

ale i v celej oblasti výzkumu práce a pracovných kolektívů.

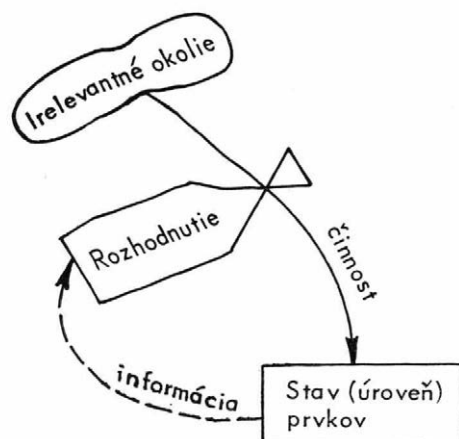
Karel Bláha — Libor Lubelec

Systémové modelovanie v prácach J. W. Forrestera

Základné teoretické a aplikačné práce tzv. „System Dynamics Group“ pri Massachusettskom technologickom inštitúte už vošli do

noduchý príklad slučky spätnej väzby je znázornený na obr. 1. Ide o uzavretý obvod spájajúci riadiaci (rozhodovací) a riadený (ovládaný) prvok slučky. Kvantifikáciou jednotlivých premenných slučky spätnej väzby a ich nasýtením dlhodobými časovými radmi sú identifikované systémové procesy. Relatívne autonómne segmenty systémových procesov tvoria subsystémy modelovaného systému. Integrovaný súbor subsystémov je modelovým

Graf 1



povedomia odbornej verejnosti. Zaslúžili sa o to najmä modely podnikovej, mestskej a svetovej dynamiky profesora J. W. Forrestera, ktoré sú dodnes metodologickou platformou tejto školy [Forrester 1971, 1974, 1971]. Napriek neraz veľmi ostrej kritike stáva sa Forresterova koncepcia postupne súčasťou výuky na niektorých vysokých školách v kapitalistických štátoch [Forrester 1968], jeho práce sú východiskom tzv. „globálnych“ projektov sveta [Meadows 1972; Latin 1974]; predkladajú sa [Forrester 1971, 1974], patria medzi najcitovanejšiu, ale aj inšpiratívnu prognostickú produkciu posledných rokov. Informácia o princípoch výstavby a o metodologických nedostatkoch Forresterových modelov sociálnych systémov by preto mohla byť užitočná aj pre sociologickú verejnosť.

Základné princípy systémovej dynamiky

Predmetom Forresterovho záujmu sú uzavreté systémy se spätnou väzbou. Ich základnou stavebnou jednotkou sú tzv. slučky spätnej väzby. Usporiadaný súbor slučiek spätnej väzby tvorí štruktúru systému. Rozlišujú sa dva základné typy slučiek spätnej väzby: slučky s pozitívnou spätnou väzbou a slučky s negatívnou spätnou väzbou. Funkcia negatívnej spätnej väzby je regulačná. Jej prostredníctvom systém reaguje na odchýlky od cesty za cieľom. Funkcia pozitívnej spätnej väzby je akceleračná. Jej prostredníctvom generuje systém procesy vlastného rastu. Jed-

zobrazením dynamického systému. Formálnym zobrazovacím prostriedkom je simultánna sústava diferenciálnych rovníc. Riešenie matematického modelu (analýza fungovania, prognóza ap.) sa uskutočňuje počítačovou simuláciou. Finálnym výstupom simulačného experimentovania s modelom dynamického systému sú informácie o validite modelovej štruktúry, o vzájomnej súčinnosti prvkov a subsystémov, o odozvách systému na decízne zásahy rôzneho typu ap. Prognostické aplikácie systémovej dynamiky sú iba jednou z možností. Ďalšími sú deskripcia, projektovanie zložitých systémov ap.

Aplikácie systémovej dynamiky

Model mestskej dynamiky je vybudovaný na troch základných skupinách úrovňových premenných. Sú to podniky (nové, rozvinuté, úpadkové), bytový fond (súkromný, nájomný, lacný) a pracovníci (inžiniersko-technickí a technicko-hospodárski, ostatní plne zamestnaní a čiastočne zamestnaní).

Forrester skúma rast, stagnáciu a úpadok mesta v súvislosti s rastom, stagnáciou a úpadkom podnikov, s bytovým fondom, sociálnou mobilitou ap. Životný cyklus mesta teda Forrester chápe ako komplexne determinovanú premennú, pričom každý z faktorov má presne vymedzené postavenie v spätinoväzobnej štruktúre systému. Prostredníctvom simulačných počítačových experimentov potom Forrester analyzuje dopad rôznych

administratívnych zásahov na priebeh životného cyklu mesta. Dokazuje, že ani pozitívne zmeny v politike zamestnanosti, zvyšovania kvalifikácie, finančných dotácií, výstavby bytového fondu ap., uvažované bez vzájomných súvislostí, nevedú k oživeniu mesta. Ukazuje, že počítačový model umožňuje zásahy do modelovej štruktúry v ktorejkoľvek etape modelovania bez nárokov na jeho znovuspracovanie. Potvrdzuje niektoré doposiaľ nedocenené atribúty komplexných systémov, najmä vzťah krátkodobej a dlhodobej odozvy systému, antiintuitívnosť správania sa systému ap.

Model svetovej dynamiky má po technickej stránke analogickú výstavbu ako model mesta. Svetový systém Forrester chápe ako ľudí, ich sociálny systém, techniku a prírodné zdroje. Interakcia týchto základných komponent svetového systému podľa Forrestera produkuje rast, zmenu a stres. Samotný model pozostáva z piatich základných úroveňných premenných. Sú to: populácia, prírodné zdroje, kapitálové investície, znečistenie životného prostredia a produkcia potravín. Simulačným experimentovaním s modelom svetového systému Forrester dokazuje, že retrospektívou identifikovaný exponenciálny rast populácie, znečistenia ap. vedie ku katastrofickým odozvám svetového systému a v konečnom dôsledku k jeho úplnej degradácii. Riešenie, ktoré Forrester navrhuje, je tzv. „globálne equilibrium“, t. j. v konečnom dôsledku zabrzdenie ekonomického rastu so všetkými sprievodnými znakmi tohoto opatrenia, vrátane poklesu a stagnácie životného štandardu. Z metodologického hľadiska sú obidve práce približne rovnakej úrovne, pričom obe sú prekonaním podnikovej dynamiky, ktorej charakteristiku preto neuvádzame.

Kritika systémovej dynamiky

K širším všeobecno-metodologickým a aplikačným nedostatkom Forresterových prác sa toho popísalo už dosť¹, obmedzíme sa preto iba na tie z metodologických princípov výstavby Forresterových modelov, ktoré boli doposiaľ zčasti mimo pozornosť kritikov školy „System Dynamics“. Sú to problémy systémovej identifikácie objektu modelovania, otázky vzťahu mentálnych a počítačových modelov a otázky simulačného experimentovania s modelmi sociálnych systémov. Ide samozrejme o jeden z možných pohľadov bez nárokov na úplnosť či jednoznačnosť.

Systémovou identifikáciou sa rozumie zobrazenie reality systémom, resp. modelom systému. V prípade, že modelová konštrukcia nie je výrazne orientovaná na jediný z aspektov fungovania systému (technický, eko-

nomický, psycho-sociálny ap.), ale na celok spoločensko-technicko-ekonomickej povahy, hovorí sa o tzv. komplexných systémoch. Samotná systémová identifikácia potom spočíva v ohraničení systému, v definovaní prvkov, ich vzťahov, funkcie systému ap. Simplifikácie, ktorých sa Forrester pri realizácii uvedených náležitostí dopúšťa, sú neraz zásadné. Prvá z nich sa týka hraníc systému. Podľa Forrestera „systém v rámci zvolenej hranice musí byť schopný generovať akúkoľvek situáciu, akýkoľvek problém, ktorý bude potrebné analyzovať. Princíp uzavretosti predpokladá, že správanie skúmaného systému sa neviaže navonok, ale že sa tvorí vo vnútri jeho hraníc“ [Forrester 1974: 123]. Ďalej síce Forrester pripúšťa, že „jestvovanie uzavretej hranice nevyplýva podliehanie systému vonkajším vplyvom, predpokladá však, že tieto sa môžu skúmať ako náhodné vplyvy, ktoré hoci vplyvajú na systém, sami o sebe neurčujú jeho vnútorný rast a stabilitu charakteristik“ [Forrester 1974: 123]. Z oblasti systémových aplikácií je známe, že hranicami systému je vydelená oblasť záujmu konštruktéra modelu. To však ešte neznamená, že takto vydelený objekt či súbor objektov má vlastnosť autonómneho celku. V prípade sociálnych systémov je táto skutočnosť zvlášť zrejímavá. Vo väčšine prípadov sú totiž z hľadiska fungovania systému relevantné komponenty organickou súčasťou vstupovej (zdrojovej) či výstupovej (efektovej) časti okolia. Dá sa dokonca povedať, že táto zásada platí všeobecne, snáď s výnimkou globálnych modelov typu svet. Nemenej problematická je Forresterova snaha vtlačiť spoločenskú realitu do striktné formálneho a deterministického rámca kybernetického modelu bez adekvátnej východzej sociálnej teórie. Rozpor medzi validitou východzej teórie a jej modelom na jednej strane a realitou, ktorá je predmetom modelovania, na strane druhej sa potom zákonite prejavuje vo výpočtoch o limitoch, ktoré nie sú limitmi, a o zákonitostiach, ktoré nie sú zákonitostami. Dostávame sa tým k problematike vzťahu mentálnych a počítačových modelov. Najzávažnejším argumentom v prospech počítačových modelov je podľa Forrestera antiintuitívnosť správania sa komplexných systémov. Hovorí: „Ľudia by si nikdy nedovolili vyslať k mesiacu kozmickú loď, než by si vopred neoverili na prototypových modeloch jej vybavenie a než by pomocou počítačovej simulácie neanticipovali jej dráhu. Žiadny podnik by nezačal s výrobou nejakého prostriedku pre domácnosť alebo elektronického počítača skôr, než by previedol laboratórne skúšky. Sociálne systémy sú ďaleko komplikovanejšie a ťažšie pochopiteľné než systémy technické.

¹ Zo strany buržoáznej teórie podrobili kritike Forresterové modely pracovníci Sussexského tímu (Futures, č. 3, 1974; Futures, č. 1 a 2, 1973). G. Myrdal (Limits to Growth. The Unesco Courier, č. 1, 1973, s. 12-13), H. H. Koelle (Wie schüssig und aussagefähig ist das mit Weltmodell. Analysen und Progressen, č. 29, 1973), M. Mesaro-

vič, E. Pestel (An Alternative Strategy for the Club of Rome, Futures, č. 4, 1973, s. 421-423) a ďalší. Súhrnné spracovanie kritických ohlasov zo strany vedcov socialistických krajín sa uvádza napríklad v zborníku: Gál F., Majtán M., Alan J. — Systémové prognózovanie. ČSVÚPSV, Acta Laboris 1976.

Ale prečo potom nepoužívame obdobného postupu tvorby modelov sociálnych systémov? V odpovedi na túto otázku sa často uvádza, že ku konštrukcii použiteľných modelov nám chýbajú dostatočné znalosti o sociálnych systémoch. Čím však ospravedlní predpoklad, že nevieme toľko, aby sme konštruovali modely, keď súčasne veríme, že naše znalosti stačia k tomu, aby sme vytvárali nové sociálne programy, ktoré priamo určujú novú podobu sociálnych systémov? [Forrester No 189]. Napriek nesporné sugestívnej argumentácii Forrester aplikabilitu počítačových modelov preceňuje. Aj v prípade, že odhládame od tak vážnych skutočností, zväčša technického rázu, ako je disponibilita požadovanej údajovej základne, vysoký stupeň agregácie modelových premenných, zavádzanie umelých konštánt do modelových procesov a ďalších problémov, zostáva nedoriešený celý rad otázok. Nepotvrdená alebo nesprávna teória zostáva totiž aj v podobe jazyka modernej matematiky nepotvrdenou alebo nesprávnou teóriou.² Model potom nerobí nič iného než generuje správanie sa systému za nepotvrdených alebo nesprávnych predpokladov. Objavujú sa síce v poslednom čase teoretické práce o tzv. „učiacich sa modeloch“, t. j. modeloch schopných usposobovať si štruktúru počas fungovania smerom k optimu. Extrapolované ad absurdum by to však znamenalo, že výkonný počítač by bol v únosnom časovom intervale schopný vytvoriť teóriu ľubovôlej objektu aj zo zdánlivo absurdnej vstupnej hypotézy. Napriek tomu, že v technických vedách a najmä v technickej kybernetike nie je myšlienka učiaceho sa či adaptabilného modelu ničím novým, v spoločenských vedách má táto idea niekoľko nebezpečných implikácií. To samozrejme neznamená, že technika výstavby kybernetických modelov sociálnych systémov nezaznamenaná v najbližšom čase ďalších inovácií. Automatizácia či algoritmizácia odvodzovacie, testovacie či verifikačné procedúry však neznamená, že úloha tvorcu modelu sa obmedzí iba na formuláciu vstupných hypotéz a interpretáciu získaných informácií. Skôr naopak po počítačom okúžení z rýchlosti a elegancie práce počítača sa počítačové modely stanú tým, čo sú, t. j. nástrojmi v rukách sociológa, rovnako ako je skalpel nástrojom v rukách chirurga. Ešte predtým je však potrebné doriešiť ne jeden problém. Patrí medzi ne napríklad experimentovanie s modelom. Je Forresterovou zásluhou, že rozpracoval svoje modely až do podoby, ktorá umožňuje efektívny výpočet modelových rovníc prostredníctvom simulácie. Výpočet „krok za krokom“ má však aj svoje nedostatky. Tieto súvisia predovšetkým s možnosťami simulácie dynamiky sociálnych

systémov. To, že kybernetický model dokáže spoľahlivo reprodukovat minulý vývoj a simulovať možné budúcnosti, ešte neznamená, že medzi získanými výstupmi a realitou nemusí byť priepastný rozdiel, a to aj v prípade, že medzi objektom, ktorý je predmetom modelovania, a samotným modelom je vysoká miera zhody. Zdá sa totiž, že problém identifikácie štruktúrálnej zmien spôsobených vyšších rádo presahuje rámec i možnosti exaktných matematických a kybernetických modelov. Zdánlivo prežité expertné a heuristické metódy teda nielen že nebudú vytlačené do etapy predprognózy orientácie, ale naďalej zostanú predpokladom, alternatívou a korektívom „počítačových budúcností“.

Literatúra

- Forrester, J. W.: *Contraintuitive Behavior of Social Systems*, Ecistics, Vol. 32, No 189, s. 134–145.
- Forrester, J. W.: *Principles of Systems*. Cambridge – Mass., Wright-Allen Press 1968.
- Forrester, J. V.: *Industrial Dynamics*. Cambridge – Mass., The M. I. T. Press 1968 (Ruský preklad, Moskva, Progress 1971).
- Forrester, J. W.: *Urban Dynamics*. Cambridge – Mass., The M. I. T. Press 1969 (Ruský preklad, Moskva, Progress 1974).
- Forrester, J. W.: *World Dynamics*, Cambridge – Mass., The M. I. T. Press, 1971.
- Meadows, D. L. et al.: *The Limits to Growth*, New York, Universe Books 1972.
- Zeman, M.: *Metodologie konstrukce modelových charakteristik komplexního prognostického modelu oblasti práce*. Bratislava, ČSVÚPSV 1975.
- Zeman, M.: *Komplexní prognostické modelování*. Praha, IVRP CHP 1975.
- Zeman, M.: *Problémy a perspektivy komplexních prognostických modelů*. Praha, IČKVR 1974.
- Latin American World Model. Buenos Aires, Foundation Bariloche 1974.

Fedor Gál

J. Jacobsová: Smrt a život amerických velkoměst*

Praha, Odeon 1975.

Kniha *Smrt a život amerických velkoměst* byla v době svého vydání ve Spojených státech bestsellerem. Od té doby sice uplynulo již 15 let, přesto se však stále jedná o knihu, která je aktuální. O tom svědčí skutečnost, že se dále překládá – mimo jiné v SSSR, Japonsku, NSR atd.

Autorka popisuje problémy výstavby, regenerace a řízení současného amerického vel-

² Zvlášť zjavné sa prejavuje táto skutočnosť v prípade Forresterovho modelu sveta, resp. v jeho Meadowsom rozvinutej podobe [Meadows 1972]. Zdánlivo „objektívne“, t. j. odideologizované modely sociálnych systémov sú koncipované pro-

stredníctvom neadekvátnych (v prípade Forrester a neomalthuziánskych) teoretických východísk.

* Jane Jacobs: *The Death and Life of Great American Cities*. New York, Random House, Inc. 1961.