Předsálí Brdičkovy posluchárny

Ústavu fyzikální chemie J.Heyrovského

AV ČR, v.v.i.,

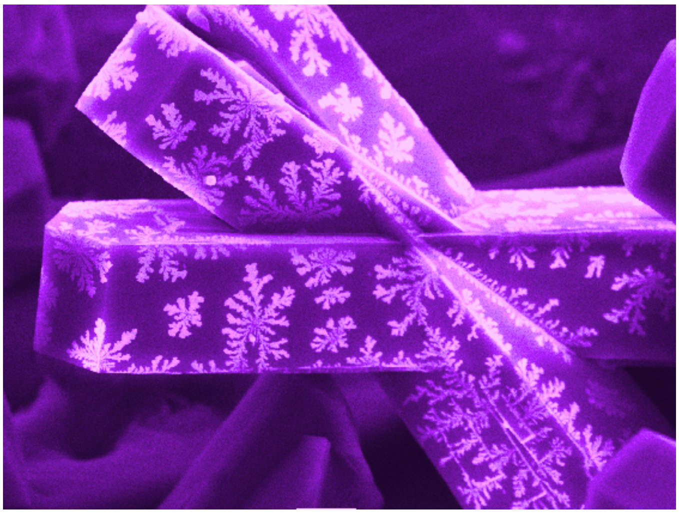
v Dolejškově ulici 3 v Praze 8.

RNDr. Libor Brabec, CSc.

V letech 1979-1984 studium na Přírodovědecké fakultě University Karlovy (obor fyzikální chemie). Diplomová a disertační práce vypracovány v Ústavu fyzikální chemie a elektrochemie J. Heyrovského. (školitelé: V. Hanuš, F. Tureček a Z. Herman). Od roku 1992 se zaměřuje na práci se zeolity a hmotnostním spektrometrem; od roku 2001 pracuje se zeolity a řádkovacím elektronovým mikroskopem.

Vystavené snímky byly pořízeny **řádkovacím elektronovým mikroskopem JEOL JSM-5500LV**.

Řádkovací elektronová mikroskopie
Vzorek umístěný ve vakuu je ozařován paprskem elektronů, pohybujícím se po řádcích na vybrané obdélníkové plošce. Detegovány jsou obvykle nikoli tyto primární elektrony poté, co se odrazí od povrchu vzorku, ale elektrony sekundární, primárními elektrony ze vzorku vyražené. Povrch vzorku tak lze zobrazit mnohem podrobněji. Elektricky nevodivé vzorky je nutno pokrýt tenkou vrstvičkou kovu (např. Pt, tloušťka 10 nm) kvůli odvádění náboje z jejich povrchu.



Krajka na Kříži

Ing. Pavel Janda, CSc.
RNDr. HanaTarábková, Ph. D.

Oba jsou vědeckými pracovníky Oddělení elektrochemických materiálů, Dr. Tarábková je absolventkou Přírodovědecké fakulty University Karlovy v Praze a ing. Janda vystudoval fyzikální a analytickou chemii na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze.

Jejich současná profesní orientace: mikroskopie rastrovací sondou (AFM, STM) v kapalinách a elektrolytech - reakce přenosu náboje na nanostrukturách: nanoporézní TiO_2 pro konverzi solární energie; fullereny; nanotrubice a metalické nanočástice pro katalýzu a ukládání náboje.

Na výstavu přispěli například snímky uhlíkových nanotrubic, nanoporézního oxidu titaničitého, mikrokrystaly různých látek (např. kyseliny pikrové), fullerenových monokrystalů a dalších objektů nanosvěta.

Měření byla prováděna na mikroskopu rastrovací sondou **TopoMetrix TMX 2010** a **Nanoscope IIIa Multimode** (Veeco) technikami tunelové mikroskopie (STM) a mikroskopie atomárních sil (AFM).

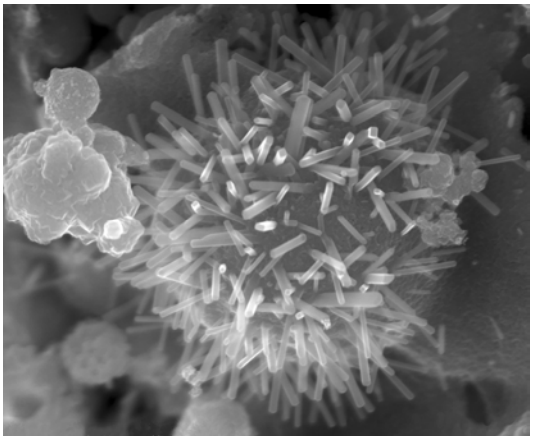
Ing. Jiří Franc, Ph. D.

V roce 1977 ukončil studium na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze (anorganická chemie).
V letech 1977 až 2004 pracoval ve vývojovém oddělení Tesly Blatná (fotodetektory, tenké vrstvy).
Od roku 2004 pracuje v ÚFCH JH v Oddělení elektrochemie, dnes Odd. elektrochemických procesů (mikroskopické techniky).
V roce 2007 obhájil disertační práci na VŠCHT Praha (materiálové inženýrství).

Vystavené snímky byl pořízeny **rastrovacím elektronovým mikroskopem Hitachi S 4800.**

Obraz se tvoří pomocí sekundárních elektronů emitovaných po dopadu primárního svazku na vzorek. Použití horního detektoru je označeno SE(U), kombinace horního a spodního detektoru SE(M). Důležitými parametry zobrazení jsou U_{acc} - urychlovací napětí elektronů a WD - pracovní vzdálenost vzorku od čočky objektivu.

Ježek (bez klece…)



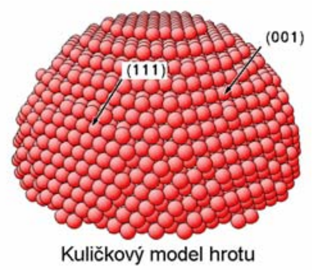
Ing. Jan Plšek, PhD.

Po ukončení studia na Gymnáziu v Náchod absolvoval Fakultu jadernou a fyzikálně inženýrskou ČVUT v Praze (obor: Fyzikální inženýrství - fyzika pevných látek). Na téže vysoké škole absolvoval i postgraduální studium, které v roce 2001 ukončil disertační prací na téma: „Studium tunelování elektronů vrstevnatými strukturami kov-oxid-kov metodou autoemisní mikroskopie“. Od roku 2001 pracuje jako vědecký pracovník v oddělení chemické fyziky se zaměřením na chemii a fyziku povrchů vícesložkových systémů.

Vystavené iontové obrazy představují povrchy čistých přechodových kovů. Tyto obrazy byly získány v laboratoři ÚFCH JH, kterou založil a po dlouhá léta vedl Doc. Dr. Z. Knor, CSc.

Snímky byl pořízeny **autoemisním iontovým mikroskopem**.

Autoemisní iontový mikroskop umožňuje zobrazit jednotlivé atomy vzorku, který je tvořen velice ostrým hrotem. Ten je připravován elektrochemickým leptáním polykrystalických drátů a díky malému koncovému poloměru (r = 50 – 500 nm) je jeho vrchlík tvořen zpravidla pouze jedním monokrystalem. V důsledku zakřivení vrchlíku hrotu se na jeho povrchu vyskytují různé krystalografické plochy (značí se tzv. Millerovy indexy) (***obr. 1***). Na těchto plochách jsou atomy uspořádány s různou symetriíí a různou



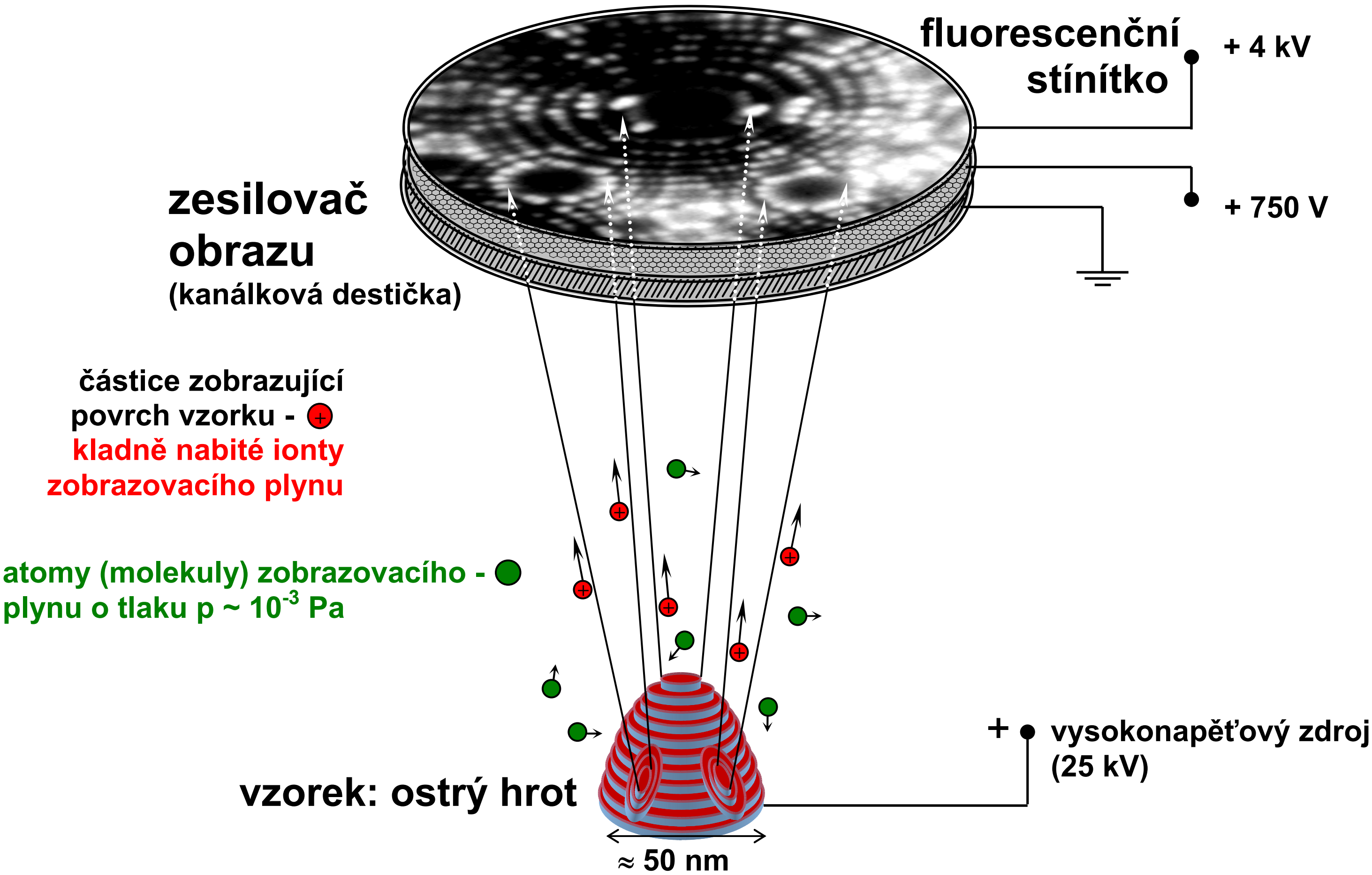
Obr.1

meziatomární vzdáleností. To má za následek, že různé krystalografické plochy mají odlišné fyzikální a chemické vlastnosti.

Povrch hrotu je v autoemisní iontovém mikroskopu (Obr. 2) zobrazován ionty plynů (obvykle se jako zobrazovací plyny používají plyny inertní - He, Ne, Ar). K ionizaci dochází v těsné blízkosti nad povrchovými atomy hrotu vlivem extrémně vysokého elektrického pole (~10^8 V/cm), které se díky malému poloměru zakřivení vytvoří po vložení kladného napětí několika kilovolt na vzorek. Vzniklé ionty jsou po svém vzniku urychlovány směrem ke stínítku ***(obr. 2),*** kde zobrazí místo svého původu a dostáváme tak obraz koncového vrchlíku hrotu se zvětšením kolem milionu (zvětšení je přibližně dáno poměrem vzdálenosti hrot - stínítko k poloměru vrchlíku).

Intenzita iontového obrazu na stínítku, je nízká, a proto se používá k jeho zesílení tzv. kanálková destička. Při teplotě hrotu 78 K lze dosáhnou rozlišení 0,2 až 0,3 nm. Pak jsou na krystalových plochách s malou plošnou hustotu atomů, kde meziatomové vzdálenosti jsou okolo 0,2 nm, viditelné jednotlivé atomy. U hustě obsazených ploch jsou viditelné pouze atomy na hranách těchto ploch (na iontovém obrazu tvoří tyto atomární schody soustředné kružnice).

Obr. 2 Schéma autoemisního iontového mikroskopu



Mgr. Jaroslav Cihelka
Mgr. Věra Hájková (host z FZÚ)

Jaroslav Cihelka je absolventem PřF Univerzity Karlovy (2004). V současnosti dokončuje doktorské studium v oboru Fyzikální chemie (rovněž PřF UK) v laboratoři laserové spektroskopie Oddělení chemické fyziky pod vedením doc. S. Civiše.

S Mgr. Věrou Hájkovou, také absolventkou PřF University Karlovy (2005), která pracuje v oddělení Laserového plazmatu na FZÚ, spolupracuje na řešení společných projektů ÚFCH JH a FZÚ a některá měření jsou prováděna na zahraničním pracovišti FLASH v Hamburku.

K výstavě přispěli několika snímky amorfního uhlíku a křemíku.

Vystavené snímky byl pořízeny **Nomarského mikroskopem** (interferenční mikroskop s fázovým posuvem zde byl využit ke zviditelnění změn povrchu způsobených soustředěným svazkem rentgenového laseru na volných elektronech, pracoviště FLASH Hamburk) nebo **mikroskopií atomárních sil (AFM).**

Záchvěvy…

(Odstřeďování vzorku laserem, snímek z Nomarského mikroskopu)

Doc. RNDr. Svatopluk CIVIŠ, CSc.

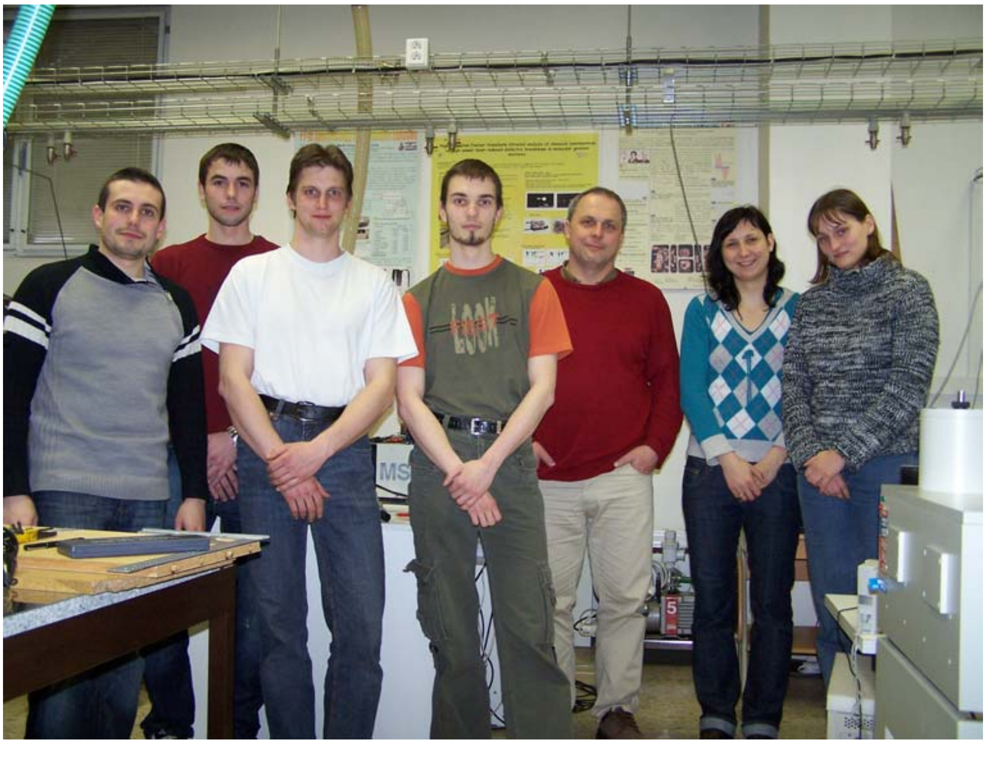
Po absolvování gymnázia v Českých Budějovicích studoval anorganickou chemii na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze, kterou absolvoval r.1979. V letech 1980 až 1984 působil jako vědecký aspirant na katedře anorganické chemie Přírodovědecké fakulty UK, kde v roce 1985 obhájil svou disertační práci.

V letech 1985 až 1988 byl výzkumným pracovníkem Ústavu nerostných surovin v Kutné Hoře, kde se věnoval zejména praktickým aplikacím chemické mikroanalýzy (energeticky –disperzní spektroskopie a rastrovací elektronová mikroskopie).

V roce 1988 obdržel stipendium Alexandra von Humboldta na Universitě J. Liebiga v Giessenu, v Německu, kde se zabýval studiem molekulárních iontů ve spojení s laser – diodovými systémy a Dopplerovskými modulačními technikami. V letech 1990-1991 pracoval v Ústavu fyzikální chemie J. Heyrovského, Česke akademie věd, v Praze. Dva roky strávil v Kanadě, kde získal stipendium na Herzbergově ústavu pro Astrofyziku, NRC, v Ottawě, kde se věnoval novým experimentálním metodám v molekulové spektroskopii. Významná byla spolupráce s nositelem Nobelovy ceny Gerhardem Herzbergem. Po dvou letech strávených v Kanadě se v r.1993 vrátil do ÚFCH JH, kde pracuje jako vědecký pracovník dosud. V roce 2004 podal habilitační práci" Aplikace laserových technik v analytické chemii: detekce nestabilních částic" na katedře analytické chemie Přírodovědecké fakulty UK. Od roku 2006 je vedoucím Oddělení Chemické fyziky.

Černobílé snímky vznikly v letech 1985 až 1988 v Ústavu nerostných surovin v Kutné Hoře, na **elektronovém mikroskopu Tesla BS 300**.

Barevné snímky fraktálů jsou z let 1989-1990. Byly **vytvořeny programem v jazyce PASCAL a fotografovány z vysoce rozlišeného monitoru na diapozitivy formátu 6x6 cm.** V roce 2007 byly tyto diapozitivy digitalizovány a z nich vytvořeny vystavené fotografie.



FRAKTÁLY

Eukleidovská geometrie

Jde o základní geometrii. Je definována na nezakřiveném prostoru (D >=0). Popisuje jen tzv. geometricky hladké útvary (bod, přímka, čtverec, krychle, koule...). Je vhodná pro schématické úlohy, není schopna přeně popsat reálný svět.

Fraktál

Matematická definice tohoto pojmu zatím neexistuje. Nejblíže skutečnosti je patrně definice B. Mandelbrota:

"Fraktál je takový útvar, jehož Hausdorfova dimenze je větší než dimenze topologická."

To znamená, že fraktál nemá jako krychle 3, či jako přímka 1 rozměr, ale jeho dimenze je neceločíselná. To nemusí platit vždy, např.Hilbertovy či Peanovy křivky vyplňují celou rovinu. Mimo Mandelbrotovy definice existuje i tzv. obecná definice:

"Fraktál je takový útvar, při jehož zvětšení dostaneme opět stejný obraz, bez ohledu na měřítko"

Pro doplnění, vlastnost popsaná v této definici se nazývá invariace vůči změně měřítka.

Fraktální dimenze =Hausdorffova dimenze

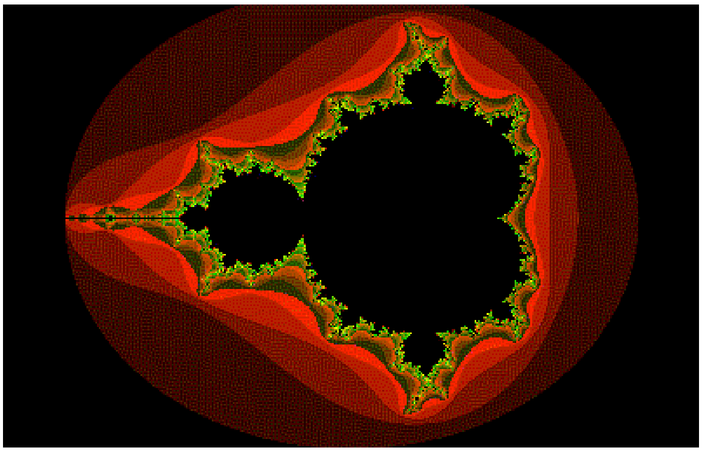
DH (Matematická reprezentace) de facto udává "fraktálnost" daného objektu. Spočítá se takto: Délka obvodu fraktálu K=NeD , měřítko s=1/N. Jestliže dosadíme za K=1, pak můžeme vyjádřit DH =log(N)/log(1/s).

Fraktální geometrie

Geometrie zabývající se nekonečně členitými (přírodními) útvary

Mandelbrotova množina

Jedná se o polynomický nelineární deterministický fraktál a patrně nejznámější fraktál vůbec. Objevil jej Benoit Mandelbrot v 70. letech 20. století při pokusu o nalezení jakéhosi "katalogu" Juliových množin. Vzniká iterativně, a je definován rovnicí z=z2+c, kde z i c jsou komplexní čísla. Je to potvrzení teorie, že i velice jednoduché systémy mohou vykazovat chaotické chování. V m-set, jak se zkráceně mandelbrotova množina nazývá, je c konstanta a zároveň pozice vykreslovaného bodu. Počáteční hodnota z je [0;0] a slouží de facto k uchování hodnoty. Správně by se měly vyzkoušet všechny body roviny (dosadit je za c), ale pro |z| systém diverguje. Jak to můžeme tvrdit? Použijeme důkazu, který využívá trojúhelníkové nerovnosti pro komplexní čísla |a+b|>=|a|-|b|, kde za a dosadíme z2 a za b konstantu c. Tedy |z2 + c| = |z2| - |c|. Nyní je nutné najít minimální hodnotu |z|, při jejímž překročení je |z2 + c|>|z|. Nazvěme tuto hodnotu třeba r. Potom r2 -|c|=r a když převedeme vše nalevo, dostaneme r2 -r-|c|=0. Z rovnice vyplívá. že r=(1+(1+4|c|1/2)/2. Známe tedy hodnotu r. Vzhledem k tomu, že před první iterací z=0, tak po ní z=c. V předchozích vzorcích můžeme tedy r nahradit |c|. |c|2 -2|c|=0 tzn. |c|=2. Nyní můžeme bez obav vypustit z výpočtu všechny body, které nepatří do kružnice o poloměru 2 s počátkem v bodě [0,0] Pro případ, kdy |z| směřuje k nule neexistuje žádný důkaz, a proto musíme poctivě vyzkoušet všechny body v kruhu o poloměru 2. Všechny body vně a některé uvnitř, které divergují, nepatří do množiny, ostatní ano. M-set je souměrná podle osy x, podle osy y nikoli. Hranice mezi dvěmi oblastmi přitažlivosti je nekonečně tenká, ale také nekonečně členitá. Její Hausdorffova dimenze je rovna 2, jedná se tedy o nejčlenitelnější útvar v ploše o omezeném obsahu. V základní množině nejsou pochopitelně patrné všechny detaily, a proto se provádí zoomování. Tak můžeme např. objevit menší kopie M-set, různě natočené či modifikované. M-set můžeme zvětšovat donekonečna a stále objevujeme nové a nové detaily. Jednotlivé body můžeme obarvit podle libovolné palety, a tak ze zdánlivě stejného obrázku dostaneme různé variace na to samé téma.



Příklad základní množiny.

Výpočet Mandelbrotovy množiny

Jedná se o Time escape algorithm. Potřebujeme dva vnořené cykly, které nám vyznačují zkoumaný čtverec (obdélník). V základní množině je to -2;2 a -2;2. Déle si určíme maximální počet iterací, např. 100. Při dobré implementaci dostáváme kvalitní obrázky i s přesností 30, ale čím menší přesnost, tím menší detaily. Řídící proměné cyklů představují konstantu c, a proto uvnitř druhého cyklu se nachází další, jehož horní hranice je právě hodnota přesnosti. Pokud abs(z) > 2 tak se cyklus ukončí a bod se obarví příslušnou barvou. Pokud není nalezen směr atraktoru, bod do množiny patří a obarví se například černě. Díky paletě můžeme dosáhnou až překvapivě efektních obrázků.