

KRÁSA A ČLENITOST

Takřka všechny běžné struktury a tvary v přírodě jsou nerovnoměrné, vyznačují se neurovnaností, členitostí, drsností. Mají v sobě aspekty nádherně nepravidelné a fragmentované – nejenže jsou propracovanější než úžasná starověká Eukleidova geometrie, ale jsou i mnohonásobně komplexnější. Myšlenka měření nerovnoměrnosti a drsnosti byla po staletí jen marným snem. Je to jeden z těch snů, jimž jsem zasvětil celou svou vědeckou dráhu.

Dovolte, abych se představil. Jako tak trochu vědecký bojovník (a nyní už starý člověk) jsem toho napsal opravdu hodně, nikdy jsem ale nezískal publikum, jaké jsem očekával. Proto bych ve svých pamětech rád nastínil, za koho se považuji a jak jsem se dostal k mnohaleté práci na první teorii drsnosti. Ta se mi pak bohatě odměnila, když se z ní před mýma očima stala jedna ze složek teorie krásy.

* * *

Matematik mnoha talentů Henri Poincaré (1854-1912) poznamenal, že některé otázky musí lidé promyšleně formulovat, kdežto jiné jsou „přirozené“ a kladou se samy. Můj život byl takových otázek plný: jaký tvar má hora, pobřeží, řeka nebo hranice mezi dvěma povodími? Jaký je tvar mraků, plamenů nebo svařovaných spojů? Jaká je hustota rozložení galaxií ve vesmíru? Jak popsat – tak, aby se tím dalo řídit – kolísání cen na finančních trzích? Jak porovnávat a měřit slovní zásobu různých spisovatelů? Čísla měří obsahy ploch a délky. Mohla by nějaká jiná čísla měřit „celkovou hrubost“ zrezivělého železa nebo roztráštěného kamene, kovu či skla? Nebo míru složitosti hudební skladby či abstraktního obrazu? Může geometrie splnit to, co slibuje řecký kořen tohoto slova – pravdivě měřit nejen obdělaná pole podél Nilu, ale i celou Zemi s veškerou její nespoutanou přírodou?

Takové otázky – a dlouhá řada dalších – jsou rozesety po celém spektru přírodních věd a teprve nedávno se jimi svět začal zabývat ... prostřednic-

tvím mé maličkosti. Když jsem během druhé světové války dospíval, stal jsem se obdivovatelem jednoho významného počínu dávného matematika a astronoma Johanneše Keplera (1571-1630). Ten propojil elipsy starořeckých geometrů s omylem řeckých astronomů, kteří se domnívali, že v kruhovém pohybu planet existují a přetrvávají „anomalie“. Kepler využil svých znalostí ve dvou různých oborech - v matematice a astronomii - aby vypočítal, že pohyb planet nijak anomální není. Jejich oběžná dráha je ve skutečnosti elipsa. Mým snem z mládí bylo objevit něco podobného.

Jaký nepraktický sen! Nemohl vést ke kariéře v žádné uznávané profesi a nebyl ani cestou, jak v životě vyniknout - strýc Szolem, který byl význačným matematikem, můj sen opakovaně označoval za dětinský. Osud mi však svými vlastními cestami umožnil, abych celý život strávil sledováním své vize. Díky mimořádné přízni štěstěny a dlouhému a strašlivě komplikovanému životu jsem ji nakonec naplnil.

Při svém keplerovském pátrání jsem čelil řadě výzev. Dobré bylo, že jsem uspěl. Špatnou, nebo možná další dobrou zprávou bylo, že můj „úspěch“ vyvolal velké množství nových a velmi různorodých problémů. Mé příspěvky ke zdánlivě nesouvisejícím vědním oborům byly navíc ve skutečnosti úzce spjaté a nakonec mě dovedly k teorii drsnosti - k úkolu vytyčenému již ve starověku. Řecký filozof Platón jej předložil tisíce let před námi, nikdo ale nevěděl, jak na to. Byl jsem snad tím vyvoleným já?

* * *

Znal jsem se s energickým děkanem jedné významné univerzity. Když jsme se jednou potkali na rušné chodbě, zastavil se a řekl mi něco, na co jsem nikdy nezapomněl: „Vedete si velmi dobře, dáváte se ale osamocnou a obtížnou cestou. Stále přebíháte od jednoho oboru k druhému, vedete nepředvídatelný život a nikdy se nezastavíte, abyste si užil, čeho jste dosáhl. Na tom, kdo nemá stání, se neusazuje mech, ale lidé o vás - za vašimi zády - říkají, že jste úplný blázen. Já si ale vůbec nemyslím, že jste blázen; myslím, že v tom, co děláte, musíte pokračovat. Pro přemýšlivého člověka je nejdůležitějším duševním problémem nebýt si jistý, kým je. Tím vy netrpíte. Nikdy nemusíte začínat od začátku, abyste se vyrovnal se změnou okolností; prostě jen jdete kupředu. V tomhle ohledu jste duševně nejzdravější člověk z nás všech.“

V poklidu jsem mu odpověděl, že nepřebíhám od jednoho oboru ke druhému, ale pracuji na teorii drsnosti. Nejsem jako člověk s velkým kladivem, pro něhož každý problém vypadá jako hřebík. Chtěl mi svými slovy složit poklonu, nebo mě chtěl jenom povzbudit? Brzy jsem to zjistil: prosazoval mě jako kandidáta na udělení významné ceny.

Je duševní zdraví slučitelné s odsouzením k takřka neovladatelnému nepokoji? V Dantově *Božské komedii* jsou ti, pro něž je vyhrazen nejhlubší kruh pekla, odsouzeni k věčnému hledání. Pro mě se ale věčné hledání napříč zdánlivě nesouvisejícími vědeckými disciplínami stalo jedním ze zdrojů životního štěstí. Možná jsem byl nestálý, nikoli ale netečný. Byl jsem hyperaktivní a vnitřně motivovaný, zbožňoval jsem, když jsem se mohl posunovat vpřed a zastavovat se, abych naslouchal a modlil se ve světských klášterech všeho druhu – někdy okázalých a pyšných, jindy zapadlých a opuštěných.

* * *

Ve svých dvaceti letech jsem byl jedním z dvacítky lidí, kteří se ten rok dostali na nejvýlučnější univerzitu ve Francii, École Normale Supérieure. Když jsem v osmdesáti odcházel do důchodu, měl jsem definitivu v podobě Sterlingovy profesury na katedře matematiky Yaleovy univerzity – byl jsem tak jednou ze zhruba dvaceti osob, které se mohly honosit nejvyšší akademickou hodností této školy. Do „aktivního života“ jsem vstoupil a odešel z něj v nejvybranějším a nejváženějším postavení. A během své dráhy se na mě přece jen usadila trocha toho „mechu“.

Od svých pětatřiceti, mého bodu obratu, jsem vedl krajně atypický život na mnoho nejrůznějších, ale vždy plodných způsobů. Připomíná mi to pohádku, v níž hrdina spatří na neočekávaném místě tenkou nit, zatáhne za ni, tahá silněji a silněji, a najednou se před ním odhalí paleta neuvěřitelně zázračných a naprosto neočekávaných věcí. Všechny tyto neočekávanosti „patřily“ do oborů vzájemně od sebe velmi vzdálených. Člověk je mohl se značným užitkem zkoumat nezávisle na sobě, jako jsem to dělal v počátcích kariéry. Později jsem se k tomu postavil z širší perspektivy – a byl jsem za to bohatě odměněn. Bylo najednou snazší zkoumat všechny podobné fenomény z různých oborů tak, aby se jevíly jako „hrášky v lusku“, jako perly různých velikostí na jednom dlouhém náhrdelníku.

Jsou všechny ty různé obory od sebe nepřekonatelně vzdálené? Roztříštil jsem snad své úsilí tak, že se z něj stal sebedestruktivní výstřelek? Možná. Díky přísné a promyšlené sebekontrolě se mi ale dařilo soustředit se na ony drsné a členité tvary, které sice žádné společné označení neměly, ale důrazně si o něj říkaly. To, že jsem propojil všechny tyto oddělené obory do jednoho celku, mě dostalo, krok za krokem, do nečekaného, vzácného a nebezpečně nechráněného postavení zakladatele nového vědeckého oboru, který získává právo na jeho pojmenování. Nazval jsem jej fraktální geometrií.

Každý klíčový aspekt fraktální geometrie trpěl problémem, který fyzikové počátku 20. století označovali za „katastrofu“. Tehdejší teorie předpovídaly, že energie vyzařovaná určitými objekty musí mít nekonečně velké hodnoty. Ve skutečnosti to tak samozřejmě nebylo, takže někde musela být chyba! Tuto „katastrofu“ vyřešila kvantová mechanika, jedna z velkých revolucí fyziky 20. století, jež se stala základem většiny moderních technologií včetně počítačů, laserů a satelitů.

To, co všechny mé „perly v náhrdelníku“ sjednocovalo, byla opačná strana téhož problému. Jádrem mnoha vědeckých oblastí, v nichž jsem se pohyboval, byly veličiny, u nichž se předpokládaly dobře definované konečné hodnoty, jako například délka pobřeží. Tyto konečné hodnoty se ale přesnému určení vzdíraly. Měření délky pobřeží kratšími měřidly odhalovalo menší a menší prvky a vedlo ke stále větší hodnotě. Základním poznatkem ze studia takových oborů bylo, že je zapotřebí takovým veličinám umožnit, aby jejich hodnoty mohly být nekonečné.

* * *

Jak to všechno začalo? Strýc Szolem a já jsme se narodili ve Varšavě. Oba jsme měli dobrou vizuální intuici a ostatní nás oba řadili mezi matematiky. Jenomže nadmíru zajímavé časy, které kletbou stihly jeho a později i moje mladá léta, z nás vytvořily zcela odlišné individuality. Strýc našel svou životní roli v postavení pronikavě cílevědomého a zavedeného specialisty, zatímco já si užíval pozici těžko zařaditelného individualisty.

Strýc dospíval v době první světové války, při toulkách po Rusku, jež tonulo v agonii revoluce a občanské války. Brzy se nechal zasvětit do dobře definovaného oboru, který v sobě neměl nic vizuálního: do klasické francouzské matematické analýzy. Stala se pro něj celoživotní láskou

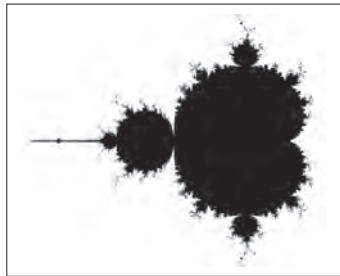
a strýc se dostal až k jejím samotným zdrojům. Zanedlouho převzal její pochodeň a udržoval její plamen v dobrém i špatném počasí.

Moje dospívání připadlo na léta druhé světové války. Útočiště jsem našel na izolované a chudé vysočině střední Francie, kde jsem se prostřednictvím staříčkových, bohatě ilustrovaných knih o matematice nechal uvést do světa obrazů. Po válce a přijetí na École Normale Supérieure jsem si uvědomil, že matematika odstřižená od tajemství skutečného světa není nic pro mě; má cesta proto směřovala jinam.

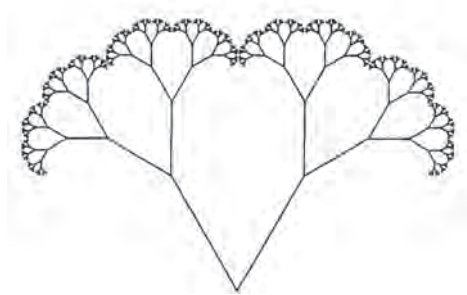
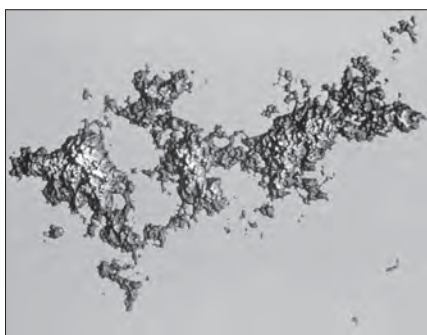
* * *

Půl století před mým narozením Georg Cantor (1845–1918) prohlásil, že *podstata matematiky spočívá v její svobodě*. Jeho kolegové dál vynalézali – tak to alespoň chápali – série tvarů, jimž dávali jména jako „monstra“ nebo „patologie“, a jejich výzkum tlačil matematiku záměrně co nejdále od světa přírody. Já jsem si ale takové tvary s pomocí počítačů sám kreslil a přitom jsem jejich původní záměr obracel zcela naruby. Vymyslel jsem jich později mnohem více a v některých z nich jsem objevil nástroje, jež by mohly přispět k řešení mnoha velmi dávných konkrétních problémů – „otázek vyhrazených kdysi jen básníkům a dětem“.

Zevnitř nejčistší matematiky mě má troufalá hra s opuštěnými „patologiemi“ dovedla k řadě dalekosáhlých objevů. Nádherně složitý tvar známý nyní jako Mandelbrotova množina se považuje za nejsložitější matematický objekt. Studoval jsem jako první stohy obrázků a vytěžil z nich řadu abstraktních hypotéz, které se ukázaly jako mimořádně obtížné, motivovaly ke spoustě tvrdé práce a vynesly řadu vysoce prospěšných výsledků.



Na poli přírodních věd jsem se stal průkopníkem studia důvěrně známých tvarů – hor, pobřežních linií, oblaků, turbulentních vírů, shluků galaxií, stromů, meteorologických jevů a bezpočtu dalších.



Při zkoumání lidských výtvorů jsem začal velmi neobvyklým tématem: zákonem četnosti výskytu slov. Vrcholu jsem dosáhl studiem problému, který byl z hlediska čisté vědy mimořádně přízemní: nepravidelností v pohybu cen na spekulativních trzích. A svou troškou jsem přispěl i ke studiu výtvarného umění.

Kam tedy *skutečně* patřím? Nehodlám říkat, že kamkoli – to se až příliš snadno může změnit na nikam. Když s tím na mě někdo naléhá, říkám o sobě, že jsem fraktalista. Problém, s nímž se neustále střetávám (a nikdy jsem uspokojivě nevymyslel, jak jej vyřešit), spočívá v tom, jak učinit zadost jak částem, tak celku. V těchto pamětech se o to velmi usilovně snažím.



Sečteno a podtrženo, obyčejná staromódní drsnost a členitost ve vědě a umění už přestala být zemí nikoho. Vypracoval jsem pro ni teorii a prokázal, že díky účinným novým nástrojům lze nyní řešit pozoruhodně široké spektrum otázek. Jsou to nástroje, které zpochybňují tradiční pohled geometrie na přírodu, pohled, který považuje nepravidelné formy za beztvaré. Vypadá to, jako bych odpověděl na starověkou Platónovu výzvu a rozšířil záběr racionálního zkoumání na další základní lidský pocit, který zůstával tak dlouho vědecky neuchopený.

V mém životě, jehož běh byl neuspořádanější, než bych si přál, mi základní stabilitu zajistilo třicet pět let u IBM Research a poté dlouhá léta na Yale; žil jsem dost dlouho na to, aby si mé dílo ještě za mého života získalo mnohem velkolepější ocenění, než jsem si kdy dovedl představit.

Kdybych své paměti napsal dříve, možná by byl můj profesionální život o něco snadnější. Odklad byl ale prospěšný - zahladil některé méně důležité podrobnosti a má životní dráha je teď jasnější i mně samému.