



# SIMULÁCIA VÝROBNÉHO PROCESU V PROSTREDÍ PLANT SIMULATION

## SIMULATION OF PRODUCTION PROCESS IN PLANT SIMULATION

Peter MALEGA

---

### Abstract

*Predicting market events can be achieved by using software support and simulation programs. Also, the development of production technology forces businesses to use these programs, because they give businesses the expected production process for a relatively short time. By using these tools we can verify the correctness of technological proposals before production, and the intervention into the production is not required. By using Plant Simulation we can model and simulate production systems and their processes. Using Plant Simulation tool on a daily basis significantly increases the rate of a flexible decision-making and thus becomes a strategic advantage in business management.*

### Key words

Simulation, PLM system, Plant Simulation, model

---

### Úvod

Požiadavky zákazníkov na kvalitu, čas dodania, materiál a pod. sa neustále zvyšujú a všetky podniky pôsobiace v danom odvetví sa snažia týmto požiadavkám vyhovieť. Neistota na trhu v dnešnej dobe predstavuje veľkú mieru rizika pre podnik, a teda kvôli konkurencieschopnosti sa snažia ponúknuť zákazníkovi aj niečo viac, ako požadujú. [4, 9]

Rozvoj techniky umožňuje riadiacim pracovníkom podnikov rozhodnúť o využívaní simulačných programov, ktoré sa stávajú trendom. Simulačné programy sú nástrojmi, ktoré testujú efekty rôznych rozhodnutí na modeli a následne vyhodnocujú výrobné kapacity, dĺžky trvania operácií a iné parametre výroby. Takisto eliminujú možnosť zavedenia zmeny do procesu, ktorá by nebola procesu prospešná. [2, 6]

### Charakteristika simulácie

Predpovedanie udalostí na trhu môžeme dosiahnuť používaním softvérovej podpory, a to simulačnými programami. Takisto aj rozvoj výrobných techník podniky núti k používaniu týchto programov, lebo podnikom dávajú predpokladaný proces výroby za relatívne krátky čas. Pri využívaní týchto nástrojov overíme správnosť technologických návrhov ešte pred výrobou, pričom zásah do výroby nie je potrebný. [4]

Simulácia je definovaná ako výskumná metóda, ktorej podstata spočíva v skúmaní dynamického systému, ktorý je nahradený simulátorom, s ktorým vykonávame pokusy s cieľom získať informáciu o pôvodnom skúmanom systéme. [3]

Simulácia predstavuje podporný nástroj, ktorý umožňuje testovať efekty rôznych rozhodnutí na simulačnom modeli. Je moderným nástrojom pre analýzu jednotlivých podnikových procesov. Pre znižovanie rizika môžeme overiť v predstihu „prehraním“ procesu a jeho správania sa po realizácii zmien, ktoré požadujeme, overiť si budúce správanie sa systému, ktoré je v predstihu možné odstrániť, vyhnúť sa mu, ako aj riešiť prípadné problémy. Počítačová simulácia má schopnosť vyhodnotenia kapacít výrobných dispozícií, činnosti

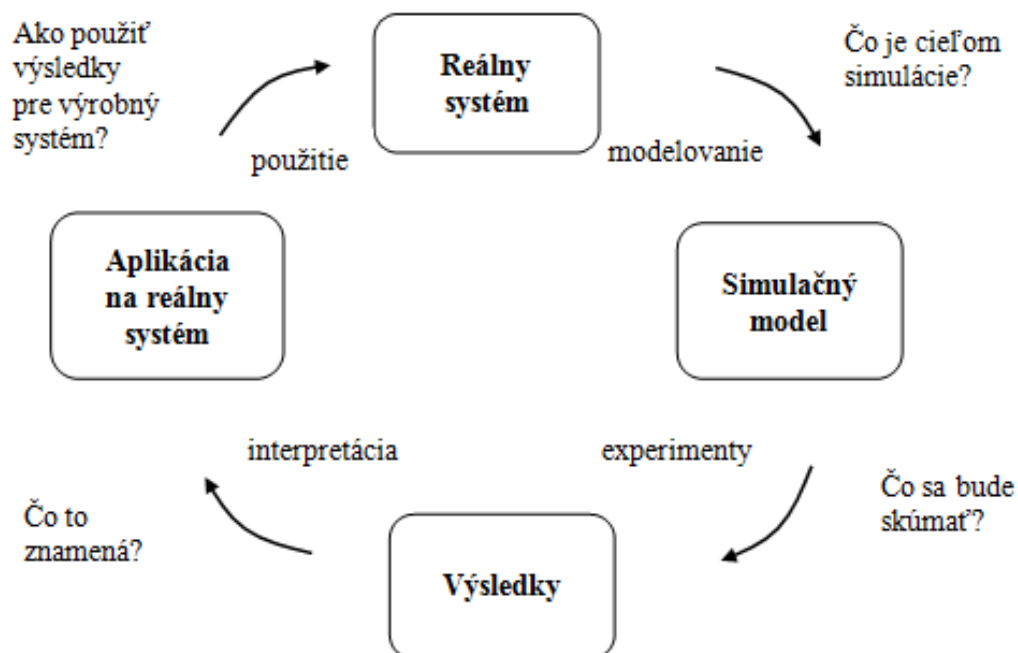


dopravného a skladovacieho systému, informačného toku i systému riadenia. Priame experimentovanie v skutočnej prevádzke, s reálnym procesom a hlavné dôvody prečo sa takéto experimentovanie nevyužíva sú [2, 3]:

- pokusy s reálnym procesom sú nákladné a zdĺhavé,
- je nemožné preskúmať všetky možnosti,
- podstatné premenné sú v prevádzke určené a je náročné ich meniť pre účely experimentovania,
- objekt, ktorý je potrebné preskúmať v reálnej prevádzke neexistuje,
- experimenty pre ľudí alebo zariadenia predstavujú nebezpečenstvo,
- zmeny stavu procesu sú príliš pomalé alebo rýchle, čo znemožňuje zaznamenanie potrebných informácií.

Pri zobrazovaní procesu sa zaznamenávajú udalosti, ktoré v procese simulácie nastali. Pomocou tohto modelu je možné dodatočne ich potom prezerať, analyzovať, vyhodnocovať, porovnávať varianty a optimalizovať. Výsledky potom môžeme uviesť do praxe na reálny proces. Animácia modelovaného deja na obrazovke je súčasťou moderných simulačných systémov, čo je užitočné, no z pohľadu získavania výsledkov nie najpodstatnejšie, no predsa súčasné možnosti 3D grafiky umožňujúce prácu s reálnymi rozmermi prvkov zjednodušujú orientáciu v priestore. Je samozrejmosťou, že simulačné programy kombinujú grafické znázornenie procesov a ich vstupov a výstupov so súčasnou textovou dokumentáciou. [3]

Miera prínosu simulačných pokusov pre využitie v reálnom alebo simulovanom systéme je závislá na dĺžke simulácie. Definovanie presnosti simulácie od počtu pokusov sa väčšinou definuje na základe skúsenosti, empiricky a nie je všeobecná pre všetky modely. Pomer prínosov, resp. presnosti simulácie k vynaloženým nákladom je na začiatku simulácie väčší ako na konci simulácie. Princíp počítačovej simulácie je znázornený na Obr. 1.



Obr. 1 Princíp počítačovej simulácie [5]



### Simulačná štúdia

Nemôžeme dávať dôraz len na samotnú simuláciu, ale aj činnosti, ktoré je nevyhnuté vykonať, a od ktorých závisí správnosť a pravdivosť simulačného modelu, teda aj pravdivosť informácií, sú podstatné. Ide o etapy, ktoré označujeme ako etapy simulačnej štúdie [2, 5]:

1. Rozpoznanie problému a stanovenie cieľov – zásadný krok pre úspešnosť simulácie.
2. Vytvorenie koncepčného modelu – vytvorenie základnej predstavy o modelovanom procese.
3. Zber dát – model je možné tvoriť aj bez dát, na základe názorov expertov, či analógií. Ak dáta existujú, musíme si dávať pozor, za akých podmienok dáta zbierame.
4. Tvorba simulačného modelu – ide o prvú kontrolu koncepčného modelu, lebo počítačová logika odhalí nepresnosti tohto modelu.
5. Verifikácia a validácia modelu – overenie simulačného modelu s pôvodným koncepčným a overenie s reálnym procesom.
6. Experimentovanie s modelom a analýza výsledkov – najdôležitejšia etapa.
7. Dokumentácia modelu – pre vrátenie sa k modelu neskôr, či použitiu časti modelu.
8. Implementácia modelu – zistené poznatky z analýzy sa zavedú do praxe.

Existuje veľký počet simulačných programov, preto je veľmi dôležitý jeho správny výber pre efektívnosť simulácie. Delenie simulačných programov je uvedené v Tab. 2.

**Tab. 1 Rozdelenie simulačných programov [2, 5]**

| Simulačné programy                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • <i>pre robotizované pracoviská</i>                                                                                                                                                                                                                     | • <i>pre simulovanie materiálových tokov</i>                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Cosimir Robotics,</li><li>- Delmia V5 Robotics,</li><li>- Easy Rob,</li><li>- eM-Workplace,</li><li>- Fanuc SimPRO,</li><li>- Kuka Sim,</li><li>- Robot Studio,</li><li>- Robsim,</li><li>- Workspace.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Arena,</li><li>- Cosimir Factory,</li><li>- Cosimir Professional,</li><li>- Delmia Quest,</li><li>- eM-Plant,</li><li>- Factor AIM,</li><li>- SiMPLE ++,</li><li>- Tecnomatix,</li><li>- WITNESS.</li></ul> |

### Plant Simulation ako súčasť PLM systémov

Všetky výrobné podniky súčasnosti sú nútené čeliť dynamickosti trhu. Preto každý podnik v snahe získať konkurenčnú výhodu stojí pred rozhodnutím prispôbiť vlastné informačné systémy aktuálnym potrebám. Slovenský priemysel pri začleňovaní sa do európskych štruktúr prijíma zmeny, ktoré vedú k integrovanému riadeniu životného cyklu produktov – Product Lifecycle Management (PLM). [1]

Siemens PLM riešenie má najširšie produktové portfólio riešení pre tvorbu a riadenie informácií o výrobku a celom jeho životnom cykle vôbec. Tieto riešenia dnes využíva väčšina významných podnikov v oblasti automobilového, leteckého priemyslu a všeobecného strojárstva. Platforma Siemens PLM je dnes najperspektívnejšou platformou pre návrh výrobkov a návrh výrobných procesov, za ktorou stojí technologický líder v oblasti automatizácie a inovácií, t.j. spoločnosť Siemens. [8]

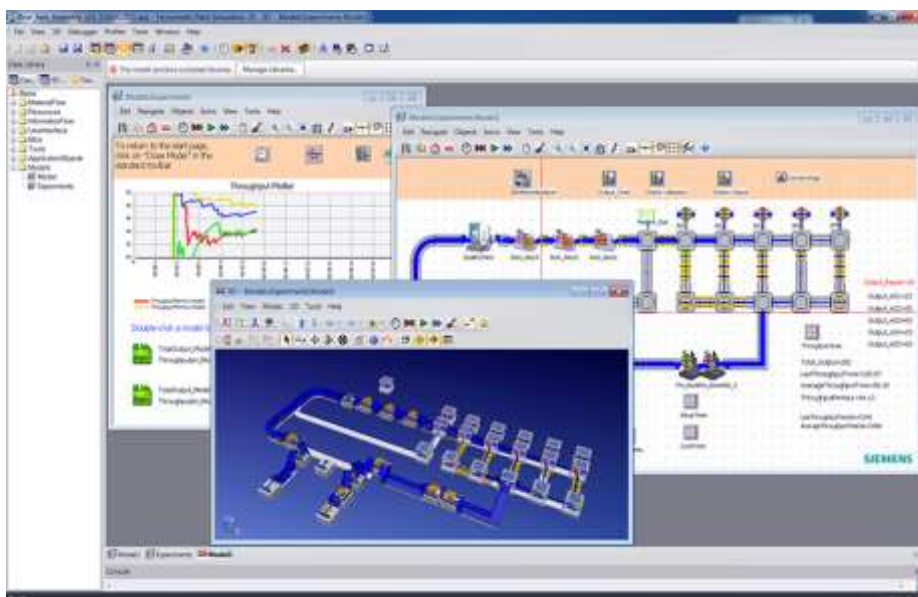


Tecnomatix môžeme charakterizovať ako radu produktov, ktoré sú určené na digitálnu simuláciu a následnú optimalizáciu výrobných procesov v rôznych fázach. Môže ísť o investičnú fázu, fázu vylepšovania procesov priamo v existujúcej výrobe. Ak sa pozrieme na priemernú návratnosť investície u existujúcich zákazníkov zistíme, že je u nich 10 násobná návratnosť tejto technológie. Zároveň je veľmi rýchla aj priemerná doba návratnosti, ktorá predstavuje 8 mesiacov. Hlavné oblasti nasadenia Tecnomatixu sú uvedené v Tab. 2. [8]

**Tab. 2 Oblasti pôsobenia Tecnomatixu [2, 8]**

| <i>Tecnomatix a jeho oblasti pôsobenia</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• simulácia a optimalizácia rozmiestnenia výrobných liniek (kritické miesta a pod.),</li><li>• simulácia výroby,</li><li>• optimalizácia pracovných zmien,</li><li>• optimalizácia počtu a rozmiestnenia pracovníkov,</li><li>• simulácia a optimalizácia výrobnej logistiky(doprava materiálu, polotovarov a pod.),</li><li>• simulácia a optimalizácia ergonómie,</li><li>• simulácia a optimalizácia montáže,</li><li>• simulácia a optimalizácia výrobných procesov,</li><li>• statická a dynamická simulácia výrobnéj linky či zariadenia,</li><li>• simulácia a optimalizácia materiálových tokov,</li><li>• programovanie, časovanie, simulácia a optimalizácia práce výrobných robotov/automatov.</li></ul> |

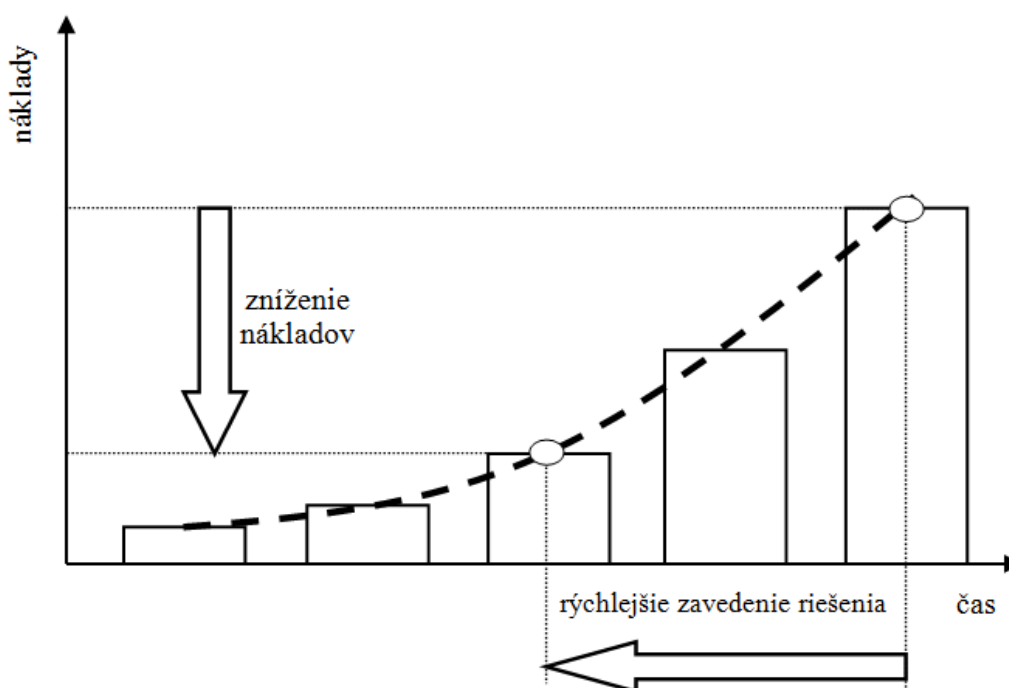
Podniky sa čoraz častejšie pokúšajú zlepšovať prebiehajúce výrobné procesy, tak aby sa stali optimálnymi. Plant Simulation je ideálnym riešením na zlepšenie súčasného stavu. Najväčšou výhodou je, že zmeny priamo do procesu zavádzame až po analýze údajov zo simulácie, teda ak sa už dosiahla optimalizácia. Pracovné prostredie Plant Simulation je na Obr. 2.



**Obr. 2 Pracovné prostredie Plant Simulation [7]**



Siemens Plant Simulation je nástroj pre tvorbu digitálnych modelov, na základe ktorých dokážeme vytvárať simulácie. Sila simulačného experimentovania je v tom, že dokáže vytvárať scenáre budúceho stavu ešte v čase samotného plánovania. Možnosť využívať rozsiahle analytické nástroje ako štatistiky, grafy a diagramy sú príčinou toho, že výstupom sú vždy merateľné a podložené výsledky. Takto získané výsledky nám poskytnú informácie potrebné pre rýchle a správne rozhodnutia ešte v ranných fázach plánovania a skracujú nábeh výroby. Plant Simulation dokáže vytvárať simulácie pripravovaných, ale aj fungujúcich procesov. Vytvorené simulácie nadobúdajú reálne hodnoty, za pomoci ktorých môže užívateľ experimentovať bez zásahu do výroby. Plant Simulation prináša znižovanie nákladov v podniku, ktoré je znázornené na Obr. 3. [8]



**Obr. 3 Znižovanie nákladov pri používaní Plant Simulation [2, 8]**

Tvorba modelov v Plant Simulation je založená na objektovo orientovanej tvorbe zostáv. Využíva intuitívne zostavenie výrobných, skladových a distribučných reťazcov zobrazovaných v 2D a 3D prostredí. Pre lepšiu prehľadnosť Plant Simulation využíva hierarchickú štruktúru, v ktorej aj tie najzložitejšie simulácie je možné ľahko upravovať a analyzovať. Pomocou hierarchickej štruktúry je zabezpečená dedičnosť modelov (vytvorené riešenia môžeme kopírovať do nových simulačných modelov).

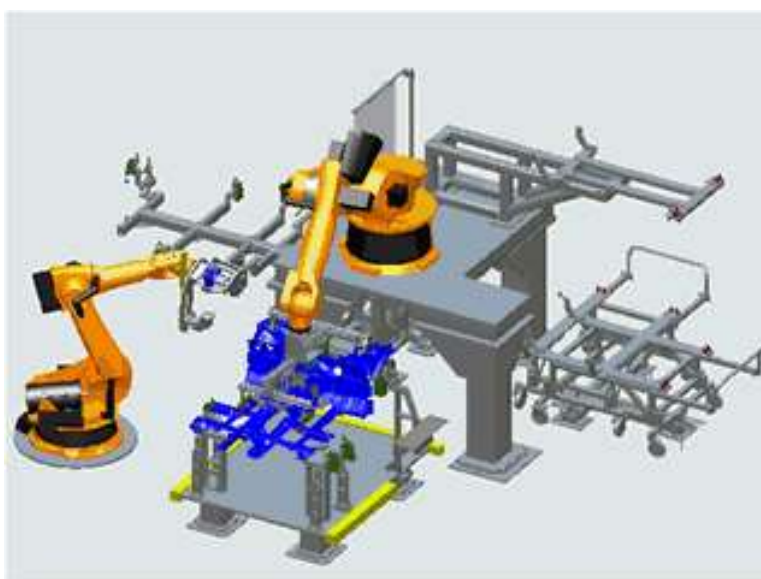
Plant Simulation dokáže vytvoriť špecifické objekty na základe požiadaviek, a tie zoskupovať do knižníc. Tým si užívateľ dokáže prispôsobiť simulačný model presne podľa jeho požiadaviek. Všeobecné knižnice s objektmi má tento simulačný nástroj automaticky zahrnuté v základnom balíku nástrojov. Výmenu dát je možné počas priebehu simulácie zabezpečiť cez rozhranie HTML, SQL, ODBC, Excel, Socket, VRML, COM, DDE. Pre získavanie cenných informácií slúžia HTML reporty a rozsiahle analytické nástroje (grafy, Ganttové diagramy, analýzy úzkych miest, manažér pre riadenie experimentov a pod.)

Plant Simulation zachytáva celý životný cyklus výrobku. Jeho výsledkom je neustále zlepšovanie procesov, ktoré je využívané na dennej báze a stáva sa neodmysliteľnou súčasťou dosahovania úspechov podniku. [8]



Za Plant Simulation je potrebné vidieť Siemens PLM a komplexnosť jeho riešení v danej problematike. Na slovenskom trhu dodáva a podporuje Plant Simulation podnik SOVA Digital. Kvalita riešení vytvára na trhu bezkonkurenčné riešenia a podporu existujúcich i budúcich zákazníkov.

Plant Simulation poskytuje informácie o súčasných možnostiach a analyzuje dopad dnešných rozhodnutí. Simulácia dáva možnosť eliminovať podstatnú časť nákladov a rizík. Prehľadne informuje o celkovom vyťažení výrobných zariadení, o dĺžke výroby a možnostiach riadenia plánovanej výroby. Vývojárom Plant Simulation umožňuje zlepšovať výkon výrobku už vo fáze digitálneho spracovania, čo eliminuje overovanie fyzických prototypov a nákladov s tým spojených. Teraz už nie je taký problém nastaviť výrobné kapacity a procesy tak, aby boli uspokojené požiadavky zákazníkov. Časť výsledku simulovania v Plant Simulation je znázornená na Obr. 4. [7, 8]



**Obr. 4 Časť simulácie procesu v Plant Simulation [7]**

### **Záver**

Plant Simulation v súčasnosti využívajú úspešné spoločnosti v rôznych priemyselných oblastiach bez rozdielu ich veľkosti. Denne sa spoliehajú na silu simulácie, ktorá im dáva konkurenčné výhody na trhu.

Pomocou Plant Simulation môžeme modelovať a simulovať výrobné systémy a ich procesy. Používanie simulačného nástroja Plant Simulation na dennej báze výrazne zvyšuje mieru flexibilného rozhodovania a stáva sa tak strategickou výhodou v riadení podniku. Plant Simulation ponúka nezdržiavanie sa hľadaním kompromisných riešení, ale priame zavádzanie vopred simuláciou overených riešení.

*Príspevok bol riešený v rámci projektu 079TUKE-4/2013: Inovácia laboratórnych výučbových technológií v študijnom programe Priemyselné inžinierstvo*

### **Kľúčové slová**

Simulácia, PLM systém, Plant Simulation, model



### **Použitá literatúra**

- [1] Bangsow, S.: Manufacturing Simulation with Plant Simulation and SimTalk. Usage and Programming with Examples and Solutions, Springer, 2010, 297 s. ISBN 978-3-642-05073-2
- [2] Čontošová, M.: Možnosti zlepšenia výrobného procesu využitím simulácie v Plant Simulation. Diplomová práca. Košice. 73 s. 2014.
- [3] Dlouhý, M. a kol.: Simulace podnikových procesů. Brno: Computer Press, a.s., 2007, s. 201, ISBN 978- 80- 251- 1649- 4.
- [4] Chase, R. B., Aquilano, N. J., Jacobs, F. R.: Production and operation management: Manufacturing and services. Boston: IRWIN, 1995, ISBN 0256-269-21-1.
- [5] Jerz, V., Tolnay, M.: Simulácia diskretných systémov. Bratislava: Vydavateľstvo STU 2006, s. 162, ISBN 80-227-2384-3.
- [6] Kubiš, J.: Procesy podniku a ich modelovanie. Bratislava: Vydavateľstvo EKONÓM, 2007. 284 s. ISBN 978-80-225-2468-1.
- [7] program Plant Simulation
- [8] Siemens: Tecnomatix Plant Simulation 10.1 Step-by-Step Help: Používateľská príručka, Copyright 2011.
- [9] Straka, Ľ.: New Trends in Technology System Operation. Proceedings of the 7th conference with international participation : Prešov, Slovak Republic 20.-21. October 2005, Košice : p. 385.

### **Kontaktná adresa**

Ing. Peter Malega, PhD.  
Technická univerzita, Strojnícka fakulta  
Katedra priemyselného inžinierstva a manažmentu  
Němcovej 32, 042 00 Košice  
e-mail: peter.malega@tuke.sk