

VYUŽITÍ SIMULACE PŘI ANALÝZE PODNIKOVÝCH PROCESŮ

Martin Dlouhý, Josef Jablonský *

Úvod

Řízení a analýza složitých podnikových procesů nejsou možné bez vhodného teoretického rámce, výkonných počítačů a dobrého softwarového vybavení. Jednodušší modely podnikových procesů (jako např. modely zásob, modely obsluhy, výrobní plánování), které najdeme v učebnicích podnikového managementu či operačního výzkumu (Jablonský, 2002), umožňují analýzu podnikových procesů pomocí matematických metod a nabízejí přesná analytická řešení. Reálné podnikové procesy se však odehrávají v prostředí složitých systémů, které obsahují řadu navzájem provázaných prvků s pravděpodobnostními a dynamickými charakteristikami. V takovém případě je jednou z alternativ využití simulace, která je schopná složité procesy modelově zachytit a provádět s nimi experimenty.

Simulace podnikových procesů je moderním nástrojem pro analýzu komplexních výrobních, zásobovacích, obslužných, komunikačních a dalších podnikových procesů. Simulace je metodou, která pomocí počítačového modelu podnikového procesu umožňuje manažerům předvídat chování systému při změně vnitřních či vnějších podmínek, optimalizovat podnikové procesy vzhledem k zadaným kritériím (zisk, spolehlivost, rychlost dodání), porovnat mezi sebou navrhované alternativy organizace studovaného procesu. Značnou výhodou simulace je fakt, že vše se děje jen v počítačovém modelu, bez nutného zásahu do provozu podniku. Pomocí simulace je možné prozkoumat různé alternativy změn v systému, ověřit dopady a důsledky těchto změn a vybrat takové řešení, které je pro danou situaci nejvhodnější. Riziko chybných rozhodnutí je díky simulačnímu modelování výrazně sníženo, protože chyba objevená již při experimentech s počítačovým modelem je vždy levnější než chyba, která je odhalena až při realizaci návrhu řešení v praxi.

Cílem tohoto příspěvku je úvaha o vztahu mezi simulací podnikových procesů a ostatními manažerskými metodami. V následujících částech příspěvku představíme základní principy a možnosti využití simulace v podnikové praxi. Poté vysvětlíme, co v tomto příspěvku označujeme jako manažerské metody, a uvedeme příklady, ve kterých dochází k propojení principů známých ze simulace i z manažerských metod. V závěru se pokusíme o určité shrnutí navržením alternativních tvrzení o roli simulace v rozvoji manažerských metod.

* Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta informatiky a statistiky (dlouhy@vse.cz; jablon@vse.cz).
Článek vznikl v rámci řešení projektu GA ČR č. 402/08/0155 „Simulační modely jako nástroj analýzy složitých manažerských rozhodovacích problémů“.

1. Principy simulačního modelování

Základní myšlenka simulace je velmi prostá: napodobit chod reálného podnikového systému pomocí počítačového modelu a poté při experimentování s modelem pozorovat chování systému. Možnosti využití simulace podnikových procesů jsou poměrně široké a různorodé, neboť komplikované podnikové systémy, které mají pravděpodobnostní a dynamické chování, jsou spíše pravidlem než výjimkou. Přitom systémy od určité úrovně složitosti jsou již zcela neuchopitelné alternativními analytickými postupy, jako např. teorie zásob, teorie hromadné obsluhy, matematické programování, řízení projektů. U simulace je tomu naopak, protože čím složitější modelovaný systém je, tím výrazněji vyniknou přednosti simulace.

Simulace má původ v metodě Monte Carlo, od které se postupně oddělila v samostatnou disciplínu. Metodou Monte Carlo rozumíme numerické řešení pravděpodobnostních i deterministických úloh pomocí statistického experimentu. Při této metodě je pro experimentování sestavena pravděpodobnostní úloha, která má shodné řešení s původní úlohou. Řešení takto získané má pravděpodobnostní charakter, jde o statistický odhad, jehož přesnost roste s počtem pokusů. Za autora metody Monte Carlo je označován Stanislaw Ulam, polský matematik, který během druhé světové války pracoval v USA na vývoji jaderných zbraní. Pravdou je, že metoda jako taková byla známa již v minulosti, ale Ulam, von Neumann a Metropolis navrhli první počítačové algoritmy pro tuto metodu a ukázali převod deterministických úloh na stochastické úlohy a jejich řešení statistickými postupy.

Simulaci lze definovat jako metodu studia složitých pravděpodobnostních dynamických systémů pomocí experimentování s počítačovým modelem (Dlouhý, Fábry, Kuncová, Hladík, 2007). Simulace jako vědní i praktická disciplína úzce souvisí s rozvojem výpočetní techniky, bez níž by nebylo možné rozsáhlé výpočty realizovat. Původně byly simulační modely využívány při analýze fyzikálních, chemických, biologických a technických problémů, později se ukázalo, že je možné a přínosné využívat simulační modely i pro analýzu ekonomických a manažerských problémů. Postupně byly vyvinuty specializované simulační jazyky a produkty, které zjednodušují tvorbu simulačních modelů, provádění simulačních experimentů a analýzu výsledků (např. produkty GPSS, SIMSCRIPT, SIMPROCESS, SIMUL8, WITNESS, ARENA a jiné).

Simulace má dvě základní větve, které se však z metodologického hlediska dost významně odlišují: simulaci diskrétních událostí (discrete-event simulation) a systémovou dynamiku (system dynamics). Simulace diskrétních událostí (např. Law, Kelton, 2000, Khoshnevis, 1994) modeluje systémy jako provázanou síť objektů, přičemž změny stavu systému se vyskytují pouze v určitých časových okamžicích. Objekty v simulovaném systému jsou zachyceny jako individuální entity, které mají své charakteristiky (vlastnosti) ovlivňující průchod entity systémem. Cílem je optimalizace studovaného systému za pomoci velmi detailního počítačového modelu. Oproti tomu systémová dynamika (např. Brailsford, Hilton, 2000, Mildeová, Vojtko, 2003) zobrazuje systém jako provázanou řadu úrovnových a tokových veličin, jejichž změny mají spojitý charakter. Model se nezabývá detailem, ale klíčovými zpětnými vazbami a jejich vlivem na celkový vývoj systému (např. neomezený růst, pokles, cyklický

vývoj). My se budeme v tomto příspěvku dále věnovat pouze simulaci diskrétních událostí, která je v podnikové praxi mnohem častěji používána.

Systémem v simulaci diskrétních událostí chápeme část reálného světa (podniku), která je předmětem zájmu. Může jím být například proces obsluhy zákazníků v bankovní pobočce, zásobování v podniku nebo výrobní linka. Systém se skládá z určitých statických a dynamických prvků, kterými jsou např. obslužná linka, pracovníci, zákazníci, požadavky zákazníků. Simulační model je zjednodušené zobrazení studovaného systému vytvořené v simulačním programu. Struktura simulačního modelu se skládá ze tří základních prvků: entit (transakcí), aktivit a zdrojů. Entita je dynamický objekt, který se pohybuje v průběhu času systémem: vstupuje do systému, vyžaduje provedení určitých činností, dočasně obsazuje nebo spotřebovává zdroje a nakonec systém opouští. Entitou je například zákazník. Systém se skládá z procesů, což jsou souhrny vzájemně provázaných činností (aktivit), které vytvářejí určitou novou hodnotu ve formě výstupu pro následující procesy a pro konečného zákazníka. U složitých systémů dělíme procesy na procesy nižšího řádu (podprocesy), až nakonec dojdeme k aktivitám (činnostem), což jsou již dále nedělitelné prvky. Činnosti jsou v simulačním programu definovány jako speciální objekty (příchod, odchod, obsluha, dělení entity, spojení entit), ze kterých analytik sestaví počítačový simulační model. Záleží však na úhlu pohledu (úrovni analýzy), takže někdy se na určité reálné činnosti díváme modelově jako na aktivitu, jindy je třeba podrobnější rozbor a danou část reality zachytíme jako proces složený z dílčích aktivit. Tento koncept postupného dělení procesů na aktivity je nazýván hierarchickým modelováním. Analytikovi umožňuje soustředit se pouze na pochopení a zachycení procesů na jedné úrovni a nebýt zbytečně zahlcován detaily, které bude řešit na nižších úrovních.

Kromě entit se v systému nacházejí zdroje, které jsou entitami po určitý čas využívány (pracovník, strojní zařízení) nebo spotřebovávány (náhradní díly). Základním atributem zdroje je jeho kapacita: počet pracovníků, přepážek, strojů. Entita obvykle žádá přiřazení zdroje při realizaci určité činnosti (např. pokladní je nutná při činnosti „zaplacení nákupu“), případně může obsadit zdroj po dobu realizace celé skupiny činností (např. automobil drží zdroj „stojan na benzínové pumpě“ během činností „čerpání paliva“, „nákup“, „placení“).

2. Možnosti využití simulace

Vytvořený počítačový simulační model nabízí analytikovi výstupy (numerické i grafické) ve formě předem definovaného souboru ukazatelů. Odhady hodnot ukazatelů byly získány při simulačních experimentech s modelem studovaného podnikového procesu. Konkrétní podoba souboru ukazatelů závisí na povaze modelovaného systému a samozřejmě na cílech a požadavcích uživatele. V krátkém přehledu uvádíme přehled nejběžněji používaných ukazatelů (Dlouhý, Fábry, Kuncová, Hladík, 2007):

- Využití výrobních kapacit a zdrojů všech druhů v absolutních hodnotách a procentech (provoz, porucha, nečinnost).
- Minimální, průměrné a maximální doby čekání ve frontách. Minimální, průměrné a maximální délky front. Identifikace úzkých (kritických) míst.

- Spotřeba zásob, způsob a periodicita jejich doplňování, nedostatek zásob.
- Minimální, průměrné a maximální doby trvání jednotlivých činností. Celková doba trvání procesu, cyklu.
- Počet požadavků (výrobků, služeb, zakázek), které byly obslouženy systémem během simulace. Průměrný počet požadavků, které byly v daném okamžiku v systému. Počet neobsložených požadavků, počet závad a reklamací. Statistiky poruchovosti a ztráty tím způsobené.
- Přímé, režijní a celkové náklady na výrobky, služby, zakázky, procesy, činnosti, zdroje atd.

Kromě souboru ukazatelů, které popisují výkonové charakteristiky systému, je třeba do přínosů simulace také započítat: získání dat, která byla nezbytná pro simulační model a která dosud nebyla v podniku sledována; vytvoření popisu struktury podnikového procesu, který nebyl před vytvořením modelu k dispozici; vizualizace procesu, což samo o sobě může poskytnout nový náhled na zkoumaný proces; proces „učení se“, který nastává u účastníků simulačního projektu během identifikace problémů, formulace cílů, tvorby a interpretace simulačního modelu. V některých případech proces „učení se“ při tvorbě modelu přinese tolik nových poznatků, že lze hovořit o sebezničujících simulačních modelech. Změna v organizaci studovaného podnikového procesu totiž díky získaným poznatkům nastane dříve, než je vlastní simulační model dokončen. Již vytvořený simulační model nemusí sloužit jen pro analýzu daného procesu, ale také pro zaškolování pracovníků po zavedení nové organizace práce, pro řízení a zdokonalování procesu v budoucnosti.

V kterých aplikačních oblastech lze simulaci využít? Zvyšující se možnosti počítačové techniky a simulačních programů zvyšují atraktivitu simulace, což vede k rostoucímu počtu aplikací ve všech vědních i praktických oblastech, simulaci podnikových procesů nevyjímaje. V přehledu uvádíme tradiční aplikace simulace (např. Banks, 1998, Dlouhý, Fábry, Kuncová, Hladík, 2007):

- Optimalizace výrobních systémů různých typů s cílem zkrátit výrobní proces, minimalizovat náklady, zvýšit produktivitu, připravit projekty nových výrobních systémů, navrhnout dispoziční uspořádání výrobních zařízení v prostoru, zefektivnit přidělování zdrojů (např. Vavrla, 2006). Rozvrhování výroby (např. víceproduktové vsádkové procesy), systémy on-line plánování (přidělování zdrojů, kontrola dodržování termínů).
- Analýza logistických procesů s cílem snížit nutné zásoby a nedokončenou výrobu, minimalizovat riziko vzniku nepokrytí požadavků. Optimalizace pravidel skladování, např. zlepšit systém manipulace s materiálem či s výrobky, zvýšit propustnost ramp. Systémy řízení zásobovacích procesů dodavatelem v dodavatelských řetězcích (Kuncová, Dlouhý, 2008, Stefanovic, Stefanovic, Radenkovic, 2009).
- Optimalizace obslužných systémů různého typu, zajištění prodeje a servisu výrobků, organizace zákaznického servisu, provoz call centra. Simulace záchranné zdravotnické služby, využití nemocničních lůžek a drahých zdravotnických technologií.

- Vnitropodnikové dopravní systémy, železniční, silniční a letecký provoz. Komunikační systémy, počítačové sítě.

3. Manažerské koncepce a metody

Manažerské (logistické) koncepce a metody existují jednak jako praktický nástroj pro řízení podnikových procesů, jednak jako specifická vědní disciplína. Označení „manažerské metody“ v tomto příspěvku používáme poněkud volněji pro metody zvyšování efektivity podnikových procesů, které manažeři znají pod názvy jako MRP, ERP, just-in-time, business process improvement, reengineering, process redesign, process mapping, activity-based costing, Six Sigma, kanban apod. Na rozdíl od metod simulace, operačního výzkumu či statistiky jsou jednotlivé manažerské (logistické) koncepce a metody charakterizovány spíše pomocí základních principů. A tak jde často o vymezení pouze rámcové, které nemusí být dostatečné při použití metody v podnikové praxi. Je proto podle nás zajímavé podívat se na manažerské metody a jejich principy z pohledu simulace (a ostatních kvantitativních metod) a položit si několik provokativních otázek. Přináší skutečně tyto „moderní“ pojmy něco nového, revolučního? Nejedná se pouze o nové, moderní, modifikované podání starších konceptů a principů, které pocházejí z metodologií operačního výzkumu, simulace, statistických metod či teorie řízení? Jde o nové vědecké poznatky nebo jen o marketing konzultačních firem? Jasnější vymezení manažerských metod v novém, široce pojatém metodologickém rámci by mohlo přinést zjištění vzájemných vazeb mezi manažerskými metodami a simulačními přístupy. Následně pak vést k odhalení neúčinných „marketingově“ upravených metod a k většímu uplatnění skutečně novátorských manažerských metod a simulačních modelů pro analýzu složitých podnikových procesů.

Stručně na vybraných příkladech naznačíme, o jaké vazby může jít. Simulace je jednak praxí odzkoušeným nástrojem, který lze při aplikaci výše zmíněných manažerských přístupů v podniku využít, jednak simulace tyto manažerské techniky nebo jejich principy již v sobě zahrnuje. Například activity-based costing (stanovení nákladů na základě činnosti) představuje metodiku měření nákladů a výkonů pro nákladové objekty, činnosti a zdroje (Mikovcová, 2008). Nákladové objekty (výrobky, služby, projekty či jiné jednotky, pro které je žádoucí samostatné určení nákladů) vyžadují realizaci činností, během kterých jsou spotřebovány či dočasně obsazeny zdroje. Činnostem se přiřazují náklady na použité zdroje a nákladovým objektům se přiřazují náklady na realizované činnosti.

Simulace tento postup stanovení nákladů používá automaticky, neboť to vyplývá ze struktury simulačního modelu. V simulaci pracujeme s počítačovým modelem, který se skládá ze tří základních prvků: entit, procesů (aktivit) a zdrojů. Entitou je například zákazník, který přichází do systému, řadí se do fronty, obsazuje obslužné zařízení, odchází ze systému. Mimo entit se v systému nacházejí zdroje, které jsou entitami po určitý čas využívány (pracovník, strojní zařízení) nebo spotřebovány (pohonné hmoty, náhradní díly). Entita vyžaduje přiřazení zdroje při realizaci určité aktivity (pokladní, která je nutná při činnosti „zaplacení“). Simulovaný systém se skládá z procesů, což jsou souhrny vzájemně provázaných činností (aktivit), které vytvářejí určitou novou hodnotu ve formě výstupu pro následující procesy a pro

konečného zákazníka. U složitých systémů dělíme procesy na procesy nižšího řádu (podprocesy), až nakonec dojdeme k aktivitám, což jsou již dále nedělitelné prvky. Náklady se při průchodu entit simulovaným systémem postupně načítají entitám, aktivitám a zdrojům, takže k dispozici jsou zároveň náklady „entity-based“, „activity-based“ i „resource-based“.

Dalším příkladem je metoda process mapping (mapování procesů), která slouží k popisu podnikových procesů a jim přiřazených personálních, materiálových a finančních zdrojů. Programování bylo v simulačních jazycích do značné míry nahrazeno operacemi s předem definovanými objekty v uživatelsky přátelském grafickém prostředí. Popis struktury systému ve formě simulačního modelu tak vzniká velmi rychle prováděním operací s ikonami, které reprezentují různé simulační objekty, na ploše obrazovky. Tvorba simulačního modelu se proměnila v jednu z technik mapování procesů. V tomto případě simulace historicky začínala s tradičním programováním v simulačních jazycích, neboť výpočetní technika nebyla schopna v šedesátých až osmdesátých letech 20. století nabídnout vhodné grafické prostředí pro mapování procesů. Postupně simulace přejala mapování procesů jako přirozenou techniku tvorby modelu.

4. Příklad projektu Six Sigma

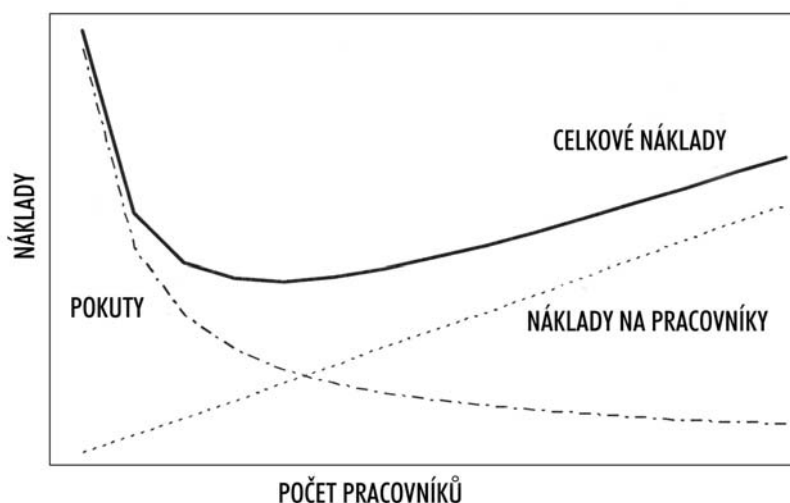
Představme si call centrum s nepřetržitým provozem, které smluvně pro velkou průmyslovou firmu zajišťuje péči o zákazníky (Goldman, Emmett, 2003). Cílem je snížení počtu hovorů s dobou čekání nad 20 sekund, neboť se vyskytly stížnosti na dlouhé čekání na operátora a podle smlouvy za každé čekání nad dobu 20 sekund platí call centrum firmě smlouvenou pokutu. Cílem je snížení chybovosti (chyba je definována jako čekání delší než 20 sekund) při současném snížení či zachování výše nákladů. Manažeři call centra rozhodli použít metodu Six Sigma, což je jedna z manažerských metod, která usiluje o identifikaci příčiny defektů a chyb v procesech (El-Haik, Al-Alomar, 2006). Cílem Six Sigma je zajištění dokonalosti a bezchybnosti, přičemž se za dokonalost se považuje maximálně 3,4 chyby na jeden milion operací. Six Sigma používá metodiky DMAIC (pro existující procesy) a DMADV (pro navrhované procesy). Jelikož jde o existující podnikový proces, bude pro jeho zlepšení použita metodika DMAIC, která se skládá z pěti fází: definování (define), měření (measure), analýza (analyze), zlepšení (improve) a řízení (control).

V prvním kroku (definování) zení cílů projektu, zjištění požadavků klientů, očekávané přínosy projektu a stanovení hranic analyzovaného systému. Cílem manažerů call centra je zvýšení kvality služby (snížení počtu hovorů s čekáním nad 20 sekund) a minimalizace nákladů, které se skládají z nákladů na personál a z nákladů na smluvní pokuty. V této fázi lze využít metod jako mapování procesů, benchmarking, SIPOC (supplier-input-process-output-customer), Kano analýza atd. Cílem fáze měření je stanovení souboru výkonových ukazatelů, zjištění dostupnosti a sběr informací a jejich kritické hodnocení. Nutné informace v tomto projektu zahrnují odhad pravděpodobnostního rozdělení příchodů hovorů, odhad pravděpodobnostního rozdělení délky hovorů, počet pracovníků call centra, hodinové náklady na jednoho pracovníka a výše smluvní pokuty za hovor s dobou čekání delší než 20 sekund.

Analytická fáze projektu Six Sigma se zabývá určením vstupních faktorů, které mají významný vliv na výskyt chyb a výkonnost systému. V této fázi je vytvořen simulační model call centra v některém simulačním programu. V tomto jednodušším příkladě lze použít i doplňků pro MS Excel, např. produktů Crystal Ball nebo @RISK. Numerické hodnoty parametrů byly získány již v předchozí fázi měření. Simulace call centra poskytne údaje o rozdělení nákladů na provoz a ukáže, zda výsledky souhlasí s reálnými hodnotami (jde o tzv. validizaci modelu). Cílem fáze zlepšení je navrhnout, vyzkoušet a posléze implementovat navržená řešení. Variabilitu v počtu a čase příchozích hovorů samozřejmě změnit nemůžeme, jde však měnit počet pracovníků. Lze očekávat typickou U-křivkou celkových nákladů, která se skládá z nákladů na pracovníky a na smluvní pokuty (obrázek 1). Pokud je počet pracovníků v současnosti nízký a existují stížnosti na dobu spojení s operátorem, je možné předpokládat, že call centrum se nachází někde na levé straně obrázku. V tom případě by bylo možné zvýšením počtu pracovníků významně snížit celkové náklady a zároveň zvýšit kvalitu služby (tj. snížit dobu čekání). Analýzu lze provést buď simulací několika navržených scénářů, nebo využít softwarových produktů pro simulační optimalizaci, které hledají optimum pomocí heuristických metod.

Obrázek 1

Výše nákladů v závislosti na počtu pracovníků



Fáze řízení znamená zajistit udržení zlepšeného stavu, např. pomocí monitorování procesu, zavedením výkonových ukazatelů, jasným stanovením odpovědností atd. Simulace v tomto případě může sloužit pro testování dopadů budoucích změn ve fungování systému. Six Sigma projekt tak vlastně nekončí, jde o projekt s trvale otevřeným koncem.

Na velmi zjednodušeném příkladě jsme si ukázali, že simulace a simulační optimalizace hrály klíčovou roli při úspěšné realizaci projektu Six Sigma. Obecné principy metodiky DMAIC byly v projektu konkretizovány při práci s počítačovým simulačním modelem call centra a simulační softwarové produkty složily jako hlavní nástroj projektového týmu.

5. Diskuse, závěry

Označení manažerské koncepce a metody v tomto příspěvku používáme pro metody, které na rozdíl od simulace a ostatních kvantitativních metod jsou charakterizovány pouze pomocí souboru základních principů, nikoliv přesných analytických návodů a technik. Z výše uvedeného textu by mělo vyplynout, že simulace je užitečným nástrojem pro analýzu komplikovaných výrobních, zásobovacích, obslužných, komunikačních a dalších podnikových procesů. Je podle nás na místě si položit otázku, zda je simulace pouze nástrojem, nebo zda se jedná o samostatnou manažerskou metodu. Kdybychom se z tohoto důvodu podívali na souvislosti mezi manažerskými metodami a simulací, existují podle nás tři alternativní tvrzení, která jsou uspořádána podle rostoucího významu simulace (a dalších kvantitativních metod operačního výzkumu).

1. Simulace představuje nástroj analýzy podnikových procesů, která je použitelná pro většinu, nebo alespoň celou třídu manažerských (logistických) koncepcí a metod. Například Vavrla (2006) využil simulace pro uplatnění metody kanban, Ferrin, Miller a Muthler (2005) a El-Haik a Al-Alomar (2006) prezentují příklady využití simulace pro projekty Lean a Six Sigma. Simulace pro ně byla vhodný nástroj realizace zvolené manažerské metody v konkrétním případě.
2. Simulace je jednou z manažerských metod. Simulace a ostatní metody se vyvíjejí relativně samostatně a průběžně se vzájemně obohacují. Simulaci lze zároveň použít jako analytický nástroj v jiných manažerských metodách. Takovému názoru se blíží např. Harrington a Tumay (2000), kvantitativní přístupy jako zvláštní manažerskou metodu uvádí též Veber a kol. (2000).
3. Simulace (a obecněji i další kvantitativní metody) jsou zdrojem, ze kterého čerpá naprostá většina manažerských metod. Principy a metody kvantitativních modelů jsou využity v nových manažerských konceptech a v širších souvislostech. Manažerské metody jsou tedy určitým módním „obalem“ kvantitativních metod, které tvoří a rozvíjejí výchozí analytické „jádro“.

Nelze a ani není nutné jednoznačně rozhodnout, která z předložených alternativ je tou správnou. Spíše jde o stanovení kritérií, podle kterých by bylo možno u jednotlivé manažerské metody určit její společné principy se simulací a zařadit ji do jedné ze tří navržených alternativ. Lepší poznání vzájemných vazeb mezi simulací a manažerskými (logistickými) koncepcemi by mohlo být přínosné pro další rozvoj simulace. V literatuře dostupná srovnání simulace s jinými metodami (Brailsford, Hilton, 2000, Lane, 2000), pokusy o vytvoření taxonomií či metodologických rámců (Eldabi, Young, 2007, Stefanovic, Stefanovic, Radenkovic, 2009) bohužel taková inovativní východiska podle nás nenabízejí.

Pokud se na management podíváme z hlediska jeho základních funkcí (např. Vodáček, Vodáčková, 2006), spadá simulace a ostatní metody operačního výzkumu do funkce plánování (tabulka 1). Manažerské metody, jako např. metoda Six Sigma, kterou jsme popsali v ilustrativním projektu výše, mohou zahrnovat vedení, školení pracovníků, novou organizaci práce a také kontrolu procesu po skončení projektu (tabulka 1). Manažerské metody jsou tedy v praxi uplatňovány z mnohem širšího hlediska než kvantitativní přístupy, neboť berou v úvahu roli širšího prostředí a podnikové kultury, které se usilují změnit.

Tabulka 1**Využití manažerských metod podle funkcí managementu**

Funkce (typické činnosti)	Metody
Plánování (stanovení cílů, rozhodování)	simulace, operační výzkum Six Sigma
Organizování (dělba práce, organizační struktura)	Six Sigma
Vedení (motivace pracovníků, hodnocení)	Six Sigma
Personální zajištění (nábor, školení, trénink)	Six Sigma
Kontrola (sběr dat, regulace)	Six Sigma

Veber a kol. (2000, s. 579) uvádí, že většina knižních publikací o metodách operačního výzkumu se soustřeďuje především na popis matematického aparátu používaného v jednotlivých metodách, ale méně hovoří o různých možnostech aplikací. Pokud tomu tak opravdu je, pak je to tedy chybou pojetí výuky operačního výzkumu (včetně simulace) na vysokých školách. Přitom není vždy pravdou, že chybí konkrétní aplikace, spíše jde o to, že aplikace jsou vytrženy z celkového kontextu podnikové praxe, neboli v teoretickém rámci managementu jsou opomíjeny jeho ostatní funkce. Smyslem tohoto článku bylo proto také tento stav změnit a ukázat na význam a potenciální možnosti zvyšování produktivity využitím simulačního modelování v manažerské praxi.

Literatura

- BANKS, J. (ed.). 1998. *Handbook of Simulation*. New York : John Wiley and Sons, 1998.
- BRAILSFORD, S.; HILTON, N. 2000. A Comparison of Discrete-Event Simulation and System Dynamics for Modelling Healthcare Systems. In *Proceedings from ORAHS 2000*. Glasgow : Glasgow Caledonian University, 2000.
- DLOUHÝ, M.; FÁBRY, J.; KUNCOVÁ, M.; HLADÍK, T. 2007. *Simulace podnikových procesů*. Brno : Computer Press, 2007.
- ELDABI, T.; YOUNG, T. 2007. Towards a Framework for Healthcare Simulation. In *Proceedings of the 2007 Winter Simulation Conference*. Washington DC, 2007.
- EL-HAIK, B.; AL-AOMAR, R. 2006. *Simulation-Based Lean Six Sigma and Design for Six Sigma*. Hoboken (New Jersey) : John Wiley and Sons, 2006.
- FERRIN, D. M.; MILLER, M. J.; MUTHLER, D. 2005. Lean Sigma and Simulation, so What is the Correlations? In *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*. Orlando (Florida), 2005.
- GOLDMAN, L. I.; EMMETT, H. 2003. Crystal Ball for Six Sigma Tutorial. In *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference*. New Orleans, 2003.
- HARRINGTON, H. J.; TUMAY, K. 2000. *Simulation Modeling Methods*. New York : McGraw-Hill, 2000.
- JABLONSKÝ, J. 2002. *Operační výzkum: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. Praha : Professional Publishing, 2002. ISBN 80-86419-23-1.
- KHOSHNEVIS, B. 1994. *Discrete Systems Simulation*. New York : McGraw-Hill, 1994.
- KUNCOVÁ, M.; DLOUHÝ, M. 2008. Možnosti řízení zásob dodavatelem. In *Výrobní systémy dnes a zítra 2008*. Liberec : Fakulta strojní, Technická univerzita Liberec, 2008.
- LANE, D. C. 2000. You just do not understand me: Models of failure and success in the discourse between system dynamics and discrete-event simulation. [LSE OR Department Working Paper OR.00.34]. London : London School of Economics and Political Science, 2000.
- LAW, A. M.; KELTON, W. D. 2000. *Simulation Modelling and Analysis*. McGraw-Hill, 2000.

- MIKOVCOVÁ, H. 2008. Kalkulace ABC – Activity Based Costing. *Acta Oeconomica Pragensia*. 2008, roč. 16, č. 4, s. 22–28.
- MILDEOVÁ, S.; VOJTKO, V. 2003. *Systémová dynamika*. Praha : VŠE, 2003.
- STEFANOVIC, D.; STEFANOVIC, N.; RADENKOVIC, B. 2009. Supply network modelling and simulation methodology. *Simulation Modelling Practice and Theory*. 2009, roč. 17, č. 4, s. 743–766.
- VAVRLA, L. 2006. Modelování v systému štihlé výroby. [Disertační práce]. Praha : VŠE, 2006.
- VEBER, J. aj. 2000. *Management: základy, prosperita, globalizace*. Praha : Management Press, 2000.
- VODÁČEK, L.; VODÁČKOVÁ, O. 2006. *Moderní management v teorii a praxi*. Praha : Management Press, 2006.

APPLICATION OF SIMULATION IN ANALYSING BUSINESS PROCESSES

Abstract: Business processes take place in an environment of complex systems that consist of many interrelated elements with stochastic and dynamic characteristics. Simulation and management methods were developed to cope with such complexity. Simulation and management methods are interdependent disciplines that were developed relatively separately, but we argue that simulation can serve as a tool for implementation of specific management methods, and at the same time, simulation and operational research represent the methodological foundation for many modern management methods.

Keywords: Simulation; Business Process Modelling; Management; Six Sigma

JEL Classification: C02, M00