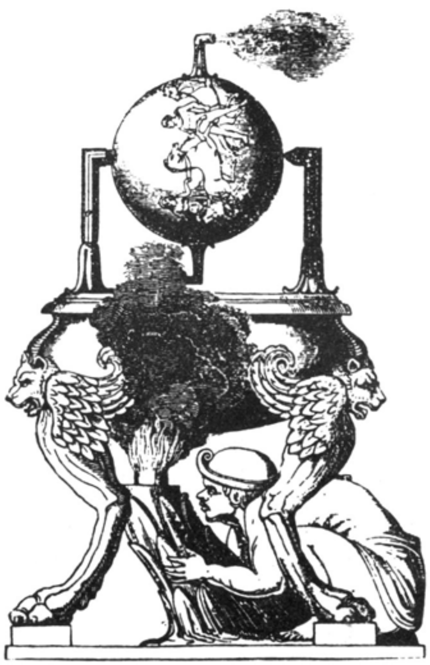
ENERGETSKI STROJI

- Uvod
- Teoretične osnove
- Volumetrični stroji
- Turbinski stroji
- Energetske naprave

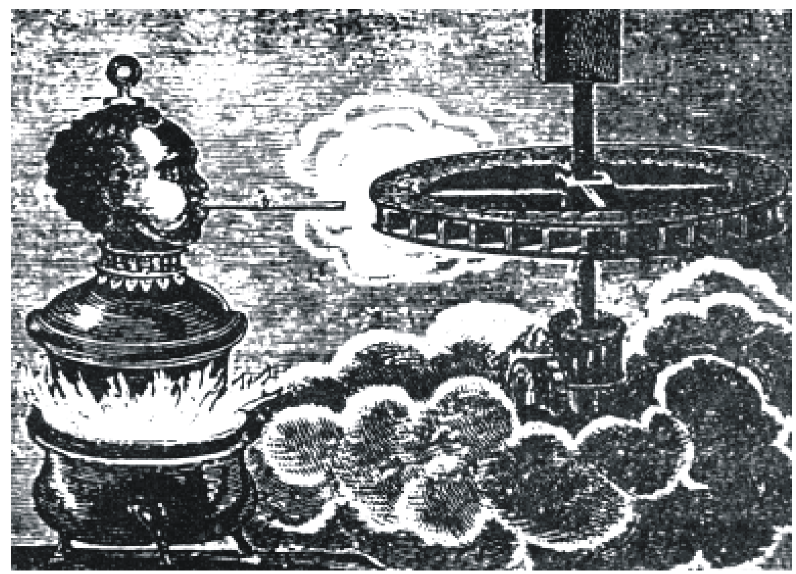
ENERGETSKI STROJI IN ZGODOVINA

Aerohidravlični stroji: mlini, vetrnice, črpalke

Toplotni stroji:



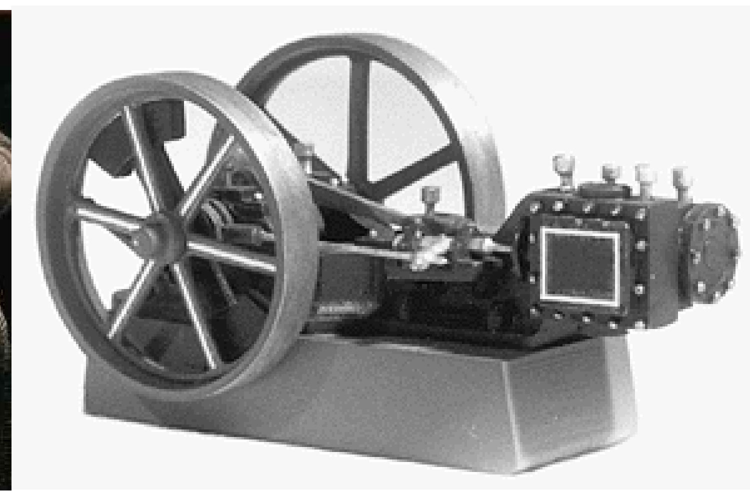
Heronova krogla, 120 let pred n. št.



Giovanni de Branca, 1620: parna turbina

ENERGETSKI STROJI IN ZGODOVINA

Prva tehnična uporaba:

James Watt, 1765: parni batni stroj

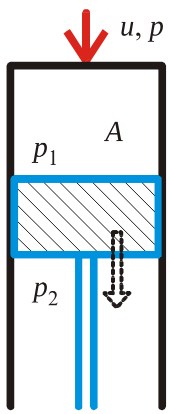
Začetek industrijske revolucije

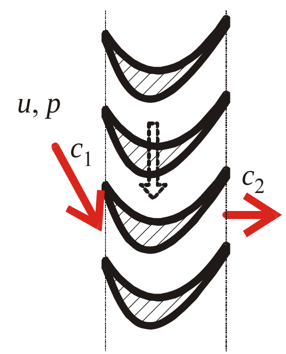
ENERGETSKI STROJI

Energetski stroji: pri pretvorbi energij je sodeluje mehansko delo

pogonski (gonilni) energetski stroji — delovni (gnani) energetski stroji

volumenski (izrivni) — pretočni (turbinski)





RAZVRSTITEV ENERGETSKIH STROJEV

<table>
<tr><th colspan="2">VRSTA STROJA</th><th>VOLUMENSKI (IZRIVNI) STROJI</th><th>PRETOČNI (TURBINSKI) STROJI</th></tr>
<tr><td rowspan="2">DELOVNI (GNANI) STROJI</td><td>Aerohidravlični stroji</td><td>ČRPALKE</td><td>ČRPALKE
PROPELERJI
VENTILATORJI</td></tr>
<tr><td>Toplotni stroji</td><td>KOMPRESORJI</td><td>KOMPRESORJI</td></tr>
<tr><td rowspan="2">POGONSKI (GONILNI) STROJI</td><td>Aerohidravlični stroji</td><td></td><td>VODNE TURBINE
VETRNICE</td></tr>
<tr><td>Toplotni stroji</td><td>MOTORJI Z NOTRANJIM ZGOREVANJEM
PARNI BATNI STROJI</td><td>PLINSKE TURBINE
POTISNIKI
PARNE TURBINE</td></tr>
</table>

ENERGETSKI STROJI

Uvod

Teoretične osnove

- **Mehanika tekočin**
- **Termodinamika in prenos toplote**
- **Podobnost in dimenzijska analiza**

Volumetrični stroji

Turbinski stroji

Energetske naprave

PREGLED TEORETIČNIH OSNOV

Mehanika tekočin

Gostota

Hidrostatični tlak

Vzgon

Površinska napetost

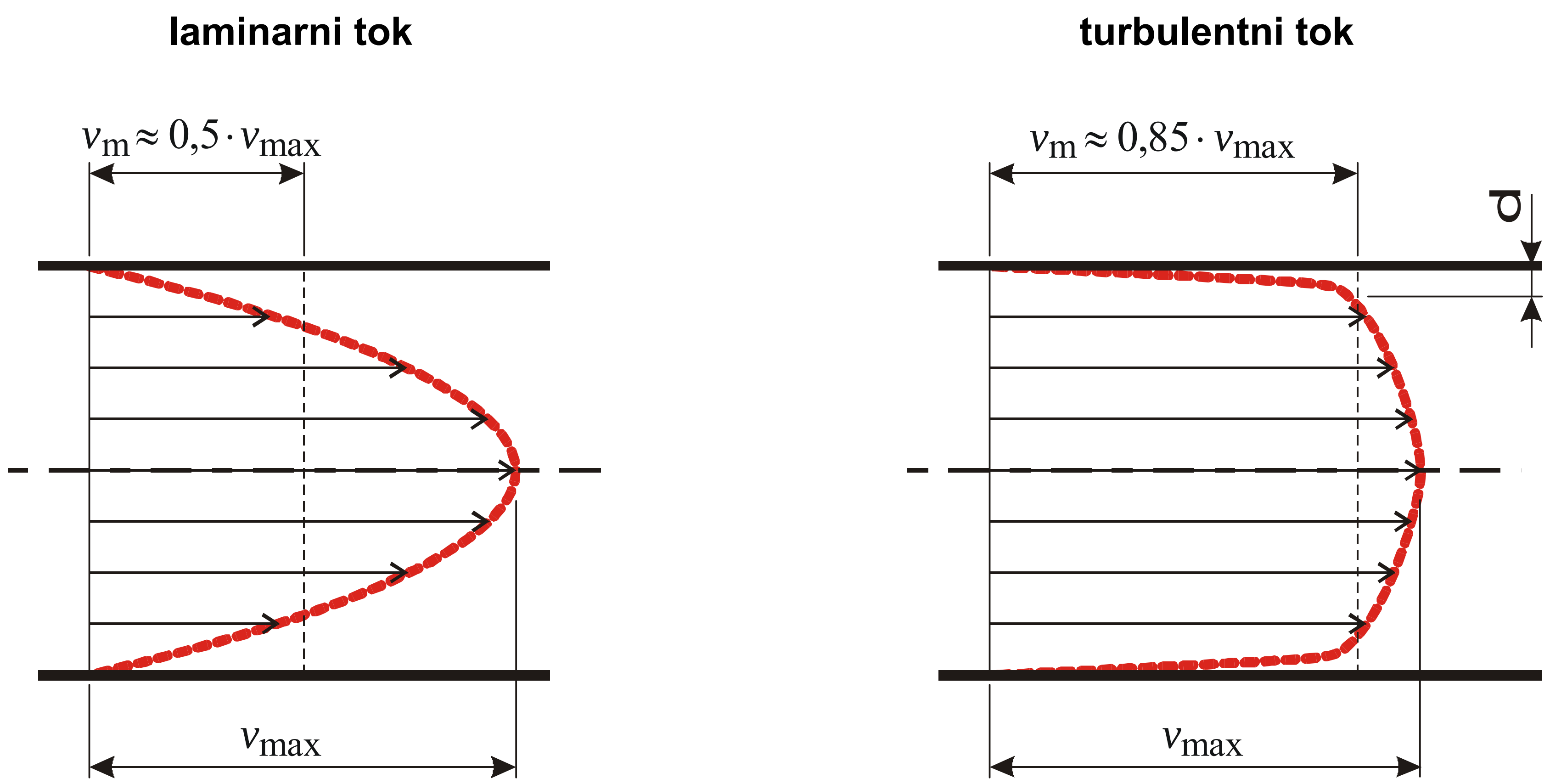
Kontinuitetna enačba

Termična enačba stanja

Energijski izrek

Impulzni izrek

TRENJE V TOKU



IZGUBE TLAKA V CEVOVODIH IN ARMATURAH

Ravni deli cevovodov:

$$\Delta p_c = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

λ koeficient tekočinskega trenja

LAMINARNI TOK

Hagen-Poiseuille
analitična rešitev

$$\lambda = \lambda(\mathrm{Re}) = \frac{64}{\mathrm{Re}}$$

TURBULENTNI TOK

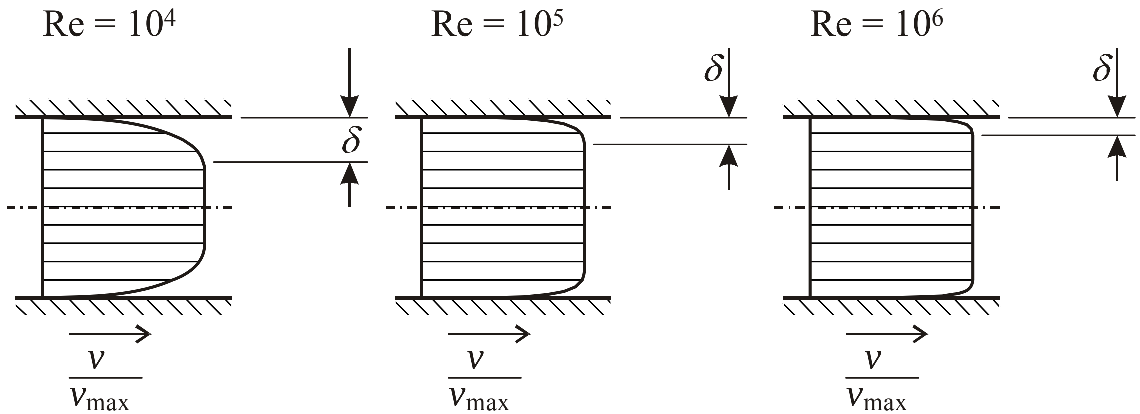
semi-empirična rešitev

Hidravlično gladke cevi (Coolbrookova en.) $\lambda = \lambda(\mathrm{Re})$

Vmesno področje $\lambda = \lambda(\mathrm{Re}, k/D)$

Hidravlično hrapave cevi $\lambda = \lambda(k/D)$

TURBULENTNI TOK



$$\delta = \delta(\mathrm{Re})$$

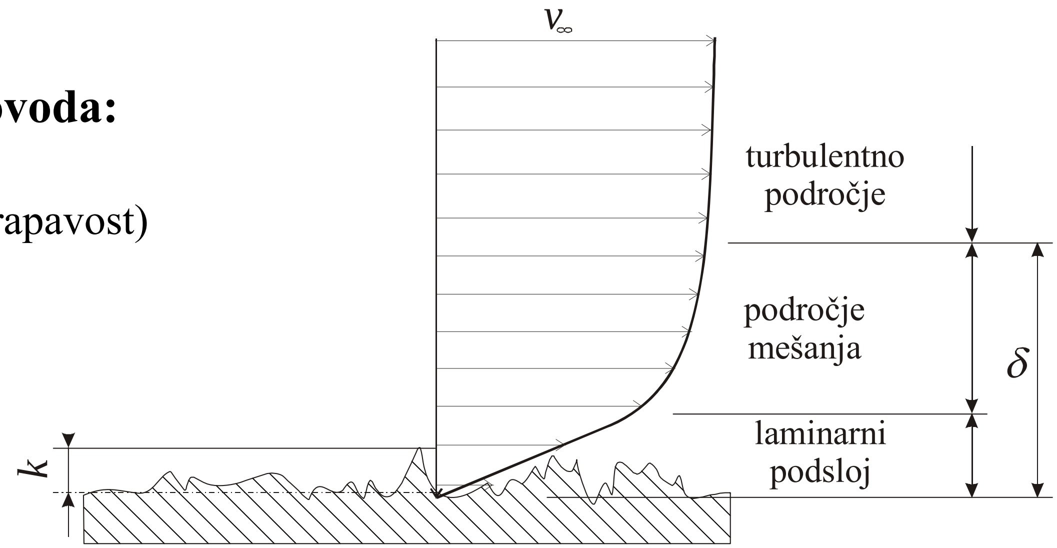
KRITERIJ HIDRAVLIČNE HRAPAVOSTI

$$k > \frac{\delta}{4}$$

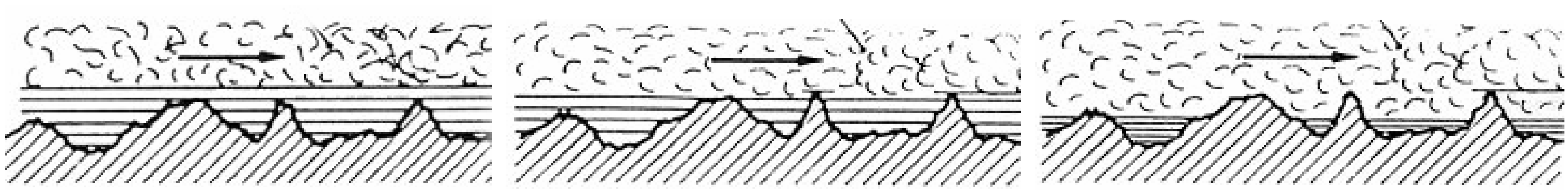
HIDRAVLIČNO HRAPAVA – GLADKA CEV

Hitrostni profil znotraj cevovoda:

k ... absolutna višina izboklin (hrapavost)



HIDR. GLADKA **VMESNO PODROČJE** **HIDR. HRAPAVA**



KOEFICIENT TEKOČINSKEGA TRENJA

semi-empirična rešitev

Hidravlično gladke cevi (Coolbrook)

$$\lambda = \lambda(\mathrm{Re}) = \frac{0{,}309}{\lg\left(\frac{\mathrm{Re}}{7}\right)^2}$$

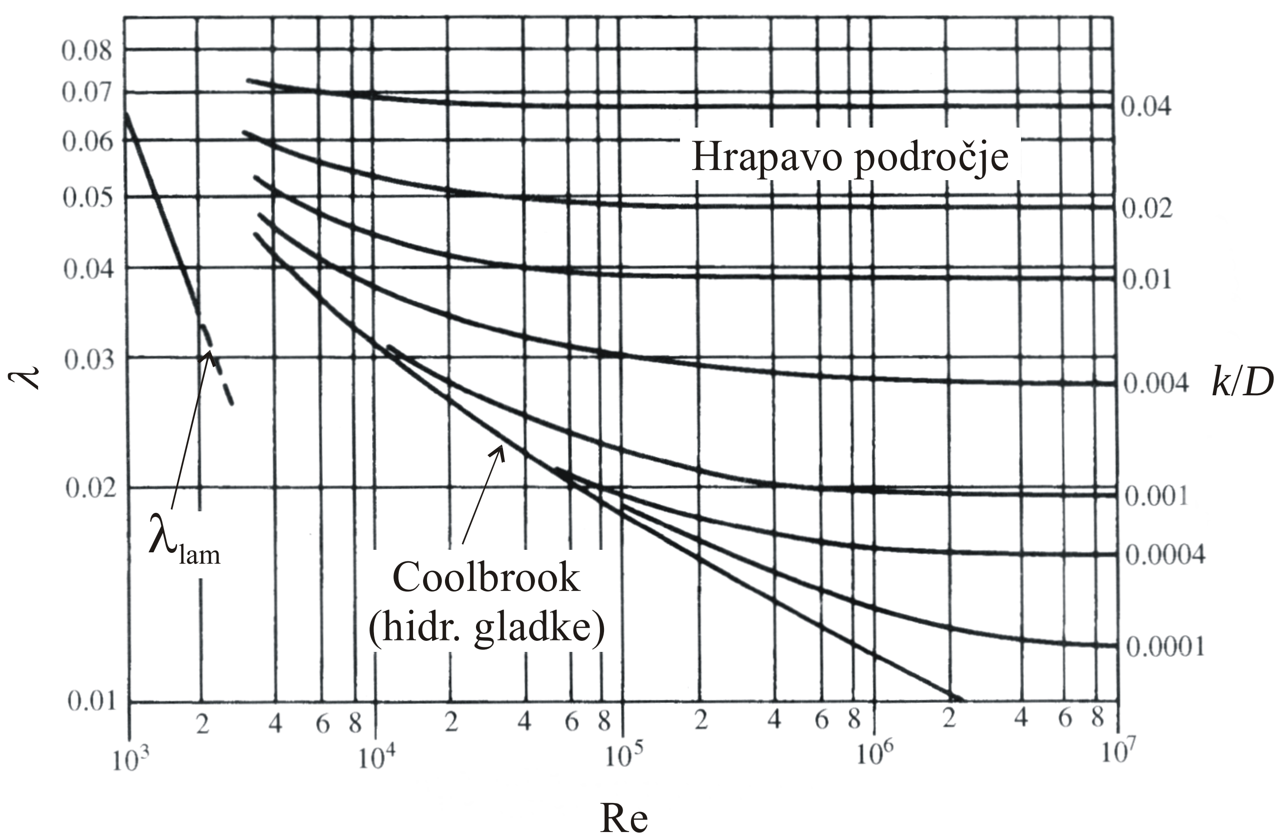
Vmesno področje (Coolbrook- implicitna)

$$\lambda = \lambda(\mathrm{Re}, k/D) = \frac{1}{\left[2\cdot\lg\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re}\cdot\sqrt{\lambda}} + \frac{0{,}27}{k/D}\right)\right]^2}$$

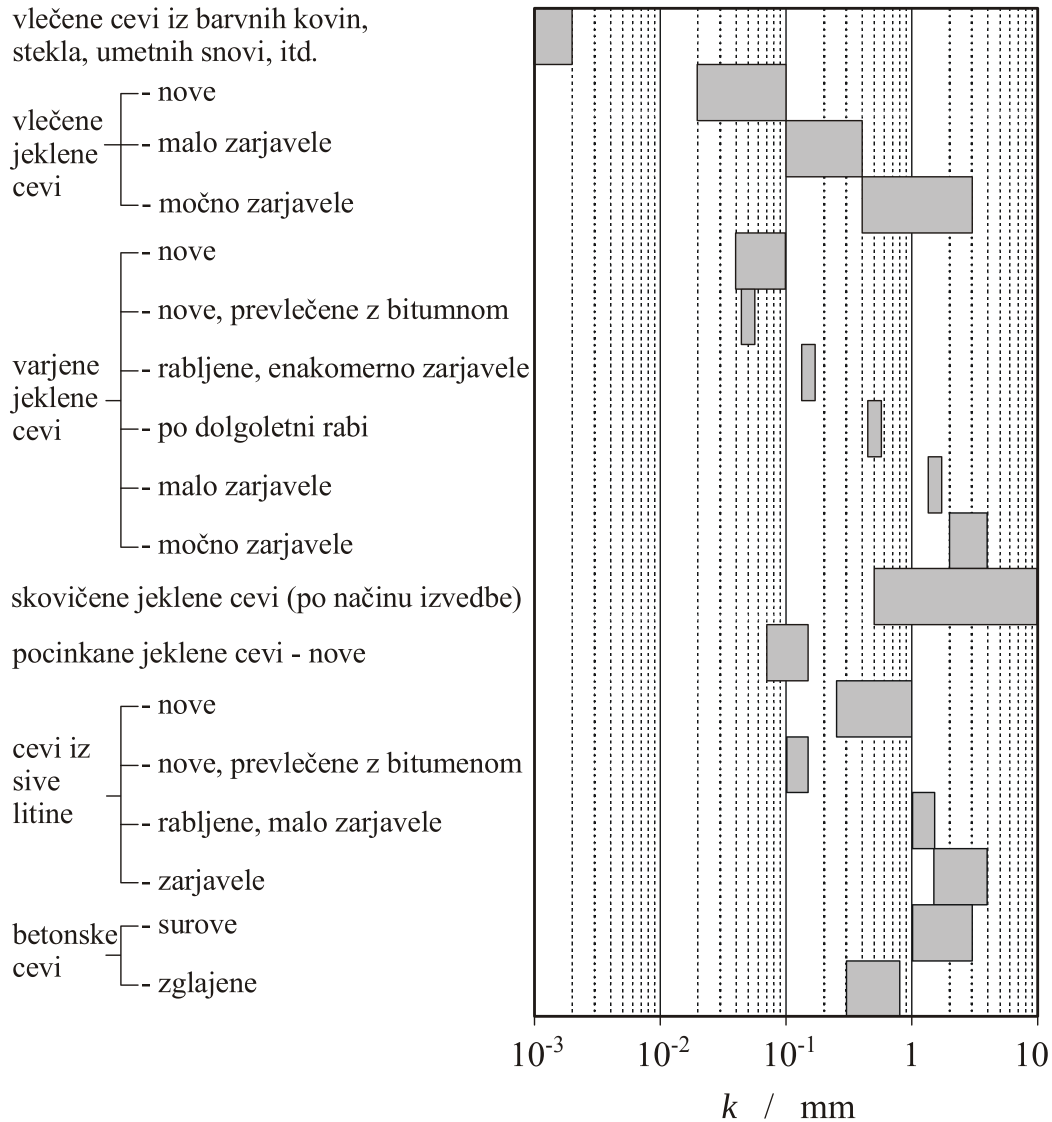
Hidravlično hrapave cevi

$$\lambda = \lambda(k/D) = \frac{0{,}25}{\left[\lg\left(3{,}715\cdot\frac{k}{D}\right)\right]^2}$$

KOEFICIENT TEKOČINSKEGA TRENJA



ABSOLUTNA HRAPAVOST



KOEFICIENT LOKALNIH IZGUB

$$\Delta p_l = \zeta \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

$$\zeta = f\,(\text{geometrije elementa})$$

empirična rešitev: eksperiment

za gladke okrogle cevi velja povezava:

$$\zeta = \lambda \cdot \frac{L}{D}$$

SKUPNI UPORI V CEVNEM SISTEMU
(za konzervativne sisteme)

$$\Delta p = \sum_{i}^{n} \Delta p_{\mathrm{c}i} + \sum_{j}^{m} \Delta p_{\mathrm{l}j}$$

$i = 1,2,3,\ldots,n$ število ravnih odsekov cevovoda

$j = 1,2,3,\ldots,m$ število lokalnih uporov (kolen zasunov zožitev itd.)