




Laborator 4

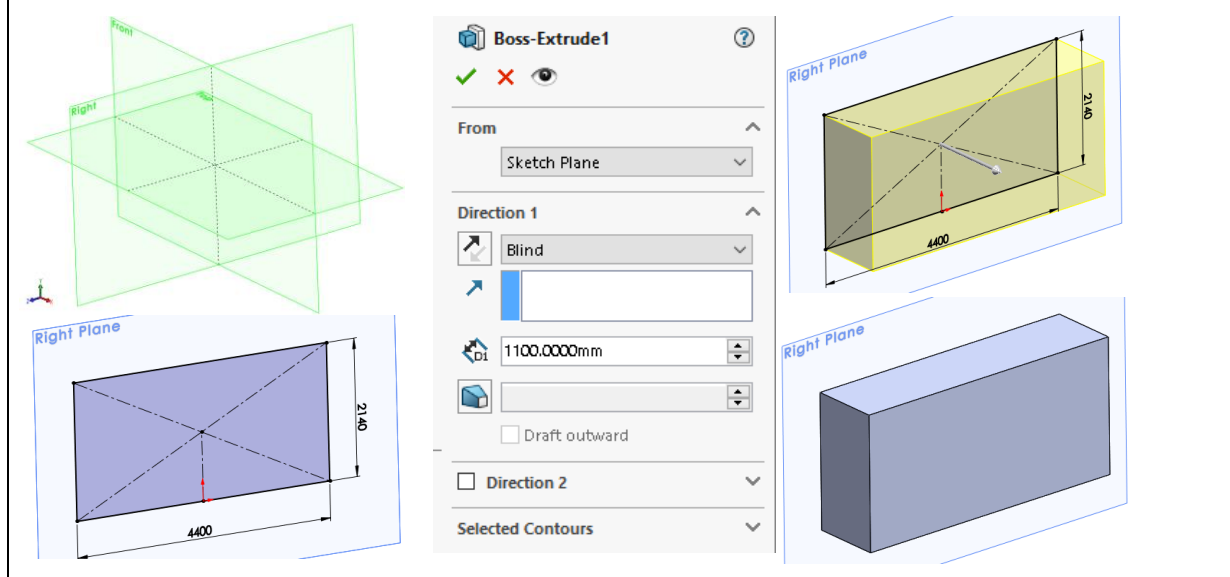
Studiul aerodinamic al caroseriei unui model de autovehicul generic

În cadrul acestei lucrări de laborator se prezintă etapizat pașii de realizare a unui studiu aerodinamic pentru un model generic de caroserie de autoturism. În prima parte a lucrării este prezentată modelarea CAD a caroseriei, iar în ce-a de-a doua parte este prezentată realizarea simulării cu scopul determinării forței aerodinamice de rezistență la înaintare, a forței de ridicare, a coeficientului aerodinamic și a coeficientului de ridicare. Tot în cea de-a doua parte a acestei lucrări sunt prezentate și modalitățile de vizualizare grafică și numerică a rezultatelor obținute.

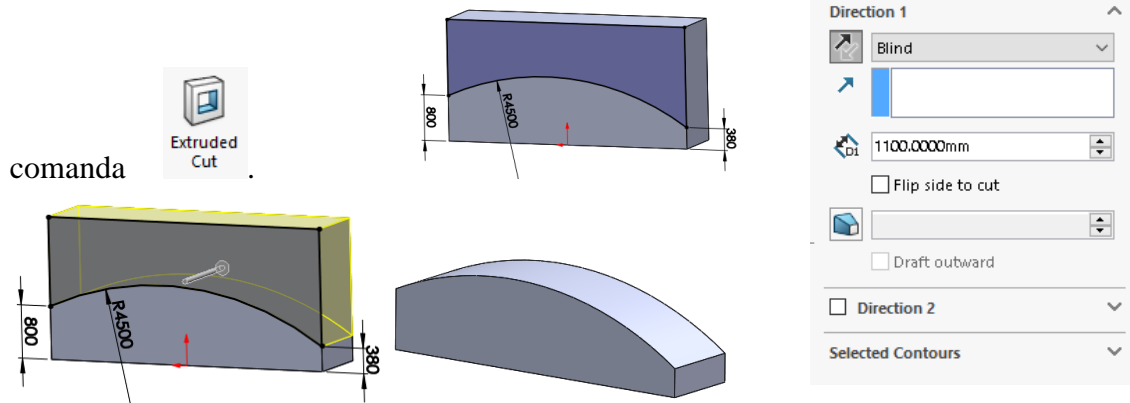
I. Modelarea autovehiculului generic




Modelarea CAD a structurii de caroserie se realizează utilizând comenzile de schițare și modelare existente în cadrul softului. Pașii necesari modelării acestei componente sunt prezentați după cum urmează:

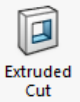
1. Schițarea contrului se realizează din bara de instrumente **Feature Manager**, de unde se alege **Right Plane** pe care se va trasa prima schiță, din care se va defini un dreptunghi , dimensionat la 4400x2140 utilizând comanda . Dreptunghiul va fi poziționat în originea schiței la jumătatea lungimii. Din bara de instrumente **Features** se alege comanda **Boss-Extrude**. Schița se extrudează la o distanță de 1100 mm pe axa OX. 

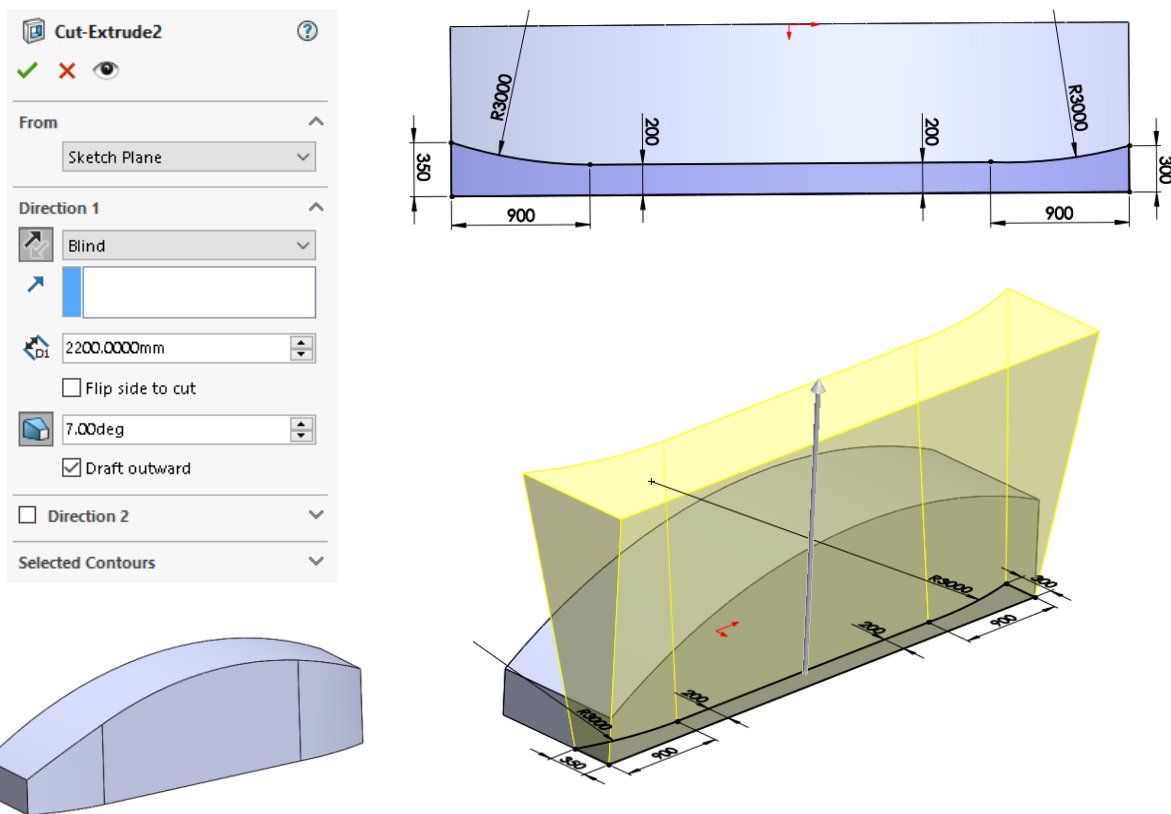


2. Forma superioară a carosieriei se realizează prin decuparea unei schițe trasate pe suprafața plană a modelului. Decuparea modelului se realizează utilizând



3. Forma laterală a carosieriei se realizează trasând pe suprafața plană inferioară a modelului schița din imaginea alăturată, la dimensiunile indicate. Pentru realizarea schiței se utilizează comenzile **Line** , **3 point arc**  și **Smart Dimension** . Decuparea

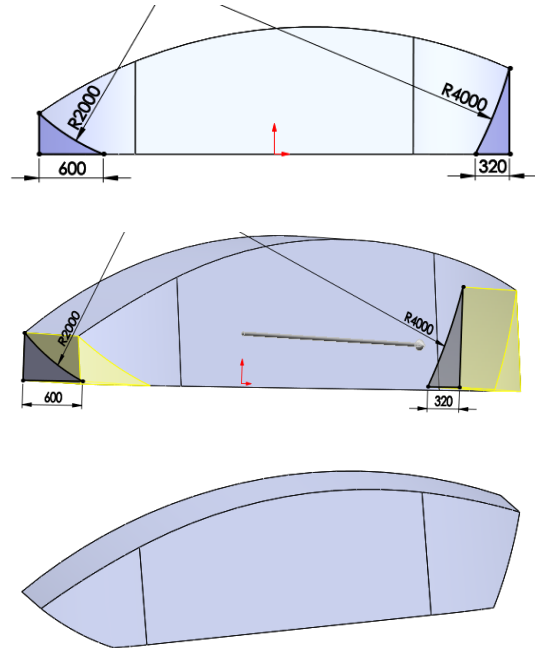
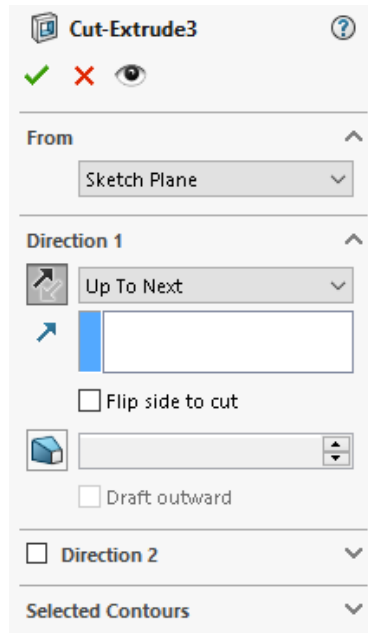
schitei se realizează utilizând comanda **Cut Extrude** , pe o distanță de 2200 mm la o înclinație de 7° spre exteriorul modelului.



4. Unghiul de atac și unghiul de degajare a caroseriei este realizat prin trasarea a două schițe pe suprafața plană, verticală a modelului.

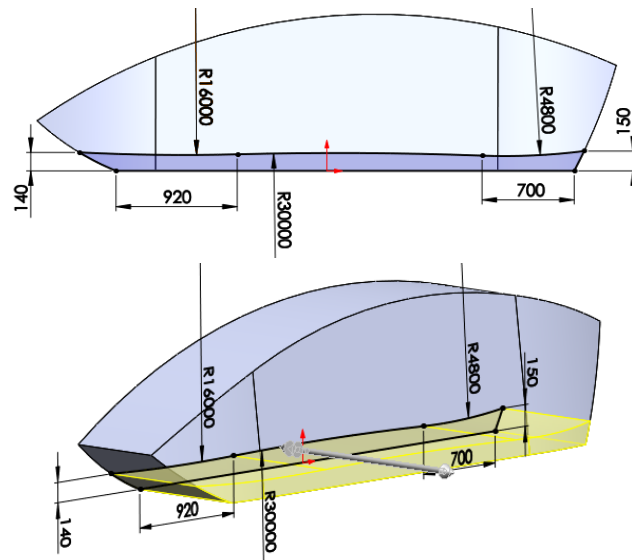
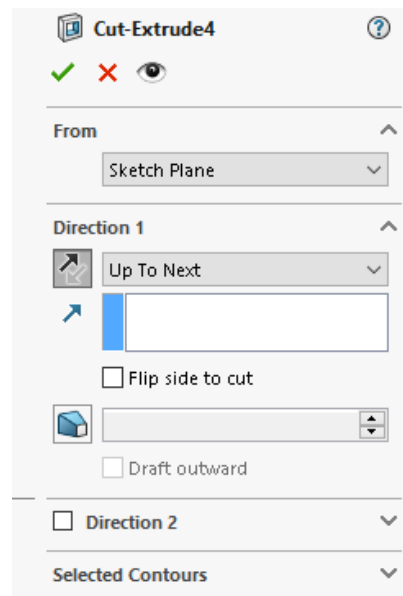
La trasașea schiței se utilizează comenzile: **Line**, **3 point arc** și **Smart Dimension**.

Conturul din interiorul schițelor este în lăturat utilizand comanda **Cut Extrude**.

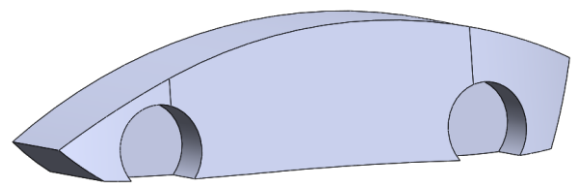
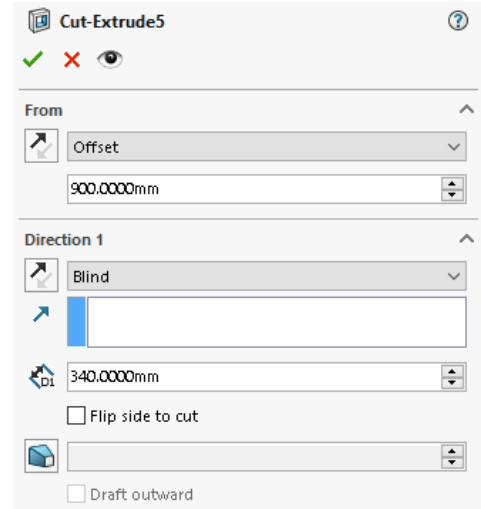
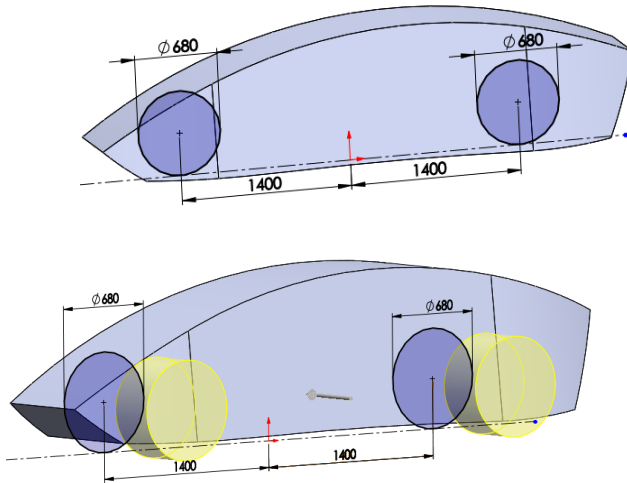


5. Forma părții inferioare a caroseriei este dată de decuparea schiței trasate pe suprafața plană verticală a modelului. Schița este decupată pe toată lățimea utilizând comanda

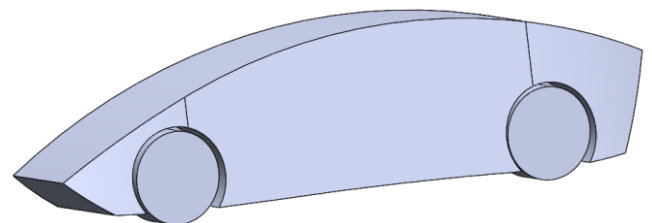
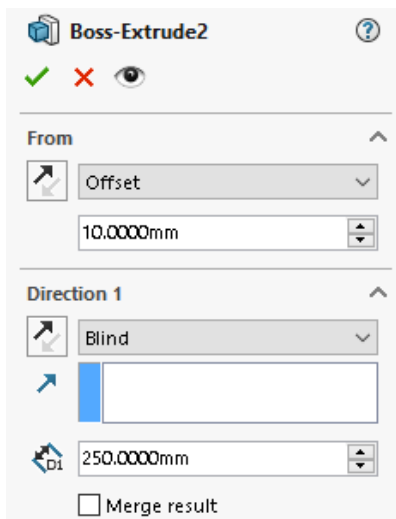
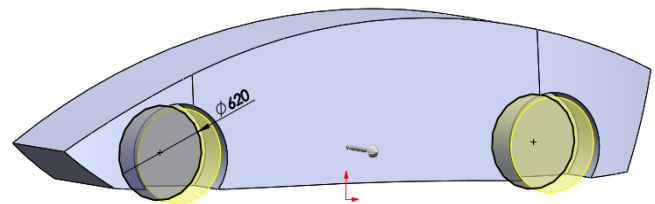
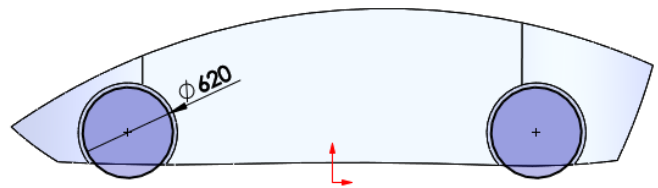
Extruded Cut




6. Locașurile roților sunt decupate din schița formată din două cercuri, de diametru 680 mm trasată pe suprafața plană a caroseriei. Decuparea cercurilor se realizează cu comanda **Extruded Cut**

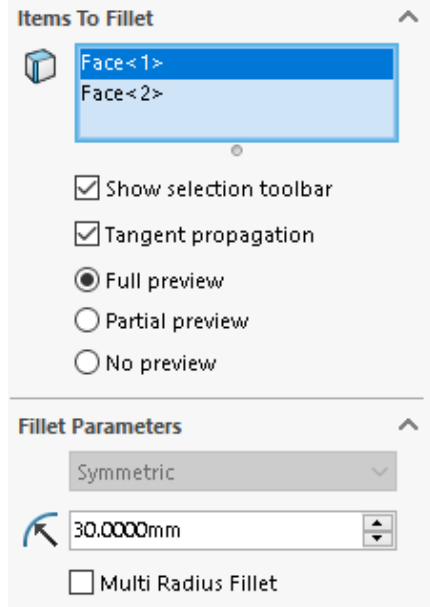
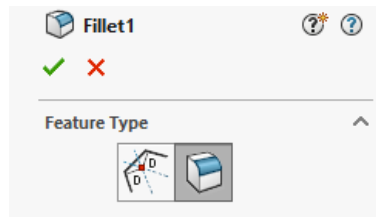
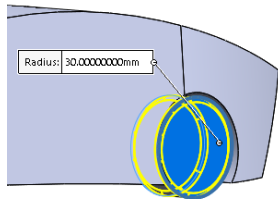
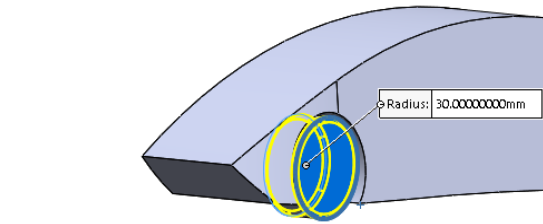


7. Modelarea roților se realizează prin extrudarea schiței alcatuită din cercurile care definesc diametrul roților. Schița roților este extrudată la o distanță de 10 mm față de suprafața plană selectată.




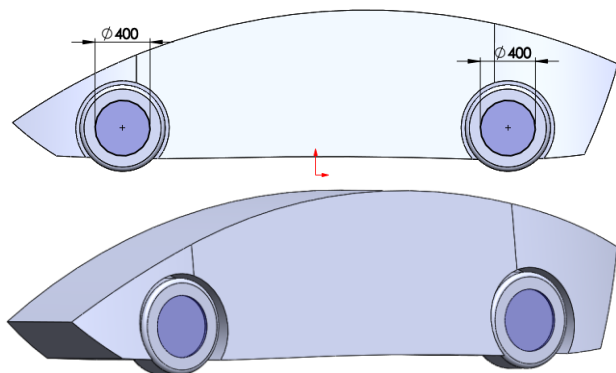
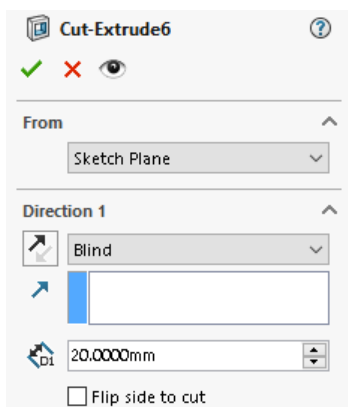
8. Roțile modelate sunt rotunjite aplicând comanda

Fillet  la 30 mm, pentru fiecare roată separat.

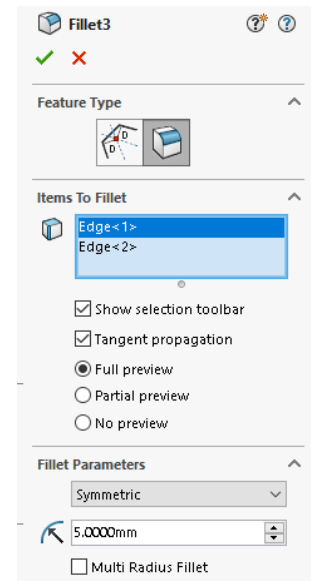
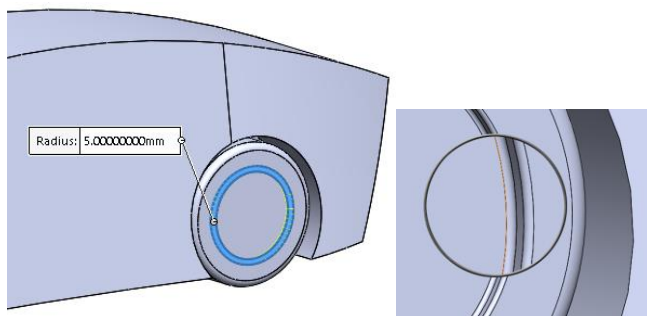


9. Pentru a realiza forma mai adâncită a jantei pe suprafața frontală a roții se trasează o schiță

formată din două cercuri care se vor decupa cu comanda **Extruded Cut** .

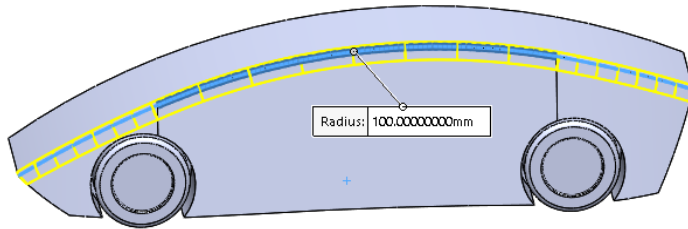
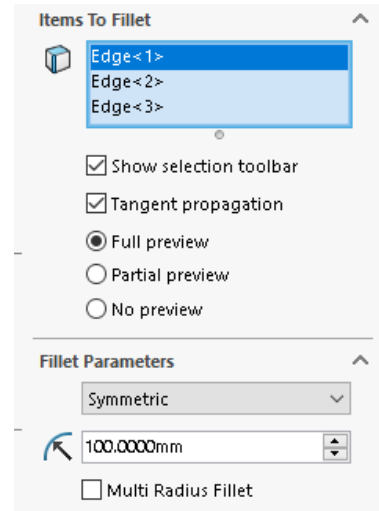
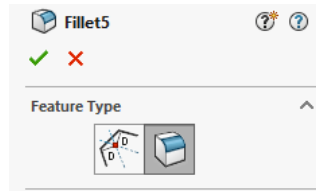


10. Muchiile rezultate în urma decupării sunt rotunjite aplicând comanda **Fillet** cu o rază de 5 m, pentru fiecare roată separat.



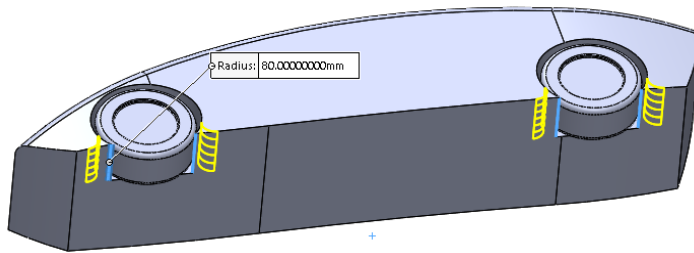
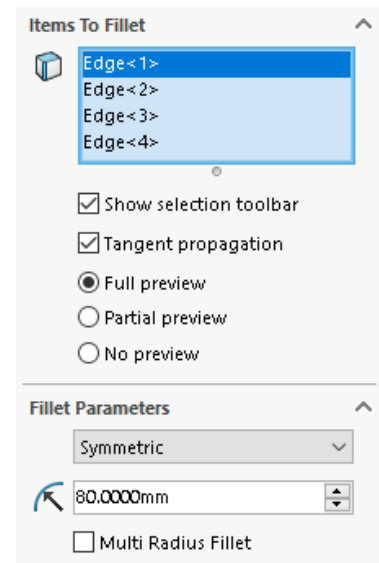
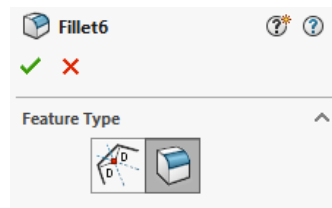
11. Muchia superioară a caroseriei este rotunjită cu

comanda **Fillet**



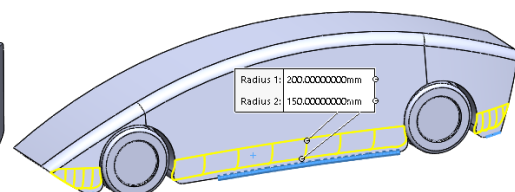
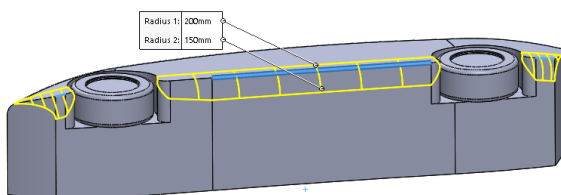
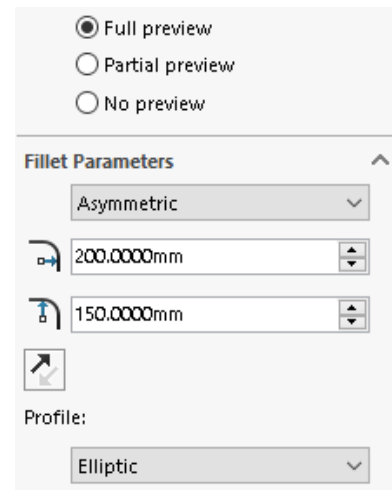
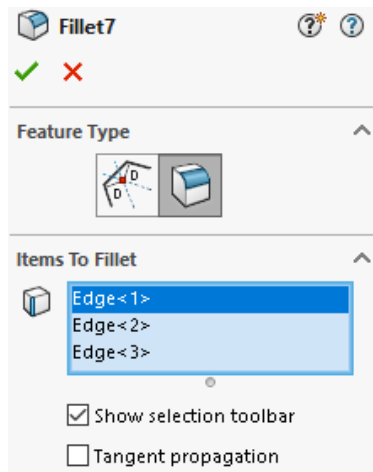
12. Muchiile indicate din partea inferioară a caroseriei sunt rotunjite cu comanda

Fillet la o rază de 80 mm.



13. Muchia laterală din partea inferioară a caroseriei este rotunjită asimetric cu

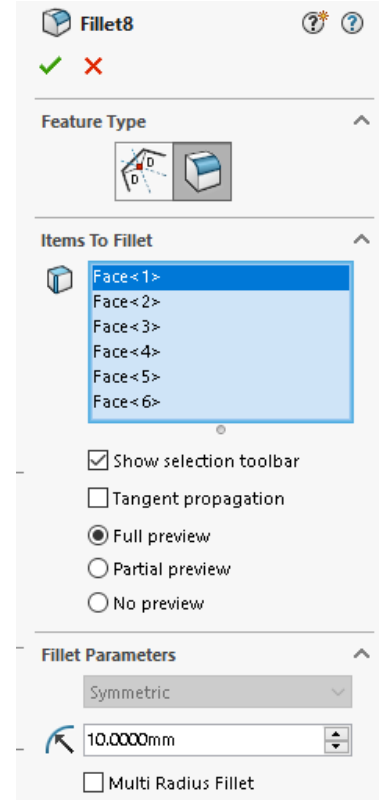
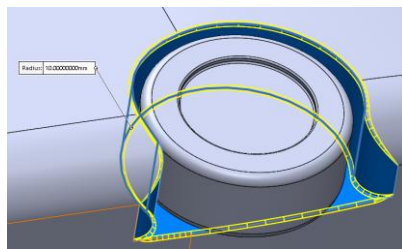
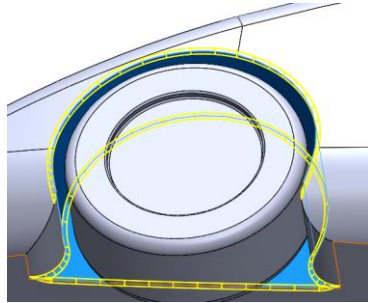
comanda **Fillet** la o rază de 200 mm și 150 mm.



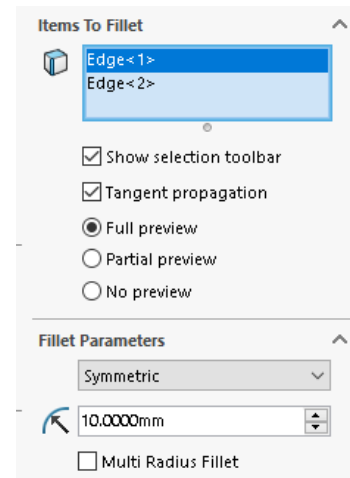
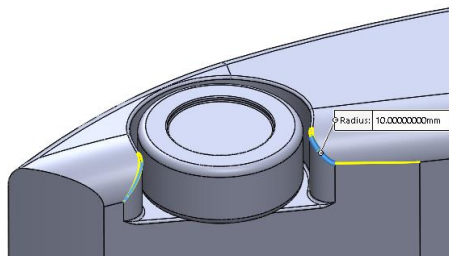
14. Muchiile carenajului de la roți sunt rotunjite cu comanda



Fillet la o rază de 10 mm. Comanda este utilizată separat pentru fiecare carenaj.



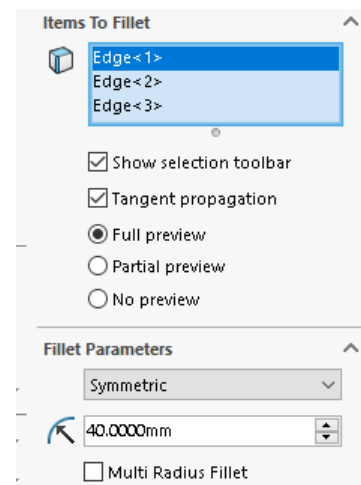
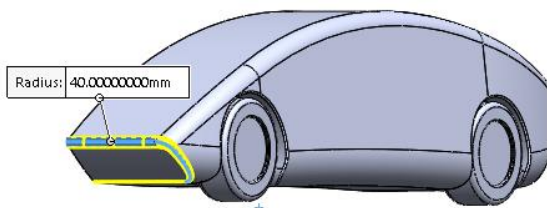
15. În urma rotunjirii muchiilor de la carenajele roților la carenajul de la roata din față două muchii se rotunjesc separat la o rază de 10 mm din cauza imposibilității rotunjirii lor la operația precedentă.



16. Partea frontală a caroseriei este rotunjită cu comanda

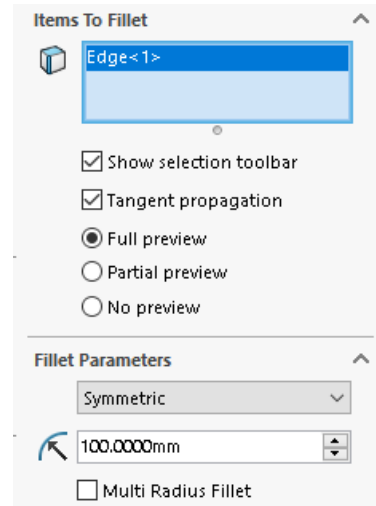
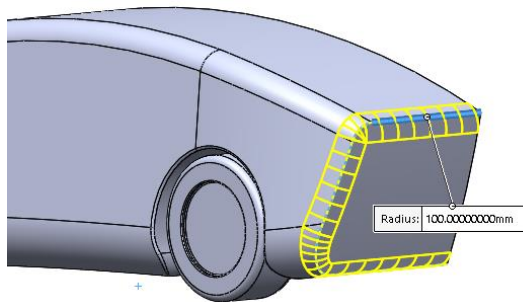


Fillet la o rază de 40 mm.







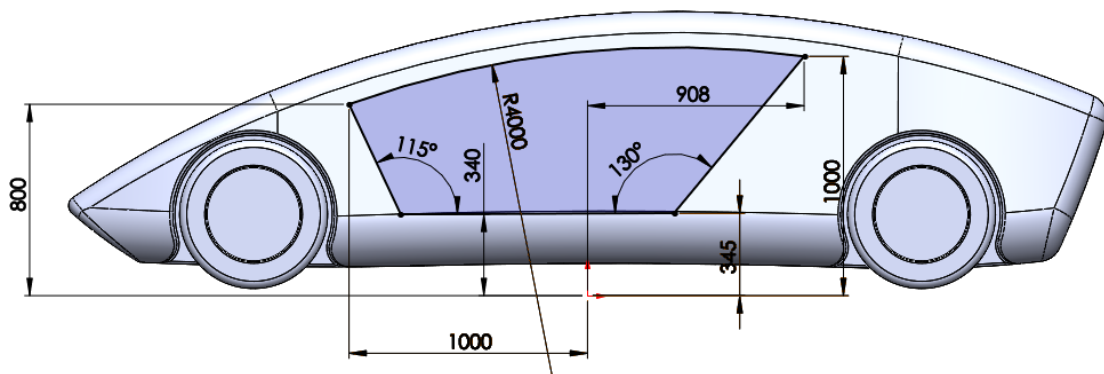
17. Partea din spate a caroseriei este rotunjită cu

comanda **Fillet**  la o rază de 100 mm.





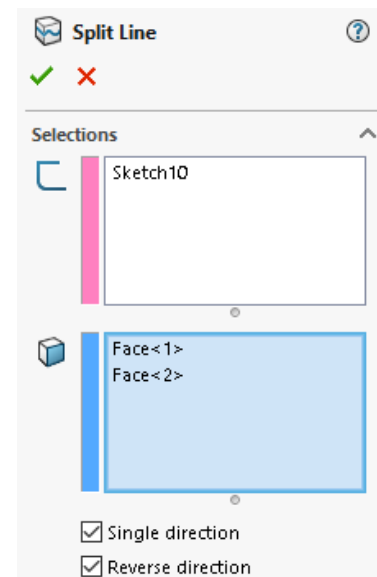
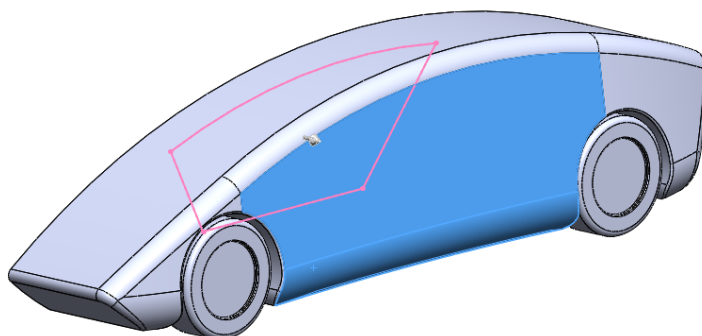
18. Forma generică a portierei este determinată de schița trasată pe suprafața plană verticală

a modelului de caroserie. Se alege bara de instrumente **Sketch** , de unde se vor folosi comenzile **Line** , **3 point arc** , și **Smart Dimension**  pentru realizarea schiței următoare conform dimensiunilor.

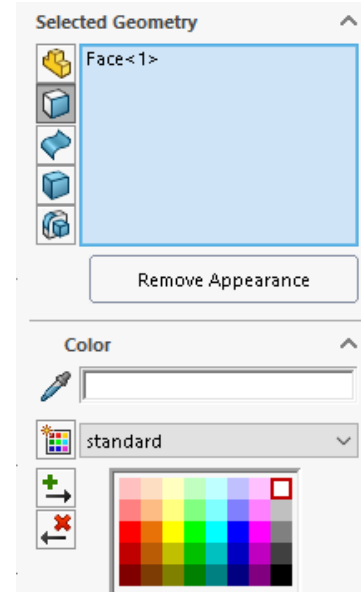
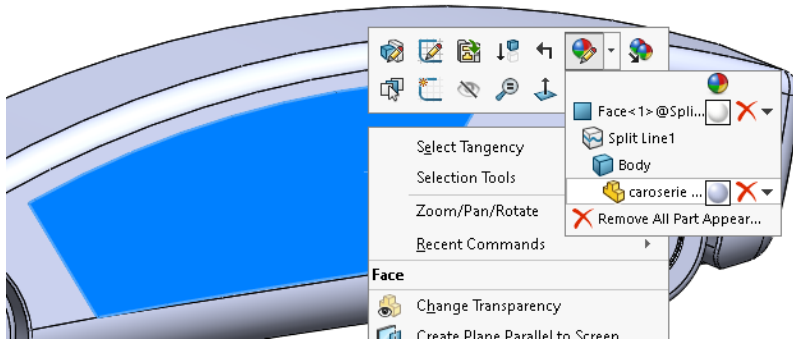


19. Pentru a se delimita conturul portierei pe modelul caroseriei din bara de instrumente se alege comanda **Curves**


, de unde se alege comanda **Split Line** , unde se va selecta schița și suprafețele pe care aceasta se va proiecta.

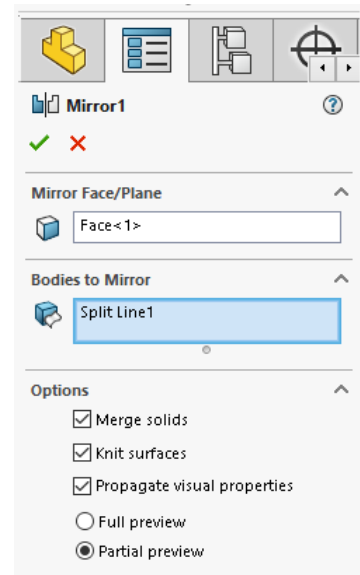
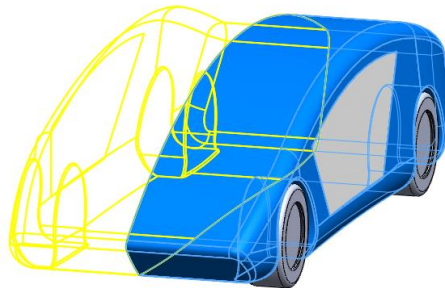


20. Pentru o mai bună observare vizuală a suprafeței care definește portiera aceasta este colorată în culoarea alb. Această operație se realizează efectuând click dreapta mouse pe suprafața care delimitează portiera alegând să fie posibilă colorarea suprafeței portierei.

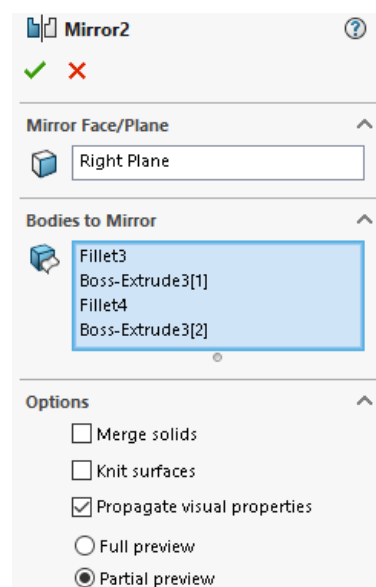
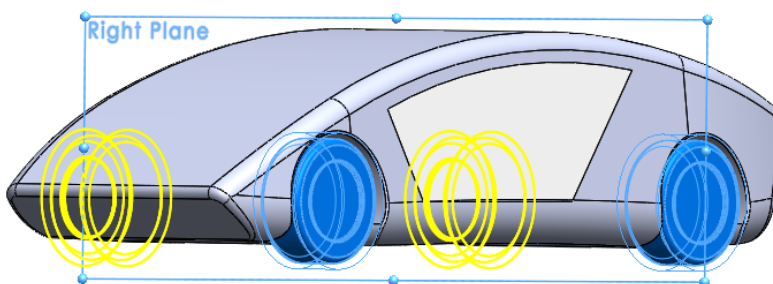


21. Modelul caroseriei se va oglindi utilizând comanda

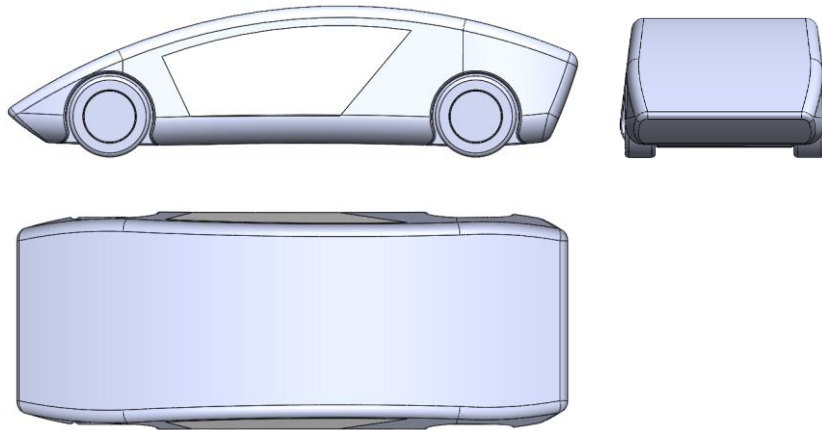
Mirror  din bara de instrumente. Oglindirea modelului de caroserie se va realiza selectând **Bodies to Mirror** **Mirror**, iar la secțiunea **Mirror Face/Plane** se va alege fața plană a modelului de caroserie.



22. Oglindirea roților pentru partea dreaptă a caroseriei se realizează utilizând comanda Mirror raportat la Right Plane, plan care este situat în zona mediana a caroseriei.

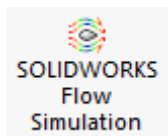


Modelul rezultat al caroseriei este prezentat în tripla proiecție ortogonală în imaginea alăturată.



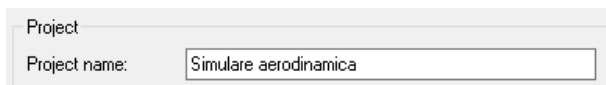
II. Studiul aerodinamic al structurii de autovehicul generic

1. Studiul curgerii aerului în jurul modelului de caroserie este realizat în modulul **Flow Simulation** integrat în pachetul soft SolidWorks. Pentru activarea acestui modul din bara de instrumente se alege tab-ul **SOLIDWORKS Add-Ins**, după care se activează modulul de simulare cu fluide efectuând click stânga mouse pe pictograma



. După ce modulul este activat în bara de instrumente apare tab-ul cu instrumente aferent acestui modul.

2. Pentru crearea unui nou proiect de simulare cu fluide din bara de instrumente se alege comanda **Wizard**, deschizându-se o casetă de dialog unde se poate denumi proiectul și se poate alege configurația acestuia. În prima etapă denumim proiectul scriind de la tastatura **“Simulare aerodinamica”**,



, după care cu click stânga mouse pe butonul **Next >** trecând la următoarea etapă.

3. Din această casetă de dialog se poate alege standardul care se folosește în proiectul de față și se pot alege unitățile de măsură ale parametrilor în funcție de cerințele proiectului. De exemplu în imaginea alăturată se arată cum se schimbă unitatea de

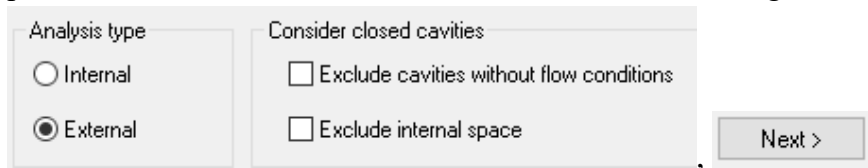


măsură a temperaturii din °Kelvin în °Celsius.

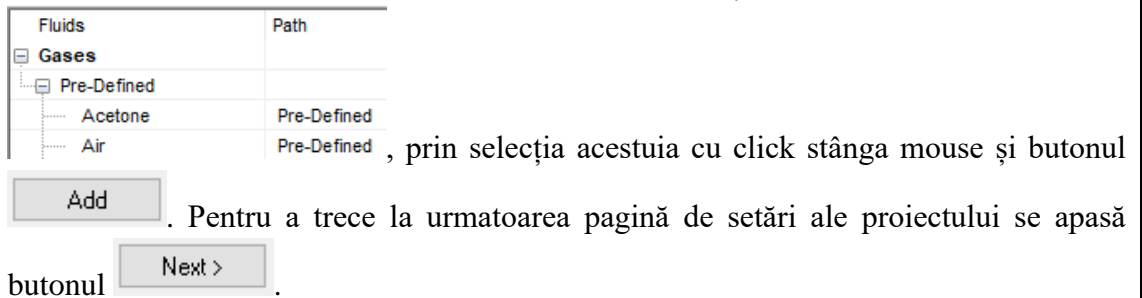
Pentru a trece la următoarea pagină de setări ale proiectului se efectuează click stânga

mouse pe butonul **Next >**.

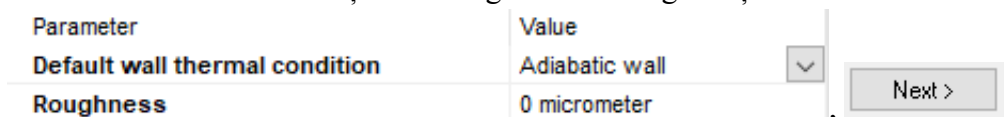
4. Din această casetă de dialog se alege tipul de simulare cu fluide care se va efectua în cadrul proiectului. În cazul de față se va alege tipul de simulare externă, după cum se poate observa în imaginea alăturată.



5. Un aspect important în cadrul simulării este constituit de alegerea fluidului de simulare. În acest proiect se va alege ca și fluid predefinit **Aerul**,



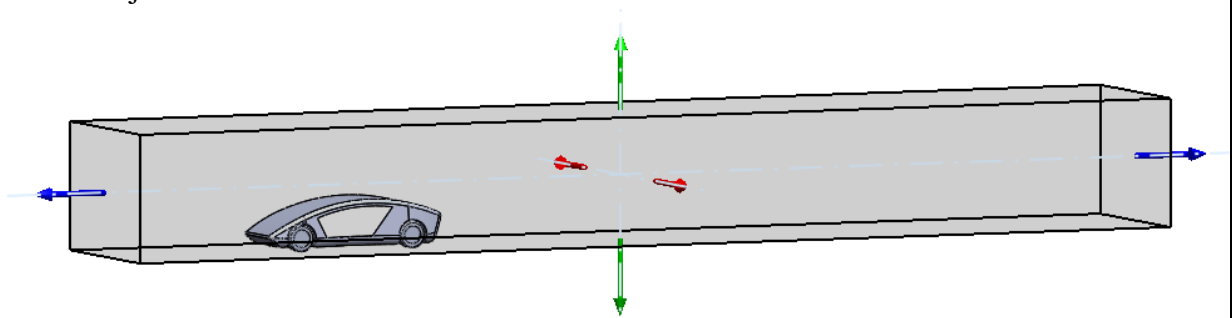
6. În această casetă de dialog se pot face setări destinate simulării cu fluide în condiții de transfer termic și alegerea rugozității acelei suprafețe.



7. În această secțiune se aplică o viteză a aerului de 33,34 m/s pe axa OZ, după cum se poate observa în imaginea alăturată. Semnul “minus” din fața valorii numerice a vitezei indică faptul că viteza aerului este orientată pe axă în sens negativ.



8. Din **Feature Manager** efectuând click dreapta mouse se aleg parametri dimensionali ai domeniului de calcul în care se va desfășura simularea exterioară de curgere a aerului în jurul caroseriei de autovehicul.



Parametri domeniului de calcul ales sunt prezentați în imaginea de mai jos.

9. Pentru determinarea valorii numerice a forței aerodinamice de ridicare din Feature Manager, efectuând click dreapta pe **Goals** și introducând un nou obiectiv global.

, din lista afișată bifându-se forța pe axa OY.

Force (Y)

În câmpul de scriere se va trece numele acestei forțe “Lift Force”

Name Template
Lift Force

Alegerea acestei comenzi de lucru se poate realiza și din bara de instrumente de la butonul **Goals**. ✓

10. Forța aerodinamică se determină tot efectuând click dreapta pe **Goals** și introducând un nou obiectiv global, alegându-se Forța pe axa OX, această forță numindu-se “Drag Force”.

Force (X)

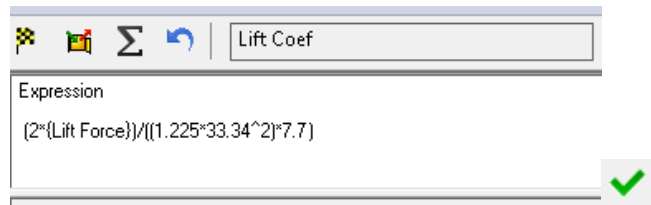
Name Template
Drag Force



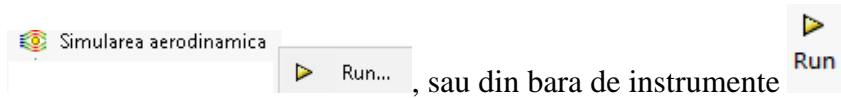
11. Introducerea formulei de determinare a valorii coeficientului aerodinamic se face din Goals Goals , alegându-se Insert Equation Goal... . Expresia formulei este scrisă în câmpul alocat scrierii de la tastatură, iar mărimea este numită “**Drag Coef**” după cum se poate vedea în imaginea de mai jos.

Mărimile scrise în formulă reprezintă: {Drag Force} – Forța aerodinamică [N], 1.225 – densitatea aerului la 15°C – [kg/m³], 33.34 – viteza aerului [m/s], 2.1 – aria transversală maximă [m²]. ✓

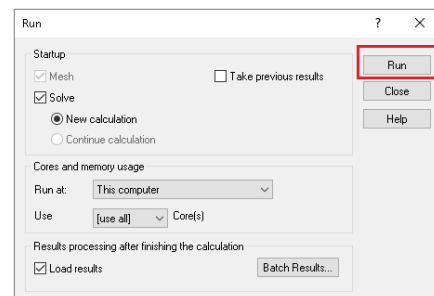
12. Pentru introducerea formulei de determinare a coeficientului de ridicare se procedează în mod analog operației precedente.



13. Pornirea procesului de calcul se realizează efectuând click dreapta pe numele proiectului de simulare aerodinamică din **Feature Manager**



14. În caseta de dialog deschisă se poate alege numărul de procesoare utilizate la calculul simulării sau calculatorul pe care se poate efectua simularea.



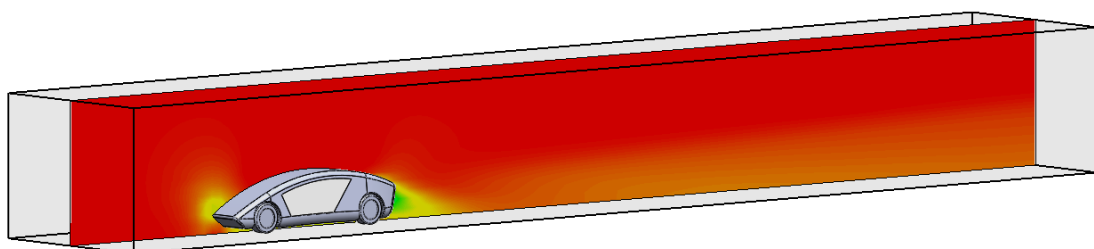
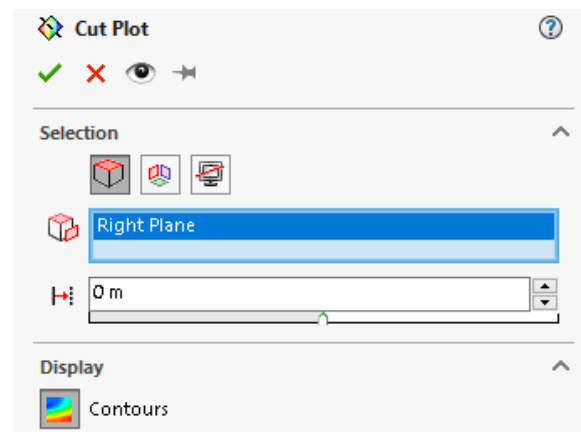
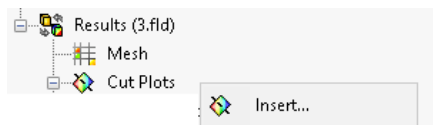
15. După finalizarea calculului în caseta de dialog sunt afișate rezultatele obținute pentru fiecare parametru cerut, vizualizându-se valoarea curentă și valoarea medie a rezultatelor.

Solver: Simularea aerodinamica [Default] (caroserie SPC.SLDPRT) - [List of Goals]

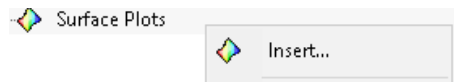
Name	Current Value	Progress	Criterion	Averaged Value
Drag Coef	-0.266371	Achieved (IT = 62)	0.0107305	-0.267699
Drag Force	-380.84 N	Achieved (IT = 62)	15.3418 N	-382.74 N
Lift Coef	0.112005	Achieved (IT = 65)	0.00169301	0.111948
Lift Force	587.17 N	Achieved (IT = 65)	8.87538 N	586.872 N

Ready Solver is finished.

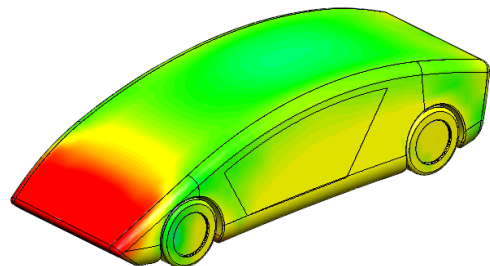
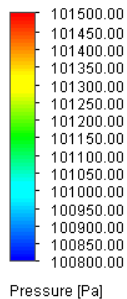
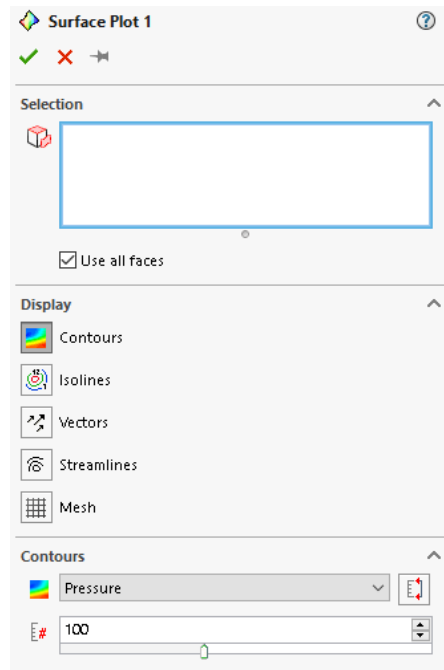
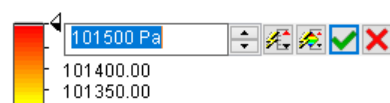
16. Vizualizarea grafică a rezultatelor obținute pe un plan se realizează efectuând click dreapta pe **Cut Plots** din **Design Tree**, **Flow Simulation Analysis**, de unde se inserează planul dorit de vizualizare conform cu imaginea alăturată.






17. Pentru a realiza distribuția presiunii pe suprafața modelului se alege și se înserează surface plot din **Design Tree, Flow Simulation Analysis**. Pentru a vizualiza distribuția presiunii aerului pe toate suprafețele modelului se va bifa opțiunea **“Use all faces”**

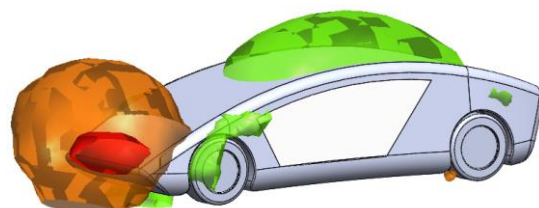
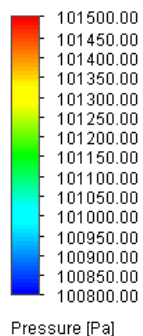
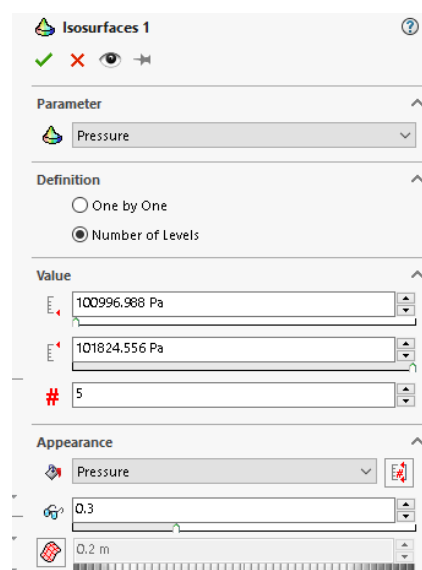



Pentru crearea unui interval de reprezentare numerică pentru reprezentarea modelului cromatic efectuând click stânga pe valoarea superioară numerică din legendă aceasta devine editabilă, la fel și valoarea inferioară. Modelul și legenda aferentă reprezentării distribuției presiunii este prezentată în imaginile alăturate.

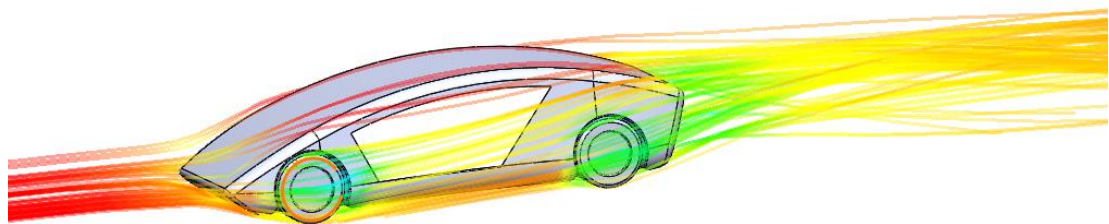
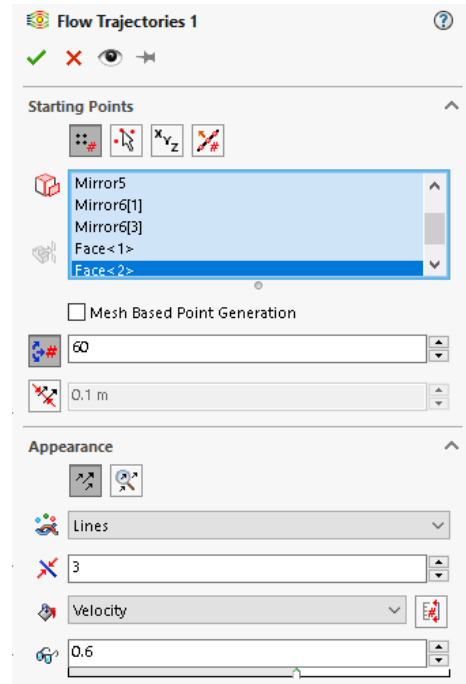
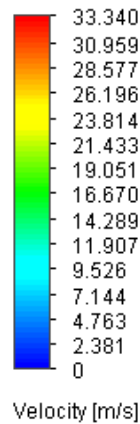
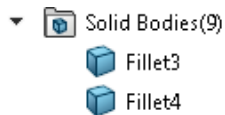



18. Reprezentarea distribuției presiunii delimitată de suprafețe se poate realiza efectuând

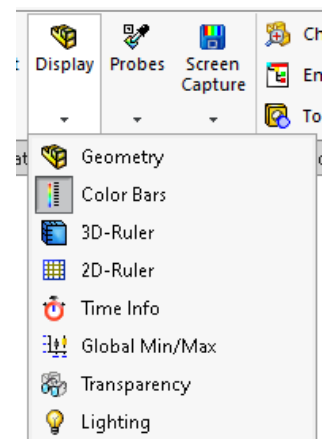
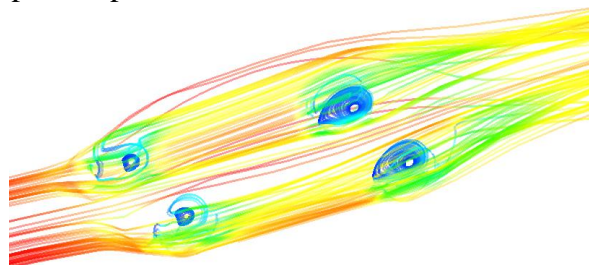
click dreapta pe  Isosurfaces  Isosurfaces 1  din **Design Tree, Flow Simulation Analysis**. Această reprezentare se poate realiza după numărul de nivele cromatice, în cazul de față sunt alese un număr de 5 nivele de reprezentare cromatică.


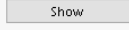


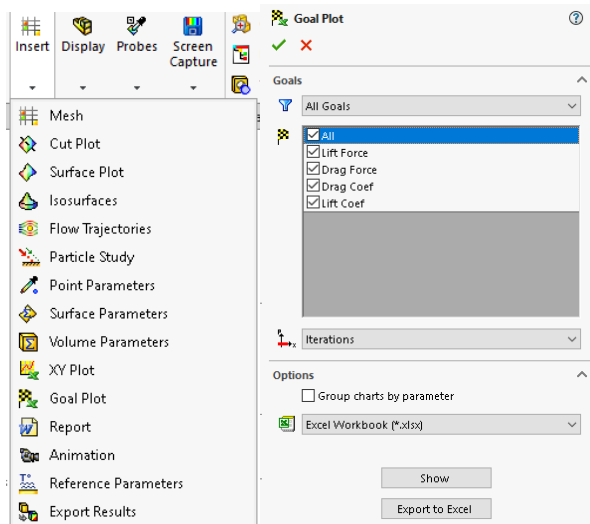
19. Vizualizarea grafică a rezultatelor obținute în modul de linii de curgere a aerului se poate realiza efectuând click dreapta pe  Flow Trajectories din **Design Tree**, **Flow Simulation Analysis**. În cazul de față este prezentată reprezentarea distribuției vitezei aerului de 33.34 m/s în jurul modelului de caroserie. Selectarea componentelor solide a modelului se poate face din arborele de lucru prin selecția cu mouse-ul.



20. Pentru a vizualiza modelul și rezultatele obținute în diferite moduri din bara de instrumente aferentă modului **Flow Simulation** se poate ascunde modelul, rămânând vizibile doar liniile de curgere, după cum se poate vedea în poza de mai jos. Desemna modelul poate fi reprezentat la un nivel de transparență ales de operator prin utilizarea comenzii  Transparency.



21. Vizualizarea numerică a rezultatelor se poate vizualiza efectuând click dreapta pe  Goal Plots, după care se bifează toate mărimile pentru vizualizare și se efectuează click pe butonul . După efectuarea acestei operații rezultă o casetă de dialog care arată numele mărimilor calculate, unitatea de măsură a acestora, la care este nevoie, valorile minime și maxime, valoarea medie, etc.



Goal Name	Unit	Value	Averaged Value	Minimum Value	Maximum Value	Progress [%]	Use In Convergence	Delta	Criteria
Lift Force	[N]	587.170	586.872	585.016	591.749	100	Yes	6.734	8.875
Drag Force	[N]	-380.840	-382.740	-390.471	-380.499	100	Yes	9.972	15.342
Drag Coef	[]	-0.2663707	-0.2676993	-0.2731066	-0.2661317	100	Yes	0.0069749	0.0107305
Lift Coef	[]	0.1120045	0.1119478	0.1115936	0.1128781	100	Yes	0.0012845	0.0016930