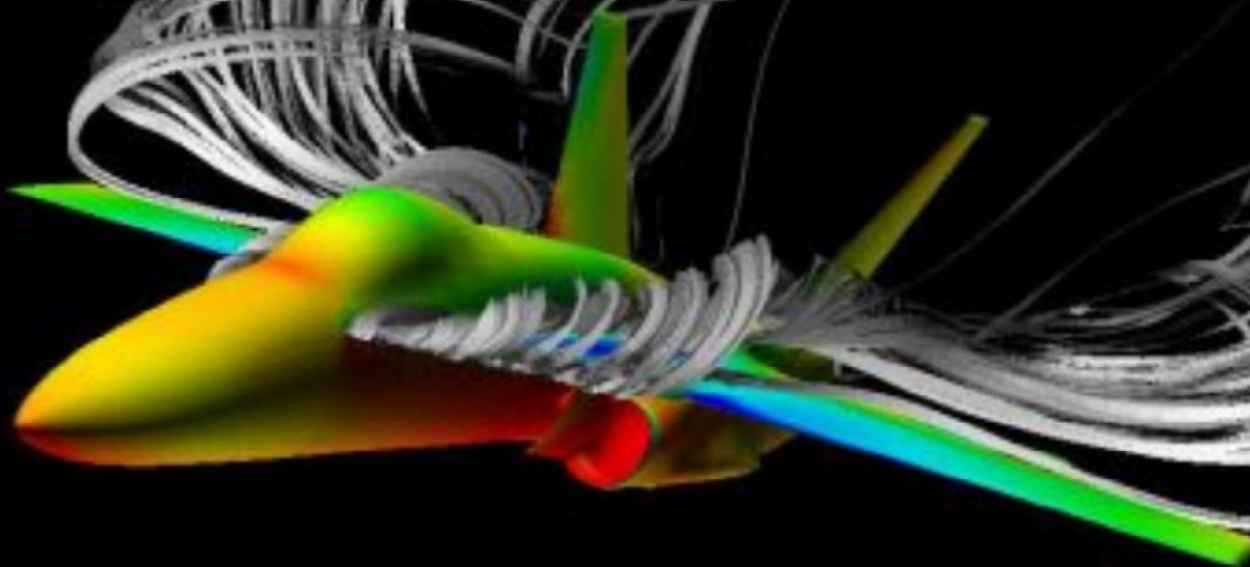


DAN STUDENATA HIDROTEHNIKE 2008

# Computational Fluid Dynamics CFD



Nevena Perović  
Gradjevinski fakultet Beograd

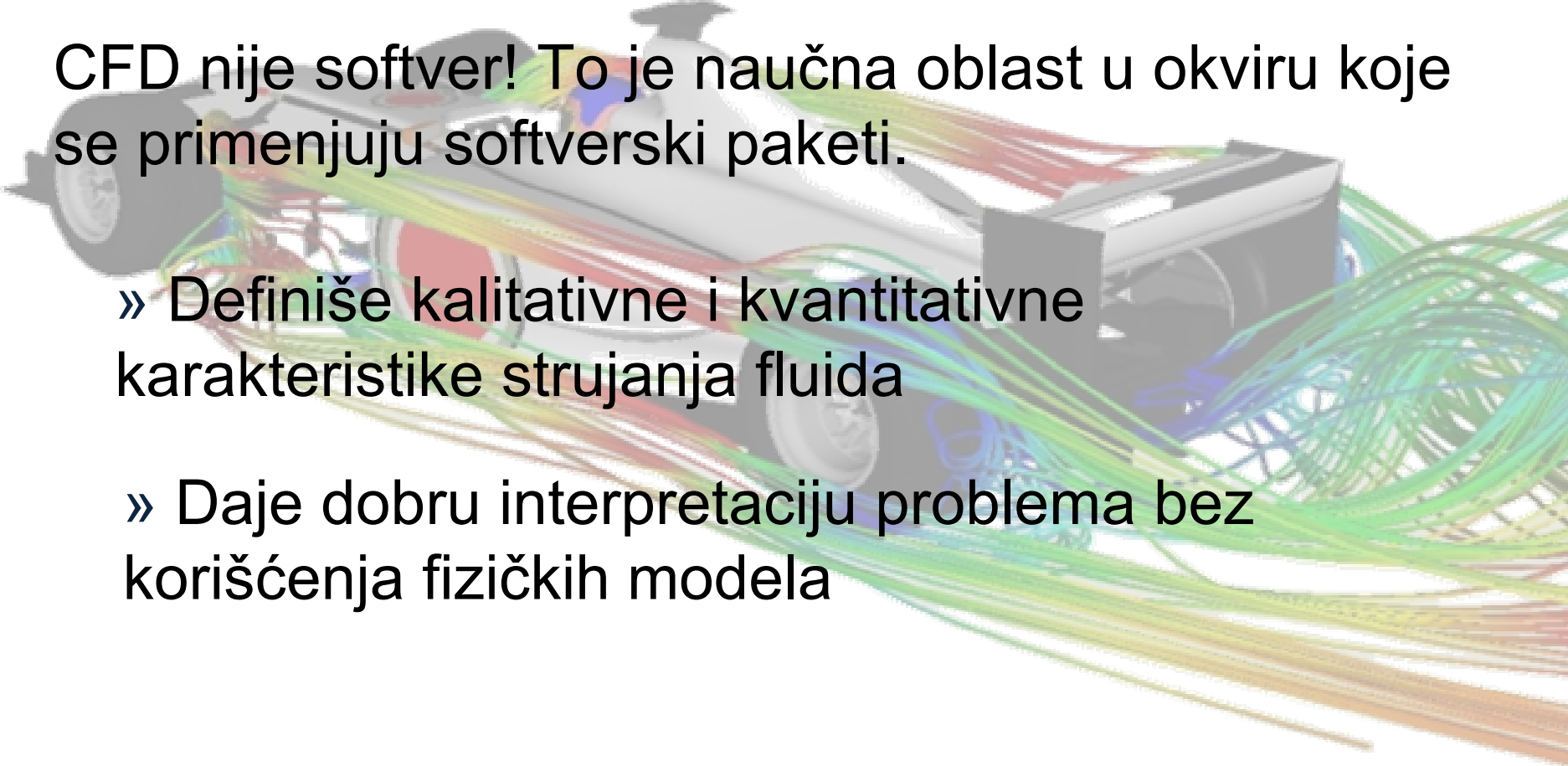
# Dan studenata hidrotehnike 2008

- » Šta je to CFD?
- » Oblasti primene
- » Koje se tehnike koriste?
- » Zašto je bolji od fizičkih modela?
- » Primeri iz prakse
- » Teoretski primeri
- » Zaključak



## ŠTA JE Computational Fluid Dynamics?

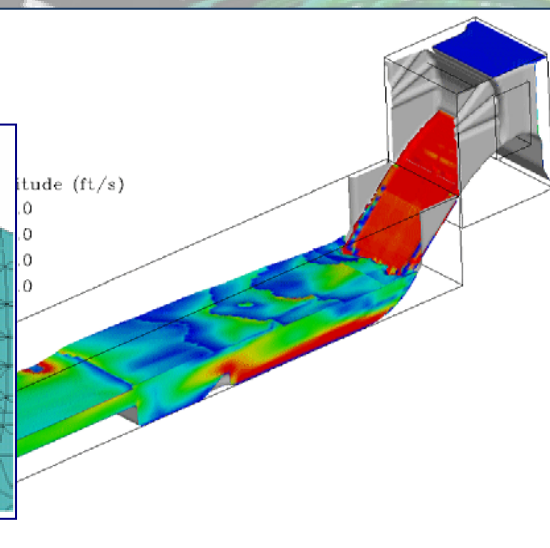
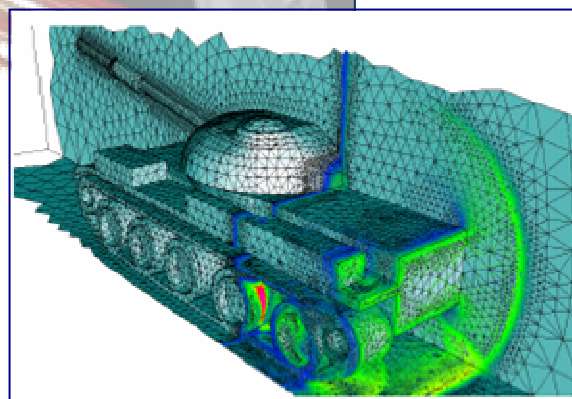
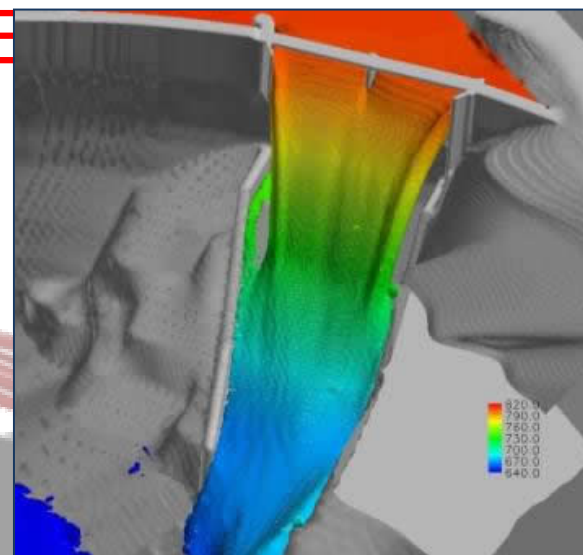
CFD nije softver! To je naučna oblast u okviru koje se primenjuju softverski paketi.

- » Definiše kvalitativne i kvantitativne karakteristike strujanja fluida
  - » Daje dobru interpretaciju problema bez korišćenja fizičkih modela
- 

# Dan studenata hidrotehnike 2008

## OBLAST PRIMENE

- 1) Hidraulički problemi
- 2) Aerodinamičke karakteristike vozila
- 3) U sportskoj industriji
- 4) Masinci za klimatizaciju - propagacija zagađenja
- 5) U medicini - bolesti krvotoka
- 7) Razvoj borbene opreme



# Dan studenata hidrotehnike 2008

---

## KOJE TEHNIKE KORISTI?

Tri su osnovna koraka, kroz koje je neophodno proći:

(1) Definisanje fizičkog modela

(2) Dodeljivanje adekvatnog matematičkog modela

(3) Numeričko modeliranje

# Dan studenata hidrotehnike 2008

## (1) Definisane fizičkog modela

Sličnost

(1) Geometrijska

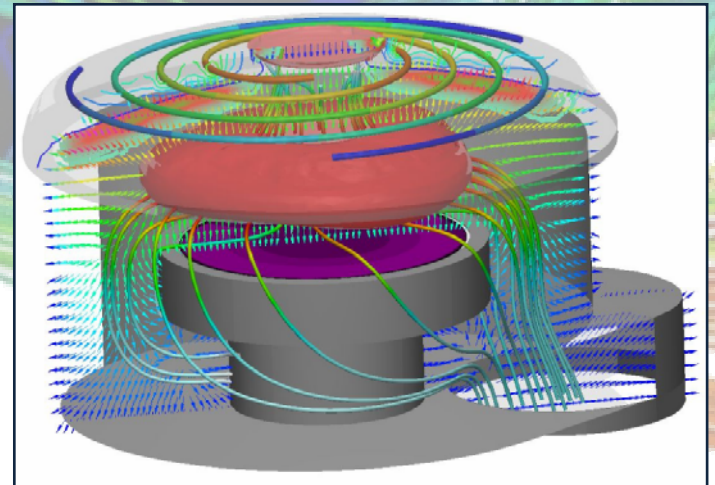
(2) Kinematička sličnost

(2) Dinamička sličnost

- dužine
- brzine
- sile
- pritisci
- 
- viskoznost

Razmera virtuelnog  
modela

- Manji
- Jednak
- Veći



## (2) Dodeljivanje adekvatnog matematičkog modela

### Parcijalne diferencijalne

$$\rho \left( \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial x} + \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \rho g_x$$

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial y} + \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + \rho g_y$$

$$\rho \left( \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right) = - \frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left( \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + \rho g_z$$

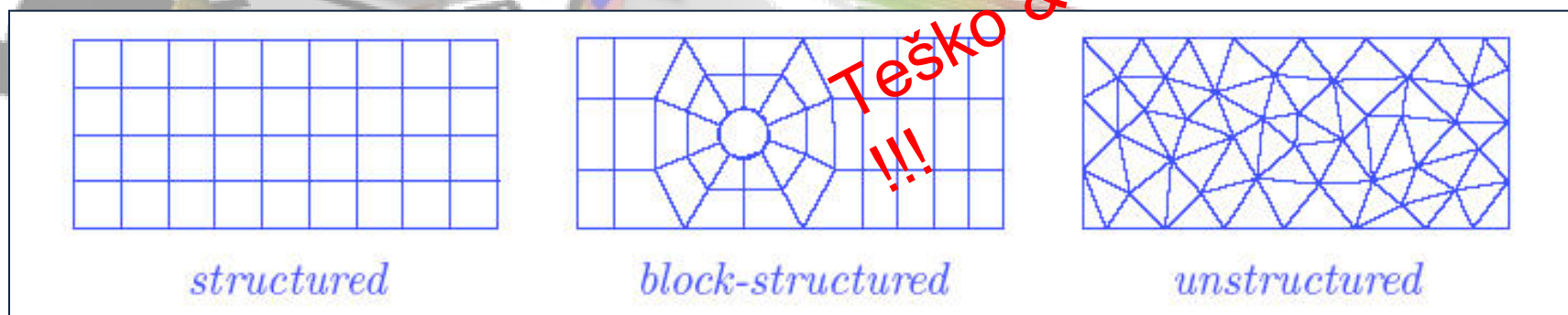
+ odgovarajući granični uslovi

**\* Analitičko rešenje samo za jednostavne slučajeve \***

# Dan studenata hidrotehnike 2008

## (3) Numeričko modeliranje

(A) Diskretizacija prostora:



(B) Definisavanje vremenskog koraka



# Dan studenata hidrotehnike 2008

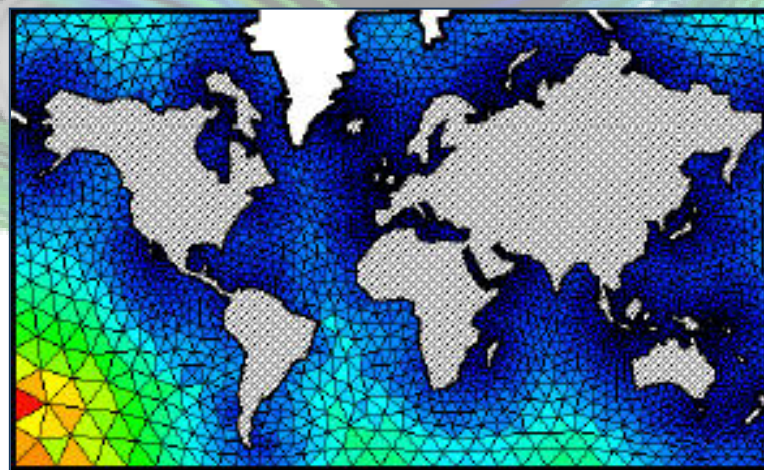
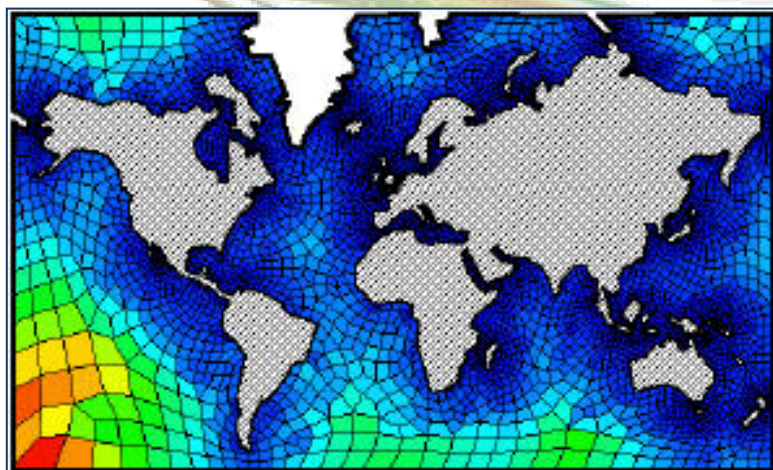
## (3) Numeričko modeliranje

### (C) Numeričke metode:

Metodom konačnih razlika

Metodom konačnih zapremina

Metodom konačnih elemenata



# Dan studenata hidrotehnike 2008

## PREDNOSTI vs MANE(PROBLEMI)?

✓ Jeftinije od

EM

✓ Brze i ponovljive

✓ Nepotreban transport opreme

✓ CFD prikazuje stvarno strujanje fluida – neizvodljivo na

EM  
✓ Mogućnost modeliranja različitih režima

✓ Grafička prezentacija

✓ Rad na kompleksnim modelskim problemima

✗ Generisanje mreže kompleksno

✗ Izbor adekvatnog turbulentnog modela

✗ Viskozni efekti u blizini zida

✗ Konvergencija modela

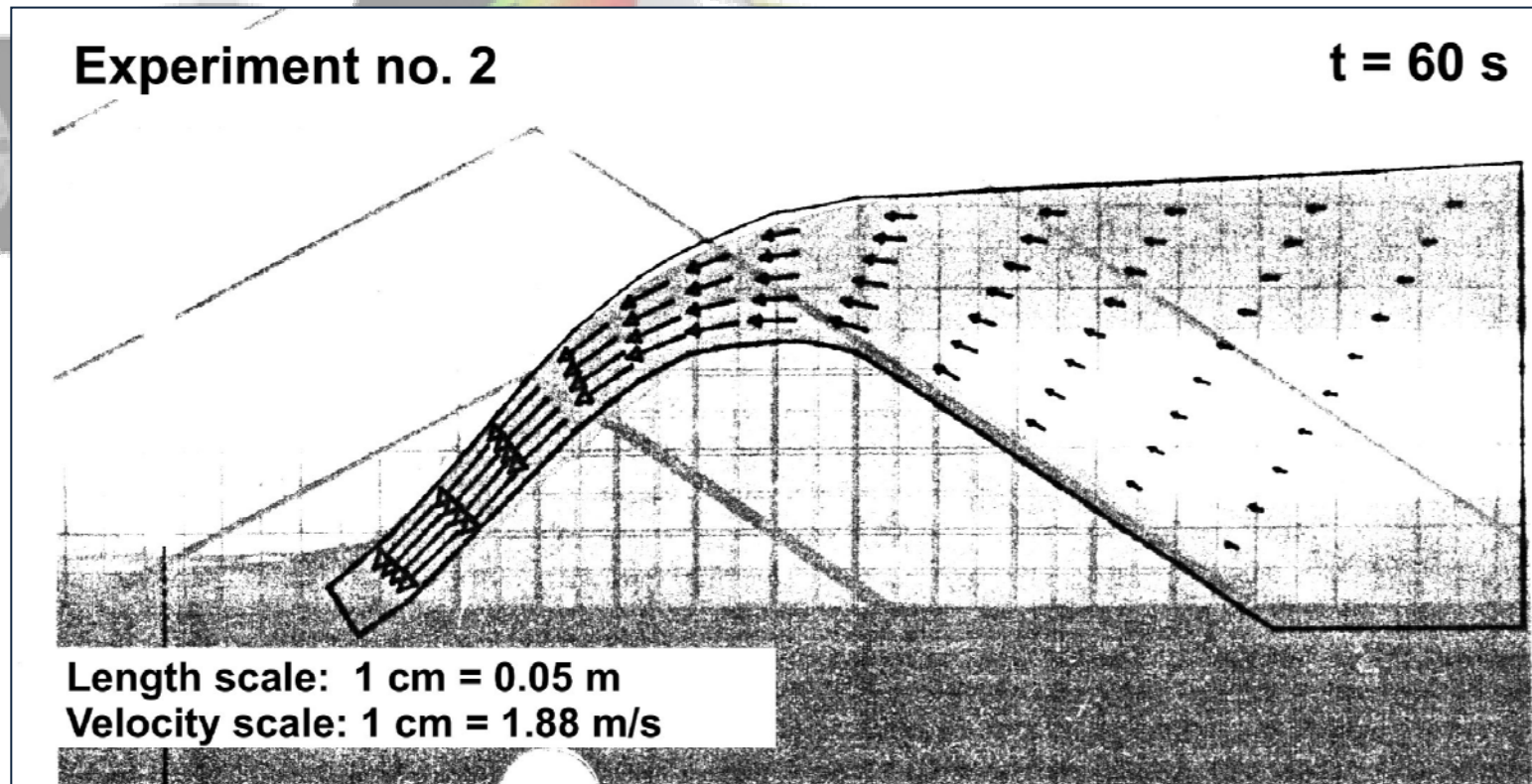
?!  
----->

PREDNOST ili MANA ?!

# Dan studenata hidrotehnike 2008

## PRIMERI IZ PRAKSE

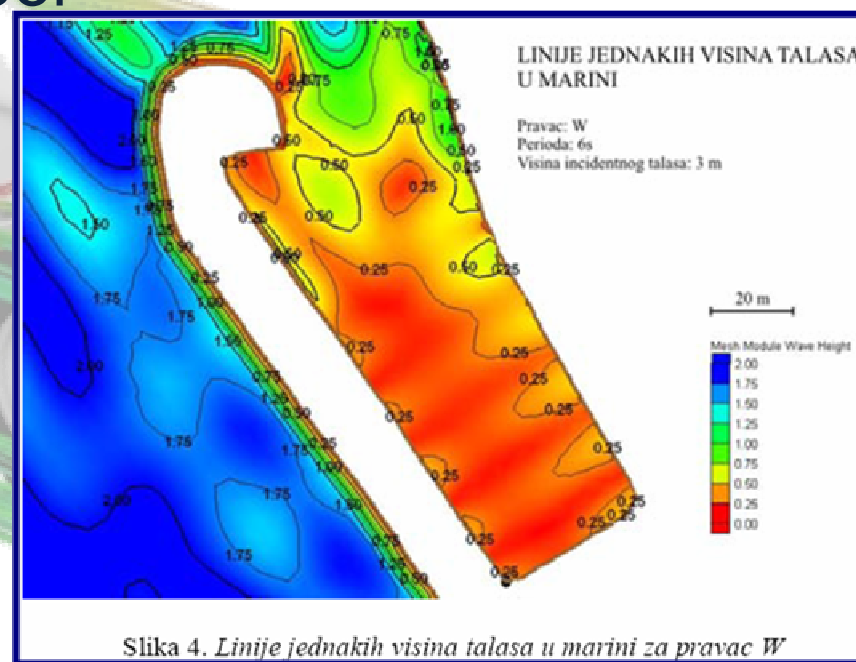
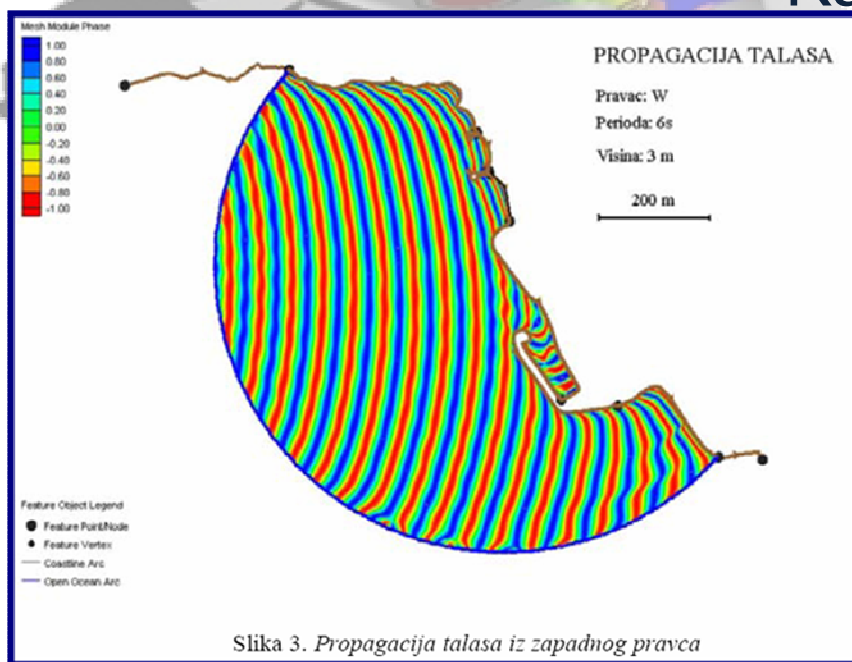
Erozija zemljanog nasipa – Prof. Dr Miodrag Jovanović



# Dan studenata hidrotehnike 2008

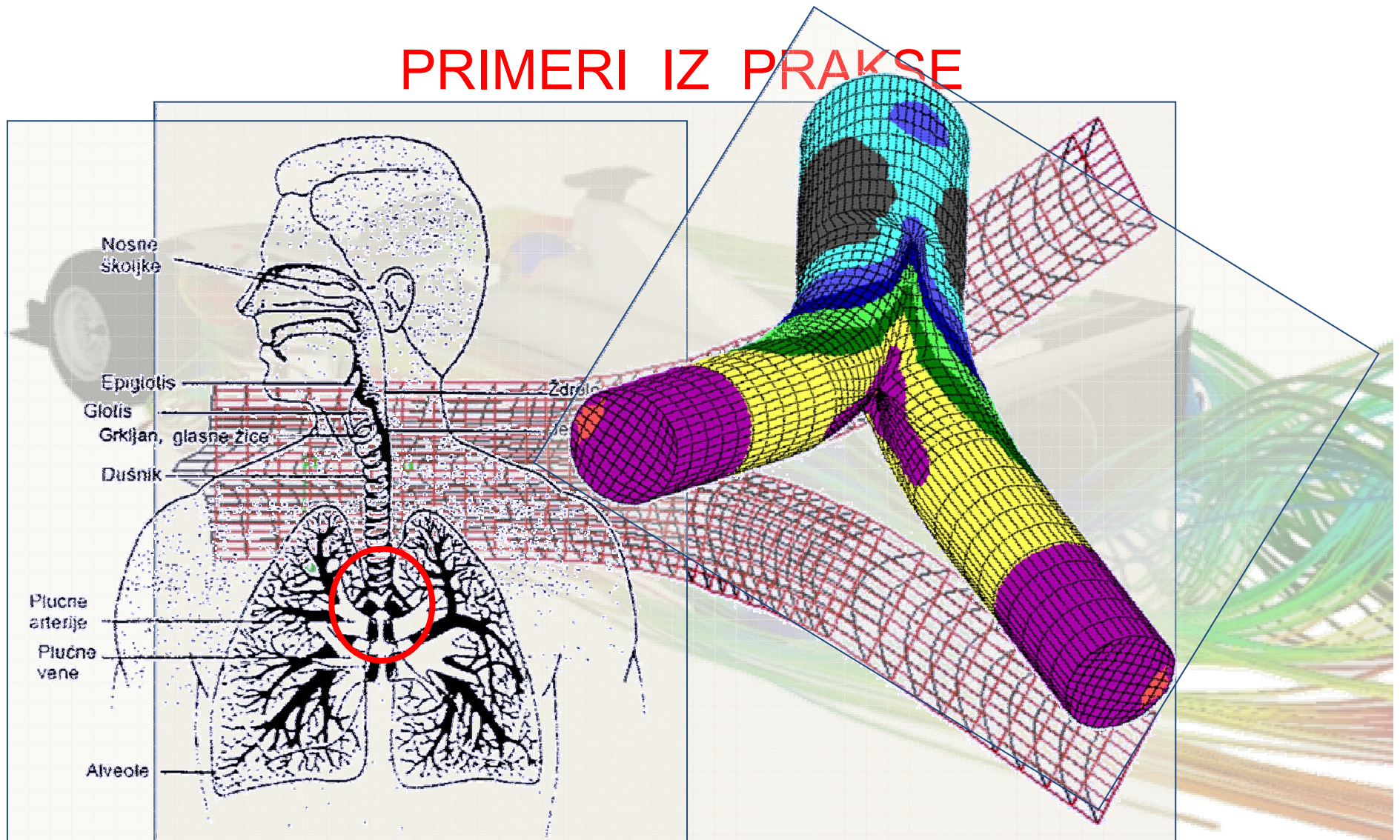
## PRIMERI IZ PRAKSE

Propagacija talasa u zoni marine – Prof. Dr Radomir Kapor

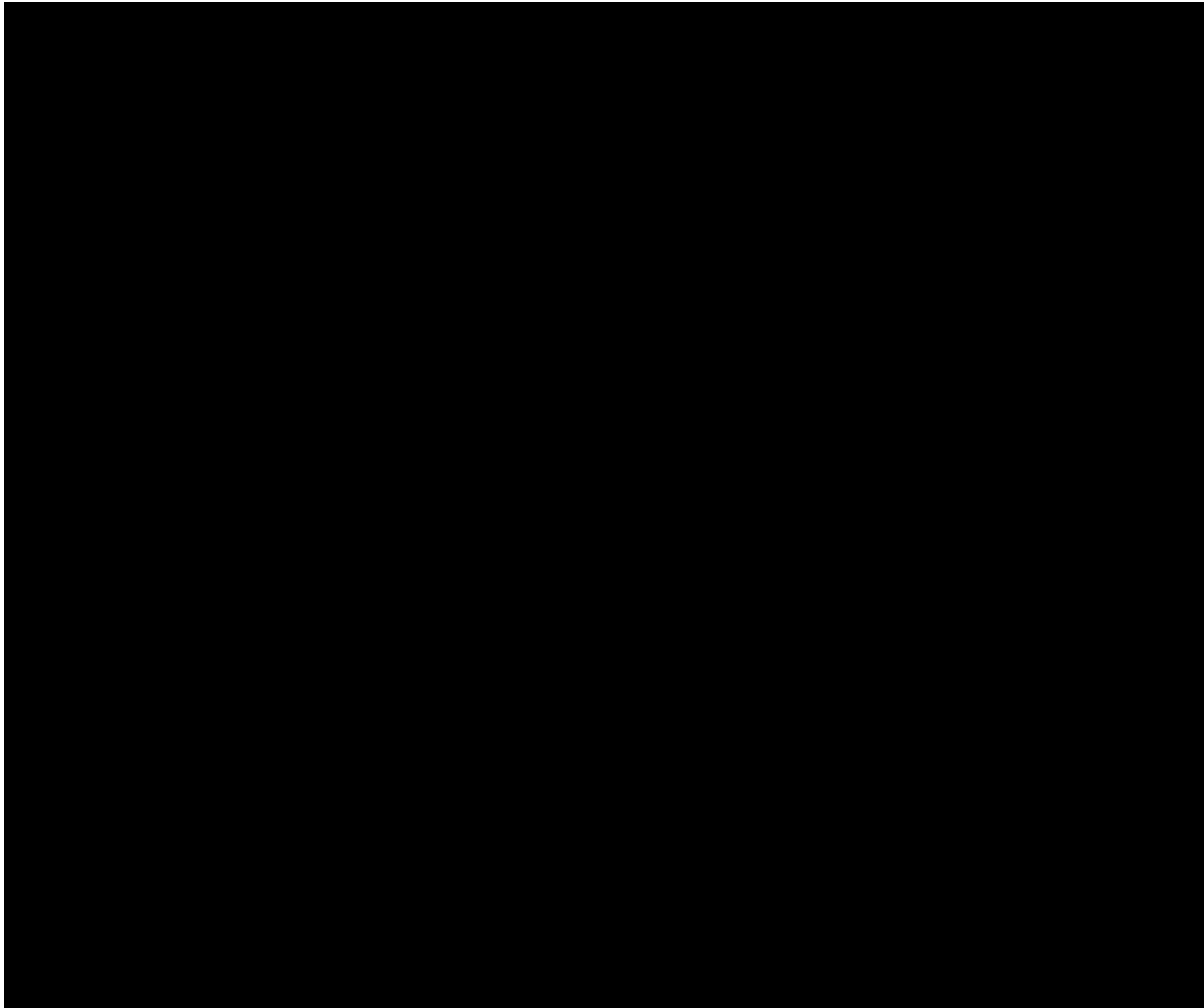


# Dan studenata hidrotehnike 2008

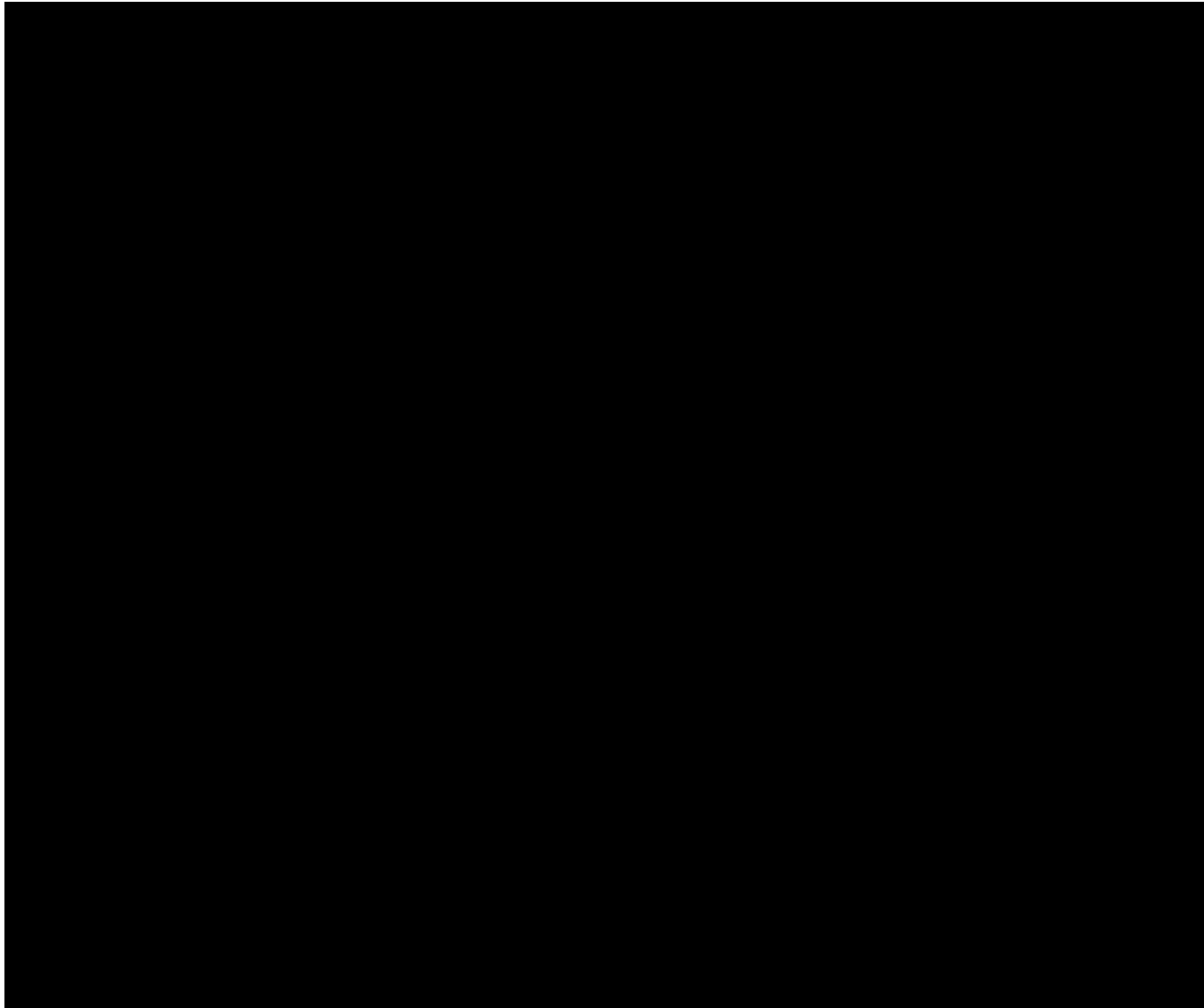
## PRIMERI IZ PRAKSE



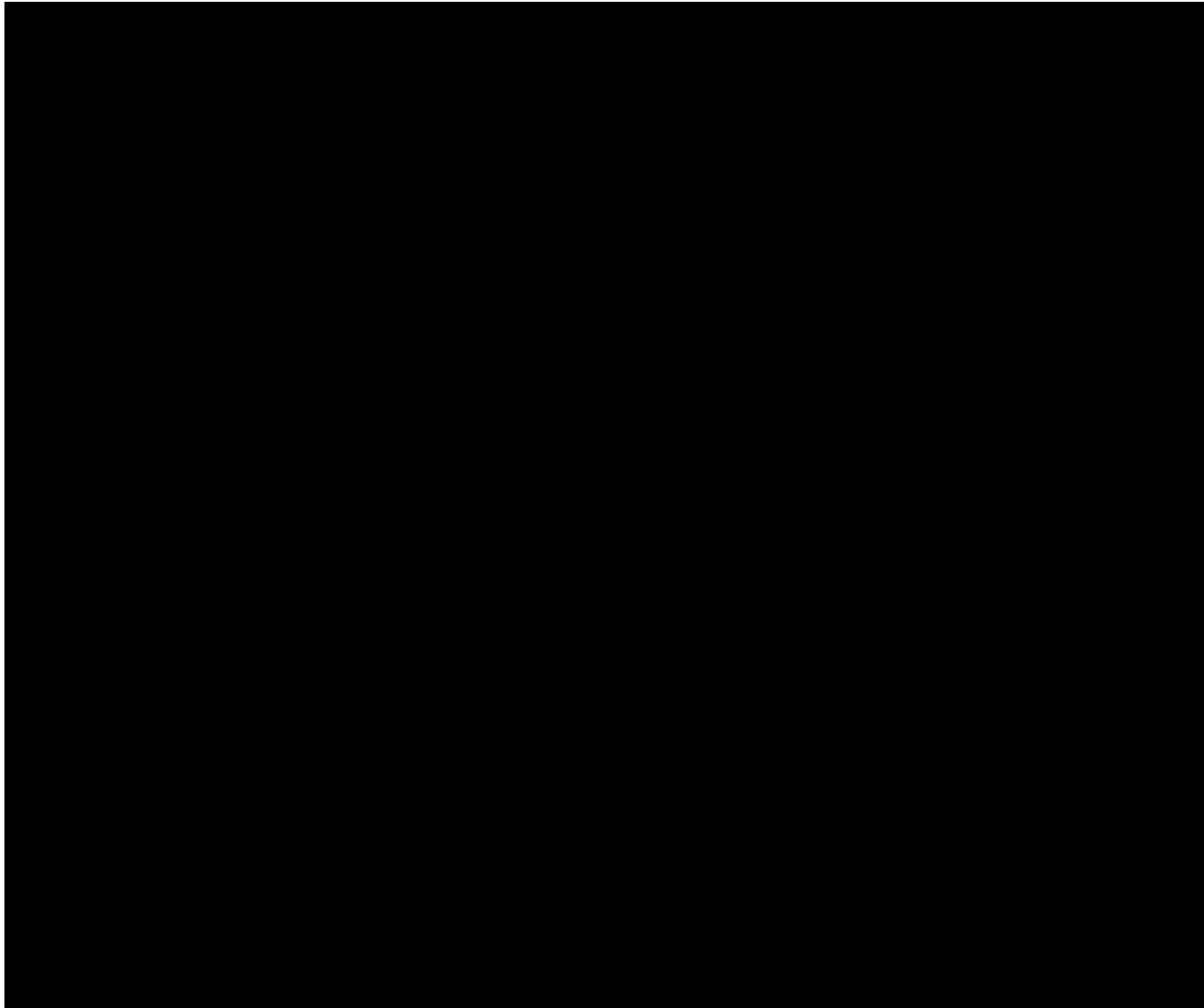
# Dan studenata hidrotehnikе 2008



# Dan studenata hidrotehnikе 2008



# Dan studenata hidrotehnikе 2008

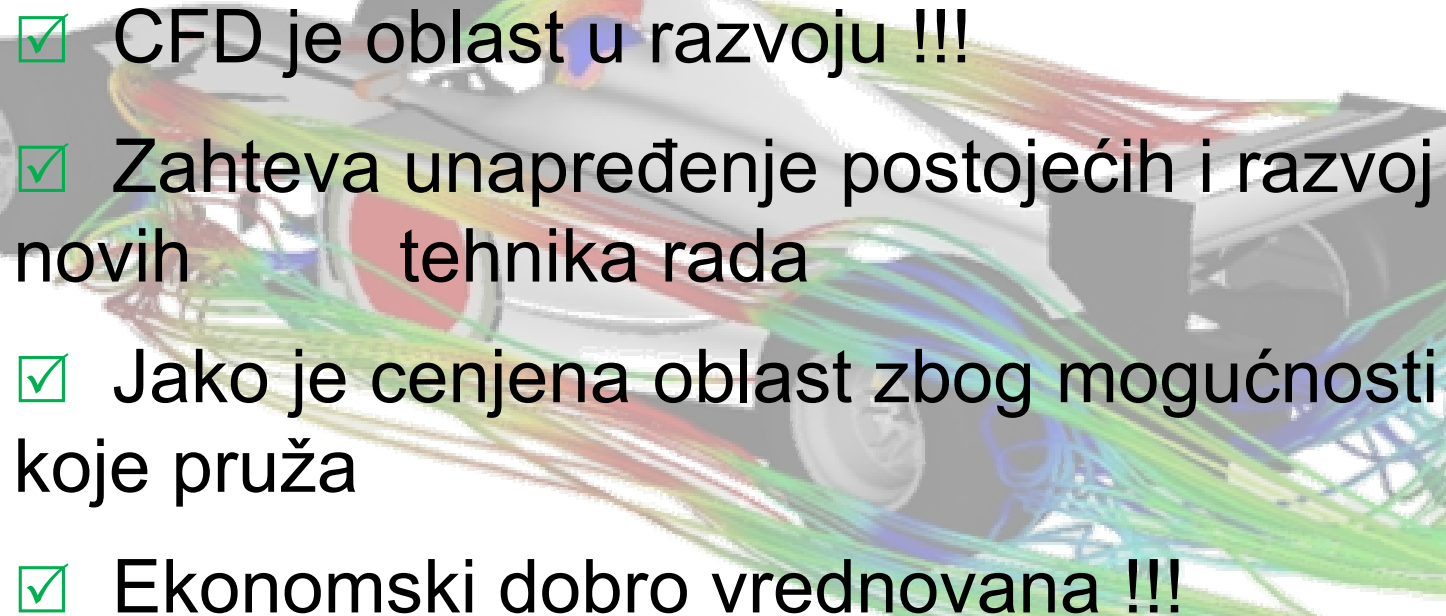




# Dan studenata hidrotehnike 2008

---

## ZAKLJUČAK

- 
- ✓ CFD je oblast u razvoju !!!
  - ✓ Zahteva unapređenje postojećih i razvoj novih tehnika rada
  - ✓ Jako je cenjena oblast zbog mogućnosti koje pruža
  - ✓ Ekonomski dobro vrednovana !!!

# Dan studenata hidrotehnikе 2008



H V A L A N A P A Ž