

# Proračun strujanja i karakteristika aksijalnih turbokompresora i ventilatora

---

Milan B. Banjac, Miloš M. Despić, Milan V. Petrović



|| Univerzitet u Beogradu  
Mašinski fakultet

# Cilj proračuna

---

Zadato:

- geometrijske karakteristike kompresora / ventilatora
- radni uslovi
  - broj obrtaja
  - temperatura i pritisak gasa na ulazu

Traži se:

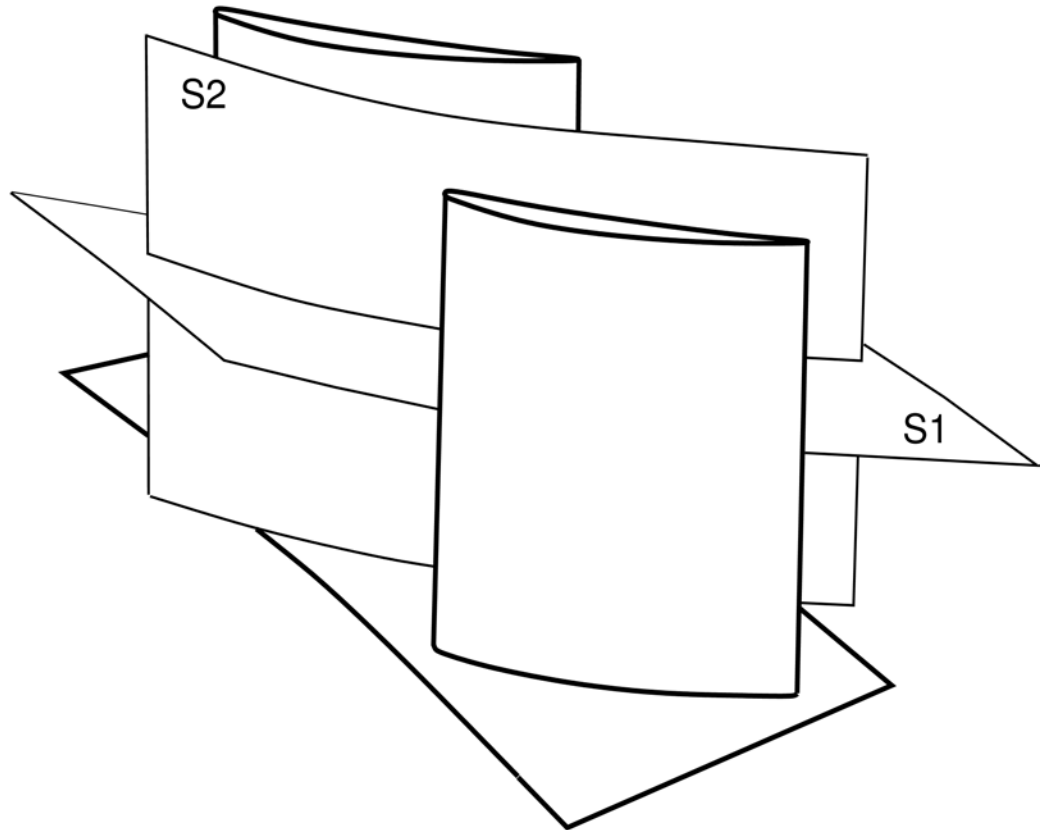
radna karakteristika - mapa kompresora / ventilatora

# Generalni pristup

---

THROUGH FLOW  
metoda:

Razdvajanje 3D  
strujnog polja na  
odvojene procese  
na S1 i S2  
strujnim površima

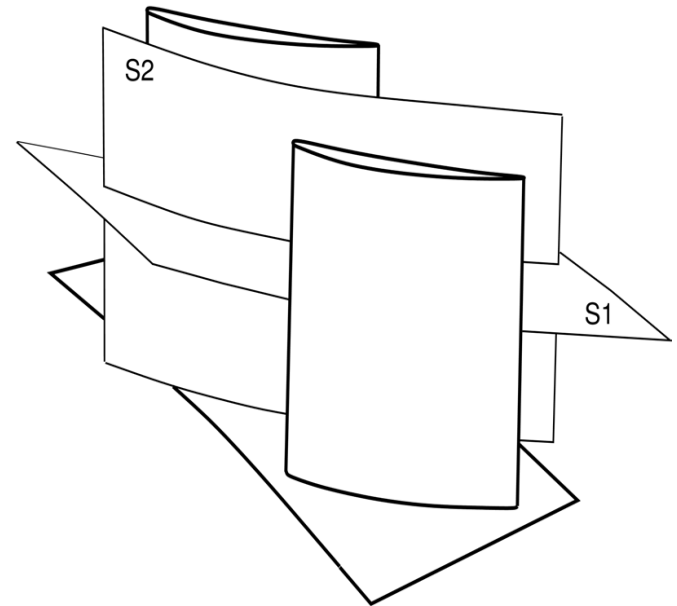


# Generalni pristup

---

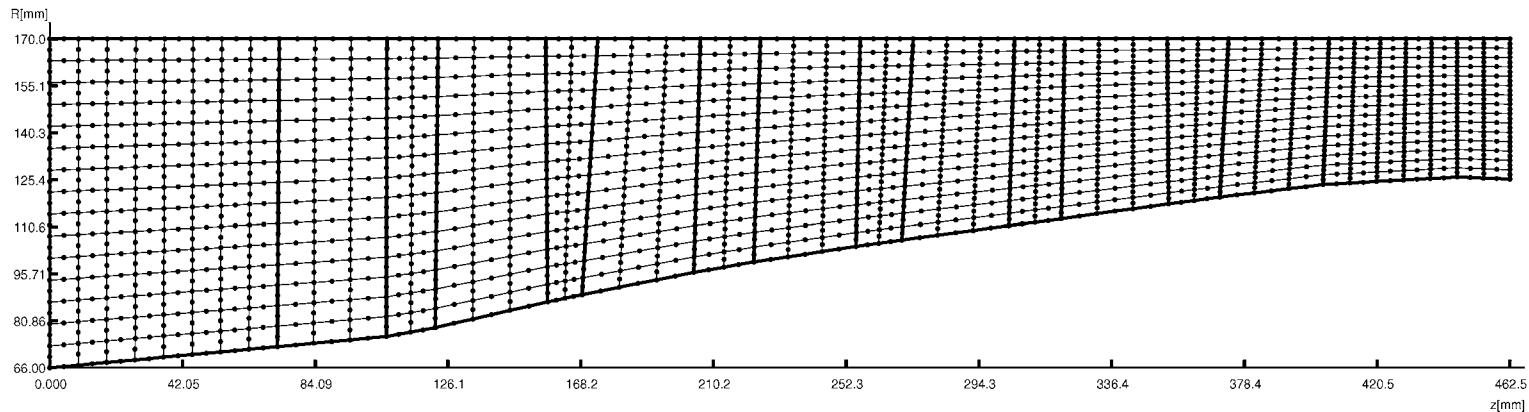
**S2** - dif. jednačine strujanja projektujemo na meridijansku ravan i rešavamo numerički

**S1** - algebarskim izrazima izračunavamo skretanje struje i gubitke



# Numeričko rešavanje S2 strujanja

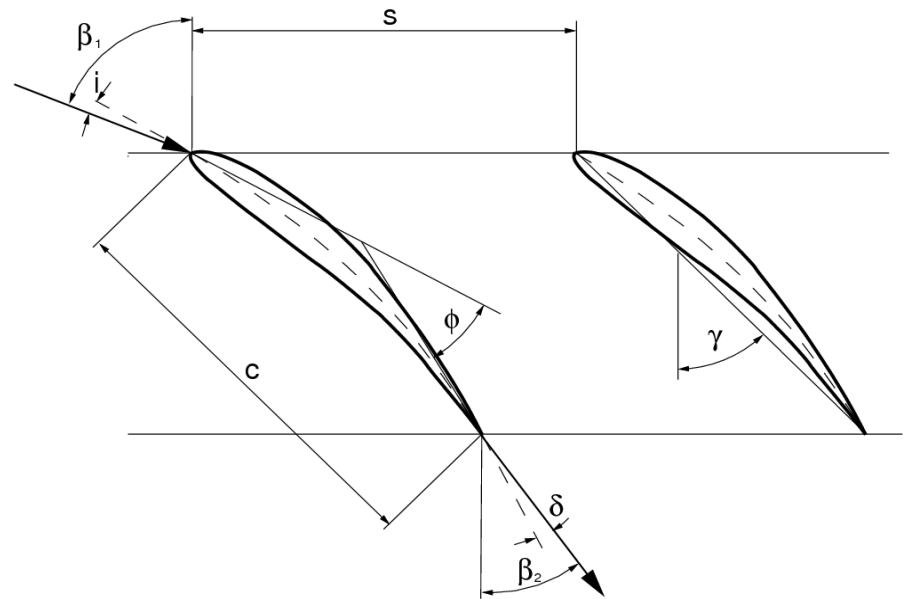
- Rešava se 2D Ojlerova jednačina za stišljivo, neviskozno strujanje.
- Gubici u kolima se uzimaju u obzir povećanjem entropije.
- Diskretizacija domena je konačnim elementima. Ceo skup j-na za sve elemente formira matričnu jednačinu koja se rešava iterativno.



# Proračun skretljivosti i gubitaka u rešetkama

U zavisnosti od uslova nastrujavanja rešetke izračunava se:

- skretanje struje u rešeci
- pad totalnog pritiska

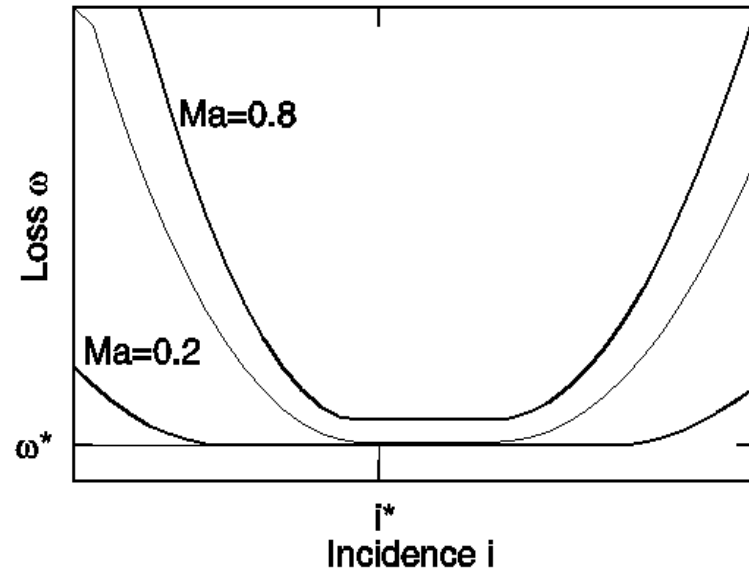
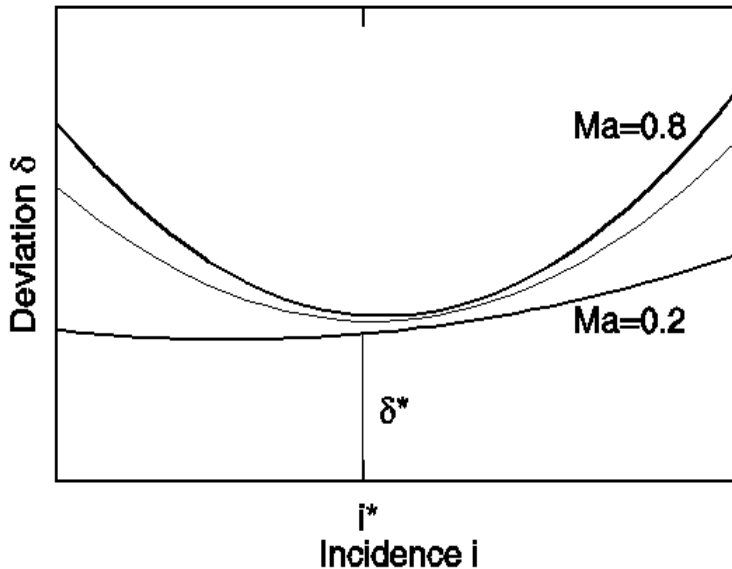


# Skretljivosti i gubici u rešetkama

Proračunavaju se modelima iz 1D teorije stupnja.

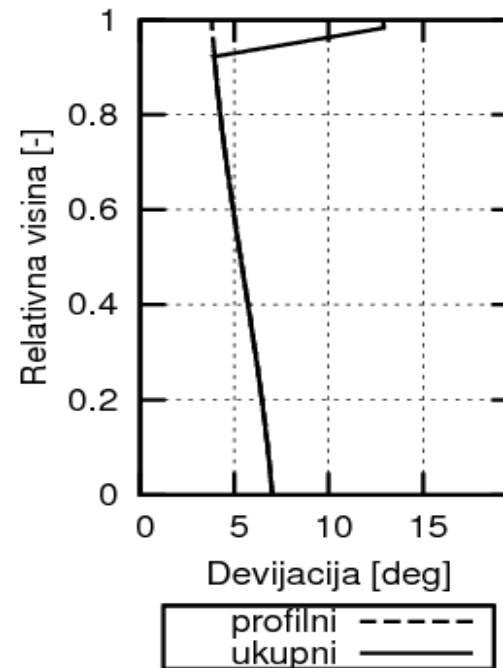
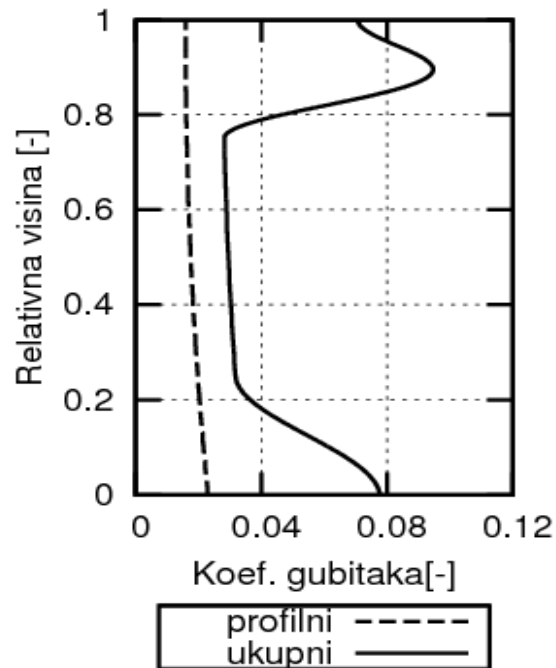
Zavise od:

- geometrijskih parametara rešetke i tipa aeroprofila
- uslova nastrujavanja - najviše od napadnog ugla i Mahovog broja



# Sekundarni i gubici usled procepa

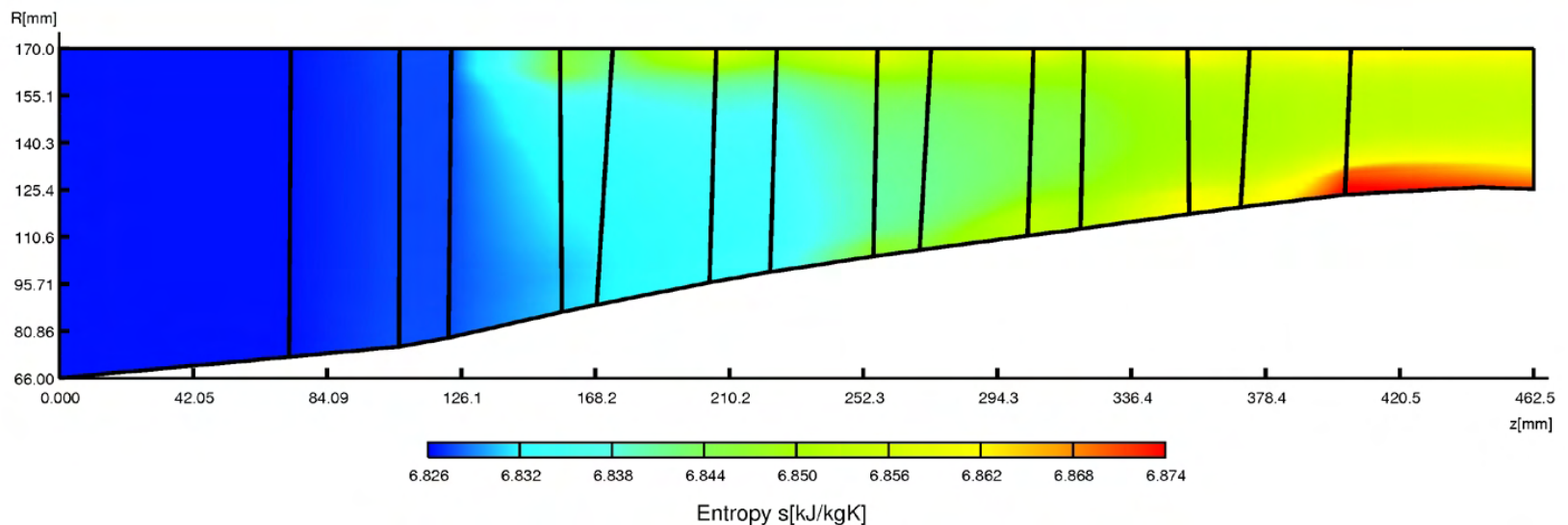
Neravnomerna raspodela zavisi od geometrijskih parametara stupnja



# Radijalno mešanje

Turbulencija i sekundarna strujanja dovode do razmene mase i energije po visini stupnja.

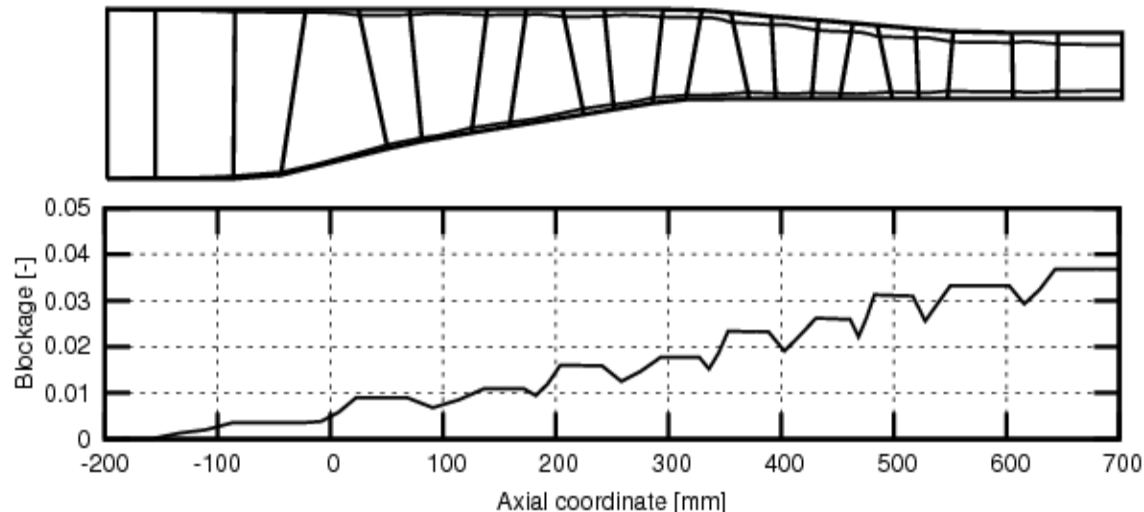
Posledica je ujednačavanja termodinamičkih veličina stanja nizvodno od izlazne ivice kola.



# Meridijanski granični slojevi

Granični slojevi na kućištu i vratilu:

- dovode do dodatnog porasta entropije
- blokiraju deo protočnog preseka za glavnu struju i obaraju stepen kompresije



# Rezultati proračuna

---

Program je testiran na većem broju kompresora i ventilatora.

Data su tri primera poređenja proračuna sa merenim podacima:

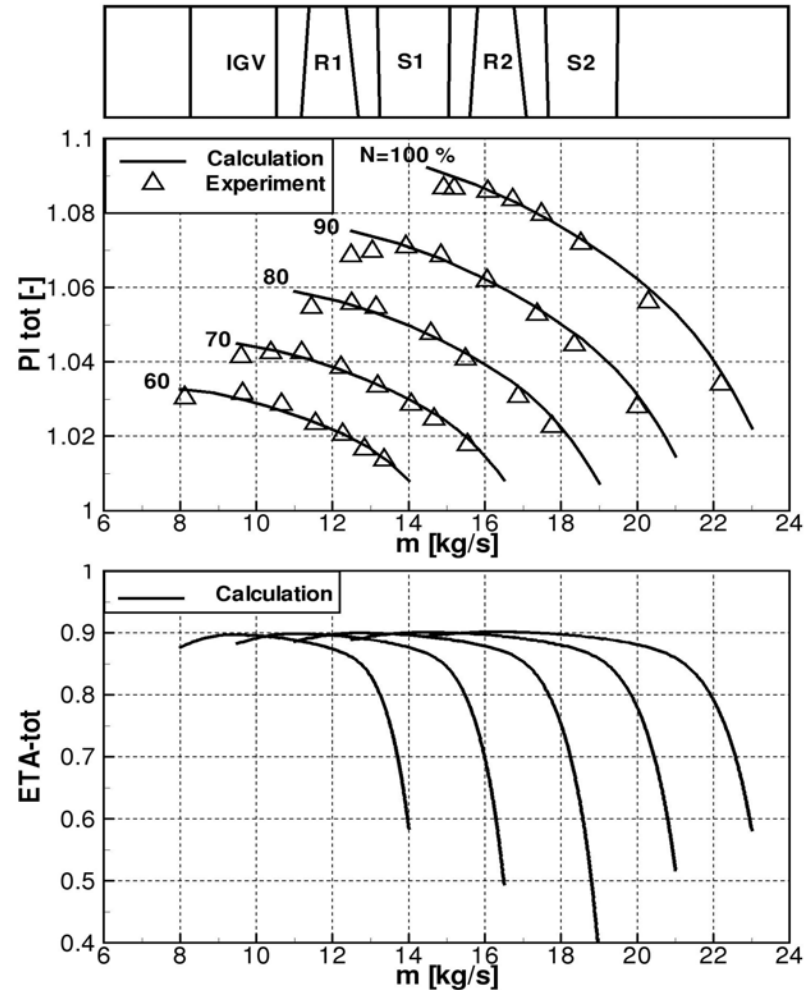
- Dvostupni kompresor UH-2
- Trostupni visoko-opterećeni kompresor UH-3
- Transonični četvorostupni kompresor firme BBC/Sulzer

# Dvostupni kompresor UH-2

Nominalni broj obrtaja:  
3000 min<sup>-1</sup>

Nominalni stepen kompresije:  
1.08 [-]

Nominalni maseni protok:  
16.5 kg/s

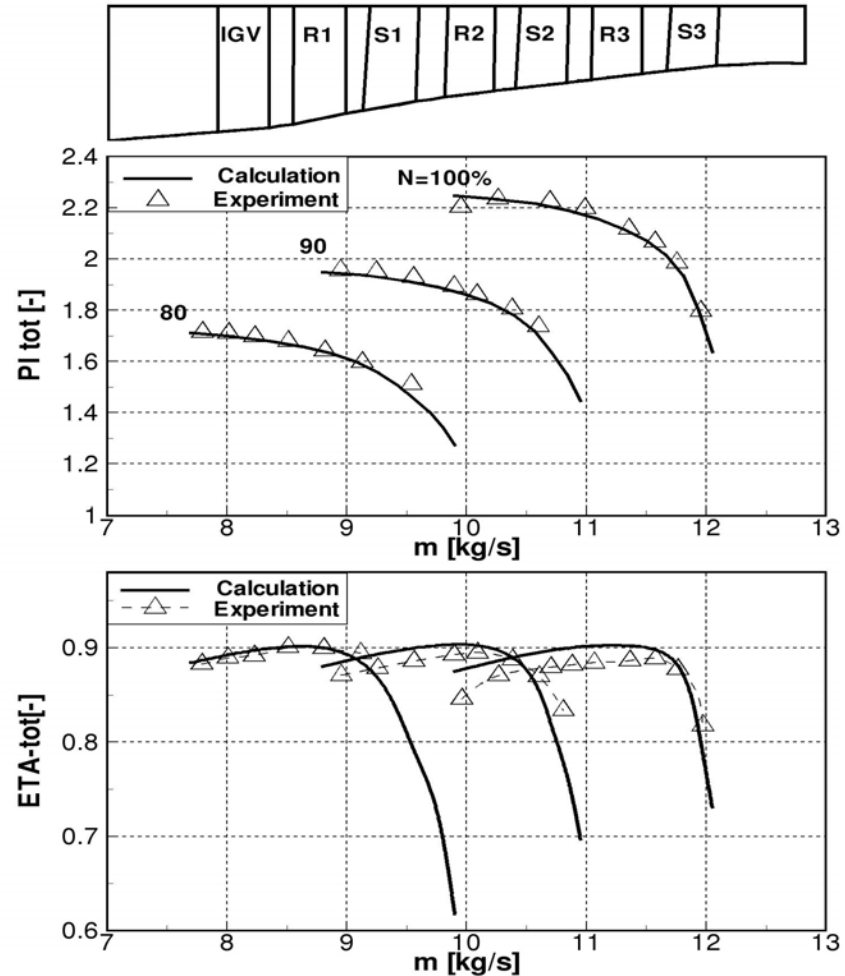


# Trostupni kompresor UH-3

Nominalni broj obrtaja:  
17000 min<sup>-1</sup>

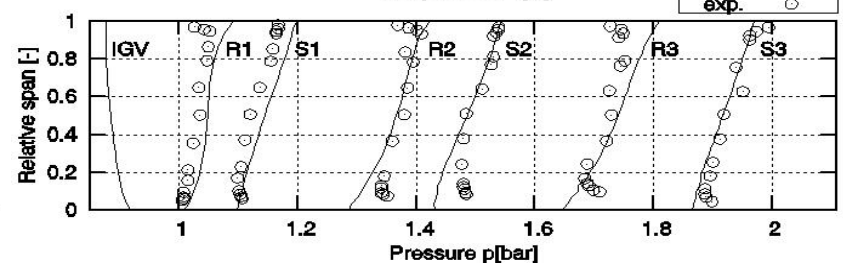
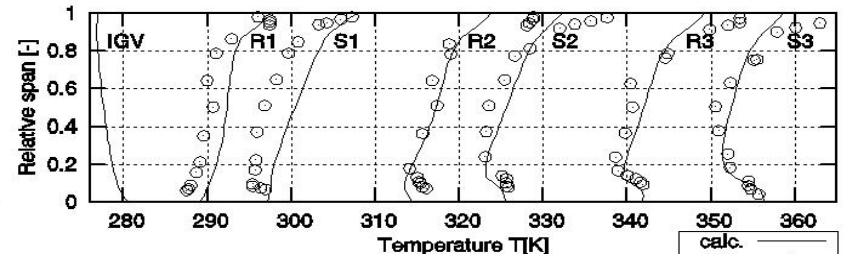
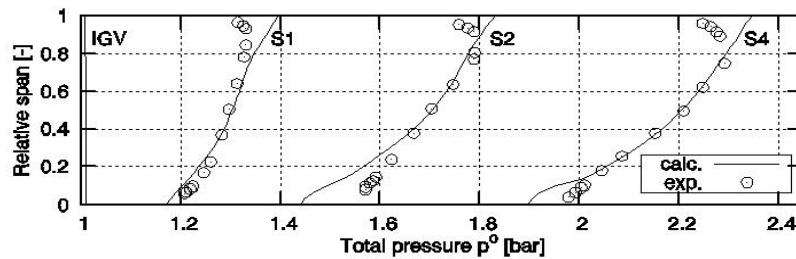
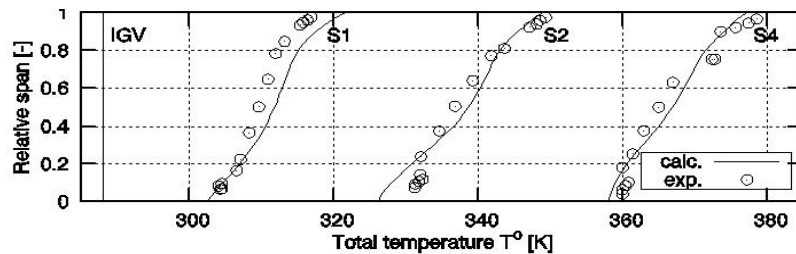
Nominalni stepen kompresije:  
2.2 [-]

Nominalni maseni protok:  
11 kg/s



# Dvostupni kompresor UH-3

Poređenje profila pritiska i temperatura iza zasebnih kola



# Četvorostupni BBC/Sulzer kompresor

Nominalni broj obrtaja:

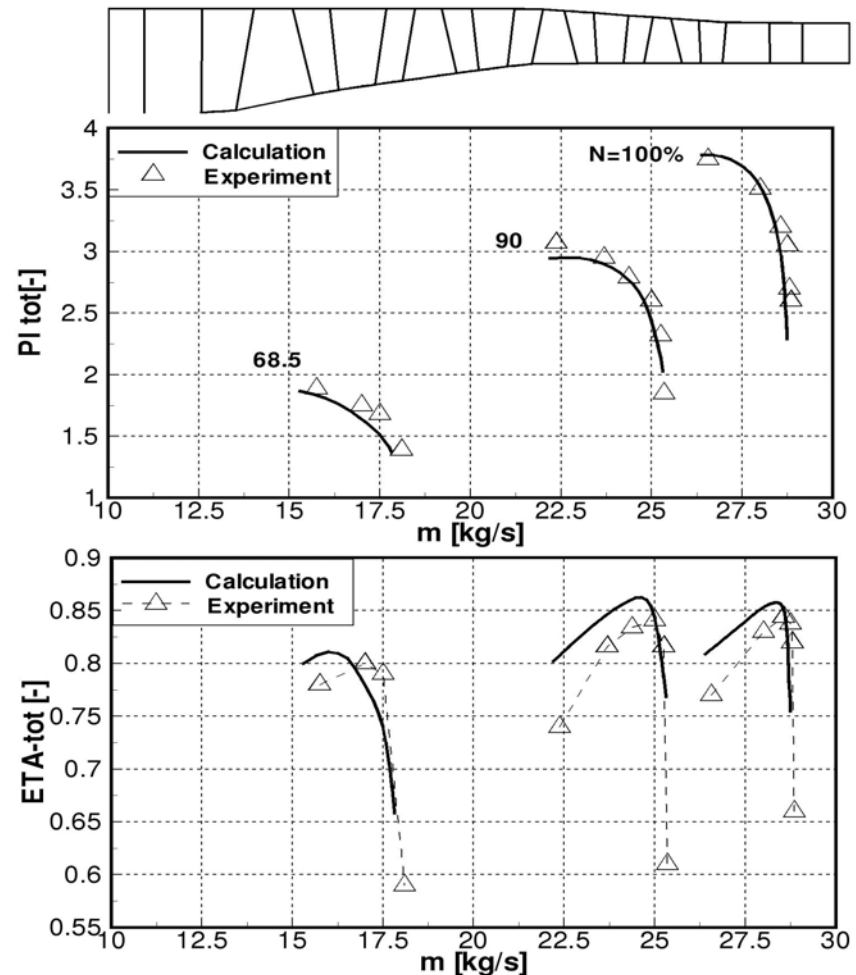
15000 min<sup>-1</sup>

Nominalni stepen kompresije:

3.06 [-]

Nominalni maseni protok:

~ 28 kg/s



# Hvala na pažnji!

---

Proračun strujanja i karakteristika aksijalnih turbokompresora i ventilatora  
Milan B. Banjac, Miloš M. Despić, Milan V. Petrović

|| Univerzitet u Beogradu  
|| Mašinski fakultet