, kde valčeky stolice sú zároveň hnacím mechanizmom. Pás musí byť vycentrovaný a napnutý. Vycentrovanie pásu proti bočným výkyvom zabezpečujú strážne kladky, prípadne samostavné stolice. Napínanie pásu sa uskutočňuje posuvom bubnov alebo vytvorením napínacej slučky v dolnej vetve [3].

Koncové zariadenia dopravníkov na vstupnej strane sú podávače rôznej konštrukcie, ktoré minimalizujú mieru potreby ľudskej práce pri dopravení materiálu k dopravníku. Závitovkový podávač ako jeden z druhov podávačov využíva závitovkový hriadeľ, ktorý sa otáča v osi nepohyblivého žľabu, cez ktorý sa dopravuje materiál na dopravník. Účinky tiaže a trenia materiálu o žľab bránia spoločnému otáčaniu materiálu so závitovkou. Predpokladom takéhoto pohybu je, aby trenie dopravovaného materiálu o steny žľabu nebolo väčšie než trenie materiálu o povrch závitovky. Zhŕňacia lyžica ako základ zhŕňacieho podávača posúva materiál priamo nad pás dopravníka v periodických dávkach. Os pohybu lyžice je rovnobežná s osou dopravníkového pásu. Svoje uplatnenie má zvlášť pri zbere materiálu v nákladových priestoroch plavidla, ak je potrebné úplné

vyloženie, pretože dokáže hranou svojej lyžice takmer dokonale vyčistiť priestor. Koncové zariadenia vrhacieho typu na výstupnej strane dopravníka využívajú energiu, ktorú premiestňovaný materiál nadobudne prostredníctvom urýchľovacieho elementu na vrhanie sypkého materiálu do diaľky po balistickej dráhe.

Podľa konštrukčného vyhotovenia urýchľovacieho elementu sa vrhacie dopravníky rozdeľujú na:

- pásové bez prítlačného kotúča a s prítlačným kotúčom
- na odstredivé so zvislým alebo vodorovným lopatkovým kotúčom.

Pásové vrhacie dopravníky s prítlačným kotúčom majú prítlačný kotúč, ktorý tlačí na ohybný pás, čím ho prehýna do tvaru konkávneho oblúka a súčasne i napína. Na materiál tak súčasne pôsobí okrem prítlačnej sily i odstredivá sila, čím sa zvyšuje príľnavosť jednotlivých častíc materiálu k pásu. Výstupná vrhacia rýchlosť materiálu dosahuje 10 až 16 m.s⁻¹ a vrhová vzdialenosť je potom 16 až 20 metrov.

Odstredivé vrhacie dopravníky vrhajú dopravovaný materiál pôsobením odstredivej sily, ktorá vzniká pri rýchlom otáčaní zvislého alebo lopatkového kotúča (65 až 75 m.s⁻¹). Pri odstredivých vrhacích dopravníkoch so zvislým lopatkovým kotúčom sa materiál privádza žľabom, do ktorého zasahujú lopatky zvislého kotúča udeľujúceho časticiam materiálu rýchlosť, ktorou sú vrhané do diaľky po balistickej dráhe. Smer vrhania materiálu možno meniť len zmenou polohy dopravníka, prípadne zmenou polohy subdopravníka, ktorý je koncovým zariadením.

Pri odstredivých vrhacích dopravníkoch s vodorovným lopatkovým kotúčom sa materiál privádza zhora do stredu vodorovného kotúča s radiálnymi rebrami (lopatkami). Pri otáčaní kotúča sa materiál vrhá rovnomerne okolo celého kotúča. Odstredivé vrhacie dopravníky sa používajú najmä na práškové materiály, ktoré súčasne potrebujú prevzdušnenie. Majú podobné technologické parametre ako pásové vrhacie dopravníky, vrhová vzdialenosť je však menšia, dosahuje maximálne 7 m. Pre určenie dopravnej výkonnosti pásového dopravníka platí rovnica kontinuity:

$$V = S \cdot v \cdot k \quad [m^3 \cdot s^{-1}]$$

kde: S - prierez náplne dopravovaného materiálu na páse [m²],
V - menovitá (výpočtová) rýchlosť pásu [m.s⁻¹],
k - súčiniteľ sklonu dopravníka [-].

Hodinová dopravná výkonnosť pásového dopravníka v objemových jednotkách V_h sa určí z rovnice:

$$V_h = 3600 \cdot S \cdot v \cdot k \quad [m^3 \cdot h^{-1}].$$

Obdobne pre dopravnú výkonnosť v hmotnostných jednotkách pri uvažovaní s objemovou sypanou hmotnosťou dopravovaného materiálu ρ [t.h⁻¹] platí:

$$Q_h = 3600 \cdot S \cdot v \cdot k \cdot \rho \quad [t \cdot h^{-1}]$$

$$k = 1 - \frac{S_1}{S} \cdot (1 - k_1)$$

Pri doprave v sklone pod uhlom δ treba korigovať prierezovú plochu dopravovaného materiálu tak, že sa vynásobí súčiniteľom sklonu dopravníka k, kde k₁ je súčiniteľ korekcie náplne pásu. Pri ideálnom chode dopravníka dopravujúceho čiastočne triedený materiál so strednou zrnitosťou, s dynamickým sypkým uhlom θ možno stanoviť veľkosť súčiniteľa korekcie náplne pásu podľa vzťahu:

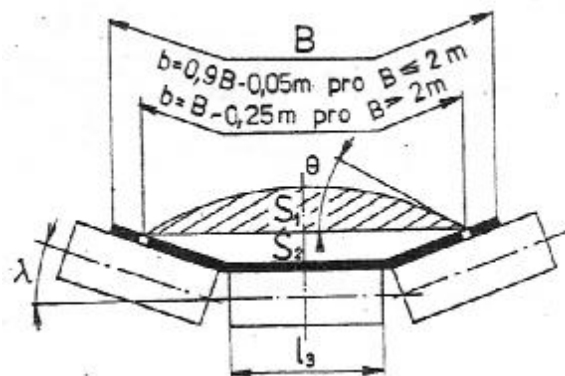
$$k_1 = \sqrt{\frac{\cos^2 d - \cos^2 q}{1 - \cos^2 q}} \quad [-]$$

Poslednou hodnotou, ktorú treba dosadiť do výkonnostných vzťahov, je S. Ak vychádzame z nákresu na Obr.1 a S = S₁ + S₂, potom:

$$S_1 = [l_3 + (b - l_3) \cdot \cos I]^2 \cdot \frac{tg q}{6} \quad [m^2]$$

$$S_2 = \left[l_3 + \frac{(b - l_3)}{2} \cdot \cos I \right] \cdot \left[\frac{(b - l_3)}{2} \cdot \sin I \right] \quad [m^2]$$

kde: l_3 – je dĺžka valčeka [m],



Obr.1 Určenie prierezovej plochy náplne pásu

Podľa vyššie spomenutých teoretických predpokladov je možné *navrhnuť* taký dopravník, ktorý by svojím charakterom dokázal eliminovať mieru závislosti na variáciách vodostavu. V prekladisku by sa člny naďalej nakladali len do určitej miery. Po preplavení sa kritickým úsekom by mobilný dopravník uložený na palube preložil materiál z jednotlivých čiastočne využitých člnov do niektorého (prípadne niektorých) z člnov tej istej tlačnej zostavy tak, aby bola naplno využitá kapacita člna pri ďalšej plavbe tokom. Vyprázdnené člny by ostali zakotvené v mieste prekládky až do momentu, keď sa tlačná zostava nebude vracat' späť na nakládku do prekladiska v Šali. Na danom plavebnom úseku nie sú obmedzenia pre veľkosť zostavy, i keď ide o protiprúdovú plavbu, prázdne člny začlenené do zostavy nepredstavujú značné zvýšenie výkonu pohonu tlačného remorkéra.

4. Záver

Mobilita a modalita navrhovaného dopravníka zvýši možnosti jeho prekládkových operácií či už v iných aplikáciách podniku alebo v ostatných nácestných prekladiskách. Počas doby, keď dopravník nebude využívaný svojím majiteľom, môže byť za úhradu poskytnutý aj iným subjektom, ktoré nemusia byť vôbec spojené s odvetvím vodnej dopravy.

Článok je súčasťou riešenia grantového projektu VEGA 1/0864/10 s názvom "Návrh modelu integrovaného dopravného systému nerastných surovín riadeného informačným systémom s implementáciou zelenej logistiky" a VEGA 1 / 0095 / 10 "Výskum podmienok degradácie a pokles životnosti dopravníkových pásov potrubných dopravníkov s použitím progresívnych matematických a simulačných metód pre zvýšenie spoľahlivosti" a APVV Projekt SK-SRB-0034-09 s názvom "Návrh logistického modelu ťažobného podniku s aplikáciou princípov dopravnej a reverznej logistiky."

Literatúra:

- [1] Marasová,D., Taraba,V., Grujič,M., Fedorko,G., Bindzár,P., Husáková,N.: *Pásová doprava*. 1. vyd. Košice: F BRG, TU v Košiciach, 2006.280s. ISBN 80-8073-628-6.
- [2] Taraba,V., Marasová,D.: *Ekologická preprava uhlia, rúd , nerúd a iných materiálov*. Uhlí/Rudy/Geologický pruzkum, 1, 1997,s.17-25, ISSN 1210-7697.
- [3] Marasová,D., Husáková,N., Grinčová,A.: *Conveyor haulage optimalization in iron ore conveying - Optimizacija transportera za transport železne rude*. In: *Current Situation and Development of Mine Haulage and Hoisting: 7th International symposium On Haulage and Hoisting ISTI'08: proceedings*. - Belgrade : University of Belgrade, 2008. - ISBN 978-86-7352-197-8. - P. 49-52.
- [4] Grendel, P., Šimková, H.: *Manažment dopravy surovín*. 1.vyd. Košice: Edičné stredisko/AMS Fakulta BERG, 2008, s.115. ISBN 978-80-553-0045-0.

Recenzia/Review: Ing. Nikoleta Husáková, PhD.