

Vědecký svět se zatřásl - provokující WOLFRAM

Stephen Wolfram,*(Nový druh vědy) A New Kind of Science, 2002*

Jan Kapoun, Internet magazín č.70

Je vesmír jakýsi druh počítače? Tvoří komplikovanou realitu našeho světa řada algoritmů? Skrývá se za složitými vzorci, jimiž současná fyzika popisuje přírodní zákony, ve skutečnosti jednoduché matematické zákonitosti? Pokud si myslíte, že tyto otázky jsou nesmyslné a směšné, britský fyzik a matematik Stephen Wolfram vás vyvede z omylu. V polovině tohoto roku vydal knihu, která otfásla vědeckým světem. Autor je přesvědčen, že výsledek jeho práce ovlivní všechny vědecké obory.

Stephen Wolfram pracoval na knize Nový druh vědy (A New Kind of Science, 2002) více než deset let. Ihned po vydání vzbudila jeho práce neobyčejný zájem a stala se přes svůj rozsah překvapivým bestsellerem. Knihkupci i recenzenti nad tím jenom nechápavě vrtí hlavou. Nebývá totiž zvykem, aby se publikace o matematických zákonitostech v rozsahu 1200 stran dostala na přední místa v žebříčcích bestsellerů a v prodejnosti překonala i romány Stephena Kinga a Danielly Steelové. Wolframovo monumentální dílo se tak stalo nejen vědeckým, ale i společensko-kulturním fenoménem (viz článek The Man Who Cracked The Code to Everything, www.wired.com/wired/archive/10.06/wolfram.html).

Náplní knihy je popis a aplikace matematického modelu, vysvětlujícího řadu vědeckých problémů a propojujícího zdánlivě vzdálené obory, jako je fyzika, biologie či ekonomika. Tento model, nazývaný cellulární automat, v zásadě odráží jednoduchý princip, jenž vytváří komplexní a složité předivo skutečnosti, která nás obklopuje. „Před třemi stoletími ovládla vědu myšlenka, že fyzikální realitu lze popsat matematicky,“ říká autor. „To dokázali Newton i Einstein. Cílem mé knihy je provést další transformaci našeho poznání: představit nový druh vědy založený na obecných pravidlech, která se chovají jako jednoduchý počítačový program.“

Z Wolframova pohledu je vesmír vlastně gigantický počítač, pracující na základě jednoduchých matematických principů. Tahle představa samozřejmě není nová. Hovořil o ní již na začátku 80. let minulého století například americký fyzik Ed Fredkin (www.digitalphilosophy.org), ale dosud nikdo ji nerozpracoval do tak dokonalého systému, jako právě Stephen Wolfram, označený časopisem Wired za „Boba Dylana moderní fyziky“.

Terry Sejnowski, odborník na neuronové sítě ze Salkova Institutu pro biologická studia (www.salk.edu), poznamenal: „Stephen Wolfram je bezesporu jedním z nejinteligentnějších vědců naší planety. Jeho publikace je naprosto fascinující a bude mít stejný dopad, jako Newtonova Principia.“

Pozor, génius!

To jsou odvážná slova. Ale kdo vlastně je Stephen Wolfram, který tvrdí, že vytvořil nové paradigma? Šílený vědec? Fantasta s mesiášským komplexem? Nikoli. Je to muž, jenž má ve svých třiáctýřiceti letech za sebou nejen oslnivou dráhu matematika a teoretického fyzika, ale i zkušenost softwarového vývojáře a velmi úspěšného podnikatele. Na svém kontě má řadu objevů v různých oborech. Nadto je průkopníkem ve využívání počítačů ve vědecké práci a autorem patrně nejpouplárnějšího matematického softwaru.

Nikoho asi nepřekvapí, že Wolfram (nar. 1959) už v dětství jevil známky nesporné geniality. Dokázal toho využít a zpracovával za peníze studentům z vyšších ročníků matematické úkoly. V pouhých patnácti letech, ještě před vstupem na univerzitu, publikoval svůj první vědecký článek, týkající se problematiky elementárních částic. Další oblastí, jež ho eminentně zajímala, byly počítače. Již v polovině 70. let se začal zabývat programováním, ale tehdy ještě netušil, jak významnou roli sehrají počítače v jeho dalším životě.

Oxfordská univerzita (www.ox.ac.uk) přijala mladého génia s otevřenou náručí, nicméně Stephen byl přednáškami zklamán. Brzy je přestal navštěvovat, namísto toho studoval sám v knihovně a zkoušky skládal s předstihem několika ročníků. Nesnesitelný šprt? Vůbec ne. Při studiu stačil pracovat v Rutherfordově laboratoři (Rutherford Laboratory, www.rl.ac.uk) a hojně publikoval ve vědeckých časopisech. Vedle vlastních počítačových programů začal záhy využívat i ARPHANET, počítačovou síť, která byla předchůdcem dnešního internetu.

Když Oxford opouštěl, provázela ho pověst zatracené nadějného teoretického fyzika. Zabýval se především vztahem elementárních částic a moderní kosmologie. Není proto divu, že zamířil na Kalifornský institut technologie (Caltech, www.caltech.edu), kde k jeho profesorům patřily největší postavy fyziky druhé poloviny 20. století: Richard Feynman a Murray Gell-Mann. Wolfram se v konkurenci bystrých amerických mozků neztratil. Již ve dvaceti získal titul Ph.D a záhy i tučné stipendium MacArhurovy nadace (www.macfound.org) udělované geniálním jedincům, které mu později pomohlo založit vlastní společnost.

Půvab cellulárních automatů

Z Caltechu vedly jeho kroky na další hvězdnou výspu moderní fyziky, na princetonský Institut pro pokročilá studia v New Jersey (Institute for Advanced Study, www.ias.edu). Zde svého času pracoval Albert Einstein a v parku lze dodnes potkat fenomenálního matematika Johna F. Nashe, o jehož nesnadném osudu a boji s těžkou duševní chorobou vypráví Oscary ověněný film Čistá duše (A Beautiful Mind, www.abeautifulmind.com).

V Princetonu se Wolfram sice nadále zabýval teoretickou fyzikou, ale jeho zájem čím dál více poutala matematika komplexních systémů a umělé inteligence. Šlo zejména o princip cellulárního automatu (CA) vypracovaný Johnem von Neumannem, jakožto model biologického systému schopného sebereprodukce (www.automaton.ch/ca/vonNeumann.html). (Vizualizaci principu cellulárního automatu názorně předvádí animace na webu CSC - finského IT centra pro vědu -www.csc.fi/math\_topics/Movies/CA.html ). Neumannova teorie CA nejprve zapadla, aby se pak vynořila v podobě populární počítačové hry Life, založené na dvourozměrném CA. Hra demonstrovala, jak z jednoduchých počátečních podmínek mohou vznikat složité systémy, podobně jako tomu je v evoluci (psoup.math.wisc.edu/mcell/whatis\_life.html).

Wolframa zaujal princip jednorozměrného (neboli binárního) cellulárního automatu, v němž je každá buňka ovlivňována dvěma buňkami se kterými sousedí. Stav buňky jsou jen dva: zapnuto, vypnuto. Pokud poskládáte jednotlivé řádky (neboli generace) buněk pod sebe, můžete získat představu o průběhu výpočtu automatu. Jednoduchost zadání následně umožňuje prozkoumat všechny možné sady pravidel. Jejich chování Wolfram rozdělil do tříd. Některé z nich spějí k rychlému konci (třída 1), některé k stabilním strukturám (třída 2), jiné k zcela náhodným stavům (třída 3). Poslední, nejzajímavější, vytvářejí nesmírně složité, ale ne náhodné vzory (třída 4). Jednotlivé řady se totiž podle daných zákonitostí vytvářejí automaticky, čímž vznikají neuvěřitelně složité vzorce, z nichž některé připomínají struktury běžné v přírodě, například sněhové vločky, textury lastur nebo tvary listů (viz studie Universality and Complexity in Cellular Automata, www.brunel.ac.uk/depts/AI/alife/al-ca.htm).

Byl to právě Wolfram, kdo na začátku 80. let minulého století publikoval popis lokálních pravidel pro cellulární automaty. Navíc mu došlo, že tyto jednoduché programky díky své schopnosti tvořit komplexní systémy mohou popisovat podstatu složitých přírodních jevů. Začal proto na svém počítači vytvářet nové a nové automatické vzorce a byl doslova fascinován výsledky, když na monitoru vznikaly obrazce, které se shodovaly s grafy a funkcemi vyjadřujícími určité přírodní zákonitosti. Co když právě cellulární automaty jsou klíčem k pochopení světa?

Důležitá odbočka - Mathematica

Aby svou teorii rozpracoval, musel obětovat dlouhé roky studia. Není asi nutno připomínat, že v polovině 80. let se již osobní počítače začaly stávat běžnou součástí života. Wolfram, který s nimi pracoval již více než deset let, si dokázal představit, kam se jejich vývoj bude ubírat. Co mu ale scházelo, byl program pro matematické aplikace. Potřeboval ho především pro výpočty a vizualizaci cellulárních automatů. Z tohoto důvodu díky finančním prostředkům z McArthurovy nadace založil softwarovou firmu Wolfram Reseach a vytvořil program Mathematica ( www.wolfram.com).

Tento krok se v jeho kariéře ukázal jako nanejvýš prospěšný. Nejen proto, že konečně získal výkonný nástroj pro studium cellulárních automatů, ale i proto, že Mathematica z něj učinila zámožného člověka. Program si totiž získal obrovskou popularitu (www.apple.com/macosex/applications/mathematica). Dnes jej využívají jak věhlasné vědecké instituce, tak miliony lidí na celém světě (u nás je autorizovaným prodejcem Mathematiky společnost Elkan, www.elkan.cz). A co je neméně důležité, miliony dolarů, které se díky tomuto softwaru přesunuly na Wolframova konta, mu umožnily věnovat se naplno studiu cellulárních automatů.

Encyklopedie nového druhu vědy

Wolfram na knize začal systematicky pracovat v roce 1991. Stejně jako kolumbijský romanopisec García Márques, když psal svůj vrcholný román Sto roků samoty, se vědec uzavřel před světem ve svém domě, a aby měl na výpočty a psaní klid, pracoval takřka výhradně v noci. Svou prosperující firmu řídil ve spolupráci s několika spolupracovníky, s nimiž komunikoval zvláště prostřednictvím internetu.

Kniha si nakonec vyžádala deset let intenzivní práce. Autor chtěl problematiku cellulárních automatů a jejich univerzálních projevů v přírodě a lidské společnosti dokonale objasnit. Zároveň si kladl nesnadný cíl, aby kniha byla srozumitelná nejen pro odborníky, ale i pro široké publikum. Téměř čtvrtinu rozměrného spisu zabírá poznámková část, obsahující matematický aparát a popis historických souvislostí, což z publikace dělá jedinečnou encyklopedii vědeckého poznávání světa.

Zajímavá je rovněž skutečnost, že Wolfram knihu nepsal jako spisovatel. Dílo se rodilo spíše jako softwarový projekt, při němž, zejména pro bohatý grafický doprovod, využíval svůj program Mathematica. Kvůli názornosti doprovázejí text stovky diagramů, nákresů a tabulek, které autor se svými spolupracovníky postupně upřesňoval a vylepšoval. Z tohoto důvodu, stejně jako u počítačových programů, vznikala alfa-verze a beta-verze knihy.

Zatímco úvodní kapitoly jsou teorií cellulárních automatů, pozdější rozebírají jejich aplikace pro nejrůznější obory. Značnou pozornost věnuje autor uplatnění cellulárních automatů jak při vývoji nových technologií (umělá inteligence, kvantové počítače, nanotechnologie, kryptografie), tak překvapivě i jejich úloze v netechnických oborech (lingvistika, ekonomie, dokonce i filosofie či estetika).

Kniha Nový druh vědy se samozřejmě setkala jak s nadšením, tak se strohým odmítnutím. Neotřelé myšlenky se ostatně nikdy neprosazovaly snadno. Trvalo řadu let, než se všeobecně prosadily Koperníkovy, Darwinovy či Einsteinovy teorie. A cellulární automaty? „Děti se o nich v blízké budoucnosti budou ve škole učit ještě dříve, než se začnou seznamovat s algebrou,“ tvrdí s jistotou Stephen Wolfram. Zhodnocení jeho díla samozřejmě prověří čas. Nicméně už teď je možno říci, že kniha přináší nejen nový pohled, ale je co do svého rozsahu a záběru vskutku mimořádným dílem lidského intelektu. Doufejme jen, že na české vydání nebudeme muset čekat desítky let.

Jan Kapoun

Základní informační zdroje:

Stephen Wolfram: Official Web Site (www.stephenwolfram.com) – životopis, přehled publikovaných knih a článků, online verze článků o CA, FAQ, interviews atd.

Stephen Wolfram: A New Kind of Science (www.wolframscience.com) – podrobný průvodce knihou, ukázky z jednotlivých kapitol, index, recenze.

Wolfram Research, Inc. (www.wolfram.com) – společnost zabezpečující vývoj a prodej programu Mathematica a jeho nadstaveb.

Eric Weisstein's World of Mathematics (mathworld.wolfram.com) – web ověněný řadou mezinárodních cen je informačním zdrojem o všech aspektech matematiky. Rozsáhlý oddíl je věnovaný matematické komplexních systémů a CA.

Cellularní automaty:

Rudy Rucker's Cellular Automata Laboratory (www.fourmilab.ch/cellab)

George Maydwell's Cellular Automata Page (www.collidoscope.com/ca)

Cellular Automaton – startpage (www.automaton.ch)

EvCA – Evolving Cellular automata (www.santafe.edu/projects/evc)

JcaToi - Java Cellular automaton (www.aridolan.com/JcaToi.html)

Tutorial Notes – cellular automata (www.csu.edu.au/complex\_systems/tutorial1.html)

Complex Systems Virtual Library (complex.csu.edu.au/complex/library)