



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

Acta oeconomica et informatica 1  
Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2003, s. 6-10

## NIEKTORÉ PROBLÉMY SÚVISIACE S APLIKÁCIOU MATEMATICKÝCH MODELOV V RIADENÍ ZÁSBOVACIEHO PROCESU

### SOME PROBLEMS OF MATHEMATICAL MODELS APPLICATION IN INVENTORY PROCESS MANAGEMENT

Magdaléna ŠIMKOVÁ

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

The problem is analysed of coordination of time relations between demand for final products on one hand and the need for resources, semiproducts and other components on the other one. In this respect we present MRP (Material requirements planning) methods that are applicable in the case of the deterministic demand for final products. Practical use of the mathematical models faces the problem of available data for models. In many situations it is difficult to accurately estimate holding and shortage costs. The work describes a procedure enabling both to approximate data and to analyse possibilities of efficiency improvement of the existing inventory policy. Finally, the JIT system (Just in Time Production) and its implementation in EOQ environment is presented.

**Key words:** inventory process, material requirements planning, stockouts, JIT (Just in Time) system

Využívanie matematických modelov pri riadení zásobovacieho procesu naráža často na problémy súvisiace predovšetkým:

- s koordináciou časových vzťahov medzi dopytom po finálnych produktoch a potrebou surovín, polovýrobov a iných komponentov potrebných pre produkciu finálnych výrobkov,
- s kvantifikáciou jednotlivých modelov,
- s výskytom nedostatku v súvislosti s náhodným dopytom,
- s redukciami zásob pri konštantných objednávacích nákladoch a podobne.

Riešeniu uvedených problémov sa v poslednej dobe venuje primeraná pozornosť. Winston (1991) prezentuje niektoré možnosti riešenia využitím deterministických, ako i stochastických modelov. Analýzou možností zvyšovania efektívnosti zásobovacej politiky využitím „výmennej krivky“ sa zaoberá Šimková (2000). Vzťahy medzi tzv. zriaďovacími nákladmi a investíciami v súvislosti s redukciami celkových nákladov na zásoby skúma De la Fuente (2000).

V príspevku venujeme pozornosť niektorým novým prístupom v riadení zásobovacieho procesu, ktoré v poslednej dobe nachádzajú stále širšie uplatnenie predovšetkým v podnikoch, v ktorých zásoby tvoria významnú súčasť výrobného procesu, a ktoré do určitej miery umožňujú riešiť uvedené problémy.

#### Materiál a metódy

Koordináciu časových vzťahov medzi dopytom po finálnych produktoch a potrebou surovín, polovýrobov a iných komponentov potrebných pre produkciu finálnych výrobkov sa zaoberá Winston (1991). Cieľom je určiť postupnosť nadobúdacieho cyklu pre komponenty v závislosti od deterministického dopytu po finálnych výrobkoch s prihliadnutím na veľkosť celkových nákladov na zásoby.

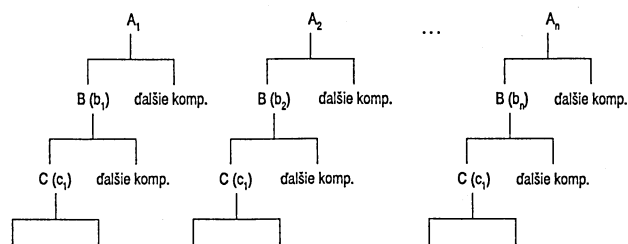
Predpokladajme, že výrobný subjekt je zameraný na výrobu  $n$  druhov finálnych výrobkov  $A_1, A_2, \dots, A_n$ . Dopyt po finálnych

výrobkoch budeme sledovať v plánovacom horizonte rozdelenom na  $k$  rovnakých časových úsekoch.

Označme  $q_{it}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ ,  $t = 1, 2, \dots, k$  – dopyt po výrobkoch  $A_i$  v časovom úseku  $t$ . Predpokladajme ďalej, že jedna jednotka produktu  $A_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  vyžaduje  $b_i$  jednotiek komponentu  $B$  plus ďalšie komponenty. Jedna jednotka komponentu  $B$  vyžaduje  $c_1$  jednotiek komponentu  $C$  plus ďalšie komponenty atď.

Uvedené vzťahy je výhodné zobrazíť tzv. „stromom materiálov“, ktorý je znázornený na obrázku 1.

**Obrázok 1** Potreba materiálov pre produkty  $A_1, A_2, \dots, A_n$   
**Figure 1** Materials demand for products  $A_1, A_2, \dots, A_n$   
(1) other components, (2) component  
 $B$  – the component,  $b_i$  – units of the component  $B$ ,  $c_1$  – the component,  $c_1$  – units of the component  $C$



Označme:

$GR_t(B)$  – celkové (hrubé) požiadavky – celkové množstvo komponentu  $B$  potrebného na začiatku  $t$  – časového úseku za účelom eliminovania nedostatku uvažovaného komponentu:

$$GR_t(B) = \sum_{i=1}^n b_i q_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, k \quad (1)$$

$OIt(B)$  – zásoba na sklade – množstvo komponentu  $B$  na sklade na konci  $t$  – časového úseku,

- $SR_t(B)$  – predpísaný príjem – množstvo komponentu  $B$  predpísaného pre dodanie na začiatku  $t$  – časového úseku,  
 $NR_t(B)$  – čisté požiadavky – zostatok množstva komponentu  $B$  po zabezpečení celkovej požiadavky  $GR_t(B)$  použitím  $OHI_t(B)$  a  $SR_t(B)$ . (Čisté požiadavky vyjadrujú množstvo jednotiek komponentu  $B$ , ktoré musia byť dodané na začiatku časového úseku  $t$  z plánovanej produkcie.),  
 $PP_t(B)$  – plánovaná produkcia komponentu  $B$  v  $t$  – časovom úseku vzhľadom na dobu dodania komponentu.

Medzi  $OHI_t(B)$  a  $NR_t(B)$  platia nasledovné vzťahy:  
 Nech  $[x]^+ = \max(x, 0)$ . Potom

$$OHI_t(B) = [SR_t(B) + OHI_{t-1}(B) - GR_t(B)]^+ \quad (2)$$

$$NR_t(B) = [GR_t(B) - SR_t(B) - OHI_{t-1}(B)]^+ \quad (3)$$

V prezentovanom príspevku zameriame pozornosť na optimalizáciu rozloženia plánovanej produkcie komponentov na uvažované časové obdobie.

Ďalším problémom súvisiacim s aplikáciou matematických modelov pri riadení zásobovacieho procesu v praxi je kvantifikácia jednotlivých modelov. Ide tu predovšetkým o stanovenie jednotkových skladovacích nákladov. Pozornosť zameriame na  $EOQ$  model, ktorý možno za určitých predpokladov (Winston, 1991) využiť pri určení optimálneho množstva dodávok  $EOQ$ , pri ktorom budú celkové náklady na zásoby (na skladovanie a objednávky) minimálne:

$$EOQ = \sqrt{2dD/s} \quad (4)$$

kde

- $D$  – veľkosť dopytu za zvolené časové obdobie  $T$ ,  
 $d$  – jednotkové náklady na objednávku,  
 $s$  – jednotkové náklady na skladovanie na obdobie  $T$ .

Podniky pri kalkulácii nákladov súvisiacich so zásobami najčastejšie evidujú iba celkové skladovacie náklady na všetky položky súčasne, čo má za následok, že vyčíslenie jednotkových nákladov na konkrétnu položku môže byť značne obtiažne. Riešiť uvedený problém možno za určitých podmienok úpravou vzťahu (4) aplikovaním vhodne zvolených mier efektívnosti zodpovedajúcej zásobovacej politiky. Modifikovaný tvar vzťahu (4) možno využiť na určenie optimálnej objednávacej stratégie. Grafické zobrazenie uvedených mier možno súčasne využiť pri analýzach vplyvajúcich na zvýšenie efektívnosti existujúcej objednávacej stratégie.

V iných situáciách, a to predovšetkým v prípadoch, ak je dopyt po určitej položke náhodný, môže dôjsť k výskytu nedostatku v zásobách, čo môže nepriaznivo vplyvať na plynulosť zásobovacieho procesu a zvyšovanie nákladov súvisiacich s nedostatkom. V prípadoch, v ktorých možno predpokladať, že k nedostatku v zásobách môže dôjsť iba počas doby dodania, pričom sa nedostatkové položky dodatočne dodajú, možno za účelom zníženia výskytu nedostatku v zásobách podľa Winstona (1991) využiť grafické zobrazenie vhodné určených mier efektívnosti.

V poslednej dobe v súvislosti so zvyšovaním konkurencieschopnosti podniku vystupuje do popredia problém sústavného zvyšovania efektívnosti zásobovacieho procesu. Za týmto účelom sa hľadajú postupy, ktoré umožňujú celý zásobovací proces racionalizovať predovšetkým vzhľadom na celkové náklady súvisiace so zásobami. Podľa autorov Gregora a Košťuriaka (1994) možno uvedený cieľ dosiahnuť racionalizačnými opatreniami, ktoré sa týkajú predovšetkým:

- odstránenia nepotrebných skladových zásob (cieľom je udržať nulové zásoby),
- redukcie zásob v medziskladoch na najnižšiu možnú úroveň,
- zníženia hodnoty obehového materiálu,
- skrátenia priebežných dôb (jednotlivých procesov, celkovej priebežnej doby zákazky) a
- zlepšenia dodávateľskej schopnosti (okamžitá reakcia na požiadavky zákazníka).

Uvedené opatrenia sú súčasťou tzv. systému Just in Time (ďalej JIT). Vzhľadom na teoretickú a aplikačnú zložitost' problematiky venujeme v príspevku pozornosť iba zjednodušenému postupu implementácie systému JIT do prostredia, v ktorom sa v riadení zásob využíva model  $EOQ$  (vzťahy (4), (9)).

## Výsledky a diskusia

### Koordinácia časových vzťahov pri plánovaní požiadaviek materiálu

Na determinovanie plánovanej produkcie možno využiť nasledovné pomerne jednoduché metódy:

1. metóda „množstvo za množstvo“ ( $LFL$ ),
2. metóda periodickej veľkosti dodávky ( $POQ$ ),
3. metóda určenia množstva využitím  $EOQ$  ( $EOQ LS$ ),
4. metóda periodickeho vyrovnávania ( $PPB$ ).

Postup  $LFL$  navrhuje položiť plánovanú produkciu  $t$  – časového úseku čistej požiadavke  $t + L_B$  časového úseku,  $t$  j.

$$PP_t(B) = NR_{t+L_B}(B) \quad (5)$$

kde

- $L_B$  – doba dodania komponentu.

Metóda periodickej veľkosti dodávky ( $POQ$ ) navrhuje vzhľadom na dobu dodania  $L_B$  položiť plánovanú produkciu v prvom časovom úseku súčtu čistých požiadaviek  $p$  nasledujúcich časových úsekov s kladnými hodnotami čistých požiadaviek. Ďalej sa periodicky rozloží plánovaná produkcia pri pevne stanovenom  $p$  na celý plánovací horizont.

Metóda určenia množstva využitím  $EOQ$  ( $EOQ LS$ ) navrhuje položiť plánovanú produkciu periodicky od prvého časového úseku rovnú  $EOQ$  (optimálne množstvo pri minimálnych celkových nákladoch na zásoby) s prihliadnutím na dobu dodania  $L_B$ . Ak tieto hodnoty  $EOQ$  v sledovanom časovom rozmedzí nezabezpečia čisté požiadavky, potom sa volí plánovaná produkcia rovná najmenšiemu možnému násobku  $EOQ$  tak, aby sa eliminoval nedostatok.

Metóda periodickeho vyrovnávania ( $PPB$ ) navrhuje realizovať každé rozhodnutie o množstve plánovanej produkcie v hodnote rovnej súčtu čistých požiadaviek pre taký počet časových období, v ktorých sa udržiavacie náklady na produkciu najviac približujú k nadobúdacím nákladom na uvažovanú produkciu. (Táto myšlienka je založená na fakte, že množstvo  $EOQ$  sa dosahuje pri rovnakých udržiavacích a nadobúdacích nákladoch.)

Pri každej metóde sa vypočítajú celkové náklady, ktoré navrhovaný postup vyžaduje a odporúča sa realizovať postup s najnižšími celkovými nákladmi. Výsledky rozloženia produkcie budeme vyjadrovať tabulkovou formou, ktorú nazveme tabuľka MRP.

Východiskom aplikácie uvedených postupov je rozloženie produkcie finálnych výrobkov v priebehu plánovacieho obdobia, pričom sa prihliada na dopyt po jednotlivých výrobkoch. V prezentovanom príspevku vzhľadom na jeho obmedzený roz-

sah budeme venovať pozornosť iba určeniu plánovanej produkcie jedného komponentu potrebného na výrobu finálnych výrobkov, ktorý označme  $B$ . Dopyt po finálnych výrobkoch, ktoré spotrebúvajú komponent  $B$ , ako i potrebné množstvo uvažovaného komponentu v priebehu kalendárneho roka sú uvedené v tabuľke 1.

Hodnoty v tabuľke  $MRP$  pre uvedený komponent vypočítame využitím metódy  $EOQ$   $LS$ , ktorá navrhuje položiť plánovanú produkciu periodicky od prvého mesiaca rovnú  $EOQ = 19,39$  t (optimálne množstvo pri minimálnych celkových nákladoch na zásoby) s prihliadnutím na dobu dodania, ktorá predstavuje v uvažovanom prípade dva mesiace. Ak hodnoty  $EOQ$  v sledovanom časovom rozpätí nezabezpečia čisté požiadavky, potom sa volí plánovaná produkcia rovná najmenšiemu možnému násobku  $EOQ$  tak, aby sa eliminoval nedostatok (v uvažovanej situácii potrebujeme dvojnásobok množstva  $EOQ$ , t. j. 38,78 t).

Plánovaná produkcia (doplňanie) uvažovaného komponentu v priebehu kalendárneho roka determinovaná metódou  $EOQ$   $LS$  je uvedená v tabuľke 2.

### Aproximácia vstupných údajov

V ďalšej časti príspevku zameriame pozornosť na postupy umožňujúce využiť pri výpočte optimálneho množstva objednávok  $EOQ$  modifikovaný vzťah (4) v prípadoch, ak jednotkové náklady na skladovanie pre príslušnú položku nemožno implicitne stanoviť. Predpokladajme, že sa skladuje súčasne  $k$  druhov položiek ( $i = 1, 2, \dots, k$ ). V takýchto situáciách určíme hodnotu  $n$ , ktorá predstavuje náklady na udržiavanie jednej peňažnej jednotky hodnoty zásob za obdobie  $T$  podľa nasledovného vzťahu:

$$n = NN/PHZ \quad (6)$$

kde

$NN$  – vyjadruje hodnotu nadobúdacích nákladov za obdobie  $T$ ,

$PHZ$  – vyjadruje priemernú hodnotu zásob v období  $T$ .

Uvedené hodnoty predstavujú miery efektívnosti odpovedajúcej zásobovacej politiky. Pre ich určenie možno využiť nasledovné vzťahy:

– nadobúdacie náklady za obdobie  $T$ :

$$NN = \sum_{i=1}^k \left( \frac{D_i}{q_i} \right) \cdot d_i \quad (7)$$

– priemerná hodnota zásob v období  $T$ :

$$PHZ = \sum_{i=1}^k \left( \frac{q_i}{2} \right) \cdot p_i \quad (8)$$

kde význam jednotlivých činiteľov v uvedených vzťahoch je rovnaký ako vo vzťahu (4), ale sa vzťahuje na  $i$ -ty druh skladovaných položiek.

Potom pre výpočet  $EOQ_i$  ( $EOQ$  pre  $i$ -tu položku) možno použiť nasledovnú modifikáciu vzorca (4):

$$EOQ_i = \sqrt{2d_i D_i / n p_i} \quad (9)$$

V modeloch, v ktorých je dopyt náhodný sa môže vyskytnúť nedostatok. Označme  $ON$  očakávaný počet výskytu nedostatku za časové obdobie  $T$ , ktorý možno determinovať nasledovným spôsobom:

Tabuľka 1 Determinovanie množstva komodity

Názov. výrob. (2)	Množstvo v t (3)	Mesiac (1)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A <sub>1</sub>	25,18	1,85	1,85	1,85	1,85	2,60	2,60	2,60	2,60	1,85	1,85	1,85	1,85
A <sub>2</sub>	180,00	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
A <sub>3</sub>	760,50	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38	63,38
A <sub>4</sub>	13,70	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
B	153,67	12,79	12,79	12,79	12,79	12,83	12,83	12,83	12,83	12,79	12,79	12,79	12,79

Table 1 Determination of commodity quantity (1) month, (2) name of product, (3) quantity

Tabuľka 2  $MRP$  pre komponent  $B$

Ukazovatele (1) (2)	Mesiac (1)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$GR_t(B)$ (3)	12,79	12,79	12,79	12,79	12,83	12,83	12,83	12,83	12,79	12,79	12,79	12,79
$OHI_t(B)$ (4)	15,00	2,21	38,78	25,99	39,11	39,11	26,28	13,45	39,44	26,65	13,85	39,84
$SR_t(B)$ (5)	0	10,59	38,78	0	38,78	38,78	0	0	38,78	0	0	38,78
$NR_t(B)$ (6)	0	38,78	0	12,79	0	0	12,83	0	0	12,79	0	0
$PP_t(B)$ (7)	38,78	0	0	38,78	0	0	38,78	0	0	38,78	0	0

Table 2  $MRP$  (Material Requirements Planning) for component  $B$

(1) month, (2) indicators, (3)  $GR_t(B)$  – total (rough) requirements – total quantity of the component  $B$  at the beginning of the time section  $t$  to eliminate a shortage of the component under consideration, (4)  $OHI_t(B)$  – warehouse stock – the stock quantity of  $B$  at the end of  $t$ , (5)  $SR_t(B)$  – limited takings – the quantity of  $B$  limited for delivery at the beginning of  $t$ , (6)  $NR_t(B)$  – net requirements – the quantity balance of  $B$  after providing total requirements using  $OHI_t(B)$  and  $SR_t(B)$ . (Net requirements = a quantity of units of  $B$  of target output which must be supplied at the beginning of  $t$ , (7)  $PP_t(B)$  – the target output of  $B$  at  $t$  with regard to term of delivery of the component

$$ON = \left( \frac{E(D)}{q} \right) \cdot \left( \frac{qn}{c_N E(D)} \right) = \frac{n}{c_N} \quad (10)$$

kde

$E(D)$  – stredná hodnota dopytu za časové obdobie  $T$ ,  
 $c_N$  – jednotkové náklady súvisiace s nedostatkom,  
 $q$  – veľkosť objednávky.

Priemernú hodnotu zásob  $PHZ$  v uvažovanom prípade určíme podľa nasledovného vzťahu:

$$PHZ = p \left( \frac{q}{2} + S - E(X) \right) \quad (11)$$

kde

$S$  – hladina zásob, na ktorej leží tzv. znovuobjednávaci bod,  
 $p$  – jednotková nákupná cena,  
 $E(X)$  – stredná hodnota dopytu počas doby dodania.

Graf bodov ( $NN, PHZ$ ) pre každú hodnotu  $n$  možno využiť na zvýšenie efektívnosti existujúcej objednávacej stratégie. Graf bodov ( $PHZ, ON$ ), ktoré korešponujú s rozličnými hodnotami  $c_N$  možno využiť pri určení stratégie zásobovania, ktorá umožní znížiť nedostatok v zásobách zvyšovaním hodnoty  $PHZ$  (Šimková, 2000).

#### Znižovanie zásob pri konštantných objednávacích nákladoch

Základná myšlienka  $JIT$  je založená na redukcii celkových nákladov na zásoby rozčlenením dodávky  $q$  na  $k, k \geq 1$  menších dodávok  $q_{JIT}$ , čiže

$$q = k q_{JIT} \quad (12)$$

pričom náklady na vybavenie objednávok zostávajú v systéme  $JIT$  konštantné aj pri zvýšenom počte dodávok. Problémom v systéme  $JIT$  je určiť  $k$  a  $q_{JIT}$ . Keďže počet dodávok sa zvýši a veľkosť dodávky klesne z hodnoty  $q$  na hodnotu  $q_{JIT}$ , zníži sa i priemerná výška celkových nákladov na zásoby na hodnotu:

$$N_k(q) = \frac{sq}{2Dk} + \frac{d}{q} \quad (13)$$

odkiaľ pre veľkosť objednávky  $q_{JIT}$  platí nasledovný vzťah:

$$q_{JIT} = \sqrt{\frac{2Ddk}{s}} \quad (14)$$

Pre náklady v systéme  $JIT$  vzhľadom na náklady v  $EOQ$  modeli platí nasledovný vzťah:

$$N(q_{JIT}) = \frac{1}{\sqrt{k}} N(q^*) \quad (15)$$

Pre optimálnu veľkosť rozdelenej objednávky potom platí:

$$q_{JIT}^* = \frac{q_{JIT}}{k} \quad (16)$$

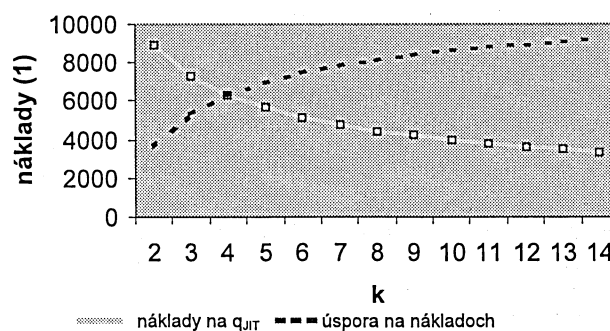
Získané úspory na nákladoch systému  $JIT$  vzhľadom na model  $EOQ$  sú nasledovné:

$$N_u = \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{k}} \right) N(q^*) \quad (17)$$

Na ilustratívnej úlohe, v ktorej  $D = 3\,600$  jednotiek,  $s = 180$  p. j.,  $d = 122,5$  p. j. analyzujeme úsporu na nákladoch vzhľadom na  $k$ .

Na základe vzťahu (4) vypočítame optimálne množstvo dodávok  $EOQ = 70$  jedn. pri minimálnych celkových nákladoch 12 600 p. j. Priebeh celkových nákladov na hodnoty  $q_{JIT}^*$  ako i odpovedajúce úspory nákladov vzhľadom na náklady, ktoré odpovedajú optimálnej dodávke  $EOQ$ , je zobrazený na obrázku 2. Z uvedeného obrázku je zrejmé, že s rastúcim  $k$  narastá úspora na celkových nákladoch vzhľadom na celkové náklady na  $EOQ$  model. Záleží samozrejme na rozhodnutí manažmentu, pre akú hodnotu  $k$  sa rozhodne.

Obrázok 2 Priebeh nákladov vzhľadom na  $k$   
 Figure 2 The relationship between cost and  $k$   
 (1) costs, (2) cost of  $q_{JIT}$ , (3) saving of cost



#### Záver

Zásoby sú oblasťou, ktorá významne ovplyvňuje finančnú situáciu a s tým súvisiacu konkurenčnú schopnosť každého podniku. Z tohto dôvodu ich organizovanie a riadenie vyžaduje prijímať kvalifikované rozhodnutia, ku ktorým možno dospieť i využitím rozličných matematických modelov a metód. Implementácia matematických modelov v konkrétnych podmienkach podniku často naráža na problémy rôzneho druhu týkajúce sa predovšetkým problémov koordinácie časových vzťahov medzi finálnymi výrobkami a komponentami potrebnými na ich výrobu, s kvantifikáciou jednotlivých modelov a podobne. V príspevku prezentujeme postupy, ktoré do určitej miery umožňujú riešiť uvedené problémy a súčasne predstavujú návrhy na zvyšovanie efektívnosti zásobovacieho procesu.

#### Súhrn

Analyzuje sa problém koordinácie časových vzťahov medzi dopytom po finálnych produktoch a potrebou surovín, polovýrobov a iných komponentov potrebných pre produkciu finálnych výrobkov. V tejto súvislosti sa prezentujú metódy  $MRP$  (Plánovanie požiadaviek materiálu), ktoré za uvedeným účelom možno aplikovať pri deterministickom dopyte po finálnych výrobkoch. Praktické využitie matematických modelov pri riadení zásob naráža často na problémy súvisiace s kvantifikáciou jednotlivých modelov. Ide predovšetkým o určenie jednotkových skladovacích a nedostatkových nákladov. Prezentuje sa postup, ktorý umožňuje v uvedených situáciách jednak aproximovať potrebné vstupné údaje, ako i analyzovať možnosti zvýšenia efektívnosti

existujúcej zásobovacej politiky. Nakoniec sa venuje pozornosť systému *JIT* a jeho implementácie do *EOQ* prostredia.

**Kľúčové slová:** zásobovací proces, plánovanie požiadaviek materiálu, nedostatok zásob, systém *JIT*

### Literatúra

FUENTE de la, D. 2000. Limited investment budget analysis in multi-item production facilities. In: Central European Journal of Operations Research, vol. 8, 2000, no. 4, p. 337-360. ISSN 1435-246X  
 GREGOR, M. - KOŠTURIÁK, J. 1994. Just – in – Time (Výrobná filozofia pre dobrý management). Bratislava : ELITA, 1994. ISBN 80-85323-64-8  
 PETERSON, R. - SILVER, E. 1984. Decision systems for inventory management and production planning. New York, 1984.

ŠIMKOVÁ, M. 1999. Plánovanie požiadaviek materiálu pri deterministickom dopyte po finálnych výrobkoch. In: Agrárny perspektívy VIII. Sbor. príspev. z mezin. ved. konferencie. Praha, 1999, s. 700-705. ISBN 80-213-0563-0

ŠIMKOVÁ, M. 2000. Nové trendy súvisiace so zvyšovaním zásobovacieho procesu. In: Acta oeconomica et informatica, roč. 3, 2000, č. 1, s. 7-10. ISSN: 1335-2571

WINSTON, W. L. 1991. Operations research : Applications and algorithms. Boston, 1991. ISBN: 0-534-98079-1

Kontaktná adresa:

doc. RNDr. Magdaléna Šimková, CSc., Katedra štatistiky a operačného výskumu, Fakulta ekonomiky a manažmentu, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel.: 037/650 81 23  
 e-mail: magda.simkova@fem.uniag.sk.

Acta oeconomica et informatica 1  
 Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2003, s. 10-15

## WORLD NON-AGRICULTURAL AND AGRICULTURAL TRADE

### SVETOVÝ OBCHOD S NEPOLNOHOSPODÁRSKYMÍ A POLNOHOSPODÁRSKYMÍ KOMODITAMI

Vladimír JENÍČEK

Česká zemědělská univerzita v Praze

The work analyses agricultural and non-agricultural world trade, terms of trade, world agricultural process and world agricultural export.

**Key words:** world trade, agricultural trade, export flows, prices of commodities, terms of trade

Trade has been a common activity since the stone age. From exchanging animal furs for grain to the development of currencies and the first bonds in the Middle Ages, exchanges have increased throughout history along with transportation improvements. Since the Industrial Revolution, trade development has gained a new impetus. From 1720 to 1971, world trade increased 460 times or by 2.7% annually.

Over 1948 - 1997, trade grew at an annual rate of 6 % while world production only increased at 3.7% per annum. The ratio of imports and exports to GDP in developed and developing countries increased from 17% to 24% and from 23% to 38% respectively between 1985 and 1997. Trade also increased at a faster annual average rate than the world economy. The latter grew annually at a rate of 3.1% and 2% during 1980 - 1990 and 1990 - 1995 respectively while trade increased by 5.3% and 6.8% over the same periods. The increase in trade has been accompanied by a shift from bulk commodities to more processed commodities, which have a greater share of value-added.

There are several reasons for explaining this increasing trend:

- One reason commonly put forward to explain a dramatic increase in trade is the extraordinary breakthroughs which occurred in transport, communication and informa-

tion technologies. New technologies made trading easier and reduced considerably trading costs. For example, between 1930 and 1960 the cost of air transport fell by more than 80% and that of telecommunications by more than 98%. The reduction in costs of computing was comparable between 1960 and 1990;

- This increase is also a result of intense and lengthy negotiations to improve the trading environment. Negotiations have taken place both at the international level (UNCTAD, GATT and later WTO) and the regional level (regional trade agreements). They have facilitated a continual reduction in tariffs between 1976 and 1994 and a progressive reduction in/or elimination of non-tariff barriers to trade.

Efforts have been made and time invested in such negotiations because decision-makers are largely convinced that countries can potentially draw advantages from trade. In order to take an advantage of trade, several countries have recently created regional economic blocs (EU, NAFTA, ASEAN, MERCOSUR, etc.). Within these blocs, trade barriers have been reduced or eliminated, and exchanges have increased.