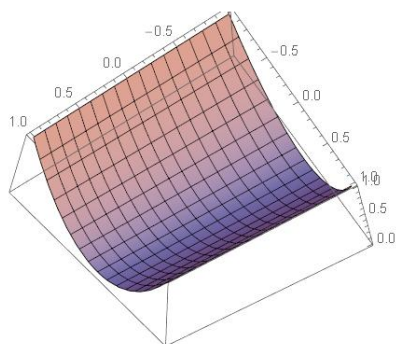
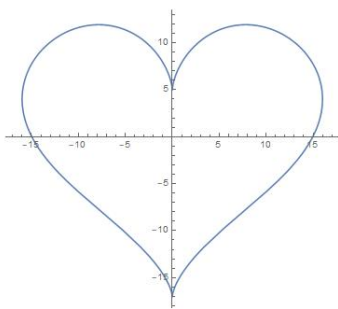


# Týden vědy na FJFI ČVUT Praha 2022

## Sborník příspěvků

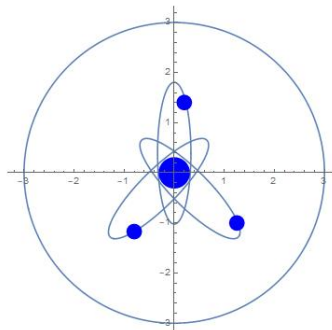
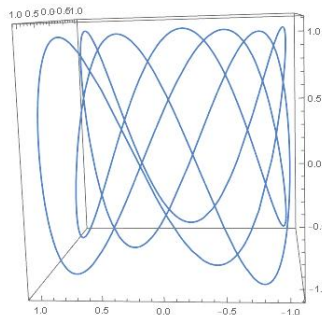
$$(16\cos(t)^3; 13\cos(t) - 5\cos(2t) - 2\cos(3t) - \cos(4t))$$

pro  $-\pi < t < \pi$



$$z = x^2, y = 1$$

$$\begin{aligned} x &= \cos(3t + 0, 7) \\ y &= \cos(2t + 0, 2) \\ z &= \cos(7t + 0, 1) \end{aligned}$$



$$k: (3\cos(t); 3\sin(t))$$

$$a: \left(\frac{\cos(t)}{3}, \frac{\sin(t)\sqrt{512+\sqrt{8}\pi}}{16}\right)$$

$$b: \left(\sin\left(t + \frac{\pi}{6}\right) - \frac{\pi}{10}, \sin\left(t - \frac{\pi}{10}\right)\right)$$

$$c: \left(\sin\left(t + \frac{5\pi}{6}\right) - \frac{\pi}{10}, \sin\left(t - \frac{\pi}{10}\right)\right)$$

$$d: x^2 + y^2 < \frac{\pi^2}{100}$$

$$e: \left(x + \frac{8}{10}\right)^2 + (y + 1,172)^2 < \frac{\pi^2}{400}$$

$$g: (x - 1,25)^2 + (y + 1)^2 < \frac{\pi^2}{400}$$

$$h: (x - 0,2)^2 + \left(\frac{0,6\sqrt{512+\pi^*\sqrt{8}}}{16}\right)^2 < \frac{\pi^2}{400}$$

”Basic sciences provide the essential means to meet crucial challenges such as universal access to food, energy, health coverage and communication technologies..”

*Michel Spiro, President of IUPAP (International Year of Basic Sciences for Sustainable Development)*

# Počítačová grafika - vědecká vizualizace

\*E. Štechová, \*\*P. Hájek, \*\*\*K. Patáková, \*\*\*\*I. Hronková

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT

\*emastechova@gmail.com; Gymnázium Děčín

\*\*malykralevic@gmail.com; SPŠ Třebíč

\*\*\*klara.patakova1@gmail.com; Gymnázium Altis s.r.o.

\*\*\*\*ivana.hronkova@gmail.com; Gymnázium Joachima Barranda Beroun

## Abstrakt

Práce představuje metody vizualizace trojrozměrných dat získaných z počítačových simulací, k tomu je využit program Paraview. Konkrétně jsou na ukázkových datových sadách demonstrována použití kontury, řezu a mapování skalárních dat na logaritmickou barevnou škálu.

## 1 Úvod

Pro správné pochopení dat získaných z vědeckých experimentů a počítačových simulací je potřeba je vhodným způsobem zobrazit. Soubory s daty jsou velmi obsáhlé, proto využíváme speciální software. Vyzkoušeli jsme si práci s programem Paraview [1] a několik metod vizualizace dat reprezentujících růst krystalu a turbulentního proudění.

## 2 Metody vizualizace

Při simulaci časově proměnných dějů se data ukládají pro jednotlivé časové hladiny do samostatných souborů, které pak je program schopen spojit ve vizualizaci a zobrazit data v různých časech. Pro zobrazení některých dat můžeme využít různých metod, díky kterým můžeme zobrazit skalární (např. teplota) a vektorové (např. rychlost) veličiny. Například řez nám umožňuje zobrazit data v 2D rovině. Dále lze využít možnosti kontury, která je množinou všech bodů v nichž má dané skalární pole stejnou hodnotu. Rychlostní pole lze zobrazit pomocí šipek nebo proudnic. Volumetrické zobrazení umožňuje pomocí průhlednosti zobrazit trojrozměrná data.

## 3 Superpočítač

V průběhu našeho výzkumu jsme využívali výkonného superpočítače Helios který provozován na FJFI. Jak už bylo zmíněno, data jsou velmi obsáhlá, a proto je zapotřebí velké úložiště a paměť. Právě k tomu jsme využívali tento superpočítač, který byl sestaven přímo zde na této fakultě. S výhodou jsme použili režim zpracování klient/server, který umožňuje náročné operace s rozsáhlými daty realizovat přímo na superpočítači. Na uživatelské pracovní stanici se poté zobrazují pouze výsledky.

## 4 Konkrétní vizualizace

Každý z nás si vyzkoušel různé vizualizace.

### 4.1 Krystal

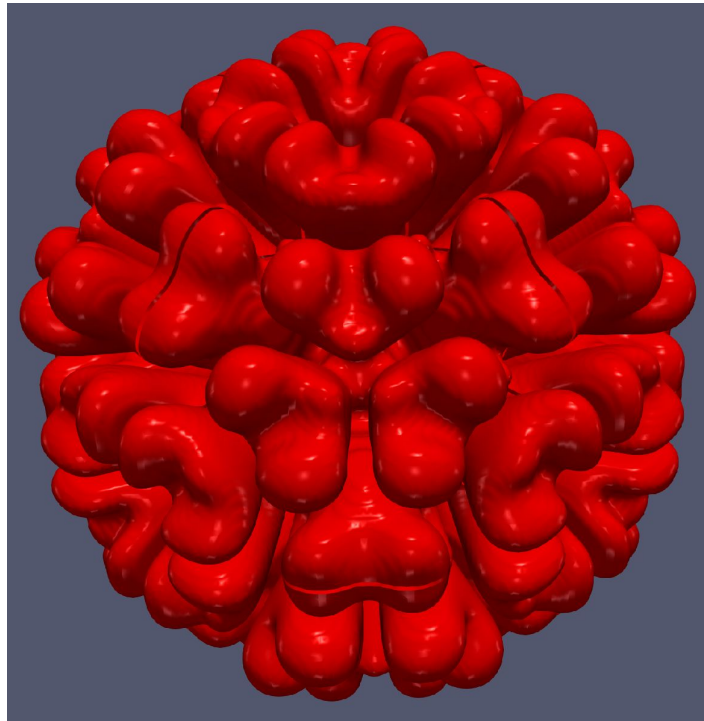
Jako první jsme vizualizovali růst krystalu [2]. Tvar krystalu byl určen hodnotami fázového pole

$$p : (0; T) \times \Omega \rightarrow R, \quad (1)$$

které má hodnoty blízké nule v kapalině a blízko jedné v pevné látce. Povrch krystalu a jeho růst v čase jsme vizualizovali pomocí vrstevnice

$$\Gamma(t) = \left\{ \vec{x} \in \Omega \mid p(t, \vec{x}) = \frac{1}{2} \right\},$$

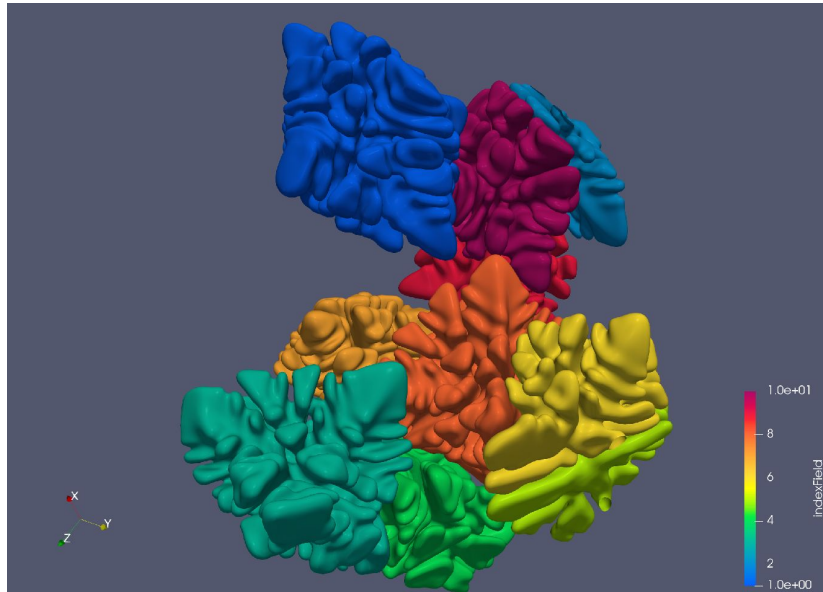
jak je vidět na obrázku 1.



Obrázek 1: Růst krystalu

### 4.2 Orientace krystalů

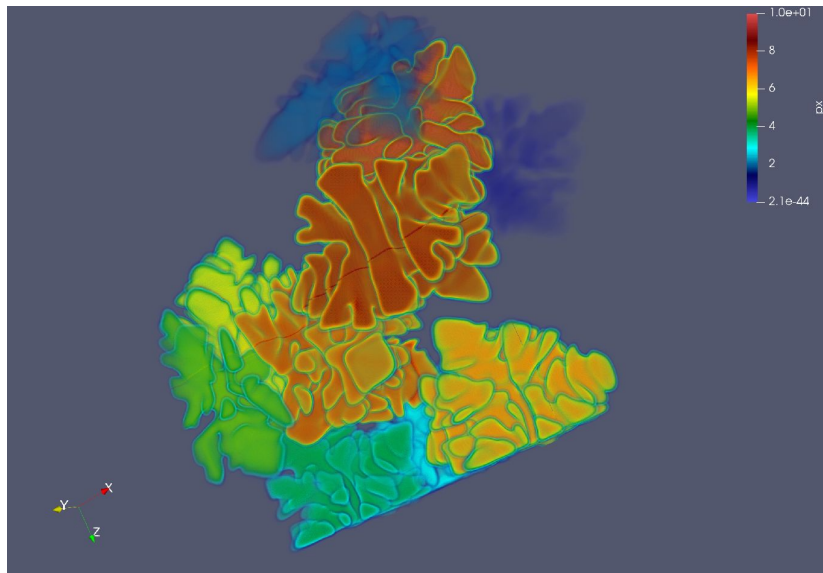
Další datová sada obsahovala výsledky simulace růstu více krystalů s různými orientacemi. Části oblasti, kde se růst krystalu řídí danou orientací, jsou označeny pomocí skalárního pole s celočíselnými hodnotami. Pomocí tohoto pole jsme barevně odlišili krystaly různé orientace, jak je vidět na obrázku 2.



Obrázek 2: Krystaly s různou orientací

### 4.3 Krystaly ve volumetrickém zobrazení

Díky volumetrickému zobrazení jsme mohli vidět několik průhledných vrstev krystalu. Krystal roste od středu a po celou dobu má stejný směr růstu. Znázornění lze vidět na obrázku 3

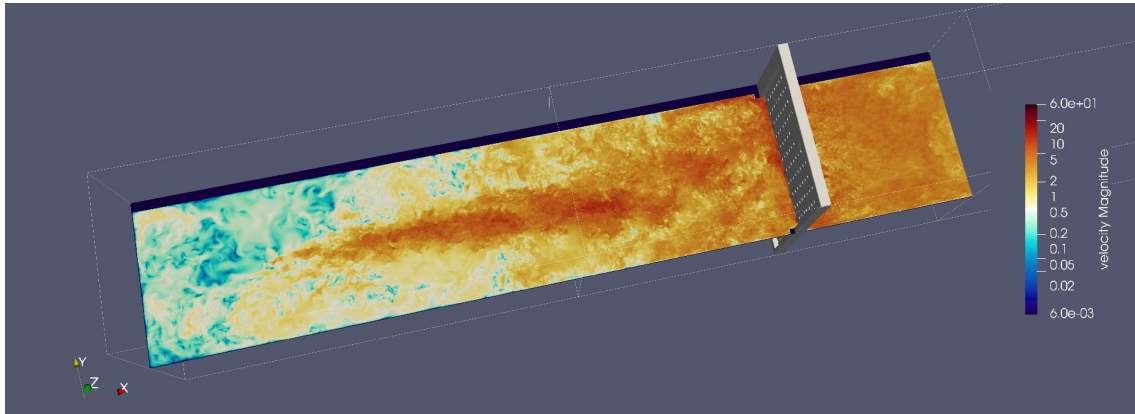


Obrázek 3: Volumetrické zobrazení

### 4.4 Distributor

Pomocí řezu jsme zobrazili proudění vzduchu skrz distributor [3], což je kovová perforovaná destička na dně spalovací komory fluidního kotle, který rovnoměrně rozdělil proudění

vzduchu a pomocí barevné škály jsme rozdělili rychlost vzduchu. Zobrazení můžeme vidět na obrázku 4.



Obrázek 4: Simulace turbulentního proudění skrz distributor

## 5 Závěr

Vyzkoušeli jsme si vizualizovat data, viděli jsme a pracovali jsme s místním superpočítačem a jen velmi povrchově jsme si vyzkoušeli práci na katedře matematiky FJFI.

## Poděkování

Děkujeme vedoucímu našeho miniprojektu Pavlovi Strachotovi a celé FJFI konkrétně Vojtěchu Svobodovi, Karlu Kovářovi a Veronice Hendrichové za to, že jsme s nimi měli tu čest podniknout tuhle cestu plnou zážitků s názvem Týden vědy na Jaderce.

## Reference

- [1] Ahrens, James, Geveci, Berk, Law, Charles, *ParaView: An End-User Tool for Large Data Visualization*, *Visualization Handbook*, Elsevier, 2005, ISBN-13: 978-0123875822.
- [2] P. Strachota, A. Wodecki *Focusing the latent heat release in 3D phase field simulations of dendritic crystal growth*, *Modelling Simul. Mater. Sci. Eng.* 29 (2021), 065009.
- [3] M. Beneš et al. *Experimental and Numerical Investigation of Air Flow through the Distributor Plate in a Laboratory-Scale Model of a Bubbling Fluidized Bed Boiler*, to appear in *Japan J. Industrial Appl. Math.* (2022).