

Aalto-yliopisto – Insinööritieteiden korkeakoulu
Sovelletun mekaniikan laitos

Ene-39.4054 Virtaussimulointi

Tentti 19.5.2011

Tenttipaperiin selvästi nimi, opiskelijanumero tarkistusosineen ja koulutusohjelma.

1. Selvitä seuraavat käsitteet sekä niiden merkitystä ja mahdollista käyttöä virtaussimuloinnin yhteydessä (4p):

- Reynoldsin luku
- katkaisuvirhe
- hilan tasoittaminen
- maaginen luku ja maalarin algoritmi

2. a) Miten laminaarin ja turbulentin virtauksen simulointitavat poikkeavat toisistaan energiayhtälön osalta? Minkä lisäepävarmuustekijän energiayhtälö sisältää isotermiseen turbulentiin simulointitapaukseen verrattuna, jos käytät turbulenssin kuvauksessa pyörreviskositeettimallia? Selosta myös miten voidaan menetellä, jos laskenta-alueessa on sekä laminaaria että turbulenti virtausta (3p)?

b) Lasket turbulentiä tasolevyn rajakerrosvirtausta sekä suuren että pienen Reynoldsin $k-\epsilon$ -mallia käyttäen kummassakin tapauksessa asianmukaisella laskentahilalla. Piirrä kummastakin tapauksesta kehittyneen virtauksen nopeusprofiili ja hilatiheys samaan kuvaan. Vertaile hiloja keskenään ja kuvaile niiden erityispiirteitä (3p).

3. Radiaalikompressori koostuu seitsemästä siipisolasta ja staattoriosasta, jossa on 13 siipeä. Uloimpana on pesä ('volute'), jonka pinta-ala muuttuu kehän suunnassa (kts. kuva 1). Tehtävänäsi on arvioida virtauslaskennan avulla kompressorin toimivuutta ja virtausjakaumaa. Reunaehtoina tunnetaan tulovirtauksen massavirta ja lämpötila sekä paine pesän ulosvirtausaukossa. Kuvaile mahdollisimman tarkasti simulointitehtävän asettelu, ehdota sopivaa laskentahilaa, turbulenssimallia, diskreetointia jne. Pohdi myös laskenta-alueen kokoa sekä reunaehtojen antamista (erityisesti siivistön lähellä). Onko kyseessä mielestäsi tasapainotilan tehtävä? Jos ei, niin miten tilannetta mahdollisesti voitaisiin simuloida tasapainotilan olemuksella riittävällä tarkkuudella? Havainnollista tehtävää piirroksin ja kuvaile myös reunaehdot mahdollisimman selkeästi (kaikki, myös kiinteän pinnan reunaehdot).

Arvioi laskentatilavuusmäärää, jolla saat geometrian riittävän tarkasti kuvatuksi. Mitä yksinkertaistuksia ehdotat, jotta päästäisiin pieniin laskentatilavuusmää-