

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

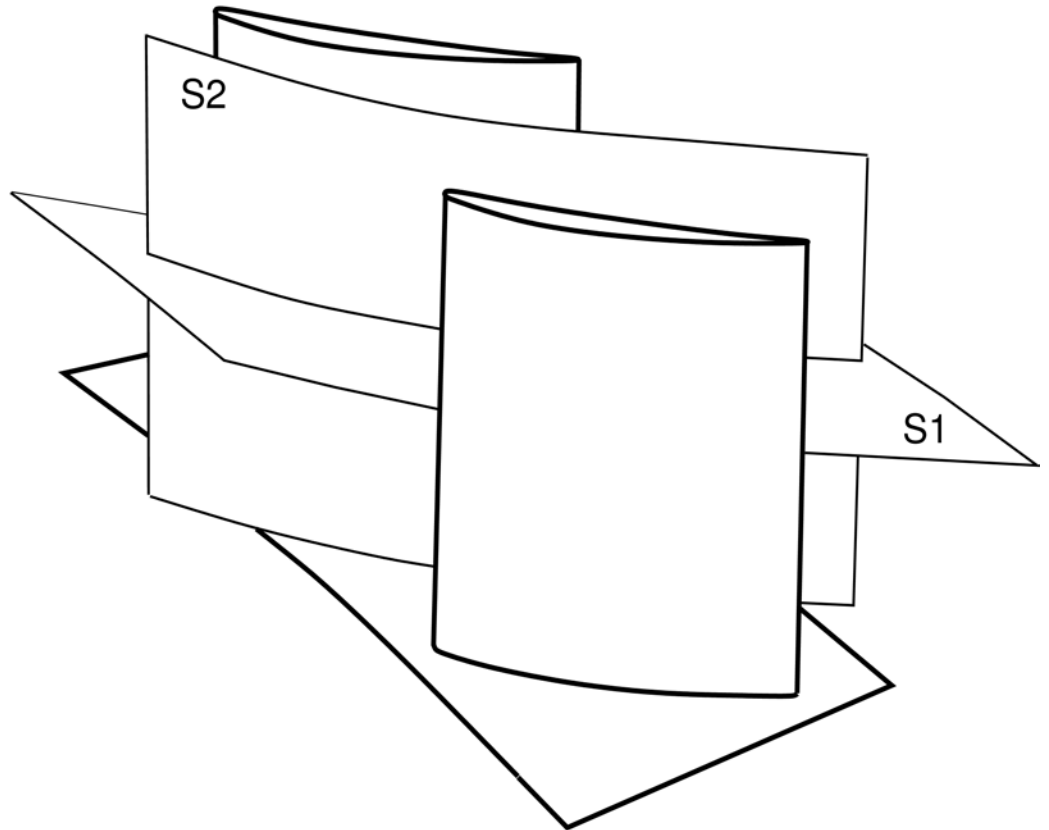
Traži se:

radna karakteristika - mapa kompresora / ventilatora

Generalni pristup

THROUGH FLOW
metoda:

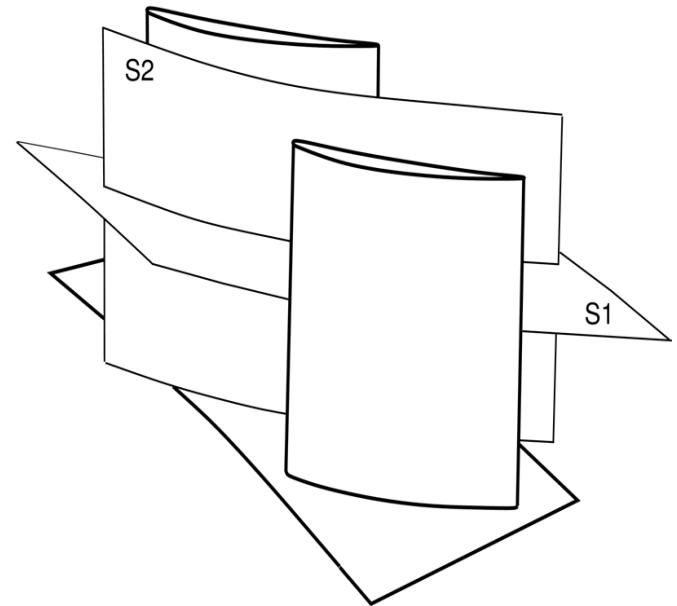
Razdvajanje 3D
strujnog polja na
odvojene procese
na S1 i S2
strujnim površima



Generalni pristup

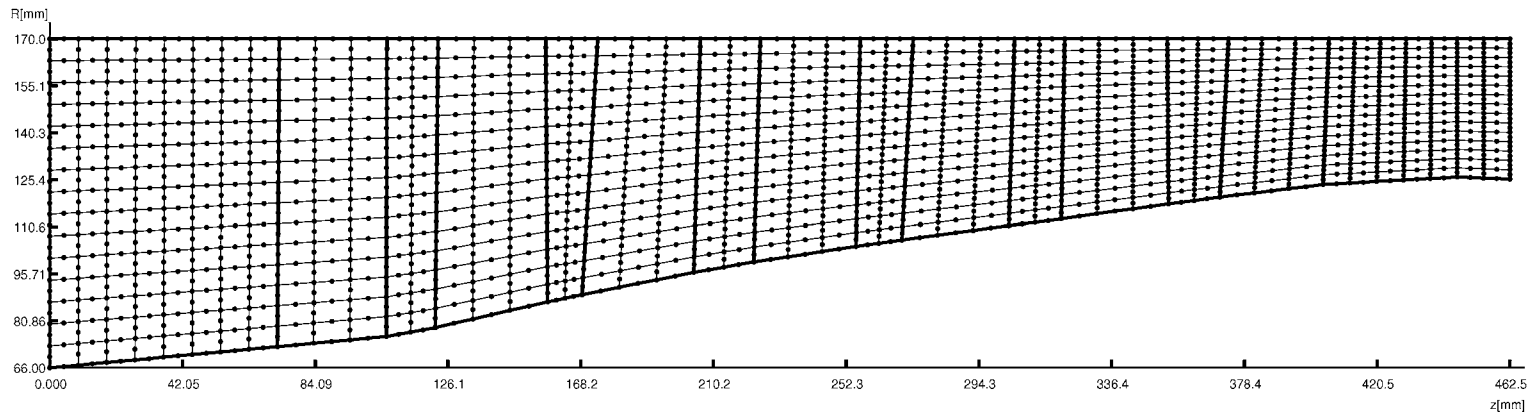
S2 - dif. jednačine strujanja projektujemo na meridijansku ravan i rešavamo numerički

S1 - algebarskim izrazima izračunavamo skretanje struje i gubitke



Numeričko rešavanje S2 strujanja

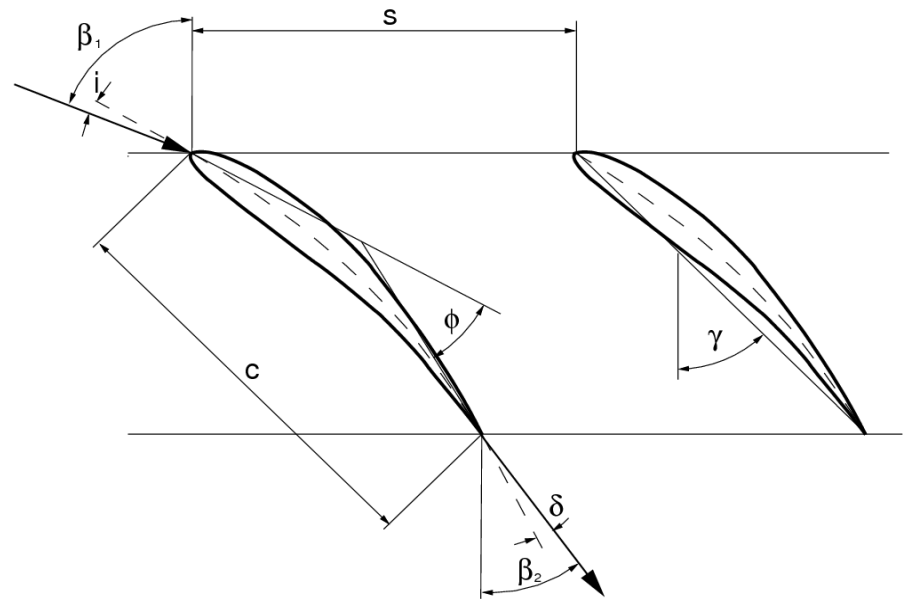
- Rešava se 2D Ojlerova jednačina za stišljivo, neviskozno strujanje.
- Gubici u kolima se uzimaju u obzir povećanjem entropije.
- Diskretizacija domena je konačnim elementima. Ceo skup j-na za sve elemente formira matričnu jednačinu koja se rešava iterativno.



Proračun skretljivosti i gubitaka u rešetkama

U zavisnosti od uslova
nastrujavanja rešetke
izračunava se:

- skretanje struje u rešeci
- pad totalnog pritiska

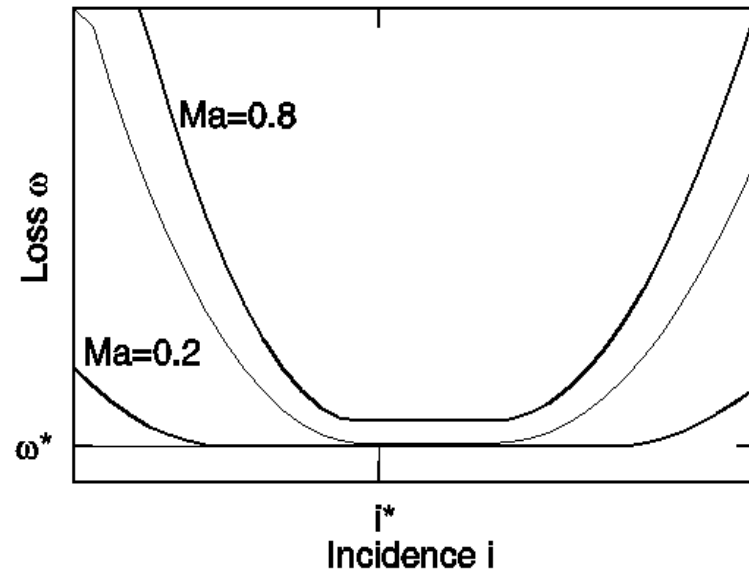
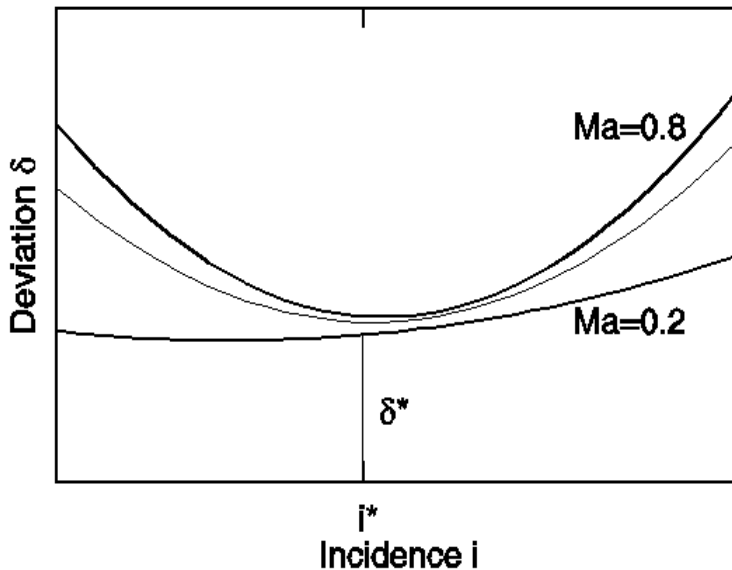


Skretljivosti i gubici u rešetkama

Proračunavaju se modelima iz 1D teorije stupnja.

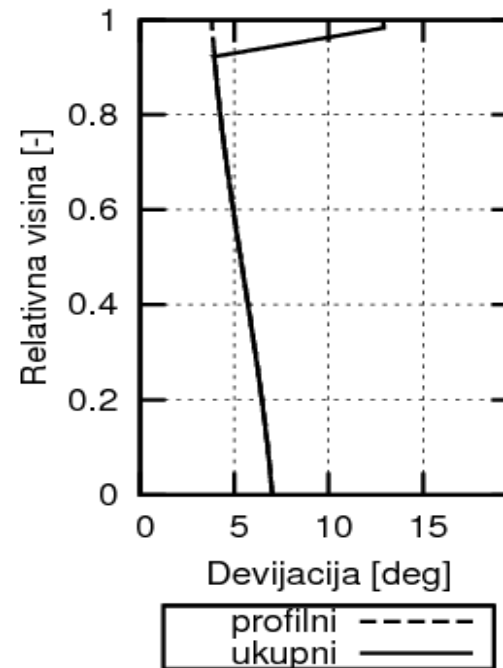
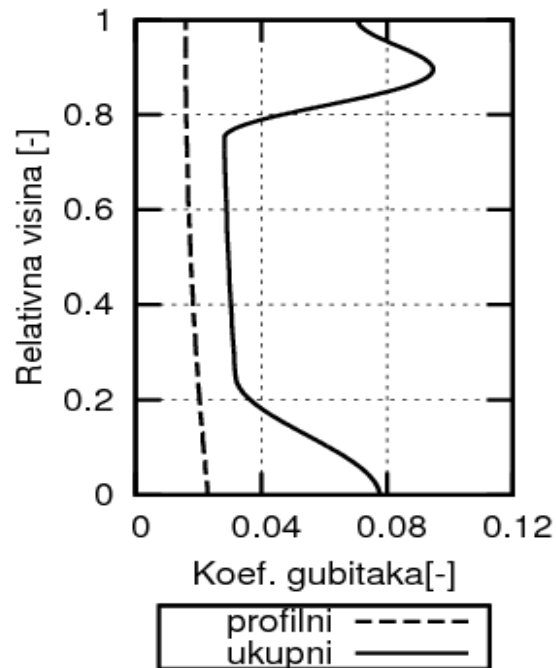
Zavise od:

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



Sekundarni i gubici usled procepa

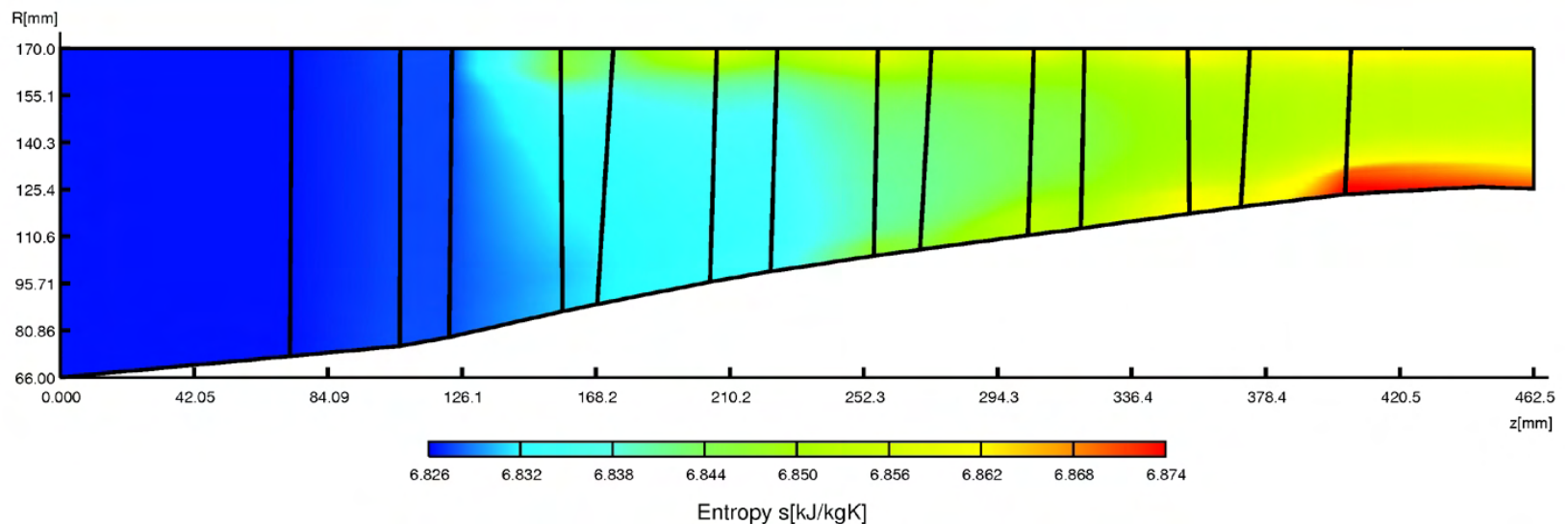
Neravnomerna raspodela zavisi od geometrijskih parametara stupnja



Radijalno mešanje

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

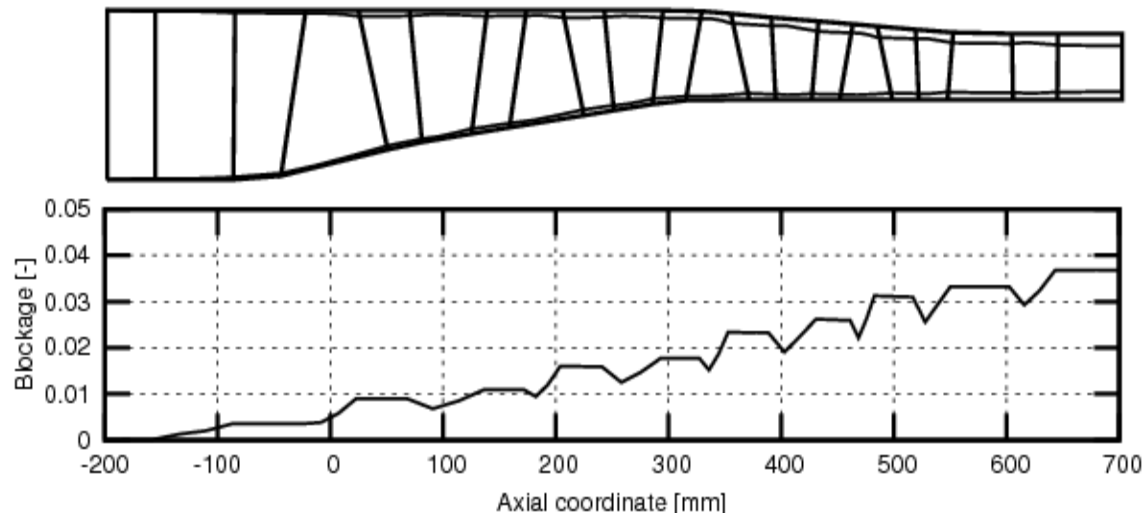
Posledica je ujednačavanja termodinamičkih veličina stanja nizvodno od izlazne ivice kola.



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:

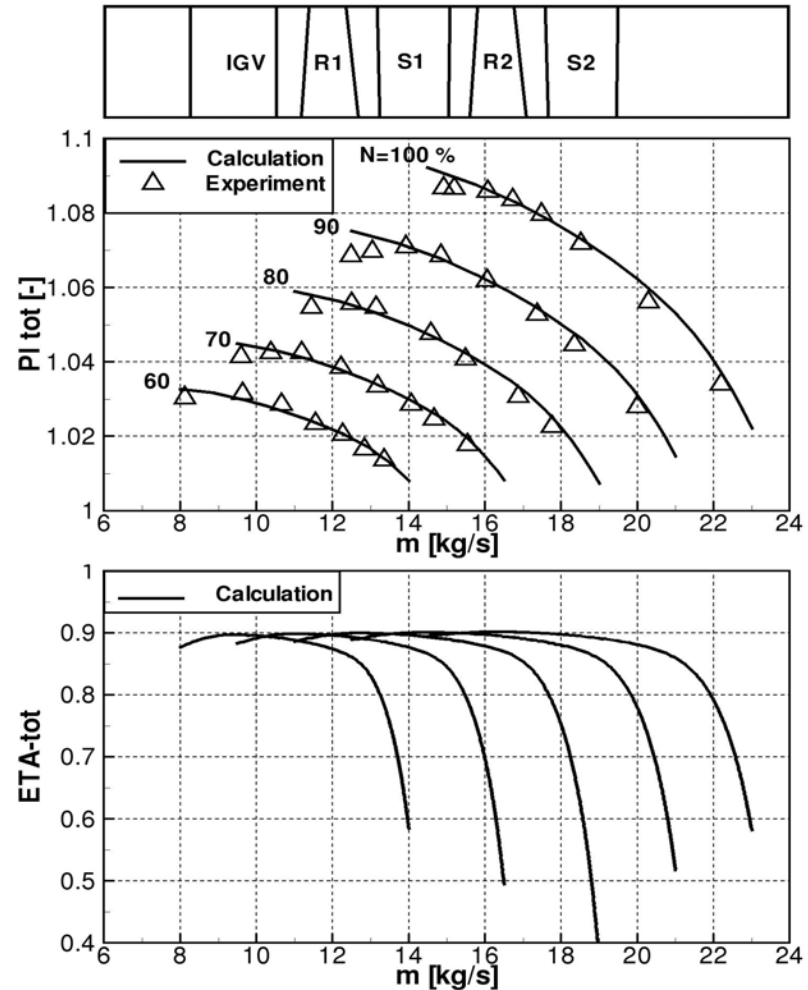
- Dvostupni kompresor UH-2
- Trostupni visoko-opterećeni kompresor UH-3
- Transonični četvorostupni kompresor firme BBC/Sulzer

Dvostupni kompresor UH-2

Nominalni broj obrtaja:
3000 min⁻¹

Nominalni stepen kompresije:
1.08 [-]

Nominalni maseni protok:
16.5 kg/s

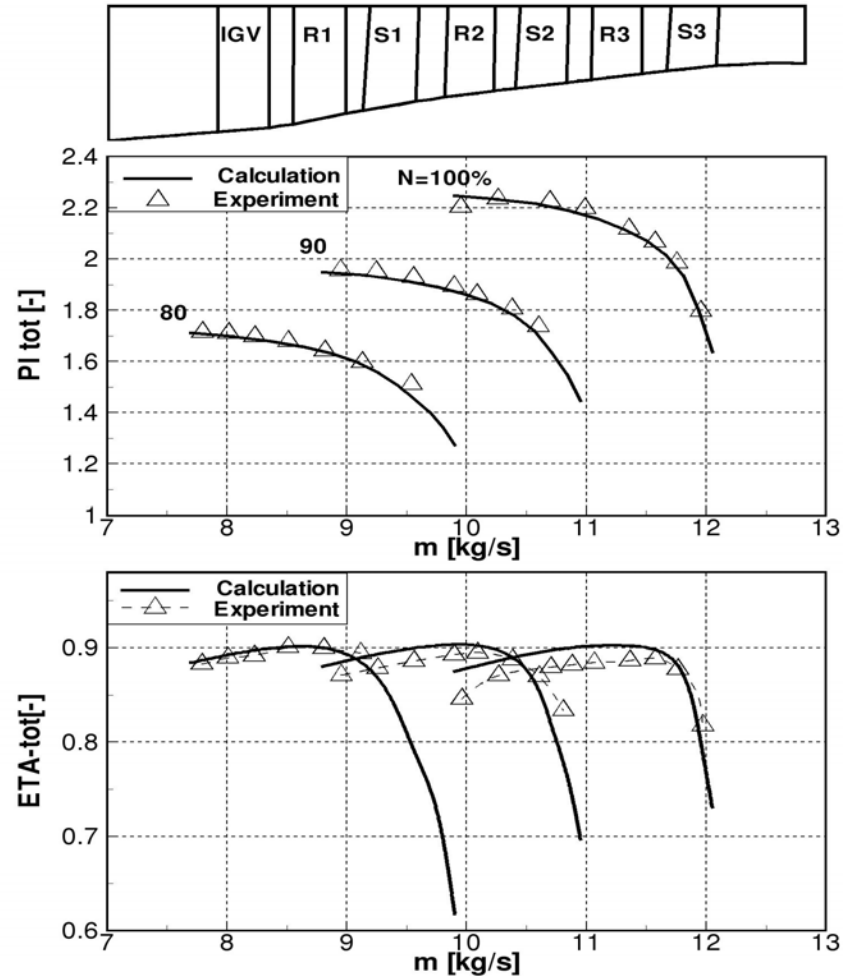


Trostupni kompresor UH-3

Nominalni broj obrtaja:
17000 min⁻¹

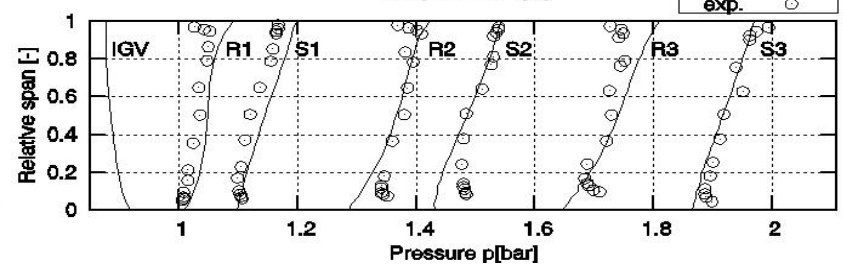
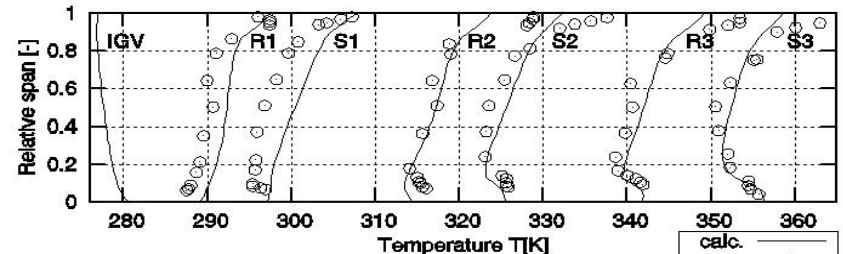
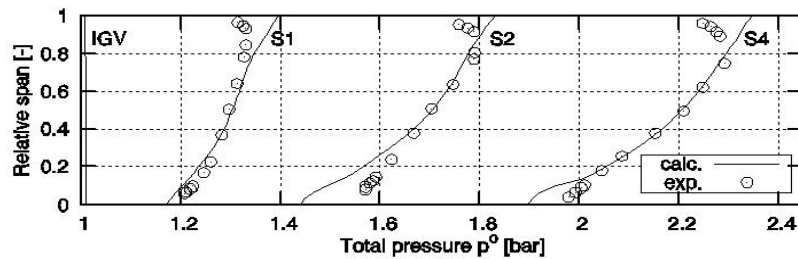
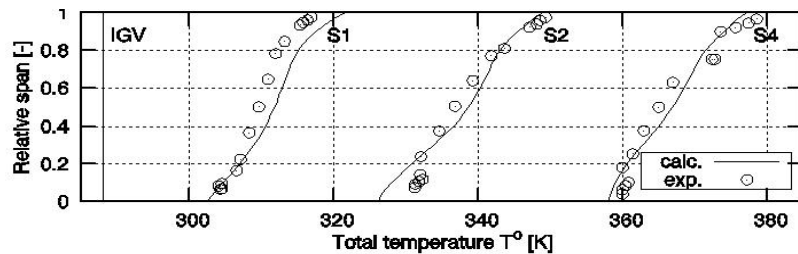
Nominalni stepen kompresije:
2.2 [-]

Nominalni maseni protok:
11 kg/s



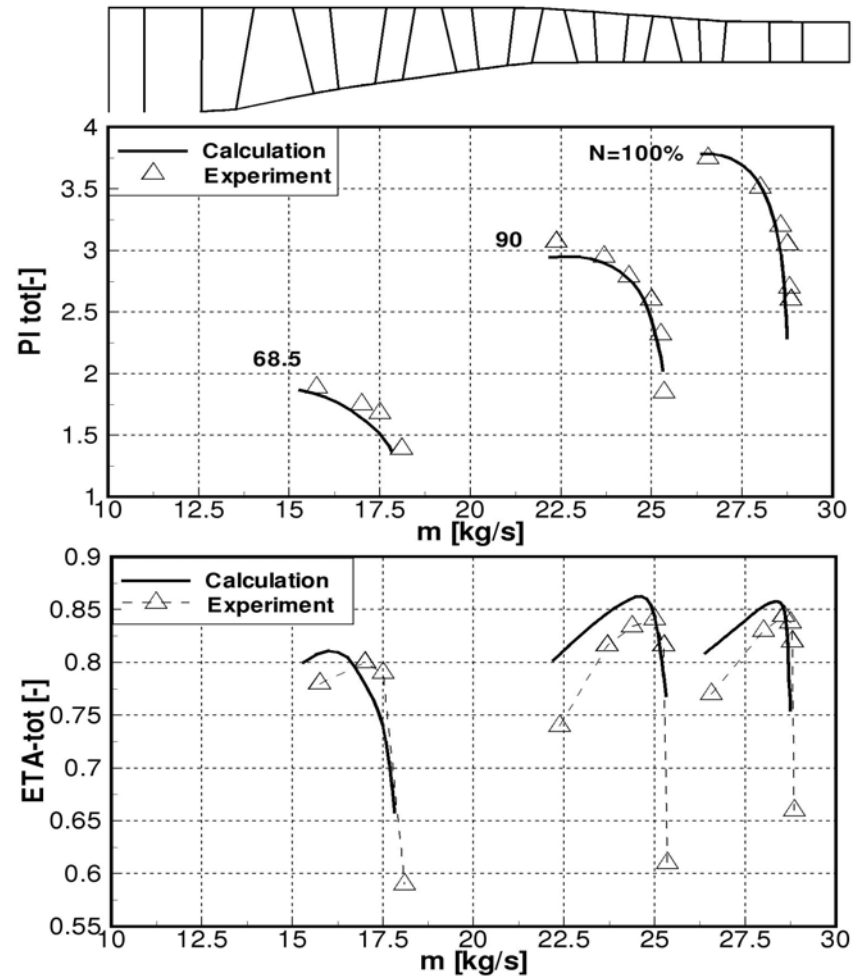
Dvostupni kompresor UH-3

Poređenje profila pritiska i temperatura iza zasebnih kola



Četvorostupni BBC/Sulzer kompresor

Nominalni broj obrtaja:
15000 min⁻¹
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