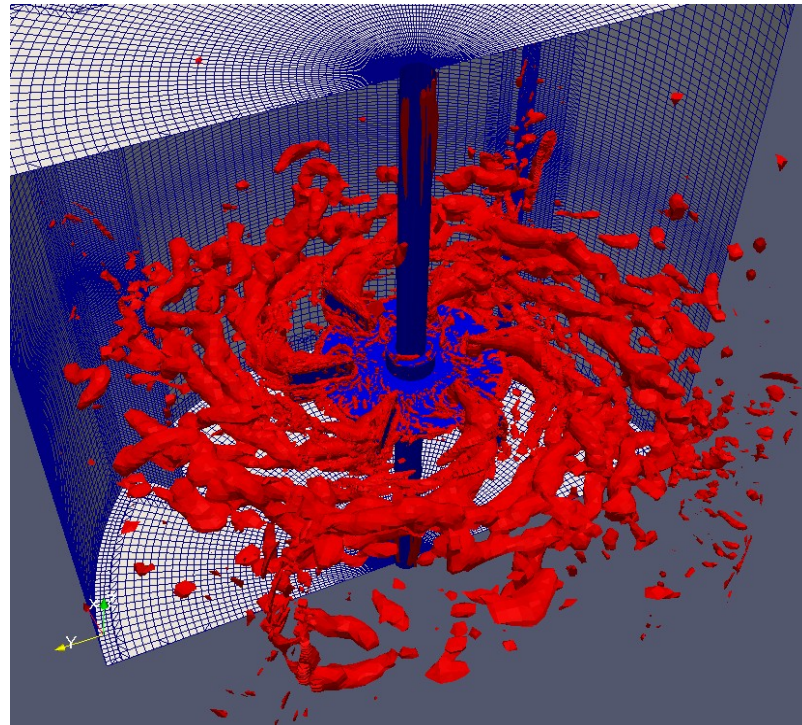




Výpočty proudění (nejen) v míchaných nádobách - zkušenosti s OpenFOAMem

Bohuš Kysela

Ústav pro hydrodynamiku AVČR, v.v.i

OpenFOAM ... ?

Původně řešení proudění metodou konečných objemů (FVM). Rozsahem srovnatelné s ANSYS **Fluent**, **CFX**.

základní verze podporovaná fi. ESI

OpenFOAM 2.3.1, **3.0.1**

www.openfoam.com

verze extended 3.0, **3.2** (např. nenewtonské modely)

www.extend-project.de

Instalace a provoz OpenFOAMu

Linux -> Ubuntu 14.04 -> instalace minuty
-> ostatní distribuce (komplikovanější)

Windows -> různé balíčky -> emulace prostředí Linuxu
(např.: www.cfdsupport.com)

Možnost Grafických nadstaveb (Java, Python...) ->
umožňují plně grafické ovládání OpenFOAMu (např.:
engys.com)

Tzv. SW třetích stran součástí OpenFOAMu, např.
[Paraview](http://www.paraview.org), používaný pro grafické zobrazování výsledků
(umí i .cas)
www.paraview.org

Struktura úlohy OpenFOAMu

Nepoužívá jeden „soubor“ ale adresářovou strukturu!!!
adresar_ulohy (ver. 2.3.1):

- | | |
|---|---|
| 1. 0/
.
.
0.1/ | => nastavení okrajových a počátečních podmínek
.
.
=> výsledky (proměnné) v dalších časových krocích |
| 2. constant/
polyMesh/
blockMeshDict
transportProperties | => nastavení sítě a různých konstant pro výpočet, např.
viskozity, tíhového zrychlení, modelů turbulence, atp. |
| 3. system/
controlDict

fvSchemes

fvSolutions | => nastavení systémových parametrů řešičů
=> hlavní parametry výpočtu úlohy: řešič, dt, ukládání dat atp.

=> schémata a způsoby jejich řešení

=> základní definice proměnných, jejich přesnost, relaxační faktory atp. |

Výhody OpenFOAMu

- **Open** -> volně šiřitelný SW bez drahého licencování
- stále snadnější instalace (malý objem instalace)
- rychlé a přehledné nastavení pomocí textu, dostupné odkudkoli a kdykoli (i během výpočtu)
- jednoduchá implementace a modifikace nových okrajových podmínek, modelů turbulence, dalších kombinací více fyzikálních procesů
- automatizovaná tvorba sítě pomocí nástrojů: „blockMesh“ a „snappyHexMesh“
- plné využití nástrojů Linuxu
- vyšší nároky na orientaci obsluhy v numerickém modelování pomocí FVM.

Nevýhody OpenFOAMu

- vyšší nároky na obsluhu (znalost FVM, Linux)
- při přerušení výpočtu se data ukládají!
- dekompozice pro paralelní výpočty (před - po výpočtu)

Dvě cesty:

1. výpočty na míru (řešení úlohy vytvořené na zakázku)
2. vývoj vlastních postupů a vlastních úloh

tj. nevýhodné pro „příležitostného“ uživatele !!!

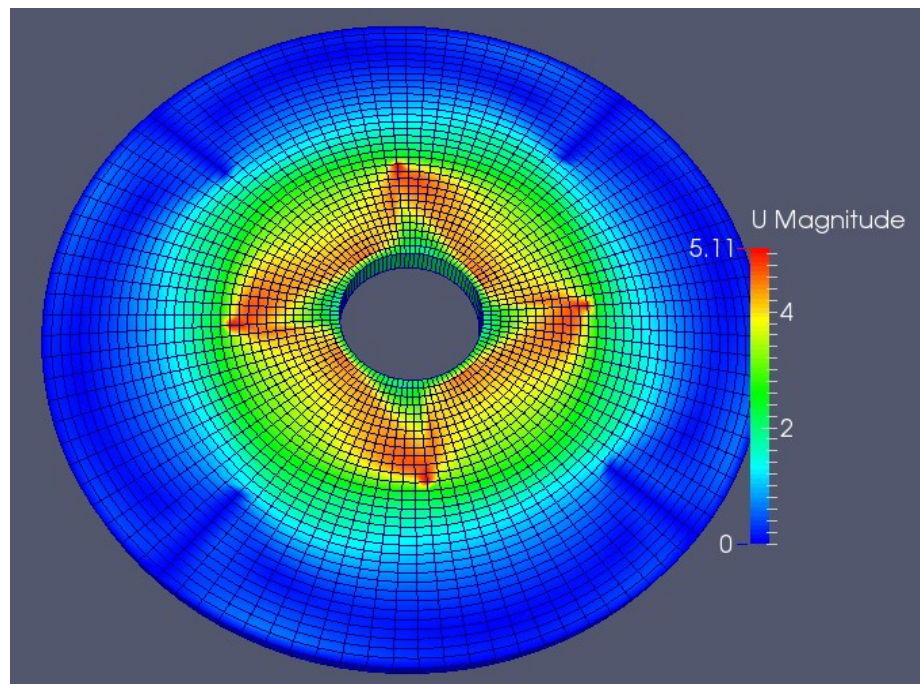
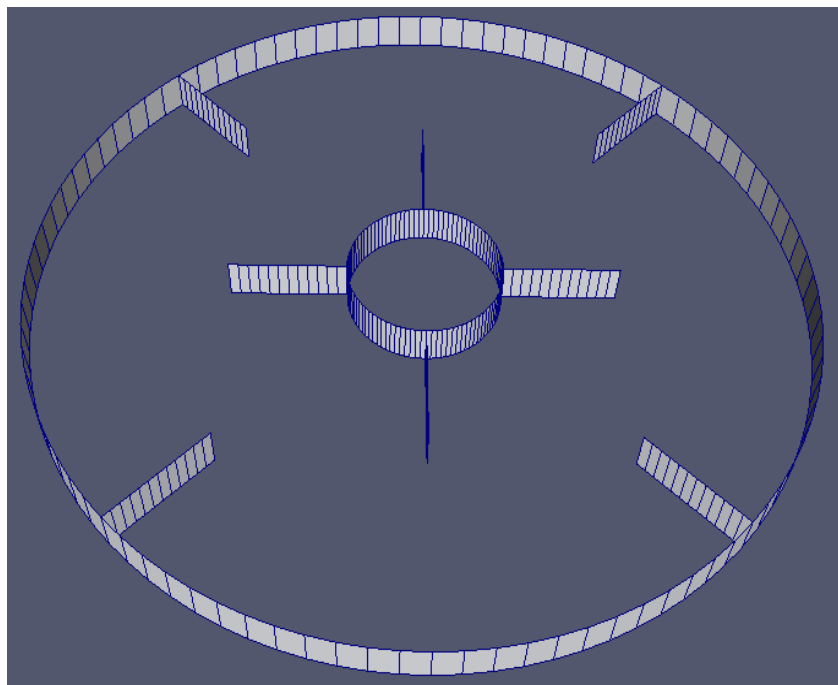
Míchaná nádoba MRF - vzor

Tutoriálový příklad: **MIXER**

solver: simpleFoam

</OpenFOAM-3.0.1/tutorials/incompressible/simpleFoam/mixerVessel2D>

poznámka: 2D vs. 3D !!!

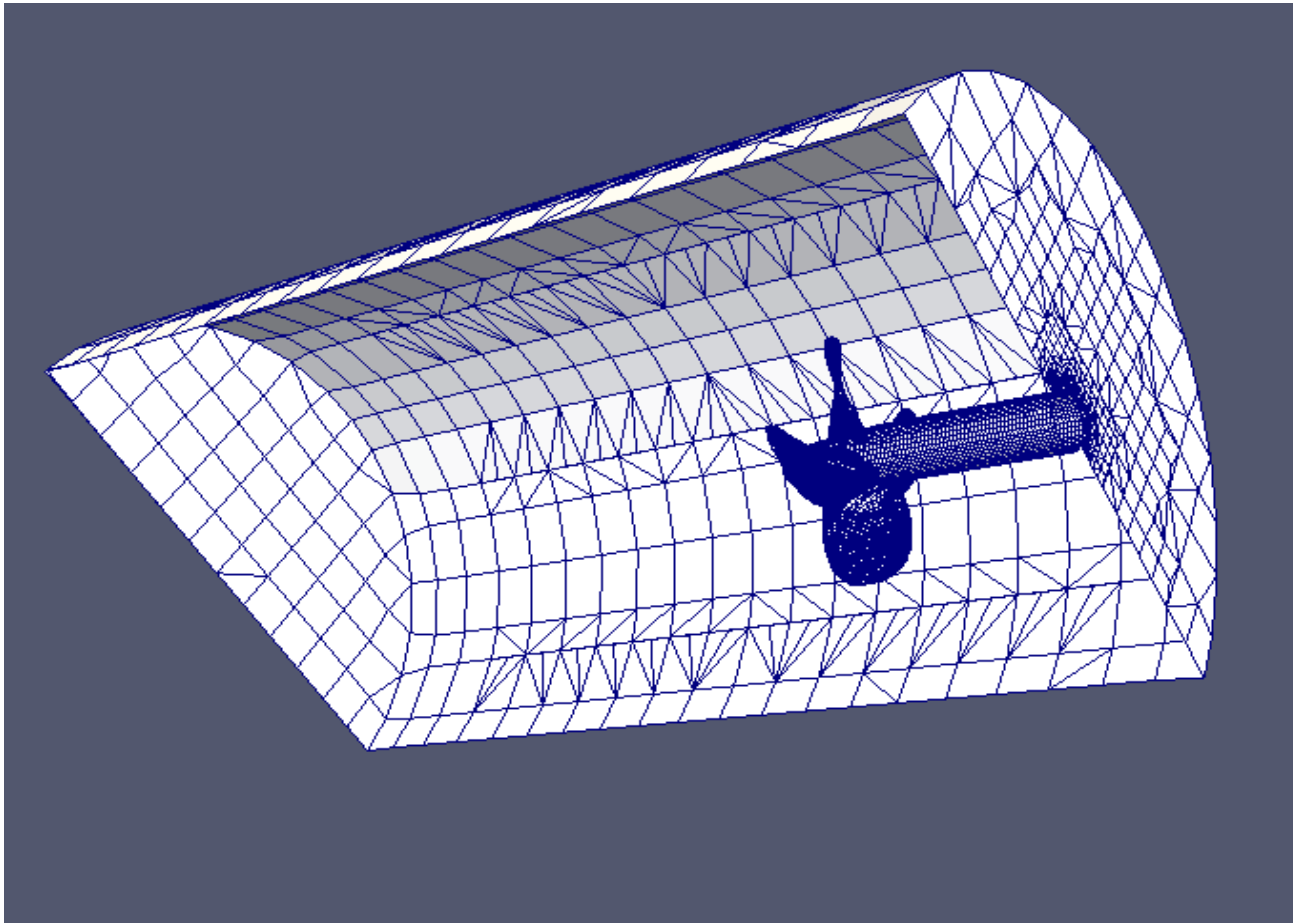


Míchaná nádoba SM -vzor

Tutoriálový příklad: **PROPELLER**

solver: pimpleDyMFoam

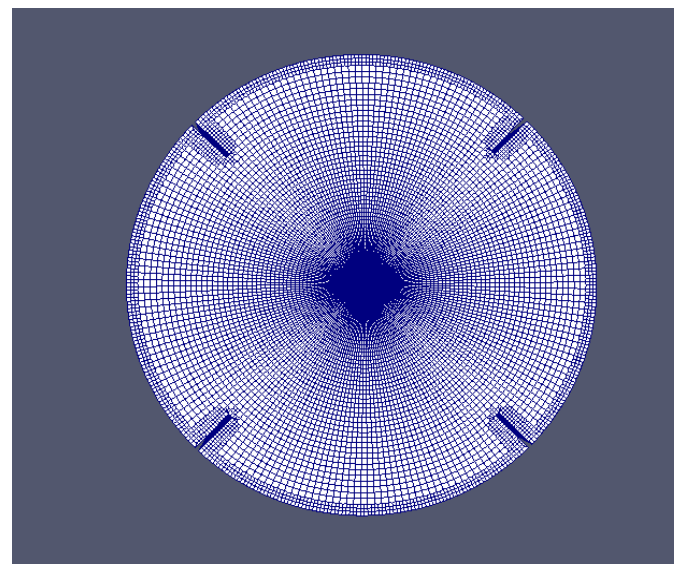
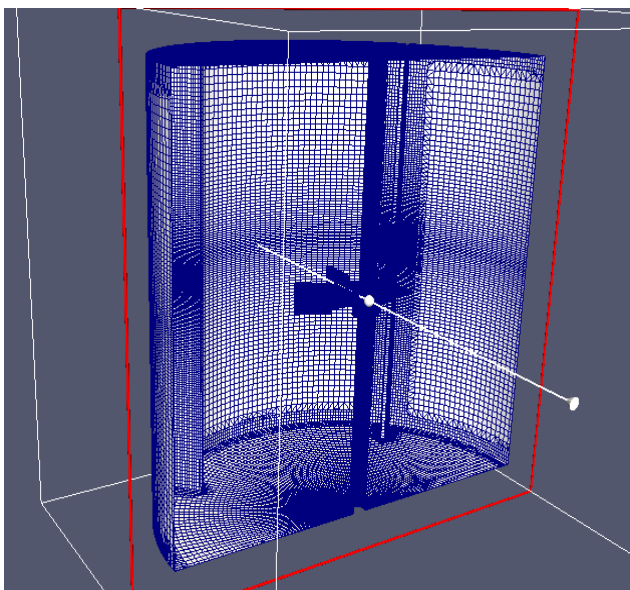
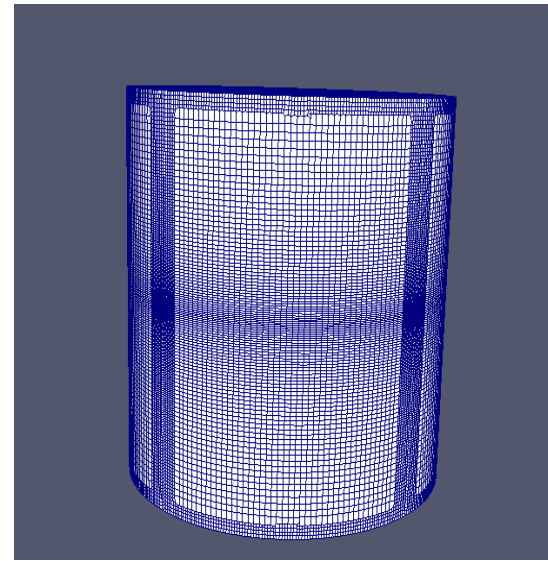
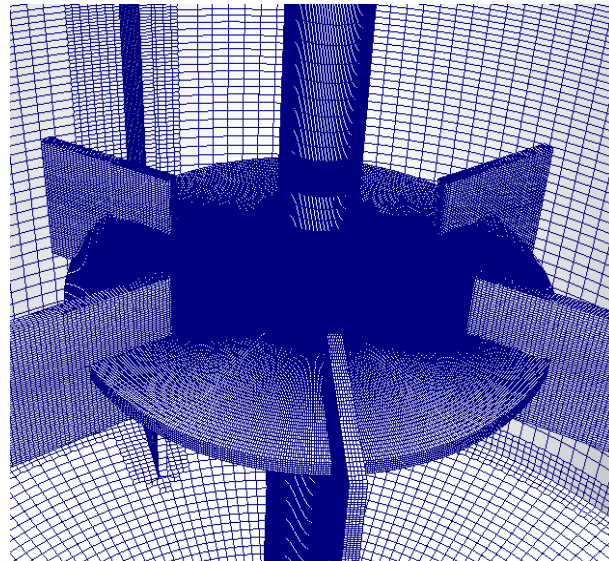
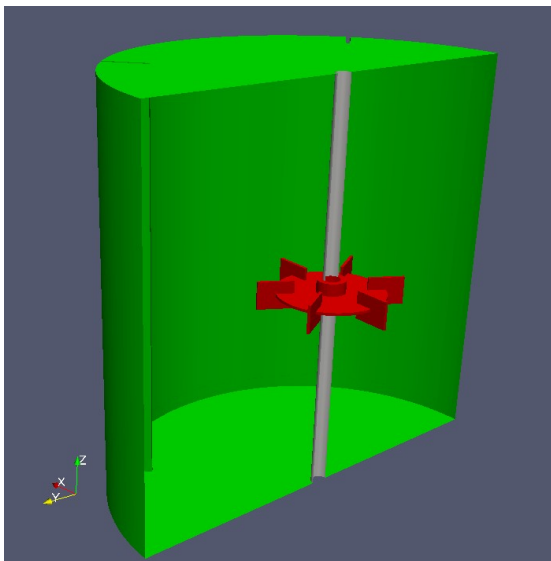
</OpenFOAM-3.0.1/tutorials/incompressible/pimpleDyMFoam/propeller>



Mícháná nádoba SM - tvorba sítě

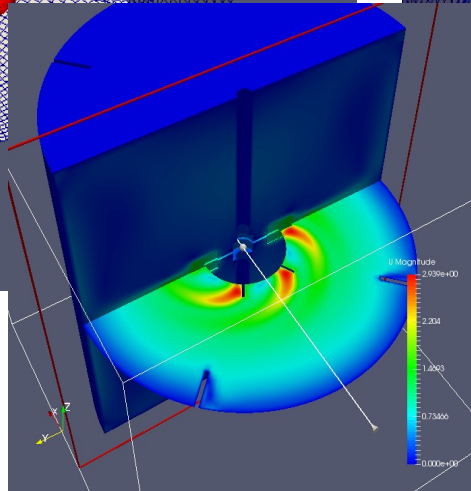
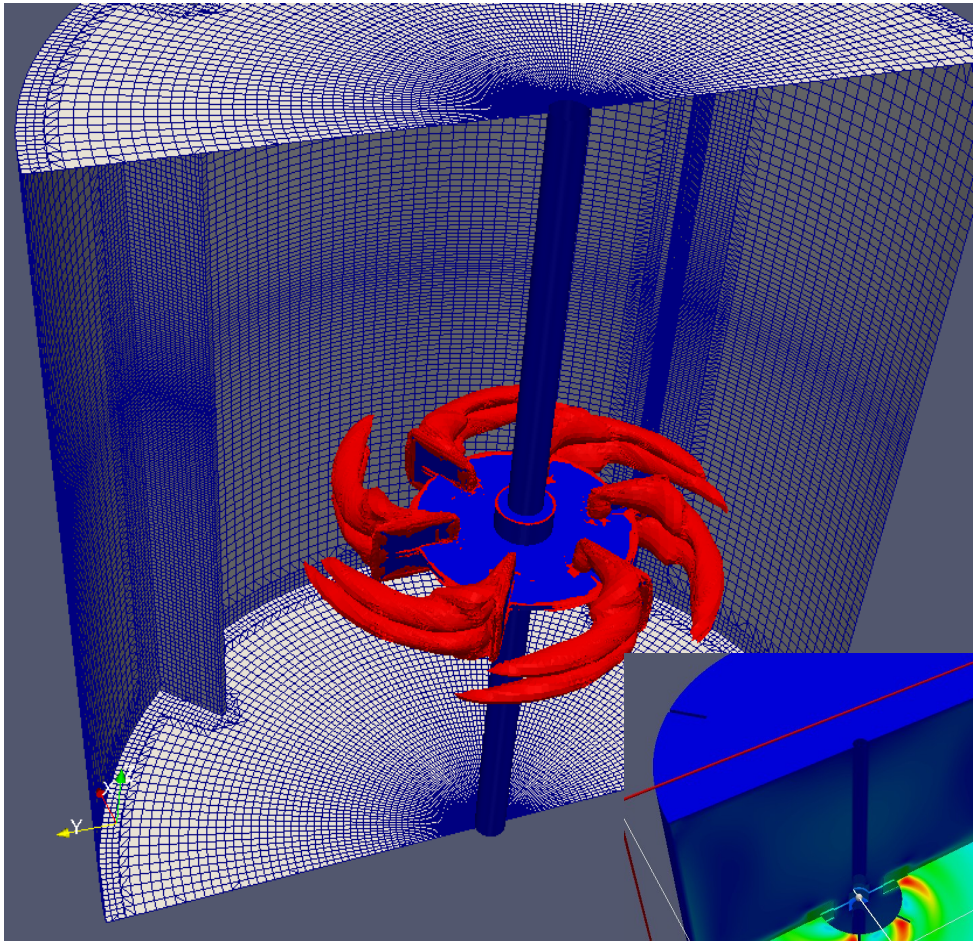
1. vytvoření „*.stl“ povrchové sítě jednotlivých částí aparátu (např. freecad): míchadlo, hřídel, nádoba s narážkami
2. vytvoření strukturované „základní“ sítě pomocí nástroje **blockMesh** jako základ k přesíťování pomocí nástroje **snappyHexMesh**
3. vygenerování konečné sítě pomocí nástroje **snappyHexMesh** (castellated mesh, snapping, addLayers)

Míchaná nádoba SM - síť

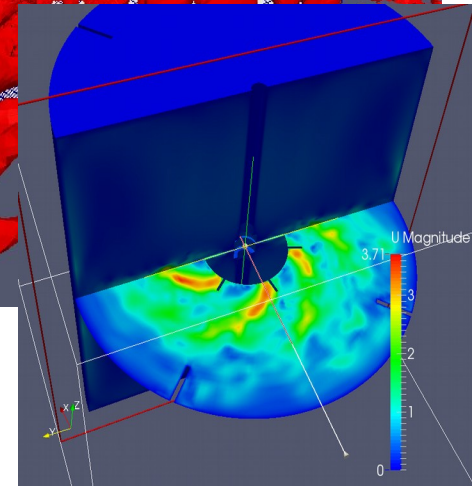
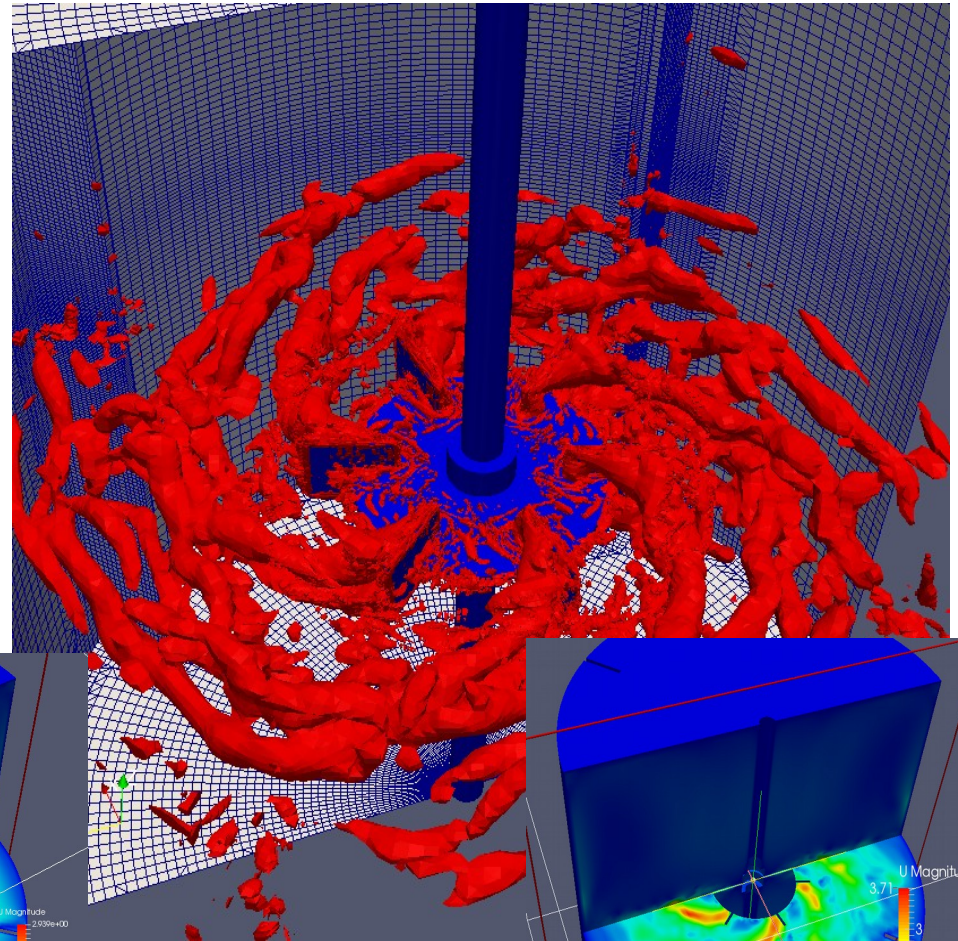


Míchaná nádoba SM - ukázka výsledků

RAS: K-epsilon

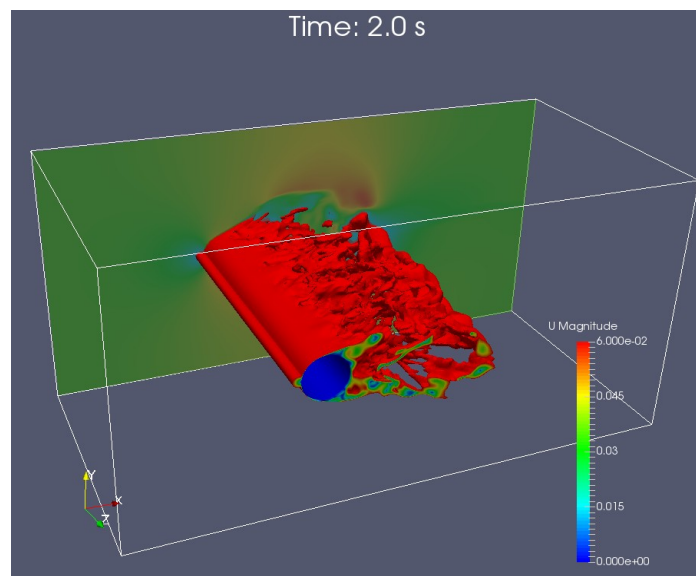


LES: Smagorinsky

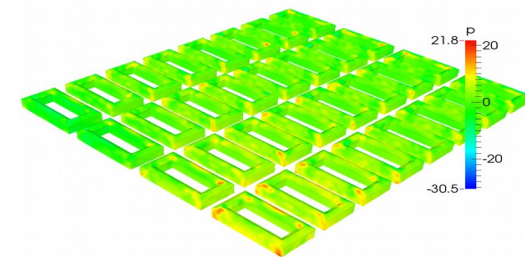
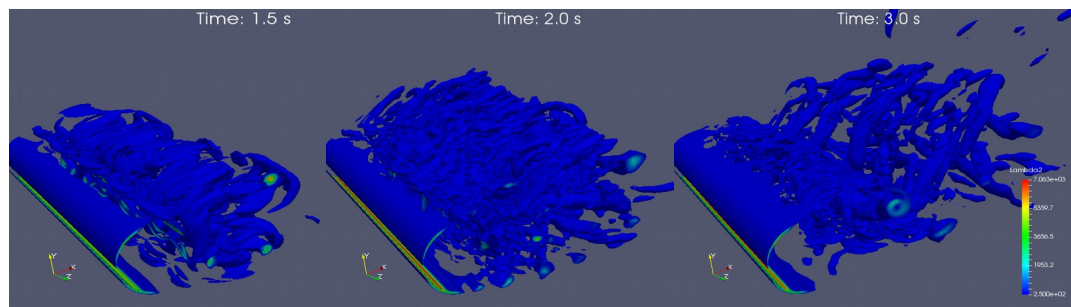
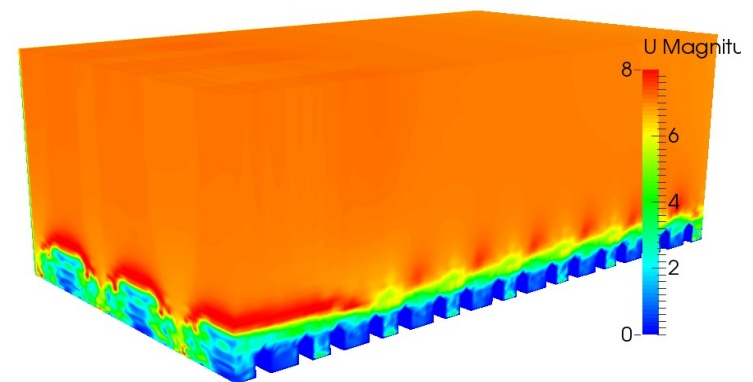


Další úlohy řešené v OpenFOAMu

Pohyb těles - válec (dynamická síť)



Proudění v zástavbě





Závěrem

Co dodat ...?

Výborný nástroj pro vývoj vlastních úloh, díky snadné modifikaci okrajových podmínek, případně i řešených fyzikálních modelů. Snadná kompilace všech nástrojů OpenFOAMu.

Pro začátečníky velice doporučuji nějaké základní školení OpenFOAM:-).