

Tentti 18.5.2006

Tenttipaperiin selvästi nimi, opiskelijanumero tarkistusosineen ja koulutusohjelma.

1. Selvitä seuraavat käsitteet sekä niiden merkitystä ja mahdollista käyttöä virtaussimuloinnin yhteydessä (3p):

- katkaisuvirhe
- dimensiottomat luvut
- kitkanopeus

2. a) Selosta Fluentin pienen ja suuren Reynoldsin luvun malleja sekä niiden fysiikkaalisia perusteita (3p).

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

3. Tehtävänäsi on simuloida virtausjakaumaa mahakelkkailijan (skeleton) ympärillä (kts. kuva 1) ja arvioida virtauslaskennan avulla kelkan ja kelkkailijan hyvyttä. Reunaehtoina tunnetaan kelkan nopeus sekä ilman lämpötila ja paine. Kuvaile mahdollisimman tarkasti simulointitehtävän asettele, ehdota sopivaa laskentahilaa, turbulenssimallia, diskreetointia jne. Pohdi myös laskenta-alueen kokoa sekä reunaehtojen antamista (erityisesti kelkkaradan). Onko kyseessä mielestäsi tasapainotilan tehtävä? Jos ei, niin miten tilannetta voitaisiin mielestäsi simuloida tasapainotilan oletuksin riittävällä tarkkuudella? Havainnollista tehtävää piirroksin ja kuvaile myös reunaehdot mahdollisimman selkeästi (kaikki, myös maan pinnan reunaehdot).

Arvioi laskentatilavuusmäärää, jolla saat geometrian riittävän tarkasti kuvatuksi. Mitä yksinkertaistuksia ehdotat, jotta päästäisiin järjellisiin laskentatilavuusmääriin ja mitä suureita tulisi laskea arvioitaessa kelkan ja kelkkailijan asennon toimivuutta? Miten arvelisit FLUENTin tai käyttämäsi virtausratkaisijan avulla selviäväsi tehtävästä ja mitä pidät suurimpina hankaluuksina tässä tapauksessa? Huomaa, että tilanteeseen on hyvin monenlaisia ratkaisutapoja. Arvostelussa pidetään parhaana omaperäisiä ajatuksia ja sellaisia keinoja, jotka voidaan

äärellisellä työmäärällä toteuttaa käytännössä (9p).

4. Kuvaile FLUENTin paine- ja tiheyspohjaisia ratkaisijoita (peräkkäistä ja kytkettyä ratkaisua). Miten ne eroavat toisistaan vuon laskennan osalta (erottele kitkaillisen ja kitkattoman vuon laskenta) ja miten implisiittisen vaiheen osalta? Kuvaile minkälaisiin tehtäviin eri ratkaisijat soveltuvat (6p).

5. Selvitä seuraavat harjoituksiin liittyvät kysymykset (6p):

- Laskiessasi virtausta sylinterin ohitse olet vahingossa asettanut vapaan virtauksen reunaehdoksi voimakkaan turbulenssin (suuri μ_T). Laskenta-alueen halkaisija on $50\times$ sylinterin halkaisija. Kuinka reunaehtona annettu voimakas turbulenssi vaikuttaa laskentaasi?
- Lasket stationaarisenä sylinterin ohivirtausta FLUENTilla. Jos tapaus kuitenkin osoittautuu aikariippuvaksi, kuinka se ilmenee? (voit piirtää havainnollistavia kuvia!) Miten aikariippuva simulointi suoritetaan stationaariseen laskentaan verrattuna?
- Tehtävänäsi on laskea termistä rajakerrosvirtausta, jossa seinän lämpötila on vakio T_W ja vapaan virtauksen lämpötila on T_∞ ($T_W \neq T_\infty$). Reynoldsin luvut vaihtelevat alueella $Re = 3 \times 10^5 - 3 \times 10^6$. Kuvaile laskentatapaukset erikoispiirteitä. Missä kohtaa simulointiesi lämmönsiirto on voimakkainta ja kuinka se ilmenisi, jos käyttäisit vakio- T_W -reunaehtona. Kuinka realistinen simulointisi on?