

JOSEF KROB

## PROBLÉMY MATEMATIZACE SPOLEČENSKÝCH VĚD

Matematizace, formalizace, exaktnost apod. jsou pojmy a skutečnosti, které si v oblasti vědeckého poznání dobývají stále významnější místo a stávají se velmi často nástrojem nejen přírodních a technických věd, kde je jejich využití zřejmé a nesporné, ale v současnosti se stále více diskutuje o možnostech širšího zapojení těchto metod i do poznání věd společenských. Vzrůst úlohy matematiky a jejích prostředků v ostatních vědách je zřejmě stimulován především rozsáhlými možnostmi využití výpočetní techniky i v takových oblastech lidské činnosti, kterým byla dosud matematika a její metody velmi vzdáleny.

V tomto příspěvku bych se chtěl zabývat některými problémy matematizace právě těchto oborů lidské teoretické činnosti v konfrontaci s názory některých filozofů a matematiků, kteří soustřeďují svůj zájem na možnosti užití matematických metod a formalizace v ostatních speciálních vědách, případně i ve filozofii. Termín „užití“ nevystihuje však zcela přesně podstatu problému, protože se zde nejedná jen o aplikování jednotlivých matematických metod v systému konkrétních věd, ale mnohdy i o organické začlenění matematických postupů v širokém slova smyslu, tedy formalizovaných pravidel pro zpracování a získávání informací, do samotného aparátu vědy. Chtěl bych se zde zabývat především některými spornými otázkami ve vztahu matematiky a ostatních věd, neboť na přístupu k těmto otázkám a jejich řešení v mnohém závisí další úspěšné prohlubování matematizace věd.

Domnívám se, že nejdříve je nutné vyjasnit vztah mezi samotnou matematikou a vědami, pro které se používání matematických metod stalo již samozřejmostí — to vše na jedné straně —, a ostatními vědami, u nichž tomu tak dosud není, na straně druhé. Např. akademik A. A. Dorodnicyn se snaží tento vztah interpretovat jako vztah exaktnosti a popisnosti. Mezi exaktní vědy řadí matematiku a vědy fyzikální — mechaniku, termodynamiku, kvantovou mechaniku apod., přičemž exaktní vědu charakterizuje jako takovou, „která dokáže na základě určité výchozí informace dostatečně přesně předvídat vlastnosti zkoumaných objektů a vztahy mezi

nimi“.<sup>1</sup> Všechno ostatní jsou vědy popisné, které „jsou víceméně pouhým soupisem poznatků o zkoumaných objektech a procesech, přičemž mezi těmito poznatky někdy ani není zřejmá souvislost, nebo častěji — je omezena jen na nějaké kvalitativní vztahy. Ale mohou zde být i nějaké nesoustavné poznatky o kvantitativních vztazích (zjištěné zpravidla empiricky)“.<sup>2</sup> Z toho si tedy můžeme udělat závěr, že všechny současné ostatní vědy nejsou nic jiného než poznatky bez souvislostí, které případně zachycují nějaké kvalitativní a v lepším případě i kvantitativní vztahy.

Popisnost a exaktnost nejsou podle Dorodnicyna trvalé charakteristiky vědy, ale jsou to její vývojové etapy. Popisné období je v tomto pojetí typické zejména sbíráním informací o zkoumaných objektech, posléze tříděním těchto informací a nakonec objevováním souvislostí a vztahů mezi objekty; tyto vztahy jsou objevovány analýzou a tříděním informací, přičemž jejich adekvátnost je určena pouze empiricky.

Poté dochází podle tohoto autora k „zvratu kvantity v novou kvalitu“,<sup>3</sup> k matematizaci věd, a k této nové kvalitě se v současnosti propracovaly již zmíněné exaktní vědy. Jediným rozdílem mezi živelným hromaděním faktů a vědeckým sběrem a klasifikací informací v popisné fázi vývoje vědy — alespoň jediným, který autor uvádí — je cílevědomost, ale ani ta ovšem nebrání někdy značně subjektivnímu hodnocení v popisné vědě. N. N. Moisejev v úvodu zmíněné knihy tyto myšlenky ještě zdůrazňuje a upřesňuje, když zcela jednoznačně říká, že „míra užití matematiky se tak pro každý obor (včetně společenských věd — pozn. J. K.) stává zvláštním měřítkem jeho zralosti, vědeckosti“.<sup>4</sup> Takovýmto chápáním úlohy matematiky se dostávají autoři až ke Kantově myšlence, že „v každé teorii o přírodě je tolik vědy, kolik je v ní matematiky“,<sup>5</sup> a mechanicky se snaží rozšířit její platnost i na vědy společenské. Využívání přísných formalizovaných pravidel pro zpracování informací v jednotlivých vědách se tak v tomto pojetí ztotožňuje se samotnou vědeckostí těchto oborů. Matematika se tímto způsobem přisuzuje úloha kritéria a garanta vědeckosti ostatních oborů, ale současně se říká: „./.../ ať je matematika, tato matka věd, jakkoli dokonalá, bezprostředně plní jen jedinou funkci: zpracovává informace tak, aby se podle nich dalo rozhodovat“!<sup>6</sup> Ponecháme-li stranou „matku věd“ a její dokonalost, domnívám se, že toto „pouhé“ (s plným vědomím uvozovek u tohoto slova) zpracování informací nemůže v plné míře nahradit rozhodnutí o vědeckosti kteréhokoliv oboru lidské teoretické činnosti, i když je to třeba jeden z ukazatelů toho, jak daný obor dokáže jasně a bezesporně formulovat své základní pojmy a otázky. Ovšem ani samotná bezespornost, která by zřejmě mohla vyplynout z použití přísných formalizovaných pravidel (ať už jako předpoklad nebo výsledek formalizace), nemůže sama o sobě mít rozhodující slovo v otázce vědeckosti. Kromě toho se domnívám, že funkce matematiky, jak je vyjádřena v uvedené citaci, je značně zúžena a zjednodušena. Myslím si, že může plnit například heuristickou funkci a že konečný cíl — rozhodování — je mnohonásobně zprostředkován a během tohoto zprostředkování může matematika plnit řadu dalších funkcí.

Na druhé straně je však nutno přiznat, že i již pouhé zpracování informací s cílem vybudovat takový matematický model, který by usnadňoval rozhodování ve skutečnosti, nebo vůbec matematické zpracování ur-

čitého souboru informací s jistým praktickým zaměřením, poukazuje na ne nevýznamnou skutečnost. Mnohdy se totiž vyžadují a shromažďují informace, které se následně při použití matematických metod ukazují jako zbytečné, a naopak informace nezbytné vyhledávány nejsou nebo za nezbytné nejsou vůbec do tohoto okamžiku považovány.<sup>7</sup> Současně je však třeba zdůraznit, že toto platí především v případech, kdy sledujeme určitý praktický efekt, např. vytvoření podkladů pro bezprostřední zdůvodnění rozhodnutí (řízení ekonomických komplexů apod.). Ovšem pokud jde o vědecké poznání v celé jeho složitosti, domnívám se, že zde neexistují zbytečné informace; jsou jen fakta, hypotézy, domněnky atd., které dosud neumíme zařadit do širších souvislostí a mnohdy tak nechápeme jejich význam.

Tyto podle mého názoru podstatné nedostatky jsou důsledkem uvedené pojetí popisnosti a exaktnosti, s kterým nelze proto souhlasit. Je samozřejmé, že každá věda musí ve svých počátečních fázích shromažďovat a třídit informace, v tomto období je tedy převážně popisná. Domnívám se však, že další cesta od popisnosti nevede nutně jen k exaktnosti díky užití matematických metod, ale i k teoretické neexaktní (= nematematické) vědě, kde matematické metody, i když jsou vítané, nejsou bezpodmínečně nutné, případně pouze jako pomocné metody. Je to dáno tím, že přísná exaktnost souvisí s určitým typem vědy a že např. společenské vědy, ve kterých lze samozřejmě do určité míry využívat matematické metody, nebudeme moci pro specifičnost jejich předmětu — společenských procesů — ani v budoucnu charakterizovat jako exaktní. Exaktnost se svým českým ekvivalentem „přesnost“ tedy není pojem, který by obsahoval hodnotící moment a vytvářel předpoklady pro hierarchizaci a hodnocení věd. Je to pouze charakteristika určitého přístupu k osvojování reality a její myšlenkové reprodukce. Násilné „zexaktňování“ společenských věd se pak jeví jako jemnější obdoba chyb mechanického materialismu nebo Comtovy fyziky společnosti. Matematické metody nemohou být proto jediným a rozhodujícím způsobem poznávání člověka a jeho světa a kritériem společenskovední racionality, i když se mohou tohoto poznávání účastnit — někdy poměrně významně — ale to vždy pouze jako pomocné metody. A pouze jako metody, nikoliv kritéria. Kromě toho popisnost nemizí z vědy překonáním počátečního stupně vývoje, ale je ve vědě stále v určité míře obsažena, zejména při budování nových teorií.

Podíváme-li se na tento problém z druhé strany, můžeme říci, že nejasnosti v základních pojmech a tvrzeních v jakékoliv vědě žádné matematické metody neodstraní, ovšem můžeme kladně hodnotit, že právě např. při formalizaci tyto nejasnosti vystoupí zcela zřetelně na povrch a poukáže se na nutnost jejich přepracování. Ovšem typ vědy se nemůže změnit ani použitím netradičních metod, „/.../ metoda používaná ve vědě nemůže být rozhodujícím znakem, jímž se vědy navzájem liší“.<sup>8</sup>

Pokud jde o otázku zralosti vědy, tak ani tady nemůže být metoda (nebo jinými slovy „míra užití matematiky“) rozhodujícím měřítkem. Zřejmě má spíše pravdu G. I. Ruzavin, který říká, že o zralé vědě můžeme hovořit tehdy, jestliže tato začíná pracovat ne s jednotlivými teoriemi, ale s celým systémem teorií, zejména pak tehdy, jestliže se začne zajímat také o vztahy mezi těmito teoriemi.<sup>9</sup> Je nutno přiznat, že právě v této oblasti se na-

bízí matematickým metodám široké pole působnosti. Ovšem stejně nutně si je třeba uvědomit, že takto chápaná zralost vědy vždy úzce souvisí s obsahovou bohatostí jejích teorií a žádná formalizovaná pravidla pro zpracování informací nejsou schopna tuto bohatost obsahu beze zbytku zachytit. Tento problém je také přítomen v otázce tzv. mnohosti matematických modelů.<sup>10</sup> Mnohost modelů vyjadřuje — zjednodušeně — ten fakt, že jedna a táž skutečnost může být popsána či zpracována různými matematickými prostředky (= může být zobrazena v různých modelech) nebo mohou být tyto prostředky použity na různé skutečnosti nebo různé aspekty téže skutečnosti (= jeden model může být zobrazením různých jevů). Kromě všech těchto skutečností je možné ještě upozornit na to, že i matematika jako věda má své dějiny, procházela a i nadále prochází různými vývojovými stupni a její použití jako etalonu vůči ostatním vědám, které se navíc podstatně liší svým způsobem zobrazování světa, je nepřiměřené.

V žádném případě nechci ovšem vystupovat proti matematice a popírat její přínos pro ostatní vědy; úloha matematiky a matematizace věd se stává stále významnější a je již na první pohled zřejmá především v souvislosti s rozvojem výpočetní techniky. Obávám se jen, aby některé příliš nekritické přístupy nevedly od jednoho extrému — dřívějšího strachu z matematiky — k extrému druhému — k absolutizaci matematických metod a odtud velice snadno k víře v jejich všemocnost.

Je-li přesto používáno matematických metod jako kritéria pro hodnocení vědeckých teorií, je třeba mít neustále na paměti, že se jedná o dílčí kritérium a že tímto způsobem vzniklá klasifikace je jen jednou z mnoha možných dalších typů klasifikací. Některé z nich bych zde uvedl. Například Ljapunov<sup>7</sup> rozeznává čtyři stupně vědeckých teorií. Prvním je empirické zobecnění a výklad empirických dat a tyto teorie jsou pak obsahem teoretické přírodovědy. Další tři stupně se objevují již v rámci matematické přírodovědy. Nejnižší úroveň matematického zpracování materiálu jsou matematické modely individuálních jevů, následují matematické teorie tříd jevů a nejvyšším stupněm jsou modely, které nezahrnují jen vlastnosti objektů, ale i logické operace s nimi.

Další z možných klasifikací uvádí G. I. Ruzavin.<sup>11</sup> Dělí teorie především na logickomatematické, do kterých patří všechny matematické teorie a teorie formální logiky ve formě výpočtů, a na teorie, které se zabývají empirickým materiálem, k nimž pak řadí kromě teorií přírodovědných ještě i velkou část teorií sociálních a humanitních. Kromě tohoto základního dělení rozlišuje dále teorie fenomenologické a nefenomenologické „podle hloubky proniknutí do podstaty zkoumaných jevů a hloubky odkrytí vnitřního mechanismu probíhajících procesů“.<sup>12</sup> Další z typů klasifikace, který Ruzavin uvádí, je podmíněn charakterem předpovědi dané teorie. Podle toho je dělí na dynamické, ve kterých je předpověď zcela jednoznačná a hodnověrná, a na stochastické, ze kterých můžeme získat pouze pravděpodobnostní předpovědi.

Všechny tyto vybrané klasifikace vědeckých teorií mají víceméně specifický charakter; u Ruzavina je to konkrétně zkoumání struktury teorií, u Ljapunova využití matematických modelů při popisu jevů apod. Jsou tedy použitelné v podstatě v předem daných vymezených souvislostech

a nemohou tak plně nahradit klasifikaci, která vychází ze zásadních odlišností předmětu, kterým se tyto teorie zabývají. Je zřejmě nutné brát v úvahu také tu skutečnost, že matematika měla v celé své historii vždy blíže k vědám přírodním, byla formována úkoly přírodních věd a pro jejich řešení a od společenských oborů udržovala vždy větší odstup (nebo společenské vědy od ní). Kromě zásadních odlišností předmětu jednotlivých typů věd je toto zřejmě jedna z příčin, proč nyní matematika postrádá aparát použitelný ve společenských vědách, aniž by to přinášelo takové množství problémů, a na druhé straně mají společenské vědy potíže s přizpůsobováním svého kategoriálního systému tak, aby bylo smysluplné matematické zpracování. Ruzavin, přestože dokládá svůj výklad především fyzikálními teoriemi, snaží se formulovat závěry tak, aby byly použitelné i ve společenských oborech a zmenšil se tak odstup matematiky a humanitních věd. Na rozdíl od Dorodnicyna a Moisejeva, kteří principy matematizace přírodních věd přenášejí zcela mechanicky na vědy společenské a kterým z toho pramení řada již výše zmíněných nedostatků.

Na závěr bych chtěl ukázat na jednom příkladu hlavní problémy, které jsou typické pro matematizaci společenských teorií. Tímto příkladem je stať A. N. Voruščuka „Modelování systémů a demografie“.<sup>13</sup> Přináší řadu otázek a problémů, které se objevují v souvislosti s použitím systémového přístupu a matematických modelů v demografických procesech, tedy v oblasti, která pro svůj charakter v mnohém dosud vzdoruje využití formalizovaných postupů a samozřejmě i jakémukoliv řízení a ovládání a zákonitě se tak objevuje otázka o principiální nemožnosti důsledné matematizace těchto a dalších podobných sociálních jevů.

V úvodu, víceméně mimochodem, naráží autor v souvislosti s budováním a řešením rovnic simulačního systému na otázku vztahu determinismu a demografického modelu. Je zde správně zdůrazněna nepodloženost kritiky determinismu v demografických modelech a nebezpečí redukování determinismu jeho metafyzickým výkladem, který vylučuje uvědomělý zásah člověka do těchto procesů. Autor v této souvislosti říká, že „determinismus modelu ve skutečnosti neznamená, že lidé nemohou uvědoměle jednat a řídit společenské procesy“.<sup>14</sup> V podrobném zkoumání otázek a problémů spojených s užitím přísných formalizovaných pravidel v demografii se ukazují těžkosti modelování demografických procesů a snad dokonce i nemožnost praktického využití simulačních systémů v rámci tradiční demografie. Tyto obtíže jsou doloženy otázkami, které se objevují v souvislosti s pokusy definovat pojmy porodnost a úmrtnost, což je podmínkou jejich formalizace.<sup>15</sup> Rovněž tak samotný fakt zrození organismu je chápán velmi rozdílně, je interpretován různě pro různé populace, což ztěžuje už i pouhé analogie mezi nimi. Obecnější a abstraktnější definice, která by obsáhla všechny uvažované populace, je zase metodologicky nevýznamná a možnosti její formalizace se příliš nezlepší.

Na základě těchto a dalších argumentů a i obecně známých skutečností (na bázi pouhého statistického zpracování dat není možné vypracovat dostatečně přesné dlouhodobé předpovědi demografických procesů, extrapolace je zde omezena na poměrně krátkou dobu, po které je nutno volit nové veličiny a doplňovat další informace) vzniká představa o nepoužitelnosti přísných formalizovaných pravidel v demografii. Objevuje se zde

tedy otázka oprávněnosti tohoto názoru, jejíž řešení nás může zavést zpět k úvahám o jednotlivých typech věd, o specifických odlišnostech předmětů těchto věd, o adekvátnosti modelů vzhledem k obsažnosti a mnohodoménovosti zkoumané reality atd.

Je pravděpodobné, že Voroščukovova naděje vkládaná do systémového přístupu ke zkoumání demografických procesů je v mnohém oprávněná. Voroščuk např. počítá i s embryonálním stadiem vývoje jedince a snaží se i dalšími způsoby těsněji spojit biologické, ekonomické a sociální faktory určující reprodukci lidské populace.

Je nesporné, že systémový přístup určitým způsobem rozšiřuje možnosti poznání zkoumané skutečnosti, ovšem stejně tak je jisté, že ani systémovost není univerzálním klíčem a — stejně jako u matematizace — nemůžeme spoléhat na to, že nám vyřeší všechny otázky.

Tímto všim nechci tvrdit, že matematické metody jsou pro společenskovední obory nepřínosné, snažil jsem se pouze zdůraznit, že možnosti těchto metod můžeme plně využít jen tehdy, když budeme správně interpretovat jejich postavení a úlohu v teorii a budeme při matematickém zpracování přistupovat diferencovaně i k obsahu těchto teorií.

<sup>1</sup> *Číslo a myšlení*. Praha 1978, s. 17.

<sup>2</sup> *Tamtéž*, s. 17.

<sup>3</sup> *Tamtéž*, s. 19.

<sup>4</sup> *Tamtéž*, s. 6.

<sup>5</sup> Kant, I.: *Metaphysische Anfangsgründe*, Vorrede. In: Zelený, J.: *Úvod do filozofie*. Praha 1969, s. 141.

<sup>6</sup> *Číslo a myšlení*, s. 8.

<sup>7</sup> Srov. Karpovová, N. I.: *Matematizace vědy: problémy a důsledky*. (Podle poznámek člena korespondenta AV SSSR A. A. Ljapunova) In: *Číslo a myšlení*, s. 25.

<sup>8</sup> Ruzavin, G. I.: *Vědecká teorie*. Praha 1984, s. 44.

<sup>9</sup> *Tamtéž*, s. 44.

<sup>10</sup> Podrobněji Zapletal, I.: *K obtížím matematického modelování*. *Filozofia* 1983, č. 1.

<sup>11</sup> Ruzavin, G. I.: *Vědecká teorie*, s. 32–42.

<sup>12</sup> *Tamtéž*, s. 34.

<sup>13</sup> Stať je uveřejněná ve sborníku *Číslo a myšlení*.

<sup>14</sup> *Tamtéž*, s. 84.

<sup>15</sup> Resp. jde o to, jak stanovit vztahy těchto definovaných pojmů k biologickým, ekonomickým a sociálním faktorům a vyjádřit tyto vztahy pomocí parametrů, které by bylo možno použít pro sestavení simulačních systémů.

## LES PROBLÈMES DE MATHÉMATISATION DES SCIENCES SOCIALES

Dans le présent article l'auteur veut attirer l'attention sur quelques questions qu'il pose en base du problème de mathématisation des sciences sociales. Il s'agit avant tout de la liaison même entre les mathématiques et des méthodes mathématiques d'un part et des théories sociales d'autre part, de la liaison entre „la description et l'exactitude“; il s'agit aussi des critères d'évaluation des théories scientifiques et de leurs classifications. Dans la conclusion de l'article l'auteur veut démontrer la légitimité de ces questions sur l'exemple concret du rapport entre la démographie et les modèles mathématiques.