



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΠΗΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΛΟΙΟΥ & ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κωσταντίνος Μ. Αρχοντής



ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΪΚΗΣ ΤΡΙΗΡΟΥΣ

Εξεταστική επιτροπή :

Επιβλέπων : Α. Γκίνης, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

Μέλη : Π. Κακλής, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Γ. Ζαραφονίτης, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούνιος 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος.....	σελ.2
1. Εισαγωγή	
1.1. Ιστορική αναδρομή.....	σελ.3
2. Γεωμετρικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά στοιχεία της Τριήρους	
2.1. Κύριες διαστάσεις-γενικά χαρακτηριστικά του σκάφους.....	σελ.6
2.2. Αναφορά στα υλικά/τρόπο κατασκευής.....	σελ.8
2.3. Γραμμές σχεδίασης & Κατασκευαστικά σχέδια της Τριήρους.....	σελ.10
3. Κατασκευή τρισδιάστατου λεπτομερούς γεωμετρικού μοντέλου Τριήρους	
3.1. Σχεδίαση και εξομάλυνση των βασικών γραμμών της Τριήρους με χρήση του συστήματος CAD : RHINOCEROS 3.....	σελ.18
3.2. Αναλυτική σχεδίαση της Τριήρους και των κατασκευαστικών της λεπτομερειών με χρήση του προγράμματος CAD : CATIA V5.....	σελ.28
3.2.1 Θεωρητικοί νομείς.....	σελ.29
3.2.2 Επιφάνεια γάστρας.....	σελ.31
3.2.3 Εγκάρσιες & Διαμήκεις ενισχύσεις.....	σελ.44
3.2.4 Σημεία στήριξης & θέσεων κωπηλάτησης των καταστρώματων.....	σελ.64
3.2.5 Υπερυψωμένο κατάστρωμα & διάδρομος του 2 ^{ου} καταστρώματος.....	σελ.89
3.2.6 Πλώρη της Τριήρους.....	σελ.109
3.2.7 Πρύμνη της Τριήρους.....	σελ.131
3.2.8 Ιστία.....	σελ.144
3.2.9 Σύστημα πηδαλιούχησης.....	σελ.160
3.2.10 Κουπιά.....	σελ.171
3.2.11 Δευτερεύουσες κατασκευαστικές λεπτομέρειες.....	σελ.182
3.2.12 “Δένδρο” σχεδίασης.....	σελ.221
3.3. Φωτογραφίες- Γραφική παρουσίαση.....	σελ.221
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	σελ.239
Επίλογος.....	σελ.240

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της παρούσης διπλωματικής εργασίας είναι η προετοιμασία του λεπτομερούς τρισδιάστατου γεωμετρικού ομοιόμορφου (μοντελοποίηση) της Αθηναϊκής Τριήρους.

Η πρώτη επαφή με τις ναυπηγικές γραμμές της Τριήρους και η χρήση αυτών έγινε στα πλαίσια του μαθήματος "Συστήματα CAD/CAM για την Σχεδίαση & Κατασκευή πλοίων" του 6^{ου} εξαμήνου όπου και προσομοιώθηκε το γεωμετρικό σχήμα της γάστρας της Τριήρους με χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος "RHINOCHEROS 3". Η σχεδίαση βασίστηκε στις ναυπηγικές γραμμές του συγγράμματος " THE ATHENIAN TRIREME " των J. S. MORRISON, J. F. COATES και N. B. RANKOV.

Στη συνέχεια, και με αφορμή το μάθημα επιλογής του 9^{ου} εξαμήνου του τμήματος Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π "Σχεδίαση με την βοήθεια υπολογιστή", όπου χρησιμοποιήσαμε το σχεδιαστικό πρόγραμμα CAD : CATIA V5, προέκυψε η ιδέα της προετοιμασίας του λεπτομερούς γεωμετρικού μοντέλου της Αθηναϊκής Τριήρους και επελέγη ως θέμα της διπλωματικής μου εργασίας. Το σύστημα CAD CATIA V5 παρέχει την δυνατότητα πολλών μεθόδων (εργαλείων) σχεδίασης, γεγονός που μας ώθησε στη προσπάθεια να χρησιμοποιήσουμε το συγκεκριμένο σύστημα για να απεικονίσουμε με λεπτομέρεια τόσο τις βασικές γραμμές όσο και τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες της Αθηναϊκής Τριήρους.

Τέλος μια ακριβής τρισδιάστατη γεωμετρική απεικόνιση της Τριήρους θα ήταν αρκετά χρήσιμη σε προγράμματα εικονικής πραγματικότητας στα οποία υπάρχει η δυνατότητα προσομοίωσης του θαλασσίου περιβάλλοντος/κυματισμού, καθώς και της κίνησης του σκάφους, των κωπηλατών και των κουπιών.

Η συγγραφή της παρούσης διπλωματικής εργασίας σηματοδοτεί την αποφοίτησή μου από την σχολή Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π, και βρίσκομαι αυτή τη στιγμή στην ευχάριστη θέση να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς όλους αυτούς που μου προσέφεραν την αμέριστη και τόσο σημαντική βοήθειά τους. Ιδιαίτερως θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Α. Γκίνη, αφού χωρίς την βοήθεια και συμβουλή του οποίου θα ήταν αδύνατη η περάτωση της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Π. Κακλή και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γ. Ζαραφωνίτη για την βοήθειά τους ως διδάσκοντες και μέλη της εξεταστικής επιτροπής για την αποπεράτωση της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης ευχαριστώ όλους τους φίλους συναδέλφους μου για την άψογη συνεργασία που είχαμε όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την βοήθεια και συμπαράσταση που μου προσέφεραν κατά την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας και να τους την αφιερώσω.

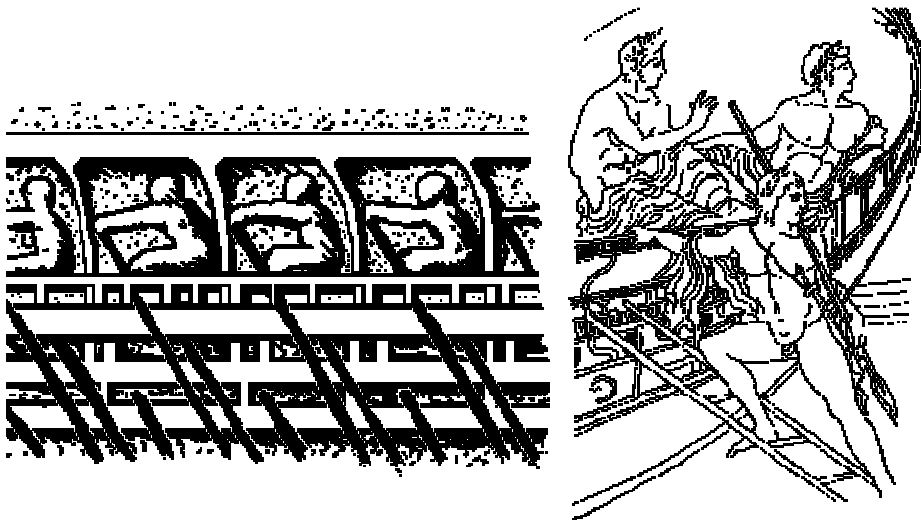
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ..

1.1.1 Η αρχαία τριήρης και η εξέλιξή της

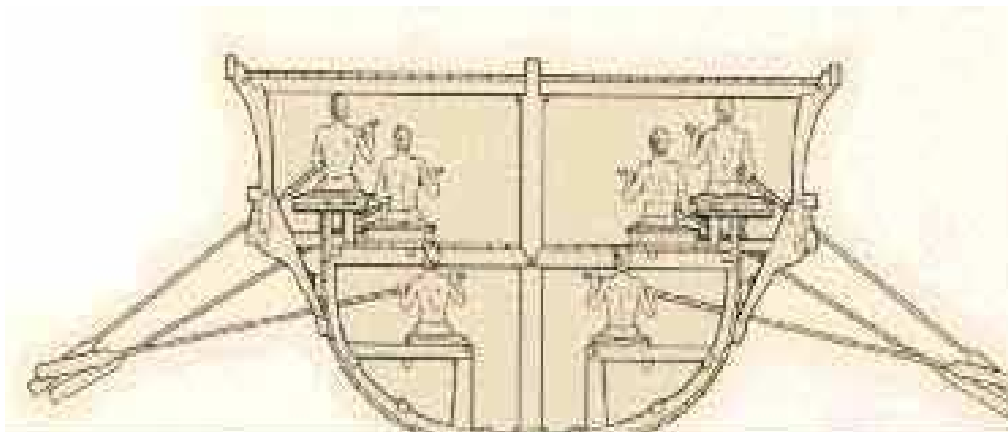
Η αρχαία τριήρης ήταν η ναυπηγική εξέλιξη της διήρους που ήταν πολεμικό πλοίο με δύο σειρές κουπιών και στην συνέχεια έγιναν τρείς. Ως πρώτος ναυπηγός που ναυπήγησε τριήρεις αναφέρεται από τον Θουκυδίδη ο περίφημος Κορίνθιος ναυπηγός Αμεινοκλής, ο οποίος το έτος 704 π.Χ ναυπήγησε για λογαριασμό των Σαμίων τέσσερις τριήρεις.

Ναυτικοί ερευνητές και αρχαιολόγοι, ύστερα από πολλές έρευνες και μελέτες, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι γενικά η κατάληξη -ηρης σε ένα πλοίο αναφερόταν στον αριθμό των σειρών των κωπηλατών ανά πλευρά (διήρης,τριήρης,τετρήρης).



1.1.2 Το πλήρωμα της τριήρους

Η τριήρης όπως φαίνεται και από το ονομά της έφερε τρείς σειρές κωπηλατών οι οποίοι ανάλογα με την θέση τους στο ύψος του πλοίου είχαν και τρεις διαφορετικές ονομασίες : *θρανίτες*, *ζυγίτες* και *θαλαμίτες*. Οι θρανίτες κάθονταν σε θρόνους εξωτερικά της γάστρας, οι ζυγίτες στους ζυγούς του σκάφους του κυρίως καταστρώματος και οι θαλαμίτες στο ύψος του θαλάμου(καμπίνα) του τριήραρχου στο χαμηλότερο κατάστρωμα εσωτερικά της γάστρας του πλοίου.



Από υπάρχουσες πηγές (Ηρόδοτος, Θουκυδίδης, Δημοσθένης, κ.ά) προκύπτει ότι συμφωνούν ότι το πλήρωμα της τριήρους ήταν 200 άνδρες οι οποίοι κατανέμονταν όπως παρακάτω : 7 αξιωματικοί, 10 ναύτες γενικών καθηκόντων, 170 ερέτες (κωπηλάτες), 10 οπλίτες-ακοντιστές, 4 τοξότες.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι κωπηλάτες ήταν κανονικοί πολίτες και όχι δούλοι ή κατάδικοι. Αν υπήρχε η ανάγκη απασχόλησης δούλων ή καταδίκων, τότε αυτοί έπρεπε πρώτα να απελευθερωθούν. Επίσης δεν ήταν δεμένοι στις θέσεις τους και ήταν συνήθως οπλισμένοι, ιδίως οι θρανίτες οι οποίοι έπαιρναν μέρος στη μάχη καταστρώματος σε περίπτωση επιθέσεως σε εχθρικό πλοίο (ρεσάλτο). Ποτέ στην αρχαία Ελλάδα δεν χρησιμοποιήθηκαν τριήρεις για καταναγκαστικά έργα καταδίκων, όπως για παράδειγμα γινόταν στις Ρωμαϊκές τριήρεις και άλλες γαλέρες.

1.1.3 Η κίνηση της τριήρους

Η τριήρης μπορούσε να κινηθεί με τα πανιά που υπήρχαν στα ιστία της, την κωπηλασία ή και με συνδυασμό των παραπάνω, ανάλογα με τις ανάγκες.

Ως πολεμικό πλοίο ήταν κατασκευασμένη να έχει ως κύριο μέσο πρόωσης τα κουπιά και σαν βοηθητικό τα ιστία με τα πανιά. Τα πανιά, κατά κανόνα ήταν τετράγωνα ή τραπεζοειδή και το μεγαλύτερο φέρονταν στο μεγάλο ιστό (κατάρτι) που ήταν στο μέσο του σκάφους, ενώ το μικρότερο φέρονταν σε κεκλιμένο ιστό πρώραθεν του μεγάλου (κυρίου) που ονομαζόταν ακάτιος. Τα πανιά τα χρησιμοποιούσαν μόνο εφόσον έπνεαν ούριοι άνεμοι, δηλαδή άνεμοι προς την κατεύθυνση που επιθυμούσαν να κινηθούν. Ήταν δε τελείως ακατάλληλα για πλεύση σε πλαγιοδρομία.

1.1.4 Η τριήρης και ο πολεμικός της ρόλος

Οι τριήρεις ήταν πολεμικά πλοία, και τα χρησιμοποιούσαν οι αρχαίοι για να μάχονται και εξουδετερώνουν εχθρικές ναυτικές μονάδες. Τις Τριήρεις αυτές τις χρησιμοποιούσαν πολλές μαζί, οργανωμένες σε μοίρες και στόλους.

Η πιο απλή και συνηθισμένη αποστολή τους ήταν να περιπολούν κατά μήκος των ακτών της κρατικής οντότητας που αποκαλούσαν *πατρίδα* και να αποτρέπουν εχθρικές ενέργειες κατά μήκος των ακτών αυτών και των φίλιων εμπορικών και αλιευτικών σκαφών.

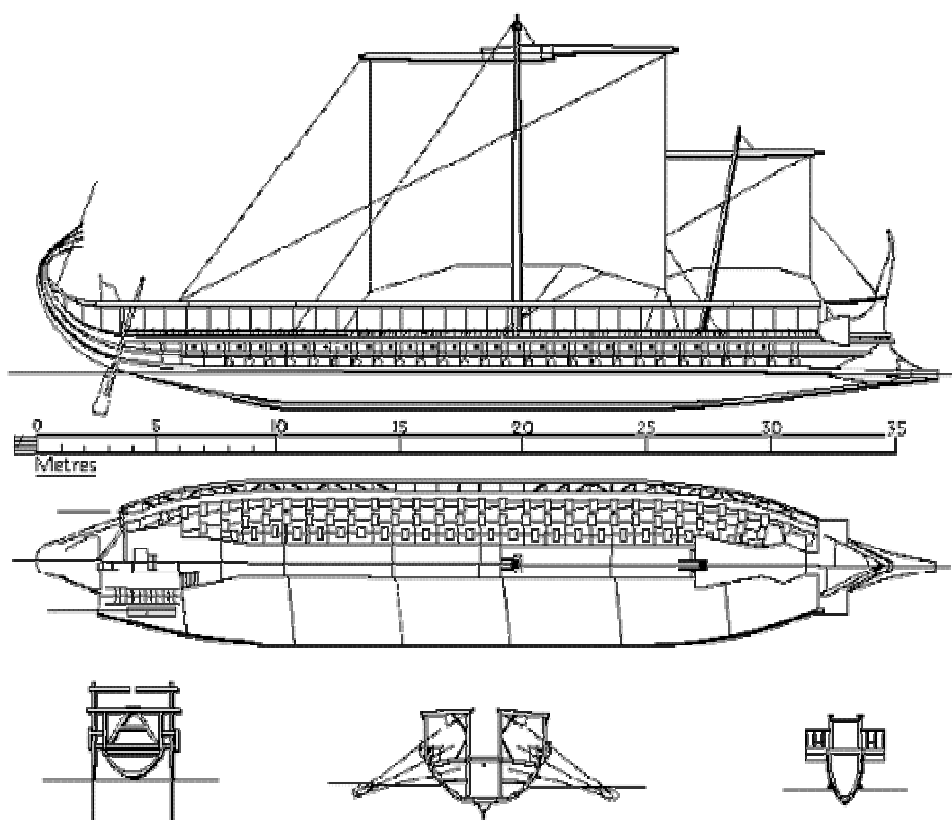
Επίσης μπορούσαν να αναλάβουν το ρόλο των επιδρομικών κατά της εχθρικής ακτής, καταδιώκοντας ή και καταβυθίζοντας τα εχθρικά εμπορικά σκάφη και αποβιβάζοντας αγήματα επιδρομών στην ξηρά. Το μικρό βύθισμα έκανε την τριήρη ικανή να πλέει σχεδόν μέχρι την εχθρική ακτή, ευνοώντας την αποβίβαση των επιδρομικών αγχημάτων.

2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΤΡΙΗΡΟΥΣ

2.1 ΚΥΡΙΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ-ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΣΚΑΦΟΥΣ

2.1.1 Κύριες διαστάσεις

Η τριήρης ήταν ένα πλοίο μακρόστενο, ταχύ, χαμηλό, με ρηχή καρίνα και γενικά σχετικά ελαφριά και απλή συνολική κατασκευή.



Το μήκος της ήταν περίπου 33-43 μέτρα, το πλάτος της 5.0-6.0 μέτρα, το ύψος της 2.1-2.5 μέτρα πάνω από την ίσαλο γραμμή και το βυθισμά της 0.9-1 μέτρα.

Υπολογίζεται ότι το βάρος της τριήρους μαζί με το πλήρωμα ήταν 50 τόνοι και άλλο τόσο περίπου το βάρος του έρματος που βοηθούσε στην ισορροπία του πλοίου δηλαδή συνολικά 100 τόνοι.

2.1.2 Γενικά χαρακτηριστικά του σκάφους

Το μικρό βύθισμα και βάρος του σκάφους, του επέτρεπε να κινείται με μέγιστη ταχύτητα που έφτανε περίπου τους 8 κόμβους μόνο με τα κουπιά και τους 10 κόμβους με χρήση και των πανιών σε ούριο άνεμο. Μπορούσε να καλύψει απόσταση 100 χιλιομέτρων ημερησίως. Επίσης μπορούσε να κινείται με άνεση σε αβαθή νερά ενώ παράλληλα μπορούσαν να το τραβούν κάθε βράδυ στην ξηρά.

Αξιοσημείωτο είναι ότι μπορούσε να διαλυθεί χωρίς να βυθιστεί. Αυτός είναι και ο λόγος που δεν έχουν βρεθεί ολόκληρα ναυάγια τριηρών. Το μεγαλύτερο μέρος ακόμη και των εμβολισμένων τριηρών παρέμενε στην επιφάνεια, έστω και ως συντρίμια.

Οι τριήρεις δεν ήταν ασφαλή πλοία στην κακοκαιρία, γιατί ήταν ρηχά και άρα ασταθή. Είχαν σχετικά μικρή αποθηκευτική χωρητικότητα για εφόδια μακρινού ταξιδιού και για αυτό συνοδεύονταν από άλλα εμπορικά πλοία που όμως ήταν ευάλωτα σε εμβολισμούς.

Χαρακτηριστικές ήταν οι λεπτομέρειες των τριηρών που είχαν τόσο στην πλώρη όσο και στην πρύμνη τους.

Στην πλώρη ήταν ζωγραφισμένο ένα μάτι, με συμβολική σημασία. Πρόσεχε την πορεία και απομάκρυνε τα κακά πνεύματα που θα μπορούσαν να βάλουν σε κίνδυνο το ταξίδι, ενώ λίγο πιο μπροστά μπρούντζινο έμβολο προεξείχε του πρόσθιου τμήματος προς ενίσχυση της πλώρης. Χρησίμευε για να προκαλεί ρήγματα στα εχθρικά σκάφη στις ναυμαχίες, ρήγματα που συνήθως ήταν μοιραία.

Η πρύμνη τελείωνε στο ακροστόλιο, διακοσμητικό στοιχείο με 4 ή 5 κυρτούς άξονες, σαν βεντάλια. Οι αρχαίοι ήθελαν το πλοίο να μοιάζει με θαλάσσιο τέρας. Το ακροστόλιο ήταν η ουρά του τέρατος που έβγαινε από την θάλασσα.

2.2 ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΥΛΙΚΑ/ΤΡΟΠΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

2.2.1 Υλικά κατασκευής

Το σκάφος της τριήρους ήταν φτιαγμένο από ξύλο ελάτου/πεύκου, ώστε το πλοίο να είναι ελαφρύ. Η καρίνα όμως, το δοκάρι που φτάνει από την πλώρη στην πρύμνη, η σπονδυλική στήλη του πλοίου, ήταν από βελανιδιά (δρύς) για να είναι πιο ανθεκτική.



Τα σχοινιά που κινούσαν το κατάρτι ήταν κατασκευασμένα από κάνναβη ή πάπυρο και αλειμμένα με πίσσα, για να μη σαπίζουν εύκολα, ενώ κομμάτια από δέρμα εξασφάλιζαν τη στεγανότητα στα διάφορα τμήματα του πλοίου.

Τέλος το έμβολο που χρησιμοποιούσαν οι τριήρεις για να προκαλέσουν ρήγματα στα εχθρικά σκάφη ήταν απο μπρούντζο.

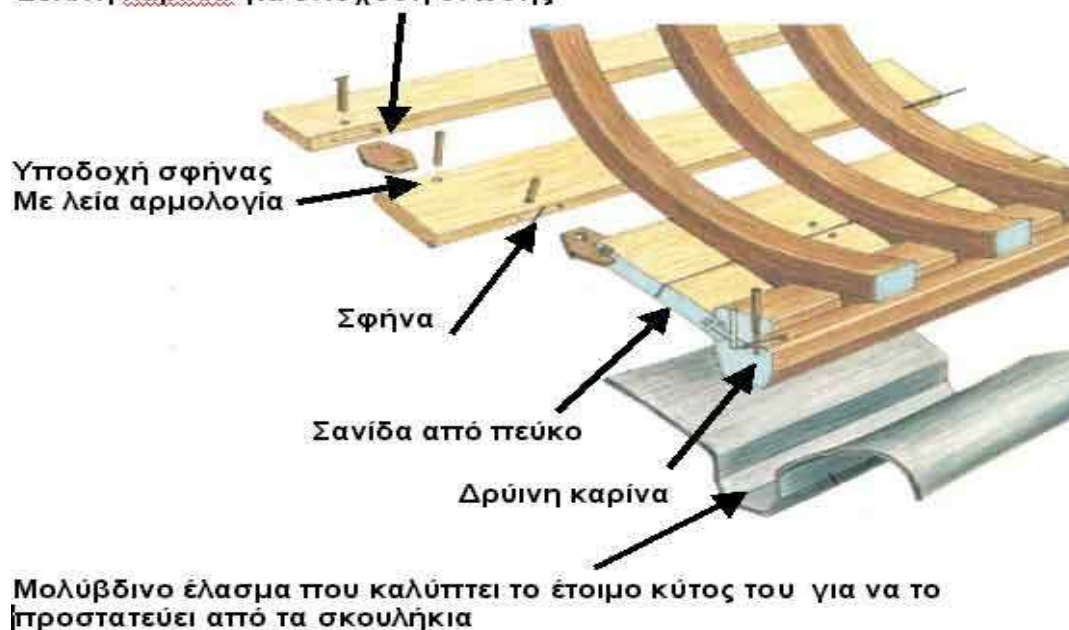


2.2.2 Τρόπος κατασκευής

Στην αρχαία Αθήνα ο ναυπηγός (αρχιτέκτων) που εκλεγόταν, δεν ήταν απαραίτητα ειδικός των σχετικών ναυπηγικών γνώσεων, μπορεί να ήταν και εξειδικευμένος εργολάβος. Οι συγκεκριμένοι εργολάβοι συνήθως ασχολούνταν παράλληλα και με το εμπόριο ξυλείας. Η τεχνική της ναυπήγησης γενικά πήγαινε από πατέρα σε γιο, βάση παράδοσης, όχι όμως με απόλυτο τρόπο. Όλη η εργασία κατασκευής γινόταν σε απλό ναυπηγείο σε κάποια παραλία με την τρόπιδα φυτεμένη στην άμμο και ξύλινες στηρίξεις. Συνήθως τα πλοία κατασκευάζονταν με όσο το δυνατόν περισσότερα όμοια εξαρτήματα, ώστε να επιτυγχάνεται οικονομία κλίμακας, για μείωση του κόστους κατασκευής. Στο μόνο σημείο που ο ναυπηγός είχε δικαίωμα να αυτοσχεδιάσει σε συμφωνία όμως με τον τριήραρχο (που συνήθως χορηγούσε το ποσό για την κατασκευή του πλοίου) ήταν η διακόσμηση του εμβόλου και του υπόλοιπου πλοίου.

Ο σκελετός των τριηρών κατασκευαζόταν από ελατοσανίδες ή πευκοσανίδες. Η καρίνα και οι εγκάρσιες και διαμήκεις ενισχύσεις (νεύρα) ήταν δρύινα. Τα ξύλινα μέρη του σκελετού συνδέονταν (ματίζονταν) με σφήνες. Οι ενώσεις αυτές ενισχύονταν με καβίλιες. Στο κεντρικό δοκάρι της καρίνας καρφώνονταν τα κάτω εγκάρσια ενισχυτικά, ακολουθούσε η επένδυση της γάστρας, στην συνέχεια έμπαιναν τα μεσαία εγκάρσια ενισχυτικά, πάλι επενδύονταν το σκάφος έως το ύψος που έφταναν τα μεσαία ενισχυτικά, στη συνέχεια τα άνω εγκάρσια ενισχυτικά, κ.ο.κ.

Ξύλινη καβίλια για ενίσχυση ένωσης



Το χτίσιμο της γάστρας γινόταν σταδιακά και εναλλάξ, σε διαφοροποίηση από τον παραδοσιακό σημερινό τρόπο ναυπήγησης ξύλινων σκαφών που γίνονται πρώτα η καρίνα, μετά οι νομείς ολόκληροι και τέλος η επένδυση του σκάφους.

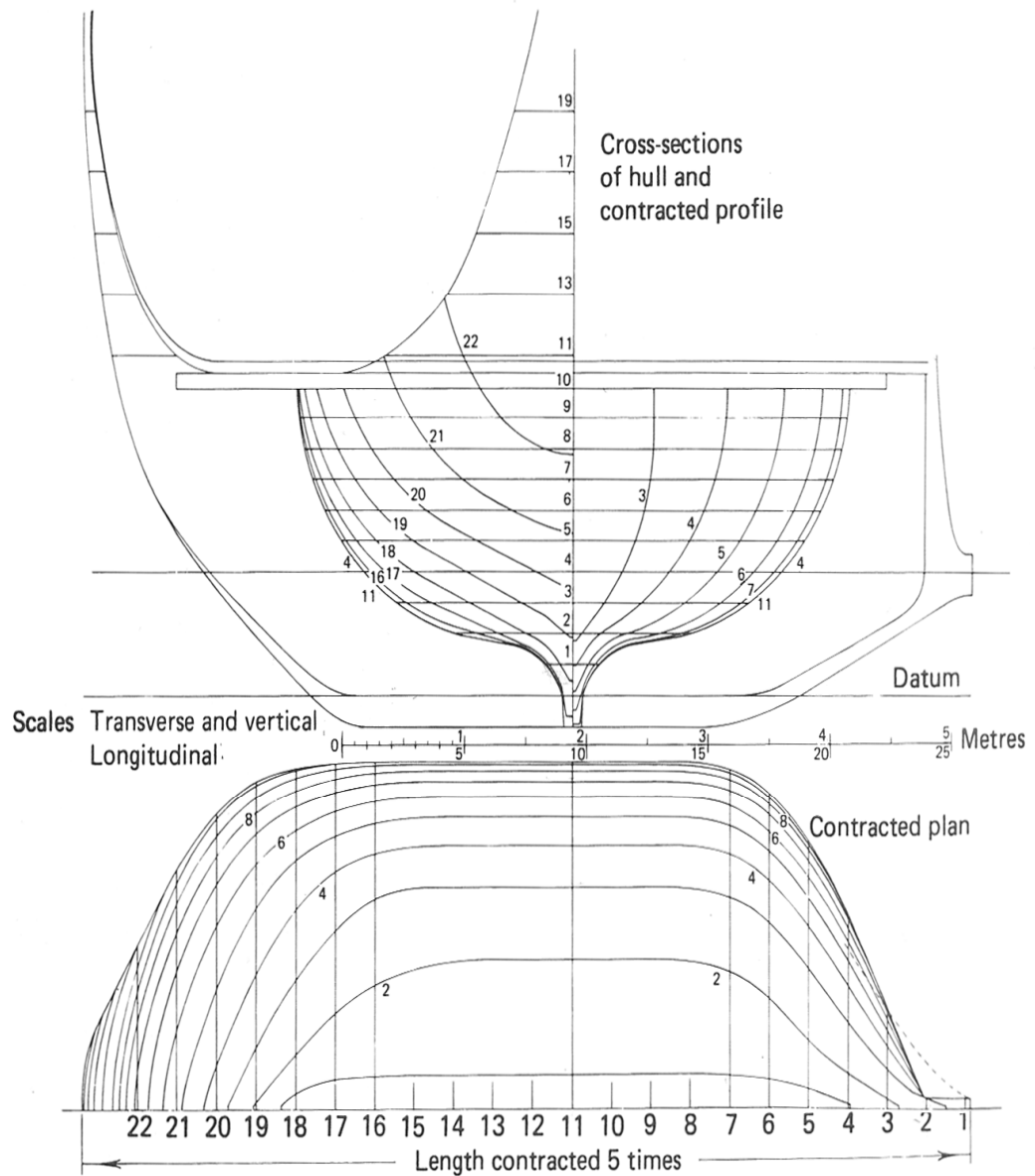
2.3 ΝΑΥΠΗΓΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΤΗΣ ΤΡΙΗΡΟΥΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθενται οι ναυπηγικές γραμμές σχεδίασης καθώς και τα κατασκευαστικά σχέδια της Τριήρους. Αυτά περιλαμβάνουν, σχέδια εγκαρσίων τομών (Body Plan) και διαμηκών τομών (Half Breadth Plan). Επίσης τα σχέδια γενικής διάταξης (General Arrangement Plan) και μέσης τομής (Midship Section Plan) της Τριήρους. Τέλος κατασκευαστικά σχέδια του σκάφους από τα οποία αντλούμε πρόσθετες πληροφορίες για την σχεδίαση (κατασκευαστικά σχέδια γάστρας, κουπίων και αποστάσεως των ζυγών).

Όλες οι γραμμές προήλθαν από το σύγγραμμα “ THE ATHENIAN TRIREME “ των ιστορικών / ναυπηγών J.S.MORRISON, J.F.COATES και N.B.RANKOV.

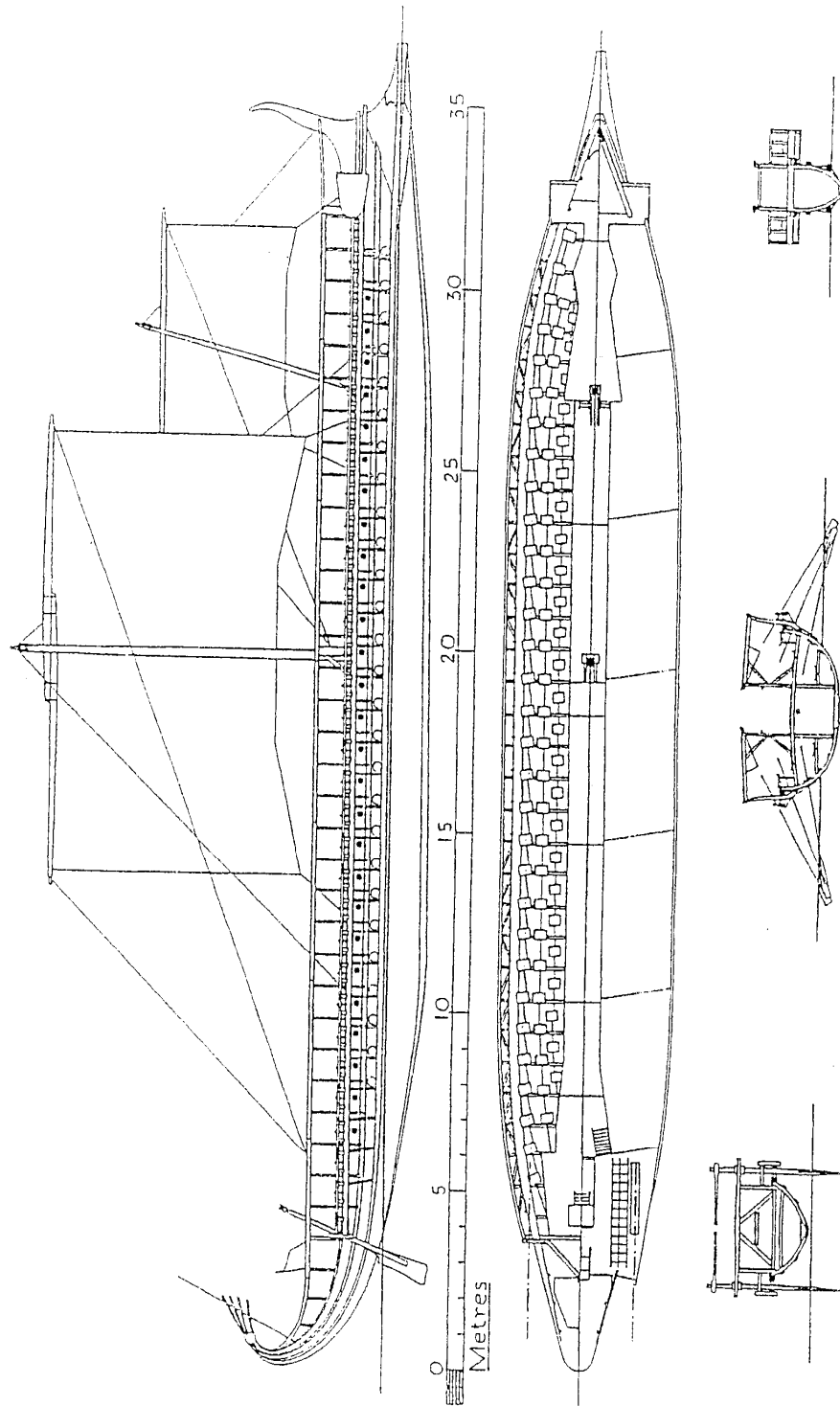
2.3.1 ΝΑΥΠΗΓΙΚΕΣ ΓΡΑΜΜΕΣ

The Athenian trireme



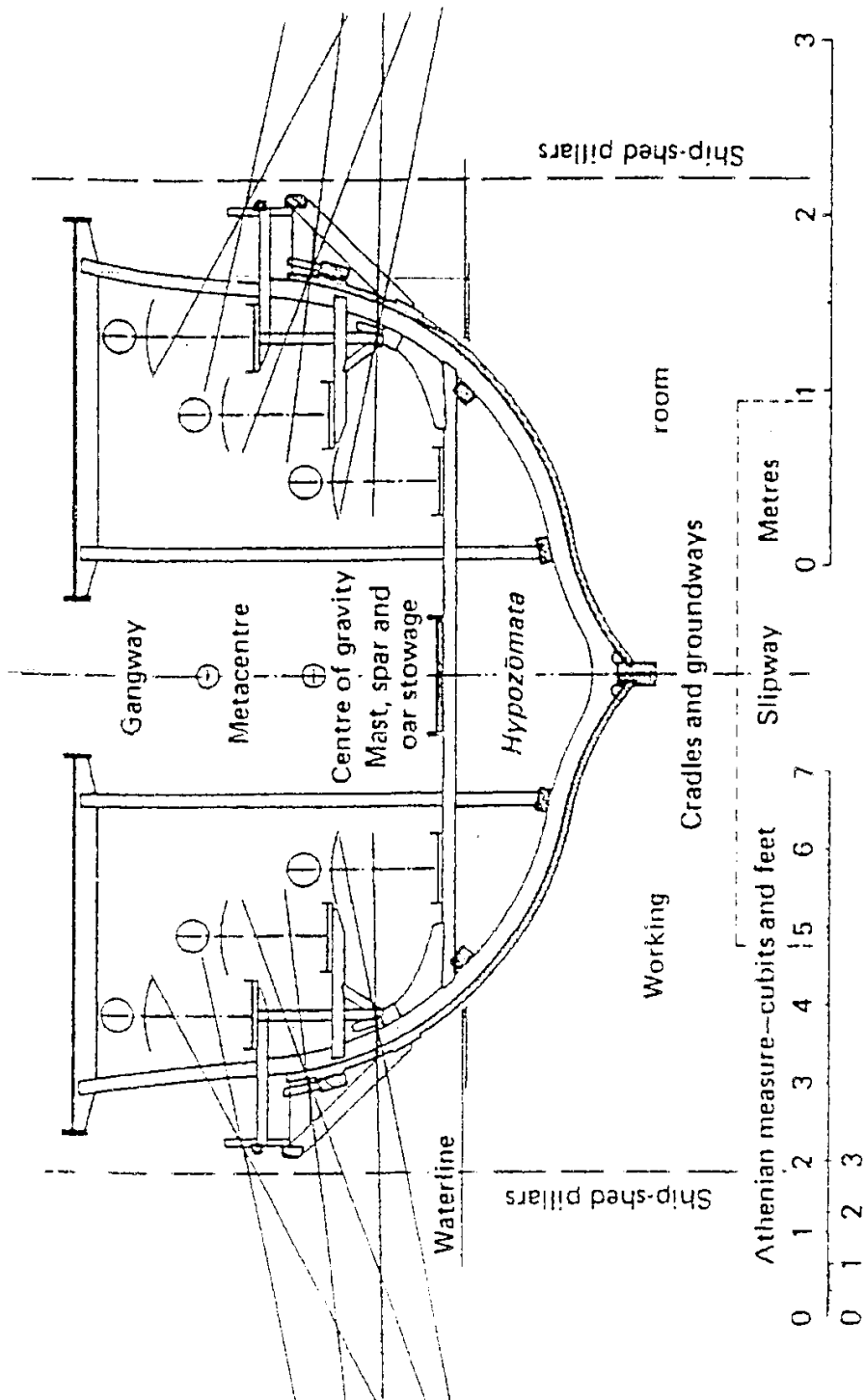
Αυτές είναι οι ναυπηγικές γραμμές που χρησιμοποιήθηκαν για την βασική σχεδίαση της τριήρους, σύμφωνα με τους ιστορικούς / ναυπηγούς : J.S.MORRISON, J.F.COATES and N.B.RANKOV.

2.3.2 ΣΧΕΔΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ



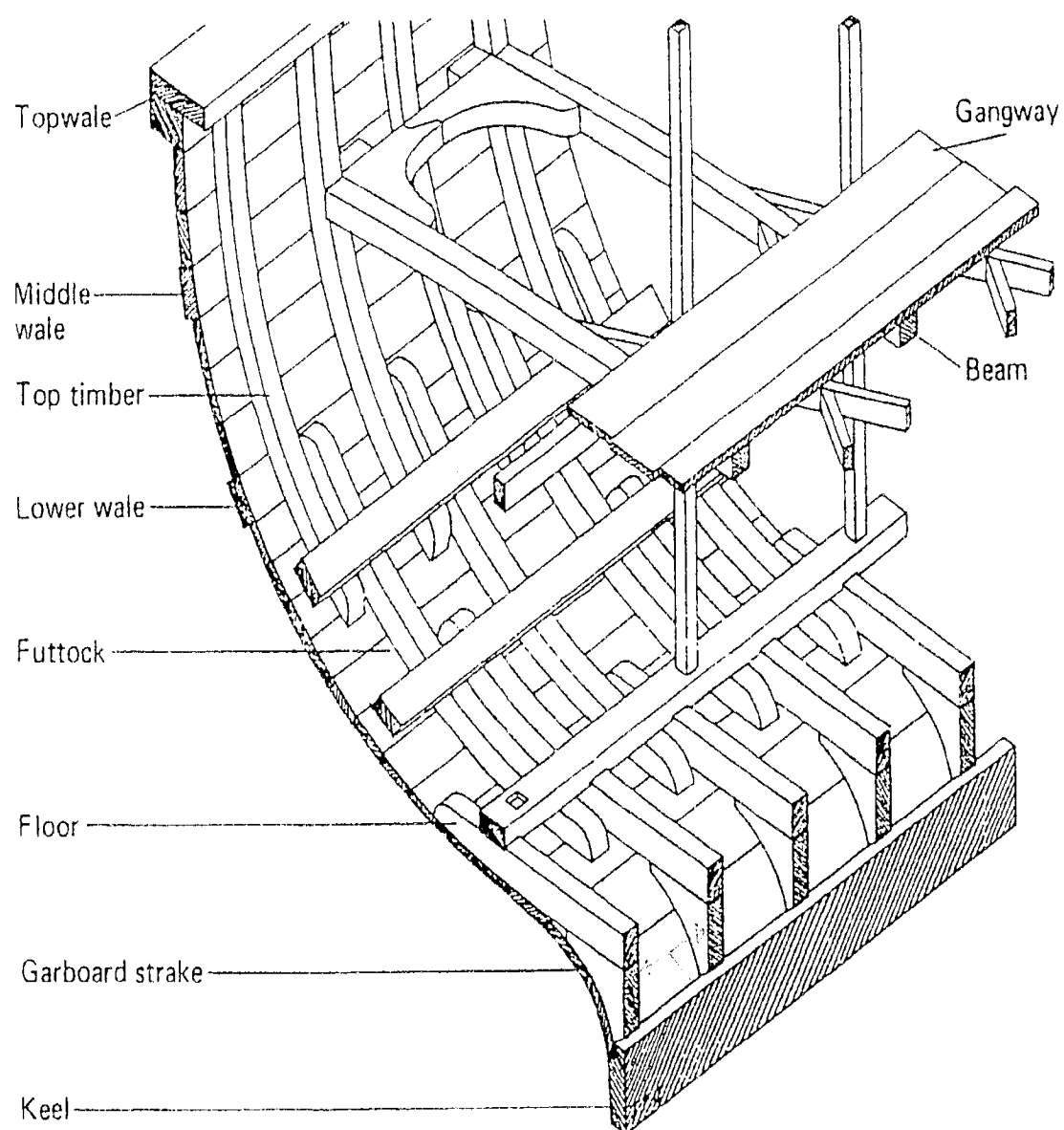
General arrangement of the reconstructed ship.

2.3.3 ΣΧΕΔΙΟ ΜΕΣΗΣ ΤΟΜΗΣ



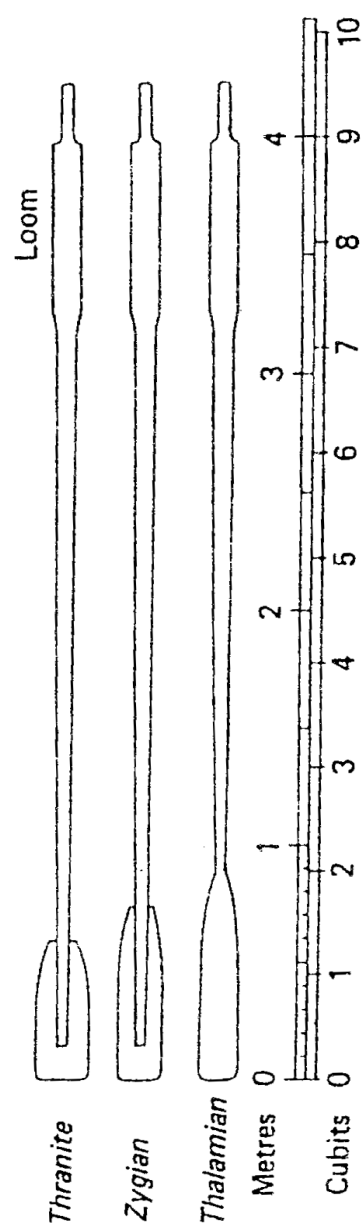
Reconstructed ship: mid-section, December 1981.

2.3.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΑΣΤΡΑΣ



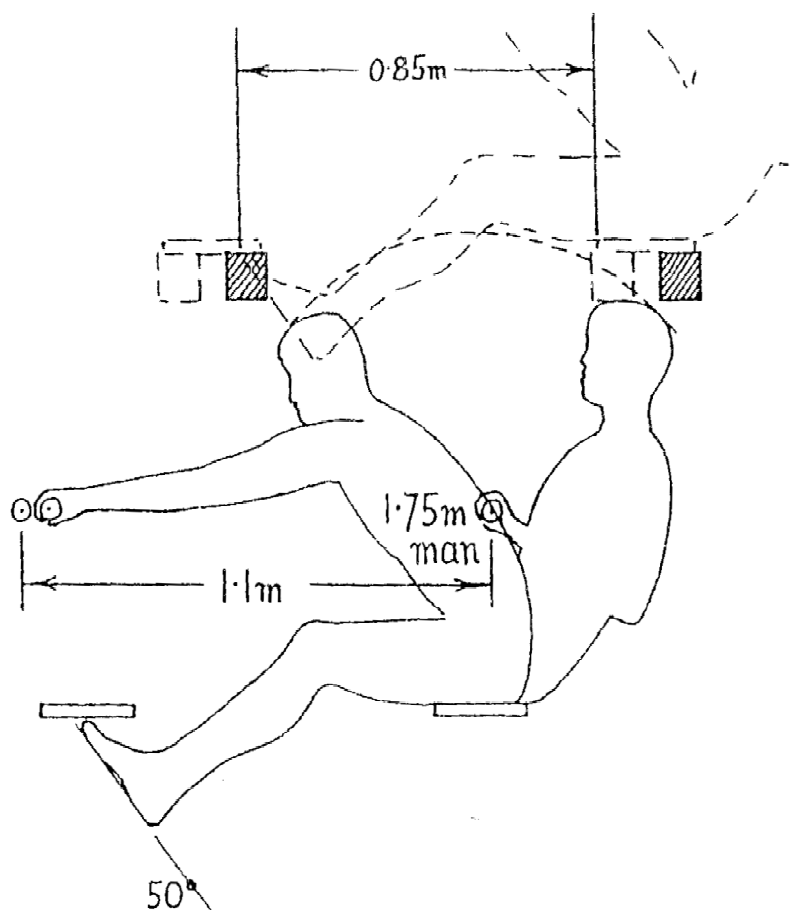
Reconstructed ship: hull structure (isometric).

2.3.5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΤΩΝ ΚΟΥΠΙΩΝ



The oars of a trieres as originally reconstructed for *Olympias*.

2.3.6 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΖΥΓΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΗΡΟΥΣ



Position of beams (*zyga*) relative to thalamians in a ship with an *interscalmium* of 0.98 m.

3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΟΥ ΛΕΠΤΟΜΕΡΟΥΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΤΡΙΗΡΟΥΣ

3.1 ΣΧΕΔΙΑΣΗ & ΕΞΟΜΑΛΥΝΣΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΓΡΑΜΜΩΝ ΤΗΣ ΤΡΙΗΡΟΥΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ CAD : RHINOCEROS 3

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η σχεδίαση και η εξομάλυνση των βασικών ναυπηγικών γραμμών της Τριήρους με χρήση του συστήματος CAD / Rhinoceros 3.

Στο σημείο αυτό κρίνεται αναγκαίο να εξηγήσουμε το τρόπο κωδικοποίησης, των διαφόρων κεφαλαίων / υποκεφαλαίων / βημάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την σχεδίαση / κατασκευή, προς ευκολία του αναγνώστη.

Π.χ η κωδικοποίηση 3.1.B1 σημαίνει ότι η παράγραφος που ακολουθεί αναφέρεται στο 1^ο βήμα (_ . _ .”B1”), του 1^{ου} υποκεφαλαίου (_ . “1” . _), του 3^{ου} κεφαλαίου (.”3” . _ . _) της σχεδίασης. Η συγκεκριμένη κωδικοποίηση θα ακολουθείται σε όλο το κείμενο της διπλωματικής εργασίας, ώστε κάθε στιγμή ο αναγνώστης να βρίσκεται σε θέση να αντιλαμβάνεται σε πιο σημείο της κατασκευής της Τριήρους βρισκόμαστε.

Ο συμβολισμός π.χ **View** → **Background Bitmap** → **Place** περιγράφει μια ενδεικτική ακολουθία εντολών του συστήματος CAD που χρησιμοποιούμε (αρχικά για το σύστημα CAD / RHINOCEROS 3 και στη συνέχεια για το σύστημα CAD / CATIA V5).

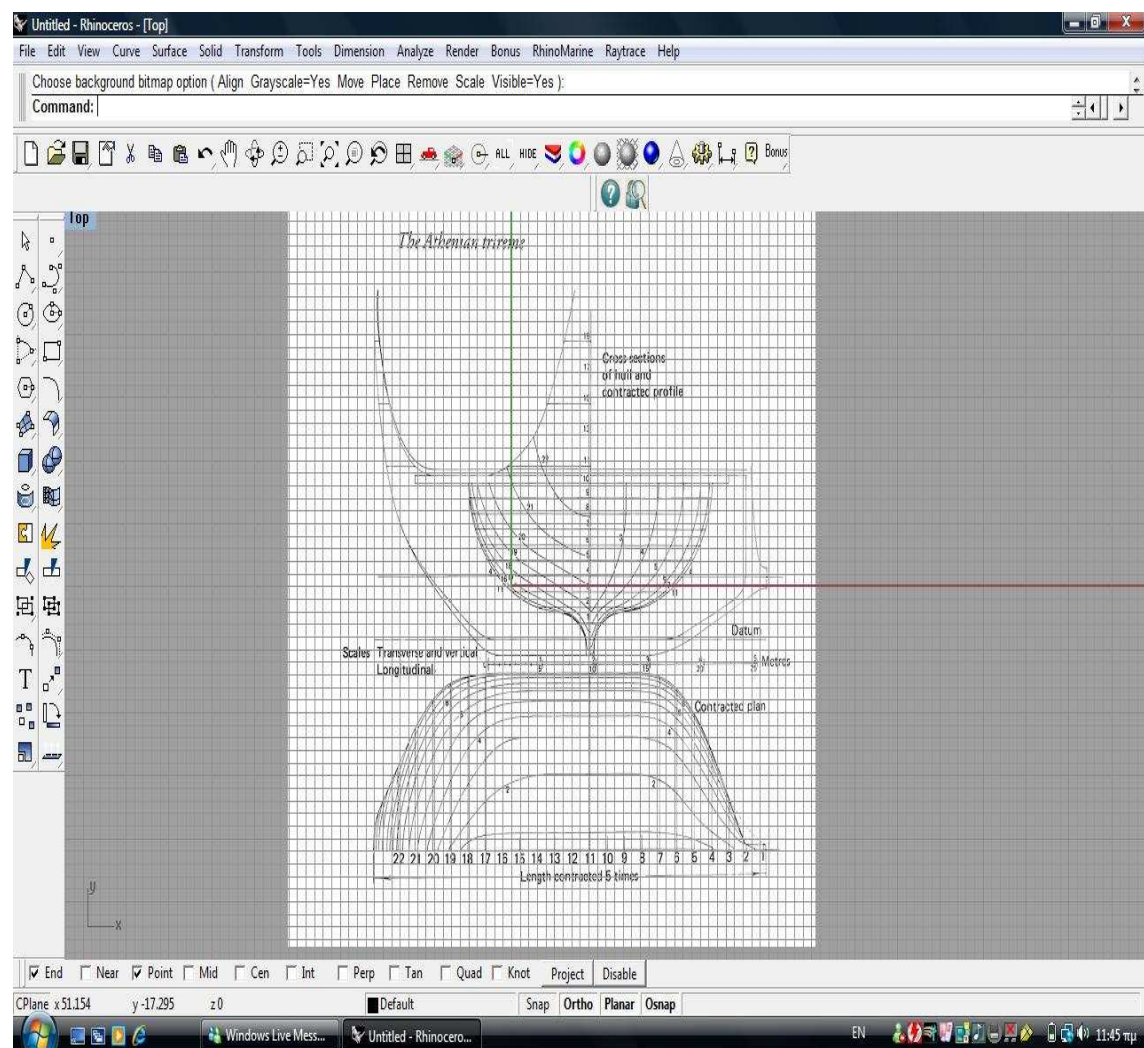
Η εισαγωγή / ψηφιοποίηση των δεδομένων, η αποτύπωση / εξομάλυνση των νομέων στις πραγματικές τους διαστάσεις και τελικά η διαμόρφωση της γάστρας της Τριήρους πραγματοποιείται στα βήματα (B1, B2,..., B8) που ακολουθούν.

3.1.B1. Εισαγωγή του Bitmap στο σύστημα σχεδίασης Rhinoceros:

Από τη γραμμή εντολών του συστήματος Rhinoceros και με την ακόλουθη διαδικασία τοποθετούμε το Bitmap

View → Background Bitmap → Place

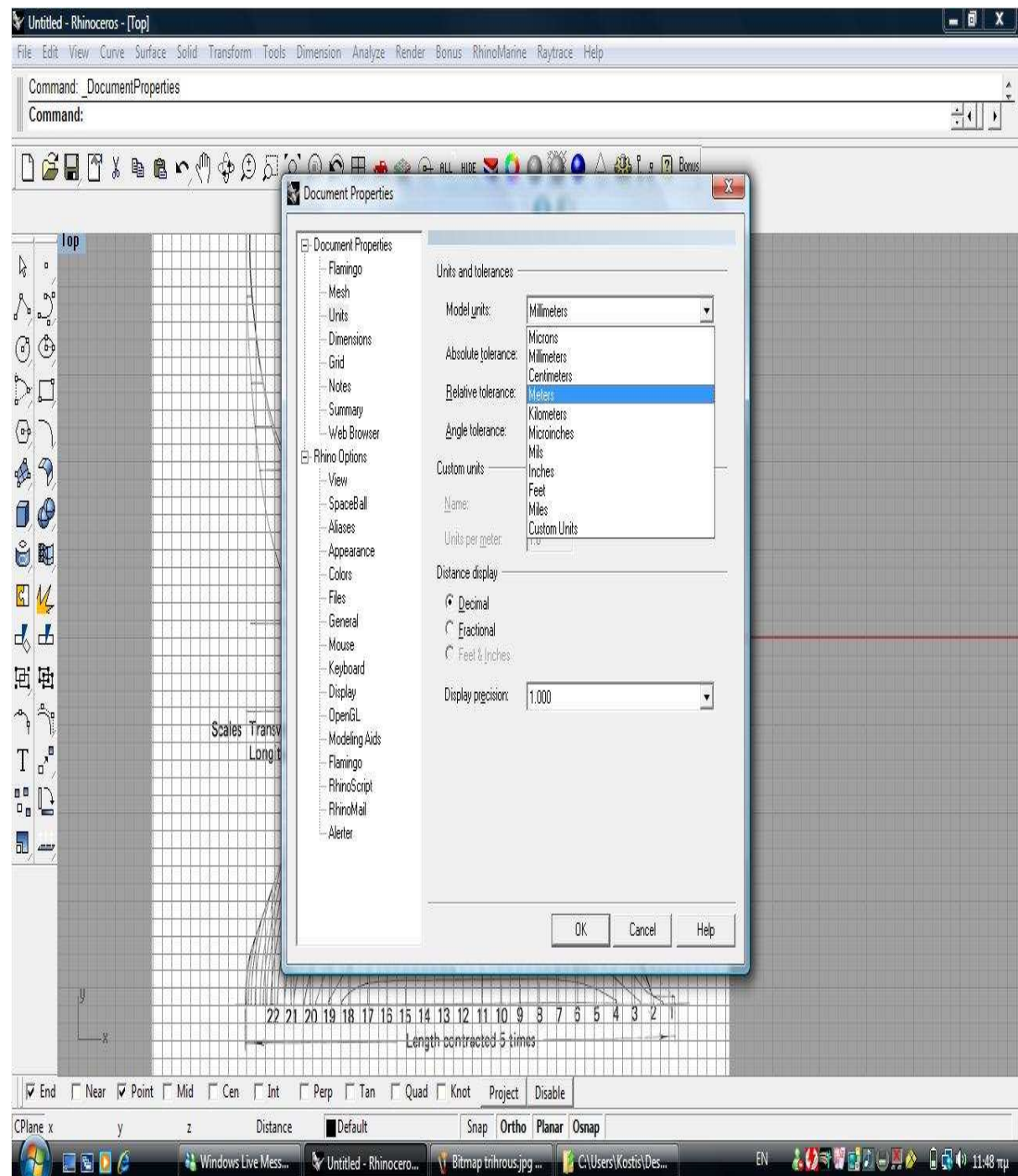
Επιλέγουμε το αρχείο *trireme.tif*. και γίνεται η εισαγωγή στο σύστημα.



3.1.B2. Αλλαγή μονάδας μέτρησης του συστήματος:

Αλλάζουμε τις μονάδες μέτρησης του συστήματος σε μέτρα με την ακολουθία εντολών

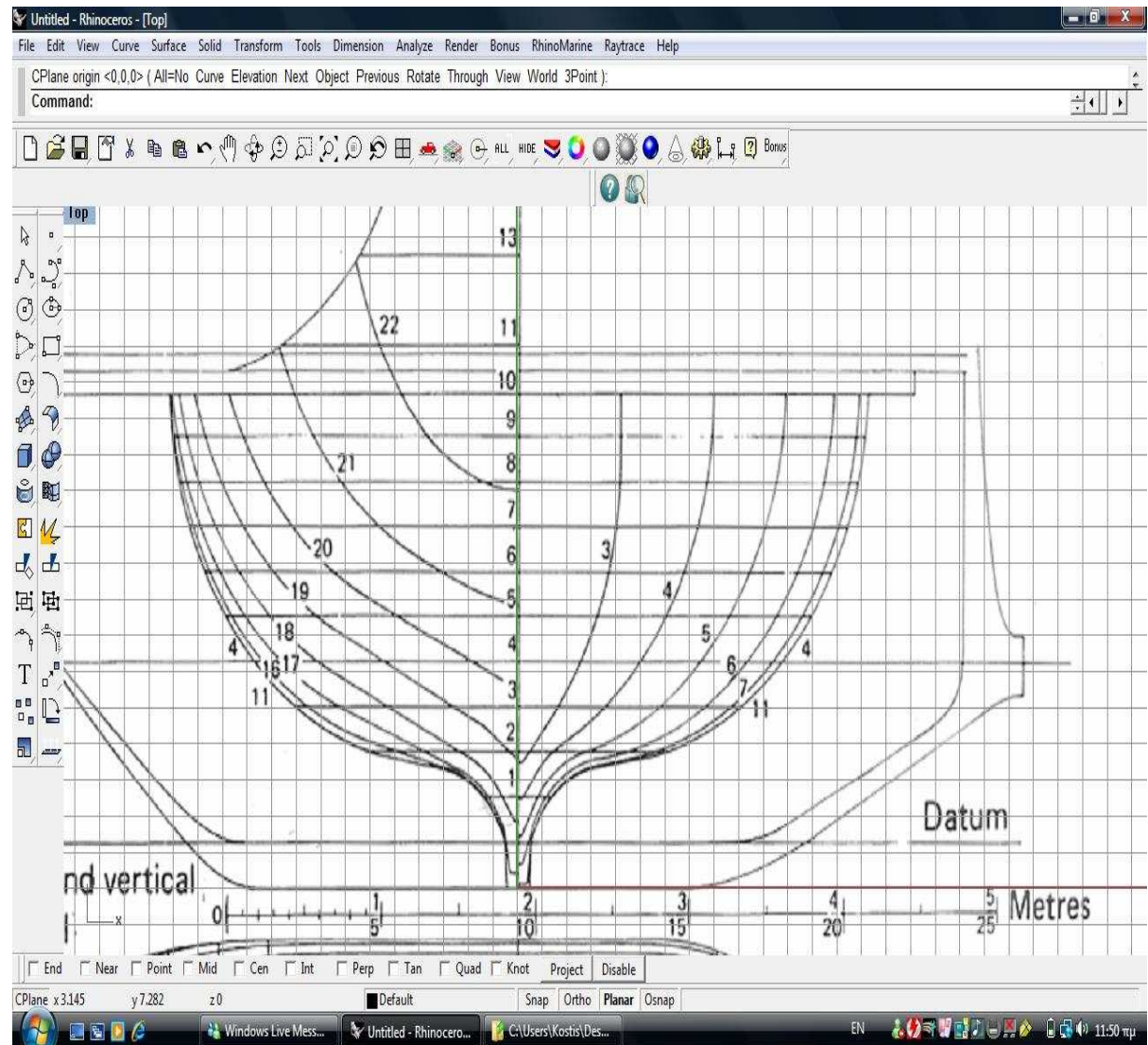
File → Properties → Units → Model Units → Meter



3.1.B3. Μεταφορά των αξόνων στο σημείο τομής της Center Line με την τρόπιδα

Μεταφέρουμε τους άξονες στο σημείο τομής της Center Line με την τρόπιδα ως εξής.

View → Set plane → Origin



3.1.B4. Αλλαγή κλίμακας του Bitmap

Χρησιμοποιούμε βοηθητική γραμμή:

Command → Start Polyline (0,0,0) → End Polyline (5,0,0)

Μεταφέρουμε την αρχή της γραμμής στο 0 της κλίμακας του Bitmap. Προσαρμόζουμε το Bitmap έτσι ώστε το τέλος της βοηθητικής γραμμής να συμπίπτει με το τέλος της κλίμακας του Bitmap.

View → Background Bitmap → Scale

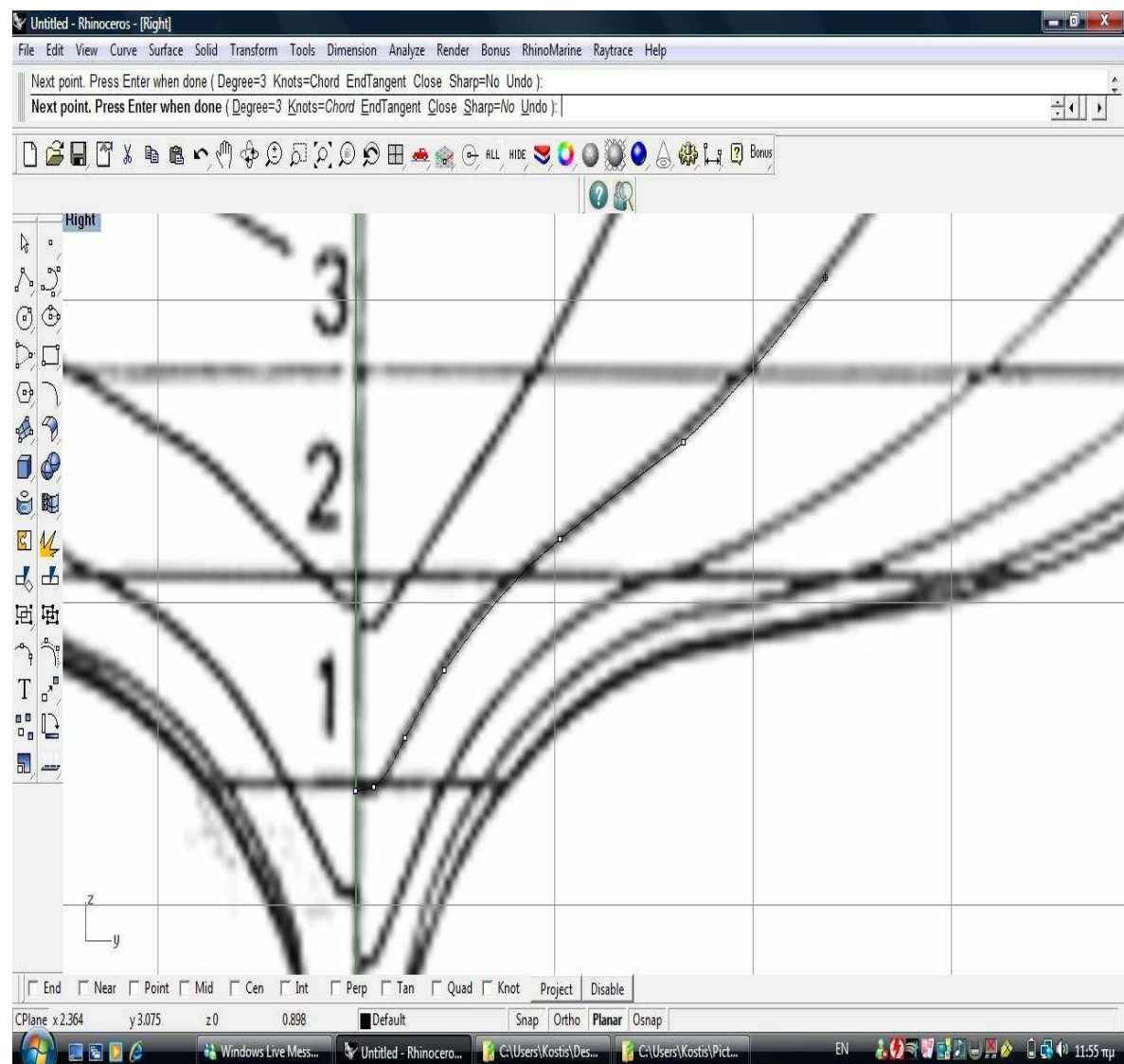
Χαράσουμε τις καμπύλες επί των νομέων του Bitmap. Φέρνουμε τα βοηθητικά τμήματα ευθειών που απεικονίζουν τις CL και DECK SIDE LINE με σημεία ελέγχου ακριβώς στα σημεία έναρξης και τέλους των νομέων. Αυτό, χρησιμοποιώντας την εντολή end μας εξασφαλίζει κοινά σημεία έναρξης $\chi=0$, $\psi=0$ και σημεία τέλους $\zeta=2.12$ m (νομείς 3- 20).

Start polyline → **start point (0,0,0)** → **end point** (τα σημεία έναρξης των νομέων πάνω στην CL δηλαδή τμήματα ευθειών με πατημένη την εντολή ortho). Ομοίως εργαζόμαστε και για την DECK SIDE LINE.

3.1.B5. Ψηφιοποίηση – Αντιγραφή των νομέων στις πραγματικές τους διαστάσεις:

Χαράσουμε / αποτυπώνουμε τους νομείς στις πραγματικές τους διαστάσεις με χρήση της εντολής

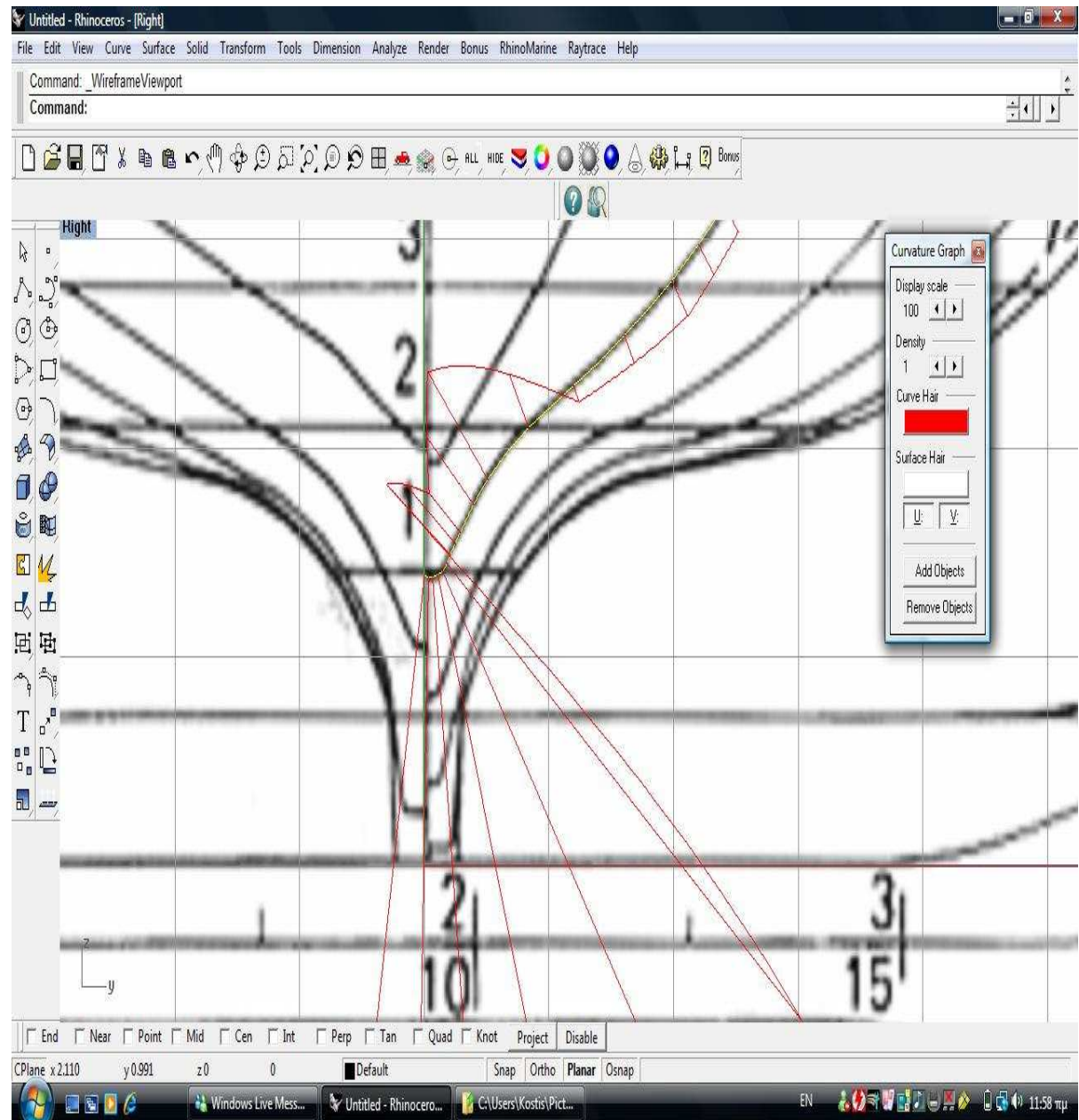
Command → **InterCrv**



3.1.B6. Εξομάλυνση νομέων

Για να εμφανίσουμε την καμπυλότητα των νομέων επιλέγουμε τους νομείς με αριστερό κλικ και από τη γραμμή εντολών επιλέγουμε

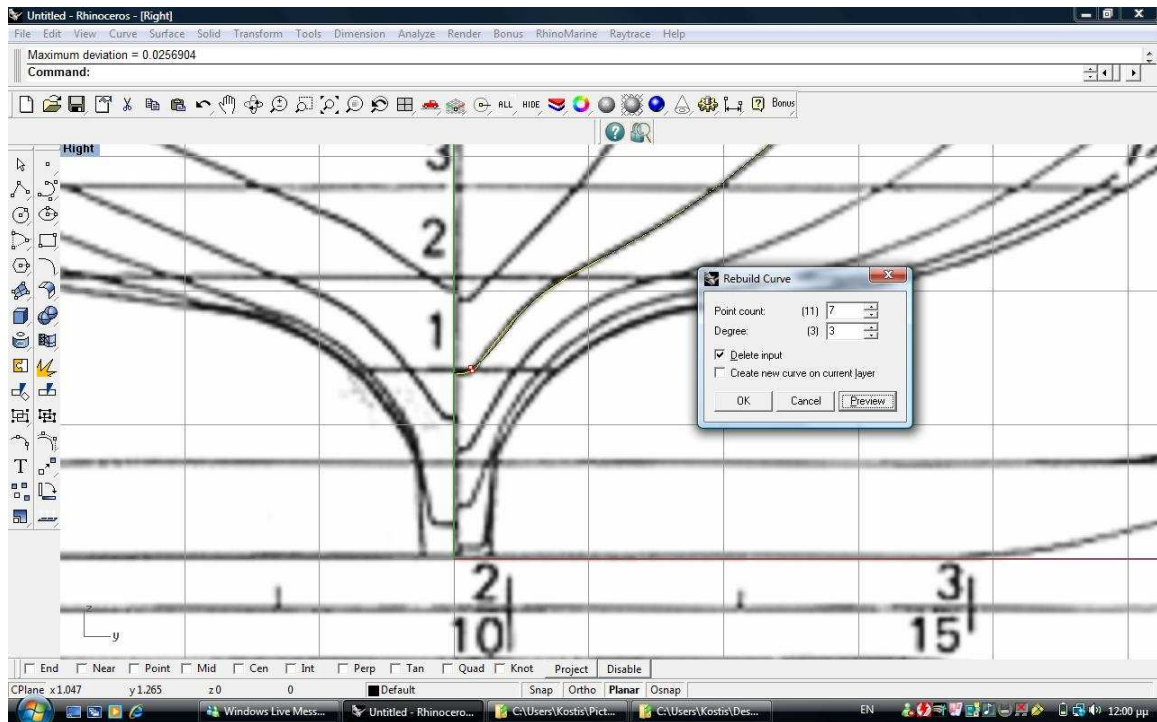
Curve → Curvature Graph on



Στη συνέχεια για την εξομάλυνση των νομέων ακολουθούμε τα εξής βήματα.

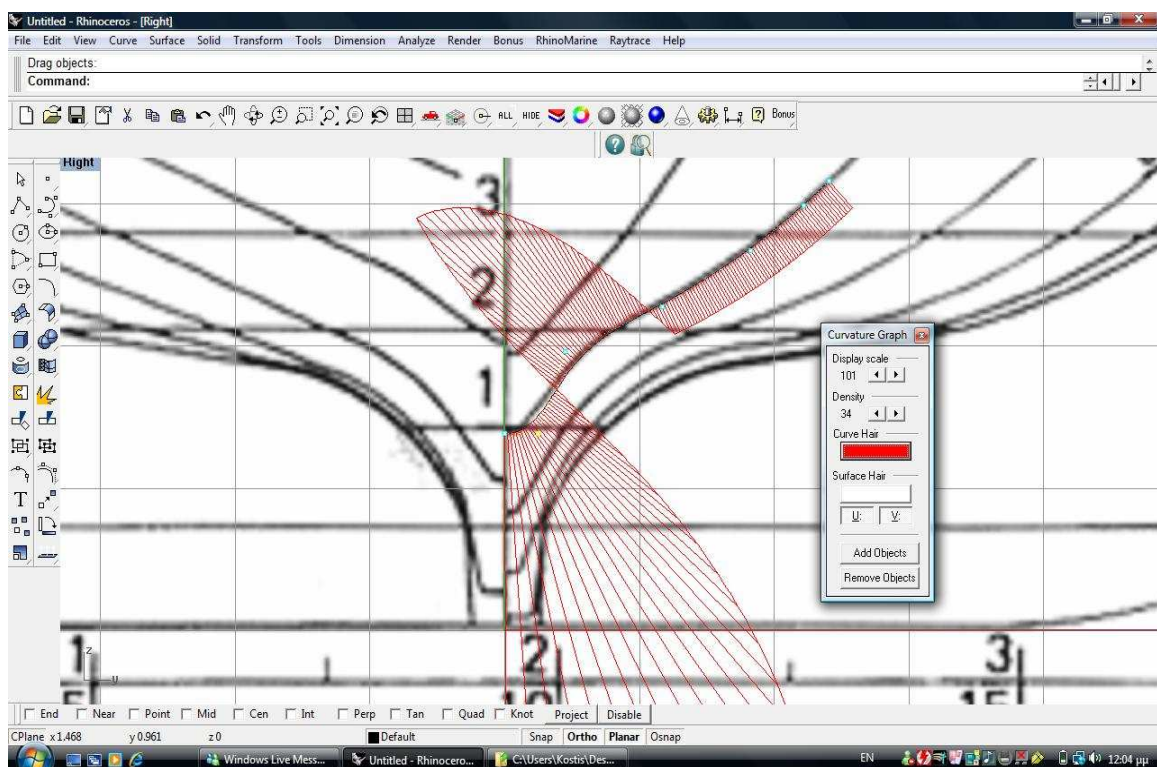
Χρησιμοποιώντας την εντολή **Rebuild** εξομαλύνουμε την καμπύλη και ελέγχουμε την απόκλιση της από την αρχική ανάλογα με τον αριθμό των σημείων που την παρεμβάλλουν.

Command → Rebuild → Αυξομείωση σημείων → Preview → Επιλέγουμε σημεία με την μικρότερη απόκλιση από την καμπύλη → OK



Στη συνέχεια για την περαιτέρω εξομάλυνση χρησιμοποιούμε την εντολή fair με κατάλληλη εισαγωγή της απόκλισης από την αρχική καμπύλη (Tolerance=0.001)

Curve → Curve edit tools → fair → Tolerance → OK

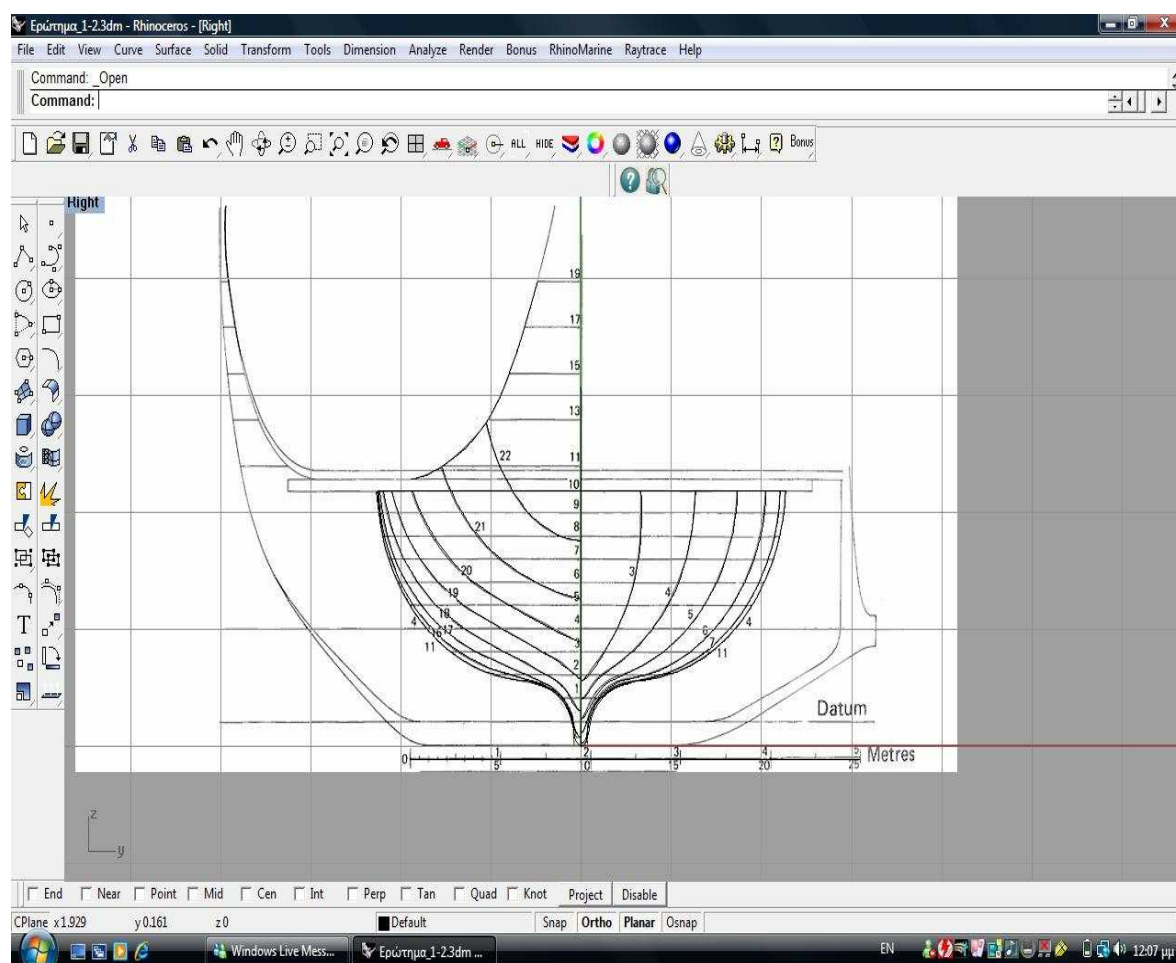


3.1.B7. Κατοπτρισμός των νομέων και τοποθέτησή τους κατά το διαμήκη άξονα :

Επιλέγουμε τους πρωραίους νομείς και για κάθε ένα νομέα ξεχωριστά χρησιμοποιώντας την εντολές **mirror** και **ortho** κατοπτρίζουμε τους νομείς ως προς τον άξονα ζ.

Αριστερό κλίκ επί του νομέα → **mirror** με πατημένο το **ortho** → **start point** (αρχή του νομέα με πατημένο το **end**) → αριστερό κλίκ

Το ίδιο για όλους τους πρωραίους νομείς. Οπότε έχουμε όλους τους νομείς σε μια όψη και είμαστε σε θέση να τους τοποθετήσουμε κατά τον διαμήκη άξονα χ. Η ισαπόσταση των νομέων προκύπτει με κατάλληλη αλλαγή κλίμακας του bitmap.



Από το σχέδιο των ισάλων μετά την αλλαγή κλίμακας μετράμε την ισαπόσταση των νομέων, η οποία προκύπτει 1,60 m.

Γραμμή εντολών → **horizontal dimension** → αριστερό κλίκ → **start point** (το σημείο εναρξης της απόστασης που θέλουμε να μετρήσουμε) → αριστερό κλίκ στο **end point**.

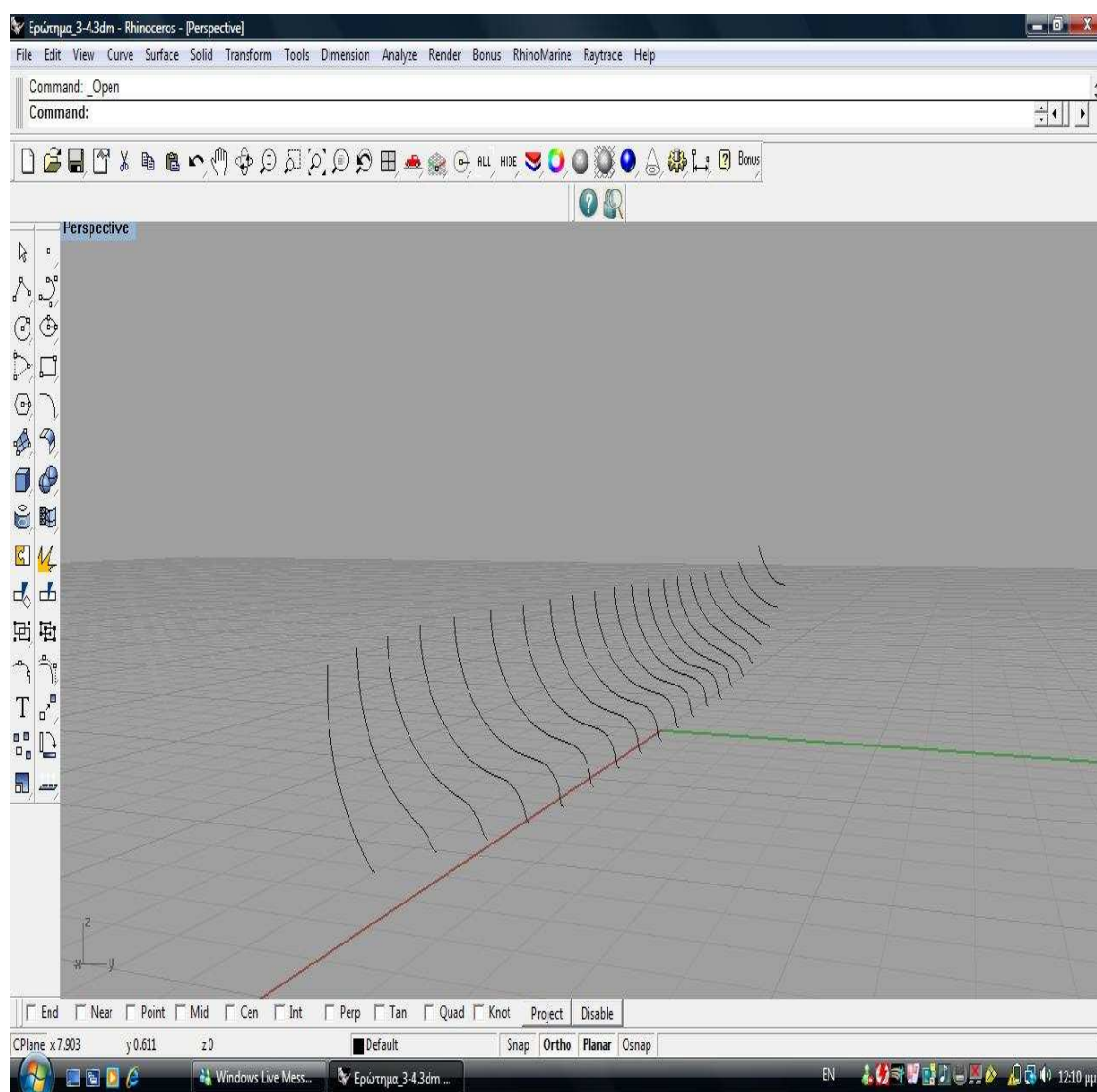
Επιλέγουμε την όψη perspective και τοποθετούμε το σύστημα των αξόνων στο τελευταίο σημείο (πιο κοντινό με την B.L.) του κάθε νομέα.

Δεξί κλίκ στο εικονίδιο perspective → set plane → origin → αριστερό κλίκ στο τελευταίο σημείο του νομέα.

Στη συνέχεια γίνεται τοποθέτηση κατά τον διαμήκη άξονα:

Command : move → αριστερό κλίκ στο νομέα → point to move from (0,0,0) → point to move to (απόσταση νομέα, 0,0)

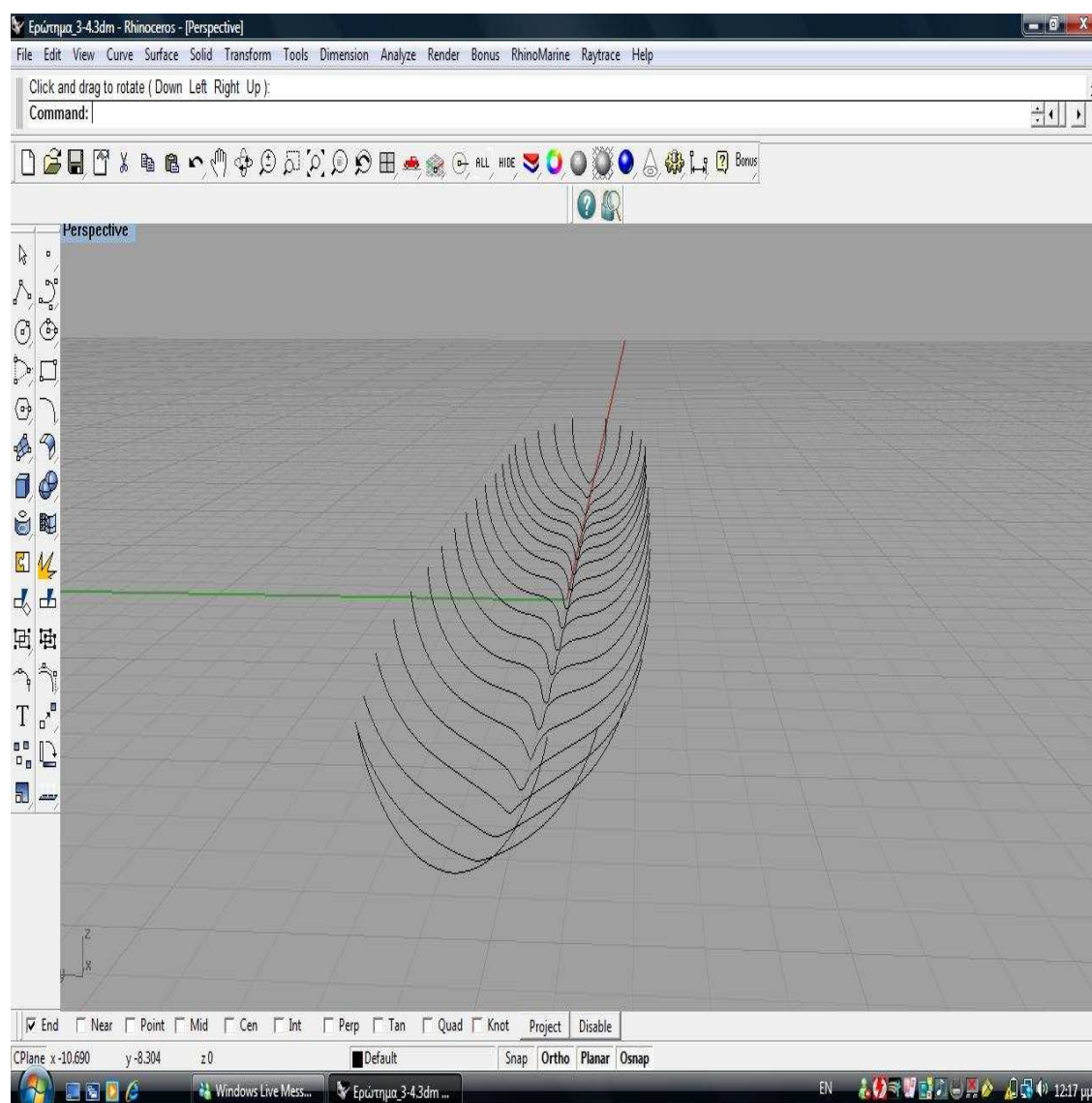
Να σημειωθεί ότι, οι νομείς 7,8,9,10 είναι ίδιοι όπως και οι 11,12,13,14,15 (παράλληλο τμήμα) και αναπαράγονται ως εξής: με πολλαπλό mirror σε κατάλληλη απόσταση (κατά χ) και το ίδιο ζ .



3.1.B8. Κατασκευή βοηθητικών νομέων λόγω έλλειψης στοιχείων για το κλείσιμο της επιφάνειας του σκάφους:

Νομέας 23 : Χρησιμοποιούμε το bitmap των ισάλων → φέρνουμε την κάθετη στον άξονα των χ στην ισαπόσταση των νομέων → βρίσκουμε τα σημεία τομής με τις ισάλους (διαιρούμε τις αποστάσεις με 4,7708 για να μεταβούμε στην κατάλληλη κλίμακα κατά ψ) → εισάγουμε τα σημεία που προέκυψαν στο σχέδιο νομέων και χαράσουμε την καμπύλη με τον γνωστό τρόπο → μεταφορά του νομέα στη σωστή θέση όπως στο προηγούμενο βήμα.

Νομείς 1, 2, 2.5 : Λόγω έλλειψης στοιχείων η χάραξη των νομέων γίνεται κατά την προσωπική μας εκτίμηση και με χρήση του προφίλ του πλοίου. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι η χάραξη των νομέων επαναλήφθηκε αρκετές φορές ώσπου να επιτευχθεί η ομαλότητα της γάστρας και η ομοιότητα του σκάφους με εκείνο του θέματος χωρίς να αποκλίνουμε από το ολικό μήκος του σκάφους.



3.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΪΚΗΣ ΤΡΙΗΡΟΥΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΩΝ ΤΗΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ CAD: CATIA V5

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί το κύριο μέρος της παρούσης διπλωματικής εργασίας.

Για την σχεδίαση / κατασκευή του τρισδιάστατου λεπτομερούς γεωμετρικού μοντέλου της Τριήρους χρησιμοποιήθηκε το σύστημα σχεδίασης CAD / CATIA V5. Ο τρόπος κωδικοποίησης των κεφαλαίων / υποκεφαλαίων / βημάτων και ο συμβολισμός της ακολουθίας εντολών του συστήματος είναι όμοιος με εκείνον που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Με χρήση του συστήματος σχεδίασης CAD / CATIA V5 εισαγάγαμε τους θεωρητικούς νομείς (3.2.1) της Τριήρους (όπως σχεδιάστηκαν / εξομαλύνθηκαν και αποτυπώθηκαν με το σύστημα RHINOCEROS 3) οι οποίοι με κατάλληλη επεξεργασία προσομοίωσαν την γάστρα του σκάφους (3.2.2). Στη συνέχεια με κατάλληλη χρήση εντολών του συστήματος, έγινε η εισαγωγή των ενισχύσεων του σκάφους κατά το εγκάρσιο και κατά το διάμηκες (3.2.3) σύμφωνα με τα κατασκευαστικά σχέδια του 2^{ου} κεφαλαίου. Ακολούθησε η σχεδίαση των στηρίξεων / θέσεων των κωπηλατών και των τριών ενδιάμεσων καταστρωμάτων του σκάφους (3.2.4). Έπειτα σχεδιάστηκε το υπερυψωμένο κατάστρωμα και ο διάδρομος του κυρίου καταστρώματος της Τριήρους (3.2.5). Τελικά, έχοντας προσομοιώσει την γεωμετρία και δομή του κυρίου μέρους της γάστρας, δώσαμε τελική μορφή στην Τριήρη με την σχεδίαση / προσθήκη των κατασκευαστικών λεπτομερειών της πλώρης (3.2.6), της πρύμνης (3.2.7), των ιστίων (3.2.8), του συστήματος πηδαλιούχησης (3.2.9), των κουπιών (3.2.10) και λοιπών δευτερευουσών κατασκευαστικών και εικαστικών λεπτομερειών που κρίθηκαν απαραίτητες (3.2.11).

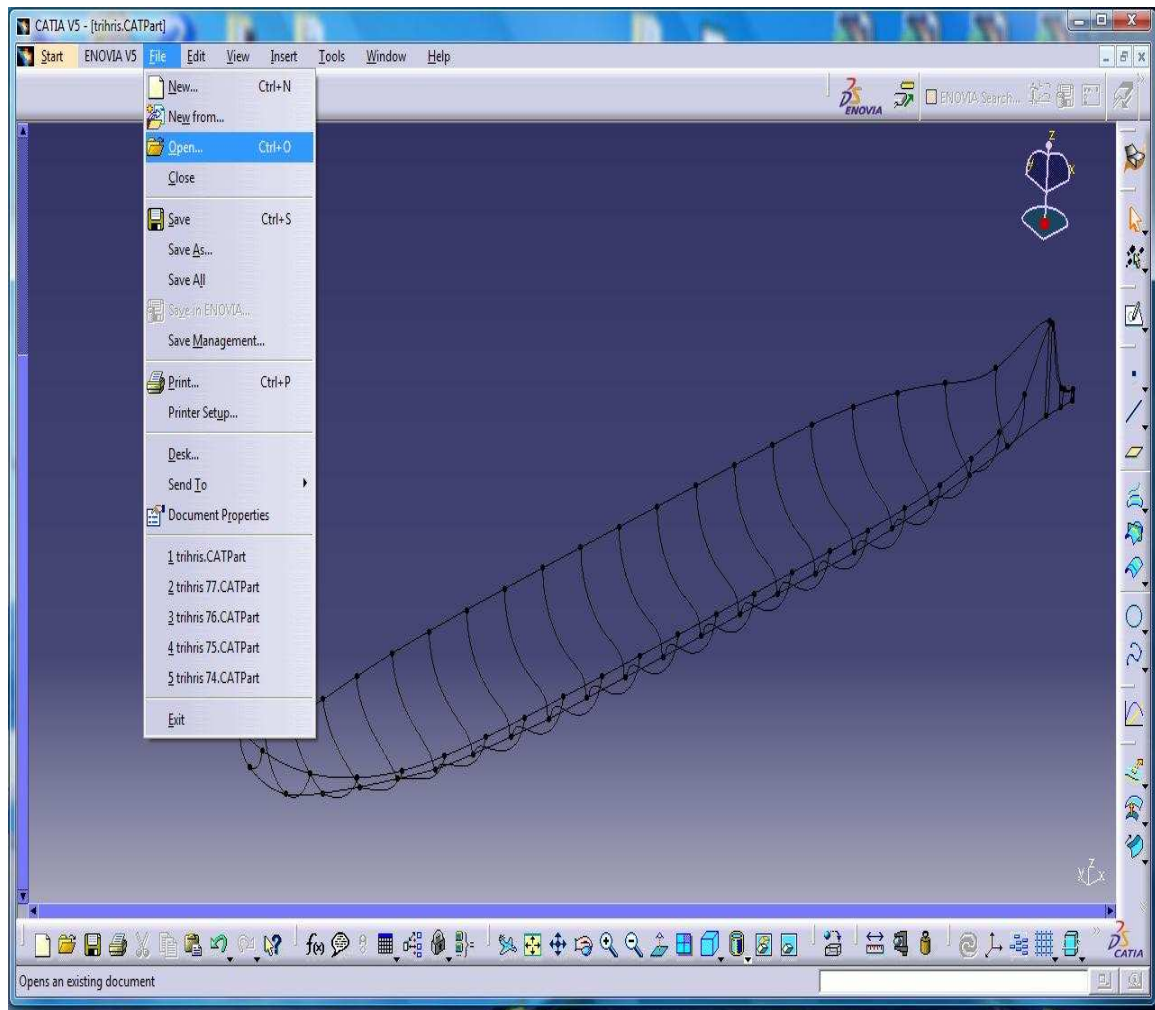
3.2.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΙ ΝΟΜΕΙΣ

3.2.1.B1. Εισαγωγή των θεωρητικών νομέων στο πρόγραμμα CATIA V5

Στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι νομείς της τριήρους εξομαλύνθηκαν και τοποθετήθηκαν σε ισαποστάσεις κατά τον άξονα "χ" με χρήση του προγράμματος Rhinoceros 3. Τώρα από την γραμμή εντολών του προγράμματος CATIA V5 και με την ακόλουθη διαδικασία τοποθετούμε τους εξομαλυμένους νομείς ώστε αυτοί να χρησιμοποιηθούν για την περαιτέρω σχεδίαση της τριήρους.

File → Open → Trireme.igs → Open

Και η εισαγωγή των νομέων πραγματοποιήθηκε όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Να σημειωθεί ότι θα σχεδιαστεί το μισό γεωμετρικό σχήμα της Τριήρους και στην συνέχεια χρησιμοποιώντας κατάλληλη μέθοδο θα κατασκευάσουμε το συμμετρικό της μέρος.

3.2.1.B2. Επιλογή σχεδιαστικής μεθόδου

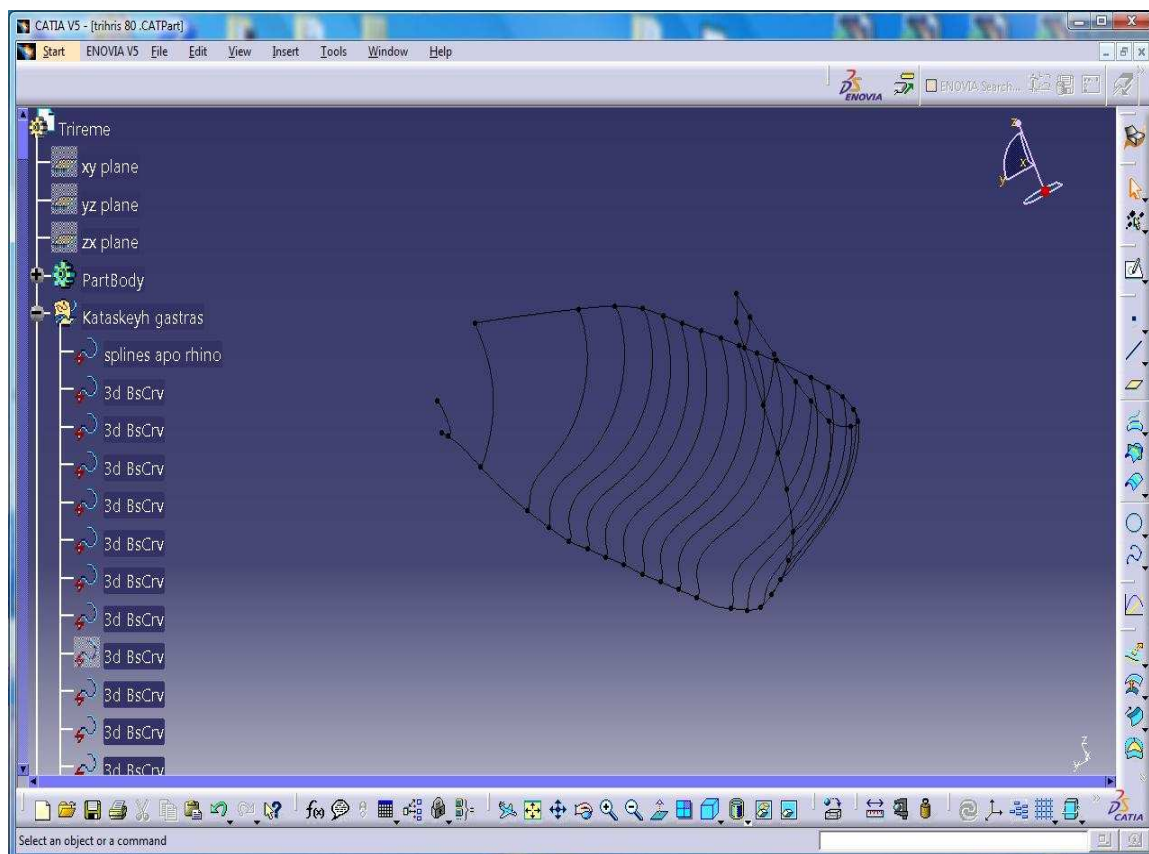
Start → **Shape** → **Generative Shape Design** → **Enter name:**
Trireme → **ok**

είναι η σχεδιαστική μέθοδος του CATIA V5 που θα χρησιμοποιήσουμε για την αναλυτική σχεδίαση της Τριήρους.

3.2.1.B3. Εισαγωγή υποκαταλόγων στο «δέντρο σχεδίασης»

Insert → **Geometrical set** → **Name:** π.χ **Κατασκευή γάστρας**
→ **ok**

Είναι ο τρόπος δημιουργίας υποκαταλόγων στο δένδρο σχεδίασης του συστήματος για ευκολότερη χρήση, εύρεση και διόρθωση των μερών της σχεδίασης.



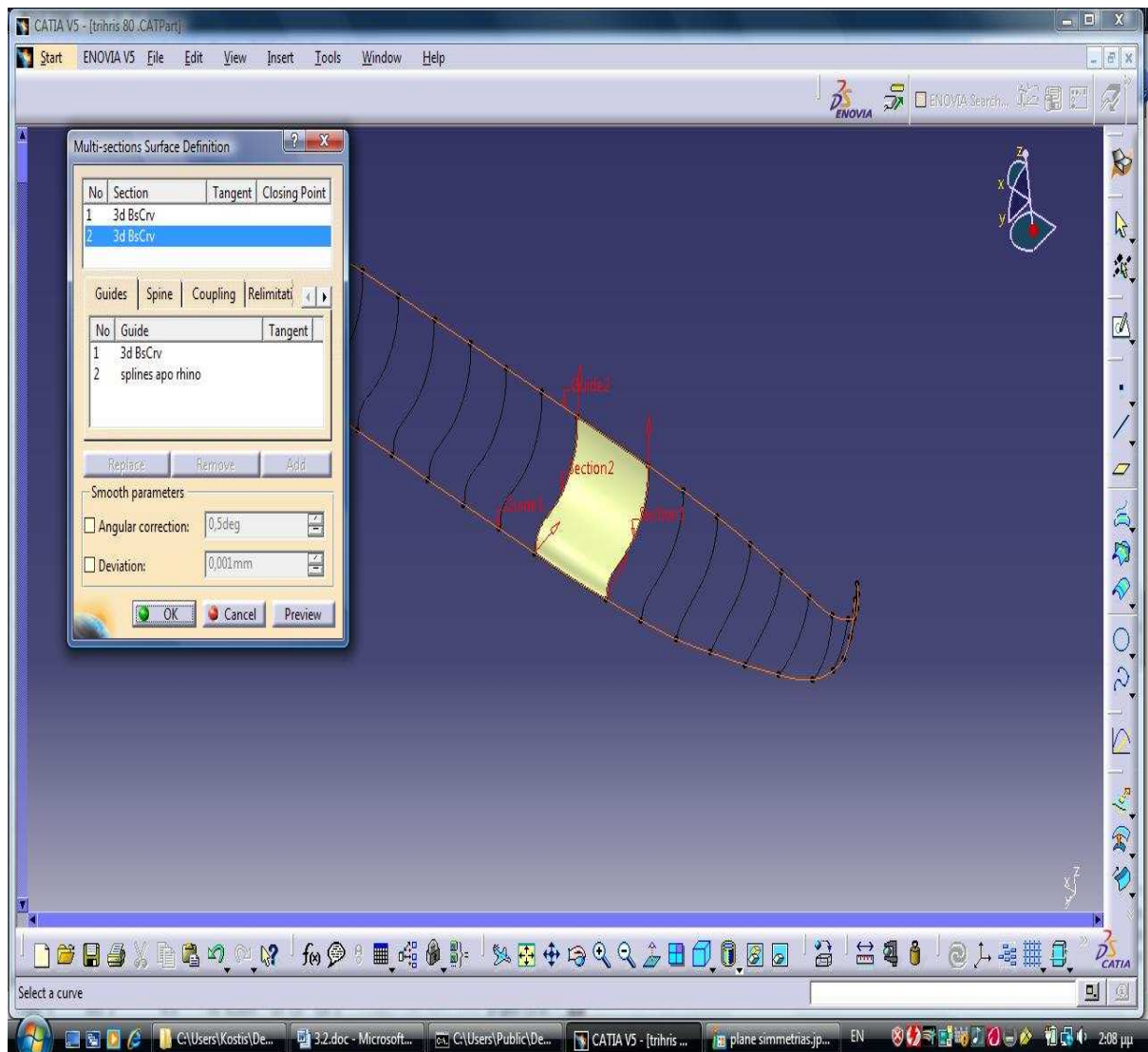
Για την περαιτέρω σχεδίαση της Τριήρους στο CATIA θα χρησιμοποιήσουμε μόνο τις εξομαλυνμένες splines που περιγράφουν τους θεωρητικούς νομείς. Η καμπύλη της τροπίδας (keel) και η καμπύλη του κυρίου καταστρώματος (deck side line), που προήλθαν από το Rhinoceros 3, θα χρησιμοποιηθούν στην αρχή ως βοηθητικές και στην συνέχεια θα ξανασχεδιαστούν.

3.2.2 ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΓΑΣΤΡΑΣ

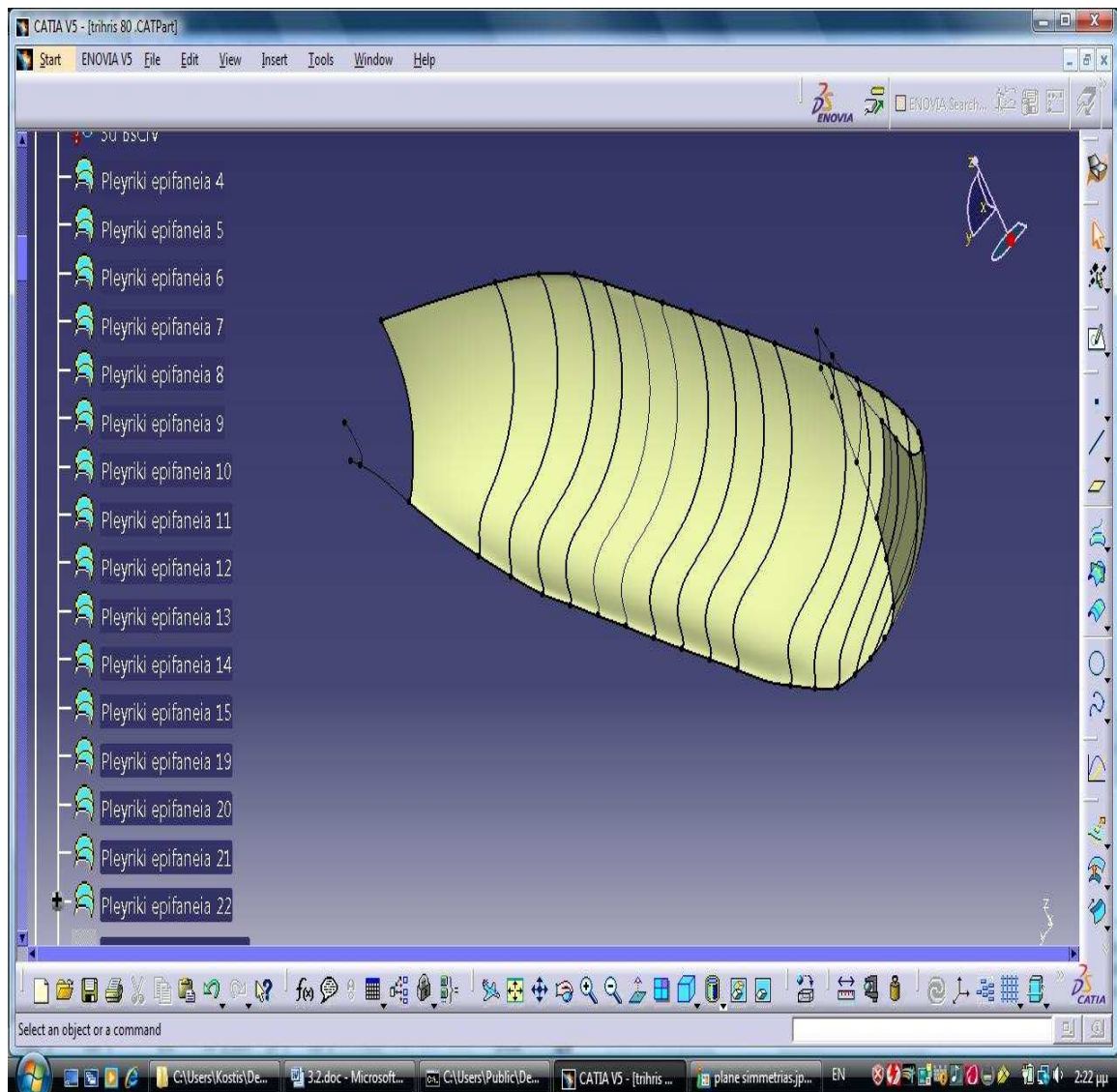
3.2.2.B1. Δημιουργία επιμέρους πλευρικών επιφανειών της γάστρας της Τριήρους

Έχοντας δύο εξομαλυσμένους νομείς και τις καμπύλες της τρόπιδας και του καταστρώματος, μπορούμε να δημιουργήσουμε μέρος της επιφάνειας της γάστρας ως εξής :

Insert → **Surfaces** → **Multi-section Surface** → **ok** → εμφανίζεται το παράθυρο “Multi-section Surface Definition” → επιλέγουμε με αριστερό κλικ τις καμπύλες που επιθυμούμε να περιγράψουν την επιφάνεια και επιλέγουμε ok.



Ακριβώς την ίδια διαδικασία ακολουθούμε, ανά δύο νομείς, για να κατασκευάσουμε όλες τις επιμέρους επιφάνειες της γάστρας. Εξασφαλίζουμε γεωμετρική συνέχεια G1 των εφαπτομενικών επιφανειών, με την εντολή **Tangent** (που εμφανίζεται στο παράθυρο “Multi-section Surface Definition”).



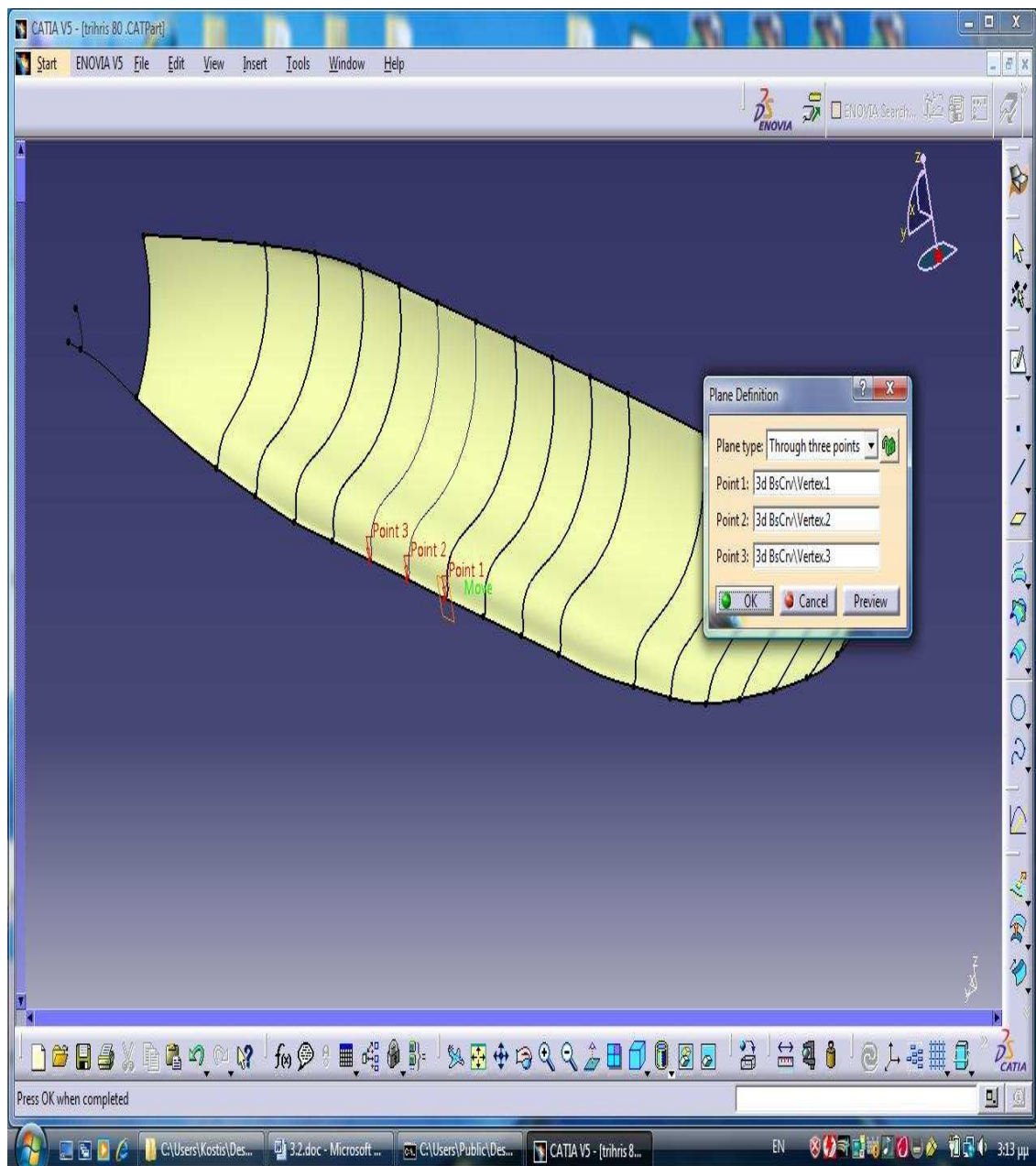
Οι επιφάνειες της πλώρης και της πρύμνης της Τριήρους θα κατασκευαστούν πρόχειρα στην αρχή, για δική μας βοήθεια στην σχεδίαση, και στην συνέχεια θα ξανασχεδιαστούν και θα περιγραφούν πλήρως.

3.2.2.B2. Κατασκευή της τρόπιδας της Τριήρους

Η σχεδίαση της καμπύλης της τρόπιδας θα γίνει σε επίπεδο xz ίδιο με εκείνο που προήλθε από το Rhinoceros 3, ώστε να εξασφαλίσουμε ότι τα ακραία σημεία των καμπυλών των νομέων βρίσκονται πάνω σε αυτό το επίπεδο.

Από τα toolbars του CATIA επιλέγουμε την εντολή plane με αριστερό κλικ όπως παρακάτω :

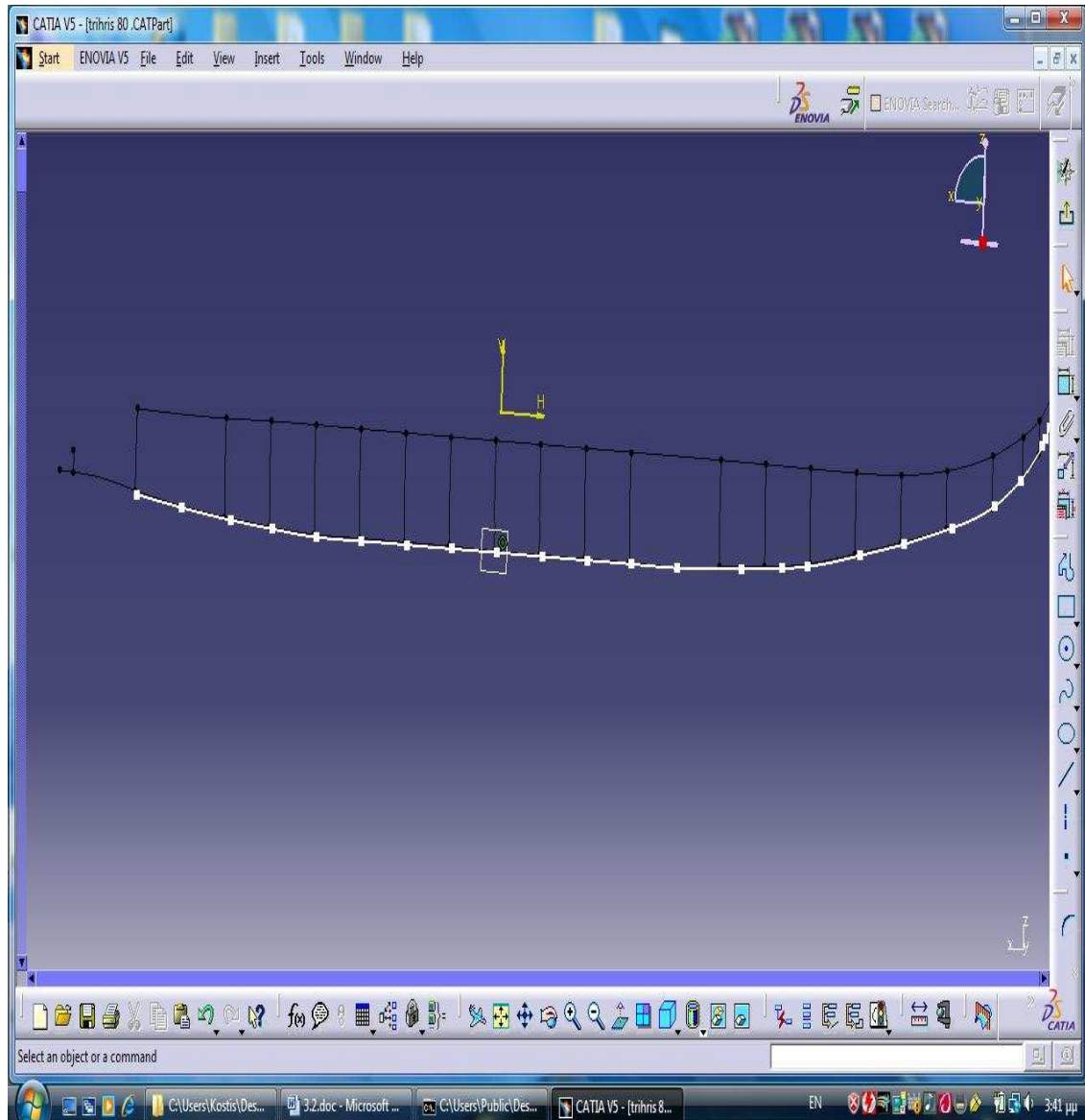
Plane → Plane type (Through three points) → Points
(επιλογή 3 συνεχόμενων ακραίων σημείων νομέων) → ok



Χαράσουμε την νέα καμπύλη της τρόπιδας πάνω στο προηγούμενο επίπεδο “ plane πάνω στην γάστρα” ως εξής:

Insert → **Sketcher** → **Sketch** → **ok**

Και επίλεγοντας από τα toolbar του CATIA την εντολή **Spline** χαράσουμε την καμπύλη της τρόπιδας.



Για να κατασκευάσουμε την τρόπιδα της τριήρους θα χρησιμοποιήσουμε το προηγούμενο sketch “ σχεδιασμός της spline του keel “ και τις εντολές **3d Curve Offset**, **Surface** και **Extrude**.

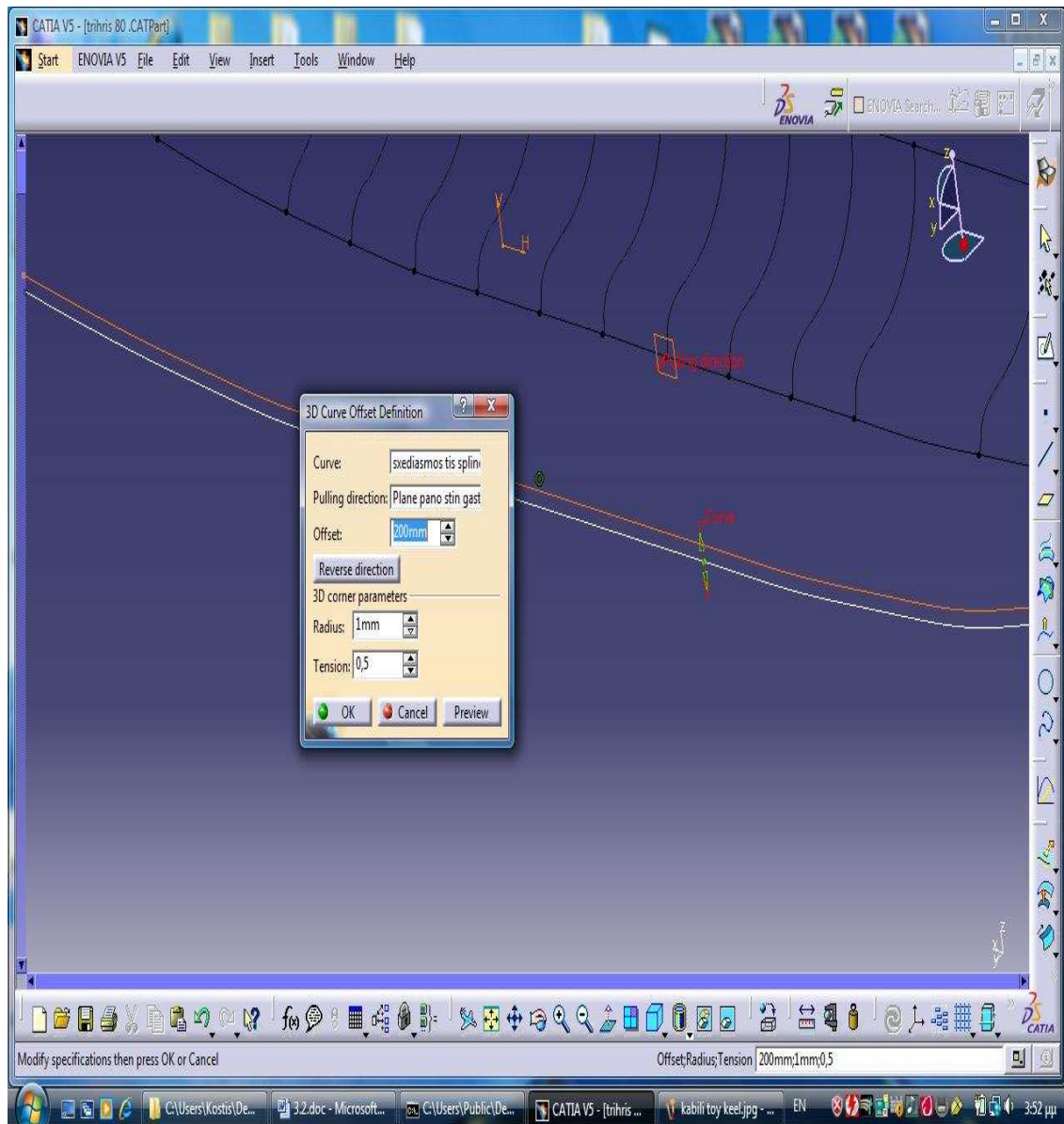
Για το ύψος z της τρόπιδας χρησιμοποιώ την εντολή **3d Curve Offset** :

Insert → **Wireframe** → **3d Curve Offset** → **ok**

Curve → επιλογή του sketch της τρόπιδας

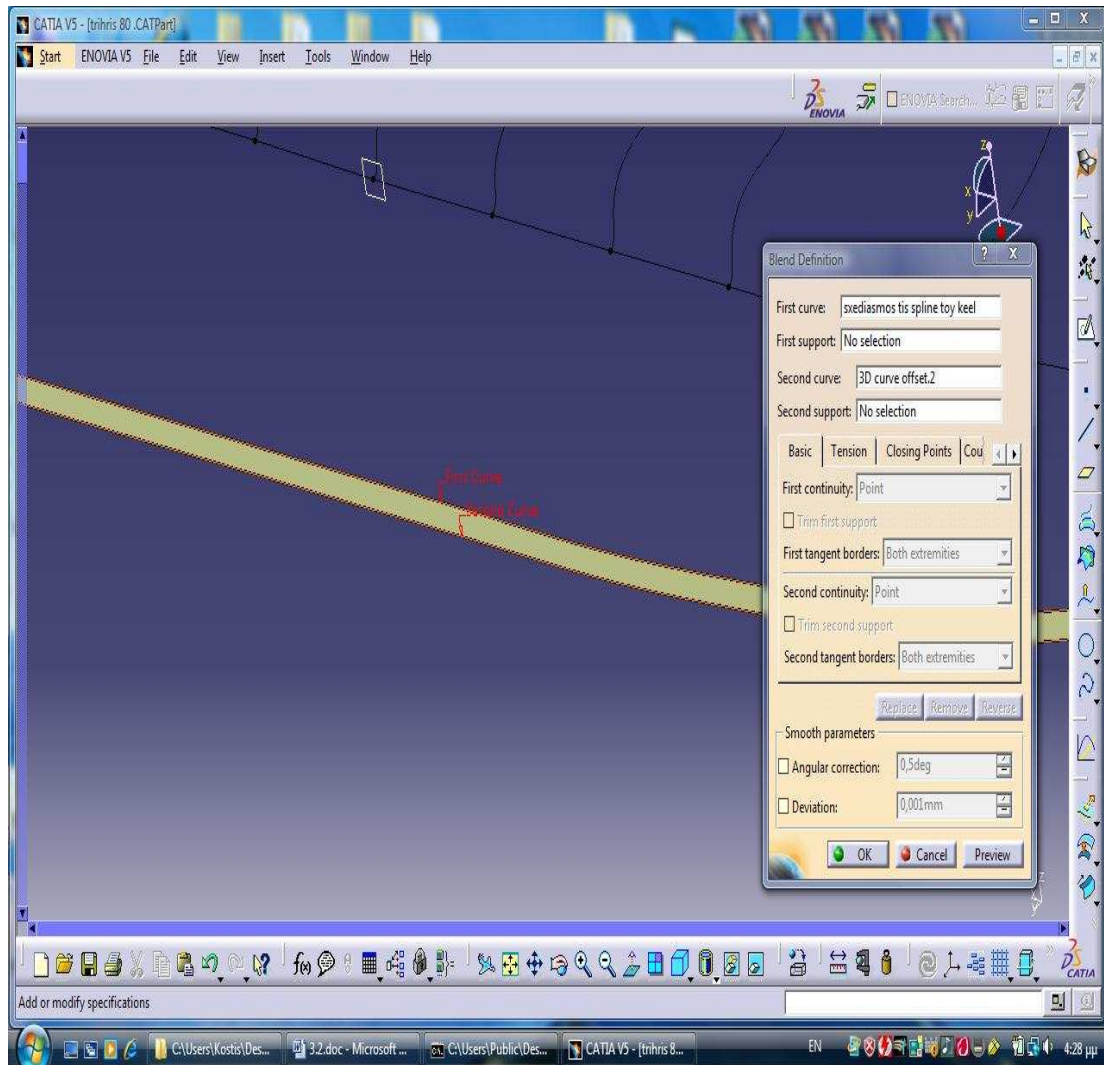
Pulling direction → επιλογή " plane πάνω στην γάστρα "

Offset → **200mm** (από κατασκευαστικά σχέδια της Τριήρους)
→ **ok**



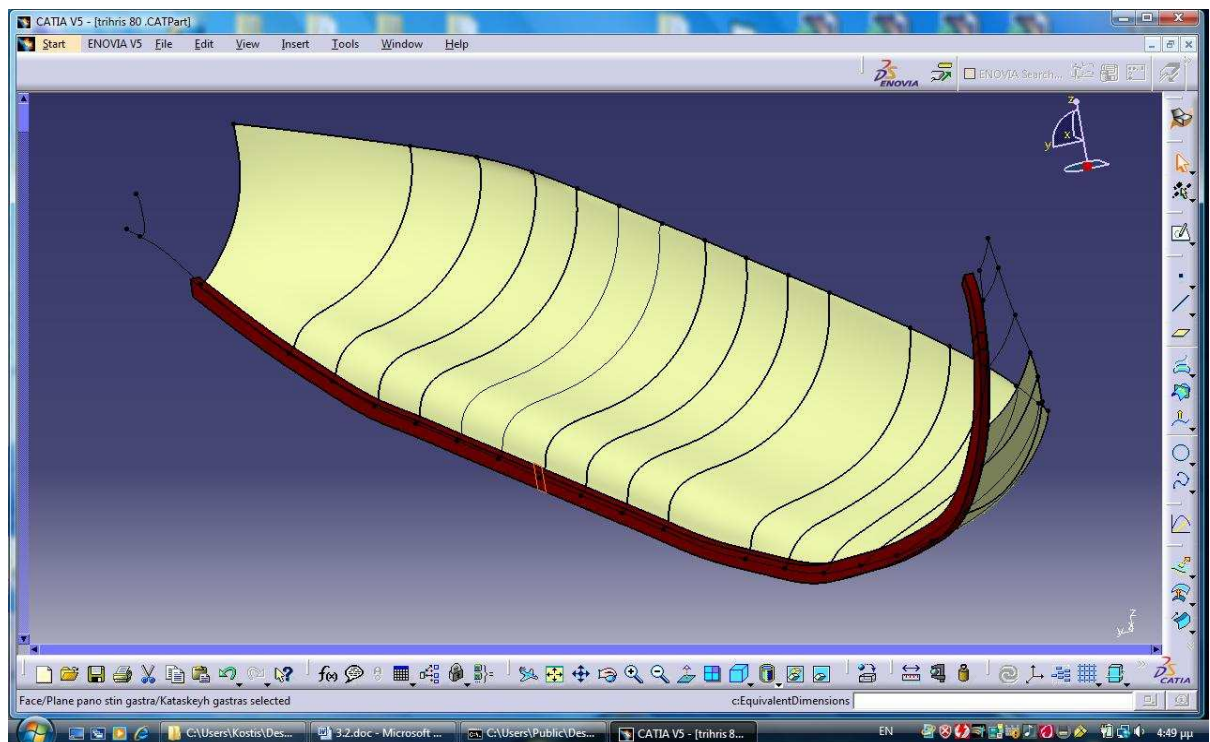
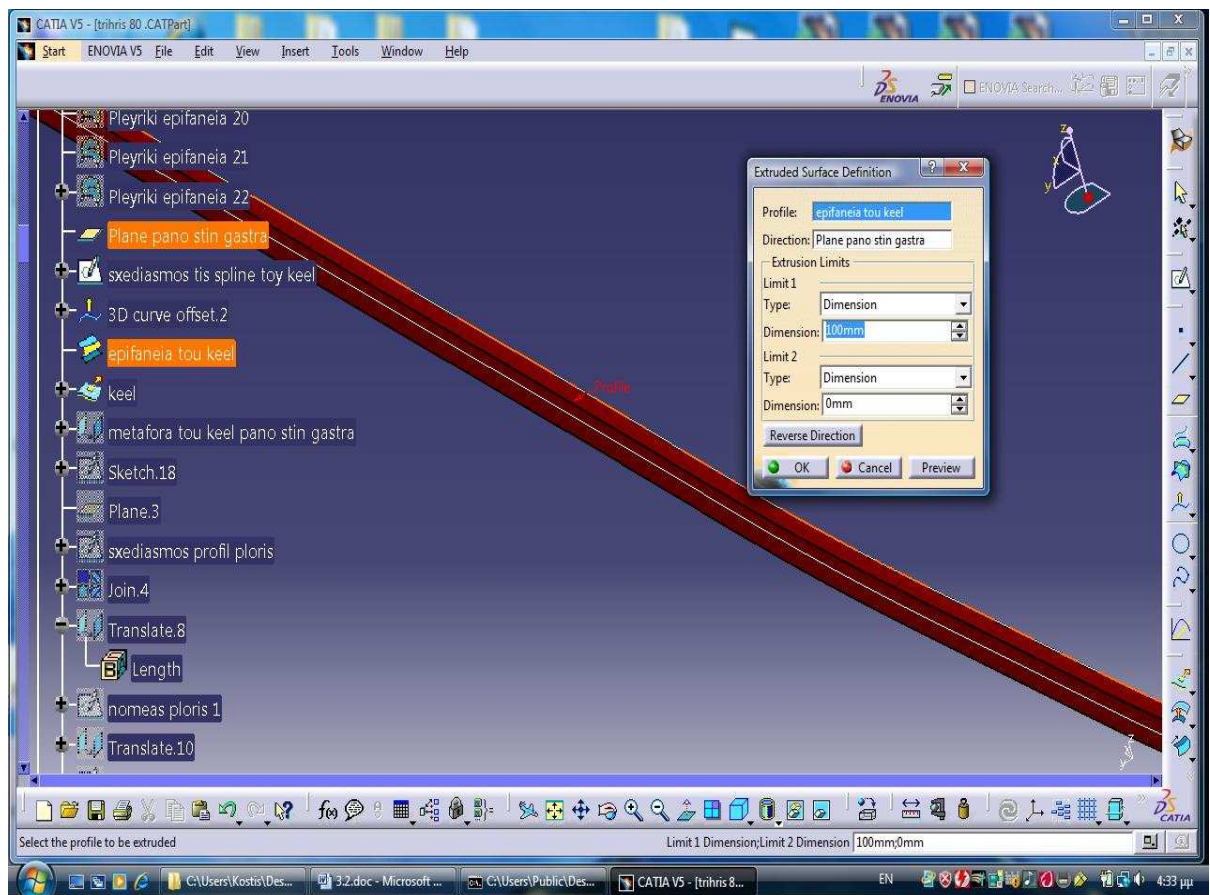
Δημιουργήσαμε μια καμπύλη στο ίδιο επίπεδο με την " σχεδιασμός της spline του keel " σε ισαπόσταση 200 mm. Από τις δυο παράλληλες καμπύλες είναι δυνατόν να κατασκευάσουμε την επιφάνεια της τρόπιδας σε επίπεδο xz με την εντολή **Surface** ως εξής :

Insert → **Surfaces** → **Blend** → **ok**
First Curve → επιλογή του sketch της τρόπιδας
Second Curve → επιλογή " 3D Curve Offset "
ok



Για το πάχος y της τρόπιδας χρησιμοποιούμε την εντολή **Extrude** :

Insert → **Surfaces** → **Extrude**
Profile → επιφάνεια του keel
Direction → επιλογή " plane πάνω στην γάστρα "
Limit 1 → **dimension** → **100mm** (από κατασκευαστικά σχέδια της Τριήρους)
Limit 2 → **dimension** → **0mm** → **ok**



Η τρόπιδα της Τριήρους σχεδιάστηκε.

3.2.2.B3. Σχεδίαση του Profile και των προωραίων νομέων της πλώρης

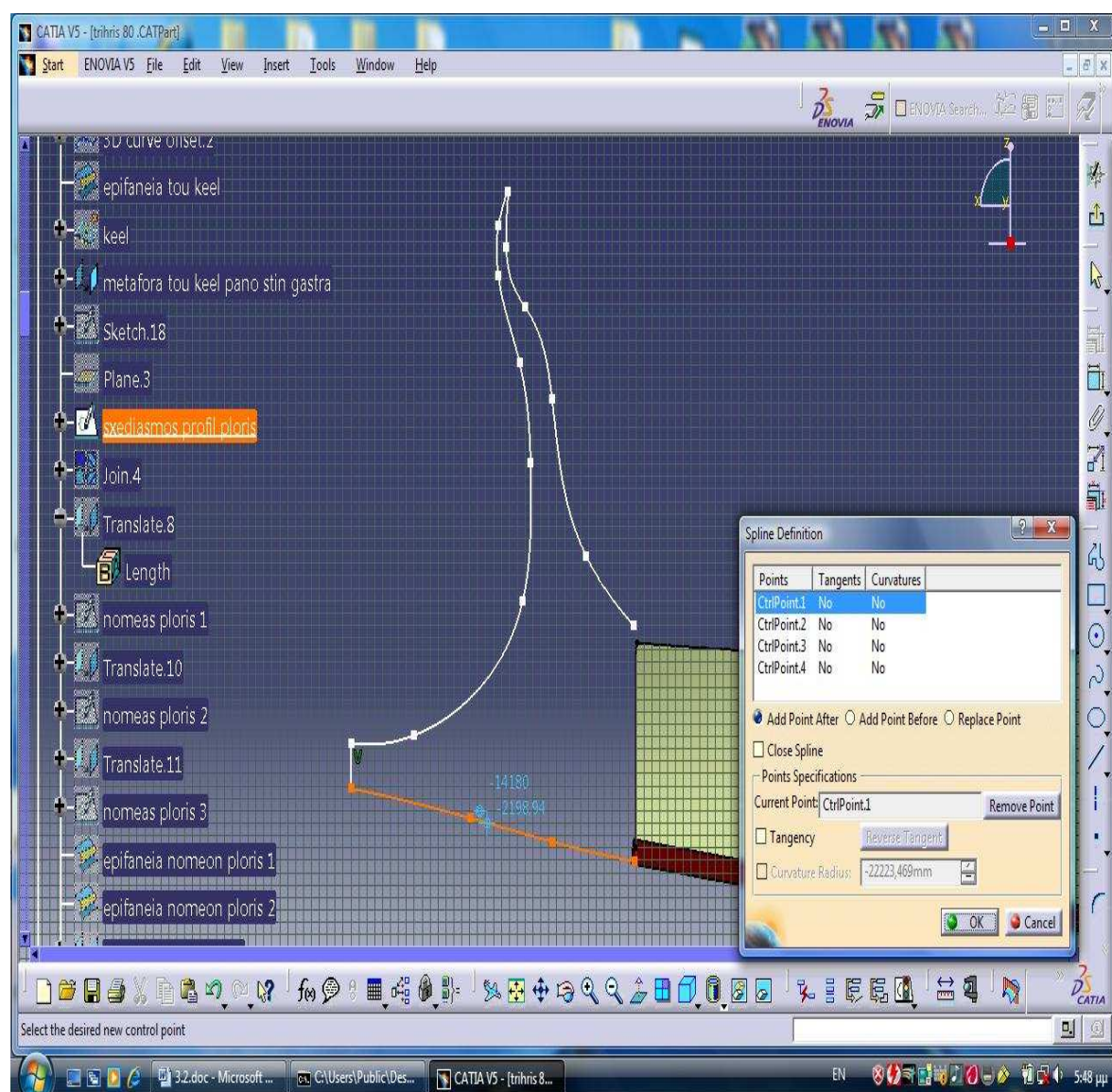
Η σχεδίαση του profile της πλώρης θα μας βοηθήσει στην κατασκευή των προωραίων νομέων (που δεν υπάρχουν λόγω έλλειψης στοιχείων), ώστε να ολοκληρωθεί η πλευρική επιφάνεια της γάστρας στο προωραίο τμήμα. Το profile της πλώρης λαμβάνεται από το σχέδιο γενικής διάταξης της Τριήρους. Η σχεδίαση όπως και πριν θα γίνει χρησιμοποιώντας την εντολή **sketch** (με **splines** και **lines**) στο xz επίπεδο.

Insert → **Sketcher** → **Sketch** → **ok**

Επιλογή spline → **χάραξη της πρώτης spline** (με 4 σημεία ελέγχου)

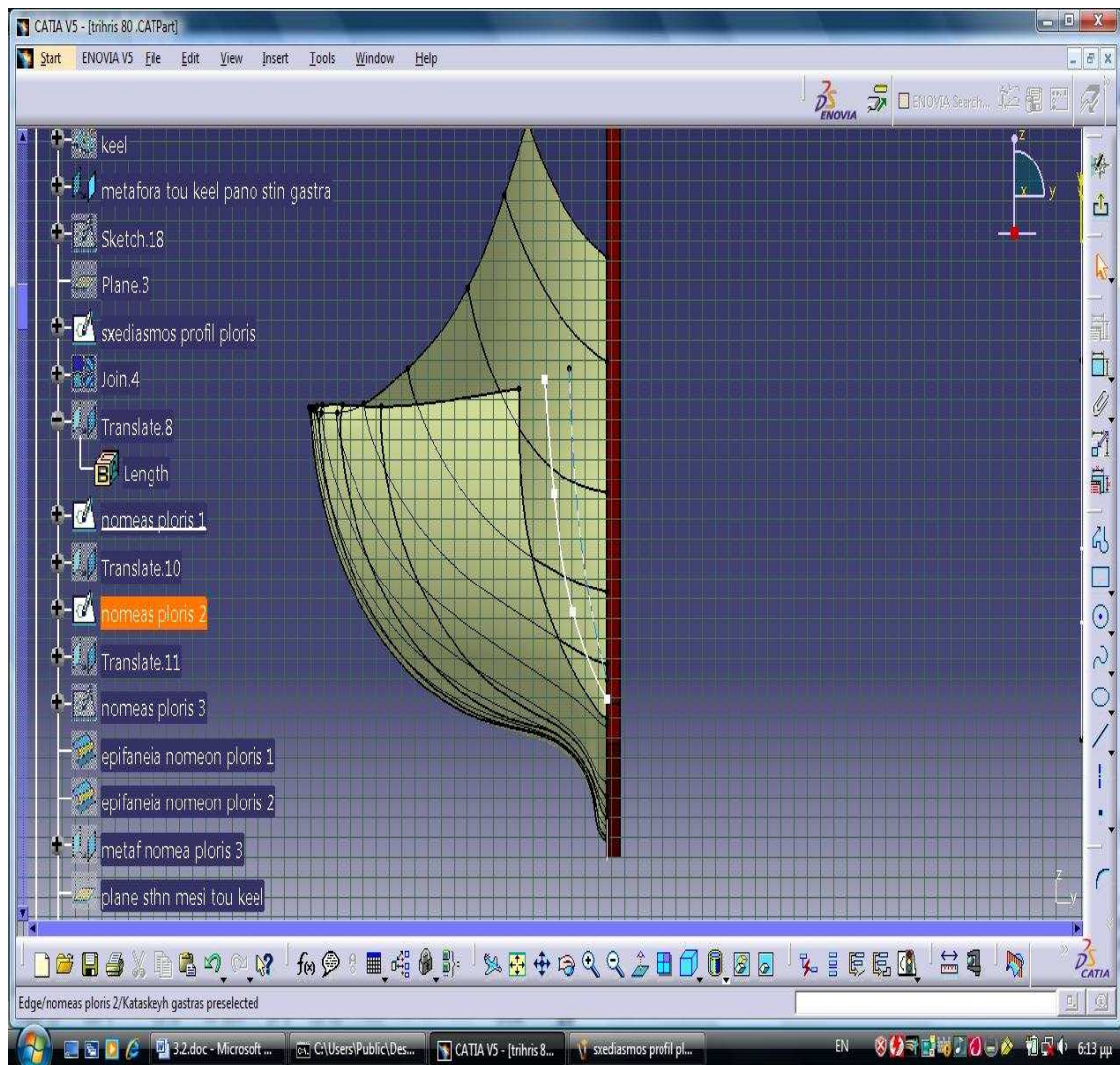
Όμοια για τις επόμενες splines-lines που συνθέτουν το profile.

(Η επόμενη line-spline που ακολουθεί, πάντα ξεκινά απο το τελευταίο σημείο της προηγούμενης.)



Εφόσον σχεδιάστηκε το profile με την εντολή surface σχηματίζουμε την επιφάνεια του profile της πλώρης.

Χρησιμοποιώντας την εντολή **sketch** αλλά σε xy επίπεδο χαράσουμε τους πρωραίους νομείς όπως φαίνεται πιο κάτω :



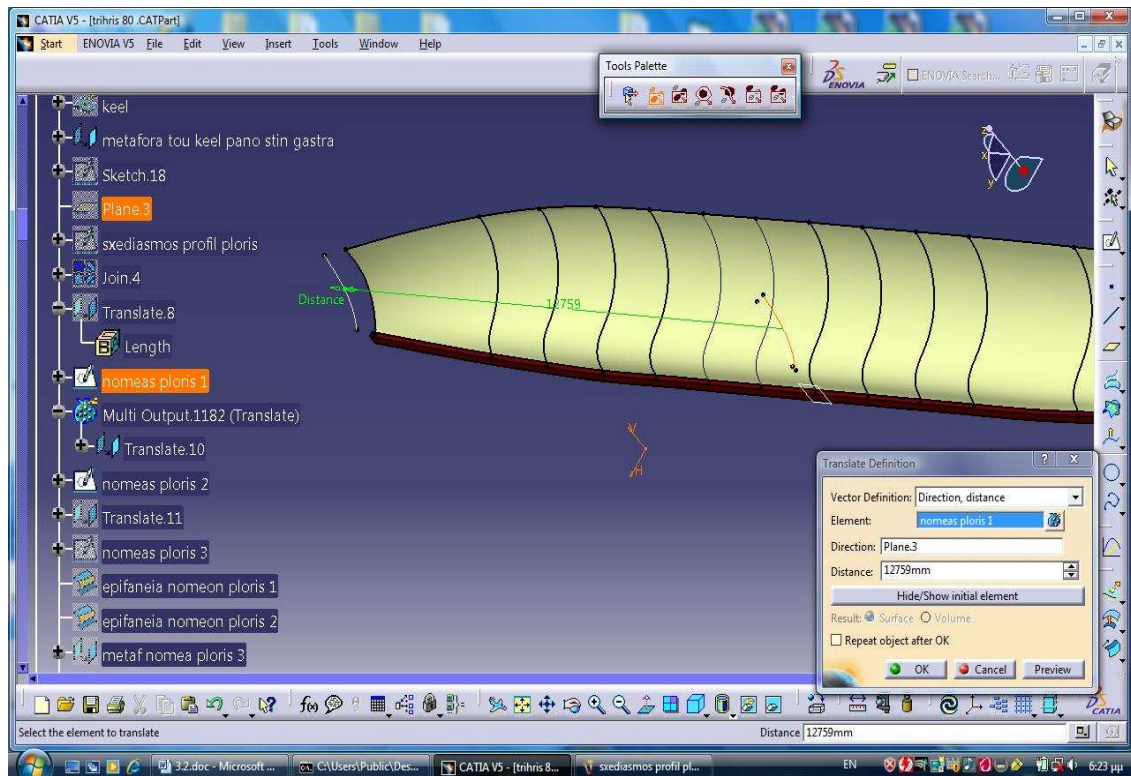
Οι νομείς θα μεταφερθούν κατά μήκος στην σωστή θέση με την εντολή **translate** ως εξής :

Insert → **Operations** → **Translate** → **ok**

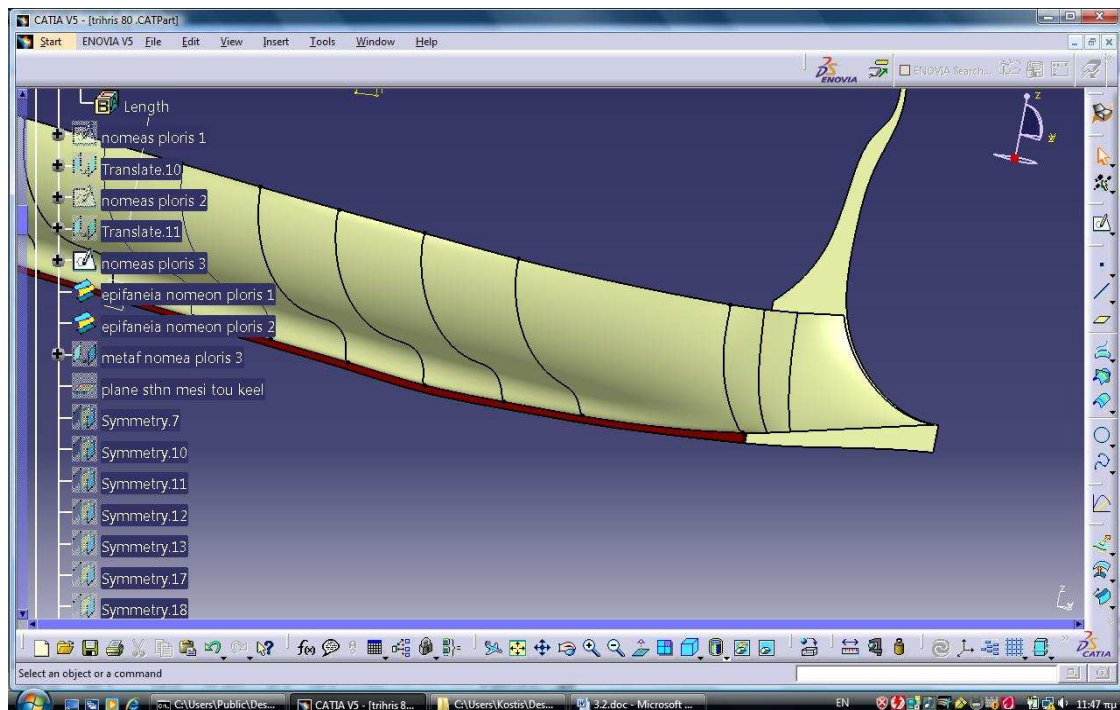
Element → νομέας πλώρης 1

Direction → plane 3

Distance → με πατημένο το αριστερό κλικ μεταφέρουμε τον νομέα στην θέση που θέλουμε → **ok** (η απόσταση μπορεί να δοθεί και με αριθμητική τιμή)



Τοποθετήσαμε τους πρωραίους νομείς στη σωστή θέση κατά την διένυθση x. Στη συνέχεια, κατά τον ίδιο τρόπο όπως προηγουμένως, με την εντολή **blend** φέρουμε τις επιφάνειες που παρεμβάλουν τους πρωραίους νομείς και χρησιμοποιώντας και το profile της πλώρης ολοκληρώνουμε την πλευρική επιφάνεια της γάστρας στο πρωραίο τμήμα.



3.2.2.B4. Κατασκευή του πυρμναίου τμήματος της γάστρας

Για να κατασκευάσουμε την πλευρική επιφάνεια του πυρμναίου τμήματος της γάστρας θα χρησιμοποιήσουμε την εντολή Multi-sections Surface ως εξής :

Insert → Surfaces → Multi-section surfaces → ok

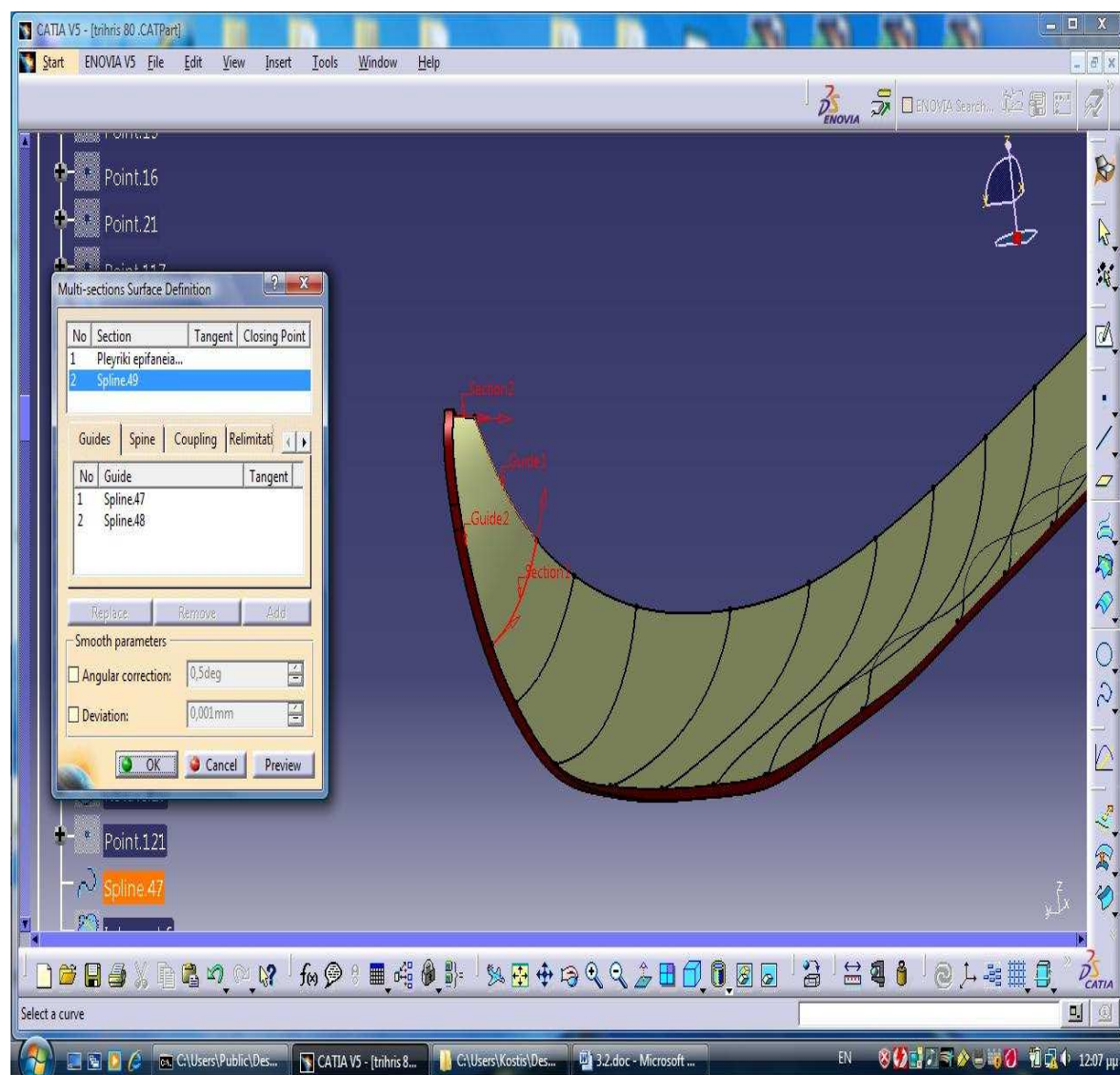
Εμφανίζεται το παράθυρο Multi-sections Surface Definition
Section 1 → η ακμή της τελευταίας πλευρικής επιφάνειας της γάστρας

Section 2 → spline που ενώνει την καμπύλη του καταστρώματος με την ακμή της τρόπιδας

Guide 1 → η ακμή της τρόπιδας της τριήρους

Guide 2 → spline που ακολουθεί την καμπύλη του καταστρώματος

ok



3.2.2.B5. Κατασκευή του συμμετρικού τμήματος της γάστρας

Με την ολοκλήρωση όλων των πλευρικών επιφανειών που συνθέτουν την γάστρα της Τριήρους, θα χρησιμοποιήσουμε κατάλληλη σχεδιαστική μέθοδο, για να δημιουργήσουμε το συμμετρικό της μέρος.

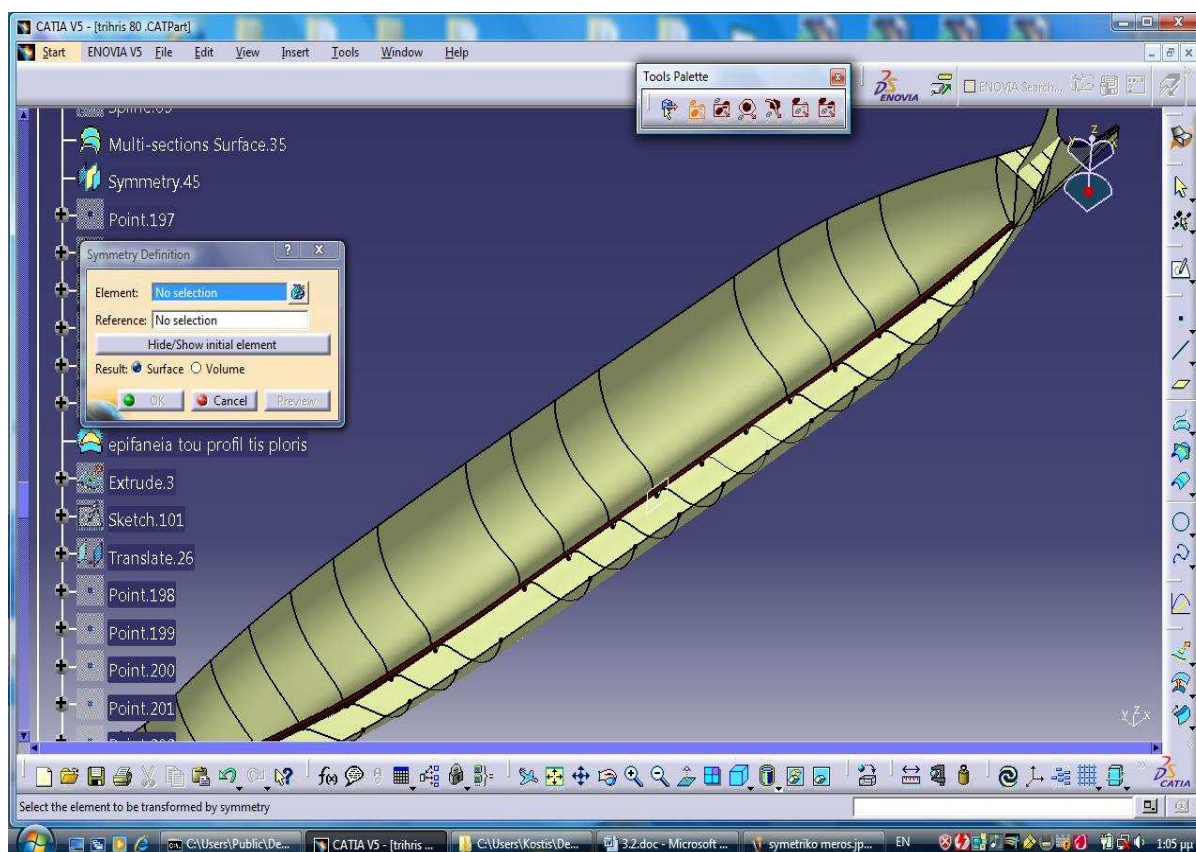
Αρχικά κατασκευάσαμε επίπεδο το οποίο τέμνει την τρόπιδα της Τριήρους στην μέση και το οποίο από εδώ και πέρα θα χρησιμοποιείται ως επίπεδο συμμετρίας για οποιοδήποτε κατασκευαστικό μέρος του σκάφους που θέλουμε να σχεδιάσουμε το συμμετρικό του. Το επίπεδο το ονομάσαμε “ plane στη μέση του keel “ και έγινε χρησιμοποιώντας γνωστή μέθοδο.

Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε την εντολή **Symmetry** για κάθε ένα από τα πλευρικά τμήματα της γάστρας με σκοπό την δημιουργία των συμμετρικών τους ως εξής :

Insert → Operations → Symmetry → ok

Εμφανίζεται το παράθυρο Symmetry Definition

Element → επιλογή του επιφανειακού τμήματος που θέλουμε να κατασκευάσουμε το συμμετρικό του
Reference → plane στη μέση του keel
Ok



3.2.2.B6. Πάχος της γάστρας

Είναι το τελευταίο μέρος της κατασκευής της γάστρας της Τριήρους. Στο σημείο αυτό απομένει να δώσουμε το απαιτούμενο πάχος στα πλευρικά επιφανειακά τμήματα. Αυτό είναι δυνατόν να γίνει με χρήση της εντολής **Extrude** ως εξής :

Insert → **Surfaces** → **Extrude** → **ok**

Εμφανίζεται το παράθυρο Extrude Definition

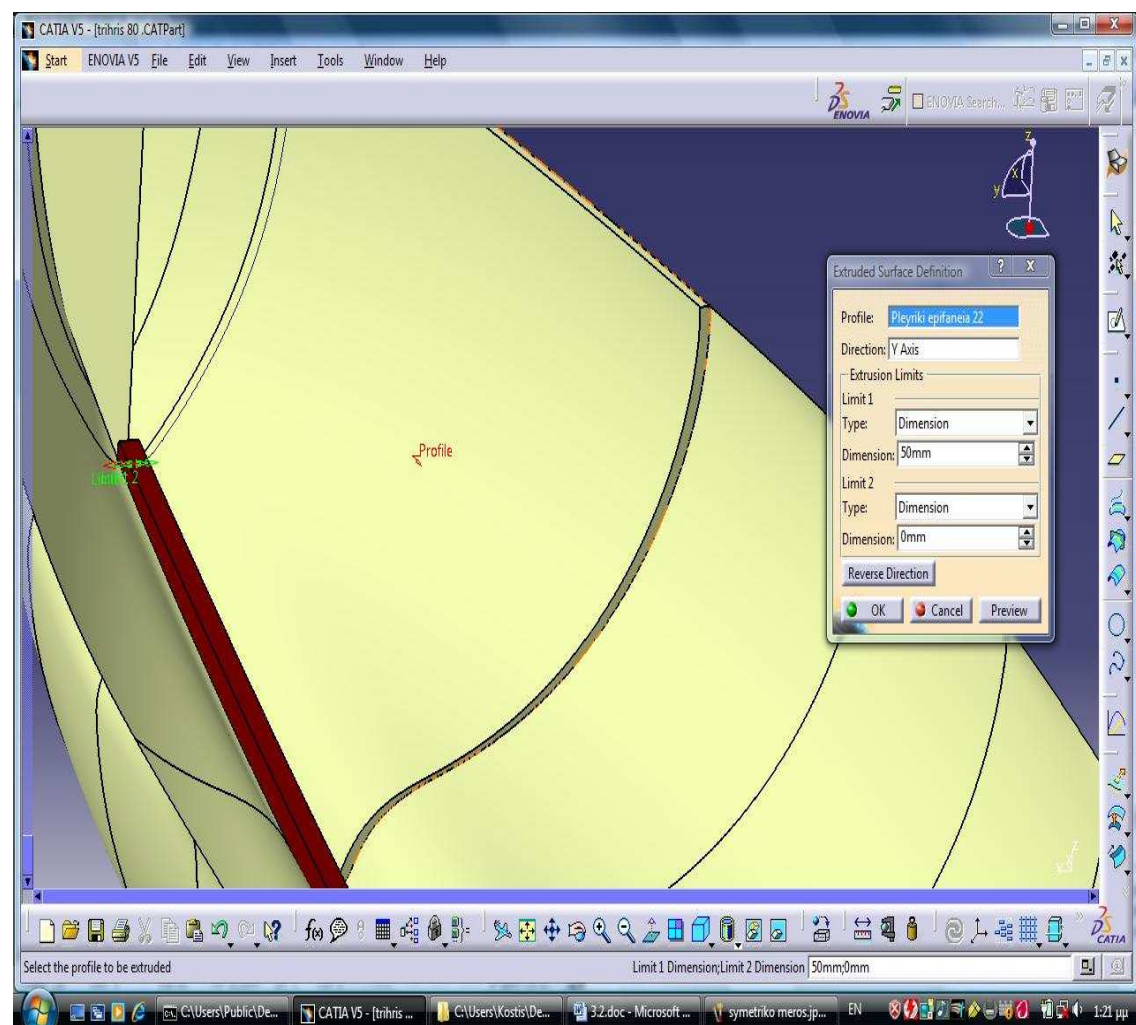
Profile → επιφάνεια που θέλουμε να δώσουμε πάχος

Direction → **y axis**

Limit 1 → **50mm** (από κατασκευαστικά σχέδια)

Limit 2 → **0mm**

ok



Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε επιφανειακό τμήμα.

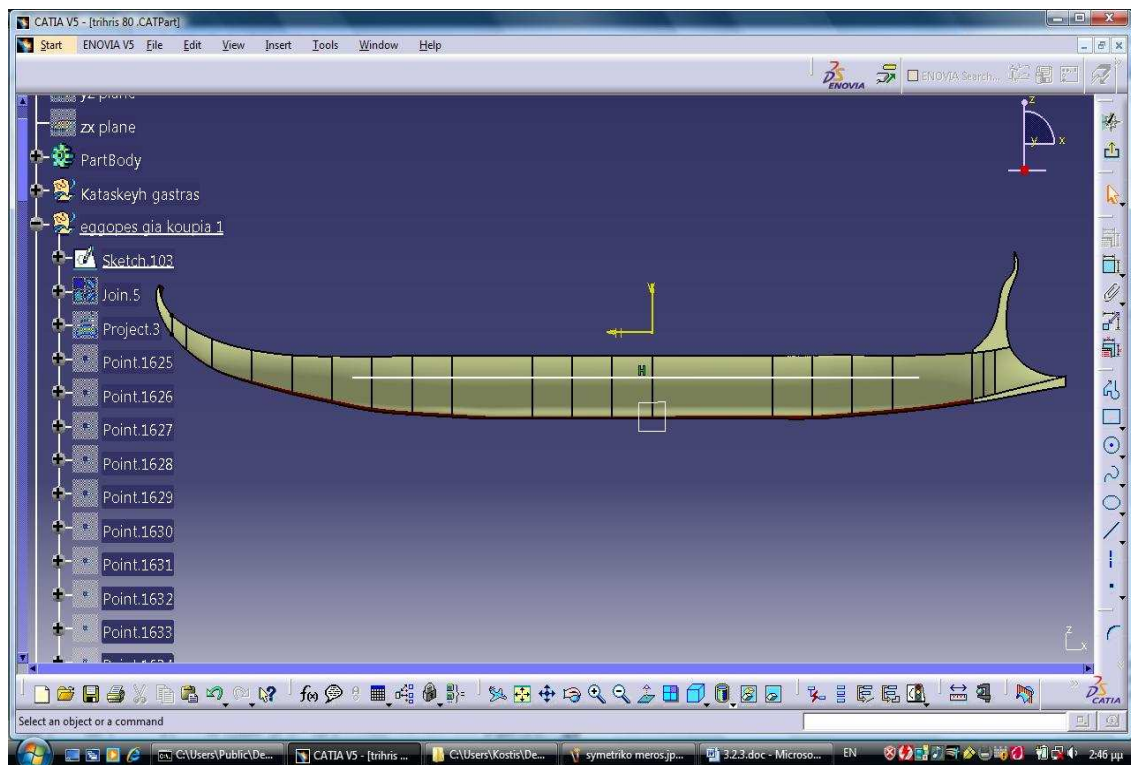
3.2.3 ΕΓΚΑΡΣΙΕΣ & ΔΙΑΜΗΚΕΙΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

3.2.3.B1. Δημιουργία οπών στη γάστρα για την διόδο των κουπιών

Από το σχέδιο γενικής διάταξης της Τριήρους καθορίζονται το μέγεθος, η ισαπόσταση και το ύψος που βρίσκονται οι οπές των κουπιών.

Για την κατασκευή των οπών, στο πρώτο κατάστρωμα (των θαλαμιτών), χαράσουμε βοηθητική γραμμή που έχει μήκος από το κέντρο της πρώτης πρυμναίας οπής έως το κέντρο της τελευταίας προωαίας οπής. Το ύψος της κατά τον άξονα z είναι λίγο πάνω από την ίσαλο γραμμή και προκύπτει από το σχέδιο γενικής διάταξης του σκάφους.

Η χάραξη της βοηθητικής γραμμής γίνεται με χρήση της εντολής **Sketch** (υποκατάλογος “ οπές κουπιών 1 “) σε επίπεδο xz όπως φαίνεται παρακάτω :



Στη συνέχεια προβάλουμε την βοηθητική γραμμή πάνω στην επιφάνεια της γάστρας με την εντολή **Projection** ως εξής :

Insert → **Wireframe** → **Projection** → **ok**

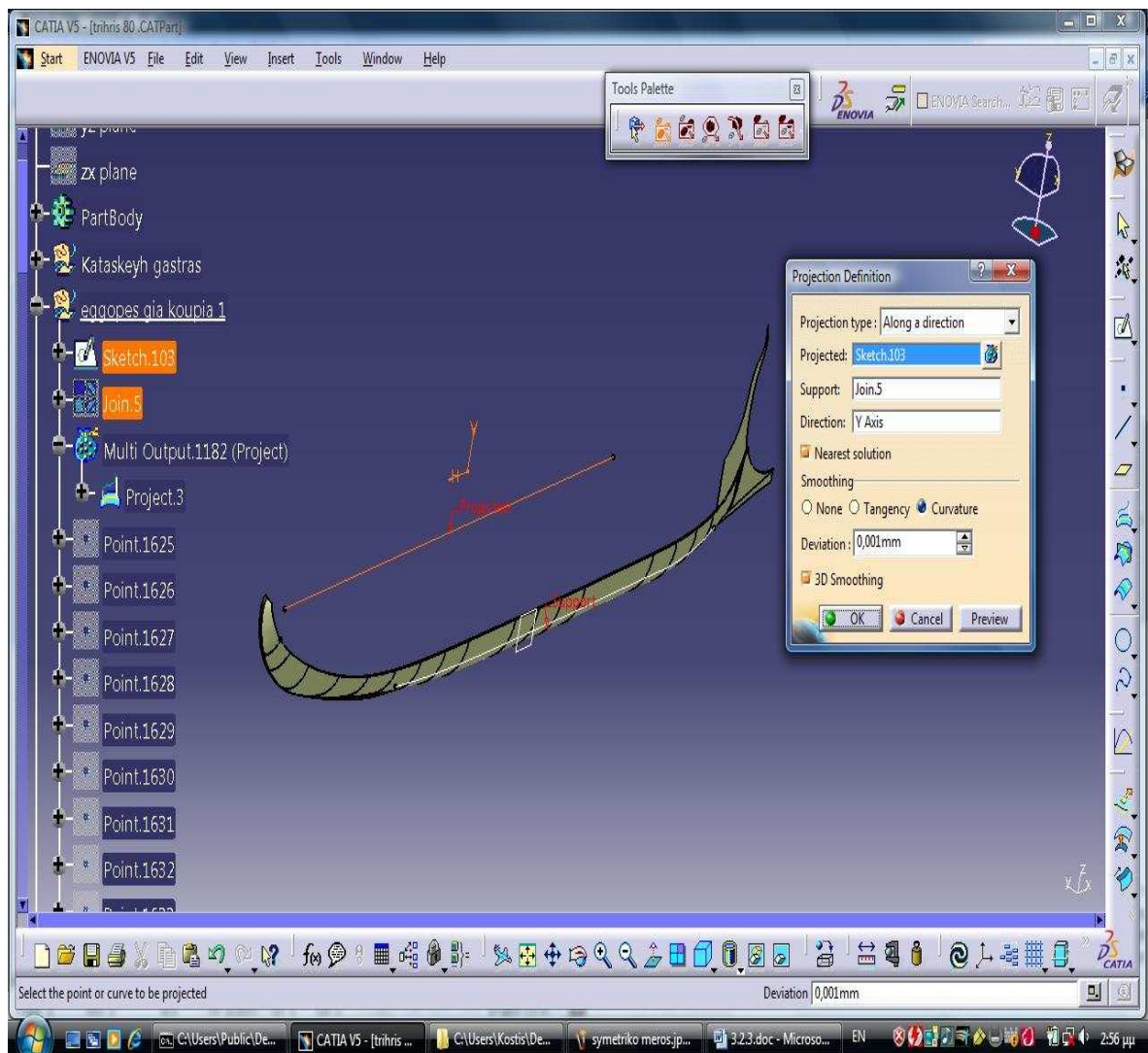
Εμφανίζεται το παράθυρο Projection Definition

Projection type → **along a direction**

Projected → η βοηθητική γραμμή (sketch.103)

Support → το μέρος της επιφάνειας της γάστρας που θα γίνει η προβολή (join 5)

Direction → **y Axis**



Από τα toolbars του CATIA στη δεξιά πλευρά επιλέγω την εντολή **Points and Planes Repetition** με σκοπό την δημιουργία πολλαπλών σημείων τα οποία θα αποτελέσουν τα κέντρα των οπών των κουπιών. Αυτά θα βρίσκονται πάνω στην προβεβλημένη γραμμή (project 3) και σε ισαπόσταση μεταξύ τους.

Points and Planes Repetition → ok

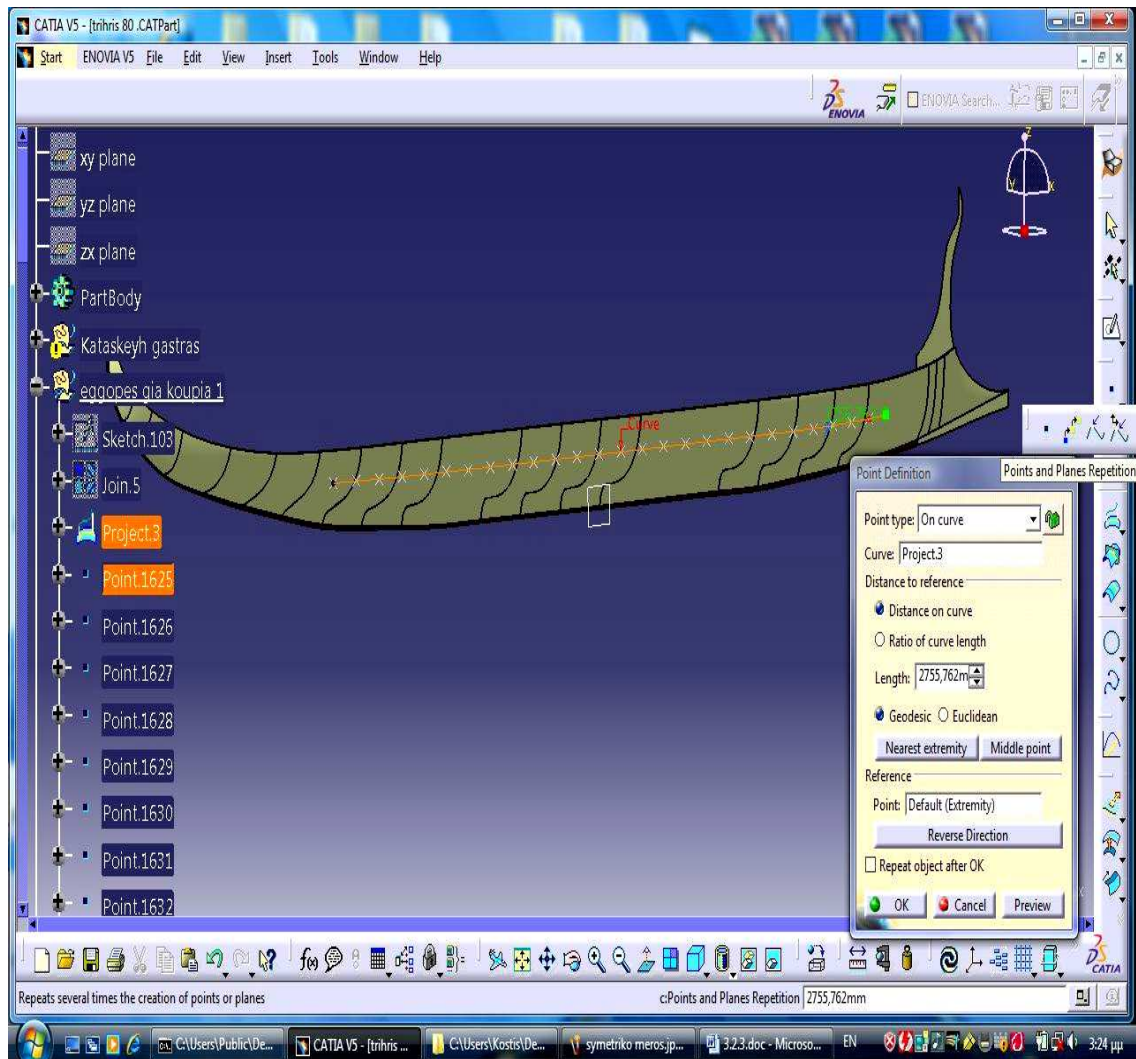
Εμφανίζεται το παράθυρο Point definition

Point type → on curve

Curve → η προβεβλημένη γραμμή (project 3)

Distance to reference → distance on curve

ok



Έχουμε εξασφαλίσει ότι τα κέντρα των οπών των κουπιών βρίσκονται πάνω στην επιφάνεια της γάστρας και σε ισαπόσταση μεταξύ τους. Δημιουργούμε κάθε οπή ξεχωριστά με την εντολή Hole ως εξής :

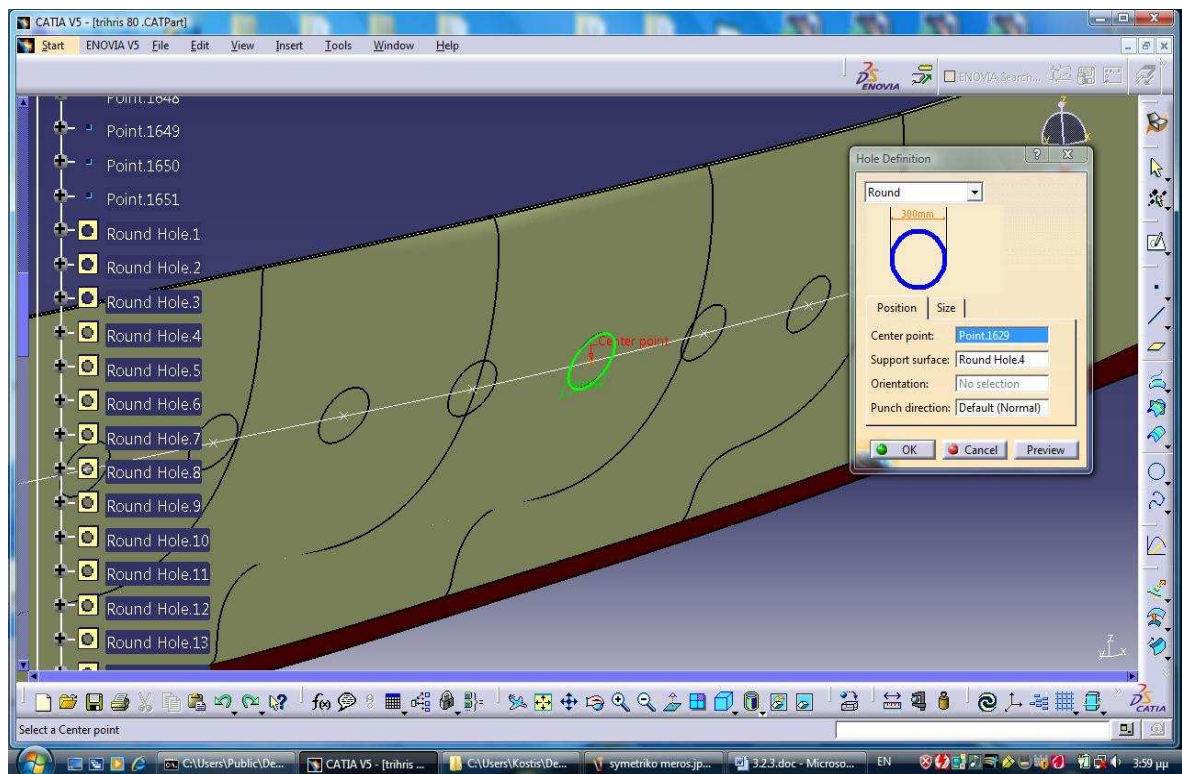
Insert → BiW Templates → Hole

Εμφανίζεται το παράθυρο Hole Definition

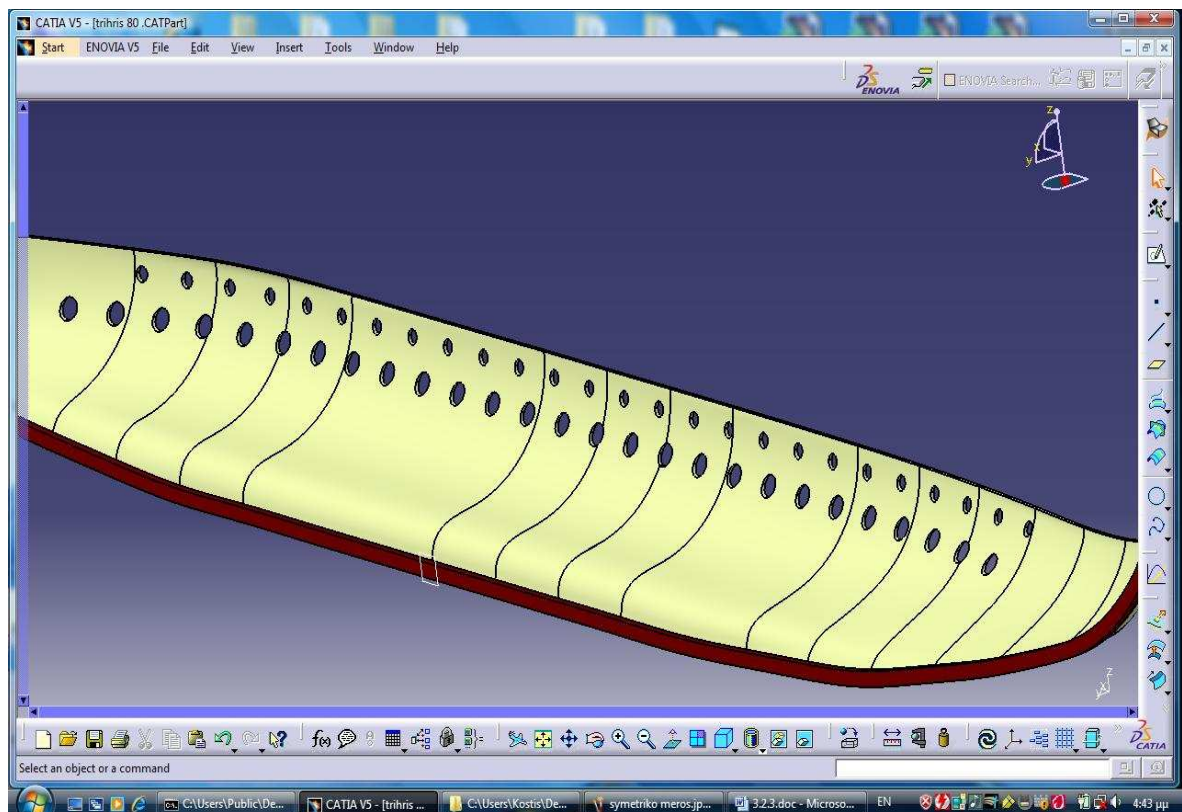
Αριστερό κλικ στην διάσταση → 300mm (από κατασκευαστικά σχέδια) → **ok**

Center point → επιλογή ενός σημείου (π.χ point 1629)

Support Surface → αριστερό κλικ στην επιφάνεια που ανήκει το επιλεγμένο σημείο
ok



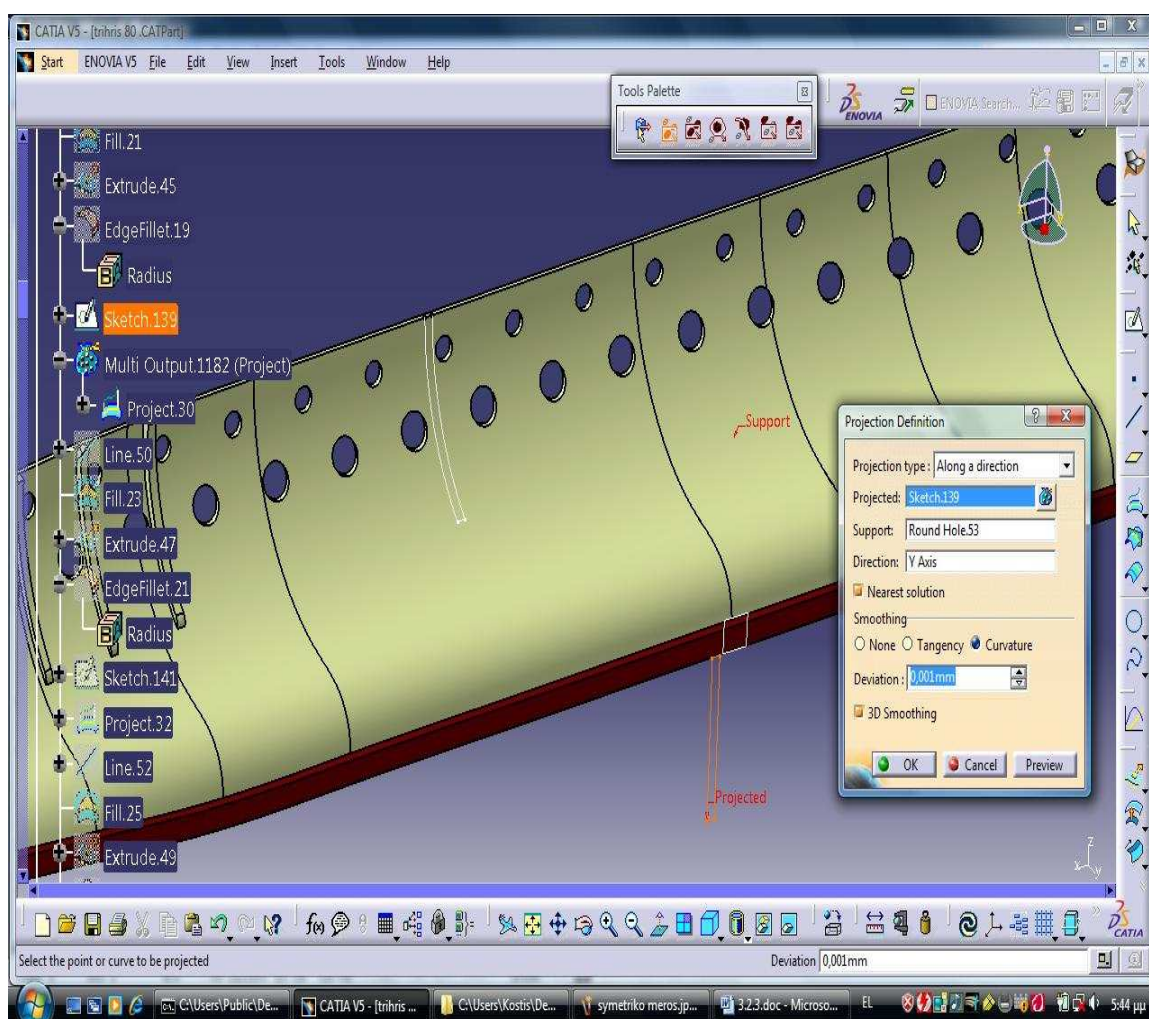
Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλες τις οπές. Στη συνέχεια δημιουργούμε νέο υποκατάλογο “ οπές κουπιών 2 “ και εργαζόμαστε ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, με σκοπό την δημιουργία δεύτερης σειράς οπών που ανήκουν στο δεύτερο εσωτερικό κατάστρωμα (των ζυγίων). Η γάστρα της Τριήρους με τις δύο σειρές οπών είναι όπως φαίνεται πιο κάτω :



3.2.3.B2. Κατασκευή των άνω εγκάρσιων ενισχυτικών της γάστρας

Με την βοήθεια των κατασκευαστικών σχεδίων της μέσης τομής της Τριήρους θα σχεδιαστούν τα άνω εγκάρσια ενισχυτικά. Το μήκος, το πάχος και το ύψος των ενισχυτικών υπολογίστηκε με χρήση κλίμακας που προέκυψε από γνωστά γεωμετρικά στοιχεία. Επίσης να σημειωθεί ότι το πάχος των ενισχυτικών δεν μπορεί να υπερβεί μια συγκεκριμένη τιμή λόγω του αριθμού των οπών που βρίσκονται σε κοντινές ισαποστάσεις.

Τα άνω εγκάρσια ενισχυτικά είναι υλωμένα στην εσωτερική επιφάνεια της γάστρας. Για αυτό το λόγο χρειάζεται να εξασφαλίσουμε ότι κάθε ενισχυτικό εφάπτεται εσωτερικά της γάστρας. Συνεπώς η σχεδίαση θα γίνει όπως και στη δημιουργία οπών στη γάστρα που αναφέρθηκε προηγούμενα (παράγραφος 1). Αρχικά φέρουμε βοηθητικό πλαίσιο(κάτοψη ενισχυτικού), στο επίπεδο xz, με μήκος ίσο με εκείνο του ενισχυτικού που θέλουμε να σχεδιάσουμε, χρησιμοποιώντας την εντολή **Sketch** (σε νέο υποκατάλογο “ άνω εγκάρσια ενισχυτικά”). Στη συνέχεια προβάλουμε το βοηθητικό πλαίσιο πάνω στην εσωτερική επιφάνεια της γάστρας με την εντολή **Projection**.



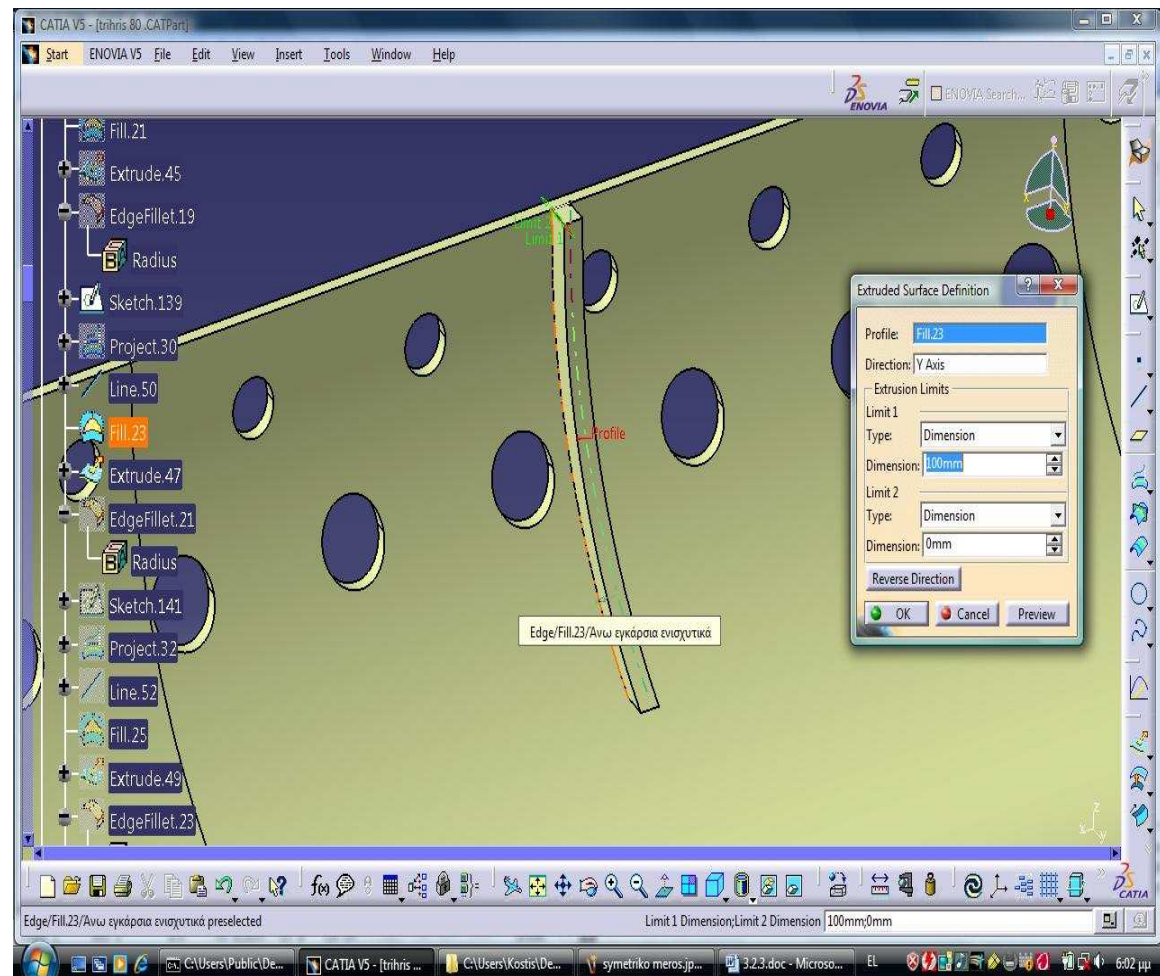
Μετατρέπουμε το προβεβλημένο πλαίσιο σε επιφάνεια με την εντολή **Fill** ως εξής :

Insert → **Surfaces** → **Fill** → **ok**

Εμφανίζεται το παράθυρο Fill Surface Definition

Επιλέγουμε το προβεβλημένο πλαίσιο (π.χ Project.30) → ok

Η επιφάνεια που σχηματίστηκε, με χρήση της γνωστής εντολής **Extrude** (στην y διεύθυνση), θα μας δώσει το απαιτούμενο ύψος του ενισχυτικού (100mm).



Η κάτω ακμή του ενισχυτικού που κατασκευάστηκε χρειάζεται διαμόρφωση ώστε να αποκτήσει την σωστή καμπυλότητα όπως αυτή παρουσιάζεται στο κατασκευαστικό σχέδιο της μέσης τομής. Αυτό το επιτυγχάνουμε με την εντολή Edge Fillet ως εξής :

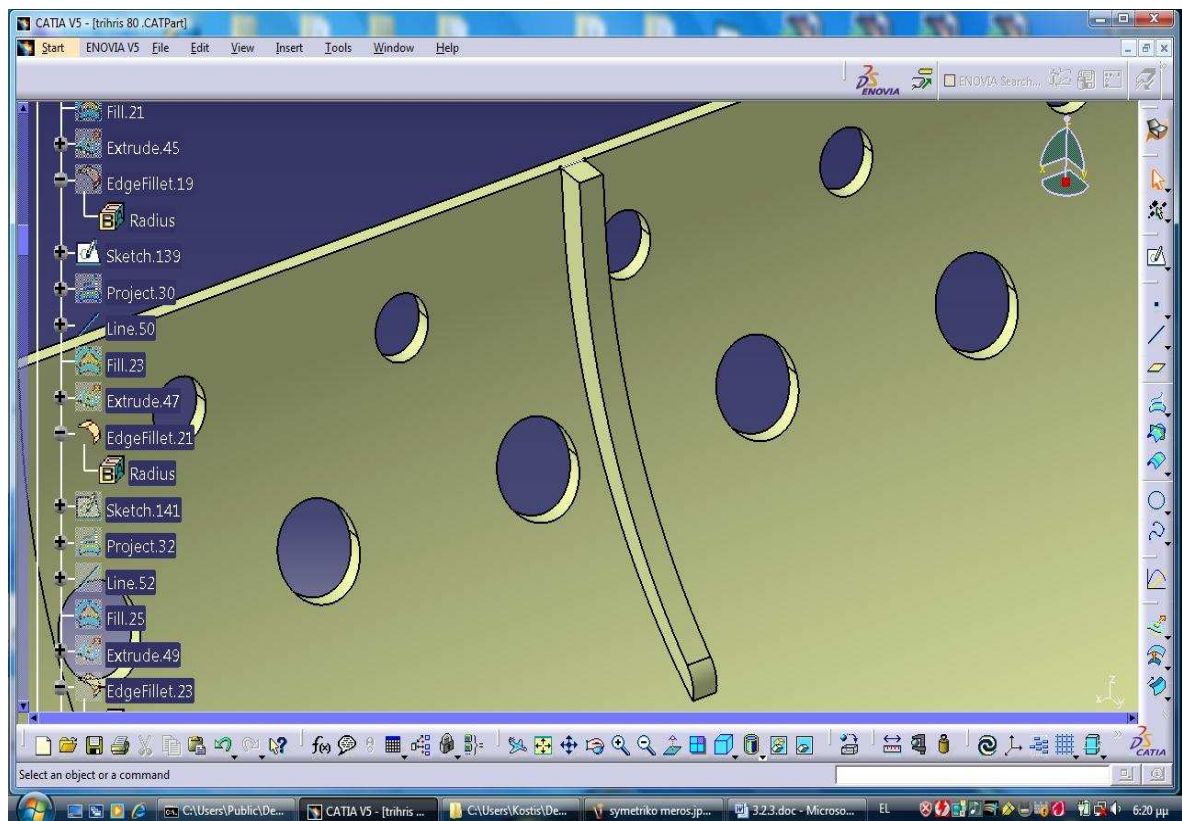
Insert → **Operations** → **Edge Fillet** → **ok**

Εμφανίζεται το παράθυρο Edge Fillet Definition

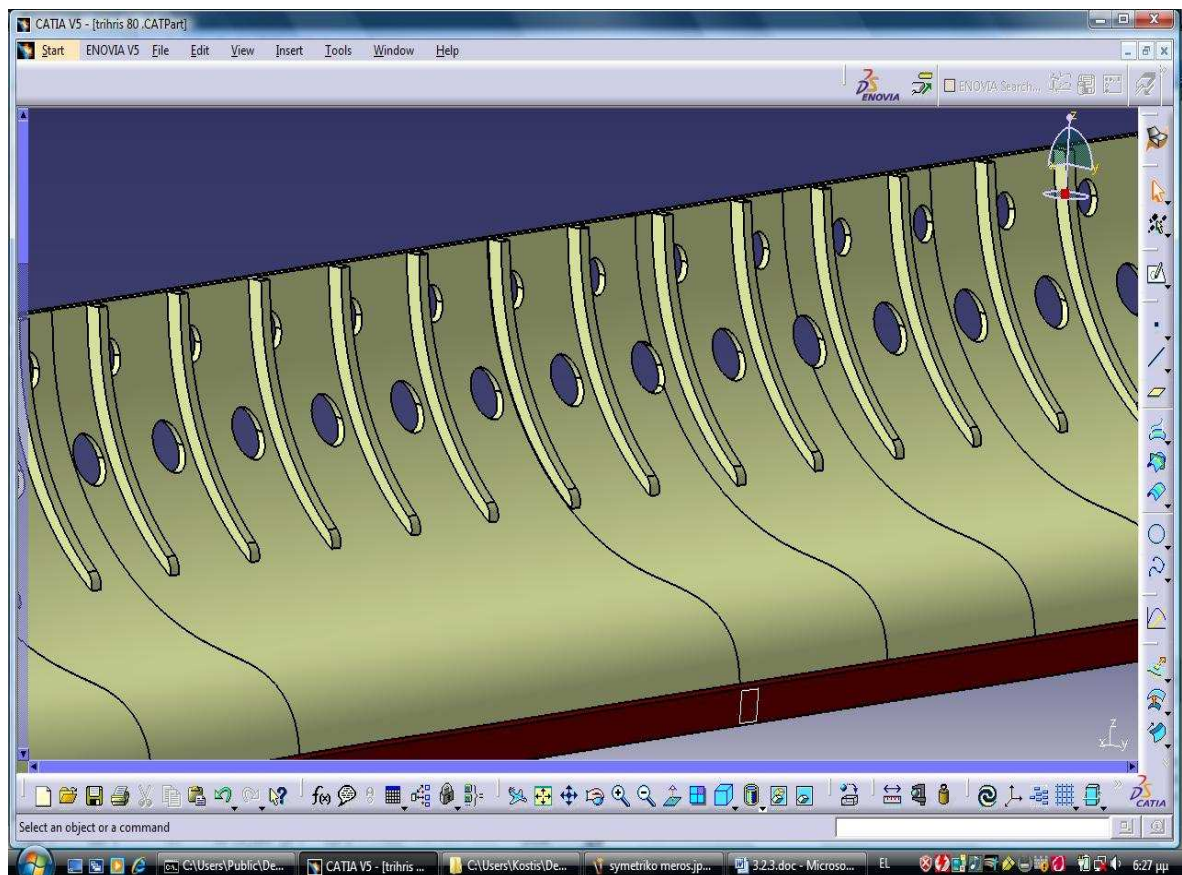
Support → **το ενισχυτικό**

Radius → **100mm**

Objects to fillet → **η κάτω ακμή του ενισχυτικού**
ok



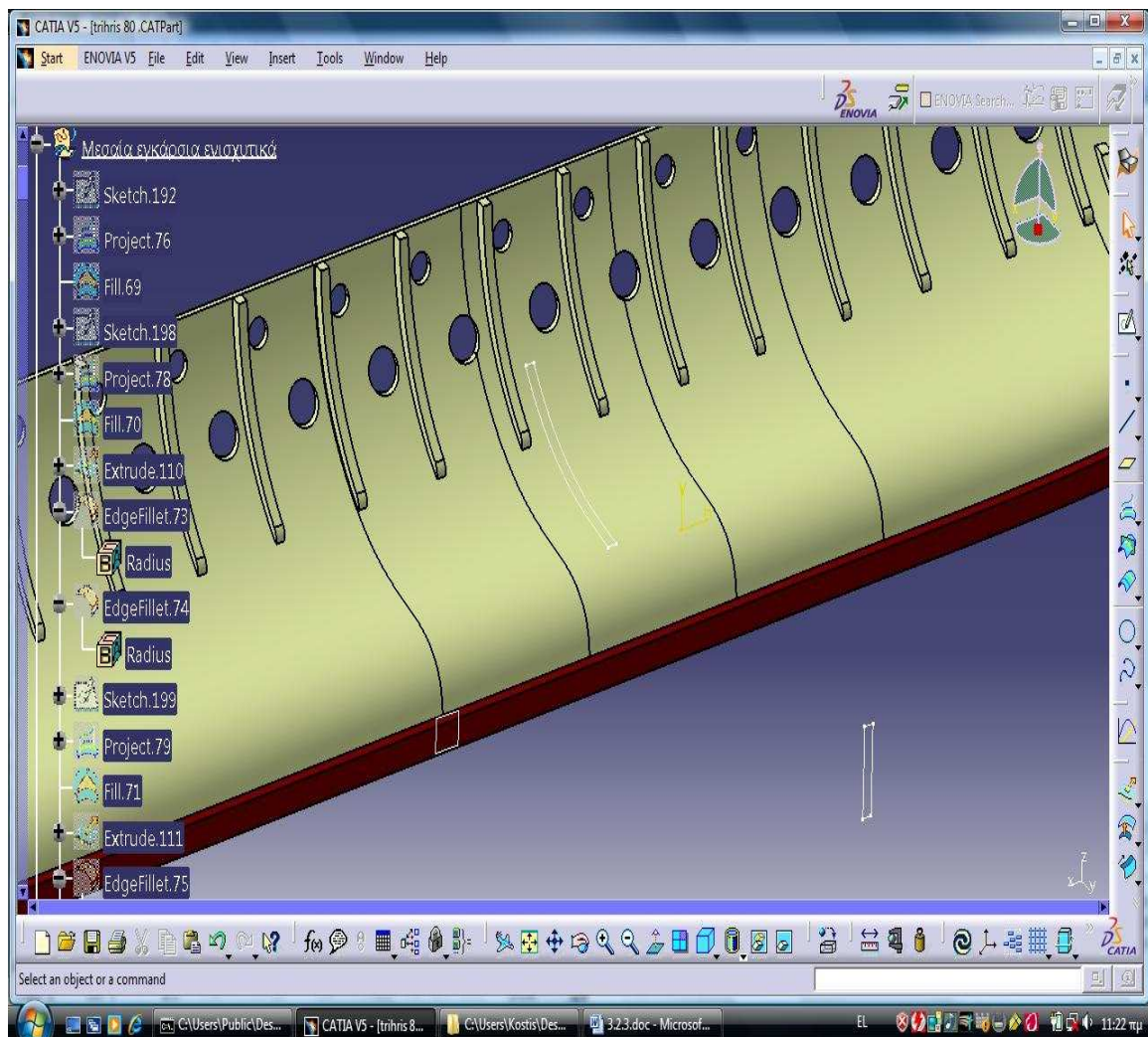
Το άνω εγκάρσιο ενισχυτικό κατασκευάστηκε. Η διαδικασία που περιγράφηκε επαναλαμβάνεται για όλα τα άνω εγκάρσια ενισχυτικά.



3.2.3.B3. Κατασκευή των μεσαίων εγκάρσιων ενισχυτικών της γάστρας

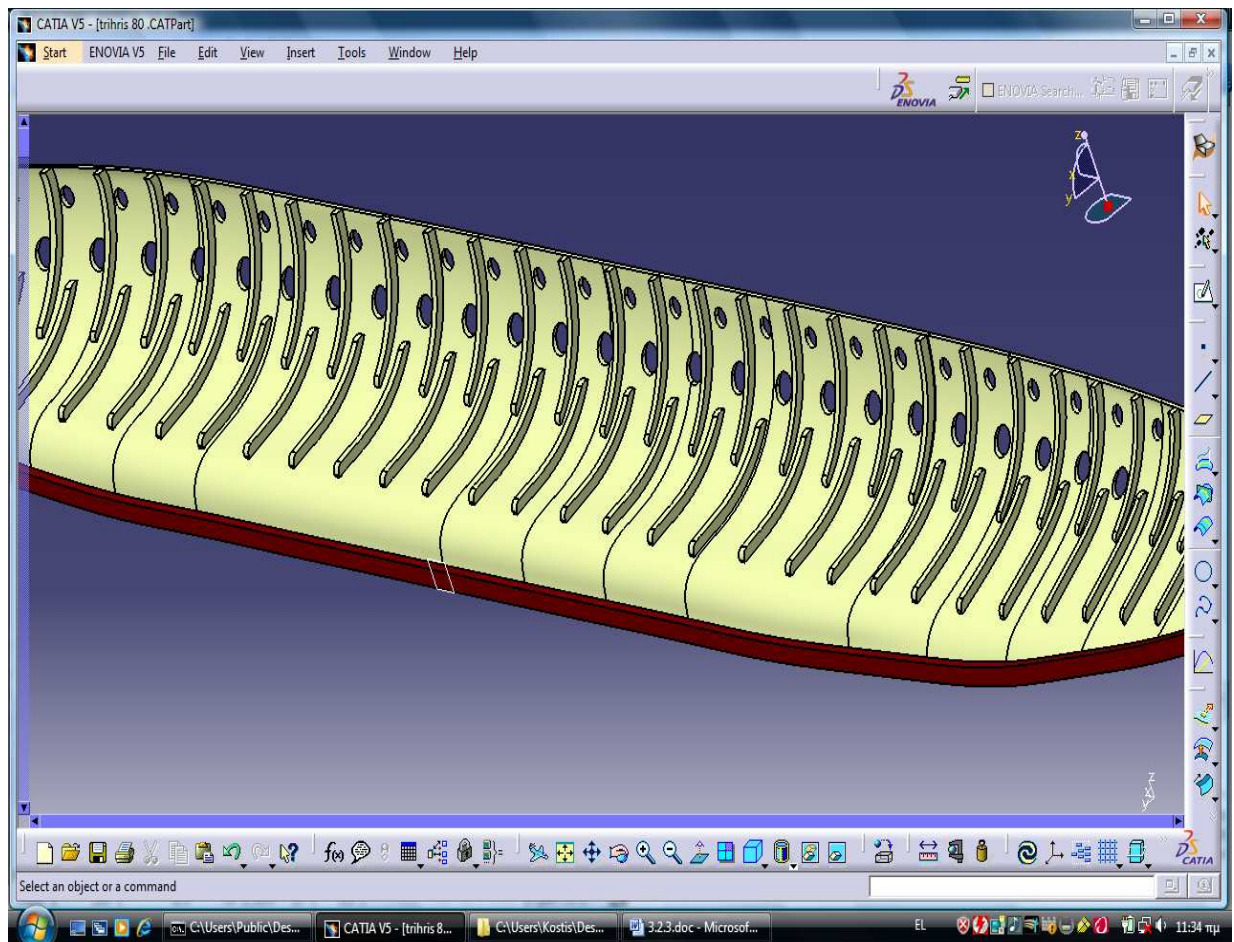
Από το κατασκευαστικό σχέδιο της μέσης τομής της Τριήρους σχεδιάζονται τα μεσαία εγκάρσια ενισχυτικά με τον ίδιο τρόπο που σχεδιάστηκαν και τα άνω εγκάρσια ενισχυτικά.

Δηλαδή στην αρχή σχεδιάζουμε την κάτοψη του ενισχυτικού (σε νέο υποκατάλογο “ μεσαία εγκάρσια ενισχυτικά “), σε επίπεδο xz χρησιμοποιώντας την εντολή **Sketch** στην συνέχεια προβάλουμε στην γάστρα με την εντολή **Projection**.



Στην προβολή του ενισχυτικού εφαρμόζουμε την εντολή **Fill** για την δημιουργία επιφάνειας και στη συνέχεια τις εντολές **Extrude** και **Edge Fillet** (και για τις δύο ακμές) για την τελική διαμόρφωση του ενισχυτικού.

Η προηγούμενη διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε μεσαίο εγκάρσιο ενισχυτικό χωριστά και η γάστρα παίρνει την μορφή :



3.2.3.B4. Κατασκευή των κάτω εγκάρσιων ενισχυτικών της γάστρας

Το κατασκευαστικό σχέδιο της μέσης τομής της Τριήρους θα μας δώσει τις απαραίτητες πληροφορίες για την σχεδίαση των κάτω εγκάρσιων ενισχυτικών. Ο τρόπος σχεδίασης διαφέρει από αυτόν που περιγράφηκε για τα άνω και μεσαία εγκάρσια ενισχυτικά αντίστοιχα.

Όπως φαίνεται και από το κατασκευαστικό σχέδιο της μέσης τομής, τα κάτω εγκάρσια ενισχυτικά αποτελούνται, σε όλο το μήκος της γάστρας, από δύο κομμάτια. Από ένα κομμάτι σφηνοειδούς μορφής που είναι απαραίτητο για την σύνδεση της τρόπιδας και της γάστρας του σκάφους και από ένα άλλο το οποίο είναι υλωμένο στην πάνω επιφάνεια του προηγούμενου. Το τελευταίο έχει μορφή παρόμοια με αυτή των άνω και μεσαίων εγκάρσιων ενισχυτικών.

Όπως αναφέραμε και πριν, το πρώτο κομμάτι των κάτω εγκάρσιων ενισχυτικών χρησιμοποιείται για την σύνδεση της τρόπιδας και της γάστρας της Τριήρους. Αυτός είναι και ο λόγος που αρχικά πρέπει να εξασφαλίσουμε ότι το πρώτο κομμάτι του ενισχυτικού έχει απόλυτη εφαρμογή με την τρόπιδα και στην συνέχεια με την γάστρα του σκάφους.

Συνεπώς θα σχεδιάσουμε μια spline σε επίπεδο που βρίσκεται στο μέσο της τρόπιδας (“plane στη μέση του keel “). Στην καμπύλη αυτή δημιουργούμε σημεία (points) που θα χρησιμοποιηθούν ως σημεία αναφοράς για την σχεδίαση του πρώτου μέρους των κάτω εγκάρσιων ενισχυτικών.

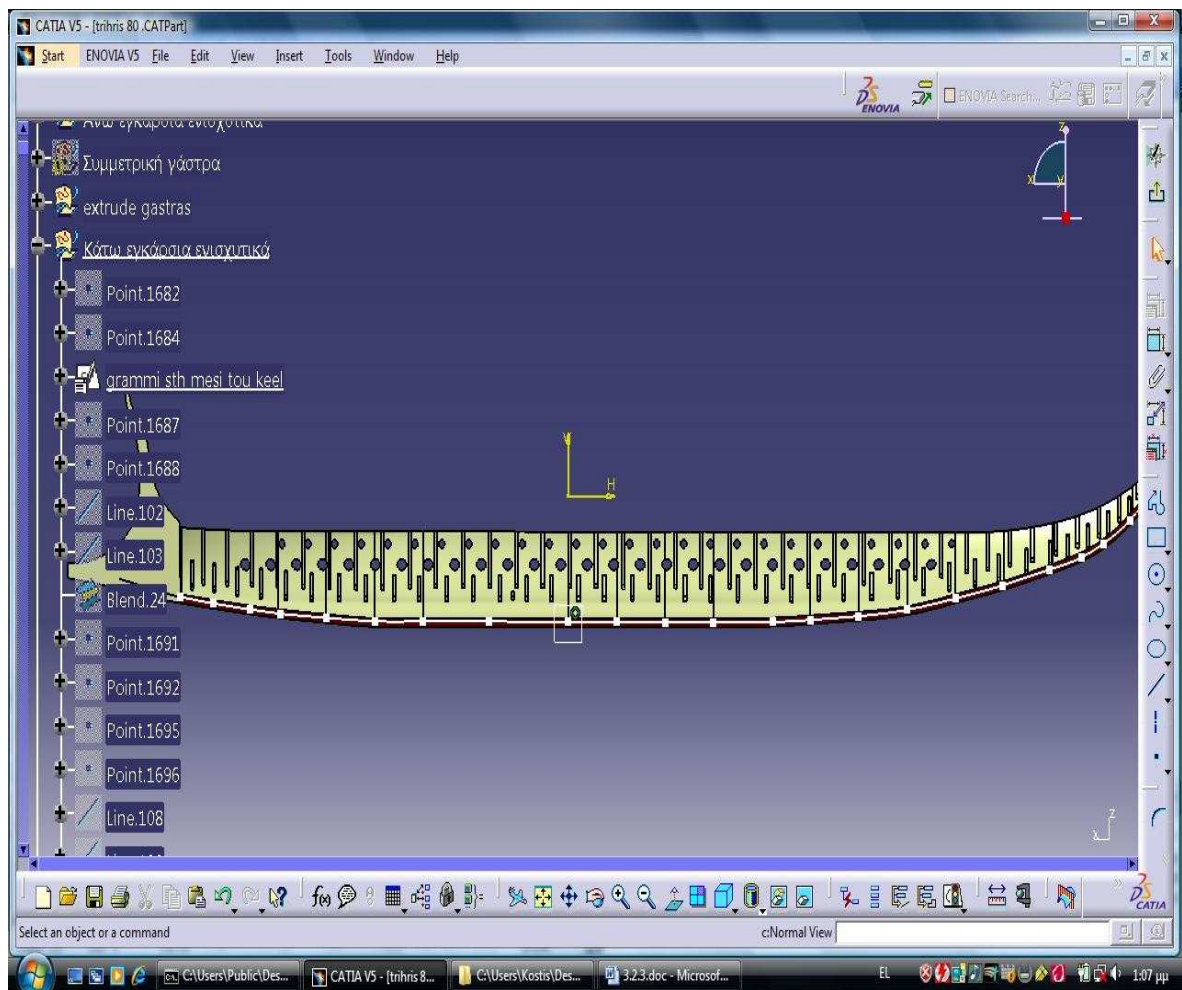
Χρησιμοποιούμε την εντολή **Positioned Sketch** ως εξής :

Insert → Sketcher → Positioned Sketch → ok

Εμφανίζεται το παράθυρο Sketch Positioning

Reference → plane στη μέση του keel → ok

Από τα δεξιά toolbars του CATIA επιλέγουμε την εντολή spline και χαράσσουμε την καμπύλη.



Στη συνέχεια επιλέγουμε την εντολή **Point** και εμφανίζεται το παράθυρο Point Definition.

Point type → on curve

Curve → η καμπύλη στο μέσο του keel

Μαρκάρουμε το **Geodesic** και με το ποντίκι επιλέγουμε τη θέση του σημείου πάνω στην καμπύλη → **ok**

Στη συνέχεια επιλέγουμε την εντολή **Line** και εμφανίζεται το παράθυρο Line Definition.

Line type → point-direction

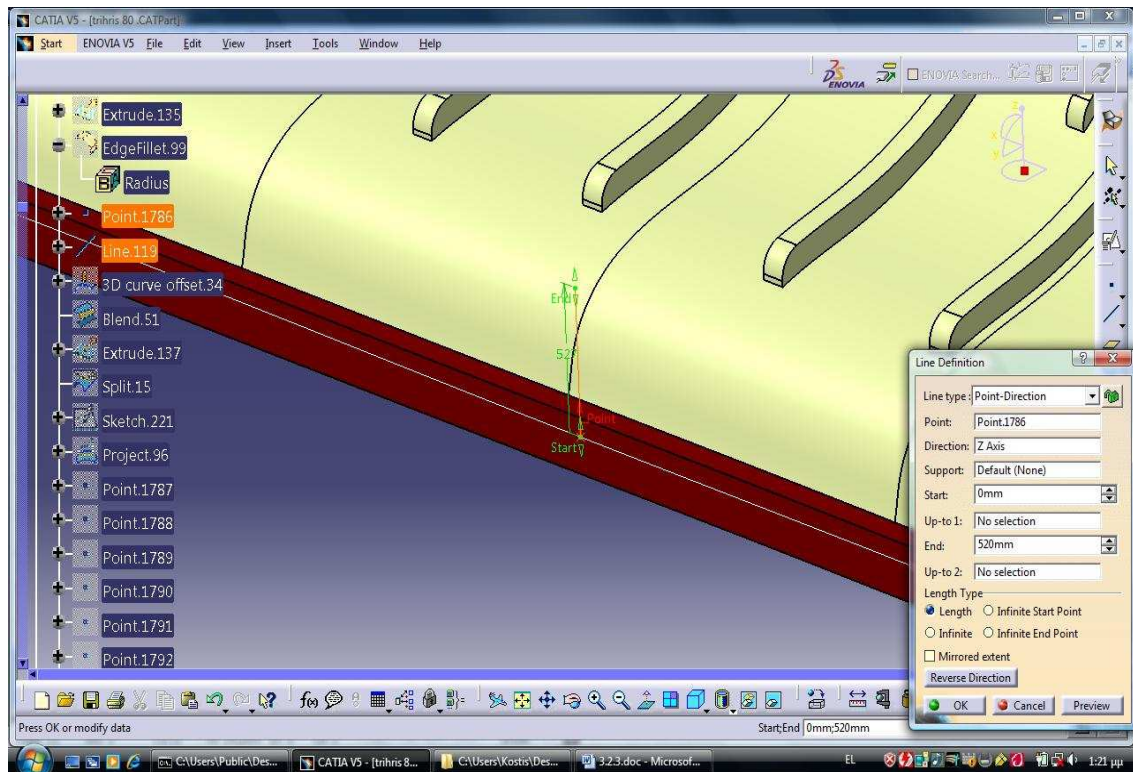
Point → το σημείο που δημιουργήσαμε πιο πάνω

Direction → z axis

Start → 0mm

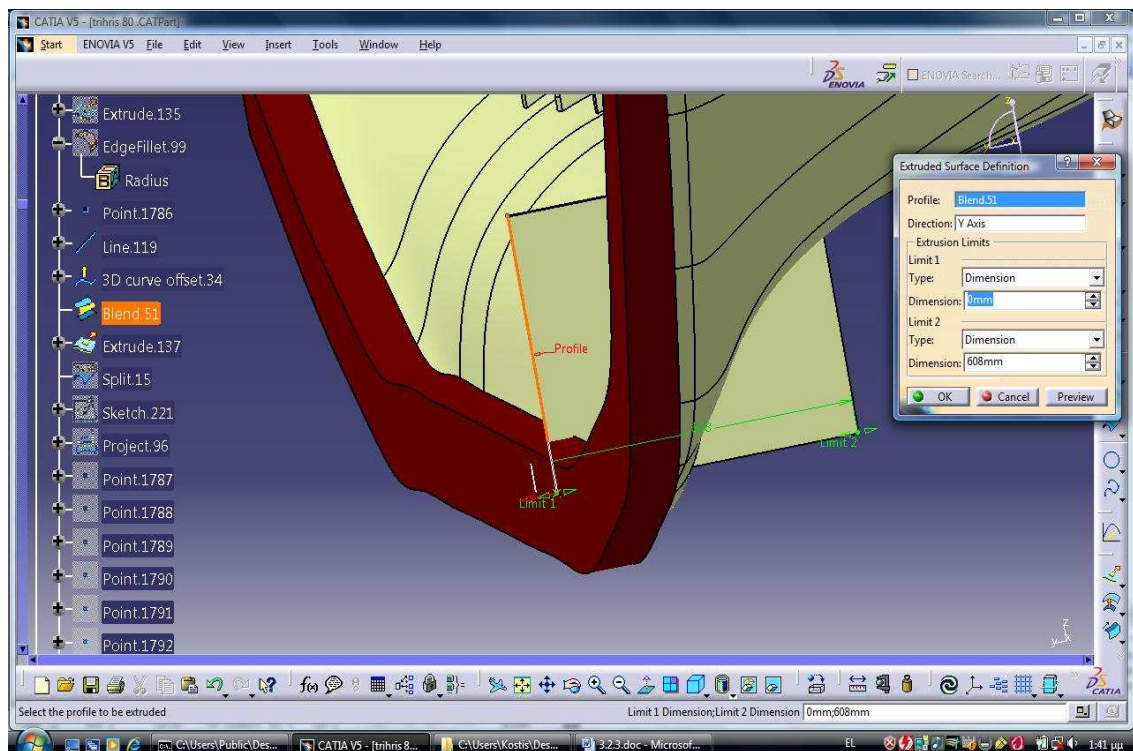
End → το απαιτούμενο ύψος του ενισχυτικού σε επίπεδο xz

ok



Με την εντολή **3D Curve offset** δημιουργούμε ευθεία η οποία είναι όμοια με την προηγούμενη και βρίσκεται σε απόσταση ίση (κατά την διεύθυνση του x άξονα) με το πάχος του κάτω εγκάρσιου ενισχυτικού.

Φέρουμε την επιφάνεια μεταξύ των δύο ευθειών με την εντολή **Blend** και στη συνέχεια με χρήση της εντολής **Extrude** προεκτείνουμε την επιφάνεια έως ότου αυτή τμήσει την επιφάνεια της γάστρας.



Το σφηνοειδές κομμάτι του κάτω εγκάρσιου ενισχυτικού θα κοπεί με την εντολή **Split** ως εξής :

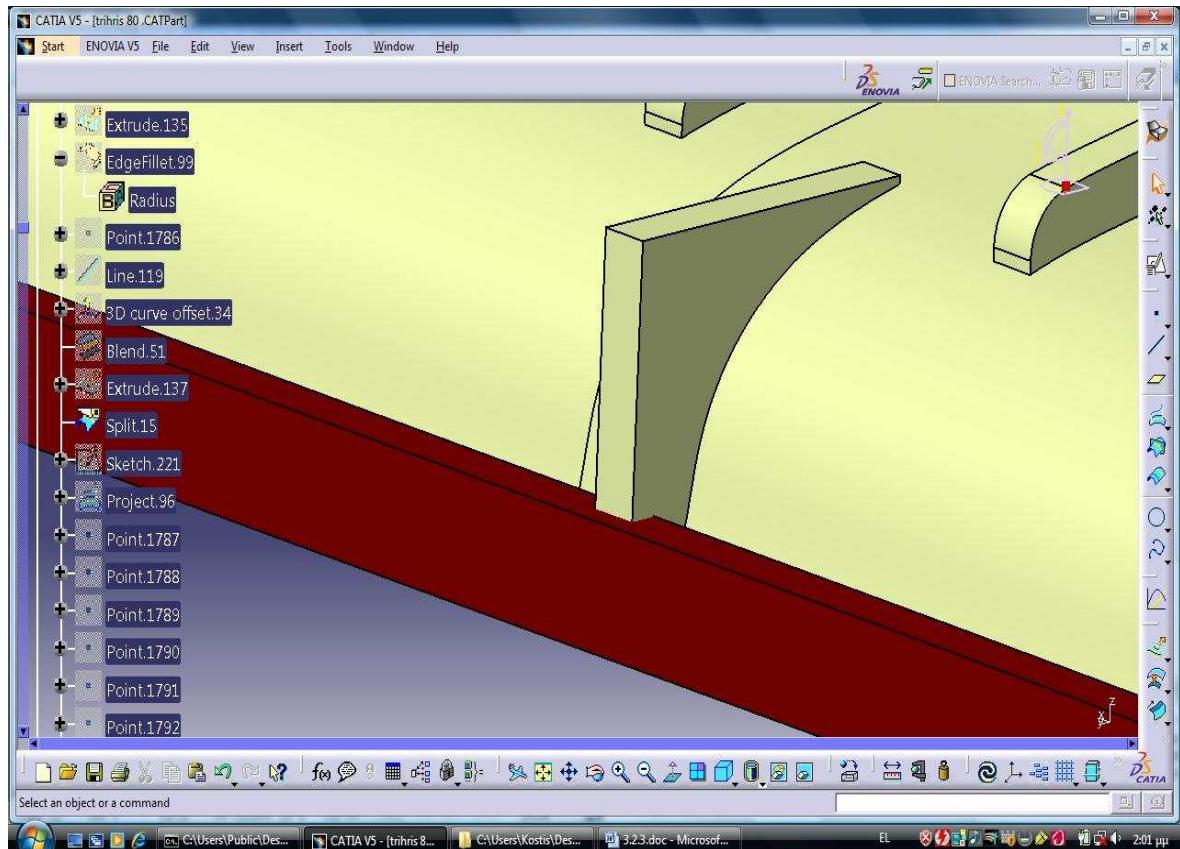
Insert → **Operations** → **Split** → **ok**

Εμφανίζεται το παράθυρο Split Definition

Element to cut → κλίκ στο σφηνοειδές κομμάτι

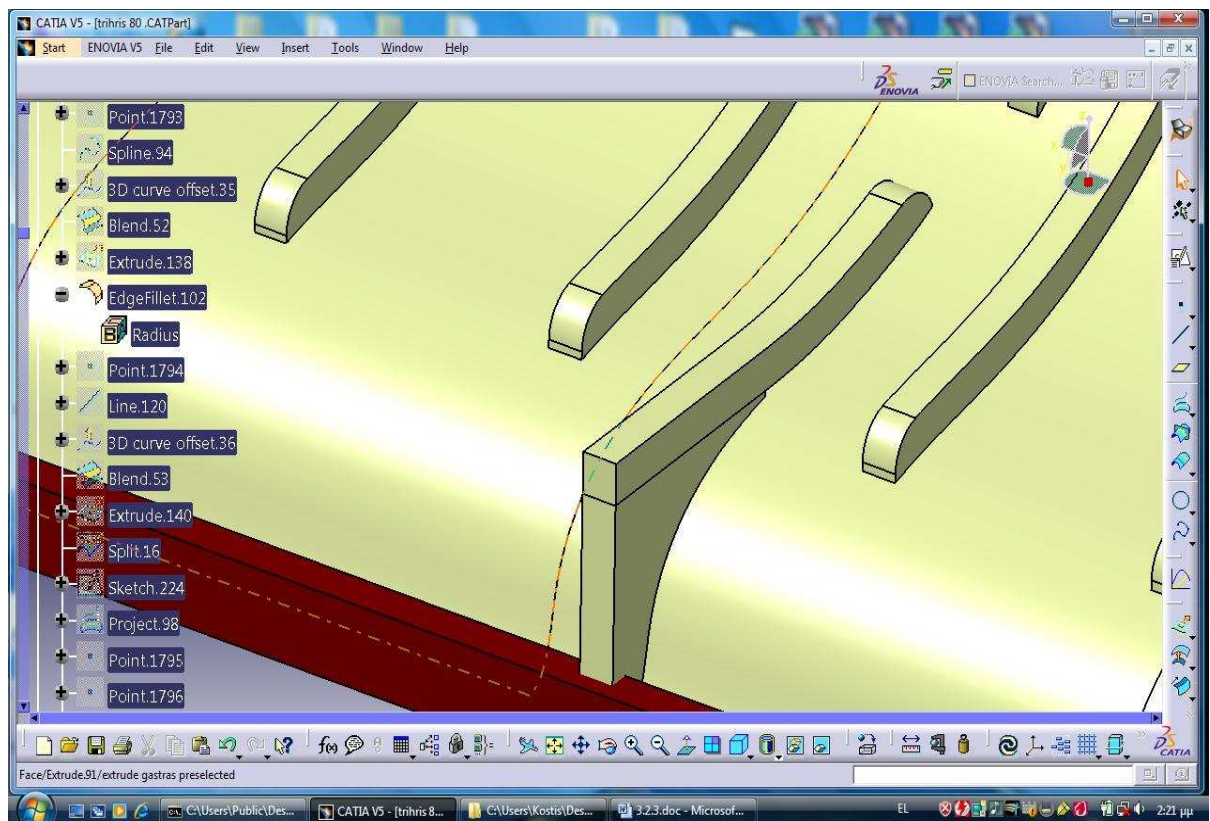
Cutting Elements → κλίκ στη γάστρα της Τριήρους

ok

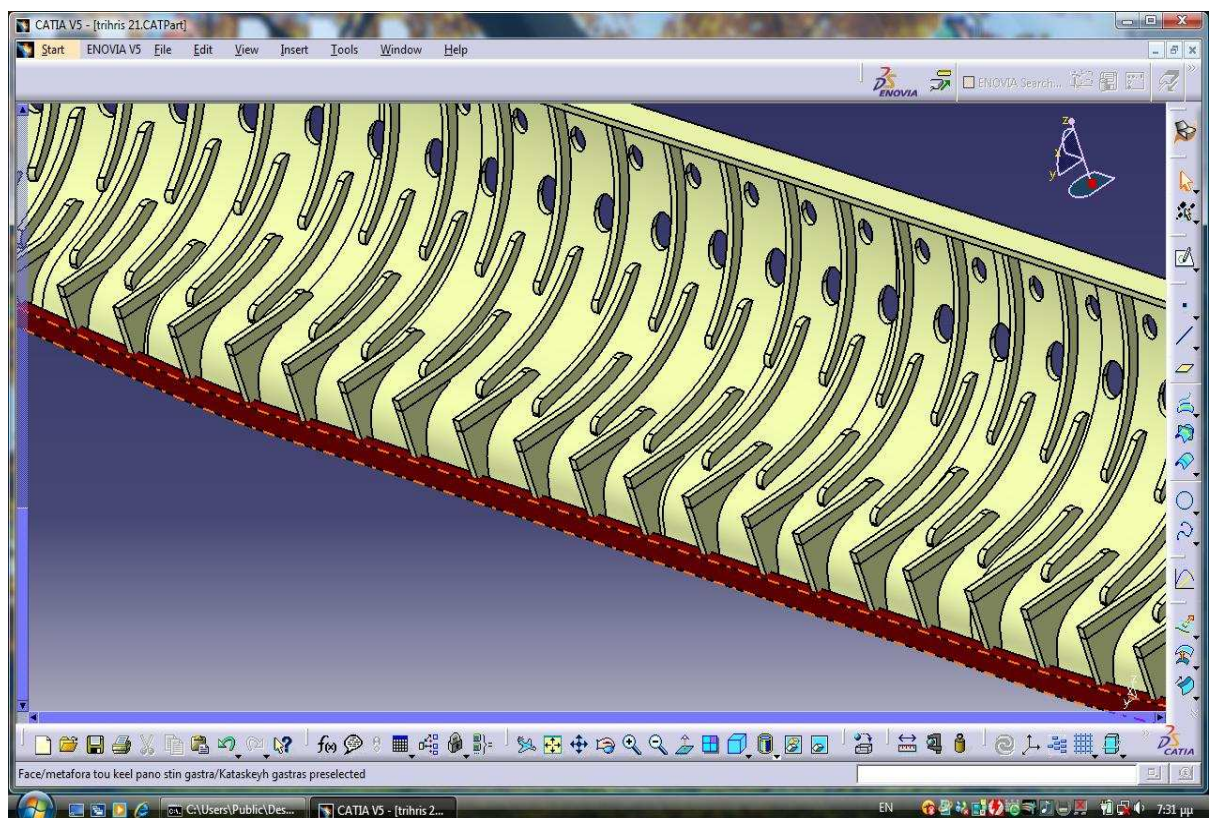


Σχηματίσαμε το πρώτο κομμάτι του κάτω εγκάρσιου ενισχυτικού, το οποίο συνδέει την τρόπιδα με την γάστρα της Τριήρους. Κατά τον ίδιο τρόπο εργαζόμαστε για την κατασκευή όλων των υπόλοιπων κομματιών.

Για να ολοκληρώσουμε το ενισχυτικό πρέπει να χαράξουμε το δεύτερο κομμάτι που βρίσκεται υλωμένο στην άνω επιφάνεια του πρώτου κομματιού. Όπως αναφέραμε και στην αρχή της παραγράφου η σχεδίαση είναι όμοια με αυτή των άνω και μεσαίων εγκάρσιων ενισχυτικών. Για λόγους συντομίας θα παρουσιάσουμε μόνο το γραφικό αποτέλεσμα.



Η σχεδίαση επαναλαμβάνεται όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις για όλα τα κάτω εγκάρσια ενισχυτικά σε όλο το μήκος της γάστρας.



3.2.3.B5. Κατασκευή των άνω, μεσαίων & κάτω διαμηκών ενισχυτικών της γάστρας

Τα διαμήκη ενισχυτικά συμβάλουν σημαντικά στην αντοχή της κατασκευής της γάστρας. Σκοπό έχουν να 'δέσουν' την κατασκευή. Δηλαδή να κρατήσουν ενωμένα τα επιμέρους κατασκευαστικά μέρη όπως είναι οι εγκάρσιες ενισχύσεις και οι σανίδες επένδυσης της γάστρας(πέτσωμα). Επίσης θα δούμε παρακάτω ότι θα αποτελέσουν τις κύριες στηρίξεις των καθισμάτων των κωπηλατών στα δυο εσωτερικά καταστρώματα.

Η σχεδίαση των διαμηκών ενισχυτικών είναι σχετικά απλή και δεν παρουσιάζει διαφοροποιήσεις στις τρεις κατηγορίες (άνω, μεσαία και κάτω ενισχυτικά). Θα χρησιμοποιήσουμε γνωστά σχεδιαστικά εργαλεία του CATIA.

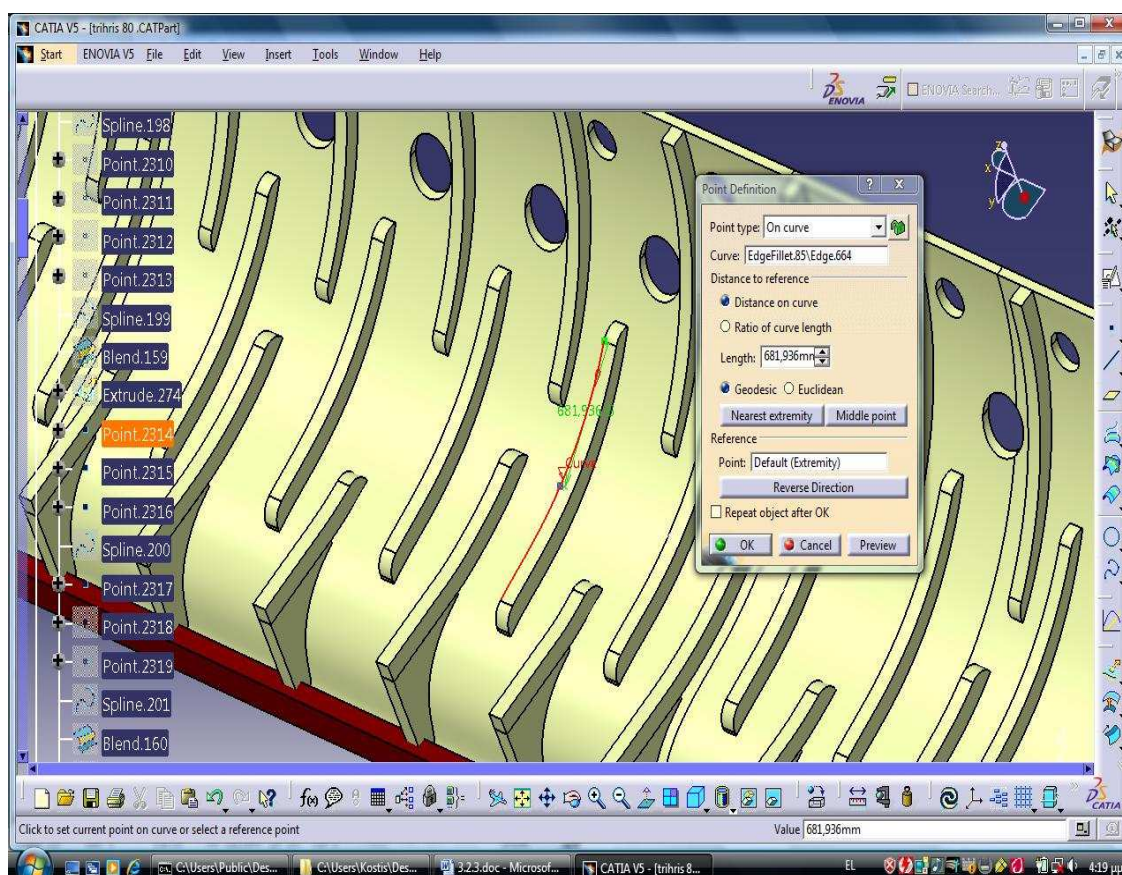
Επιλέγουμε την εντολή **Point** από τα σχεδιαστικά εργαλεία του CATIA και εμφανίζεται το παράθυρο Point Definition.

Point type → **on curve**

Curve → επιλέγουμε την πλαϊνή ακμή του μεσαίου εγκάρσιου ενισχυτικού

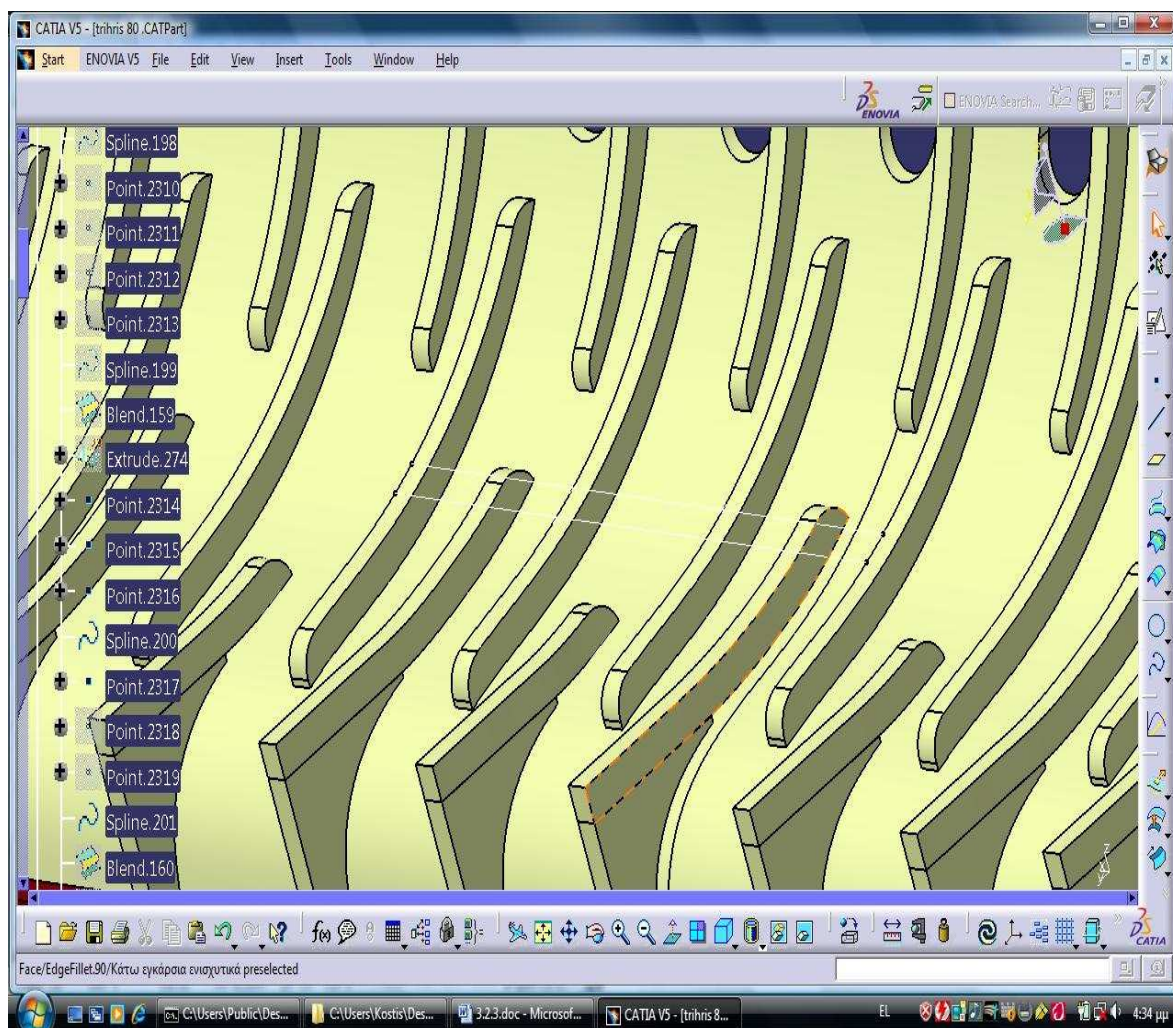
Μαρκάρουμε **distance on curve** και με το ποντίκι τοποθετούμε το σημείο στην απόσταση που επιθυμούμε

Ok

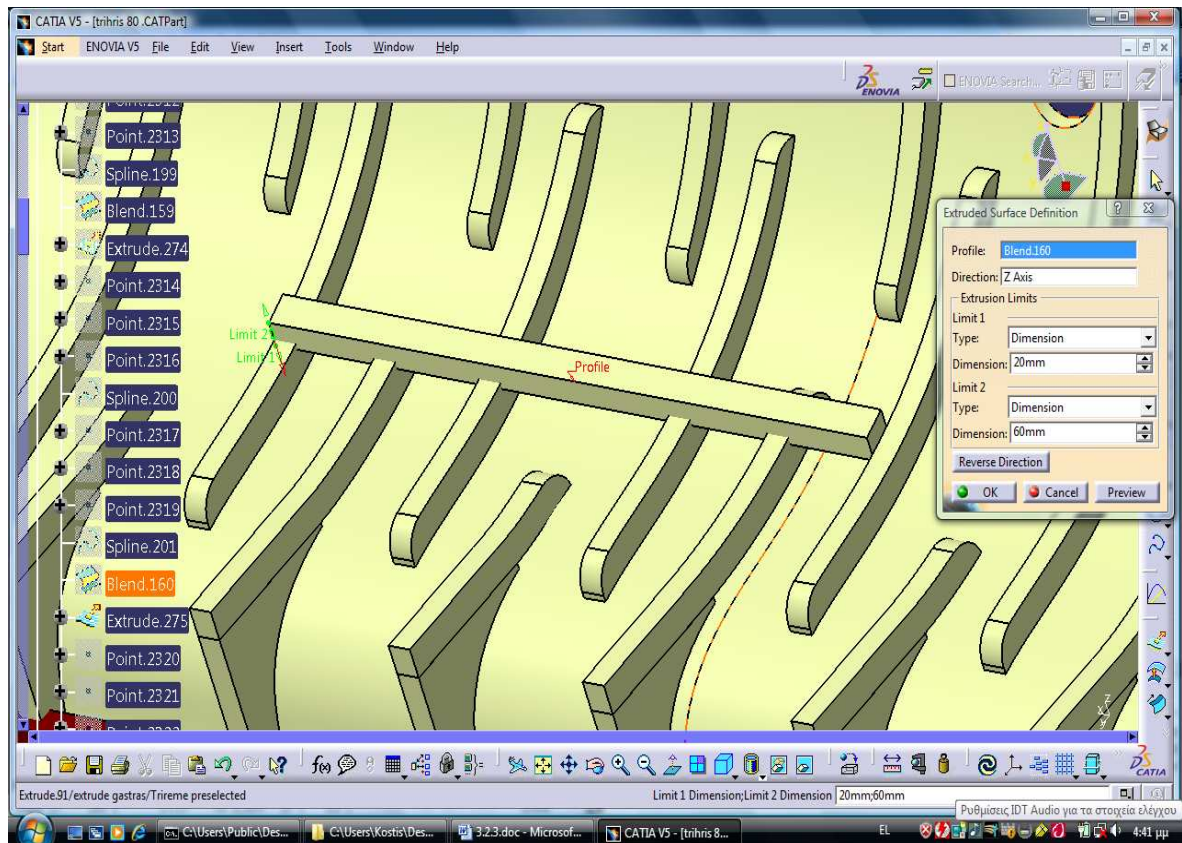


Με την ίδια διαδικασία δημιουργούμε νέο σημείο στην ακμή του εγκάρσιου ενισχυτικού το οποίο απέχει απόσταση από το προηγούμενο ίση με το πλάτος του διαμήκους ενισχυτικού που θέλουμε να κατασκευάσουμε. Για κάθε εγκάρσιο ενισχυτικό εφαρμόζουμε την παραπάνω μεθοδολογία. Με αυτό το τρόπο σχηματίζονται δύο σειρές σημείων, η άνω και η κάτω, οι οποίες βρίσκονται στις ακμές των εγκάρσιων ενισχυτικών.

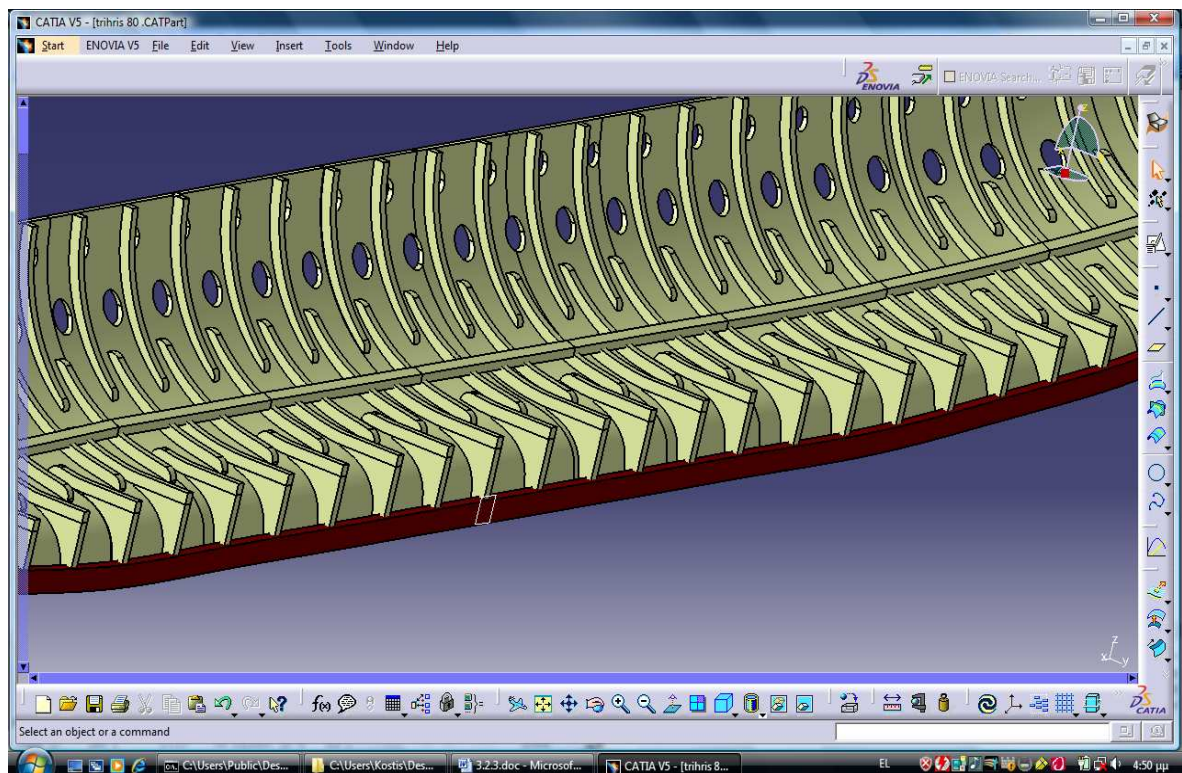
Στη συνέχεια θα χαράζουμε καμπύλες (με την εντολή **Spline**) που θα παρεμβάλουν τα σημεία κάθε σειράς χωριστά και θα έχουν μήκος ίσο με το διαμήκες ενισχυτικό που θέλουμε να κατασκευάσουμε.

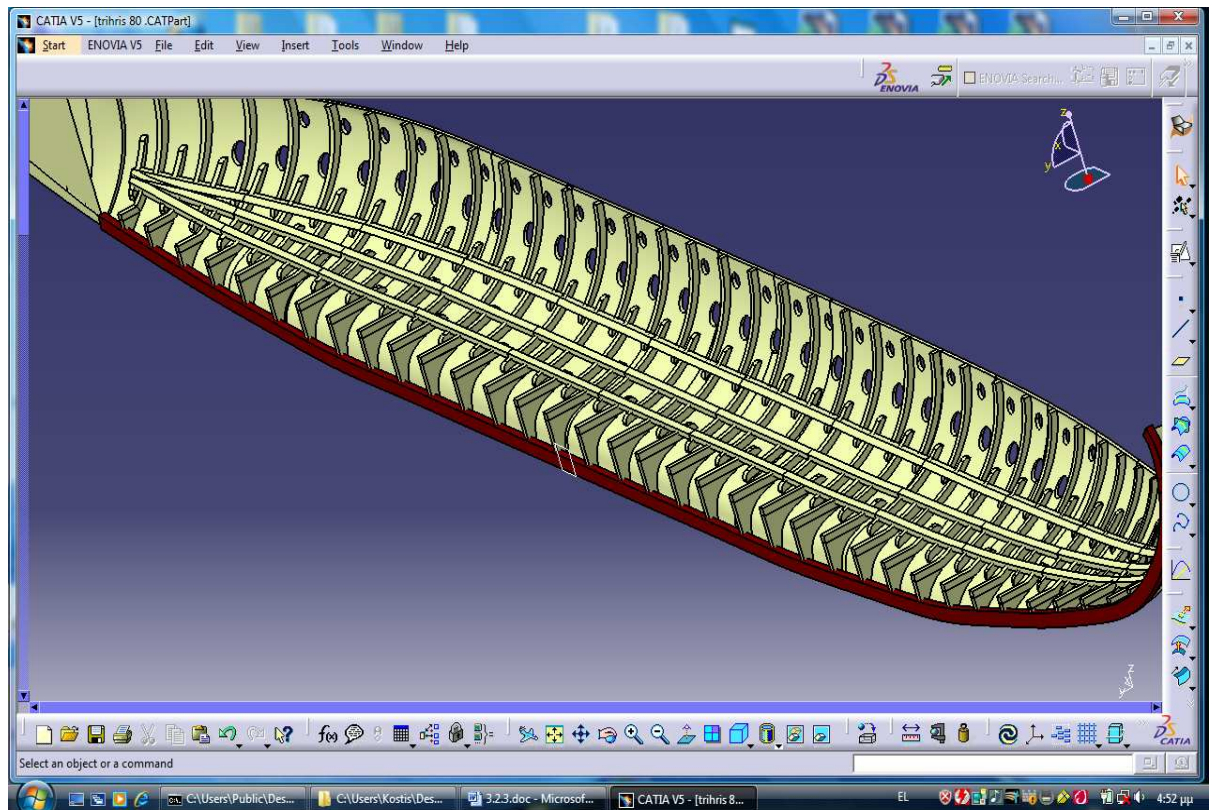


Χρησιμοποιούμε την εντολή **Blend** για να σχεδιάσουμε την επιφάνεια μεταξύ των δύο καμπυλών και στην συνέχεια την εντολή **Extrude** (κατά την z διεύθυνση) για να δώσουμε στο ενισχυτικό το κατάλληλο πάχος.



Κατασκευάσαμε ένα μεσαίο διαμήκες ενισχυτικό, σύμφωνα με το οποίο θα προκύψουν και τα υπόλοιπα άνω, μεσαία και κάτω διαμήκη ενισχυτικά, ακολουθώντας ακριβώς την ίδια διαδικασία σχεδίασης.



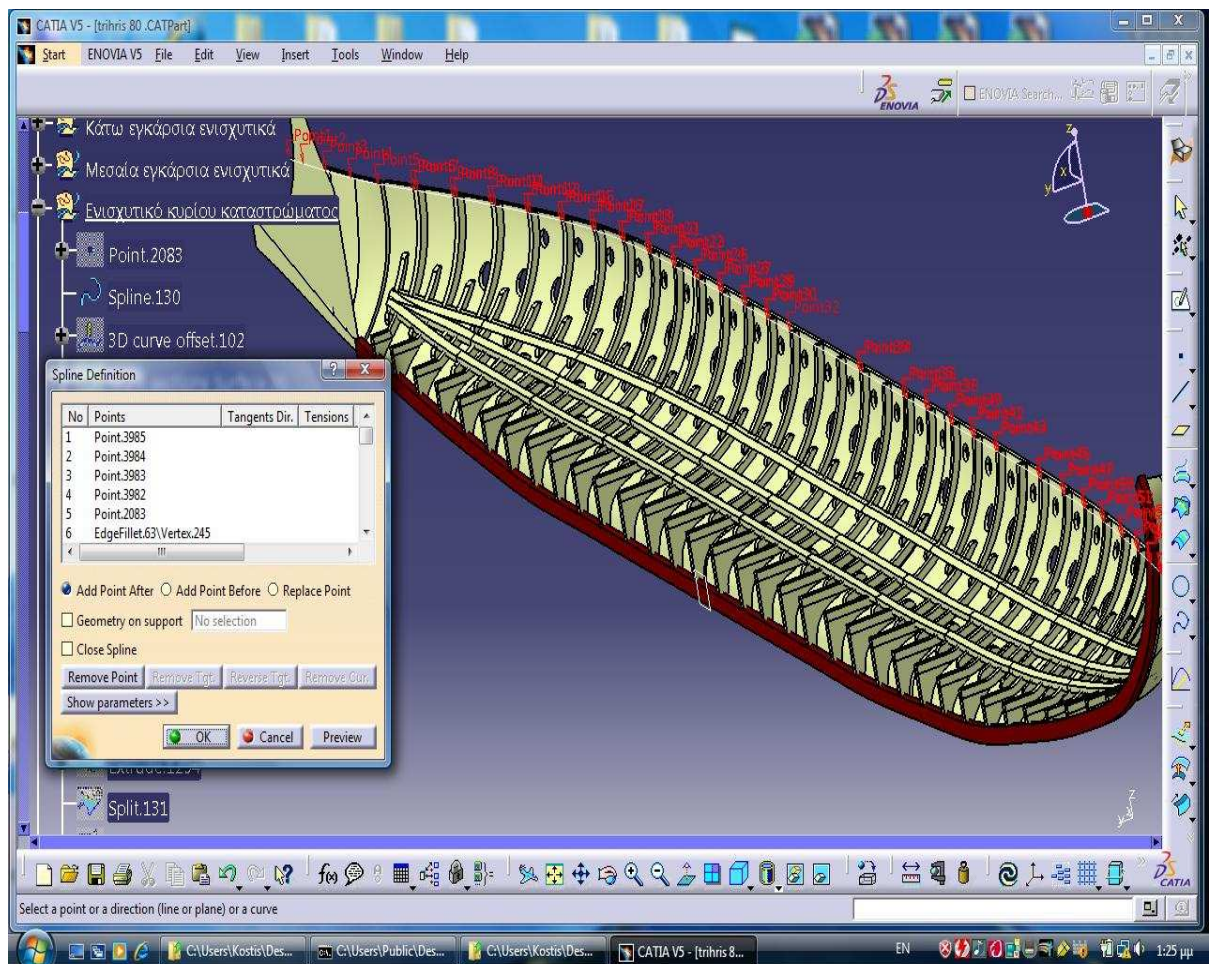


3.2.3.B6. Κατασκευή του διαμήκους ενισχυτικού του κυρίου καταστρώματος

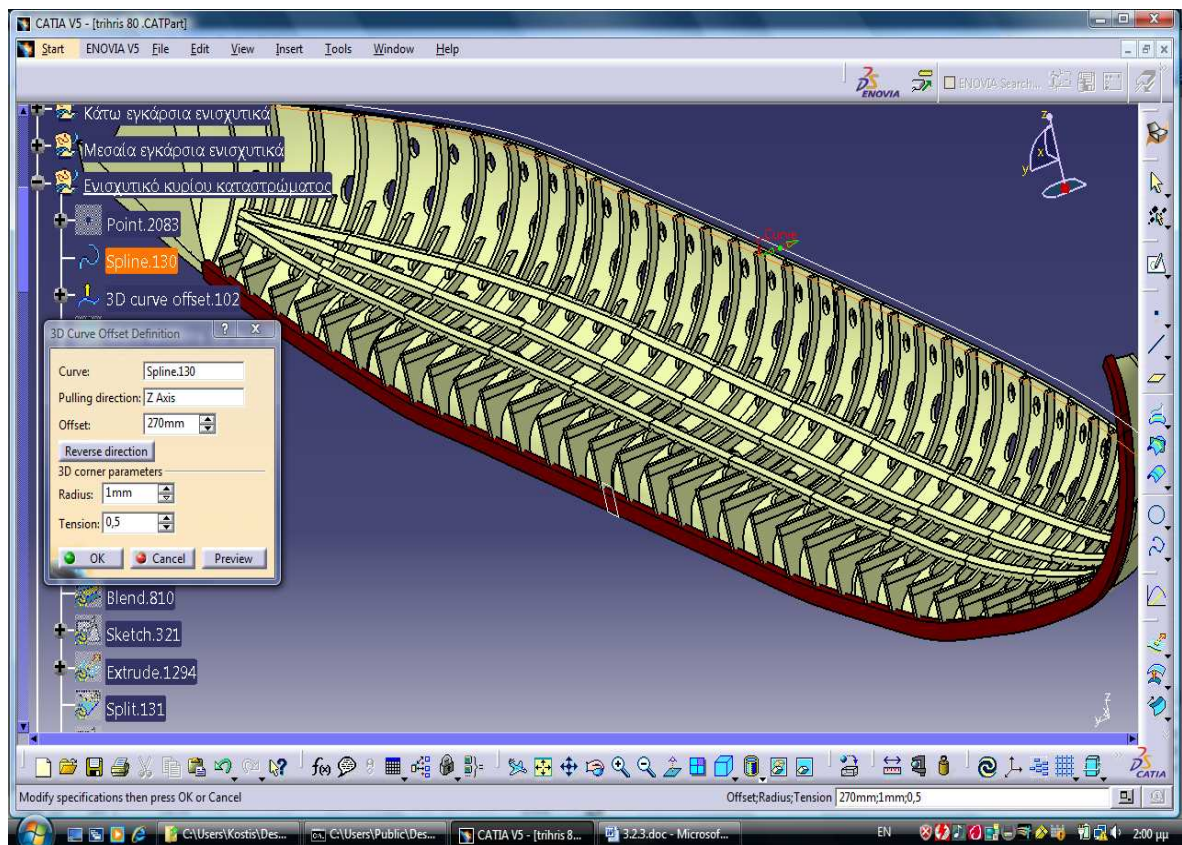
Στα διαμήκη ενισχυτικά της Τριήρους περιλαμβάνεται και το ενισχυτικό του κυρίου καταστρώματος. Εκτείνεται σε όλο το μήκος της γάστρας και ακολουθεί την επιφάνεια του καταστρώματος. Το κάτω μέρος του ενισχυτικού έχει σημεία στήριξης στα άνω εγκάρσια ενισχυτικά και την επιφάνεια της γάστρας. Σκοπό έχει την ενίσχυση της αντοχής του σκάφους και την στήριξη των θέσεων κωπηλάτησης των θρανίων.

Η σχεδίαση θα γίνει ως εξής :

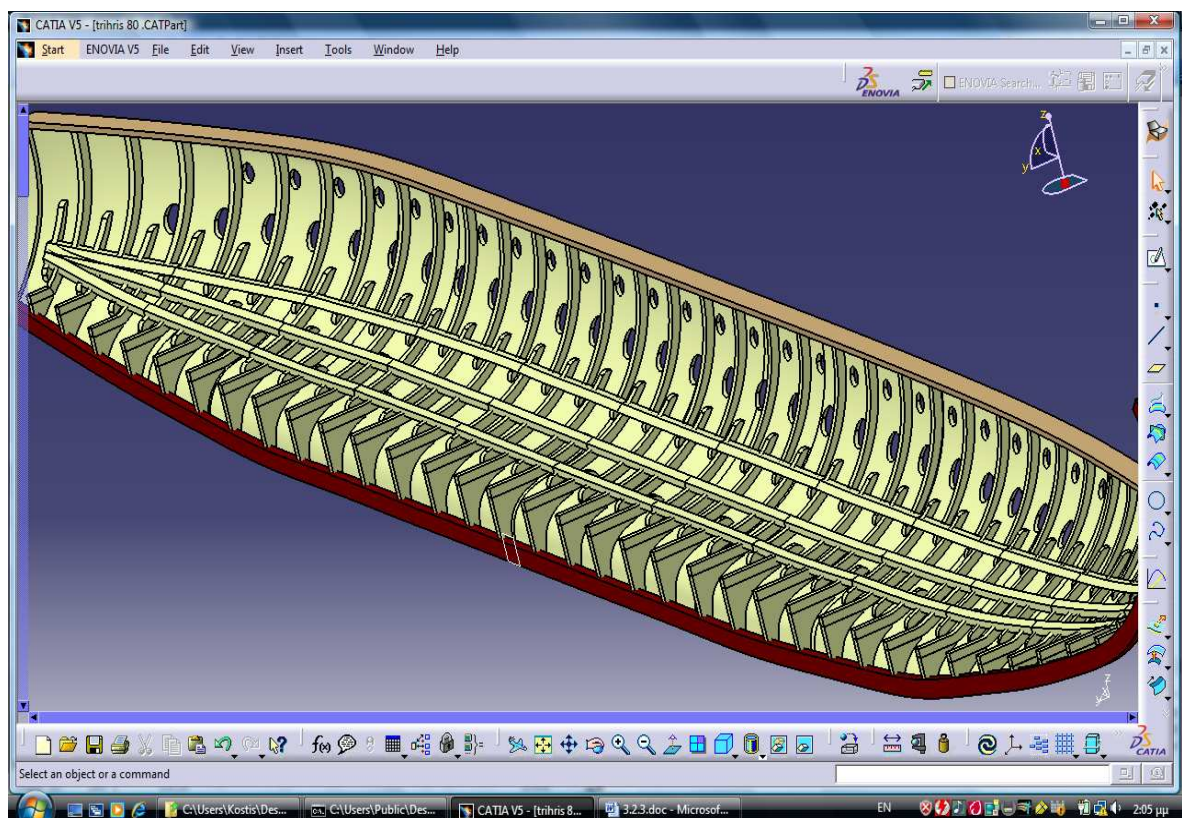
Με την εντολή **Spline** χαράσσουμε καμπύλη που παρεμβάλλει τα σημεία των ακμών των άνω εγκάρσιων ενισχυτικών.



Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε την εντολή **3D Curve Offset** για να δημιουργήσουμε μια όμοια καμπύλη σε απόσταση ίση με το πλάτος του ενισχυτικού του κυρίου καταστρώματος (κατά τον y άξονα).



Σχηματίζουμε την επιφάνεια μεταξύ των δύο καμπυλών με την εντολή **Blend** και δίδουμε το κατάλληλο πάχος με την εντολή **Extrude**.



3.2.4 ΣΗΜΕΙΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΘΕΣΕΩΝ ΚΩΠΗΛΑΤΗΣΗΣ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΩΝ

3.2.4.B1. Κατασκευή των εγκάρσιων ενισχυτικών των θέσεων της 1^{ης} σειράς κωπηλατών

Θέλουμε να εξασφαλίσουμε την σύνδεση των κατασκευαστικών μερών της Τριήρους. Για το λόγο αυτό η σχεδίαση των ζητούμενων ενισχυτικών θα ξεκινήσει, από τα σημεία τομής των άνω διαμήκων ενισχυτικών με τα άνω εγκάρσια ενισχυτικά, με την εντολή **Intersect** ως εξής :

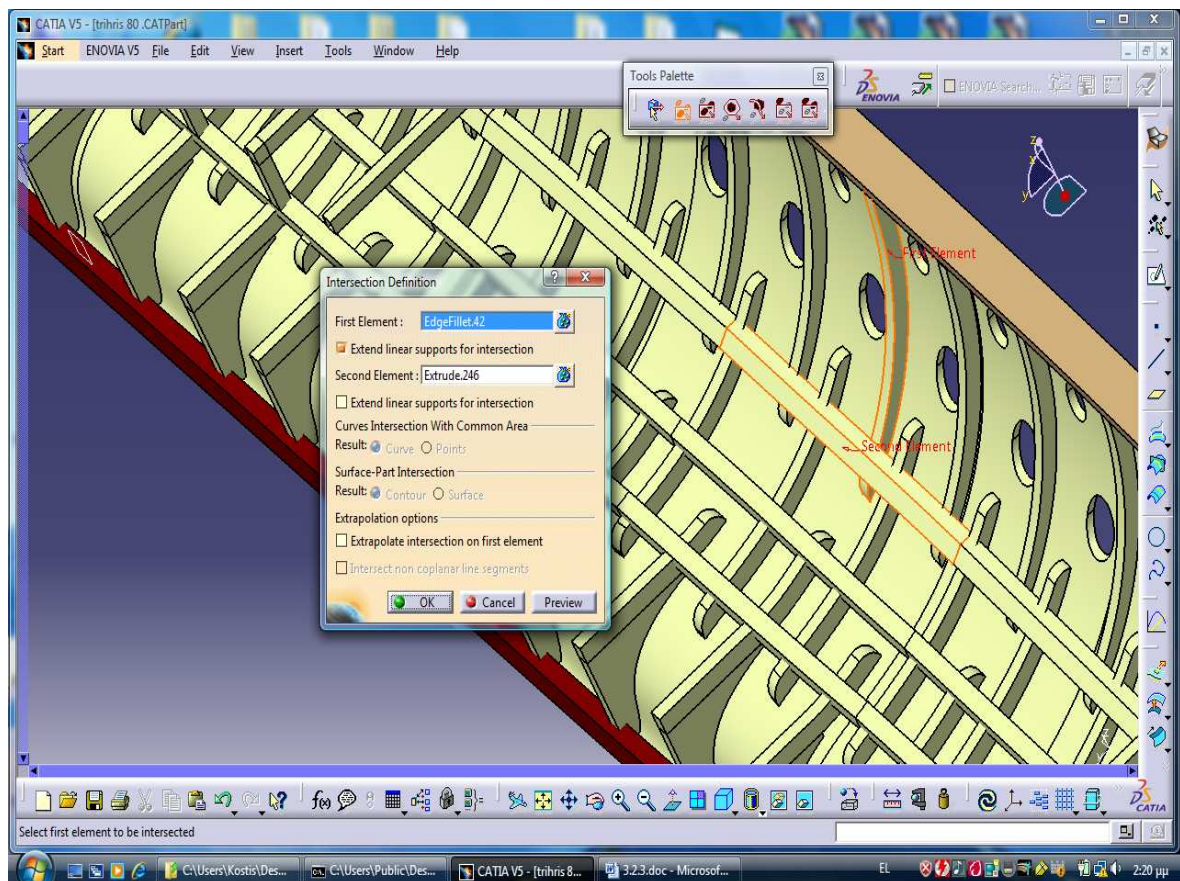
Insert → **Wireframe** → **Intersection** → **ok**

Εμφανίζεται το παράθυρο Intersection Definition

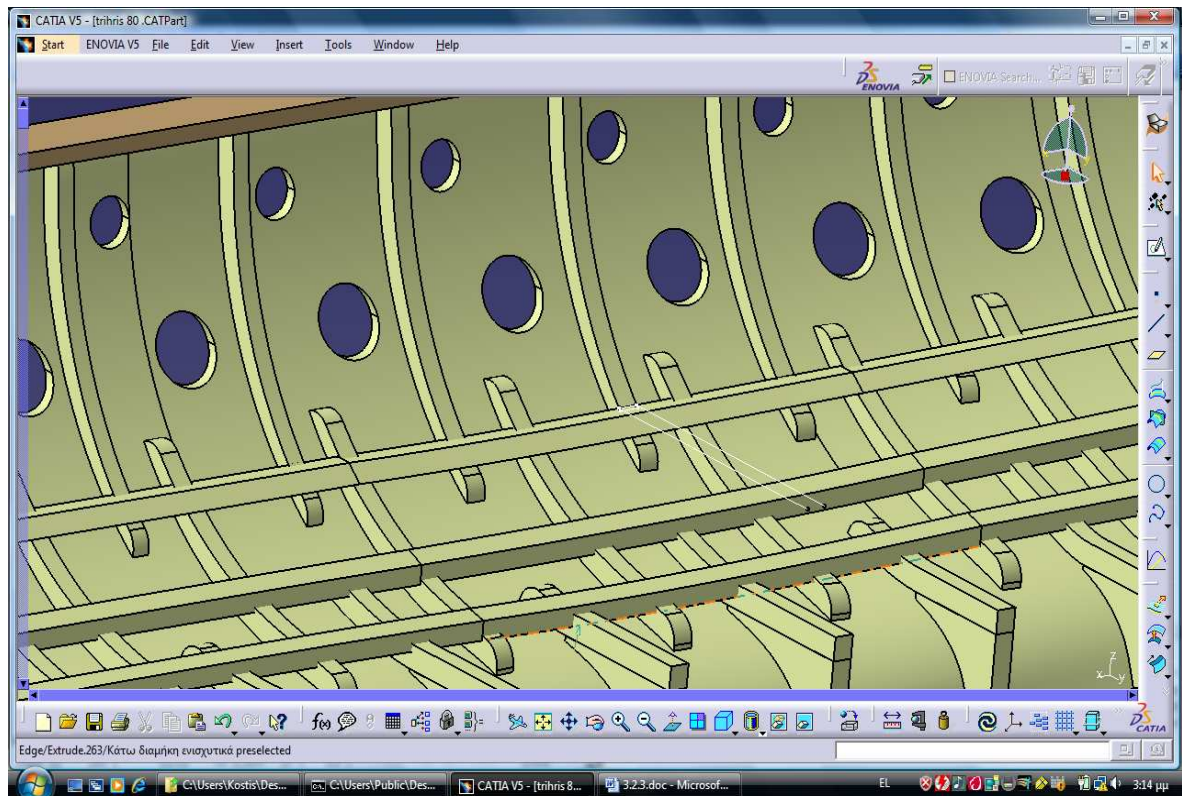
First Element → κλίκ στο άνω εγκάρσιο ενισχυτικό

Second Element → κλίκ στο άνω διάμηκες ενισχυτικό

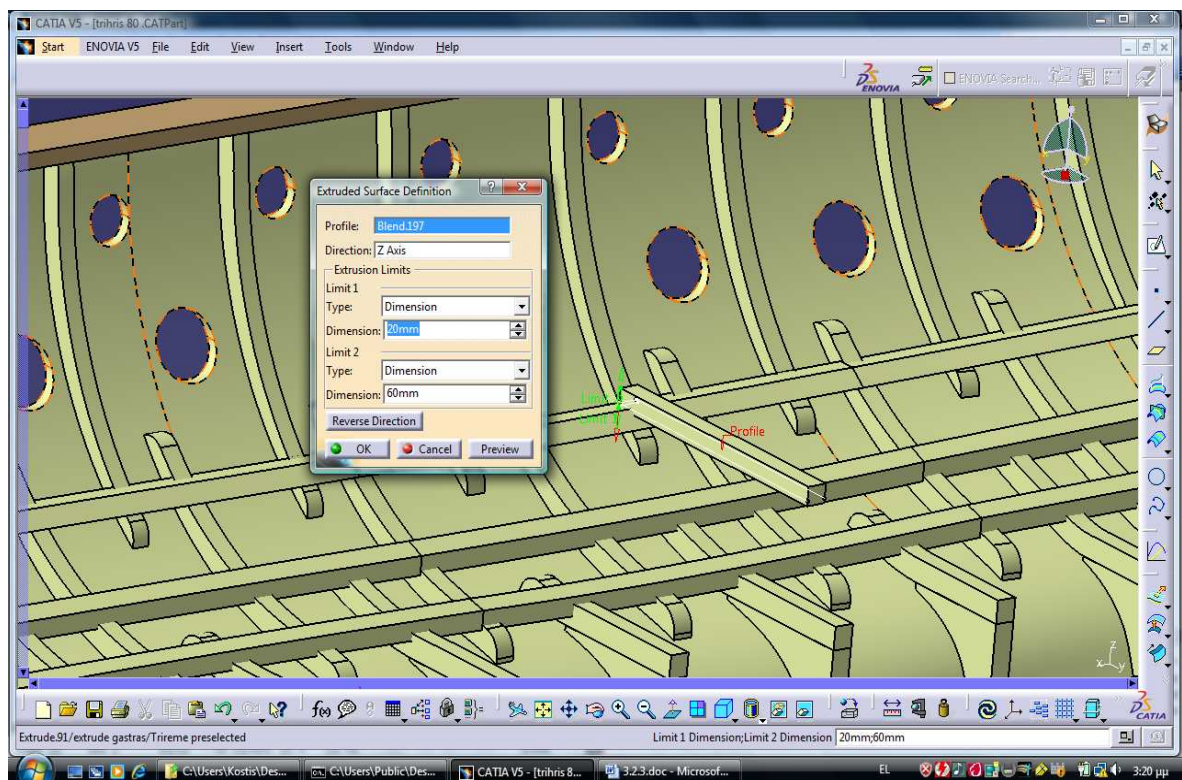
ok



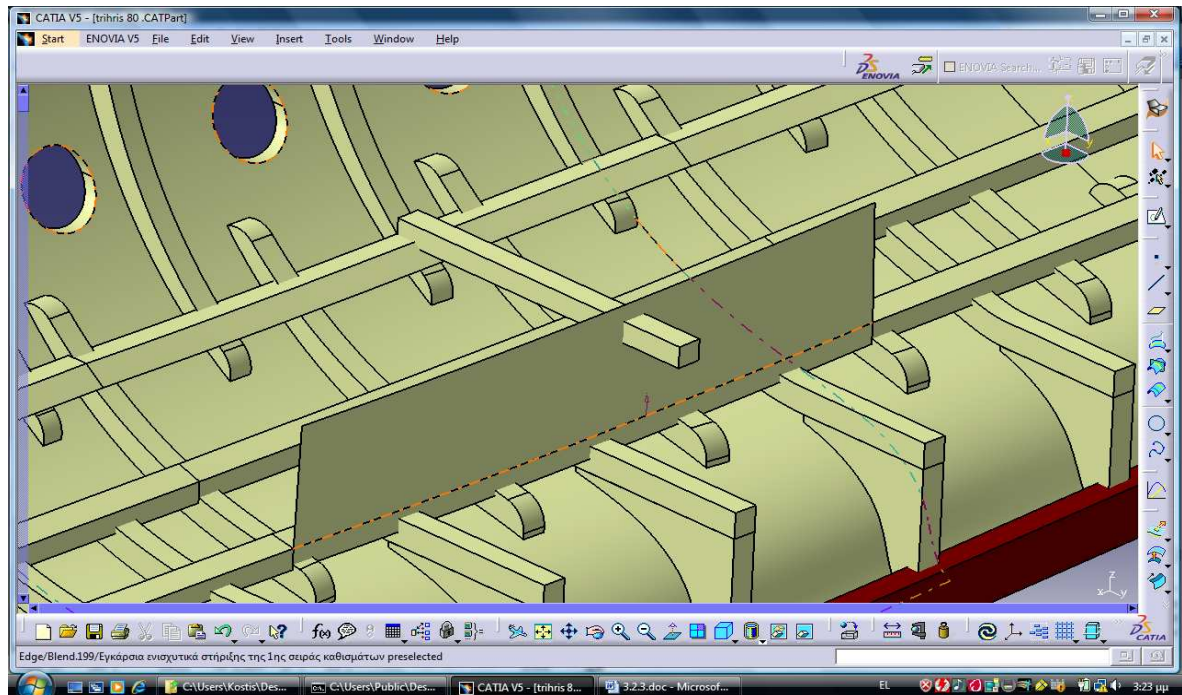
Στη συνέχεια με την εντολή **Line** φέρουμε τις ευθείες (στη γ διεύθυνση) με σημεία εκκίνησης τα σημεία τομής που προέκυψαν προηγουμένως από την εντολή **Intersection**.



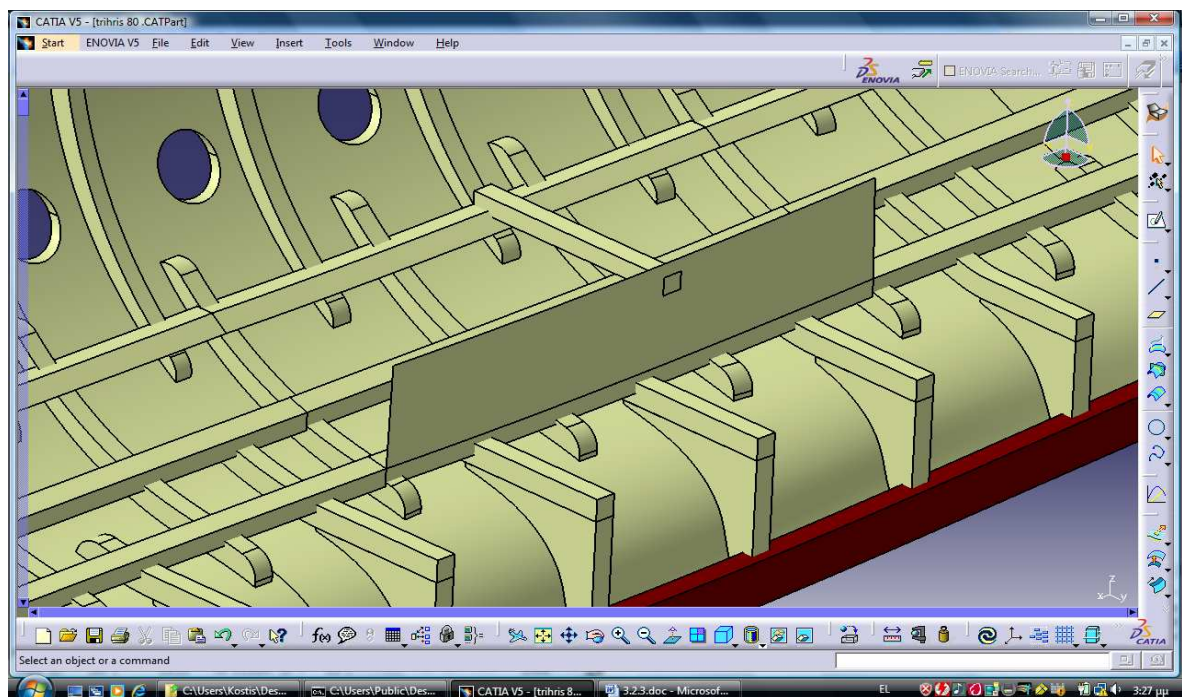
Κατασκευάζουμε το άνω μέρος του εγκάρσιου ενισχυτικού χρησιμοποιώντας τις εντολές **Blend** (για την δημιουργία επιφάνειας μεταξύ των ευθειών) και **Extrude** (για να δώσουμε το απαιτούμενο πάχος).



Χρησιμοποιούμε την άνω ακμή του κάτω διαμήκους ενισχυτικού για να δημιουργήσουμε επιφάνεια με την εντολή **Extrude** (κατά την z διεύθυνση).

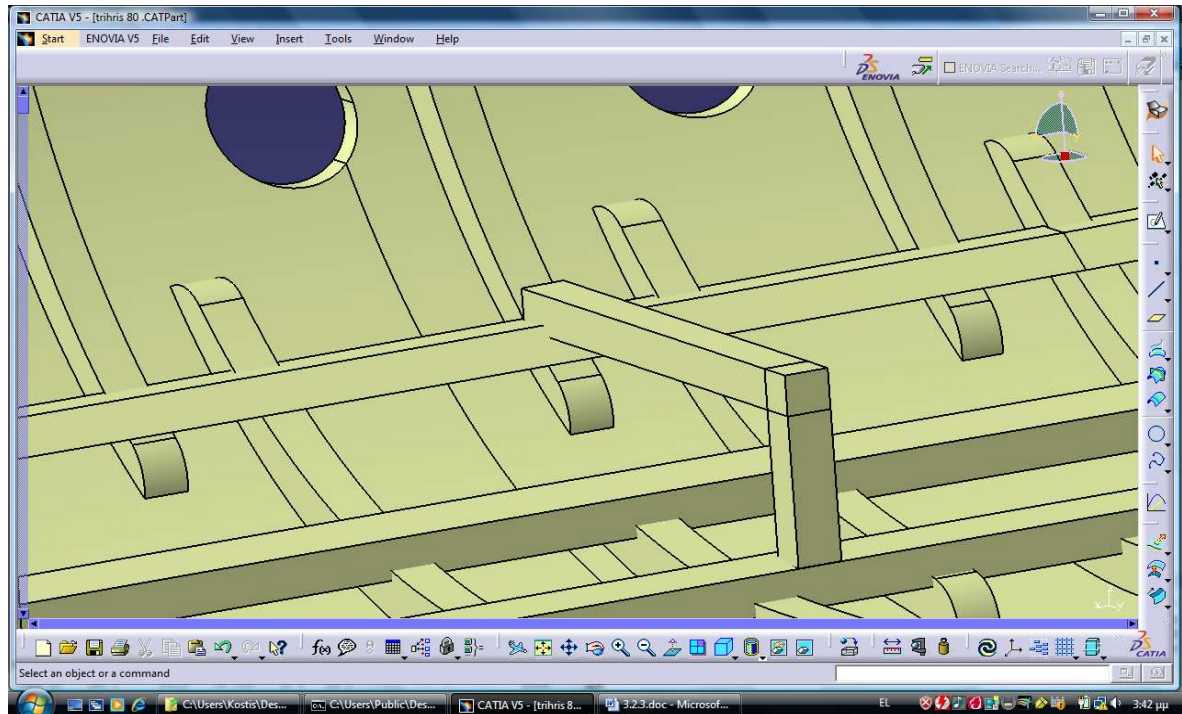


Και στην συνέχεια την εντολή **Split** για κόψουμε το ενισχυτικό στο σωστό y.

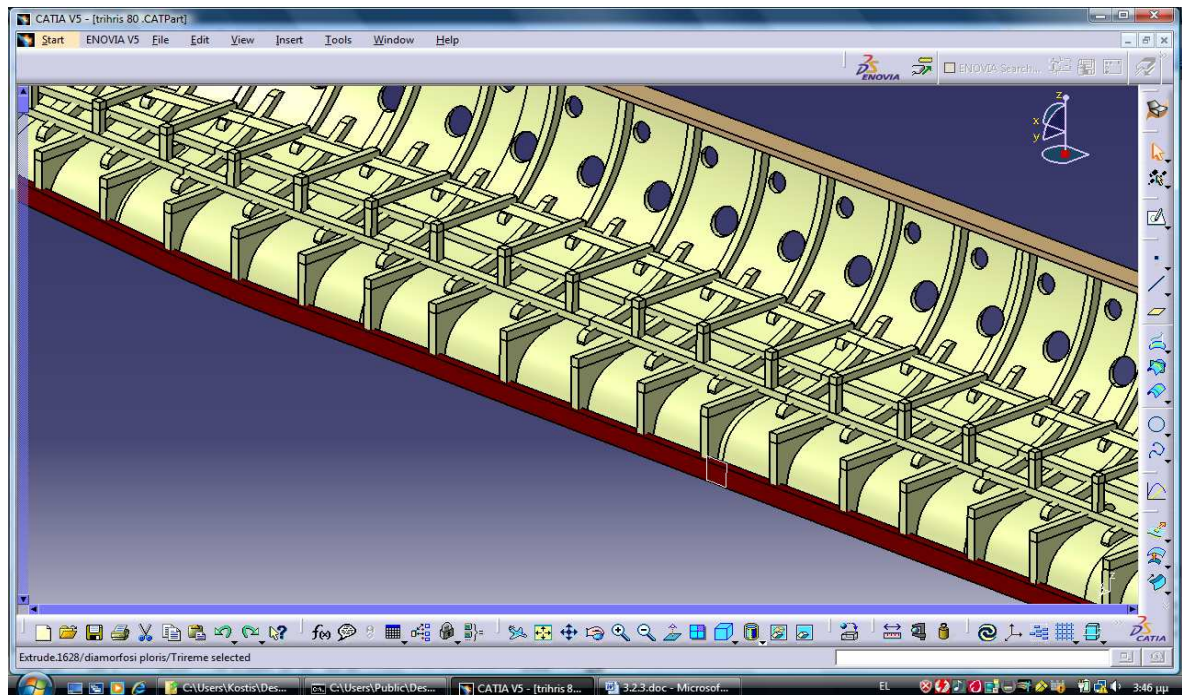


Η βοηθητική επιφάνεια 'κρύβεται' πατώντας δεξί κλικ πάνω στην επιφάνεια και επιλέγοντας την εντολή **Hide/Show**.

Στο επίπεδο που κόψαμε το ενισχυτικό επιλέγουμε την άνω ακμή του ενισχυτικού και χρησιμοποιούμε την εντολή **Extrude** δύο φορές. Αρχικά για να προεκτείνουμε μέχρι την βάση του κάτω διαμήκους ενισχυτικού και στη συνέχεια για να δώσουμε το απαραίτητο πάχος του κάτω μέρους του εγκάρσιου ενισχυτικού.

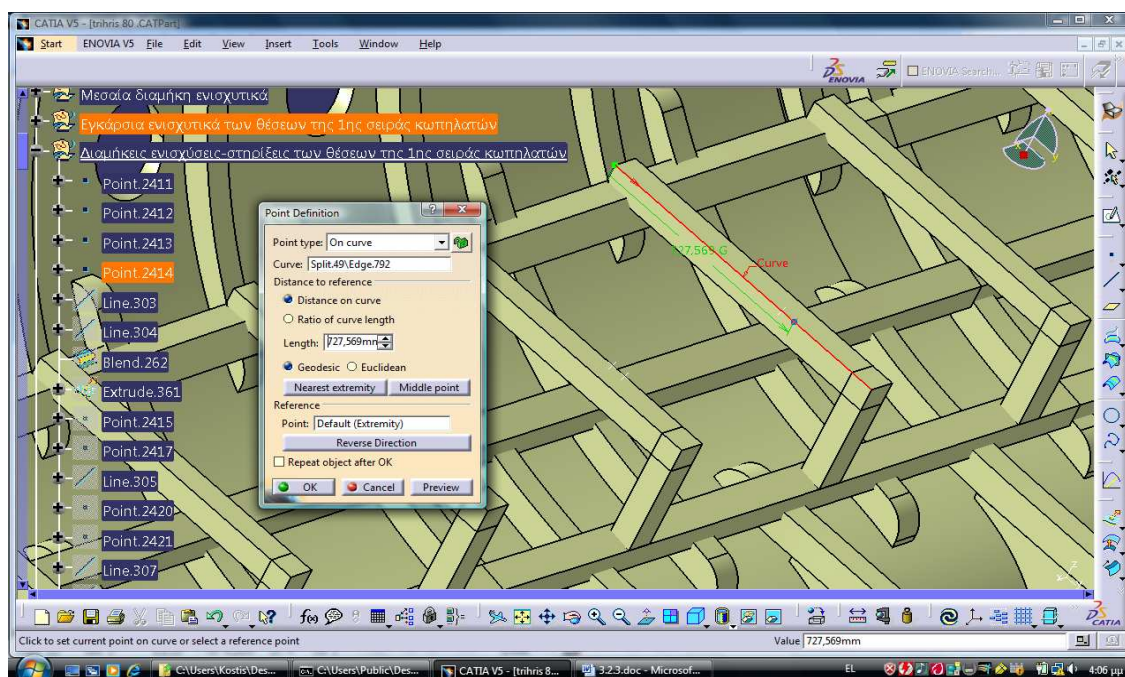


Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία για όλα τα εγκάρσια ενισχυτικά των θέσεων της 1^{ης} σειράς κωπηλατών.

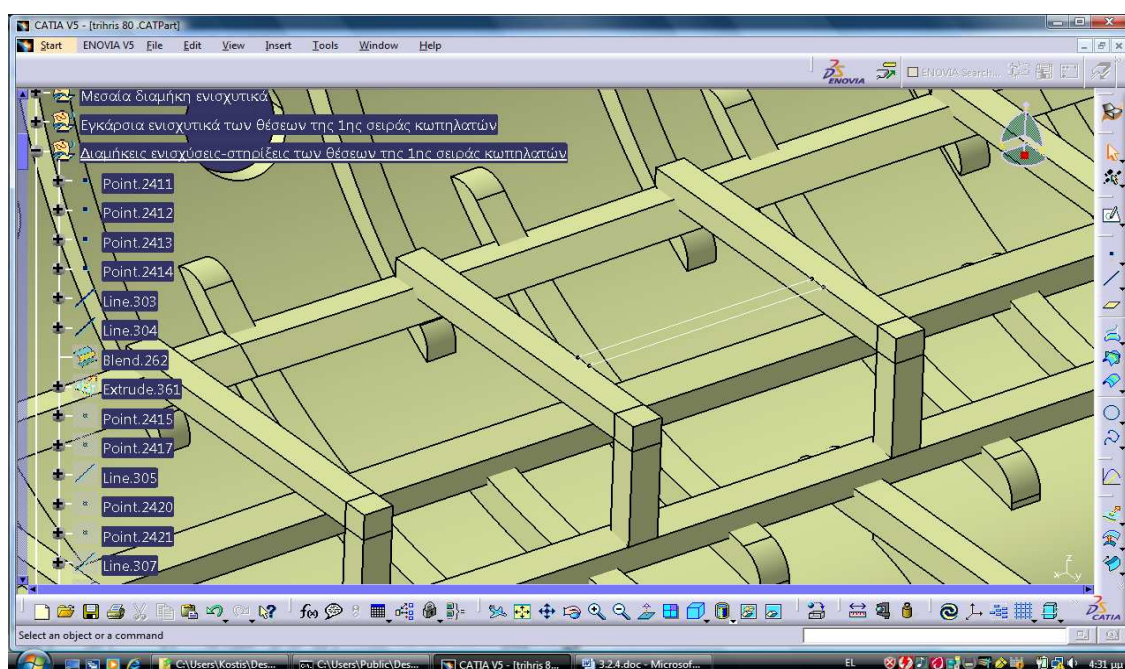


3.2.4.B2. Κατασκευή των διαμηκών ενισχύσεων-στηρίξεων των θέσεων της 1^{ης} σειράς κωπηλατών

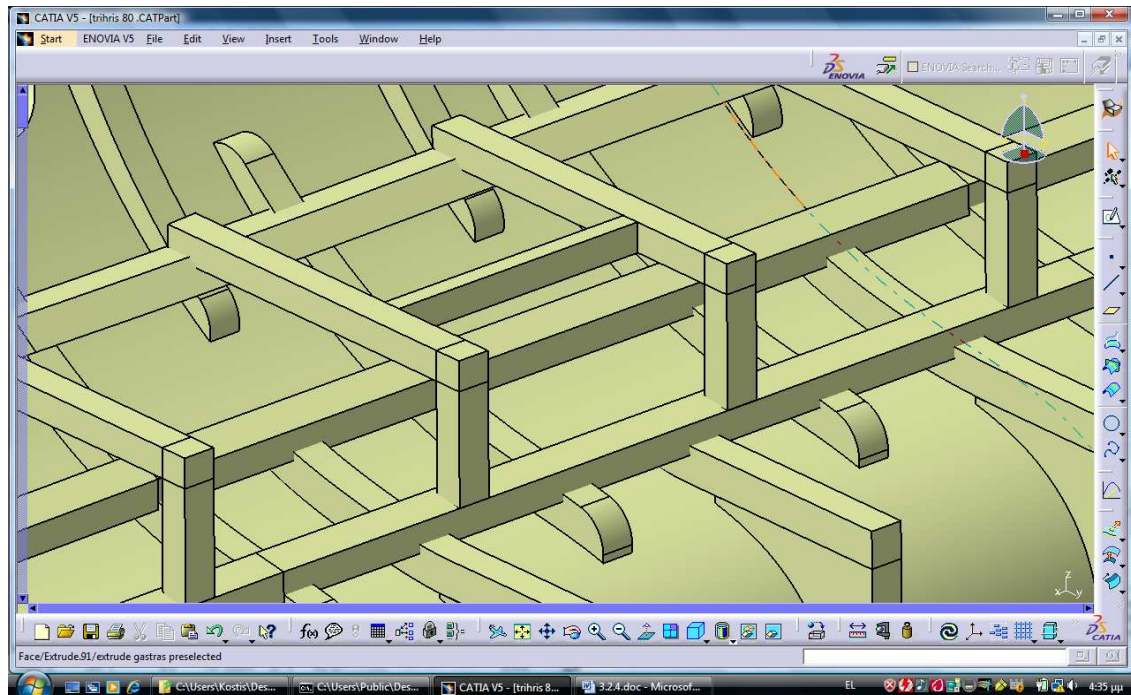
Για την σχεδίαση των στηρίξεων των θέσεων κωπηλάτησης αρχικά χρησιμοποιούμε την εντολή **Point** για να δημιουργήσουμε ζεύγη σημείων επί των ακμών των εγκαρσίων ενισχυτικών. Τα σημεία βρίσκονται σε αντιδιαμετρική θέση και απέχουν μεταξύ τους ανά ζεύγος απόσταση ίση με το πάχος της στήριξης που θέλουμε να κατασκευάσουμε.



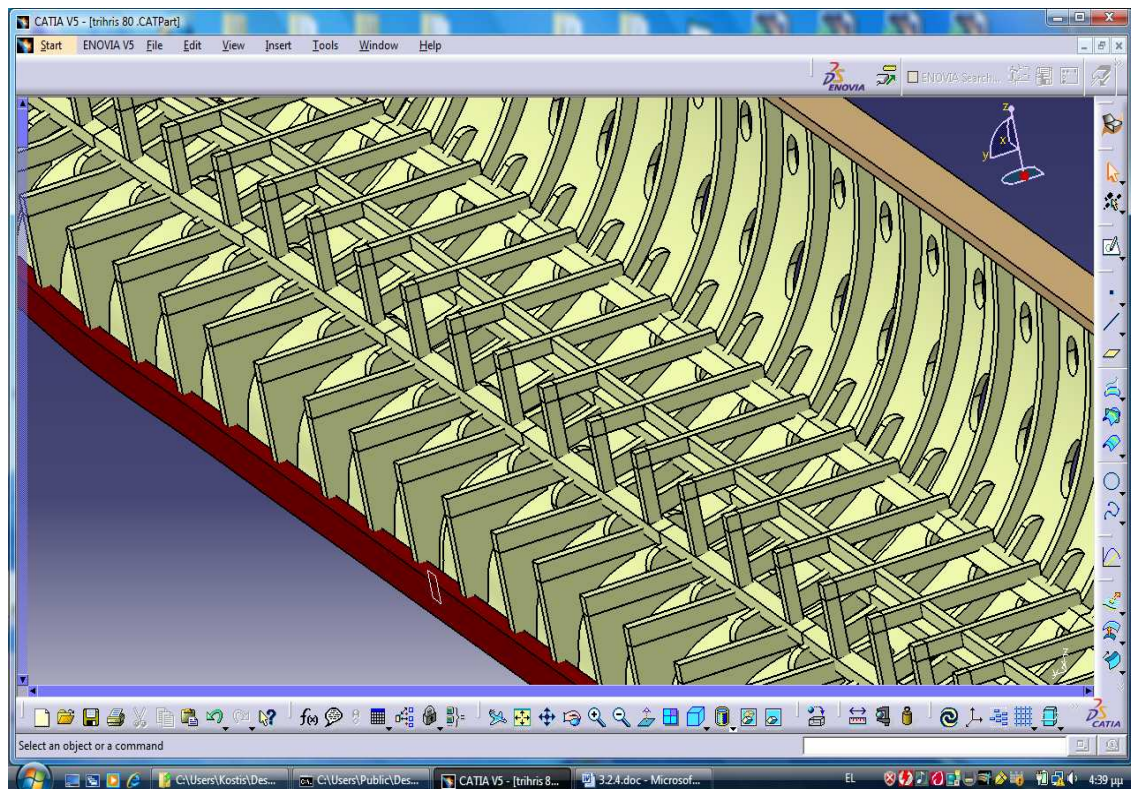
Επιλέγουμε την εντολή **Line** και χαράσουμε τις ευθείες που ενώνουν τα αντιδιαμετρικά σημεία.



Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε την εντολή **Blend** για φέρουμε την επιφάνεια μεταξύ των ευθειών και την εντολή **Extrude** για να κατασκευάσουμε την στήριξη.



Ακολουθούμε τον ίδιο τρόπο για να κατασκευάσουμε όλες τις στηρίξεις των θέσεων της 1^{ης} σειράς κωπηλατών.



3.2.4.B3. Κατασκευή των θέσεων της 1^{ης} σειράς κωπηλατών

Έχοντας σχεδιάσει όλες τις διαμήκεις στηρίξεις των θέσεων της 1^{ης} σειράς κωπηλατών μπορούμε να κατασκευάσουμε τις θέσεις των κωπηλατών ως εξής :

Επιλέγουμε την εντολή **Point** και εμφανίζεται το παράθυρο Point Definition

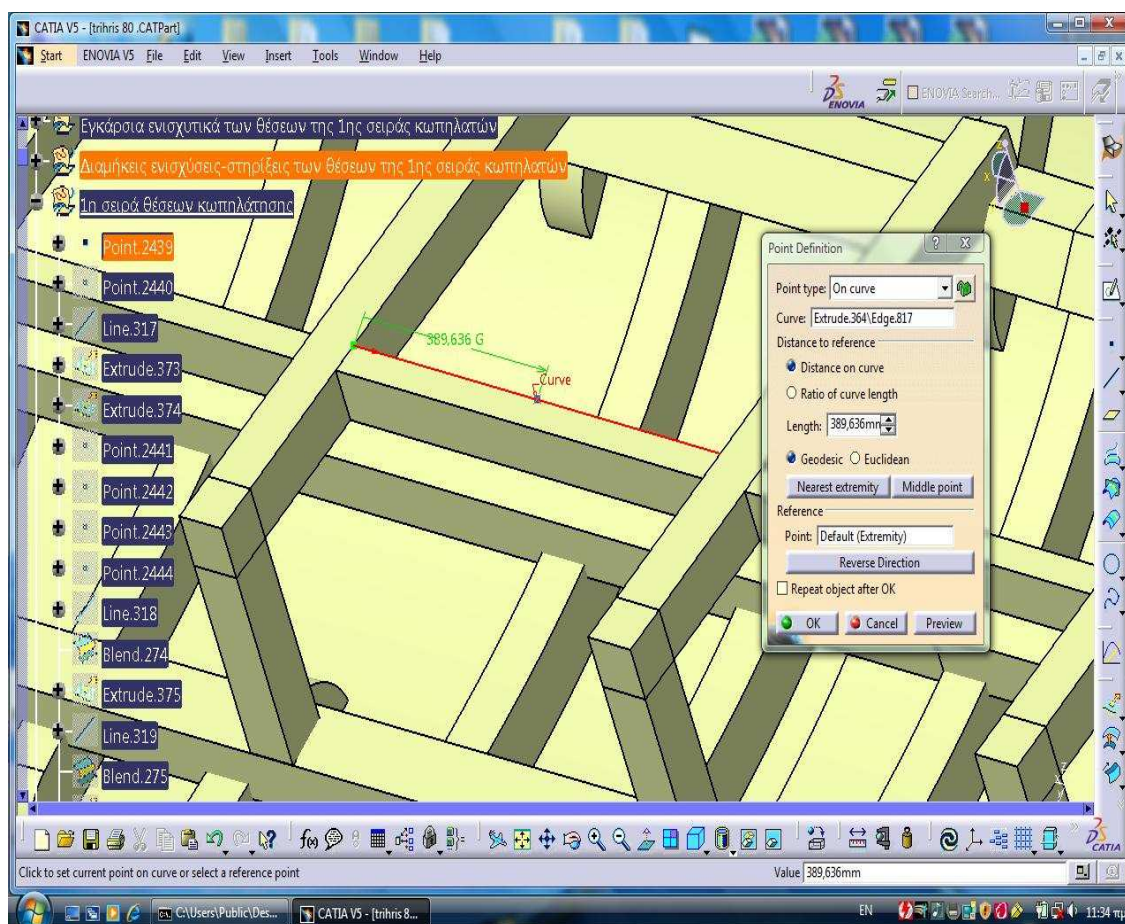
Point type → **on curve**

Curve → επιλέγουμε την άνω ακμή της διαμήκου στήριξης που σχεδιάσαμε πριν

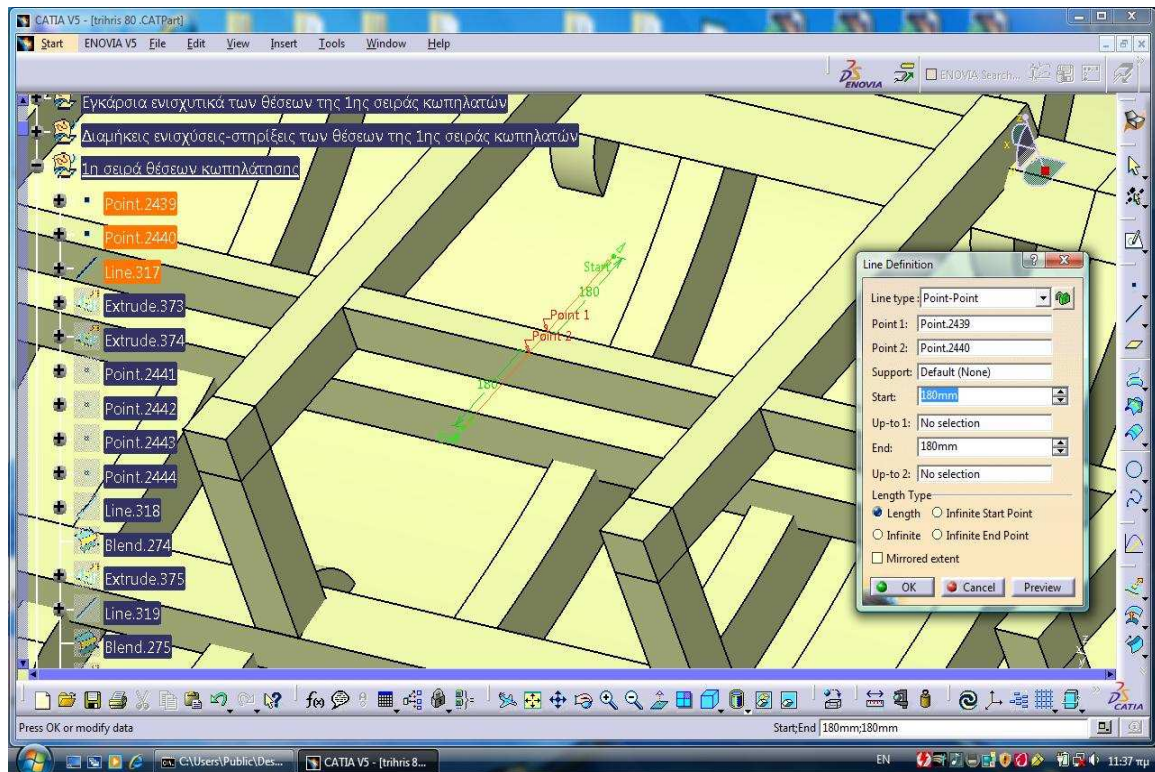
Distance to reference → μαρκάρουμε **Distance on Curve** και επιλέγουμε **Middle Point**

Ok

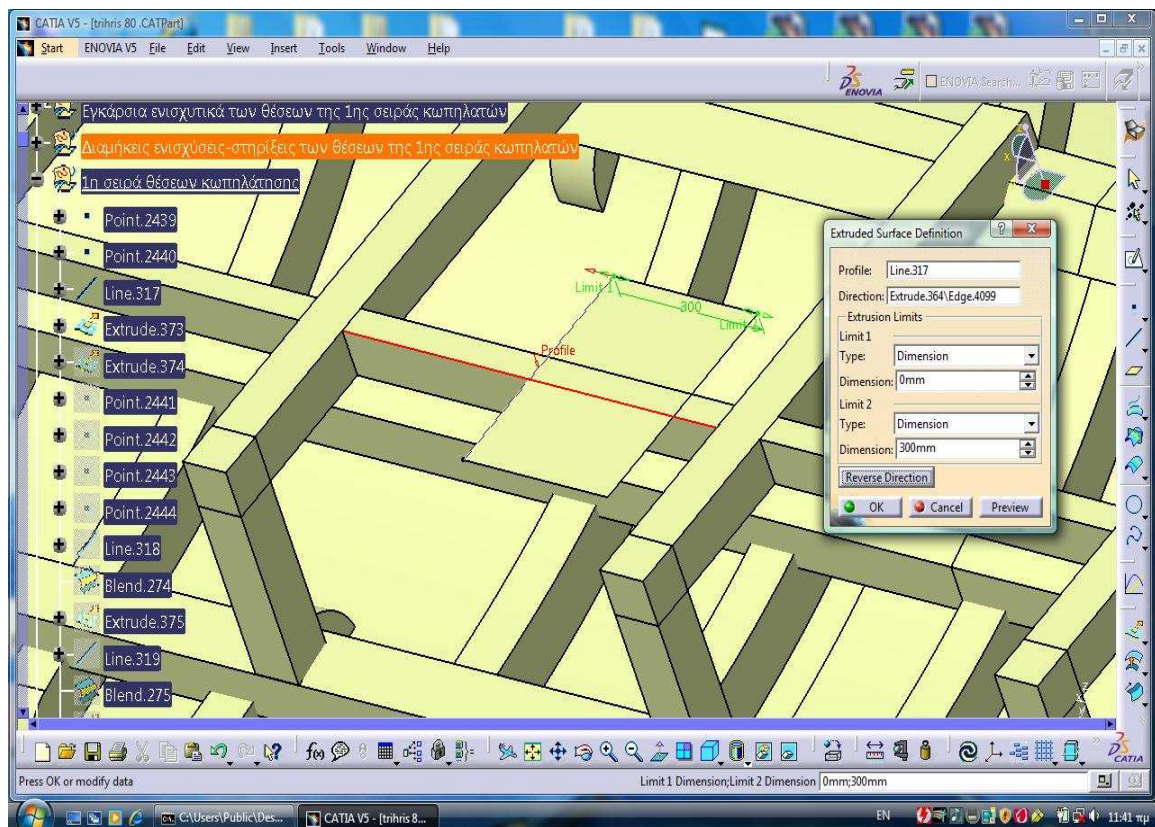
Συνεπώς σχεδιάσαμε σημείο που βρίσκεται στη μέση του μήκους της διαμήκου στήριξης. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για να σχεδιάσουμε νέο σημείο στην άλλη άνω ακμή της διαμήκου ενίσχυσης.



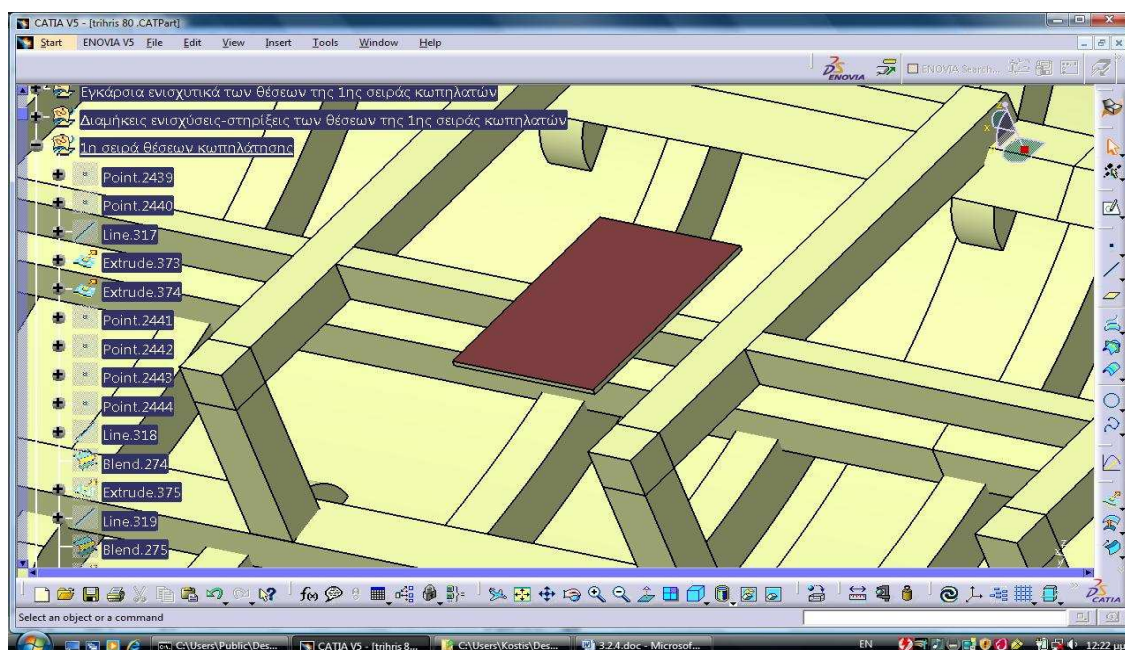
Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε την εντολή **Line** για να κατασκευάσουμε ευθεία που παρεμβάλλει τα σημεία και έχει μήκος ίσο με το πλάτος της θέσης του κωπηλάτη όπως φαίνεται παρακάτω.



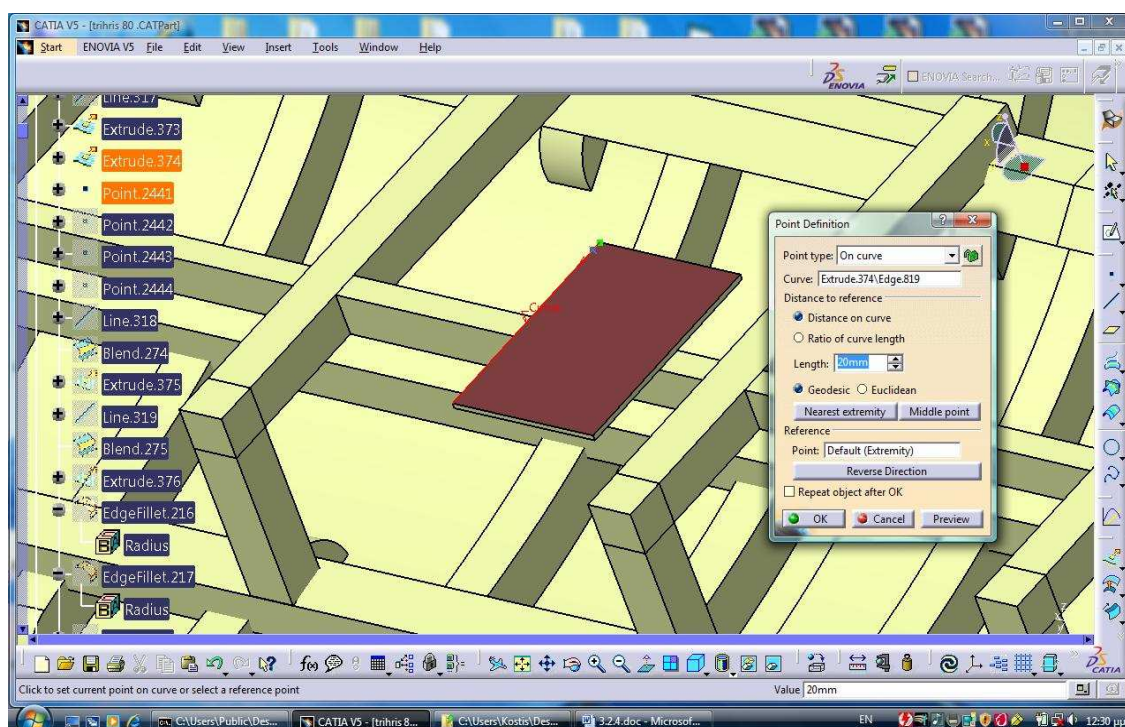
Δημιουργούμε την επιφάνεια της θέσεως χρησιμοποιώντας την εντολή **Extrude** προεκτείνοντας κατά την διεύθυνση της ακμής της διαμήκους στήριξης και σε μήκος ίσο με το μήκος της θέσεως που θέλουμε να κατασκευάσουμε.



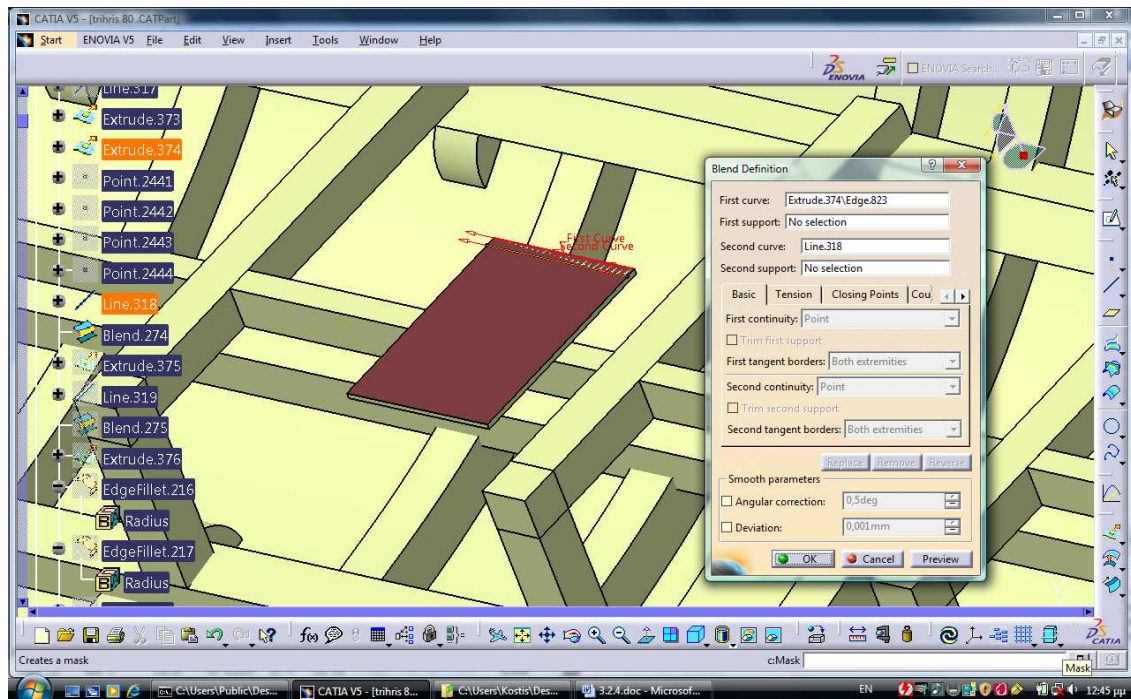
Δίνουμε το απαραίτητο πάχος στην επιφάνεια με χρήση της εντολής **Extrude** κατά την διεύθυνση z. Στη συνέχεια με δεξιά κλικ στην επιφάνεια επιλέγουμε χρώμα με την εντολή **Properties** → **Color** → **ok**



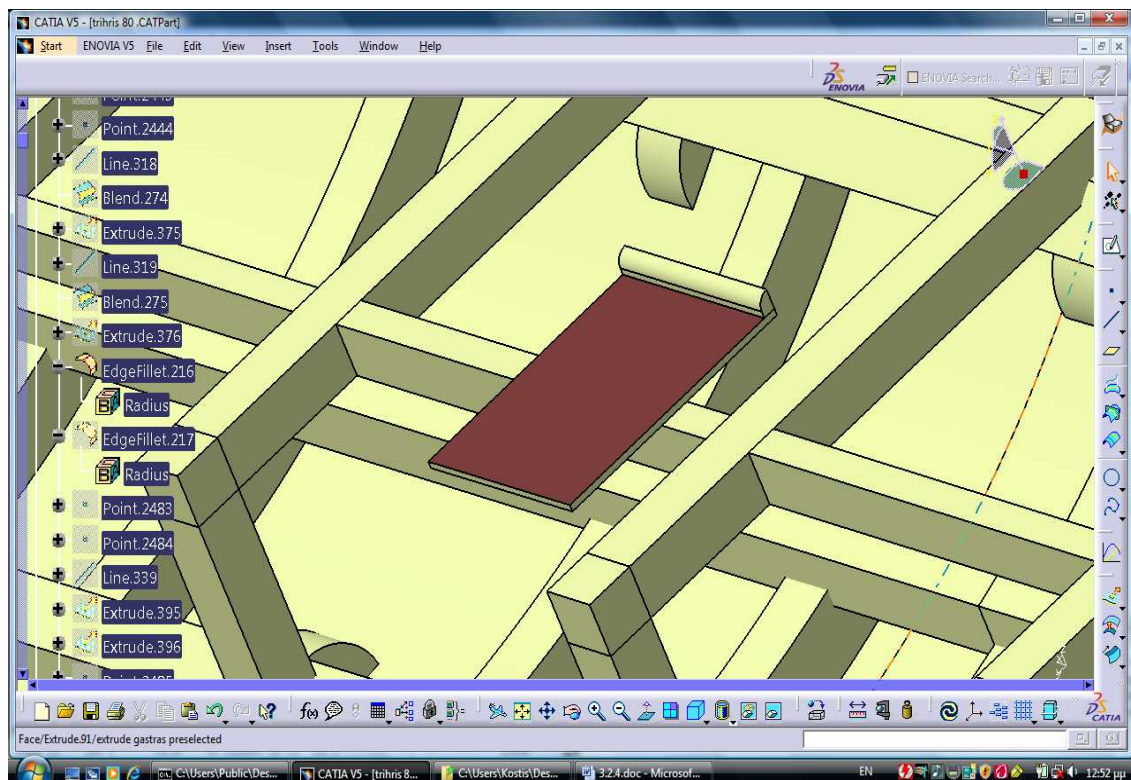
Για να κατασκευάσουμε τα πλαϊνά στηρίγματα των θέσεων κωπηλάτησης εργαζόμαστε ως εξής : με αριστερό κλικ επιλέγουμε την άνω εγκάρσια ακμή της θέσεως κωπηλάτησης και στη συνέχεια την εντολή **Point**. Στο παράθυρο Point Definition που εμφανίζεται μαρκάρουμε **Distance on Curve** και πληκτρολογούμε στο χωρίο δίπλα στο **Length** : τιμή ίση με το πλάτος του πλαϊνού στηρίγματος που θέλουμε να κατασκευάσουμε. Επαναλαμβάνουμε για την απέναντι ακμή.



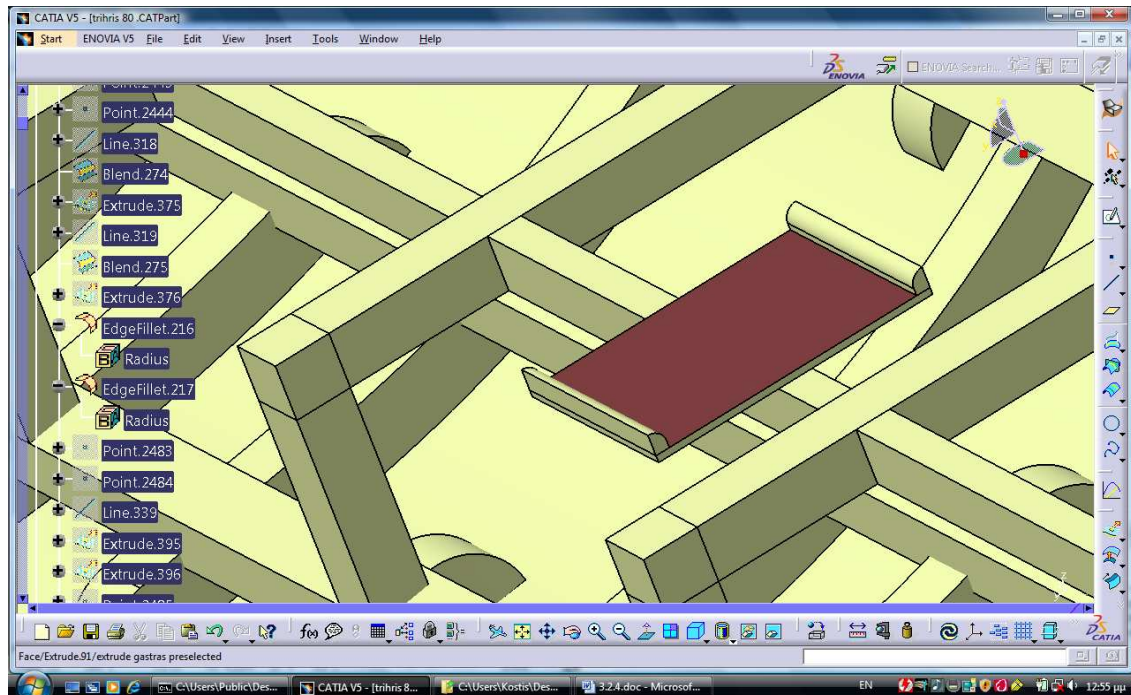
Ενώνουμε τα σημεία με την εντολή **Line** και με την εντολή **Blend** δημιουργούμε την επιφάνεια του πλαϊνού στηρίγματος μεταξύ της ευθείας που χαράξαμε και της άνω διαμήκου ακμής της θέσεως του κωπηλάτη.



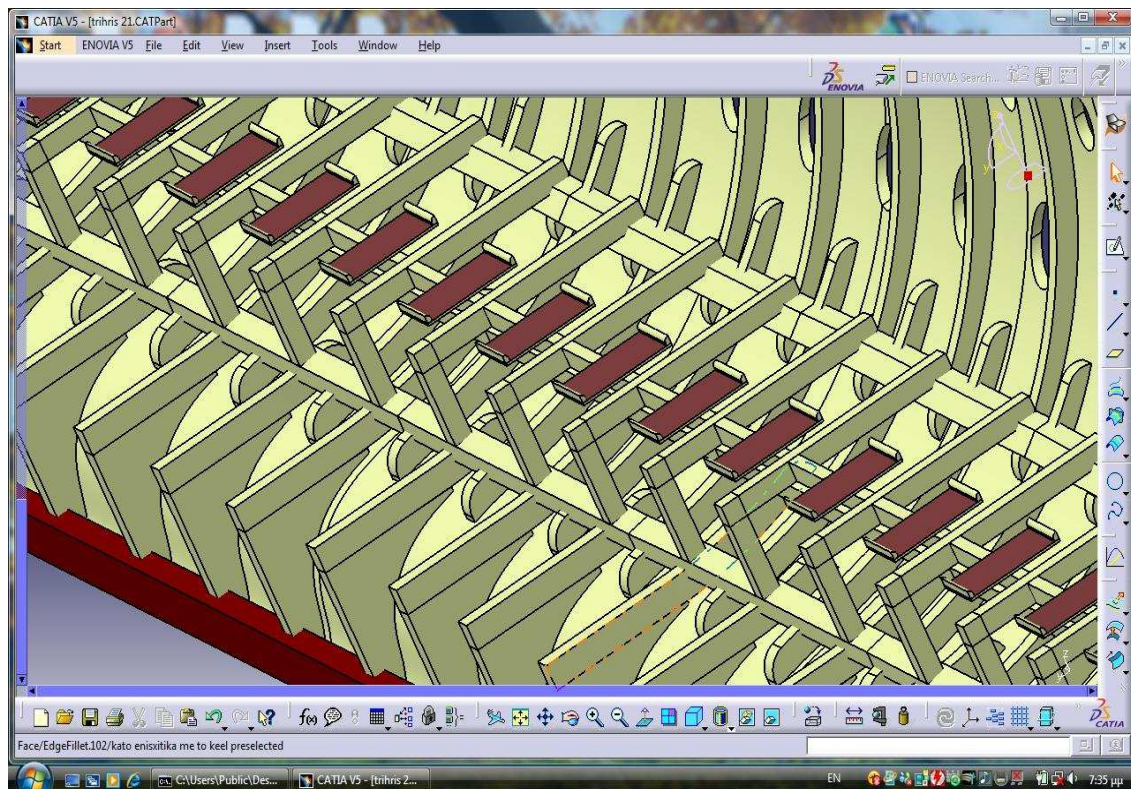
Χρησιμοποιούμε την εντολή **Extrude** για να δώσουμε το απαραίτητο ύψος στο πλαϊνό στήριγμα της θέσης του κωπηλάτη και την εντολή **Edge Fillet** για να δώσουμε την κατάλληλη διαμόρφωση.

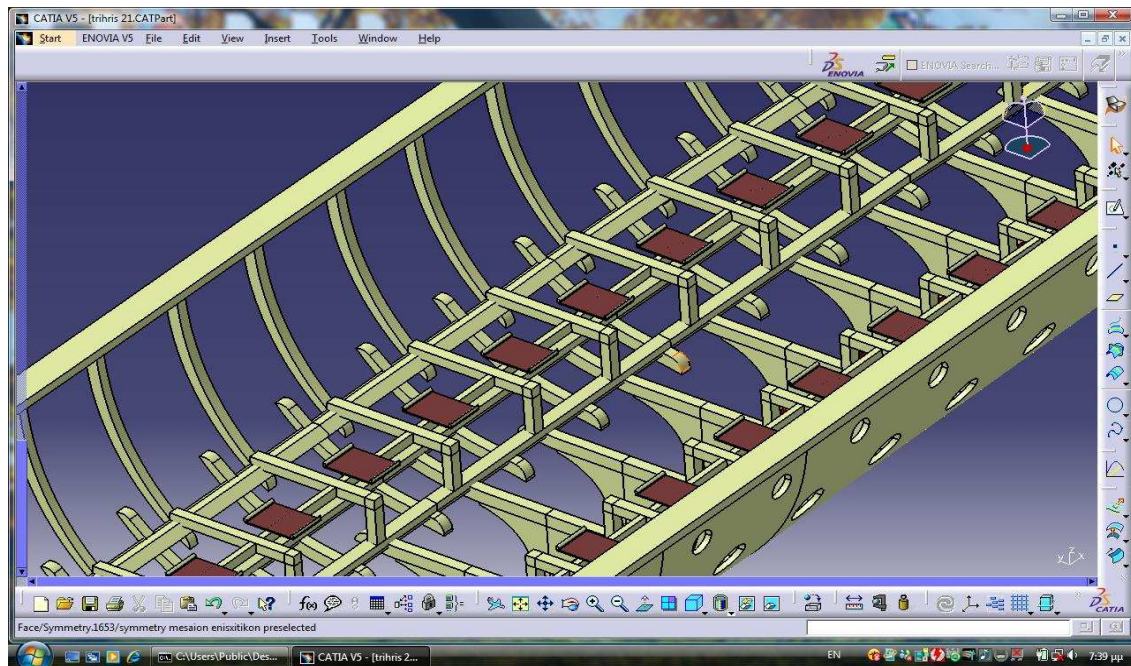


Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο ενεργούμε για την κατασκευή του συμμετρικού πλαιΐνου στηρίγματος.

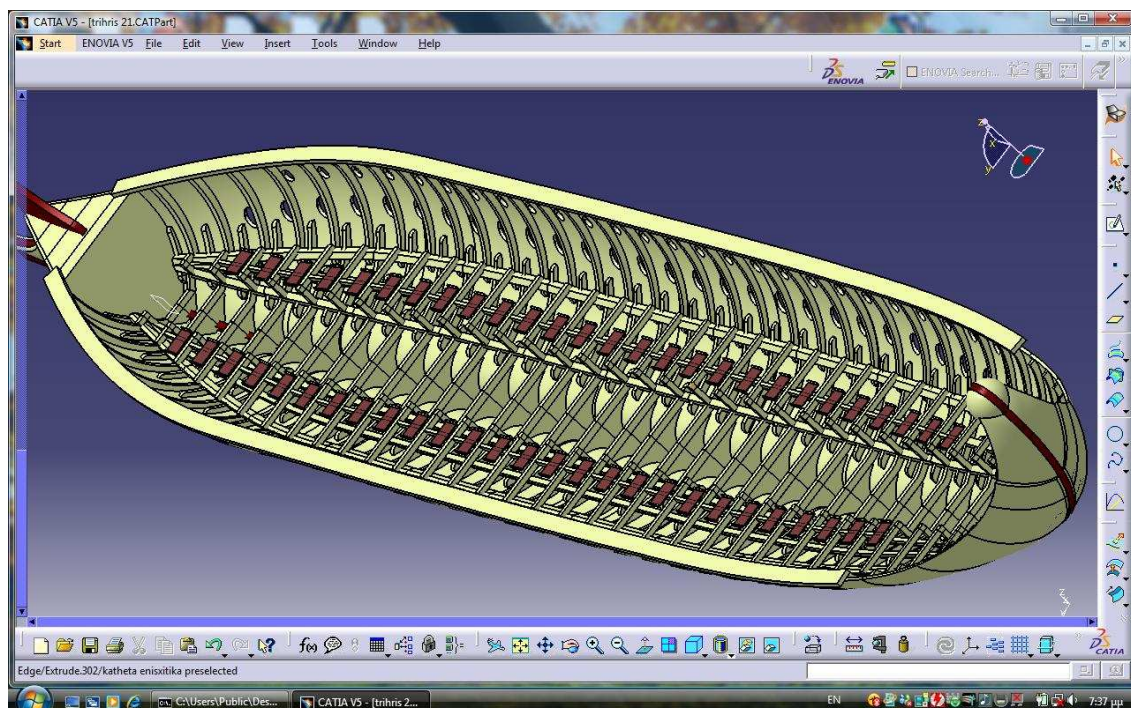


Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε διαμήκη στήριξη της 1^{ης} σειράς θέσεων κωπηλάτησης και έχουμε τελικά την κατασκευή των θέσεων των θαλαμιτών.





Στο σημείο αυτό να υπενθυμίσουμε ότι έχουμε δημιουργήσει τον υποκατάλογο «**Συμμετρική Γάστρα**». Μετά την περάτωση κάθε μέρους της κατασκευής της γάστρας της Τριήρους, χρησιμοποιώντας την γνωστή εντολή **Symmetry** δημιουργούμε το συμμετρικό της μέρος. Με δεξιά κλικ πάνω στον κατάλογο «**Συμμετρική Γάστρα**» και επιλογή της εντολής **Hide/Show** μπορούμε να εμφανίζουμε/κρύβουμε το συμμετρικό μέρος της γάστρας όποτε επιθυμούμε.



Η κατασκευή της 1^{ης} σειράς θέσεων κωπηλάτησης πάνω στις οποίες κάθονται οι θαλαμίτες ολοκληρώθηκε.

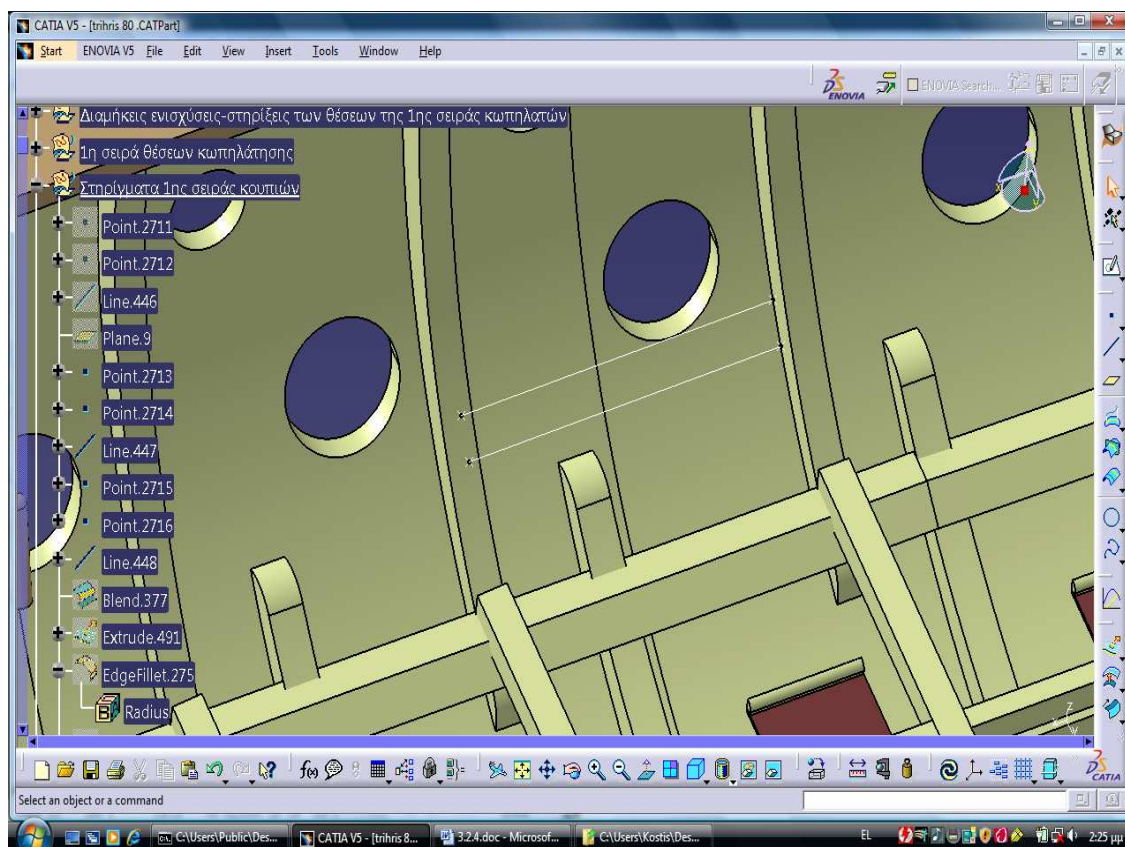
3.2.4.B4. Κατασκευή των στηριγμάτων της 1^{ης} σειράς κουπιών

Ολοκληρώσαμε την κατασκευή των θέσεων της 1^{ης} σειράς κωπηλατών και θα σχεδιάσουμε τα στηρίγματα των κουπιών που αντιστοιχούν στο κατώτερο κατάστρωμα των θαλαμιτών. Τα στηρίγματα των κουπιών είναι υλωμένα εσωτερικά της γάστρας του σκάφους και αποτελούνται από δύο μέρη.

Το πρώτο μέρος είναι ένα απλό ενισχυτικό σε μορφή δοκαριού με διεύθυνση κατά τον x άξονα. Χρησιμοποιείται για την εγκάρσια στήριξη του κουπιού κατά τον κατακόρυφο άξονα.

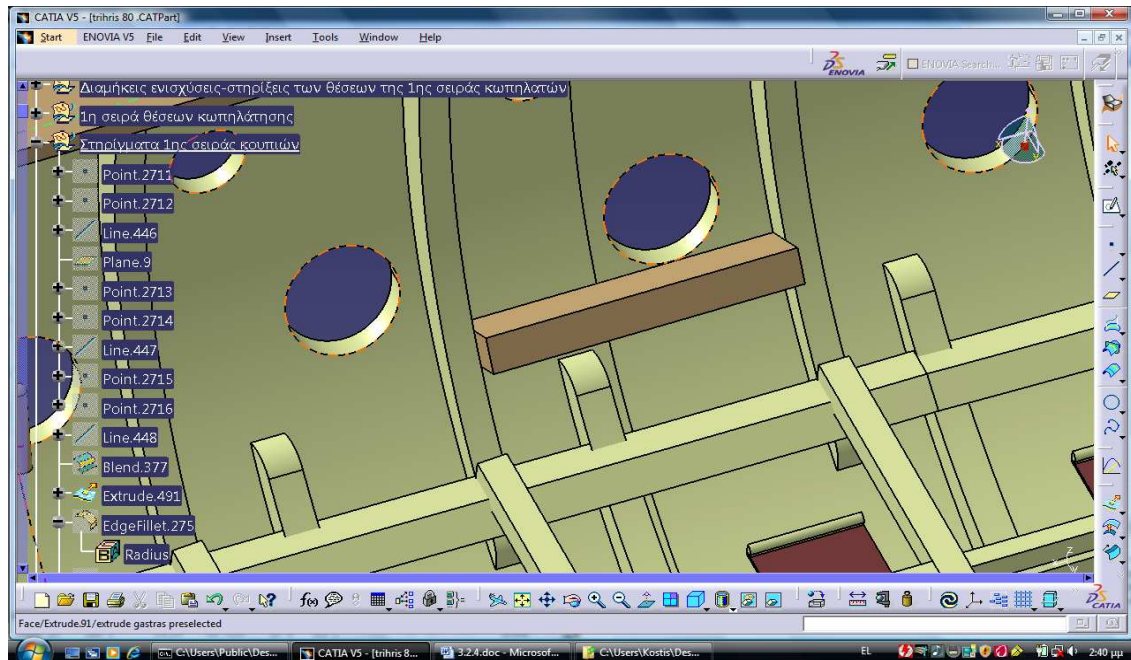
Το δεύτερο μέρος είναι κυλινδρικής μορφής με κατάλληλη διαμόρφωση στην άνω ακμή του. Βρίσκεται πακτωμένο στο πρώτο μέρος του στηρίγματος κατά την z διεύθυνση. Παίζει τον ρόλο της «κόντρας» που είναι απαραίτητη για να έχουμε απόδοση στην κωπηλάτηση. Επίσης με κατάλληλες στηρίξεις από σχοινιά (δέστρες), δεν επιτρέπει την κίνηση των κουπιών κατά την x διεύθυνση.

Η σχεδίαση για την κατασκευή του πρώτου μέρους των στηριγμάτων των κουπιών γίνεται με την χρήση γνωστών σχεδιαστικών εργαλείων του CATIA. Επιλέγουμε την ακμή του άνω εγκάρσιου ενισχυτικού που εφάπτεται στην γάστρα. Στη συνέχεια με την εντολή **Point** δημιουργούμε σημεία επί της ακμής του ενισχυτικού σε αποστάσεις μεταξύ τους ίσες με το πλάτος του στηρίγματος του κουπιού. Το ίδιο εφαρμόζουμε και στην αντικρυστή ακμή του αμέσως επόμενου ενισχυτικού. Τα αντιδιαμετρικά σημεία ενώνονται με την εντολή **Line**.

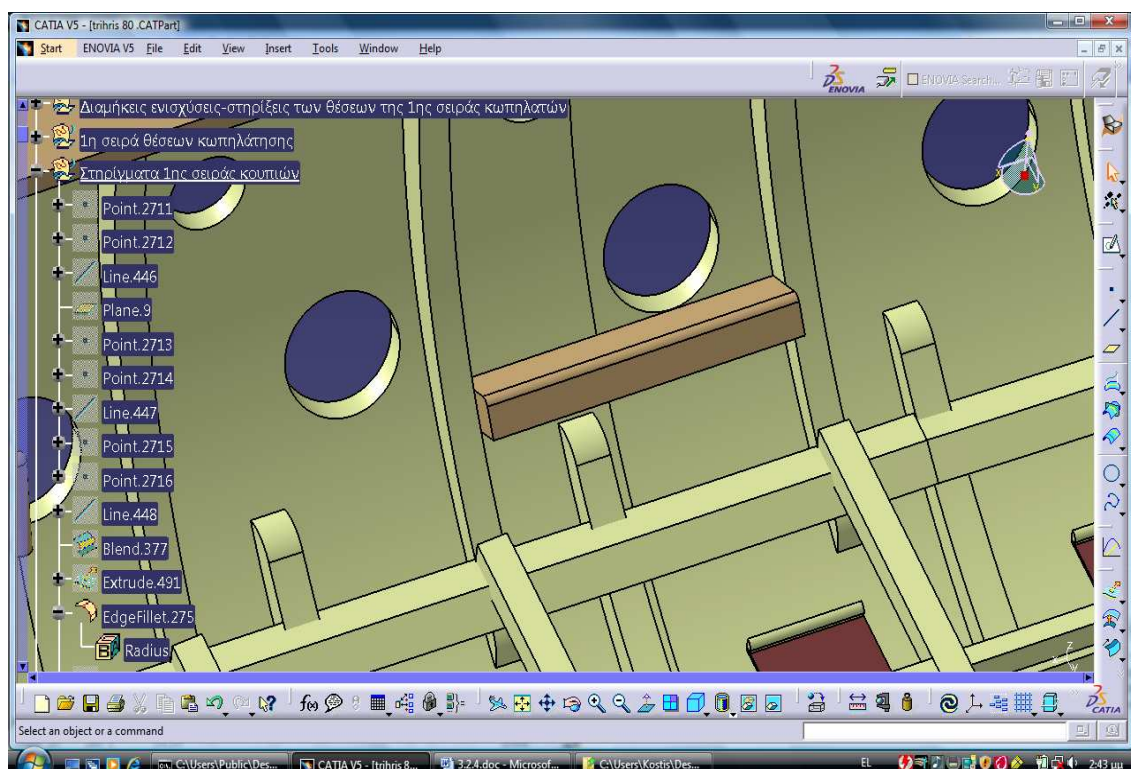


Προσέχουμε η πάνω ευθεία να βρίσκεται στο ίδιο ακριβώς ύψος με το κάτω χείλος της οπής του κουπιού ώστε να μην υπάρχουν δυσκολίες στην κίνηση των κουπιού κατά την στηριξή του.

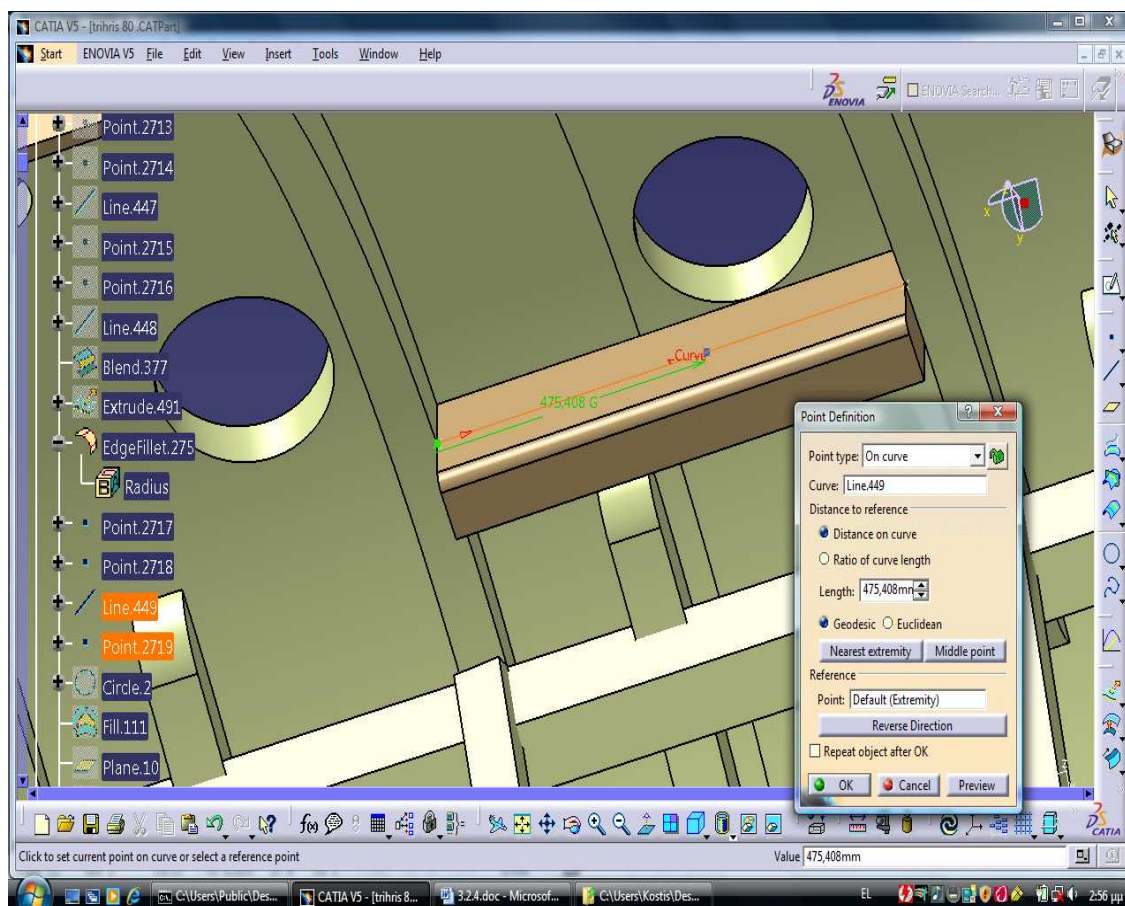
Χρησιμοποιούμε τις εντολές **Blend** και **Extrude** για να δημιουργήσουμε την επιφάνεια μεταξύ των ευθειών και στην συνέχεια να κατασκευάσουμε το πρώτο μέρος του στηρίγματος.



Από το κατασκευαστικό σχέδιο της μέσης τομής της Τριήρους, δίνουμε την τελική διαμόρφωση του πρώτου μέρους στηριξής των κουπιών με την εντολή **Edge Fillet**.



Για την κατασκευή του δεύτερου μέρους της στήριξης, με την εντολή **Point** δημιουργούμε σημεία επί των ακμών του πρώτου μέρους στήριξης κατά τα γνωστά. Ενώνουμε με ευθεία τα σημεία με την εντολή **Line**. Κατασκευάζουμε νέο σημείο επί της ευθείας. Αυτό τοποθετείται στη θέση που θέλουμε να δημιουργήσουμε το στέλεχος του δεύτερου μέρους στήριξης.



Insert → Wireframe → Circle → ok

Εμφανίζεται το παράθυρο Circle Definition

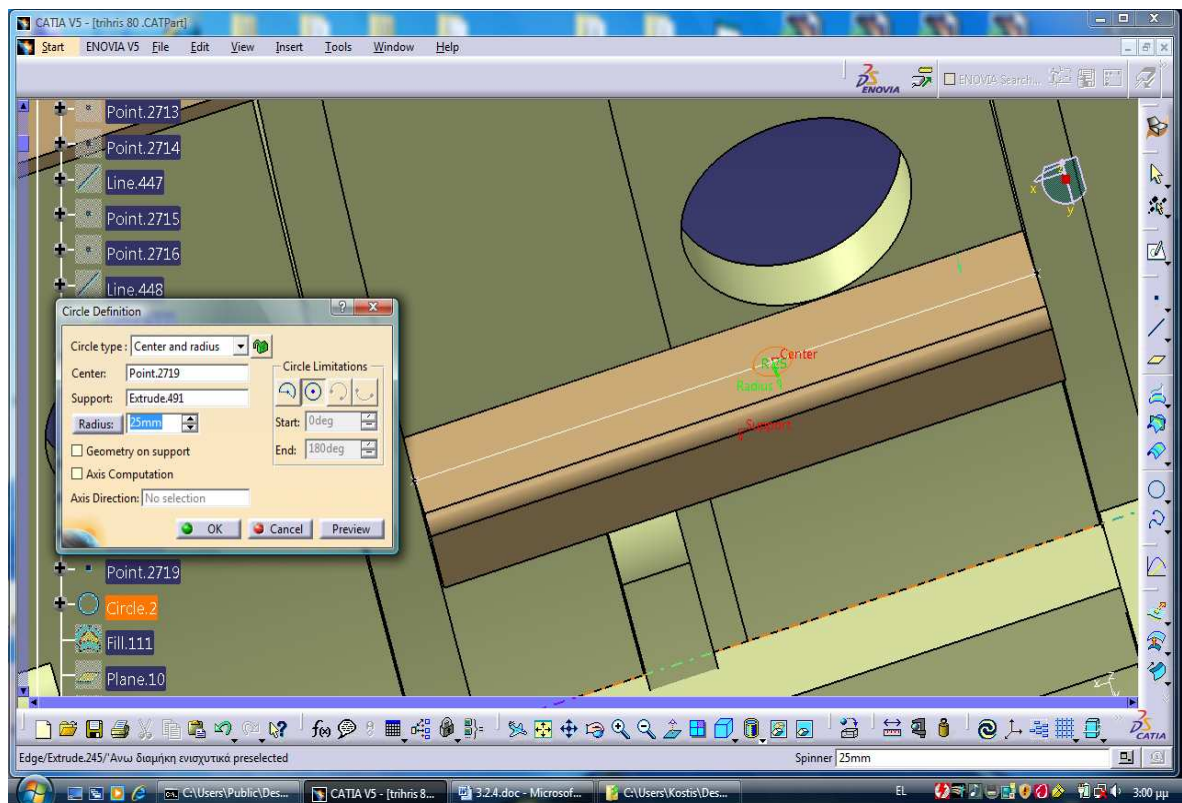
Circle : center and radius

Center : κλίκ στο προηγούμενο σημείο

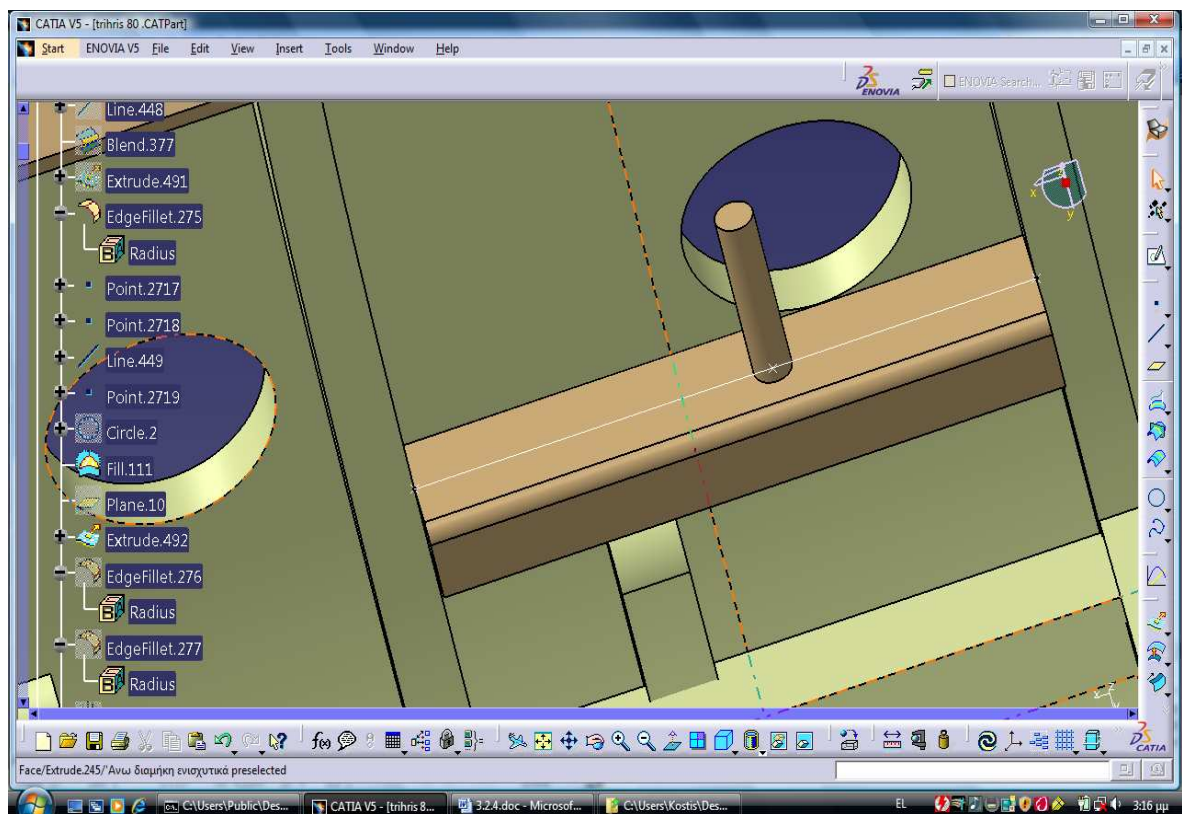
Support : κλίκ στο πάνω μέρος της επιφάνειας του πρώτου μέρους στήριξης

Radius : πληκτρολογούμε την ακτίνα του κύκλου που θέλουμε να σχεδιάσουμε και ο οποίος θα αποτελέσει την βάση για την δημιουργία του δεύτερου μέρους στήριξης.

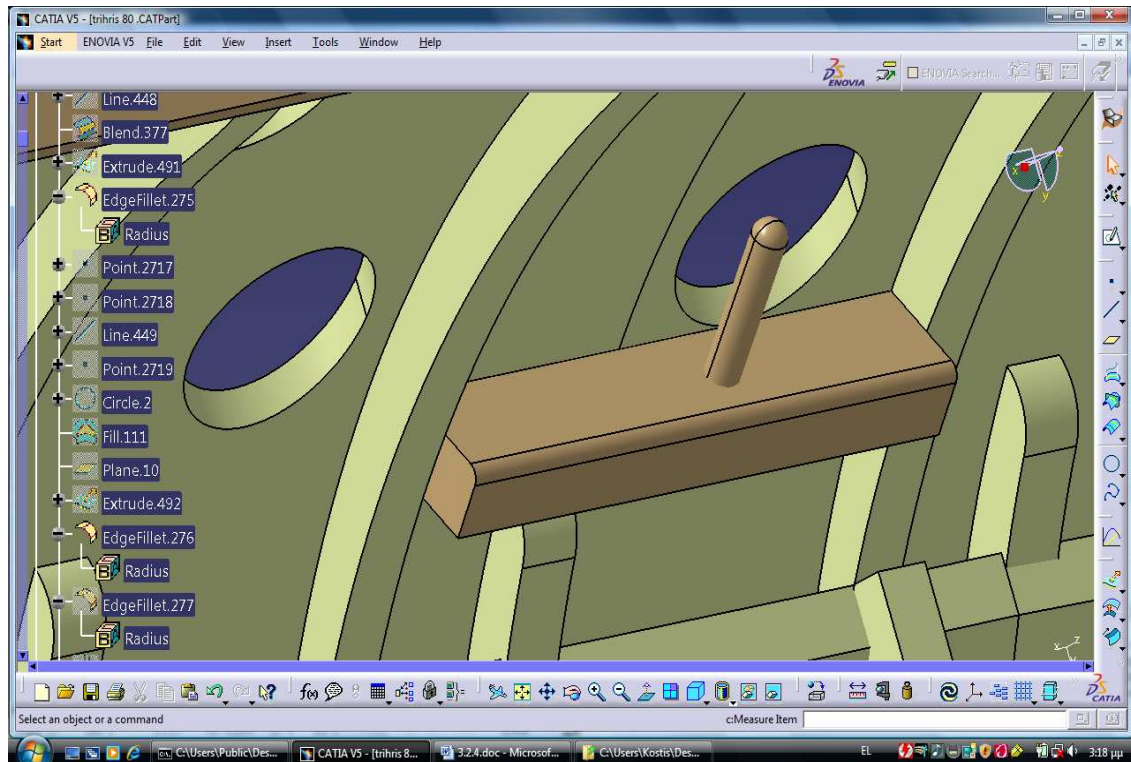
ok



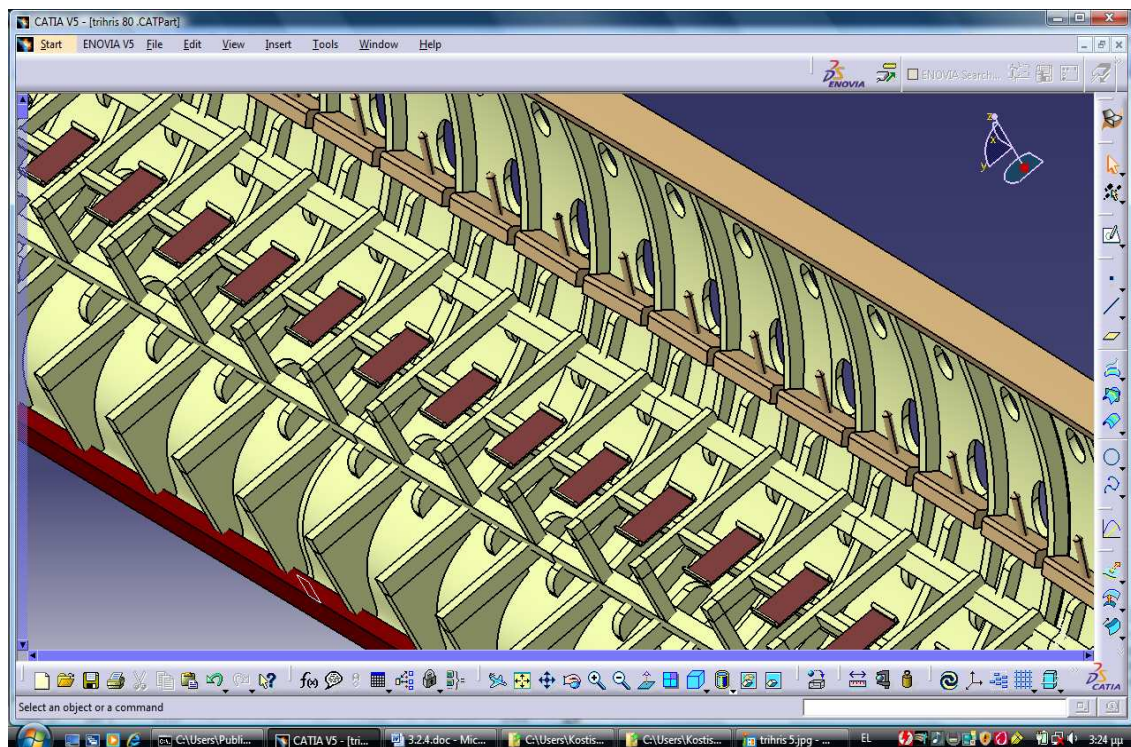
Επιλέγουμε τον κύκλο που σχηματίσαμε και με την εντολή **Fill** σχηματίζουμε την επιφάνεια που περικλύει και στην συνέχεια με την εντολή **Extrude** σχηματίζουμε το δεύτερο μέρος της στήριξης.



Τέλος με την εντολή **Edge Fillet** δίνουμε την τελική μορφή στην «κόντρα» της στήριξης του κουπιού.

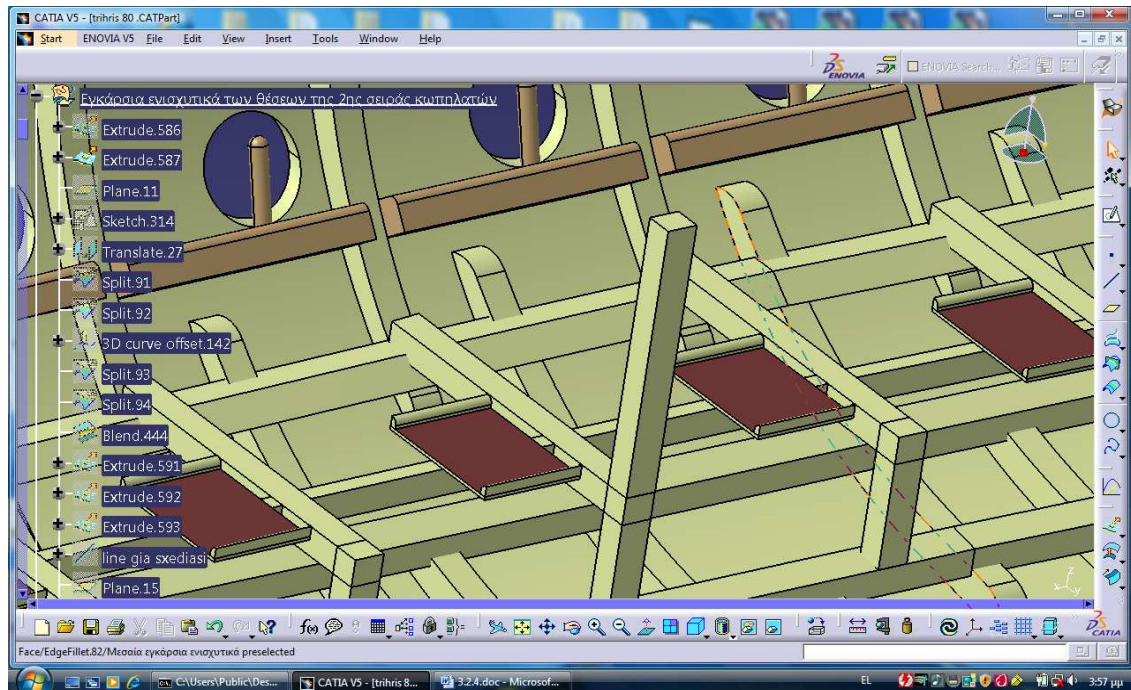


Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε θέση κοπήλάτησης ξεχωριστά έως ότου κατασκευαστούν όλες οι στηρίξεις κουπιών της 1^{ης} σειράς κοπήλατων.



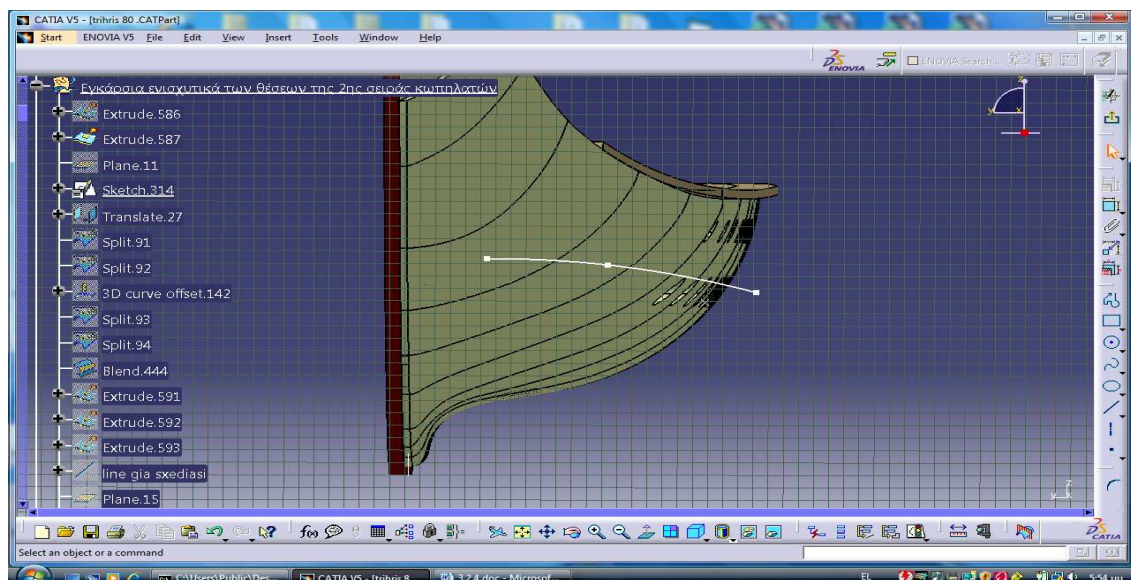
3.2.4.B5. Κατασκευή των στηρίξεων- θέσεων της 2^{ης} σειράς κωπηλατών

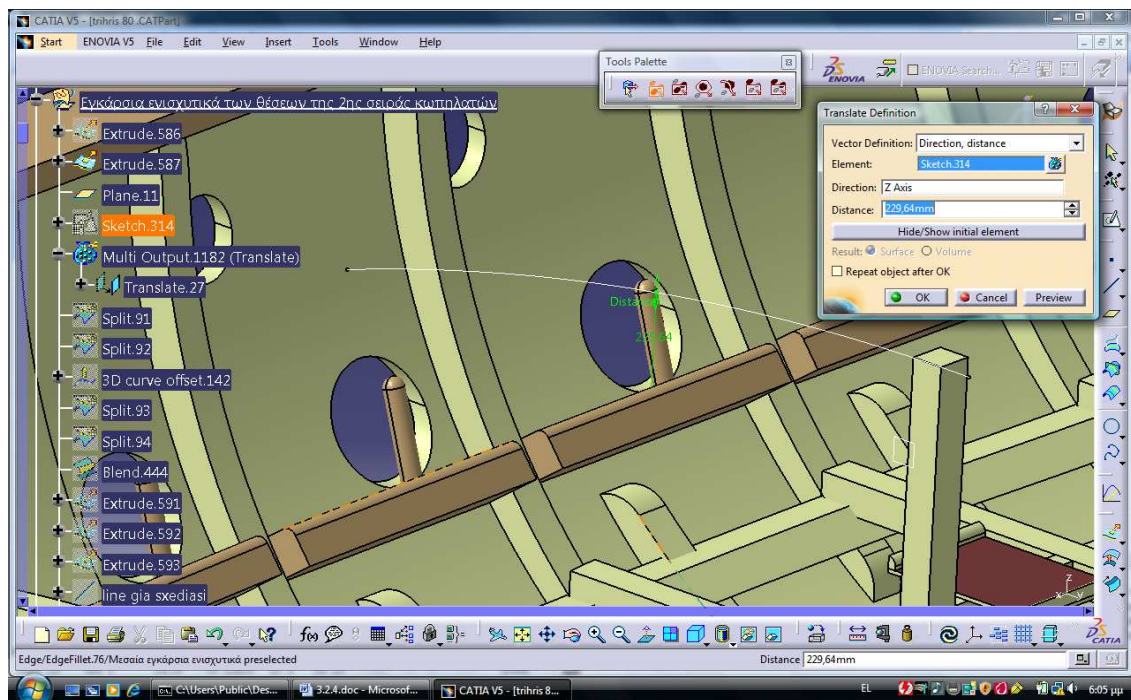
Η κατασκευή των κατακόρυφων εγκάρσιων ενισχυτικών της 2^{ης} σειράς κωπηλατών δεν παρουσιάζει κάποια ενδιαφέρουσα διαφοροποίηση από αυτή της 1^{ης} σειράς. Γίνεται αρκετά εύκολα με διπλή χρήση της εντολής **Extrude**, στο κατάλληλο ύψος που προκύπτει από το σχέδιο της μέσης τομής της Τριήρους.



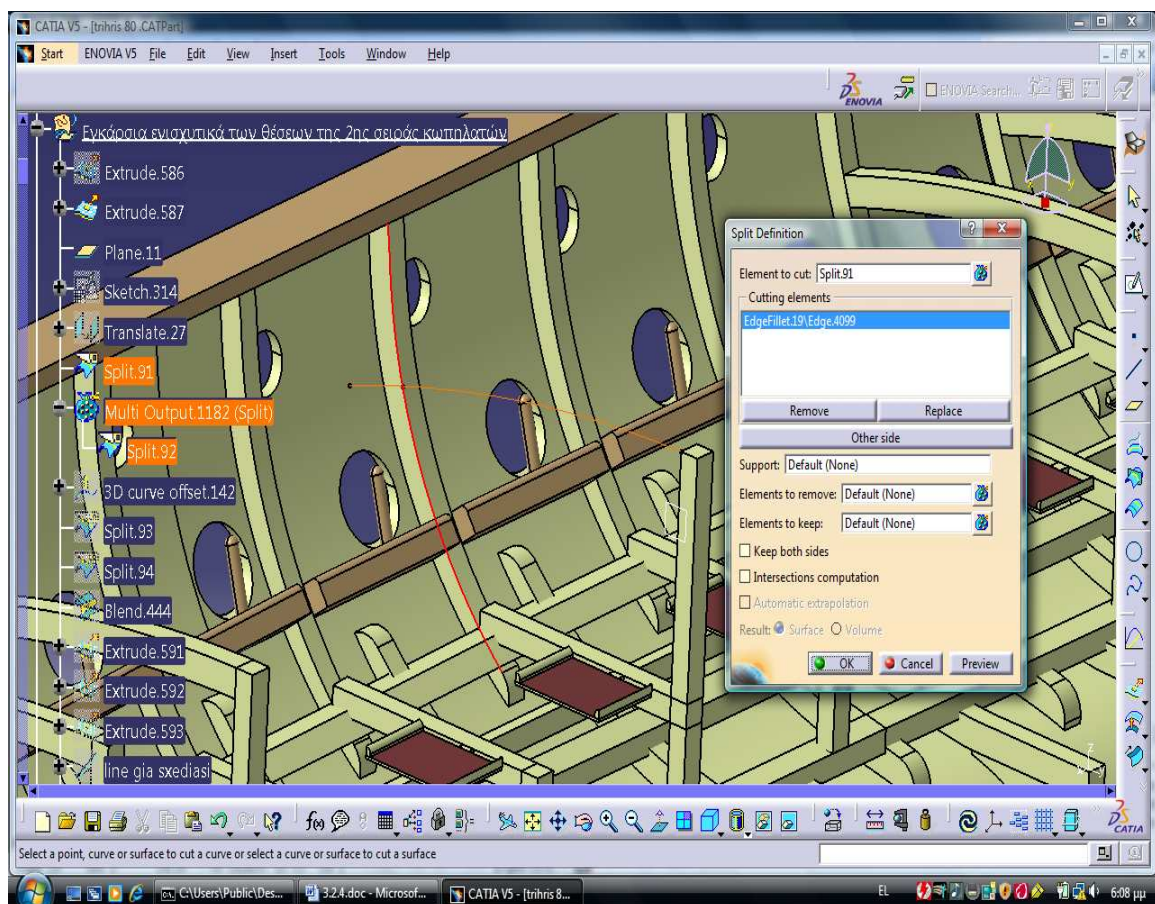
Για την κατασκευή των εγκάρσιων ενισχυτικών που θα αποτελέσουν τις βάσεις των στηρίξεων της 2^{ης} σειράς κωπηλατών θα εργαστούμε ως εξής

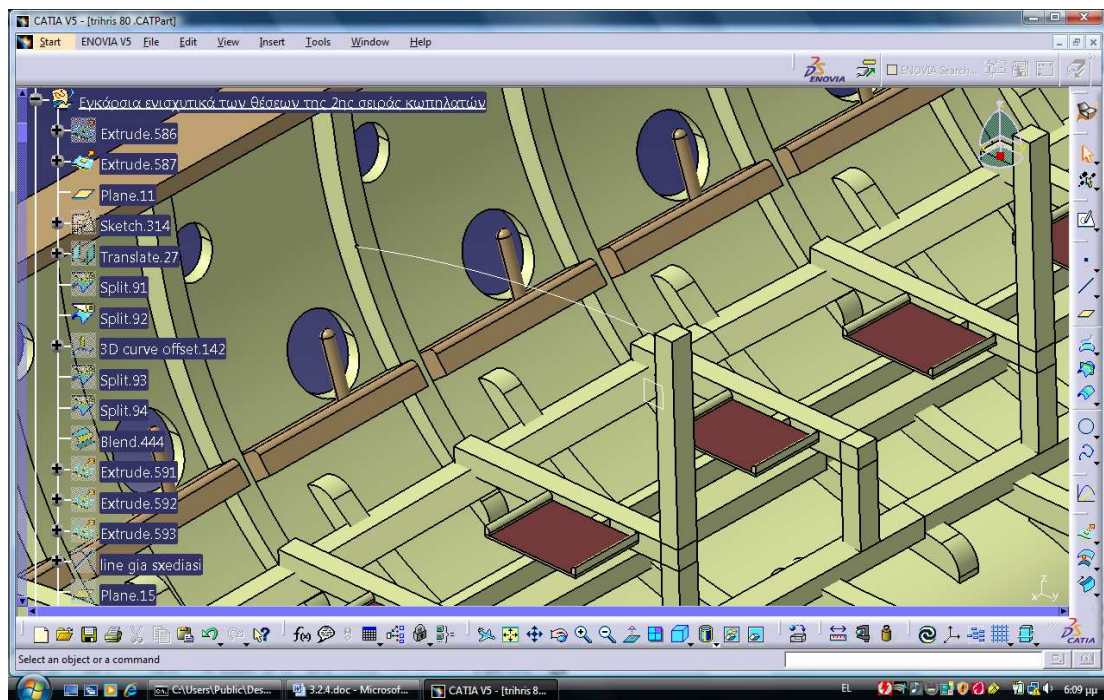
Επιλέγουμε επίπεδο σχεδίασης yz (πάνω στη επιφάνεια του κατακόρυφου ενισχυτικού) με την εντολή **Plane** και στη συνέχεια επιλέγουμε την εντολή **Sketch**. Χαράσσουμε καμπύλη στο επίπεδο που επιλέξαμε με την εντολή **Spline**.





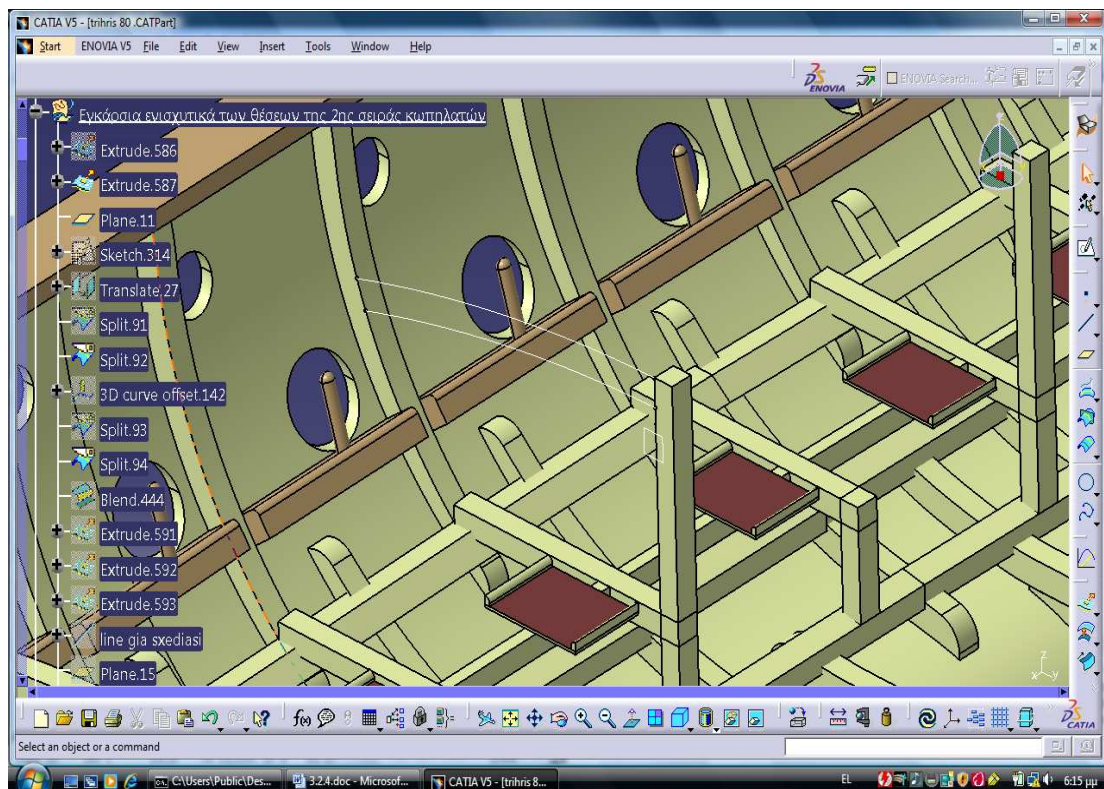
Χρησιμοποιούμε δύο φορές την εντολή **Split** για να κόψουμε την καμπύλη. Μία για την τομή της με το άνω εγκάρσιο ενισχυτικό και μία με το κατακόρυφο εγκάρσιο ενισχυτικό στήριξης όπως παρακάτω :



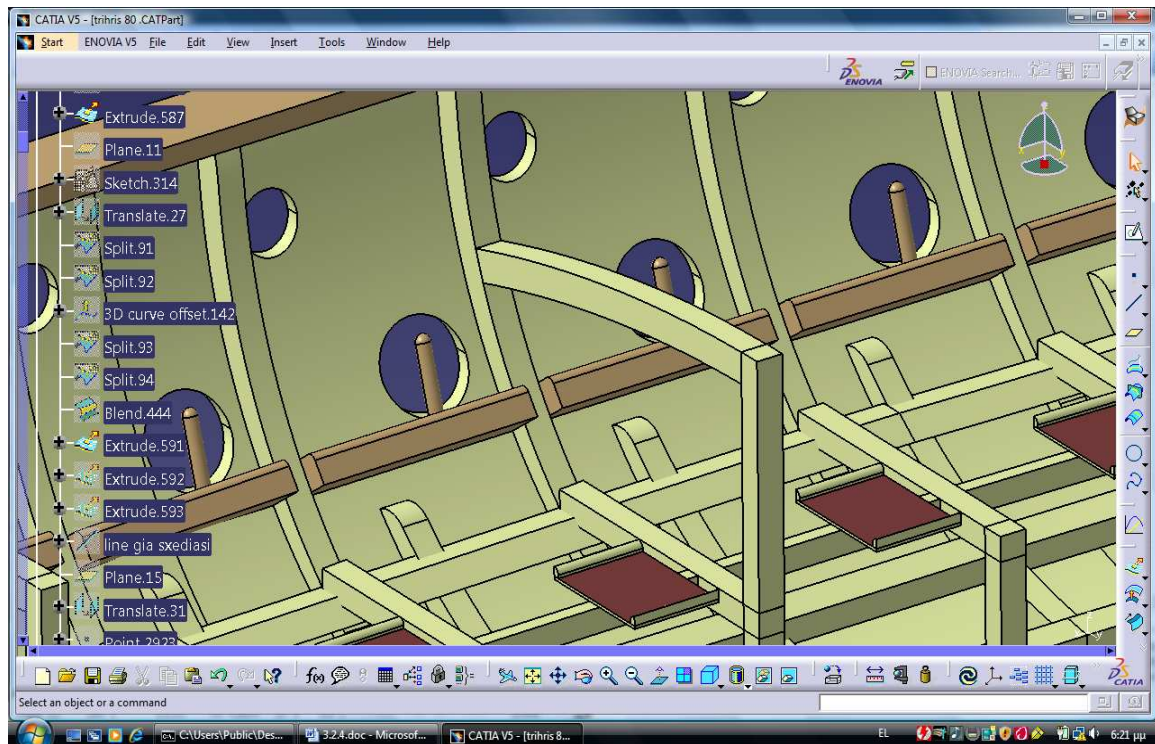


Η καμπύλη που απέμεινε έχει σημείο εκκίνησης το άνω εγκάρσιο ενισχυτικό και σημείο τέλους το κατακάρυφο ενισχυτικό στήριξης. Με την εντολή **3D Curve Offset** σχεδιάζουμε νέα καμπύλη η οποία έχει την μορφή της προηγούμενης, βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο και απέχει απόσταση (κατά τον z άξονα) ίση με το πλάτος του ενισχυτικού που θέλουμε να κατασκευάσουμε.

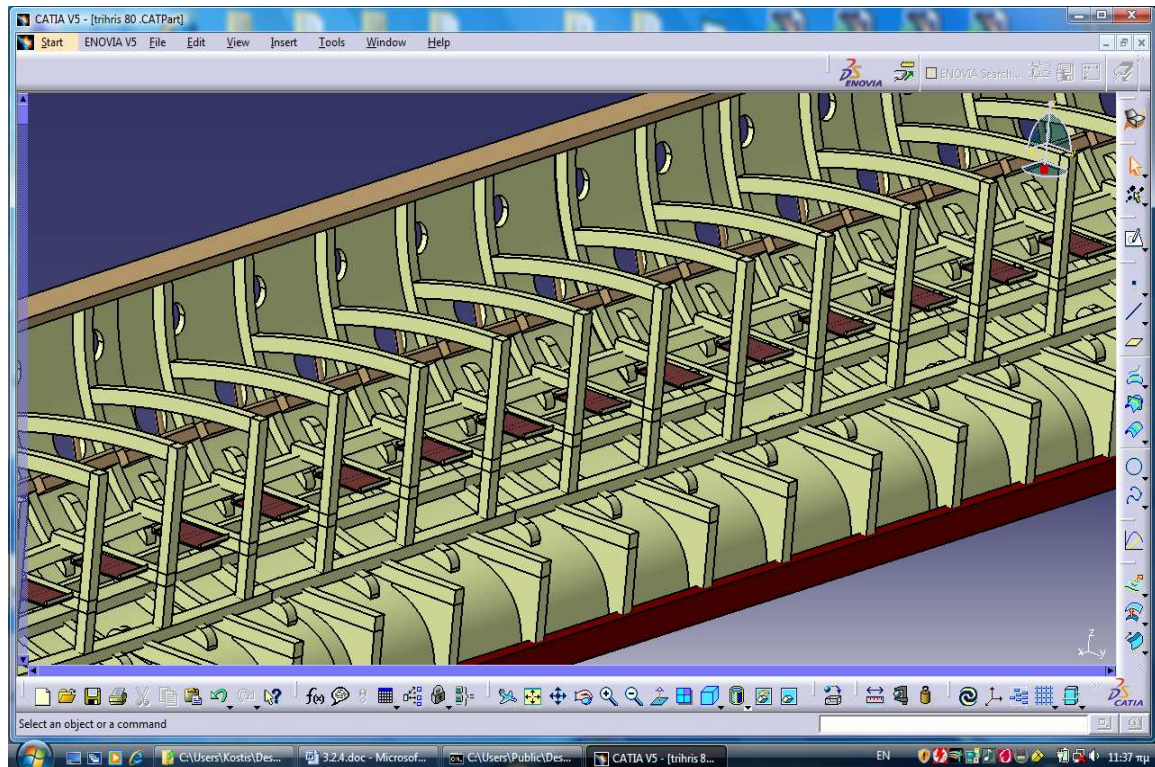
Όμοια με πριν χρησιμοποιούμε δύο φορές την εντολή **Split** για να κόψουμε τα άκρα της καμπύλης και να εξασφαλίσουμε σωστή εφαρμογή με τα άλλα δύο ενισχυτικά.



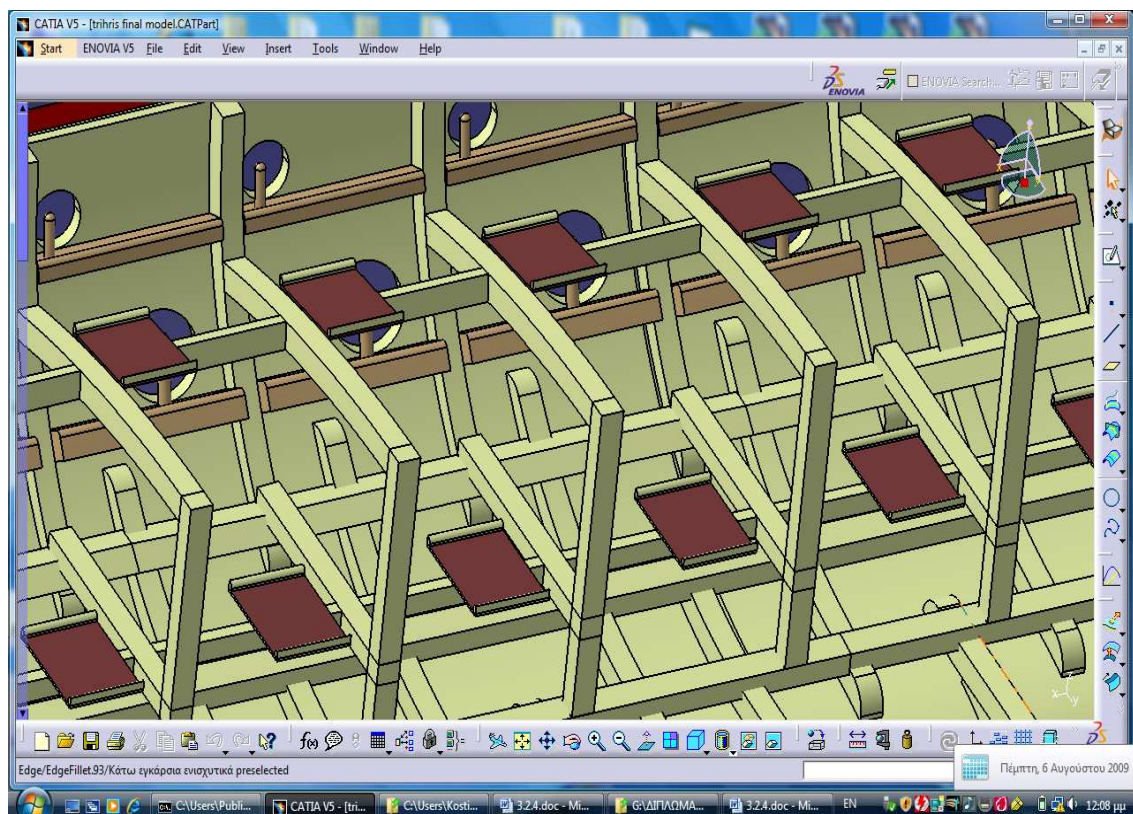
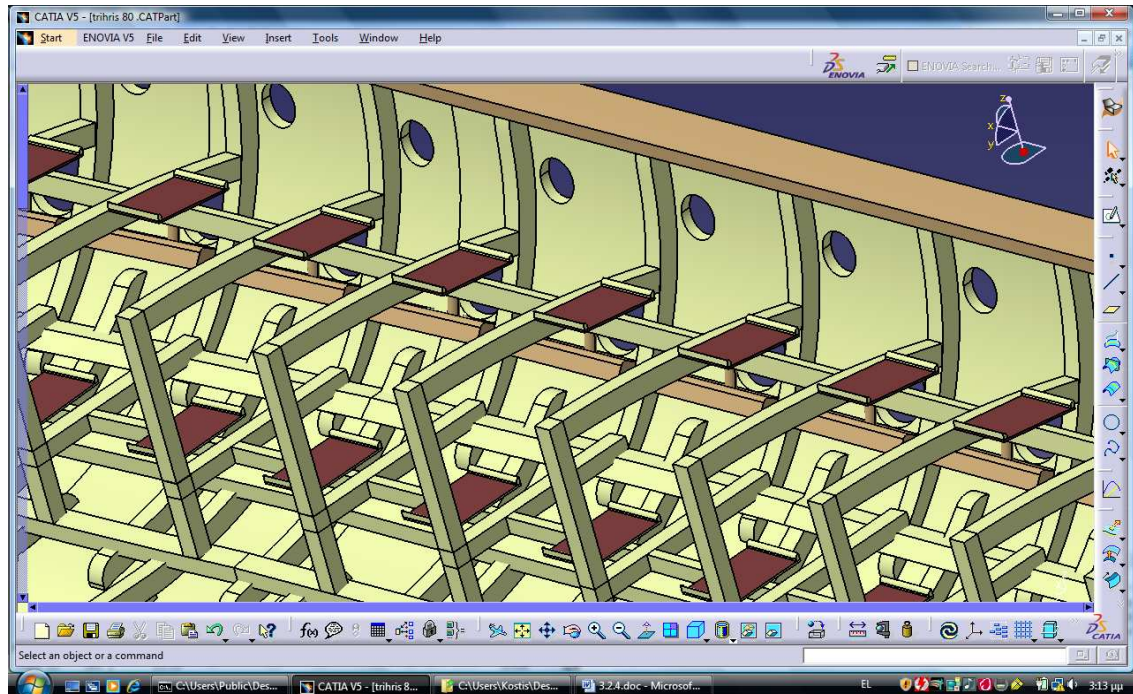
Μεταξύ των καμπυλών δημιουργούμε επιφάνεια με την εντολή **Blend** και προεκτείνουμε με την εντολή **Extrude** σε πλάτος ίσο με εκείνο του κατακόρυφου ενισχυτικού.



Επαναλαμβάνουμε μέχρι να κατασκευάσουμε όλες τις βάσεις των στηρίξεων των θέσεων της 2^{ης} σειράς κωπηλατών.



Οι διαμήκεις στηρίξεις των θέσεων, οι θέσεις καθώς και τα στηρίγματα των κουπιών της 2^{ης} σειράς κωπηλατών κατασκευάζονται ακριβώς με την ίδια διαδικασία που κατασκευάστηκαν και στην 1^η σειρά κωπηλατών. Για λόγους συντομίας θα παρουσιαστούν μόνο γραφικά.

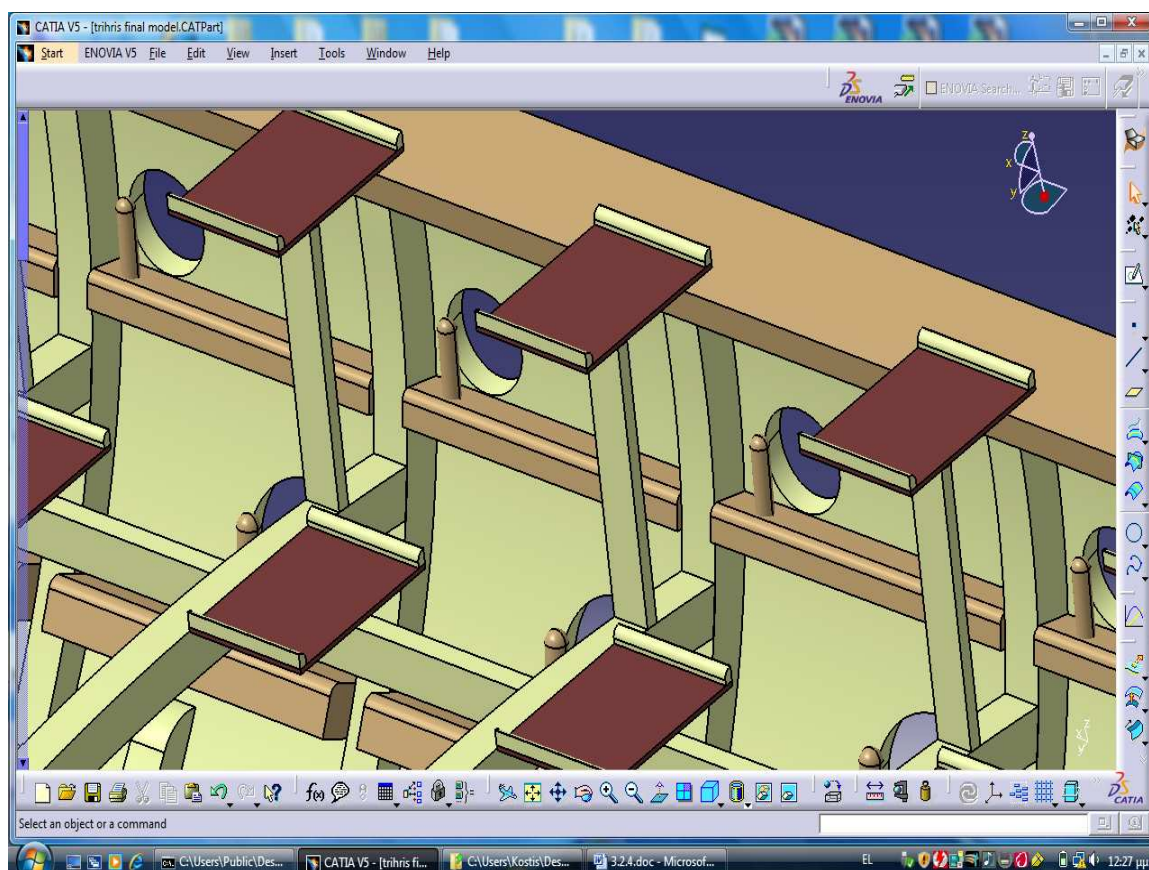


3.2.4.B6. Κατασκευή των στηρίξεων- θέσεων της 3^{ης} σειράς κωπηλατών

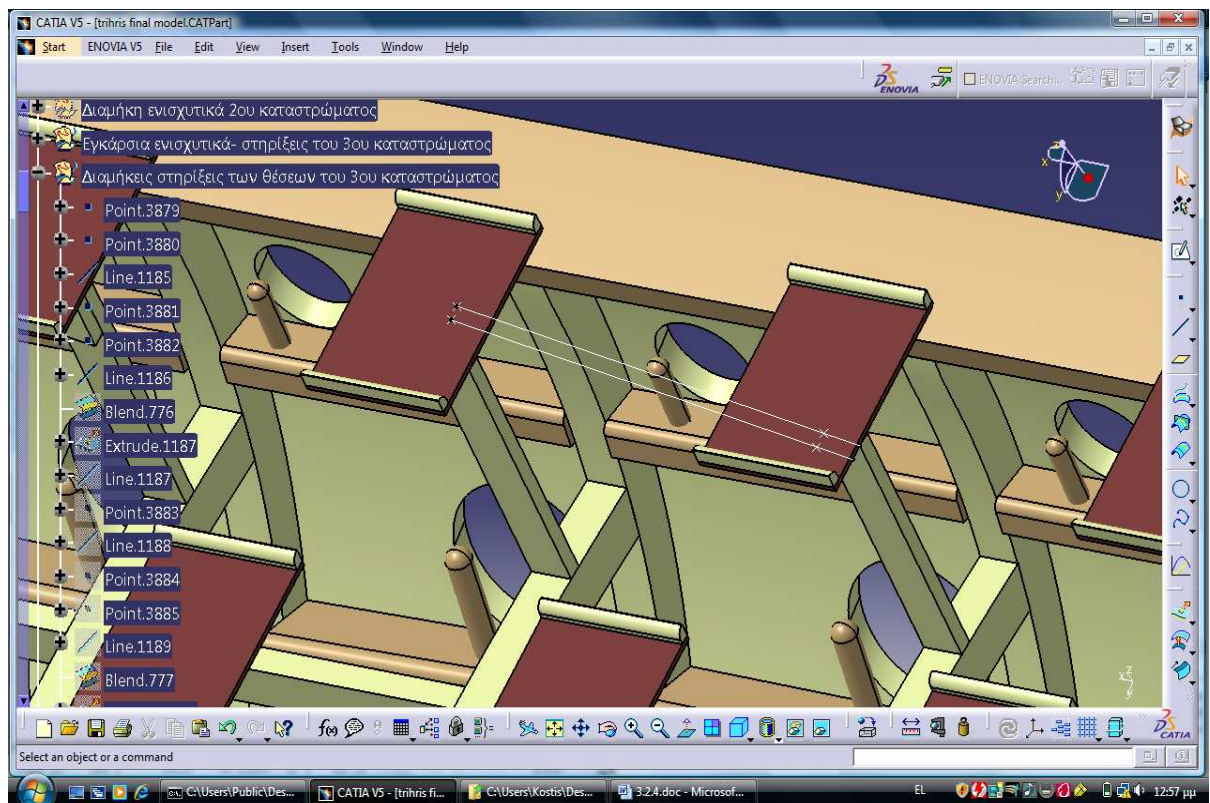
Η 3^η σειρά κωπηλατών βρίσκεται στο κύριο κατάστρωμα της Τριήρους. Οι στηρίξεις κατασκευάζονται όμοια με την 1^η και 2^η σειρά κωπηλατών. Δηλαδή σχεδιάζονται αρχικά οι κατακόρυφες εγκάρσιες ενισχύσεις που αποτελούν τις βάσεις των θέσεων και στη συνέχεια από βάση σε βάση υπάρχουν τα διαμήκη ενισχυτικά που στηρίζουν τις θέσεις των κωπηλατών.

Στη συνέχεια δημιουργούμε σημεία (εντολή **Point**) επί των ακμών των εγκάρσιων ενισχύσεων του 2^{ου} καταστρώματος. Φέρουμε τις ευθείες (εντολή **Line**), κατά την z διεύθυνση, έως το ύψος του κυρίου καταστρώματος και κατόπιν σχεδιάζουμε τήν μεταξύ τους επιφάνεια (εντολή **Blend**) και κατασκευάζουμε τα εγκάρσια κατακόρυφα ενισχυτικά (εντολή **Extrude**).

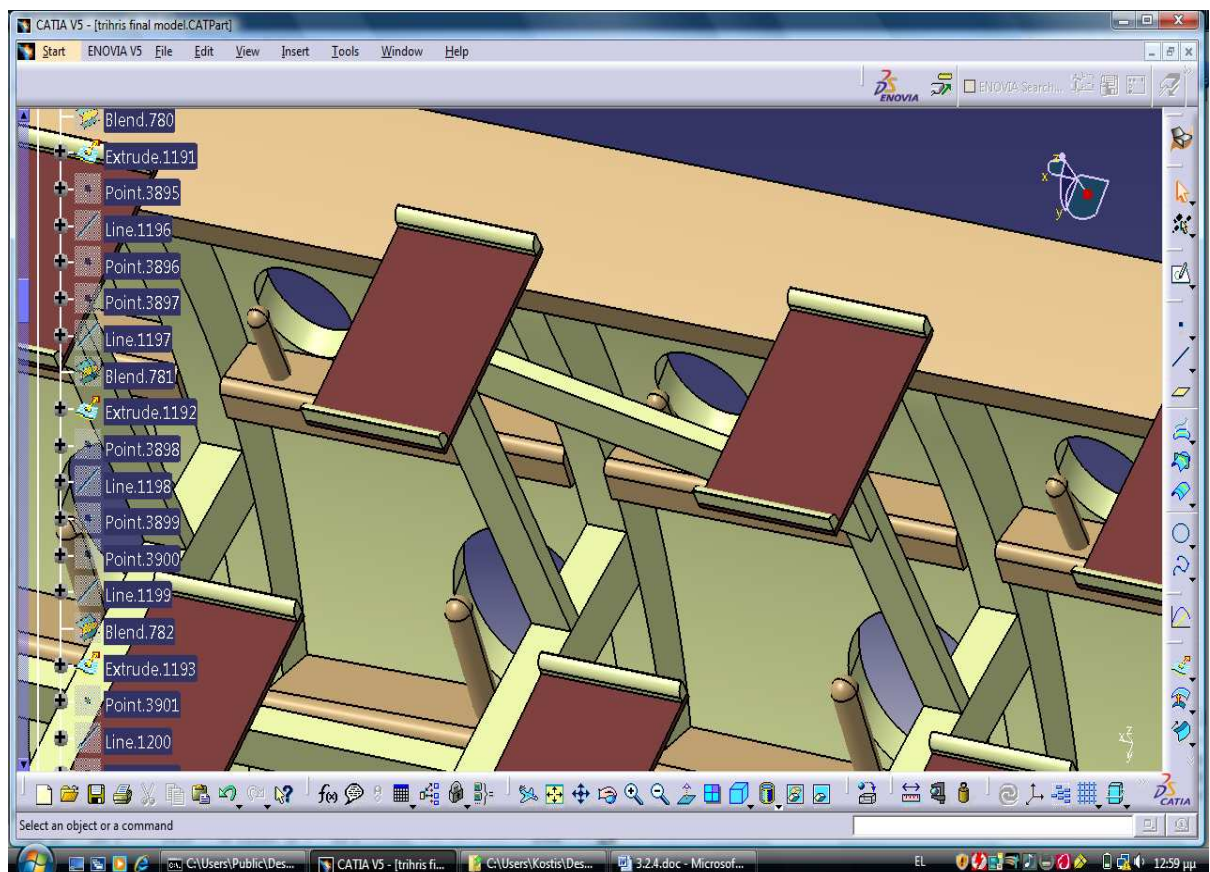
Οι θέσεις των κωπηλατών κατασκευάζονται με την μεθοδολογία που ακολουθήσαμε προηγούμενα.



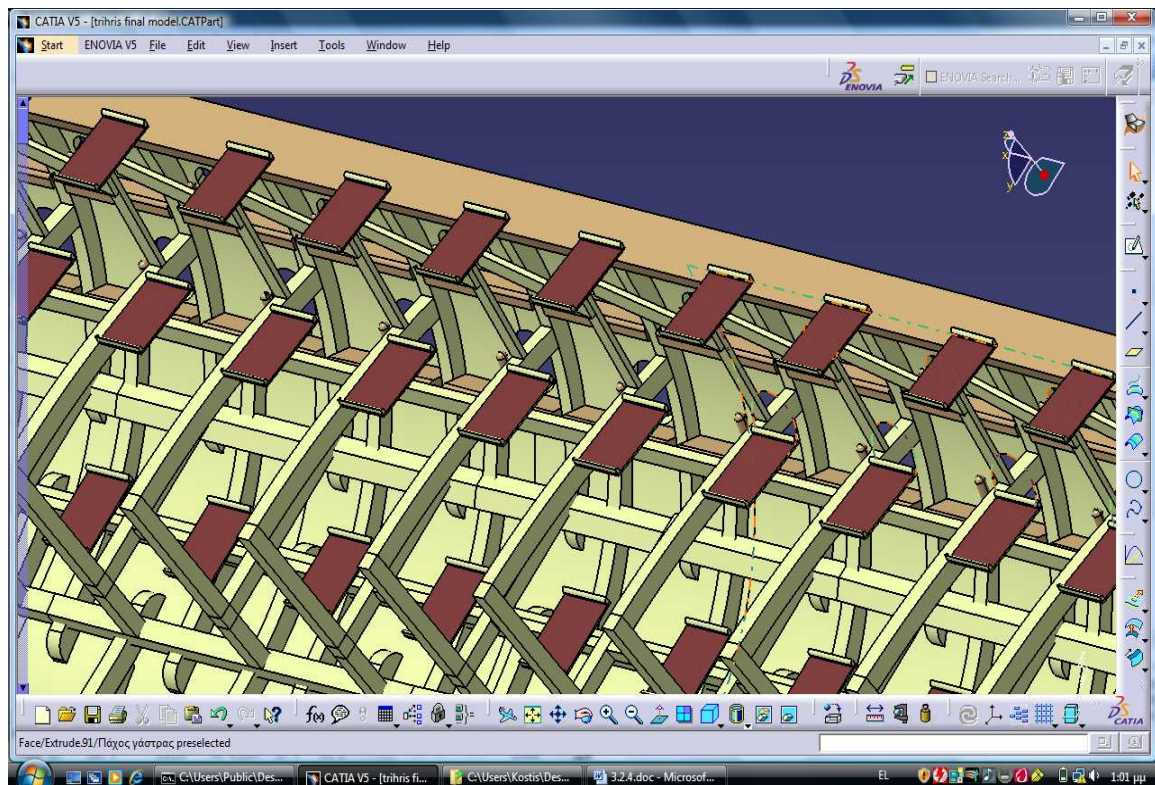
Στη συνέχεια δημιουργούμε ζεύγη σημείων (εντολή **Point**) επί των καθισμάτων και σε απόσταση μεταξύ τους ίση με το πλάτος των διαμήκων ενισχυτικών.



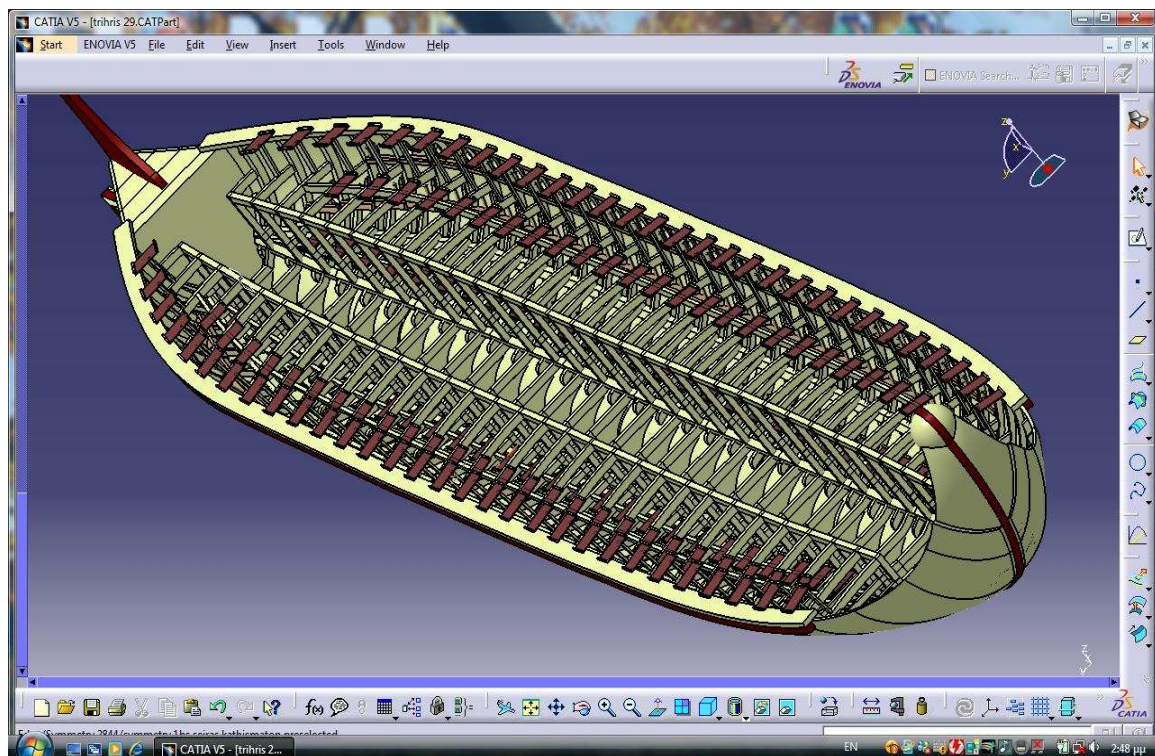
Ακολουθούν οι εντολές **Blend** και **Extrude** για την κατασκευή των ενισχυτικών που στηρίζουν τις θέσεις των κωπηλατών του κυρίου καταστρώματος.



Συνεχίζουμε ακολουθώντας την ίδια διαδικασία για να κατασκευάσουμε όλες τις στηρίξεις των θέσεων του κυρίου καταστρώματος.



Τέλος με την εντολή **Symmetry** αναπαράγουμε το συμμετρικό μέρος της γάστρας στον υποκατάλογο « Συμμετρική γάστρα».



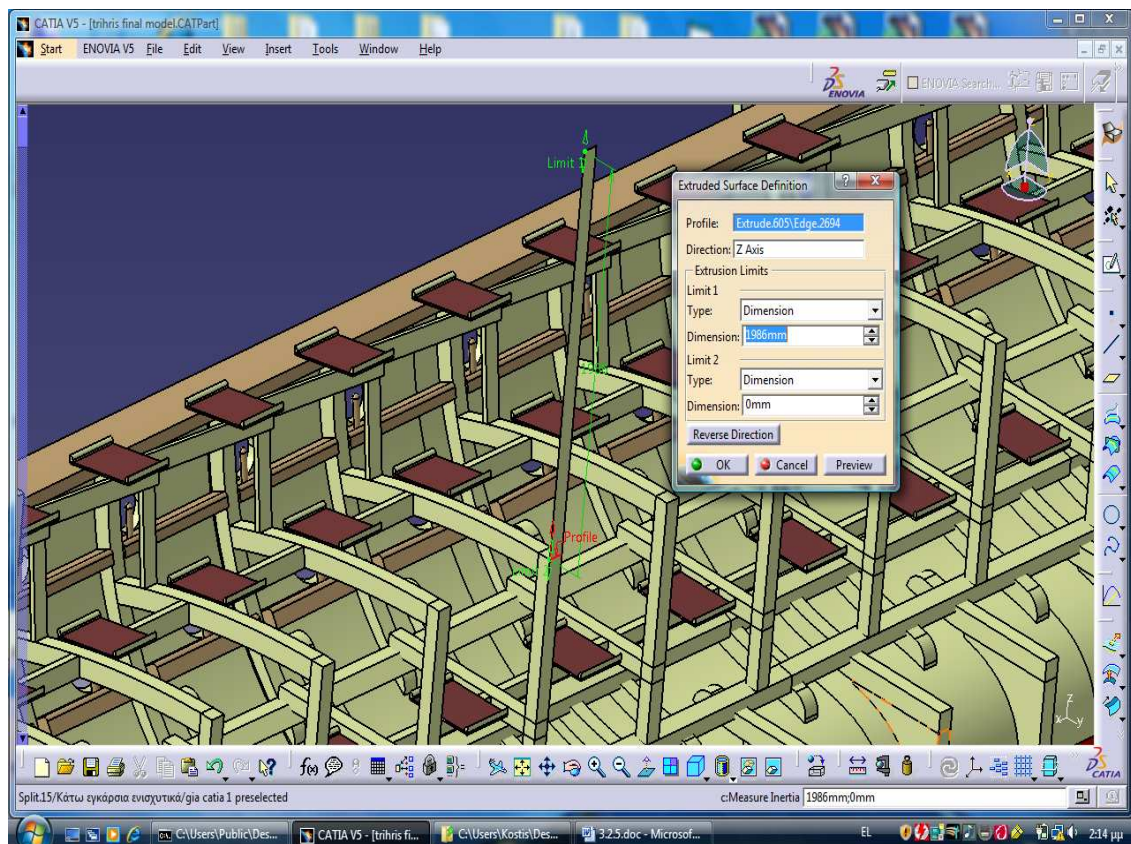
3.2.5 ΥΠΕΡΥΨΩΜΕΝΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΚΥΡΙΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

3.2.5.B1. Κατασκευή των κατακόρυφων εγκάρσιων ενισχυτικών του υπερυψωμένου καταστρώματος

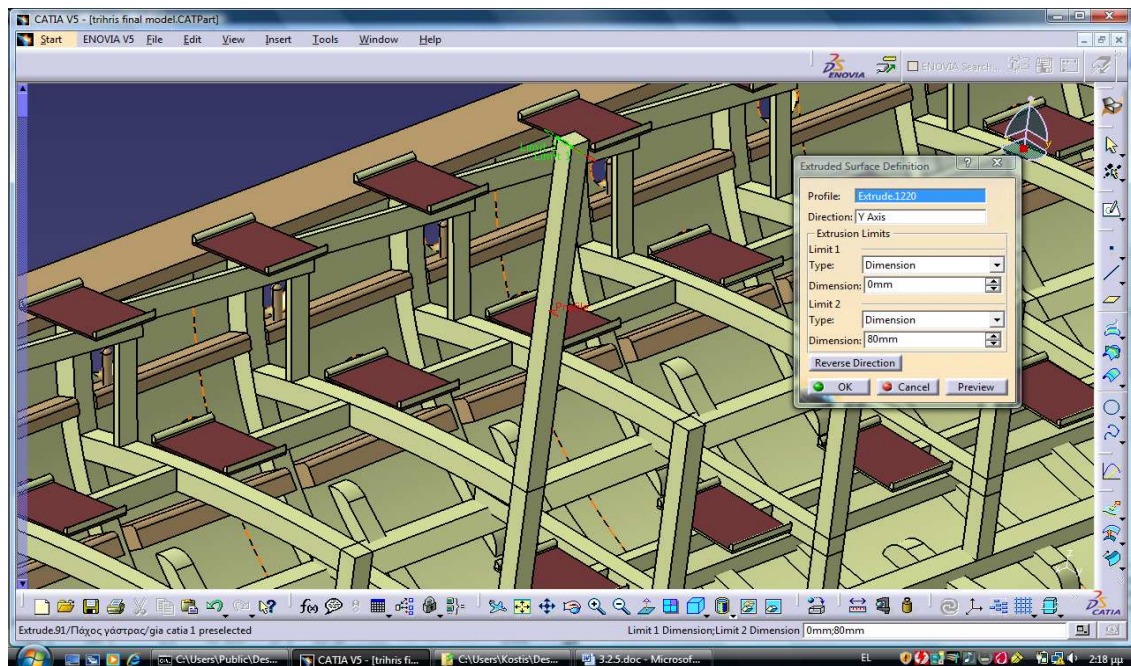
Τα κατακόρυφα εγκάρσια ενισχυτικά του υπερυψωμένου καταστρώματος, αποτελούνται από ζεύγη δύο ξεχωριστών ενισχυτικών. Η ισαπόστασή τους είναι ίδια με αυτή των κατακόρυφων ενισχυτικών των άλλων δύο κατώτερων καταστρώματων. Το ένα ενισχυτικό ξεκινά σαν προέκταση του κατακόρυφου εγκάρσιου ενισχυτικού του 2^{ου} καταστρώματος και το άλλο ξεκινά από την εξωτερική επιφάνεια της γάστρας του σκάφους. Και τα δύο καταλήγουν στο ίδιο ύψος.

Χρησιμοποιούνται για την στήριξη του υπερυψωμένου καταστρώματος. Το υπερυψωμένο κατάστρωμα προστατεύει τους κωπηλάτες και το πλήρωμα του σκάφους από τα καιρικά φαινόμενα. Επίσης το επάνω μέρος του είναι επίπεδο για την χρήση του ως πρόσβαση στην περίπτωση επιθέσεως σε εχθρικό πλοίο (ρεσάλτο).

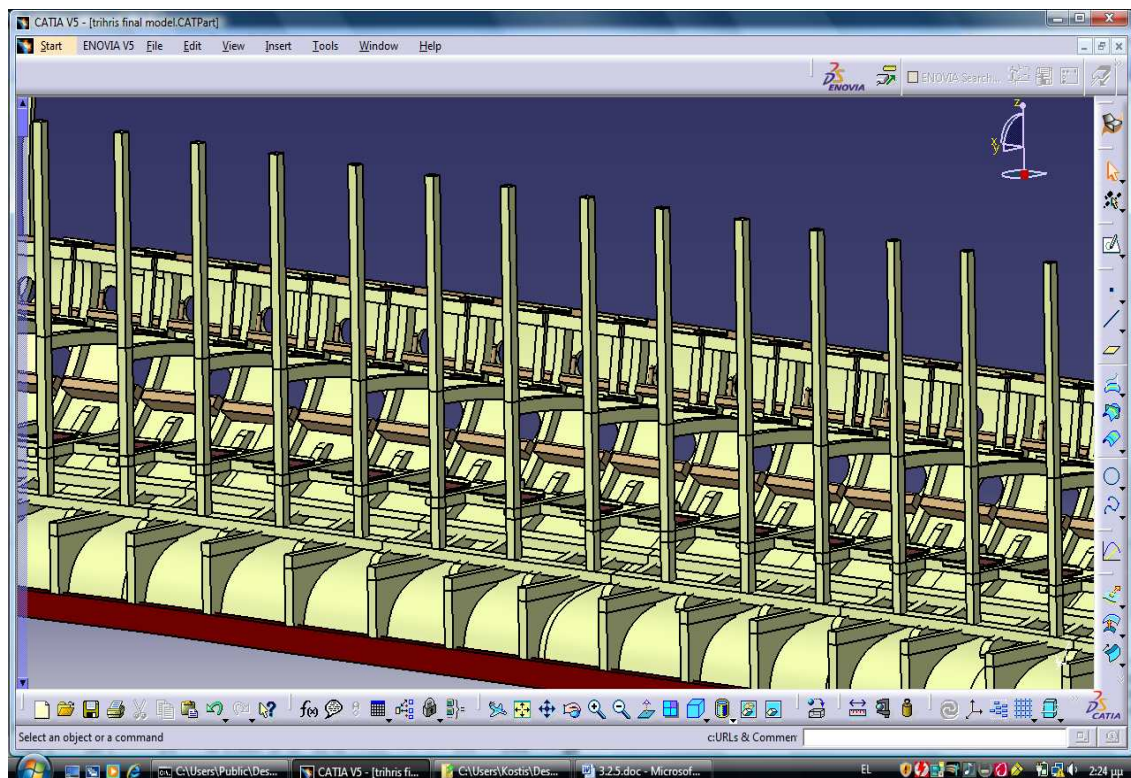
Τα κατακόρυφα εγκάρσια ενισχυτικά του υπερυψωμένου καταστρώματος κατασκευάζονται αρκετά εύκολα κάνοντας δύο φορές χρήση της εντολής **Extrude**. Επιλέγουμε την άνω ακμή του κατακόρυφου εγκάρσιου ενισχυτικού του 2^{ου} εσωτερικού καταστρώματος, για να προεκτείνουμε κατά την z διεύθυνση.



Στη συνέχεια προεκτείνουμε κατά την y διεύθυνση σε μήκος ίσο με το πλάτος του ενισχυτικού έδρασης.

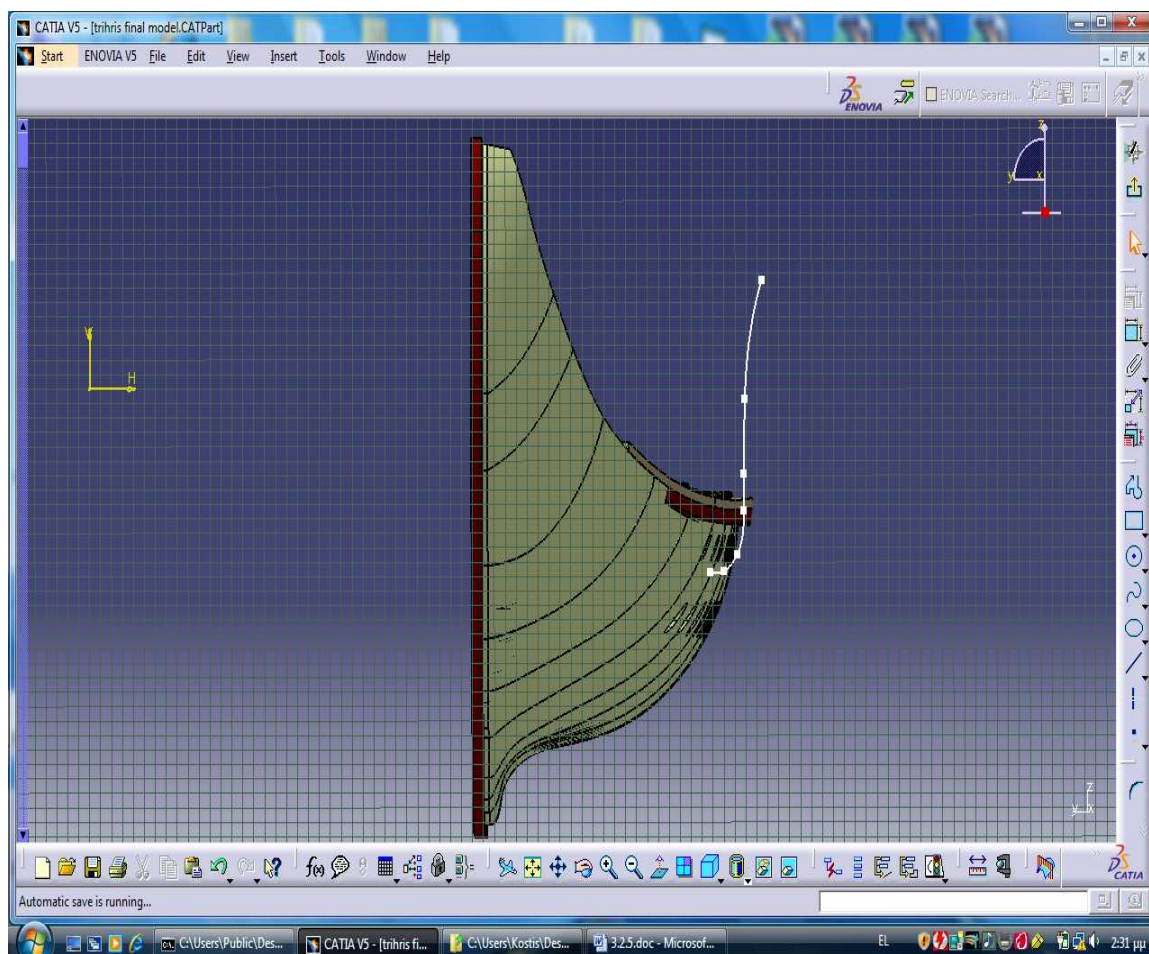


Το ύψος των κατακόρυφων ενισχυτικών είναι τυχαίο. Αργότερα θα χρησιμοποιήσουμε το σχέδιο μέσης τομής του σκάφους και κατάλληλο σχεδιαστικό εργαλείο για να εξασφαλίσουμε ότι τα ενισχυτικά σταματούν όλα στο ίδιο ύψος. Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία για όλα τα κατακόρυφα εγκάρσια ενισχυτικά του υπερυψωμένου καταστρώματος.



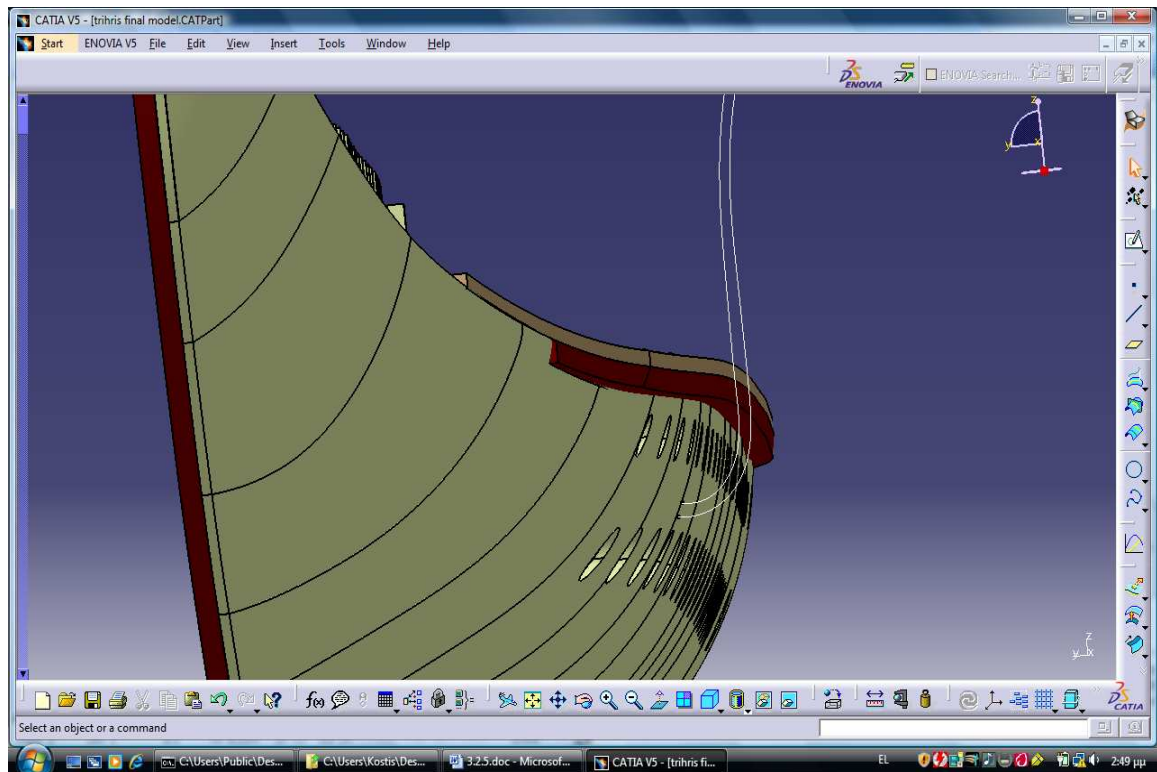
Για να σχεδιάσουμε τα κατακόρυφα εγκάρσια ενισχυτικά, που η άκρη τους εφάπτεται εξωτερικά της γάστρας του σκάφους, επιλέγουμε κάθε φορά επίπεδο yz. Το επίπεδο αυτό εφάπτεται στο αντίστοιχο εσωτερικό κατακόρυφο ενισχυτικό. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζουμε ότι τα ζεύγη ενισχυτικών που στηρίζουν το υπερυψωμένο κατάστρωμα βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο yz.

Στη συνέχεια με χρήση των εντολών **Sketch** και **Spline** σχεδιάζουμε την μορφή της στήριξης του υπερυψωμένου καταστρώματος. Να σημειωθεί ότι για την συγκεκριμένη σχεδίαση δεν υπάρχουν κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Συνεπώς δίνουμε μορφή στο ενισχυτικό κάνοντας χρήση μόνο φωτογραφιών.

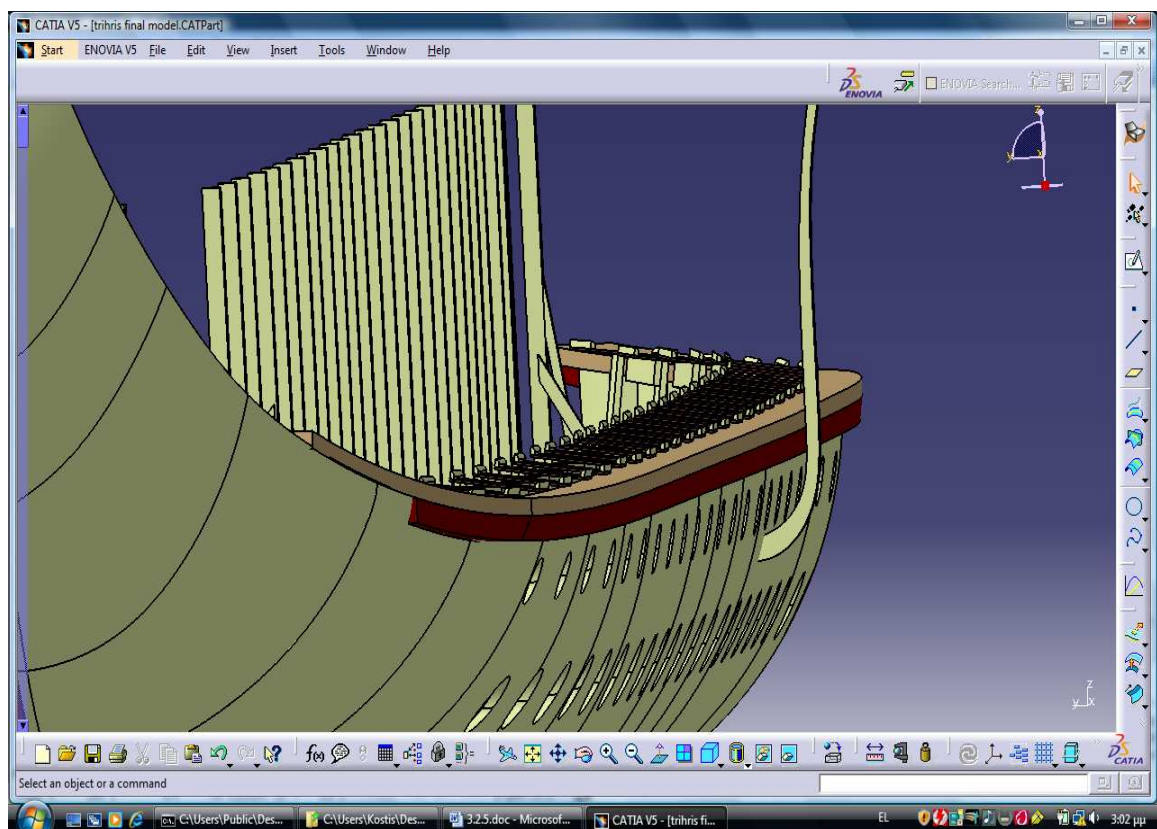


Σχεδιάζουμε νέα καμπύλη (εντολές **Sketch** και **Spline**), στο ίδιο επίπεδο με την προηγούμενη και παράλληλα μετατοπισμένη για να δώσουμε στο κατακόρυφο εγκάρσιο ενισχυτικό το κατάλληλο πλάτος.

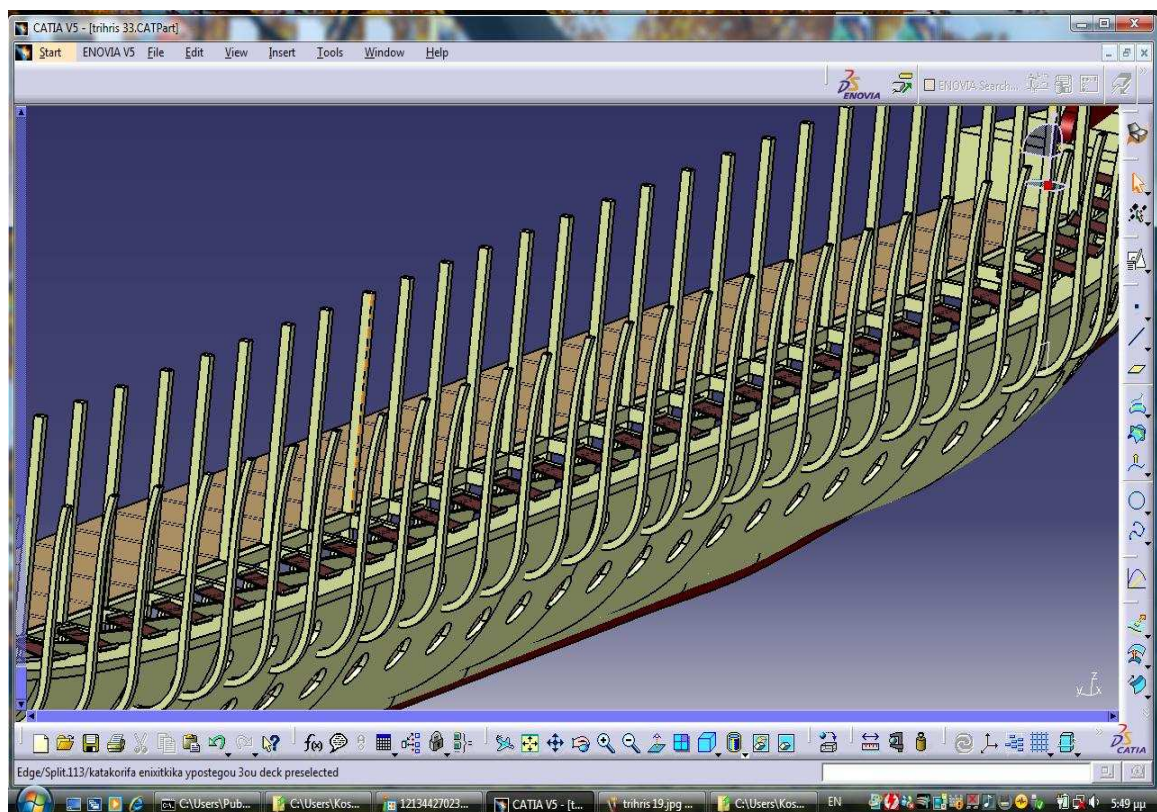
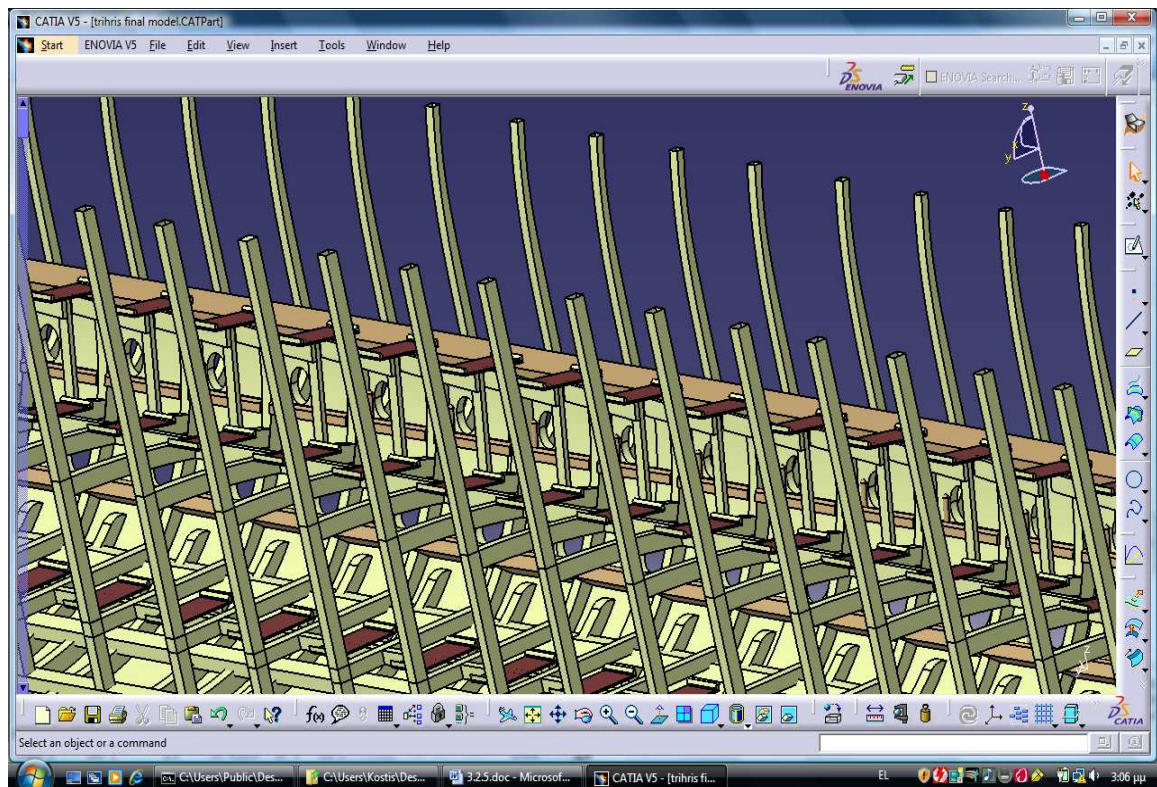
Το ακραίο σημείο της κάθε καμπύλης εισέρχεται εσωτερικά της γάστρας της Τριήρους. Στη συνέχεια με χρήση της εντολής **Split** θα κόψουμε το ενισχυτικό ώστε αυτό να εφάπτεται εξωτερικά της γάστρας.



Οι καμπύλες που σχεδιάσαμε θα μας δώσουν επιφάνεια με χρήση της εντολής **Blend**. Κατασκευάζουμε το κατακόρυφο ενισχυτικό στήριξης του υπερυψωμένου καταστρώματος με την εντολή **Extrude** (προεκτείνοντας κατά x).

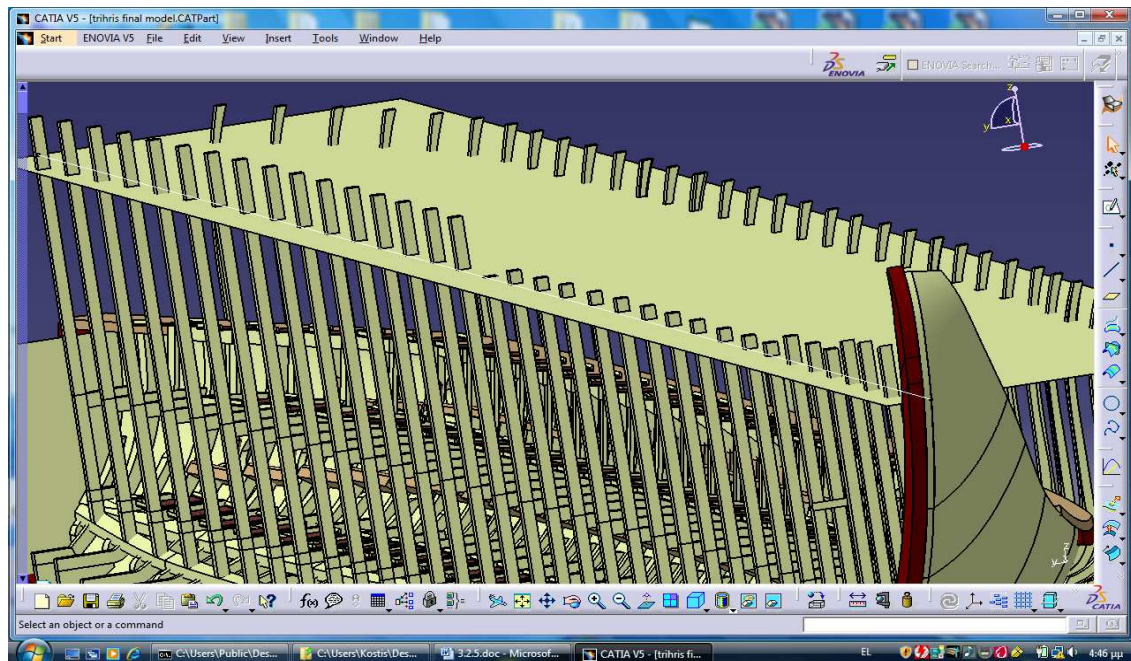


Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία που περιγράψαμε για όλα τα εξωτερικά εγκάρσια κατακόρυφα ενισχυτικά.

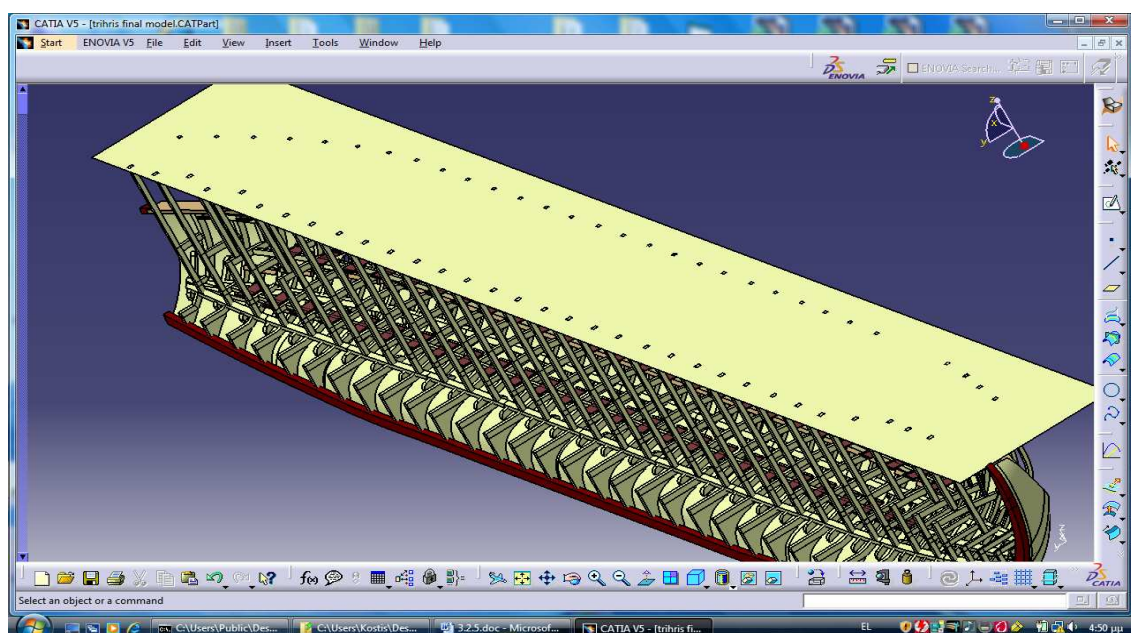


3.2.5.B2. Κατασκευή του υπερυψωμένου καταστρώματος

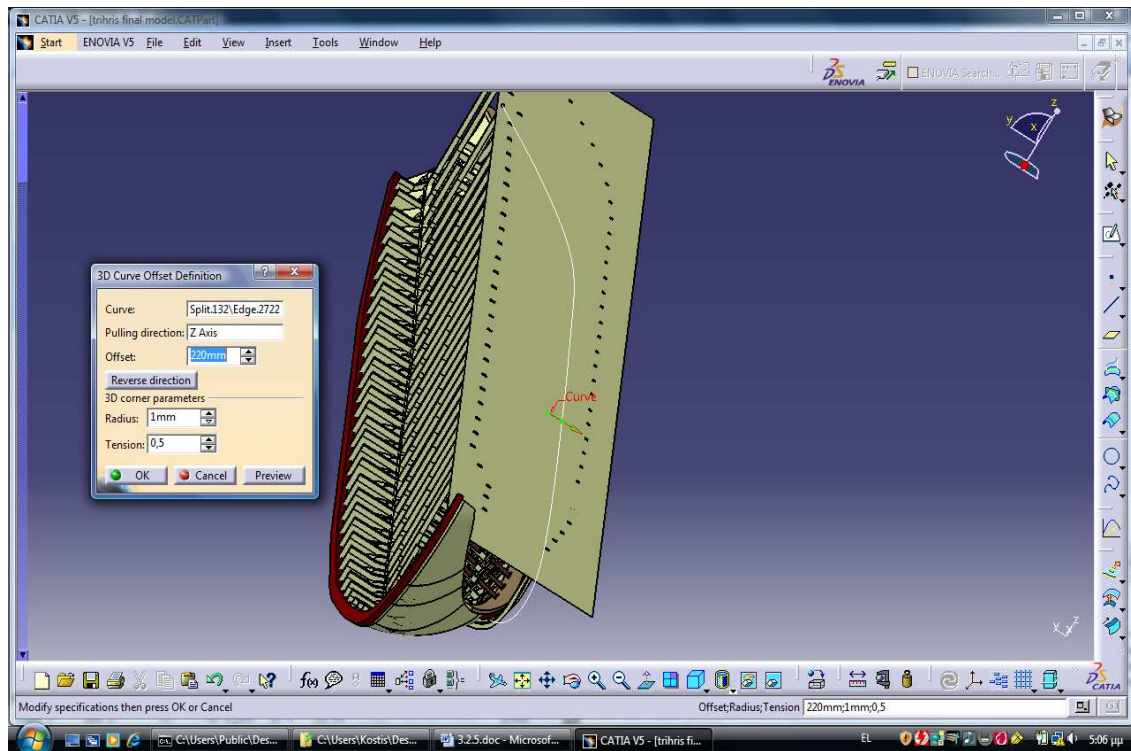
Για την κατασκευή του υπερυψωμένου καταστρώματος χρησιμοποιούμε πληροφορίες από το σχέδιο της μέσης τομής της Τριήρους. Χαράσσουμε βοηθητική ευθεία (με την εντολή **Line**) στο xz επίπεδο και σε ύψος που έχουμε μετρήσει από το σχέδιο μέσης τομής και είναι ίσο με το ύψος του υπερυψωμένου καταστρώματος. Επιλέγουμε την εντολή **Extrude** και φέρουμε επιφάνεια στο xy επίπεδο μέχρι αυτή να τμήσει όλα τα κατακόρυφα εγκάρσια ενισχυτικά.



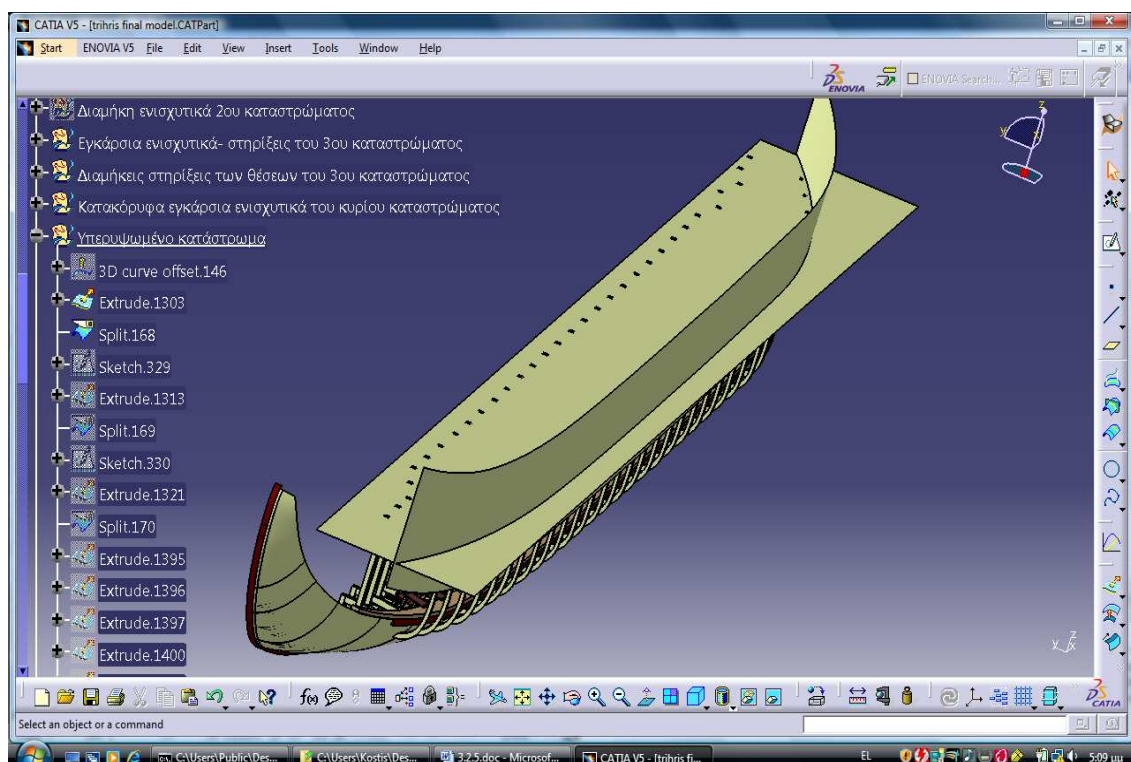
Με την εντολή **Split** κόβουμε τα κατακόρυφα εγκάρσια ενισχυτικά του υπερυψωμένου καταστρώματος εξασφαλίζοντας συγχρόνως ότι όλα βρίσκονται στο ίδιο ύψος.



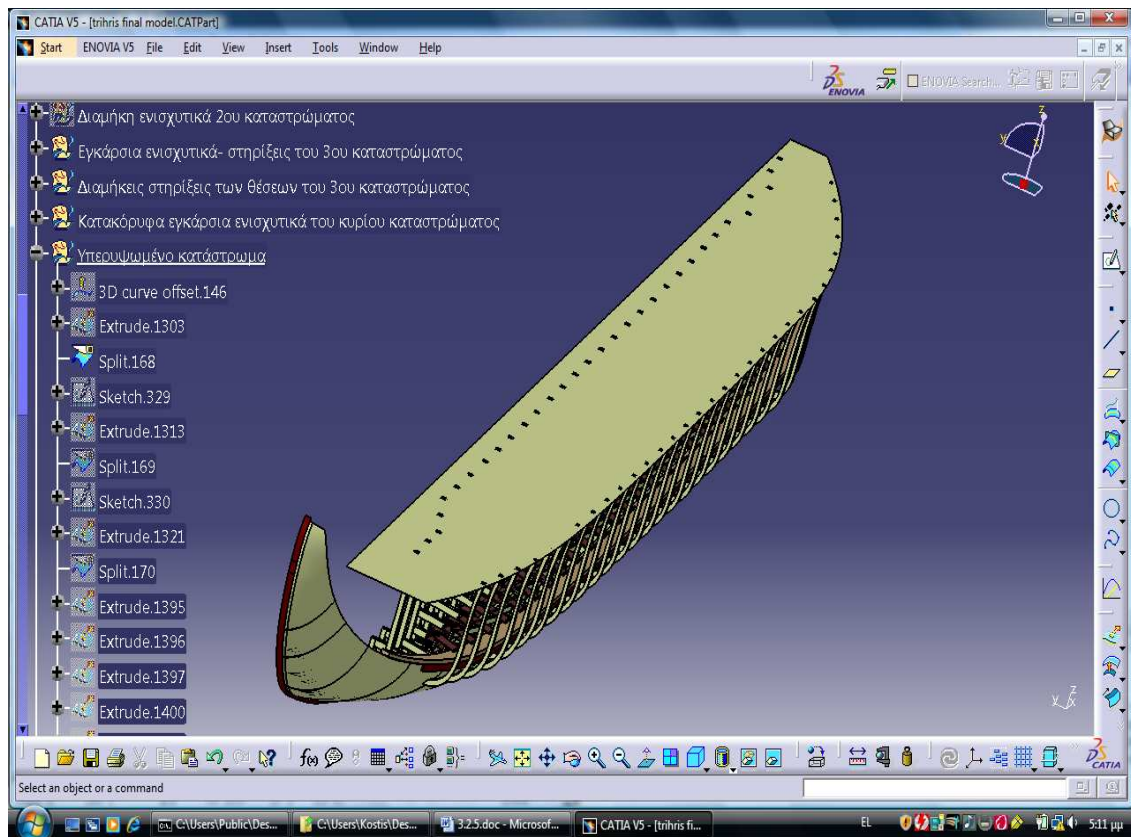
Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε την ακμή του ενισχυτικού του κυρίου καταστρώματος για να χαράξουμε καμπύλη ίδιας μορφής με την εντολή **3D Curve Offset**. Η καμπύλη μεταφέρεται κατά την y διεύθυνση μέχρι το εξωτερικό ίχνος του υπερυψωμένου καταστρώματος.



Με την εντολή **Extrude** κατά την z διεύθυνση φέρουμε επιφάνεια έως ότου αυτή τμήσει την επιφάνεια του υπερυψωμένου καταστρώματος.



Χρησιμοποιούμε την εντολή **Split** για να κόψουμε την επιφάνεια του υπερυψωμένου καταστρώματος.

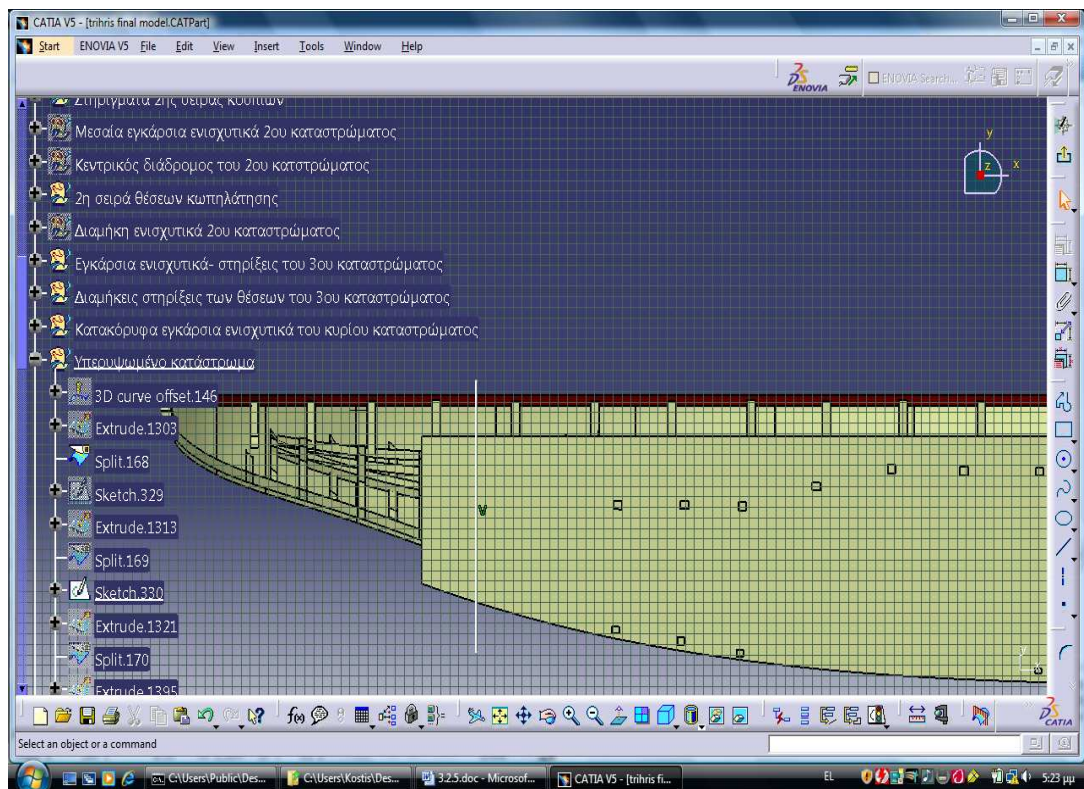


Στη συνέχεια με χρήση της κάτοψης του σχεδίου γενικής διάταξης της Τριήρους διαμορφώνουμε την επιφάνεια του υπερυψωμένου καταστρώματος.

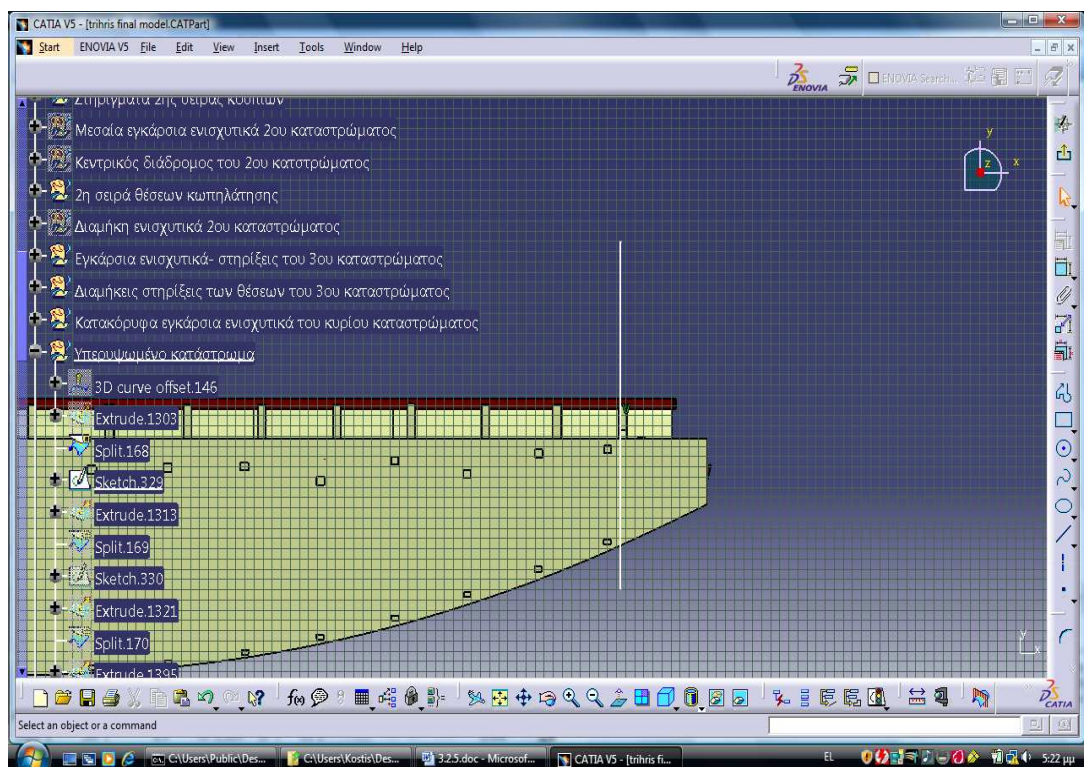
Επιλέγουμε ως επίπεδο σχεδίασης την επιφάνεια του υπερυψωμένου καταστρώματος. Κάνουμε πολλαπλή και κατάλληλη χρήση των εντολών:

Positioned Sketch, **Spline** και **Line** για σχεδιάσουμε σκαριφίματα σε κάτοψη, της εντολής **Extrude** για να φέρουμε τις επιφάνειες των σκαριφισμάτων (σε z διεύθυνση) που τέμνουν την επιφάνεια του υπερυψωμένου καταστρώματος και της εντολής **Split** για να κόψουμε και να επιτύχουμε την τελική διαμόρφωση του υπερυψωμένου καταστρώματος.

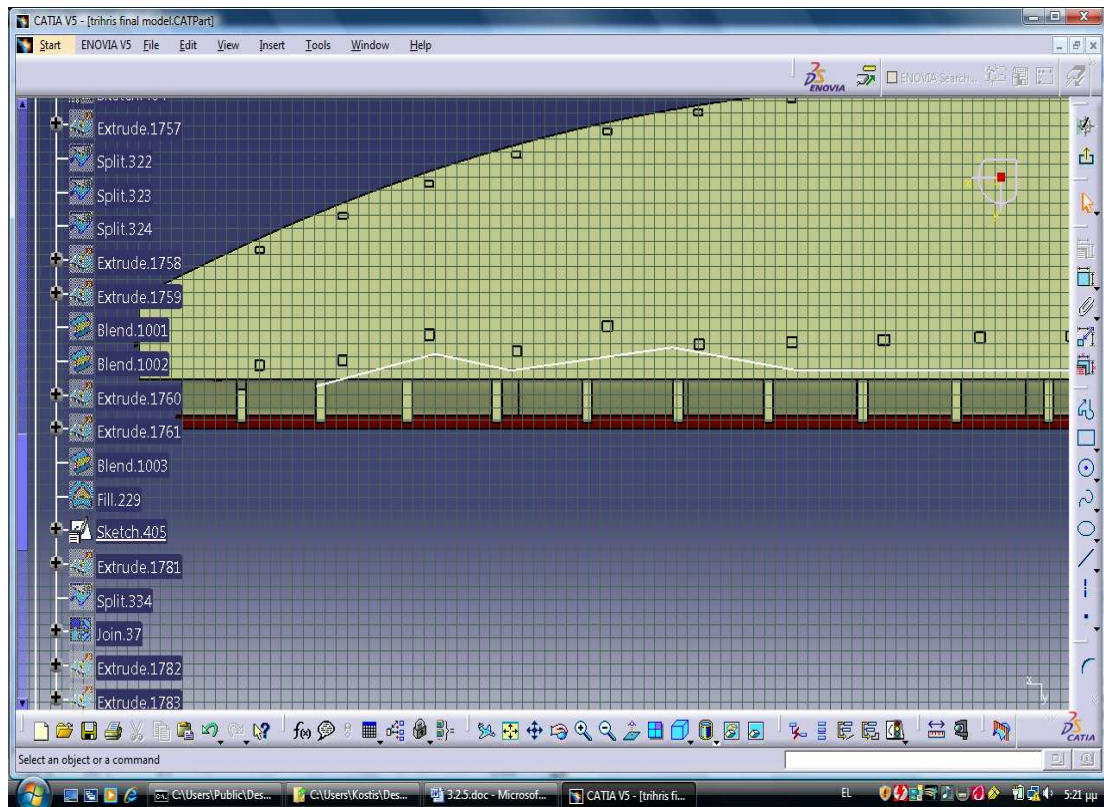
Κόβουμε το υπερυψωμένο κατάστρωμα στο σωστό μήκος, στο πυρναίο μέρος :



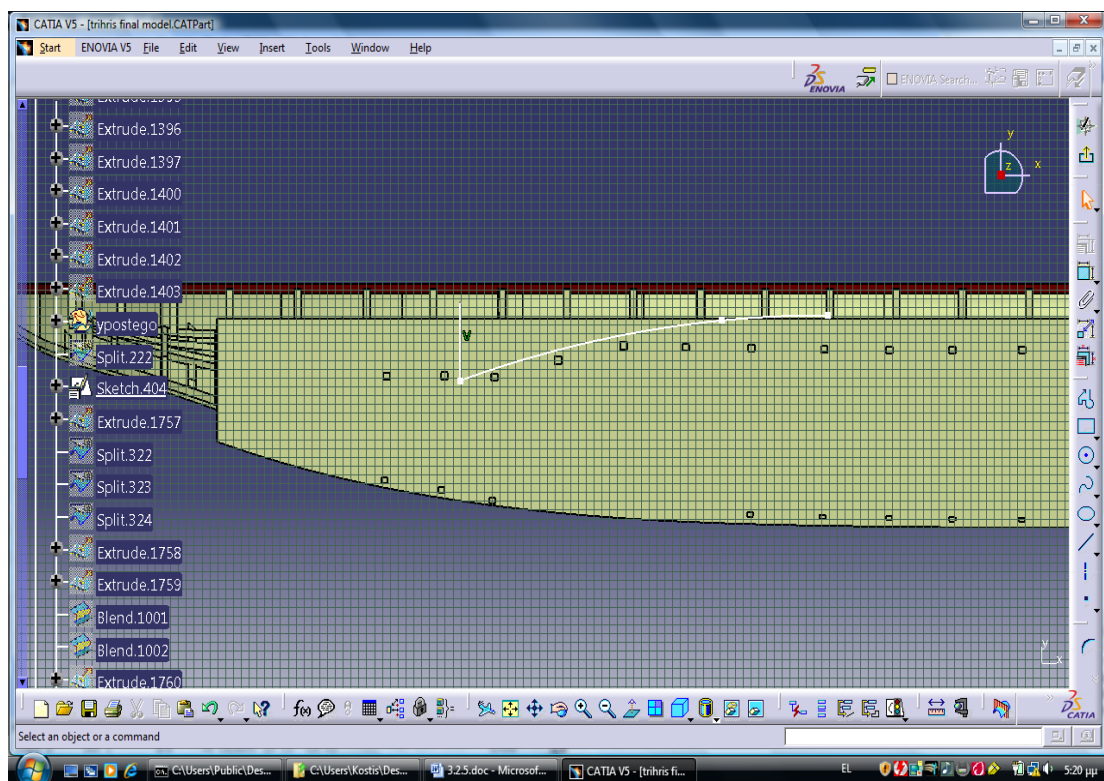
και στη συνέχεια στο προωαίο μέρος :



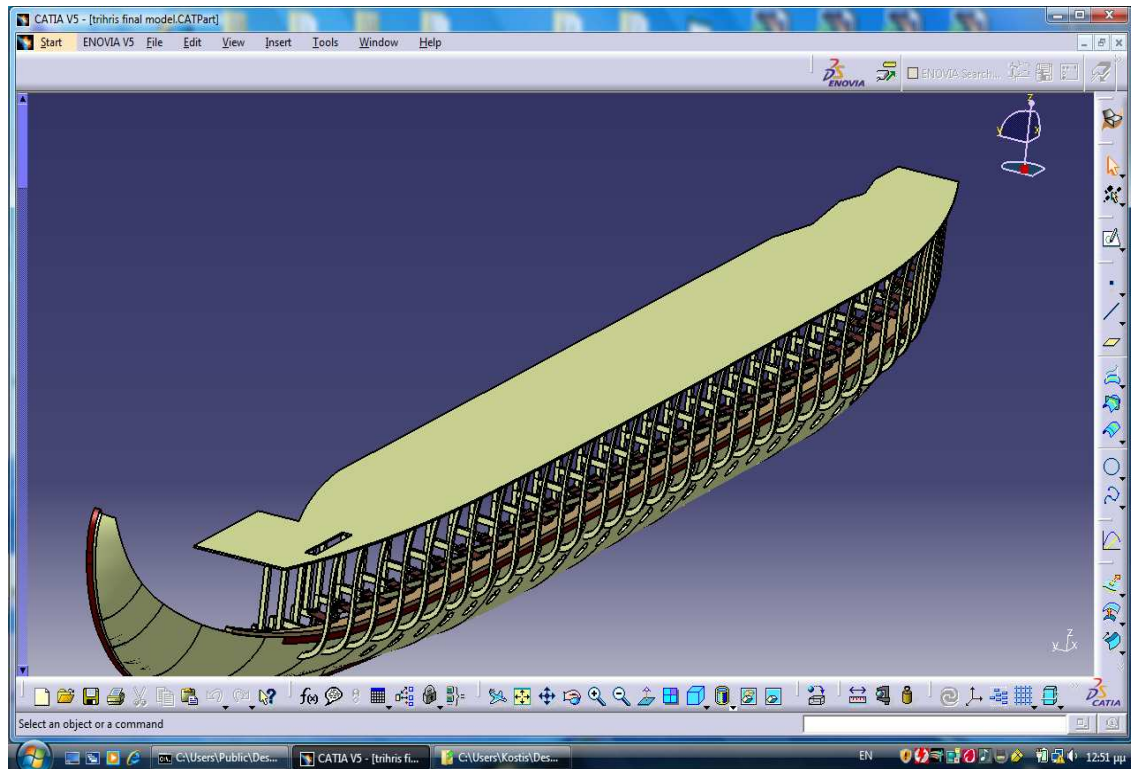
Σχεδιάζουμε την διαμόρφωση του προωαίου τμήματος εσωτερικά :



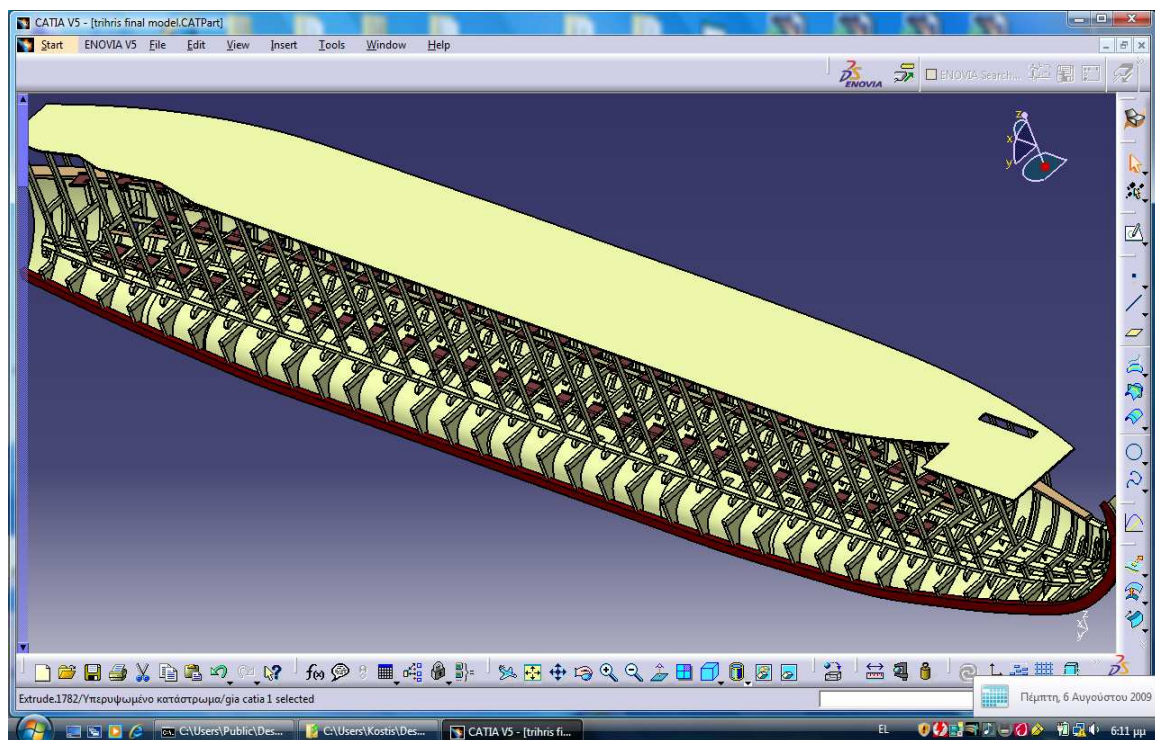
και στη συνέχεια του πυρμαίου τμήματος :



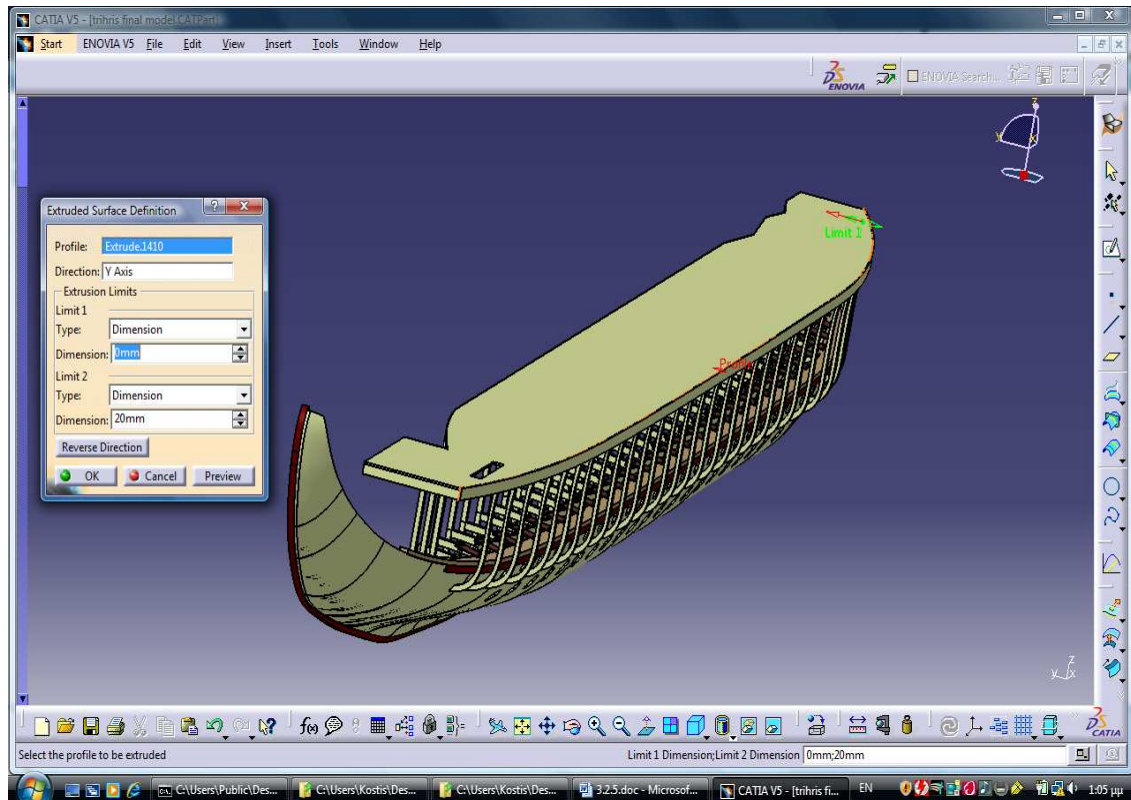
Όμοια και για την οπή του πηδαλίου και έχουμε τελικά διαμορφώσει την επιφάνεια του υπερυψωμένου καταστρώματος.



Χρησιμοποιούμε την εντολή **Extrude** για να δώσουμε το απαραίτητο πάχος στην επιφάνεια του υπερυψωμένου καταστρώματος.



Επιλέγουμε τις ακμές της επιφάνειας του υπερυψωμένου καταστρώματος και κάνουμε χρήση της εντολής **Extrude** δύο φορές για να κατασκευάσουμε το πλαϊνό περιφερειακό μέρος του υπερυψωμένου καταστρώματος. Αρχικά προεκτείνουμε κατά την διεύθυνση z και στη συνέχεια κατά την διεύθυνση y. Ολοκληρώνουμε με τον τρόπο αυτό την κατασκευή του υπερυψωμένου καταστρώματος.

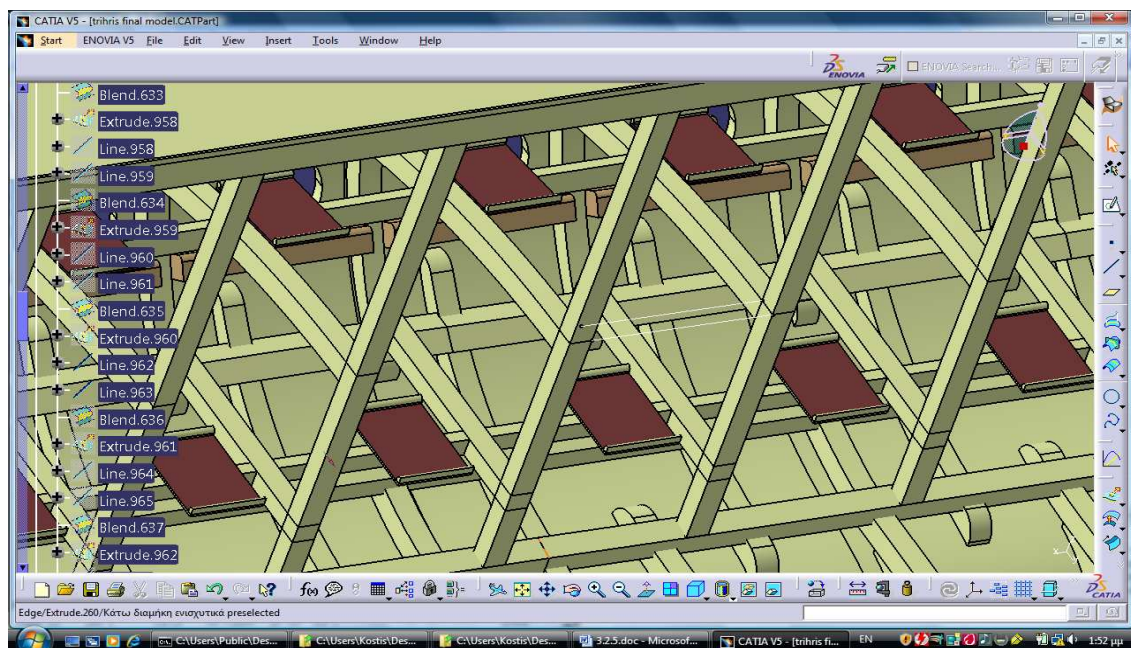


3.2.5.B3. Κατασκευή του διαδρόμου του δεύτερου καταστρώματος

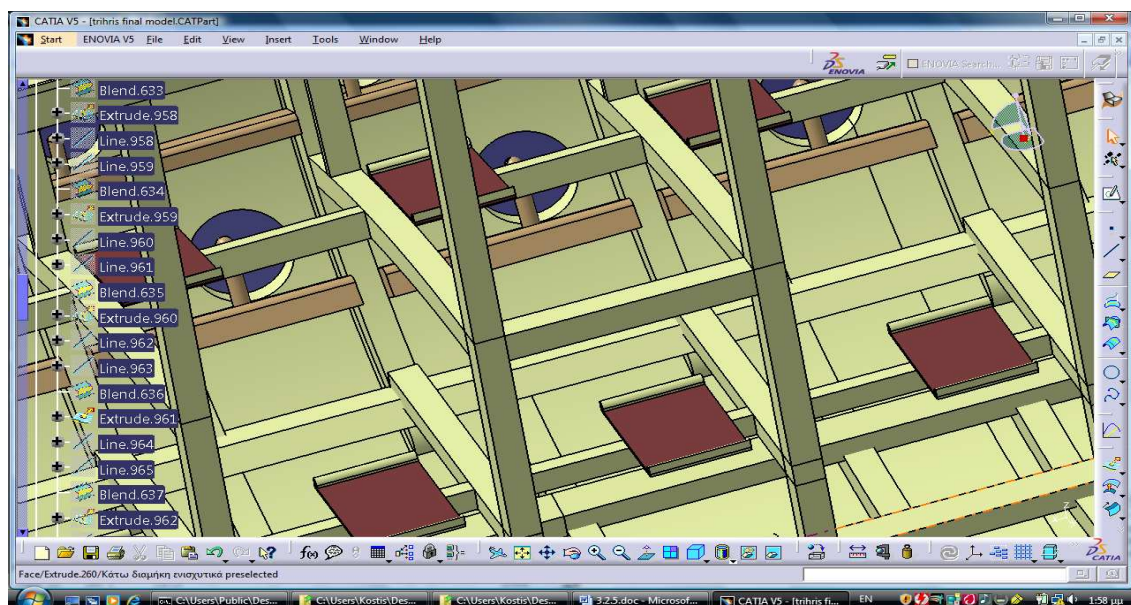
Για να κατασκευάσουμε τον κύριο διάδρομο της Τριήρους μέσω του οποίου οι κωπηλάτες μεταβαίνουν στις θέσεις τους πρέπει αρχικά να σχεδιάσουμε τις στηρίξεις του διαδρόμου.

Η κατασκευή των διαμηκών ενισχύσεων του 2^{ου} καταστρώματος είναι αρκετά απλή και γίνεται με χρήση γνωστών εντολών.

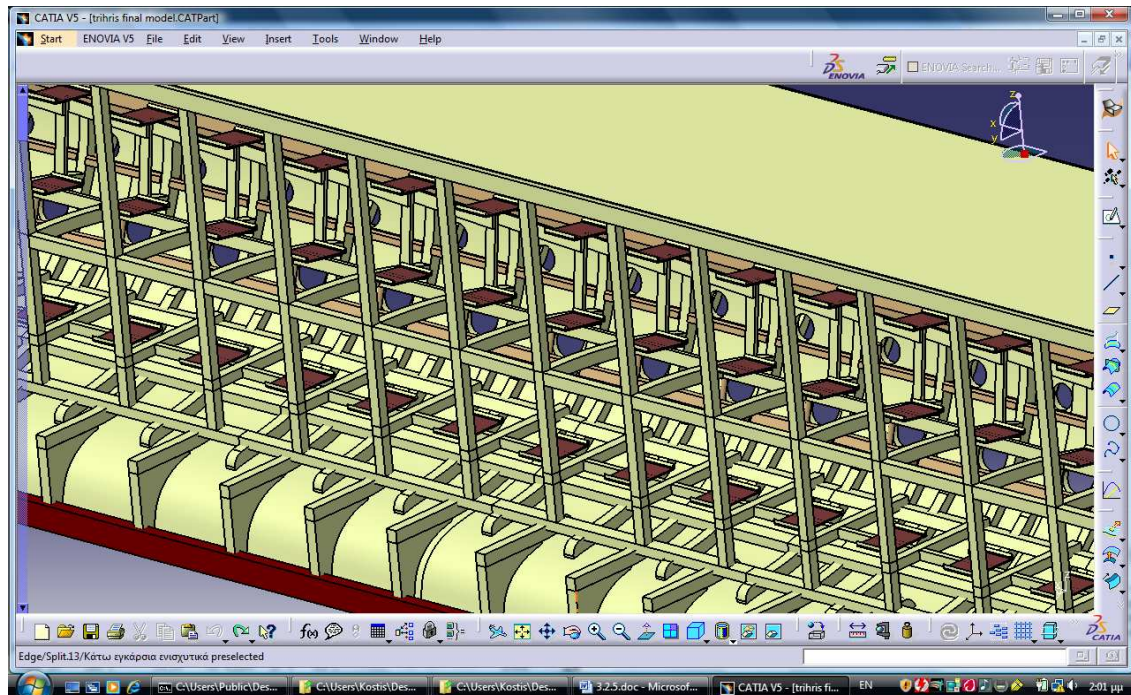
Ενώνουμε με την εντολή **Line** τα σημεία των ακμών των εγκάρσιων ενισχυτικών του 2^{ου} καταστρώματος και στην συνέχεια με την εντολή **Blend** δημιουργούμε επιφάνεια μεταξύ των ευθειών.



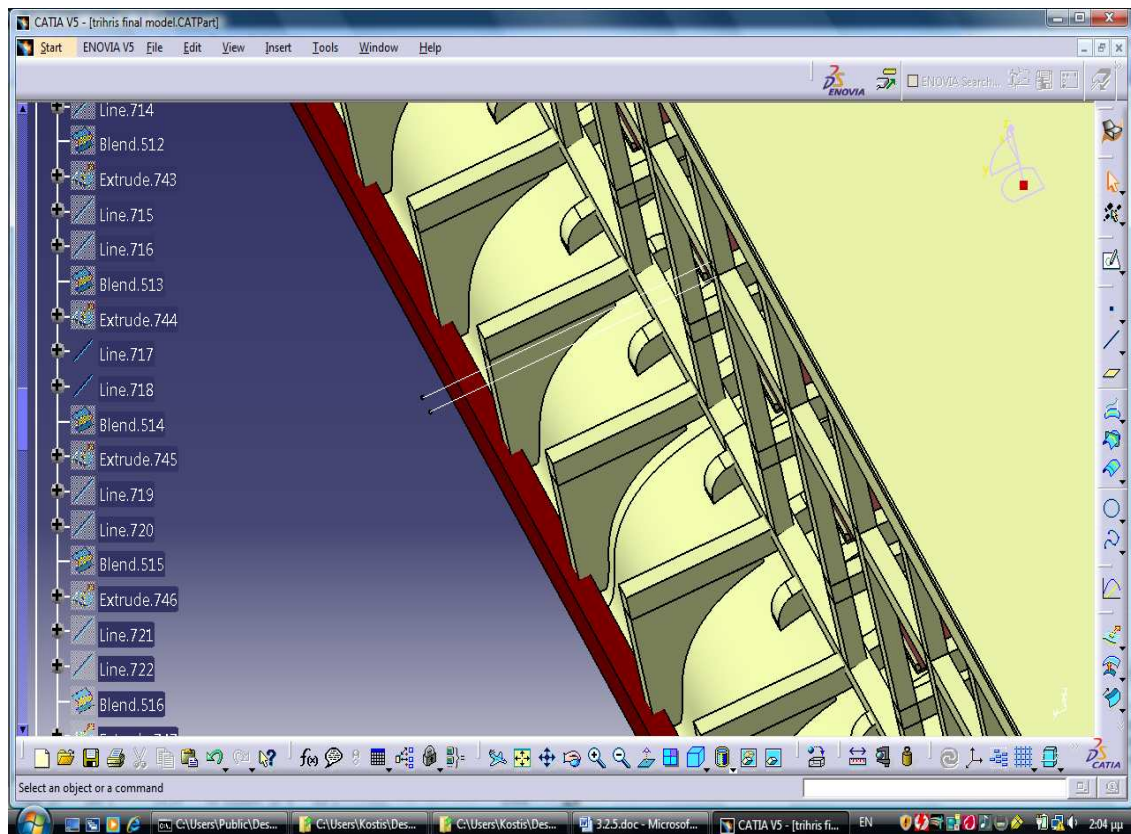
Επιλέγουμε την εντολή **Extrude** και προεκτείνουμε κατά την διεύθυνση z για να κατασκευάσουμε το ενισχυτικό.

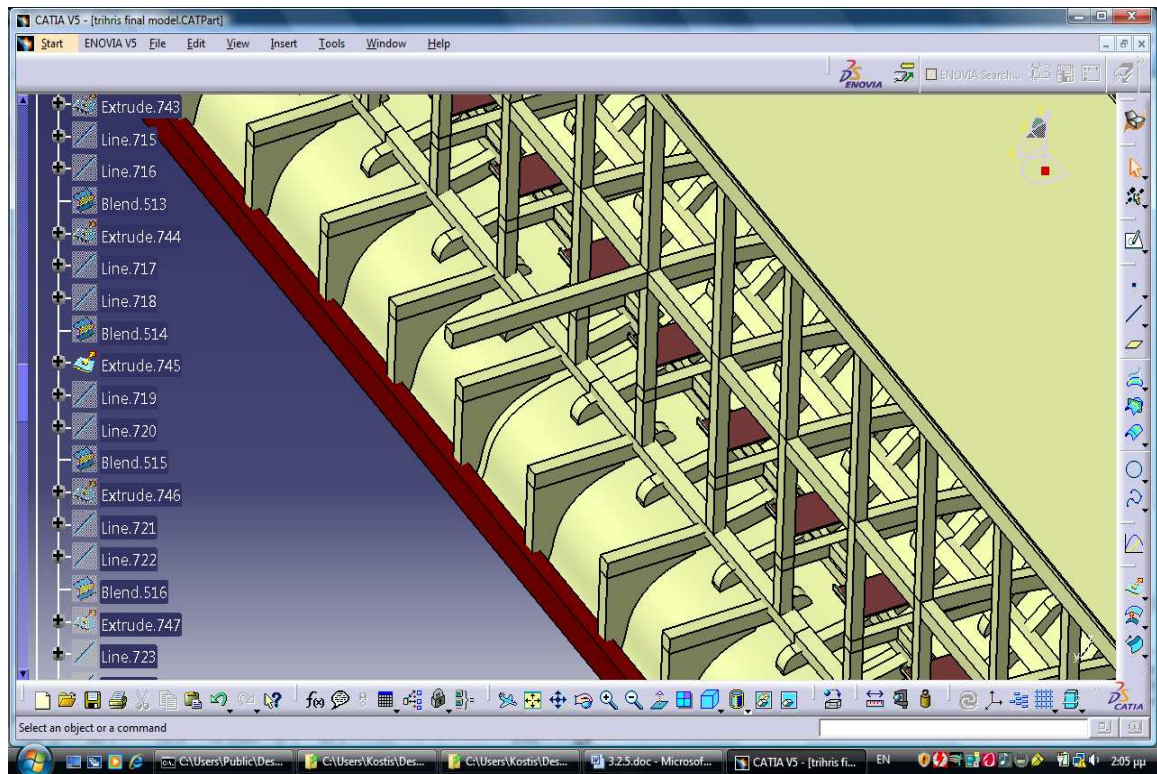


Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να κατασκευαστούν όλα τα διαμήκη ενισχυτικά στήριξης του διαδρόμου του 2^{ου} καταστρώματος.

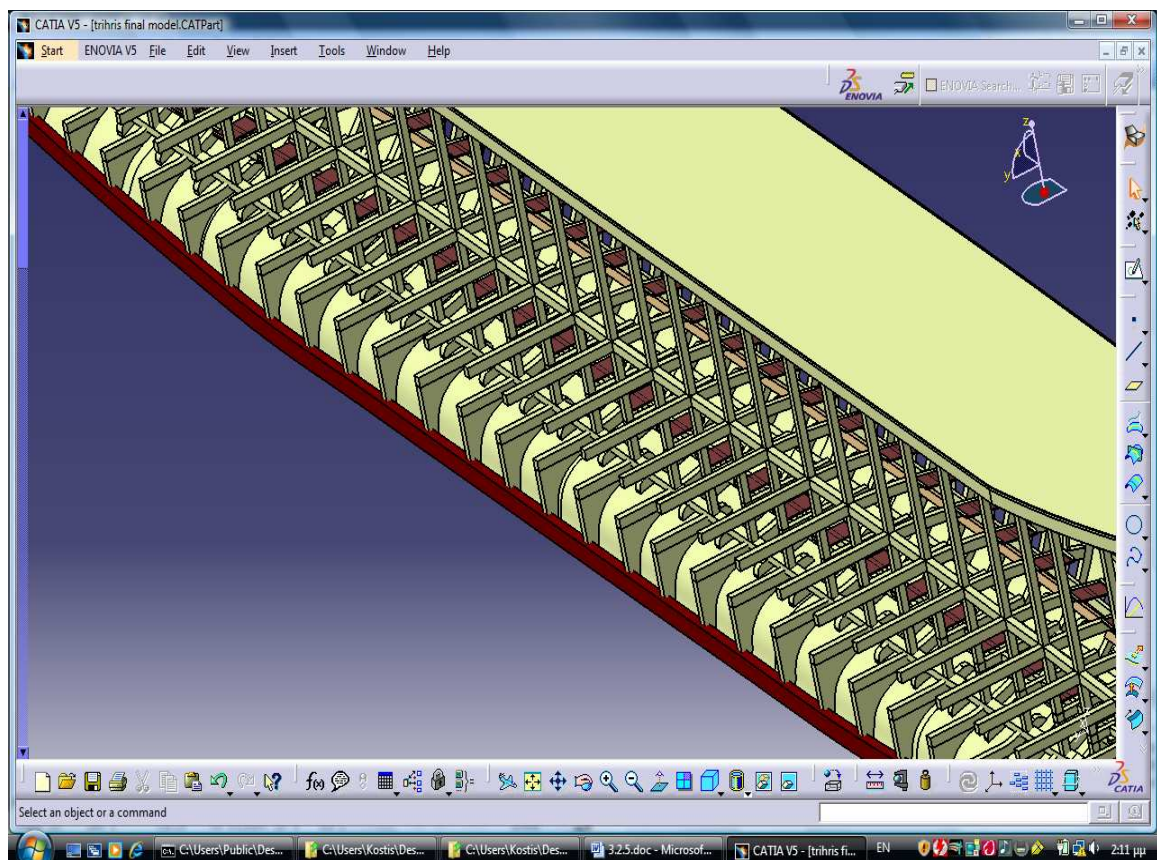


Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο εργαζόμαστε για την κατασκευή των εγκάρσιων στηρίξεων του διαδρόμου.



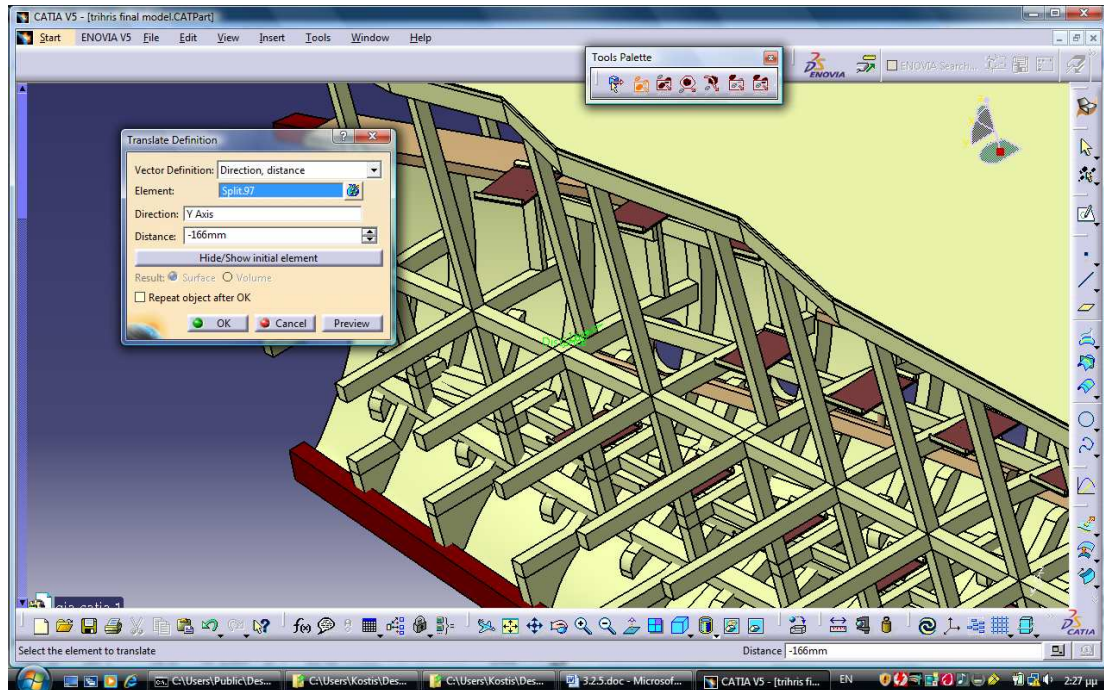


Επαναλαμβάνουμε για όλα τα εγκάρσια ενισχυτικά του διαδρόμου.

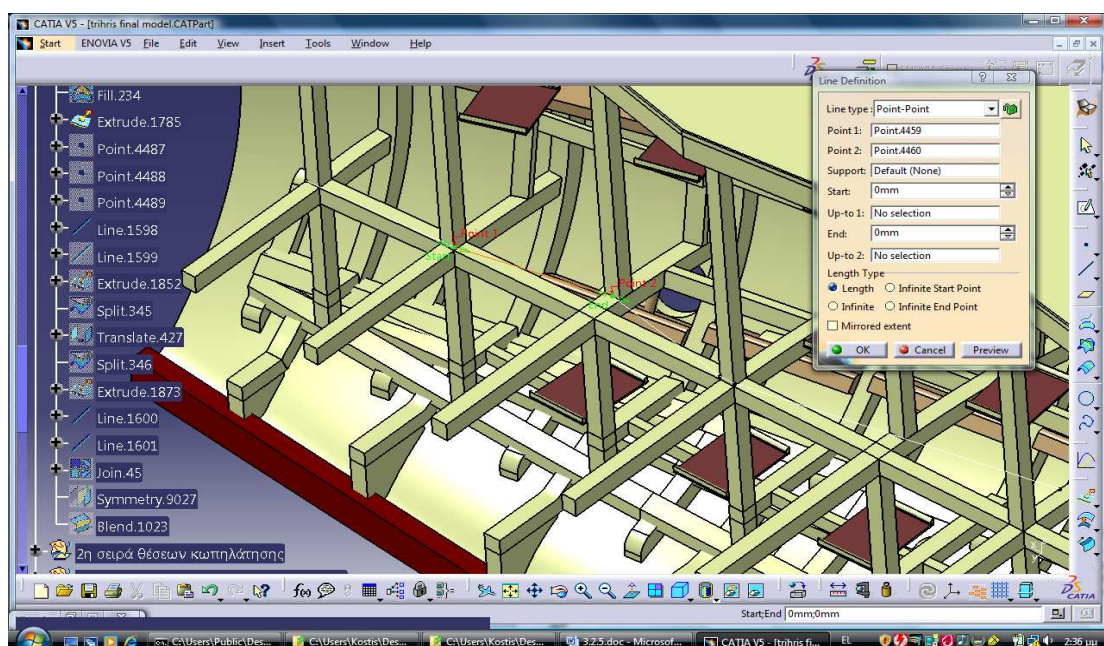


Ο κύριος διάδρομος της Τριήρους όπως φαίνεται και από το σχέδιο γενικής διάταξης σε κάτοψη, ακολουθεί το γεωμετρικό σχήμα (σε κάτοψη) του υπερυψωμένου καταστρώματος.

Αυτός είναι και ο λόγος που κάποια από τα κατακόρυφα εγκάρσια ενισχυτικά του υπερυψωμένου καταστρώματος στην πλώρη μεταφέρθηκαν κατά τον y άξονα, με χρήση της εντολής **Translate**.



Η σχεδίαση δεν διαφέρει από εκείνη των στηρίξεων του διαδρόμου. Επιλέγουμε την εντολή **Line** για ενώσουμε με ευθείες τις κάτω ακμές των κατακόρυφων ενισχυτικών. Αυτά όπως προαναφέραμε έχουν τοποθετηθεί στη σωστή θέση κατά το y .



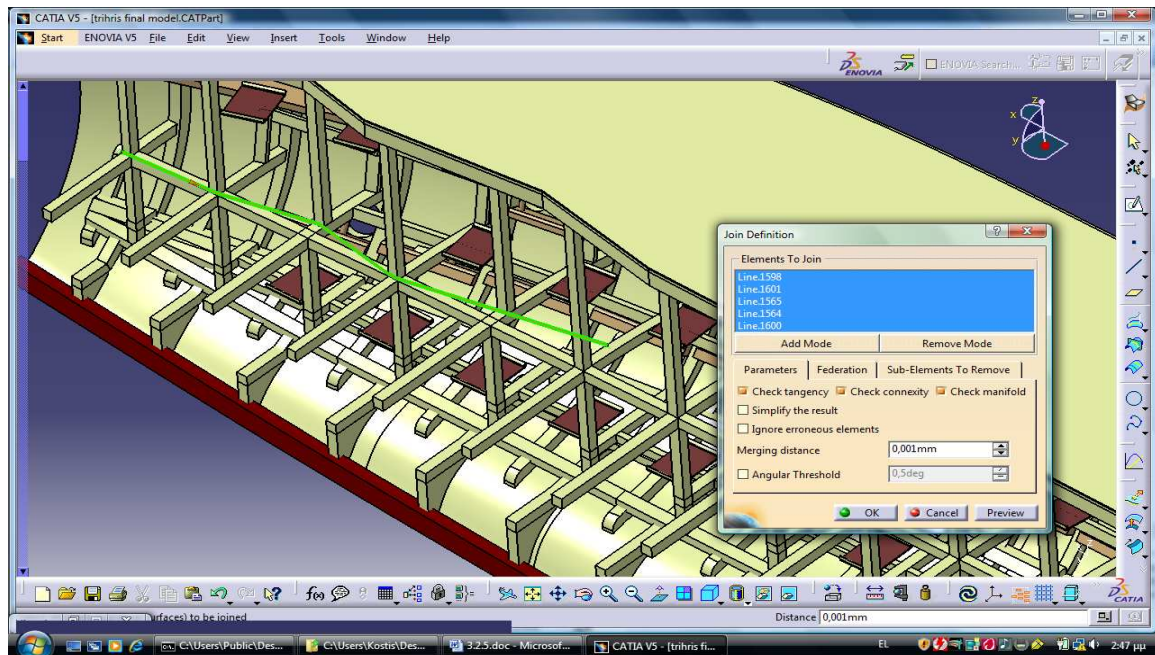
Στη συνέχεια θα χρησιμοποιήσουμε την εντολή **Join** για ενώσουμε τις ευθείες μεταξύ τους ως εξής :

Insert → **Operations** → **Join** → **ok**

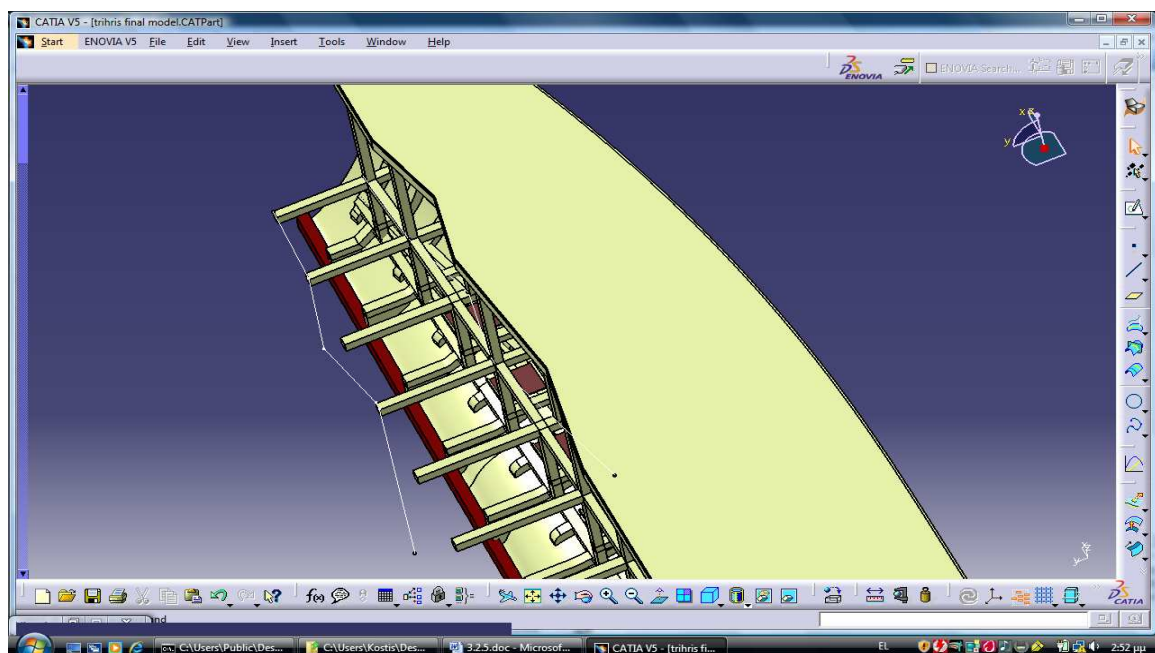
Εμφανίζεται το παράθυρο Join Definition

Elements to join → κλίκ στις ευθείες που σχεδιάσαμε προηγουμένως

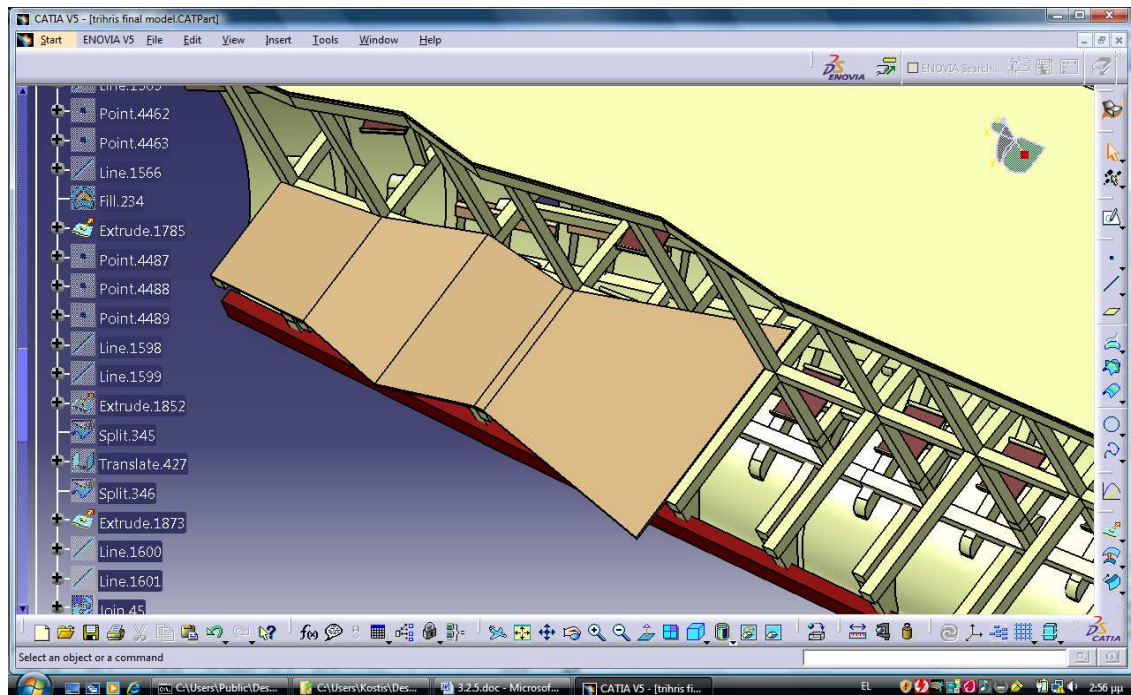
Parameters → μαρκάρουμε **Check Tangency** και **Check Connexity** **ok**



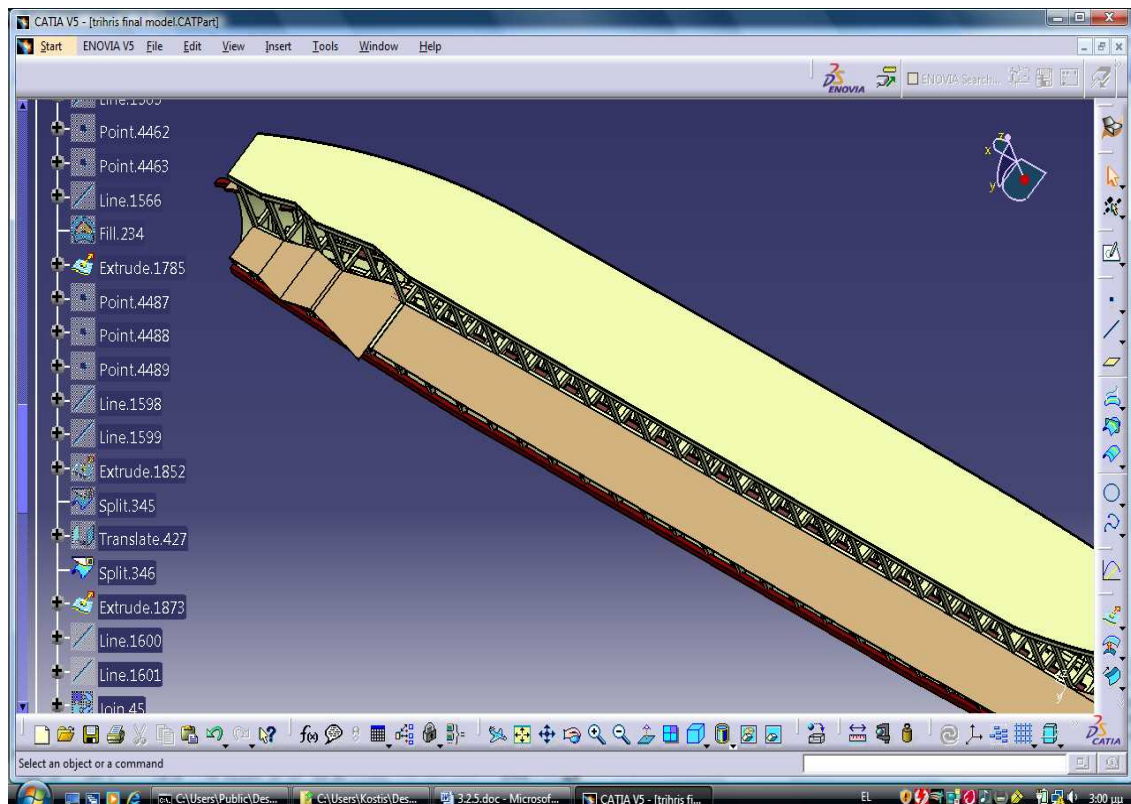
Με την εντολή **Symmetry** κατασκευάζουμε το συμμετρική καμπύλη.



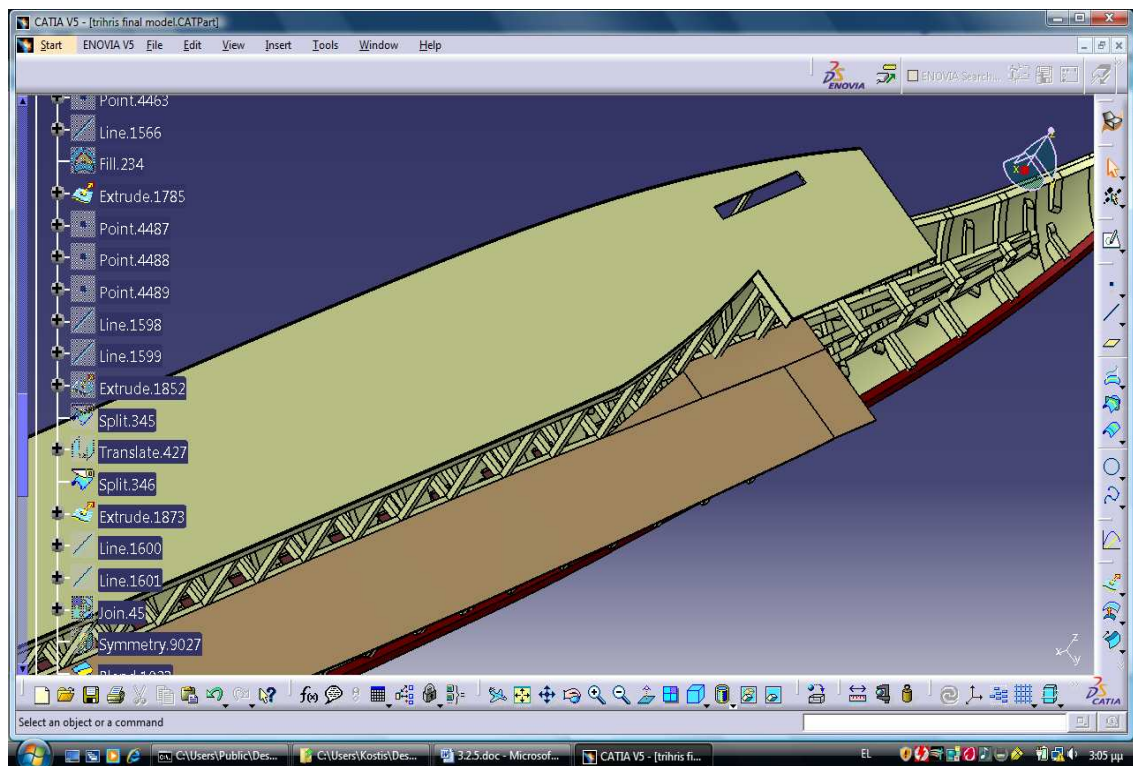
Και φέρουμε την επιφάνεια μεταξύ των καμπυλών με την εντολή **Blend**. Το απαραίτητο πάχος του διαδρόμου κατά z το δίδουμε με την εντολή **Extrude** κατά τον γνωστό τρόπο.



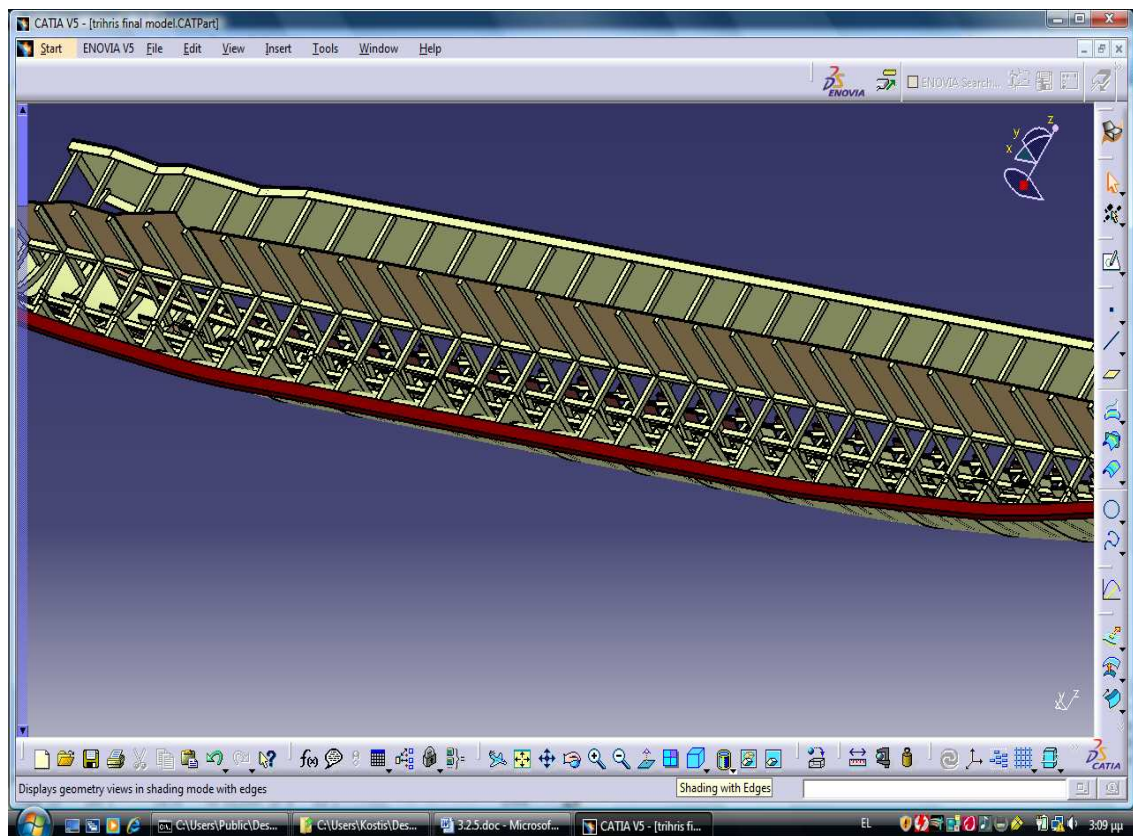
Όπως είναι φανερό η κατασκευή του τμήματος του διαδρόμου που είναι παράλληλο δεν παρουσιάζει καμιά δυσκολία. Ενώνουμε με **Line** τις ακμές των κατακόρυφων ενισχυτικών, φέρουμε την επιφάνεια με **Blend** και δίδουμε πάχος με **Extrude**.



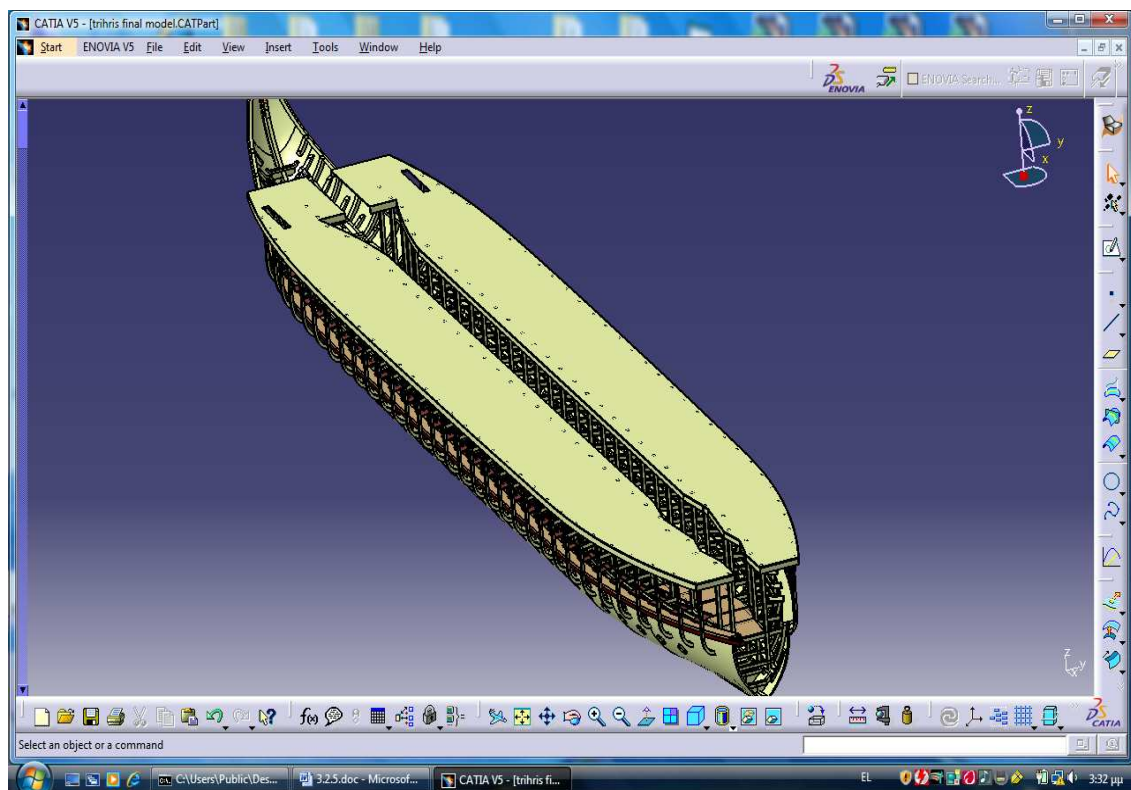
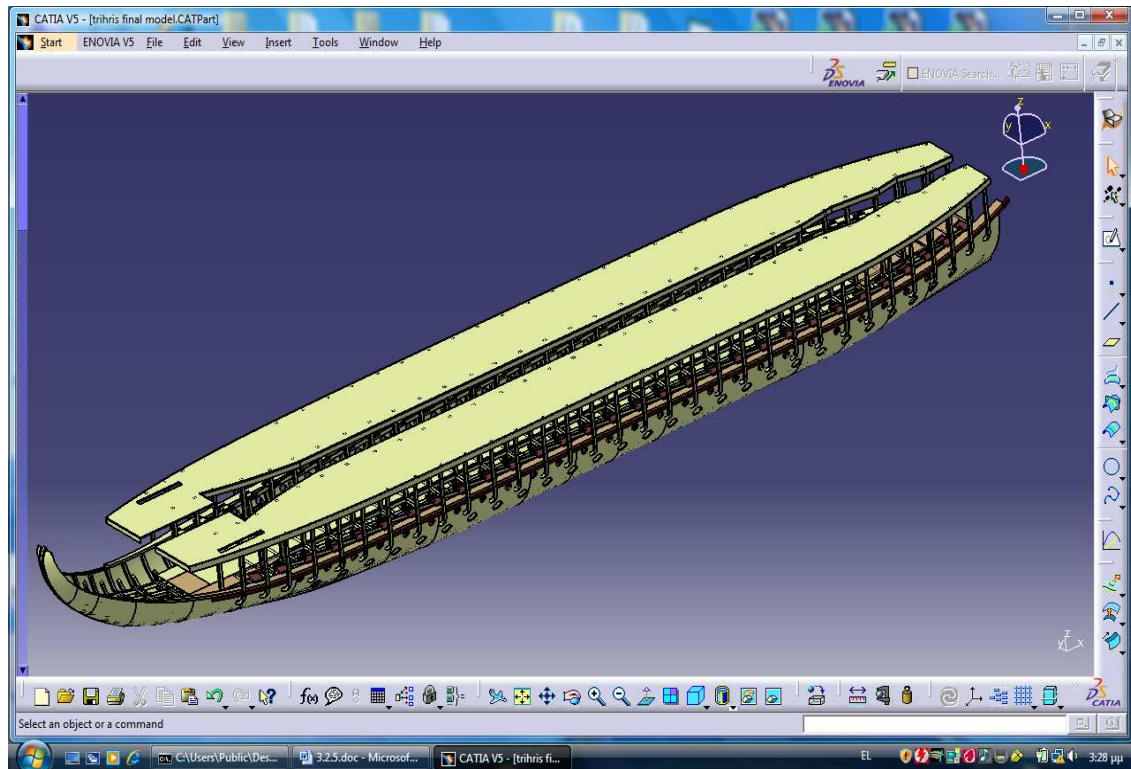
Για την κατασκευή του διαδρόμου στην πρύμνη εργαζόμαστε όπως και στην πλώρη.



Ο κύριος διάδρομος της Τριήρους κατασκευάστηκε.



Σε κάθε τμήμα της σχεδίασης της Τριήρους, όπως έχουμε προαναφέρει, κάνουμε χρήση της εντολής **Symmetry** για να κατασκευάσουμε το συμμετρικό της μέρος.

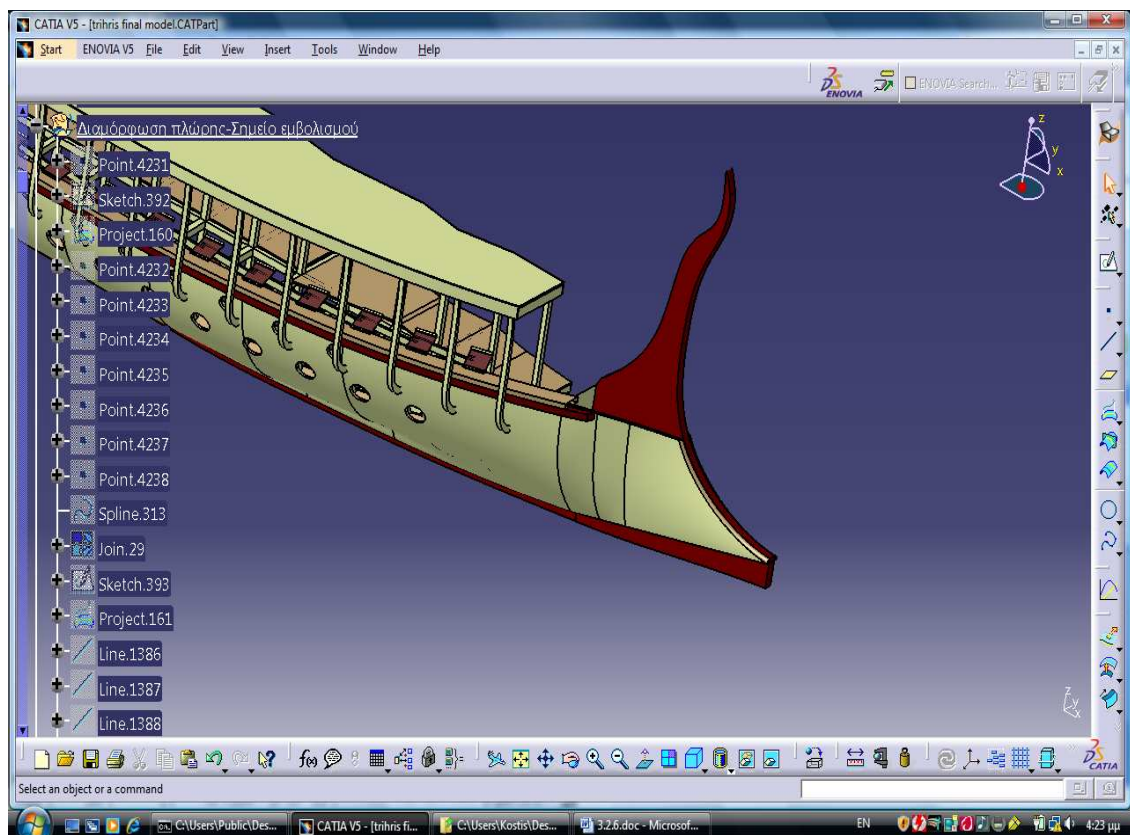


3.2.6 ΠΛΩΡΗ ΤΗΣ ΤΡΙΗΡΟΥΣ

3.2.6.B1. Κατασκευή του προωαίου τμήματος εμβολισμού και των ενισχυσών του

Οι Τριήρεις ήταν πολεμικά πλοία και ένας απο τους βασικούς τους ρόλους ήταν ο εμβολισμός των εχθρικών πλοίων. Συνεπώς γίνεται εύκολα κατανοητό πως η κατασκευή της Τριήρους, όσο αφορά το προωαίο τμήμα, ήταν αρκετά ενισχυμένη.

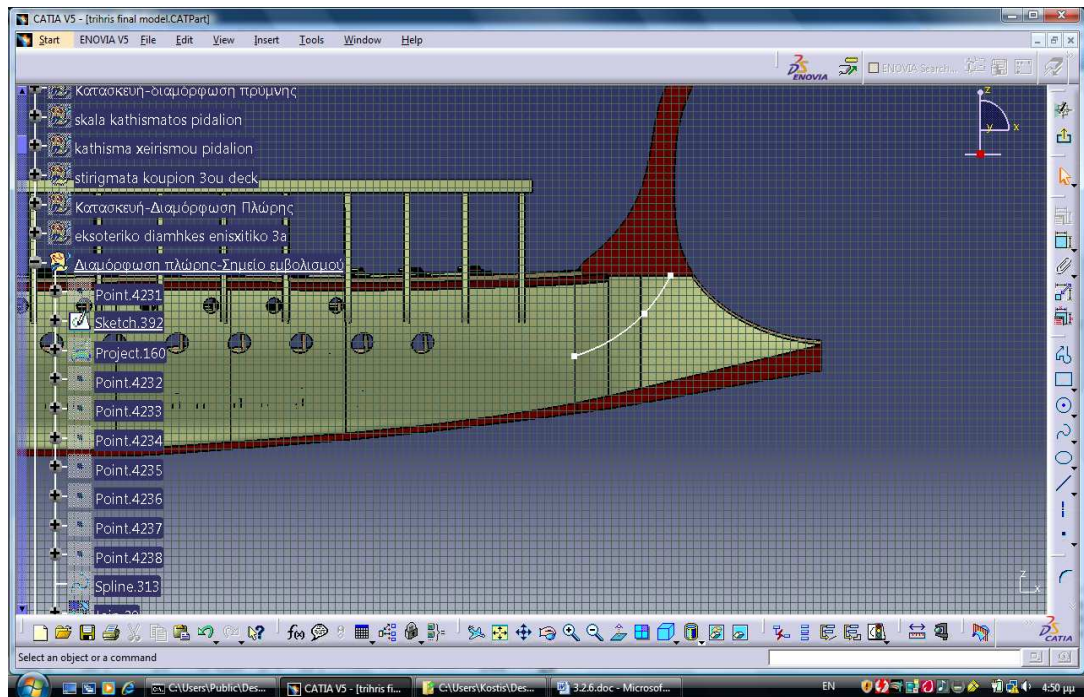
Εμφανίζουμε το τμήμα της πλώρης που σχεδιάστηκε στην αρχή του κεφαλαίου, χρησιμοποιώντας την εντολή **Hide/Show**, το οποίο προσωρινά είχαμε “κρύψει” για να δώσουμε έμφαση στην υπόλοιπη σχεδίαση.



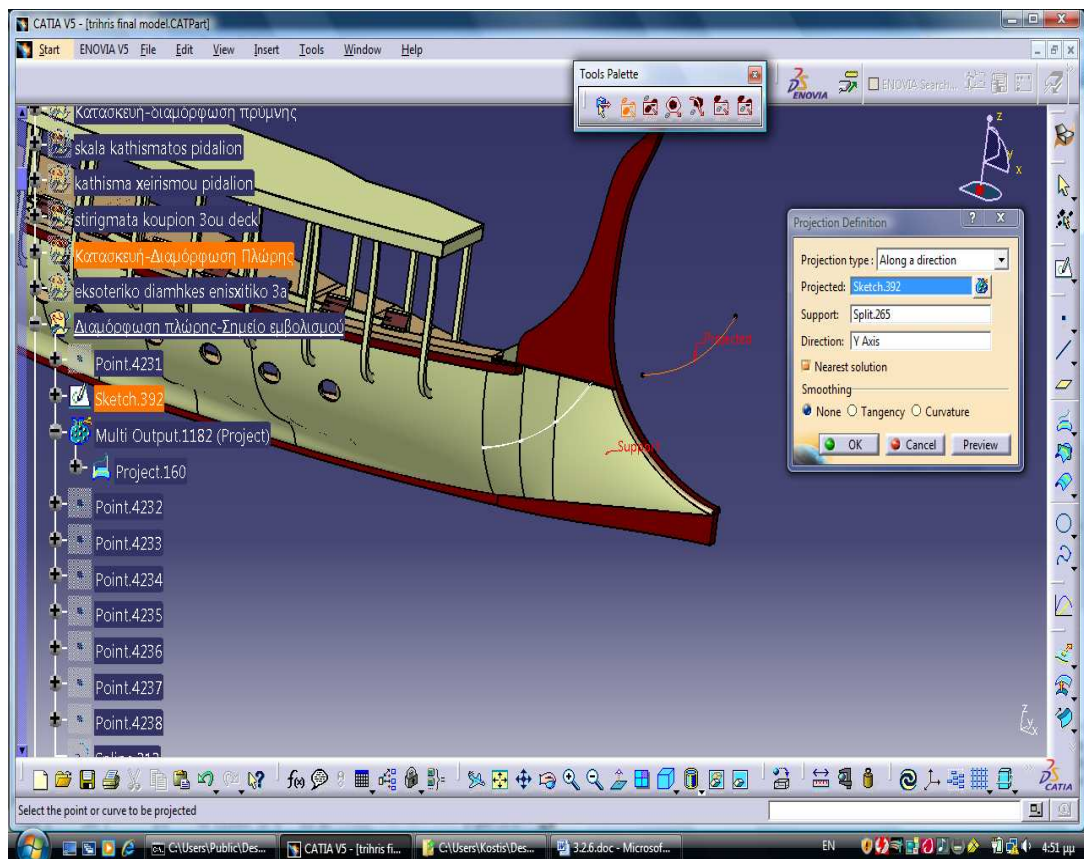
Αρχικά θα σχεδιάσουμε το εξωτερικό περίβλημα ενίσχυσης της γάστρας της πλώρης το οποίο αποτελεί και την βάση στήριξης του εμβόλου. Η σχεδίαση θα βασιστεί σε πληροφορίες που προκύπτουν από φωτογραφίες καθώς και από το γεωμετρικό σχήμα που προκύπτει από την πλάγια όψη του σχεδίου γενικής διάταξης.

Χρησιμοποιούμε το σχέδιο του προφίλ του σκάφους και την εντολή **Sketch** σε xz επίπεδο για να δώσουμε την κατάλληλο γεωμετρικό σχήμα στο περίβλημα ενίσχυσης της πλώρας.

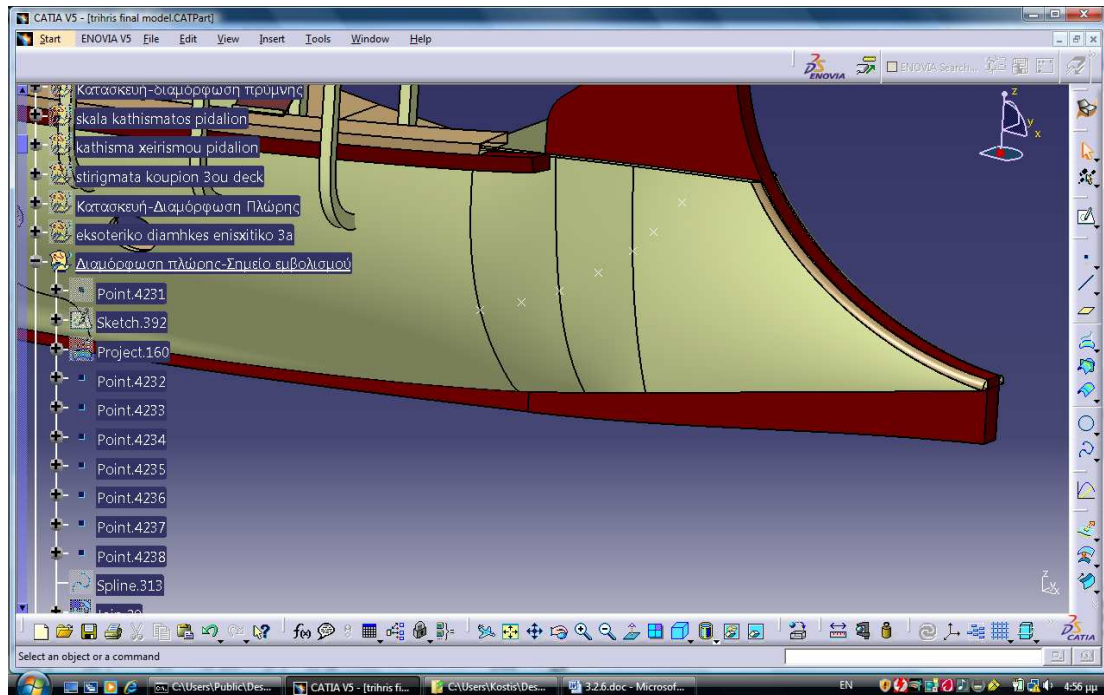
Επιλέγουμε την εντολή **Spline** για να χάραξουμε το επάνω μέρος του περιβλήματος.



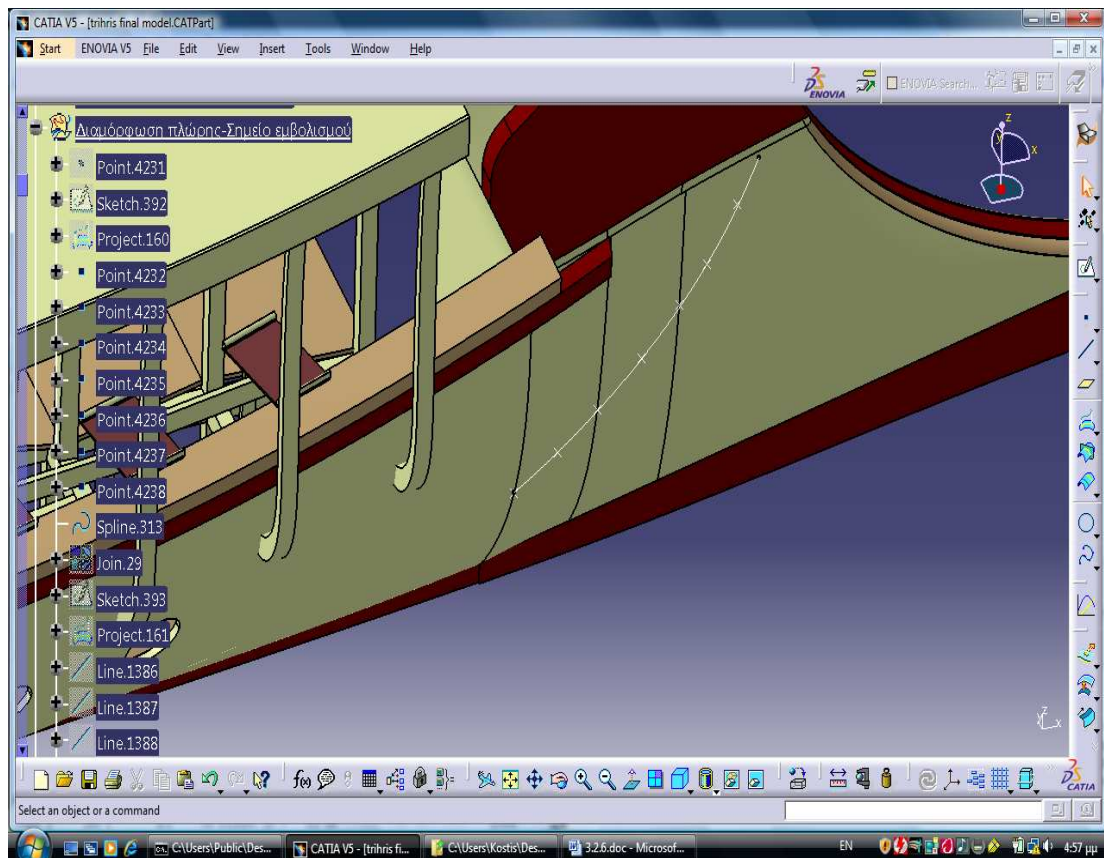
Συνεχίζουμε με την εντολή **Projection** για να προβάλουμε την καμπύλη πάνω στην γάστρα της Τριήρους.



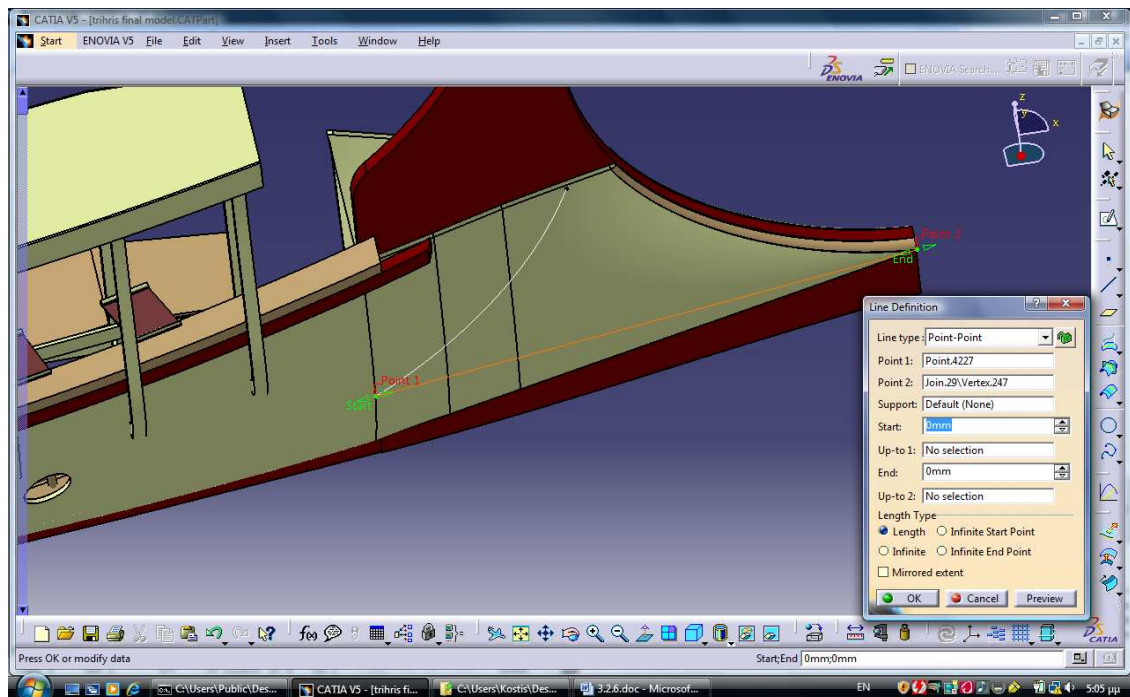
Έχοντας την προβολή της καμπύλης πάνω στη γάστρα επιλέγουμε την εντολή **Point** για να δημιουργήσουμε πλήθος σημείων πάνω στην γάστρα.



Στη συνέχεια σχεδιάζουμε καμπύλη που παρεμβάλλει τα σημεία με την εντολή **Spline**.



Και επιλέγουμε το τελευταίο σημείο της καμπύλης και το ακραίο σημείο της τρόπιδας για να φέρουμε ευθεία με την εντολή **Line**.

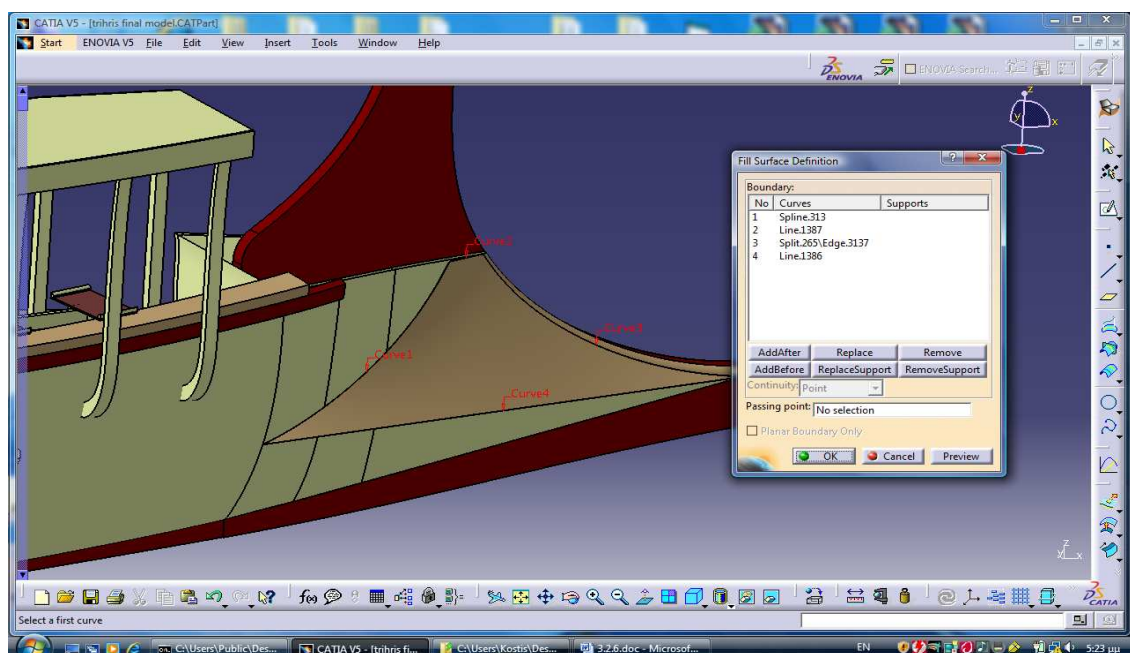


Κατόπιν σχεδιάζουμε την επιφάνεια του περιβλήματος με την εντολή **Fill** ως εξής

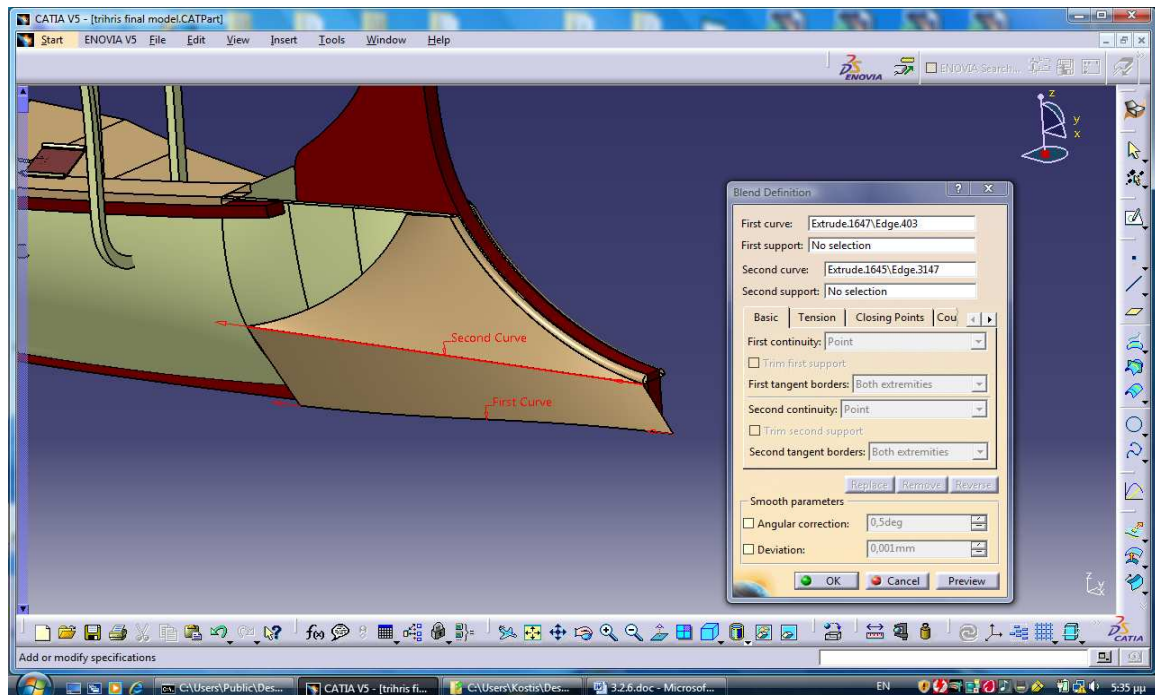
Insert → **Surfaces** → **Fill** → **ok**

Εμφανίζεται το παράθυρο Fill Surface Definition

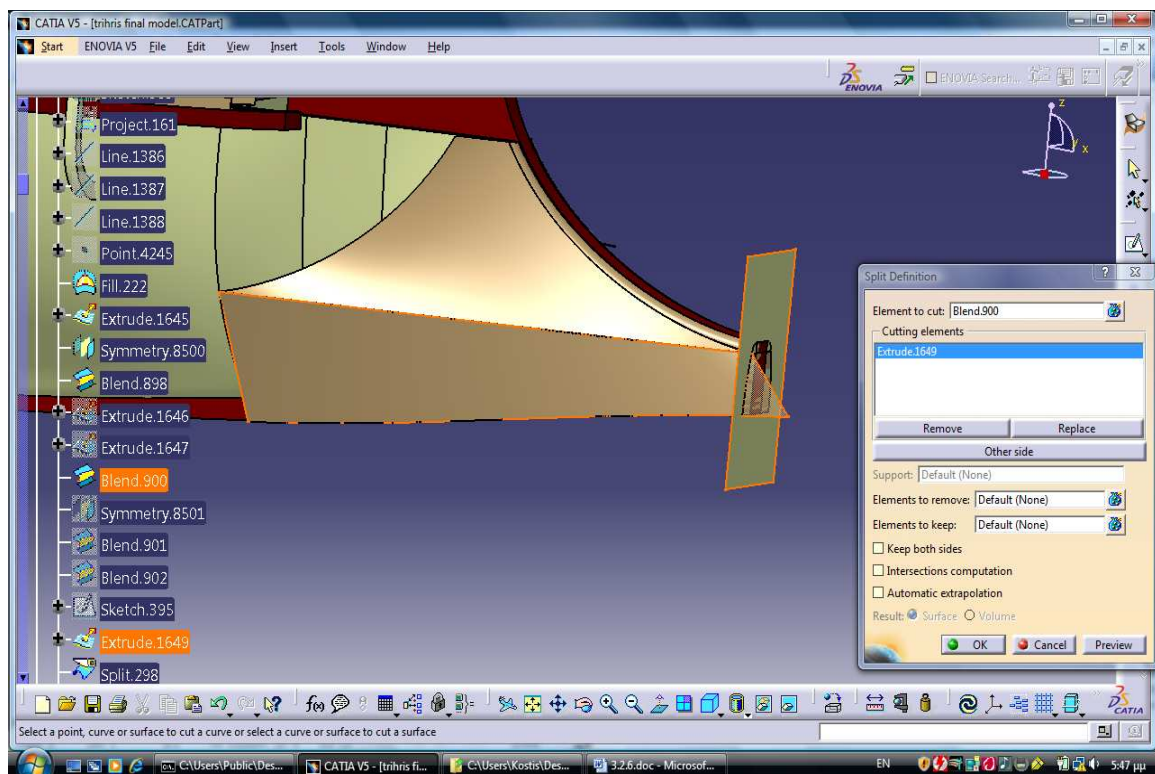
Boundary → κλίκ στις καμπύλες που σχεδιάσαμε προηγουμένως και στις ακμές της γάστρας
Ok



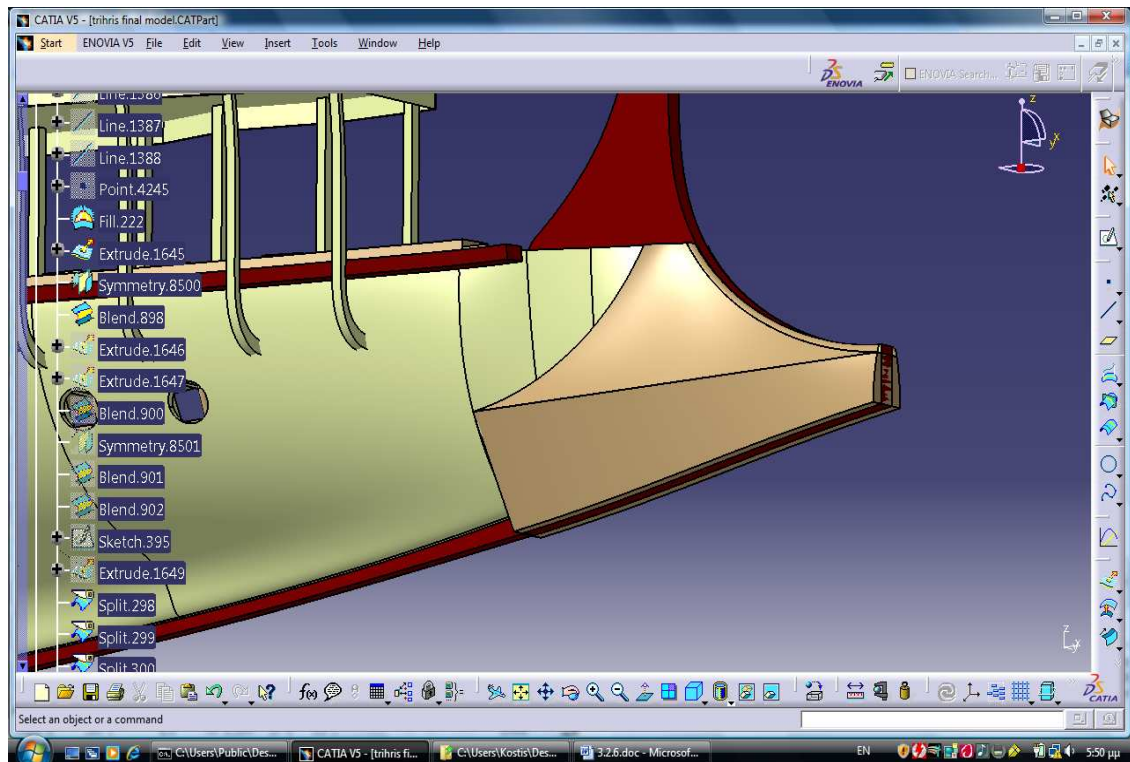
Συνεχίζοντας κατασκευάζουμε την κάτω επιφάνεια του περιβλήματος ενίσχυσης της πλώρας με χρήση της εντολής **Blend**. Επιλέγουμε την κάτω ακμή της άνω επιφάνειας ενίσχυσης και την κάτω ακμή της τρόπιδας του σκάφους.



Ολοκληρώνουμε την σχεδίαση του εξωτερικού περιβλήματος της πλώρας χρησιμοποιώντας την εντολή **Split** για να κόψουμε την επιφάνεια που δεν χρειάζεται.



Σχεδιάζουμε στη συνέχεια το συμμετρικό μέρος του περιβλήματος με την εντολή **Symmetry** και χρησιμοποιούμε την εντολή **Blend** για κλείσουμε τις δύο συμμετρικές επιφάνειες.

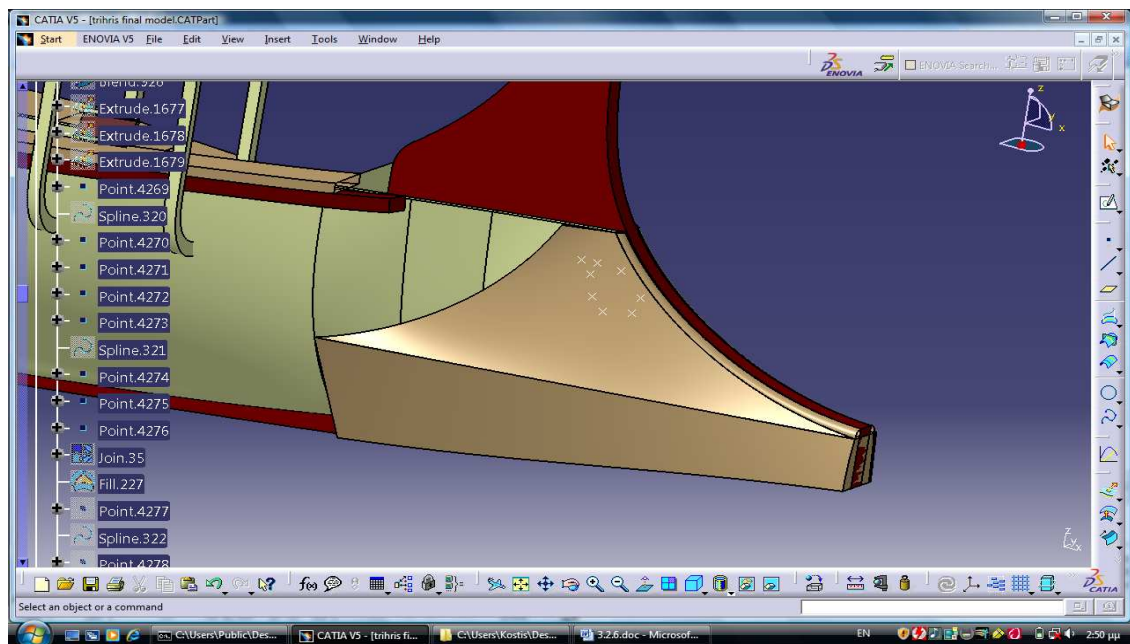


Το εξωτερικό μέρος της γάστρας της πλώρας, που χρησιμοποιείται για την ενίσχυση του σκάφους κατά τους εμβολισμούς, κατασκευάστηκε.

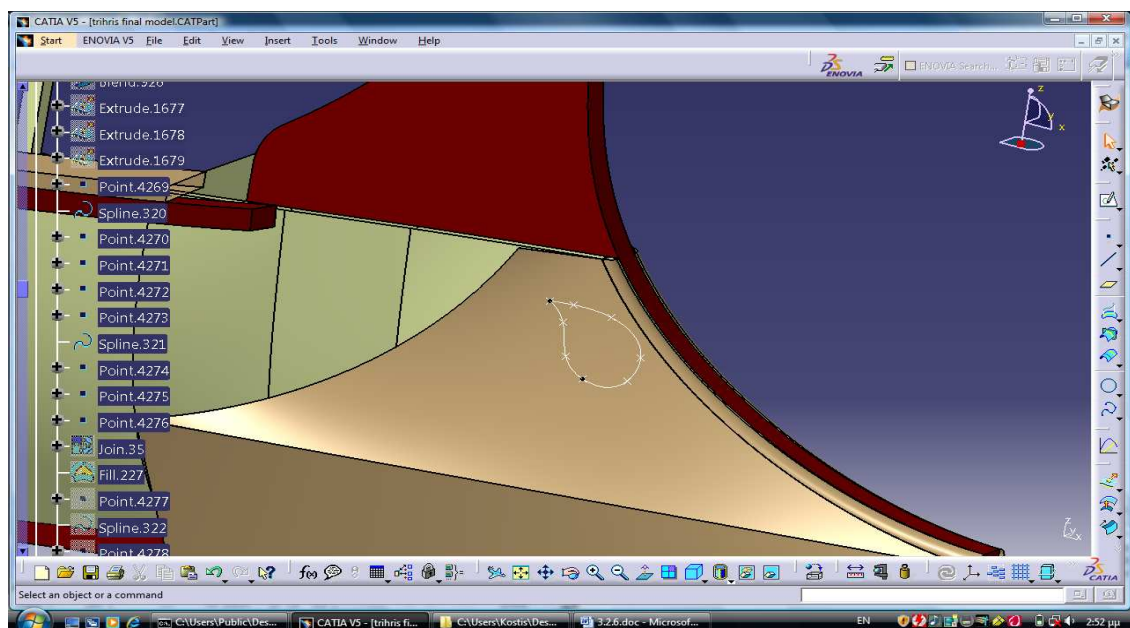
3.2.6.B2. Κατασκευή του συμβολικού ματιού της πλώρης

Στην πλώρη της Τριήρους ήταν ζωγραφισμένο ένα μάτι με συμβολική σημασία. Πρόσεχε την πορεία και απομάκρυνε τα κακά πνεύματα που θα μπορούσαν να βάλουν σε κίνδυνο το ταξίδι.

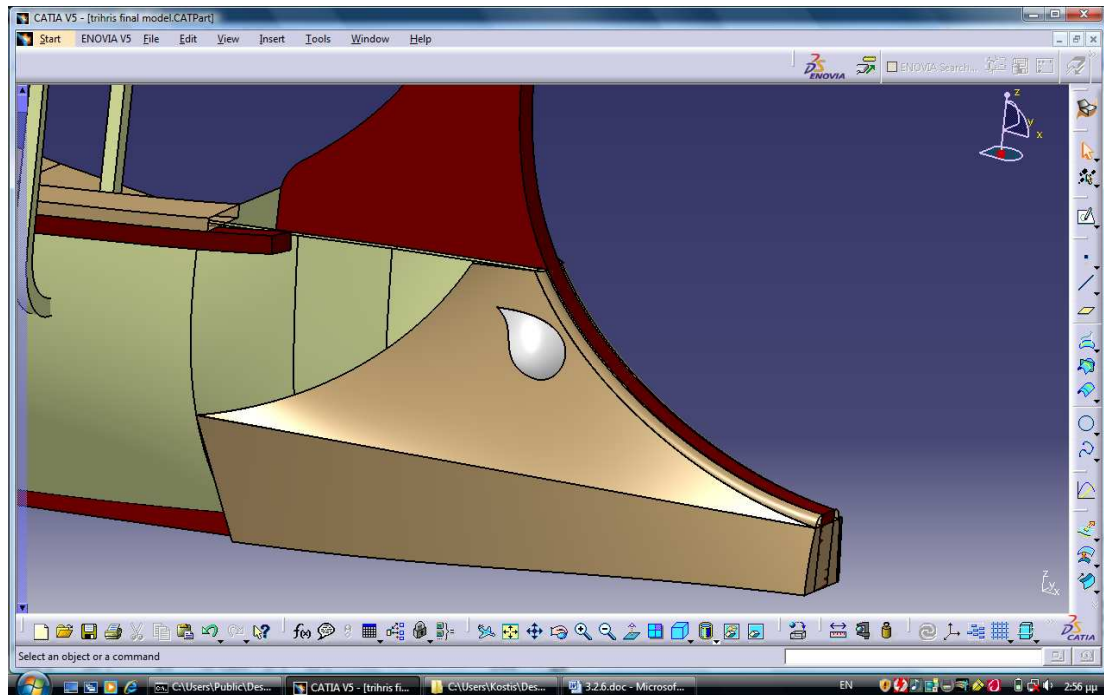
Αρχικά χρησιμοποιούμε την εντολή **Point** για να δημιουργήσουμε πλήθος σημείων πάνω στο εξωτερικό περίβλημα ενίσχυσης της πλώρης. Αυτά τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν το περίγραμμα του ματιού.



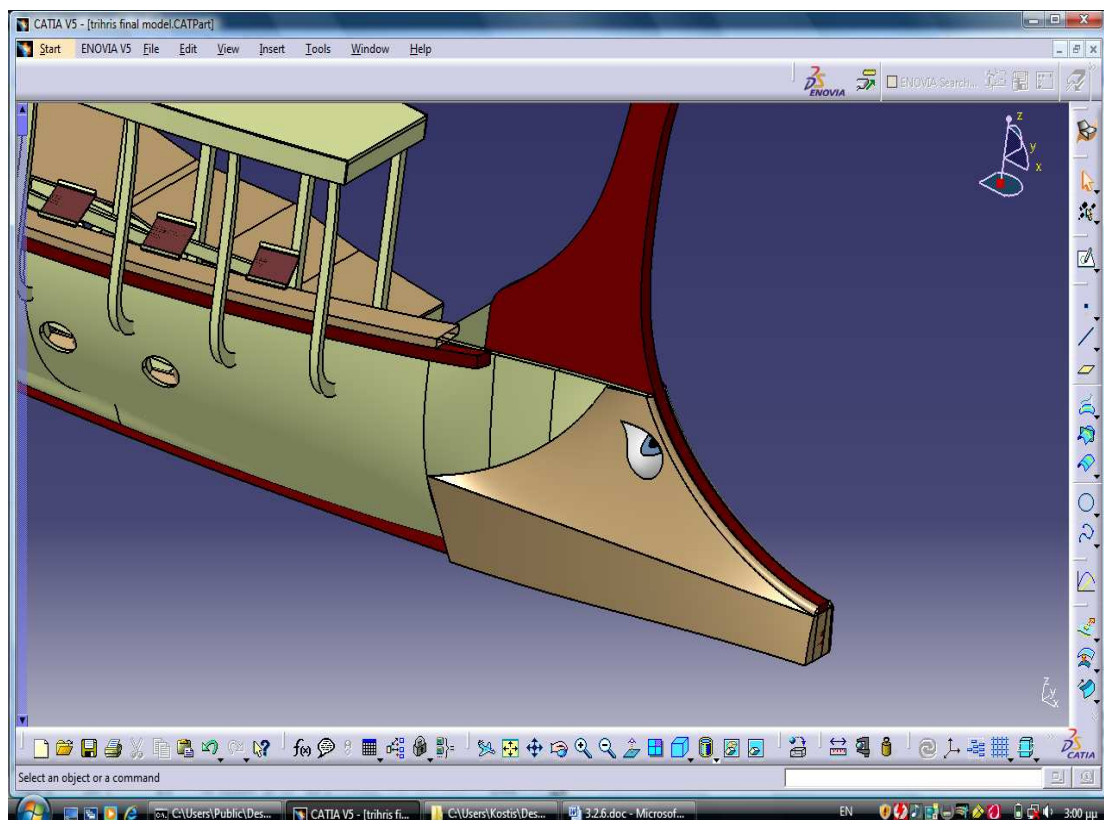
Επιλέγουμε την εντολή **Spline** για να σχεδιάσουμε καμπύλες που παρεμβάλλουν τα σημεία.



Ενώνουμε τις καμπύλες με την εντολή **Join** και σχηματίζουμε την επιφάνεια με την εντολή **Fill**. Δίδουμε το απαραίτητο πάχος με την εντολή **Extrude**.



Όμοια εργαζόμαστε για την σχεδίαση του εσωτερικού του ματιού. Κάθε φορά με χρήση της εντολής **Properties** → **Color** επιλέγουμε το κατάλληλο χρώμα που του δίνει ρεαλιστική όψη.



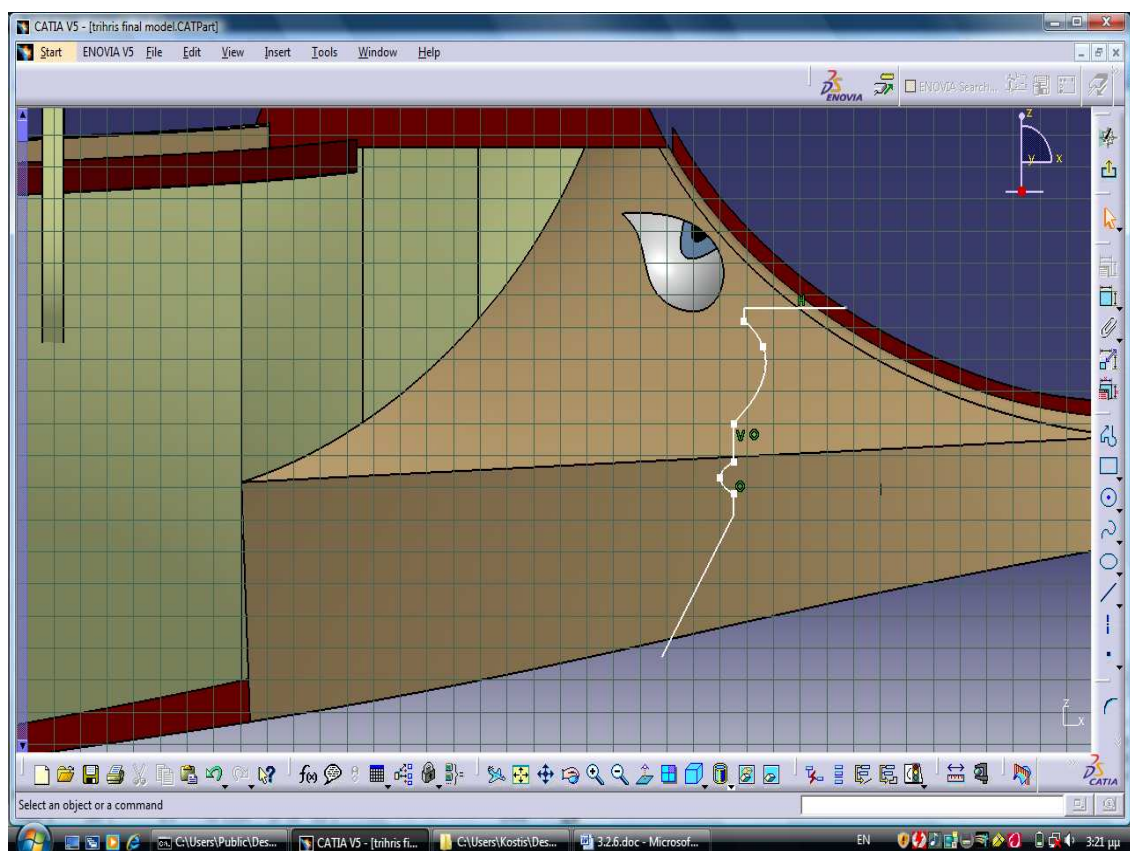
3.2.6.B3. Κατασκευή του μπρούτζινου εμβόλου της πλώρης

Το μπρούτζινο έμβολο προεξείχε του πρόσθιου τμήματος προς ενίσχυση της πλώρης. Χρησίμευε για να προκαλεί ρήγματα στα εχθρικά πλοία στις ναυμαχίες.

Το σχήμα του εμβόλου είχε διαφοροποιήσεις από σκάφος σε σκάφος ανάλογα με τις προσωπικές προτιμήσεις του κατασκευαστή ναυπηγού.

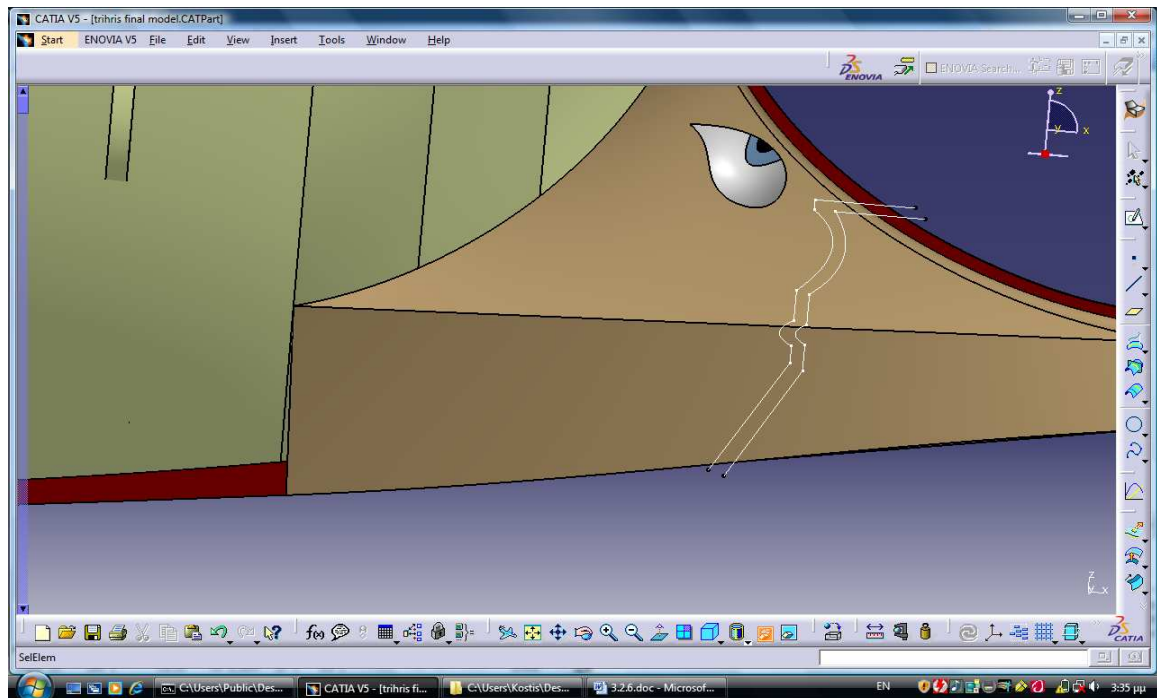
Οι φωτογραφίες και το σχέδιο γενικής διάταξης της Τριήρους βοήθησαν στην σχεδίαση του εμβόλου.

Επιλέγουμε επίπεδο σχεδίασης xz και την εντολή **Sketch** για να σχεδιάσουμε το προφίλ του πίσω μέρους του εμβόλου.

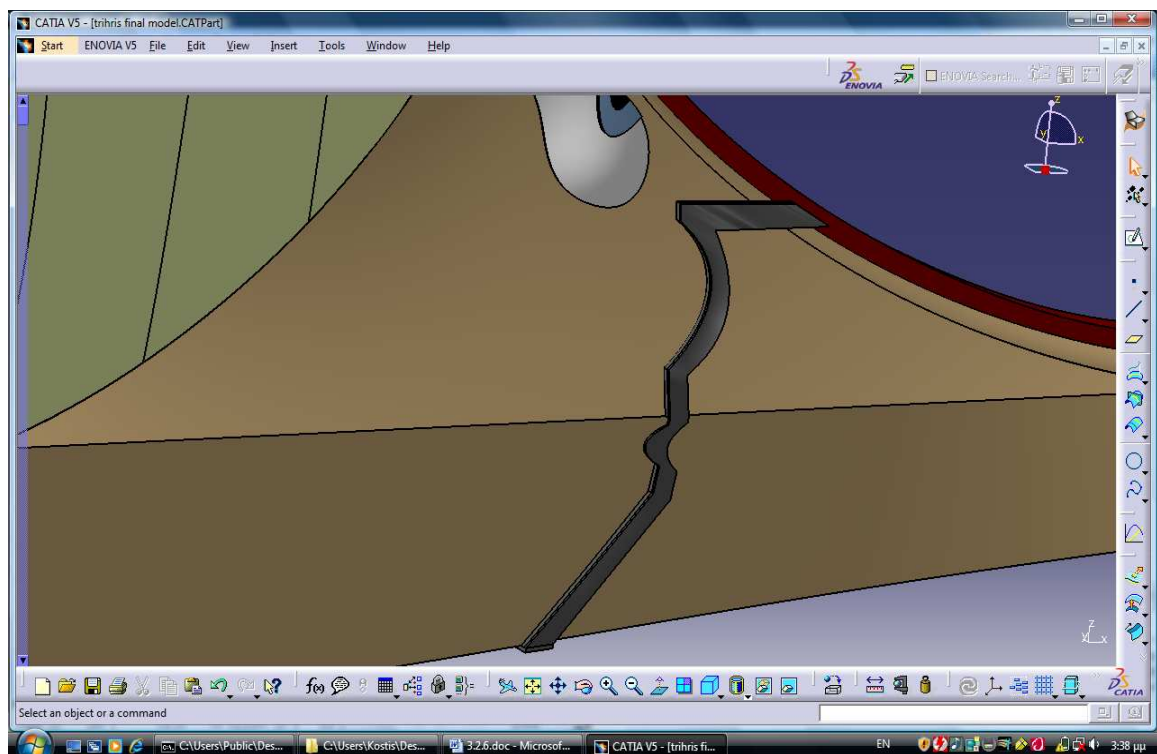


Στη συνέχεια προβάλλουμε με την εντολή **Projection** πάνω στο περίβλημα ενίσχυσης της πλώρης.

Χρησιμοποιούμε νέο **Sketch** και προβάλλουμε ξανά για να ολοκληρώσουμε το πίσω μέρος της σχεδίασης του εμβόλου.

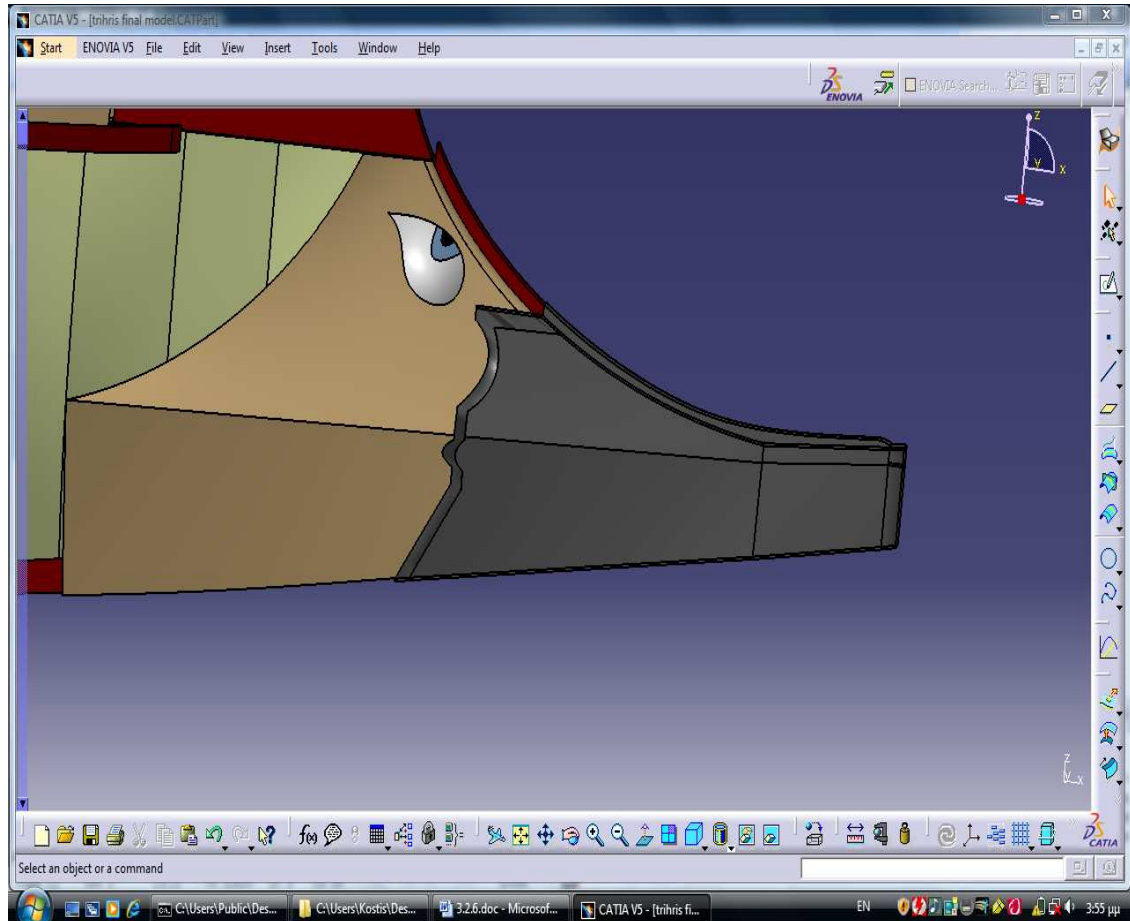


Επιλέγουμε την εντολή **Blend** για να φέρουμε την επιφάνεια μεταξύ των καμπυλών και την εντολή **Extrude** για να δώσουμε το κατάλληλο πάχος κατά την y διεύθυνση.



Έχουμε εξασφαλίσει την εφαρμογή του πίσω μέρους του εμβόλου πάνω στο εξωτερικό περίβλημα ενίσχυσης της πλώρης.

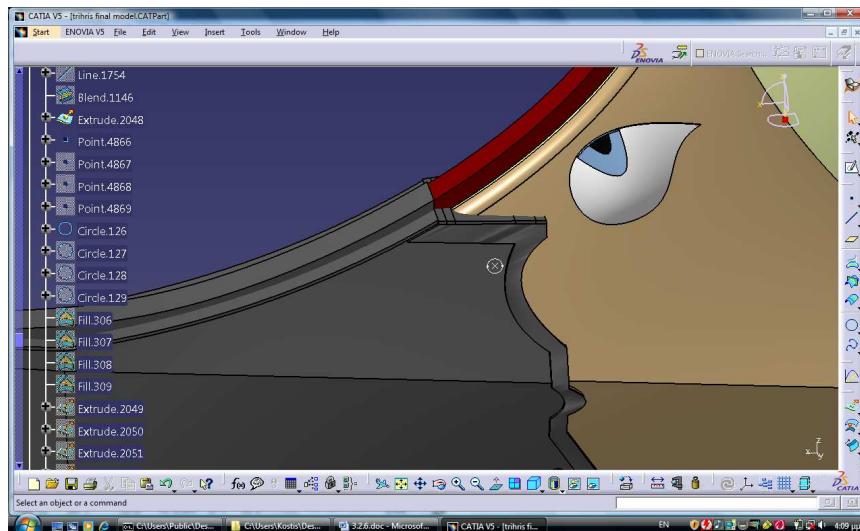
Το μπρούτζινο κέλυφος του εμβόλου το οποίο βρίσκεται εξωτερικά της ξύλινης εμπρόσθιας ενίσχυσης σχεδιάζεται με επαναλαμβανόμενη χρήση της εντολής **Blend**. Σαν όρια των επιφανειών επιλέγουμε ακμές που περικλείουν την επιφάνεια που θέλουμε να σχεδιάσουμε. Σε κάθε περίπτωση δίδουμε το απαιτούμενο πάχος στο κέλυφος με την εντολή **Extrude**.



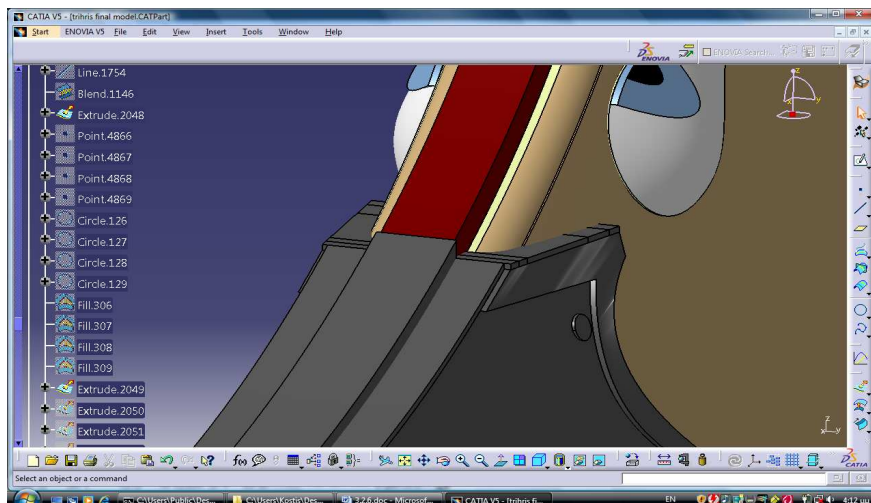
Για να κατασκευάσουμε τους μεταλλικούς ύλους που συγκρατούν το κέλυφος του εμβόλου πάνω στο ξύλινο περίβλημα ενίσχυσης της πλώρης εργαζόμαστε ως εξής:

Δημιουργούμε με την εντολή **Point** σημείο πάνω στην επιφάνεια του κελύφους του εμβόλου.

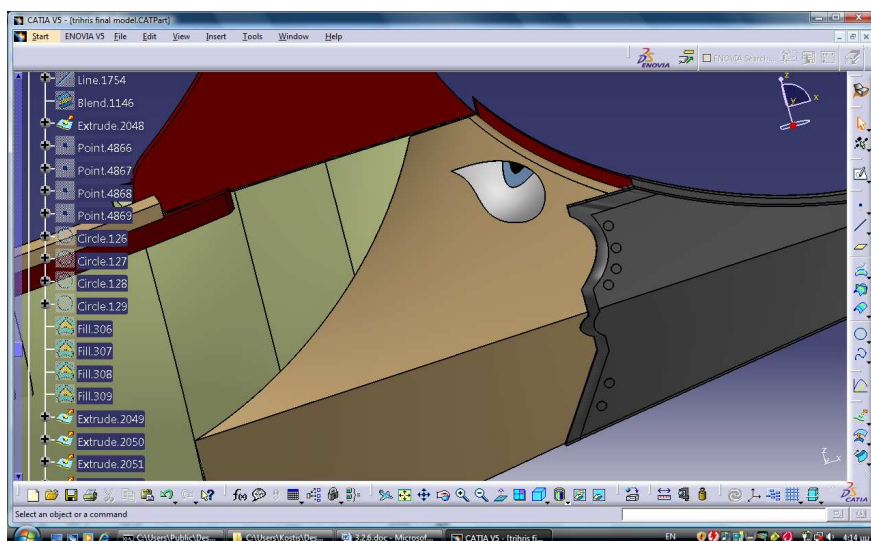
Επιλέγουμε την εντολή **Circle** και φέρουμε τον κύκλο που έχει κέντρο το προηγούμενο σημείο και εφάπτεται στην επιφάνεια του κελύφους.



Στη συνέχεια σχηματίζουμε την επιφάνεια που περικλείει ο κύκλος με την εντολή **Fill** και κατασκευάζουμε τον ύλο χρησιμοποιώντας την εντολή **Extrude**.

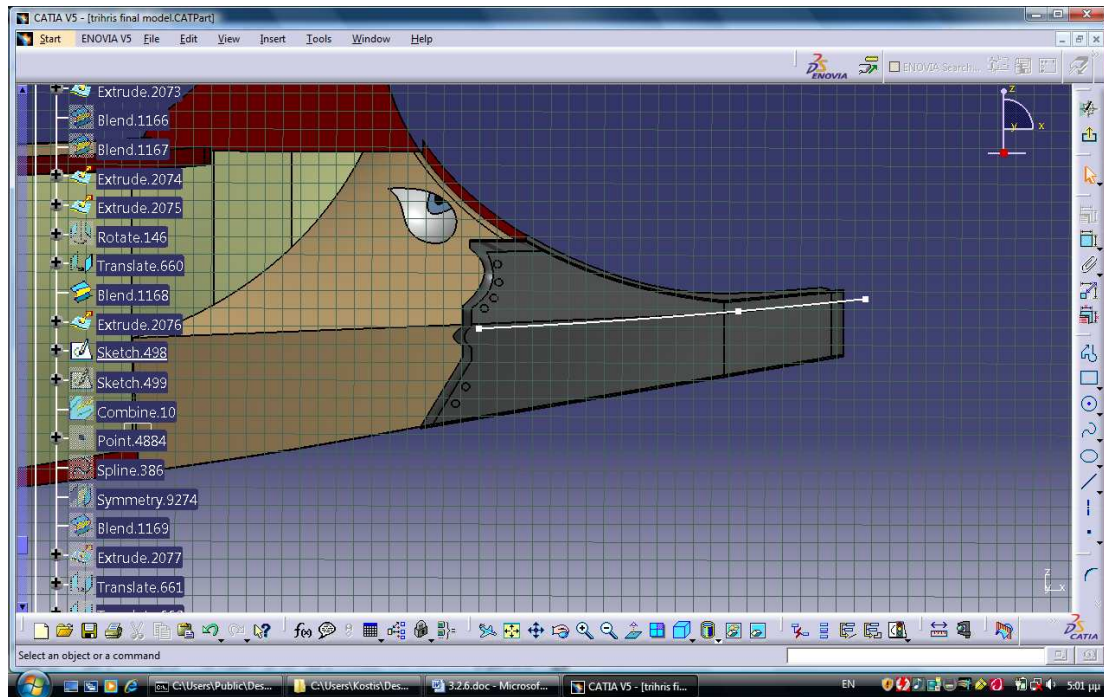


και επαναλαμβάνουμε την διαδικασία για όλους τους ύλους.

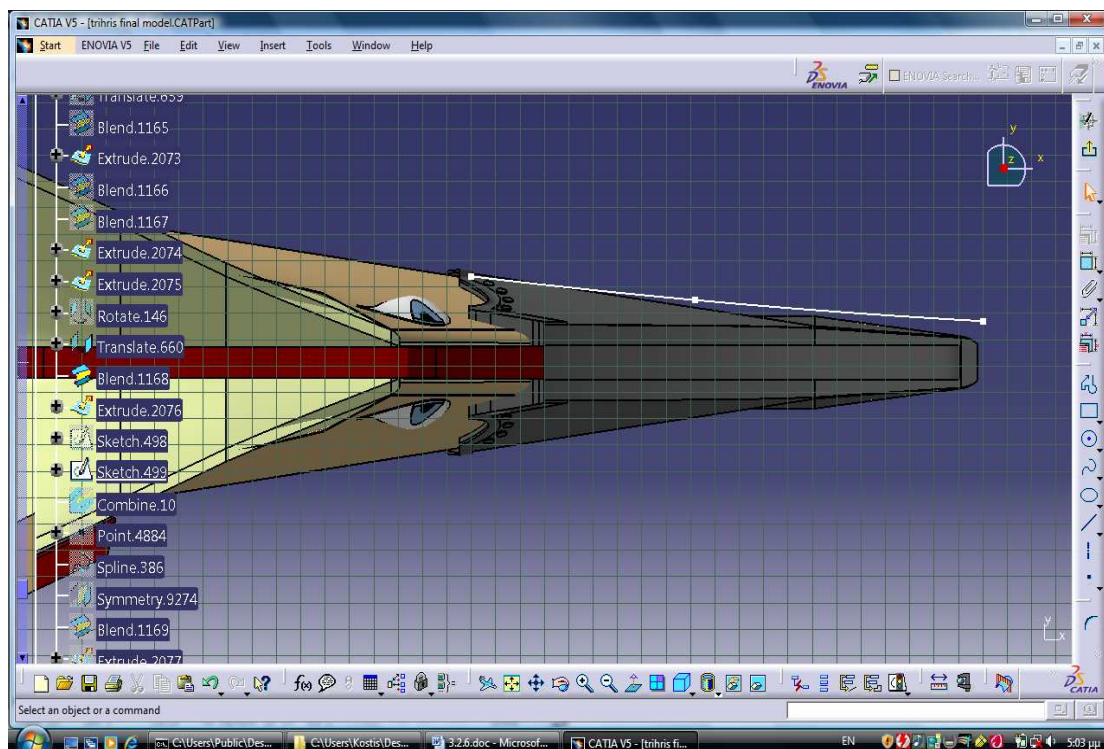


Στη συνέχεια θα σχεδιάσουμε τις μεταλλικές διαμήκεις ενισχύσεις που προεξέχουν δεξιά και αριστερά του κελύφους του εμβόλου. Χρησιμοποιούν στην ευκολότερη διάρηξη των εχθρικών σκαφών καθώς και στην ευκολότερη απεμπλοκή της Τριήρους από την γάστρα του εχθρικού σκάφους.

Επιλέγουμε την εντολή **Sketch** και σχεδιάζουμε καμπύλο τμήμα στο xz επίπεδο όπως φαίνεται πιο κάτω :



Ομοίως σχεδιάζουμε καμπύλο τμήμα στο xy επίπεδο



Ο συνδυασμός των καμπυλών θα δώσει την επιθυμητή καμπύλη της διαμήκους ενίσχυσης του εμβόλου. Εργαζόμαστε ως εξής :

Insert → **Wireframe** → **Combine** → **ok**

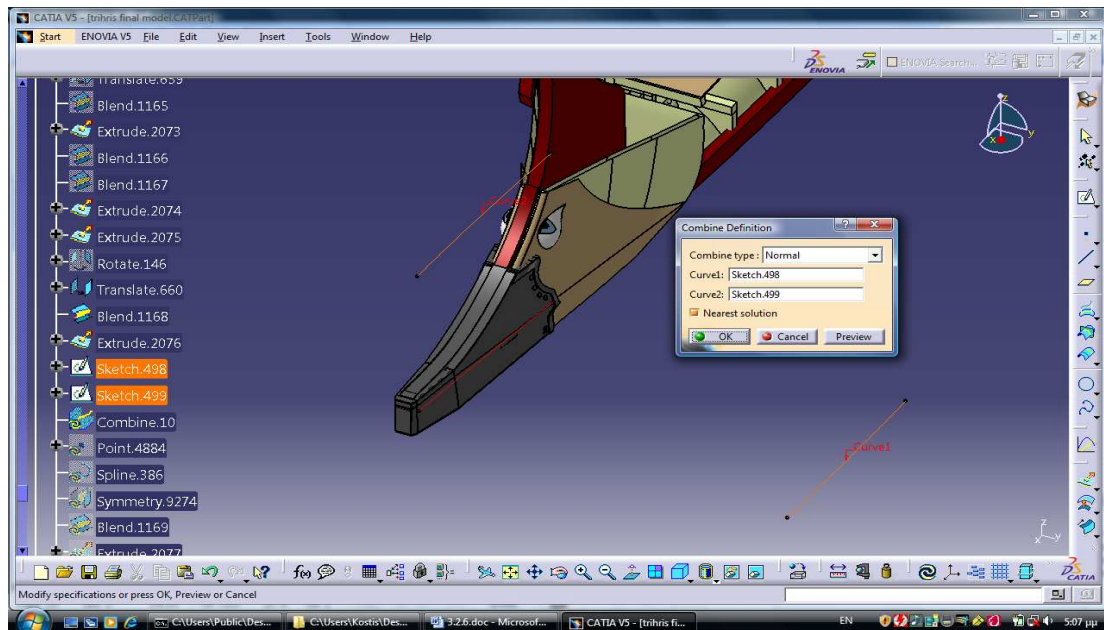
Εμφανίζεται το παράθυρο **Combine Definition**

Combine type → **normal**

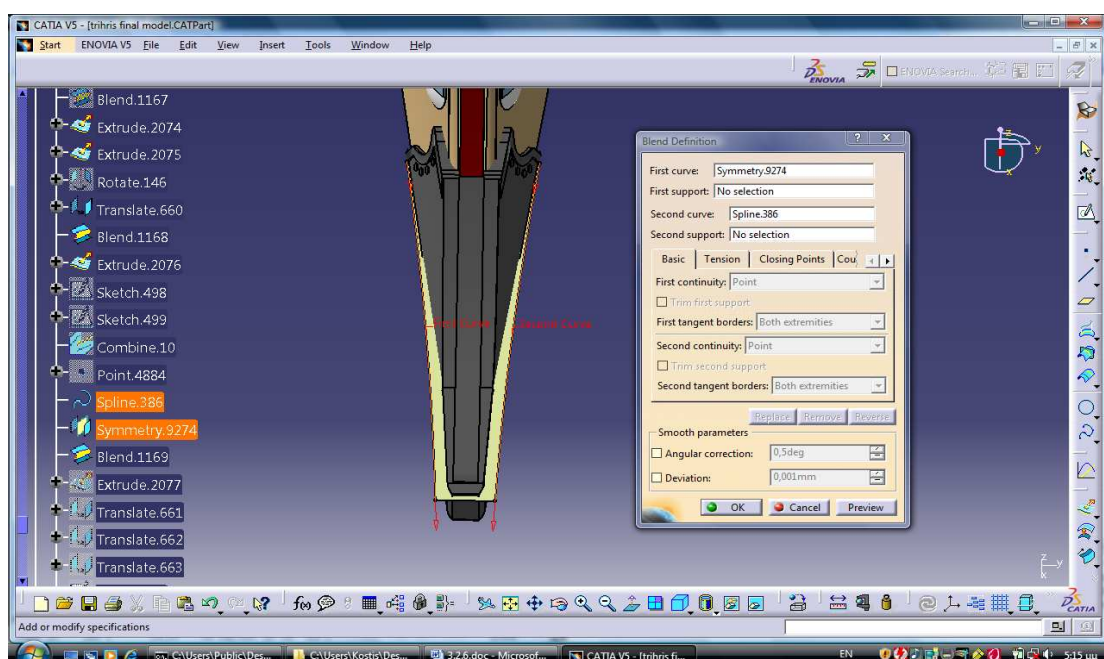
Curve 1 → κλίκ στην καμπύλη του πρώτου **Sketch**

Curve 2 → κλίκ στην καμπύλη του δεύτερου **Sketch**

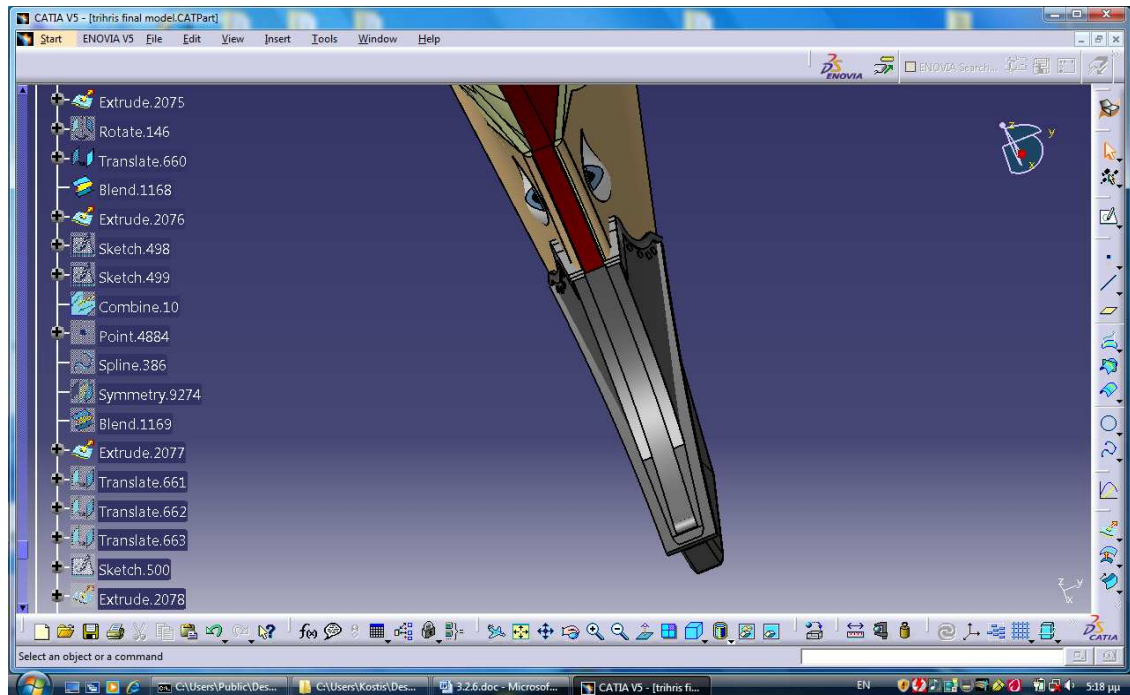
Ok



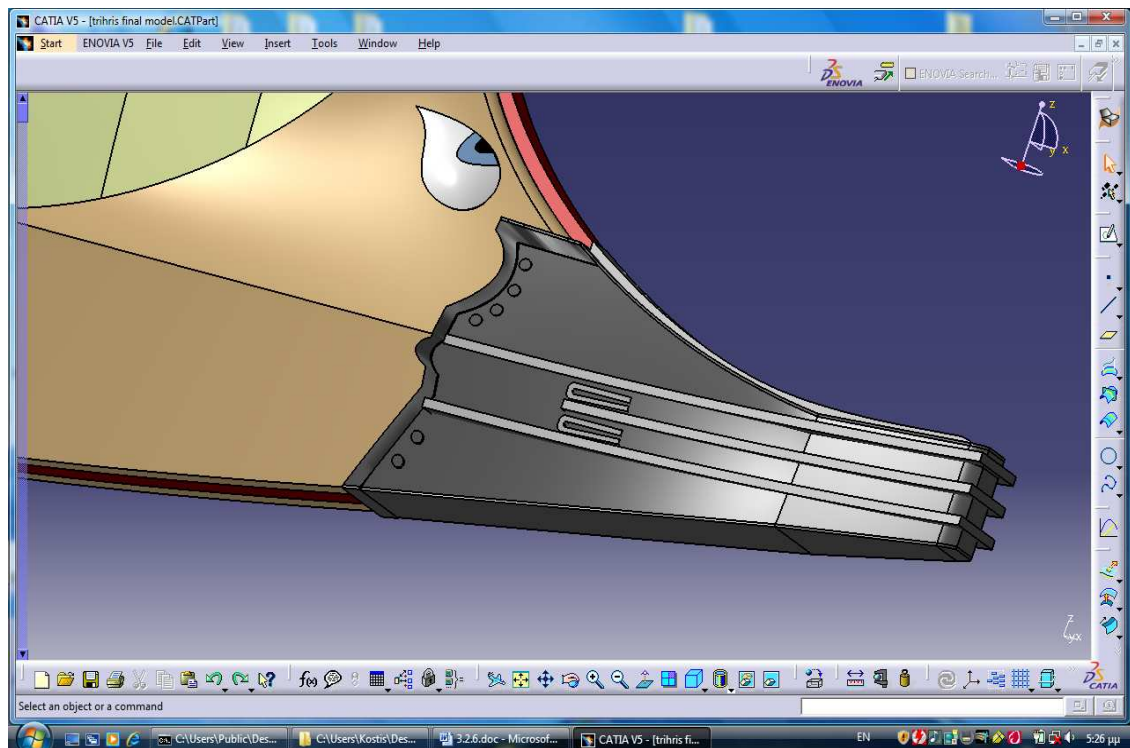
Χρησιμοποιούμε την εντολή **Symmetry** για να σχεδιάσουμε την συμμετρική της και την εντολή **Blend** για να φέρουμε την μεταξύ τους επιφάνεια.



Κατασκευάζουμε το διαμήκες ενισχυτικό δίνοντας το απαραίτητο πάχος με την εντολή **Extrude** και στη συνέχεια επιλέγουμε το χρώμα.



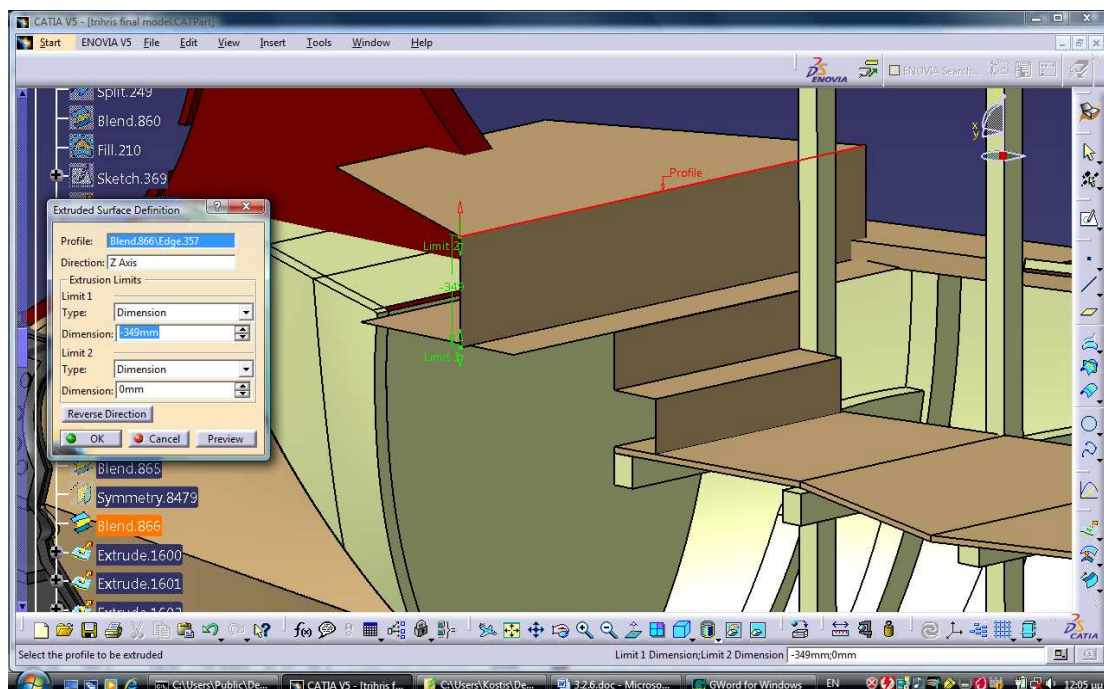
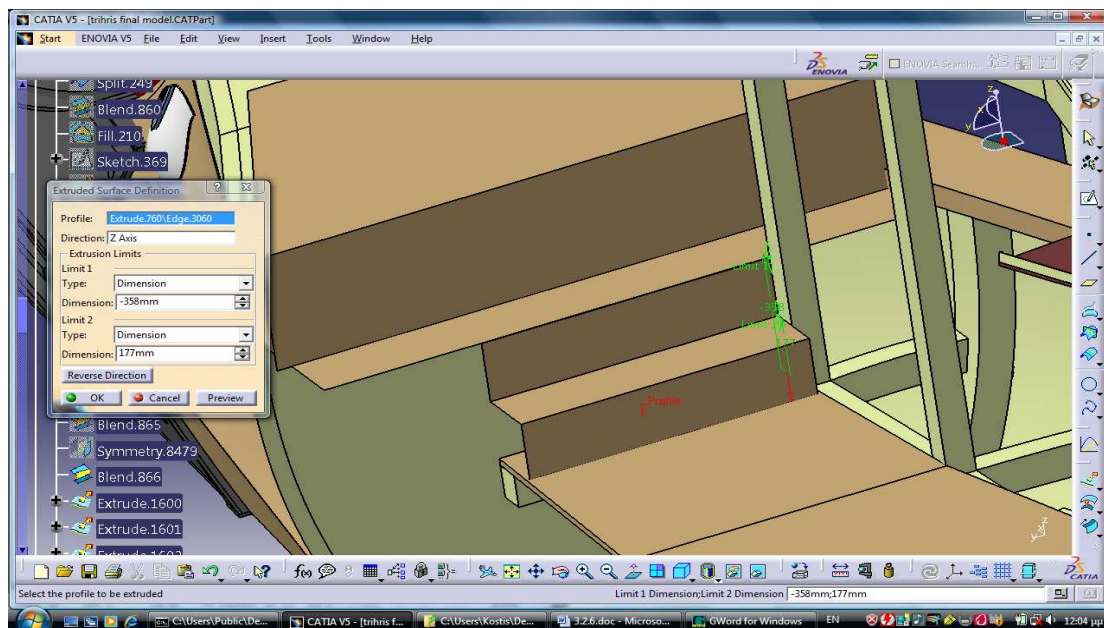
Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για την σχεδίαση των άλλων δύο ενισχυτικών. Η σχεδίαση ολοκληρώνεται με δύο διακοσμητικές λεπτομέρειες μεταξύ των ενισχυτικών. Η σχεδίασή τους δεν διαφέρει από εκείνη του ματιού και για το λόγο αυτό παρουσιάζονται μόνο γραφικά.



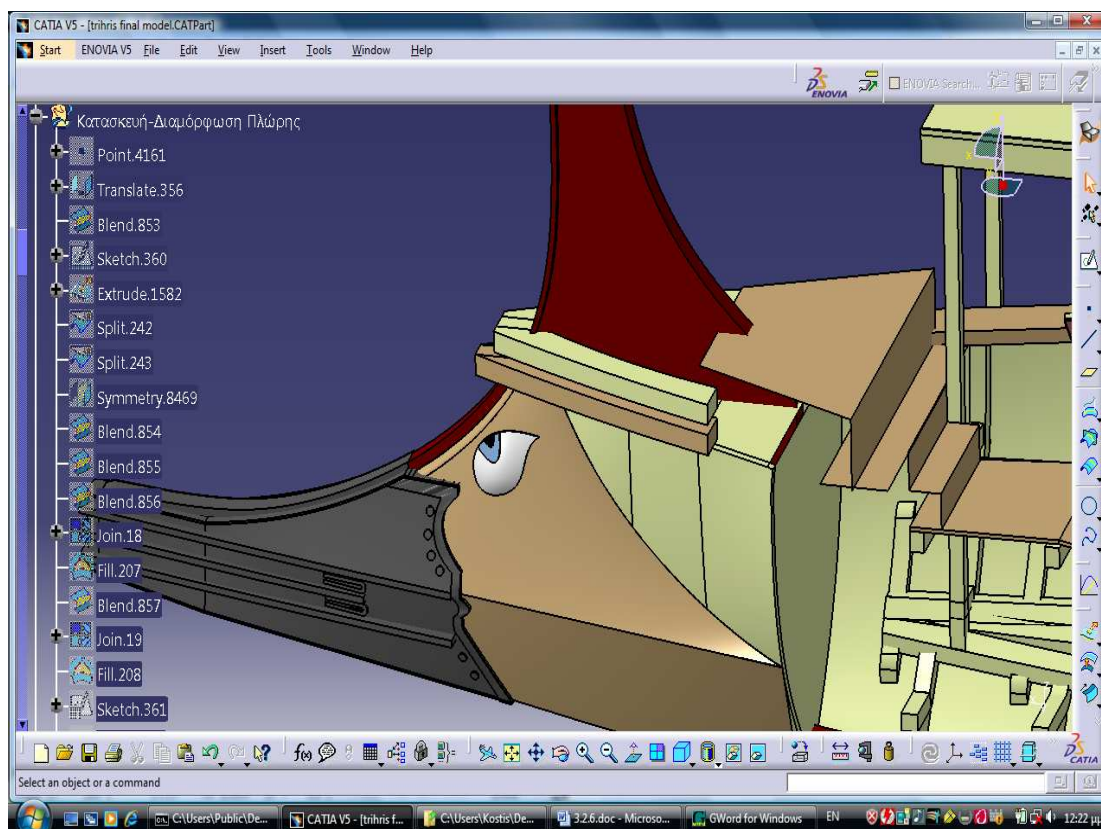
3.2.6.B4. Τελική διαμόρφωση της πλώρης και κατασκευή των προωραίων θέσεων παρατήρησης

Αρχικά θα κατασκευάσουμε την προέκταση του κυρίου διαδρόμου της Τριήρους, η οποία οδηγεί στις θέσεις παρατηρήσεως του σκάφους. Επειδή η πλώρη βρίσκεται ψηλότερα από τον κύριο διάδρομο του σκάφους, η προέκταση έχει την μορφή σκάλας.

Η σχεδίαση γίνεται με γνωστό τρόπο χρησιμοποιώντας την εντολή **Extrude**. Επιλέγουμε την τελευταία ακμή του προωραίου τμήματος του διαδρόμου και προεκτείνουμε κατά την z διεύθυνση, στη συνέχεια την άνω ακμή της επιφάνειας που μόλις σχεδιάσαμε και προεκτείνουμε κατά x, στη συνέχεια κατά z και επαναλαμβάνουμε έως ότου να σχηματιστεί η σκάλα.



Συνεχίζουμε με την σχεδίαση των ενισχυτικών του κυρίου καταστρώματος που βρίσκονται στην πλώρη. Η σχεδίαση τους γίνεται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που κατασκευάσαμε το κεντρικό ενισχυτικό του κυρίου καταστρώματος και για το λόγο αυτό θα παρουσιαστούν μόνο γραφικά.



Η σκάλα που σχεδιάσαμε πριν οδηγεί σε ειδικούς χώρους επί του καταστρώματος της πλώρης που προεξέχουν δεξιά και αριστερά του σκάφους.

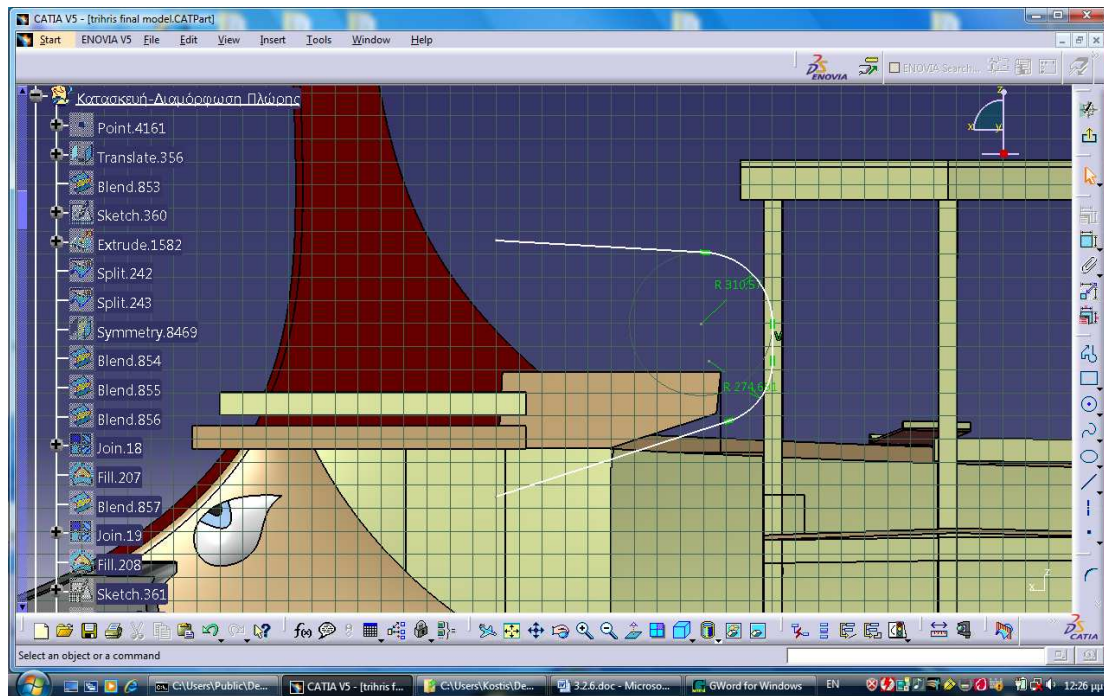
Αυτοί έχουν πολλαπλή χρήση. Χρησιμοποιούνται για την ρήψη και φύλαξη των αγκυρών της Τριήρους.

Επίσης λόγω της θέσεώς τους χρησιμοποιούνται για την παρατήρηση του ορίζοντα καθώς και την επίβλεψη του σκάφους στο πλαϊνό του μέρος.

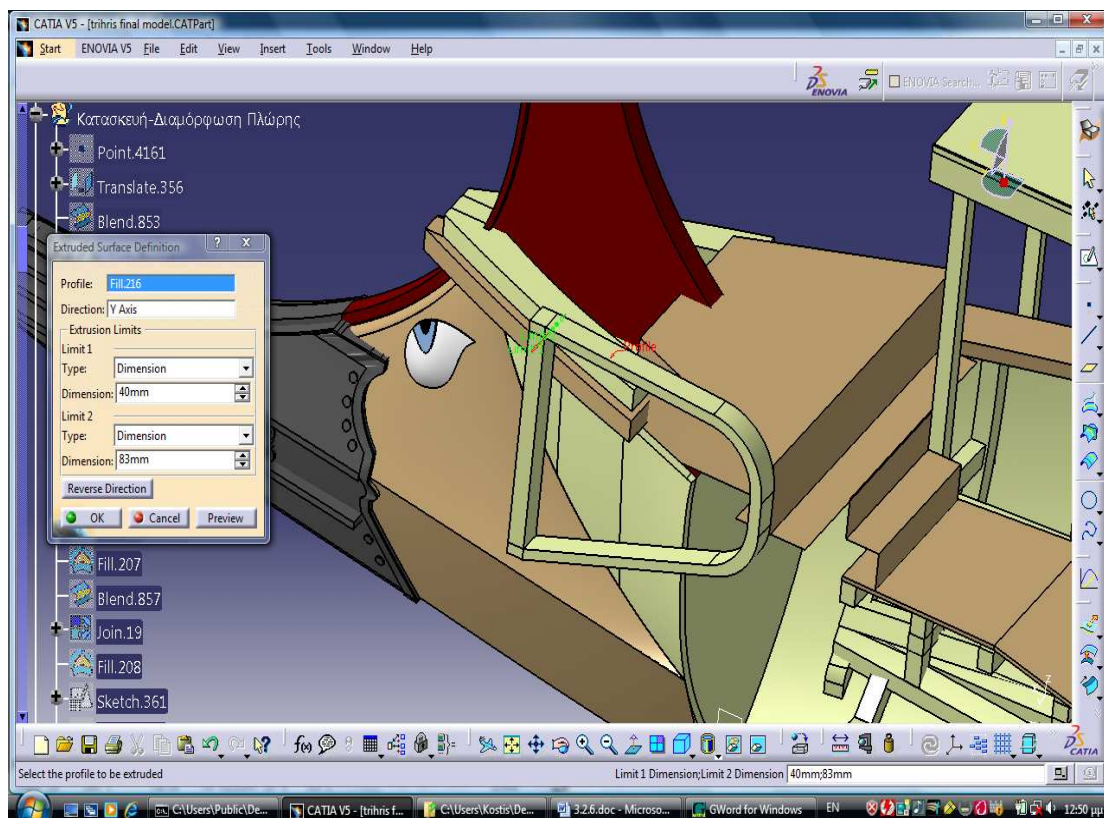
Τέλος σε περίπτωση επιθέσεως σε εχθρικό πλοίο χρησιμοποιούνται από τους τοξοβόλους ως πρόσβαση για να εκτοξεύσουν τα βέλη τους.

Η σχεδίαση θα στηριχτεί σε πληροφορίες που πέρνουμε από την πλάγια όψη του σχεδίου γενικής διάταξης της Τριήρους καθώς και από φωτογραφικό υλικό.

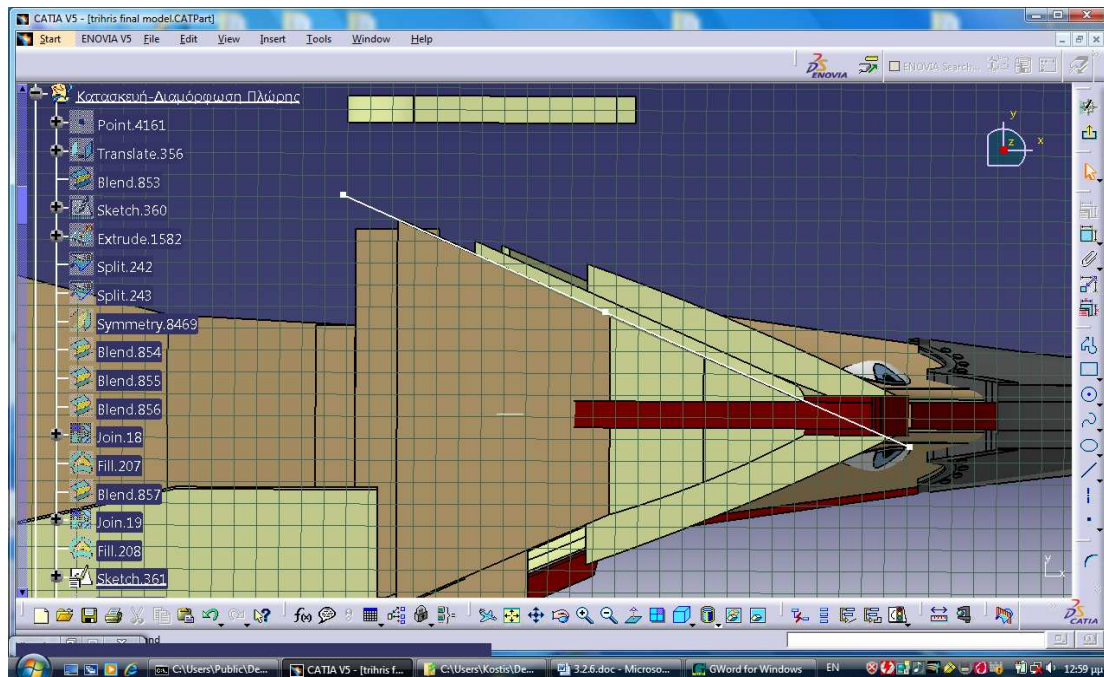
Επιλέγουμε xz επίπεδο σχεδίασης και χρησιμοποιούμε την εντολή **Sketch**. Ακολουθεί η χρήση των εντολών **Line** και **Circle**, κατά τα γνωστά, για να κατασκευάσουμε το προφίλ της προωραίας θέσεως παρατήρησης.



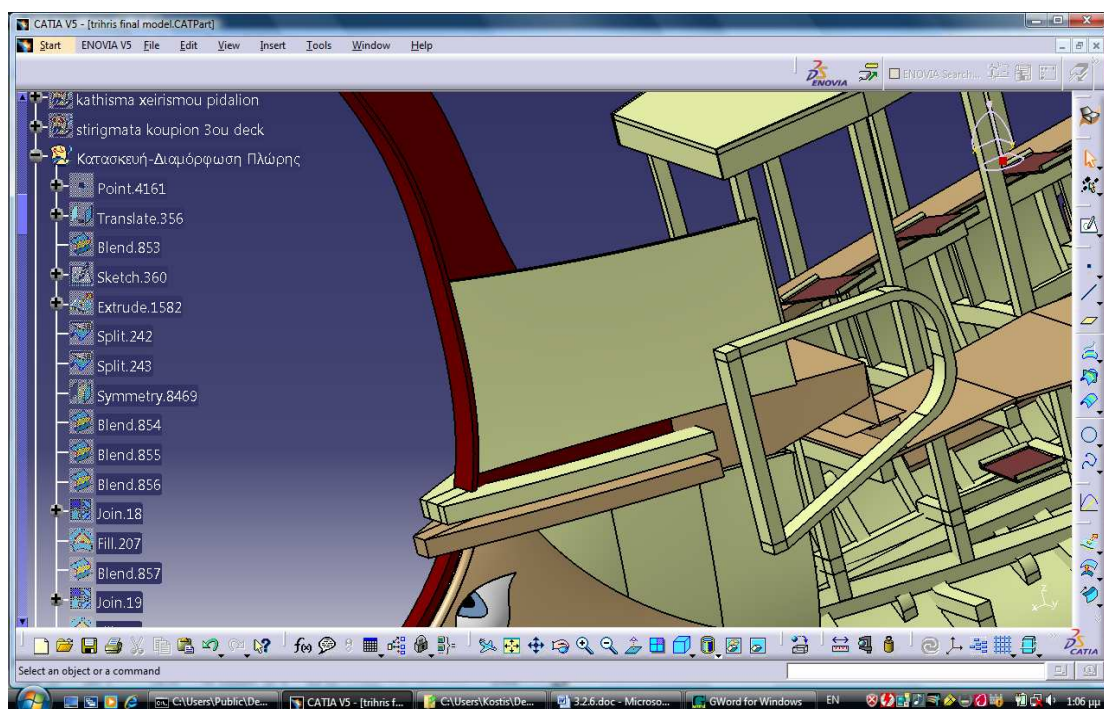
Δημιουργούμε νέο **Sketch** ίδιας μορφής, εσωτερικά του πρώτου, στο xz επίπεδο. Με τον τρόπο αυτό ολοκληρώνουμε το περίγραμμα και με χρήση της εντολής **Fill** κατασκευάζουμε την επιφάνεια του περιγράμματος. Η σχεδίαση του εξωτερικού τμήματος της θέσεως παρατηρήσεως της πλώρης τελειώνει με χρήση της εντολής **Extrude** και προέκταση κατά τον y άξονα.



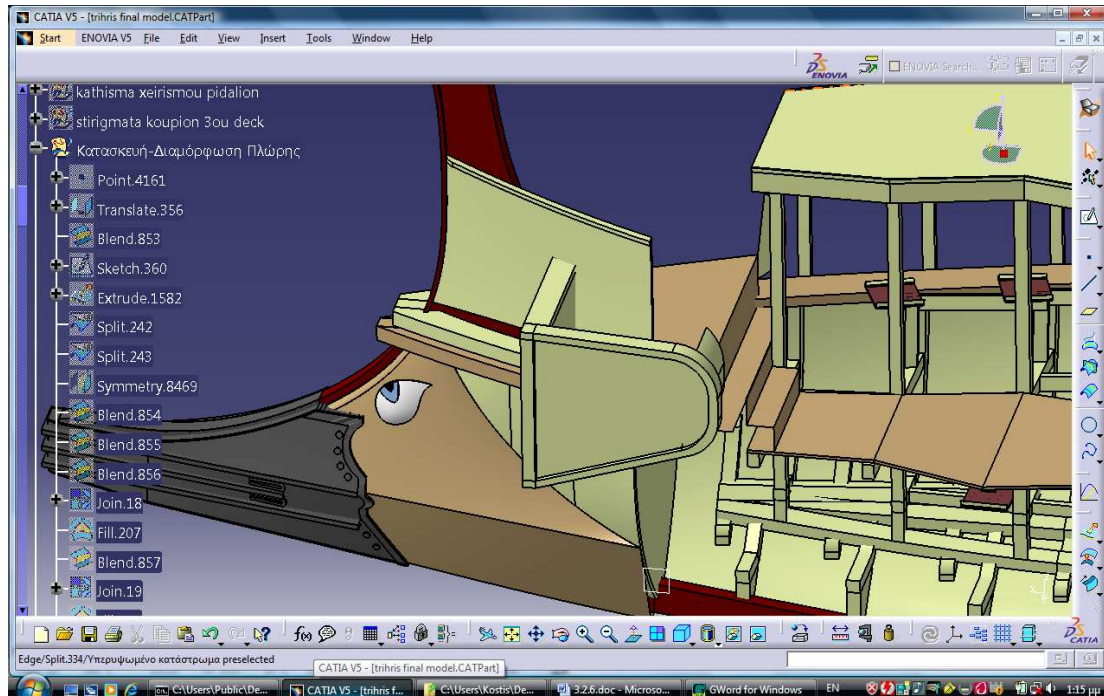
Στη συνέχεια σχεδιάζουμε το σκέπαστρο της πλώρης όπως αυτό φαίνεται στην κάτοψη του σχεδίου γενικής διάταξης της Τριήρους. Επιλέγουμε το xy επίπεδο και φέρουμε την άνω ακμή του σκεπάστρου με χρήση των εντολών **Sketch** και **Spline**.



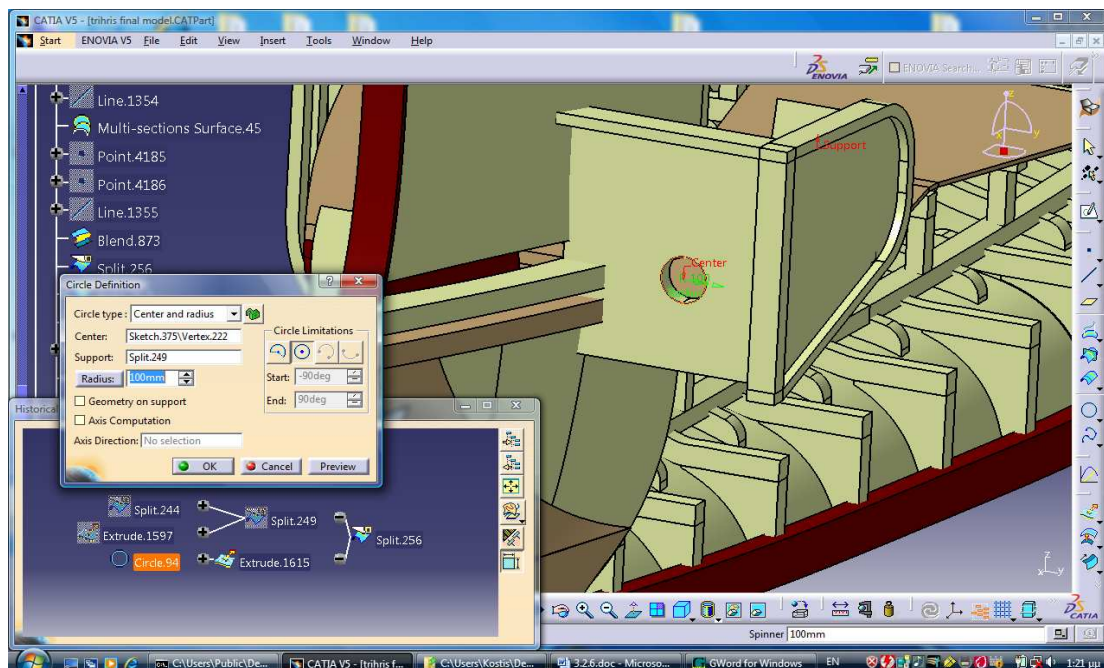
Η καμπύλη που σχεδιάσαμε μεταφέρεται στο σωστό z με την εντολή **Translate**. Κόβουμε το τμήμα που δεν χρειάζεται με την εντολή **Split** και χρησιμοποιούμε δύο φορές την εντολή **Extrude** για να κατασκευάσουμε το πλαϊνό μέρος του σκεπάστρου. Μία φορά για να προεκτείνουμε προς τα κάτω έως το σωστό z και άλλη μία για να δώσουμε το απαιτούμενο πάχος.



Έχοντας το περίγραμμα της θέσεως παρατηρήσεως καθώς και το πλαϊνό τμήμα του σκεπάστρου με πολλαπλή χρήση των εντολών **Blend**, **Extrude** και **Split** μπορούμε εύκολα και με μεθόδους που έχουν περιγραφεί αναλυτικά να κατασκευάσουμε τις μεταξύ τους επιφάνειες και συνεπώς το χώρο που περικλείουν.



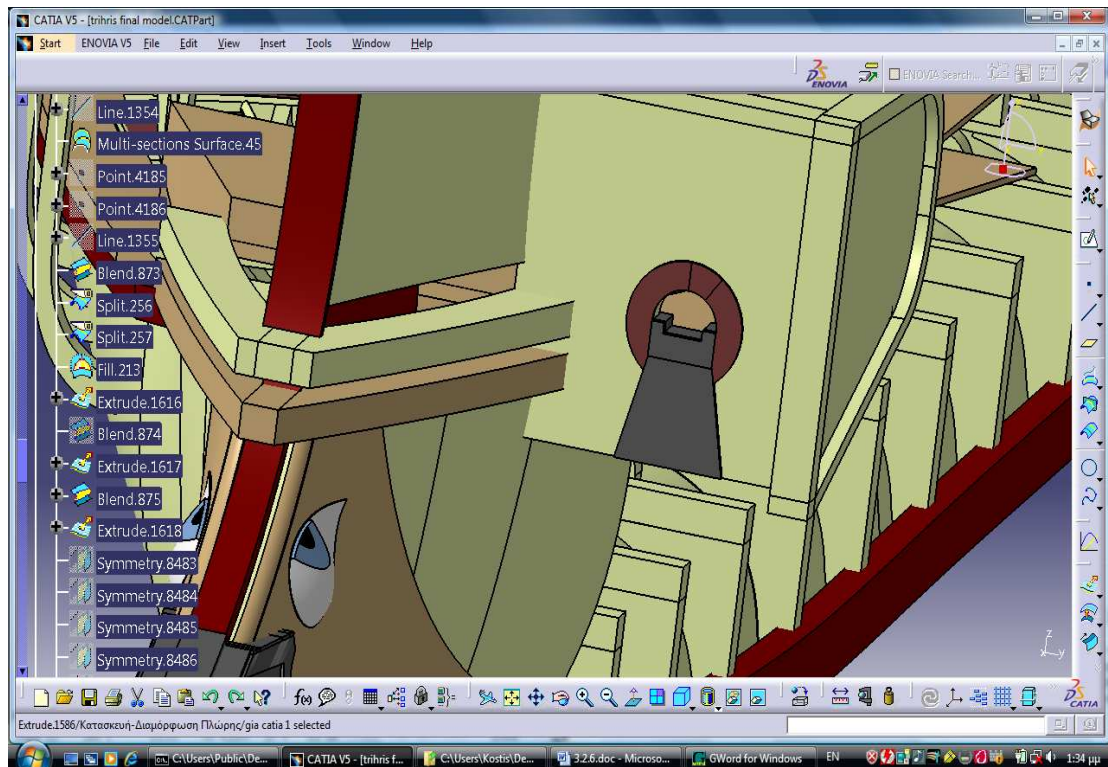
Στο μπροστινό μέρος της θέσεως παρατηρήσεως βρίσκεται η οπή μέσα από την οποία διέρχεται η άγκυρα του σκάφους. Αυτή σχεδιάζεται αρχικά με επιλογή της εντολής **Point** για να ορίσουμε την θέση της, της εντολής **Circle** για να ορίσουμε την διαμετρή της και των εντολών **Extrude** και **Split** για να για να δώσουμε την τελική της μορφή.



Με χρήση αποκλειστικά φωτογραφικού υλικού, σχεδιάζουμε κατασκευαστικές λεπτομέρειες που αφορούν την ενίσχυση της ξύλινης επένδυσης της θέσεως παρατηρήσεως.

Ο λόγος είναι για να μην προκαλούνται φθορές στην ξύλινη επένδυση κατά την ρήψη της άγκυρας.

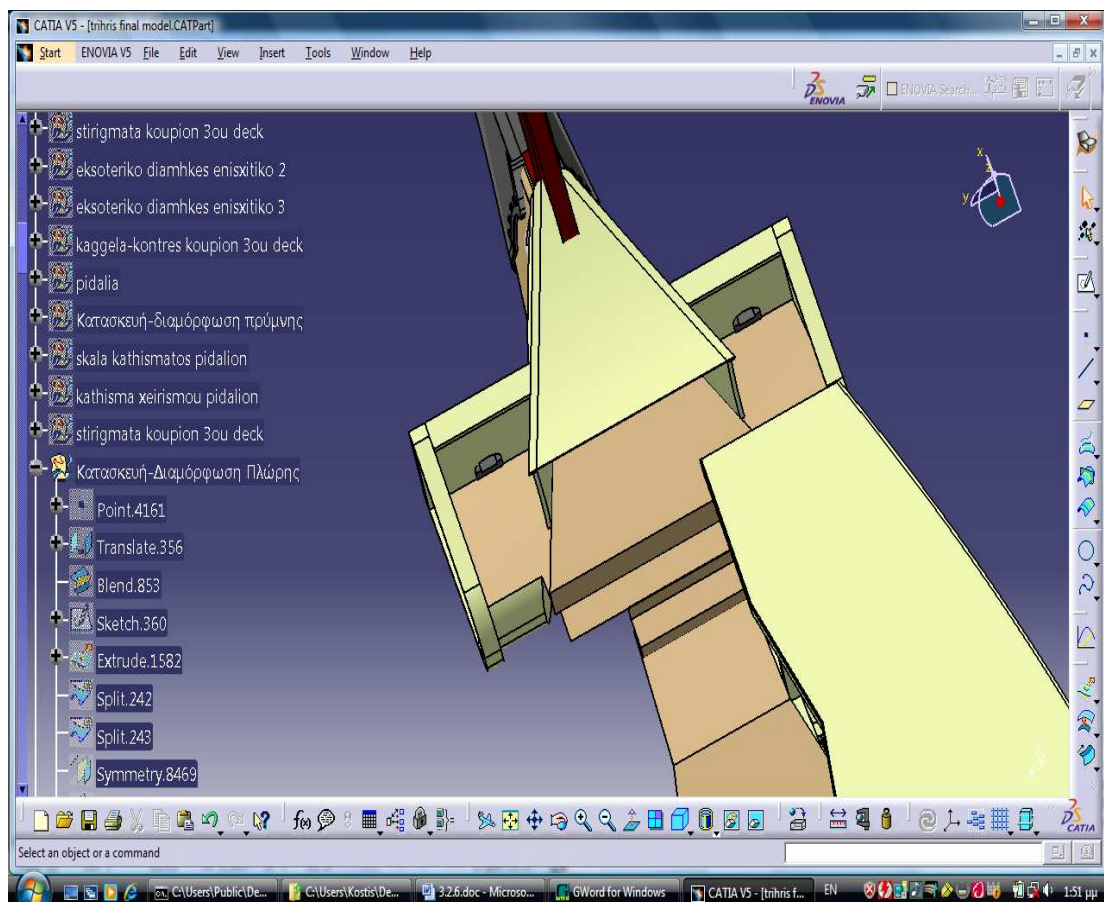
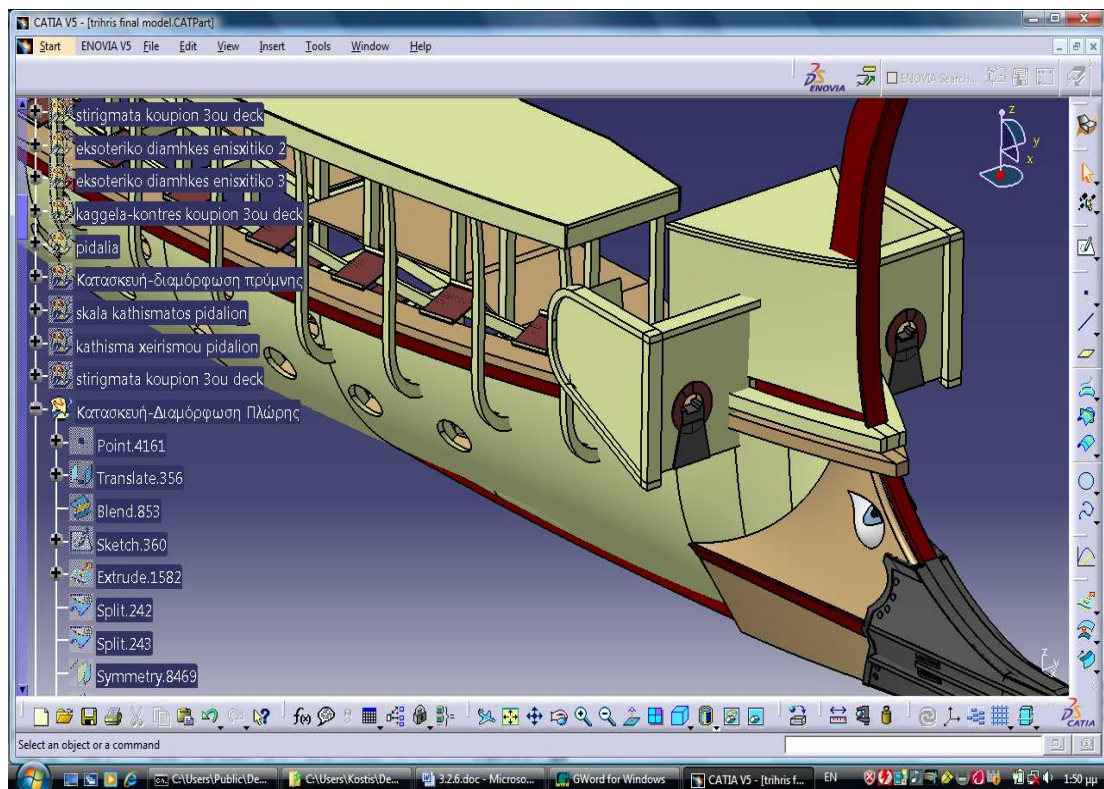
Η σχεδίαση γίνεται με χρήση της εντολής **Positioned Sketch** επί της επιφάνειας της θέσεως παρατηρήσεως και δεν παρουσιάζει κάποιο ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Για αυτό τον λόγο την παρουσιάζουμε μόνο γραφικά.



Η διαμόρφωση της πλώρης ολοκληρώνεται με χρήση της εντολής **Symmetry** για κάθε ένα κατασκευαστικό μέρος της πλώρης που σχεδιάσαμε ώστε να εμφανίσουμε το συμμετρικό του.

Τέλος σχηματίζουμε την επιφάνεια μεταξύ των πλαϊνών μερών του σκεπάστρου με την εντολή **Blend**.

Παρουσιάζουμε γραφικά την τελική μορφή της πλώρης της Τριήρους :

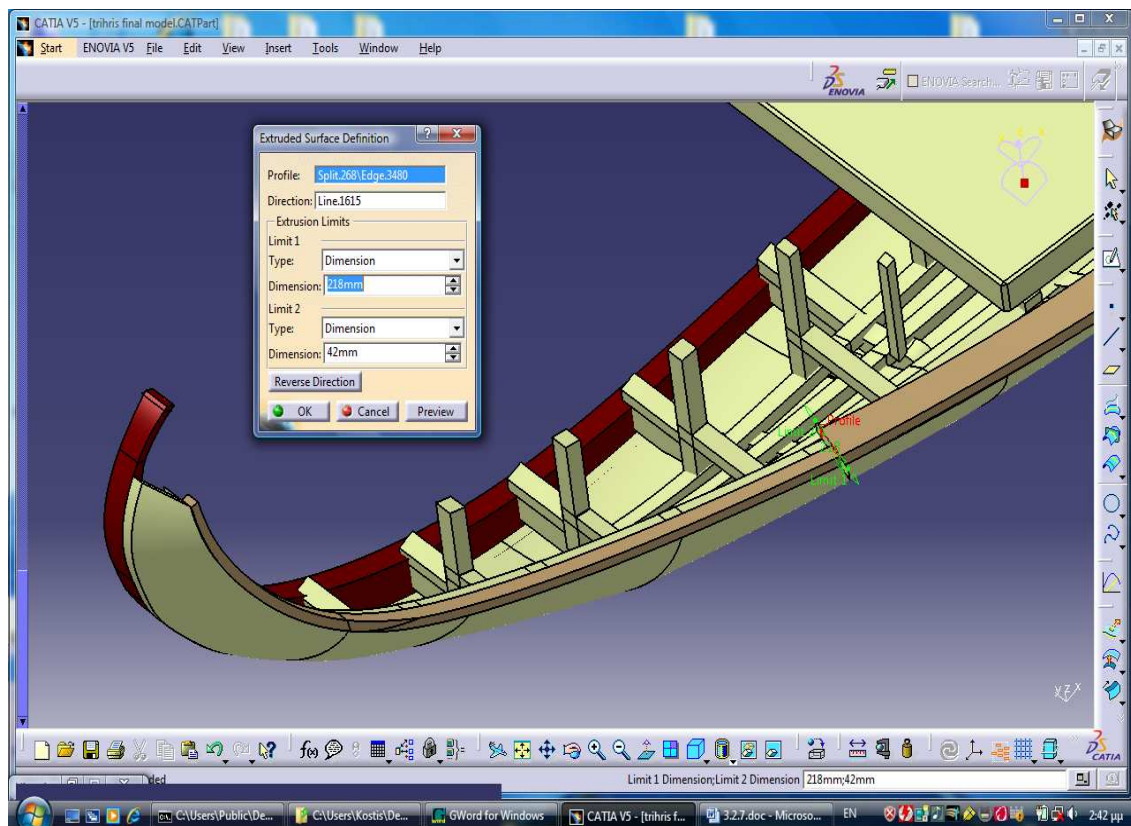


3.2.7 ΠΡΥΜΝΗ ΤΗΣ ΤΡΙΗΡΟΥΣ

3.2.7.B1. Κατασκευή των πρυμναίων ενισχύσεων του κυρίου καταστρώματος

Για την σχεδίαση του διαμήκους ενισχυτικού του κυρίου καταστρώματος θα εργαστούμε όπως και στην κατασκευή του κεντρικού και πρωραίου τμήματος.

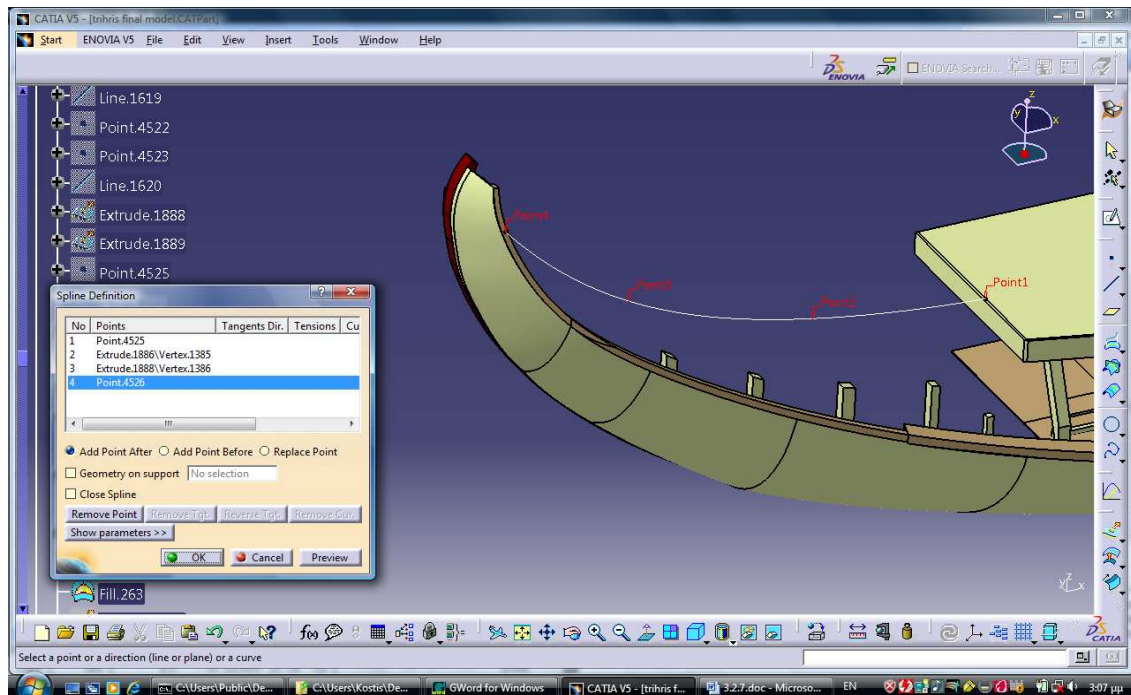
Με την διαφορά ότι κατά την χρήση της εντολής **Extrude** δεν προεκτείνουμε μέχρι η άκρη του πρωραίου τμήματος να συμπέσει με εκείνη του κεντρικού τμήματος. Σταματάμε περίπου στο μισό πάχος ώστε να υπάρξει ο διαθέσιμος χώρος επί του κυρίου καταστρώματος να στηριχθούν οι εγκάρσιες ενισχύσεις όπως θα δούμε παρακάτω.



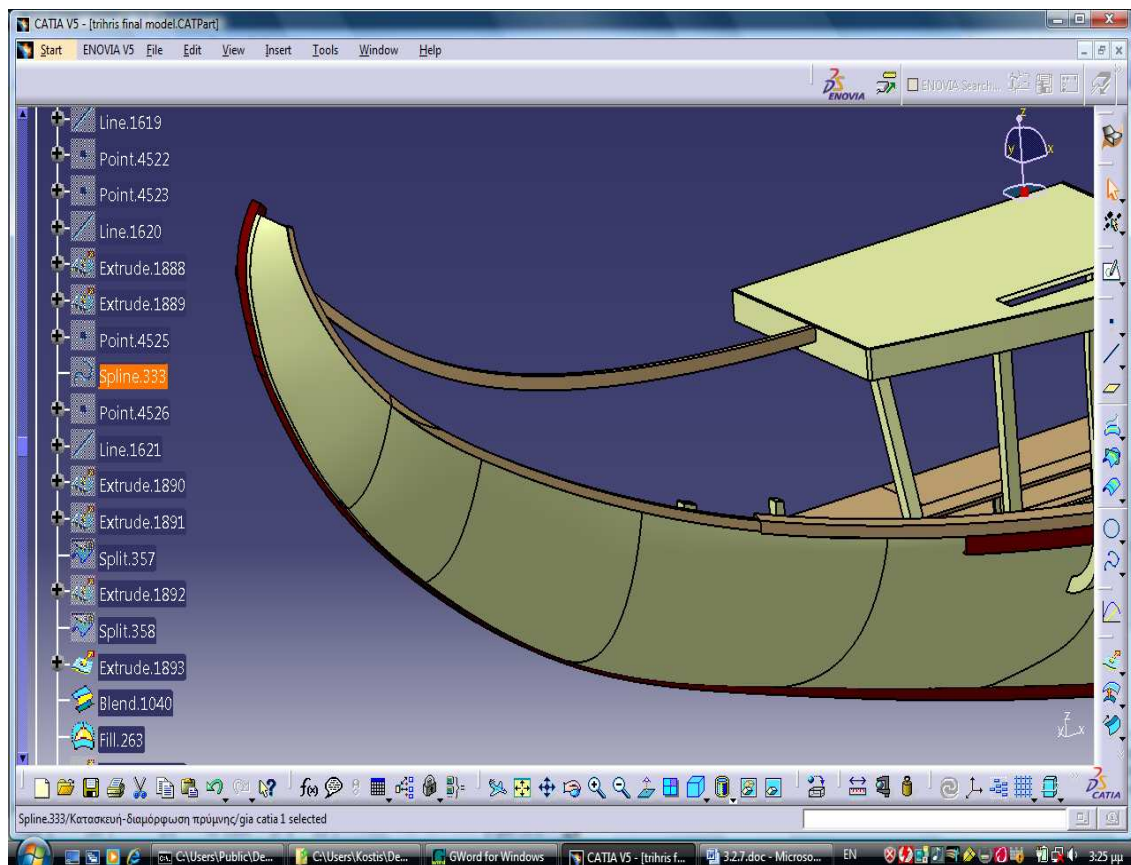
Στη συνέχεια κατασκευάζουμε το διαμήκες ενισχυτικό (κάγκελο) που ενώνει το ακροστόλιο (ουρά) της Τριήρους με το πρυμναίο τμήμα του υπερυψωμένου καταστρώματος. Επειδή το ενισχυτικό που θέλουμε να κατασκευάσουμε μεταβάλλεται και στις τρεις διαστάσεις θα χρησιμοποιήσουμε την εντολή **Combine**, αφού πρώτα με την εντολή **Sketch** έχουμε σχεδιάσει τις καμπύλες που πρόκειται να συνδυαστούν.

Συνεπώς σχεδιάζουμε δύο καμπύλες, μια στο xz επίπεδο και μία xy επίπεδο λαμβάνοντας υπ' όψιν μας το σχέδιο γενικής διάταξης της Τριήρους.

Στη συνέχεια επί της καμπύλης που φέραμε δημιουργούμε σημεία με την εντολή **Point**. Επίσης δημιουργούμε τα σημεία στήριξης του ενισχυτικού. Τέλος σχεδιάζουμε την καμπύλη που τα παρεμβάλλει με την εντολή **Spline**.



Κατασκευάζουμε το διάμηκες ενισχυτικό με διπλή χρήση της εντολής **Extrude**.



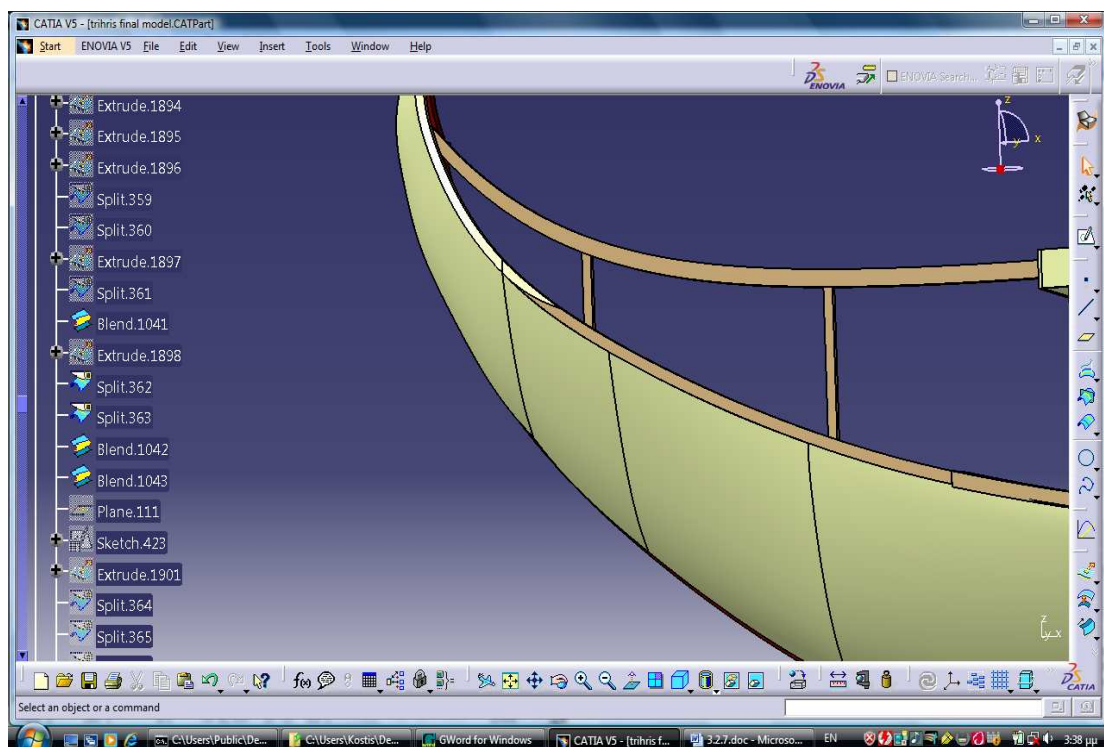
Όπως αναφέραμε και στην αρχή το διαμήκες ενισχυτικό που σχεδιάστηκε στηρίζεται πάνω στην επιφάνεια του κυρίου καταστρώματος με κατακόρυφες εγκάρσιες ενισχύσεις.

Επιλέγουμε την εντολή **Point** και φέρουμε σημεία στις θέσεις που εδράζονται τα κατακόρυφα ενισχυτικά.

Στη συνέχεια με την εντολή **Line** φέρουμε ευθείες κατά τον z άξονα έως ότου τμήσουν την επιφάνεια του κυρίου καταστρώματος.

Κατόπιν κατασκευάζουμε τα ενισχυτικά με διπλή χρήση της εντολής **Extrude** και αφαιρούμε το μέρος που δεν χρειάζεται με την εντολή **Split**.

Επαναλαμβάνουμε τα ίδια και για τις τρεις κατακόρυφες στηρίξεις.



3.2.7.B2. Κατασκευή του ακροστολίου της Τριήρους

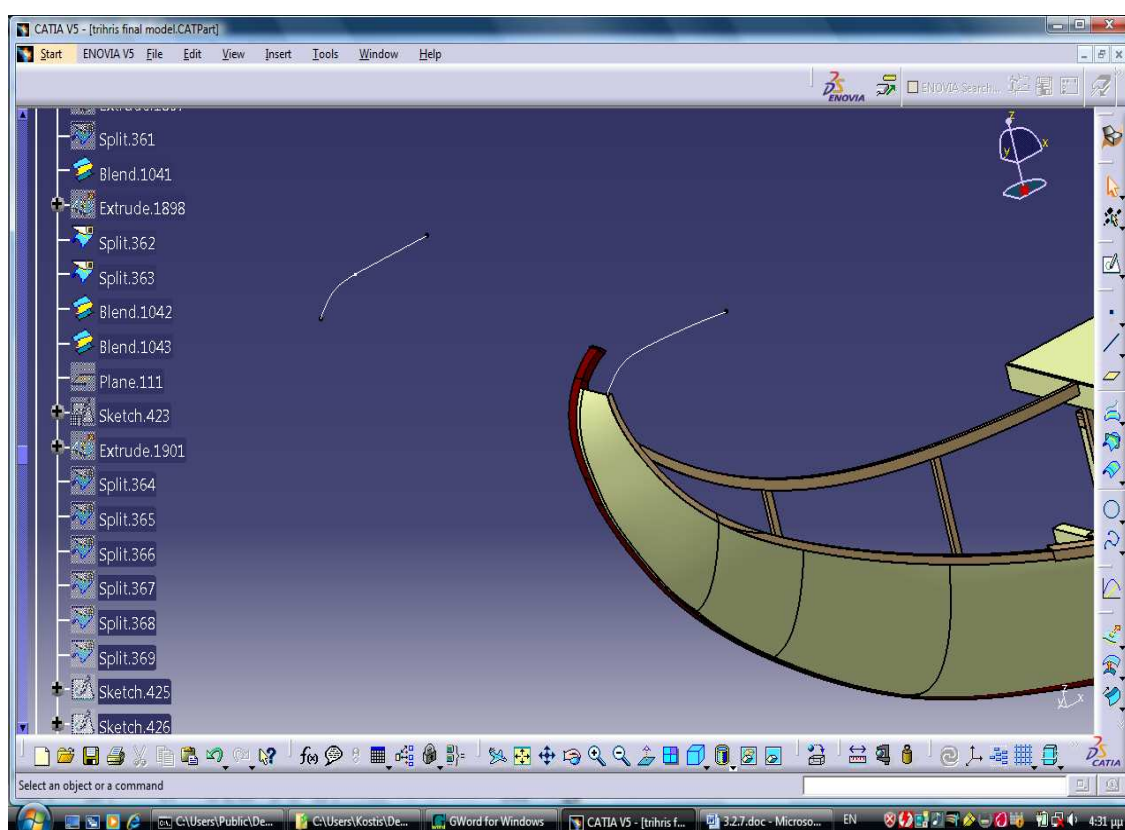
Η πρύμνη τελειώνει στο ακροστόλιο που ήταν διακοσμητικό στοιχείο με 5 ή 6 κυρτούς άξονες, σαν βεντάλια. Οι αρχαίοι ήθελαν το πλοίο να μοιάζει με θαλάσσιο τέρας. Το ακροστόλιο ήταν η ουρά του τέρατος που έβγαινε από την θάλασσα.

Οι κυρτοί άξονες του ακροστολίου κατασκευάζονται με χρήση της εντολής **Combine** όπως κατασκευάσαμε και προηγουμένως το διαμήκες ενισχυτικό της πρύμνης.

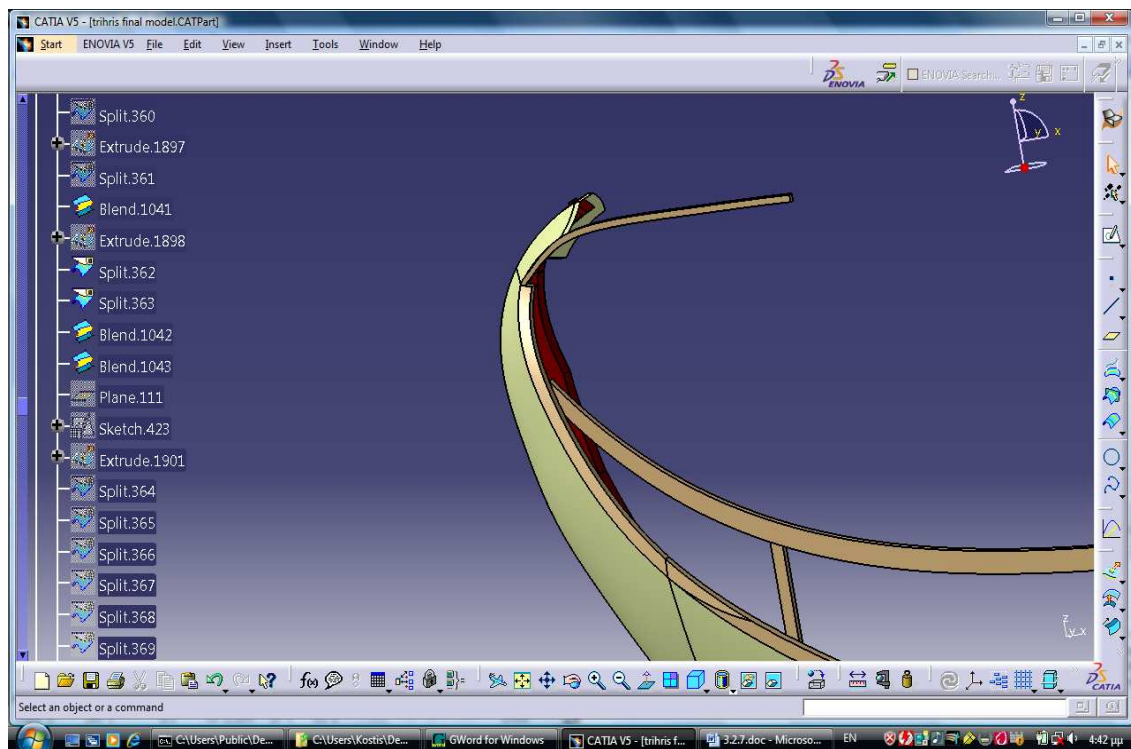
Δηλαδή με χρήση της εντολής **Sketch** σχεδιάζουμε αρχικά το προφίλ του κυρτού άξονα στο xy επίπεδο και στη συνέχεια στο xz επίπεδο.

Ο συνδυασμός των καμπυλών θα μας δώσει την ακμή του κυρτού άξονα.

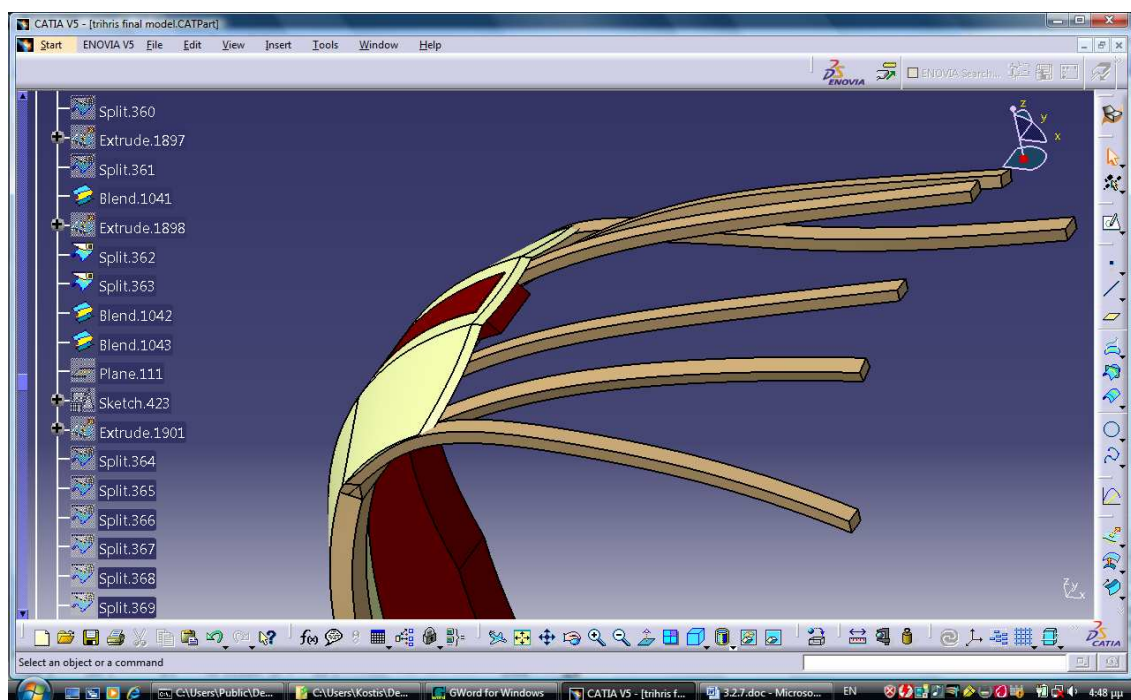
Να σημειωθεί ότι για την συγκεκριμένη σχεδίαση δεν διαθέταμε καμμία κατασκευαστική λεπτομέρεια παρά μόνο φωτογραφικό υλικό.



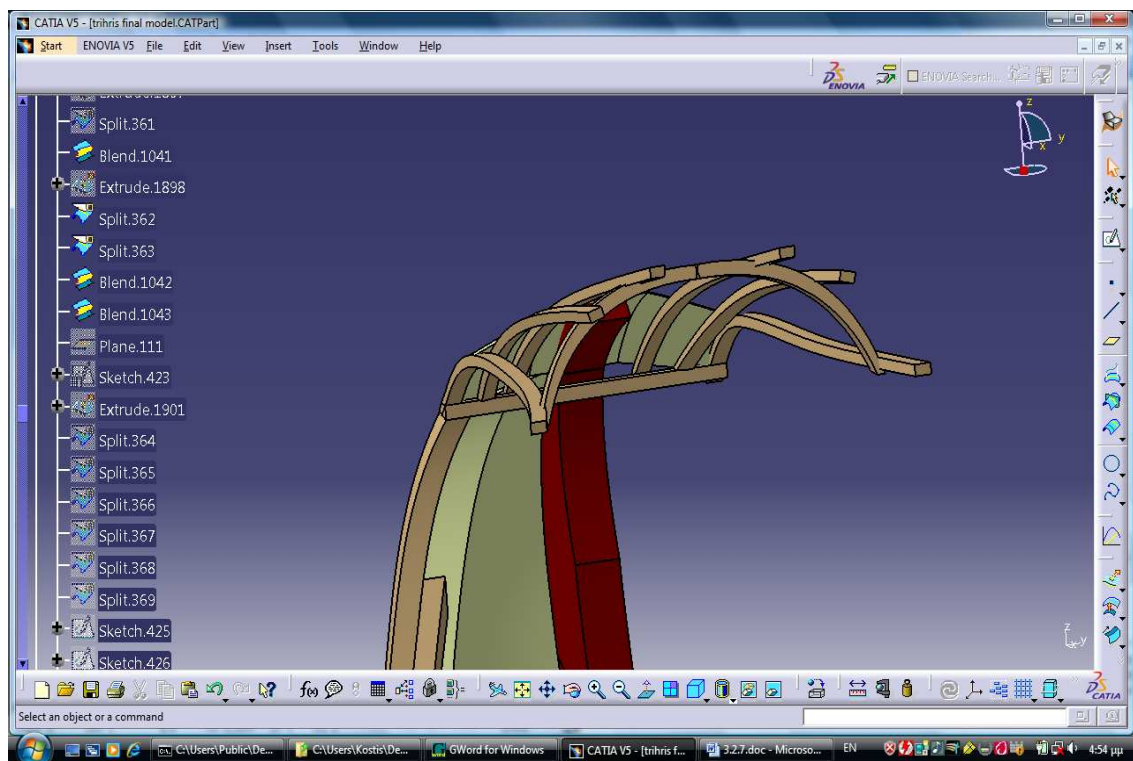
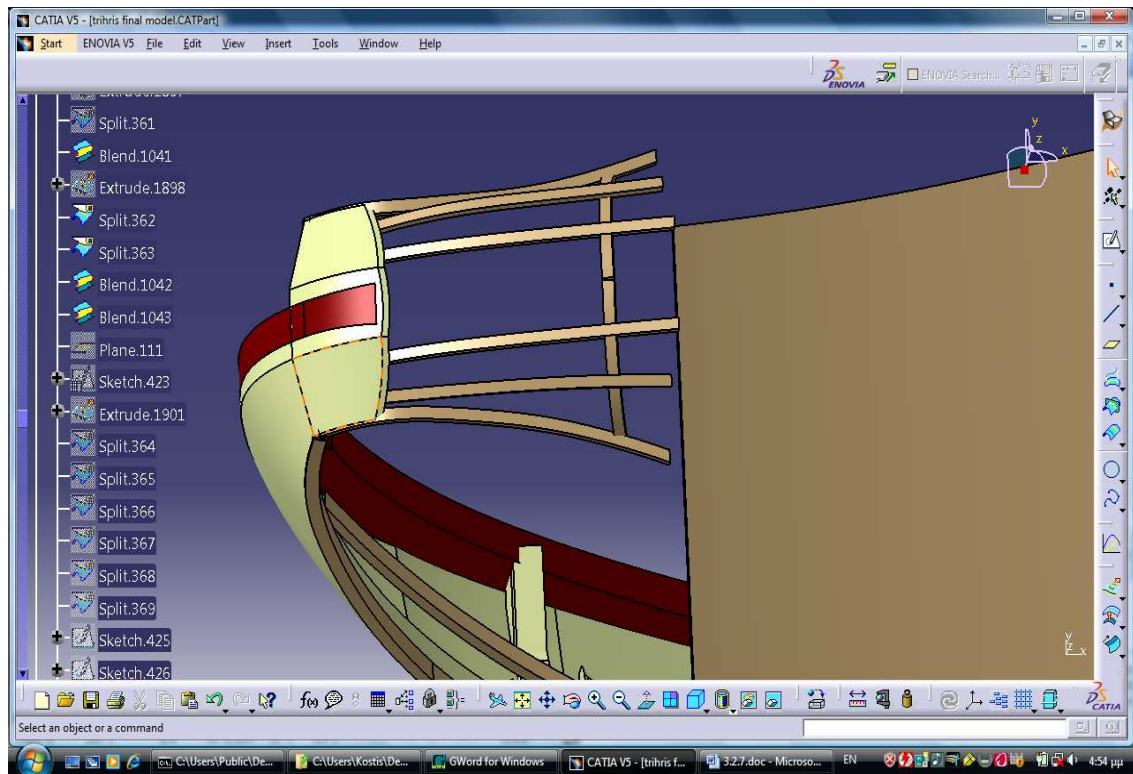
Με διπλή χρήση της εντολής **Extrude** θα του δώσουμε το απαιτούμενο ύψος και πάχος όπως παρουσιάζεται πιο κάτω :



Όμοια εργαζόμαστε για να κατασκευάσουμε τους υπόλοιπους κυρτούς άξονες του ακροστολίου καθώς και τους συμμετρικούς τους με χρήση της εντολής **Symmetry**.

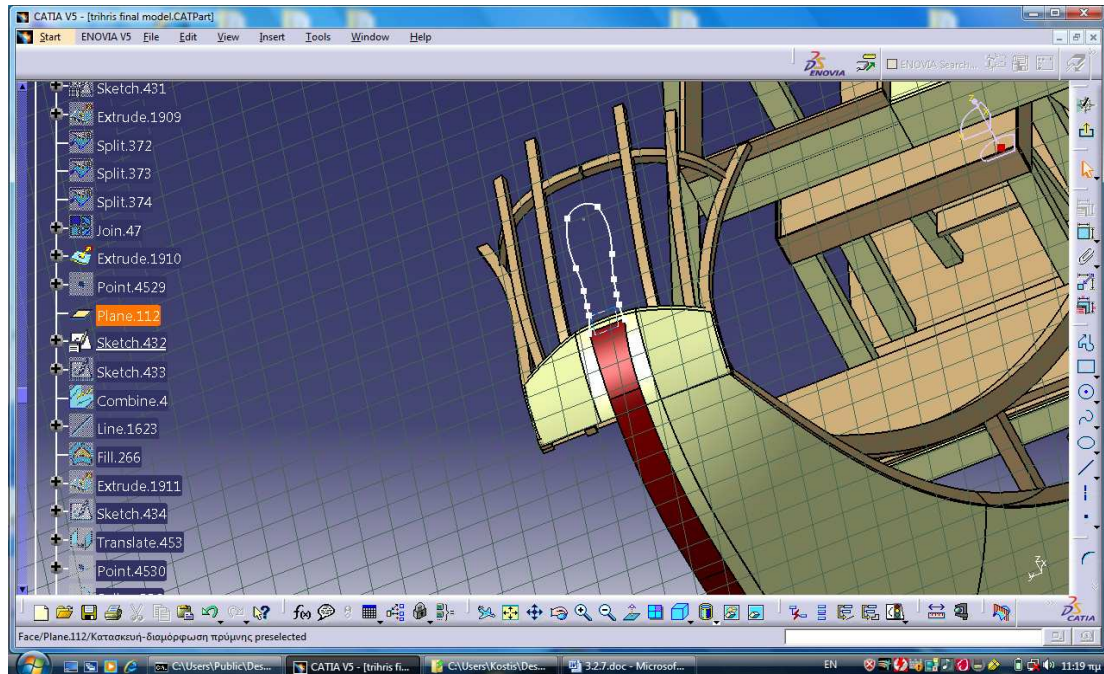


Οι κυρτοί άξονες του ακροστολίου συγκρατιούνται μεταξύ τους με ένα εγκάρσιο ευθύ ενισχυτικό στη βάση τους και από δύο κυρτούς άξονες στο πάνω μέρος τους. Η σχεδίαση των ενισχυτικών δεν διαφέρει από τα προηγούμενα. Η όλη κατασκευή είναι υλωμένη στο πιο ακραίο σημείο της πρύμνης.

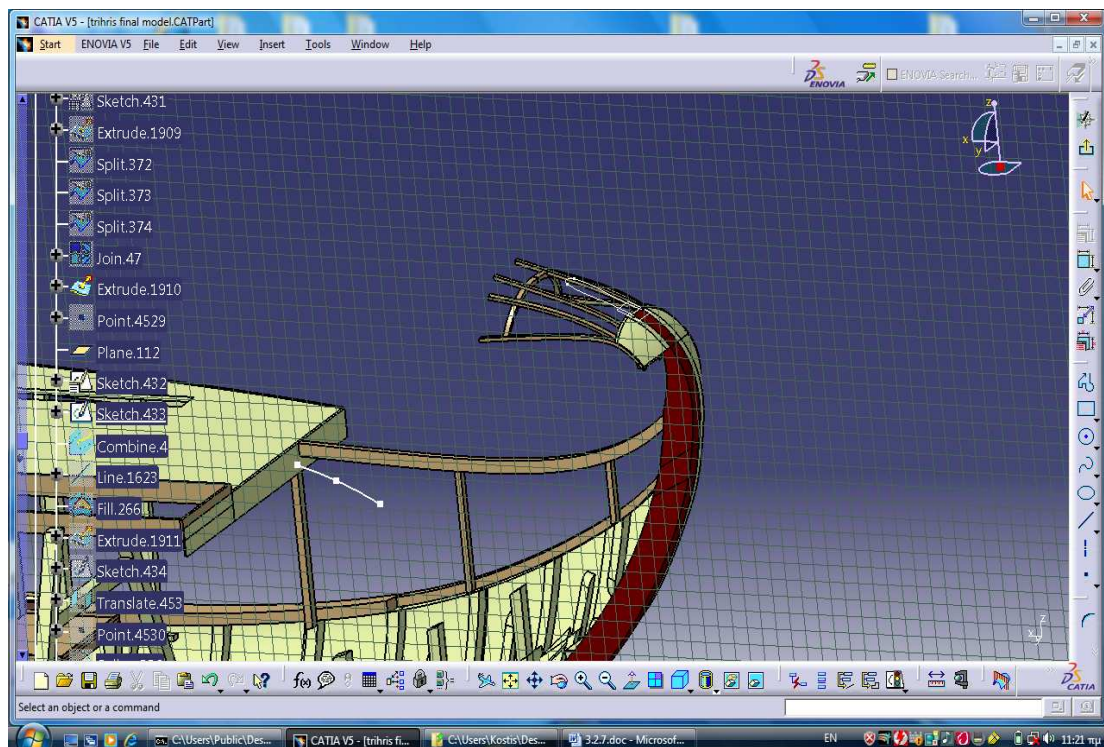


Στο ακροστόλιο περιλαμβάνεται και η προέκταση της καρίνας της Τριήρους η οποία εδράζεται στους ίδιους κυρτούς άξονες που στηρίζουν την "βεντάλια". Επίσης, η προέκταση στηρίζει το δοκάρι της σημαίας του σκάφους.

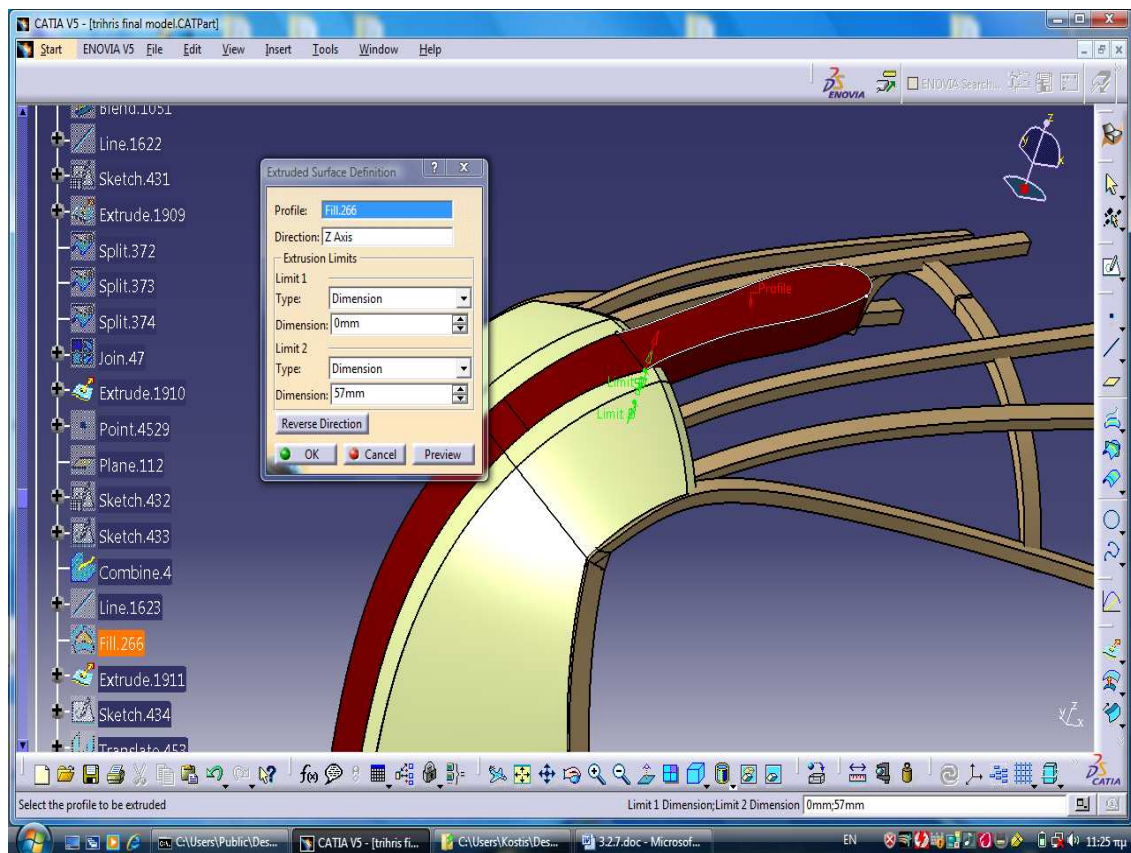
Για την σχεδίασή της χρησιμοποιούμε επίπεδο το οποίο εφάπτεται της επιφάνειας του τελευταίου σημείου της τρόπιδας επιλέγοντας την εντολή **Plane**. Στη συνέχεια με την εντολή **Posiotioned Sketch** σχεδιάζουμε το περίγραμμα της προέκτασης της τρόπιδας.



Θέλοντας να δώσουμε την κατάλληλη κυρτότητα στο περίγραμμα που σχεδιάσαμε, χαράσουμε καμπύλη στο xz επίπεδο σε άλλο **Sketch** και χρησιμοποιούμε την εντολή **Combine**.



Φέρουμε την επιφάνεια του περιγράμματος της προέκτασης της τρόπιδας με την εντολή **Fill** και δίδουμε το κατάλληλο πάχος με την εντολή **Extrude**.



Όπως είναι φανερό το μήκος της προέκτασης της τρόπιδας δεν είναι αρκετό για να στηριχθεί πάνω στους κυρτούς άξονες της βεντάλιας, για το λόγο αυτό κάνουμε χρήση της εντολής **Affinity** ως εξής :

Insert → **Operations** → **Affinity** → **ok**

Εμφανίζεται το παράθυρο Affinity Definition

Element → κλίκ στην προέκταση της τρόπιδας

Origin → σημείο στη μέση της κάτω ακμής της προέκτασης

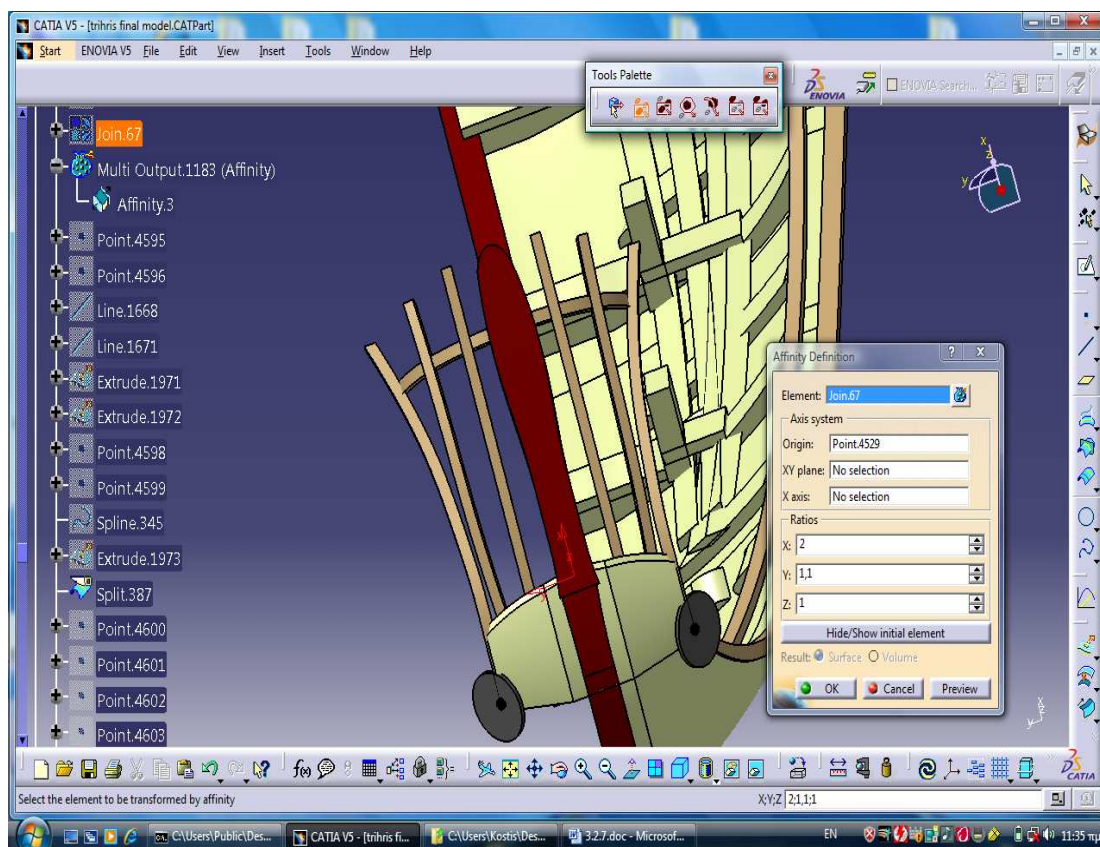
x → **2** (2 φορές το αρχικό μήκος)

y → **1.1** (1.1 φορές το αρχικό πλάτος)

z → **1** (το ίδιο ύψος)

ok

Συνεπώς καθορίσαμε τον αφρινικό μετασχηματισμό και στις τρεις διαστάσεις και τελικά πέρνουμε την επιθυμητή προέκταση της τρόπιδας όπως φαίνεται παρακάτω :



Στη συνέχεια θα κατασκευάσουμε τον κύλινδρο στον οποίο στηρίζεται το δοκάρι της σημαίας.

Δημιουργούμε σημείο, με την εντολή **Point**, στη θέση που διέρχεται ο κύλινδρος και στην συνέχεια με αρχή αυτό το σημείο φέρουμε ευθεία, με την εντολή **Line**, σε διεύθυνση ίδια με εκείνη του κυλίνδρου που θέλουμε να κατασκευάσουμε.

Ο ζητούμενος κύλινδρος κατασκευάζεται με χρήση της εντολής **Cylinder** ως εξής :

Insert → **Surfaces** → **Cylinder** → **ok**

Εμφανίζεται το παράθυρο Cylinder Surface Definition

Point → κλίκ στο προηγούμενο σημείο

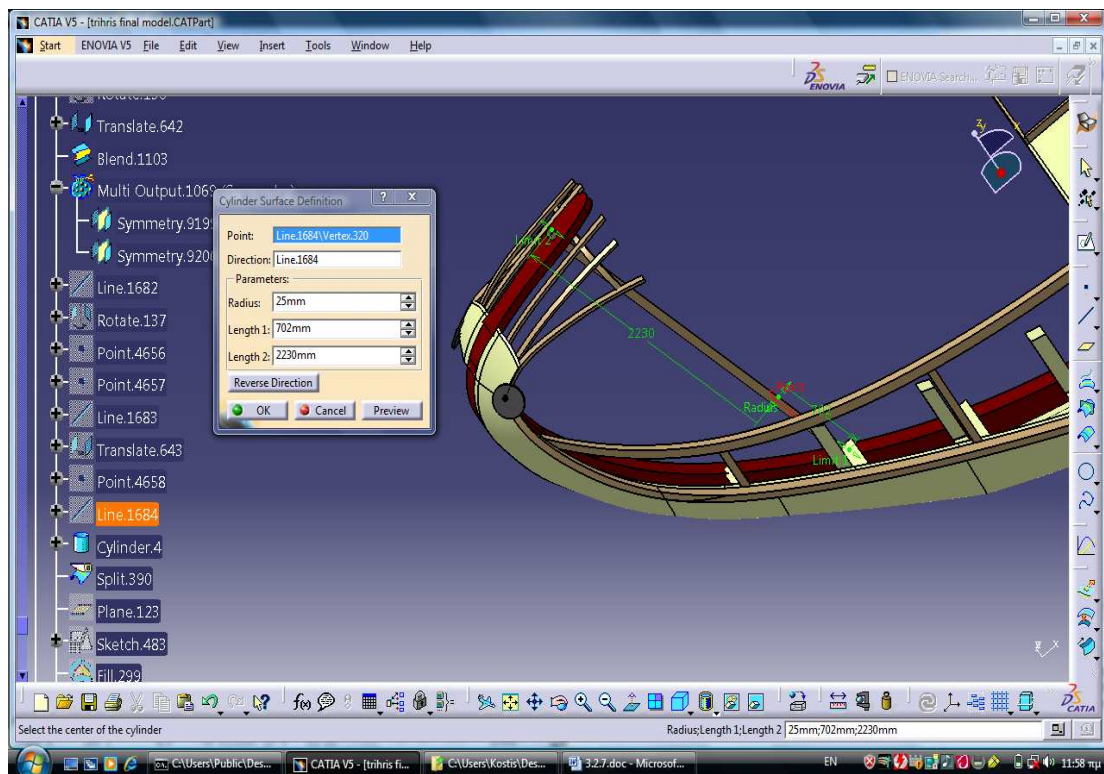
Direction → κλίκ στην προηγούμενη ευθεία

Radius → πληκτρολογούμε την διάμετρο που επιθυμούμε

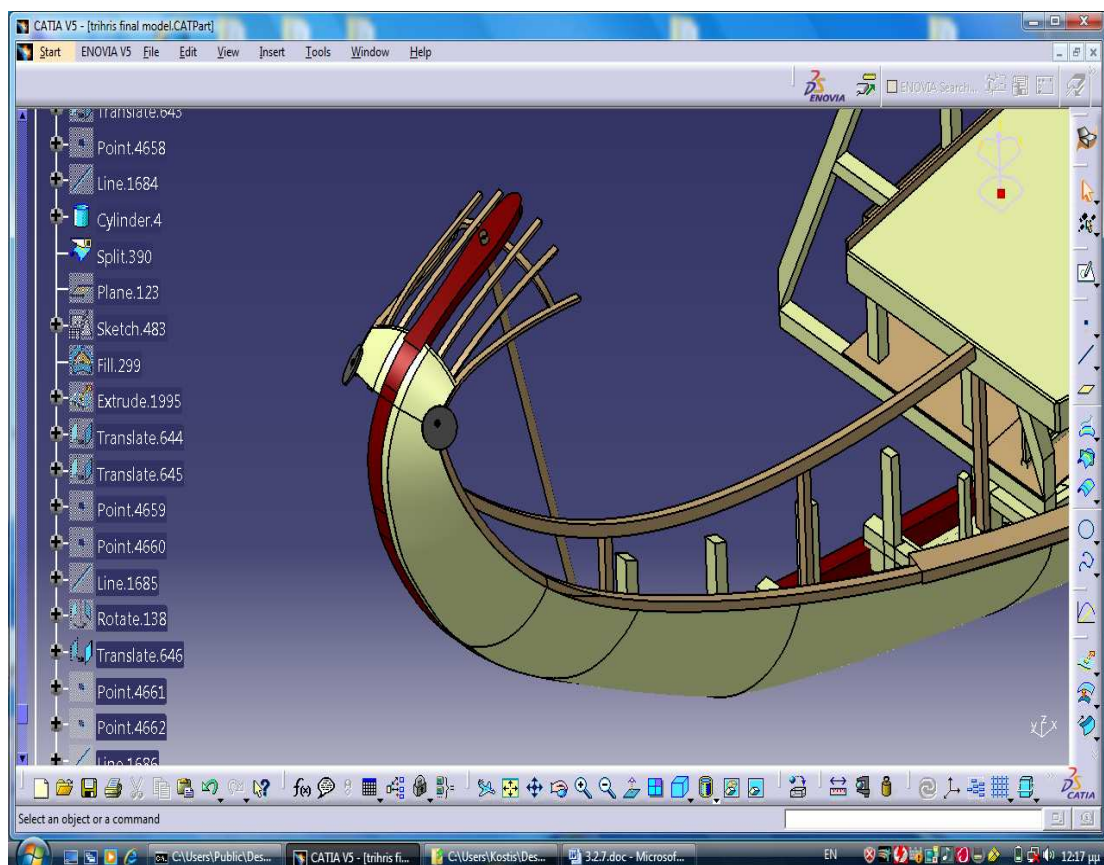
Limit 1 → με πατημένο το δεξί κλίκ μετακινούμε το όριο μέχρι αυτό να πακτωθεί στην τρόπιδα

Limit 2 → με πατημένο το δεξί κλίκ μετακινούμε το όριο μέχρι αυτό να ξετρυπήσει το πάνω μέρος της ενίσχυσης του ακροστολίου

ok



Τέλος κάνουμε χρήση της εντολής **Split** για να αφαιρέσουμε το τμήμα της ενίσχυσης του ακροστολίου από το οποίο διέρχεται ο κύλινδρος στήριξης της σημαίας. Η κατασκευή του ακροστολίου της Τριήρους ολοκληρώθηκε.



3.2.7.B3. Κατασκευή του ανώτερου καταστρώματος της πρύμνης της Τριήρους

Το ανώτερο κατάστρωμα της πρύμνης αποτελούσε τη θέση επιβίβασης-αποβίβασης του πληρώματος. Η επιβίβαση-αποβίβαση συνήθως γινόταν με χρήση ξύλινων σκαλών οι οποίες στηρίζονταν στο πλαϊνό μέρος του σκάφους δεξιά και αριστερά της γάστρας. Αρκετές φορές οι σκάλες μεταφέρονταν κατά το ταξίδι και δένονταν δεξιά και αριστερά του σκάφους στα διαμήκη πρυμναία ενισχυτικά (κάγκελα).

Το ανώτερο κατάστρωμα της πρύμνης, το οποίο αποτελεί προέκταση του κυρίως διαδρόμου του 2^{ου} καταστρώματος της Τριήρους, σχεδιάζεται αρκετά εύκολα ως εξής :

Χρησιμοποιούμε την εντολή **Blend** για να φέρουμε την επιφάνεια του ανώτερου καταστρώματος της πρύμνης η οποία εκτείνεται από την μία πλευρά της γάστρας του σκάφους έως την άλλη. Δίδουμε το απαραίτητο πάχος στην επιφάνεια με την εντολή **Extrude** κατά την z διεύθυνση.

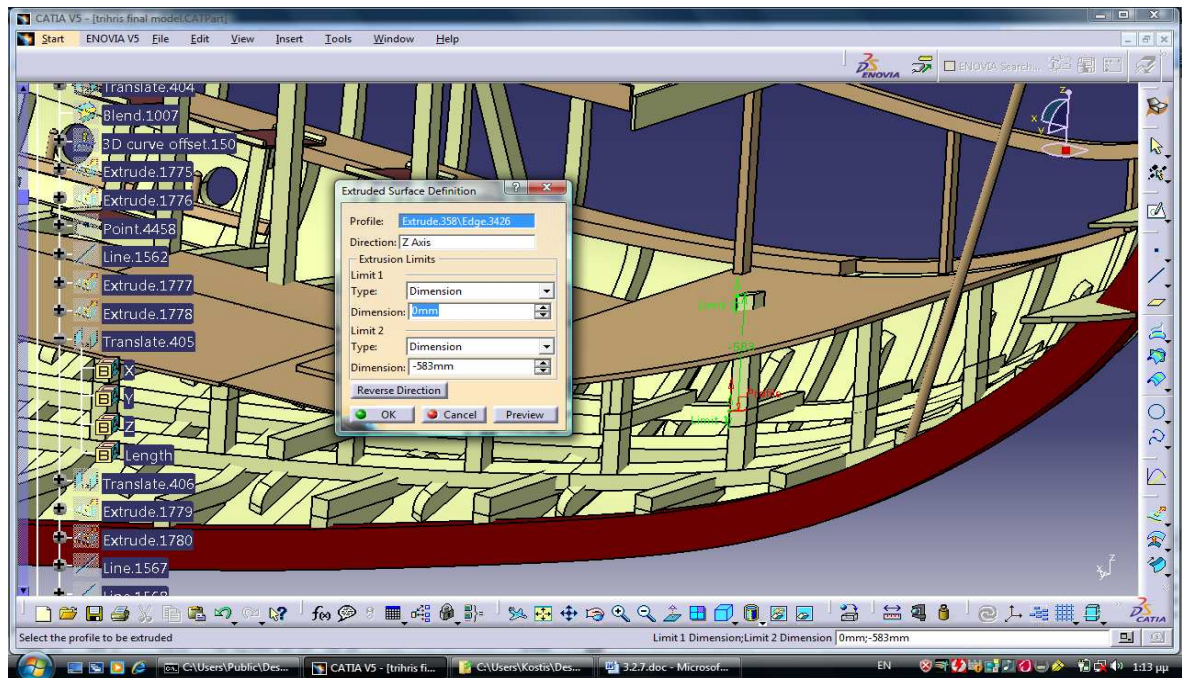
Τα κατακόρυφα ενισχυτικά που θα στηρίζουν το ανώτερο κατάστρωμα σχεδιάζονται σύμφωνα με τα προαναφερθέντα. Στην περίπτωση που αυτά δεν έχουν το κατάλληλο ύψος για να ακουμπήσουν στο κάτω μέρος του καταστρώματος, ενεργούμε ως εξής :

Πατάμε δεξί κλικ στο κατακόρυφο ενισχυτικό που επιθυμούμε. Στην συνέχεια αριστερό κλικ και επιλέγουμε **Extrude object** → **Definition** → **ok**.

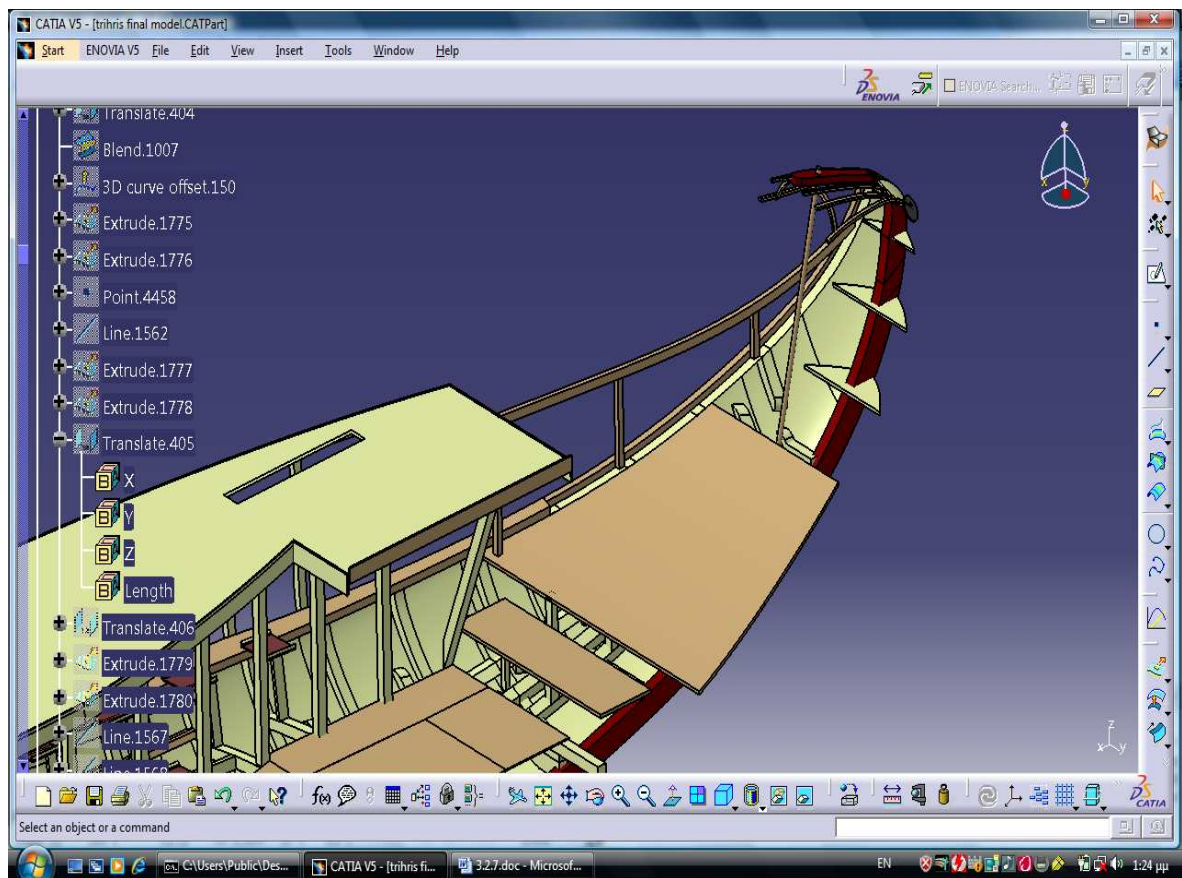
Εμφανίζεται το παράθυρο Extrude Definition.

Κρατώντας πατημένο το αριστερό κλικ πάνω στο όριο προέκτασης του ενισχυτικού, μετακινούμε προς τα επάνω μέχρι αυτό να τμήσει την επιφάνεια του καταστρώματος.

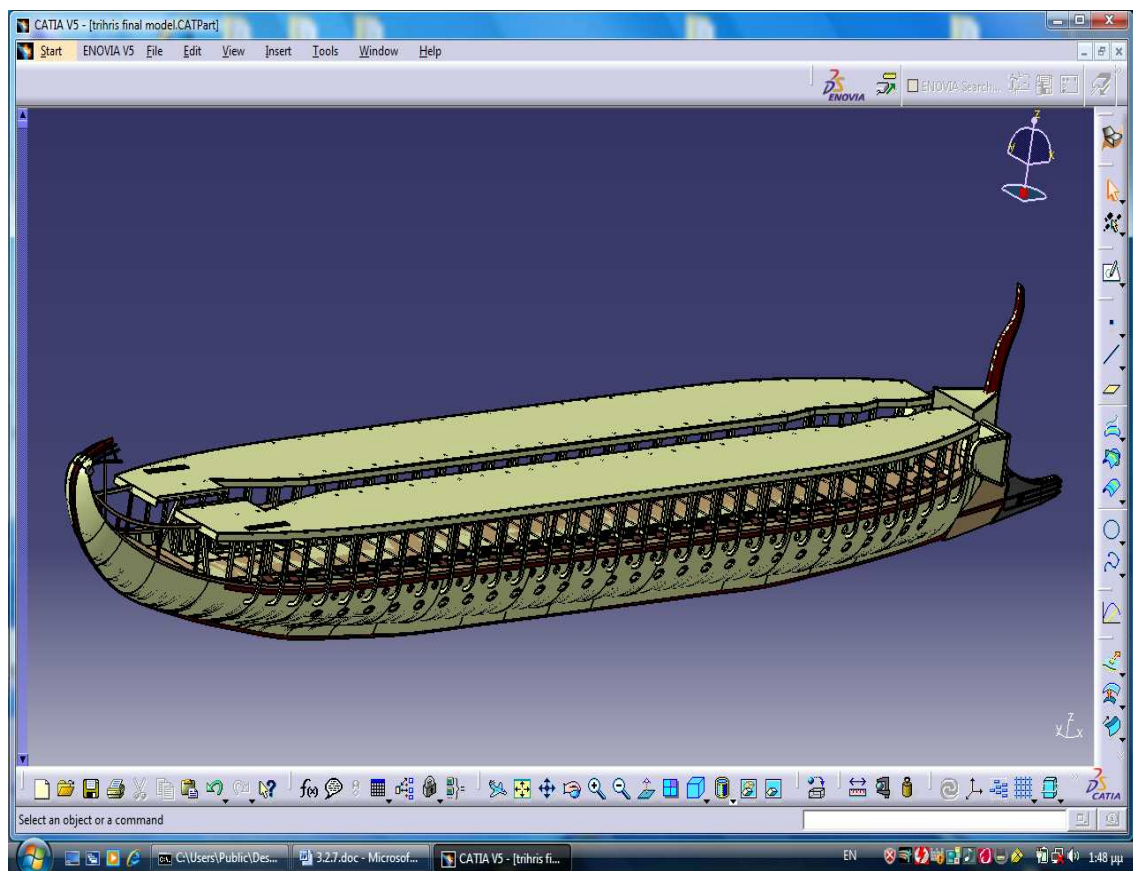
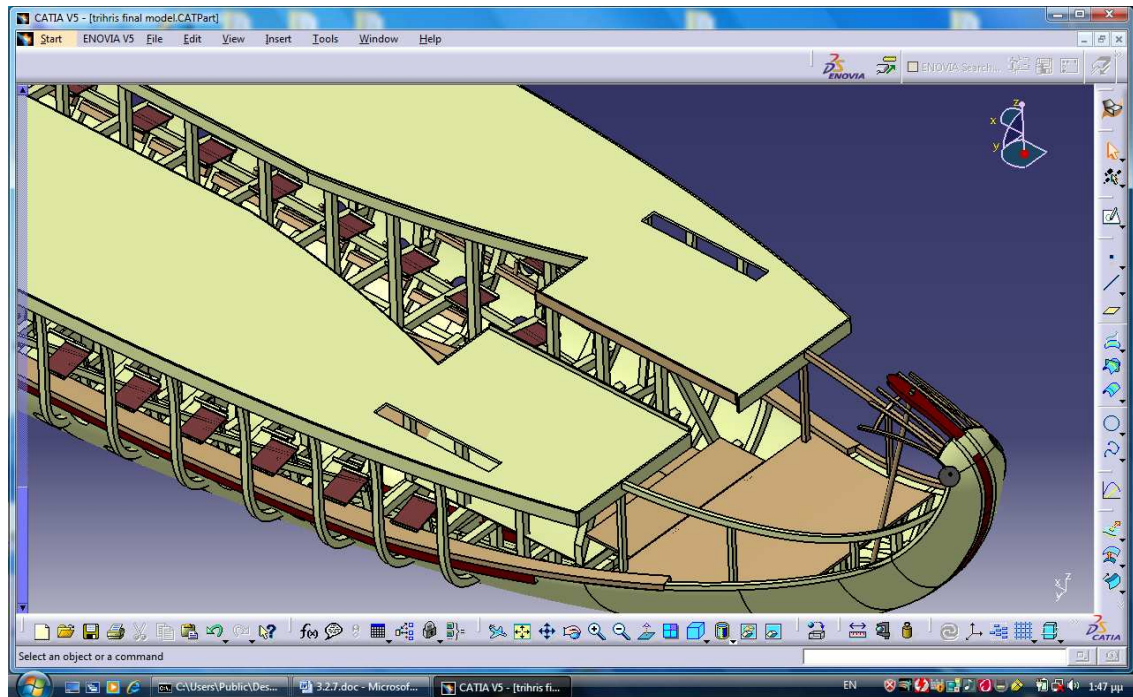
Αφαιρούμε το μέρος του ενισχυτικού που δεν χρειάζεται με χρήση της γνωστής εντολής **Split** εξασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο την εφαρμογή του ενισχυτικού στη κάτω πλευρά του καταστρώματος.



Και με αυτό το τρόπο ολοκληρώθηκε η σχεδίαση του ανώτερου καταστρώματος της πρύμνης.



Τελειώνουμε την περιγραφή της κατασκευής και διαμόρφωσης της πρύμνης, εμφανίζοντας το συμμετρικό μέρος της γάστρας ώστε να έχουμε μια πληρέστερη εικόνα του γεωμετρικού σχήματος της Τριήρους ως αυτό το σημείο.



3.2.8 ΙΣΤΙΑ

Η Τριήρης χρησιμοποιούσε ως βοηθητικό μέσο πανιά για την κινήσή της, μόνο σε περίπτωση ούριου ανέμου. Αυτά στηρίζονταν πάνω σε δύο κεντρικά ιστία.

Ο μεγάλος ιστός βρισκόταν στο μέσο του σκάφους και ο μικρός που είχε την ονομασία ακάτιος ήταν κεκλιμένος και πρόωραθεν του μεγάλου ιστού.

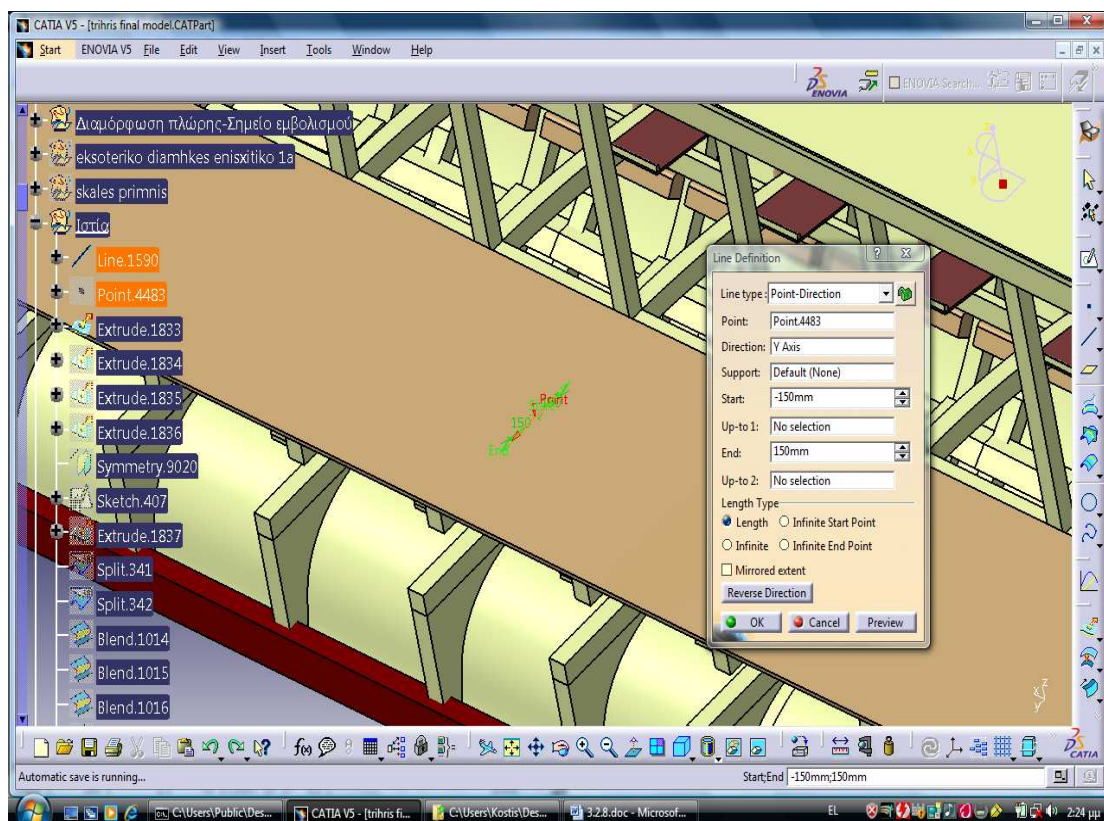
3.2.8.B1. Κατασκευή του κύριου (μεγάλου) ιστού της Τριήρους

Για την κατασκευή του κεντρικού ιστίου της Τριήρους χρησιμοποιήσαμε φωτογραφικό υλικό το οποίο συλλέξαμε από το αντίγραφο του σκάφους που υπάρχει στην μαρίνα Φλοίσβου.

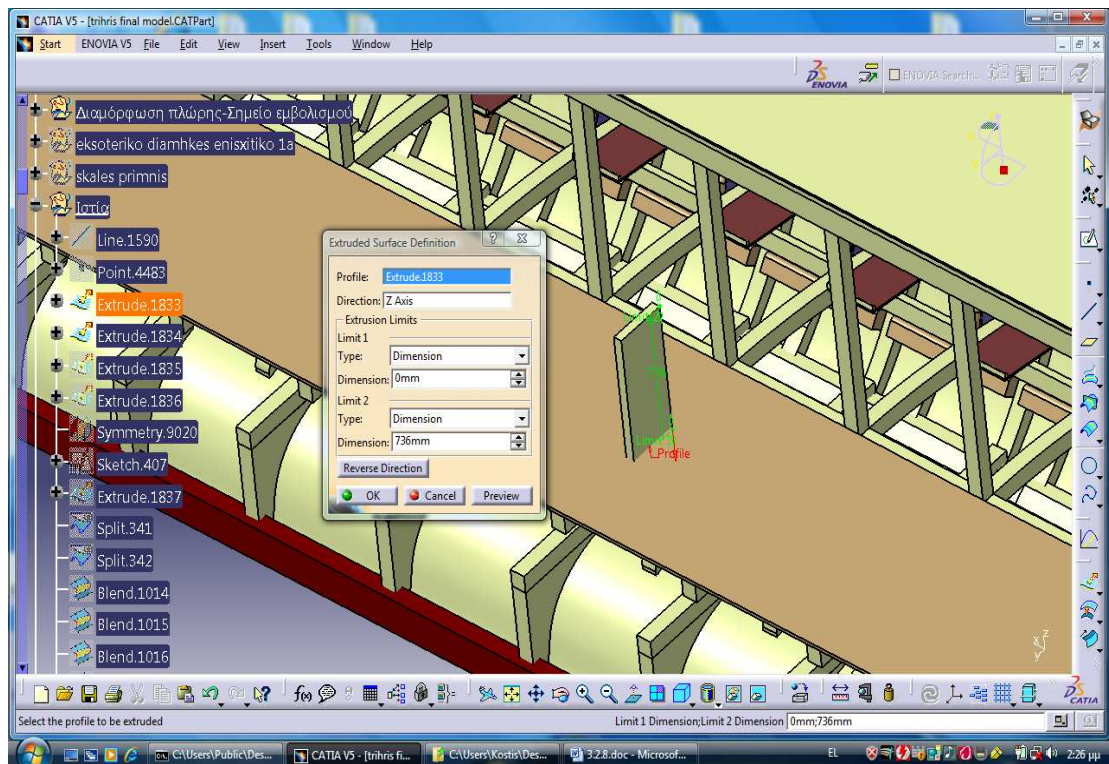
Το ιστίο είχε την δυνατότητα να αφαιρείται από την βάση του και να τοποθετείται κατά μήκος του κυρίου διαδρόμου της Τριήρους.

Συνεπώς αρχικά θα κατασκευάσουμε την βάση στήριξης του κεντρικού ιστίου της Τριήρους. Η τελευταία βρισκόταν πακτωμένη στον κύριο διάδρομο της Τριήρους στο μέσο του σκάφους.

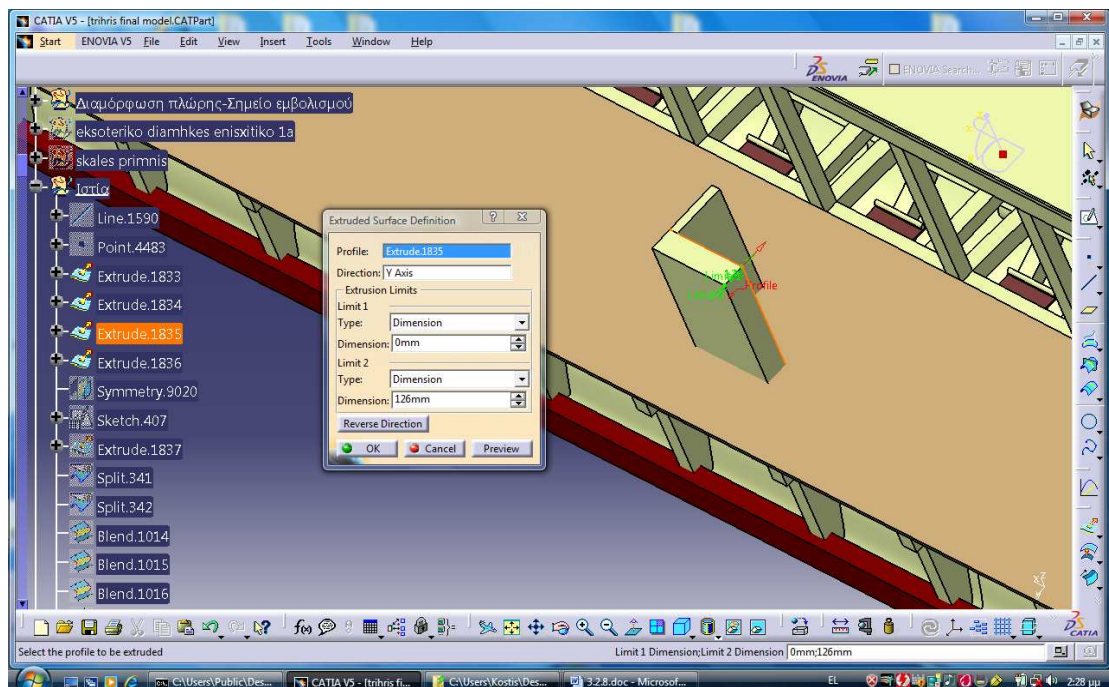
Επιλέγουμε την εντολή **Line** και φέρουμε ευθεία που εφάπτεται στο επίπεδο του διαδρόμου και έχει μήκος ίσο με το πλάτος της βάσης στηρίξεως κατά την y διεύθυνση.



Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε δύο φορές την εντολή **Extrude** για να δώσουμε ύψος και πάχος στην "πλάτη" στήριξης της βάσεως του ιστίου.

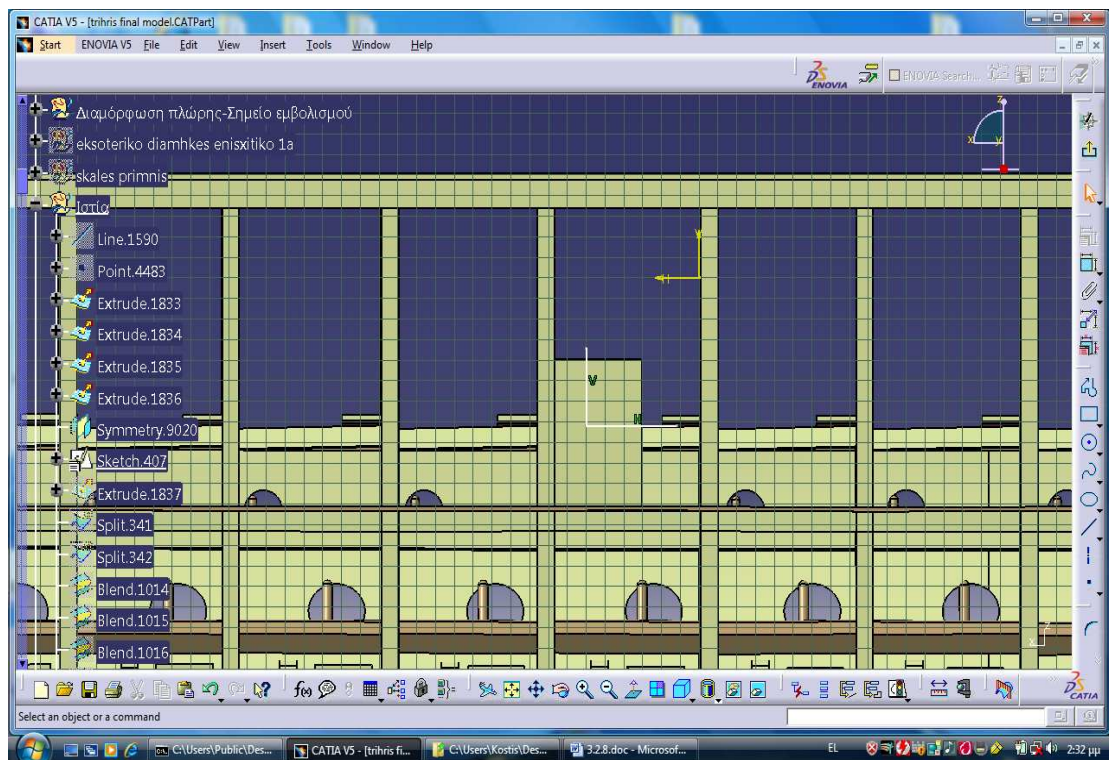


Κατόπιν επιλέγουμε την εσωτερική κατακόρυφη ακμή της "πλάτης" στήριξης της βάσεως και χρησιμοποιούμε ξανά δύο φορές την εντολή **Extrude** για να κατασκευάσουμε το πλαϊνό μέρος της βάσης.

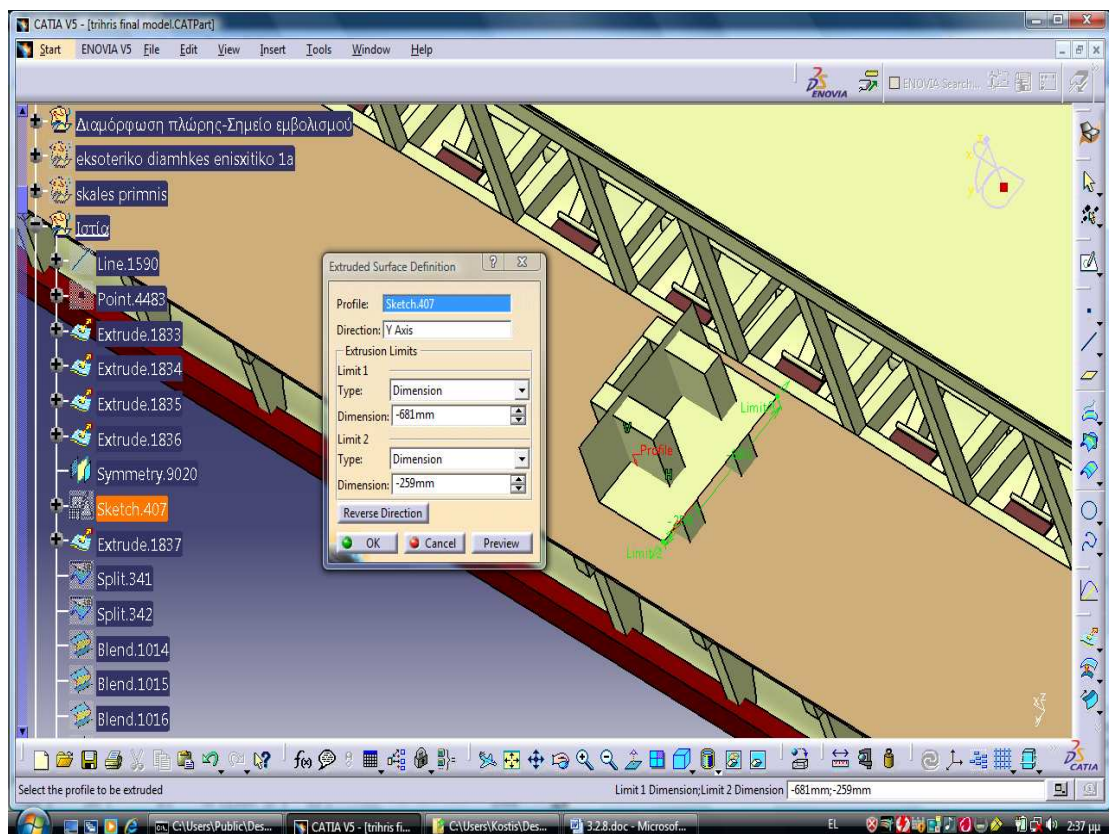


Και με την εντολή **Symmetry** χαράσουμε το συμμετρικό πλαϊνό μέρος.

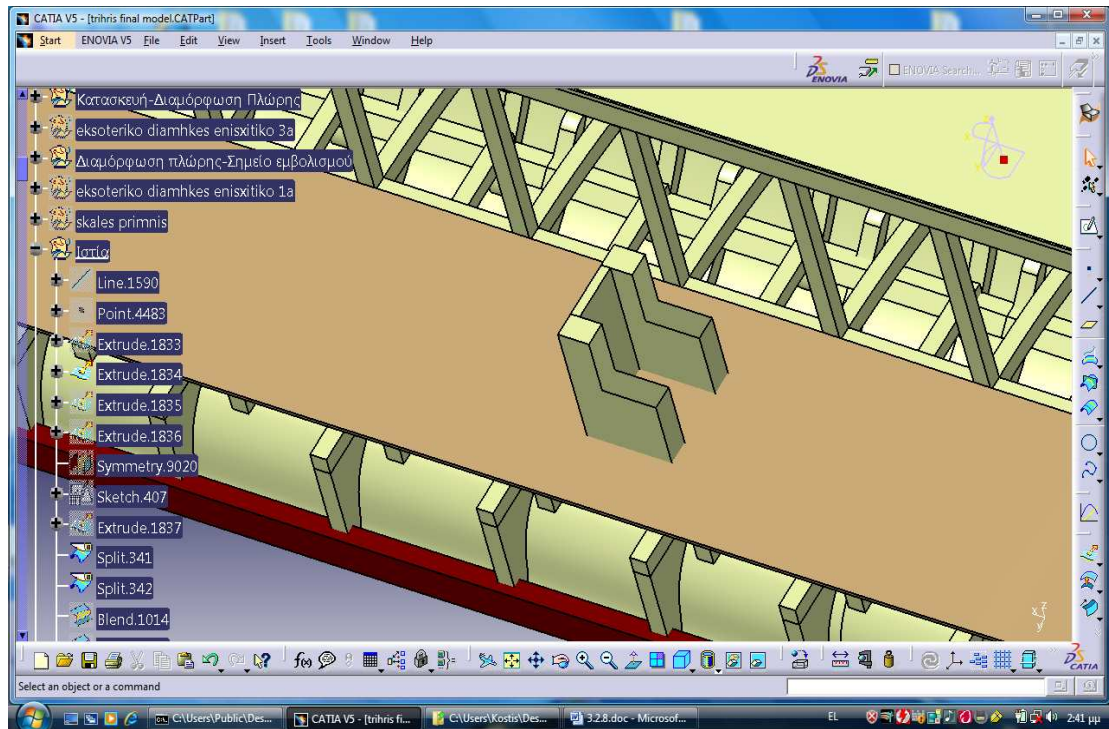
Στο xz επίπεδο σχεδιάζουμε ζεύγος ευθειών με την εντολή **Sketch**.



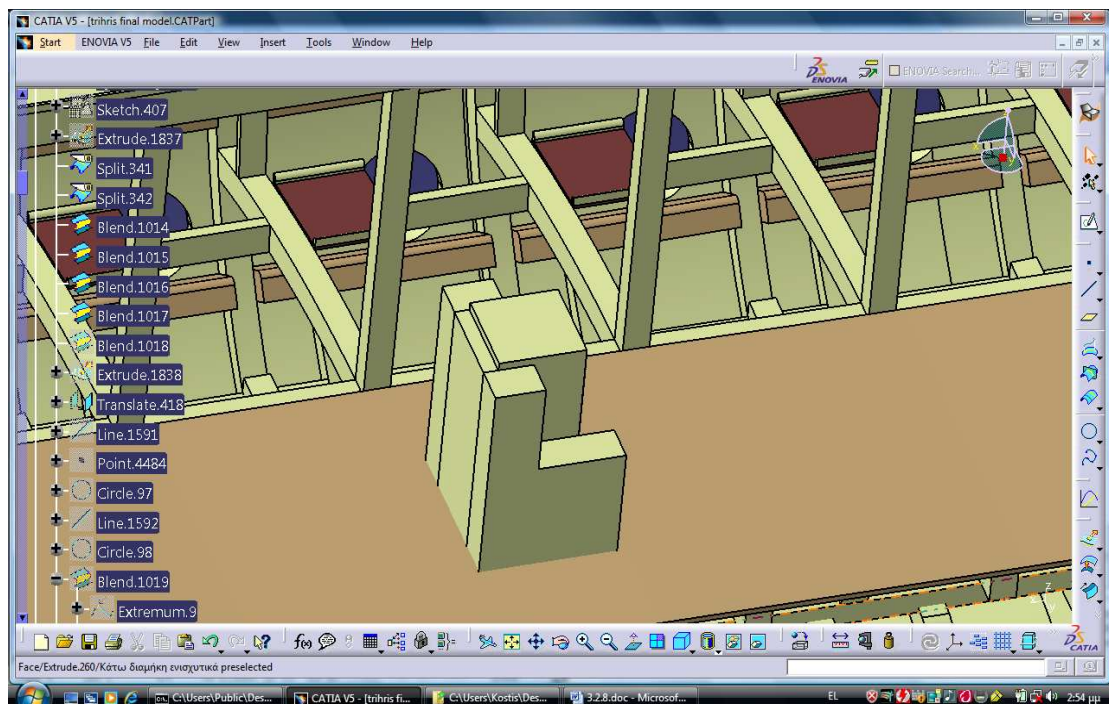
Το ζεύγος ευθειών με την εντολή **Extrude** κατά την y διεύθυνση γίνεται ζεύγος επιπέδων με τα οποία θα διαμορφώσουμε την βάση στηρίξεως.



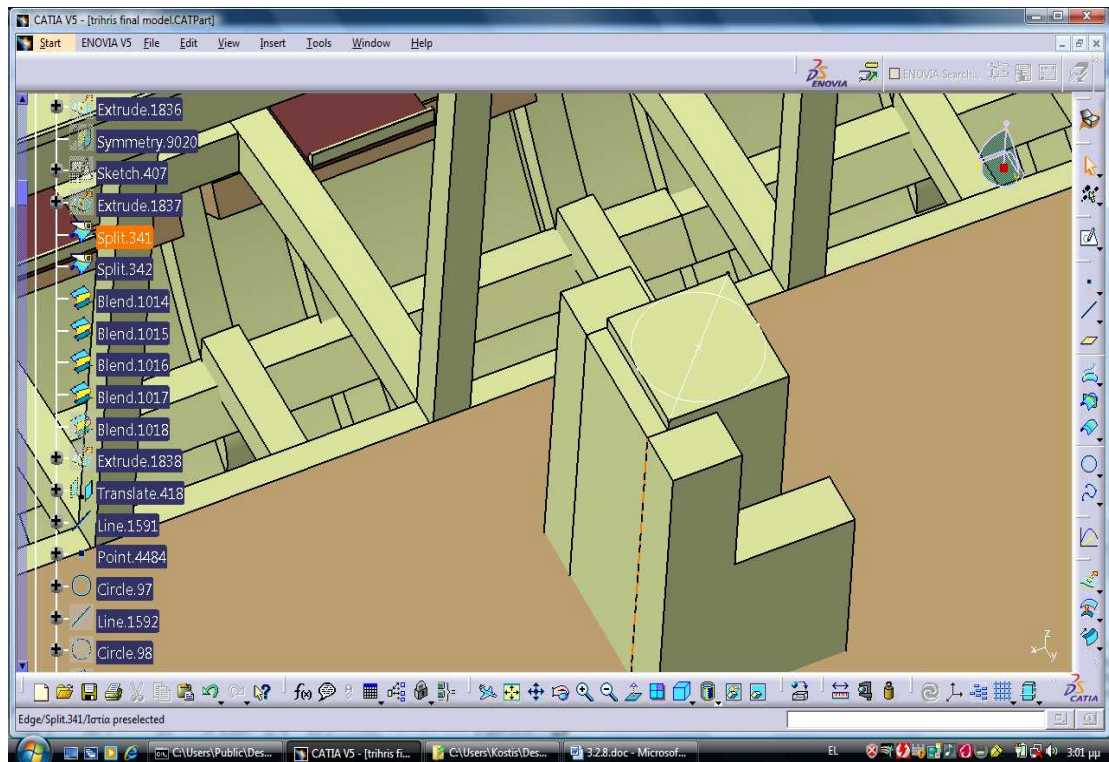
Στη συνέχεια επιλέγουμε την εντολή **Split** και αφαιρούμε το τμήμα της βάσης που δεν χρειάζεται.



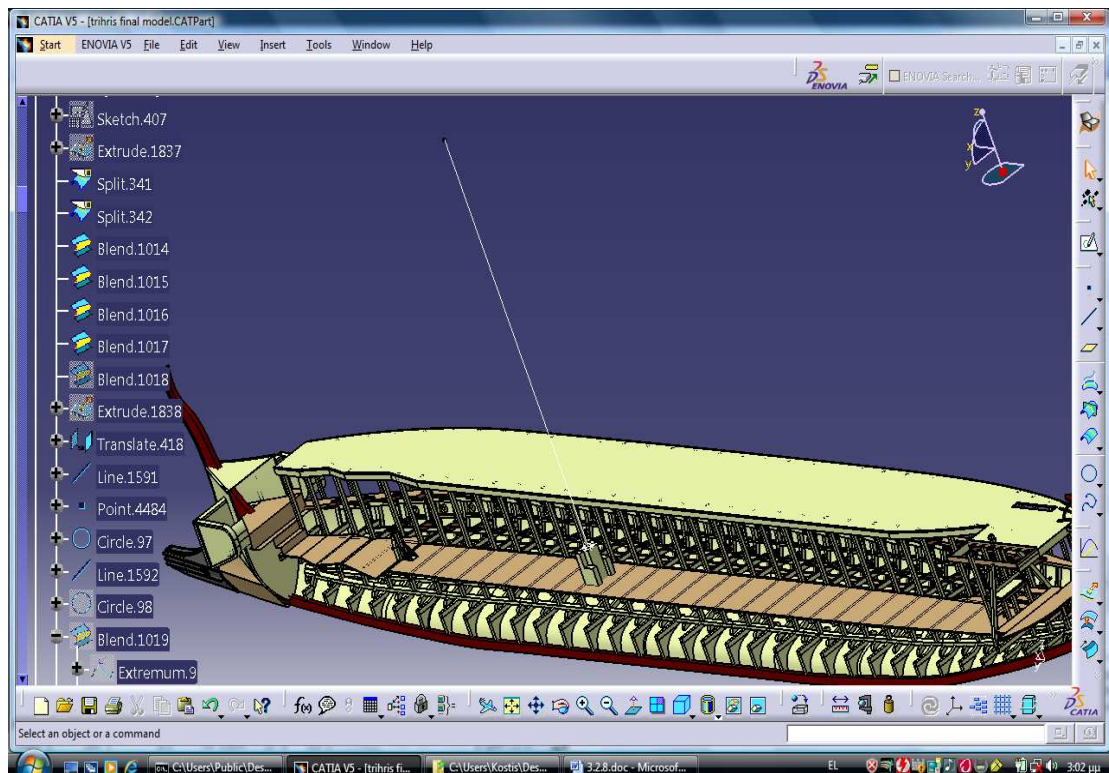
Το κύριο ιστίο που στο μεγαλύτερο τμήμα του είναι κυλινδρικής διατομής στην βάση του είναι ορθογωνικής διατομής. Ο λόγος είναι ότι η συγκράτηση του ιστίου στη θέση του μετά την εφαρμογή δυνάμεων και πιέσεων λόγω ανέμων είναι πολύ καλύτερη όταν είναι ορθογωνικής διατομής. Για να κατασκευάσουμε την βάση του κύριου ιστίου επιλέγουμε την εσωτερική εγκάρσια ακμή της "πλάτης" της βάσης στηρίξεως και χρησιμοποιούμε δύο φορές την εντολή **Extrude** όπως προηγουμένως.



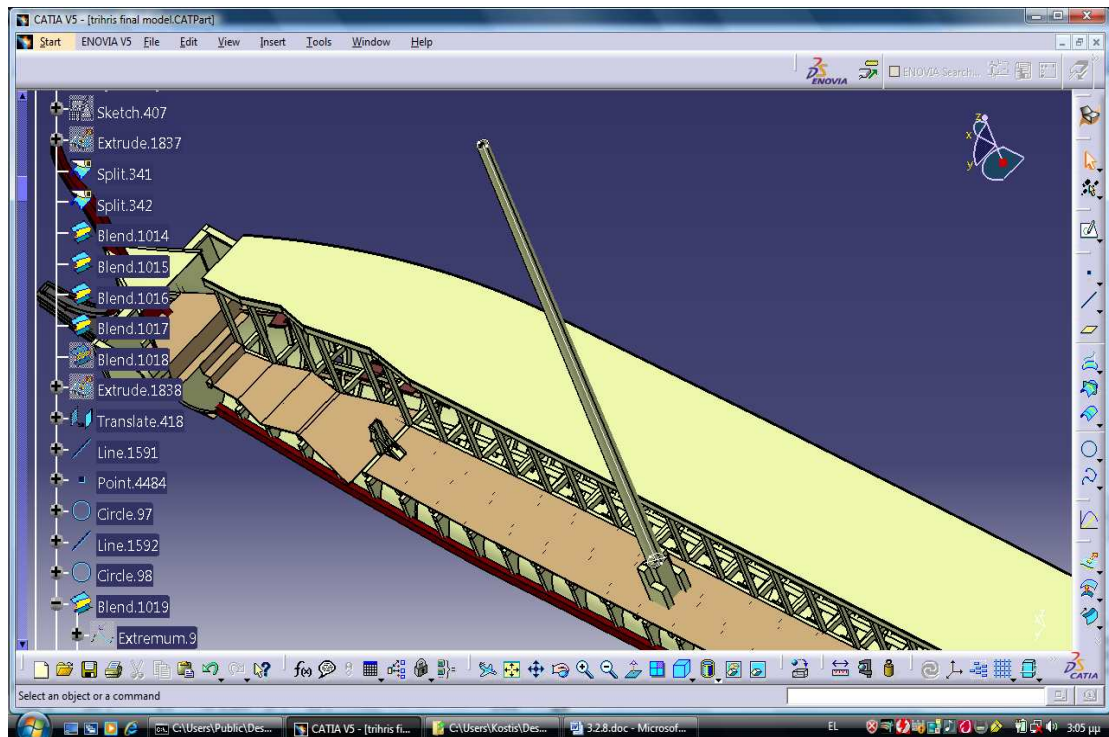
Κατόπιν στο μέσο του πάνω μέρους της βάσεως στηρίξεως δημιουργούμε σημείο με την εντολή **Point**. Στη συνέχεια κύκλο με κέντρο το προηγούμενο σημείο και διάμετρο ίση με αυτή του κεντρικού ιστίου με την εντολή **Circle**.



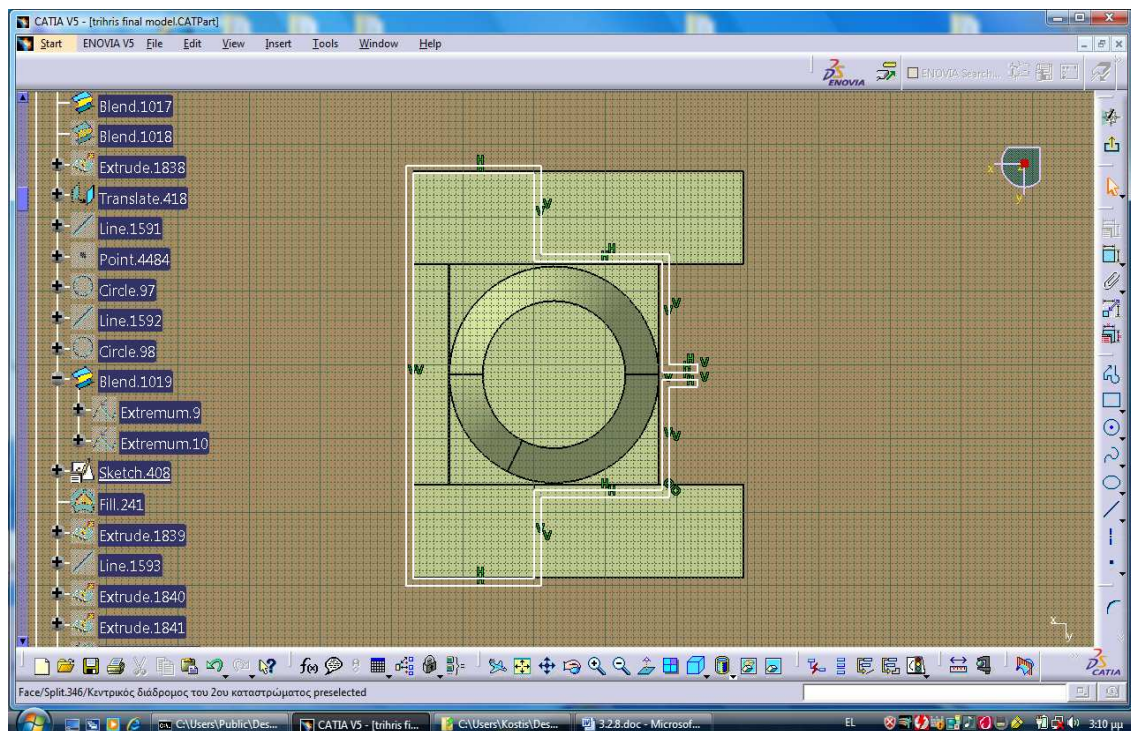
Με σημείο εκκίνησης το κέντρο του κύκλου χαράσσουμε ευθεία (εντολή **Line**) κατά την z διεύθυνση και μήκος ίσο με το ύψος του κεντρικού ιστίου.



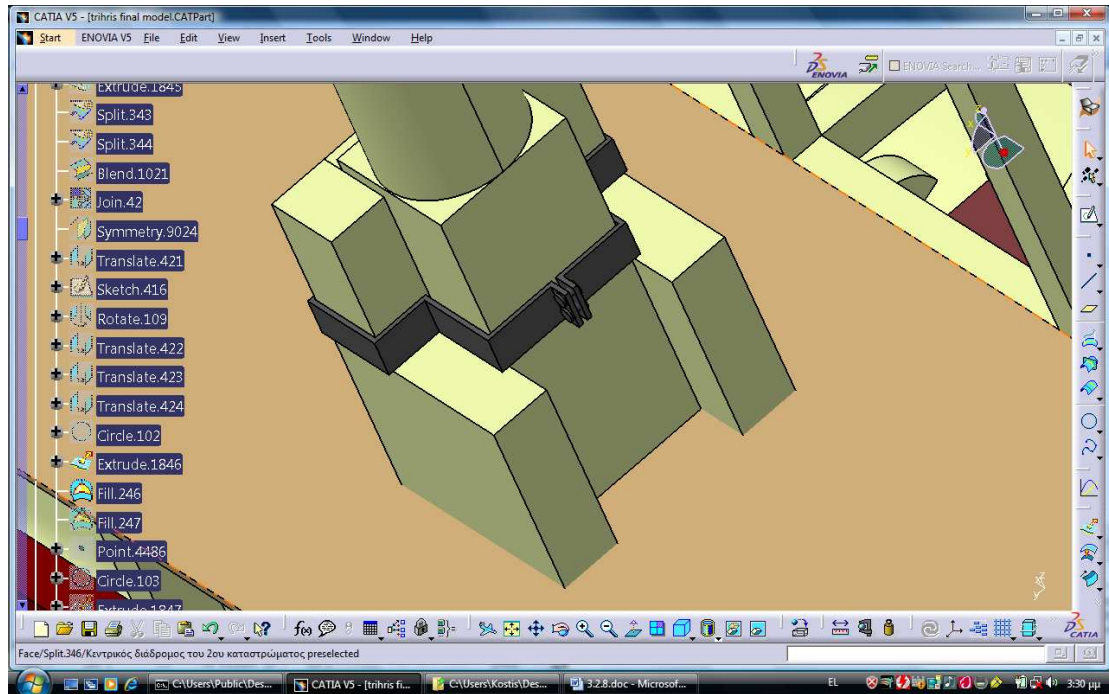
Συνεχίζοντας επιλέγουμε ξανά την εντολή **Circle** σε xy επίπεδο για να καθορίσουμε την διάμετρο του άνω τμήματος του ιστίου και με την εντολή **Blend** φέρουμε την επιφάνεια του ιστίου.



Με ταυτό το τρόπο σχεδιάστηκε ο βασικός κορμός του ιστίου. Έπειτα επιλέγουμε xy επίπεδο και κάνοντας χρήση της εντολής **Sketch** σχεδιάζουμε το περίγραμμα του μεταλλικού συνδέσμου συγκράτησης του κορμού του ιστίου εσωτερικά της βάσεως στηρίξεως.

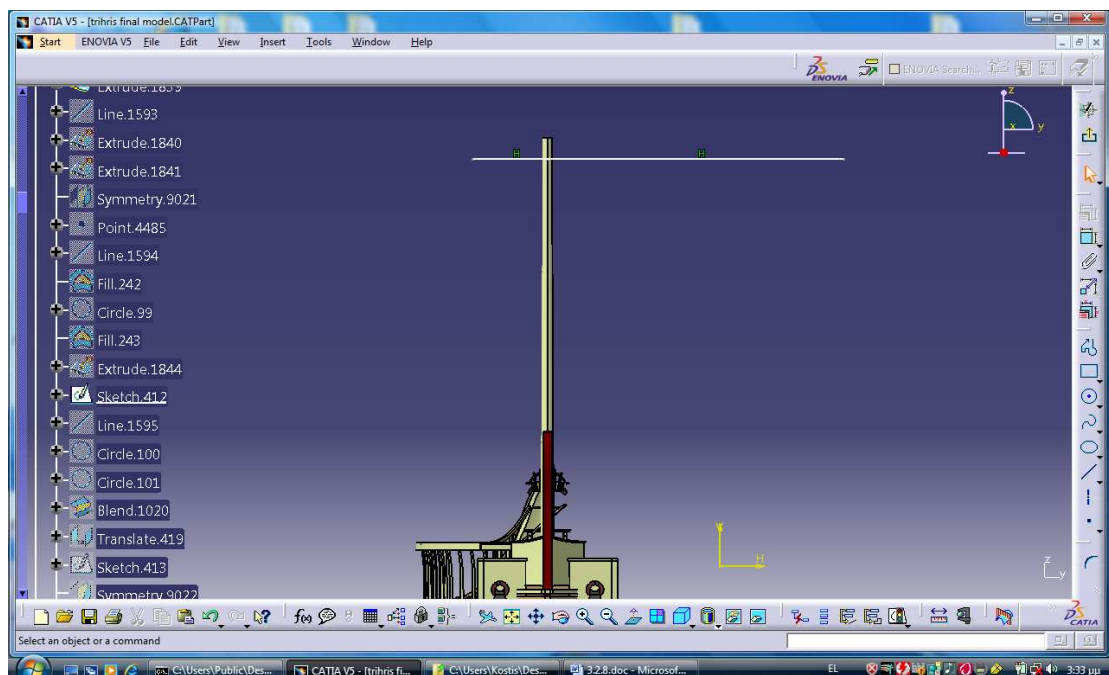


Από το περίγραμμα φέρουμε την επιφάνεια με την εντολή **Fill** και κατασκευάζουμε τον σύνδεσμο συγκράτησης με την εντολή **Extrude** με προέκταση κατά την z διεύθυνση. Οι ύλοι συγκράτησης κατασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο που περιγράφηκε προηγουμένως.

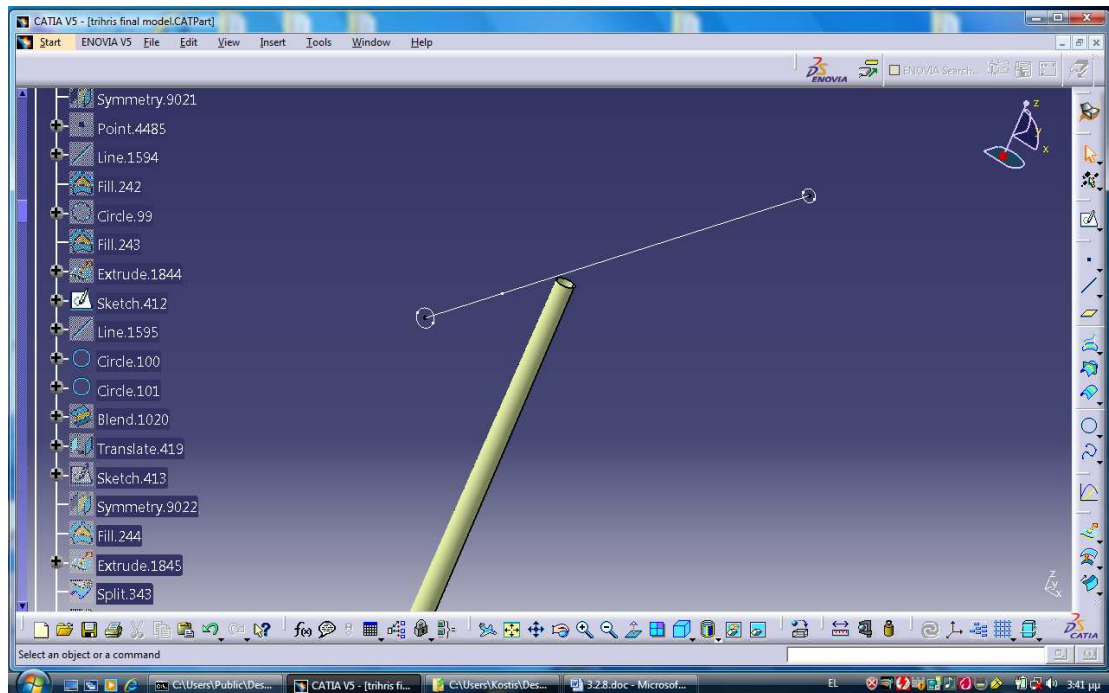


Τα μικρότερα εγκάρσια ιστία τα οποία στηρίζονται πάνω στον κύριο κορμό και συγκρατούν τα πανιά της Τριήρους σχεδιάζονται ως εξής :

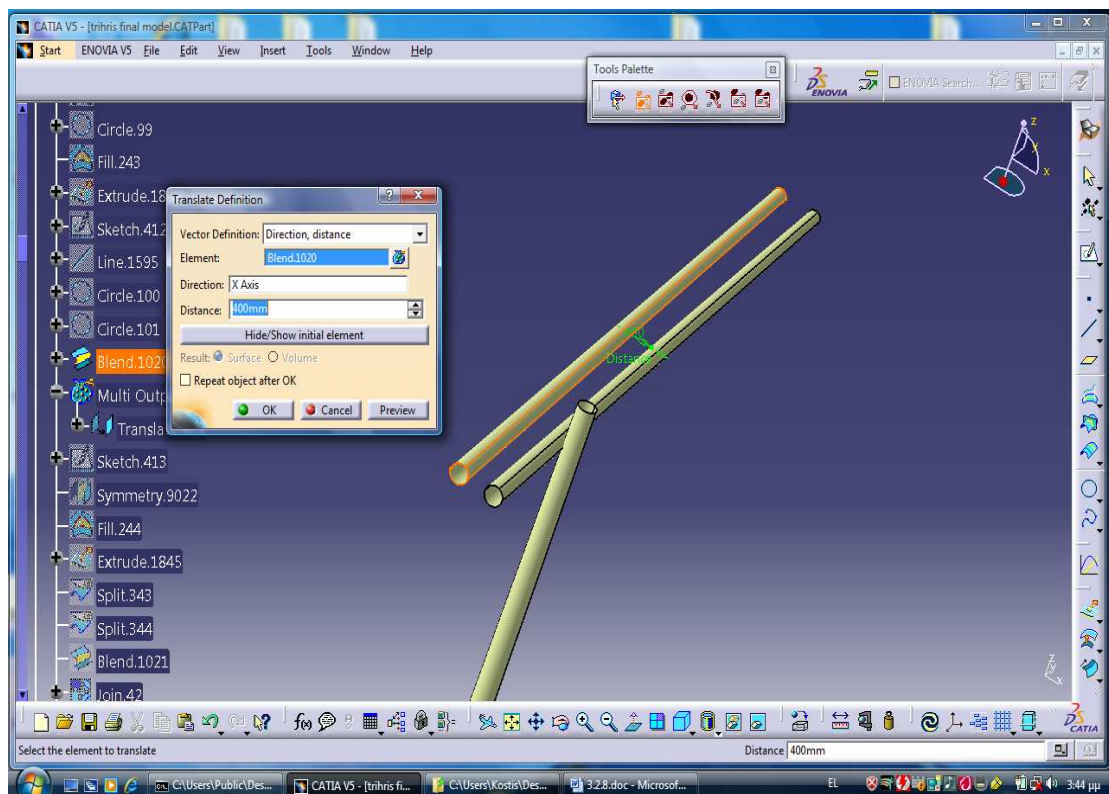
Στο yz επίπεδο επιλέγουμε την εντολή **Sketch** και χαράσουμε ευθεία με μήκος όσο του ιστίου.



Κατόπιν με διπλή χρήση της εντολής **Circle** σχεδιάζουμε κύκλους στα άκρα της ευθείας επιλέγοντας την σωστή διάμετρο.

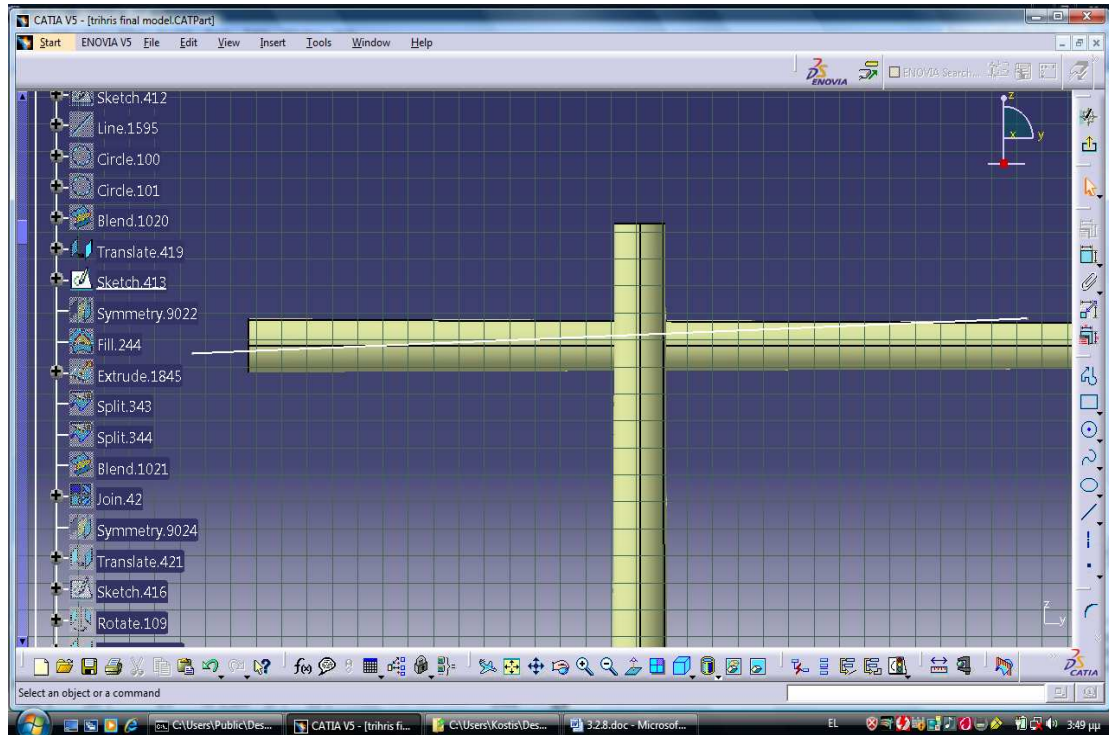


Με όρια τους κύκλους κατασκευάζουμε το εγκάρσιο ιστίο με την εντολή **Blend** και με την εντολή **Translate** το μεταφέρουμε κατά τον x άξονα μέχρι να τμήσει τον κεντρικό κορμό.

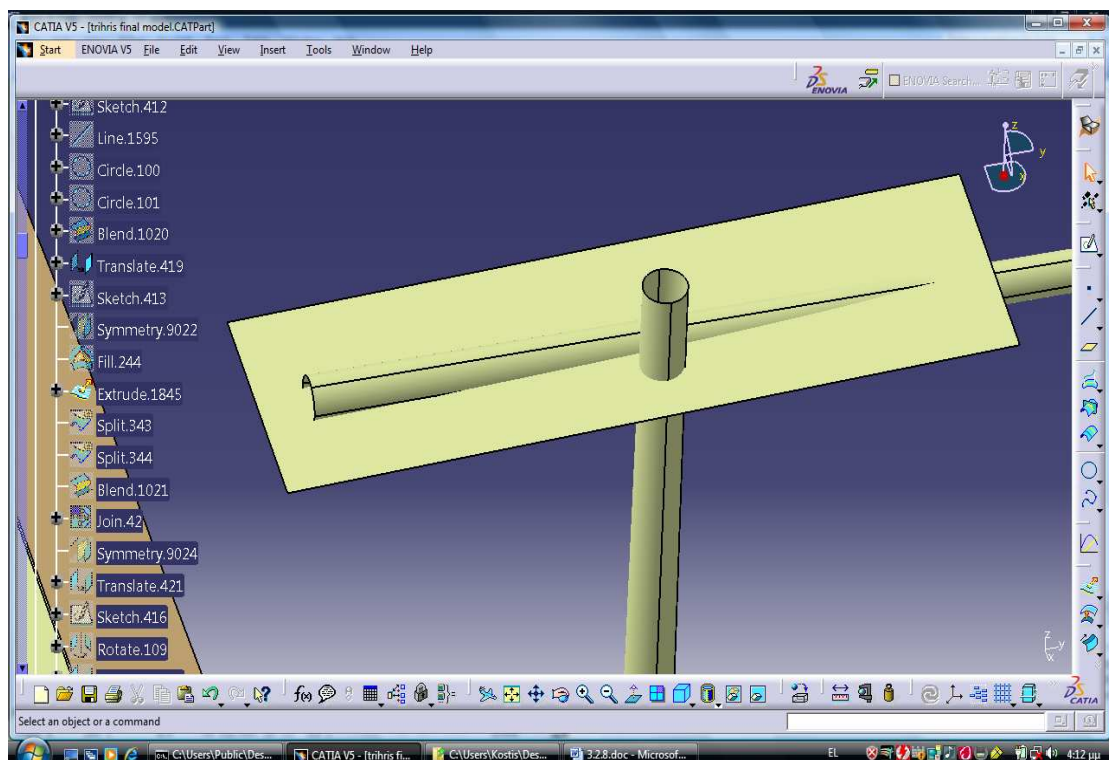


Στη συνέχεια διαμορφώνουμε το άκρο του ιστίου που βρίσκεται πιο κοντά στον κεντρικό κορμό με τέτοιο τρόπο, ώστε να διευκολύνεται η συγκρατησή του με το συμμετρικό του.

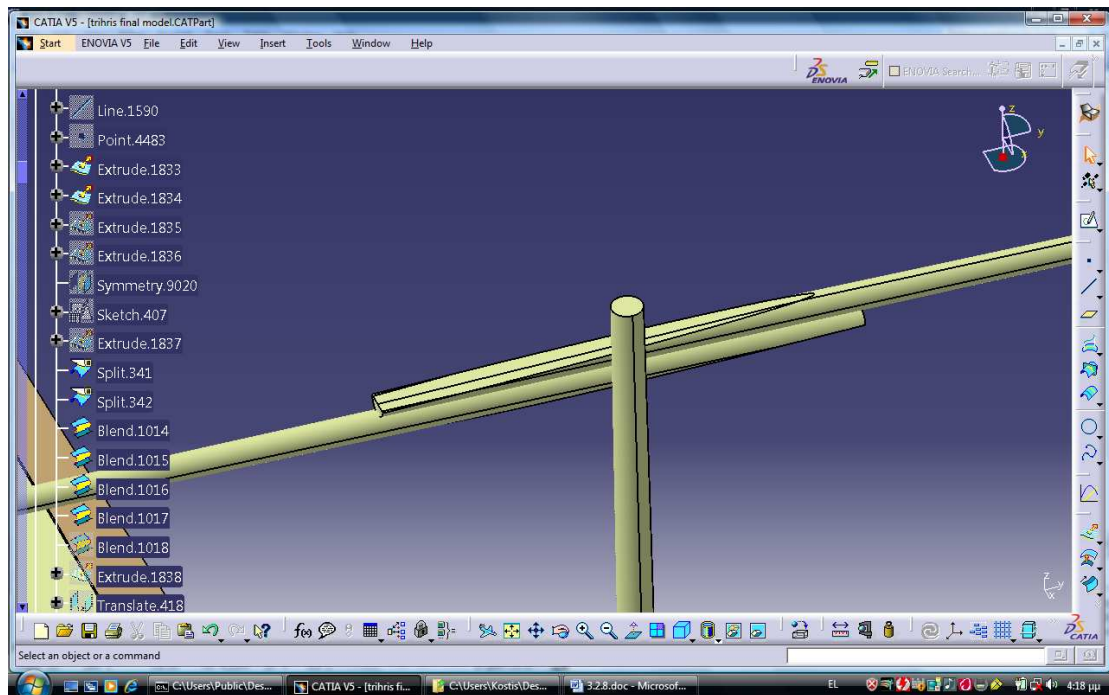
Σε yz επίπεδο με την εντολή **Sketch** φέρουμε ευθεία



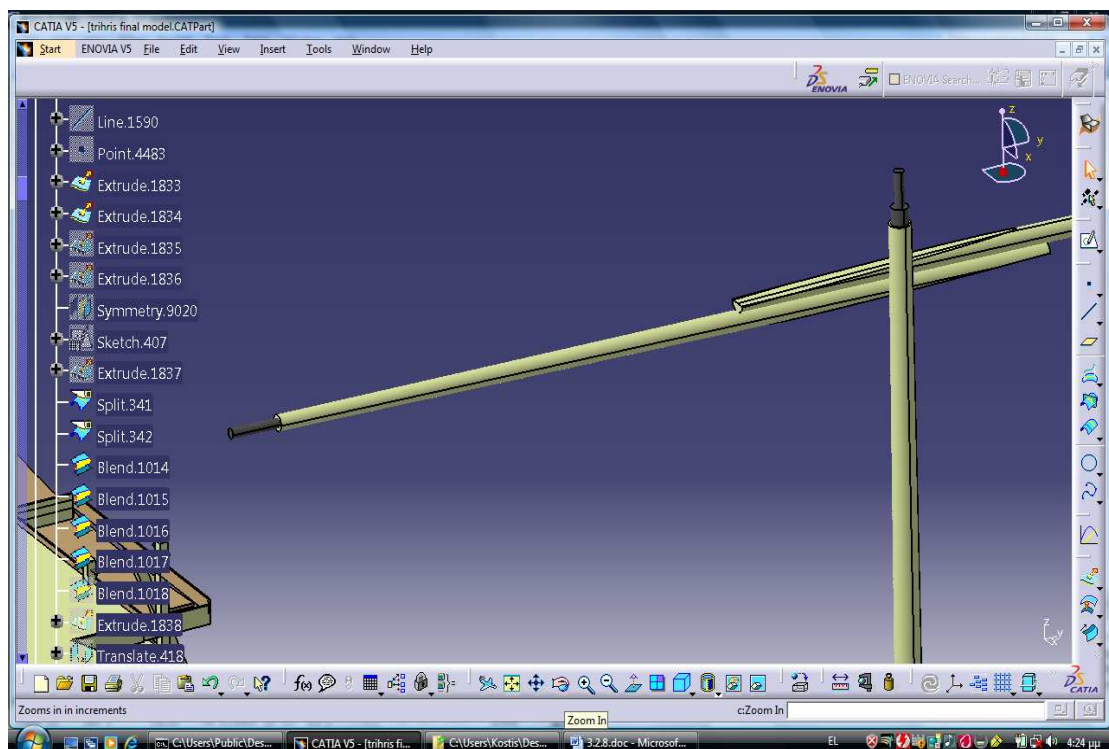
η οποία με την εντολή **Extrude** θα μας δώσει το επίπεδο τομής του εγκάρσιου ιστίου.



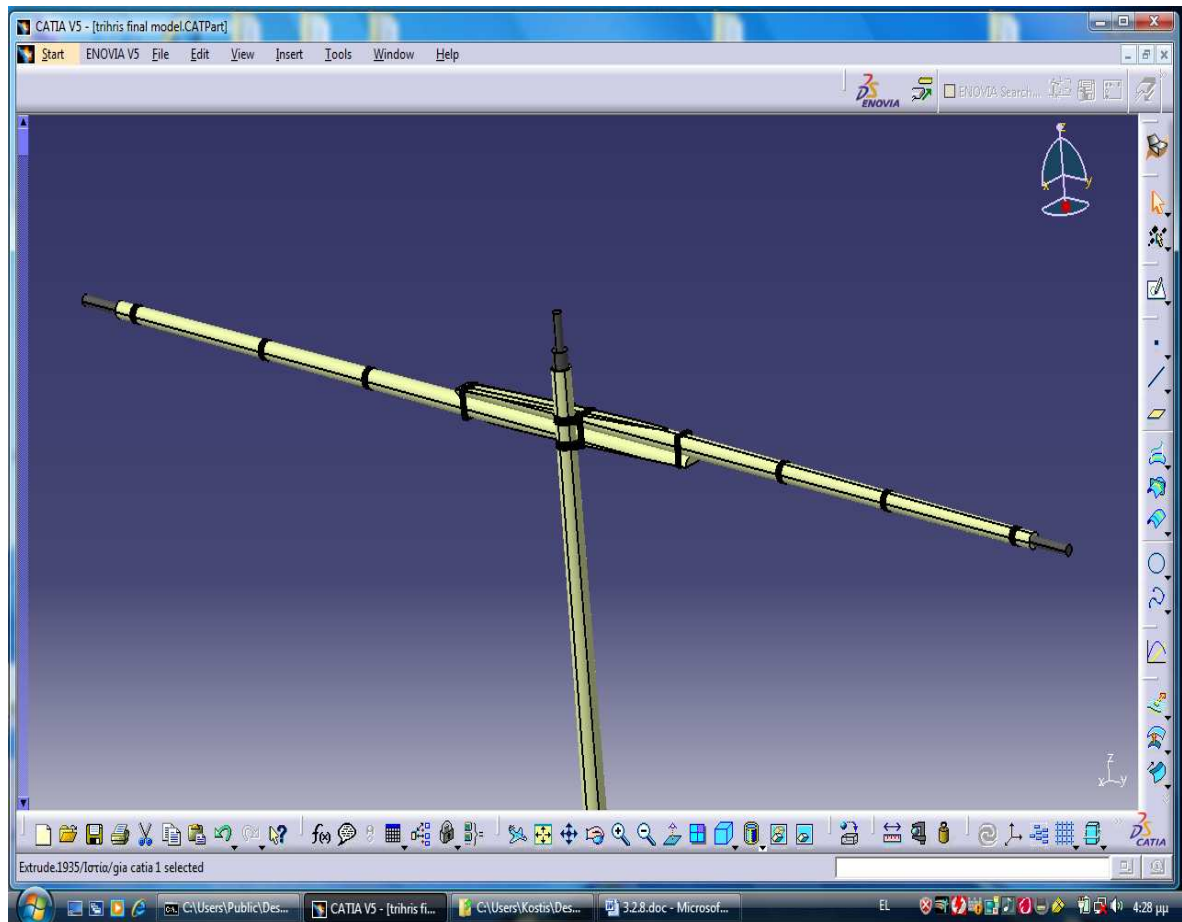
Κόβουμε το ιστίο με την εντολή **Split** και γεμίζουμε την επιφάνεια του σημείου τομής με την εντολή **Fill**. Φέρουμε και το συμμετρικό του με χρήση της εντολής **Symmetry**.



Στην κορυφή του κεντρικού κορμού αλλά και στις άκρες των εγκάρσιων ιστίων υπάρχουν μεταλλικοί ομόκεντροι κύλινδροι που χρησιμεύουν για το δέσιμο των σχοινιών που συγκρατούν τα πανιά. Η κατασκευή τους δεν διαφέρει από εκείνη των ιστίων και για αυτό παρουσιάζονται μόνο γραφικά.



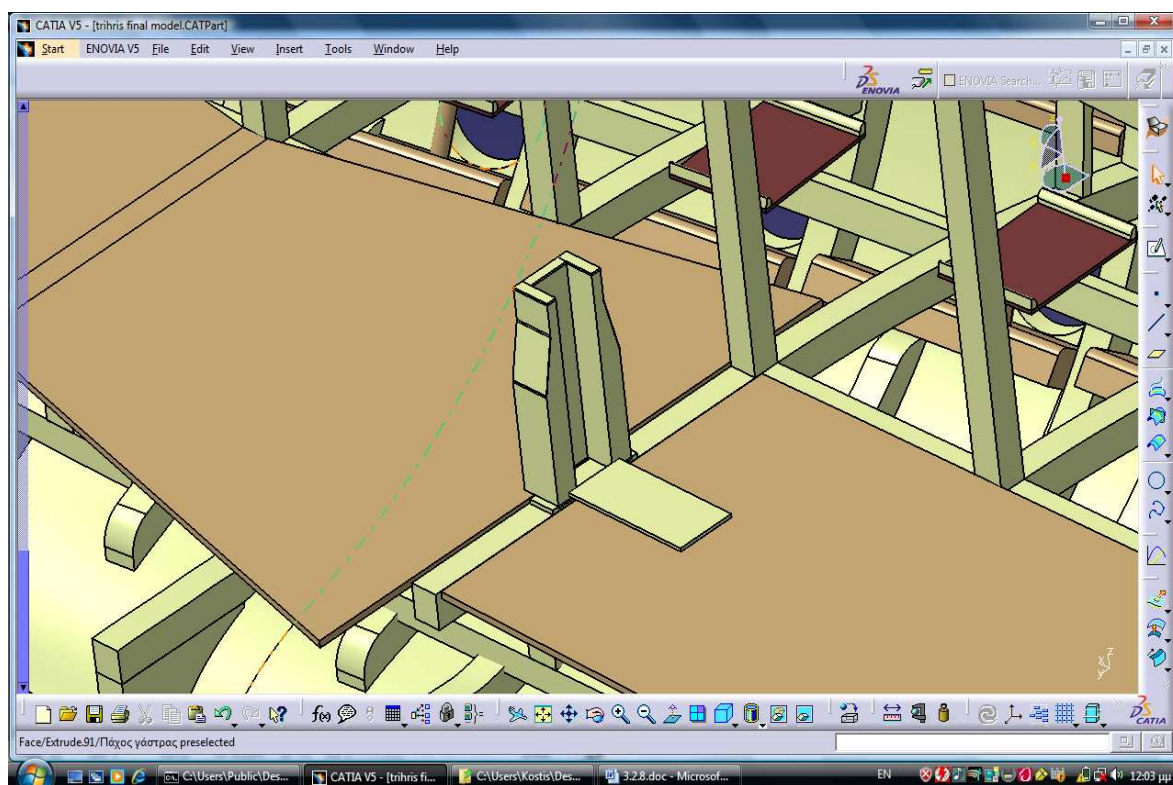
Τέλος σχεδιάζουμε τους ιμάντες συγκράτησης των ιστίων μεταξύ τους αλλά και με τον κύριο κορμό. Η σχεδίαση γίνεται με πλαίσια τα οποία περιβάλλουν τα ιστία και είναι σχετικά απλή. Η μέθοδος σχεδίασής τους έχει περιγραφεί πλήρως σε προηγούμενες κατασκευές.



3.2.8.B2. Κατασκευή του προωραίου ιστίου (ακάτιος) της Τριήρους

Η σχεδίαση του πρώταθεν βοηθητικού ιστίου δεν διαφέρει σε γενικές γραμμές από αυτή του κυρίως ιστίου που βρίσκεται στη μέση του σκάφους.

Ο ακάτιος εδράζεται σε σταθερή βάση υπό κλίση. Η σχεδίαση του βασικού μέρους της βάσης στήριξης είναι όμοια με αυτή του μεγάλου ιστίου και παρουσιάζεται μόνο γραφικά.

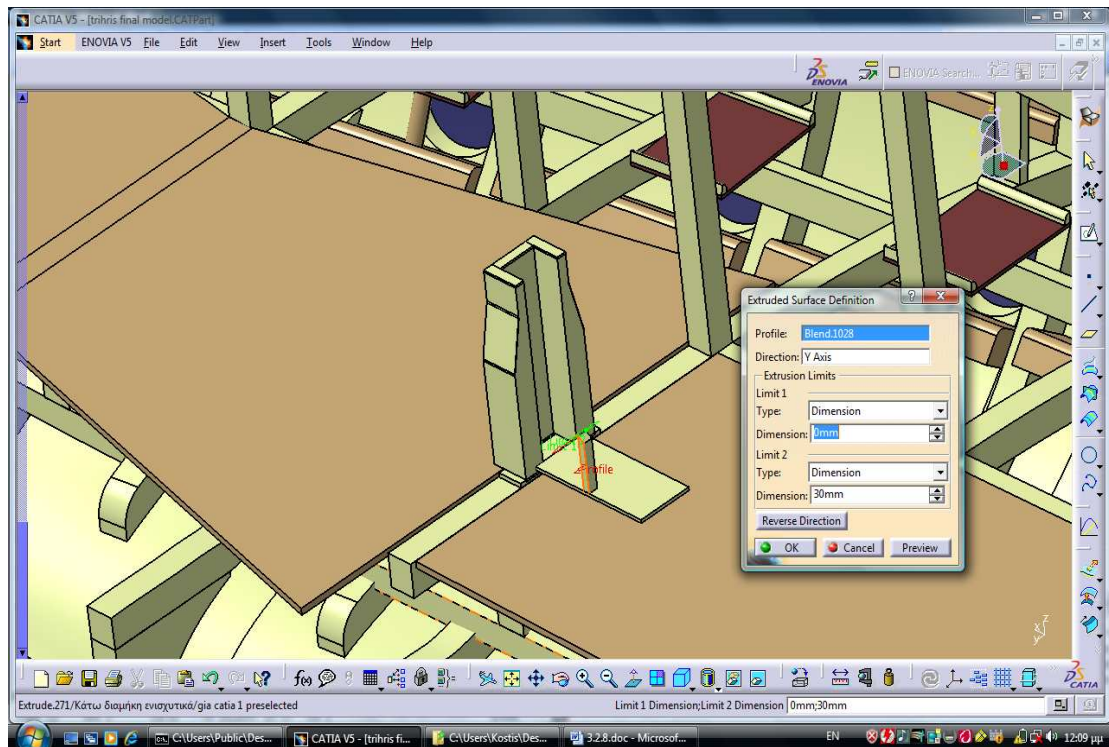


Ακολουθεί η σχεδίαση των διαμηκών κεκλιμένων στηρίξεων.

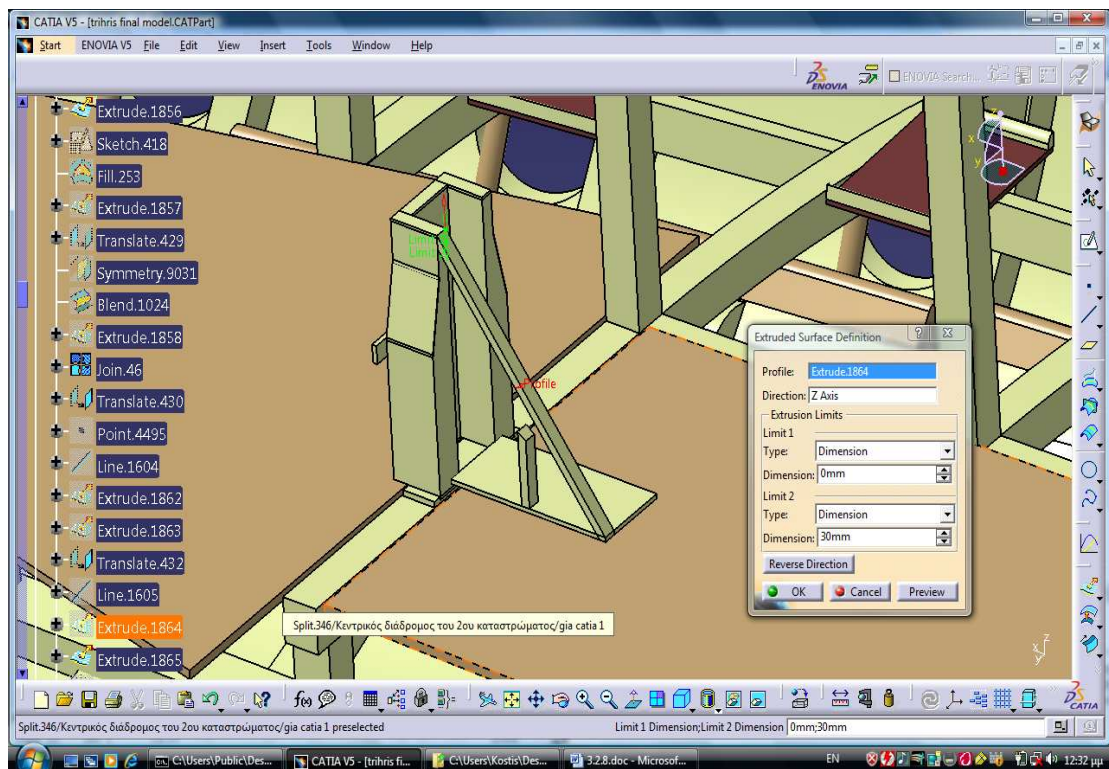
Οι τελευταίες συγκρατούν τον κορμό του ακάτιου και μέσω ενός ύλου του δίνουν την κατάλληλη κλίση.

Για να κατασκευάσουμε τα κατακόρυφα ενισχυτικά που στηρίζουν τις διαμήκεις κεκλιμένες στηρίξεις, δημιουργούμε ζεύγος σημείων με την εντολή **Point** και στη συνέχεια ζεύγος ευθειών κατά την z διεύθυνση με την εντολή **Line**.

Κατά τα γνωστά φέρουμε την μεταξύ τους επιφάνεια με την εντολή **Blend** και ολοκληρώνουμε την σχεδίασή τους δίνοντας τους το κατάλληλο πάχος με την εντολή **Extrude**.



Χρησιμοποιούμε την άνω αριστερή ακμή της βάσης στηρίξεως και ευθύγραμμο τμήμα που έχουμε δημιουργήσει στο κάτω μέρος της βάσης για να κατασκευάσουμε τη κεκλιμένη στήριξη με χρήση των εντολών **Blend** και **Extrude**.



Στη συνέχεια επιλέγουμε την εντολή **Rotate** για να στρέψουμε το ενισχυτικό στην σωστή θέση.

Insert → **Operations** → **Rotate** → **ok**

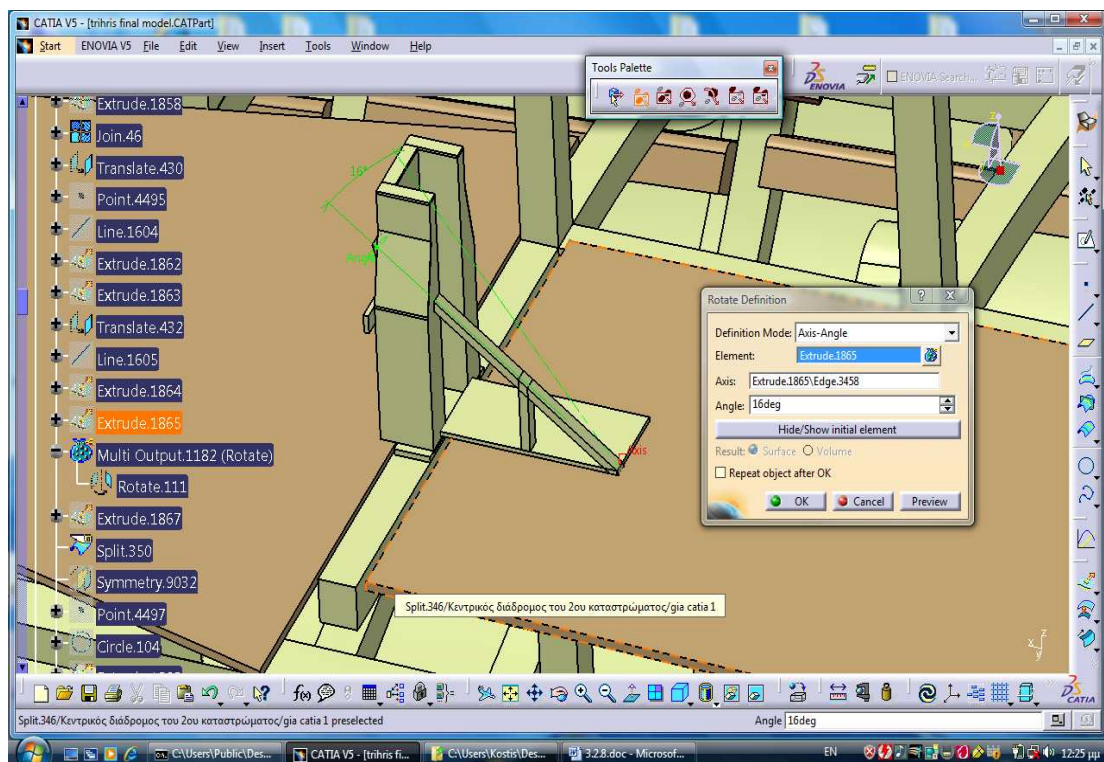
Εμφανίζεται το παράθυρο Rotate Definition

Definition Mode → **Axis-Angle**

Element → κλίκ στο κεκλιμένο ενισχυτικό

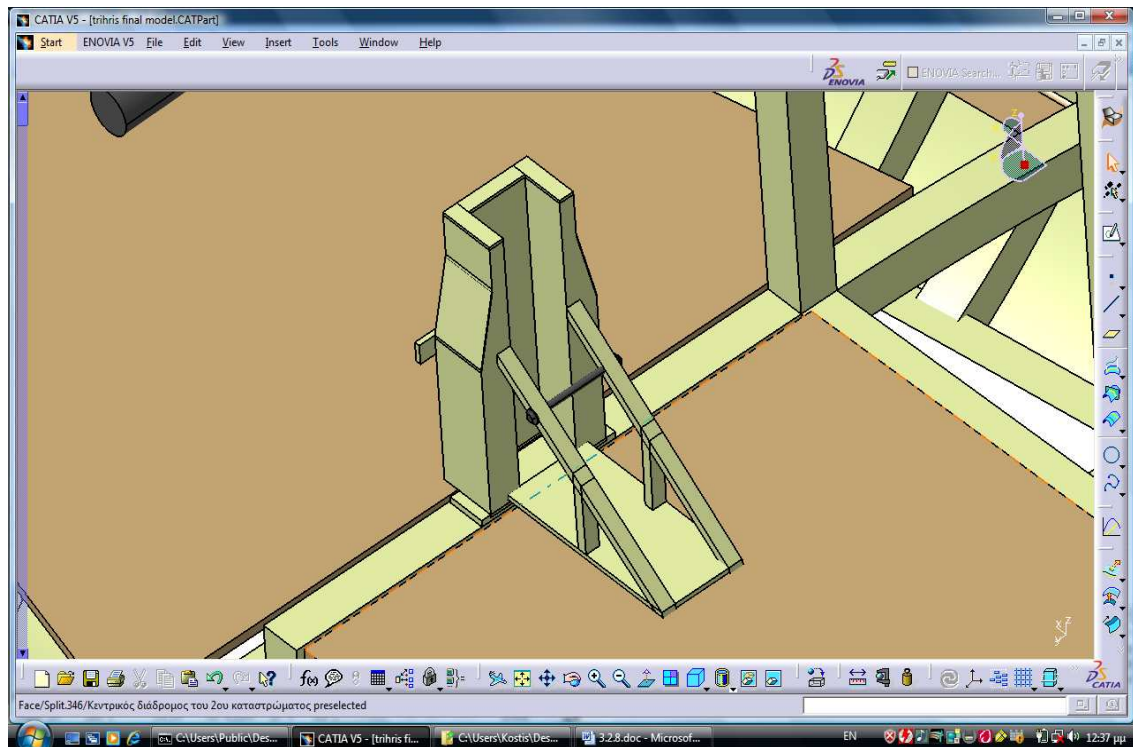
Axis → κλίκ στην κάτω εγκάρσια ακμή του ενισχυτικού

Angle → με πατημένο το δεξί κλίκ στρέφουμε στην σωστή θέση έδρασης του κεκλιμένου ενισχυτικού

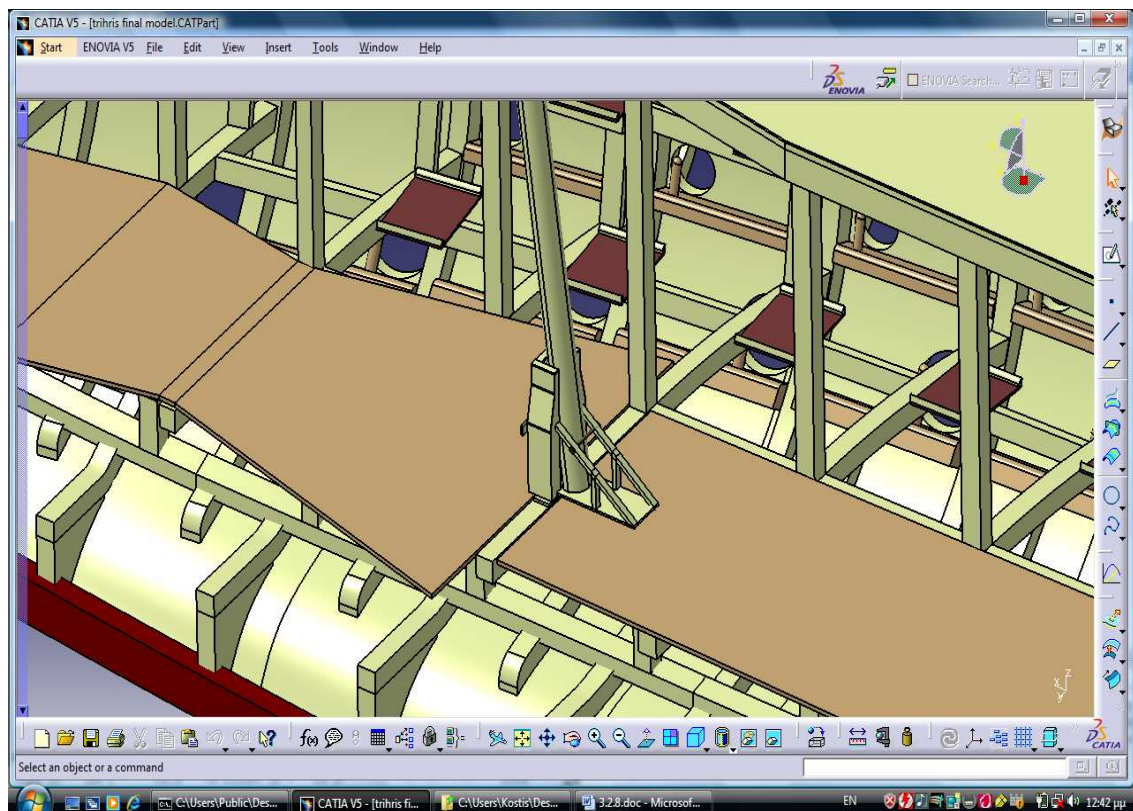


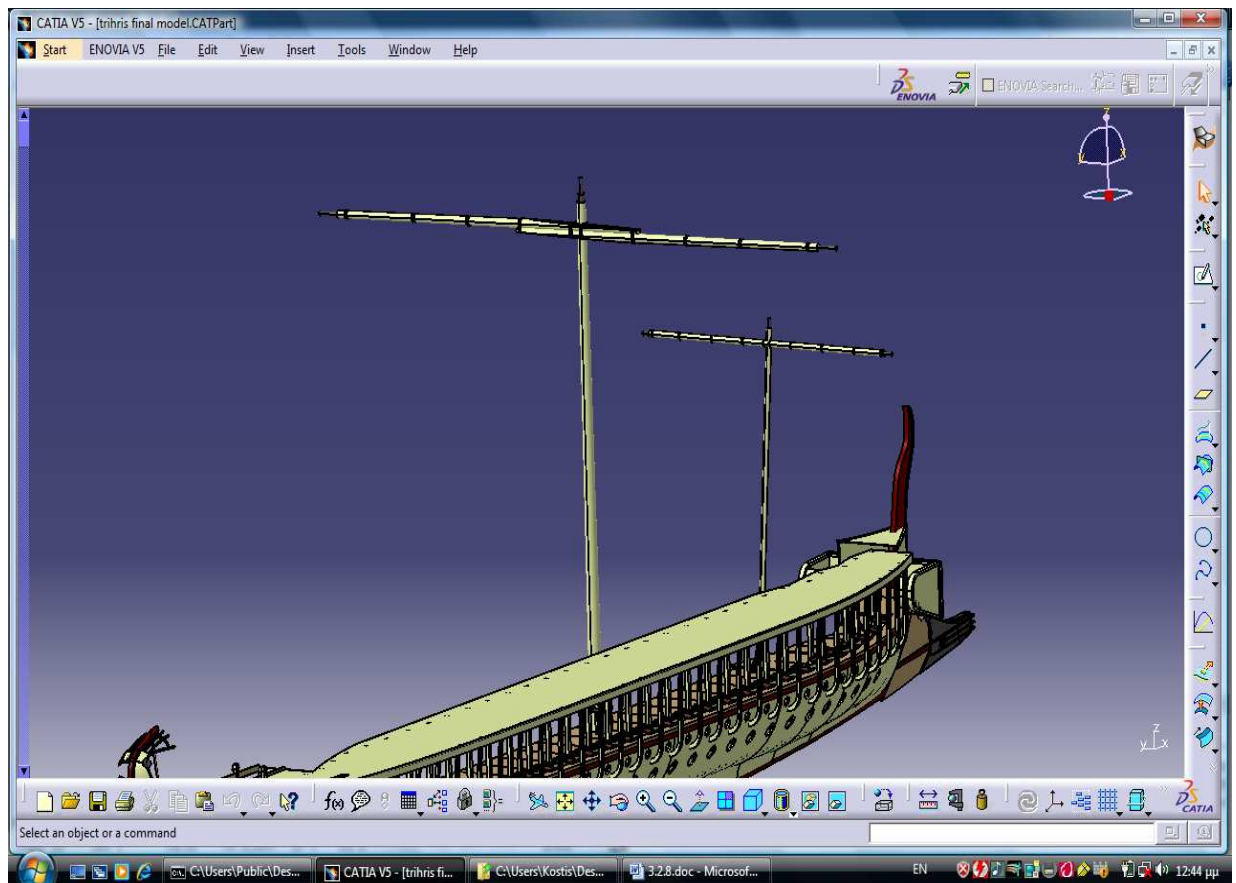
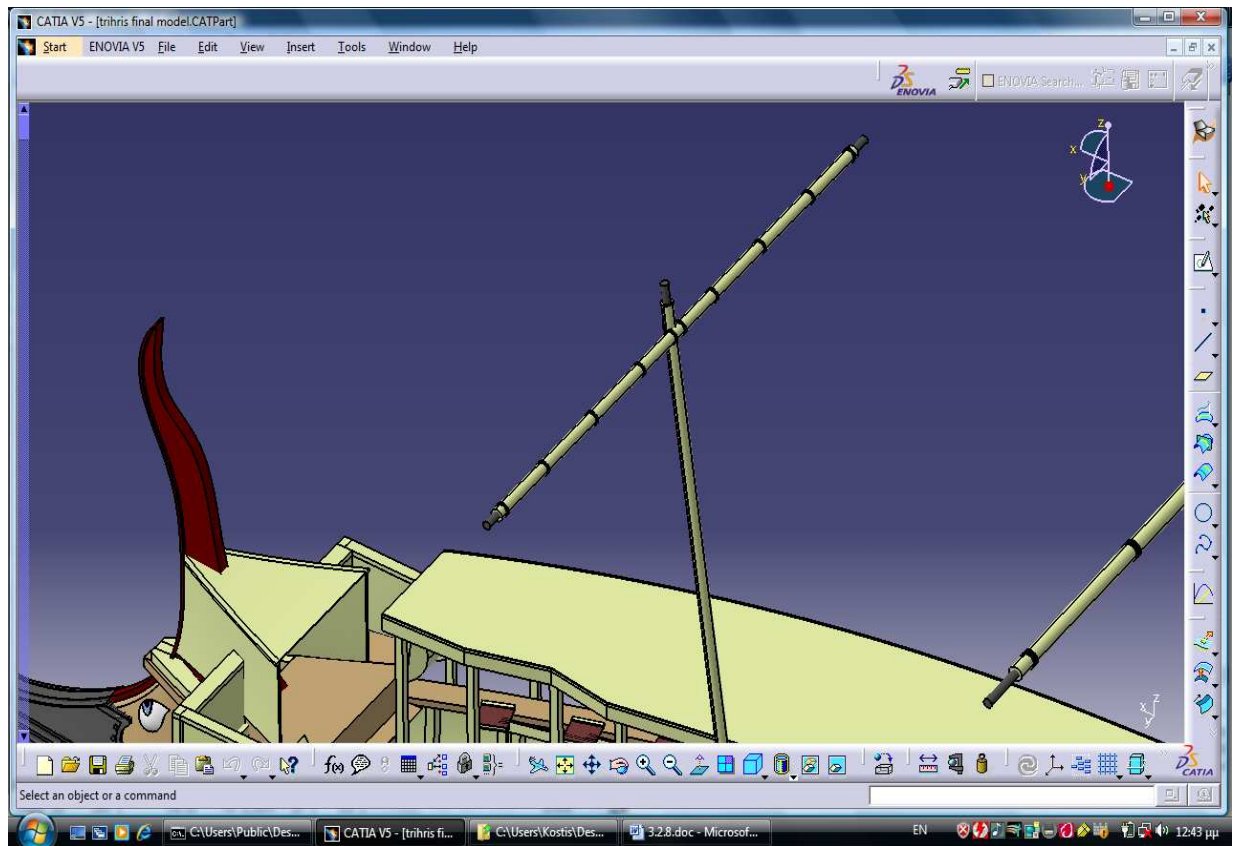
Με χρήση της εντολής **Split** αφαιρούμε το τμήμα του ενισχυτικού που εισέρχεται στο εσωτερικό της βάσης και έπειτα με την εντολή **Symmetry** φέρουμε το συμμετρικό του.

Τέλος σχεδιάζουμε το ύλο συγκράτησης του ακατίου με την γνωστή μέθοδο και η βάση στήριξης ολοκληρώθηκε.



Η σχεδίαση του κυρίως ιστίου του ακάτιου, καθώς και των εγκαρσίων μικρότερων ιστίων στήριξης των πανιών, γίνεται ακριβώς με το τρόπο που περιγράψαμε παραπάνω. Ακολουθεί γραφική παρουσίαση της σχεδίασης των ιστίων της Τριήρους.





3.2.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΗΔΑΛΙΟΥΧΗΣΗΣ

Οι Τριήρεις ήταν σχετικά ελαφριές και ευέλικτες κατασκευές.

Η πηδαλιουχισή τους γινόταν με ένα ζεύγος χειροκίνητων πηδαλίων που βρίσκονταν στη πρύμνη δεξιά και αριστερά του σκάφους.

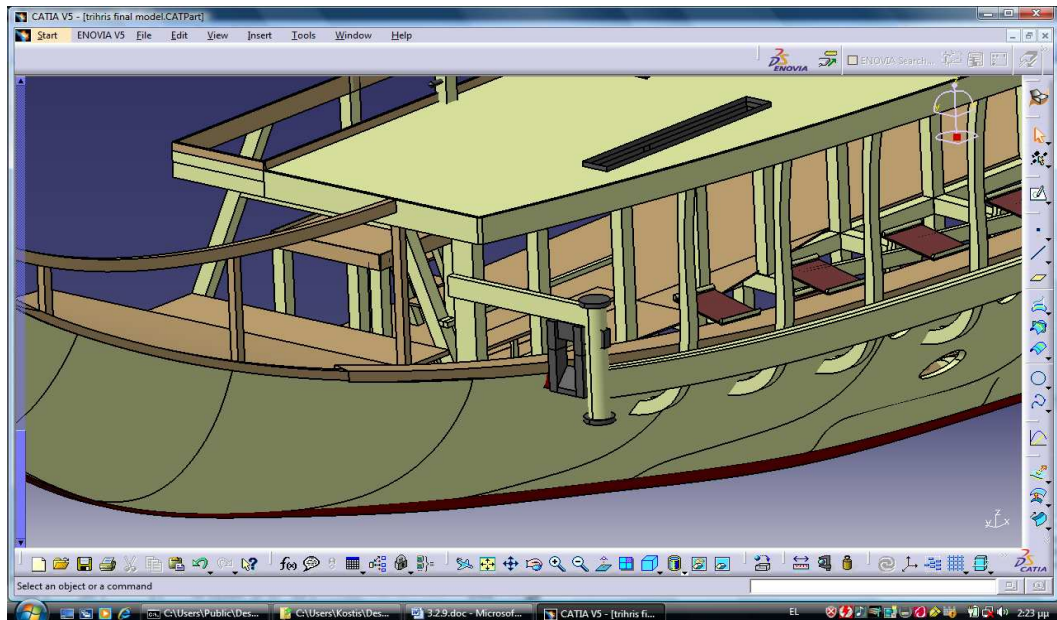
Τα πηδάλια χειρίζονταν από τον πηδαλιούχο που βρισκόταν ακριβώς μπροστά από τον Τριήραρχο που είχε την γενική εποπτεία του σκάφους.

Τα πηδάλια είχαν την δυνατότητα κίνησης προς δύο κατευθύνσεις. Κατά το διάμηκες στον x άξονα και σε περιστροφή γύρω από τον άξονά τους στην y διεύθυνση. Η κίνηση στον x άξονα τους έπετρεπε την διεισδυσή τους ή όχι στο νερό και η περιστροφή τους την άσκηση αντίστασης άρα και στροφής του σκάφους.

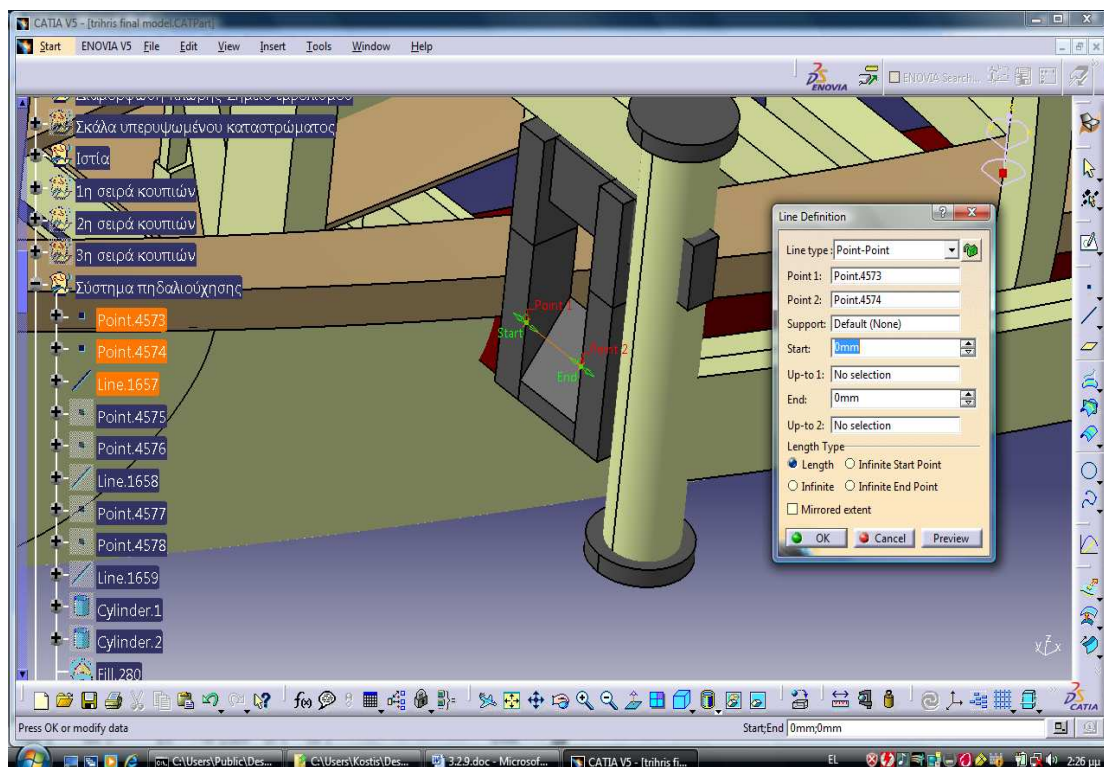
Να σημειωθεί ότι για πολύ μεγάλες γωνίες στροφής της Τριήρους τα πηδάλια έπαιζαν βοηθητικό ρόλο έφοσον αυτό ήταν εύκολο να πραγματοποιηθεί με μεμονωμένη χρήση των αριστερών ή δεξιών σειρών κουπιών.

3.2.9.B1. Κατασκευή του κύριου άξονα των πηδαλίων

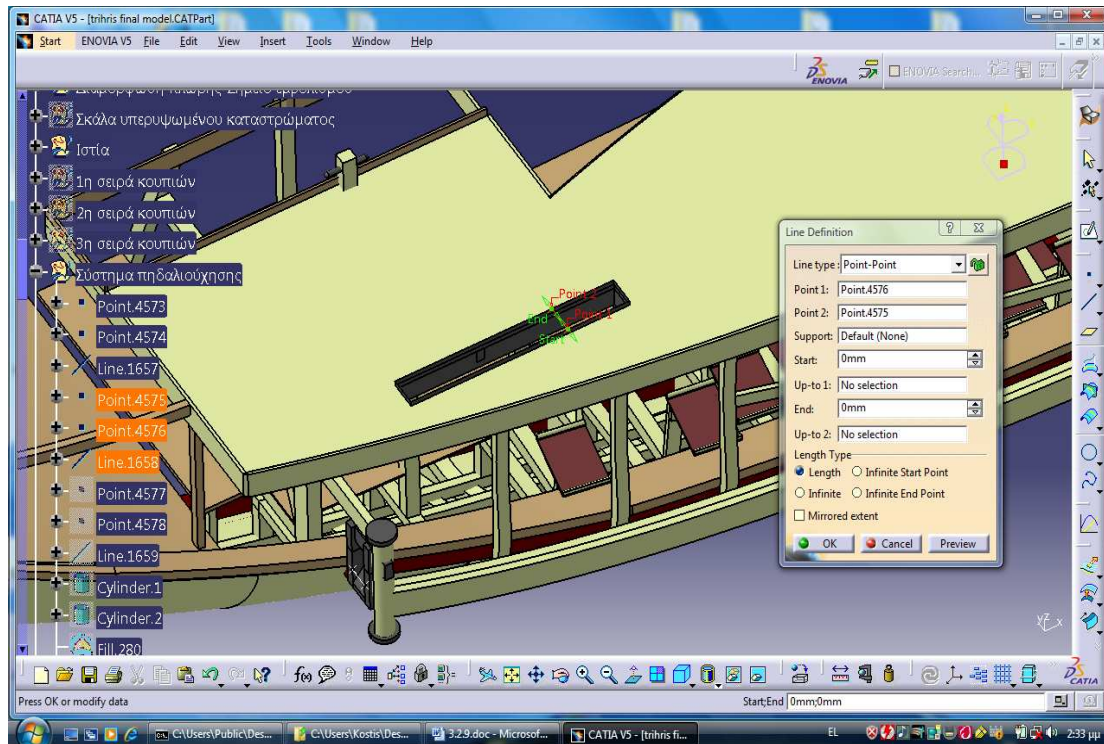
Για να μπορέσουμε να περιγράψουμε την κατασκευή του πηδαλίου της Τριήρους, θα εμφανίσουμε με την εντολή **Hide/Show** την κάτω βάση στήριξης του, η σχεδίαση της οποίας θα περιγραφεί παρακάτω στο κεφάλαιο δευτερεύουσες κατασκευαστικές λεπτομέρειες.



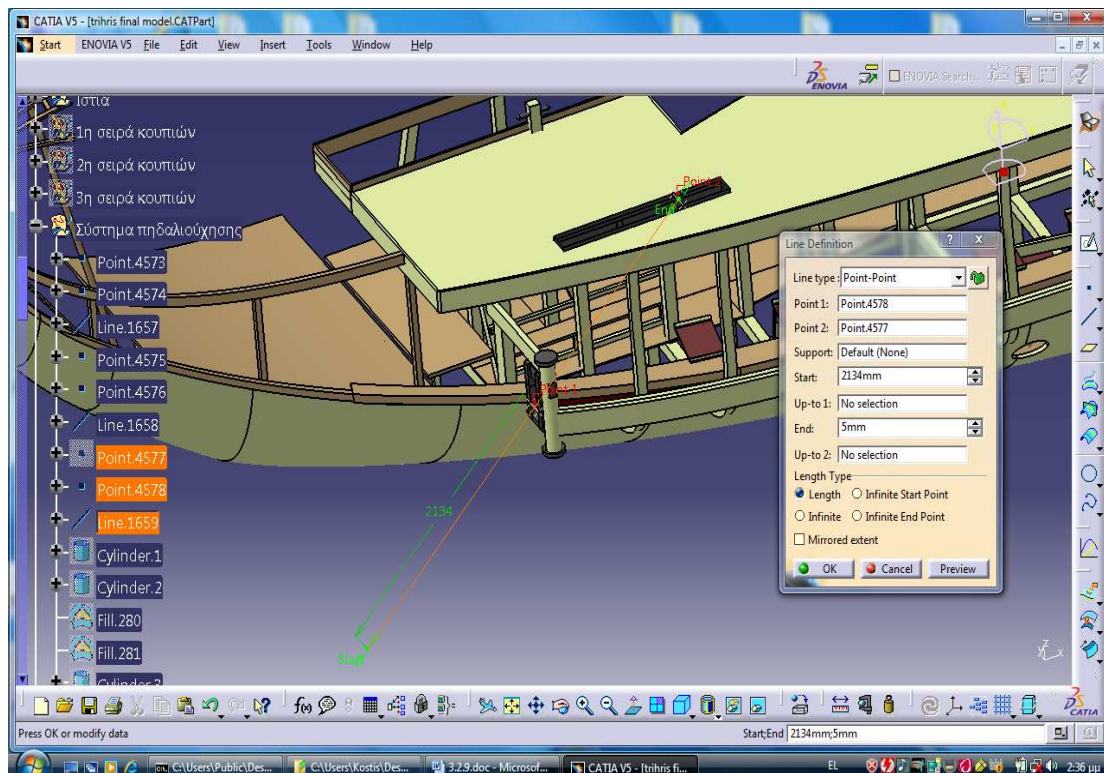
Στις εσωτερικές ακμές της βάσης στηρίξεως δημιουργούμε αντιδιαμετρικό ζεύγος σημείων με διπλή χρήση της εντολής **Point**. Χαράσουμε την ευθεία που ορίζουν με την εντολή **Line**.



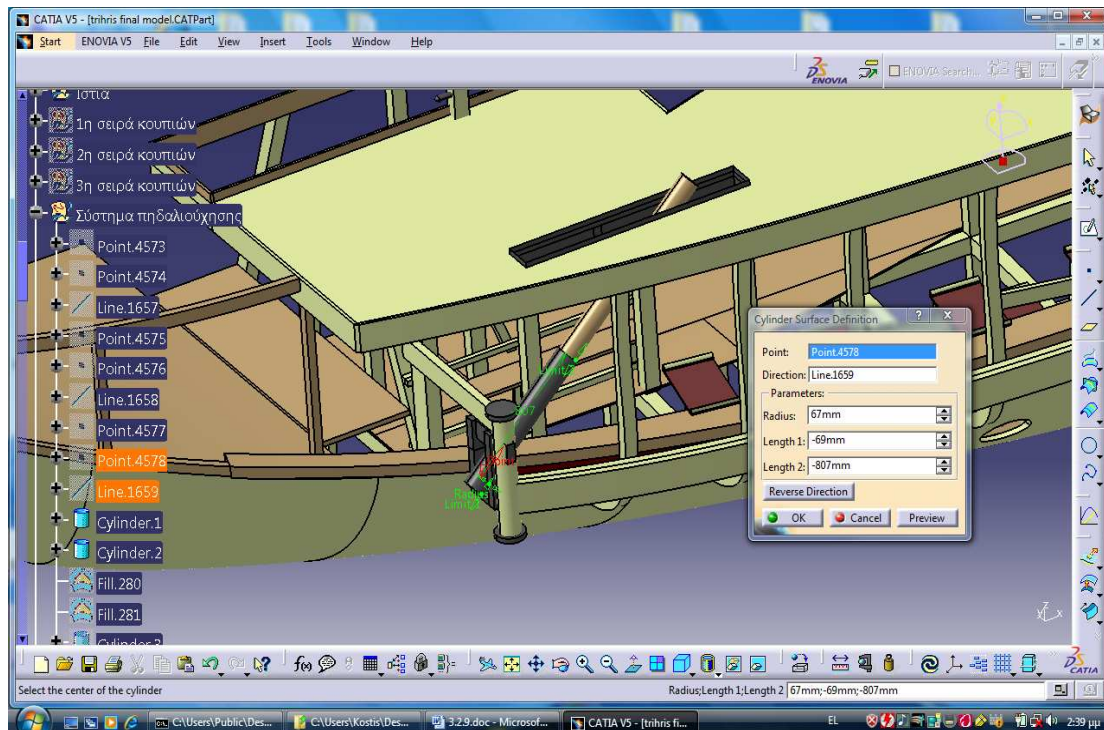
Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία για το άνω σημείο στήριξης του πηδαλίου στο υπερυψωμένο κατάστρωμα.



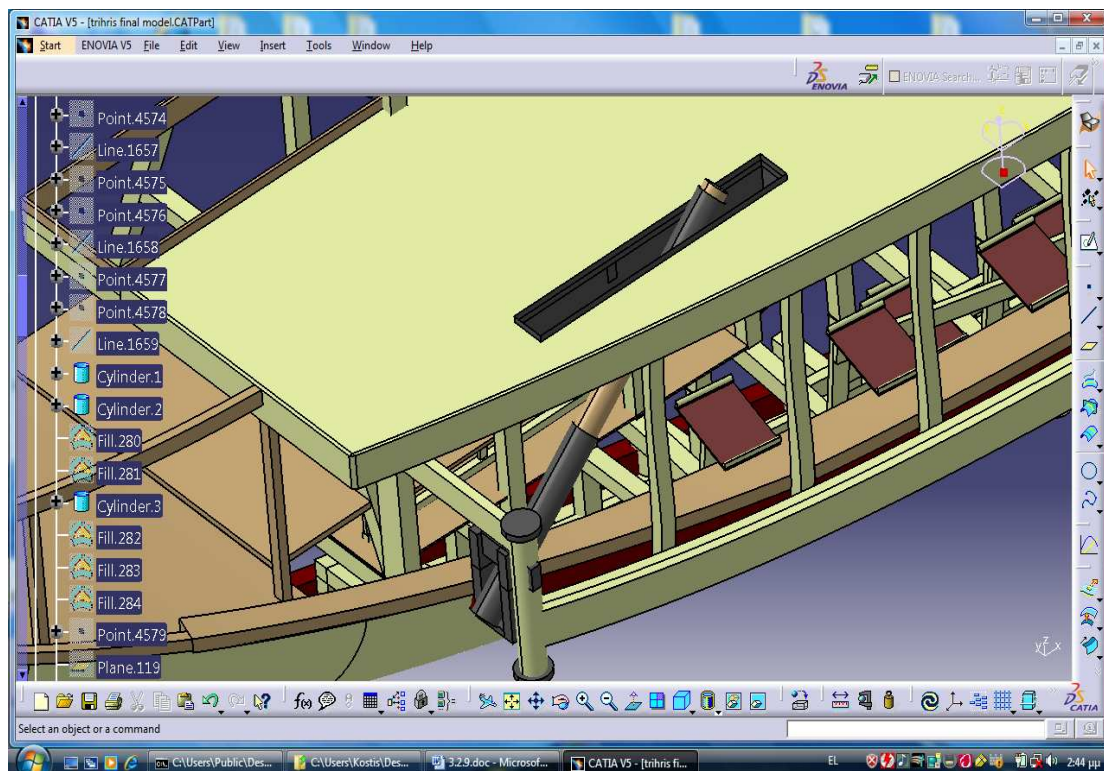
Δημιουργούμε τα σημεία των μέσων των ευθειών και φέρουμε την μεταξύ τους ευθεία η οποία τελικά διέρχεται από το μέσο της άνω και κάτω στηρίξεως του πηδαλίου.



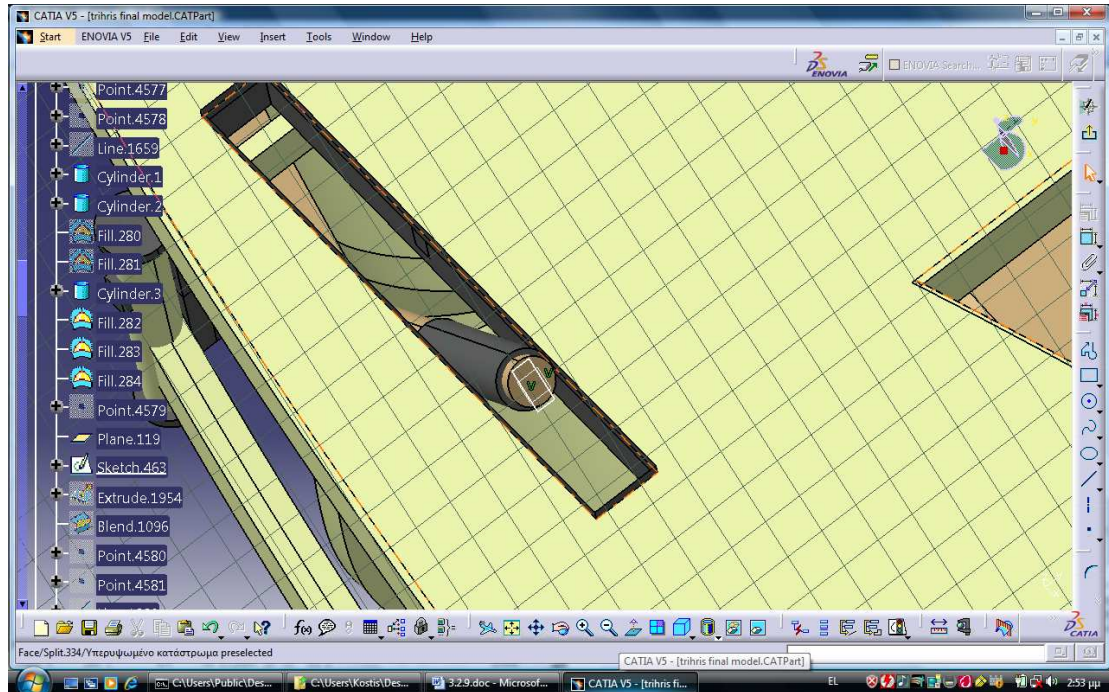
Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε την εντολή **Cylinder** μία φορά για να κατασκευάσουμε το κύριο στέλεχος του άξονα του πηδαλίου και άλλη μία, με μεγαλύτερη διάμετρο, για να κατασκευάσουμε το εξωτερικό μεταλλικό περίβλημα του άξονα που ακουμπά στη κάτω βάση στηρίξεως.



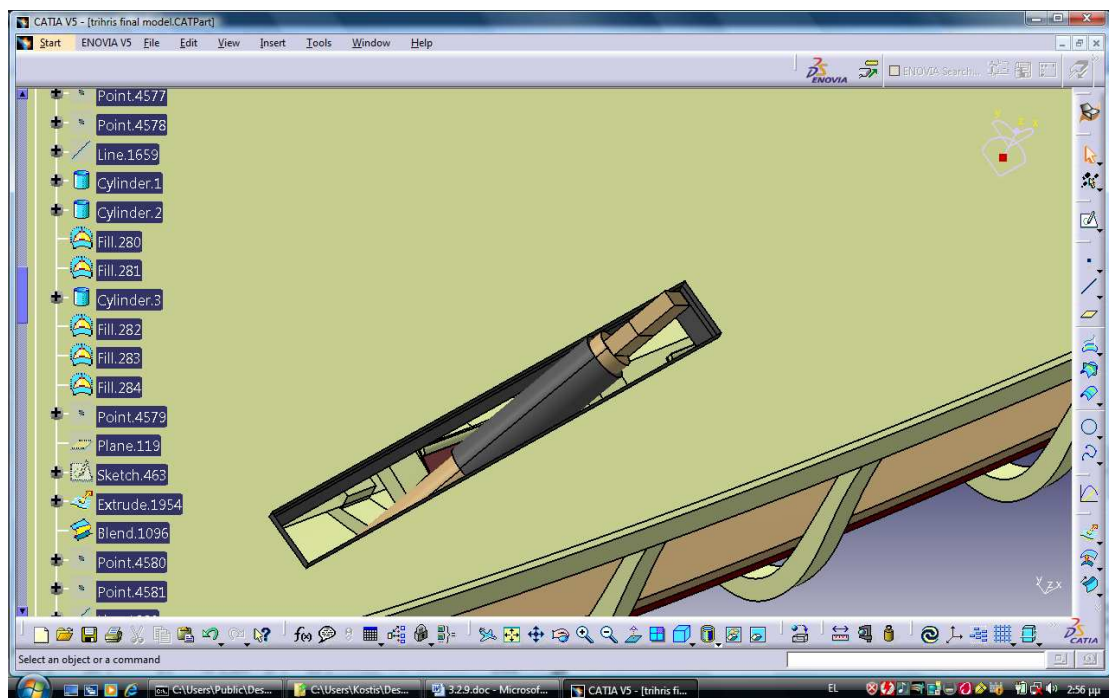
Επαναλαμβάνουμε το ίδιο για την επάνω στήριξη στο υπερυψωμένο κατάστρωμα.



Κλείνουμε τις ανοιχτές επιφάνειες των άκρων των κυλίνδρων με την εντολή **Fill**. Επιλέγουμε την εντολή **Plane** και ορίζουμε επίπεδο στην άνω κυκλική επιφάνεια του στελέχους του πηδαλίου. Με την εντολή **Positioned Sketch** χαράσσουμε στο προηγούμενο επίπεδο το περίγραμμα του στελέχους συγκράτησης του εγκαρσίου τμήματος του πηδαλίου.

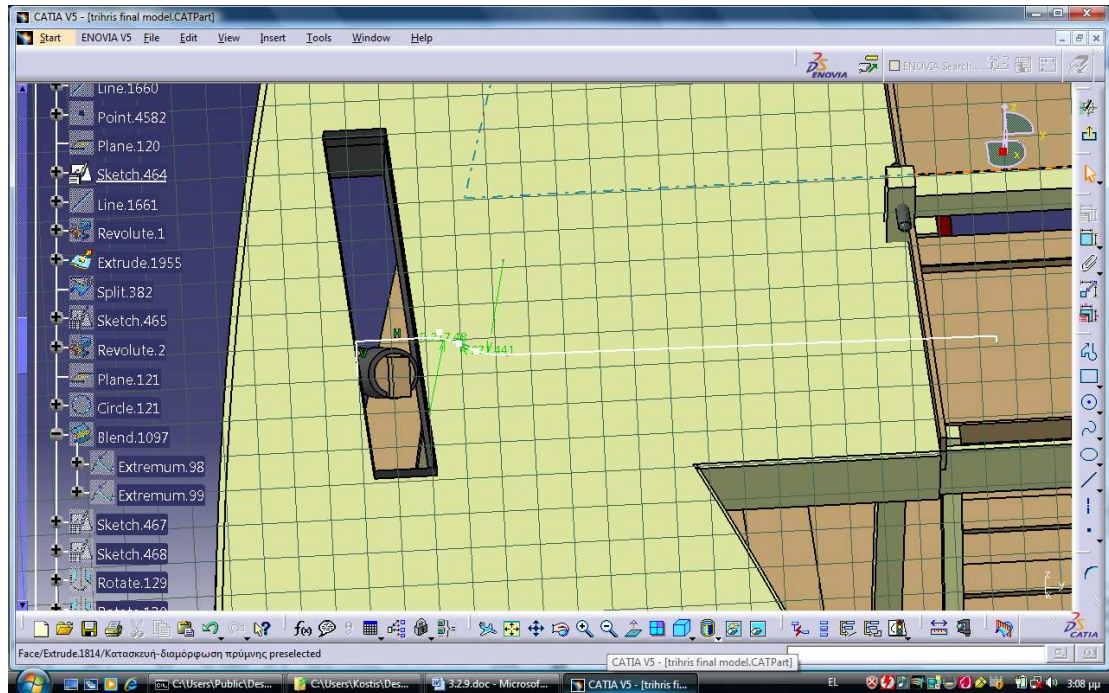


Κλείνουμε την επιφάνεια του περιγράμματος με την εντολή **Fill** και κατασκευάζουμε το στέλεχος με την εντολή **Extrude**.

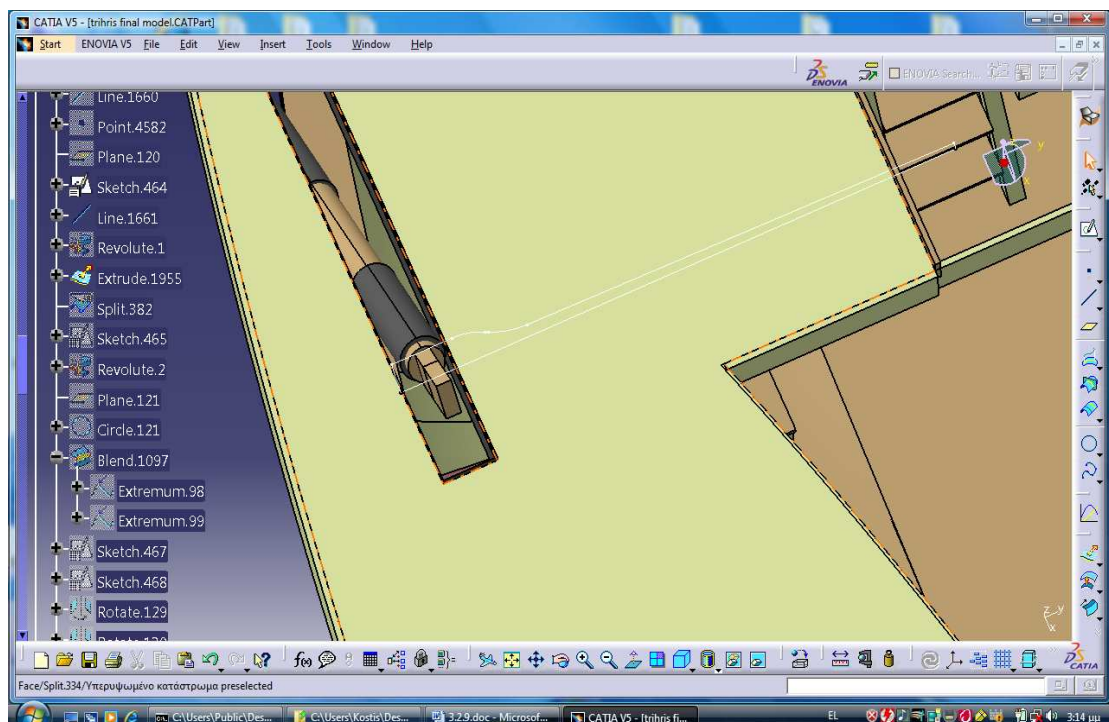


3.2.9.B2. Κατασκευή του χειροκίνητου εγκάρσιου τμήματος του πηδαλίου

Με επίπεδο σχεδίασης αυτό που δημιουργήσαμε το στέλεχος συγκράτησης του εγκάρσιου τμήματος του πηδαλίου, χαράσσουμε το μισό περίγραμμα του χειροκίνητου τμήματος του πηδαλίου.



Φέρουμε ευθεία που ενώνει τα άκρα του περιγράμματος με την εντολή **Line** και η οποία στην συνέχεια θα χρησιμοποιηθεί ως άξονας συμμετρίας.



Θα κατασκευάσουμε το εγκάρσιο χειροκίνητο τμήμα του πηδαλίου με την εντολή **Revolve** ως εξής :

Insert → **Surfaces** → **Revolve** → **ok**

Εμφανίζεται το παράθυρο Revolve Definition

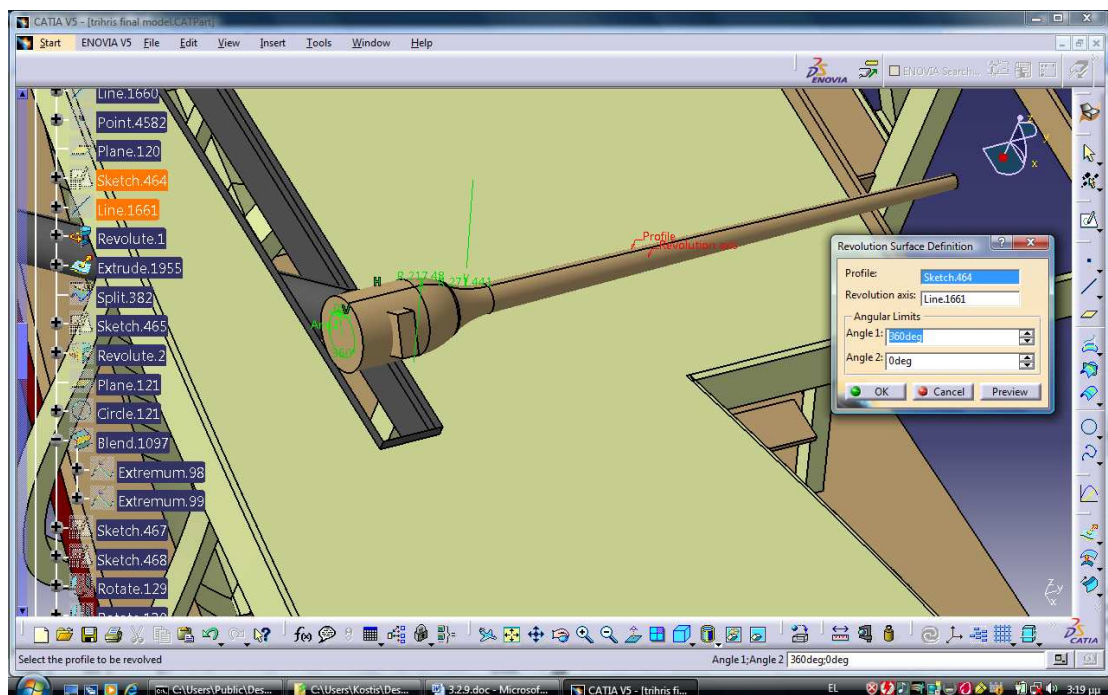
Profile → κλίκ στο περίγραμμα που σχεδιάσαμε

Revolution Axis → κλίκ στην ευθεία που ενώνει τα άκρα του περιγράμματος

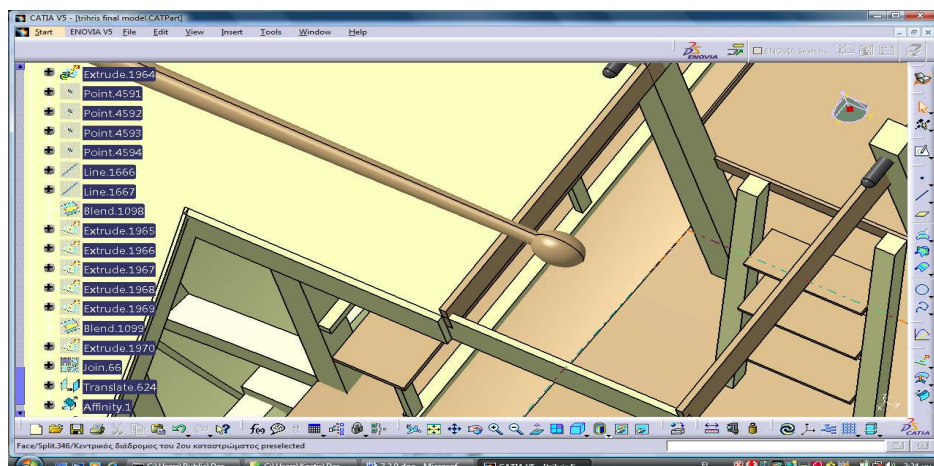
Angle 1 → 360 μοίρες

Angle 2 → 0 μοίρες

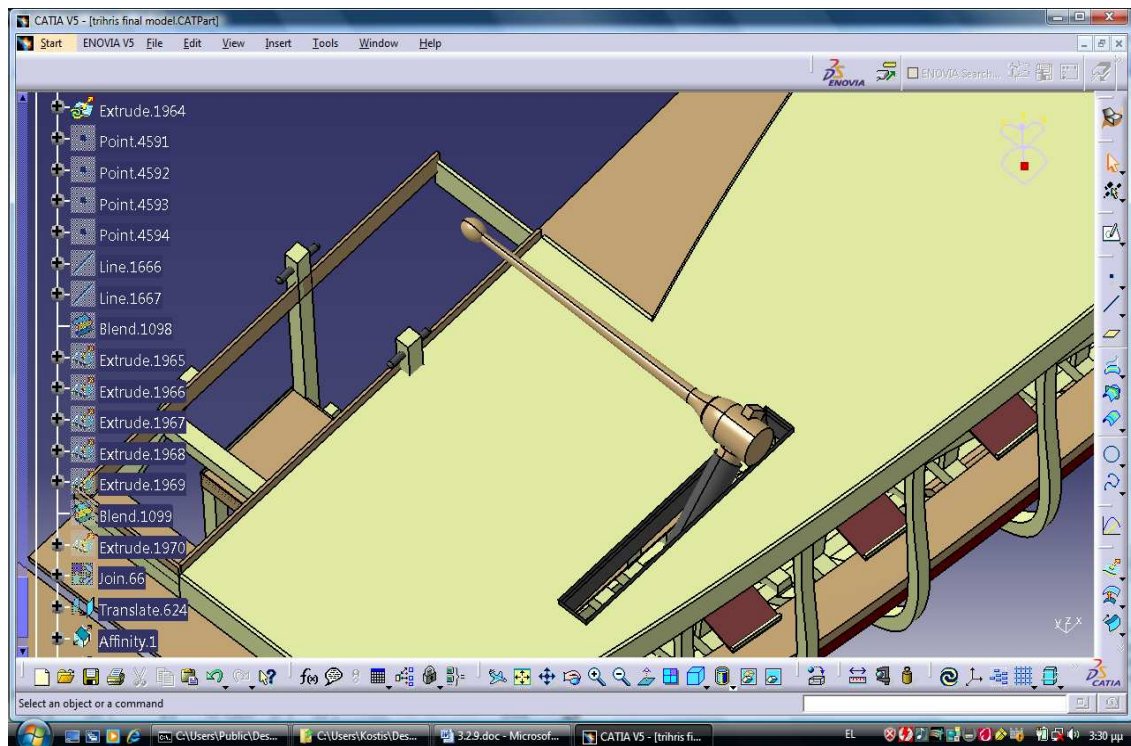
ok



Με την ίδια διαδικασία κατασκευάζουμε και την χειρολαβή του εγκάρσιου τμήματος του πηδαλίου, την οποία χρησιμοποιεί ο πηδαλιούχος για να καθοδηγεί τα πηδάλια όπως επιθυμεί.



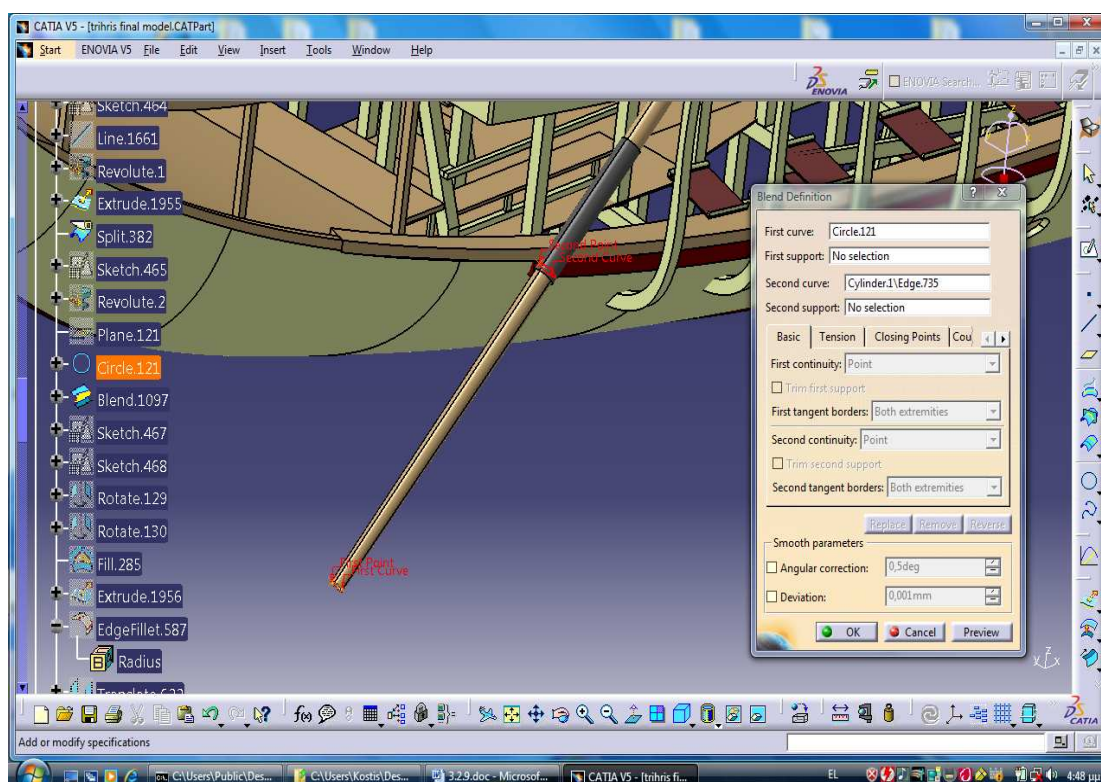
Και έτσι η κατασκευή του εγκαρσίου χειροκίνητου τμήματος του πηδαλίου ολοκληρώθηκε.



3.2.9.B3. Κατασκευή του κάτω άκρου του στελέχους του πηδαλίου

Τα πηδάλια της Τριήρους έχουν την μορφή μεγάλων κουπιών. Το κάτω άκρο του στελέχους του πηδαλίου αποτελείται από μία επίπεδη επιφάνεια συγκεκριμένης υδροδυναμικής διαμόρφωσης η οποία όταν στρέφεται κάθετα στην ροή του νερού δημιουργεί αντίσταση ικανή να αλλάξει την πορεία του σκάφους.

Αρχικά σχεδιάζουμε την κυλινδρική προέκταση του κύριου στελέχους του πηδαλίου πάνω στο οποίο εδράζεται το κάτω άκρο. Επειδή η διάμετρος του άξονα μικραίνει όσο αυτός πλησιάζει στο κάτω άκρο, για το λόγο αυτό φέρουμε κύκλο με την εντολή **Circle** στο κάτω άκρο του άξονα και στη συνέχεια με την εντολή **Blend** χαράσουμε την επιφάνεια μεταξύ του κεντρικού στέλεχους και του κάτω μέρους του άξονα.

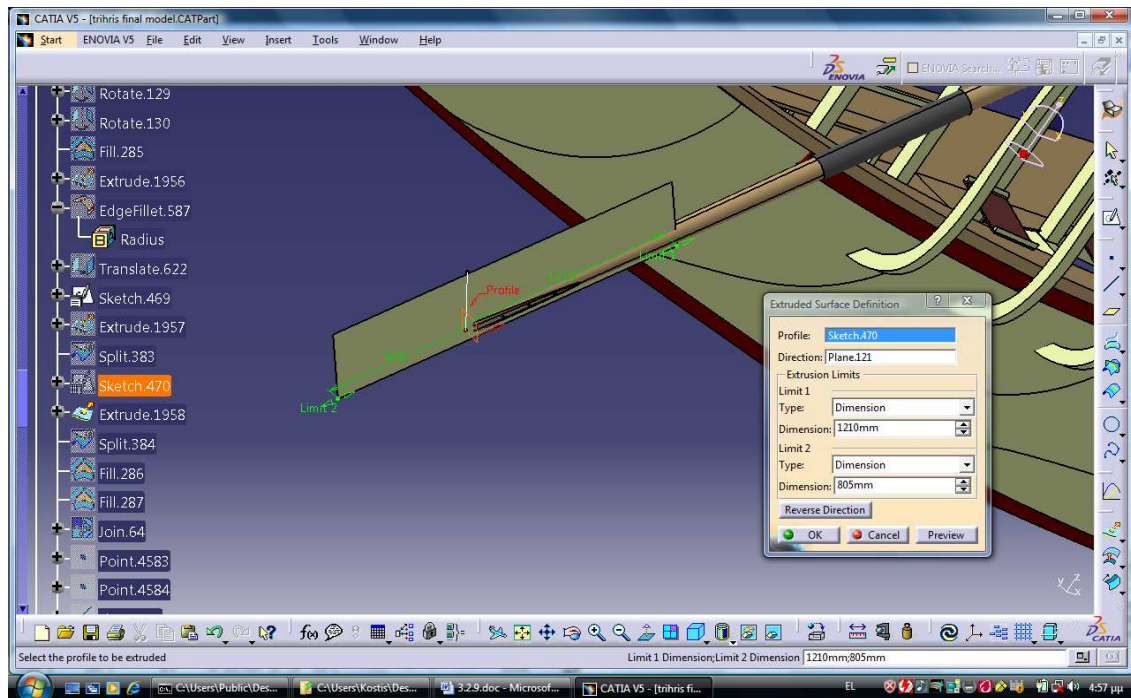


Στη συνέχεια σχεδιάζουμε την επιφάνεια του κάτω άκρου ως εξής :

Δημιουργούμε επίπεδο εφαπτομενικό στο κάτω κυκλικό άκρο του άξονα με την εντολή **Plane**.

Σε αυτό το επίπεδο σχεδιάζουμε ευθεία κάθετη στο στέλεχος του άξονα με την εντολή **Sketch Positioned**.

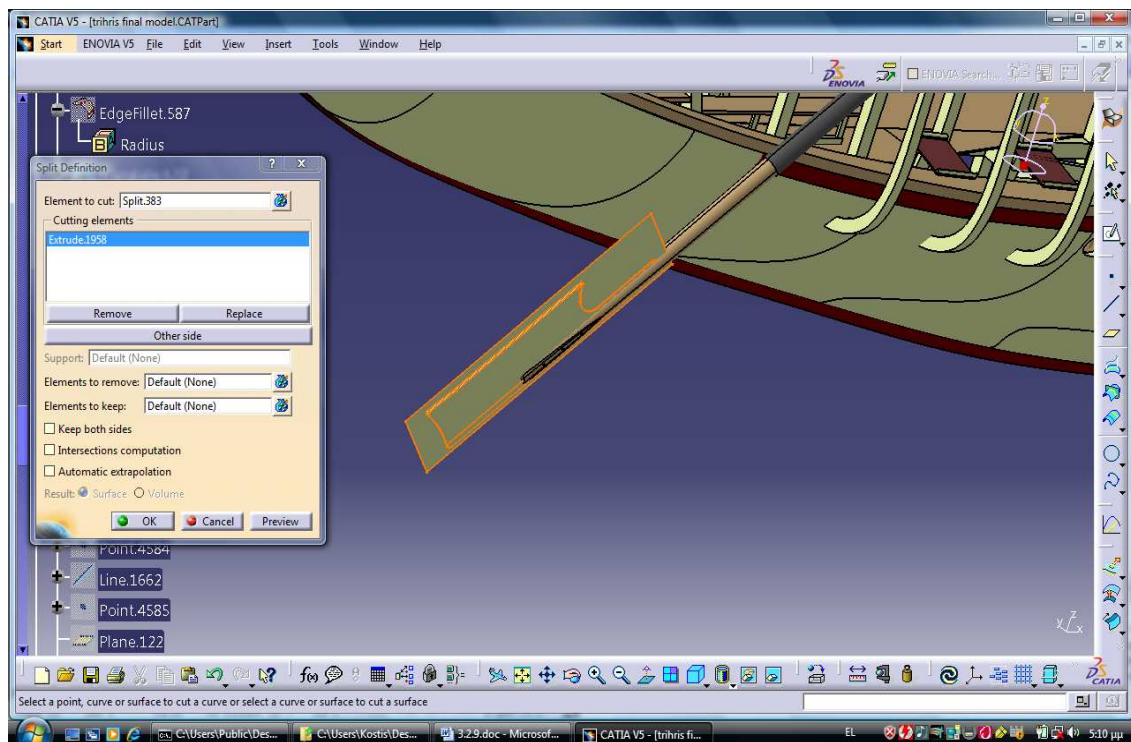
Προεκτείνουμε την ευθεία κατά την διεύθυνση του επιπεδου με την εντολή **Extrude**.



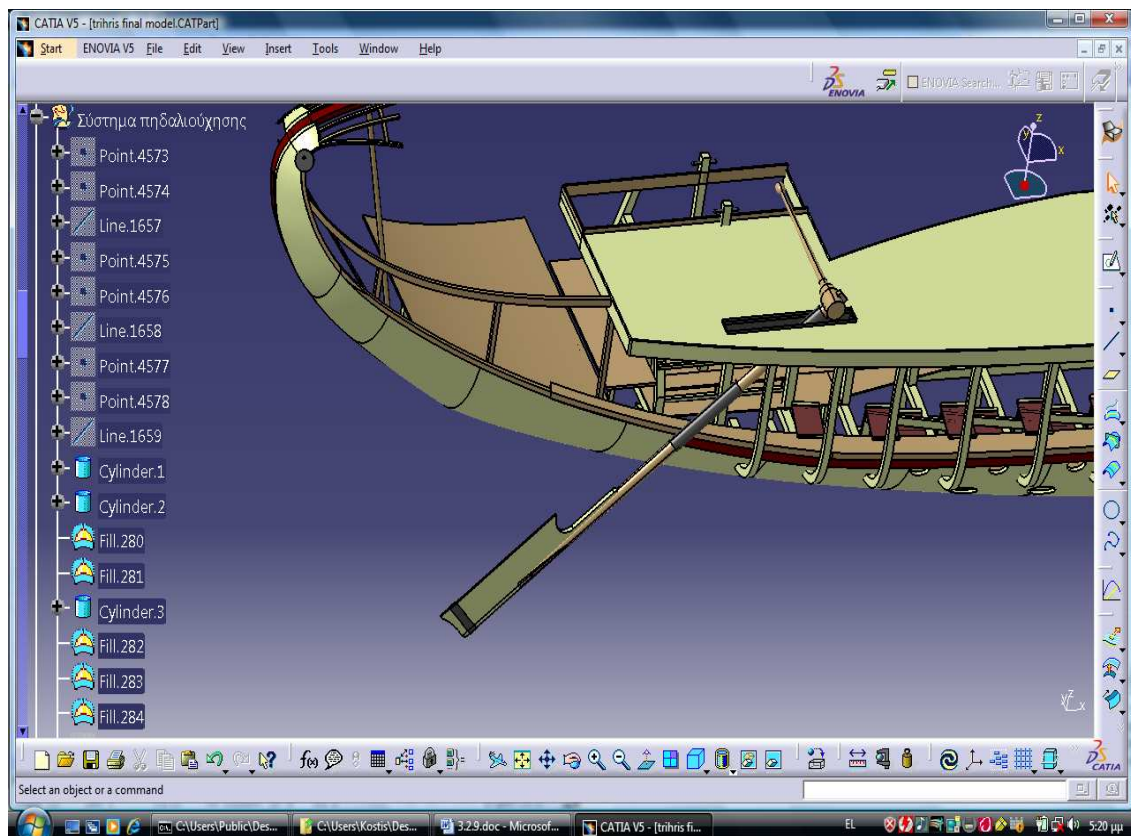
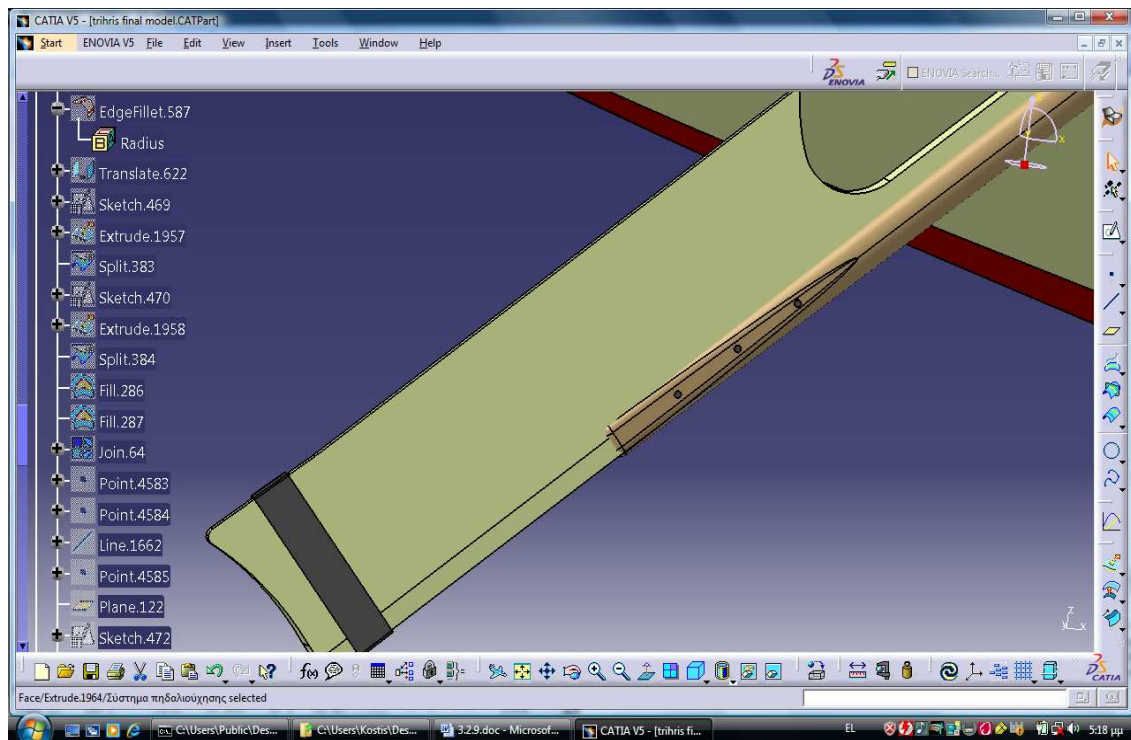
Δημιουργούμε νέο επίπεδο εφαπτομενικό στην επιφάνεια που σχεδιάσαμε με την εντολή **Plane**.

Σχεδιάζουμε το προφίλ του κάτω άκρου και προεκτείνουμε κατά την διεύθυνση του επιπέδου (εντολές **Sketch Positioned** και **Extrude**).

Τέλος κόβουμε την επιφάνεια με την εντολή **Split**.



Η κατασκευή του συστήματος πηδαλιούχησης ολοκληρώνεται με την μεταλλική ενίσχυση στο κάτω μέρος του άκρου και τις υλώσεις.



3.2.10 ΚΟΥΠΙΑ

Η Τριήρης έφερε τρείς σειρές κωπηλατών (άρα και κουπιών) οι οποίοι ανάλογα με την θέση τους στο ύψος του πλοίου είχαν και τρείς διαφορετικές ονομασίες : θρανίτες, ζυγίτες και θαλαμίτες.

Κάθε σειρά κουπιών είχε διαφορετικό γεωμετρικό σχήμα στο κάτω άκρο του στελέχους του κουπιού με σκοπό την αποδοτικότερη κωπηλάτηση. Το διαφορετικό σχήμα είχε να κάνει κυρίως με την ταχύτητα εισόδου-εξόδου των κουπιών στο νερό.

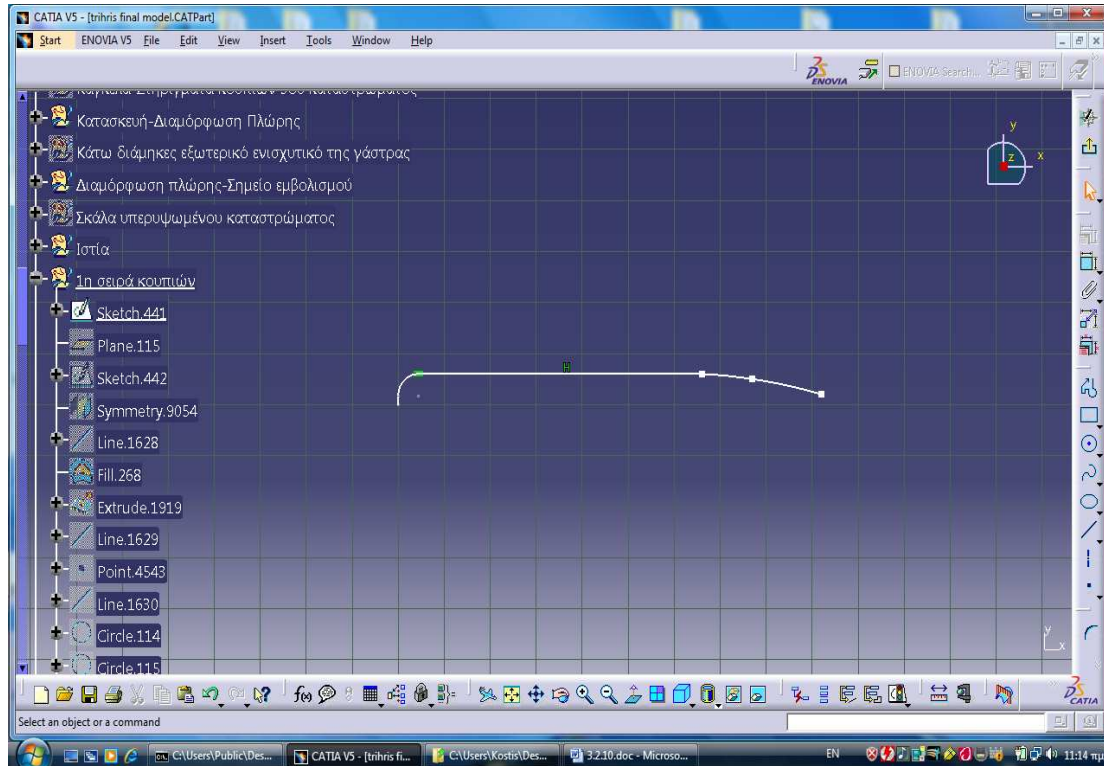
Έτσι οι θαλαμίτες που η θέση τους ήταν πιο κοντά στην ίσαλο επιφάνεια είχαν κουπιά με κάτω άκρο στενό και μακρύ, οι ζυγίτες κουπιά με κάτω άκρο μεγαλύτερου πλάτους και μικρότερου μήκους από των θαλαμιτών και οι θρανίτες κουπιά με κάτω άκρο αρκετά πιο πλατύ και πιο κοντό από τους θαλαμίτες και τους ζυγίτες.

Τα κουπιά και των τριών σειρών είχαν το ίδιο μήκος. Οι τρείς σειρές κουπιών δεξιά και αριστερά του σκάφους ήταν το κύριο μέσο πρόωσης της Τριήρους.

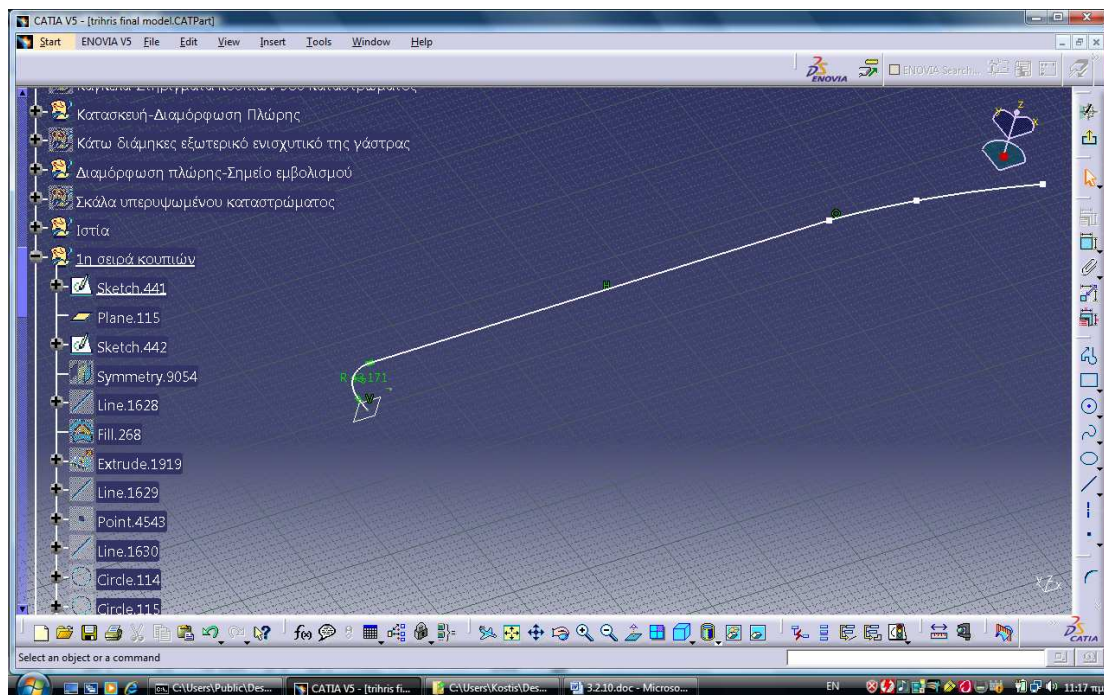
Η σχεδίαση των κουπιών της Τριήρους στηρίχτηκε στο κατασκευαστικό σχέδιο των κουπιών που παρουσιάζεται στο 2^ο κεφάλαιο. Η πληροφορία που έχουμε αναφέρεται μόνο στο μήκος των κουπιών και συνεπώς τα κάτω άκρα της κάθε σειράς σχεδιάζονται με αναλογία κλίμακας.

3.2.10.B1. Κατασκευή της 1^{ης} σειράς κουπιών των θαλαμιτών

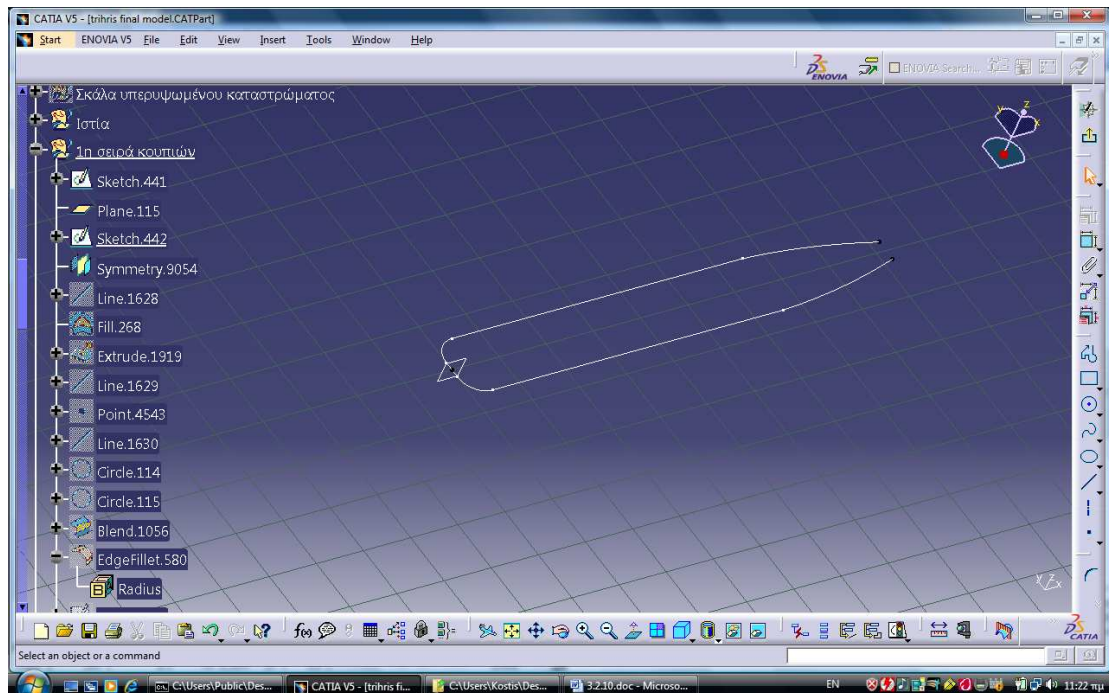
Αρχικά επιλέγουμε την εντολή **Sketch** και σχεδιάζουμε το μισό περίγραμμα του κάτω άκρου του στελέχους του κουπιού.



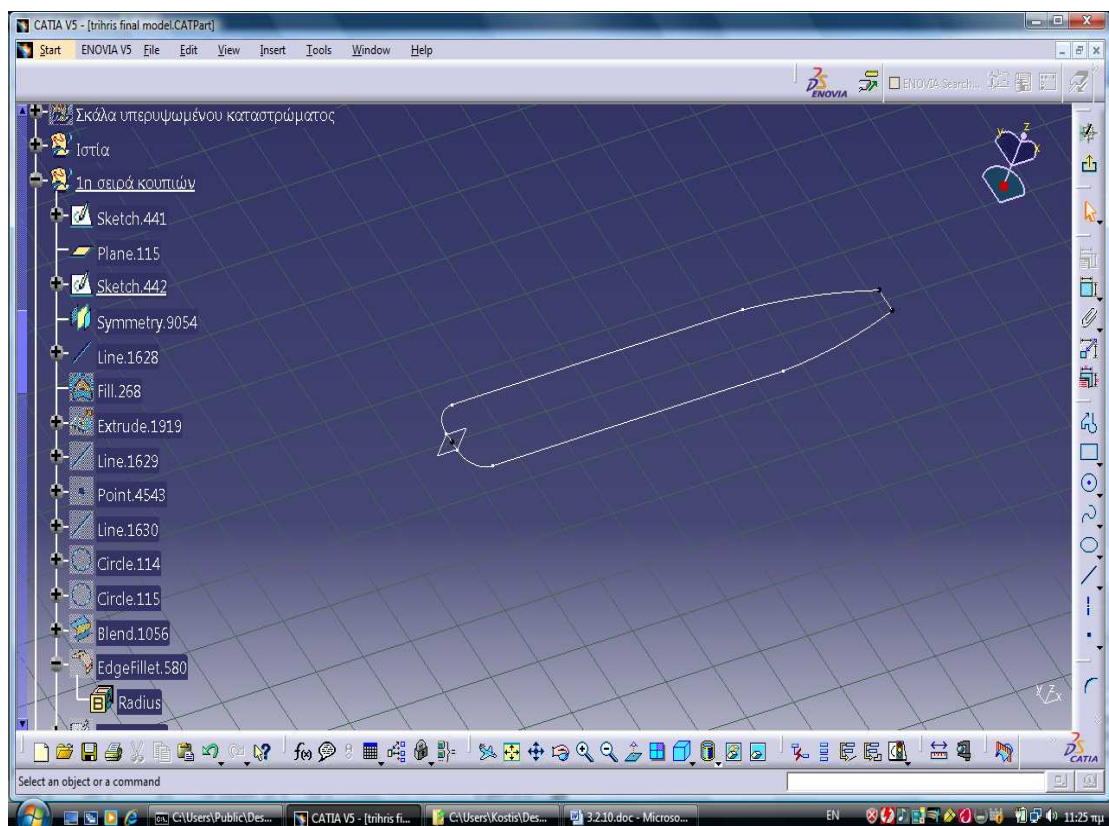
Και στη συνέχεια με την εντολή **Plane** φέρουμε επίπεδο κάθετο σε εκείνο του περιγράμματος που μόλις σχεδιάσαμε.



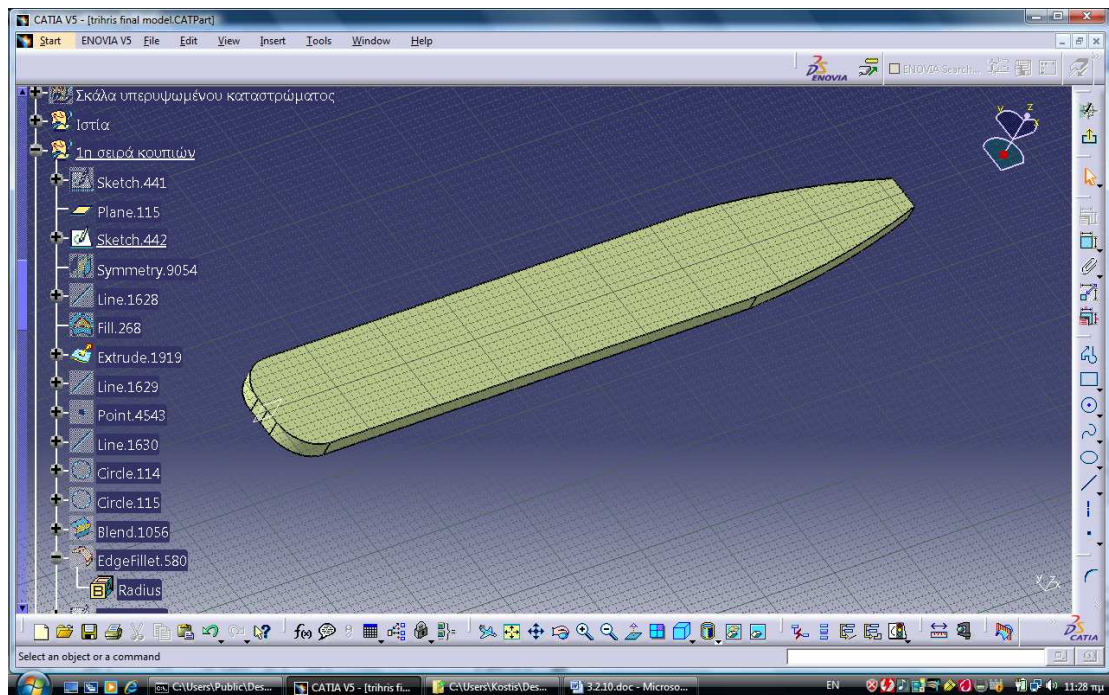
Κατόπιν χρησιμοποιούμε την εντολή **Symmetry** για να χαράξουμε το συμμετρικό του περιγράμματος του κάτω άκρου του κουπιού.



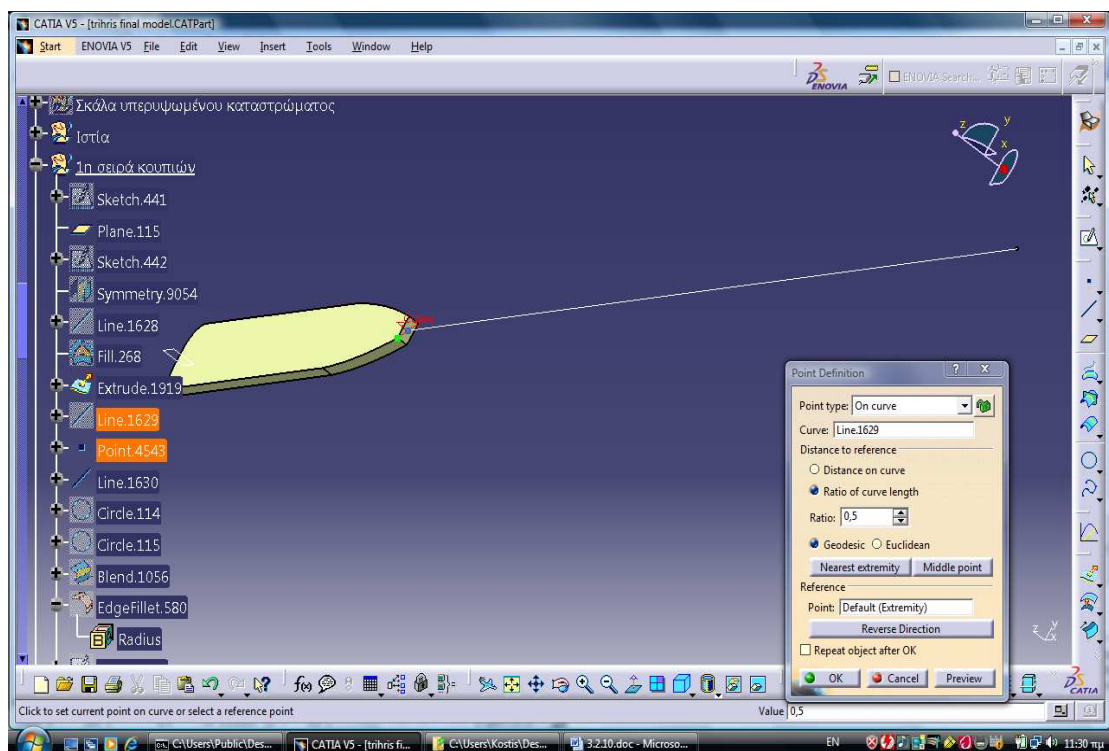
Κλείνουμε το περίγραμμα της κατόψεως του κάτω άκρου με την εντολή **Line**.



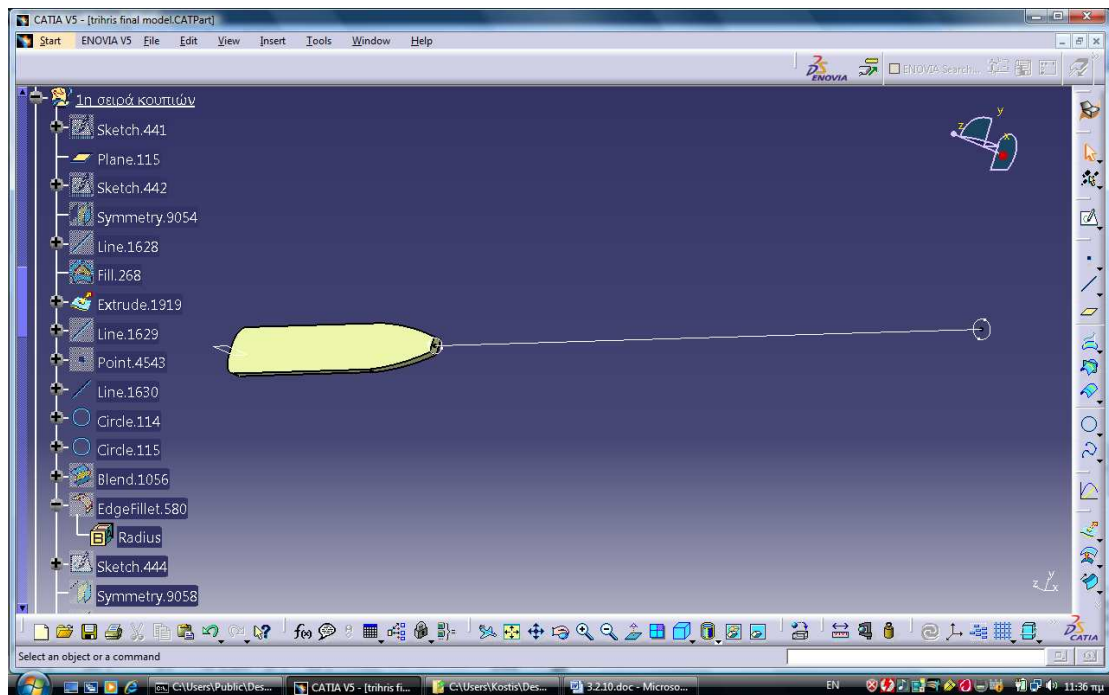
Με χρήση της εντολής **Fill** σχεδιάζουμε την επιφάνεια που περικλείεται από το περίγραμμα και δίνουμε το κατάλληλο πάχος με την εντολή **Extrude**.



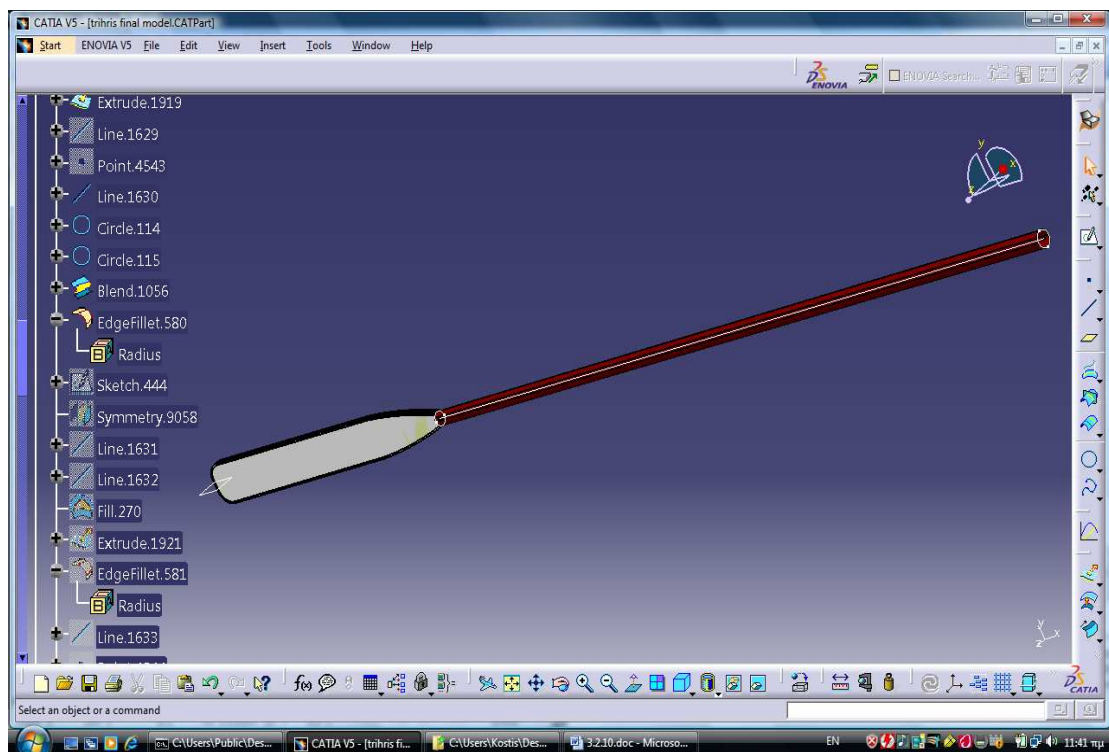
Συνεχίζοντας δημιουργούμε σημείο στο μέσο της άνω επιφάνειας του κάτω άκρου με την εντολή **Point** και φέρουμε ευθεία με την εντολή **Line** με μήκος ίσο με αυτό του κυρίου στελέχους του κουπιού.



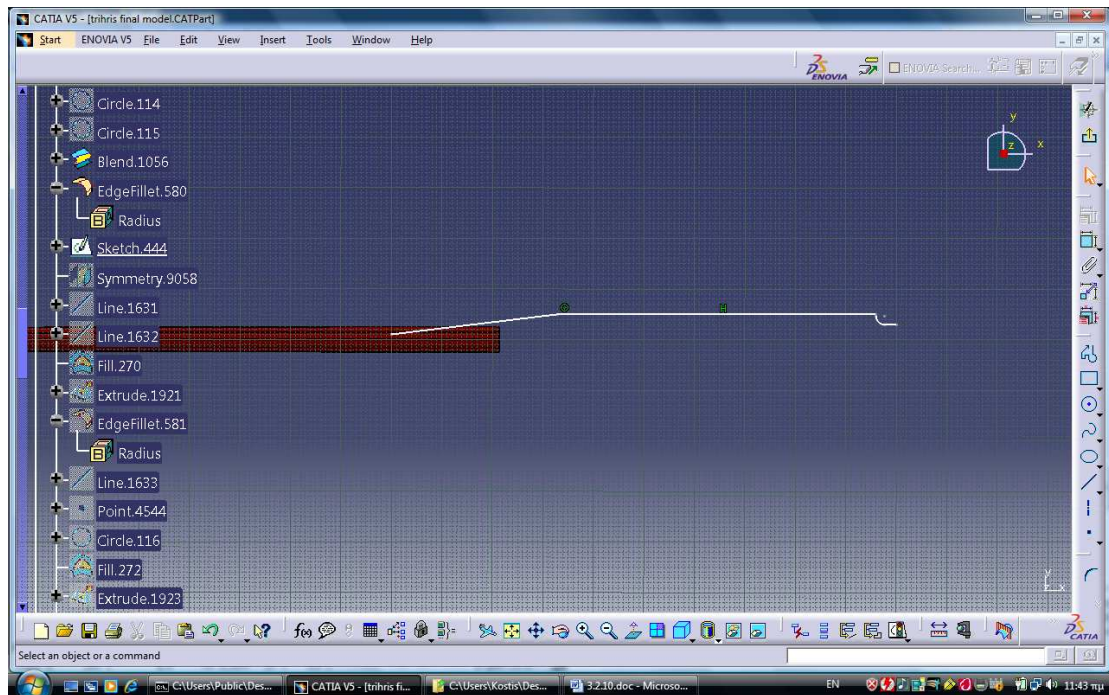
Στη συνέχεια κατασκευάζουμε κύκλους στα άκρα του ευθύγραμμου τμήματος με την εντολή **Circle** με διάμετρο ίση με την διάμετρο του κύριου στελέχους του κουπιού.



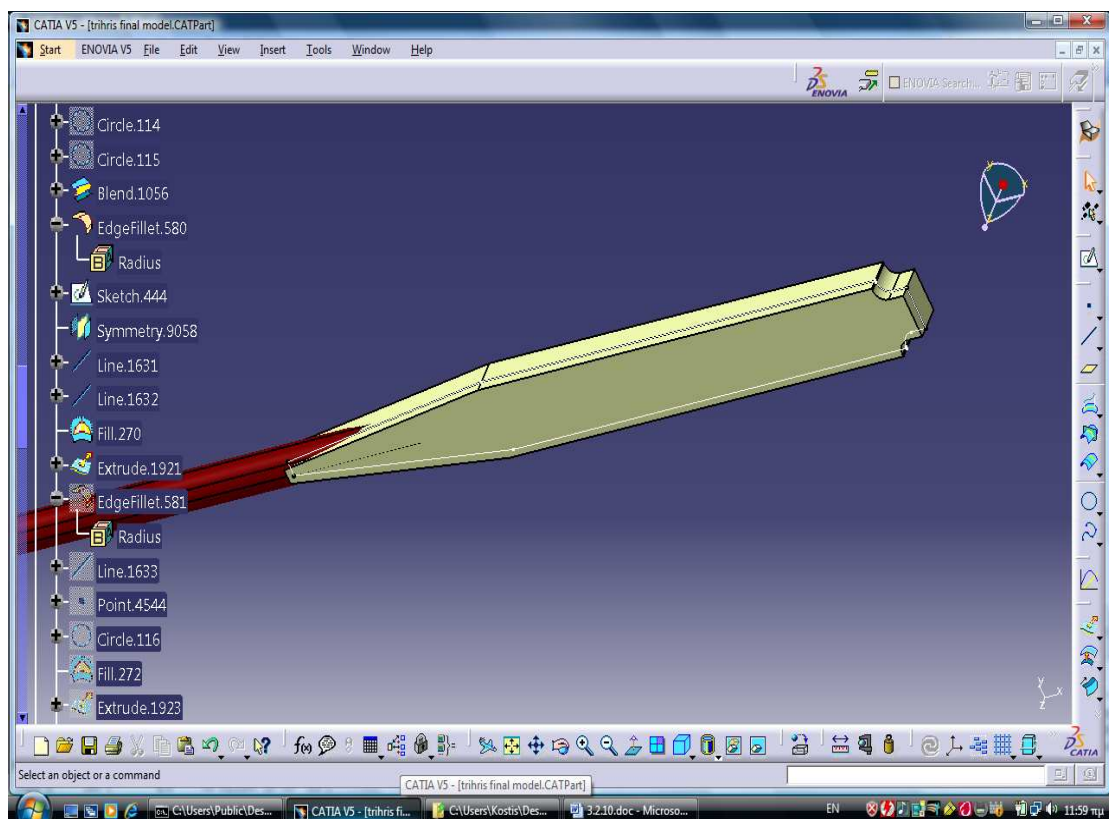
Και φέρουμε την επιφάνεια του κυρίου στελέχους του κουπιού με την εντολή **Blend** και και καμπυλώνουμε τις ακμές του κάτω άκρου με την εντολή **Edge Fillet**.



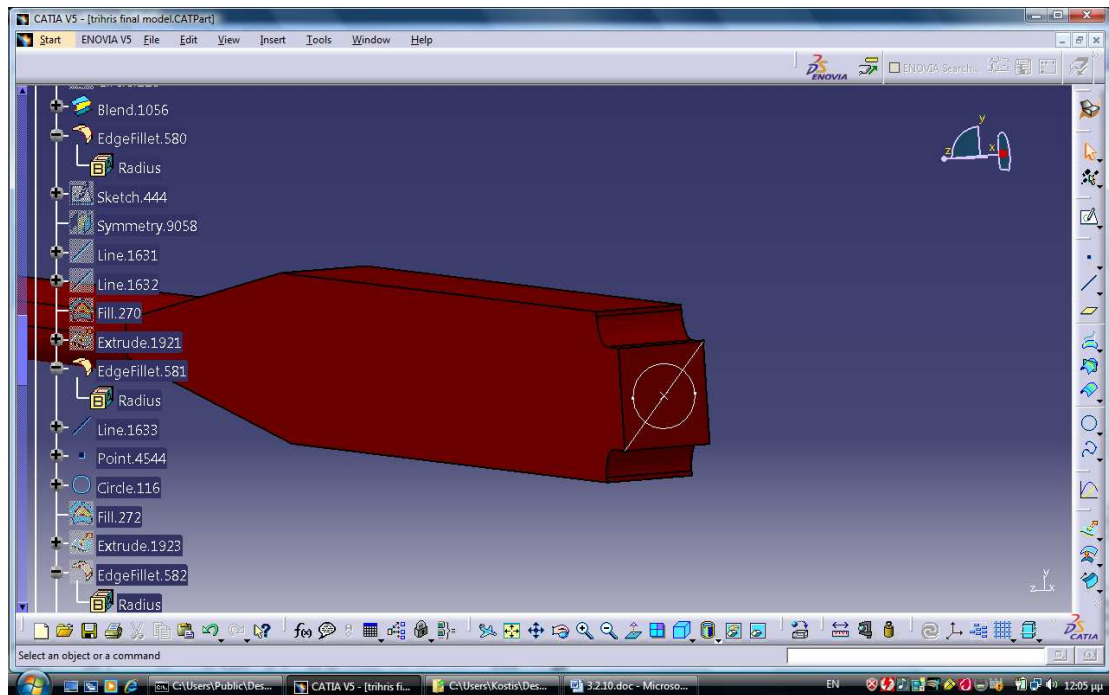
Για να κατασκευάσουμε το άνω άκρο του κουπιού επιλέγουμε νέο **Sketch**, στο ίδιο επίπεδο που σχεδιάσαμε το κάτω άκρο, και φέρουμε κατά τον ίδιο τρόπο όπως προηγουμένως το μισό περίγραμμα.



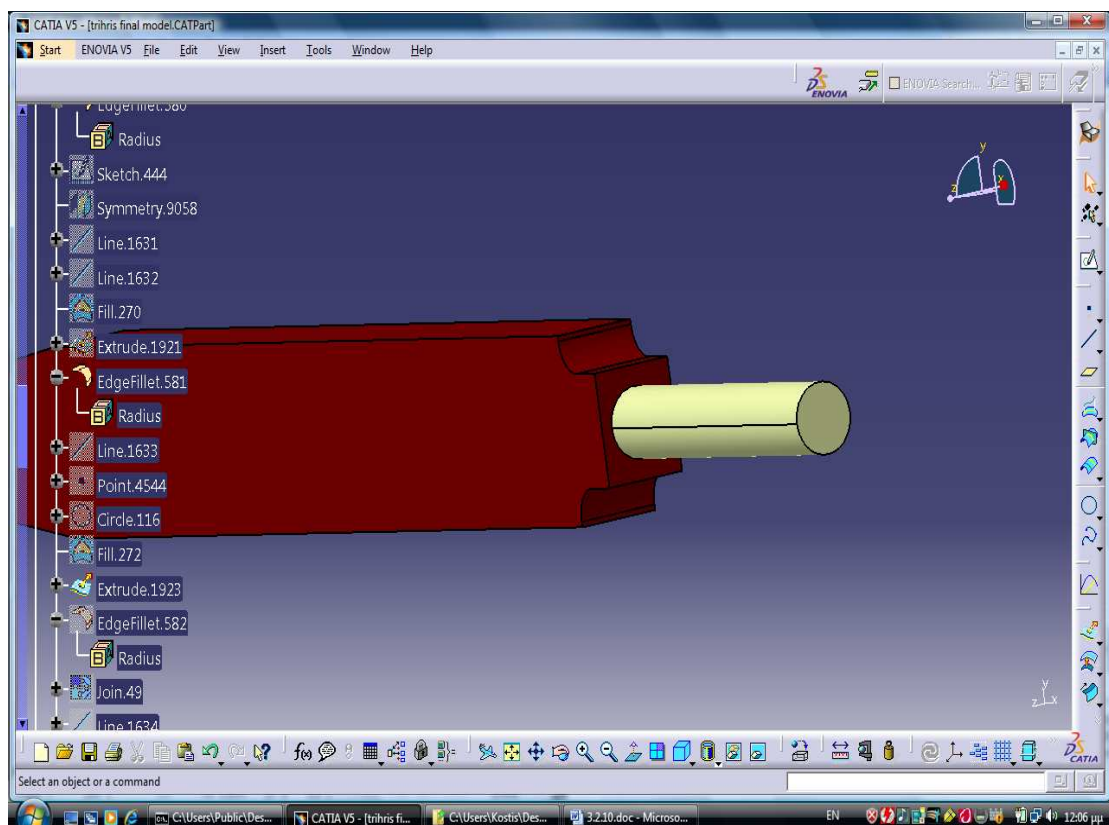
Όπως και στο κάτω άκρο χαράσουμε το συμμετρικό, γεμίζουμε την επιφάνεια και δίνουμε το κατάλληλο πάχος.



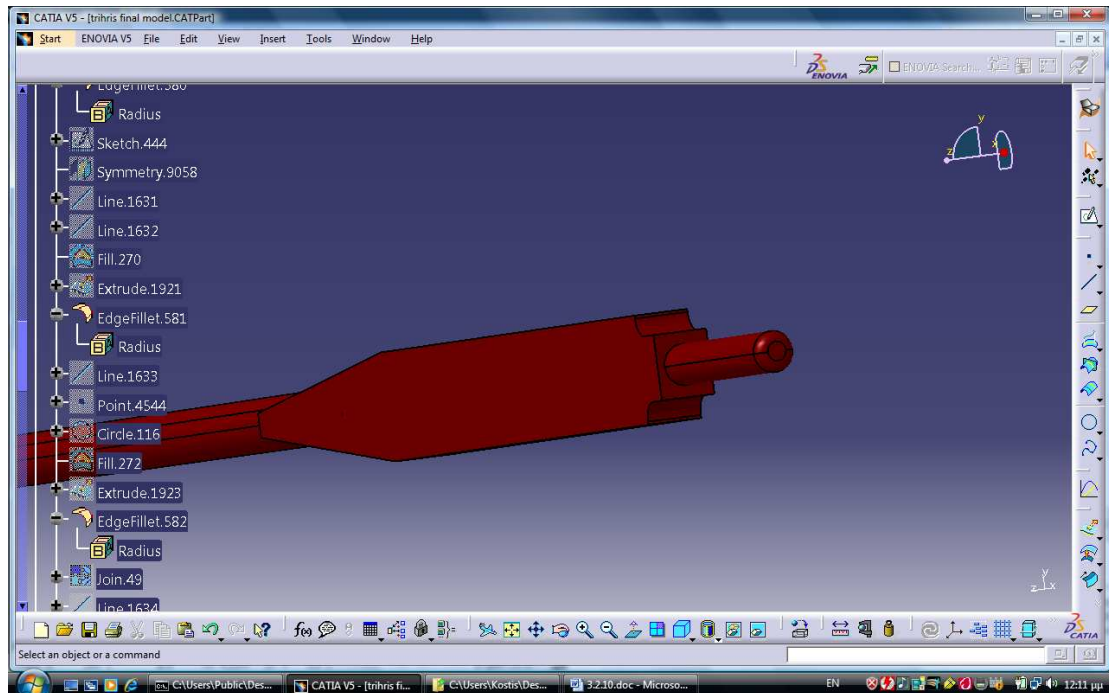
Στο μέσο της επιφάνειας του άνω άκρου του κουπιού δημιουργούμε σημείο με την εντολή **Point** και στην συνέχεια κύκλο με την εντολή **Circle** που έχει κέντρο το προηγούμενο σημείο και εφάπτεται της επιφάνειας.



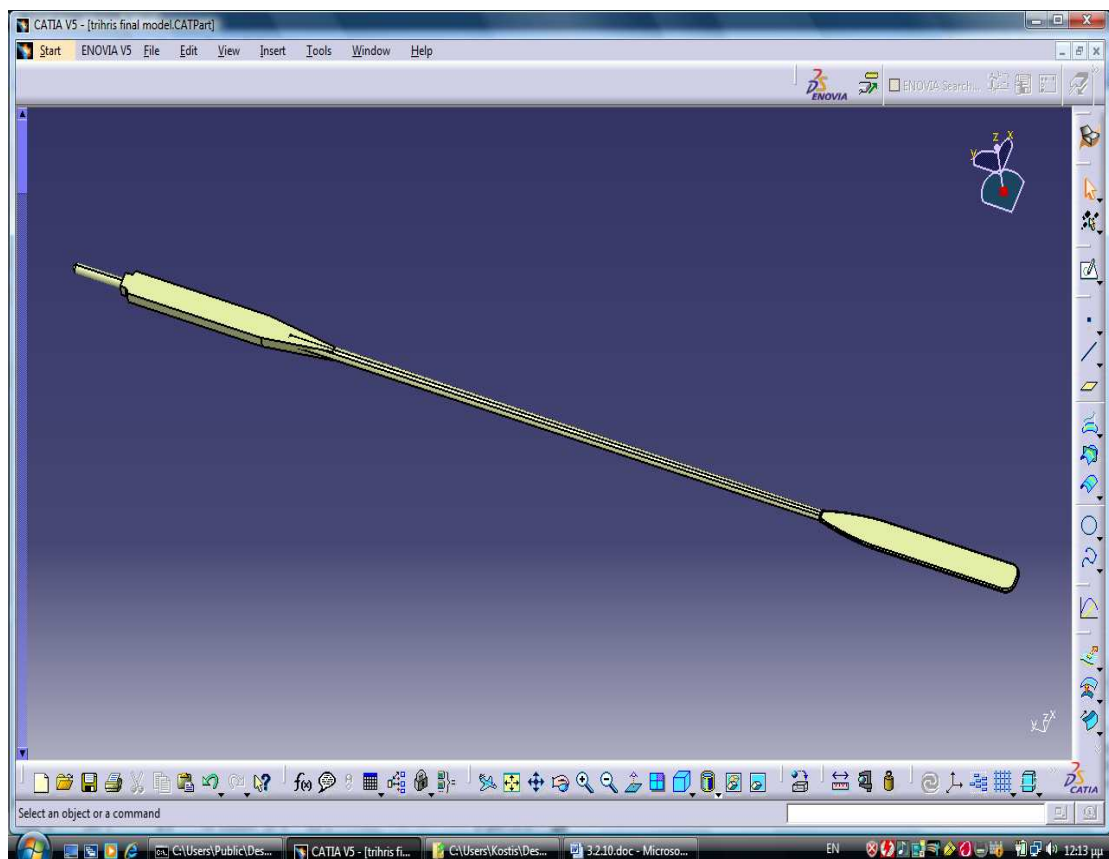
Στη συνέχεια γεμίζουμε την επιφάνεια του κύκλου με την εντολή **Fill** και κατασκευάζουμε την χειρολαβή του κουπιού με την εντολή **Extrude**.



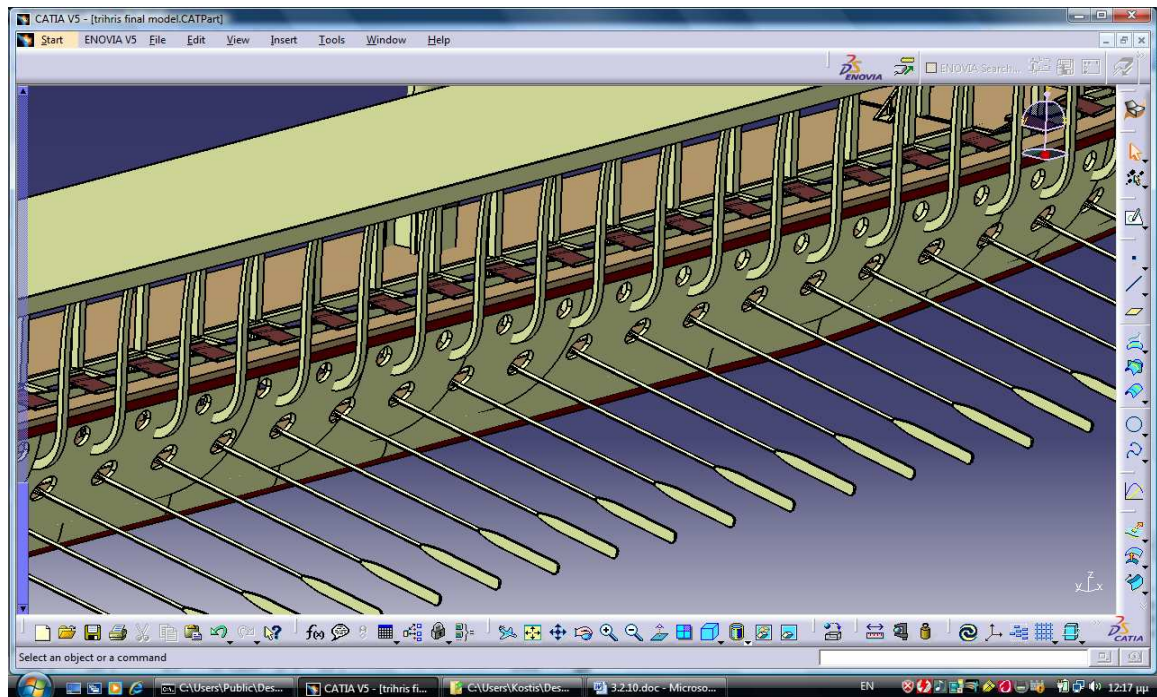
Η κατάλληλη καμπυλότητα στο άκρο της χειρολαβής επιτυγχάνεται με χρήση της εντολής **Edge Fillet**.



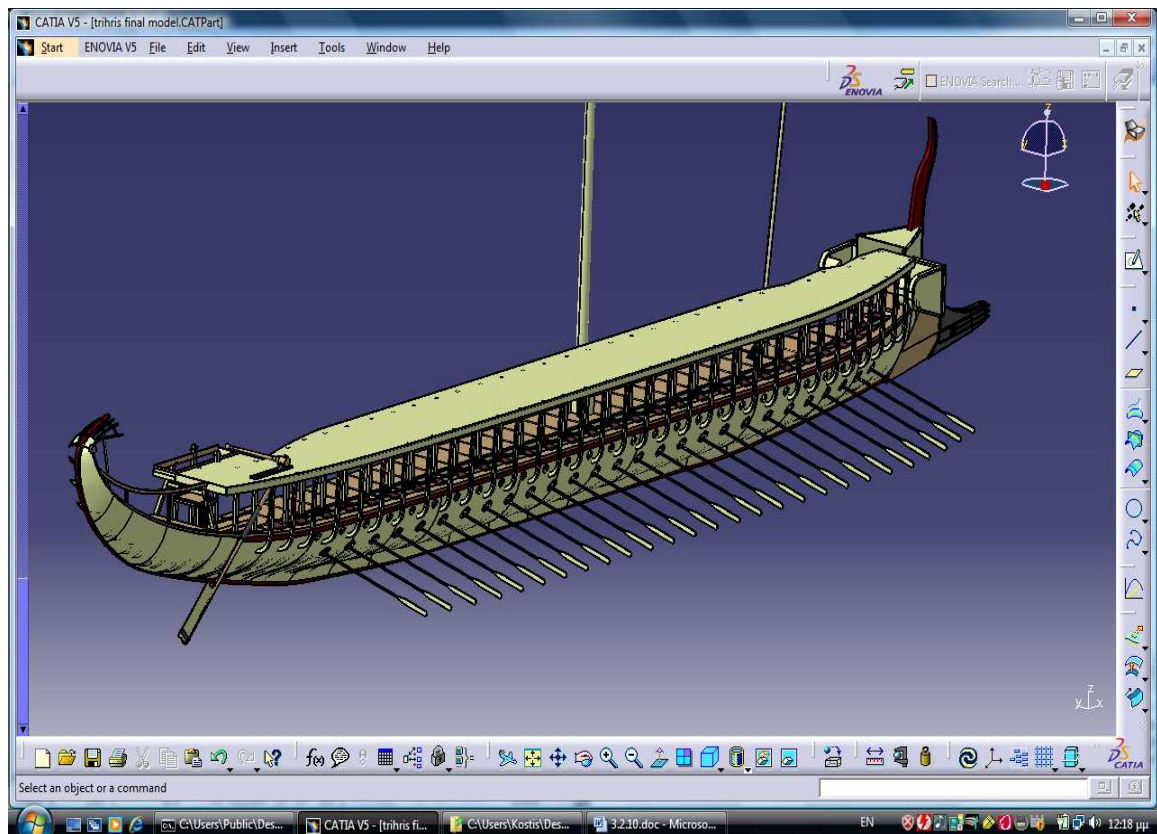
Κατόπιν ενώνουμε τα επιμέρους τμήματα του στελέχους του κουπιού με την εντολή **Join**.



Θέλοντας να τοποθετήσουμε στις σωστές θέσεις τα κουπιά της 1^{ης} σειράς των θαλαμιτών κάνουμε συνδυασμό των εντολών **Translate** και **Rotate** με γνωστές μεθόδους που έχουν περιγραφεί σε προηγούμενα κεφάλαια.



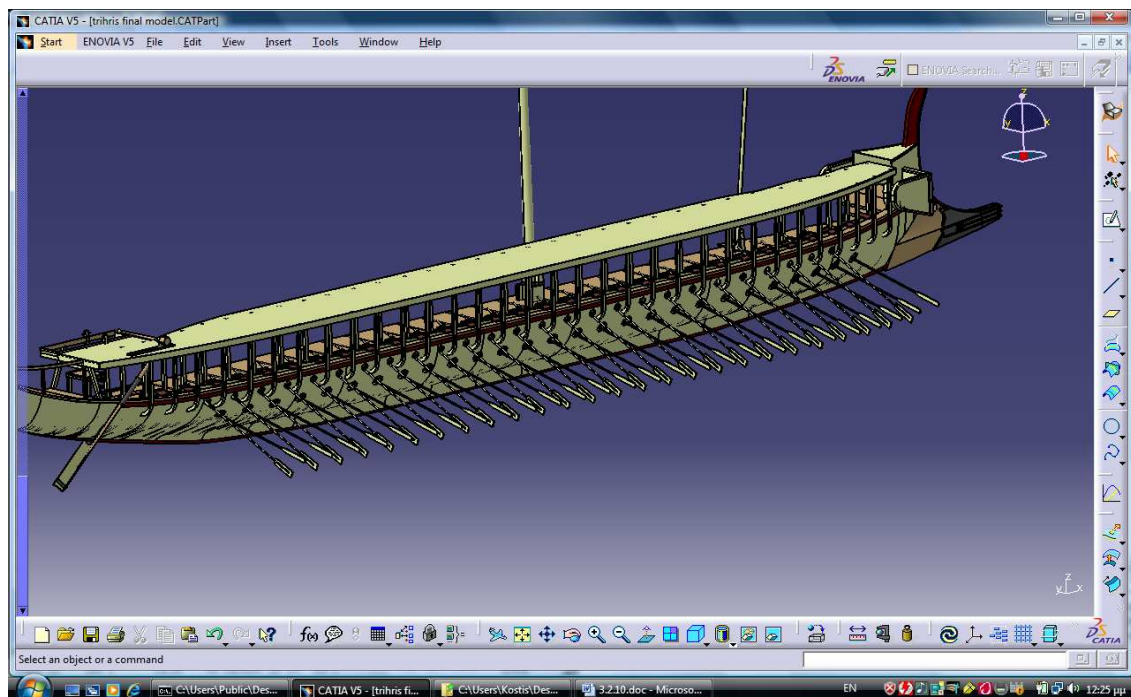
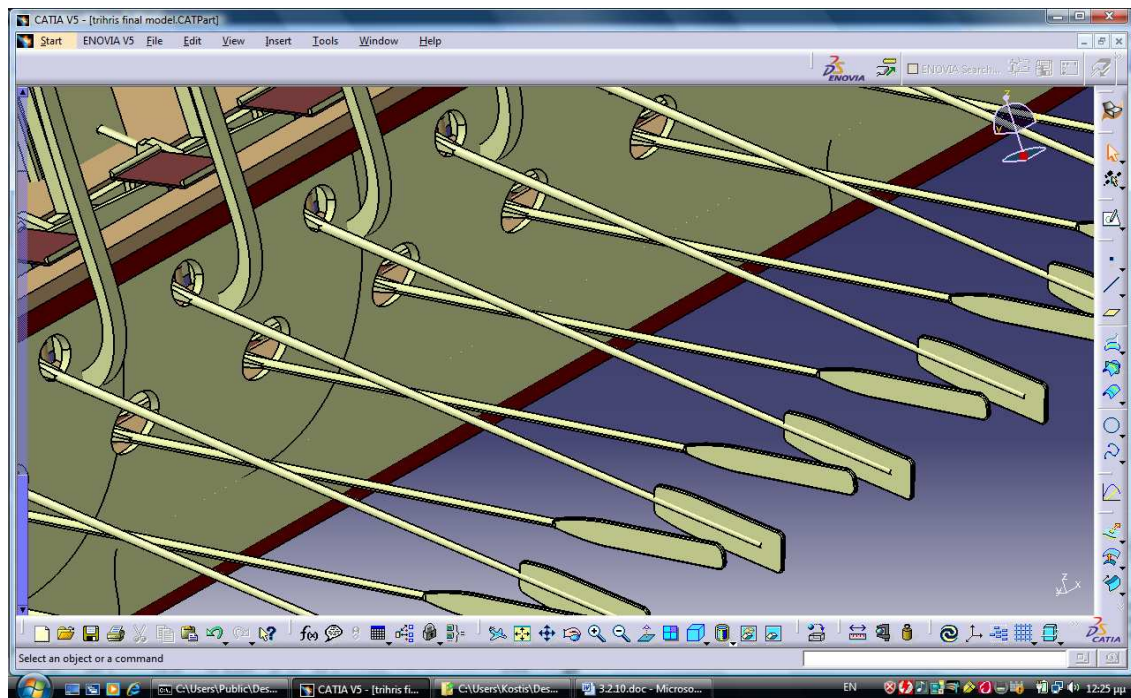
Και έτσι ολοκληρώθηκε η κατασκευή της 1^{ης} σειράς των κουπιών των θαλαμιτών.



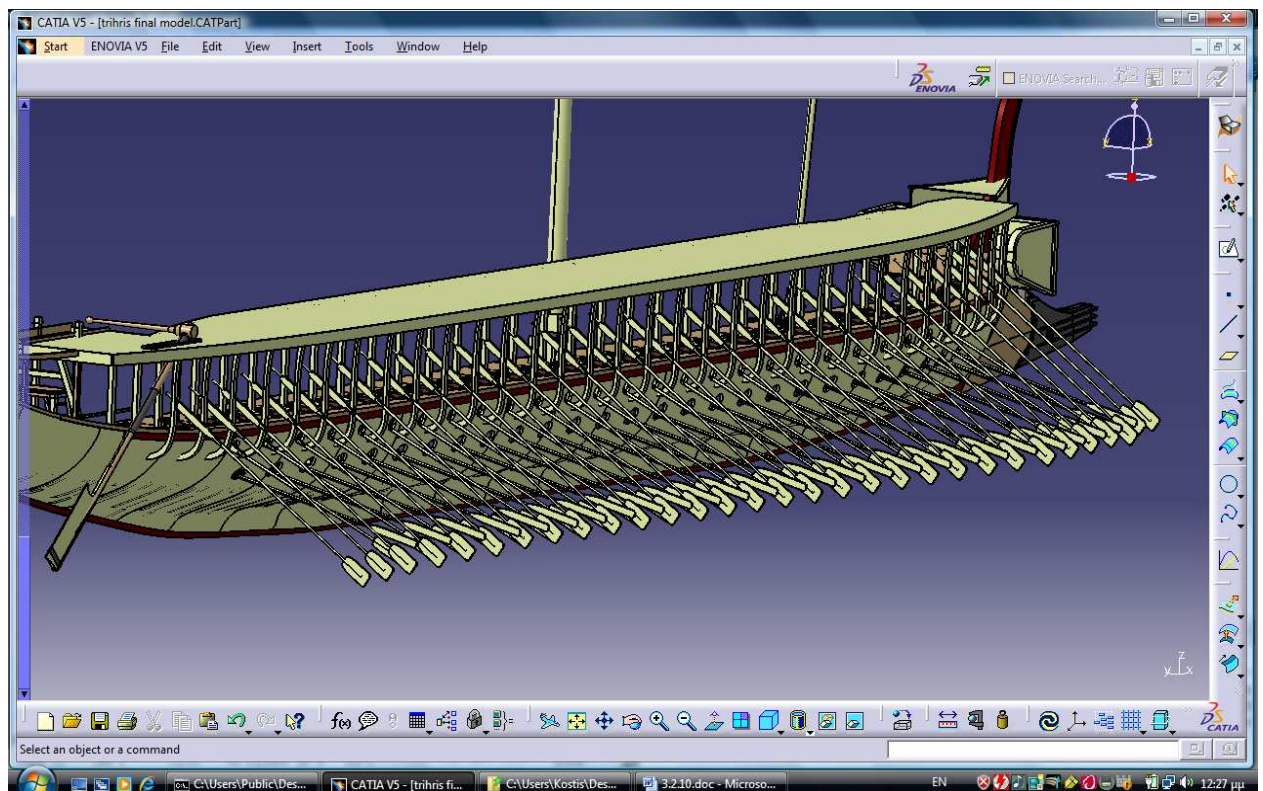
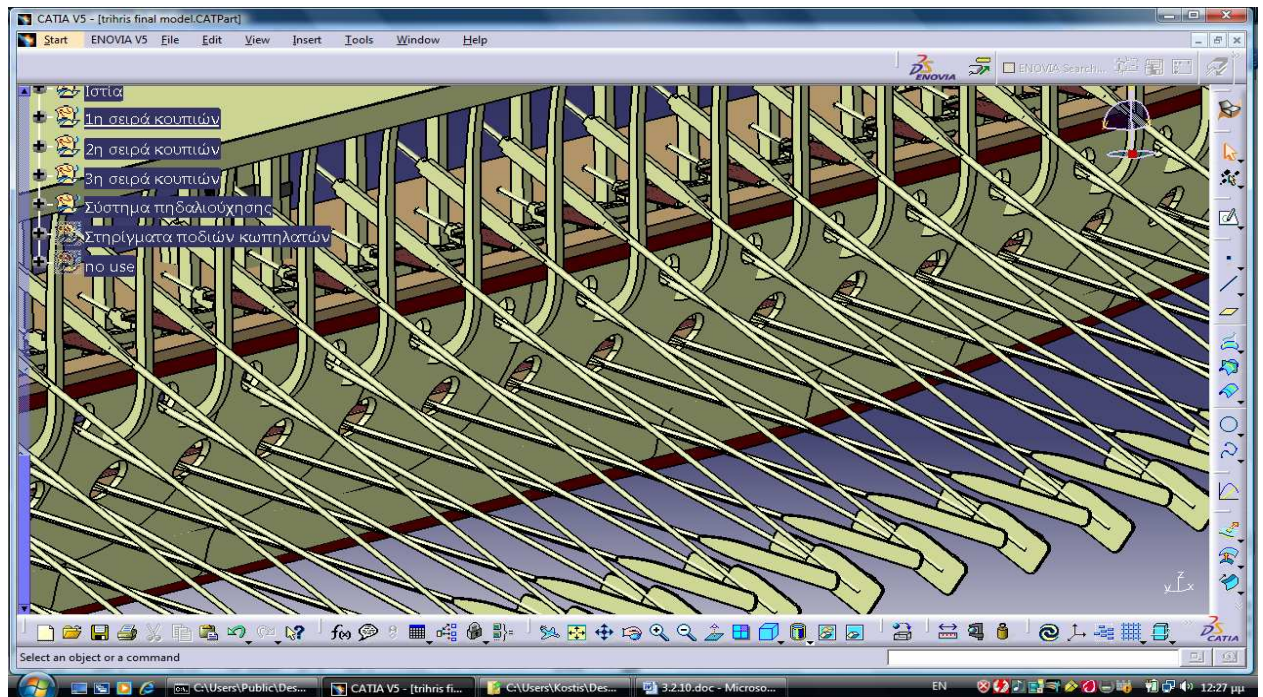
3.2.10.B2. Κατασκευή της 2^{ης} σειράς κουπιών των ζυγίων και της 3^{ης} σειράς κουπιών των θρανιών

Η διαδικασία σχεδίασης και κατασκευής της 2^{ης} και 3^{ης} σειράς κουπιών δεν διαφέρει από την διαδικασία της 1^{ης} σειράς κουπιών παρά μόνο στην σχεδίαση του περιγράμματος των κάτω άκρων των κουπιών.

Για λόγους συντομίας και για το γεγονός ότι δεν παρατηρείται κανένα κατασκευαστικό ενδιαφέρον θα παρουσιαστούν μόνο γραφικά της 2^{ης} σειράς :



και τέλος της 3^{ης} σειράς κουπιών :



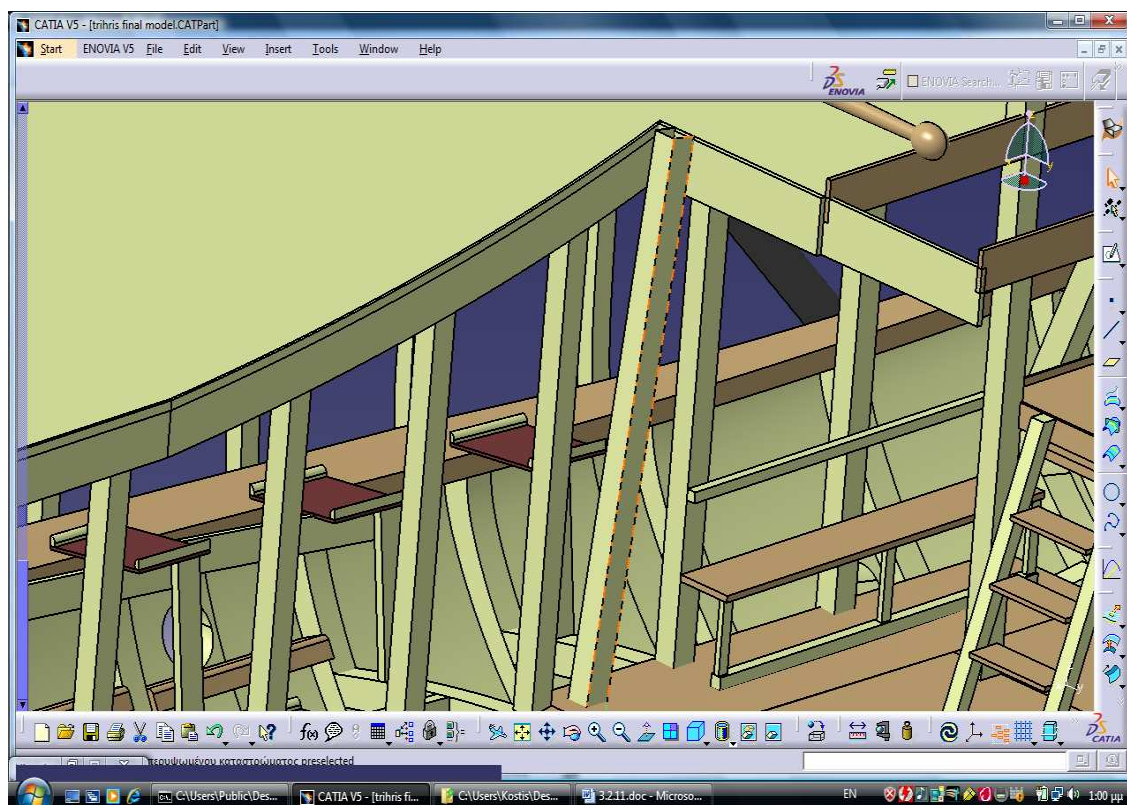
3.2.11 ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

3.2.11.B1. Κατασκευή της σκάλας που οδηγεί στο υπερυψωμένο κατάστρωμα

Η κατασκευή της σκάλας που οδηγεί στο υπερυψωμένο κατάστρωμα είναι μια εύκολη διαδικασία.

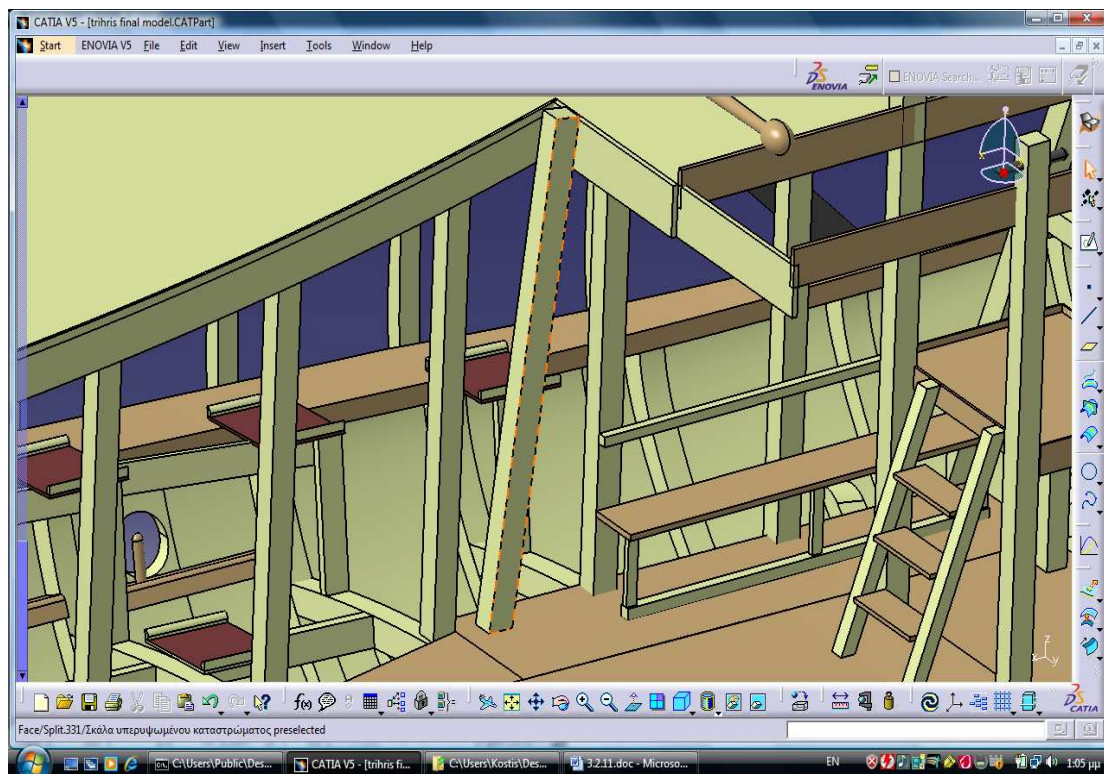
Αρχικά σχεδιάζουμε ένα κατακόρυφο ενισχυτικό με τις ίδιες μεθόδους που περιγράφηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια.

Στη συνέχεια το στρέφουμε με την εντολή **Rotate** και κόβουμε την άνω επιφανεία του με επιφάνεια που προκύπτει από την ακμή του υπερυψωμένου καταστρώματος με την εντολή **Split**.

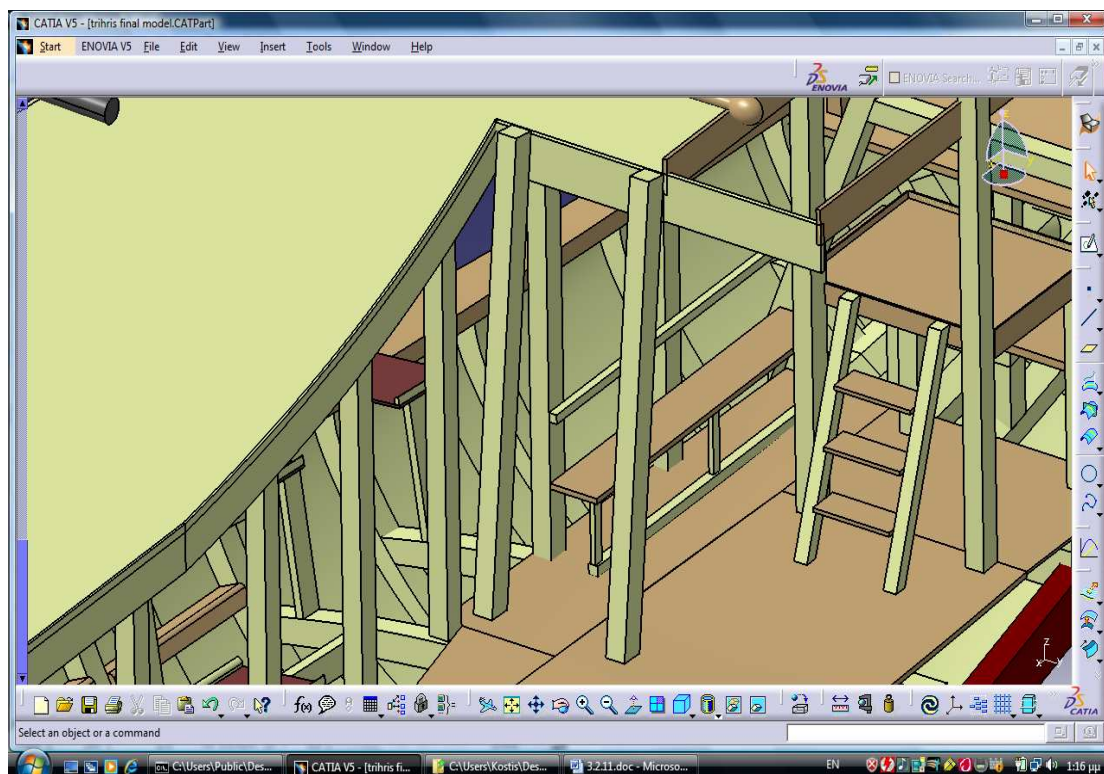


Επαναλαμβάνουμε για την κάτω επιφάνεια του ενισχυτικού χρησιμοποιώντας ως επίπεδο τομής το διάδρομο του 2^{ου} καταστρώματος.

και κλείνουμε τις επιφάνειες του ενισχυτικού στα σημεία τομής με την εντολή **Fill**.

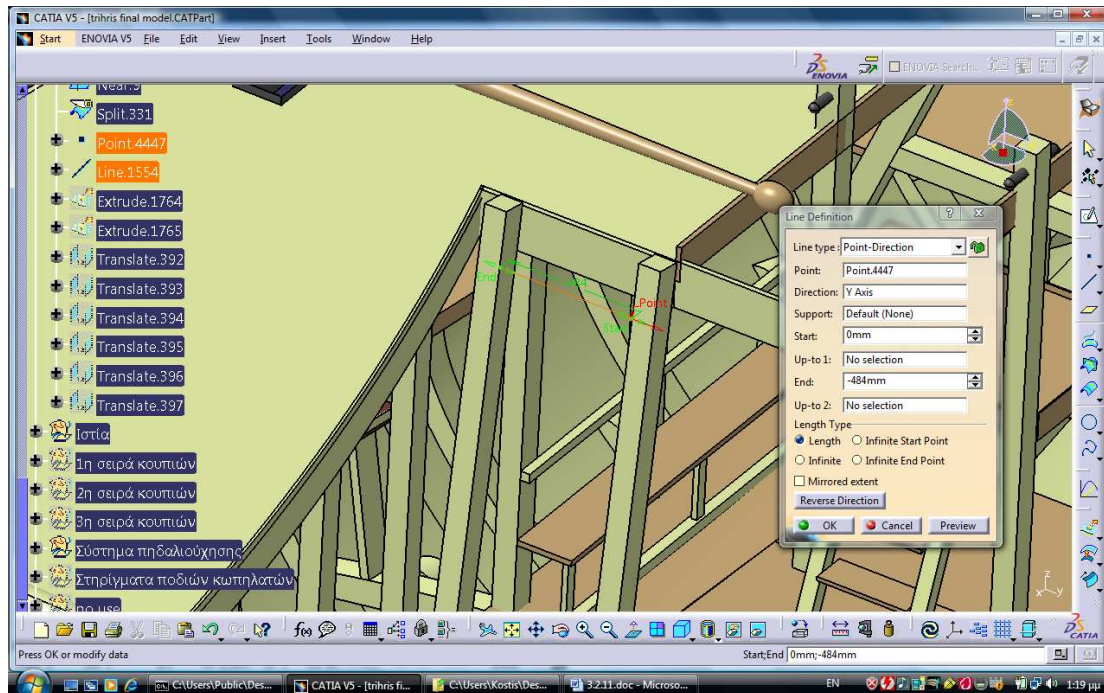


Επιλέγουμε την εντολή **Translate** για να κατασκευάσουμε ενισχυτικό όμοιο με το προηγούμενο το οποίο μεταφέρεται κατά την y διεύθυνση σε μήκος ίσο με το πλάτος της σκάλας.

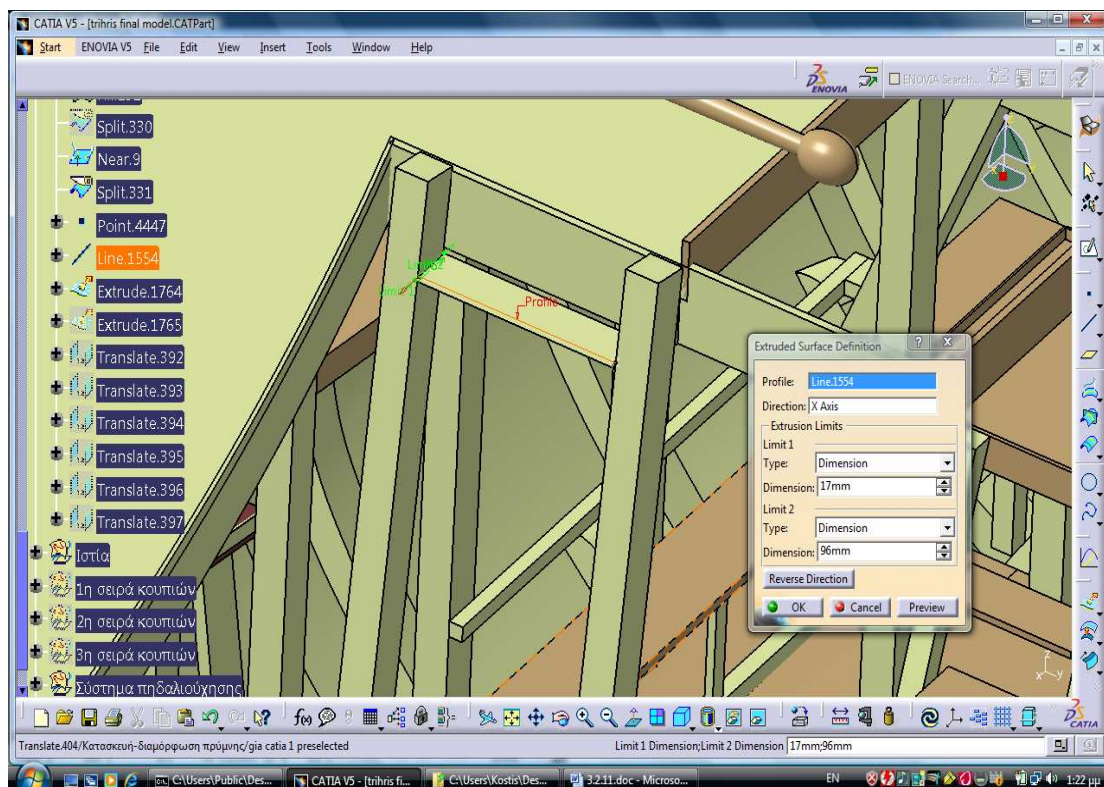


Και με αυτό τον τρόπο κατασκευάσαμε το αριστερό και δεξί στήριγμα της σκάλας.

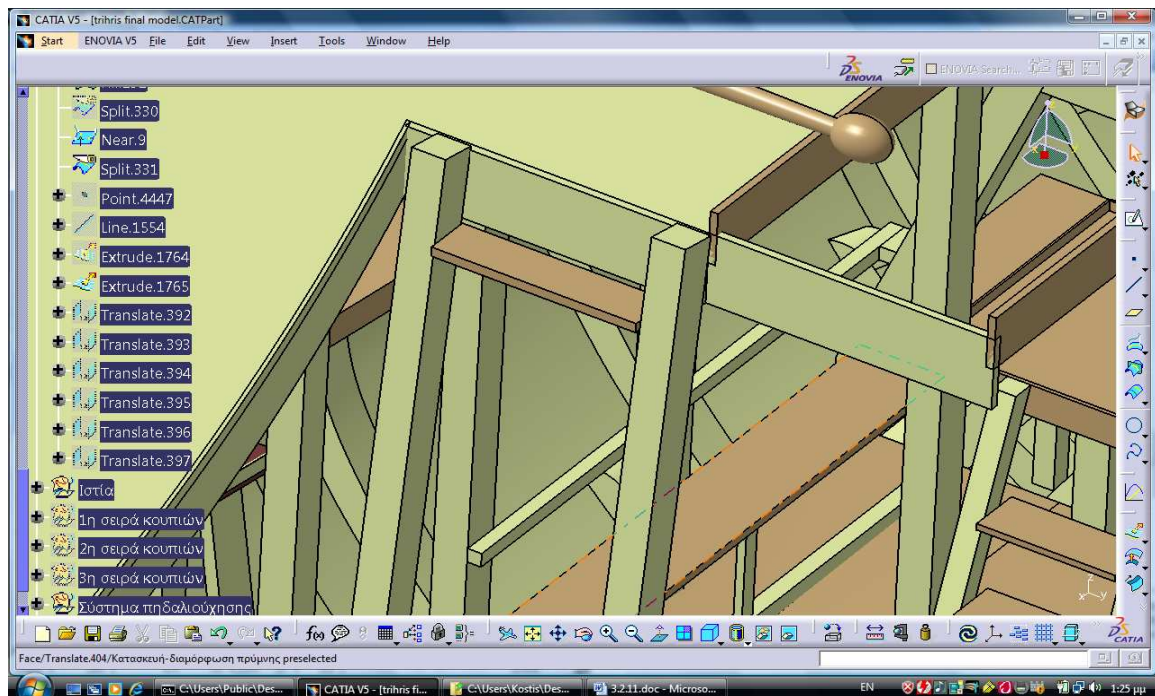
Συνεχίζοντας επιλέγουμε την εντολή **Line** και φέρουμε ευθεία η οποία ενώνει τις δύο εσωτερικές ακμές των στηριγμάτων.



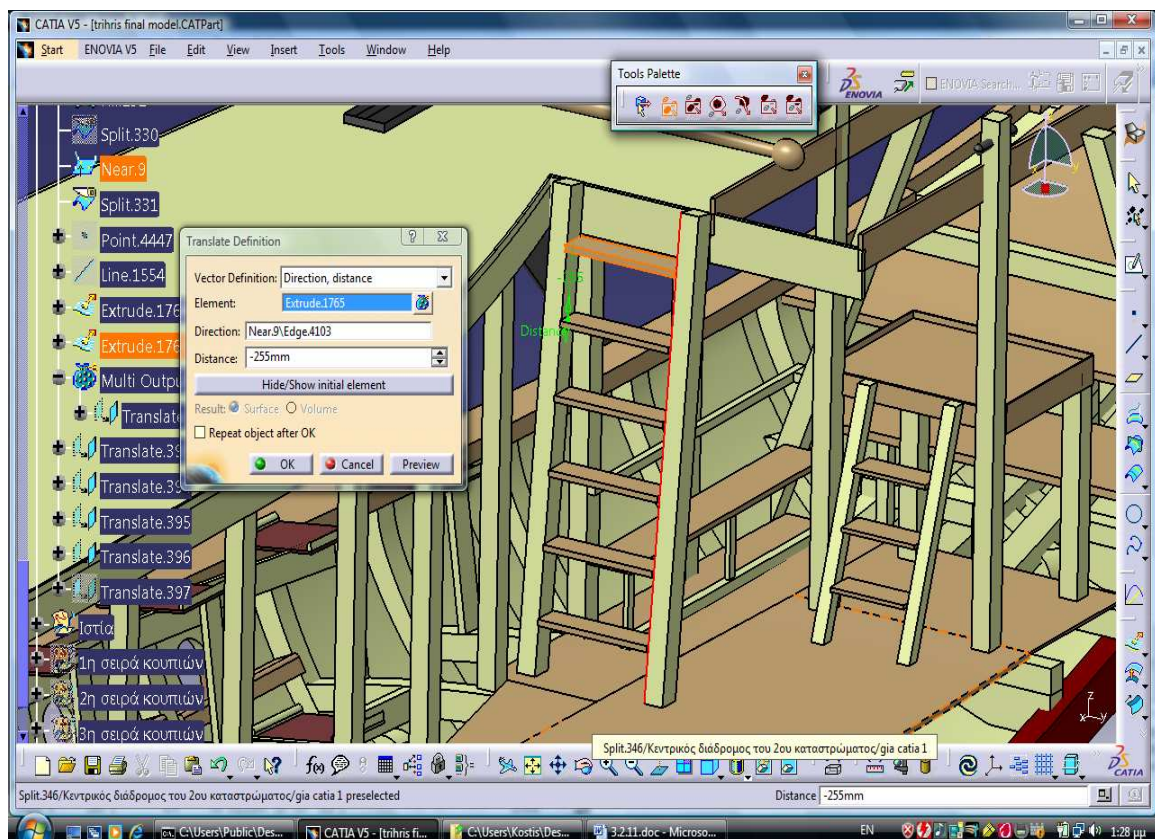
Με προφίλ την προηγούμενη ευθεία φέρουμε επιφάνεια κατά την x διεύθυνση με την εντολή **Extrude**.



Χρησιμοποιούμε την εντολή **Extrude** για να δώσουμε το απαραίτητο πάχος στο σκαλοπάτι.



Κατασκευάζουμε τα υπόλοιπα σκαλοπάτια με πολλαπλή χρήση της εντολής **Translate** επιλέγοντας σαν διεύθυνση την εσωτερική ακμή του στηρίγματος της σκάλας.

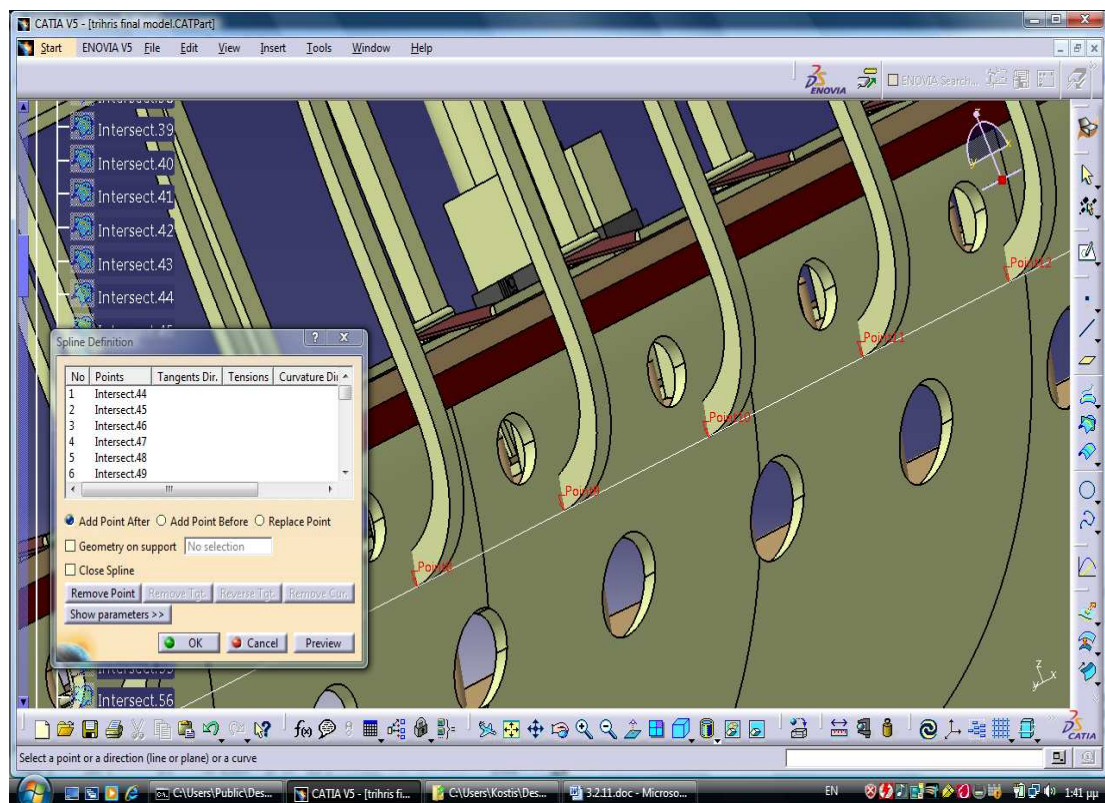


3.2.11.B2. Κατασκευή του άνω εξωτερικού διαμήκους ενισχυτικού της γάστρας.

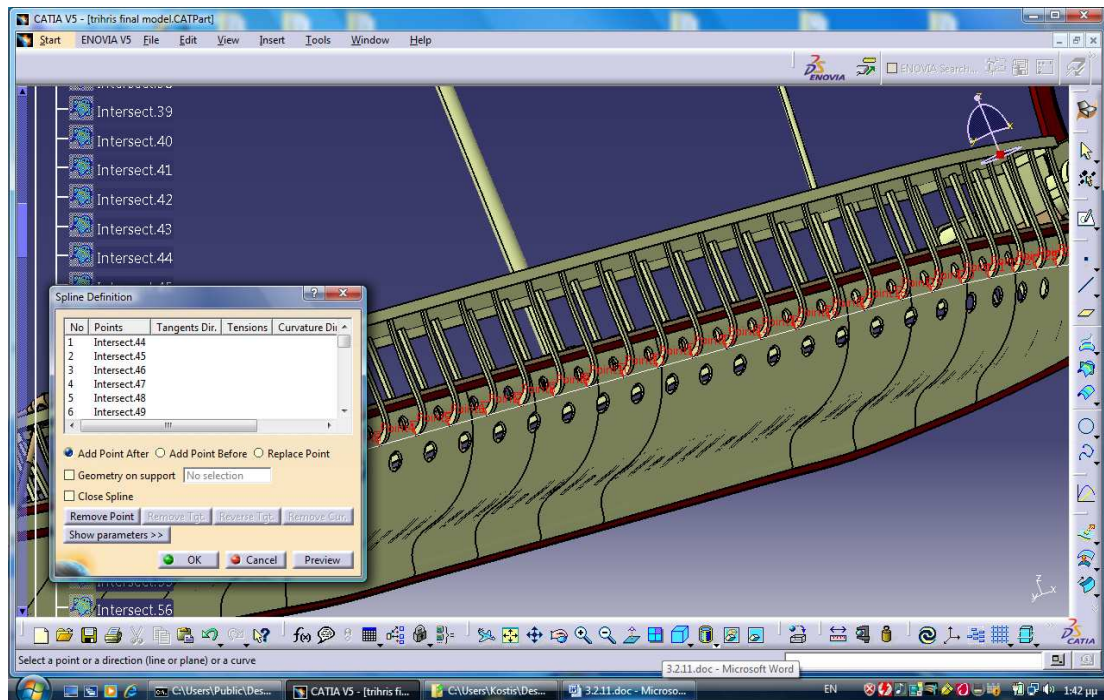
Το άνω εξωτερικό διαμήκες ενισχυτικό χρησιμοποιείται για την ενίσχυση της αντοχής της συνολικής κατασκευής της γάστρας της Τριήρους.

Επίσης αποτελεί την βάση στηρίξεως των κατακόρυφων εγκάρσιων ενισχυτικών του υπερυψωμένου καταστρώματος.

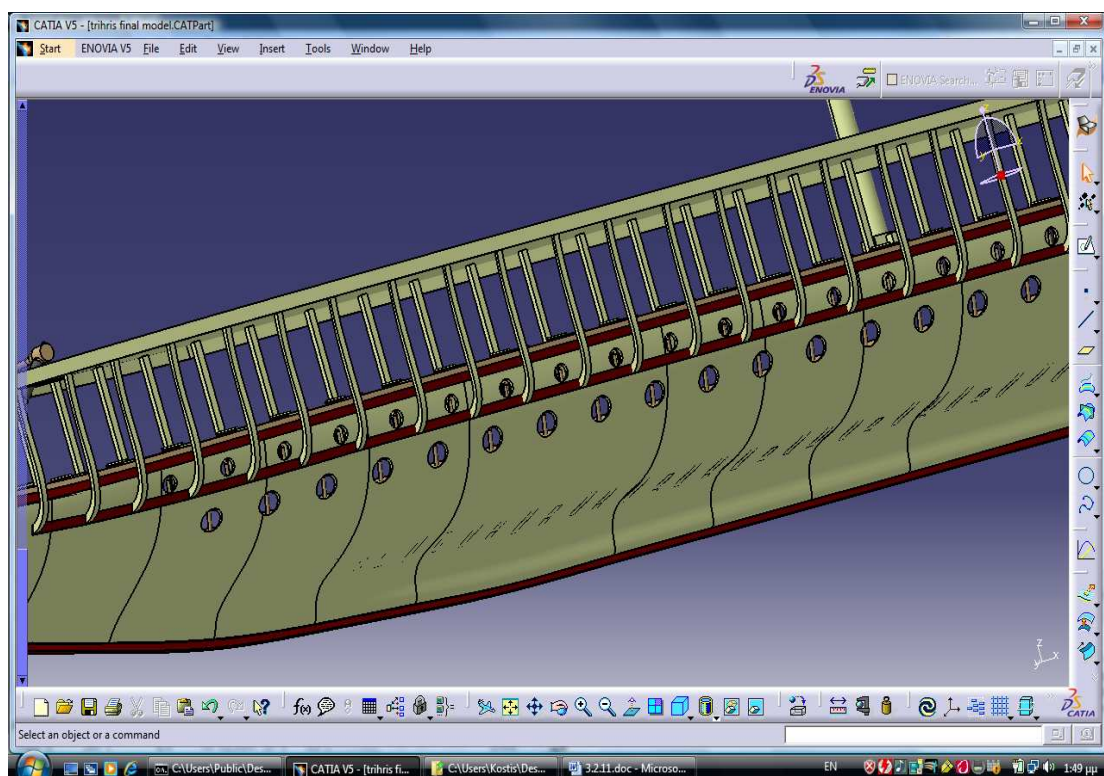
Για να σχεδιάσουμε το άνω εξωτερικό διαμήκες ενισχυτικό χρησιμοποιούμε την εντολή **Spline** και φέρνουμε καμπύλη η οποία παρεμβάλλει τα σημεία τομής του εξωτερικού κελύφους της γάστρας με τα κατακόρυφα ενισχυτικά του υπερυψωμένου καταστρώματος.



Εργαζόμαστε με τον συγκεκριμένο τρόπο για όλο το μήκος της γάστρας που έχει σημεία τομής με τα κατακόρυφα εγκάρσια ενισχυτικά του υπερυψωμένου καταστρώματος.



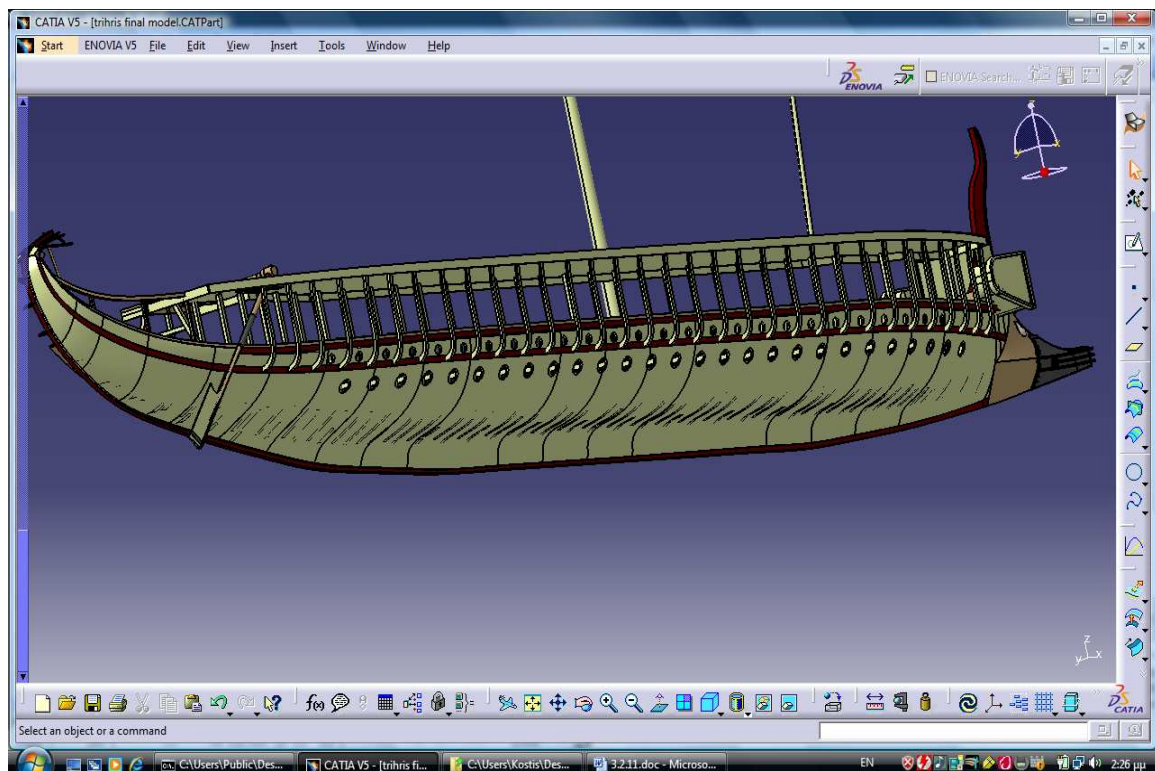
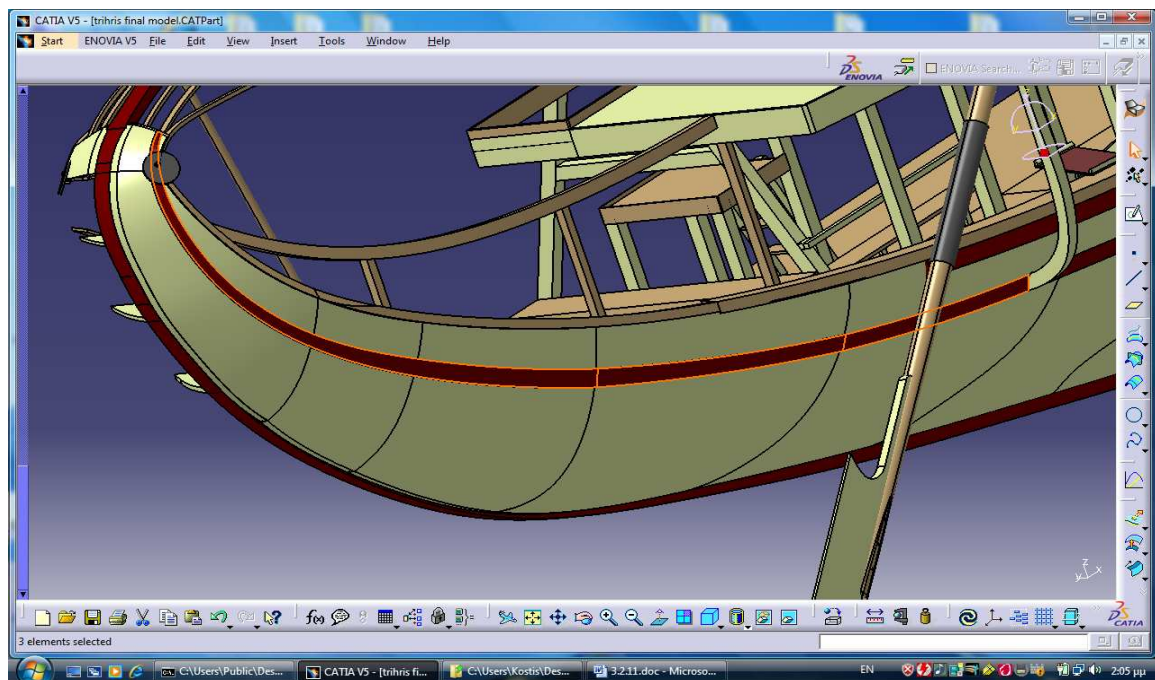
Στη συνέχεια με χρήση της εντολής **Extrude** φέρουμε την επιφάνεια του διαμήκου ενισχυτικού προεκτείνοντας ως την άνω ακμή του κατακόρυφου εγκάρσιου ενισχυτικού του καταστρώματος.



Δίδουμε το κατάλληλο πάχος στο διαμήκες ενισχυτικό με την εντολή **Extrude** προεκτείνοντας κατά την y διεύθυνση.

Το εξωτερικό διαμήκες ενισχυτικό εκτείνεται σε όλο το μήκος της γάστρας. Για το τμήμα της γάστρας που δεν έχουμε σημεία τομής με τα κατακόρυφα ενισχυτικά εργαζόμαστε ως εξής :

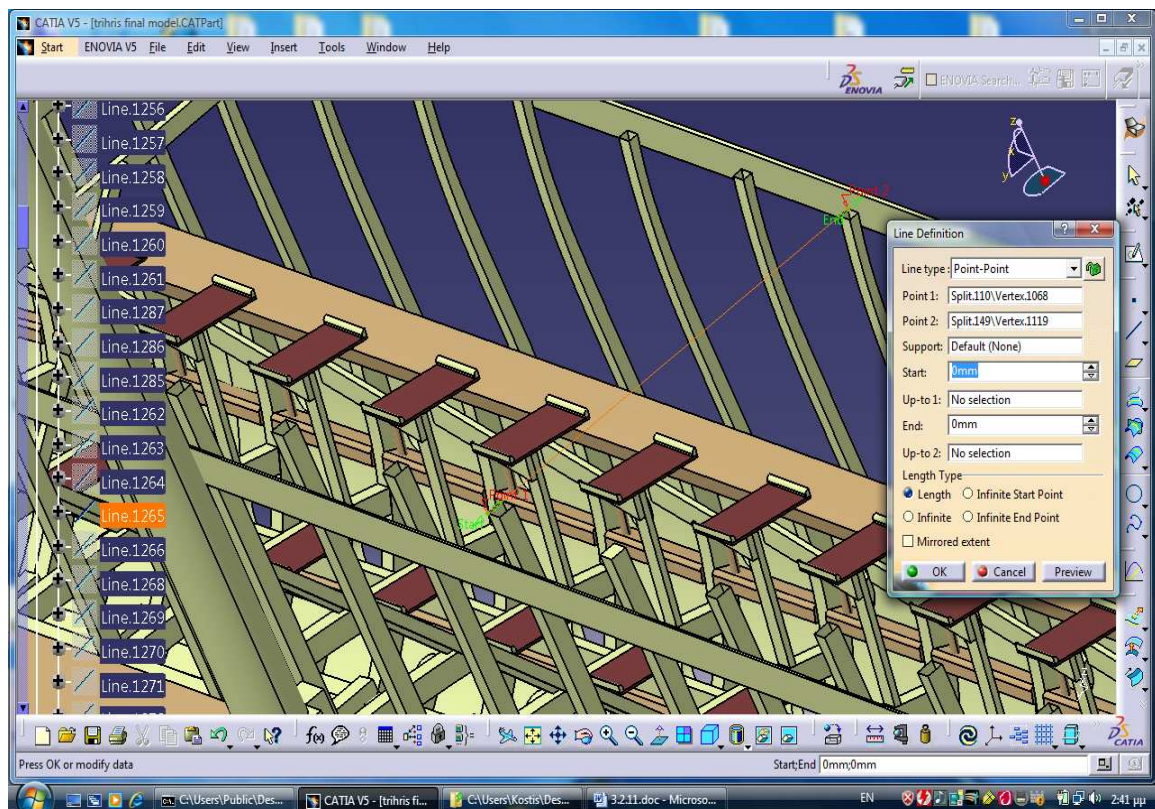
Επιλέγουμε την εντολή **Point** και δημιουργούμε σημεία πάνω στο εξωτερικό μέρος της γάστρας. Με την εντολή **Spline** παρεμβάλλουμε τα σημεία και χρησιμοποιούμε όπως πριν δύο φορές την εντολή **Extrude** για να κατασκευάσουμε το υπόλοιπο τμήμα του εξωτερικού διάμησης ενισχυτικού.



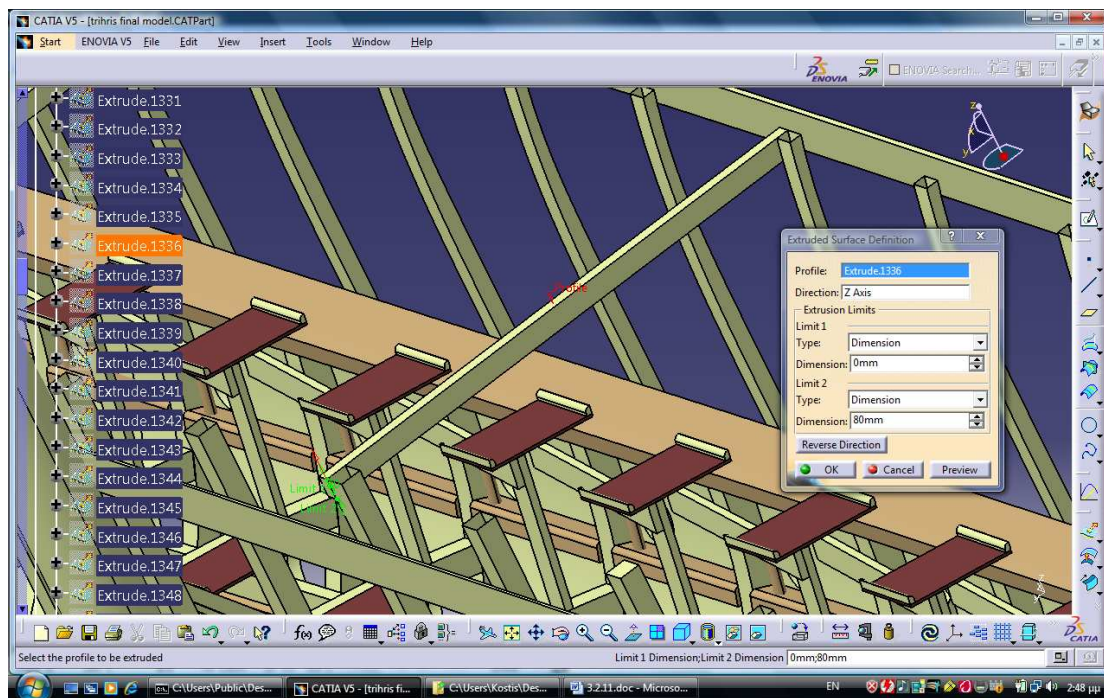
3.2.11.B3. Κατασκευή των εγκάρσιων ενισχυτικών του υπερυψωμένου καταστρώματος

Σε αυτό το σημείο θα κατασκευάσουμε τις εγκάρσιες ενισχύσεις του υπερυψωμένου καταστρώματος οι οποίες στηρίζουν το υπερυψωμένο κατάστρωμα και ενισχύουν την αντοχή της συνολικής κατασκευής της Τριήρους.

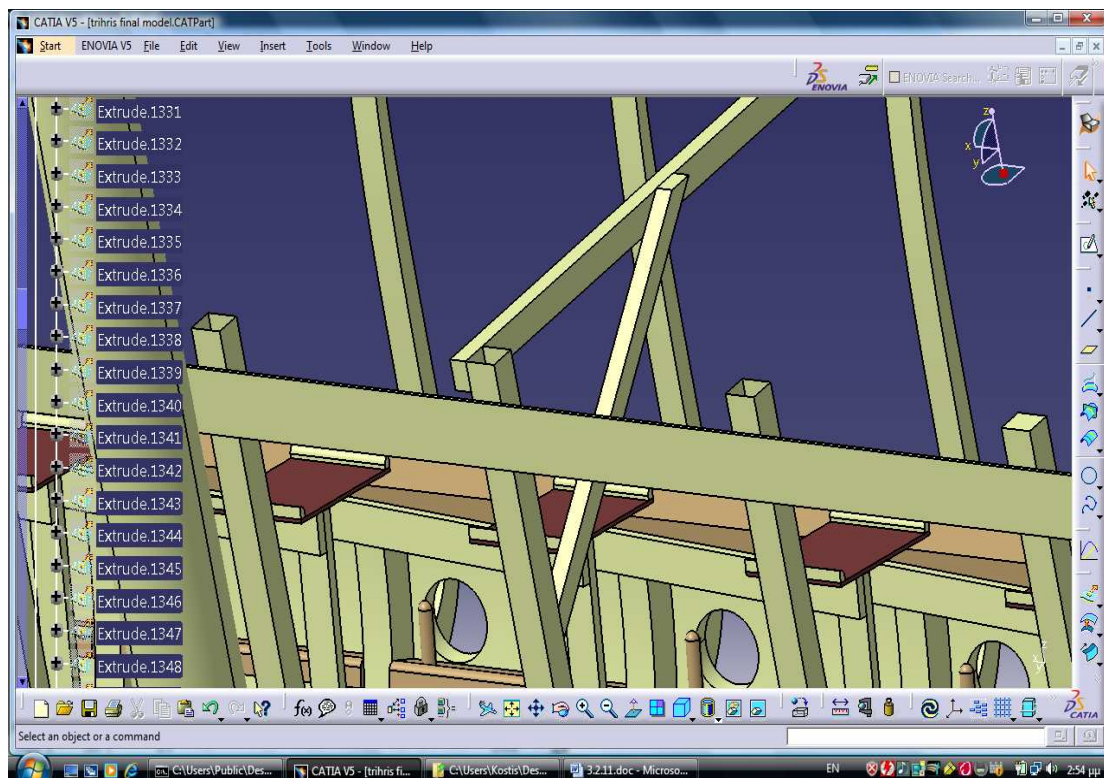
Επιλέγουμε αρχικά την εντολή **Line** και χαράσσουμε ευθεία η οποία ενώνει τα εσωτερικά σημεία των ακμών των κατακόρυφων ενισχυτικών του υπερυψωμένου καταστρώματος.



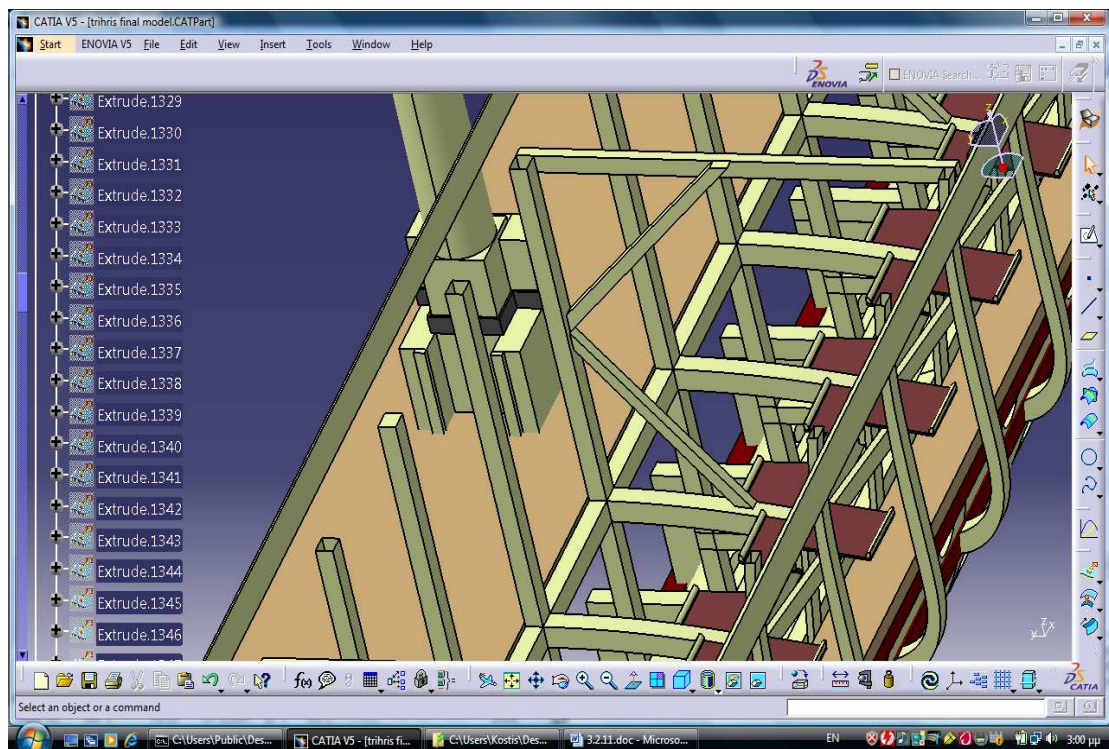
Στη συνέχεια με διπλή χρήση της εντολής **Extrude** φέρουμε την επιφάνεια του εγκάρσιου ενισχυτικού στην z διεύθυνση και δίδουμε το απαραίτητο πάχος στην x διεύθυνση.



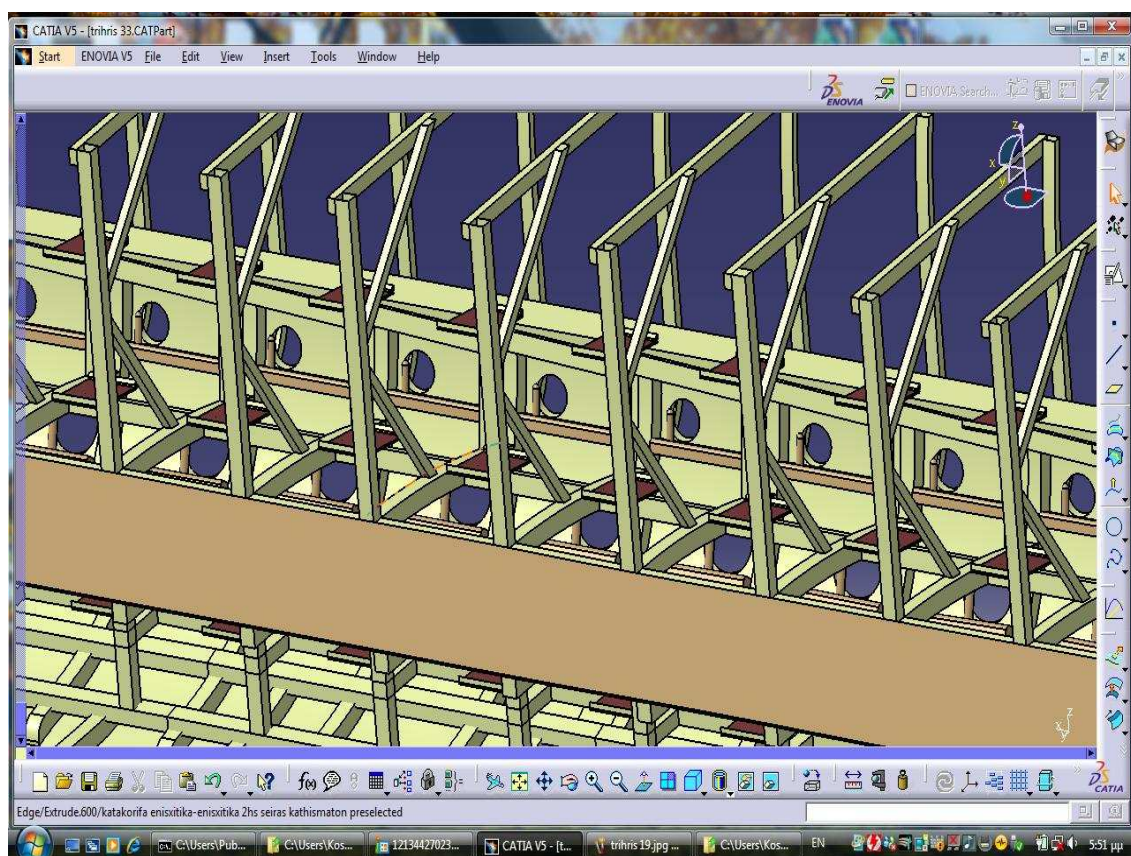
Κατά τον ίδιο τρόπο εργαζόμαστε για να κατασκευάσουμε την άνω στήριξη του κατακόρυφου ενισχυτικού με το εγκάρσιο ενισχυτικό του υπερυψωμένου καταστρώματος.



Συνεχίζουμε την ίδια διαδικασία και κατασκευάζουμε την κάτω στήριξη του κατακόρυφου ενισχυτικού με το εγκάρσιο ενισχυτικό των θέσεων του 2^{ου} καταστρώματος.

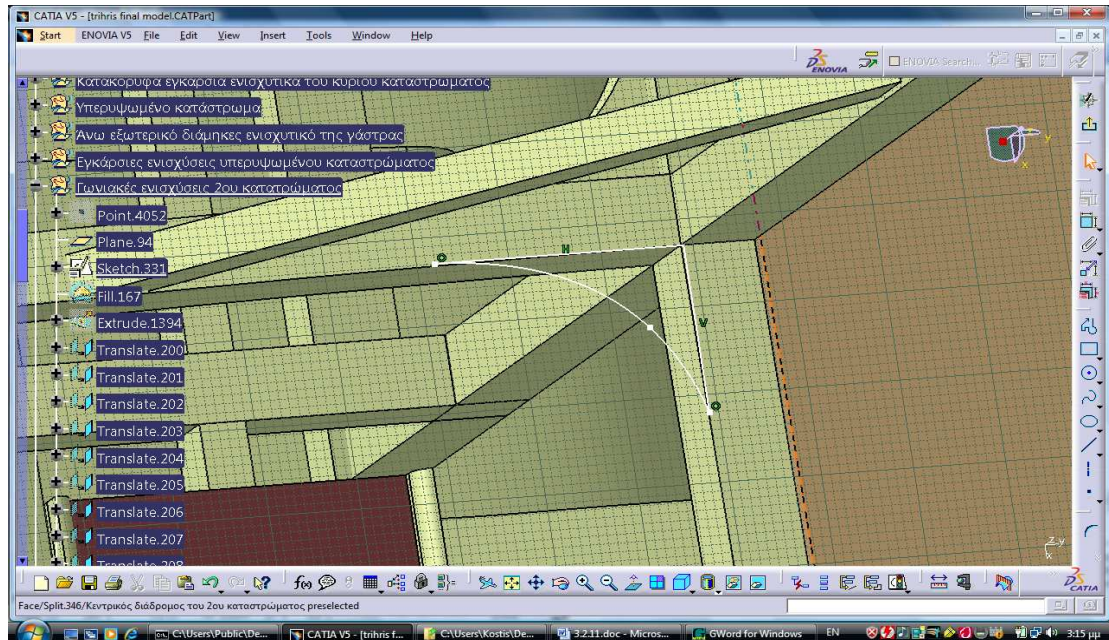


Επαναλαμβάνουμε την διαδικασία κατασκευής των εγκάρσιων ενισχυτικών και των στηριξεών τους για όλο το μήκος του υπερυψωμένου καταστρώματος.

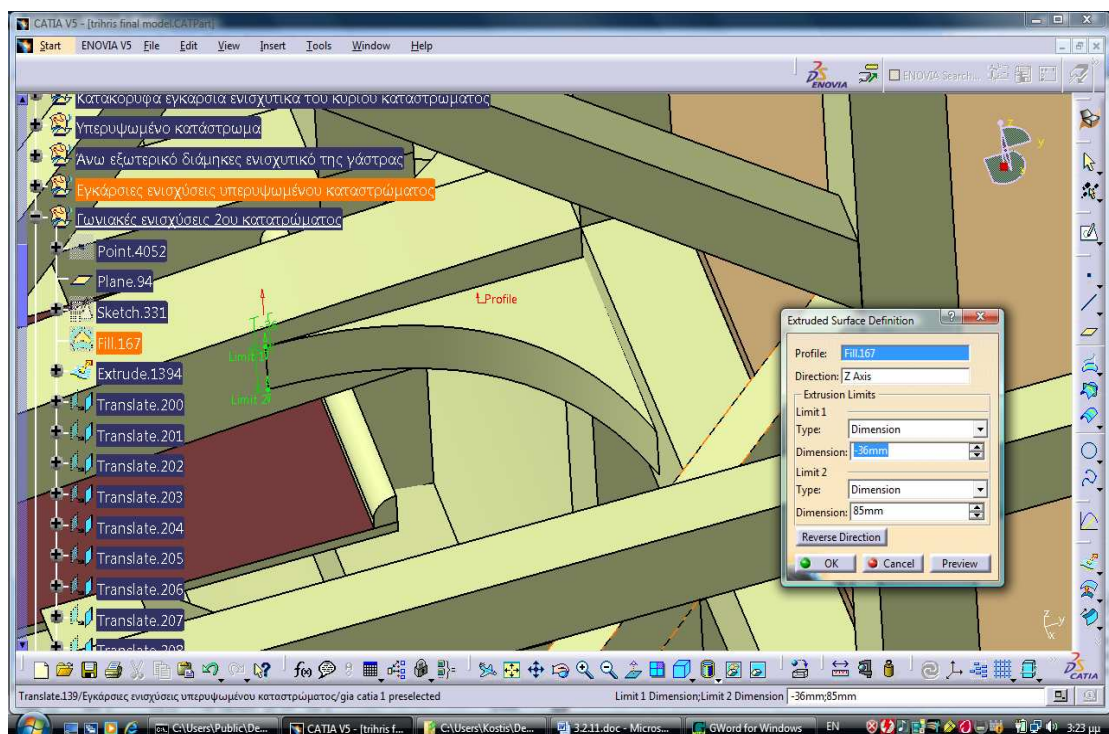


3.2.11.B4. Κατασκευή γωνιακών ενισχύσεων (μπρακέτα) του 2^{ου} καταστρώματος

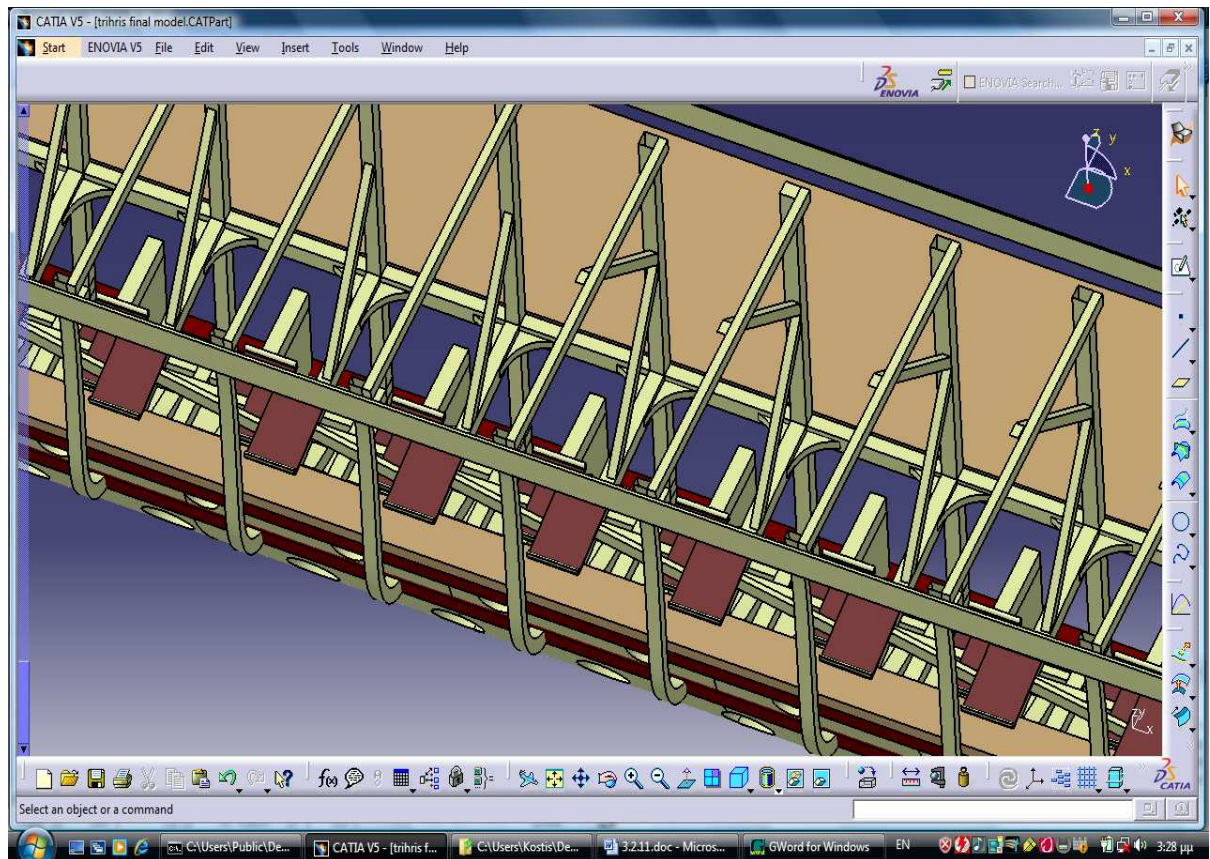
Αρχικά δημιουργούμε επίπεδο εφαπτομενικό στην άνω επιφάνεια του διαμήκους ενισχυτικού του 2^{ου} καταστρώματος. Στη συνέχεια επιλέγουμε την εντολή **Positioned Sketch** και χαράσουμε το περίγραμμα της κατόψεως του γωνιακού ενισχυτικού.



Χρησιμοποιούμε την εντολή **Fill** για να σχηματίσουμε την επιφάνεια που περικλείει το περίγραμμα της κατόψεως και έπειτα την εντολή **Extrude** για κατασκευάσουμε την γωνιακή ενίσχυση-στήριξη.

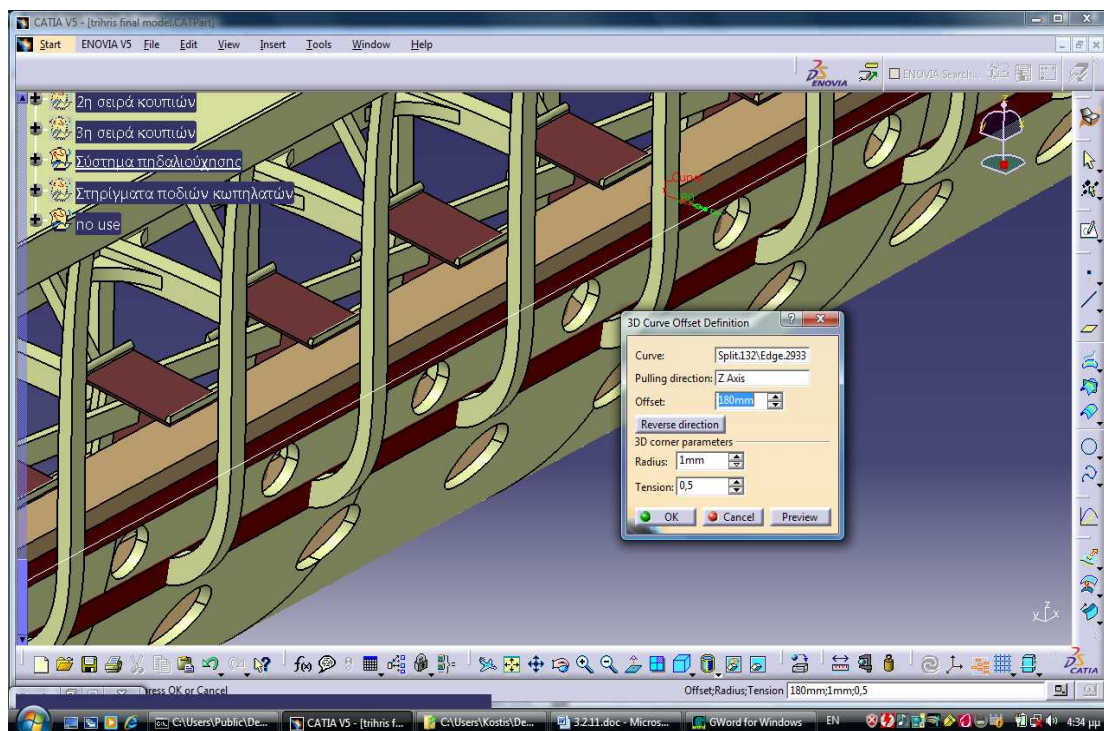


Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι να κατασκευαστούν όλες οι γωνιακές ενισχύσεις- στηρίξεις των εγκάρσιων ενισχυτικών με τα διαμήκη ενισχυτικά του δευτέρου καταστρώματος.

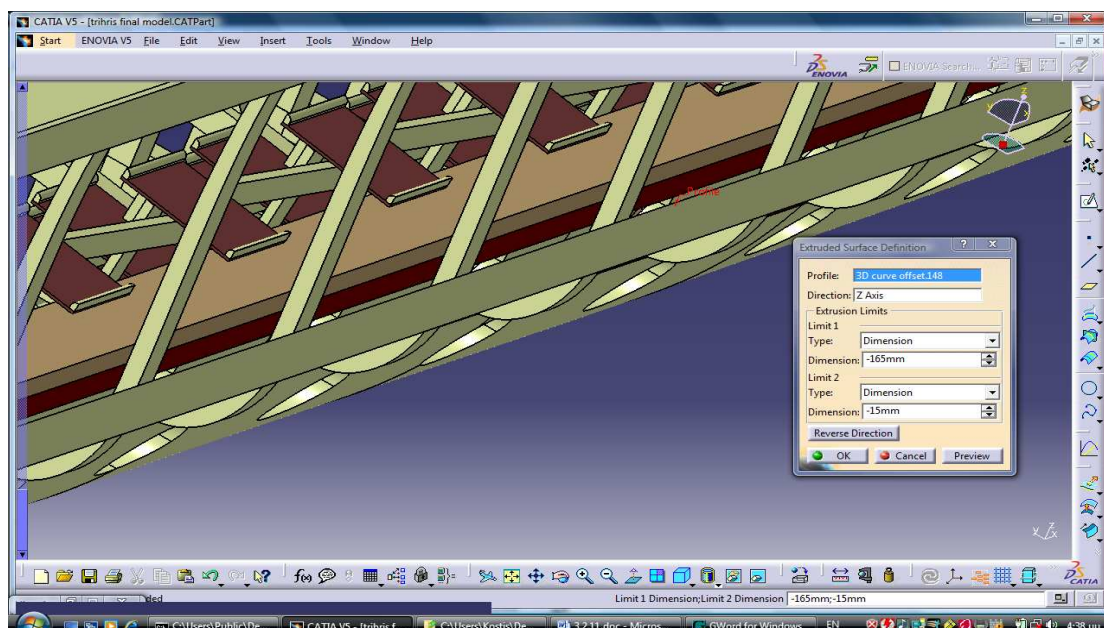


3.2.11.B5. Κατασκευή του διαμήκους ενισχυτικού στηρίξεως των κουπιών του 3^{ου} καταστρώματος και της κάτω βάσης στηρίξεως του πηδαλίου

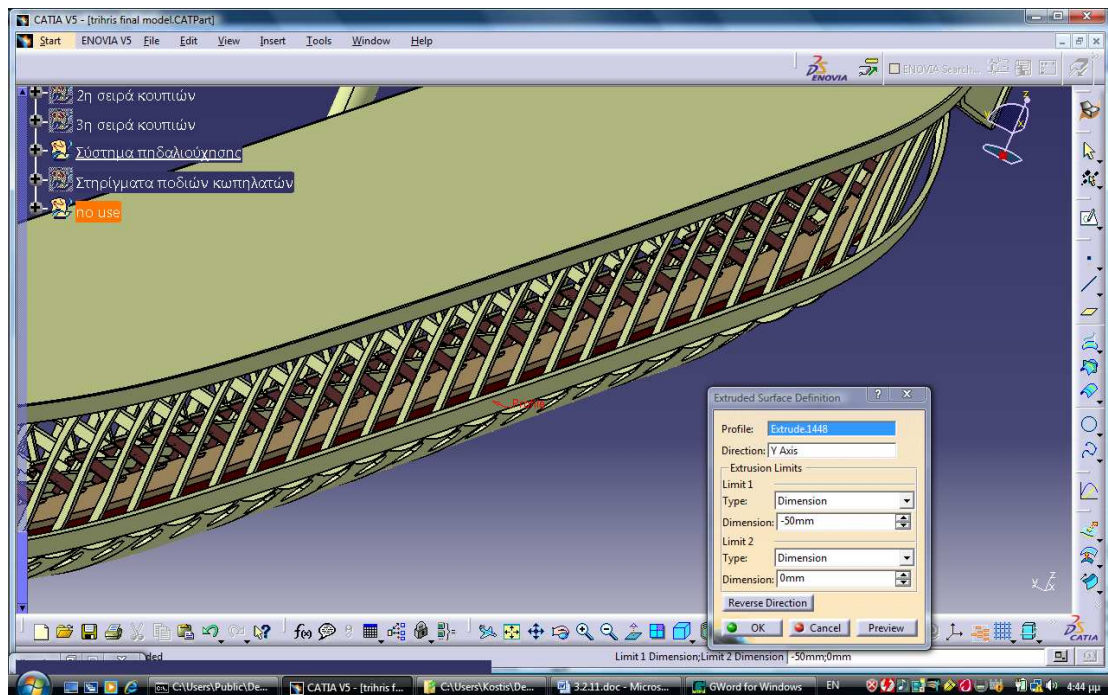
Αρχικά επιλέγουμε την εντολή **3D Curve Offset** και φέρουμε την καμπύλη της ακμής του κυρίου καταστρώματος σε κατάλληλη απόσταση κατά την y διεύθυνση.



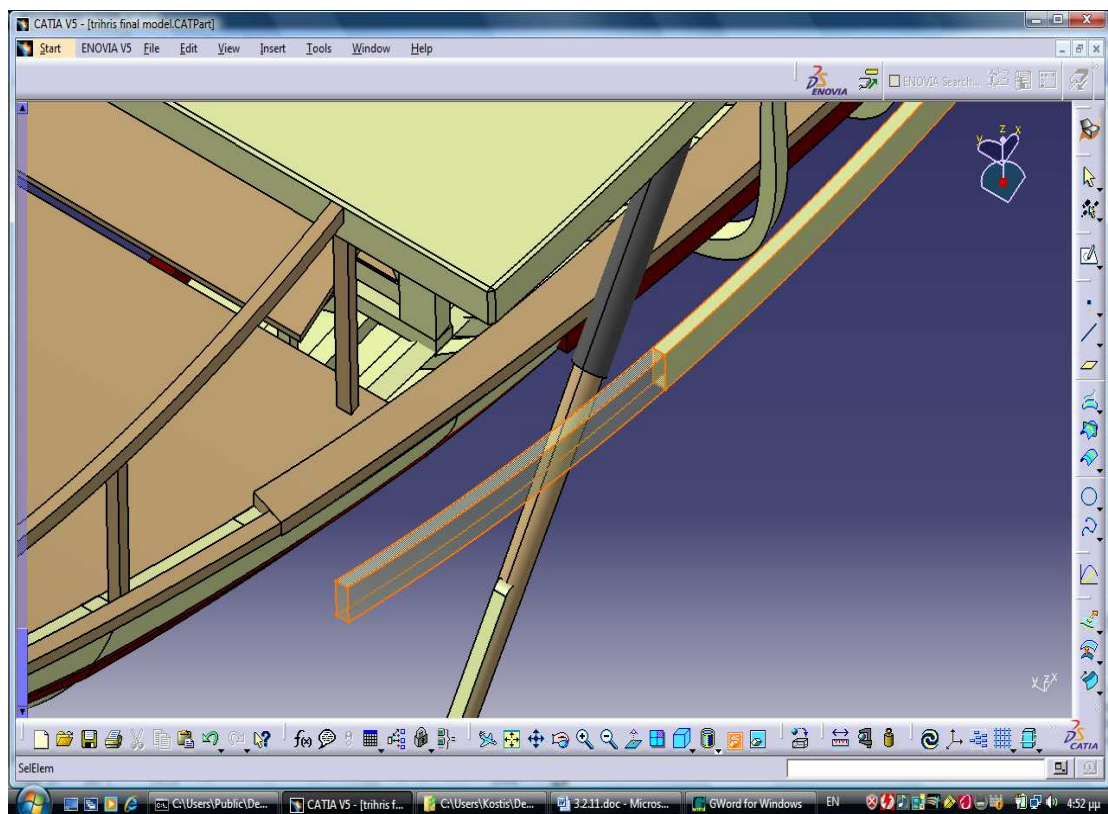
και χρησιμοποιούμε την εντολή **Extrude** και σχεδιάζουμε επιφάνεια με προέκταση κατά τον z άξονα.



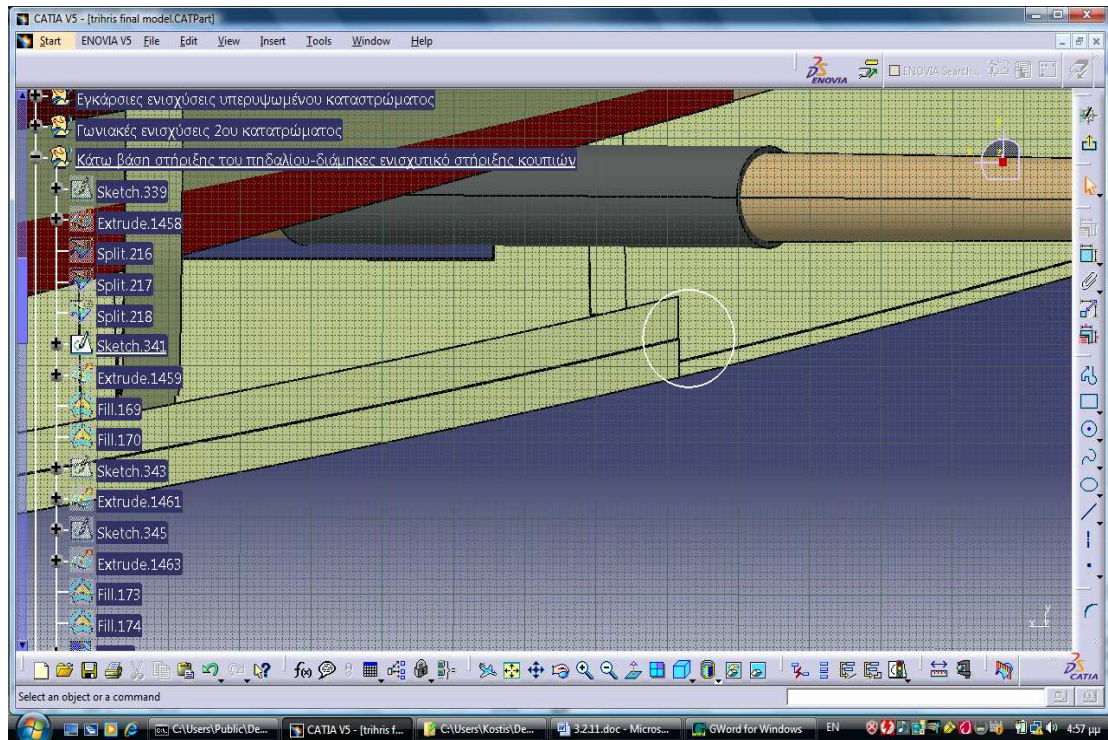
Στη συνέχεια με προέκταση κατά την y διεύθυνση με την εντολή **Extrude** δίδουμε πάχος στο διαμήκες ενισχυτικό στήριξης των κουπιών του 3^{ου} καταστρώματος.



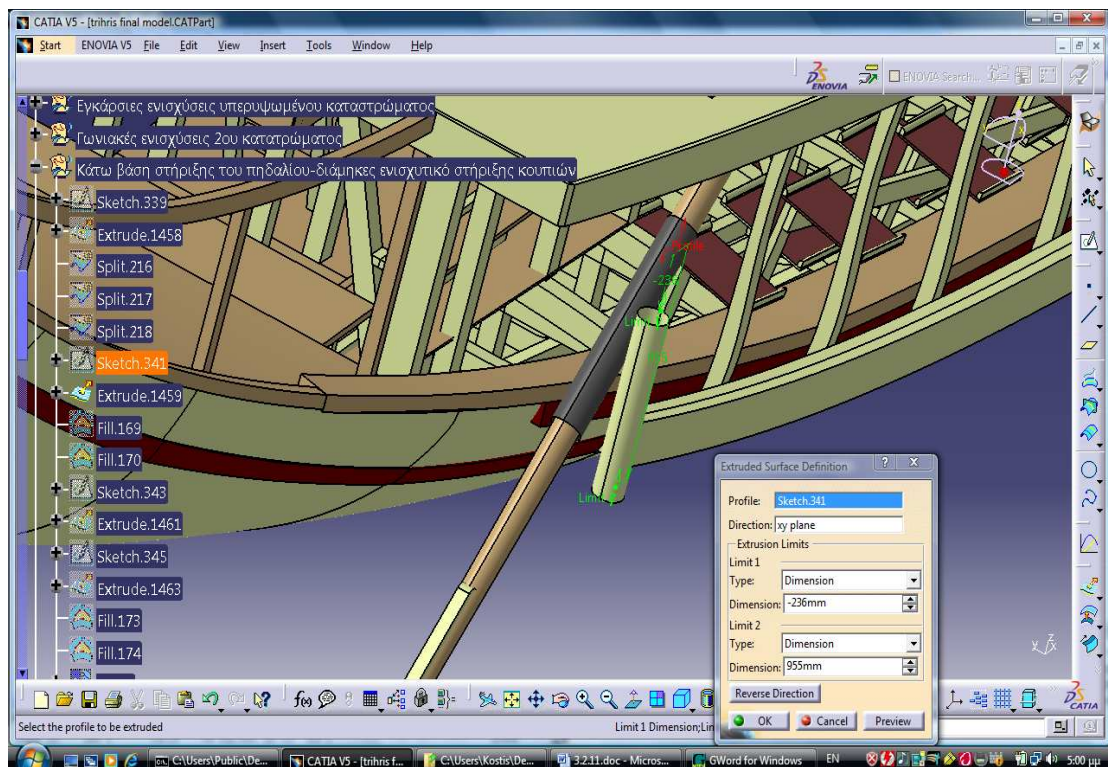
Αφαιρούμε με την εντολή **Split** το πρυμναίο τμήμα του ενισχυτικού που δεν χρειάζεται.



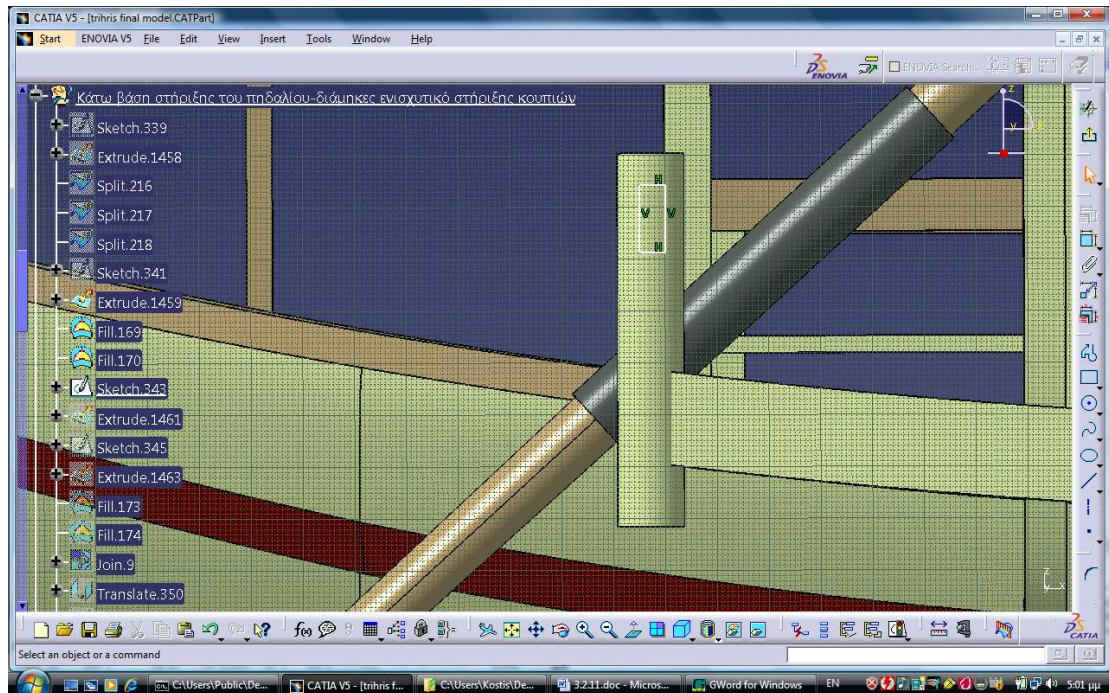
Επιλέγουμε xy επίπεδο σχεδίασης και την εντολή **Sketch**. Χαράσουμε κύκλο στο επίπεδο με την εντολή **Circle**.



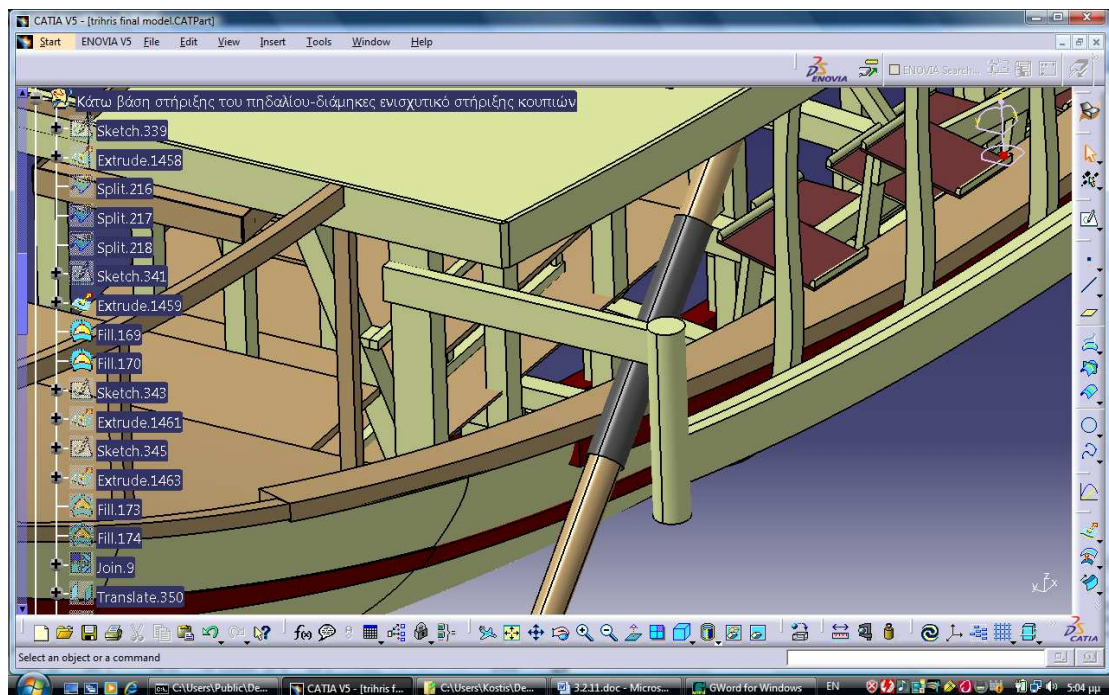
Χρησιμοποιούμε την εντολή **Extrude** στην z διεύθυνση για να φέρουμε κύλινδρο.



Επιλέγουμε xz επίπεδο σχεδίασης και την εντολή **Sketch**. Χαράσσουμε το περίγραμμα του εγκάρσιου ενισχυτικού στήριξης της βάσεως.

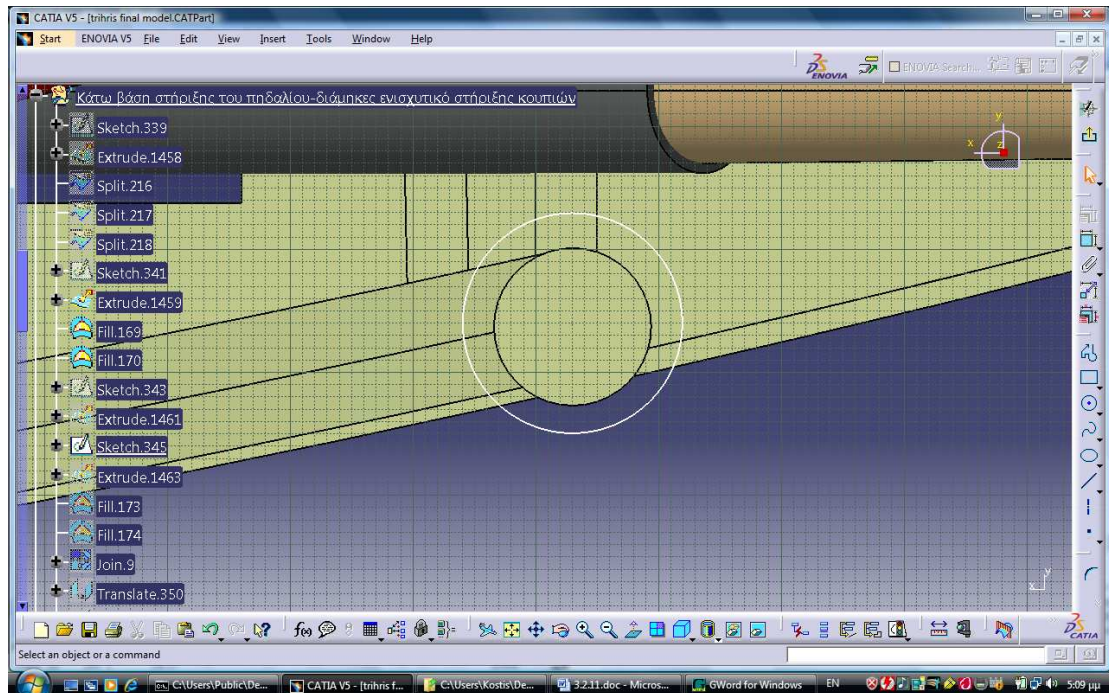


Κατασκευάζουμε το ενισχυτικό στήριξης με χρήση της εντολής **Extrude**.

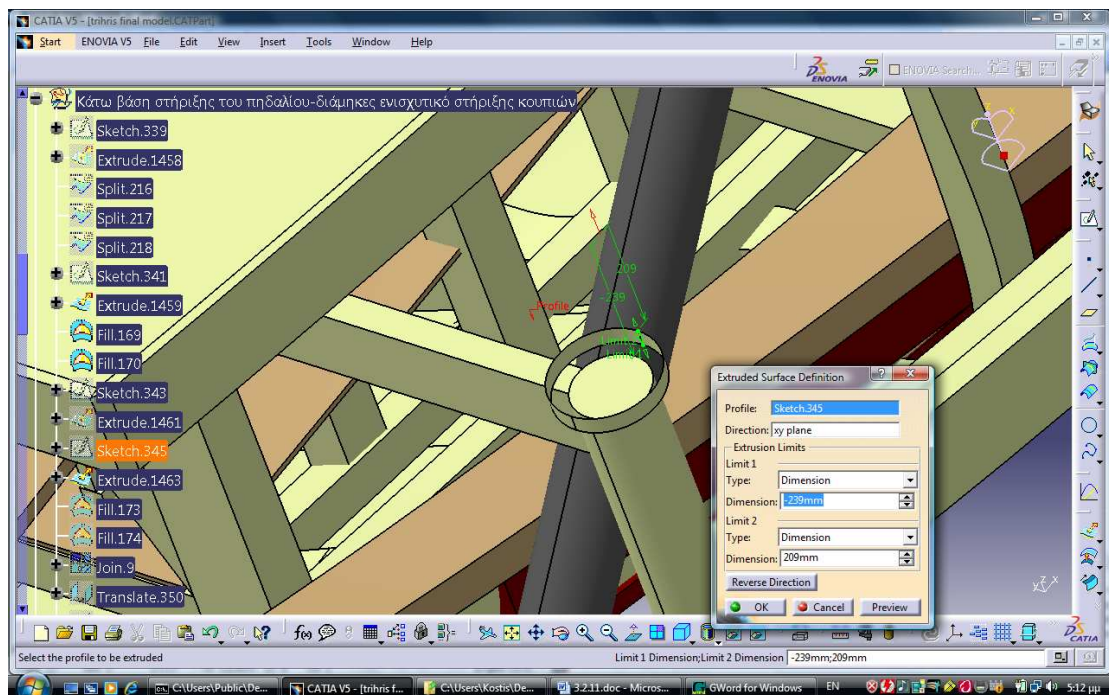


Στη συνέχεια κατασκευάζουμε τους μεταλλικούς κυλίνδρους που εδράζονται στην άνω και κάτω μέρος του κυλίνδρου της βάσης στηρίξεως του πηδαλίου.

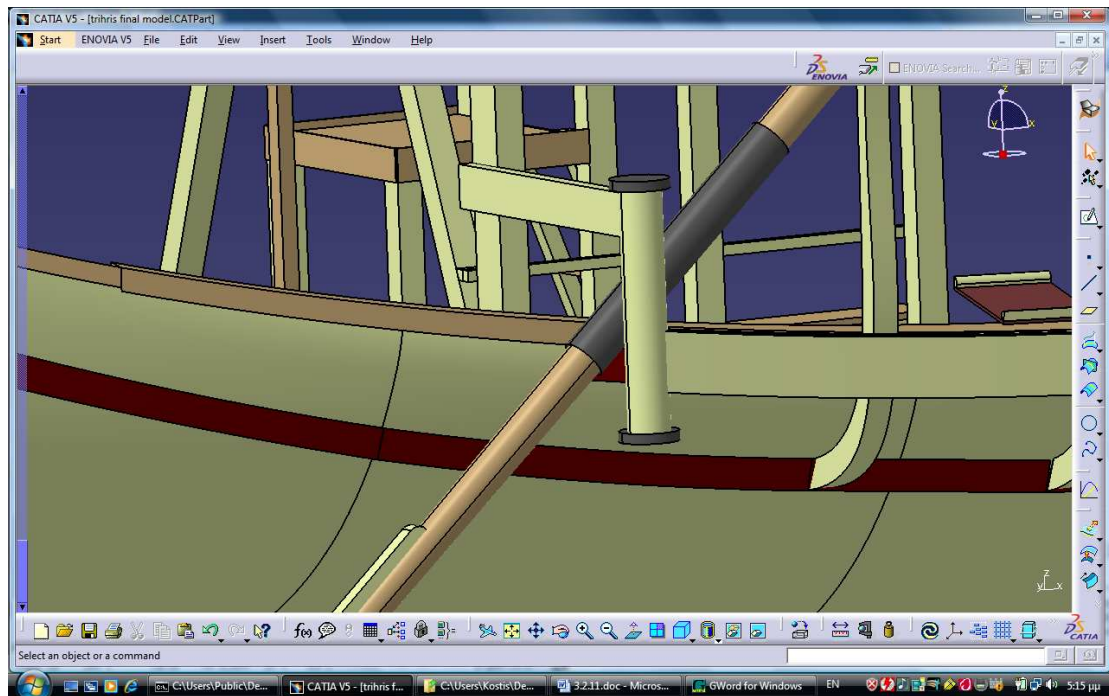
Σε επίπεδο xy, με την εντολή **Sketch**, σχεδιάζουμε νέο κύκλο ομόκεντρο με την κύκλο της βάσης του κυλίνδρου στήριξης.



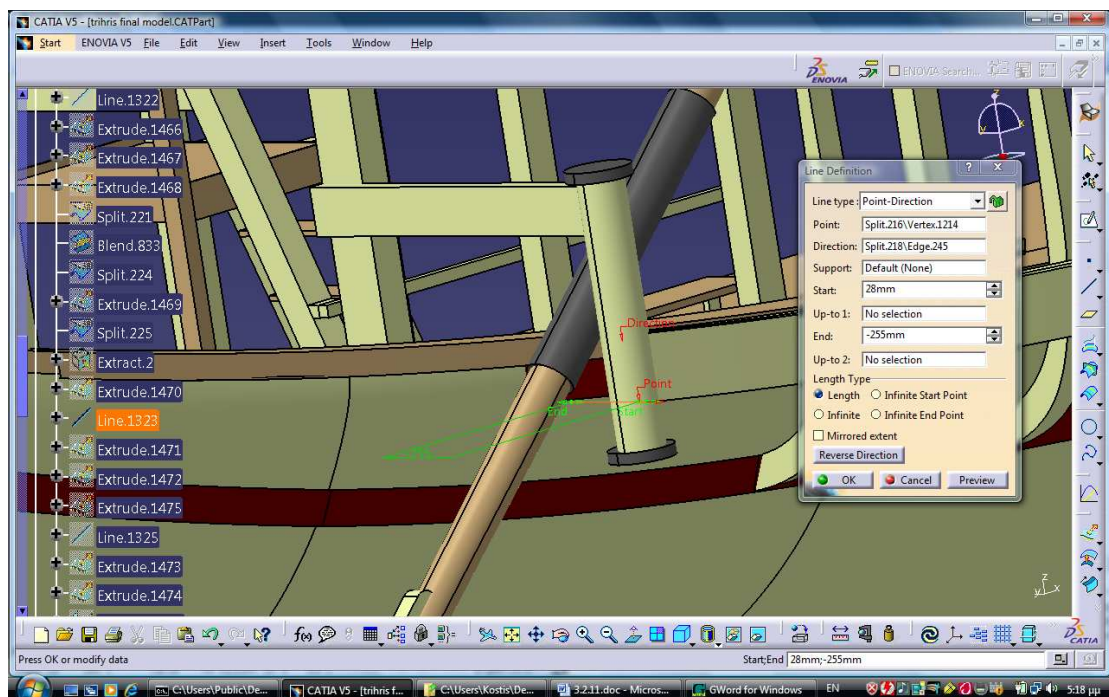
Δίνουμε το απαραίτητο ύψος με την εντολή **Extrude** κατά την z διεύθυνση.



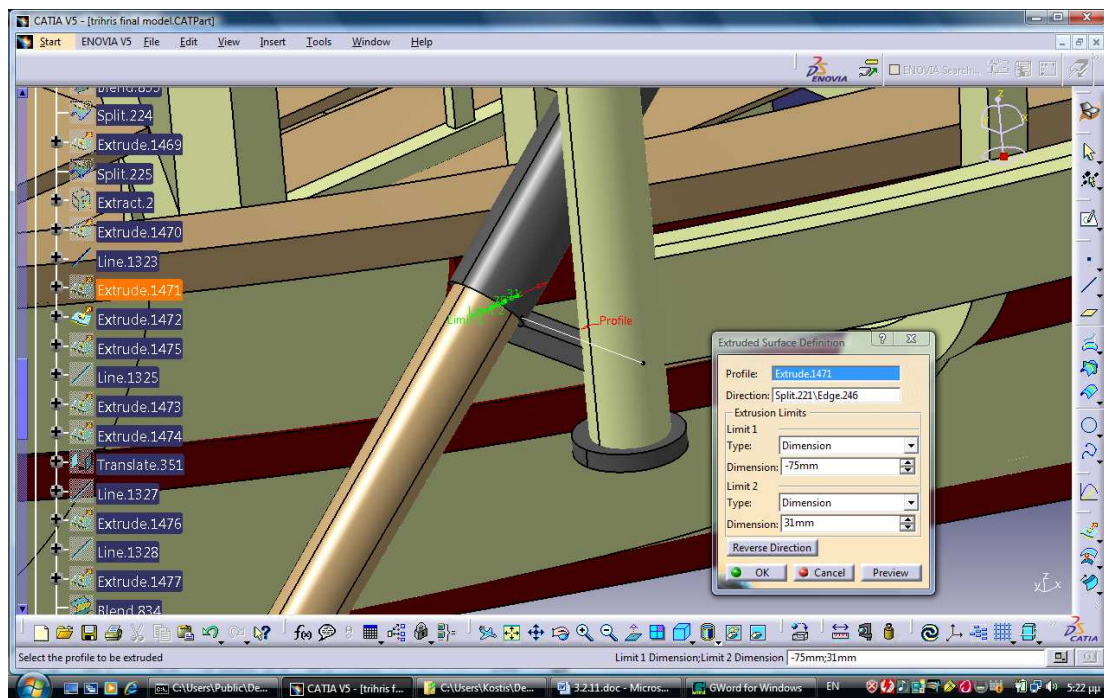
Κλείνουμε την άνω και κάτω επιφάνεια του μεταλλικού κυλίνδρου με την εντολή **Fill**.



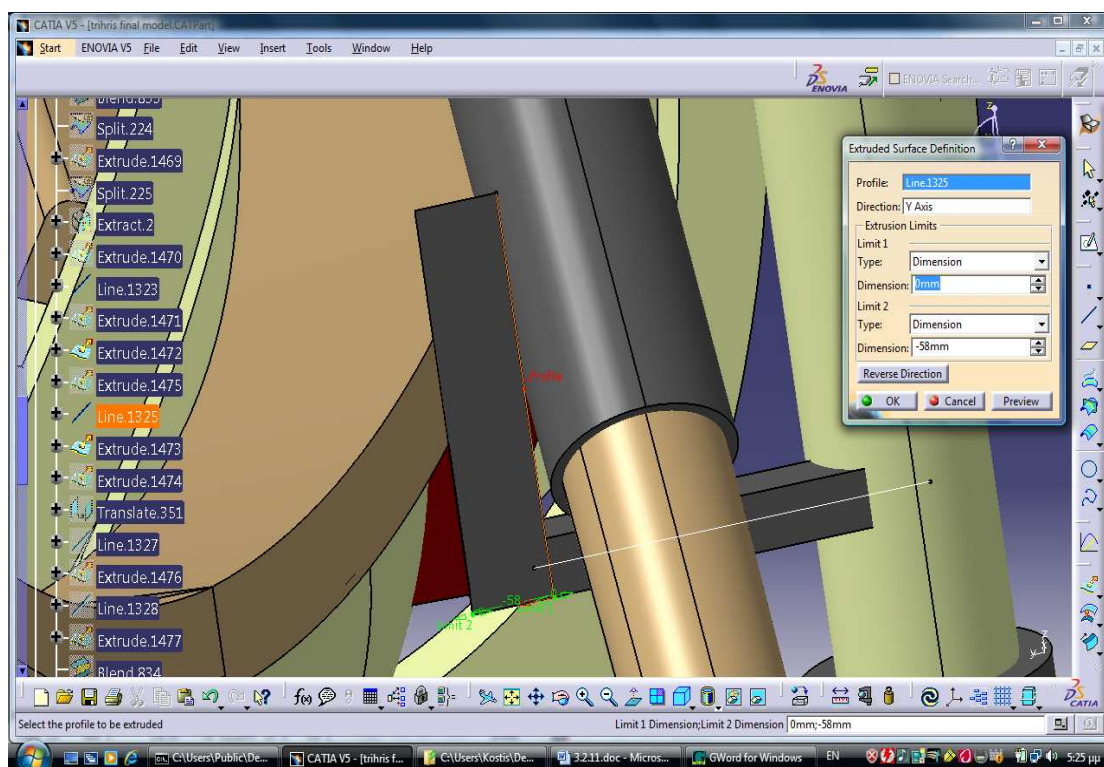
Με την εντολή **Line** σχεδιάζουμε την κάτω ακμή του μεταλλικού σημείου έδρασης της βάσης στηρίζεως του πεδαλίου.



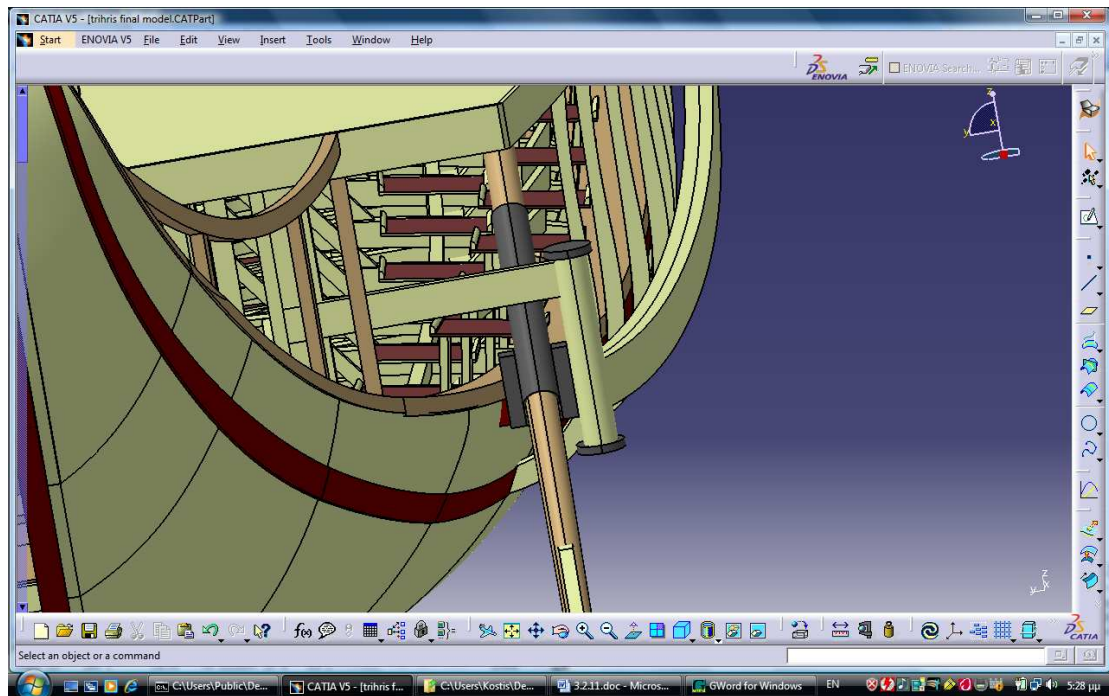
Με προφίλ την ευθεία που σχεδιάσαμε και διπλή χρήση της εντολής **Extrude** σχηματίζουμε το κάτω τμήμα της επιφάνειας έδρασης.



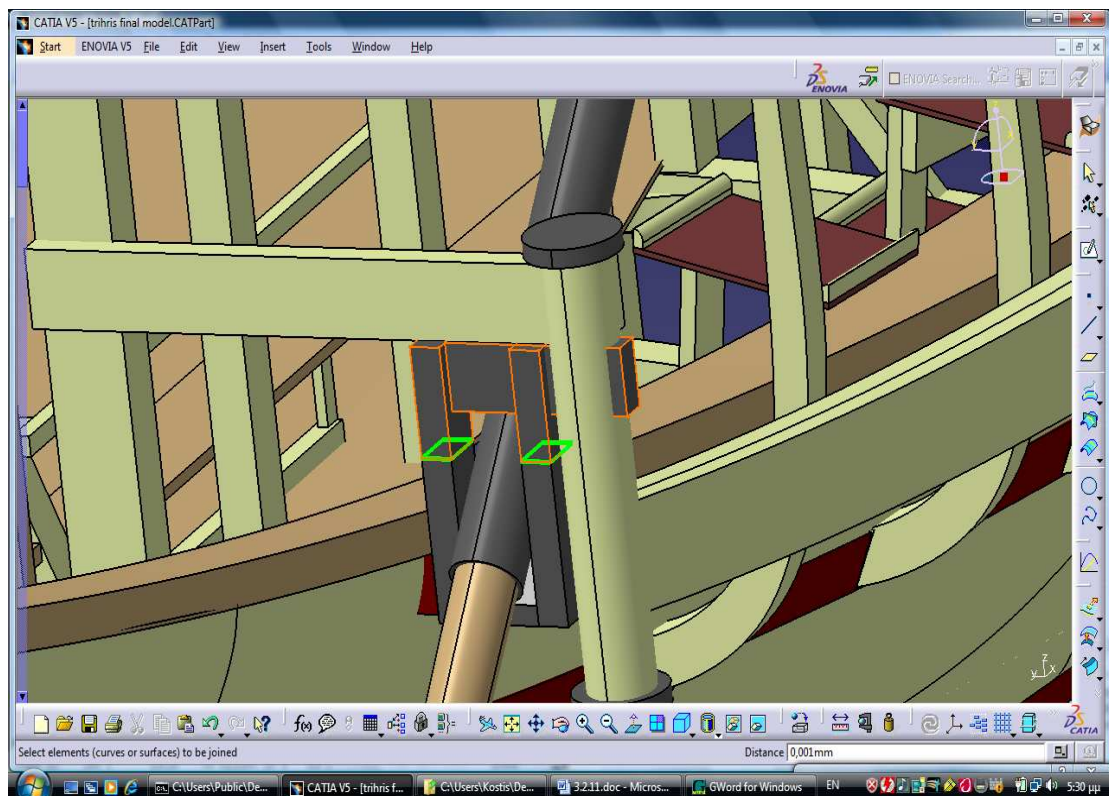
Με το ίδιο τρόπο εργαζόμαστε και κατασκευάζουμε την πλαϊνή στήριξη της επιφάνειας εδράσεως της βάσης του πηδαλίου.



Επαναλαμβάνουμε το ίδιο για την κατασκευή της συμμετρική της.



Με προέκταση των πλαϊνών στηρίξεων στη z διεύθυνση και τη δημιουργία του εγκάρσιου πύρου ασφάλισης όπως και η κατασκευή του ενισχυτικού στήριξης, ολοκληρώνουμε την βάση στηρίξεως του πηδαλιού.

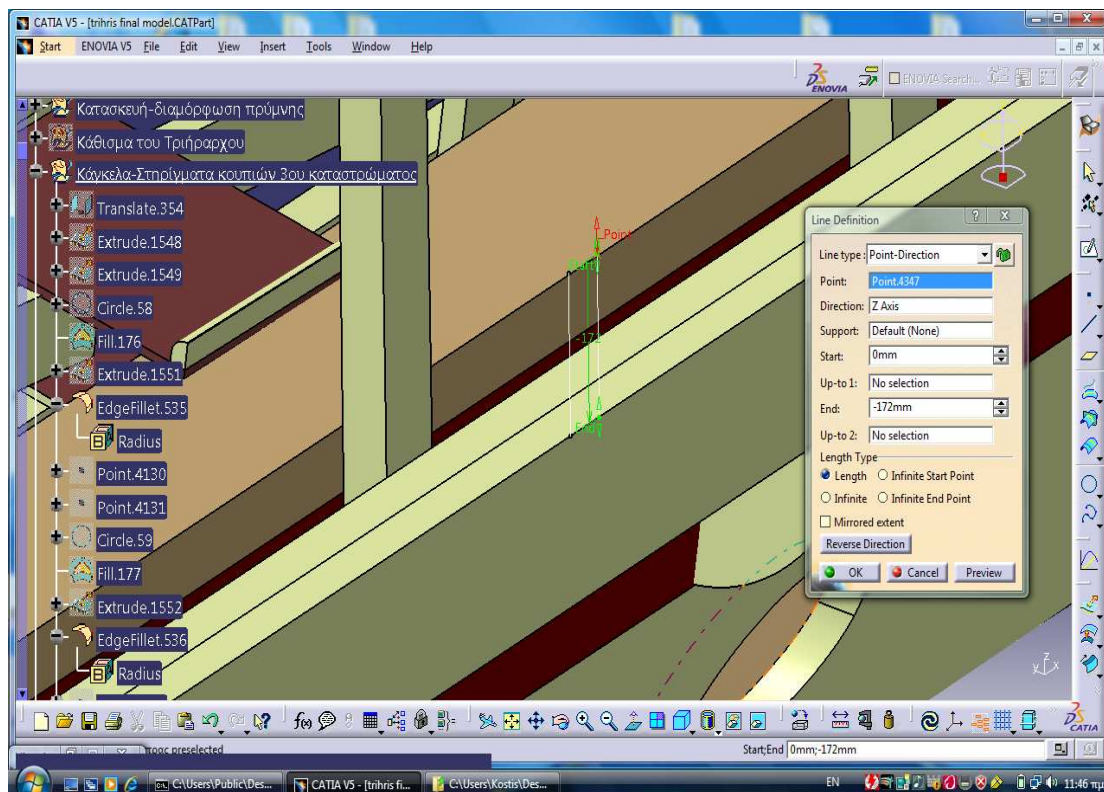


3.2.11.B6. Κατασκευή των στηριγμάτων της 3^{ης} σειράς κουπιών

Αρχικά θα κατασκευάσουμε τις κατακόρυφες ενισχύσεις που εδράζονται πάνω στο διαμήκες ενισχυτικό στήριξης των κουπιών του 3^{ου} καταστρώματος.

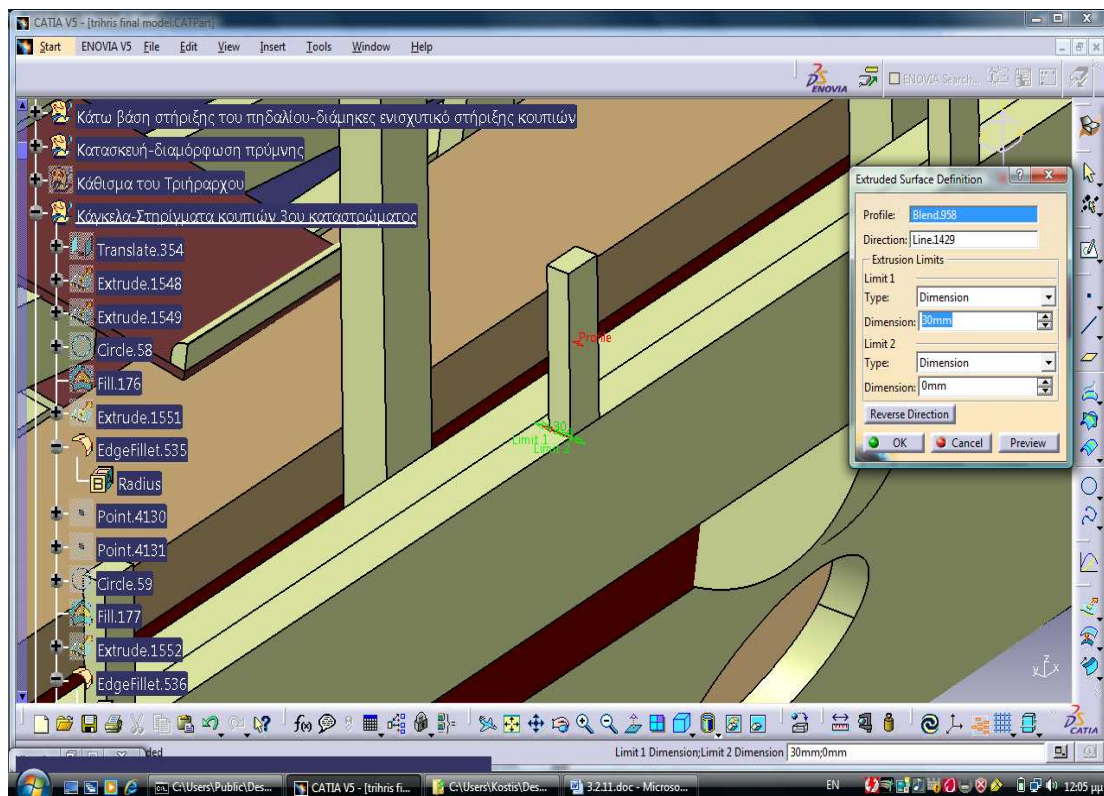
Στη συνέχεια δημιουργούμε σημεία με την εντολή **Point** επί της εξωτερικής ακμής του διαμήκους ενισχυτικού στήριξης των κουπιών του 3^{ου} καταστρώματος τα οποία απέχουν μεταξύ τους απόσταση ίση με το πλάτος του κατακόρυφου ενισχυτικού που θέλουμε να κατασκευάσουμε.

Φέρουμε ευθείες από τα σημεία με την εντολή **Line** κατά τον z άξονα.

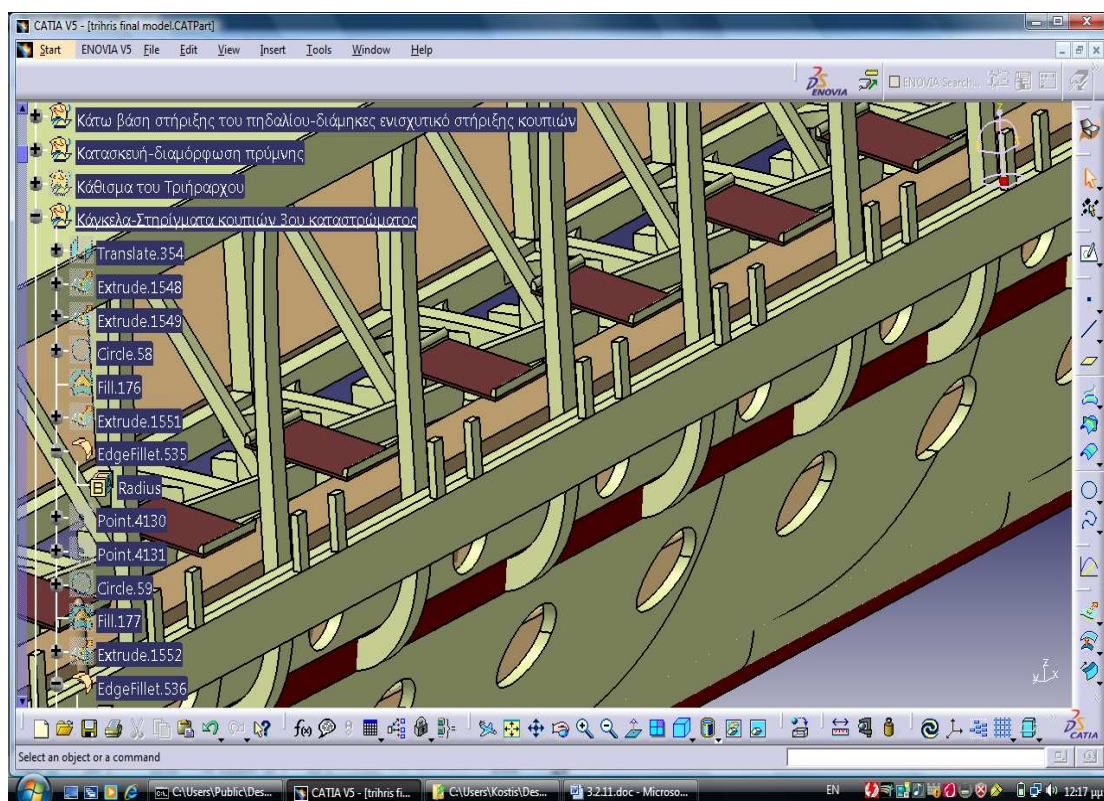


Επιλέγουμε την εντολή **Blend** και σχηματίζουμε την μεταξύ τους επιφάνεια.

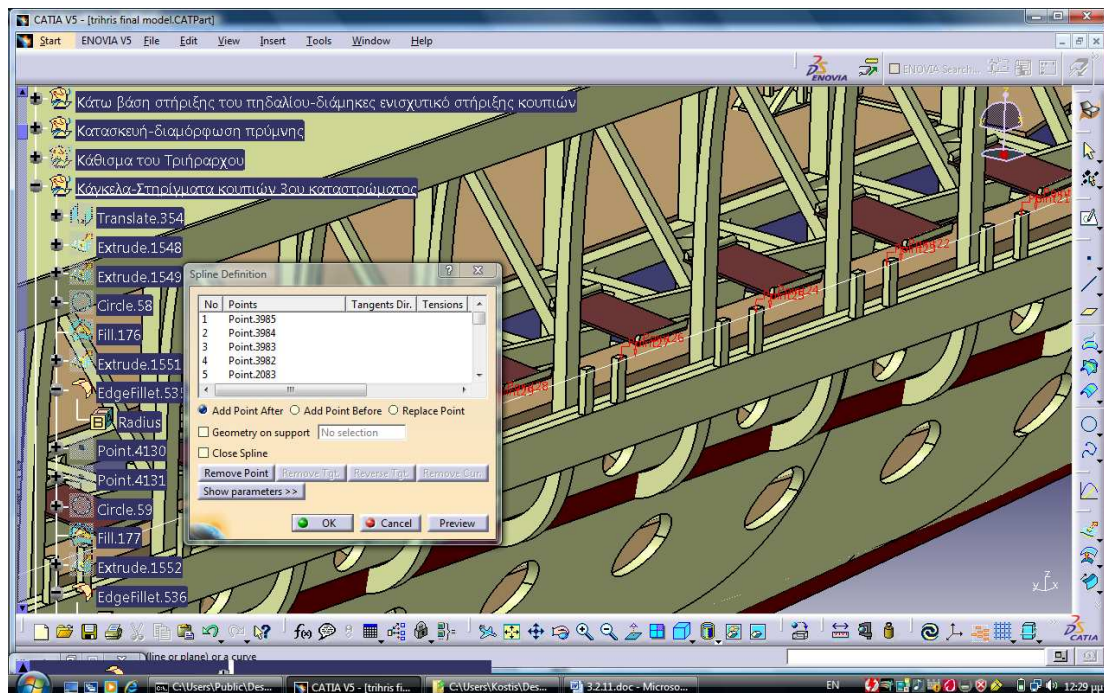
Κατασκευάζουμε τα κατακόρυφα ενισχυτικά με την εντολή **Extrude** προεκτείνοντας κατά την y διεύθυνση.



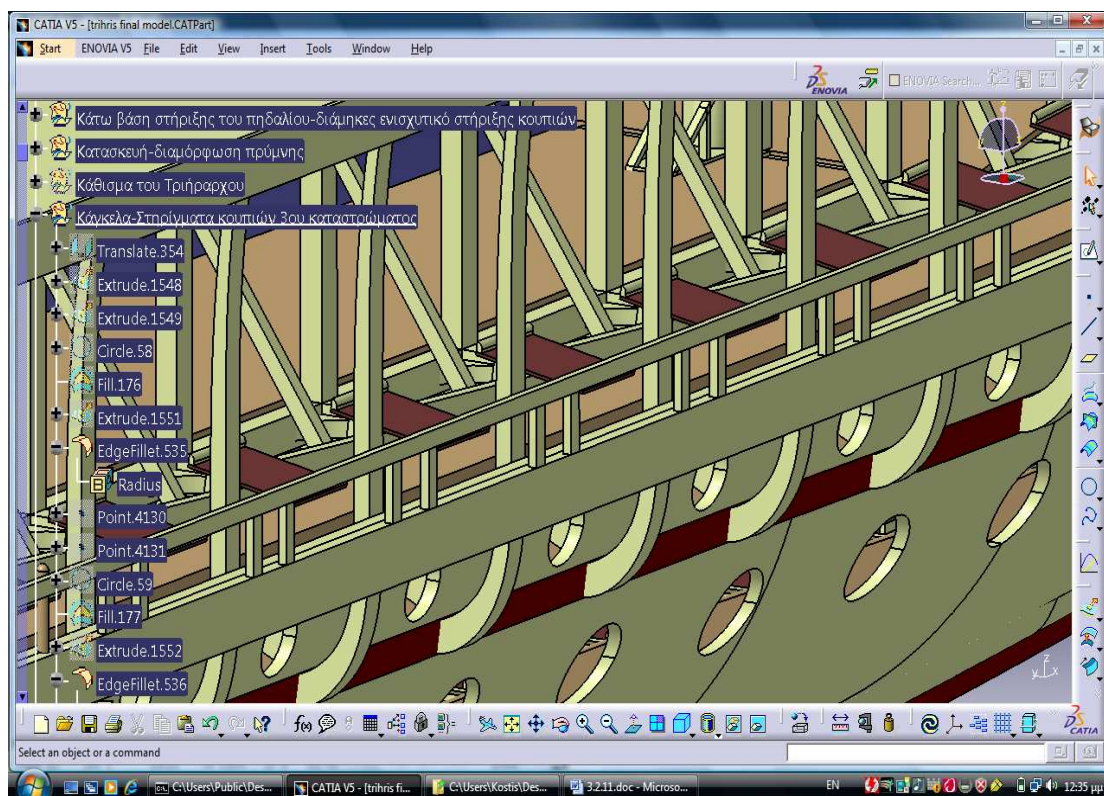
Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία για όλες τις κατακόρυφες ενισχύσεις του διαμήκους ενισχυτικού της στήριξης των κουπιών του 3^{ου} καταστρώματος.



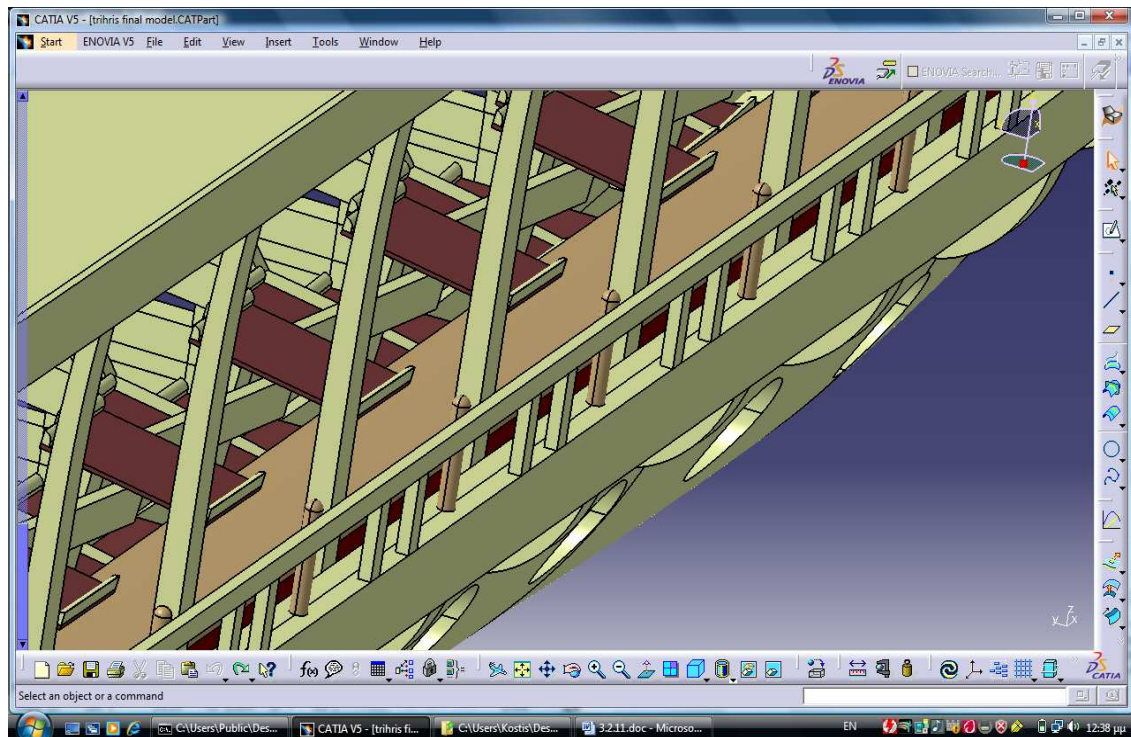
Με την εντολή **Spline** χαράσσουμε καμπύλη η οποία παρεμβάλλει τα σημεία των ακμών των κατακόρυφων ενισχυτικών.



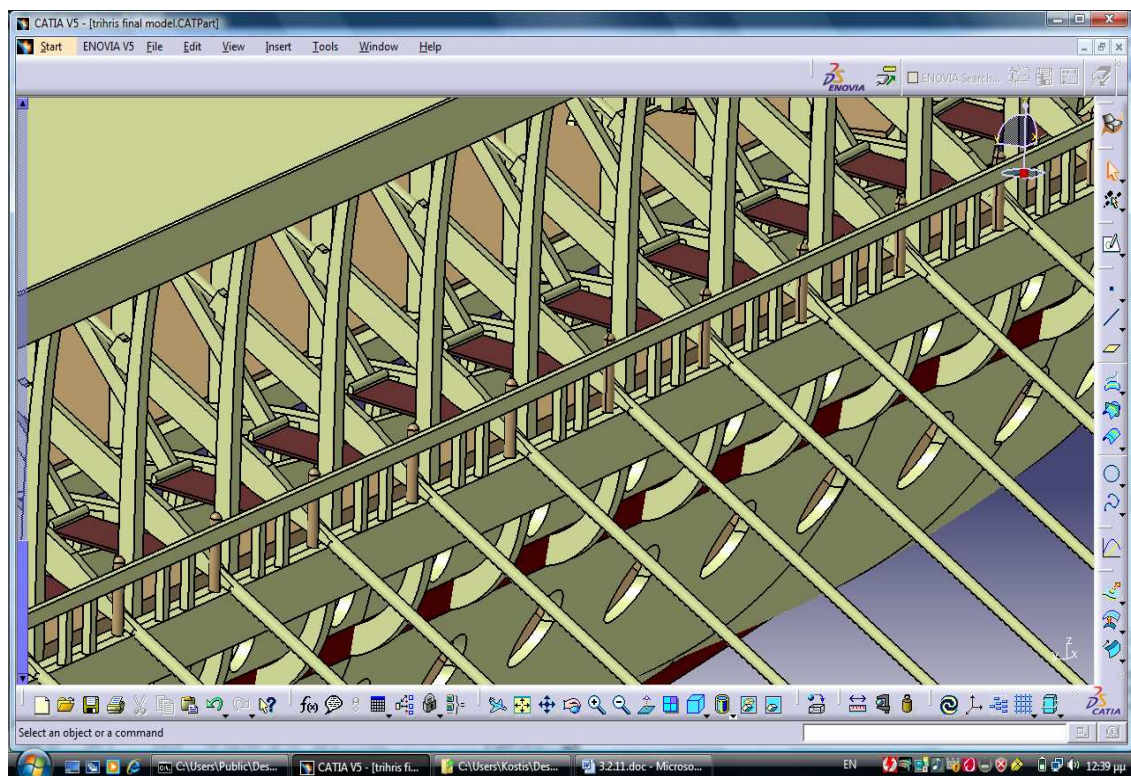
Χρησιμοποιούμε την εντολή **Extrude** για να φέρουμε επιφάνεια στο xy επίπεδο και στην συνέχεια κατασκευάζουμε το διαμήκες ενισχυτικό (κάγκελο) με προέκταση κατά την z διεύθυνση.



Η σχεδίαση των στηριγμάτων των κουπιών του 3^{ου} καταστρώματος δεν διαφέρει από την σχεδίαση των στηριγμάτων των άλλων δύο καταστρώματων και για αυτό για λόγους συντομίας παρουσιάζονται μόνο γραφικά.



Εμφανίζουμε την 3^η σειρά κουπιών με την εντολή **Hide/Show**.



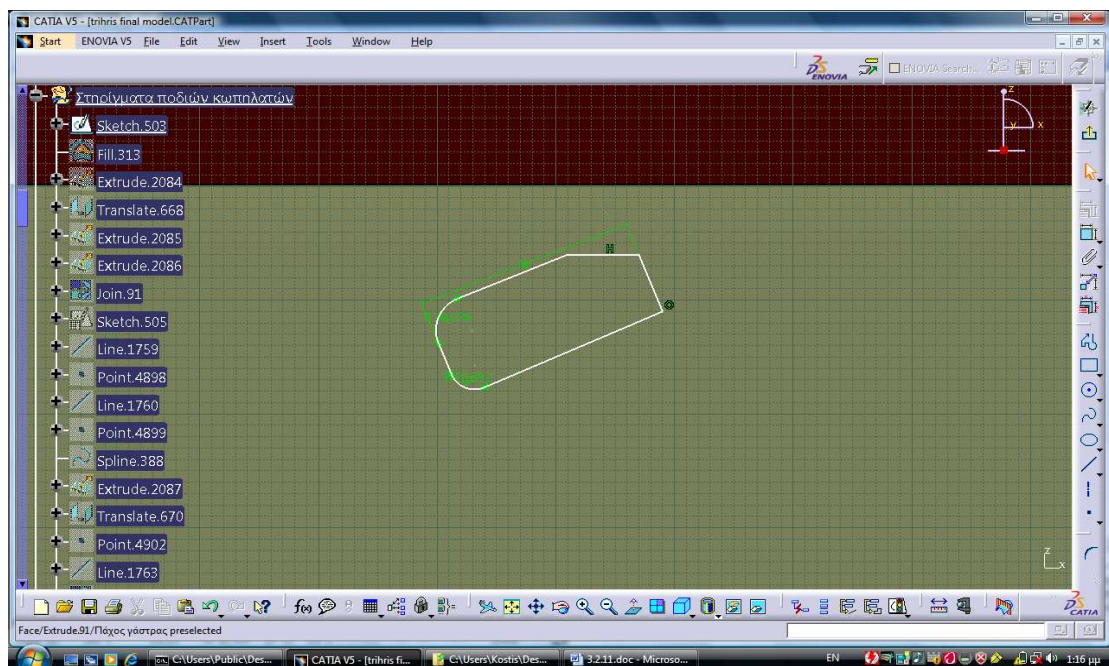
3.2.11.B7. Κατασκευή των στηριγμάτων των ποδιών των κωπηλατών.

Σε αυτό το σημείο θα περιγράψουμε την σχεδίαση των στηριγμάτων (κόντρες) των ποδιών των κωπηλατών.

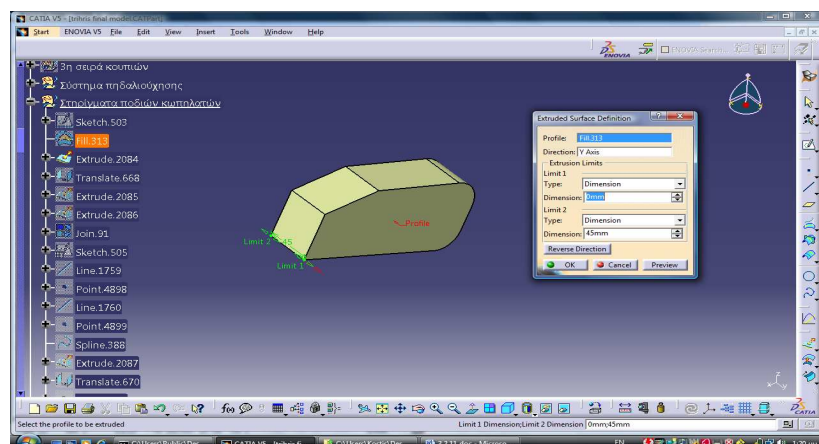
Αυτά ήταν απαραίτητα για την μέγιστη απόδοση και συντονισμό των κωπηλατών.

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες των στηριγμάτων δεν υπάρχουν και συνεπώς η σχεδίαση θα στηριχθεί αποκλειστικά σε φωτογραφικό υλικό.

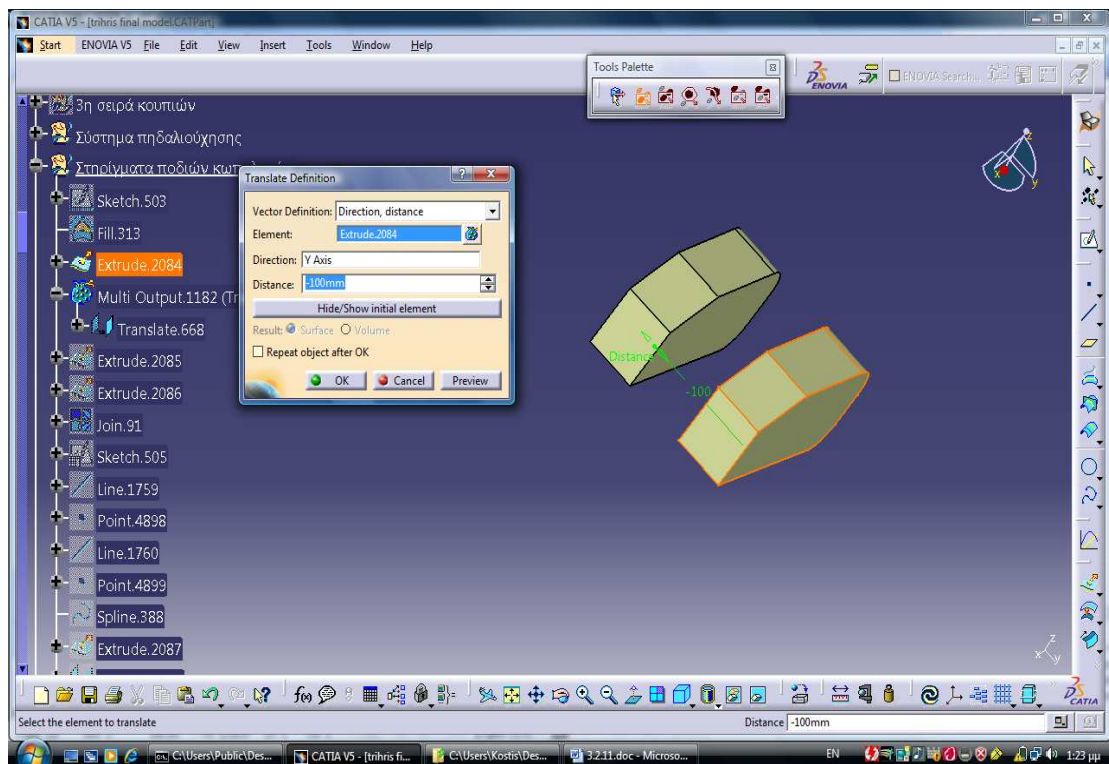
Επίλεγουμε xz επίπεδο σχεδίασης και χρησιμοποιούμε την εντολή **Sketch** για να χαράξουμε το περίγραμμα της πλάγιας όψης του στηρίγματος των ποδιών.



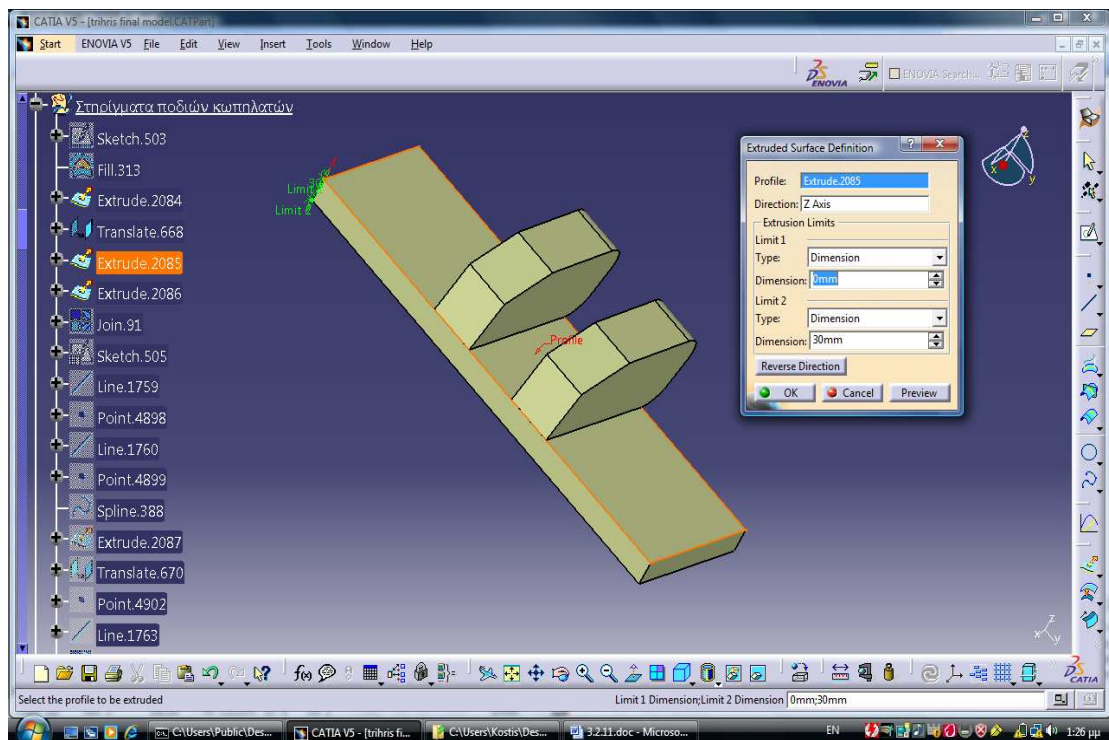
Φέρουμε την επιφάνεια που περικλείει το περίγραμμα με την εντολή **Fill** και κατασκευάζουμε την πλαϊνή βάση του στηρίγματος των ποδιών με την εντολή **Extrude**.



και με την εντολή **Translate** κατασκευάζουμε την συμμετρική της.



Στη συνέχεια χρησιμοποιούμε τις κάτω ακμές των πλαϊνών βάσεων για να κατασκευάσουμε τα σημεία στήριξης των ποδιών με διπλή χρήση της εντολής **Extrude**.



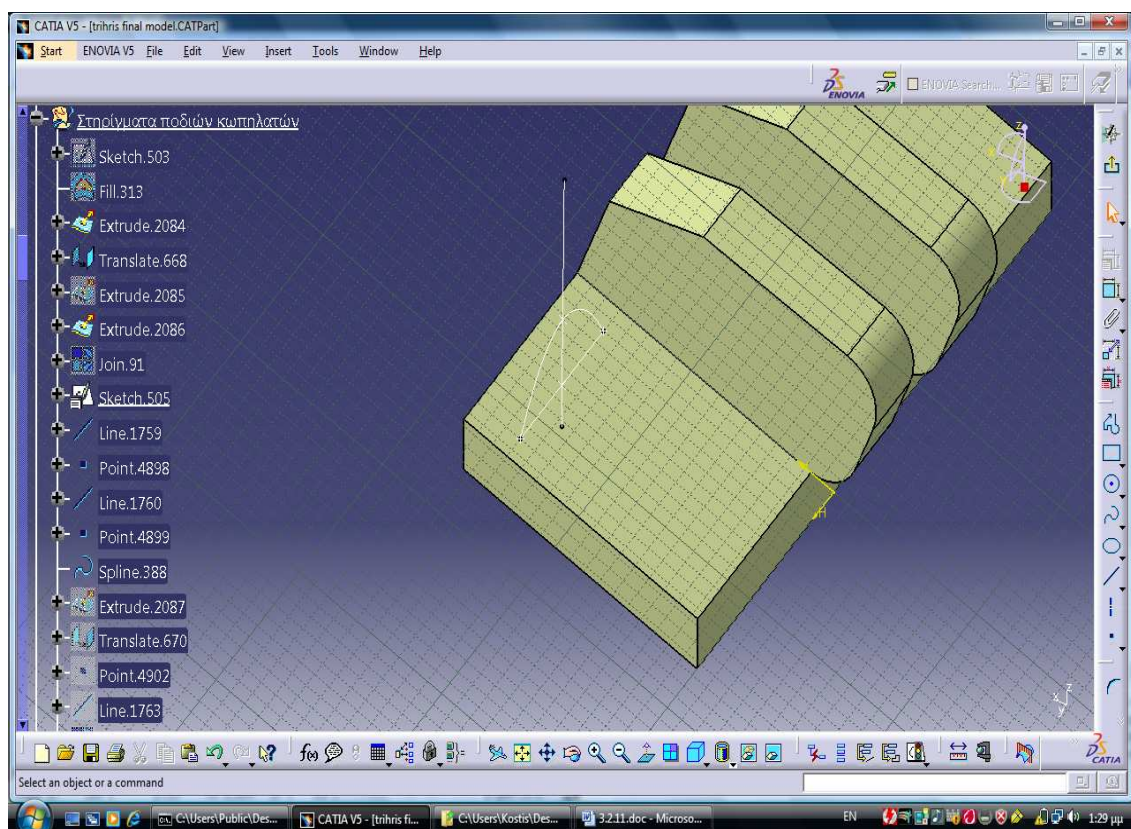
Κατόπιν επιλέγουμε την εντολή **Sketch Positioned** και δημιουργούμε σημεία πάνω στην επιφάνεια στήριξης των ποδιών.

Σχεδιάζουμε την ευθεία που ορίζουν τα σημεία με την εντολή **Line**.

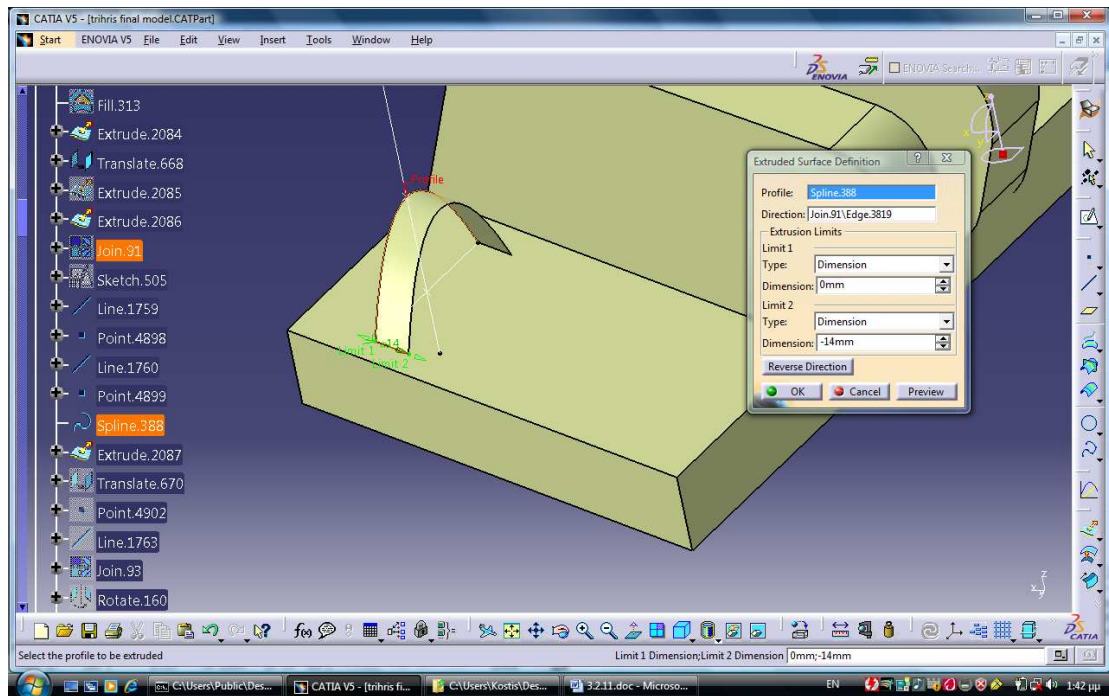
Χαράσσουμε ευθεία σε κάθετη διεύθυνση στο μέσο της προηγούμενης ευθείας με την εντολή **Line**.

Δημιουργούμε σημείο επί της κάθετης ευθείας με την εντολή **Point**.

Φέρουμε καμπύλη η οποία διέρχεται από τα ακραία σημεία της ευθείας που εφάπτεται στην επιφάνεια στήριξης και το σημείο που δημιουργήσαμε στην κάθετη ευθεία με την εντολή **Spline**.



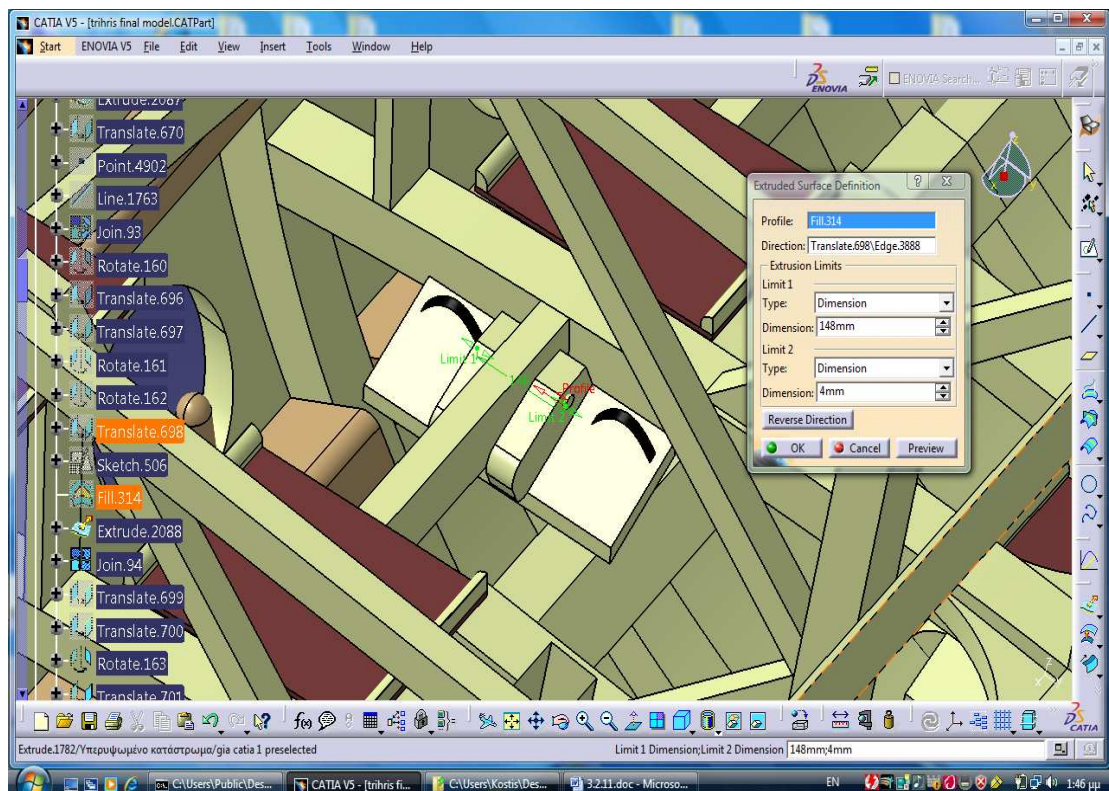
Με προφίλ την καμπύλη που χαράξαμε, χρησιμοποιούμε την εντολή **Extrude** για να κατασκευάσουμε την επιφάνεια στήριξης των πελμάτων των κωπηλατών.



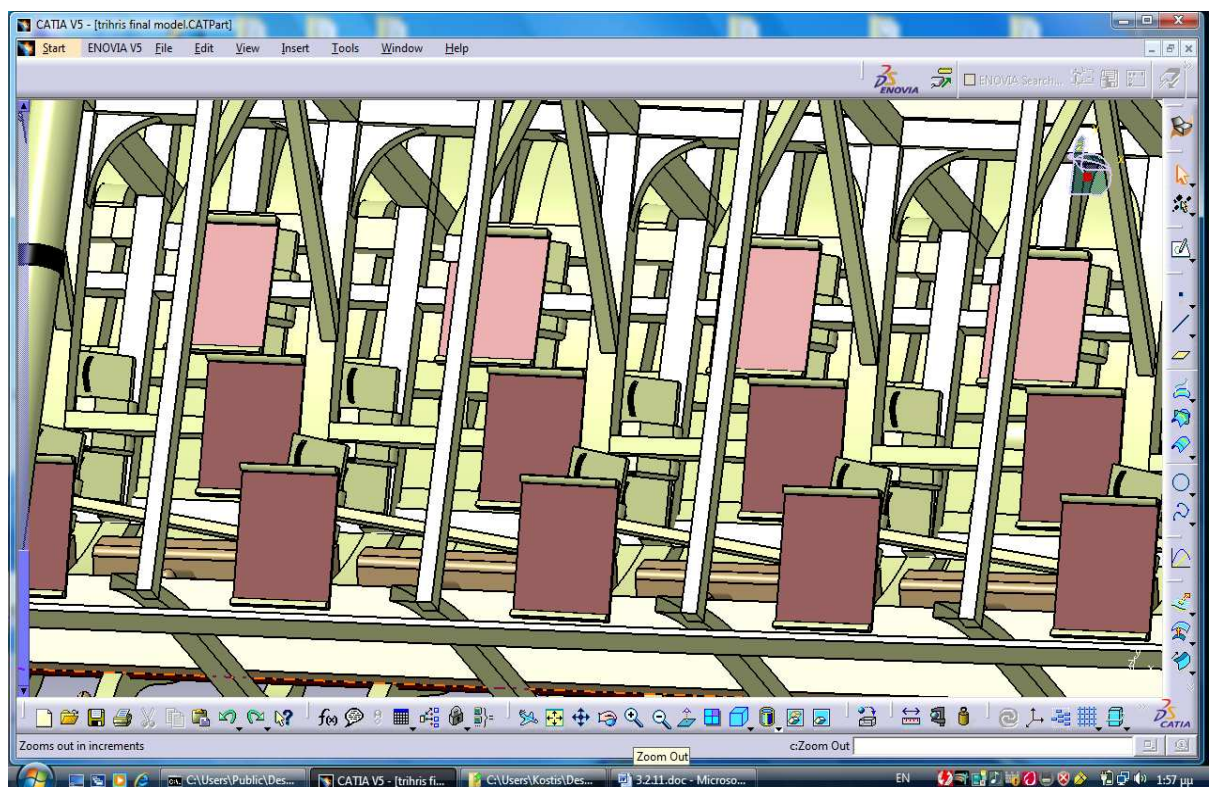
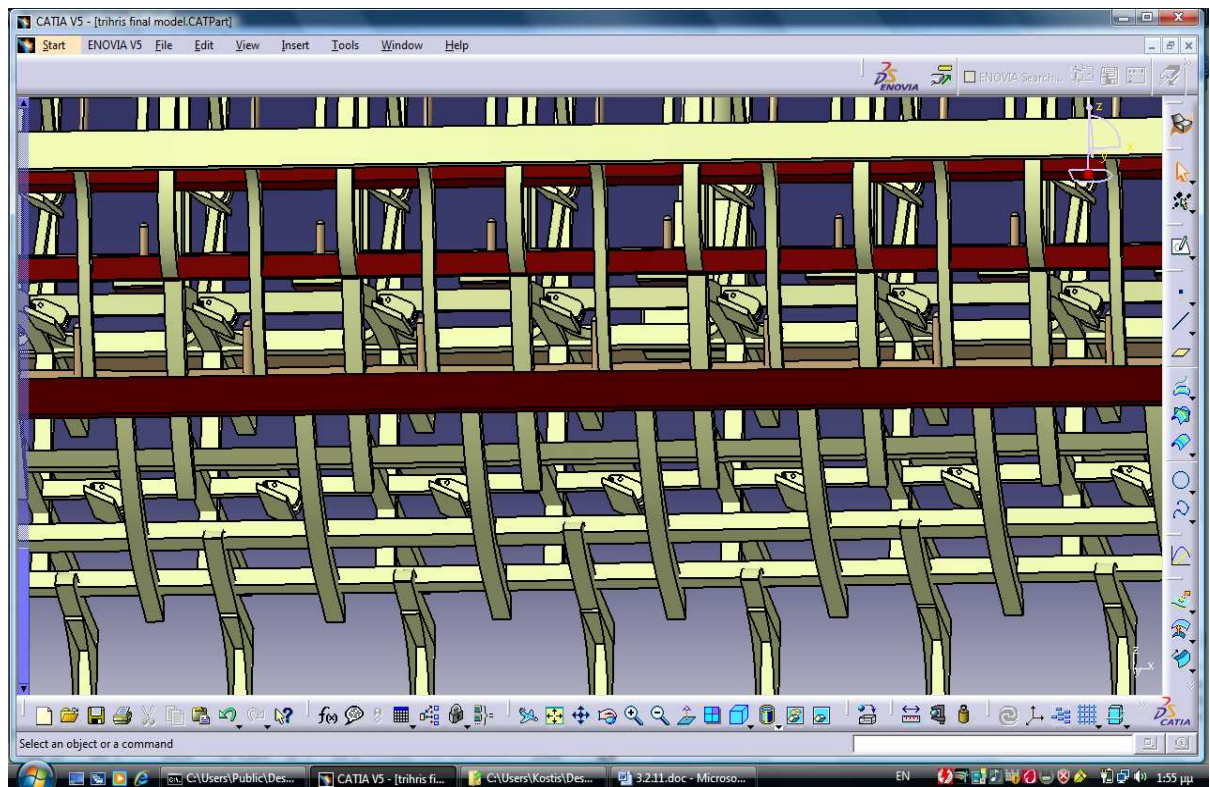
Με την εντολή **Symmetry** και επίπεδο συμμετρίας στην μέση της βάσης των ποδιών κατασκευάζουμε την συμμετρική στήριξη πέλματος.

Στην συνέχεια επιλέγουμε την εντολή **Translate** ώστε να μεταφέρουμε την βάση στήριξης των ποδιών των κωπηλατών στη σωστή διαμήκη θέση.

Τέλος κατασκευάζουμε τον ύλο συγκράτησης της βάσεως με τις γνωστές μεθόδους.



Επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία που μόλις περιγράψαμε και για τις τρεις σειρές κοπηλατών στα αντίστοιχα καταστρώματα.



3.2.11.B8. Κατασκευή της θέσεως του Τριήραρχου.

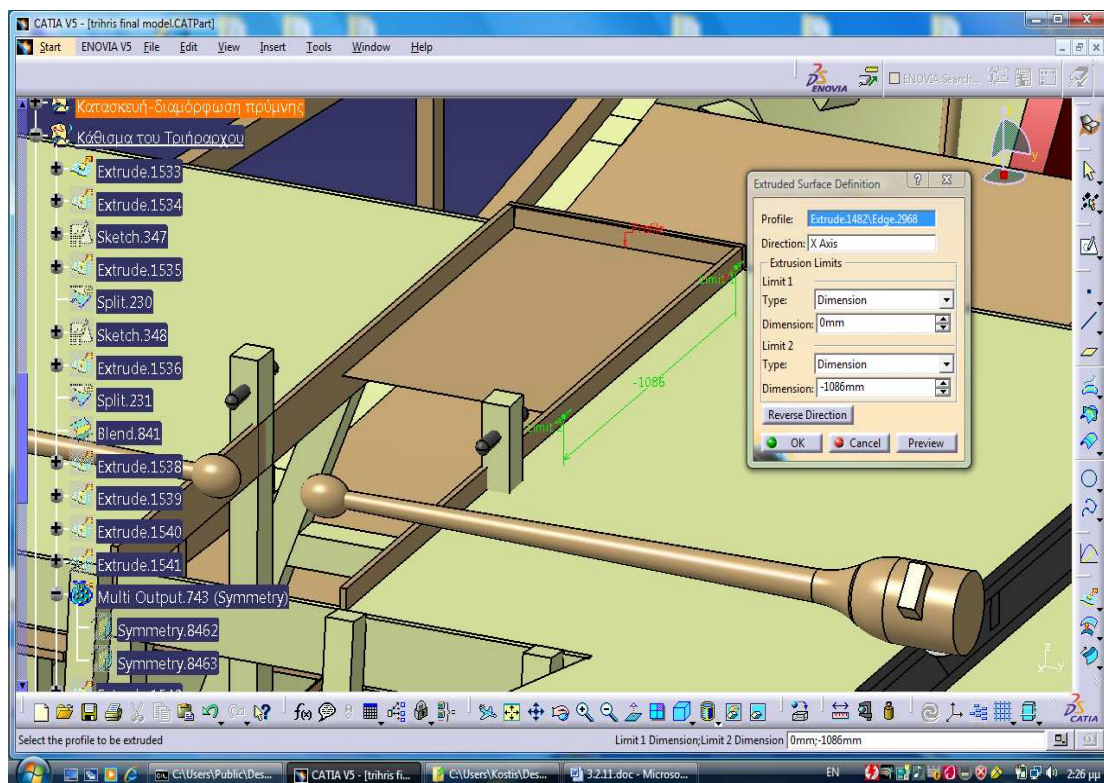
Ο Τριήραρχος υποχρεωνόταν στην επάνδρωση του σκάφους με κατάλληλο πλήρωμα για την αναγκαία συντήρησή του. Διατηρούσε την διοίκηση της Τριήρους καθ' όλο το διάστημα της Τριηραρχίας του.

Η θέση του Τριήραρχου στο σκάφος βρισκόταν επί του κυρίου καταστρώματος στην πρύμνη του σκάφους, γεγονός που του επέτρεπε την γενική εποπτεία του σκάφους.

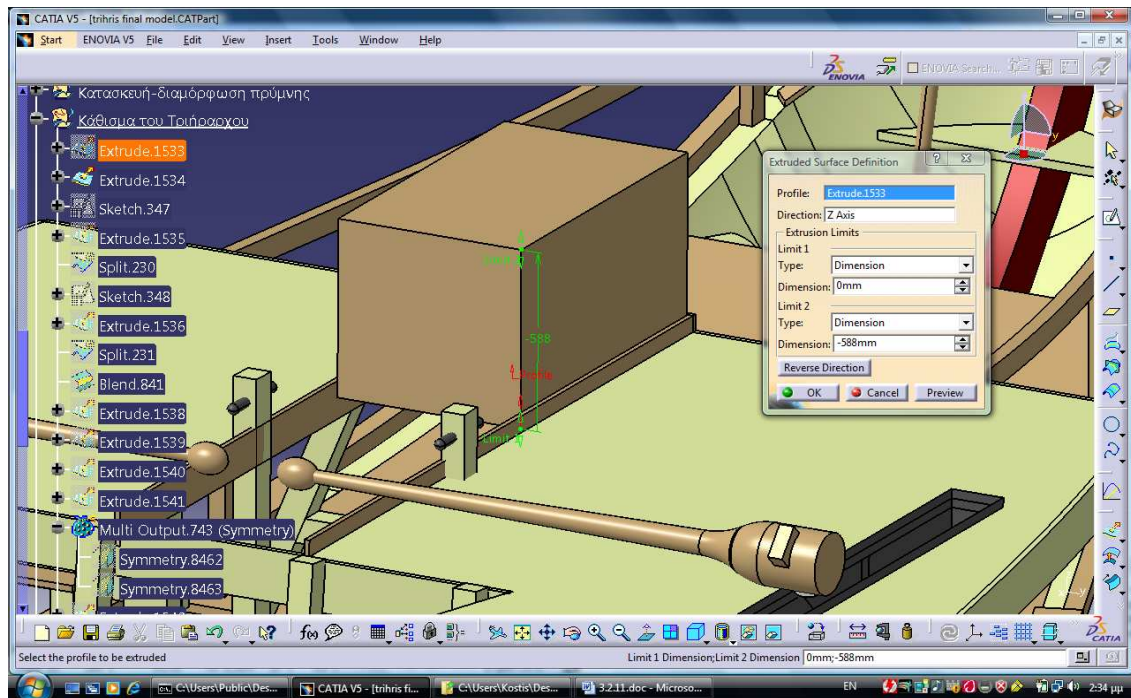
Η σχεδίαση θα στηριχθεί σε φωτογραφικό υλικό που συλλέξαμε από την επισκεψή μας στην μαρίνα Φλοίσβου όπου υπάρχει αντίγραφο της Τριήρους.

Χρησιμοποιούμε την πυρναία ακμή του διαμορφωμένου υπερυψωμένου καταστρώματος για να κατασκευάσουμε την βάση στήριξης της θέσεως του Τριήραρχου.

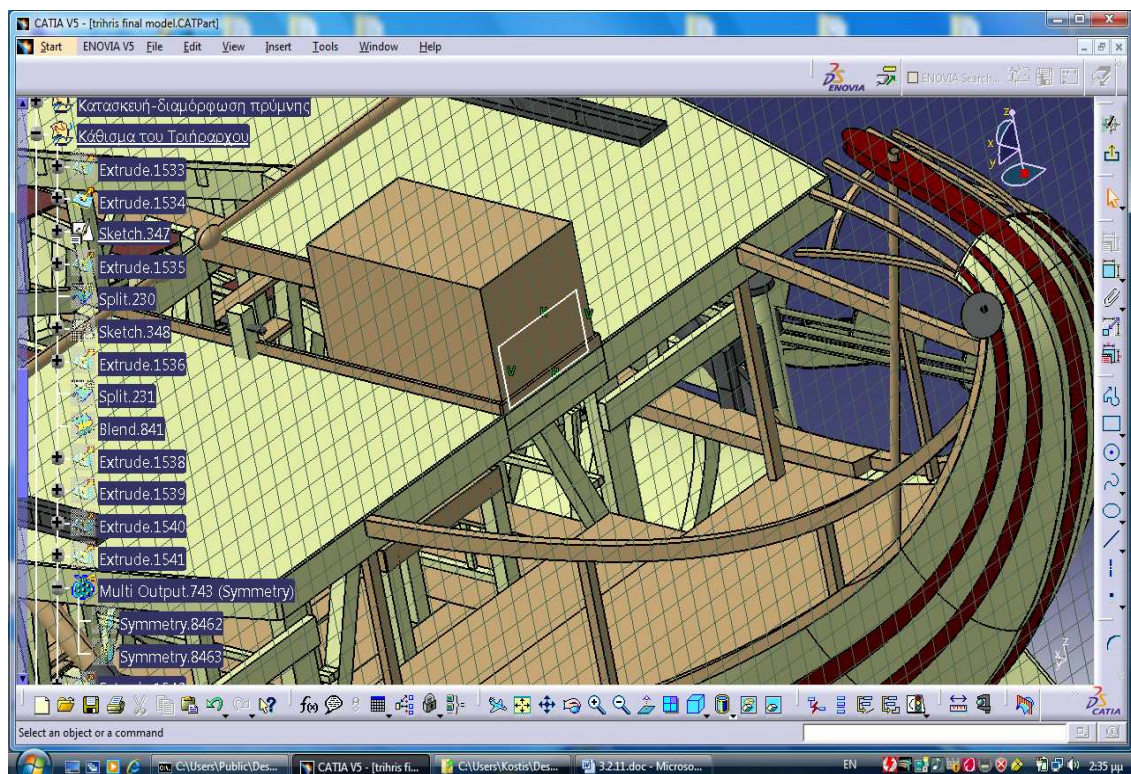
Επιλέγουμε την εντολή **Extrude** και προεκτείνουμε κατά την x διεύθυνση.



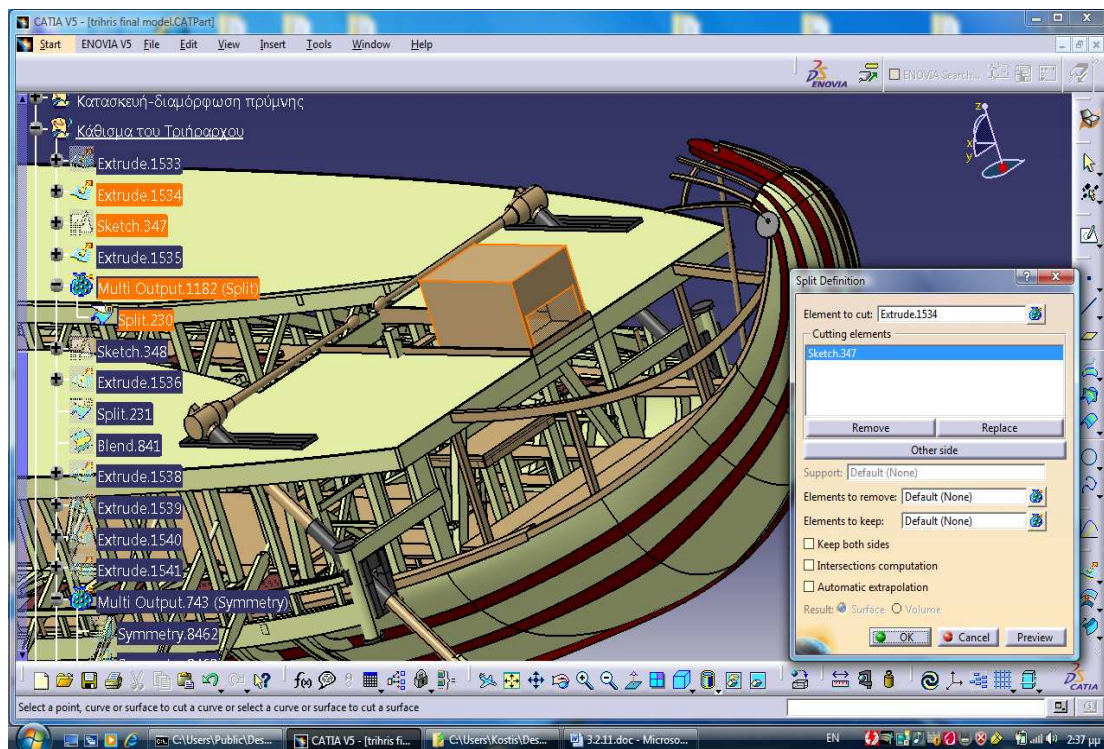
Στη συνέχεια επιλέγουμε την σχηματισμένη επιφάνεια και προεκτείνουμε κατά την z διεύθυνση με χρήση της εντολής **Extrude**.



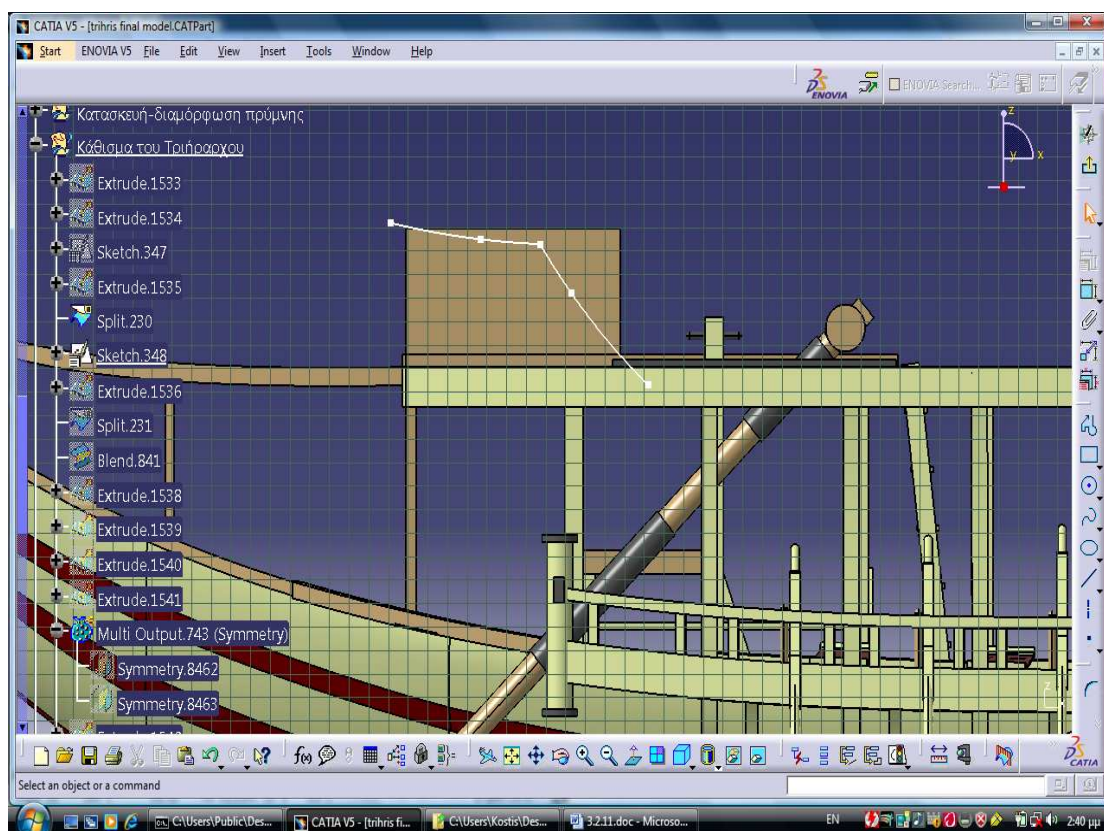
Στο πρυμναίο τμήμα του παραλληλογράμμου σχεδιάζουμε **Sketch** με σκοπό την διαμόρφωση του πίσω μέρους του καθίσματος.



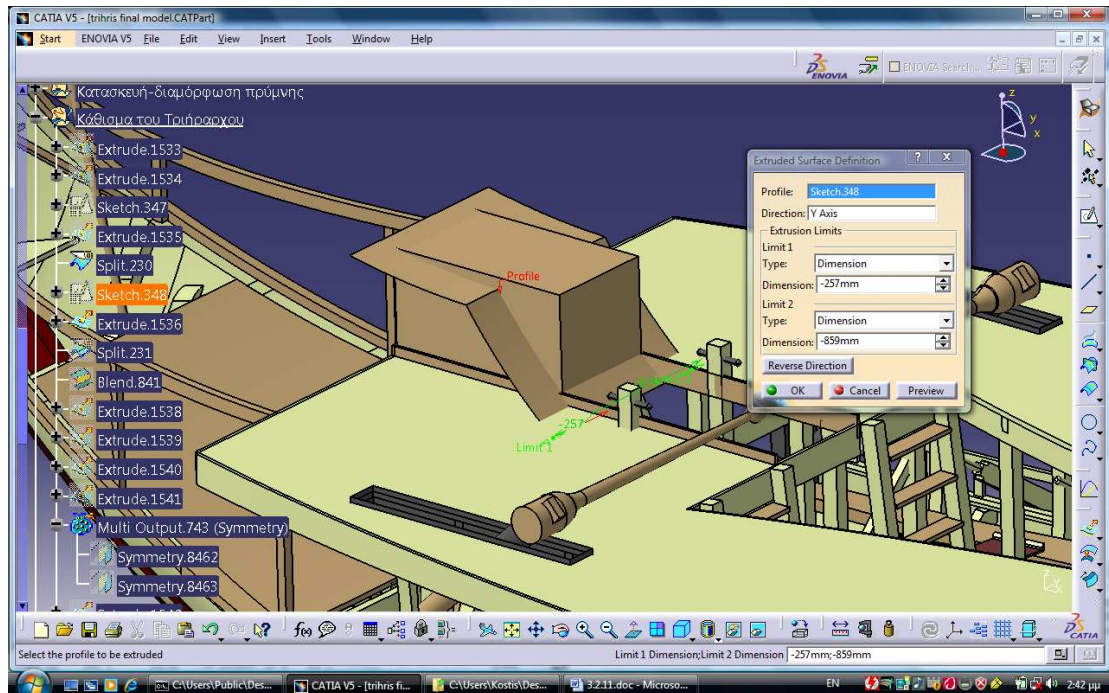
Σχηματίζουμε την επιφάνεια του περιγράμματος με την εντολή **Extrude** στην x διεύθυνση και αφαιρούμε τμήμα της θέσεως με την εντολή **Split**.



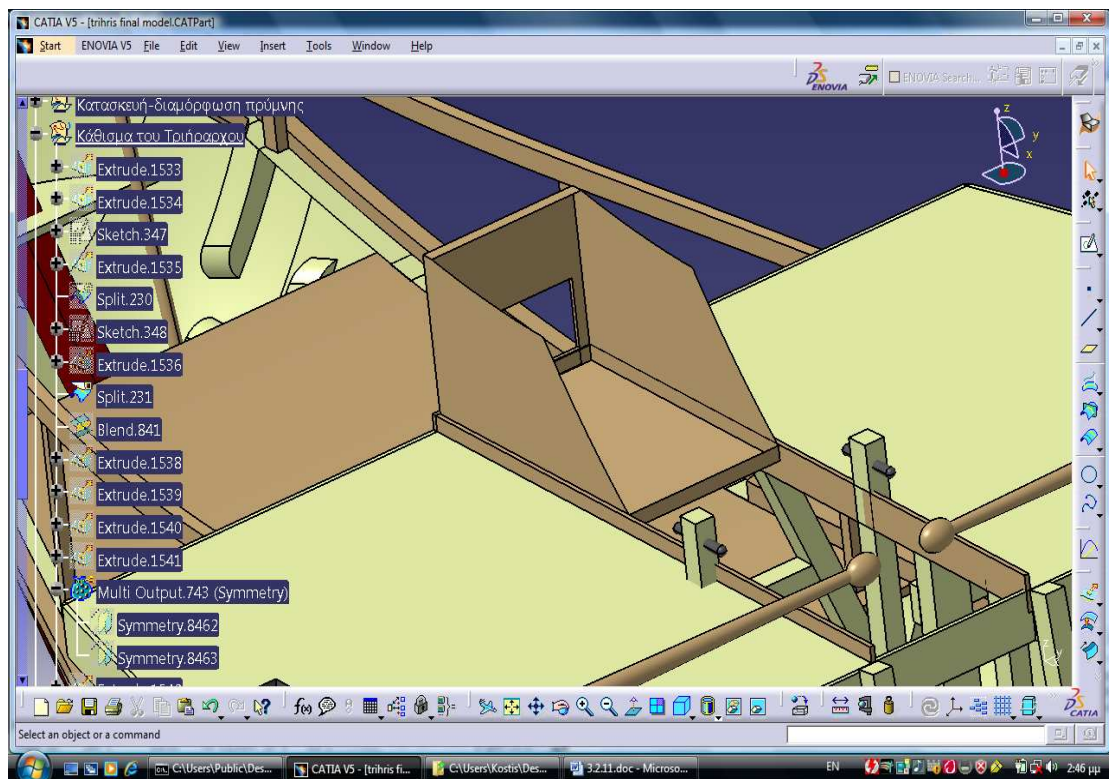
Επιλέγουμε νέο **Sketch** σε xz επίπεδο ώστε να διαμορφώσουμε την πλάγια όψη της θέσεως του Τριήραρχου.



Όπως προηγουμένως, φέρουμε επιφάνεια με την εντολή **Extrude** με προέκταση κατά την y διεύθυνση

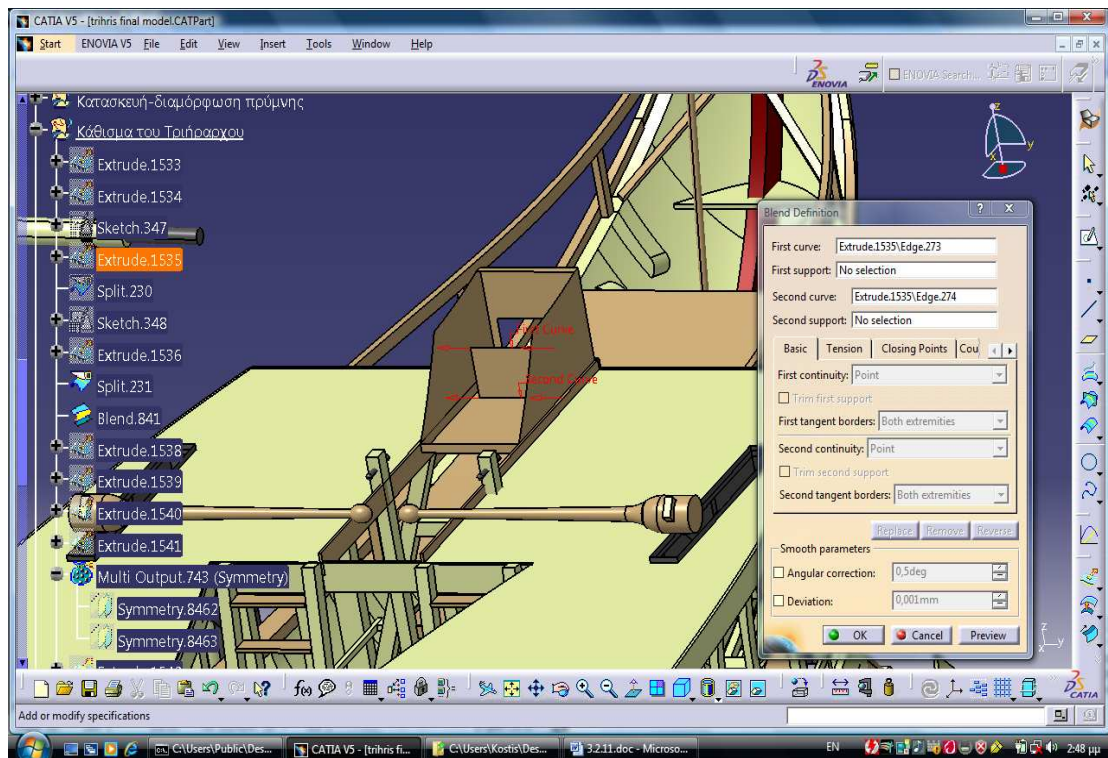


και αφαιρούμε το πάνω τμήμα της θέσεως με χρήση της εντολής **Split**.

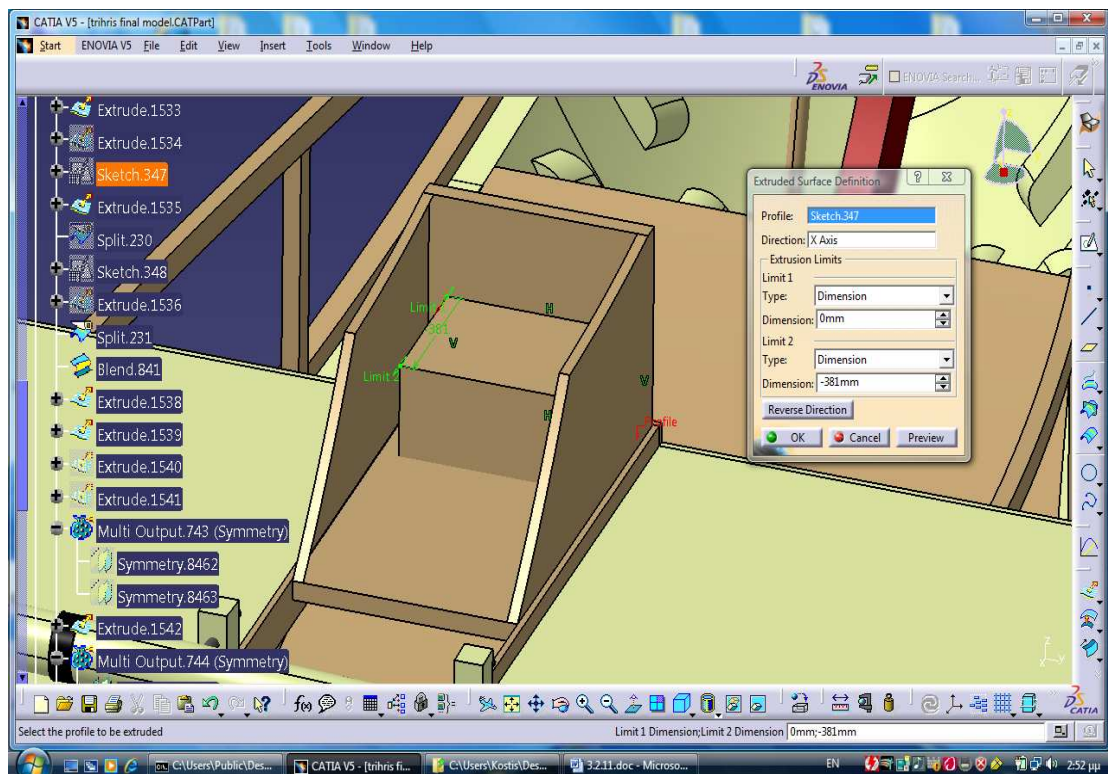


Στη συνέχεια κατασκευάζουμε το εσωτερικό της θέσεως του Τριηράρχου.

Αρχικά με την εντολή **Blend** σχεδιάζουμε κατακόρυφη επιφάνεια στο εσωτερικό της θέσεως



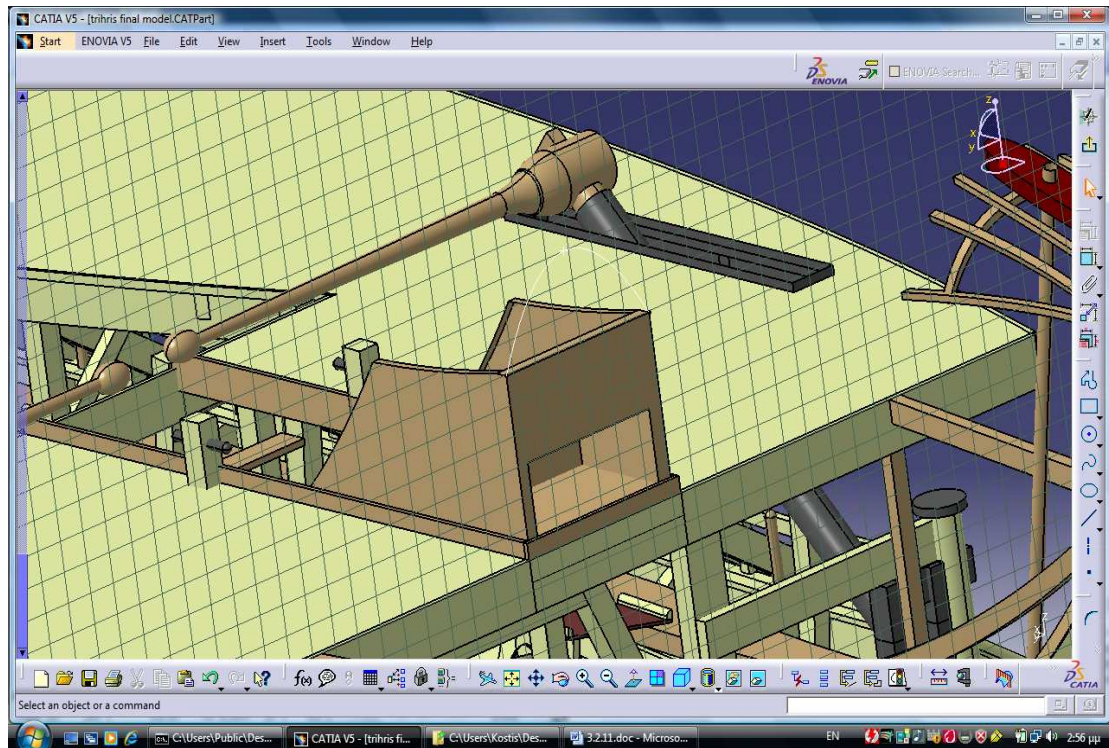
και στη συνέχεια κατασκευάζουμε το κάθισμα του Τριήραρχου με χρήση της εντολής **Extrude** και προέκταση κατά την x διεύθυνση.



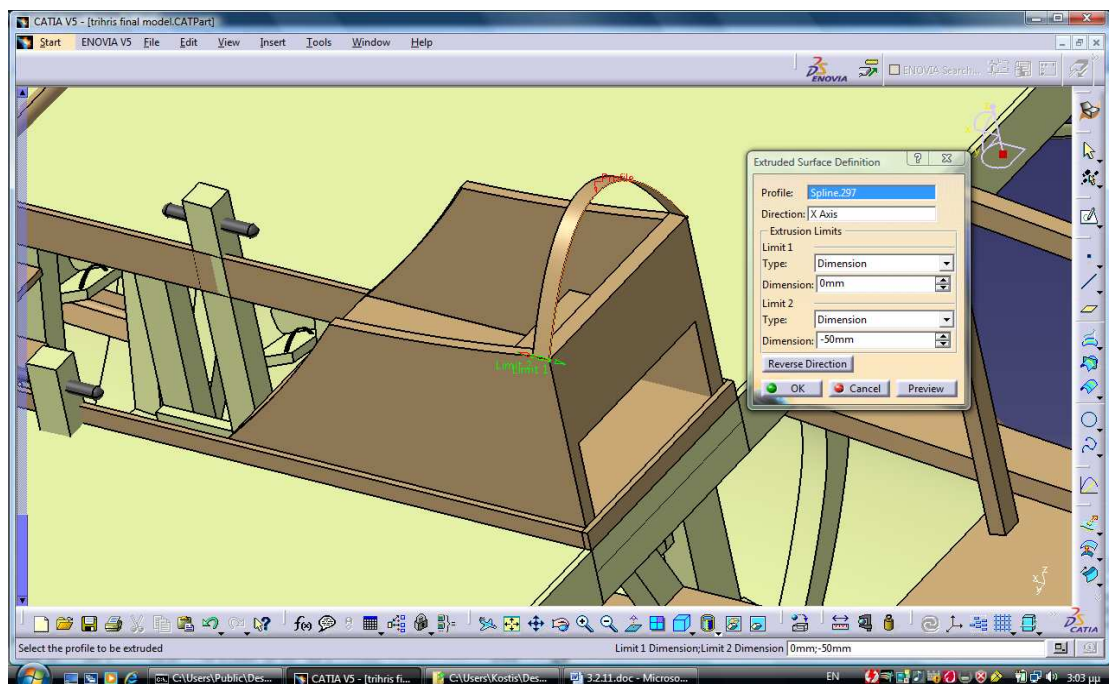
Για την διαμόρφωση της πλάτης της θέσεως δημιουργούμε **Sketch** στο yz επίπεδο της πλάτης.

Σχεδιάζουμε σημείο το οποίο βρίσκεται στο μέσο της εξωτερικής ακμής της πλάτης και στο σωστό ύψος.

Φέρουμε καμπύλη, με την εντολή **Spline**, που παρεμβάλλει τα ακραία σημεία της εξωτερικής ακμής της πλάτης της θέσεως και το άνω σημείο που σχεδιάσαμε.



Κατόπιν με την εντολή **Extrude** προεκτείνουμε το προφίλ της πλάτης κατά την x διεύθυνση.



The screenshot shows the CATIA V5 interface with a 3D model of a mechanical part. A Blend Definition dialog box is open on the right side of the screen. The dialog box has the following settings:

- First curve:** Spline.297
- First support:** No selection
- Second curve:** Split.231.Edge.2970
- Second support:** No selection
- Basic** | Tension | Closing Points | Cou | > <
- First continuity:** Point
- ☐ Trim first support
- First tangent borders:** Both extremities
- Second continuity:** Point
- ☐ Trim second support
- Second tangent borders:** Both extremities
- Smooth parameters**
 - ☐ Angular correction: 0.5deg
 - ☐ Deviation: 0.001mm
- Buttons: OK, Cancel, Preview

3.2.12 “ΔΕΝΔΡΟ” ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ

Σε κάθε φάση της σχεδίασης δημιουργήθηκαν υποκατάλογοι που συνθέτουν την δομή του “δένδρου” σχεδίασης / προδιαγραφών (specification tree) του τρισδιάστατου γεωμετρικού μοντέλου της Αθηναϊκής Τριήρους στο σύστημα CAD / CATIA V5 και οι οποίοι παρατίθενται παρακάτω :

-Τριήρης

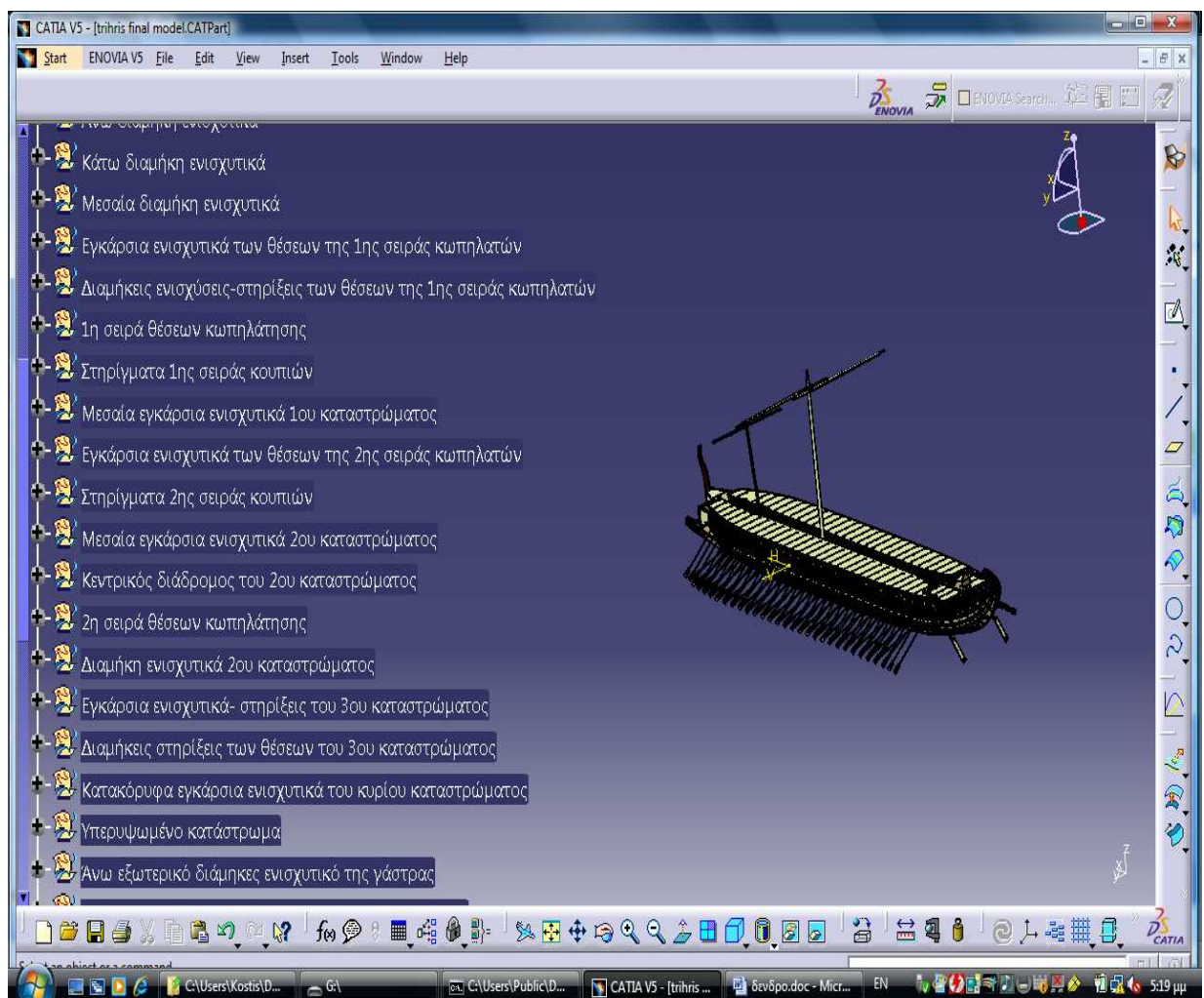
- Κατασκευή γάστρας
- Πάχος γάστρας
- Οπές κουπιών
- Οπές κουπιών 2
- Ανώτερα εγκάρσια ενισχυτικά
- Κατώτερα εγκάρσια ενισχυτικά
- Μεσαία εγκάρσια ενισχυτικά
- Ενισχυτικό κυρίου καταστρώματος
- Ανώτερα διαμήκη ενισχυτικά
- Κατώτερα διαμήκη ενισχυτικά
- Μεσαία διαμήκη ενισχυτικά
- Εγκάρσια ενισχυτικά των θέσεων της 1^{ης} σειράς κωπηλατών
- Διαμήκεις ενισχύσεις – στηρίξεις των θέσεων της 1^{ης} σειράς κωπηλατών
- 1^η σειρά θέσεων κωπηλάτησης
- Στηρίγματα 1^{ης} σειράς κουπιών
- Μεσαία εγκάρσια ενισχυτικά 1^{ου} καταστρώματος
- Εγκάρσια ενισχυτικά των θέσεων της 2^{ης} σειράς κωπηλατών
- Στηρίγματα 2^{ης} σειράς κουπιών
- Μεσαία εγκάρσια ενισχυτικά 2^{ου} καταστρώματος
- Κεντρικός διάδρομος του 2^{ου} καταστρώματος
- 2^η σειρά θέσεων κωπηλάτησης
- Διάμηκες ενισχυτικό 2^{ου} καταστρώματος
- Εγκάρσια ενισχυτικά – στηρίξεις του 3^{ου} καταστρώματος
- Διαμήκεις στηρίξεις των θέσεων του 3^{ου} καταστρώματος
- Κατακόρυφα εγκάρσια ενισχυτικά του κυρίου καταστρώματος
- Υπερυψωμένο κατάστρωμα
- Ανώτερο εξωτερικό διάμηκες ενισχυτικό της γάστρας
- Εγκάρσιες ενισχύσεις υπερυψωμένου καταστρώματος
- Γωνιακές ενισχύσεις (μπρακέτα) του 2^{ου} καταστρώματος
- Κατώτερη βάση στήριξης του πηδαλίου – διάμηκες ενισχυτικό στήριξης των κουπιών
- Κατασκευή – διαμόρφωση πρύμνης
- Κάθισμα του Τριήραρχου
- Κάγκελα – διαμόρφωση πλώρης
- Κατώτερο διάμηκες εξωτερικό ενισχυτικό της γάστρας
- Διαμόρφωση πλώρης – σημείο εμβολισμού
- Σκάλα υπερυψωμένου καταστρώματος
- Ιστία
- 1^η σειρά κουπιών

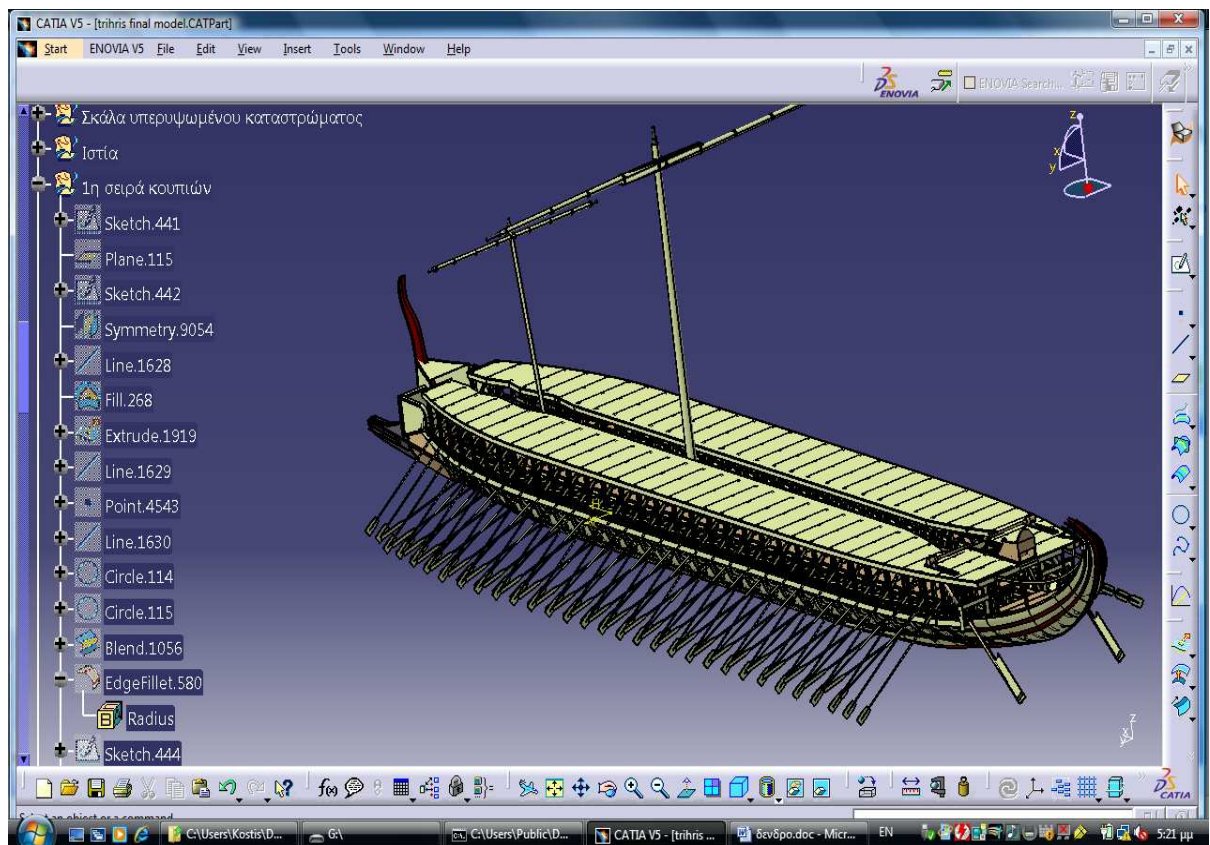
- 2^η σειρά κουπιών
- 3^η σειρά κουπιών
- Σύστημα πηδαλιούχησης
- Στηρίγματα ποδιών των κωπηλατών
- Συμμετρική γάστρα

Σκοπός της δημιουργίας των υποκαταλόγων στο “δένδρο” σχεδίασης είναι η κατάταξη των διαφόρων επιμέρους συστατικών τμημάτων προς γρήγορη επισκόπηση και ευκολότερη χρήση, εύρεση και διόρθωση / συμπλήρωση.

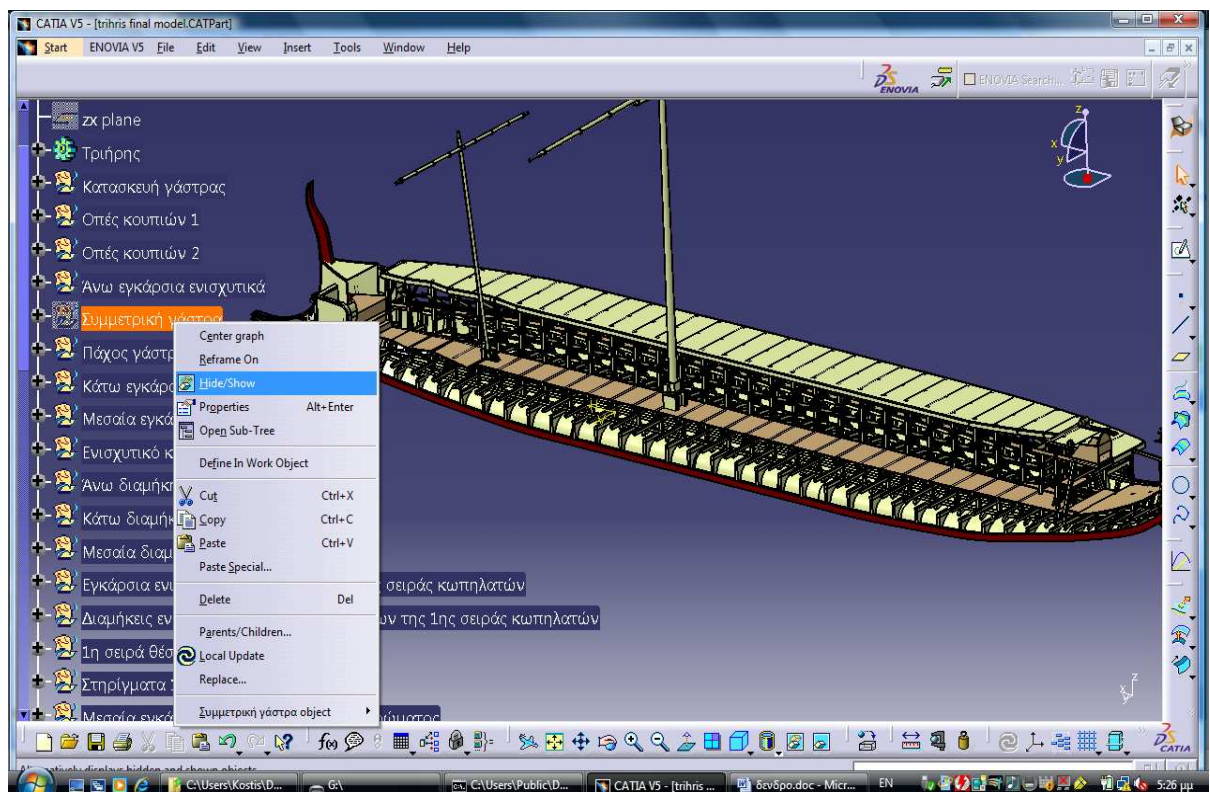
Να σημειωθεί ότι κάθε υποκατάλογος που αποτελεί τμήμα του συνολικού γεωμετρικού μοντέλου περιέχει πολύ μεγάλο πλήθος ακολουθίας εντολών.

Στα δύο παρακάτω σχήματα φαίνεται η δομή του δένδρου σχεδίασης του συστήματος CAD / CATIA V5 καθώς και η ακολουθία εντολών που περιλαμβάνει ο κάθε υποκατάλογος.





Τέλος, ο υποκατάλογος “συμμετρική γάστρα” με χρήση της εντολής Hide / Show μας επιτρέπει να αποκρύπτουμε προσωρινά το μισό τμήμα της γάστρας και με την βοήθεια της εντολής zoom (in / out) να μεγεθυνούμε επικεντρώνοντας σε όποια σχεδιαστική / κατασκευαστική λεπτομέρεια επιθυμούμε.



3.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ - ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

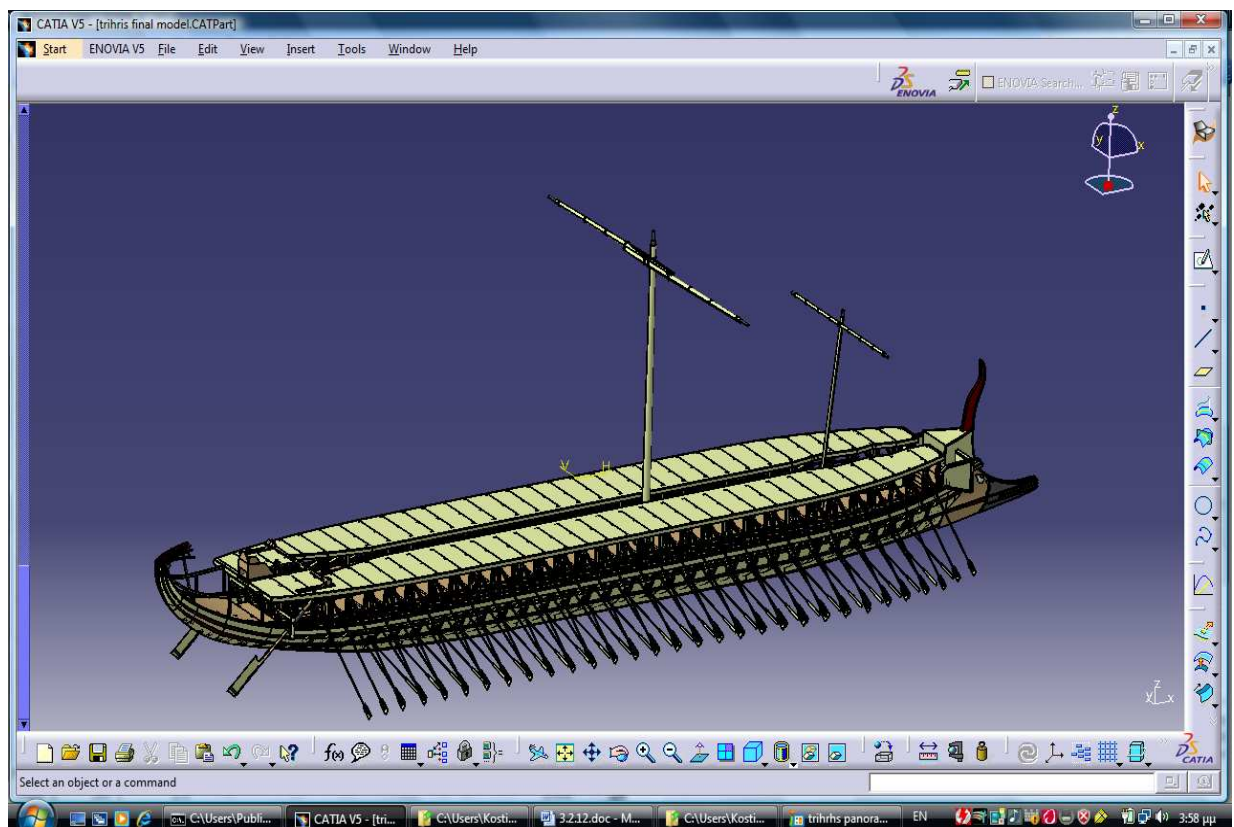
Σας παρουσιάσαμε προηγουμένως την αναλυτική σχεδίαση του γεωμετρικού μοντέλου της Αθηναϊκής Τριήρους.

Στη προσπάθεια ακριβούς απεικόνισης των κατασκευαστικών λεπτομερειών της Αθηναϊκής Τριήρους, ελήφθη σειρά φωτογραφιών.

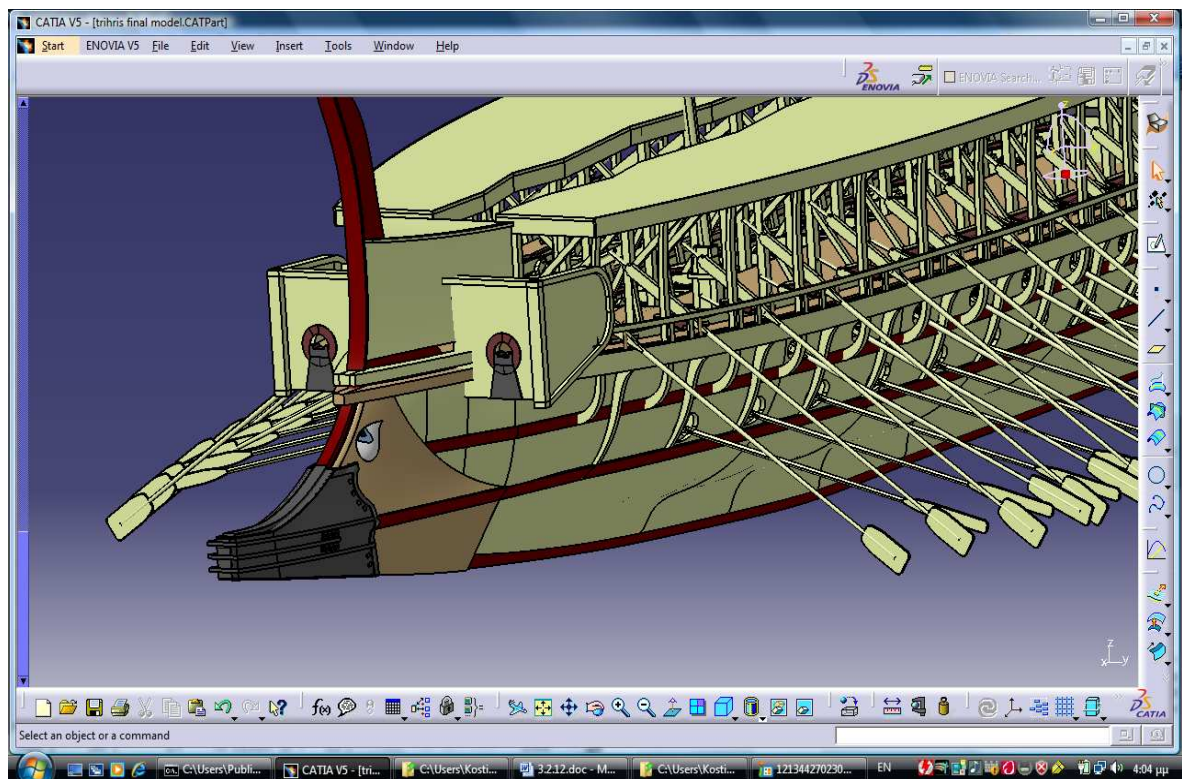
Το φωτογραφικό υλικό των οποίων παρατίθεται ούτως ώστε να είναι δυνατή η πιστότητα της πλήρους απεικόνισης του τρισδιάστατου μοντέλου με αυτό του πραγματικού.

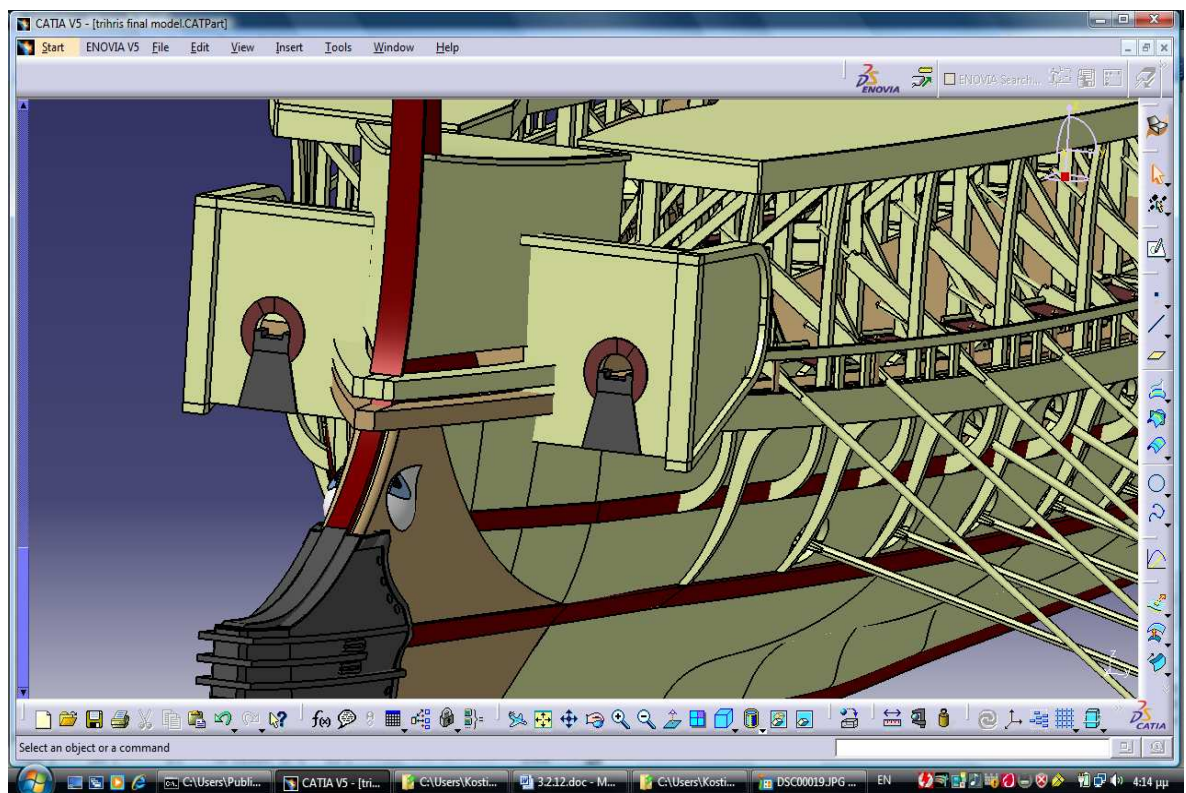
3.3.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

3.3.1.1. Πανοραμική φωτογραφία της Τριήρους

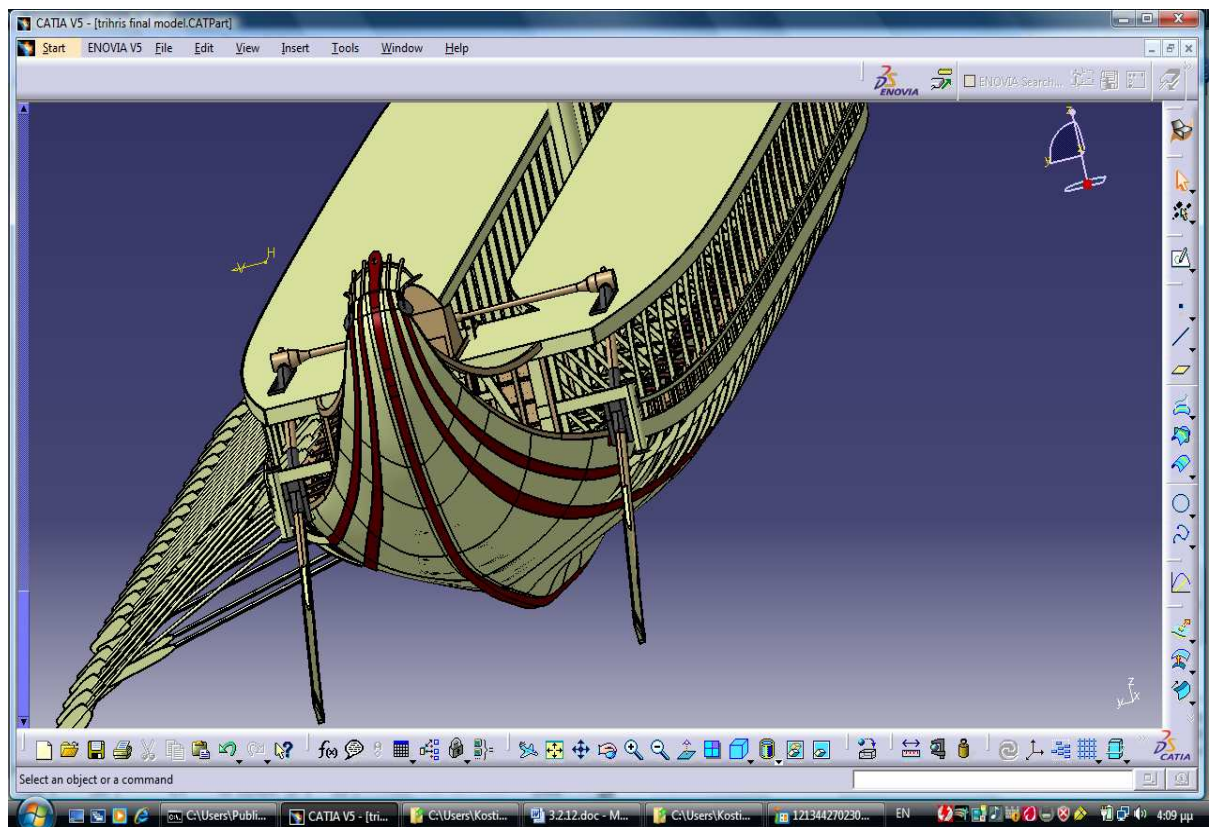


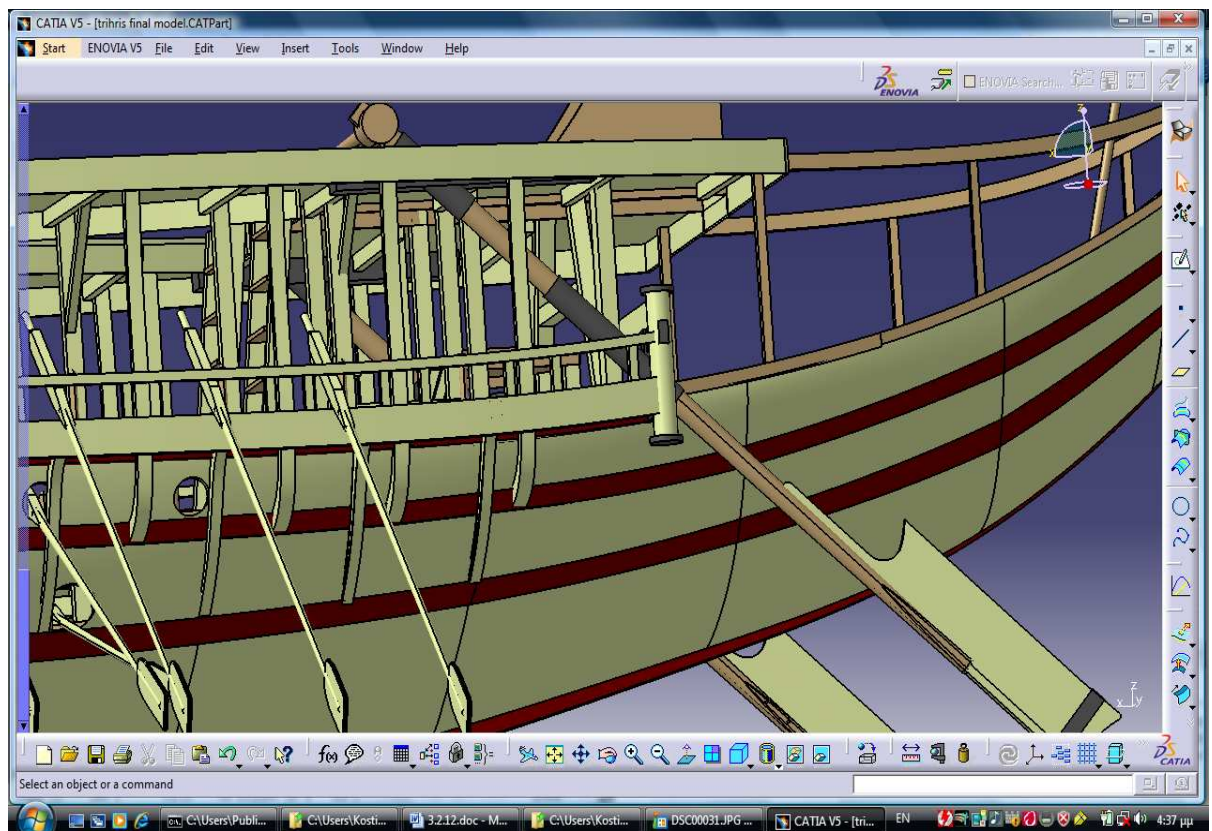
3.3.1.2. Προραίο τμήμα της Τριήρους



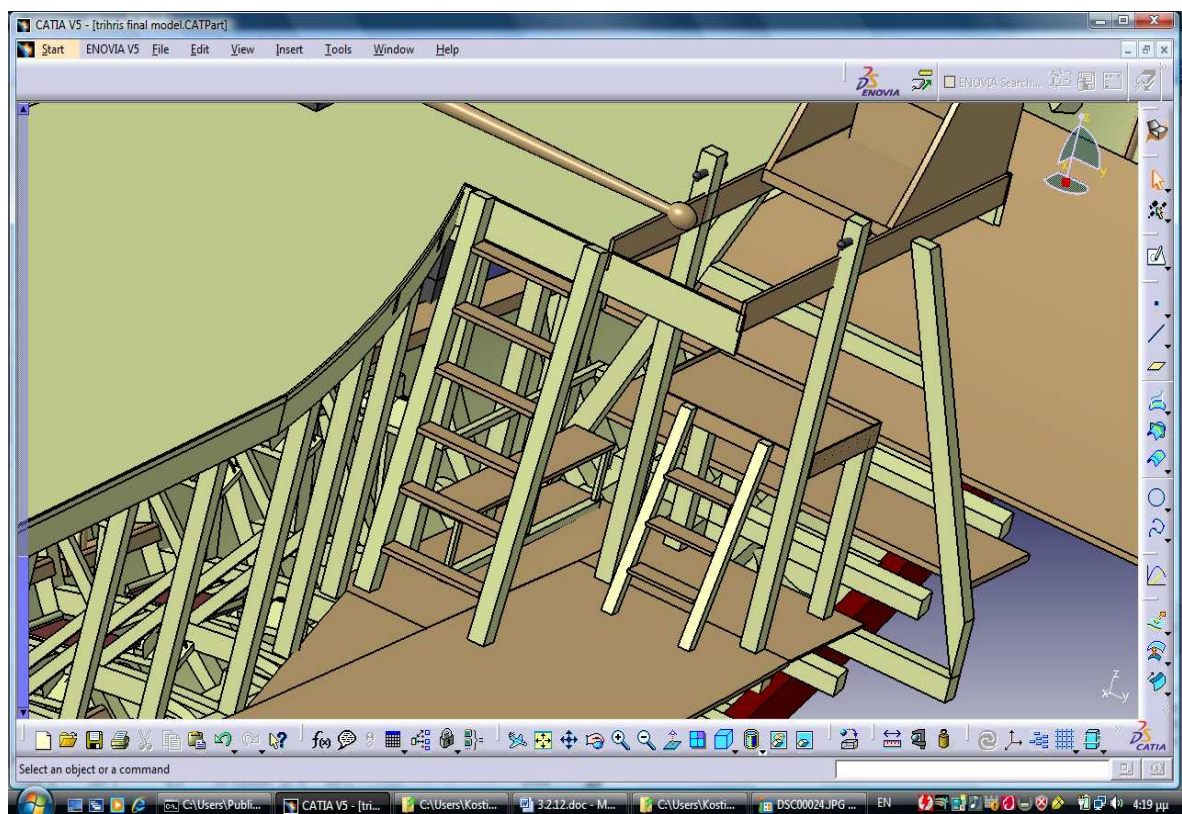


3.3.1.3. Πρυμναίο τμήμα της Τριήρους

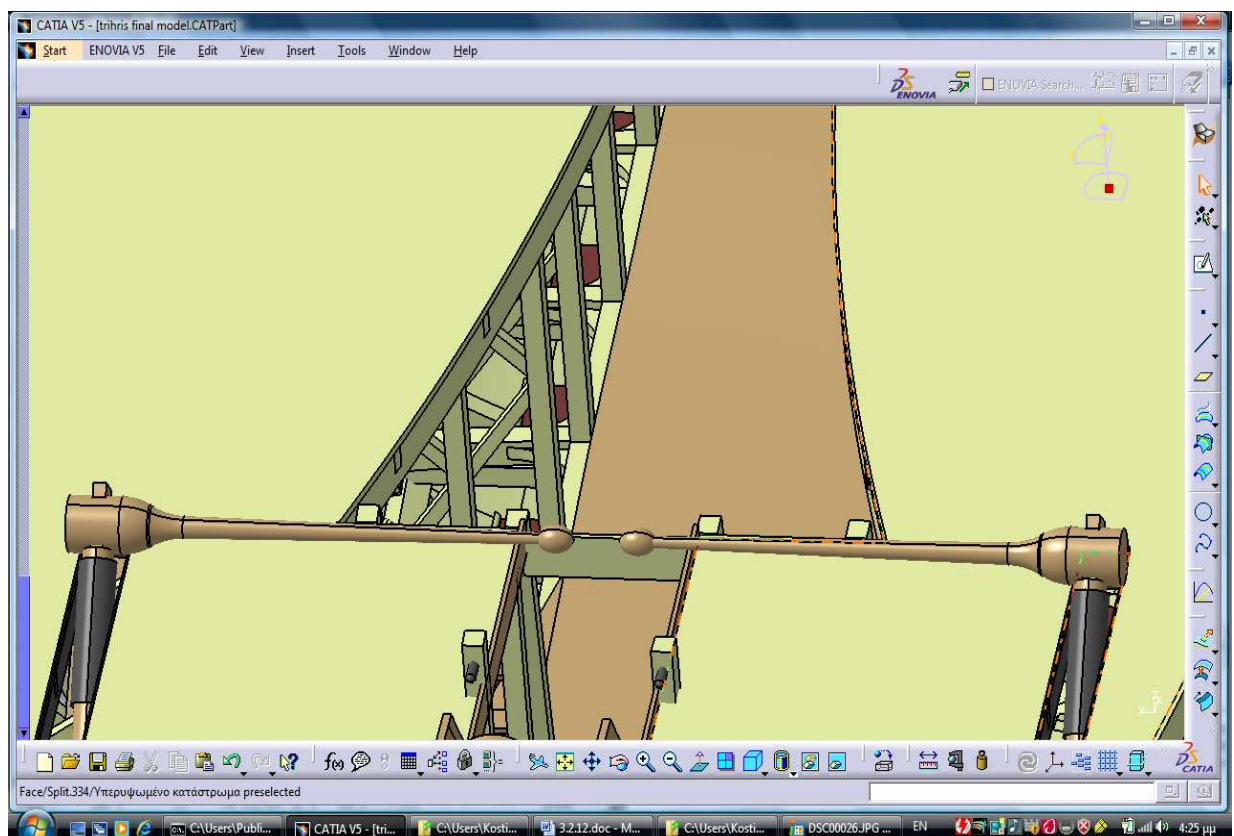




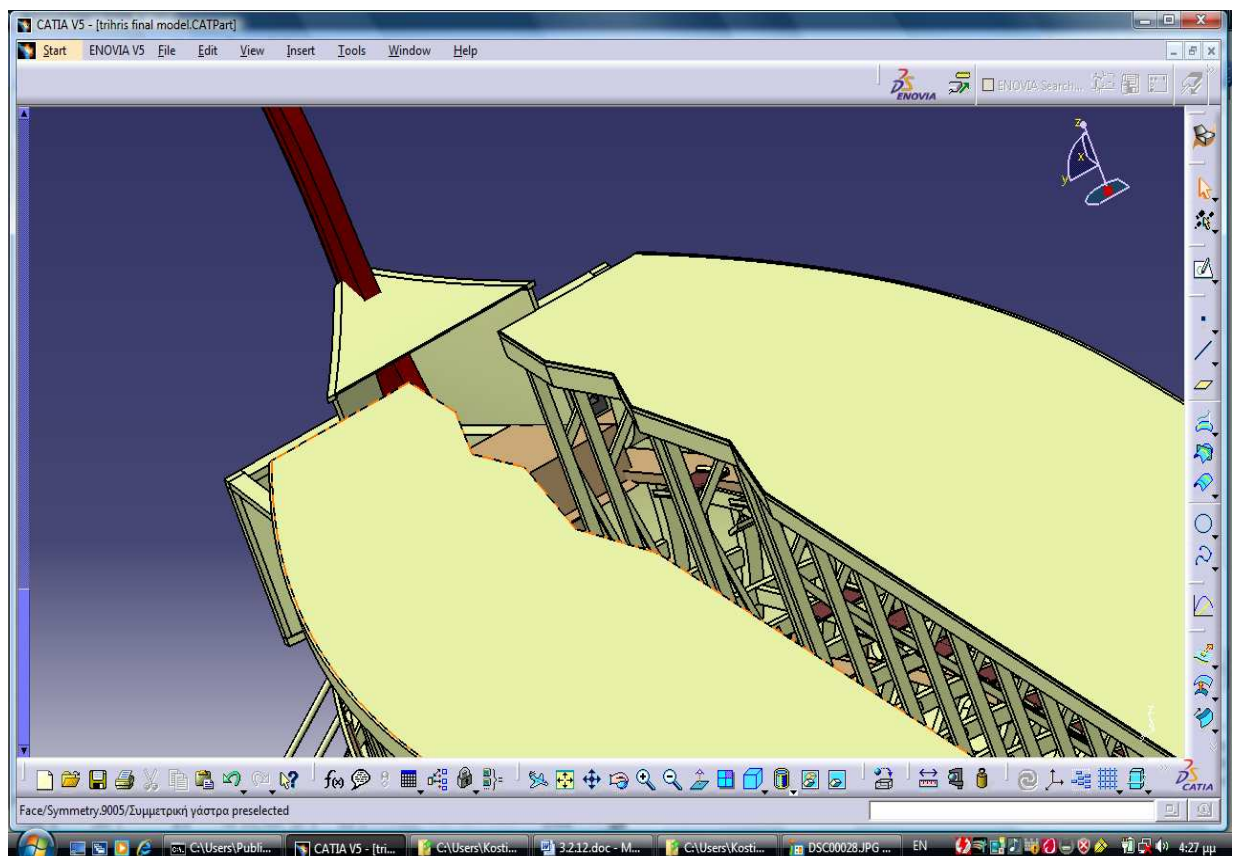
3.3.1.4. Σκάλα υπερυψωμένου καταστρώματος



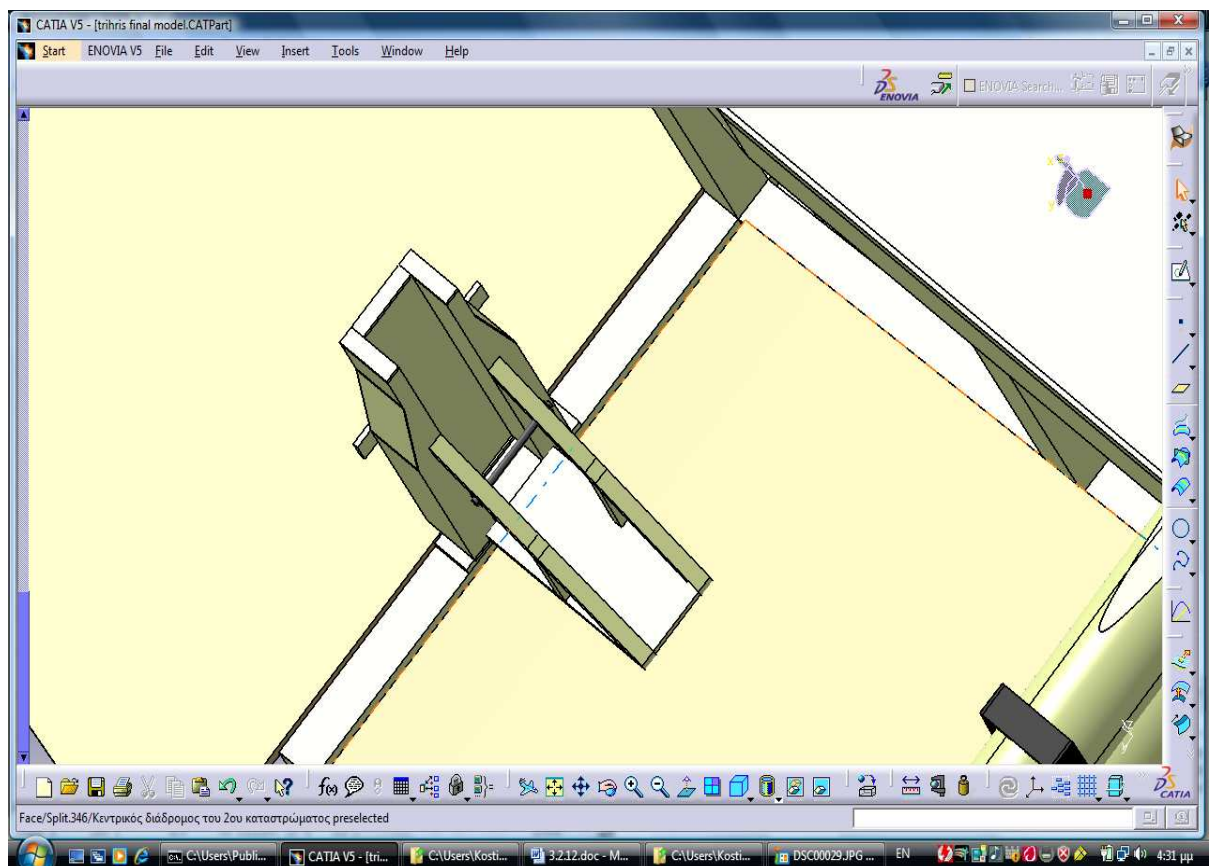
3.3.1.5. Όψη πρυμαίου τμήματος του υπερυψωμένου καταστρώματος



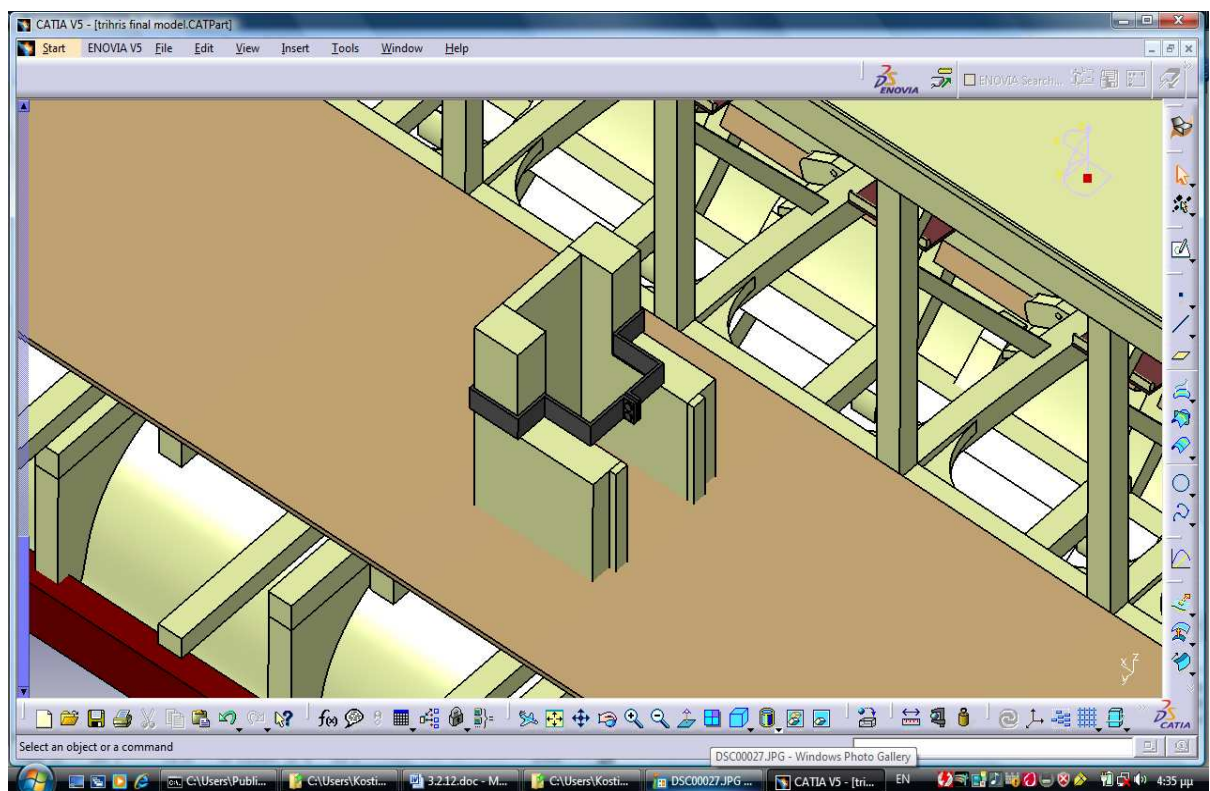
3.3.1.6. Όψη προαίου τμήματος του υπερυψωμένου καταστρώματος



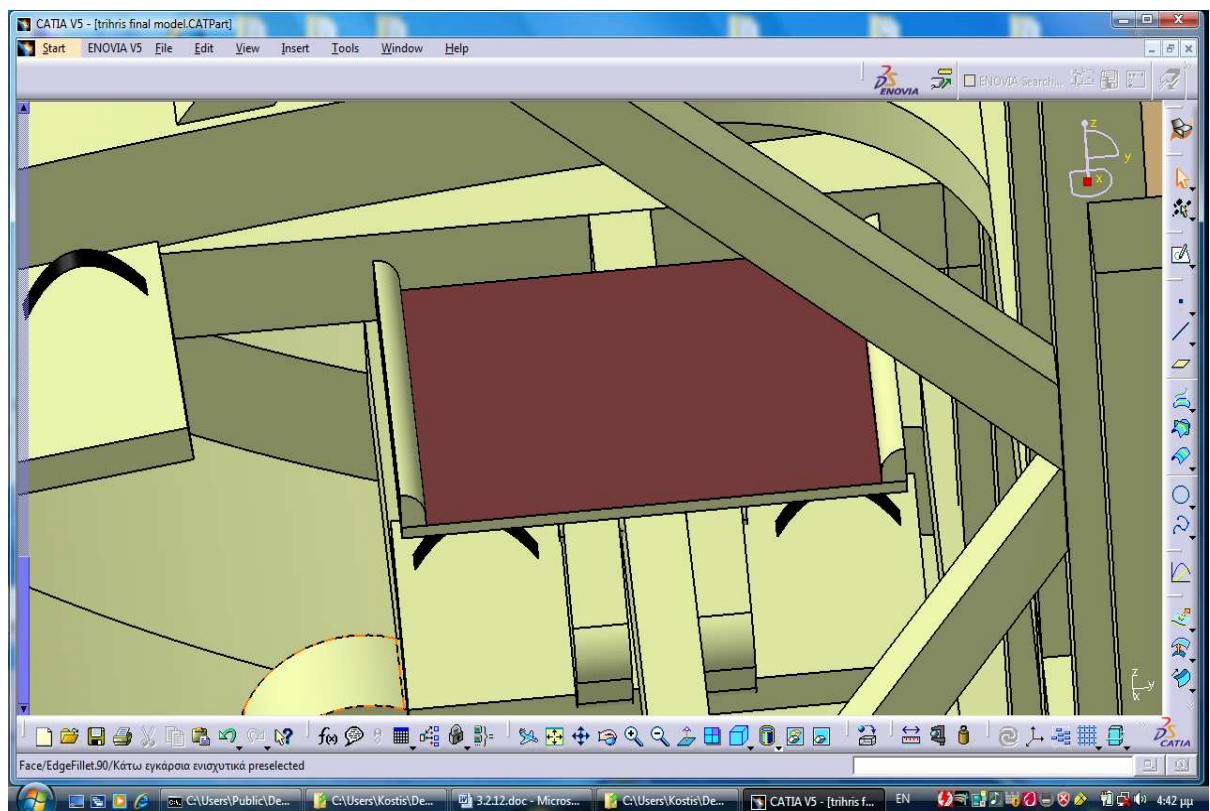
3.3.1.7. Βάση στήριξης του ακάτιου (μικρό ιστίο της Τριήρους)

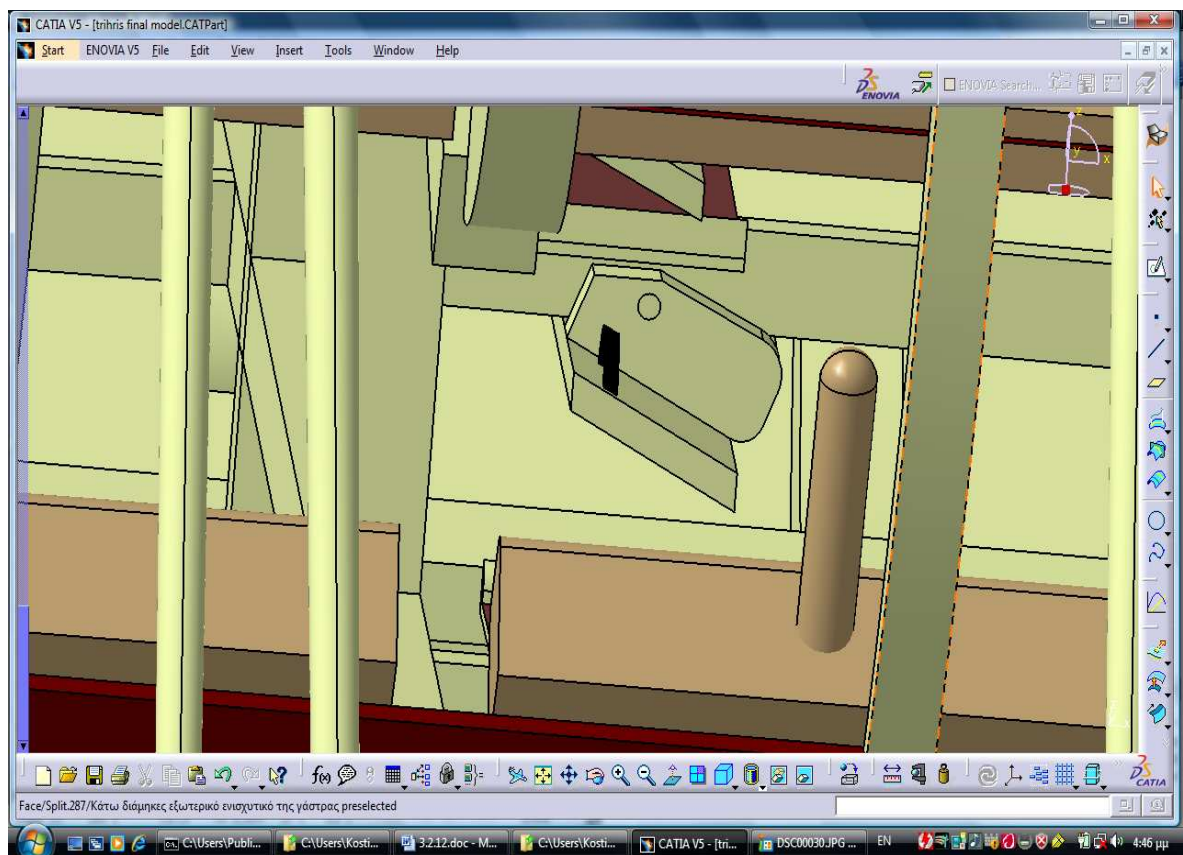


3.3.1.8. Βάση στήριξης του μεγάλου ιστίου της Τριήρους

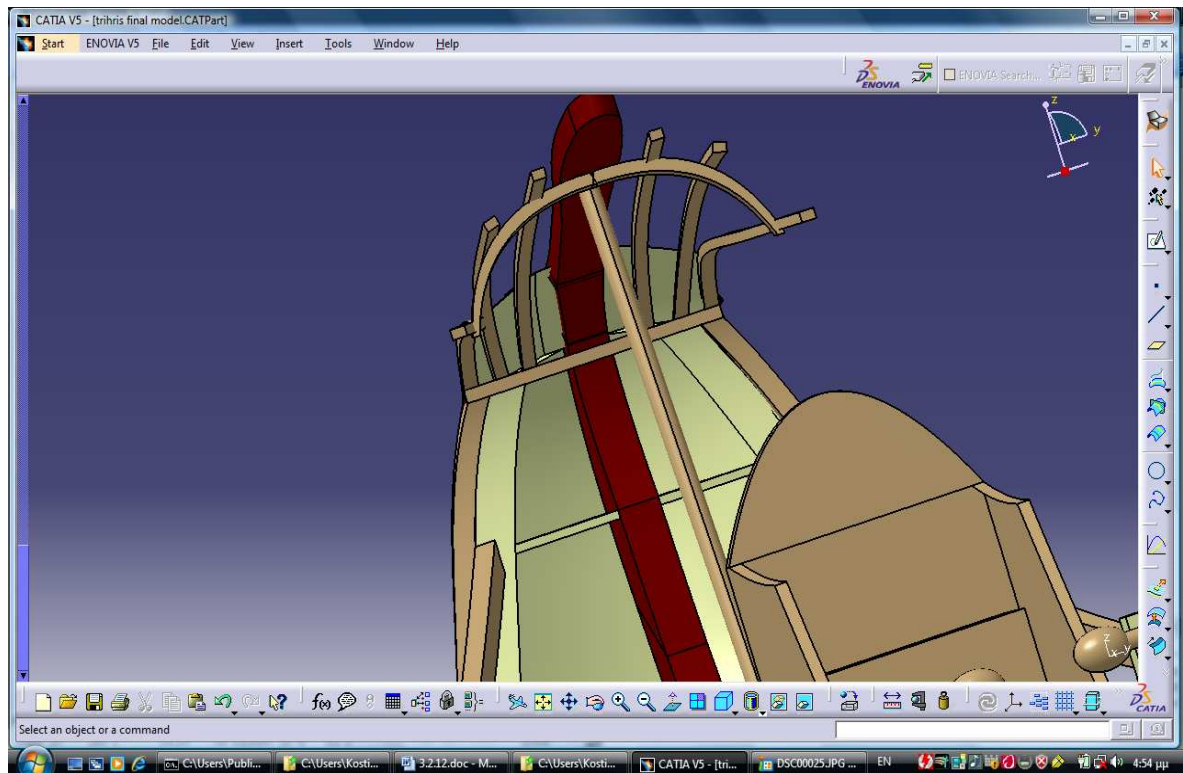


3.3.1.9. Θέσεις κοπηλατών



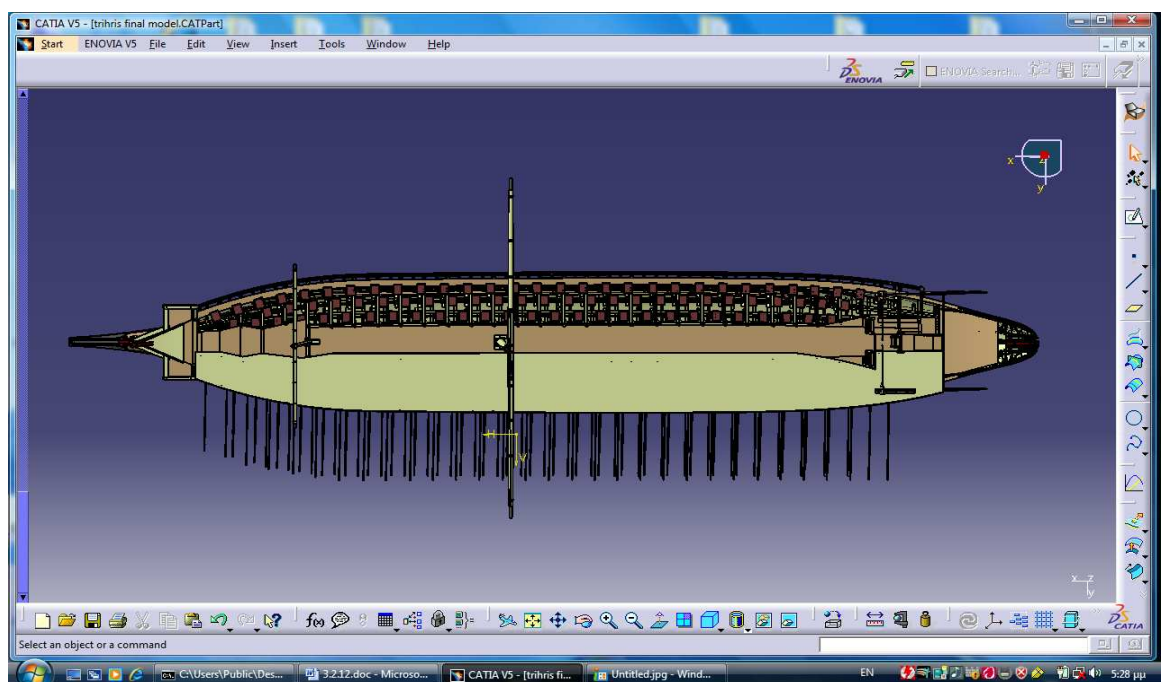
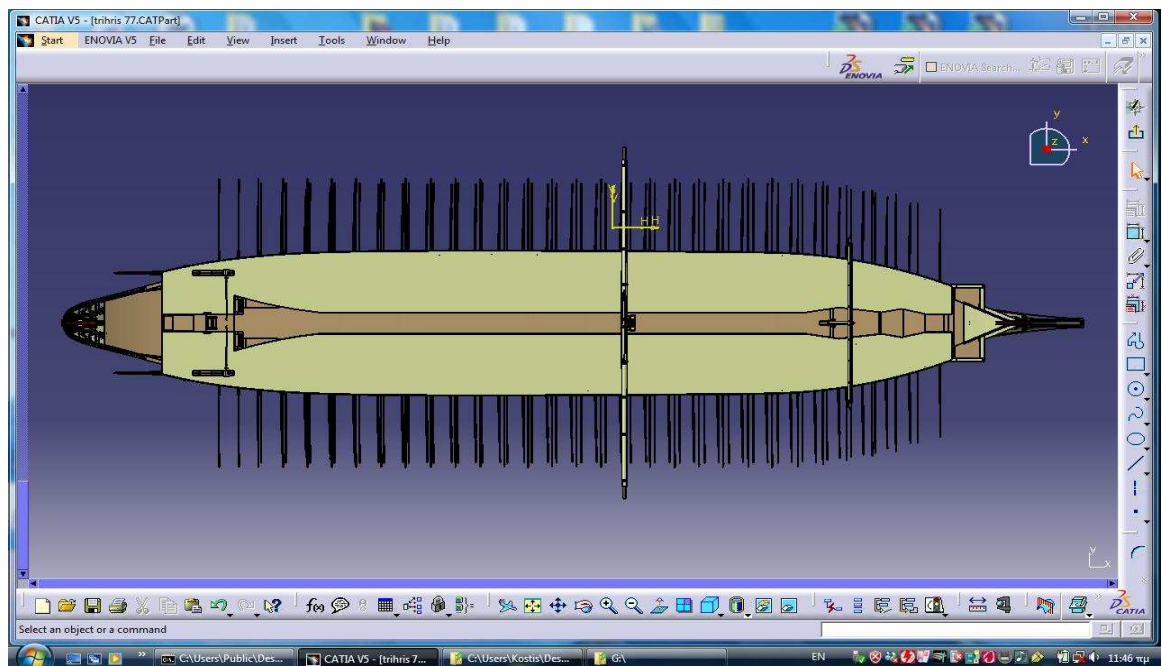
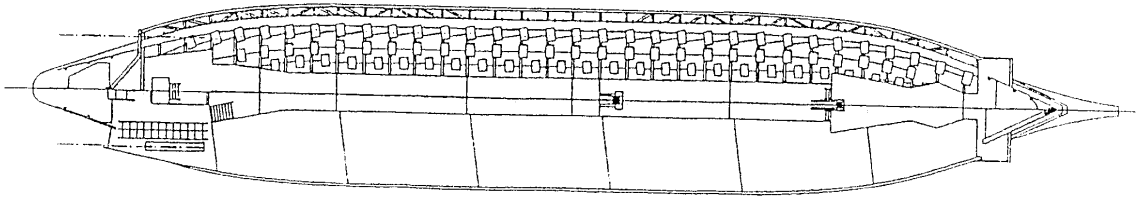


3.3.1.10. Βεντάλια ακροστολίου

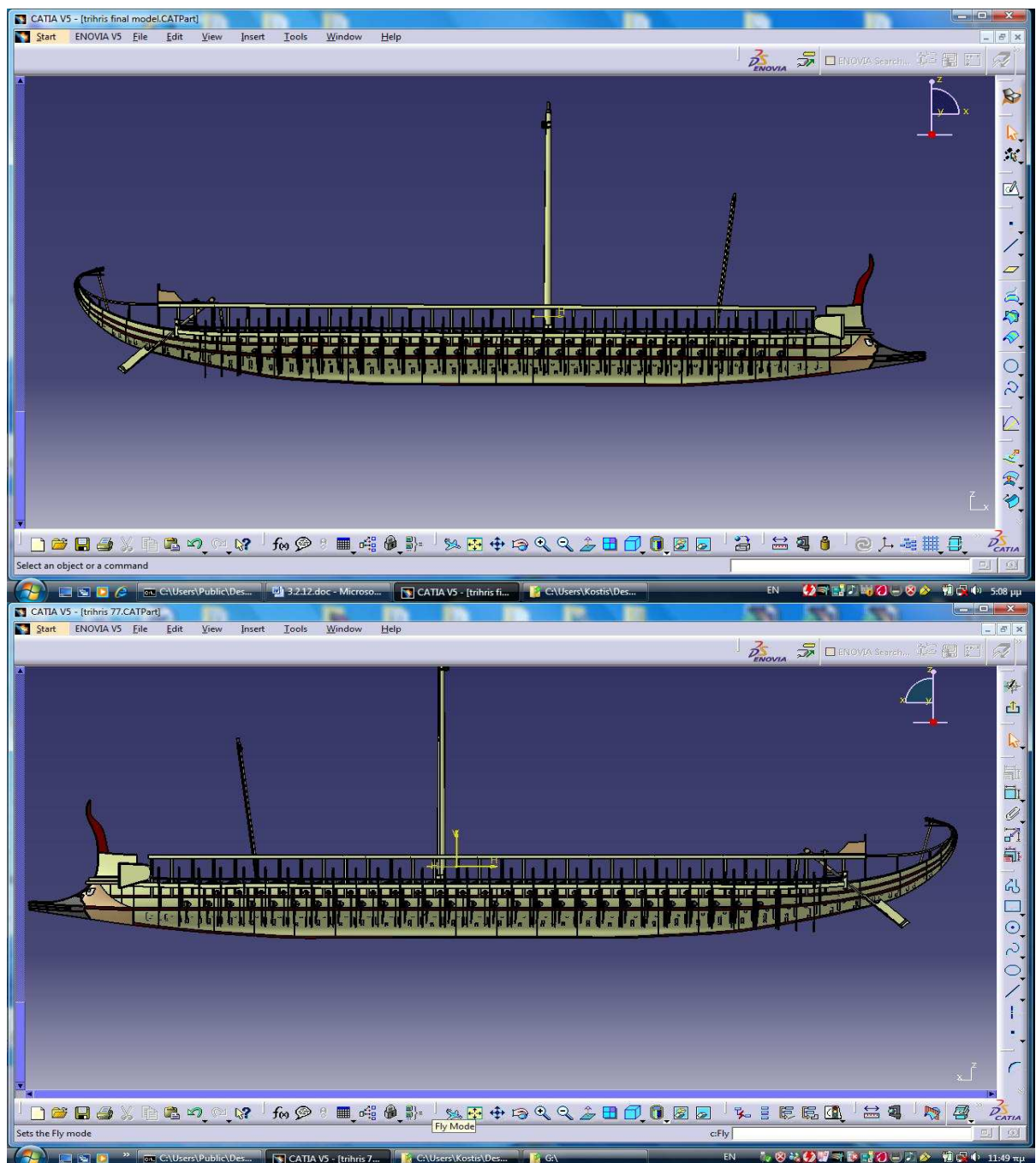
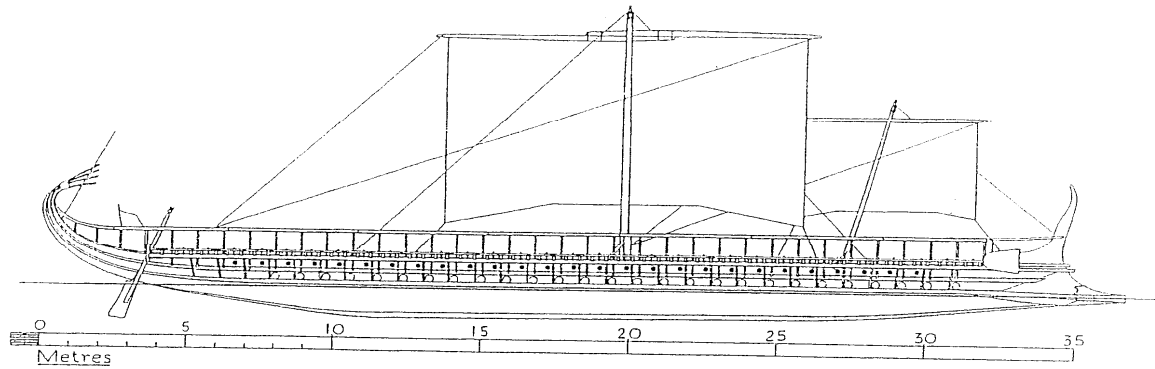


3.3.2 ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ

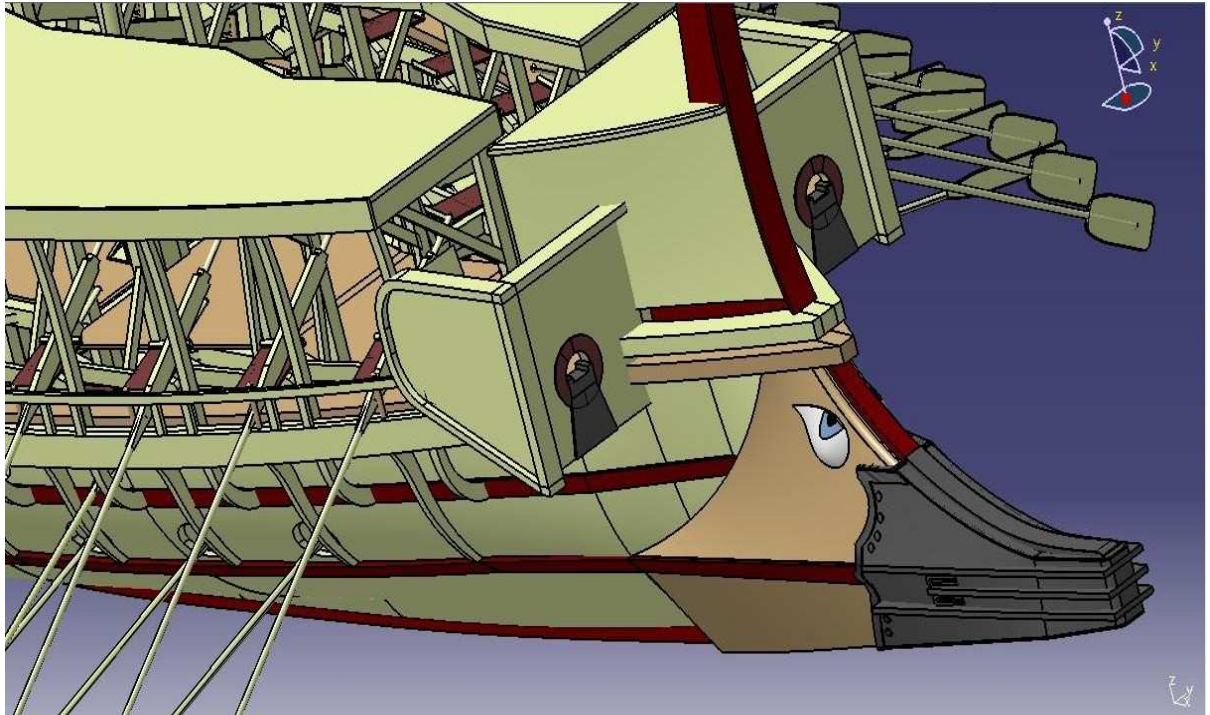
3.3.2.1. Κάτοψη Τριήρους



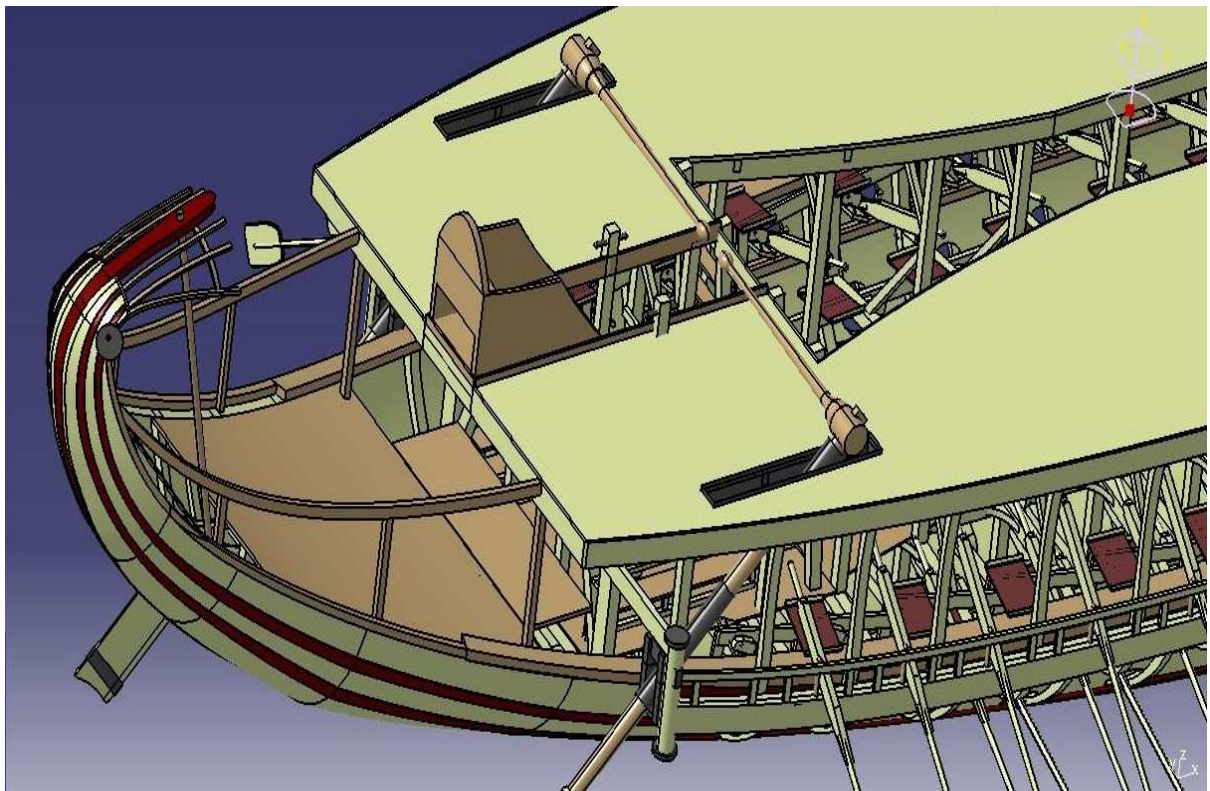
3.3.2.2. Πλάγια όψη της Τριήρους



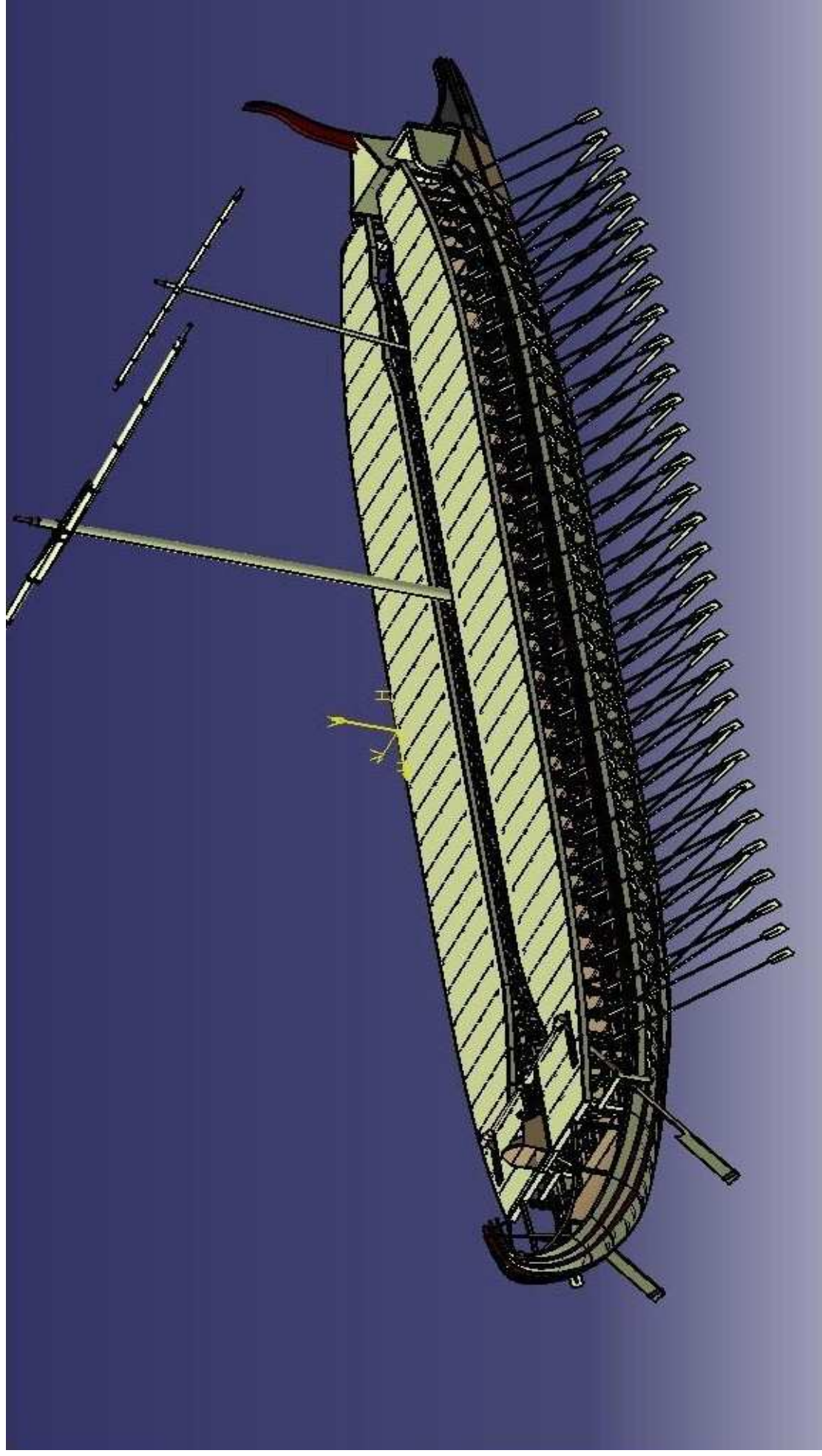
3.3.2.3. Πλώρη της Τριήρους



3.3.2.4. Πρύμνη της Τριήρους



3.3.2.5. Τρισδιάστατο γεωμετρικό μοντέλο της Τριήρους



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. THE ATHENIAN TRIREME

The history and reconstruction of an ancient Greek warship

Second edition

J.S.MORRISON, J.F.COATES and N.B.RANKOV

2. Πηγές από το διαδίκτυο

- <http://wikipedia.org/>
- <http://www.hellenicnavy.gr/trihrhs.asp>
- <http://www.geocities.com>
- <http://www.tireme.gr>
- http://gym_platan.chan.sch.gr/pw/persianwars

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στα πλαίσια της παρούσης διπλωματικής εργασίας κατεβλήθη κάθε προσπάθεια ακριβούς και λεπτομερούς απεικόνισης, κατά το δυνατό, τρισδιάστατου γεωμετρικού μοντέλου της Αθηναϊκής Τριήρους με χρήση του προγράμματος CAD : CATIA V5.

Η σχεδίαση βασίστηκε σε ναυπηγικές γραμμές σχεδίασης και κατασκευαστικά σχέδια του συγγράματος “ THE ATHENIAN TRIREME “ των J. S. MORRISON, J. F. COATES και N. B. RANKOV καθώς και σε φωτογραφικό υλικό που ελήφθη από επισκέψεις στην μαρίνα Φλοίσβου όπου βρίσκεται αντίγραφο σκάφους της Τριήρους. Δυστυχώς, ολοκληρωμένο πιστό αντίγραφο της Αθηναϊκής Τριήρους δεν έχει βρεθεί, παρά μόνο τμήματα αυτής τα οποία συναρμολογήθηκαν και συμπληρώθηκαν κατ’ εκτίμηση των ερευνητών. Αυτός είναι και ο λόγος που οι ναυτικοί ερευνητές και οι αρχαιολόγοι δεν είναι απολύτως σίγουροι για τις κύριες διαστάσεις της Τριήρους οπότε και σε όλα τα συγγράμματα δίνουν κάποιο εύρος τιμών των κυρίων διαστασεών της. Επίσης είναι γνωστό ότι τόσο το σημείο εμβολισμού όσο και το ακροστόλιο της Τριήρους διέφερε από σκάφος σε σκάφος ανάλογα με την τεχνοτροπία του ναυπηγού μελετητή.

Λόγω των προηγούμενων παραμέτρων, στην περιγραφή των σταδίων κατασκευής του γεωμετρικού μοντέλου, σκοπίμως απεφεύχθει η αναφορά στις ακριβείς τιμές των διαστάσεων των κατασκευαστικών μερών της Τριήρους. Επίσης το πλήθος των πληροφοριών δεν ήταν αρκετό ώστε να είμαστε σίγουροι για τις ακριβείς διαστάσεις των επιμέρους κατασκευαστικών λεπτομερειών. Συνεπώς χρησιμοποιήθηκαν διαστάσεις οι οποίες προέκυψαν από τα σχέδια των βασικών γραμμών, της μέσης τομής και των κατασκευαστικών σχεδίων όπως αυτά παρουσιάζονται στο προαναφερθέν σύγγραμμα “ THE ATHENIAN TRIREME “. Στηριζόμενοι στα προηγούμενα σχέδια εξήχθησαν πληροφορίες για τα λοιπά επιμέρους κατασκευαστικά στοιχεία της Τριήρους εφαρμόζοντας την αναλογία κλίμακας. Ενώ για τμήματα της κατασκευής που δεν υπήρχαν καθόλου πληροφορίες χρησιμοποιήθηκε φωτογραφικό υλικό και προσωπικές εκτιμήσεις για την σχεδίαση τους.