

# Úvod do Chaotiky

Michal Nevrkla, Jiří Michalík, Peter Pida

Chaos původ nemá, u Hesioda se říká prostě, že "nejdříve ze všeho byl Chaos". Řád je teprve tvůrčím činem, vzniká. Podobně předřecký pelagický mýtus hovoří o Chaosu, z něhož povstala Eurynomé, bohyně všech věcí. Chaos je symbolizován (nebo konkretizován) tmou, nocí, vodou, prázdnotou nebo zející propastí (to je i význam slova chaos) či amorfním stavem látky v kosmickém pravejci, drakem nebo vodní příšerou. Proměna chaosu v kosmos je vyjadřována obvykle přechodem od vody k souši, ze tmy do světla, od amorfnosti k tvaru, ke struktuře, tj. od primární jednoty (či jednoduchosti) k diferenciaci, složitosti. Chaos však aktem stvoření není zrušen, částečně je proměněn ve strukturu, částečně je stále přítomný jako pozadí a neustálá hrozba a konečně je vytlačen jaksí na okraj.

Svět popsaný jednoduchými zákony ještě nemusí být jednoduchý. Tento fenomén - když z jednoduchých rovnic dostáváme složité výsledky - se nazývá chaos. Teorie chaosu tedy *není teorií o nepořádku*. Nepopírá determinismus, netvrdí, že uspořádané systémy jsou nereálné. Neznevažuje vědecké experimenty ani neříká, že modelování složitých soustav je k ničemu.

Myšlenka chaosu se opírá o následující tvrzení:

1. Malé změny v systému mohou způsobit velké fluktuace.
2. Nelze přesně určit stav nějakého systému (polohy a rychlosti jednotlivých atomů ap.)
3. Naopak je jednoduché popsat chování systému jako celku.

Chaos, to je stav, kdy nepatrný zásah do systému se exponenciálně s časem zvětšuje. Například při vzniku blesku, který má typicky fraktální tvar (rozvětvení), chaos hraje podstatnou roli: Vysokým napětím se poruší pevnost vzduchu v blízkosti mraku a na okraji mraku vznikají krátké výboje. Krátký výboj se ovšem elektricky chová jako kousek drátu a na konci tohoto výboje vznikají další. Nepatrná nehomogenita vzduchu kolem mraku rozhoduje o tom, zda blesk praští do vašeho domu nebo do vedlejšího.

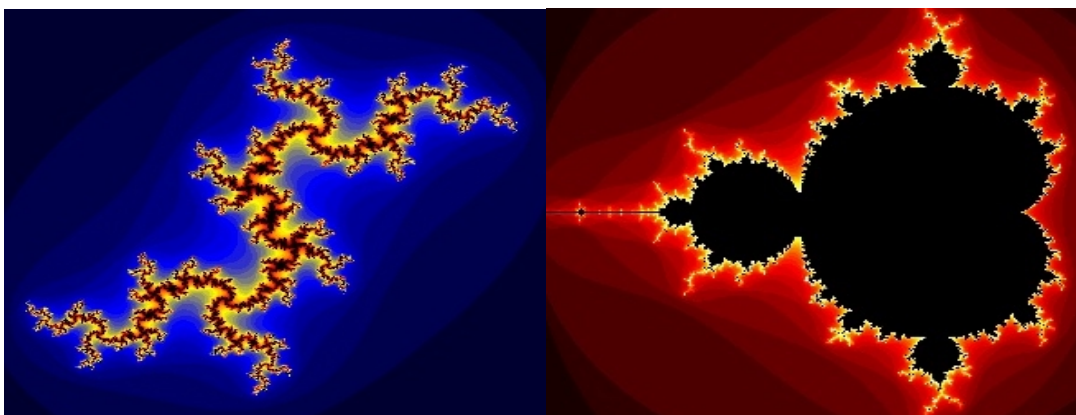
## Fraktály

Slovo fraktál vzniklo z latiny. Znamená zlomený, rozlámaný nebo zlomek. Fraktál je geometrický útvar, jehož části vypadají stejně jako útvar samotný. S tímto etymologickým původem dobře ladí i fakt, že fraktály mají dimenzi vyjádřenou často nějakým zlomkem, obecně neceločíslnou. Nejedná se ale o obyčejnou dimenzi, nýbrž o tzv. Hausdorfovu.

Veškeré geometrické úvahy lidstva se až do konce 19. století odehrávaly čistě nefraktálně. Vyskytly-li se nějaké ojedinělé výkřiky v této době, nedochovaly se a jejich původce měl docela dobrou šanci, že bude označen za psychopata.

Jedním z prvních fraktálů, které se objevily, byla Kochová vločka a Cantorovo diskontinuum. Tyto objekty byly nejdříve označovány za matematická monstra kazící matematiku bez rozumného použití. Dnes víme, že tyto dva objekty nastartovaly éru převratu v geometrii, a že záporné emoce na adresu prvních fraktálů byly jen jedním z mnoha omylů vědeckého světa, způsobených instinktivní nechtí vědců k čemukoliv novému.

Je s podivem, jaké ignoranci ze strany vědců se až do 20. století příroda těšila. Téměř všechny v přírodě se vyskytující jevy a věci fraktální popis přímo vyžadují. Nalezl-li někdo na zemi kámen, prostředky klasické geometrie o něm mohl pouze prohlásit, že je nepravidelný a že neobsahuje žádnou informaci. Fraktální geometrie nám naopak umožní určit, jakou má jeho povrch Hausdorfovu dimenzi, tedy jakousi členitost, a tento údaj nám může dát určitou informaci. Názor, že existují na světě věci, které neobsahují informaci, je mylný. Nejznámější fraktál snad vůbec je Mandelbrot. Nese jméno zakladatele fraktální geometrie, který se zabýval ze začátku studiem pohybů cen na burse a studiem časového rozložení šumu na komunikačních linkách. Oba tyto jevy vykazovaly chaotický charakter a teorie chaosu se používá pro jejich popis.



Juliova množina

Mandelbrotova množina

### Doporučená literatura

- [1] **James Gleick: Chaos** (Ando 1996, recenze např. v časopise Živel č.6)
- [2] **Coveney, Highfield: Šíp času** (Oldag 1995, recenze např. Živel č.5)
- [3] **Horák, Krlín: Deterministický chaos a matematické modely turbulence** (Academia 1996)
- [4] **Marek, Schreiber: Stochastické chování deterministických systémů** (Academia 1984)
- [5] **Coveney, Highfield: Frontiers of Complexity** (The search for order in a chaotic world) (Faber and Faber 1995)