

# **Környezeti folyamatokkal kapcsolatos áramlások szimulációja rács Boltzmann módszerrel**

Témavezetők: Dr. Házi Gábor, Dr. Jánosi Imre  
Hallgató: Tóth Gábor



**ELTE TTK Környezettudományi  
Doktori Iskola - Beszámoló napok  
2013. május 30.-31.**

# Tartalom

- Áramlások számítógépes szimulációja
- Rács Boltzmann módszer (LBM)
- Turbulens (és lamináris) áramlás
- Örvényesség és enstrófia
- Saját eredmények, szimuláció
- További lehetőségek, tervek

# Áramlások számítógépes szimulációja

Fizikai közegek (levegő, víz, stb.)  
áramlásának számítógépes  
szimulációja:

**CFD kóddal**

CFD: **C**omputational **F**luid **D**ynamics

# Rács Boltzmann módszer (LBM)

Újfajta (közel 20 éves) numerikus szimulációs CFD módszer:

Rács Boltzmann módszer

**LBM: Lattice Boltzmann Method**

- Az LBM újszerűsége:
  - Makroszkopikus út helyett **mezoszkópikus!**
- A módszernél Boltzmann transzportegyenletéből (1872) indulunk ki.

# Turbulens (és lamináris) áramlás

- Turbulencia esetén az **áramló közeg** fizikai jellemzői (nyomás, sebesség) gyorsan, **kaotikusan** változnak, rendszertelenül ingadoznak. (Ennek ellentéte a lamináris áramlás.)
- A turbulens áramlások látványos megnyilvánulása, hogy az áramlási térben **örvények** jelennek meg.

# Turbulens áramlás

[www.nuestroclima.com](http://www.nuestroclima.com)



# Örvényesség és enstrófia

- Az örvényesség (2D):

$$\boldsymbol{\omega} = \text{rot} \mathbf{v}$$

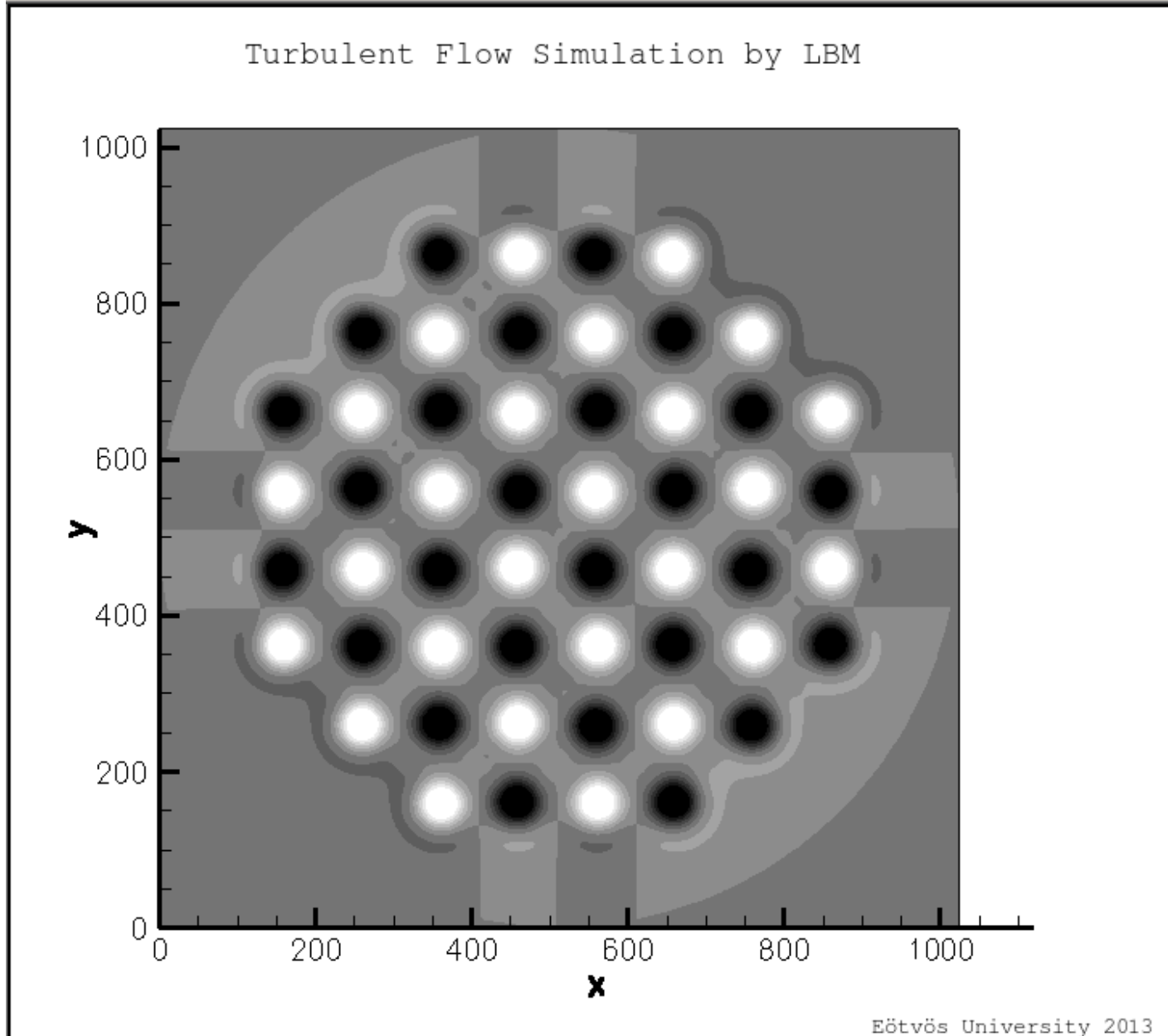
$$\boldsymbol{\omega} = \nabla \times \mathbf{v} = \left( \frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y} \right) \times (v_x, v_y) = \frac{\partial v_y}{\partial x} - \frac{\partial v_x}{\partial y}$$

Ahol  $\mathbf{v}$  az áramlási tér sebességvektora.

- Az enstrófia:

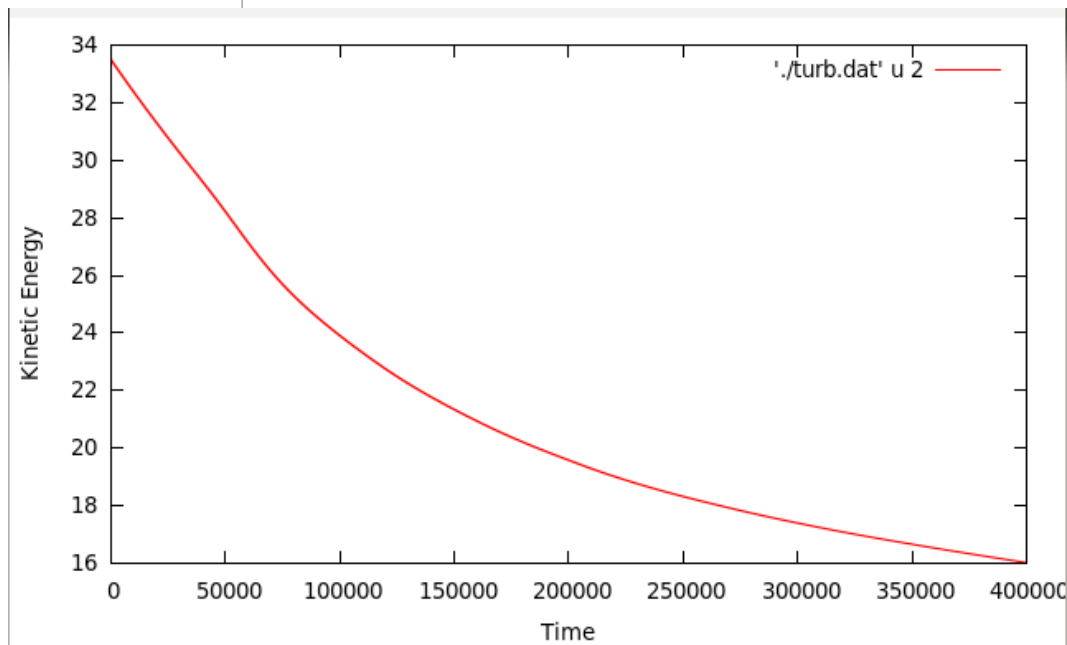
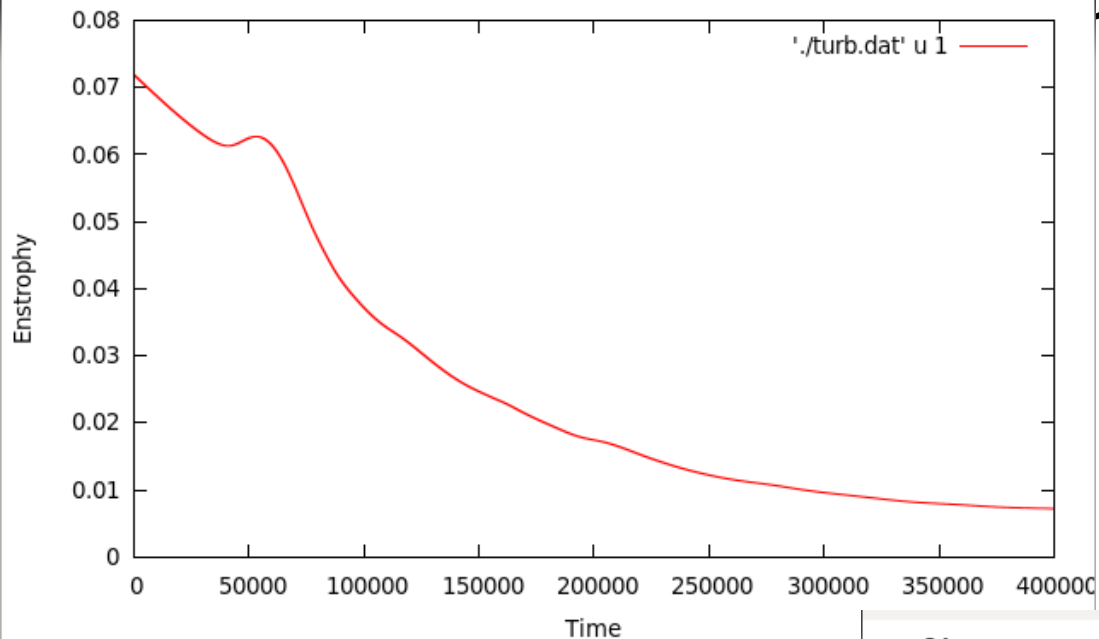
$$\varepsilon = \int_S \boldsymbol{\omega}^2 dS$$

# Saját eredmények: örvényesség szimuláció

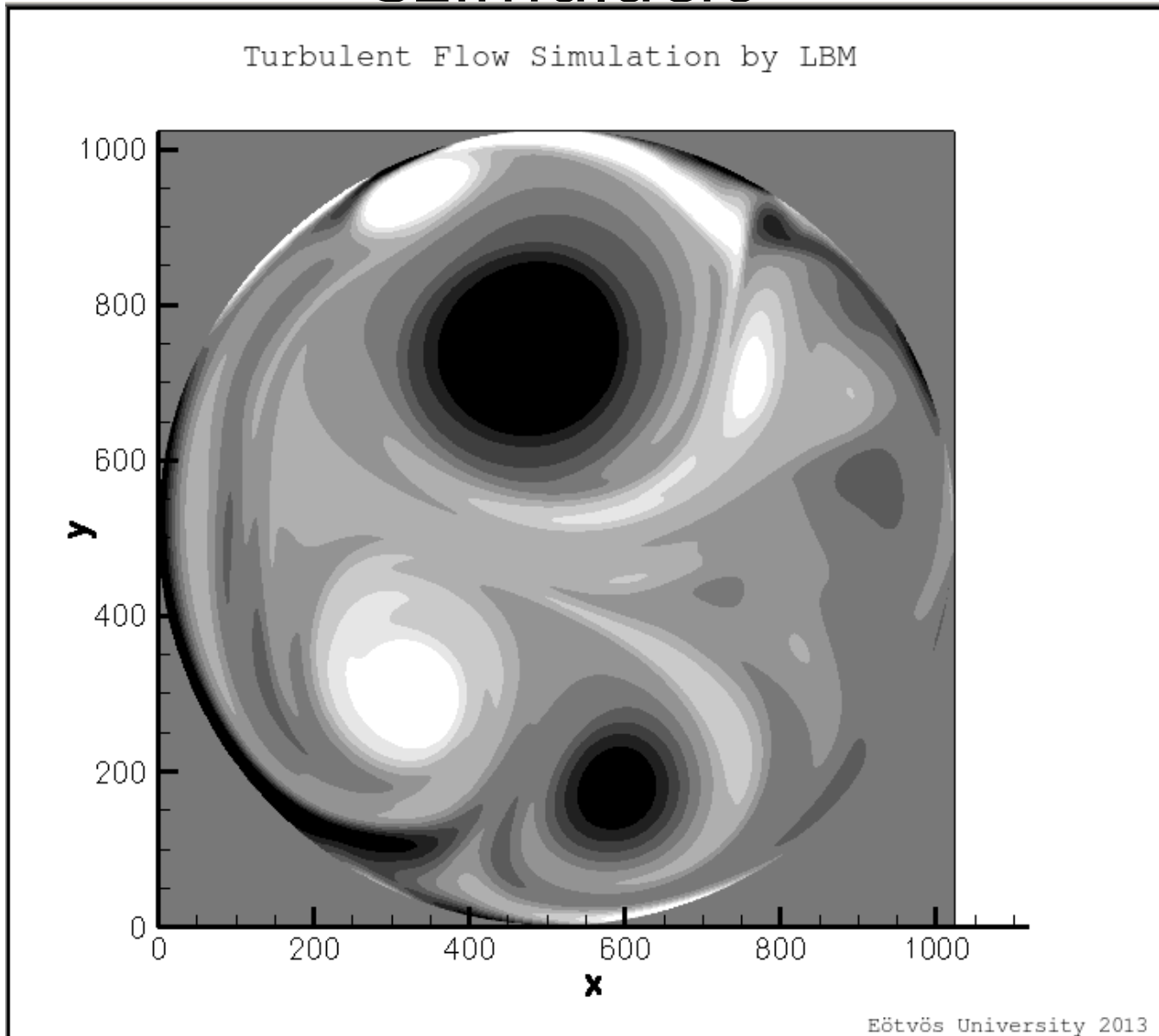




# Saját eredmények: enstrófia, kinetikus energia



# Saját eredmények: örvényesség szimuláció



# További lehetőségek, tervek

- Az kör alakú áramlási térben szimulált **új eredmények publikálása**, összehasonlítása a régebbi publikációinkkal
- Az új kód mobilitása lehetővé teszi különböző geometria alakzatokban történő áramlások vizsgálatát
- Kétkomponensű folyadékok áramlásának vizsgálata az ELTE Kármán Áramlási Labor eredményeinek figyelembe vételével
- Távolabbi cél: LBM mezoszkópikus volta lehetőséget biztosít kvantummechanika problémák vizsgálatára is, pl. grafén és Dirac operátor kapcsolata
- **Konferencián** való részvétel és **előadás**, legközelebb:

International Conference on Mathematical Modeling in