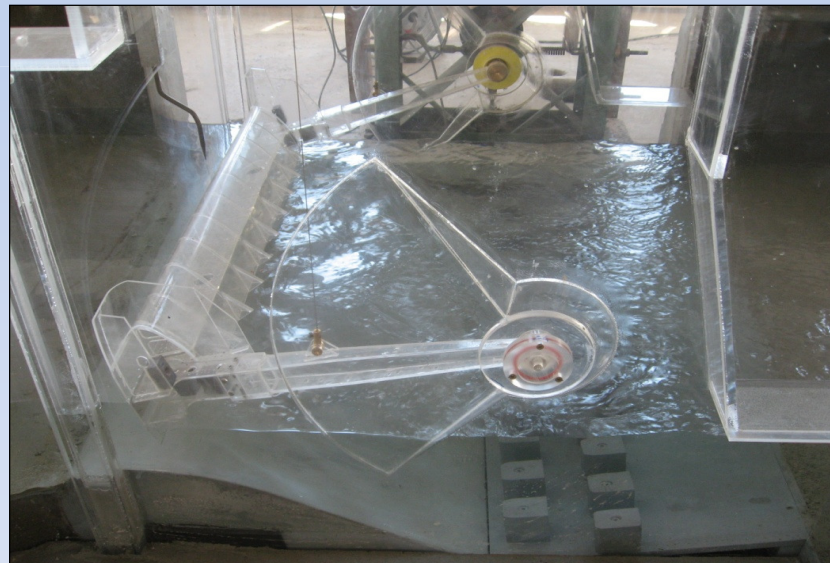


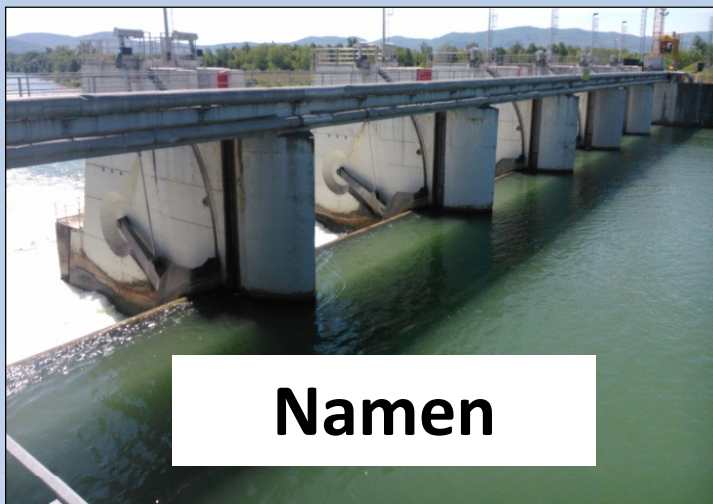
HIDRAVLICNA MODELNA RAZISKAVA ZAPORNICE JEZU NEK

dr. Gorazd Novak, Hidroinštitut
Jure Mlačnik, Hidroinštitut
mag. Robert Planinc, NEK

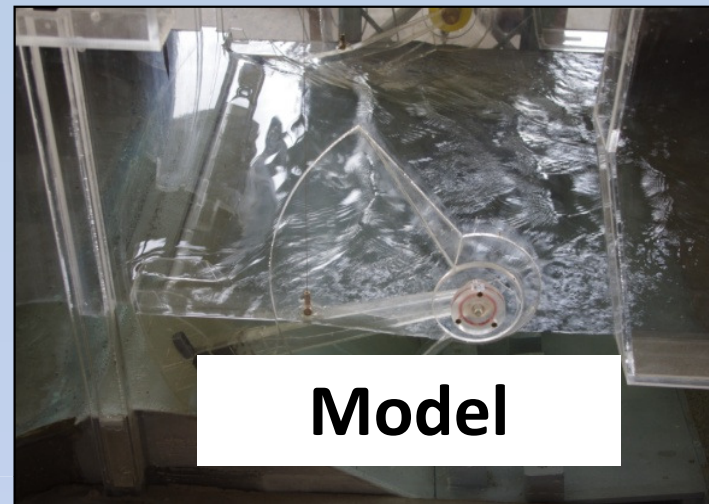


34. Goljevščkov spominski dan, Ljubljana, 14.3.2015

PREGLED VSEBINE



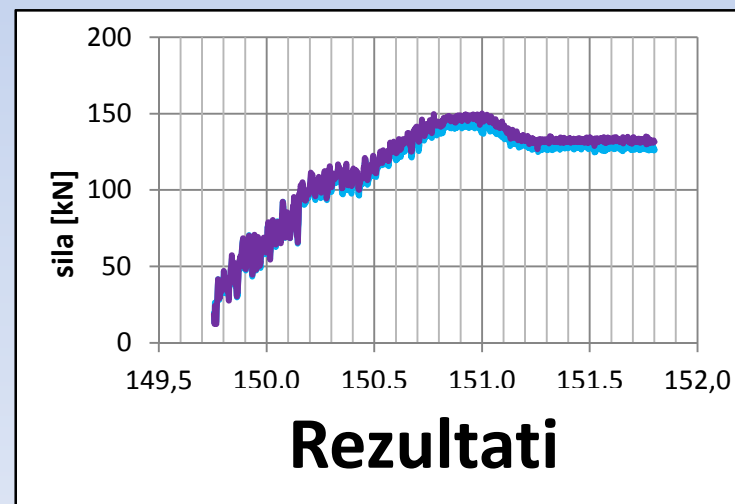
Namen



Model



Meritve



Rezultati

JEZ NEK

- v neposredni bližini elektrarne
- zagotavlja hladilno vodo
- 6 prelivnih polj, vsako široko 15 m
- segmentne zapornice, ročica 8 m

PROBLEMATIKA

- gradnja HE Brežice → višja SV NEK

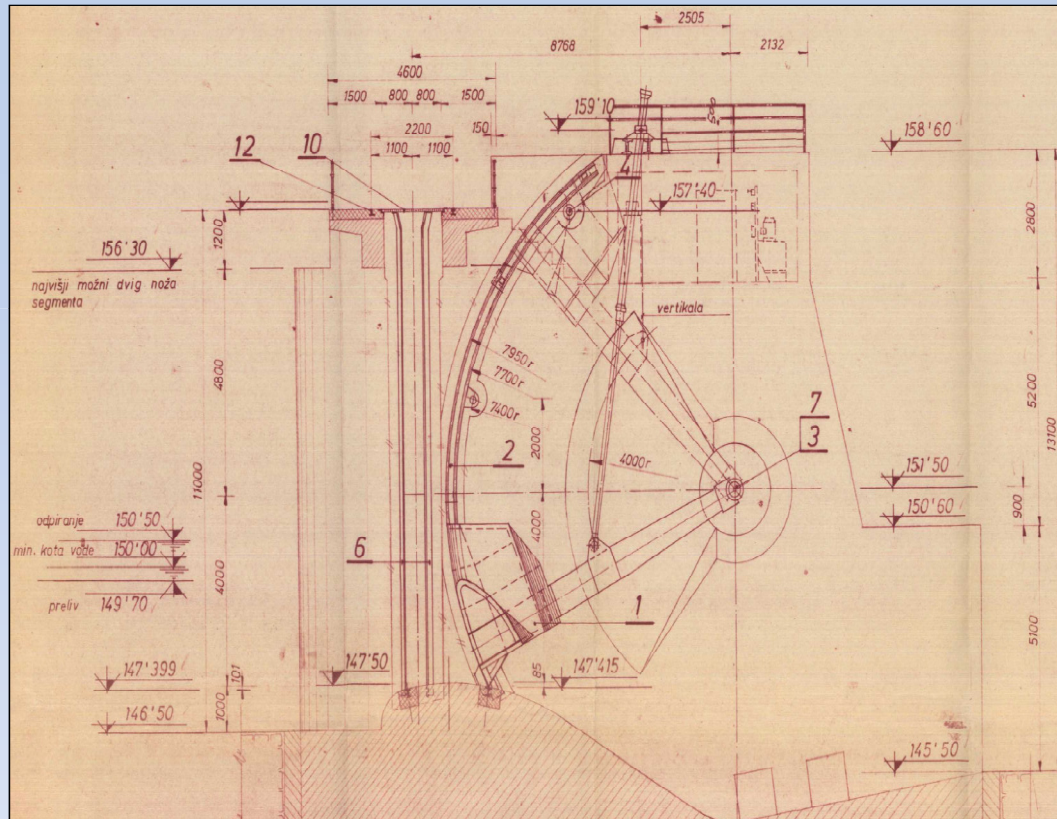
določitev tega vpliva = RAZISKAVA

- fizični model polja + zapornice (1:17)
- meritev sil v ležaju ročice, v drogovih
- določitev območja, ko se pojavijo vibracije (tresljaji) in nestabilnost (opazno nihanje) zapornice
- meritev tlakov na zajezno ploskev



1.) IZDELAVA FIZIČNEGA MODELA

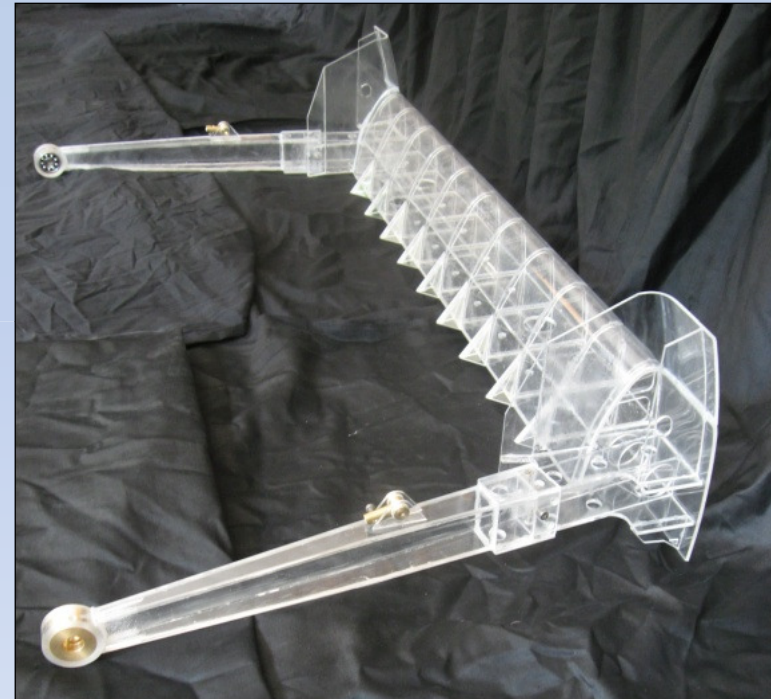
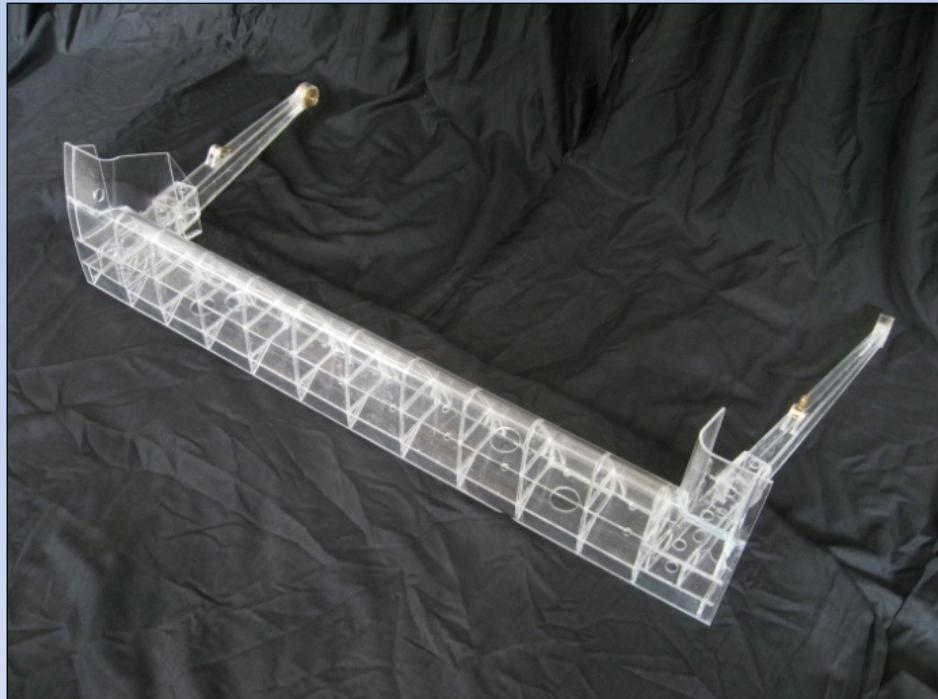
a) obstoječi načrti → dwg → laserski razrez Vempleks, d.o.o.



3 mm pleksi

1.) IZDELAVA FIZIČNEGA MODELA

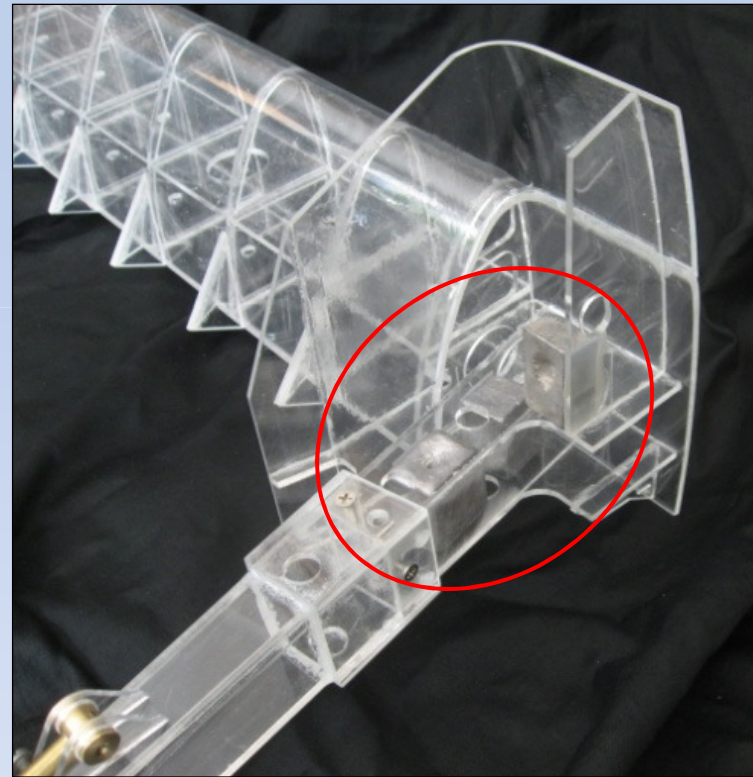
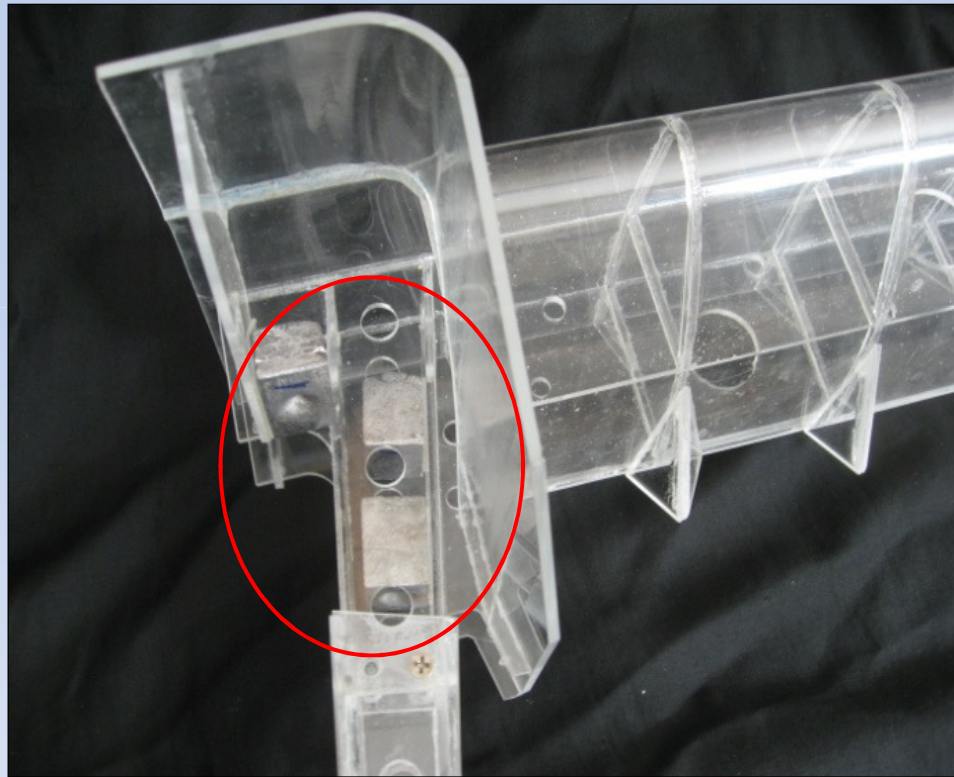
b) montaža zapornice



$$d_{\text{narava}} = 15 \text{ m}, d_{\text{model}} = 15 \text{ m} / 17 = 0,88 \text{ m}$$

1.) IZDELAVA FIZIČNEGA MODELA

c) dodajanje svinčenega balasta → uje manje lege težišča



$$m_{\text{narava}} \approx 14.700 \text{ kg}, m_{\text{model}} = 14.700 / (17^3) \approx 3 \text{ kg}$$

1.) IZDELAVA FIZIČNEGA MODELA

d) krmiljen servo pogon za dviganje/spuščanje zapornice



dvig/spust

narava:
0,13 m/min

model:
0,5 mm/s

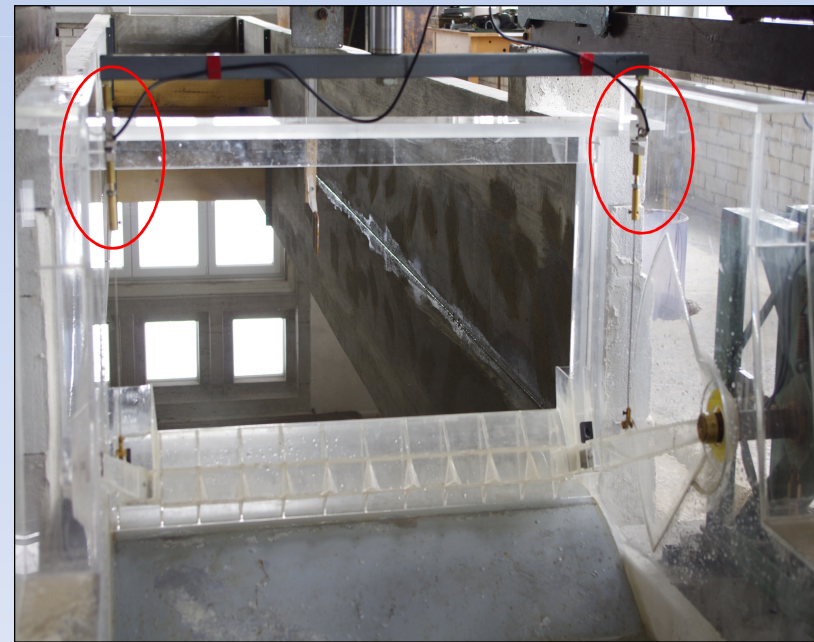
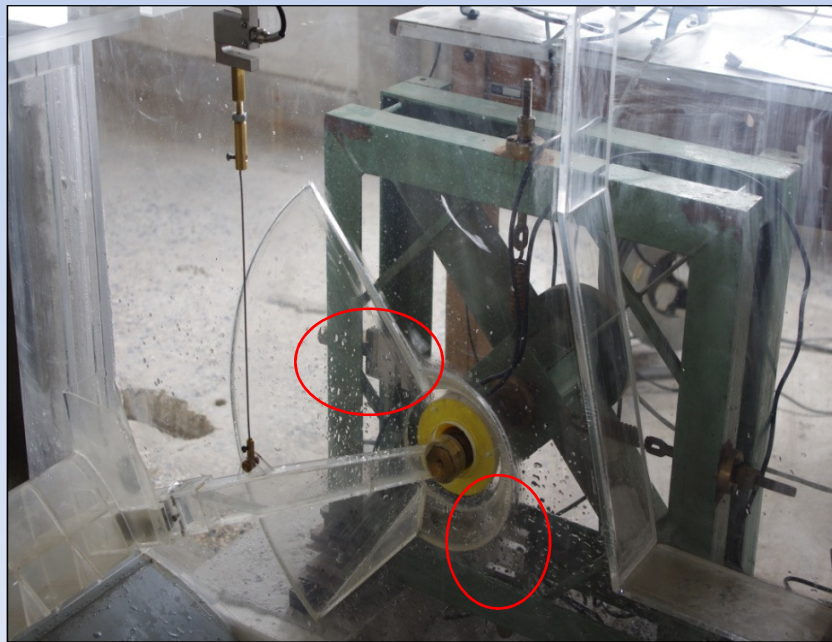
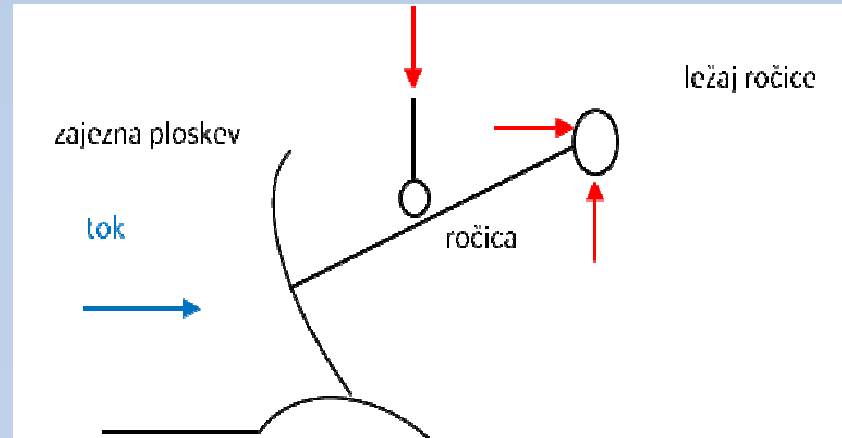


2.) MERILNA OPREMA

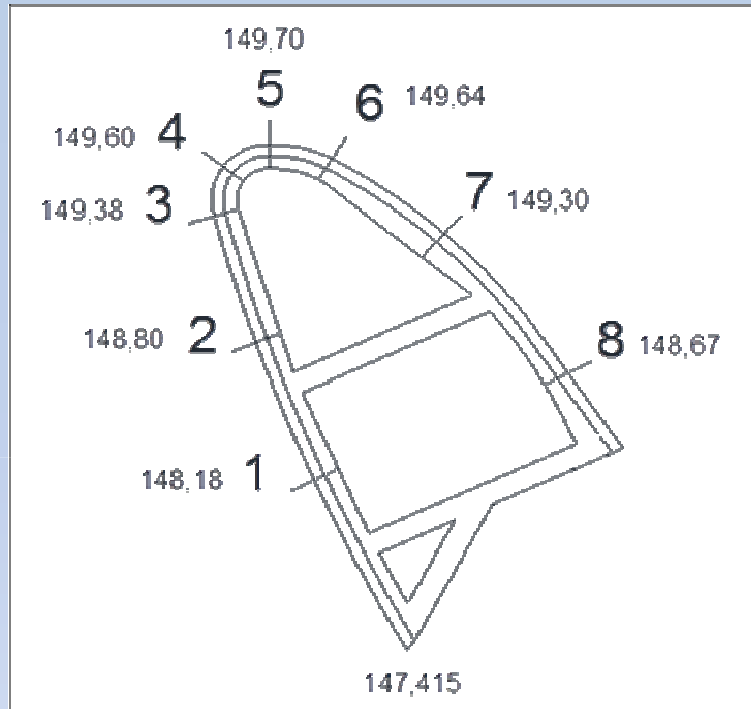
- elektromagnetni merilnik pretoka
- 4 silomeri (1 kN, do 0,1% mer. območja)
- 8 tlačnih sond (1,5 bar)
- 2 piezometra (ročno odčitavanje ZV, SV)



2.1) SILOMERI



2.2) TLAČNE SONDE



odprtine piezometrov



cevke speljane v notranjosti
zapornice



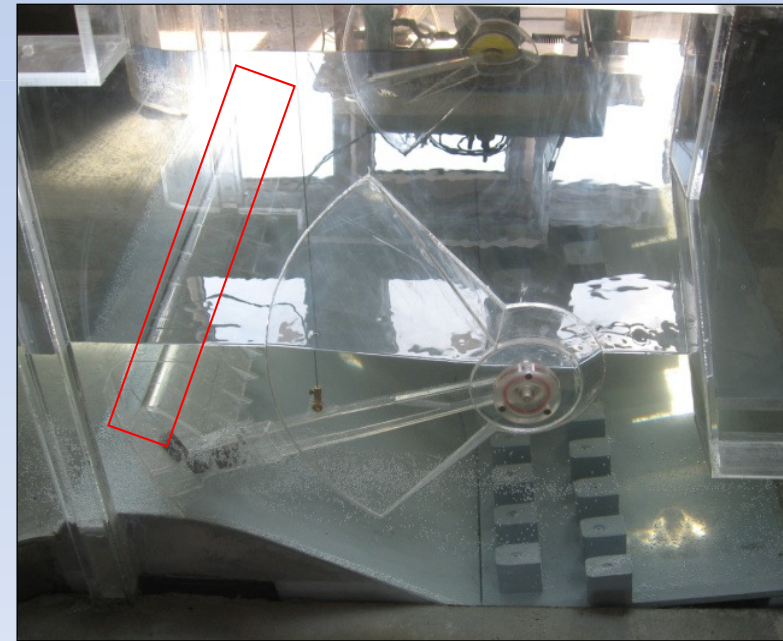
tlačne sonde

3.) MERITVE

- poudarek na meritvah sil
- različne kombinacije $Q - a' - SV$:
 - Q cela pregrada: 50 do 570 m³/s (večina pri $Q = 100$ m³/s)
 - odprtje a' : 0 do 100 cm (večina pri $a' = 0$)
 - kota SV : < 147,5 m (pod pragom) do 153,0 m



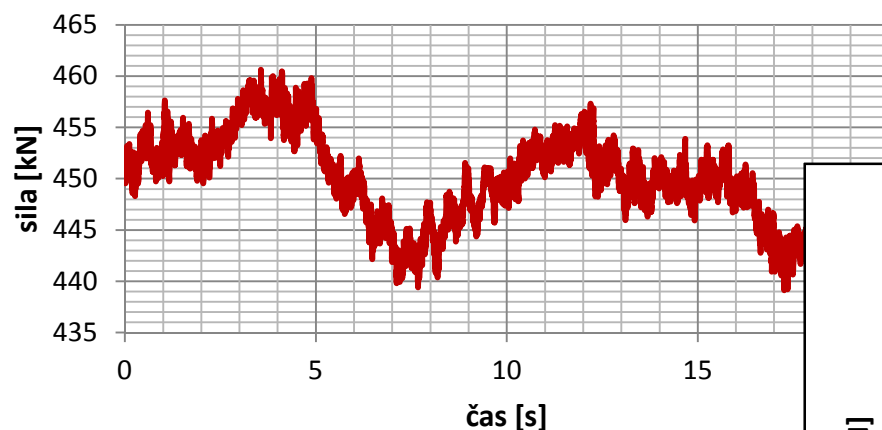
100 – 0 – nizka SV



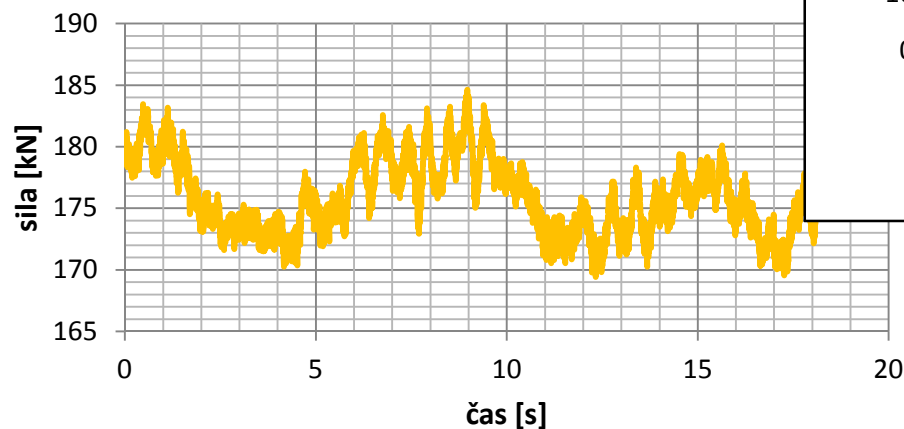
- visoka SV: zrak v potopljeni zapornici

4.1) PRIMER REZULTATA: ZAPORNICA NESTABILNA

$Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$, $a' = \text{min}$, $SV = 148,75 \text{ m}$
Horizontalna sila v ležaju ročice



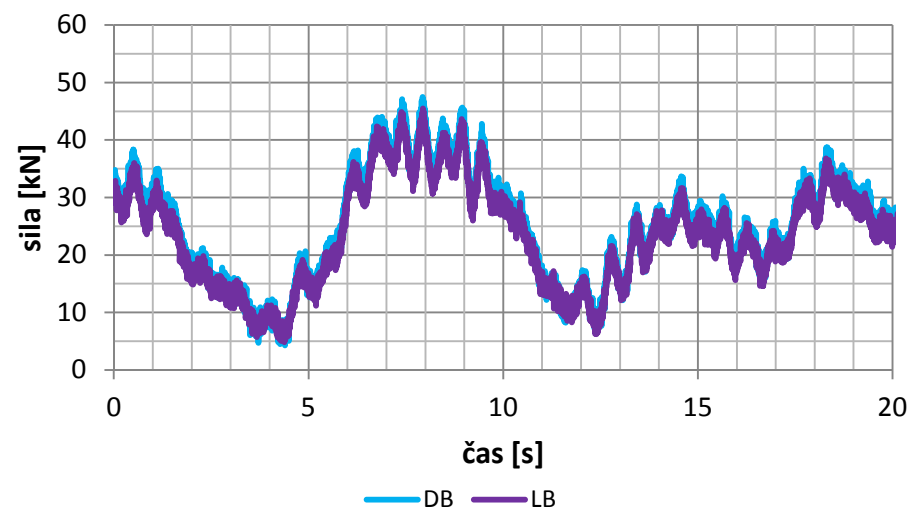
$Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$, $a' = \text{min}$, $SV = 148,75 \text{ m}$
Vertikalna sila v ležaju ročice



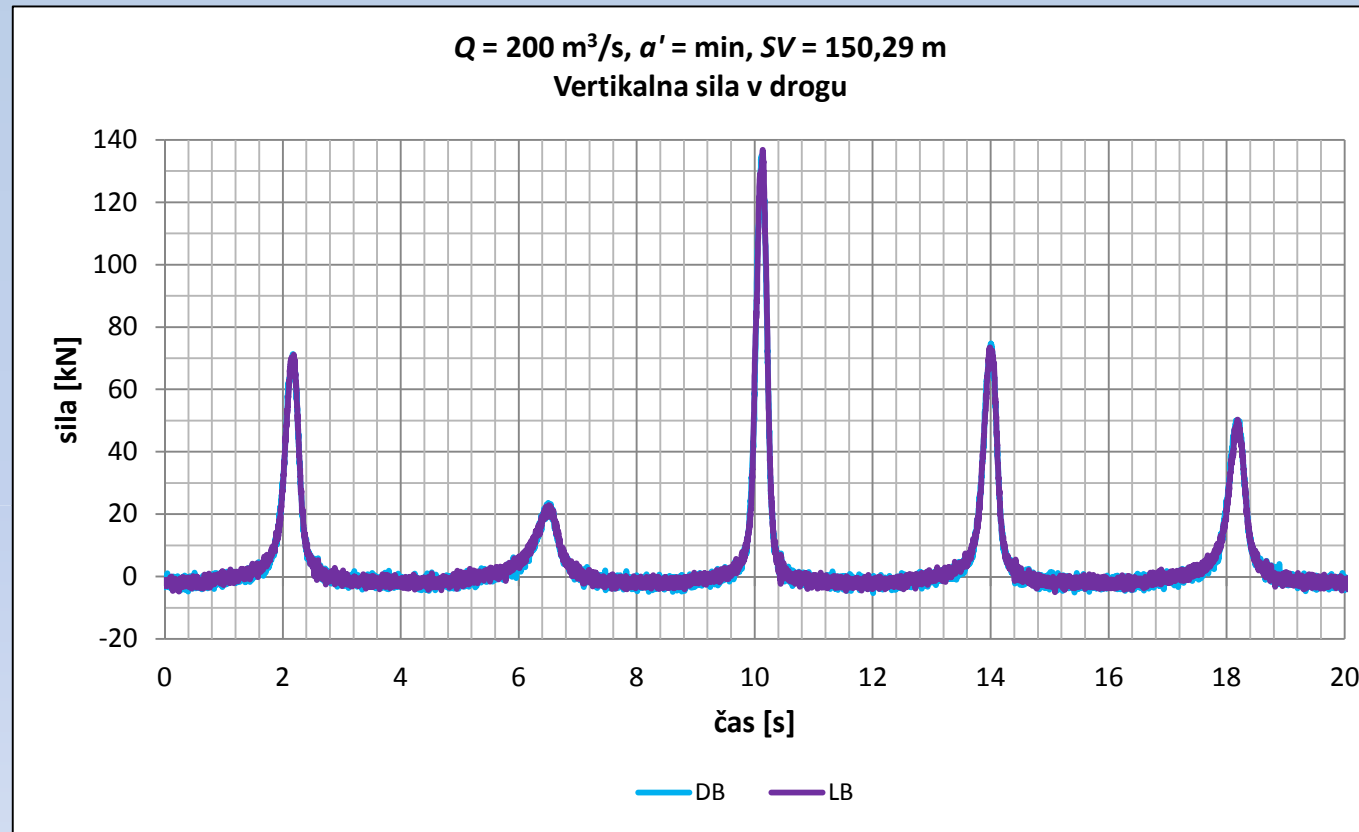
Sile v drogu:

$$F_{d,model} \approx 10 \text{ N (1 kg)}$$
$$F_{d,narava} \approx 50 \text{ kN (5 ton)}$$

$Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$, $a' = \text{min}$, $SV = 148,75 \text{ m}$
Vertikalna sila v drogu

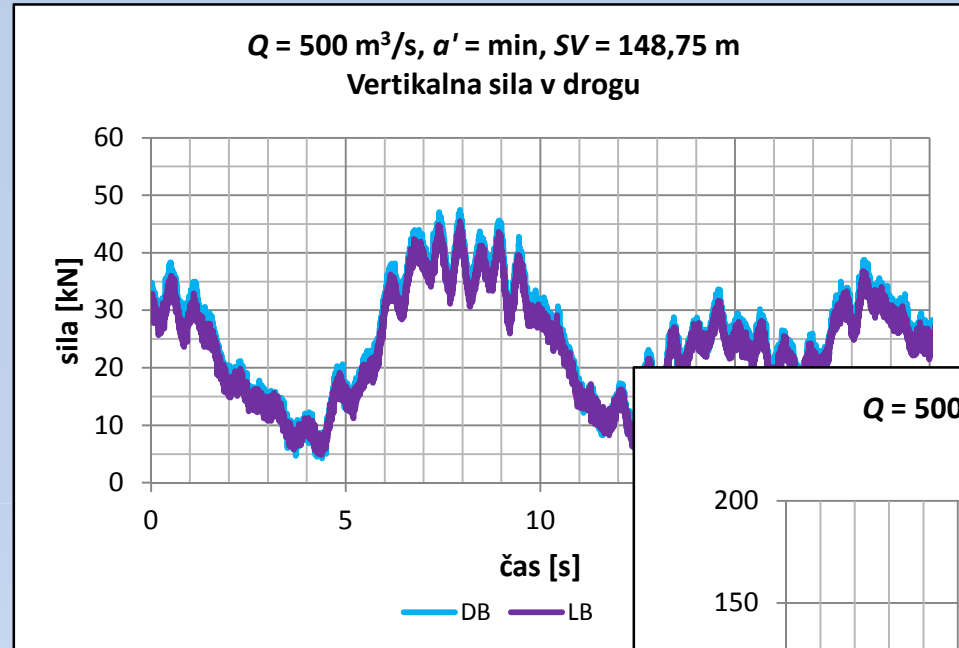


4.2) PRIMER REZULTATA: ZAPORNICA MOČNO NIHA



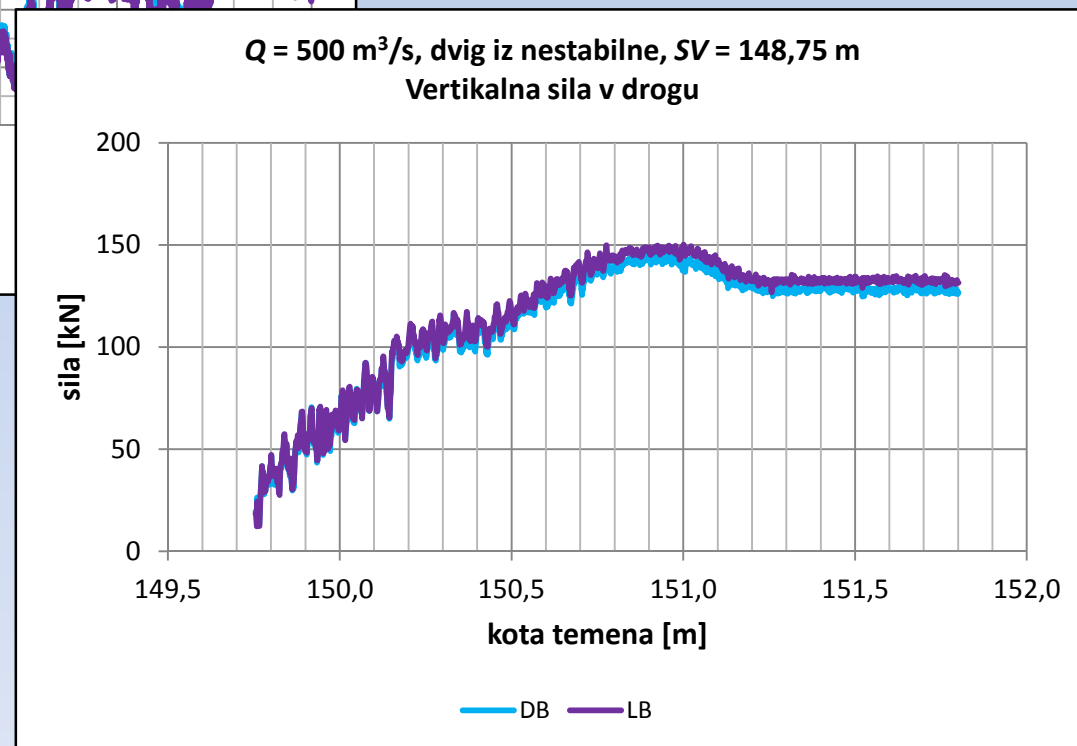
- Amplituda nihanja do reda velikosti višine zapornice
- Sile v drogu: $F_{\max} = 140 \text{ kN} < F_{\text{dop}} = 250 \text{ kN}$
 $F_{\min} = 0$ (problem, ker drog ne sme biti tlaččen!)

4.3) PRIMER REZULTATA: DVIG NESTABILNE ZAPORNICE

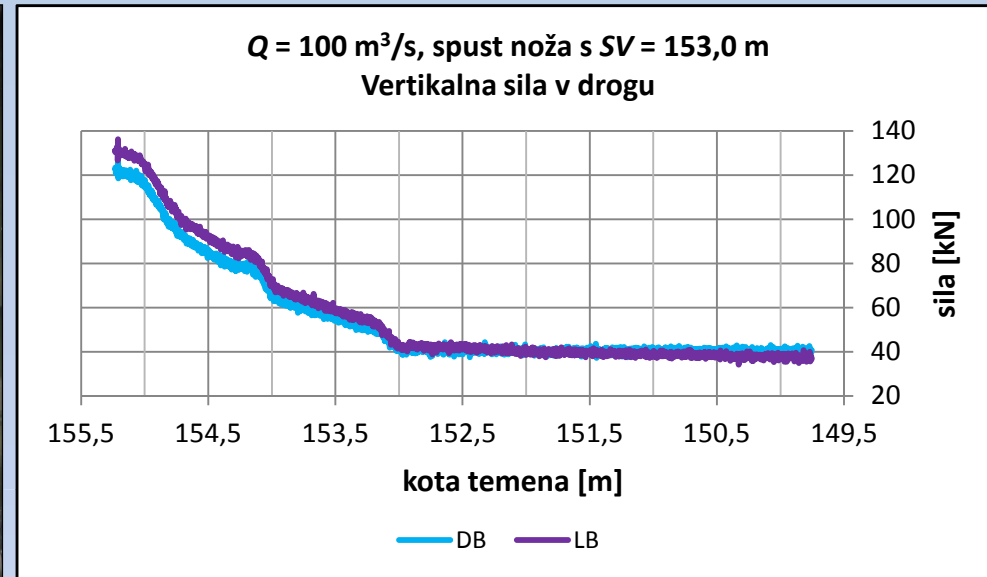
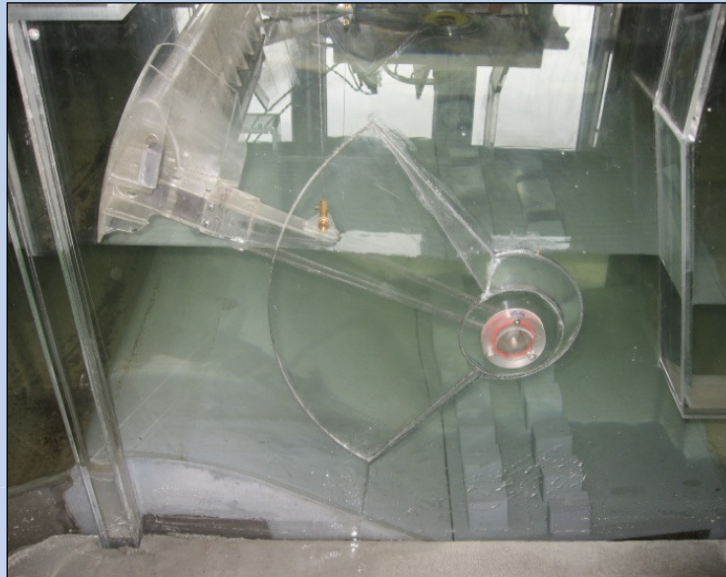


pred dvigom

dviganje zapornice
(ob tem burne
gorvodne razmere)



4.4) PRIMER REZULTATA: SPUST ZAPORNICE



- Spust se izvaja samo pri nizkih pretokih ($Q \leq 100 \text{ m}^3/\text{s}$)
- razmere izrazito bolj mirne
- sile v drogovih ostajajo pozitivne (tj. ni nevarnosti tlaka)

5.) ZAKLJUČKI

Na fizičnem modelu segmentne zapornice 1:17 ugotovljeno:

- sile manjše od dovoljenih obremenitev
- treba upoštevati omejitve zaradi pojava vibracij in nestabilnosti zapornice

V nadaljevanju: obravnavan večji nabor kombinacij $Q - a' - SV$

