

## Využitie reinžinieringovej metodológie pri komplexnej optimalizácii procesov získavania a spracovania surovín

Dušan Dorčák<sup>1</sup> a Ján Spišák<sup>2</sup>

### *Application re-engineering, the multi-parametrical hierarchical optimal model*

*The target of this contribution is to define a new working out way, from re-engineering of production processes coming from the large-dimensional optimizing problems, with applying the multi-parametrical hierarchical optimal model, builds up from 3 levels ( technology, logistics, economy). The designed working out way comes from generalizing obtained experiences from application the re-engineering in concrete conditions of processes working a processing row material (re-engineering the plant Siderit, Slovmag company) and taking in consideration specific conditions of state enterprise experience in Slovak republic.*

**Key words:** re-engineering, the multi-parametrical hierarchical optimal model.

### Úvod

Riešenie súčasnej zložitej situácie mnohých podnikov, ohrozujúcej ich ďalšiu existenciu, vyžaduje okrem iného urýchlené dosiahnutie cenovej konkurencieschopnosti cestou redukcie výrobných nákladov.

Proces racionalizácie a optimalizácie procesov sa v podnikoch homogénnymi výrobnými procesmi, doposiaľ sústredoval predovšetkým na metódu postupného zlepšovania podnikových mikroprocesov, prevažne systémom „porucha - problém – riešenie“.

Súčasná úroveň zariadení a používanej technológie však vytvára značné obmedzenia pre ďalšiu „krokovú“ racionalizáciu. Vyčerpanie inovačného potenciálu technológií doposiaľ uskutočnenými inováciami neumožňuje očakávať od ďalších vylepšení významné ekonomické prínosy. Teda východiskom už nie je riešenie otázky "Čo by sa dalo ešte vylepšiť ?", je potrebné prehodnotiť jednotlivé procesy a uskutočniť úplný reinžiniering podnikových procesov na systémovom a integrovanom základe a vykonať zmeny v organizácii, logistike a technológiách.

### Reinžiniering – efektívny nástroj pre komplexnú optimalizáciu výrobných procesov

**Reinžiniering** je jedna z metód zabezpečenia konkurencieschopnosti podniku, založená na možnosti zefektívňovania a racionalizácie procesov. Reinžiniering vedie v zásade:

- k radikálnej zmene technologických procesov,
- k uplatneniu logistického prístupu do materiálových, informačných a finančných tokov.

Pri reinžinieringu podnikových procesov dochádza k prehodnoteniu podstaty jednotlivých procesov, je skúmaná nielen ich kvantitatívna a kvalitatívna stránka, ale aj opodstatnenosť ich vykonávania vo väzbe na globálne kritérium optimality. Ak vykonávaný proces nevytvára žiadnu pridanú hodnotu výrobku, ak nezlepšuje služby zákazníkom, ak nezlepšuje postavenie firmy na trhu alebo ak neovplyvňuje kvalitu výrobku, resp. výrobného procesu je nutné prehodnotiť dôvod jeho existencie.

Reinžiniering nie je možné úspešne aplikovať bez dokonalej znalosti dopadu navrhovaných radikálnych zmien na existujúce podnikové, ale najmä výrobnotechnologické procesy. Získanie obrazu o dopadoch reinžinieringových opatrení je podmienené existenciou vhodného nástroja, napr. simulačného, resp. optimalizačného modelu alebo metódy.

Doteraz používané metódy viackriteriálnej optimalizácie, resp. simulačné metódy majú rad nevýhod, predovšetkým obmedzenú použiteľnosť v reálnych podmienkach podnikovej praxe. Ich aplikovateľnosť je limitovaná existenciou problémov pri transformácii úlohy podľa požiadaviek a obmedzení jednotlivých existujúcich spôsobov a metód riešenia viackriteriálnej optimalizácie.

Pre reálne podnikové podmienky a pre oblasť homogénnych výrobných procesov zvlášť, je charakteristická snaha o zosúladenie niekoľko desiatok podnikových činností a technologických operácií, z ktorých každá má svoju množinu technických a kvantitatívno-kvalitatívnych parametrov, z ktorých každý má rozsiahly interval

<sup>1</sup> Ing. Dušan Dorčák, Slovmag, a.s., Lubeník, nám. Slobody 1, 005 01 Revúca

<sup>2</sup> Ing. Ján Spišák, PhD., Katedra logistiky a výrobných systémov, Fakulta BERG Technickej univerzity v Košiciach, B. Němcovej 32, 042 00 Košice, [Jan.Spisak@tuke.sk](mailto:Jan.Spisak@tuke.sk)

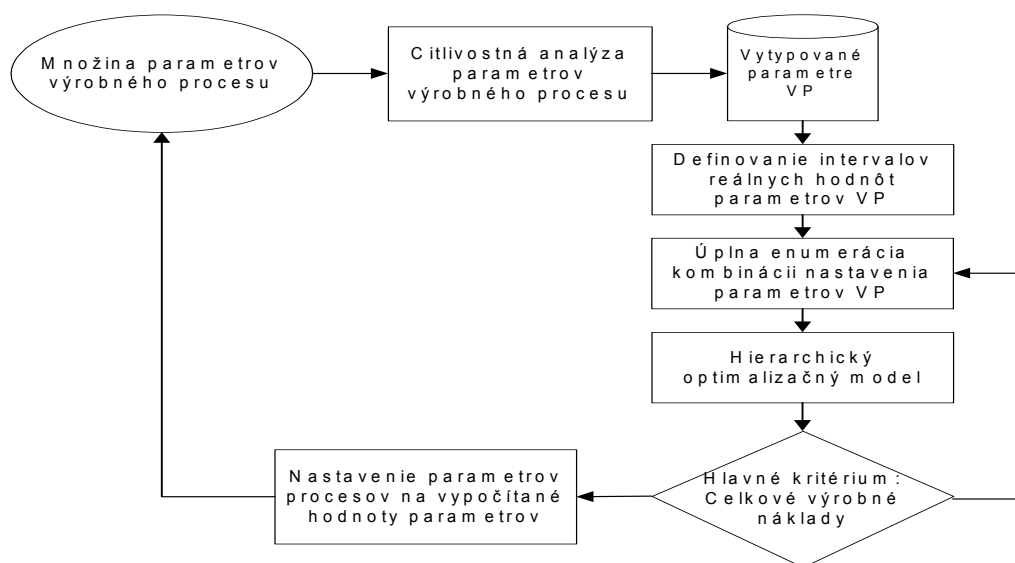
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 18.8.2004)

potencionálne možných hodnôt. Takéto veľkorozmerné optimalizačné problémy je problematické riešiť existujúcimi a všeobecne dostupnými optimalizačnými metódami.

Možným spôsobom riešenia, z reinžinieringu vyplývajúcich veľkorozmerných optimalizačných problémov, je použitie multiparametrického hierarchického optimalizačného modelu prispôbeného existujúcim reálnym podnikovým podmienkam, pri tvorbe ktorého sú využité doteraz získané teoretické vedomosti z modelovania a riadenia homogénnych výrobných procesov, viackriteriálnej optimalizácie, reinžinieringu a logistiky.

Postup riešenia veľkorozmerného viackriteriálneho optimalizačného problému pomocou multiparametrického hierarchického optimalizačného modelu je zhrnutý do nasledujúcich krokov:

- Analýza a dokonalé spoznanie optimalizovaného výrobného procesu, predovšetkým:
  - o Popis vstupov do výrobného procesu, množiny ich vlastností, intervalov ich hodnôt.
  - o Popis výrobného procesu, technologických operácií a ich vlastností.
  - o Popis transformácií vlastností výrobku na jednotlivých technologických operáciách.
  - o Definovanie využitia výrobných kapacít jednotlivých technologických agregátov.
  - o Definovanie štruktúry prevádzkových nákladov pre jednotlivé technologických operácie.
  - o Definovanie globálnej kriteriálnej funkcie
- Modelovanie výrobného procesu podľa metodiky hierarchického optimalizačného modelu.
- Nájdenie parametrov výrobného procesu s ohľadom na náklady, t.j. definovanie citlivosti - závislosti zmeny nákladov na transformáciu vlastností a stavu výrobku v jednotlivých agregátoch procesu.
- Definovanie intervalov reálnych hodnôt vytypovaných parametrov.
- Stanovenie kroku zmeny hodnoty parametrov.
- Stanovenie kriteriálnej rovnice pre posudzovanie alternatív riešenia.
- Použitie úplnej enumerácie na prepočet a vyhodnotenie všetkých reálnych variantov riešenia viackriteriálneho optimalizačného problému.



Obr. 1. Postup riešenia veľkorozmerného viackriteriálneho optimalizačného problému multiparametrickým hierarchickým optimalizačným modelom (Spišák, 2001.)

Fig. 1. Solution procedure for a large-scale dimension optimization problem by a multiparametrical hierarchical model (Spišák, 2001).

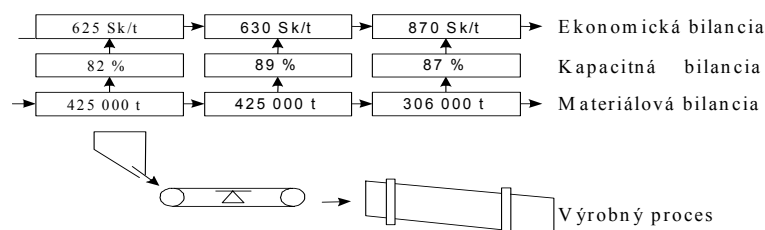
### Multiparametrický hierarchický optimalizačný model

Oproti klasickému simulačnému prístupu, v ktorom pomocou simulácie materiálových tokov nájdeme len časové charakteristiky a parametre výrobného procesu, hierarchický prístup rozširuje simuláciu materiálového toku a jeho časový prepočet o materiálovú, kapacitnú a ekonomickú bilanciu.

Riešenie viackriteriálnej optimalizácie výrobného procesu je rozdelené v navrhovanom modeli do troch vzájomne prepojených úrovní:

1. Úroveň materiálovej bilancie rieši optimalizáciu materiálového toku.
2. Úroveň kapacitnej bilancie rieši optimalizáciu využitia existujúcich výrobných kapacít pre potreby na prvej úrovni optimalizovaného materiálového toku,

3. Úroveň ekonomickej bilancie používa nákladovú optimalizáciu, pretože väčšina riadiacich zásahov do organizácie materiálového toku, do parametrov vstupov, do nastavenia zariadení sa prejaví zmenou celkových výrobných nákladov.



Obr. 2 Náčrt štruktúry hierarchického modelu výrobného procesu.  
Fig. 2. Sketch of a structure of hierarchical model for the production process.

### Reinžiniering procesu úpravy magnezitovej rudy v spoločnosti Slovmag, a.s. Lubeník

Podnik SLOVMAG, a.s. Lubeník sa zaoberá ťažbou a spracovaním magnezitu, produkciou a predajom žiaruvzdorných výrobkov na báze magnezitu. Vyrába široký súbor sortimentov, ktoré sa uplatňujú v rôznych priemyselných odvetviach, od priemyslu ocele, cementu a vápna cez farebnú metalurgiu až po výrobu akumuláčnych pecí. Podnik je výrazne orientovaný na export, okolo 95 % produkcie smeruje na zahraničné trhy.

Riešenie súčasnej zložitej situácie podniku sa očakáva od čo najrýchlejšieho dosiahnutia cenovej konkurencieschopnosti na trhu základných stavív. Jej dosiahnutie si vyžaduje výraznú redukciu výrobných nákladov, ktorá je možná len zásadným prehodnotením podnikových procesov formou reinžinieringu.

Z analýzy výrobného a technologického procesu ťažby a úpravy magnezitovej rudy a výroby základných stavív, systému riadenia a logistiky v podmienkach závodu Slovmag, a.s. Lubeník vyplynula potreba riešiť nasledujúce vytypované problémy, ktoré patria do oblastí:

1. Organizačnej:
  - racionalizácia organizačnej štruktúry závodu,
  - racionalizácia systému riadenia údržby.
2. Logistickej:
  - reorganizácia materiálových tokov,
  - reorganizácia zákazkovej logistiky,
  - technologická logistika výpalu slinku v rotačnej peci.
3. Technologickej:
  - optimalizácia podmienok práce rotačnej pece,
  - optimalizácia magnetickej separácie slinkov,
  - spracovanie jemnozrnných materiálov,
  - zmena systému zavážania rotačnej pece,
  - implementácia integrovaných tepelných agregátov do procesu spracovania magnezitu.

Aplikácia výsledkov riešenia jednotlivých úloh reinžinieringu rôznym spôsobom ovplyvňuje výrobný proces. Niektoré riešenia spôsobujú zmenu parametrov len konkrétneho meneného procesu, iné riešenia majú dopad na celý výrobný proces. Posudzovanie prvého typu riešení je viac menej bezproblémové, obmedzuje sa na porovnanie parametrov daného procesu pred a po aplikácii riešenia. Posúdenie druhého typu riešenia si vyžaduje oveľa náročnejšie postupy. Niekedy nie je ani možné komplexne posúdiť vplyv zmeny na výrobný proces pred jej zavedením do procesu.

Pri hodnotení dopadov aplikácie výsledkov riešenia úloh reinžinieringu procesov úpravy magnezitovej rudy boli použité obidva prístupy. Napr. pre hodnotenie dopadov zmeny organizačnej štruktúry, zmeny systému zavážania rotačnej pece, bol použitý prvý prístup. Príkladom nutnosti komplexného hodnotenia dopadov riešenia na celý výrobný proces pomocou optimalizačného modelu môže byť hodnotenie dopadov reorganizácie materiálových tokov u organizačného reinžinieringu a u technologického reinžinieringu hodnotenie dopadov implementácie integrovaných tepelných agregátov do výrobného procesu výroby magnezitových slinkov.

### Multiparametrický hierarchický optimalizačný model technologického procesu úpravy magnezitu

Nevyhnutným a dôležitým krokom pre získanie kvalitných výstupov z modelu je vykonanie podrobnej analýzy výrobného procesu úpravy magnezitovej rudy. Vzhľadom na veľkú zložitosť analyzovaného systému bola definovaná hladina podrobnosti modelu, ktorá postačovala na získanie validných výstupov, no enormne nezvyšovala popisnú a výpočtovú náročnosť modelu. Detailný popis systému vykonaný pre potreby modelu obsahoval popis hlavných technologických operácií, hlavných technologických parametrov zariadení a kvalitatívne a kvantitatívne ukazovatele vstupov a výstupov.

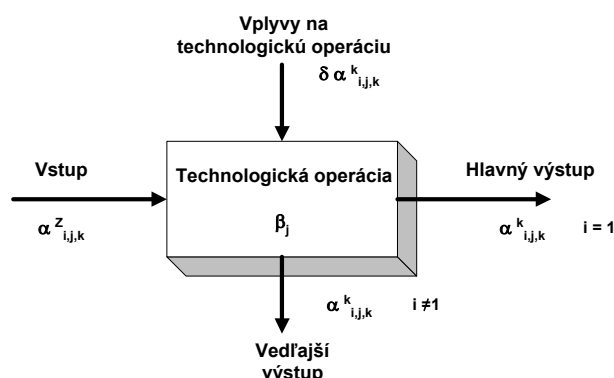
- Kvantitatívne ukazovatele vstupov a výstupov  
Množstvo - celkové množstvo materiálu na výstupe z operácie [t],  
Sušina - množstvo materiálu na výstupe z operácie bez vlhkosti [t],  
Tóny kovu - množstvo čistého kovu v množstve materiálu na výstupe z operácie [t].
- Kvalitatívne ukazovatele vstupov 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 pôvodnej rudy [%],  
Výťažnosť - pomer množstva kovu v koncentrácii k množstvu kovu v pôvodnej rude [%],  
Zrnitosť – interval rozmerov zŕn materiálu [mm, mm].
- 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 - na konkrétnu technologickú operáciu [Sk],  
Kumulované jednotkové náklady - po konkrétnu technologickú operáciu [Sk].

Pre popis transformácií vlastnosti výrobku na jednotlivých technologických operáciách bol využitý všeobecný model operácie „spracovanie“ (Malindžák, 1996). Pod operáciou „spracovanie“ sa rozumie taká činnosť vo výrobnom procese, pri ktorej dochádza k zmene aspoň jedného z jej parametrov časových ( $\alpha_{i,j,k}^t$ ), kvantitatívnych ( $\alpha_{i,j,k}^{KV}$ ), kvalitatívnych ( $\alpha_{i,j,k}^Q$ ). Model abstraktnej operácie „spracovanie“ je možné zapísať:

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

kde:

- $\alpha_{i,j,k}^k$  - vektor parametrov výrobku po skončení operácie na stroji J, pre parametre  $k=1,2,\dots,n$ ,
- $\alpha_{i,j,k}^z$  - vektor parametrov výrobku pred začatím operácie na stroji J, pre parametre  $k=1,2,\dots,n$ ,
- $\Phi_{i,j}$  - operátor výrobných operácií,
- $\beta_j$  - parametre stroja J,
- $\delta\alpha_{i,j,k}^k$  - náhodná veličina charakterizujúca odchýlky parametrov, pre  $k = 1,2,\dots,n$ .



Obr. 3. Grafické znázornenie modelu abstraktnej operácie „spracovanie“.

Fig. 3. Grafic presentation of a model of the abstract operation „processing“

Výsledky analýzy výrobného procesu úpravy magnezitu, zhmotnené v popise technologických operácií, v popise hlavných technologických parametrov a kvalitatívnych a kvantitatívnych ukazovateľoch vstupov a výstupov, slúžia pre definovanie konkrétnych transformácií vlastnosti výrobku na jednotlivých technologických operáciách. Poznanie závislosti priebehu transformácie a jeho technicko-ekonomickej

stránky od zmeny parametrov operácie, zmeny vstupov a možných poruchových vplyvov umožňuje vytvoriť model svojimi vlastnosťami veľmi blízky reálnemu systému.

Nasledujúca tabuľka udáva zoznam definovaných hlavných technologických operácií procesu úpravy magnezitu a ich hlavných parametrov a ukazovateľov. (Slovmag, a.s., Lubeník, 2001)

Podľa vyššie definovaných závislostí je možné vytvoriť model výrobného procesu, ktorý bude reagovať na zmenu definovaných parametrov. Konkrétny model procesu úpravy magnezitu bol vytvorený v tabuľkovom

procesore Microsoft EXCEL, ktorý umožňuje tvorbu prepojení a závislosti jednotlivých buniek (hodnôt parametrov) a má dostatočnú rýchlosť vykonávania optimalizačných prepočtov.

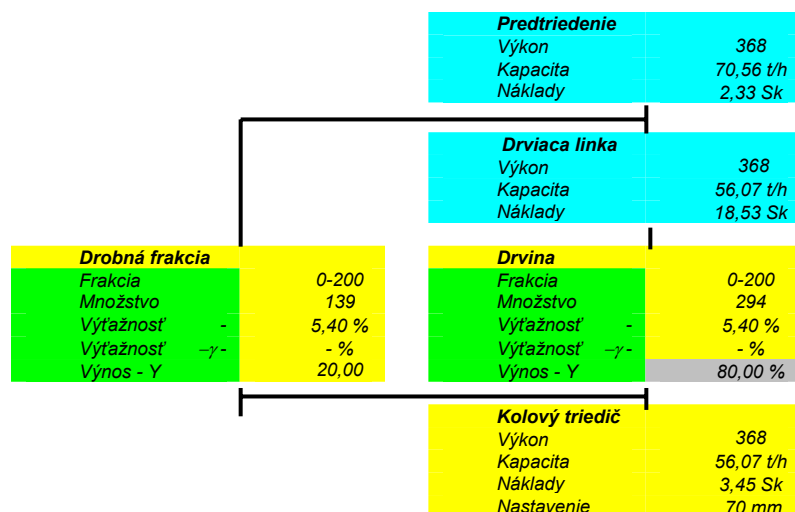
Postup tvorby modelu v tomto prostredí spočíva v tvorbe mapy operácií výrobného procesu (podľa skutočného technologického postupu) a v tvorbe prepojení jednotlivých buniek podľa konkrétnych algoritmov výpočtov transformácií jednotlivých ukazovateľov a parametrov.

Tab. 1 Hlavné technologické operácie procesu úpravy magnezitu a parametre, od ktorých závisí ich priebeh.

Tab. 1 Main technological operations of mineral processing of magnesite and parameters, and their parameters

Operácia i	$\alpha^{kv}$	$\alpha^o$	$\beta_i$	$\delta\alpha_{i,j,k}^k$
Drvenie	Množstvo	Výtťažnosť, Výnos, Zrornosť	Veľkosť štrbiny drvičov Ostrosť triedenia	Rovnomernosť podania Objem ťažby
Triedenie na kolovom triediči	Množstvo	Zrornosť, Vlhkosť	Veľkosť štrbiny Pohyblivosť tyčí	Rovnomernosť podania Objem ťažby
Úprava v ťažkých suspenziách	Množstvo	Výtťažnosť, Výnos, Kovnosť	Hustota suspenzie	Zrornosť
Úprava v hydrocyklónoch	Množstvo	Výtťažnosť, Výnos, Kovnosť, Zrornosť	Nastavenie hydrocyklónov	Vlhkosť, Zrornosť
Skladovanie na skládke	Množstvo	Zrornosť, Vlhkosť	Režim ťažby	Chod vypaľovacích pecí
Manipulácia a nakladanie	Množstvo	Zrornosť	Poveternostné vplyvy, Homogenita zrornosti	Nerovnomernosť ťažby
Výpal magnezitového slinku v šachtových peciach	Množstvo	Chemizmus, Výtťažnosť, Výnos, Zrornosť, Kovnosť	Teplota praženia, Atmosféra praženia, Homogenita zrornosti	Vlhkosť, Zrornosť, Chemizmus, Teplota výpalu
Výpal magnezitového slinku v rotačnej peci	Množstvo	Chemizmus, Výtťažnosť, Výnos, Zrornosť, Kovnosť	Teplota praženia, Atmosféra praženia	Vlhkosť, Zrornosť, Chemizmus, Teplota výpalu
Odprášenie spalín	Stupeň zaprášenia	Výnos, Výtťažnosť, Účinnosť, Kovnosť	Intenzita elektromagnet. poľa, stav filtrov	Usadeniny, Rosný bod
Chladenie	Množstvo Teplota	Výnos, Výtťažnosť	Dávkovanie vody Tlakový režim	
Drvenie	Množstvo	Zrornosť, Chemizmus	Nastavenie štrbiny	Rovnomernosť podania
Triedenie	Množstvo	Zrornosť, Chemizmus	Okatosť sit	Rovnomernosť podania
Magnetická separácia	Množstvo	Výnos, Výtťažnosť, Kovnosť	Vzdialenosť prepážky, Rýchlosť valca	Hustota, kvalita výpalu, Zrornosť
Odprášenie presypov	Množstvo	Výnos, Výtťažnosť, Účinnosť, Kovnosť	Podtlak	Usadeniny, Stav filtrov

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



Obr. 4. Príklad výpočtu transformácie jednotlivých parametrov technologickej operácie, triedenie drviny v hierarchickom optimalizačnom modeli vytvorenom v programe EXCEL.

Fig. 5. Example of a calculation of transforming individual parameters of the technological operation of sorting crushed material in a hierarchical optimizing model generated in the program EXCEL.

### Kapacitná bilancia procesu úpravy magnezitu

Základným cieľom rozboru využitia výrobných kapacít je odкрытие rezerv extenzívneho a intenzívneho využitia výrobných zariadení. Pri extenzívnom využití rezerv zariadenia ide v podstate o zvýšenie efektívnosti nominálneho časového fondu, ktorý je v určitom časovom období k dispozícii. Nominálnym časovým fondom sa rozumie kalendárny časový fond znížený o časy plánovaných prestojov a časy plánovaných opráv, resp. o čas pracovného voľna.

Možnosti extenzívneho využitia sú väčšinou obmedzené používanou technológiou. Vo väčšine prípadov ide pri extenzívnom využívaní rezerv o:

- zníženie dĺžky plánovaných prestojov,
- skrátenie dĺžky plánovaných opráv,
- odstránenie neproduktívnej (jalovej) práce zariadení a pod.

Pri intenzívnom využívaní rezerv zariadenia ide v podstate o zdokonalenie vlastného výrobného procesu. Medzi možnosti intenzívneho využívania rezerv možno zaradiť:

- zvýšenie kvality operatívneho plánovania,
- zvýšenie nadväznosti výrobného programu,
- odstránenie diskontinuit vo výrobnom procese,
- optimalizácia materiálového toku,
- zlepšovanie logistického zabezpečenia výrobného procesu,
- technické inovácie vo výrobnom procese,
- technologický a organizačný reinžiniering výrobného procesu a pod.

### Ekonomická bilancia procesu úpravy magnezitu

Pre homogénny výrobný proces je charakteristické, že parametre výrobku vykazujú rôzne hodnoty, i keď boli vyrobené rovnakou technológiou v rovnakom výrobnom procese. Je to dôsledkom prejavu veľkého množstva vplyvov pôsobiacich na výrobný proces, ktoré v mnohých prípadoch nie je možné eliminovať (napr. vplyv prírodných podmienok na ťažbu a úpravu). Tieto vplyvy majú väčšinou stochastický charakter.

Každá technologická operácia ma špecifickú štruktúru nákladov, ktorá sa mení v závislosti od zmeny vstupov, zmeny nastavenia zariadenia, resp. pôsobenia rôznych vonkajších vplyvov. Pre účely tvorby modelu a výpočet ekonomickej bilancie bola použitá štruktúra nákladov, ktorá vychádzala z druhového členenia nákladov a bola prispôbená konkrétnym situačným podmienkam.

Podmienkou správneho výpočtu vynaložených nákladov na technologickú operáciu je definovanie závislosti zmeny nákladov od menených parametrov. Problémom určenia závislosti je charakter výrobného procesu, kde zmena jedného parametra vyvolá následnú zmenu viacerých parametrov, resp. zmena sa prejaví až v nasledujúcich operáciách a pod.

Na základe analýzy výrobného procesu a spôsobu riešenia viackriteriálnej optimalizačnej úlohy bola stanovená globálna nákladová kritériálna rovnica, ktorá svojím zložením umožňovala zachytiť zmeny všetkých nákladov jednotlivých technologických operácií a odhaliť konkrétne prínosy vykonaných reinžinieringových opatrení.

### Zhodnotenie výsledkov modelu a ich použitie pri rozhodovaní

Pomocou vytvoreného multiparametrického hierarchického optimalizačného modelu procesu úpravy magnezitu a výroby sypkých hmôt - magnezitových slinkov (Spišák a kol., 2003), je možné riešiť rozsiahle optimalizačné problémy spojené s aplikáciou výsledkov vykonaného reinžinieringu v podmienkach spoločnosti SLOVMAG, a.s. Lubeník.

Pre jednotlivé navrhované reinžinieringové opatrenia bol vykonaný prepočet dopadov na výrobný proces, resp. po zadaní intervalu hodnôt a kroku zmeny optimalizovaných parametrov výrobného procesu a prepočte materiálovej, kapacitnej a nákladovej bilancie pre nastavené parametre výrobného procesu nasledoval úplný prepočet možných kombinácií nastavenia parametrov jednotlivých technologických operácií a identifikácia kombinácie s minimálnou hodnotou globálnej kritériálnej nákladovej funkcie.

Aplikácia navrhovaného opatrenia logistického a najmä technologického reinžinieringového v praxi nie je vždy jednoduché, vo väčšine prípadov je to náročný proces, vyžadujúci si vynaloženie značných investícií. Poznaním dopadov vynaložených investícií v rozhodujúcich oblastiach (materiálová, kapacitná a nákladová bilancia), je možné urobiť správne rozhodnutia bez negatívnych dopadov na ekonomiku podniku.

Na základe výsledkov z tohto modelu boli uskutočnené nasledujúce rozhodnutia:

- inštalácia obchvatu drviča rúbaniny s cieľom zvýšiť podiel vsádzky pre šachtové pece,
- zmena objemu ročnej ťažby,
- o implementácii predohrievača vsádzky pred rotačnou pecou,
- zmena nastavenia sitových triedičov na úpravni v ťažkých suspenziách,
- zmena nastavenia magnetických separátorov na úpravni slinkov.

### Záver

Reinžinieringové projekty sú typickým príkladom komplexnej optimalizácie výrobných procesov. Tvorba projektov logistického a technologického reinžinieringu a najmä posudzovanie dopadov ich aplikácie na technologicko-ekonomické parametre výrobného a technologického procesu predstavuje ideálne miesto použitia vyššie popísanej metodiky, ktorá je založená na využití hierarchického optimalizačného modelu, ktorý bol doplnený ďalšími postupmi riešenia viackriteriálnej optimalizácie, a to najmä heuristikou, simuláciou, agregáciou kriteriálnej funkcie, analýzou citlivosti, Paretovou optimalizáciou a úplnou enumeráciou a ktorej vlastnosťami sú jednoduchosť, malá časová a finančná náročnosť a všeobecná aplikovateľnosť - na operatívnej úrovni riadenia pre tvorbu operatívnych plánov ako aj pre kapacitnú a nákladovú optimalizáciu. Na strategickej úrovni riadenia by mal slúžiť na simuláciu navrhovaných racionalizačných opatrení a zhodnotenie prínosov následných investičných zámerov.

### Literatúra - References

- Spišák, J.: Aplikácia reinžinieringu pri komplexnej optimalizácii homogénnych výrobných procesov, *Doktorandská práca, Košice, 2001.*
- Malindžák, D.: Výrobná logistika I., *Štroffek, 1996, Košice, ISBN 80-967325-1-x.*
- SLOVMAG, a.s. Lubeník,: Detailný technologický predpis Závodu výroby sypkých hmôt, *2001, Lubeník.*
- Spišák, J., a kol.: Komplexná optimalizácia rotačnej pece, *ATIM, s.r.o. Košice, 2002, Košice.*