



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**



**Υπεραυτοκίνητο “Prjct-X” – Σχεδιασμός & 3Δ**  
**Υλοποίηση**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΤΟΥ**

**Σάββα Κουντούρη**

**Επιβλέπων: Μπιλάλης Νικόλαος**

**Καθηγητής Π.Κ.**

**Χανιά, Σεπτέμβριος 2012**

.....

Σάββας Κουντούρης

Διπλωματούχος Μηχανικός  
Παραγωγής & Διοίκησης

Copyright © Σάββας Κουντούρης, 2012

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη φύση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό, πρέπει να απευθύνονται προς το συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο, εκφράζουν τον συγγραφέα, και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πολυτεχνείου Κρήτης.

## Περιεχόμενα

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>6</b>
1.1 Γενικά.....	6
1.2 Σκοπός της Διπλωματικής.....	7
1.3 Ιστορία του Αυτοκινήτου.....	8
<b>2. ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ ΠΙΣΤΑΣ.....</b>	<b>11</b>
2.1 Γενικά.....	11
2.2 Caterham 7 Superlight R500.....	13
2.3 Radical SR8.....	14
2.4 Ariel Atom V8.....	15
2.5 Caparo T1.....	17
2.6 Το απόλυτο αυτοκίνητο πίστας – Formula 1.....	18
<b>3. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ 3Δ-ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ.....</b>	<b>20</b>
3.1 Τι Είναι ο Βιομηχανικός Σχεδιασμός;.....	20
3.2 Σχεδιασμός Προϊόντων.....	22
3.3 Βασικές Απαιτήσεις.....	22
3.4 Απαιτήσεις για Βιομηχανικά Προϊόντα.....	24
3.5 3Δ-Μοντελοποίηση.....	25
3.6 Παράθεση Διαδικασιών 3Δ-Μοντελοποίησης .....	25
<b>4. ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ</b> <b>Autodesk ALIAS Automotive 2012.....</b>	<b>27</b>
4.1 Γενικά.....	27
4.2 Δυνατότητες.....	28
4.2.1 Σχεδιασμός Πρωτοτύπου & Μοντελοποίηση Προϊόντων (Concept Design & Product Modeling).....	28
4.2.2 Μοντελοποίηση επιφανειών & Επιφάνειες υψηλής ποιότητας (Surface Modeling & Class-A Surfacing).....	31
4.2.3 Αλληλεπίδραση Σχεδίου (Design Communication).....	37
4.2.4 Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του ALIAS: Καμπύλες & επιφάνειες NURBS (NURBS Curves & Surfaces).....	41
4.3 Περιβάλλον εργασίας.....	42
4.4 Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν.....	44
4.4.1 Building with Primitives.....	44
4.4.2 CV Sculpting.....	44
4.4.3 CV Curve.....	45
4.4.4 Skin.....	48
4.4.5 Extrude.....	49
4.4.6 Revolve.....	50
4.4.7 Square.....	51
4.4.8 Intersect.....	52
4.4.9 Trim.....	53
4.4.10 Project.....	54
4.4.11 Round.....	56
4.4.12 Mono-Rail.....	57
4.4.13 Bi-Rail.....	59

4.4.14 Align.....	61
4.4.15 Surface Fillet.....	62
4.4.16 Symmetric Fillet.....	63
4.4.17 Freeform Blend.....	64
4.4.18 Profile Blend.....	65
<b>5. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ Prjct-X.....</b>	<b>67</b>
5.1 Μέρη του Prjct-X.....	69
5.1.1 Main Body.....	69
5.1.2 Front Wheel Fenders.....	70
5.1.3 Shark Gills.....	71
5.1.4 Front Flaps.....	71
5.1.5 Side Flaps.....	72
5.1.6 Outer Front Wheel Caps.....	72
5.1.7 Inner Front Wheel Caps.....	73
5.1.8 Rims.....	73
5.1.9 Tyres.....	74
5.1.10 Upper Front Scissors.....	74
5.1.11 Lower Front Scissors.....	75
5.1.12 Front Wing.....	75
5.1.13 Rear Wing.....	76
5.1.14 Rear Diffuser.....	76
5.1.15 Rear Diffuser Flaps.....	77
5.1.16 Modulatory Helicon.....	77
5.1.17 Exhaust Pipe.....	78
5.1.18 Headlights.....	78
5.1.19 Headlights' Glass.....	79
5.1.20 Seat.....	79
5.1.21 Seatbelt.....	80
5.1.22 Steering Wheel.....	80
5.1.23 Feet Protection.....	81
5.1.24 Cabin.....	81
5.1.25 Windscreen.....	82
5.2 Συναρμολόγηση μοντέλου.....	82
5.3 Παράδειγμα διαδικασίας κατασκευής : Modulatory Helicon.....	94
<b>6. ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΜΟΣ – ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ (RENDERING).....</b>	<b>101</b>
6.1 Ρεαλισμός.....	101
6.2 Απεικόνιση Υφής – Υλικά.....	102
6.3 Φωτισμός.....	107
6.4 Οπτική Αναπαράσταση (Rendering).....	111
6.5 Μερικές φωτογραφίες του Prjct-X.....	118
<b>7. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ.....</b>	<b>123</b>
7.1 Αεροδυναμική.....	123
7.1.1 Γενικά.....	123
7.1.2 Εμπρός Πτέρυγα.....	124
7.1.3 Πίσω Πτέρυγα.....	125
7.1.4 Κυρίως Κορμός.....	126



7.1.5 Φτερά Εμπρός Τροχών.....	127
7.1.6 Εμπρός Αεροδυναμικά Πτερύγια.....	128
7.1.7 Πλαϊνά Ρυθμιστικά Πτερύγια.....	129
7.1.8 Εμπρός Ψαλίδια.....	129
7.1.9 Διαχύτης.....	130
7.1.10 Εξατμίσεις.....	131
7.1.11 Ασπίδες Πλασίου.....	132
7.2 Απαγωγή Θερμότητας.....	133
7.2.1 Γενικά.....	133
7.2.2 Πλευρικές Εισαγωγές.....	133
7.2.3 Αεραγωγοί.....	134
7.2.4 Ασπίδες Πλασίου.....	135
7.3 Υλικά Κατασκευής.....	136
7.3.1 Ανθρακόνημα.....	136
7.3.2 Τιτάνιο.....	137
7.3.3 Μαγνήσιο.....	138
7.3.4 Plexiglas.....	138
7.3.5 Ελαστικά.....	139
7.4 Κινητήρας.....	140
7.5 “Αυτοκίνητο Ανεμιστήρας” (“Fan Car”).....	141
<b>8. ΣΥΓΚΡΙΣΗ Prjct-X ME FORMULA 1.....</b>	<b>146</b>
8.1 Επιδόσεις.....	146
8.1.1 Γενικά.....	146
8.1.2 Γραμμική Επιτάχυνση.....	146
8.1.3 Γραμμική Επιβράδυνση.....	147
8.1.4 Πλευρική Επιτάχυνση.....	148
8.1.5 Τελική Ταχύτητα.....	149
8.2 Αεροδυναμική.....	150
8.3 Από τη Θεωρία στην Πράξη.....	151
8.3.1 Suzuka.....	152
8.3.2 Monza.....	153
8.3.3 Nurburgring.....	154
<b>9. ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....</b>	<b>155</b>
<b>10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>156</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Γενικά

Ο 19<sup>ος</sup> αιώνας σημάδεψε ιδιαίτερα την ιστορική πορεία της ανθρωπότητας, γιατί μέσα στο χρονικό του πλαίσιο, συντελέστηκε η λεγόμενη **Βιομηχανική Επανάσταση**.

Με τον όρο βιομηχανική επανάσταση εννοούμε τη βαθμιαία και συνεχώς επιταχυνόμενη χρησιμοποίηση της μηχανής, ως μέσου παραγωγής αγαθών.

Η πρώτη φάση της βιομηχανικής επανάστασης (1750-1870), χαρακτηρίζεται ως η εποχή του άνθρακα και του σιδήρου και σημαδεύεται από τη χρήση του σιδηροδρόμου και του ατμόπλοιου στις μεταφορές. Οι καμινάδες των εργοστασίων γίνονται το έμβλημα αυτής της νέας εποχής. Στις τελευταίες δεκαετίες του 19<sup>ου</sup> αιώνα, η βιομηχανική επανάσταση παίρνει νέα μορφή (1870 και μετά).

Αυτό οφείλεται στο συνδυασμό δύο στοιχείων:

- Στη χρησιμοποίηση νέων πηγών ενέργειας (ηλεκτρική ενέργεια και πετρέλαιο) και
- στην εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης στη βιομηχανία.

Με την πρόοδο της τεχνολογίας και τη χρήση νέων υλικών, καθώς επίσης και με την ευκολία που αυτά επιτυγχάνονταν, οι μεταφορές, από μαζικό – δημόσιο χαρακτήρα, απέκτησαν πιο ιδιωτικό. Ο άνθρωπος παράλληλα με το σιδηρόδρομο και το ατμόπλοιο, προχώρησε στη δημιουργία του αυτοκινήτου, είτε για επαγγελματική, είτε για προσωπική χρήση.

Η μεγάλη σημασία της βιομηχανίας κατέστη προφανής, από τη στιγμή που η εκβιομηχάνιση έγινε διεθνώς ο πρωτεύων σκοπός της Οικονομικής Πολιτικής και αναγνωρίστηκε ότι συμβάλλει ουσιαστικά στην οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας.

Δημιουργείται μια κοινωνία, όπου κυριαρχεί η βιομηχανία ή ακόμα και το όραμα της εκβιομηχάνισης, μια κοινωνία που αναπτύχθηκε ή προσπάθησε να αναπτυχθεί πάνω σε κάποιο βιομηχανικό μοντέλο.

Από τη φύση του ο άνθρωπος ήταν πάντα ανταγωνιστικός. Μέσα στα πλαίσια της ανάπτυξης της τεχνολογίας και σε συνδυασμό με τη φύση τους, οι άνθρωποι στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα, που ήταν η περίοδος της ακμής των αυτοκινήτων, είχαν ανάγκη για “περισσότερο”. Μάλιστα, η ανάγκη αυτή για περισσότερο, είχε σαν αφορμή και κάποιες ιδιαίτερες καταστάσεις. Συγκεκριμένα, κατά την περίοδο της Ποταπαγόρευσης στην Αμερική (1920-1933), όπου κατά κύριο λόγο όλα τα αυτοκίνητα ήταν ισάξια, κάποιοι “λαθρέμποροι” αλκοόλ είχαν βελτιώσει μηχανικά τα αυτοκίνητά τους για να έχουν πλεονέκτημα σε σχέση με αυτά των αστυνομικών, στην προσπάθειά τους να τους ξεφύγουν!

Σε εκείνη την εποχή, και πάνω στα συγκεκριμένα συμβάντα, έχει τις ρίζες του ο μηχανοκίνητος αθλητισμός και η ανάγκη για ταχύτητα. Αργότερα, οργανωμένοι μηχανικοί με ικανούς οδηγούς έπαιρναν μέρος σε διοργανώσεις αγώνων αυτοκινήτων, πιέζοντας τις δυνατότητες των μηχανικών και μηχανολογικών χαρακτηριστικών των αυτοκινήτων για την κατάκτηση της πρώτης θέσης.

Οι αγώνες αυτοί, που στην αρχή είχαν καθαρά ερασιτεχνικό χαρακτήρα, εξελίχθηκαν σε επαγγελματικούς αγώνες και οι διοργανώσεις της Formula 1 έκαναν την πρώτη τους εμφάνιση στις αρχές της δεκαετίας του 1950. Σήμερα τα μονοθέσια της Formula 1 αποτελούν πρότυπα μηχανικής και είναι τα απόλυτα αυτοκίνητα υπό το πρίσμα της ταχύτητας με τη γενική της έννοια.

## **1.2 Σκοπός της Διπλωματικής**

Με την πάροδο των χρόνων, στις διοργανώσεις της Formula 1, παρατηρήθηκαν αναρίθμητα ατυχήματα, καθώς οι ταχύτητες που ανέπτυσαν τα μονοθέσια ήταν ακραίες, ακόμα και από το ξεκίνημα του αθλήματος. Με αφορμή τα ατυχήματα, και με τη εξελικτική πορεία που ακολούθησαν τα αυτοκίνητα της Formula 1, επιβλήθηκαν διάφοροι τεχνικοί κανονισμοί που περιόριζαν τις επιδόσεις των αυτοκινήτων.

Εκτός των άλλων, λόγω του θεάματος που προσέφεραν οι αγώνες της Formula 1, εξελίχθηκε στο πιο εμπορικό και “ακριβό”-με την ευρεία έννοια της λέξης- άθλημα, ακόμα και σε σύγκριση με το ποδόσφαιρο. Στο βωμό του θεάματος λοιπόν, η επιτροπή αγώνων επέβαλε επιπλέον κανονισμούς, οι οποίοι σε μία προσπάθεια να προσφέρουν θέαμα, περιόριζαν κι άλλο τις επιδόσεις. Παρά τους περιορισμούς, οι μηχανικοί των ομάδων έβρισκαν πάντα τρόπο να βελτιστοποιούν τις επιδόσεις.

Η παρούσα διπλωματική έχει ως σκοπό τη μελέτη και το σχεδιασμό ενός αυτοκινήτου, του Prjct-X, το οποίο θα συνδυάζει όλα τα τεχνολογικά επιτεύγματα και την τεχνογνωσία του μηχανοκίνητου αθλητισμού, εξαλείφοντας κανονισμούς και περιορισμούς, με μοναδικό σκοπό τη διαμόρφωση των χαρακτηριστικών του, ώστε να αποτελεί το αυτοκίνητο των απόλυτων επιδόσεων.

Βασίζεται στο πρότυπο του μονοθέσιου της Formula 1, απλά δεν περιορίζει κανένα τομέα του, όπως γίνεται στη Formula 1, και περιλαμβάνει κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά, καινοτομίες και gadgets που το καθιστούν κατά πολύ ανώτερο από το πρότυπό του ως προς τις επιδόσεις.

Η προσέγγιση είναι καθαρά σχεδιαστική, χρησιμοποιώντας εργαλεία Βιομηχανικού Σχεδιασμού και συγκεκριμένα το πρόγραμμα 3D-Μοντελοποίησης Autodesk ALIAS Automotive 2012, ενώ η παρουσίαση των χαρακτηριστικών του μοντέλου βασίζεται σε εμπειρικές γνώσεις και ήδη υπάρχουσες τεχνολογίες. Τέλος, οι επιδόσεις που παρουσιάζονται, προκύπτουν βάσει υπολογισμών και αντιδιαστολής με πραγματικές καταγεγραμμένες από παρεμφερή οχήματα.

### **1.3 Ιστορία του Αυτοκινήτου**

Αυτοκίνητο ονομάζεται κάθε τροχοφόρο, επιβατικό όχημα με ενσωματωμένο κινητήρα. Σύμφωνα με τους συνηθέστερους ορισμούς, τα αυτοκίνητα σχεδιάζονται ώστε να κινούνται (ως επί το πλείστον) στους αυτοκινητόδρομους, να έχουν καθίσματα για ένα έως έξι άτομα, έχουν συνήθως τέσσερις τροχούς και κατασκευάζονται κυρίως για τη μεταφορά ανθρώπων. Ωστόσο, ο όρος αυτοκίνητο καλύπτει και άλλα οχήματα (φορτηγά, λεωφορεία κλπ).

Την αρχή έκανε στη Γαλλία, το 1769, ο Nicolas Joseph Cougnot, δημιουργώντας το πρώτο ατμοκίνητο όχημα, ένα ατμοκινούμενο αμάξι, το Fardier. Το ασταθές αυτό όχημα ανετράπη και χτύπησε σε έναν τοίχο, αποτελώντας έτσι και το πρώτο ατύχημα με αυτοκινούμενο όχημα στην ιστορία. Το 1770, ο Γερμανο-Αυστριακός εφευρέτης Siengfried Marcus συναρμολόγησε ένα μηχανοκίνητο αμαξίδιο. Το όχημα του Marcus έχει ήδη ξεπεράσει το μηχανικό κινητήρα του Cougnot σε μηχανική ενέργεια. 92 χρόνια αργότερα, Etienne Lenoir έφτιαξε το πρώτο αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης και ένα χρόνο αργότερα ο Lenoir πραγματοποίησε το πρώτο ταξίδι με αυτοκίνητο στον κόσμο, καλύπτοντας κυκλική διαδρομή 19,3 χιλιομέτρων, με μέση ταχύτητα 6,4 km/h, και ισχύ μόλις 0,5 ίππους (η ιπποδύναμη είναι η δύναμη που χρησιμοποιεί ένα άλογο για να σηκώσει ένα βάρος 75 κιλών σε ύψος ενός μέτρου).

Το αυτοκίνητο, με κινητήρα του Nikolaus Otto εσωτερικής καύσης, με καύσιμο τη βενζίνη, παράχθηκε στη Γερμανία το 1885 από τον Karl Benz. Ο Benz κατέθεσε τα σχέδια αυτού του αυτοκινήτου στο Mannheim της Γερμανίας. Παρότι στον Benz αποδόθηκε η εφεύρεση του αυτοκινήτου (κακώς αφού το είχε εφεύρει ο Lenoir), αρκετοί άλλοι Γερμανοί, Γάλλοι και άλλων εθνικοτήτων μηχανικοί, προσπαθούσαν να κατασκευάσουν παρόμοια οχήματα την ίδια εποχή. Αργότερα, τα αυτοκίνητα εξελίχθηκαν και πλέον μπορούσαν να καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις σε λιγότερο χρόνο.

Στις ΗΠΑ, στα χρόνια μέχρι την αρχή του Α' Παγκοσμίου Πολέμου, τέθηκαν οι βάσεις για τη μαζική διάδοση του αυτοκινήτου που επακολούθησε κατά την εποχή του μεσοπολέμου. Στη αλλαγή προς τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, από τα οχήματα που κυκλοφορούσαν στην Αμερική, ακόμα περίπου το 40% ήταν ατμοκίνητα,

το 38% ηλεκτροκίνητα και μόνο το 22% βενζινοκίνητα. Διάφοροι μηχανικοί κατασκεύαζαν αυτοκίνητα δικής τους επινοήσεως, χρησιμοποιώντας κινητήρες και άλλα εξαρτήματα από λίγες μεγάλες εταιρίες. Αμέσως μετά το 1900, υπήρχαν στις ΗΠΑ αρκετές εκατοντάδες συναρμολογητές, οι οποίοι υλοποιούσαν μια εντυπωσιακή ποικιλία ιδεών. Έτσι δημιουργήθηκαν σύντομα κέντρα αυτοκινητοβιομηχανίας, όχι στις μεγάλες πόλεις της Ανατολής, αλλά στις εκτεταμένες αγροτικές περιοχές των πολιτειών Michigan και Illinois.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες, έλαμψε το άστρο του Henry Ford (1863-1947), ο οποίος στα μέσα της δεκαετίας του 1890 ήταν ένας από τους πολλούς κατασκευαστές αυτοκινήτων. Το 1906, άρχισε το εργοστάσιο του Ford να παράγει λίγα μοντέλα σε μεγάλους αριθμούς. Η μεγάλη επιτυχία του οφείλεται στην τυποποίηση των εξαρτημάτων που καθιέρωσε, με αποτέλεσμα να μειωθεί σημαντικά το κόστος παραγωγής.

Ο Louis Chevrolet το 1907 στη Βόρεια Αμερική, ήρθε αντιμέτωπος με τον “πατέρα” της General Motors W.C. Durant. Η μοιραία αυτή συνάντηση τελικά οδήγησε στη σύσταση της Chevrolet Motor Company το 1911, όπου παρά την ελλιπή επίσημη εκπαίδευσή του, ο Chevrolet σχεδίασε και κατασκεύασε την πρώτη έκδοση του αυτοκινήτου που ακόμη και σήμερα υπάρχει και φέρει το όνομά του. Η ανεξαρτησία του Chevrolet και η τελειομανία, ήταν που τον οδήγησαν να αφήσει τη νηπιακή εταιρία του και να ξεκινήσει ένα εγχείρημα που τον έφερε κοντά στους αγώνες αυτοκινήτων. Έτσι ίδρυσε την Frontenac Motor Corporation, που έφτιαχνε κεφαλές κυλίνδρων για τις μηχανές Ford. Η φαντασία του και η δεξιότητά του προώθησαν την αυτοκινητιστική ιστορία, τον αγωνιστικό κόσμο και τους οδηγούς γενικότερα. Προφανώς το όνομα και οι εφευρέσεις του δεν έχουν, και ούτε πρόκειται να ξεχαστούν. Ο Louis Chevrolet, που το σύνθημά του ήταν το “Never Give Up”, συμμετείχε για τελευταία φορά στους αγώνες Indy το 1926 ως επίσημος οδηγός αυτοκινήτου εκκίνησης. Πέθανε το 1992.

Το καταστατικό ίδρυσης της “Societa Anonima Fabbrica Italiana Torino” υπογράφηκε στις 11 Ιουλίου 1899 στο Palazzo Bricherasio. Το διοικητικό συμβούλιο περιελάμβανε τον Giovanni Agnelli, ο οποίος ξεχώρισε αμέσως χάρη στο μοναδικό δυναμισμό του.

Το πρώτο εργοστάσιο της FIAT άνοιξε το 1900 στο Corso Dante 35. Κάλυπτε επιφάνεια 12.000 τ.μ. και απασχολούσε 150 άτομα. Τον ίδιο χρόνο κατασκευάστηκαν τριάντα μοντέλα των 3,5 ίππων, τα οποία χωρούσαν πέντε άτομα, τα δύο αντικριστά στα άλλα τρία. Το ενδιαφέρον είναι ότι τα οχήματα αυτά δεν είχαν ακόμη όπισθεν.

Εννέα αυτοκίνητα της FIAT συμμετέχουν στον 1<sup>ο</sup> αυτοκινητιστικό Γύρο της Ιταλίας και καταφέρνουν όλα να τερματίσουν. Το Corsa 24 ίππων, το πρώτο πραγματικά αγωνιστικό αυτοκίνητο της FIAT, παρουσιάστηκε το 1902. Με οδηγό τον Vincenzo Lancia, κέρδισε την ανάβαση Sassi-Superga. Στον 2<sup>ο</sup> αυτοκινητιστικό Γύρο της Ιταλίας, ο Giovanni Agnelli καταρρίπτει το ρεκόρ με ένα FIAT 8 ίππων.

Το 1906, ο αριθμός των εργαζόμενων της FIAT αυξήθηκε στους 2.500, ενώ τα 2/3 της παραγωγής προορίζονταν για εξαγωγές. Η FIAT κέρδισε ένα μερίδιο της αγοράς των Ηνωμένων Πολιτειών και ταυτόχρονα ανέλαβε τις

εγκαταστάσεις Ansaldo στην Ιταλία, στις οποίες κατασκευάζονταν αποκλειστικά τα ελαφριά 4-κύλινδρα οχήματα. Ο Vincenzo Lancia κέρδισε το Corrad'Orto του Μιλάνου και ο Mathis με το FIAT 40 ίππων κέρδισε το χρυσό τρόπαιο στο Κύπελλο Herkomer.

Ο Ιταλός Enzo Ferrari, μετά τη θητεία του στον ιταλικό στρατό, έγινε οδηγός δοκιμαστικών και αγωνιστικών αυτοκινήτων για τη Vespaki, έπειτα για την Alfa Romeo, κερδίζοντας δέκα αγώνες. Ο πατέρας του Francesco Baracca, ενός Ιταλού άσσου που σκοτώθηκε κατά τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο, επηρεασμένος από την απόδοση του Ferrari στους αγώνες του Savio το 1923 του προσέφερε το έμβλημα του γιου του με το καμαρωτό άλογο, σαν φόρο τιμής. Ο Ferrari ανταπέδωσε και το έμβλημα χρησιμοποιείται έως σήμερα. Από το 1929, το καμαρωτό άλογο, είχε γίνει το έμβλημα ενός νέου οργανισμού, του Scuderia Ferrari. Ξεκινώντας από αυτοκίνητα της Formula 2, ο Ferrari ασχολήθηκε με τη σχεδίαση και την κατασκευή αγωνιστικών, αλλά και συμβατικών υψηλών επιδόσεων. Το 1950 επικεντρώθηκε σε αυτοκίνητα της Formula 1 και το 1953-1954 τα αυτοκίνητά του κέρδισαν στο World Drivers' Championship. Μεταξύ του 1960 και 1965, οι Ferrari κέρδισαν όλα τα Le Mans, και μεταξύ του 1958 και 1964 κέρδισαν έξι από τους επτά αγώνες Sebring. Τα αυτοκίνητά του είναι μέχρι και σήμερα πρωτοπόρα σε επιδόσεις σε όλο τον κόσμο. Ο Enzo Ferrari πέθανε το 1994.

## 2. ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ ΠΙΣΤΑΣ (TRACK CARS)

### 2.1 Γενικά

Τα αυτοκίνητα πίστας είναι μια ειδική κατηγορία αυτοκινήτων, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για να προσφέρουν καθαρή οδηγική ευχαρίστηση. Ο σχεδιασμός τους έχει βασιστεί σε αγωνιστικές προδιαγραφές μέσα σε συνθήκες πίστας. Πολλά από αυτά όμως, επιτρέπεται να κυκλοφορούν και στο δρόμο νόμιμα, καθώς διαθέτουν όλες τις νόμιμες προδιαγραφές (πινακίδες κυκλοφορίας, φώτα σήμανσης κλπ). Τα βασικά χαρακτηριστικά των αυτοκινήτων πίστας είναι τα εξής:

- Πολύ χαμηλό βάρος
- Εξαιρετικά κρατήματα
- Πολύ καλή επιτάχυνση
- Πολύ καλό σύστημα πέδησης

Η αντιπροσωπευτική αριθμητική τιμή του “πόσο γρήγορο” είναι ένα αυτοκίνητο είναι η αναλογία κιλών ανά ίππο. Όσο μικρότερη, τόσο “γρηγορότερο”. Οπότε, για να βελτιωθεί αυτή η αναλογία, είτε μειώνουμε τον αριθμητή (αφαιρούμε βάρος), είτε αυξάνουμε τον παρανομαστή (ενισχύουμε την ιπποδύναμη). Για να βελτιστοποιηθεί αυτή η αναλογία, πρέπει να ληφθούν υπόψη αρκετοί παράγοντες και να βρεθεί η χρυσή τομή τους. Περιοριζόμαστε, όμως στις 2 βασικές συνιστώσες.

Οι σχεδιαστές και κατασκευαστές, στην προσπάθεια εξοικονόμησης βάρους έχουν παραλείψει αναρίθμητες “ανέσεις” που έχουμε συνηθίσει στα συμβατικά αυτοκίνητα. Μερικές από αυτές είναι: κλιματισμός, ηχοσύστημα, εσωτερική επένδυση, χώροι αποθήκευσης, ηλεκτρικές υποβοηθήσεις, ακόμα και πόρτες, παράθυρα, οροφή και παρμπρίζ! Τα αυτοκίνητα πίστας είναι συνήθως μονοθέσια ή διθέσια και τα υλικά κατασκευής τους συνδυάζουν χαμηλό βάρος και αυξημένη αντοχή. Με λίγα λόγια περιλαμβάνουν μόνο τα απολύτως απαραίτητα για την οδηγική απόλαυση.

Στον τομέα της ιπποδύναμης, χρησιμοποιούνται είτε ειδικά σχεδιασμένοι αγωνιστικοί κινητήρες, είτε οι συμβατικοί κινητήρες (κυρίως σπορ αυτοκινήτων), οι οποίοι έχουν υποστεί μετατροπές για την αύξηση της ιπποδύναμης.

Αρκετή έμφαση δίνεται στη γεωμετρία του αυτοκινήτου. Ο όρος γεωμετρία δεν έχει να κάνει με οπτικούς παράγοντες. Ο όρος αυτός, περιλαμβάνει όλα τα μηχανικά χαρακτηριστικά, ρυθμισμένα με τέτοιο τρόπο, που να επιτρέπουν στο αυτοκίνητο να είναι ευέλικτο μέσα στην πίστα. Δίνεται, ιδιαίτερη προσοχή στο σύστημα ανάρτησης, στο σύστημα διεύθυνσης, στο σύστημα μετάδοσης και στη βελτίωση της ακαμψίας του πλαισίου του αυτοκινήτου. Στόχος είναι η τοποθέτηση του κέντρου βάρους κατά το δυνατόν χαμηλότερα, η βελτιστοποίηση της συμπεριφοράς του αυτοκινήτου σε ανωμαλίες του εδάφους, η άμεση ανατροφοδότηση πληροφοριών από τους τροχούς στον οδηγό, και η ασφάλειά του. Έτσι επιτυγχάνεται η βελτίωση του αυτοκινητιστικού όρου των “κρατημάτων”.

Η αεροδυναμική, επίσης αποτελεί θεμέλιο στην ενίσχυση όλων των χαρακτηριστικών που αναφέρθηκαν προηγουμένως και προκύπτει μετά από εξειδικευμένη μελέτη σε αεροσήραγγες. Κύριο μέλημα της αεροδυναμικής είναι η ελαχιστοποίηση των αεροδυναμικών αντιστάσεων (drag), και η μεγιστοποίηση των κάθετων δυνάμεων (downforce).

Τέλος, το σύστημα πέδησης είναι το τελευταίο από τα βασικά “κλειδιά” για την επιτυχία των αυτοκινήτων πίστας. Είναι το χαρακτηριστικό που θα κερδίσει αυτό το ελάχιστο ποσοστό χρόνου, που όμως παίζει σημαντικότερο ρόλο στη διαμόρφωση των επιδόσεων του αυτοκινήτου σε συνθήκες αγωνιστικής οδήγησης. Για τα φρένα, οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν υλικά με σπουδαίες ιδιότητες όπως το ανθρακόνημα και τα κεραμικά υλικά, για την αποφυγή υπερθέρμανσης και τη βελτίωση της πέδησης.

Ακολουθούν μερικά παραδείγματα αυτοκινήτων πίστας.



## **2.2 Caterham 7 Superlight R500**



Το Caterham 7 είναι από τα αντιπροσωπευτικότερα αυτοκίνητα πίστας, γνωστό σε όλους τους φανατικούς του μηχανοκίνητου αθλητισμού, και συνοψίζει μισό αιώνα εξέλιξης των αυτοκινήτων της Caterham Cars, η οποία έχει έδρα στο Ηνωμένο Βασίλειο.

Ζυγίζει μόλις 470 κιλά και παίρνει ζωή από έναν κινητήρα 1998cc, ο οποίος παράγει 250 ίππους και 258Nm ροπής στρέψης στις 4.000rpm. Αρκετά αξιοπρεπείς τιμές, που του προσδίδουν αναλογία κιλών/ίππο κοντά στο 1,88. Η επιτάχυνσή του για 0-100km/h είναι 3,5 δευτερόλεπτα.

Το αυτοκίνητο είναι χειροποίητο και έχει σχεδιαστεί και εξελιχθεί στη Βρετανία. Το πλαίσιο του έχει “ντυθεί” με ανθρακόνημα και τα καθίσματά του είναι συνδυασμός ανθρακονήματος με Kevlar. Έχει ζάντες 13 ιντσών από τιτάνιο και ημι-αγωνιστικά ελαστικά (Semi-Slick). Τα φρένα του είναι αγωνιστικά και έχουν μελετηθεί και εξελιχθεί σε αγώνες στην πίστα του Nurburgring Nordschleife (γνωστή πίστα της Γερμανίας) και στην Αμερική. Οι αναρτήσεις του είναι πλήρως ρυθμιζόμενες στις απαιτήσεις του οδηγού, ανάλογα με τον τρόπο οδήγησης και τις συνθήκες της πίστας. Ο μόνος τομέας στον οποίο υστερεί σημαντικά είναι η αεροδυναμική, καθώς έχει παραμείνει το σχέδιο από τη δεκαετία του 1950.

Το Caterham 7 έχει κατασκευαστεί για έμπειρους οδηγούς καθώς παρουσιάζει απόλυτη συμπεριφορά, δεν συγχωρεί οδηγικά λάθη και απαιτεί χειρισμούς ακριβείας. Στα σωστά χέρια όμως, θέτει νέους ορίζοντες στον

τομέα των επιδόσεων, της ευελιξίας και της οδηγικής ευχαρίστησης που μπορεί να προσφέρει ένα αυτοκίνητο χαμηλού προϋπολογισμού. Επίσης, έχει τη δυνατότητα να κυκλοφορεί νόμιμα στο δρόμο.

### **2.3 Radical SR8**



Το Radical SR8, όσο και αν φαίνεται περίεργο, είναι αυτοκίνητο παραγωγής (κυκλοφορεί νόμιμα στο δρόμο), αλλά εκτός από αυτό κατέχει ένα από τα σημαντικότερα ρεκόρ των αυτοκινήτων παραγωγής: είναι το γρηγορότερο στη διάσημη πίστα 20 χιλιομέτρων του Nurburgring Nordschleife στην Γερμανία, με χρόνο 6:48.000 min (20 δευτερόλεπτα ταχύτερο από το 2<sup>ο</sup> αυτοκίνητο).

Το πλαίσιο του είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο με κυψελοειδή μορφή. Ο κορμός του αποτελείται από 6 κομμάτια, όλα κατασκευασμένα από υαλοίνες (Fiberglass). Το μπροστά και το πίσω τμήμα του έχουν μηχανισμό εύκολης αφαίρεσης (quick-release) για να μπορεί να υπάρχει άμεση πρόσβαση για γρήγορες επισκευές. Στο πίσω μέρος φιλοξενεί μια πτέρυγα με σχεδιασμό από δι-πλάνο (έχει 2 οριζόντια τμήματα) και σε συνδυασμό με τον αεροδυναμικό σχεδιασμό του, προσφέρει σταθερότητα σε υψηλές ταχύτητες.

Το Radical έχει ζάντες 15 και 16 ιντσών στους μπροστά και πίσω τροχούς αντίστοιχα. Οι αναρτήσεις του είναι πλήρως ρυθμιζόμενες και κατασκευασμένες από αλουμίνιο. Έχει αγωνιστικά φρένα από κεραμικά υλικά και κατά το φρενάρισμά του, σε συνδυασμό με την αεροδυναμική

υποβοήθηση από την πτέρυγα, παράγει δυνάμεις της τάξης των 2G. Οι πλευρικές δυνάμεις που μπορεί να επιτύχει στις στροφές φθάνουν τα 2,5G.

Ο κινητήρας του είναι ένας 2.8 λίτρων με οκτώ κυλίνδρους σε διάταξη V (V8), ο οποίος παράγει 430 ίππους και φθάνει μέχρι τις 10.500rpm. Και αν αναλογιστεί κανείς ότι το αυτοκίνητο ζυγίζει μόνο 680 κιλά, προκύπτει η αρκετά καλή αναλογία κιλών/ίππο της τάξης του 1,58. Αυτά τα χαρακτηριστικά, σε συνδυασμό με τα μαλακά αγωνιστικά του ελαστικά, του προσφέρουν επιτάχυνση 0-100km/h σε μόλις 2,7 δευτερόλεπτα και τελική ταχύτητα που ξεπερνάει τα 280km/h.

#### **2.4 Ariel Atom V8**



Το Ariel Atom είναι ένα νέο αυτοκίνητο πίστας, το οποίο προέκυψε από την εργασία ενός φοιτητή πανεπιστημίου της Αμερικής, και έπειτα από 2ετή εξέλιξη. Έχουν παραχθεί μόλις 25 αυτοκίνητα του μοντέλου V8. Έχει και αυτό νόμιμη κυκλοφορία για το δρόμο.

Το Atom V8 χρησιμοποιεί έναν 3.0 λίτρων, 32 βαλβίδων V8 Hartley κινητήρα, ο οποίος αναπτύχθηκε αρχικά από δύο κινητήρες μοτοσυκλετών της Suzuki ενωμένες μαζί αλλά με πολλή ανάπτυξη από τότε.

Είναι διαθέσιμο με επιλογή δύο κινητήρων: έναν σχετικά "υπάκουο" 475 ίππων που θα προορίζεται για χρήση δρόμου και έναν ακόμη 500 ίππων με πιο επιθετικό χαρακτήρα, κυρίως για αγωνιστική χρήση. Η έκδοση των 475 ίππων θα έχει τελική ταχύτητα 275km/h , ενώ η αγωνιστική έκδοση θα μπορεί να φτάσει τα 320km/h, και επιτάχυνση 0-100km/h σε 2,3 δευτερόλεπτα. Το όριο στροφών του V8 είναι στις 10.500 στροφές/λεπτό για το μοντέλο δρόμου και 10.600 στροφές/λεπτό για το αγωνιστικό μοντέλο, και τα δύο θα χρησιμοποιούν το ίδιο εξατάχυτο σειριακό κιβώτιο ταχυτήτων. Ικανό για άμεσες αλλαγές (flat-shifting), το κιβώτιο θα έχει επίσης ηλεκτρο-πνευματικά χειριστήρια (paddles) έτσι ώστε να εξομαλύνει τις αλλαγές ταχυτήτων, έτσι ώστε να γίνονται περισσότερο ανεκτές για οδική χρήση. Το βάρος του προσεγγίζει τα 550 κιλά, δίνοντάς του αναλογία κιλών/ίππο της τάξης του 1,1.

Ο Tom Siebert από την Ariel, ο οποίος έχει υλοποιήσει μεγάλο μέρος της οδηγικής ανάπτυξης του Atom V8 λέει ότι το αυτοκίνητο μπορεί να συμπεριφερθεί πολύ καλά στο δρόμο ακόμη και σε μπουτιλιάρισμα! Το Atom V8 αναγνωρίζεται εύκολα από το χρυσό πλαίσιο και τροχούς, από ένα νέο κάλυμμα κινητήρα από ανθρακόνημα και δύο πλευρικά προστατευτικά καλύμματα που θα καλύπτουν το ψυγείο λαδιού και τον αεροσυμπιεστή φτιαγμένο από το τυπικό σωληνωτό πλαίσιο της Ariel με επιπλέον ενισχύσεις γύρω από τον κινητήρα. Κάθε αυτοκίνητο θα έχει μία πλήρη σειρά αεροδυναμικών πτερύγων της Ariel από ανθρακόνημα, προαιρετικά για τα μικρότερα μοντέλα.

Η ανάρτηση με διπλά ψαλίδια του V8, είναι σχετική σε γεωμετρία με τα υπάρχοντα μοντέλα αλλά τα "μπράτσα" της ανάρτησης είναι κατασκευασμένα από σωλήνες χρωμίου - μολυβδαινίου. Τα αμορτισέρ είναι ειδικά, ολλανδικής κατασκευής, πλήρως ρυθμιζόμενα με αποσπώμενα δοχεία και ήδη δοκιμάζεται ένα νέο σύστημα γρήγορης αλλαγής το οποίο επιτρέπει στον ιδιοκτήτη να αλλάζει τις ρυθμίσεις. Τα φρένα είναι με διπλές δαγκάνες, μπροστά και πίσω με διάφορες αυλακώσεις και επιπλέον βελτιώσεις, έτσι ώστε να παρέχει καλύτερη αρχική πίεση. Τα ελαστικά είναι συνθετικά, μαλακά, ημι-αγωνιστικά.



## **2.5 Caparo T1**



Το Caparo T1 είναι ένα κεντρο-μήχανο, διαθέσιο αυτοκίνητο πίστας, κατασκευασμένο από την Caparo Vehicle Technologies με έδρα τη Βρετανία. Είναι απόλυτα νόμιμης κυκλοφορίας στο δρόμο και ο σχεδιασμός του έχει εμπνευστεί από τη Formula 1.

Είναι κατασκευασμένο από ανθρακόνημα και έχει σχεδιαστεί με πολύ προσοχή στην αεροδυναμική. Έχει μια εμπρός πτέρυγα 2 τμημάτων, μια πίσω ενός, αεροδυναμικά ρυθμιστικά πτερύγια, διαχύτη στο πίσω μέρος, αεροδυναμικά βοηθήματα που του προσφέρουν 875 κιλά κάθετων δυνάμεων σε ταχύτητα 240km/h. Τα βοηθήματα αυτά πληρούν ταυτόχρονα προδιαγραφές δρόμου, αλλά και πίστας.

Το πλαίσιο του T1 είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο σε κυψελοειδές σχέδιο και είναι μονοκόμματο. Οι αναρτήσεις διπλών ψαλιδιών που διαθέτει είναι πλήρως ρυθμιζόμενες, και τα φρένα του είναι αγωνιστικών προδιαγραφών από κεραμικά υλικά. Έχει ζάντες αλουμινίου, 18 ιντσών για τους μπροστά τροχούς και 19 ιντσών για τους πίσω, ενώ τα ελαστικά είναι αγωνιστικά (Slick).

Ο κινητήρας του είναι ένας 3.5 λίτρων V8, ο οποίος παράγει 575 ίππους στις 10.500rpm και 420Nm ροπή στρέψης στις 9.000rpm. Το βάρος του είναι 470 κιλά, δίνοντάς του την εντυπωσιακή αναλογία κιλών/ίππων που φθάνει το 0,82!

## 2.6 Το απόλυτο αυτοκίνητο πίστας – Formula 1



Τα αυτοκίνητα της Formula 1 δεν σχεδιάζονται για περιστασιακή οδήγηση ή για ταξίδια εντός της πολιτείας. Όλα, σε αυτού του είδους τα αυτοκίνητα, είναι τέλεια προσαρμοσμένα και έχουν κατασκευαστεί μόνο για ένα πράγμα, για να αναπτύσσει το όχημα μεγάλη ταχύτητα, ενώ παράλληλα είναι πλήρως ελεγχόμενο. Είναι η επιτομή της αεροδυναμικής, μηχανικής και μηχανολογικής σχεδίασης.

Η καρδιά ενός αυτοκινήτου της Formula 1 είναι ο σκελετός του, το μέρος του αυτοκινήτου επάνω στο οποίο όλα βιδώνονται και συνδέονται. Όπως τα περισσότερα σύγχρονα αυτοκίνητα επιδόσεων και αεροσκάφη, τα αγωνιστικά αυτοκίνητα της Formula 1 έχουν τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της κατασκευής των monocoque.

Η λέξη monocoque είναι γαλλική και σημαίνει «ενιαίο κοχύλι», η οποία αναφέρεται στη διαδικασία κατασκευής ενός ολόκληρου σώματος από ένα μόνο κομμάτι υλικού. Παλιότερα, αυτό το υλικό ήταν το αργίλιο, αλλά σήμερα είναι ένα ισχυρό σύνθετο, όπως οι υφασμένες ίνες άνθρακα που τίθενται στις ίνες ρητίνης ή άνθρακα που τοποθετούνται σε στρώσεις πάνω από το πλέγμα αργιλίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κατασκευάζεται ένα ελαφρύ αυτοκίνητο που μπορεί να αντισταθεί στις τεράστιες δυνάμεις που ενεργούν προς τα κάτω και που παράγονται καθώς το όχημα κινείται δια μέσω του αέρα.

Το monocoque ενσωματώνει το πιλοτήριο, ένα ισχυρό, παραγεμισμένο κελί που μπορεί να φιλοξενήσει έναν μόνο οδηγό. Αντίθετα από τα πιλοτήρια των αυτοκινήτων που είναι έτοιμα για τους δρόμους και τα οποία μπορούν να παρουσιάσουν μεγάλη διαφορά, τα πιλοτήρια των αυτοκινήτων της Formula 1 πρέπει να μείνουν πιστά στους πολύ αυστηρούς τεχνικούς κανονισμούς. Πρέπει, παραδείγματος χάριν, να καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις μεγέθους όπως και να διαθέτουν επίπεδο πάτωμα. Το κάθισμα, εντούτοις,

κατασκευάζεται σύμφωνα με τις ακριβείς διαστάσεις του οδηγού και έτσι η μετακίνησή του είναι περιορισμένη καθώς το αυτοκίνητο κινείται γύρω από τον αγωνιστικό χώρο.

Πριν από το 2006, τα αυτοκίνητα της Formula 1 τροφοδοτούνταν από V10 μηχανές 3.0 λίτρων. Κατόπιν, οι κανόνες άλλαξαν, διευκρινίζοντας ότι πλέον θα χρησιμοποιούνται μηχανές 2.4 λίτρων V8. Ακόμα κι αν τα αποτελέσματα της δύναμης μειώθηκαν με την αλλαγή του κανόνα, οι μηχανές της Formula 1 μπορούν ακόμα να φτάνουν τα 750 άλογα. Για να γίνει κάτι τέτοιο κατανοητό, σκεφτείτε ότι η μηχανή του Volkswagen Jetta που χωράει 2,5 λίτρα παράγει 150 άλογα. Ο συνδυασμός της ιπποδύναμης με το βάρος του μονοθέσιου που είναι γύρω στα 440 κιλά, δίνουν αναλογία κιλών/ίππο της τάξης του 0,59 και επιτάχυνση 0-100km/h σε 1,9 δευτερόλεπτα!

Φυσικά, η μηχανή του Jetta αντέχει πιθανότατα για τουλάχιστον 100.000 χιλιόμετρα ή και κάτι παραπάνω. Μια μηχανή Formula 1 όμως πρέπει να επανακατασκευαστεί μετά από περίπου 200 χιλιόμετρα. Γιατί; Επειδή η παραγωγή όλης αυτής της ενέργειας συνεπάγεται ότι η μηχανή κινείται με εξαιρετικά γρήγορες περιστροφές, σχεδόν 19.000 περιστροφές το λεπτό. Η λειτουργία μιας μηχανής με τόσες πολλές περιστροφές το λεπτό παράγει ένα τεράστιο ποσό θερμότητας και ασκεί μεγάλη πίεση στα κινούμενα τμήματα, ίση περίπου με 8.000 φορές το βάρος τους!

Το σύστημα μετάδοσης κίνησης βρίσκεται ακριβώς στο πίσω μέρος της μηχανής και περιλαμβάνει όλα τα μέρη που θα αναμένατε να βρείτε σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο, δηλαδή ένα κιβώτιο ταχυτήτων, ένα διαφορικό και έναν περιστρεφόμενο άξονα. Το κιβώτιο ταχυτήτων πρέπει να έχει έναν ελάχιστο αριθμό τεσσάρων μπροστινών ταχυτήτων και έναν μέγιστο αριθμό επτά ταχυτήτων.

Τα κιβώτια ταχυτήτων με έξι ταχύτητες ήταν δημοφιλή για αρκετά χρόνια, αλλά τα περισσότερα αυτοκίνητα της Formula 1 λειτουργούν τώρα με κιβώτια επτά ταχυτήτων. Επίσης, πρέπει να διαθέτουν και μια ταχύτητα για κίνηση προς τα πίσω (όπισθεν). Το κιβώτιο ταχυτήτων συνδέεται με ένα διαφορικό, έναν μηχανισμό που επιτρέπει στις οπίσθιες ρόδες να περιστρέφονται με διαφορετικές ταχύτητες ενώ το όχημα στρίβει. Επιπλέον, το διαφορικό συνδέεται με έναν περιστρεφόμενο άξονα, ο οποίος μεταφέρει την ενέργεια στις ρόδες.

Η αλλαγή ταχυτήτων σε ένα αυτοκίνητο της Formula 1 δεν γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως σε ένα συμβατικό αυτοκίνητο που διαθέτει χειροκίνητο σύστημα μετάδοσης κίνησης. Εκτός από τον παραδοσιακό μηχανισμό σχήματος «Η» για την επιλογή ταχυτήτων, οι οδηγοί επιλέγουν ταχύτητες χρησιμοποιώντας τους μοχλούς που βρίσκονται ακριβώς πίσω από το τιμόνι. Το κατέβασμα της ταχύτητας επιτυγχάνεται από τη μια πλευρά του τιμονιού και το ανέβασμα από την άλλη.

### 3. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ - 3Δ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ

#### 3.1 Τι Είναι ο Βιομηχανικός Σχεδιασμός;

Εάν καταφύγει κανείς σε ένα λεξικό για να μεταφράσει και να προσδιορίσει τη λέξη “design”, θα βρει καταχωρημένες τις σημασίες : Πρόθεση, πλάνο, σχεδιασμός, σκίτσο, διαμόρφωση, πρότυπα. Υπό τους ορισμούς αυτούς βγαίνει το συμπέρασμα ότι :

«Design» είναι μια γενικότερη έννοια που αντιπροσωπεύει μια πλατιά διαδικασία. Αρχίζει με τη σύλληψη και ανάπτυξη μιας ιδέας, συγκεκριμενοποιείται σε μια φάση σχεδιασμού και ολοκληρώνεται σε μια προσανατολισμένη με τις ανάγκες των ανθρώπων λύση ενός δεδομένου προβλήματος, με τη μορφή ενός αντικειμένου χρήσης.

Η διεθνής οργάνωση ICSID - International Council of Industrial Design, δέχεται τον εξής ορισμό, που διατυπώθηκε το 1961 από τον Tomas Maldonado : «Βιομηχανικός Σχεδιασμός» είναι μια σχεδιαστική δραστηριότητα που συνίσταται στο να ορίσει τις μορφολογικές ιδιότητες των αντικειμένων που παράγονται βιομηχανικά. Μορφολογικές ιδιότητες δεν είναι μόνο τα εξωτερικά χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου, αλλά κυρίως οι λειτουργικές και δομικές του σχέσεις που το καθορίζουν σαν μια σαφή ενότητα, τόσο από την πλευρά του κατασκευαστή όσο και από την αντίστοιχη του χρήστη. Έτσι καθορίζεται ακριβώς και ο ρόλος του «Βιομηχανικού Σχεδιασμού» μέσα από τις ανάγκες της παραγωγής, δηλαδή του κατασκευαστή, και τις απαιτήσεις της κατανάλωσης, δηλαδή του χρήστη.

Στο πρώτο σκέλος αυτής της σχέσης, δηλαδή του σχεδιαστή με την παραγωγή, υπεισέρχεται η έννοια της Βιομηχανικής Αισθητικής σαν σύνδεσμος ανάμεσα στην τεχνική και σε μια ορισμένη αντίληψη του κόσμου. Πρόκειται για ένα στοιχείο της δημιουργικής διαδικασίας, που στην περίπτωση του «Βιομηχανικού Σχεδιασμού» συμπληρώνεται με έρευνα, ανάλυση, υπολογισμούς, και άλλες αυστηρά επιστημονικές μεθόδους.

Η διεργασία για την επίτευξη των στόχων «Βιομηχανικού Σχεδιασμού» πρέπει να θεωρηθεί λοιπόν σαν το σύνολο της έρευνας, της συμπερασματικής σκέψης και της έμπνευσης.

Προσδιορίζονται συνεπώς καθοριστικά οι γνώσεις του μορφολογο–σχεδιαστή, οι οποίες πρέπει να καλύπτουν την μεταβολή αναγκών, την επιστημονική και τεχνολογική πρόοδο και την ανάπτυξη της αισθητικής, σαν αποτέλεσμα ορισμένων ιδεολογικών και ιστορικών τάσεων.

Συγκεκριμένα, βαρύνουσες είναι οι γνώσεις των σημερινών διαδικασιών και τεχνικών παραγωγής (σύγχρονη τεχνολογία), οι απαραίτητες προϋποθέσεις (μηχανήματα, εργαλεία), καθώς και οι δυνατότητες μορφοποίησης και επεξεργασίας των υλικών.



Οι οικονομικοί παράγοντες παίζουν στη φάση αυτή ένα σημαντικό ρόλο της επενδυτικής οικονομικής πολιτικής στον τομέα της παραγωγής, όσο και από άποψη της ανταλλακτικής οικονομικής πολιτικής στον τομέα της παραγωγής, τα οποία πρέπει να μορφοποιούνται με τον οικονομικότερο δυνατό τρόπο.

Στο δεύτερο σκέλος της, δηλαδή του σχεδιαστή με την κατανάλωση, υπεισέρχονται οι ανάγκες αυτού ή αυτών που θα χρησιμοποιήσουν το αντικείμενο - προϊόν. Βασικοί παράγοντες λοιπόν για το σχεδιασμό γίνονται η λειτουργία του ίδιου του αντικειμένου με ανατομικά, ανθρωπομετρικά και εργονομικά κριτήρια, καθώς και μια γενική πια αντίληψη αισθητικής. Θετική και αρνητική σημασία αποκτούν τα αντικείμενα με τη μορφή, όταν πρόκειται να διατεθούν σε μια ορισμένη κοινωνία ανθρώπων, με την ιστορία τους, την θρησκεία τους, τα πιστεύω, τις ουτοπίες, τα ταμπού, τις ανάγκες τους, τη γλώσσα τους.

Μέσα σε όλα αυτά ολοκληρώνεται ο ορισμός του «Βιομηχανικού Σχεδιασμού», όπως διατυπώθηκε από το VDID – Verband Deutscher Industrie Designer: «Βιομηχανικός Σχεδιασμός» είναι η διαδικασία προσαρμογής των βιομηχανικά κατασκευασμένων αντικειμένων χρήσης, στις φυσικές και ψυχικές ανάγκες του χρήστη ή της ομάδας από χρήστες.

Ένας από τους πιο επιτυχημένους designers, ο Erich Slanv, λει : «καλό design» είναι ο βέλτιστος συμβιβασμός όλων των καθοριστικών παραγόντων της παραγωγής, λαμβάνοντας υπόψη λειτουργικές, εργονομικές και τυπικά αισθητικές, απόψεις, οι οποίες να ανταποκρίνονται στο πνεύμα της εποχής τους. Το design ή αλλιώς βιομηχανικός σχεδιασμός είναι ο σχεδιασμός προϊόντων, που προορίζονται για βιομηχανική παραγωγή και μαζική κατανάλωση. Ο σχεδιασμός αυτός προϋποθέτει την οργάνωση της δομής του, τη διαμόρφωση της λειτουργικότητάς του, αλλά και τη δημιουργία της αισθητικής τους εμφάνισης, με σκοπό την αποτελεσματική παραγωγή και διάθεση, την εμπορική επιτυχία και την ανταγωνιστικότητα των προϊόντων. Το design επηρεάζεται από την οικονομία και το εμπόριο, αλλά και από την τέχνη, με την οποία ακολουθεί παράλληλη πορεία. Η καλλιτεχνική σύλληψη και η αισθητική, αποτελούν βασικά στοιχεία των αντικειμένων αυτών, κάποια από τα οποία θεωρούνται σήμερα αντάξια των εικαστικών έργων τέχνης.

Ο βιομηχανικός σχεδιασμός αποτελεί σήμερα πλέον μια αναγκαία αντιμετώπιση του προβλήματος της παραγωγικής και κατασκευαστικής διαδικασίας. Οι νέες μορφές κατανάλωσης, συνδυασμένες με την άνοδο του βιοτικού επιπέδου και τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις της αγοράς, συνέβαλαν αποφασιστικά. Αποτέλεσμα ήταν η προώθηση της τεχνολογίας, αρχικά σαν σχεδιασμός με Η/Υ (CAD) και στη συνέχεια σαν παραγωγή Η/Υ με (CAM).

Ο προγραμματισμός και σχεδιασμός των προϊόντων στηρίζεται στα αποτελέσματα της έρευνας αγοράς, στις απαιτήσεις των πελατών και στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει το προϊόν.

### **3.2 Σχεδιασμός προϊόντων**

Η χρησιμοποίηση ενός υλικού σε ένα πεδίο εφαρμογής γίνεται με τη μορφή ενός προϊόντος. Το προϊόν εμφανίζεται έτσι σαν η εξειδικευμένη μορφή ενός, ή περισσότερων υλικών, που είναι κατάλληλη για ορισμένη εφαρμογή. Για να πληροί ικανοποιητικά ένα προϊόν τις απαιτήσεις της εφαρμογής πρέπει η παραγωγή του να έχει βασισθεί σε επιμελημένο σχεδιασμό. Ο «σχεδιασμός προϊόντος» είναι μια σειρά από διαδοχικές εργασίες, που αποβλέπουν στην παραγωγή ενός συγκεκριμένου προϊόντος. Οι εργασίες αυτές αρχίζουν με τη συγκεκριμενοποίηση της ανάγκης, που οι απαιτήσεις της θα ικανοποιηθούν από τις ιδιότητες του προϊόντος και τελειώνουν με την απόκτηση όλων εκείνων των πληροφοριών, που είναι απαραίτητες για τη βιομηχανική παραγωγή του προϊόντος.

Ένας ικανοποιητικός σχεδιασμός απαιτεί την πληρέστερη δυνατή γνώση όλων εκείνων των απαιτήσεων - ιδιοτήτων που επιβάλλονται από την συγκεκριμένη ανάγκη και προϋποθέτει πλήρη και σαφή γνώση των ιδιοτήτων των υλικών που είναι διαθέσιμα για την υπ' όψη εφαρμογή.

Εκτός από τη συνθήκη της καταλληλότητας, το προϊόν πρέπει να πληροί και την συνθήκη της οικονομικότητας. Ο συνδυασμός κόστους και ιδιοτήτων είναι εκείνος που καθορίζει την οικονομικότητα του προϊόντος. Η οικονομικότητα του προϊόντος είναι συνήθως, ο κυριότερος από τους παράγοντες που καθορίζουν τη δυνατότητα για μια εύκολη διάθεση.

Το θέμα του κόστους δεν είναι απλό, και δεν δύναται να συσχετισθεί απλά με το κόστος του υλικού ή των υλικών. Τα προϊόντα με το μικρότερο κόστος δεν παράγονται κατ' ανάγκην από τα υλικά με την μικρότερη τιμή. Σαν υλικά για παράδειγμα τα πολυμερή, έχουν πολύ μεγαλύτερη τιμή από τα συνήθη παραδοσιακά κατασκευαστικά υλικά. Η χρησιμοποίησή τους μπορεί να οδηγήσει σε προϊόντα με μικρότερο κόστος με την προϋπόθεση ενός ικανοποιητικού σχεδιασμού, που θα προβλέπει προσεχτικά επιλεγμένο και ορθολογικό τρόπο παραγωγής. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε δραστικές μειώσεις του κόστους επεξεργασίας, που απαιτείται για να πάρει το προϊόν την τελική του μορφή, με αποτέλεσμα το μικρότερο κόστος προϊόντος.

### **3.3 Βασικές Απαιτήσεις**

Ανάλογα, με το χρήστη για τον οποίο προορίζονται τα τελικά προϊόντα διαχωρίζονται σε δύο ομάδες :

- A) προϊόντα που ικανοποιούν τις απαιτήσεις ενός συγκεκριμένου χρήστη, και
- B) προϊόντα που ικανοποιούν τις απαιτήσεις του ανώνυμου χρήστη.

Τα προϊόντα των ομάδων αυτών διαφέρουν τόσο ως προς τον τρόπο και την λογική του σχεδιασμού, όσο και ως προς την ειδικότητα του σχεδιαστή.

Στα προϊόντα της πρώτης ομάδας, τα προϊόντα του σχεδιασμού είναι έργο μηχανικού ή ειδικού. Στα προϊόντα της δεύτερης ομάδας είναι έργο σχεδιαστή βιομηχανικών προϊόντων. Ο όρος «σχεδιασμός προϊόντων» για τον ανώνυμο καταναλωτή είναι ισοδύναμος με τον όρο «σχεδιασμός βιομηχανικών προϊόντων». Ο σχεδιαστής βιομηχανικών προϊόντων διαφοροποιείται σε πολλά σημεία από εκείνους που σχεδιάζουν άλλα προϊόντα, και οι δραστηριότητες τους συγχέονται πολλές φορές.

Μερικές από τις διαφορές ανάμεσα στο σχεδιαστή βιομηχανικών προϊόντων, τον καλλιτέχνη και τον αρχιτέκτονα είναι:

- Ο καλλιτέχνης σχεδιάζει και παράγει ένα αντικείμενο (προϊόν), με μοναδικό σκοπό να εκφράσει την προσωπική του ερμηνεία σε κάτι που υποπίπτει στις αισθήσεις του. Εάν το αποτέλεσμα αυτής της προσωπικής εκφράσεως ικανοποιεί και άλλους, αυτό είναι ευχάριστο αλλά όχι καθοριστικό.
- Ο βιομηχανικός σχεδιαστής δεν επιτρέπει στον εαυτό του να δώσει προσωπική ερμηνεία ή έκφραση σε αυτό που σχεδιάζει. Αυτά, πρέπει απαραίτητα να σχεδιαστούν με τρόπο που να ικανοποιεί τον ανώνυμο καταναλωτή, που αποτελεί τον πιθανό χρήστη.
- Ο καλλιτέχνης σχεδιάζει και κατασκευάζει μόνος του το πλήρες αντικείμενο ή προϊόν του.
- Ο σχεδιαστής βιομηχανικών προϊόντων δεν κατασκευάζει ποτέ ο ίδιος το προϊόν. Το έργο του τελειώνει όταν είναι σε θέση να δώσει λεπτομερείς οδηγίες, βάσει των οποίων, άλλοι θα κατασκευάσουν το προϊόν.
- Ανάλογη είναι και η περίπτωση του αρχιτέκτονα. Και αυτός σχεδιάζει και δίνει λεπτομερείς οδηγίες, βάσει των οποίων άλλοι θα κατασκευάσουν το τελικό προϊόν. Η βασική διαφορά στην αντιμετώπιση της εργασίας τους, ανακύπτει από το γεγονός ότι ο αρχιτέκτονας, κατά κανόνα, σχεδιάζει το έργο του για ένα συγκεκριμένο χρήστη. Αυτό δημιουργεί την απαίτηση για το προϊόν να είναι ελκυστικό σε αυτόν το χρήστη, και η συνεχής πλήρωση της απαιτήσεως οδηγεί σε προϊόντα με έντονο προσωπικό χαρακτήρα. Όταν ο αρχιτέκτονας ασχολείται με το σχεδιασμό τυποποιημένων προκατασκευασμένων προϊόντων, τότε και αυτός δρα σαν σχεδιαστής βιομηχανικών προϊόντων.

### **3.4 Απαιτήσεις για βιομηχανικά προϊόντα**

Τα προϊόντα που προορίζονται για τον ανώνυμο καταναλωτή πρέπει να πληρούν τρεις βασικούς όρους :

A) Να ικανοποιούν τις απαιτήσεις ιδιοτήτων που καθορίζονται από την ανάγκη που καλούνται να εξυπηρετήσουν.

B) Να είναι οικονομικά.

Γ) Να είναι ελκυστικά.

Για να καταστεί δυνατή η πλήρωση και των τριών όρων, πρέπει να γίνει ένας ικανοποιητικός συνδυασμός όλων των οικονομικών και τεχνολογικών ιδιοτήτων τόσο των υλικών, όσο και των μεθόδων παραγωγής. Με τον τρόπο αυτό γίνεται δυνατός ο σχεδιασμός ενός προϊόντος που θα είναι ελκυστικό, από κάθε άποψη, για τον ανώνυμο χρήστη. Ένα προϊόν που απευθύνεται στον ανώνυμο χρήστη είναι προϊόν μαζικής καταναλώσεως. Είναι απαραίτητο επομένως, να εξετάζεται αρχικά η αποδοχή του από το ευρύ κοινό και για ένα αρκετά μεγάλο διάστημα. Στην απαιτούμενη διερεύνηση λαμβάνονται υπ' όψη και οι οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες της αγοράς. Έχει πρωτεύουσα σημασία η γνώση της σχέσεως εισοδήματος– καταναλώσεως και οι τάσεις για διαφοροποίησή της, η υφιστάμενη πληθυσμιακή κατάσταση και οι αναμενόμενες μεταβολές της, η σύνθεση του πλήθους κ.λ.π.

Ανεξάρτητα από τις προβλέψεις που μπορούν να προκύψουν από την ανωτέρω διερεύνηση, πολλές φορές οι αντιδράσεις των καταναλωτών σφυγμομετροούνται με την διάθεση μιας ποσότητας προϊόντων σε ορισμένους χρήστες. Με τον τρόπο αυτό συλλέγονται πληροφορίες που είναι δυνατόν να οδηγήσουν σε μετατροπές του προϊόντος, πριν από τη μαζική προώθηση του προϊόντος στην αγορά.

Στα προϊόντα μαζικής καταναλώσεως ο χρόνος κατά τον οποίο εμφανίζονται στην αγορά είναι ζωτικής σημασία. Όταν υπάρχουν ήδη ανταγωνιστικά προϊόντα, τότε οι απαιτήσεις ιδιοτήτων δεν σταματούν στην απλή τροποποίηση του ανταγωνιστικού προϊόντος. Υπό τις συνθήκες αυτές το έργο του βιομηχανικού σχεδιαστή γίνεται αγχώδες. Εκείνο που βασικά ζητείται από αυτόν, είναι να έχει τη δυνατότητα να δίνει σε μια ιδέα συγκεκριμένη μορφή, και αυτό να το κάνει γρήγορα, οικονομικά και αποτελεσματικά.

Στα προϊόντα μαζικής κατανάλωσης, στα οποία υπάρχει έντονος ανταγωνισμός, η επιτυχία εξαρτάται από ένα βασικό παράγοντα: ο παράγοντας αυτός είναι η έκταση στην οποία ο σχεδιαστής θα κάνει χρήση του όλου φάσματος ιδιοτήτων που παρέχουν τα υλικά που θα χρησιμοποιήσει, και των μεθόδων παραγωγής που προσφέρονται γι' αυτά.

Αυτή η λογική ακολουθείται για τον σχεδιασμό προϊόντων τόσο με παραδοσιακά υλικά όσο και για τον σχεδιασμό προϊόντων από πολυμερή. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι τα πολυμερή είναι ακριβότερα υλικά, και για

να προκύψει ένα ανταγωνιστικό προϊόν είναι επιβεβλημένες απαιτήσεις ποιότητας και κόστους. Ένα προϊόν θεωρείται ότι είναι τόσο πληρέστερου σχεδιασμού, όσο μεγαλύτερη είναι η έκταση στην οποία χρησιμοποιούνται όλα τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά της πρώτης ύλης.

### **3.5 3Δ-Μοντελοποίηση (3D-Modeling)**

Η τρισδιάστατη μοντελοποίηση είναι η διαδικασία κατά την οποία αναπτύσσεται μια μαθηματική εκπροσώπηση κάθε τρισδιάστατης επιφάνειας άψυχων ή έμψυχων αντικειμένων μέσω εξειδικευμένου λογισμικού παράγοντας ένα 3Δ μοντέλο. Τα 3Δ μοντέλα αντιπροσωπεύουν ένα επίσης 3Δ αντικείμενο χρησιμοποιώντας μια συλλογή σημείων και άλλων πληροφοριών, στο τρισδιάστατο χώρο, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με διάφορες γεωμετρικές οντότητες όπως τρίγωνα, ευθύγραμμα τμήματα, καμπύλες, κλπ. Τα μοντέλα μπορούν να δημιουργηθούν είτε χειροκίνητα με αλγοριθμικές διαδικασίες (procedural modeling) ή μέσω σάρωσης (model scanning).

Σχεδόν όλα τα 3Δ μοντέλα υπάγονται στις εξής δύο κατηγορίες:

#### **Στερεά (Solid)**

Χρησιμοποιούνται κυρίως για μη γραφικές προσομοιώσεις όπως για παράδειγμα ιατρικές ή μηχανικές, για CAD και εξειδικευμένες οπτικές εφαρμογές όπως την ανίχνευση ακτίνων και την εποικοδομητική στερεά γεωμετρία (constructive solid geometry). Τα μοντέλα αυτά καθορίζουν τον όγκο του αντικειμένου που αντιπροσωπεύουν.

#### **Όρια (Shell/Boundary)**

Είναι ευκολότερα στη χρήση από τα στερεά μοντέλα. Καθορίζουν την επιφάνεια, π.χ. το όριο του αντικειμένου, και όχι τον όγκο του. Σχεδόν όλα τα οπτικά υποδείγματα που χρησιμοποιούνται για παιχνίδια και ταινίες είναι shell models.

### **3.6 Παράθεση Διαδικασιών 3Δ-Μοντελοποίησης**

#### **Polygonal Modeling**

Σημεία, κορυφές σε 3Δ χώρο, συνδέονται με γραμμικά τμήματα σχηματίζοντας πολύγωνα. Η φιλοσοφία των περισσότερων 3Δ μοντέλων σήμερα είναι χτισμένη πάνω σε πολυγωνικά μοντέλα επειδή είναι ευέλικτα και επειδή οι υπολογιστές μπορούν να τα επεξεργαστούν γραφικά σε πολύ μικρό χρόνο. Επειδή βέβαια, τα πολύγωνα είναι επίπεδες επιφάνειες, οι σύνθετες

κυρτές επιφάνειες μοντελοποιούνται μόνο κατά προσέγγιση με τη χρήση πολλών πολυγώνων.

## **NURBS Modeling**

Επιφάνειες NURBS ορίζονται από spline καμπύλες οι οποίες επηρεάζονται από σταθμισμένα σημεία ελέγχου (weighted control points). Η αύξηση του βάρους για ένα σημείο θα τραβήξει την καμπύλη πιο κοντά στο σημείο αυτό. Τα NURBS είναι πραγματικά λείες επιφάνειες και όχι απλές προσεγγίσεις χρησιμοποιώντας μικρές επίπεδες επιφάνειες και έτσι είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για οργανικές μοντελοποιήσεις.

## **Primitives Modeling**

Αυτή η διαδικασία θεωρεί τα πρωτογενή γεωμετρικά αντικείμενα όπως μπάλες, κυλίνδρους, κώνους, κύβους ως δομικά στοιχεία για πιο πολύπλοκα μοντέλα. Εδώ οι μορφές ορίζονται με μαθηματικό τρόπο με αποτέλεσμα να είναι απόλυτα ακριβείς όπως επίσης και η γλώσσα ορισμού τους μπορεί να είναι πολύ απλούστερη. Γενικότερα αποτελεί μια εύκολη και γρήγορη κατασκευή μοντέλων κατάλληλη για τεχνικές εφαρμογές.

## **Splines & Patches Modeling**

Εξαρτώνται από καμπύλες γραμμές για να καθορίσουν την ορατή επιφάνεια. Σε ότι αφορά στην ευελιξία και στην ευκολία χρήσης βρίσκονται κάπου μεταξύ NURBS και polygonal.

## 4.ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΨΗΦΙΑΚΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ Autodesk ALIAS Automotive 2012

### 4.1 Γενικά

Το Autodesk ALIAS Automotive 2012 είναι ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης ψηφιακής μοντελοποίησης, το οποίο ενδυναμώνει τη διαδικασία του δημιουργικού σχεδιασμού με μια μεγάλη γκάμα από εργαλεία καινοτόμου σχεδιασμού, μοντελοποίησης, επεξεργασίας επιφάνειας και φωτορεαλισμού, που βοηθούν το χρήστη να επιτύχει συναρπαστικά αποτελέσματα.

Το λογισμικό του ALIAS υποστηρίζει την οπτική αλληλεπίδραση με το πρωτότυπο (concept visual communication), τη σχεδιαστική μοντελοποίηση (design modeling), την επεξεργασία των επιφανειών (technical surfacing), την αντίστροφη μηχανική (reverse engineering), τη σχεδιαστική οπτικοποίηση σε πραγματικό χρόνο (real-time design visualization), τη συνεργασία με κατασκευαστική υλοποίηση (engineering development collaboration) καθώς και την εναλλαγή δεδομένων από και προς άλλα CAD προγράμματα όπως Pro/Engineer, CATIA, 3Ds MAX κ.α .

Παρέχει :

- Εργαλεία στους βιομηχανικούς σχεδιαστές για να αναπτύξουν τρισδιάστατα σχέδια προϊόντων και να αλληλεπιδράσουν με αυτά από την αρχική ιδέα μέχρι τις τελικές επιφάνειες.
- Εξελιγμένες δυνατότητες επεξεργασίας επιφανειών για φινίρισμα των μοντέλων και των σκαναρισμένων δεδομένων, δημιουργώντας επιφάνειες υψηλών προδιαγραφών για βιομηχανική παραγωγή και κατασκευαστικά σχέδια αυτοκινήτων.
- Εξειδικευμένα εργαλεία τρισδιάστατης απεικόνισης, ανάλυσης και φωτορεαλισμού που το τοποθετούν στις πρώτες θέσεις των προτιμήσεων των σχεδιαστών αυτοκινητοβιομηχανιών.

## 4.2 Δυνατότητες

### 4.2.1 Σχεδιασμός Πρωτοτύπου & Μοντελοποίηση Προϊόντων (Concept Design & Product Modeling)

#### Σχεδιαστικά & Εικονογραφικά Εργαλεία



Σύλληψη και υλοποίηση ιδεών με ελεύθερη σχεδίαση χωρίς αλλαγή εφαρμογής. Το ALIAS διαθέτει ένα εύχρηστο σετ εργαλείων σχεδίασης, εικονογραφίας και επεξεργασίας εικόνων (μολύβια, πινέλα, αερογράφους, μαρκαδόρους, σβηστήρες και ειδικά πινέλα υφής και εφέ). Το ολοκληρωμένο 2Δ/3Δ περιβάλλον βοηθάει τους σχεδιαστές να δημιουργήσουν σκίτσα σε κλίμακα πραγματικών διαστάσεων και να ζωγραφίσουν πάνω σε 3Δ δεδομένα που έχουν εισαχθεί από άλλα προγράμματα CAD για να εκτιμηθεί κατά πόσο είναι εφικτή η υλοποίηση.

- Γρήγορος σχεδιασμός συμμετρικών αντικειμένων και άμεση ανάδραση με τις αναλογίες.
- Αντιγραφή συμμετρικών πινελιών ως προς σημείο ή άξονα.
- Κατασκευή τέλειων γραμμών, κύκλων και ελλείψεων με προβλέψιμες τροχιές.



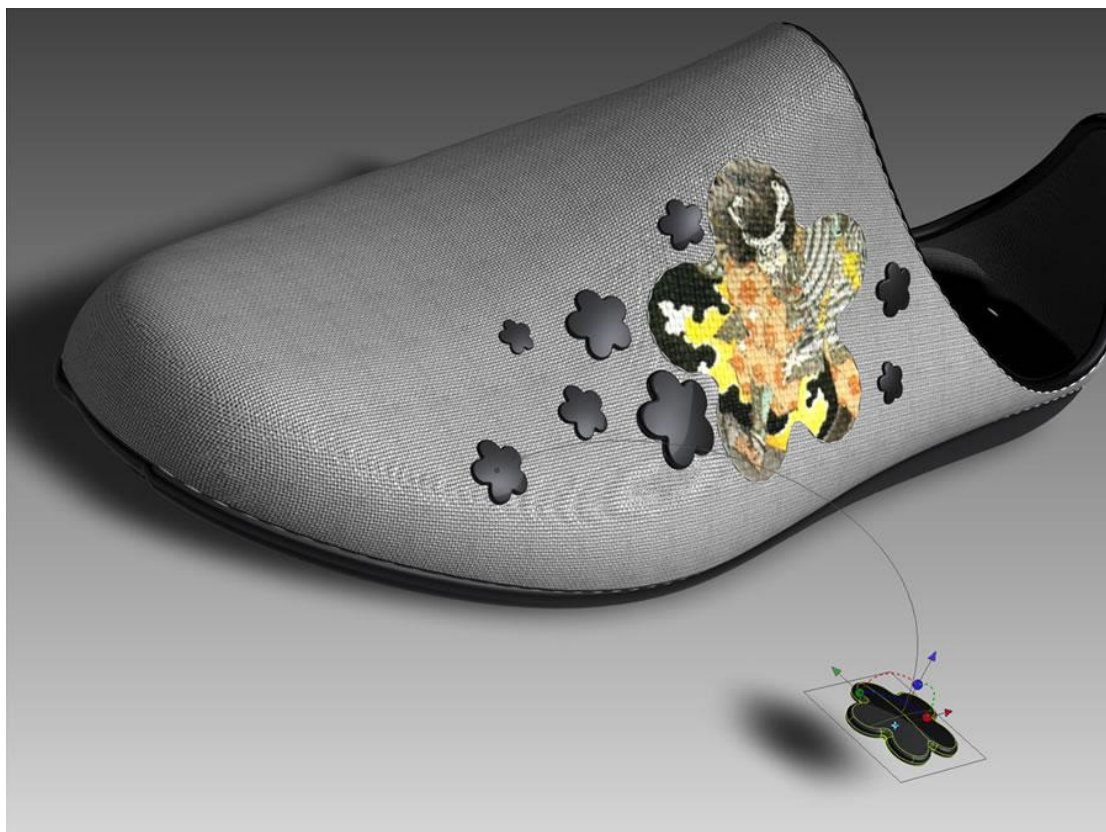
## Ευέλικτη Μοντελοποίηση Προϊόντων



Τα ευέλικτα εργαλεία μοντελοποίησης του ALIAS βοηθούν στον πειραματισμό ιδεών και βρίσκουν πρωτοποριακές λύσεις στις σχεδιαστικές προκλήσεις. Προσφέρουν γρήγορη αναζήτηση και απεικόνιση μεγάλης ποικιλίας σχημάτων χρησιμοποιώντας μια σειρά τεχνικών 3D μοντελοποίησης. Το λογισμικό βιομηχανικού σχεδιασμού του ALIAS συνδυάζει γρήγορα, επαναληπτικά, βασισμένα σε καμπύλες, εργαλεία μοντελοποίησης με την ικανότητα άμεσης επέμβασης και διαμόρφωσης 3D μοντέλων.

- Εύκολη επιλογή της βέλτιστης τεχνικής μοντελοποίησης για την επέμβαση στο ανάγλυφο της επιφάνειας.
- Γρήγορη δημιουργία πολλαπλών σχεδιαστικών επαναλήψεων.
- Ευέλικτα εργαλεία επιτρέπουν τις ανεπαίσθητες, καθώς και ριζικές αλλαγές με συνοπτικές κινήσεις.

## Δυναμική Μοντελοποίηση Σχημάτων



Διευκόλυνση στον πειραματισμό με σχήματα σε οποιοδήποτε στάδιο της διαδικασίας του σχεδιασμού. Γρήγορος χειρισμός του μοντέλου, εξετάζοντας αποκλίσεις των 3D μορφών χωρίς ανακατασκευή της γεωμετρίας, ή κάνοντας τροποποιήσεις στις σχεδιαστικές λεπτομέρειες σε πραγματικό χρόνο.

Δυναμική μορφοποίηση αντικειμένων με αυτά τα πολυχρηστικά εργαλεία:

- Δικτυωτό Πλέγμα (Lattice rig) – Διαμόρφωση της γεωμετρίας του αντικειμένου κάνοντας χρήση του ρυθμιζόμενου δικτυώματος που δημιουργείται στην επιφάνεια του.
- Λύγισμα (Bend) – Λύγισμα της γεωμετρίας χρησιμοποιώντας μια καμπύλη για τον έλεγχο της παραμόρφωσης.
- Στρέψη (Twist) – Συστροφή της γεωμετρίας γύρω από μια γραμμή.
- Προσαρμογή (Conform) – Προσαρμογή γεωμετρίας στο σχήμα κάποιας άλλης επιφάνειας.

#### 4.2.2 Μοντελοποίηση επιφανειών & Επιφάνειες υψηλής ποιότητας (Surface Modeling & Class-A Surfacing)

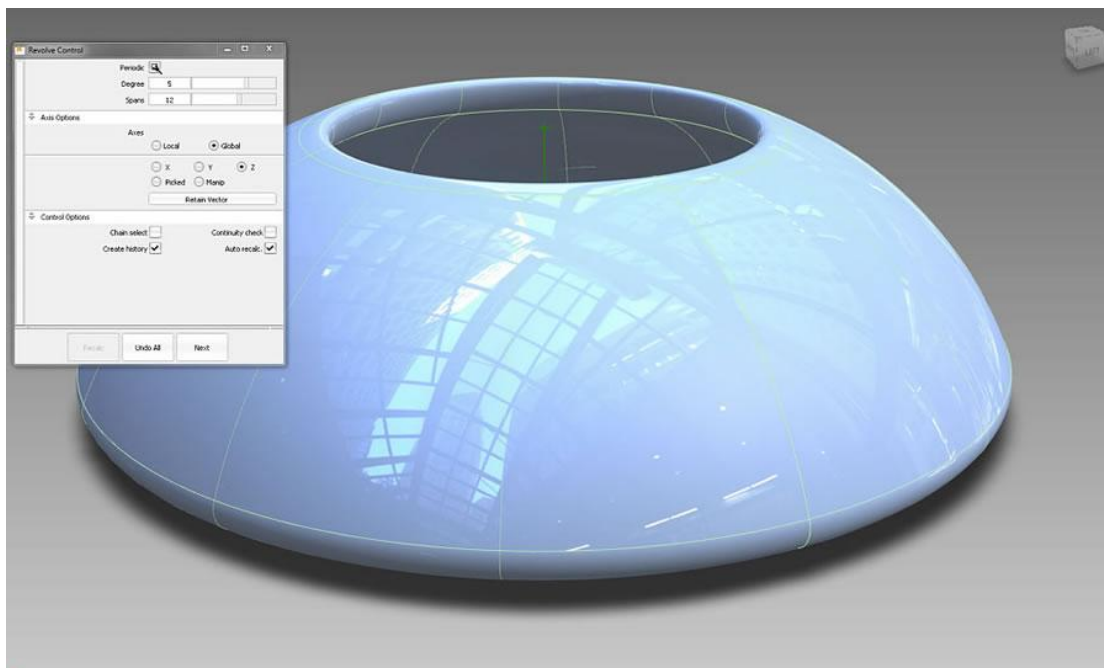
##### Ακριβής Μοντελοποίηση Επιφανειών



Δημιουργία επιφανειών παραγωγής με ταχύτητα και απόλυτο έλεγχο. Εργαλεία ακριβούς τεχνικής επιφανειών βοηθούν για τη διασφάλιση σημειακής συνέχειας, εφαπτομενικής, ή συνέχειας καμπυλότητας (positional, tangent, or curvature continuity) με τις περιβάλλουσες επιφάνειες, διαμορφώνοντας υψηλής ποιότητας επιφάνειες, τις οποίες ομάδες μηχανικών επιτυγχάνουν με εργαλειομηχανές.

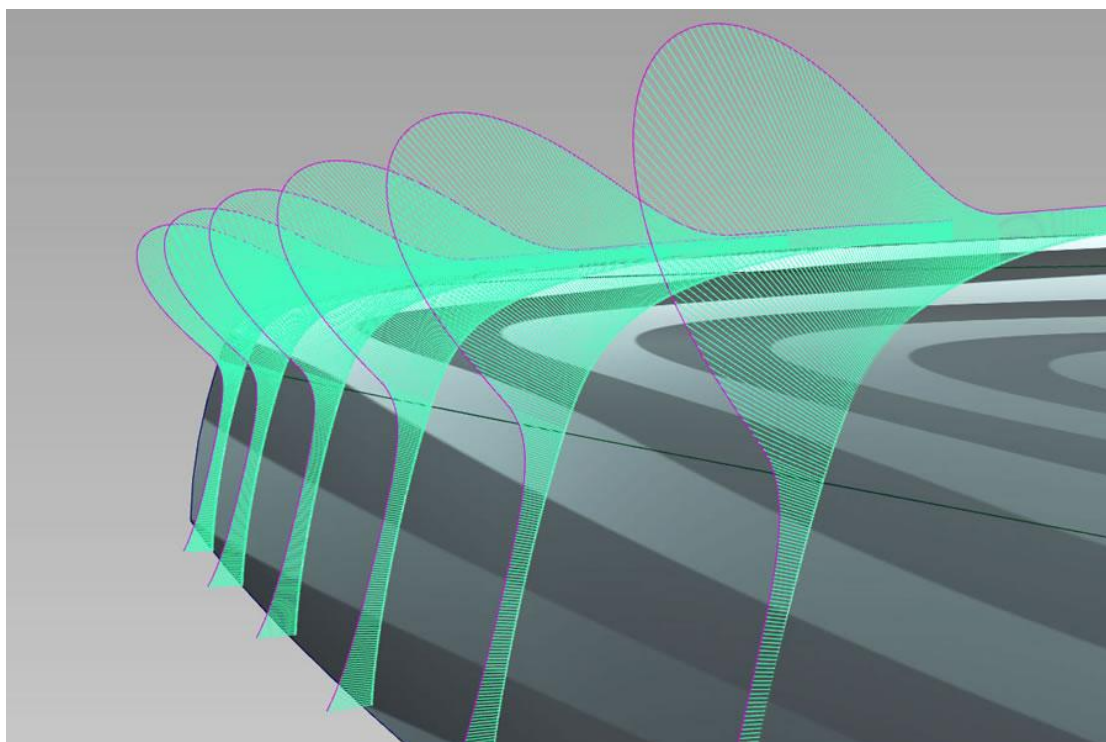
- Τελειοποίηση επιφανειών με ανοχές υψηλής ακρίβειας χρησιμοποιώντας το εργαλείο τροποποίησης των σημείων ελέγχου (control vertices-CV) που ελέγχουν την μορφή των καμπύλων.
- Ακριβής δημιουργία φιλέτων με συνέχεια καμπυλότητας- G2 (G2 continuity – curvature continuity) ακόμα και από αποκομμένα μέρη επιφανειών, ικανοποιώντας τις απαιτήσεις των υψηλής ποιότητας επιφανειών.
- Ακριβής αποκοπή και σχηματισμός νέων επιφανειών.
- Διατήρηση ρητού ελέγχου καμπύλων και επιφανειών με γεωμετρία μονού τμήματος (Bezier) (single-span geometry), ή καμπύλων και επιφανειών με μη-ομοιόμορφη γεωμετρία πολλαπλών τμημάτων (NURBS) (multi-span non-uniform rational B-spline geometry)
- Ευκολία στο συνταίριασμα των πλεγμάτων μεταξύ πολλαπλών επιφανειών κατά τη διάρκεια της εξομάλυνσης των επιφανειών για το σχεδιασμό αυτοκινήτων

## Αυτοματοποιημένη Δημιουργία Επιφανειών & Μορφοποίηση



Γρήγορη δημιουργία και μορφοποίηση περίπλοκων επιφανειών. Το λογισμικό του ALIAS επιταχύνει το σχεδιασμό επιφανειών ακριβείας αυτοματοποιώντας πολλές εργασίες, όπως είναι η ακριβής ευθυγράμμιση καμπύλων και επιφανειών, η ακριβής αποκοπή και σχηματισμός ακμών νέων επιφανειών, καθώς και η δημιουργία φιλέτων και παρεμβυσμάτων σε μια εντολή. Τα οργανωμένα ανά λειτουργία εργαλεία μοντελοποίησης επιφανειών στο ALIAS αποτελούν χειριστήριες δυνάμεις για τον έλεγχο των διανυσμάτων και του χώρου των μοντέλων, βοηθώντας στη βελτίωση της παραγωγικότητας.

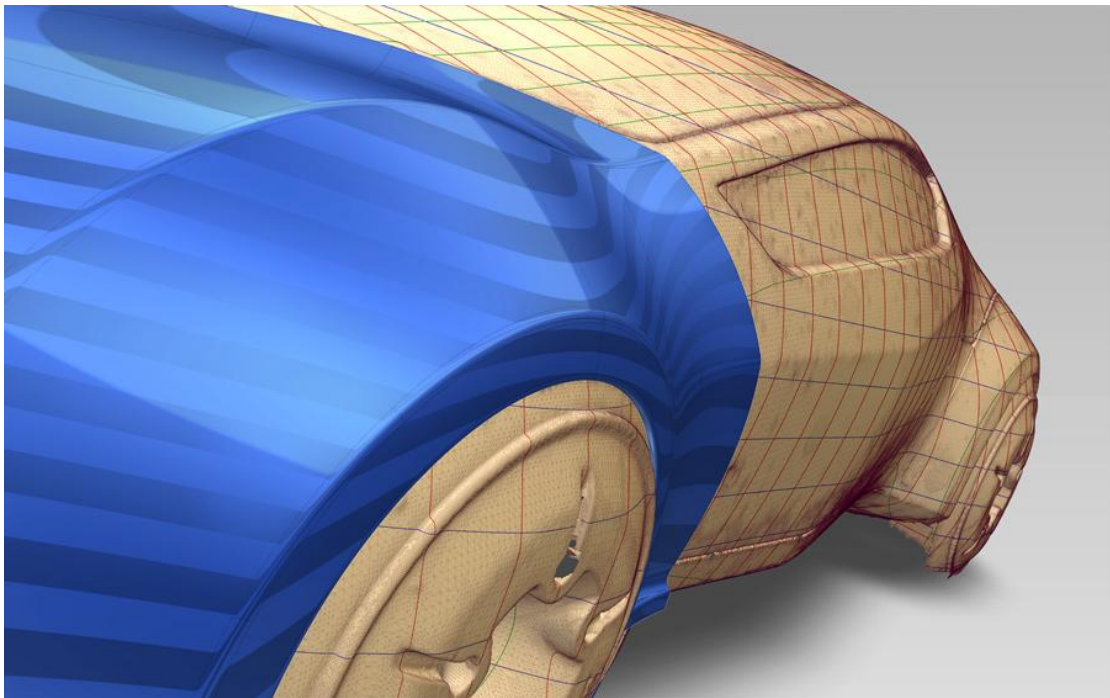
## Αξιολόγηση Επιφανειών



Βελτιστοποίηση των επιφανειών με εργαλεία ανάλυσης τα οποία παρέχουν στιγμιαία ποσοτική και γραφική πληροφόρηση πάνω στην ποιότητα της επιφάνειας. Χρησιμοποιώντας τα εργαλεία δυναμικής αξιολόγησης στο ALIAS, όπως η επιφανειακή συνέχεια, η καμπυλότητα, και η ιχνογραφική ανάλυση, επιβεβαιώνεται ότι η ποιότητα της επιφάνειας του μοντέλου πληροί τις μηχανολογικές και παραγωγικές προδιαγραφές. Το λογισμικό του ALIAS συντελεί στη δημιουργία A-τάξης (A-Class) επιφανειών, έτοιμες προς παραγωγή, με αποτέλεσμα τη μείωση των αναγκών για επανασχεδιασμό από ομάδες μηχανικών.



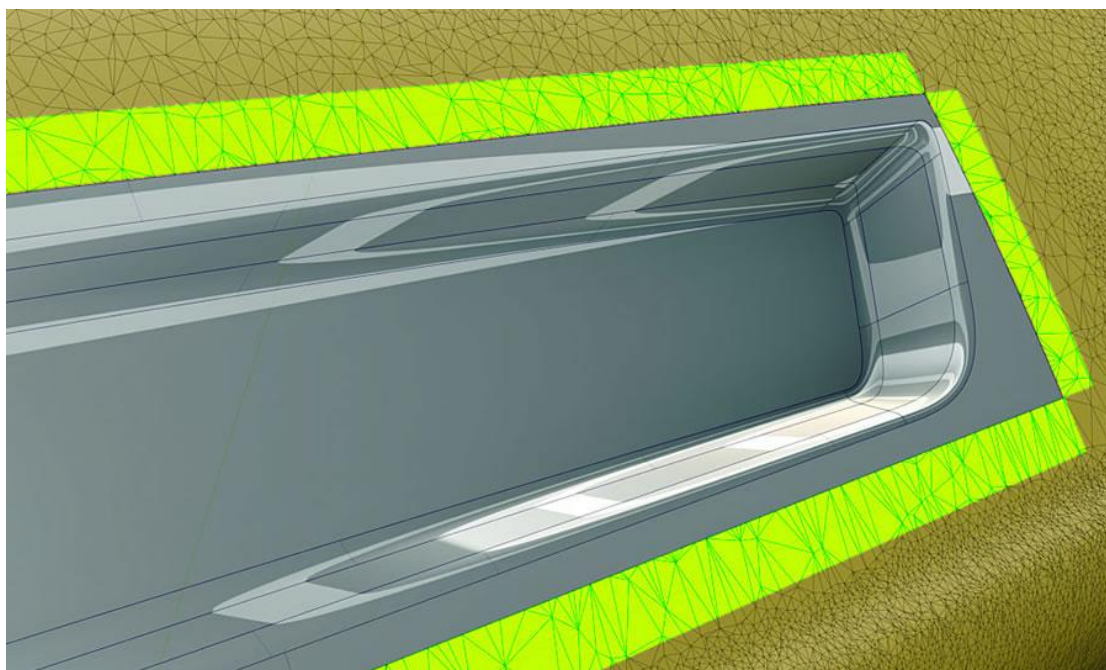
## Σάρωση Δεδομένων Ροής Εργασίας



Το ALIAS επιτρέπει τη μεταφορά τροποποιήσεων από ένα φυσικό αντικείμενο στο ψηφιακό μοντέλο του. Σύντομη εξαγωγή των χαρακτηριστικών του αντικειμένου από τα δεδομένα σάρωσης με εξειδικευμένα εργαλεία, και μείωση του χρόνου δημιουργίας και αναβάθμισης των μοντέλων.

- Εισαγωγή και τροποποίηση δεδομένων από 3D σαρωτές για απεικόνιση και αντίστροφη μηχανική.
- Απλοποίηση και απομάκρυνση δεδομένων με εργαλεία αποκοπής, λείανσης, αυτόματης πλήρωσης οπών και εξομάλυνσης πλέγματος.
- Χειρισμός μεγάλων μοντέλων με εκατομμύρια πολύγωνα και αξιολόγηση σχήματος και μορφής.
- Αυτοματοποίηση της χρονοβόρας διαδικασίας πλήρωσης οπών από τα σαρωμένα δεδομένα με το εργαλείο Αναδόμησης Επιφάνειας (Surface Reconstruction tool)

## Υβριδική Γεωμετρία



Το λογισμικό του ALIAS επιτρέπει τη συνύπαρξη των πολυγωνικών επιφανειών και των επιφανειών NURBS στο ίδιο περιβάλλον μοντελοποίησης. Τροποποιώντας τις NURBS επιφάνειες, ενώ το υπόλοιπο πολυγωνικό σχέδιο διατηρείται, μπορεί να κερδίσει χρόνο όταν υπάρχουν αλλαγές που επηρεάζουν μόνο ένα μέρος του μοντέλου. Το ALIAS έχει τη δυνατότητα μετατροπής των δεδομένων των NURBS σε δεδομένα σάρωσης( μετατροπή των NURBS σε πολυγωνικά πλέγματα – meshes), μηδενίζοντας την ανάγκη επαναδιαμόρφωσης ολόκληρου του μοντέλου. Η αξιολόγηση και τελειοποίηση του τελικού υβριδικού μοντέλου, συνολικά εξοικονομεί χρόνο και προσπάθεια.

### 3Δ “Γλυπτική”



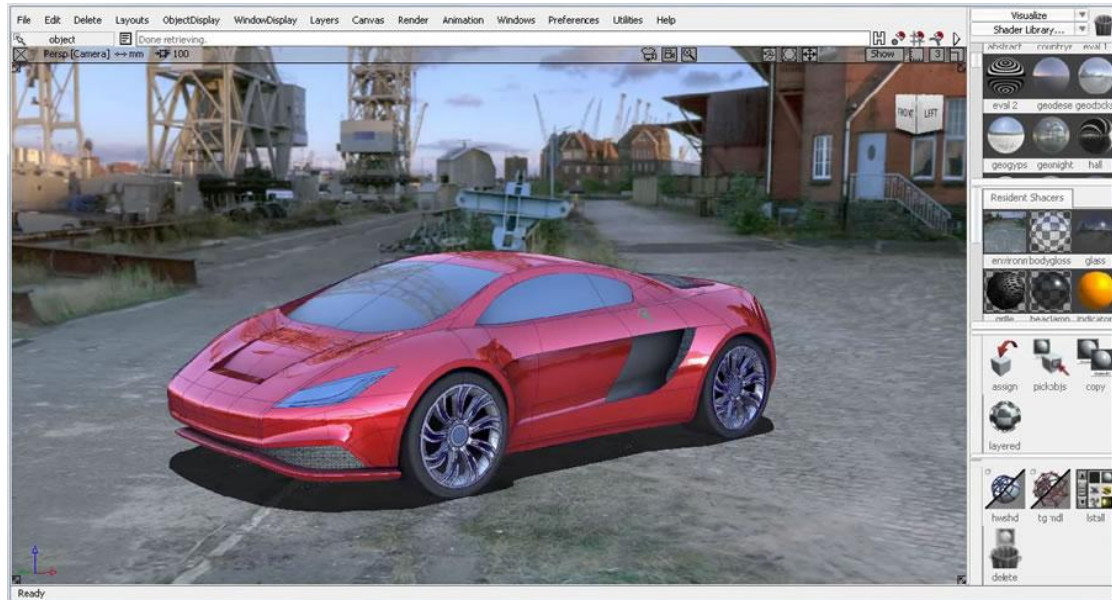
Τελειοποίηση των 3Δ μοντέλων μέσω μιας διαισθητικής, επαναληπτικής διαδικασίας, εξελίσσοντας το σχεδιασμό προτύπων από ιδέα σε πραγματικότητα:

- Σμίλευση των επιφανειών ρυθμίζοντας ευθέως τα σημεία ελέγχου.
- Χρήση εργαλείων επιφάνειας για τον προσδιορισμό ενός σχήματος από τις ακμές του, και άμεσης μοντελοποίησης για ρύθμιση του σχήματος σε οποιοδήποτε σημείο.
- Διατήρηση του πλήρους ελέγχου, επιτυγχάνοντας την ακριβή μορφή και ποιότητα επιφάνειας που απαιτείται.



### 4.2.3 Αλληλεπίδραση Σχεδίου (Design Communication)

#### Διαδραστική Απεικόνιση Μοντέλου



Εξοικονόμηση χρόνου και δυνατότητα γρήγορης αξιολόγησης των σχεδιαστικών επιλογών με τη διαδραστική, σε-πραγματικό-χρόνο απεικόνιση που παρέχει το ALIAS. Η “ιστορία” του σχεδιασμού του μοντέλου σε συναφή γεωμετρικά περιβάλλοντα που δημιουργούν ρεαλιστικά σκηνικά.

- Χρήση σκίασης για αύξηση του ρεαλισμού και ευκρίνεια στην αξιολόγηση επιφανειών και σχεδιαστικών μορφών.
- Βελτιστοποίηση σκίασης βάσει κατευθυνόμενων φωτεινών πηγών για δημιουργία σκιών και ανεπαίσθητης σκίασης.
- Εφαρμογή χρώματος υλικού, υφής, λάμψης, φωτοβολίας, αντανάκλασης και διάθλασης.
- Γρήγορη εκτίμηση κατάστασης της επιφάνειας με χάρτες καμπυλότητας, ρίγες ζέβρας (zebra stripes) και γωνίες βυθίσματος.

## Αληθοφανές Αποτέλεσμα



Πραγματοποίηση των ιδεών με φωτορεαλιστικά πρότυπα για εκτύπωση, βίντεο, ή διαδραστικές παρουσιάσεις. Ο έτοιμος φωτισμός που παρέχεται από τις εικόνες φόντου χρησιμοποιεί μια απεικόνιση μεγάλου δυναμικού εύρους (high dynamic range imaging - HDRI) ως πηγή φωτισμού για διαδραστική απεικόνιση και απόδοση του μοντέλου. Το αποτέλεσμα είναι εικόνα υψηλής ανάλυσης για εκτίμηση, παρουσίαση, και προώθηση των σχεδίων των προϊόντων.

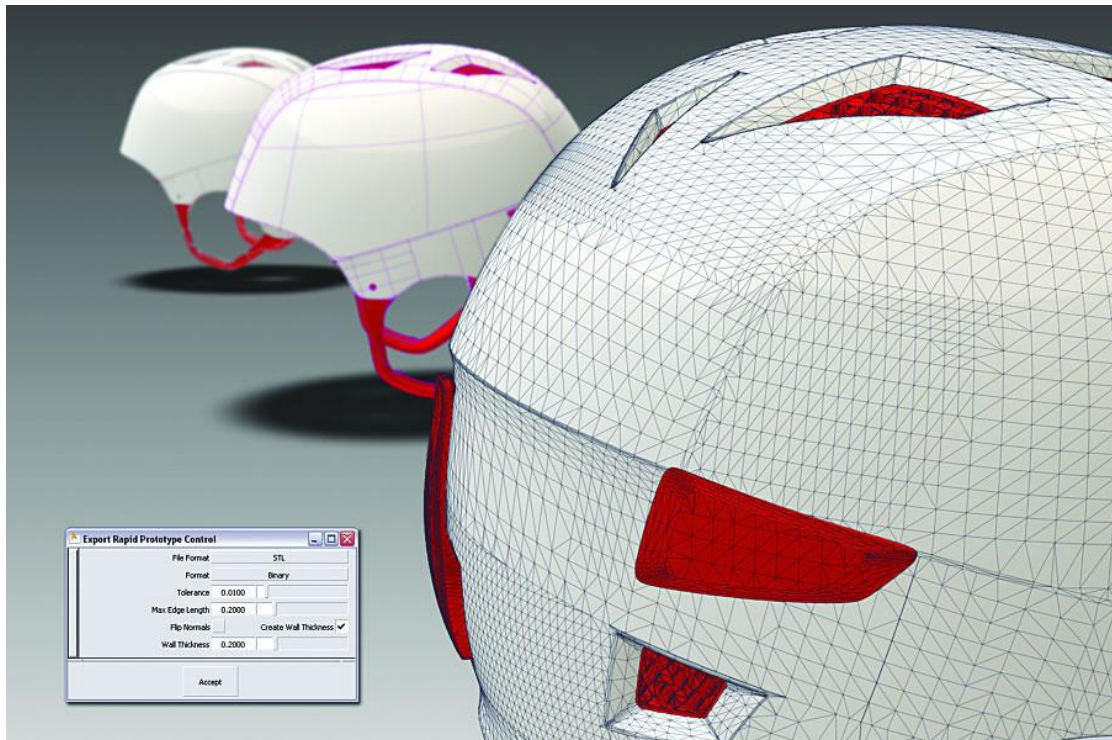
- Στιγμιαία αποθήκευση εικόνων υψηλής ανάλυσης σε οποιοδήποτε παράθυρο μοντελοποίησης με ρεαλιστική απόδοση χωρίς να χρειαστεί επέμβαση στα χαρακτηριστικά του μοντέλου.
- Σύνθεση εικόνων που απεικονίζουν πολυγωνικά πλέγματα, ή πλήρως σκιασμένα μοντέλα, για τη δημιουργία περιστρεφόμενων εικόνων ή διαδραστικά αρχεία QuickTime® VR.
- Η υποστήριξη HDRI προσφέρει επιπρόσθετο ρεαλισμό.

## Εργαλεία Σχολίων



Εκτίμηση και ανασκόπηση των σχεδίων με ευκολία. Το ALIAS διαθέτει ένα ολοκληρωμένο σετ εργαλείων για σχόλια, όπως οι σελιδοδείκτες, δυνατότητες full-screen, μολύβια και μαρκαδόροι.

## Ανταλλαγή Δεδομένων



Δυνατότητα αξιόπιστης ανταλλαγής δεδομένων βιομηχανικού σχεδιασμού με λογισμικά μηχανολογικής σχεδίασης και μηχανικής όπως το Pro/Engineer, το AutoCAD, το CATIA και άλλα, χρησιμοποιώντας τη μορφή DWG. Μέσω της 3D μοντελοποίησης που προσφέρει το ALIAS, μπορεί να επιβεβαιωθεί η ορθότητα ή να διορθωθεί η γεωμετρία των βιομηχανικών σχεδίων, ούτως ώστε να γίνει πρόβλεψη και διάγνωση προβλημάτων πριν τη μεταφορά στην παραγωγή.

- Περιέχει γρήγορους, υψηλής ποιότητας μεταφραστές CAD για βιομηχανικά πιστοποιημένες μορφές αρχείων, όπως DXF, IGES και STEP.
- Ανταλλαγή δεδομένων με άλλα πακέτα λογισμικού CAD, όπως CATIA, ICEM, NX, PTC Granite, Pro/Engineer, Creo, JT και SolidWorks διαμέσου των μεταφραστών Autodesk® DirectConnect.
- Ταχεία πρωτοτυποποίηση (rapid prototyping) χρησιμοποιώντας το output STL για στερεολιθογραφία ή το ZPR για 3D έγχρωμες εκτυπώσεις υψηλής ευκρίνειας, καθώς επίσης και δυνατότητα εξόδου για εφαρμογή σε CNC.

#### 4.2.4 Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του ALIAS: Καμπύλες & επιφάνειες NURBS (NURBS Curves & Surfaces)

Ανομοιόμορφες Ρητές B-Splines (Non-uniform rational B-Spline -NURBS) είναι ένα μαθηματικό μοντέλο που χρησιμοποιείται συχνά στη γραφική υπολογιστών για παραγωγή και απεικόνιση καμπύλων και επιφανειών. Προσφέρουν ευέλικτο χειρισμό και μεγάλη ακρίβεια για δημιουργία αναλυτικών ή ελεύθερης μορφής σχημάτων. Η εξέλιξή τους ξεκινάει το 1950 από μηχανικούς που ήθελαν μια μαθηματική ακρίβεια στις απεικονίσεις επιφανειών ελεύθερης μορφής όπως αυτές της γάστρας των πλοίων.

Το σχήμα μιας NURBS επιφάνειας καθορίζεται από τα σημεία ελέγχου. Στα προγράμματα μοντελοποίησης και animation ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί σχήματα μέσω των σημείων ελέγχου των καμπύλων ή των επιφανειών NURBS με αφαίρεση ή μετακίνηση αυτών στον τρισδιάστατο χώρο. Επίσης πολλά εργαλεία των προγραμμάτων εκμεταλλεύονται τη δυνατότητα των NURBS να δημιουργούν και να πετυχαίνουν γεωμετρικές συνέχειες διαφορετικών επιπέδων. Αυτές είναι:

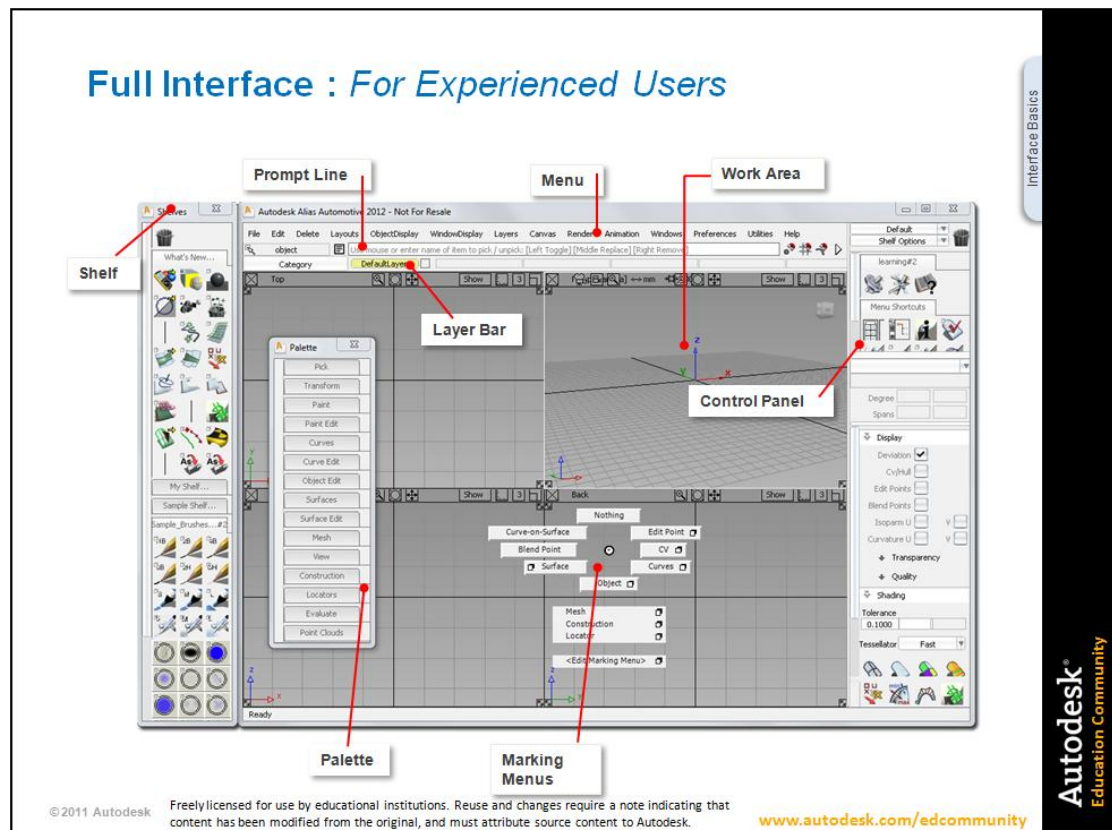
- Σημειακή συνέχεια (G0). Υπάρχει όταν το τελείωμα δύο καμπύλων ή επιφανειών είναι κοινό. Οι καμπύλες ή επιφάνειες συναντιούνται με οποιαδήποτε γωνία.
- Εφαπτομενική συνέχεια (G1). Προϋποθέτει τα τελικά διανύσματα των καμπύλων ή επιφανειών να είναι παράλληλα.
- Συνέχεια καμπυλότητας (G2). Προϋποθέτει τα τελικά διανύσματα καμπυλότητας των καμπύλων ή επιφανειών να είναι παράλληλα και να έχουν ίδιο μέγεθος. Στη G2 συνέχεια οι δύο καμπύλες ή επιφάνειες φαίνονται σαν μία. Οπτικά είναι τέλεια ομαλό.

Η καμπύλη NURBS ορίζεται από την τάξη της, το βάρος των σημείων ελέγχου και το διάνυσμα κόμβων. Είναι μια γενίκευση των καμπύλων B-Spline και Bezier όπου το βάρος των σημείων ελέγχου είναι αυτό που τη διαφοροποιεί και την κάνει ρητή.

Το πολύ σημαντικό όπλο του ALIAS είναι ότι επιτρέπει απευθείας αλληλεπίδραση με τις καμπύλες ή επιφάνειες NURBS μέσω της ιδιότητας του χειρισμού των σημείων ελέγχου, πράγμα που το διαφοροποιεί από άλλα σχεδιαστικά προγράμματα που δεν έχουν αυτή τη δυνατότητα. Έτσι έχει ένα σημαντικό πλεονέκτημα στη διαμόρφωση επιφανειών ελεύθερης μορφής.



### 4.3 Περιβάλλον εργασίας



**Α) Γραμμή Εντολών (Prompt Line):** Εμφανίζει οδηγίες για το επιλεγμένο εργαλείο, μηνύματα σφαλμάτων, και όλα τα inputs που εισάγονται.

**Β) Μενού (Menu):** Περιέχει λειτουργίες για γενικούς σκοπούς, όπως η οργάνωση, παράθυρα, βοήθεια, άνοιγμα και κλείσιμο αρχείων, μορφοποίηση, διαγραφή και άλλα.

**Γ) Παλέτα (Palette):** Περιέχει καρτέλες στις οποίες βρίσκονται όλα τα εργαλεία για δημιουργία και διαμόρφωση των αντικειμένων. Τα εργαλεία είναι σταθερά στις καρτέλες τους και δεν μπορούν να μετακινηθούν, πράγμα που διευκολύνει τη συνήθεια στη χρήση τους.

**Δ) Πίνακας Ελέγχου (Control Panel):** Έχει εργαλεία τα οποία είναι χρήσιμο να είναι διαθέσιμα κάθε στιγμή επειδή χρησιμοποιούνται πιο συχνά, όπως η μεταβολή ορατότητας και η σκίαση. Παράλληλα με τον προκαθορισμένο πίνακα ελέγχου, υπάρχουν και άλλες 3 επιλογές : Πίνακας Ελέγχου Μοντελοποίησης (Modeling), Απεικόνισης (Visualization), και Ζωγραφικής (Painting).

**Ε) Χώρος εργασίας (Work Area):** Περιέχει τα παράθυρα μοντελοποίησης και σχεδιασμού όπου εδράζεται το μοντέλο.

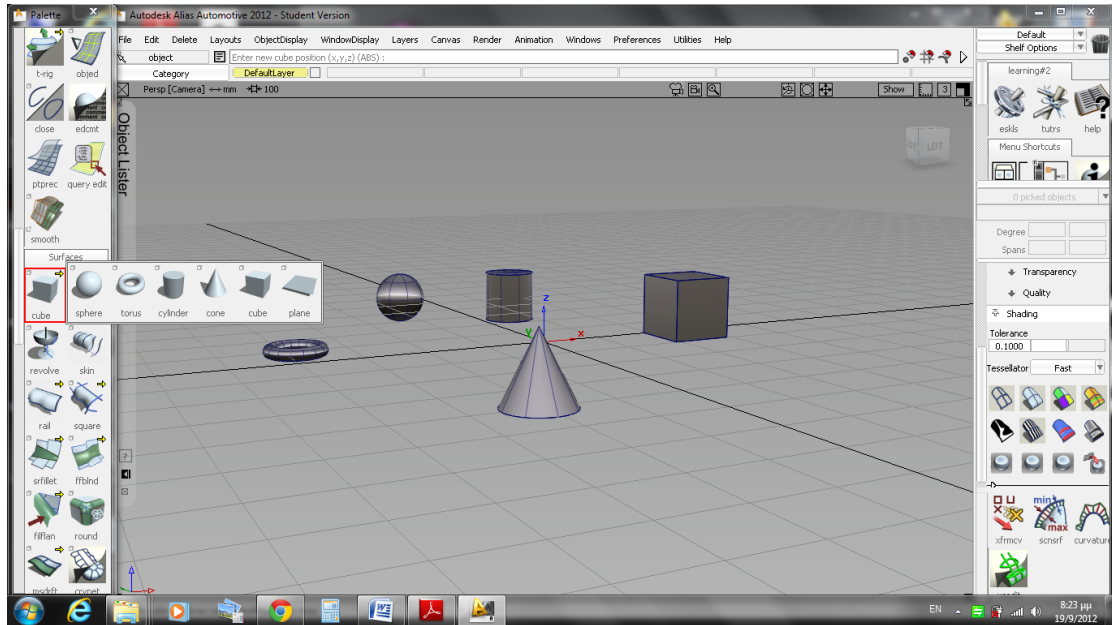
**Στ) Μπάρα Επιπέδων (Layer Bar):** Επιτρέπει την οργάνωση και τον χειρισμό των αντικειμένων στο χώρο εργασίας χρησιμοποιώντας διάφορα στρώματα (layers).

**Z) Μενού Σήμανσης (Marking Menus):** Εμφανίζει ρυθμιζόμενα, βασισμένα στην κίνηση του ποντικιού μενού, τα οποία ενεργοποιούνται με τη χρήση μόνο του ποντικιού για πολύ γρήγορη πρόσβαση στα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα εργαλεία.

**H) Ράφι (Shelf):** Σε αντίθεση με την παλέτα, το ράφι παρέχει μια διάταξη με εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται συχνότερα και μπορούν να προσθαφαιρεθούν ανάλογα με τις προτιμήσεις του χρήστη.

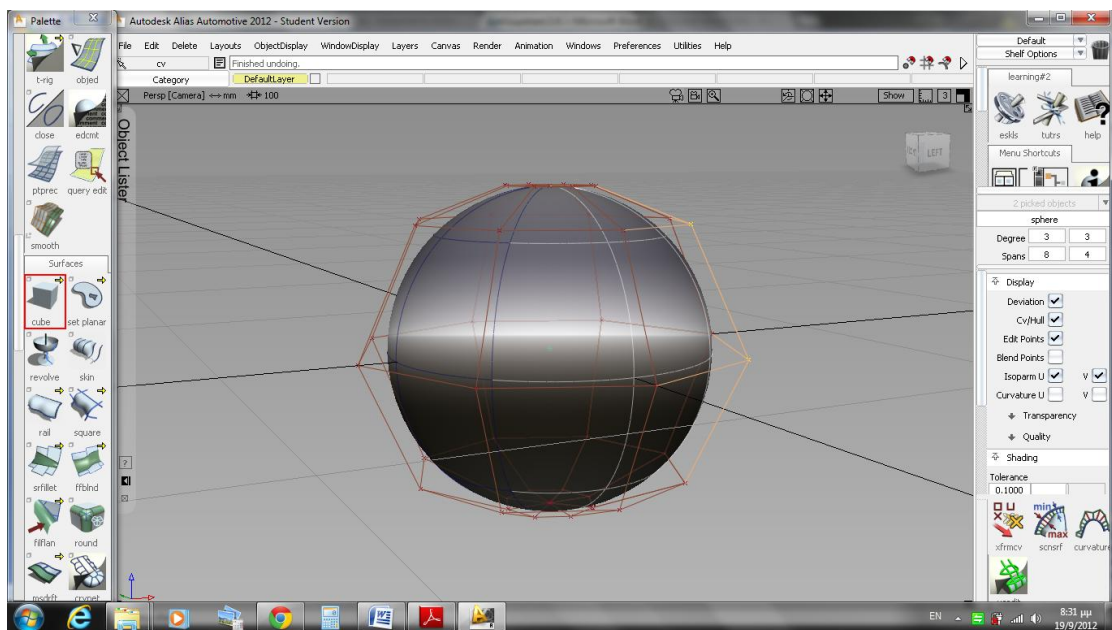
## 4.4 Εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν

### 4.4.1 Building with Primitives



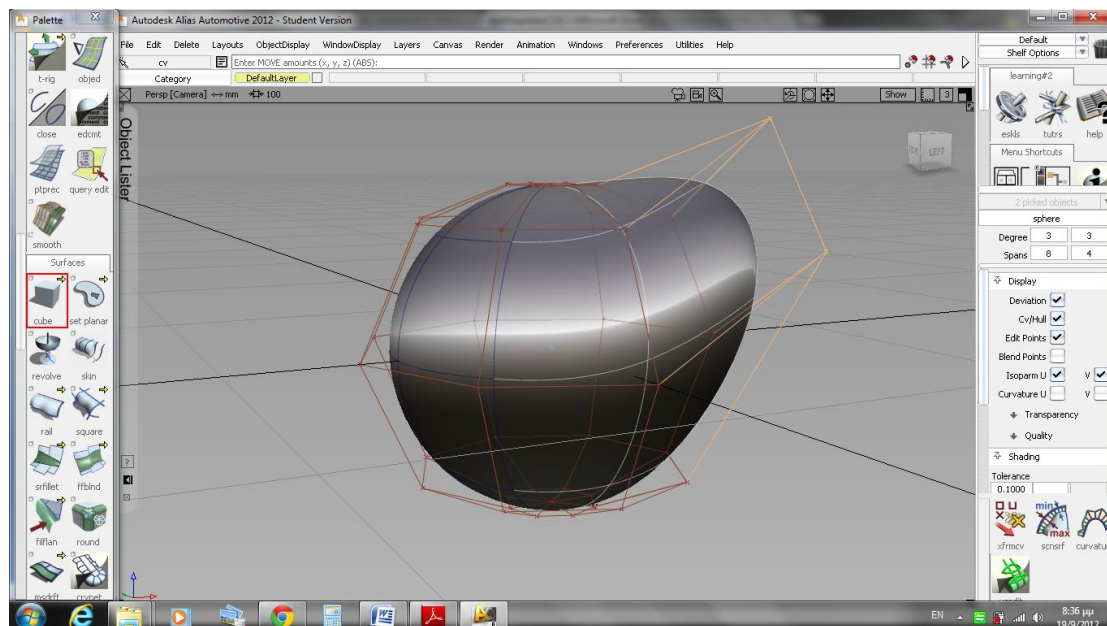
Με αυτό το εργαλείο, πατώντας ένα κλικ σε όποιο σημείο του χώρου εργασίας επιθυμούμε, δημιουργείται ένα από τα βασικά σχήματα (Σφαίρα, σαμπρέλα, κύλινδρος, κώνος, επίπεδο).

### 4.4.2 CV Sculpting



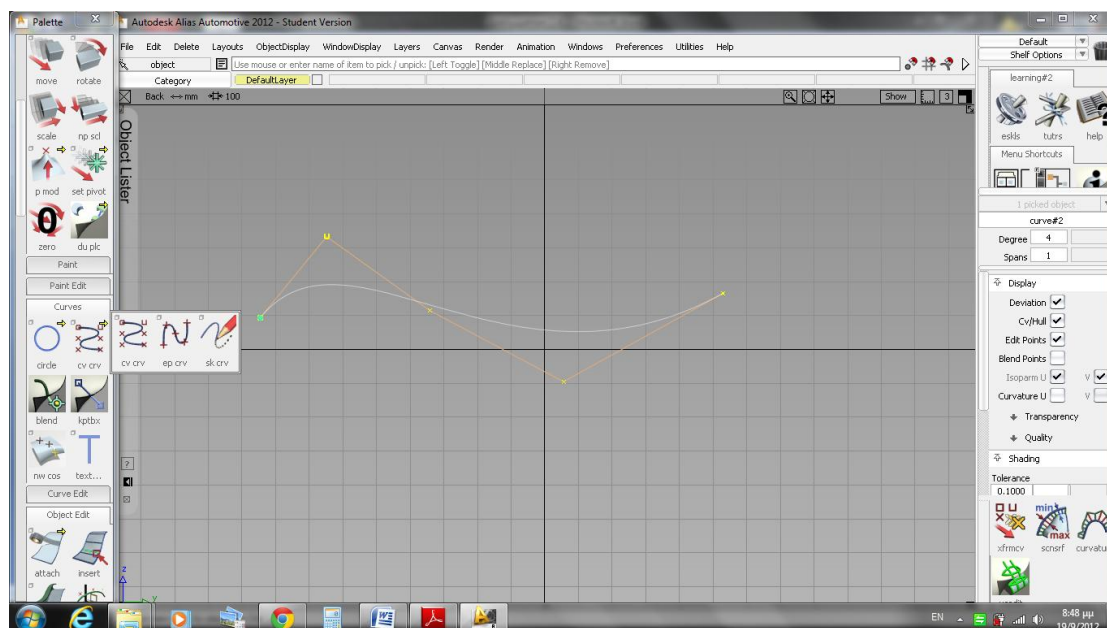


Στην εικόνα φαίνονται τα σημεία ελέγχου της σφαίρας (CV). Το ALIAS μας δίνει την δυνατότητα να επέμβουμε στη γεωμετρία των καμπύλων και επιφανειών τροποποιώντας την τοπολογία των CVs. Αν μετακινήσουμε κάποια από τα CVs θα επηρεαστεί η γεωμετρία που επισημαίνεται με άσπρο χρώμα (το υπόλοιπο πλέγμα που δεν επηρεάζεται έχει μπλε χρώμα).



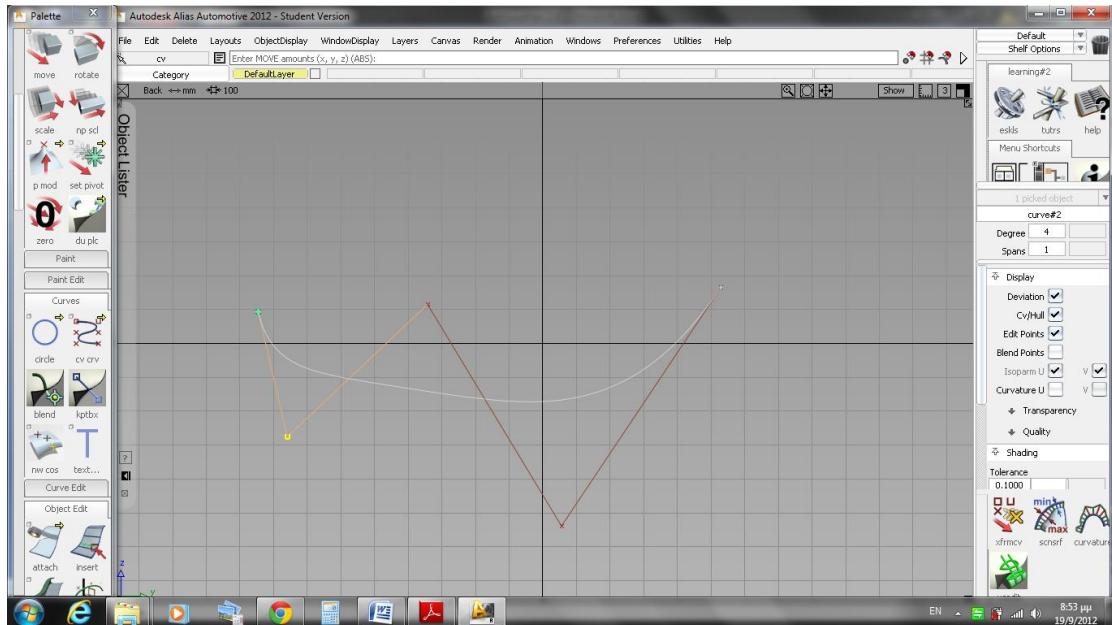
Έχοντας μετακινήσει τα επιλεγμένα CVs είναι εμφανής και η παραμόρφωση της γεωμετρίας που επηρεάζουν.

#### 4.4.3 CV Curve



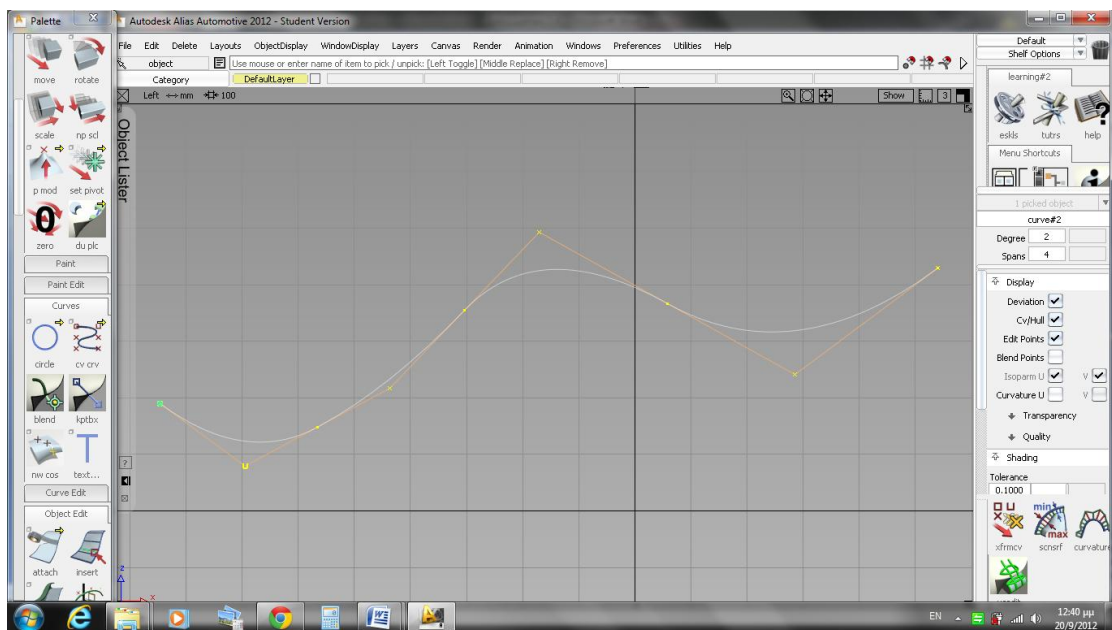
CV Curve είναι μια καμπύλη που δημιουργείται ορίζοντας τα σημεία ελέγχου της. Επιλέγουμε το βαθμό της καμπύλης τον αριθμό των επιμέρους τμημάτων της και τέλος τη διάταξη των σημείων ελέγχου και δημιουργείται η καμπύλη.

βάσει αυτών. Στην προκειμένη περίπτωση έχουμε δημιουργήσει μια καμπύλη 4<sup>ου</sup> βαθμού με 1 τμήμα. Η επιλογή αυτή φαίνεται και στον πίνακα ελέγχου στα δεξιά (Degree 4, Spans 1). Βλέπουμε ότι έχει 5 σημεία ελέγχου μαζί με το πρώτο και το τελευταίο που βρίσκονται πάντα στην αρχή και στο τέλος της καμπύλης (αν επιλέξουμε βαθμό 10 θα έχει 11 σημεία ελέγχου κ.ο.κ). Αυτή είναι μια καμπύλη Bezier.



Αν πειράξουμε τη θέση των σημείων ελέγχου επηρεάζεται η γεωμετρία της καμπύλης.

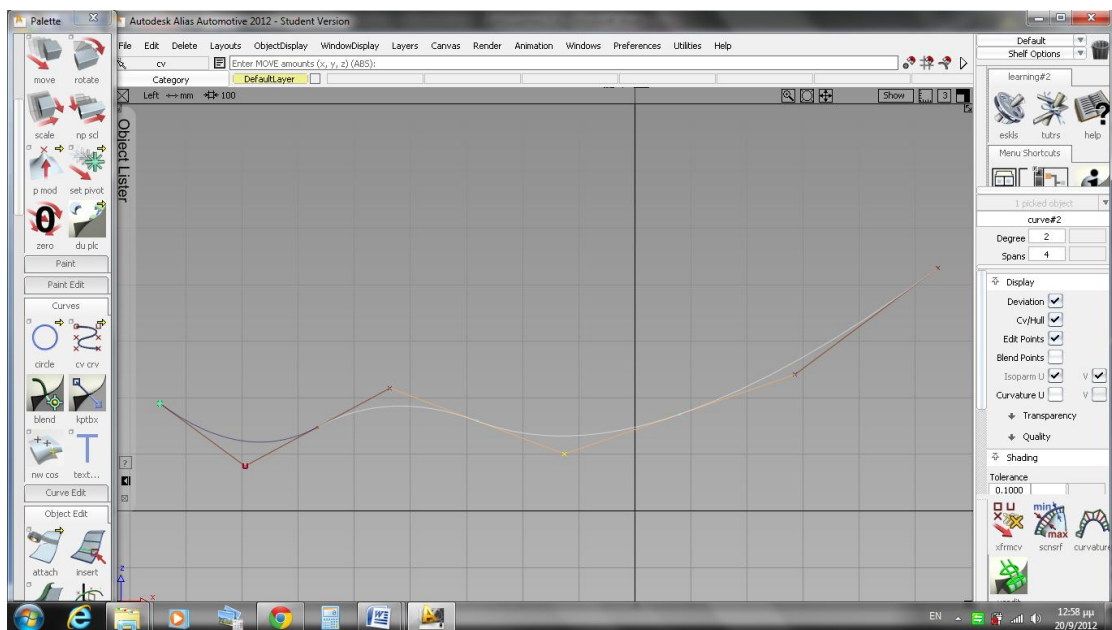
Εξετάζουμε άλλη μια περίπτωση.



Στην συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε δημιουργήσει μια καμπύλη 2<sup>ου</sup> βαθμού με 4 επιμέρους τμήματα. Δηλαδή, ουσιαστικά 4 καμπύλες Bezier 2<sup>ου</sup> βαθμού ενσωματωμένες σε μία. Αυτή είναι μια καμπύλη B-Spline, η οποία αποτελεί γενίκευση της Bezier.

Οι καμπύλες B-Spline έχουν όλες τις ιδιότητες των καμπύλων Bezier, αλλά και μερικά βασικά προτερήματα απέναντί τους:

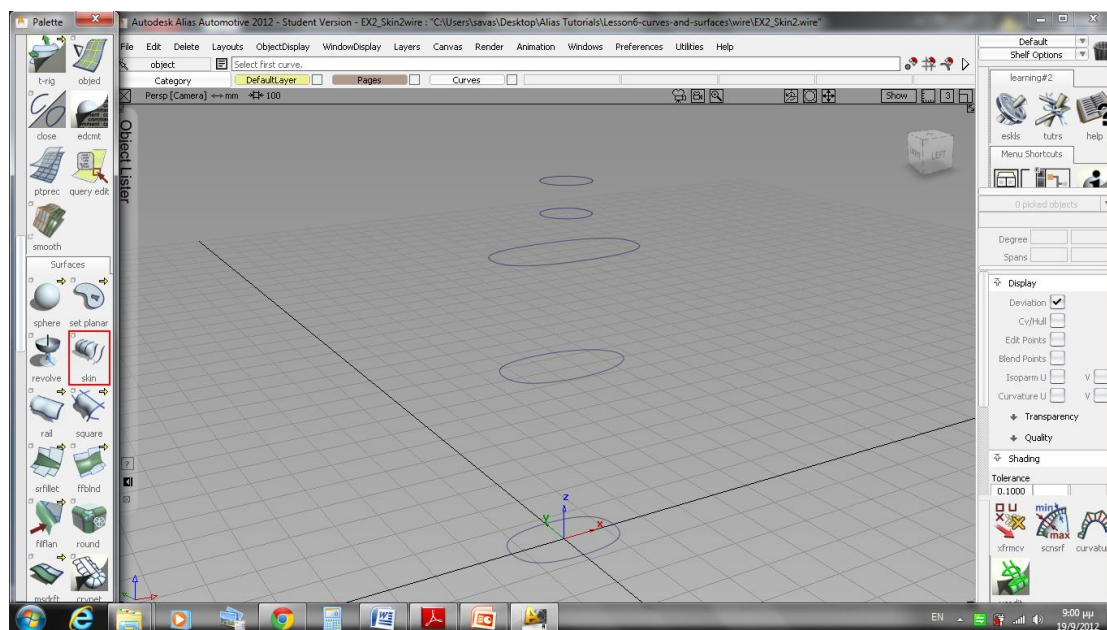
- Δυνατότητα τοπικού ελέγχου καμπύλης. Στις καμπύλες B-Spline η μετακίνηση ενός σημείου ελέγχου επηρεάζει μόνο ορισμένα από τα τμήματα που απαρτίζουν την καμπύλη. Σε αντίθεση, το μεγάλο μειονέκτημα των Bezier είναι ότι η μετακίνηση ενός σημείου ελέγχου αλλάζει όλη τη μορφή της καμπύλης.
- Ο βαθμός της καμπύλης είναι ανεξάρτητος από τα σημεία ελέγχου, και επιλέγεται από το χρήστη, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εργασίας που εκτελεί.
- Η προσθήκη/διαγραφή των σημείων ελέγχου γίνεται χωρίς να υπάρχει αντίστοιχη αλλαγή του βαθμού της καμπύλης. Ο βαθμός της καμπύλης είναι ανεξάρτητος από τα σημεία ελέγχου και αυξάνει/μειώνεται μόνο ο αριθμός των τμημάτων που απαρτίζουν την τελική καμπύλη.



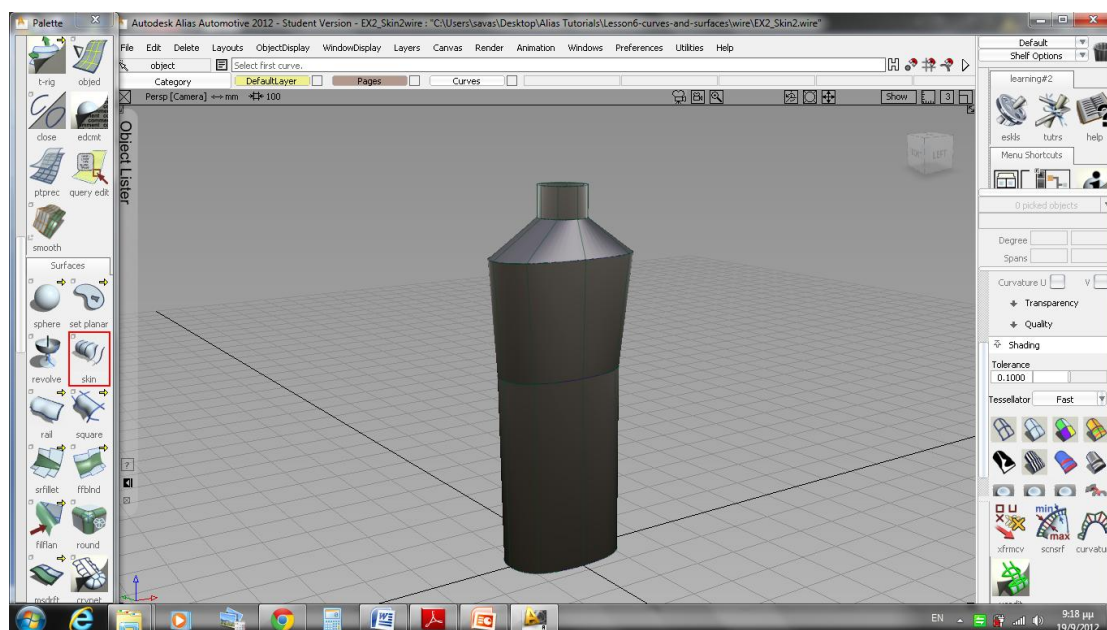
Παρατηρούμε ότι αν μετακινήσουμε 1 σημείο ελέγχου επηρεάζονται τα 3 από τα 4 τμήματα, και το 4<sup>ο</sup> μένει ανέπαφο, ενώ με τη μετακίνηση 1 σημείου ελέγχου στην προηγούμενη περίπτωση (Bezier), αλλάζει η γεωμετρία ολόκληρης της καμπύλης.

Το ALIAS μας δίνει τη δυνατότητα να πειραματιστούμε με πολλών ειδών καμπύλες, ανάλογα με την περίπτωση στην οποία χρειάζονται.

#### 4.4.4 Skin

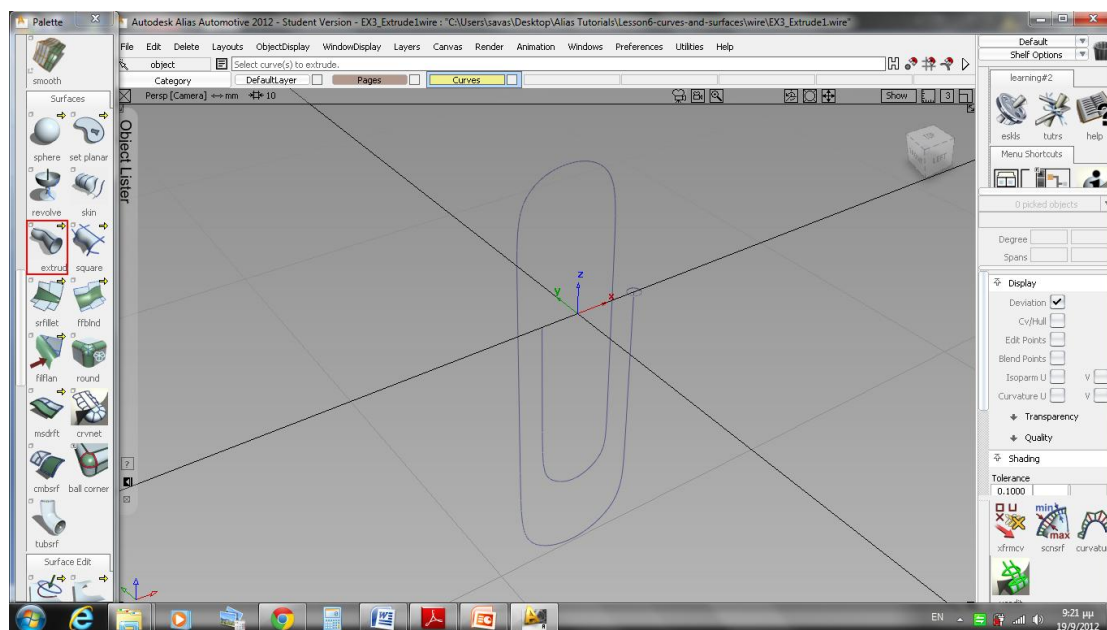


Ορίζονται μερικοί δακτύλιοι στο χώρο εργασίας οι οποίοι θα αποτελέσουν τη βάση για την υλοποίηση του εργαλείου Skin. Επιλέγοντας διαδοχικά τους δακτυλίους με τη σειρά δημιουργούνται επιφάνειες που τους ενώνουν.

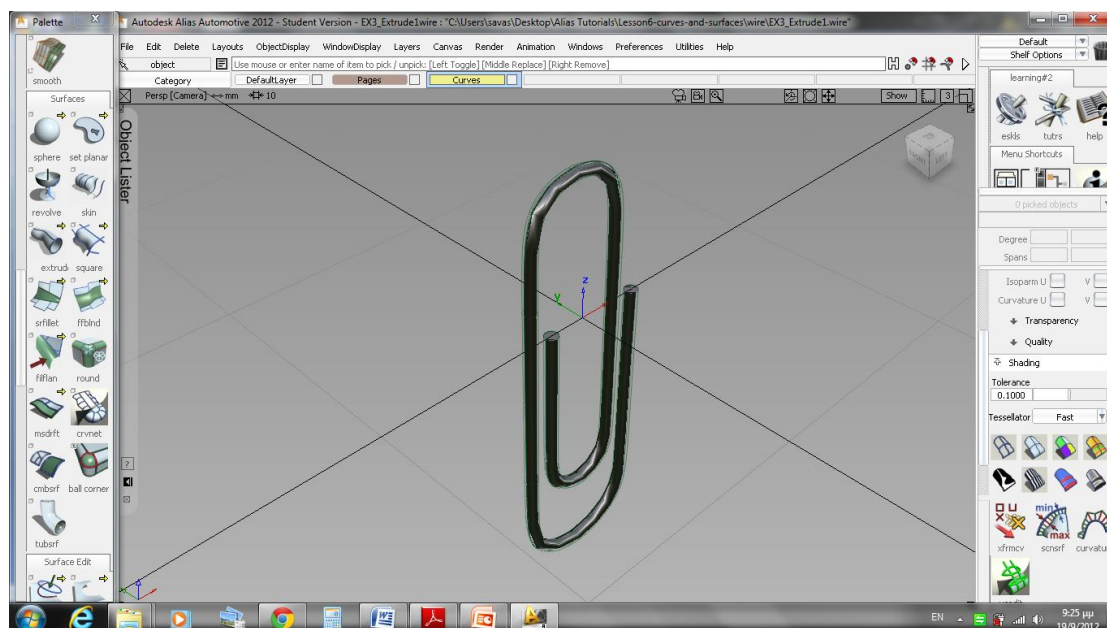




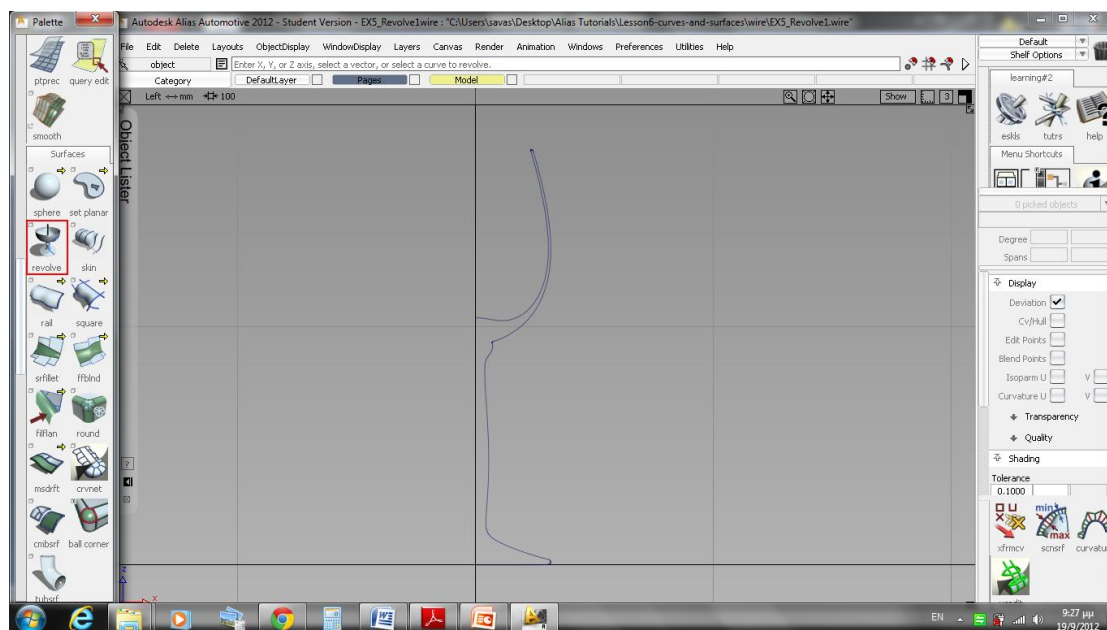
### 4.4.5 Extrude



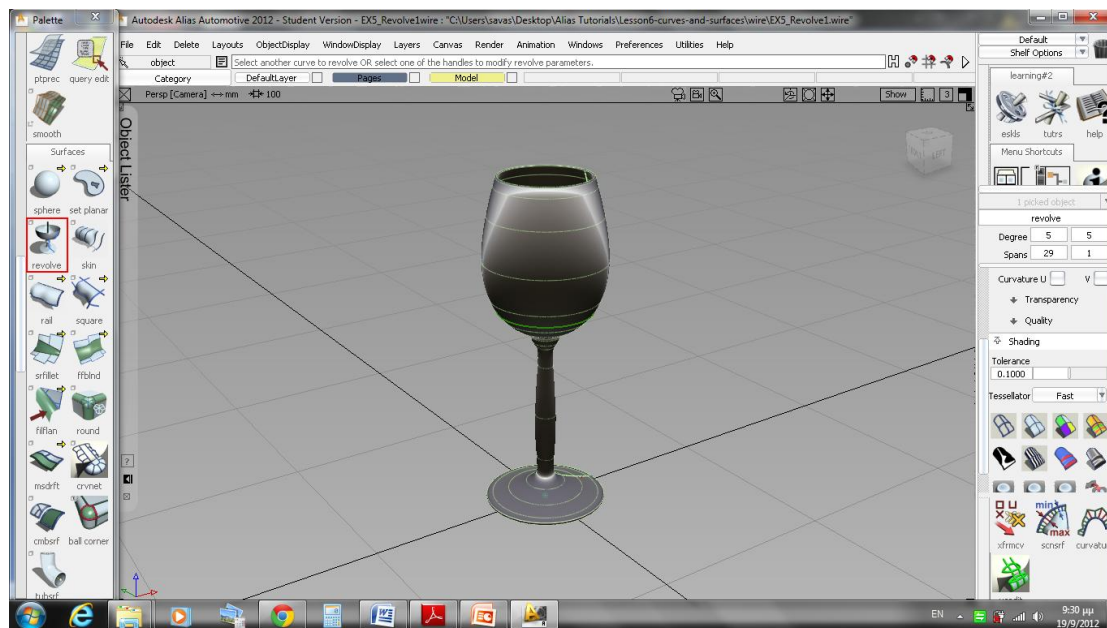
Το εργαλείο αυτό χρειάζεται μια καμπύλη – οδηγό για την τροχιά που θα ακολουθήσει και το προφίλ που θα έχει αυτή η τροχιά. Αφού επιλεχθεί το εργαλείο, επιλέγουμε -όταν ζητηθεί από τη γραμμή εντολών- την τροχιά και στη συνέχεια το προφίλ και δημιουργείται το αντικείμενο που θέλουμε.



### 4.4.6 Revolve

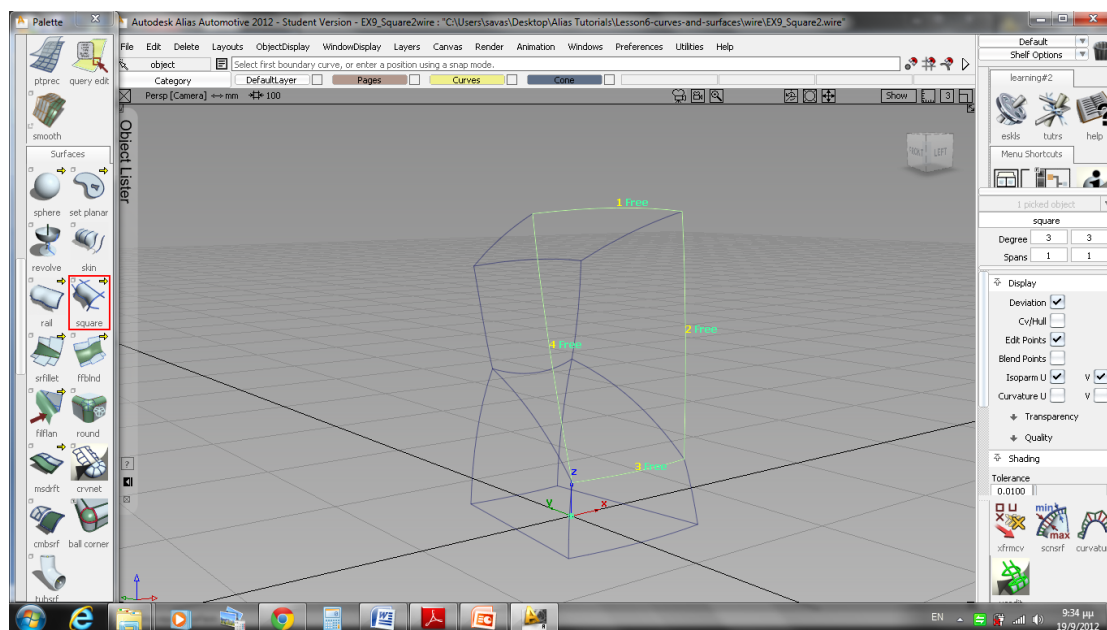


Αυτό είναι το εργαλείο που χρησιμεύει στην κατασκευή αντικειμένων συμμετρικών ως προς άξονα. Δημιουργούμε το προφίλ της καμπύλης, ορίζουμε τον άξονα συμμετρίας και τη γωνία περιστροφής και επιλέγουμε το Revolve.

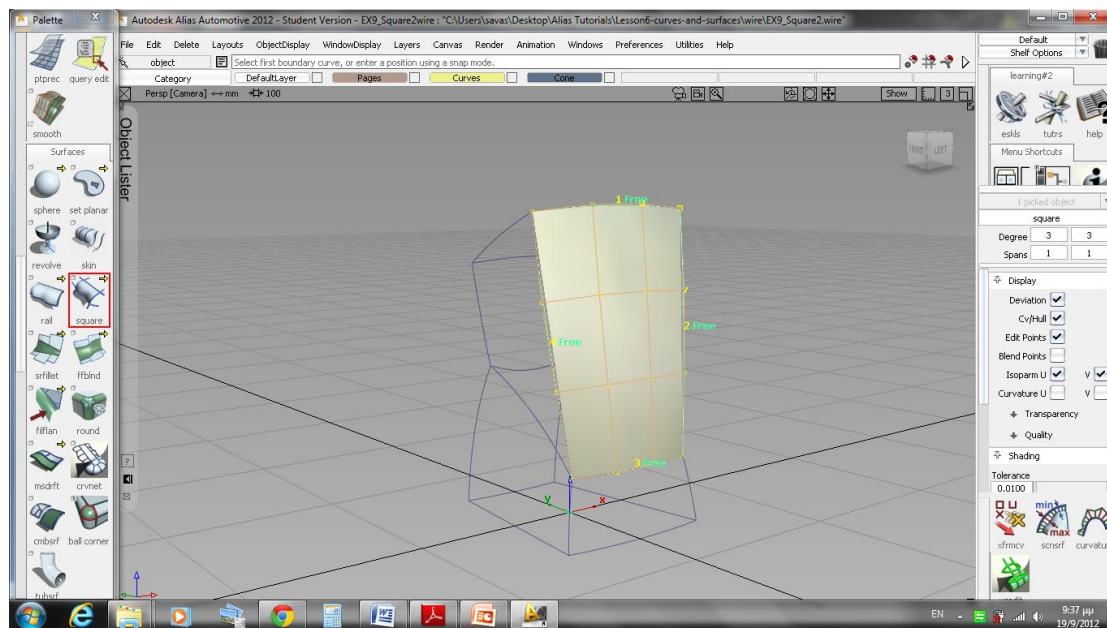


Στην περίπτωση μας ορίσαμε σαν άξονα συμμετρίας τον z και περιστροφή 360 μοιρών.

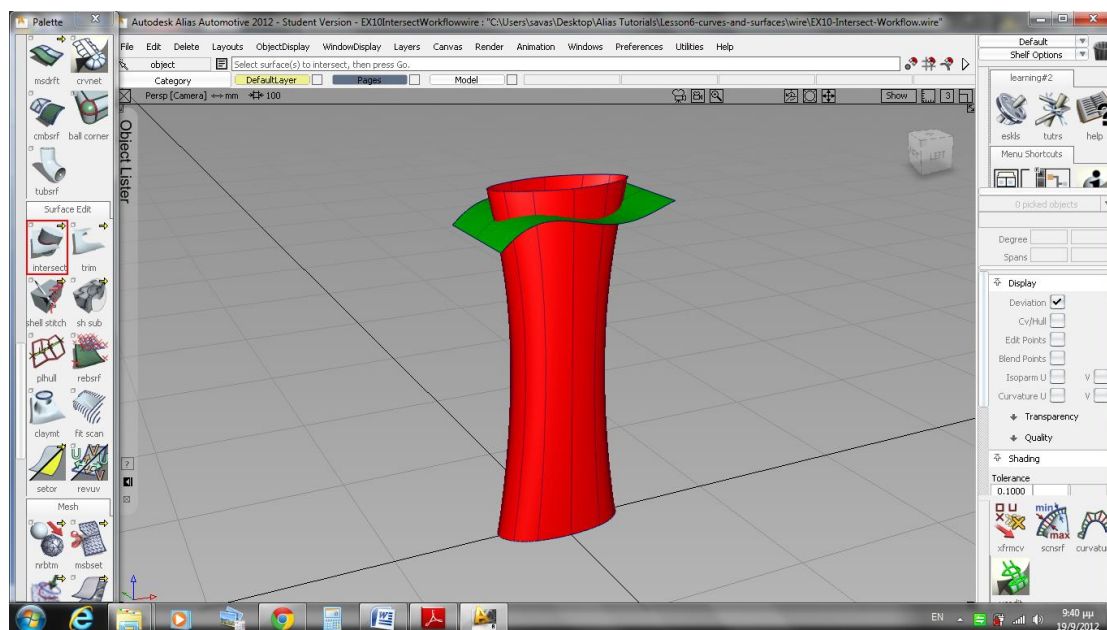
### 4.4.7 Square



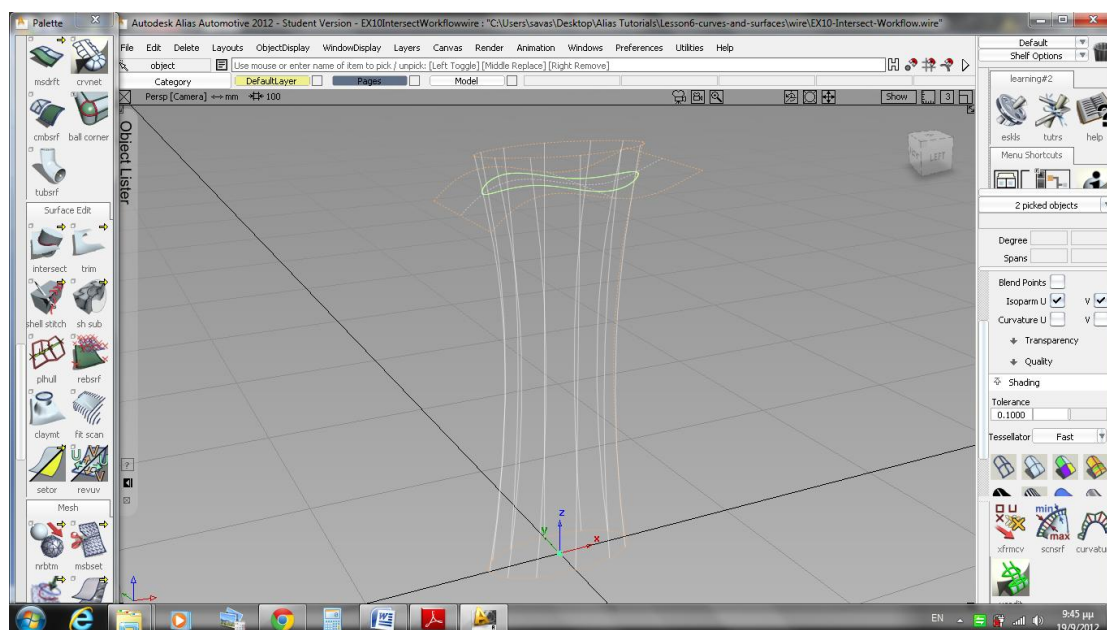
Το εργαλείο Square δημιουργεί μια επιφάνεια που ενώνει 4 καμπύλες τεμνόμενες ανά δύο μεταξύ τους. Απαραίτητη προϋπόθεση, οι 4 καμπύλες να σχηματίζουν ένα κλειστό όριο. Δέχεται σαν ορίσματα τις 4 καμπύλες διαδοχικά και δημιουργεί αυτόματα την επιφάνεια.



### 4.4.8 Intersect



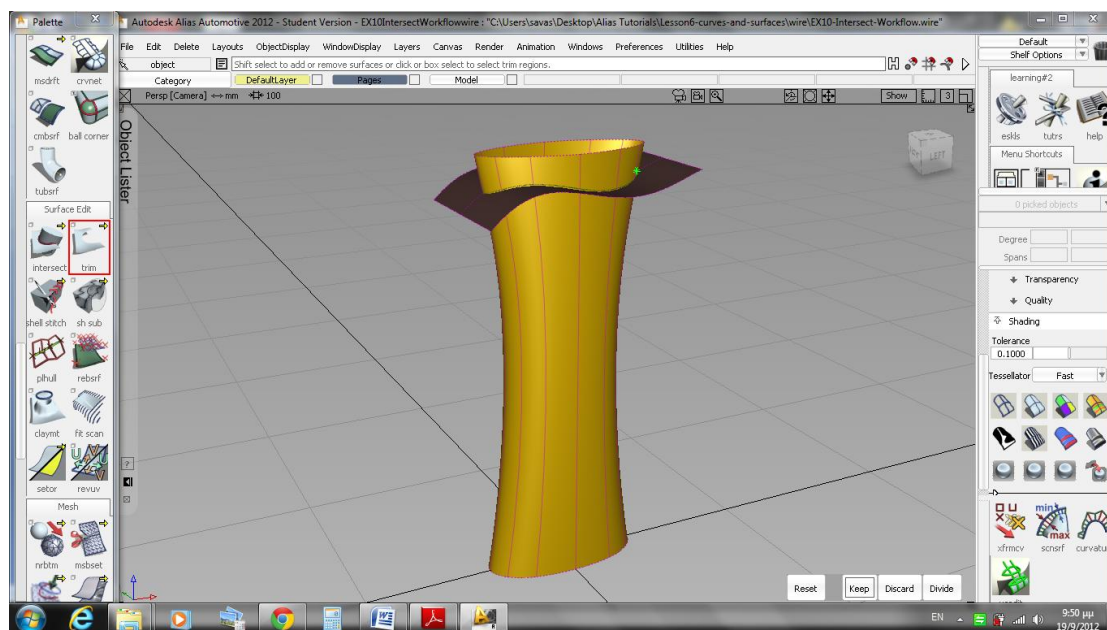
Το εργαλείο Intersect παρεμβάλλει ένα ή παραπάνω αντικείμενα μέσα σε ένα άλλο/άλλα. Επιλέγουμε το εργαλείο και στη συνέχεια τις επιφάνειες που θέλουμε να παρεμβάλλουμε.



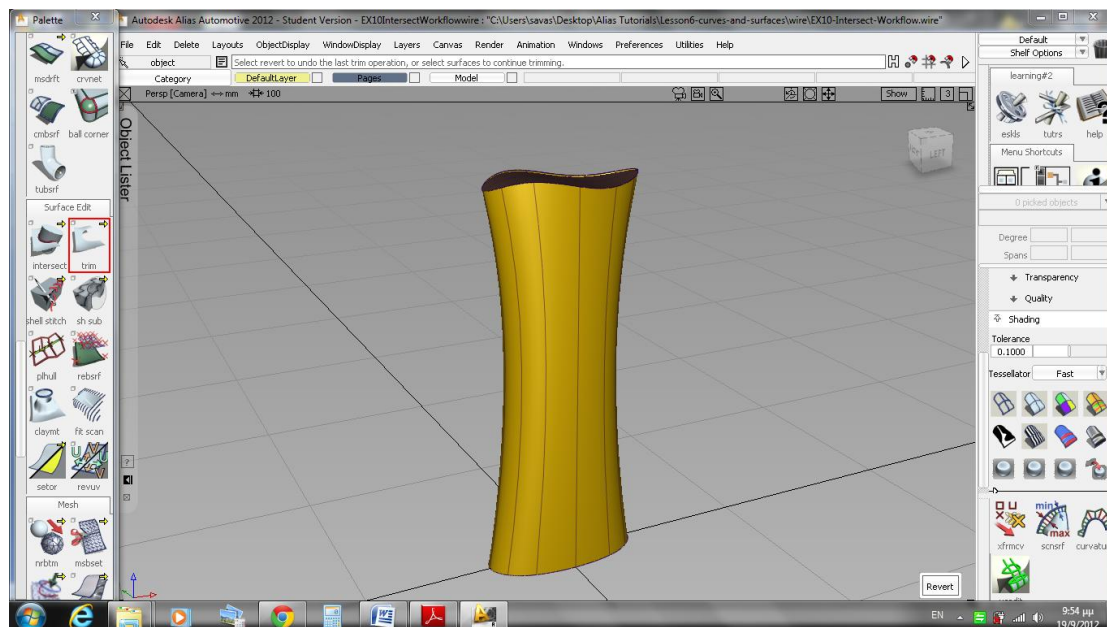
Η διαδικασία έχει ολοκληρωθεί, και αυτό που δημιουργήθηκε είναι μια καμπύλη πάνω στην κάθε επιφάνεια, η οποία λέγεται Curve-on-Surface (CoS). Μπορεί να μην φαίνεται σαν κάτι σημαντικό αλλά αυτή ουσιαστικά είναι μια βοηθητική καμπύλη που θα χρησιμεύσει σε πολλές σημαντικές διαδικασίες που θα ακολουθήσουν.



#### 4.4.9 Trim

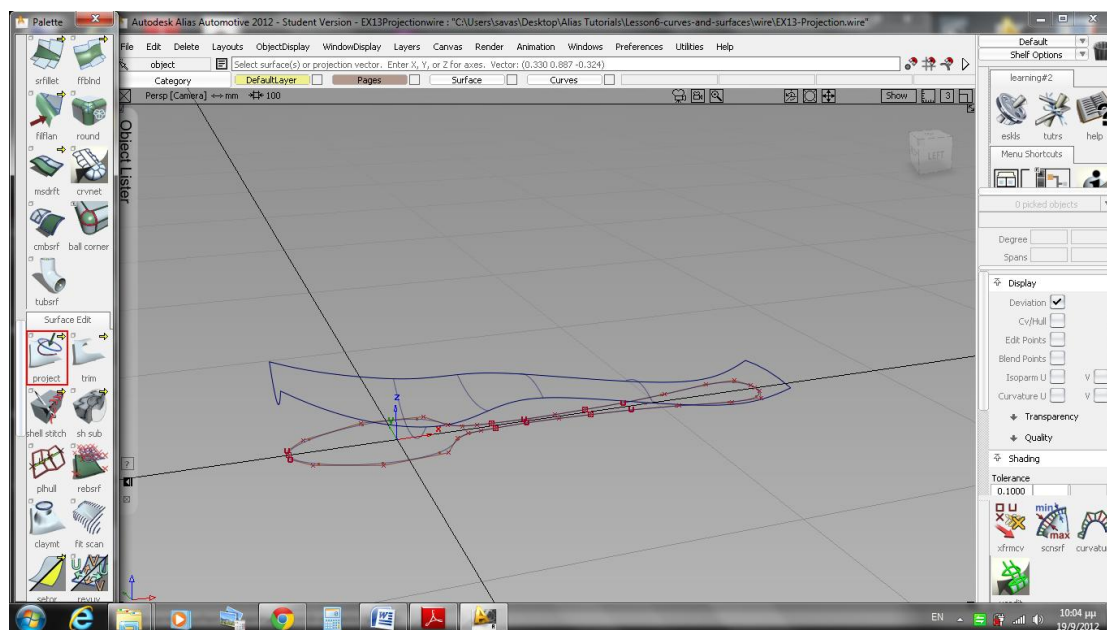


Αυτό το εργαλείο χρησιμεύει στην αποκοπή επιφανειών που “περισσεύουν”. Έχοντας λοιπόν δημιουργήσει μια CoS παρεμβάλλοντας 2 αντικείμενα μεταξύ τους, με την εντολή Trim επιλέγουμε τα κομμάτια που δεν μας χρησιμεύουν. Εδώ παίζει ρόλο η CoS γιατί έχει χωρίσει τις επιφάνειες στα σημεία που μας ενδιαφέρουν.

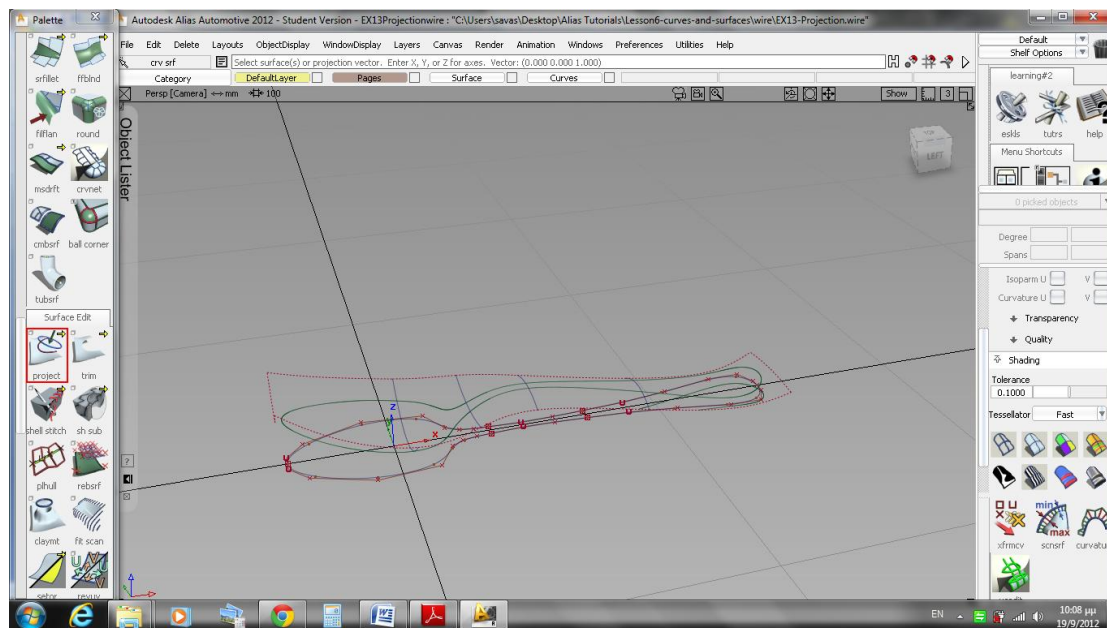


Αφαιρώντας τα κομμάτια που δεν χρειαζόμαστε παραμένει η τομή των επιφανειών. Το εργαλείο αυτό μαζί με το Intersect είναι από τα βασικότερα εργαλεία για τη διαμόρφωση επιφανειών ελεύθερης μορφής και στην προκειμένη περίπτωση είναι τα εργαλεία που αποτέλεσαν τη βάση της μοντελοποίησης του Pjct-X.

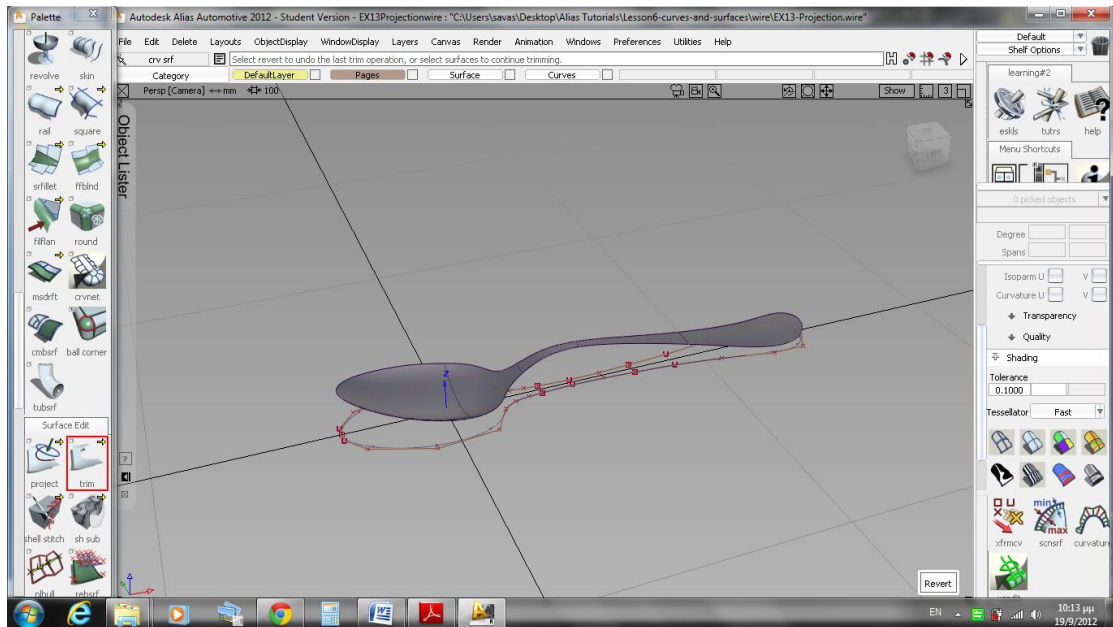
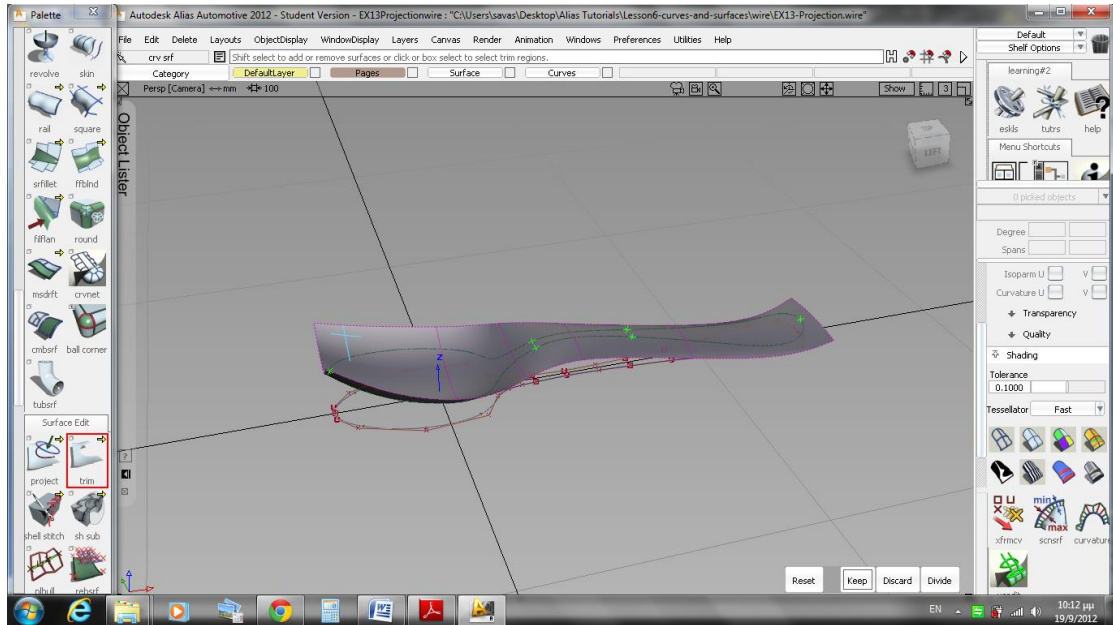
#### 4.4.10 Project



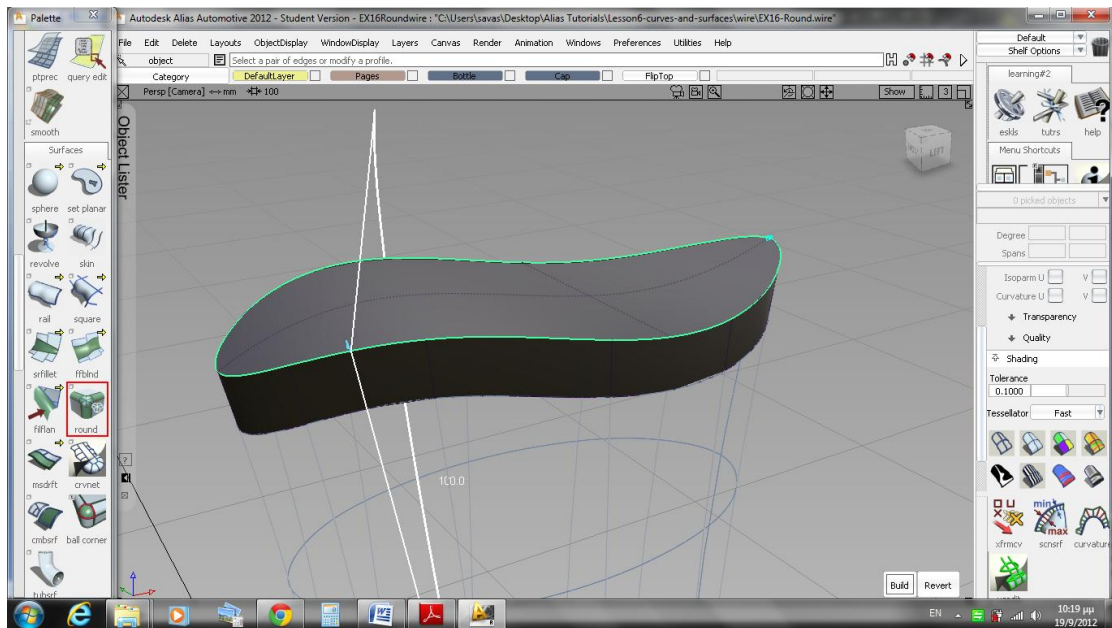
Το Project προβάλλει μια καμπύλη πάνω σε μια επιφάνεια. Επιλέγουμε την καμπύλη που θα προβληθεί, επιλέγουμε την επιφάνεια πάνω στην οποία θα γίνει η προβολή, και τέλος επιλέγουμε ως προς ποιο άξονα θα γίνει η προβολή.



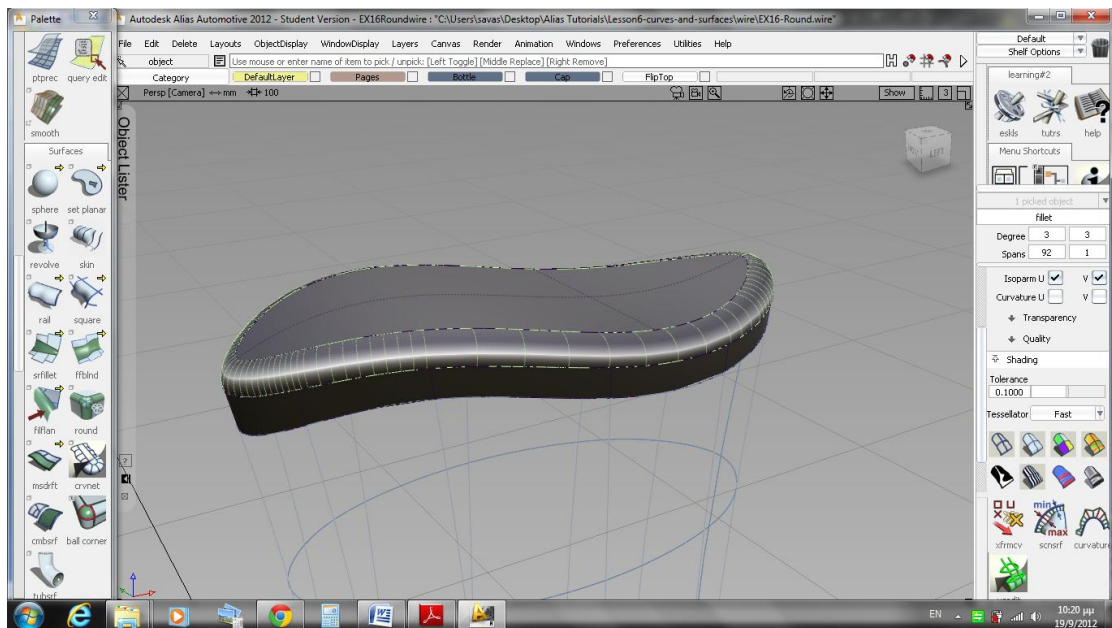
Αυτό που δημιουργήθηκε είναι μια καμπύλη CoS πάνω στην επιφάνεια που επιλέξαμε. Η προβολή δηλαδή της καμπύλης πάνω στην επιφάνεια. Αν έπειτα το συνδυάσουμε με το Trim, προκύπτει το επιθυμητό αντικείμενο.



#### 4.4.11 Round

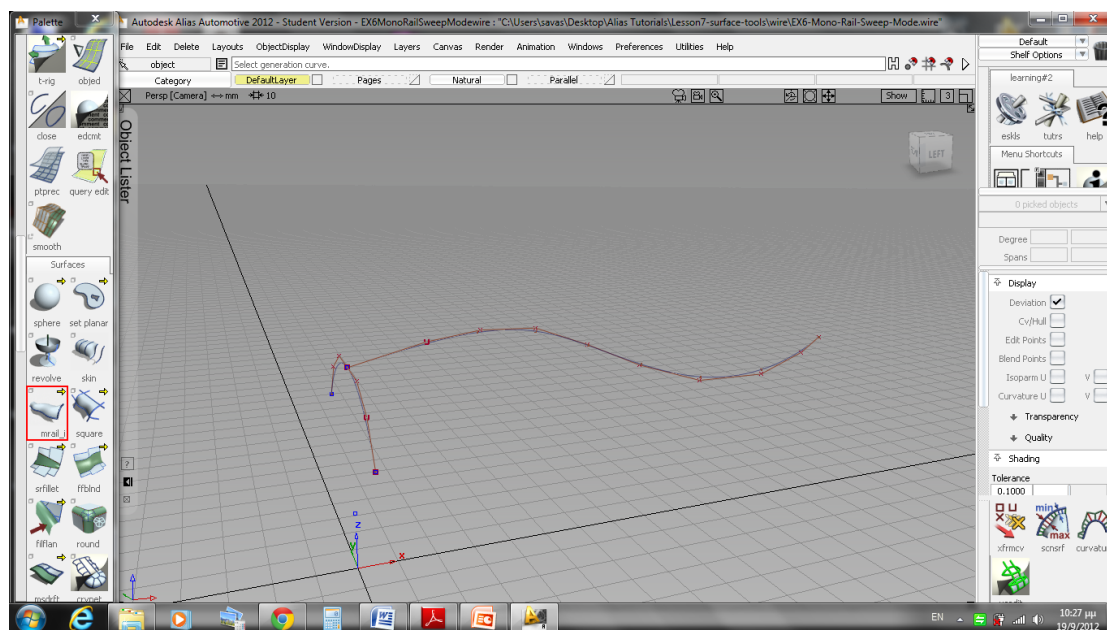


Το Round εξομαλύνει τις ακμές των αντικειμένων. Επιλέγουμε το εργαλείο, επιλέγουμε τις ακμές που θέλουμε να στρογγυλέψουμε και τέλος την ακτίνα που θα έχει το κυκλικό φιλέτο που θα ενώνει τις 2 πλευρές.

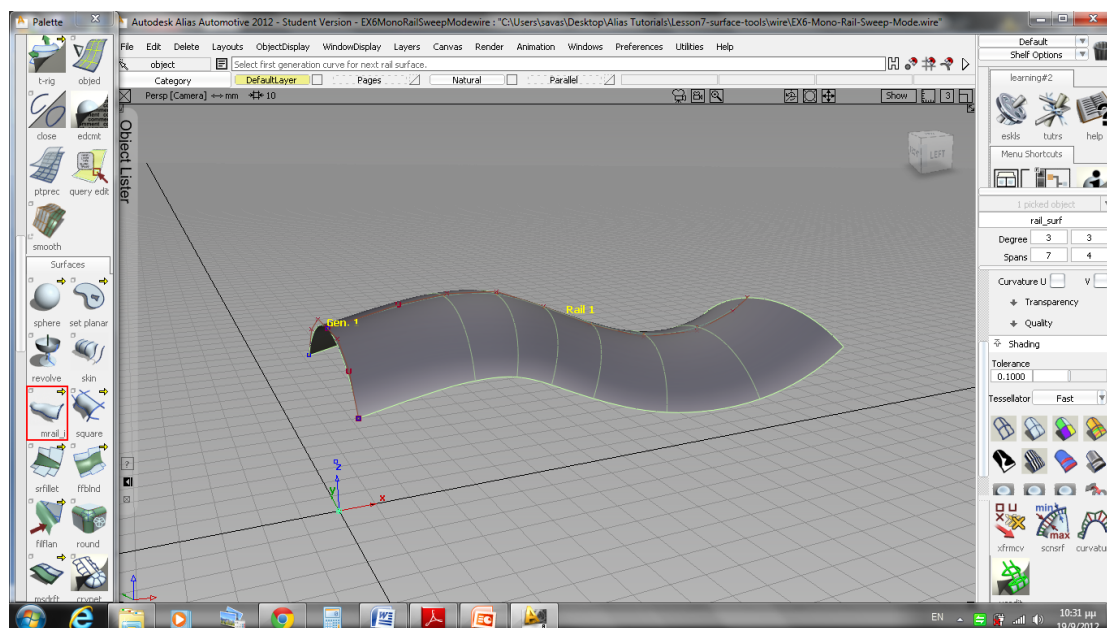




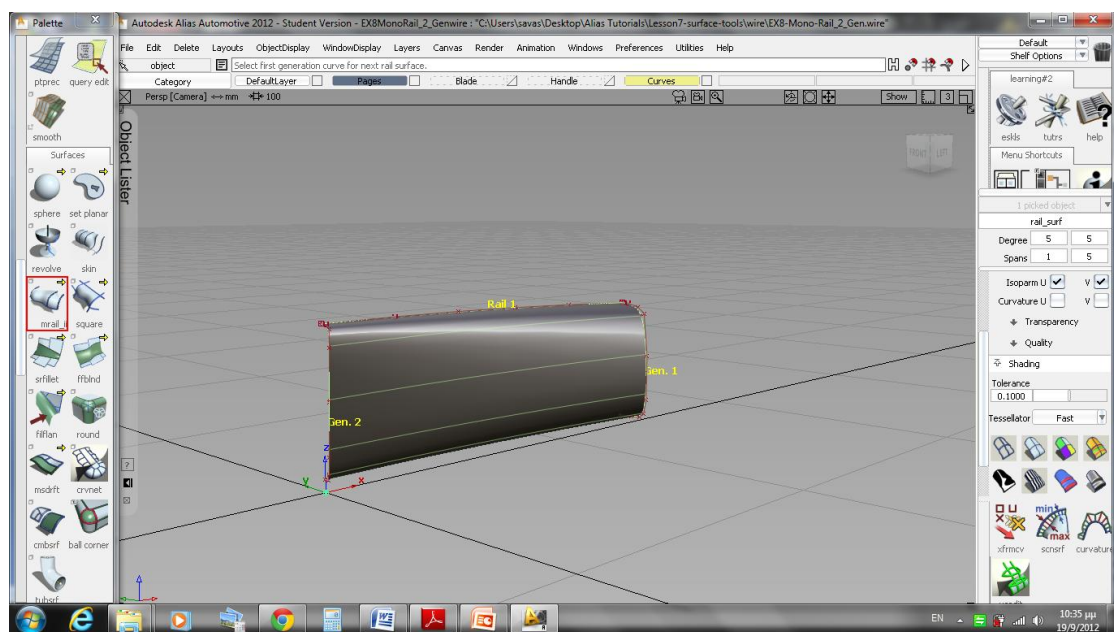
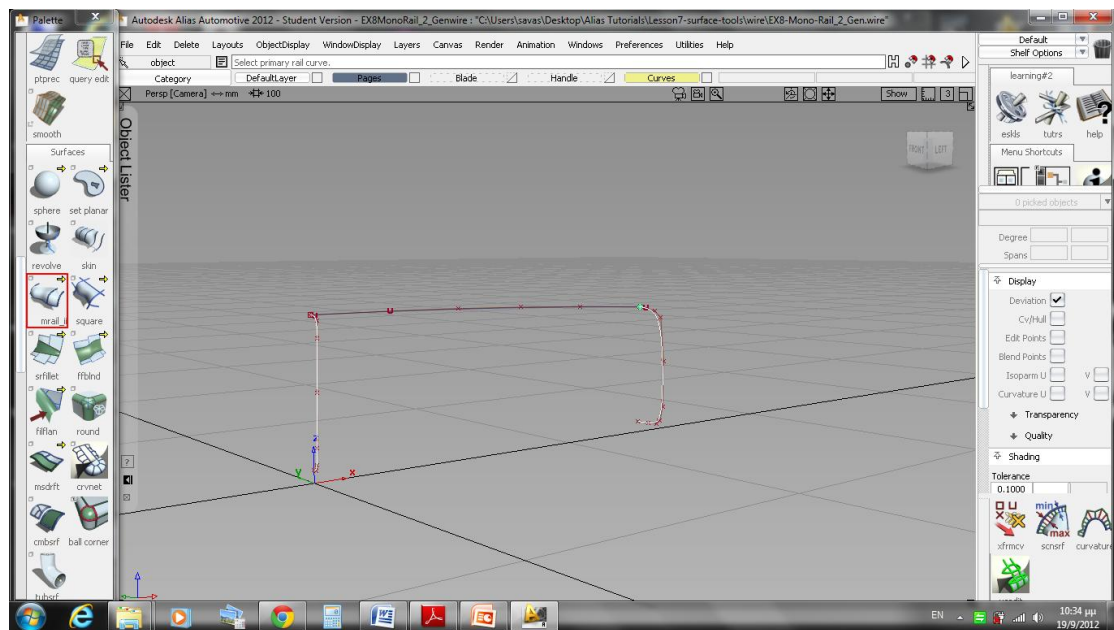
#### 4.4.12 Mono-Rail



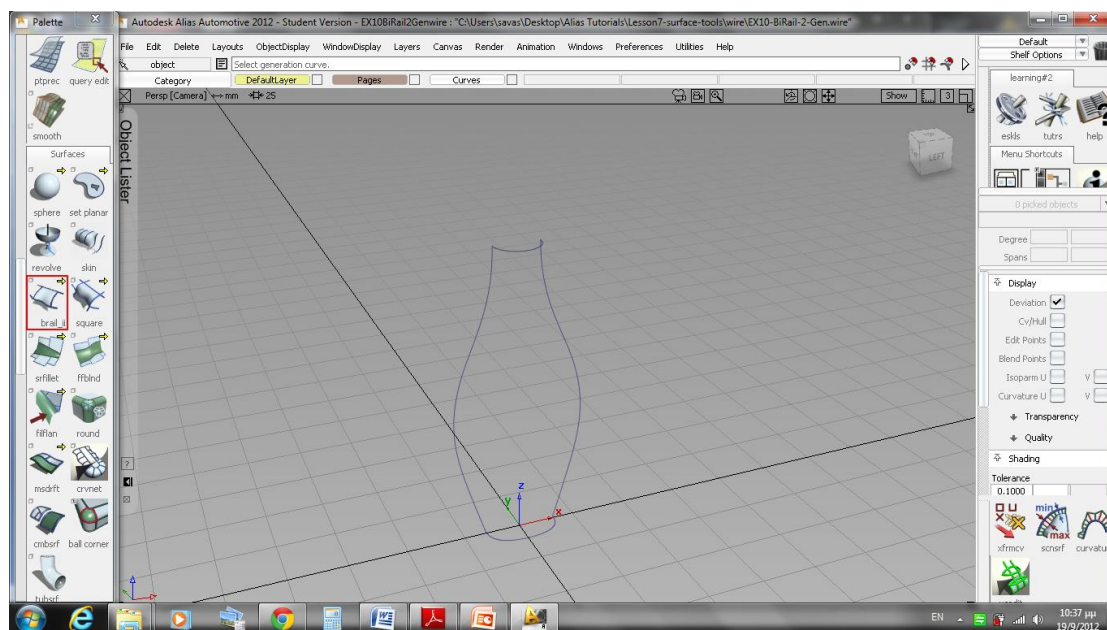
Το εργαλείο Mono-Rail είναι μια παραλλαγή του Extrude αλλά έχει πολύ περισσότερες δυνατότητες ρυθμίζοντας τις κατάλληλες παραμέτρους. Χρειάζεται να οριστεί μια καμπύλη προφίλ (Generation Curve) και μια καμπύλη τροχιάς (Rail Curve) για να σχηματιστεί μια επιφάνεια με βάση αυτές.



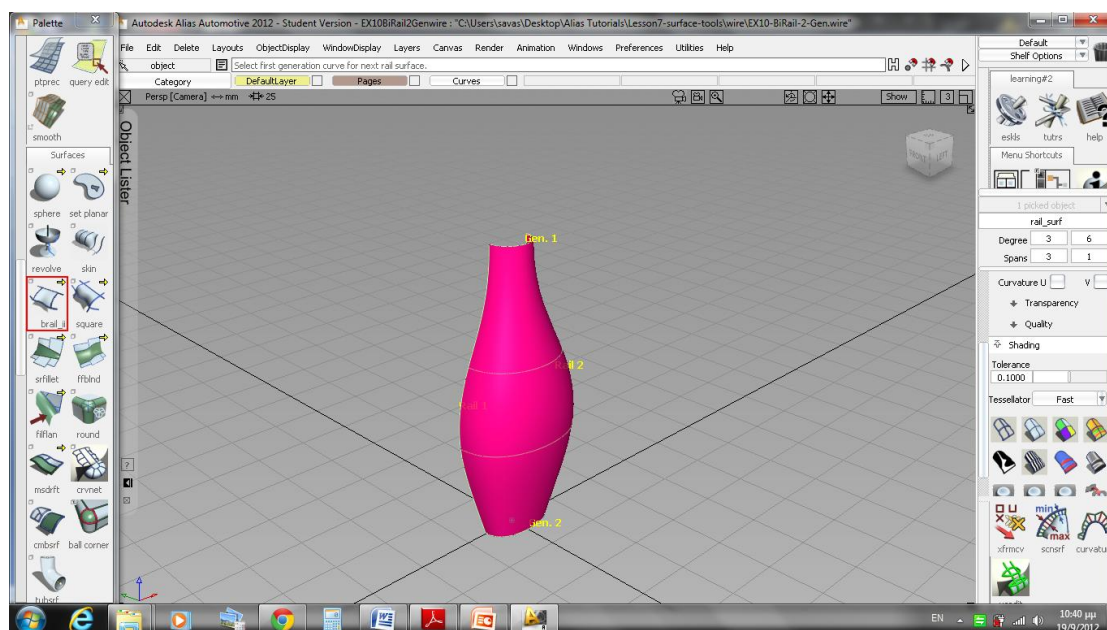
Επίσης μπορεί να οριστεί Mono-Rail με 2 καμπύλες προφίλ.



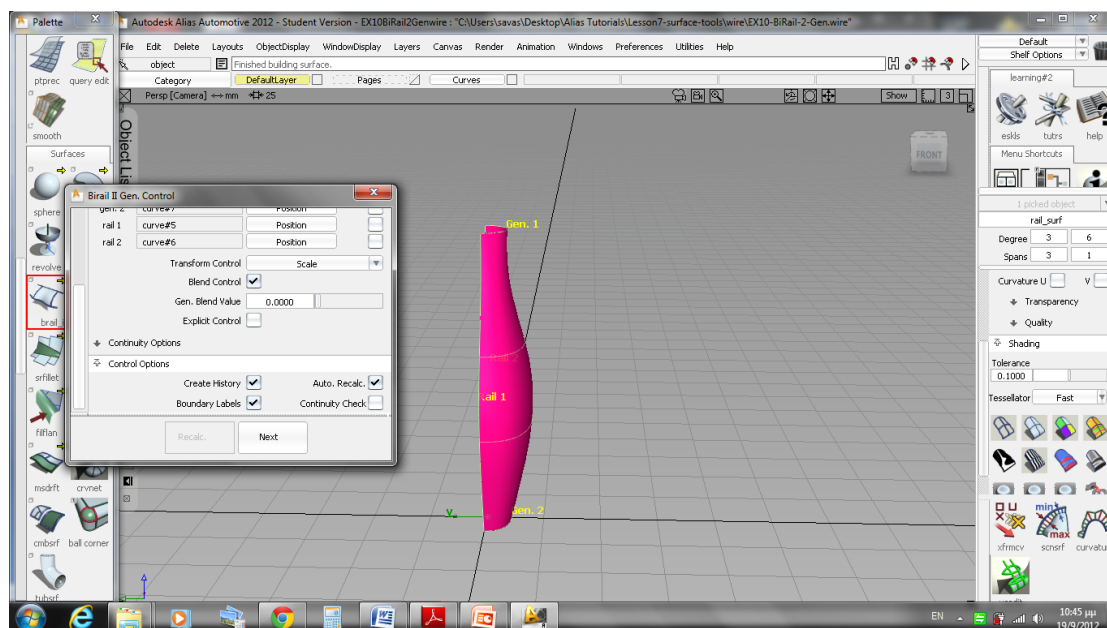
### 4.4.13 Bi-rail



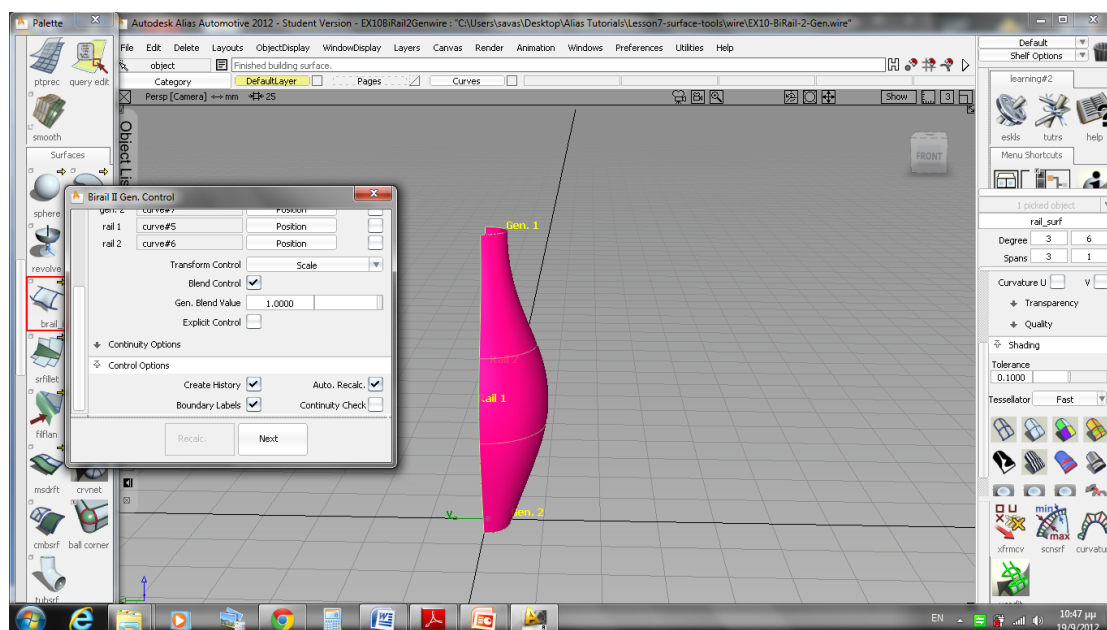
Το Bi-Rail είναι μια επέκταση του Mono-Rail. Χρησιμοποιεί 2 καμπύλες τροχιάς και 2 καμπύλες προφίλ και υλοποιείται με τον ίδιο τρόπο με το Mono-Rail.



Αυτά τα εργαλεία έχουν αρκετές επιλογές αλλά η βασικότερη είναι το ποσοστό επιρροής των καμπύλων προφίλ. Δηλαδή κατά πόσο επηρεάζει η κάθε μία την επιφάνεια που δημιουργείται. Η προεπιλογή είναι 50% επιρροή από κάθε καμπύλη. Η διαφορά θα φανεί στις παρακάτω εικόνες.



Στη συγκεκριμένη περίπτωση επιλέξαμε 100% επιρροή από τη δεύτερη καμπύλη προφίλ (κάτω) η οποία είναι πιο “τετραγωνισμένη”.



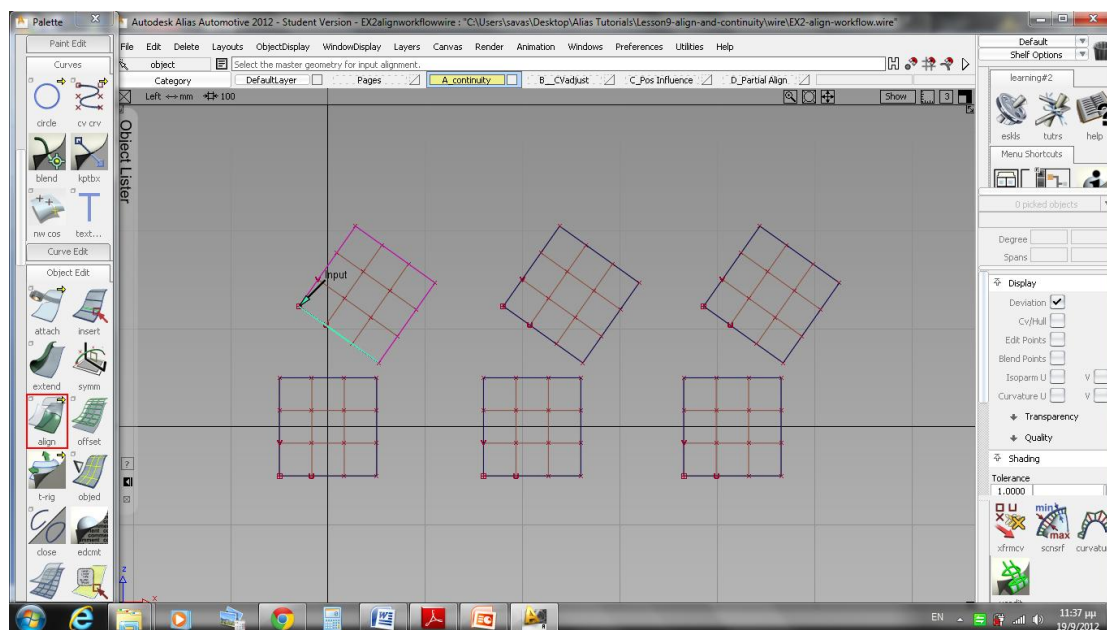
Ενώ εδώ επιλέξαμε 100% επιρροή από την πρώτη καμπύλη προφίλ (πάνω) η οποία είναι πιο “στρογγυλεμένη”. Αντίστοιχα μεταβάλλεται και το σχήμα της επιφάνειας που έχει δημιουργηθεί.

Το Bi-Rail, όπως και το Mono-Rail μπορούν να υλοποιηθούν και για αριθμό καμπύλων προφίλ μεγαλύτερο του 2, όσες χρειάζονται για να προσεγγίσουμε με τον καλύτερο τρόπο το σχήμα της επιφάνειας που θέλουμε να δημιουργήσουμε.

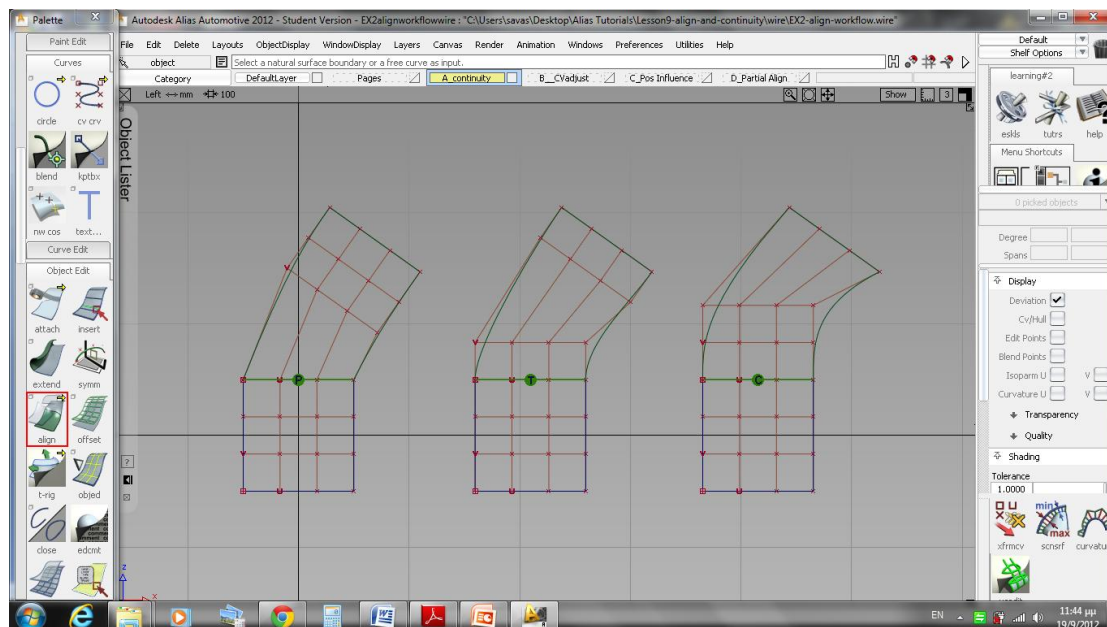
Τα εργαλεία της κατηγορίας Rail (Mono-Rail & Bi-Rail), μαζί με τις δυνατότητες που δίνουν, έπαιξαν επίσης αρκετά σημαντικό ρόλο στη μοντελοποίηση του Prjct-X.



### 4.4.14 Align



Το εργαλείο Align είναι αυτό που ευθυγραμμίζει καμπύλες και επιφάνειες. Ορίζουμε μια βασική επιφάνεια/καμπύλη και μια άλλη που θα ευθυγραμμιστεί με τη βασική. Υπάρχουν διάφορα είδη ευθυγράμμισης που έχουν να κάνουν με τη συνέχεια μεταξύ των επιφανειών/καμπύλων. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω υπάρχει η σημειακή συνέχεια (G0), η εφαπτομενική συνέχεια (G1) και η συνέχεια καμπυλότητας (G2). Συγκεκριμένο παράδειγμα θα φανούν και τα 3 είδη συνέχειας στην πράξη. Ευθυγραμμίζουμε λοιπόν τις επιφάνειες μεταξύ τους και ρυθμίζουμε τις επιλογές της συνέχειας.



Το αριστερό σχήμα έχει ευθυγραμμιστεί με συνέχεια G0 και παρατηρούμε ότι οι επιφάνειες απλά ενώνονται στο σημείο επαφής με μια δεδομένη γωνία.

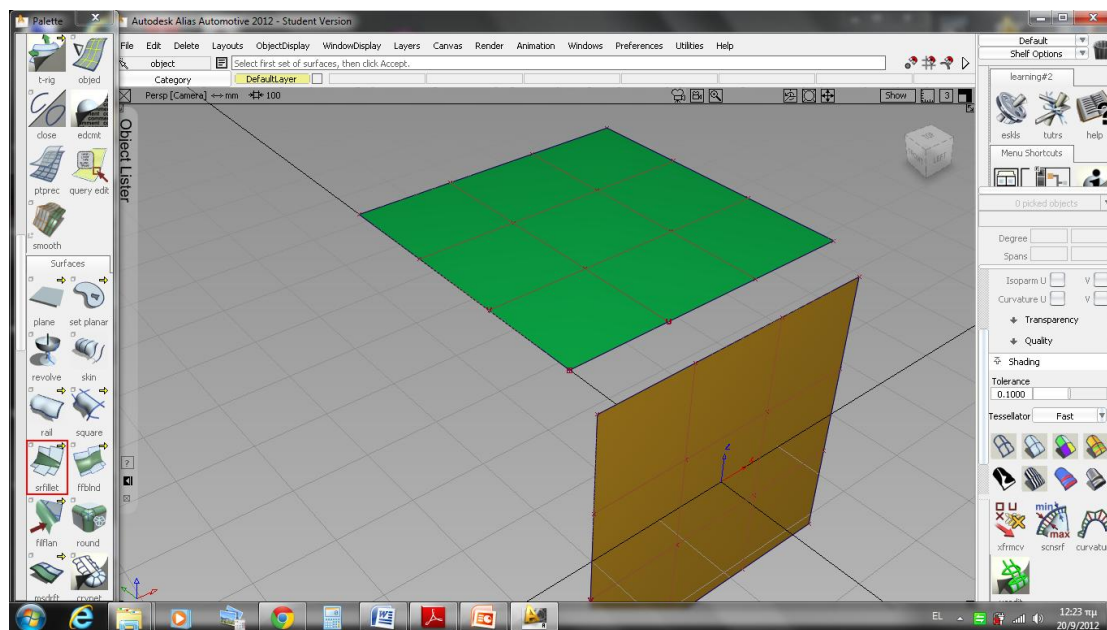
Το μεσαίο σχήμα έχει G1 συνέχεια. Βλέπουμε ότι και η δεύτερη σειρά των CVs των επιφανειών είναι ευθυγραμμισμένη (τα τελικά διανύσματα είναι παράλληλα) και έχει εξομαλυνθεί η γωνία μεταξύ τους κατά ένα ποσοστό.

Για το δεξί σχήμα έχει επιλεγθεί G2 συνέχεια. Παρατηρούμε ότι και η τρίτη σειρά των CVs των επιφανειών είναι ευθυγραμμισμένη (τα τελικά διανύσματα είναι παράλληλα και έχουν ίδιο μέγεθος), ενώ δεν υπάρχει γωνία στο σημείο επαφής τους. Η ευθυγράμμιση αυτής της μορφής με G2 συνέχεια δημιούργησε μία τέλεια ομαλή επιφάνεια.

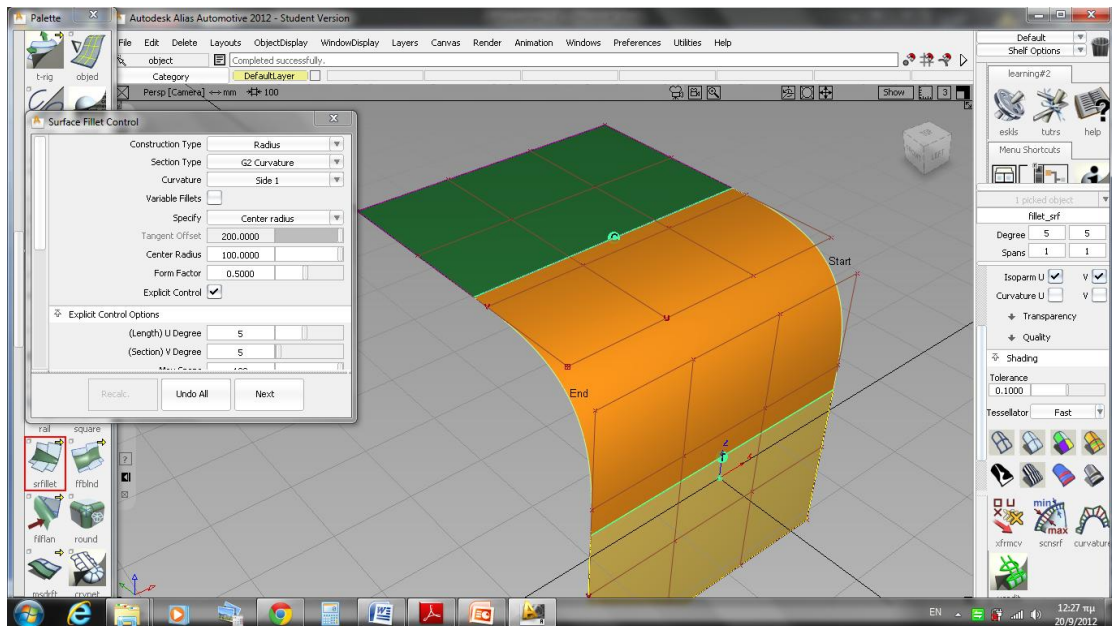
Η G2 συνέχεια είναι αυτή που χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στην 3D μοντελοποίηση της αυτοκινητοβιομηχανίας, και είναι αυτή που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση του Project-X.

Υπάρχουν και καλύτερες ποιότητες συνέχειας επιφανειών (G3,G4 κ.ο.κ.) που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικά προϊόντα μικρής κλίμακας (π.χ. κινητά τηλέφωνα), αλλά η G2 είναι πλήρως αποδεκτή για τα κατασκευαστικά σχέδια των αυτοκινήτων.

#### 4.4.15 Surface Fillet

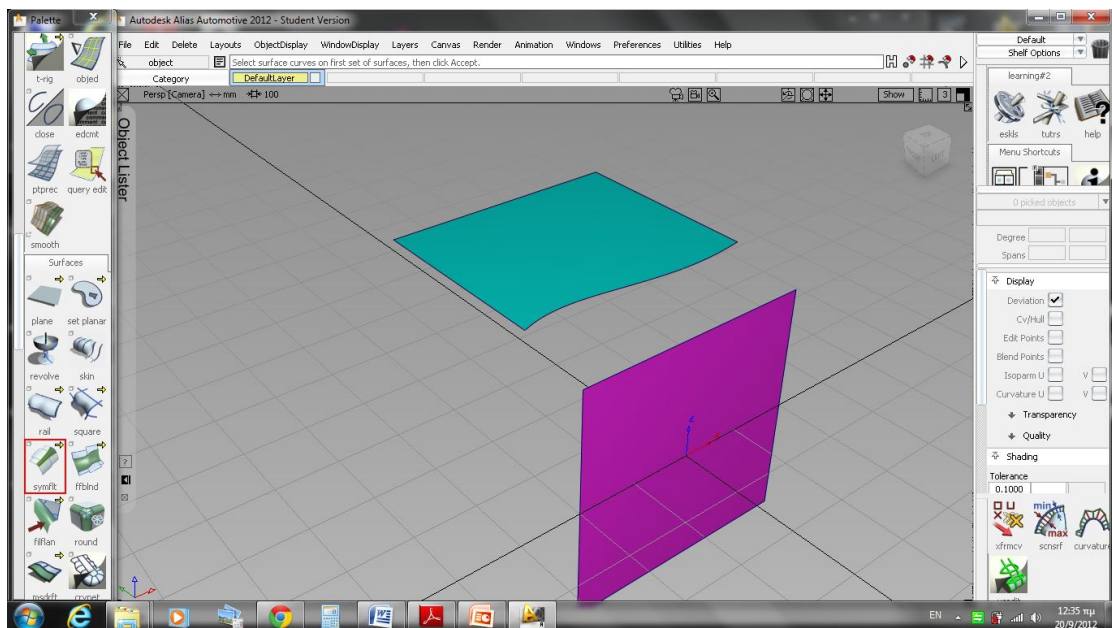


Το συγκεκριμένο εργαλείο δημιουργεί ένα “φιλέτο” στο διάκενο 2 επιφανειών. Επιλέγουμε τις επιφάνειες, ορίζουμε την ακτίνα του φιλέτου, καθώς και τη συνέχεια μεταξύ της κάθε επιφάνειας και του φιλέτου.

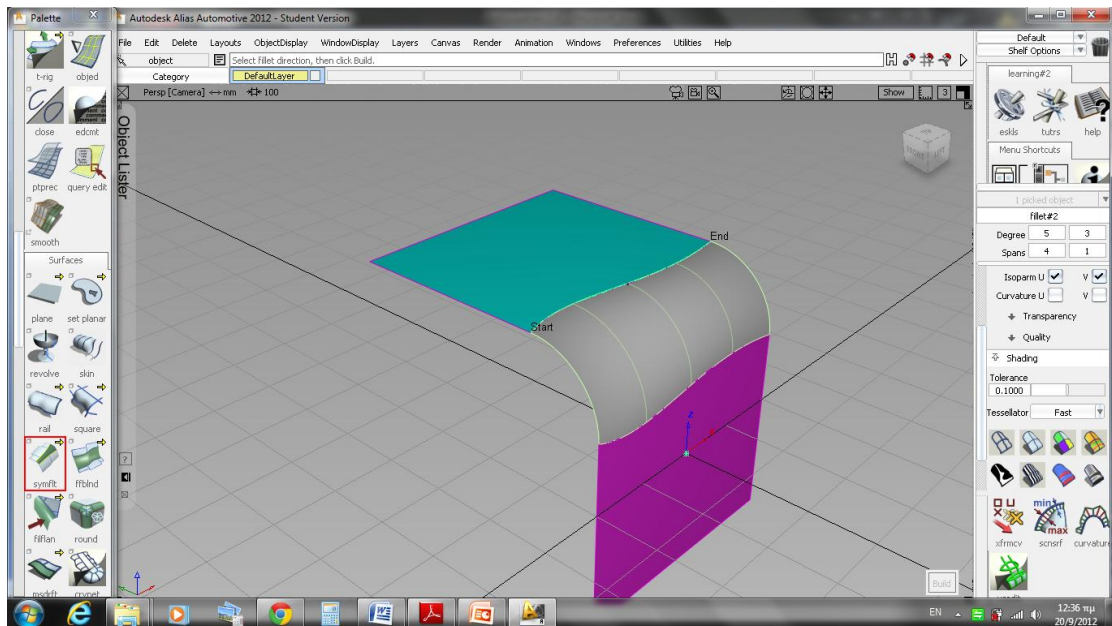


Δημιουργήθηκε το φιλέτο έχοντας επιλέξει G2 συνέχεια για την πρώτη επιφάνεια (πάνω) και G1 για τη δεύτερη.

#### 4.4.16 Symmetric Fillet

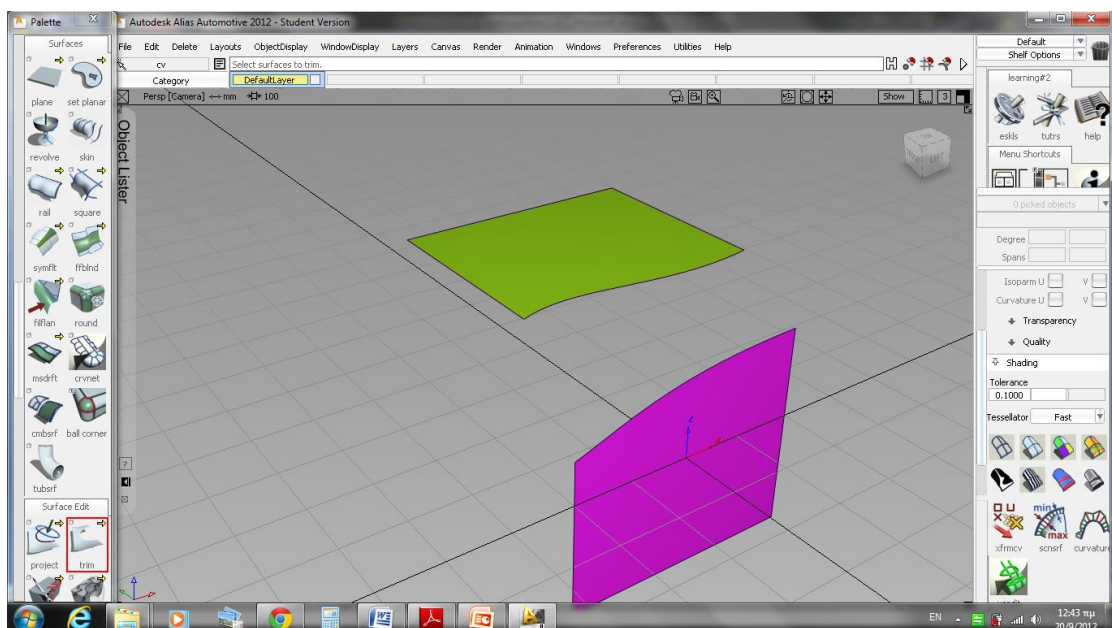




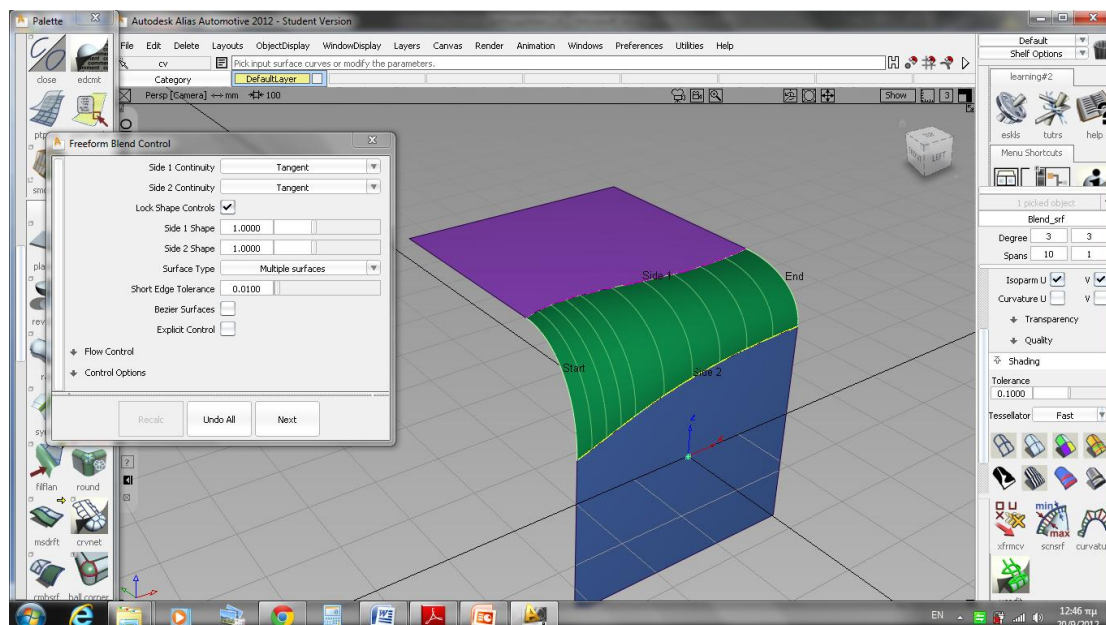


Το Symmetric Fillet έχει αντίστοιχη λειτουργία με το Surface Fillet με τη διαφορά ότι μεταφέρει το σχήμα της βασικής οριακής καμπύλης στην οριακή καμπύλη της δευτερεύουσας επιφάνειας.

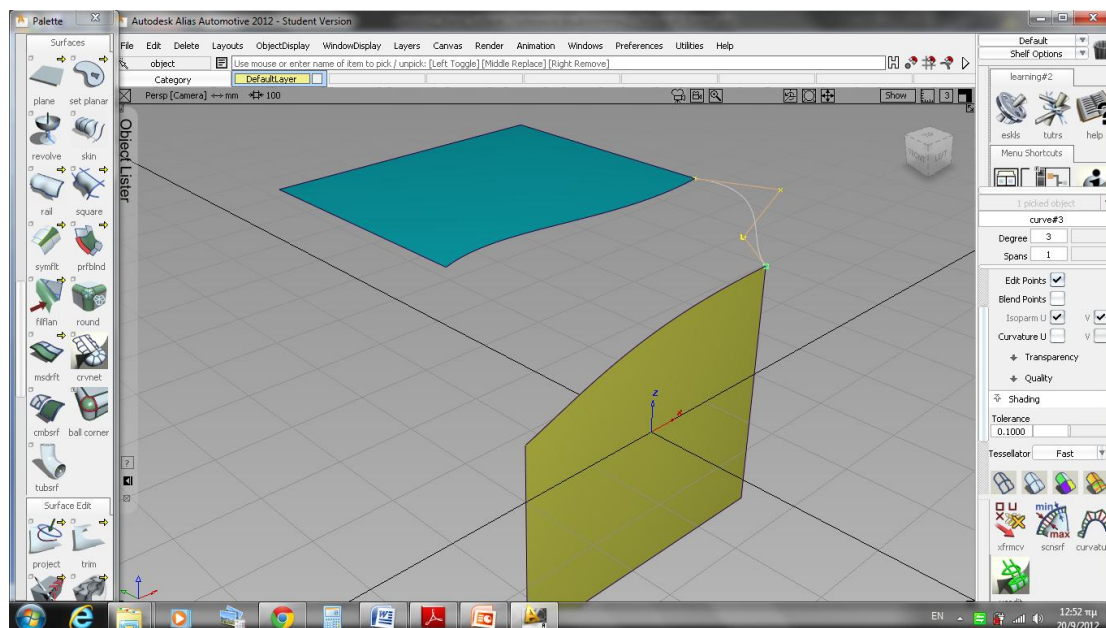
#### 4.4.17 Freeform Blend



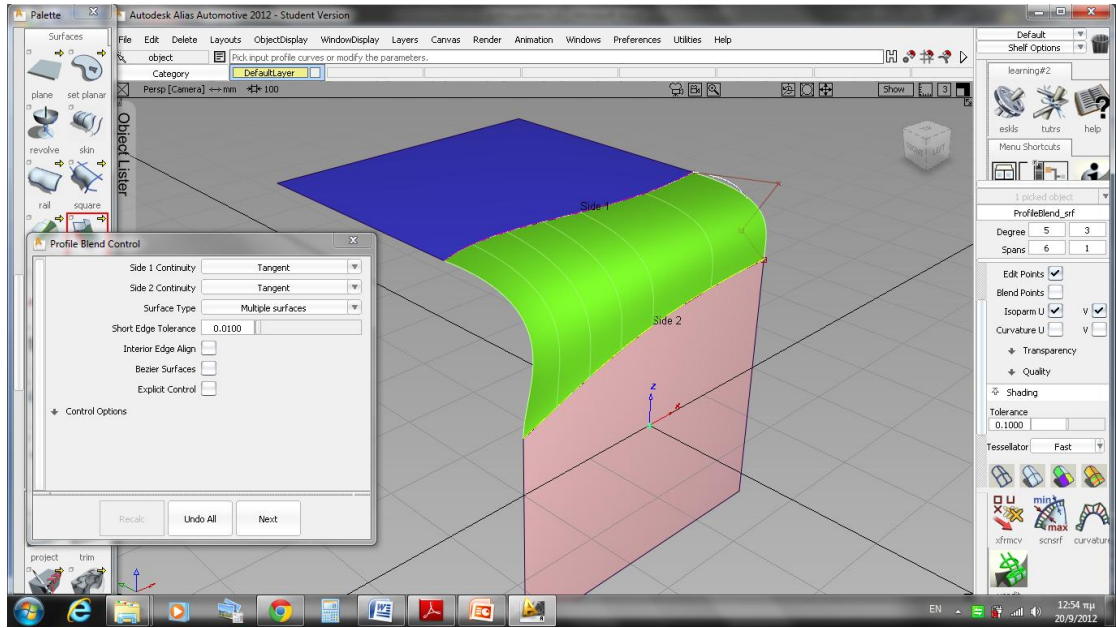
Το Freeform Blend έχει αντίστοιχη λειτουργία με το Fillet αλλά μπορεί να δημιουργήσει φιλέτο στην ακμή 2 επιφανειών ανεξάρτητα από το σχήμα της οριακής καμπύλης τους. Βασίζεται πάνω στις οριακές καμπύλες των 2 επιφανειών.



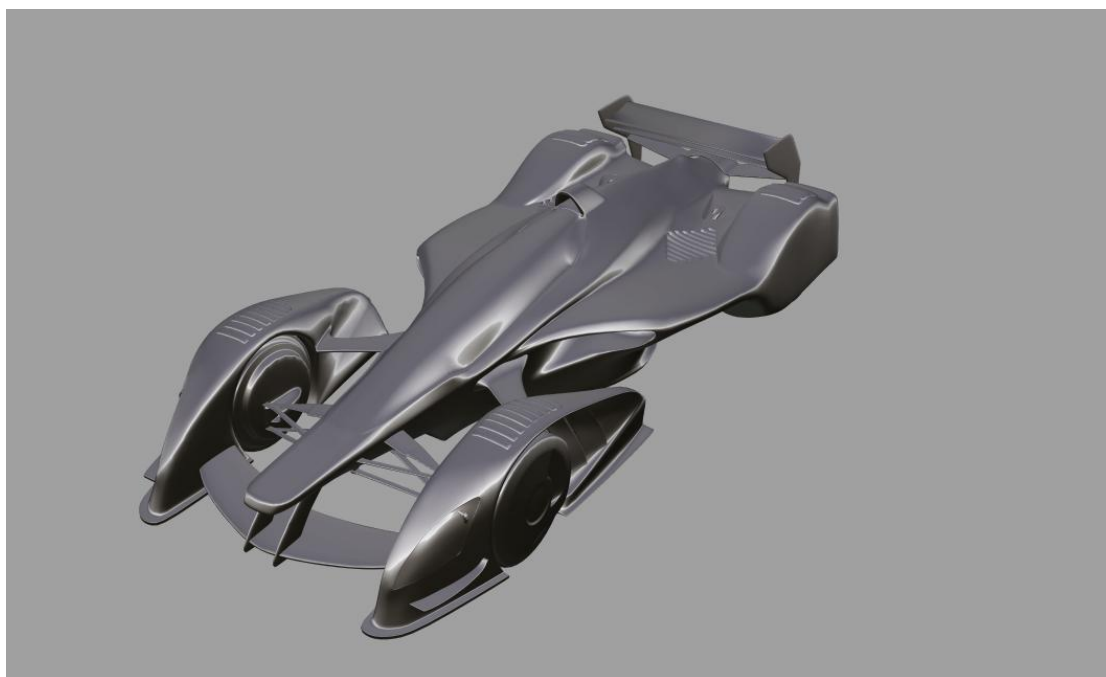
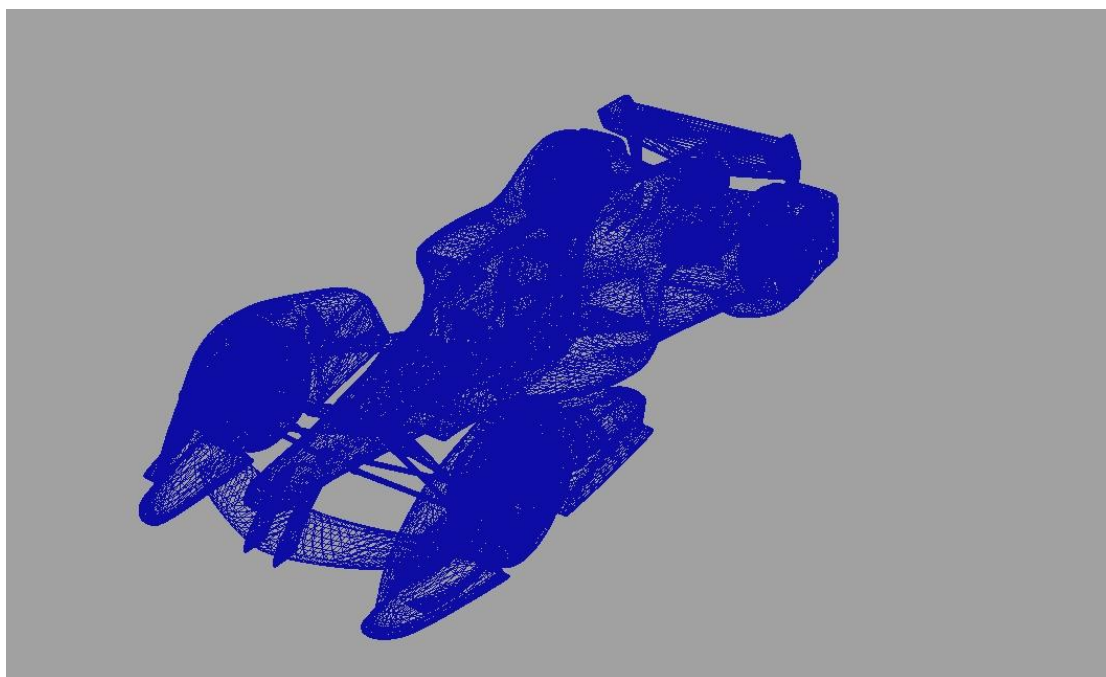
#### 4.4.18 Profile Blend



Εκτελεί την ίδια ακριβώς εργασία με το Freeform Blend αλλά έχει επιπλέον μια καμπύλη προφίλ σαν όρισμα, της οποίας το σχήμα θα διατηρήσει ενώνοντας τις 2 επιφάνειες.



## 5. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ Prjct-X



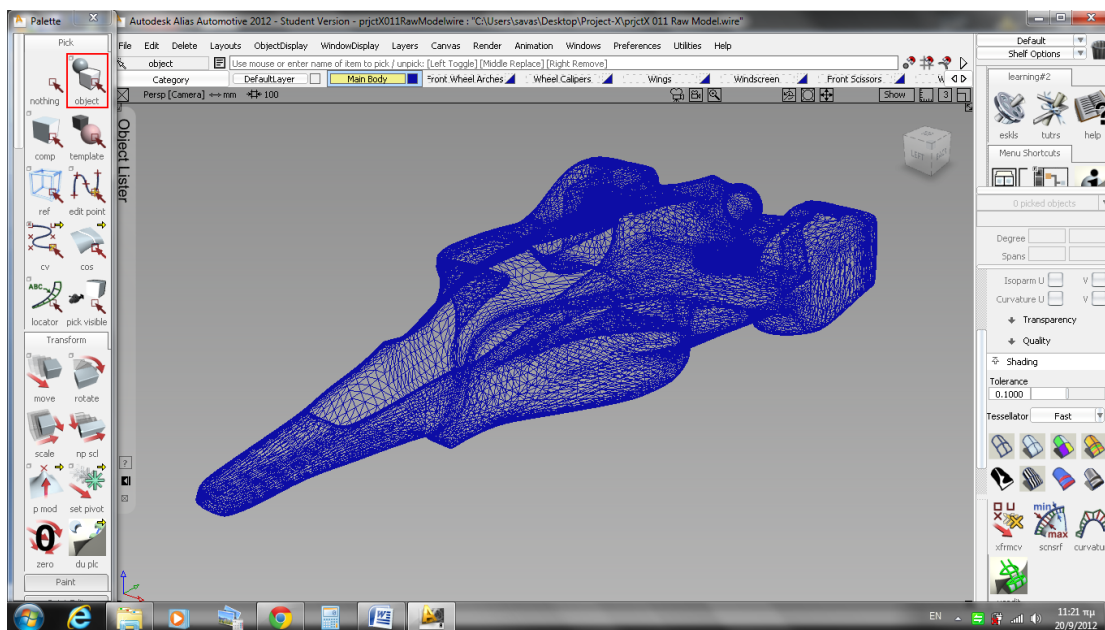




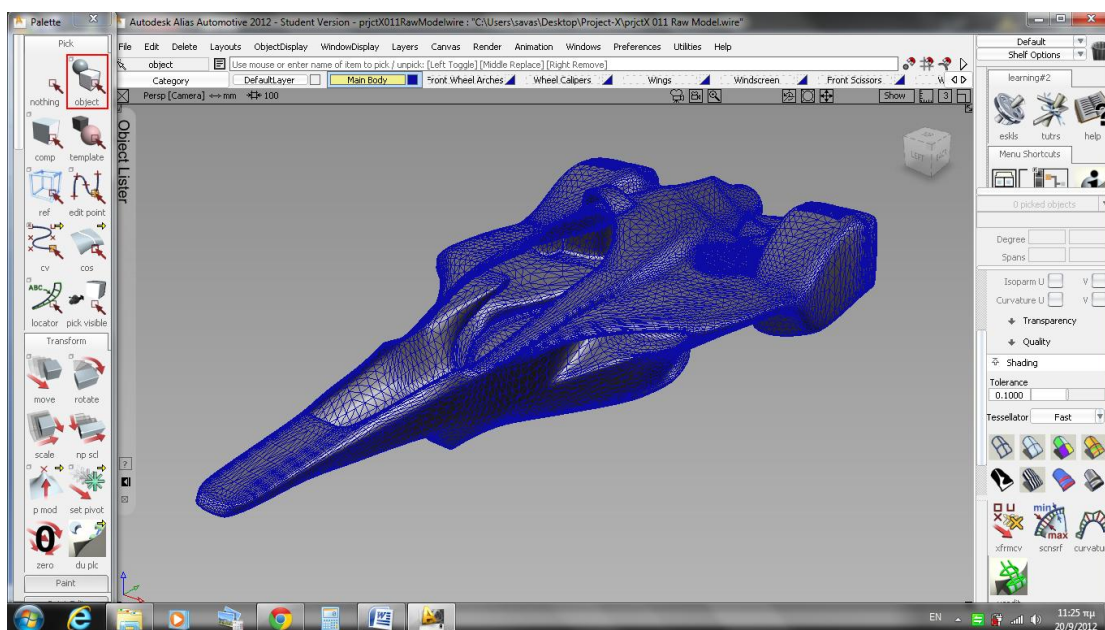
## 5.1 Μέρη του Prict-X

### 5.1.1 Main Body (Κυρίως Κορμός)

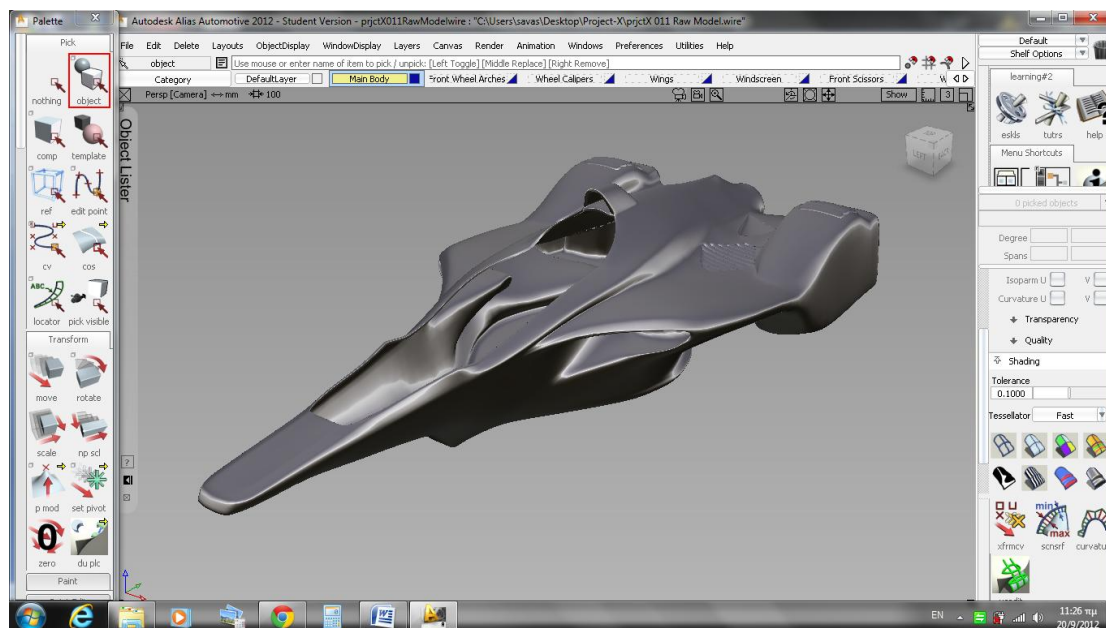
Υπάρχουν πολλοί τρόποι απεικόνισης του μοντέλου κατά το σχεδιασμό/μοντελοποίηση. Επιλέγουμε αυτόν που διευκολύνει την εργασία, την οποία εκτελούμε στην εκάστοτε φάση.



Απεικόνιση μόνο του πολυγωνικού πλέγματος. Το πλέγμα μας διευκολύνει όταν θέλουμε να επεξεργαστούμε τη δομή της επιφάνειας μετακινώντας τα δομικά του μέρη (CVs).



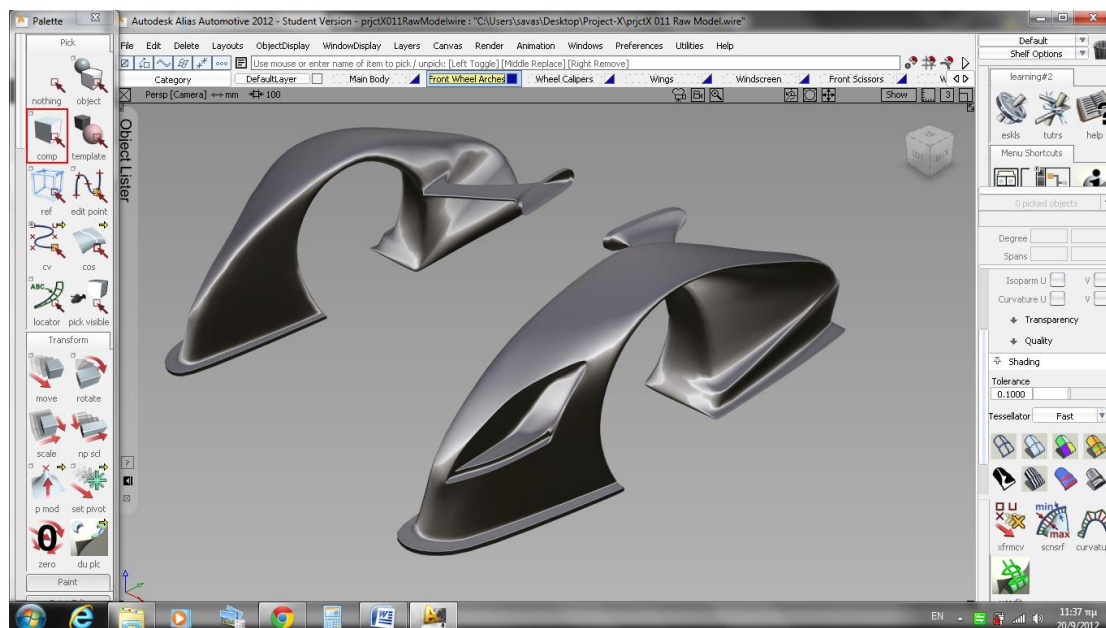
Απεικόνιση των επιφανειών με το πολυγωνικό πλέγμα. Καθώς επεξεργαζόμαστε τη γεωμετρία του μοντέλου, σε αυτή την απεικόνιση, βλέπουμε τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζονται οι επιφάνειες σε πραγματικό χρόνο.



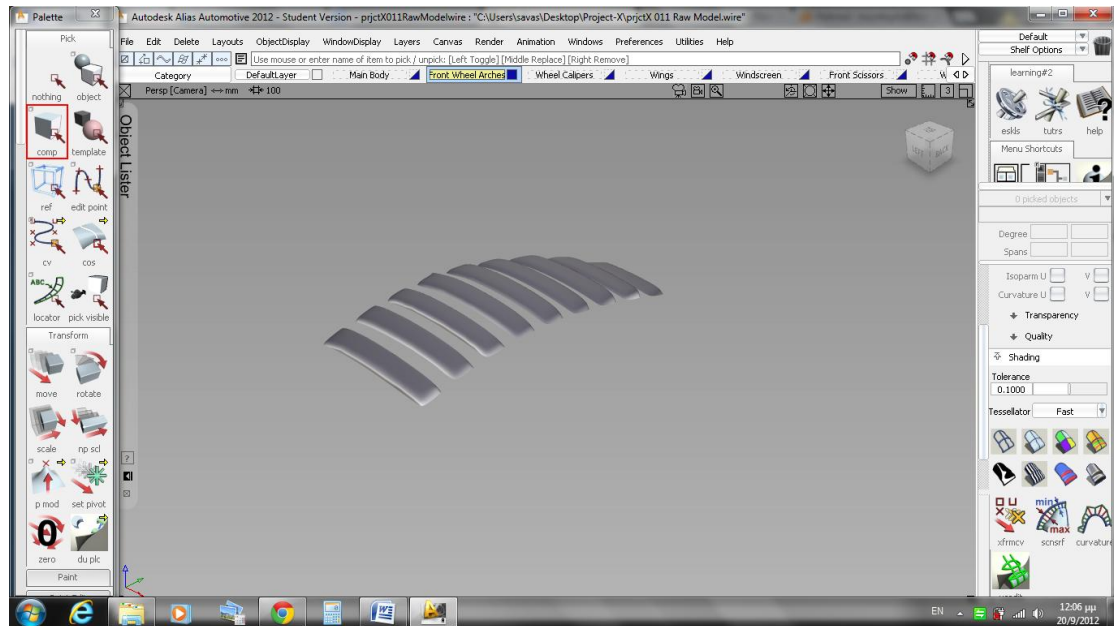
Απεικόνιση μόνο των επιφανειών. Χρησιμοποιείται συνήθως όταν θέλουμε να δούμε την “καθαρή” εικόνα του μοντέλου και διευκολύνει την αξιολόγηση των επιφανειών (συνέχεια, ατέλειες κλπ) με τα κατάλληλα εργαλεία.

Το συγκεκριμένο μέρος του μοντέλου αποτελεί το βασικότερο κομμάτι.

### 5.1.2 Front Wheel Fenders (Φτερά Εμπρός Τροχών)

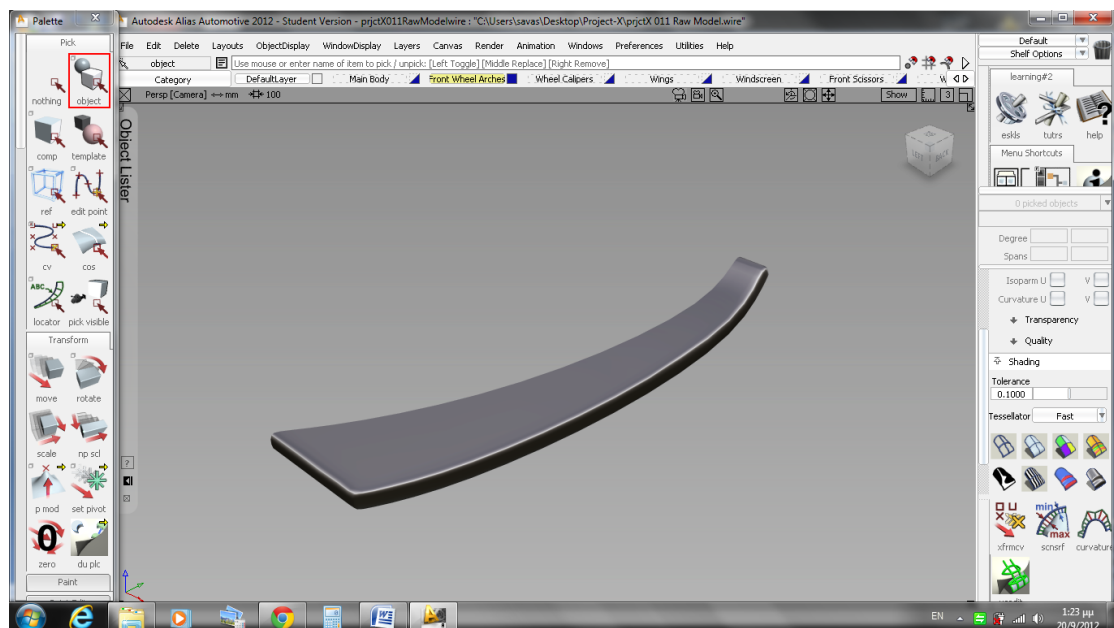


### 5.1.3 Shark Gills (Αεραγωγοί)



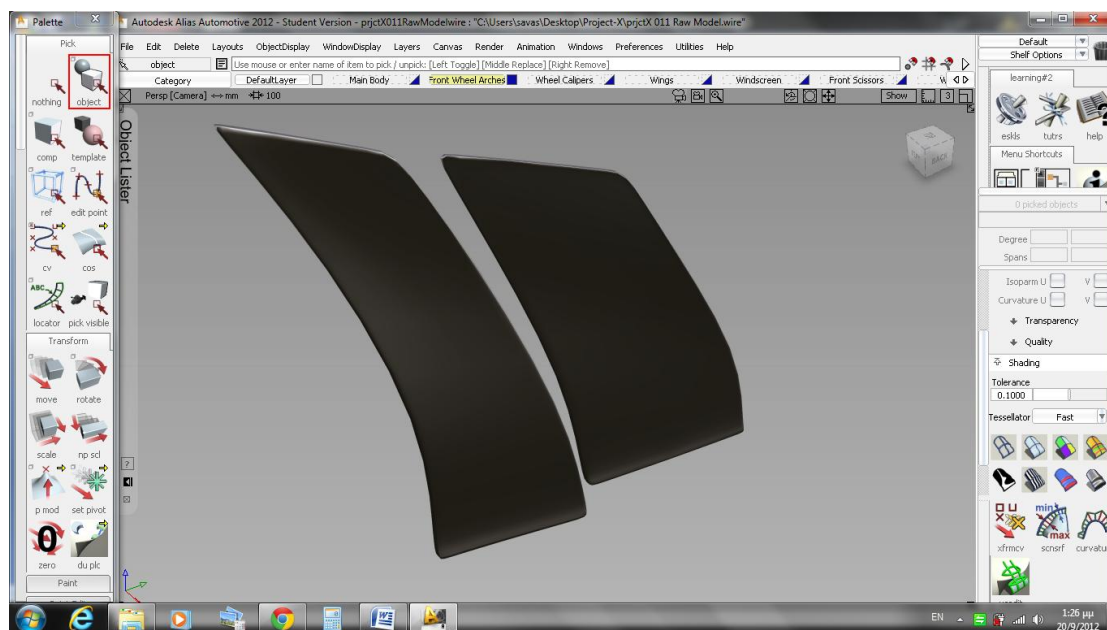
Οπές για απαγωγή θερμότητας από τους εμπρός τροχούς. Βρίσκονται στο επάνω μέρος των φτερών. Η ορολογία τους στο μηχανοκίνητο αθλητισμό είναι Shark Gills (Βράγχια Καρχαρία).

### 5.1.4 Front Flaps (Εμπρός Αεροδυναμικά Πτερύγια)



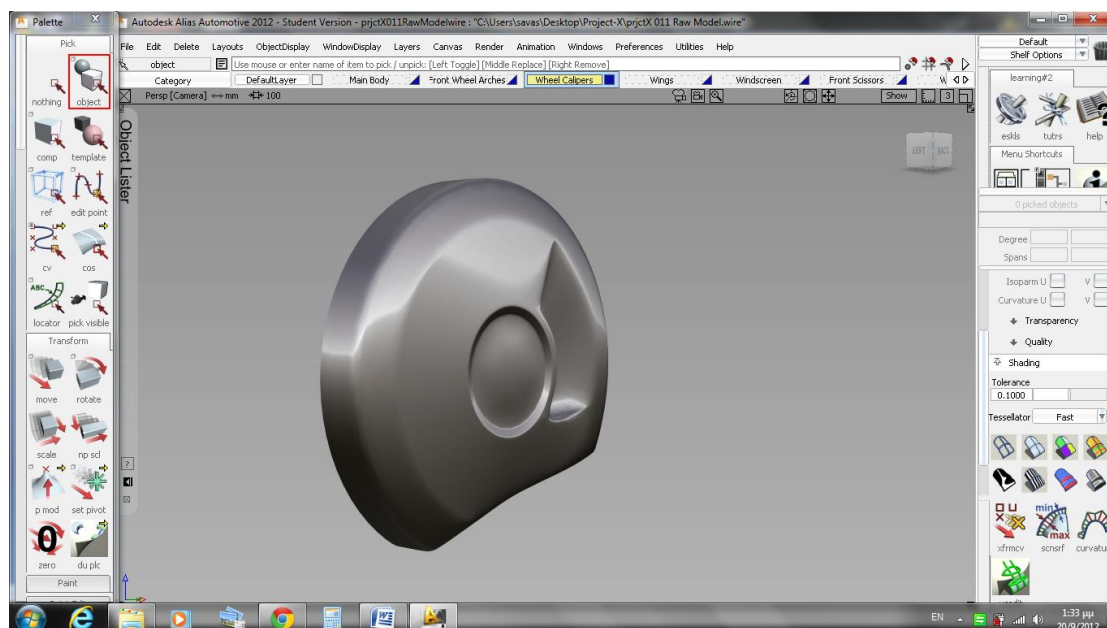
Τα πτερύγια που βρίσκονται στο εμπρός τμήμα των φτερών. Δημιουργούν επιπλέον κάθετες δυνάμεις (Downforce).

### 5.1.5 Side Flaps (Πλαϊνά Ρυθμιστικά Πτερύγια)



Τα πτερύγια που βρίσκονται στο πίσω μέρος των φτερών. Βοηθούν στη ρύθμιση της ροής του αέρα πίσω από τους τροχούς.

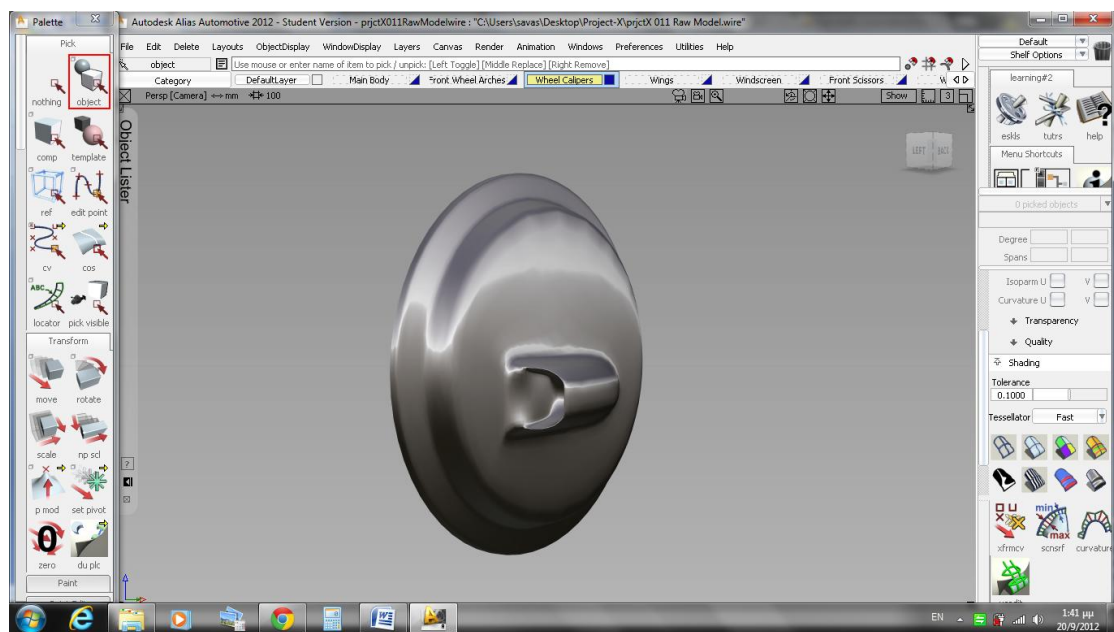
### 5.1.6 Outer Front Wheel Caps (Εξωτερικές Ασπίδες Πλαισίου)



Εξωτερικά καλύμματα εμπρός τροχών. Βοηθούν κυρίως στην απαγωγή θερμότητας από το σύστημα πέδησης και στην αεροδυναμική βελτίωση.

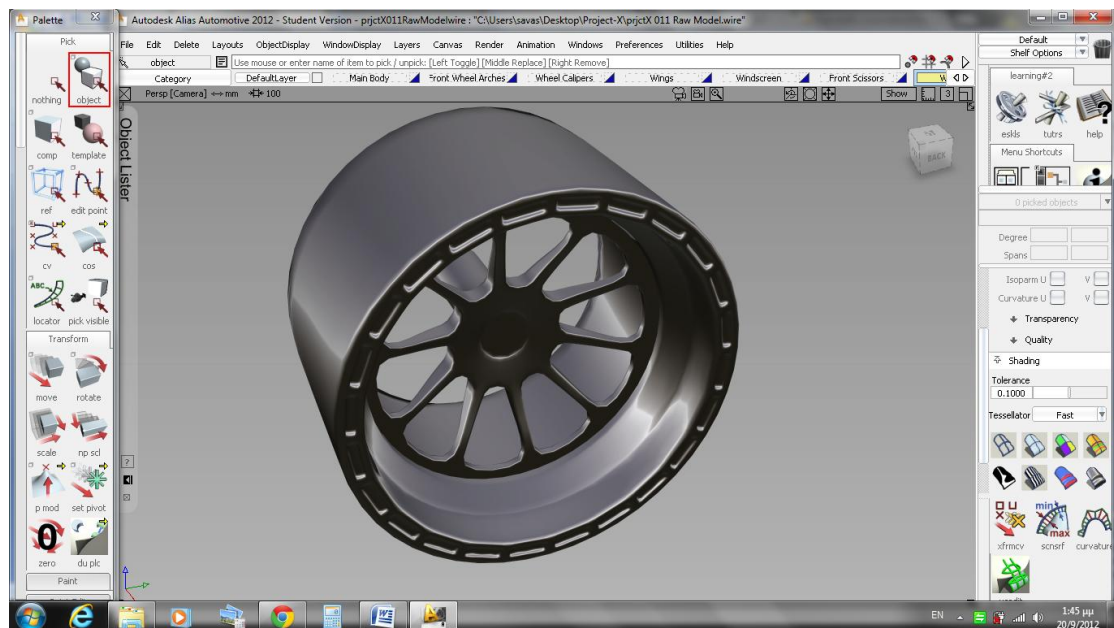


### 5.1.7 Inner Front Wheel Caps (Εσωτερικές Ασπίδες Πλαισίου)

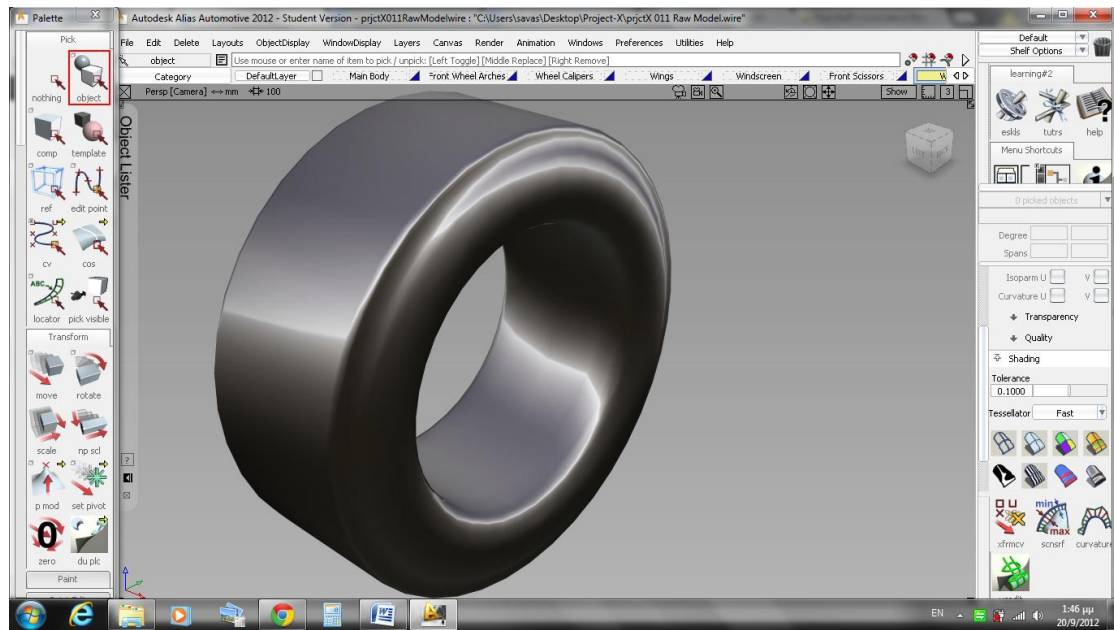


Εσωτερικά καλύμματα εμπρός τροχών. Ίδιες ιδιότητες με τα εξωτερικά.

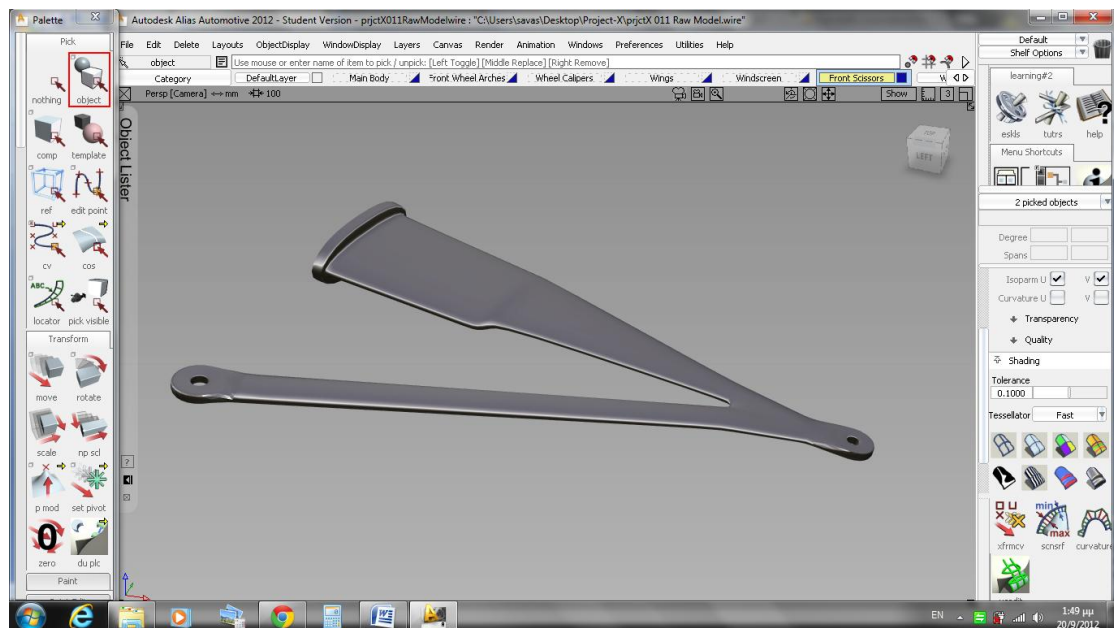
### 5.1.8 Rims (Ζάντες)



### 5.1.9 Tyres (Λάστιχα)

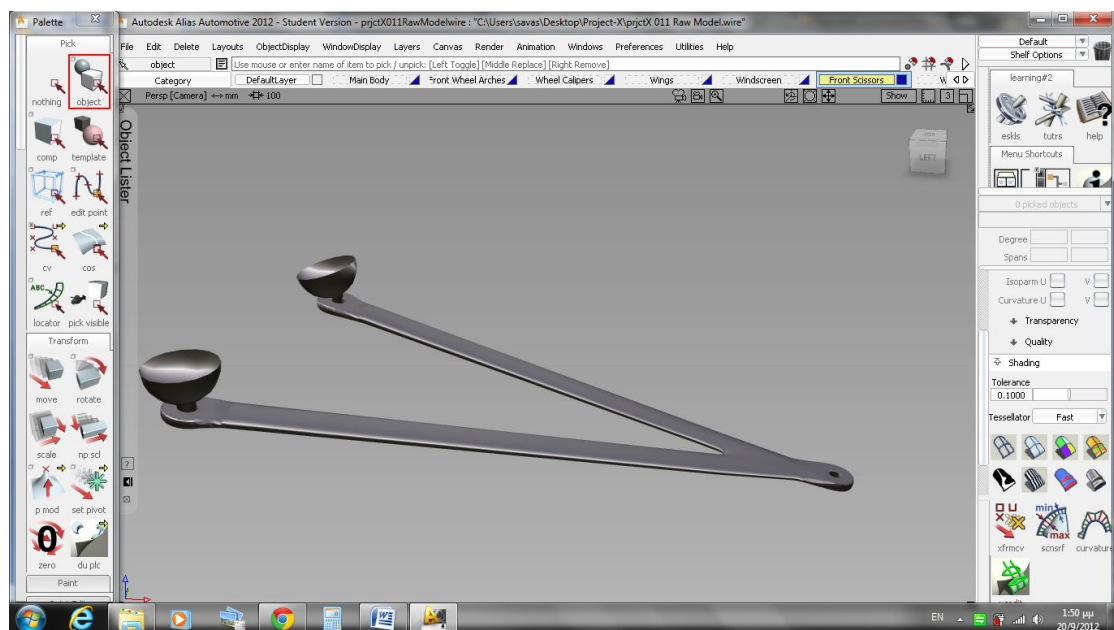


### 5.1.10 Upper Front Scissors (Εμπρός άνω ψαλίδια)

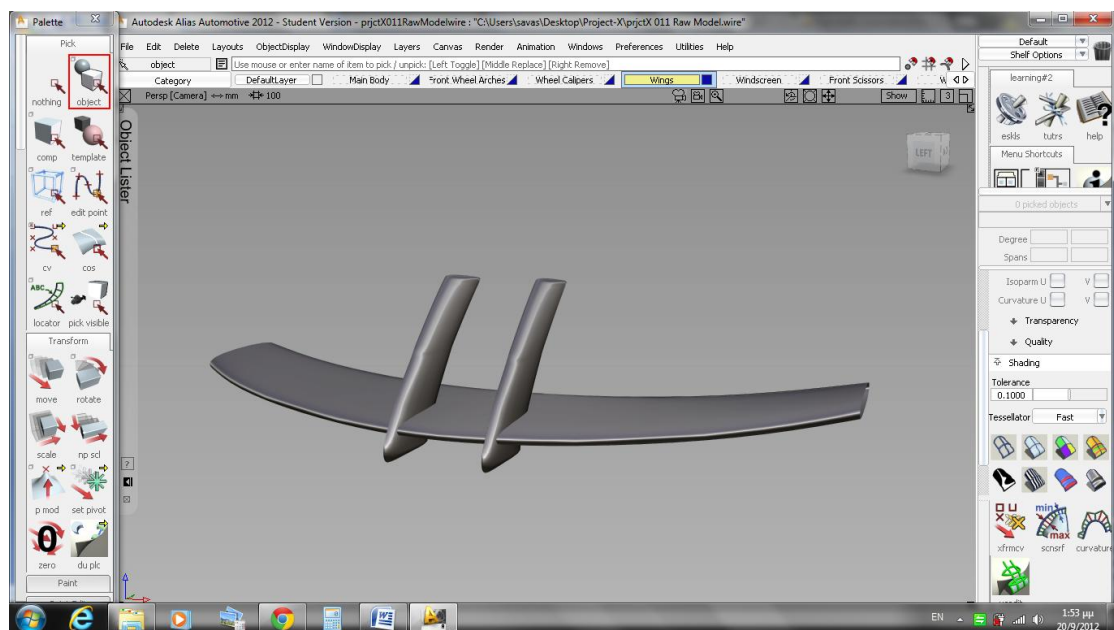




### 5.1.11 Lower Front Scissors (Εμπρός κάτω ψαλίδια)

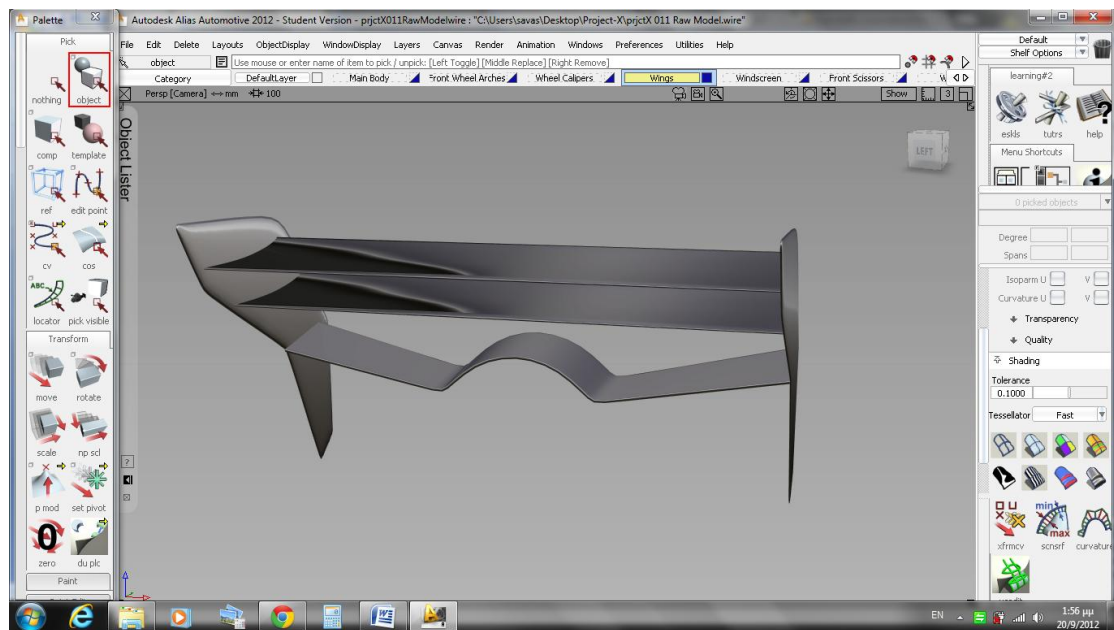


### 5.1.12 Front Wing (Εμπρός Πτέρυγα)



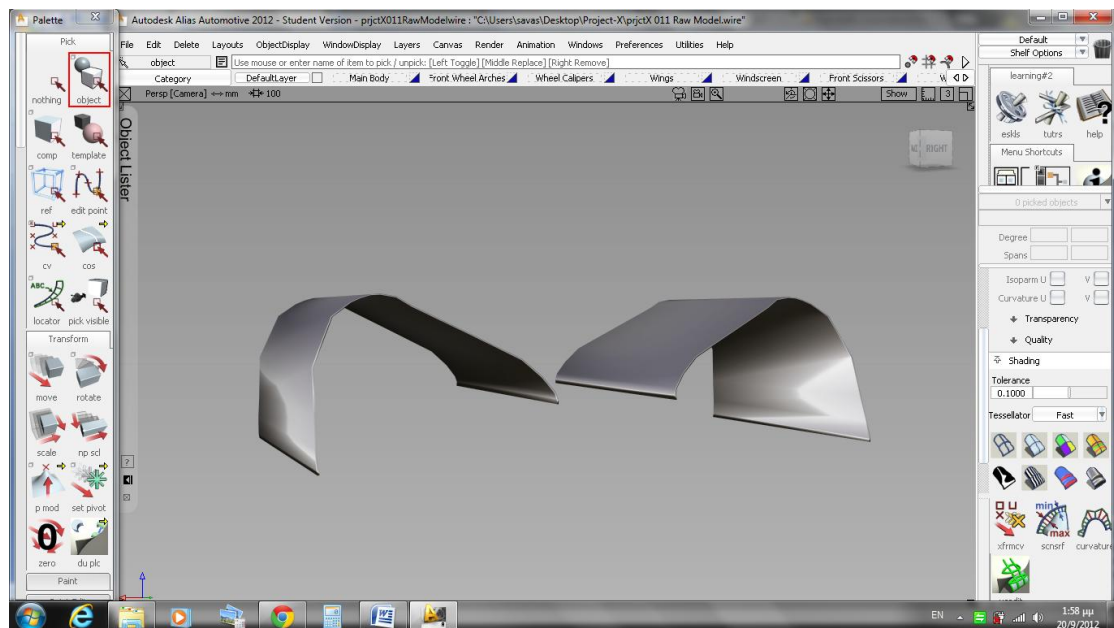
Αλλιώς Αεροτομή. Δημιουργεί κάθετες δυνάμεις.

### 5.1.13 Rear Wing (Πίσω πτέρυγα)



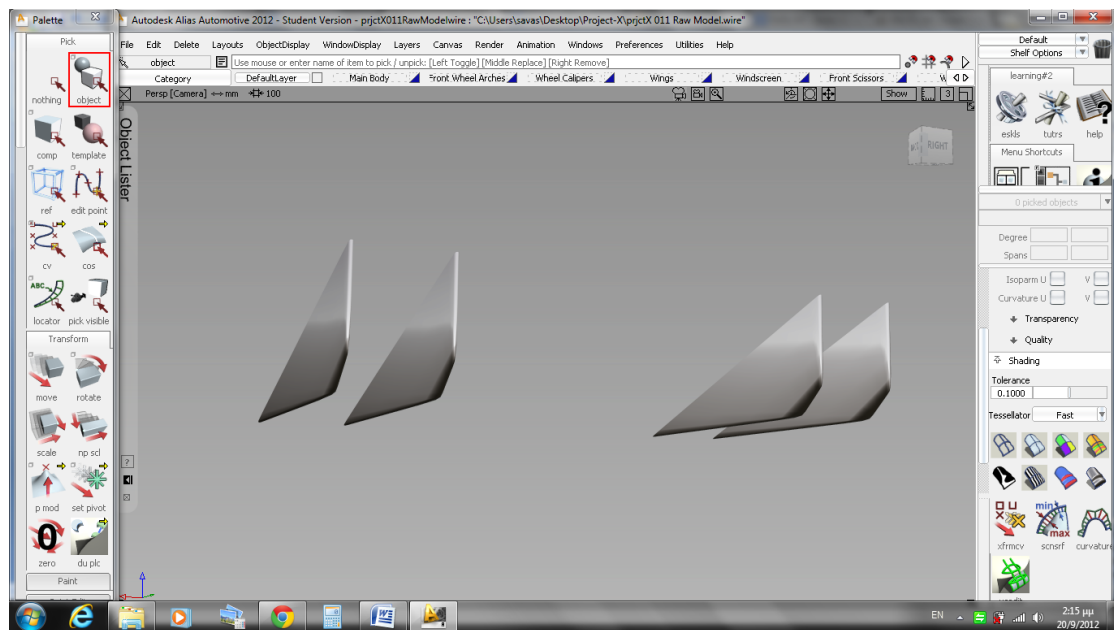
Δημιουργεί κάθετες δυνάμεις.

### 5.1.14 Rear Diffuser (Διαχύτης)



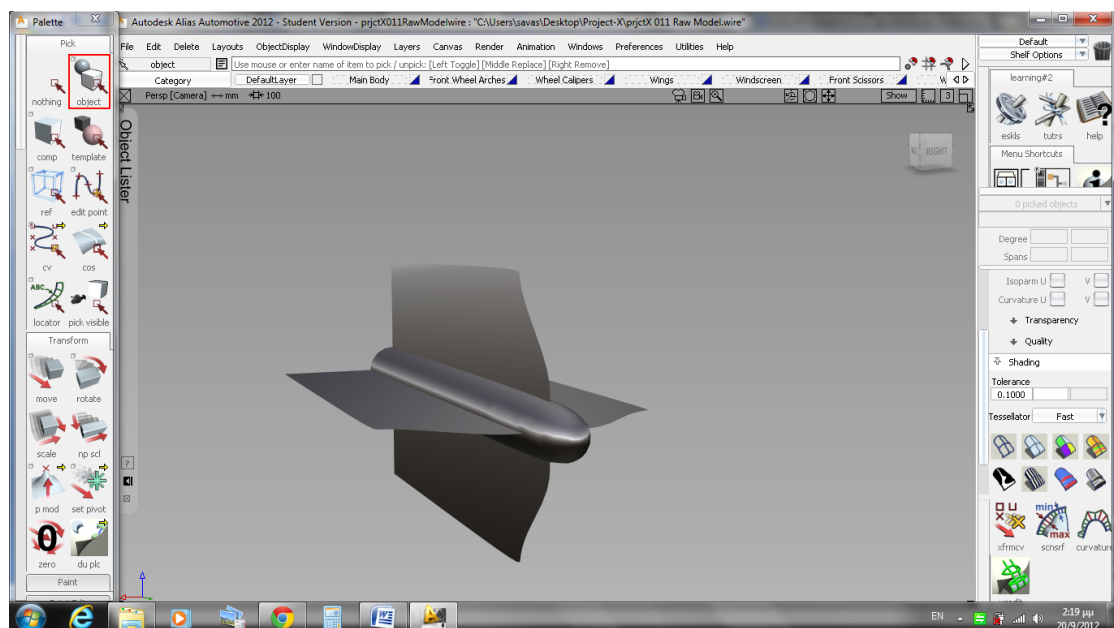
Δημιουργεί κάθετες δυνάμεις.

### 5.1.15 Rear Diffuser Flaps (Πτερύγια του Διαχύτη)



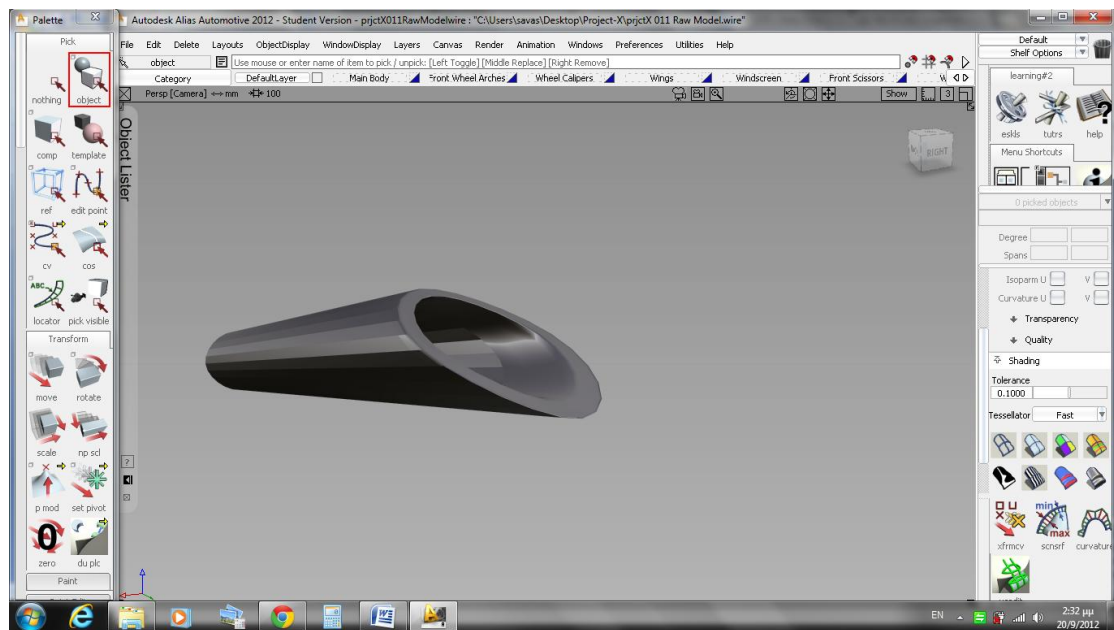
Καθοδηγούν τη ροή του αέρα.

### 5.1.16 Modulatory Helicon (Ρυθμιστικά Πτερύγια)

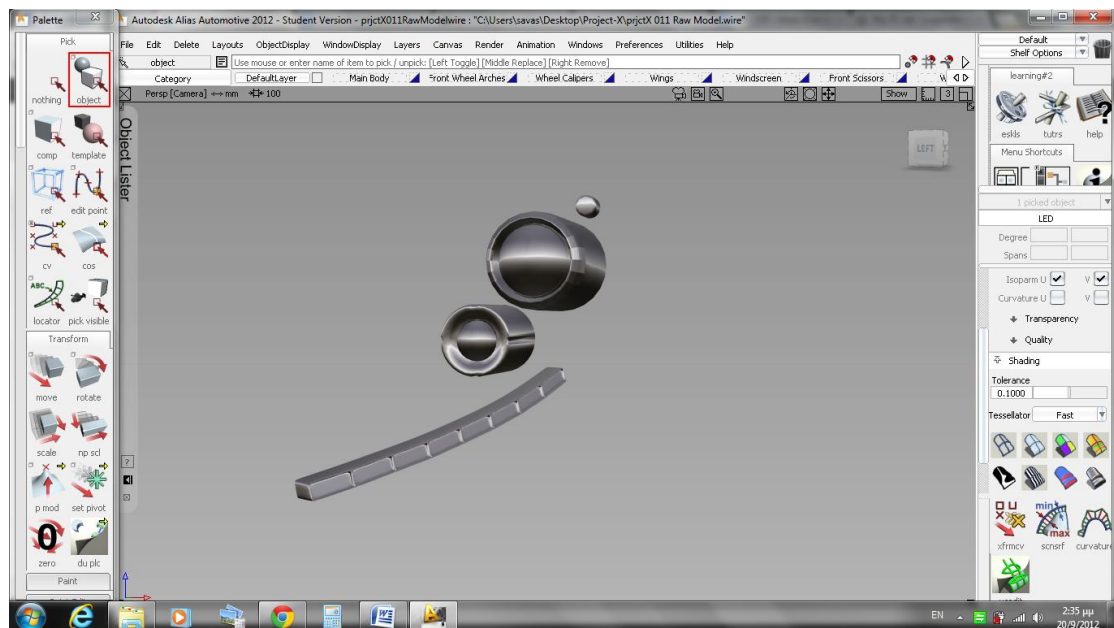


Διάταξη ρυθμιστικών πτερυγίων για την εξαγωγή του αναρροφώμενου αέρα (θα εξηγηθεί αναλυτικότερα παρακάτω).

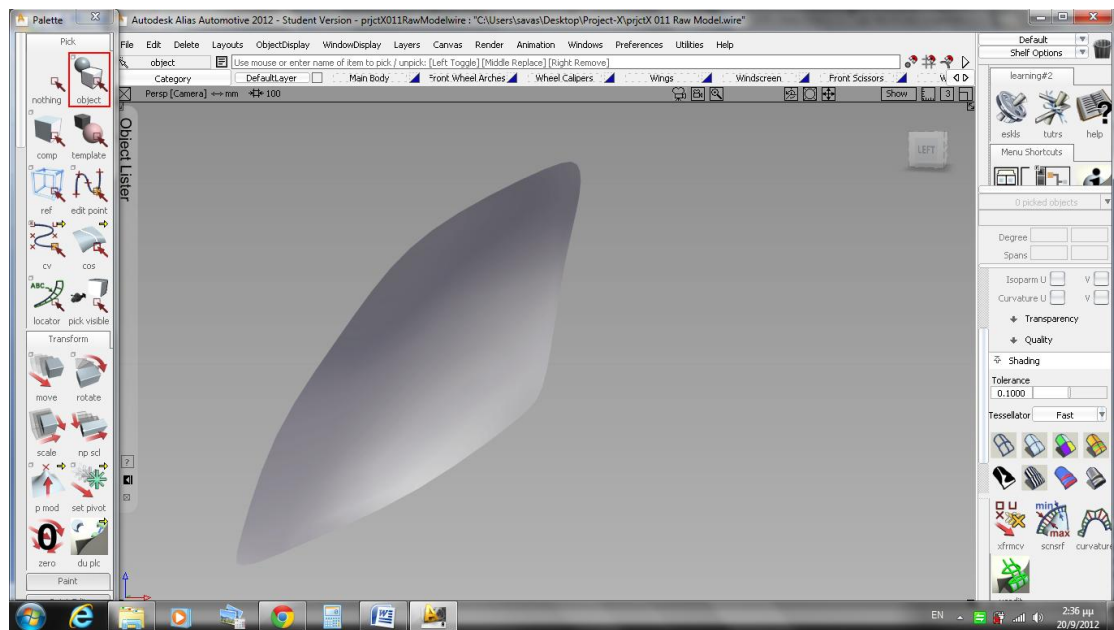
### 5.1.17 Exhaust Pipe (Εξάτμιση)



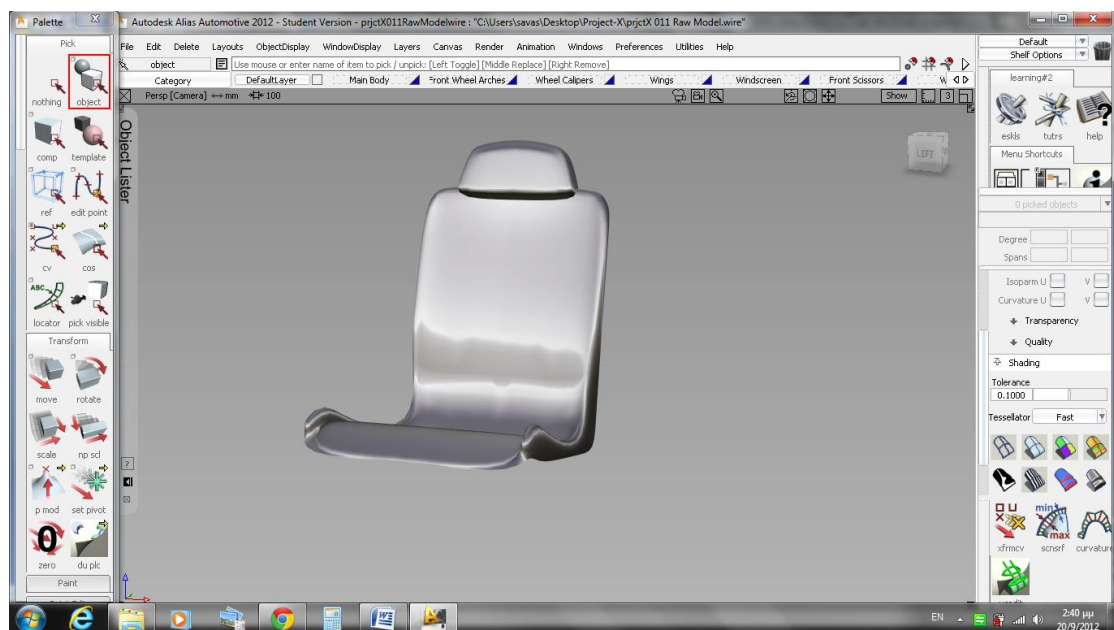
### 5.1.18 Headlights (Προβολείς)



### 5.1.19 Headlights' Glass (Κάλυμμα Προβολέων)

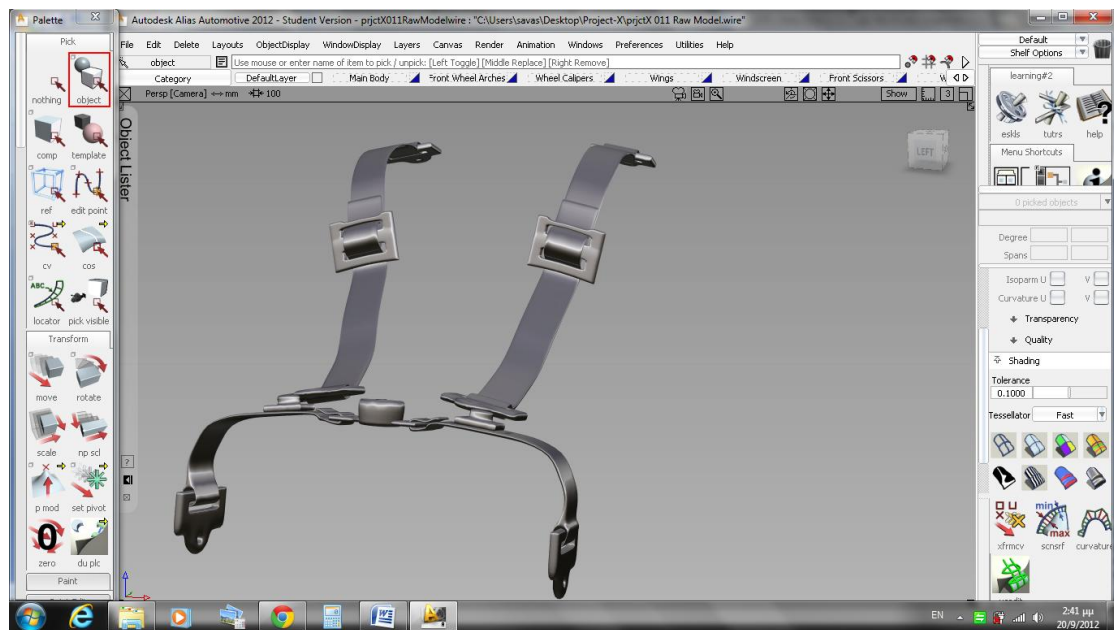


### 5.1.20 Seat (Κάθισμα)

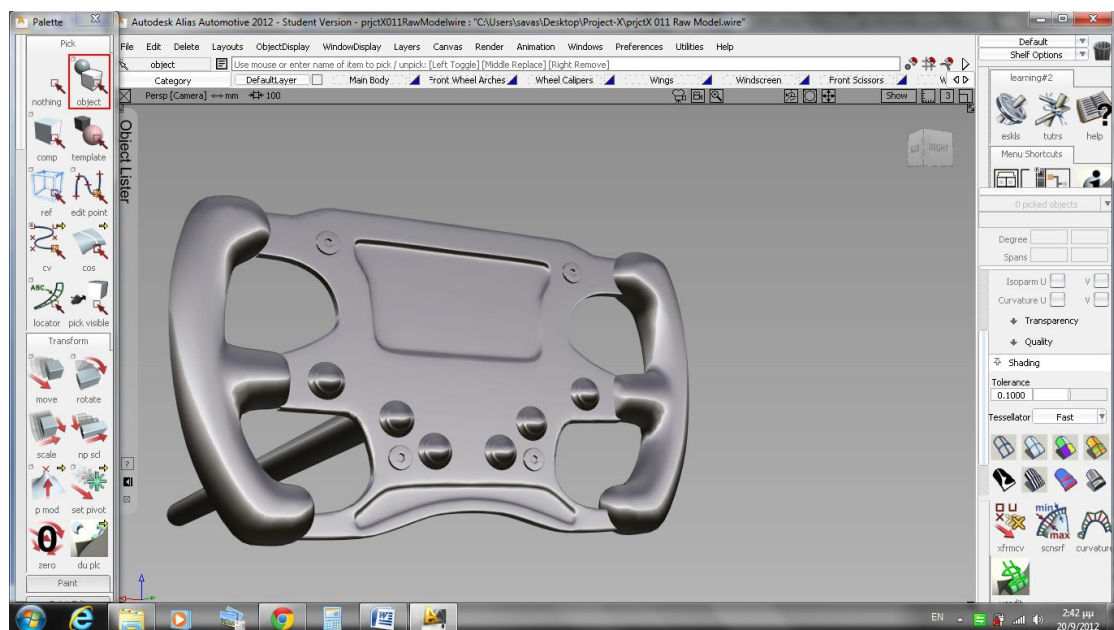




### 5.1.21 Seatbelt (Ζώνη Ασφαλείας)

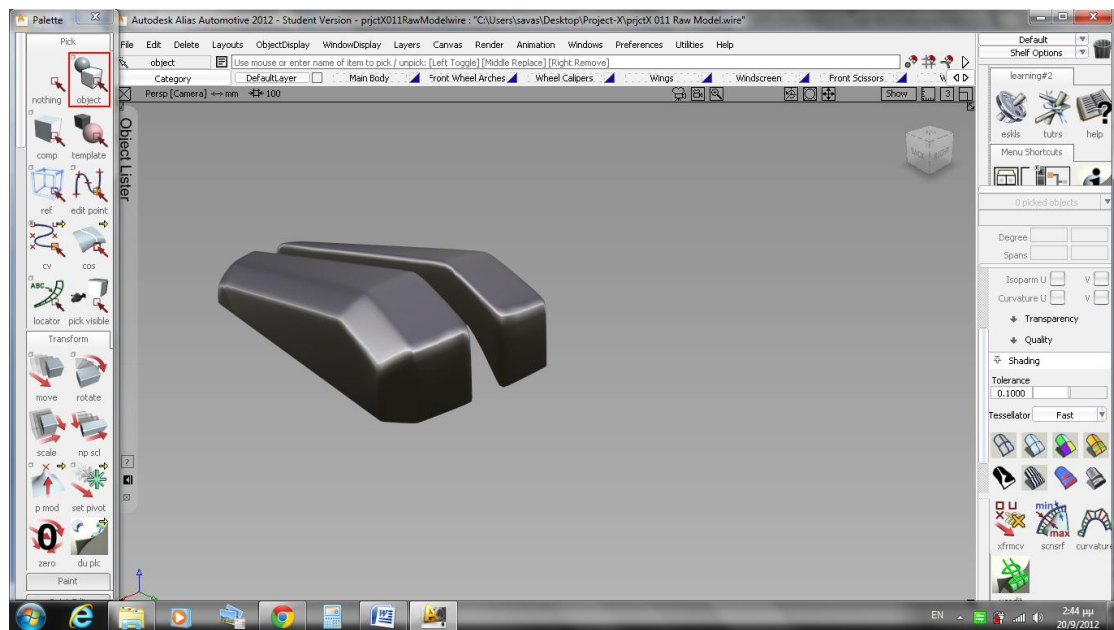


### 5.1.22 Steering Wheel (Τιμόνι)

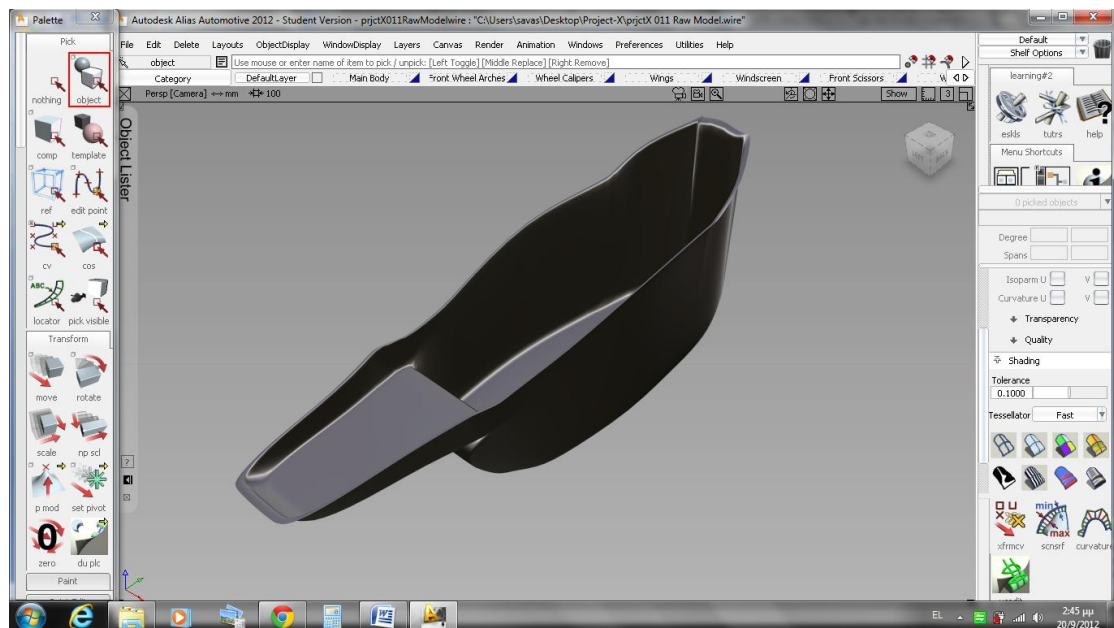




### 5.1.23 Feet Protection (Προστατευτικά Ποδιών)

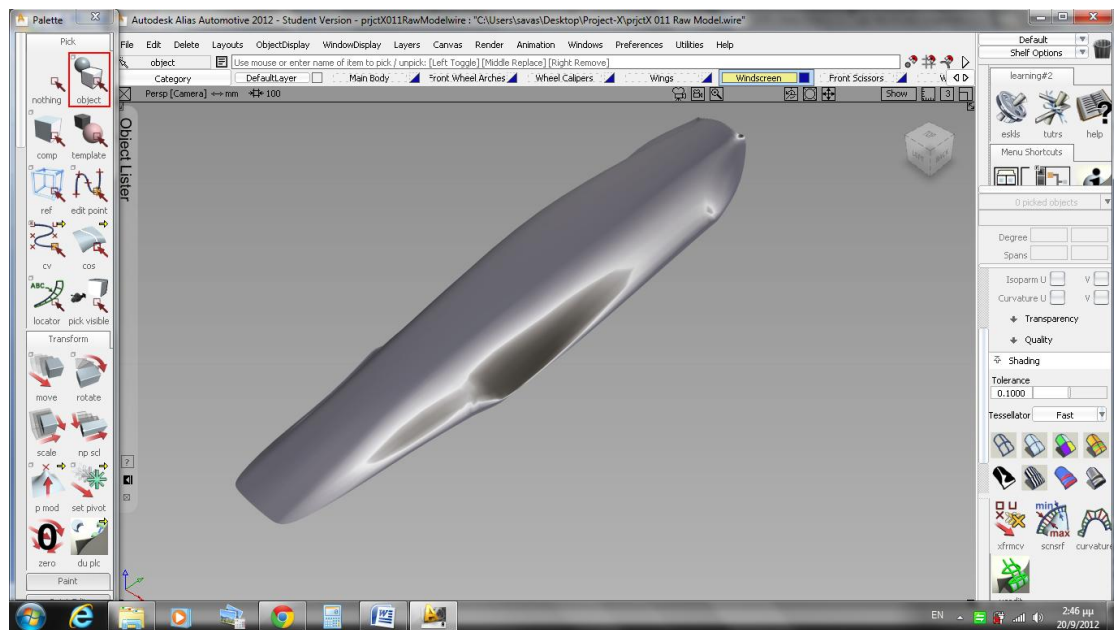


### 5.1.24 Cabin (Κυψέλη Επιβίωσης)



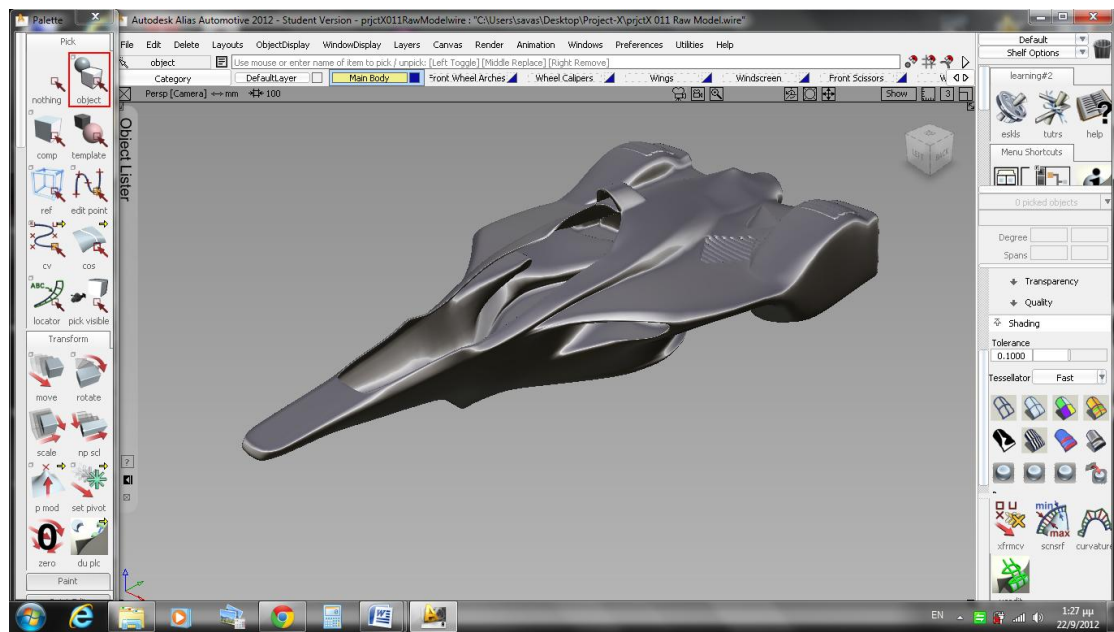
Το περίβλημα της καμπίνας του οδηγού.

### 5.1.25 Windscreen (Ανεμοθώρακας)

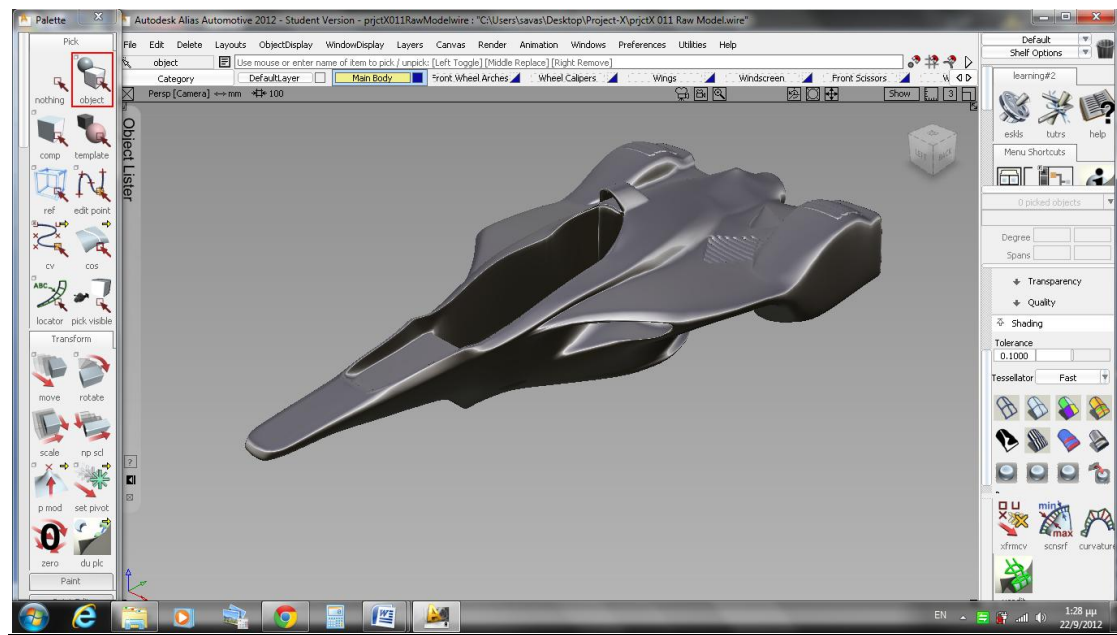


## 5.2 Συναρμολόγηση Μοντέλου

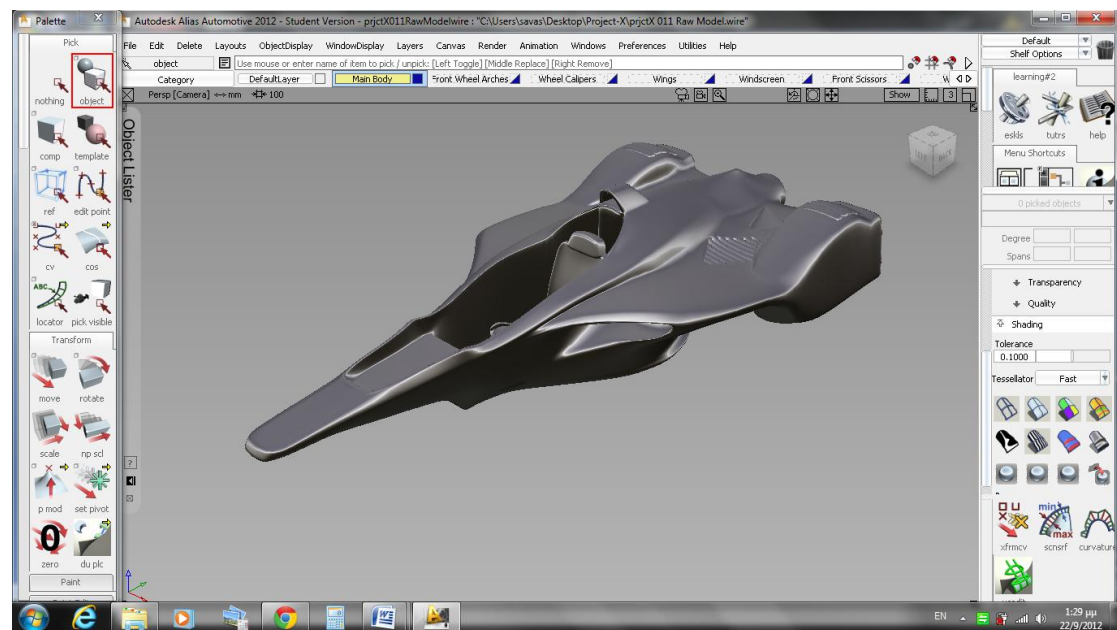
### 1. Main Body



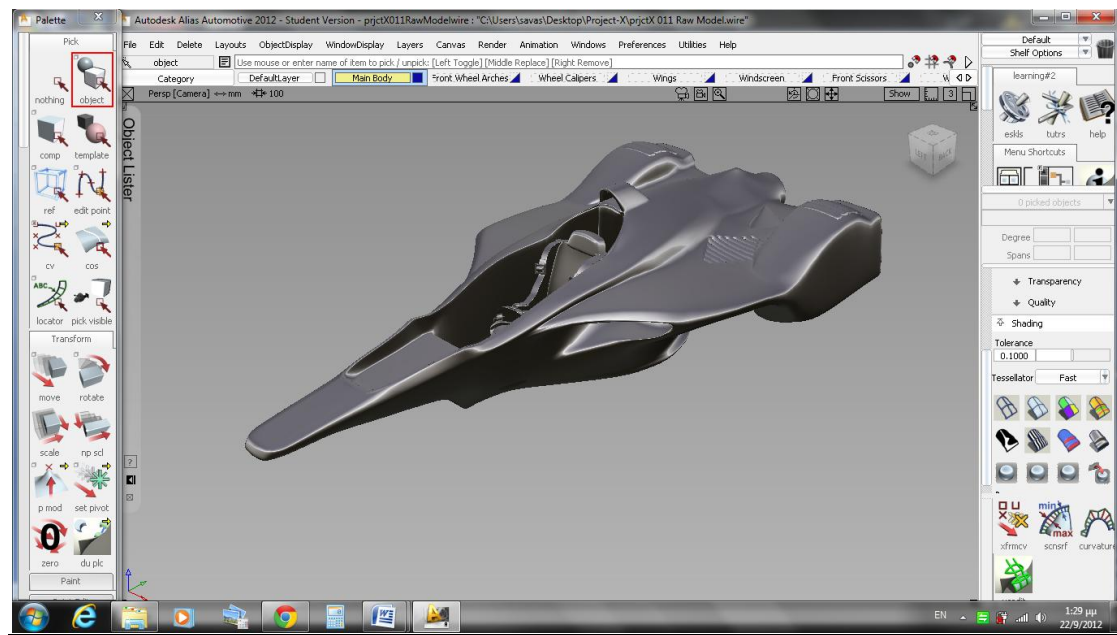
## 2. Cabin



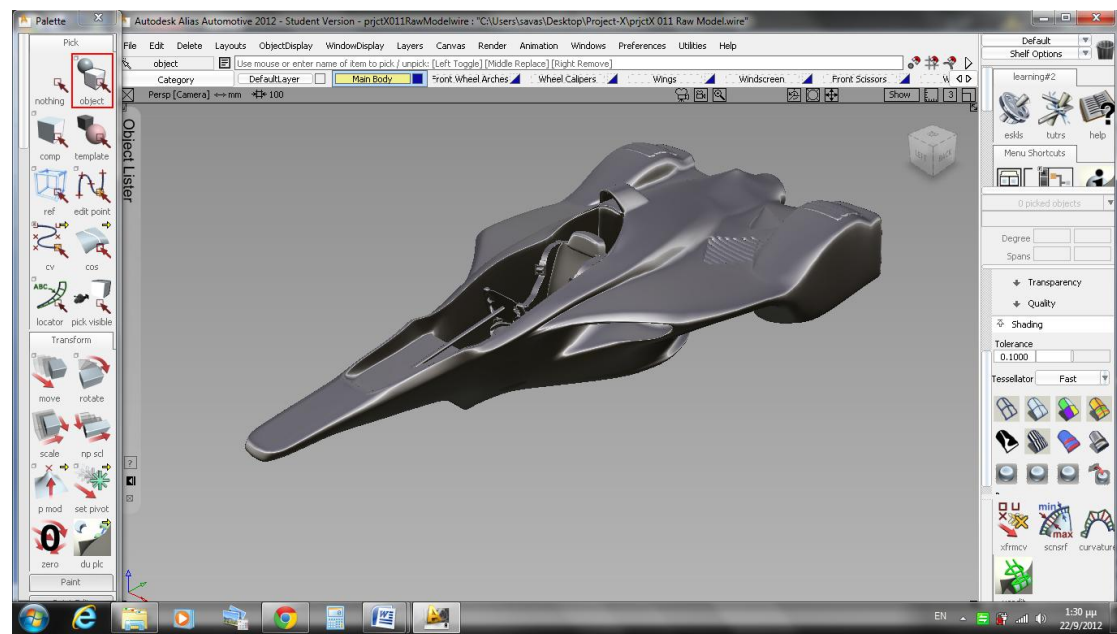
## 3. Seat



## 4. Seatbelt

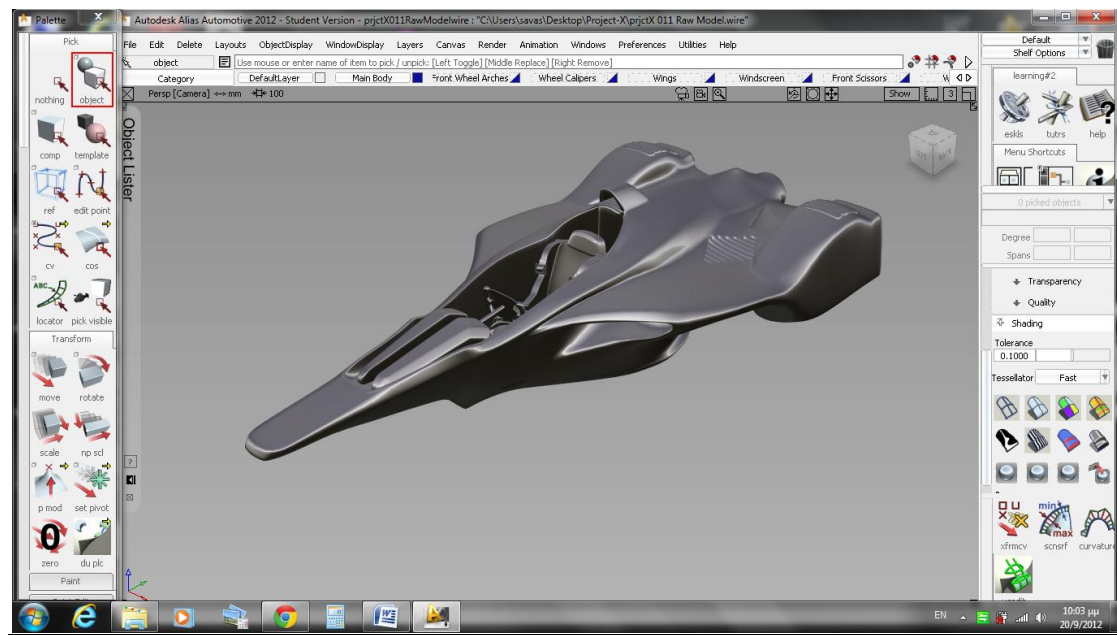


## 5. Steering Wheel

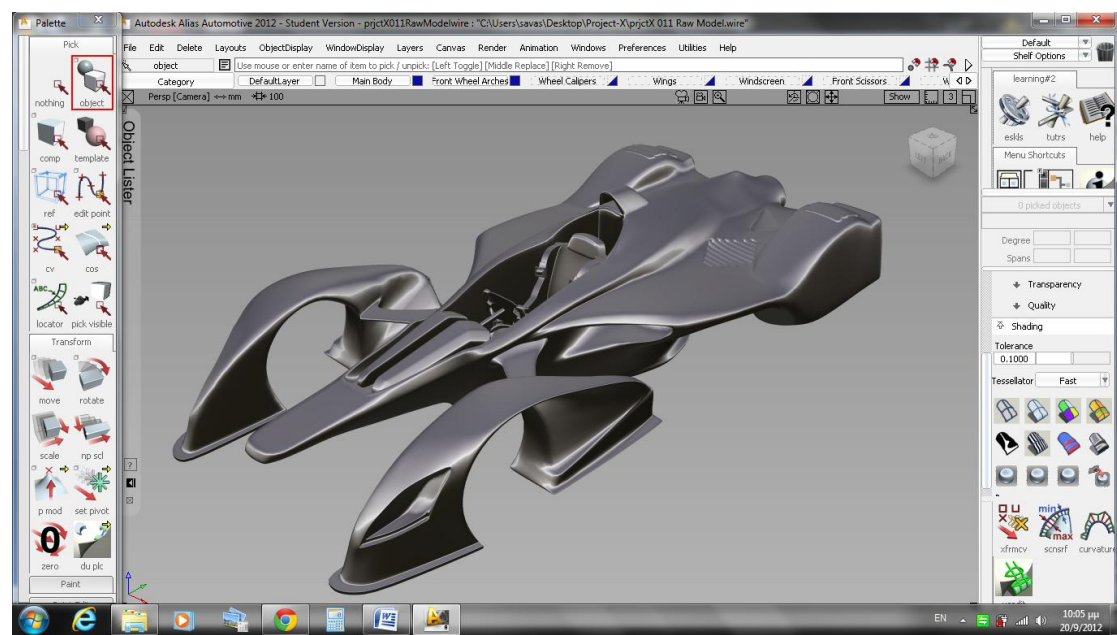




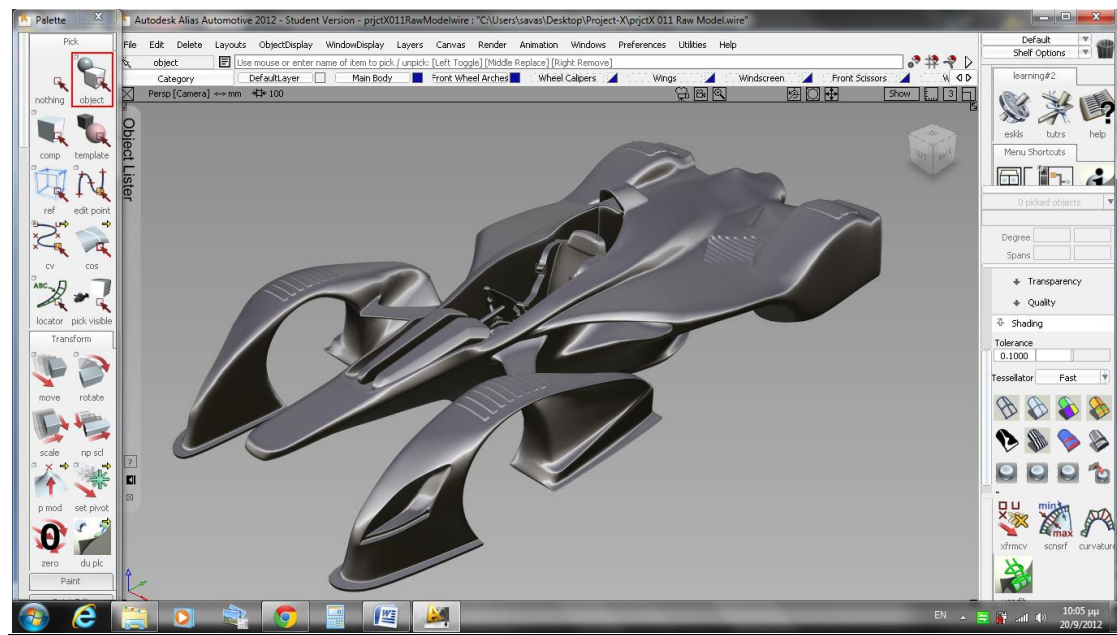
## 6. Feet Protection



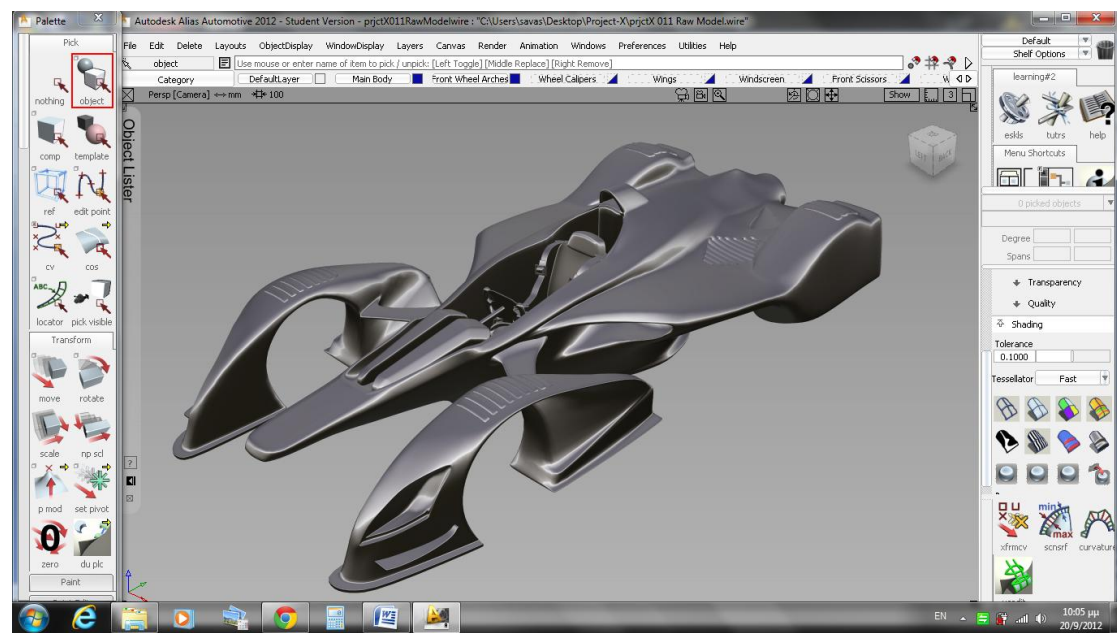
## 7. Front Wheel Fenders



## 8. Shark Gills

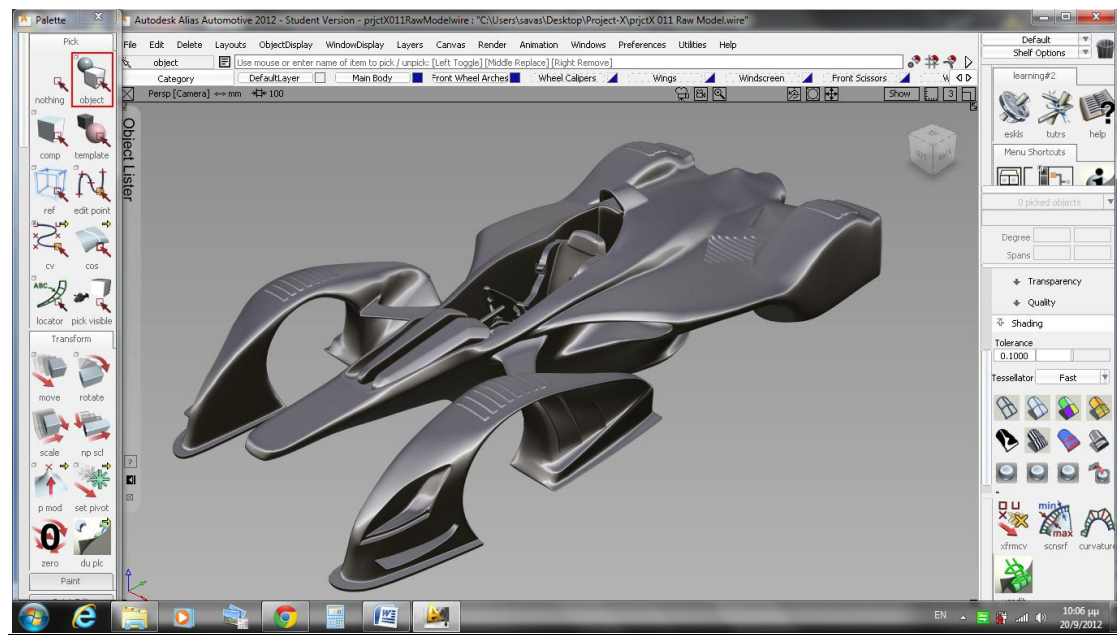


## 9. Front Flaps

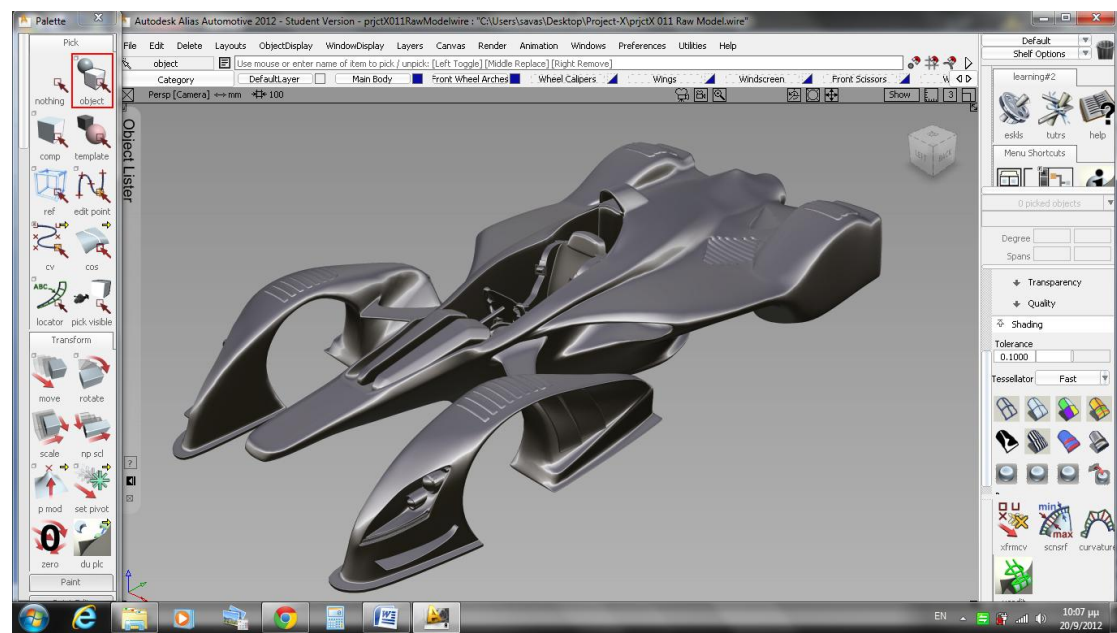




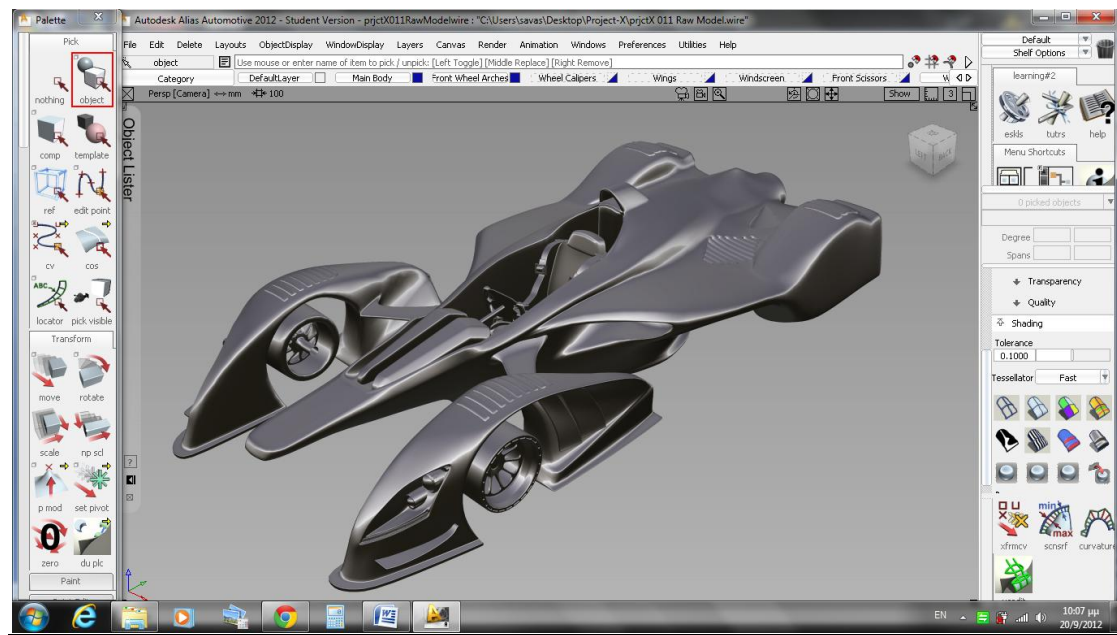
## 10. Side Flaps



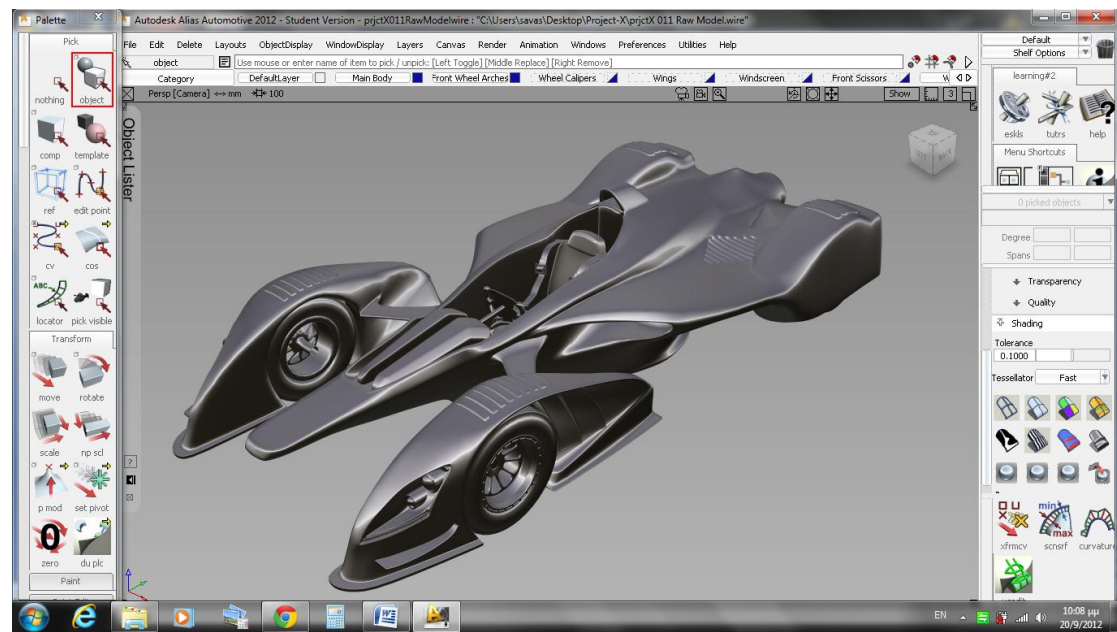
## 11. Headlights



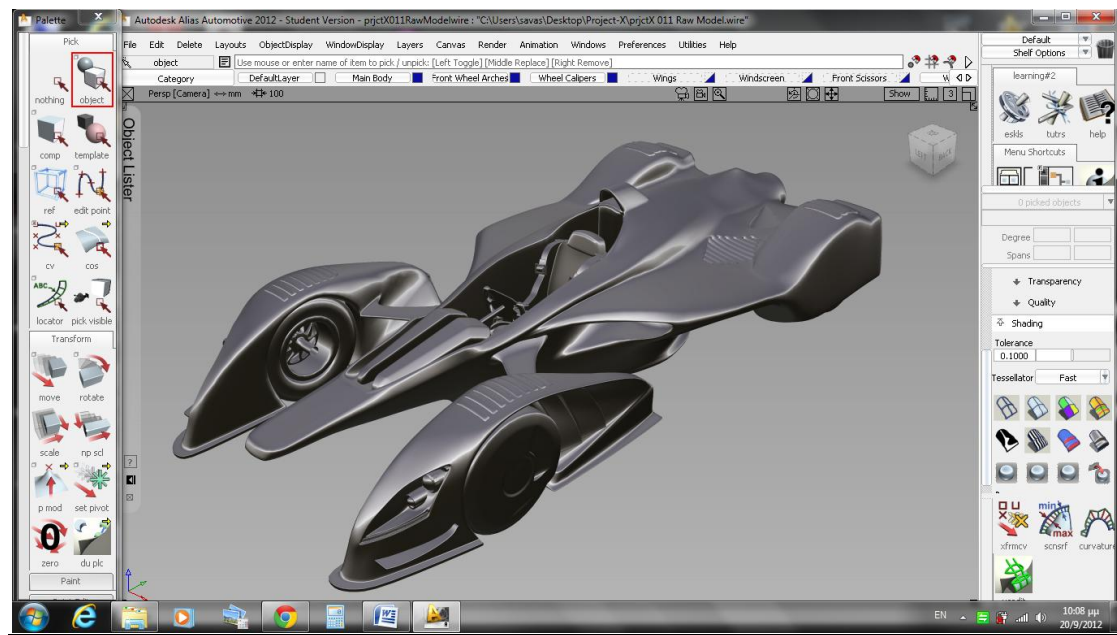
## 12. Rims



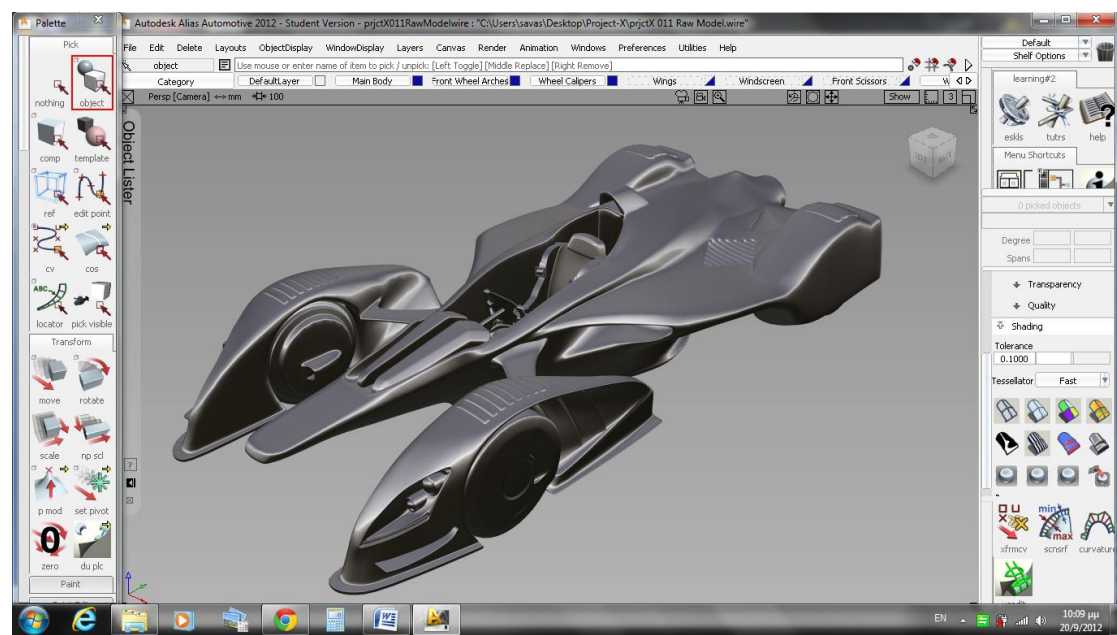
## 13. Tyres



## 14. Outer Front Wheel Caps

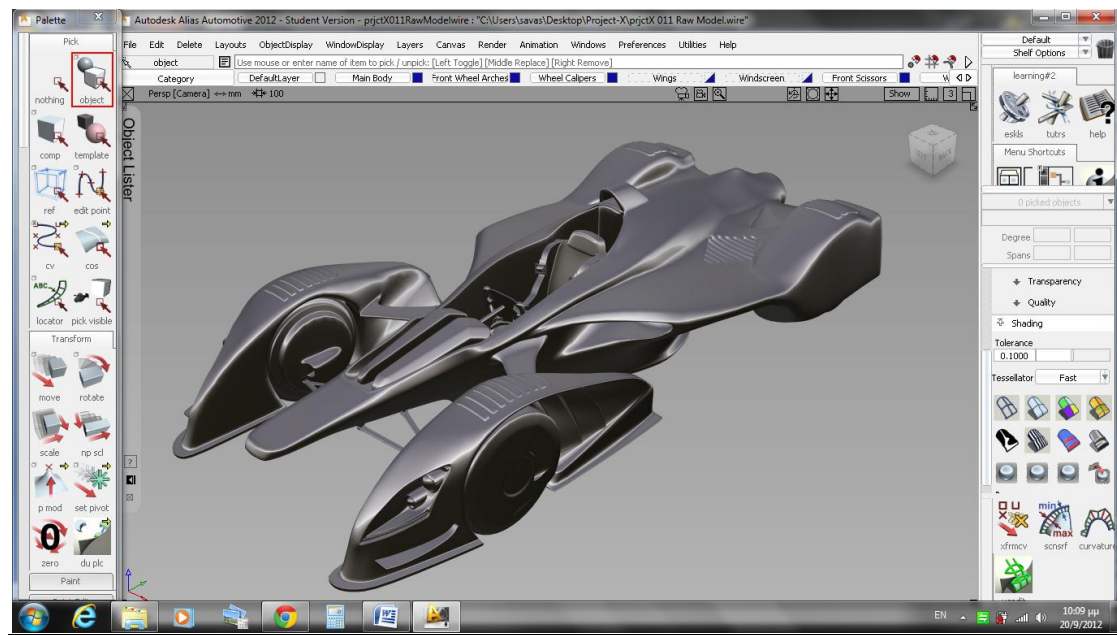


## 15. Inner Front Wheel Caps

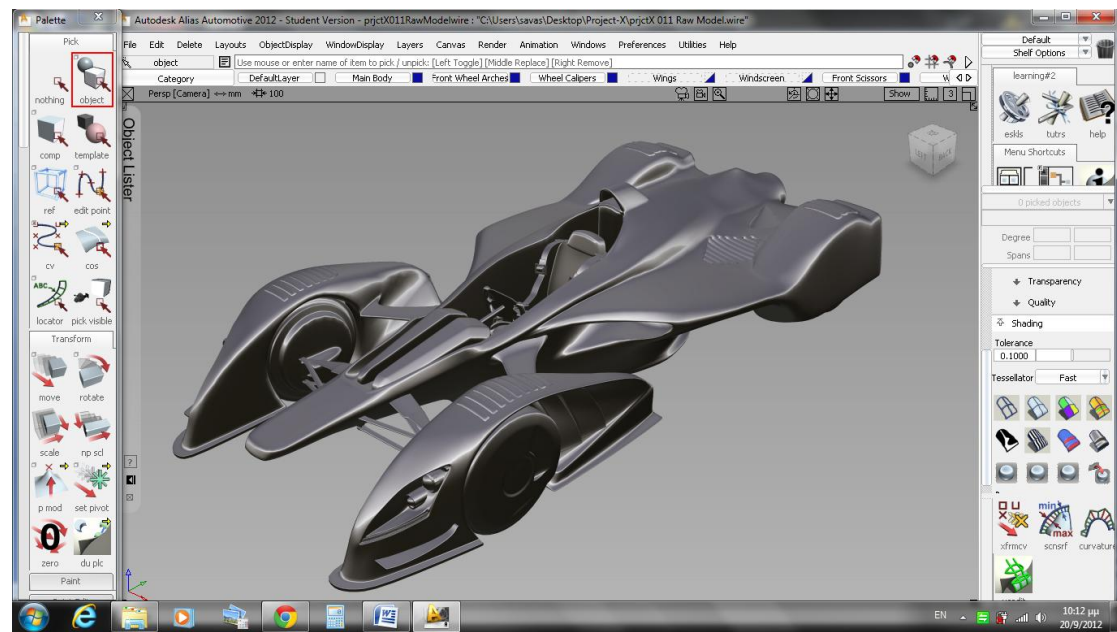




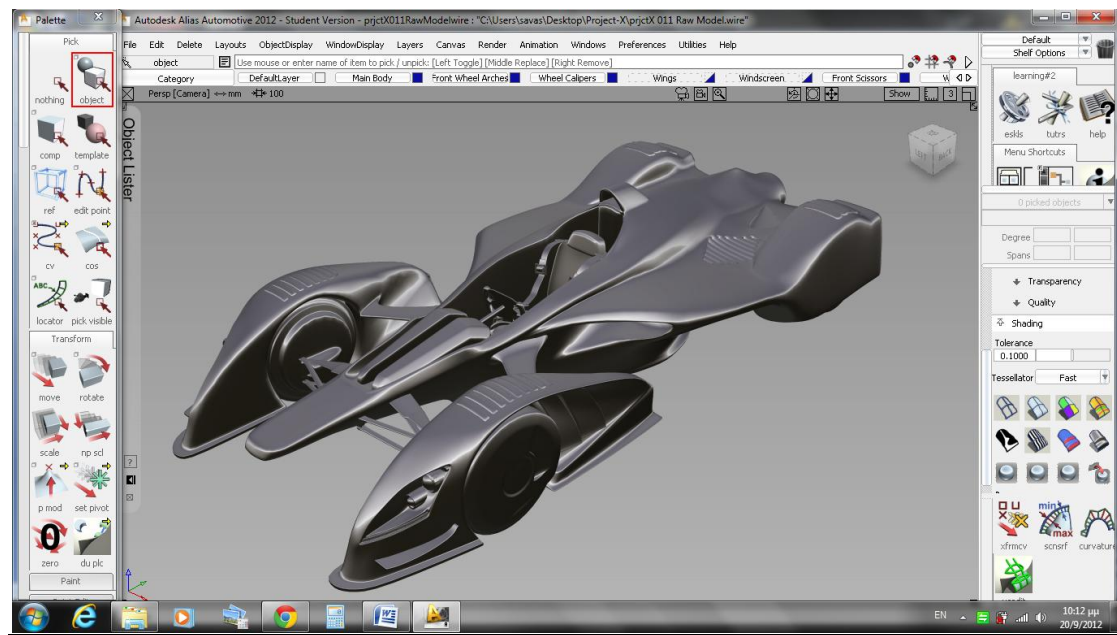
## 16. Lower Front Scissors



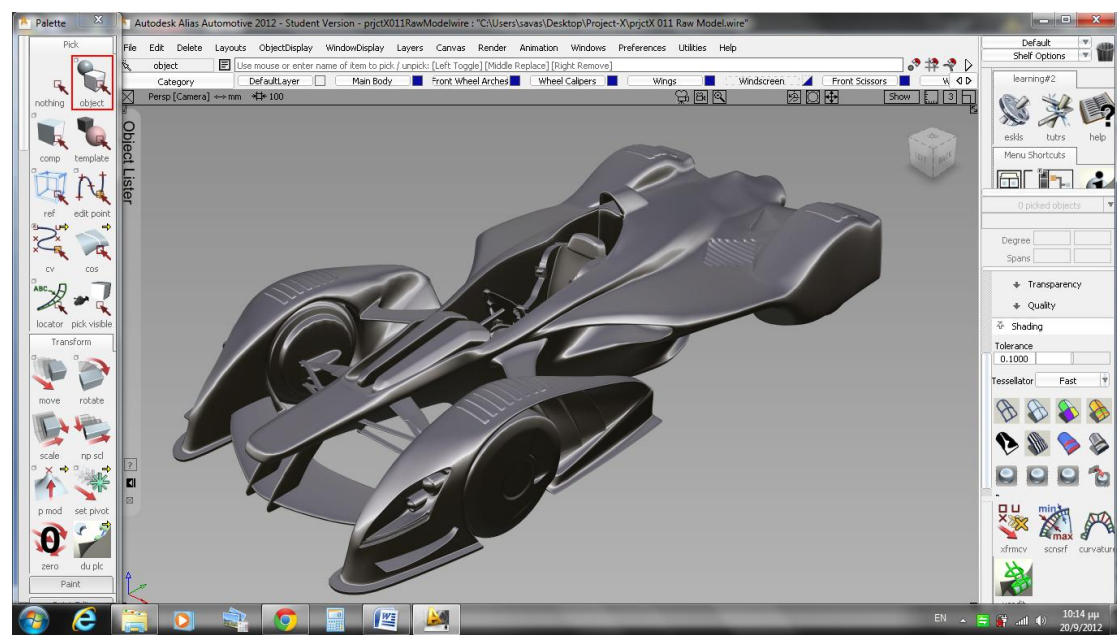
## 17. Upper Front Scissors



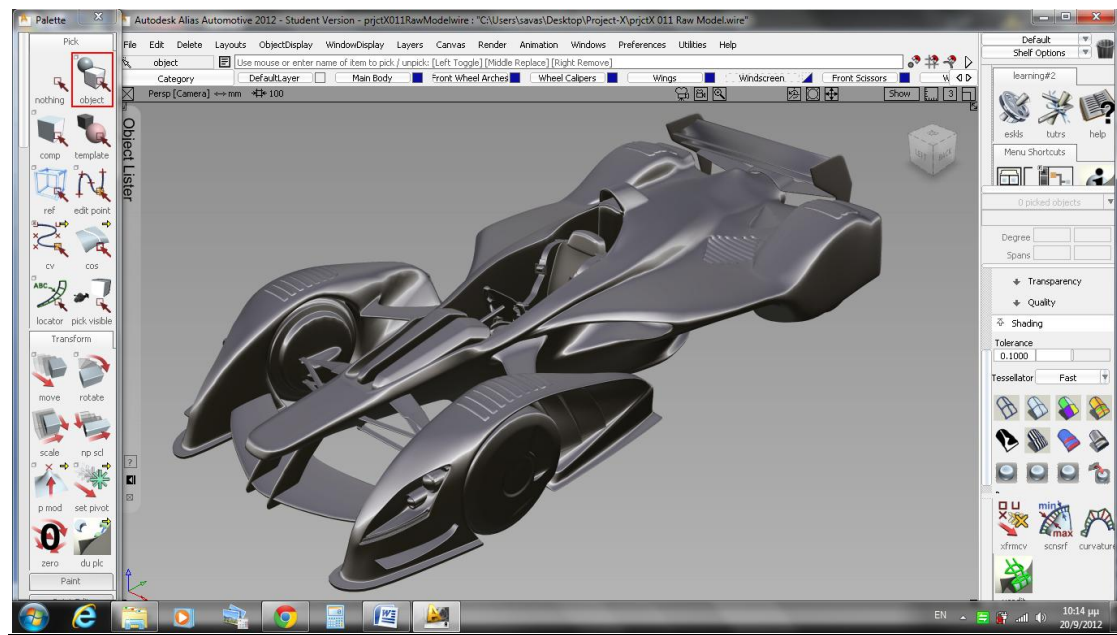
## 18. Rear Diffuser – Rear Diffuser Flaps – Modulatory Helicon



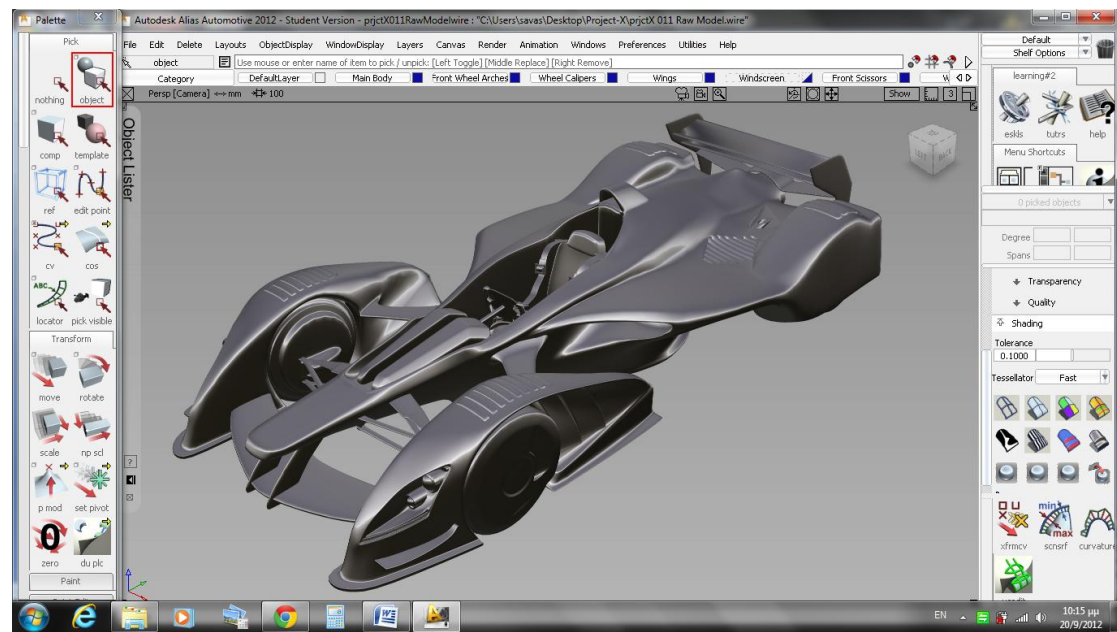
## 19. Front Wing



## 20. Rear Wing

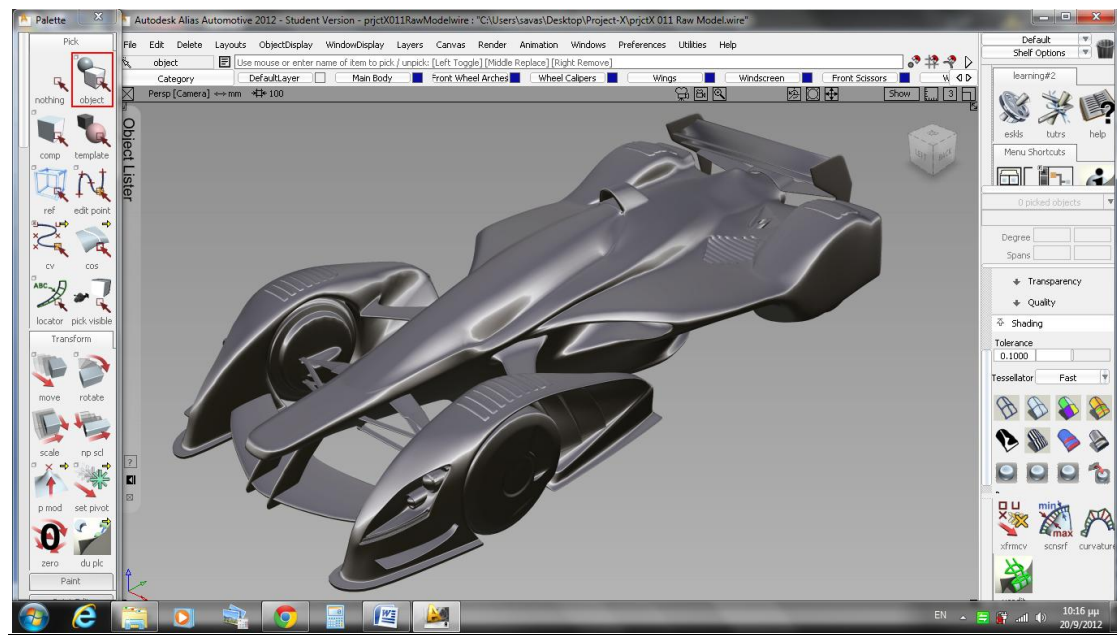


## 21. Exhaust Pipe

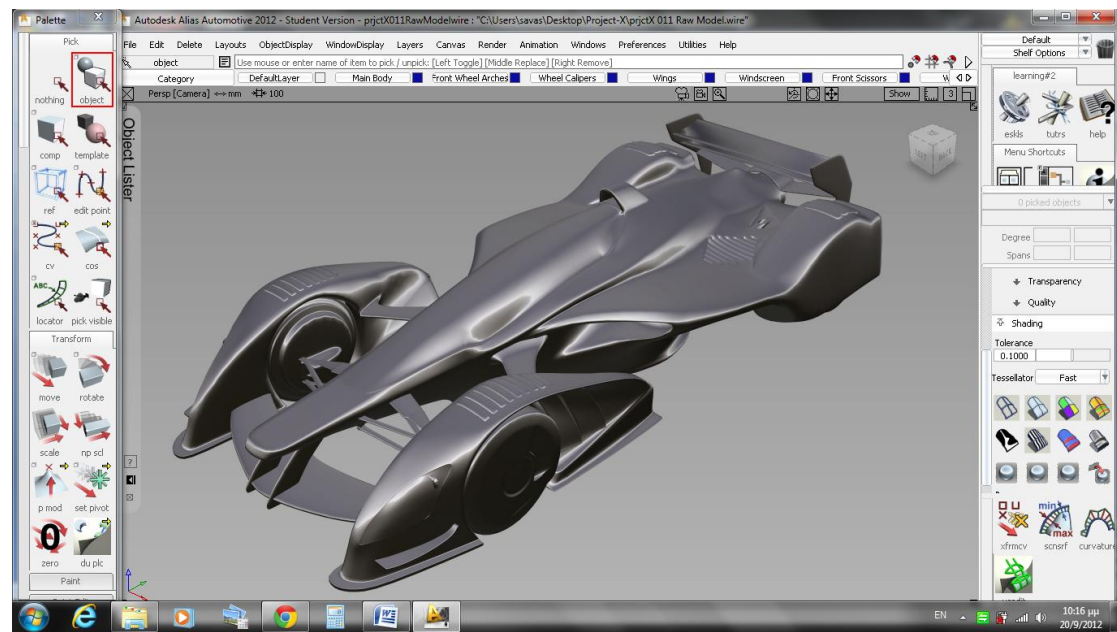




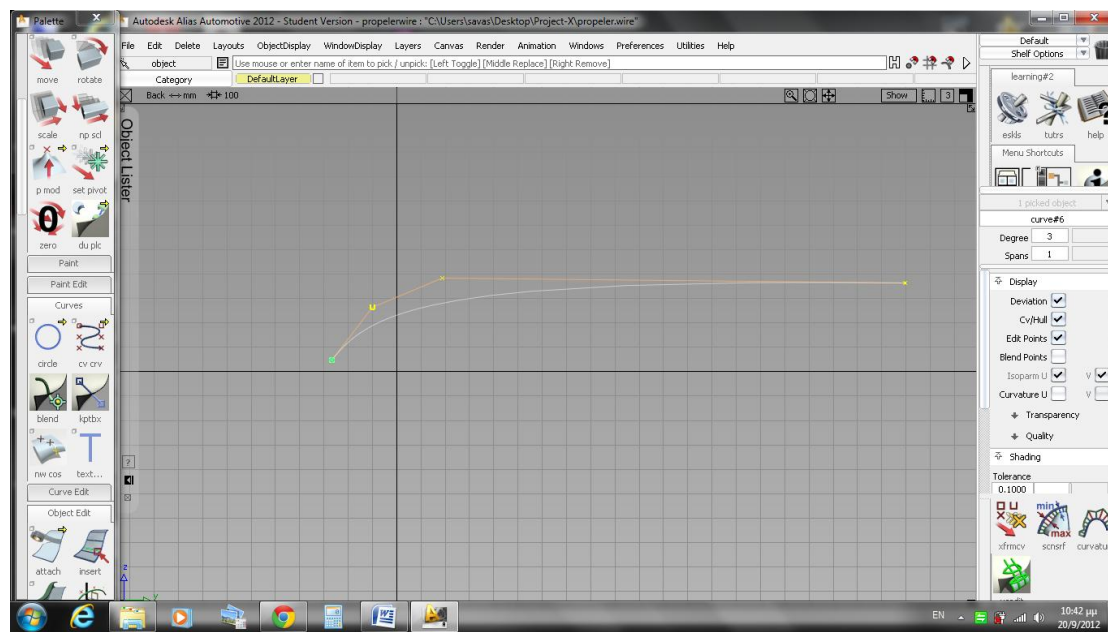
## 22. Windscreen



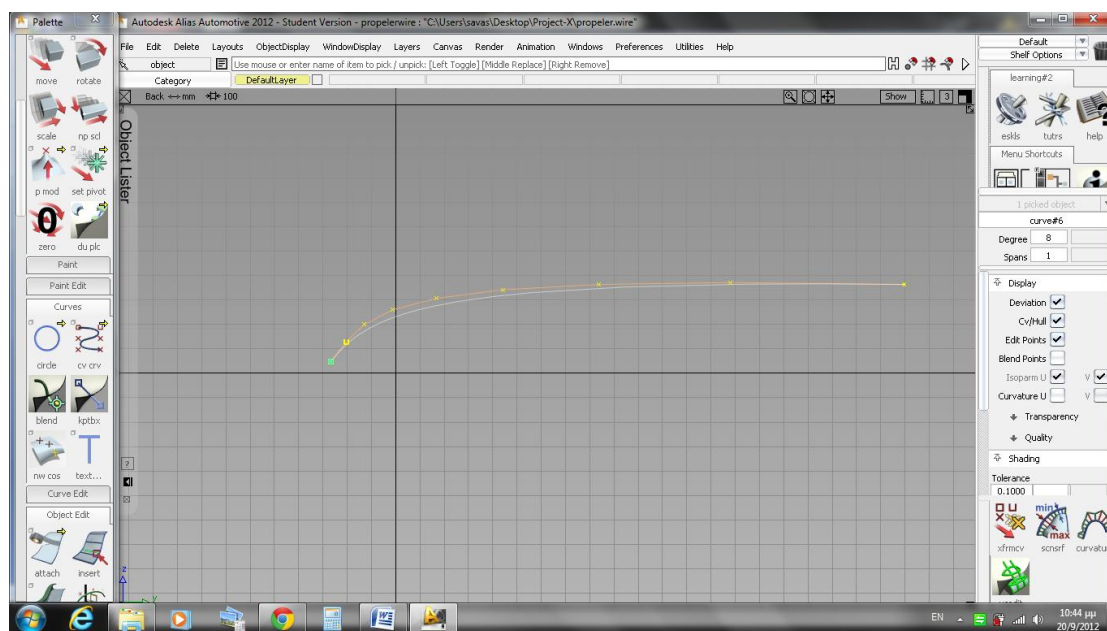
## 23. Headlights' Glass



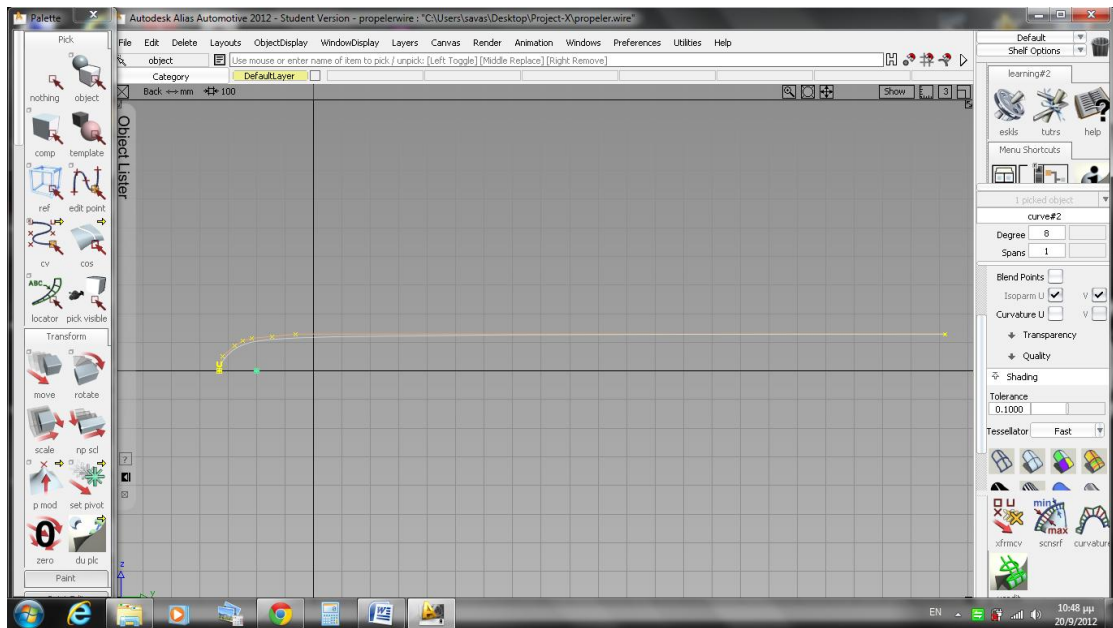
### 5.3 Παράδειγμα διαδικασίας κατασκευής : Modulatory Helicon



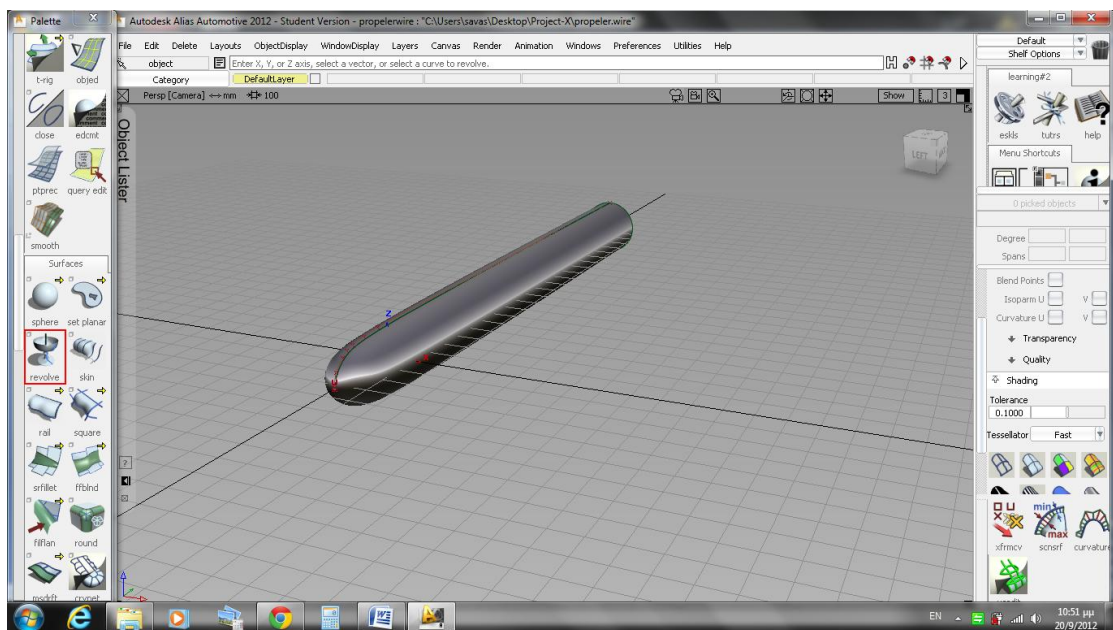
Ξεκινάμε δημιουργώντας μια καμπύλη Bezier 3<sup>ου</sup> βαθμού.



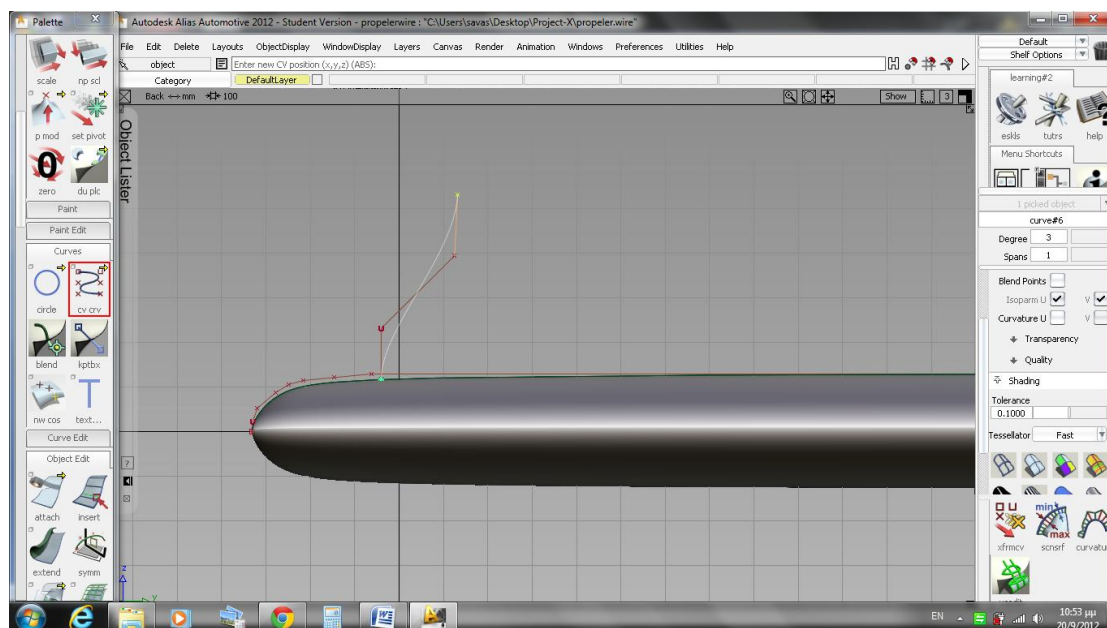
Αυξάνουμε το βαθμό της σε 8 για να έχουμε πιο ακριβή και λεπτομερέστερο έλεγχο που θα χρειαστεί στην αριστερή άκρη (μύτη της απράκτου).



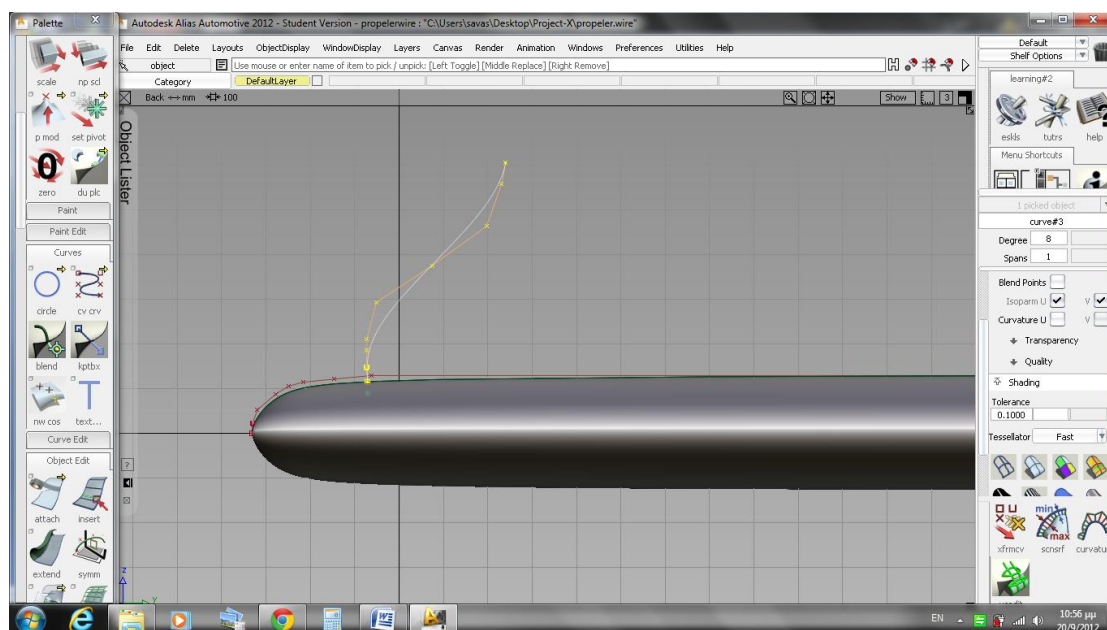
Διαμορφώνουμε το προφίλ που χρειαζόμαστε. Επιλέγουμε το εργαλείο Revolve και περιστρέφουμε την καμπύλη γύρω από τον άξονα y.



Δημιουργήθηκε η επιφάνεια εκ περιστροφής (άτρακτος).

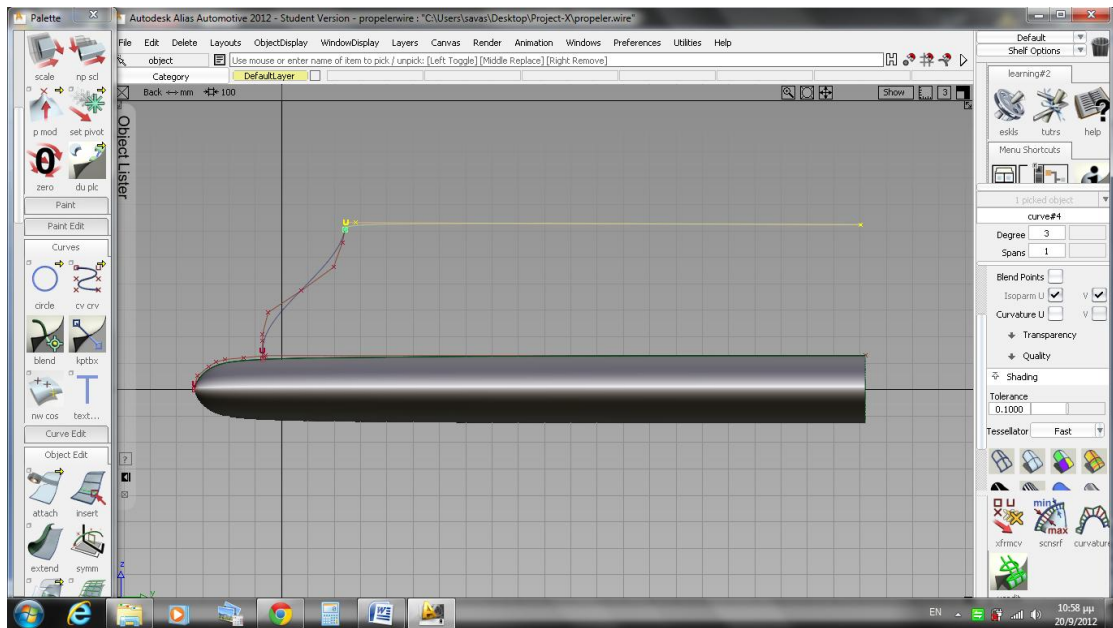


Δημιουργούμε ακόμα μια καμπύλη, η οποία θα είναι το προφίλ των πτερυγίων. Με τον ίδιο τρόπο επιλέγουμε το βαθμό και μετακινούμε τα σημεία ελέγχου μέχρι να πετύχουμε το επιθυμητό σχήμα. Βασική προϋπόθεση είναι το 1<sup>ο</sup> σημείο ελέγχου (κάτω) να “πατάει” πάνω στην επιφάνεια.

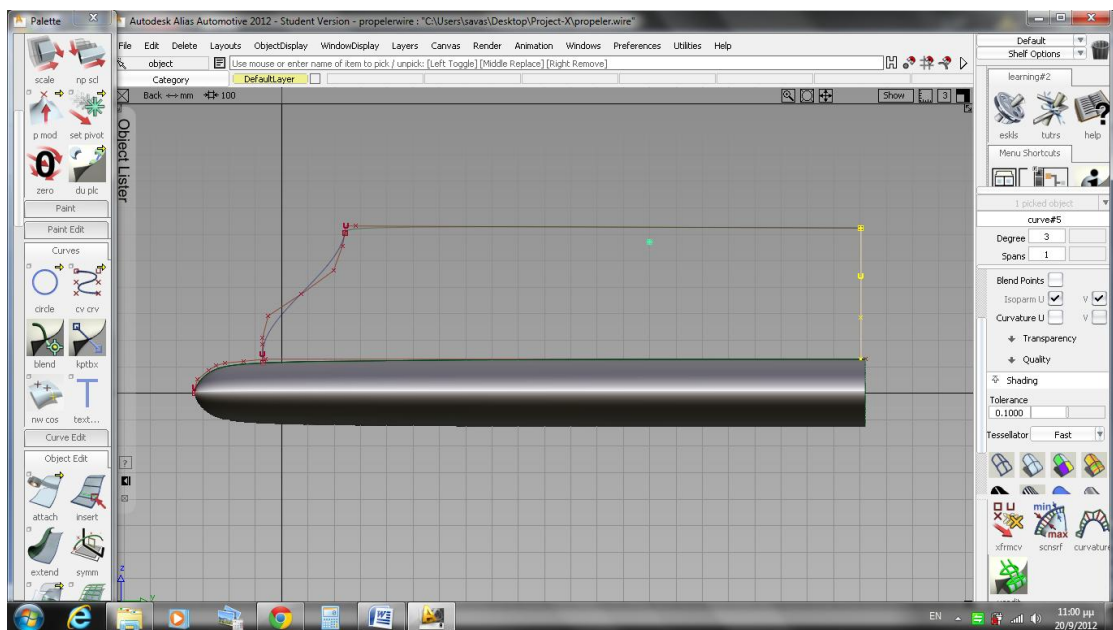


Καταλήγουμε στην επιθυμητή μορφή.



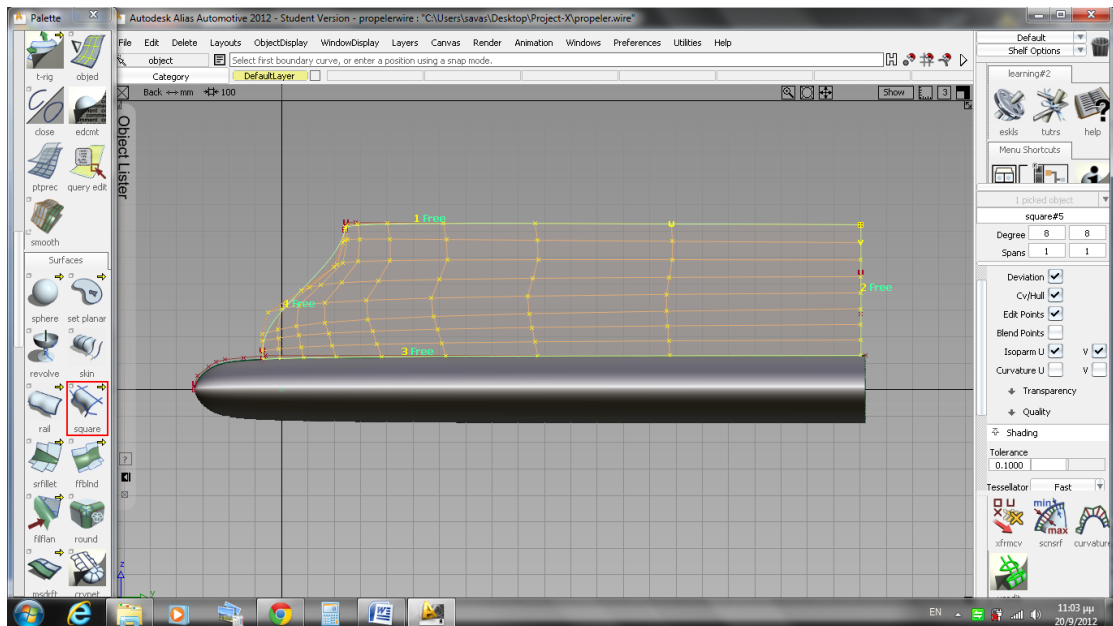


Στη συνέχεια κατασκευάζουμε μια ακόμα καμπύλη που θα είναι η τροχιά του πτερυγίου και με το εργαλείο Align ενώνουμε τις 2 καμπύλες με G1 συνέχεια.

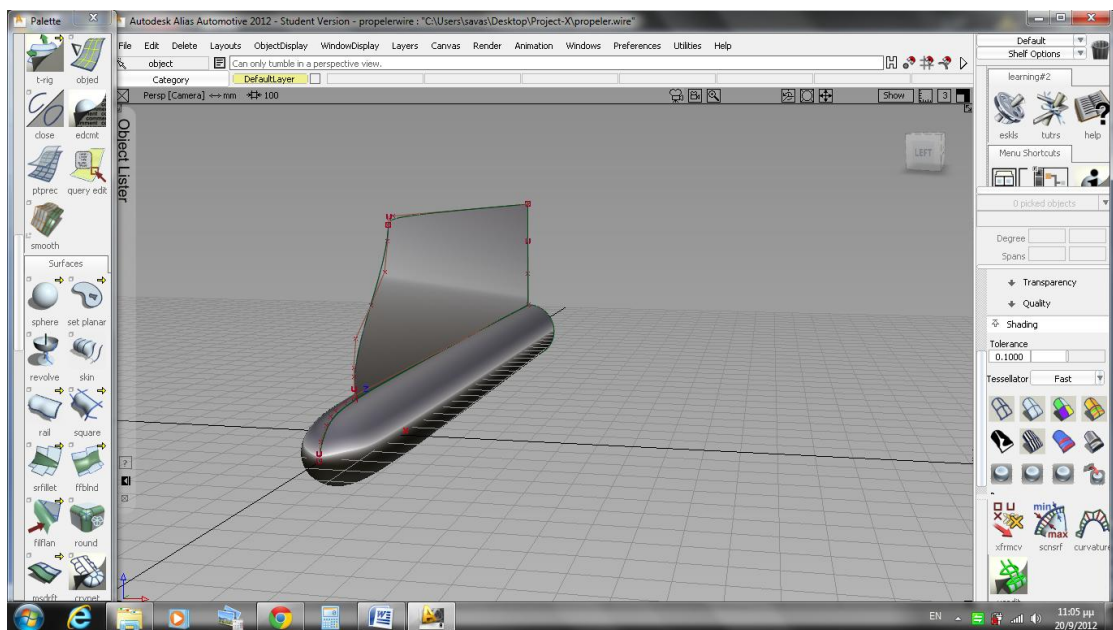


Έπειτα με μια τελευταία καμπύλη δημιουργούμε ένα κλειστό όριο για να ορίσουμε μια επιφάνεια.

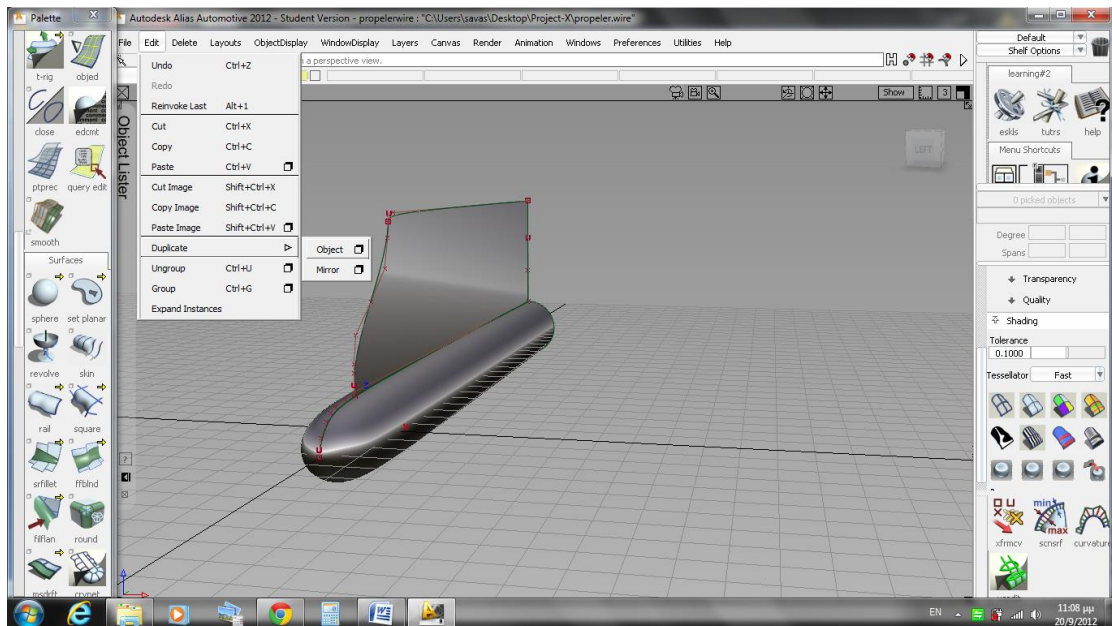




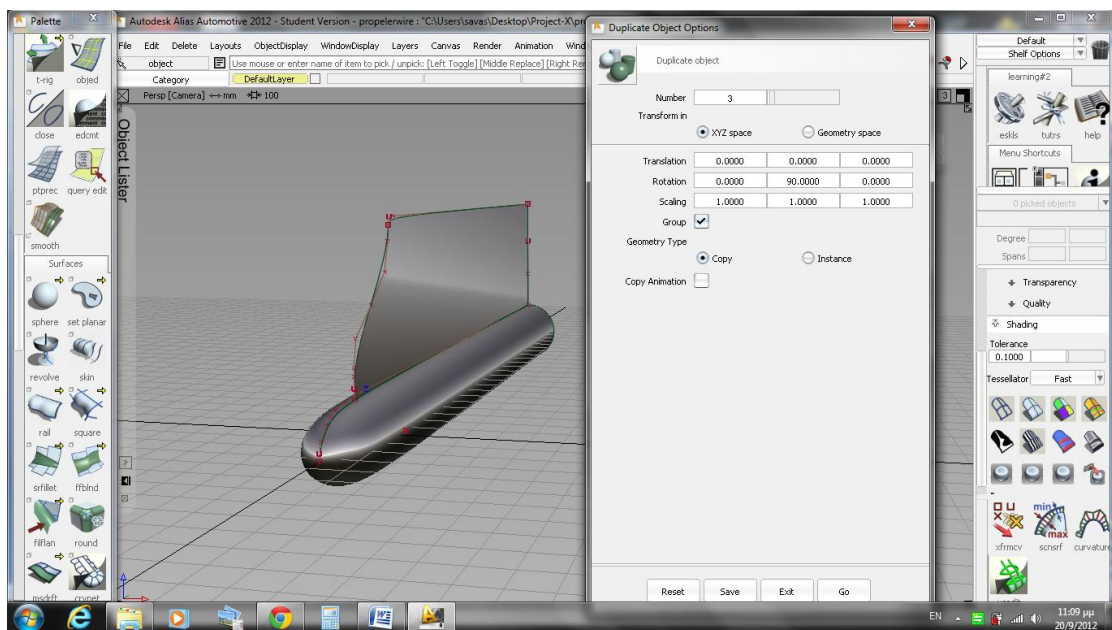
Με το εργαλείο Square κατασκευάζουμε μια επιφάνεια, η οποία έχει όρια τις 4 καμπύλες. Έτσι έχουμε δημιουργήσει ένα από τα 4 πτερύγια.



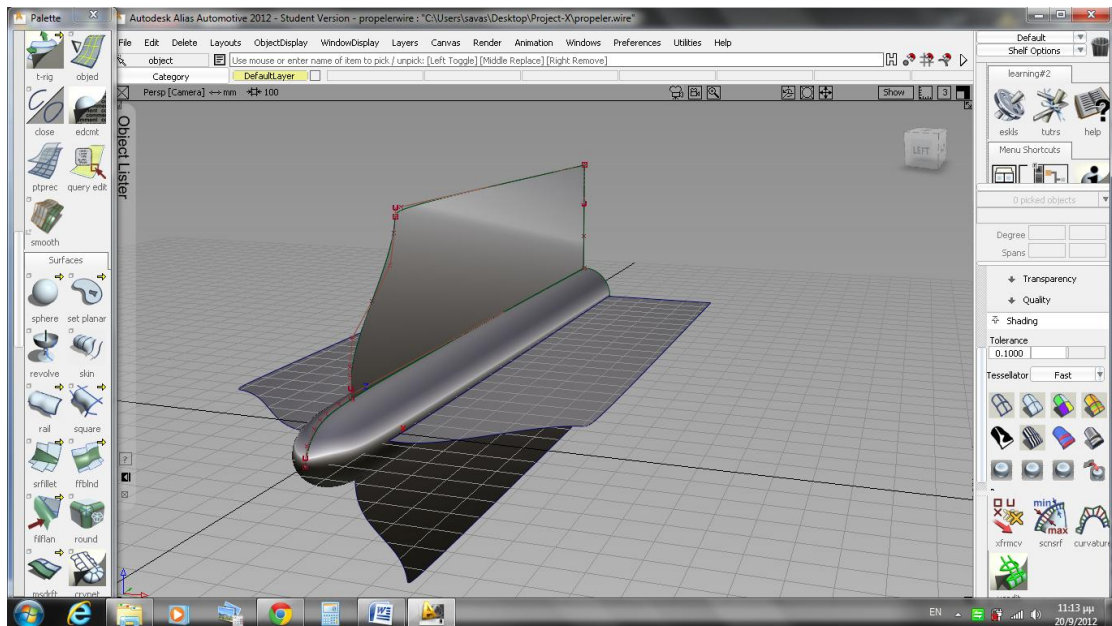
Μια πολύ χρήσιμη εντολή θα μας βοηθήσει να κατασκευάσουμε και τα άλλα 3 πτερύγια αφού είναι αντικείμενα με άξονα συμμετρίας τον y. Επιλέγουμε από το μενού την εντολή Edit->Duplicate->Object.



Εμφανίζεται το παράθυρο με τις επιλογές.

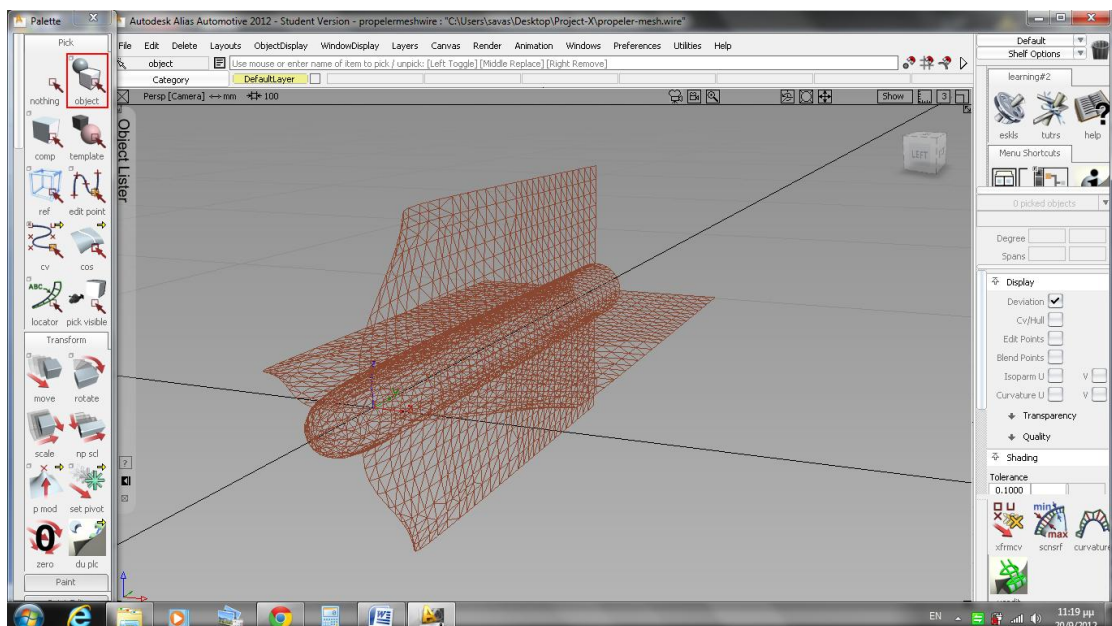


Επιλέγουμε 3 στο Number, επειδή χρειαζόμαστε άλλα 3 πτερύγια και στην επιλογή Rotation, στο κουτί που αντιστοιχεί στον άξονα y, πληκτρολογούμε 90. Αυτό σημαίνει ότι θα δημιουργηθούν 3 καινούργια αντίγραφα του επιλεγμένου αντικειμένου (στην περίπτωση μας το πτερύγιο) με 90 μοίρες γωνία μεταξύ τους ως προς τον άξονα y.



Έτσι καταλήγουμε στο ολοκληρωμένο αντικείμενο. Αν οποιαδήποτε στιγμή αποφασίσουμε να αλλάξουμε το σχήμα των πτερυγίων ή της ατράκτου μπορούμε να μετακινήσουμε με κατάλληλο τρόπο τα σημεία ελέγχου, τα οποία με τη σειρά τους θα επηρεάσουν τη μορφή της επιφάνειας του πτερυγίου και αντίστοιχα και των 3 αντιγράφων. Αυτή η δυνατότητα παρέχεται από το ALIAS χάρη στην πολύ χρήσιμη ιδιότητα του, που ονομάζεται Ιστορικό Κατασκευής (Construction History), και επιτρέπει τη μεταφορά των αλλαγών από τις καμπύλες στις επιφάνειες που ορίζουν, στις περισσότερες εφαρμογές των εργαλείων.

Στη συνέχεια αποκρύπτουμε τις βοηθητικές καμπύλες και μετατρέπουμε τις NURBS επιφάνειες που έχουμε δημιουργήσει σε πολυγωνικά πλέγματα, τα οποία είναι πιο εύκολα σε υπολογιστικό επίπεδο για το πρόγραμμα του ALIAS, με αποτέλεσμα να υπάρχει πιο άμεση απόκριση κατά την απεικόνιση, την “περιήγηση” και τη μεταχείριση.



## 6. ΦΩΤΟΡΕΑΛΙΣΜΟΣ – ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ (RENDERING)

### 6.1 Ρεαλισμός



Στο επόμενο στάδιο της εργασίας, σκοπός είναι η απόδοση φωτορεαλισμού στο γεωμετρικό μοντέλο του Projct-X. Η επίτευξη ρεαλισμού στον τομέα των γραφικών υπολογιστών είναι μια διαδικασία άκρως εξελίξιμη κατά την πάροδο των χρόνων. Ο κλασικός ορισμός του ρεαλιστικού ήταν το αληθοφανές. Πλέον ο φωτορεαλισμός ταυτίζεται σαν έννοια με την οπτική πολυπλοκότητα (visual complexity).

Η αιτία της οπτικής πολυπλοκότητας σε μια υπολογιστικά επεξεργάσιμη εικόνα συνδέεται με τα στοιχεία της αντίληψης : χρώμα, υφή, ακμές και βάθος. Σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία όπως σχήμα, αντανάκλαση και φωτισμός, μπορούν να δημιουργηθούν αντικείμενα όπως ξύλο, πέτρα, μέταλλο και ύφασμα. Αυτός είναι ο τρόπος παραγωγής ρεαλιστικής εικόνας ή μοντέλου, η ποικιλία βασικών δεδομένων και στοιχείων όπως τα προηγούμενα που είναι αντιληπτά από το ανθρώπινο μάτι και η αλληλεπίδρασή τους σε ένα κοινό περιβάλλον.

Σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη και την επεξεργασία μιας οπτικής πολυπλοκότητας και ρεαλισμού έχουν οι υπολογιστές. Η άνοδος της υπολογιστικής ισχύος με άμεση επίδραση στην επεξεργασία τεράστιου όγκου δεδομένων που απαιτούνται για την επίτευξη μιας ρεαλιστικής εικόνας, καθιστούν τους υπολογιστές το βασικότερο εργαλείο δουλειάς σε σχέση με παλιότερα.



## **6.2 Απεικόνιση Υφής – Υλικά**

### **Απεικόνιση Υφής**

Σκοπός της γραφικής των υπολογιστών κατά την πάροδο των χρόνων είναι η εξέλιξη του ρεαλισμού των σύνθετων εικόνων βρίσκοντας καλύτερους τρόπους οπτικής αναπαράστασης (render) της εμφάνισης των επιφανειών. Η διαδικασία απόδοσης ρεαλισμού χωρίζεται σε δύο μέρη, τη σκίαση (shading) και την υφή (texture). Σκίαση είναι η διαδικασία κατά την οποία υπολογίζεται το χρώμα ενός ιχνοστοιχείου (pixel) μέσω των ιδιοτήτων της επιφάνειας. Βασικός παράγοντας σε αυτή τη διαδικασία είναι η επίδραση του φωτός με τα υλικά (materials) της επιφάνειας. Υφή είναι η μέθοδος της διαφοροποίησης των ιδιοτήτων μιας επιφάνειας από σημείο σε σημείο με σκοπό να αποδώσει τη λεπτομέρεια της εμφάνισης της επιφάνειας.

Η απεικόνιση υφής (texture mapping) είναι από τις βασικές μεθόδους για την απόδοση υφής στα αντικείμενα. Χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, στην Απεικόνιση Χάρτη Υφής (Image Mapping) και στη Συναρτησιακή Υφή (Procedural Texture Mapping).

Η μέθοδος της απεικόνισης υφής στηρίζεται σε δισδιάστατες εικόνες. Η σωστή επεξεργασία μιας εικόνας ή η λεπτομερής παραγωγή μιας εικόνας από την αρχή μπορεί να προσδώσει μεγαλύτερο ρεαλισμό στην υφή ενός τρισδιάστατου μοντέλου. Συνήθως για να γίνει σωστά η απεικόνιση υφής σε ένα αντικείμενο πρέπει να χρησιμοποιηθεί η ίδια εικόνα πολλές φορές ώστε να καλυφθεί ολόκληρη η επιφάνεια του αντικειμένου. Το πρόγραμμα υπολογίζει την επιφάνεια και στη συνέχεια ενώνει όσες εικόνες χρειαστεί. Το αποτέλεσμα όμως, συνήθως, δεν είναι οπτικά αποδεκτό διότι φαίνεται η ασυνέχεια στις ενώσεις των εικόνων.

### **Απόδοση Υλικών**

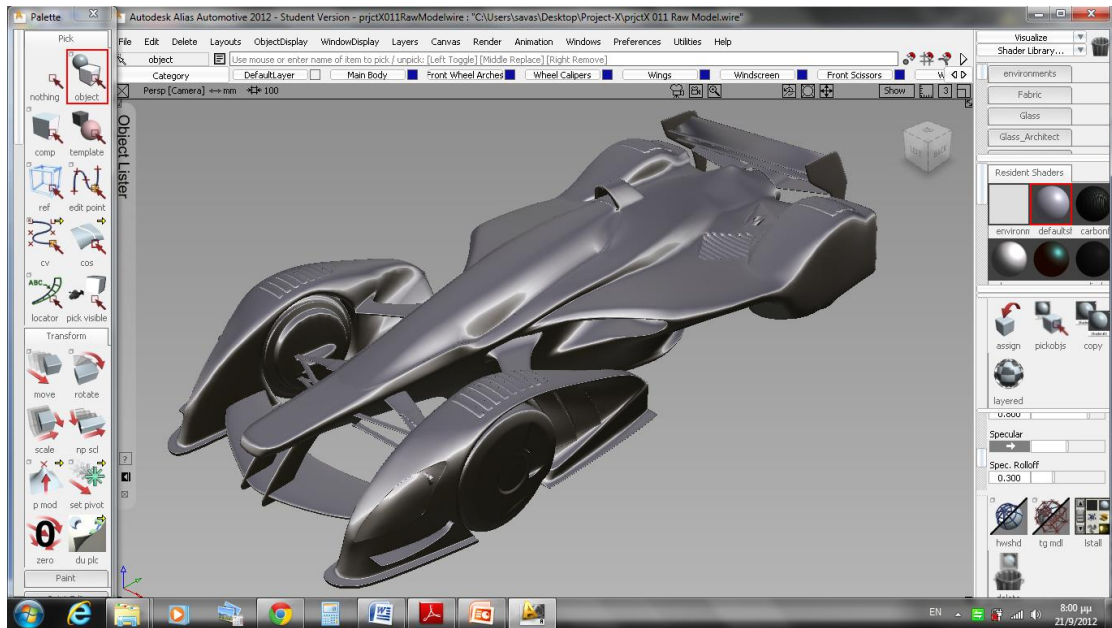
Για την απόδοση ρεαλισμού σε ένα αντικείμενο τοποθετούνται στο τρισδιάστατο μοντέλο του υλικά (materials). Για την παραγωγή ενός υλικού γίνεται χρήση πολλών και διαφορετικών ειδών υφής, όπως οι παρακάτω:

- **Υφή Διαφάνειας (Transparency Texture).** Χρησιμοποιείται για να δοθεί στο υλικό το ποσοστό διαφάνειας που διαθέτει. Από το πλήρως διαφανές όπως το γυαλί, μέχρι το τελείως αδιαφανές όπως π.χ. το ξύλο.
- **Υφή Αντανάκλασης (Reflection Texture).** Προσομοιώνει την αντανάκλαση που δημιουργούν επιφάνειες όπως καθρέπτης και μέταλλο. Σημαντικό ρόλο έχει η οπτική γωνία και η γωνία της πηγής του φωτός που προσπίπτει στην επιφάνεια του μοντέλου.

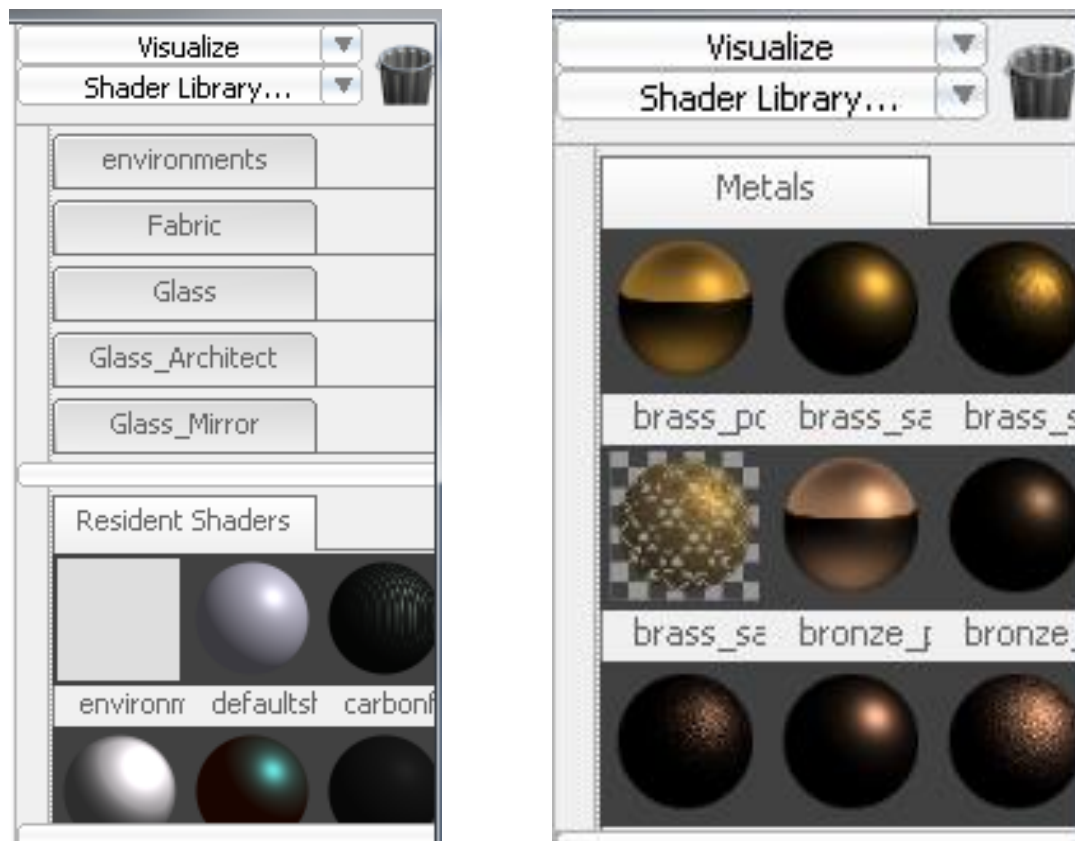


- **Υφή Διάθλασης (Refraction Texture).** Σε συνδυασμό με τη διαφάνεια ενός αντικειμένου, υπολογίζει την ποσότητα του φωτός που διαθλάται από την επιφάνεια.
- **Εκπέμπουσα Υφή (Emissive Texture).** Χρησιμοποιείται για την προσομοίωση αυτόφωτων αντικειμένων όπως είναι οι λάμπες και οι φωτεινές επιγραφές. Ρυθμίζει την ποσότητα και το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται.

## Στην πράξη

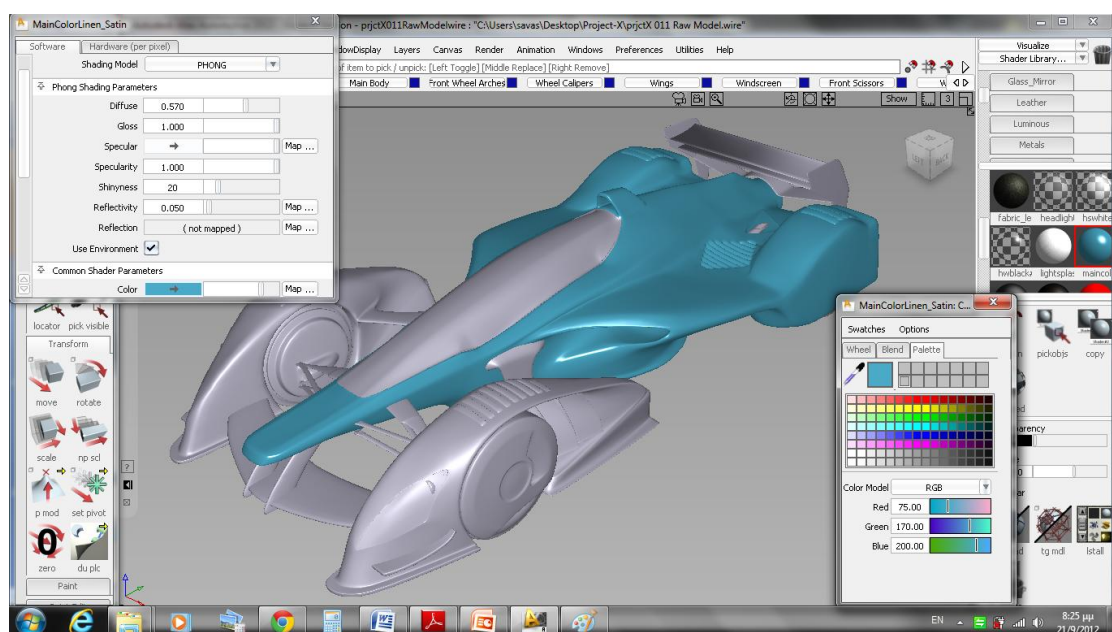


Αλλάζουμε την επιλογή του Πίνακα Ελέγχου από Default σε Visualize και εμφανίζεται μια σειρά εργαλείων και αντικειμένων που διευκολύνουν την απόδοση υφής, υλικών και τη διαμόρφωση των ιδιοτήτων τους.



Εκεί υπάρχει πληθώρα υλικών που αντιπροσωπεύουν την πραγματικότητα (γυαλί, μέταλλα, υφάσματα, δέρμα, πλαστικά, μεταλλικές βαφές και πολλά είδη ξύλου), τα οποία μπορούν να προσδώσουν τις απαιτούμενες ιδιότητες στις επιφάνειες του μοντέλου.

Έστω ότι επιλέγουμε τη μεταλλική βαφή για τον κυρίως κορμό του μοντέλου.

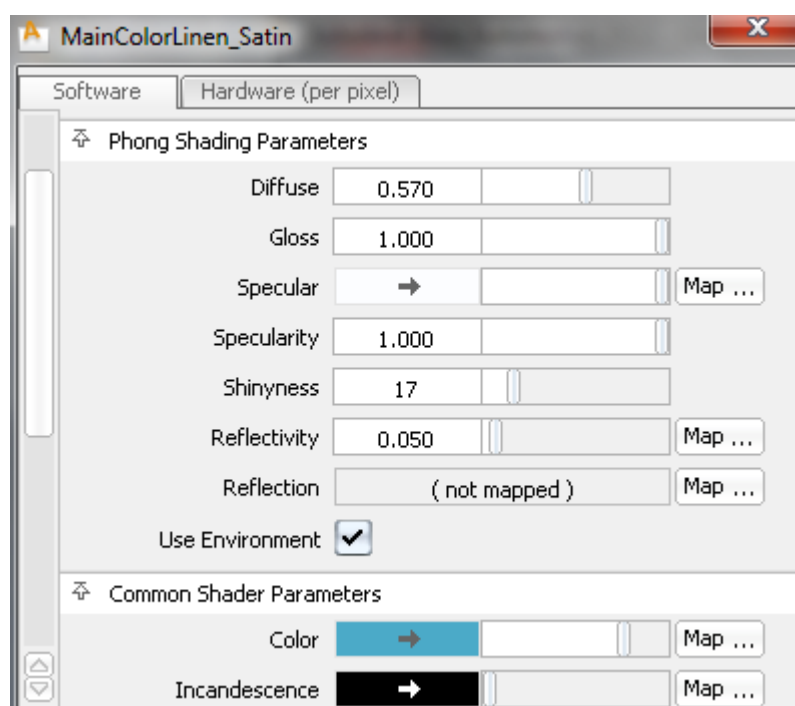


Για κάθε υλικό υπάρχει ένα αρκετά μεγάλο εύρος στις επιλογές για τις ιδιότητές του. Η επιλογή του υλικού προσδίδει την αντίστοιχη υφή, ενώ οι ιδιότητες καθορίζονται από το χρήστη.

Πρώτη και κύρια επιλογή το χρώμα. Το ALIAS προσφέρει την επιλογή του χρώματος μέσω μιας παλέτας με όλα τα βασικά χρώματα και όλες τις ρυθμίσεις τους ως προς την ακριβή απόδοση της απόχρωσης. Δεν υπάρχει πάντα έτοιμο το “τέλειο” χρώμα για την επιλεγμένη επιφάνεια, οπότε τις περισσότερες φορές, ο χρήστης καλείται να πειραματιστεί.

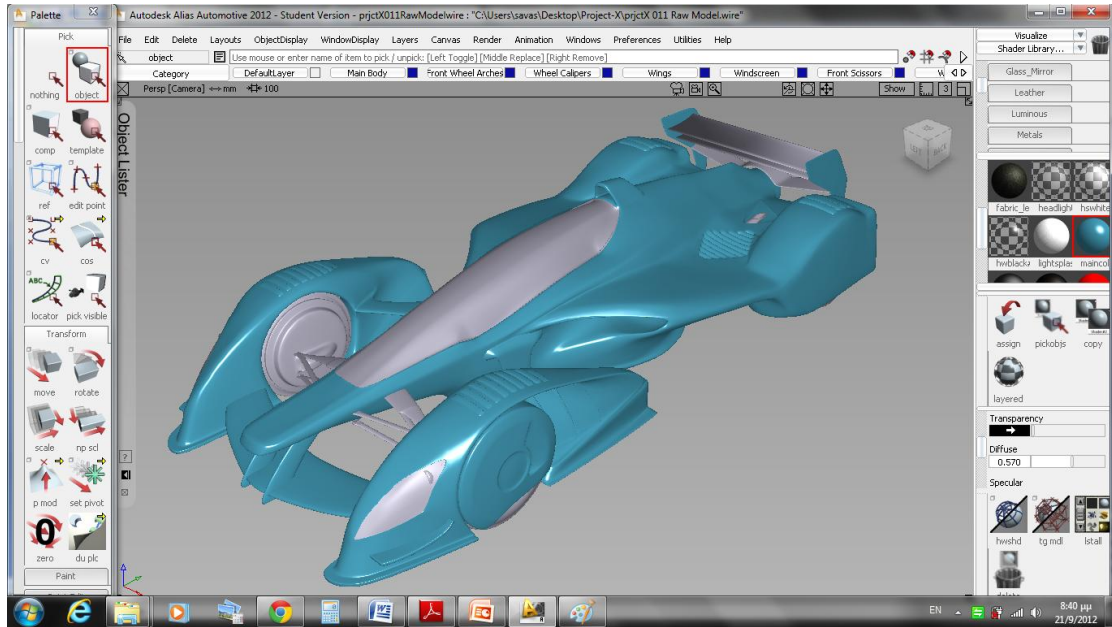
Αφού έγινε η επιλογή της απόχρωσης που ταιριάζει περισσότερο στις απαιτήσεις του μοντέλου, επεξεργαζόμαστε και τις υπόλοιπες βασικές επιλογές.

Μερικές από αυτές είναι η διάχυτη ανάκλαση (diffuse), η σιλιπνότητα (gloss), η κατοπτρικότητα (specularity), η γυαλάδα (shinyness), η αντανάκλαση (reflectivity) και άλλες πολλές (λιγότερο σημαντικές) ρυθμίσεις.

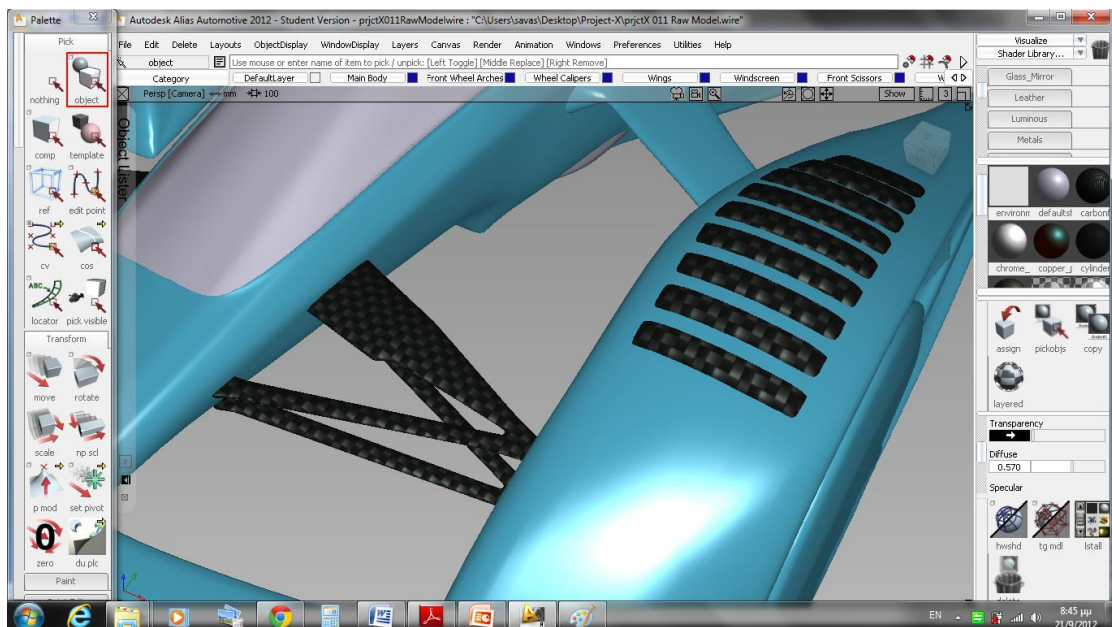


Με όλες τις ρυθμίσεις ο χρήστης πρέπει να πειραματιστεί (έχοντας βέβαια μια βασική ιδέα για όλα τα χαρακτηριστικά) έως ότου πετύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Έχοντας ρυθμίσει όλες τις παραμέτρους, η απόχρωση των μερών του μοντέλου που σχετίζονται με τον κυρίως κορμό, θα προκύψει ως εξής:

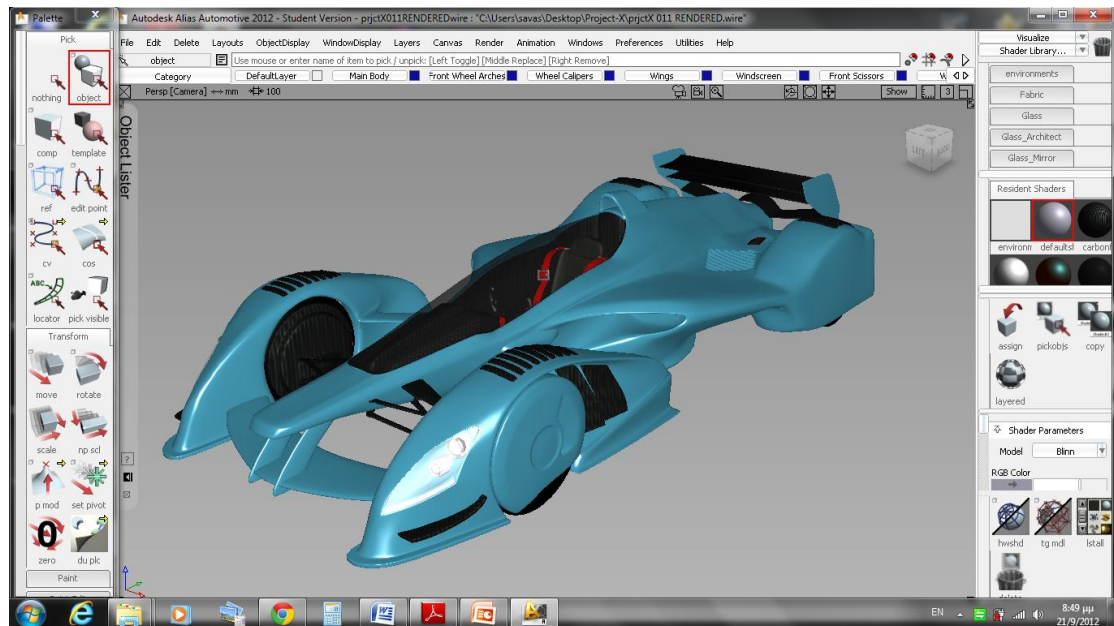


Με αντίστοιχο τρόπο αποδίδουμε την υφή, την απόχρωση και όλα τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων από ανθρακόνημα του μοντέλου, χρησιμοποιώντας το έτοιμο υλικό του ανθρακονήματος και απλά ρυθμίζοντας τις ιδιότητές του.



Αντίστοιχα επιλέγουμε το Plexiglas για τον ανεμοθώρακα και τα καλύμματα των προβολέων, το Τιτάνιο για τις εξατμίσεις και όλα τα υλικά και χρώματα των υπόλοιπων εξαρτημάτων του μοντέλου.





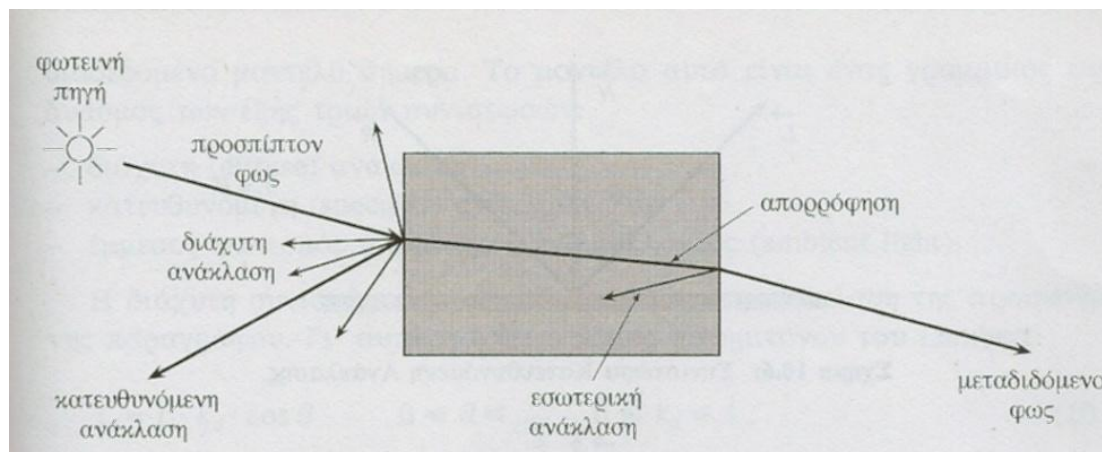
Το μοντέλο με όλα του τα χαρακτηριστικά.

### **6.3 Φωτισμός**

Στη γραφική υπολογιστών για να μπορέσει ένα αντικείμενο να προσομοιώσει την πραγματικότητα πρέπει να αλληλεπιδρά με το φως. Η απόδοση υλικών και υφής στα αντικείμενα δεν θα μπορούσε να παράγει ένα ρεαλιστικό αποτέλεσμα χωρίς τον κατάλληλο φωτισμό. Η αλληλεπίδραση του φωτός με τα αντικείμενα είναι η αιτία της δημιουργίας των μοντέλων φωτισμού (illumination models/ shading models). Τα μοντέλα φωτισμού βασίζονται σε νόμους της φυσικής με πιο απλοποιημένους κανόνες, ώστε να παράγουν τη συμπεριφορά ενός φωτισμένου υλικού όπως παρατηρείται στον πραγματικό κόσμο. Στην επεξεργασία του φωτισμού υπάρχουν δύο κατηγορίες, ο τοπικός φωτισμός (local illumination) και ο καθολικός φωτισμός (global illumination).

Ο τοπικός φωτισμός είναι ο φωτισμός που έρχεται κατευθείαν από μια πηγή φωτός. Δείχνει πώς το φως επηρεάζει το αντικείμενο που σημαδεύει. Στον τοπικό φωτισμό η προσομοίωση της μεταφοράς του φωτός υπολογίζει το φως που έρχεται κατευθείαν από μια πηγή μέχρι το αντικείμενο που φωτίζει, και σταματάει εκεί. Είναι ένα ημιτελές μοντέλο μεταφοράς φωτός, καθώς δεν ασχολείται καθόλου με το φως του περιβάλλοντος.





## Μοντέλα Τοπικού Φωτισμού

### Shading Models

**Light Source**

Shader Parameters: Model: Light Source, RGB Color, Transparency, Use Environment ☒

**Lambert**

Shader Parameters: Model: Lambert, RGB Color, Transparency, Diffuse: 0.800, Use Environment ☒

**Phong**

Shader Parameters: Model: Phong, RGB Color, Transparency, Diffuse: 0.800, Specular, Shininess: 20, Reflectivity: 0.500, Use Environment ☒

**Blinn**

Shader Parameters: Model: Blinn, RGB Color, Transparency, Diffuse: 0.800, Specular, Spec. Rolloff: 0.300, Eccentricity: 0.300, Reflectivity: 0.500, Use Environment ☒

© 2011 Autodesk. Freely licensed for use by educational institutions. Reuse and changes require a note indicating that content has been modified from the original, and must attribute source content to Autodesk. [www.autodesk.com/edcommunity](http://www.autodesk.com/edcommunity)

Τα μοντέλα αυτά είναι προσεγγιστικές μέθοδοι απόδοσης ρεαλισμού στις επιφάνειες των αντικειμένων και χρησιμοποιούν υπολογιστικούς αλγορίθμους που δέχονται σαν ορίσματα τις ιδιότητες αλληλεπίδρασης των υλικών των επιφανειών με το φως.

Το ALIAS χρησιμοποιεί μερικά από αυτά:

- **Phong.** Δημιουργεί την αίσθηση μιας αρκετά γυαλιστερής επιφάνειας (όπως τα πολυμερή ABS και SAN) ή οποία χρησιμοποιείται για

καλούπια αυτοκινήτων, κινητά τηλέφωνα κ.α. Το μοντέλο ανάκλασης του Phong είναι το πιο διαδεδομένο μοντέλο τοπικού φωτισμού σήμερα. Χρησιμοποιείται στη γραφική υπολογιστών από τη δεκαετία του '70 και υπολογίζει την πρόσπτωση του φωτός σε ένα αντικείμενο από μια φωτεινή πηγή. Το μοντέλο αναλύεται σε 3 κατηγορίες, τη διάχυτη ανάκλαση (diffuse), την κατευθυνόμενη ανάκλαση (specular) και τον έμμεσο φωτισμό (ambient light). Αυτό το μοντέλο φωτισμού θα αποτελέσει τη βάση της οπτικής απόδοσης του Prjct-X.

- **Blinn.** Το μοντέλο Blinn–Phong είναι το προεπιλεγμένο μοντέλο τοπικού φωτισμού στα μέσα απεικόνισης σταθερών συναρτήσεων των OpenGL και Direct3D, και η εφαρμογή του διεξάγεται σε κάθε κορυφή του πλέγματος των γραφικών. Ο χρωματισμός των ιχνοστοιχείων (pixels) μεταξύ των κορυφών καθορίζεται από την προσεγγιστική μέθοδο του Gouraud, ένας αλγόριθμος που είναι υπολογιστικά “ελαφρύτερος” από αυτόν του Phong. Κυμαίνεται μεταξύ μεταλλικών επιφανειών (όπως μπρούτζος, αλουμίνιο) και διαφόρων ειδών πλαστικών.
- **Lambert.** Αποτελεί την πιο απλή μέθοδο ανάκλασης του φωτός. Στην οπτική, ο νόμος συνημιτόνων του Lambert υποστηρίζει ότι η ένταση της ακτινοβολίας ή της φωτεινότητας που παρατηρείται σε ένα μη κατοπτρικό αντικείμενο, είναι ανάλογη του συνημιτόνου της γωνίας θ μεταξύ της οπτικής γραμμής του παρατηρητή και του κάθετου διανύσματος στην επιφάνεια του αντικειμένου. Ο νόμος είναι επίσης γνωστός ως “Νόμος Εκπομπής του Lambert”. Το μοντέλο δίνει μια ματ επιφάνεια (όπως η κιμωλία, η ματ βαφή, ή μη λειασμένη επιφάνεια).
- **Πηγή Φωτός (Lightsource).** Είναι ένα ειδικό εφέ. Καθώς το φως προσπίπτει στην επιφάνεια, διαχέεται και διαμοιράζεται, και δεν προσδίδει κάποια ιδιαίτερη μορφή αντανάκλασης. Η επιφάνεια δεν συμπεριφέρεται σαν φωτεινή πηγή. Σαν αποτέλεσμα δεν αντικατοπτρίζει άλλα αντικείμενα.

## Μοντέλα Καθολικού Φωτισμού

Τα μοντέλα τοπικού φωτισμού όπως αυτό του Phong εστιάζουν στις φωτεινές ακτίνες που έρχονται από μια πηγή, χωρίς να υπολογίζουν τις αντανάκλασεις και διαθλάσεις που μπορεί να υποστούν από άλλα αντικείμενα του περιβάλλοντος. Για το λόγο αυτό τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πιο σύγχρονα μοντέλα φωτισμού με στόχο την πιο πειστικά δοσμένη αναπαράσταση ενός φυσικού περιβάλλοντος. Τα μοντέλα καθολικού φωτισμού αναλύουν την επίδραση του έμμεσου φωτισμού σε ένα περιβάλλον αντικειμένων και φωτεινών πηγών. Μοντέλα στα οποία έχουν αποδοθεί υλικά

με ιδιότητες όπως αντανakλαστικότητα και διαφάνεια, αποκτούν ρεαλιστικότερα αποτελέσματα κατά την απτική αναπαράσταση με τη βοήθεια των μοντέλων καθολικού φωτισμού.

## Κατηγορίες Φωτεινών Πηγών

Η επίτευξη μιας φωτορεαλιστικής σκηνής στα γραφικά υπολογιστών προϋποθέτει κατάλληλη επιλογή φωτεινής πηγής και τη σωστή τοποθέτηση στο χώρο. Το ALIAS δίνει τη δυνατότητα χρήσης των εξής ειδών πηγών φωτός:

- **Σημειακός Προβολέας (Spotlight):** Πηγή φωτός σε σχήμα κώνου. Ο κώνος του προβολέα δηλώνει την κατεύθυνση του φωτός. Το μήκος και το πλάτος της βάσης του κώνου ρυθμίζουν τη φωτεινότητα.
- **Σημειακό Φως (Ambient Light):** Φωτεινή πηγή που διαχέει το φως προς όλες τις κατευθύνσεις.
- **Κατευθυνόμενο φως (Directional Light):** Φωτεινή πηγή που φωτίζει προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση με παράλληλες ακτίνες. Η απόσταση των αντικειμένων από την πηγή δεν επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα γιατί η πηγή εκπέμπει με την ίδια ένταση σε όλη τη διαδρομή.
- **Ορθογώνιο Φως (Rectangular Light):** Φωτεινή πηγή σε ορθογώνιο σχήμα που μπορεί να φωτίσει μεγάλες επιφάνειες προς μια ή και την αντίθετη κατεύθυνση.

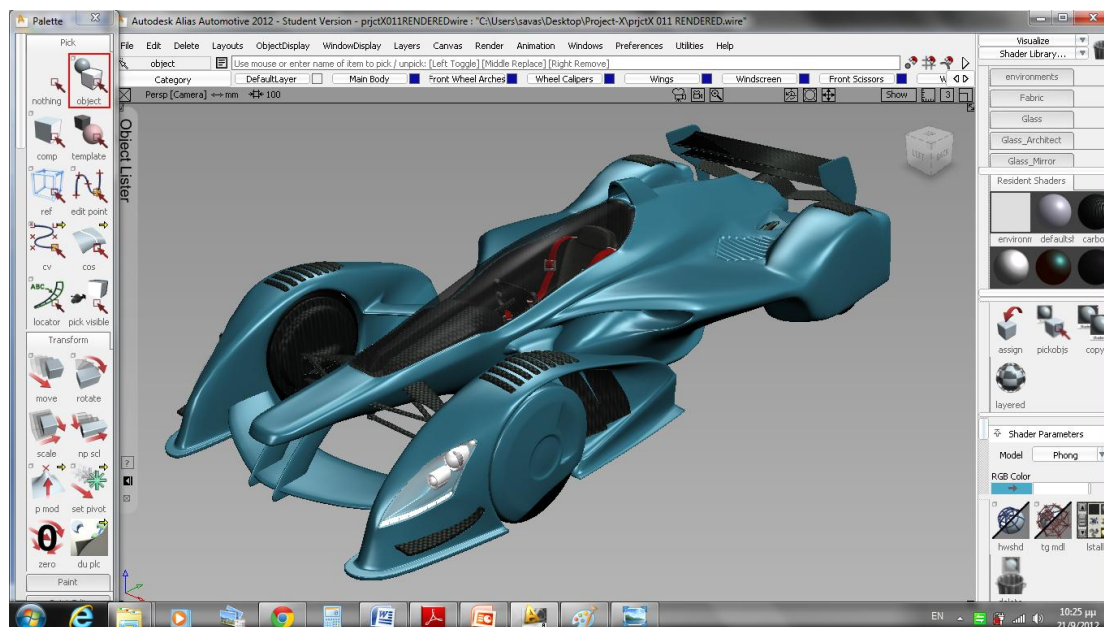
Κατά τη διαδικασία της επιλογής των ρυθμίσεων του φωτισμού, το ALIAS δίνει την επιλογή να χρησιμοποιηθούν όσα είδη φωτισμού επιθυμεί ο χρήστης, όλα ταυτόχρονα ή κάποια επιλεγμένα μόνο. Επίσης προσφέρει κάποιες έτοιμες προεπιλογές φωτισμού όπως το Ζεστό-Κρύο (Warm-Cold), η Αντίθεση (Contrast) ή ο φωτισμός, ανάλογα με την εικόνα που έχουμε επιλέξει, να υπάρχει στο background (θα παρουσιαστεί παρακάτω).



Στην πράξη της εφαρμογής κατάλληλου μοντέλου τοπικού φωτισμού (για κάθε εξάρτημα επιλέγουμε και διαφορετικό μοντέλο/αλγόριθμο για να κάνουμε

χρήση όλων των δυνατοτήτων), καθολικού φωτισμού και επιλογή φωτεινών πηγών, απαιτείται πάλι αρκετός πειραματισμός.

Ο καταλληλότερος φωτισμός ήταν ο ειδικός φωτισμός της Αντίθεσης (Contrast) που προσφέρει στις επιλογές του το ALIAS και εν τέλει το μοντέλο διαμορφώθηκε ως εξής:

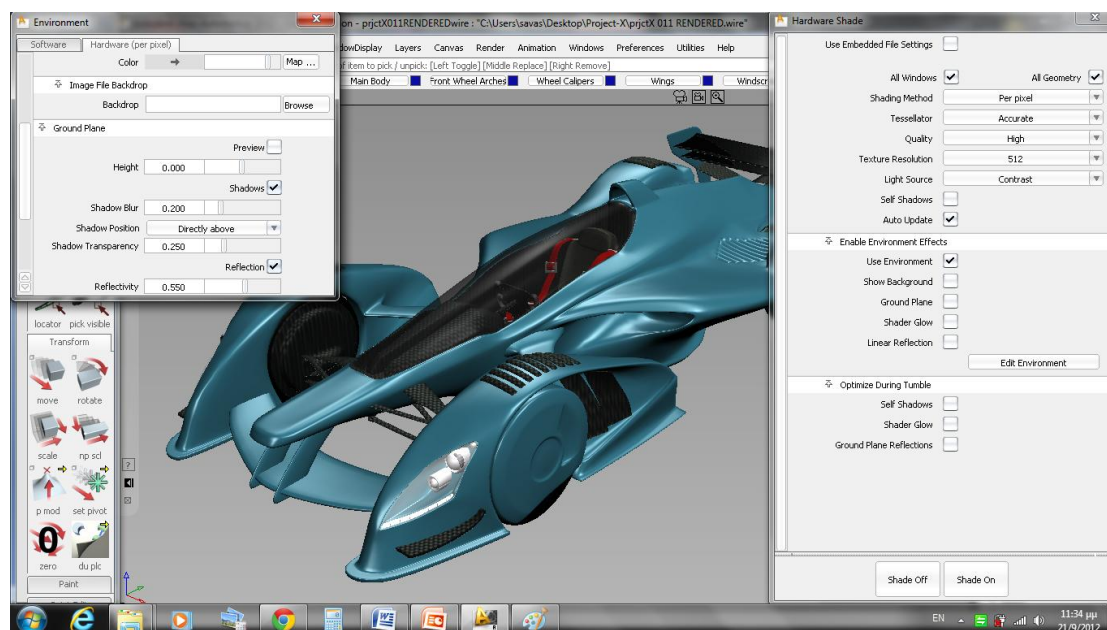


## **6.4 Οπτική Αναπαράσταση (Rendering)**

Η οπτική αναπαράσταση (rendering) είναι η διαδικασία παραγωγής εικόνας από ένα μοντέλο. Το μοντέλο αποτελείται από τρισδιάστατα αντικείμενα που έχουν σχεδιαστεί σε προγράμματα τρισδιάστατης μοντελοποίησης υπολογιστών όπως το ALIAS. Η οπτική αναπαράσταση είναι το τελικό στάδιο και από τα πιο βασικά. Στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύθηκε ο τρόπος παραγωγής του Prjct-X. Αρχικά δόθηκε η γεωμετρική του υπόσταση και στη συνέχεια αποδόθηκε η υφή και ο φωτισμός. Η διαδικασία της οπτικής αναπαράστασης είναι η επεξεργασία όλων αυτών των πληροφοριών και η παραγωγή του τελικού αποτελέσματος.

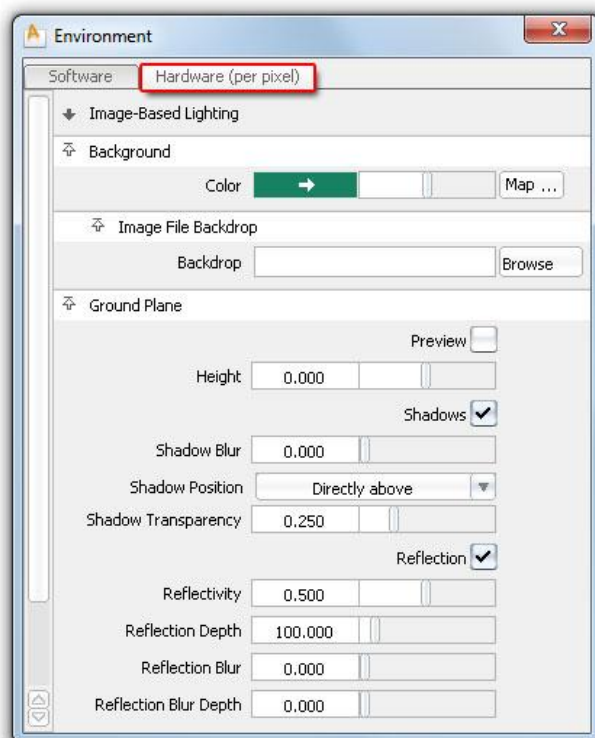
Τα προγράμματα επεξεργασίας οπτικής αναπαράστασης - δυνατότητα που παρέχει το ALIAS εκτός του σχεδιαστικού κομματιού- έχουν σχεδιαστεί να βασίζονται σε ένα σύνολο κανόνων όπως μαθηματικά, οπτική και ιδιότητες των επιφανειών. Στον τομέα των γραφικών υπολογιστών, η οπτική αναπαράσταση μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Ο ένας είναι η αργή επεξεργασία εικόνας μέσω μιας μηχανής αναπαράστασης (hardware shade), όπου σκοπός είναι το τελικό αποτέλεσμα να είναι όσο το δυνατόν πιο ρεαλιστικό, και ο άλλος είναι η αναπαράσταση να γίνει σε πραγματικό χρόνο

όπως γίνεται στα τρισδιάστατα παιχνίδια και στις εφαρμογές του εικονικού περιβάλλοντος. Εμείς θα περιοριστούμε στον πρώτο τρόπο.



Έχοντας αποδώσει τα υλικά και το φωτισμό, εκκρεμεί η διαμόρφωση του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο παρουσιάζεται το μοντέλο.

Οι επιλογές του Hardware Share που προσφέρει το ALIAS περιλαμβάνουν εκτός των άλλων τη ρύθμιση των ιδιοτήτων του φόντου του μοντέλου (Background) , καθώς επίσης και του επιπέδου πάνω στο οποίο εδράζεται (Ground Plane).





Αυτές περιλαμβάνουν το χρώμα του φόντου μέσα από την παλέτα των αποχρώσεων, το ύψος του επιπέδου σε σχέση με το μοντέλο, τις ιδιότητες της σκιάς του μοντέλου (ποσοστό θολούρας, τη θέση της σκιάς σε σχέση με το μοντέλο-με κλίση προς τα δεξιά, αριστερά, ακριβώς από κάτω, και τη διαφάνεια της σκιάς) και τις ιδιότητες της αντανάκλασης του ειδώλου του μοντέλου (ποσοστό αντανάκλασης, βάθος, θολούρα, βάθος θολούρας).

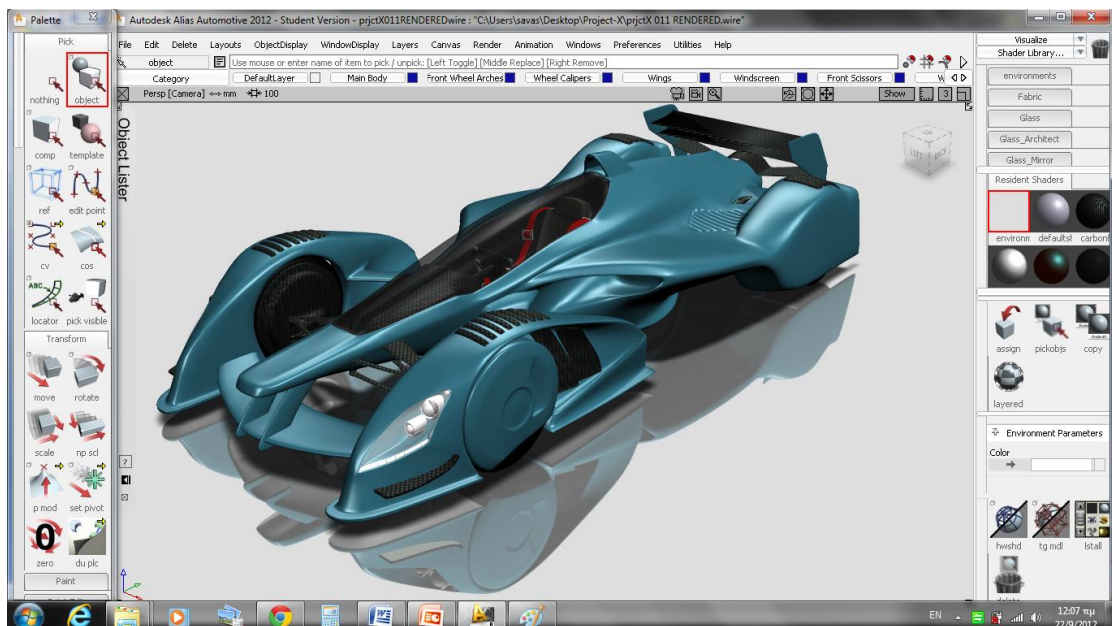
Άλλη μια περίπτωση κατά την οποία, ο καλύτερος τρόπος απόδοσης των καταλληλότερων χαρακτηριστικών είναι με πειραματισμό των ρυθμίσεων.

Ένα ακόμα πολύ χρήσιμο εργαλείο που προσφέρει το ALIAS είναι το εργαλείο Anti-Alias. Το εργαλείο αυτό χρησιμοποιεί μια μέθοδο που ξεγελάει το μάτι ότι μια “πριονωτή” ακμή είναι στην πραγματικότητα λεία. Η πριονωτή ακμή συνήθως δημιουργείται από τους περιορισμούς της ανάλυσης του υπολογιστή (διακρίνονται τα pixels). Η λεία επιφάνεια δημιουργείται “θολώνοντας” τα pixels που βρίσκονται στις ακμές των επιφανειών. Το εφέ αυτό είναι εμφανές καθώς μεγεθύνουμε το αντικείμενο.



Το Anti-Alias παίζει αρκετά σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της εικόνας του μοντέλου.

Έπειτα λοιπόν από πειραματισμό με τις ιδιότητες του Hardware Shade και χρησιμοποιώντας το Anti-Alias, η οπτική αναπαράσταση του μοντέλου έχει πάρει την τελική της μορφή:



## Εικονικό Περιβάλλον (Virtual Environment)



Το εικονικό περιβάλλον είναι ένα ειδικό είδος εφέ, το οποίο δημιουργεί ανατακλάσεις πάνω στο μοντέλο, εικόνες και χρώματα στο φόντο. Το ALIAS διαθέτει 3 διαφορετικά είδη εικονικού περιβάλλοντος:

- **Το Κανονικό Περιβάλλον (Standard Environment).** Χρησιμοποιεί έναν πρότυπο χάρτη ανατάκλασης 24 bit.



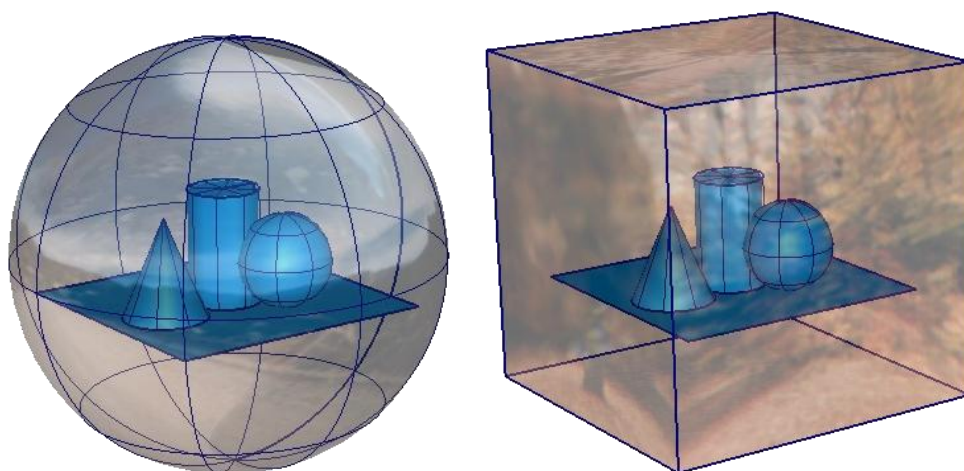
- **Το περιβάλλον με φωτισμό βάσει της εικόνας φόντου (Image-Based Lighting Environment).** Αυτό χρησιμοποιεί απεικόνιση μεγάλου δυναμικού εύρους (HDRI).



- **Γεωμετρικό Περιβάλλον (Geometric Environment).** Είναι συνδυασμός εικόνας φόντου με IBM περιβάλλον.

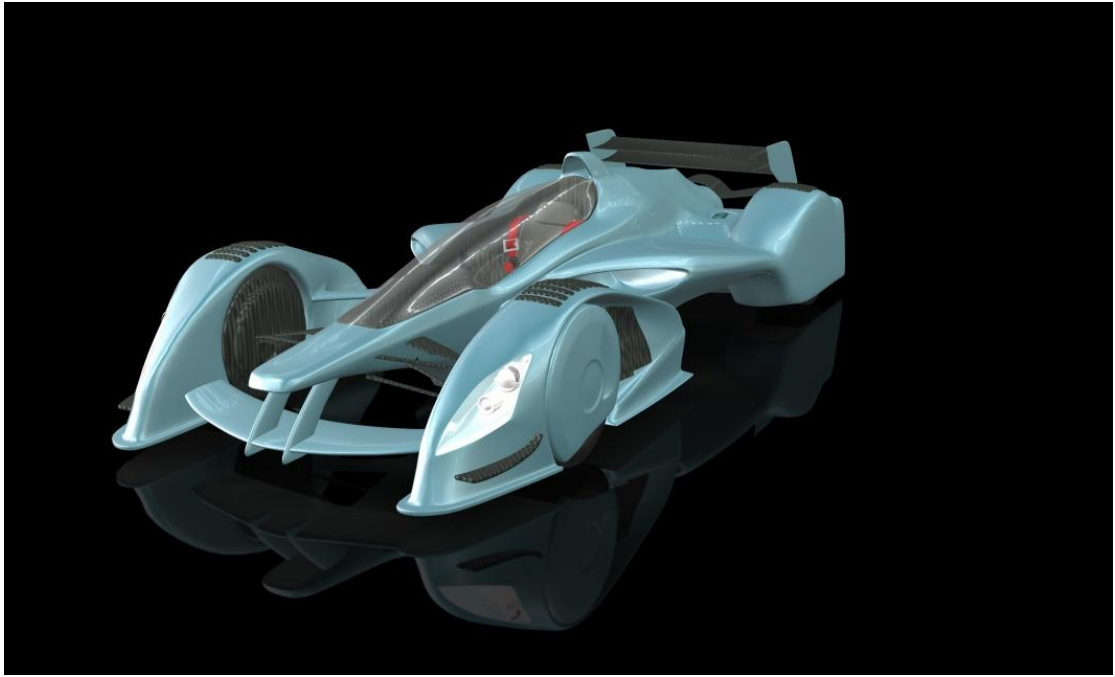


Το εικονικό περιβάλλον αποτυπώνεται πάνω σε ειδικής γεωμετρίας και τοπολογίας δομές φόντου, οι βασικές από τις οποίες είναι η σφαίρα και ο κύβος.



Πάνω σε αυτά τα σχήματα αποτυπώνονται οι εικόνες και η μορφολογίας τους, δημιουργώντας έναν “ψεύτικο κόσμο” και δίνοντας την αντίστοιχη αντανάκλαση πάνω στα αντικείμενα που περικλείουν. Επίσης το κάθε περιβάλλον έχει σαν προεπιλογή τις δικές του συνθήκες φωτισμού, τις οποίες βέβαια ο χρήστης μπορεί να μεταβάλλει.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται το μοντέλο μέσα σε διάφορες επιλογές περιβάλλοντος.

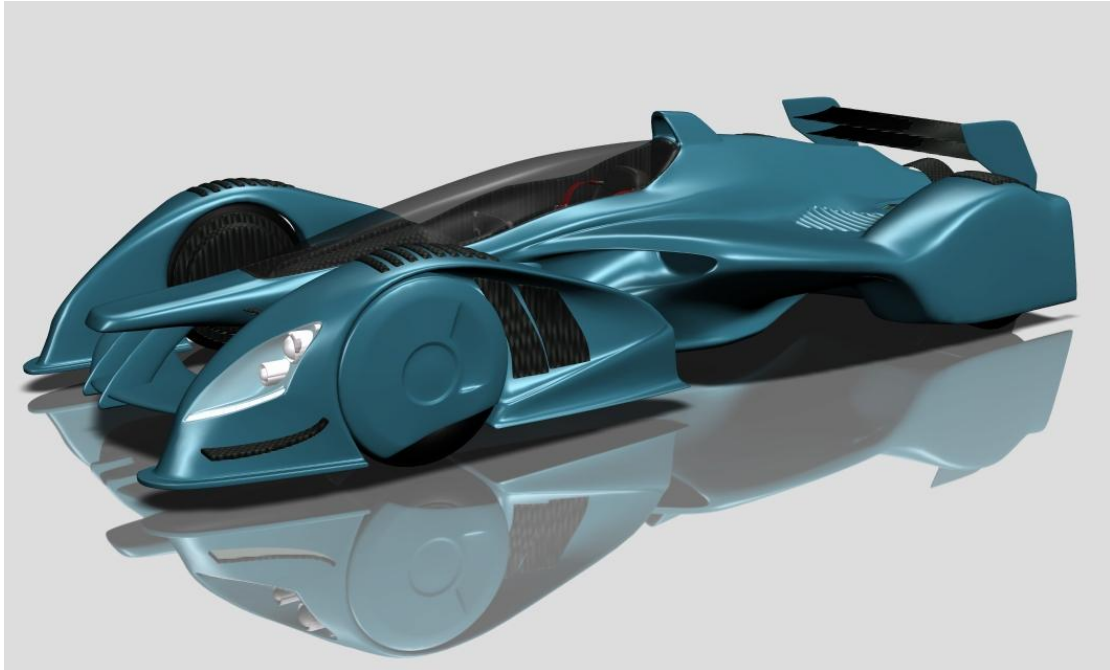




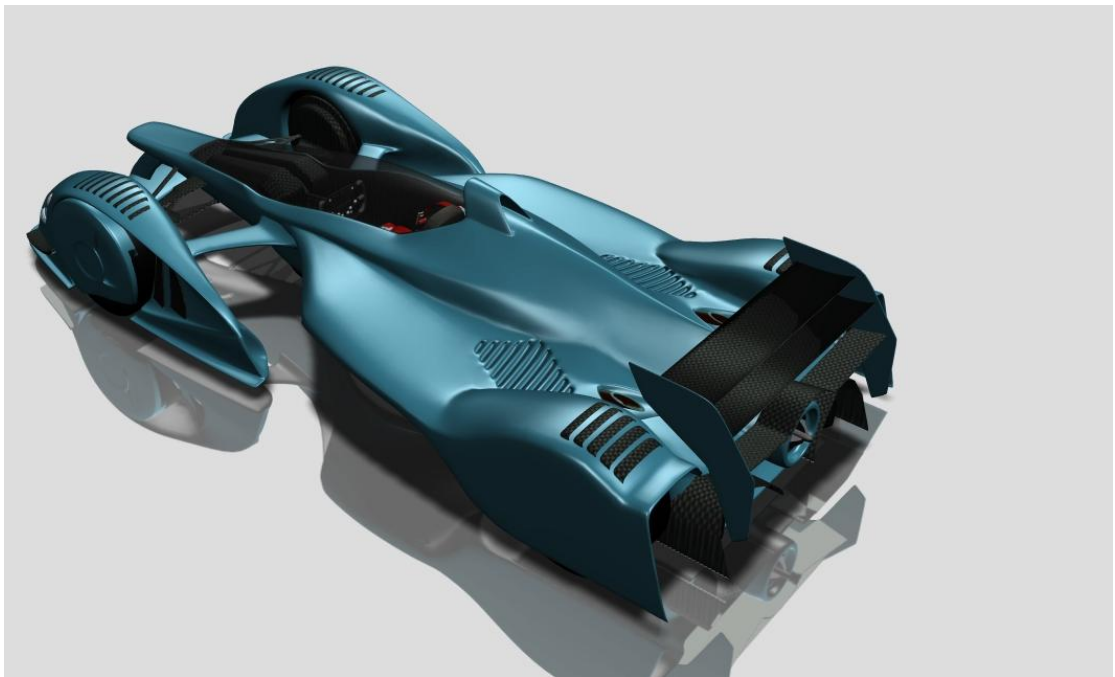
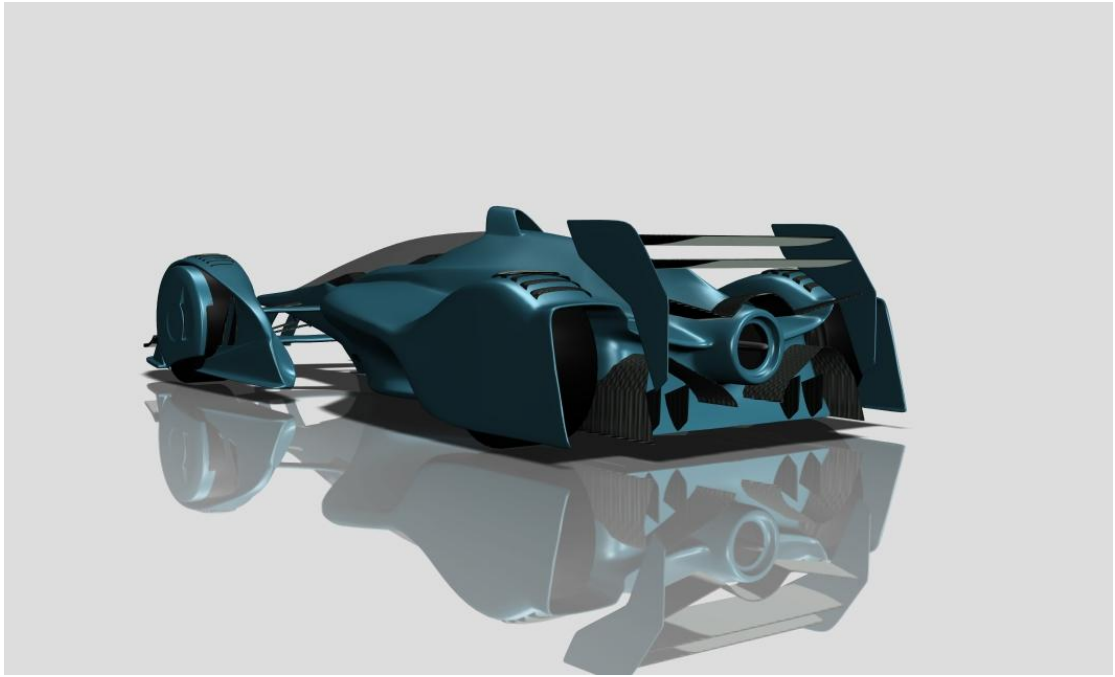


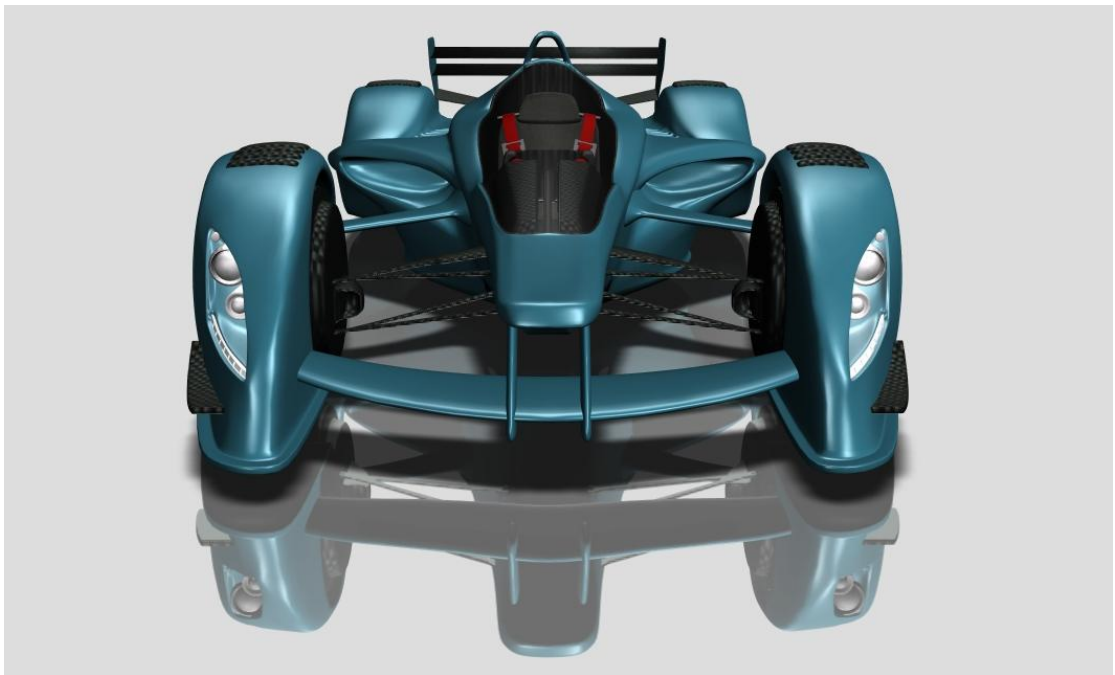


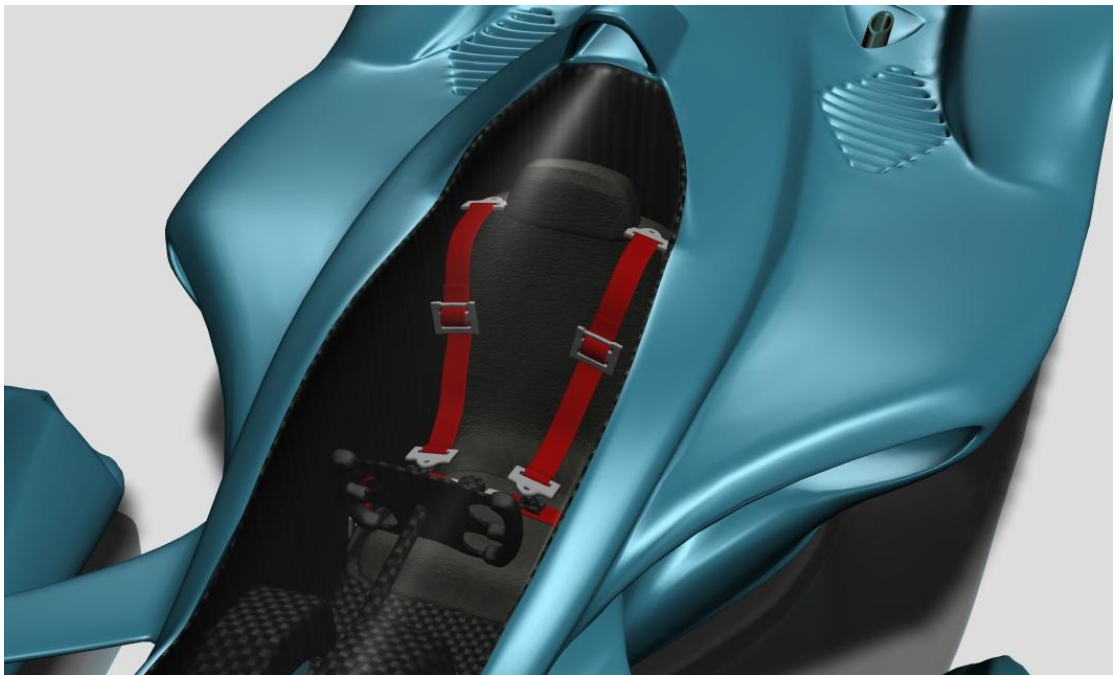
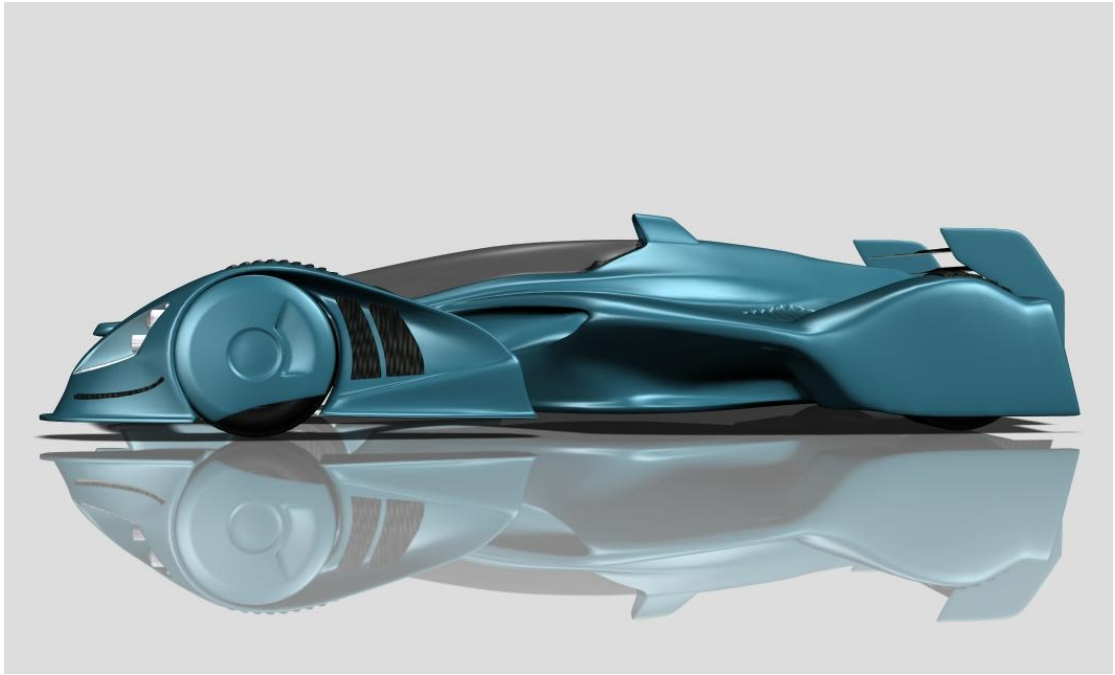
### **6.5 μερικές φωτογραφίες του Pjct-X**













## 7. ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

### 7.1 Αεροδυναμική

#### 7.1.1 Γενικά

Ο αεροδυναμικός σχεδιασμός είναι, αν όχι ο σημαντικότερος, ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες των αγωνιστικών αυτοκινήτων και του μηχανοκίνητου αθλητισμού.

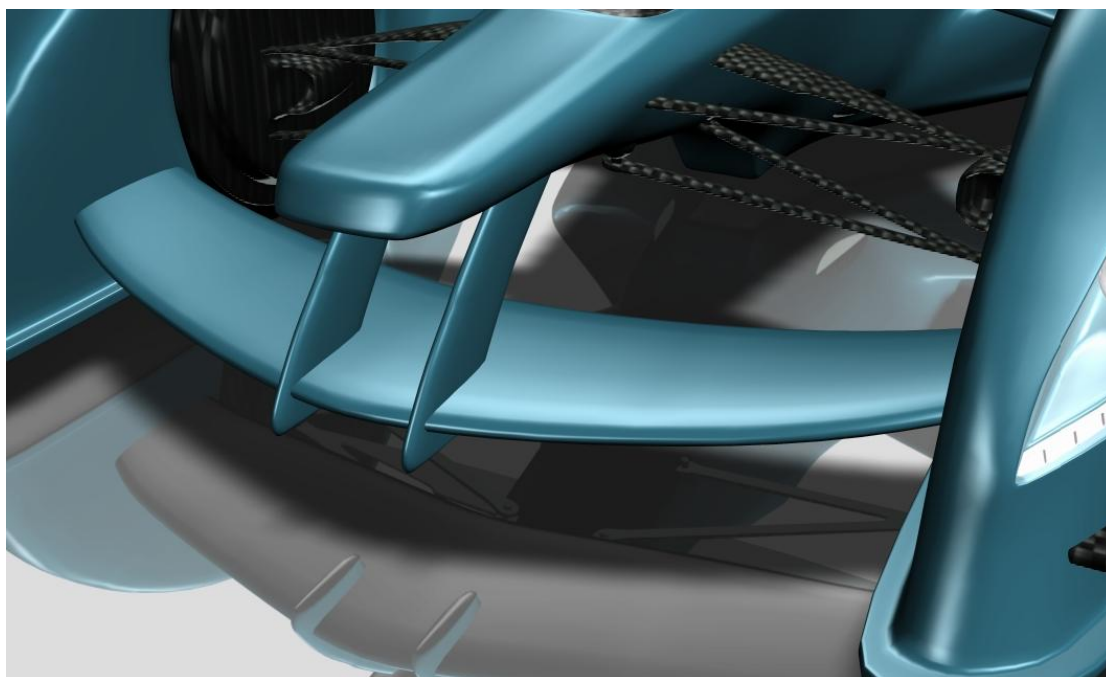
Ο αεροδυναμικός σχεδιαστής δίνει έμφαση σε 2 βασικούς τομείς: την παραγωγή κάθετων δυνάμεων (αρνητικής άντωσης-downforce) και την ελαχιστοποίηση την οπισθέλκουσας δύναμης (drag) που δημιουργείται λόγω στροβιλισμού της ροής του αέρα και έχει ως συνέπεια την επιβράδυνση του οχήματος.

Οι πτέρυγες των αγωνιστικών οχημάτων λειτουργούν ακριβώς όπως αυτές των αεροσκαφών, απλά κατά τον αντίστροφο τρόπο. Ο αέρας ρέει με διαφορετικές ταχύτητες στις δύο πλευρές (αφού διανύει διαφορετικές αποστάσεις λόγω των διαφορετικών προφίλ) και αυτό δημιουργεί μια διαφοροποίηση της πίεσης, γνωστό ως “Αρχή του Bernoulli”. Καθώς η πίεση προσπαθεί να εξισορροπηθεί, η πτέρυγα τείνει να κινηθεί προς την κατεύθυνση της χαμηλής πίεσης. Τα αεροσκάφη χρησιμοποιούν αυτή την ιδιότητα για να δημιουργήσουν ανύψωση (άντωση), ενώ τα αγωνιστικά αυτοκίνητα για να δημιουργήσουν αρνητική άντωση, μια κάθετη δύναμη που τα ωθεί προς το έδαφος. Με αυτό τον τρόπο βελτιώνουν την πρόσφυση.

Ένα μονοθέσιο Formula 1, για παράδειγμα μπορεί να δημιουργήσει 3,5G κάθετων δυνάμεων (3,5 φορές το βάρος του) χάρη στην αρνητική άντωση. Αυτό σημαίνει ότι θεωρητικά, σε μεγάλες ταχύτητες, μπορεί να οδηγηθεί ανάποδα!

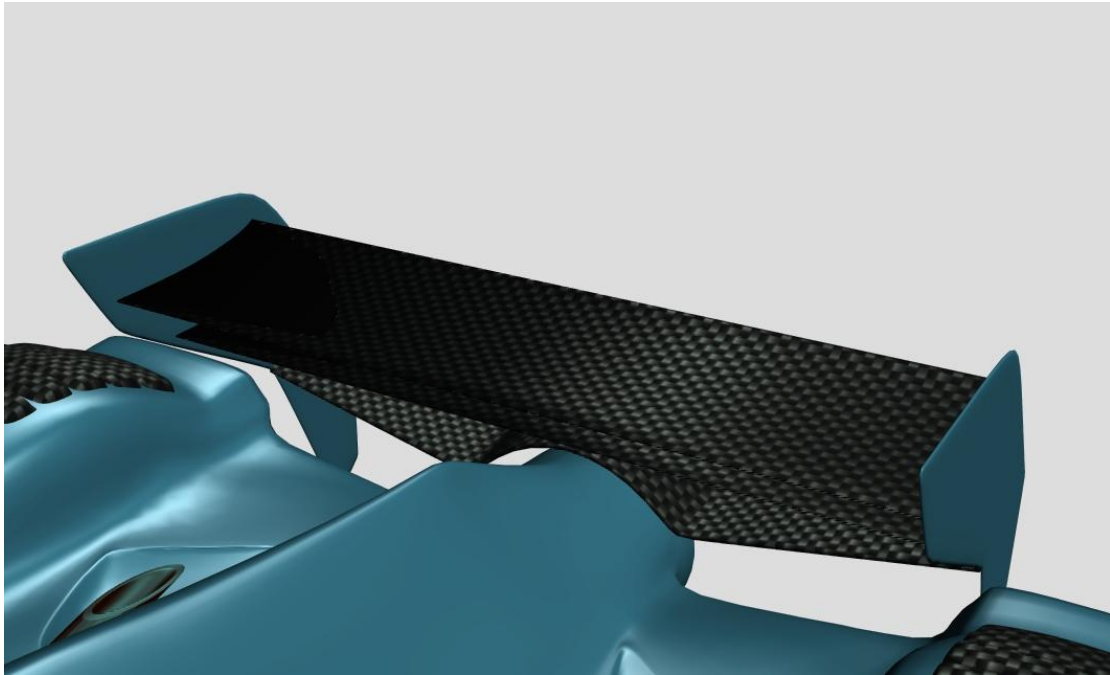
Το Prjct-X είναι κατά το μεγαλύτερο ποσοστό βασισμένο στο μοντέλο του μονοθέσιου Formula 1, αλλά παρουσιάζει κάποιες αεροδυναμικές και τεχνικές βελτιώσεις σε σχέση με τη Formula 1, η οποία υπόκειται σε αρκετούς περιορισμούς (κυρίως για λόγους ασφάλειας μετά από ατυχήματα που έχουν προκληθεί, και κατά δεύτερο λόγο για χάρη του θεάματος).

### 7.1.2 Εμπρός Πτέρυγα (Front Wing)



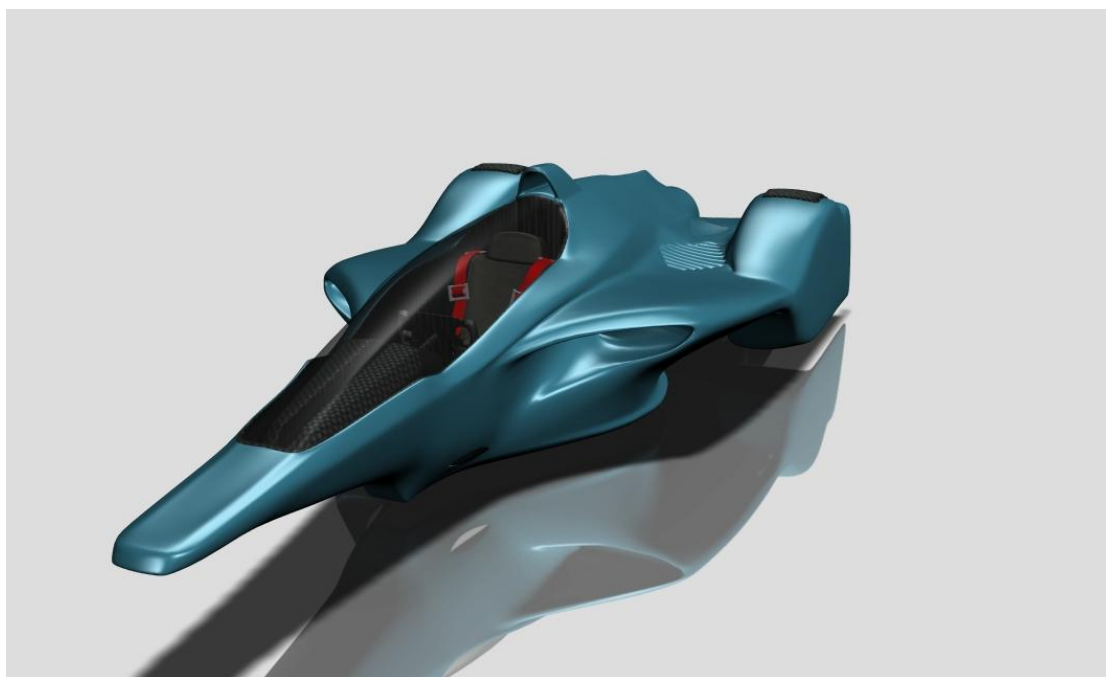
Αυτό που κυριαρχεί στην όψη ενός μονοθέσιου βλέποντάς το από μπροστά είναι η εμπρός πτέρυγα . Είναι ένα κρίσιμο στοιχείο της αεροδυναμικής καθώς παράγει σχεδόν το 25% της συνολικής τιμής. Σε κάθε πλευρά από το κεντρικό στοιχείο είναι η αριστερή και η δεξιά ακτίνα. Είναι σχεδιασμένη σαν ανάποδο πτερύγιο αεροπλάνου, στο οποίο ο αέρας που ρέει πιο γρήγορα στο κάτω μέρος δημιουργεί περιοχή χαμηλής πίεσης, και ως εκ τούτου “ρουφάει” το μονοθέσιο στην πίστα. Για να μπορέσει να διαχωριστεί η υψηλή πίεση που είναι στο πάνω μέρος του πτερυγίου από την χαμηλή πίεση στο κάτω μέρος, τοποθετείται ένα “τερματικό στοιχείο” (endplate) ώστε να διασφαλιστεί η διεργασία αυτή. Αυτά τα τερματικά μαζί με τις καμπυλότητες των στοιχείων της πτέρυγας γίνονται όλο και πιο πολύπλοκα στο σχήμα τους, από τη στιγμή που ο αέρας από την πτέρυγα χρησιμοποιείται για να βελτιωθεί η ροή κάτω από το πάτωμα του μονοθέσιου προς όφελος της αρνητικής άντωσης.

### 7.1.3 Πίσω Πτέρυγα (Rear Wing)



Αποτελείται από 3 οριζόντια στοιχεία και 2 κατακόρυφα και σε συνδυασμό με την εμπρός πτέρυγα, η πίσω δημιουργεί το 25% της συνολικής κάθετης δύναμης. Παρόλο που παίζει ρόλο ζωτικής σημασίας στην αρνητική άντωση, παρουσιάζει και ένα βασικό αρνητικό στοιχείο. Επειδή βρίσκεται σε ορισμένο ύψος πάνω από το μονοθέσιο, τα οριζόντια στοιχεία παράγουν κάποια αντίσταση η οποία επιβραδύνει το μονοθέσιο. Για να ελαχιστοποιηθεί η οπισθέλκουσα (drag), τα 2 από τα 3 πάνω οριζόντια στοιχεία είναι μεταβλητής κλίσης, και ο οδηγός έχει τη δυνατότητα να τα ρυθμίζει σε θέση οριζοντιοποίησης στις ευθείες μιας πίστας καθώς σε αυτή την περίπτωση δεν χρειάζεται κάθετες δυνάμεις. Στις στροφές όπου χρειάζονται οι κάθετες δυνάμεις για μεγιστοποίηση της πρόσφυσης, τα οριζόντια στοιχεία επανέρχονται στην κατάλληλη κλίση. Αυτό είναι γνωστό σαν DRS (Drag Reduction System), και βοηθάει στην αύξηση της τελικής ταχύτητας στις ευθείες.

#### 7.1.4 Κυρίως Κορμός (Main Body)

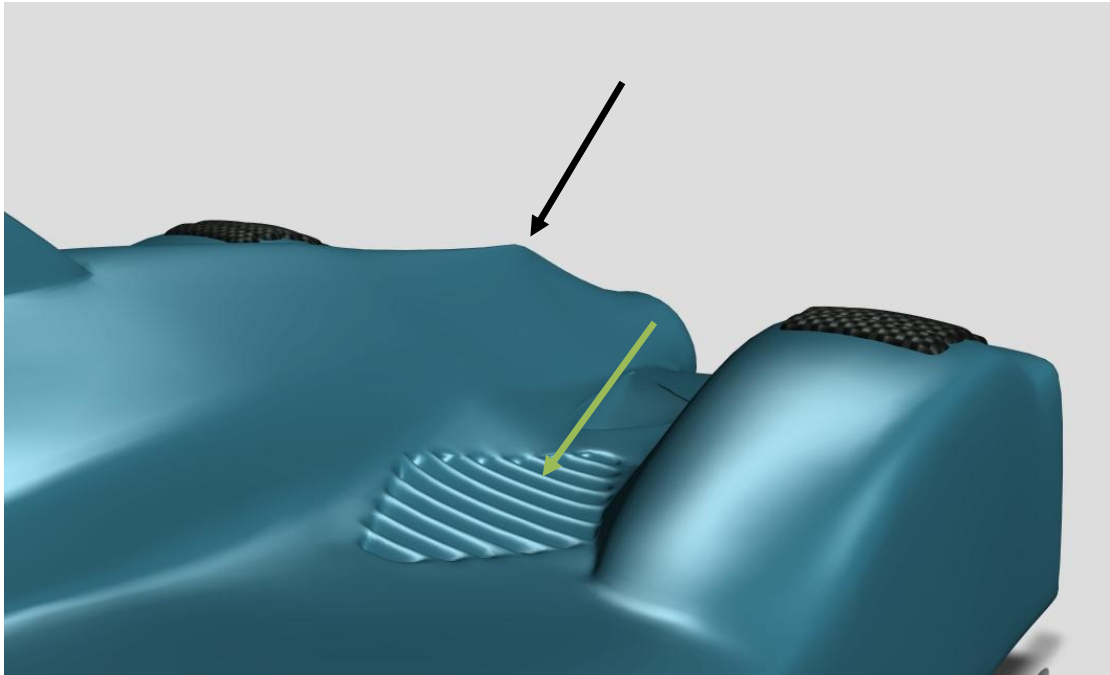


Ο σχεδιασμός προκύπτει σύμφωνα με τα αεροδυναμικά πρότυπα και μοιάζει αρκετά με αυτόν της Formula 1. Οι επιφάνειες του είναι τέτοιες ώστε να ελαχιστοποιείται η αεροδυναμική αντίσταση και να μεγιστοποιούνται οι κάθετες δυνάμεις που μπορεί να δημιουργήσει.

Το κεντρικό τμήμα του, μέσα στο οποίο βρίσκεται ο οδηγός μοιάζει αρκετά με αυτό των αεροσκαφών και έχει απόλυτα αεροδυναμικό προφίλ. Είναι το τμήμα με τη μικρότερη αντίσταση. Το αντίστοιχο της Formula 1, έχει τον οδηγό ακάλυπτο (βάσει κανονισμού) και είναι ένα από τα μέρη που παρουσιάζουν μεγάλες αεροδυναμικές απώλειες. Το Prjct-X χρησιμοποιεί ανεμοθώρακα για την αποφυγή αυτού του φαινομένου.

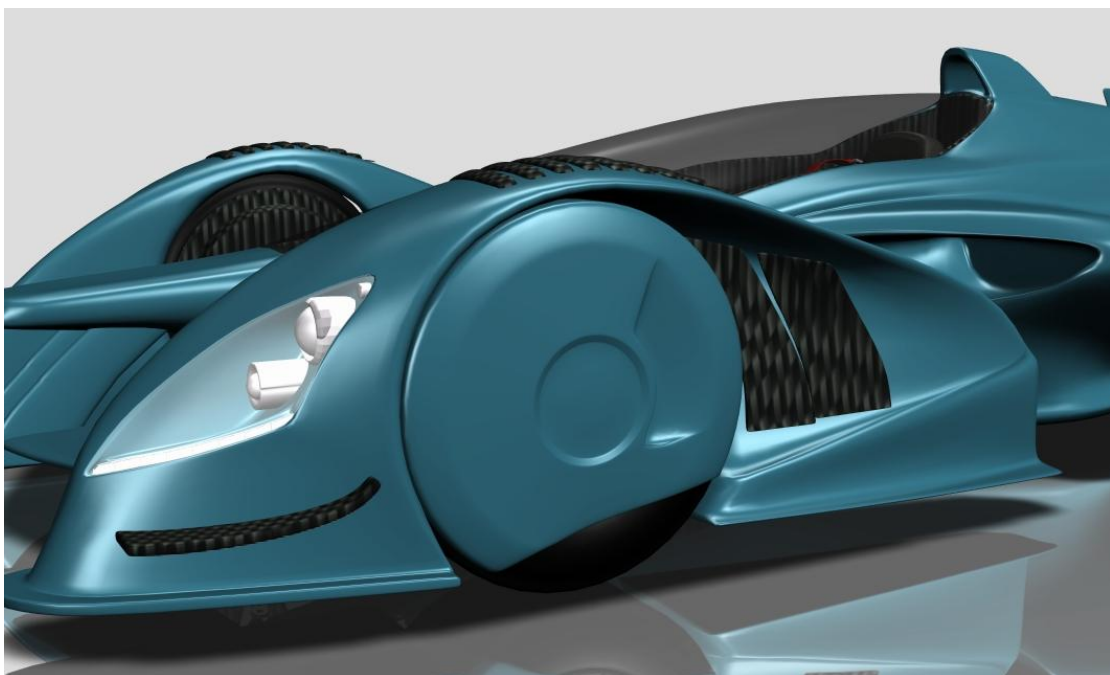
Το κεντρικό και πίσω τμήμα είναι το τμήμα που περικλείει τον κινητήρα και τα υπόλοιπα μηχανολογικά μέρη του μονοθέσιου. Οι μεγάλες εισαγωγές στις δυο πλευρές του μονοθέσιου λέγονται πλευρικές εισαγωγές (sidepods) και οδηγούν τη ροή του αέρα μέσα στον κινητήρα. Όπως και η πίσω αεροτομή αυτές βρίσκονται πέρα από το κεντρικό στοιχείο του μονοθέσιου, παράγοντας αντίσταση. Γίνεται προσπάθεια να κατασκευαστούν τα sidepods όσο και πιο μικρά αφήνοντας όμως επαρκή χώρο για τα μηχανολογικά στοιχεία. Στόχος στον σχεδιασμό είναι να μειωθεί η αντίσταση και να βελτιωθεί η ροή πάνω από τον διαχύτη ώστε να μπορεί το όχημα να έχει μεγαλύτερη ταχύτητα στις στροφές.

Ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα που έχει το Prjct-X σε σχέση με τη Formula 1, είναι οι πίσω τροχοί που είναι καλυμμένοι. Ο κύριος παράγοντας που δημιουργεί αεροδυναμικές αντιστάσεις στη Formula 1 είναι η περιοχή των τροχών, καθώς είναι ελεύθεροι στη ροή του αέρα (βασικός περιορισμός) και η φύση των στροβιλισμών που δημιουργούν είναι αρκετά περίπλοκη, οδηγώντας σε σημαντικές απώλειες. Στο Prjct-X υπάρχει κέλυφος, που εξαλείφει την οπισθέλκουσα.



Τέλος, το κεντρικό πτερύγιο (μαύρο βέλος), μαζί με τη βοήθεια της διάταξης των κεντρικών αεραγωγών του κινητήρα (πράσινο βέλος), βοηθάνε στην κατεύθυνση μιας καθαρής ροής αέρος στην πίσω πτέρυγα, μεγιστοποιώντας την αποδοτικότητα της και ελαχιστοποιώντας τους στροβιλισμούς που δημιουργούνται στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου.

#### 7.1.5 Φτερά Εμπρός Τροχών (Front Wheel Fenders)

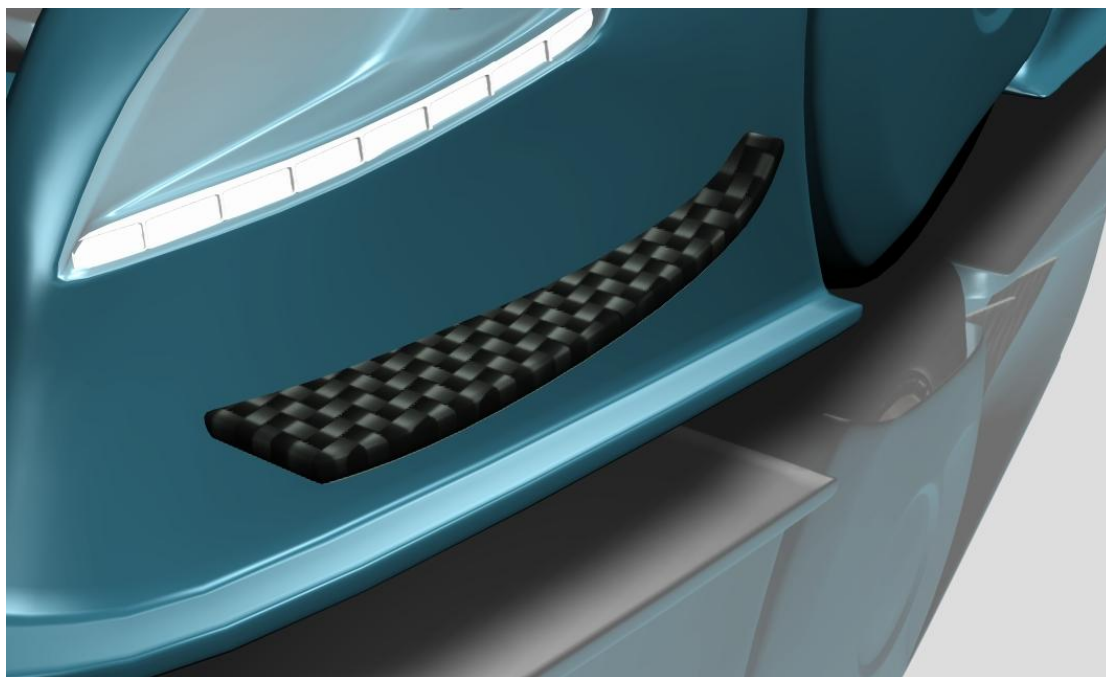




Όπως και στην περίπτωση των πίσω τροχών, αλλά πολύ περισσότερο στην περίπτωση των εμπρός τροχών, οι αεροδυναμικές απώλειες λόγω των στροβιλισμών του αέρα πίσω από τους τροχούς είναι το μεγαλύτερο μειονέκτημα της Formula 1.

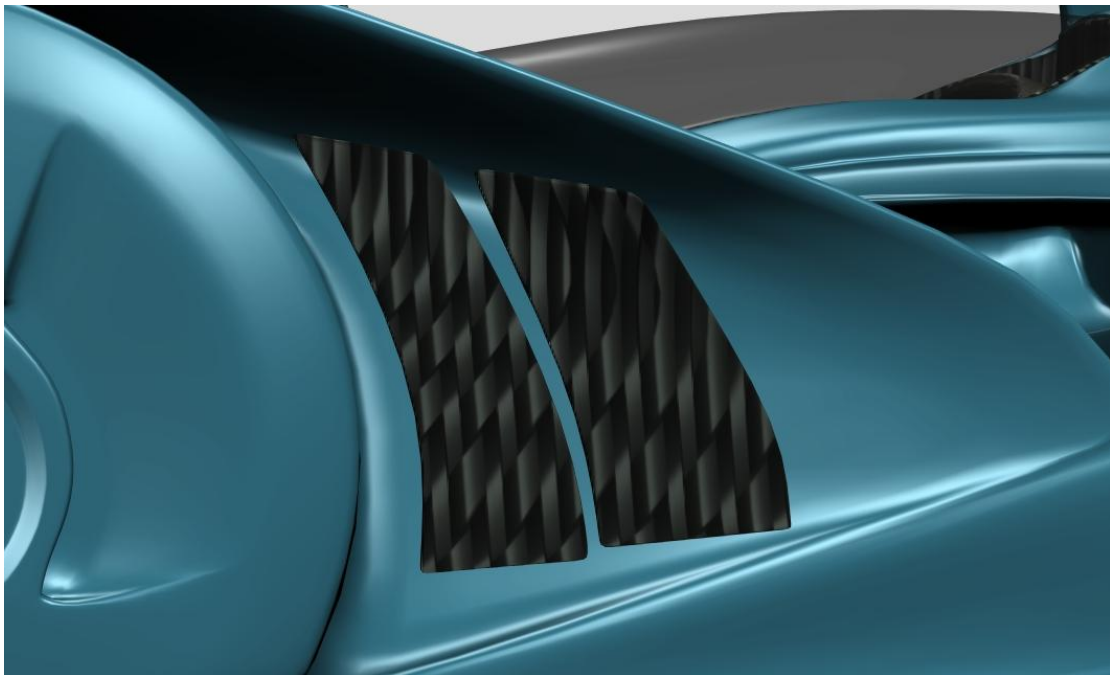
Το P1jct-X έχει φτερά απόλυτα αεροδυναμικού σχήματος, τα οποία σχηματίζουν ένα αεροδυναμικό περίβλημα γύρω από τους τροχούς, ελαχιστοποιώντας τις δυνάμεις οπισθέλκουσας και οδηγώντας τη ροή του αέρα με τέτοιο τρόπο, ώστε να βελτιστοποιείται η απόδοση και των πίσω αεροδυναμικών διατάξεων.

#### 7.1.6 Εμπρός Αεροδυναμικά Πτερύγια (Front Flaps)



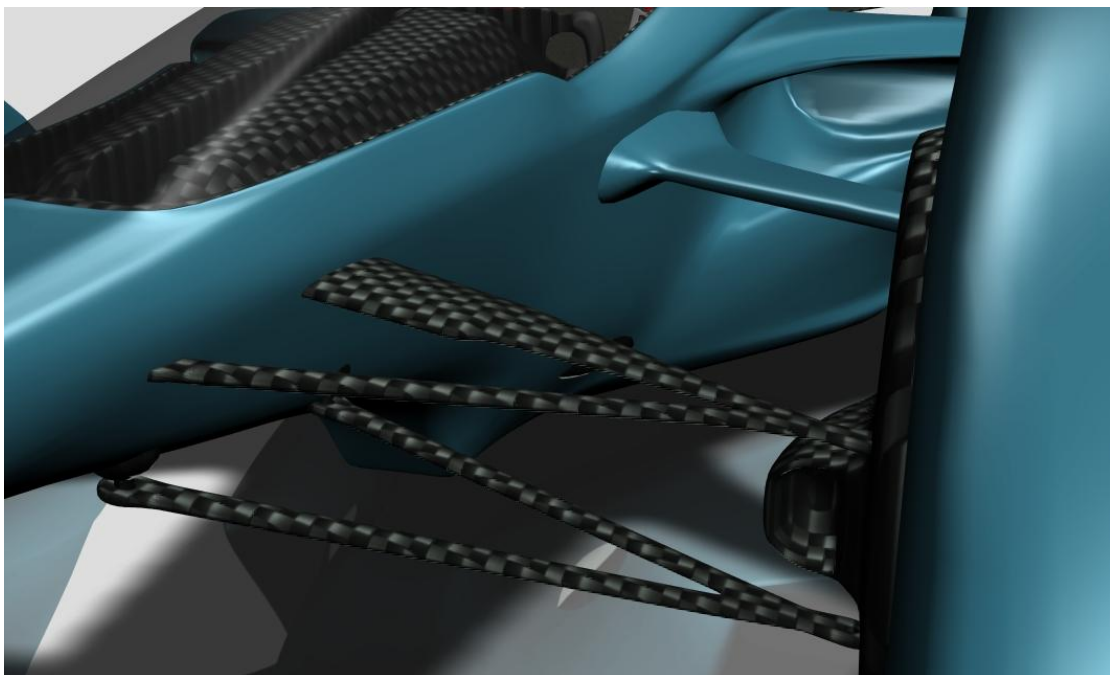
Προστίθενται για δημιουργία επιπρόσθετης κάθετης δύναμης, καθώς και για το αεροδυναμικό “ζύγισμα” των 2 πλευρών του αυτοκινήτου.

### 7.1.7 Πλαϊνά Ρυθμιστικά Πτερύγια (Side Flaps)



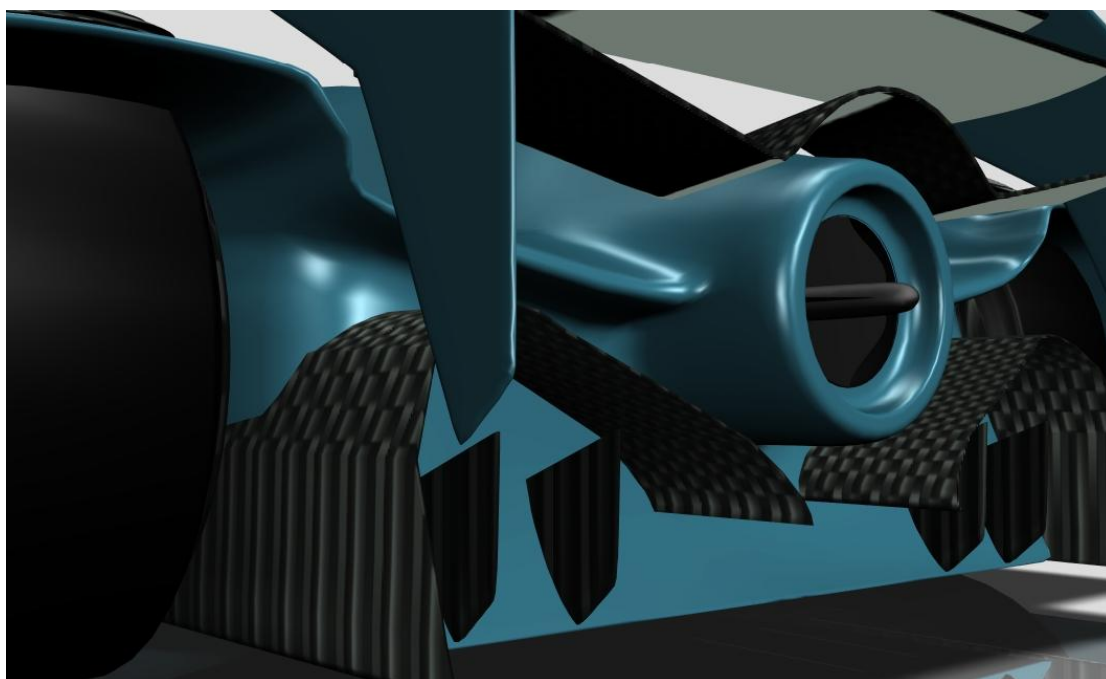
Βοηθούν στη σωστή κατεύθυνση της ροής του αέρα από το εμπρός φτερό στο πίσω τμήμα του αυτοκινήτου, ενισχύοντας την απόδοση των υπόλοιπων αεροδυναμικών βοηθημάτων.

### 7.1.8 Εμπρός Ψαλίδια (Front Scissors)



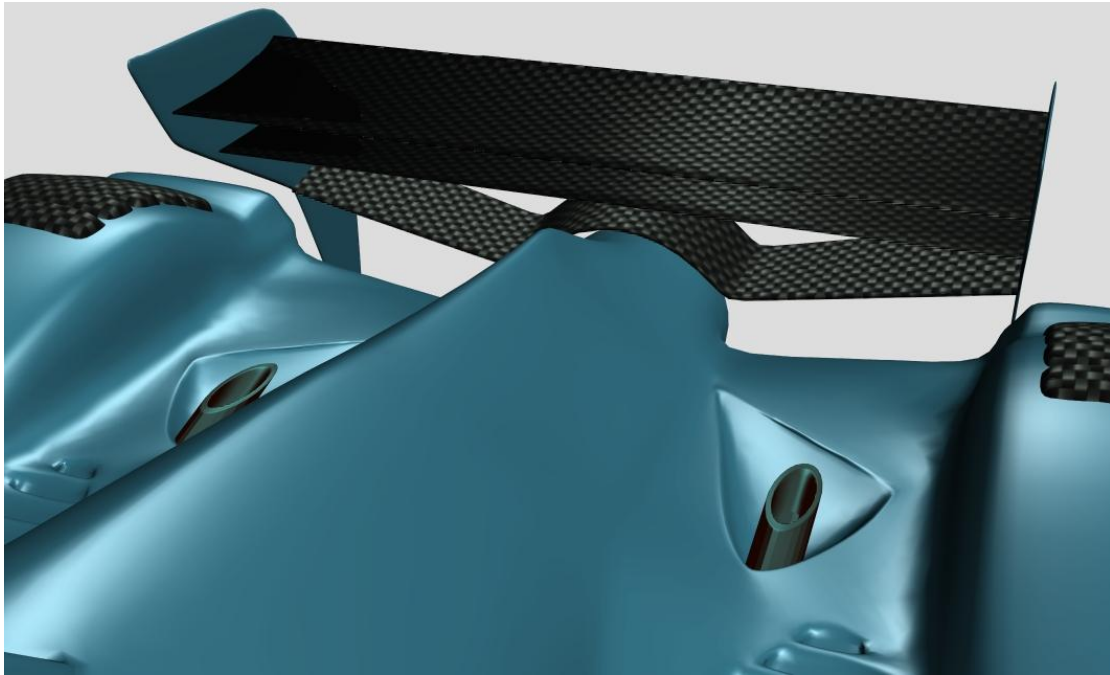
Τα ψαλίδια (δύο μπράτσα σχήματος V), συνδέουν τον τροχό με την ανάρτηση που βρίσκεται μέσα στο σασί για λόγους μείωσης των αεροδυναμικών απωλειών. Έχουν εγκάρσια αεροδυναμικό προφίλ ώστε να βελτιώνουν την ροή του αέρα για καλύτερη αεροδυναμική. Αυτό που παίζει ρόλο είναι η λεπτομέρεια στην γωνία που θα πρέπει να έχουν αυτά τα μπράτσα και η πολυπλοκότητα των μηχανικών στοιχείων που επιτρέπουν στα ψαλίδια να δουλέψουν σωστά. Ο ρόλος της ανάρτησης σε συνδυασμό με τα ψαλίδια είναι η βελτίωση της πρόσφυσης σε χαμηλές ταχύτητες, ώστε να κρατηθεί το μονοθέσιο στη σωστή γωνία για να δράσει η αεροδυναμική.

#### 7.1.9 Διαχύτης (Rear Diffuser)



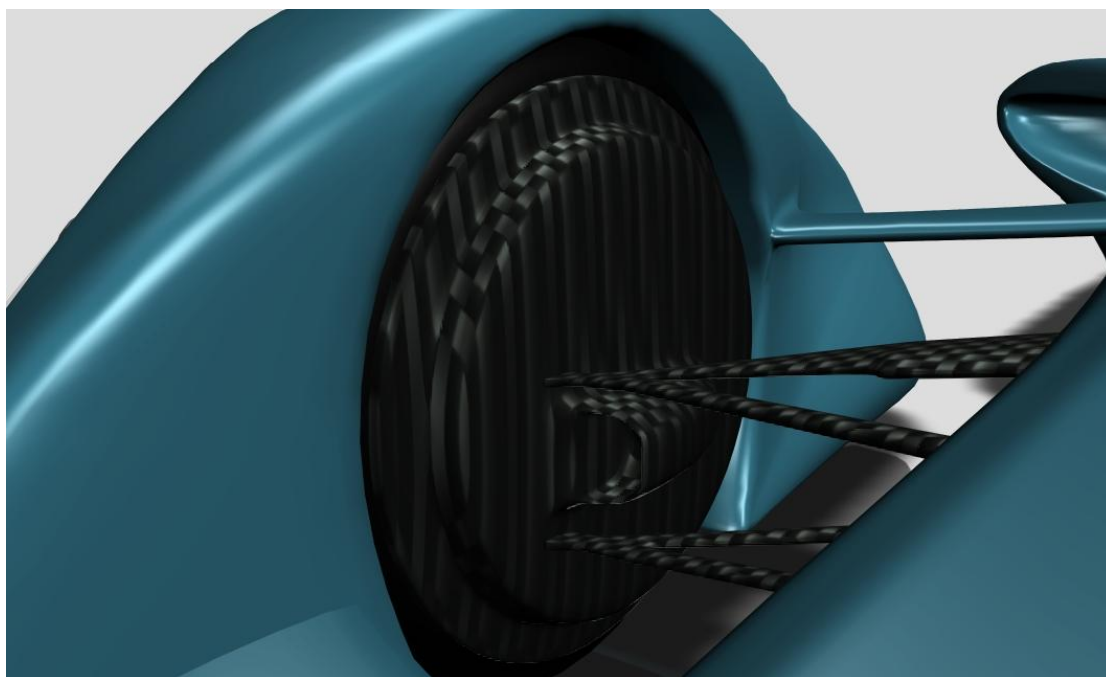
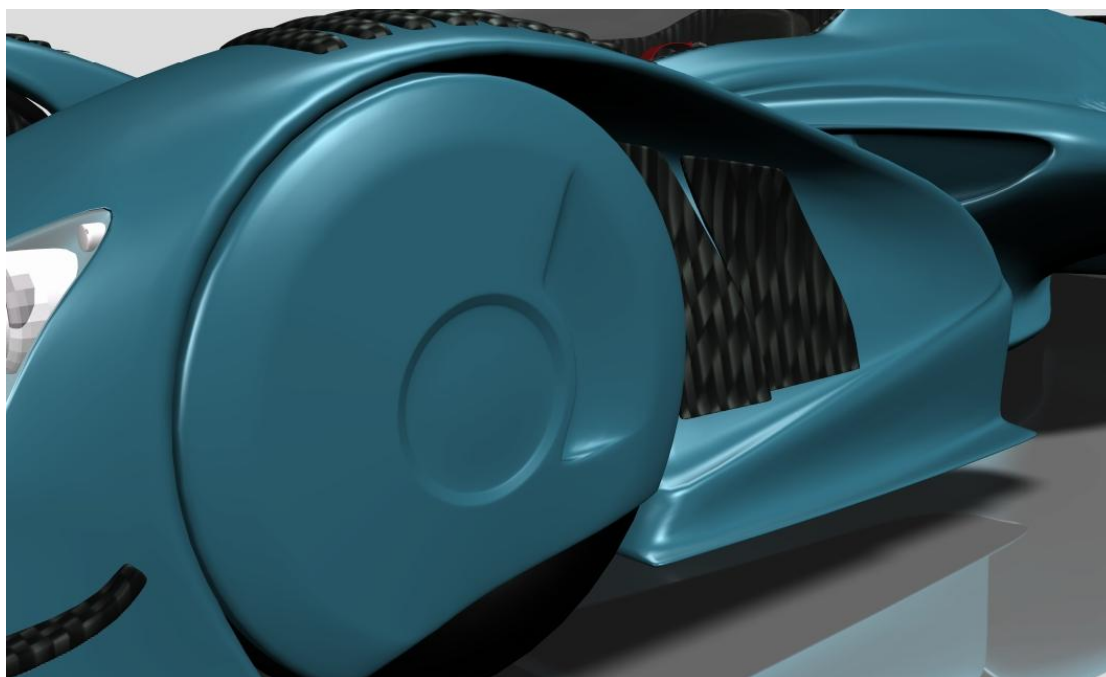
Κρυμμένο στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου, αυτό που φαίνεται σαν μια μαύρη μεγάλη τρύπα, είναι πρακτικά το πιο σημαντικό αεροδυναμικό στοιχείο, ο διαχύτης. Αυτό το κομμάτι δημιουργεί χαμηλή πίεση, παρόμοια με αυτή μιας πτέρυγας, αλλά είναι πολύ πιο αποτελεσματική. Ο διαχύτης παράγει σχεδόν το 50% της συνολικής τιμής της αρνητικής άντωσης εκμεταλλευόμενος τη ροή του αέρα που έχει οδηγηθεί από τα εμπρός αεροδυναμικά βοηθήματα και από κάτω από το πάτωμα του αυτοκινήτου.

### 7.1.10 Εξατμίσεις (Exhaust Pipes)



Οι απολήξεις των εξατμίσεων στο ξεκίνημα του μηχανοκίνητου αθλητισμού (όπως και στα συμβατικά αυτοκίνητα) κατέληγαν στο πίσω μέρος. Η ροή των καυσαερίων όμως δημιουργούσε ανεπιθύμητους στροβιλισμούς στο πίσω μέρος, που με τη σειρά τους δημιουργούσαν αρκετή οπισθέλκουσα. Για αυτό το λόγο, στο Projct-X, οι απολήξεις των εξατμίσεων καταλήγουν στο επάνω μέρος του κυρίως κορμού δημιουργώντας ένα μικρό ποσοστό κάθετων δυνάμεων, ενώ η βασικότερη λειτουργία τους είναι η οδήγηση της ροής των καυσαερίων στην πίσω πτέρυγα, βελτιώνοντας την απόδοσή της.

### 7.1.11 Ασπίδες Πλαισίου (Front Wheel Caps)



Οι εξωτερικές, όσο και οι εσωτερικές ασπίδες πλαισίου παίζουν και αυτές με τη σειρά τους, το ρόλο τους στη μείωση των στροβιλισμών στην περιοχή των τροχών που δημιουργούνται από την περιστροφή τους, κατευθύνοντας τη ροή του αέρα με αποδοτικότερο τρόπο προς το πίσω μέρος.



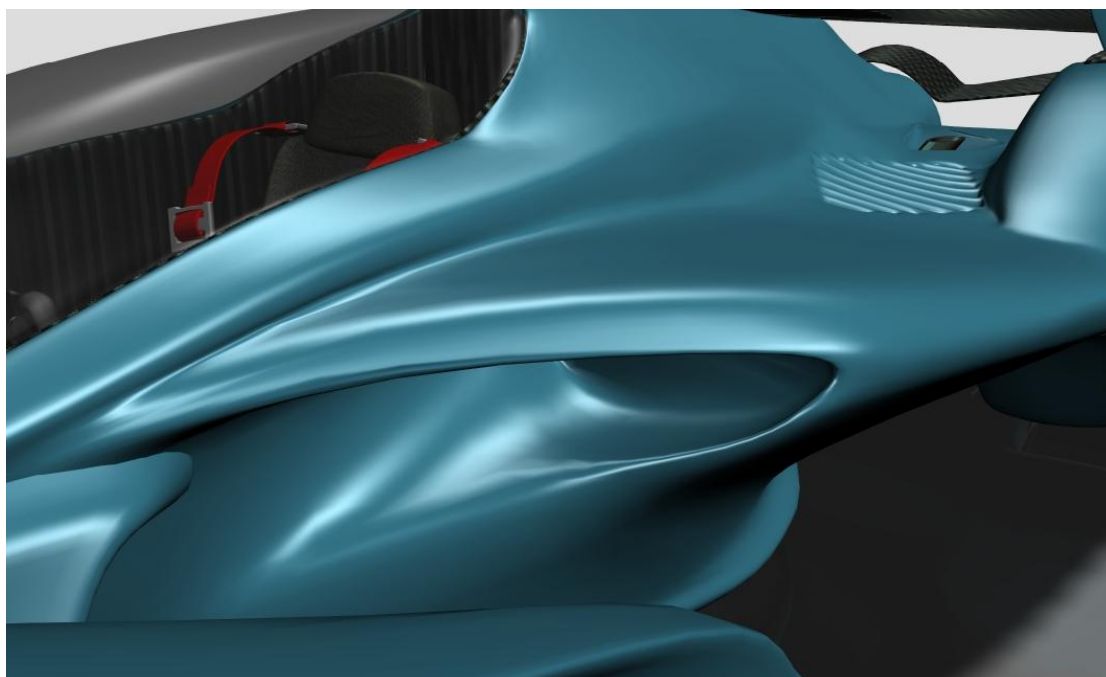
## **7.2 Απαγωγή Θερμότητας**

### **7.2.1 Γενικά**

Οι κινητήρες εσωτερικής καύσης και δη αυτοί των αυτοκινήτων αγώνων, καθώς λειτουργούν, παράγουν μεγάλα ποσά θερμότητας, οδηγώντας σε αύξηση της θερμοκρασίας των κινούμενων μερών, καθώς και του περιβάλλοντός τους. Η διατήρηση της θερμοκρασίας του κινητήρα σε χαμηλά επίπεδα είναι σημαντικό για την αξιοπιστία του. Ο κινητήρας ψύχεται μέσω του τυπικού κυκλώματος ψύξης με υγρό, αλλά και μέσω του λαδιού που ενώ λιπαίνει τα κινούμενα μέρη, παράλληλα τα ψύχει. Το υγρό απάγει τη θερμότητα των κυλίνδρων και περνά σε δύο μεγάλους εναλλάκτες οι οποίοι είναι τοποθετημένοι, ένας σε κάθε sidepod.

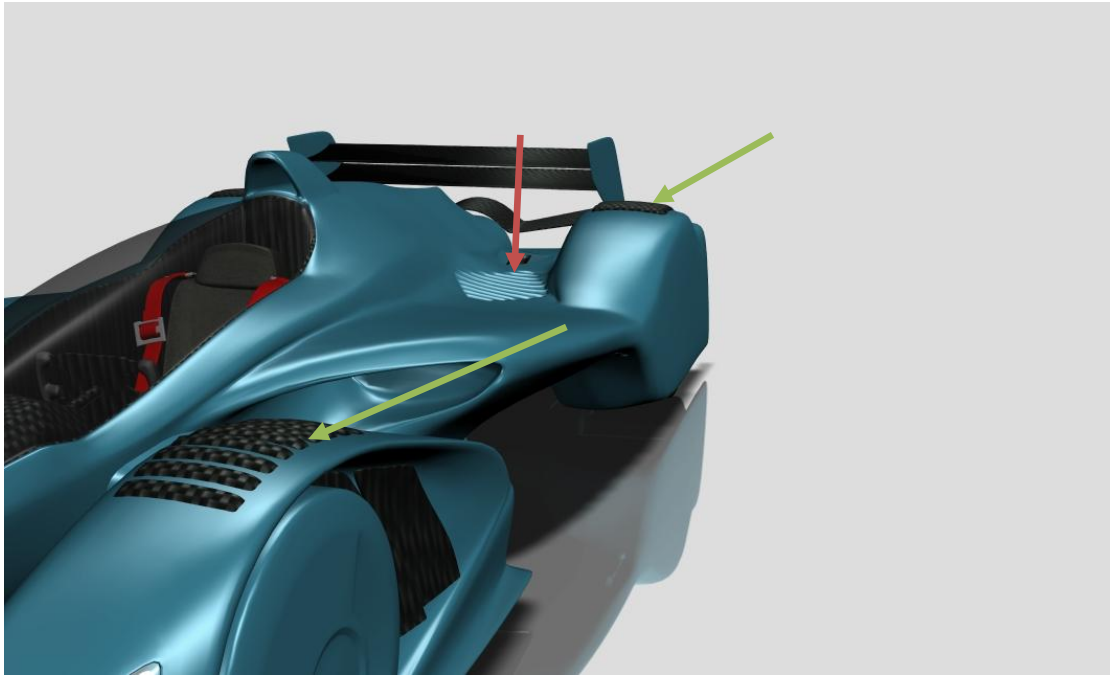
Ένα ακόμη σημείο εστίας του προβλήματος της υπερθέρμανσης είναι ο χώρος των τροχών. Κατά το φρενάρισμα, δημιουργούνται τεράστια ποσά θερμότητας εξαιτίας της τριβής με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση των φρένων και την μη αποδοτική λειτουργία τους.

### **7.2.2 Πλευρικές Εισαγωγές (Sidepods)**



Το P1jct-X εκμεταλλεύεται τις πολύ μεγάλες ταχύτητες και την αυξημένη ροή του αέρα για την ψύξη του κινητήρα. Ο ρόλος ύπαρξης των πλευρικών εισαγωγών είναι η καθοδήγηση της μεγάλης παροχής του αέρα στο κύκλωμα ψύξης του κινητήρα. Ο αέρας που εισέρχεται με μεγάλη ταχύτητα ψύχει το υγρό και το επιστρέφει με την βοήθεια κατάλληλης αντλίας σε ένα συνεχή κύκλο ψύξης, οπότε η θερμοκρασία του κινητήρα διατηρείται στα επιτρεπτά - για την αξιοπιστία- όρια.

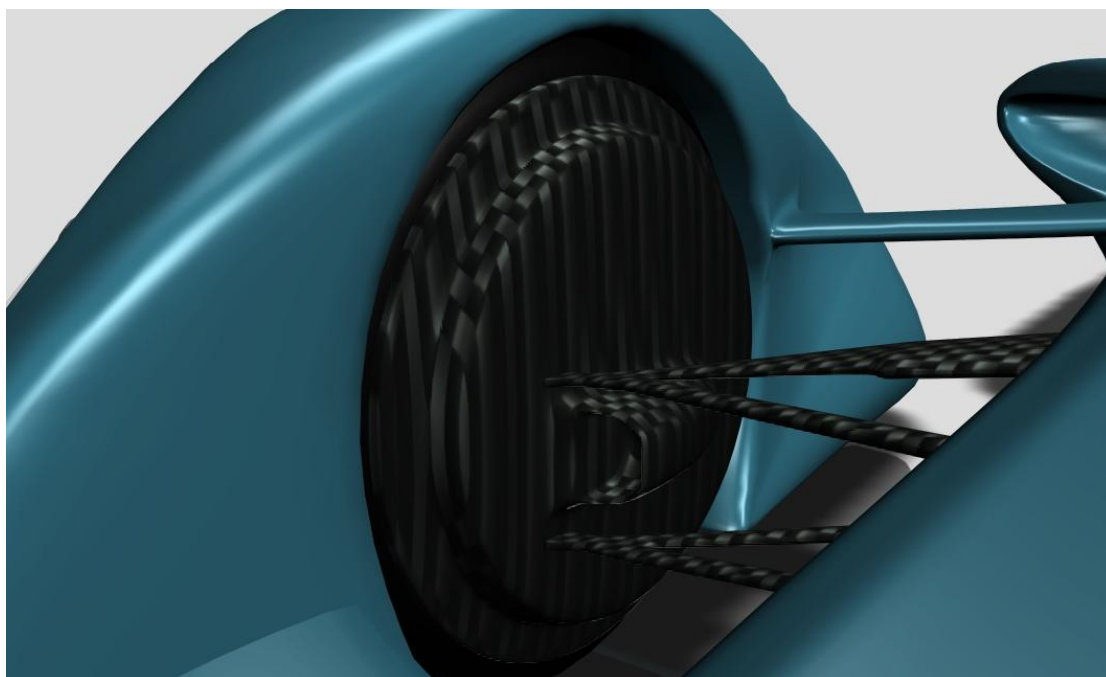
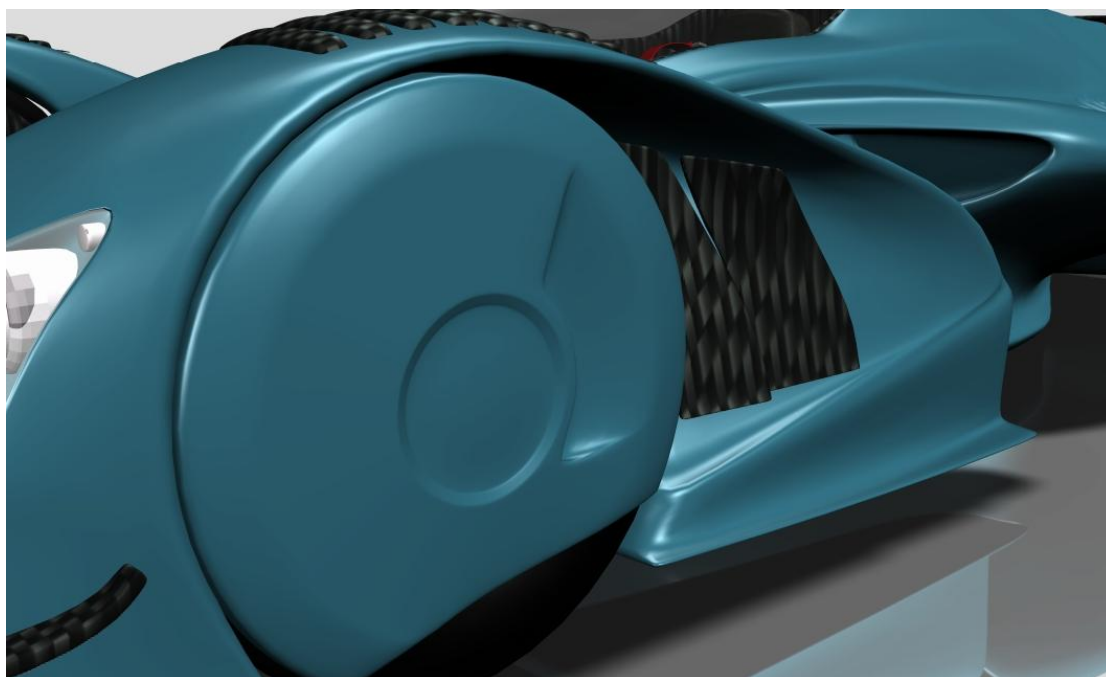
### 7.2.3 Αεραγωγοί



Ο καυτός αέρας που υπάρχει στο μηχανοστάσιο του αυτοκινήτου, πρέπει με κάποιο τρόπο να απομακρυνθεί. Το ρόλο αυτό έχουν οι οπές και τα οδηγητικά πτερύγια (αεραγωγοί). Ο αέρας εισέρχεται από τις πλευρικές εισαγωγές και εξέρχεται με αυξημένη θερμοκρασία από τους αεραγωγούς (κόκκινο βέλος) κατευθυνόμενος προς την πίσω πτέρυγα, συντελώντας στην απαγωγή θερμότητας.

Το ίδιο συμβαίνει και πάνω από τους τροχούς με τους αντίστοιχους αεραγωγούς (πράσινα βέλη). Ο αέρας εισέρχεται μέσα στους τροχούς, όπου παραλαμβάνει θερμότητα από την αυξημένη θερμοκρασία των φρένων και εξέρχεται ζεστός από τους αεραγωγούς, βοηθώντας έτσι στην ψύξη των φρένων.

#### 7.2.4 Ασπίδες Πλαισίου



Η χρησιμότητα των ασπίδων πλαισίου (εξωτερικών και εσωτερικών) είναι η καθοδήγηση της ροής του αέρα μέσα στο χώρο των τροχών, για να εξέλθει στη συνέχεια από τους αεραγωγούς, βοηθώντας επίσης στην απαγωγή θερμότητας που είναι και η κύρια λειτουργία τους.

## **7.3 Υλικά Κατασκευής**

### **7.3.1 Ανθρακόνημα**

Το ανθρακόνημα παράγεται μέσω της διαδικασίας ελεγχόμενης οξειδωσης, ανθρακοποίησης και εμποτισμού με γραφίτη των πλούσιων σε περιεκτικότητα άνθρακα οργανικών προδρόμων οι οποίοι είναι ήδη στη μορφή ινών. Ο πλέον συνήθης πρόδρομος είναι το πολύ-ακρυλικό-νιτρίλιο (PAN), γιατί παρέχει τις καλύτερες δυνατές ιδιότητες ανθρακονήματος, αλλά παραγωγή ινών μπορούμε να έχουμε επίσης από πίσσα και κυτταρίνη. Μόλις μορφοποιηθεί, το ανθρακόνημα εξεργάζεται επιφανειακά για την ενίσχυση της ένωσης του περιβλήματος και της χημικής συγκόλλησης, επεξεργασία που το προστατεύει κατά τη διάρκεια των περαιτέρω τρόπων χειρισμού του.

Το ανθρακόνημα είναι το ιδανικό υλικό για την κατασκευή εξαρτημάτων όπου απαιτούνται ιδιότητες όπως μειωμένο βάρος και αντοχή. Λόγω του γεγονότος ότι τα ανθρακονήματα είναι πάρα πολύ λεπτά νήματα (πολύ πιο λεπτά από τα μαλλιά των ανθρώπων), μπορούν να επεξεργαστούν με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο, έτσι ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν ένα συγκεκριμένο βάρος. Κάτι που σημαίνει ότι τα εξαρτήματα κατασκευασμένα από ανθρακόνημα μπορούν να διευθετηθούν μ' έναν τέτοιο τρόπο, ο οποίος ενώ μεγιστοποιεί την αντοχή παράλληλα μειώνει το βάρος τους.

**Πλεονεκτήματα του ανθρακονήματος:** Το ανθρακόνημα έχει την υψηλότερη ιδιάζουσα ανθεκτικότητα από κάθε άλλη εμπορικά διαθέσιμη ίνα, δηλαδή υψηλή αντοχή τόσο στην ηλεκτρική ένταση όσο και στη συμπίεση, αλλά και υψηλή αντίσταση στη διάβρωση και στην έντονη χρήση. Αυτές οι ιδιότητες καθιστούν το ανθρακόνημα το ιδανικό υλικό κατασκευής για τη ναυπηγική βιομηχανία, όπου η αντοχή και το χαμηλό βάρος είναι δύο από τους πιο σημαντικούς παράγοντες παραγωγής, ιδιαίτερα για τις πασαρέλες πλοίων.

**Μειονεκτήματα του ανθρακονήματος:** Ίσως το μοναδικό μειονέκτημα του ανθρακονήματος να βρίσκεται στον τρόπο παρασκευής του. Σε αντίθεση με άλλα υλικά τα εξαρτήματα από ανθρακόνημα απαιτούν πολύ εξειδικευμένη χειρωνακτική εργασία. Κάθε στρώμα του ανθρακονήματος πρέπει πάρα πολύ προσεκτικά να τοποθετηθεί σε μία συγκεκριμένη αλληλουχία. Μία διαδικασία που όχι μόνο αυξάνει τα λειτουργικά κόστη, αλλά επίσης απαιτεί πολύ τέχνη και μαστοριά.

Έτσι το συγκεκριμένο υλικό πληροί όλες τις προϋποθέσεις για να αποτελέσει βάση των δομικών μερών ενός αγωνιστικού αυτοκινήτου. Συνδυάζει τις βασικές ιδιότητες του πολύ χαμηλού βάρους, και έτσι τα αυτοκίνητα είναι κατά το δυνατόν ελαφρύτερα, παράλληλα με τις μεγάλες αντοχές στις καταπονήσεις που δέχεται από τις αυξημένες αεροδυναμικές δυνάμεις και δυνάμεις λόγω αδράνειας που οφείλονται στις απότομες αλλαγές διεύθυνσης, επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις κλπ.

Από ανθρακόνημα είναι κατασκευασμένα: ο κυρίως κορμός, τα εμπρός φτερά, αεραγωγοί των εμπρός και πίσω τροχών, τα εμπρός και πλαϊνά ρυθμιστικά πτερύγια, οι εσωτερικές και εξωτερικές ασπίδες πλαισίου των εμπρός τροχών, τα ψαλίδια, η εμπρός και πίσω πτέρυγα, ο διαχύτης και τα πτερύγια του, τα ρυθμιστικά πτερύγια της εξαγωγής του αναρροφώμενου αέρα, το κάθισμα, το τιμόνι και το προστατευτικό ποδιών.

### 7.3.2 Τιτάνιο

Το χημικό στοιχείο Τιτάνιο (Titanium) είναι πολύ ανθεκτικό, αργυρόλευκο, όλκιμο μέταλλο μικρής πυκνότητας. Το καθαρό μέταλλο είναι ελαφρύ και έχει εξαιρετική δύναμη και αντοχή στη διάβρωση. Έχει παραπλήσια χημική συμπεριφορά με το πυρίτιο και το ζirkόνιο. Είναι όλκιμο και εύπλαστο όταν θερμαίνεται. Το τιτάνιο, επειδή συνδυάζει μικρό βάρος και ανθεκτικότητα στη διάβρωση, χρησιμοποιείται σε πολλά προϊόντα καθημερινής χρήσης όπως τρυπάνια, ποδήλατα, μπαστούνια του γκολφ, ρολόγια χειρός, φορητοί υπολογιστές, κοσμήματα, κινητά τηλέφωνα.

Σχηματίζει ανθεκτικά και ελαφρά κράματα με πολλά άλλα μέταλλα όπως με το σίδηρο, το αργίλιο, το βανάδιο, το μολυβδαίνιο κ.ά., τα οποία χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αεροδιαστημική βιομηχανία για κατασκευή κινητήρων, πυραύλων και διαστημικών οχημάτων. Επίσης χρησιμοποιούνται σε στρατιωτικές και βιομηχανικές εφαρμογές, στην πετροχημική βιομηχανία, σε μονάδες αφαλάτωσης, χαρτοπολτού, στην αυτοκινητοβιομηχανία, στη γεωργία, στην ιατρική για την κατασκευή ορθοπεδικών υλικών κ.α., ενώ συναντάται και στην κατασκευή εξατμίσεων των ακριβών μοντέλων υψηλών επιδόσεων και αγωνιστικών αυτοκινήτων.

Τα κράματα τιτανίου εξοικονομούν βάρος σε ποσοστό 40%-60% σε σχέση με τα κράματα χάλυβα, ενώ η αντοχή των κραμάτων τιτανίου στη στρέβλωση είναι τριπλάσια από την αντίστοιχη του ατσαλιού. Η χρήση του τιτανίου στην εξάτμιση προσφέρει εξοικονόμηση βάρους, αντοχή στο χρόνο, είναι πρακτικά αδιάβρωτη, αντέχει σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες ακόμη και από αυτές ανοξείδωτου χάλυβα.

Για τους παραπάνω λόγους, η εξάτμιση του Prjct-X, θα είναι κατασκευασμένη από τιτάνιο.



### 7.3.3 Μαγνήσιο

Το στοιχειακό Μαγνήσιο (Magnesium) είναι ένα αρκετά ανθεκτικό και ελαφρύ αργυρόλευκο μέταλλο, με δύο τρίτα ( $2/3$ ) της πυκνότητας του αλουμινίου. Όταν έρχεται σε επαφή με τον αέρα αντιδρά με αυτόν, παρόλο που, σε αντίθεση με τα μέταλλα των αλκαλίων, δεν είναι απαραίτητο να φυλάσσεται σε περιβάλλον χωρίς οξυγόνο, γιατί δημιουργεί ένα προστατευτικό στρώμα οξειδίου του μαγνησίου, το οποίο είναι αρκετά αδιάβροχο και δύσκολο να αφαιρεθεί.

Το μαγνήσιο είναι το τρίτο (3ο) συχνότερα χρησιμοποιούμενο κατασκευαστικό μέταλλο, ακολουθώντας το χάλυβα και το αλουμίνιο. Η κύρια χρήση του είναι να σχηματίζει κράματα με το αλουμίνιο, μια ευρεία χρήση των οποίων είναι η κατασκευή μεταλλικών κουτιών για αναψυκτικά και μπίρες. Ωστόσο και το καθαρό μαγνήσιο μπορεί να συγκριθεί με το αλουμίνιο, γιατί είναι ισχυρό και ελαφρύ. Γι' αυτό χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό σε κατασκευαστικές εφαρμογές, όπως ανταλλακτικά αυτοκινήτων και φορτηγών. Ειδικά οι υψηλής ποιότητας ζάντες κράματος μαγνησίου που ονομάζονται "Mag Wheels" χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στον μηχανοκίνητο αθλητισμό τα τελευταία χρόνια, αποτελώντας το δομικό συστατικό των ζαντών του Prjct-X.

### 7.3.4 Plexiglas

Το Πολυ-Μεθυλ-Μεθακρυλικό (PMMA-plexiglas) είναι ένα διαφανές θερμοπλαστικό, που χρησιμοποιείται πολύ συχνά ως ένα ελαφρύτερο, και ανθεκτικότερο στη σύγκρουση, υποκατάστατο του γυαλιού. Είναι ένα δυνατό και ελαφρύ υλικό, το οποίο έχει τη μισή πυκνότητα από αυτή του γυαλιού. Έχει επίσης πολύ υψηλή αντοχή στις δυναμικές καταπονήσεις, υψηλότερη από το γυαλί και το πολυστυρένιο. Ιστορικά, το plexiglas διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη της κατασκευής των καλύπτρων στην αεροναυπηγική.

Για τους λόγους αυτούς, θα χρησιμοποιηθεί plexiglas στην κατασκευή του ανεμοθώρακα και του καλύμματος των προβολών του Prjct-X.

### 7.3.5 Ελαστικά

Η ανάπτυξη των αγωνιστικών ελαστικών ξεκίνησε τη δεκαετία του 1960 με την εμφάνιση των λείων ελαστικών (Slick Tyres). Αγωνιστικές ομάδες και κατασκευαστές συνειδητοποίησαν ότι απαλείφοντας τις αυλακώσεις των “στεγνών” ελαστικών, μεγιστοποιούσαν την επιφάνεια του ελαστικού που έρχεται σε επαφή με το έδαφος, και ως συνέπεια παρουσίαζαν περισσότερη πρόσφυση.

Το αγωνιστικό ελαστικό είναι κατασκευασμένο από πολύ μαλακά συστατικά καουτσούκ, το οποίο προσφέρει την καλύτερη δυνατή πρόσφυση σε συνθήκες πίστας, αλλά φθείρεται αρκετά γρήγορα στην πορεία. Όλα τα αγωνιστικά ελαστικά λειτουργούν καλύτερα σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες.

Η σκληρότητα του ελαστικού ποικίλλει ανάλογα με τις μεταβολές στις αναλογίες της σύστασης του καουτσούκ, το οποίο αποτελείται από 3 βασικά συστατικά: άνθρακας, θείο και έλαια. Όσο περισσότερη ποσότητα ελαίων περιλαμβάνει το ελαστικό, τόσο πιο μαλακό γίνεται.

Τα συμβατικά ελαστικά έχουν σχεδιαστεί να διαρκούν για 10.000-60.000 χιλιόμετρα, ενώ τα αγωνιστικά ελαστικά της Formula 1, έχουν διάρκεια ζωής το πολύ 200 χιλιόμετρα και –όπως και όλα τα υπόλοιπα στο μονοθέσιο- κατασκευάζονται όσο το δυνατόν ελαφρύτερα και ανθεκτικότερα. Κάτω από το εξωτερικό στρώμα του καουτσούκ, υπάρχει ένα πλέγμα από νάυλον και πολυεστέρα, το οποίο βοηθάει στην ενίσχυση του ελαστικού κατά την καταπόνηση από τις τρομερές δυνάμεις που δέχεται σε συνθήκες αγώνα. Στους αγώνες της Formula 1, τα ελαστικά δέχονται παραπάνω από 1 τόνο κάθετες δυνάμεις (downforce), 4G πλευρικές, και 5G διαμήκεις φορτίσεις.

Συνοψίζοντας λοιπόν, τα ελαστικά που θα χρησιμοποιεί το Prjct-X θα είναι λεία, χωρίς αυλακώσεις, με τη μαλακότερη σύνθεση (πλούσια σε έλαια) για επίτευξη της μέγιστης δυνατής πρόσφυσης, και θα περιλαμβάνουν ενισχυμένο πλέγμα προδιαγραφών Formula 1, καθώς οι επιφορτίσεις που θα δέχονται θα είναι σημαντικά μεγαλύτερες από αυτές της Formula 1.

## **7.4 Κινητήρας**

### **Formula 1**

Για τον Enzo Ferrari, η καρδιά του αυτοκινήτου είναι ο κινητήρας του. Σε ένα αγωνιστικό μονοθέσιο έχει διπλή λειτουργία, όχι μόνο την παροχή ισχύος στο μονοθέσιο, αλλά το μπλοκ του κινητήρα αποτελεί δομικό μέρος της κατασκευής του μονοθεσίου.

Οι επιδόσεις των κινητήρων της Formula 1, εξελίχθηκαν εντυπωσιακά κατά την πορεία των αγώνων στο χρόνο. Τη δεκαετία του 1950, τα μονοθέσια επιτύγχαναν ιπποδυνάμεις γύρω στους 100 ίππους/ λίτρο (όσο περίπου ένα σημερινό αυτοκίνητο επιδόσεων). Αυτό το ποσό αυξήθηκε σταθερά μέχρι την άφιξη “της εποχής του Turbo” των τούρμπο κινητήρων 1.5 λίτρων, μερικοί από τους οποίους παρήγαγαν γύρω στους 1.100 ίππους (750 ίπποι/λίτρο). Έπειτα, όταν το σπορ επανήλθε στους ατμοσφαιρικούς κινητήρες το 1989 λόγω επικινδυνότητας της υπερβολικής ιπποδύναμης, αυτά τα ποσά έπεσαν δραματικά, πριν ξανανέβουν σταδιακά πάλι με την εξέλιξη. Η “μάχη της ιπποδύναμης” των τελευταίων χρόνων είχε αποτελέσματα κοντά στο φράγμα των 1.000 ίππων, ενώ μερικές ομάδες είχαν κινητήρες που παρήγαγαν περισσότερους από 300 ίππους/λίτρο το 2005, όπου ήταν η τελευταία χρονιά για τους ατμοσφαιρικούς κινητήρες 3.0 λίτρων με 10 κυλίνδρους σε διάταξη V (V10).

Οι κινητήρες που χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή στη Formula 1 είναι μια κατασκευή tour-de-force. Πρόκειται για κινητήρες με κυβισμό 2.4 λίτρων, όσο ενός μέσου οικογενειακού αυτοκινήτου. Σε αντίθεση με τα οικογενειακά αυτοκίνητα αποδίδουν πάνω από 700 ίππους και το όριο των στροφών λειτουργίας είναι στις 18.000rpm (στροφές/λεπτό), με παραγωγή 280Nm ροπής στρέψης, ποσό που δεν είναι μεγάλο (αρκετά αυτοκίνητα επιδόσεων παράγουν παρεμφερή ροπή στρέψης). Η αναλογία τους είναι περίπου 300 ίπποι/λίτρο. Πριν ενεργοποιηθεί ο «κόφτης» στις 18.000rpm για να ελέγχεται η τελική ταχύτητα, οι ομάδες χρησιμοποιούσαν κινητήρες που είχαν όριο στροφών γύρω στις 20.000rpm. Παρόλο που η χωρητικότητα είναι περίπου ίδια με ένα μέσο οικογενειακό αυτοκίνητο, η διαμόρφωση ενός κινητήρα της F1 είναι τελείως διαφορετική. Έχει οκτώ κυλίνδρους σε διάταξη V με περιεχόμενη γωνία 90 μοιρών (V8).

Ο κινητήρας ενός μοντέρνου μονοθέσιου Formula 1 είναι από τα πιο καταπονούμενα μέρη μηχανικού εξοπλισμού στον πλανήτη, και η πρόκληση απόδοσης της μεγαλύτερης δυνατής ιπποδύναμης είναι ακόμα πολύ έντονη.

Από την αρχές των αγώνων, η κατασκευή των κινητήρων υπαγόταν στην “Αρχή του μηχανικού Ferdinand Porsche”, ότι “το απόλυτο αγωνιστικό αυτοκίνητο τερματίζει στην πρώτη θέση και μετά διαλύεται σε κομμάτια”. Πράγματι οι κινητήρες της Formula 1 παρήγαγαν εξαιρετικά ποσά ιπποδύναμης, αλλά είχαν διάρκεια ζωής έναν αγώνα. Τα τελευταία χρόνια, βάσει των κανονισμών, οι κινητήρες πρέπει να έχουν διάρκεια ζωής τουλάχιστον 3 αγώνες, οπότε ο σχεδιασμός του κινητήρα των μονοθέσιων

είναι αγώνας ισορροπίας μεταξύ της μέγιστης ιπποδύναμης που μπορεί να παραχθεί και της αξιοπιστίας.

### **Από τη Formula 1 στο Prjct-X**

Ο αποδοτικότερος τρόπος παραγωγής της μέγιστης ιπποδύναμης, όπως είδαμε, είναι με τη χρήση υπερσυμπιεστών (Turbo). Από τη στιγμή που το Prjct-X δεν υπόκειται σε περιορισμούς, αυτή θα είναι η επιλογή του είδους του κινητήρα.

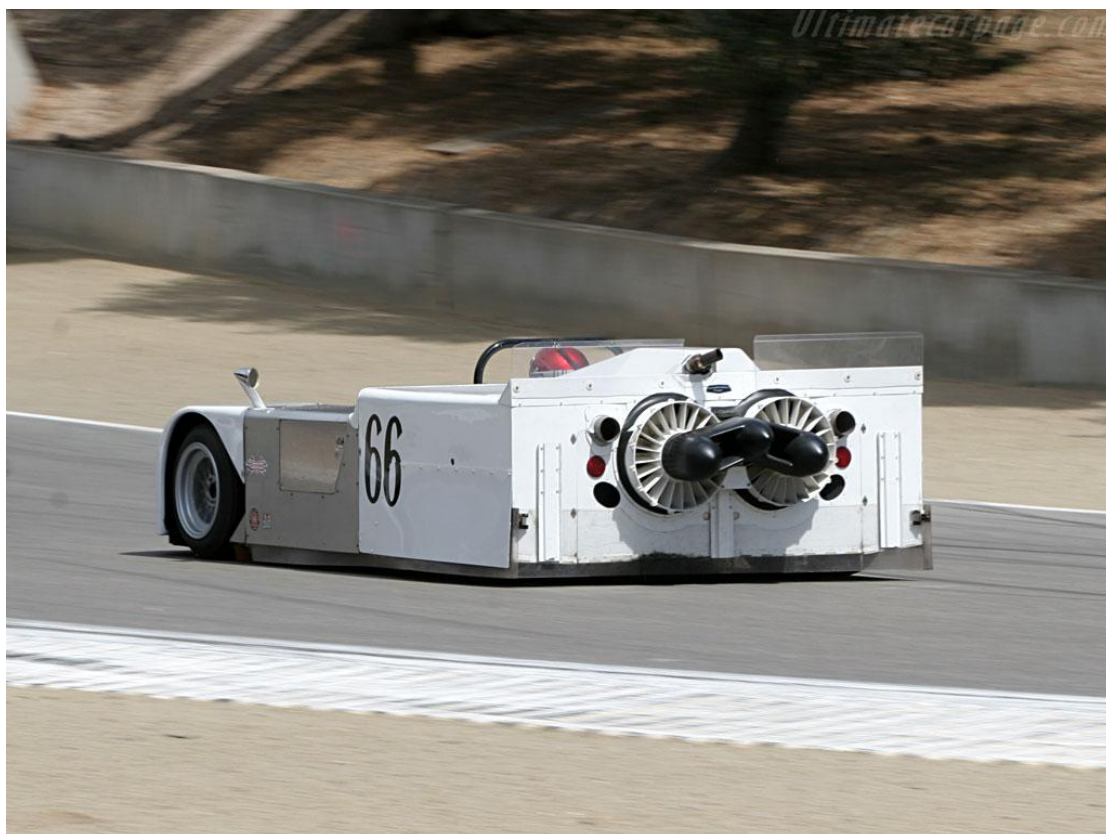
Οι κινητήρες που συνεργάζονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο με τους υπερσυμπιεστές είναι αυτοί με 6 κυλίνδρους σε διάταξη V (V6), για λόγους αυξημένης αντοχής σε πολύ μεγάλες καταπονήσεις και τέλειου “ζυγίσματος”, λόγω γεωμετρίας.

Η επιλογή μας θα είναι ένας κινητήρας V6 3.0 λίτρων με 2 υπερσυμπιεστές (Twin Turbo), ο οποίος θα παράγει θεωρητική ισχύ 1.500 ίππων με 700Nm ροπής στρέψης. Αρκετά αγωνιστικά αυτοκίνητα που υπάγονται σε άλλους κανονισμούς (πέρα από τη Formula 1) χρησιμοποιούν παρεμφερείς με αυτόν κινητήρες, οπότε είναι κάτι απτό και υλοποιήσιμο. Αυτός ο κινητήρας έχει αναλογία 500 ίππων/λίτρο (περίπου 1,7 φορές αυτή της Formula 1) και ροπή στρέψης 2,5 φορές περισσότερη από τη Formula 1.

### **7.5 “Αυτοκίνητο Ανεμιστήρας” (“Fan Car”)**

#### **Ένα ιδιαίτερο αυτοκίνητο – Chaparral 2J**





Η Chaparral ήταν μια αγωνιστική ομάδα των Ηνωμένων Πολιτειών, η οποία κατασκεύαζε αγωνιστικά αυτοκίνητα από το 1962 έως το 1970. Το 1964 κατασκεύασε ένα ασυνήθιστο αυτοκίνητο, το Chaparral 2J.

Στις κάτω πλευρές του σασί έχουν εφαρμοστεί πλαστικά panels, τα οποία “σφραγίζουν” το σασί πάνω στο έδαφος. Στο πίσω μέρος του, φιλοξενούνται δύο ανεμιστήρες JLO 17 ιντσών, οι οποίοι λειτουργούν με δύο κινητήρες από snowmobile (σνόουμομπιλ) 45 ίππων ο καθένας. Η λειτουργία των ανεμιστήρων ήταν η αναρρόφηση αέρα από το κάτω μέρος του σασί, στο οποίο υπάρχουν 2 μεγάλες οπές.

Η ανάρτηση του 2J κρατούσε τα panels σε σταθερή απόσταση 1 ίντσας από το έδαφος, άσχετα με τις δυνάμεις G και τις ανωμαλίες του εδάφους. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούσε μια “ζώνη”, μέσα στην οποία οι πτερωτές μπορούσαν να επιτύχουν μια αναρρόφηση (μερικό κενό), παράγοντας κάθετες δυνάμεις της τάξης των 1,25-1,50 G, με το αυτοκίνητο πλήρως φορτωμένο (οδηγός, καύσιμα, λιπαντικά, ψυκτικά). Μάλιστα, για να αποδείξουν οι κατασκευαστές αυτές τις κάθετες δυνάμεις, που είναι αρκετά μεγαλύτερες από το βάρος του αυτοκινήτου, σε μια συνέντευξη τύπου, παρουσίασαν το αυτοκίνητο κολλημένο στο ταβάνι μιας αίθουσας, μόνο με τη λειτουργία των ανεμιστήρων.

Αυτή, λοιπόν η καινοτομία έδωσε στο 2J τρομερή δύναμη πρόσφυσης και επέτρεψε ταχείς ελιγμούς σε όλες τις ταχύτητες. Από τη στιγμή που μπορούσε να δημιουργηθεί χαμηλή πίεση στο κάτω μέρος του αυτοκινήτου, οι κάθετες δυνάμεις από αυτό το φαινόμενο δεν μειώνονται σε χαμηλές ταχύτητες (π.χ. απότομες στροφές). Τα υπόλοιπα αεροδυναμικά βοηθήματα (αεροτομές, πτερύγια, διαχύτες κλπ) έχουν το σημαντικό μειονέκτημα ότι σε χαμηλές



ταχύτητες, λόγω της μειωμένη ροής του αέρα, δεν λειτουργούν επαρκώς, παράγοντας ελάχιστες κάθετες δυνάμεις.

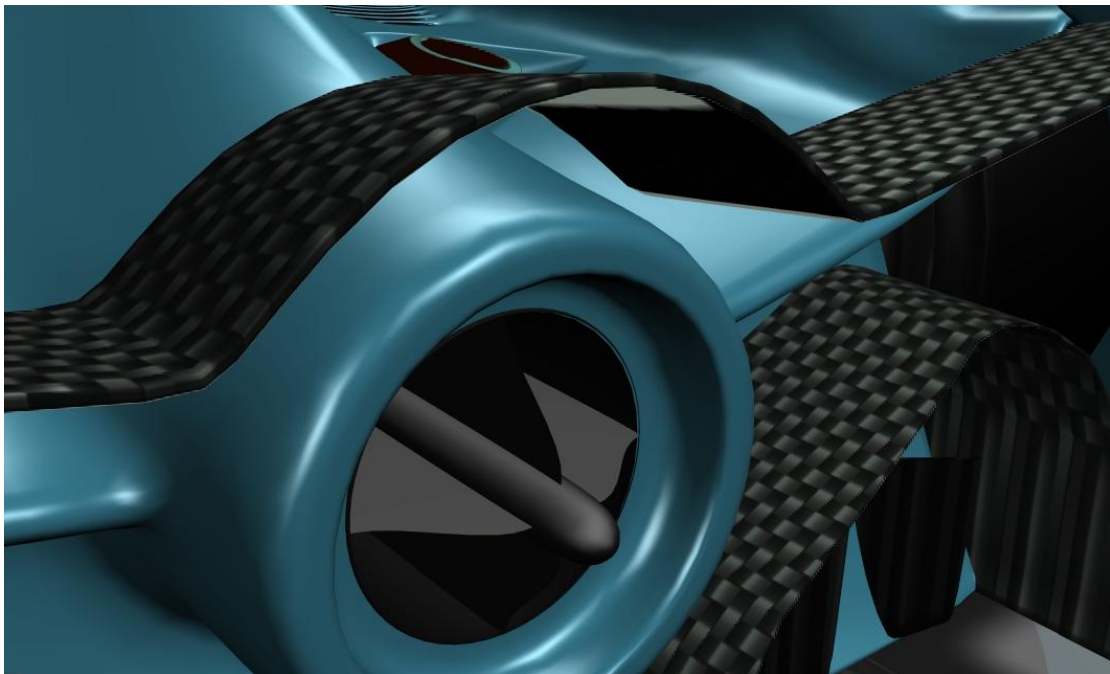
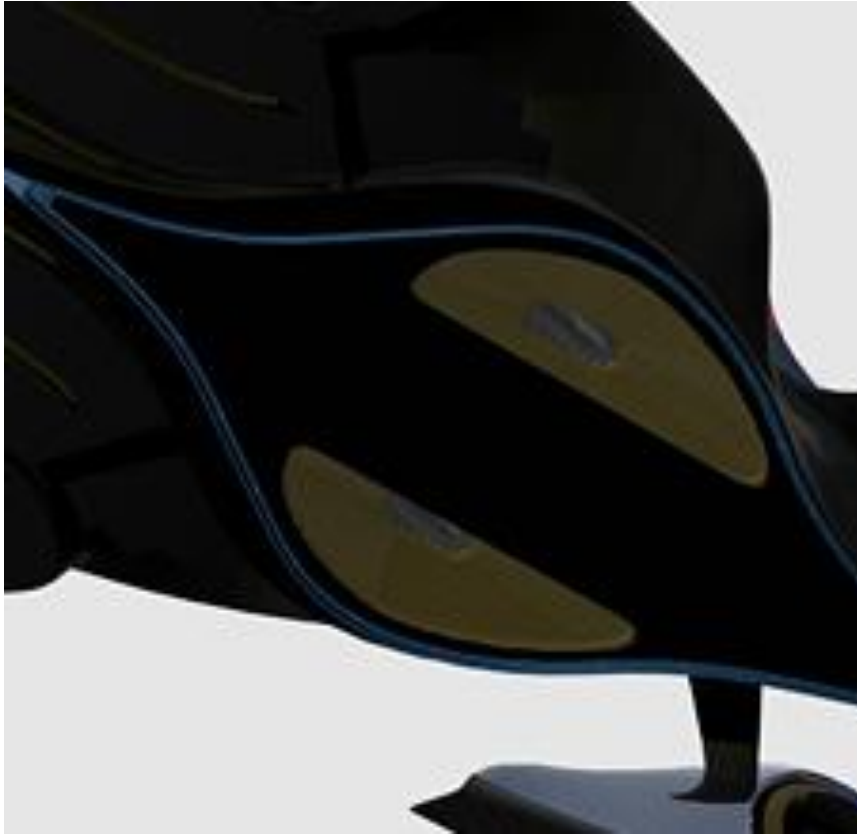
Αυτά τα μειονεκτήματα υπερνικούσε η τεχνολογία του “Αυτοκινήτου Ανεμιστήρα”, όπως το χαρακτήρισαν αργότερα λόγω της ιδιομορφίας του.

Το 2J συμμετείχε σε μεγάλο αριθμό διοργανώσεων, στις οποίες θριάμβευσε και αποσύρθηκε εν τέλει κατόπιν διαμαρτυρίας των ανταγωνιστών, που προσπάθησαν να αποδείξουν ότι παραβαίνει τους κανονισμούς.

Η τεχνολογία αυτή, το 1978 χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά και από τη Formula 1 (στο μονοθέσιο Brabham BT46B - εικόνα), αλλά απαγορεύτηκε μετά τον πρώτο κίολας αγώνα!



### Από το Chaparral 2J στο Prjct-X



Το Prjct-X χρησιμοποιεί την τεχνολογία του Chaparral 2J με δύο σπές στο κάτω μέρος του κυρίως κορμού και έναν ανεμιστήρα, ο οποίος καταλήγει στο πίσω μέρος και λειτουργεί με τη βοήθεια ενός σύγχρονου κινητήρα snowmobile 800cc, απόδοσης 150 ίππων.

Μπορεί η προσθήκη του ανεμιστήρα και του έξτρα κινητήρα να προσθέτουν ανεπιθύμητο βάρος, αλλά προσφέρουν ένα τεράστιο πλεονέκτημα στη δημιουργία κάθετων δυνάμεων, εκεί που τα αεροδυναμικά βοηθήματα δεν μπορούν να λειτουργήσουν, δηλαδή στις χαμηλές ταχύτητες.

Το “Fan Car” Prjct-X, με την τεχνολογία του ανεμιστήρα υπερτερεί σημαντικά σε σχέση με το μονοθέσιο της Formula 1.

## 8.ΣΥΓΚΡΙΣΗ Prjct-X ΜΕ FORMULA 1

### **8.1 Επιδόσεις**

#### **8.1.1 Γενικά**

Ο συνδυασμός του χαμηλού βάρους, της ιπποδύναμης, και της αεροδυναμικής, προσδίδει στο μονοθέσιο τα χαρακτηριστικά υψηλών επιδόσεων. Ο βασικός παράγοντας που έχουν στο μυαλό τους οι κατασκευαστές είναι η επιτάχυνση, και όχι απλά η τελική ταχύτητα. Υπάρχουν 3 τύποι επιταχύνσεων που περιγράφουν τη συμπεριφορά των μονοθέσιων, αλλά και όλων των συμβατικών αυτοκινήτων:

- Γραμμική Επιτάχυνση
- Γραμμική Επιβράδυνση (Φρενάρισμα)
- Πλευρική επιτάχυνση (Κεντρομόλος επιτάχυνση)

Εκτός από την περίπτωση ένα μονοθέσιο να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλη οβάλ πίστα (πίστες που γίνονται αεροδυναμικές δοκιμές, και παίζει ρόλο μόνο η τελική ταχύτητα), σε όλες τις άλλες περιπτώσεις, τα 3 είδη επιταχύνσεων πρέπει να μεγιστοποιηθούν.

#### **8.1.2 Γραμμική Επιτάχυνση**

##### **Formula 1**

Ο καθοριστικός παράγοντας για τη βελτιστοποίηση της επιτάχυνσης είναι η ελαχιστοποίηση της αναλογίας κιλών/ίππο.

Τα μονοθέσια της Formula 1 έχουν “στεγνό” βάρος (Dry Weight) περίπου 440 κιλά. Με τον όρο στεγνό βάρος, εννοούμε το βάρος του μονοθέσιου χωρίς πλήρωση με καύσιμα (συνυπολογίζοντας και το βάρος του οδηγού). Το μικτό βάρος (Wet Weight) είναι περίπου 510 κιλά.

Ο κινητήρας 2.4 V8 αποδίδει 750 ίππους.

Συνεπώς η αναλογία κιλών/ίππο της Formula 1 είναι περίπου 0,59.

Θεωρητικά, αυτό θα μπορούσε να επιτρέπει στο μονοθέσιο να επιταχύνει στα 0-100km/h σε λιγότερο από 1 δευτερόλεπτο. Όμως, η μεγάλη ιπποδύναμη δεν μπορεί να μεταδοθεί σε κίνηση στις χαμηλές ταχύτητες λόγω των απωλειών πρόσφυσης, και η ρεαλιστική τιμή είναι κοντά στα 2 δευτερόλεπτα. Μετά τα 130km/h, η απώλεια της πρόσφυσης ελαχιστοποιείται επειδή ενεργοποιείται η αεροδυναμική του αυτοκινήτου. Τιμές επιτάχυνσης:

0 - 100 km/h: 1.9''

0 - 200 km/h: 3.9''

0 - 300 km/h: 8.4'' και μπορεί να έχει μικρές αποκλίσεις βάσει των αεροδυναμικών ρυθμίσεων.

Η δύναμη της επιτάχυνσης είναι περίπου 1,4G μέχρι τα 200km/h, πράγμα που σημαίνει ότι η οδηγός πιέζεται πίσω στο κάθισμα με δύναμη, ίση με 1,4 φορές το βάρος του.

### **Prjct-X**

Το Prjct-X λόγω της προσθήκης του έξτρα κινητήρα, του ανεμιστήρα, και των επιπρόσθετων χαρακτηριστικών σε σχέση με τη Formula 1 (εμπρός φτερά, ανεμοθώρακας) θα έχει θεωρητικό "στεγνό" βάρος περίπου 550 κιλά και μικτό 620 κιλά.

Ο κινητήρας αποδίδει 1.500 ίππους.

Οπότε η αναλογία κιλών/ίππο θα κυμαίνεται γύρω στο 0,37, που είναι κατά πολύ μικρότερο από το αντίστοιχο της Formula 1. Θεωρητικές τιμές επιτάχυνσης:

0 - 100 km/h: 1.4''

0 - 200 km/h: 2.8''

0 - 300 km/h: 5.9''

Τιμές, που είναι τρομακτικά χαμηλότερες από αυτές της Formula 1.

## **8.1.3 Γραμμική Επιβράδυνση**

### **Formula 1**

Τα φρένα κατασκευασμένα από ανθρακόνημα σε συνδυασμό με την αεροδυναμική, παράγουν αξιοσημείωτες δυνάμεις πέδησης. Η δύναμη της επιβράδυνσης κατά το φρενάρισμα είναι συνήθως 4G, και μπορεί να φθάσει τιμές 5G σε φρενάρισμα από πολύ μεγάλες ταχύτητες. Σε αυτή την περίπτωση η οπισθέλκουσα βοηθάει, και συνεισφέρει κατά ένα ποσό δύναμης πέδησης 1G, το οποίο είναι περίπου το ποσό που παράγουν τα αυτοκίνητα επιδόσεων κατά το φρενάρισμα. Με άλλα λόγια, όταν ένας οδηγός μονοθέσιου αφήσει το γκάζι (για ταχύτητες άνω των 150km/h), το μονοθέσιο θα επιβραδύνει με τον ίδιο ρυθμό που επιβραδύνουν τα αυτοκίνητα επιδόσεων με φρενάρισμα!



Σαν αποτέλεσμα των μεγάλων δυνάμεων πέδησης, ένα μονοθέσιο Formula 1 μπορεί να σταματήσει εντελώς από ταχύτητα 300km/h, σε λιγότερο από 4 δευτερόλεπτα.

### **Prjct-X**

Αρχικά παίρνουμε σαν δεδομένο ότι το Prjct-X έχει παρεμφερές σύστημα πέδησης με τη Formula 1 και ότι οι τιμές της οπισθέλκουσας είναι περίπου ίδιες αφού χρησιμοποιούν παρεμφερείς πτέρυγες.

Το σημαντικό πλεονέκτημα που έχει το Prjct-X συγκριτικά με τη Formula 1 είναι η κατά πολύ μεγαλύτερη ποσότητα κάθετων δυνάμεων που παράγει λόγω του συστήματος αναρρόφησης. Θεωρητικά μπορεί να επιβραδύνει δημιουργώντας δυνάμεις της τάξης των 7G.

Το μειονέκτημα που έχει όμως, είναι το παραπάνισιο κατά 100 κιλά περίπου βάρους του.

Θεωρητικά η επιβράδυνση πρέπει να κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα στα 2 οχήματα, χωρίς όμως να είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε ποιο υπερτερεί.

## **8.1.4 Πλευρική Επιτάχυνση**

### **Formula 1**

Όπως αναφέρεται παραπάνω, το μονοθέσιο επιταχύνει αρκετά γρήγορα μέχρι τα 300km/h, παρόλα αυτά η τελική ταχύτητα στις περισσότερες πίστες δεν υπερβαίνει τα 330km/h. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η τελική ταχύτητα, θυσιάζεται για χάρη της αύξησης της ταχύτητας στις στροφές. Το μονοθέσιο σχεδιάζεται πρωταρχικά για στρίψιμο με μεγάλες ταχύτητες, για αυτό το σκοπό τα αεροδυναμικά εξαρτήματα παράγουν δύναμη όσο περίπου 3 φορές το βάρος του αυτοκινήτου, κοστίζοντας όμως σε οπισθέλκουσα. Στην πραγματικότητα, σε ταχύτητες 130km/h, οι κάθετες δυνάμεις είναι ίσες με το βάρος του μονοθέσιου. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα, τόσο αυξάνεται και η κάθετη δύναμη. Η πλευρική δύναμη σε χαμηλές ταχύτητες (κάτω από 70km/h) παράγεται κυρίως από την επονομαζόμενη “μηχανική πρόσφυση”, η οποία προέρχεται εξολοκλήρου από τα ελαστικά. Σε αυτές τις ταχύτητες το μονοθέσιο στρίβει με περίπου 2G. Στα 200km/h η δύναμη αυτή κυμαίνεται στα 3G. Στα καλύτερα αυτοκίνητα επιδόσεων, η τιμή στην ίδια ταχύτητα είναι περίπου 1,3G.

Αυτές οι πλευρικές δυνάμεις επιτρέπουν στα μονοθέσια να παίρνουν τις στροφές με τρομερές ταχύτητες, που φαίνεται να παραβιάζουν τους νόμους της φυσικής!

## **Prjct-X**

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα που παρουσιάζει το Prjct-X σε σχέση με τη Formula 1 είναι για άλλη μια φορά η τεχνολογία της αναρρόφησης με τη χρήση του ανεμιστήρα. Μόνο που ο τομέας των πλευρικών επιταχύνσεων είναι ο τομέας που η τεχνολογία αυτή βρίσκει τη βασικότερη εφαρμογή της.

Η συμπεριφορά του Prjct-X στις στροφές χαμηλής ταχύτητας μηδενίζει τον ανταγωνισμό με τη Formula 1, καθώς αξιοποιεί το σύνολο της κάθετης δύναμης που του προσφέρει η αναρρόφηση, επιπλέον της μηχανικής πρόσφυσης, που είναι κοινή για τα 2 οχήματα.

Χαρακτηριστικό είναι, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ότι το Prjct-X παράγει κάθετη δύναμη μεγαλύτερη από το βάρος του, ακόμα σε στάσιμη κατάσταση (ανάποδα στο ταβάνι!), μόνο με τη λειτουργία του ανεμιστήρα.

Βεβαίως, υπερέχει και στις στροφές υψηλής ταχύτητας, στις οποίες κινείται κατά πολύ γρηγορότερα από τη Formula 1, με πλευρικές επιταχύνσεις που μπορεί να φθάσουν τα 8,5G, πιέζοντας τόσο το όχημα, που αγγίζει τα όρια που μπορεί να αντέξει ένα ανθρώπινο σώμα. Σαν σύγκριση, αυτή η τιμή είναι μεγαλύτερη από τις δυνάμεις επιτάχυνσης που δέχεται ένας πιλότος μαχητικού αεροσκάφους κατά τη μετάκαυση, και μεγαλύτερη από αυτή που δέχονται οι αστροναύτες κατά την εκτόξευση!

### **8.1.5 Τελική Ταχύτητα**

#### **Formula 1**

Στις περισσότερες πίστες των Gran Prix της Formula 1 η τελική ταχύτητα δεν ξεπερνά τα 330km/h, ως συνέπεια της αεροδυναμικής ενίσχυσης. Σε ελάχιστες πίστες μπορεί να φτάσει και τα 350-355km/h.

Σε μεγάλες οβάλ πίστες για αεροδυναμικές δοκιμές, έχουν δοκιμαστεί μονοθέσια και με τις κατάλληλες αεροδυναμικές ρυθμίσεις (ελαχιστοποίηση της αεροδυναμικής) έχουν επιτύχει ταχύτητες της τάξης των 380-390km/h, με ρεκόρ την ταχύτητα ενός μονοθέσιου της Honda, που το 2004 πέτυχε τελική ταχύτητα 413,205km/h. Η ταχύτητα αυτή επιτεύχθηκε κάτω από συνθήκες εκμετάλλευσης των συνθηκών κενού που δημιουργεί ένα προπορευόμενο όχημα στο πίσω μέρος του (Slipstreaming).

Σε μια προσπάθεια να μειωθούν οι ταχύτητες και να αυξηθεί η οδηγική ασφάλεια, η επιτροπή αγώνων της Formula1, επιβάλλει νέους κανονισμούς και περιορισμούς κατά καιρούς. Τέτοιοι κανονισμοί περιλαμβάνουν την κατάργηση των ηλεκτρονικών υποβοηθήσεων, την επαναφορά ελαστικών με αυλακώσεις και τους περιορισμούς στην αεροδυναμική. Παρά τους εκάστοτε περιορισμούς, οι κατασκευαστές συνεχίζουν να επιτυγχάνουν σημαντικές βελτιώσεις των επιδόσεων εξελίσσοντας τη μηχανολογική και αεροδυναμική αποδοτικότητα.

## **Prjct-X**

Επειδή το Prjct-X δεν υπόκειται σε περιορισμούς, χρησιμοποιεί έναν αρκετά ανώτερο κινητήρα με πολύ περισσότερη ιπποδύναμη, πράγμα το οποίο παίζει το βασικότερο ρόλο στην τελική ταχύτητα.

Έχοντας πραγματοποιήσει τις κατάλληλες αεροδυναμικές ρυθμίσεις, η θεωρητική τελική ταχύτητα του Prjct-X θα προσεγγίζει τα 450km/h, ενώ σε συνθήκες slipstreaming θα ξεπερνάει τα 500km/h!

## **8.2 Αεροδυναμική**

### **Formula 1**

Τα αεροδυναμικά εξαρτήματα του μονοθέσιου της Formula 1, εξασφαλίζουν κάθετες δυνάμεις ίσες με 3 φορές το βάρος του μονοθέσιου για ταχύτητες κοντά στα 300km/h. Άρα του προσφέρουν δυνάμεις της τάξης των 12.000N ή αντίστοιχα 1.200 κιλά, που θεωρητικά θα μπορούσε να κινείται ανάποδα μέσα σε ένα τούνελ χάρη σε αυτές.

Οι δυνάμεις αυτές οφείλονται κατά προσέγγιση ως εξής:

- 25% στην Εμπρός Πτέρυγα (300 κιλά)
- 35% στην Πίσω Πτέρυγα (420 κιλά)
- 40% στο Διαχύτη (480 κιλά)

Οι κατασκευαστές διαθέτουν το 20% του προϋπολογισμού της ομάδας για την εξέλιξη της αεροδυναμικής, η οποία παίζει σημαντικότερο ρόλο στην επιτυχία του μονοθέσιου.

## **Prjct-X**

Το Prjct-X διαθέτει παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά της Formula 1. Υποθέτουμε ότι οι τιμές των κάθετων δυνάμεων που οφείλονται στην αεροδυναμική, είναι αρκετά κοντά με το μονοθέσιο.

Όμως το σημείο υπεροχής του Prjct-X είναι η αναρρόφηση αέρα από τον ανεμιστήρα, η οποία με βάση μετρήσεις που έγιναν για το Chaparral 2J, και σε συνάρτηση με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται στο Prjct-X, υπολογίζεται γύρω στα 10.000N ή 1.000 κιλά.

Οπότε το Prjct-X θεωρητικά, παράγει περίπου 2.200 κιλά κάθετης δύναμης σε ταχύτητες κοντά στα 300km/h, πράγμα που το κάνει ασυναγώνιστο ως προς οποιοδήποτε άλλο όχημα πίστας.

### **8.3 Από τη θεωρία στην πράξη**

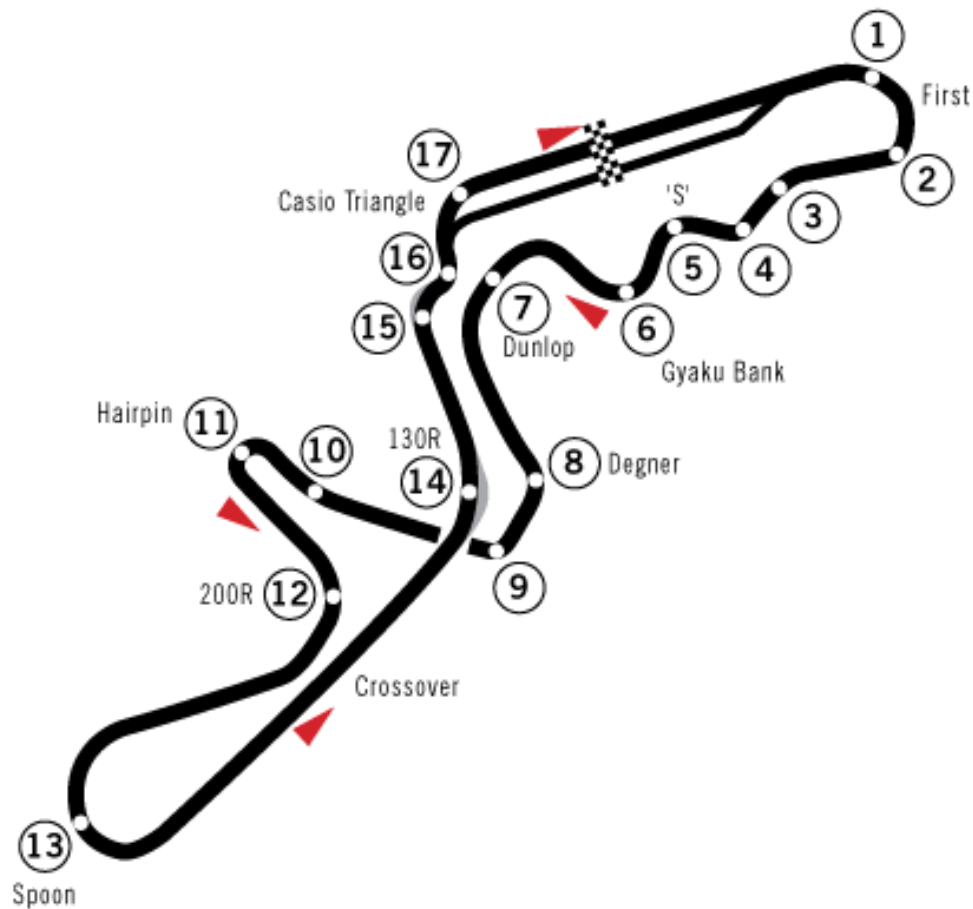
Σε θεωρητικό επίπεδο, φάνηκε η υπεροχή του Prjct-X σε σχέση με τη Formula 1, η οποία είναι το απόλυτο αυτοκίνητο πίστας στον κόσμο αυτή τη στιγμή.

Όμως τι σημαίνουν όλοι αυτοί οι αριθμοί στην πράξη;

Οι επιδόσεις των αγωνιστικών αυτοκινήτων, σαν αριθμοί δεν εκφράζουν πόσο γρήγορο, ή όχι, είναι. Δεν μπορούν να αποτελέσουν επαρκές μέτρο σύγκρισης δύο παρόμοιων αυτοκινήτων. Η υπεροχή του ενός σε σχέση με το άλλο, φαίνεται στην πίστα. Εκεί, συνδυάζονται όλα τα χαρακτηριστικά (αεροδυναμική, μηχανολογικά, τεχνικά) και έχουν τη σύνοψη με τη μορφή χρόνου ενός γύρου (Lap Time). Έτσι μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ δύο αυτοκινήτων. Θα ακολουθήσουν μερικά παραδείγματα χρονομετρημένων διαδρομών σε πίστες που περιλαμβάνονται στο πρωτάθλημα της Formula 1 και θα υπολογιστεί ο χρόνος του Prjct-X, με βάσει όλες τις θεωρητικές επιδόσεις που του προσφέρει η σχεδίασή του.

Η προσέγγιση των χρονομετρήσεων του Prjct-X, προκύπτει βάσει υπολογισμών σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του, και αντιπαραβολή με αυτά της Formula 1, και εκφράζουν θεωρητικές τιμές.

### 8.3.1 Suzuka (Ιαπωνία)



Η πίστα αυτή είναι από τις πιο απαιτητικές του πρωταθλήματος της Formula 1, καθώς περιέχει όλα τις ιδιομορφίες που μπορεί να έχει μια πίστα. Περιλαμβάνει μεγάλες ευθείες, μερικές στροφές χαμηλής ταχύτητας, και αρκετές στροφές υψηλής ταχύτητας. Οπότε οι αεροδυναμικές ρυθμίσεις δεν μπορούν να ταχθούν υπέρ της τελικής ταχύτητας ή υπέρ των στροφών, αλλά πρέπει να έχουν μια χρυσή τομή μεταξύ των δύο.

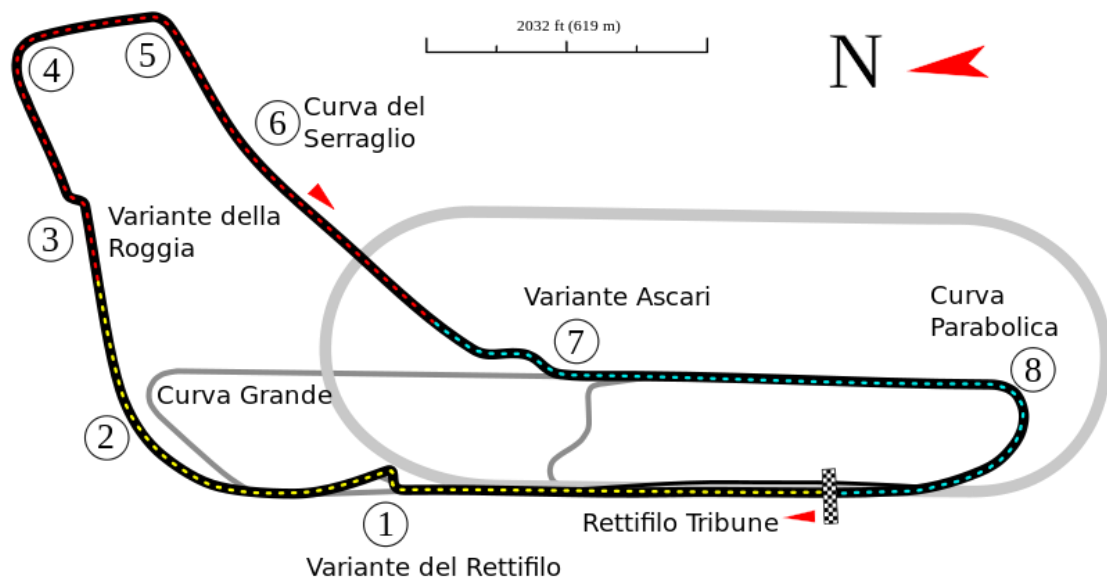
Ο καλύτερος χρόνος που έχει σημειωθεί στη Suzuka από μονοθέσιο Formula 1, είναι 1:31.540 min από τον K. Raikkonen το 2005.

Το Prjct-X μπορεί θεωρητικά να επιτύχει χρόνο κοντά στο 1:03.000 min!



### 8.3.2 Monza (Ιταλία)

Curve di Lesmo

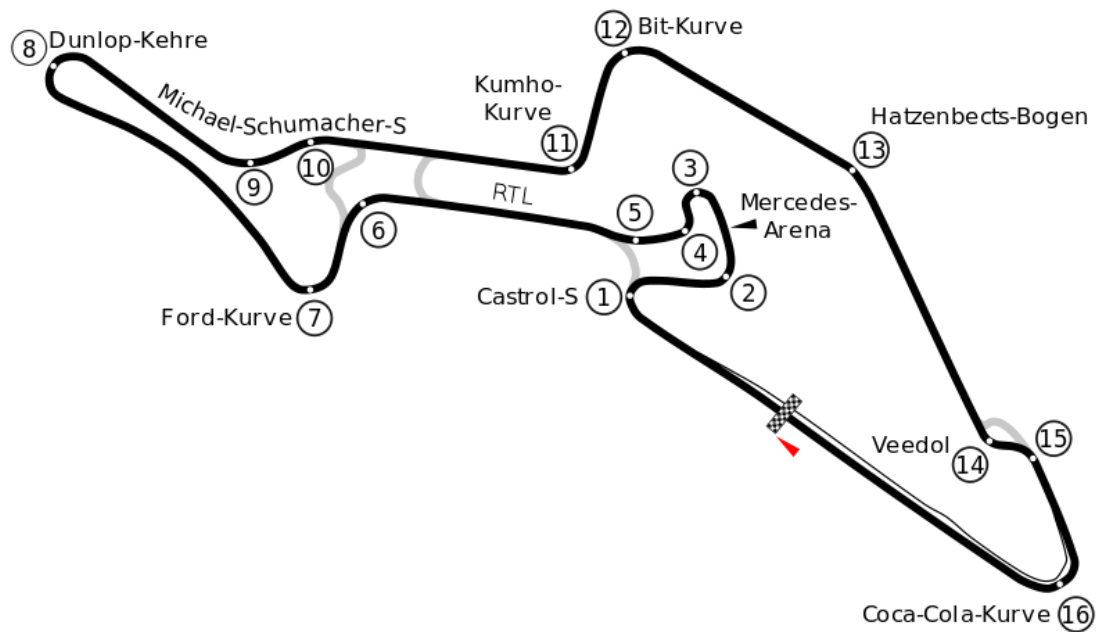


Η πίστα της Monza είναι μια πίστα με μεγάλες ευθείες και στροφές χαμηλής ταχύτητας. Οι αεροδυναμικές ρυθμίσεις είναι υπέρ της τελικής ταχύτητας, καθώς δεν χρειάζεται μεγάλη υποστήριξη από κάθετες δυνάμεις στις στροφές, παρά μόνο κατά το φρενάρισμα.

Ο ταχύτερος χρόνος ήταν αυτός του R. Barrichello το 2004 με 1:21.046 min.

Το Prjct-X μπορεί θεωρητικά να επιτύχει χρόνο χαμηλότερο από 0:59.000 min καθώς η πίστα αυτή συνδυάζει τα κύρια χαρακτηριστικά στα οποία υπερτερεί (μεγάλη τελική ταχύτητα, πλεονέκτημα στις αργές στροφές κάνοντας χρήση της αναρρόφησης, όταν δεν λειτουργούν τα αεροδυναμικά βοηθήματα της Formula 1)!

### 8.3.3 Nurburgring (Γερμανία)



Η πίστα του Nurburgring περιλαμβάνει ευθείες μέτριου μήκους, αρκετές στροφές χαμηλής ταχύτητας, και λίγες υψηλής ταχύτητας. Πάλι, οι αεροδυναμικές ρυθμίσεις πρέπει να συναντήσουν τη χρυσή τομή.

Ο ταχύτερος χρόνος ήταν το 2004 από τον K. Raikkonen 1:13.780 min.

Το Prjct-X μπορεί θεωρητικά να επιτύχει χρόνο κοντά στο 1:01.000 min!

## 9. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Ο συνδυασμός της τεχνογνωσίας που παρουσιάζεται, του σχεδιασμού του Prjct-X, της υλοποίησής του μέσω της 3Δ-Μοντελοποίησης με τη βοήθεια του ALIAS, της τελειοποίησής του σε ρεαλιστικά επίπεδα, η συλλογή δεδομένων για αντιπαραβολή, και ο υπολογισμός των θεωρητικών του επιδόσεων, συνολικά ήταν μια ενδιαφέρουσα πρόκληση.

Το αποτέλεσμα όλων των συνισταμένων απέδωσε ένα αυτοκίνητο, του οποίου τα χαρακτηριστικά ξεπερνάνε αυτά του καλύτερου του είδους κατά πολύ. Του χαρίζουν αεροδυναμικές, μηχανικές και μηχανολογικές επιδόσεις, οι οποίες θα έφταναν στα φυσικά του όρια ακόμα και τον πιο εκπαιδευμένο και ικανό οδηγό. Τα αριθμητικά δεδομένα δημιουργούν την αίσθηση ότι το Prjct-X αψηφάει τους νόμους της σύγχρονης φυσικής.

Προς το παρόν όλα αυτά θα μείνουν σε θεωρητικό επίπεδο, αφού δεν έχει υλοποιηθεί αυτοκίνητο που να προσομοιώνει τις ιδιότητες του Prjct-X, καθώς απαιτείται εργαστηριακή, επιστημονική και τεχνική μελέτη για να εξακριβωθεί εάν ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών που περιγράφονται παραπάνω, είναι κάτι απτό και εφαρμόσιμο.

Ο κύριος ανασταλτικός παράγοντας της υλοποίησης του Prjct-X είναι ο οικονομικός, καθώς θα χρειαστούν υπέρογκα χρηματικά ποσά στις έρευνες ανάπτυξης και υλοποίησης. Όμως με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και ειδικότερα του μηχανοκίνητου αθλητισμού... Που ξέρεις; ...

## 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <http://usa.autodesk.com/alias>
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
- [3] <http://www.formula1.com>
- [4] <http://www.f1scarlet.com>
- [5] <http://www.gocar.gr>
- [6] <http://raceguns.blogspot.gr>
- [7] <http://www.supercars.net>
- [8] <http://www.arielatomgr.gr>
- [9] <http://www.topspeed.com>
- [10] <http://www.inout.gr>
  
- [11] **Νικόλαος Μπιλάλης, Εμμανουήλ Μαραβελάκης**, Συστήματα CAD/CAM και τρισδιάστατη μοντελοποίηση
- [12] **David S. Abert**, Texturing and Modeling, a procedural ζ approach
- [13] **Autodesk Alias Automotive 2012 Tutorials**