

# Kauzální simulační modelování a jeho alternativy (část 1)

Jiří Weinberger

Článek ukazuje na rozmanitost modelů a nabízí jejich klasifikaci z hlediska zobrazení kauzálních (příčinných) vztahů versus míra dekompozice modelovaného systému. V daném oboru lidské činnosti zpravidla určitý typ modelů výrazně převažuje (ve smyslu této klasifikace – viz obr. 1); někdy tak výrazně, že vzniká iluze, že převažující typ modelu je pro daný obor jediný možný. Důsledky takové jednostrannosti jednak nepříznivě omezují faktické možnosti daného oboru lidské činnosti, jednak vytvářejí bariéry při mezioborové spolupráci a vzájemné inspiraci. Existenci těchto zbytečných a škodlivých bariér (vzniklých vinou ulpívání na jediném typu modelu) si často vůbec neuvědomujeme. První část článku dává podnět k úvahám na toto téma. Jeho druhá část přináší k těmto úvahám názorné příklady.

## 1. Úvod

Jednoduchá klasifikace modelů podle obr. 1 nebude překvapením pro odborníky z oblastí automatizace a regulace, finančního řízení, informačních systémů, meteorologie, řízení výroby, logistiky a dopravy a dalších.

Jsme zvyklí pracovat s rozmanitými modely. Jejich rozmanitost je někdy k užtku, někdy nám překáží a leckdy si ji neuvědomujeme. Uvědomit si tuto vlastnost a také příležitosti a hrozby z ní plynoucí je krokem k lepšímu využití různosti přístupů k modelování.

Jaké jsou hlavní cíle takto prohloubeného pohledu na modelování? Lepší identifikace a optimalizace chování příslušných reálných systémů. To ostatně bylo hlavním cílem modelování vždycky (tab. 1).

Tab. 1. Terminologická poznámka

Slovo <i>model</i> znamená v tomto textu jak model mentální, tak i model na počítači. Z kontextu je zřejmé, který význam platí.
<i>Kauzálním modelem</i> se rozumí model, který zobrazuje představy o příčinách a následcích jevů.
<i>Nekauzálním modelem</i> se rozumí model, který abstrahuje od představy o příčinách a následcích jevů a pracuje jen s naměřenými daty.
<i>Simulační model</i> je takový, který věrně zobrazuje dění a vazby v čase.
<i>Náhodou nepokládáme za opak kauzality</i> : v modelech typu 2A a 2B (obr. 1) je totiž náhodné dění pevnou součástí sítě pojmenovatelných příčin a následků

Málokdy si uvědomujeme, jak často je řízení dějů kolem nás založeno na dekompozicích. Svě okolí rádi vnímáme dekomponované. Rádi podléháme klamu, že svět se skládá z fyziky, botaniky, průmyslu, bankovníctví, sexuality atd.

Lákavá je i opačná představa, že svět už je na komponenty zdařile vědecky rozložen. A že je to uděláno tak dobře, že se na

to lze spolehnout. Ano, v současné době už je to uděláno dosti zdařile, ale spolehnout se na to nelze, není to úspěšná dekompozice. Vůbec to totiž není dekompozice. Jsou to jen různé pohledy na svět, který zůstává nedělitelným celkem. Je sice pravda, že tento celek už dokážeme silně nabourat (natolik zdárně jsme ho zmapovali), ale řídit ho? Snad občas, trochu a náhodou. Na spolehnoutí to ale není.

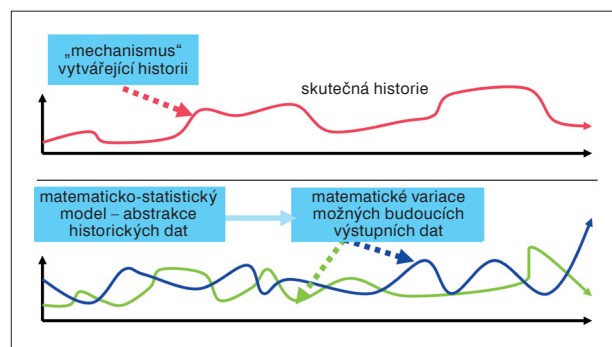
V rámci dělby práce vnímáme po částech také firmu. Chováme se a přemýšlíme zpravidla tak, jako bychom firmu z jednotlivých komponent kdysi poskládali. Jakmile si vsugerujeme, že to, co se takto „složí“, je „naše firma“, pochybnosti o „příslušné dekompozici“ nás už nezasáhnou.

## 2. Dekompozice se týká modelu, nikoliv skutečnosti

Uvědomíme si vždy, kdy je třeba, že dekomponujeme model, a nikoliv skutečnost? Jen zřídka a jen pro velmi speciální úvahy totiž lze z organického celku vyčlenit:

- krevní oběh alias práci s penězi,
- svalový tonus alias výkon výroby atd.

Přemýšlíme-li nutně v modelu a ne v pravé skutečnosti, musí záležet na tom, jaký ten model je, neboli poučku *řídit můžeme jen to, co umíme měřit* je potřeba doplnit o ...a co

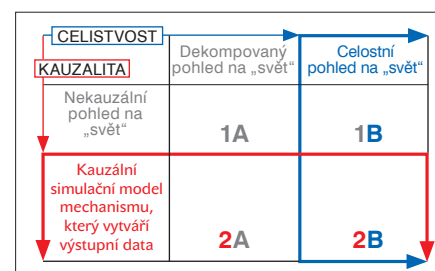


Obr. 2. Záznamy ze skutečné historie versus záznamy z výpočtů s nekauzálními modely

si umíme jako adekvátní model skutečnosti představit.

Představa bez modelu je nepředstavitelná a mít model bez představy je bezcenné. Nemusíme sice do detailů rozumět tomu, jak je model udělán, ale z hlediska kvality rozhodování na kvalitě modelu záleží vždy.

Model, o který se naše rozhodování opírá, nemusí fyzicky existovat, a to ani na počítači. Proč je to důležité? Protože výslednou (např.



Obr. 1. Poněkud netradiční klasifikace modelů

firemní) kvalitou není použitý model, nýbrž model jakožto představa, která funguje v hlavě člověka. Ta je poslední instancí. Zmatek v této poslední instanci znehodnotí předchozí úsilí, i když je založeno na dobrých modelech (např. softwarových).

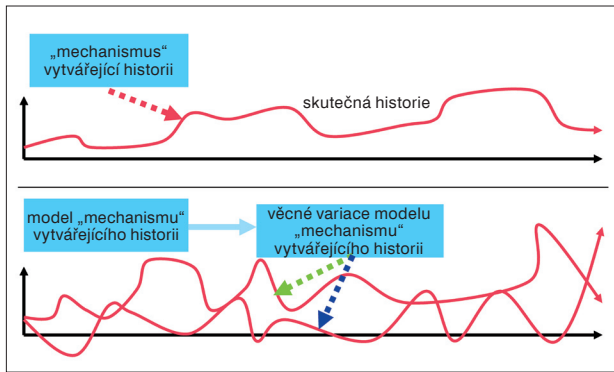
## 3. Klasifikace modelů

### 3.1 Východisko

V následujících úvahách nám postačí jednoduchá klasifikace modelů podle obr. 1. Zde kauzálnost a celistvost v kombinacích vytvořily čtyři varianty přístupů k modelování, stručně dále označované jako modely 1A, 2A, 1B a 2B.

### 3.2 Dílčí závěr pro modely 1A a 1B (nekauzální vidění světa)

Vedle dekompozic nás fascinují „výstupní data“. Jde zpravidla o historická data využívaná i pro predikce (obr. 2). Máme jich „mraky“ a často dokážeme vytvořit matematicko-statistické modely, které produkují podobné „mraky“. A přitom se nemusíme – a někdy ani nemůžeme – podívat dovnitř na „skutečné mechanismy“ (např. firemní), které původní obrovský počet dat



Obr. 3. Záznamy ze skutečné historie versus záznamy z výpočtů s kauzálními modely (na pohled téměř stejný obraz jako na obr. 2, ale s hlubokým vnitřním rozdílem)

vyprodukovaly. To nám sice usnadňuje některá rozhodnutí, ale současně nás to vzdaluje od možnosti věrohodně předvídat a smysluplně optimalizovat, a tedy rozhodovat správně! Fakticky hýbat totiž můžeme nejvýše jen těmi (při použití nekauzálních modelů 1A a 1B) pomíjenými „skutečnými vnitřními mechanismy“.

Historická data jsou sice cenný zdroj informací – vždyť je vytvořil nejlepší myslitelný model skutečnosti, totiž skutečnost sama, bohužel však skutečnost již minulé!

Modely 1A i 1B jsou často provázeny zjednodušeným pojetím dění v čase. Nejde tu o podrobnost z hlediska velikosti časové jednotky. Můžeme pracovat s roky, kvartály, dekadami a třeba i s minutami či sekundami, ale nepracujeme-li s událostmi, které nastanou i v nepředvídaných okamžicích jako důsledky souběhů jiných událostí, od reality se vzdálíme.

Práce s nekauzálními modely 1A a 1B je pohodlná a oblíbená. A rovněž je riskantní. Není totiž „na bezpečné straně“ (porovnejme ji se situací v kap. 3.3). Nelze tu věrohodně předvídat a smysluplně optimalizovat (z hlediska toho, co doopravdy nastane).

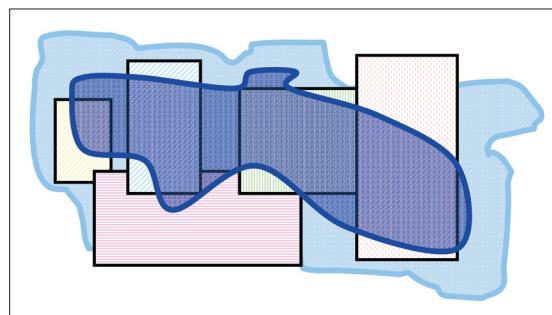
Historická data vznikla jako produkt „skutečného mechanismu“. A minulost je jistě výborným kauzálním simulačním modelem sebe sama. Je však také dobrým modelem budoucnosti? Víra, že se historická data v budoucnosti prostě zopakují, by byla pošetilá. Aspoň něco bude nejspíš jinak.

Nekauzální modely budoucnosti (tedy např. statistické extrapolace časových řad) nám jistě ledacos napoví. Ale „vějíř“ možných budoucností, který takto získáme, má vadu: je to výstup z matematicko-statistického modelu a jeho různé trajektorie se rodí jednak z minulých dat, jednak z „matematiky“, tedy dost nezávisle na skutečném vnitřním mechanismu dějů (např. ve firmě, na trhu atd.).

Kdyby ovšem různé variace historických dat vytvářel přímo kauzální simulační model, ve kterém by použité objekty transparentně odpovídaly tomu, „jak se ve firmě o věcech mluví“, odpovídaly by i budoucí modelované trajektorie transparentně situacím popsatelným v téže řeči. Třeba takto: „Přijmeme pět lidí a vezmeme si za rok půjčku ve výši XXX.“ To už ale – viz obr. 3 – patří do následující kapitoly.

### 3.3 Dílčí závěr pro modely 2A a 2B (kauzální vidění světa)

Je nebezpečné, pomíjejí-li přijatá zjednodušení příležitosti nebo hrozby, které bez daných zjednodušení mohou nastat, a v jejich rámci nikoliv. Práce s modely 2A a 2B je však „na bezpečné straně“: kauzální vazby podobné těm, které jsou v kauzálně simulovaném chování firmy či jiného objektu, jsou



Obr. 4. Obdélníky reprezentují komponenty po dekompozici celistvého systému znázorněného nepravidelnou bledě modrou plochou

přece přítomny také – ba hlavně – v té pravé skutečnosti. Jestliže jsme tedy takovéto „propojené“ chování shledali v rozumném kauzálním simulačním modelu, musíme s ním počítat také v reálném světě, jistě propojeném mnoha vazbami. Příležitosti a hrozby rozumně vyvozené z experimentů s kauzálními modely typu 2A a 2B je tedy třeba brát vážně.

### 3.4 Dílčí závěr pro modely 1A a 2A (dekomponované vidění světa)

Práce s komponentami je populární, – viz modely typu 1A, 2A. Lze je totiž vytvářet relativně snadno. Nebývá obtížné každý jednotlivý dílčí model podrobně popsat, kdežto modely nedekomponovaných skutečností

(1B, 2B) platívají za celostní pohled (např. na firmu) s obtížemi při jejich popisu a ve výsledku zpravidla menším stupněm podrobnosti. Schází-li ovšem modelu celistvost, zpravidla neposkládáme z dílčích optim optimum globální.

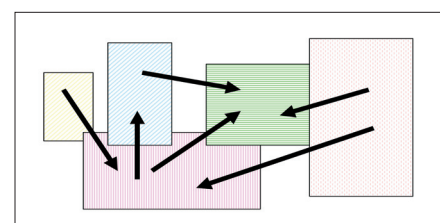
### 3.5 Dílčí závěr pro modely 1B a 2B (celistvé vidění světa)

Technicky vzato jsou postupy při nekauzálním modelování (tj. s modely 1A) stejné při dekomponovaném vidění světa jako při jeho celistvém (s modely 1B) vidění. Prostě zaznamenáváme a vyhodnocujeme výstupní historická data a nezabýváme se mechanismem, který je vytvořil. Modely 1B jsou ovšem, tak jako modely 1A, jen produkty „výstupní pěny nad černou skříňkou“, naproti tomu kauzální modely 2A a 2B jsou obrazy kauzálních představ o vnitřním mechanismu komponenty, popř. celku.

### 4. Kauzální celistvé modely 2B versus „zbytek světa“ (= 1A + 1B + 2A)

Představme si, že největší, bleděmodrá plocha na obr. 4 znázorňuje „pravou skutečnost“, kdežto menší, tmavomodrá plocha „celistvý kauzální simulační model oné skutečnosti“. Obdélníky necht jsou komponenty, jakými se zpravidla v rámci „dělbý práce“ zabýváme.

Komponenty (tj. obdélníky – viz obr. 5) jsou sice vybaveny „vazbami“ (znázorněnými šipkami), ale je celkem zřejmé, že původní, organické vazby – ať už v bleděmodré ploše (reprezentující skutečnost) nebo v tmavomodré ploše (reprezentující celistvý kauzální simulační model)



Obr. 5. Zjednodušené vztahy mezi komponentami (aneb podklady pro procesní řízení)

– těmito vazbami nelze plně nahradit. Tím nepochybujeme účelnost šipkám odpovídajících prvků (např. procesního<sup>1)</sup> řízení, jen tvrdíme, že to není „celá pravda“.

Učiňme nyní tento myšlenkový pokus. Předpokládejme, že máme model M, které-

<sup>1)</sup> Pojem *procesní řízení* asi právě prožívá své vrcholné období. Teorie řízení procesů je v principu nezávislá na odvětví a velikosti podniku či jiné organizace. Obecná definice *procesu* (v daném kontextu, jinak je toto slovo proslulé spoustou významů) je až příliš jednoduchá: proces je transformace vstupů na výstupy, má svého vlastníka a svého zákazníka a je součástí určitého jemu nadřazeného systému. Pojem *proces* může být kvalitativně významným příspěvkem v otázkách dělby zodpovědností a pravomocí. Proces má význam jak na úrovni operačního, tak na úrovni taktického a strategického řízení. Je přirozené, že bude hrát klíčovou úlohu i v interakci mezi těmito úrovněmi. Vhodnými prostředky k aplikaci pojmu *proces* jsou sítě procesů, popř. i jiné struktury (např. hierarchické struktury cílů řízení), utvářené z procesů. Procesy se uplatňují v oblasti identifikace vzájemných vztahů a účinků lidských aktivit a jsou předurčeny k jejich optimalizaci.

mu oproti modelu 2B schází buď celistvost, nebo vhléd do vnitřních mechanismů (tedy kauzální vidění). Schází-li modelu celistvost, z dílčích optim zpravidla neposkládáme globální optimum. Schází-li vnitřní vhléd (kauzální vidění), budeme jen s obtížemi zjišťovat, co vlastně máme udělat, abychom vyvolali žádoucí změnu skutečných výstupních dat, a nezbude nám než metodou „pokus-omyl“ navrhnout a uskutečnit vnitřní změnu reálného objektu a potom počkat třeba rok, než se nahromadí nová historická data.



Obr. 6. Umělá „skutečnost“ ztělesněná trenážérem může být zdrojem hlubokých poučení o vnější skutečnosti bez uvozovek

Na kauzálním počítačovém modelu 2B (popř. 2A) lze ovšem vnitřní změny vyzkoušet v době o několik řádů kratší!

*Dobrý model 2B může (a nejen ve výuce a výzkumu!) posloužit také jako náhrada vnější, objektivní skutečnosti té které firmy, toho kterého objektu, tedy jako trenážér (např. ekonomický).* Jako by se tmavomodrá plocha – viz obr. 6 – na chvíli stala vnějším světem (např. firmou a jejím okolím). A tento „vnější svět“ nám, na rozdíl od skutečného světa, rychle zodpoví skoro každou otázku. Nalezneme v něm (jsou na to vhodné metody) i globální optima (platná v onom „vnějším světě“). Pak pro porovnání:

1. Provedme dekompozici, po částech optimalizujeme a složeme „celkové optimum“ z těchto částí. Bude zpravidla o dost horší než „globální optimum“.
2. Zaznamenejme časové řady, které model 2B produkuje a pak – v tomto myšlenkovém experimentu – zapomeňme, co je uvnitř modelu. Zaznamenaným časovým řadám přiřadíme vhodný matematicko-statistický model. Řekněme, že získané výsledky (např. dlouhodobá rentabilita) nás

neuspokojí. Rádi bychom tedy „uvnitř“ něco změnili. Ale přímo v modelu to udělat nelze, protože jeho „vnitřní mechanismus“ neznáme (je zapomenut).

*Tmavomodrá plocha na obr. 6 (tj. vhodný model 2B) je tedy – pro jistou „laboratorní“ práci – podobným systémem jako bleděmodrá plocha na obr. 4 pro práci s vnější skutečností. Ukážeme si to v druhé části tohoto článku na příkladech.*

## 5. Závěr první části článku

Význam celostních kauzálních simulacních modelů (zde pro stručnost označených 2B) je v článku vyzdvížen proto, že jejich možnosti bývají příliš často opomíjeny. Racionální je využívat všechny čtyři typy modelů podle obr. 1 – mohou se mj. i vzájemně podpořit (např. při absenci některých dat).

Obsahem druhé části tohoto článku je komentovaný příklad, ve kterém je názorně a dosti podrobně prezentována situace již zobrazená na obr. 4, obr. 5 a obr. 6.

*(dokončení v příštím čísle)*