



STANOVENIE ÚROVNE ZÁSOB NA ZÁKLADE PREMENLIVÉHO DOPYTU S VYUŽITÍM SIMULAČNEJ TECHNIKY

DETERMINATION OF THE SUPPLY LEVEL BASED ON THE VARIABLE DEMAND WITH A USE OF A SIMULATION TECHNIQUE

Daniela ONOFREJOVÁ - Nikoleta PUCHÁ

Abstract

Determination of the optimal supply level in the quantity and the structure for supply delivery to the market segments and their allocation, according to the sale prognosis, belongs to critical aspects in the complex logistic strategy. Supply management models can be solved analytically, though in more complex cases a computer simulation of the supply chain is the only one technique for analysis and optimization of the supplies in the enterprise. This contribution is oriented on the demand simulation for the selected product using the Monte Carlo technique. Specifically, this contribution outlines the way how with a use of the simulation technique, based on the available data, a predicative measured value can be extended for examined number of opportunities 1000.

Key words:

supply chain management, supply, simulation of variable demand, simulation techniques, Monte Carlo technique

Úvod

Simulačné techniky sú už dlhšiu dobu dôležitým nástrojom návrhárov. V situáciách, keď je tvorba matematického modelu alebo použitie fyzikálnych zákonov a ich riešenie príliš zložitá, sa zvyčajne používa simulácia. Táto technika zahŕňa použitie počítača na imitáciu (simuláciu) prevádzky celého procesu alebo systému. V článku je skúmaná simulácia pri optimálnej úrovni zásobovania. Pri tejto simulácii ide o opakovanú imitáciu evolúcie udalostí podieľajúcich sa na generovaní profilu možných výsledkov za účelom vytvorenia profilu predpokladaných výstupov.

Simulácia sa často používa na analýzu stochastických systémov, ktoré sú v činnosti nepretržité. Pre tieto systémy počítač náhodne generuje a zaznamenáva výskyty rôznych udalostí, ktoré riadia systém tak, ako by fungoval v reálnej situácii. Vďaka svojej rýchlosti môže počítač simulovať dokonca roky fungovania prevádzky za niekoľko sekúnd. Zaznamenávaním realizácie simulovaných operácií systému za určitý počet alternatívnych návrhov alebo pracovných postupov, potom umožňuje vyhodnotenie a porovnanie týchto alternatív pred zvolením jednej z nich. Regeneratívna metóda (metóda obnovenia) štatistického vyhodnotenia simulačných experimentov predstavuje inovatívny štatistický prístup, a je špeciálne určená na elimináciu nedostatkov tradičných metód [2]. Základným konceptom tohto prístupu vychádza zo skutočnosti, že v mnohých systémoch môže byť simulačný cyklus rozdelený do sérií cyklov tak, že vývoj systému v cykle je pravdepodobnostnou presnou kópiou (replikou) vývoja v akomkoľvek inom cykle.



Pokiaľ vypočítame vhodnú mieru dĺžky cyklu spolu s vybranými štatistickými veličinami sumarizujúc správanie každého cyklu, tieto štatistiky pre každý príslušný cyklus tvoria sériu nezávislých a identicky rozptýlených pozorovaní, ktoré vieme analyzovať bežnými štatistickými metódami. Keďže systém prechádza cez tieto nezávislé a identicky rozptýlené cykly bez ohľadu na to, či je v ustálenom stave, takéto pozorovania sú priamo aplikovateľné od začiatku na stanovenie ustáleného správania systému. Každý z cyklov so spomínanými vlastnosťami musí začať na rovnakom **bode obnovenia**, napr. na bode kde sa systém pravdepodobnostne zreštartuje a pokračuje ďalej bez akéhokoľvek poznatku z predchádzajúcej minulosti.

Systém môže byť posudzovaný ako regenerujúci (obnovujúci) sa v tomto bode v tom zmysle, že štruktúra pravdepodobnosti budúceho správania systému závisí na dosiahnutí tohto bodu, a nie na čomkoľvek čo sa udialo predtým. Táto vlastnosť sa nazýva *Markovovská vlastnosť*. Cyklus končí vtedy, keď systém opätovne dosiahne bod obnovy (teda vtedy, keď začína nový cyklus). *Dĺžka cyklu* je tým pádom čas, ktorý uplynul medzi výskytom po sebe nasledujúcich bodoch obnovy. Daný uplynulý čas je náhodnou premennou, ktorá závisí na vývoji systému. [4]

Simulácia v zásobovaní

Problematika voľby správnych rozhodnutí v oblasti zásob patrí k najriskynejším oblastiam logistiky. Stanovenie potrebnej úrovne zásob v množstve a štruktúre pre zásobovanie segmentov trhu a ich alokácia podľa predpovedí predaja, rovnako ako voľba optimálnej úrovne zásob patrí ku kritickým článkom celej logistickej stratégie [3].

Výška finančných prostriedkov viazaná v zásobách je významným faktorom v snahe o nastavenie optimálnej hladiny zásob v podniku. Podľa Grosa [3] sa pohybuje v rozsahu od 10 % - 25 % aktív podniku. Voľba stratégie zásobovania je spojená s rizikom a neistotou v správaní zákazníka, globálne trhu. Ak stanovíme príliš vysokú, alebo opačne príliš nízku hladinu zásob, tento krok významne ovplyvní aj úroveň služieb poskytovaných zákazníkom.

Cieľom modelov riadenia zásob je stanoviť veľkosť zásoby, dobu objednávky alebo iné parametre systému zásobovania tak, aby náklady spojené so zásobami boli minimálne, alebo aby bolo minimálne riziko vzniku nedostatku zásob. Jednoduché deterministické a stochastické modely je možné riešiť analyticky, avšak v komplikovanejších prípadoch je počítačová simulácia zásobovacieho procesu jedinou možnou metódou analýzy a optimalizácie zásob v podniku. Model reálneho systému zásobovania v podniku sa stáva komplikovaným v prípadoch, ak:

- výskyt požiadaviek a ich veľkosť sú náhodné veličiny,
- doba a veľkosť dodávky sú náhodné veličiny,
- zásoby sa skladajú z mnohých produktov od rôznych dodávateľov a produkty sa vo výrobnom procese kompletizujú,
- kapacity skladov sú obmedzené,
- zásoby sa časom znehodnocujú,
- zásobovací systém je viacúrovňový, atď.

Jednoduché modely je možné riešiť aj metódou Monte Carlo v tabuľkovom kalkulátore. Tabuľkové kalkulátory majú predovšetkým tú výhodu, že ide o univerzálne a široko dostupné programy. Pre experimenty typu Monte Carlo sú zvlášť vhodné dátové tabuľky, ktoré umožňujú uskutočnenie série štatistických experimentov, vrátane zmeny vstupnej hodnoty jedného z parametrov počas experimentu. [1]



Využitie simulácie pri premenlivom dopyte

Na základe údajov z predošlého obdobia je dopyt po vybranom produkte zadefinovaný s diskretným rozdelením pravdepodobnosti nasledovne:

Tab. 1 Skúmanie premenlivého dopytu s pomocou simulácie

Dopyt po vybranom produkte v ks	Pravdepodobnosť výskytu	Kumulatívna pravdepodobnosť	Vymedzenie náhodných čísiel
25	0,288	0,288	000-28,7
44	0,514	0,802	28,8-80,1
14	0,198	1,00	80,2-100

Z tabuľky 1 vidíme, že sa za určité obdobie v minulosti dopytovalo 25 ks v 28,8 % všetkých prípadoch, 44 ks v 51,4 % a 14 ks v 19,8 % všetkých prípadoch. Dopyt nasimulujeme pomocou náhodných čísiel v tabuľkovom kalkulátore. Náhodné čísla v intervale (0 – 0,287) vrátiť dopyt po 25 kusoch, náhodné čísla v intervale (0,288 – 0,801) sú pridelené k dopytu po 44 ks, atď.

Na základe 1000 iterácií s použitím náhodných čísiel dostávame nasledovné výsledky:

Tab. 2 Dopyt po realizácii simulácie

Dopyt po vybranom produkte v ks	Pravdepodobnosť výskytu
25	0,289
44	0,527
14	0,194

Výsledky zaznamenané v tab.2 ukazujú, že nasimulované pravdepodobnosti sa približne rovnajú našim predpokladaným hodnotám.

Štatistické porovnanie výsledkov simulačných experimentov

Pre porovnanie výsledkov simulačných experimentov bol použitý test dobrej zhody – Kolmogorov-Smirnovov test, ktorým bola overená hypotéza H_0 : (náhodný výber pochádza z predpokladaného teoretického rozdelenia s distribučnou funkciou F), teda $H_0: (F=G)$ proti H_1 : (náhodný výber pochádza z iného rozdelenia), teda $H_1: (F \neq G)$. Podmienky realizovateľnosti Kolmogorov-Smirnovovho testu sú charakterizované predpokladom, že F_{n_1} a G_{n_2} sú empirické distribučné funkcie dvoch výberových súborov (ktorých rozsahy sú n_1 a n_2) zo spojitých rozdelení, ktorých distribučné funkcie sú F a G .

Rozsahy výberových súborov sú veľké ($n_1, n_2 \geq 50$), pre výpočet môžeme použiť hodnotu testovacej charakteristiky $D_2 = \max_{x \in R} |F_n(x) - G_n(x)|$. Nulovú hypotézu zamietame

na hladine významnosti α , ak $D_2 \geq \frac{1}{\sqrt{n_0}} \cdot \lambda_\alpha$, kde $n_0 = \frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}$ (hodnoty λ_α sú tabelové) [5].

Štatistické testovanie hypotézy bolo realizované pre hladinu významnosti $\alpha = 0,01$, pričom tabelová hodnota $\lambda_\alpha = 1,627$. Označenie A, B, C v tabuľke 3 predstavuje premenlivosť dopytu v celočíselnej hodnote pri stanovenej pravdepodobnosti, pričom stĺpec 1 - $F_n(x)$ obsahuje hodnoty získané z reálneho prieskumu o vzorke 83 respondentov, a stĺpec 2 - $G_n(x)$ obsahuje hodnoty prepočítané pomocou simulácie s využitím metódy Monte Carlo na vzorku respondentov 1000.



Na základe komplexných výsledkov testu môžeme konštatovať, že nulovú hypotézu na hladine významnosti $\alpha = 0,01$ nezamietame, čo znamená že $H_0: (F=G)$ oba výberové súbory sú z toho istého základného súboru, resp. zo súborov riadiacich sa tým istým rozdelením.

Tab. 3 Charakteristiky pre výpočet pomocou Kolmogorov-Smirnovovho testu.

	Fn (x)	Gn (x)	D2
n	83	1000	
A	0,3	0,301	0,001
B	0,53	0,527	0,003
C	0,17	0,172	0,002
n0	76,639		
1/sqrt(n0)*lambda	0,02123		

Súhrn

Stanovenie optimálnej hladiny zásob v množstve a štruktúre pre zásobovanie segmentov trhu a ich alokácia podľa predpovedí predaja patrí ku kritickým článkom celej logistickej stratégie. Modely riadenia zásob je možné riešiť analyticky, avšak v komplikovanejších prípadoch je počítačová simulácia zásobovacieho procesu jedinou možnou metódou analýzy a optimalizácie zásob v podniku. Tento príspevok je zameraný na simuláciu dopytu po vybranom produkte s použitím metódy Monte Carlo. Ide o náčrt ako s pomocou simulácie na základe dostupných údajov rozšíriť vypovedajúcu hodnotu dát skúmanú na počet príležitostí 1 000.

Kľúčové slová

riadenie zásob, zásoba, simulácia dopytu, simulačné metódy, metóda Monte Carlo

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia projektu 7.rámcového programu (7FP/2007-2013) financovaného Európskou komisiou s číslom projektu 215493-ICT-SMILING project, a súčasne grantovej úlohy VEGA1/0679/08 Integrovaný systém pre inovované projektovanie, plánovanie, organizovanie a riadenie výroby.

Použitá literatúra

- [1] DLOUHÝ, M., FÁBRY, J., KUNCOVÁ, M., HLADÍK, T.: Simulace podnikových procesů, Computer Press, a.s., Brno 2007, ISBN 978-80-251-1649-4.
- [2] HILLIER, F.S., LIEBERMAN, G.J.: Introduction to operations research, Graphics Services, Inc., 1995, ISBN 0-07-113989-3, s. 998.
- [3] GROS, I.: Logistika, VŠCHT, Praha, 1996, ISBN 80-7080-262-6, s. 228.
- [3] ONOFREJOVÁ, D.: Simulačná metóda a spôsoby vyhodnocovania výsledkov simulačných experimentov. In 12. medzinárodná vedecká konferencia „Trends and Innovative Approaches in Business Processes 2009” [CD-ROM]. Košice : TU v Košiciach, 2009, str. na CD. ISBN 978-80-553-0330-7.
- [4] TKÁČ, M.: Štatistické riadenie kvality. EKONÓM, Ekonomická univerzita v Bratislave, 2001, ISBN 80-225-0145-X, s. 312.

Kontaktná adresa

Ing. Daniela Onofrejová, PhD.,

Ing. Nikoleta Puchá, PhD.,

TU, Strojnícka fakulta, Katedra manažmentu a ekonomiky,

Němcovej 32, 040 01 Košice,

e-mail: nikoleta.pucha@tuke.sk

e-mail: daniela.onofrejova@tuke.sk