

*Primož Rodič, Gorazd Novak*

*Inštitut za hidravlične raziskave*

**HIDRAVLIČNA MODELNA RAZISKAVA  
KONIČNEGA VENTILA Z MASKO  
NA IZPUSTU HE MAMQUAM**







## HE MAMQUAM

- tlačno-derivacijska
- zajem, 1285 m dovodni tunel, vodostan, 310 m tlačni cevovod, strojnica z iztokom
- bruto padeč: 120 m
- instalirani pretok: 27 m<sup>3</sup>/s
- Francisovi turbini s skupno močjo 25 MW
- Pri zapiranju turbine se preko ("bypass") ventila voda odvaja v reko
- Ventil projektiran na 180 m VS, pri  $Q_{\max} = 27 \text{ m}^3/\text{s}$  pa neto tlačna višina znaša 109 m



# Geometrijske karakteristike ventila Howell-Bunger in maske HE Mamquam

Vzdolžni prerez ventila in maske pri polnem odprtju tulke (s = 100 %) [vir: Litostroj E.I.]

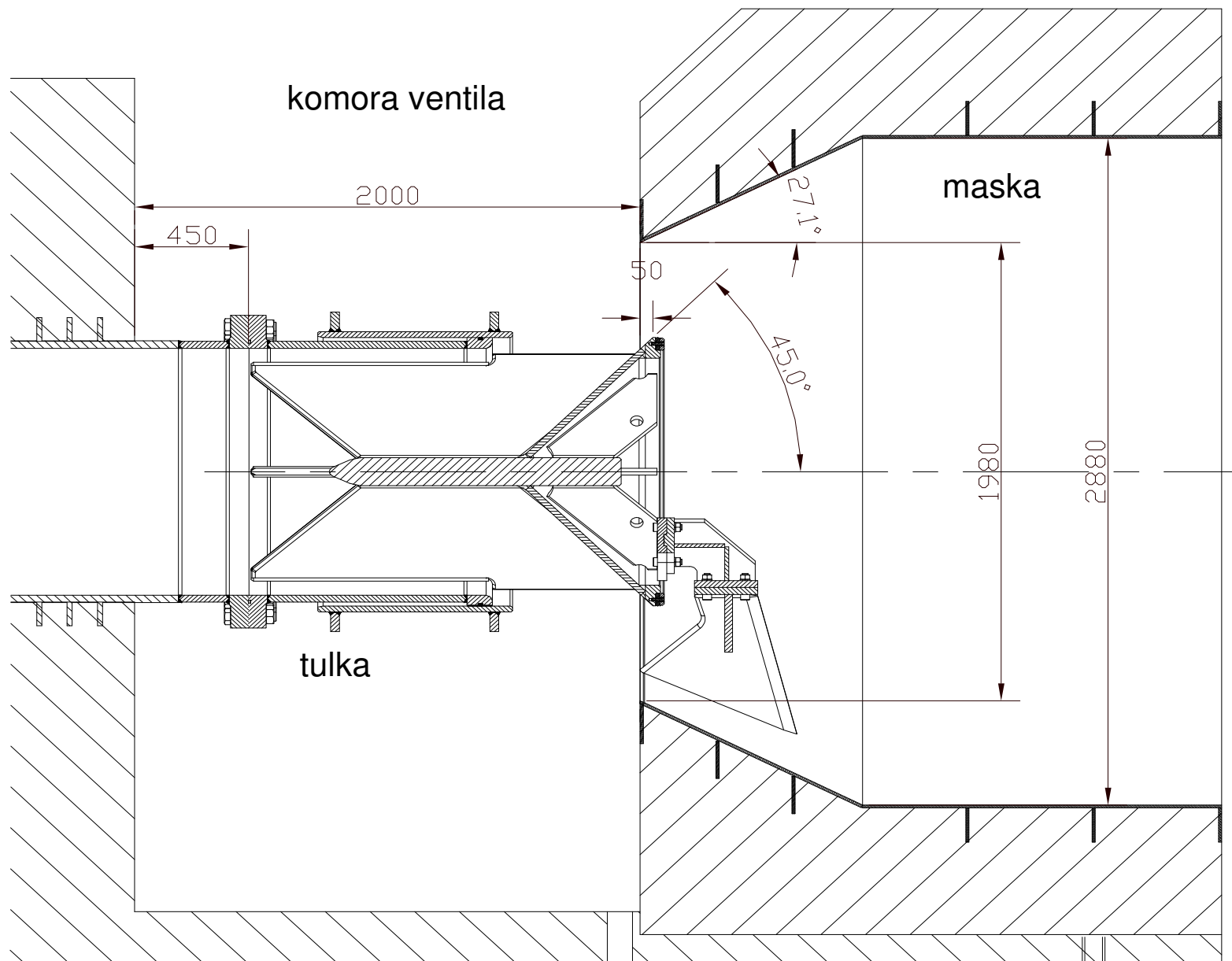






foto: Litostroj





foto: Litostroj

Poskusno odpiranje,  $s = 5 \%$





foto: Litostroj

Poskusno odpiranje,  $s = 5\%$





foto: Litostroj

Poskusno odpiranje,  $s = 15\%$





foto: Litostroj

Poskusno odpiranje,  $s = 10\%$



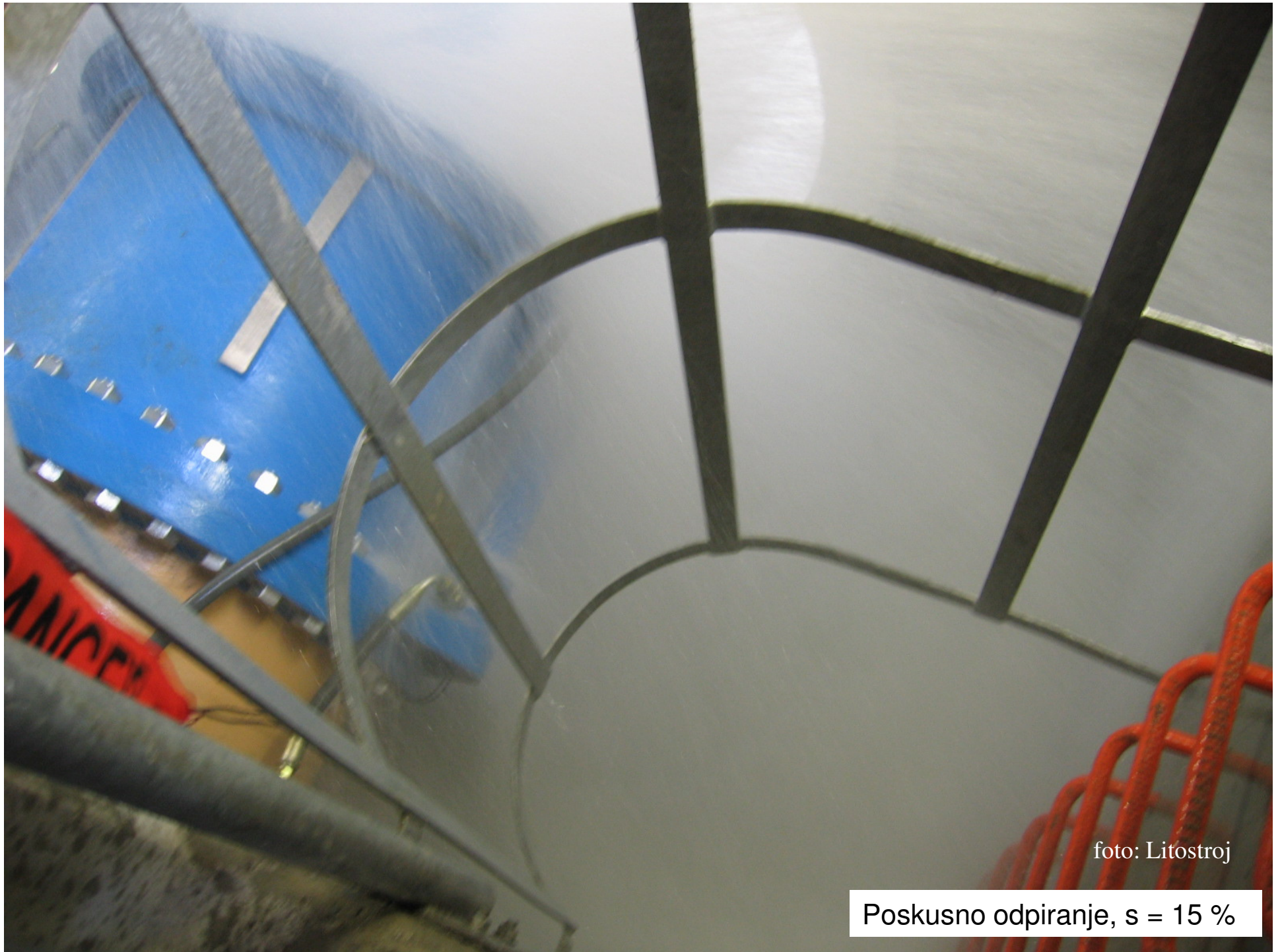


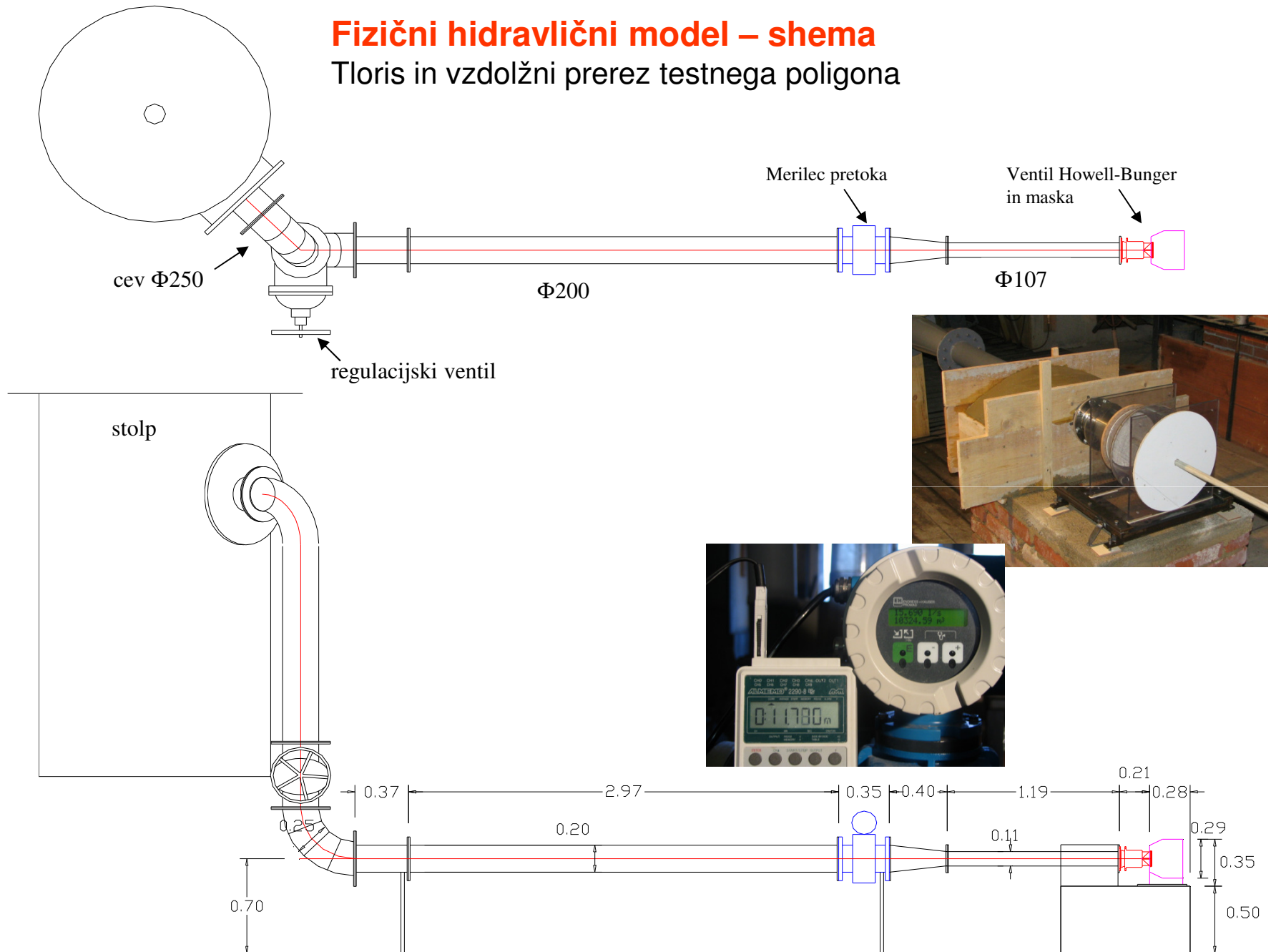
foto: Litostroj

Poskusno odpiranje,  $s = 15 \%$



# Fizični hidravlični model – shema

Tloris in vzdolžni prerez testnega poligona

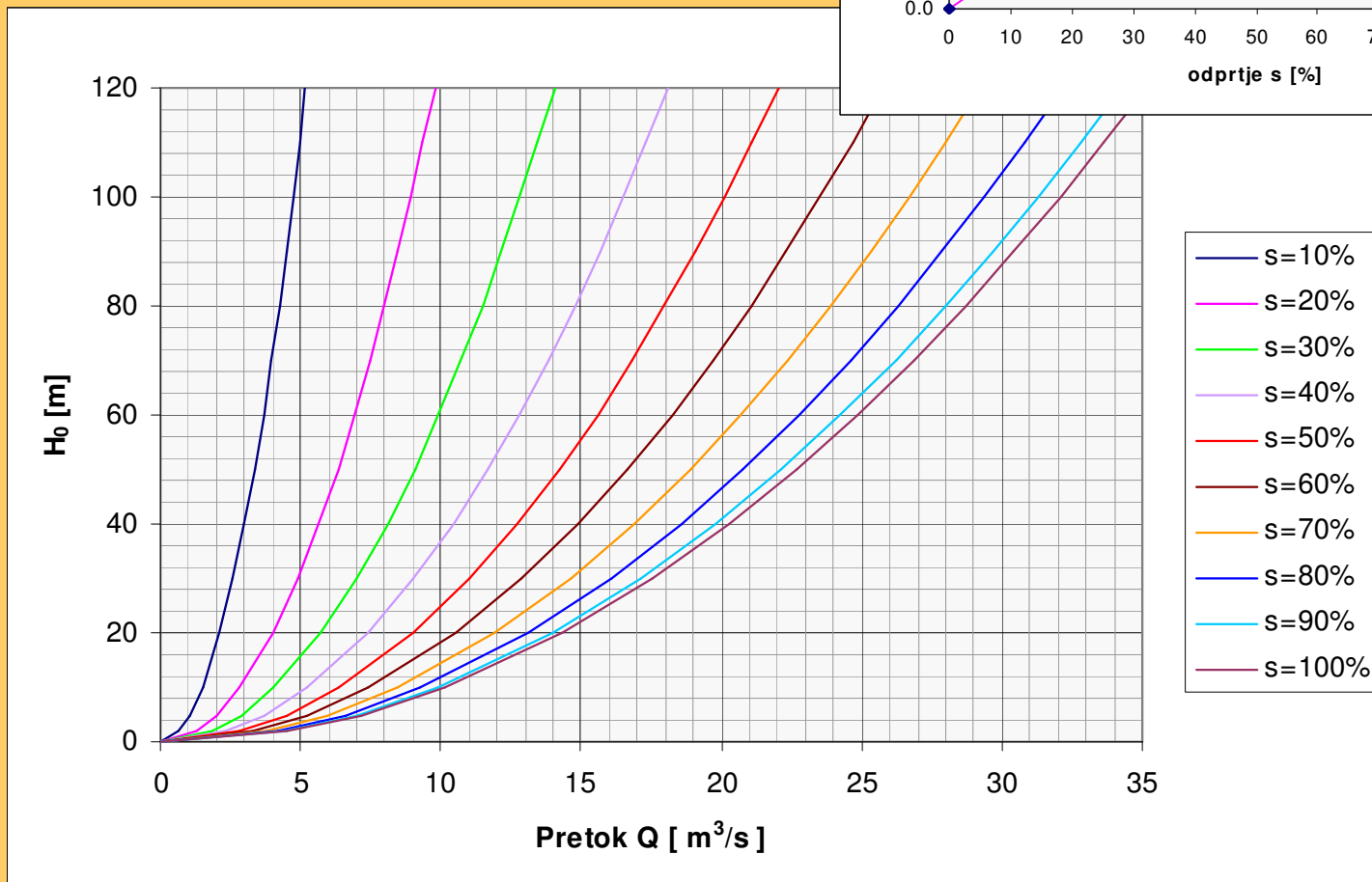
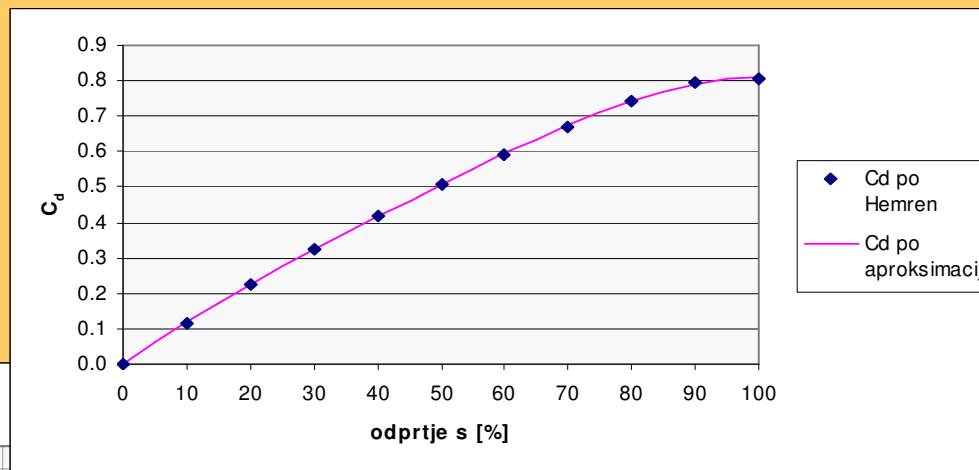




# Hidravlične karakteristike ventila Howell-Bunger HE Mamquam

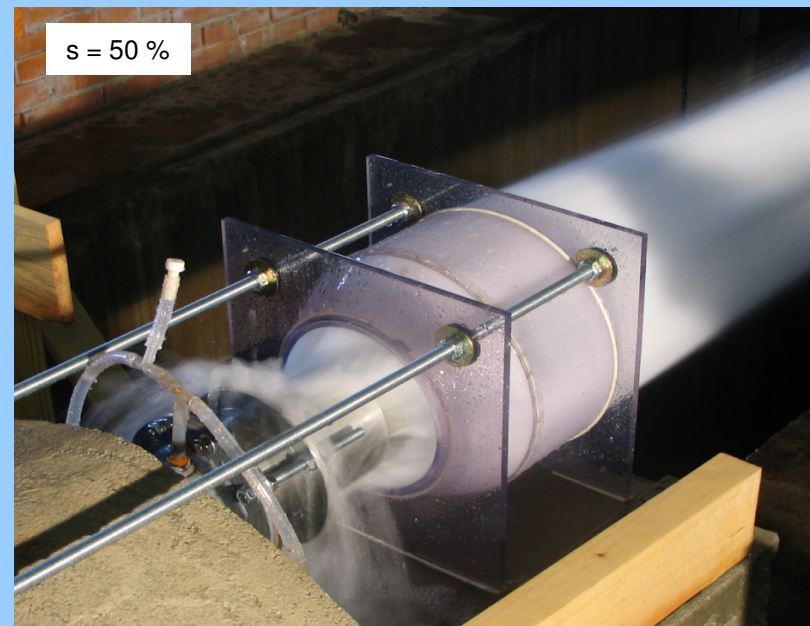
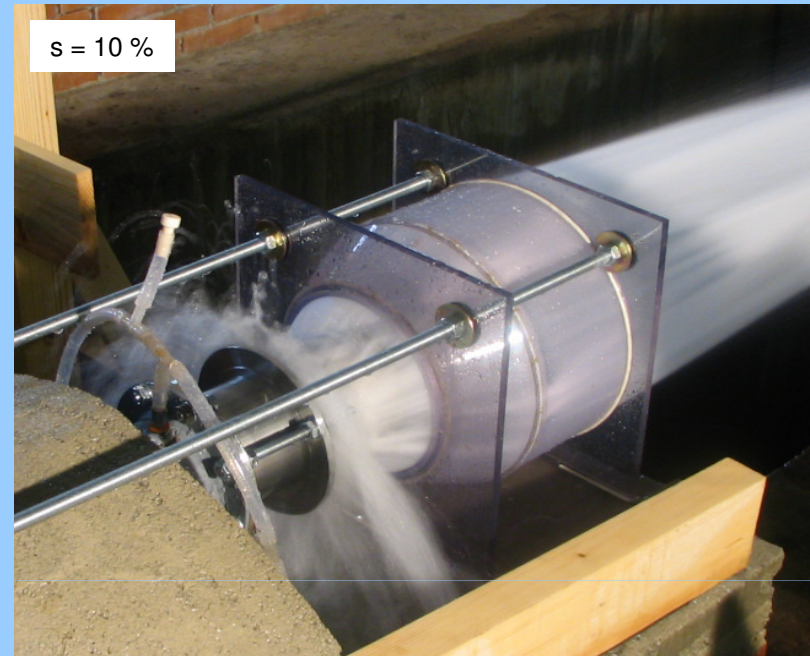
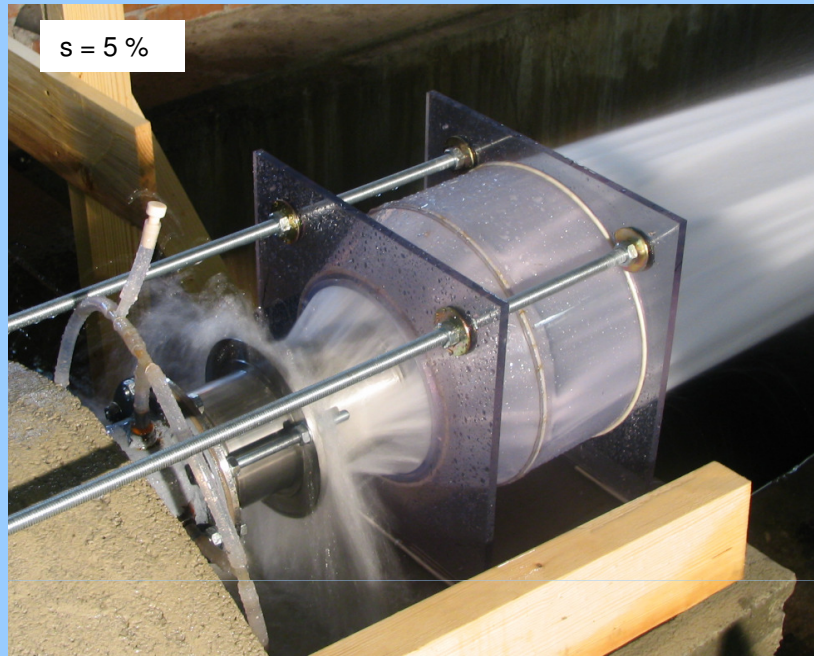
Pretočna sposobnost ventila Howell-Bunger:

$$Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot H_0}$$





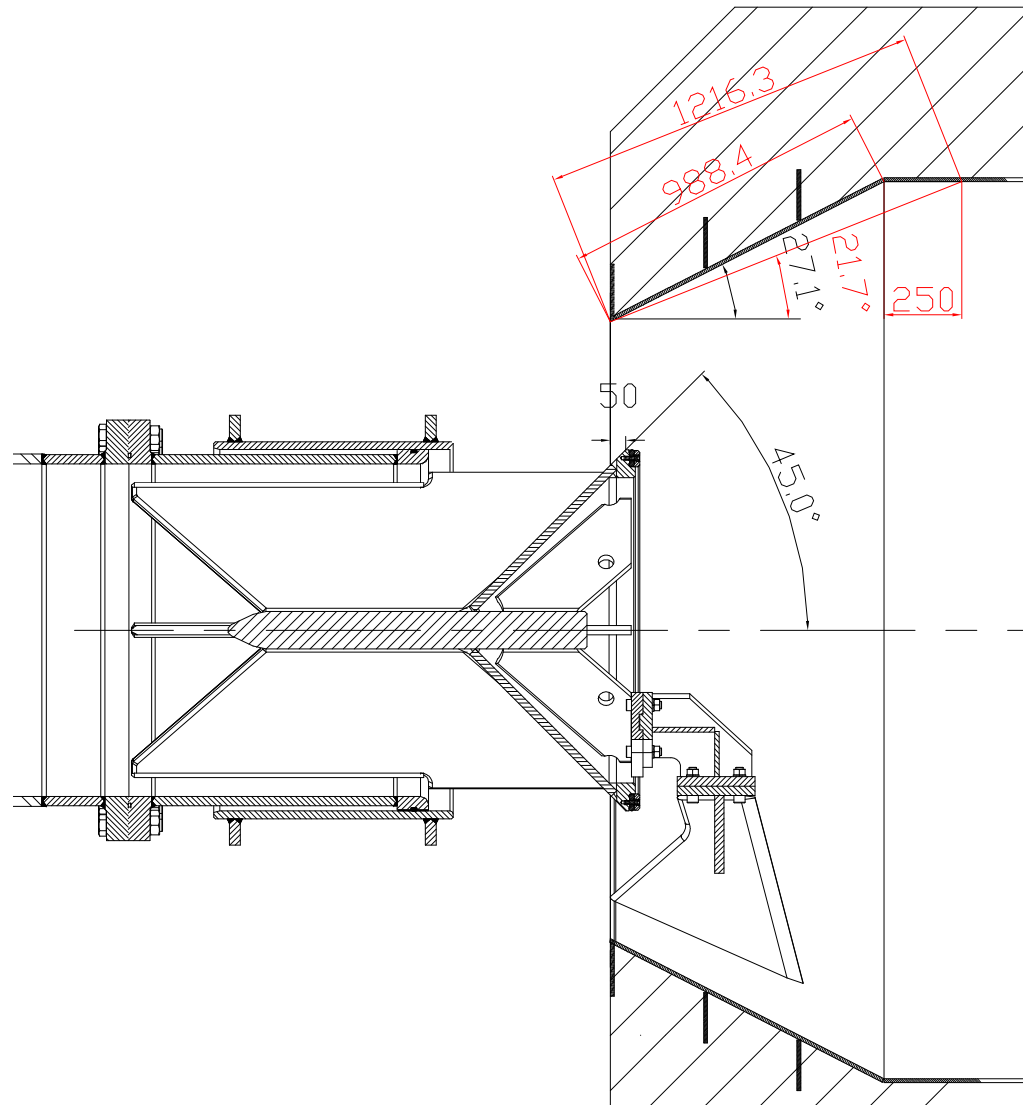
# 1.) Modelna raziskava obstoječega prototipnega stanja





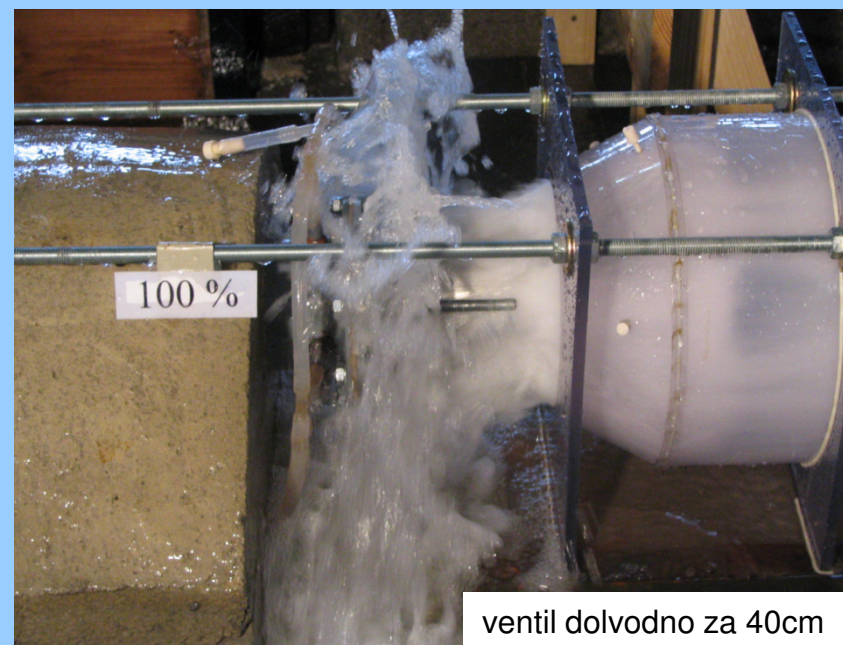
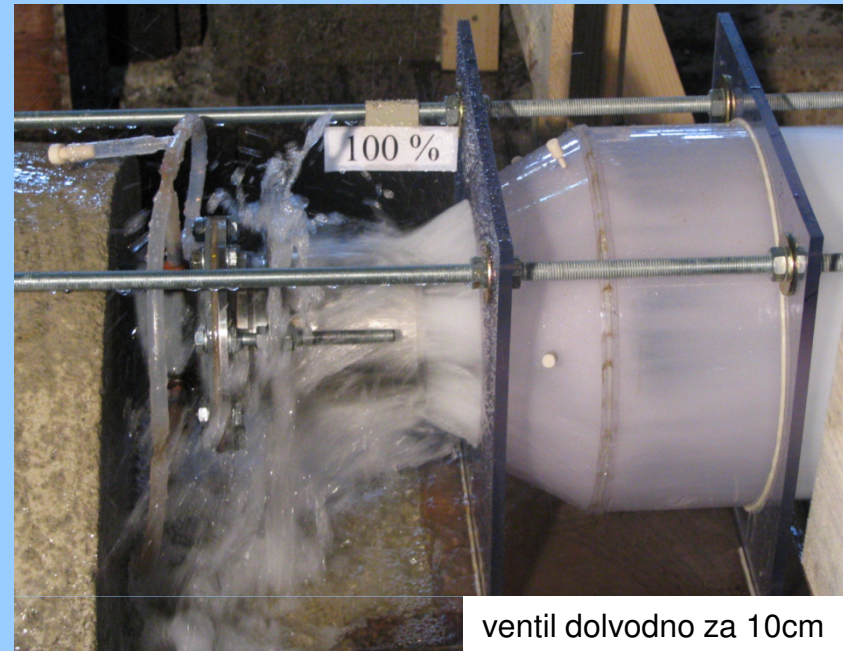
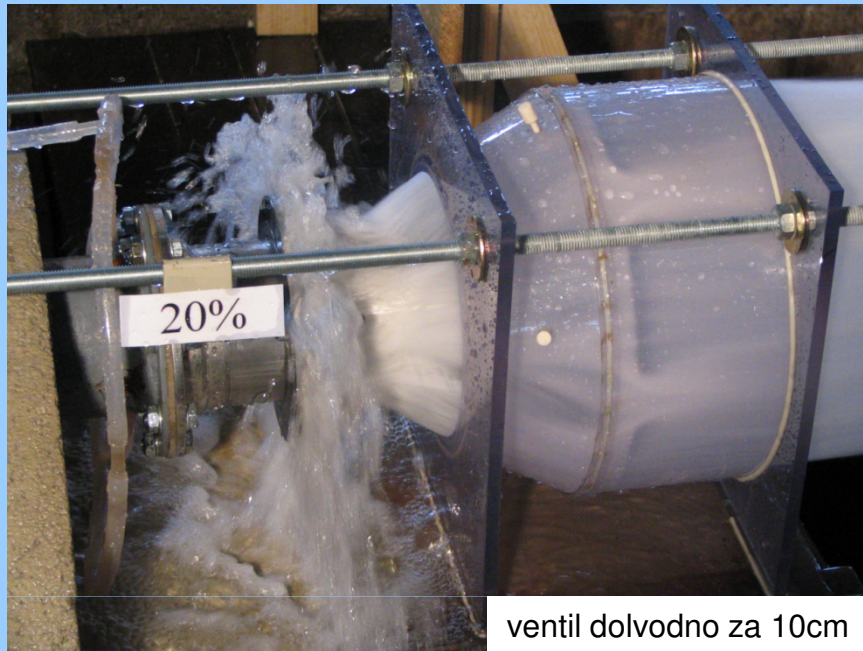
## 2.) Lokalna sprememba oblike maske – dodatek

Izsek vzdolžnega prereza lokalno spremenjene oblike maske

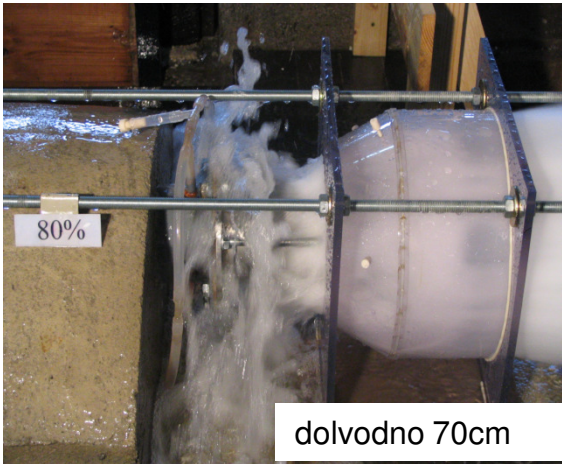




### 3.) Raziskava pomika ventila v masko

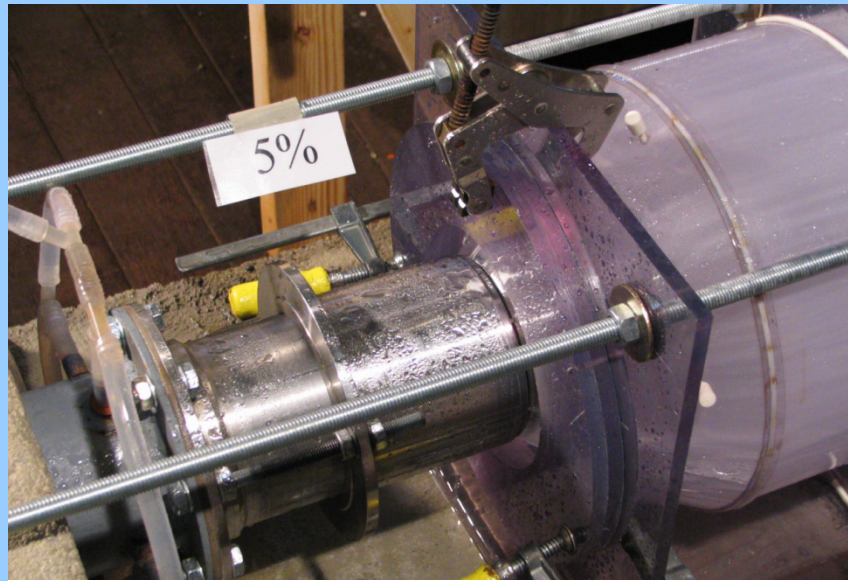




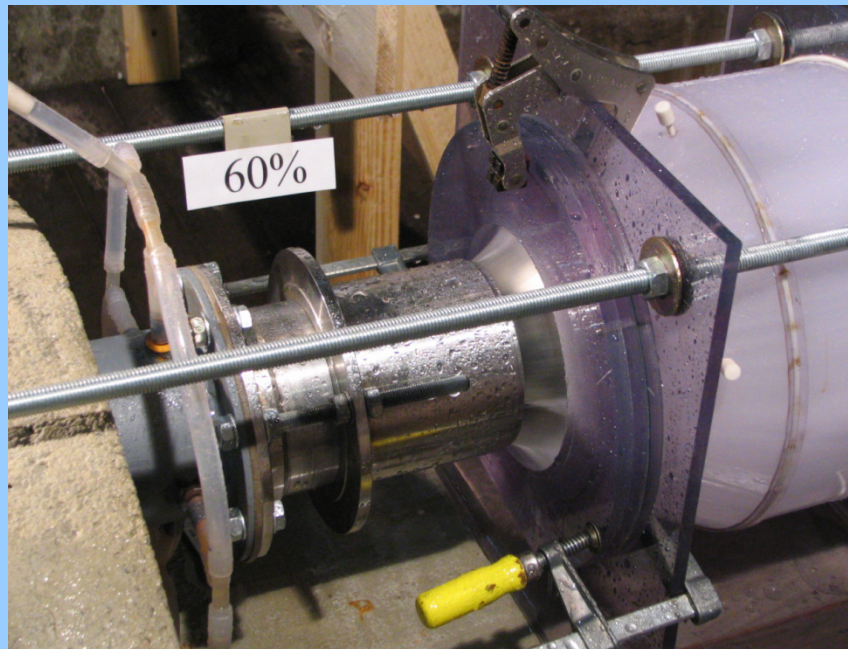
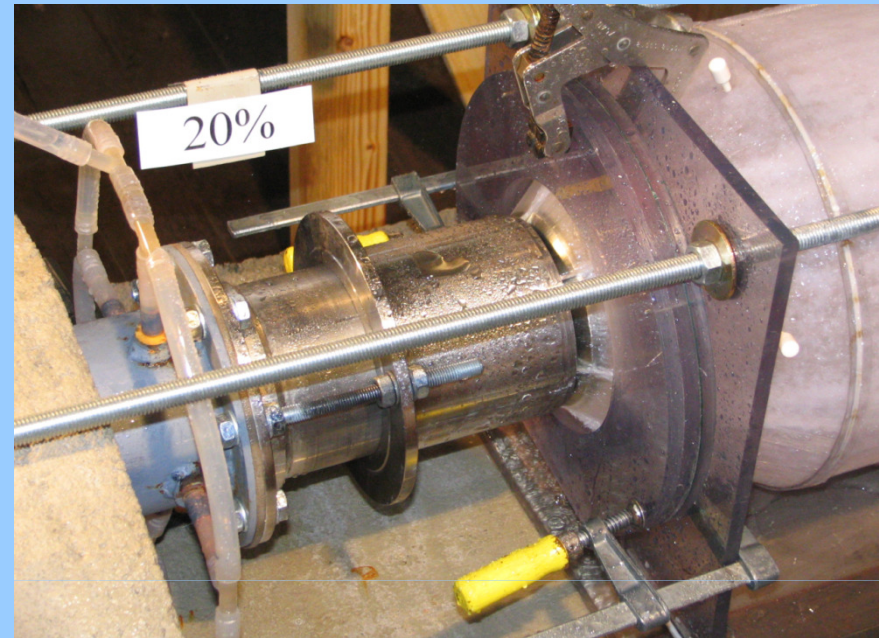




#### 4.) Podaljševanje maske v komoro - varianta 1: HI 30 (optimalne lege)



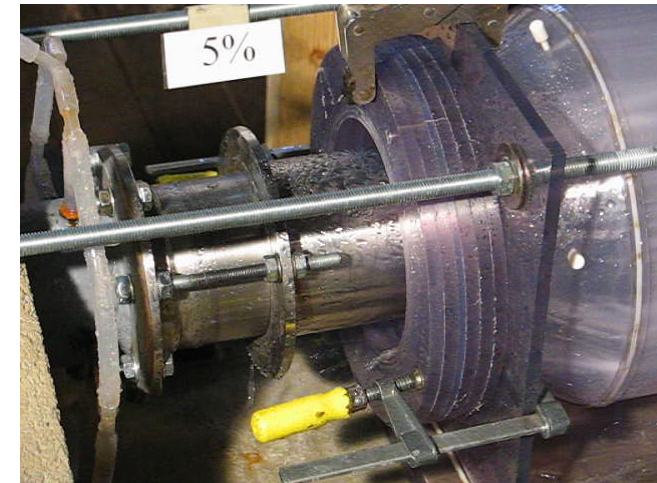
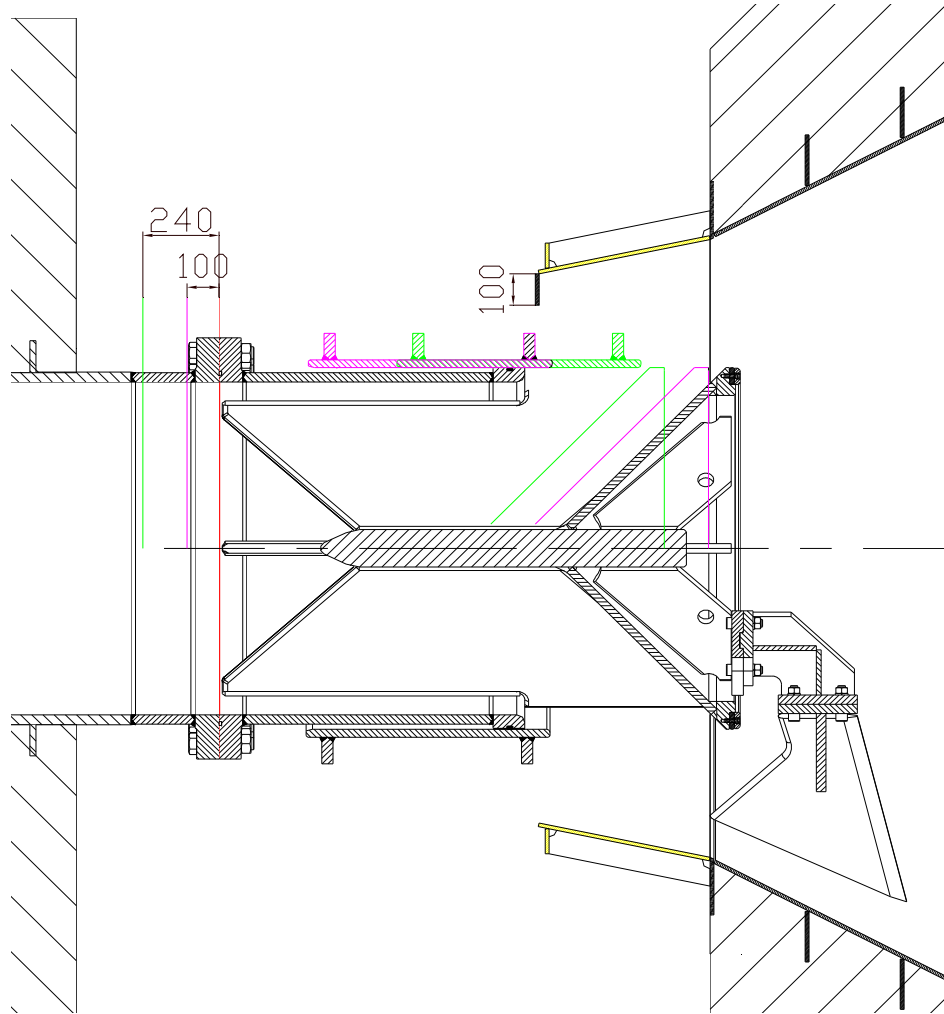
s=5%: Optimalne razmere pri pomiku 25 cm gorvodno



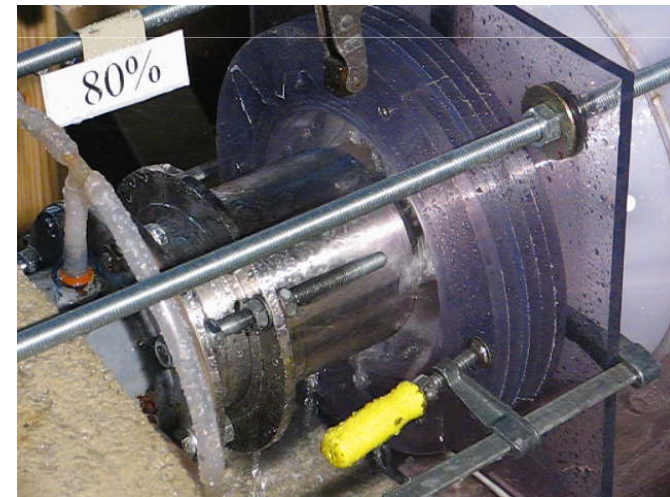
s=80%: Optimalne razmere pri pomiku 13 cm gorvodno



## 5.) Podaljševanje maske v komoro - varianta 2: LT54 (optimalne lege)



24 cm, brez obroča



10 cm, brez obroča

Primerjava različnih modifikacij:

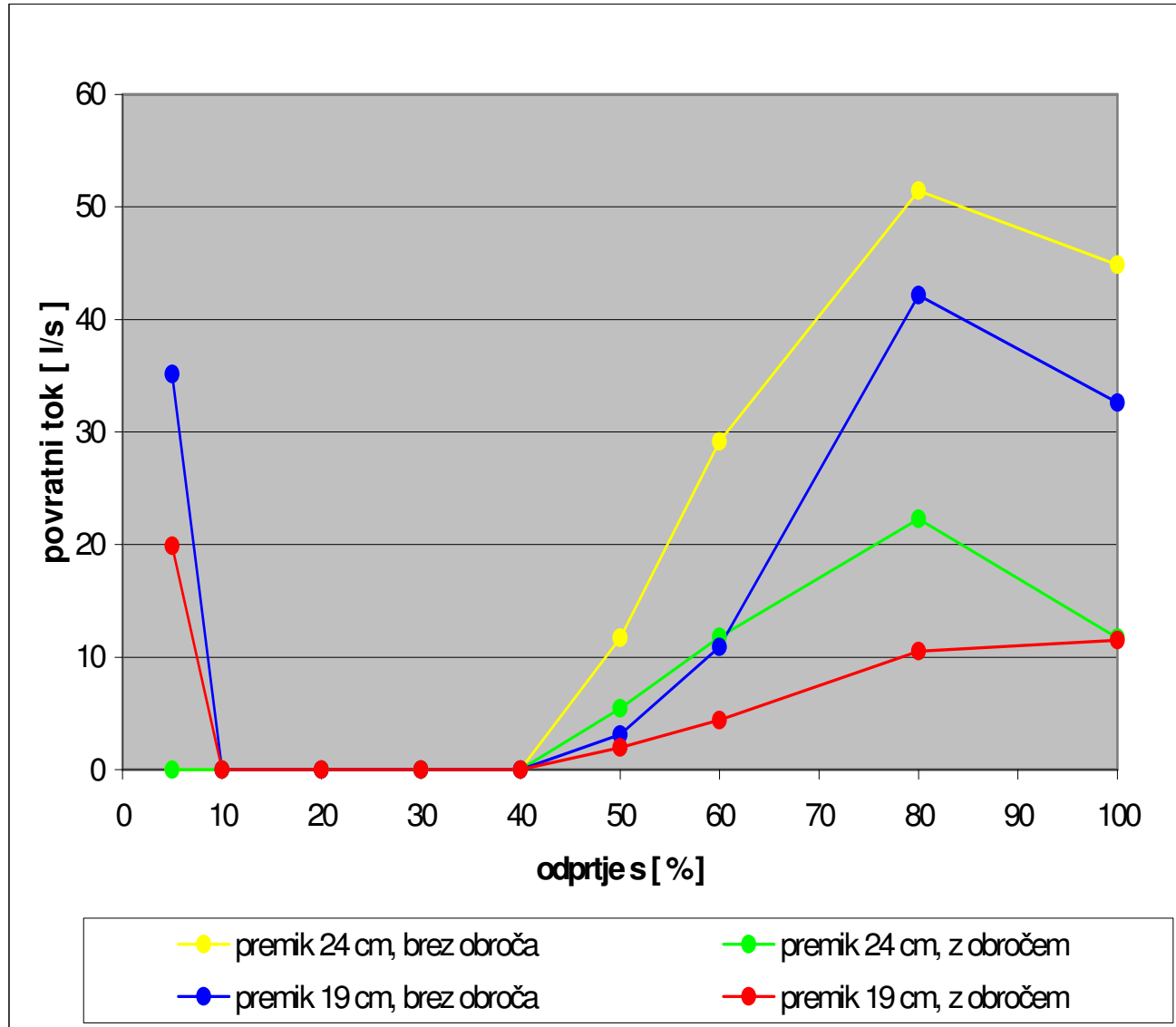
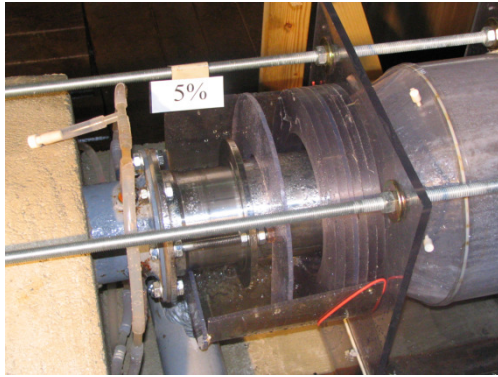
*Spodaj:* Projektna lega ventila, nameščen dodatek LT 54, brez dodatnega obroča.

*Zgoraj za primerjavo:* Dodatni obroč na nastavku LT 54 zmanjšuje polmer odprtine za 10 cm.

Optimalni pomik ventila za odprtje  $s = 5\%$  znaša 24 cm gorvodno, optimalni pomik za odprtje  $s = 80\%$  pa 10 cm.

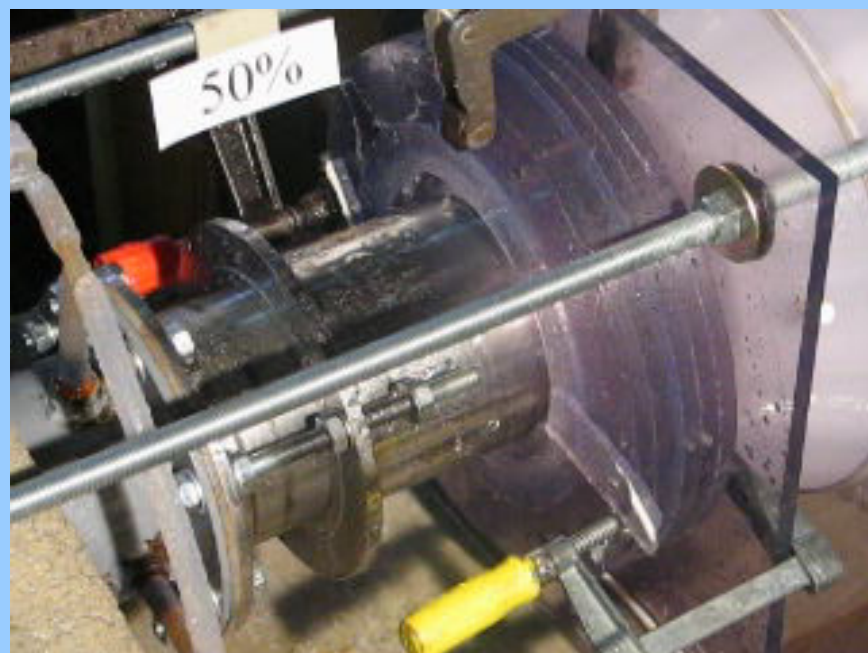
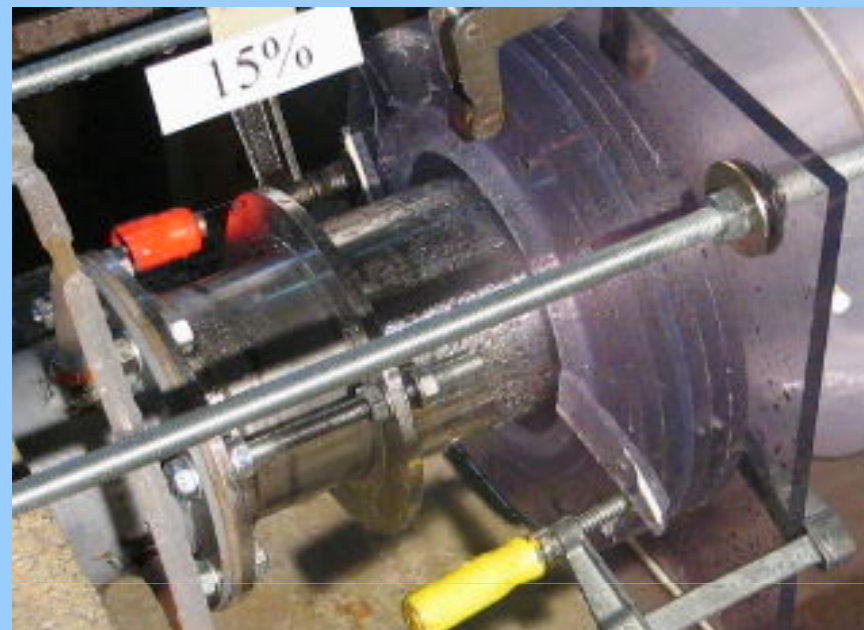
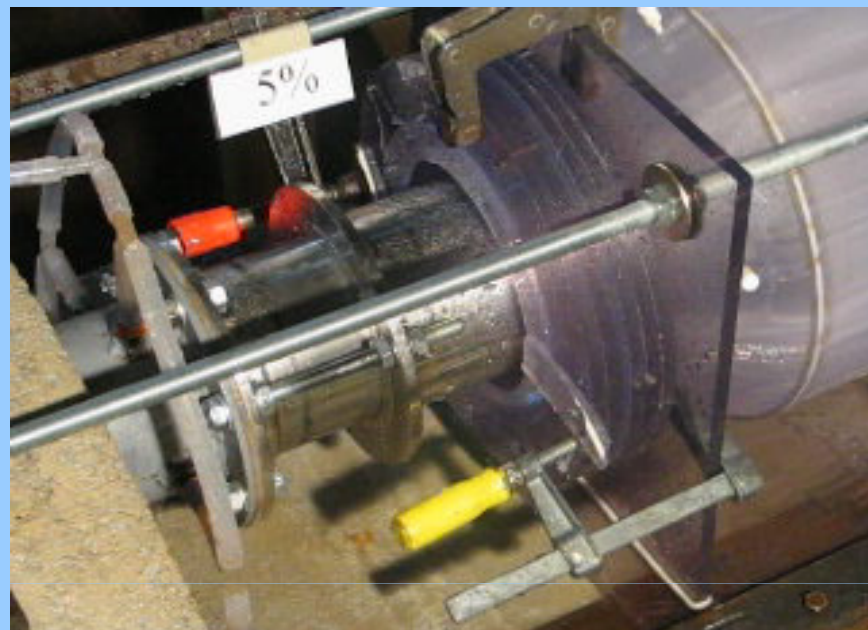


## 6.) Merjenje povratnega toka – primerjava za LT 54



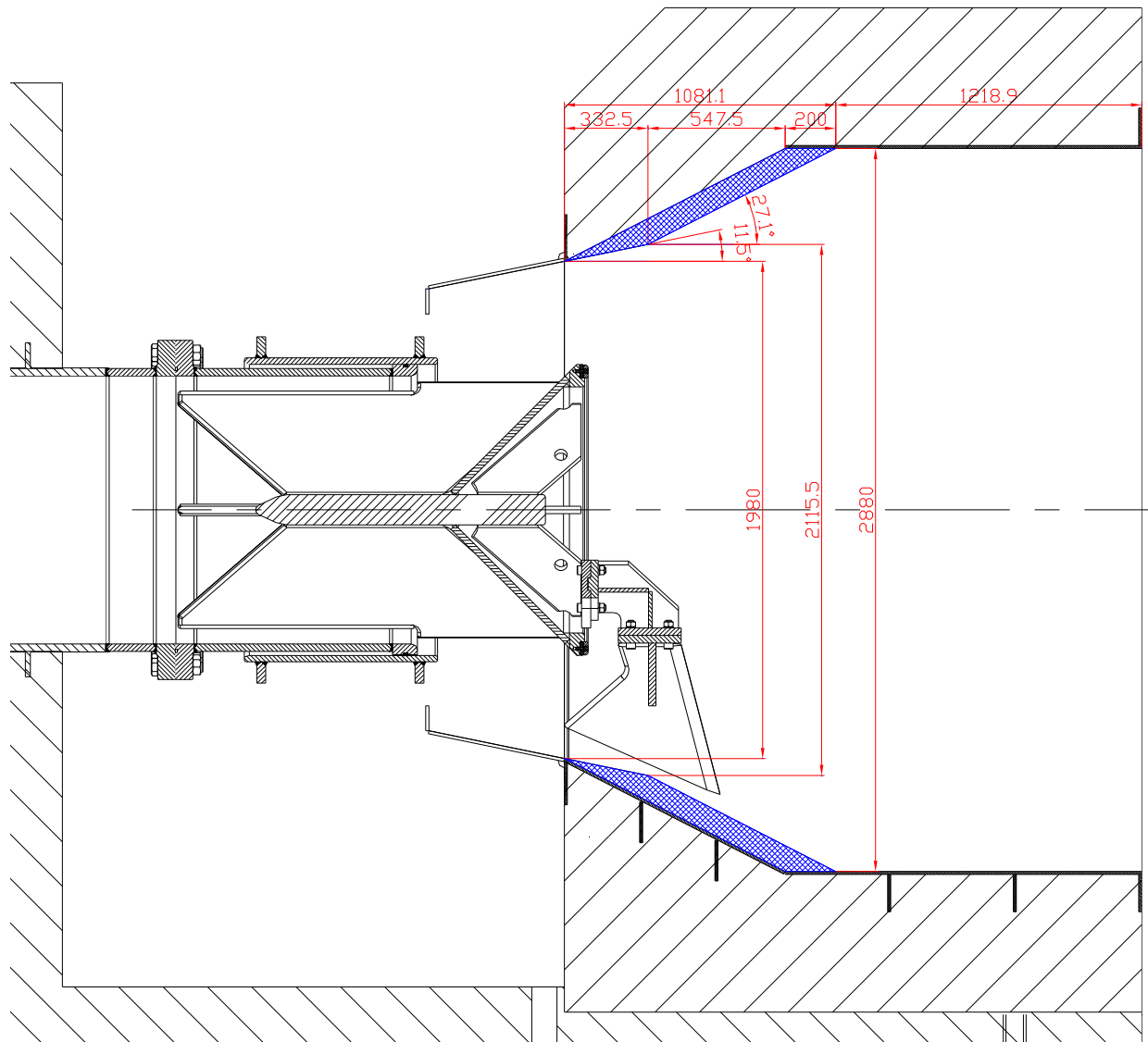


**7.) Predlagana varianta: nastavek LT 54 z obročem, pomik 19 cm gorvodno**

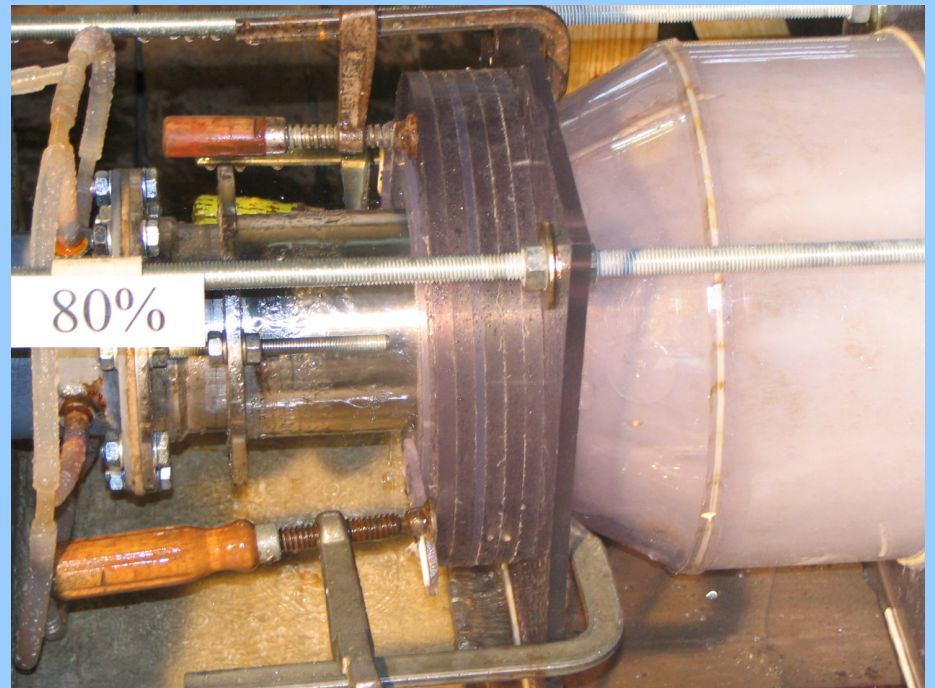
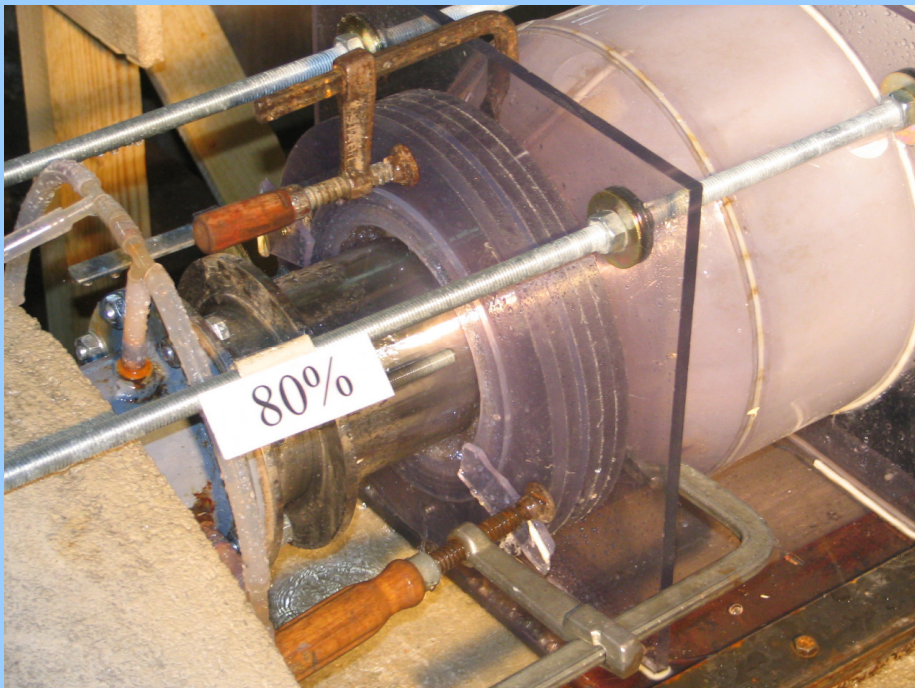
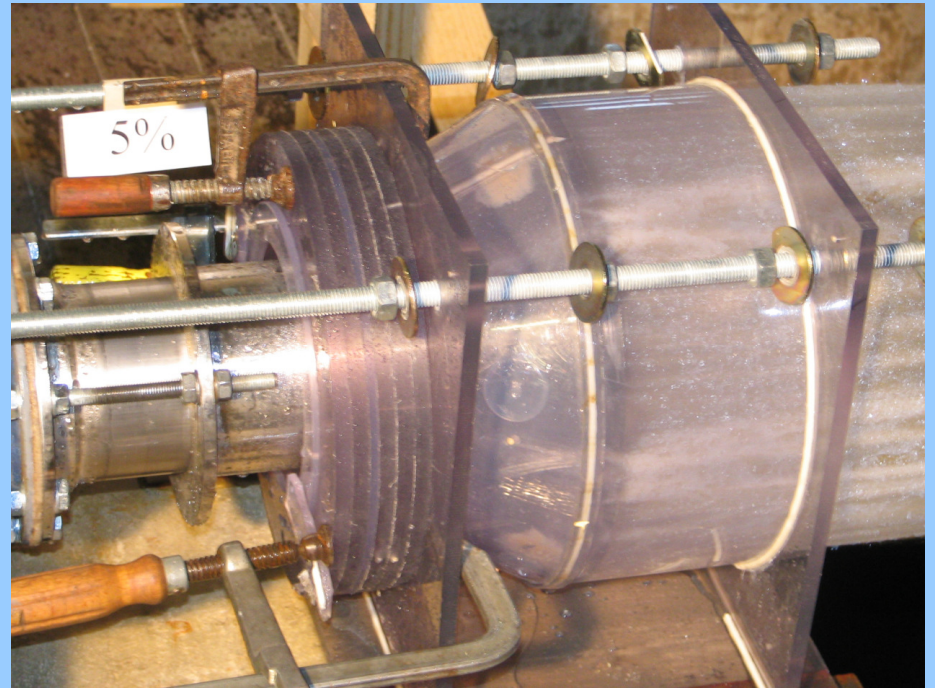
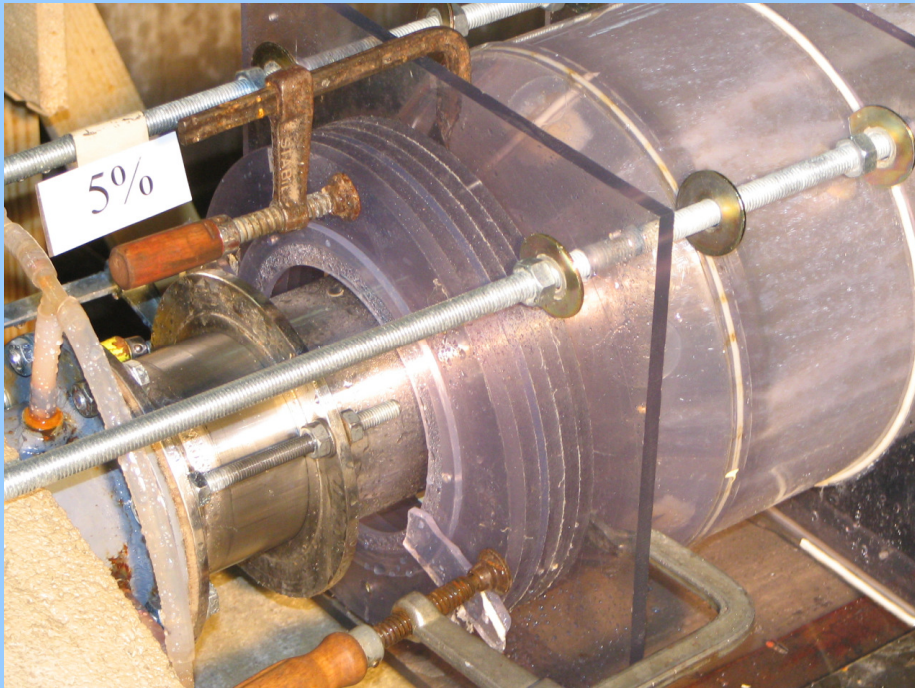




**8.) Dodatna raziskava:  
LT 54 z obročem, namesto pomika ventila pa sprememba maske**











## POVZETEK opravljenega dela:

- Vzpostavitev hidravličnega modela
- Simulacija obstoječih prototipnih razmer
- Spremenjena oblika maske, ventil v projektni legi
- Pomik ventila v projektno oblikovano masko in stran od nje
- Podaljševanje maske v komoro in gorvodni pomik ventila
- Namestitev dodatnega obroča na izbrano varianto
- Merjenje povratnega toka za različne variante
- Naknadno spreminjanje maske (namesto pomikanja ventila)

## ZAKLJUČKI:

### Pomen modeliranja:

- Že pri samem projektiranju (ne samo prenesti obstoječih "primerljivih" rezultatov)**
- Tudi pri saniranju (namesto dragih delnih rešitev na terenu)**