

Utveckling av förenklade modeller för tryckinducerade flöden i smala kanaler med plötslig expansion

Denna masteruppsats är gjord i samarbete med företaget FS Dynamics Sweden AB, som är specialiserat på datorsimuleringar, vilka används för att analysera och förstå komplexa problem. Denna uppsats har som syfte att utveckla en metod för att effektivisera simuleringar av luftflöden i smala och långa kanaler. Inspirationen härrör från halvledarindustrin, men den utvecklade metoden anses tillämpbar inom andra applikationer med liknande geometri.

CFD, översatt till beräkningsströmningsdynamik, har använts under detta arbete för att simulera luftflöden i dessa trånga kanaler. Simuleringarna använder kraftfulla datorer för att simulera hur vätskor som exempelvis luft och vatten rör sig. Dessa simuleringar löses med hjälp av komplexa fysikaliska ekvationer. För att kunna lösa dessa så delas luftområdet in i små delar, i ett slags rutnät bestående av celler, där beräkningar utförs för varje cell. Genom att använda information från närbelägna celler och historiska värden, utvärderas varje cell separat. Slutligen fås ett resulterande flöde som kan analyseras virtuellt med hjälp av datorer.

Vid simulering av flöden i utrymmen med stora skillnader i dimensioner så behövs vanligtvis många celler och därav mycket datorkraft vilket gör att simuleringar blir dyra och mycket tidskrävande! Därför är målet med denna uppsats att utveckla en modell som är mindre resurskrävande, men samtidigt bibehåller samma noggrannhet, sätt till trycket i kanalen och det utströmmande flödet. Detta görs genom att utveckla en 2D-modell med färre celler i kanalen som kan ersätta det mer täta rutnätet i 3D-motsvarigheten.

Den mindre resurskrävande modellen skapas genom att rutnätet tillåts utgöras av en cell i höjdlängd (vinkelrätt mot flödesriktningen) längs en större del av kanalen. Mot slutet av kanalen återfås många celler så att utflödet från kanalen motsvarar 3D-modellen. Ekvationer baserat på flödesteori, med eller utan korrigering och med stöd från ändringar av väggarnas inverkan på flödet i kanalen, appliceras på delen med färre celler för att beräkna tryckfallet. Efter skapandet av den mindre resurskrävande modellen jämförs den med den mer kostsamma 3D-motsvarigheten för att säkerställa noggrannheten. Den sparsamma modellen utsätts även för olika geometriska komponenter såsom kanaler med böjar, förgreningar och trånga utrymmen.

Resultaten visar att den förenklade modellen kan spara betydande beräkningsresurser och tid, samtidigt som den levererar noggranna resultat som avviker mycket lite från den mer komplexa och oekonomiska 3D-modellen.

Sammanfattningsvis bidrar denna uppsats till att göra avancerade flödessimuleringar mer genomförbara och kostnadseffektiva. Den föreslår en metod som kan användas i olika industriella applikationer för att minska beräkningskostnader och effektivisera arbetssättet inom simuleringsbaserad beräkning, vilket är en viktig framgång inom området för flödesanalys.