

# Model materiálového toku procesu úpravy a spracovania nerastnej suroviny

## *Material flow model of the treatment process and mineral processing*

*Alena Pribulová<sup>1</sup>, Janka Šaderová<sup>2</sup>, Gabriel Fedorko<sup>3</sup>*

### **Anotácia:**

Materiálový tok znamená organizovaný pohyb materiálu vo výrobnom procese alebo obehu výrobkov. Je charakterizovaný smerom, intenzitou, frekvenciou, dĺžkou a výkonom, štruktúrou, charakterom prepravovaného materiálu a použitou dopravnou a manipulačnou technikou.

Najdôležitejšiu skupinu, ktorá tvorí najpodstatnejšiu časť materiálového toku, predstavujú suroviny a materiály, rozpracované a hotové výrobky podniku. Všetky druhy pracovných predmetov sa pohybujú podnikom v určitom množstve, vnútornej štruktúre, smere a s určitou frekvenciou.

**Kľúčové slová:** model, materiálový tok, proces, úprava, spracovanie, nerastná surovina

**Key words:** model, material flow, process, treatment, processing, mineral resource

### **ÚVOD**

Výroba vo výrobnom podniku je obvykle rozčlenená na celý rad technologických, manipulačných a kontrolných operácií, ktoré sa vykonávajú na rôznych pracoviskách. Suroviny, súčiastky, polovýrobky a výrobky treba s tohto dôvodu medzi nimi premiestňovať. Tak vzniká materiálový tok vo výrobnom procese. [5]

Dôležitú úlohu pri spracúvaní projektov a zdokonalenia materiálového toku má voľba a použitie vhodnej metodiky analýzy a zdokonaľovania materiálového toku. V praxi sa používa celý rad metód a postupov, z ktorých sa osvedčujú predovšetkým postupy založené na princípoch systémovej analýzy. Pri riešení sa postupuje v nasledujúcich základných krokoch:

- zber údajov potrebných pre popis a analýzu materiálového toku,
- spracovanie údajov pre popis, zobrazenie a modelovanie materiálového toku,
- analýza a rozbor úrovne materiálového toku
- optimalizácia materiálového toku. [4]

---

<sup>1</sup> **doc. Ing. Alena Pribulová, CSc.**, Katedra metalurgie železa a zlievarenstva, HF, TU v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, tel.: (+421 55) 602 2752, e-mail: [alena.pribulova@tuke.sk](mailto:alena.pribulova@tuke.sk)

<sup>2</sup> **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](mailto:janka.saderova@tuke.sk)

<sup>3</sup> **doc. Ing. Gabriel Fedorko, PhD.**, Ústav logistiky priemyslu a dopravy, F BERG, TU v Košiciach, Letná 9, 042 00 Košice, tel. : (+421) 55 6023126, e-mail: [gabriel.fedorko@tuke.sk](mailto:gabriel.fedorko@tuke.sk)

## 1 Intenzita tokov materiálu

V obehu intenzitu tokov materiálu ovplyvňujú faktory, z ktorých je možné uviesť najmä:

- proces diverzifikácie ako proces zväčšovania rozmanitosti prvkov výrobného procesu a jemu odpovedajúcich tendencií, ktoré ovplyvňujú okrem intenzity aj materiálovú spotrebu,
- surovinovú základňu národného hospodárstva a jej územné rozloženie,
- nepravidelnosť rytmu výroby,
- dlhodobé kolísanie nárokov na materiálové toky,
- úroveň riadenia informačných tokov,
- úroveň dodávateľsko-odberateľských vzťahov, najmä voľba dodávateľa alebo jeho určenie u vybraných materiálov, úplnosť a pohotovosť dodávok,
- úroveň riadenia organizácie a materiálno-technického vybavenie. [4]

Materiálový tok je tvorený dvomi základnými skupinami prvkov:

- pasívnymi prvkami materiálového toku, t.j. materiálom, surovinami, polotovarmi, výrobkami,
- aktívnymi prvkami materiálového toku, t.j. dopravno-manipulačnými, skladovacími operáciami

Materiálový tok je tvorený tokom všetkých druhov pracovných predmetov (pasívnych prvkov) v podniku, ku ktorým patria:

- suroviny a základný materiál,
- rozpracované výrobky,
- hotové výrobky,
- odpad,
- nakupované výrobky a polotovary,
- pomocný materiál (mazivá, čistiace potreby),
- náhradné diely,
- obaly,
- predmety drobné a krátkodobej spotreby, ... [4]

Každý materiálový tok sa vyznačuje jedinečnou štruktúrou vykonávaných činností – aktívnych prvkov materiálového toku. Materiálový tok pozostáva z týchto piatich základných operácií: [4]

1. technologické operácie, ktorými sa mení tvar, zloženie alebo spojenie pracovných predmetov do vyžadovanej podoby. Technologickými operáciami sa pracovný predmet obrába, tvaruje, chemicky či tepelne upravuje, montuje, prípadne demontuje;
2. kontrolné operácie, ktorými sa preveruje množstvo alebo akosť vykonaných operácií, vyrobených alebo dodaných materiálov a výrobkov;
3. dopravné operácie, ktoré zabezpečujú pohyb alebo premiestnenie pracovných predmetov, pohyb pracovného predmetu v akomkoľvek smere, ako napr. zdvíhanie, spúšťanie, otáčanie, prepravu medzi pracoviskami a pod.;
4. skladovanie, ktoré zahŕňa každé plánované uloženie pracovného predmetu vo vstupných skladoch, výrobných medziskladoch, skladoch odbytu atď.;
5. zdržanie, ktoré zahŕňa každé neplánované uloženie pracovného predmetu spojené s čakaním na vykonanie nasledujúcej operácie materiálového toku.

Technologické a kontrolné operácie sú spojené so zhotovovaním výrobkov, dopravné operácie s pohybom, skladovanie a zdržanie s pokojom pracovného predmetu. Všetky netechnologické operácie materiálového toku (doprava, skladovanie, zdržanie a kontrola) sa obvykle súhrnne označujú ako manipulácia s materiálom. [4]

Dôležitým až nevyhnutným doplnkom pre vytvorenie modelu materiálového toku je potreba mať k dispozícii resp. vykonať operatívnu evidenciu o výrobe t.j. [4]

1. zaznamenanie skutočného priebehu výrobného procesu.
2. poskytované údaje:
  - skutočné odvedené množstvá výrobkov,
  - termíny realizácie jednotlivých operácií a výrobkov,
  - spotreba práce a materiálu,
  - odchýlky, poruchy, a ich príčiny.
3. činnosti spojené so zabezpečením evidencie o výrobe:
  - rozpis výrobných podkladov,
  - vlastné zaznamenávanie a spracúvanie údajov o skutočnom priebehu výrobného procesu
4. sústava výrobných dokumentácií:
  - technické podklady (výkres, kusovník, technologické postupy...),
  - podklady na riadenie priebehu prác (pracovné lístky, sprievodky, termínové lístky..),
  - odberné doklady (výdajky),
  - odovzdávacie doklady (odovzdávací lístok).
5. sústava prvotnej dokumentácie:
  - sprievodka,
  - pracovný lístok,
  - odovzdávací lístok,
  - výdajka materiálu.

Výrobný program musí zohľadniť reťazec nadväzných, vetviacich sa, paralelných procesov z hľadiska IPO diagramov (input-process-output), ako aj veľkosť výrobných kapacít, ktoré umožňujú stanoviť potrebné vstupy (základné suroviny a materiály, polotovary a komponenty, pomocné materiály, energie apod.), a to nie len v materiálovom ale aj hodnotovom vyjadrení. [4]

Medzi podstatné faktory, ktoré je potrebné brať do úvahy pri materiálovej analýze výrobného procesu sú: [4]

- dostupnosť daného základného materiálu,
- možnosť substitúcie daného materiálu v prípade jeho nedostupnosti,
- kvalita materiálu a suroviny sa posudzuje pomocou súboru fyzikálnych a chemických vlastností,
- vzdialenosť zdrojov materiálu (suroviny), ktorá ovplyvňuje výšku dopravných nákladov,
- miera rizika spojená so zabezpečením daného materiálu alebo suroviny,
- cenová úroveň materiálu a suroviny, ktorá sa bezprostredne premieta do výrobných nákladov.

I keď sú základné suroviny a materiály v rámci vstupov do výrobného procesu najvýznamnejšie, nie je možné v technicko-ekonomickej oblasti na ďalšie zložky týchto vstupov. Výšku ceny nie je možné posudzovať samostatne, ale vo vzájomnom vzťahu s kvalitou – vyššia kvalita suroviny je spojená s nižšou mernou spotrebou, a preto môže viesť k nižším výrobným nákladom ako pri použití menej kvalitných surovín. [2]

Veľkú pozornosť je potrebné venovať požiadavkám na energiu. Nároky na materiálové vstupy a energiu umožňujú stanoviť niektoré nákladové veličiny (resp. veličiny, od ktorých tieto náklady závisia), ktoré tvoria súčasť vstupných údajov pre posudzovanie ekonomickej

efektívnosti. Prehľadný súhrn nákladových veličín, ktoré sa týkajú materiálových vstupov a energie by mal obsahovať:

- názov materiálového vstupu, resp. energie a jednotku merania,
- normu spotreby na jednotku vyrábaného produktu,
- očakávaná nákupná cena jednotky materiálového vstupu či energie,
- očakávané náklady na jednotku produkcie,
- očakávané náklady na predpokladaný (plánovaný) objem produkcie.

Prepočty potrieb materiálových vstupov a energií umožňujú tiež stanoviť očakávanú výšku materiálových zásob s dopadom na ekonomickú stránku modelu (materiálové zásoby viažu nielen dlhodobé finančné prostriedky, ale na ich skladovanie je treba vybudovať skladové kapacity). [2]

## 2 Všeobecný model toku výrobného procesu

Na popísanie a vytvorenie všeobecného modelu toku výrobného procesu nám poslúži nasledujúci popis jednotlivých parametrov: [1]

*Parametre stroja J:*

Výkon – skutočne vyrobené množstvo za jednotku času [t.h<sup>-1</sup>]

Kapacita – množstvo výrobku, ktoré je možné za jednotku času vyrobiť na danom zariadení [t.h<sup>-1</sup>]

Jednotkové náklady – náklady na konkrétnu technologickú operáciu [EUR]

Kumulované jednotkové náklady – náklady po konkrétnu technologickú operáciu [EUR]

*Kvantitatívne ukazovatele vstupov a výstupov:*

Množstvo – celkové množstvo materiálu na výstupe z operácie [t]

Sušina - množstvo materiálu na výstupe z operácie bez vlhkosti [t]

Tony kovu – množstvo čistého kovu v množstve materiálu na výstupe z operácie [t]

*Kvalitatívne ukazovatele vstupov a výstupov*

Kovnatosť – podiel množstva kovu na celkovom množstve materiálu na výstupe z operácie [%]

Vlhkosť - podiel vody na celkovom množstve materiálu na výstupe z operácie [%]

Výnos- pomer množstva koncentráту k množstvu pôdnej rudy [%]

Výťažnosť - pomer množstva v koncentráte k množstvu kovu v pôdnej rude [%]

Zrornosť – interval rozmerov zrn materiálu [mm,mm]

Pre popis transformácií vlastností výrobku na jednotlivých technologických operáciách využijem všeobecný model operácie „spracovanie“ (Malindžák, 1996).

Pod operáciou spracovanie budeme rozumieť takú činnosť vo výrobnom procese, pri ktorej dochádza k zmene aspoň jedného z parametrov časových ( $\alpha_{i,j,k}^t$ ), kvantitatívnych ( $\alpha_{i,j,k}^{KV}$ ), kvalitatívnych ( $\alpha_{i,j,k}^Q$ ).

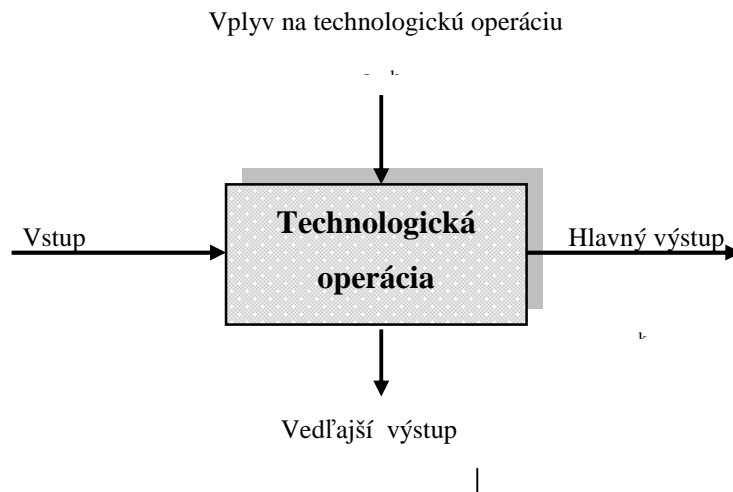
Potom všeobecný model výrobného procesu môžeme zapísať v tvare :

$$\alpha_{i,j,k}^k = \Phi_{i,j}(\alpha_{i,j,k}^z, \beta_j) + \delta\alpha_{i,j,k}^k$$

kde:  $\alpha_{i,j,k}^k$  - vektor parametrov výrobku po skončení výrobného procesu na stroji J, pre parametre  $k = 1, 2, \dots, n$ ,

$\alpha_{i,j,k}^z$  - vektor parametrov výrobku pred započatím výrobného procesu na stroji J, pre parametre  $k = 1, 2, \dots, n$ ,

- $\Phi_{i,j}$  - operátor výrobnjej operácie
- $\beta_j$  - parametre stroja J
- $\delta\alpha_{i,j,k}^k$  - náhodná veličina charakterizujúca odchýlky parametrov , pre  $k = 1,2,...n$ .



**Obr. 1** Grafické znázornenie modelu abstraktnej operácie[1]

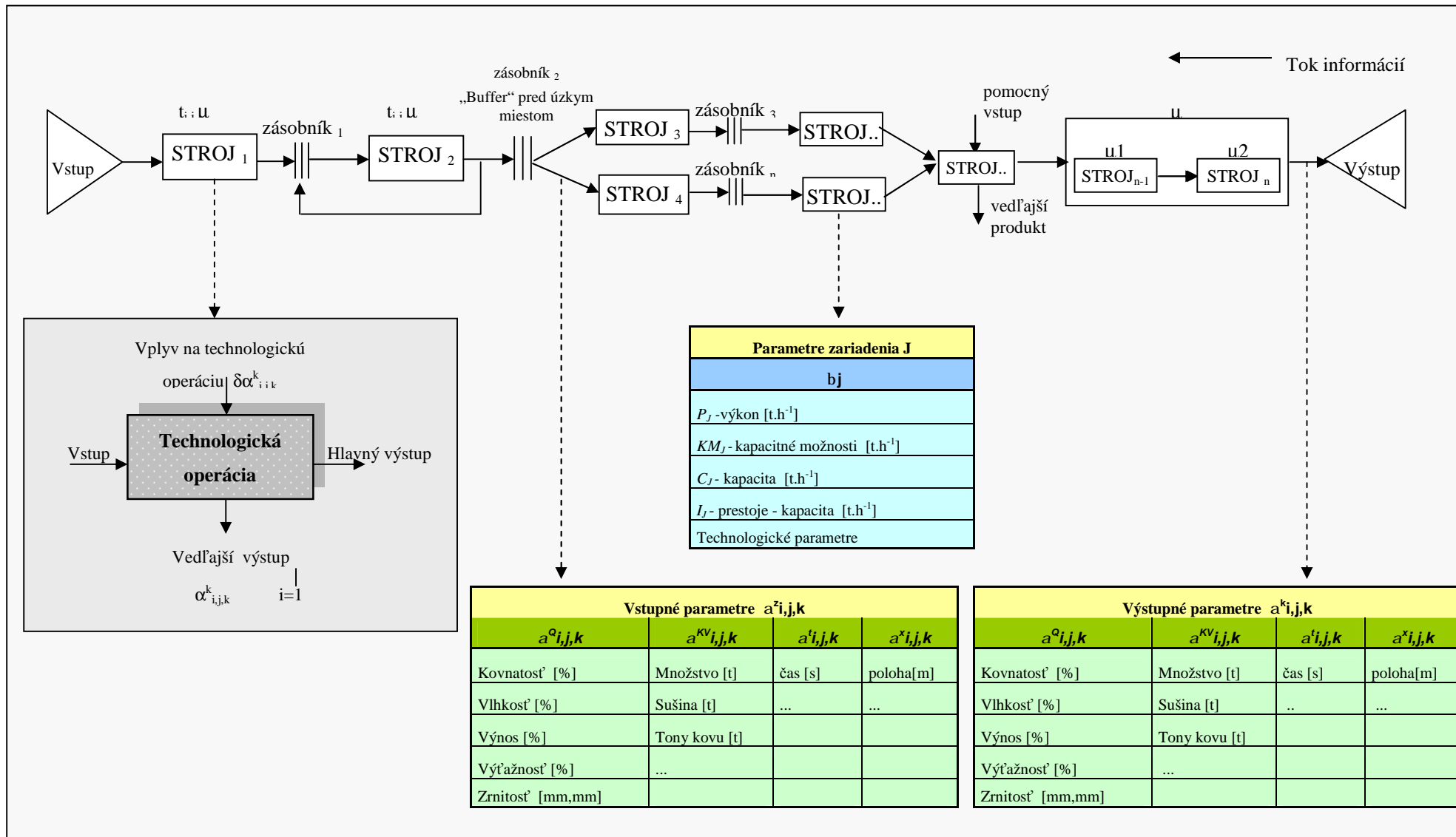
Výsledky analýzy výrobného procesu úpravy vstupnej suroviny, zhmotnené v popise technologických operácií, v popise hlavných technologických parametrov, kvantitatívnych a kvalitatívnych vstupov a výstupov, slúžia pre definovanie konkrétnych transformácií vlastností výrobku na jednotlivých výrobných operáciách. Poznanie závislosti priebehu transformácie a jeho technicko-ekonomickej stránky od zmeny parametrov operácie, zmeny vstupov a možných poruchových vplyvov umožňuje vytvoriť model, ktorý je svojimi vlastnosťami veľmi blízky reálnemu systému. [5]

Podľa vyššie definovaných závislosti je možné vytvoriť model výrobného procesu, ktorý bude reagovať na zmenu definovaných parametrov. Konkrétny model výrobného procesu je vytvorený pomocou tabuľkového procesora MS Excel, ktorý umožňuje tvorbu prepojení a závislostí jednotlivých buniek (hodnôt parametrov).

Postup tvorby modelu v tomto prostredí spočíva v tvorbe mapy operácií výrobného procesu (podľa skutočného technologického postupu) a v tvorbe prepojení jednotlivých buniek podľa konkrétnych algoritmov výpočtov transformácií jednotlivých ukazovateľov a parametrov.

**Tab. 1** Hlavné technologické operácie procesu úpravy vstupnej suroviny a parametre, od ktorých závisí ich priebeh[3]

Operácia i	$a^{KV}$	$a^Q$	$b_j$	$da_{i,j,k}^k$
Drvenie	množstvo	výnos, výťažnosť, zrnitosť	ostrosť triedenia,	rovnosť podania, objem ťažby
Triedenie				
...				



Obr. 2 Model materiálového toku procesu úpravy a spracovania nerastnej suroviny [3]

## ZÁVER

Vytvorením mapy operácií podľa technologického postupu a vytvorením prepojení jednotlivých buniek je definovaný model materiálového toku procesu úpravy a spracovania nerastnej suroviny. Dosadením skutočných vstupných a výstupných parametrov jednotlivých technologických operácií a následným prepočtom ostatných výkonových parametrov sa získa materiálová bilancia procesu úpravy a spracovania nerastnej suroviny.

*Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia projektu VEGA 1/ 0922/2012.*

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] Malindžák, D. : Výrobná logistika I., Vydavateľstvo Štroffek, Košice, 1997, ISBN 80-967636-6-0
- [2] Rosová A.: Bilanční (technologický) model. 2007. In: Logistika v praxi. časť 15.4.4.1. květen (2007), 2 p. - ISSN 1801-8009
- [3] Rosová A.: Všeobecný model toku výrobného procesu. 2007. In: Logistika v praxi. časť 15.4.4.4. květen (2007), 6 p. - ISSN 1801-8009
- [4] Rosová, A., Balog M.: Materiálový tok. 2007. In: Logistika v praxi. časť 15.4.4.3. květen (2007), 5 p. - ISSN 1801-8009
- [5] Šaderová, J.: Výrobné procesy.1. vyd. - Košice : TU, -2005. - 82 s. - ISBN 80-8073-268-X.



Internetové noviny pre rozvoj  
logistiky na Slovensku.  
ISSN: 1336-5851