

NÁVRH URČENIA KAPACITY ZÁSOBNÍKA AKO PRVKU MATERIÁLOVÉHO TOKU LOGISTICKÉHO REŤAZCA

PROPOSAL DETERMINING OF THE BUFFER CAPACITY AS AN ELEMENT OF MATERIAL FLOWS OF LOGISTICS CHAINS

Janka Šaderová¹, Andrea Rosová²

Abstrakt: V príspevku je uvedený jeden z možných návrhov postupu pri navrhovaní tvaru a kapacity zásobníka pre sypké hmoty ako súčasť materiálového toku logistického reťazca v podniku. Dôležitou časťou pri návrhu je zobrazenie priebehu plnenia a vyprázdňovania zásobníka čo úzko súvisí aj s návrhom jeho kapacity a objemu. Priebeh plnenia a vyprázdňovania je závislý od viacerých faktorov ale medzi hlavné patria: spôsob a rýchlosť plnenia čo predstavuje parameter hodinová výkonnosť plniaceho zariadenia, spôsob a rýchlosť vyprázdňovania a typ a kapacita dopravných prostriedkov do ktorých sa materiál nakladá (nákladný automobil, železničný vagón, sústava dopravných pásov).

Kľúčové slová: materiál, zásobník, plnenie, vyprázdňovanie, kapacita

Key words: bulk materials, buffer, loading, unloading process, capacity

ÚVOD

Úlohou zásobníkov v logistickom reťazci je vytvoriť potrebnú zásobu materiálu, aby sa odstránili vplyvy nerovnomerného prísunu a odsunu prepravovaného materiálu, ďalej časovo od seba oddeliť technologické procesy iných charakterov, brať do úvahy fyzikálno-chemické vlastnosti spracovávaných materiálov.

Skladovania sypkých hmôt v zásobníkoch má svoje výhody aj nevýhody. Medzi hlavné výhody patrí ochrana skladovaného materiálu pred nepriaznivými poveternostnými vplyvmi a možnosť automatizácie plnenia a vyprázdňovania zásobníka.

Zásobníky sa delia podľa viacerých hľadísk, medzi jedno zo základných patrí rozdelenie z hľadiska pôdorysných a výškových rozmerov na, kde poznáme

- nízke, tzv. bunkre, výška zásobníka $h \leq 1,5 \cdot \sqrt{S}$
 - vysoké, tzv. silá, výška zásobníka $h \geq 1,5 \cdot \sqrt{S}$
- kde S je pôdorysný prierez zásobníka v m^2 .

¹ Ing. Janka Šaderová, PhD., ING-PAED IGIP, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, F BERG, TU v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, tel. : (+421) 55 6023144, e-mail: janka.saderova@tuke.sk

² Ing. Andrea Rosová, PhD., ING-PAED IGIP, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, F BERG, TU v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, tel. : (+421) 55 6023144, e-mail: andrea.rosova@tuke.sk

Bunkre sú určené na krátkodobé skladovanie, pretože majú menšiu kapacitu danú geometrickým tvarom. Môžu sa v nich uchovávať sypké materiály všetkých vlastností, samozrejme, pri rešpektovaní špecifických požiadaviek toho ktorého materiálu.

Tvary bunkrov sú rôzne. Bunkre môžu byť umiestnené nad zemou i pod zemou a mávajú rôzny tvar.

Silá slúžia na utvorenie väčšej zásoby (dlhodobejšie skladovanie) a sú vhodné len na práškové alebo jemnozrnné drobné sypké materiály [1,2].

1. ALGORITMUS PRE NÁVRH KAPACITY ZÁSObNÍKA

Určenie množstva materiálu v zásobníku je jednoduchou matematickou záležitosťou, nakoľko zásobníky sú geometrické telesa, ktorých obsah je možné vypočítať so základnými matematickými vedomosťami. Kapacitu zásobníka – t.j. hmotnosť materiálu skladovaného materiálu vypočítame ako súčin geometrického objemu zásobníka a sypnej hmotnosti suroviny.

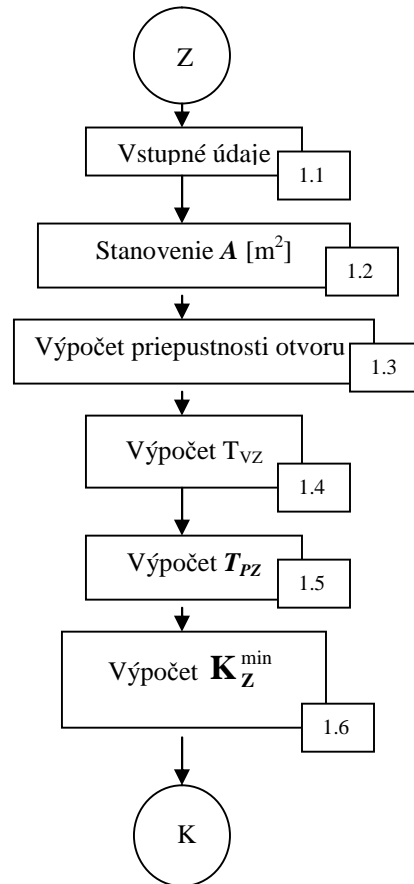
Iný prípad nastáva, keď je potrebné navrhnuť kapacitu a objem nového zásobníka pre konkrétne prevádzkové podmienky. Objem a kapacitu je nutné navrhnuť efektívne tak, aby nebol predimenzovaný (objemovo zbytočné veľký) alebo poddimenzovaný a mohol by predstavovať úzke miesto vo výrobnom alebo dopravnom procese. V tomto prípade správne určenie objemu a kapacity zásobníka je zložitejší proces. Pri návrhu zásobníka sa musia brať do úvahy viaceré prevádzkové parametre a faktory. Medzi ne patria napr. :

- spôsob plnenia zásobníka (v cykloch, nepretržite),
- plnenie zásobníka z časového hľadiska (pretržité, nepretržité plnenie, doba plnenia),
- hodinová výkonnosť plniaceho zariadenia,
- tvar a veľkosť výpustného otvoru,
- spôsob vyprázdňovania zásobníka (v cykloch, kontinuálne, pomocou podávača, cez uzáver a pod.),
- plnenie zásobníka z časového hľadiska,
- hodinová výkonnosť vyprázdňovaní zásobníka pri konkrétnych podmienkach,
- pracovný čas prevádzky.

Návrh kapacity a objemu zásobníka môžeme rozdeliť na dve časti; 1. časť – výpočtová, je podkladom pre vypracovanie 2. časti - grafickej, ktorej základom je stanovenie priebehu plnenia a vyprázdňovania zásobníka a následné určenie jeho objemu a rozmerov.

1.1 Výpočtová časť návrhu

Základ prvej časti tvoria matematické výpočty, podľa matematických vzťahoch pre nadefinované vstupné údaje ktoré sú uvedené v popise algoritmu pre prvú časť (obr. 1).



Obr. 1 Algoritmus prvej časti návrhu zásobníka.

1-1 **Nadefinovanie vstupných údajov pre výpočet:** (objemová sypná hmotnosť materiálu (ρ [t.m⁻³]), maximálna veľkosť vypúšťaných kusov (zfn) zo zásobníka (z [m]), hodinová výkonnosť plniaceho zariadenia (Q_h^{pz} , [t/h]), a hore uvedené prevádzkové parametre a faktory. Dôležité je poznať aj kapacitu zariadení, ktoré budú plnené navrhovaným zásobníkom.

1-2 **Návrh tvaru a rozmerov výpustného otvoru zásobníka [1]:**

- voľba tvaru otvoru výpustného otvoru $\{i \dots\}$,
- výpočet minimálneho pričného prierezu výpustného otvoru zásobníka A_{min} [m²]

$$A_{min} = (5 \cdot z)^2 \cdot k \quad [\text{m}^2],$$

kde z je maximálna veľkosť zfn (kusov) materiálu v zásobníku [m],

k - koeficient zohľadňujúci nepravidelnosť kusovosti materiálu,

- voľba pričného prierezu výpustného otvoru A [m²],

- d) stanovenie rozmerov výpustného otvoru a, b, d [m] popr. počet výpustných otvorov.

1-3 **Výpočet priepustnosti otvoru – hodinová výkonnosť výpustného otvoru** Q_h^z [1,2]

$$Q_h^z = 3600 \cdot A \cdot j \cdot v \cdot r \quad [\text{t/h}]$$

kde φ je koeficient vyplnenia prierezu výpustného otvoru (napr. zrno 0,7),

v - rýchlosť výtoku sypkých hmôt zo zásobníka [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$],

$$v = 1 \cdot \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R} \quad [\text{m}\cdot\text{s}^{-1}]$$

λ - koeficient vyprázdňovania, ktorý závisí na vnútornom trení materiálu

(0,2-0,65 od druhu sypkého materiálu,

R – hydraulický polomer výpustného otvoru [m], ktorý sa vypočíta ako podiel prierezovej plochy otvoru ku jeho obvodu,

ρ - objemová sypná hmotnosť suroviny [$\text{t}\cdot\text{m}^{-3}$].

1-4 **Výpočet času vyprázdňovania zásobníka** T_{VZ} , ktorý je súčasťou času naloženia dopravného prostriedku T_N (prísun a odsun dopravného prostriedku, jeho naplnenie). Čas T_{VZ} závisí od kapacity dopravného prostriedku [2]:

$$T_{VZ} = \frac{K_{DP} \cdot 60}{Q_h^z} \quad [\text{min}]$$

K_{DP} - kapacita dopravného prostriedku, hmotnosť materiálu nakladaná zo zásobníka do dopravného prostriedku [t].

1-5 **Výpočet času naplnenia zásobníka množstvom materiálu pre jeden dopravný prostriedok** T_{PZ} [2]. Tento čas je pri nakládke väčších dopravných prostriedkov väčší, ako čas vyprázdňovania zásobníka $T_{PZ} \gg T_{VZ}$.

$$T_{PZ} = \frac{K_{DP}}{Q_h^{pz}} \quad [\text{h}]$$

Q_h^{pz} - hodinová výkonnosť plniaceho zariadenia [t/h].

Ideálny stav by bol, keby v časovom intervale medzi prísunom dvoch po sebe nasledujúcich prostriedkov rovnakej kapacity T_{PV} , by bol zásobník naplnený množstvom potrebným pre jeden dopravný prostriedok.

1-6 **Výpočet minimálneho množstva materiálu v zásobníku pred nakládkou** K_Z^{\min} [2].

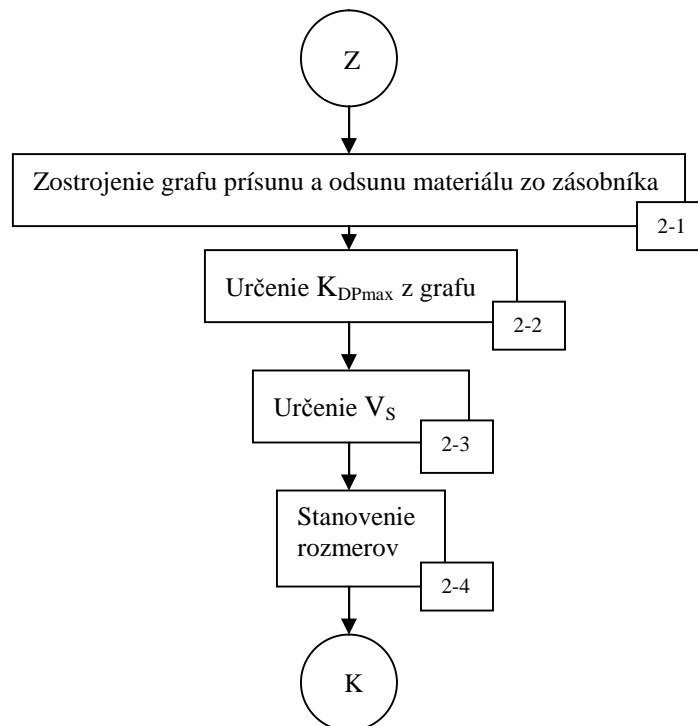
Určenie minimálneho množstva materiálu v zásobníku pre nakládku do dopravného prostriedku je potrebné vziať do úvahy faktory:

- kapacitu dopravného prostriedku,
- časový interval počas ktorého je dopravný prostriedok pristavený k nakládke – T_P ,
- čas trvania nakládky,
- výkonnosť zariadenia plniaceho zásobník.

$$K_Z^{\min} = K_{DP} - Q_h^{pz} \cdot T_{VZ} = Q_h^{pz} \cdot (T_{PZ} - T_{VZ}) \quad [t].$$

1.2 Grafická časť návrhu

Základ druhej časti je zostrojenie priebehu - grafu s vyznačenou čiarou prísunu a odsunu materiálov do a zo zásobníka. K zostrojeniu grafu okrem vypočítaných hodnôt je potrebné poznať aj prevádzkové pomery, hlavne režim práce - časové hľadisko (dĺžka pracovnej smeny, počet pracovných smien, čas práce nakladača a pod.). Graf je podkladom pre určenie kapacity, objemu, a rozmerov zásobníka. Táto metóda je pracná a časovo náročná. Na obr. 2 je zobrazený algoritmus grafickej časti návrhu.



Obr.2 Algoritmus pre druhú –grafickú časť návrhu zásobníka

2-1 Zostrojenie grafu prísunu a odsunu materiálu z a do zásobníka [2].

2-2 Určenie maximálneho množstva materiálu v zásobníku K_{Zmax} z grafu.

2-3

Výpočet objemu zásobníka V_{Zmax} [m³]. Množstvo materiálu K_{Zmax} v tonách prepočítame pomocou objemovej sypnej hmotnosť suroviny (ρ [t.m⁻³]). Tento vypočítaný objem sa pri dimenzovaní v praxi zväčší o pohybové pomery zásobníka a o koeficient nepravidelnosti prísunu materiálu do zásobníka, podľa vzťahu: $V_S = V_{Zmax}(1,3-1,5)$ [m³] [1].

2-4

Stanovenie rozmerov zásobníka. Pre vypočítaný objem, podľa zvoleného typu zásobníka stanovíme jeho rozmery. Pri návrhu rozmerov je potrebné zohľadniť aj uhol steny zásobníka β , ktorý je závislý od trecieho uhla medzi materiálom a stenou zásobníka ($\beta \cong 50-60^\circ$) [1].

Záver

Pri návrhu celkového tvaru zásobníka je potrebné brať do úvahy aj tokové vlastnosti materiálu a poruchy plynulosti toku (napr. vznik klenby, oblúku a pod.), ktoré môžu byť dôsledkom podmienok skladovania, vplyvom okolitého prostredia ako aj prirodzených tak aj nepredvídateľných vlastností sypkých materiálov.

Grafickú časť 2-1 navrhujem realizovať pomocou simulácie, použitím vhodného simulačného modelu, ktorý umožní simulovať plnenie a vyprázdňovanie zásobníka pre rôzne podmienky (pre rôzne výkonnosti plniaceho zariadenia, pre rôzne veľkosti dopravných prostriedkov a iné) v pomerne krátkom čase v porovnaní s grafickou metódou.

Literatúra:

[1] Boroška, J.- Marasová, D.: Dopravné systémy. Fakulta BERG TU v Košiciach. Košice 2000, ISBN 80-7099-612-9, s.101

[2] Daněk, J.– Pavliska, J.: Technológie ložných a skladových operácií II., VŠB-TU Ostrava 2002, 164 s., ISBN 80-248-02/8-X

Recenzia/Review: doc. Ing. Michal **Balog**, CSc.
TU v Košiciach, Fakulta BERG,
Ústav logistiky priemyslu a dopravy,
Park Komenského 14, 043 84 Košice