

# SIMULAREA CU ELEMENTE FINITE A DEZGHEȚĂRII PARBRIZULUI UNUI AUTOVEHICUL RUTIER

IVAN Stelian

Conducător științific: Sl. dr. ing. Emil NUȚU

**REZUMAT:** Lucrarea prezintă o metodologie de simulare a dezghețării parbrizului unui autovehicul rutier, bazată pe modele de curgere a fluidelor și pe metoda elementelor finite. Este studiată curgerea aerului în aeratoare și în conducte pornind din sistemul HVAC (heating, ventilating and air conditioning) până în habitacul. Simularea a fost efectuată prin intermediul programului Ansys Fluent V13.

Softuri utilizate : Ansa V14, Ansys Fluent V13.

**CUVINTE CHEIE:** CFD, Fluent, Automobil, Fluide, Dezghețare.

## 1 INTRODUCERE

Dinamica computerizată a fluidelor (computational fluid dynamics – CFD) este o ramură a mecanicii, care folosește algoritmi, modele matematice și computere pentru a modela și a rezolva probleme în care apar curgeri ale fluidelor. Baza teoretică a majorității algoritmilor de modelare a curgerilor sunt ecuațiile Navier-Stokes, care descriu curgerea unui fluid.

CFD conferă posibilitatea simulării curgerii turbulente, a transferului de căldură și masă, a curgerilor multifazice, a reacțiilor chimice ( Dale A. Anderson & John C. Tannehill, 1984).

Analiza CFD este o sarcină complexă care implică trei etape: preprocesarea, soluționarea și postprocesarea.

Preprocesarea reprezintă construcția modelului de calcul al curgerii, a fost realizată cu soft-ul Ansa V14, inițierea parametrilor precum metoda ce caracterizează curgerea și interpretarea rezultatelor a fost efectuată cu soft-ul Ansys Fluent V13.

Simularea performanțelor dezghețării parbrizului unui autovehicul rutier cuprinde analiza zonei de impact și a spectrului de viteză pe suprafața zonelor de vizibilitate de pe parbriz. (Documentație tehnică Renault Technologie Roumanie )

## 2 STADIUL ACTUAL

Din cele trei etape enumerate anterior, se prezintă partea de preprocesare, care cuprinde:

- simplificarea geometriei
- generarea discretizării (elemente triunghiulare)
- condiții la limită
- generarea discretizării volumului de fluid (tetraedre, pentaedre).

<sup>1</sup> Siguranța și Integritatea Structurilor, Facultatea IMST;  
E-mail: [i\\_steli@yahoo.com](mailto:i_steli@yahoo.com);

### 2.1 Simplificarea geometriei

Un prim pas important pentru simplificarea geometriei este menținerea suprafeței care vine în contact cu aerul. Detaliile precum nervurile de pe suprafețele exterioare și elementele geometrice cu dimensiunea maximă sub 3 mm se elimină din model. La fel și găurile.

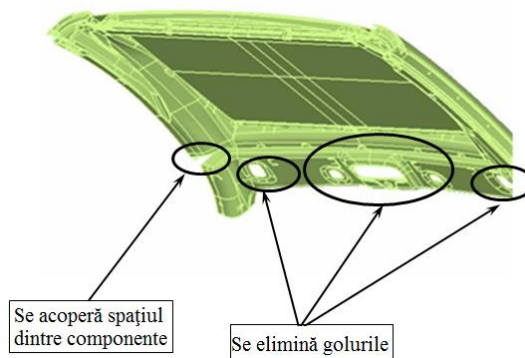


Fig. 1. Acoperișul înainte de simplificare

## SIMULAREA CU ELEMENTE FINITE A DEZGHEȚĂRII PARBRIZULUI UNUI AUTOVEHICUL RUTIER

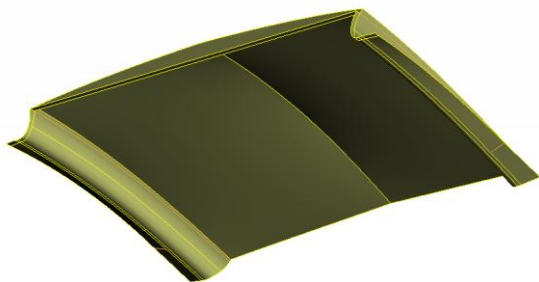


Fig. 2. Acoperișul după simplificare



Fig. 3. Geometria finală în planul XZ

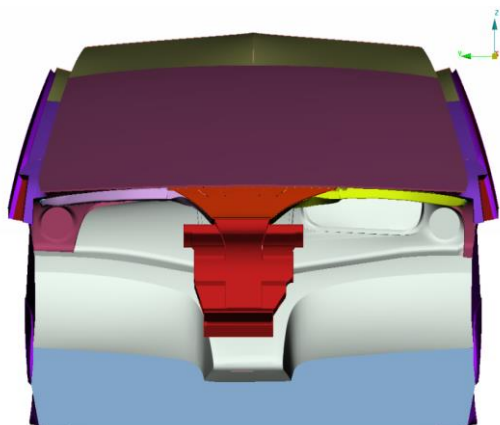


Fig. 4. Geometria finală în planul ZY

Geometria finală trebuie să fie descrisă de un volum închis, așa cum se poate observa în Figurile 3 și 4.

În analiza efectuată, structura HVAC este simplificată.

### *Zonele de vizibilitate*

Zonele de vizibilitate se determină cu ajutorul punctelor de vizibilitate V1 și V2 în funcție de unghiul de înclinare a spătarului.

Tabelul 1 indică poziția punctelor V în raport cu punctul R, așa cum rezultă din coordonatele lor x, y, z în sistemul de referință tridimensional. Tabelul I arată coordonatele de bază pentru un unghi prevăzut de înclinare a spătarului de 25° (Directiva 78/318/CEE). Punctul R reprezintă referința locului de așezare și dată de centrul articulației corpului și coapsei unui manechin bidimensional. (C.Andreescu)

**Tabelul 1. Poziția Punctelor V**

Punctul V	x [mm]	y [mm]	z [mm]
V1	68	- 5	665
V2	68	- 5	589

Zona de vizibilitate A este zona de pe suprafața exterioară a parbrizului delimitată de următoarele patru planuri care pleacă din punctele V către parbriz:

- un plan vertical care trece prin V1 și V2 și care formează la stânga un unghi de 13° cu axa x;
- un plan paralel cu axa y care trece prin V1 și formează în sus un unghi de 3° cu axa x;
- un plan paralel cu axa y care trece prin V2 și formează în jos un unghi de 1° cu axa x;
- un plan vertical care trece prin V1 și V2 și care formează la dreapta un unghi de 20° cu axa x.

Zona de vizibilitate B este zona de pe suprafața exterioară a parbrizului situată la peste 25 mm de marginea laterală a suprafeței transparente și delimitată de intersecția suprafeței exterioare a parbrizului cu următoarele patru planuri:

- un plan orientat la 7° în sus în raport cu axa x, care trece prin V1 și este paralel cu axa y;
- un plan orientat la 5° în jos în raport cu axa x, care trece prin V2 și este paralel cu axa y;
- un plan vertical care trece prin V1 și V2 și care formează la stânga un unghi de 17° cu axa x;
- un plan simetric cu precedentul în raport cu planul longitudinal median al vehiculului (Directiva 78/318/CEE).

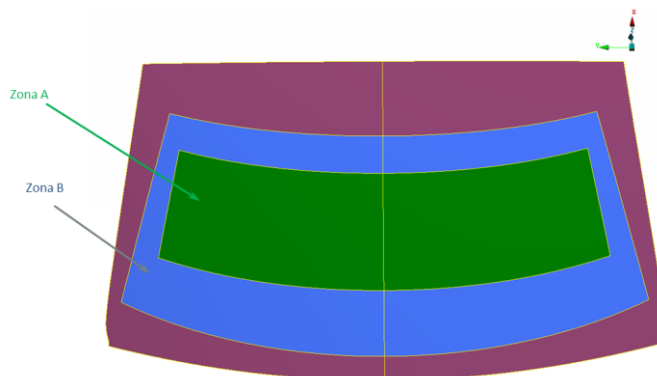


Fig. 5. Zonele de vizibilitate

## 2.2 Discretizarea

Suprafețele se discretizează cu elemente triunghiulare. Acestea trebuie să respecte două criterii de calitate:

- raportul de aspect (aspect ratio) măsoară gradul de deformare al elementului. Conform documentației tehnice ANSYS, în lucrarea de față este ales de 1,5;

- oblicitatea (skewness) este definită ca diferența dintre aria unui element triunghiular echilateral și aria unui element triunghiular oarecare. Elementele care au unghiul mai mare de 90° pot determina scăderea preciziei și destabiliza soluția. Conform documentației tehnice ANSYS, acesta e recomandat să fie mai mic de 0.95; în lucrare este selectată valoarea de 0.85 (Documentație tehnică Ansys Fluent).

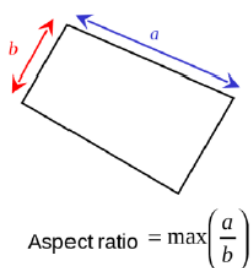


Fig. 6. Criteriul de calitate *aspect ratio*

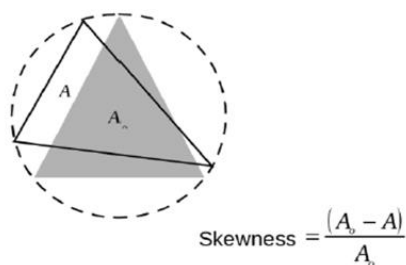


Fig. 7. Criteriul de calitate *skewness*

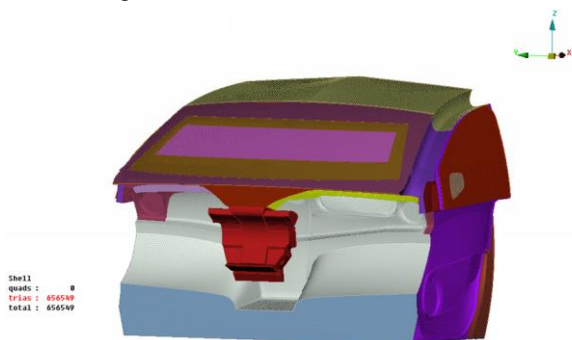


Fig. 8. Discretizarea domeniului

Domeniul discretizat are 656 549 de elemente triunghiulare.

## 2.3 Condiții la limită

Clasificarea proprietăților, atribuite suprafețelor pe care se impun condiții la limită:

- Wall reprezintă suprafața fizică prin care nu există curgere, adică viteza fluidului la nivelul acestei suprafețe este nulă;

- Interior sunt suprafețe virtuale, folosite pentru monitorizarea mărimilor de interes din calcul (ex: viteza fluidului, presiunea dinamică);

- Mass-Flow Inlet reprezintă suprafața de admisie a fluidului în volumul analizat;

- Pressure Outlet este interpretată ca o presiune statică a mediului în care fluxul iese din volumul supus analizei.

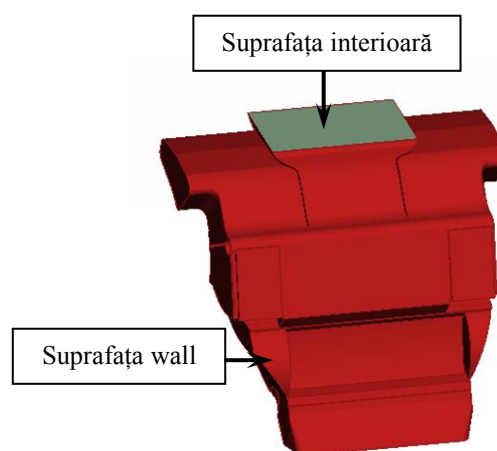


Fig. 9. Prezentarea suprafețelor pe modelul HVAC

Conform specificațiilor tehnice ale autovehiculului Dacia Logan, debitul la intrare este de 350 kg/h. Se definesc: suprafața de tip mass flow inlet la partea inferioară a HVAC-ului, suprafață de tip interior la partea superioară, corpul HVAC-ului va fi de tip wall, iar suprafața verticală de închidere a habitacului va fi de tip pressure-outlet.

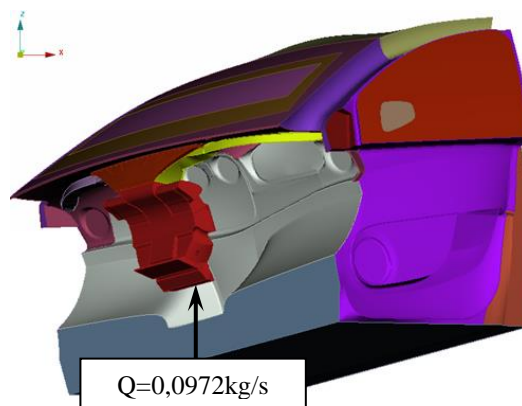


Fig. 10. Prezentarea condițiilor la limită

# SIMULAREA CU ELEMENTE FINITE A DEZGHEȚĂRII PARBRIZULUI UNUI AUTOVEHICUL RUTIER

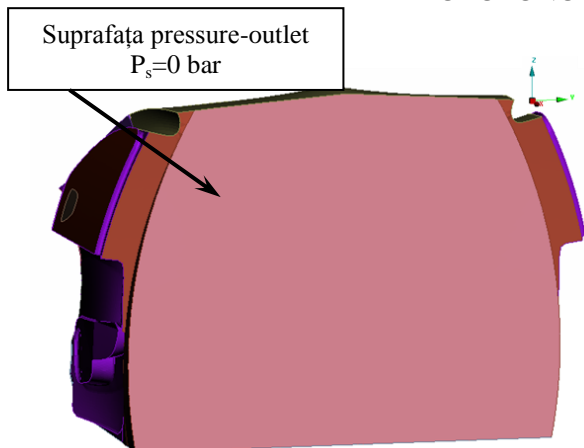


Fig. 11. Prezentarea condițiilor la limită

## 2.4 Generarea volumului

Cu ajutorul suprafețelor discretizate anterior vom defini volume carora le atribuim proprietăți de tip fluid. Volumul va simula curgerea aerului. Suprafețele interioare ajută la realizarea volumului pentru HVAC, habitacul și conducte.

Datorită faptului că trebuie determinată distribuția de viteze pe suprafața parbrizului, se definesc, la 2.5 mm distanța de geam, spre interiorul habitacului, suprafețe carora li se atribuie proprietăți de tip interior. Ținând cont de geometria parbrizului, care este împărțită în trei zone de vizibilitate, se obțin trei astfel de suprafețe interioare.

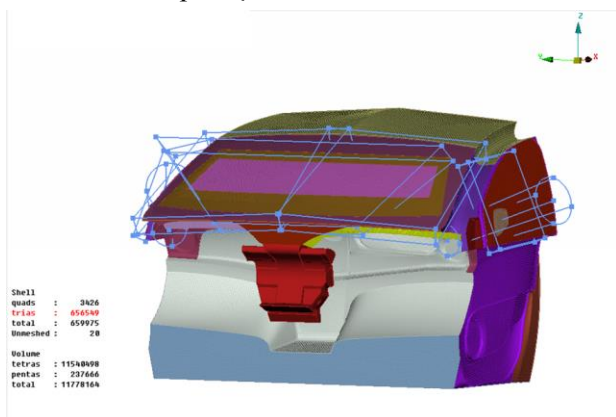


Fig. 12. Generarea Volumului

Se utilizează size-boxuri pe direcția de ieșire a fluidului din sistemul de dezghețare, pentru a rafina volumul discretizat în zona conductelor laterale și a conductei centrale și pentru a rafina local discretizarea în zonele geamurilor autovehiculului.

Domeniul cuprinde:

- 11 540 498 de tetraedre
- 237 666 de pentaedre
- 7 size-boxuri

## 3 CONCLUZII

Postprocesarea cuprinde două analize:

- Analiza zonei de impact
- Analiza distribuțiilor de viteză pe zonele de vizibilitate

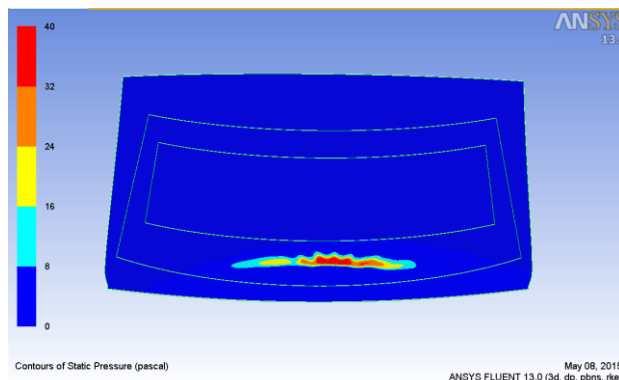


Fig. 13. Harta presiunii statice

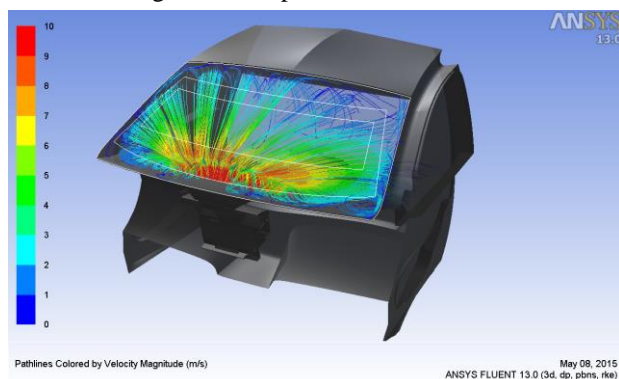


Fig. 14. Distribuția fluxului

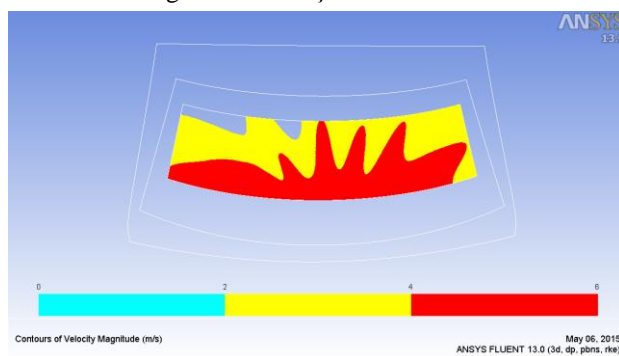


Fig. 15. Distribuția vitezei pe zona A,  $v \geq 2$  m/s

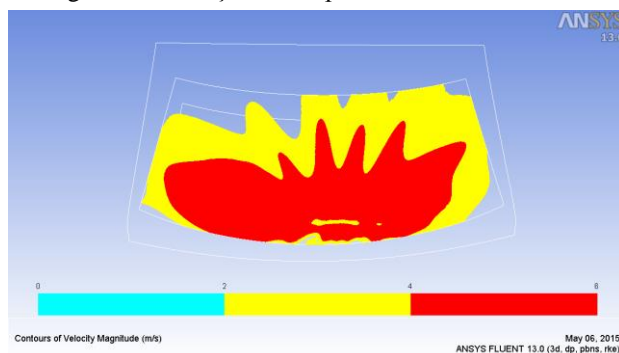


Fig. 16. Distribuția vitezei pe zona B,  $v \geq 2$  m/s

După cum se observă în imaginile anterioare fluidul „spală” pe toate direcțiile zonele de vizibilitate (A,B). Se poate deduce că:

-Zona de impact se află în apropierea zonei A;

-94 % din zona A de vizibilitate are o viteză mai mare de 2 m/s;

-82 % din zona B de vizibilitate are o viteză mai mare de 2 m/s.

Conform acestor valori toți parametrii satisfac cerințele Renault Technologie Roumanie (RTR). Sistemul de dezghețare îndeplinește condițiile directivei 78/317/EEC, pentru un autovehicul din categoria M1.

#### 4 MULȚUMIRI

Mulțumesc pentru sprijinul acordat în elaborarea prezentei lucrări colegului din echipa de calcul RTR, ing. Alexandru SOARE și a conducătorului științific: Sl. dr. ing. Emil NUȚU.

#### 5 BIBLIOGRAFIE

- [1].Dale A. Anderson,John C. Tannehill “Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer” Second Edition - 1984;
- [2].Documentație tehnică Renault Technologie Roumanie.
- [3].DIRECTIVA 78/318/CEE A CONSILIULUI ISSN,disponibil la <http://www.justice.gov.md> Accesat la data 4.12.2015
- [4].Andreescu,C. Dinamica autovehiculelor pe roți,vol. I Editura Politehnica Press,București, 2010
- [5].Documentație tehnică Ansys Fluent,Ansys Documentatin / CFX/Theory Guide.