

Hydrodynamica 1.0



Maciej Matyka

`maq@panoramix.ift.uni.wroc.pl`

Uniwersytet Wrocławski
Fizyka Komputerowa V BIS

Prezentacja

- Ogólne założenia programu
- Model Fizyczny i Matematyczny
- Równania przepływu cieczy nieściśliwej
- Metody numeryczne
- Metoda SIMPLE
- Implementacja
- Rezultaty
- Planowane rozszerzenia

Ogólne założenia programu

Program powinien:

- Rozwiązanie ogólne
- Rozsądna prędkość
- Prosta obsługa (mysz)
- Efekto(y)wna wizualizacja

Model Fizyczny i Matematyczny

Model cieczy:

- Podział przestrzeni na skończone elementy (siatka)
- Zmienne prymitywne (u, v, p)

Równania Naviera-Stokesa

Równania Naviera-Stokesa dla przepływu nieściśliwego:

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} = -(\vec{u} \cdot \vec{\nabla}) \vec{u} - \vec{\nabla} \varphi + \frac{1}{Re} \vec{\nabla}^2 \vec{u}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{u} = 0$$

Równania Naviera-Stokesa

Równania Naviera-Stokesa dla przepływu nieściśliwego:

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} = -(\vec{u} \cdot \vec{\nabla}) \vec{u} - \vec{\nabla} \varphi + \frac{1}{Re} \vec{\nabla}^2 \vec{u}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{u} = 0$$

$\varphi = \frac{P}{\rho}$ - stosunek ciśnienia do gęstości płynu

Równania Naviera-Stokesa

Różniczkowa postać zachowawcza N-S:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} - \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} - \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{1}{Re} \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

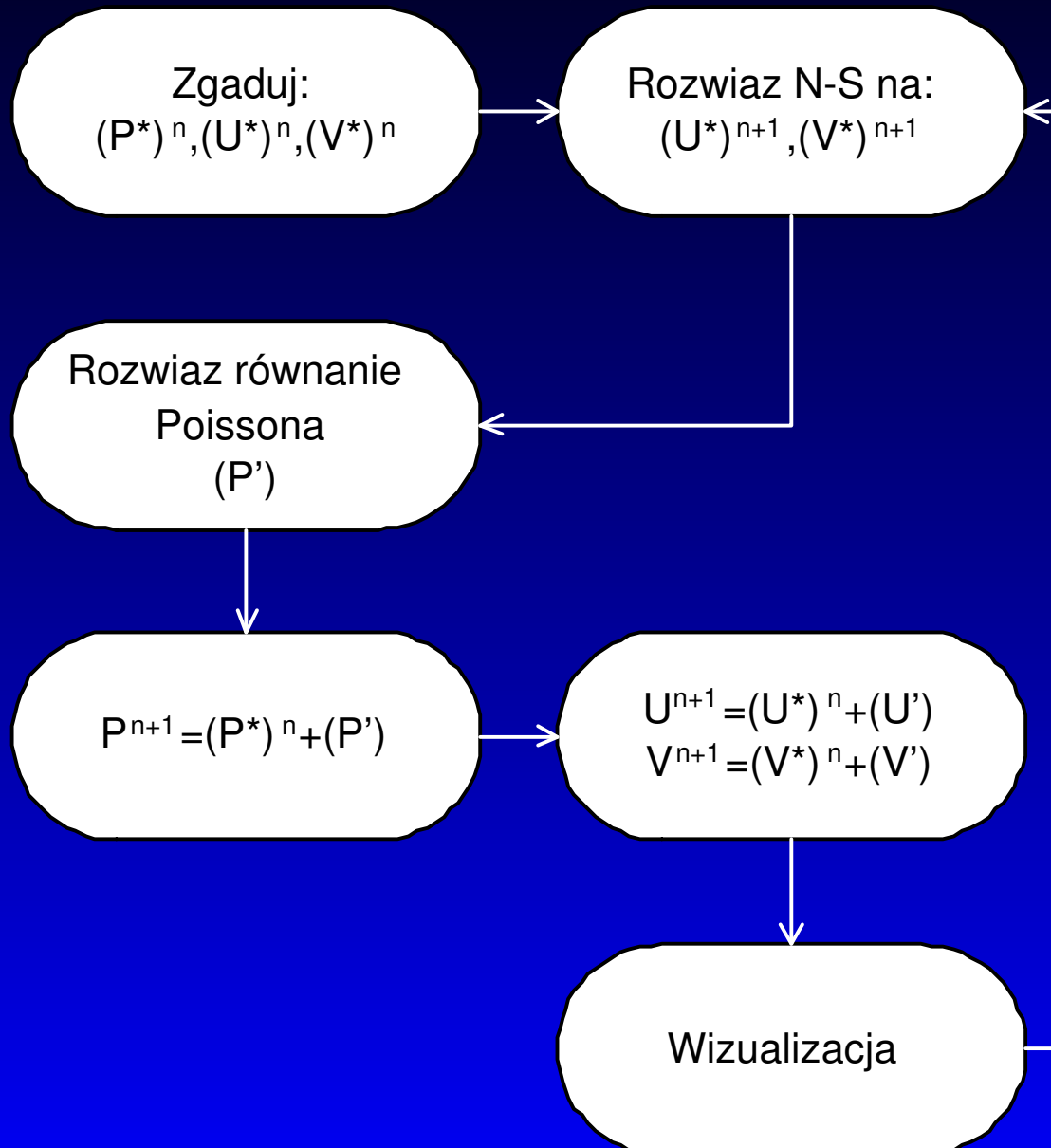
$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0 \quad (3)$$

Model Fizyczny i Matematyczny

Rozwiązanie numeryczne:

- Dyskretyzacja postaci zachowawczej
- Metoda SIMPLE (Lata 70', Patankar)
- Metoda SIMPLEC (Rok 2004, Fluent inc.)

Metoda SIMPLE



Słowo o Implementacji

- Kod w języku C++
- Wykorzystane biblioteki:
 - Fox (GUI)
 - OpenGL (Wizualizacja)
 - vfw (wyjście AVI)

Rezultaty (1/4)

3holes(avi) 3holes(mpg)

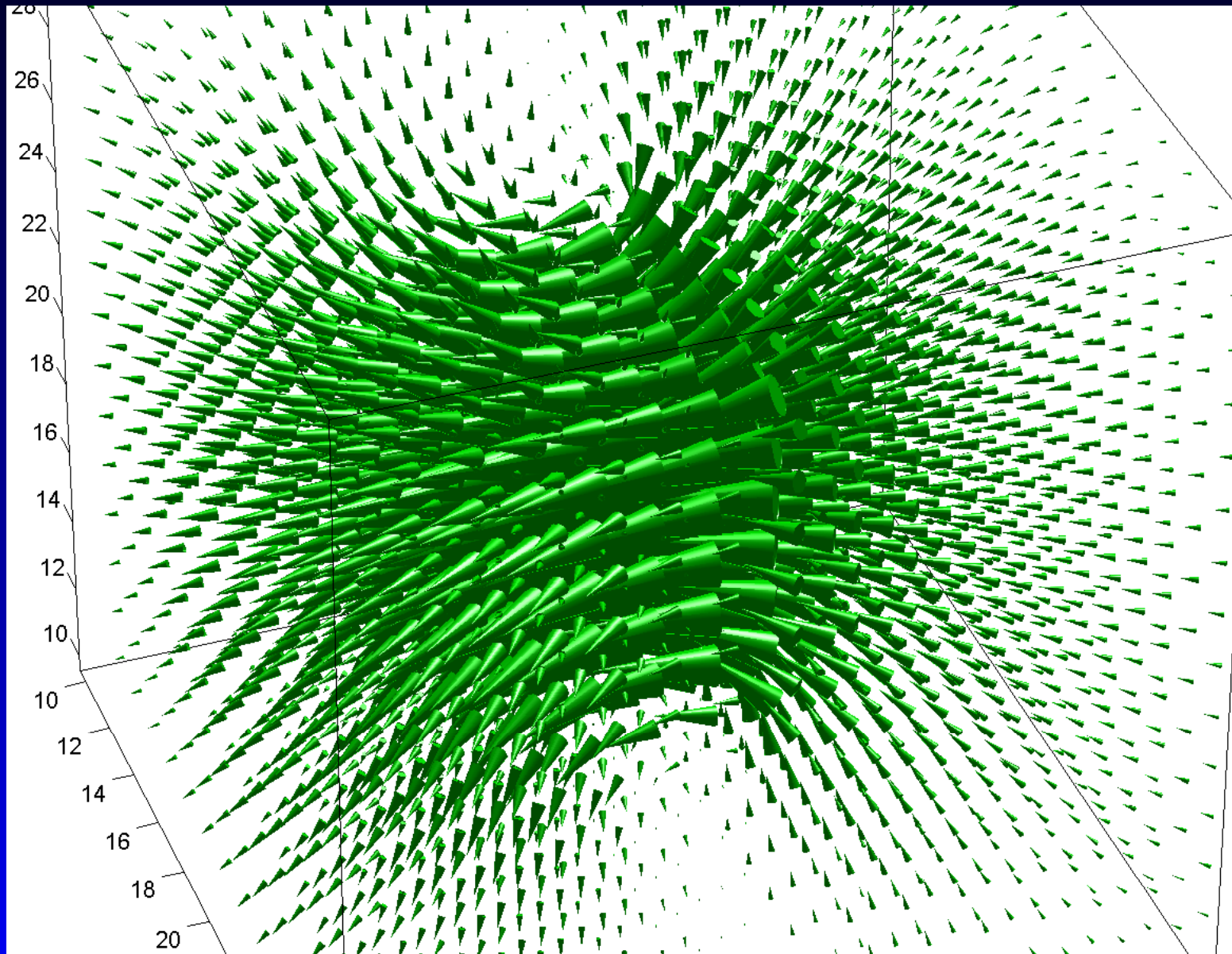
2 Re 10 (avi) 2 Re 10 (mpg)

3 Re 400 (avi) 3 Re 400 (mpg)

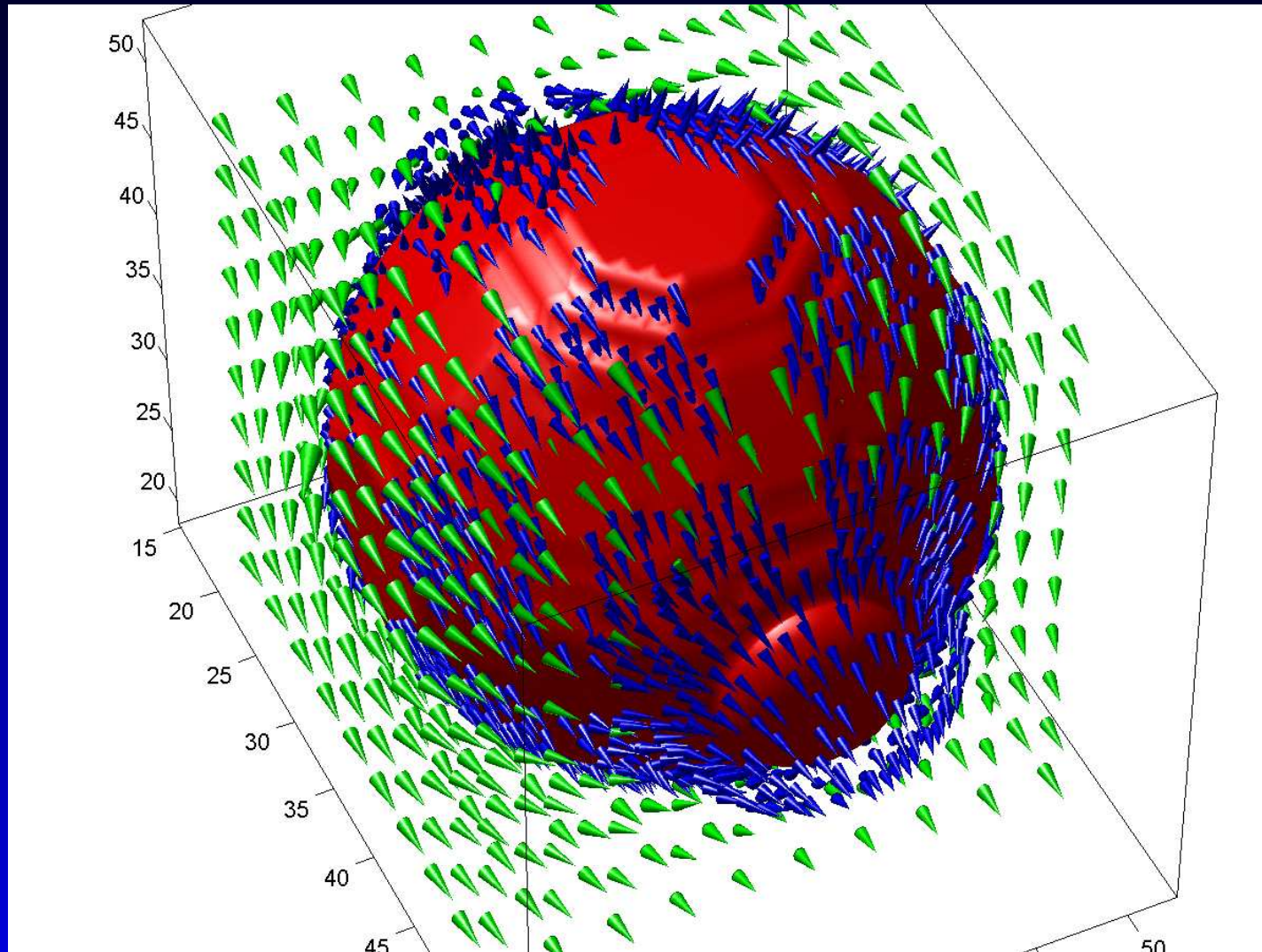
Vortex Karmann (avi) Vortex Karmann (mpg)

Uogólnienie Na 3 wymiary

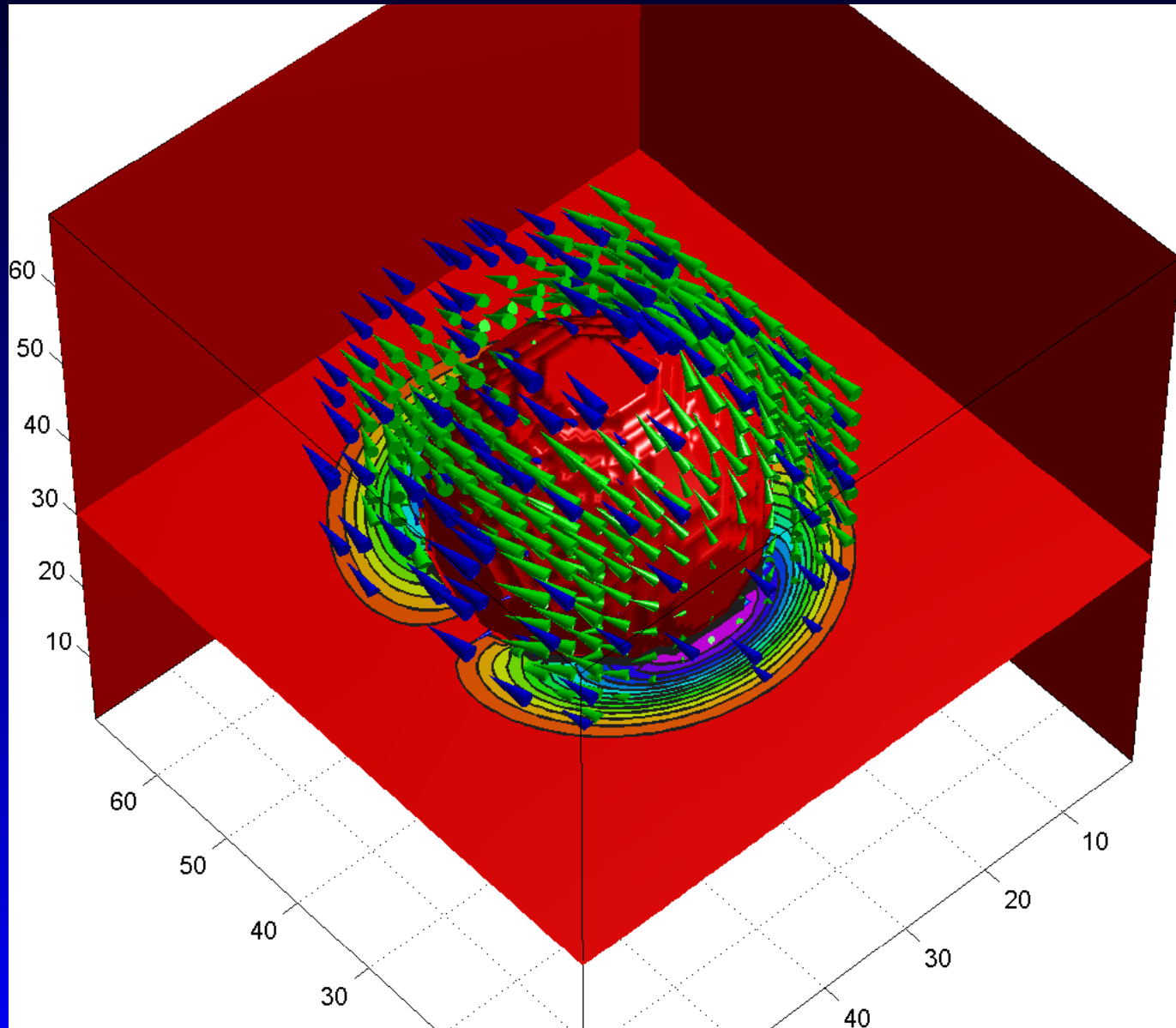
Rezultaty (2/4)



Rezultaty (3/4)



Rezultaty (4/4)





Koniec

Dziękuję za uwagę