

**МОДЕЛСКО ИСПИТИВАЊЕ
РЕГУЛАЦИОНИХ
КАРАКТЕРИСТИКА
ОШТРОИВИЧНОГ ПРЕЛИВА**

Драган Чворо

Садржај:

I део: Карактеристике прелива у устаљеном режиму рада

- калибрација прелива
- поређење једначине преливања добијене мерењем са изразима из литературе
- утицај умиривача на коефицијент преливања
- утицај погрешне монтаже на коефицијент преливања
- анализа грешака

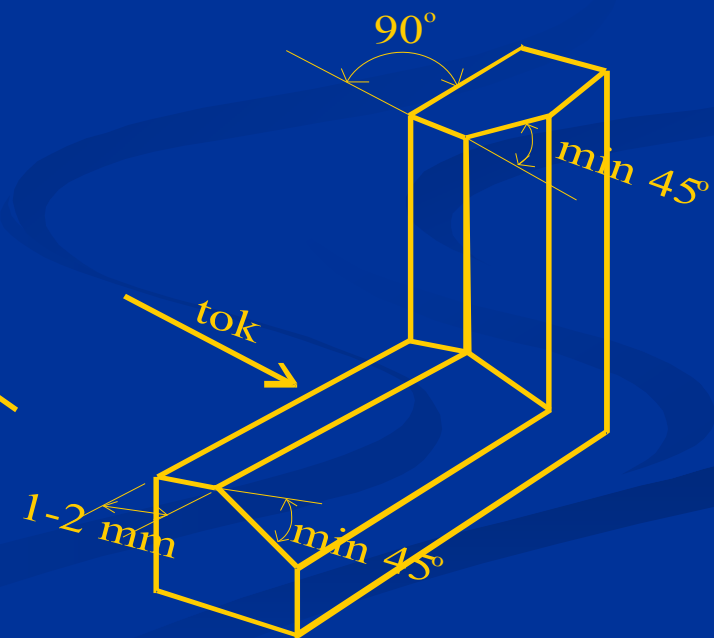
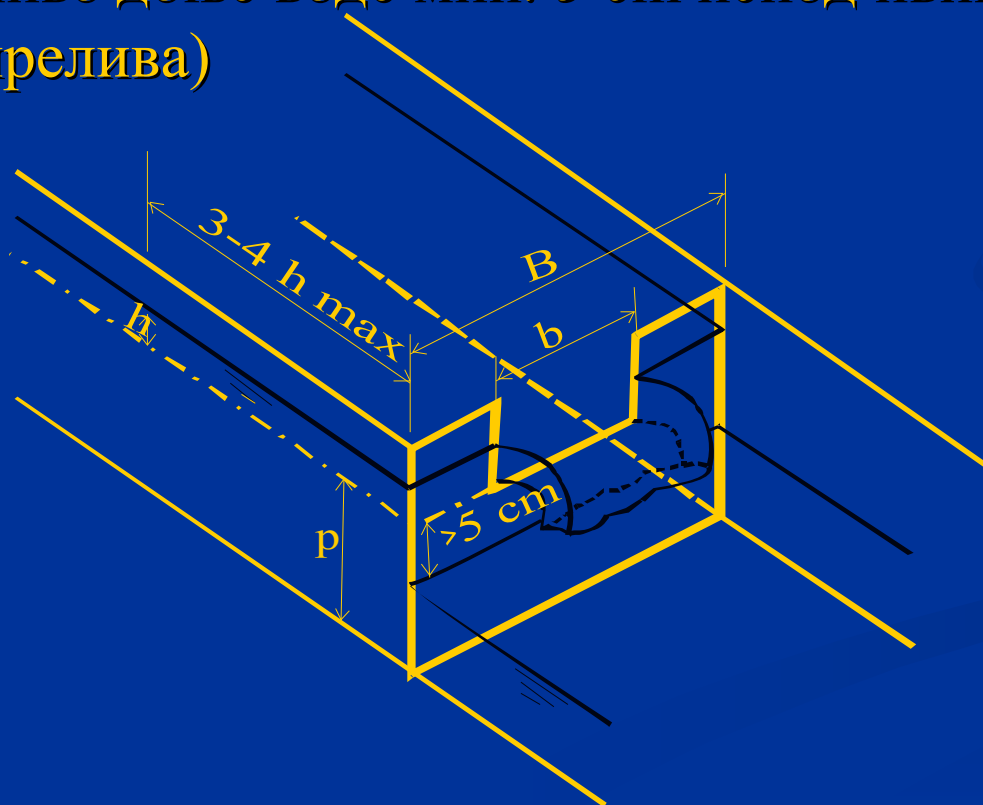
II део: Динамичке карактеристике прелива

- резултати добијени мерењем
- поређење са резултатима добијеним математичким моделом

ПРАВОУГАОНИ ОШТРОИВИЧНИ ПРЕЛИВ

Обликовање:

- дужина преливне ивице у правцу тока 1-2 mm
- узводна страна равна и заклапа угао 90° са врхом преливне ивице
- угао уреза са низводне стране минимално 45°
- ниво доње воде мин. 5 cm испод ивице прелива (код моделских прелива)



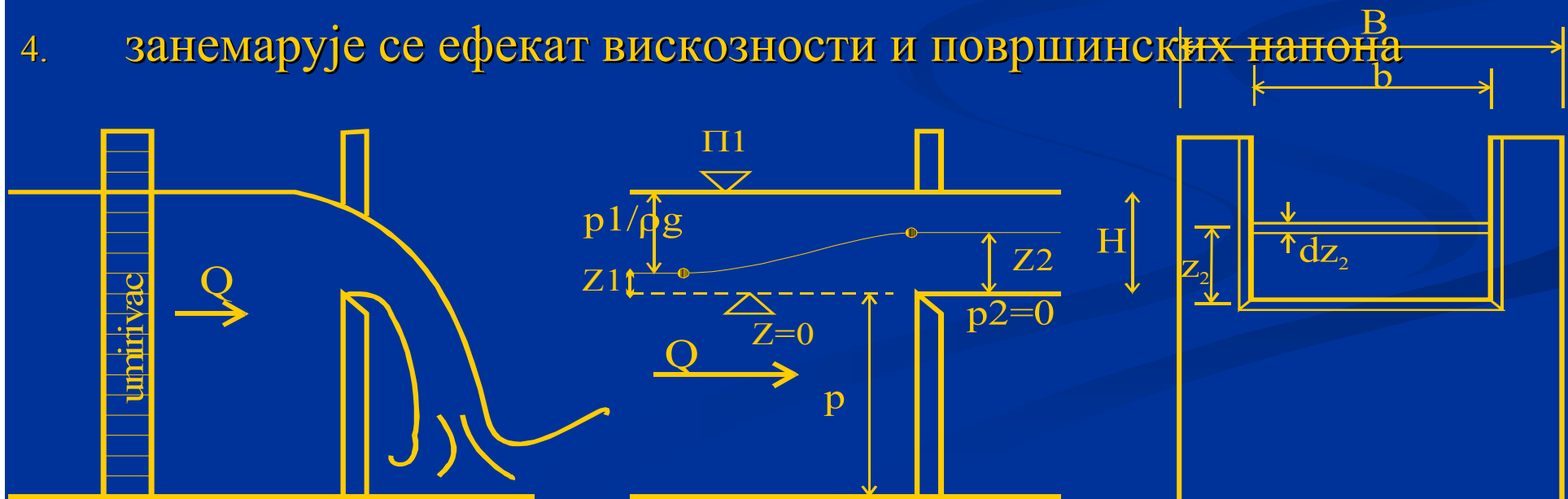
ЈЕДНАЧИНА ПРЕЛИВАЊА

Изводи се из Бернулијеве једначине:

$$\frac{u_1^2}{2 \cdot g} + z_1 + \frac{p_1}{\rho \cdot g} = \frac{u_2^2}{2 \cdot g} + z_2 + \frac{p_2}{\rho \cdot g}$$

уз следећа поједностављења:

1. узводно од прелива долазна брзина је униформна са хидростатичком расподелом притисака по преливу
2. млаз преко прелива је хоризонталан, сви флуидни делићи се у равни прелива крећу хоризонтално, управно на преливну ивицу
3. притисак око прелива као и у самом преливу је атмосферски
4. занемарује се ефекат вискозности и површинских напона



ЈЕДНАЧИНА ПРЕЛИВАЊА

Уз усвојена поједностављења израз за проток постаје:

$$Q_{id} = \frac{2}{3} \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h^3}$$

За реалне преливе добијени аналитички израз се множи са коефицијентом преливања C_Q :

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_Q \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h^3}$$

$$Q = m_0 \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h^{3/2}}$$

Коефицијент протока се одређује лабораторијским мерењима

КАЛИБРАЦИЈА ПРЕЛИВА

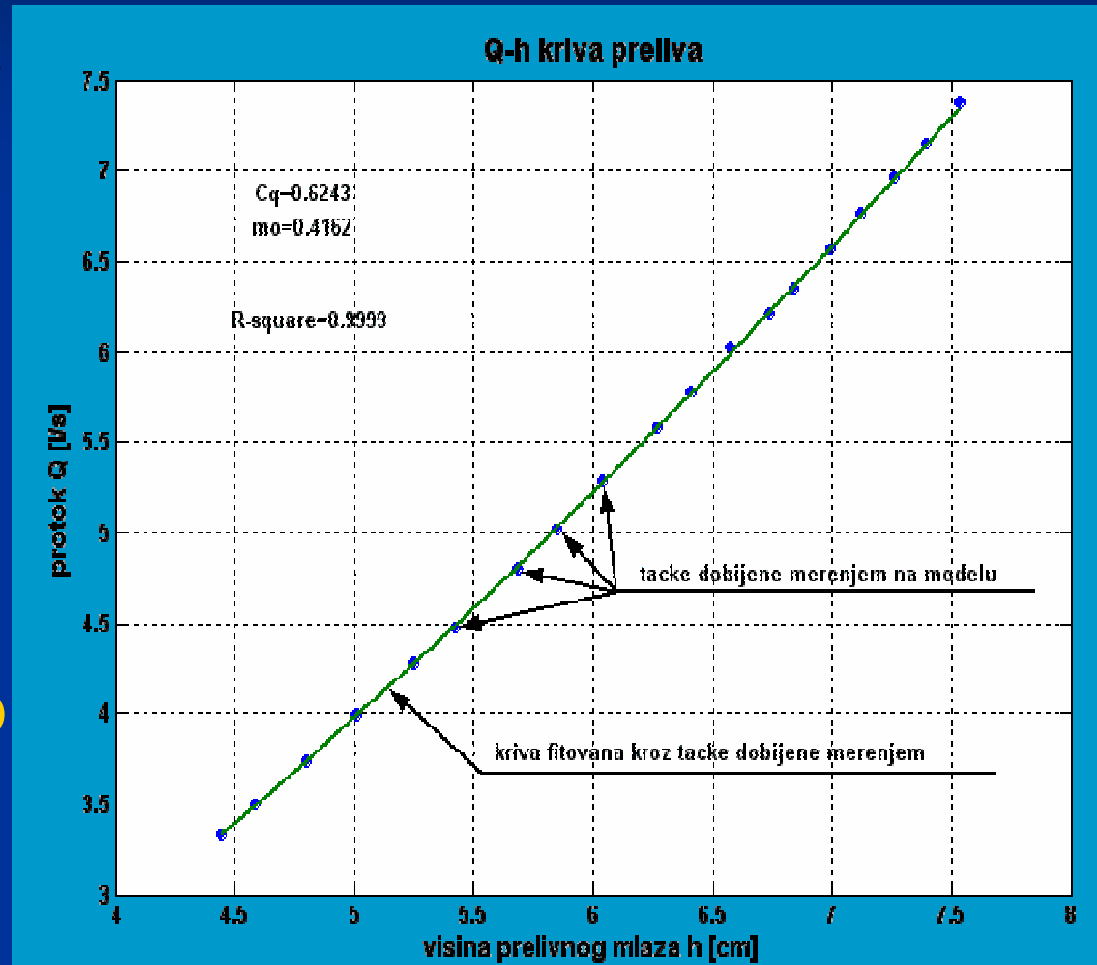
- коефицијенти преливања

$$C_Q = 0.624$$

$$m_0 = 0.416$$

- анализа грешака мерења

$$C_Q = 0.624 \pm 1\%$$



ПОРЕЂЕЊЕ СА ИЗРАЗИМА ИЗ ЛИТЕРАТУРЕ

➤ Bazin-Hegyly:

$$m_0 = \left(0.405 + \frac{0.0027}{h} - 0.03 \cdot \left(1 - \frac{b}{B} \right) \right) \cdot \left(1 + 0.55 \cdot \left(\frac{b}{B} \right)^2 \cdot \frac{h}{h+p} \right)^2$$

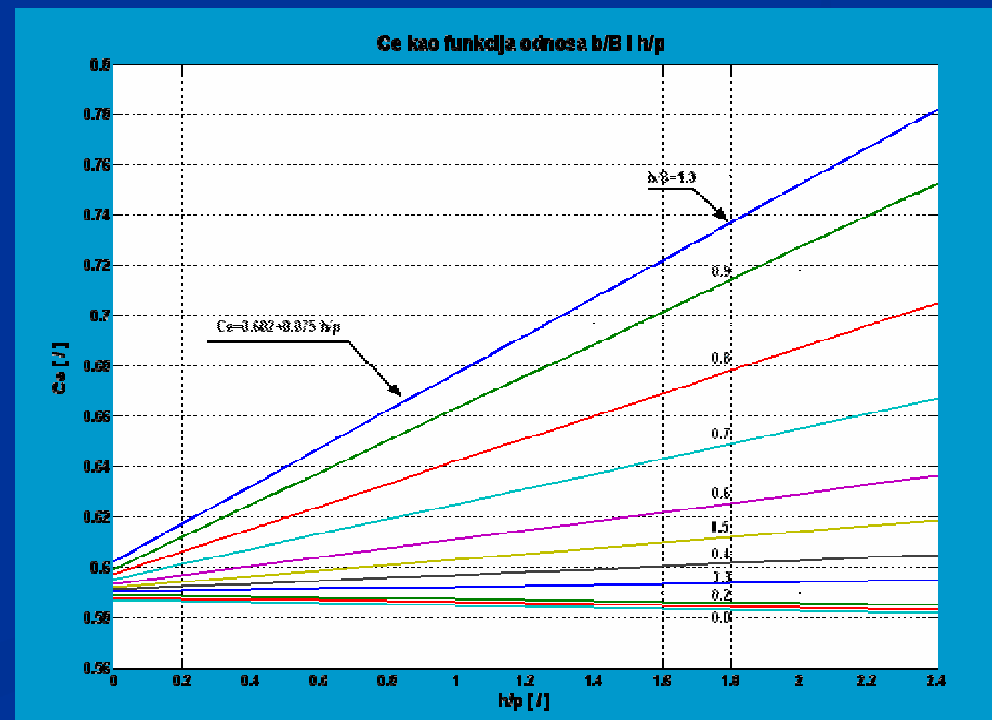
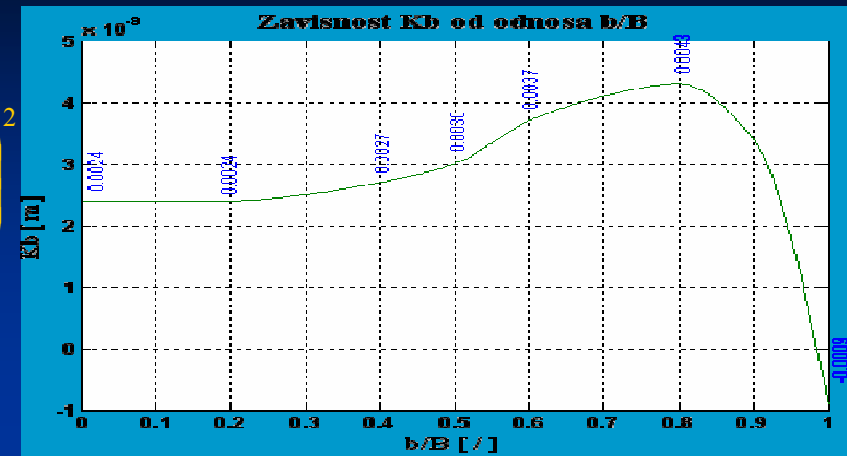
➤ Kindsvater-Carter:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_e \cdot (b + k_b) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h + k_h)^3}$$

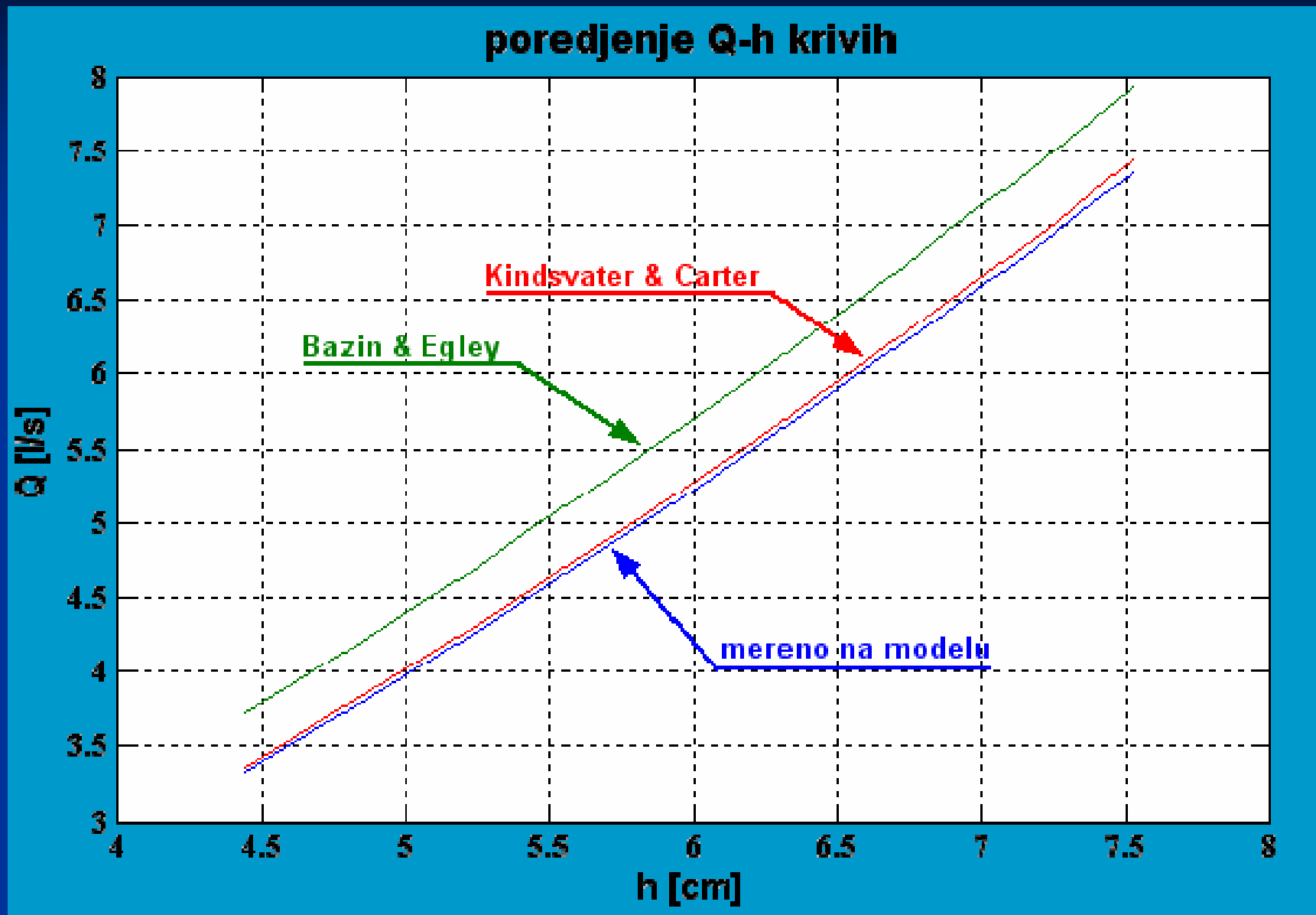
$$k_h = 0.001 \text{ m}$$

$$k_b = f(b/B)$$

$$C_e = f(b/B, h/p)$$



ПОРЕЂЕЊЕ СА ИЗРАЗИМА ИЗ ЛИТЕРАТУРЕ



УТИЦАЈ УМИРИВАЧА НА КОЕФИЦИЈЕНТ ПРЕЛИВАЊА

➤ повећање коефицијента
преливања због
повећања брзинске
висине

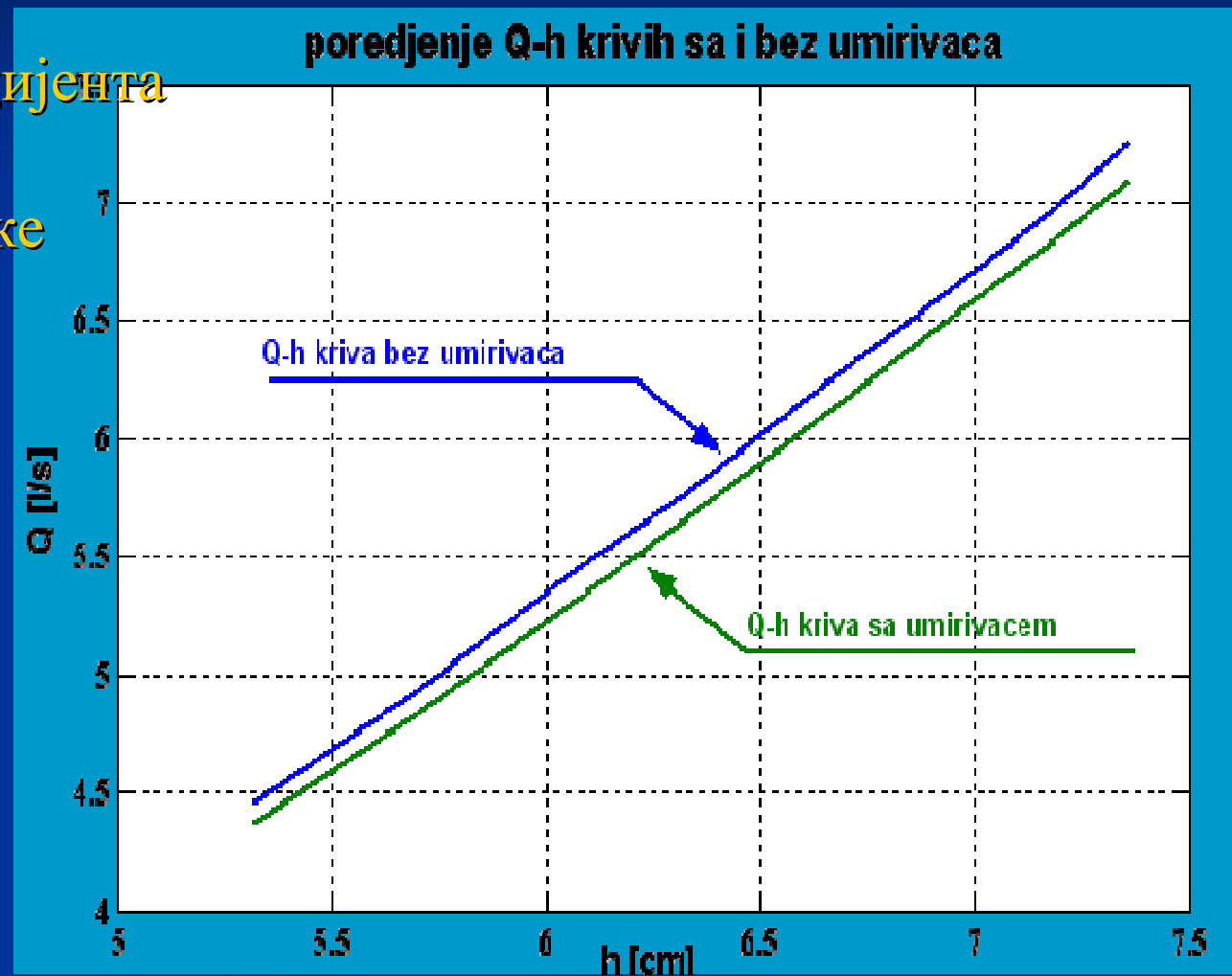
➤ без умиривача

$$C_Q = 0.637$$

➤ са умиривачем

$$C_Q = 0.624$$

$$\varepsilon = 2.08 \%$$



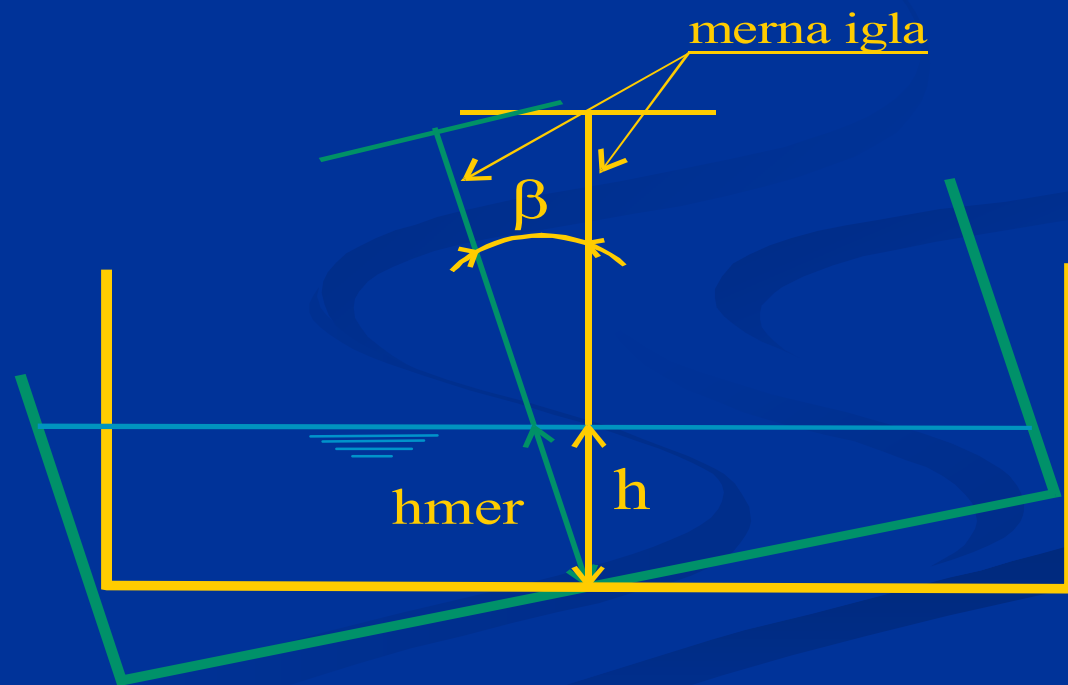
УТИЦАЈ ПОГРЕШНЕ МОНТАЖЕ ПРЕЛИВА НА КОЕФИЦИЈЕНТ ПРЕЛИВАЊА

- нагињање у попречном правцу

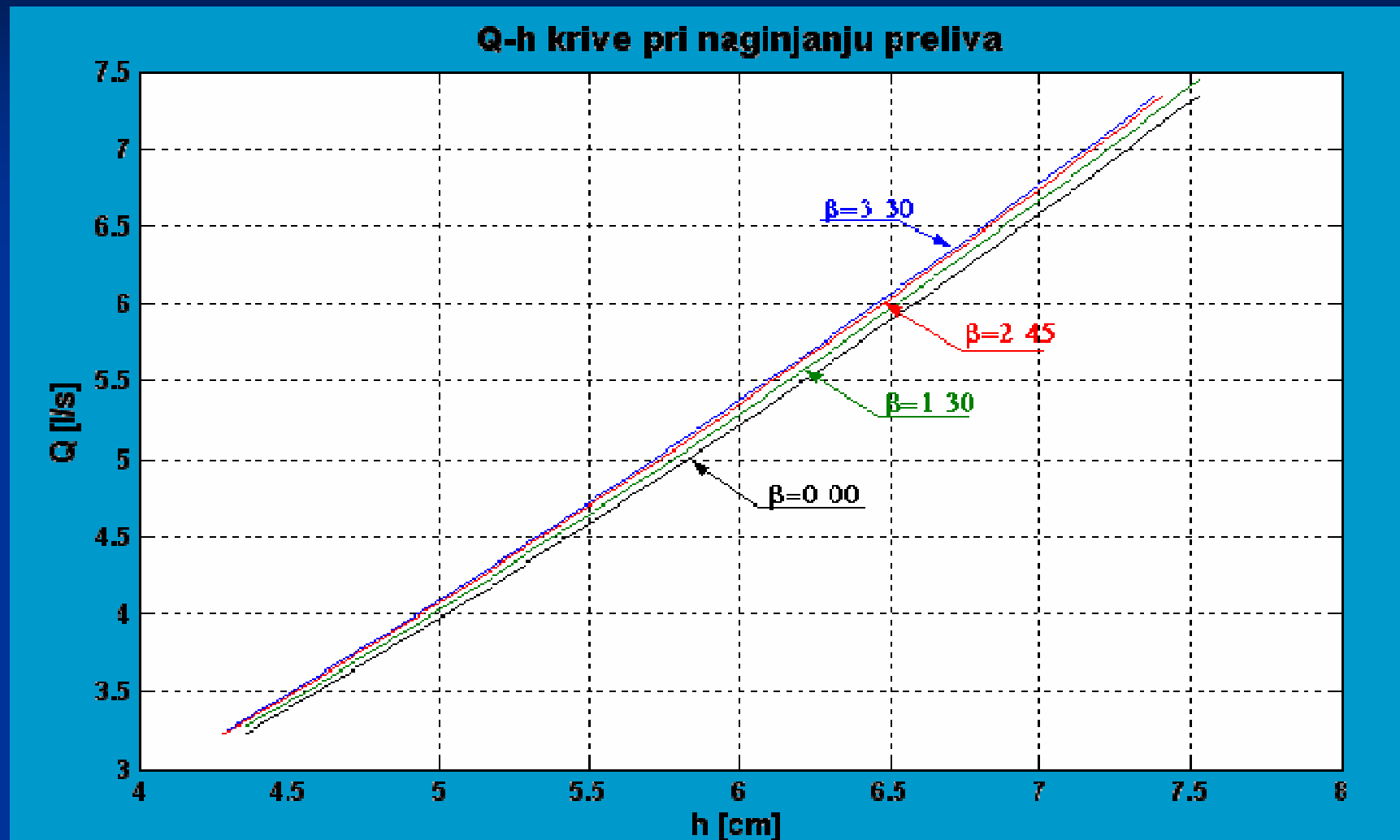
$$h = h_{mer} \cdot \cos \beta$$

- три угла β :

1. $\beta = 1^{\circ}30'$
2. $\beta = 2^{\circ}45'$
3. $\beta = 3^{\circ}30'$



УТИЦАЈ ПОГРЕШНЕ МОНТАЖЕ ПРЕЛИВА НА КОЕФИЦИЈЕНТ ПРЕЛИВАЊА



- повећање C_Q sa повећањем угла β

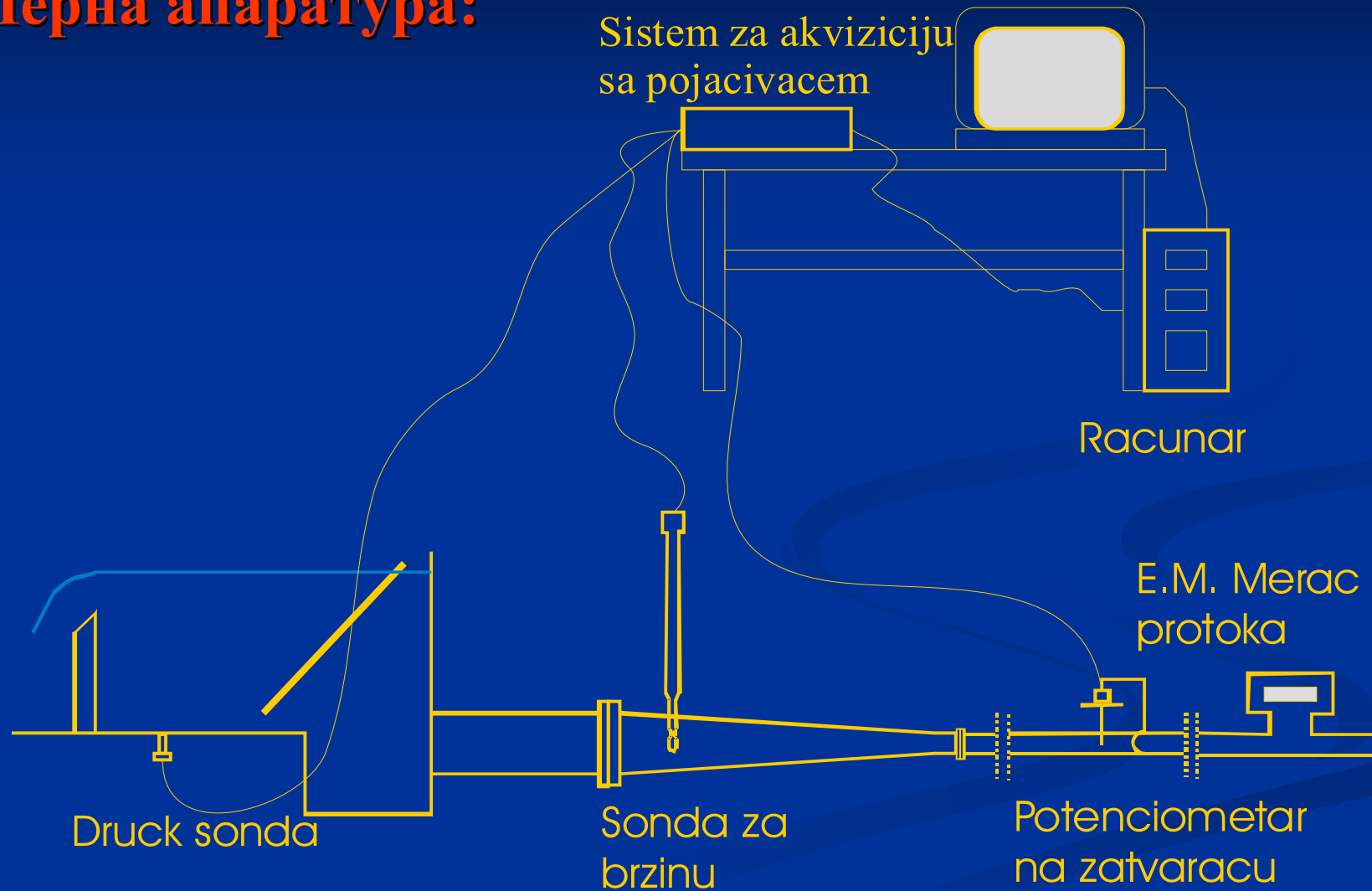
ДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СИСТЕМА

Циљ мерења:

- сагледавање брзине реакције система на наглу промену оптерећења
- поређење резултата мерења са математичким моделом квази-устаљеног течења

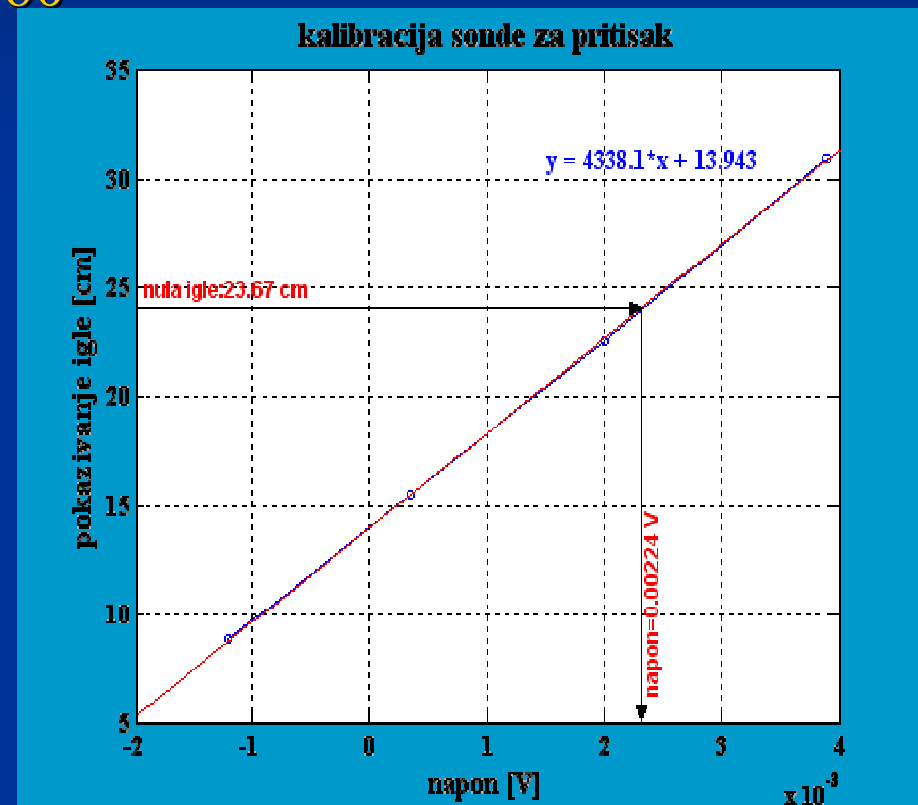
ДИНАМИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СИСТЕМА

Мерна апаратура:



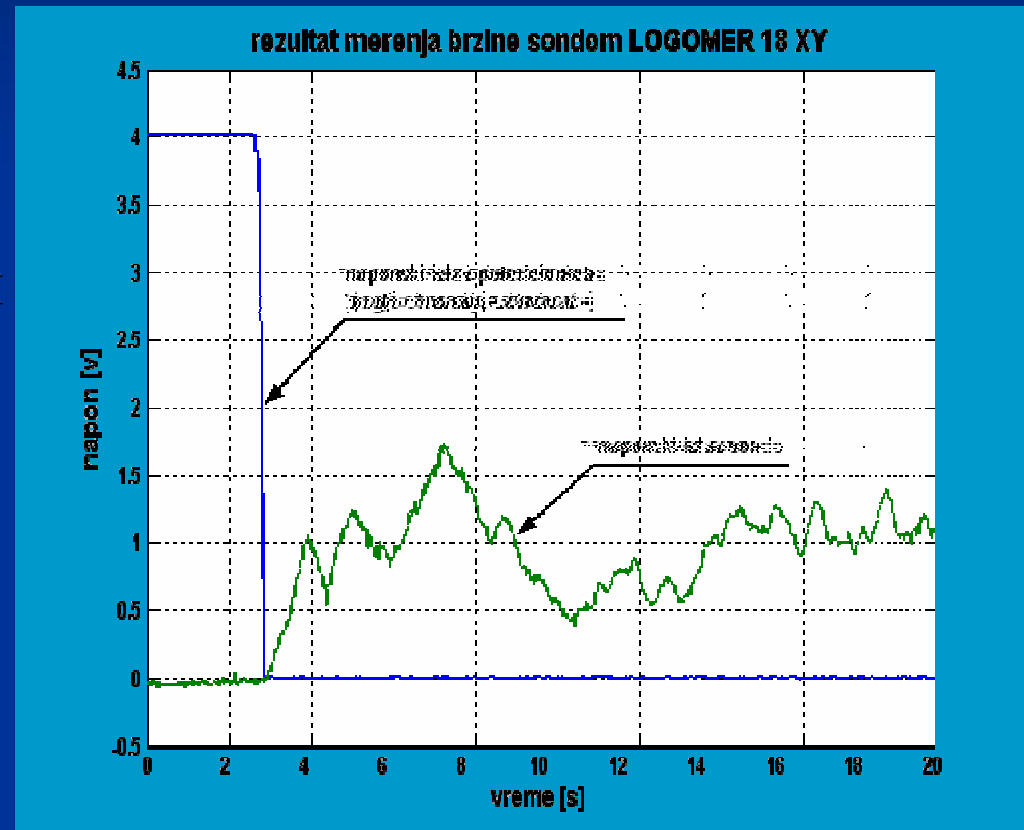
СОНДА ЗА ПРИТИСАК

- тип: DRUCK LIMITED PDCR 60
- мерни опсег: 0-75 mbar
- макс. излазни напон: 17 mV
- појачање: 100 пута
- напајање: 12 V d.c.



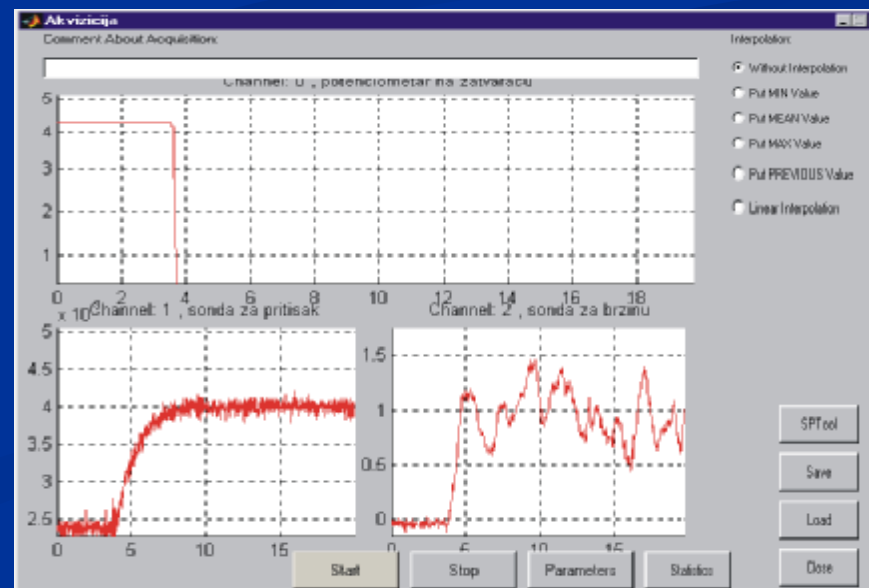
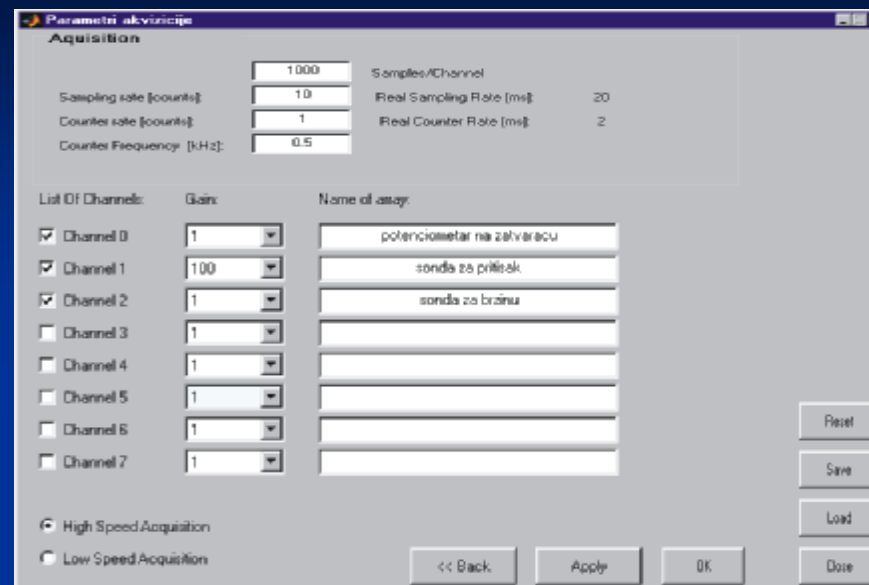
СОНДА ЗА БРЗИНУ

- тип: LOGOMER 18 XY
- двокомпонентна електромагнетна сонда
- резултати неупотребљиви за даљу анализу

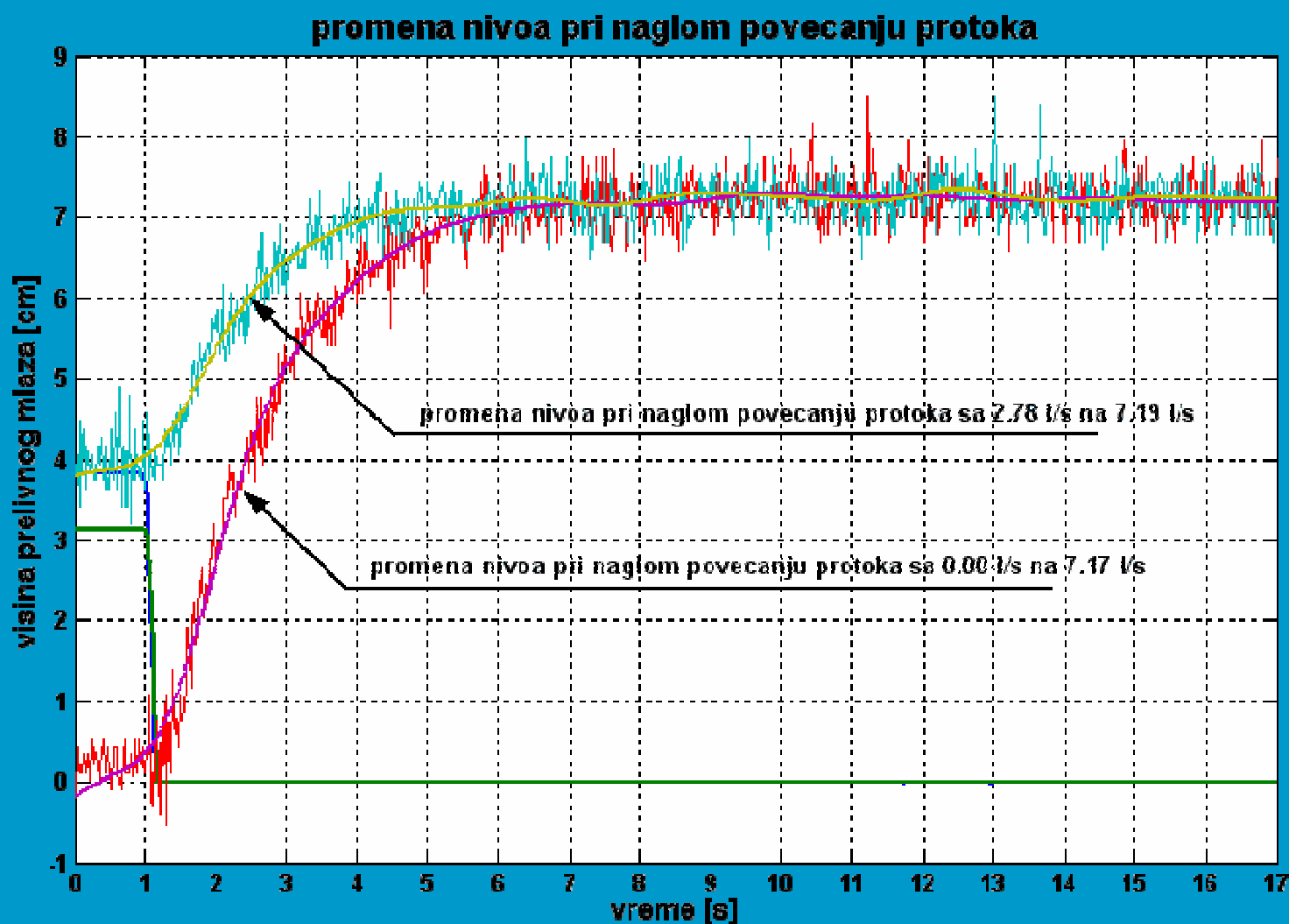


АКВИЗИЦИЈА ПОДАТАКА

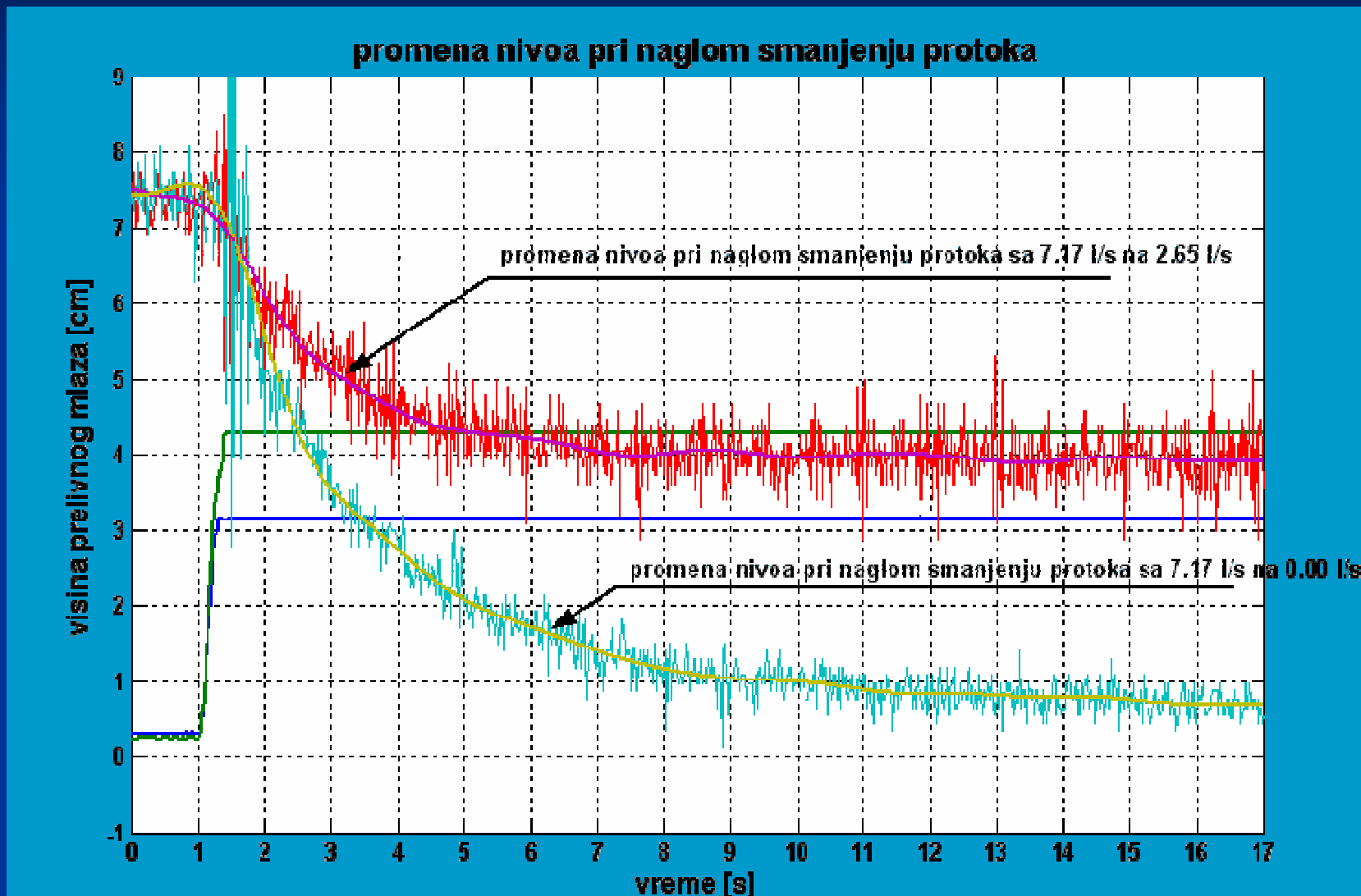
- програмски пакет WinADA
- 3 улазна канала:
 1. потенциометар
 2. сонда за притисак
 3. сонда за брзину
- $dt = 2 \text{ ms}$ – временски размак између читавања 2 суседна канала
- $\Delta t = 20 \text{ ms}$ – временски размак између 2 узастопна мерења на истом каналу



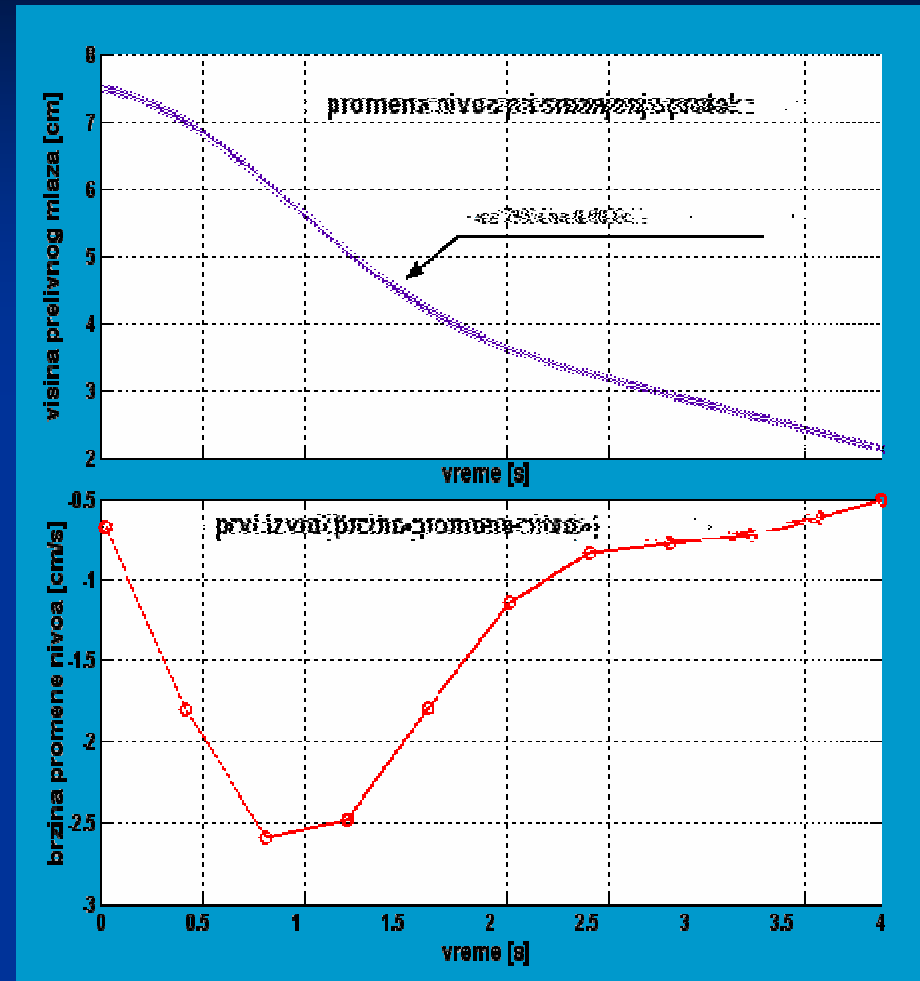
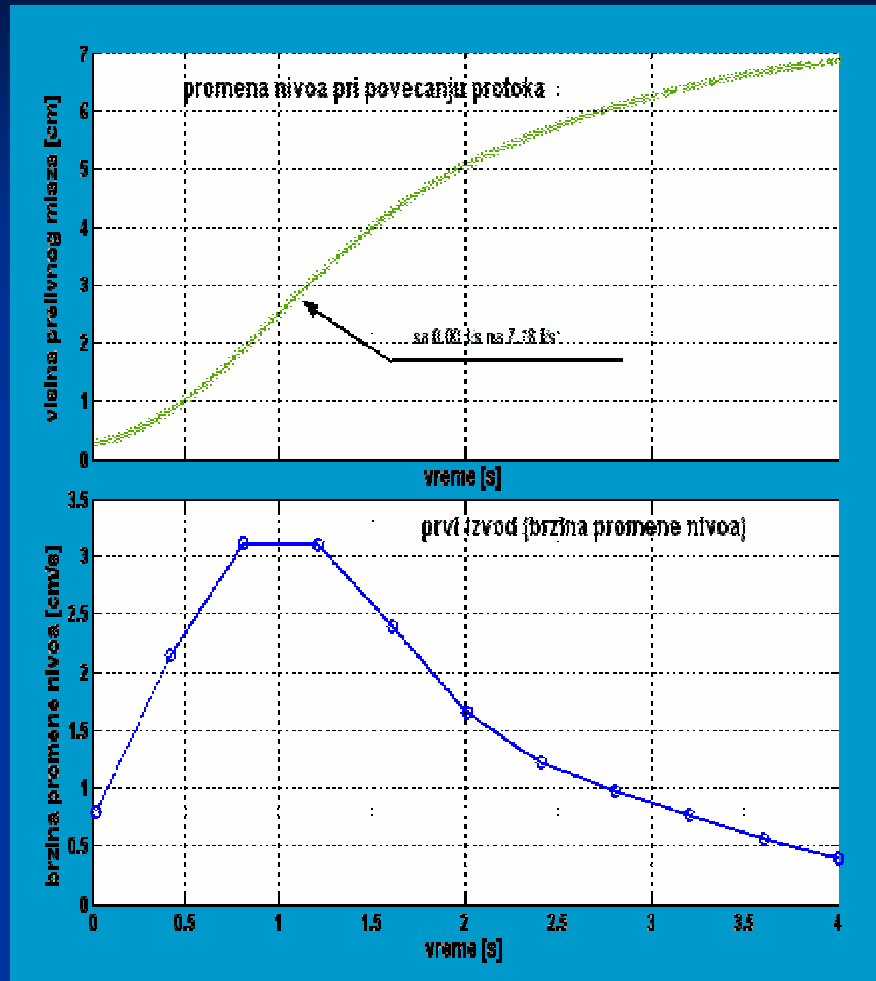
РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА



РЕЗУЛТАТИ МЕРЕЊА



БРЗИНА ПРОМЕНЕ НИВОА



- брзина промене нивоа је већа при повећању протока

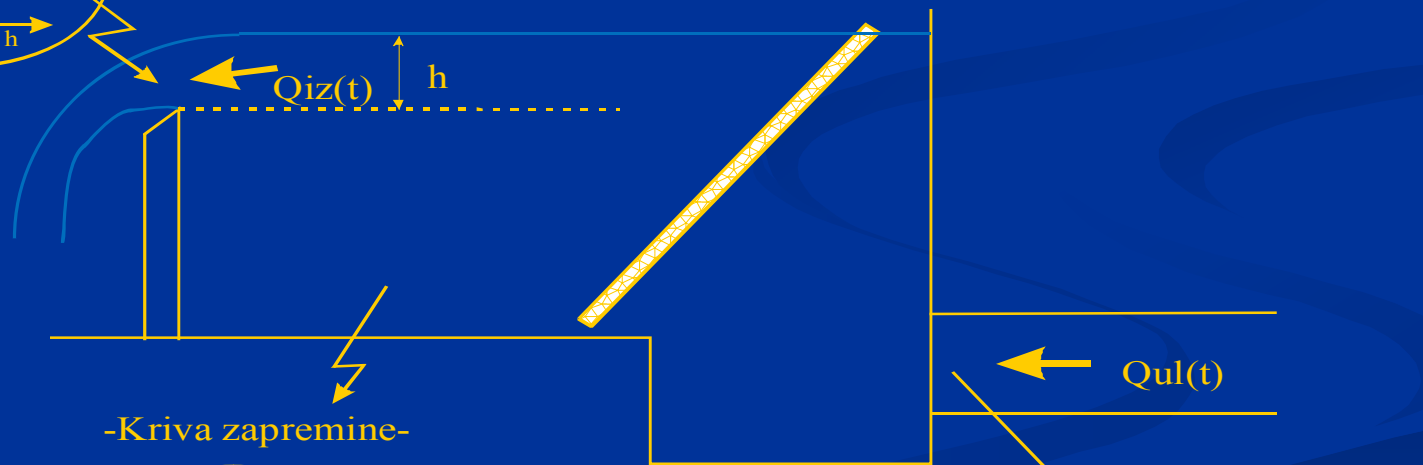
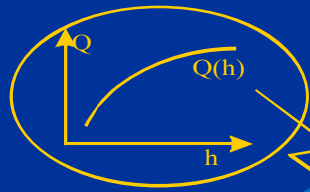
МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛ

- квази-устаљено струјање (једначина одржања масе)

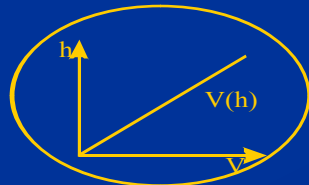
$$\frac{dV}{dt} = Q_{ul}(t) - Q_{iz}(t)$$

- дискретизација за $\Delta t = 0.1 \text{ s}$
- метода постепеног приближавања (простих итерација)

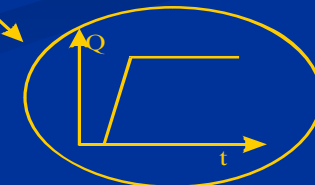
-Kriva protoka-



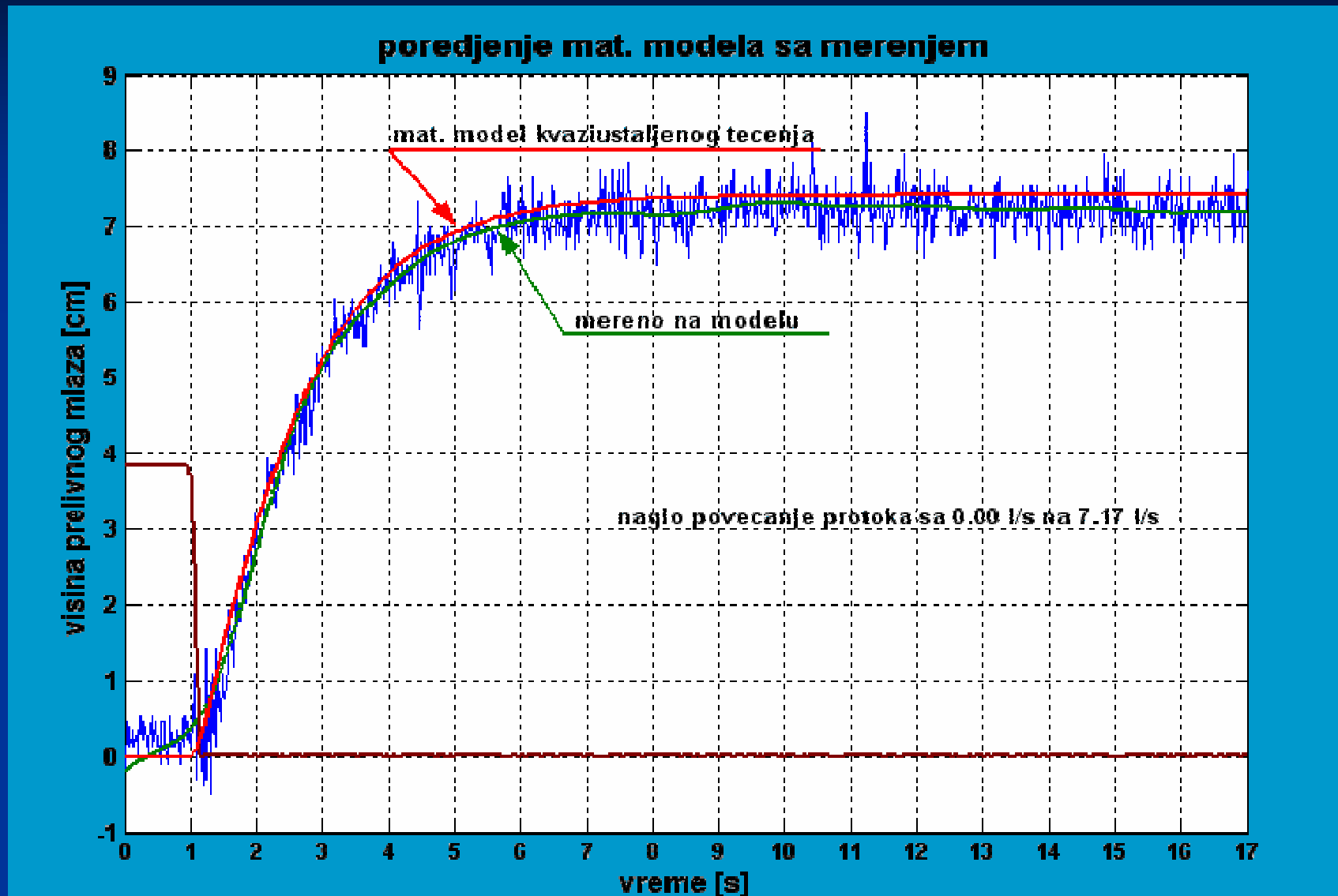
-Krivа zapremine-



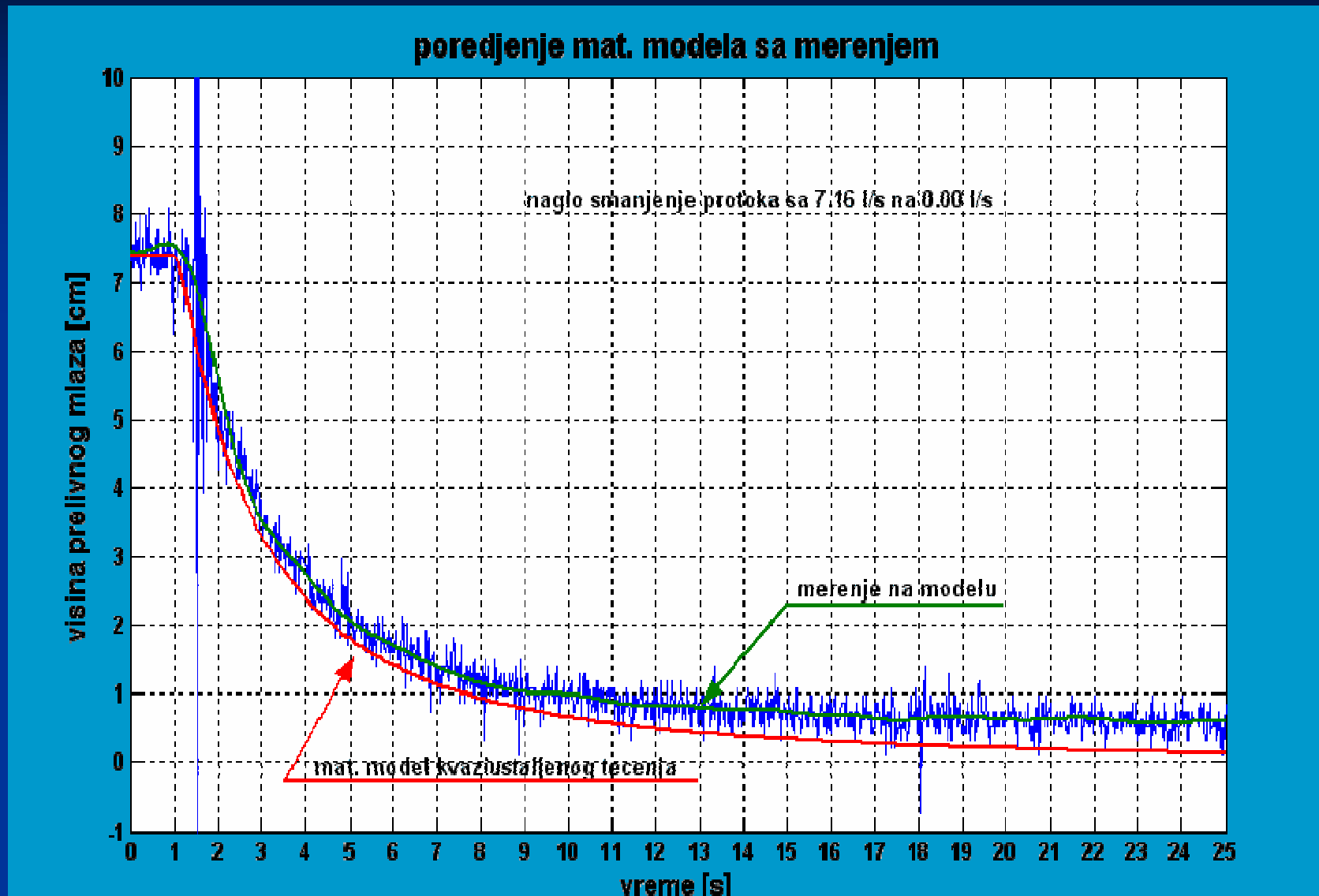
-Ulazni hidrogram-



ПОРЕЂЕЊЕ МАТ. МОДЕЛА И МЕРЕЊА



ПОРЕЂЕЊЕ МАТ. МОДЕЛА И МЕРЕЊА



ПРЕПОРУКЕ ЗА НАСТАВАК РАДА

- проверити како други типови прелива (Томпсонов, трапезни итд.) реагују на наглу промену оптерећења
- допунити математички модел како би боље описао „понашање” прелива при наглom смањењу протока



Хвала на пажњи !

