

Učitel matematiky

Tomáš Fabián

Benoît B. Mandelbrot - 100 let od narození

Učitel matematiky, Vol. 32 (2024), No. 4, 240–244

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/152997>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2024

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ*:
The Czech Digital Mathematics Library <http://dml.cz>

BENOÎT B. MANDELBROT

—

100 LET OD NAROZENÍ

TOMÁŠ FABIÁN

Matematik, otec fraktálů, Benoît B. Mandelbrot se narodil ve Varšavě 20. listopadu 1924. Jeho rodiče byli litevští Židé, kteří z ekonomických důvodů přesídlili do Polska. Malý Benoît vyrůstal v podnětném prostředí intelektuálně založené rodiny. Svého otce, který obchodoval s oblečením, Mandelbrot charakterizuje jako mimořádně sečtělého a učeného člověka s jasným myšlením. Matka, která promovala jako nejlepší ve svém ročníku na lékařské fakultě, byla zubařkou, protože se tato specializace dala lépe spojit s péčí o rodinu. Velký význam pro něho měl strýc Szolem Mandelbrojt, významný matematik působící ve Francii. Později o něm Mandelbrot napsal, že nikdo jiný tolik neovlivnil jeho vědeckou dráhu tak jako on (Mandelbrot, 2014).

V roce 1931 Mandelbrotův otec kvůli ekonomické krizi odchází do Francie a pět let poté se za ním stěhuje i jeho rodina. Benoît proto dokončuje základní školní docházku již v Paříži a pokračuje ve studiu na lyceu. Na začátku druhé světové války rodina prchá z Paříže do Tulle ve vichistické části Francie. Během války se Benoît se svým bratrem Léonem ukrývali pod falešnou identitou. Nejprve jako učedníci u nástrojáře, poté studenti na Lyceu du Parc v Lyonu, nakonec byli přiděleni jako pracovníci na farmy, Benoît jako koňský pacholek. Díky tomu se oba bratři dočkali konce války ve zdraví, na rozdíl od mnoha členů širší rodiny, kteří takové štěstí neměli a padli za oběť nacistické genocidy (Mandelbrot, 2014).

V období studia na Lyceu du Parc u sebe Mandelbrot rozpoznal schopnost převádět algebraické úlohy do jazyka geometrie a v něm je rychlým a efektivním způsobem řešit.

Všichni ostatní se cvičili rychlosti a přesnosti v těžce proniknutelných, ale pílí zvládnutelných disciplínách – algebře či zjednodušování komplikovaných integrálů – já ale těžil ze své rychlosti a dobrého odhadu, zaprvé při převádění algebry zpět na geometrii, a zadruhé v myšlení prostřednictvím geometrických tvarů. (Mandelbrot, 2014, s. 83)

Po letech se Mandelbrot setkal se svým tehdejším učitelem. Ten se mu přiznal, že spolu se svým otcem, penzionovaným učitelem, trávil dlouhé večery a víkendy ve snaze nalézt nebo vymyslet algebraickou úlohu, kterou by se Benoîtovi nepovedlo převést do geometrie. Nikdy se jim to nezdařilo.

Po válce Mandelbrot vystudoval École Polytechnique, kde mezi jeho učitele patřili i matematici Gaston Julia a Paul Lévy. Po zakončení studia absolvoval postgraduální studium na kalifornském CalTechu. V roce 1952 získal doktorát na pařížské univerzitě. Jeho disertační práce se týkala Zipfova zákona, který popisuje vztah mezi frekvencí výskytu slova v textu a jeho pořadím v seznamu slov seřazených podle klesající četnosti. Zipfovým zákonem se začal Mandelbrot zabývat náhodou, když požádal svého strýce Szolem o něco ke čtení na cestu metrem a ten mu dal recenzi knihy George Zipfa. Už při čtení v metru si Mandelbrot uvědomil, že Zipfův zákon, tak jak je formulován, nemůže být správný. Navrhl proto jeho vylepšení, k němuž použil propojení zákona s teorií informace a se statistickou termodynamikou (Frame, 2014).

Během dalších let prošel několika různými institucemi: MIT, Centre National de la Recherche Scientifique, univerzitami v Ženevě a Lille. Stěžejní pro jeho další práci bylo zaměstnání ve vývojové laboratoři IBM. Jeho spojení s IBM trvalo od roku 1958 až do roku 1993, kdy odešel do penze. V roce 1963 vydává článek *On the variation of certain speculative prices* (Mandelbrot, 1963). V tomto článku si všimá, že pokud u záznamů cen odstraníme jejich měřítko, vypadají grafy denních, měsíčních i ročních záznamů cen stejně. V tom již můžeme spatřovat zárodky uvědomování si fraktální povahy těchto grafů. Dalším stěžejním článkem je *Jak je dlouhé pobřeží Británie?* (Mandelbrot, 1967). V něm Mandelbrot

představuje průlomový pohled na měření nepravidelných objektů, který zásadně ovlivnil naše chápání složitosti přírodních jevů. Ukazuje v něm, že délka pobřeží není konstantní hodnota, ale závisí na stupni detailu, se kterým ho měříme. Naměřená délka se zvětšuje s rostoucím měřítkem, protože do měření musíme zahrnout čím dál tím menší detaily a nepravidelnosti pobřeží.

Průlomová je kniha *Fraktály: Tvar, náhoda a dimenze* (Mandelbrot, 2003), která vyšla poprvé francouzsky v roce 1975, anglicky v roce 1977 a česky v roce 2003. V ní už používá pojem fraktál a zavádí fraktály jako množinu objektů s fraktální dimenzí větší, než je jejich topologická dimenze.

Mraky nejsou koule, hory nejsou kužele, blesk se nešíří po přímce. Fraktální geometrie je obrazem vesmíru, který je hrbolatý, nikoliv rovný, a podobaný nikoliv hladký. Je to geometrie důlků, jamek a hrbolů, pokřivenin, spletí a deformací. (Mandelbrot, 2022, s. 1)

Své myšlenky dále rozvíjí v bohatě ilustrované knize *Fraktální geometrie přírody* (Mandelbrot, 2022). Mandelbrot v ní představuje hlubší ponor do světa fraktálů. Nabízí matematický aparát pro popis jejich vlastností a chování. Kniha se zaměřuje na praktické aplikace fraktální geometrie, zejména v přírodních vědách, a ukazuje, jak lze fraktály využít pro modelování a analýzu komplexních přírodních jevů.

Jedním z nejznámějších a vizuálně nejpůsobivějších fraktálů, nesoucích Mandelbrotovo jméno, je Mandelbrotova množina. Přestože vzniká iterací jednoduché komplexní funkce, je její výsledný obraz nesmírně složitý a obsahuje nekonečně mnoho rozličných detailů. Mandelbrot (2014) přímo píše, že při zvětšování hranice Mandelbrotovy množiny bude to, co uvidíme, stále nádhernější, divočejší a baroknější. Díky těmto svým vlastnostem se stala symbolem fraktální geometrie a je široce využívána v populární kultuře, umění a designu.

Poslední významnou osobou, kterou v tomto krátkém ohlédnutí zmíním a která hrála významnou roli v Mandelbrotově životě, je jeho manželka Aliette. Ta byla pro Mandelbrota významnou

podporou a pomocí, četla a připomínkovala jeho články, trávila dlouhé hodiny vyhledáváním informací v knihovně, doprovázela ho na cestách (Frame, 2014). Podle jejích vzpomínek Benoît Mandelbrot byl jeden z posledních vědců, který nikdy nepoužíval k psaní počítač a vše psal v ruce. Jeho rukou psané texty přepisovala do strojopisu sekretářka. Strojopisný text Mandelbrot znovu upravoval, dopisoval nové pasáže, vyškrtával jiné, vpisoval poznámky a instrukce pro sekretářku k dalším změnám. Opravený text sekretářka opět přepsala a tento proces se opakoval tak dlouho, dokud s ním nebyl Mandelbrot spokojený. (Frame & Cohen, 2015)

Když se Benoît B. Mandelbrot ve svých 85 letech dozvídá smrtelnou diagnózu rakoviny slinivky, lituje jen toho, co vše ještě nestihl udělat. Umírá 14. října 2010.

Literatura

- [1] Frame, M., & Cohen, N. (Eds.). (2015). *Benoit Mandelbrot: A life in many dimensions*. World Scientific Publishing.
- [2] Frame, M. (2014). *Benoit B. Mandelbrot*. National Academy of Sciences. <https://www.nasonline.org/wp-content/uploads/2024/06/mandelbrot-benoit.pdf>
- [3] Mandelbrot, B. B. (2014). *Fraktalista: Rebelem ve vědč. Do-kořán*.
- [4] Mandelbrot, B. B. (2003). *Fraktály: Tvar, náhoda a dimenze*. Mladá fronta.
- [5] Mandelbrot, B. B. (1967). How long is the coast of Britain?. *Science*, 156(3775), 636–638.
- [6] Mandelbrot, B. B. (2022). *The fractal geometry of nature*. Echo Point Books & Media.
- [7] Mandelbrot, B. B. (1963). On the variation of certain speculative prices. *The Journal of Business*, 36(4), 394–419.

Abstract

Benoît Mandelbrot, born in Warsaw in 1924, is considered the father of fractal geometry. Mandelbrot's concept of fractals has significantly influenced mathematics and numerous other fields. The Mandelbrot set has become an iconic symbol of fractal geometry. This article presents the life and work of this significant mathematician.

Tomáš Fabián

PORG

Lindnerova 3

180 00 Praha 8

KMDM PedF UK

Magdalény Rettigové 4

110 00 Praha 1

e-mail: fabian@porg.cz