



**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

"Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο"

Λυμπερόπουλος Χ. Γεώργιος

Επιβλέπων καθηγητής

Δρ. Βασίλειος Δημητρίου, Καθηγητής Εφαρμογών

ΧΑΝΙΑ 2010

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Βασίλη Δημητρίου για την συνεχή βοήθεια του στην ολοκλήρωση της Πτυχιακής μου εργασίας, επίσης τον Υπεύθυνο Εργαστηρίου Σχεδιομελέτης και Κατεργασιών Δρ. Μανώλη Μαραβελάκη για την παραχώρηση του εργαστηριακού εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και τους συναδέλφους Παπαδουλή Θωδωρή και Μπολανάκη Νικόλαο για την υποστήριξη τους.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ :

- 1. Εξεταστής :** Δρ. Δημητρίου Βασίλειος – Καθηγητής Εφαρμογών.
- 2. Εξεταστής :** Δρ. Μηχ. Μαραβελάκης Εμμανουήλ – Καθηγητής Εφαρμογών - Υπεύθυνος Εργαστηρίου Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών.
- 3. Εξεταστής :** Δρ. Κατσίβελα Ελευθερία –Αναπληρώτρια Καθηγήτρια- Προϊσταμένη Τμήματος – Υπεύθυνη Εργαστηρίου Περιβαλλοντικής Χημείας και Βιοχημικών Διεργασιών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη/Abstract	σελ. 4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Εισαγωγή	σελ. 7
1.1 Η κεντρική ιδέα	σελ. 7
1.2 Αναζήτηση κατάλληλης τεχνικής μοντελοποίησης επιφάνειας	σελ. 7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Ειδικός εξοπλισμός	σελ. 12
2.1 Laser Scanner (Hardware εξοπλισμός)	σελ. 12
2.2 Geomagic Studio (Software εξοπλισμός)	σελ. 15
2.3 Autodesk Inventor (Software εξοπλισμός)	σελ. 16
2.3.1 Βασικές Λειτουργίες του Autodesk Inventor	σελ. 18
2.3.2 Εισαγωγή σημείων από laser σάρωση και επεξεργασία στο Inventor	σελ. 20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Δημιουργία του μοντέλου επιφανειών	σελ. 24
3.1 Προετοιμασία σάρωσης αυτοκινήτου	σελ. 24
3.2 Επεξεργασία με το Geomagic Studio	σελ. 25
3.3 Επεξεργασία με Point Cloud και AutoCAD	σελ. 29
3.4 Μοντελοποίηση επιφάνειας με το Autodesk Inventor	σελ. 31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό προς το περιβάλλον αυτοκίνητο	σελ. 50
4.1 Απόδοση πάχους και υλικού στο μοντέλο επιφάνειας	σελ. 50
4.2 Δημιουργία νέων τμημάτων	σελ. 51
4.3 Δημιουργία Assembly και εισαγωγή νέων και έτοιμων τμημάτων - κοπή και εισαγωγή φωτοβολταϊκού πάνελ	σελ. 58
4.4 Render και F.E.M	σελ. 63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Συμπεράσματα	σελ. 67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 68
ΟΡΟΛΟΓΙΑ	σελ. 70

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετάται και παρουσιάζεται η μοντελοποίηση ενός συμβατικού αυτοκινήτου. Στόχος είναι η δημιουργία ενός υπολογιστικού μοντέλου ικανού να παράσχει τις απαραίτητες πληροφορίες για την υλοποίηση μετατροπών και αλλαγών στο συμβατικό αυτοκίνητο με σκοπό την μετατροπή του σε φιλικό προς το περιβάλλον, μέσα από ένα υπολογιστικό σύστημα. Με βάση το μεγάλο αριθμό παρεμβάσεων και αλλαγών που δύναται να πραγματοποιηθούν στην υλοποίηση ενός τέτοιου στόχου, η παρούσα Πτυχιακή Εργασία επικεντρώνεται στην μοντελοποίηση του κελύφους συμβατικού αυτοκινήτου. Η υλοποίηση του επιφανειακού μοντέλου του αμαξώματος μπορεί να παράσχει οποιαδήποτε γεωμετρική πληροφορία για τα χαρακτηριστικά του πραγματικού αυτοκινήτου. Η δημιουργία ενός τέτοιου μοντέλου αποτελεί τη βάση για την ανάπτυξη ακόμη πιο σύνθετων μοντέλων συμπεριλαμβάνοντας πάχη και υλικά κατασκευής δίνοντας έτσι τη δυνατότητα περαιτέρω μελέτης και επεξεργασίας με Υπολογιστικές Μεθόδους (CAM/FEM).

Για την κατασκευή του επιφανειακού μοντέλου παρουσιάζεται και χρησιμοποιείται η τεχνική της τρισδιάστατης παρεμβολής με καμπύλες υψηλού βαθμού (splines) σε χωρικά σημεία μέσα σε Υπολογιστικό Σχεδιαστικό περιβάλλον (CAD). Η καμπύλες αυτές παρεμβάλλονται σε σημεία που καθορίζουν τα όρια επιφανειακών μπαλωμάτων (surface patches). Τα σημεία αυτά ψηφιοποιούνται με τη βοήθεια laser σαρωτή (laser scanner) και κλασικών μετρήσεων. Η τρισδιάστατη παρεμβολή των καμπυλών μεταξύ τους οδηγεί στη γένεση των τελικών επιφανειών που η μεταξύ τους σύνδεση οδηγεί στο ολοκληρωμένο μοντέλο επιφάνειας. Ακολουθεί περαιτέρω επεξεργασία του μοντέλου επιφάνειας με την προσθήκη υλικών και πάχους, αλλά και επιμέρους τμημάτων και εξετάζεται η προσθήκη φωτοβολταϊκού πάνελ σε αυτό.

Κατά τον τρόπο αυτό πραγματοποιείται το πρώτο από μια σειρά σταδίων μοντελοποίησης και υλοποίησης μετατροπών εικονικά στο αυτοκίνητο, με την αποφυγή του το κόστους και των συνεπειών που μια ανεπιτυχής παρέμβαση μπορεί να επιφέρει στο πραγματικό όχημα. Για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μοντέλου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε CAM, FEM συστήματα είναι απαραίτητη η χρήση ολοκληρωμένου CAD συστήματος. Η σάρωση των επιφανειών με τη βοήθεια Laser σαρωτή δημιουργεί μεγάλες ανομοιομορφίες που χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία. Η υλοποίηση τέτοιων μοντέλων με την βοήθεια επιφανειακών μπαλωμάτων επιβάλλει την χρήση συμβατικών μετρήσεων σε συνδυασμό με νέφη σημείων για την γρήγορη και ορθή παρεμβολή καμπυλών και μετέπειτα επιφανειών σε αυτό σύμφωνα με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία. Έτσι είναι δυνατή η ανάπτυξη ενός μοντέλου επιφάνειας που μπορεί να οδηγήσει σε πιο σύνθετα μοντέλα καθώς και την εισαγωγή και δημιουργία νέων τμημάτων σε αυτά.

Με τον συγκεκριμένο τρόπο λοιπόν δημιουργείται το ολοκληρωμένο μοντέλο του αυτοκινήτου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί περαιτέρω για μελέτη και ανάλυση, με την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Με τον τρόπο αυτό μελετάται η εισαγωγή φωτοβολταϊκού πάνελ στην οροφή του αυτοκινήτου ως πρώτο βήμα για την μετατροπή του σε φιλικό ως προς το περιβάλλον.

ABSTRACT

In this Thesis the modeling of a conventional car is studied and presented. The aim is to create a model capable of providing the necessary information to implement modifications and changes to the conventional car so as to be modified to an environmentally friendly vehicle. Given the large number of interventions and changes that may be made to achieve such a goal, this Thesis focuses on the surface modeling of a conventional car. The creation of the surface model of the car body can provide any information on the geometry of the actual car. The creation of such a model is the basis for developing more complex models that include the materials and constructional characteristics required for further studying and analysis with computational CAM/FEM methods.

For the construction of the surface model the technique of three-dimensional interpolation with high degree curves (splines) through spatial points in a Computer Aided Design Environment (CAD) is presented and used. The curves are inserted into points that define the boundaries of surface patches. These points were digitized with a laser scanner and conventional measurements. The three-dimensional interpolation leads to the creation of the surface patches that apart the global surface model. Further processing of the surface model follows by adding material and thickness and individual parts of the car. A preliminary study for converting the conventional car to an eco-friendly car is also presenting by the addition of a photovoltaic panel.

In this work the first phase of modeling and virtual changing stages for the conversion of the car is completed. This way, costs and consequences that can be caused by an unsuccessful intervention in the actual car can be avoided. For the creation of a complete model that may be used in CAM, FEM systems the use of a complete CAD system is required. Laser scanning of the actual car metallic surfaces creates a relative large noise error that need further computational processing. For the creation of the complete surface model with surface patches, conventional measurements are required. The combination of the conventional measurements with the scanned point cloud leads to accurate interpolated splines and surface patches according to the methodology that is proposed at this work. By this way a complete surface model is developed that can lead to more complicated models allowing the addition and creation of new parts.

By this way, the complete model of the car is created and can be used for further study and analysis by the finite element method (FEM). The placement of photovoltaic panel of the roof of the car is studied as a first step for the transformation of the car to an environmentally friendly.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο σκοπός υλοποίησης της συγκεκριμένης εργασίας είναι στο να συνεισφέρει στην επίλυση σημαντικών προβλημάτων του περιβάλλοντος όπως οι κλιματικές αλλαγές, η μόλυνση και η ανασφάλεια επάρκειας των ενεργειακών πόρων, οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις σε ενέργεια και ο μεγάλος αριθμός συμβατικών παλαιών αυτοκινήτων που κυκλοφορούν παγκοσμίως.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία υλοποιήθηκε στο εργαστήριο Σχεδιομελέτης και Κατεργασιών, στον Τομέα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας του Τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, στο Παράρτημα Χανίων του Τ.Ε.Ι. Κρήτης.

Στο Κεφάλαιο 1 που ακολουθεί, παρουσιάζεται η εισαγωγή της εργασίας όπου αναλύεται η κεντρική ιδέα και η αναζήτηση της κατάλληλης τεχνικής μοντελοποίησης της επιφάνειας του αυτοκινήτου. Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται ο ειδικός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας και ακολουθεί το Κεφάλαιο 3 της επεξεργασίας σαρώσεων που πραγματοποιήθηκαν και η υλοποίηση του μοντέλου επιφάνειας του αυτοκινήτου. Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι δυνατότητες εκμετάλλευσης του μοντέλου επιφάνειας μέσω απόδοσης πάχους και υλικών σε αυτό, καθώς και της δημιουργίας και προσθήκης νέων, στερεών πλέον, τμημάτων που το απαρτίζουν. Τέλος, στο Κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της όλης εργασίας και η βιβλιογραφία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Η κεντρική ιδέα

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στο να συνεισφέρει στην επίλυση του προβλήματος της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος με ατμοσφαιρικούς ρύπους, οι οποίοι προέρχονται από την χρήση υγρών καυσίμων. Τα οφέλη από τη χρήση καθαρής και ανανεώσιμης ενέργειας σε συμβατικά αυτοκίνητα είναι ιδιαίτερα προφανή στην εποχή μας, όπου οι κλιματικές αλλαγές, η ρύπανση και η μείωση των αποθεμάτων των στερεών καυσίμων, αλλά και οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις σε ενέργεια, αποτελούν πρόκληση που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε. Δεδομένου του μεγάλου αριθμού συμβατικών παλαιάς τεχνολογίας αυτοκινήτων που κυκλοφορούν παγκοσμίως, η ιδέα της σταδιακής μετατροπής αυτών σε φιλικά προς το περιβάλλον, αποτέλεσε το έναυσμα για την επιλογή του θέματος της Εργασίας.

Με βάση τον μεγάλο αριθμό παρεμβάσεων και αλλαγών που δύναται να πραγματοποιηθούν στην υλοποίηση ενός τέτοιου στόχου, η παρούσα Πτυχιακή Εργασία επικεντρώνεται στην μοντελοποίηση του εξωτερικού κελύφους του αυτοκινήτου. Η υλοποίηση του επιφανειακού μοντέλου του αμαξώματος μπορεί να παράσχει οποιαδήποτε γεωμετρική πληροφορία για τα χαρακτηριστικά του πραγματικού αυτοκινήτου. Η δημιουργία ενός τέτοιου μοντέλου αποτελεί τη βάση για την ανάπτυξη ακόμη πιο σύνθετων μοντέλων με πάχη και υλικά κατασκευής, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα περαιτέρω μελέτης και επεξεργασίας με Υπολογιστικές Μεθόδους (CAM/FEM). Κατά τον τρόπο αυτό, πραγματοποιείται το πρώτο από μια σειρά σταδίων μοντελοποίησης και υλοποίησης μετατροπών στο συνολικό αυτοκίνητο. Η όλη διαδικασία θα αποτελέσει γενικό τρόπο δράσης, καθώς τα ψηφιακά μοντέλα κάθε αυτοκινήτου καθοδηγούν σωστά την πραγματική μετατροπή, χωρίς όμως το κόστος και τις συνέπειες που μια ανεπιτυχής παρέμβαση μπορεί να επιφέρει στο πραγματικό όχημα.

Πρέπει να αναφερθεί ότι η χρήση τρισδιάστατων υπολογιστικών μοντέλων με μεθόδους CAD/CAM/FEM έχει πλέον καθιερωθεί ως μέθοδος μελέτης τέτοιων διαδικασιών τόσο σε επεξεργασία και ανάλυση κατασκευών όσο και στη μελέτη φυσικών προβλημάτων. Η οριοθέτηση και επιλογή των μεθόδων και εργαλείων για την υλοποίηση αυτής περιγράφονται στα Κεφάλαια που θα ακολουθήσουν.

1.2 Αναζήτηση κατάλληλης τεχνικής μοντελοποίησης της επιφάνειας.

Για τις ανάγκες της Πτυχιακής Εργασίας, επιλέχθηκε ένα κλασικό συμβατικό αυτοκίνητο της δεκαετίας του εβδομήντα μάρκας Opel τύπου Ascona, χρονολογίας 1978 όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.1, με βάση το ότι αυτή η κατηγορία αυτοκινήτων αποτελεί μια από τις βασικότερες ομάδες ρυπογόνων οχημάτων που κυκλοφορούν ακόμη ευρέως στους αυτοκινητόδρομους.



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Opel Ascona 1978

Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 1.1



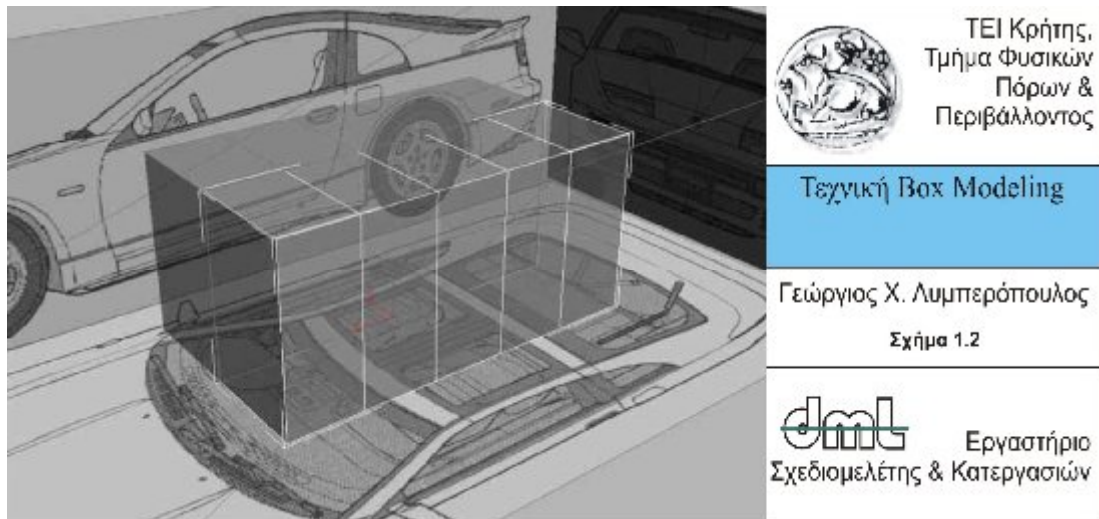
Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Η μεθοδολογία που υιοθετήθηκε για την ψηφιακή αναπαραγωγή και κατασκευή του επιφανειακού κελύφους του αυτοκινήτου βασίζεται στη σύγχρονη τεχνική μοντελοποίησης επιφανειών, Surface Modeling του πεδίου της Υπολογιστικής Γεωμετρίας (Computational Geometry). Η όλη διαδικασία μοντελοποίησης και γεωμετρικής απεικόνισης των επιφανειών βασίζεται πλέον στους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές που με τη βοήθεια υπολογιστικών προγραμμάτων πραγματοποιείται η δημιουργία και η ανάλυση της γεωμετρίας επιφανειών, με αποτέλεσμα την ρεαλιστικότερη και πλέον ακριβέστερη απεικόνιση της υπό μελέτη επιφάνειας.

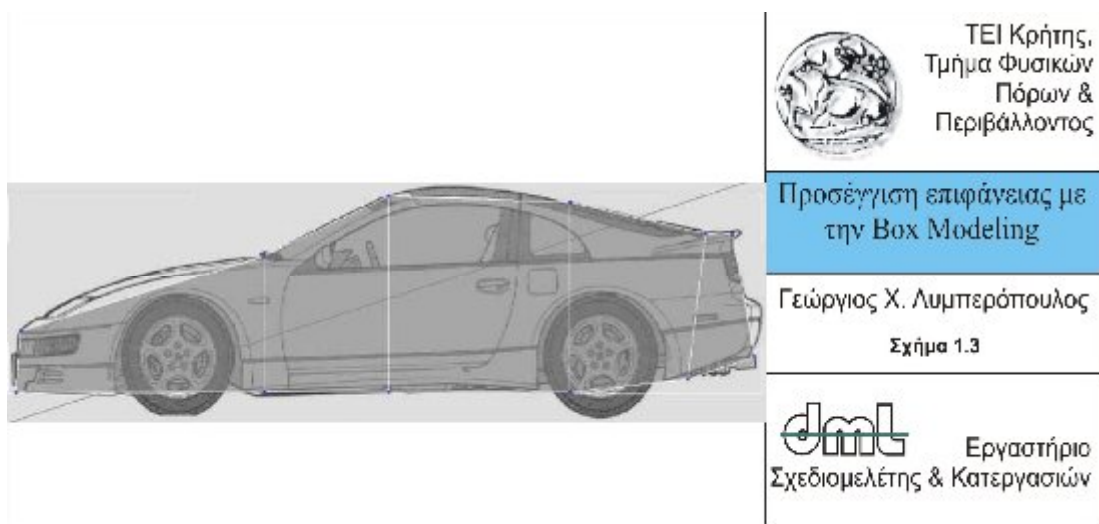
Ο όρος Υπολογιστική Γεωμετρία με τη σημερινή του έννοια έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται από το 1971 [1]. Η Combinatorial και η Αριθμητική υπολογιστική γεωμετρία αποτελούν τους δύο βασικούς κλάδους της υπολογιστικής γεωμετρίας. Η Combinatorial ονομάζεται επίσης και αλγοριθμική γεωμετρία και ασχολείται με γεωμετρικά αντικείμενα ως διακριτές οντότητες. Η αριθμητική υπολογιστική γεωμετρία, ονομάζεται επίσης και μηχανική γεωμετρία, με τη βοήθεια υπολογιστή γεωμετρικού σχεδιασμού (CAD) ή γεωμετρική μοντελοποίηση. Περιλαμβάνει κυρίως την απεικόνιση πραγματικών αντικειμένων, όπως στην περίπτωση μας για το κέλυφος του αυτοκινήτου, σε μορφές κατάλληλες για υπολογισμούς σε υπολογιστή και CAD/CAM συστήματα. Αυτός ο κλάδος μπορεί να θεωρηθεί ως μια περαιτέρω ανάπτυξη της περιγραφικής γεωμετρίας και συχνά θεωρείται ως ο κλάδος των γραφικών απεικονίσεων ή CAD [2]. Σε περιπτώσεις δημιουργίας επιφανειακών μοντέλων και ειδικά επιφανειών αυτοκινήτου χρησιμοποιείται η τεχνική Box Modeling και κυρίως σε συνδυασμό με το πρόγραμμα απεικόνισης Autodesk 3Ds Max. Για την υλοποίηση της μεθόδου είναι απαραίτητη η χρήση σχεδίων blueprints τα οποία περιγράφουν την υπό διαμόρφωση γεωμετρία. [3]

Για την εφαρμογή της μεθόδου χρησιμοποιείται ένα αρχικό εξάεδρο κιβώτιο όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.2 το οποίο σταδιακά διαμορφώνεται, μέσα από παρεμβολές καμπυλών με βάση τα σχέδια blueprints που έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα.

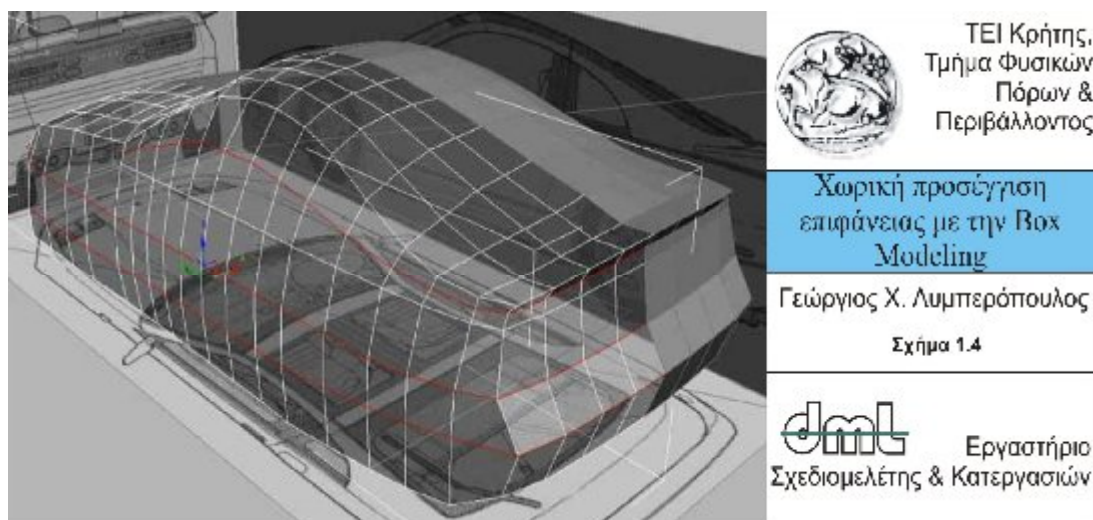
Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



Στο Σχήμα 1.3 βλέπουμε πως σταδιακά προσεγγίζεται η γεωμετρία της περιφέρειας του αυτοκινήτου με βάση το κατασκευαστικό σχέδιο του αυτοκινήτου.



Στη συνέχεια η προσέγγιση πραγματοποιείται και στις τρεις διαστάσεις με στόχο να απεικονιστεί η χωρική επιφάνεια όλου του αυτοκινήτου, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.4.

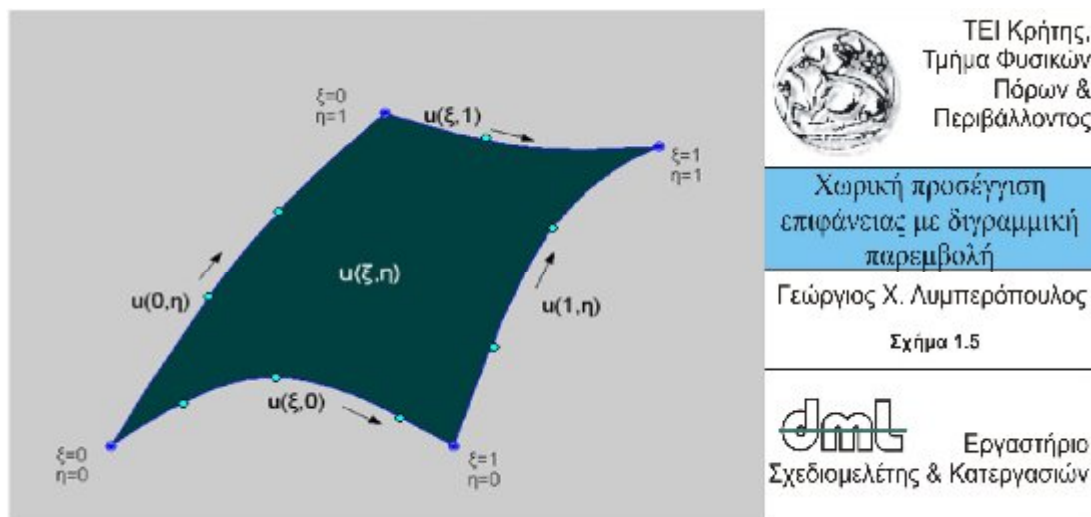


Αν και η τεχνική Box Modeling αποτελεί μια γρήγορη, σε εφαρμογή, μέθοδο τρισδιάστατης απεικόνισης, τα βασικά μειονεκτήματα που τη χαρακτηρίζουν είναι η απώλεια ακρίβειας στο τελικό μοντέλο, καθώς όλη η τεχνική βασίζεται στον σχεδιασμό πάνω σε εικόνες, η αδυναμία εκμετάλλευσης του τελικού αρχείου με CAM/FEM μεθόδους, η περαιτέρω απώλεια δεδομένων όταν επιχειρείται η μεταγλώττιση των τελικών αρχείων απεικόνισης και η αδυναμία εύρεσης σχεδίων blueprints.

Βασιζόμενοι στην λογική της τεχνικής Box Modeling και έχοντας ως στόχο την καλύτερη δυνατή προσέγγιση του επιφανειακού κελύφους του αυτοκινήτου σε ολοκληρωμένο CAD περιβάλλον για την περαιτέρω ανάλυση με CAM/FEM μεθόδους, αναζητήθηκε μέθοδος που να μπορεί να οδηγήσει με ευκολία σε επιφανειακό CAD μοντέλο γρήγορα και διατηρώντας την επιθυμητή ακρίβεια. Για τη δημιουργία επιφανειακών χωρίων με τη βοήθεια παρεμβολής, επιλέχθηκε από τη βιβλιογραφία η μέθοδος επιφανειακής μοντελοποίησης με τη βοήθεια μπαλωμάτων (surface patches) [4,5].

Για την υλοποίηση της μεθόδου είναι απαραίτητη η περιγραφή των οριακών καμπυλών των επιφανειακών μπαλωμάτων μέσω πολυωνύμων παρεμβολής. Δεδομένου ότι η συνολική επιφάνεια του αυτοκινήτου αποτελείται από συνδεδεμένα μεταξύ τους επιφανειακά μπαλώματα, η κατασκευή και διασύνδεση αυτών δύναται να οδηγήσει στο τελικό μοντέλο επιφάνειας καθώς κάθε οριακή καμπύλη είναι κοινή και δένει το κάθε επιφανειακό μάλωμα με το γειτονικό του. Με στόχο τη δημιουργία επιφανειακών μπαλωμάτων και την τεχνική Box Modeling που βασίζεται στην περιγραφή επιφανειών βάση των οριακών καμπυλών, αναζητήθηκε ο καλύτερος τρόπος ψηφιοποίησης των οριακών καμπυλών των χαρακτηριστικών επιφανειών του αυτοκινήτου.

Τέτοιες τεχνικές επιφανειακής μοντελοποίησης επιφανειών μέσω παρεμβολής οριακών καμπυλών έχουν μελετηθεί και χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στο παρελθόν από τους S.A Coons [6] για την αυτοκινητοβιομηχανία και εξελίχθηκαν για τη μοντελοποίηση κατασκευής επιφανειακών πλεγμάτων από τους Α. Κανάραχο, Β. Δημητρίου [7,8]. Στα άρθρα αυτών, οριακές πολυωνυμικές καμπύλες παρεμβάλλονται σε σημεία που χαρακτηρίζουν τα όρια των προς μοντελοποίηση επιφανειών και στη συνέχεια πραγματοποιείται διγραμμική παρεμβολή των καμπυλών μεταξύ (bilinear blending) τους ώστε να γεννηθεί το επιφανειακό μάλωμα της επιφάνειας (Σχήμα 1.5).



Στο Σχήμα 1.5 παρουσιάζεται η τεχνική της παρεμβολής, όπου τέσσερις πολυωνυμικές οριακές καμπύλες παρεμβάλλονται στα οριακά σημεία της επιφάνειας και η μετέπειτα διγραμμική παρεμβολή αυτών αποδίδει σύμφωνα με τις κατευθύνσεις των βελών το τελικό επιφανειακό μπάλωμα.

Αποσκοπώντας στη χρήση της τεχνικής αυτής, επιλέχθηκε το ολοκληρωμένο σύστημα CAD Inventor της εταιρείας Autodesk, που μπορεί να προσφέρει μέσω της χρήσης πολυωνυμικών παρεμβολών splines σε σημεία τις επιθυμητές οριακές καμπύλες και με την παρεμβολή αυτών μέσω lofting τα τελικά επιφανειακά μπαλώματα που θα οδηγήσουν στην τελική επιφάνεια. Πρόσφατες δημοσιεύσεις κατασκευής επιφανειών στο συγκεκριμένο πρόγραμμα έχουν επιβεβαιώσει την σωστή δημιουργία χωρικών επιφανειών σε αυτό και αποτέλεσαν το έναυσμα της επιλογής [9,10].

Για τη λήψη των σημείων που χαρακτηρίζουν τα όρια των επιφανειακών μπαλωμάτων επιλέχθηκε η μέθοδος του laser scanning, με τη βοήθεια του 3D σαρωτή το οποίο διαθέτει το εργαστήριο Σχεδιομελέτης και Κατεργασιών, και συγκεκριμένα το 3D Scanner Vivid 910. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία του νέφους σημείων που θα σαρωθούν είναι το Geomagic Studio.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΙΔΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ο εργαστηριακός ειδικός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε (hardware/software) για την υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας και οι βασικές δυνατότητες και λειτουργίες που χρησιμοποιήθηκαν για την ολοκλήρωση της μοντελοποίησης του αυτοκινήτου.

2.1 Laser Σαρωτής (Hardware εξοπλισμός)

Το 3D scanner είναι ένας σαρωτής που παρέχει τα εργαλεία για να δημιουργήσουμε ακριβή, υψηλής ποιότητας 3D μοντέλα όπως επίσης και μετρήσεις από φωτογραφίες. Το 3D scanner έχει την δυνατότητα σάρωσης αντικειμένων και λήψεων μέτρησεων καθώς και ανίχνευση φωτογραφιών για να παράγει πυκνό σύννεφο σημείων και πλέγμα επιφανειών. Το εργαστήριο Σχεδιομελέτης και Κατεργασιών διαθέτει το 3D σαρωτή VIVID 910 που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.1.



Η σειρά Vivid των 3D σαρωτών είναι προϊόν επιλογής για μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών. Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου 3D Laser σαρωτή είναι η ευκολία χρήσης της κάμερας καθώς και η ευκολία φορητότητας, η γρήγορη σάρωση και η πολύ καλή σχέση απόδοσης-τιμής.

Ο Vivid 910 έχει ένα σκόπευτρο και μια μονάδα βάσης γρήγορης απελευθέρωσης (Σχήμα 2.2). Στο αριστερό μέρος του σαρωτή υπάρχει διακόπτης on/off για την έναρξη λειτουργίας του σαρωτή, μία θύρα τροφοδοσίας εναλλασσόμενου (AC) ρεύματος και δύο θύρες SCSI που συνδέουν τον σαρωτή με τον υπολογιστή μέσω του προγράμματος Polygon Editing Tool (PET) με σκοπό την ανασκόπηση του αποτελέσματος της σάρωσης.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Παρουσίαση 3D Laser σαρωτή
VIVID 910

Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος
Σχήμα 2.2



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Τέλος, στο πίσω μέρος του σαρωτή υπάρχει ένα πάνελ με στόχο την χειροκίνητη χρήση του σε περίπτωση που δεν υπάρχει υπολογιστής από τον οποίο πραγματοποιείται η σάρωση έχοντας όλες τις απαραίτητες επιλογές όπως εστίαση, απόσταση σάρωσης κ.λπ. όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.3.



a



b



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Πίσω (b) και αριστερό (a)
μέρος 3D Laser σαρωτή VIVID
910

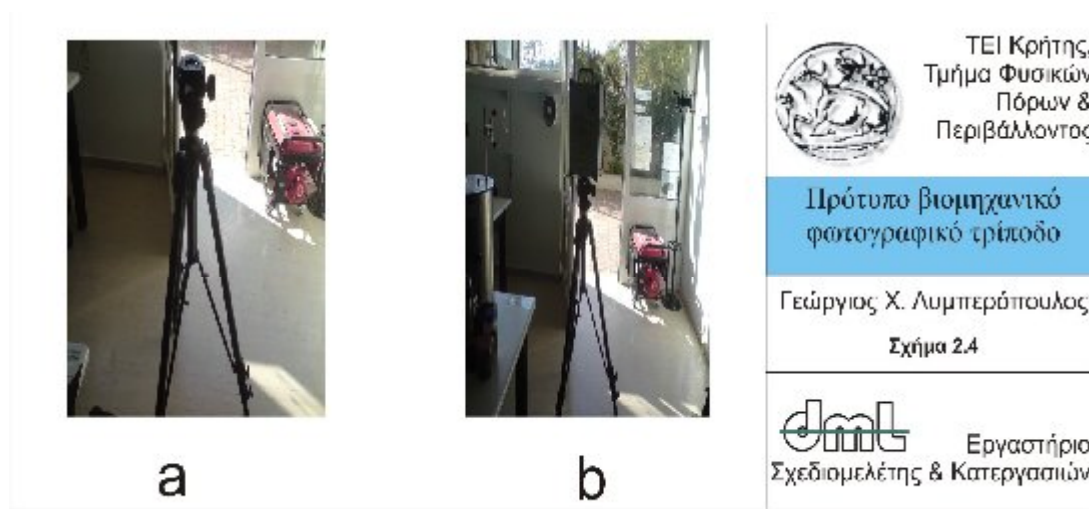
Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος
Σχήμα 2.3



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Ο σαρωτής μπορεί να υποστηριχθεί σε πρότυπο βιομηχανικό φωτογραφικό τρίποδο όπως επίσης μπορεί να προσανατολιστεί σε οποιαδήποτε θέση απαιτείται για την βέλτιστη σάρωση όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.4.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



Με 76.000 σημεία ανά 0.3 δευτερόλεπτα ο Vivid 910 σαρωτής είναι ιδανικός ακόμα και για σάρωση ανθρώπων εξαλείφοντας ακόμη και την θαμπάδα που προκαλείται από την κίνηση. Το laser το οποίο χρησιμοποιείται είναι εντελώς ασφαλές για τα μάτια. Ο συγκεκριμένος σαρωτής μπορεί να σαρώσει περιοχές από 8x11 cm έως 90x120 cm ενώ το αντικείμενο που είναι προς σάρωση μπορεί να βρίσκεται από 0.6 έως 2 μέτρα από την θέση που βρίσκεται ο σαρωτής. Το Dense Surface Modelling που παρέχει ο συγκεκριμένος Laser σαρωτής χρησιμοποιείται σε κάθε εφαρμογή στην οποία χρειάζεται ένας μεγάλος αριθμός 3D σημείων[11].

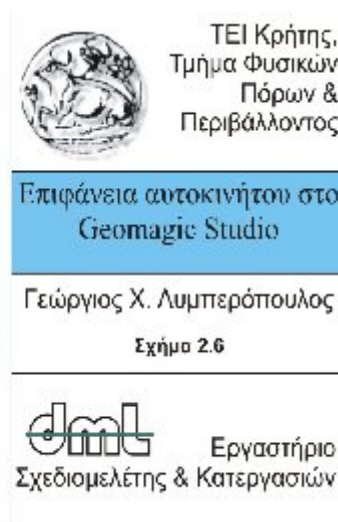
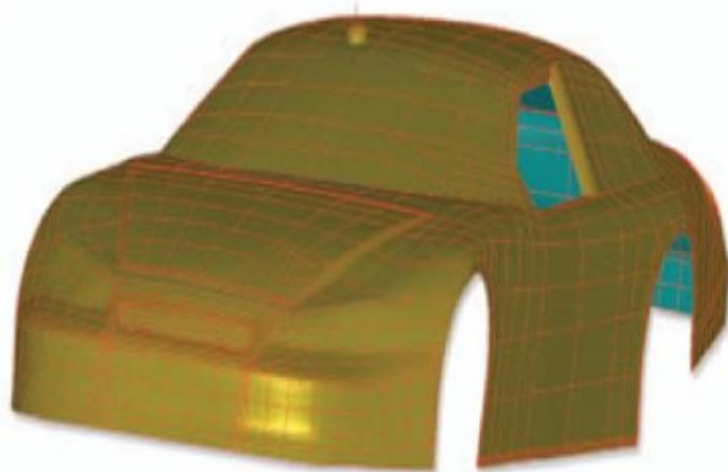
Ο λόγος που είναι διαδεδομένο το συγκεκριμένο εργαλείο είναι το πλήθος των εφαρμογών που καλύπτει όπως: Αρχιτεκτονική και Διατήρηση, Αρχαιολογικές ανασκαφές, Μουσείο / επιμέλεια, Εξόρυξη, Ανασκαφή και Γεωτεχνική, Έργα Πολιτικών Μηχανικών, Έργα Μηχανολόγων Μηχανικών και Βιομηχανικής Μέτρησης, Ιατρική. Στο Σχήμα 2.5 παρουσιάζονται ενδεικτικά αρχαιολογικές εφαρμογές [12].



2.2 Geomagic Studio (Software εξοπλισμός)

Το Geomagic Studio παράγει ψηφιακό μοντέλο από οποιοδήποτε φυσικό μέρος. Αποτελεί κατάλληλο λογισμικό για την αυτοματοποιημένη αντίστροφη μηχανική. Διαθέτει αυτόματα χαρακτηριστικά και απλοποιημένη ροή εργασίας που μειώνουν τον χρόνο εκπαίδευσης και επιτρέπουν στους χρήστες να παρακάμψουν κουραστικές και επίπονες εργασίες. Υπάρχει χειροκίνητη ένωση πολλαπλών σημείων νεφών με 1-point και n-point, αυτόματη καταχώρηση πολλαπλών σημείων νεφών με στόχο (εργαλείο ball) την καταχώρηση και συγχώνευση Αυτόματων πολλαπλών σαρώσεων[12].

Το Geomagic Studio δημιουργεί επιφάνεια NURBS με ένα κλικ όταν η προηγμένη ρύθμιση δεν είναι απαραίτητη, εύκολα δημιουργεί τέσσερις προσόψεις patches για την θεμελίωση της επιφάνειας NURBS, εντοπίζει και επιδιορθώνει σφάλματα μπαλωμάτων, καθορίζει αυτόματα τις παραμέτρους και τέλος προσδίδει με χαρακτηριστικά και καμπύλες τις επιφάνειες. Το εν λόγω πρόγραμμα υπολογίζει ένα μεγάλο αριθμό σημείων στην επιφάνεια ενός αντικειμένου, και παράγει ένα νέφος σημείων ως ένα αρχείο δεδομένων. Το νέφος σημείων αντιπροσωπεύει την ορατή επιφάνεια του αντικειμένου που έχει σαρωθεί ή ψηφιοποιηθεί. Το νέφος σημείων χρησιμοποιείται για πολλούς σκοπούς, συμπεριλαμβανομένης και της δημιουργίας 3D μοντέλων CAD για τμήματα που κατασκευάζονται, καθώς και μια πληθώρα οπτικοακουστικών, παραμετροποίησης και απόδοσης μάζας, εφαρμογών. Γενικά, το ίδιο το νέφος σημείων από μόνο του δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα στις περισσότερες 3D εφαρμογές, και ως εκ τούτου συνήθως μετατρέπονται σε μοντέλα από τριγωνικά πλέγματα, NURBS επιφάνειες μοντέλων, ή CAD μοντέλα μέσω μιας διαδικασίας που συνήθως αναφέρεται ως αντίστροφη μηχανική (Reverse Engineering), έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς [13]. Ένα τέτοιο μοντέλο παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.6.



Οι τεχνικές για την μετατροπή ενός νέφους σημείων σε τριγωνικό πλέγμα περιλαμβάνουν την τριγωνοποίηση Delaunay αλλά και πιο πρόσφατες τεχνικές όπως Marching τρίγωνα, Marching κύβους και του Ball-Pivoting αλγόριθμου. Μία εφαρμογή στην οποία το νέφος των σημείων χρησιμοποιείται άμεσα είναι η βιομηχανική μετρολογία.

Το νέφος σημείων ενός κατασκευασμένου κομματιού μπορεί να ευθυγραμμιστεί με ένα μοντέλο CAD (ή ακόμα και ένα άλλο νέφος σημείων) και να συσχετιστεί με αυτό. Από το νέφος σημείων μπορούν να εξαχθούν απευθείας οι γεωμετρικές διαστάσεις.

Με βάση όλα αυτά τα χαρακτηριστικά του προγράμματος, η χρήση του θα πραγματοποιηθεί με σκοπό να πάρουμε το νέφος σημείων του σαρωμένου αυτοκινήτου. Στην συνέχεια, μετά από κατάλληλη επεξεργασία να το εισάγουμε σε κατάλληλη μορφή αρχείου στο πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Autodesk Inventor με σκοπό να δημιουργήσουμε τις οριακές καμπύλες του αμαξώματος και μετέπειτα τις επιφάνειες αυτού.

2.3 Autodesk Inventor (Software εξοπλισμός)

Η εξέλιξη των προγραμμάτων CAD είναι ανάλογη με την εξέλιξη των υπολογιστών. Η συνεχώς αυξανόμενη υπολογιστική δύναμη των προσωπικών ηλεκτρονικών υπολογιστών δημιούργησε σχεδιαστικά προγράμματα ολοένα και καλύτερα. Τα τελευταία σε συνεργασία με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των κατεργασιών των υλικών μας δίνουν τις πολυποίκιλες διαμορφώσεις και τα σχήματα που έχουν τα σημερινά προϊόντα. Σε αυτό συνδράμει καθοριστικά η συνεργασία των προγραμμάτων αυτών με τις εργαλειομηχανές κοπής (CNC).

Σήμερα η στροφή στον τρισδιάστατο σχεδιασμό τεμαχίων είναι γεγονός και αυτό γιατί το τρισδιάστατο σχέδιο υπερτερεί:

- Ακριβή απεικόνιση τεμαχίου
- Φωτορεαλισμού
- Εποπτικό πρώτο έλεγχο ότι το τεμάχιο είναι σωστό
- Όταν γίνει το τρισδιάστατο σχέδιο εύκολα μπορούμε να περάσουμε στο δισδιάστατο με απεικόνιση όλων των όψεων και τομών.
- Στα τελευταία 3D προγράμματα υπάρχει δυνατότητα παραμετροποίησης για τις ανάγκες της μαζικής παραγωγής.

Παρόλα αυτά υπάρχουν και δυσκολίες εξαιτίας των οποίων σε μερικές περιπτώσεις το δισδιάστατο σχέδιο προτιμάται μέχρι και σήμερα:





- Συνήθως ο χρόνος κατασκευής των σχεδίων είναι μεγαλύτερος.
- Το τρισδιάστατο σχέδιο απαιτεί πιο εξειδικευμένο προσωπικό και μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ.

Μερικά από τα λογισμικά CAD τα οποία λαμβάνουν μεγάλης αποδοχής από τις βιομηχανίες είναι:

- Autodesk Mechanical Desktop
- Pro-Engineer
- SDRC I-DEAS
- Autodesk Inventor
- Solid Works

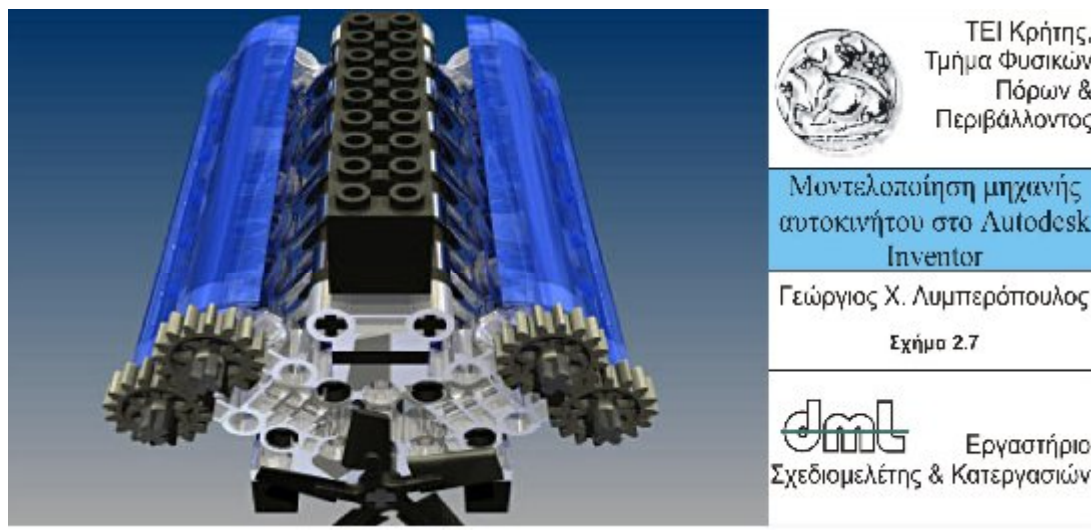
Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το Autodesk Inventor το οποίο είναι ένα πρόγραμμα CAD το οποίο έχει ένα πολύ φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον και ένα σχετικά εύκολο τρόπο σχεδιαστικής λογικής. Το Inventor ασχολείται με οντότητες δηλαδή η σχεδιαστική λογική του έχει να κάνει με προσθήκη ή αφαίρεση υλικού με διάφορους τρόπους ενώ υπάρχουν εντολές οι οποίες εξομοιώνουν πραγματικές κατεργασίες ελασμάτων όπως ακριβώς γίνονται στην πραγματικότητα όπως βαθιά κοίλανση, κ.α.

Υπάρχουν τέσσερα είδη αρχείων τα οποία δημιουργεί το παρόν σχεδιαστικό πακέτο. Αυτοί οι τύποι παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Όνομα Αρχείου	Σύμβολο	Κατάληξη Αρχείου
Τεμάχιο (Part)		ipt
Συναρμολογημένο (Assembly)		iam
Σχέδια (Drawings)		idw
Παρουσίαση (Presentation)		ipn

Πίνακας 2.3.1 Τύποι Αρχείων του Autodesk Inventor

Ο σχεδιαστής σχεδιάζει το κάθε τεμάχιο ξεχωριστά και το αποθηκεύει σαν αρχεία σαν τεμάχιο (part). Τα αρχεία αυτής της μορφής έχουν κατάληξη *.ipt. Στη συνέχεια τα συναρμολογεί και δημιουργεί την συναρμολογημένη κατασκευή (Assembly). Τα αρχεία αυτής της μορφής έχουν κατάληξη *.iam. Ένα τέτοιο Assembly παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.7 όπου αφού κατασκευάστηκαν τα τμήματα μιας μηχανής αυτοκινήτου σε parts (*.ipt) συνδέθηκαν μεταξύ τους για να αποτελέσουν το τελικό μοντέλο.



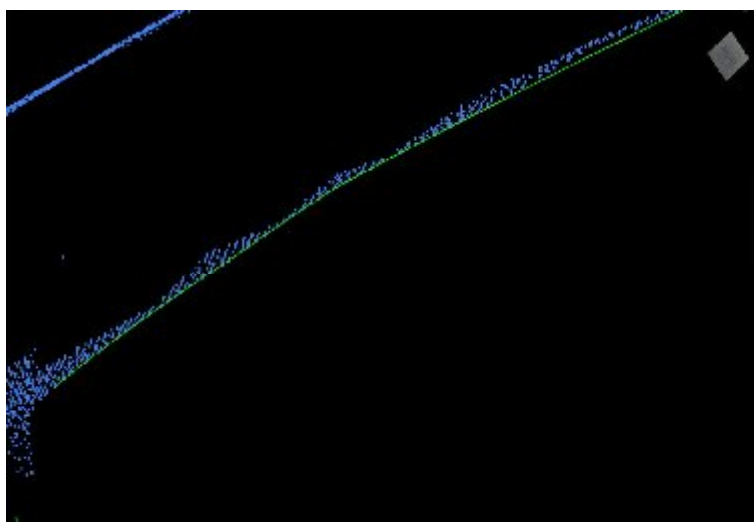
Βασικά προτερήματα του σχεδιαστικού πακέτου Autodesk Inventor είναι η παραμετρική σχεδίαση και μοντελοποίηση. Δηλαδή οι διαστάσεις των τεμαχίων εύκολα μπορούν να αλλάζουν ανάλογα με τις ανάγκες των μηχανικών και χωρίς ο σχεδιαστής να χρειάζεται να κάνει το σχέδιο από την αρχή. Το πρόγραμμα περιλαμβάνει δύο ακόμα βασικές εφαρμογές, την Stress Analysis και το Inventor Studio.

Η εφαρμογή Stress Analysis χρησιμοποιείται στο πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Autodesk Inventor για στατικές αναλύσεις μοντέλων μέσω πεπερασμένων στοιχείων FEM (Finite Element Method). Η συγκεκριμένη εφαρμογή παίζει πάρα πολύ σημαντικό ρόλο στην σχεδίαση και την μοντελοποίηση των αντικειμένων καθώς με τις στατικές αναλύσεις το μοντέλο μπορεί να διορθωθεί αποφεύγοντας το κόστος και τον χρόνο που θα δημιουργούσε μια πραγματική παρέμβαση πριν να ελεγχθεί. Το Inventor Studio χρησιμοποιείται για την παρουσίαση και την απεικόνιση του μοντέλου. Με μεγάλη ποικιλία επιλογών καμερών και φωτισμού και επιλέγοντας την εντολή render μπορούμε να απεικονίσουμε φωτορεαλιστικά το μοντέλο που κατασκευάστηκε.

2.3.1 Βασικές Λειτουργίες του Autodesk Inventor

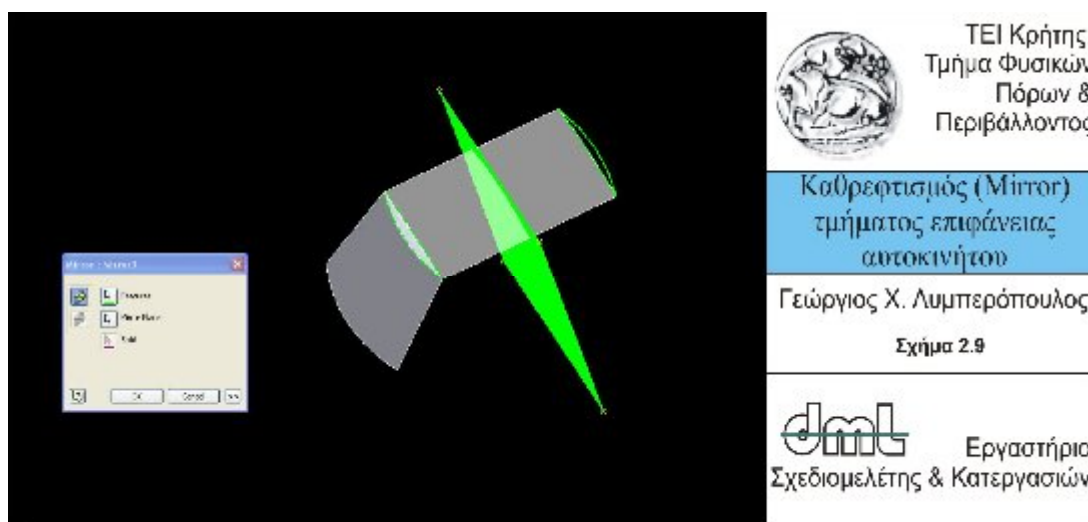
Με βάση το γεγονός της καθολικής μοντελοποίησης του αυτοκινήτου στο λογισμικό Inventor, κρίνεται απαραίτητο στο σημείο αυτό να επεξηγηθούν οι λειτουργίες αυτού που χρησιμοποιήθηκαν στο μεγαλύτερο βαθμό για τη δημιουργία του μοντέλου που ακολουθεί στα Κεφάλαια 3 και 4.

- **2D Sketch:** Η συγκεκριμένη εντολή διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην τρισδιάστατη μοντελοποίηση κάθε επιφάνειας και γι' αυτό το λόγο ανοίγοντας το πρόγραμμα μας μεταφέρει αμέσως στο 2D Sketch. Επιλέγοντας την συγκεκριμένη εντολή μεταφερόμαστε σε περιβάλλον δισδιάστατης σχεδίασης. Το περιβάλλον σχεδιασμού είναι παρεμφερές με αυτό του AutoCAD.
- **3D Sketch:** Είναι το περιβάλλον τρισδιάστατης σχεδίασης έχοντας τις ίδιες σχεδόν επιλογές με το 2D Sketch. Η μεγάλη διαφορά είναι η δυνατότητα σχεδίασης στο χώρο και η χρήση τρισδιάστατων σημείων και splines.
- **Project Geometry:** Την συγκεκριμένη εντολή την χρησιμοποιούμε κυρίως σε 2D Sketch. Χρησιμοποιείται για να προβάλλει επιφάνειες ή γραμμές πάνω σε ένα επίπεδο αναφοράς. Η συγκεκριμένη εντολή χρησιμοποιήθηκε πολύ συχνά στην περίπτωση μας καθώς με την βοήθειά της εξοικονομήσαμε χρόνο στην δημιουργία πάρα πολλών 2D Sketch σε διαφορετικά επίπεδα αναφοράς τα οποία έπρεπε να δημιουργηθούν.
- **2D και 3D Spline:** Η εντολή spline χρησιμοποιείται και σε δισδιάστατο αλλά και σε τρισδιάστατο περιβάλλον σχεδίασης. Η λειτουργία της συγκεκριμένης εντολής είναι η δημιουργία ομαλών καμπυλών παρεμβολής σε σημεία μηδενίζοντας από μόνη της την παράγωγο (Σχήμα 2.8).

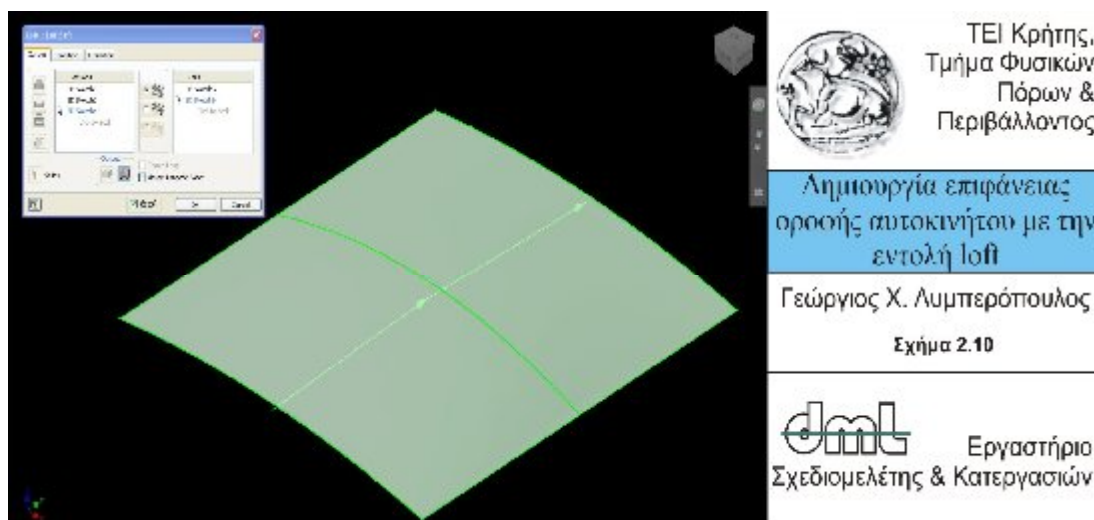


	ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος
Δημιουργία 3D spline που παρεμβάλλεται σε σημεία	
Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος	
Σχήμα 2.8	
	Εργαστήριο Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

- **Rectangular:** Η συγκεκριμένη εντολή βρίσκεται σε κάθε περιβάλλον εργασίας και η λειτουργία της είναι να αντιγράφει όσες φορές επιθυμούμε ένα απλό σχέδιο ή ακόμα και ένα ολόκληρο μοντέλο επιφάνειας και να το αποδίδει προς οριζόντιες ή κάθετες διευθύνσεις που επιλέγουμε αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο την επανάληψη της ίδιας διαδικασίας.
- **Mirror:** Η συγκεκριμένη εντολή καθρεφτίζει ένα σχέδιο ή και ένα δημιούργημα (feature), με βάση το επίπεδο αναφοράς που θα του ορίσει ο χρήστης (Σχήμα 2.9).



- **Plane:** Η συγκεκριμένη εντολή βρίσκεται και αυτή σε κάθε περιβάλλον εργασίας και η λειτουργία της είναι να δημιουργεί επίπεδα αναφοράς με βάση επιφάνειες, σημεία ή άξονες που ορίζονται από το χρήστη. Ένα τέτοιο επίπεδο αναφοράς περιγράφεται και στο Σχήμα 2.9 το οποίο δημιουργήθηκε για τον καθρεφτισμό ενός τμήματος.
- **Extrude:** Η εντολή Extrude βρίσκεται στο περιβάλλον εργασίας της δημιουργίας του μοντέλου. Είναι μια λογική πράξη (Boolean) όπου με βάση το Sketch που θα επιλεγεί δημιουργούνται ή αφαιρούνται επιφάνειες και στερεά σώματα.
- **Thicken/Offset:** Η συγκεκριμένη εντολή μπορεί να αποδώσει ή και να αφαιρέσει πάχος από κάθε επιφάνεια του μοντέλου.
- **Loft:** Η εντολή Loft είναι πολύ σημαντική στο συγκεκριμένο πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης και διαδραμάτισε τον καθοριστικότερο ρόλο στη δημιουργία της επιφάνειας του αυτοκινήτου. Η λειτουργία της είναι να δημιουργεί επιφάνεια με βάση πολλά προφίλ με διαφορετικά σχήματα σε ξεχωριστά επίπεδα ή επίπεδα αναφοράς. Για να ελέγξουμε την μορφή και να αποτραπεί η στρέβλωση ή η παραμόρφωση των σχημάτων που δημιουργούνται με την εντολή loft, προσθέτουμε rails loft που είναι 2D είτε 3D καμπύλες που διασταυρώνονται σε κάθε ένα τμήμα. Με βάση την Loft επιτυγχάνεται η επιθυμητή παρεμβολή ανάμεσα στις οριακές καμπύλες των μπαλωμάτων των επιφανειών όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.10. Το αρχικό προφίλ (sketch) που κατασκευάστηκε και αποτελεί το ένα όριο του μπαλώματος, παρεμβάλλεται με το μεσαίο και καταλήγει στο τελικό ακολουθώντας τα ακριανά rails αποδίδοντας την τελική επιφάνεια παρεμβολής όπως περιγράφηκε και στην εισαγωγή.



2.3.2 Εισαγωγή σημείων από laser σάρωση και επεξεργασία στο Inventor

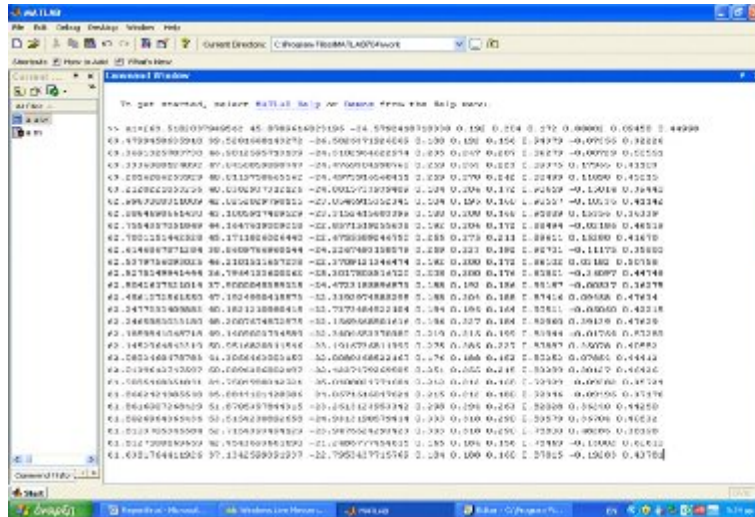
Για την επιβεβαίωση της ορθότητας της καθολικής ιδέας που αφορά την εισαγωγή σημείων σάρωσης στο πρόγραμμα Inventor και τη δημιουργία του τελικού μοντέλου αλλά και τον έλεγχο του χρόνου και των διαδικασιών που θα απαιτηθούν, ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία ελέγχου.

Αρχείο μορφής *.txt το οποίο περιείχε τις συντεταγμένες x, y και z από αρχαίο βάζο που είχε σαρωθεί με το 3D Scanner Vivid 910 και είχε επεξεργασθεί στο πρόγραμμα Geomagic Studio, λήφθηκε από το αρχείο του εργαστηρίου DML. Το αρχείο περιείχε περίπου 50.000 σημεία τα οποία έγινε προσπάθεια να εισαχθούν στο πρόγραμμα Inventor.

Η εισαγωγή αυτών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ρουτίνας σε γλώσσα Visual Basic την οποία το Inventor υποστηρίζει μέσω του περιβάλλοντος API που διαθέτει και επικοινωνεί με το πρόγραμμα Ms-Excel. Για τη μετάβαση από το αρχείο κειμένου *.txt στο Ms-Excel αλλά και για το φιλτράρισμα των σημείων χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον τεχνικού προγραμματισμού MatLab της Mathworks.

Με τη βοήθεια της ρουτίνας που κατασκευάστηκε στο MatLab κατηγοριοποιήθηκαν οι συντεταγμένες του *.txt αρχείου σε στήλες συντεταγμένων x, y και z και επαλείφθηκαν οι περιττές πληροφορίες που εμπεριέχονταν στο αρχείο. Δεδομένης της συμμετρικής γεωμετρίας του υπό μελέτη βάζου γύρω από τον κεντρικό του άξονα κρίθηκε απαραίτητη η εισαγωγή μικρού μόνο μέρους του μεγάλου πλήθους του νέφους των σημείων. Πιο συγκεκριμένα με τη βοήθεια του MatLab επιλέχθηκε μικρός αριθμός χαρακτηριστικών σημείων (500 σημεία) τα οποία και εισήχθησαν στο Excel. Τα σημεία αυτά περιγράφουν μέρος του βάζου και κυρίως την οριακή καμπύλη του βάζου. Η επιλογή αυτή πραγματοποιήθηκε καθώς για την δημιουργία της συγκεκριμένης επιφάνειας δύναται να χρησιμοποιηθεί η εντολή Revolve (περιστροφή) με την οποία περιστρέφεται η οριακή καμπύλη γύρω από τον άξονα συμμετρίας, δημιουργώντας την τελική γεωμετρία.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Εισαγωγή αρχείου .txt
βάζου στο πρόγραμμα
MatLab

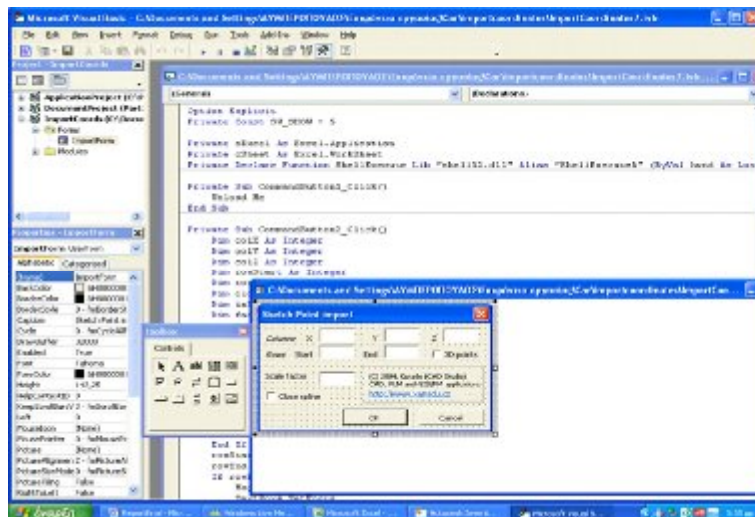
Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 2.11



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Για την εισαγωγή των σημείων στο Inventor από το Excel ακολουθούμε την εντολή Tools-Macro-Visual Basic Editor όπου σε αυτό το σημείο εισάγουμε την ρουτίνα VB που προαναφέρθηκε και στη συνέχεια επιλέγουμε Tools-Macro-Macros όπου επιλέγουμε την ρουτίνα που έχουμε εισάγει (Σχήμα 2.12).



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Εισαγωγή συντεταγμένων
x,y και z βάζου στο
Autodesk Inventor

Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

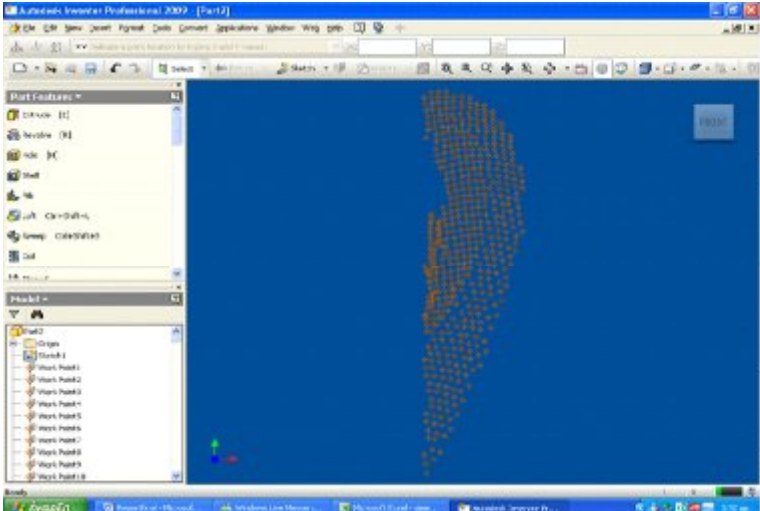


Σχήμα 2.12



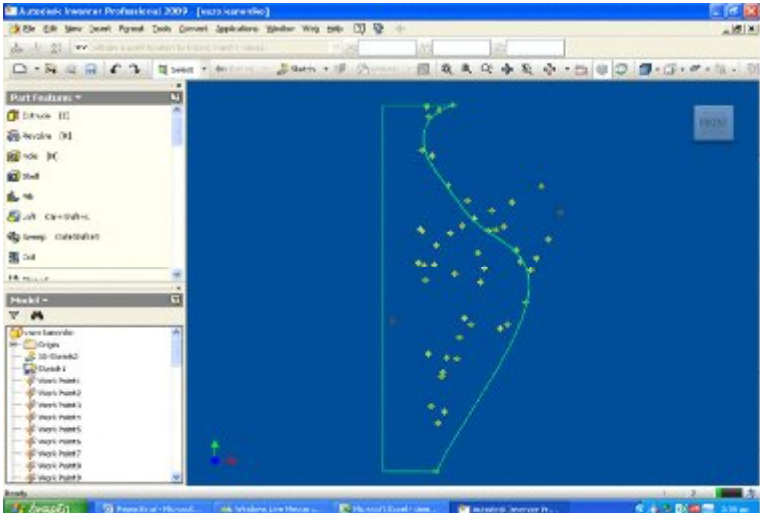


Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Στην συνέχεια, στο παράθυρο που ανοίγει εισάγουμε τους αριθμούς 1,2 και 3 ώστε να αναγνωρίσει το πρόγραμμα πως στην πρώτη στήλη του φύλλου Excel ορίζονται οι x συντεταγμένες στην δεύτερη στήλη οι y και στη τρίτη στήλη οι z. Αφού πρώτα έχουμε ενεργοποιήσει την εντολή 3D points, επιλέγουμε τον αριθμό των σημείων που θέλουμε να εισάγουμε από 2 έως 500, ίσο με τον αριθμό των σημείων που υπάρχουν στο φύλλο Excel. Στο Σχήμα 2.13 παρουσιάζονται τα σημεία που εισήχθησαν στο πρόγραμμα Inventor.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

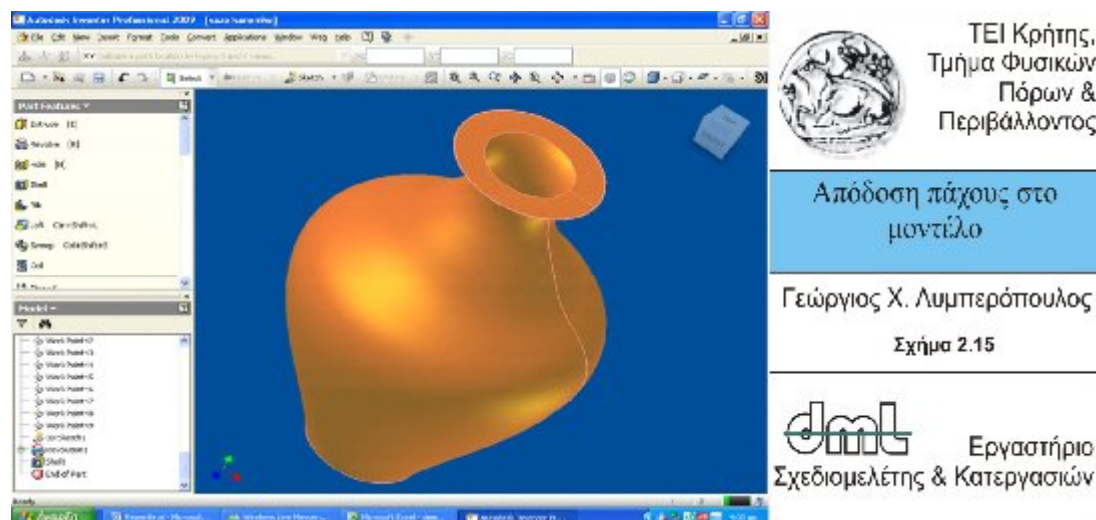
	 <p>ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος</p>
<p>Απεικόνιση σημείων βάζου στο Autodesk Inventor</p>	
<p>Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος Σχήμα 2.13</p>	
<p> Εργαστήριο Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών</p>	

Από το τμήμα του νέφους που παρουσιάζεται είναι εμφανές το όριο της καμπύλης που χαρακτηρίζει τη γεωμετρία του βάζου. Έτσι με τη βοήθεια spline τα χαρακτηριστικά αυτά σημεία παρεμβλήθηκαν και δημιουργήθηκε το 3D Sketch του Σχήματος 2.14.

	 <p>ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος</p>
<p>Δημιουργία 3D Sketch βάζου στο Autodesk Inventor</p>	
<p>Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος Σχήμα 2.14</p>	
<p> Εργαστήριο Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών</p>	

Έχοντας κατασκευάσει το περίγραμμα του βάζου και τον άξονα συμμετρίας αυτού είναι πλέον δυνατή η χρήση της εντολής Revolve (περιστροφή). Το αποτέλεσμα αποτελεί ένα στερεό εκ περιστροφής το οποίο με τη βοήθεια της εντολής shell μετατρέπεται σε κέλυφος με επιθυμητό πάχος όπως και παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.15.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



Μελετώντας λοιπόν την παραπάνω μεθοδολογία συμπεράναμε πως, η διαδικασία δημιουργίας της επιφάνειας του αυτοκινήτου θα είναι πάρα πολύ χρονοβόρα εφόσον υπολογίσουμε πως το βάζο είναι τουλάχιστον 50 φορές μικρότερο από το αυτοκίνητο, γεγονός που συνεπάγεται και τον πολλαπλάσιο χρόνο εργασίας για το φιλτράρισμα και την εισαγωγή των σημείων στο πρόγραμμα Inventor.

Αναζητώντας λοιπόν έναν πιο σύντομο αλλά ταυτόχρονα το ίδιο αποδοτικό τρόπο εισαγωγής σημείων για τη δημιουργία επιφανειών, επιλέχθηκε το πρόγραμμα Point Cloud το οποίο για λόγους συνέχειας περιγράφεται στο επόμενο κεφάλαιο. Το πρόγραμμα αυτό έχει την δυνατότητα γρήγορης ανάγνωσης *.txt αρχείων από το πρόγραμμα Geomagic χωρίς την ανάγκη φιλτραρίσματος και της τρισδιάστατης παρουσίασης του περιεχομένου σε πολύ γρήγορο χρόνο. Εκτός από αυτό, έχει την δυνατότητα να εξάγει τα νέφη σημείων σε αρχεία μορφής *.dxf το οποίο αναγνωρίζεται από το AutoCad όπου η επεξεργασία αυτών γίνεται με ευκολότερο και αποδοτικότερο τρόπο. Τέλος η αναγνώριση των αρχείων του AutoCad από το Inventor είναι άμεση, μιας και κατασκευάζονται από την ίδια εταιρία, την Autodesk.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το βασικό μέρος της παρούσας εργασίας όπου πραγματοποιείται η δημιουργία του μοντέλου επιφανειών του αυτοκινήτου. Για την υλοποίηση της σάρωσης με τη βοήθεια του 3D σαρωτή υλοποιείται σχετική προετοιμασία όπως και παρουσιάζεται ακολούθως. Τα δεδομένα της σάρωσης εισάγονται και επεξεργάζονται στο πρόγραμμα Geomagic Studio από το οποίο λαμβάνεται το ζητούμενο νέφος σημείων. Για το γρήγορο φιλτράρισμα και τη διαλογή των σημείων που καθορίζουν τις οριακές καμπύλες του αυτοκινήτου γίνεται χρήση του προγράμματος Point Cloud και Autocad. Τα οριακά σημεία κάθε επιφανειακού μπαλώματος που χαρακτηρίζει το αυτοκίνητο, εισάγονται ακολούθως στο πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Inventor. Με τη συνεισφορά και των κλασσικών μετρήσεων που πραγματοποιούνται κατασκευάζονται οι οριακές καμπύλες των μπαλωμάτων με τη βοήθεια πολυωνυμικών παρεμβολών splines. Η τρισδιάστατη παρεμβολή/lofting αυτών οδηγεί στα τελικά επιφανειακά μπαλώματα, που λόγω των κοινών τους καμπυλών δίνουν συνδεδεμένα την τελική επιφανειακή γεωμετρία του αυτοκινήτου.

3.1 Προετοιμασία σάρωσης αυτοκινήτου

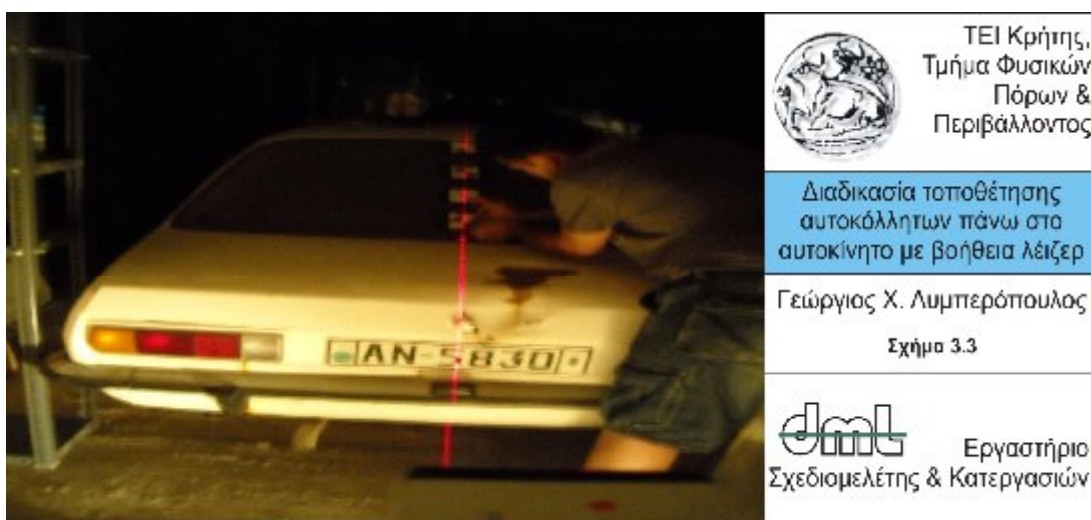
Πριν πραγματοποιηθεί η σάρωση του αυτοκινήτου κατασκευάστηκαν και τοποθετήθηκαν σε αυτό ενδεικτικά αυτοκόλλητα. Στα συγκεκριμένα αυτοκόλλητα σχεδιάστηκε κύκλος με τονισμένα τα δύο τεταρτημόριά του. Κάποια από αυτά τοποθετήθηκαν τυχαία και κάποια όχι, όπως και παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.1.



Σκοπός της χρήσης των συγκεκριμένων αυτοκόλλητων ήταν να βοηθήσουν στην συναρμολόγηση των σαρωμένων τμημάτων, τα οποία θα εισέλθουν στο πρόγραμμα Geomagic Studio αποτελώντας κοινά σημεία αναφοράς. Τα υπόλοιπα αυτοκόλλητα τοποθετήθηκαν σε ευθεία κατά μήκος του άξονα συμμετρίας του αυτοκινήτου όπως διακρίνονται και στο Σχήμα 3.2. Για να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη τοποθέτηση των αυτοκόλλητων χρησιμοποιήθηκε λέιζερ εκπομπής ευθείας ακτίνας. Τοποθετώντας το λέιζερ ακριβώς στη μέση του αυτοκινήτου μετά από τη μέτρηση και τον καθορισμό θέσης, διαγράφηκε η ευθεία που έπρεπε να ακολουθηθεί ώστε να πραγματοποιηθεί η ακριβέστερη κόλληση.



Με τη συγκεκριμένη διαδικασία λοιπόν, τοποθετήθηκαν τα αυτοκόλλητα με τέτοιο τρόπο ώστε το σημείο που βρισκόταν στο κέντρο του κύκλου να εφάπτεται κάθε φορά με την συγκεκριμένη ακτίνα που εκπέμπεται από το λέιζερ (Σχήμα 3.3) ολοκληρώνοντας έτσι την τοποθέτηση των αυτοκόλλητων σε ευθεία γραμμή.



Με δεδομένο ότι η επιφάνεια του αυτοκινήτου είναι συμμετρική, η σάρωση πραγματοποιήθηκε μόνο στην δεξιά πλευρά του αυτοκινήτου. Κατά την σάρωση όμως των εκάστοτε τμημάτων του αυτοκινήτου αναπόφευκτα θα σαρώνονταν και θα καταγράφονταν και σημεία από την αριστερή συμμετρική επιφάνεια του αυτοκινήτου. Μετά λοιπόν από την ένωση των τμημάτων στο πρόγραμμα Geomagic Studio η ευθεία που υποδεικνύει τον άξονα συμμετρίας θα χρησιμοποιηθεί για την αναγνώριση και τη διαγραφή των σημείων που υπερβαίνουν αυτής.

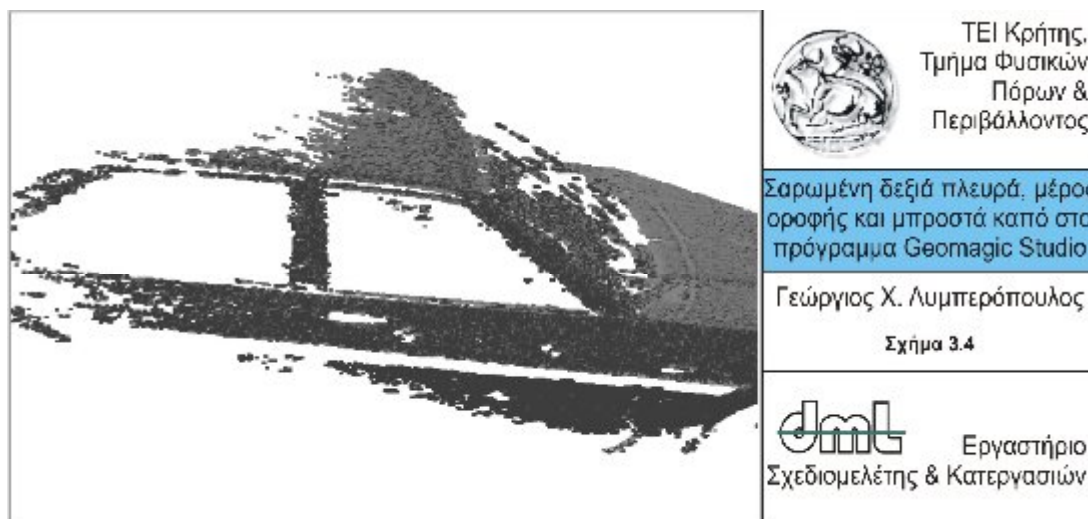
3.2 Επεξεργασία με το Geomagic Studio

Η σάρωση του αυτοκινήτου πραγματοποιήθηκε ανά τμήματα, όπως προαναφέρθηκε, καθώς μία και μόνο σάρωση δεν επαρκεί για να καλυφθεί η επιθυμητή επιφάνεια του αυτοκινήτου.

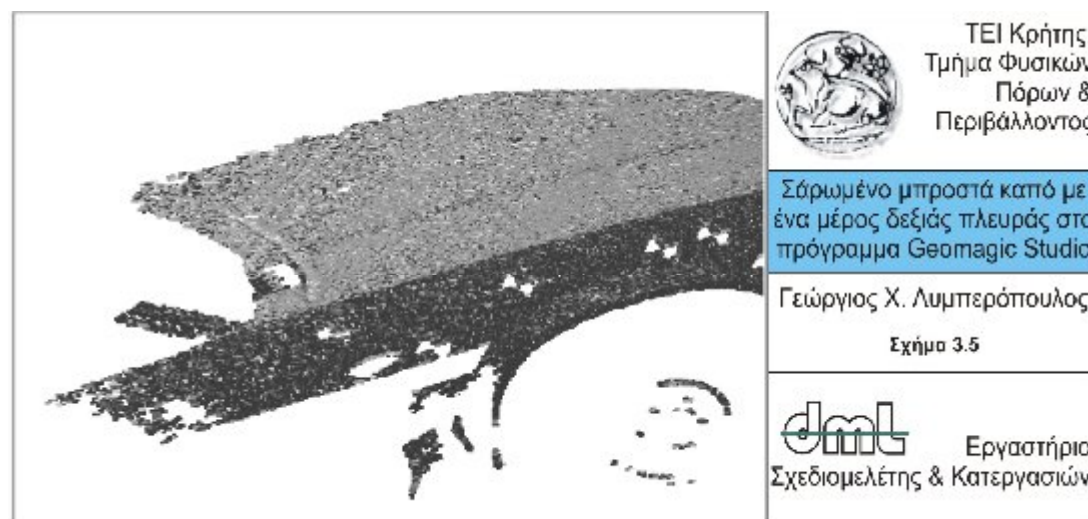
Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

Τα τμήματα που επιλεγόντουσαν κάθε φορά έπρεπε να σαρώνονταν με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχουν κάποια κοινά σημεία μεταξύ τους. Αυτό είχε σαν σκοπό την ένωση όλων αυτών των τμημάτων μέσα στο πρόγραμμα Geomagic Studio δημιουργώντας τμήμα-τμήμα το ολοκληρωμένο αυτοκίνητο, έχοντας ενδεικτικά σημεία αναφοράς τα ειδικά αυτοκόλλητα.

Ύστερα από την σάρωση του αυτοκινήτου αρχικά, εισάγουμε τις σάρωσεις όπως παρουσιάζονται στα παρακάτω Σχήματα 3.4 και 3.5.



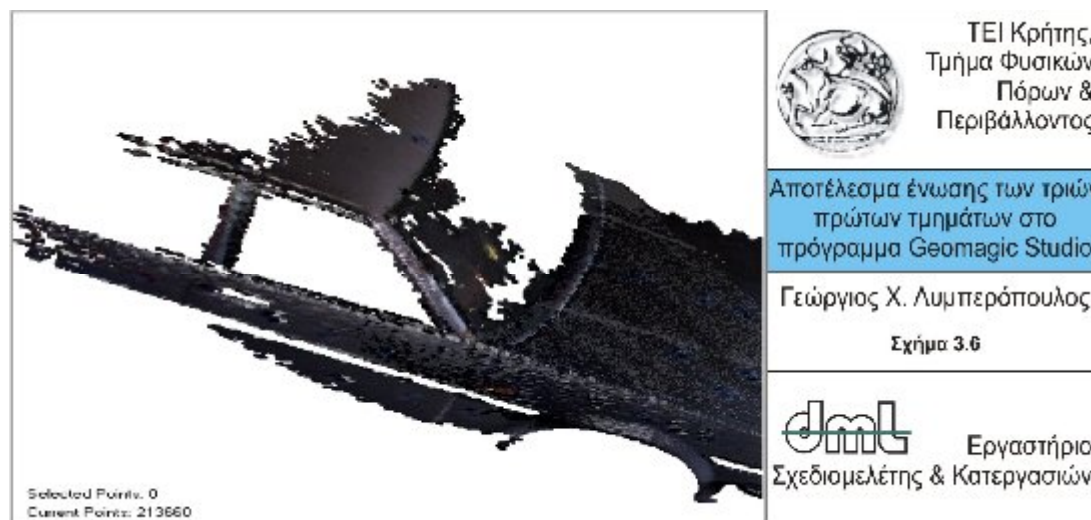
Στο Σχήμα 3.4 βλέπουμε το νέφος σημείων μιας σάρωσης του αυτοκινήτου που χαρακτηρίζει διάφορα τμήματα όπως την οροφή τα πλαϊνά τζάμια και το μπροστά καπό.



Στο Σχήμα 3.5 παρουσιάζεται το νέφος σημείων όπου χαρακτηρίζει ολόκληρη την επιφάνεια του τμήματος του μπροστινού καπό την οποία χρειαζόμαστε καθώς και ένα μέρος του πλαϊνού τμήματος.

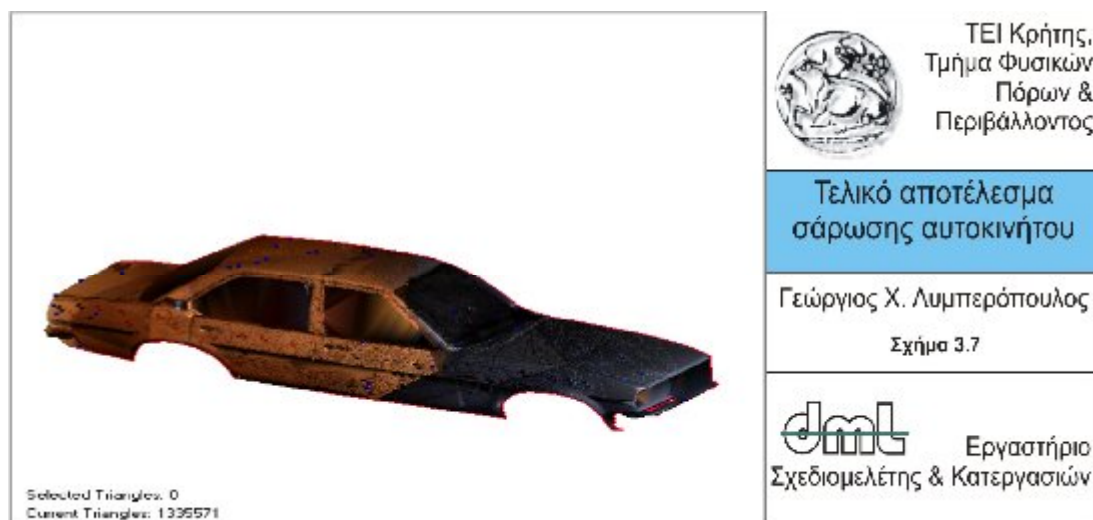
Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

Με βάση τα κοινά σημεία κάθε τμήματος και την βοήθεια των αυτοκόλλητων γίνεται η ένωση (merge) ολοκληρώνοντας ένα μεγάλο μέρος του αυτοκινήτου (Σχήμα 3.6) όπου στη συνέχεια πάνω σε αυτό το καινούργιο συναρμολογημένο τμήμα θα γίνει και η ένωση και των υπολοίπων τμημάτων.

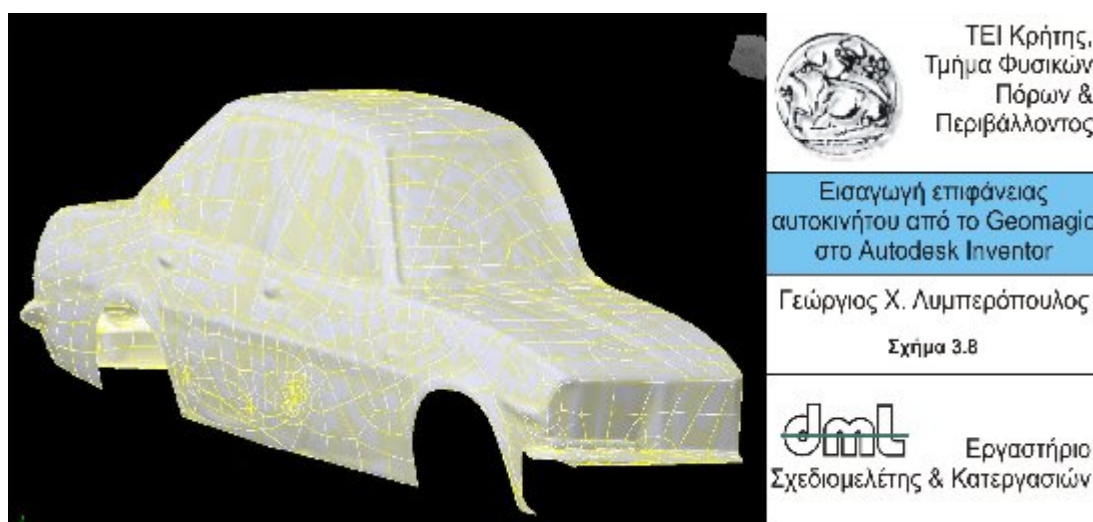


Με τον ίδιο τρόπο λοιπόν, και χρησιμοποιώντας τα κοινά σημεία των τμημάτων αρχίζουμε και ενώνουμε όλες τις απαραίτητες σαρώσεις. Στη συνέχεια, συμπληρώσαμε κάποιες επιφάνειες τις οποίες ο σαρωτής δεν κατάφερε να καταγράψει λόγω διάφορων παρεμβολών κατά την διάρκεια της σάρωσης. Για να καλύψουμε τα συγκεκριμένα σημεία νεφών χρησιμοποιήσαμε διάφορα εργαλεία του προγράμματος Geomagic Studio για να δημιουργήσουμε επιφάνεια στα σημεία που περιγράφουν τα μπαλώματα (patches) με σκοπό στην συνέχεια να πάρουμε τα ακριανά σημεία κάθε τμήματος του αυτοκινήτου για να δημιουργήσουμε τις οριακές καμπύλες τις οποίες θα χρησιμοποιήσουμε για την μοντελοποίηση του αμαξώματος. Στο τελικό στάδιο της επεξεργασίας διαγράψαμε την επιφάνεια η οποία ξεπερνούσε τα όρια της κεντρικής εγκάρσιας γραμμής που είχαμε δημιουργήσει με τα αυτοκόλλητα. Ορίσαμε μέσα από το πρόγραμμα Geomagic Studio το επίπεδο αναφοράς, το οποίο ήταν η συγκεκριμένη ευθεία γραμμή, από το οποίο θα διέγραφε την ανεπιθύμητη επιφάνεια. Ακολουθώντας την παραπάνω διαδικασία επεξεργασίας του αυτοκινήτου στο πρόγραμμα Geomagic Studio επιτύχαμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Την ολική επιφάνεια του αυτοκινήτου κατά το ήμισυ λόγω της ύπαρξης της συμμετρίας όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.7.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



Ολοκληρώνοντας την επεξεργασία της επιφάνειας του αυτοκινήτου εξάγαμε το αρχείο σε μορφή IGES και το εισάγαμε στο πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Autodesk Inventor (Σχήμα 3.8).



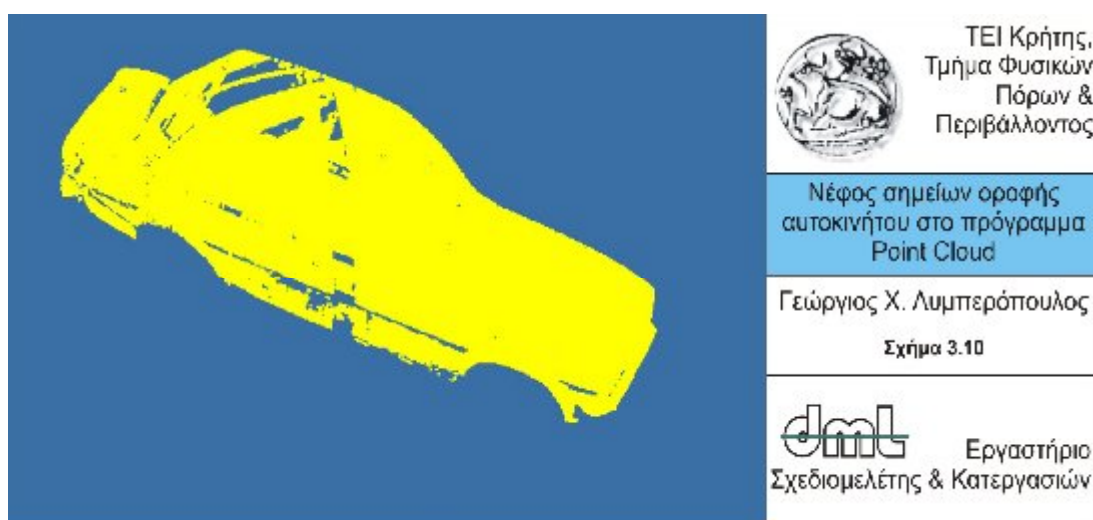
Όπως είναι εμφανές και στο Σχήμα 3.9, και ήταν αναμενόμενο, η επιφάνεια που λάβαμε παρουσιάζει μεγάλες ανομοιομορφίες και σφάλματα. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι το Geomagic για να δημιουργήσει την επιφάνεια τριγωνοποιεί το νέφος των σημείων παρουσιάζοντας μεγάλες αποκλίσεις και δίνοντας μη ομαλές (Smooth) επιφάνειες κυρίως λόγω της μεγάλης μεταλλικής αντανάκλασης του υλικού. Η δυνατότητα επεξεργασίας τέτοιων επιφανειών καθίσταται δύσκολη και χρονοβόρα σε περιβάλλοντα CAD. Για το λόγο αυτό θα ακολουθηθεί η διαδικασία λήψης των σημείων που χαρακτηρίζουν τις οριακές καμπύλες των επιφανειών όπως περιγράφηκε και στην εισαγωγή.

3.3 Επεξεργασία με Point Cloud και AutoCAD

Για την λήψη των σημείων από το πρόγραμμα Geomagic Studio σε μορφή .txt, αναζητήθηκε πρόγραμμα που να μπορεί να απεικονίσει γρήγορα μεγάλο πλήθος σημείων και να εξάγει αρχεία κατάλληλα προς επεξεργασία. Επιλέχθηκε το πρόγραμμα Point Cloud το οποίο αναπαριστά εύκολα νέφη σημείων και εξάγει αρχεία .dxf εύκολα επεξεργάσιμα για το πρόγραμμα AutoCAD όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.9.



Για την λήψη των σημείων από το πρόγραμμα Geomagic Studio λάβαμε τις συντεταγμένες σε αρχείο μορφής .txt. Λόγω του μεγάλου πλήθους των σημείων (1,5 εκατομμύρια σημεία) διαιρέθηκε το υπάρχον .txt αρχείο σε επιμέρους αρχεία που χαρακτηρίζουν τμηματικές επιφάνειες του αυτοκινήτου. Επιλέγοντας το κατάλληλο διαιρεμένο αρχείο κάθε φορά εξαγόταν το αντίστοιχο .dxf αρχείο για να επεξεργαστεί από το AutoCAD όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.10.

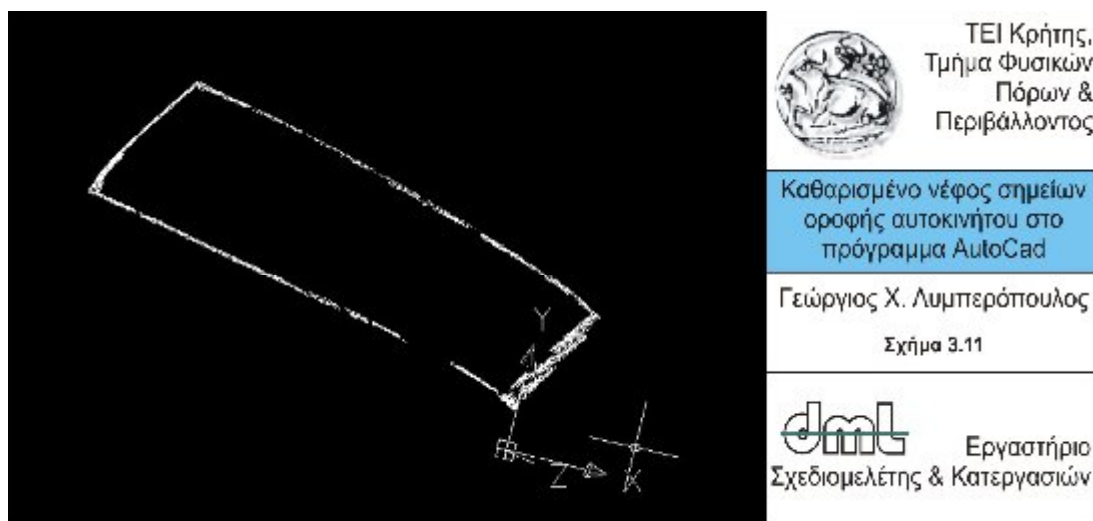


Στο Σχήμα 3.10 βλέπουμε τα σημεία εκείνα τα οποία θα τα επεξεργαστούμε στο πρόγραμμα AutoCad με σκοπό να πάρουμε μόνο τα απαραίτητα σημεία τα οποία χρειαζόμαστε για την δημιουργία των οριακών καμπυλών της οροφής.

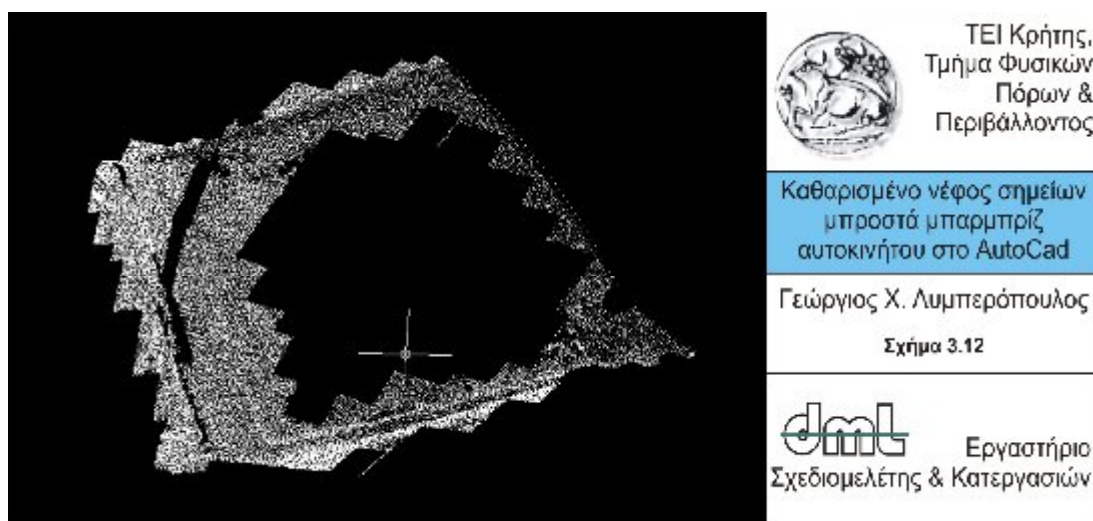
Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

Το αναγκαίο νέφος σημείων λοιπόν είναι το νέφος το οποίο περιγράφει τις τέσσερις πλευρές της οροφής. Έχοντας εξάγει όλα τα τμήματα του αυτοκινήτου υπό μορφή .dxf τα εισάγουμε στο πρόγραμμα AutoCAD ώστε να διαγράψουμε όλα εκείνα τα σημεία που δεν είναι απαραίτητα για μετέπειτα επεξεργασία.

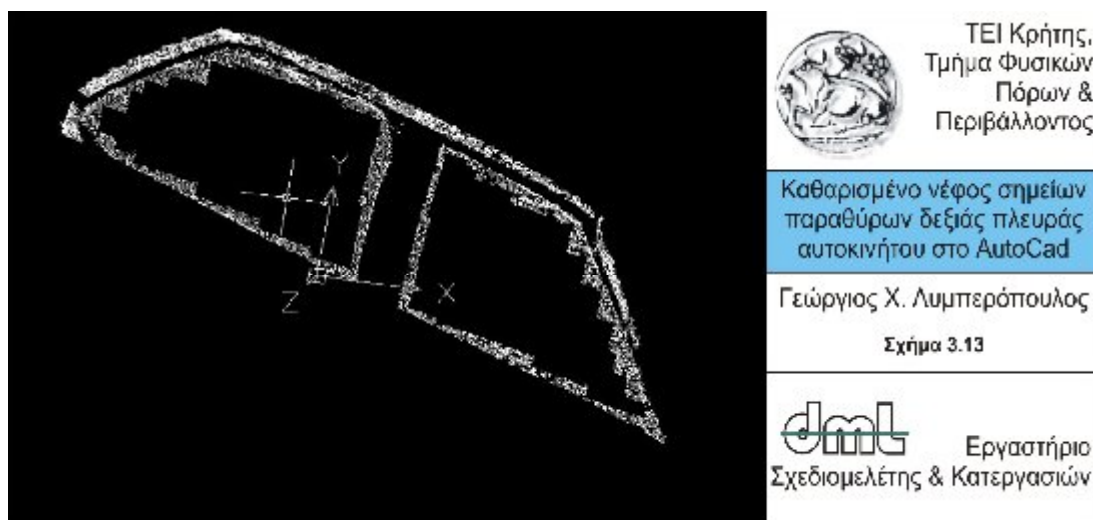
Εισάγοντας για παράδειγμα, το τμήμα της οροφής του αυτοκινήτου αρχίζει η διαδικασία απαλοιφής όλων εκείνων των σημείων που δεν περιγράφουν απαραίτητα το τμήμα ολοκληρώνοντας έτσι το αρχείο το οποίο πρόκειται να εισέλθει στο πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Autodesk Inventor (Σχήμα 3.11).



Στο Σχήμα 3.11 βλέπουμε το επεξεργασμένο νέφος σημείων στο οποίο έχουν παραμείνει μόνο εκείνα τα σημεία τα οποία θα χρησιμοποιήσουμε με σκοπό να δημιουργήσουμε τις οριακές καμπύλες της οροφής. Η συγκεκριμένη διαδικασία επαναλαμβάνεται και για τα υπόλοιπα μέρη του αυτοκινήτου.



Στο Σχήμα 3.12 παρατηρείται το νέφος σημείων το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία των οριακών καμπυλών του μπροστινού παρμπρίζ του αυτοκινήτου.



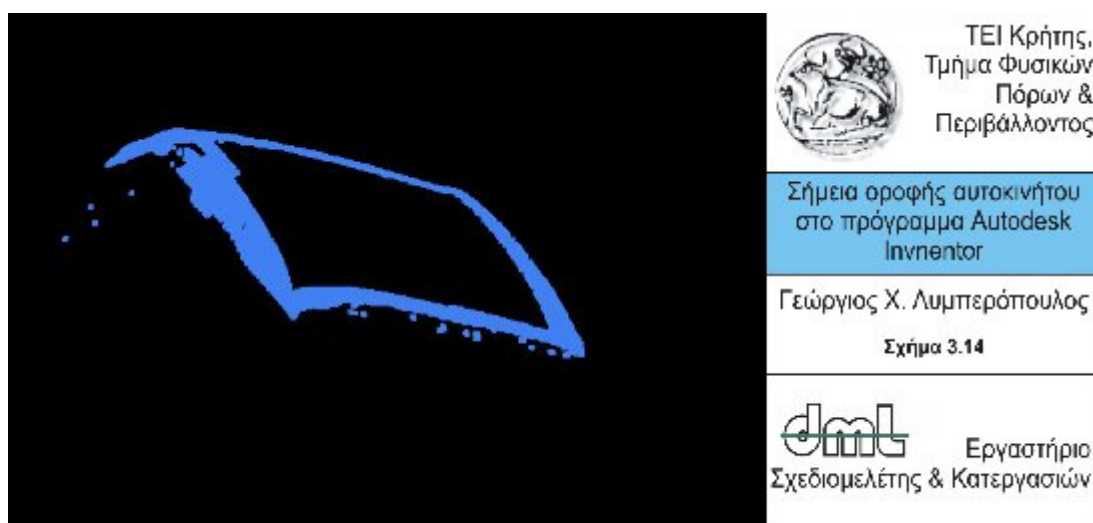
Στο Σχήμα 3.13 βλέπουμε το επεξεργασμένο νέφος σημείων των πλάγιων τζαμιών του αυτοκινήτου καθώς και το εξωτερικό πλαστικό των τζαμιών. Με τον συγκεκριμένο τρόπο λοιπόν γίνεται η επεξεργασία των τμημάτων του αυτοκινήτου στα προγράμματα Point Cloud και AutoCAD ώστε να εισέλθουν στο πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Autodesk Inventor για την τελική επεξεργασία και την δημιουργία της επιφάνειας του αυτοκινήτου.

3.4 Μοντελοποίηση επιφάνειας με το Autodesk Inventor

Έχοντας λοιπόν όλα τα τμήματα του αυτοκινήτου έτοιμα προς επεξεργασία, στο πρόγραμμα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Autodesk Inventor, για το τελικό στάδιο δημιουργίας της επιφάνειας του αυτοκινήτου εξάγουμε από το πρόγραμμα AutoCAD όλα τα .dxf αρχεία σε μορφή IGES ώστε να εισαχθούν στο Autodesk Inventor.

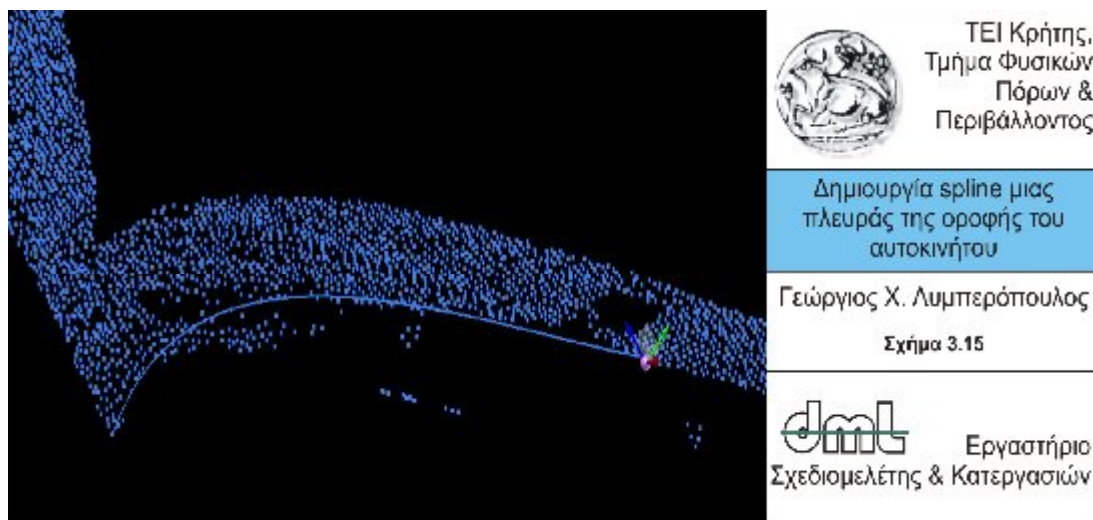
Στο συγκεκριμένο σημείο του project θα αναλυθούν διεξοδικότερα οι ενέργειες οι οποίες εκτελέστηκαν καθώς περνάμε στο πιο σημαντικό κομμάτι της εργασίας που είναι η δημιουργία της επιφάνειας του αυτοκινήτου.

Κατ' αρχάς, εισάγαμε το IGES αρχείο με το καθαρισμένο κομμάτι της οροφής στο πρόγραμμα Autodesk Inventor (Σχήμα 3.14).

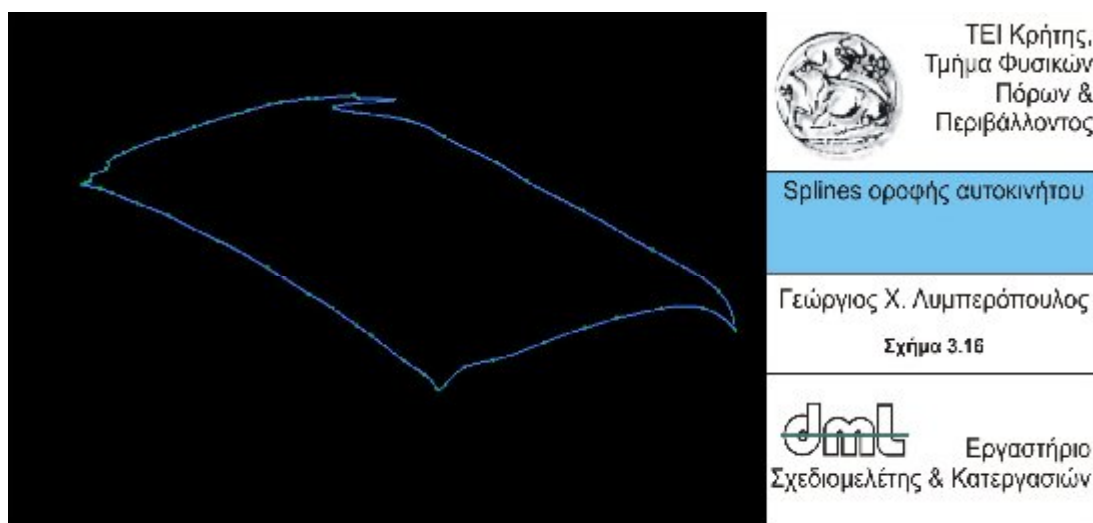


Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

Με βάση λοιπόν τα συγκεκριμένα δεδομένα, αρχίσαμε να δημιουργούμε τέσσερα 3D Sketch με spline γραμμές (ένα 3D Sketch για κάθε πλευρά) όπου οι splines θα παρεμβάλλονταν πάνω σε συγκεκριμένα σημεία που βρίσκονται στις οριακές καμπύλες των επιφανειών (Σχήμα 3.15).



Ολοκληρώνοντας την δημιουργία των τεσσάρων 3D Sketch και την σχεδίαση των splines εξαφανίζουμε τα σημεία τα οποία χρησιμοποιήσαμε έχοντας μόνο τις τέσσερις οριακές καμπύλες που χαρακτηρίζουν την οροφή (Σχήμα 3.16).

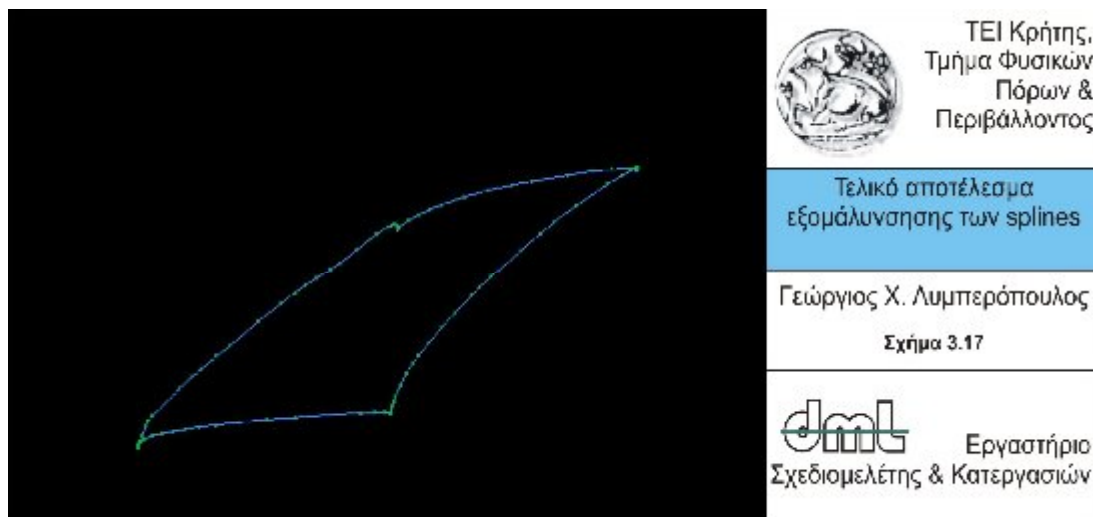


Όπως διακρίνουμε στο Σχήμα 3.16 οι splines που έχουν δημιουργηθεί είναι εσφαλμένες καθώς δεν υπάρχει ομαλότητα. Αυτό οφείλεται στην σχεδόν τυχαία επιλογή των σημείων που επιλέξαμε για να παρεμβάλλονται οι splines. Το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στο μεγάλο πλήθος των σημείων των οποίων εισήχθησαν καθώς και στο μεγάλο πλήθος σημείων παρεμβολής της spline που παρουσιάζει ταλάντωση. Προσπαθήσαμε λοιπόν να δημιουργήσουμε μια πιο ομαλή spline πηγαίνοντας στα σημεία, τα οποία χρησιμοποιήσαμε για την δημιουργία της spline, και αλλάζοντας τις x,y και z συντεταγμένες αναλόγως με την περίπτωση που απαιτείται.

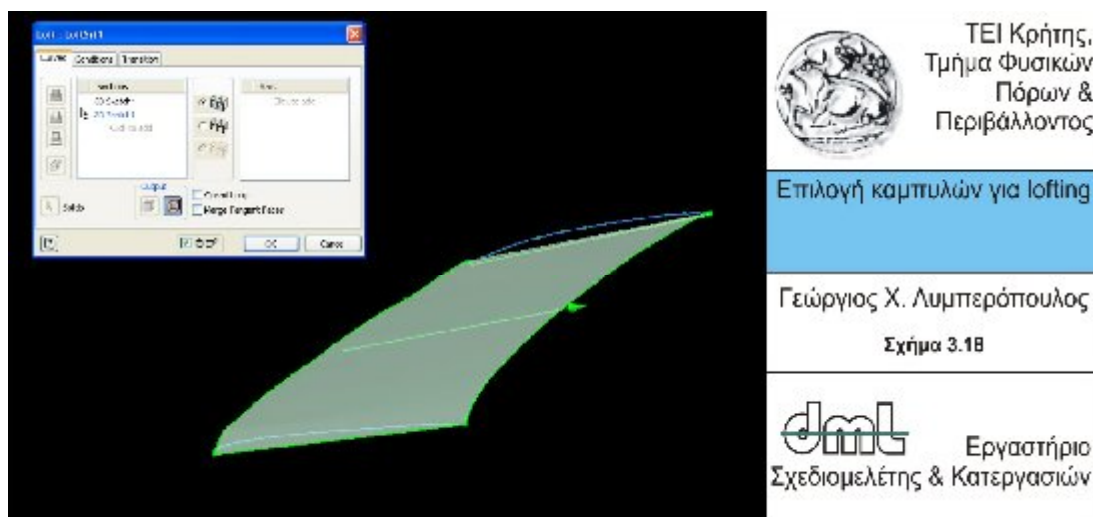
Αρχίζοντας από την spline με την μεγαλύτερη ανομοιομορφία πάμε σε κάθε ένα από τα σημεία ξεχωριστά τα οποία κρίνουμε πως θέλουν αλλαγή συντεταγμένων, τα μαρκάρουμε, πατάμε δεξί κλικ και μετά break link.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

Στη συνέχεια πάλι δεξί κλικ και 3D Move/Rotate. Με αυτό τον τρόπο μας επιτρέπει το πρόγραμμα να μετακινήσουμε το σημείο σε όποια κατεύθυνση θέλουμε τροποποιώντας αυτόματα και την μορφή της spline που έχουμε δημιουργήσει. Με τον συγκεκριμένο τρόπο λοιπόν προσπαθήσαμε να εξομαλύνουμε τις εσφαλμένες splines (Σχήμα 3.17).

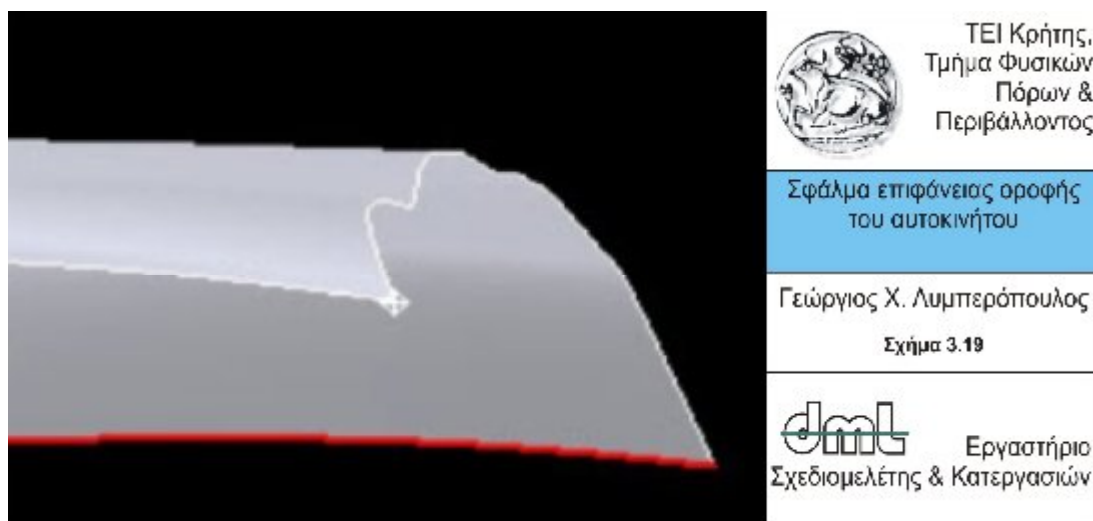


Στο Σχήμα 3.17 βλέπουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα εξομάλυνσης των οριακών καμπυλών οι οποίες δημιουργήθηκαν με splines που παρεμβάλλονταν στα ακριανά σημεία με τυχαία επιλογή. Επιλέγοντας την εντολή loft μας ανοίγει ένα παράθυρο στο οποίο αρχικά επιλέγουμε την αρχή και το τέλος της επιφάνειας που θέλουμε να δημιουργήσουμε. Στην συγκεκριμένη περίπτωση της επιφάνειας της οροφής θα επιλέξουμε την αριστερή και την δεξιά πλευρά σαν αρχή και τέλος της επιφάνειας καθώς στις δύο αυτές καμπύλες παρατηρείται η μεγαλύτερη καμπύλη (Σχήμα 3.18).



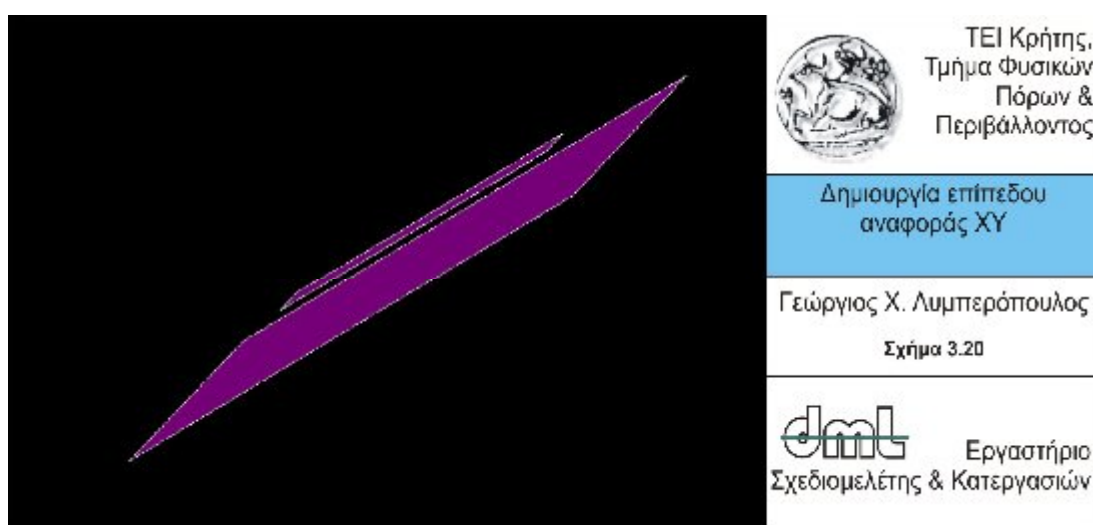
Όπως παρατηρούμε στο Σχήμα 3.18 η επιφάνεια δεν έχει ολοκληρωθεί καθώς δεν έχουμε ορίσει ακόμα τις δύο καμπύλες τις οποίες θα πρέπει να ακολουθήσει ώστε να έχουμε το τελικό αποτέλεσμα.

Εξερευνώντας την κάθε πλευρά ξεχωριστά, παρατηρήσαμε πως υπάρχουν μεγάλα σφάλματα στην επιφάνεια όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.19.



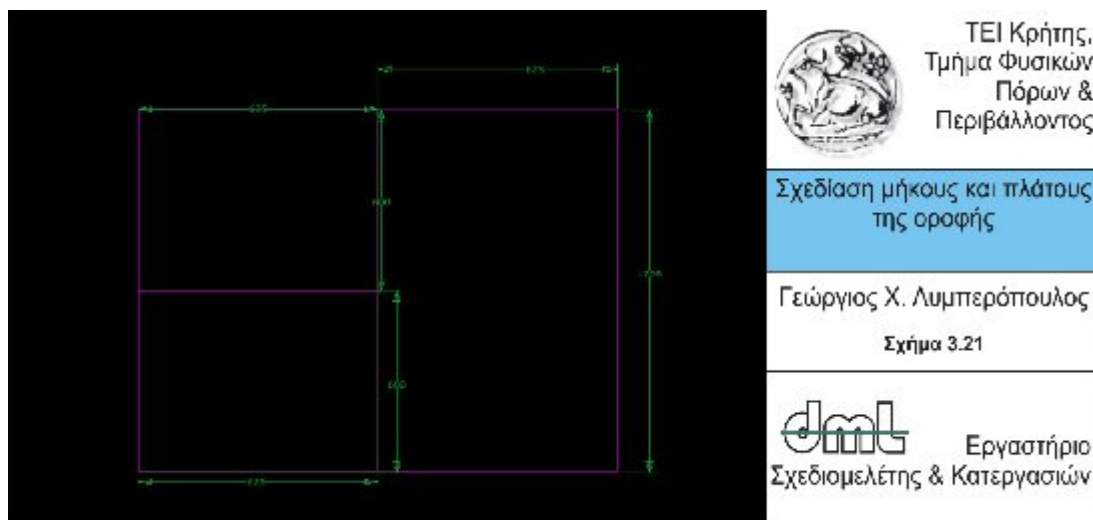
Στο Σχήμα 3.19 βλέπουμε πως υπάρχει σφάλμα το οποίο οφείλεται στην μικρή ανομοιομορφία των οριακών καμπυλών που, αν και μικρή, υφίσταται και δημιουργεί πρόβλημα στην δημιουργία και της επιφάνειας της οροφής όπως και στην δημιουργία και των υπολοίπων επιφανειών του αυτοκινήτου.

Για αυτό τον λόγο κρίνεται αναγκαία η συμβατική μέτρηση ενδεικτικών σημείων των καμπυλών του αυτοκινήτου. Με βάση τις μετρήσεις τις οποίες πραγματοποιήσαμε αλλά και σε συνάρτηση με το νέφος των σημείων που ήδη έχουμε, θα σιγουρευτούμε για την εγκυρότητα τους. Εφόσον λοιπόν οι μετρήσεις θα είναι έγκυρες θα προχωρήσουμε και στην δημιουργία των επιφανειών του αυτοκινήτου με την βοήθεια των σημείων του νέφους. Ξεκινώντας την δημιουργία της επιφάνειας της οροφής με βάση τις μετρήσεις μας δημιουργούμε αρχικά ένα επίπεδο XY σε απόσταση 100 mm από το αρχικό επίπεδο αναφοράς που ορίστηκε ως καθολικό επίπεδο αναφοράς με βάση το νέφος σημείων και τα τέσσερα σημεία του ορθογώνιου που χαρακτηρίζει την οροφή του αυτοκινήτου όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.20.

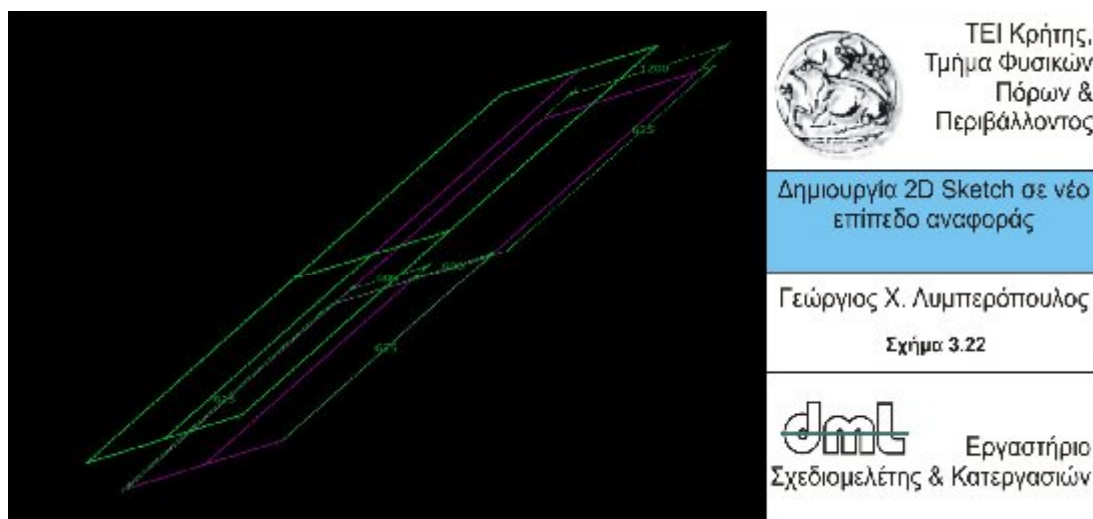


Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

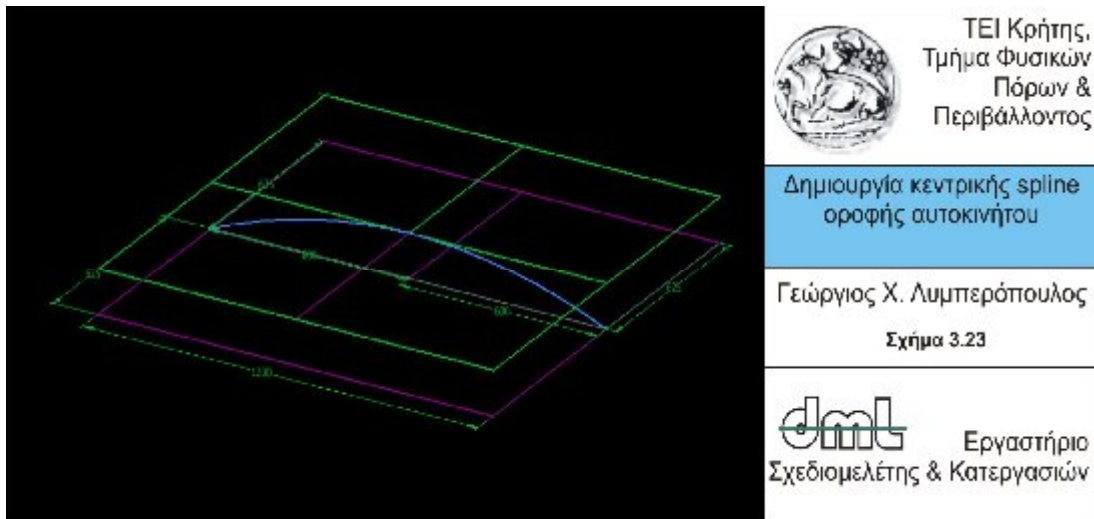
Στη συνέχεια, δημιουργούμε ένα 2D Sketch στο αρχικό επίπεδο αναφοράς XY σχεδιάζοντας το μήκος και το πλάτος της οροφής τοποθετώντας points στις άκρες και στο κέντρο του σχήματος (Σχήμα 3.21). Αυτά είναι τα τέσσερα σημεία της οροφής με βάση τις μετρήσεις και το νέφος σημείων.



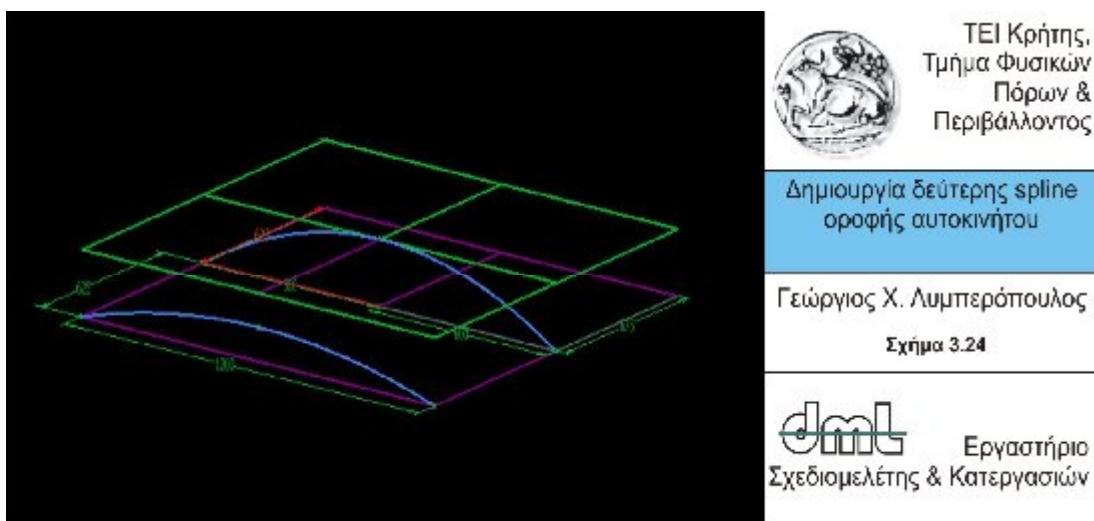
Στο καινούργιο επίπεδο αναφοράς το οποίο έχουμε δημιουργήσει σχεδιάζουμε ένα 2D Sketch και με την εντολή Project Geometry προβάλλουμε το προηγούμενο 2D Sketch πάνω στο καινούργιο επίπεδο αναφοράς κερδίζοντας έτσι τον χρόνο σχεδίασης του (Σχήμα 3.22).



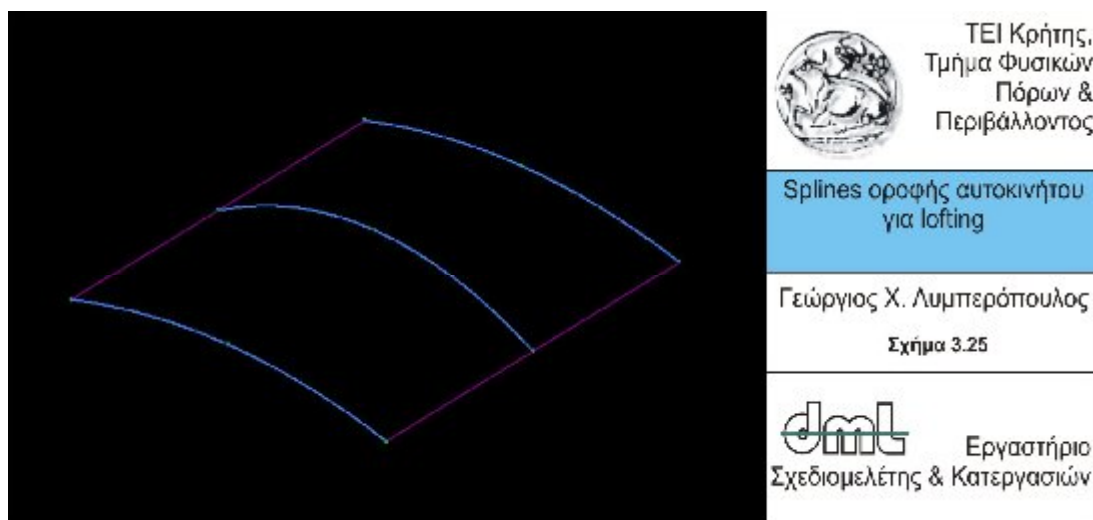
Έχοντας δημιουργήσει τα 2D Sketch στα δύο συγκεκριμένα επίπεδα αναφοράς, δημιουργώντας 3D Sketch, αρχίζουμε την σχεδίαση της spline. Η πρώτη 3D spline που θα δημιουργήσουμε θα είναι η κεντρική και θα παρεμβάλλεται από τρία σημεία. Το πρώτο και το τρίτο σημείο θα είναι η αρχή και το τέλος της κεντρικής οριζόντιας γραμμής του σχεδίου που βρίσκεται στο αρχικό επίπεδο αναφοράς. Το μεσαίο σημείο θα είναι το σημείο που βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο του σχήματος στο σχέδιο που βρίσκεται στο καινούργιο επίπεδο αναφοράς που έχουμε δημιουργήσει (Σχήμα 3.23).



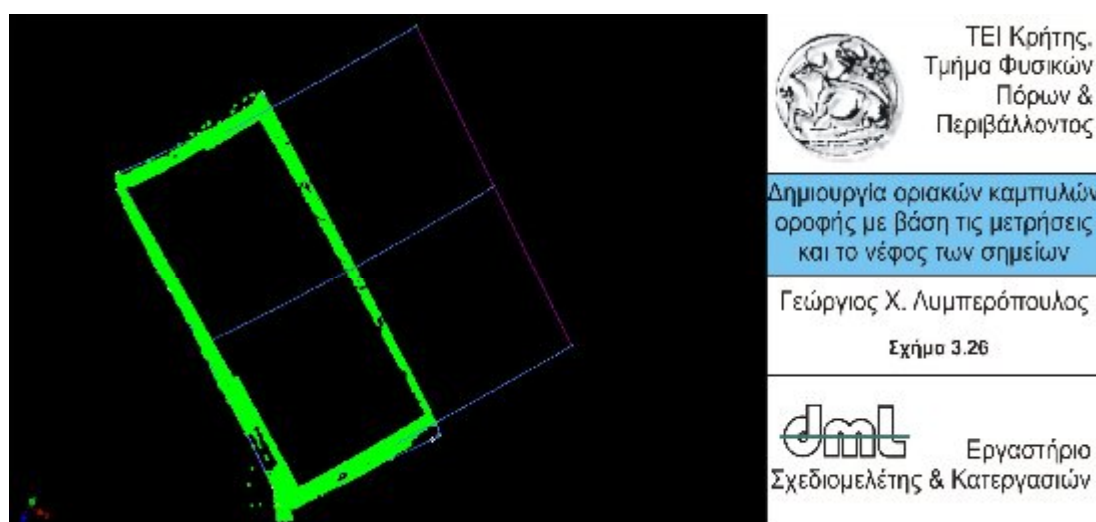
Στη συνέχεια, δημιουργούμε ένα τρίτο επίπεδο αναφοράς XY το οποίο το τοποθετούμε σε απόσταση 50 mm από το αρχικό προβάλλοντας πάλι το ίδιο 2D Sketch με την ίδια διαδικασία. Η δεύτερη spline που θα δημιουργήσουμε θα παρεμβάλλεται από τρία σημεία και πάλι. Το πρώτο και το τρίτο σημείο θα είναι η αρχή και το τέλος της κάτω οριζόντιας γραμμής του σχεδίου που βρίσκεται στο αρχικό επίπεδο αναφοράς, ενώ το μεσαίο σημείο θα είναι το κέντρο της κάτω οριζόντιας γραμμής του σχεδίου που βρίσκεται στο τρίτο επίπεδο αναφοράς (Σχήμα 3.24).



Ομοίως και η διαδικασία γίνεται και για την spline που δημιουργείται για την πάνω πλευρά της οροφής. Όσον αφορά τις πλάγιες πλευρές της οροφής, δημιουργούνται ενώνοντας με μια ευθεία γραμμή το ένα σημείο της κάτω πλευράς με το άλλο της πάνω πλευράς αντίστοιχα (Σχήμα 3.25).



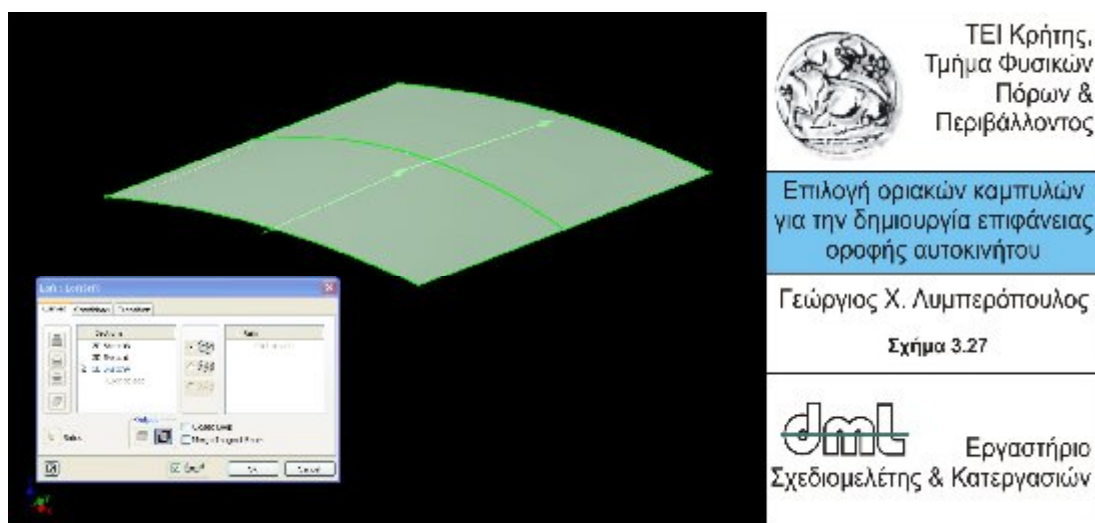
Με βάση λοιπόν τις μετρήσεις που πραγματοποιήσαμε οι ίδιοι, αλλά και σε συνάρτηση με τα ακριανά σημεία τα οποία μετρήσαμε από το νέφος σημείων που εισάγαμε στο Autodesk Inventor, δημιουργήσαμε τις οριακές καμπύλες που χαρακτηρίζουν την επιφάνεια της οροφής όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.26.



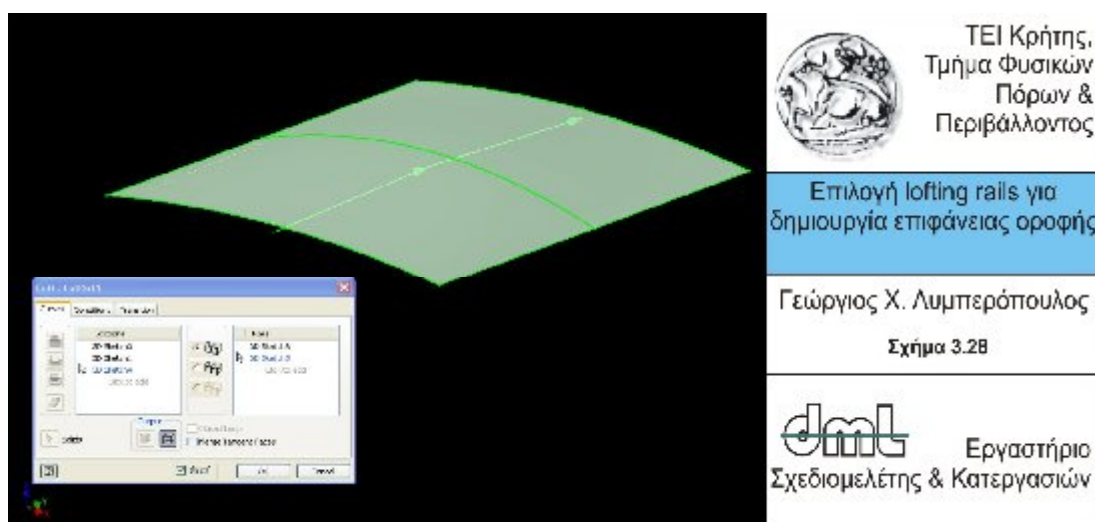
Τα σημεία τα οποία είχαμε εισάγει χαρακτηρίζαν την μισή επιφάνεια της οροφής του αυτοκινήτου καθώς είχαμε πει πως η επιφάνεια είναι συμμετρική. Από την άλλη πλευρά όμως, η δημιουργία της επιφάνειας της οροφής από τις μετρήσεις μας πραγματοποιήθηκε για όλη την επιφάνεια της οροφής. Έτσι λοιπόν παρατηρώντας το Σχήμα 3.26 οι οριακές καμπύλες της οροφής παρεμβάλλονται σωστά με το νέφος των σημείων. Στο συγκεκριμένο τμήμα αλλά και σε κάθε τμήμα βασιστήκαμε στο μήκος (y) και στο πλάτος (x) της οροφής καθώς και στις εναλλαγές του ύψους (z) το οποίο αλλάζει και που στο συγκεκριμένο τμήμα είναι το ύψος (z) στο κέντρο της οροφής σε σχέση με ύψος (z) της αρχής και του τέλους της. Ολοκληρώνοντας την σχεδίαση των οριακών καμπύλων της οροφής θα περάσουμε στη δημιουργία επιφάνειας του.

Επιλέγουμε την εντολή loft ανοίγοντας ένα παράθυρο επιλογής. Σε αυτό το παράθυρο επιλέγουμε την επάνω την κεντρική και την κάτω οριακή καμπύλη ορίζοντας τες σαν τμήματα δημιουργίας της επιφάνειας (Σχήμα 3.27).

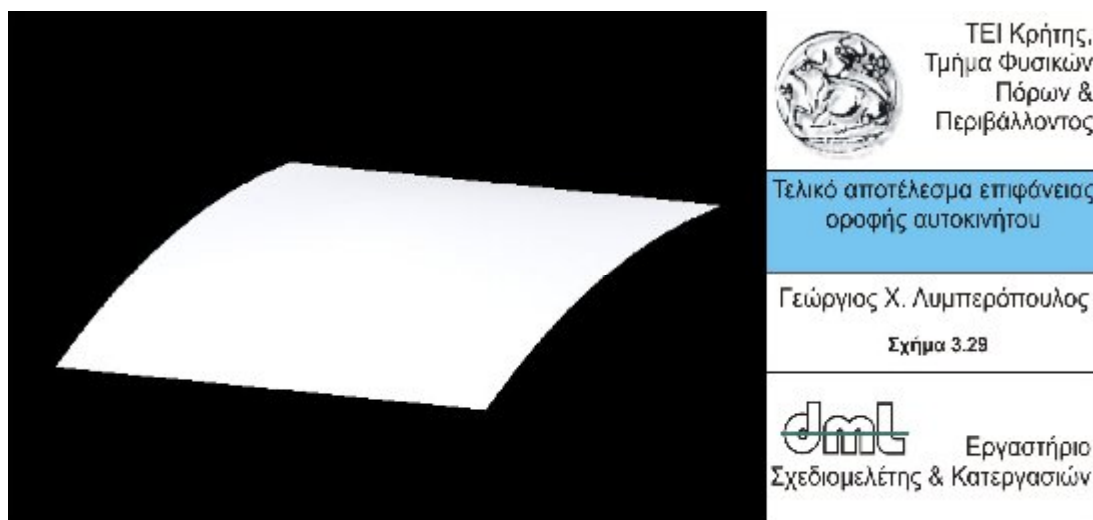
Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



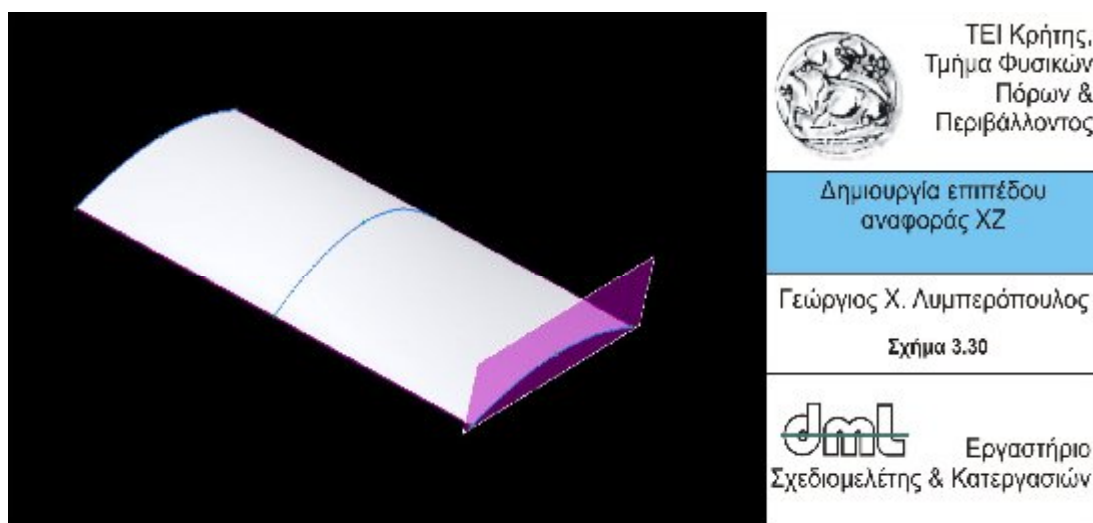
Για την ορθή δημιουργία της επιφάνειας ορίζονται loft rails (Σχήμα 3.28) τα ακριανά τμήματα του επιφανειακού μαλώματος.



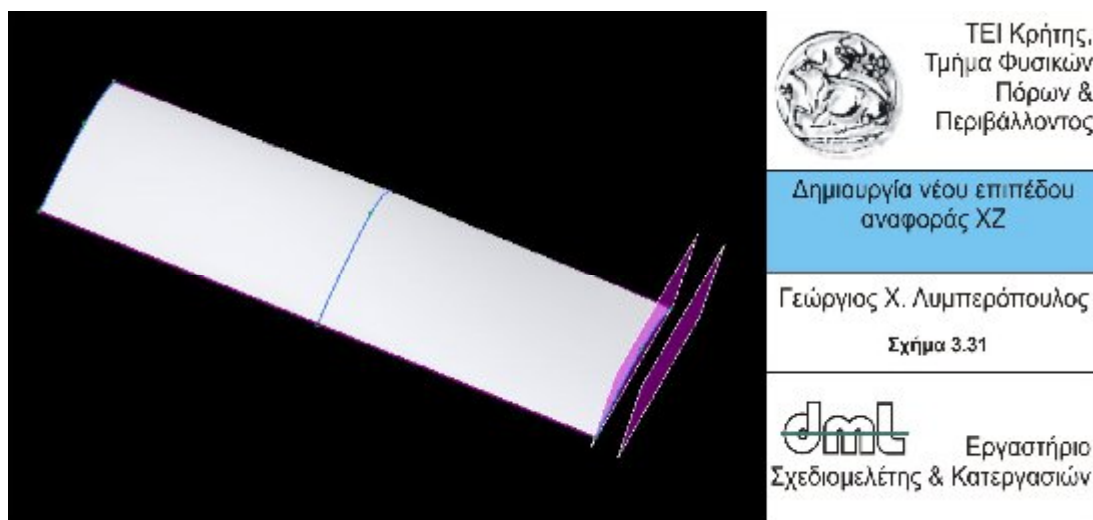
Έχοντας λοιπόν ακολουθήσει την φιλοσοφία που αναπτύχθηκε παραπάνω και με βάση τις μετρήσεις που πραγματοποιήσαμε εμείς οι ίδιοι και σε συνάρτηση με τα σημεία δημιουργήσαμε την επιφάνεια της οροφής του αυτοκινήτου (Σχήμα 3.29).



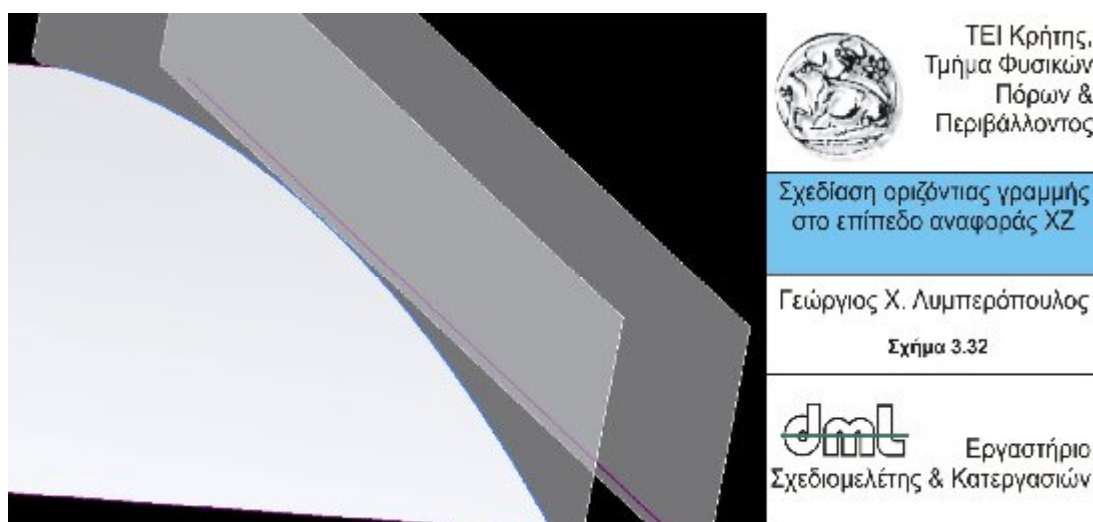
Στο Σχήμα 3.29 βλέπουμε το τελικό αποτέλεσμα της επιφάνειας της οροφής η οποία δημιουργήθηκε με βάση τις μετρήσεις και τα ακριανά σημεία που την χαρακτηρίζαν και με τη βοήθεια των σημείων. Έχοντας ολοκληρώσει την επιφάνεια της οροφής προχωράμε στο επόμενο τμήμα το οποίο είναι το τμήμα που συνδέει την οροφή με το πίσω παρμπρίζ του αυτοκινήτου. Στο ήδη υπάρχον μοντέλο δημιουργούμε ένα επίπεδο αναφοράς XZ με βάση τα δύο ακριανά σημεία της κάτω πλευράς της οροφής (Σχήμα 3.30).



Μετ' έπειτα, δημιουργούμε ένα επίπεδο αναφοράς XZ το οποίο βρίσκεται σε απόσταση από το προηγούμενο επίπεδο κατά 60 mm (Σχήμα 3.31).

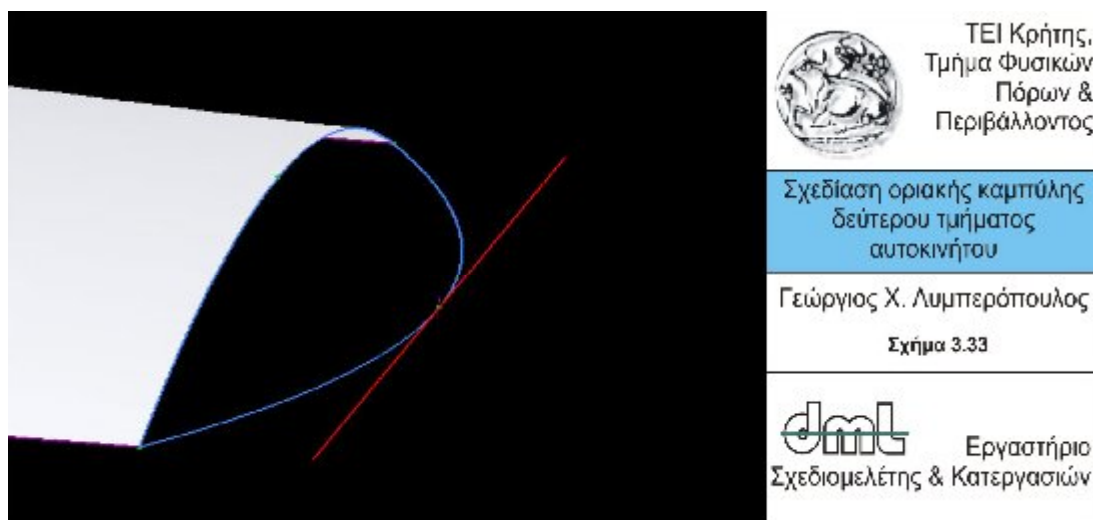


Στο καινούργιο επίπεδο αναφοράς θα δημιουργήσουμε ένα 2D Sketch στο οποίο θα προβάλλουμε την κάτω οριακή καμπύλη δημιουργώντας μια οριζόντια γραμμή. Ακριβώς στο κέντρο της γραμμής δημιουργούμε ένα point (Σχήμα 3.32).

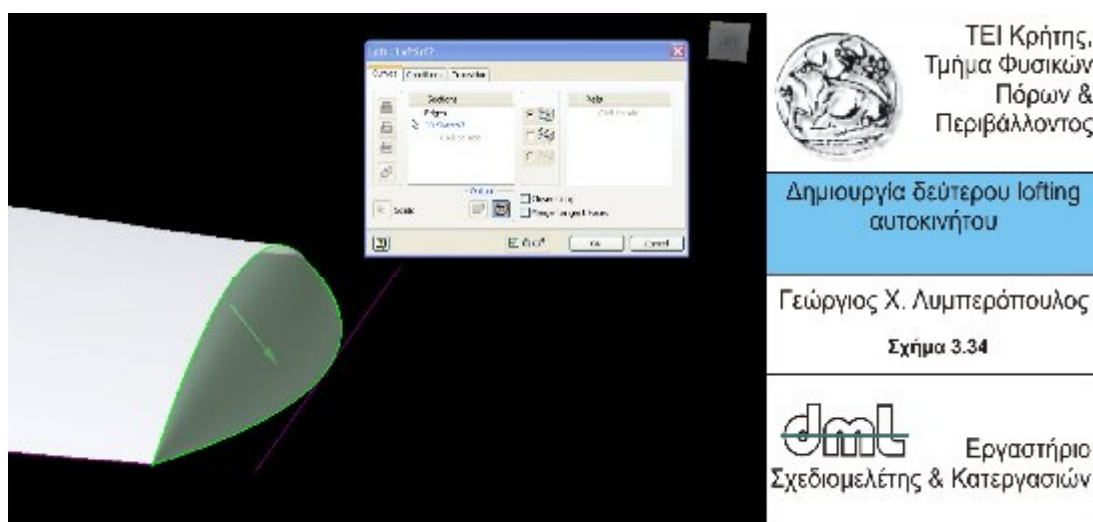


Η οριακή καμπύλη η οποία θα δημιουργηθεί θα αρχίζει και θα τελειώνει στα δύο ακριανά σημεία της κάτω επιφάνειας της οροφής και θα περνάει ανάμεσα από το σημείο που έχει σχεδιαστεί στο επίπεδο αναφοράς ΧΖ (Σχήμα 3.33) παρεμβαλλόμενη και στα σαρωμένα σημεία.

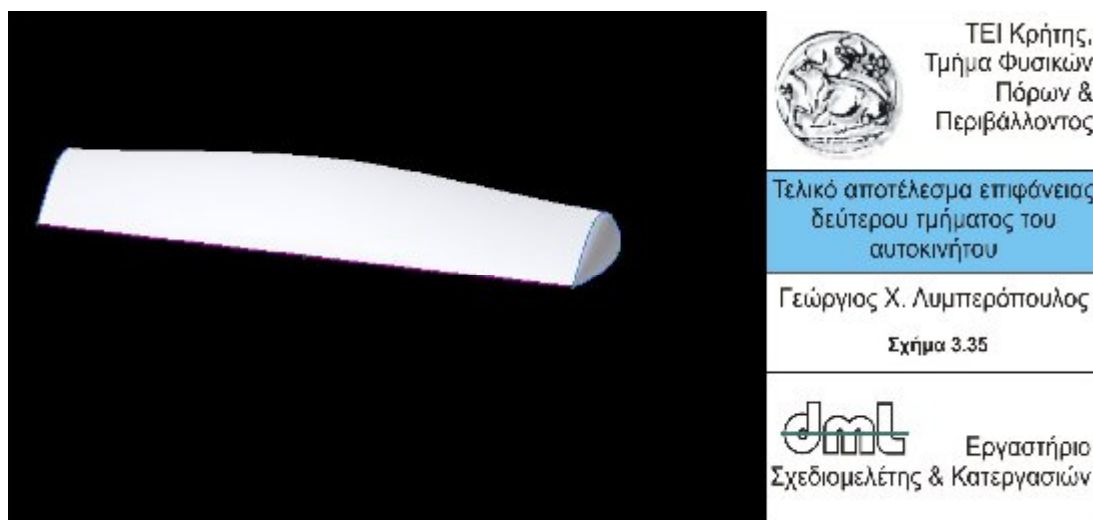
Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



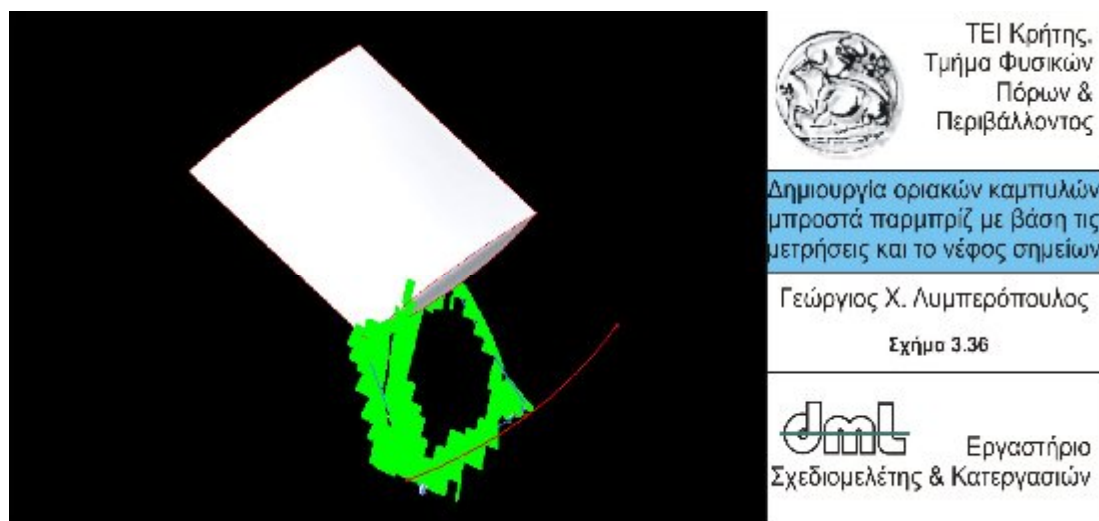
Με βάση λοιπόν την παραπάνω διαδικασία δημιουργούμε την επιφάνεια του δεύτερου τμήματος του αυτοκινήτου. Με την εντολή loft επιλέγουμε την spline που δημιουργήσαμε και την κάτω οριακή καμπύλη της οροφής (Σχήμα 3.34).



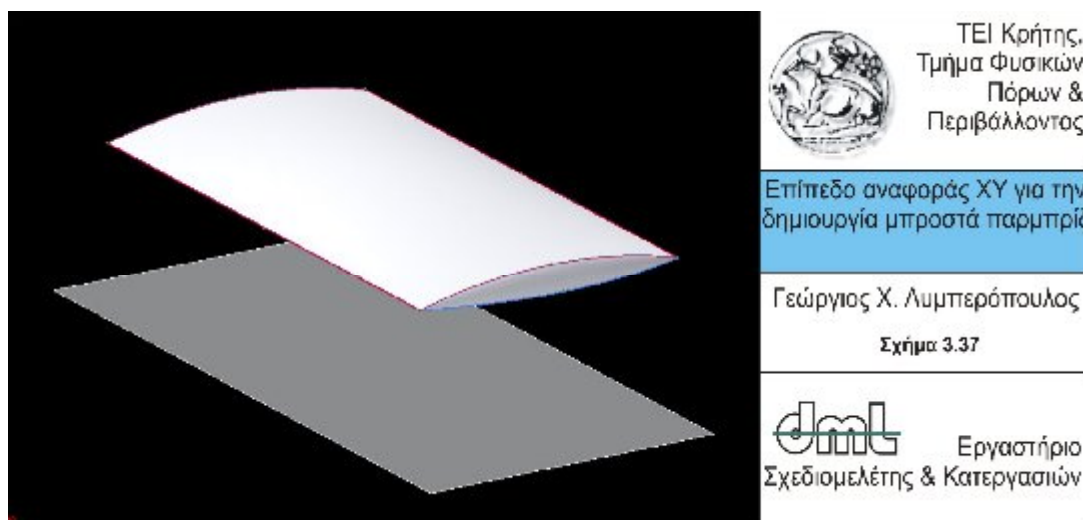
Στο Σχήμα 3.34 βλέπουμε την δημιουργία του γειτονικού τμήματος της οροφής επιλέγοντας την οριακή καμπύλη του καινούργιου τμήματος και την οριακή καμπύλη της οροφής που συνορεύει με το παρών τμήμα. Με αυτό τον τρόπο έχουμε, από την μία μεριά, μια σωστή επιφάνεια όπου δεν ξεφεύγει από τα όρια του μοντέλου, αλλά και από την άλλη, την ακριβής ένωση των δύο αυτών τμημάτων μεταξύ τους (Σχήμα 3.35).



Συνεχίζοντας την δημιουργία του επόμενου τμήματος του αυτοκινήτου, το οποίο είναι το μπροστά παρμπρίζ και με βάση πάλι τις μετρήσεις που πραγματοποιήσαμε οι ίδιοι αλλά και με το νέφος σημείων (Σχήμα 3.36) δημιουργούμε ένα επίπεδο αναφοράς XY το οποίο βρίσκεται σε απόσταση από το αρχικό επίπεδο κατά 390 mm (Σχήμα 3.37).

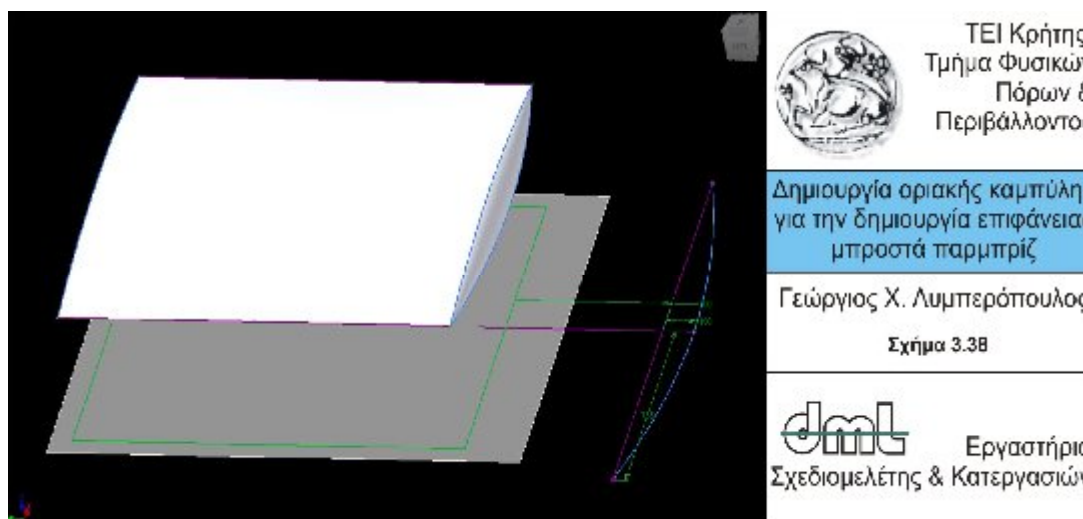


Στο Σχήμα 3.36 βλέπουμε πως κάποια σημεία του μπροστινού παρμπρίζ ξεφεύγουν από τα όρια της οροφής. Αυτό είναι φυσιολογικό γιατί κατά την διάρκεια της διαγραφής των ανεπιθύμητων σημείων στο πρόγραμμα AutoCad ήταν πάρα πολύ δύσκολο να διαγραφούν όλα τα ανεπιθύμητα σημεία λόγω ύπαρξης πάρα πολλών σημείων. Εξίσου για τον ίδιο λόγο, ήταν επικίνδυνη η διαγραφή των συγκεκριμένων σημείων γιατί υπήρχε κίνδυνος διαγραφής και ακριανών σημείων που περιέγραφαν την οριακή καμπύλη του μπροστινού παρμπρίζ.



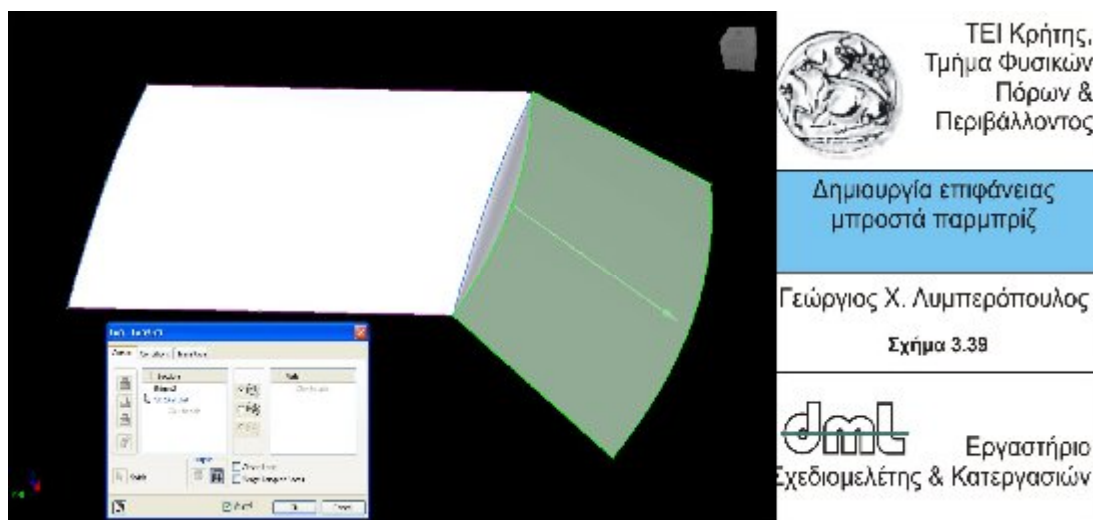
Στο ίδιο επίπεδο αναφοράς δημιουργούμε 2D Sketch και σχεδιάζουμε το μήκος του μπροστινού παρμπρίζ το οποίο βρίσκεται σε απόσταση 500 mm με το σχέδιο της οροφής το οποίο έχουμε προβάλλει με την εντολή Project Geometry όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.37.

Στη συνέχεια, από το κέντρο της κάθετης γραμμής της προβαλλόμενης πλευράς της οροφής, φέρνουμε μια ευθεία 600 mm. Δημιουργούμε μια spline η οποία ξεκινάει από την αρχή του μήκους του παρμπρίζ, περνάει από το σημείο της ευθείας που σχεδιάσαμε πριν και καταλήγει στο τέλος του μήκους του παρμπρίζ (Σχήμα 3.38).

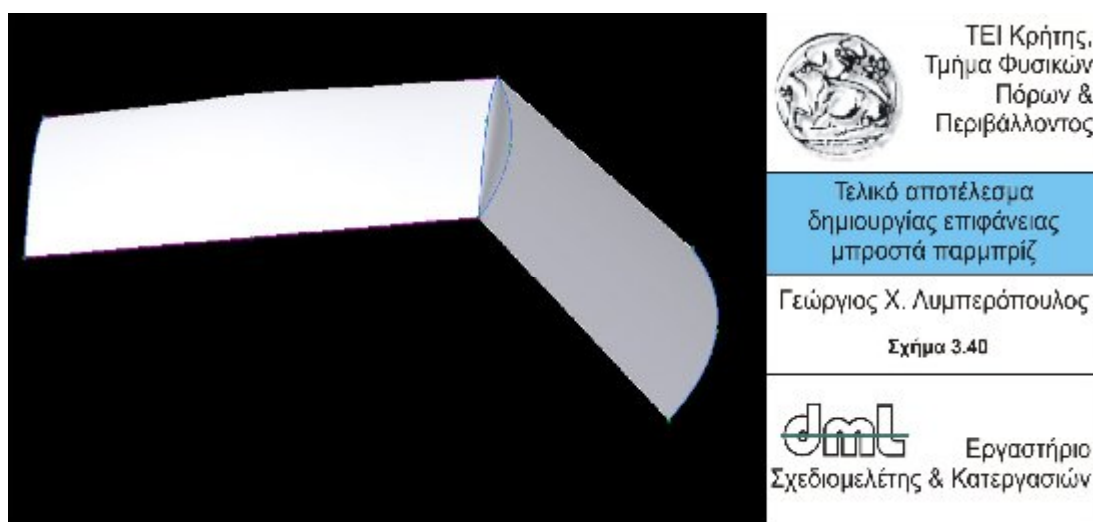


Για την δημιουργία της επιφάνειας του μπροστινού παρμπρίζ θα ακολουθηθεί η ίδια διαδικασία με την προηγούμενη. Με την εντολή Loft επιλέγουμε την 2D Sketch spline και την οριακή καμπύλη του δεύτερου τμήματος (Σχήμα 3.39).

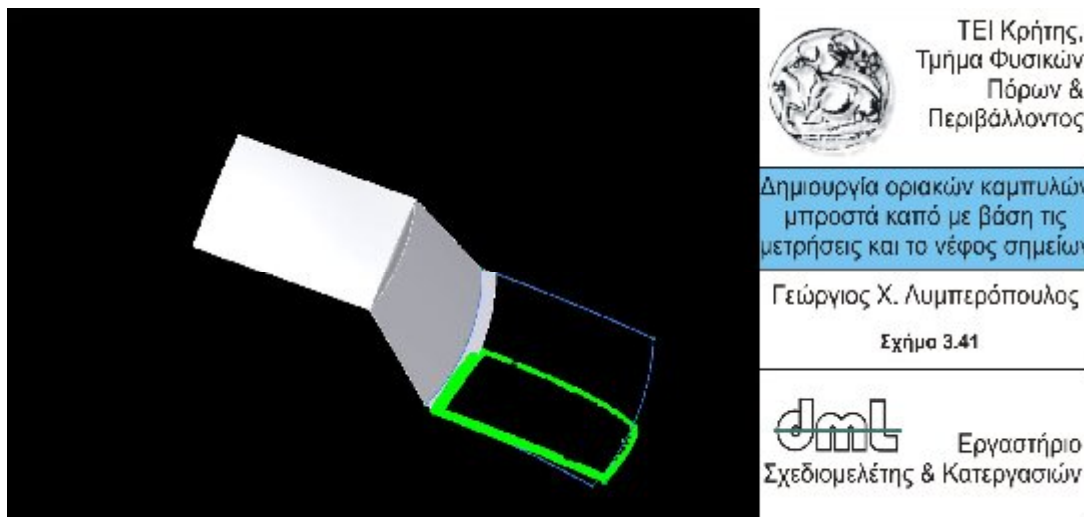
Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



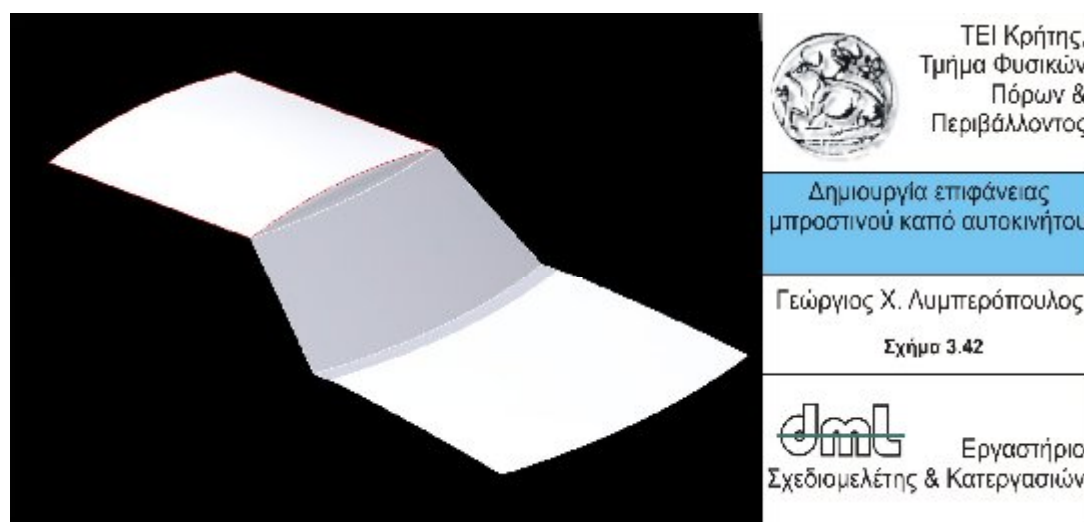
Επιλέγοντας λοιπόν την οριακή καμπύλη της πλευράς του δεύτερου τμήματος με την οριακή καμπύλη του μπροστινού παρμπρίζ δημιουργήσαμε την καινούργια επιφάνεια μας (Σχήμα 3.40).



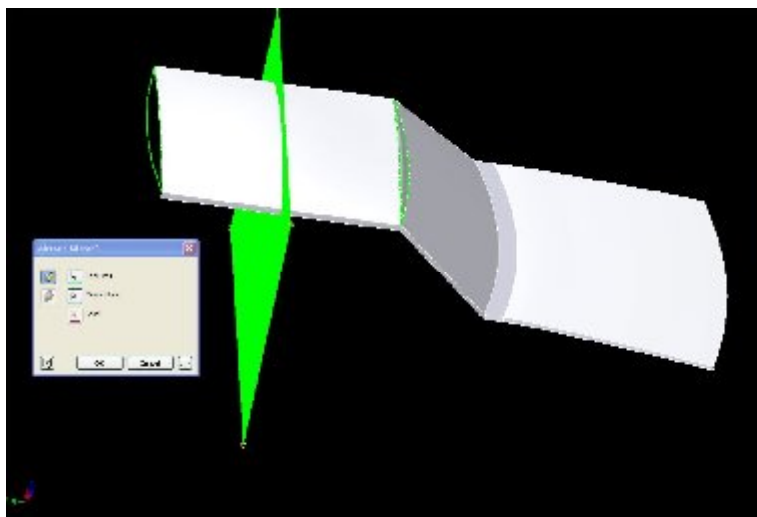
Με την ίδια φιλοσοφία λοιπόν συνεχίζουμε την δημιουργία της επιφάνειας του αυτοκινήτου δημιουργώντας κάθε φορά το τμήμα που είναι γειτονικό με το ήδη υπάρχον μοντέλο.



Στο Σχήμα 3.41 βλέπουμε την σχεδίαση των οριακών καμπυλών του μπροστινού καπό που δημιουργήθηκαν με βάση τις μετρήσεις και τα σημεία που είχαμε.



Στο Σχήμα 3.42 βλέπουμε πως η επιφάνεια του μπροστινού καπό του αυτοκινήτου είναι σωστή και εφάπτεται ακριβώς με το τμήμα εξαερισμού του αυτοκινήτου γεγονός που μας επιβεβαιώνει την ορθότητα της διαδικασίας που ακολουθούμε.



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Δημιουργία επιφάνειας με
καθρεφτισμό δεύτερου
τμήματος

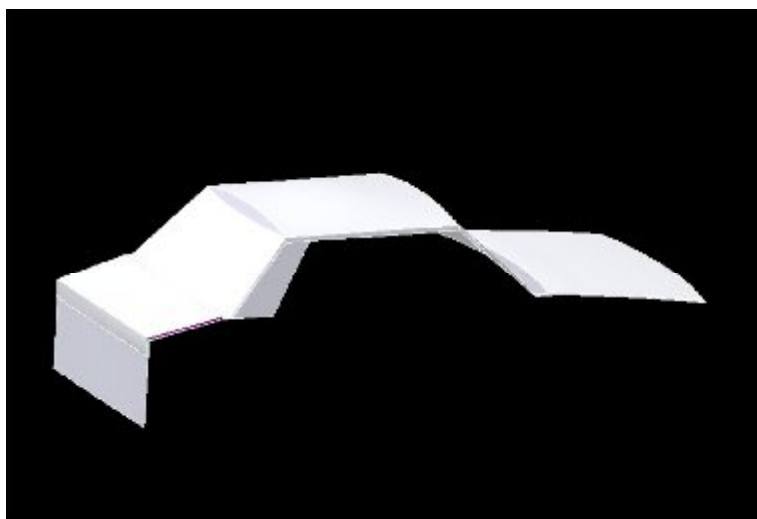
Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 3.43



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Στο Σχήμα 3.43 παρατηρούμε πως στο συγκεκριμένο στάδιο δημιουργίας της επιφάνειας του αυτοκινήτου η επιφάνεια που δημιουργήθηκε έγινε με καθρεφτισμό (mirror) του δεύτερου τμήματος ορίζοντας το αρχικό επίπεδο αναφοράς XZ σαν το επίπεδο αναφοράς του καθρεφτισμού.



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Ολοκλήρωση δημιουργίας
επιφάνειας πάνω τμήματος
αυτοκινήτου

Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

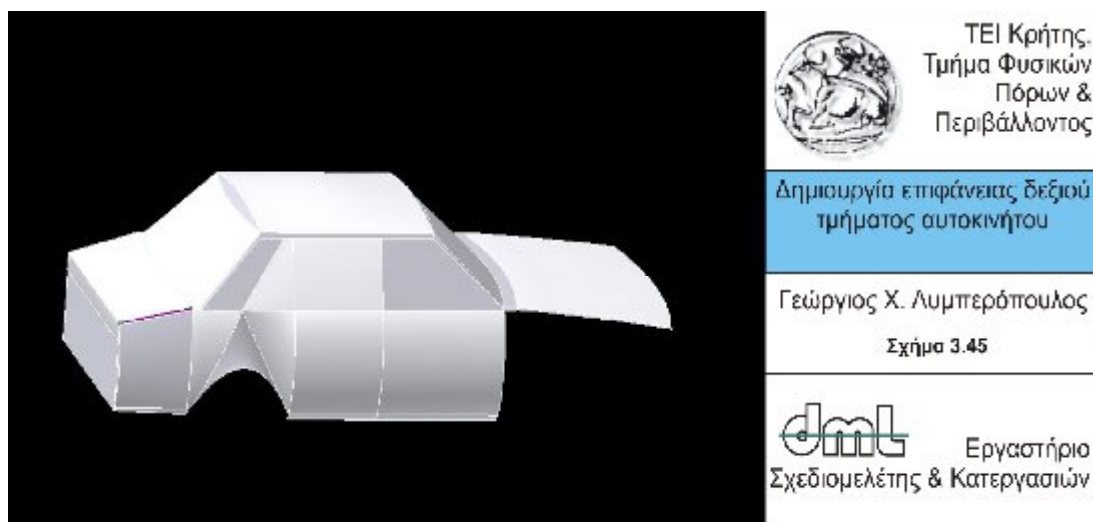
Σχήμα 3.44



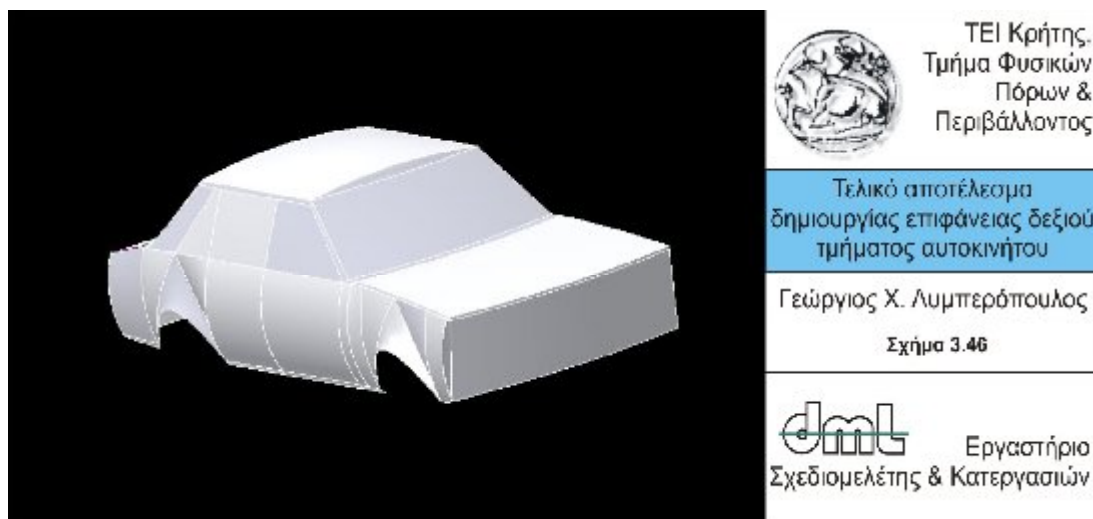
Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Στο Σχήμα 3.44 βλέπουμε την ολοκλήρωση της δημιουργίας της επιφάνειας όσον αφορά το άνω μέρος του αυτοκινήτου καθώς συνεχίζεται και η δημιουργία του δεξιού πλαϊνού τμήματος..

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

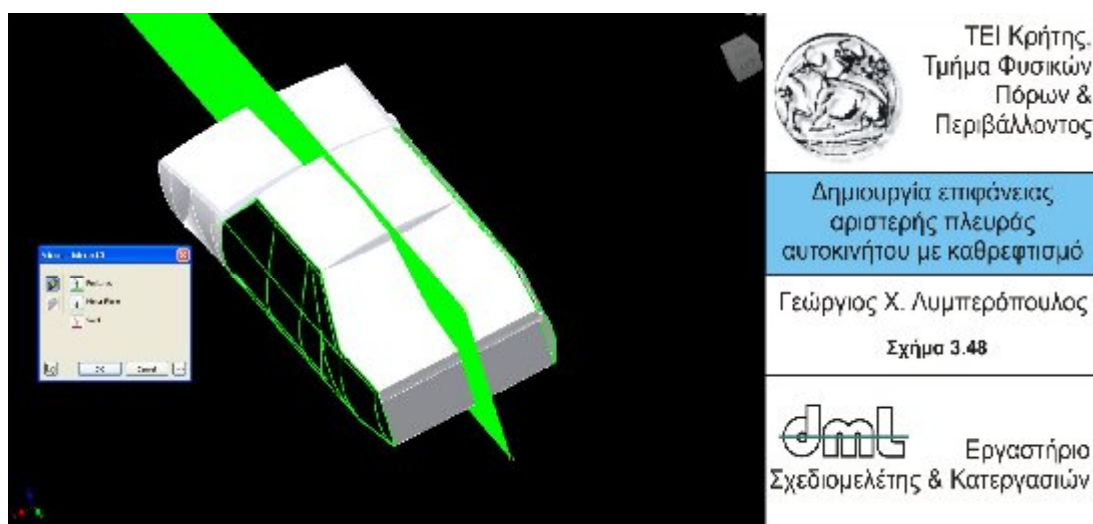
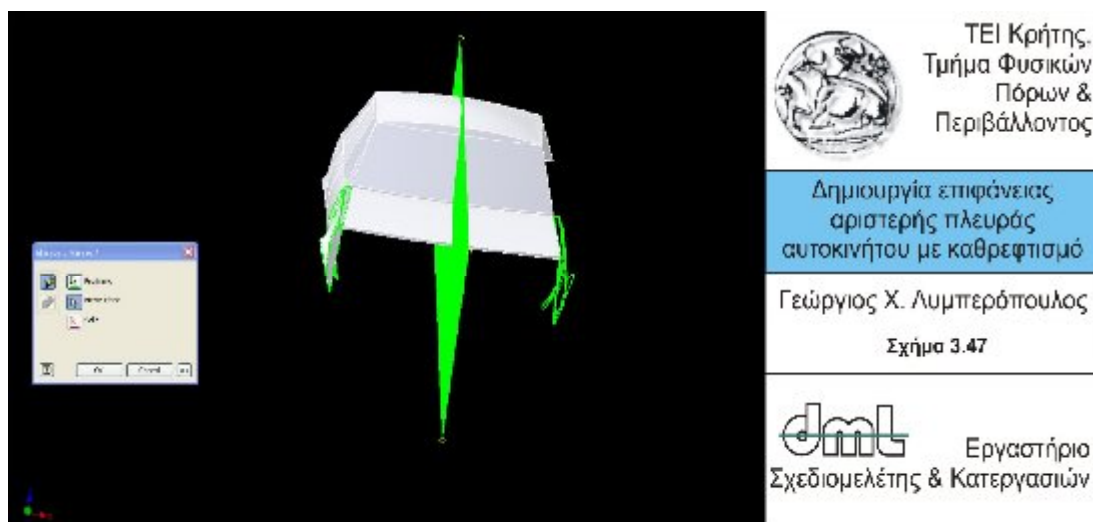


Στη συνέχεια πραγματοποιείται και η δημιουργία του δεξιού πλαϊνού τμήματος του αυτοκινήτου όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.45.

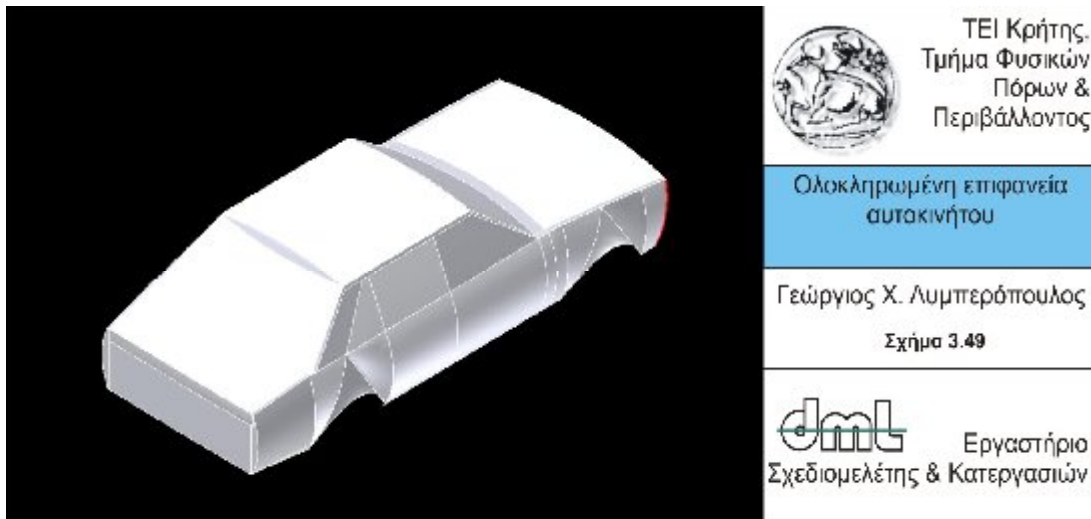


Στο Σχήμα 3.46 βλέπουμε την ολοκλήρωση της επιφάνειας και του δεξιού πλαϊνού τμήματος του αυτοκινήτου. Σε αυτό το στάδιο, έχοντας δημιουργήσει όλες τις επιφάνειες των πλαϊνών τμημάτων της δεξιάς πλευράς του αυτοκινήτου θα δημιουργήσουμε τις υπόλοιπες επιφάνειες της αριστερής πλευράς καθρεφτίζοντας (mirror) τα πλαϊνά τμήματα ως προς το αρχικό επίπεδο αναφοράς YZ ώστε να μην επαναλάβουμε την προηγούμενη διαδικασία η οποία είναι χρονοβόρα (3.47).

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



Στο Σχήμα 3.48 βλέπουμε την δημιουργία μεγάλου μέρους του αριστερού πλάγιου τμήματος του αυτοκινήτου με καθρεφτισμό (mirror), έχοντας επιλέξει και την ανάλογη επιφάνεια του δεξιού τμήματος. Παράλληλα, διακρίνονται και οι οριακές καμπύλες των επιφανειακών μπαλωμάτων όπως αυτές προέκυψαν από τις μετρήσεις και το νέφος των σημείων. Ύστερα και από την δημιουργία της αριστερής μεριάς του αυτοκινήτου λαμβάνουμε ολοκληρωμένο το επιφανειακό μας μοντέλο όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.49.



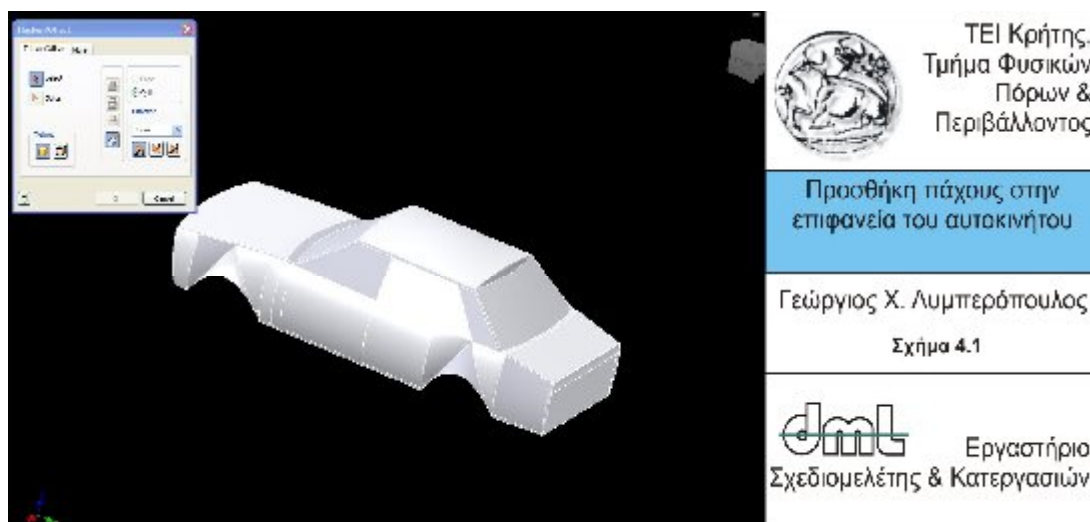
Με αυτό τον τρόπο λοιπόν, δημιουργούμε την επιφάνεια το αυτοκινήτου. Η φιλοσοφία της δημιουργίας των επιφανειών ήταν βασισμένη στις οριακές καμπύλες οι οποίες δημιουργήθηκαν με βάση τις μετρήσεις μας και το νέφος των σημείων. Έτσι λοιπόν δημιουργώντας την επιφάνεια της οροφής αρχίσαμε να μοντελοποιούμε την επιφάνεια ολόκληρου του αυτοκινήτου «χτίζοντας» κάθε ένα τμήμα με την κοινή οριακή καμπύλη του ακριβώς επόμενου τμήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΣΕ ΦΙΛΙΚΟ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ

4.1 Απόδοση πάχους και υλικού στο μοντέλο επιφάνειας

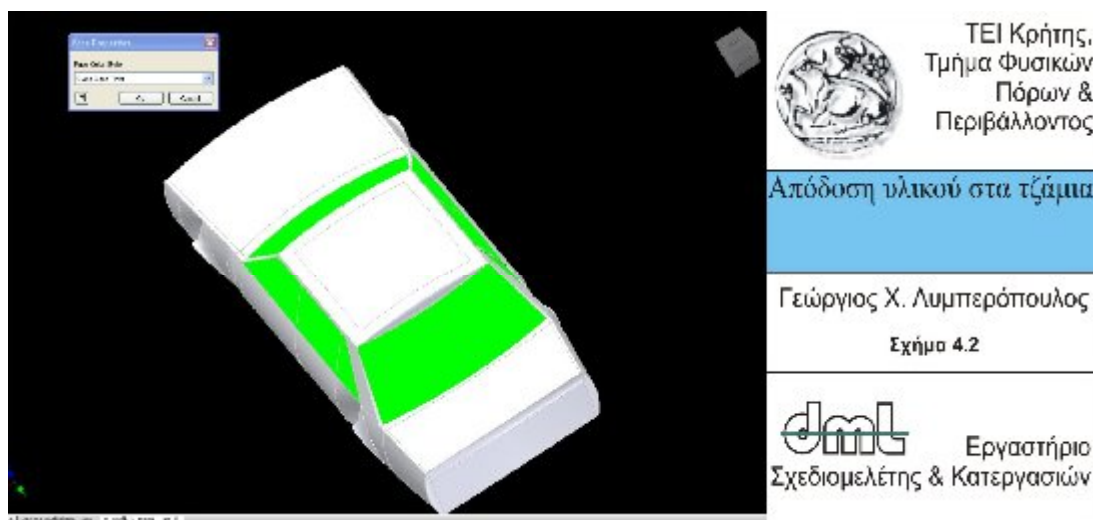
Αρχικά θα προσδώσουμε στο επιφανειακό μας μοντέλο πάχος 1mm, όσο είναι δηλαδή και η λαμαρίνα της επιφάνειας του αυτοκινήτου. Επιλέγοντας την εντολή Thicken/Offset από την γραμμή εντολών του Autodesk Inventor μας ανοίγει ένα παράθυρο όπου εκεί επιλέγουμε την επιφάνεια που θέλουμε και το πάχος το οποίο θέλουμε να του δώσουμε (Σχήμα 4.1).



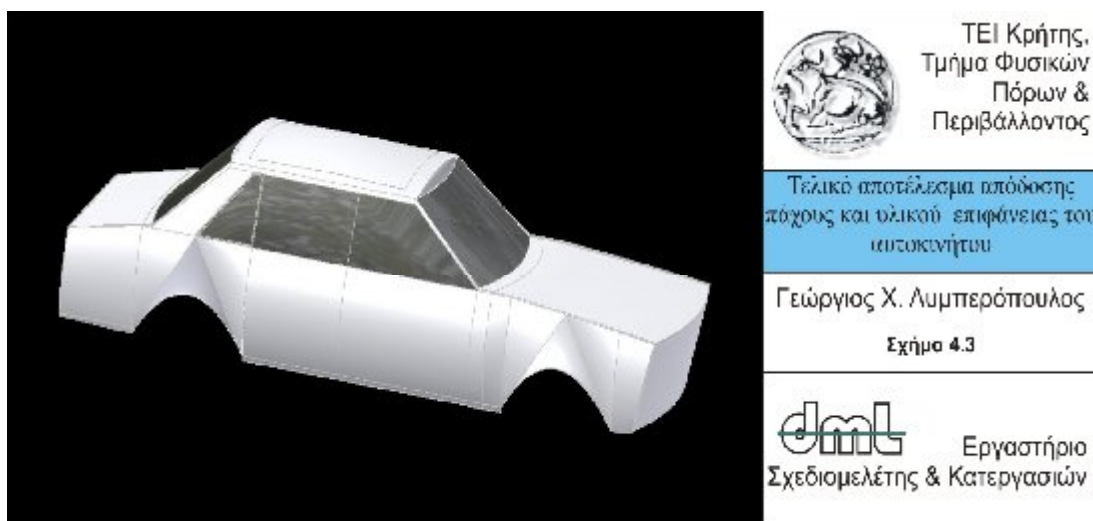
Με την εντολή Select επιλέγουμε όλες τις επιφάνειες του αυτοκινήτου και στο παράθυρο Distance επιλέγουμε το πάχος στο 1mm. Πατάμε ok και δημιουργείται το πάχος σε όλες τις επιφάνειες.

Όσον αναφορά την απόδοση του υλικού πηγαίνουμε στην εντολή As Material και εισάγουμε το υλικό που θέλουμε να προσδώσουμε στην επιφάνεια του αυτοκινήτου. Επιλέγουμε το White Metal καθώς η επιφάνεια του αυτοκινήτου είναι μεταλλική και βαμμένη σε άσπρο χρώμα.

Για την απόδοση του υλικού των τζαμιών επιλέγουμε τις επιφάνειες, τις οποίες θέλουμε να αλλάξουμε μεμονωμένα το υλικό τους, πατάμε δεξί κλικ και Properties και στο παράθυρο που μας ανοίγει πάμε στο Face Color Style και επιλέγουμε το υλικό που θέλουμε να αποδώσουμε στις συγκεκριμένες επιφάνειες το οποίο είναι το Glass (Limo Tint) όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.2.



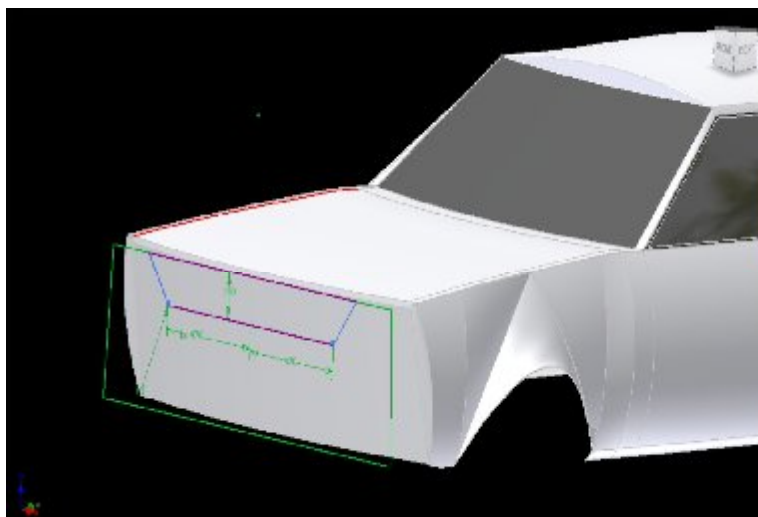
Με αυτό τον τρόπο λοιπόν εισάγαμε τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας της λαμαρίνας και των τζαμιών που έχει 1mm. Αυτό έχει σαν σκοπό και τον ρεαλισμό, ο οποίος απαιτείται, αλλά και την εξαγωγή σωστών συμπερασμάτων σε απόπειρα στατικής ανάλυσης μέσω FEM ώστε το μοντέλο μας να συμπεριφερθεί με βάση τις ιδιότητες του υλικού τις οποίες του προσδώσαμε (Σχήμα 4.3).



4.2 Δημιουργία νέων τμημάτων

Σαν πρόσθετη επεξεργασία, με βάση τον σκελετό του αμαξώματος άρχισε η δημιουργία καινούργιων τμημάτων που θα μας οδηγήσει στο καθολικό μοντέλο του αυτοκινήτου.

Αρχίζοντας από το πλαστικό τμήμα που υπάρχει στην μπροστινή μάσκα του αυτοκινήτου, με βάση τις μετρήσεις μας, δημιουργήσαμε ένα επίπεδο αναφοράς XZ στο ήδη υπάρχον μοντέλο δημιουργώντας ένα 2D Sketch με την πρόσοψη του πλαστικού τμήματος (Σχήμα 4.4).



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Δημιουργία 2D Sketch
πλαστικού τμήματος
μπροστινής μάσκας

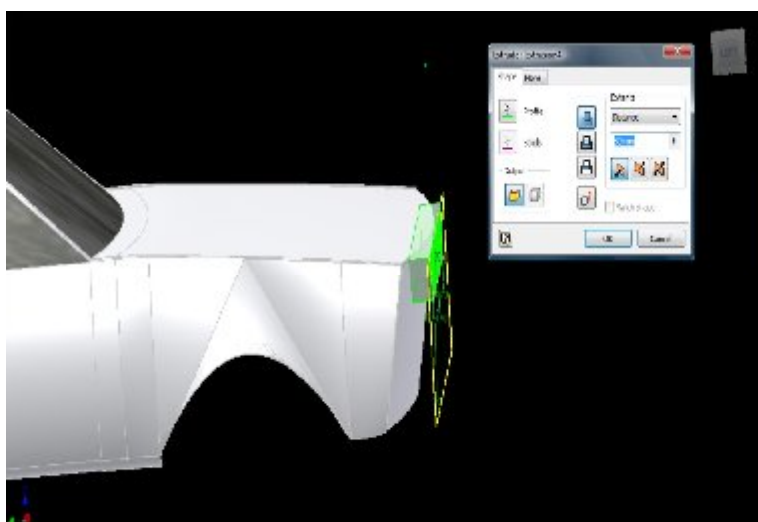
Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 4.4



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Στην συνέχεια με την εντολή Extrude δημιουργήσαμε μια επιφάνεια 80mm (Σχήμα 4.5) δημιουργώντας έτσι την κύρια επιφάνεια του πλαστικού τμήματος του ψυγείου.



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Δημιουργία πλαστικού
τμήματος μπροστινής
μάσκας αυτοκινήτου

Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 4.5



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Έπειτα στο ίδιο επίπεδο αναφοράς δημιουργήσαμε ακόμα ένα 2D Sketch και σχεδιάσαμε οριζόντιες γραμμές οι οποίες εφάπτονταν με τις δύο πλάγιες γραμμές. Επιπρόσθετα σχεδιάσαμε και το σήμα της Opel. Με την εντολή Extrude κόψαμε 5 mm της προηγούμενης επιφάνειας με το υπάρχον σχέδιο ολοκληρώνοντας έτσι το πλαστικό τμήμα της μπροστινής μάσκας του αυτοκινήτου έχοντας προσδώσει και σε αυτό το κατάλληλο υλικό που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.6.



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Ολοκληρωμένο πλαστικό
τμήμα μπροστινής μάσκας
αυτοκινήτου

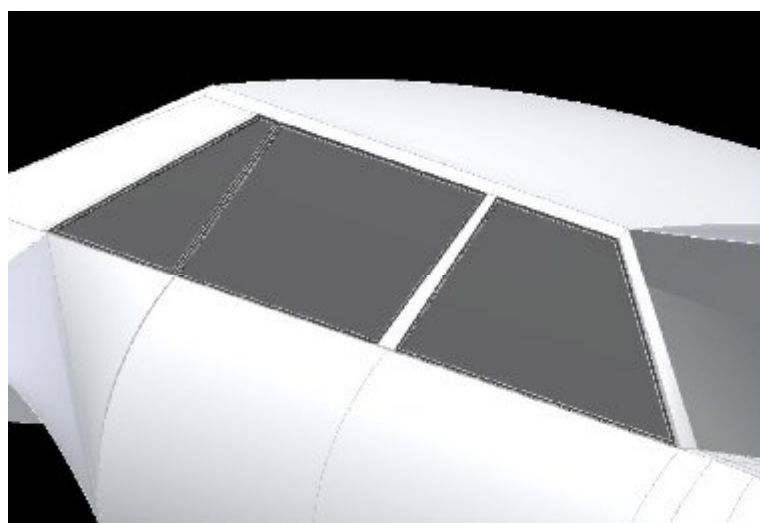
Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 4.6



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Πραγματοποιώντας την παραπάνω διαδικασία παρατηρήσαμε πως η εσωτερική πλευρά του αυτοκινήτου δεν ερχόταν σε συμφωνία με την επιφάνεια του πλαστικού τμήματος. Το σφάλμα το οποίο προέκυψε διορθώθηκε με την εντολή Delete Face όπου σβήσαμε όλες εκείνες τις πλευρές τις οποίες δεν θέλαμε και που παρεμβάλλονταν ανάμεσα στην επιφάνεια του πλαστικού τμήματος με την επιφάνεια του αυτοκινήτου. Με την ίδια ακριβώς φιλοσοφία δημιουργήθηκαν τα εξωτερικά πλαστικά πλαίσια των πλαϊνών τζαμιών (Σχήμα 4.7) και οι αεραγωγοί του τμήματος εξαερισμού του αυτοκινήτου (Σχήμα 4.8).



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Δημιουργία εξωτερικών
πλαστικών των πλαϊνών
τζαμιών του αυτοκινήτου

Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 4.7

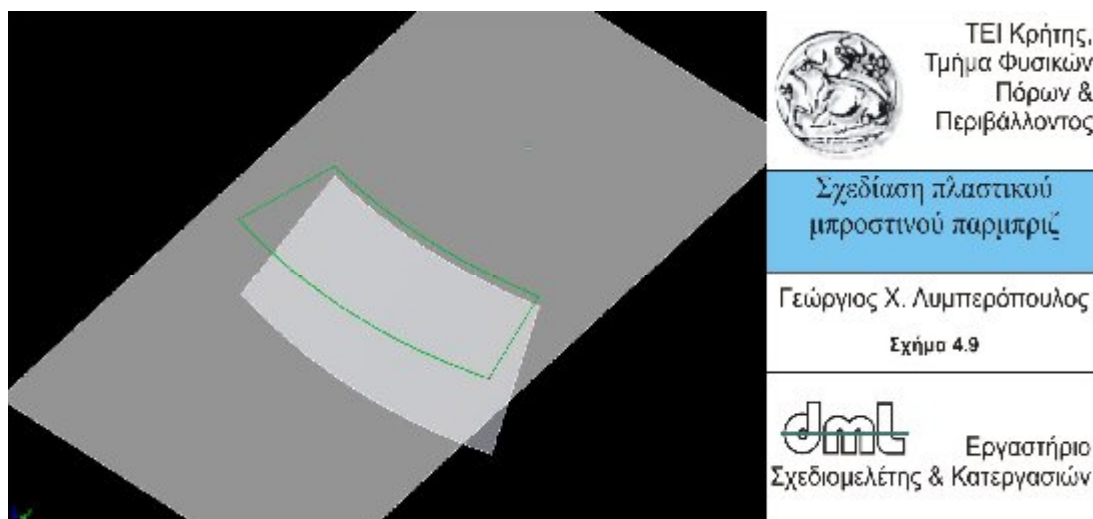


Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

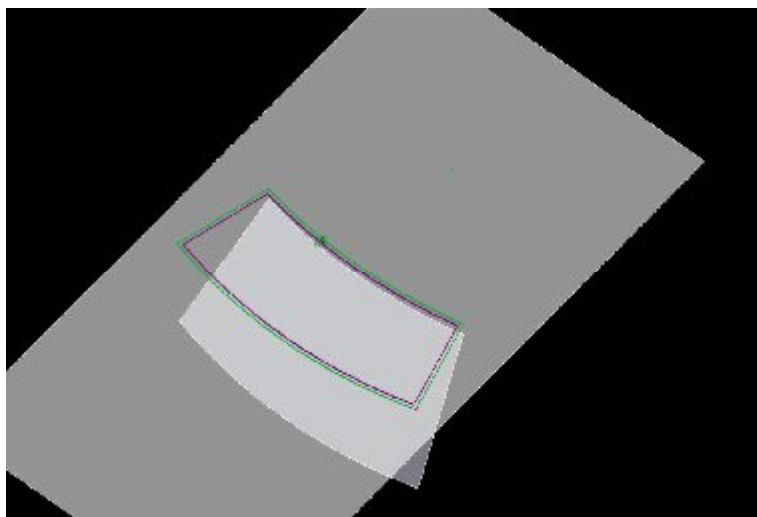


Με βάση πάλι τις μετρήσεις οι οποίες πραγματοποιήθηκαν δημιουργήσαμε καινούργια τμήματα ξεχωριστά από το μοντέλο του αυτοκινήτου τα οποία θα τα συναρμολογήσουμε μέσα σε περιβάλλον Assembly.

Τέτοιου είδους τμήματα ήταν τα εξωτερικά πλαστικά του πίσω και του μπροστινού παρμπρίζ όπου η δημιουργία τους ήταν αποτέλεσμα του επιφανειακού μοντέλου που είχαμε δημιουργήσει. Για την δημιουργία του εξωτερικού πλαστικού του μπροστινού παρμπρίζ πήγαμε στην επιφάνεια που είχαμε μοντελοποιήσει και δημιουργήσαμε ένα επίπεδο αναφοράς XY στο οποίο προβάλλαμε πάνω τις κάθετες και οριζόντιες γραμμές της επιφάνειας με την εντολή Project Geometry (Σχήμα 4.9).



Στην συνέχεια πήραμε τις προβαλλόμενες γραμμές και με την εντολή offset τις αποτυπώσαμε κατά 20 mm μικρότερες (Σχήμα 4.10).



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Σχεδίαση πλαστικού
μπροστινού παρμπριζ

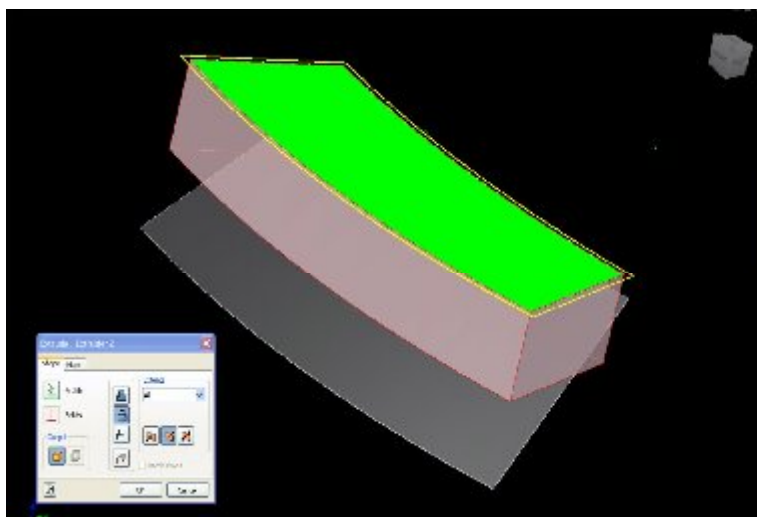
Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 4.10



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Με την εντολή Extrude επιλέγουμε να διαγράψουμε όλη την εσωτερική επιφάνεια με βάση το καινούργιο 2D Sketch που έχουμε δημιουργήσει (Σχήμα 4.11).



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Διαμόρφωση πλαστικού
τιμήματος μπροστινού
παρμπριζ

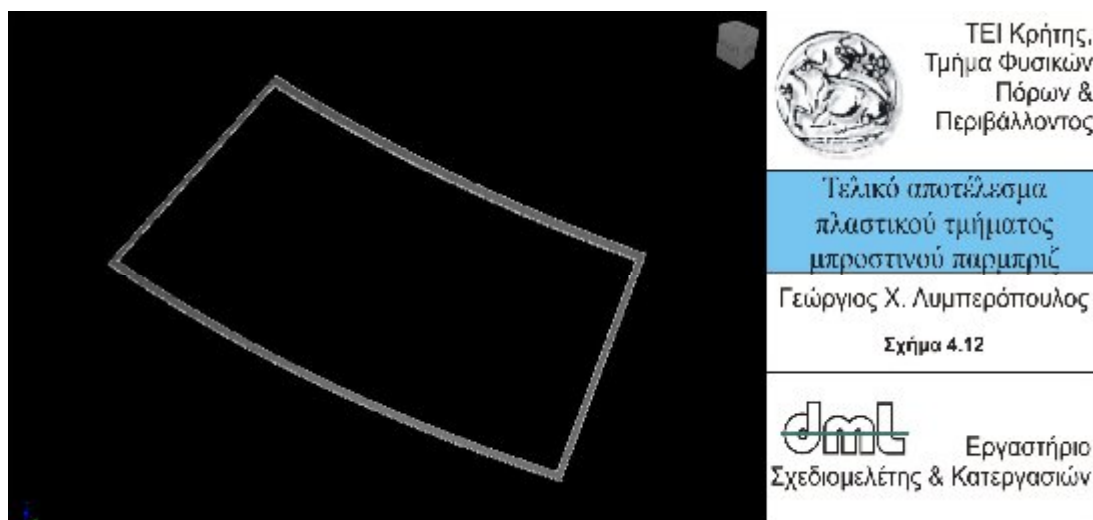
Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 4.11

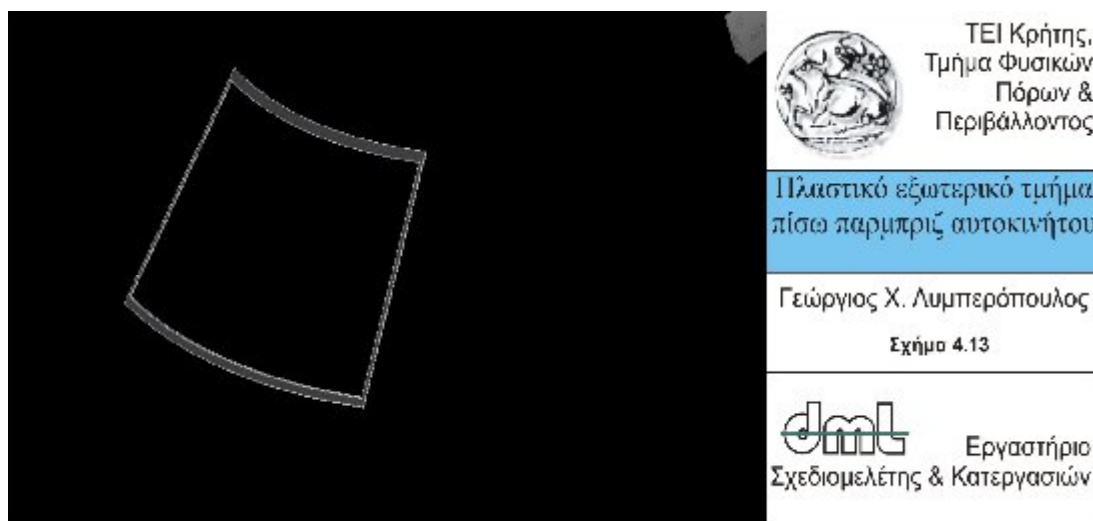


Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Εφόσον διαμορφώσαμε το εν λόγω τμήμα, του προσδώσαμε πάχος και υλικό και δημιουργήσαμε το εξωτερικό πλαστικό τμήμα του μπροστινού παρμπριζ (Σχήμα 4.12).

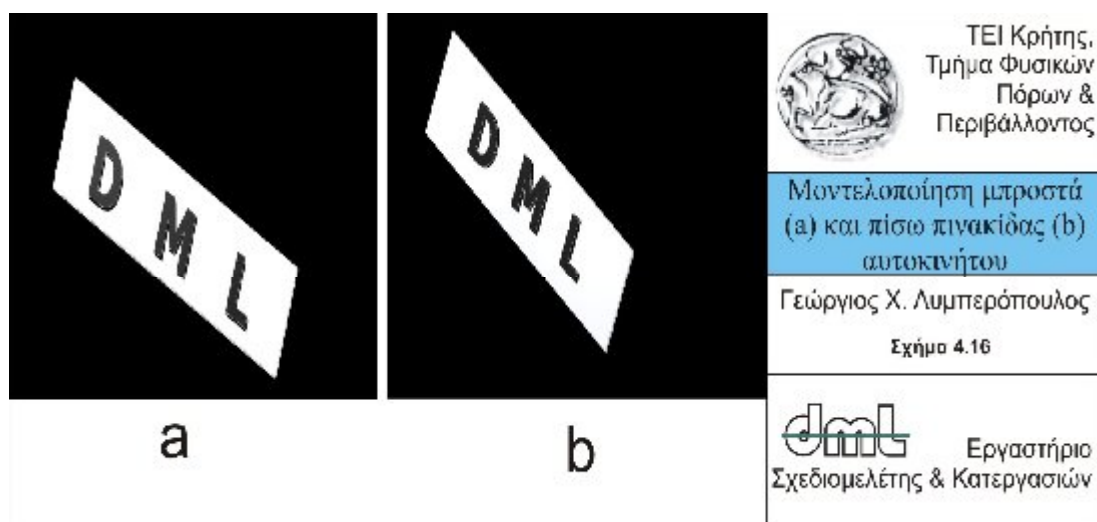
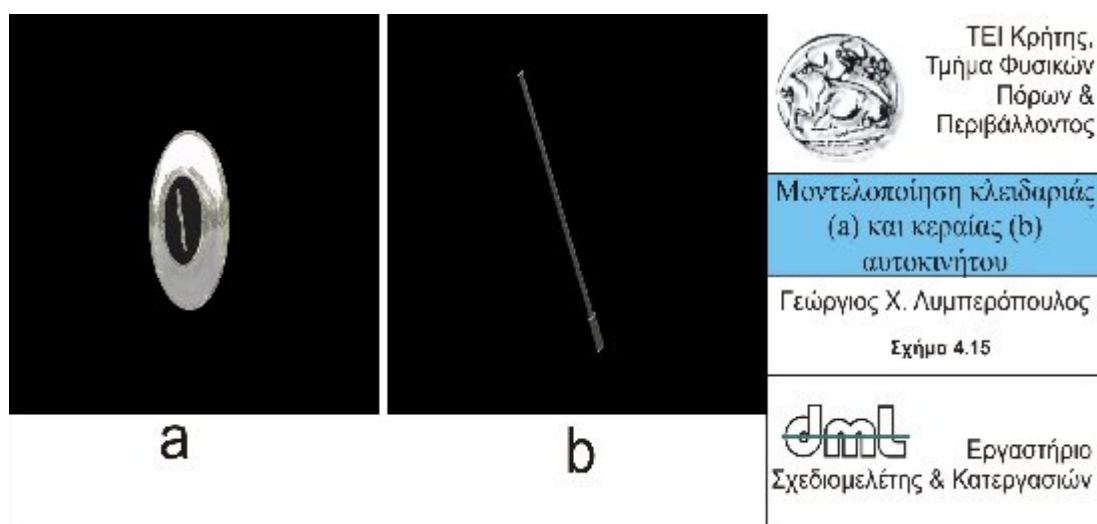
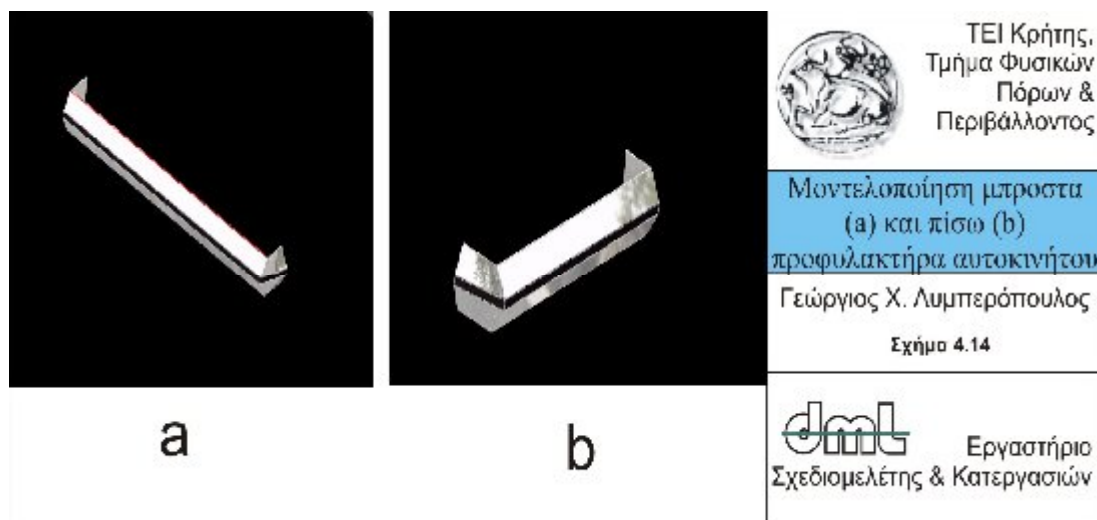


Με αυτόν τον τρόπο λοιπόν δημιουργήσαμε το εξωτερικό πλαστικό τμήμα του μπροστινού παρμπρίζ έχοντας πάρει την ίδια γεωμετρία της επιφάνειας του παρμπρίζ. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχουν σφάλματα κατά την μετέπειτα συναρμολόγηση (Assembly) του αυτοκινήτου. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργείται και ο πλαστικό εξωτερικό τμήμα του πίσω παρμπρίζ που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.13.



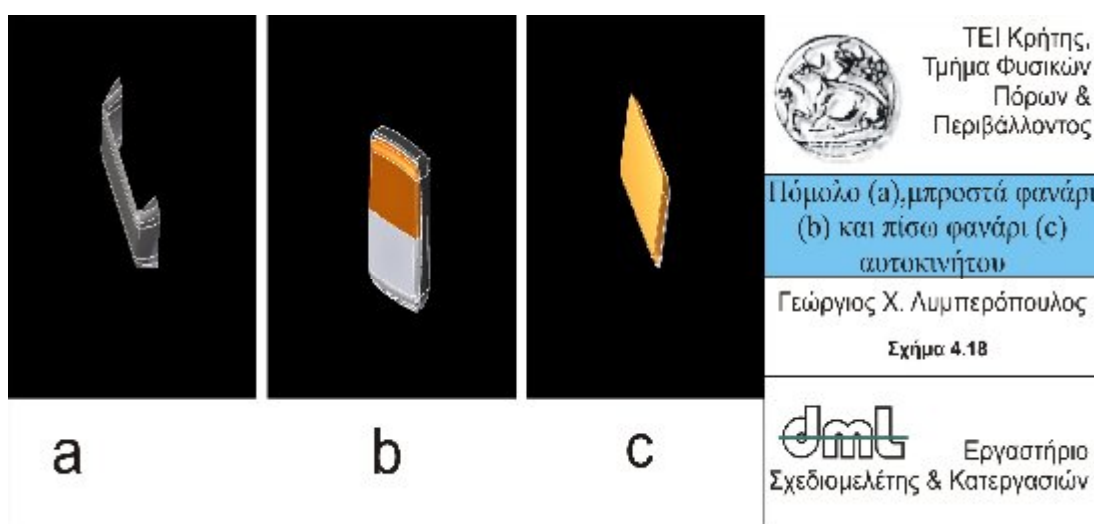
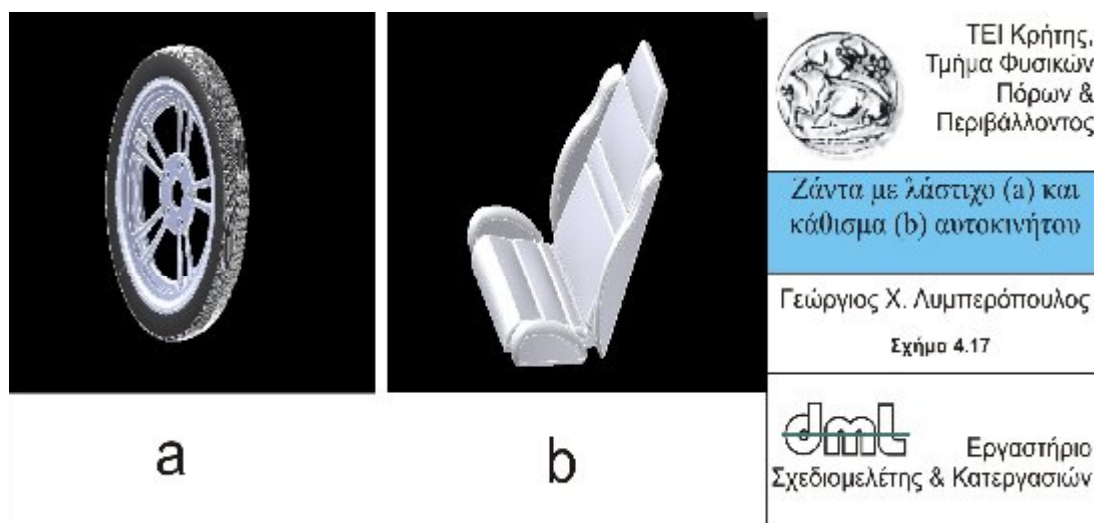
Εκτός από τα συγκεκριμένα τμήματα που προαναφέραμε δημιουργήσαμε, με βάση τις μετρήσεις τις οποίες πραγματοποιήσαμε και το μοντέλο επιφάνειας μας, τα υπόλοιπα τμήματα του αυτοκινήτου. Αρχίσαμε με την μοντελοποίηση του μπροστινού και πίσω προφυλακτήρα (Σχήμα 4.14) συνεχίσαμε με τις κλειδαριές και την κεραία (Σχήμα 4.15) και ολοκληρώσαμε με τις μπροστά και πίσω πινακίδες (Σχήμα 4.16).

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



Εκτός των τμημάτων τα οποία δημιουργήθηκαν, υιοθετήσαμε τμήματα όπως οι ζάντες, τα λάστιχα, τα καθίσματα (Σχήμα 4.17), τα πόμολα, τα πίσω και μπροστά φανάρια (Σχήμα 4.18) που πρόκειται να συναρμολογηθούν με το αυτοκίνητο με σκοπό στην καλύτερη ρεαλιστική απεικόνιση του μοντέλου μας.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

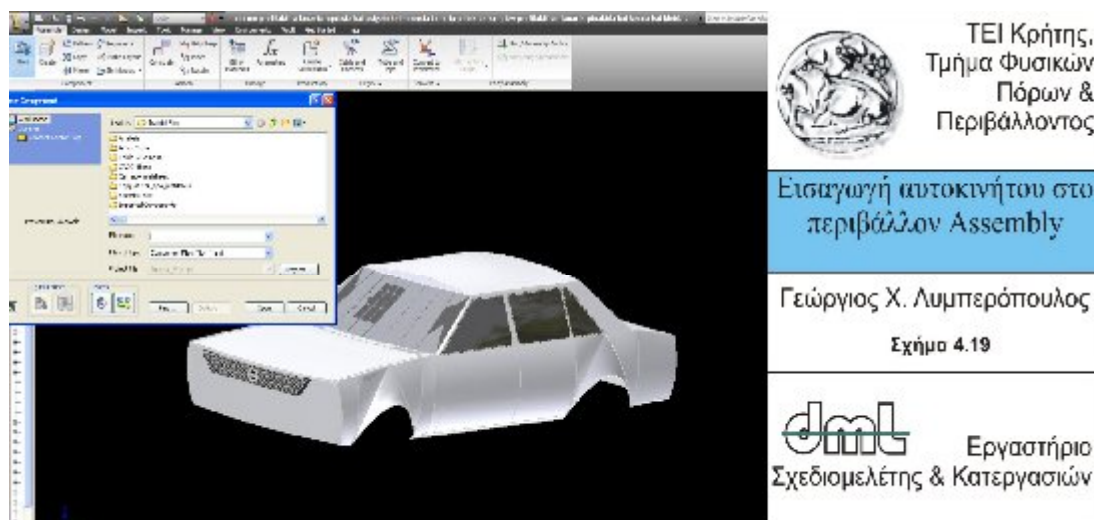


Έχοντας ολοκληρώσει την μοντελοποίηση όλων των καινούργιων τμημάτων καθώς και την απόδοση πάχους και υλικών θα περάσουμε στην συναρμολόγηση τους (Assembly) με το αμάξωμα του αυτοκινήτου.

4.3 Δημιουργία Assembly και εισαγωγή νέων και έτοιμων τμημάτων - κοπή και εισαγωγή φωτοβολταϊκού πάνελ.

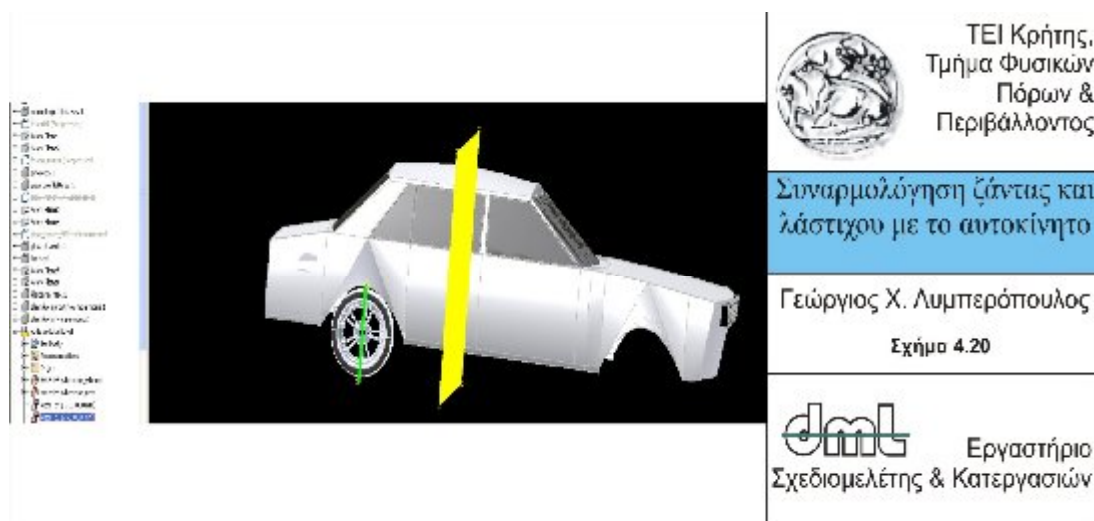
Φτάνοντας στο τελικό στάδιο επεξεργασίας του επιφανειακού μοντέλου για την μετάβαση του σε καθολικό αρχίζουμε την συναρμολόγηση (Assembly) όλων των τμημάτων των οποίων προαναφέραμε με το αμάξωμα του αυτοκινήτου. Δημιουργούμε ένα καινούργιο περιβάλλον Assembly και με την εντολή Place βρίσκουμε τον σκελετό του αυτοκινήτου και τον εισάγουμε μέσα στο Assembly (Σχήμα 4.19).

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



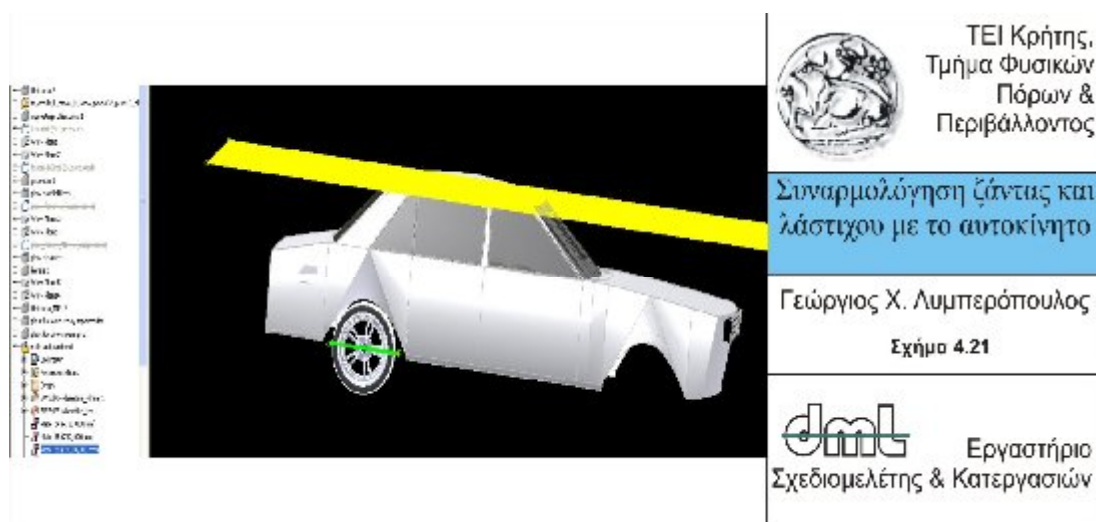
Στη συνέχεια εισάγουμε την ζάντα με το λάστιχο με τον ίδιο τρόπο, και αρχίζουμε την μεταξύ τους συναρμολόγηση. Με την εντολή Constrain αρχίζουμε και εισάγουμε τους απαραίτητους περιορισμούς με στόχο την τοποθέτηση της ζάντας και του λάστιχου στο σωστό σημείο του αυτοκινήτου.

Αρχικά, παίρνουμε το επίπεδο αναφοράς XZ του αυτοκινήτου και με την χρήση της εντολής Constrain το ταιριάζουμε (Mate) με το ανάλογο επίπεδο αναφοράς της ζάντας και του λάστιχου (Σχήμα 4.20).



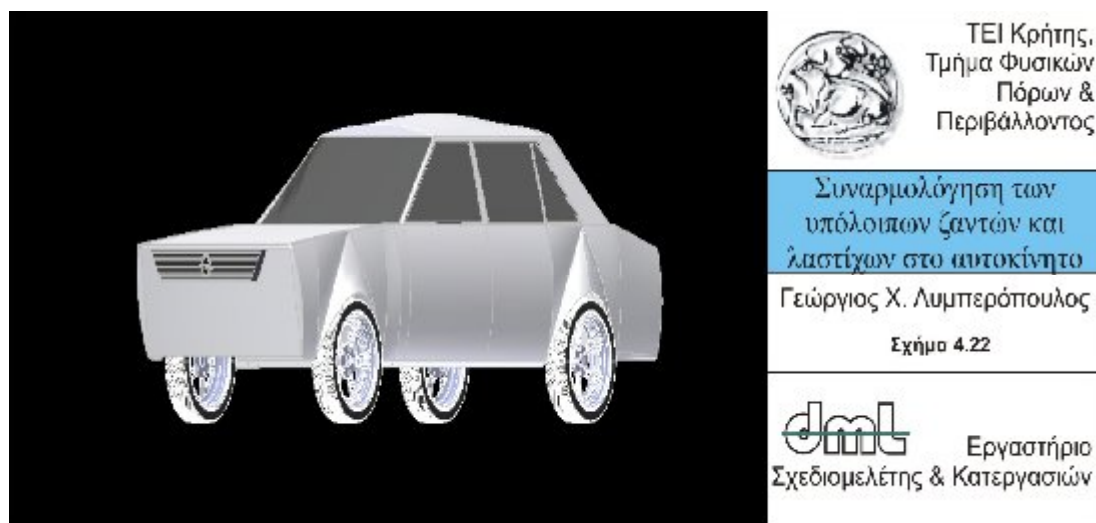
Η ίδια διαδικασία γίνεται και για τα άλλα δύο επίπεδα αναφοράς YZ και XY (Σχήμα 4.21) ολοκληρώνοντας έτσι την πρώτη συναρμολόγηση του αυτοκινήτου με το λάστιχο και την ζάντα.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



Όπως παρατηρείται και στα Σχήματα 4.20 και 4.21 κάτω δεξιά διακρίνεται η απόσταση των επιπέδων αναφοράς της ζάντας και του λάστιχου με τα επίπεδα αναφοράς του αυτοκινήτου ώστε να γίνει σωστή η συναρμολόγηση.

Με τον συγκεκριμένο τρόπο λοιπόν ολοκληρώθηκε η πρώτη συναρμολόγηση της ζάντας και του λάστιχου με το αυτοκίνητο (Σχήμα 4.22).



Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο γίνεται και η υπόλοιπη συναρμολόγηση του αυτοκινήτου η οποία παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Συναρμολόγηση μπροστά
και πίσω προφυλακτήρα στο
αυτοκίνητο

Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 4.23



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Στο Σχήμα 4.23 παρουσιάζεται η συναρμολόγηση του μπροστινού και πίσω προφυλακτήρα με το αμάξωμα του αυτοκινήτου.



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Συναρμολόγηση κεραίας και
εξωτερικού τμήματος πίσω
παρμπρίζ στο αυτοκίνητο

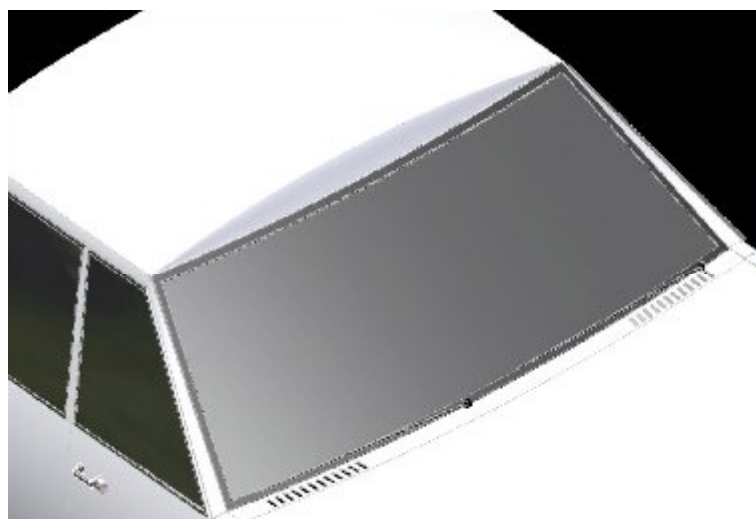
Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 4.24



Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Στο Σχήμα 4.24 βλέπουμε την συναρμολόγηση της κεραίας και του πίσω εξωτερικού τμήματος παρμπρίζ με το αυτοκίνητο.



ΤΕΙ Κρήτης,
Τμήμα Φυσικών
Πόρων &
Περιβάλλοντος

Συναρμολόγηση
ναλοκαθαριστήρων και
εξωτερικού τμήματος

Γεώργιος Χ. Λυμπερόπουλος

Σχήμα 4.25



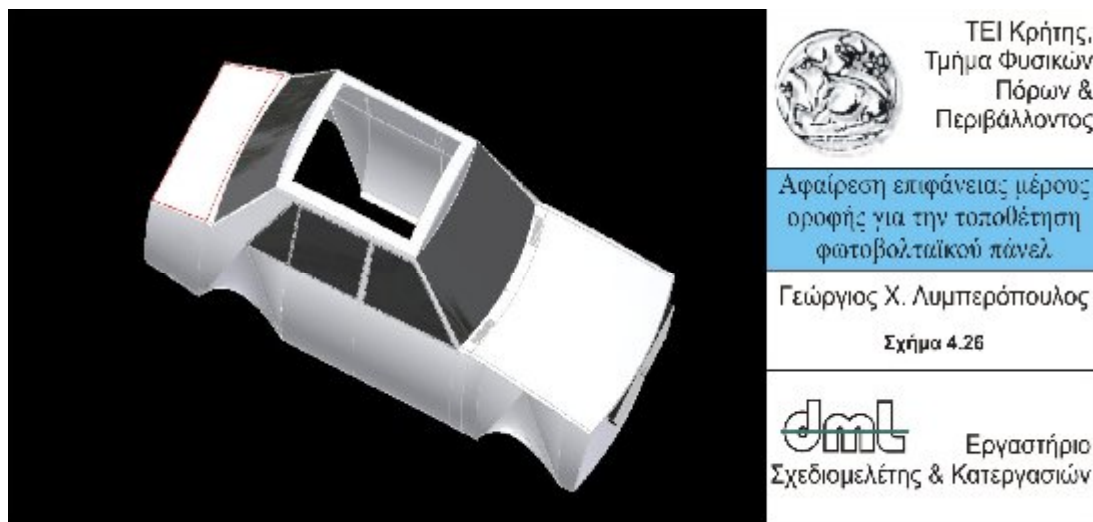
Εργαστήριο
Σχεδιομελέτης & Κατεργασιών

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

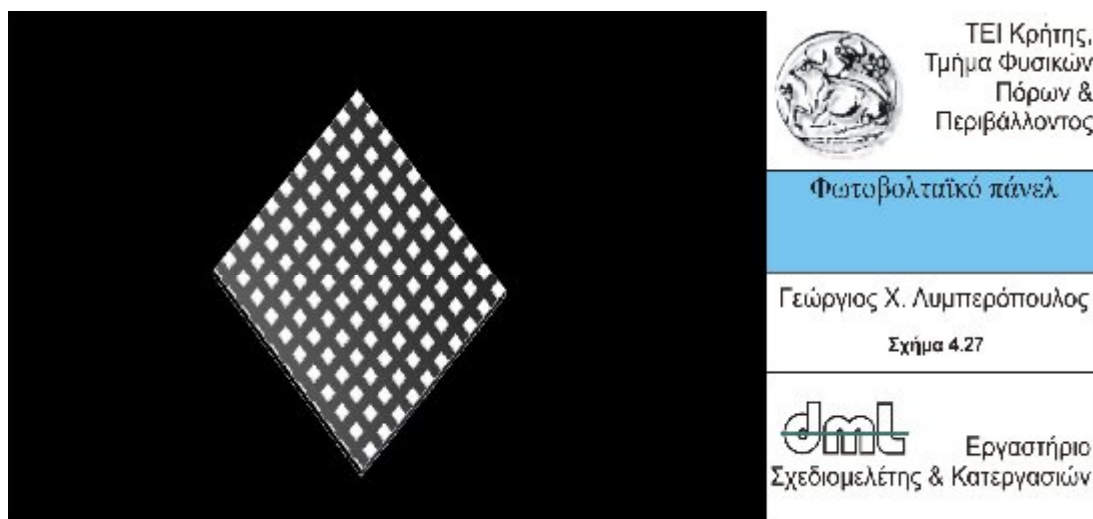
Στο Σχήμα 4.25 βλέπουμε την συναρμολόγηση των υαλοκαθαριστήρων και του εξωτερικού τμήματος του μπροστινού παρμπρίζ με το αυτοκίνητο.

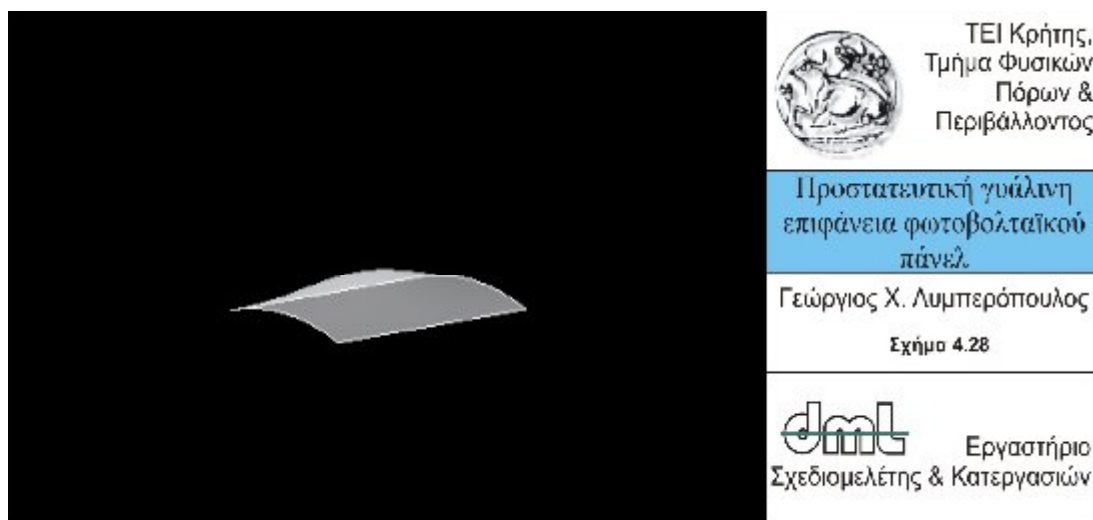
Ολοκληρώνοντας την συναρμολόγηση (Assembly) του αυτοκινήτου με τα υπόλοιπα τμήματα, θα περάσουμε στην επεξεργασία κοπής ενός μέρους της οροφής όπου θα τοποθετηθεί ένα φωτοβολταϊκό πάνελ όπου θα καλύπτεται από γυάλινη επιφάνεια.

Κατ' αρχήν, κόβουμε με την εντολή Extrude μια συγκεκριμένη επιφάνεια της οροφής του αυτοκινήτου στο μήκος και στο πλάτος του φωτοβολταϊκού πάνελ που θα χρησιμοποιήσουμε (Σχήμα 4.26).

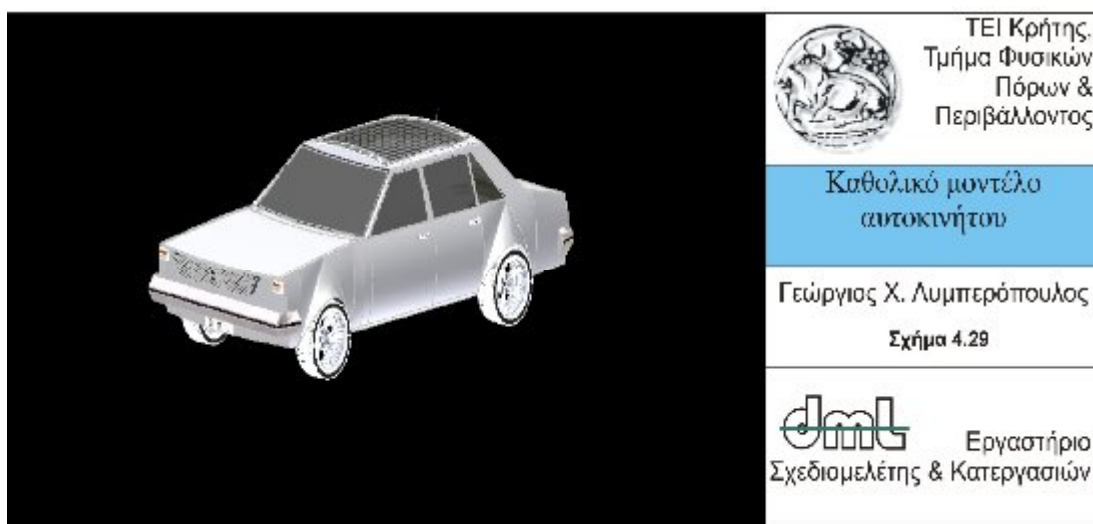


Στην συνέχεια, μοντελοποιούμε το φωτοβολταϊκό πάνελ (Σχήμα 4.27) καθώς και την γυάλινη επιφάνεια η οποία θα τοποθετηθεί πάνω από το φωτοβολταϊκό για προστασία (Σχήμα 4.28).





Τέλος, τοποθετούμε το φωτοβολταϊκό πάνελ και την γυάλινη επιφάνεια στο συναρμολογούμενο (Assembly) μοντέλο μας ολοκληρώνοντας την διαδικασία μετατροπής του επιφανειακού μοντέλου σε καθολικό (Σχήμα 4.29).

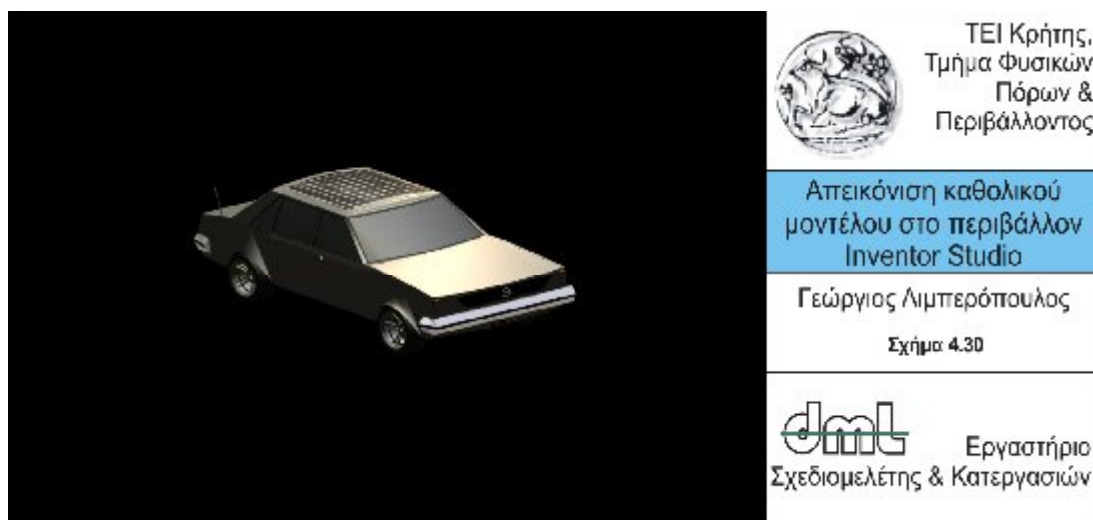


Έτσι ολοκληρώνεται η διαδικασία καθολικής μοντελοποίησης και παρέμβασης στο καθολικό μοντέλο του αυτοκινήτου.

4.4 Render και F.E.M

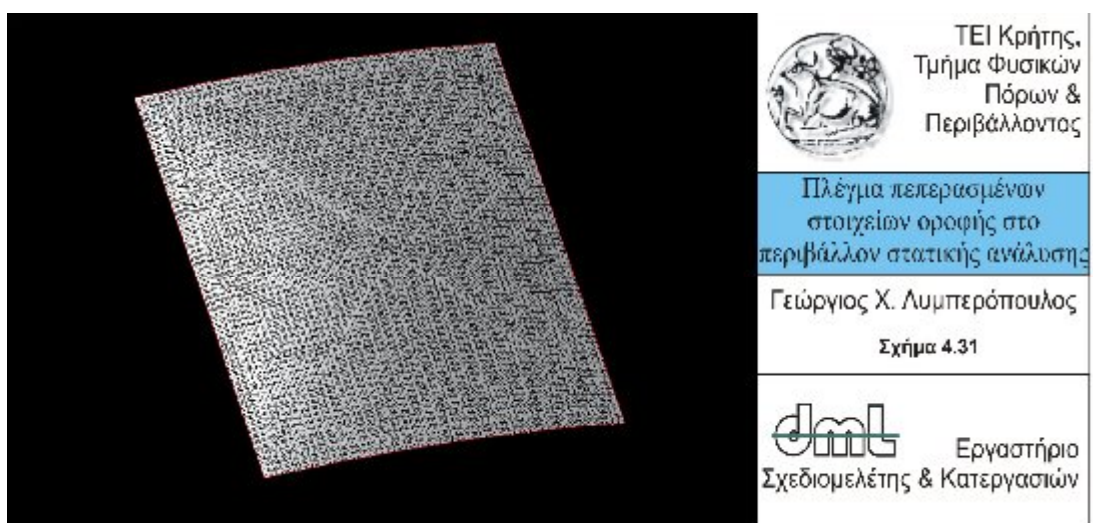
Ολοκληρώνοντας την δημιουργία του καθολικού μοντέλου το τελικό στάδιο είναι να επεξεργασθεί στο περιβάλλον του Inventor Studio ώστε να γίνει πιο σωστή αναπαράσταση του μοντέλου και επίσης να γίνει στατική ανάλυση στην οροφή του αυτοκινήτου, πρώτα με την κανονική επιφάνεια της οροφής και ύστερα με το κομμένο μέρος της επιφάνειας της οροφής.

Αρχίζοντας από την επεξεργασία του καθολικού μοντέλου στο περιβάλλον Inventor Studio δοκιμάσαμε διάφορους φωτισμούς και φόντα και καταλήξαμε στον καλύτερο κατά την κρίση μας συνδυασμό (Σχήμα 4.30).



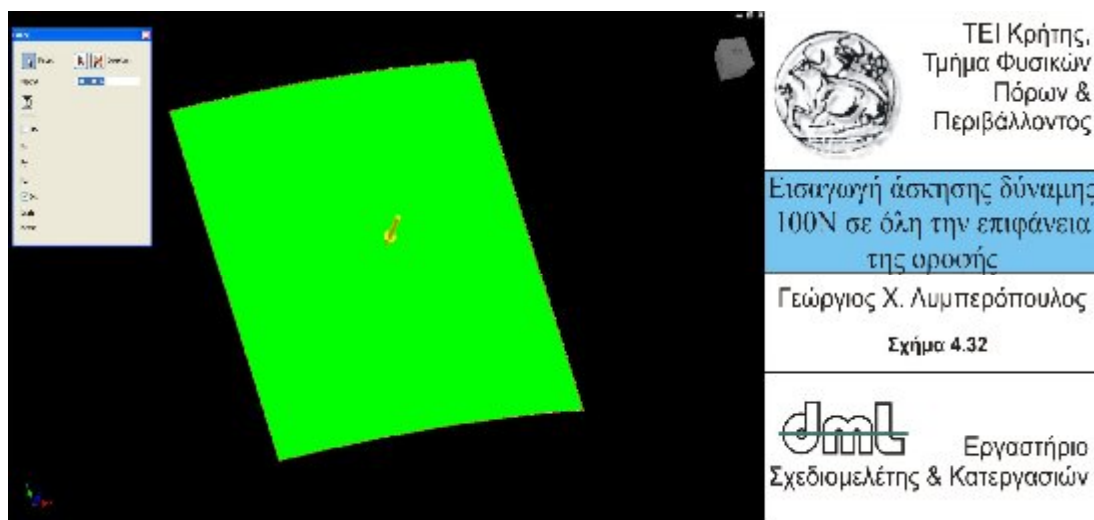
Στο Σχήμα 4.30 βλέπουμε το καθολικό μοντέλο στο περιβάλλον απεικόνισης Inventor Studio στο οποίο ορίσαμε τα κατάλληλα φόντα, τις σκιάσεις και τους φωτισμούς.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η στατική ανάλυση της επιφάνειας της οροφής με σκοπό να μελετηθεί η αντοχή της. Κατ' αρχήν, με την εντολή Assign αποδίδουμε το υλικό της επιφάνειας της οροφής το οποίο είναι ατσάλι (Steel). Στη συνέχεια με την επιλογή Mesh δημιουργούμε το πλέγμα πεπερασμένων στοιχείων της επιφάνειας όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα 4.31.

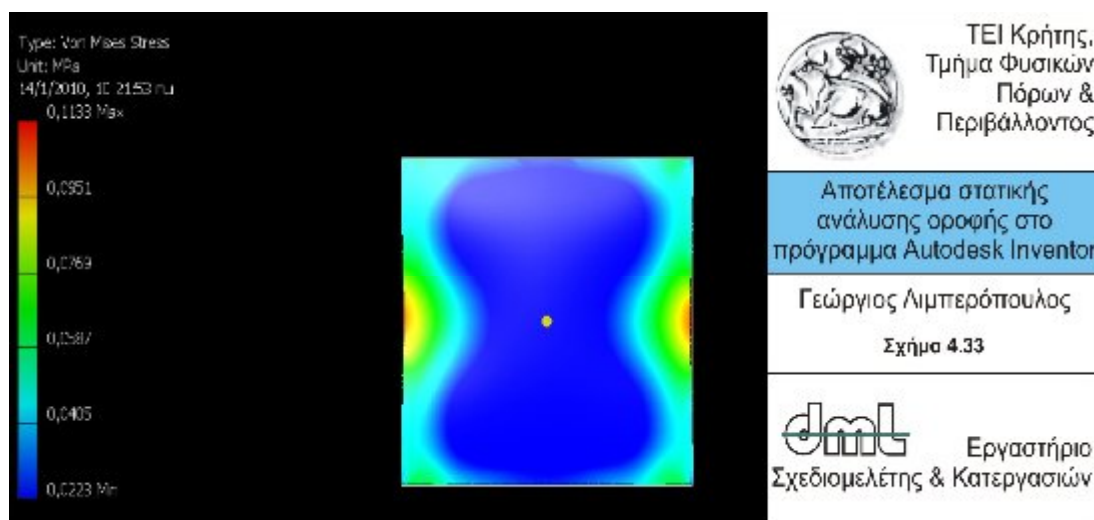


Έπειτα, εφαρμόζουμε, μια κάθετη τυπική δύναμη 100N (10 κιλά) ομοιόμορφα κατανομημένη σε όλη την επιφάνεια της οροφής (Σχήμα 4.32), καθώς και τους κατάλληλους περιορισμούς ώστε η οροφή να είναι πακτωμένη και στις τέσσερις πλευρές. Αυτό είχε σαν σκοπό να μελετηθεί η αντοχή και οι τάσεις της οροφής καθώς και η συμπεριφορά που θα έχει η εν λόγω επιφάνεια σε σχέση με τη μεταβολή (κοπή) που θα ακολουθήσει για την εισαγωγή του φωτοβολταϊκού πάνελ.

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

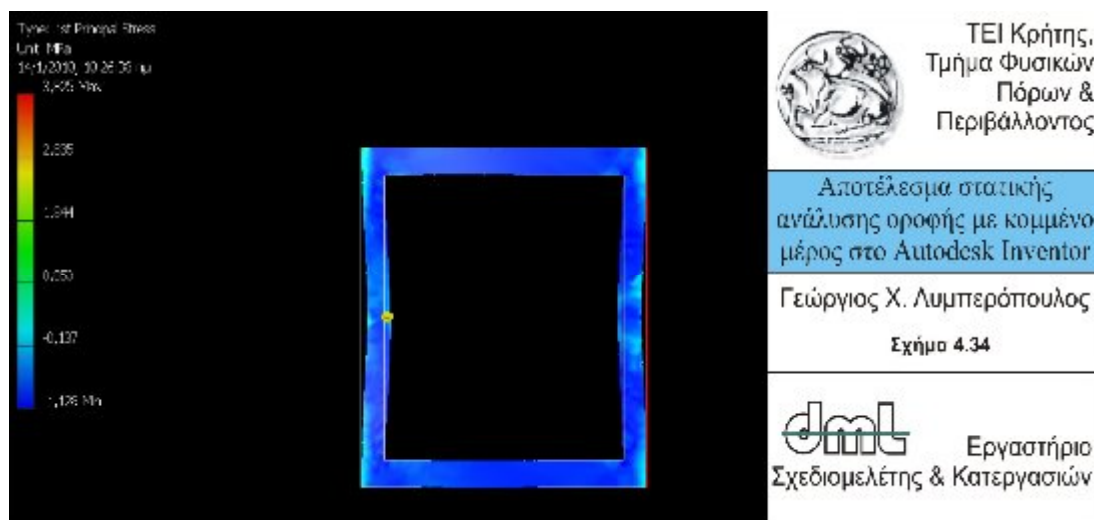


Τέλος, τρέχουμε το πρόγραμμα με τα στοιχεία τα οποία εισάγαμε και παίρνουμε το τελικό αποτέλεσμα (Σχήμα 4.33)



Στο Σχήμα 4.33 παρατηρούμε την συμπεριφορά της επιφάνειας στην κάθετη τυπική δύναμη που έχουμε ασκήσει που είναι συμμετρική και ομοιόμορφη όπως και αναμενόταν. Οι μέγιστες τάσεις von Mises που παρουσιάζονται φτάνουν τα 0.1 MPa. Η ίδια ανάλυση της οροφής πραγματοποιήθηκε με το κομμένο μέρος το οποίο δημιουργήθηκε για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκού πάνελ (Σχήμα 4.34).

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο



Από την συγκεκριμένη ανάλυση άσκησης δύναμης στο τμήμα της οροφής με το κομμένο μέρος παρατηρούμε αναμενόμενη συμπεριφορά στις τάσεις von Mises που παρουσιάζονται και φτάνουν τα 3.9 MPa κυρίως στις άκρες της οροφής όπως και ήταν αναμενόμενο. Για αυτό το λόγο λοιπόν θα πρέπει για παράδειγμα να δημιουργηθούν τέσσερις δοκοί που να υποστηρίζουν την συγκράτηση του φωτοβολταϊκού πάνελ. Με αντίστοιχη διαδικασία μπορεί καθένα από το τμήμα του αυτοκινήτου να αναλυθεί με πεπερασμένα στοιχεία καθοδηγώντας στην έκβαση συμπερασμάτων χρήσιμων για οποιοδήποτε την παρατέρα μελέτη της συμπεριφοράς του αυτοκινήτου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σκοπός υλοποίησης της συγκεκριμένης εργασίας είναι στο να συνεισφέρει στην επίλυση σημαντικών προβλημάτων του περιβάλλοντος όπως οι κλιματικές αλλαγές, η μόλυνση και η ανασφάλεια επάρκειας των ενεργειακών πόρων, οι ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις σε ενέργεια και ο μεγάλος αριθμός συμβατικών παλαιών αυτοκινήτων που κυκλοφορούν παγκοσμίως.

Ξεκινώντας την ανάλυση της μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκε σάρωση των επιφανειών με τη βοήθεια Laser σαρωτή. Παρατηρήσαμε πως δημιουργούνται μεγάλες ανομοιομορφίες που χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία όπως παρουσιάζεται και στο Κεφάλαιο 3 (Σχήμα 3.8). Συμπεραίναμε λοιπόν, πως για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου μοντέλου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε CAM, FEM συστήματα είναι απαραίτητη η χρήση ολοκληρωμένου CAD συστήματος. Η δυνατότητα χρήσης ειδικότερου laser σαρωτή και πιο συγκεκριμένα συστήματος με ακίδα λήψεως σημείων θα μπορούσε να αποδώσει με καλύτερο και ακριβέστερο τρόπο το τελικό αποτέλεσμα.

Ακολουθώντας την μεθοδολογία που αναφέρθηκε στην εργασία, συνεχίσαμε με επεξεργασία του νέφους των σημείων και την εισαγωγή τους στο ολοκληρωμένο CAD σύστημα τρισδιάστατης μοντελοποίησης Autodesk Inventor. Κατά την διάρκεια δημιουργίας των οριακών καμπυλών παρατηρήθηκε πως υπάρχουν προβλήματα όσον αφορά την σχεδίαση και παρεμβολή οριακών καμπυλών λόγω των πολλών σημείων και του θορύβου που προέκυψε από την σάρωση που υπήρχε. Αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία επιφανειών με μεγάλα σφάλματα όπως και παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 3 (Σχήμα 3.19). Συμπεράναμε λοιπόν πως η υλοποίηση τέτοιων μοντέλων με την βοήθεια επιφανειακών μπαλωμάτων επιβάλει την χρήση συμβατικών μετρήσεων σε συνδυασμό με τα νέφη σημείων που προέκυψαν από την σάρωση για την γρήγορη και ορθή παρεμβολή καμπυλών και μετέπειτα δημιουργία επιφανειών.

Όπως και παρουσιάστηκε στην παρούσα Πτυχιακή εργασία το μοντέλο επιφάνειας μπορεί να εξελιχθεί σε ολοκληρωμένο μοντέλο, δίνοντας τη δυνατότητα εικονικών παρεμβάσεων και μετατροπών, όπως και παρουσιάστηκε στο τέταρτο Κεφαλαίο. Επίσης πραγματοποιήθηκε φωτορεαλιστική απεικόνιση του αυτοκινήτου (Σχήμα 4.30) καθώς και μια τυπική στατική ανάλυση στο τμήμα της οροφής πριν και μετά την κοπή αυτής για την τοποθέτηση του φωτοβολταϊκού πάνελ.

Με την υλοποίηση της συγκεκριμένης διαδικασίας συμπεράναμε πως είναι δυνατή η ανάπτυξη ενός μοντέλου επιφανειών που μπορεί να οδηγήσει σε πιο σύνθετα μοντέλα καθώς και την εισαγωγή και δημιουργία νέων τμημάτων σε αυτά αποφεύγοντας έτσι τους κινδύνους και το κόστος που η πραγματική υλοποίηση θα είχε επιφέρει.

Η κατασκευή του ολοκληρωμένου μοντέλου που δημιουργήθηκε από την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας, παρέχει την προοπτική περαιτέρω εξέλιξης και μελέτης για την μετατροπή του σε φιλικό ως προς το περιβάλλον. Παραδείγματος χάρη, μπορεί να πραγματοποιηθεί μελέτη τοποθέτησης μπαταριών και άλλων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας, εφόσον υπάρχει το ολοκληρωμένο μοντέλο, και να πραγματοποιηθούν μελέτες για την οποιαδήποτε μετατροπή ή προσθήκη τμημάτων όπως επίσης και καινούργιες μεθόδους εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] I. D. Faux and M.J. Pratt, Computational geometry for design and manufacture, Ellis Horwood Limited, 1979.
- [2] Wikipedia the free encyclopedia, 2009. *Article* [online]. Διαθέσιμο από: http://en.wikipedia.org/wiki/Computational_geometry [προσβάσιμο στις 14 Ιανουαρίου 2010].
- [3] LionTR, Boxmodelling a car, www.abbys.hu, 22.10.2004
- [4] Ανδρέας Α. Κανάραχος, 1995, Πεπερασμένα στοιχεία και ανάλυση κατασκευών στην Μηχανολογία, Παπασωτηρίου.
- [5] Νικόλαος Μπιλάλης, Εμμανουήλ Μαραβελάκης, Συστήματα CAD/CAM και Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση, Εκδόσεις Κριτική.
- [6] Coons S.A. Surfaces for computer aided design of space forms, Project MAC, MIT, 1964, revised for MAC-TR-41. Springfield, VA. USA.
- [7] V. Dimitriou, A. Kanarachos, D. Koulocheris, An Approach to Unstructured Finite Element Mesh Generation Using Coons Mapping and Smoothing Techniques, WSEAS Transactions on Circuits and Systems, 2003, Issue 3, Vol. 2, p.p.473 – 478.
- [8] V. M. Dimitriou, Adaptive Mesh Generation Based on Coon's Interpolation for Solid FEM Modeling, Proceedings of the 3rd IC-EpsMsO International Conference on Experiments/ Process/System Modeling/Simulation & Optimization, Vol. I, p.p. 79-86, 8-11 July 2009, Athens, Greece.
- [9] Dimitriou, V. - Vidakis, N. - Antoniadis, A. Advanced Computer Aided Design Simulation of Gear Hobbing by Means of 3-Dimensional Kinematics Modeling, ASME Journal of Manufacturing Science and Engineering, 2007,129/5,p.p.911-918.
- [10] Dimitriou, V., Antoniadis, A., CAD-based simulation of the hobbing process for the manufacturing of spur and helical gears, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2009, 41 (3-4), pp. 347-357.
- [11] Τ.Ε.Ι. Κρήτης Παρ/μα Χανίων, NON-CONTACT 3D DIGITIZER VIVID 910/VI-910 Instruction Manual (HARDWARE), [online]. Διαθέσιμο από: http://dml.chania.teicrete.gr/eksoplismos/Manuals/VIVID910_VI-910.pdf [προσβάσιμο στις 12 Ιανουαρίου 2010].
- [12] Photo Modeler Measuring & Modeling the Real World. Cost Effective 3D Scanning [online]. Διαθέσιμο από: <http://www.photomodeler.com/products/pm-scanner.htm> [προσβάσιμο στις 12 Ιανουαρίου 2010]

Μοντελοποίηση συμβατικού αυτοκινήτου και προκαταρκτική μελέτη μετατροπής σε φιλικό ως προς το περιβάλλον αυτοκίνητο

[13] RSI GmbH 3D SYSTEMS & SOFTWARE 2009, Geomagic Studio 10 [online].
Διαθέσιμο από: <http://www.rsi-gmbh.de/public/en/prod/Soft/geomagic%20studio.htm>
[προσβάσιμο στις 12 Ιανουαρίου]

ΟΡΟΛΟΓΙΑ

[1] **Computer-aided design (CAD):** Είναι η χρήση της τεχνολογίας των υπολογιστών για το σχεδιασμό πραγματικών ή εικονικών αντικειμένων. Το σύστημα CAD συχνά περιλαμβάνει πολύ περισσότερα από απλά σχήματα. Όπως για παράδειγμα είναι η δημιουργία εγχειρίδιου σύνταξης για τεχνικά και μηχανολογικά σχέδια. Μπορεί να επεξεργάζεται συμβολικά στοιχεία όπως υλικά, διαδικασίες, διαστάσεις και ανοχές, ανάλογα με την εφαρμογή ειδικών εντολών.

[2] **Computer-aided manufacturing (CAM):** Είναι η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή με βάση τα εργαλεία λογισμικού που βοηθούν κυρίως τους μηχανικούς στον τομέα της μεταποίησης ή προτυποποίησης συστατικών, προϊόντων και εργαλείων.

[3] **Computer-aided engineering (CAE):** Είναι η χρήση τεχνολογικών πληροφοριών για την υποστήριξη των μηχανικών σε εργασίες όπως η ανάλυση, η προσομοίωση, ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η διάγνωση και η επισκευή αντικειμένων.

[4] **Finite element method (FEM):** Είναι μια αριθμητική τεχνική προσέγγιση για την εξεύρεση λύσεων μερικών διαφορικών εξισώσεων (PDE), καθώς και εξισώσεις ολοκληρωμάτων. Η προσεγγίσιμη λύση βασίζεται είτε στην ολοκληρωτική εξάλειψη των διαφορικών εξισώσεων (προβλήματα σταθερής κατάστασης), είτε μέσω της προσέγγισης συστημάτων των συνήθων διαφορικών εξισώσεων.