



POSTAVENIE MODELOVANIA V PRIEMYSELNOM INŽINIERSTVE VO VÄZBE NA ANALYZOVANÝ PROCES A CHYBY V ETAPÁCH MERANIA A SPRACOVANIA VÝSLEDKOV

STATUS OF MODELING IN INDUSTRIAL ENGINEERING IN RELATION TO THE ANALYSED PROCESS AND ERRORS IN STAGE OF MEASUREMENT AND PROCESSING OF RESULTS

Peter TREBUŇA

Abstract

Experimental modeling can be applied in almost all subject areas of industrial engineering. Today its principles are extensively used mainly in industrial production (manufacturing), but it is impossible to overlook the greater penetration into the field of management, marketing and entrepreneurship. Especially in these thematic areas of industrial engineering may arise number of subjective errors. Point to the possibility of their elimination is the main target of the article.

Key words

Industrial engineering, modeling, errors.

Úvod

Priemyselné inžinierstvo sa zaoberá výrobným systémom, výrobkom, alebo službou, v ich celom životnom cykle, t.j. od analýzy cez projekt, nábeh, prevádzku, zlepšovanie a modernizáciu až po likvidáciu. Pre túto širokú oblasť pôsobnosti využíva moderné prostriedky informatiky, komunikačnej a počítačovej techniky i matematických metód. Je nevyhnutné jeho zameranie na využívanie zdrojov v podniku, na elimináciu úzkych miest a všetkých foriem strát a plytvania s dôrazom na vysokú produktivitu a efektívnosť podnikových činností.

Použitie mnohých všeobecných a univerzálne použiteľných metód pre podporu rozhodovania (systémové inžinierstvo, operačný výskum, hodnotové inžinierstvo a pod.), ktoré sa dajú úspešne používať ako v malých tak veľkých podnikoch, pri diskretných i kontinuálnych výrobách, i v ostatných odboroch podnikania, vyžaduje silnú orientáciu na ľudský potenciál v podniku, systematický rozvoj a mobilizáciu zdrojov, na spracovanie znalostí a informácií a ich rýchly prenos do všetkých podnikových oblastí [4].

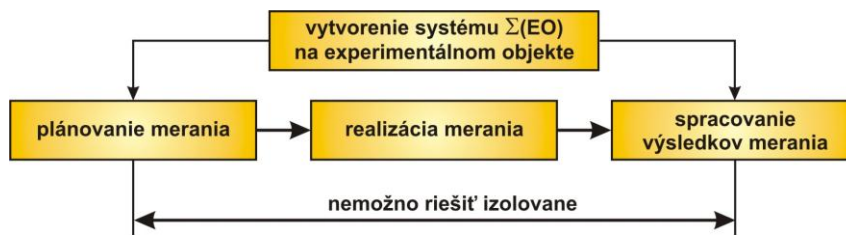
Kvantitatívne vstupné údaje sa získavajú predovšetkým meraním a z uvedeného dôvodu je potrebné poznať chyby, ktoré výraznou mierou ovplyvňujú vstupy pre procesy rozhodovania v priemyselnom inžinierstve.

1 Väzby medzi etapami analyzovaného procesu v priemyselnom inžinierstve

Spracovanie merania je jednou z etáp realizácie experimentu a nasleduje po etape vlastného merania. Meranie by malo byť organizované tak, aby jeho rozsah a z neho získané informácie boli v optimálnych reláciách. Touto problematikou sa zaoberá plánovanie experimentu. Jeho metodika, rovnako ako metodika spracovania výsledkov merania, súvisí s typom systému $\sum(E0)$ vytváraným na experimentálnom objekte z hľadiska riešeného



problému (obr.1). Z tohto dôvodu problematika spracovania výsledkov merania a jeho plánovanie sa realizuje postupmi, ktoré majú presne definované väzby.



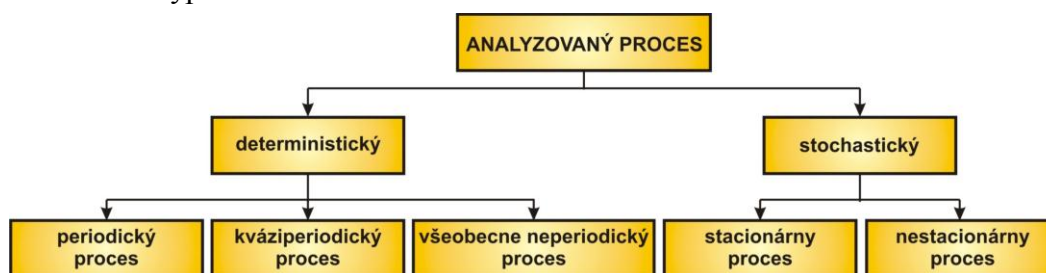
Obr.1 Tvorba systému na experimentálnom objekte

Úlohou spracovania výsledkov merania je:

- získanie požadovaných experimentálnych veličín v tvare vhodnom pre ich ďalšie použitie pri riešení problému objektu,
- nájdenie súvislostí medzi vstupnými veličinami charakterizujúcimi pôsobenie na experimentálny objekt a výstupnými (experimentálnymi, meranými) veličinami, charakterizujúcimi správanie a prejavy experimentálneho objektu,
- odhalenie chybných výsledkov merania,
- objektivizácia výsledkov merania pomocou matematickej štatistiky a teórie pravdepodobnosti.

Náročnosť spracovania výsledkov merania a jeho plánovania je veľmi rôznorodá, a to dokumentuje obr. 2.

Špecifikom experimentov, realizovaných na reálnych modelových objektoch pri reálnych podmienkach na rozdiel od výpočtov je skutočnosť, že nie je možné explicitne vyjadriť a formalizovať všetky podmienky, za akých experiment prebieha. Nepodstatné okolnosti pri jednom experimente môžu byť podstatné pri druhom. Nie je možné vylúčiť vplyv známych i neznámych parazitných javov. Ak má experiment aj za týchto okolností poskytnúť objektivizované výsledky merania, musia sa formy jeho realizácie odlišovať od foriem realizácie výpočtu.



Obr.2 Analyzovaný proces na experimentálnom objekte

Problematikou ako zo súboru nameraných veličín (charakterizujúce prejav objektu) určiť jej pravdepodobnú hodnotu, sa zaoberá matematická štatistika a teória pravdepodobnosti. Je vypracovaná teória rozdelenia náhodných veličín. Kvantitatívne je neurčitost' hodnoty náhodnej veličiny opísaná jednoznačne tzv. distribučnou funkciou alebo hustotou pravdepodobnosti, resp. charakteristikami náhodnej veličiny (stredná hodnota, meridián, rozptyl, smerodajná odchýlka, koeficient šikmosti, hranatosti, kvantily a pod.).

Náhodná veličina a jej argument (nezávisle premenná) môže byť spojená alebo diskretná.



Problematika experimentálneho modelovania je veľmi úzko prepojená s experimentom a teda jeho spracovaním, čo veľmi úzko súvisí aj s problematikou teórie chýb[1].

2 Chyby v etapách merania a spracovania výsledkov

Progresívnym prístupom k riešeniu problémov priemyselného inžinierstva je komplexné modelovanie, ktorého neoddeliteľnou súčasťou popri skúsenostiach a intuícii je výpočet a experiment. Komplexnosť prístupu k modelovaniu vyžaduje aj komplexný prístup k problematike chýb.

Chybou rozumieme odchýlku meraného údajá od skutočnej hodnoty a môžeme ich rozdeliť na:

- systematické chyby – poznateľné,
- náhodné chyby – zaradené k neistotám,
- hrubé chyby – chyby metódy.

Skúsenosti s chybami pri práci s počítačom a skúsenosti experimentátorov s odstraňovaním chýb pri realizácii experimentov možno zhrnúť do týchto základných, všeobecne platných poznatkov:

- Princíp zlučovania chýb vyjadruje, že chyby sa vyskytujú hromadne, obvykle s príčinnými súvislosťami. Znamená to, že ak je v priebehu modelovania zistená jedna chyba, potom existuje nenulová pravdepodobnosť výskytu ďalších chýb.
- Pravdepodobnosť nájdenia chýb je menšia ako jedna, čo znamená, že chyba síce nemusí byť objavená, ale neexistuje stopercentná istota, že výsledok výpočtu alebo experimentu nie je zaťažený chybou.
- Pravdepodobnosť existencie chyby sa zväčšuje s rastom počtu už nájdených chýb.
- Pravdepodobnosť nájdenia a lokalizácie chyby klesá so zložitou sústavou.
- Pri odstraňovaní chýb je potrebné hľadať nielen ich následky, ale hlavne ich príčiny.
- Odstraňovanie chýb v modelovaní je často náročnejšie než samotné modelovanie.
- Odstraňovanie chýb je psychologicky podmienené. Patrí k prirodzeným vlastnostiam človeka, že nemá snahu dokazovať chyby vo svojej práci.
- Odstraňovanie chýb v experimentálnom modelovaní musí mať kontinuálny charakter a musí prebiehať súčasne so všetkými činnosťami pri riešení daného problému.

Riešením problému modelovaním po vytvorení výpočtového, resp. experimentálneho modelu, je interakcia riešiteľa s výpočtovým alebo experimentálnym modelovým hardvérom a softvérom. Príčiny vzniku chýb, ich typy a početnosť výskytu vo výpočtovom a experimentálnom modelovaní nie sú rovnaké, čo vyplýva z rozdielnosti podstaty, zložitosti a funkcie výpočtového, experimentálneho modelového hardvéru a modelového softvéru, ako aj z odlišnej funkcie riešiteľa v procese výpočtu a experimentu[1].

3 Chyby merania a ich rozdelenie

Problematikou chýb z hľadiska ich vymedzenia, filozofických aspektov a odborného zaradenia sa zaoberá mnoho autorov na rôznych úrovniach.

Chybu všeobecne spájame s rozdielnosťou „toho, čo je“ a „toho, čo by malo byť“. V odbore merania „tým, čo by malo byť“ je skutočná (pravá) hodnota skúmanej veličiny na experimentálnom objekte a „tým, čo je“ je nameraná hodnota skúmanej veličiny (meraná



veličina). Skutočná hodnota skúmanej veličiny je hodnota, ktorá charakterizuje túto veličinu dokonale definovanú za podmienok existujúcich v okamihu jej zisťovania. V odbore merania sa zavádza pojem výsledok merania y , čo je hodnota skúmanej veličiny získaná meraním, je to teda hodnota nameranej veličiny.

S využitím zavedených pojmov možno vymedziť tieto typy chýb.

Absolútnou chybou Δy nazývame rozdiel medzi výsledkom merania y (nameranej veličiny) a konvenčne pravou hodnotou meranej veličiny Y .

$$\text{Platí } \Delta y = c_y = y - Y. \quad (1)$$

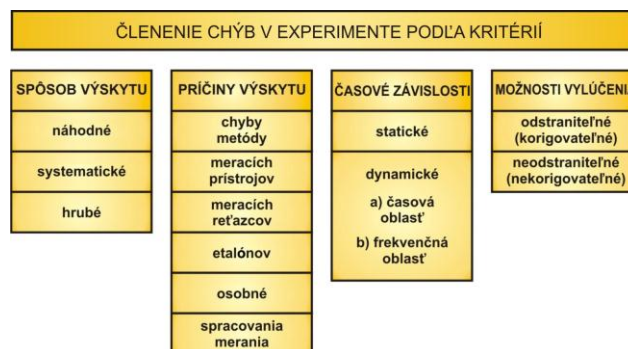
Relatívnou chybou δ_y nazývame pomer absolútnej chyby a odpovedajúcej konvenčne pravej hodnoty meranej veličiny

$$\delta_y = \frac{\Delta y}{Y} = \frac{y - Y}{Y}. \quad (2)$$

Relatívnou chybu možno vyjadriť percentuálne

$$\delta_{y\%} = 100 \delta_y.$$

Maximálna chyba je najväčšia chyba merania, ktorá sa vyskytne za daných podmienok merania[3].



Obr.3 Rozdelenie chýb v experimente podľa rôznych kritérií

Ak realizujeme opakované meranie s dostatočnou rozlišovacou schopnosťou, potom aj v prípade, keď sa merajú konštantné hodnoty skúmanej veličiny a v priebehu merania sú dodržané rovnaké podmienky merania, dospejeme všeobecne k rôznym nameraným hodnotám, ktorých rozloženie je celkom náhodné. Príčinou tohto javu je pôsobenie prakticky nepostihnuteľných vplyvov okolitého prostredia, činnosťou prístrojov a človeka, ktoré sa náhodne kombinujú a vyvolávajú náhodné chyby merania.

Pod systematickou chybou rozumieme chybu, ktorá pri viacerých meraniach tej istej hodnoty meranej veličiny vykonaných pri rovnakých podmienkach merania zostáva rovnaká hodnotou i znamienkom, avšak mení sa podľa určitej závislosti, ak sa menia dané podmienky merania.

Záver

V súčasnosti je veľká pozornosť venovaná problematike testovania výskytu chýb a otázkam možnosti ich eliminácie. Osobitná pozornosť je venovaná problematike subjektívnych chýb v meraní. Spracovanie výsledkov meraní ako vstupov pre rozhodovacie procesy vo väzbe na skalárne i vektorové veličiny, prostredníctvom metódy maximálnej vierohodnosti a konfidénčné intervaly možno považovať za koncentrované vyjadrenie potrieb odstránenia chybných vstupov pri modelovaní a simulácii [4].



Súhrn

Experimentálne modelovanie možno uplatniť takmer vo všetkých tematických okruhoch priemyselného inžinierstva. V súčasnosti sa jeho princípy v širokom merítke využívajú predovšetkým v priemyselnej výrobe, ale nie je možné nevidieť jeho intenzívnejšie prenikanie aj do oblasti manažmentu, marketingu a podnikania. I v týchto tematických oblastiach priemyselného inžinierstva môže vznikáť celý rad subjektívnych chýb. Poukázať na možnosti ich eliminácie je obsahom tohto príspevku.

Kľúčové slová

Priemyselné inžinierstvo, modelovanie, chyby.

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0102/11 Metódy a techniky experimentálneho modelovania vnútro podnikových výrobných a nevýrobných procesov.

Použitá literatúra

- [1] JANÍČEK, P.: *Technický experiment*. ES VUT Brno, 1988
- [2] FIALA, P.: *Modelování a analýza produkčních system*. Professional Publishing, Praha, 2002
- [3] MAROŠ, B.: *Empirické modely I. – Analýza inženýrského procesu*. CERM, Brno, 2001
- [4] SALVENDY, G.: *Handbook of industrial engineering*. John Wiley & Sons New York, 1992

Kontaktná adresa

doc. Ing. Peter TREBUŇA, PhD.
TU, Strojnícka fakulta,
Katedra manažmentu a ekonomiky,
Nemcovej 32, 042 00 Košice,
e-mail: peter.trebuna@tuke.sk