

## **Možnosti evolučného modelovania firmy ako ekonomického subsystému v národnom hospodárstve**

### **Possibilities of evolutionary modeling firm as an economic subsystem in the national economy**

Branislav Mišota

**Abstract:** In this paper we will concentrate on the possibility of an evolutionary approach for modeling enterprise (company) as an economic subsystem in the national economy. Model of the national economy consists of many adaptive and mutually interacting elements, which include firms. Evolutionary modeling of complex systems, such as the national economy uses the latest knowledge of mathematics, statistics and cybernetics. New findings in this area are primarily developed using the application of technical and economic model that supports in particular the rapid growth of information and communication technologies.

**Abstrakt:** V tomto príspevku sa sústreďíme najmä na priblíženie možností evolučného modelovania podniku (firmy) ako ekonomického subsystému v národnom hospodárstve. Model národného hospodárstva sa skladá z mnohých adaptívnych a vzájomne interagujúcich elementov, medzi ktoré patria aj podniky. Evolučné modelovanie zložitých systémov, ako je napríklad národné hospodárstvo využíva najnovšie poznatky matematiky, štatistiky a kybernetiky. Nové poznatky v tejto oblasti sa rozvíjajú predovšetkým s využitím aplikačných technicko-ekonomických modelov, ktoré podporuje najmä rýchly rast informačných a komunikačných technológií.

**Key words:** modeling, firm, experiment, economic system, evolutionary modelling, computer simulation.

**Kľúčové slová:** modelovanie, podnik, experiment, ekonomický systém, evolučné modelovanie, počítačová simulácia.

**JEL classification:** C18, C19, C63

## **1 Úvod**

V nasledujúcom texte priblížime inovatívne prístupy v procese modelovania ekonomických systémov a ich kategorizáciu používanú pre evolučné modely na základe štruktúry aj času. Následne načrtneme modelovanie správania podniku (firmy) ako jedného zo základných elementov, ktoré tvoria agregovaný ekonomický systém - národné hospodárstvo ako celok.

Moderná ekonomická veda a manažment skúma a aplikuje analytické nástroje spracovávania informácií, medzi ktoré patrí aj ekonomické modelovanie. Napríklad Booch píše, že (Booch, G. 1991) „modelovanie využíva princípy dekompozície, abstrakcie a hierarchie. Modely umožňujú skúmať nedostatky systému v podmienkach, ktoré sme sami určili. Hodnotíme správanie každého modelu v bežných a v neobvyklých situáciách, a potom uskutočňujeme potrebné úpravy. Je efektívne používať viac modelov, aby sme pochopili všetky detaily zložitého systému.“

## **2. Kategorizácia používaná pre evolučné modely**

V súčasnej ekonomickej vede existuje veľa modelov, ktoré používajú rozmanité metódy ekonomického modelovania. Zakladajú sa na simulácii ekonomického prostredia, v ktorej sa využívajú matematické, štatistické a kvantitatívne ekonometrické metódy, respektíve agenty ako autonómne entity so samostatným rozhodovaním. A práve takýto prístup, ktorý využíva agenty ako autonómne entity so samostatným rozhodovaním zabezpečuje, že modelované prostredie kopíruje reálne podmienky, a teda výsledkom je dôveryhodnejšie správanie sa modelov a validnosť ekonomických simulácií.

Ekonomické modely môžeme kategorizovať podľa rôznych kritérií (ANDRÁŠIK, L. 2004). Napríklad kategorizácia na základe štruktúry a času je podľa L. Andrášika nasledovná:

- 1) Statické modely
- 2) Dynamické modely
- 3) Zámerne sa učiace modely
- 4) Všeobecné (celostné) evolučné modely

**Statické modely** charakterizuje najjednoduchšia štruktúra, v ktorej sú pevne stanovené vzťahy, zákonitosti a závislosti modelovaného prostredia.

**Dynamické modely** sa vyznačujú možnosťou prispôbiť parametre modelu simulovanému prostrediu. Táto ich kvalitatívna vlastnosť nie je automatická, ale riešiteľ musí prispôbovať model zmenám enviromentu. Dynamický model ešte nemá schopnosť autonómneho nastavenia.

**Zámerne sa učiace modely** patria svojou vnútornou štruktúrou k najzložitejším typom modelov v tejto kategorizácii. Majú schopnosť učiť sa a zdokonaľovať prostredníctvom podnetov z prostredia, ktoré simulujú. Zároveň sa získané poznatky stávajú predpokladom ďalších simulácií, teda učiace sa modely majú schopnosť samonastavenia parametrov.

**Všeobecné (celostné) evolučné modely**, ktoré obsahujú aj prvé tri typy modelov, predstavujú vysoký stupeň metodológie modelovania, pretože sú na rozdiel od vyššie uvedených modelov schopné samovývoja. Uplatňujú pokročilé metódy a princípy umelej inteligencie

Nasledujúca typologizácia modelov sa zakladá na simulácii v závislosti od reálneho prostredia L. Andrášika :

- 1) Modely s priamym prístupom
- 2) Modely s nepriamym prístupom
- 3) Viacvrstvé modely
- 4) Symbiotické modely
- 5) Sebakreatívne modely

**Modely s priamym prístupom** charakterizuje funkčná variabilnosť. Ich funkcionalita sa prispôsobuje rozmanitým typom ekonomického prostredia, ktoré modelujeme.

**Modely s nepriamym prístupom** sa vyznačujú tým, že ich určuje vybraný druh ekonomického prostredia, pre ktoré boli navrhnuté a nemožno ich prispôsobiť iným typom ekonomických prostredí.

**Viacvrstvové modely** určuje hlavne ich viacvrstvová štruktúra a komplexnosť štruktúrálnych prenosov medzi vrstvami, ktoré ich kreujú.

**Symbiotické modely** charakterizuje zameranosť na vzájomné vzťahy entít, ktoré sú súčasťou modelovaného prostredia. Možno ich rozdeliť do štyroch základných kategórií:

- a) **Kooperujúce modely** (vzájomne sa podporujúce)
- b) **Nekooperujúce modely**
- c) **Kombinácia** kooperujúcich a nekooperujúcich modelov
- d) **Sebakreatívne modely** imitujú biologické zákonitosti a procesy a riadia sa nimi.

### **3. Analýza a modelovanie správania podniku (firmy) ako ekonomického subsystému**

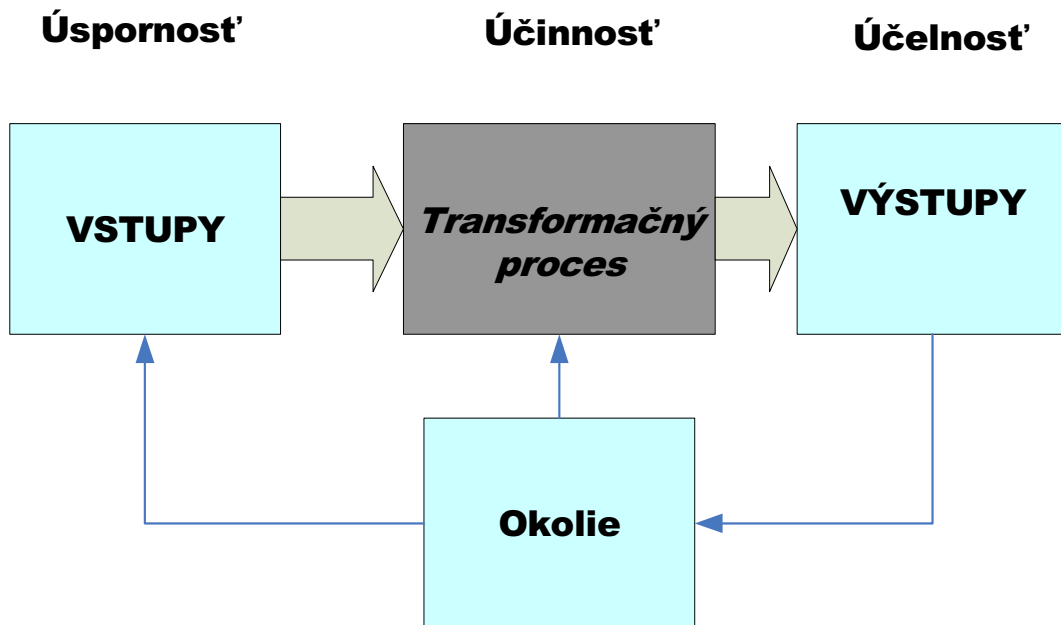
Pri analýze ekonomického systému uvažujeme a skúmame chovanie, vnútornú štruktúru a funkčné závislosti jednotlivých prvkov, z ktorých vyplýva celkové správanie sa ekonomického systému. Ak chceme dosiahnuť kvalitný formálny popis modelu ekonomického systému, musíme brať do úvahy jeho správanie, ktoré je jednou z kľúčových charakterových vlastností systému (Samuelson, P., A. 1983). Reálny ekonomický systém sa snažíme v prvom kroku dvojstupňovej abstrakcie tvorby a modelovania ekonomických systémov transformovať na abstraktný ekonomický systém.

V druhom kroku dvojstupňovej abstrakcie následne vytvoríme abstraktný matematický model ekonomického systému, ktorý môžeme použiť pri samotnej analýze ekonomického systému s použitím metód počítačových simulácií.

Vytvorený abstraktný model ekonomického systému by mal odrážať najdôležitejšie vlastnosti, ktoré charakterizujú skúmaný proces, ktorý je predmetom nášho záujmu pri analýze ekonomického systému. To znamená, že abstraktný model ekonomického systému korešponduje s objektívnou realitou na určitom stupni detailnosti.

V (GRELL, M. 2002) sa uvádza, že „v širších súvislostiach je užitočné charakteristiku ekonomického trhového prostredia odvodzovať zo skutočnosti, že vo všeobecnosti je aj národné hospodárstvo objekt, na ktorom možno definovať ekonomický systém (jeden alebo niekoľko), ktorý vyjadruje jeho podstatné znaky a vlastnosti. V tomto systéme možno vymedziť dva základné podsystémy, a to makroekonomický a mikroekonomický. Národné hospodárstvo ako ekonomický systém sa v makroekonomickom podsystéme zaoberá pôsobením a fungovaním ekonomiky ako celku a v mikroekonomickom podsystéme venuje pozornosť jednotlivým hospodárskym objektom, skúma a vysvetľuje zákonitosti ich racionálneho správania na trhu (podniky, domácnosti a pod.).

Podnik (firmu) ako ekonomický systém možno jednoznačne definovať v nadsystéme národného hospodárstva, čo má relevantný význam pri vytváraní jeho modelu. Podnik chápeme ako otvorený systém, ktorý transformuje vstupy zo svojho okolia na výstupy, ktoré spätne poskytuje okoliu. Okolie vytvára tiež spätnú väzbu produkčnému systému.“ Základný model takéhoto produkčného systému znázorňuje Obr. 1.



Obr. 1 Základný model produkčného systému

Celkovú funkcionálnosť a správanie podniku (firmy) ako jedného zo základných elementov tvoriacich agregovaný ekonomický systém možno v umelej ekonomike modelovať prostredníctvom cyklu, ktorým je modifikovaný produkčný cyklus, ktorý sme rozšírili o celkové množstvo nakúpených technologických statkov od ich producentov.

Modelovaný podnik (firma), ktorá produkuje produkty a služby, bude mať teda produkčnú funkciu v jej neoklasickom ponímaní a popísaní vo všeobecnosti jej modifikovaným explicitným tvarom v nasledujúcej forme

$$Q = f(L, T)$$

Kde  $Q$  je celkový výstup produkčnej funkcie firme produkujúcej produkty a služby,

$f$  je produkčná funkcia agenta firma,

$L$  je celkové množstvo vykonanej práce všetkými zamestnancami vo firme,

$T$  je celkové množstvo nakúpených technologických statkov od ich producentov.

Budeme uvažovať produkčnú funkciu, ktorá umožňuje vzájomnú substitúciu vstupných výrobných faktorov. V našom prípade sa jedná o substitúciu medzi prácou a technologickým vstupným kapitálom

Takýto typ produkčnej funkcie vyjadríme Cobb – Douglasovou produkčnou funkciou s dvoma vstupnými výrobnými faktormi

$$Q = f(L, T) = A \cdot L^\alpha \cdot T^\beta$$

pričom  $A$  je efektivita transformačného procesu,  
 $\alpha$  je podiel práce na celkovej produkcii agenta firma,  
 $\beta$  je podiel technologického faktora na celkovej produkcii firmy.

Produkčný cyklus zaručuje firme proces jej existencie a fungovania v hospodárstve. Na elementárnej úrovni je zabezpečené modelovanie správania a vlastností firmy pomocou operácií vykonávaných vnútri jednotlivých simulačných cyklov.

#### 4. Záver

V našom príspevku sme sa venovali niektorým aspektom a prístupom v procese modelovania ekonomických systémov a ich kategorizácii na základe štruktúry aj času, ktorá je používanú pre evolučné modely. V ďalšom texte sme načrtli modelovanie správania podniku (firmy) prostredníctvom cyklu, ktorým je modifikovaný produkčný cyklus, ktorý sme rozšírili o celkové množstvo nakúpených technologických statkov od ich producentov. Takéto podniky (firmy) sa musia neustále prispôbovať meniacemu sa ekonomickému prostrediu, konkurenčnému tlaku, rôznym nečakaným udalostiam, a podobne.

Vytvorený abstraktný model ekonomického subsystému by mal odrážať najdôležitejšie vlastnosti, ktoré charakterizujú skúmaný proces, ktorý je predmetom nášho záujmu pri analýze ekonomického systému. To znamená, že abstraktný model takéhoto ekonomického subsystému korešponduje s objektívnou realitou na určitom stupni detailnosti.

#### Literatúra

- ANDRÁŠIK, L. 2004. Teória počítačového experimentovania v umelom hospodárstve. In: Ekonomický časopis = Journal of Economics. - ISSN 0013-3035. - Roč. 52, č. 8 (2004), s. 996-1008
- BOOCH, BOOCH, G. 1991. Object Oriented Design with Applications. Addison-Wesley Book Express, Boston, 1991, 580 s.
- DAVIDSON, P.: Agent based social simulation: A computer science view. JASS, vol. 5 Issue 1.
- DANIEL, R. et al.: Computational Modeling of Behavior in Organizations: The Third Scientific Discipline. JASS, Vol. 4 Issue 4
- GRELL, M. 2002.: Informačná ekonomika. Bratislava: Ekonóm, 2002. 164 s. ISBN 80-225-1561-2.

HENDERSON, J. V., POOLE, W.: Principles of economics. 2. vyd. D.C.Health and Company, 1992, 1235 s. ISBN 0-669-14491-6

SAMUELSON, P., A. 1983. Foundations of Economic Analysis, Cambridge: Harvard University Press, ISBN 0674313011, 1983.

**Adresa autora:**

Branislav Mišota. Ing., PhD.  
Ústav manažmentu STU  
Vazovova 5,  
812 43 Bratislava 1  
[branislav.misota@stuba.sk](mailto:branislav.misota@stuba.sk)

*Afiliácia k projektu: príspevok je čiastkovým výstupom v rámci výskumného projektu VEGA č. 1/0335/13: „Štatistická analýza vybraných ukazovateľov konkurencieschopnosti na súbore podvojne účtujúcich podnikov SR“ riešeného na Oddelení ekonomiky a manažmentu podnikania ÚM STU v Bratislave.*