ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗΣ 3D SCANNING





ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΔΡ. ΜΗΧ. ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΗΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ



Ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όσους βοήθησαν σε αυτή την πτυχιακή με οποιοδήποτε τρόπο μπορούσε ο καθένας.





Η πτυχιακή αυτή αφιερώνεται στην οικογένεια μου και κυρίως στον πατέρα μου που χωρίς τη συμπαράσταση του ηθική και υλική, δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί.

Ιδιαίτερη αφιέρωση στη Χαρά για τη συμπαράστασή της όλο αυτό το χρονικό διάστημα.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ 4
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ POLYGON EDITING TOOL 5
2.1 Εισαγωγή δεδομένων ψηφιοποίησης 5
2.1.1 Εισαγωγή δεδομένων ψηφιοποίησης από μία σάρωση 5
2.1.2 Εισαγωγή δεδομένων ψηφιοποίησης από πολλαπλές σαρώσεις 7
2.1.3 Άνοιγμα αποθηκευμένου αρχείου δεδομένων 8
2.2 Αλλαγές στον τρόπο θέασης του αντικειμένου 9
2.2.1 Εμφάνιση σημείων 9
2.2.2 Εστίαση 9
2.2.3 Περιστροφή του αντικειμένου 10
2.2.4 Αλλαγή του τρόπου απόδοσης 11
2.3 Επιλογή του αντικειμένου προς επεξεργασία 12
2.3.1 Επιλέγοντας ένα αντικείμενο 12
2.3.2 Εμφάνιση σημείων 12
2.3.3 Ακύρωση επιλογής σημείων 13
2.3.4 Αντιστροφή της κατάστασης επιλογής των σημείων 13
2.3.5 Επιλογή σημείων καθορισμένων από μια τετράγωνη περιοχή 13
2.4 Επεξεργασία δεδομένων 13
2.4.1 Διαγραφή σημείων 13
2.4.2 Ευθυγράμμιση αντικειμένων 13
2.4.3 Συγχώνευση αντικειμένων 16
2.4.4 Ακύρωση και επανάληψη εντολής 17
2.5 Αποθήκευση δεδομένων 17
2.5.1 Αποθήκευση αντικειμένων 17
2.5.2 Αποθήκευση σκηνής 18
2.5.3 Μετατροπή σε άλλη τυποποίηση 18
3. HARDWARE ΚΑΙ SOFTWARE ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ 19
3.1 Hardware που χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια της εργασίας 19
3.1.1 Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής 19
3.1.2 Ο ψηφιοποιητής Vivid 910 19
3.2 Software που χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια της εργασίας 22
3.2.1 Geomagic Studio 22
4. ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 32
4.1 Προετοιμασία υλικών 32
4.2 Σάρωση του πτερυγίου 32
4.3 Φάση σημείων (Point Phase) 35
4.3.1 Καθαρισμός θορύβου 35
4.3.2 Διαδικασία ευθυγράμμισης 41
4.3.3 Διαδικασία τριγωνοποίησης / πολυγωνοποίησης 47
4.4 Φάση πολυγώνων (Polygon phase) 49
4.4.1 Καθαρισμός πολυγωνικού πλέγματος 49
4.4.2 Κλείσιμο οπών και διόρθωση ασυνεχειών 53
4.4.3 Δημιουργία ειδικών χαρακτηριστικών μοντέλου 59
4.4.4 Έλεγχος διατομών και τελική μορφή 63
5. ΣΥΝΟΨΗ 67
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 68

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τις νέες τεχνολογίες και πιο συγκεκριμένα με τη μέθοδο 3D Scanning, μπορούμε να πάρουμε μια ψηφιακή, τρισδιάστατη φωτογραφία οποιουδήποτε αντικειμένου και να την επεξεργαστούμε με τέτοιο τρόπο ώστε να οδηγηθούμε τελικά σε παραγωγή τεμαχίων πανομοιότυπων με το πρωτότυπο.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας μας οδήγησε στους τρισδιάστατους ψηφιοποιητές, όργανα ικανά για τρισδιάστατη σύλληψη αντικειμένων και της πιο πολύπλοκης μορφής. Με την ταυτόχρονη εξέλιξη και των ηλεκτρονικών υπολογιστών στην ικανότητα απεικόνισης τρισδιάστατων γραφικών πραγματικού χρόνου, η λήψη και επεξεργασία τέτοιων δεδομένων μειώθηκε δραματικά με αποτέλεσμα την ακόμα μεγαλύτερη εισαγωγή αυτής της τεχνολογίας στην παραγωγή.

Σε αυτήν την πτυχιακή εργασία που ακολουθεί, ερευνήσαμε και θέσαμε σε πράξη νέες τεχνολογίες για τη μέθοδο 3D Scanning. Αρχικά παρατίθενται οι λειτουργίες του λογισμικού που προτείνεται από τον κατασκευαστή για τη χρήση του τρισδιάστατου ψηφιοποιητή Minolta Vivid 910. περιγράφονται με το λεπτομερέστερο τρόπο ένα-ένα τα βήματα και οι λειτουργίες του λογισμικού, από την επιλογή του αντικειμένου προς ψηφιοποίηση, μέχρι και την αποθήκευση των δεδομένων στην επιθυμητή μορφή για την περαιτέρω επεξεργασία τους.

Στη συνέχεια αναλύονται το Hardware και το Software που χρησιμοποιήθηκαν στο εργαστήριό μας για τη διεξαγωγή της εργασίας αυτής. Έτσι περιγράφεται η απαραίτητη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή ως μέσου της λήψης και της επεξεργασίας των ψηφιακών δεδομένων και οι δυνατότητες του ψηφιοποιητή. Επίσης, περιγράφεται το πρόγραμμα Geomagic Studio και οι προηγμένες λειτουργίες του.

Τέλος, παρουσιάζουμε τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την εφαρμογή της μεθόδου στο μοντέλο μας, ένα πτερύγιο από την πειραματική ανεμογεννήτρια του παραρτήματος του ΤΕΙ Κρήτης στα Χανιά.

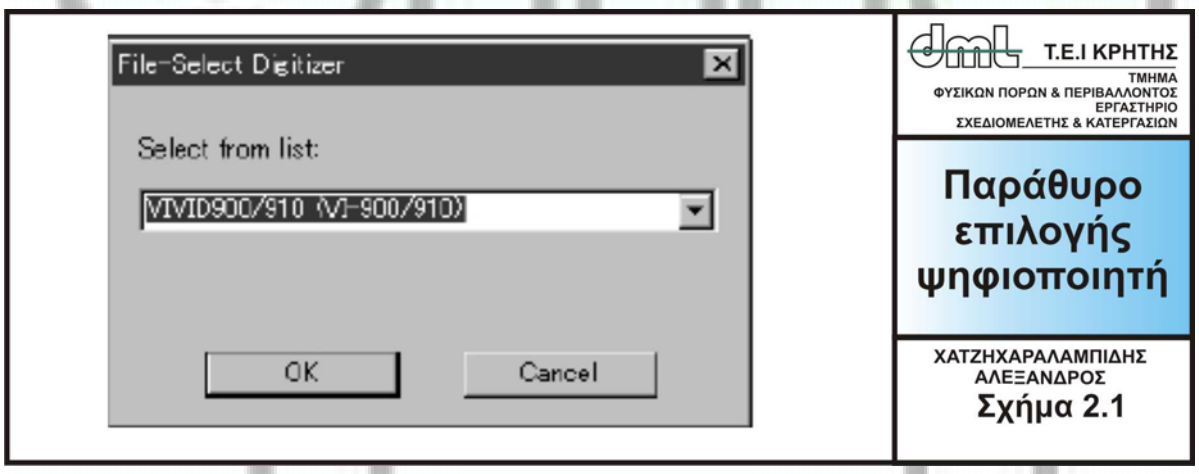
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ POLYGON EDITING TOOL

2.1 Εισαγωγή δεδομένων ψηφιοποίησης

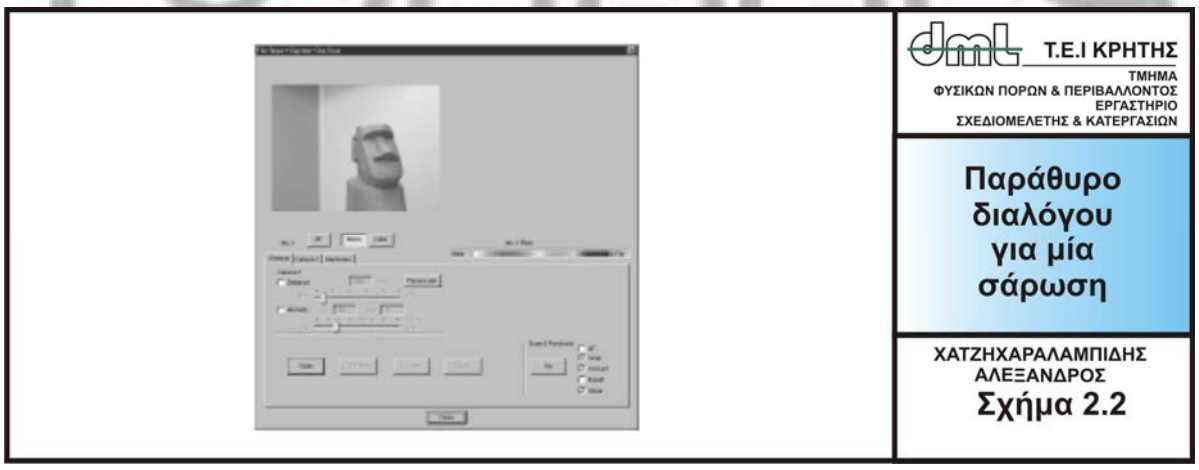
Ο ψηφιοποιητής της Minolta, Vivid 910, που χρησιμοποιήσαμε για την ψηφιοποίηση του μοντέλου έρχεται με το συνοδευτικό πρόγραμμα Polygon Editing Tool, του οποίου η λειτουργία είναι απλή και ακολουθεί τη διαδικασία κι άλλων προγραμμάτων της αγοράς που είναι εξειδικευμένα σ' αυτόν το τομέα. Η λειτουργία του και τα βασικά βήματα που ακολουθούνται σε μια επεξεργασία ενός τρισδιάστατου μοντέλου που προέρχεται από ψηφιοποίηση περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω σε βήματα.

2.1.1 Εισαγωγή δεδομένων ψηφιοποίησης από μία σάρωση

Αρχικά γίνεται η επιλογή του ψηφιοποιητή από το μενού του προγράμματος, κάνοντας κλικ στην επιλογή File→Select Digitizer και επιλέγοντάς το από τη λίστα που εμφανίζεται κάνουμε κλικ στην επιλογή OK.

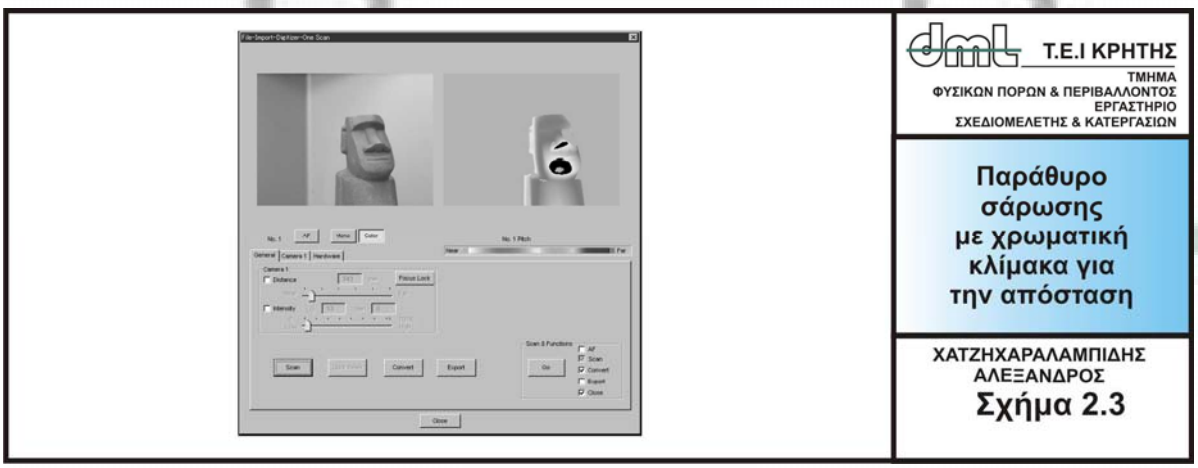


Στη συνέχεια επιλέγουμε αν η εισαγωγή των δεδομένων θα προκύψει από μία ή περισσότερες σαρώσεις. Στην περίπτωση της μίας σάρωσης ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία επιλέγοντας από το μενού File→Import→Digitizer→One Scan. Με αυτόν τον τρόπο δηλώνουμε ότι θα πραγματοποιήσουμε με τον ψηφιοποιητή που επιλέξαμε, την εισαγωγή ψηφιακών δεδομένων με μία μόνο σάρωση. Μας εμφανίζεται ένα παράθυρο με μια μονόχρωμη εικόνα του αντικειμένου που θέλουμε να ψηφιοποιήσουμε.

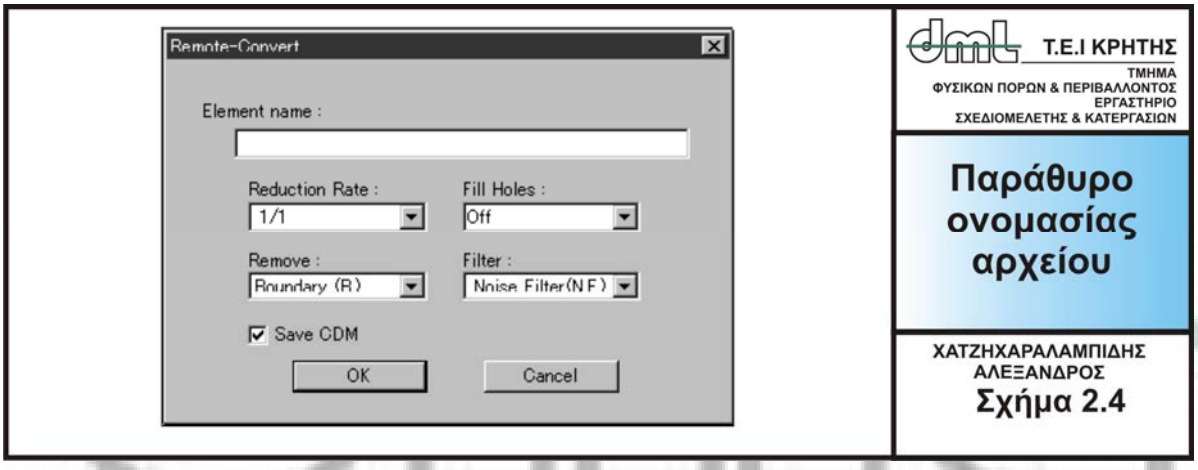


Για να μας εμφανίζεται το αντικείμενο στο κέντρο του παραθύρου αλλάζουμε τη θέση του αντικειμένου ή του ψηφιοποιητή. Η προβολή του αντικειμένου έγχρωμα γίνεται με την επιλογή του κουμπιού Color. Στη συνέχεια επιλέγουμε τη μέθοδο που θα σαρώσουμε το αντικείμενο διαλέγοντας ανάμεσα σε δύο επιλογές Fast ή Fine. Στην επιλογή Fast η εικόνα εμφανίζεται περίπου σε 0,3 δευτερόλεπτα. Ωστόσο, ο αριθμός των pixel είναι μόνο το ¼ από αυτόν που θα είχαμε στην επιλογή Fine, η οποία μας αποδίδει εικόνα ανάλυσης 640 X 480 pixel.

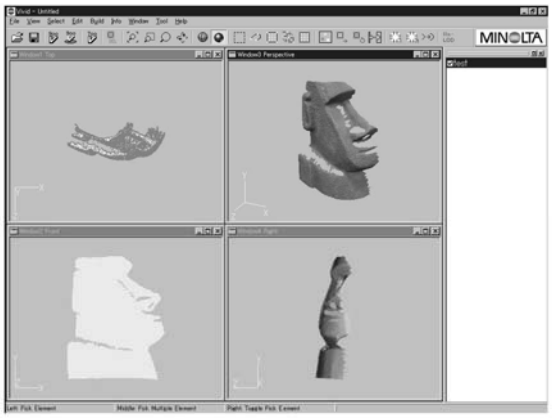
Κάνουμε κλικ στην επιλογή Scan για να ξεκινήσει η ψηφιοποίηση και μας εμφανίζονται τόσο η έγχρωμη όσο και μία ακόμη εικόνα του αντικειμένου όπου με χρωματική κλίμακα απεικονίζεται η απόσταση των επιφανειών του αντικειμένου από τον ψηφιοποιητή.



Επιλέγοντας τώρα το κουμπί Convert εμφανίζεται ένα καινούριο πλαίσιο διαλόγου όπου δηλώνουμε το όνομα που θα δώσουμε στο αρχείο μας και αν θέλουμε να εκτελέσει το πρόγραμμα αυτόματα κάποιες επιπλέον εντολές όπως το κλείσιμο οπών και η χρήση κάποιων φίλτρων.



Με το χτύπημα του πλήκτρου OK μας εμφανίζεται στο κεντρικό παράθυρο του προγράμματος η σαρωμένη εικόνα του αντικειμένου μας σε τέσσερις διαφορετικές όψεις.



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

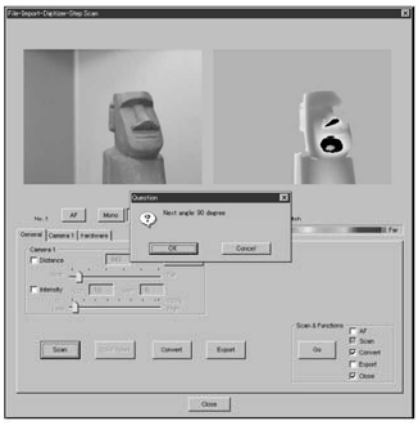
Κεντρικό παράθυρο του προγράμματος

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
Σχήμα 2.5

2.1.2 Εισαγωγή δεδομένων ψηφιοποίησης από πολλαπλές σαρώσεις

Εναλλακτικός τρόπος εισαγωγής ψηφιακών δεδομένων αντί του απλού Scan είναι το Step Scan. Με το Step Scan παίρνουμε παραπάνω από μία σάρωση του αντικειμένου μας από διαφορετικές γωνίες έτσι ώστε να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα. Προαιρετικά γι' αυτήν την εργασία θα χρειαστούμε και το περιστρεφόμενο τραπέζι που ακολουθεί την κάμερα Vivid 910.

Από το μενού του κεντρικού παραθύρου του προγράμματος επιλέγουμε File→Import→Digitizer→Step Scan. Ακολουθώντας δηλαδή τα ίδια βήματα όπως και πριν επιλέγουμε τον ψηφιοποιητή που θα χρησιμοποιήσουμε και τη μέθοδο που θα ακολουθήσουμε η οποία είναι η Step Scan. Η διαδικασία ψηφιοποίησης παραμένει σχεδόν η ίδια, μόνο που τώρα μας ζητάει το πρόγραμμα να του ορίσουμε ποια θα είναι η γωνία στρέψης του τραπεζιού που συνοδεύει τον ψηφιοποιητή και ως επιλογές έχει τις 90^o, τις 60^o ή κάποια άλλη γωνία που θα του ορίσουμε εμείς. Μετά την πρώτη σάρωση, μας εμφανίζεται ένα καινούριο πλαίσιο διαλόγου, το οποίο μας ενημερώνει πως η επόμενη σάρωση θα είναι σε όσες μοίρες του έχουμε ορίσει εμείς. Παρακάτω φαίνεται το πλαίσιο διαλόγου για σάρωση ανά 90^o.

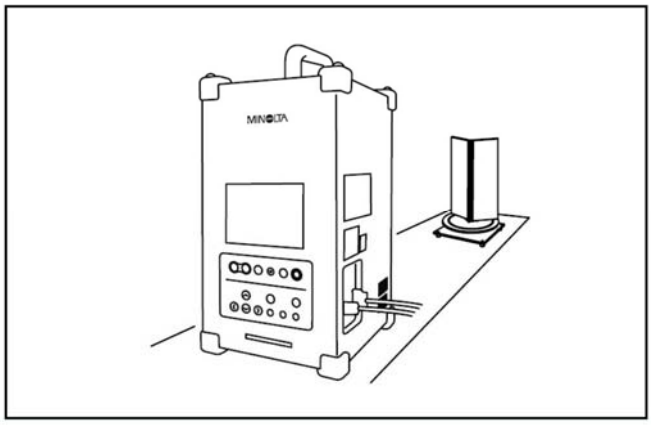


T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Σάρωση ανά 90°

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
Σχήμα 2.6

Αφού επαναληφτεί η διαδικασία συνολικά 4 φορές, αφού μιλάμε για σαρώσεις ανά 90^o, μας ρωτάει το πρόγραμμα αν επιθυμούμε να σαρώσουμε το διάγραμμα βαθμονόμησης. Αυτή η λειτουργία γίνεται για να βαθμονομηθούν οι σαρώσεις που πήραμε ως προς την απόστασή τους από τον ψηφιοποιητή. Αν επιλέξουμε να γίνει αυτή η βαθμονόμηση, η περιστρεφόμενη τράπεζα θα επανέλθει στην αρχική της θέση και θα πρέπει να τοποθετήσουμε επάνω της το διάγραμμα βαθμονόμησης.



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Σάρωση διαγράμματος βαθμονόμησης

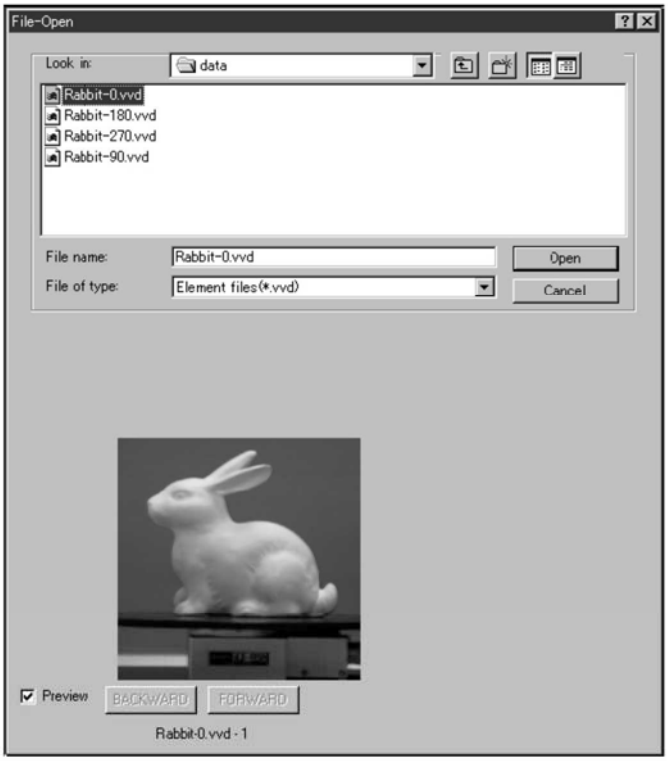
ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Σχήμα 2.7

Αφού επιλέξουμε το κουμπί Convert θα εμφανιστεί, όπως και πριν, ένα πλαίσιο διαλόγου όπου μας ζητείται το όνομα που θα δώσουμε στο αρχείο και τις επιθυμητές ενέργειες που θέλουμε να εκτελεστούν από μέρους του προγράμματος.

2.1.3 Άνοιγμα αποθηκευμένου αρχείου δεδομένων

Η διαδικασία που ακολουθούμε για το άνοιγμα των αποθηκευμένων αρχείων που έχουμε δημιουργήσει είναι η ίδια όπως σε όλα τα προγράμματα των υπολογιστών. Συγκεκριμένα, επιλέγουμε από το κεντρικό μενού του προγράμματος File→Open. Στο παράθυρο που μας εμφανίζεται βλέπουμε τις επιλογές File name και File of type. Αφού επιλέξουμε από τη λίστα των τύπων αρχείων που υπάρχουν το Element files(*.vvd), το οποίο περιγράφει τα αρχεία που δημιουργούνται από το Polygon Editing Tool, επιλέγουμε το όνομα του αρχείου που θέλουμε να ανοίξουμε.



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άνοιγμα αποθηκευμένου αρχείου δεδομένων

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

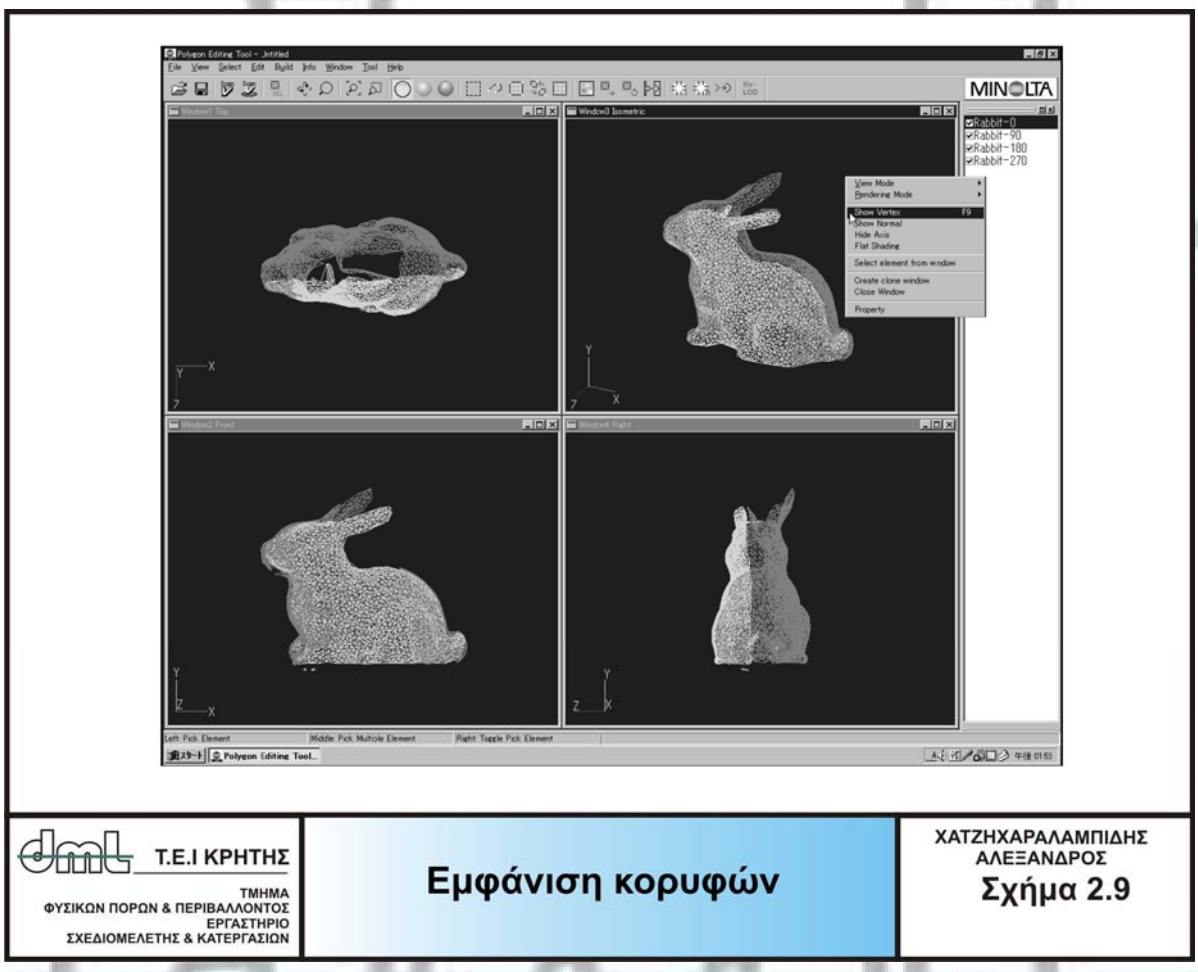
Σχήμα 2.8

2.2 Αλλαγές στον τρόπο θέασης του αντικειμένου

Σ' αυτήν την παράγραφο εξηγείται πώς μπορεί να αλλάξει ο τρόπος με τον οποίο βλέπουμε το ψηφιοποιημένο αντικείμενο στην οθόνη μας, μέσω του Polygon Editing Tool.

2.2.1 Εμφάνιση σημείων

Στο πρόγραμμα είναι προεπιλεγμένη η ιδιότητα να προβάλει το αντικείμενο ως νέφος σημείων. Για να γίνει πιο κατανοητό το σχήμα του αντικειμένου μπορούμε να εμφανίσουμε τις κορυφές που ενώνουν αυτά τα σημεία. Για να γίνει αυτό κάνουμε κλικ με το δεξί πλήκτρο από το ποντίκι σε ένα από τα τέσσερα παράθυρα θέασης, έχοντας πατημένο το πλήκτρο Ctrl του πληκτρολογίου. Στο πλαίσιο διαλόγου που εμφανίζεται επιλέγουμε την εντολή Show Vertex.

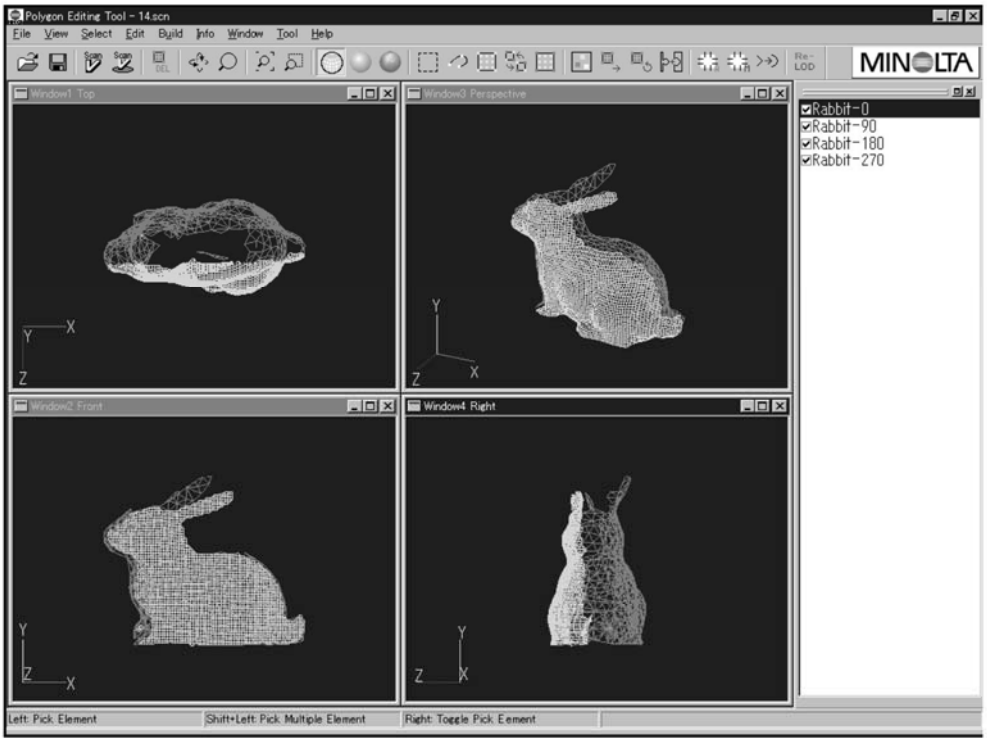


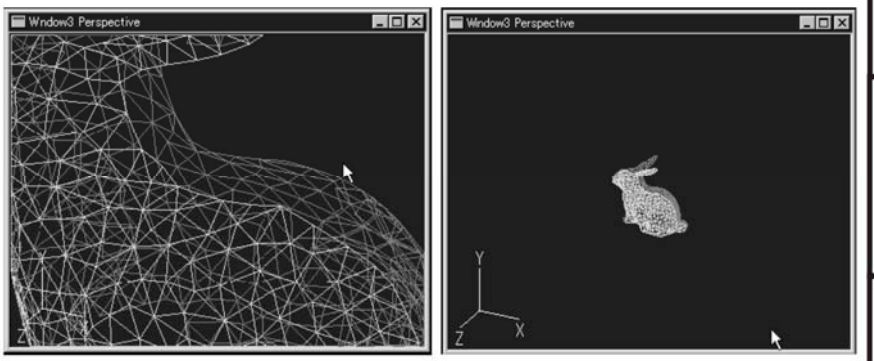
Σε περίπτωση που η λειτουργία αυτή είναι ήδη ενεργοποιημένη και οι κορυφές του αντικειμένου είναι εμφανείς, με τον αντίστοιχο τρόπο μπορούμε να τις κρύψουμε.

2.2.2 Εστίαση

Η προβολή του αντικειμένου στα παράθυρα θέασης του Polygon Editing Tool γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να φαίνεται ολόκληρο το αντικείμενο που έχουμε ανοίξει. Επειδή η επεξεργασία όμως των ψηφιακών αρχείων που θέλουμε να επεξεργαστούμε απαιτεί μία καλύτερη επίβλεψη των επιφανειών του αντικειμένου, ώστε να είναι εμφανείς οι τυχών ατέλειες που μπορεί να υπάρχουν, το πρόγραμμα μας παρέχει την λειτουργία εστίασης.

Η χρήση της λειτουργίας εστίασης είναι πολύ απλή. Από το κεντρικό μενού, του προγράμματος, επιλέγουμε την εντολή View→Zoom. Τώρα, με πατημένο το πλήκτρο του ποντικιού, πάνω στην επιφάνεια ενός εκ των τεσσάρων παραθύρων θέασης, μετακινούμε το ποντίκι μπροστά για να εστιάσουμε ή πίσω για να απομακρυνθούμε από το αντικείμενο.





Επίσης, μια επιπλέον λειτουργία που κατατάσσεται στην ίδια κατηγορία είναι αυτή όπου μπορούμε να μετακινήσουμε το αντικείμενο, ώστε να είναι ορατό μόνο ένα τμήμα του και όχι ολόκληρο. Η διαδικασία αυτή γίνεται κρατώντας πατημένο το δεξί πλήκτρο του ποντικιού και μετακινώντας το ποντίκι στην επιθυμητή κατεύθυνση.

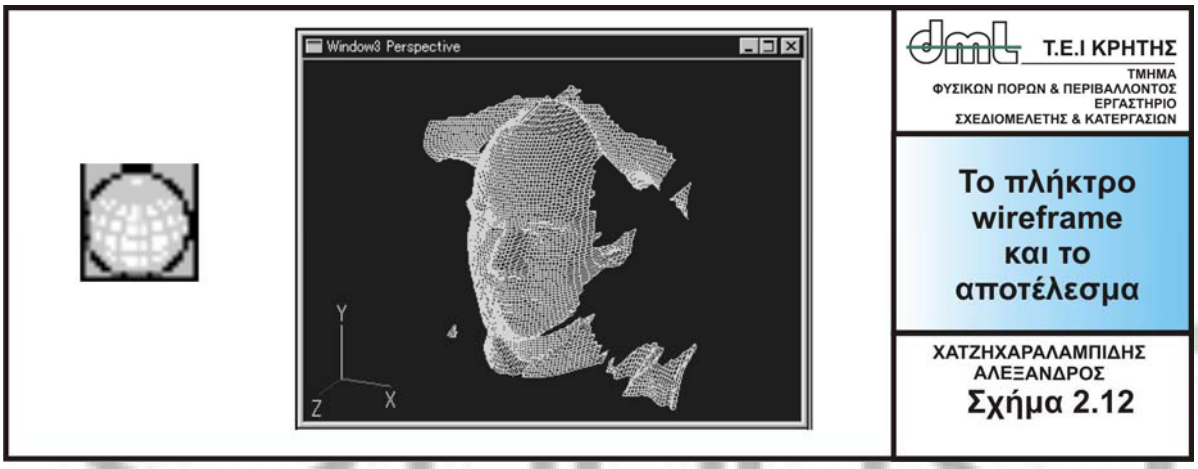
2.2.3 Περιστροφή του αντικειμένου

Αν και το πρόγραμμα μας παρέχει τέσσερα διαφορετικά παράθυρα θέασης του αντικειμένου, με διαφορετικές γωνίες θέασης το καθένα, αυτά δεν είναι αρκετά για την επεξεργασία ενός τρισδιάστατου μοντέλου. Η λειτουργία περιστροφής, λοιπόν, του αντικειμένου έρχεται να βοηθήσει σ' αυτό, επιτρέποντάς μας να περιστρέψουμε το αντικείμενο στο χώρο όπως εμείς επιθυμούμε. Η εντολή εφαρμόζεται στο τρίτο παράθυρο θέασης που έχει τον τίτλο Perspective, δηλαδή προοπτική, επιλέγοντας από το κεντρικό μενού View→Orbit, κρατώντας πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού στο χώρο θέασης του παραθύρου και

μετακινώντας το ποντίκι προς την επιθυμητή διεύθυνση. Το αντικείμενο θα περιστραφεί προς τη διεύθυνση που κινήθηκε το ποντίκι.

2.2.4 Αλλαγή του τρόπου απόδοσης

Η αλλαγή του τρόπου απόδοσης του αντικειμένου σε ένα παράθυρο θέασης, γίνεται αρχικά με την επιλογή του παραθύρου στο οποίο θέλουμε να αλλάξουμε τον τρόπο απόδοσης και επιλέγοντας στη συνέχεια ένα από τα τρία κουμπιά τρόπου απόδοσης, με την κάθε εντολή να έχει το αποτέλεσμα που φαίνεται στις εικόνες παρακάτω.







Το πρώτο πλήκτρο, όπως φαίνεται, εμφανίζει ένα πλέγμα σημείων τα οποία σχηματίζουν την επιφάνεια του αντικειμένου. Η εντολή ονομάζεται wireframe, δηλαδή πλέγμα. Το δεύτερο πλήκτρο, με την εντολή shading mode, απεικονίζει την επιφάνεια του αντικειμένου με τρόπο

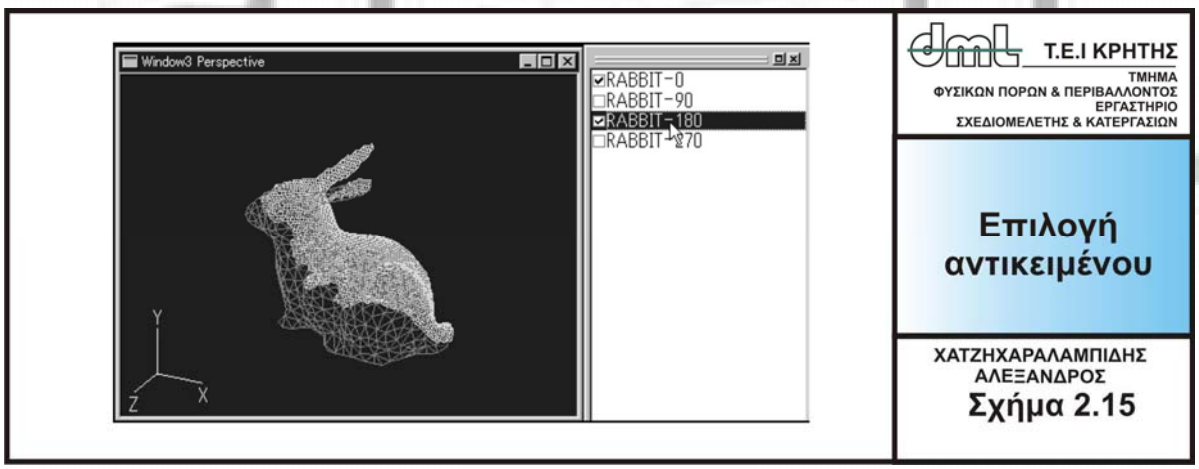
φωτοσκίασης, ενώ το τρίτο μας παρουσιάζει την υφή και τα χρώματα του αντικειμένου που συνέλαβε ο ψηφιοποιητής κατά τη σάρωση του αντικειμένου.

2.3 Επιλογή του αντικειμένου προς επεξεργασία

Σ' αυτήν τη παράγραφο εξηγείται πως γίνεται η επιλογή του αντικειμένου ή των σημείων που θα υποστούν επεξεργασία μέσω του προγράμματος Polygon Editing Tool.

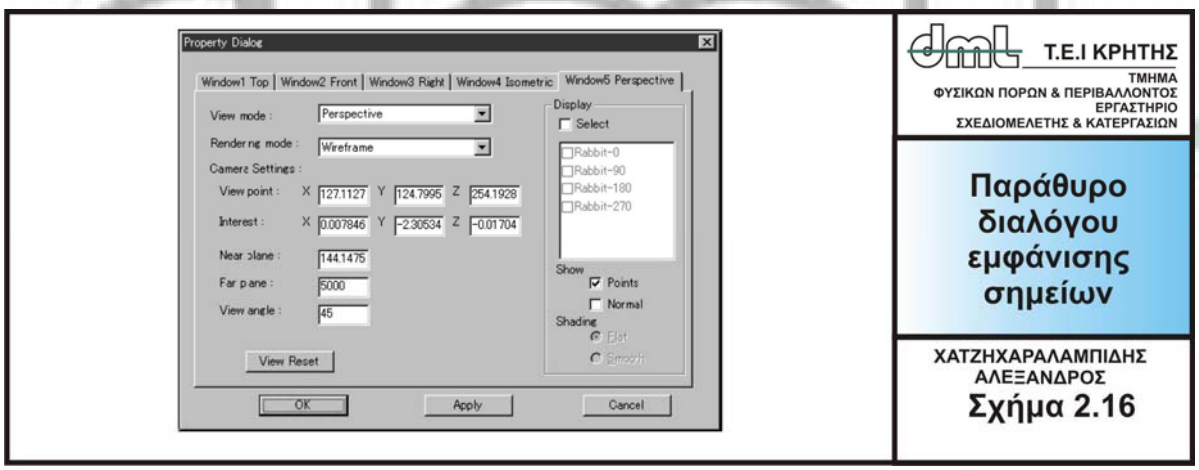
2.3.1 Επιλέγοντας ένα αντικείμενο

Σε περίπτωση που δύο ή παραπάνω αντικείμενα έχουν εισαχθεί στο πρόγραμμα, η επιλογή ενός αντικείμενου γίνεται από τη λίστα αντικειμένων που βρίσκεται δεξιά από τα τέσσερα παράθυρα θέασης, τσεκάροντας το κουτάκι που βρίσκεται δίπλα από το όνομα του. Για να φωτίσουμε εντονότερα ένα αντικείμενο, επιλέγουμε από τη λίστα αντικειμένων το όνομά του.



2.3.2 Εμφάνιση σημείων

Για να επεξεργαστούμε ένα αντικείμενο πρέπει να εμφανίσουμε τα σημεία του, ώστε να είναι εμφανές το ποια από αυτά είναι επιλεγμένα και ποια όχι. Ξεκινούμε τη διαδικασία επιλέγοντας αρχικά το παράθυρο θέασης στο οποίο θα φαίνονται τα σημεία και από το μενού επιλέγουμε Window→Property. Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται τσεκάρουμε την επιλογή Show Points και στη συνέχεια επιλέγουμε τα πλήκτρα Apply και OK. Το παράθυρο διαλόγου εξαφανίζεται και επιστρέφουμε στο παράθυρο θέασης όπου τώρα είναι εμφανές το νέφος σημείων από τη σάρωση.



Για να κρύψουμε το νέφος σημείων της σάρωσης ακολουθούμε την ίδια διαδικασία αποεπιλέγοντας την εντολή Show Points.

2.3.3 Ακύρωση επιλογής σημείων

Για να ακυρώσουμε την τρέχουσα επιλογή των σημείων, από το μενού Select επιλέγουμε την εντολή Unselect by Elements. Τα σημεία που ήταν επιλεγμένα θα εμφανίζονται τώρα όλα ως μη επιλεγμένα.

2.3.4 Αντιστροφή της κατάστασης επιλογής των σημείων

Για να αντιστρέψουμε την κατάσταση επιλογής των σημείων, επιλέγουμε από το μενού Select την εντολή Toggle Points. Με αυτό τον τρόπο τα σημεία που ήταν επιλεγμένα είναι πλέον μη επιλεγμένα και το αντίστροφο.

2.3.5 Επιλογή σημείων καθορισμένων από μια τετράγωνη περιοχή

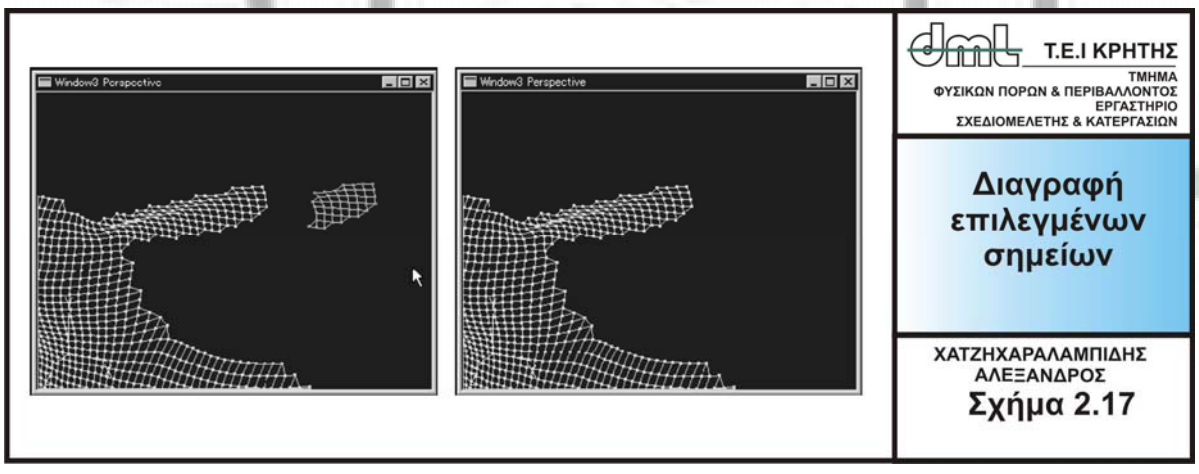
Για να επιλέξουμε κάποια από τα σημεία του αντικειμένου από το μενού Select επιλέγουμε την εντολή Rectangle. Πατώντας το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού σε μια περιοχή του παραθύρου θέασης και κρατώντας το πατημένο μετακινούμε το ποντίκι. Βλέπουμε πως εμφανίζεται μια τετράγωνη περιοχή. Μόλις αφήσουμε το πλήκτρο του ποντικιού, όσα σημεία του αντικειμένου ήταν εντός αυτής της περιοχής θα είναι πλέον επιλεγμένα. Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία επιλέγοντας όσα σημεία θέλουμε να επεξεργαστούμε. Για να σταματήσουμε τη διαδικασία επιλογής σημείων πατάμε το πλήκτρο Esc του πληκτρολογίου.

2.4 Επεξεργασία δεδομένων

Σ' αυτήν την παράγραφο εξηγείται ο τρόπος επεξεργασίας των επιλεγμένων αντικειμένων ή σημείων. Είναι σπάνιες οι φορές όπου το ψηφιακό αντικείμενο που έχουμε από μία σάρωση είναι σε τέτοια κατάσταση ώστε να μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε άμεσα τα ψηφιακά δεδομένα. Συνήθως απαιτείται μία επεξεργασία των δεδομένων, οι βασικότερες των οποίων περιγράφονται εδώ.

2.4.1 Διαγραφή σημείων

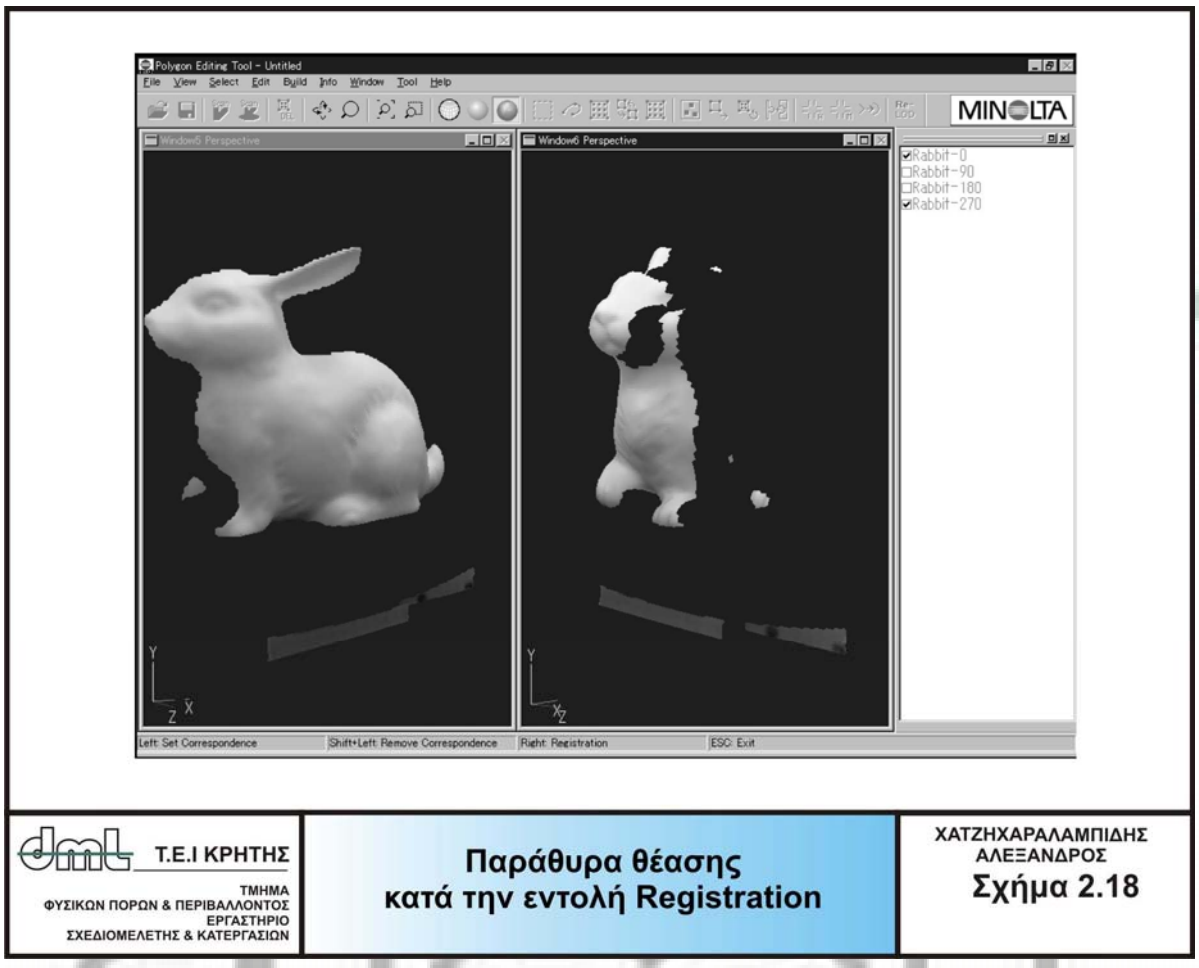
Η διαγραφή σημείων εκτελείται συχνά, ειδικότερα σε περιπτώσεις όπου έχουμε θόρυβο κατά τη σάρωση του αντικειμένου. Περιττά σημεία εμφανίζονται εδώ κι εκεί, συνήθως εκτός της επιφάνειας του αντικειμένου ή κοντά σε περιοχές όπου η επιφάνεια προκαλεί αντανακλάσεις στη δέσμη laser του ψηφιοποιητή ή κοντά σε γωνίες. Τα σημεία αυτά μπορούν να διαγραφούν χρησιμοποιώντας από το μενού Edit→Delete, την εντολή Points. Τα σημεία που είναι τη τρέχουσα στιγμή επιλεγμένα θα διαγραφούν.



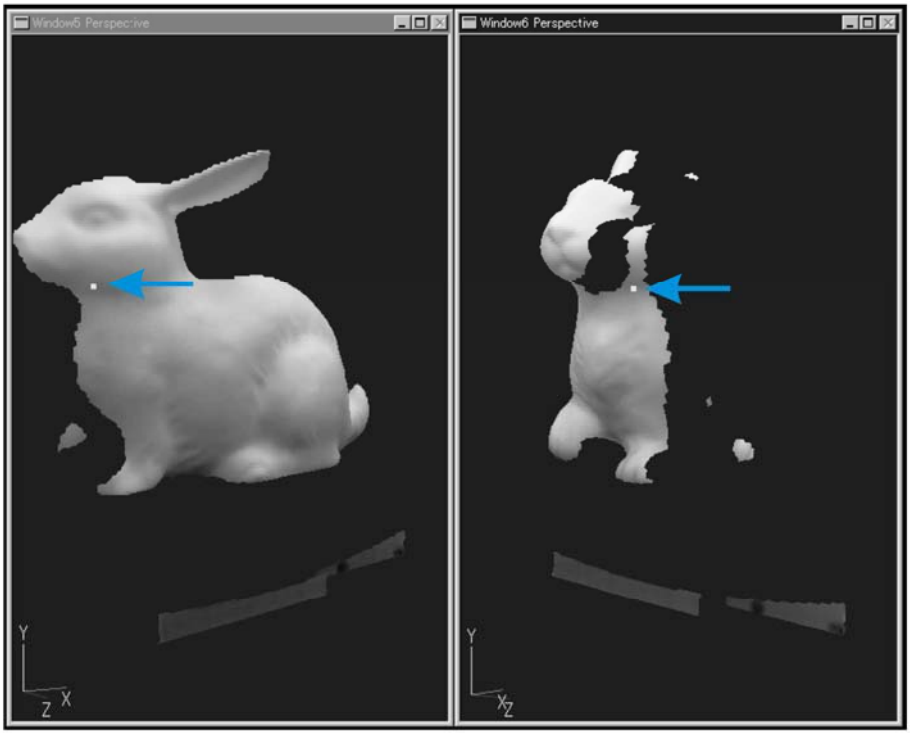
2.4.2 Ευθυγράμμιση αντικειμένων

Όταν σε ένα αντικείμενο έχουμε πραγματοποιήσει πολλαπλές σαρώσεις κι από διαφορετικές γωνίες, αυτές δεν μας παρουσιάζουν την επιφάνεια του αντικειμένου όπως υφίσταται στην πραγματικότητα, αλλά είναι ενδεχομένως διάσπαρτες στο χώρο των παραθύρων θέασης. Για να έχουμε ένα αποτέλεσμα που να μοιάζει όσο το δυνατό με την ολική επιφάνεια που σαρώσαμε, απαιτείται η ευθυγράμμιση των σαρώσεων μεταξύ τους.

Η εντολή που πραγματοποιεί αυτή την ευθυγράμμιση ονομάζεται Registration. Αρχικά επιλέγουμε τα αντικείμενα στα οποία θα πραγματοποιήσουμε την ευθυγράμμιση από τη λίστα αντικειμένων. Από το μενού Build→Registration→Initial, επιλέγουμε την εντολή Manual με την οποία θα πραγματοποιήσουμε χειροκίνητη ευθυγράμμιση. Από το πλαίσιο διαλόγου που εμφανίζεται επιλέγουμε το αντικείμενο το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε ως αντικείμενο αναφοράς και επιλέγουμε OK. Η ευθυγράμμιση των υπόλοιπων σαρώσεων θα γίνει με βάση αυτό το αντικείμενο. Τα παράθυρα θέασης θα έχουν αλλάξει τώρα τρόπο απόδοσης, με τα αντικείμενα να είναι πλέον σε texture-mapping, δείχνοντάς μας την υφή και τα πραγματικά χρώματα του αντικειμένου που πάρθηκαν από τον ψηφιοποιητή.

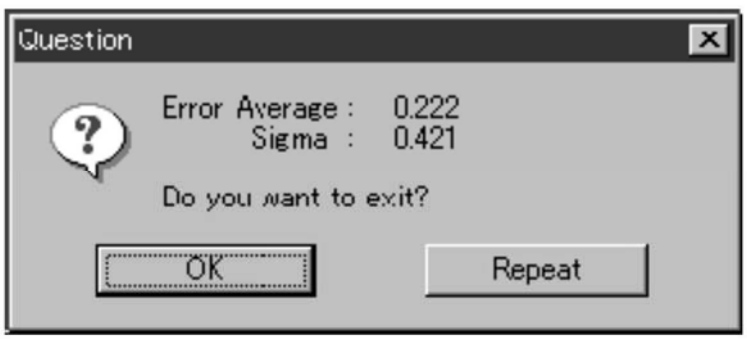


Με το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού θα πρέπει τώρα να επιλέξουμε τουλάχιστον τρία σημεία σε κάθε παράθυρο θέασης που να αντιστοιχούν μεταξύ τους στην επιφάνεια του αντικειμένου. Ένα σημαδάκι (■) θα εμφανιστεί σε κάθε επιλεγμένο σημείο προς ευθυγράμμιση για να μας διευκολύνει στη διαδικασία.



dml T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Επιλογή αντίστοιχων σημείων κατά την εντολή Registration**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 2.19**

Αφού τελειώσουμε με την επιλογή των επιθυμητών σημείων για την ευθυγράμμιση, πιέζουμε το δεξί πλήκτρο του ποντικιού και η εντολή του Registration εκτελείται. Όταν το πρόγραμμα τελειώσει με τους υπολογισμούς, μας παρουσιάζει το αποτέλεσμα στα παράθυρα θέασης μαζί με ένα πλαίσιο διαλόγου όπου μας ρωτάει εάν κρίνουμε το αποτέλεσμα ικανοποιητικό ή αν θέλουμε να επαναλάβουμε τη διαδικασία. Σε περίπτωση που το αποτέλεσμα δεν είναι το επιθυμητό επιλέγουμε το πλήκτρο Retry. Αν είμαστε ικανοποιημένοι πιέζουμε το πλήκτρο OK. Τώρα, ένα νέο πλαίσιο διαλόγου εμφανίζεται όπου μας αναφέρει τις τιμές Error Average και Sigma. Αυτές οι τιμές είναι ενδεικτικές για να μας δείξουν το πόσο καλά έγινε η διαδικασία της ευθυγράμμισης και όσο πιο κοντά είναι στο μηδέν τόσο καλύτερα είναι τα αποτελέσματα και η ποιότητα της ευθυγράμμισης.



dml T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Πλαίσιο διαλόγου ποιότητας ευθιγράμμισης**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 2.20**

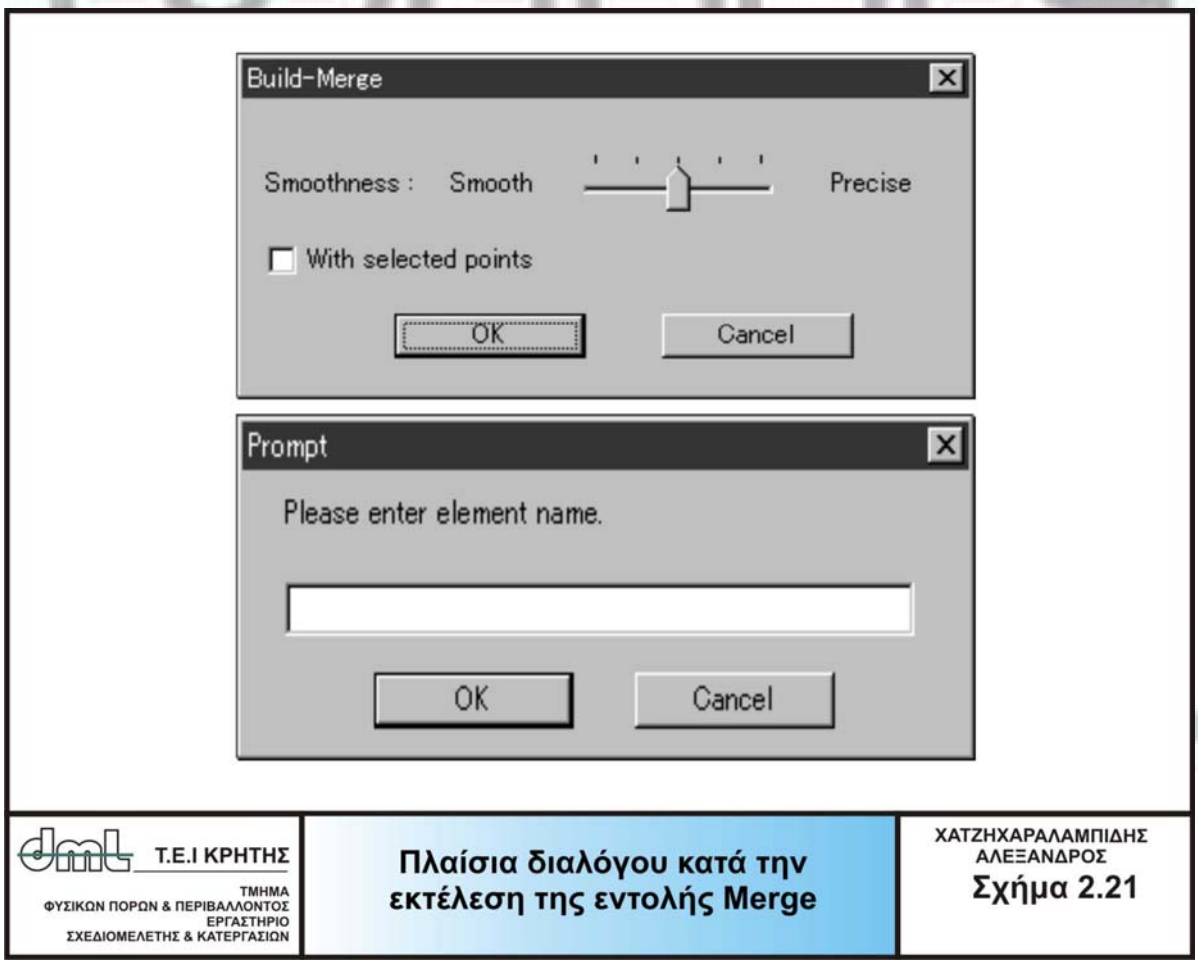
Αν οι τιμές απέχουν πολύ από το μηδέν ή το αποτέλεσμα είναι ορατά μη ικανοποιητικό επιλέγουμε το πλήκτρο Repeat για να επαναλάβουμε τη διαδικασία, αλλιώς επιλέγουμε το

πλήκτρο OK και η διαδικασία της ευθυγράμμισης τερματίζεται παρουσιάζοντας μας τώρα στα παράθυρα θέασης το αποτέλεσμα με τις σαρώσεις να σχηματίζουν την πραγματική επιφάνεια του αντικειμένου στο χώρο.

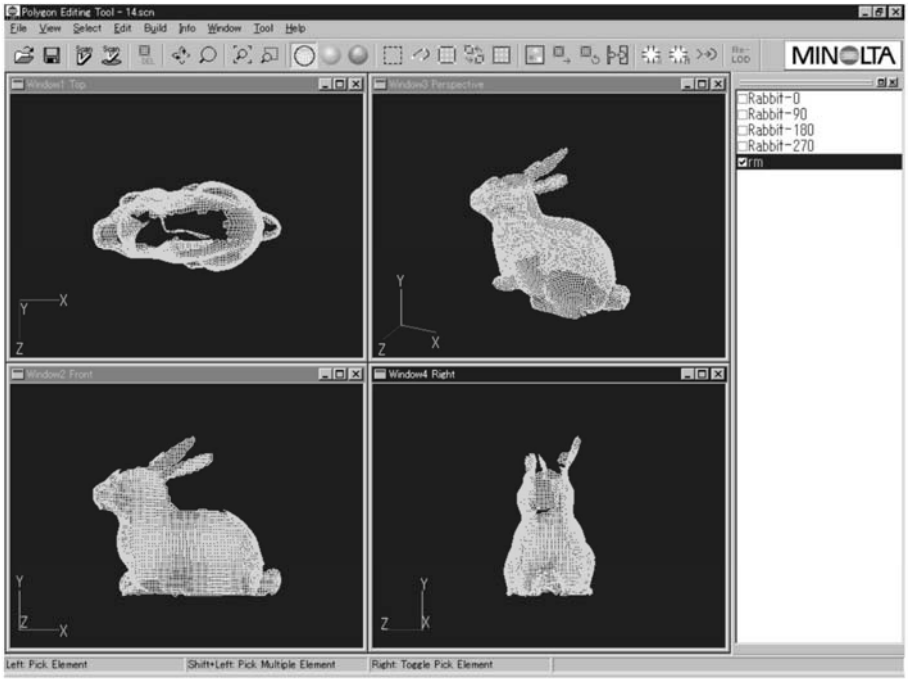
2.4.3 Συγχώνευση αντικειμένων

Έπειτα από την ευθυγράμμιση των σαρώσεων, έχουμε μια πλήρη μορφή της συνολικής επιφάνειας του αντικειμένου που επεξεργαζόμαστε, που αποτελείται όμως από όσα στοιχεία ήταν και οι σαρώσεις που του κάναμε. Με τη χρήση της εντολής συγχώνευσης των αντικειμένων, αυτές οι σαρώσεις πλέον ενοποιούνται ώστε να έχουμε μια πλήρη εικόνα του αντικειμένου σε ένα μόνο στοιχείο, το οποίο θα είναι και το τελικό αποτέλεσμα της όλης επεξεργασίας.

Η λειτουργία της εντολής συγχώνευσης (Merge) εκτελείται επιλέγοντας τα επιθυμητά στοιχεία από τη λίστα επιλογής αντικειμένων και από το μενού Build→Merge. Στο πλαίσιο διαλόγου που εμφανίζεται μας προσφέρεται η επιλογή εξομάλυνσης ή ακρίβειας της συγχώνευσης που θα προκύψει, όπως επίσης και η επιλογή η συγχώνευση να εκτελεστεί μόνο για τα σημεία που είναι επιλεγμένα στα παράθυρα θέασης. Επιλέγουμε το πλήκτρο OK και στο καινούριο πλαίσιο διαλόγου εισάγουμε το όνομα που θα έχει, το νέο πλέον, στοιχείο και θα εμφανίζεται στη λίστα αντικειμένων.



Τώρα έχουμε ένα νέο στοιχείο στη λίστα αντικειμένων, το οποίο περιέχει όλες τις πληροφορίες των επιφανειών των σαρώσεων που επιλέξαμε για τη συγχώνευση.



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ
ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Παράθυρο προγράμματος μετά την εντολή Merge

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Σχήμα 2.22

2.4.4 Ακύρωση και επανάληψη εντολής

Για να ακυρώσουμε μια λειτουργία που εκτελέσαμε και να επιστρέψουμε στην κατάσταση που βρισκόμασταν πριν αυτή η λειτουργία εκτελεστεί, επιλέγουμε από το μενού Edit→Undo. Έτσι, το αντικείμενό μας επανέρχεται στη μορφή που είχε πριν την εκτέλεση της λειτουργίας.

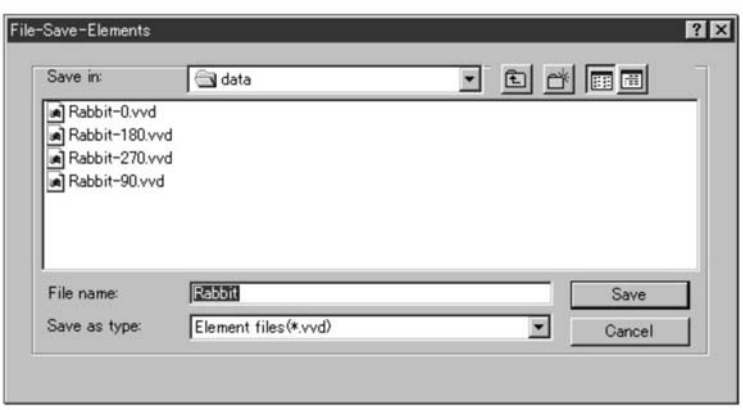
Αντίστοιχα, για να επαναλάβουμε μια εντολή την οποία ακυρώσαμε με την επιλογή Undo, χρησιμοποιούμε από το μενού Edit, την εντολή Redo.

2.5 Αποθήκευση δεδομένων

Σ' αυτήν την παράγραφο περιγράφεται ο τρόπος αποθήκευσης δεδομένων που έχουν εισαχθεί στο Polygon Editing Tool.

2.5.1 Αποθήκευση αντικειμένων

Για να αποθηκεύσουμε κάποια στοιχεία από τη λίστα αντικειμένων σε ένα αρχείο αντικειμένων, τα επιλέγουμε από τη λίστα και από το μενού File→Save, επιλέγουμε την εντολή Elements. Στο παράθυρο διαλόγου που μας εμφανίζεται επιλέγουμε τη θέση που θα αποθηκεύσουμε το αρχείο και αφού πληκτρολογήσουμε το όνομα που θα του δώσουμε επιλέγουμε το πλήκτρο OK. Τα επιλεγμένα στοιχεία, είναι πλέον αποθηκευμένα σε ένα αρχείο αντικειμένου, με κατάληξη .vvd.



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

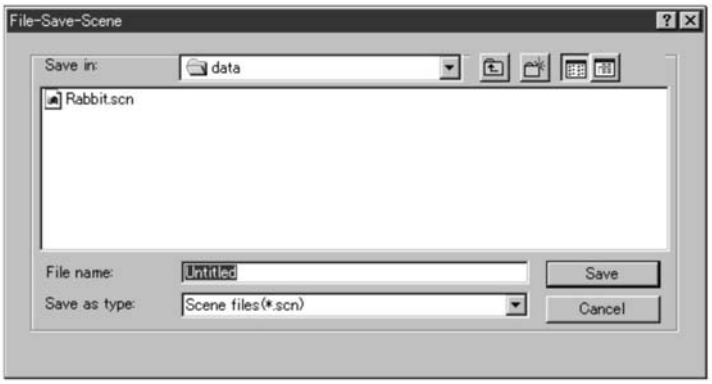
Παράθυρο διαλόγου αποθήκευσης αντικειμένων

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Σχήμα 2.23

2.5.2 Αποθήκευση σκηνής

Τα τρέχοντα ανοιχτά αντικείμενα και οι πληροφορίες θέασής τους (εστίαση, γωνία θέασης, τρόπος απόδοσης) μπορούν να αποθηκευθούν ως ένα αρχείο σκηνής με κατάληξη .scn. Όταν θέλουμε να αποθηκεύσουμε την παρούσα κατάσταση, πριν ή κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των δεδομένων, αποθηκεύουμε ένα αρχείο σκηνής, ακολουθώντας την παρακάτω διαδικασία. Από το μενού του προγράμματος επιλέγουμε File→Save→Scene. Στο πλαίσιο διαλόγου που εμφανίζεται πληκτρολογούμε το όνομα που θέλουμε να δώσουμε στο αρχείο μας και επιλέγουμε το πλήκτρο Save.



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

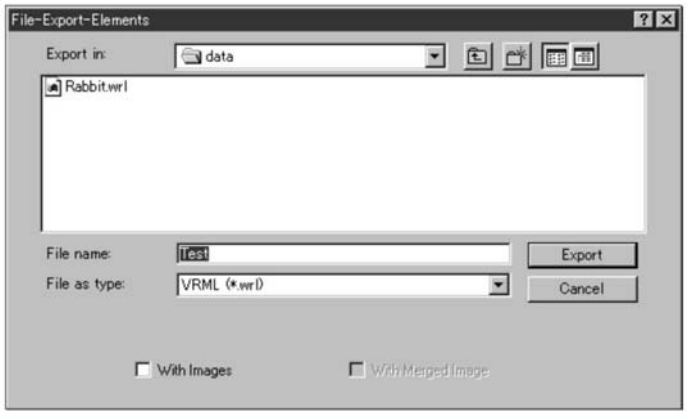
Παράθυρο διαλόγου αποθήκευσης σκηνής

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Σχήμα 2.24

2.5.3 Μετατροπή σε άλλη τυποποίηση

Για να μετατρέψουμε τα επιλεγμένα στοιχεία από τη λίστα αντικειμένων σε διαφορετική τυποποίηση δεδομένων (Format), επιλέγουμε από το μενού File→Export→Elements. Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται, εκτός από το όνομα που θα δώσουμε στο αρχείο, επιλέγουμε την μορφή του, επιλέγοντας την κατάλληλη κατάληξη από τη λίστα.



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Παράθυρο διαλόγου μετατροπής τυποποίησης

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Σχήμα 2.25

3. HARDWARE ΚΑΙ SOFTWARE ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ

3.1 Hardware που χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια της εργασίας

Η πραγματοποίηση της εργασίας απαιτούσε τη χρήση τόσο κοινού, όσο και εξειδικευμένου εξοπλισμού από πλευράς hardware. Η χρήση ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή τελευταίας τεχνολογίας είναι απαραίτητη για επεξεργασία τέτοιου είδους δεδομένων. Ως ψηφιοποιητή χρησιμοποιήσαμε τον Vivid 910 της εταιρείας Minolta, όπως επίσης και την περιστρεφόμενη τράπεζα (Turntable) που τον συνόδευε.

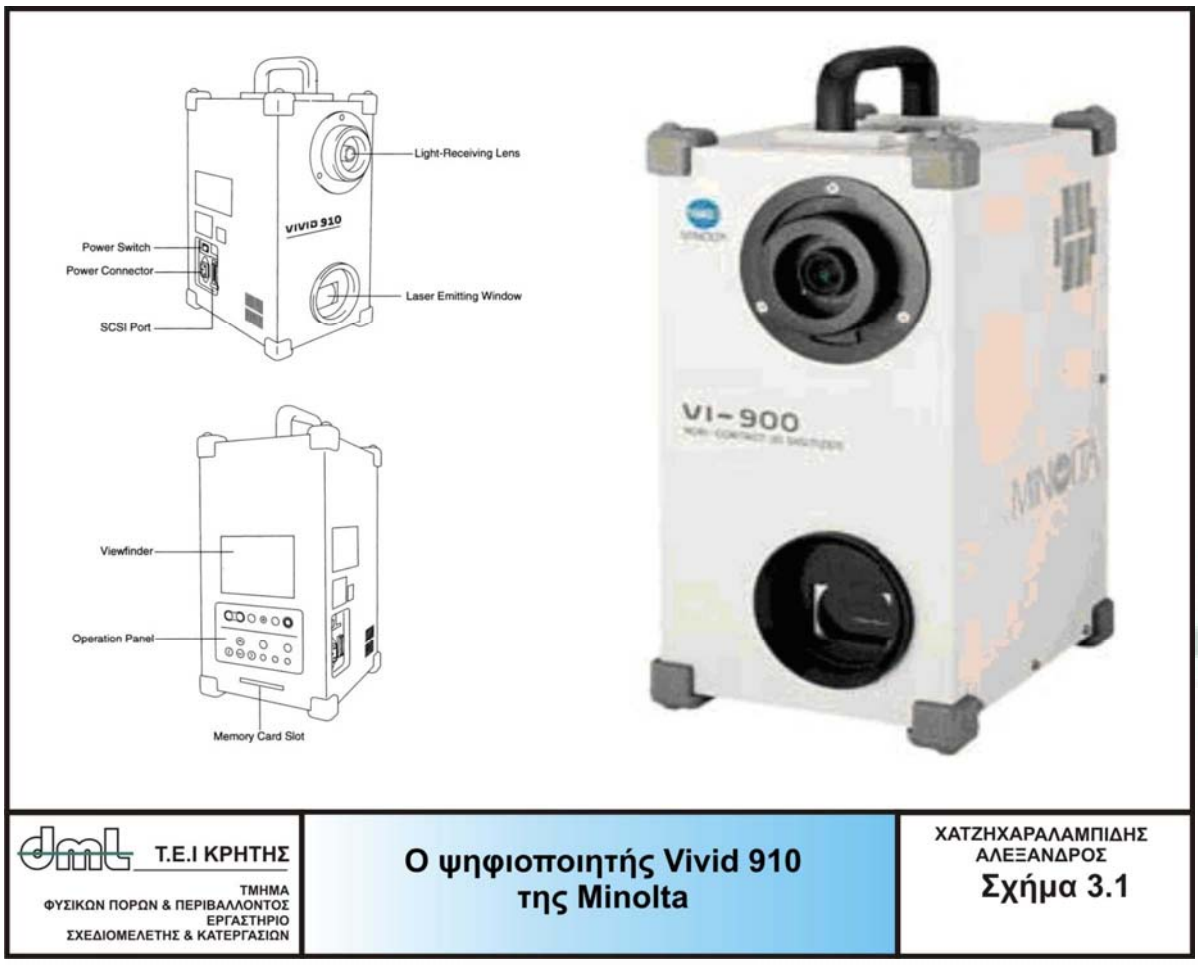
3.1.1 Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένας κοινός υπολογιστής του εμπορίου, με αυξημένες όμως δυνατότητες για την ταχύτερη επεξεργασία των δεδομένων. Συγκεκριμένα, ο υπολογιστής διέθετε επεξεργαστή Intel Pentium 4, χρονισμένο στα 3,2 GHz. Μνήμη RAM της τάξεως των 2 GB και κάρτα γραφικών NVIDIA FX5700 LE, εφοδιασμένη με 256 MB μνήμης, για γρήγορη και σωστή απεικόνιση των δεδομένων. Η διάσταση της οθόνης ήταν 17”, ικανοποιητική για τέτοια χρήση, ενώ ο σκληρός δίσκος ήταν μεγέθους 200 GB.

3.1.2 Ο ψηφιοποιητής Vivid 910

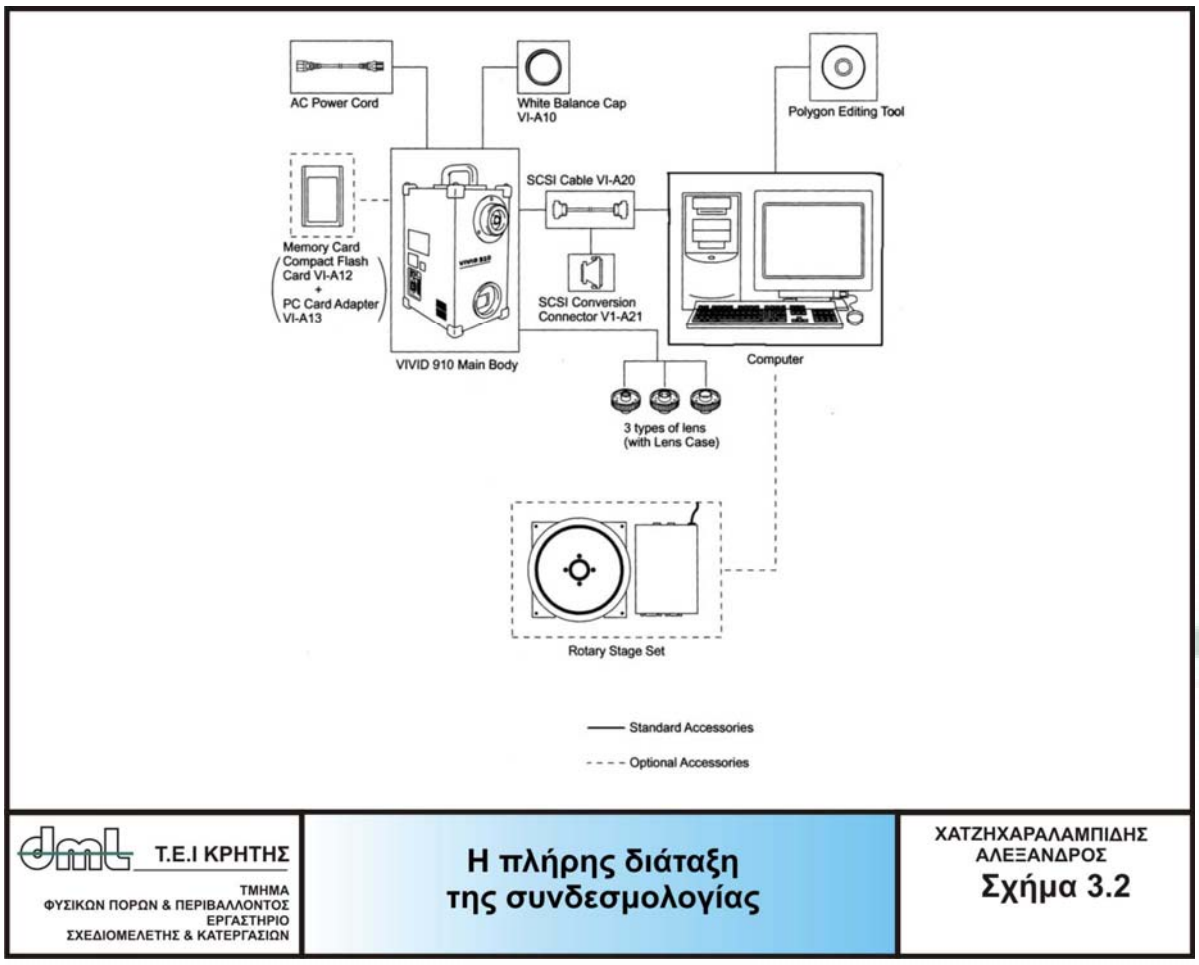
Για την τρισδιάστατη σάρωση του αντικειμένου χρησιμοποιήθηκε ο τρισδιάστατος σαρωτής VIVID 910 της Minolta. Πρόκειται για τρισδιάστατο non contact, φορητό σαρωτή, ο οποίος αποτυπώνει τρισδιάστατη γεωμετρία και μια έγχρωμη απεικόνιση της επιφάνειας. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στην οπτική τριγωνοποίηση, μέσω της οποίας τα αποτυπωμένα διακεκριμένα σημεία του τρισδιάστατου χώρου (νέφος σημείων) συνδέονται μεταξύ τους σε ένα τριγωνοποιημένο δικτυωτό πλέγμα. Αναλυτικότερα, το αντικείμενο σαρώνεται από μια οριζόντια δέσμη laser φωτός, η οποία εκπέμπεται από το διάφραγμα ενός κυλινδρικού φακού στο κάτω μέρος του σαρωτή. Το φως που αντανακλάται από την επιφάνεια του αντικειμένου ανιχνεύεται από τον φακό του σαρωτή και μεταβιβάζεται σε μια CCD κάμερα, μέσω της οποίας μετατρέπεται σε πληροφορία απόστασης. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται με τη δέσμη φωτός να σαρώνει κάθετα την επιφάνεια του αντικειμένου από την κορυφή προς τη βάση μέσω ενός καθρέφτη, ο οποίος περιστρέφεται με τη βοήθεια ενός γαλβανόμετρου ακριβείας. Με αυτό τον τρόπο, λαμβάνεται μια τρισδιάστατη απεικόνιση του αντικειμένου υπό μορφή νέφους σημείων.

Κατά το χρονικό διάστημα που η ακτίνα φωτός δεν εκπέμπεται, τα δεδομένα του CCD συστήματος διέρχονται από ένα RGB φίλτρο, οπότε λαμβάνουμε και μια έγχρωμη εικόνα του αντικειμένου (bitmap image). Η ψηφιακή σάρωση διαρκεί περίπου 2.5 δευτερόλεπτα.
Στην εικόνα 3.1 απεικονίζονται τα τμήματα του Vivid 910. Στην μπροστινή του όψη εμφανίζονται το παράθυρο εκπομπής του laser (Laser Emitting Window) και ο φακός για την αποτύπωση του αντικειμένου (Light Receiving Lens). Στην πλαϊνή του όψη, οι διακόπτες για την τροφοδοσία και η υποδοχή για ένα καλώδιο SCSI για την σύνδεσή του με τον υπολογιστή. Στην πίσω του όψη υπάρχουν το παράθυρο απεικόνισης του αντικειμένου (Viewfinder), ο πίνακας ελέγχου (Operation Panel) και η υποδοχή για μνήμη flash και την αποθήκευση των δεδομένων.



Στην εικόνα 3.2 εμφανίζεται η διάταξη του συστήματος που χρησιμοποιήσαμε κατά την εφαρμογή της ψηφιοποίησης. Ο απαραίτητος εξοπλισμός συμβολίζεται με συνεχή γραμμή, ενώ ο προαιρετικός με διακεκομμένη.

Ο Vivid 910 συνδέεται μέσω ενός SCSI καλωδίου με τον υπολογιστή. Στο βασικό του εξοπλισμό περιλαμβάνονται επίσης ένα λευκό καπάκι (white balance cap), τρεις τύποι φακών και το μητρικό λογισμικό του (Polygon Editing Tool) για την επεξεργασία των δεδομένων. Προαιρετικά χρησιμοποιείται μια flash μνήμη για την αποθήκευση των δεδομένων καθώς και μια περιστρεφόμενη τράπεζα για την τοποθέτηση του αντικειμένου που θα ψηφιοποιηθεί. Πριν την έναρξη της ψηφιοποίησης, προσαρμόζουμε το white balance cap στον ψηφιοποιητή ώστε να βαθμονομηθεί το λευκό χρώμα. Η ρύθμιση αυτή πραγματοποιείται αυτόματα.



Ο Vivid 910 μπορεί να ψηφιοποιήσει αντικείμενα διαφόρων διαστάσεων (οι διαστάσεις τους κυμαίνονται από 110*80*40 mm μέχρι 1200*900*750 mm) χρησιμοποιώντας τους ακόλουθους 3 φακούς:

- Έναν ευρυγώνιο φακό (WIDE LENS).
- Ένα μεσαίας γωνίας φακό (MIDDLE LENS).
- Έναν τηλεφακό (TELE LENS).

Ανάλογα με τις διαστάσεις του αντικειμένου επιλέγεται και ο κατάλληλος φακός. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται για τις οριακές τιμές της μετρούμενης απόστασης (0.6 και 2 m για τον ευρυγώνιο φακό – 0.6 και 2.5 m για τους άλλους δύο) και ενδιάμεσες τιμές τους, η μέγιστη τιμή της οριζόντιας και κάθετης διάστασης ενός αντικειμένου που μπορεί να αποτυπωθεί. Όλες οι τιμές εμφανίζονται σε χιλιοστά.

WIDE LENS (εστιακή απόσταση f=8mm)						
ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ		600	800	1000	1200	2000
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	367.0	486.6	606.2	725.8	1204.2
	ΚΑΘΕΤΗ	275.2	364.9	454.6	544.4	903.2

MIDDLE LENS (εστιακή απόσταση f=14mm)						
ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ		600	800	1000	1200	2500
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	204.7	270.6	336.5	402.4	830.6
	ΚΑΘΕΤΗ	153.6	203.0	252.4	301.8	622.9

TELE LENS (εστιακή απόσταση f=25 mm)						
ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ		600	800	1000	1200	2500
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΥ	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	113.9	151.0	188.0	225.1	465.9
	ΚΑΘΕΤΗ	85.4	113.2	141.0	168.8	349.4

dml Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Χαρακτηριστικά φακών Vivid 910

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
Σχήμα 3.3

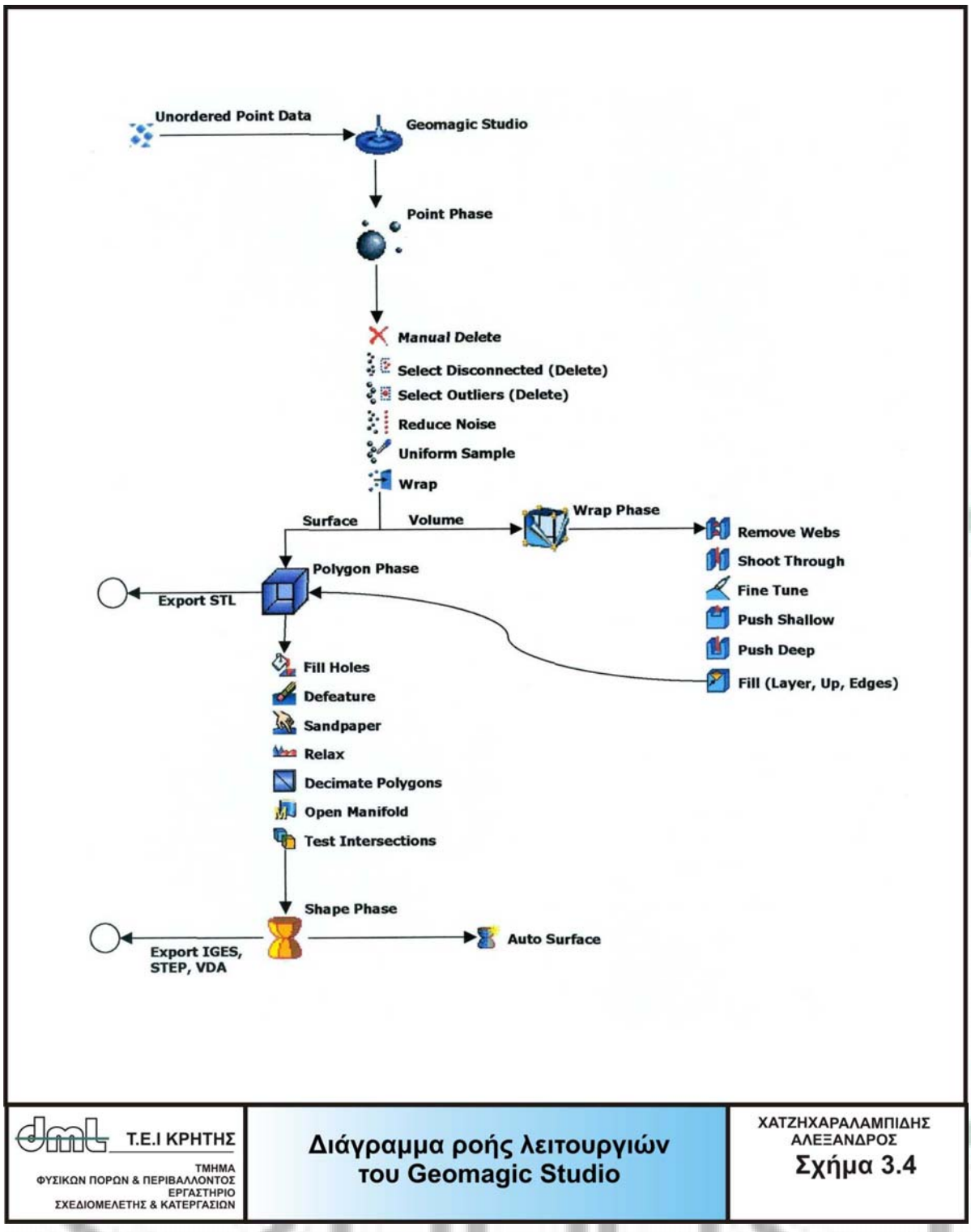
Κατά την ψηφιοποίηση ενός αντικειμένου με τη χρήση του Vivid 910 είναι αδύνατη η αποτύπωση της συνολικής επιφάνειας του αντικειμένου με μια και μοναδική σάρωση. Επομένως, σαρώνω το αντικείμενο τμηματικά επιλέγοντας διάφορες όψεις του, τις οποίες στη συνέχεια θα ενοποιήσω στο αρχικό αντικείμενο με χρήση του Geomagic Studio . Η επιλογή των όψεων μπορεί να γίνει είτε χειροκίνητα, είτε αυτόματα με τη χρήση της περιστροφικής ιδιότητας της τράπεζας. Στη δεύτερη περίπτωση, καθορίζω τη γωνία περιστροφής της τράπεζας γύρω από τον άξονά της μέχρι να διαγραφεί ένας πλήρης κύκλος. Η τιμή της γωνίας καθορίζει και τον αριθμό των σαρώσεων που θα πραγματοποιηθούν. Για παράδειγμα, αν επιλέξω περιστροφή του πλατό ανά 60° θα εκτελεστούν 6 διαφορετικές ψηφιοποιήσεις. Όταν όλες οι σαρώσεις ολοκληρωθούν, προσαρμόζω ένα ειδικό αντικείμενο (calibration chart) στην περιστρεφόμενη τράπεζα και εκτελώ μια ακόμη σάρωση. Ο λόγος είναι η βαθμονόμηση του σαρωτή, ώστε κατά την περιστροφή της τράπεζας να αναγνωριστεί από το σύστημα η θέση κάθε ψηφιοποιημένης όψης στο χώρο. Κατά τη χειροκίνητη ψηφιοποίηση δεν έχω περιστροφή, οπότε δεν απαιτείται η χρήση του calibration chart.

3.2 Software που χρησιμοποιήθηκε κατά την διάρκεια της εργασίας

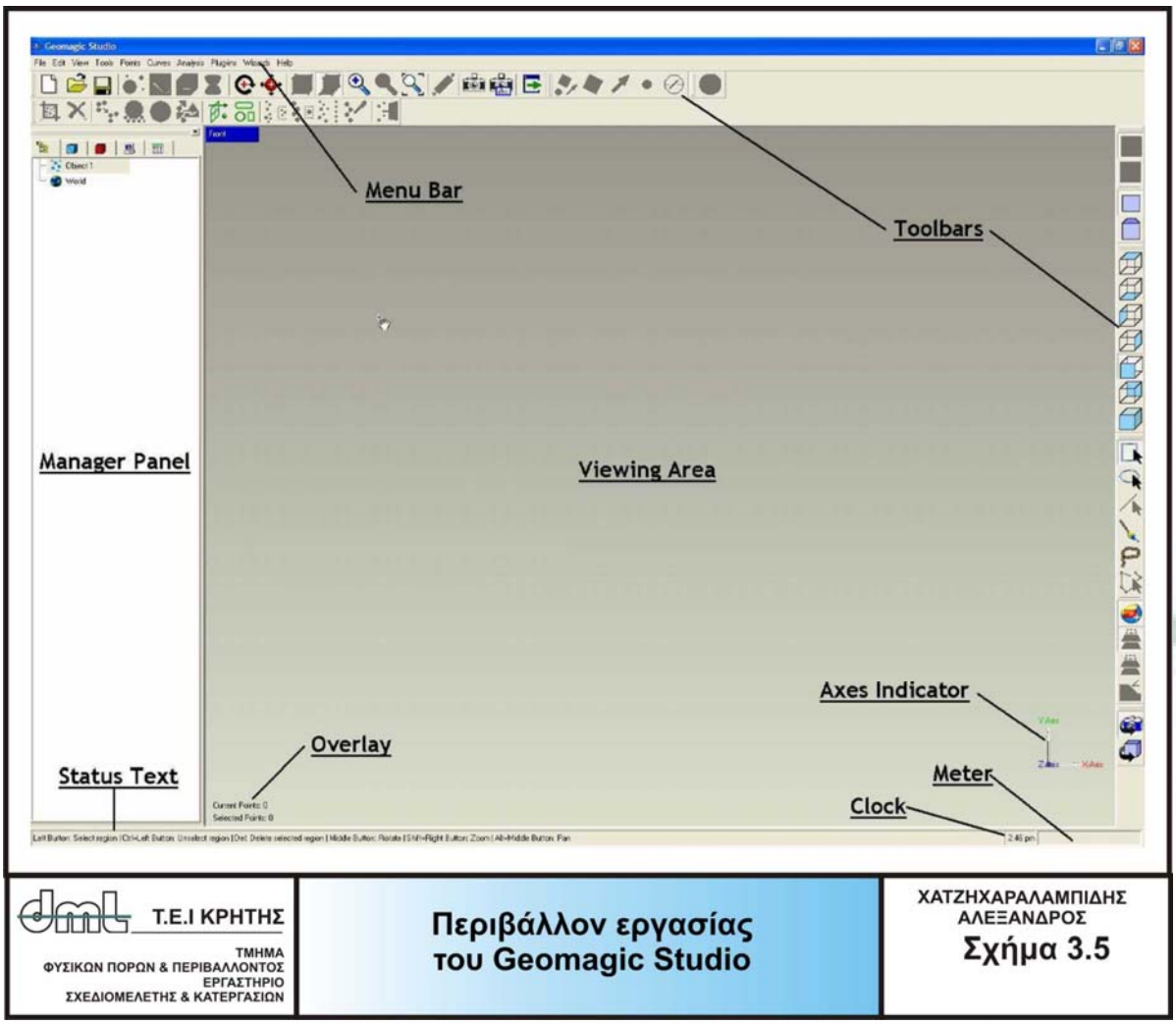
3.2.1 Geomagic Studio

Η επεξεργασία των ψηφιακών δεδομένων του αντικειμένου που σαρώσαμε έγινε εξ' ολοκλήρου με το πρόγραμμα Geomagic Studio, της εταιρίας Raindrop.

Παρακάτω παρουσιάζουμε ένα λογικό διάγραμμα ροής που μας περιγράφει τη συνήθη σειρά που ακολουθούμε για την επεξεργασία των δεδομένων μας στην περίπτωση μη οργανωμένου νέφους σημείων μονής σάρωσης. Το διάγραμμα αυτό αναλύεται λεπτομερώς στη συνέχεια. Το παρακάτω διάγραμμα αποτελεί ένα προτεινόμενο τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων μας. Δεν αποτελεί το μοναδικό τρόπο, με βάση τη σειρά που παρουσιάζονται οι διάφορες λειτουργίες του.

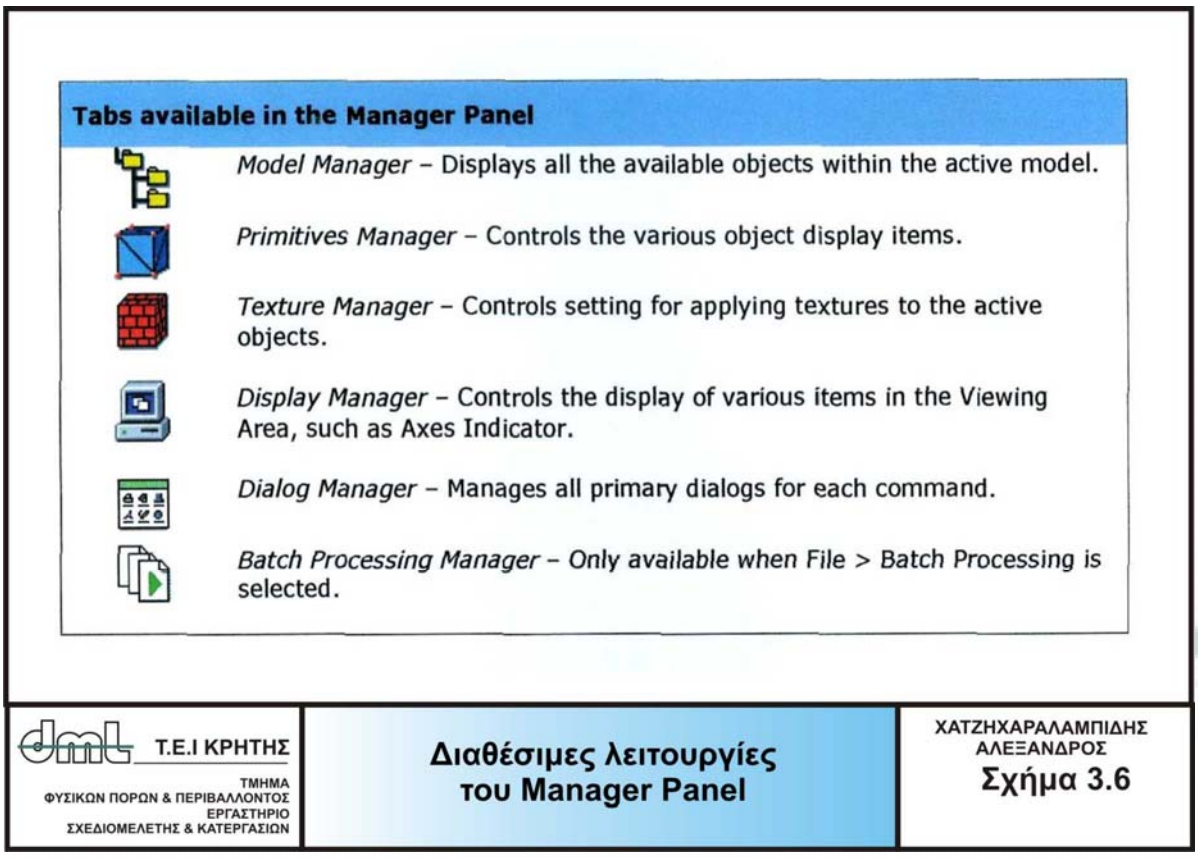


Πριν ξεκινήσουμε την περιγραφή του παραπάνω διαγράμματος ροής, παρουσιάζουμε παρακάτω το περιβάλλον εργασίας του προγράμματος.



Με βάση το σχήμα 3.5, αναλύουμε τα μέρη που παρουσιάζονται:

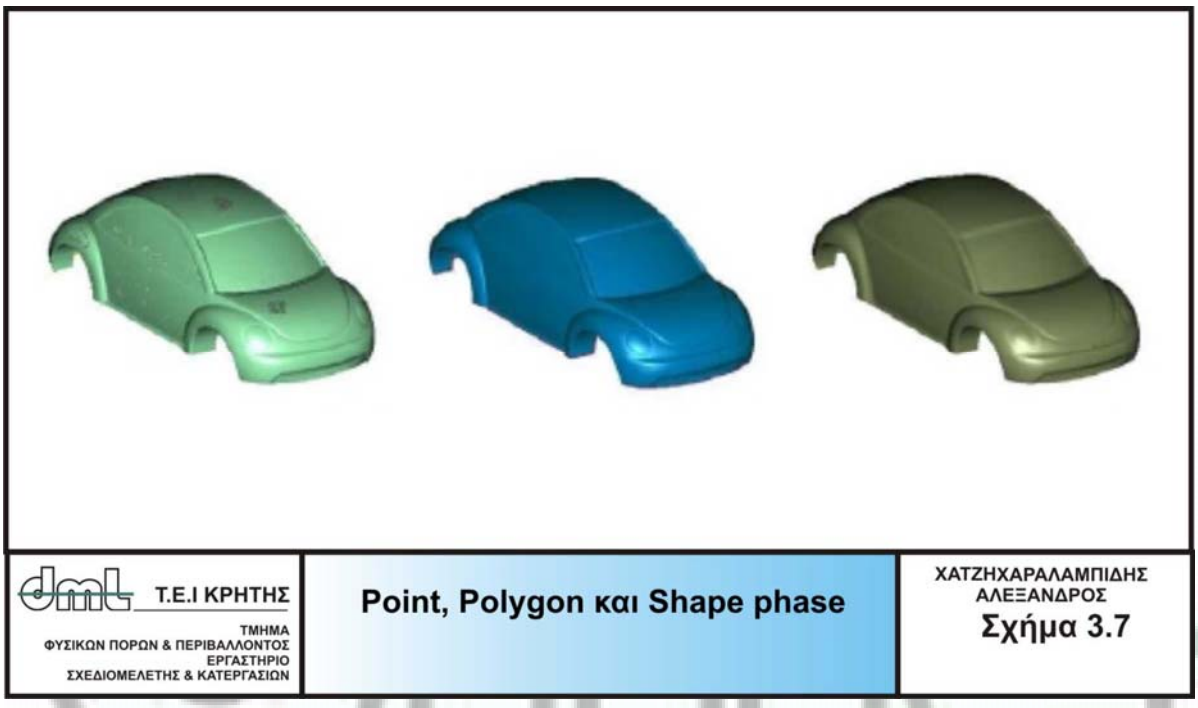
- Viewing area: εμφανίζει τα τρέχοντα αντικείμενα εργασίας. Στην περιοχή αυτή μπορούν να γίνουν επιλογές πάνω στο αντικείμενο επεξεργασίας
- Menu bar: παρέχει πρόσβαση σε όλες τις εντολές του λογισμικού
- Toolbars: αντίθετα από το menu bar, παρέχει συντομεύσεις στις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες εντολές
- Manager panel: περιέχει τις ταμπέλες διαχείρισης μέσω των οποίων ελέγχονται πολλές λειτουργίες των προβαλλόμενων αντικειμένων
- Overlay: παρέχει πληροφορίες για το μοντέλο, για το μέγεθος των περιθωρίων και τη χρήση μνήμης. Η εικόνα ελέγχεται από την ταμπέλα του Display Manager στο Manager panel.
- Axes Indicator: εμφανίζει τον τρέχοντα προσανατολισμό των αξόνων συντεταγμένων με βάση το αντικείμενο.
- Status text: παρέχει πληροφορίες στο χρήστη σχετικά με το τι κάνει το σύστημα και ποιες εργασίες είναι έτοιμο να εκτελέσει
- Meter: Εμφανίζει την πρόοδο μιας λειτουργίας
- Clock: Εμφανίζει την ώρα



Στην εικόνα 3.6 παρουσιάζονται οι διαθέσιμες λειτουργίες του Manager Panel. Αναλυτικότερα, οι επιλογές που έχουμε είναι:

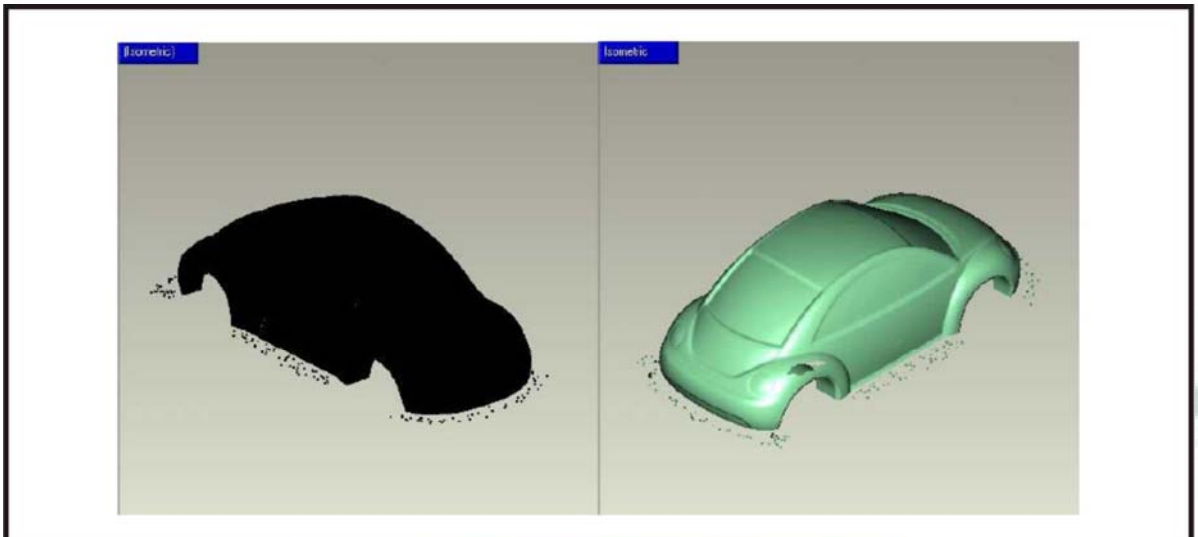
- Model Manager: Εμφανίζει όλα τα διαθέσιμα αντικείμενα του ενεργού μοντέλου
- Primitives Manager: Ελέγχει την εικόνα των ποικίλων αντικειμένων του μοντέλου
- Texture Manager: Ελέγχει τις ρυθμίσεις για την εφαρμογή υφής στο ενεργό μοντέλο
- Display Manager: Ελέγχει την εικόνα των αντικειμένων στην Viewing Area, όπως το Axes Indicator
- Dialog Manager: Ελέγχει όλους τους προηγούμενους διάλογους για κάθε εντολή
- Batch Processing Manager : Διαθέσιμο μόνο όταν είναι επιλεγμένο το File → Batch Processing

Προχωράμε με την σταδιακή εξήγηση του διαγράμματος ροής της εικόνας 3.5 ώστε να γίνει κατανοητή η διαδικασία που θα εφαρμόσουμε στο αντικείμενο που θα επεξεργαστούμε για να φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Σαν γενική περιγραφή, ξεκινάμε με την πρώτη φάση (point phase) από όπου εξάγουμε το νέφος σημείων και προετοιμάζουμε τα δεδομένα για την διαδικασία του Wrapping. Όταν το αντικείμενο τελειώσει τη φάση του Wrap, τότε προχωρά στην Polygon phase όπου γεμίζονται τυχόν τρύπες και απομακρύνονται ασυνέχειες. Μετά από αυτή τη φάση καταλήγουμε στην Shape phase όπου χρησιμοποιούνται επιφάνειες Nurbs πάνω από την πολυγωνική μορφή του αντικειμένου. Στην δική μας περίπτωση θα ασχοληθούμε μέχρι και την Polygon phase, έπειτα από την οποία θα εξάγουμε κατάλληλης μορφής αρχείο (τύπου *.stl).



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Point, Polygon και Shape phase**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 3.7**

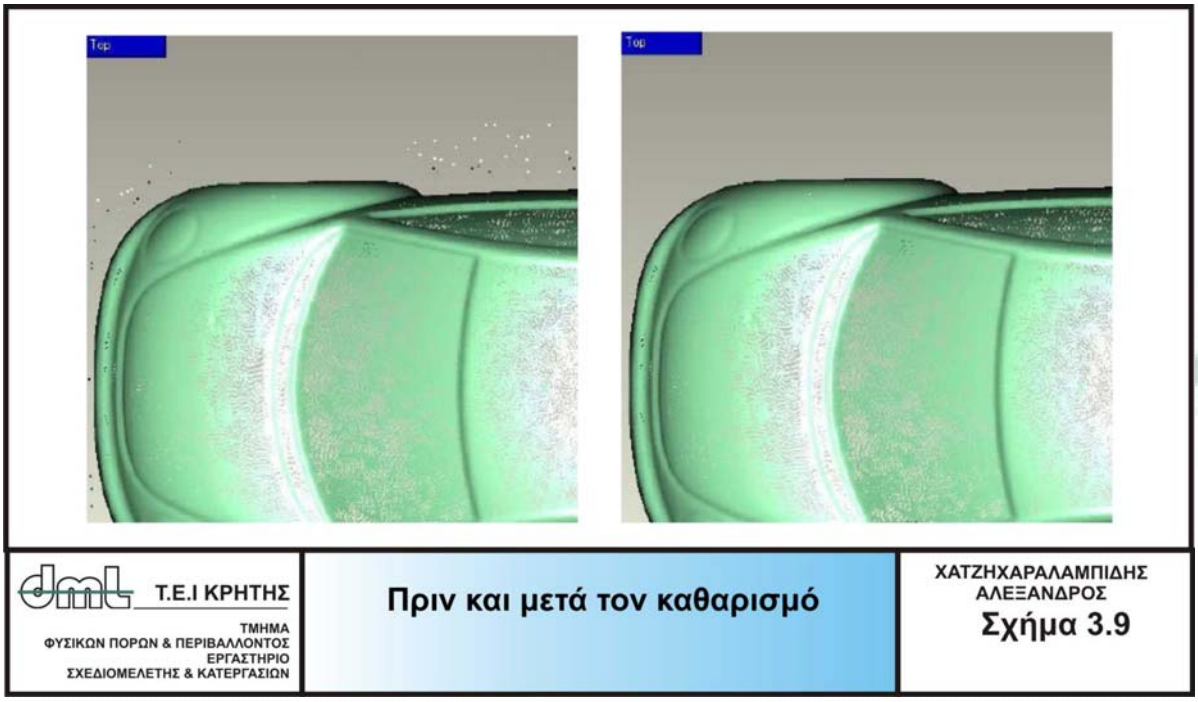
Ένα από τα βασικότερα πράγματα πριν ξεκινήσουμε την επεξεργασία των δεδομένων είναι να γνωρίζουμε τη μορφή του αντικειμένου. Αυτό θα μας διευκολύνει ώστε να μπορέσουμε να διακρίνουμε τυχόν ασάφειες χαρακτηριστικών της επιφάνειας του αντικειμένου που μπορεί να προκύψουν από την εφαρμογή των αλγορίθμων του προγράμματος (π.χ. αλγόριθμοι μείωσης θορύβου, τριγωνοποίησης πλέγματος, κ.τ.λ.) και να τις διορθώσουμε. Με τις δυνατότητες που δίνει το πρόγραμμα είναι δυνατή η σκίαση του μοντέλου, η περιστροφή, η μετατόπιση, η αλλαγή μεγέθους του και πολλές άλλες δραστηριότητες οπτικής απεικόνισης.



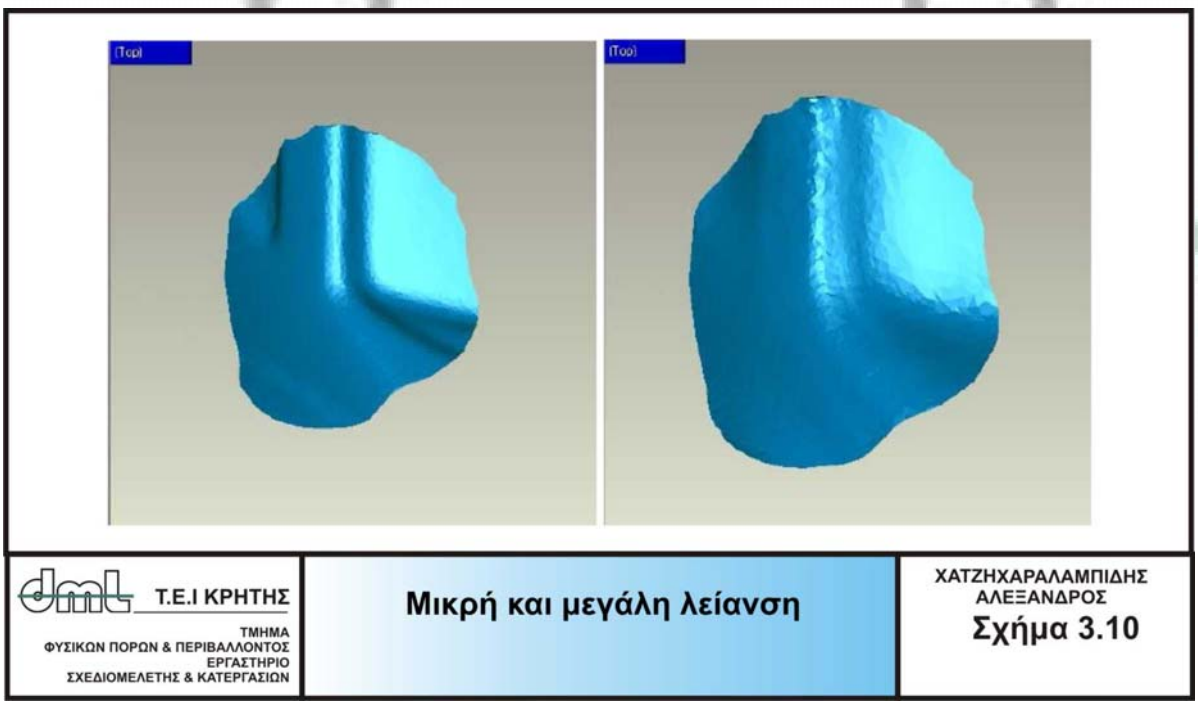
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Νέφος σημείων από σάρωση και σκιασμένο αντικείμενο**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 3.8**

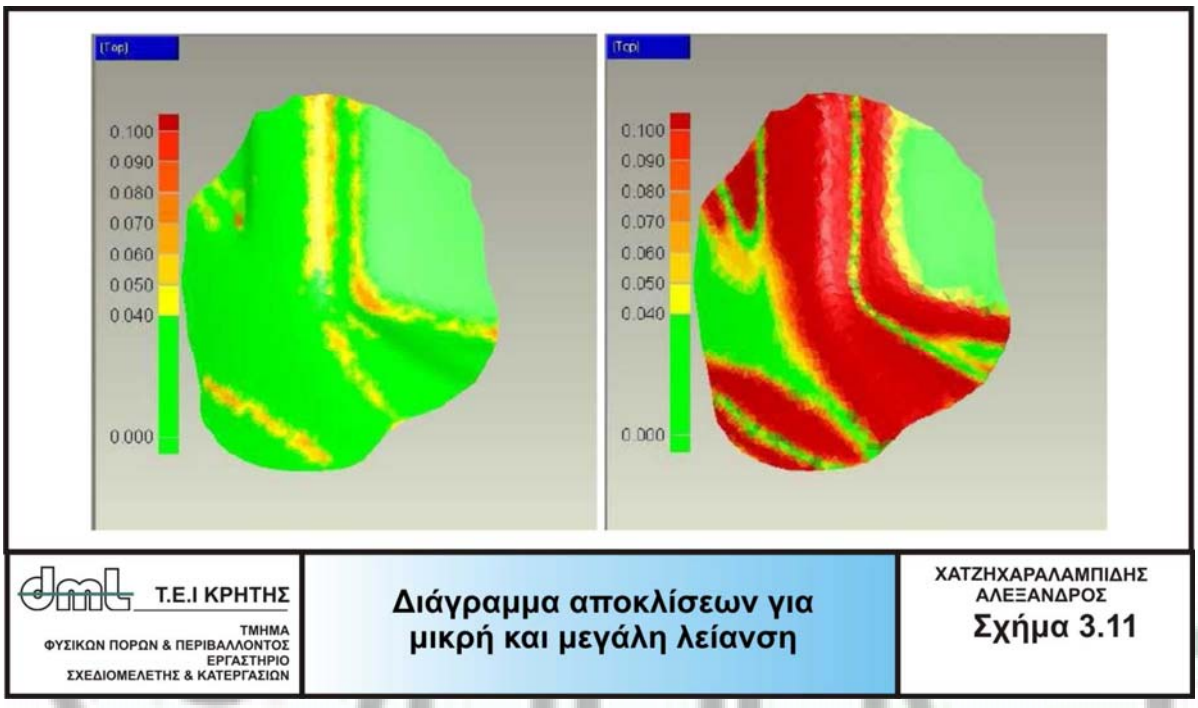
α) Καθαρισμός σημείων : κατά τη σάρωση ενός αντικειμένου πολλές φορές σαρώνονται και αντικείμενα που μπορεί να βρίσκονται στο φόντο όπως τραπεζομάντιλα, τοίχοι, εικόνες κτλ. Χρειαζόμαστε να απομακρύνουμε αυτά τα περιττά σημεία τα οποία συνήθως βρίσκονται στα όρια του αντικείμενου, αλλά όχι μόνο (disconnects or outliers). Πολλές φορές τα σημεία αυτά αναγνωρίζονται ως σημεία που είναι μακριά από το κυρίως νέφος σημείων και δεν παρουσιάζουν κάποια συγκεκριμένη γεωμετρία. Τα σημεία αυτά απομακρύνονται είτε

αυτόματα με τη χρήση κάποιων αλγορίθμων είτε χειροκίνητα. Για δυσδιάκριτα νέφη σημείων και για μεγαλύτερη ακρίβεια, η χειροκίνητη διαγραφή του θορύβου παρέχει σαφώς καλύτερα αποτελέσματα. Για τον αυτόματο καθαρισμό των σημείων χρησιμοποιούνται οι εντολές Select Disconnected, Select Outliers όπου με την κατάλληλη ρύθμιση κάποιων παραμέτρων γίνεται αυτόματος καθαρισμός του νέφους σημείων στα όρια του αντικειμένου. Παρακάτω παρουσιάζονται αποτελέσματα επιλογής και απομάκρυνσης του θορύβου από το νέφος σημείων.



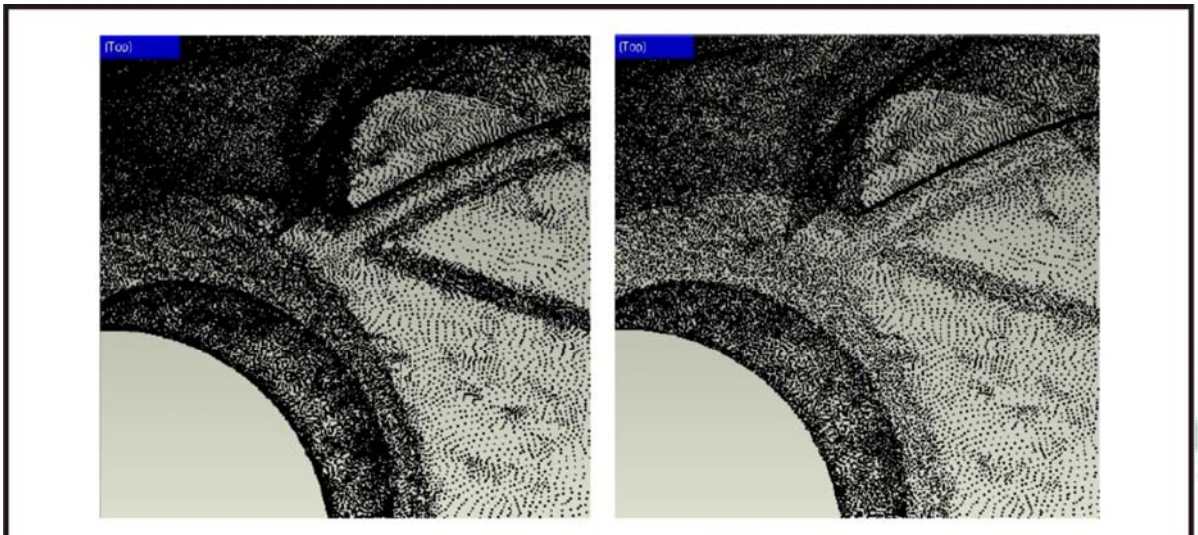
Επειδή όμως θόρυβος μπορεί να παρουσιαστεί και μέσα στο αντικείμενο με τη μορφή άγριων, μη ίσων ή μη ομαλών μορφών στην επιφάνεια του αντικειμένου, χρησιμοποιείται η εντολή Reduce Noise. Οι εντολές αυτές ελέγχουν τη λειότητα της επιφάνειας, τα σημεία που προβάλλονται, τις αποδεκτές ανοχές. Παρακάτω παρουσιάζονται παραδείγματα.





dml Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Διάγραμμα αποκλίσεων για μικρή και μεγάλη λείανση**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 3.11**

Έπειτα από τις παραπάνω διαδικασίες και εφαρμογές εντολών προχωράμε στη διαδικασία του Uniform Sample. Με αυτή την εντολή μειώνουμε τον αριθμό των σημείων του νέφους έτσι ώστε να εξακολουθούν να παρουσιάζουν ικανοποιητικά τη μορφή του αντικειμένου με τα σημεία που απομένουν. Σκοπός είναι να μειωθούν τα σημεία αλλά όχι σε υπερβολικό βαθμό, μιας και τα σημεία αυτά θα χρησιμοποιηθούν για την τριγωνοποίηση του νέφους σημείων και ζητούμενο είναι να εξακολουθεί να υπάρχει πιστότητα της μορφής του.

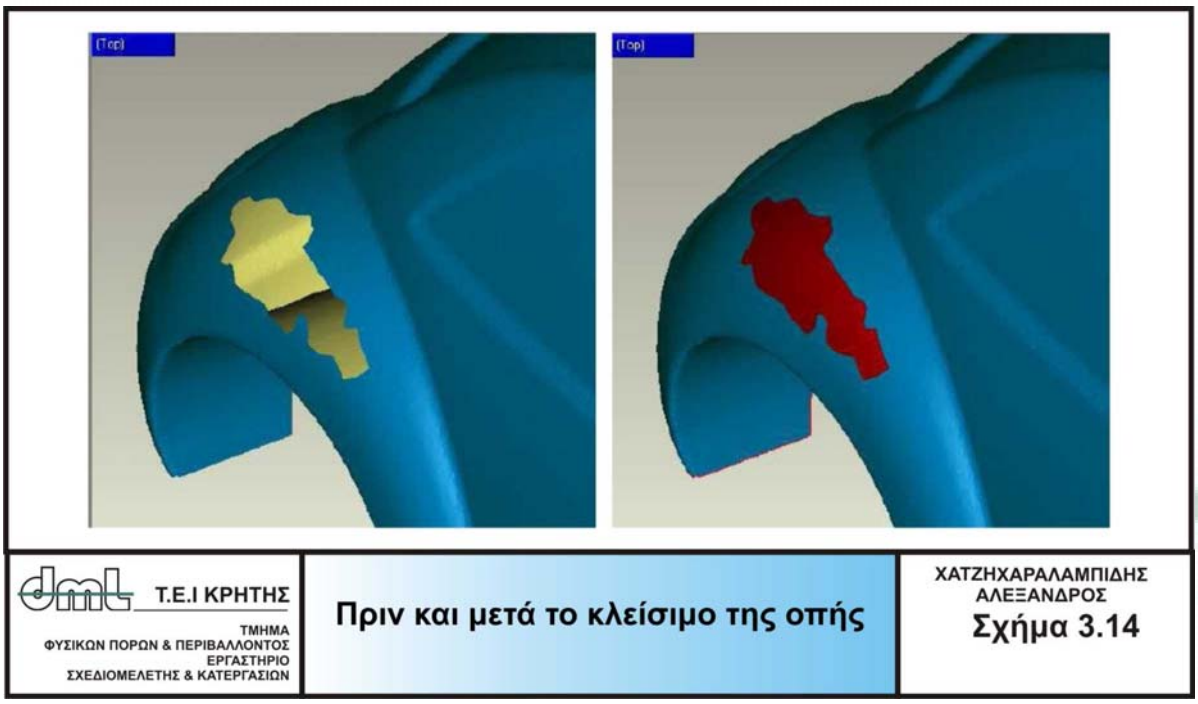


dml Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Πριν και μετά τη μείωση των σημείων του νέφους**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 3.12**

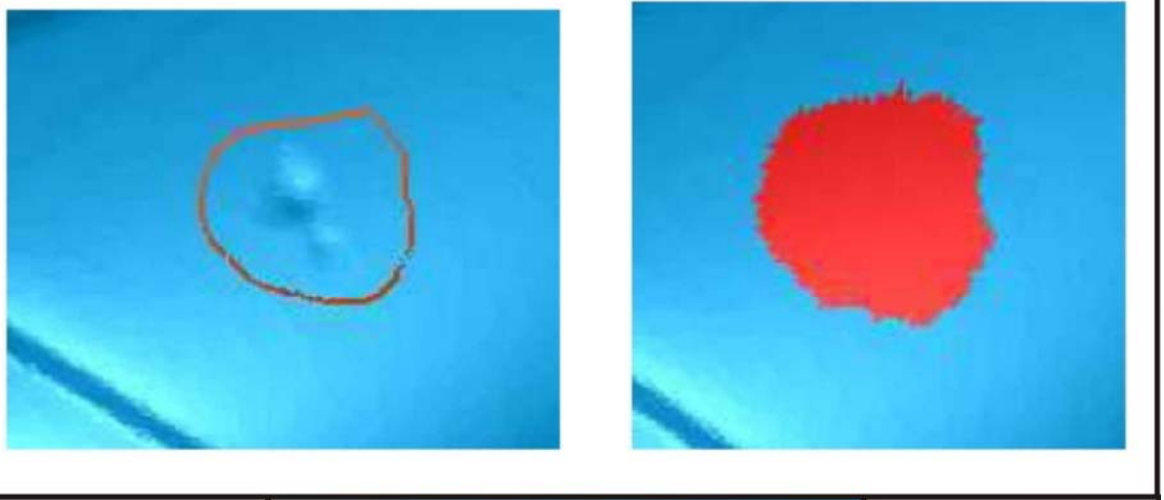
β) Δημιουργία πολυγωνικού πλέγματος (Wrap) : όταν το αντικείμενο έχει καθαριστεί και οργανωθεί, εφαρμόζουμε την εντολή Wrap για τη δημιουργία πολυγωνικού πλέγματος.



γ) Κλείσιμο κενών και οπών (Fill holes) : με αυτή τη λειτουργία δημιουργούμε είτε καμπύλες είτε επίπεδες επιφάνειες για το κλείσιμο των οπών που μπορεί να εμφανίζονται και την εξαφάνιση των ασυνεχειών. Υπάρχουν διάφορες εντολές που μας διευκολύνουν ανάλογα με το σχήμα και την θέση της ασυνέχειας.



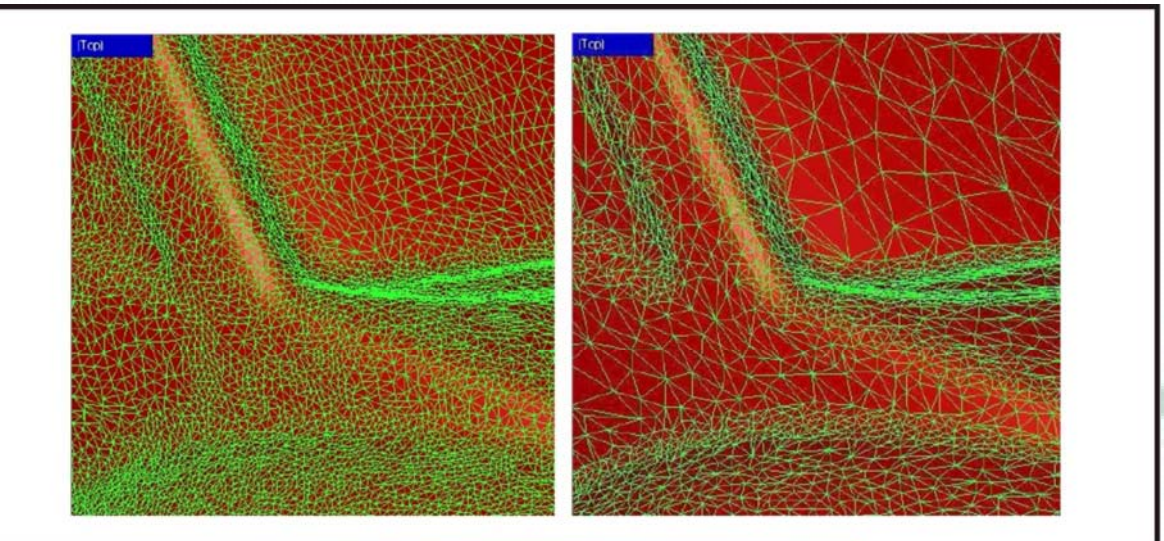
δ) Λειτουργία Defeature : αποτελεί διαδικασία κατά την οποία μπορούν να διορθωθούν γρήγορα προεξοχές ή βαθουλώματα που εντοπίζονται στο αντικείμενο.



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	Πριν και μετά τη χρήση της εντολής	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ Σχήμα 3.15

ε) Λειτουργία Sandpaper : διαδικασία λείανσης ή χαλάρωσης των σημείων σε τμήματα της επιφάνειας όπου εφαρμόζεται.

στ) Μείωση τριγώνων (Decimate) : η λειτουργία αυτή χρησιμοποιείται για την μείωση των τριγώνων του πολυγωνικού μοντέλου. Η εντολή αυτή μειώνει τον αριθμό των τριγώνων στις περιοχές χαμηλής καμπυλότητας ενώ διατηρεί τον αριθμό των τριγώνων στις περιοχές υψηλής καμπυλότητας.

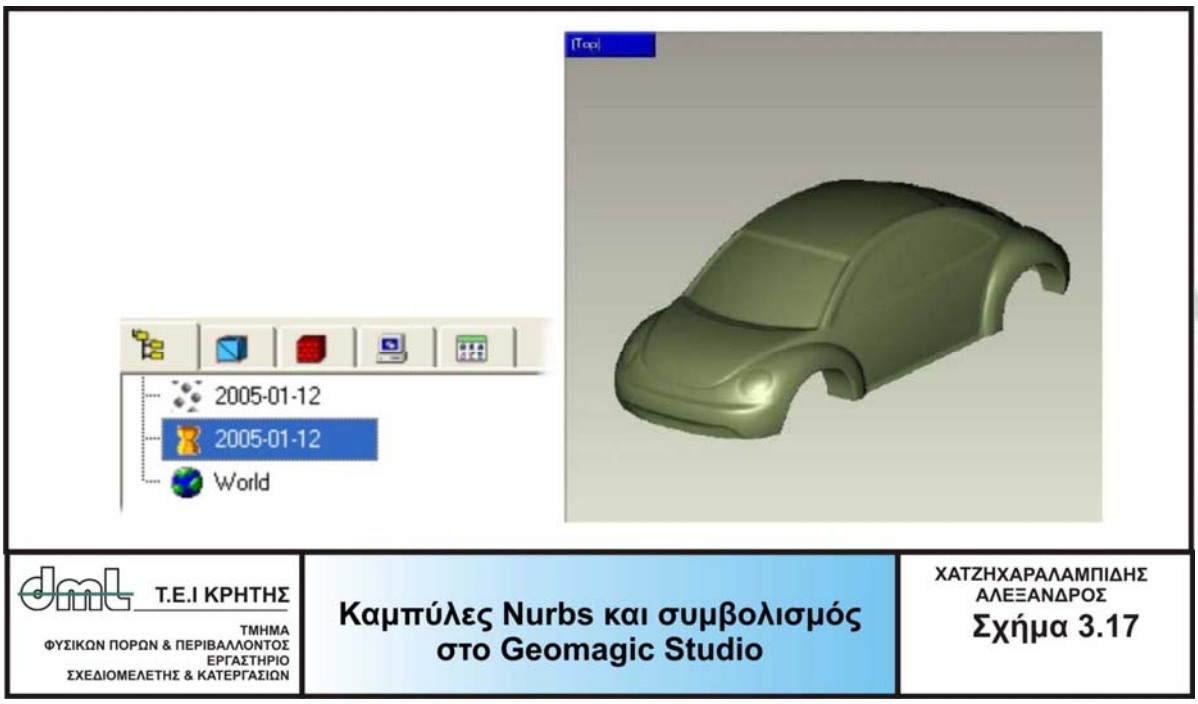


Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	Πριν και μετά τη χρήση της εντολής	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ Σχήμα 3.16

ζ) Λειτουργίες Manifold και Intersections : για να μπορέσει ένα μοντέλο να αναπαραχθεί σε κάποια συσκευή τρισδιάστατης εκτύπωσης, να κοπεί σε κάποια μηχανή CAM ή να τοποθετηθεί σε κάποιο ψηφιακό μουσείο, πρέπει να εξαχθεί κάποιο κατάλληλο αρχείο από ένα πρόγραμμα τρισδιάστατης ψηφιοποίησης. Προϋπόθεση για την εξαγωγή του αρχείου είναι αυτό να είναι το αντικείμενο να αποτελεί κλειστή επιφάνεια. Με αυτές τις δυο εντολές βλέπουμε ποια σημεία του μοντέλου περιέχουν κενά και που παρεμβάλλονται μεταξύ τους

τρίγωνα (πράγμα που δημιουργεί ασυνέχεια). Τα τρίγωνα αυτά τα διορθώνουμε διαγράφοντάς τα και δημιουργώντας νέα, έτσι ώστε να μην παρουσιάζουν κενά ή ασυνέχειες. Υπάρχουν ποικίλες εντολές και αυτοματοποιήσεις για τη βοήθεια του χρήστη μέσω εντολών του προγράμματος.

η) Δημιουργία επιφανειών Nurbs : όταν το πολυγωνικό μοντέλο έχει δημιουργηθεί, επεξεργαστεί και διορθωθεί από τυχόν ασυνέχειες και οπές, τότε μπορούν να εφαρμοστούν Nurbs καμπύλες σε αυτό. Έπειτα από αυτό μπορούμε να εξάγουμε αρχεία για συστήματα CAM και CAD.

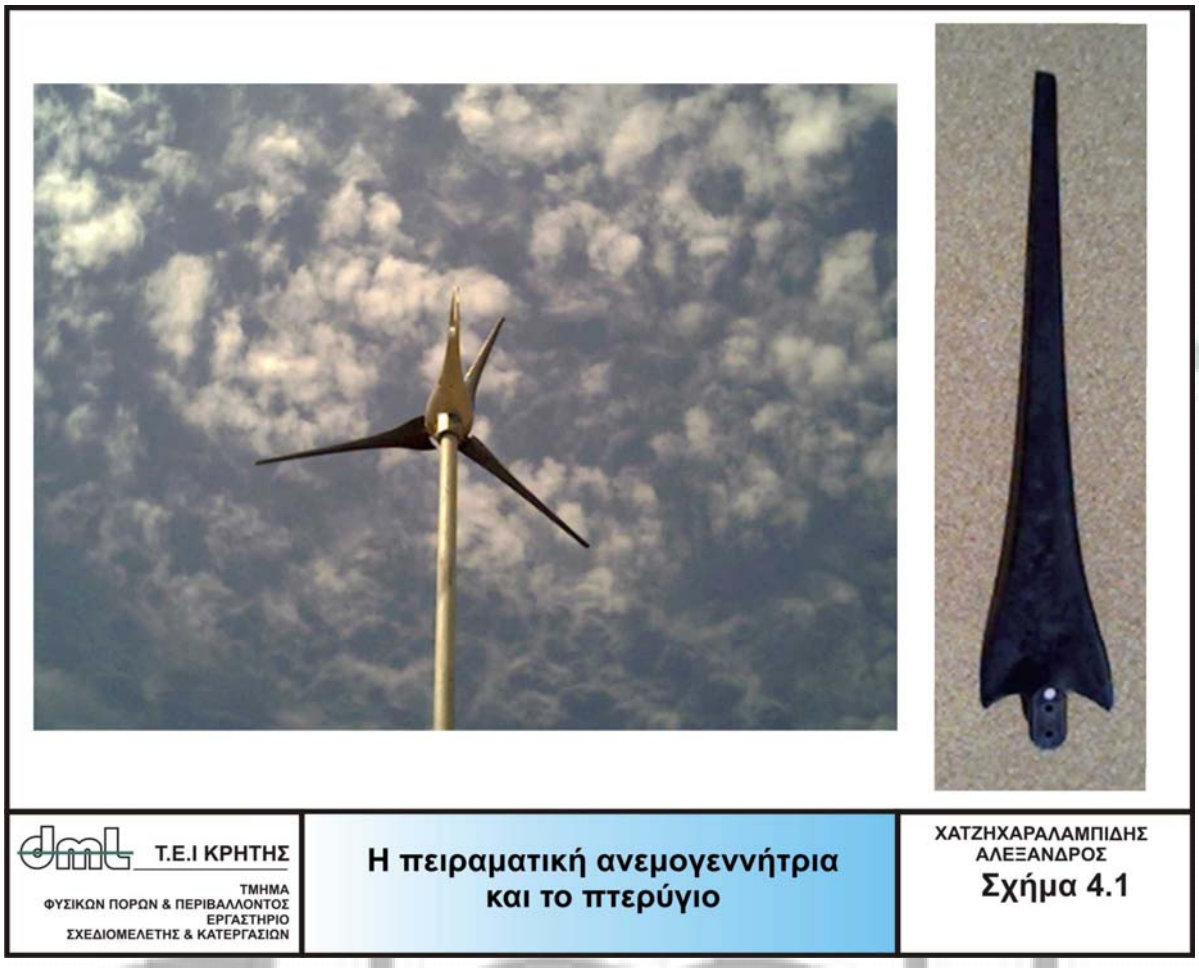


Το πρόγραμμα Geomagic Studio παρέχει πολλές άλλες διευκολύνσεις που δεν παραθέτουμε σκόπιμα προς το παρόν για λόγους κατανόησης του αναγνώστη. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε λειτουργίες για δημιουργία Datum Planes, Dynamic Display των αντικειμένων, Background Grid και πολλά άλλα. Θεώρησα σωστό να επικεντρωθώ σε αυτό το σημείο στην φιλοσοφία του προγράμματος με βάση το αρχικό διάγραμμα ροής, ώστε να καταλήξουμε στην εξαγωγή συγκεκριμένων τύπων αρχείων. Η διαδικασία που θα ακολουθηθεί τελικά καθώς και οι εντολές που εφαρμόζονται στην επεξεργασία του αντικειμένου μου και δεν έχουν εξηγηθεί στο παρόν κομμάτι, εξηγούνται αναλυτικά σε επόμενα κομμάτια.

4. ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.1 Προετοιμασία υλικών

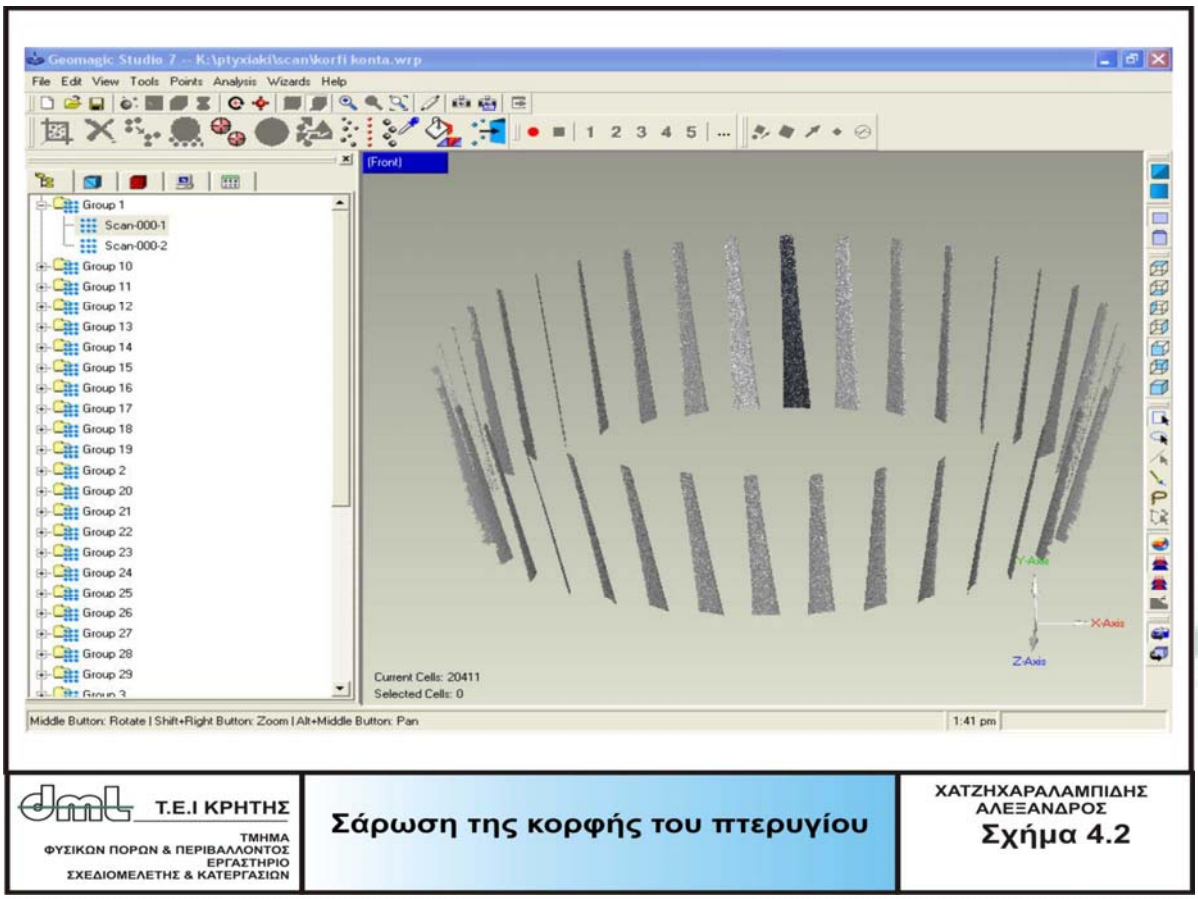
Ως μοντέλο για την εφαρμογή χρησιμοποιήσαμε ένα πτερύγιο της πειραματικής ανεμογεννήτριας που υπάρχει τοποθετημένη σε πειραματική διάταξη στην ταράτσα του κτιρίου του ΤΕΙ Κρήτης, στο παράρτημα των Χανίων.



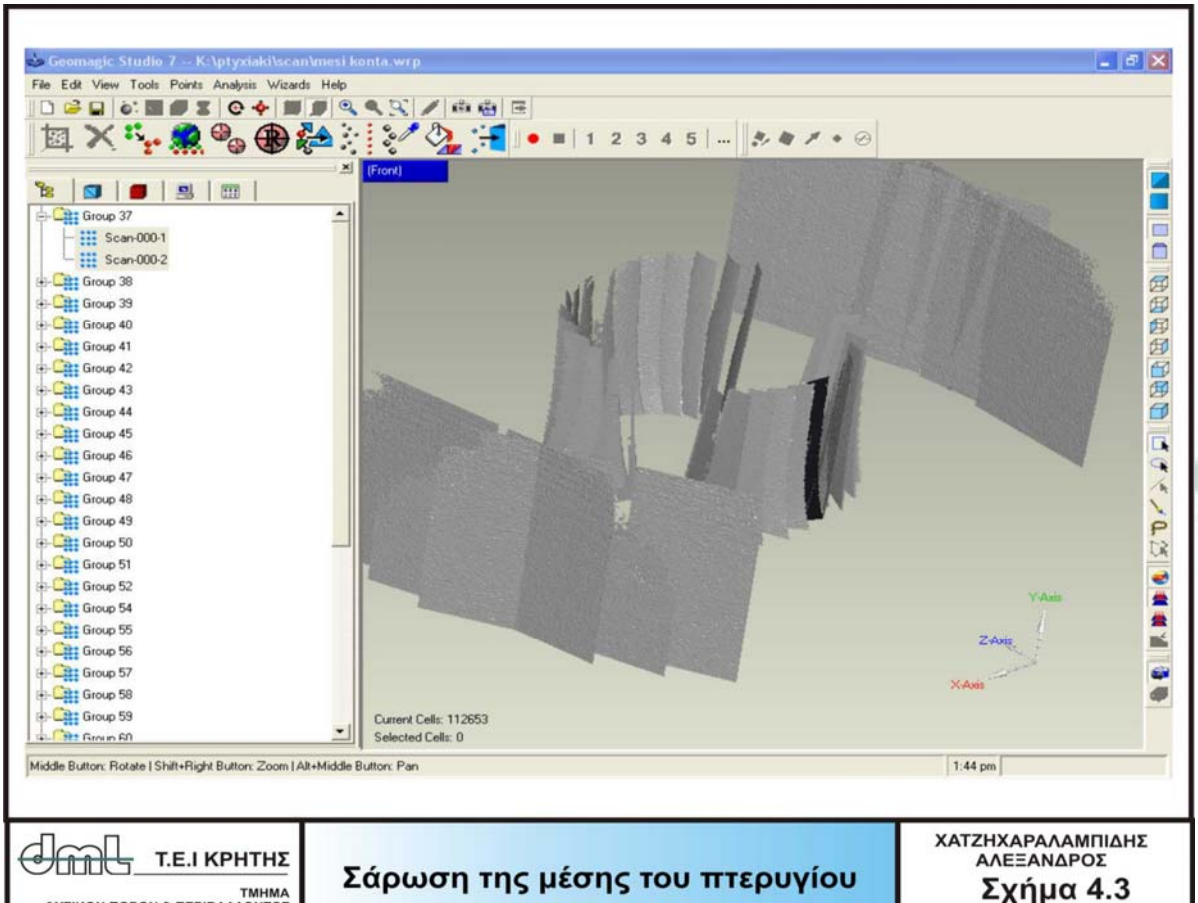
Σημαδέψαμε το πτερύγιο με μικρά σημάδια από λευκό διορθωτικό υγρό και από τις δύο του πλευρές, ώστε αυτό να μας βοηθήσει στη διαδικασία της ευθυγράμμισης (Registration), καθώς πρόκειται για ένα αντικείμενο όπου αμφότερες οι πλευρές του έχουν μεγάλη ομοιότητα, χωρίς να υπάρχουν σημεία που να ξεχωρίζουν, λόγω της συμμετρικότητάς του.

4.2 Σάρωση του πτερυγίου

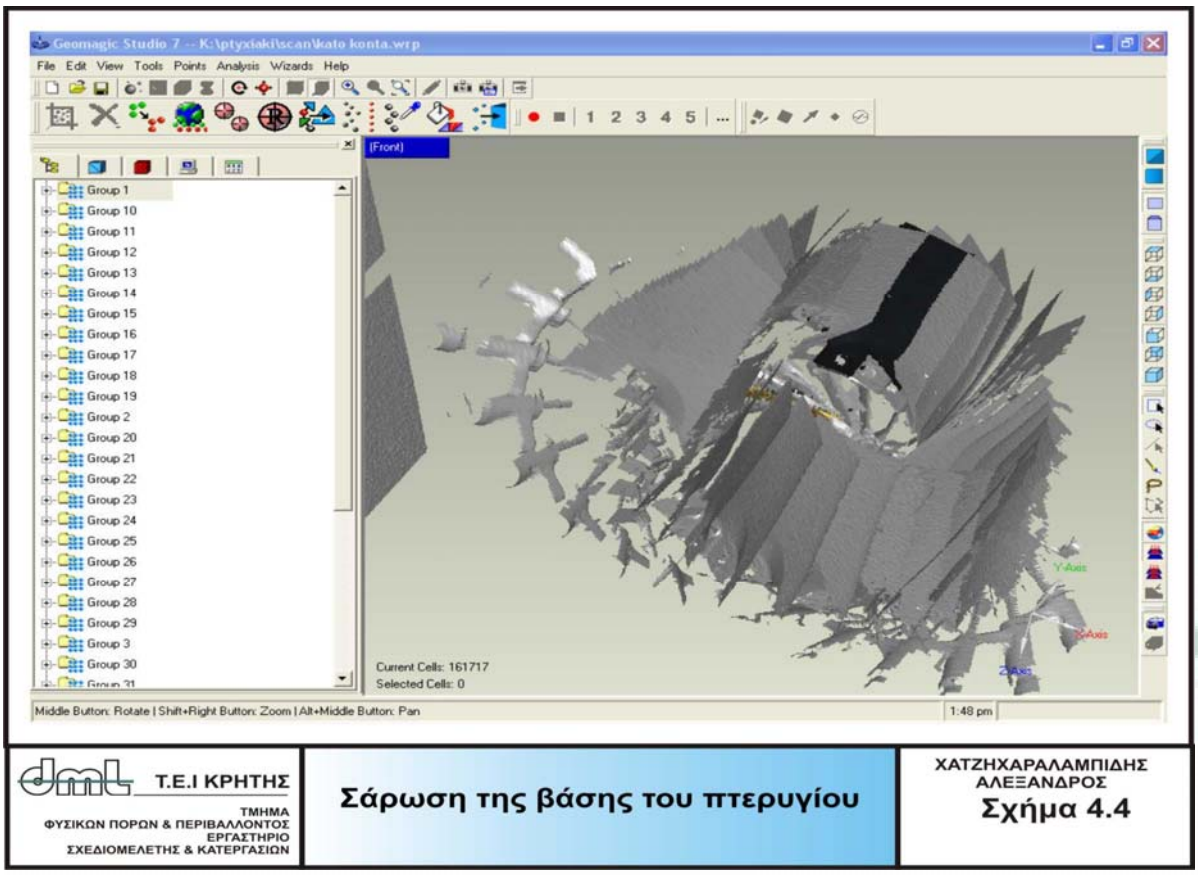
Ο φωτισμός κατά τη διάρκεια των σαρώσεων έχει μεγάλη σημασία στο ψηφιακό αποτέλεσμα που παίρνουμε, έτσι το μοντέλο τοποθετήθηκε σε ειδικά φωτιζόμενη από μικρούς προβολείς, εξέδρα, πάνω στην περιστρεφόμενη τράπεζα. Λόγω του μεγάλου μήκους του πτερυγίου και της ανώτερης επιθυμητής λεπτομέρειας στην επιφάνεια του μοντέλου, χρησιμοποιήθηκε ο φακός Wide Lens και πάρθηκαν τρεις λήψεις τμηματικά σε όλο το μήκος του πτερυγίου, αποτελούμενες από διπλές σαρώσεις ανά 10^{o}. Επιπλέον, μερικές ακόμη σαρώσεις εκτελέστηκαν στη βάση του πτερυγίου όπου είχαμε περισσότερη λεπτομέρεια λόγω των οπών στήριξης του πτερυγίου στο άξονα της ανεμογεννήτριας. Με αυτόν τον τρόπο είχαμε περισσότερα δεδομένα για να επεξεργαστούμε, όπως επίσης και να απορρίψουμε, καθώς η πλαϊνή πλευρά του πτερυγίου είχε πάχος κατά μέσο όρο μόλις 3 mm.



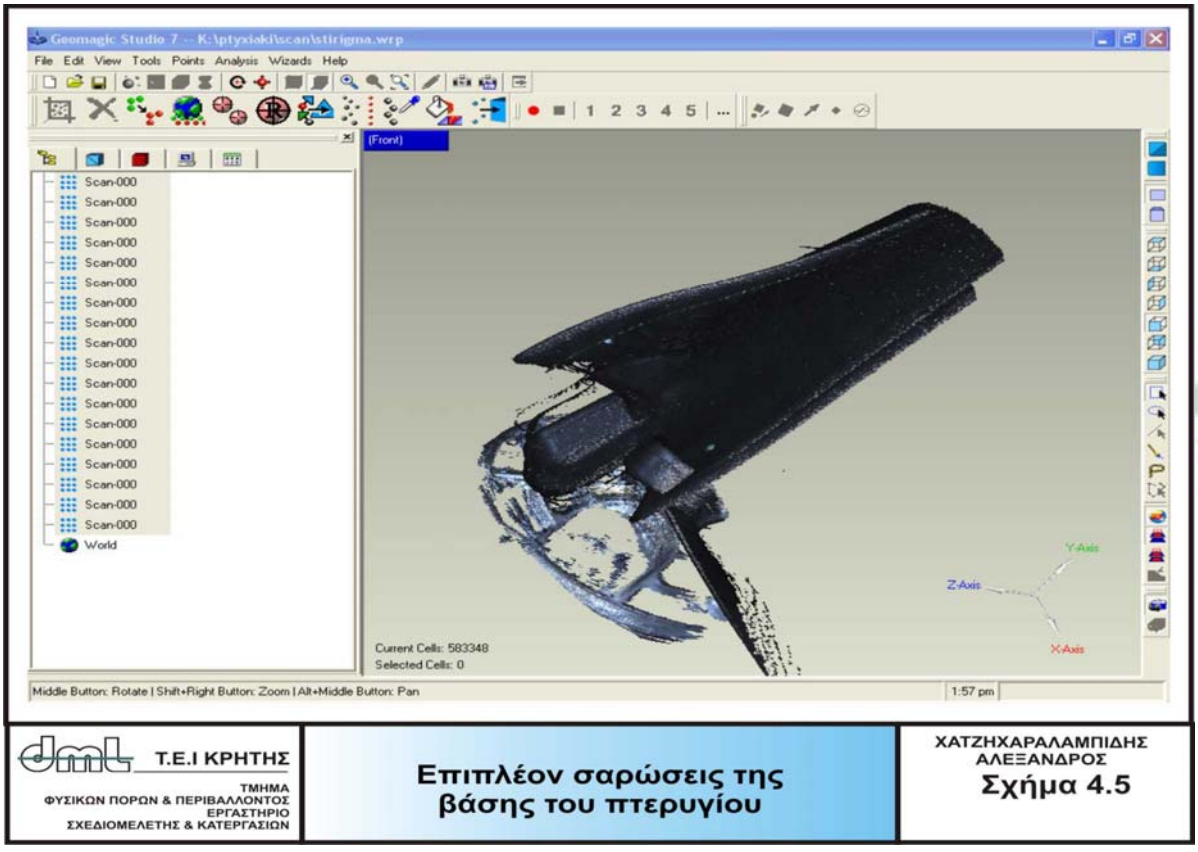
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Σάρωση της κορφής του πτερυγίου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.2**



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Σάρωση της μέσης του πτερυγίου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.3**



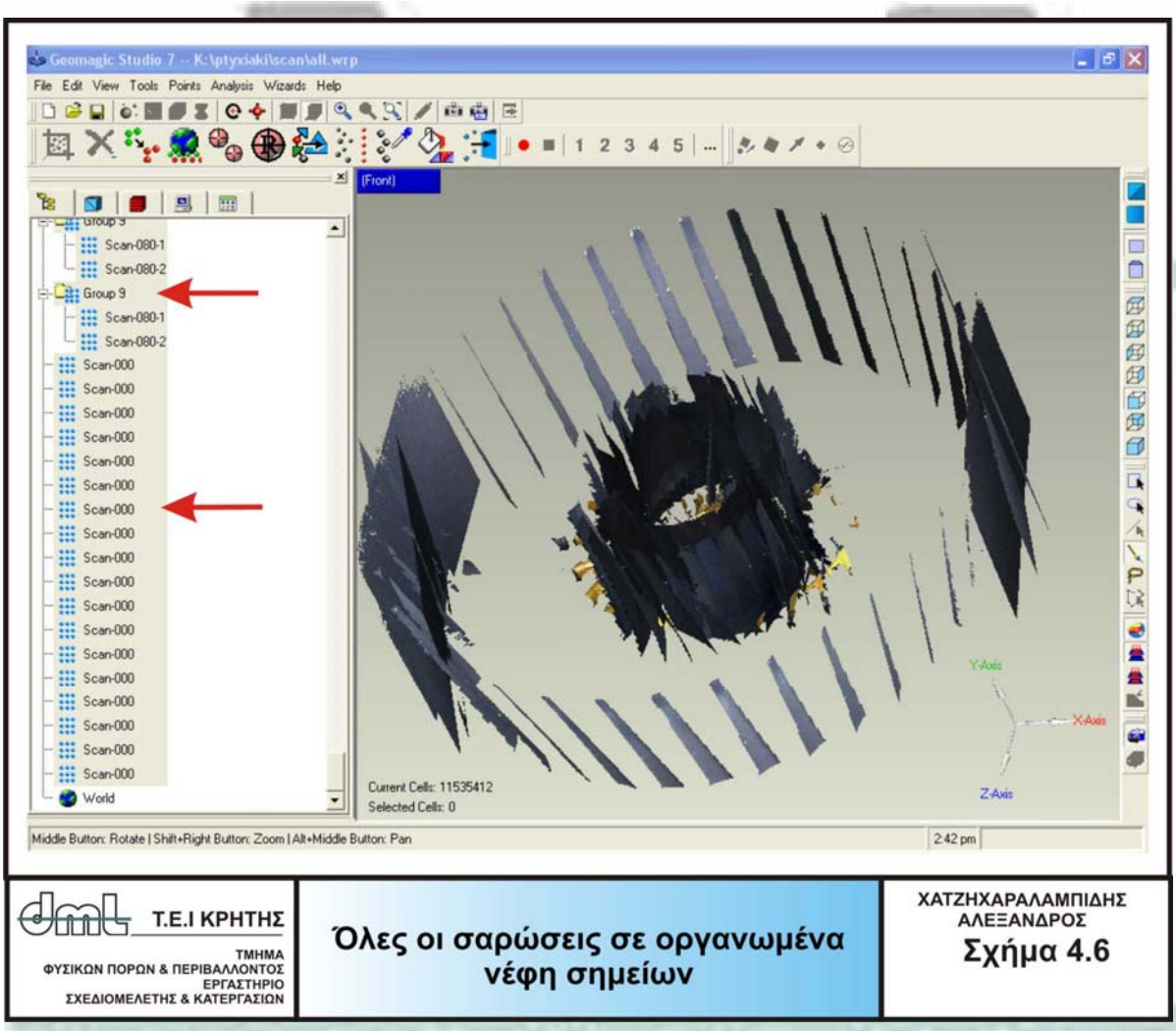
Στις εικόνες 4.3 και 4.4 είναι ήδη εμφανές ο θόρυβος που υπάρχει, καθώς ο ψηφιοποιητής «συνέλαβε» και μέρος του τοίχου πίσω από το πτερύγιο.



4.3 Φάση σημείων (Point Phase)

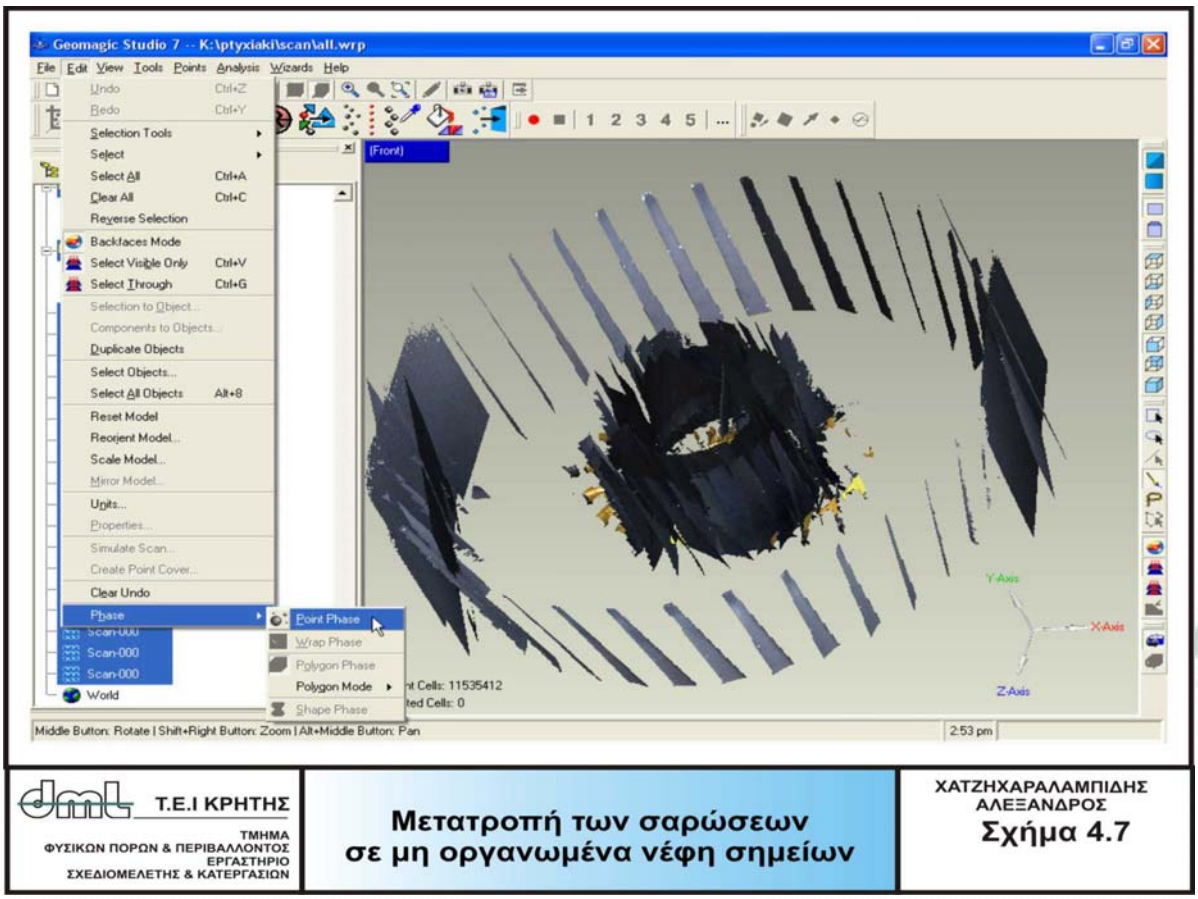
4.3.1 Καθαρισμός θορύβου

Έγιναν συνολικά 234 σαρώσεις του πτερυγίου από πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες. Αυτό μεταφράζεται ως 234 διαφορετικά νέφη σημείων. Το αρχείο που παίρνουμε από τον ψηφιοποιητή είναι της μορφής *.wrp. Ανοίγουμε το αρχείο με το πρόγραμμα από το μενού File→Open. Το πρόγραμμα μας παρουσιάζει στην viewing area όλες τις σαρώσεις. Η προεπιλεγμένη μορφή αρχείου που παίρνουμε από τον ψηφιοποιητή είναι σαρώσεις σε οργανωμένα νέφη σημείων (ordered phase) τα οποία μετατρέπουμε σε μη οργανωμένα νέφη σημείων (unordered phase) για να τα επεξεργαστούμε.

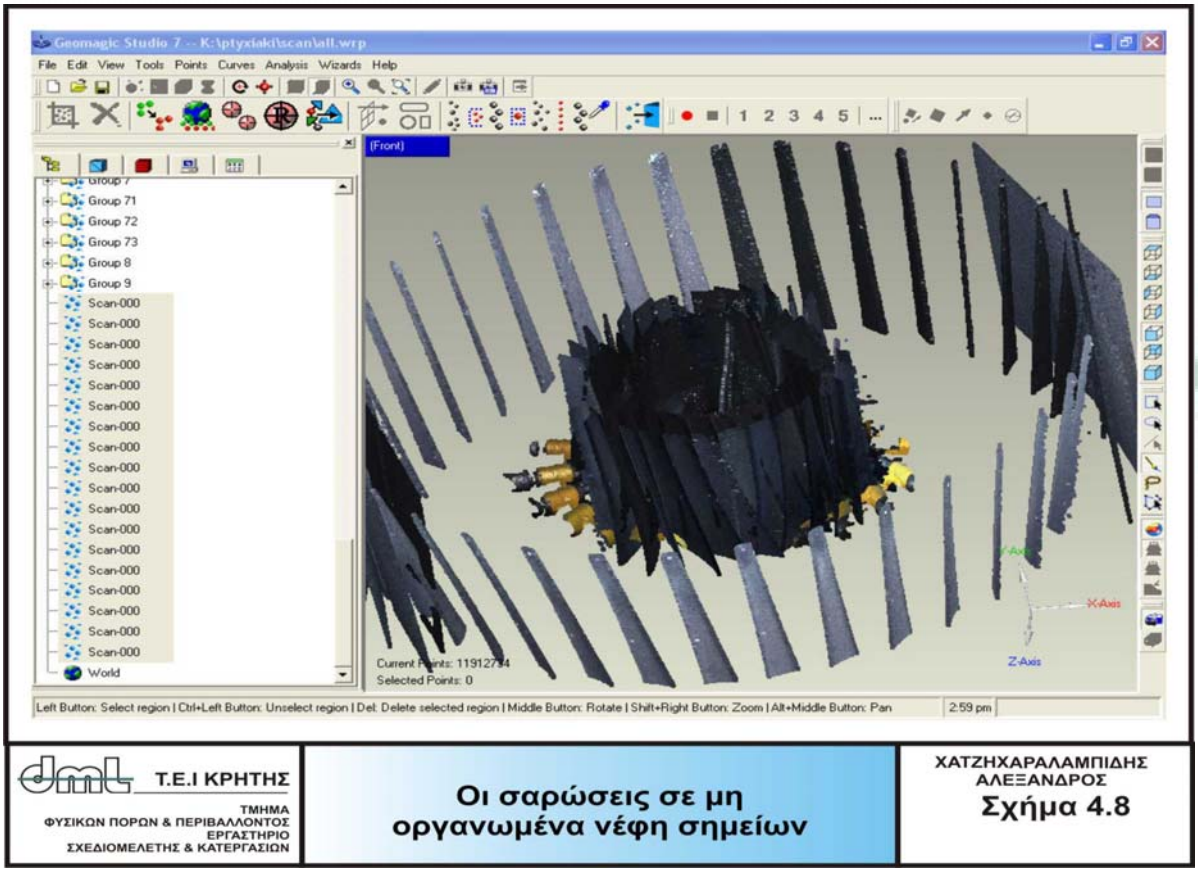


dml Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Όλες οι σαρώσεις σε οργανωμένα νέφη σημείων**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.6**

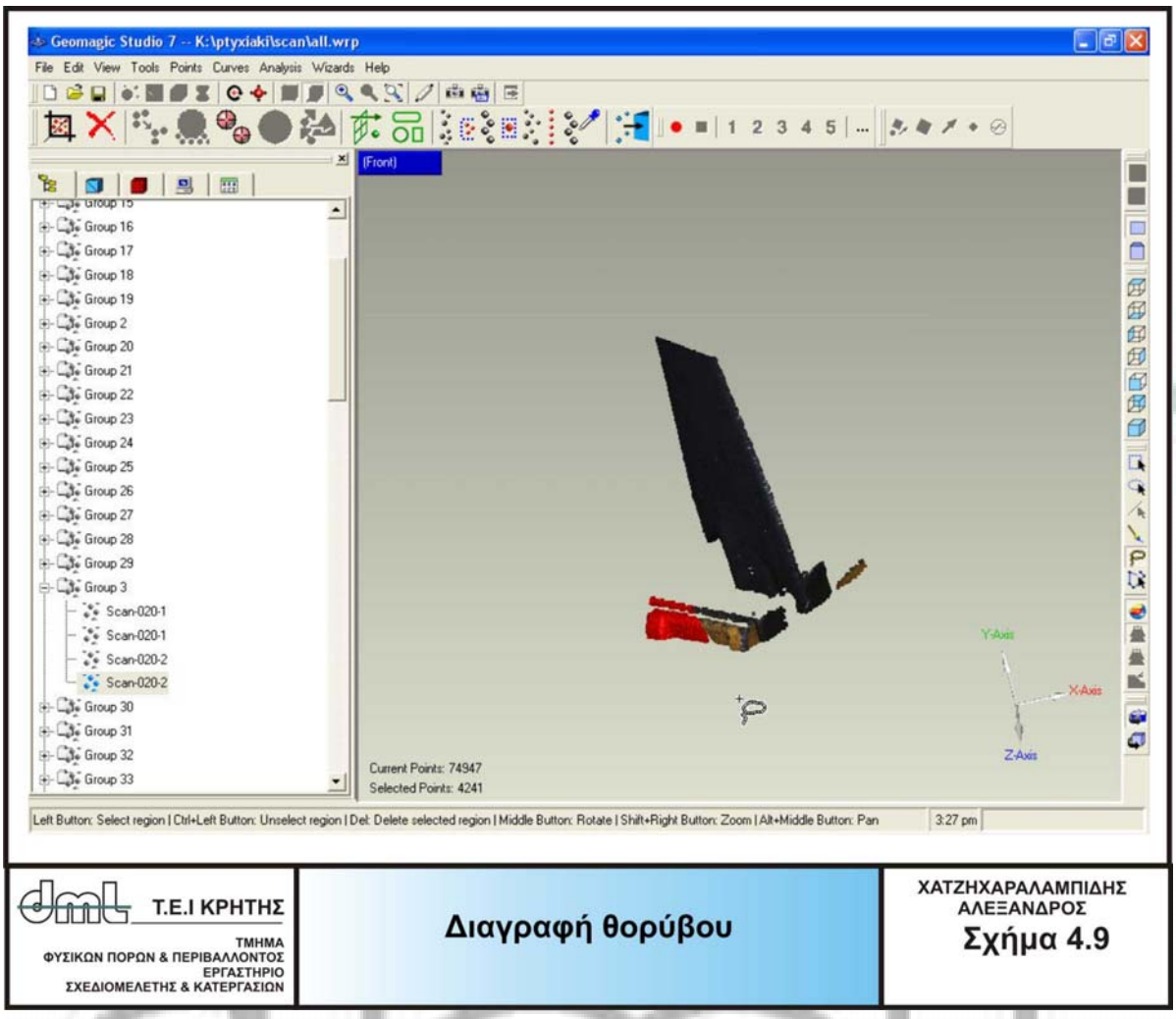
Στην παρούσα φάση το μοντέλο μας αποτελείται από 11.535.412 cells. Μετατρέπουμε όλες τις σαρώσεις σε Unordered Phase (Edit→Phase→Point Phase) για να διαχειριστούμε τα νέφη σημείων.



Τώρα έχουμε να αντιμετωπίσουμε μη ταξινομημένα νέφη σημείων. Το σύνολο των σημείων των 234 σαρώσεων είναι 11.912.734.

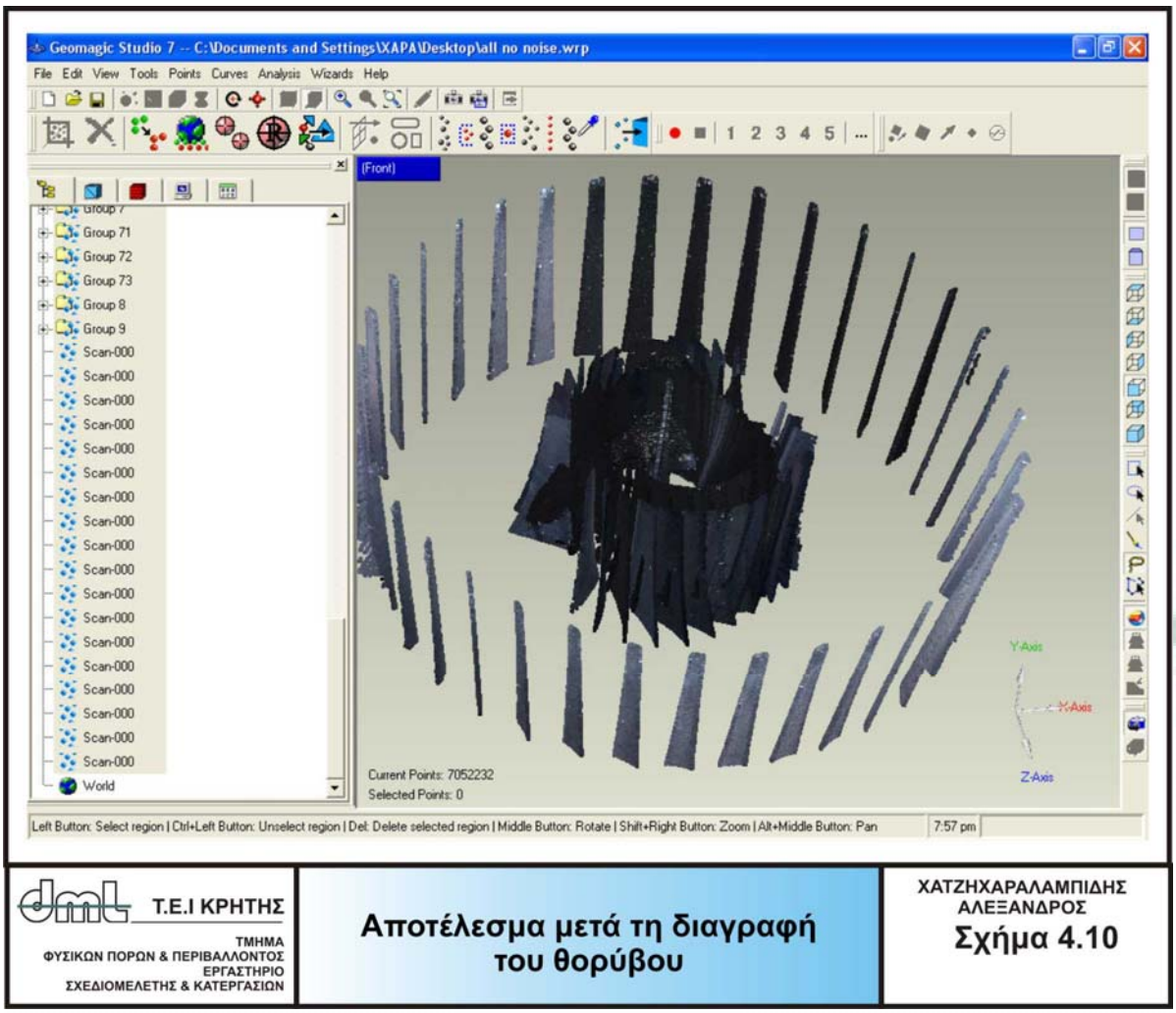


Είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς το θόρυβο που υπάρχει στα δεδομένα μας. Μέρος του τοίχου που υπήρχε πίσω από το πτερύγιο κατά τη διάρκεια της σάρωσης και μεταλλικά στηρίγματα, που χρησιμοποιήθηκαν για να σταθεροποιήσουν το πτερύγιο στην περιστρεφόμενη τράπεζα, πρέπει να αφαιρεθούν. Με τη χρήση της εντολής Points→Erase και χειροκίνητης επιλογής, επιλέγουμε όλα τα σημεία των σαρώσεων που αποτελούν θόρυβο καθώς αυτά είναι εμφανή και με γυμνό μάτι.



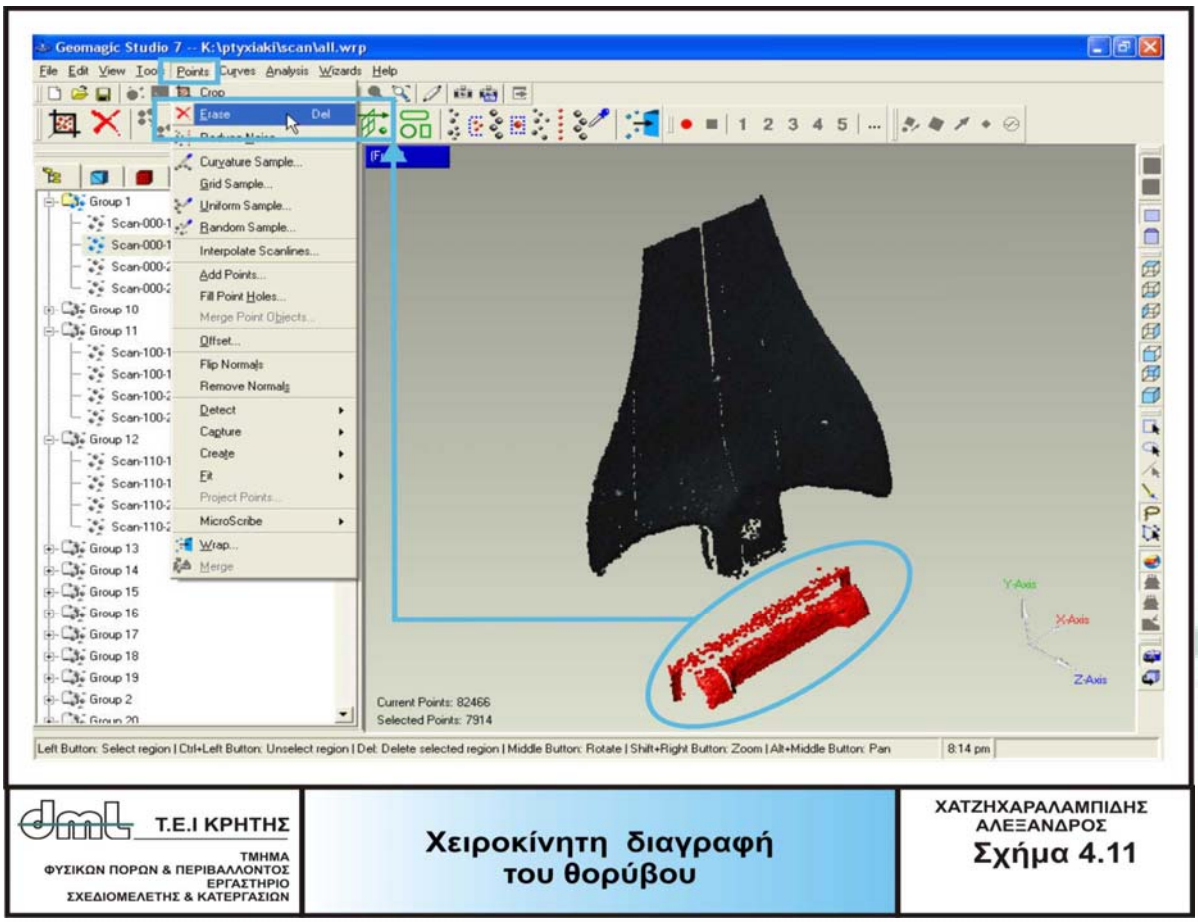
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Διαγραφή θορύβου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.9**

Εκτελούμε την εντολή για όλες τις σαρώσεις και το αποτέλεσμα που μας μένει φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε και τις υπόλοιπες εντολές του προγράμματος για τη μείωση του θορύβου (Select Disconnected, Select Outliers).

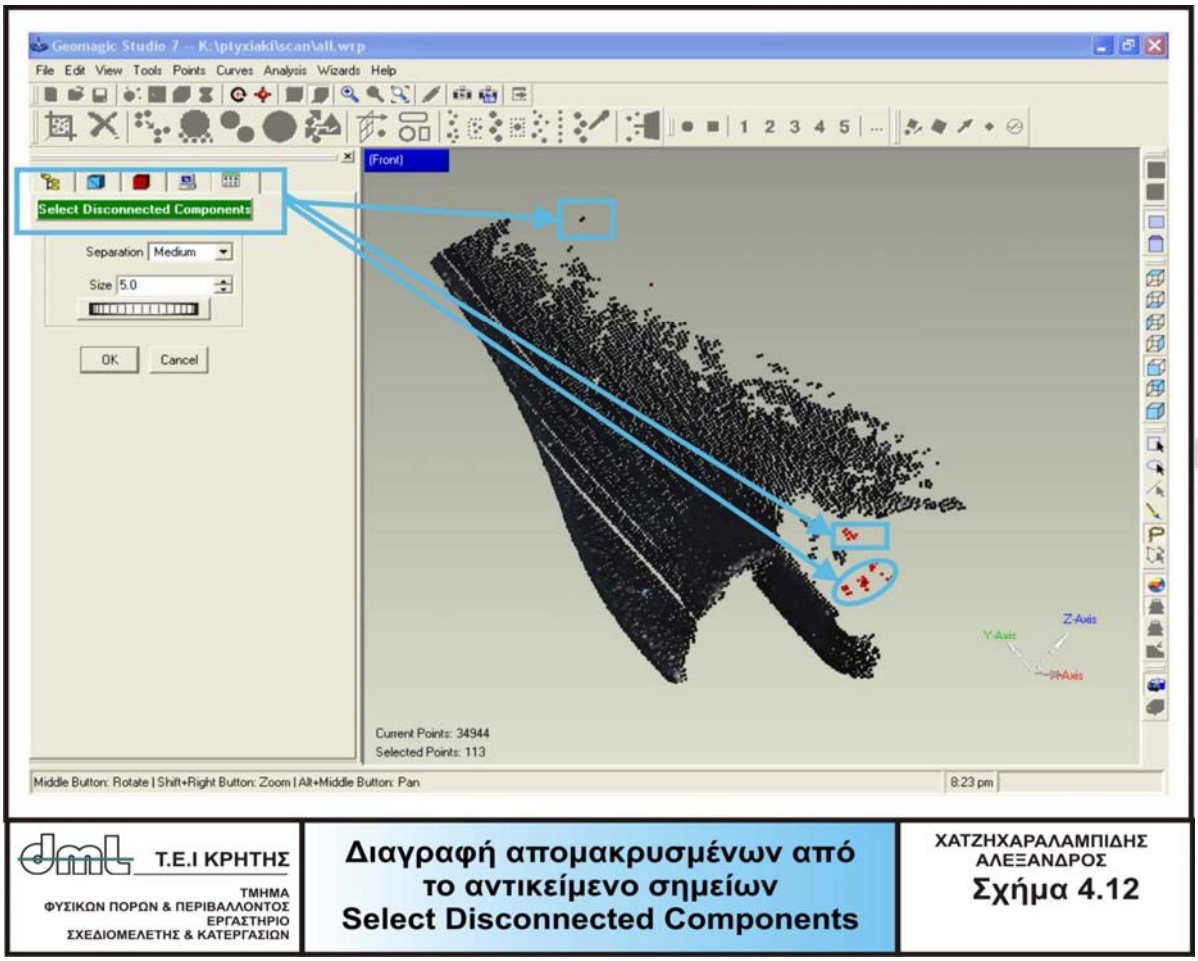


Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Αποτέλεσμα μετά τη διαγραφή του θορύβου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.10**

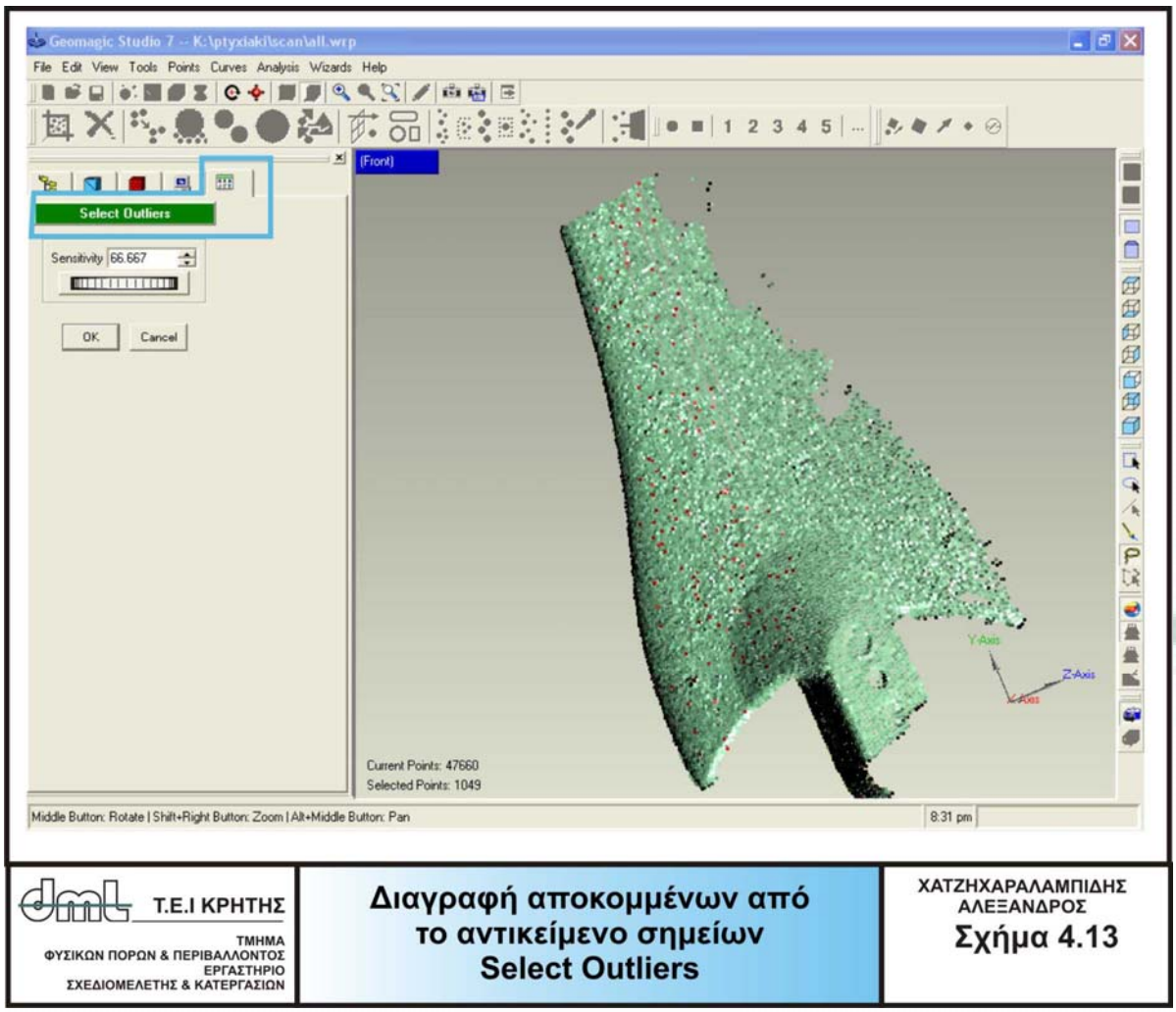
Όπως βλέπουμε, ο αριθμός των σημείων έχει μειωθεί αρκετά, φτάνοντας τα 7.052.232. Ο αριθμός βέβαια είναι και πάλι πολύ μεγάλος, όμως όπως είπαμε εκτελέσαμε πολλές σαρώσεις ώστε να έχουμε πληθώρα ψηφιακών δεδομένων προς εκμετάλλευση. Παρακάτω παρουσιάζουμε χαρακτηριστικά παραδείγματα των εντολών που περιγράφουμε.



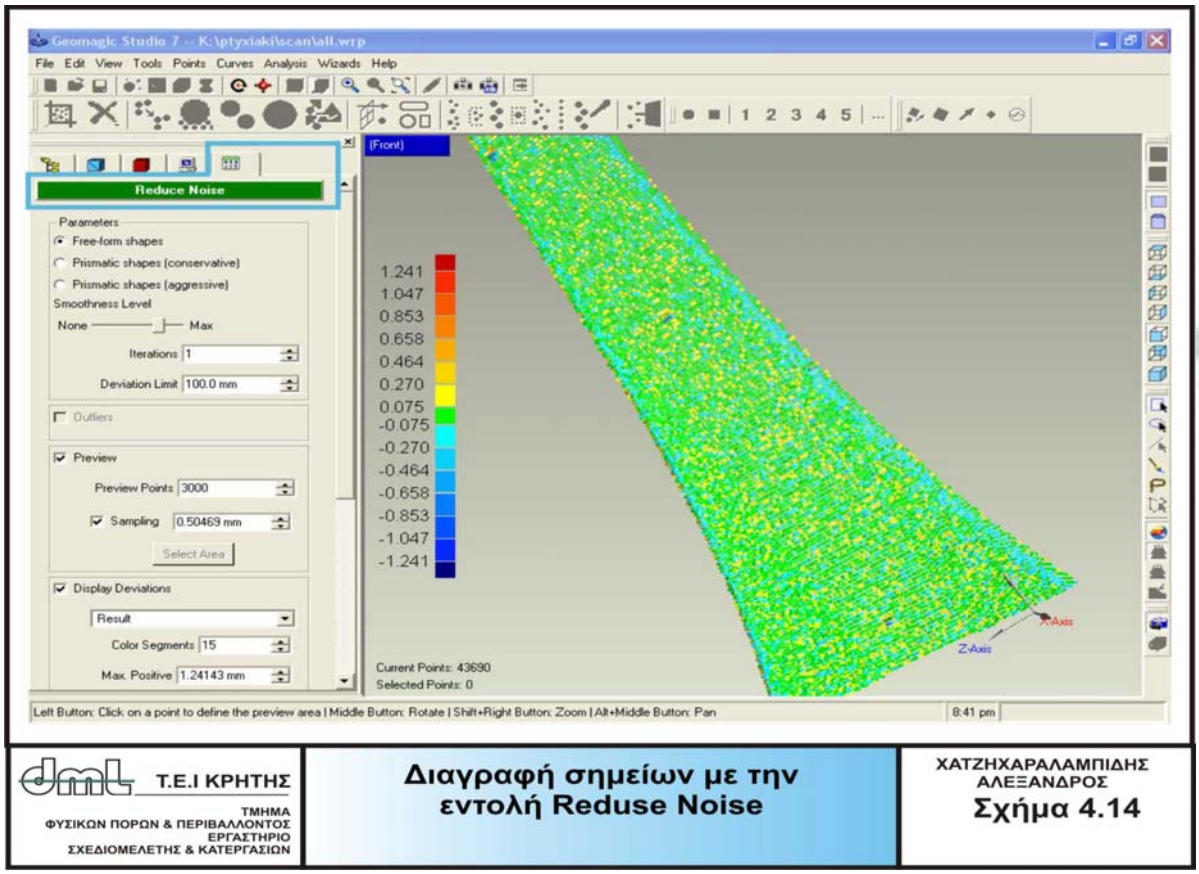
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Χειροκίνητη διαγραφή του θορύβου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.11**



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Διαγραφή απομακρυσμένων από το αντικείμενο σημείων Select Disconnected Components**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.12**

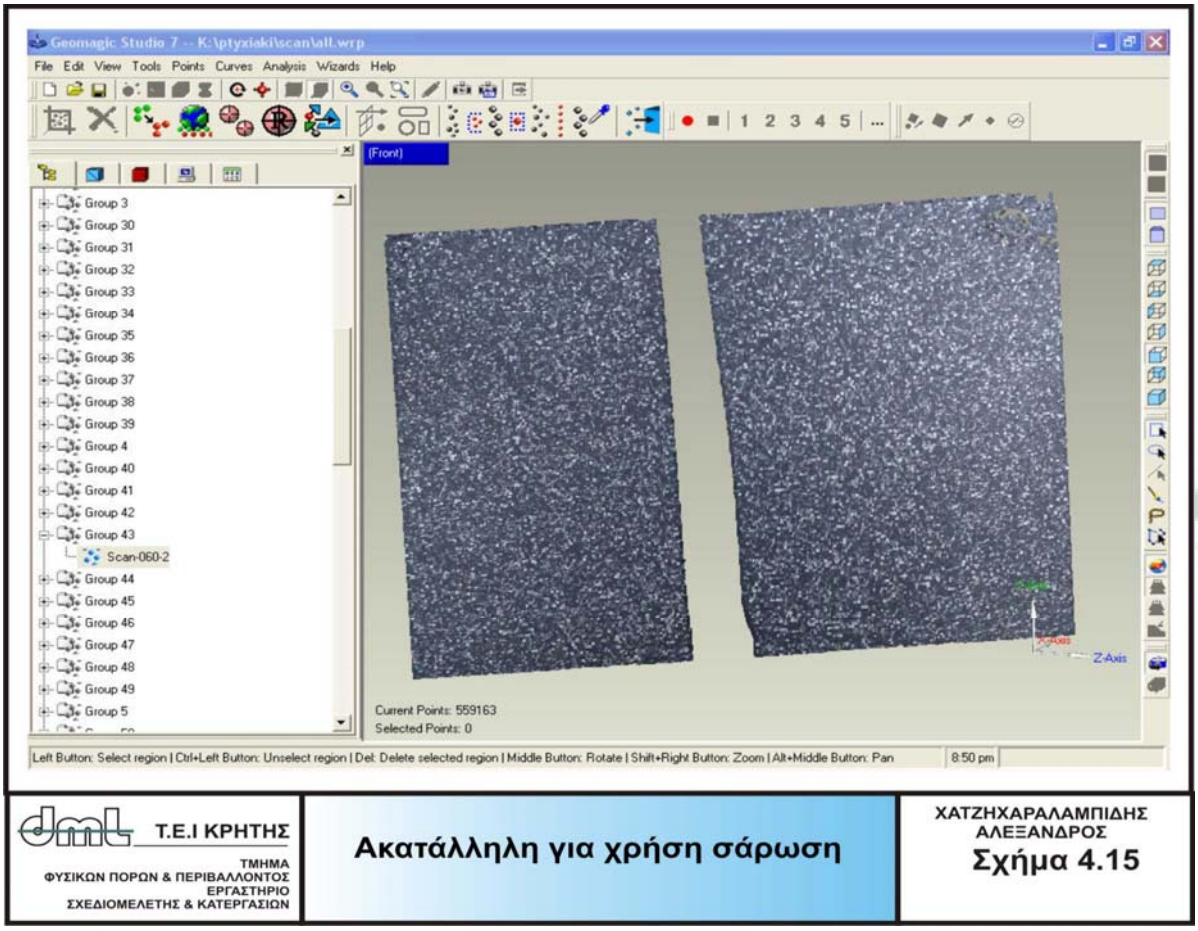


Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Διαγραφή αποκομμένων από το αντικείμενο σημείων Select Outliers**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.13**



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Διαγραφή σημείων με την εντολή Reduse Noise**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.14**

Εξετάζοντας μία προς μία τις σαρώσεις που πήραμε από το πτερύγιο διαπιστώθηκε πως ορισμένες σαρώσεις ήταν τελείως ακατάλληλες για να χρησιμοποιηθούν, καθώς ο ψηφιοποιητής σε αυτές είχε «συλλάβει» μόνο θόρυβο, όπως είναι το παρακάτω παράδειγμα.

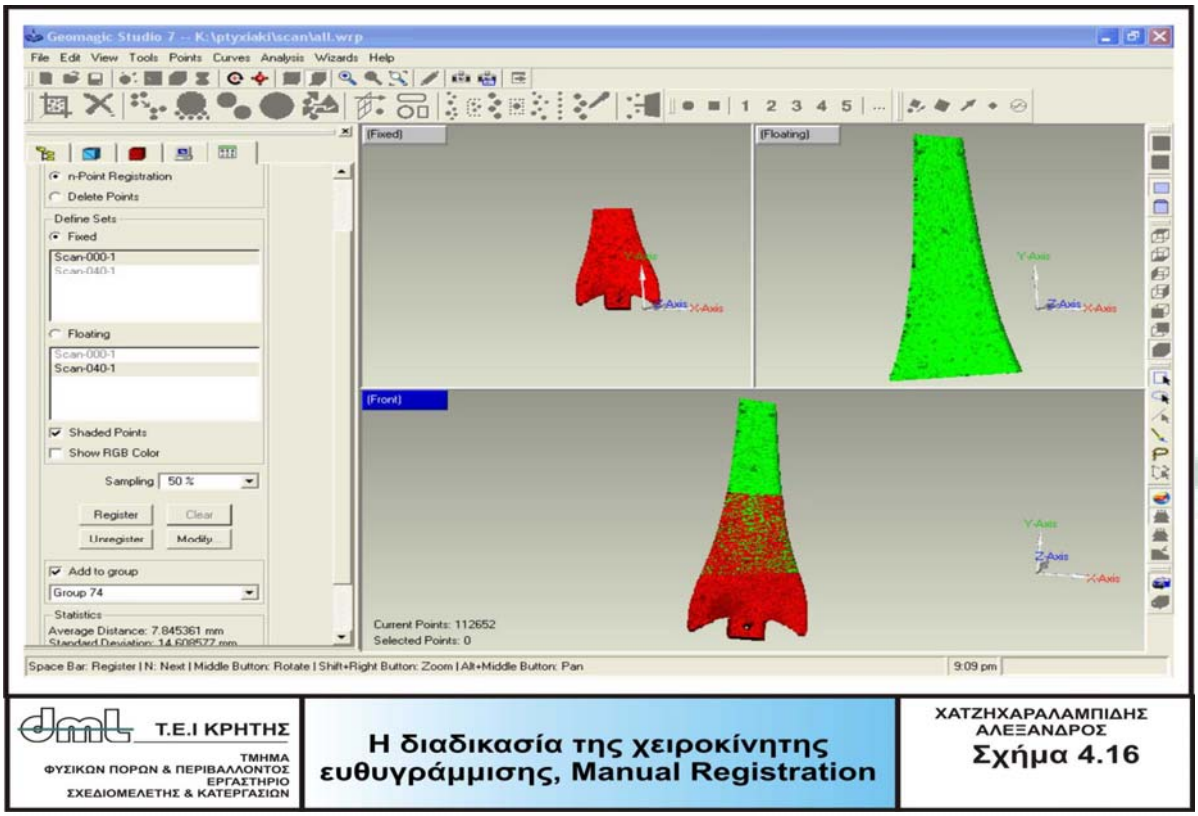


4.3.2 Διαδικασία ευθυγράμμισης

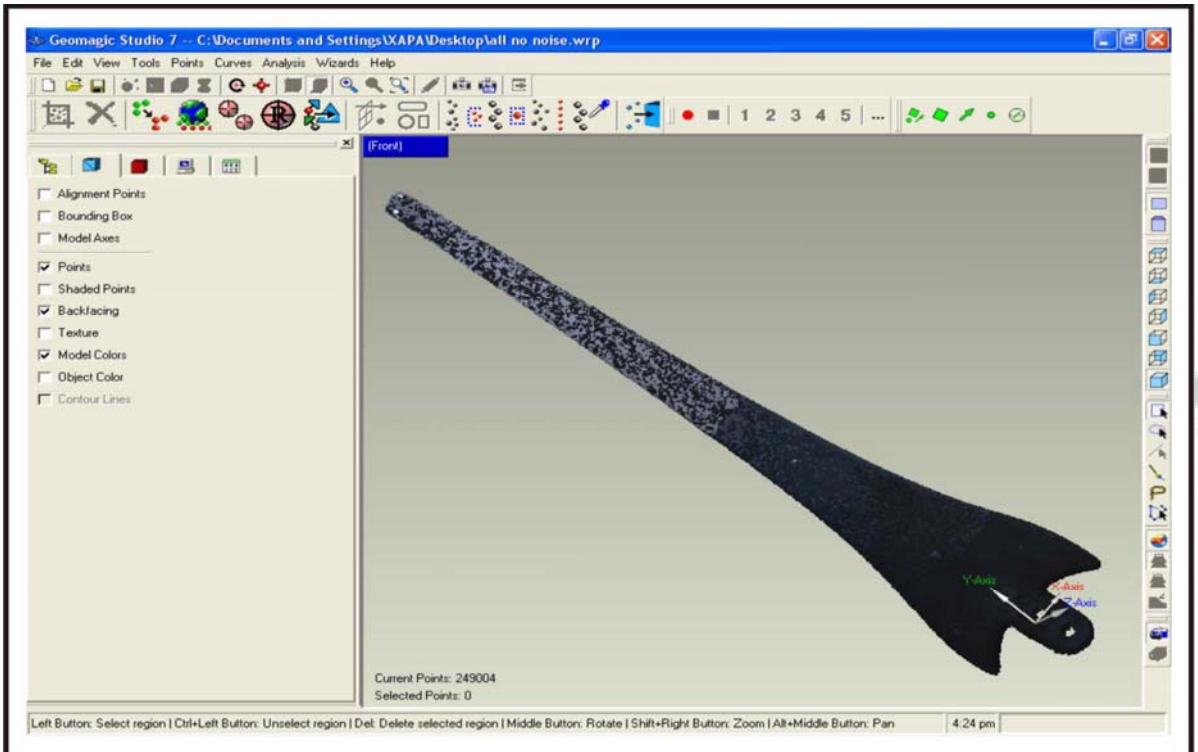
Επόμενο βήμα είναι η ευθυγράμμιση των σαρώσεων (registration). Μην ξεχνάμε ότι οι σαρώσεις έγιναν από διαφορετικές οπτικές γωνίες και σε διαφορετικά ύψη ως προς το πτερύγιο, με αντικειμενικό σκοπό τη σάρωση όλων των επιφανειών του πτερυγίου και κυρίως των σημείων όπου παρουσιάζουν δύσκολη γεωμετρία όπως είναι οι πολύ μικρού πάχους πλευρές του και η βάση στήριξης στον άξονα της ανεμογεννήτριας. Χρησιμοποιούμε την εντολή της χειροκίνητης ευθυγράμμισης (manual registration) από τις γραμμές εργαλείων ή από το μενού Tools→Registration→Manual Registration. Στην εντολή αυτή έχουμε την επιλογή ευθυγράμμισης με την επιλογή ενός σημείου σε κάθε επιφάνεια σάρωσης ή με την επιλογή πολλαπλών σημείων στις επιφάνειες αυτές. Στην viewing area εμφανίζονται τρία παράθυρα. Τα δύο πρώτα στο πάνω μέρος της οθόνης δείχνουν τις δύο σαρώσεις που θέλουμε να ευθυγραμμίσουμε και στο κάτω παράθυρο, το συνολικό αποτέλεσμα της ευθυγράμμισης. Για ευθυγράμμιση με επιλογή ενός σημείου, διαλέγουμε στο παράθυρο που προβάλλει την πρώτη σάρωση (Fixed) ένα σημείο και στο παράθυρο που προβάλλει την δεύτερη σάρωση (Floating), ένα σημείο αντίστοιχο του πρώτου ή αν γίνεται ακριβώς το ίδιο. Απαραίτητη προϋπόθεση οι δύο σαρώσεις να βρίσκονται τοποθετημένες με τον ίδιο προσανατολισμό, ώστε οι αποκλίσεις από την ευθυγράμμιση να είναι ελάχιστες.

Στην περίπτωση της ευθυγράμμισης με χρήση πολλαπλών σημείων δουλεύουμε με αντίστοιχο τρόπο μόνο που διαλέγουμε τρία ή περισσότερα σημεία σε κάθε σάρωση. Σε αυτή την περίπτωση δεν αποτελεί πρόβλημα αν οι σαρώσεις που θέλουμε να ευθυγραμμίσουμε έχουν τον ίδιο προσανατολισμό ή όχι. Αυτή η μέθοδος απαιτεί περισσότερους χειροκίνητους χειρισμούς. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ευθυγράμμισης όλων των σαρώσεων. Έχει χρησιμοποιηθεί η μέθοδος n-point registration (πολλαπλών σημείων). Επιπλέον παράμετροι είναι το sampling όπου ορίστηκε στο 50% (ρυθμίζει τον αριθμό των

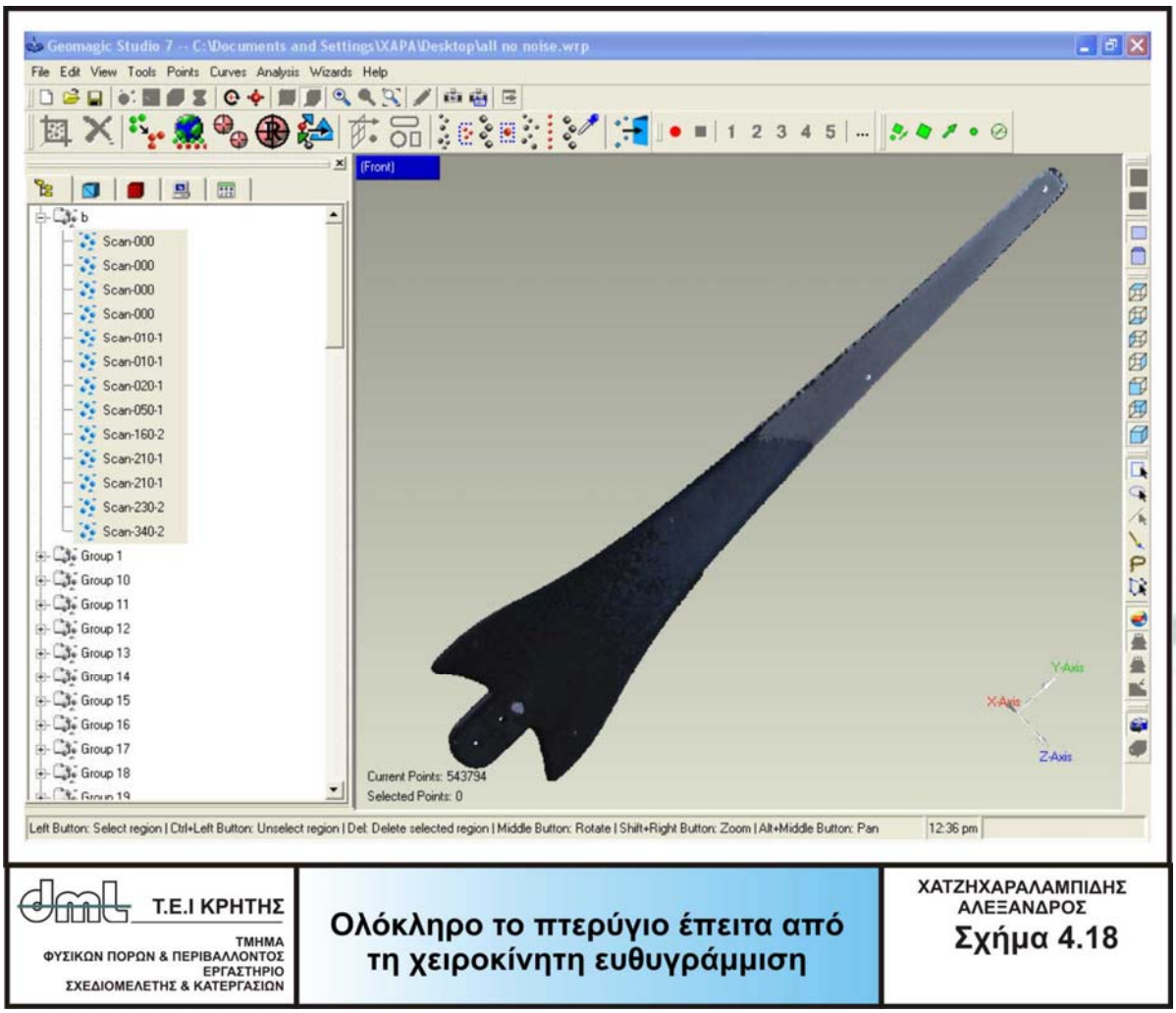
σημείων που θα προβάλλονται στην οθόνη ώστε να βελτιστοποιηθεί η ταχύτητα επεξεργασίας του προγράμματος) και η επιλογή shaded points. Η γενική ιδέα ευθυγράμμισης είναι ευθυγράμμιση μιας σάρωσης με κάποια άλλη, μετά ευθυγράμμιση των δύο αυτών σαρώσεων με μια τρίτη κ.ο.κ. Φυσικά αυτό δεν αποτελεί κανόνα.



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Η διαδικασία της χειροκίνητης ευθυγράμμισης, Manual Registration**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.16**

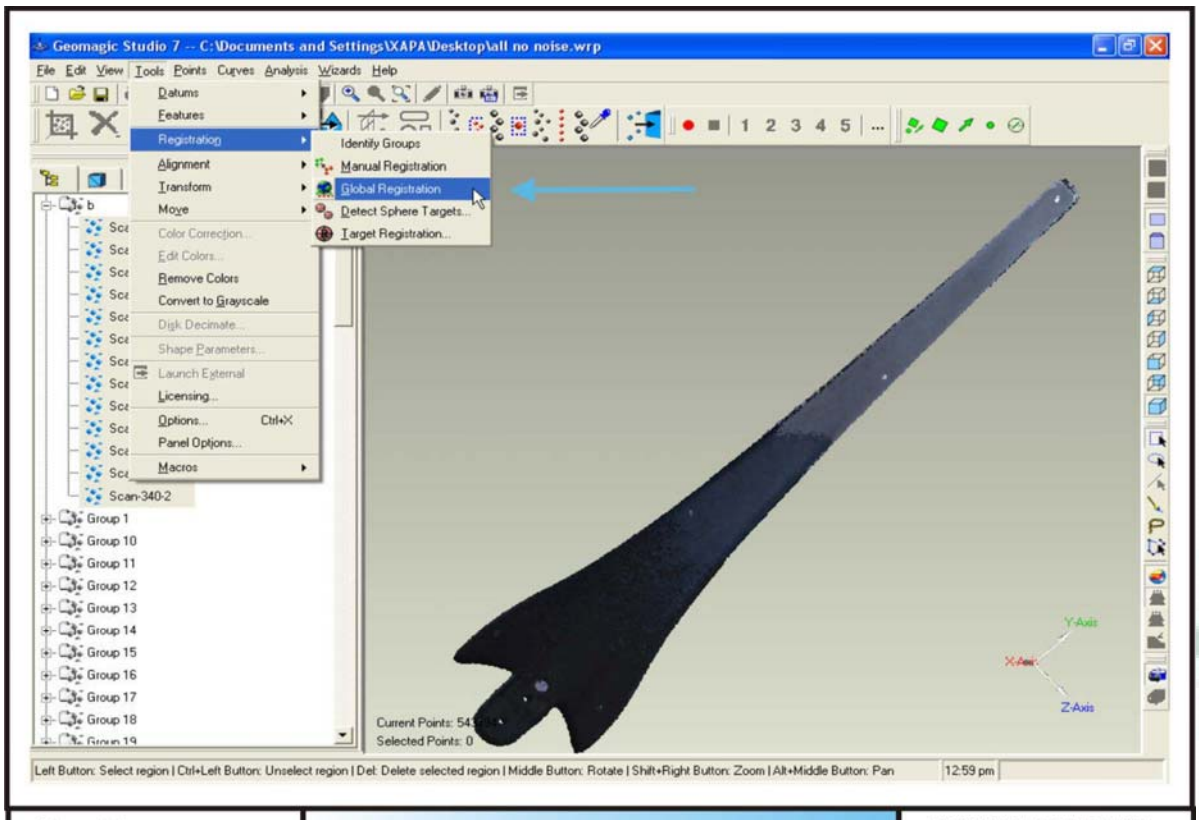


T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Η μια πλευρά του πτερυγίου έπειτα από τη χειροκίνητη ευθυγράμμιση**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.17**

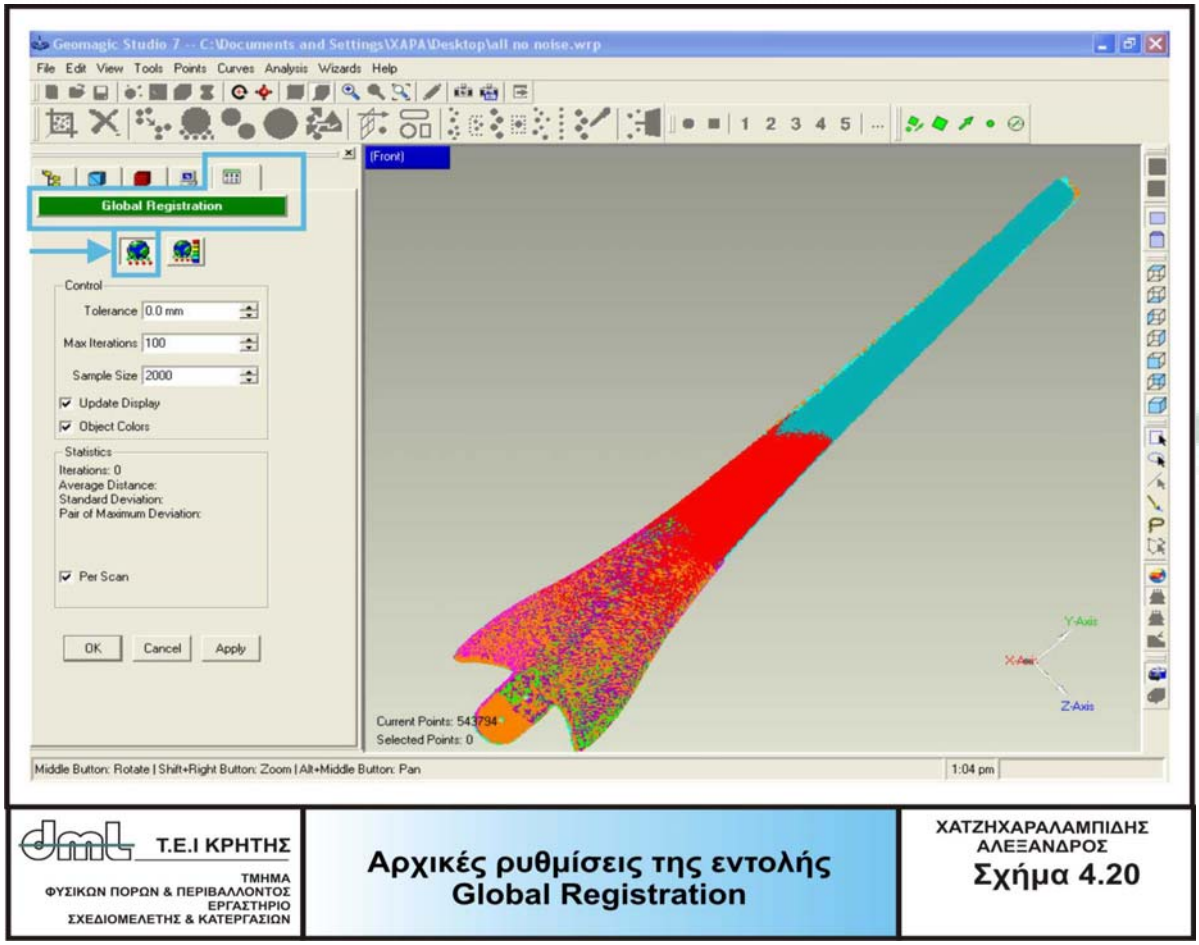


Στην εικόνα 4.18 βλέπουμε το πτερύγιο ολοκληρωμένο έπειτα από τη χειροκίνητη ευθυγράμμιση. Όπως φαίνεται, χρησιμοποιήσαμε μόνο τις 13 από τις 234 σαρώσεις που εκτελέσαμε αρχικά, για να έχουμε μια πλήρη εικόνα του. Οι αλλαγές που εμφανίζονται στον χρωματισμό του πτερυγίου οφείλονται στο φωτισμό που υπήρχε κατά την διαδικασία της σάρωσης.

Πέρα από τη χειροκίνητη ευθυγράμμιση, το πρόγραμμα μας παρέχει την επιλογή να εκτελέσουμε αυτόματη ευθυγράμμιση (Global Registration). Αν και έχουμε ευθυγραμμίσει τις σαρώσεις του αντικειμένου, εξακολουθούν τις περισσότερες φορές, να υπάρχουν κάποιες αποκλίσεις οι οποίες μπορούν να διορθωθούν με τη χρήση του Global Registration. Ουσιαστικά, με βάση συγκεκριμένους αλγορίθμους, υπολογίζει τις αποστάσεις μεταξύ όλων των σαρώσεων και προσπαθεί να διορθώσει τυχόν αποκλίσεις μετακινώντας τις σαρώσεις σε βέλτιστο σημείο. Οι αλγόριθμοι που περιέχει και οι ρυθμίσεις που μας επιτρέπει να κάνουμε, το καθιστά ικανό εργαλείο για να πετύχουμε καλύτερα αποτελέσματα (τις περισσότερες φορές). Επιλέγοντας την διαδικασία του Global Registration, δίνεται η δυνατότητα μέσω του Dialog Manager (στα αριστερά της οθόνης), της επιλογής ρυθμίσεων. Έχουμε να διαλέξουμε μεταξύ κάποιων βασικών ρυθμίσεων για ευθυγράμμιση και κάποιων που έχουν να κάνουν με το Dynamic Display και την ανάλυση του αντικειμένου όσον αφορά τις βελτιώσεις και τις αποκλίσεις των διαφόρων σημείων του. Αφήνουμε τις ρυθμίσεις στην προεπιλεγμένη τιμή τους και αρχίζουμε την διαδικασία. Η διαδικασία και οι αρχικές ρυθμίσεις παρουσιάζονται στις εικόνες 4.19 και 4.20.

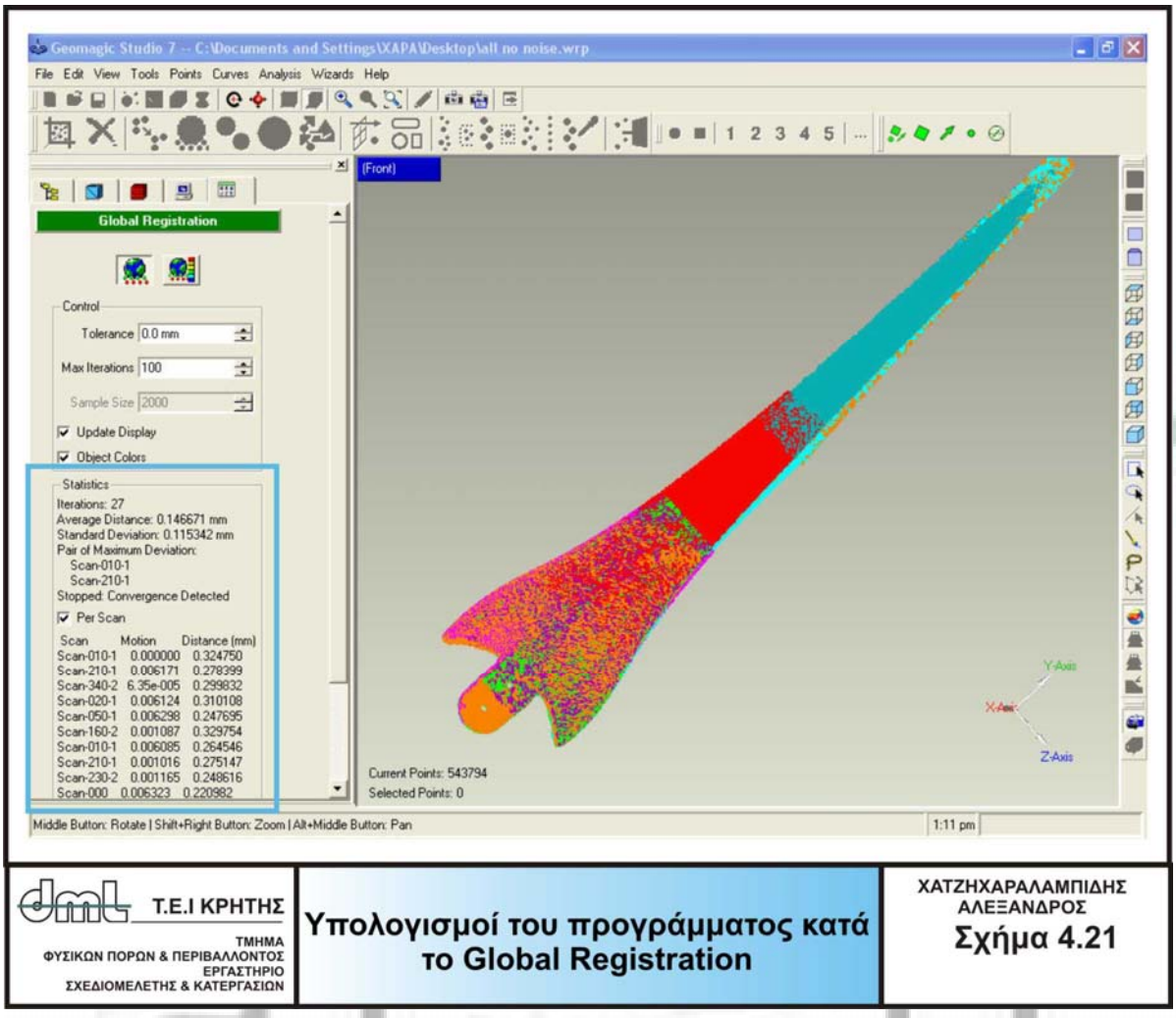


T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Επιλογή της εντολής Global Registration**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.19**

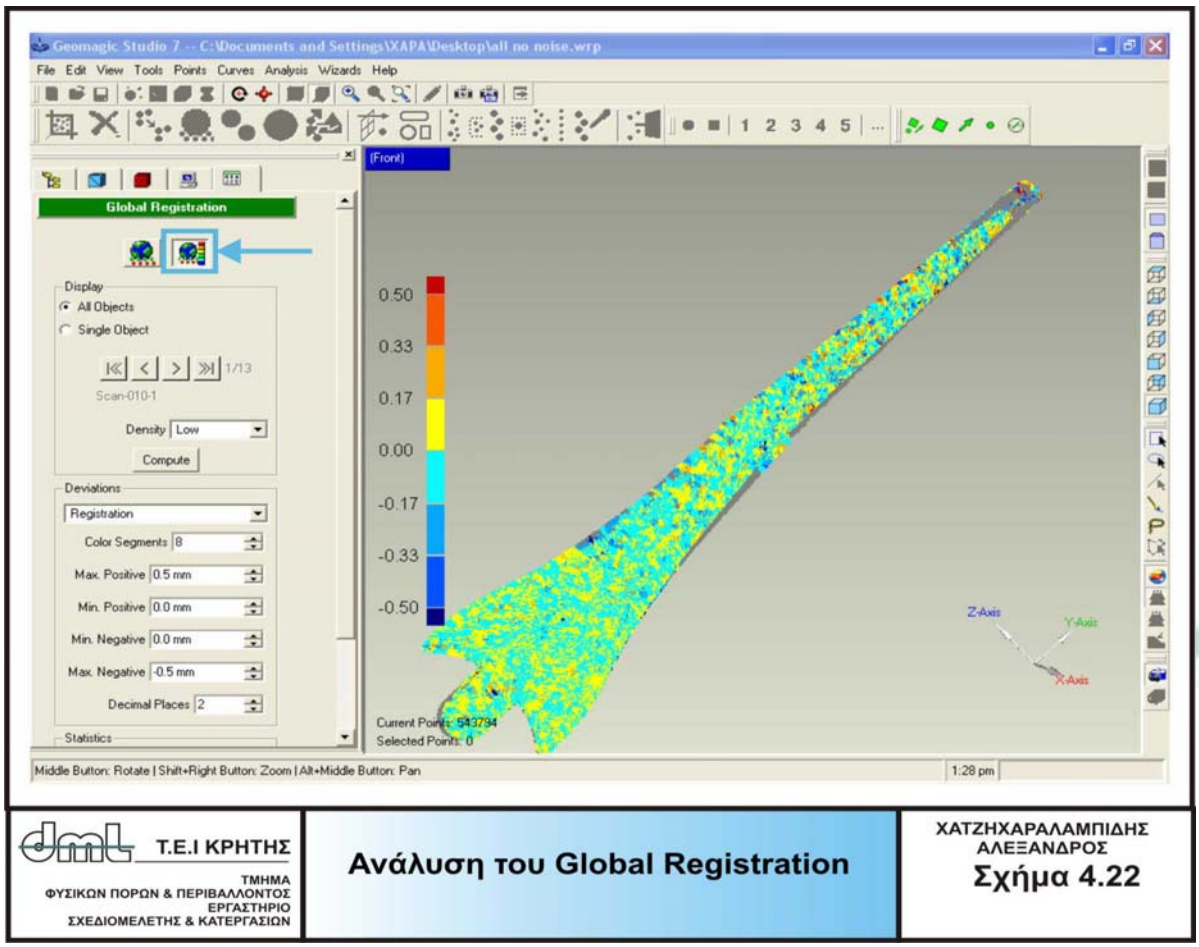


T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Αρχικές ρυθμίσεις της εντολής Global Registration**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.20**

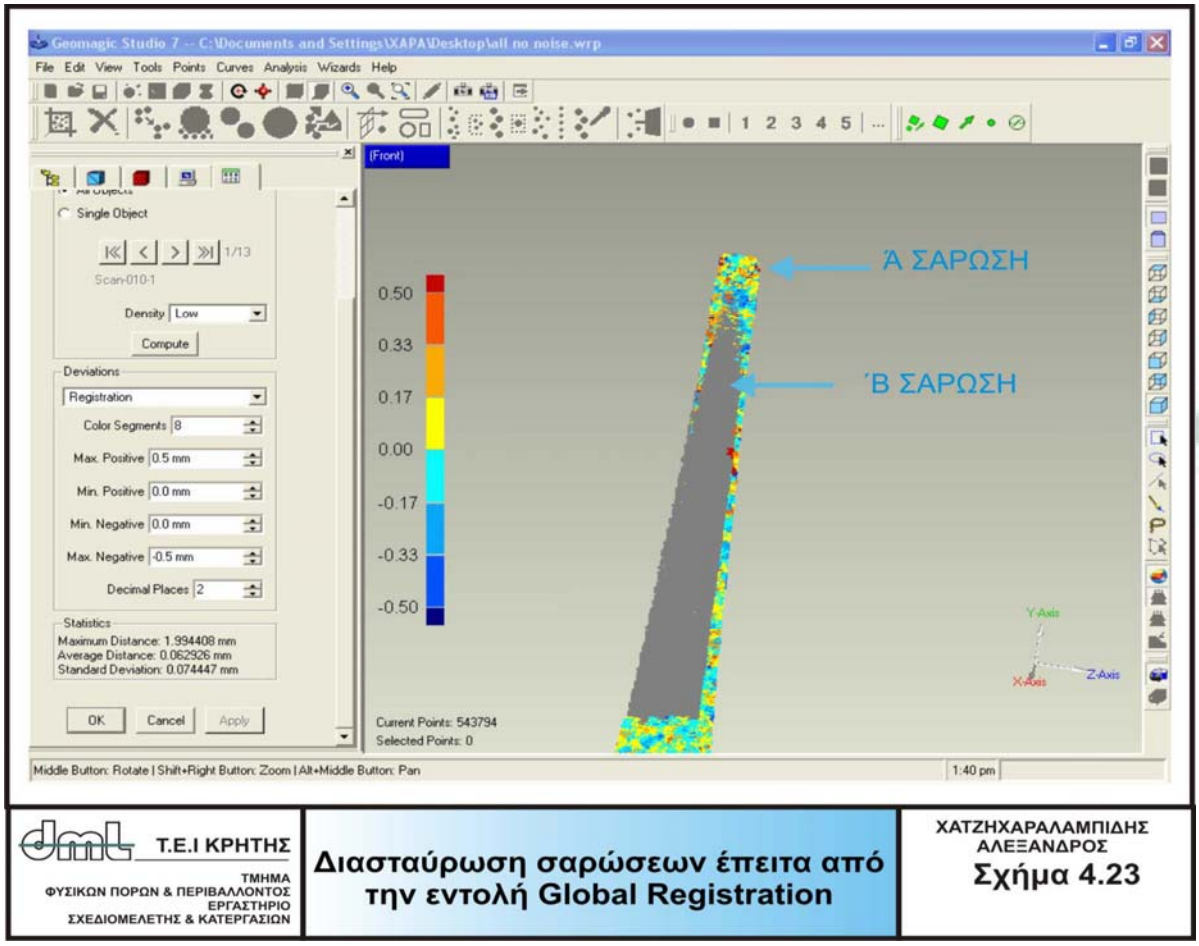
Εφαρμόζοντας την διαδικασία (Apply), παρατηρούμε στο παράθυρο του Manager Panel διάφορους υπολογισμούς όσον αφορά τις αποκλίσεις των σημείων και των ευθυγραμμίσεων (Εικόνα 4.21). Έπειτα από ορισμένες επαναλήψεις του αλγορίθμου όπου τα αποτελέσματα συγκλίνουν σε κάποιες τιμές, ο αλγόριθμος σταματά και παρουσιάζονται οι τιμές των τελικών αποκλίσεων που βρέθηκαν κατά την λειτουργία της ευθυγράμμισης.



Με τη χρήση του πλήκτρου Analysis και λίγες ρυθμίσεις, βλέπουμε τη μετατόπιση των σαρώσεων κατά το Global Registration. Παρατηρώντας τις εικόνες 4.22 και 4.23, βλέπουμε πως η μετατόπιση των σαρώσεων υπερβαίνει σε ορισμένα σημεία τα 0,5 mm και σε άλλα έχει συμβεί τόσο μεγάλη μετατόπιση ώστε η μια σάρωση να διαπερνά την άλλη. Γι' αυτό το λόγο αποφάσισα να μη χρησιμοποιήσω την εντολή και να παραμείνω στη διαδικασία της χειροκίνητης ευθυγράμμισης, όπου τα αποτελέσματα ήταν καλύτερα.



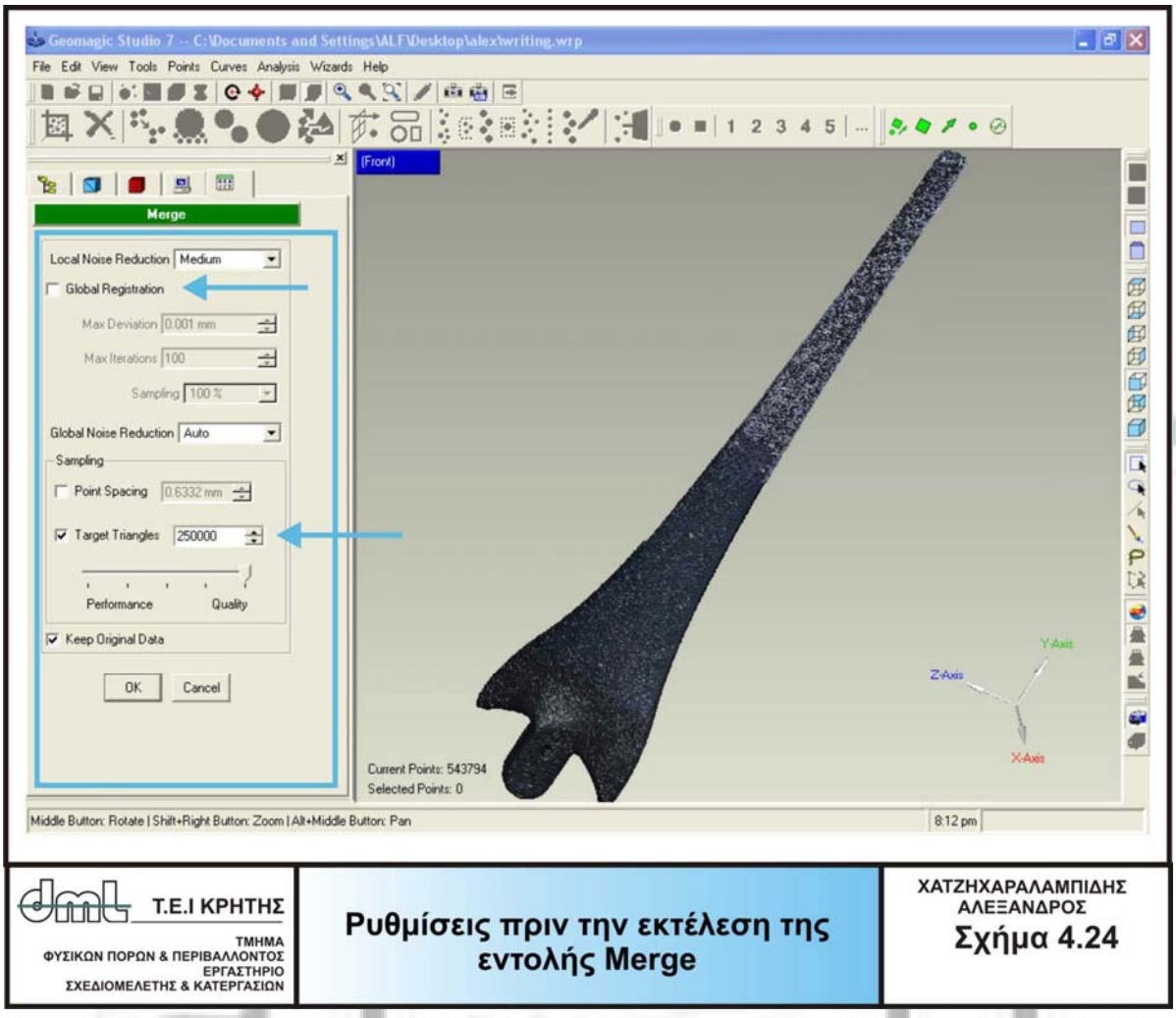
T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Ανάλυση του Global Registration**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.22**



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Διασταύρωση σαρώσεων έπειτα από την εντολή Global Registration**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.23**

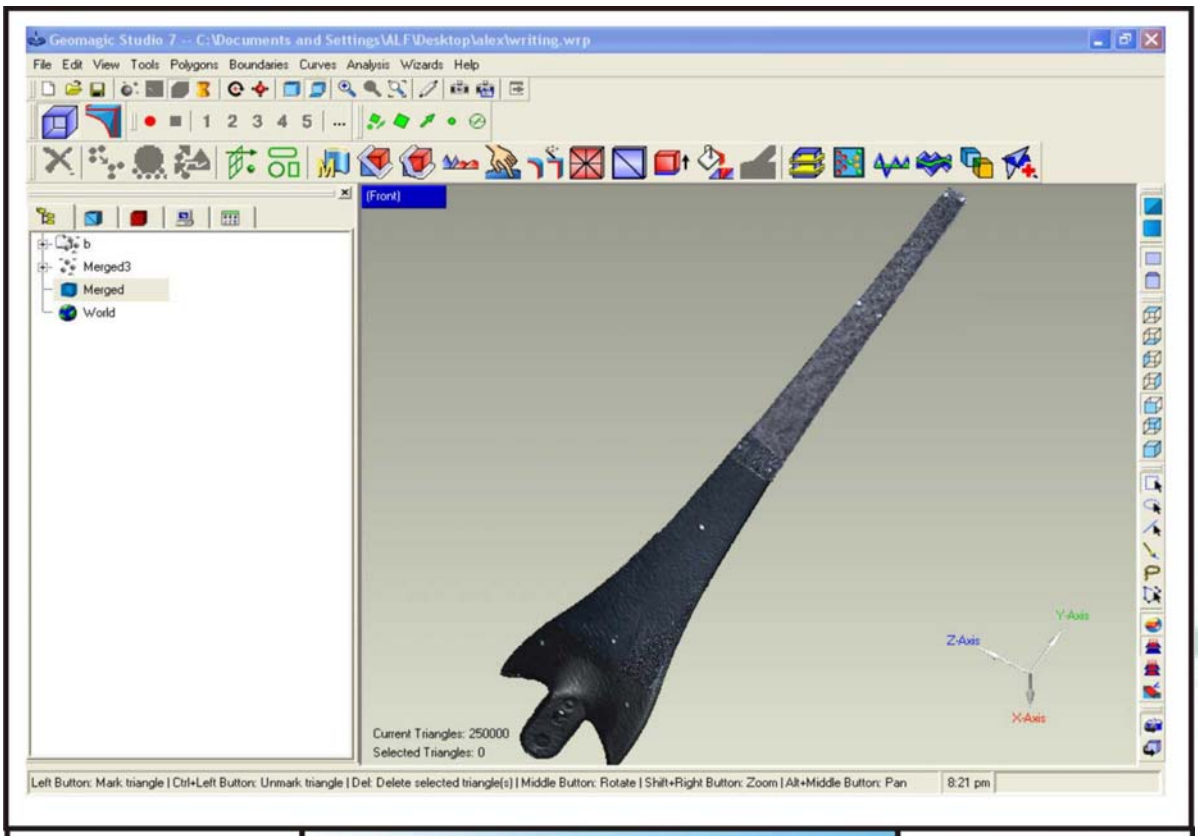
4.3.3 Διαδικασία τριγωνοποίησης / πολυγωνοποίησης

Τώρα που το αντικείμενό μας έχει καθαριστεί και οργανωθεί, μπορούμε να προχωρήσουμε στη διαδικασία δημιουργίας πολυγωνικού πλέγματος και συγχώνευσής του (Wrap και Merge). Επιλέγουμε Points→Merge, μιας και η λειτουργία αυτή εκτελεί ταυτόχρονα εκτός από συγχώνευση των σαρώσεων, την πολυγωνοποίηση του αντικειμένου.

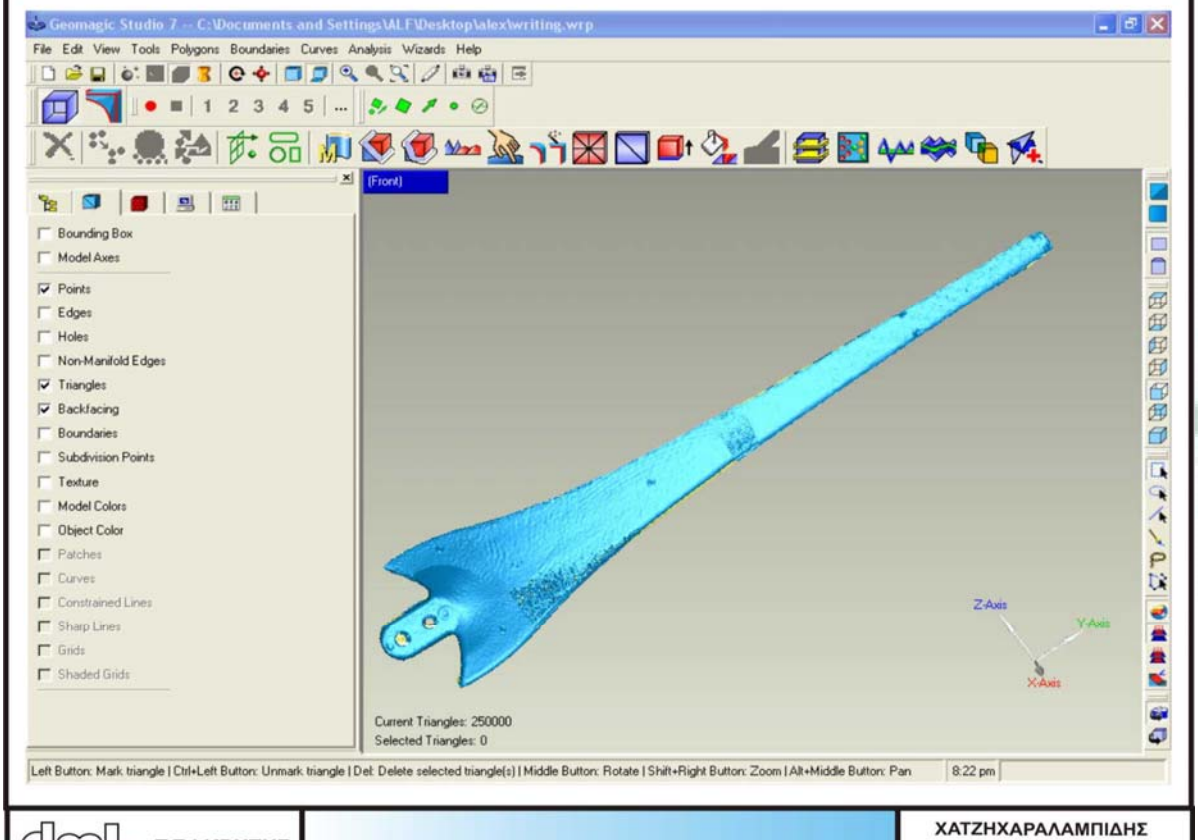


Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Ρυθμίσεις πριν την εκτέλεση της εντολής Merge**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.24**

Απενεργοποιήσαμε την επιλογή Global Registration ώστε να μην έχουμε διασταυρώσεις επιφανειών κατά τη διαδικασία τριγωνοποίησης και θέσαμε ως στόχο τη δημιουργία αντικειμένου αποτελούμενο από 250.000 τρίγωνα. Τα αποτελέσματα φαίνονται στις εικόνες 4.25 και 4.26, όπου έχουμε απενεργοποιήσει την εμφάνιση των πραγματικών χρωμάτων του μοντέλου ώστε να γίνει πιο ορατό το αποτέλεσμα.



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Αποτέλεσμα της εντολής Merge**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.25**

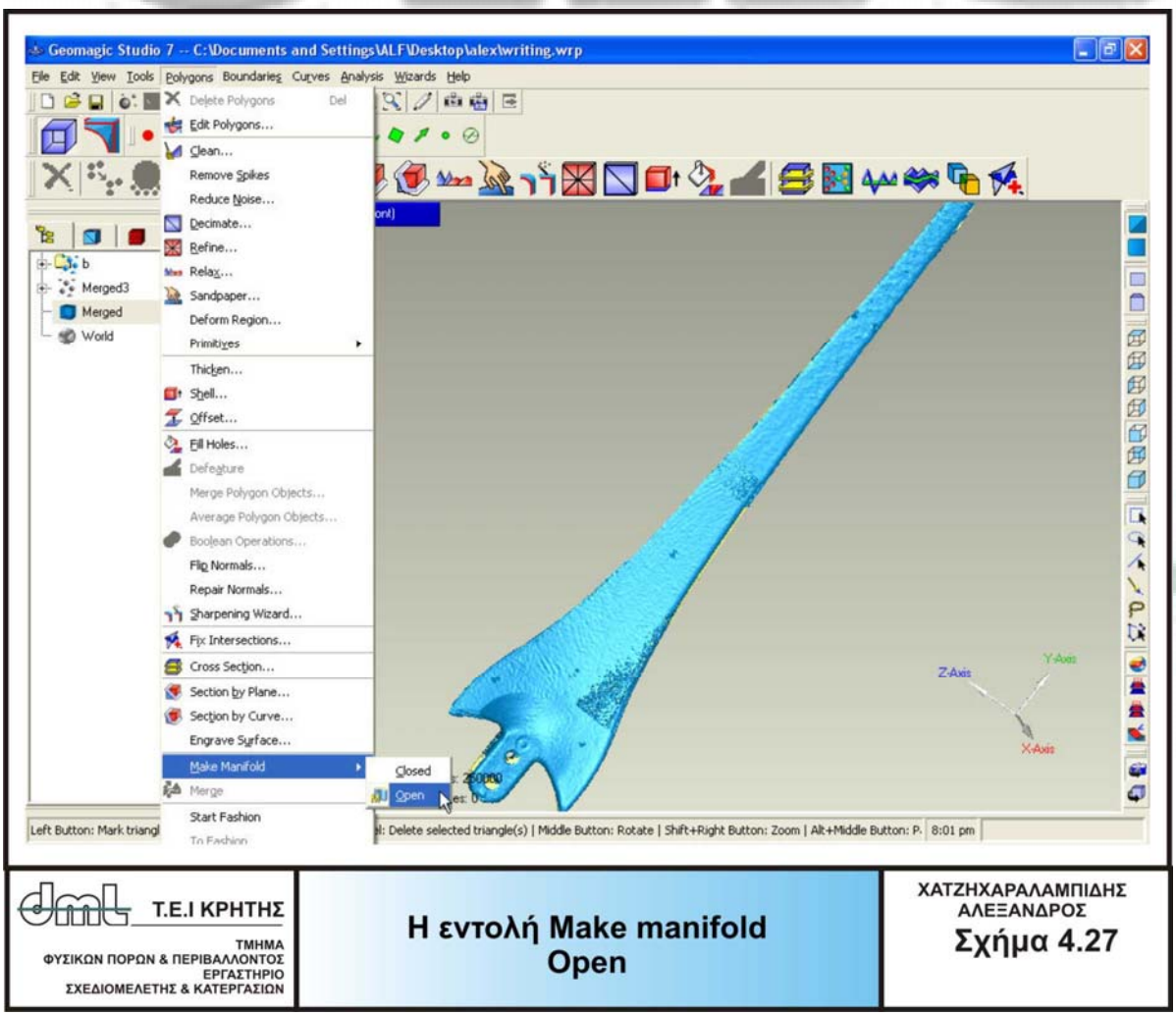


Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Αποτέλεσμα της εντολής Merge**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.26**

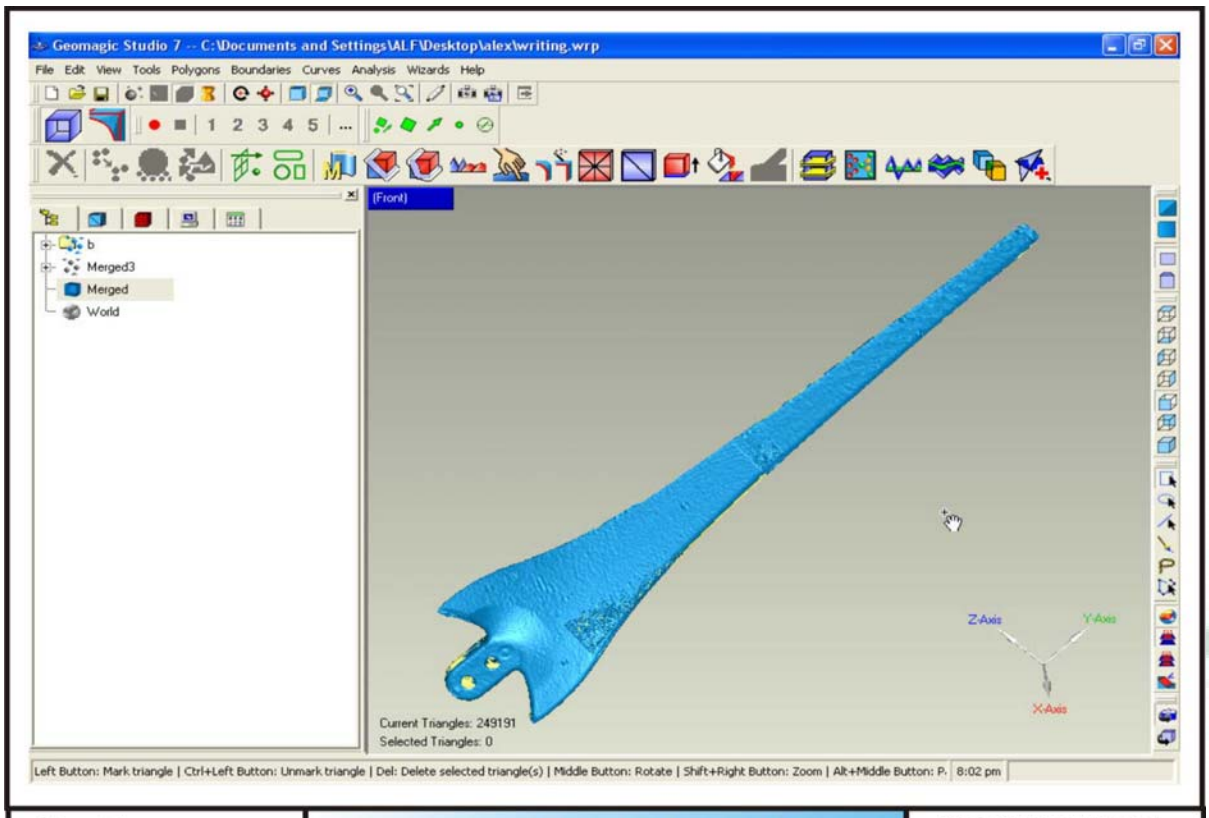
4.4 Φάση πολυγώνων (Polygon phase)

4.4.1 Καθαρισμός πολυγωνικού πλέγματος

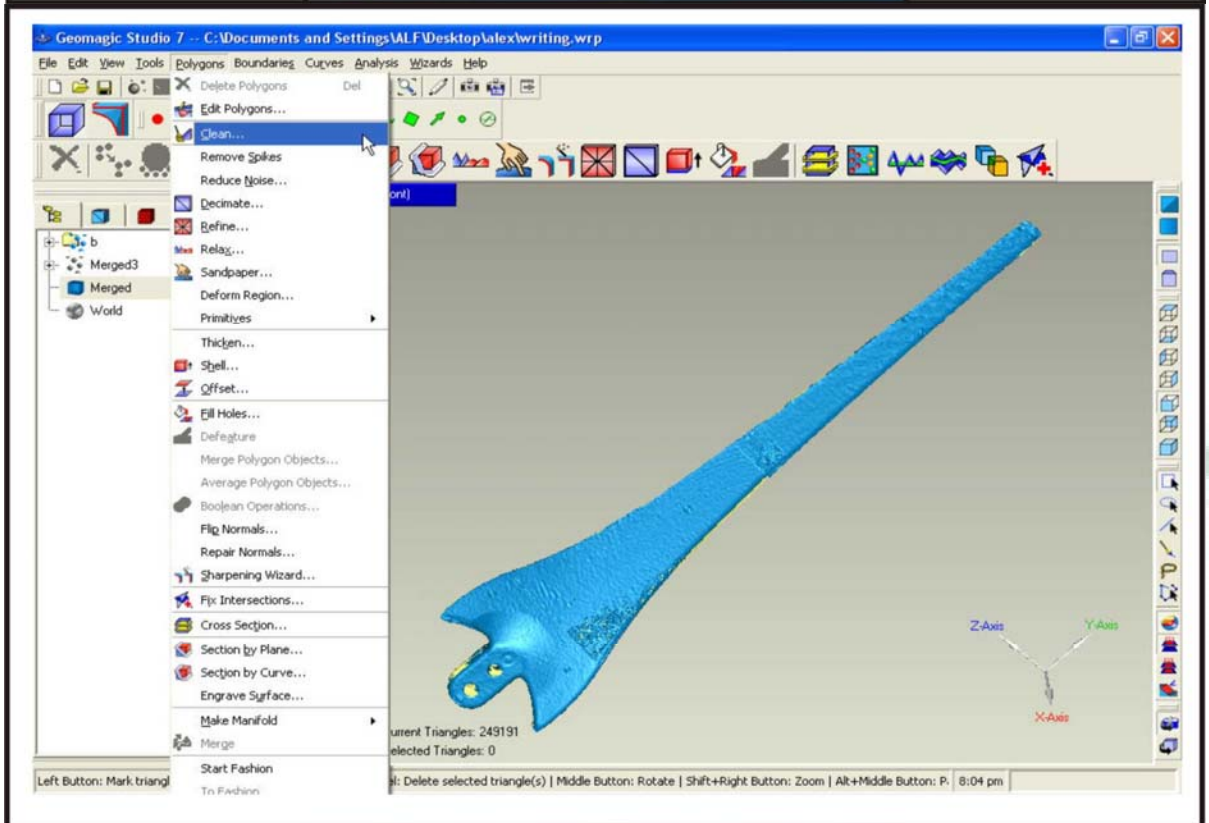
Επόμενο βήμα είναι η επεξεργασία του πολυγωνικού πλέγματος ώστε να το φέρουμε σε ικανοποιητική μορφή για να μπορούμε να εξάγουμε το είδος αρχείου που μας ενδιαφέρει. Αυτό σημαίνει πως πρέπει να δημιουργήσουμε μια κλειστή επιφάνεια στο σύνολό της.
Εκτελούμε την εντολή Polygons→Make Manifold→Open. Με την εντολή αυτή διαγράφονται όλα τα τρίγωνα τα οποία δεν ενώνονται με άλλα τρίγωνα με όλες τις πλευρές τους. Τυχόν ανοιχτά τρίγωνα τα οποία θα μπορούσαν να αποτελέσουν ανοιχτά τμήματα επομένως διαγράφονται. Επειδή τα τρίγωνα για τα οποία μιλάμε έχουν πολύ μικρό μέγεθος, δεν υπάρχουν εμφανή αποτελέσματα στην viewing area.
Έπειτα, προχωράμε με καθαρισμό της τριγωνοποιημένης επιφάνειας. Η εντολή αυτή εφαρμόζει έναν αλγόριθμο ο οποίος βελτιώνει την τριγωνοποίηση της επιφάνειας, αλλάζοντας τον προσανατολισμό κάποιων τριγώνων, ομαλοποιώντας το τριγωνικό πλέγμα όπου χρειάζεται, αφαιρώντας βαθουλώματα της επιφάνειας, αιχμές ή κοψίματα. Η εντολή αυτή δεν αλλάζει την τριγωνοποιημένη επιφάνεια, απλά βελτιώνει το ήδη υπάρχων τριγωνικό πλέγμα (Polygons→Clean).
Ακόμα μια εντολή που βοηθά στην ομαλοποίηση του τριγωνικού πλέγματος και στην ελάττωση των ασυνεχειών είναι η Remove spikes. Κατά τη διάρκεια της τριγωνοποίησης του αντικειμένου κάποια τρίγωνα μπλέκονται, με αποτέλεσμα να εισάγεται το ένα μέσα στο άλλο και να προκαλούνται ασυνέχειες. Με την εντολή αυτή το φαινόμενο μειώνεται αισθητά (Polygons→Remove Spikes). Παρουσιάζουμε παρακάτω αυτές τις εντολές και τα αποτελέσματά τους στο ψηφιακό μοντέλο.



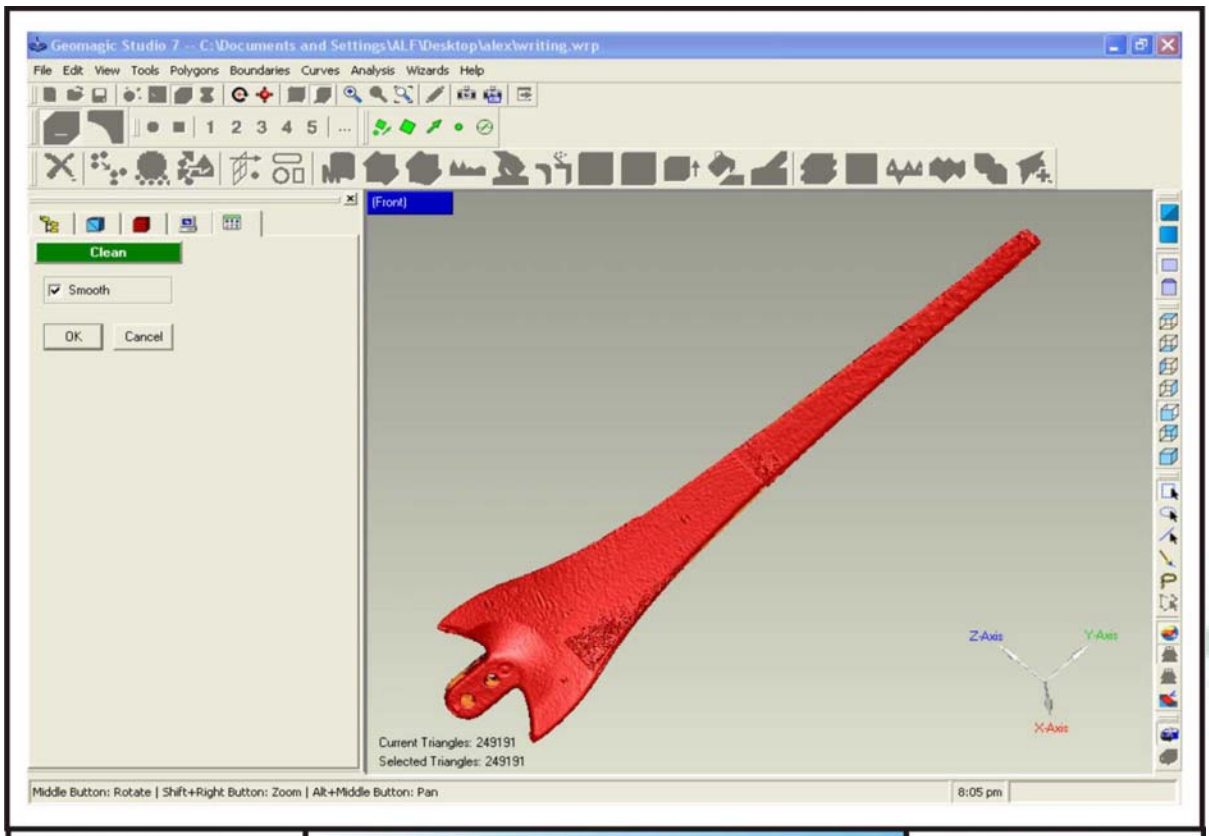
T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Η εντολή Make manifold Open**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.27**



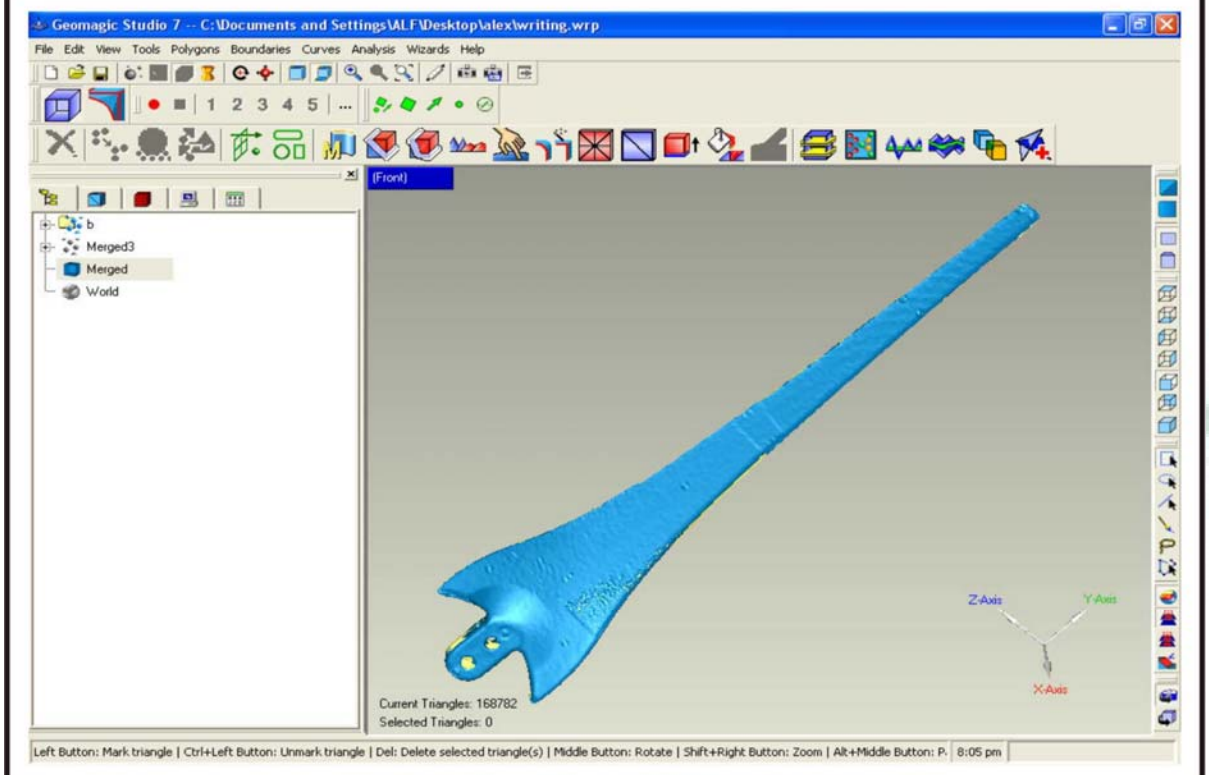
T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Το αποτέλεσμα της εντολής Make manifold Open**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.28**



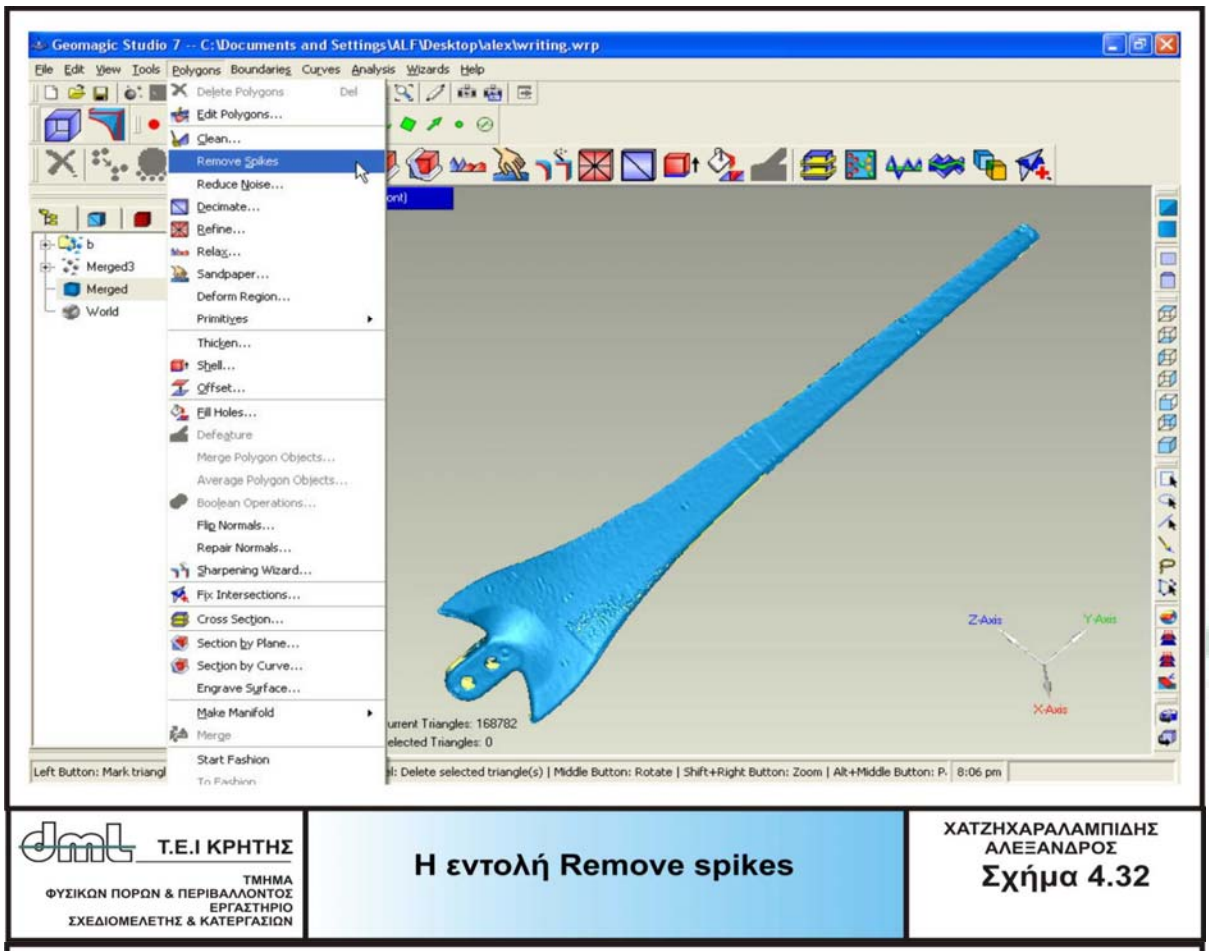
T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Η εντολή Clean**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.29**



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Η εκτέλεση της εντολής Clean**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.30**



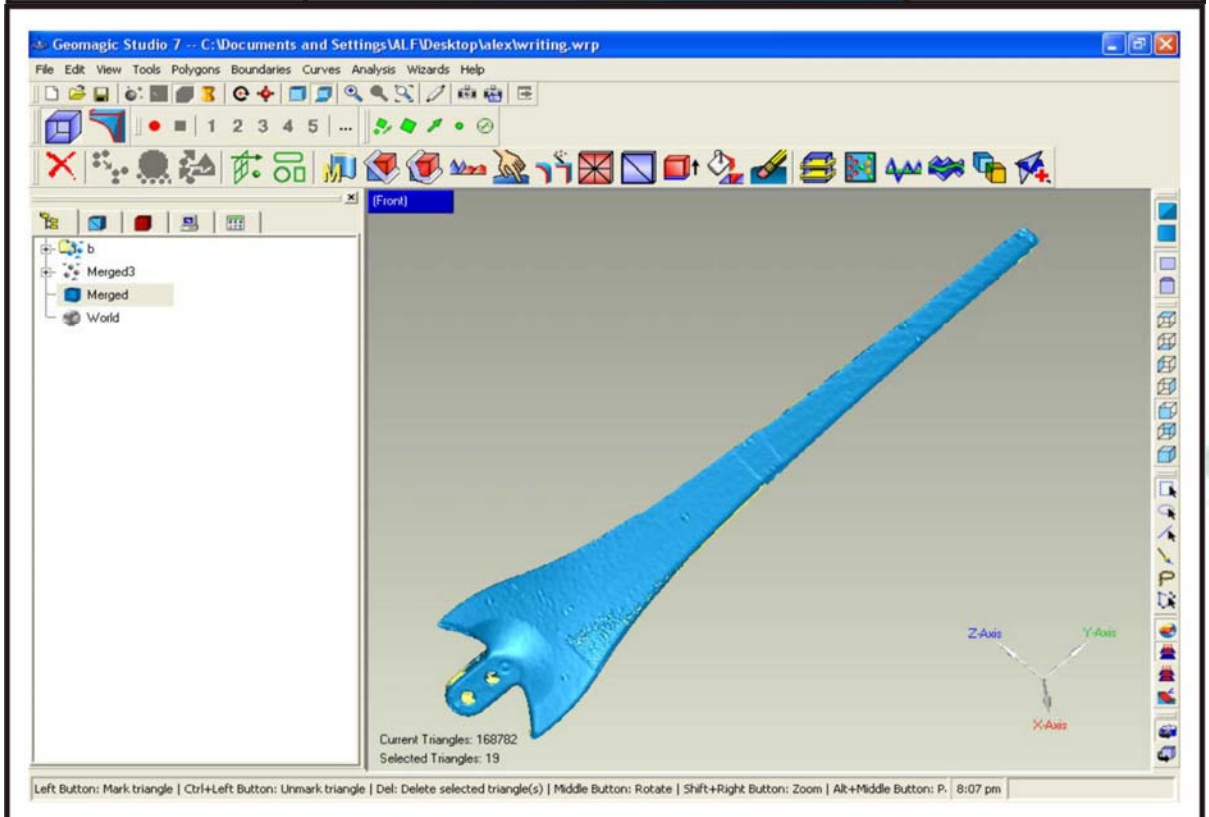
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Το αποτέλεσμα της εντολής Clean**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.31**



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η εντολή Remove spikes

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
Σχήμα 4.32



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Το αποτέλεσμα της εντολής Remove spikes

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
Σχήμα 4.33

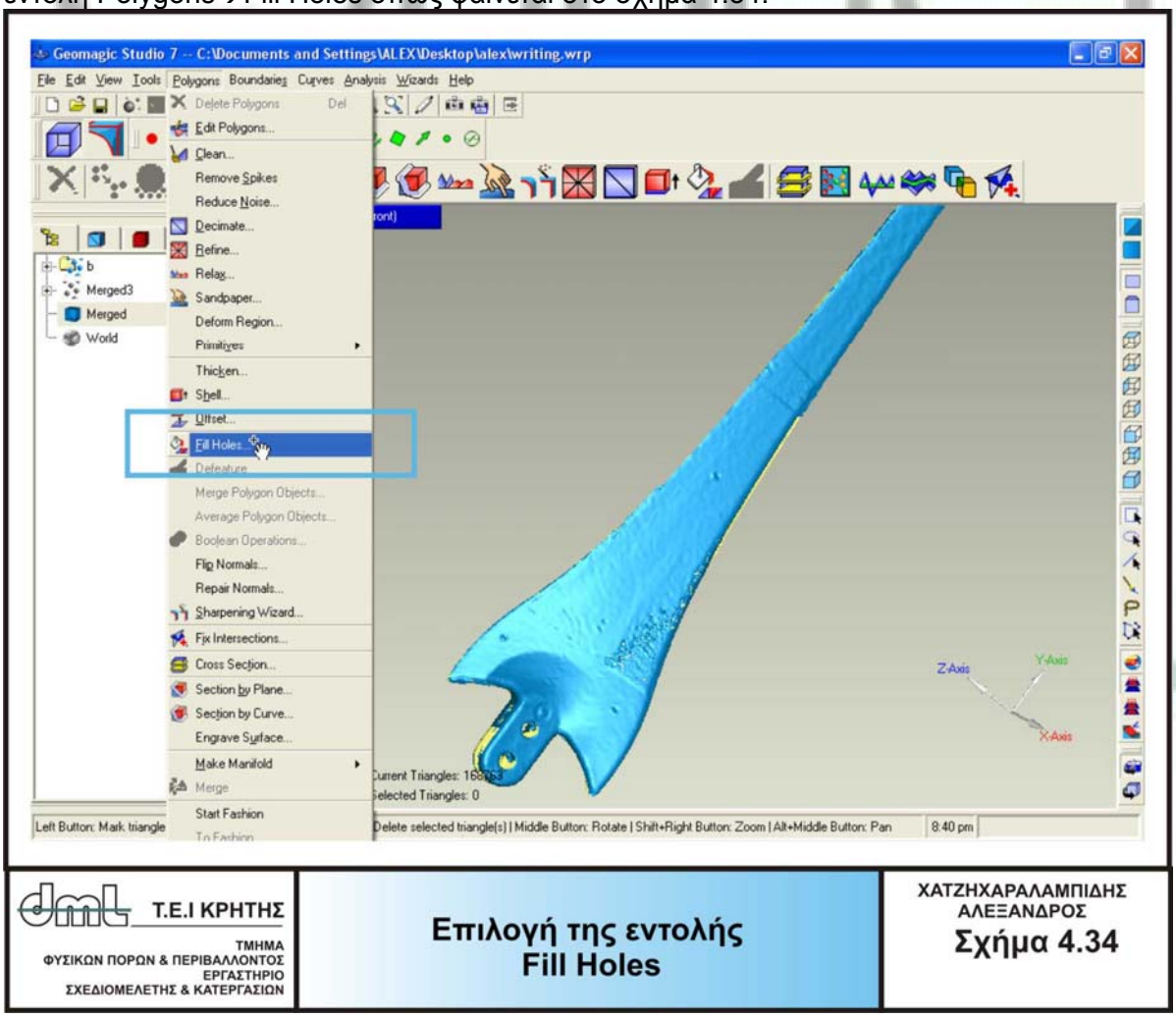
Παρατηρούμε στην εικόνα 4.28, πως μετά την εκτέλεση της εντολής Make manifold→Open, ο αριθμός των τριγώνων του μοντέλου έχει μειωθεί στα 249.191 τρίγωνα από τις 250.000 που ήταν πριν, ενώ μετά και την εκτέλεση της εντολής Clean ο αριθμός των τριγώνων του μοντέλου πέφτει στις 168.782 τρίγωνα. Η εντολή Remove spikes μας υποδεικνύει 19 τρίγωνα προς διαγραφή, τα οποία και διαγράφουμε.

4.4.2 Κλείσιμο οπών και διόρθωση ασυνεχειών

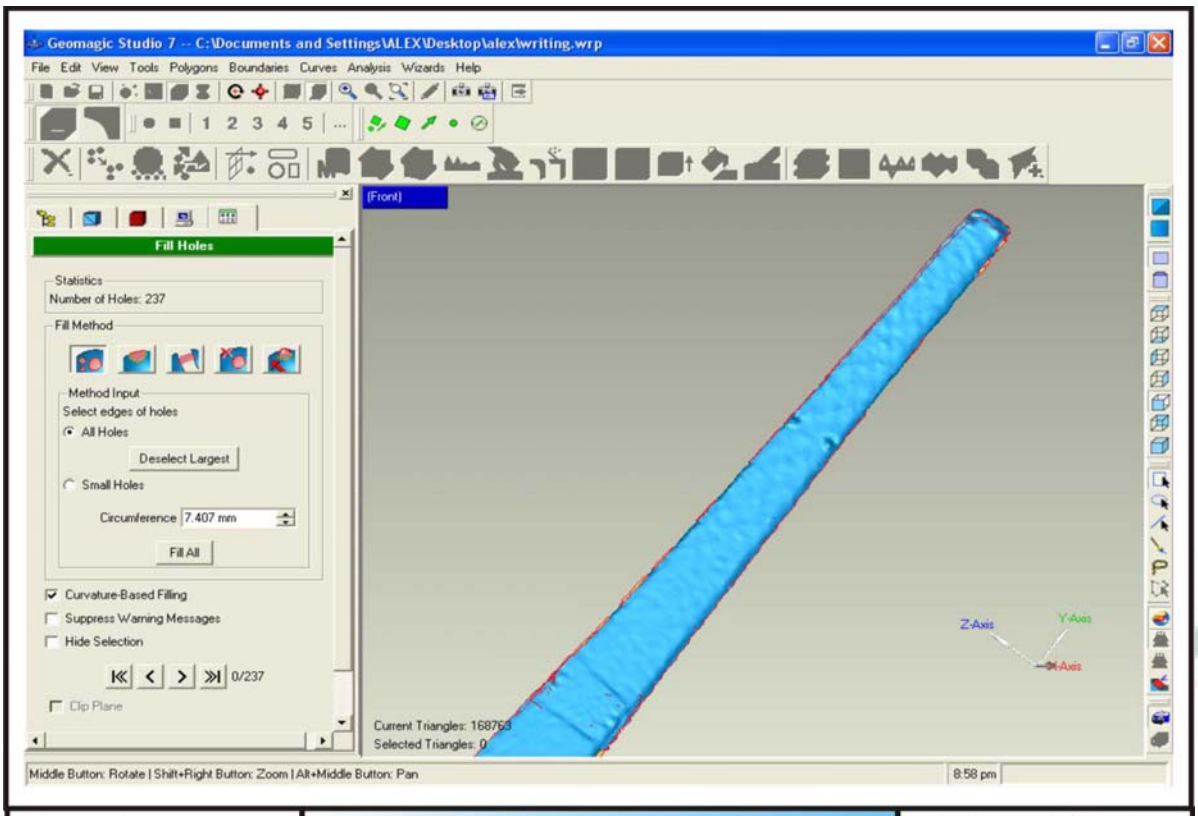
Στη συνέχεια προχωρούμε με το κλείσιμο των οπών. Το αντικείμενο μας εξαιτίας της πολυπλοκότητας της μορφής του και του τρόπου με τον οποίο ψηφιοποιήθηκε, παρουσιάζει πολλά κενά. Τα περισσότερα από αυτά συμπληρώθηκαν εύκολα με τη χρήση της αυτόματης λειτουργίας του προγράμματος, με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Οι μεγάλες οπές καθώς και οι ασυνέχειες που παρουσιάζονταν στο αντικείμενο, διορθώθηκαν χειροκίνητα. Πιο αναλυτικά, για το κλείσιμο των οπών έχουμε τις εξής δυνατότητες:

- Κλείσιμο οπής αυτόματα (Fill)
- Κλείσιμο οπής μεταξύ ορίων (Fill Partial)
- Δημιουργία γέφυρας μεταξύ δύο επιφανειών (Create Bridges)

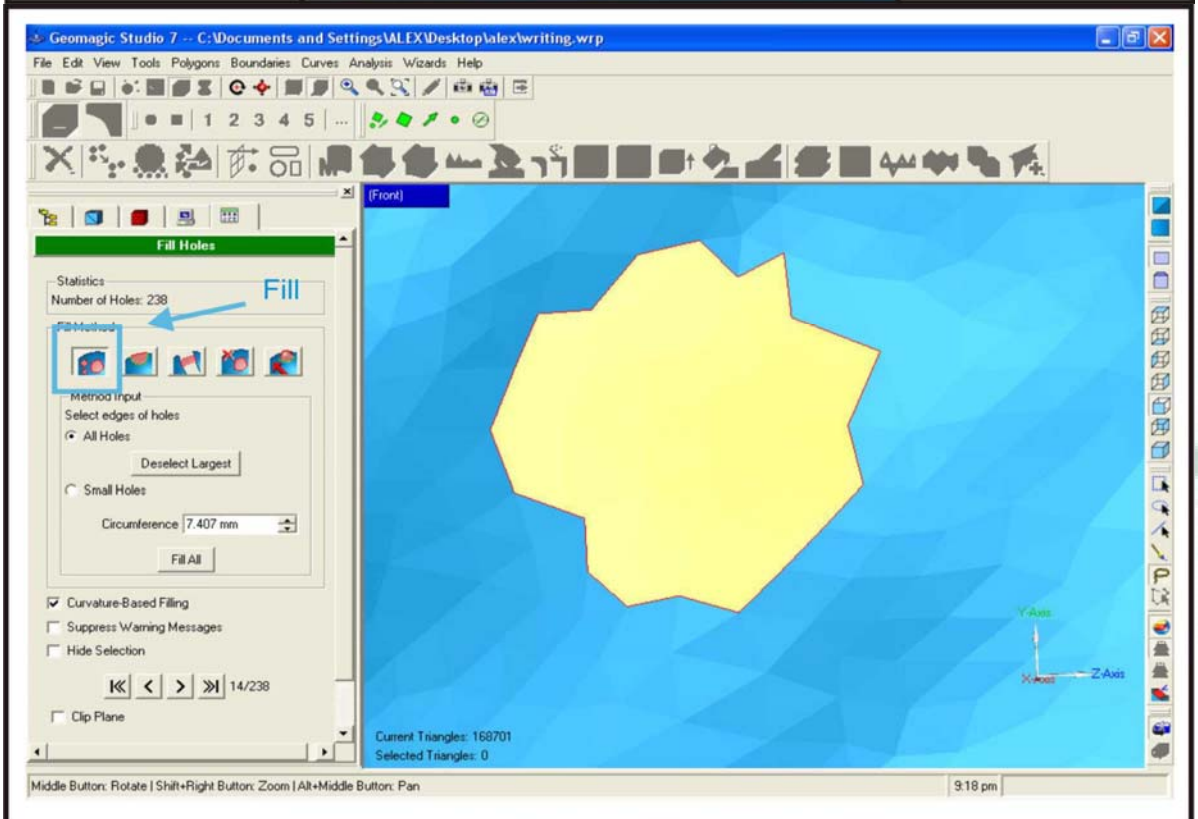
Στις παραπάνω περιπτώσεις κλεισίματος οπών έχουμε τη δυνατότητα επιλογής για επίπεδο ή καμπύλο γέμισμα. Ανάλογα με την περίπτωση και την επιφάνεια, εφαρμόζουμε αυτό που μας επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα. Παρουσιάζουμε ορισμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα για να γίνουν κατανοητά τα όσα περιγράφονται. Επιλέγουμε από το μενού την εντολή Polygons→Fill Holes όπως φαίνεται στο σχήμα 4.34.



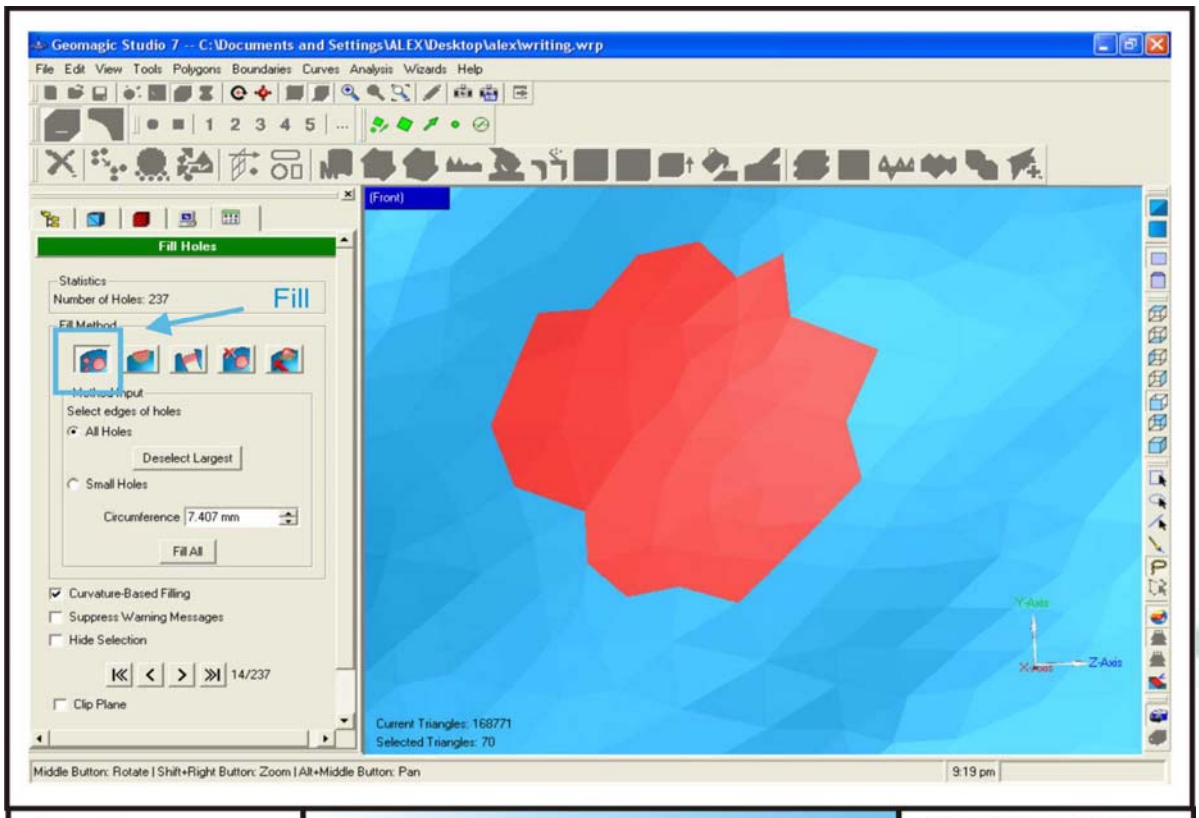
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Επιλογή της εντολής Fill Holes**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.34**



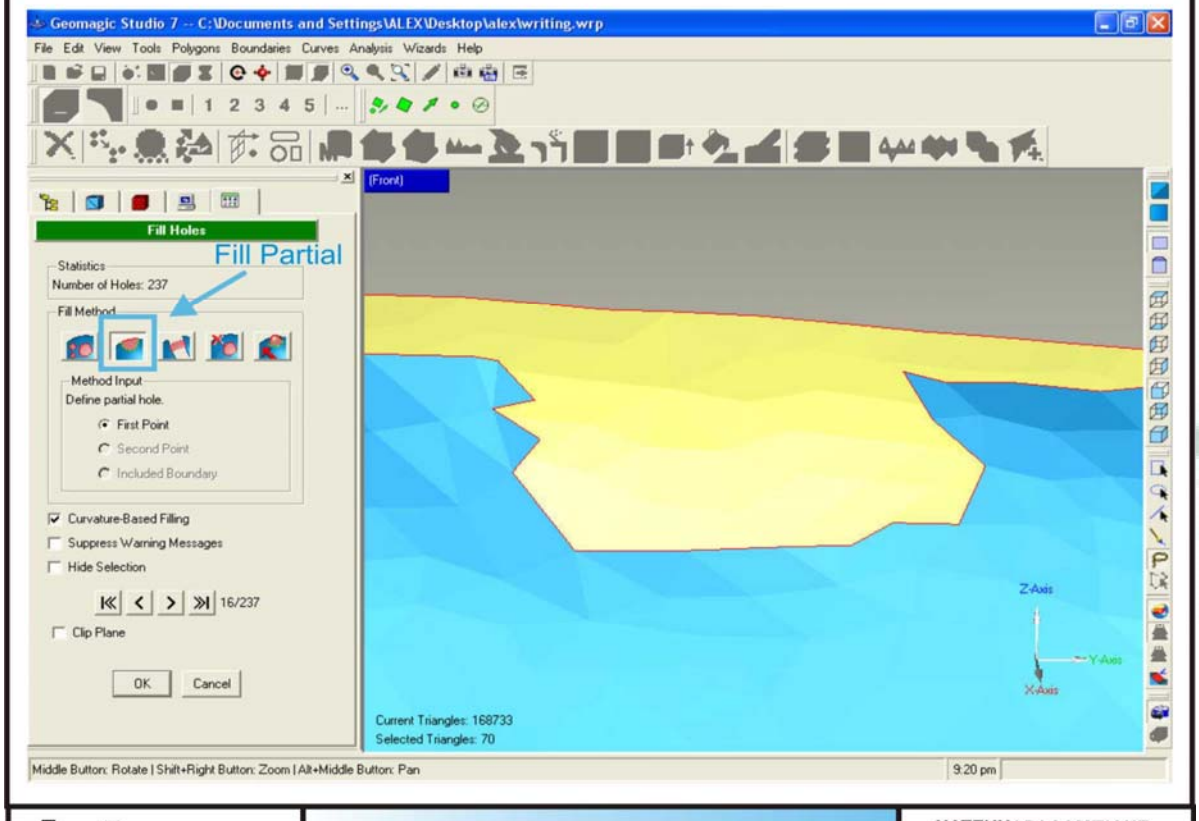
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Το περιβάλλον της εντολής Fill Holes**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.35**



Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Κλείσιμο οπής με τη μέθοδο Fill**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.36**

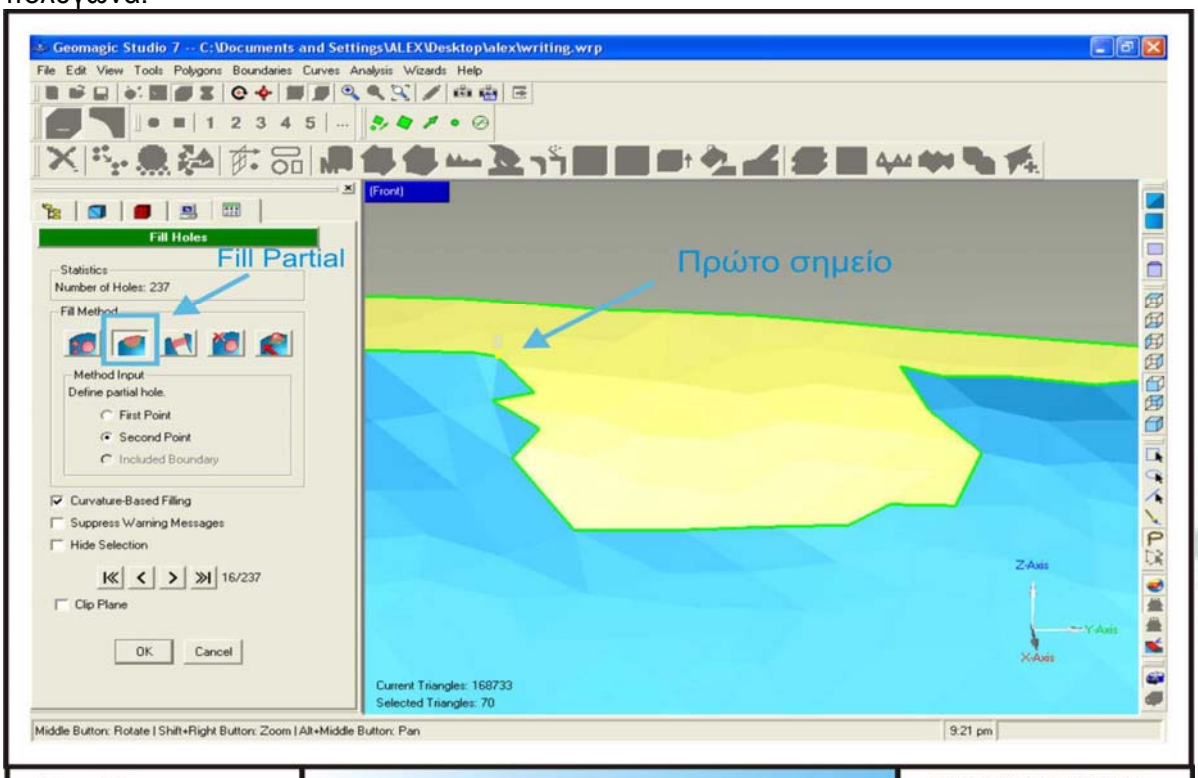


T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Κλείσιμο οπής με τη μέθοδο Fill**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.37**

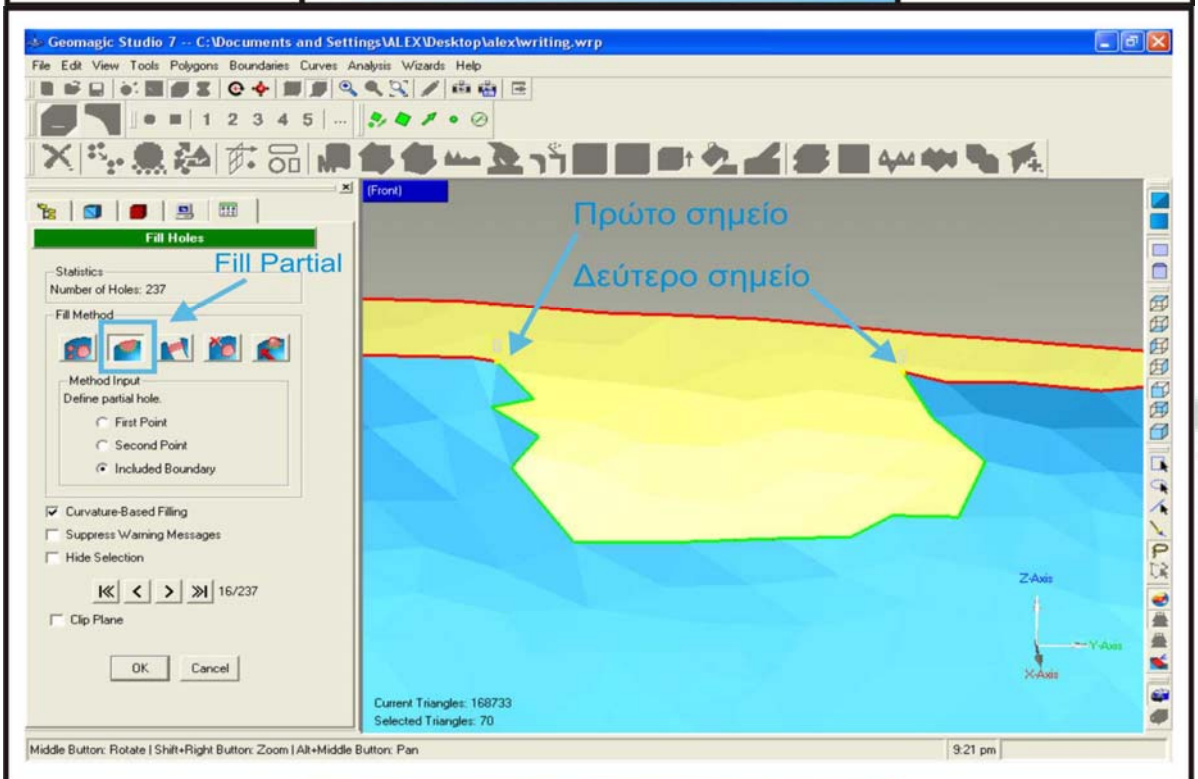


T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Κλείσιμο οπής με τη μέθοδο Fill Partial**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.38**

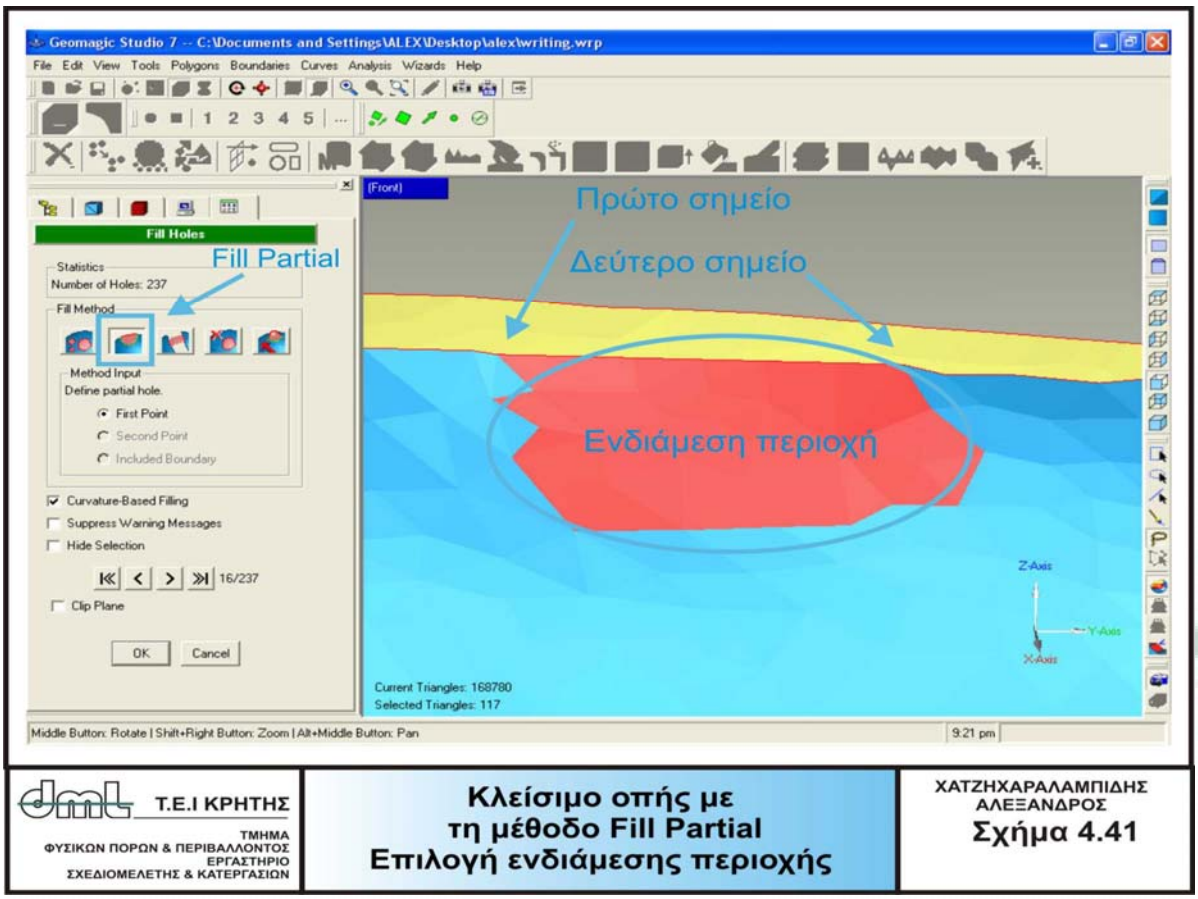
Με τη μέθοδο Fill Partial, το πρόγραμμα μας ζητάει να του υποδείξουμε αρχικά δύο σημεία πάνω στα όρια του αντικειμένου και έπειτα την περιοχή ανάμεσά τους που θα γεμίσει με νέα πολύγωνα.



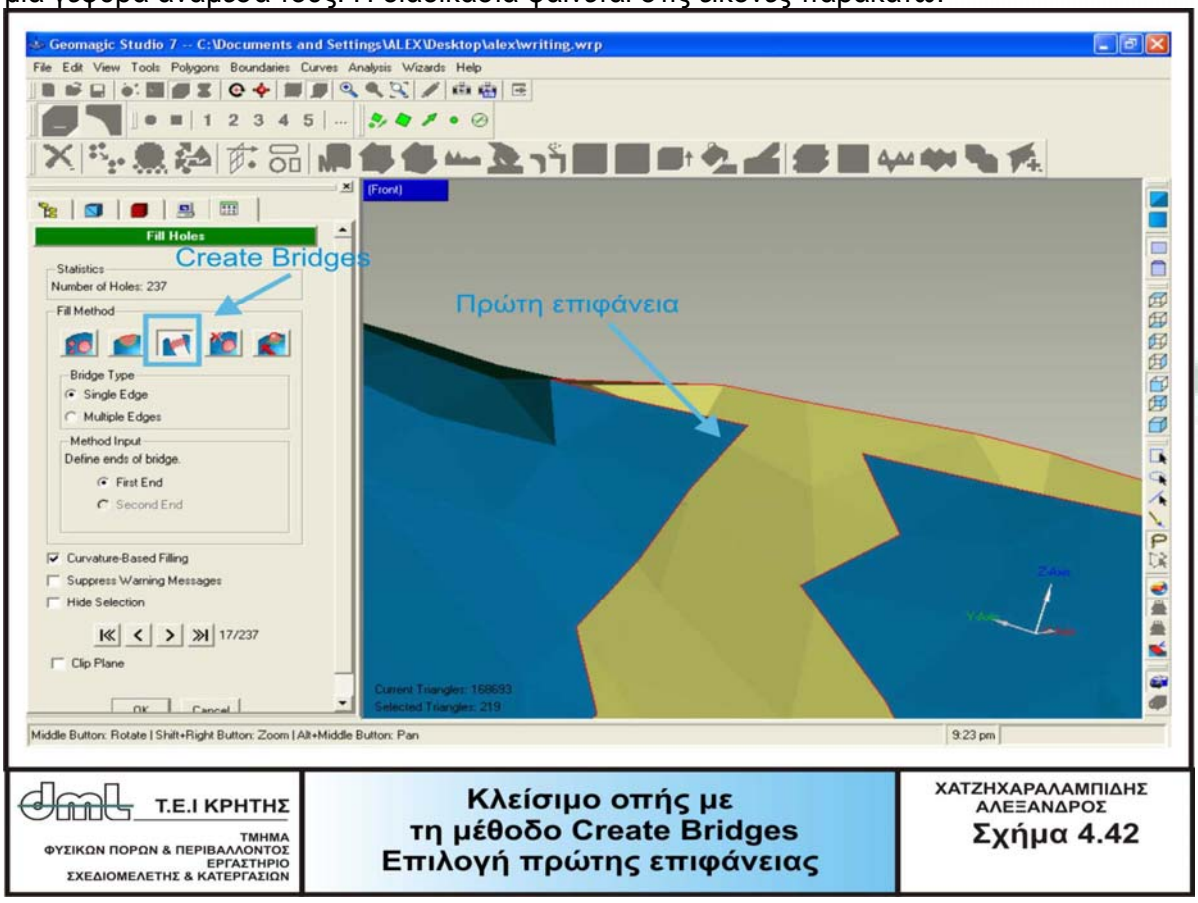
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Κλείσιμο οπής με τη μέθοδο Fill Partial Επιλογή πρώτου σημείου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.39**

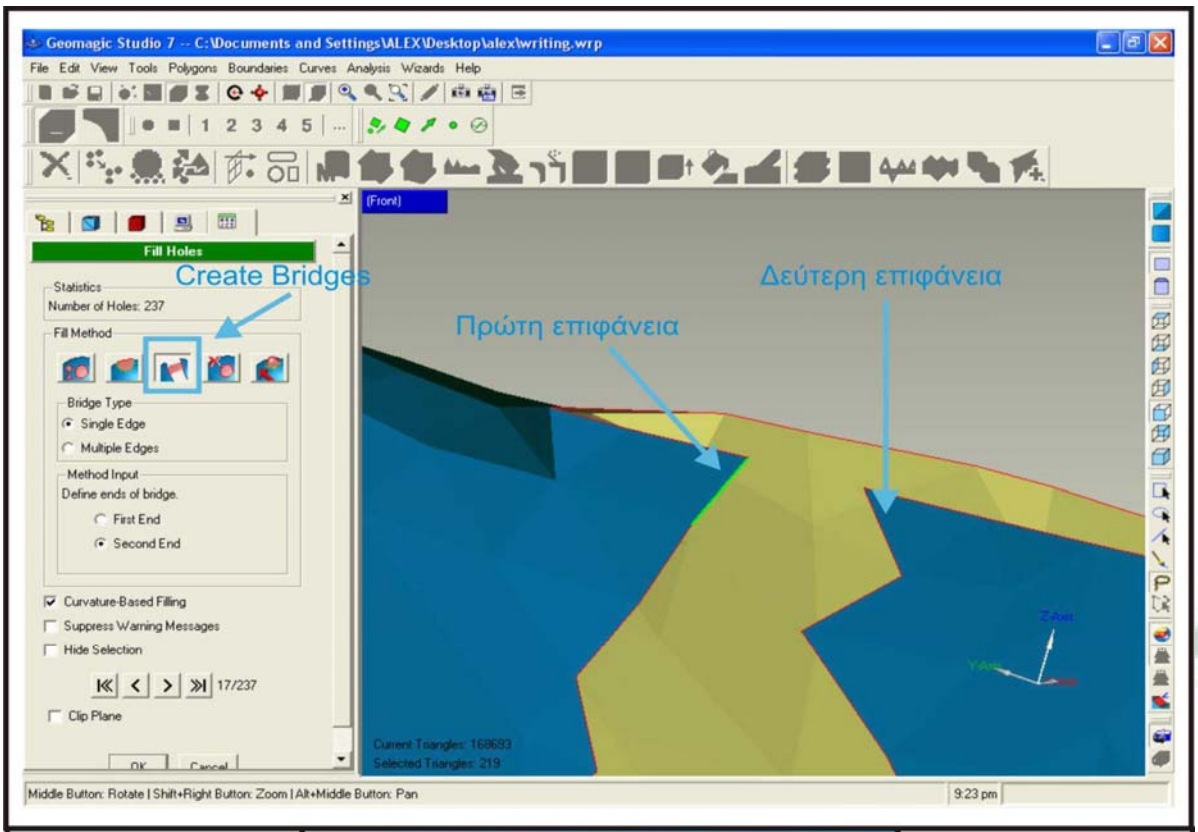


Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Κλείσιμο οπής με τη μέθοδο Fill Partial Επιλογή δεύτερου σημείου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.40**



Παρόμοια με την εντολή Fill Partial, η εντολή Create Bridges μας ζητάει να υποδείξουμε δύο πλευρές πολυγώνων τις οποίες το πρόγραμμα θα προσπαθήσει να ενώσει δημιουργώντας μια γέφυρα ανάμεσά τους. Η διαδικασία φαίνεται στις εικόνες παρακάτω.



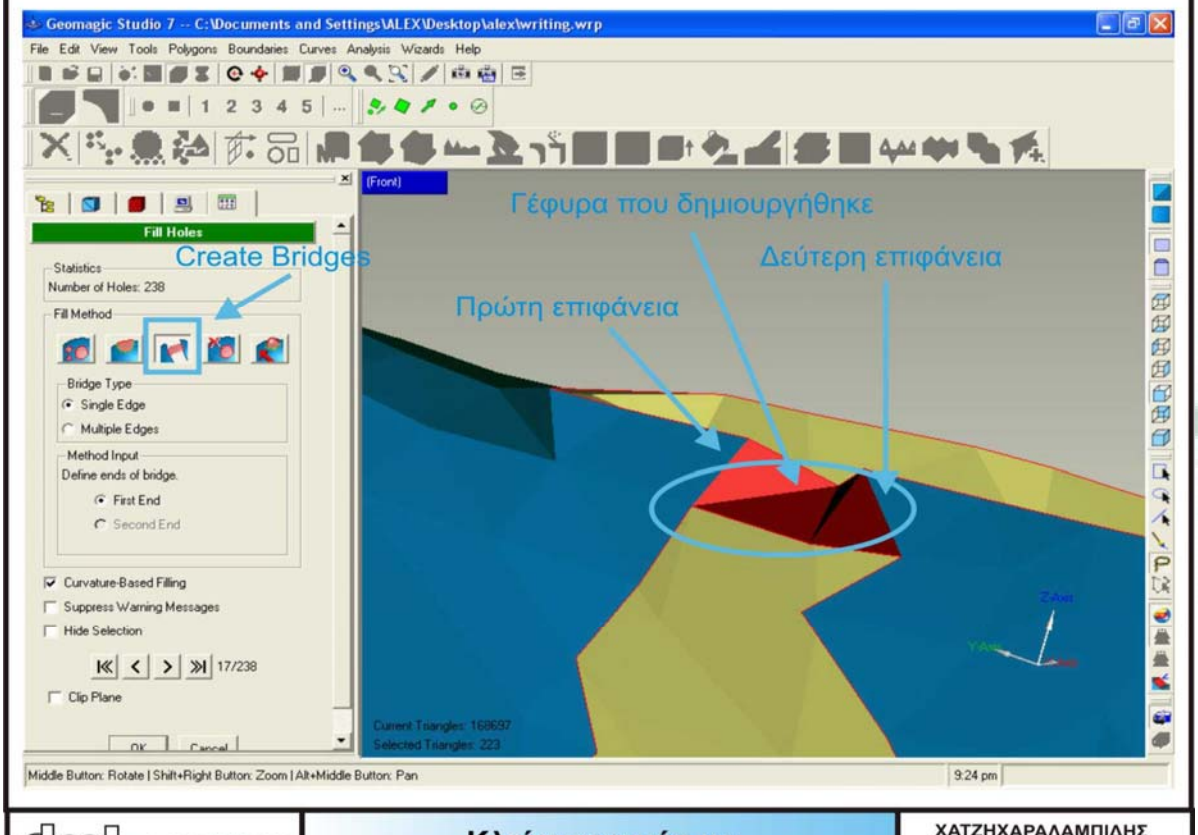


T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Κλείσιμο οπής με τη μέθοδο Create Bridges Επιλογή δεύτερης επιφάνειας

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Σχήμα 4.43



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

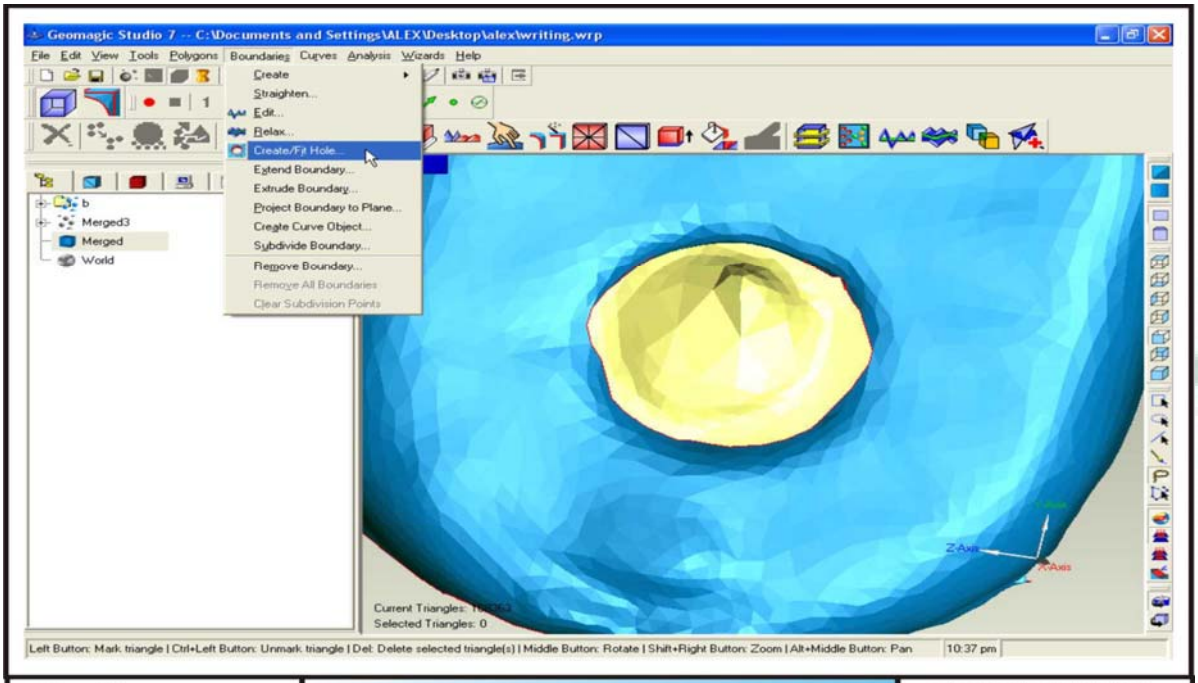
Κλείσιμο οπής με τη μέθοδο Create Bridges Τελικό αποτέλεσμα

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

Σχήμα 4.44

4.4.3 Δημιουργία ειδικών χαρακτηριστικών μοντέλου

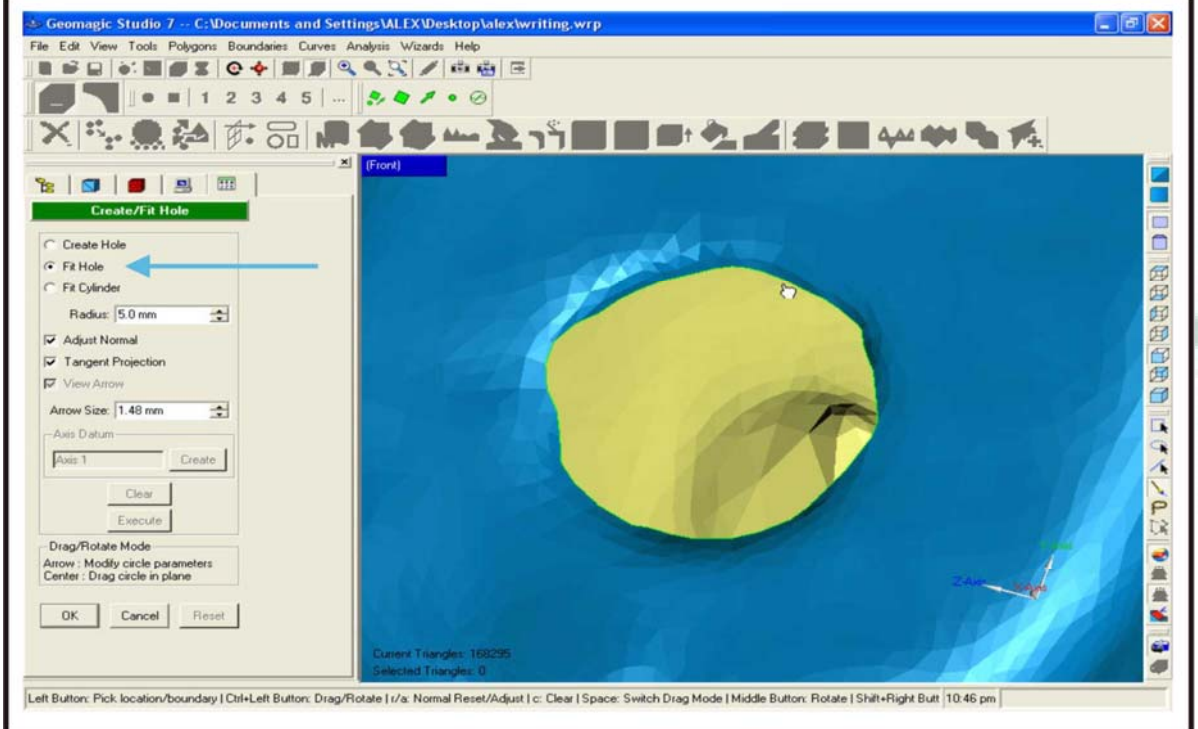
Το μοντέλο μας έχει κάποιο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, το οποίο δεν ήταν δυνατό να συλληφθεί από το ψηφιοποιητή κατά την εκτέλεση της ψηφιοποίησης. Αυτό είναι η ύπαρξη δύο διαμπερών οπών στη βάση του πτερυγίου, από όπου περνάνε οι βίδες στήριξής του στο ρότορα της ανεμογεννήτριας. Αυτό λοιπόν το χαρακτηριστικό θα πρέπει να το αναδημιουργήσουμε εμείς και το κάνουμε με τη χρήση των εντολών Create/Fit Hole και Extrude Boundary όπως φαίνεται στις εικόνες παρακάτω. Από το μενού επιλέγουμε Boundaries→Create/Fit Hole



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Επιλογή της εντολής Create/Fit Hole

ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
Σχήμα 4.45

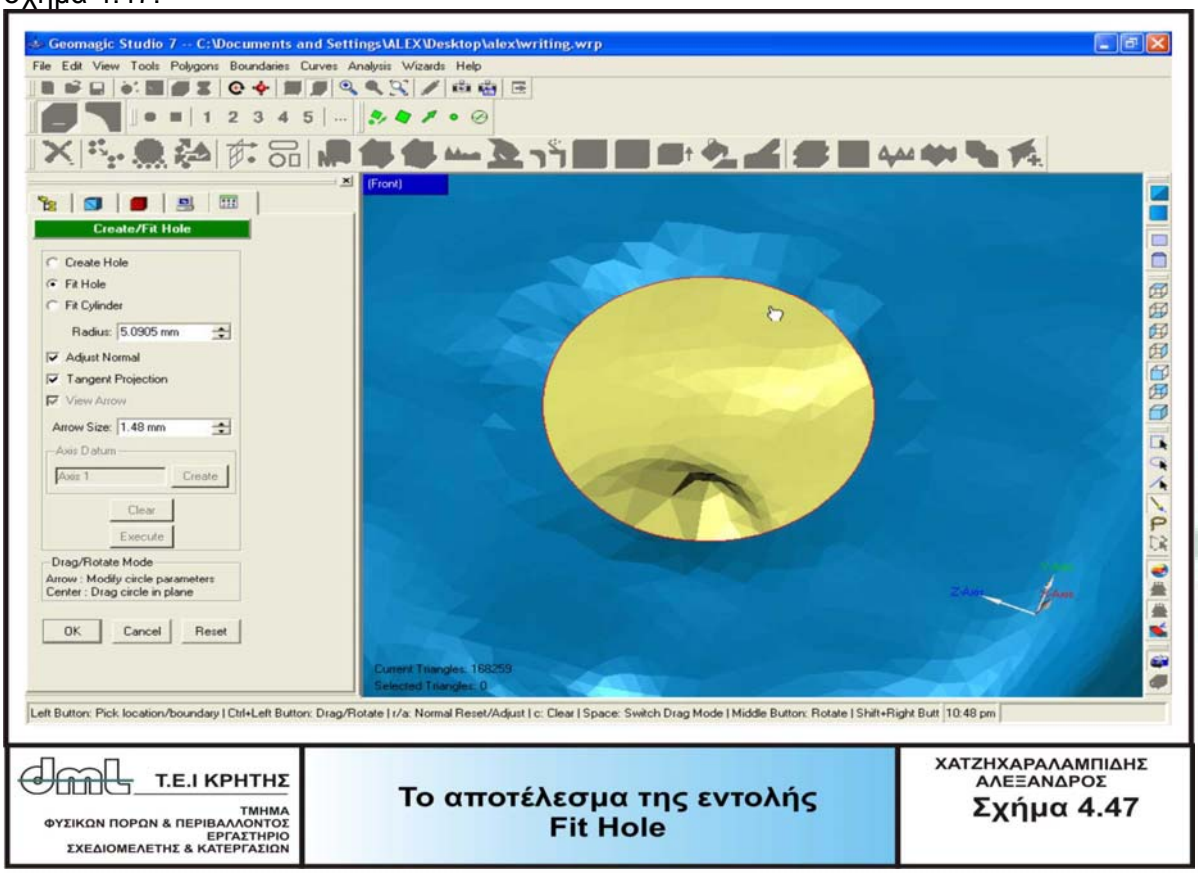


T.E.I ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ

Η εντολή Fit Hole

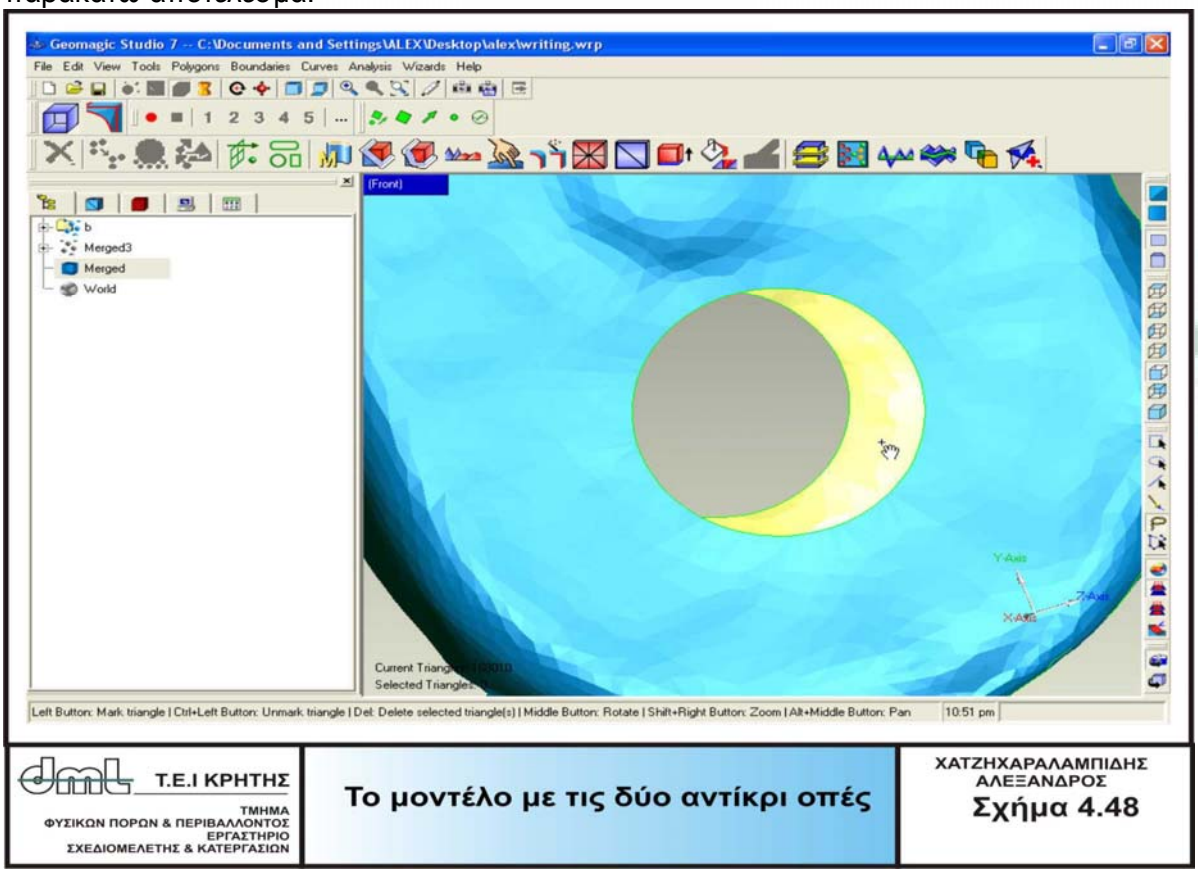
ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
Σχήμα 4.46

Εκτελώντας την εντολή στο περίγραμμα της οπής και δίνοντας τη διάσταση της ακτίνας που πραγματικά έχει το μοντέλο μας, το πρόγραμμα μας δίνει το αποτέλεσμα που φαίνεται στο σχήμα 4.47.



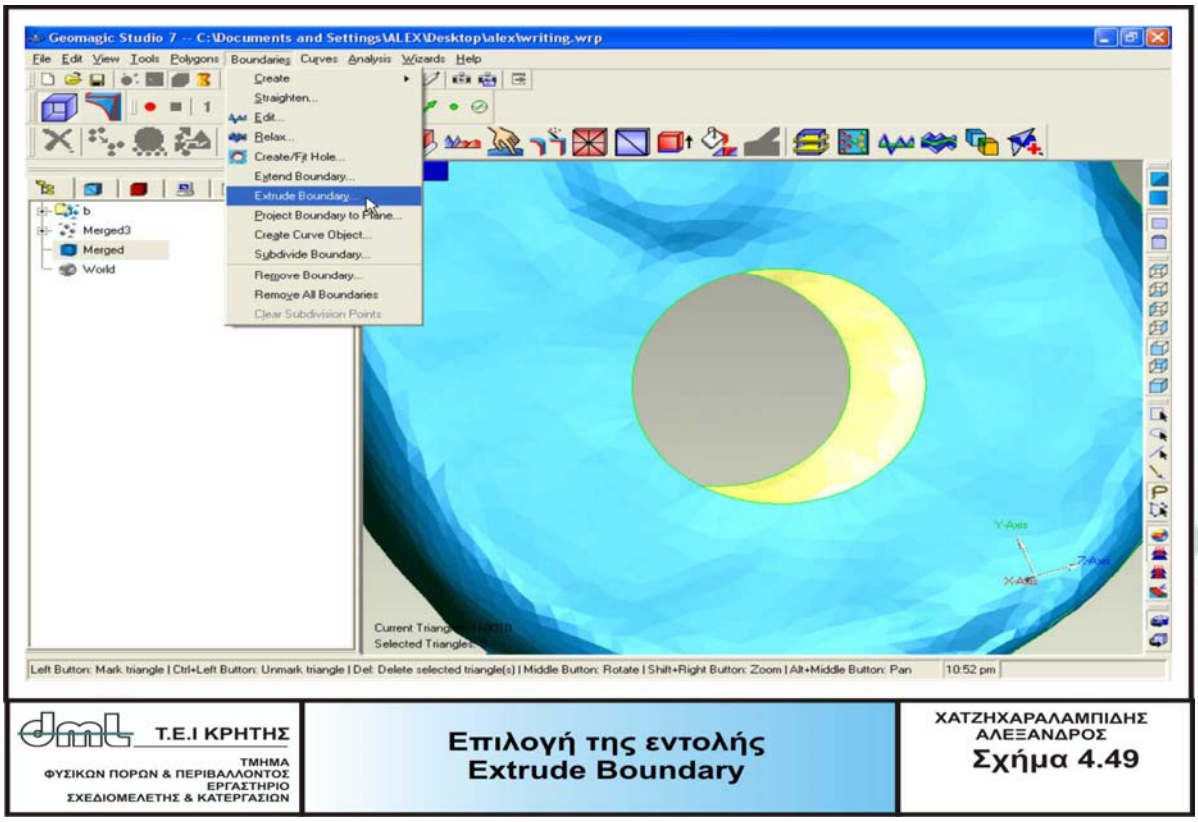
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Το αποτέλεσμα της εντολής Fit Hole**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.47**

Την αντίστοιχη διαδικασία εκτελέσαμε και από την άλλη πλευρά του μοντέλου με το παρακάτω αποτέλεσμα.

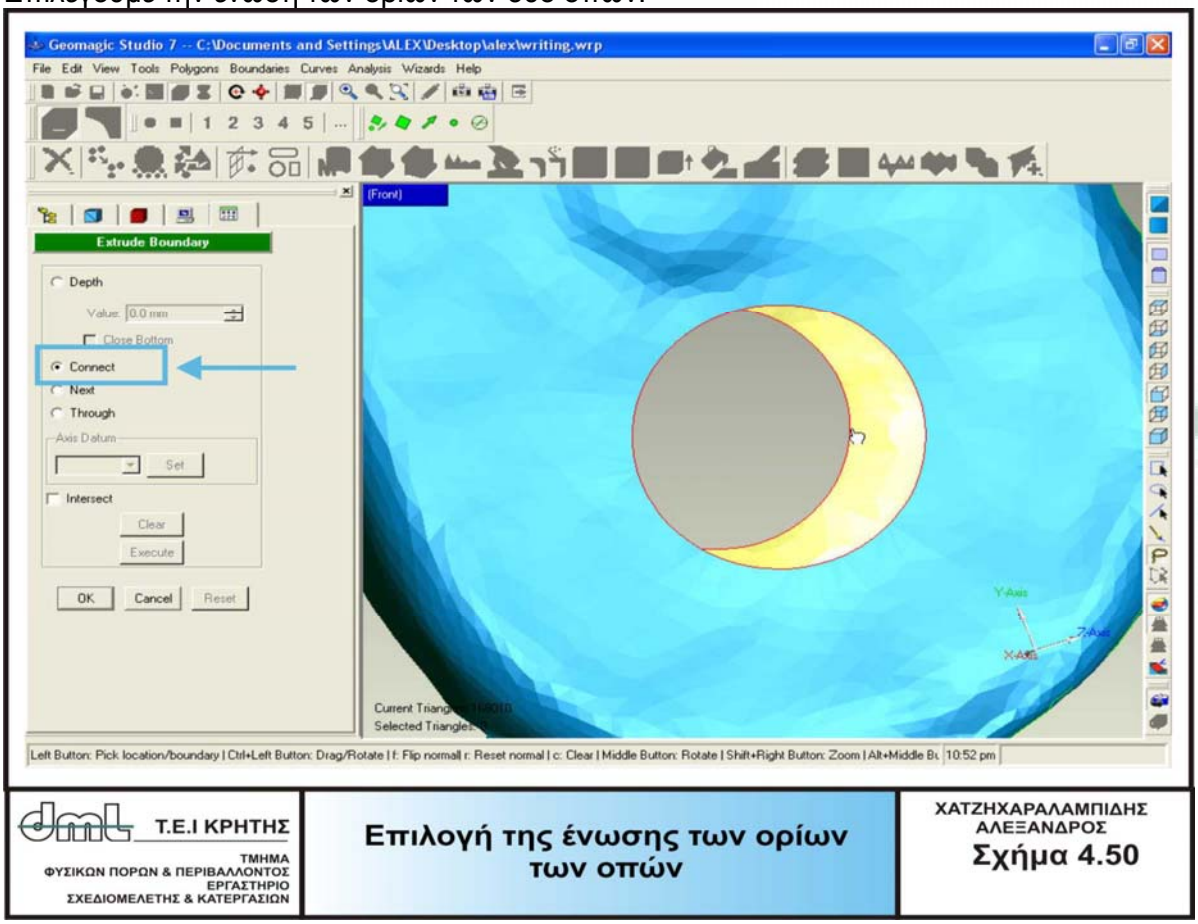


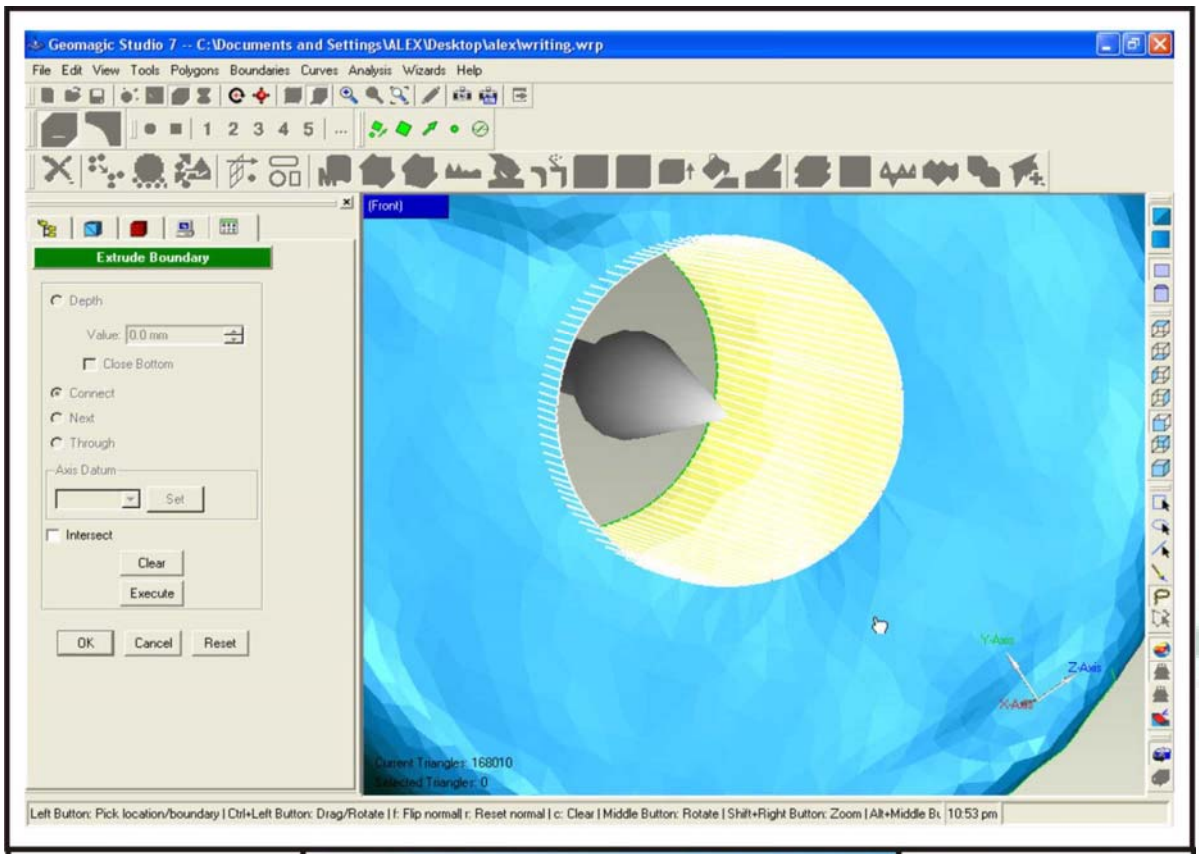
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Το μοντέλο με τις δύο αντίκρι οπές**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.48**

Για να σχηματίσουμε την εσωτερική επιφάνεια των οπών, χρησιμοποιήσαμε την εντολή από το μενού Boundaries→Extrude Boundary, με την οποία ουσιαστικά συνδέσαμε τα όρια των δύο οπών.

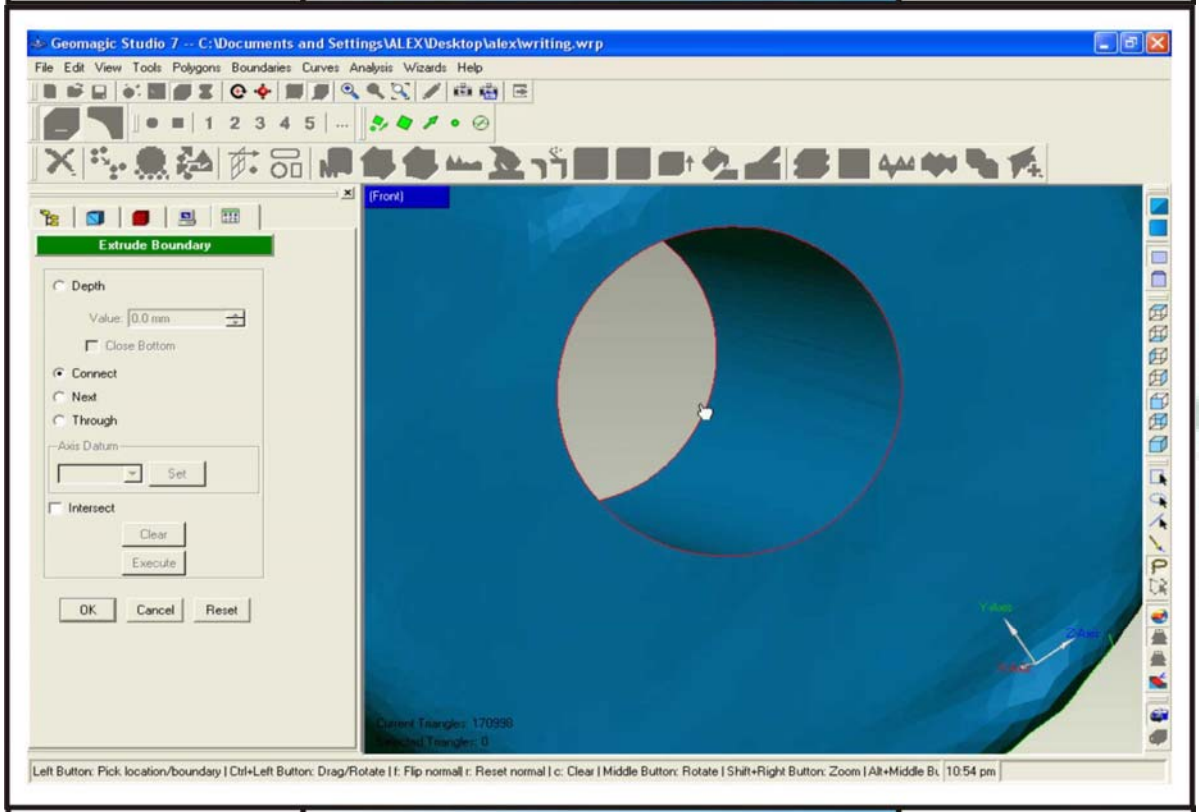


Επιλέγουμε την ένωση των ορίων των δύο οπών.





Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Εμφάνιση του τρόπου σύνδεσης των ορίων**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.51**

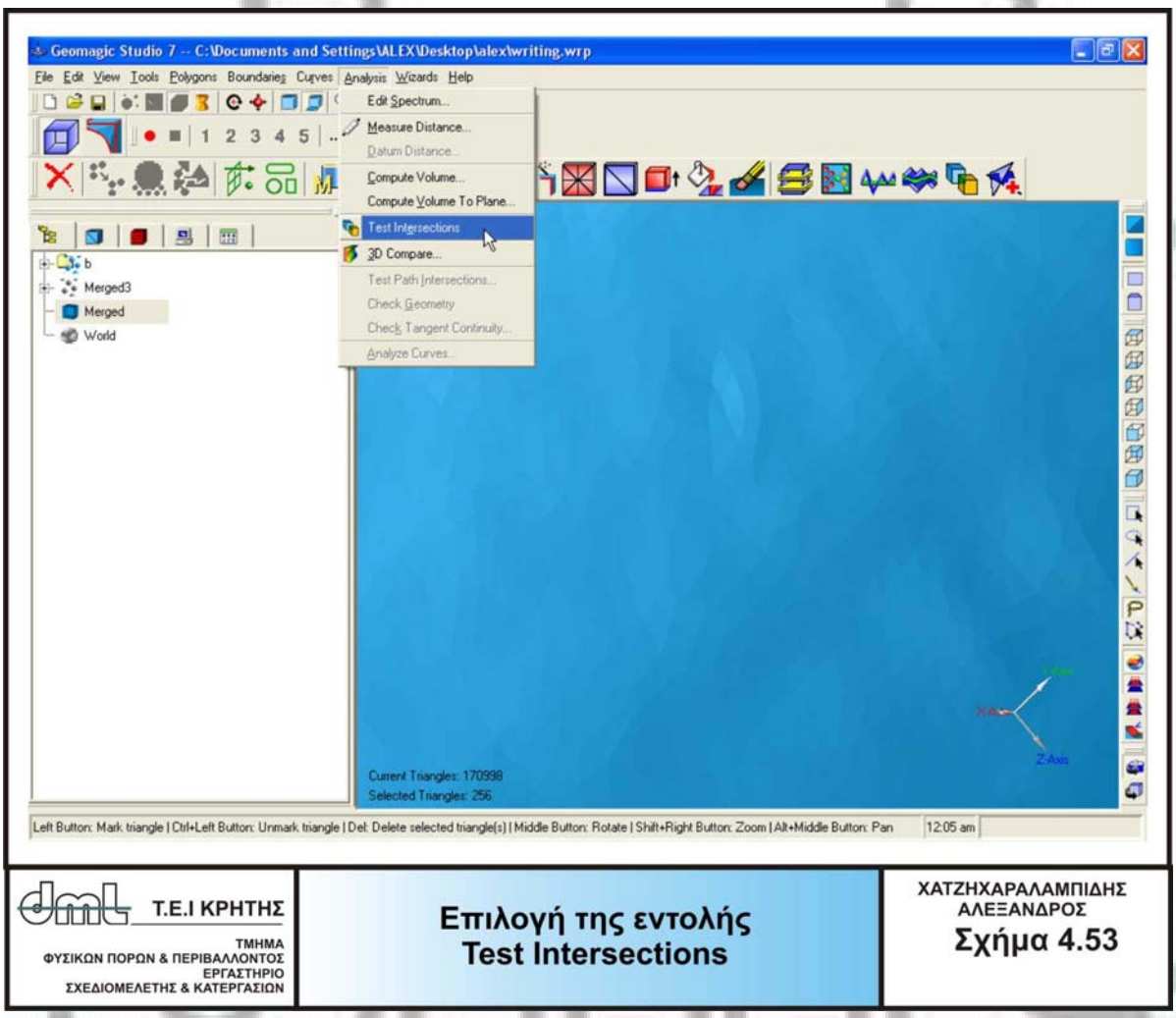


Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Τελικό αποτέλεσμα της εντολής Extrude Boundary**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.52**

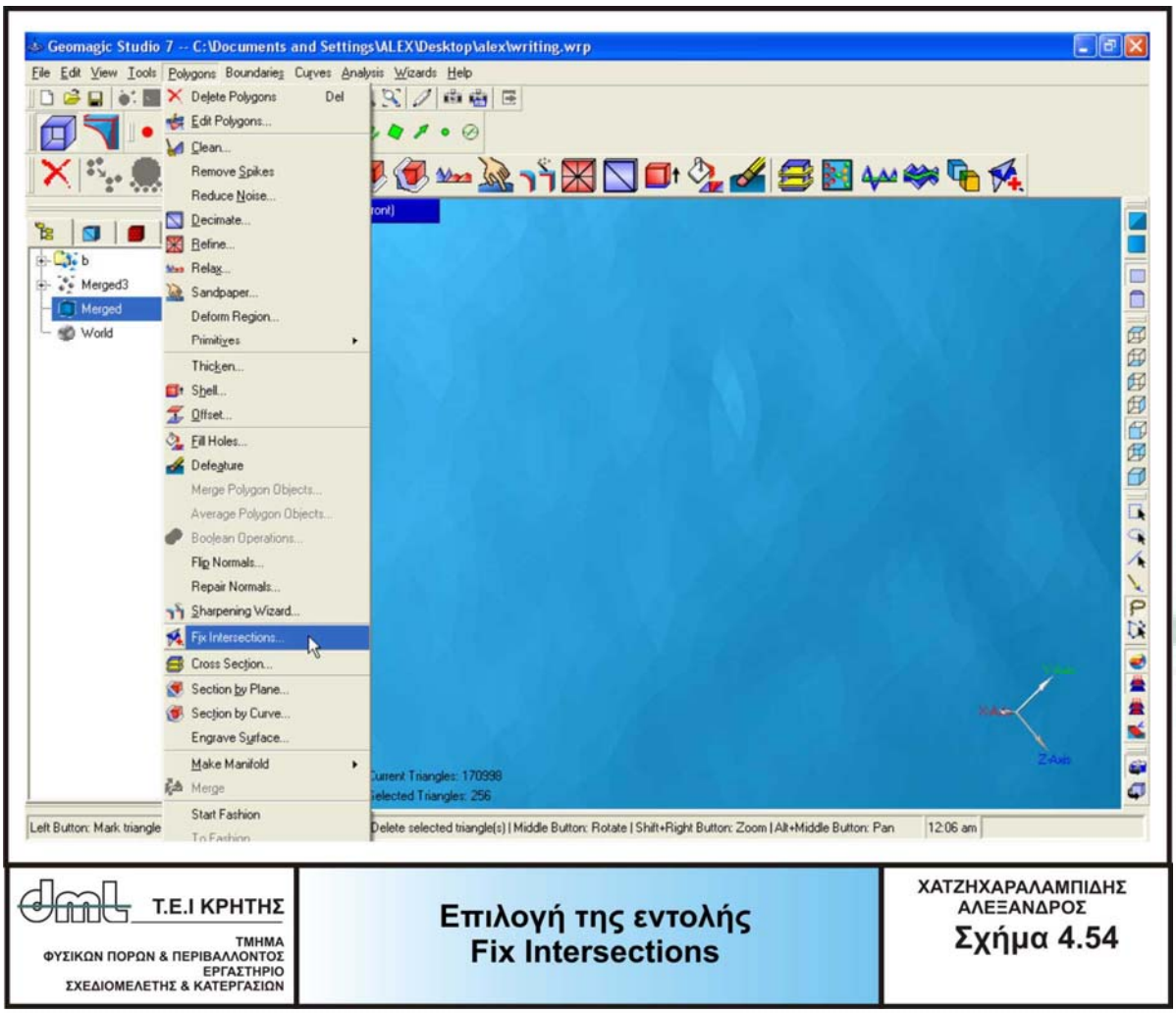
4.4.4 Έλεγχος διατομών και τελική μορφή

Προτού εξάγουμε το μοντέλο μας σε μορφή *.stl, πρέπει να εκτελέσουμε έναν ακόμη κύριο έλεγχο. Αυτός είναι ο έλεγχος για τυχών επιφάνειες που τέμνονται μεταξύ τους. Σε περίπτωση που ένα τρίγωνο διαπερνάει την επιφάνεια ενός άλλου το πρόγραμμα αναγνωρίζει την ασυνέχεια και δεν μπορεί να θεωρήσει το αντικείμενό μας ως μια κλειστή ενιαία επιφάνεια.

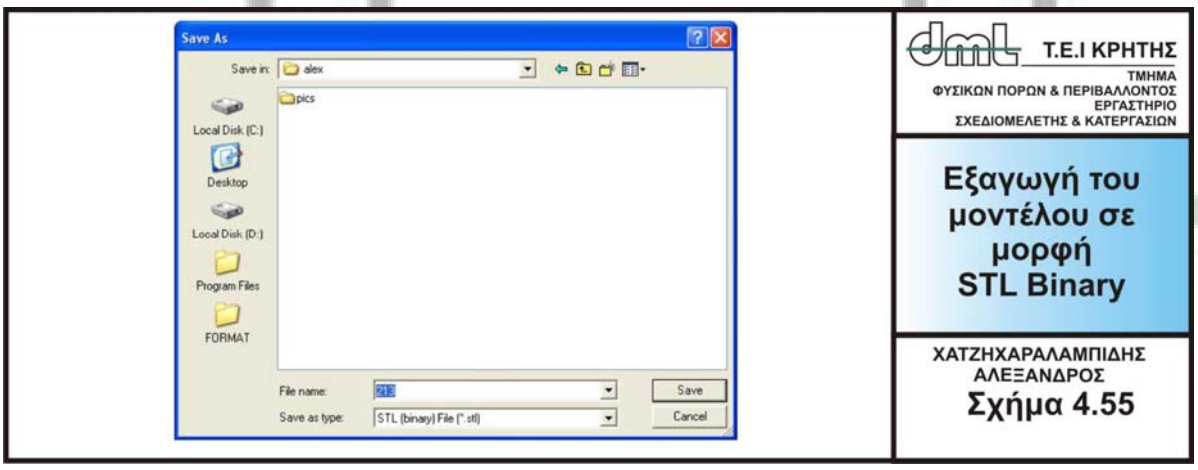
Η διόρθωση τέτοιων προβλημάτων γίνεται με την εντολή Analysis→Test Intersections, η οποία μας επιδεικνύει τις προβληματικές περιοχές και επιλέγει αυτόματα τα τρίγωνα που διαπερνούν το ένα το άλλο και στη συνέχεια είτε με την εντολή Polygons→Fix Intersections είτε απλώς διαγράφοντας αυτά τα τρίγωνα και κλείνοντας τις οποίες με τον τρόπο που αναφέραμε προηγούμενα.



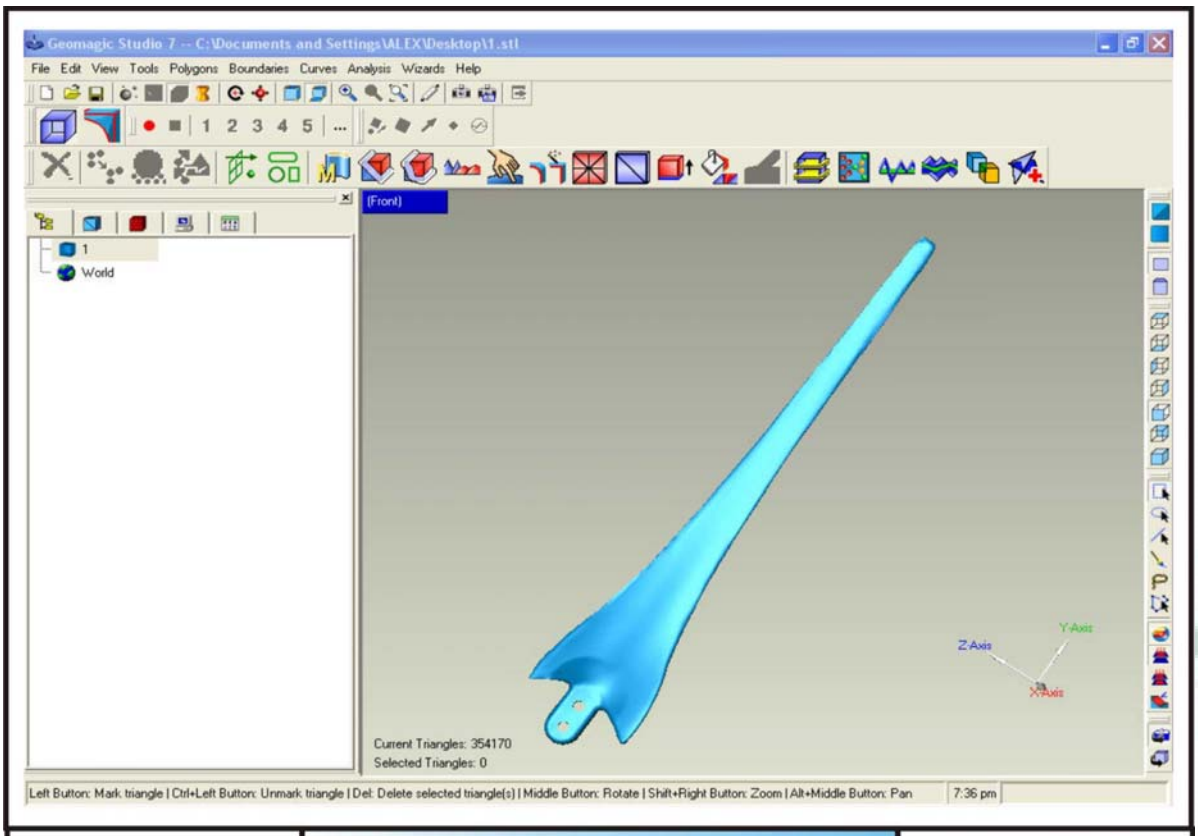
Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Επιλογή της εντολής Test Intersections**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.53**



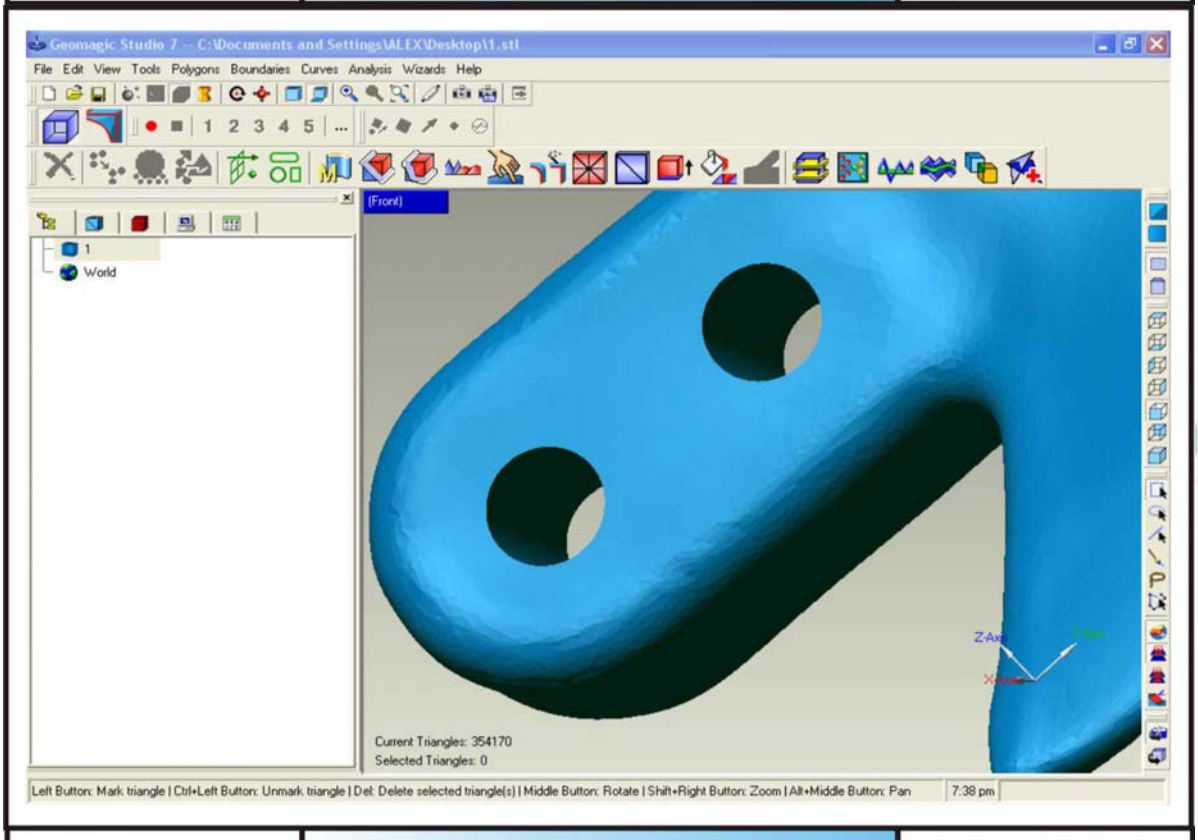
Έπειτα κι από αυτές τις διορθώσεις το μοντέλο μας είναι πλέον έτοιμο και μπορούμε να το εξάγουμε πλέον στην επιθυμητή μορφή *.stl. Για να το κάνουμε αυτό πηγαίνουμε στο File→Save as→STL binary file.



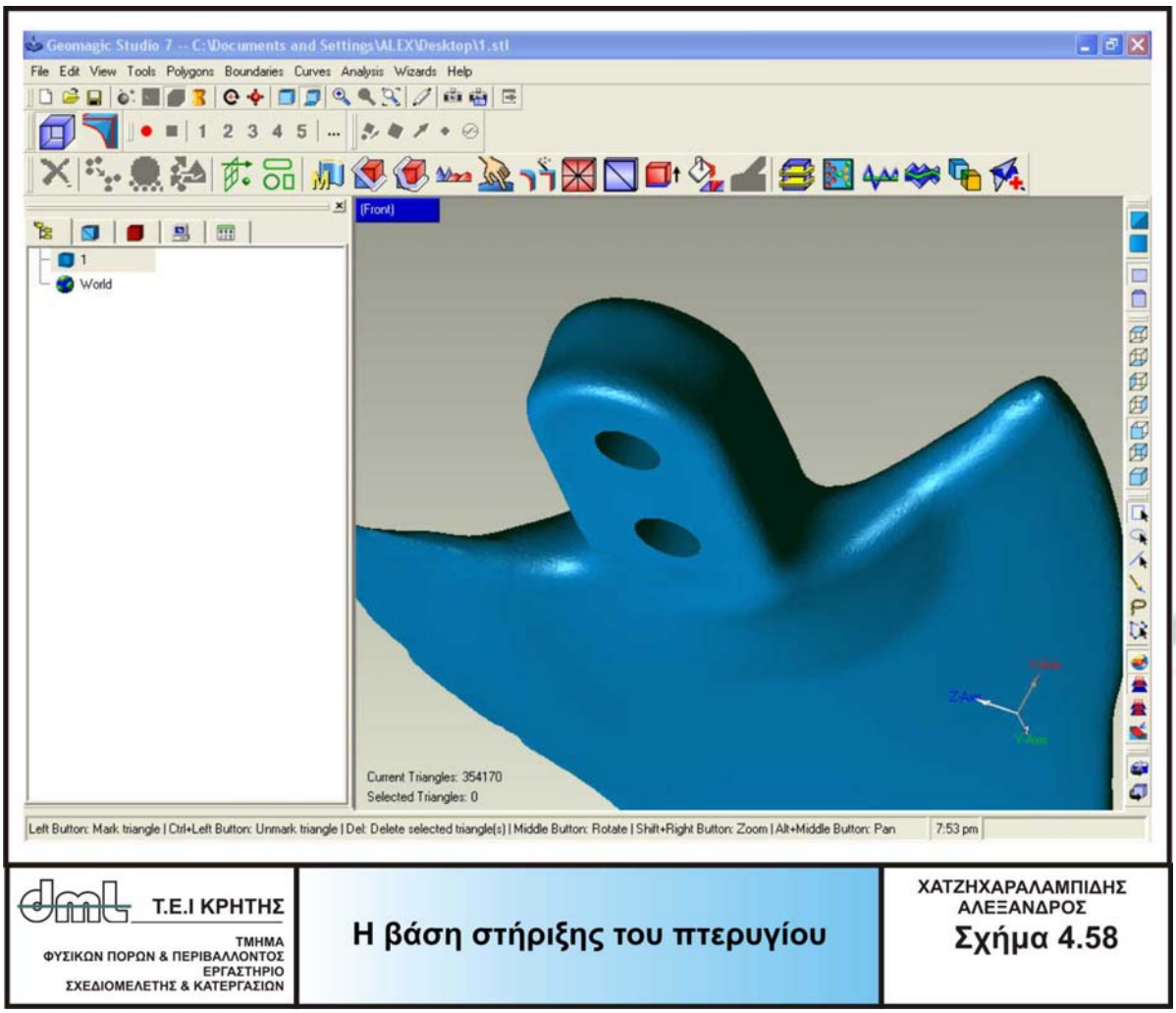
Η τελική μορφή του ψηφιοποιημένου μοντέλου μας φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Τελική μορφή του πτερυγίου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.56**



T.E.I ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Οι οπές στήριξης του πτερυγίου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.57**



dml Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΟΜΕΛΕΤΗΣ & ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ	**Η βάση στήριξης του πτερυγίου**	ΧΑΤΖΗΧΑΡΑΛΑΜΠΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ **Σχήμα 4.58**

5. ΣΥΝΟΨΗ

Η μέθοδος της τρισδιάστατης ψηφιοποίησης χρησιμοποιείται από διάφορες επιστήμες για διάφορους σκοπούς προσφέροντάς τους τα πλεονεκτήματά της. Τα πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ταχύτητα, ακρίβεια, δυνατότητα μαζικής παραγωγής και πολυχρηστικότητα.

Δύο επιστήμες όπου θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ευρύτατα η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι η Αρχαιολογία και η Ιατρική. Όσον αφορά στην πρώτη, η χρήση της τρισδιάστατης ψηφιοποίησης και της τρισδιάστατης μοντελοποίησης οδηγούν σε πιστά αντίγραφα των αρχαιολογικών ευρημάτων, καθιστώντας τα με αυτόν τον τρόπο ασφαλή προς φύλαξη, ενώ στη θέση τους θα εκθέτονται τα πιστά αντίγραφά τους. Από την άλλη πλευρά, στην επιστήμη της Ιατρικής, όλο και πιο συχνά είναι τα φαινόμενα όπου αυτή η τεχνολογία καλείται να συμβάλει σε κάποιες πολύ δύσκολες περιπτώσεις. Για παράδειγμα, να αντικαταστήσει κάποιο ανθρώπινο μέλος, κυρίως θρυμματισμένα οστά.

Μέχρι και τις μέρες μας, η μέθοδος της τρισδιάστατης ψηφιοποίησης και μοντελοποίησης δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στο ευρύ κοινό, που δεν έχει επαφές με τον επιστημονικό κόσμο. Θέλουμε να πιστεύουμε ότι με την περαιτέρω ανάπτυξη της τεχνολογίας και της συγκεκριμένης μεθόδου, όλο και περισσότερες περιπτώσεις θα εμφανίζονται σε διάφορες επιστήμες όπου η βοήθειά της θα είναι υπολογίσιμη και η χρήση της απαραίτητη.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. http://www.minolta-3d.com
2. http://dml.chania.teicrete.gr/
3. Basic Operation Guide for Polygon Editing Tool
4. Polygon Editing Tool Instruction Manual
5. Raindrop Geomagic Studio Tutorials



