

# Simulácia procesov pomáha nachádzať efektívne riešenia

## História simulácie procesov

Myšlienka realizácie výpočtov technologických tokov na počítači pochádza zo 60-tych rokov minulého storočia. Prvé programy, ktoré boli vyvinuté a používané, boli vnútro podnikové simulátory, pričom niektoré z nich sa neskôr stali aj komerčne úspešné. Dobrými príkladmi tejto začiatočnej éry simulátorov boli FLOWTRAN (firmy Monsanto), CHESS (skratka pre CHEmical Engineering Simulation System) alebo DESIGN II (ChemShare). V roku 1976 ponúkla na trh spoločnosť SimSci prvý komerčný simulátor PROCESS. V tom čase bol PROCESS určený na spúšťanie na sálových počítačoch. Prvá aplikácia PROCESS bola simulácia v oblasti naftového a plynárenského priemyslu a tiež v rafinérskom priemysle.

Ako výsledok ropnej krízy v 70-tych rokoch minulého storočia sa na Massachusetts Institute of Technology v USA začal realizovať projekt Advanced System for Process Engineering (ASPEN). Jedným z cieľov projektu bolo vyvinúť počítačový simulátor procesov schopný vypočítať alternatívnu palivovú technológiu (odvodenu z uhlia), aby boli ochránené záujmy USA v prípade pretrvávania krízy. Tento simulátor komerčne uviedla na trh v roku 1981 spoločnosť AspenTech pod názvom AspenPlus.

V roku 1976 vytvorila spoločnosť Hyprotech z Kanady (dnes je už súčasťou spoločnosti AspenTech) prvý interaktívny počítačový si-

mulátor procesov HYSIM a bola prvým dodávateľom softvéru, ktorý preniesol simulátor procesov na PC.

V roku 1984 začala skupina podnikavých profesorov vývoj produktu CHEMCAD a tento balík sa stal majetkom vydavateľského domu McGraw Hill. V roku 1988 bol tento produkt úplne prepracovaný a bola vydaná jeho nová verzia pod označením CHEMCAD II. Zámerom bolo vytvorenie interaktívneho simulátora procesov určeného pre PC, ktorý by využíval zdroje PC, ako napr. grafiku a pod. Prvou oblasťou, kde sa CHEMCAD uplatnil, bol chemický priemysel.

## Čo je simulácia procesov?

Podobne ako počítačový program dokáže imitovať napr. skutočnú kartovú hru alebo šach, simulácia procesov ponúka počítačový model skutočných procesov. Model sa vytvára zadaním kritických prevádzkových parametrov reálneho procesu (ako napr. prevádzkové vstupy, priebeh procesu a využívanie zdrojov) do simulačného programu. Pridaním špecifických informácií o spôsobe, akým sa tieto parametre môžu meniť, dokáže výsledný model veľmi presne nahradiť skutočný proces.

Model procesu umožňuje analytikom sledovať správanie procesu z kancelárie alebo prednáškovej miestnosti, pričom operácie, ktoré môžu bežne trvať niekoľko dní alebo týždňov, sa vykonajú

v priebehu sekúnd. Takáto rýchla simulácia procesov umožňuje zhromaždiť veľké množstvo údajov, ktoré by v priebehu bežnej prevádzky nebolo možné získať. Simulácia procesov navyše umožňuje zbierať a analyzovať údaje, vykonávať s nimi rôzne experimenty a zmeny bez potreby prerušiť chod kritických operácií. Keď na modeli zmodifikujete proces podľa požiadaviek zákazníka a potvrdíte výsledky, môžete vykonať nevyhnutné zmeny v reálnom procese a môžete si byť istý, že vaše riešenie bude úspešné.

Väčšina komerčne dostupných simulačných balíkov používa analyzáčnú metódu „Monte Carlo“. Pomocou nej každá nasledujúca simulácia používa náhodne vybranú kombináciu vstupných veličín z vopred definovaných vstupných parametrov. Prebehnutím simulácie vo viacerých cykloch možno pomocou počítača získať významné množstvo údajov v priebehu pár minút. Toto vysokorychlostné vykonávanie operácií umožňuje analytikom sledovať údaje pre väčšie časové obdobie namiesto krátkodobých údajov, ktoré by získali z reálneho procesu. Dlhodobé údaje ponúkajú oveľa presnejší obraz o tom, ako sa bude meniť výkon procesov v čase.

Ďalšou dôležitou simulačnou technikou je počítačová vizualizácia a logická akcia. Vizualizačné možnosti umožňujú operátorom vytvárať vysokovýkonné prezentácie so živou animáciou pre výkonný manažment a vlastníkov, takže môžu sledovať, ako sa informácia alebo nejaká časť presúva v rámci procesu pred vykonanou zmenou a po nej. Logická akcia umožňuje používateľom výber z rôznych ciest a aktivít založených na podmienkach, ktoré sú programovo zadané v modeli.

### Kedy aplikovať simuláciu procesu

Napriek všetkým výkonným nástrojom sa musí simulácia procesov vykonávať korektne a len v náležitých situáciách. Simulácia procesov sa môže stať skutočným pomocníkom, ak:

- Proces je veľmi zložitý a náročný na vizualizáciu. Pri jednoduchších procesoch možno dosiahnuť zlepšenie vytvorením mapy procesu v kombinácii s riadenou diskusiou o riešení nových problémov (brainstorming). Pri zložitejších a ťažko vizualizovateľných procesoch by model procesu pomohol pochopiť, ktoré úsilie bude znamenať najväčší prínos a návratnosť investícií.
- Proces obsahuje veľa „rozhodovacích“ stupňov. Čím častejšie vyžaduje proces vykonávať rozhodnutia, tým zložitejšie je zobrazíť všetky možné cesty, ktoré prichádzajú do úvahy.
- Výsledkom procesu má byť optimalizácia používania procesných zdrojov. Využívanie zdroja je náročné na vizualizáciu najmä vtedy, keď sa tie isté zdroje využívajú pri vykonávaní rôznych akcií alebo keď sa jeden zdroj používa pre určitú časť procesu a následne sa použije iný zdroj.
- Výsledkom procesu má byť stanovenie optimálnej veľkosti (kanban) výrobného procesu. Mnohé výrobné závody používajú technológiu výroby na základe požiadaviek (objednávok), ktorá obsahuje predpisy (vzorce) na výpočet veľkosti kanbanu. To možno uplatniť najmä pri jednoduchších procesoch, ak sa však do výrobného reťazca zapája veľa dodávateľov, tieto vzorce môžu byť mimoriadne zložité. Model procesu potom umožňuje vizualizovať tok materiálu v rámci výrobnej prevádzky.

### Simulácia procesov v kontexte Six Sigma

Prvé kroky ľubovoľného projektu Six Sigma sa sústreďujú na identifikáciu zákazníkov procesu, pochopenie, čo je pre nich dôležité a nájdenie spôsobu, ako budú merať svoj úspech. Tieto merania sa nazývajú zákaznicke CTQ (t. j. Critical To Quality z hľadiska zákazníka). Každá simulácia musí merať výkon v závislosti od zákaznickeho CTQ. Ak simulácia nedokáže poskytnúť takéto údaje, stanovenie ich hodnôt sa stáva náročné a príslušný projekt Six Sigma môže skončiť ako zbytočnosť.

názov firmy	internet	názov produktu	zameranie	pozn.
ABB	www.abb.sk, www.abb.com	Meltshop Simulation	zlievarenský a tvárniaci priemysel	
Advantica Stoner	www.advantica.biz	SynerGEE	energetika, plynárenský a vodárenský priemysel	
AspenTech, Inc.	www.aspentech.com	Aspen PLUS, HYSYS	petrochémia, chémia a špeciálna chémia, hutnícky priemysel, rafinérie, naftový a plynárenský priemysel	práca s produktom AspenPLUS sa vyučuje na Katedre chemických strojov a zariadení Strojníckej fakulty STU v Bratislave (/www.kchsz.sjf.stuba.sk)
BR&E	www.bre.com	TSWEET, PROSIM	naftový, plynárenský a chemický priemysel, rafinérie	
Chemstations	www.chemstations.net	CHEMCAD	výroba vo všetkých oblastiach, rafinérie, chémia, farmaceutický priemysel, strojárstvo a konštrukcia	CHEMCAD má aj verziu pre akademickú obec určenú na výučbu
EPCON International	www.epcon.com	System 7	chemický, plynárenský, rafinérsky, naftový priemysel	
Fantoft	www.fantoft.com	D-SPICE	naftový a plynárenský priemysel, plávajúce vrtné plošiny	dokáže jednoducho emulovať automatizačné systémy od rôznych výrobcov – ABB, Siemens, Honeywell, Emerson, Invensys, Yokogawa
Gensym	www.gensym.com	G2	energetika, petrochemický, papierenský, drevársky a automobilový priemysel	
Honeywell	www.acs.honeywell.com	Shadow Plant PKS	presná reprezentácia dynamických vlastností prevádzkových zariadení a riadiacich systémov	
Invensys (SimSci-Esscor)	www.invensys.com	DSS, PES, UOS	energetika, rafinérie, naftový a plynárenský priemysel	
WinSim	www.winsim.com	Design II	chemický, petrochemický a plynárenský priemysel, procesy spracovania uhľovodíkov, chladiace procesy	

Tab.1 Zoznam dodávateľov a riešení v oblasti SaOP

Akonáhle je však CTQ známe, treba detailne pochopiť proces, ktorý ma byť simulovaný. Zvyčajne tí pracovníci, ktorí sú špecialistami na simuláciu procesov, budú klásť otázky majiteľom prevádzok a operátorom, čoho výsledkom môže byť vytvorenie podrobnej mapy procesov. Táto mapa môže obsahovať všetky procesné kroky, rozhodnutia, ktoré sa robia, znovuspracovanie, ktoré sa vykonáva a tiež miesta, kde ľudia alebo stroje vytvárajú pridanú hodnotu alebo sú v nejakej súvislosti s procesom.

Tiež je dôležité vedieť, koľko času zaberie vykonanie jednotlivých krokov v mape procesov spolu s poznaním, aké zdroje sú k dispozícii na vykonanie jednotlivých krokov a kde smeruje výstup z toho-ktorého kroku. Netreba sa znepokojovať, ak nevieme získať exaktné časové údaje pre každý krok procesu. Pri väčšine modelovacích nástrojov možno zadať niekoľko spôsobov pre distribúciu každého zdroja, krok procesu a vstup, ktoré umožňujú vytvoriť najlepší odhad na vytvorenie modelu. Keď už je model navrhnutý, dokážeme vyhodnotiť a potvrdiť každú domnienku, ktorá sa použila pri tvorbe modelu.

### Riziká simulácie procesov

Spolu s mnohými výhodami, ktoré poskytujú rôzne softvérové nástroje, treba počítať aj s potenciálnymi rizikami. Výnimkou nie je ani simulácia procesov. V nasledujúcej časti sú uvedené najčastejšie z nich:

- Keď vytvoríte nejaký odborný posudok na používanie nástroja, nachádzate potenciálne aplikácie všade. Aj keď existuje veľa vhodných príležitostí pre simuláciu procesov, nie je nevyhnutné všetko modelovať. Treba postupovať nanajvyšš uvažlivo.
- Najlepšie je simulovať tie časti procesov, ktoré môžu priniesť nejaké zlepšenie pre celok ako taký. Ako konštatuje odborník na oblasť teórie štatistiky George Box, „všetky modely sú zlé, niektoré modely sú osožné“. Koncetrujte sa teda na tie časti procesov, ktoré vyžadujú zlepšenie definované v projekte Six Sigma. Pritom nie je potrebné vytvoriť absolútne perfektný model.
- Simulácia procesov je len jeden z dôležitých nástrojov v sade nástrojov metódy Six Sigma. Kľúčom, ktorý otvára potenciál Six Sigma, je metodika a nie jej jednotlivé nástroje. Dodržiavajte metodológiu a nástroje používajte tak, aby vám pomáhali realizovať rozhodnutia.

### Vyhliadky do budúcnosti

Celosvetový stav trhu softvéru a služieb v oblasti simulácie a optimalizácie procesov (SaOP), ktorý v roku 2002 dosiahol obrat

338 mil. USD, by sa mal podľa štúdie ARC Advisory Group [3] vyšplhať do roku 2007 na úroveň 500 mil. USD. V roku 2002 sa štruktúra tohto trhu výrazne zmenila, pretože nemenovaný významný dodávateľ vykonal akvizíciu jedného zo svojich hlavných konkurentov. Takže podľa tejto štúdie možno konštatovať, že v súčasnosti pôsobí na trhu len jeden významný dodávateľ a ešte jeden iný hráč. Zvyšok – a tých je veľké množstvo – sú ostatné menšie firmy. Z historického hľadiska bol trh SaOP poznačený akvizíciami spoločností, ktoré takto získavali technológie, aby doplnili svoje produktové portfólio a prenikli tak na nové trhy. Vzhľadom na stagnáciu svetovej ekonomiky sa však trh SaOP nerozvíjal tak razantne, ako by si mnohí dodávateľia želali. Hlavným dôvodom bolo zníženie kapitálových výdavkov pri výstavbe nových závodov a modernizáciách existujúcich prevádzok, pri ktorých sa produkty SaOP vo veľkej miere využívajú. Zlepšenie výkonnosti svetovej ekonomiky by malo napomôcť aj zvýšenému záujmu o systémy SaOP. Výrobné spoločnosti sú v súčasnom ekonomickom prostredí stále tlačene zvyšovať svoje zisky a výkonnosť. To však znamená, že jednotlivé technické a technologické prostriedky musia byť v podniku využívané efektívne, aby prinášali merateľné zlepšenie ekonomických ukazovateľov. Výrobné prevádzky musia byť stále viac flexibilnejšie, reagujúce na meniace sa požiadavky, a výkonné, aby dokázali zachytiť príležitosti, ktoré trh ponúka, a to bez ujmy na kvalite, bezpečnosti či veľkosti vytváraného zisku. A práve simulácia musí pri uspokojení týchto potrieb zohrať hlavnú úlohu.

V tab. 1 uvádzame krátky zoznam dodávateľov a riešení v oblasti SaOP.

### Literatúra

[1] MIKULSKI, S., MOSER, K.: Regeneration training System, Book A, Steady State, Mass and Heat Balance, Simulation, Nor-Par Online Training System A/S, 2000 – 2001. [online], dostupné na internete: < [http://www.norpar.net/rts/RTS\\_BOOK\\_A\\_Preview\\_180601.pdf](http://www.norpar.net/rts/RTS_BOOK_A_Preview_180601.pdf) >

[2] FLEMING, S., MANSON, E. L.: Six Sigma and Process Simulation. Marec 2003. [online], dostupné na internete: < <http://www.insidequality.wego.net> > v časti Six Sigma, Articles

[3] Evolving Opportunity in Process Simulation and Optimization Market, ARC Advisory Inc. December 2003. [online], dostupné na <<http://www.arcweb.com/Community/arcnews/arcnews.asp?ID=366>>

**Anton Gérer**