

# OSNOVE MKE ANALIZ

**2. letnik**

**Visokošolski strokovni študijski program**

**Projektno aplikativni program**

**Predavatelj: doc.dr. Nikolaj MOLE (soba N-7)**

e-mail: [nikolaj.mole@fs.uni-lj.si](mailto:nikolaj.mole@fs.uni-lj.si)

**Asistent: doc.dr. Nikolaj MOLE**

**Laboratorij za numerično modeliranje in simulacije**

<http://www.fs.uni-lj.si/lnms>

# POGOJ ZA OPRAVLJANJE IZPITA

- obvezna udeležba na **11 vajah**
- vaje potekajo na računalnikih v **računalniški učilnici I/4**
- **termin vaj:** 1.skupina: **torek 13<sup>45</sup> - 15<sup>15</sup>** , pred. I / 4  
2. skupina: **torek 15<sup>30</sup> - 17<sup>00</sup>** , pred. I / 4

## 1. skupina

23150375  
23160301  
23160303  
23150386  
23160316  
23150401  
23150410  
23150421  
23150422  
23160348  
23160379  
23160384  
23150457  
23160388  
23160394

## 2. skupina

23160395  
23160404  
23150027  
23140396  
23150033  
23160014  
23160026  
23150049  
23140565  
23160022  
23150077  
23150538  
23150539  
23150116

# DVA NAČINA OPRAVLJANJA IZPITA

## 1. Način:

Praktični del izpita:

1. kolokvij: mreženje 1D, 2D in 3D območij in priprava podatkov za preračun z računalniškim programom ABAQUS (9. - 13.4.2018)

2. kolokvij: reševanje mehanskih problemov z računalniškim programom ABAQUS (29.5.2018)

Teoretični del izpita: ustni zagovor

## 2. Način:

Praktični del izpita: reševanje primerov z računalniškim programom ABAQUS

Teoretični del izpita: ustni zagovor

## NAMEN PREDAVANJ IN VAJ

- prikaz vloge in pomena numeričnega modeliranja pri reševanju tehniških problemov
- predstavitev teoretičnih osnov metode končnih elementov
- osvojitve osnov numeričnega modeliranja fizikalnih problemov
- analiza z računalniškim programom izračunanih rezultatov
- pridobivanje lastnih izkušenj pri delu z računalniškim programom ABAQUS

# OSNOVE MODELIRANJA

- Geometrijski model
- Fizikalni model
- Matematični model
- Numerični model

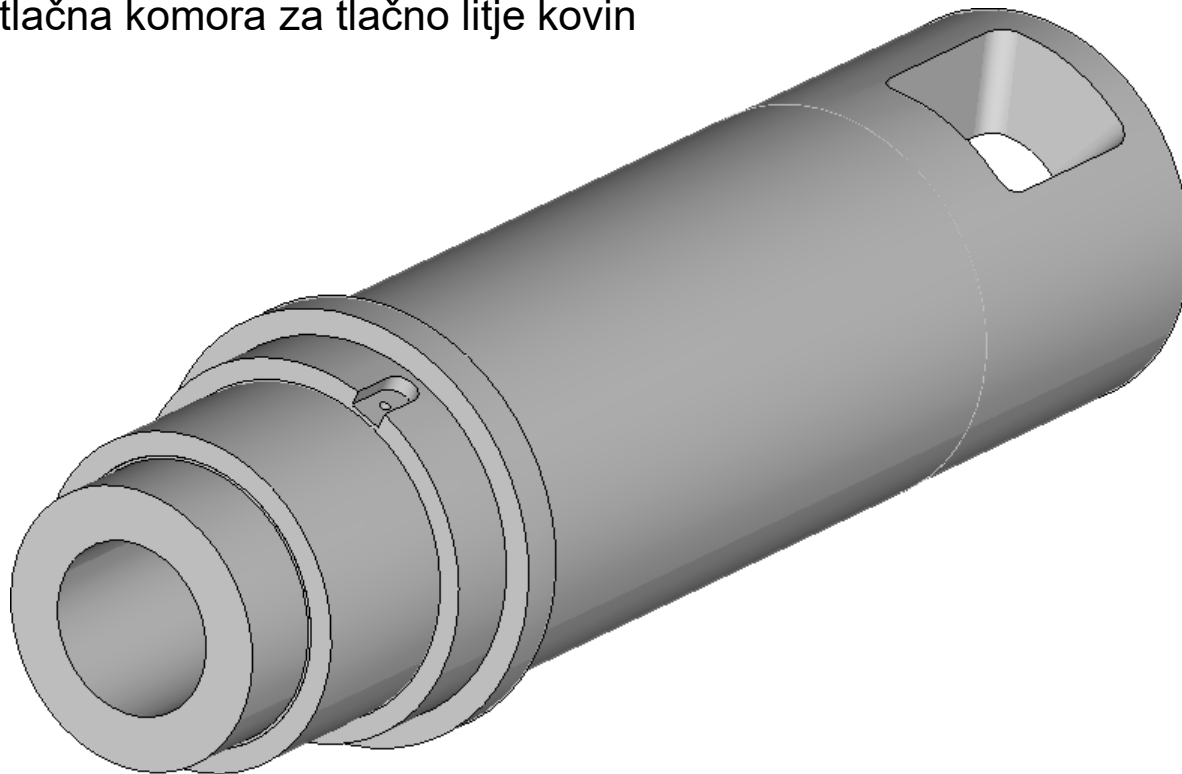
# OSNOVE MODELIRANJA

## ➤ Geometrijski model

- geometrijski model popisuje geometrijski prostor analiziranega območja
- geometrijski model izdelamo z računalniškimi programi, ki so namenjeni geometrijskemu modeliranju (**CAD**):
  - *SolidWorks*
  - *CATIA*
  - *Pro/ENGINEER*
  - *AutoCAD*
- osnove geometrijskega modeliranja ste spoznali v 1. letniku študija pri predmetu SNOVANJE IZDELKOV IN PROJEKTIRANJE

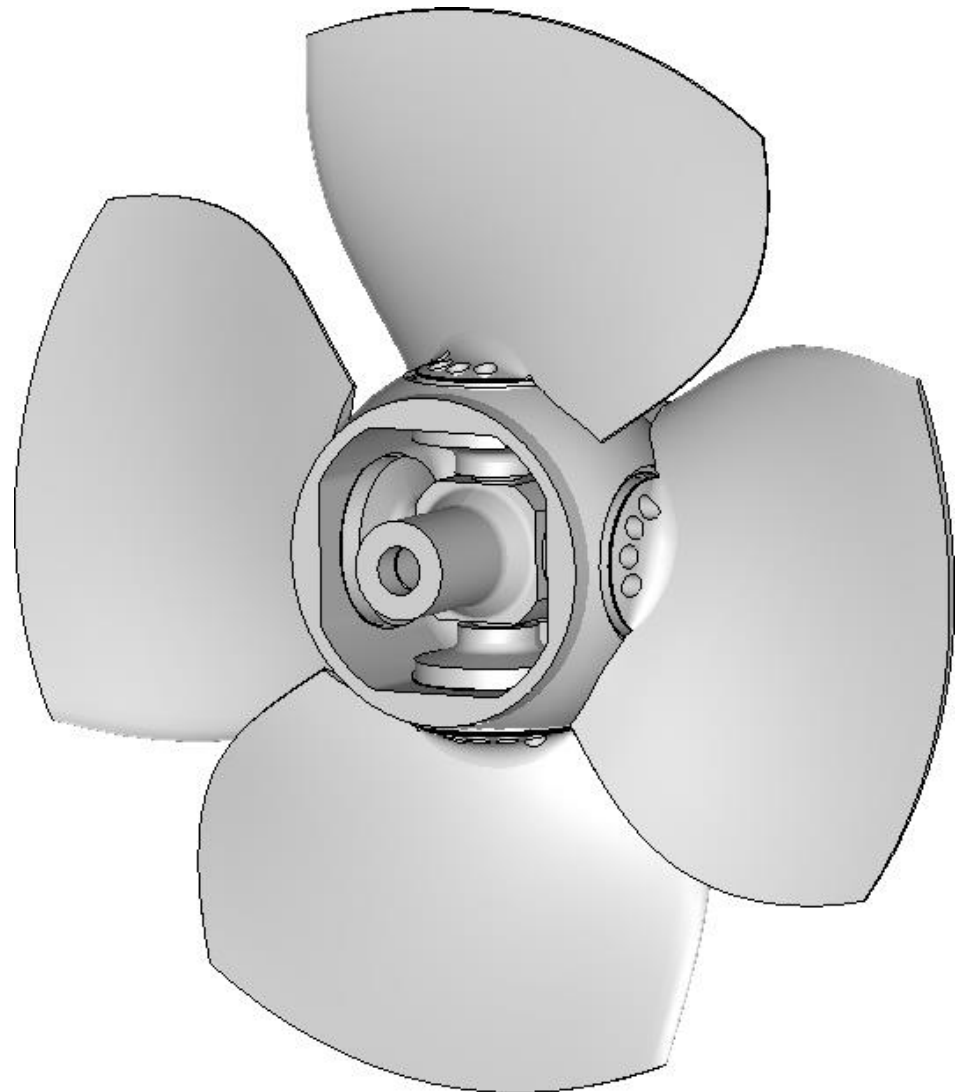
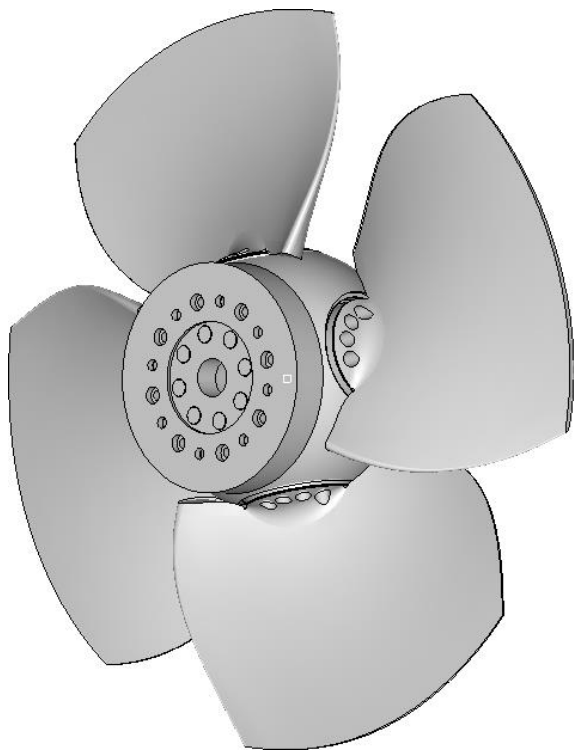
## ➤ Geometrijski model

tlačna komora za tlačno litje kovin



## ➤ Geometrijski model

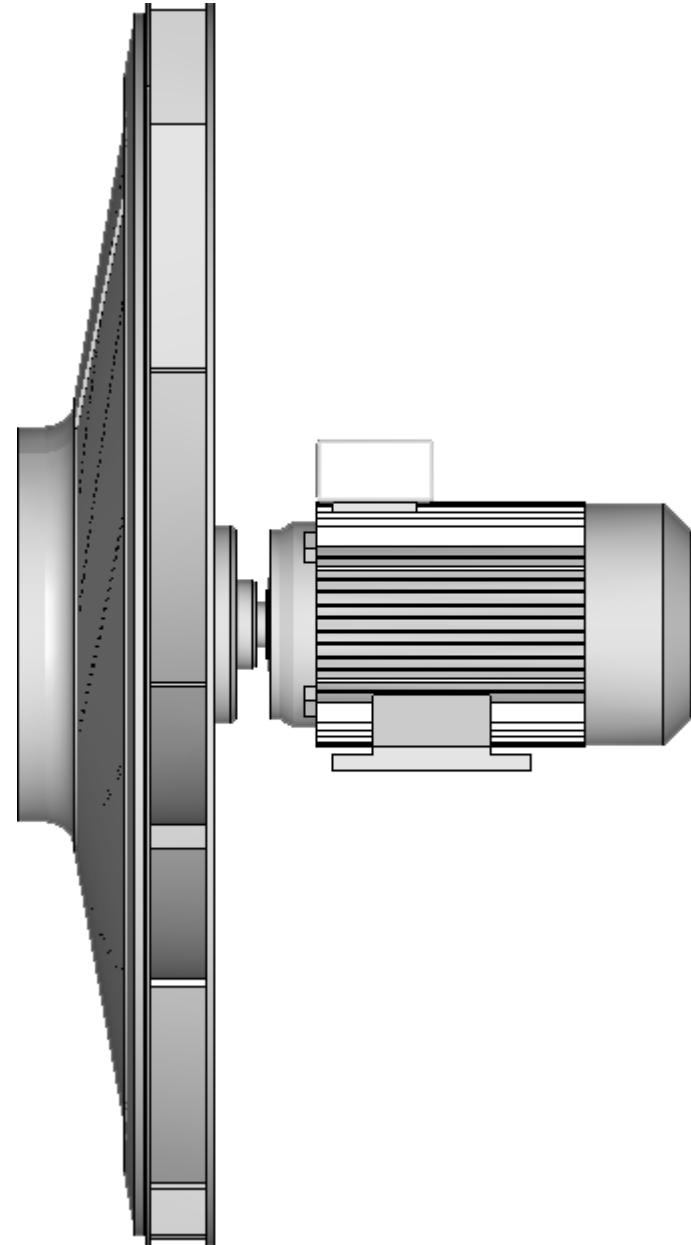
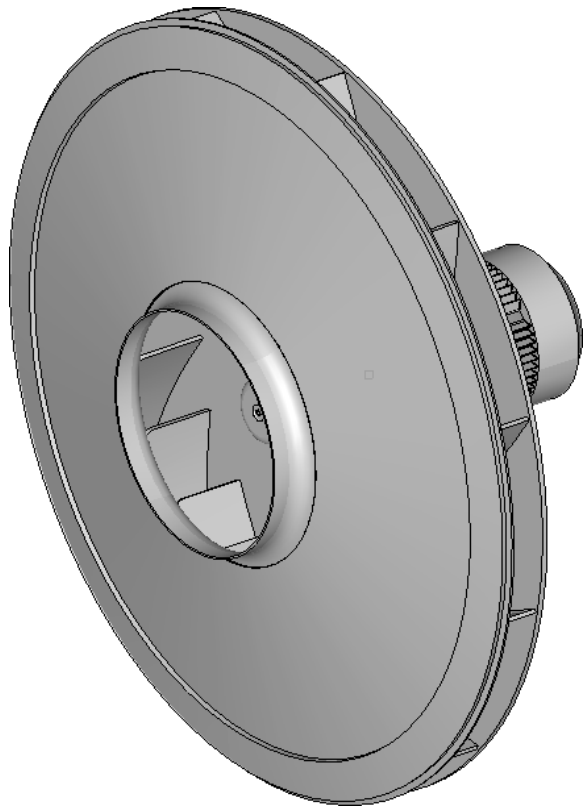
vodna turbina





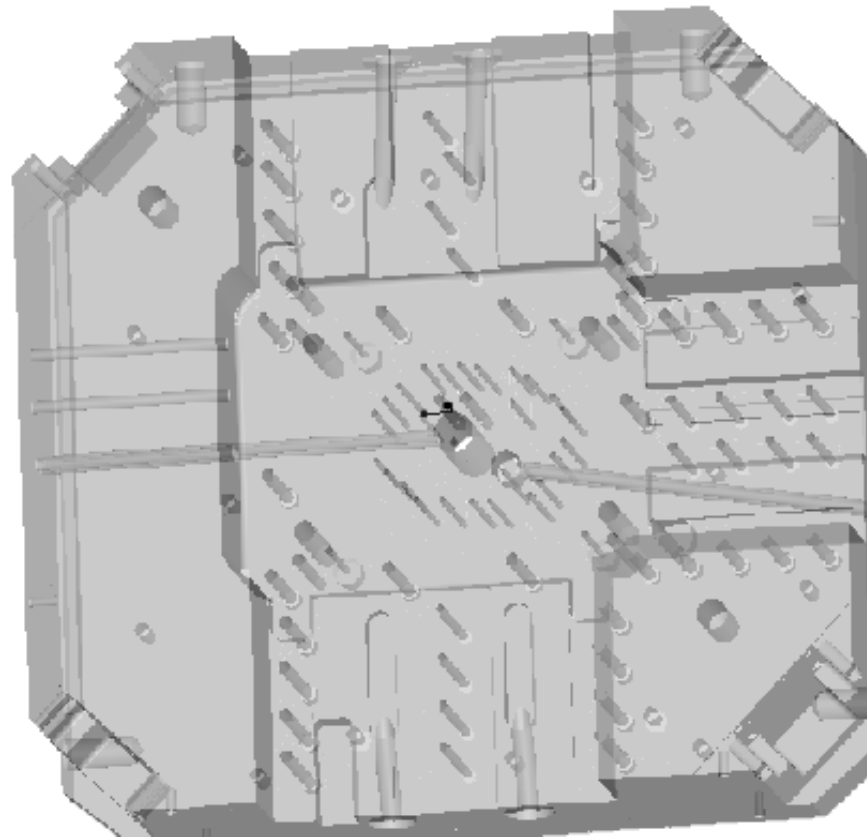
➤ Geometrijski model

ventilator



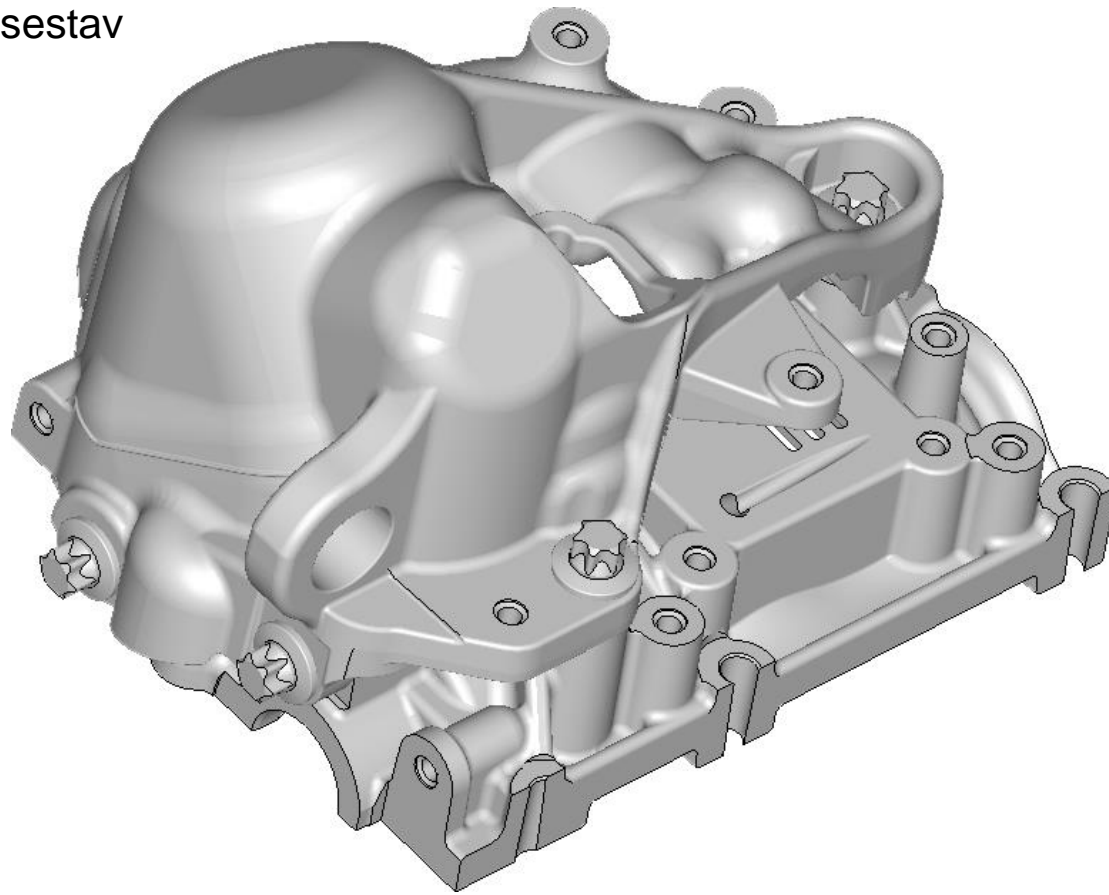
## ➤ Geometrijski model

okvir orodja za tlačno litje kovin



## ➤ Geometrijski model

sestav



# OSNOVE MODELIRANJA

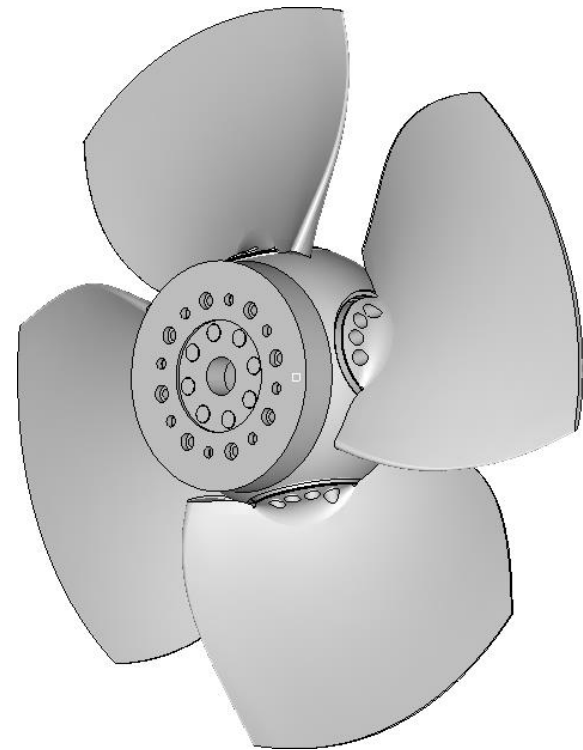
## ➤ Fizikalni model

- fizikalni model popisuje fizikalno dogajanje v analiziranem območju
- fizikalno dogajanje v analiziranem območju je lahko povezano z:
  - mehanskim stanjem
  - termalnim stanjem
  - elektro-magnetnim stanjem
  - . . .
- fizikalno dogajanje je lahko časovno:
  - spremenljivo
  - nespremenljivo

## ➤ Fizikalni model

- mehanika deformabilnih teles
- mehanika tekočin

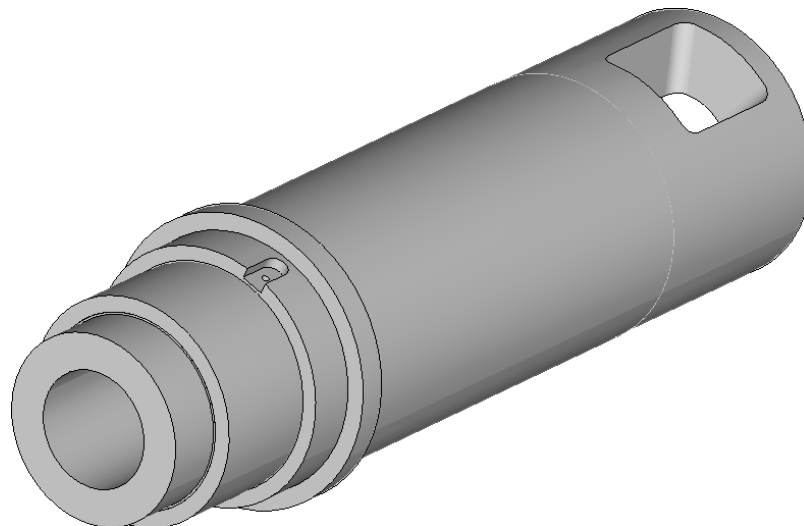
vodna turbina



## ➤ Fizikalni model

- prenos toplote
- mehanika deformabilnih teles
- mehanika tekočin

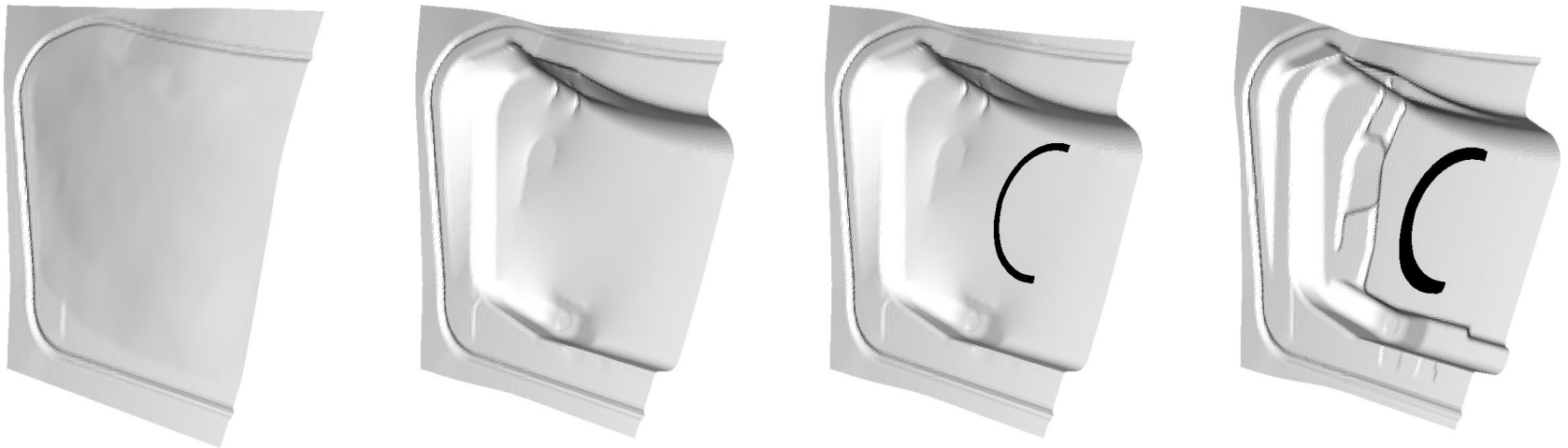
tlačna komora za tlačno litje kovin



## ➤ Fizikalni model

- mehanika deformabilnih teles
- mehanika kontakta
- prenos toplote

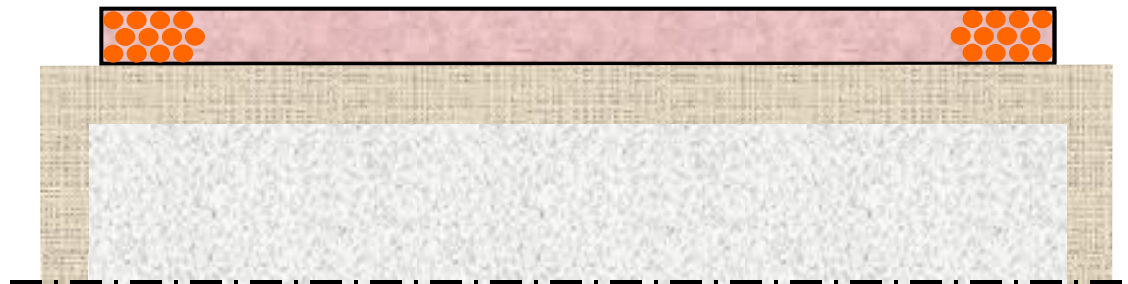
preoblikovanje pločevine



## ➤ Fizikalni model

- elektromagnetizem
- prenos toplote
- mehanika deformabilnih teles

induktivno segrevanje

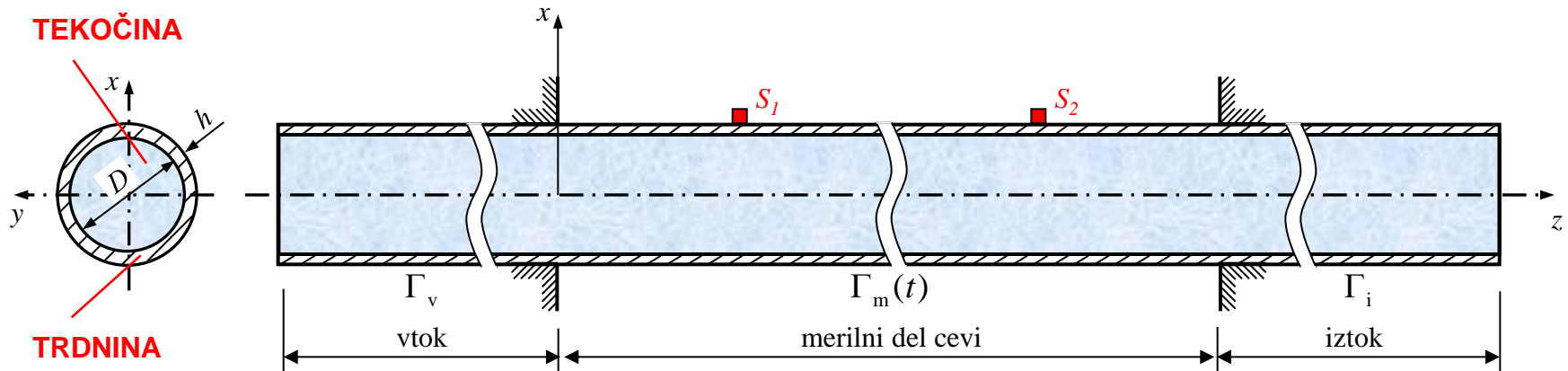




## ➤ Fizikalni model

- mehanika deformabilnih teles
- mehanika tekočin

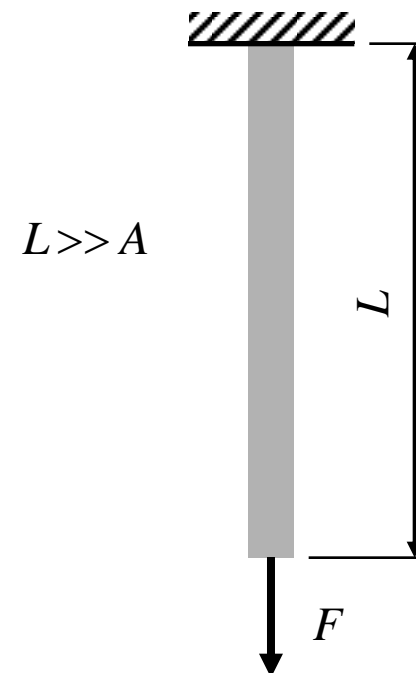
Coriolisov merilnik pretoka tekočin in plinov



# OSNOVE MODELIRANJA

## ➤ Matematični model

- osno obremenjeni konstrukcijski element



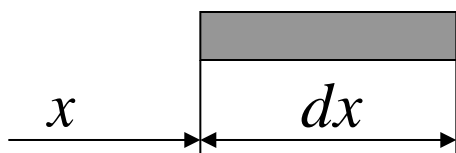
# OSNOVE MODELIRANJA

## ➤ Matematični model

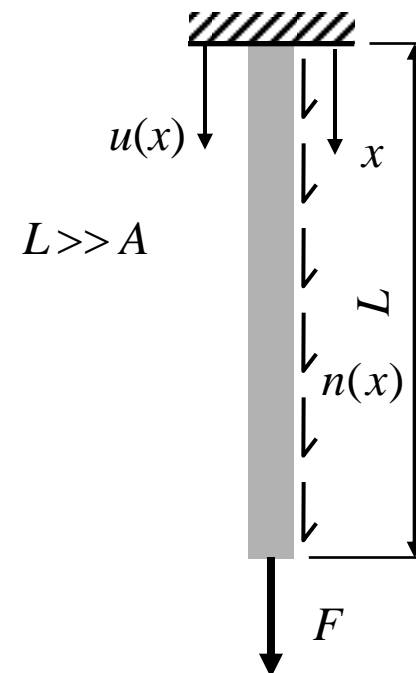
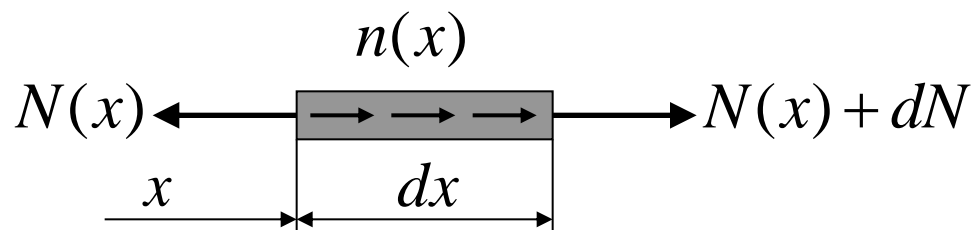
- osno obremenjeni konstrukcijski element

**statično ravnotežje:**

neobremenjeno stanje:



obremenjeno stanje:



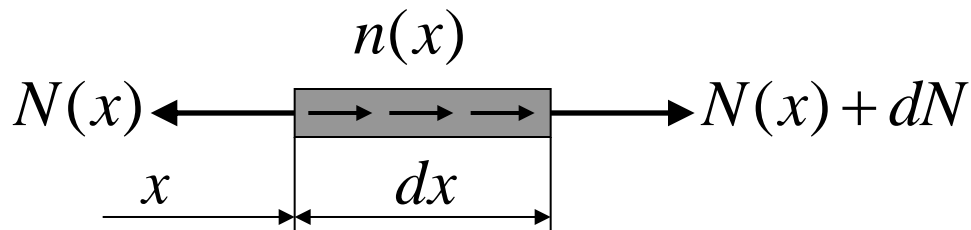
# OSNOVE MODELIRANJA

## ➤ Matematični model

- osno obremenjeni konstrukcijski element

**statično ravnotežje:**

obremenjeno stanje:



$$-N(x) + (N(x) + dN) + n(x) dx = 0$$

$$\frac{dN}{dx} = -n(x)$$

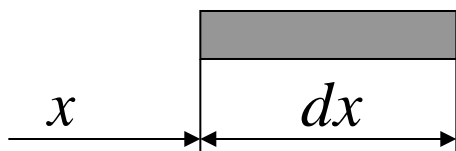
# OSNOVE MODELIRANJA

## ➤ Matematični model

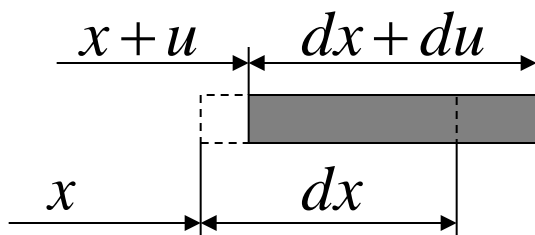
- osno obremenjeni konstrukcijski element

### zveza med pomikom in deformacijo:

nedeformirano stanje:



deformirano stanje:



$$\frac{du}{dx} = \varepsilon_x$$

# OSNOVE MODELIRANJA

## ➤ Matematični model

- osno obremenjeni konstrukcijski element

### zveza med deformacijo in napetostjo:

izotropno elastično obnašanje materiala (Hooke-ov zakon):

$$\sigma_x = E \varepsilon_x$$

$$\frac{N(x)}{A(x)} = E \frac{du}{dx} \Rightarrow N(x) = E A(x) \frac{du}{dx}$$

# OSNOVE MODELIRANJA

## ➤ Matematični model

- osno obremenjeni konstrukcijski element

### diferencialna enačba problema:

$$\frac{dN}{dx} = -n(x) \quad \Rightarrow \quad \frac{d}{dx} \left( E A(x) \frac{du}{dx} \right) = -n(x)$$

# OSNOVE MODELIRANJA

## ➤ Matematični model

### ▪ osno obremenjeni konstrukcijski element

- diferencialna enačba problema:

$$E A \frac{d^2 u}{dx^2} = -n_0$$

- robni pogoji:

$$u(x = 0) = 0$$

$$N(x = L) = F$$

