

Laboratory 11-12

Analiza la impact a părții frontale a unui cadru de autovehicul

În cadrul acestei lucrări de laborator se prezintă etapele necesare realizării unei simulări explicite la impact dintre partea frontală a unui cadru de autovehicul și un stâlp. Procedura de simulare se realizează în două etape: în prima etapă se realizează modelul tridimensional al cadrului de autovehicul, iar în cea de-a doua etapă se prezintă metodologia de realizare a simulării la impact.

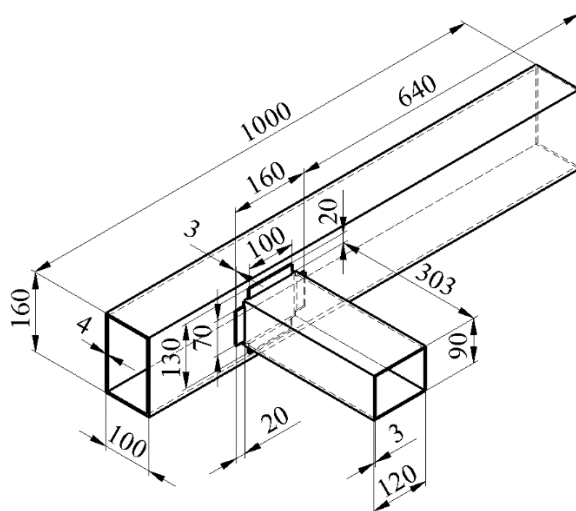
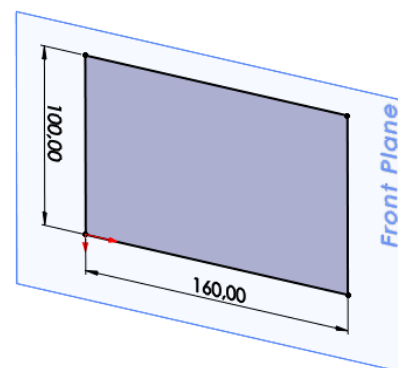
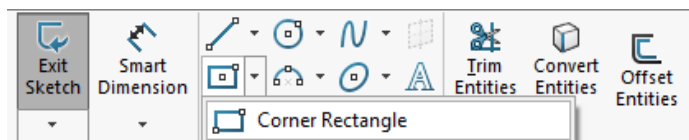


Fig.1 Modelul tridimensional al părții frontale a cadrului de autovehicul

Datorită simetriei modelul tridimensional al părții frontale a cadrului de autovehicul este realizat pe jumătate, urmând ca acesta să fie oglindit față de axa longitudinală a cadrului după etapa de discretizare a modelului în elemente finite.

I. Realizarea modelului CAD

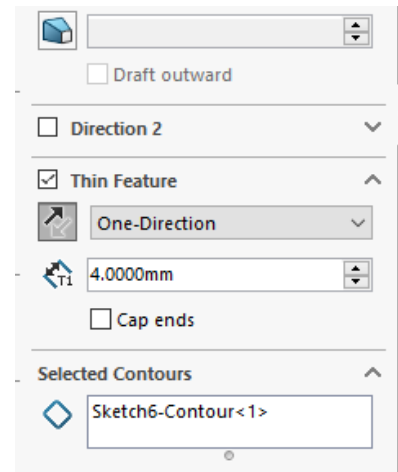
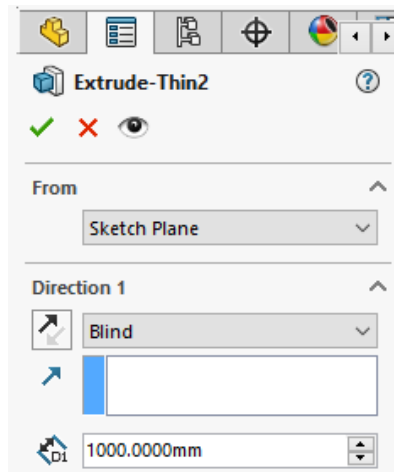
1. Schițarea modelului este realizată pe **Front Plane** unde din bara de instrumente **Sketch** se trasează un dreptunghi cu lungimea de 160 mm și lățimea 100 mm.



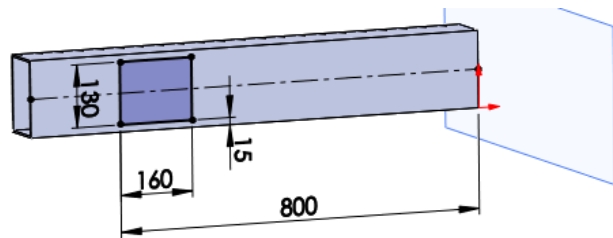
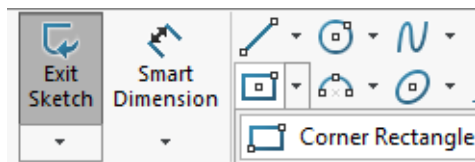
2. Din bara de instrumente **Features** schița este extrudată pe o distanță de 1000 mm, utilizând



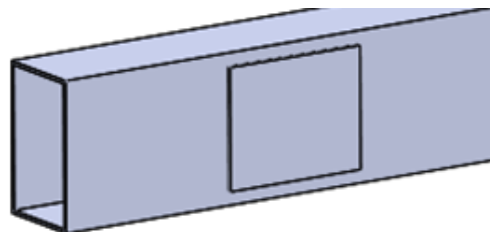
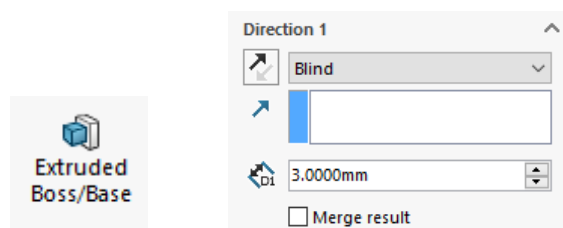
comanda



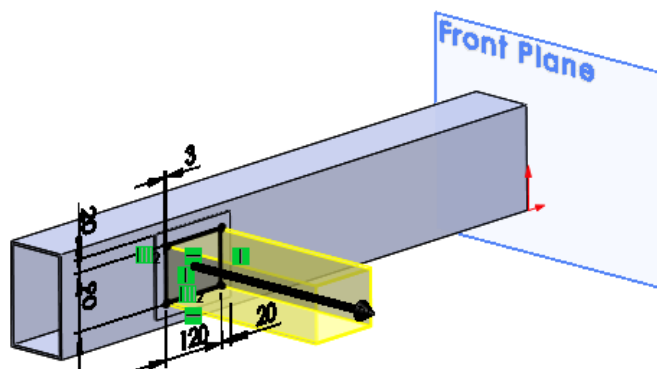
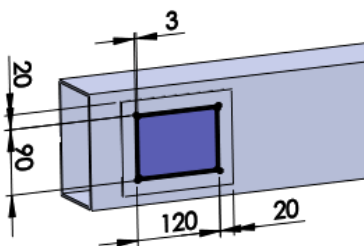
3. Din bara de instrumente **Sketch**, pe suprafața modelului se trasează o schiță **Corner Rectangle** la dimensiunile indicate.



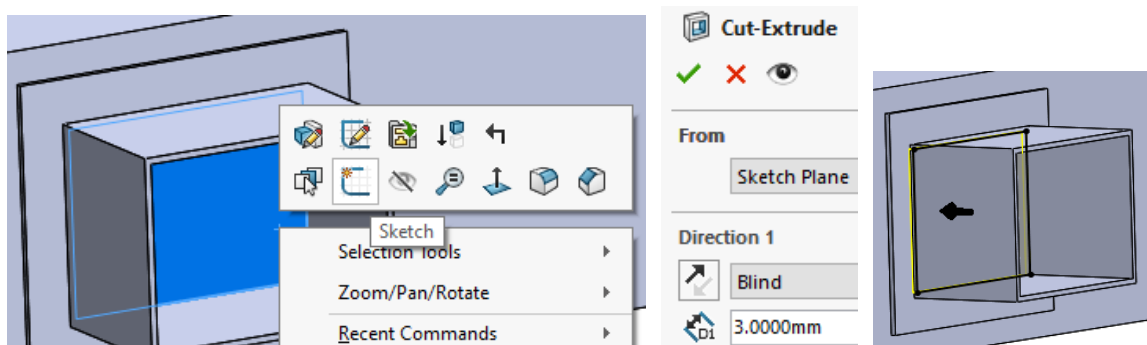
4. Schița este extrudată pe o lungime de 3 mm.



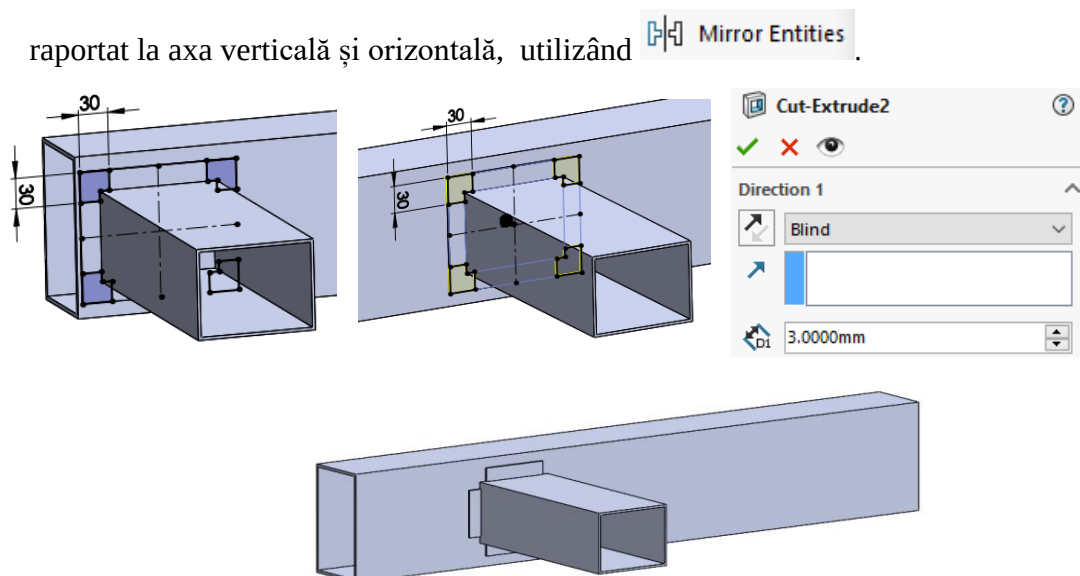
5. Pe suprafața modelului extrudat se trasează o schiță formată din două **Corner Rectangle** la dimensiunile indicate. Schița rezultată se va extruda pe o lungime de 300 mm.



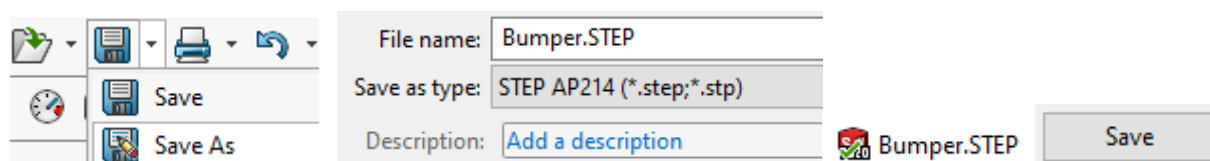
6. Porțiunea de absorbitor de șoc modelată se dorește să fie de secțiune tubulară. Pentru realizarea acestui lucru pe suprafața modelului dreptunghiular în interiorul lonjeronului se introduce o schiță, iar suprafața selectată se va converti într-o schiță. Suprafața se va decupa prin intermediul comenzii **Cut-Extrude** pe o distanță de 3mm.



7. Realizarea decupajelor din schiță trasată pe suprafața de contact dintre absorbitorul de șoc și elementul frontal al cadrului se realizează utilizând comanda **Cut-Extrude**. Schița se trasează la dimensiunile indicate la un colț al modelului, după care schița se oglindește raportat la axa verticală și orizontală, utilizând **Mirror Entities**.



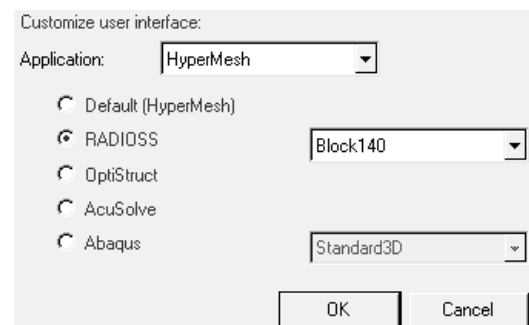
8. Pentru a se putea utiliza modelul rezultat în a doua etapă în care se va descrie simularea la impact a porțiunii de cadru, geometria acestuia se va salva în format .STEP, după cum se poate observa în imaginile alăturate.



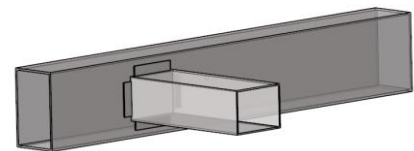
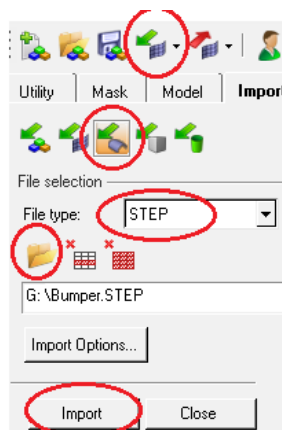
II. Realizarea simulării explicite în cazul impactului frontal

Simularea la impact a porțiunii frontale a cadrului de caroserie se realizează utilizând metoda elementului finit. Realizarea modelului discretizat în elemente finite și a condițiilor la limită se realizează softul HyperMesh, rularea modelului în solverul Radioss, iar vizualizarea rezultatelor obținute se face în HyperView și HyperGraph. Întreg procesul de simulare s-a realizat în varianta gratuită de soft descărcată de pe site-ul: <https://marketplace.altairone.com/Marketplace>.

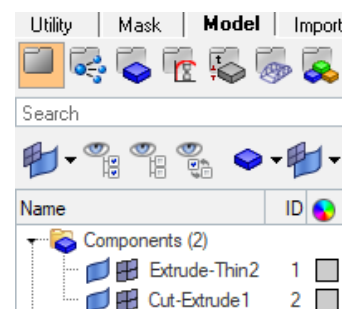
1. Interfața software se inițializează efectuând dublu click pe pictograma . Din meniul **Preferences**, **User Profiles** se alege solverul Radioss, Block 140, în funcție de care se va întocmi modelul de elemente finite.



2. Geometria tridimensională este importată în mediul de preprocesare HyperMesh utilizând comanda **Import**, după cum se poate observa în imaginea alăturată. Modelul tridimensional apare în zona de lucru a softului.

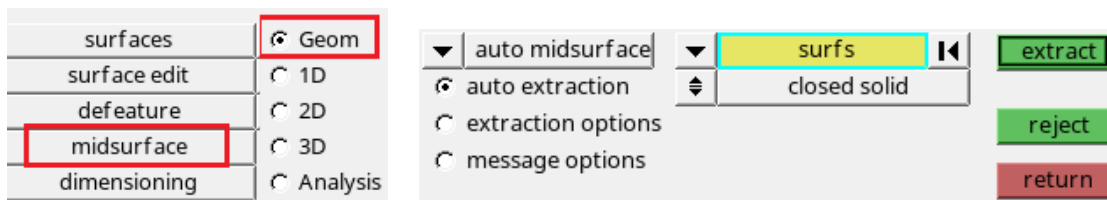


3. Componentele din care este alcătuit modelul frontal de cadru sunt vizibile în tab-ul **Model Browser**, după cum se poate observa în imaginea alăturată.

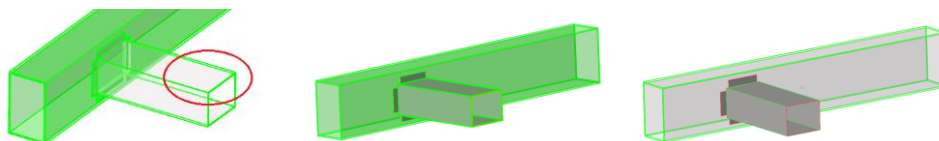


4. Geometria introdusă în mediul de preprocesare este în format tridimensional. Simularea se va realiza utilizând elemente de tip bidimensional (shell), iar pentru realizarea acestui tip de elemente este necesară obținerea suprafeței mediane a modelului. Generarea suprafeței

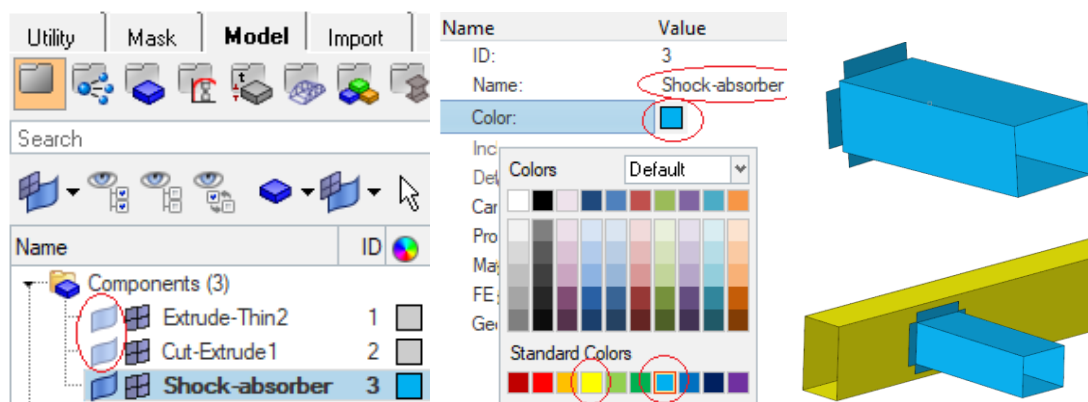
de mijloc a modelului se realizează prin intermediul comenzii **midsurface** din meniul **Geom** din cadrul **Panel**-ului poziționat în zona inferioară a zonei de lucru.



Pentru extragerea suprafeței de mijloc se selectează modelul cu click mouse stânga după care se selectează butonul **extract**. După generarea suprafeței ieșirea din comanda se face selectând butonul **return**.

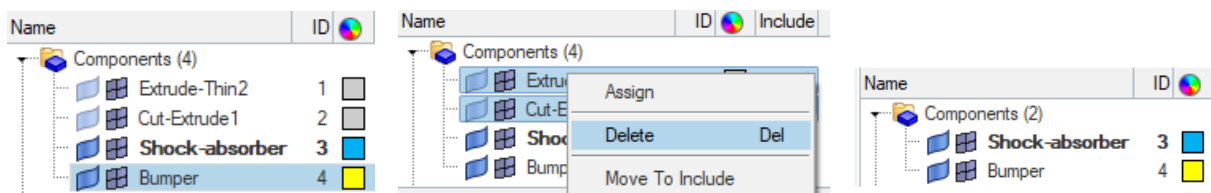


5. La rubrica **Components** din **Model Browser** apare denumirea collectorului (Middle surface) care este generat automat și conține geometria suprafeței mediane a componentului selectat. Numele collectorului se va redenumi prin selecție dreapta cu mouse-ul în denumirea **Shock-absorber**, de asemenea se alege și o altă culoare pentru suprafețe.

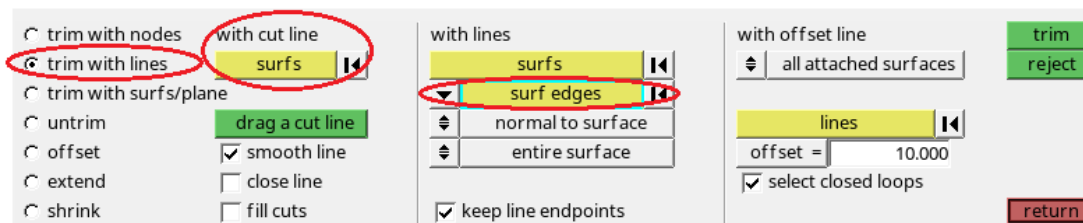


Analog punctului anterior se va extrage și suprafața mediană a celui de-al doilea component, iar suprafața obținută se va denumi **Bumper**. Se selectează **return**.

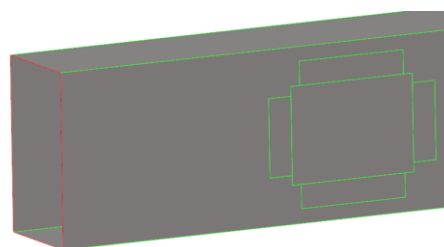
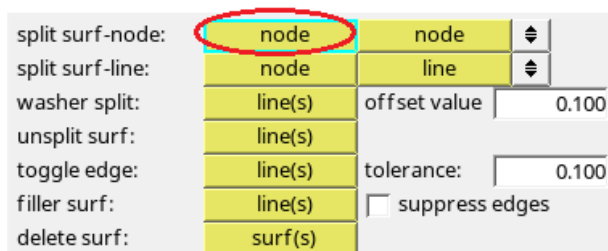
6. În **Model Browser** se pot observa componentele existente în zona de lucru. Componentele care conțin geometria tridimensională a modelului se vor șterge din cadrul modelului de simulare, pentru a nu încurca în realizarea etapelor următoare.



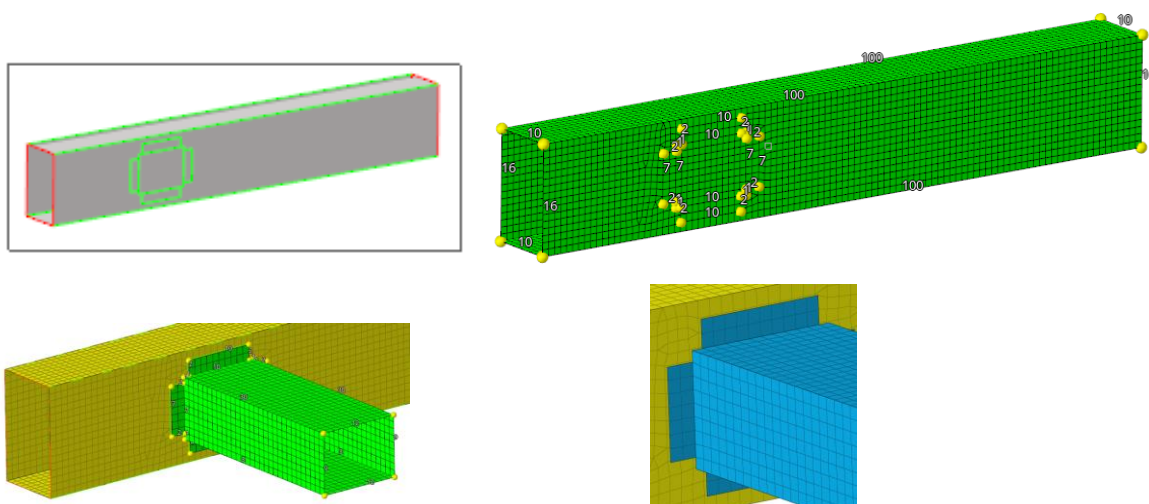
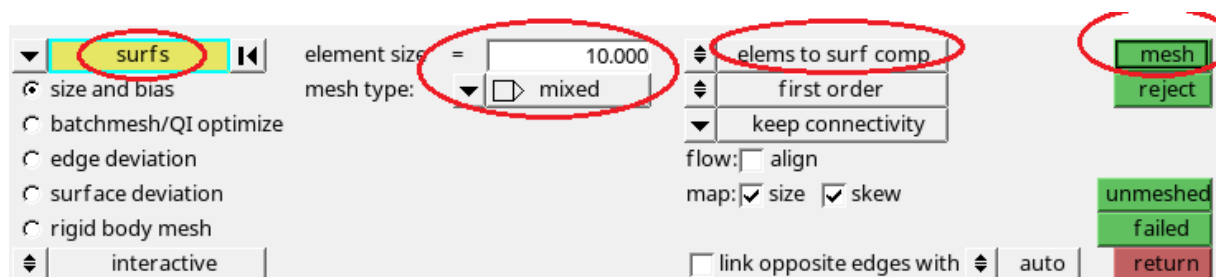
7. Conectarea elementelor modelului se va realiza cu elemente de tip rigide după ce întregul model se va discretiza în elemente finite. Pentru conectarea fidelă a elementelor finite este necesar ca elementele învecinate a celor două componente care se vor conecta să aibă același număr și aceeași formă. Pentru a realiza acest obiectiv muchiile care definesc suprafața de conectare a componentului **Shock-absorber** se vor proiecta pe suprafața componentului **Bumper**. Din **Panel**, meniul **Geom** se alege comanda **surface edit**. Se selectează butonul **surfs** și suprafața pe care se va proiecta forma suprafeței de conectare a componentului **Shock-absorber**. Pentru definirea suprafeței de conectare se selectează cu mouse-ul butonul **surf edges** și muchiile suprafeței de conectare. Muchiile selectate se vor proiecta pe suprafața componentului **Bumper** acționând butonul **trim**, după care se iese din comandă cu **return**



8. Pentru realizarea unei discretizări de o calitate superioară suprafețele se vor edita. Astfel suprafața proiectată se va edita utilizând comanda **quick edit**, din meniul **Geom**. Prin intermediul nodurilor selectate cu mouse-ul suprafața se va delimita ca în imaginea alăturată. **return**



9. Discretizarea modelului în elemente finite se realizează cu comanda **automesh** din meniul **2D**. Cu mouse-ul se vor selecta suprafețele **surfs** pentru discretizare. În cazul de față elementele finite care se vor genera se vor alocă componentului care conține și suprafața alegând **elems to surf comp**, tipul de elemente alese pentru discretizare este de tip mixt, combinate între elemente de tip **quads** și **trias**, prin alegerea **mixed**. Mărimea țintă a elementelor de discretizare este stabilită la 10 mm.



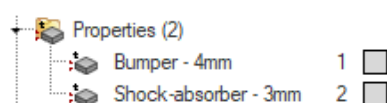
10. Verificarea corectitudinii unităților de măsură definite se poate accesând cardul **BeginCard**, care se alege din meniul **Analysis**, comanda **control cards**.

Input_mass_unit	Input_length_unit	Input_time_unit
kg	mm	ms
Work_mass_unit	Work_length_unit	Work_time_unit
k g	mm	ms

11. Materialul utilizat în această simulare este un oțel, material izotrop cu caracteristici elasto-plastice care utilizează modelul Zerilli-Armstrong. Crearea materialului se realizează efectuând click dreapta în Model Browser și alegând **Create**, **Material**. Denumirea (steel) și caracteristicile mecanice ale acestui material se completează conform imaginilor de mai jos.

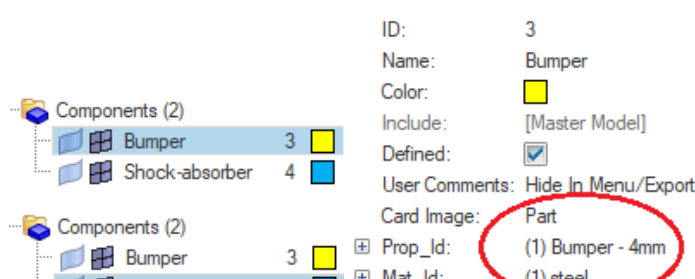
ID:	1	Regular_OR_e...	Regular
Name:	steel	RefRho_Option:	☐
Color:		Rho_Initial:	7.85e-09
Include:	[Master Model]	E:	210000.0
Defined:	☒	Nu:	0.3
User Comments:	Hide In Menu/Export	Iflag:	
Card Image:	M2_PLAS_JOHNS_ZERIL	SIGY:	200.0
Type:	PLAS_JOHNS	b:	450.0
		n:	0.5

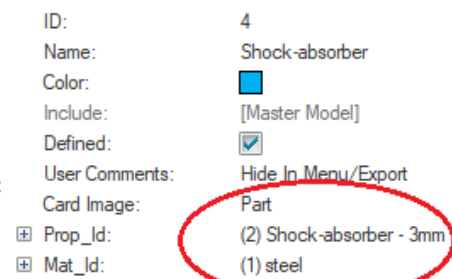
12. Proprietățile modelului discretizat în elemente finite se creează efectuând click dreapta mouse în **Model Browser**, **Create**, **Property**. Se creează două proprietăți care se denumesc și se completează după cum se poate observa în imaginile de mai jos.



ID:	1	ID:	2
Name:	Bumper - 4mm	Name:	Shock-absorber - 3mm
Color:		Color:	
Include:	[Master Model]	Include:	[Master Model]
Defined:	☒	Defined:	☒
User Comments:	Hide In Menu/Export	User Comments:	Hide In Menu/Export
Card Image:	P1_SHELL	Card Image:	P1_SHELL
Regular_OR_encry...	Regular	Regular_OR_encry...	Regular
Ishell:	24: QEPH shell fomulation	Ishell:	24: QEPH shell fomulation
N:	5	N:	5
Istrain:		Istrain:	
Thick:	4.0	Thick:	3.0
Ashear:		Ashear:	
lthick:	1: Thickness change is taken into account	lthick:	1: Thickness change is taken into account
lplas:	1: Iterative projection with three Newton iterations	lplas:	1: Iterative projection with three Newton iterations

13. Pentru fiecare component al modelului discretizat în elemente finite este necesară atribuirea proprietăților și a materialului. Atribuirea se realizează prin selecția cu mouse-ul a componentului care conține suprafețele discretizate din **Model Browser**.





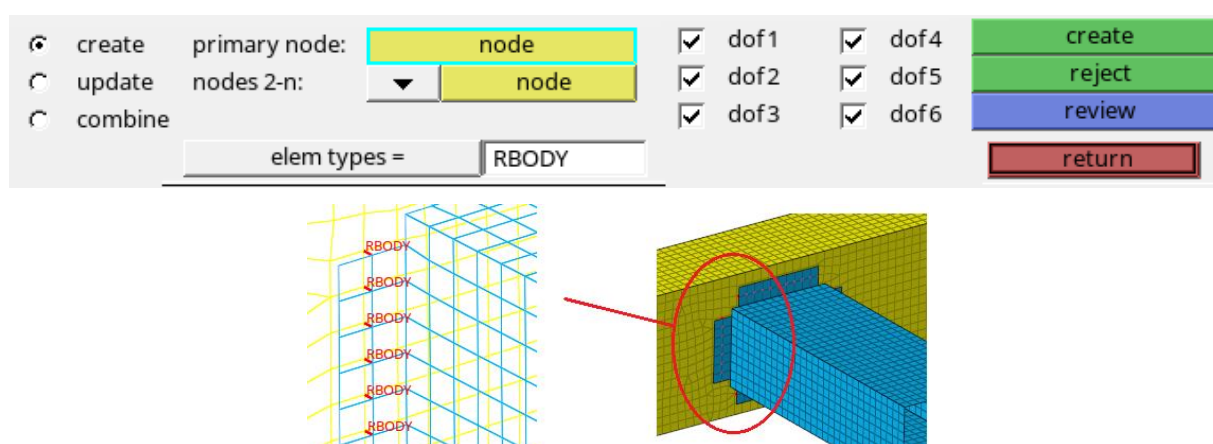
Name	ID
 Bumper - 4mm	1
 Shock-absorber - 3mm	2

Name	ID
 Bumper - 4mm	1
 Shock-absorber - 3mm	2

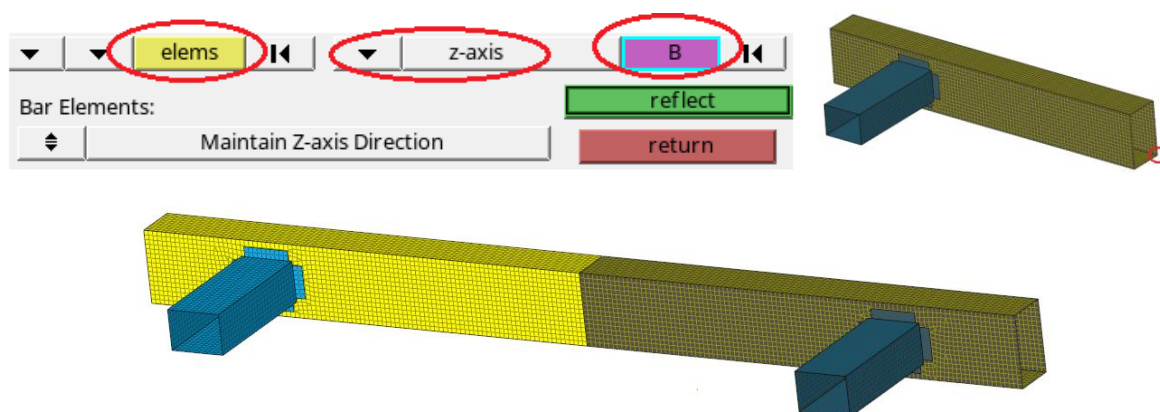
Atribuirea materialului se poate realiza simultan pentru ambele componente deoarece acestea sunt realizate din același material. Din **Model Browser** se selectează ambele componente, iar de la opțiunea **Mat_Id** se alege materialul.



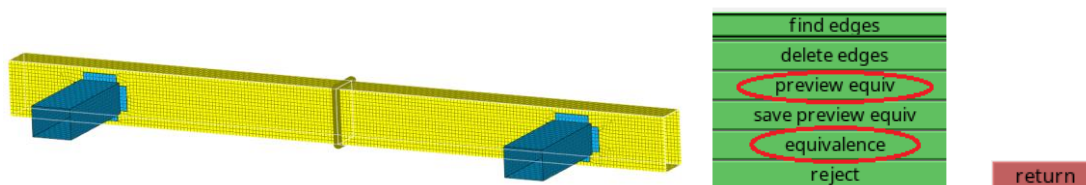
14. Conectarea componentelor se realizează cu elemente de tip rigide. Din Panel, **1D**, **rigids** se selectează nodurile celor două componente după cum se poate observa în imaginile de mai jos.



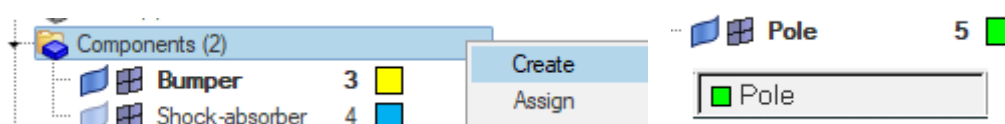
15. Oglindirea elementelor finite se realizează din **Tool**, alegând comanda **reflect**. Se selectează elementele celor două componente, se alege axa Z în raport față de care se vor oglindi elementele, apoi se selectează punctul **B** față de care se face oglindirea. Se selectează **elems**, **duplicate**, **original comp** pentru a realiza oglindirea elementelor și atribuirea lor în componentul original. Pentru finalizarea operației de oglindire a elementelor se selectează **reflect**.



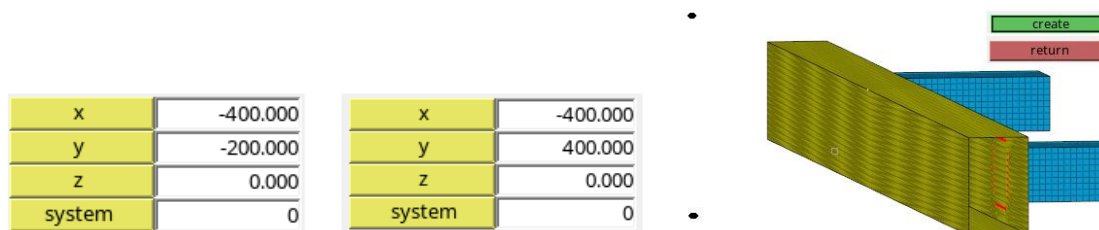
16. După operațiunea de oglindire este necesară conectarea elementelor finite, iar această operațiune se realizează cu comanda **edges** din **Tool**. Se selectează **comps**, se alege componentul ☒ **Bumper**, iar la toleranța de **tolerance = 0.010** se caută, se vizualizează și se echivalează nodurile libere.



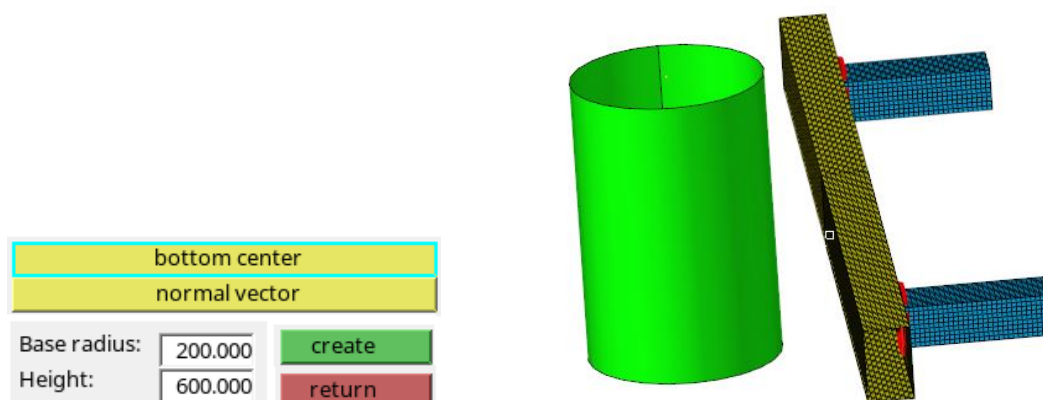
17. Pentru realizarea stâlpului de impact se creează un nou component numit **Pole**. În bara de stare se va putea observa că acest component devine componentul curent.



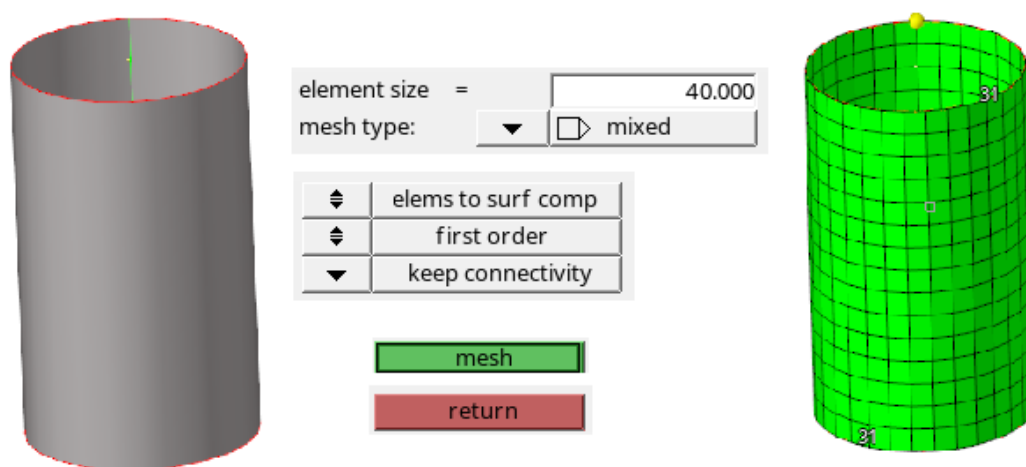
18. Pentru crearea suprafeței care va defini stâlpul este necesară crearea a două noduri care definesc poziția stâlpului. Din **Geom**, **nodes**, se selectează **XYZ** și se creează două noduri la coordonatele indicate în imaginile de mai jos.



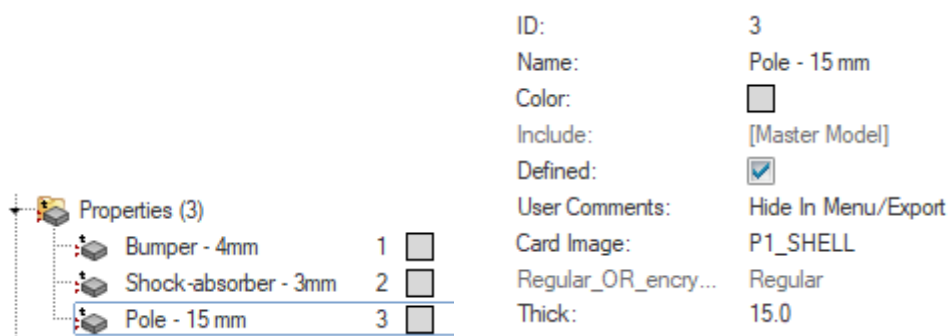
19. Suprafața cilindrică se va genera din **Geom**, **surfaces**, . Cu mouse-ul se vor selecta nodurile create anterior, care vor defini poziția suprafeței cilindrice.



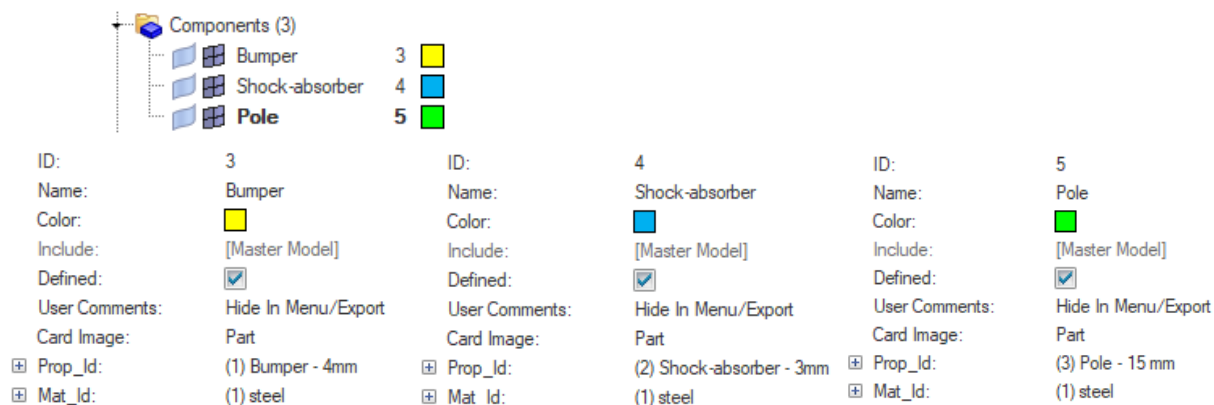
20. Discretizarea suprafeței stâlpului se realizează la o lungime țintă a elementelor de 40 mm. Din , **automesh**, se alege suprafața cilindrică **surfs**.



21. Se creează și se atribuie proprietatea aferentă componentului **Pole**, adăugând și materialul la acest component.

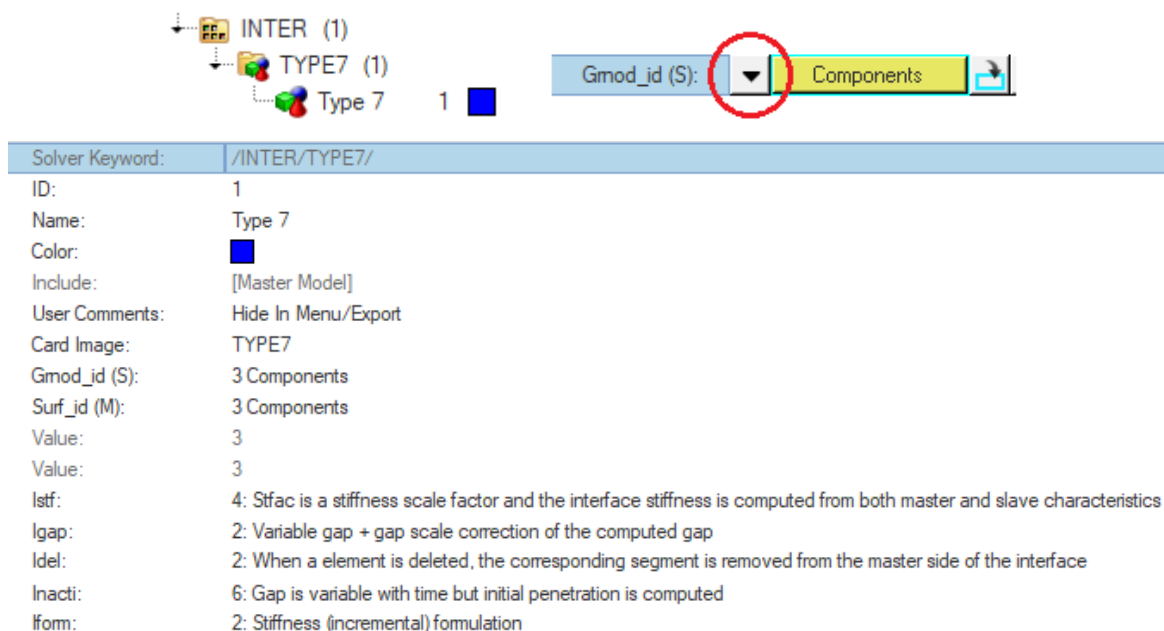


22. Se realizează o verificare pentru toate cele trei componente, cu scopul de-a se vedea dacă elementele necesare sunt atribuite și definite.

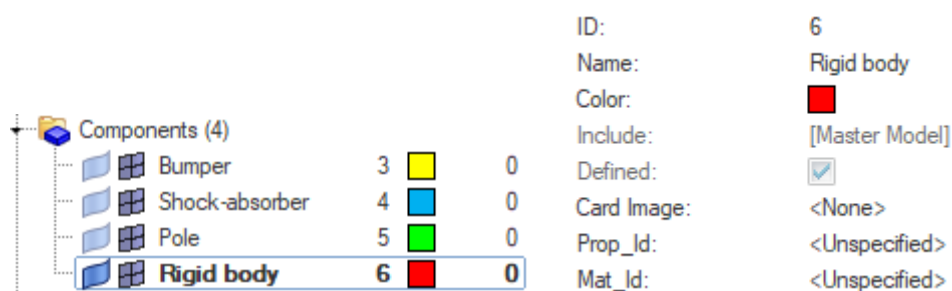


23. Între componentele modelului se stabilește un contact specific acestui tip de simulare.

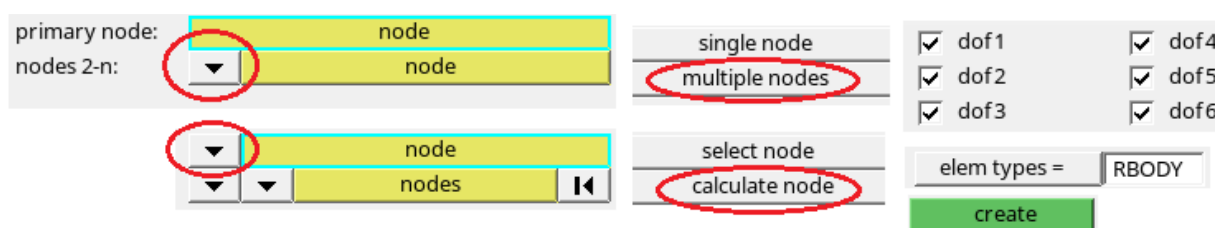
Efectuând clic dreapta în Model Browser **Create** ▶ **INTER** ▶ **TYPE7**, se alege contactul între componente și se aleg caracteristicile specifice după cum se poate vedea mai jos.



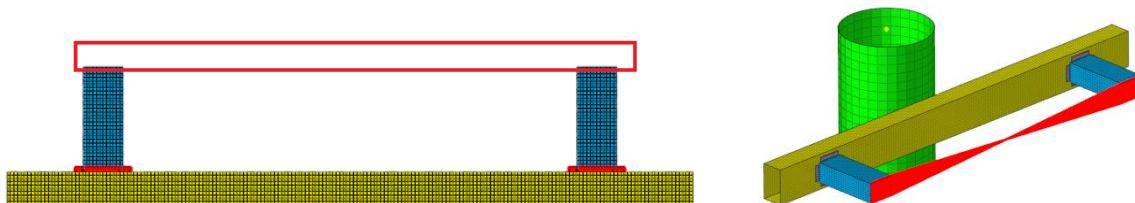
24. Pentru menținerea unei distanțe fixă între cei doi absorbitori de șoc și posibilitatea adăugării unui punct de masă este necesară crearea unui component în care se vor adăuga elemente de tip rigid, la care nu este necesară atribuirea de material și proprietăți.



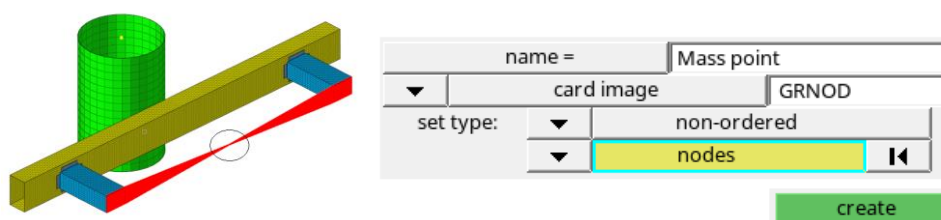
25. Crearea elementelor rigide se face din **1D**, **rigids**, **create**, de unde se alege:



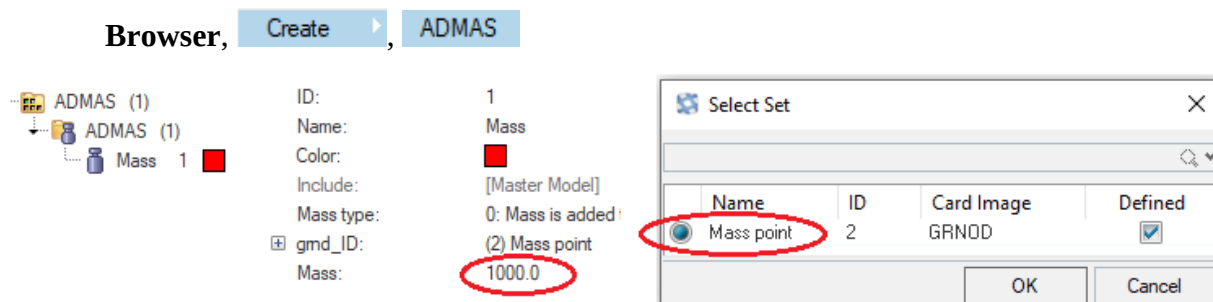
Cu mouse-ul se vor selecta nodurile elementelor de la extremitatea absorbitorilor de șoc după cum se poate observa în imaginea de mai jos.



26. Pentru definirea punctului de aplicare a masei concentrate este necesar în prealabil crearea unui nod de aplicare a masei din **Analysis**, **entity sets**. Denumirea nodului va fi **Mass point**, cardul aplicat **GRNOD**, iar nodul se va selecta cu mouse-ul.

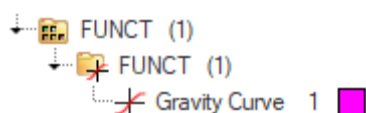


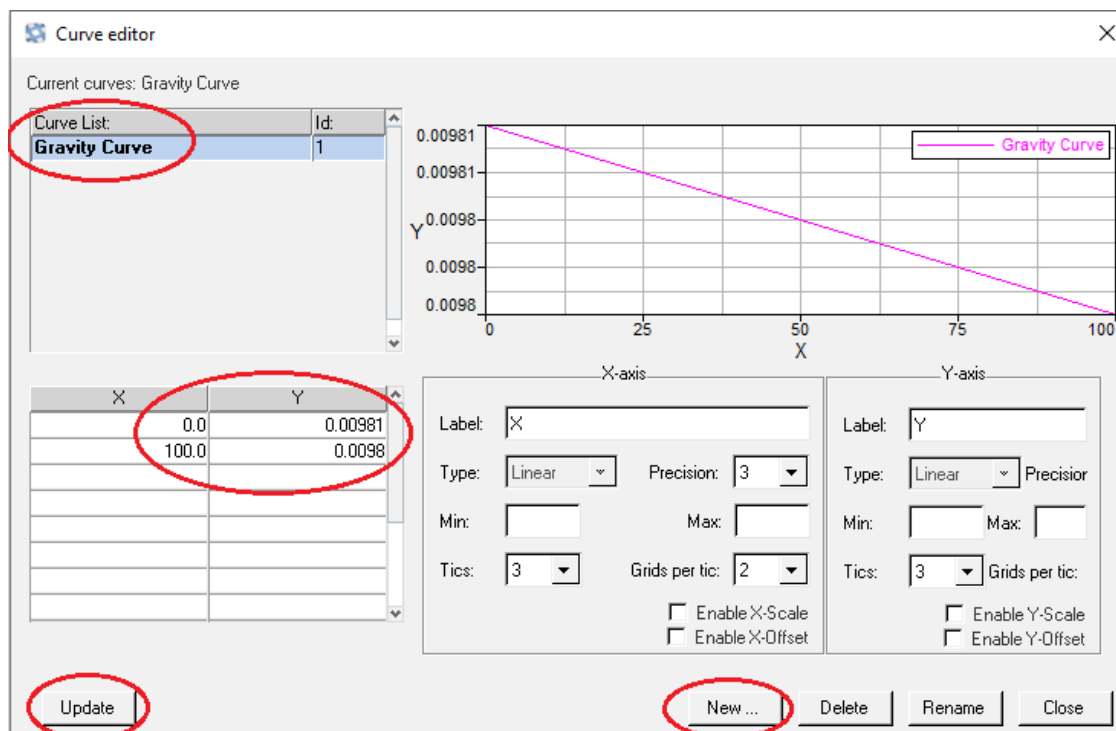
27. Aplicarea punctului de masă se realizează din efectuând click dreapta în **Solver**



28. Aplicarea forței gravitaționale se realizează definind curba de gravitate din meniul

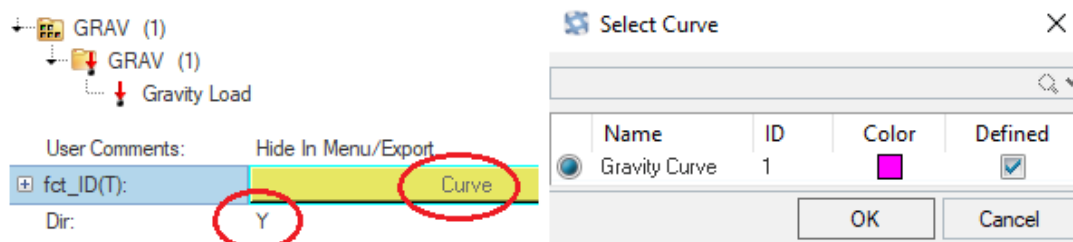
XYPlots, **Curve Editor**. Se deschide o casetă de dialog unde se alege **New ...** pentru definirea unei noi curbe, după care se completează valorile coordonatelor X și Y. Se actualizează **Update** datele introduse și curba de gravitație devine vizibilă.



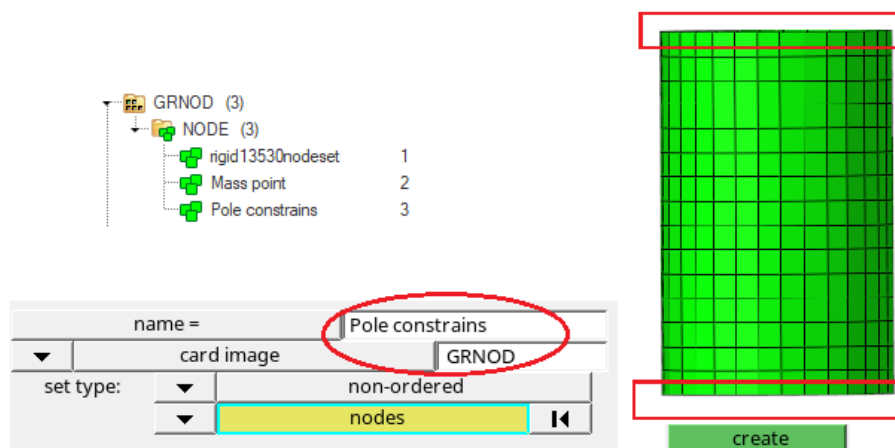


Se creează un nou Load Collector efectuând click dreapta în **Solver Browser** Create

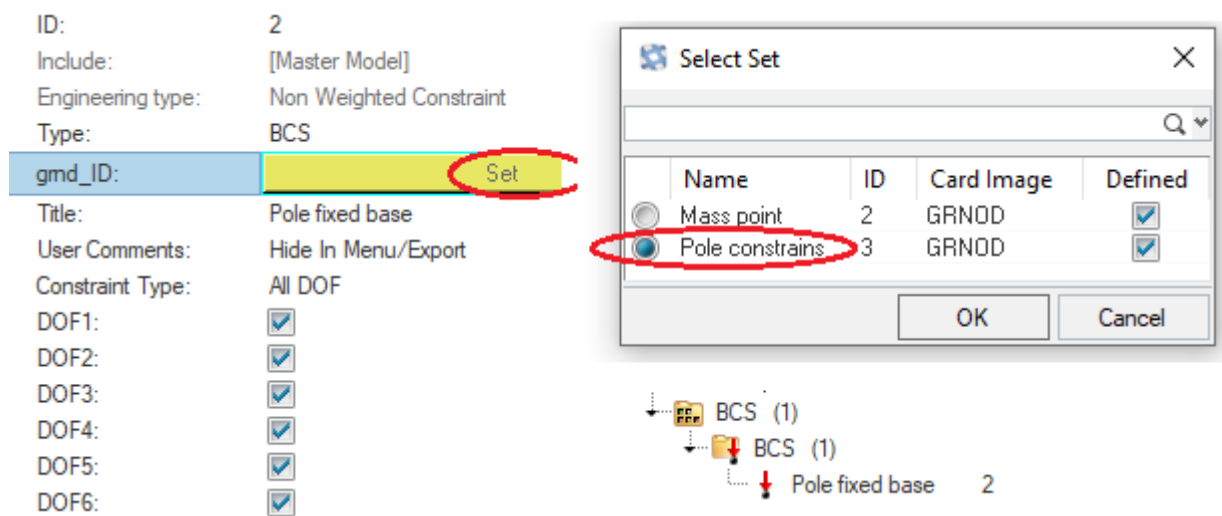
BOUNDARY CONDITIONS GRAV



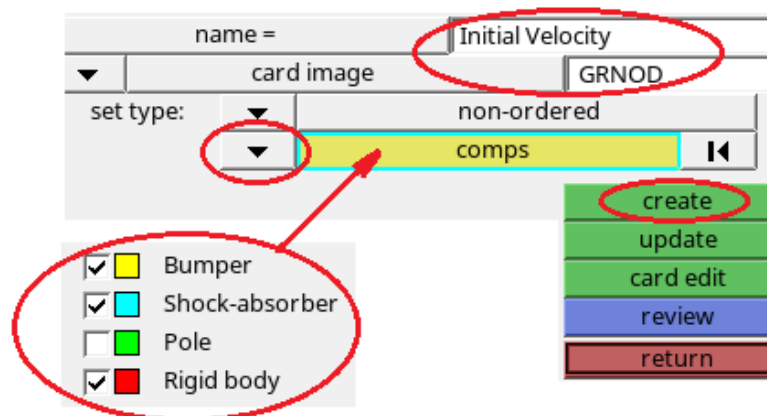
29. Se creează un nou set de noduri la extremitățile elementelor stâlpului, de unde acesta se va fixa rigid. Din Analysis, entity sets se va alege:



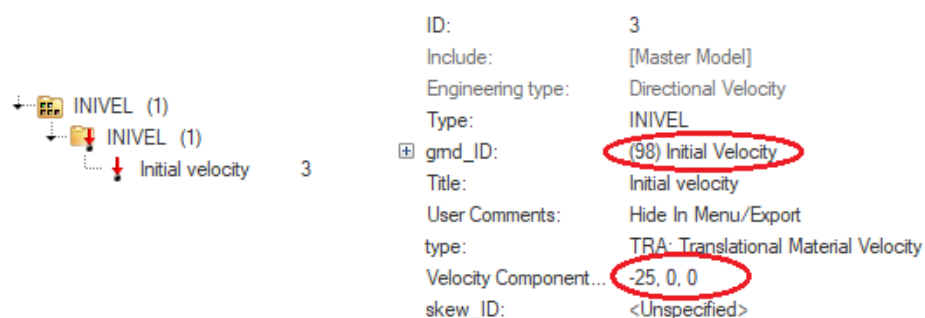
30. Efectuând click dreapta în **Solver Browser**, **Create** , **BOUNDARY CONDITIONS** , **BCS** , se creează Load Colectorul care conține nodurile de fixare.



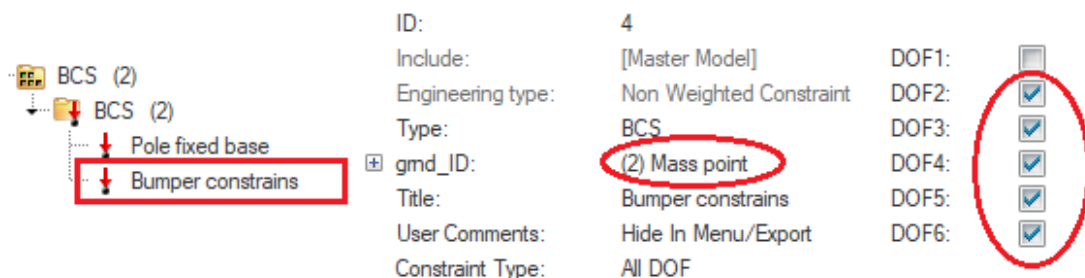
31. Crearea setului de componente pe care se va imprima viteza inițială se realizează din **Analysis** , **entity sets** , alegându-se setările din imaginea de mai jos.



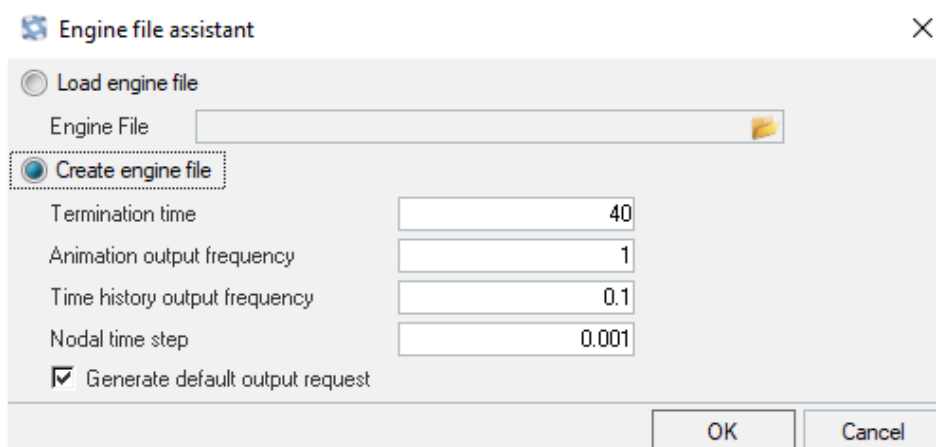
32. Load Colectorul aferent vitezei inițiale imprimate se va crea efectuând click dreapta în **Solver Browser**, **Create** , **BOUNDARY CONDITIONS** , **INIVEL** .



33. Pentru realizarea unei deplasări liniare a ansamblului se creează un nou colector care permite mișcarea punctului de masă doar pe direcția axei X.

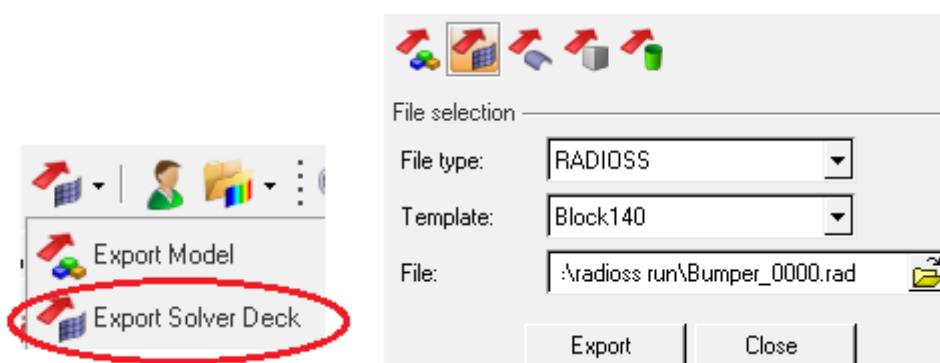


34. Stabilirea timpului de simulare se realizează din meniul **Tools**, **Engine File Assistant**, unde se deschide caseta de dialog de mai jos și se completează parametrii indicați



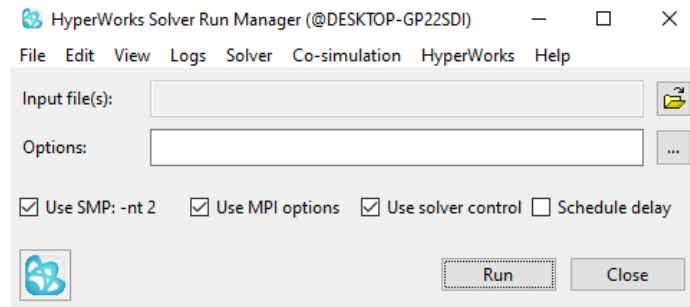
35. Exportarea modelului către solverul de calcul Radioss se realizează alegând

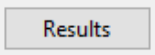
Export Solver Deck, numind fișierul **Bumper_0000.rad**.

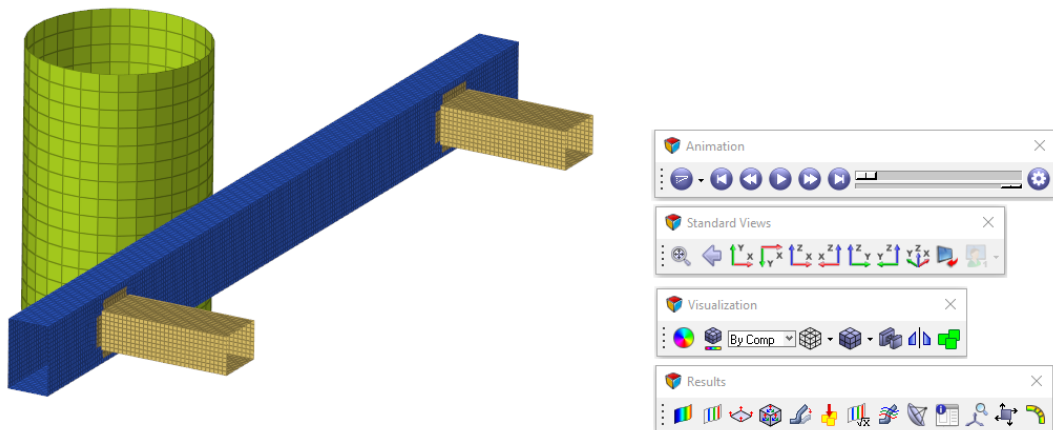


36. Rularea fișierului exportat în solver se realizează prin deschiderea aplicației

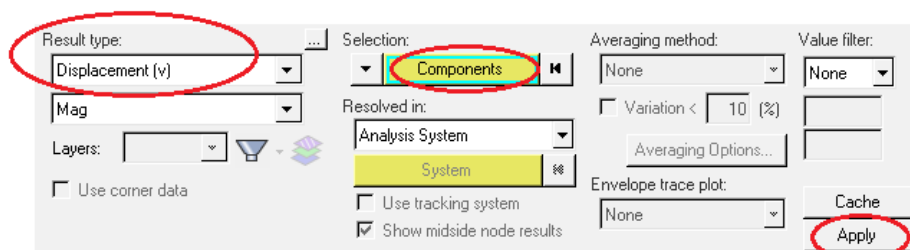
Radioss și introducerea fișierului pentru simulare , urmată de **Run**.

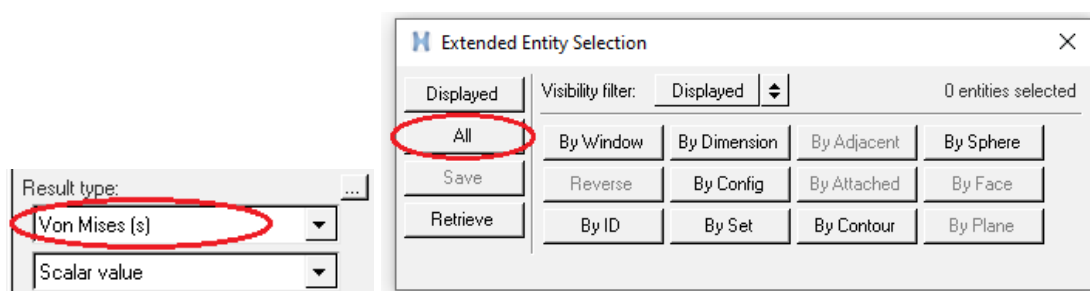


37. După finalizarea operațiunii de calcul de pe fereastra de dialog se selectează  pentru vizualizarea rezultatelor obținute. Se deschide utilitarul HyperView utilizat în etapa de postprocesare, care conține în zona de lucru modelul în starea inițială. Pentru vizualizarea simulării din bara de instrumente pentru animare se selectează . Vizualizarea modelului în diferite proiecții se poate realiza utilizând comenzile din bara de dispunere a modelului în proiecții ortogonale, sau comenzile din bara pentru vizualizarea modelului în linii de discretizare sau în mod realist prezentate mai jos.

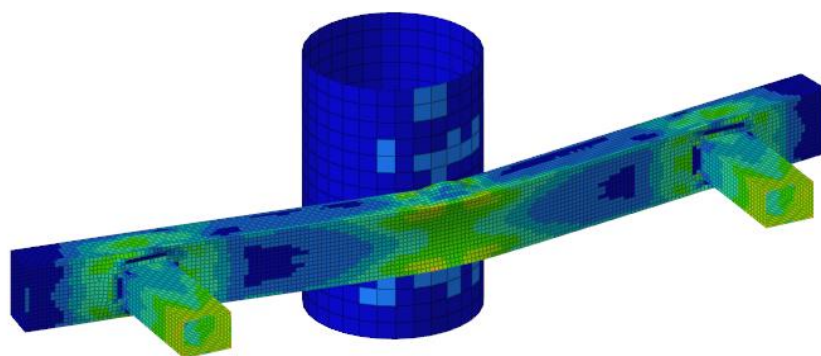
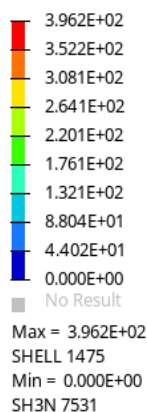


38. Selectând  din bara **Results** se adaugă culori la reprezentarea modelului în momentul simulării vizualizându-se cu ușurință zonele unde apar deplasări și tensiuni în model. Vizualizarea deplasărilor și a tensiunilor Von Mises se poate realiza alegând comenzile prezentate în imaginile de mai jos.



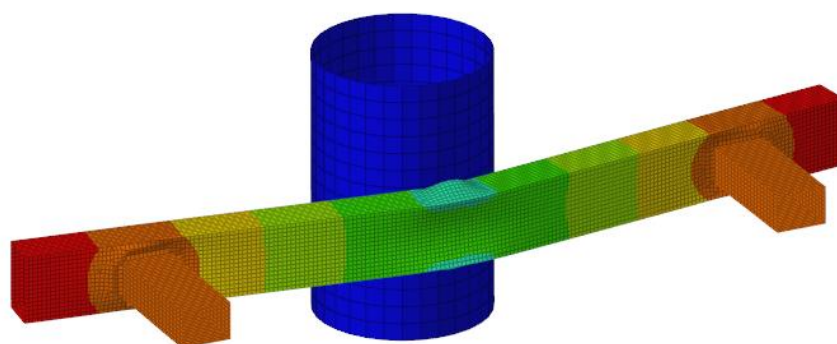
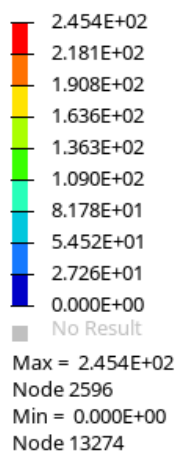


Contour Plot
Von Mises(Scalar value, Mid)



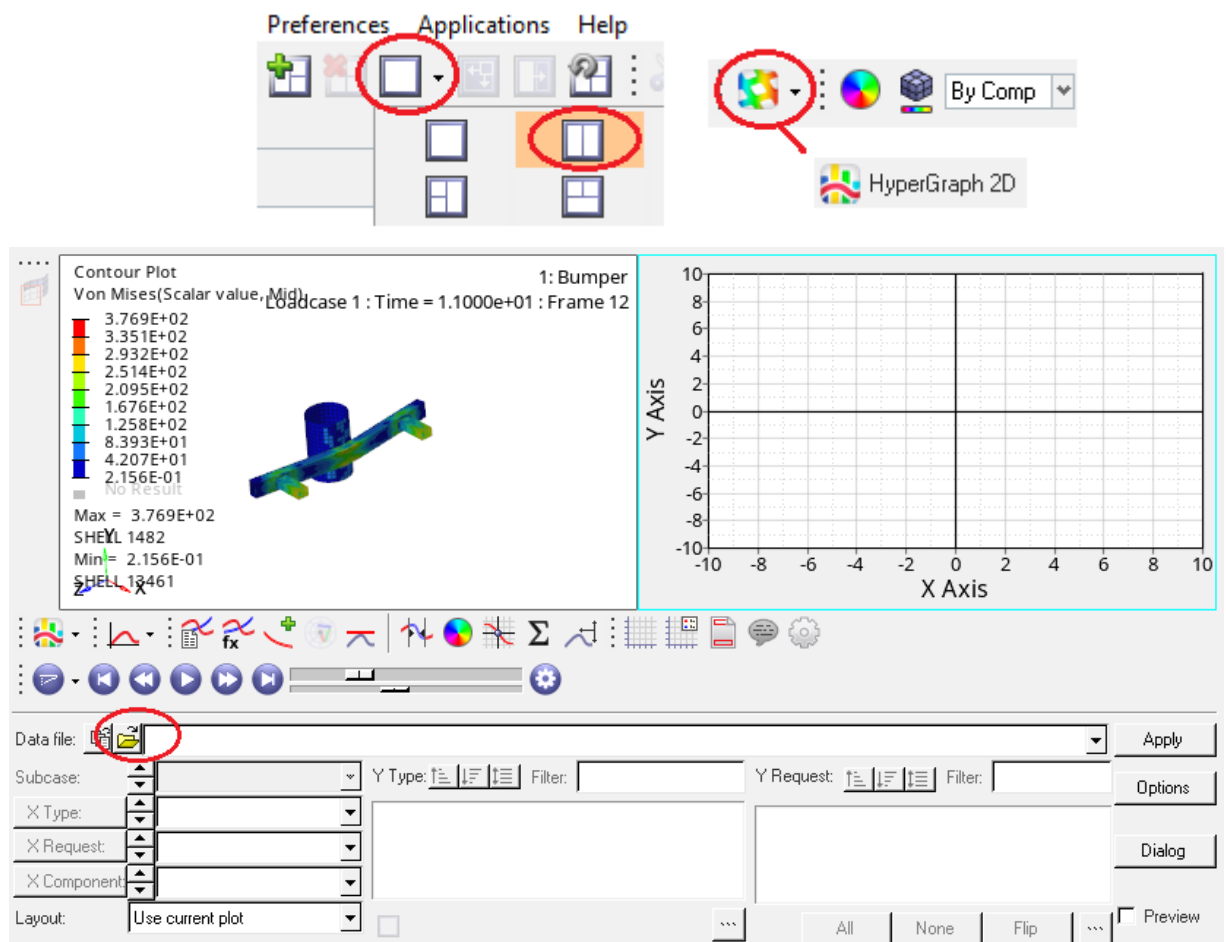
Distribuția tensiunilor echivalente în momentul impactului

Contour Plot
Displacement(Mag)
Analysis system

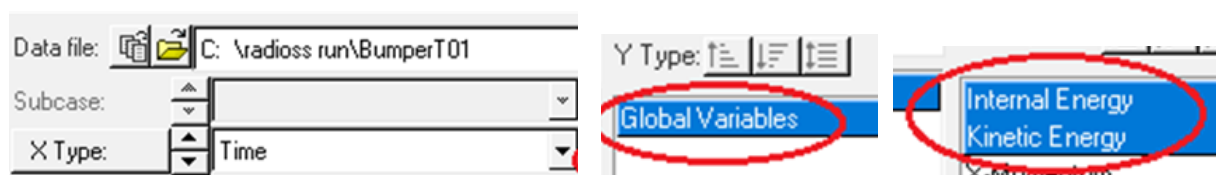
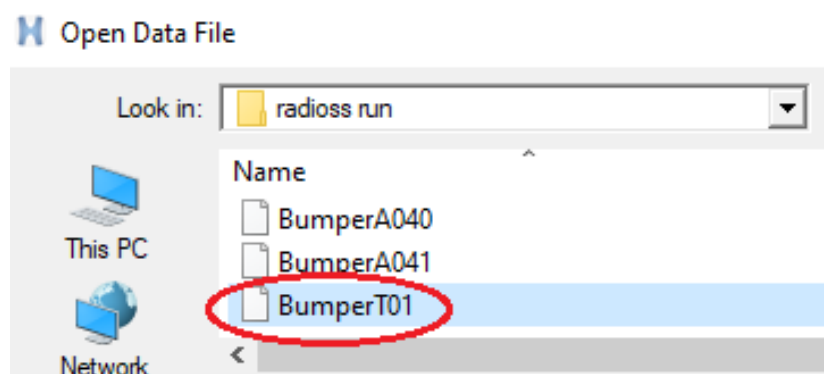


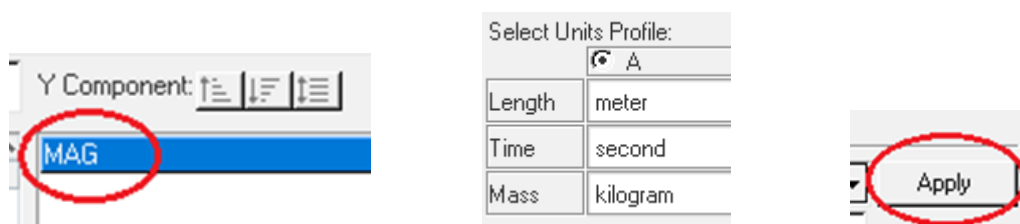
Distribuția deplasărilor în momentul impactului

39. Reprezentarea variației energiei interne și a energiei cinetice se poate vizualiza sub forma de grafic în utilitarul HyperGraph 2D, care se poate accesa în paralel cu utilitarul HyperView prin dublarea ferestrei zonei de lucru, după cum se poate observa în imaginea de mai jos.



40. De la **Open File** se încarcă fișierul BumperT01, care se găsește în folderul unde s-a rulat fișierul cu modelul pentru simulare.





În imaginea de mai jos este prezentat graficul care reprezintă variația energiei interne și a energiei cinetice.

