

DATABÁZOVÉ ROZHRIANIE PRE POTREBY SIMULAČNEJ ANALÝZY MNOHOVÝROBKOVÝCH VÝROBNÝCH SYSTÉMOV

Švančara Juraj, Leporis Michal

Ústav riadenia a priemyselnej informatiky FEI STU v Bratislave

1. Úvod

Pravdepodobne najväčšia výhoda použitia simulácie spočíva v schopnosti vyhodnotiť vplyv lokálnych zmien na simulovaný systém ako celok. Metóda experimentov so simulačným modelom odlišuje simuláciu systémov od iných foriem procesu poznávania, preto je považovaná táto metóda za simuláciu systémov v užšom zmysle slova. (Jerz, 2006) Úsudky, vytvorené na základe jej použitia, sa uplatňujú vo všetkých fázach interaktívne prebiehajúceho procesu simulácie systémov.

Vo výrobných systémoch s veľkým sortimentom výrobkov je obzvlášť náročné zosúladiť výrobné operácie tak, aby sa minimalizovali procesy nepridávajúce hodnotu (prestoje strojov a výrobkov, prepravné procesy) a maximalizovala sa kapacita výrobnéj linky pri dodržaní termínov dodania produktov. V mnohých prípadoch však ani špecialisti v tejto oblasti nedokážu presne predpovedať a správne zosúladiť všetky faktory ovplyvňujúce výrobný proces. Preto sa čoraz častejšie popri klasických deterministických metódach riadenia využívajú moderné metódy modelovania a simulácie, ktoré sú schopné rýchlejšie reagovať na meniace sa reálne podmienky.

K tomu aby simulačný model dôveryhodne reprezentoval reálny systém je potrebné, aby obsahoval všetky dôležité parametre výrobnéj linky, rovnako ako parametre výrobných zákaziek. Práve pri simulácii mnohovýrobných systémov, kde výrobnou linkou prechádzajú stovky až tisíce rôznych typov výrobkov, je veľmi náročné všetky parametre, ktoré výrobné zákazky so sebou nesú, vhodným spôsobom zadávať do simulačného modelu. Výrobné spoločnosti majú tieto dáta väčšinou uložené v databázových systémoch, a preto sa ako ideálny spôsob ich importovania do simulačného modelu javí prepojenie databázového systému priamo so simulačným softvérom. Táto práca prináša ukážku prepojenia simulačného systému WITNESS s databázovým systémom MS Access.

2. Mnohovýrobné výrobné systémy

Podniky, ktorých cieľom je dlhodobá konkurencieschopnosť a prosperita, musia svoju výrobu prispôbovať rôznorodým požiadavkám zákazníkov a vyrábať stále viac najrôznejších výrobkov, čím obrovsky narastá variabilita výroby. Na druhej strane však musia dosahovať vysokú úroveň kvality, byť spoľahlivé v dodržiavaní termínov, a to všetko pri nákladoch, ktoré sú bežne dosahované pri štandardnej hromadnej výrobe (Košturiak, 2006).

Mnohovýrobné výrobné systémy (High Mix Low Volume - HMLV) sú v súčasnosti celosvetovým trendom v priemyselnej výrobe. Výrobné podniky s HMLV výrobným systémom často predstavujú sortiment výrobkov väčší ako 600 (väčšinou rozdelených do tzv. výrobných rodín), pri objemoch 0 – 1000 kusov na typ (Mahoney, 1997). Takýto výrobný systém musí mať vysokú schopnosť prispôbiť sa širokej škále vyrábaných výrobkov v snahe naplniť rôznorodé a rýchlo sa meniace požiadavky zákazníkov. Typickým príkladom mnohovýrobných výrobných systémov je výroba automobilov. Jednotlivé produkty a dielce na linkách sa navzájom líšia či už samotným typom alebo špecifickými vlastnosťami požadovanými zákazníkom.

S rastom rôznorodosti vyrábaných výrobkov rastie i zložitosť plánovania a riadenia výroby.

K špecifikám systémov HMLV v porovnaní s hromadnou výrobou patria (Neoh, 2010):

- časté nastavovanie zariadení na pracoviskách pri prechode na iný typ výrobku
- veľký objem zásob rozpracovanej výroby
- dlhšie priebežné časy
- nižšia vyťaženosť pracovísk
- nižšia produktivita výroby a i.

Existujú rôzne prístupy na zefektívnenie mnohovýrobných výrobných systémov, či už optimalizáciou výrobných dávok (Benjaafar, 1996), optimalizáciou veľkosti zásobníkov vo výrobe (Taofeng, 2006), optimalizáciou rozvrhovania výroby (Wang, 2008) alebo on-line optimalizáciou vybraných parametrov systému (Dhingra, 1992).

Tieto prístupy sú často podporované simuláciou výrobného procesu. Najmodernejšie simulačné programy ponúkajú možnosť zostrojiť modely obsahujúce prakticky nekonečné množstvo vyrábaných druhov výrobkov s rôznymi vlastnosťami, a pomerne presne tak do simulácie zahrnúť všetky potrebné detaily, ktoré sú pre HMLV charakteristické.

Vzhľadom na vysoký stupeň rôznorodosti výrobkov v takýchto výrobných systémoch, počet ich subkomponentov a vstupných parametrov je potrebné zamyslieť sa nad vhodným spôsobom ich zadávania do simulačného modelu. Niektoré simulačné systémy síce umožňujú priame prepojenie simulačného modelu s programom MS Excel, ale i zadávanie dát do tabuľkového softvéru tohto typu môže byť veľmi prácne. Výrobné podniky majú tieto dáta väčšinou uložené v databázových systémoch, a preto sa ako ideálny spôsob ich transportu do simulačného modelu javí ich priame prepojenie.

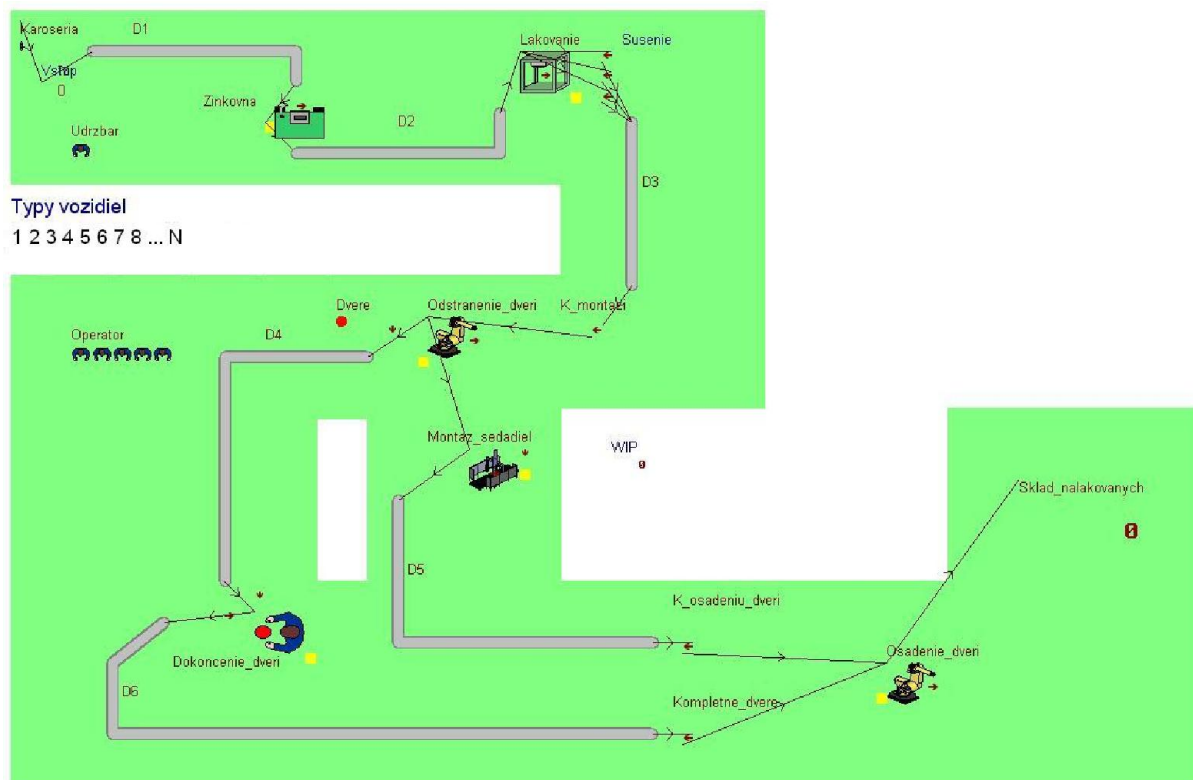
Rovnako výhodné je využívanie databázového systému na zápis výsledkov simulačných experimentov resp. údajov, ktoré sú výstupom simulácie. Databáza v tomto prípade ponúka možnosť uchovávať výsledky mnohých simulácií, ktoré je možné navzájom porovnávať, získavať dlhodobé priemerné hodnoty parametrov, či vrátiť sa k historickým údajom. Z databázy je v prípade potreby možné tieto hodnoty exportovať do externých súborov, prípadne iných programov na ďalšie spracovanie.

V tejto práci je ukážka prepojenia simulačného modelu v programovom prostredí WITNESS s databázovou aplikáciou v MS Access.

3. Model výrobného systému

Model zostrojený v simulačnom softvéri WITNESS predstavuje časť procesu výroby automobilov – lakovňu karosérií. Karosérie vstupujú do procesu podľa výrobného rozvrhu. Každá karoséria je označená vlastným typom, na základe ktorého sa nastavujú časy jednotlivých operácií. Tie sa pred spustením simulácie zapíšu do príslušných premenných na základe aktuálneho výrobného rozvrhu. Pretože cieľom príspevku nebola samotná analýza výrobnéj linky, ale iba ukážka možnosti takejto analýzy, dáta opisujúce proces lakovania automobilov ako aj celkový počet parametrov sú v ukážke oproti realite zredukované. Používateľ má však možnosť tieto dáta rozšíriť podľa potreby.

Samotný simulačný model tvorí 6 výrobných pracovísk rôznych typov, 6 pásových dopravníkov, 5 skladov, premenné reprezentujúce vlastnosti výrobného systému a príslušné vstupno-výstupné a riadiace pravidlá. Grafická podoba modelu časti výrobnéj linky v programovom prostredí WITNESS je na obr. 1.



Obr. 1. Grafická podoba simulačného modelu v prostredí WITNESS

4. Databázové rozhranie k modelu výrobného systému

K uvedenému modelu výrobnéj linky bola vytvorená databázová aplikácia v programe MS Access. Na komunikáciu medzi simulačným programom WITNESS a databázovým systémom MS Access sa využíva jazyk VBA (Visual Basic for Applications). Komunikácia systémov je zabezpečená príkazmi OLE.

Požiadavky na databázovú aplikáciu:

- jednoduché ovládanie modelu i bez znalosti simulačného prostredia WITNESS
- prehľadné uloženie dát
- zadávanie vstupných dát cez formuláre alebo tabuľky, alebo importom z inej aplikácie
- nastavovanie parametrov simulácie (cesty k súborom, simulačný čas, simulácia s animáciou alebo bez nej)
- identifikácia úzkych miest a ich prehľadné zobrazenie vo viacerých simulačných behoch
- prehľadná evidencia výsledkov simulačných behov
- ...

Dáta sú v databáze uložené v tabuľkách, ktorých štruktúra je navrhnutá s rešpektovaním princípov relačných databáz. Komunikačné rozhranie je vytvorené pomocou prehľadných formulárov (obr. 2-3).



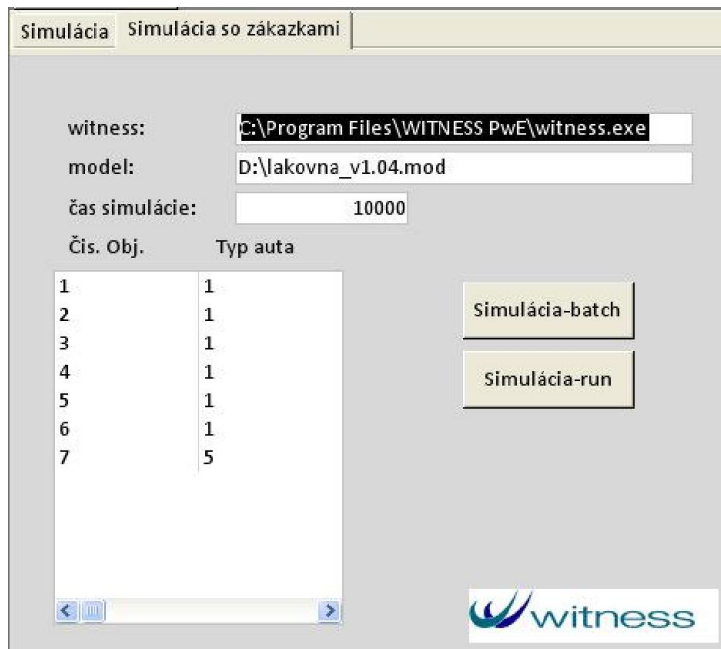
Obr. 2. Databázové rozhranie – Hlavné menu

Používateľské rozhranie umožňuje nastaviť cesty k simulačnému programu WITNESS a k samotnému modelu. Vo formulári *Autá a stroje* (obr. 3) je možné nakonfigurovať konkrétny typ vyrábaného vozidla pomocou výberu značky, modelu a farby (tieto údaje je možné editovať v samostatných podformulároch) a nastavenia jednotlivých operačných časov.

Parametre strojov pre daný typ auta:	
m_zinkovna:	10.00
m_lakovanie:	20.00
m_odstranenie_dveri:	30.00
m_montaz_sedadiel:	40.00
m_dokoncenie_dveri:	50.00
m_osadenie_dveri:	60.00

Obr. 3. Ukážka databázového rozhrania - nastavovanie operačného času strojov pre daný typ výrobku

Formuláre používateľského rozhrania ďalej umožňujú nastaviť požadovaný čas simulačného experimentu, počet pracovníkov na jednotlivých pracoviskách, zostaviť požadovaný výrobný rozvrh s možnosťou opakovaného výberu rovnakého typu vozidla (obr. 4) a spustenie simulácie s animáciou alebo bez nej. Okrem spustenia simulácie výroby so zadaným výrobným plánom je možné simuláciu spustiť aj v tzv. testovacom režime (výroba neprebieha podľa výrobného rozvrhu, ale cyklicky sa opakuje podľa zadaného počtu výrobných typov), kde je možné nastaviť požadovaný čas simulačného behu a počet rôznych typov vyrábaných áut.



Obr. 4. Databázové rozhranie – nastavenia pre simuláciu

Na vyhodnotenie simulačných experimentov slúži formulár *Štatistika* (obr. 5) s tromi samostatnými podformulármi, kde dva podformuláre slúžia na prehľad štatistických ukazovateľ modelu pre každý jeden pokus samostatne, resp. ako aritmetický priemer všetkých pokusov uložených v databáze. Tretí podformulár (obr. 6) zobrazuje úzke miesta, ktoré sa vypočítavajú automaticky jednotlivo po každom pokuse, resp. zo všetkých hodnôt. Pri výpočte úzkeho miesta sa používa metóda využívajúca koeficient synchronizácie schopná odhaliť úzke miesta, ako aj široké miesta (rezervy) výrobné linky (Bielak, 2002).

Stroj:	lakovna	lakovanie	odstranenie_dveri	okoncenie_dveri	osadenie_dveri	montaz_sedadla
Nepracuje:	0.0144	0.1268	0.5364	1.02297	1.36703	25.4
Pracuje:	21.34	47.26	57.80574	86.86574	98.63297	74.6
Blokovaný:	78.6456	44.57747	41.65786	12.11129	0	0
Čaká na pracovníka:	0	0	0	0	0	0
Nastavovanie:	0	0	0	0	0	0
Nastavovanie čaká sa na pracovníka:	0	0	0	0	0	0
Porucha:	0	8.035735	0	0	0	0
Oprava čaká sa na pracovníka:	0	0	0	0	0	0
Počet operácií:	244	233	200	189	181	200

Pokus: 54 [Vymaž] Záznamy: [Dozadu] 1 / 4 [Dopredu]

Obr. 5. Databázové rozhranie – Štatistika

UM nad 1 pokusom

Pokus	UM	ŠirM
54	osadenie_dveri	zinkovna
56	osadenie_dveri	zinkovna
57	osadenie_dveri	zinkovna
58	osadenie_dveri	zinkovna

UM nad všetkymi pokusmi v db

Úzke miesto:

Široké miesto:

Obr. 6. Databázové rozhranie – Úzke miesta

6. Záver

Príspevok prezentuje ukážku databázového rozhrania programovo realizovaného v MS Access s priamym prepojením na simulačný model vo WITNESSE. Poukazuje na výhody využívania databáz pri simulácii najmä pri mnohovýrobných výrobných systémoch (HMLV – High Mix - Low Volume Systems). Ako príklad takéhoto typu výroby bola zvolená časť linky na výrobu automobilov. Príspevok tiež naznačuje možnosti implementácie ďalších podprogramov či samostatných aplikácií do systému databáza - simulácia. Ako príklad je využitá aplikácia na automatické vyhľadávanie úzkych miest a rezerv výrobnéj linky využívajúca koeficient synchronizácie.

Literatúra

Benjaafar, S., Sheikhzadeh, M.: *Relationships between Batch Sizes, Scheduling Policies, and Lead Times in Manufacturing Systems*. Proceedings of the 1996 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Minneapolis, Minnesota, 1996.

Bielak, M., Králová, Z.: *Využitie simulácie pri analýze úzkych miest vo výrobnom systéme*. In: Process Control 2002: 5th International Scientific-Technical Conference, Kouty nad Desnou, Czech Republic, 9.-12.6.2002, Univerzita Pardubice 2002, R 160.

Dhingra, J., Blankenship, G.: *Online Parameter Optimization for a Multi-Product, Multi-Machine Manufacturing System*. Proceedings of the 31st Conference on Decision and Control, Tucson, Arizona 1992.

Hassan, A., Shaharoun, A.M.: *Dynamic Scheduling in a Multi-Product Manufacturing System*. University Teknologi Malaysia, 2007.

Held, B.: *Access VBA. Velká kniha řešení*. Computer Press, Brno 2006, ISBN 80-251-1112-1.

Jerz, V., Tolnay, M.: *Simulácia diskretných systémov*, Vydavateľstvo STU, Bratislava, 2006

Košturiak, J., Frolík, Z.: *Štíhlý a inovatívni podnik*. Alfa Publishing, Praha 2006, ISBN 80-86851-38-9.

Mahoney, M. R.: *High-Mix Low-Volume Manufacturing*. Hewlett-Packard Company, 1997.

Neoh, S.C., Morad, N., Lim, C.P., Aziz Z. A.: *A Layered-Encoding Cascade Optimization Approach to Product-Mix Planning in High-Mix-Low-Volume Manufacturing*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, 2010, 40, 133-146.

Viescas, J., Conrad, J.: *Mistrovství v Microsoft Office Access 2007*. Computer Press, 2008, ISBN 978-80-251-2162-7.

Taofeng, Y., Wenmin H.: *A Quantitative Method to Determine the Size of the Stock Buffer in front of the Bottleneck under Multi-Product*. Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation 2006, Dalian, China.

Wang W., Yuan Ch., Liu X.: *A Fuzzy Approach to Multi-product Mixed Production Job Shop Scheduling Algorithm*. Fifth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge, 18-20 October 2008, Jinan, Shandong, China.

Kontakty

Ing. Juraj Švančara
Fakulta elektrotechniky a informatiky STU
Ilkovičova 3
812 19 Bratislava 1
juraj.svancara@stuba.sk
tel.č.: +421260291539

Ing. Michal Leporis
Fakulta elektrotechniky a informatiky STU
Ilkovičova 3
812 19 Bratislava 1
michal.leporis@stuba.sk
tel.č.: +421260291876