



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
SEBEȘ, 2015

## **ANALIZĂ CUPLATĂ, FLUENT FLOW – STATIC STRUCTURAL**

Petrică Lucian IUGA, Mihail CÎRȚÎCA, Ioan Aurel CHERECHEȘ

### **COUPLED ANALYSIS, FLUENT FLOW – STATIC STRUCTURAL**

This paper represents the beginning of research work for two students. It summarizes the steps to achieve a coupled analysis using ANSYS software and also presents the results obtained as a result of the laminar flow of a fluid through a bend 90° polyethylene.

This paper represents a beginning of research from two students.

Keywords: coupled analysis, ANSYS, fluid, deformations

Cuvinte cheie: analiză cuplată, ANSYS, fluid, deformații

#### **1. Considerații generale**

Unul dintre cele mai mari provocări în domeniul ingineriei este posibilitatea de a realiza un design eficient și optim pentru produse. Una dintre cele mai puternice instrumente de pe piață este ANSYS, software de analiză numerică a diferitelor fenomene fizice. Acesta are capacitatea de a modela curgerea fluidului pe lângă obiecte și de a analiza structural piesele. ANSYS permite proiectarea, testarea și analiza rezultatelor sub un singur program de analiză.

Dificultatea apare din faptul că, conservarea masei, impulsului și energiei sunt cuplate iar sistemul de ecuații diferențiale neliniare le face practic imposibil de rezolvat prin metode analitice, pentru probleme practice de inginerie. Prin urmare, software-ul CFD, cum ar fi

FLUENT, este utilizat pentru a oferi soluții aproximative foarte rezonabile pentru rezolvarea ecuațiilor de guvernare specificate.

## 2. Analiza numerică

Prin cuplarea modulelor FLUENT FLOW (CFD) și STATIC STRUCTURAL dorim să realizăm o analiză mai complexă a fenomenelor ce se produc în cazul curgerii unui fluid (apă) printr-un cot de 90°, cu diametru interior de 25,4 mm. Materialul conductei este polietilenă.

În vederea determinării tipului de curgere, s-a calculat numărul Reynolds

$$Re = \frac{\rho * V_{inlet} * D}{\mu} = 125$$

Valoarea fiind 125, rezultă că este o curgere laminară.

Fluidul a fost discretizat la o dimensiune maximă de 2 mm, iar calitatea discretizării obținute a fost bună.

În ceea ce privește condițiile inițiale impuse analizei numerice, s-a ales modelul Viscous-Laminar (k – epsilon) și proprietățile corespunzătoare fluidului (apă).

Condițiile la limită au fost stabilite pentru zone (inlet, velocity-inlet; outlet, pressure-outlet; interior-fluid, interior; wall fluid, wall), viteza de intrare 10 m/s, presiune la ieșire 0 Pa. S-a impus un număr maxim de 200 de iterații și începerea simulării din zona de intrare (inlet).

Criteriul de convergență (vezi figura 1) ales este ca reziduurile să fie mai mici de  $1 \cdot 10^{-3}$ . Reziduurile rezultă în urma rezolvării ecuațiilor (care guvernează acest fenomen) de conservare a masei, momentului și a energiei. Reziduurile se calculează cu relația:

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (u_i - u_{gi})^2}{N}}$$

unde: R reprezintă reziduurile, N – numărul de iterații, indică o anumită variabilă care urmează să fie calculată, indicele g indică o valoare bănuită.

În urma rezolvării ecuațiilor de conservare, s-au generat imaginea profilului de contur a presiunii (vezi figura 2). Se poate observa faptul că, în zona razei exterioare a cotului există efecte mai notabile ale presiunii.

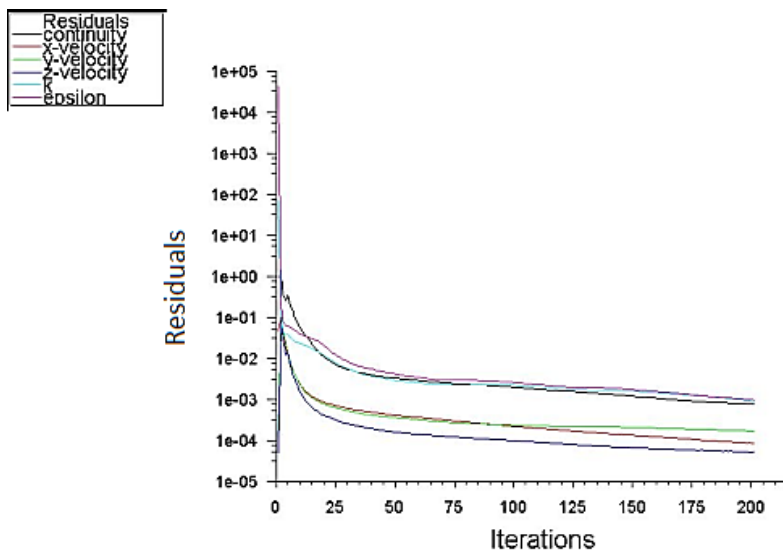


Fig. 1 Convergența rezultatelor

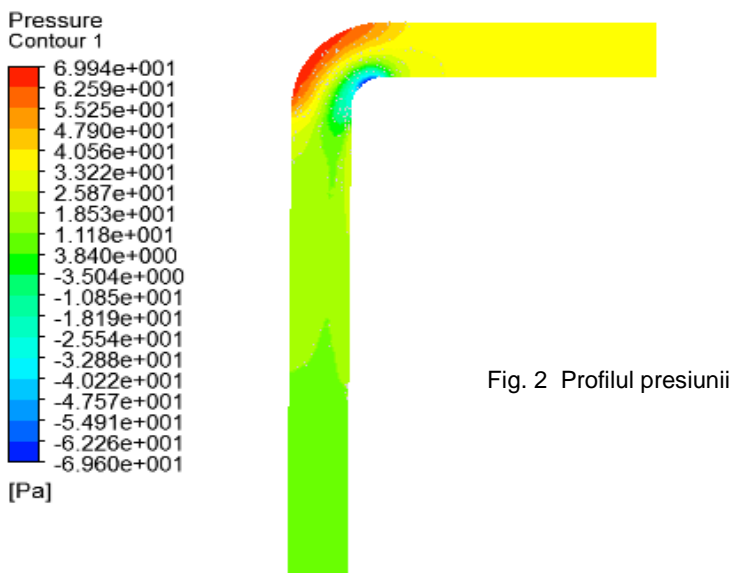


Fig. 2 Profilul presiunii

După finalizarea simulării în modulul Fluid Flow, s-a realizat o analiză structurală, statică, pornind de la efectele generate de presiune

asupra domeniului solid (cotul de 90°). Schematizarea analizei Fluid Flow-Static structural, se poate vedea în figura 3.

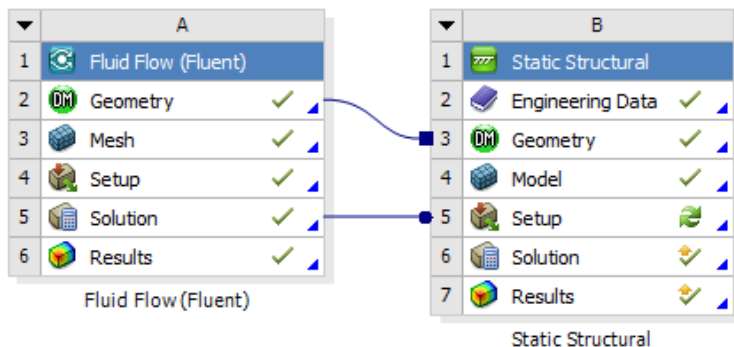


Fig. 3 Schema analizei

În modulul Static structural, s-au definit caracteristicile de material ale domeniului solid (polietilenă), geometria și efectele presiunii au fost importate din modulul Fluid Flow.

Discretizarea s-a realizat cu o dimensiune de 2 mm și relevanță 100, după cum se poate vedea în figura 4.

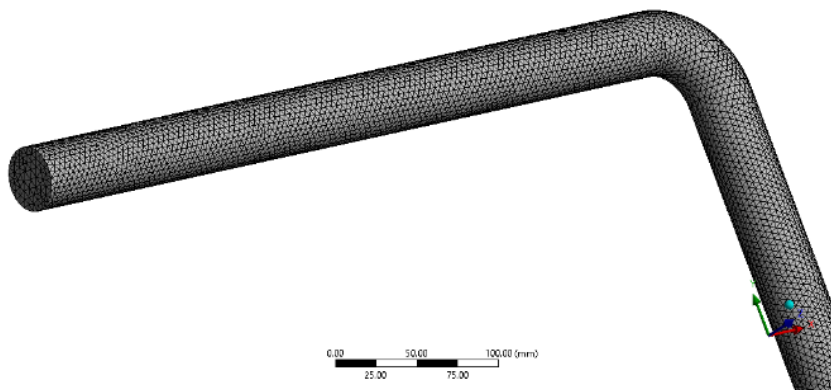


Fig. 4 Discretizarea fluidului

Vectorul presiunii importate în modulul Static structural se poate observa în figura 5.

B: Static Structural  
Imported Pressure  
Unit: MPa  
3/7/2015 3:19 PM

6.93613e-5 Max  
6.16831e-5  
5.40049e-5  
4.62267e-5  
3.86486e-5  
3.09704e-5  
2.32922e-5  
1.5614e-5  
7.95986e-6  
2.57679e-6 Min

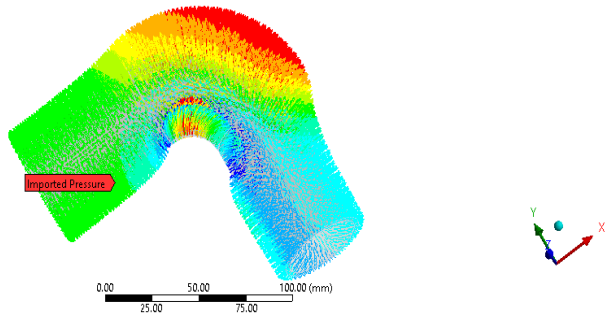


Fig. 5 Vectorul presiunilor importate

Au fost fixate capetele cotului astfel încât în urma aplicării presiunii, piesa să nu alunece datorită lipsei de opoziție a sistemului.

Ca rezultate, au fost impuse tensiunile echivalente după criteriul von Mises și deformația totală. În figura 6, sunt prezentate deformațiile totale. Din dorința de a prezenta imagini mai sugestive, deformația din imaginea prezentând deformația totală a fost exagerată de  $8,4 \cdot 10^4$  ori.

B: Static Structural  
Total Deformation  
Type: Total Deformation  
Unit: mm  
Time: 1  
3/7/2015 3:24 PM

0.00014052 Max  
0.00012491  
0.00010929  
9.3679e-5  
7.8066e-5  
6.2453e-5  
4.6899e-5  
3.1226e-5  
1.5613e-5  
0 Min

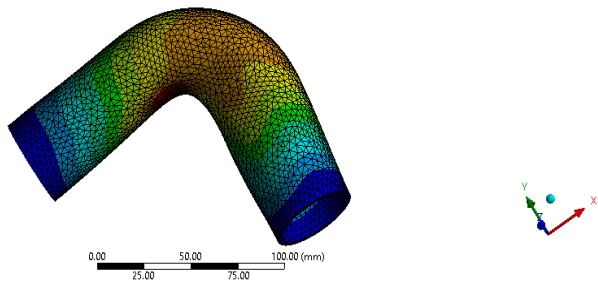


Fig. 6 Deformația totală

### 3. Concluzii

- Se observă faptul că zonele cele mai afectate de presiune sunt identice cu cele rezultate în urma analizei în modulul Fluid Flow.
- Datorită faptului că nu au fost stabilite viteze sau presiuni mari în condițiile inițiale, tensiunile și deformațiile generate în piesă nu pun în pericol integritatea structurală.

■ Pentru viitor, se intenționează verificarea rezultatelor obținute prin metode numerice [4], folosind diferite metode experimentale precum tensometria electrică rezistivă și/sau corelația digitală a imajinilor.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] \* \* \* [www.engr.uconn.edu/](http://www.engr.uconn.edu/)  
[2] \* \* \* Cornell University, *FLUENT Learning Modules*. 4/10/11 <https://confluence.cornell.edu/display/SIMULATION/FLUENT+Learning+Modules>.  
[3] Lee, Huei-Huang. *Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 12*. Schroff development corporation, 2010. <http://www.sdcpublications.com/pdfsamples/978-1-58503-604-2-2.pdf>.  
[4] Cherecheș, I.A., Dudesco, M.C., Bejan, M. *Analiza experimentală a tensiunilor remanente dintr-o piesă turnată*, ȘTIINȚĂ ȘI INGINERIE, vol. 23, Editura AGIR, București, 2013, ISSN 2067-7138, pag. 425-432.

student (an IV) Petrică Lucian IUGA  
Facultatea de Mecanică,  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
e-mail: petry\_t9@yahoo.com

student (an IV) Mihail CÎRȚÎCA  
Facultatea de Mecanică,  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
e-mail: yahymmyhay@yahoo.ro

Dr.Ing. Ioan Aurel CHERECHEȘ,  
Facultatea de Mecanică,  
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca  
Editor și Webmaster @ [www.stiintasiinginerie.ro](http://www.stiintasiinginerie.ro)  
membru AGIR  
e-mail: [relu\\_chereches@yahoo.com](mailto:relu_chereches@yahoo.com)