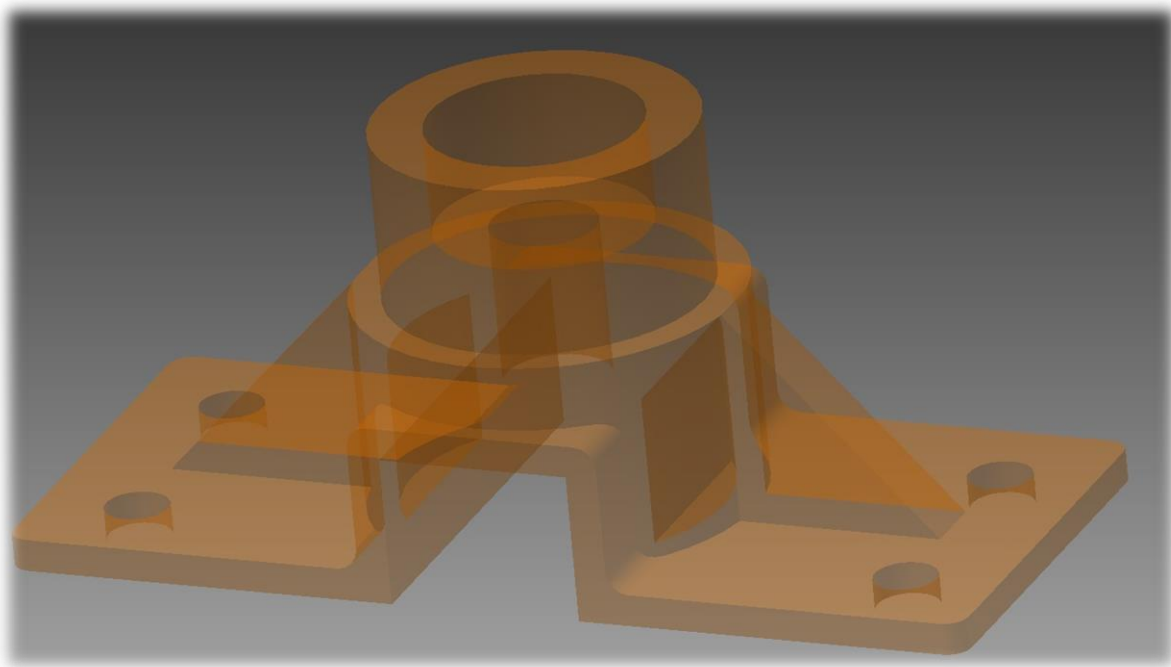


**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ-CNC**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**<< ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΣΧΕΔΙΩΝ ΜΕ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΤΗΝ
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ >>**



**Σπουδαστές : Ρούσης Χρήστος
Παπαγεωργίου Γεώργιος**

**A.M. 35381
A.M. 35441**

Επιβλέπων καθηγητής : Σκιττίδης Φιλήμων

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον καθηγητή κύριο Σκιπτίδη Φιλήμονα κυρίως για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε, και την υπομονή που έκανε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας. Όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων θεμάτων. Θα θέλαμε επίσης να απευθύνουμε τις ευχαριστίες μας στους γονείς μας, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μας με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωση μας.

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Εισαγωγή	6
Πρωτότυπα Μοντέλα	11
Design for Manufacturing - Σχεδίαση με σκοπό την Κατασκευασσιμότητα	87
Προτάσεις για αλλαγές σε 30 σχέδια	87
Πρωτότυπο Μοντέλο-11	87
Πρωτότυπο Μοντέλο -14	88
Πρωτότυπο Μοντέλο -15	89
Πρωτότυπο Μοντέλο -16	90
Πρωτότυπο Μοντέλο -17	91
Πρωτότυπο Μοντέλο -19	92
Πρωτότυπο Μοντέλο -23	93
Πρωτότυπο Μοντέλο -24	94
Πρωτότυπο Μοντέλο -25	95
Πρωτότυπο Μοντέλο -26	96
Πρωτότυπο Μοντέλο -28	97
Πρωτότυπο Μοντέλο -29	98
Πρωτότυπο Μοντέλο -30	99
Πρωτότυπο Μοντέλο -31	100
Πρωτότυπο Μοντέλο -32	101
Πρωτότυπο Μοντέλο -35	102
Πρωτότυπο Μοντέλο-36	103
Πρωτότυπο Μοντέλο -47	104
Πρωτότυπο Μοντέλο -48	105
Πρωτότυπο Μοντέλο -52	106
Πρωτότυπο Μοντέλο -53	107
Πρωτότυπο Μοντέλο -55	108
Πρωτότυπο Μοντέλο -56	109
Πρωτότυπο Μοντέλο -61	110
Πρωτότυπο Μοντέλο -62	111
Πρωτότυπο Μοντέλο -64	112
Πρωτότυπο Μοντέλο -66	113
Πρωτότυπο Μοντέλο -74	114

Πρωτότυπο Μοντέλο -78	115
Πρωτότυπο Μοντέλο -80	116
Βελτιστοποίηση πρωτότυπων μοντέλων	117
Πηγές.....	193

Περίληψη

Κατά τη διεξαγωγή της πτυχιακής εργασίας ασχοληθήκαμε με τον σχεδιασμό τριάντα πρωτοτύπων μοντέλων βιομηχανικού σκοπού χρησιμοποιώντας το τρισδιάστατο σχεδιαστικό υπολογιστικό πρόγραμμα Autodesk Inventor, με σκοπό την εναρμόνιση στις σύγχρονες μεθόδους σχεδιασμού, εξετάζοντας τη δυνατότητα κατασκευής των μοντέλων αυτών σε μια σύγχρονη παραγωγική μονάδα και στη συνέχεια προτείνοντας τις κατάλληλες σχεδιαστικές αλλαγές ώστε να επιτύχουμε ευκολότερες κατασκευές με το χαμηλότερο δυνατό κόστος παραγωγής.

Η διαδικασία αυτή περιγράφεται ως Σχεδιασμός για Κατασκευασιμότητα (Design for Manufacturability). Γενικά είναι η τέχνη του σχεδιασμού προϊόντων με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολο να κατασκευαστούν. Η ιδέα υπάρχει σχεδόν σε όλους τους κλάδους της μηχανικής , αλλά η εφαρμογή διαφέρει σημαντικά ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής.

Για τους σκοπούς της εργασίας η παραγωγή των έξι επιλεγμένων προς βελτιστοποίηση μοντέλων έγινε με τη χρήση 3D Printer του εργαστηρίου σχεδιασμού κατασκευών.

Στο εισαγωγικό κομμάτι της εργασίας θα γίνει αναλυτική αναφορά στον σχεδιασμό με κριτήριο την Κατασκευασιμότητα και τα οφέλη που αποδίδει η διαδικασία αυτή.

Στη συνέχεια της εργασίας παρουσιάζονται αναλυτικά τα πρωτότυπα σχέδια των εξαρτημάτων και οι προτεινόμενες αλλαγές έτσι ώστε να επιτευχθεί η βελτιστοποίηση των σχεδίων αυτών με κριτήριο την κατασκευασιμότητα τους .

Εισαγωγή

Ο **σχεδιασμός με κριτήριο την κατασκευασιμότητα** περιγράφει τη διαδικασία σχεδιασμού ενός προϊόντος προκειμένου να διευκολύνει τη διαδικασία παραγωγής, ώστε να μειωθεί το κόστος κατασκευής του επιτρέποντας την επίλυση πιθανών προβλημάτων κατά τη φάση του σχεδιασμού, όπου η οικονομική ζημιά είναι η μικρότερη δυνατή για την αντιμετώπισή τους. Άλλοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την δυνατότητα κατασκευής είναι το είδος των πρώτων υλών, η μορφή της πρώτης ύλης, οι ανοχές των διαστάσεων, και δευτερεύουσες επεξεργασίες όπως το φινίρισμα.

Αναλυτικότερα για το **είδος** του υλικού οι πιο εύκολα τύποι μετάλλων ως προς την κατεργασιμότητά τους περιλαμβάνουν αλουμίνιο, ορείχαλκο, και μαλακότερα μέταλλα. Όσο τα υλικά γίνονται σκληρότερα, πυκνότερα και ισχυρότερα, όπως ο χάλυβας, ο ανοξείδωτος χάλυβας, το τιτάνιο και τα εξωτικά κράματα, τόσο πιο δύσκολο είναι να κατεργαστούν και καταναλώνουν περισσότερο χρόνο, με αποτέλεσμα να είναι λιγότερο κατασκευάσιμα.

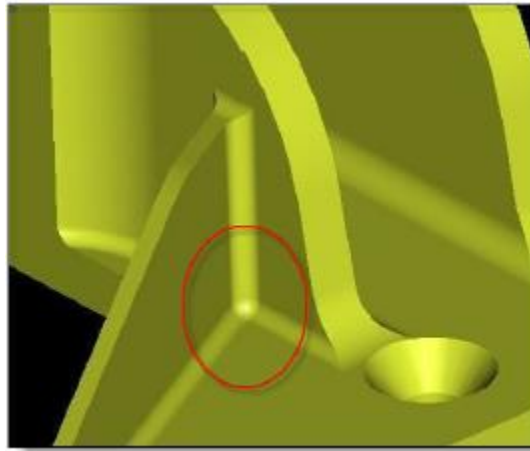
Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε κάποιες ενδεικτικές τιμές ανάλογα με τον τύπο του υλικού.

Alloy, Temper and Spec	Machinability Rating (1212 steel is 100%)	Ultimate Tensile / Yield Strength (ksi) typical	Price in \$/lb. (Feb 2009)
6061-T651 Extruded Bar - ASTM B221, AMS 4150, QQ-A-200/8	320%	45 / 40	\$1.60
6061-T651 Wrought Plate - ASTM B209, AMS 4027, QQ-A-250/11	320%	45 / 40	\$3.20
2024-T351 Extruded Bar - ASTM B221, QQ-A-200/3	380%	68 / 47	\$3.15
2024-T351 Wrought Plate - ASTM B209, AMS 4035, QQ-A-250/4	380%	68 / 47	\$3.95
7075-T651 Extruded Bar - AMS 4154, QQ-A-200/11	340%	83 / 73	\$3.35
7075-T651 Wrought Plate - QQ-A-250/12	340%	83 / 73	\$4.25
MIC-6 Cast Aluminum Plate - (Very Stable)	340%	24 / 20	\$3.25
304 Stainless Bar - ASTM A276, ASTM A479, AMS 5639, QQ-S-763	45%	90 / 40	\$1.45
303 UNS Stainless Bar - ASTM A314, ASTM A320, ASTM A582, AMS 5640	78%	90 / 35	\$1.89
416 Stainless Bar - ASTM A314, ASTM A582, AMS 5610	110%	75 / 40	\$1.65
17-4 PH Stainless Bar - ASTM A564 Type 630, AMS 5643	48%	150 / 110	\$2.25
1018 Steel CF Bar - ASTM A108	78%	67 / 45	\$1.10
A36 Steel HR Plate - ASTM A36	72%	(58-80) / 36	\$1.10
12L14 Steel Free Machining Steel Bar - ASTM A108	193%	78 / 70	\$0.80
4340 Alloy Steel Bar (annealed) - ASTM A322, ASTM A304	57%	110 / 66	\$1.40

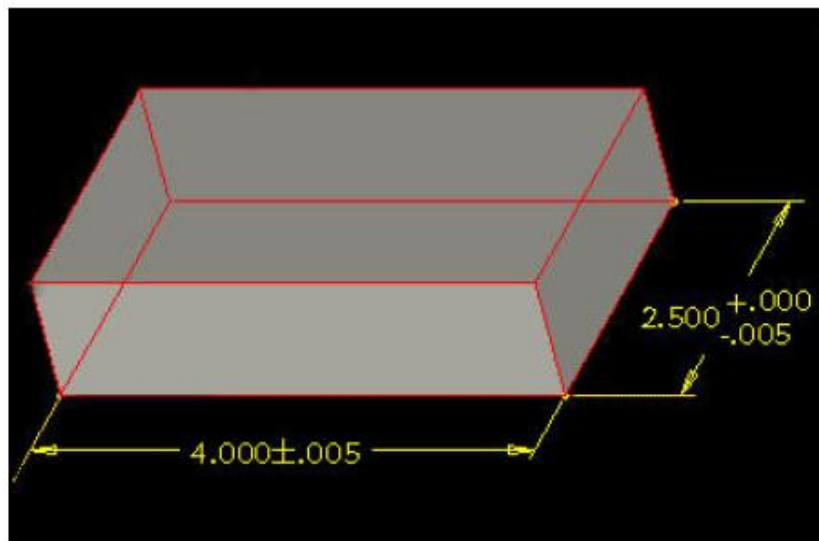
Επίσης μεγάλο ρόλο στην κατασκευασιμότητα παίζει η **μορφή** του μετάλλου. Τα μέταλλα έρχονται σε διάφορες μορφές. Το μέγεθος και το σχήμα του κομματιού μπορεί να καθορίσει

ποια μορφή του υλικού πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Είναι κοινό για τα μηχανολογικά σχέδια να καθορίζετε μια μορφή πάνω στην άλλη . Έτσι, αν και η υλική μορφή δεν έχει άμεση σχέση με τη γεωμετρία του στοιχείου , το κόστος μπορεί να αφαιρεθεί στο στάδιο του σχεδιασμού , επιλέγοντας τη φθηνότερη μορφή του υλικού .

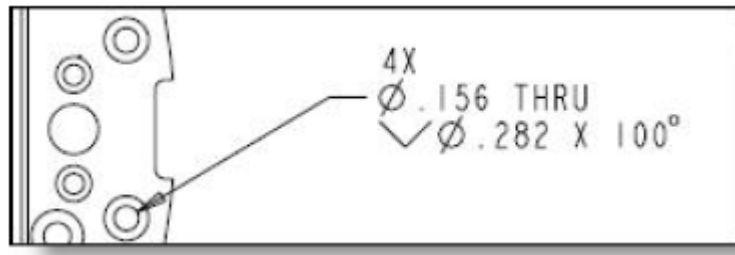
Στο παρακάτω παράδειγμα για την κατασκευή της μορφής αυτής του υλικού το κόστος δεκαπλασιάζεται.



Ένας σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει στο κόστος ενός εξαρτήματος είναι οι γεωμετρικές **ανοχές** του. Όσο αυστηρότερες ανοχές απαιτούνται , τόσο πιο ακριβή θα είναι η κατεργασία του. Κατά το σχεδιασμό , καθορίζουμε τις χαλαρότερες ανοχές που εξυπηρετούν τη λειτουργία του εξαρτήματος . Οι ανοχές πρέπει να καθορίζονται για ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα με βάση το κομμάτι . Υπάρχουν δημιουργικοί τρόποι για να κατασκευαστεί το εξάρτημα με χαμηλότερες ανοχές λειτουργώντας το ίδιο αποδοτικά σαν να είχε κατασκευαστεί με υψηλότερες ανοχές .

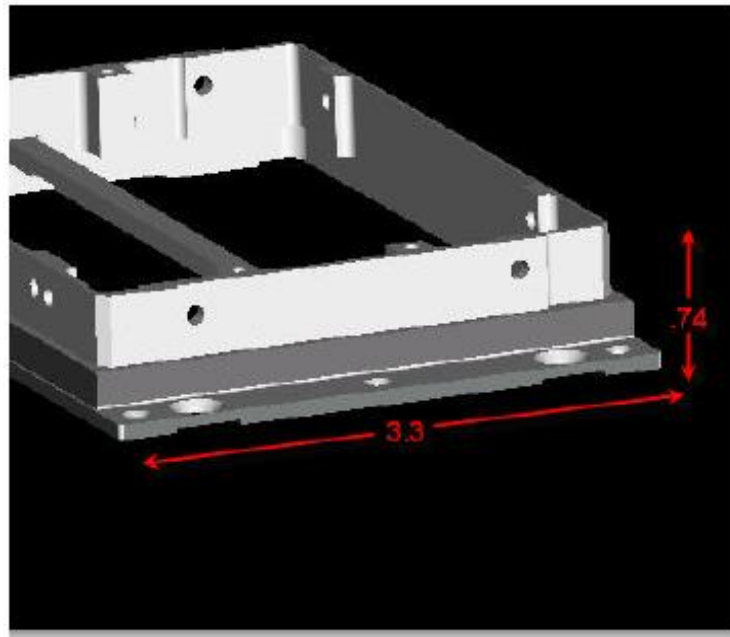


Στο σχήμα αυτό οι ανοχές είναι πολύ υψηλές με αποτέλεσμα το μεγάλο κόστος κατασκευής του.



Για να καθορίσουμε το σχήμα του εξαρτήματος θα ακολουθήσουμε μια κατεργασία με αφαιρετική μέθοδο, ο χρόνος για να αφαιρεθεί το υλικό είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό του κόστους κατεργασίας. Ο **όγκος** και το **σχήμα** του υλικού που πρέπει να αφαιρεθεί, καθώς και το πόσο γρήγορα τα εργαλεία μπορεί να τροφοδοτηθούν θα προσδιορίσει το χρόνο κατεργασίας.

Στο παράδειγμα αυτό το κόστος θα ήταν χαμηλότερο αν ήταν λίγο πιο λεπτό.

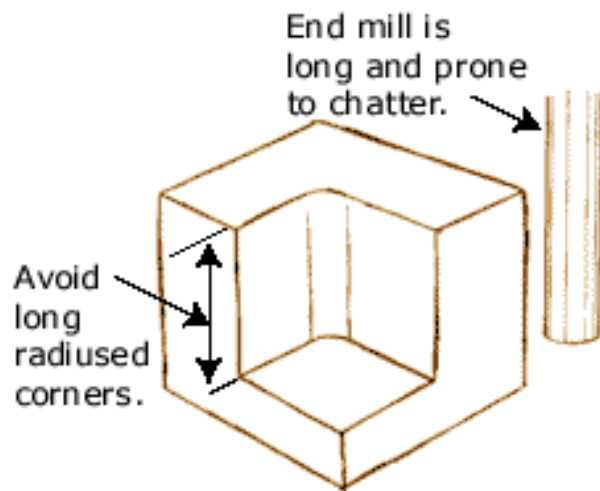


Στην περίπτωση της φρέζας, η δύναμη και η ακαμψία του εργαλείου, η οποία καθορίζεται εν μέρει από το λόγο του μήκους προς τη διάμετρο του, θα παίξει το μεγαλύτερο ρόλο στον καθορισμό της ταχύτητας.

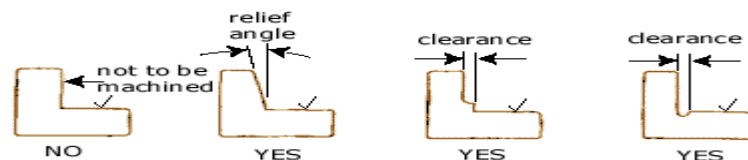
Παρακάτω παρουσιάζουμε κάποιες προτάσεις συνιστώμενων πρακτικών σχεδιασμού για την κατεργασία σε φρεζομηχανή. Αυτές οι πρακτικές θεωρούμε ότι είναι οι πιο χρήσιμες μέσα από ένα μεγάλο εύρος που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Είναι σημαντικό να σχεδιάζουμε τα ως προς κατεργασία τμήματα σε σχέση με το κοπτικό εργαλείο με μέγιστο λόγο μεταξύ μήκους και διαμέτρου τρία προς ένα (3:1)

Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος του κοπτικού τόσο πιο επιρρεπές είναι στη φθορά.



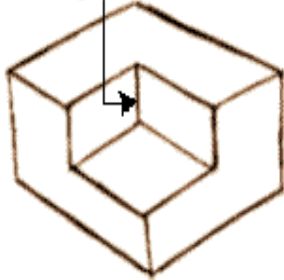
Εάν δεν μπορούν να αποφευχθεί το μεγάλο μήκος του κοπτικού, οι ακόλουθες προτάσεις μπορούν να εφαρμοστούν.



Κατά το σχεδιασμό τριών πλευρών με μια εσωτερική γωνία, η γωνία αυτή θα πρέπει να είναι ίση με την ακτίνα του κοπτικού.

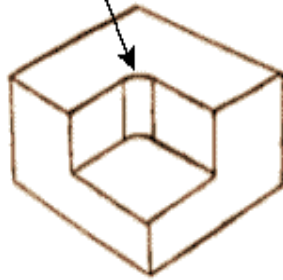
Αυτό απεικονίζεται παρακάτω. Επίσης φαίνεται το πώς μια ξεχωριστή οπή μπορεί να χρησιμεύσει για να επιτρέψει την ανακούφιση κατά την κατεργασία. Η οπή πρέπει να δημιουργηθεί πριν την κατεργασία καθώς δεν μπορεί να αντέξει σημαντική πλευρική φόρτιση.

Three inside corners are not possible with traditional milling.

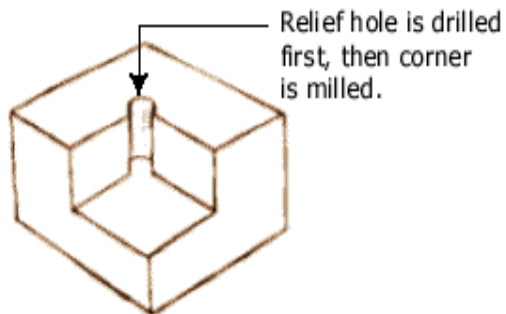


NO

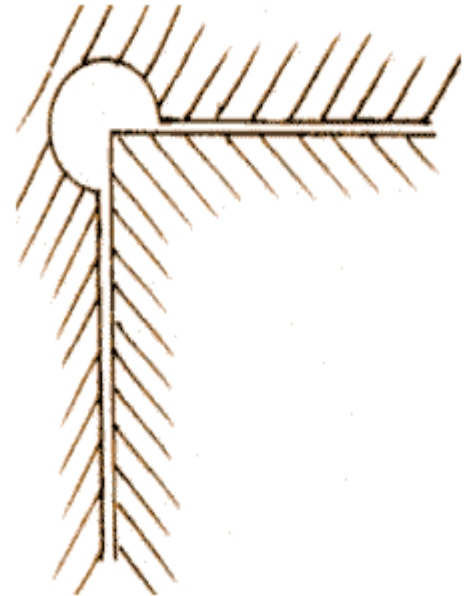
One inside corner needs the radius of the end mill.



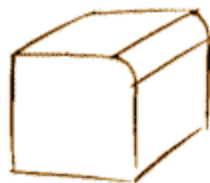
YES



Relief hole is drilled first, then corner is milled.



Για εξωτερικές γωνίες, οι λοξοτομήσεις είναι προτιμότερες πάνω από τις καμπυλότητες, όπως φαίνεται παρακάτω. Μια εξωτερική ακτίνα απαιτεί μια συγκεκριμένη κοπή, όπου θα υπάρχει ανακούφιση και ακριβή ρύθμιση, όπου και τα δυο έχουν μεγάλο κόστος.



NO: EXPENSIVE



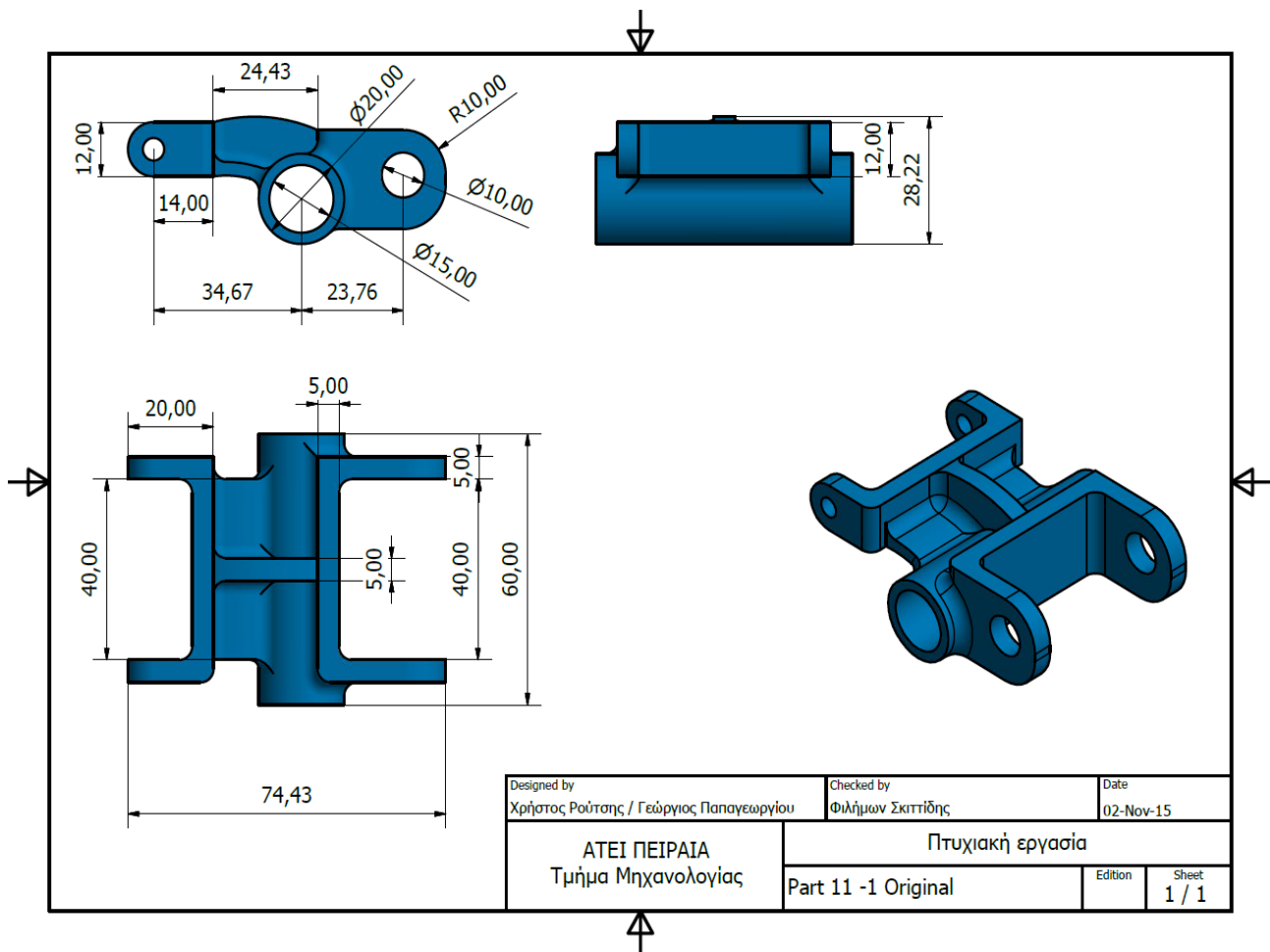
YES: CHEAP

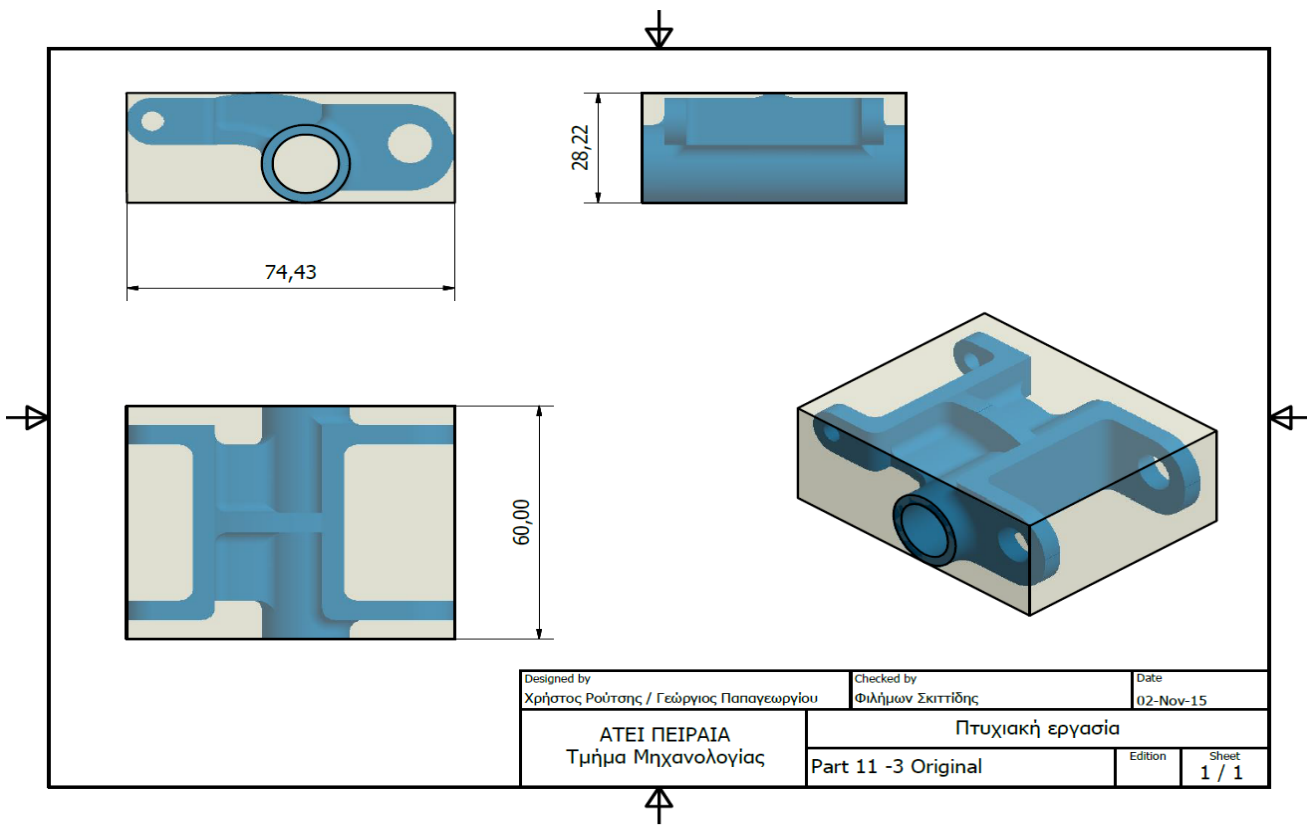
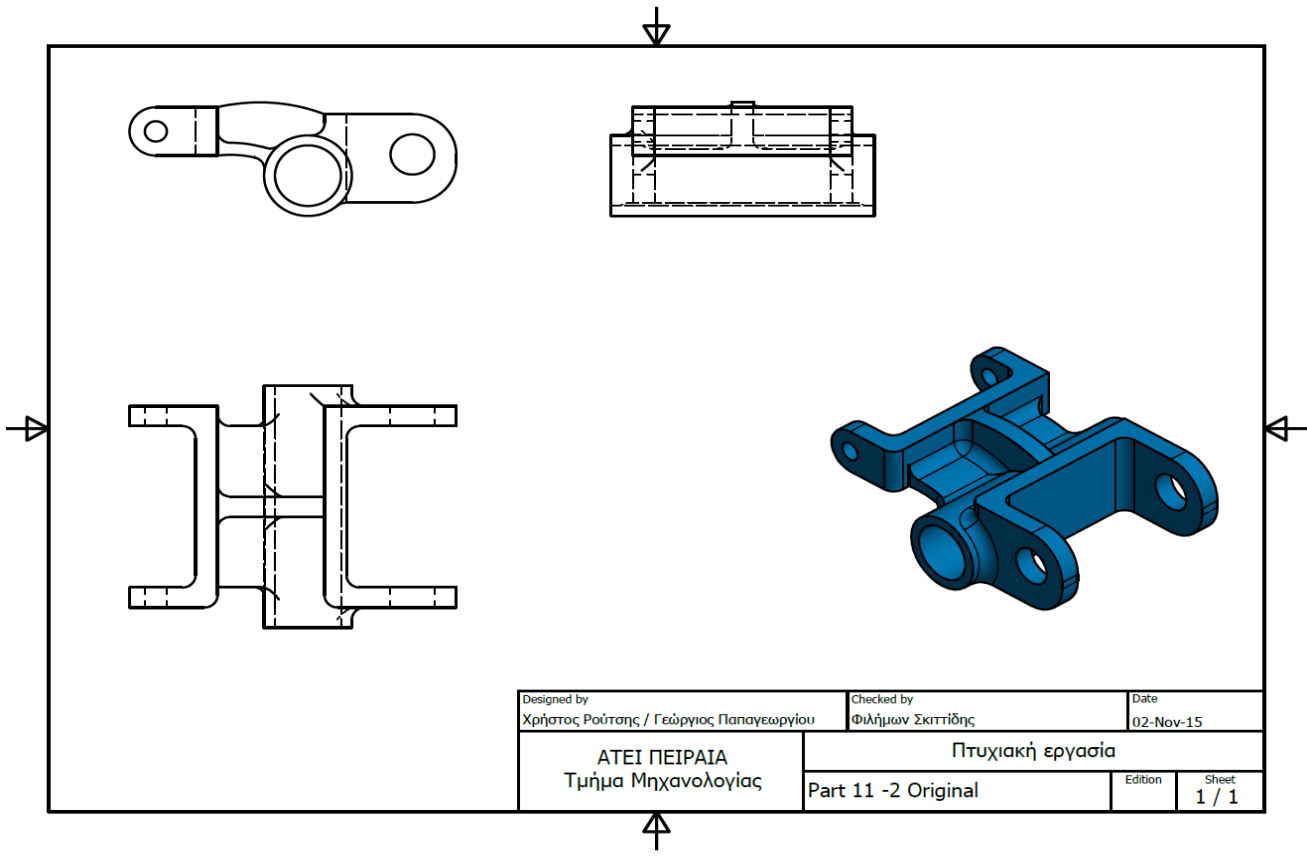
Πρωτότυπα Μοντέλα

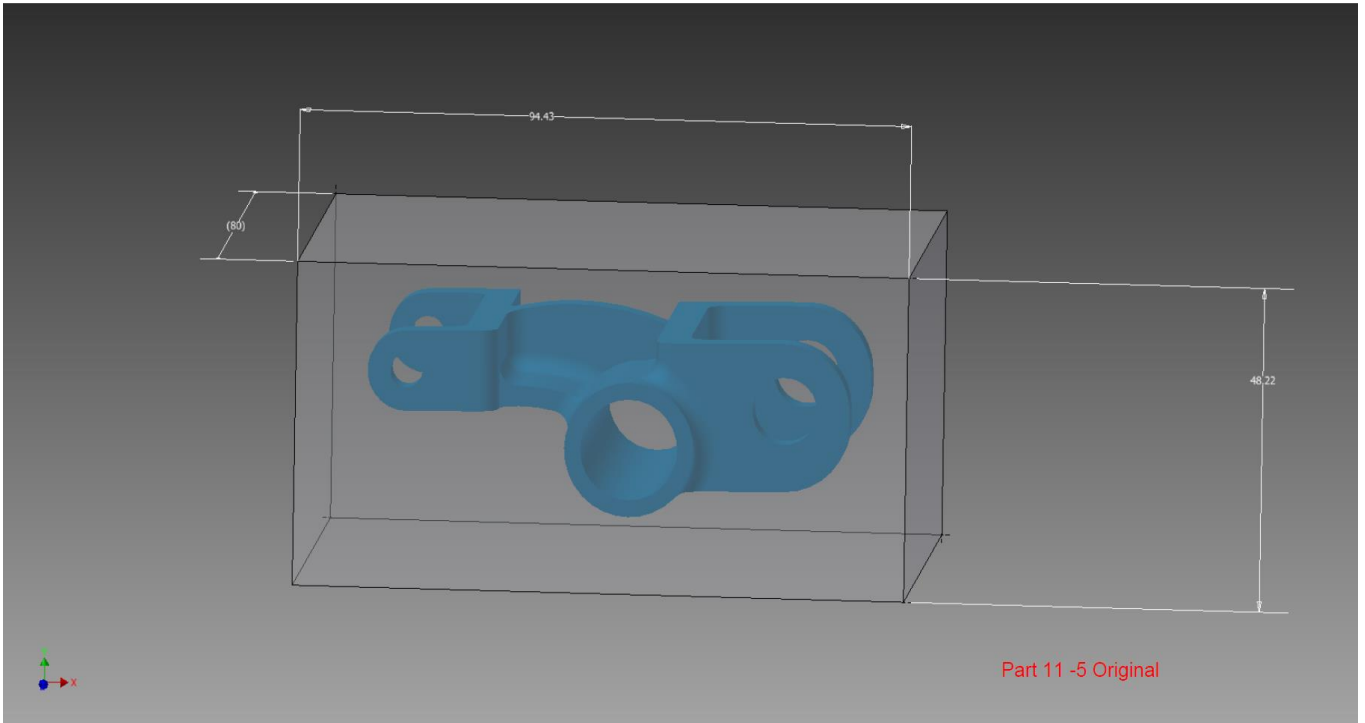
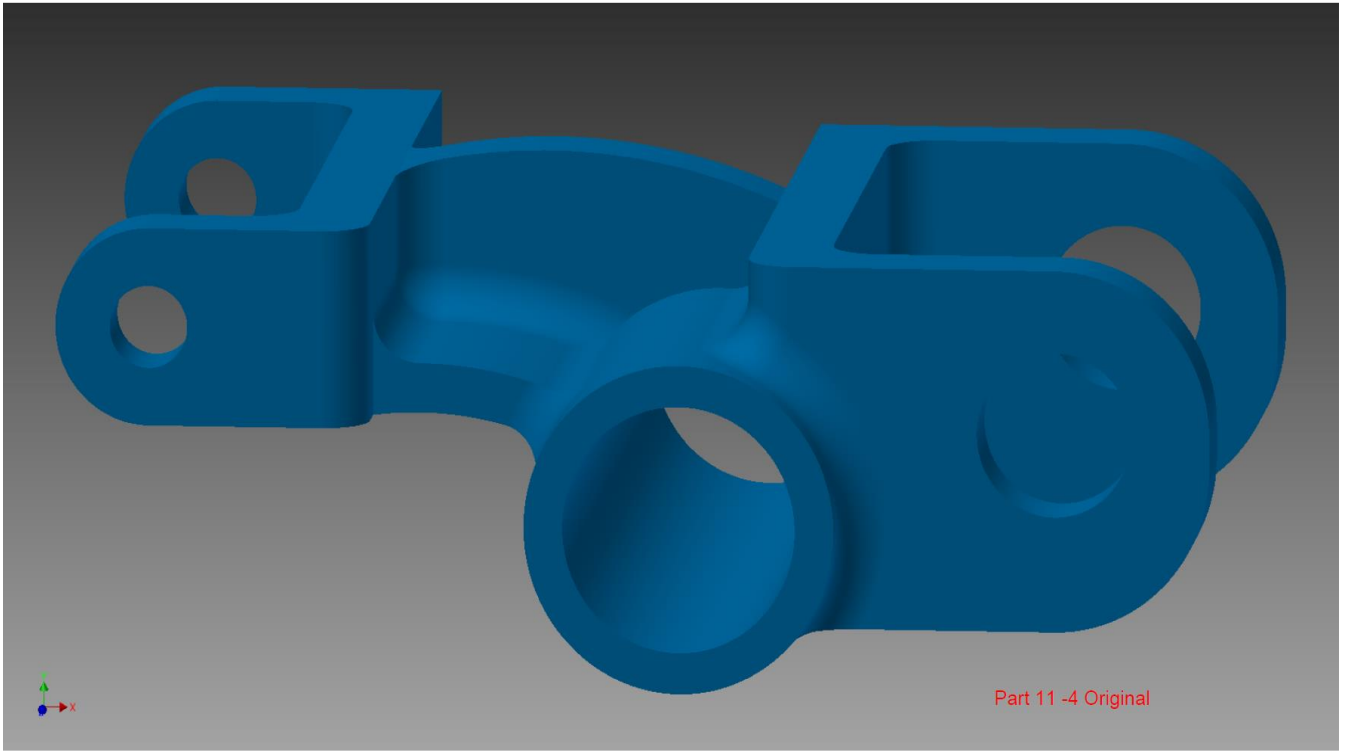
Παρακάτω παραθέτουμε τα τριάντα πρωτότυπα μοντέλα τα οποία σχεδιάσαμε για το σκοπό της εργασίας αυτής.

Παρουσιάζουμε για κάθε πρωτότυπο μοντέλο τα κατασκευαστικά του σχέδια και στη συνέχεια το τρισδιάστατο μοντέλο και τις αρχικές διαστάσεις του υλικού πριν ξεκινήσει η αφαιρετική κατεργασία ,με τη μορφή ενός γυάλινου κουτιού.

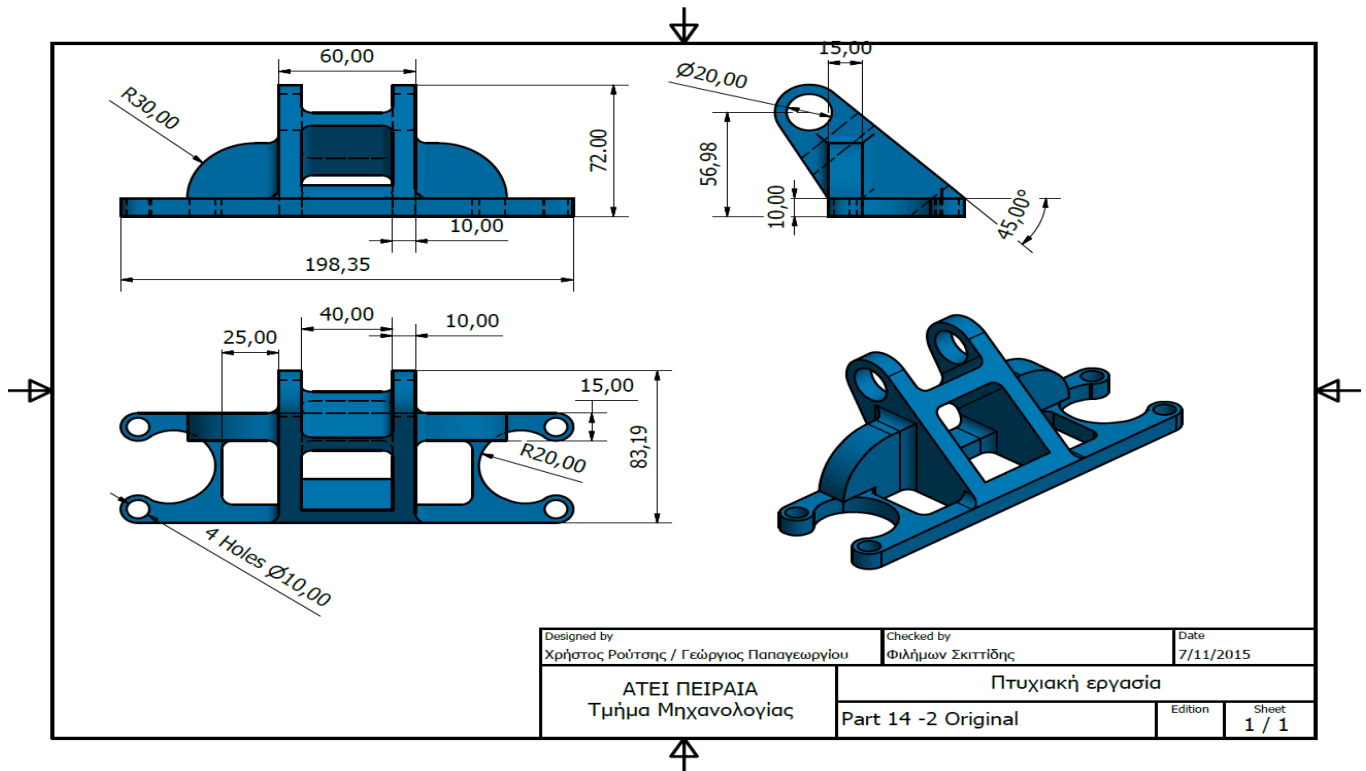
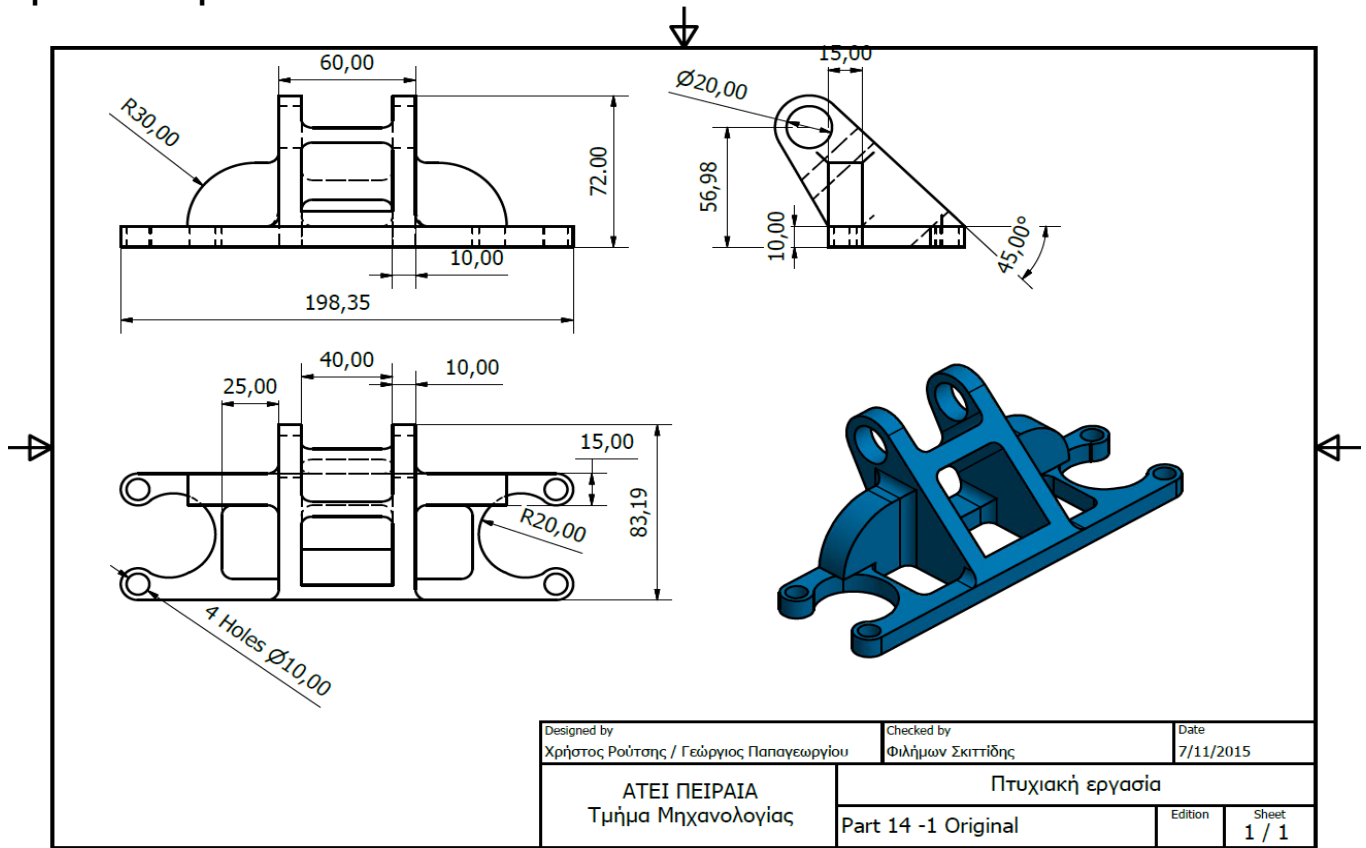
Πρωτότυπο μοντέλο 11

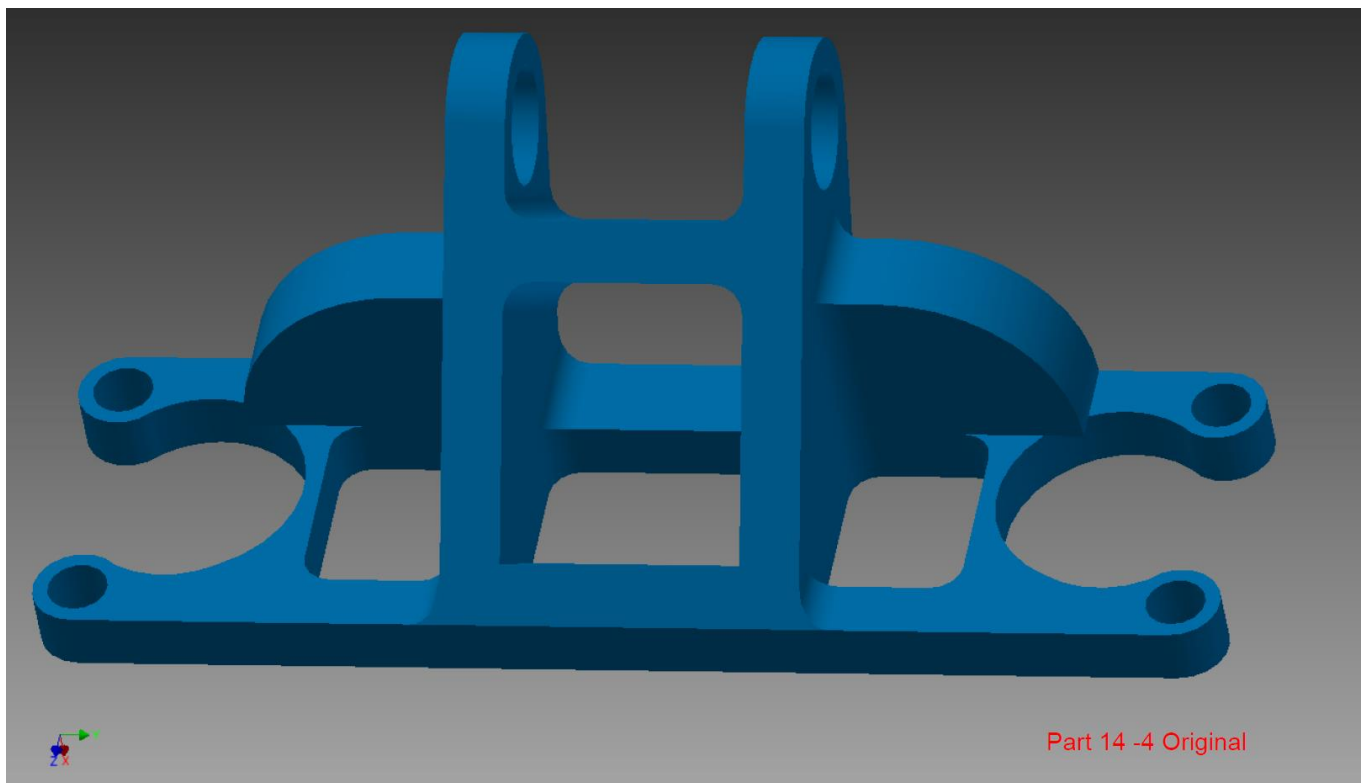
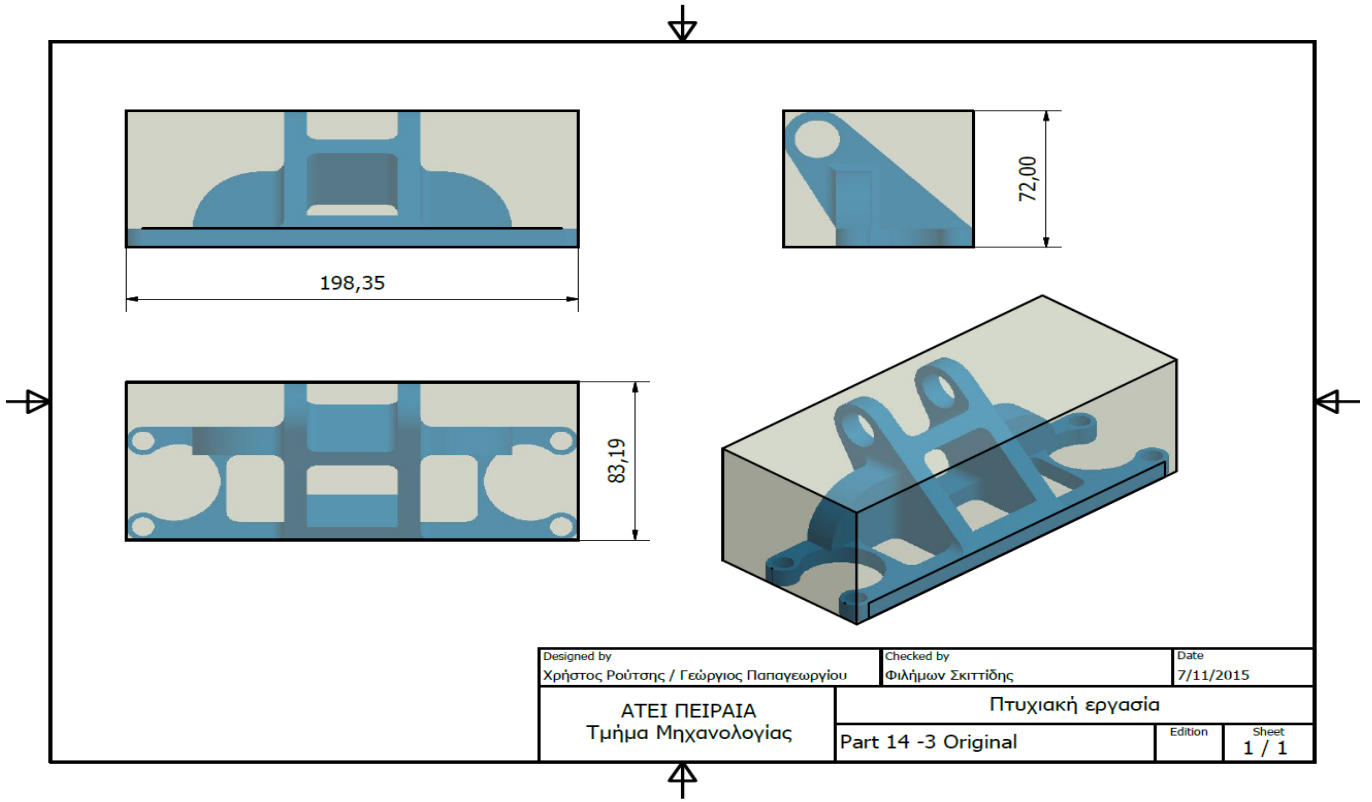


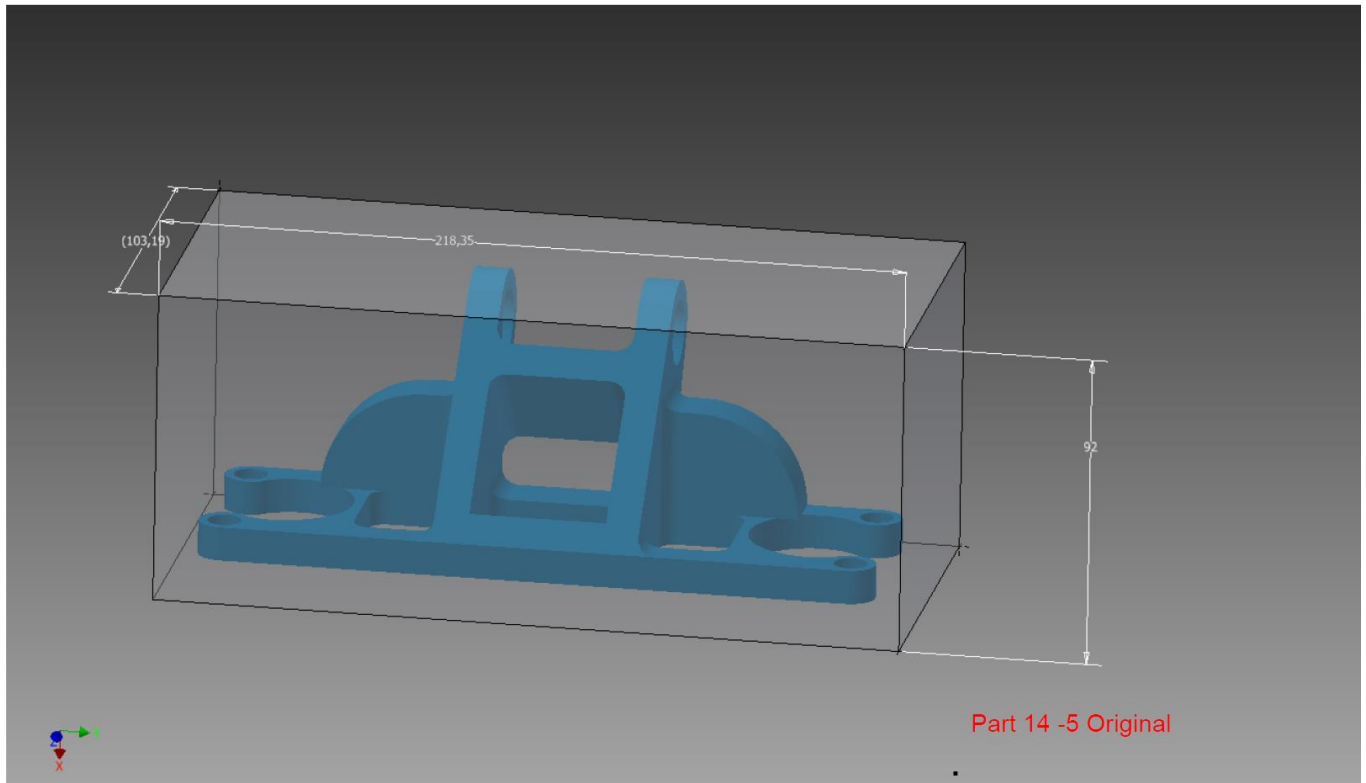




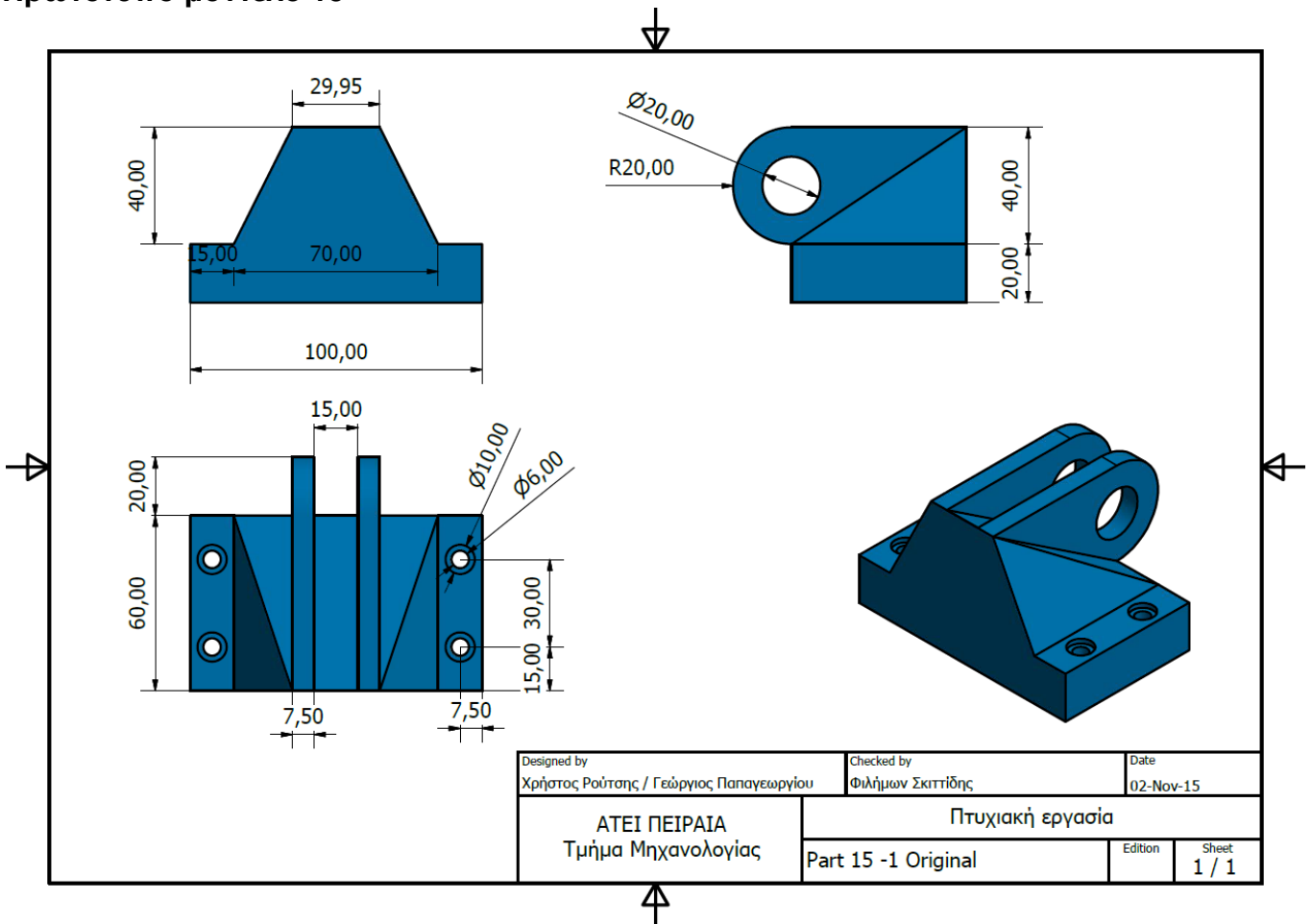
Πρωτότυπο μοντέλο 14

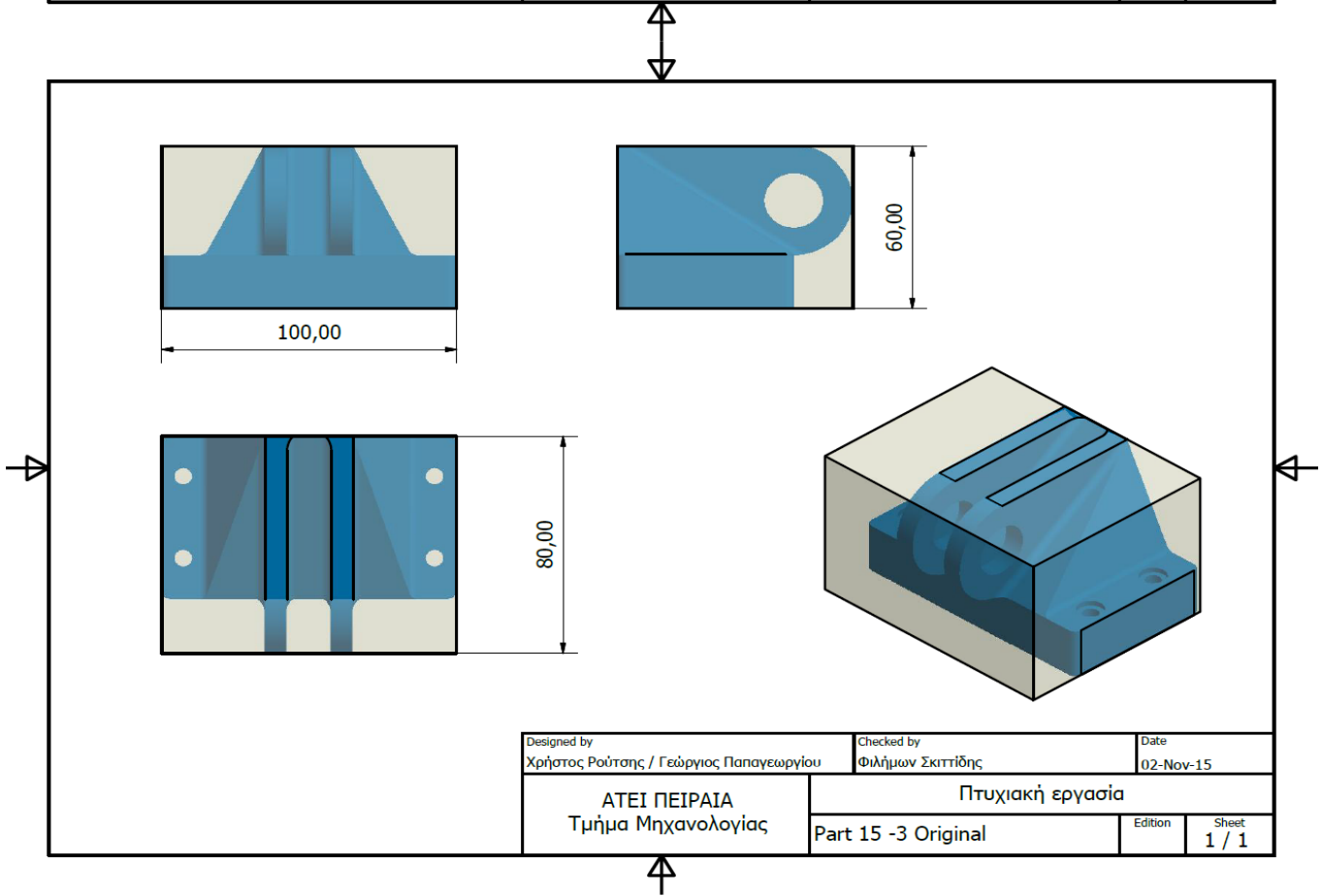
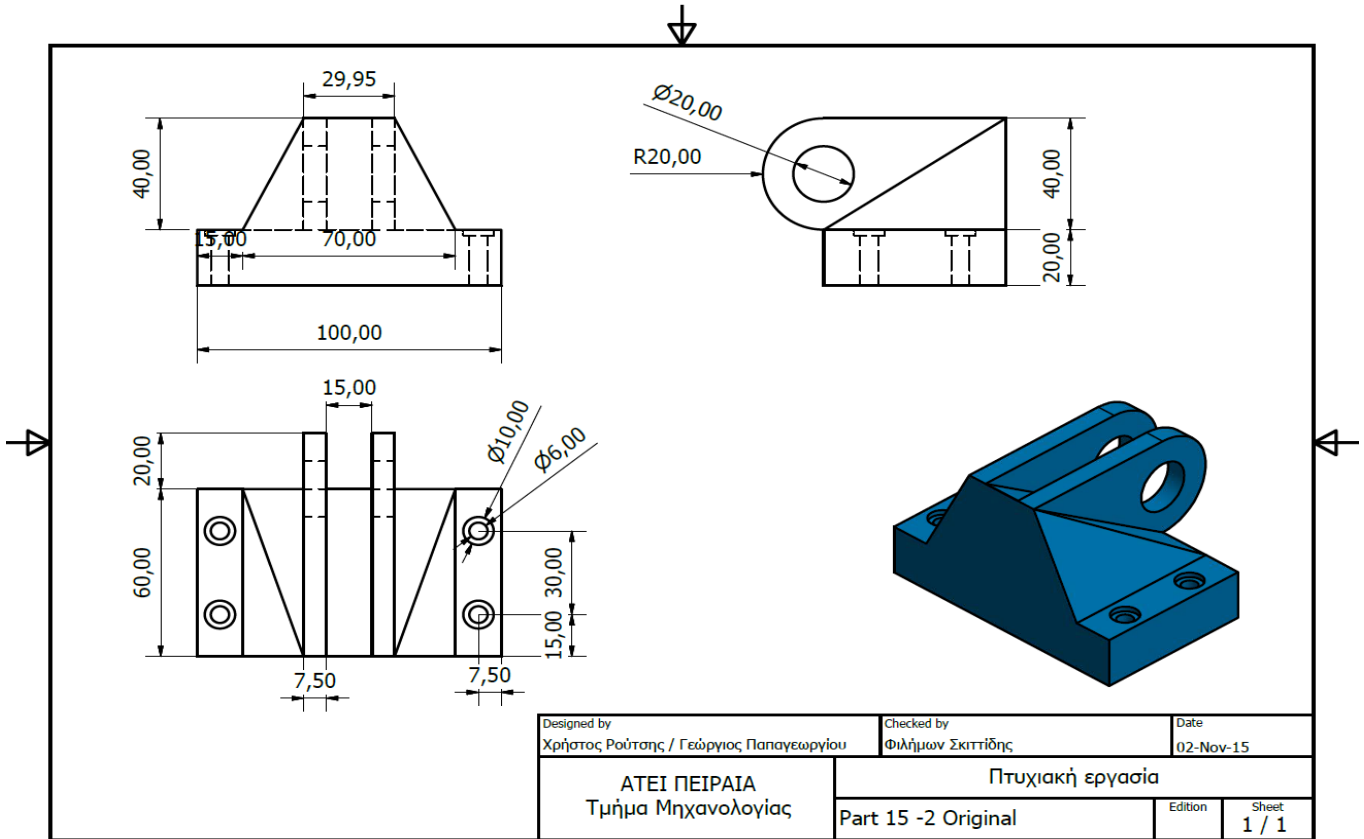


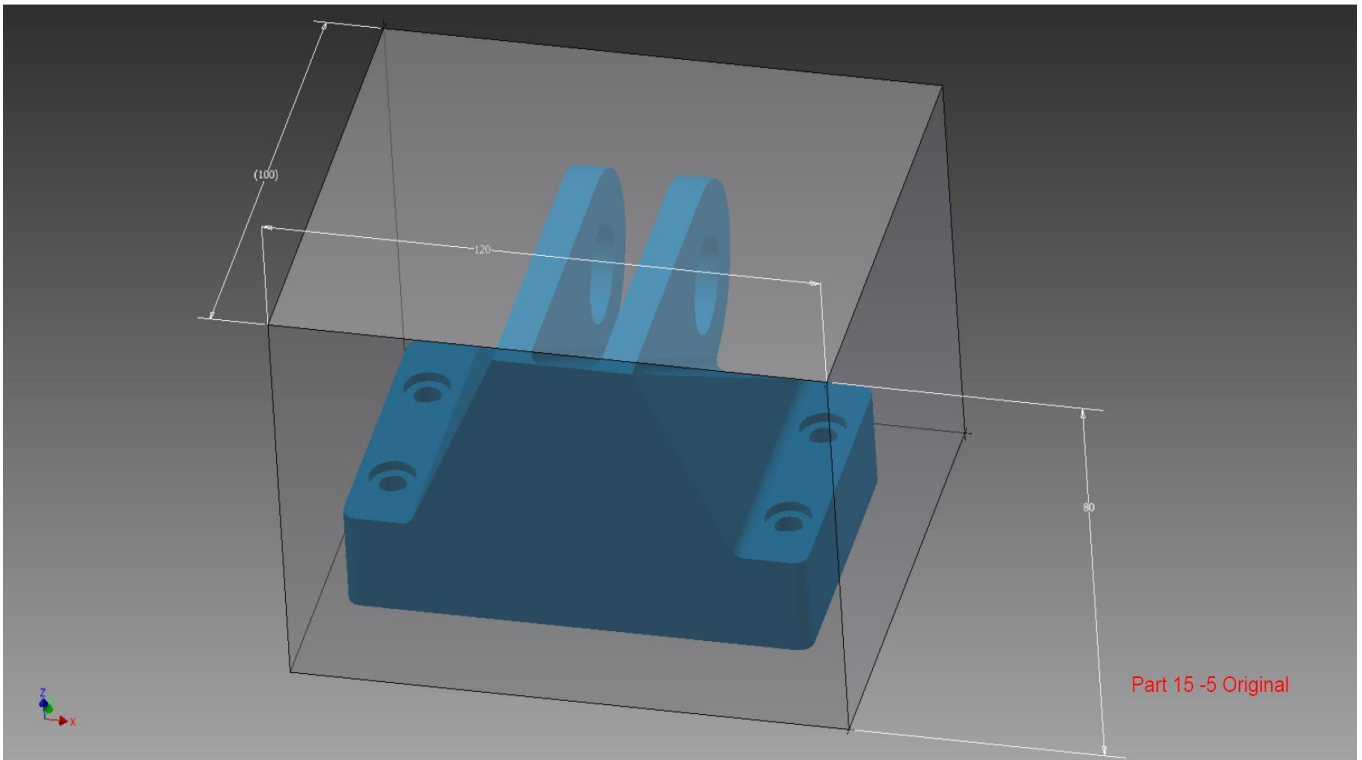
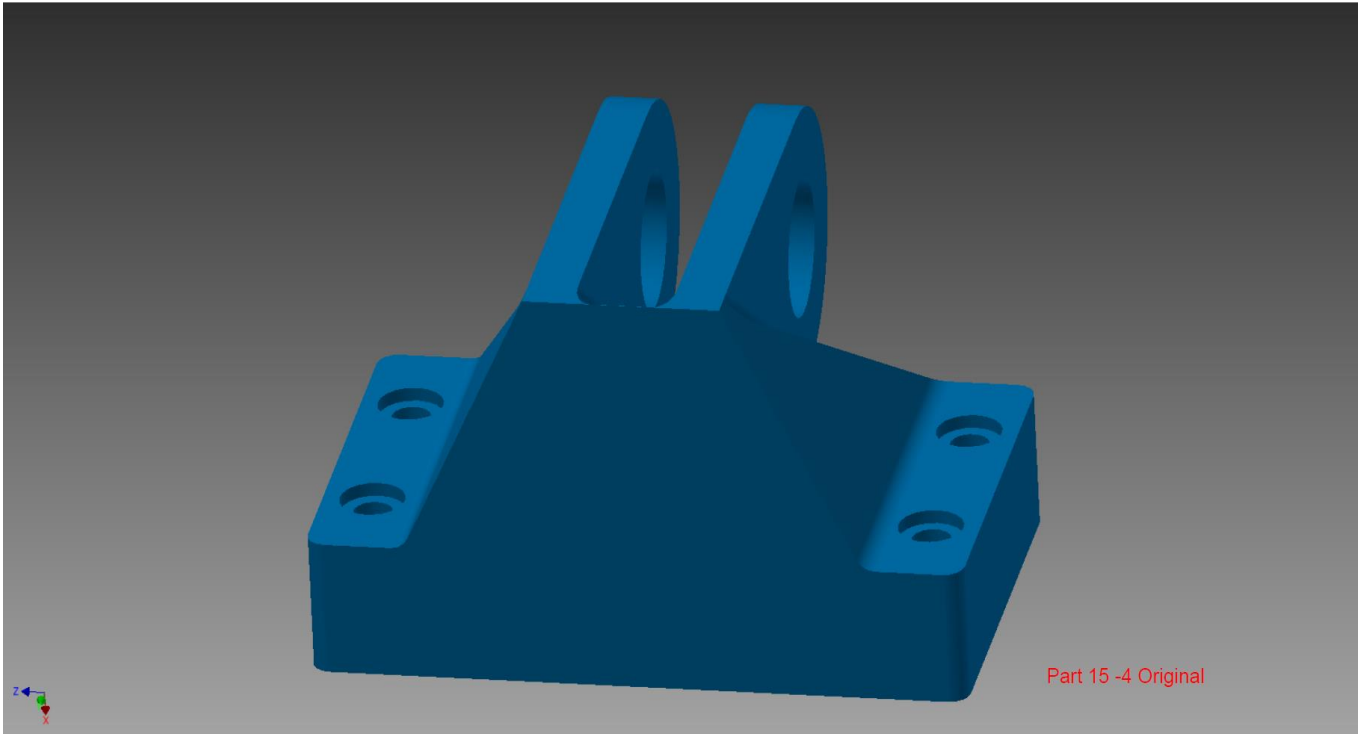




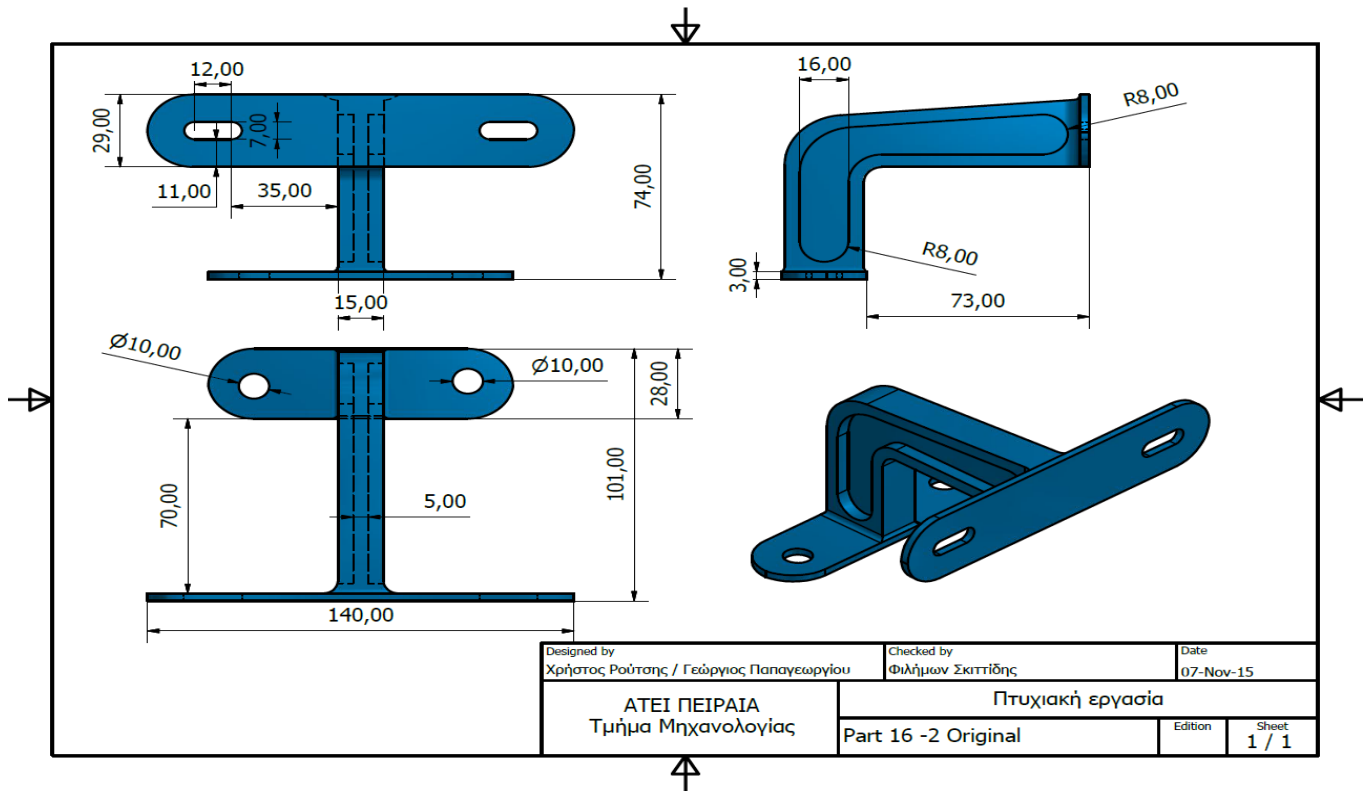
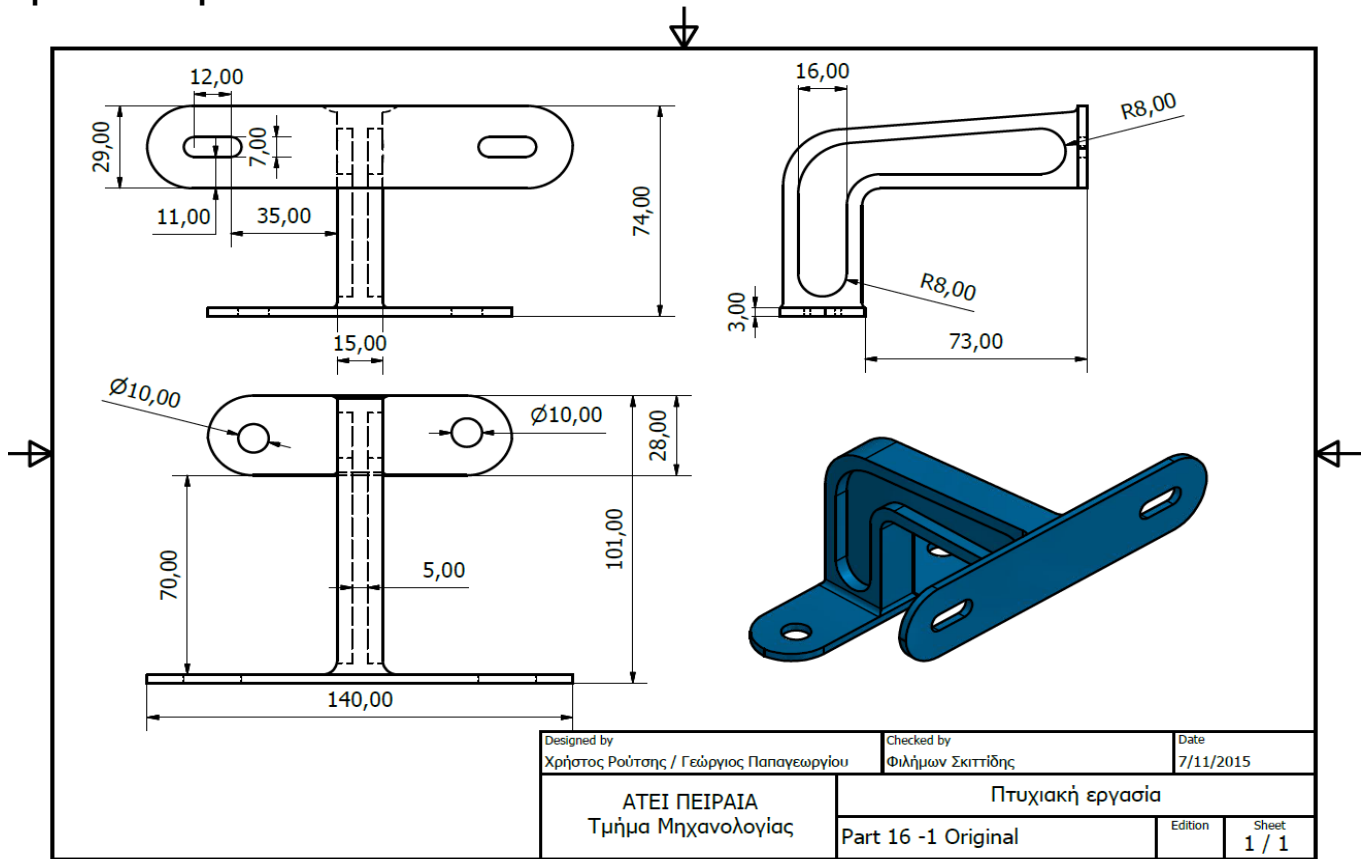
Πρωτότυπο μοντέλο 15

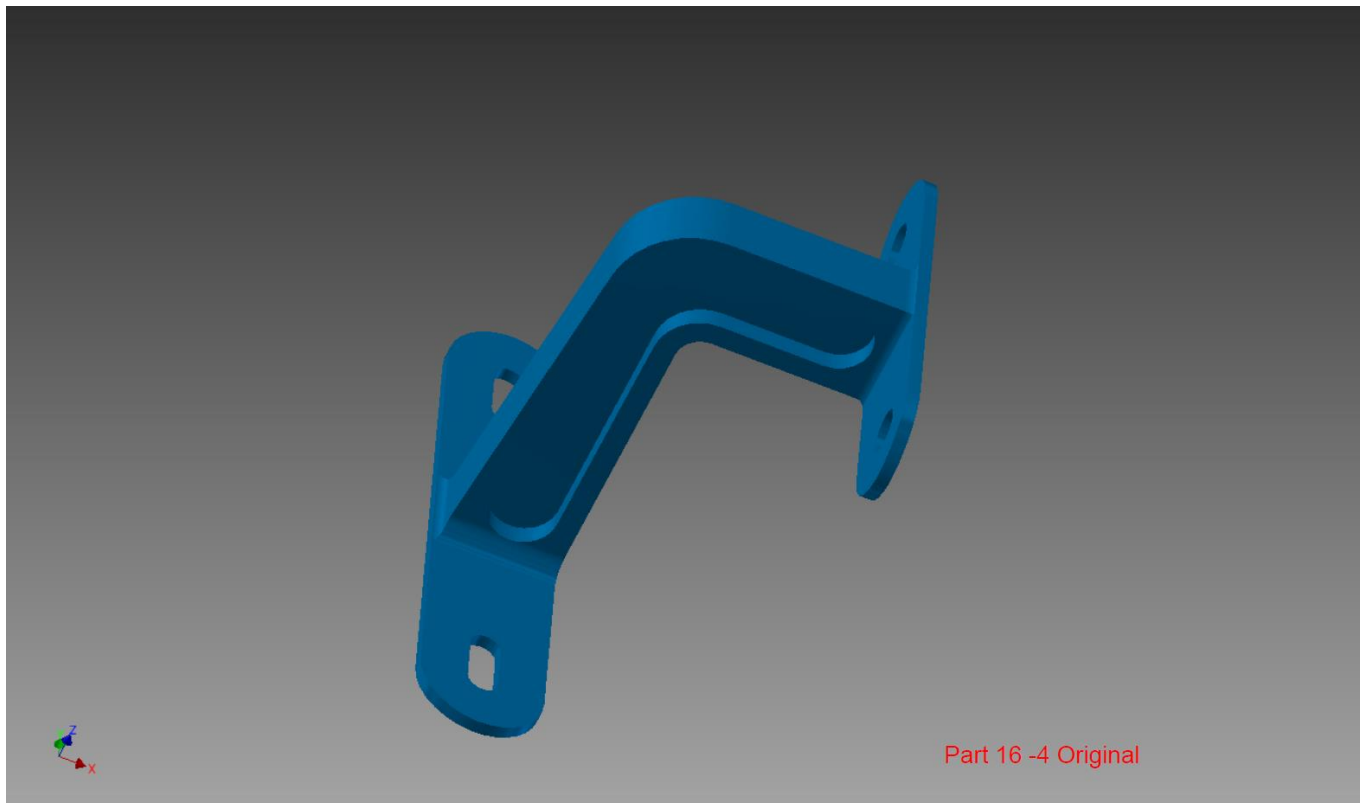
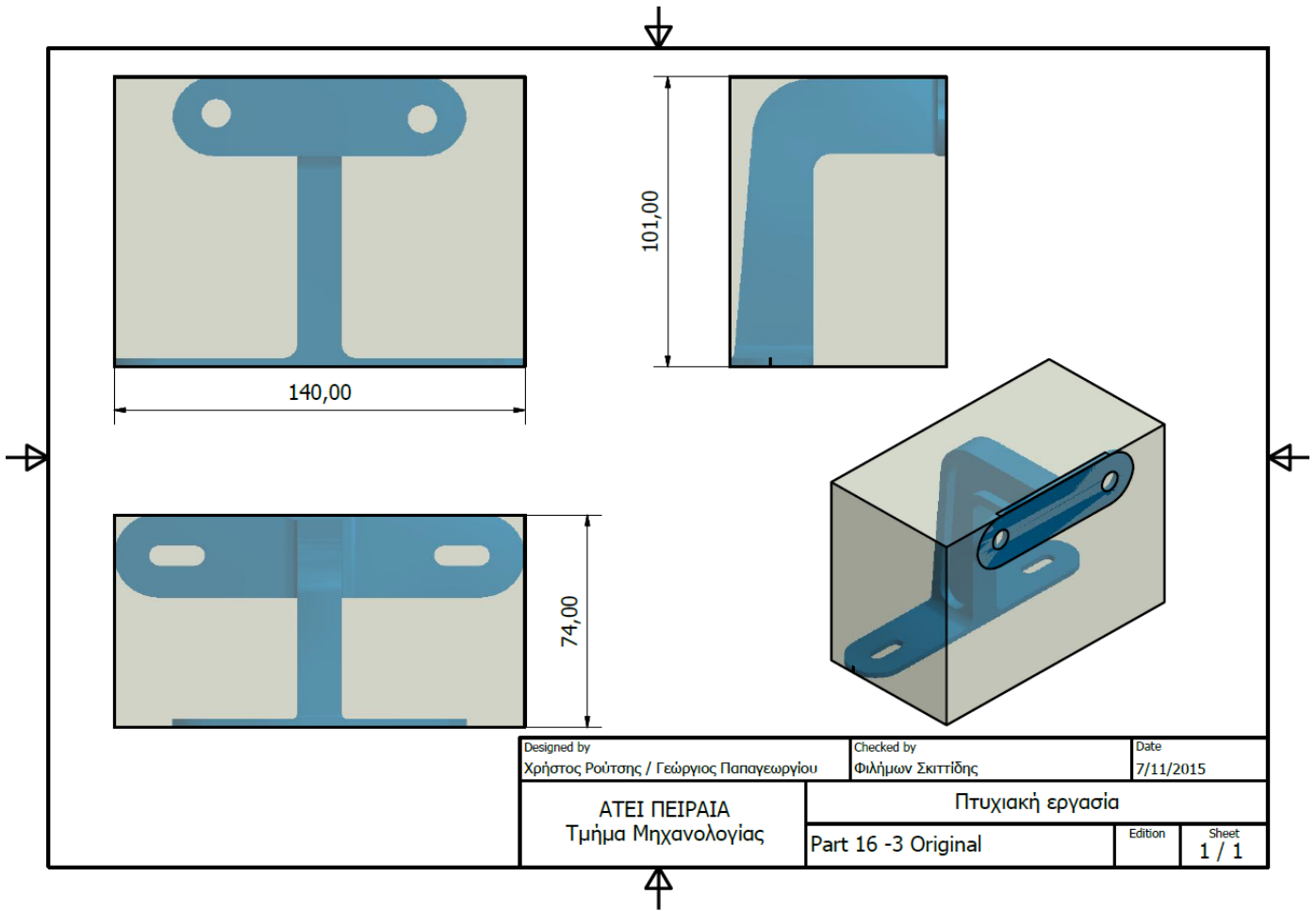


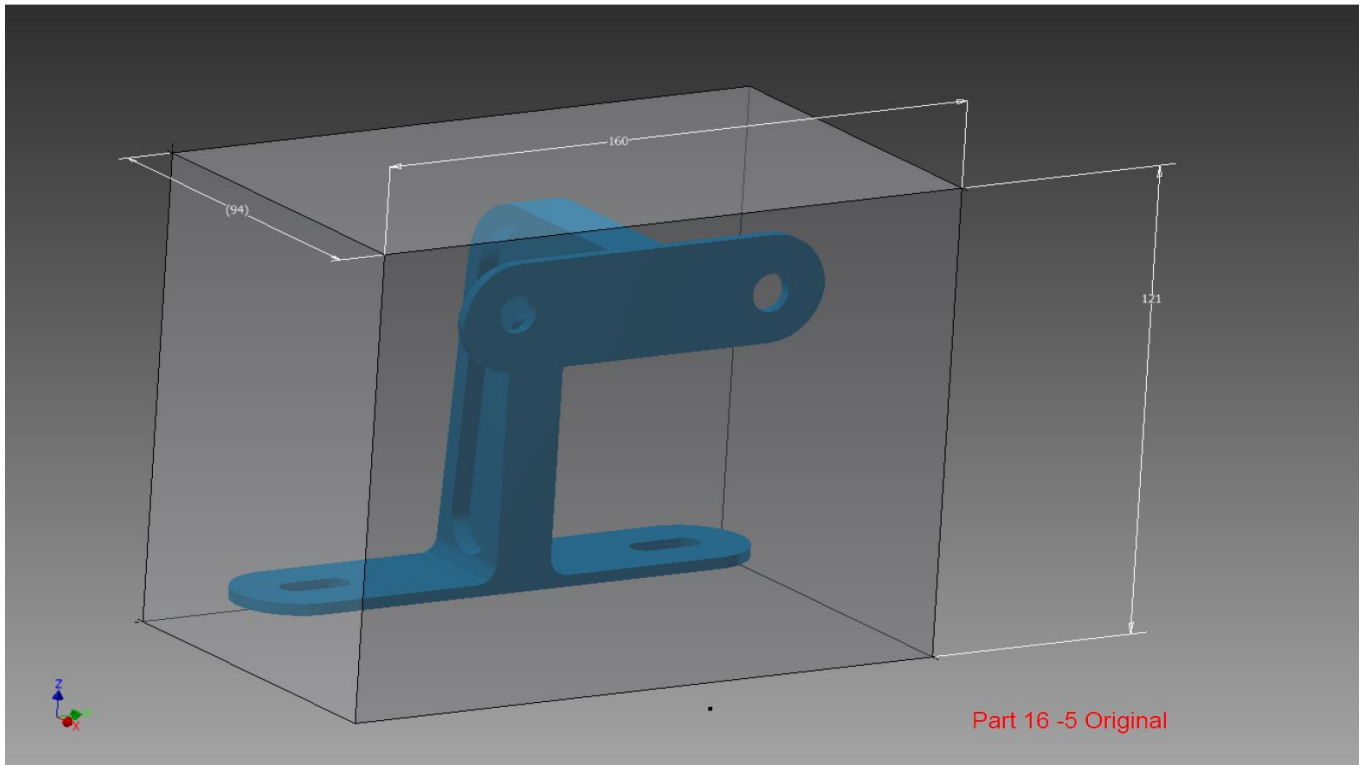




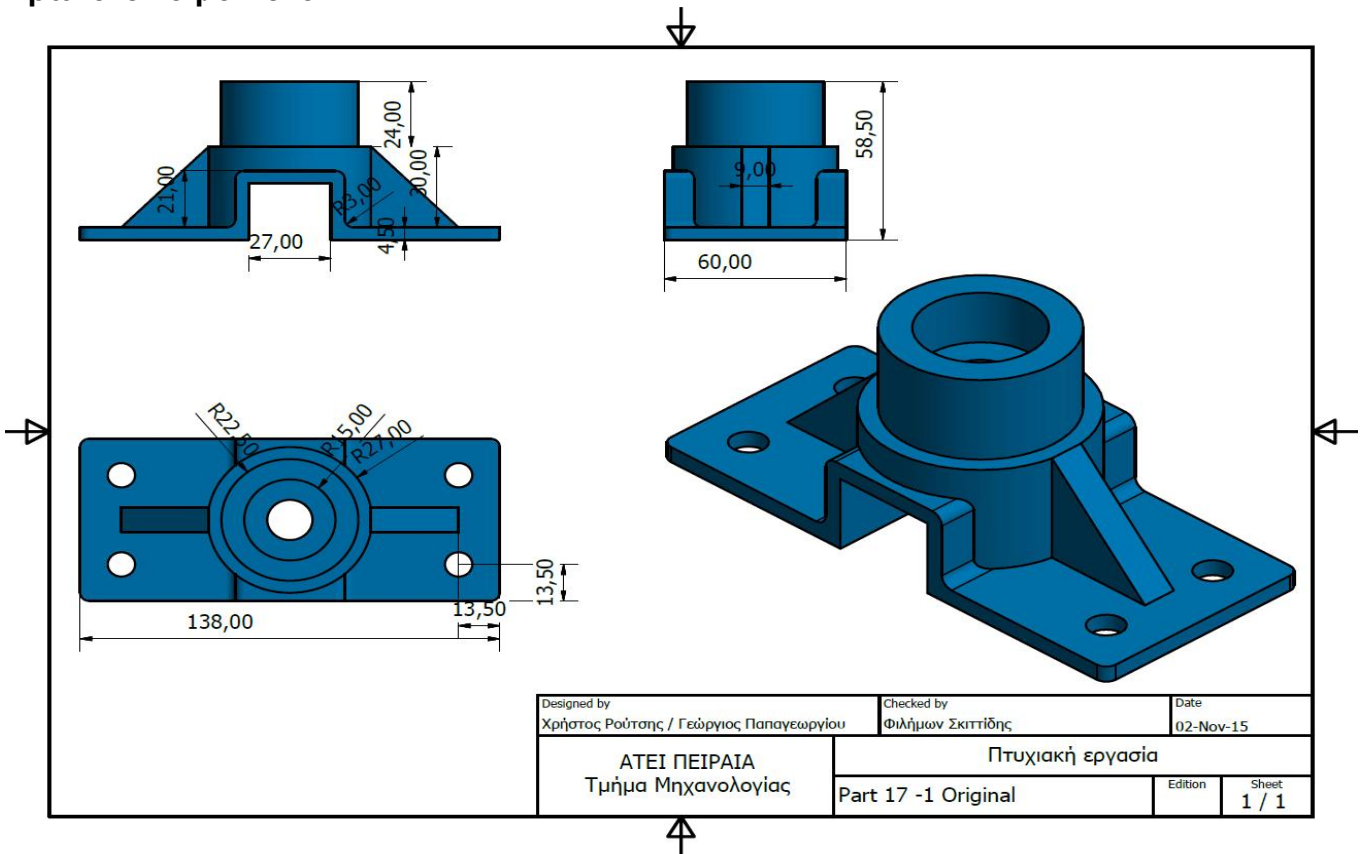
Πρωτότυπο μοντέλο 16

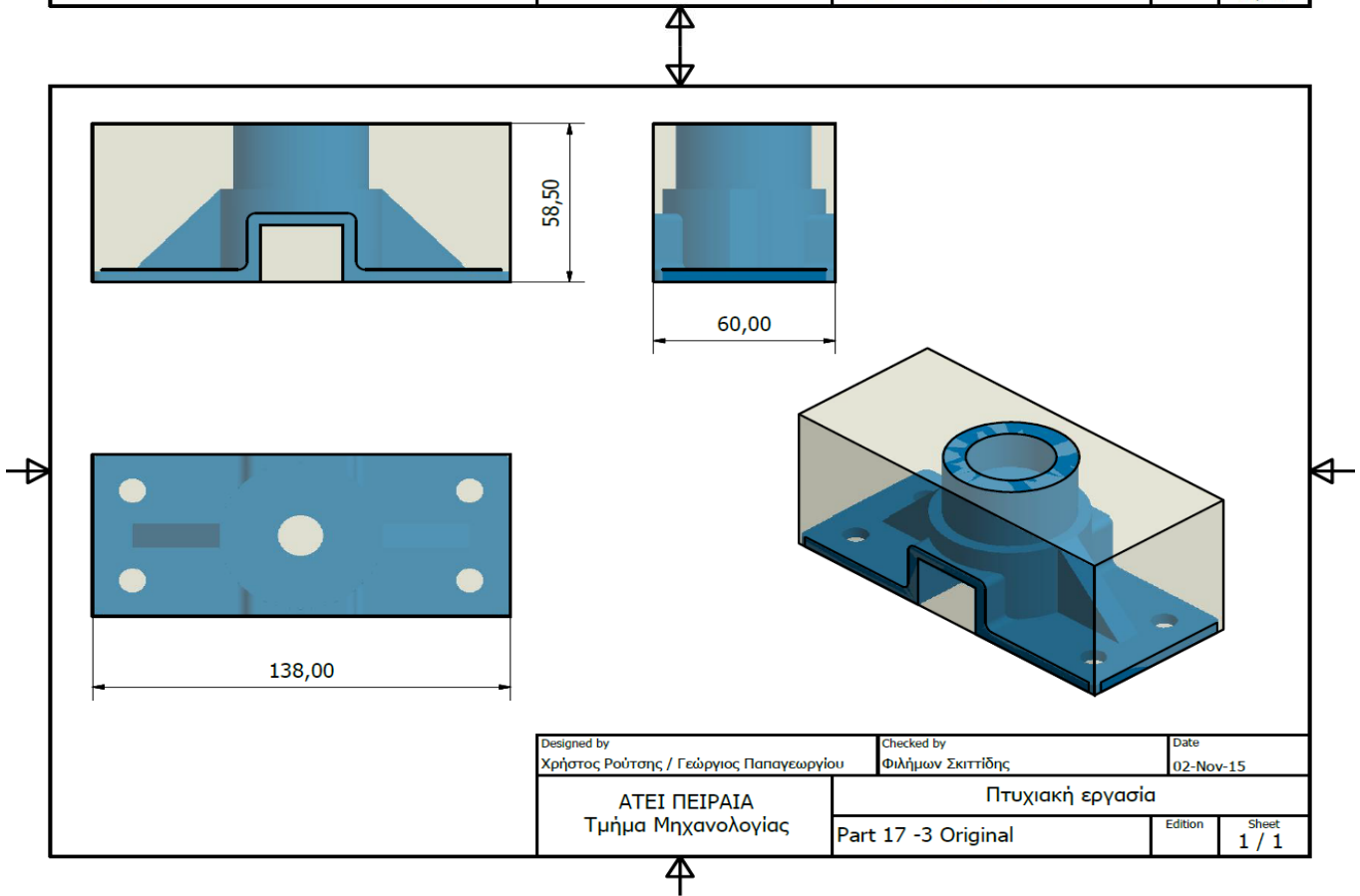
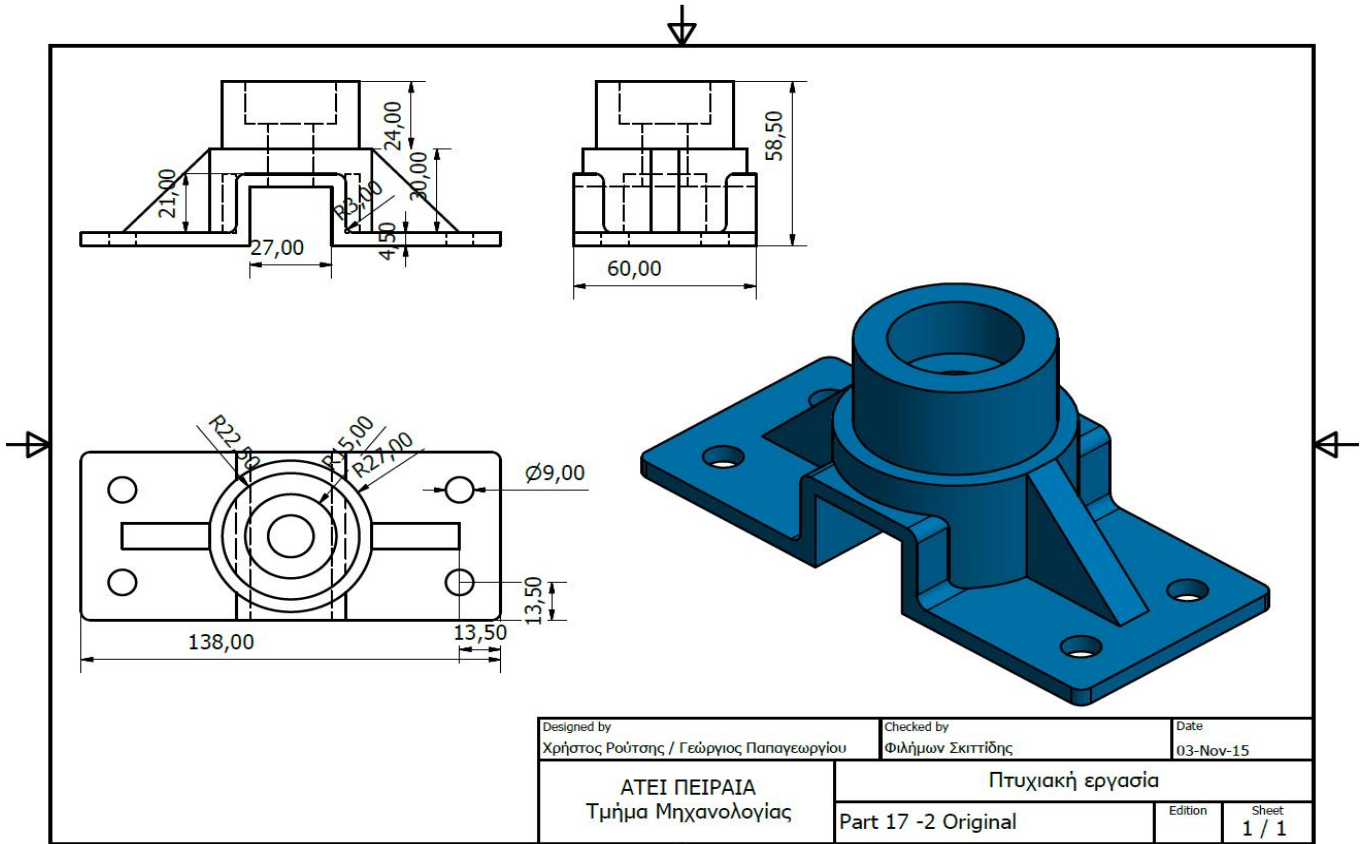


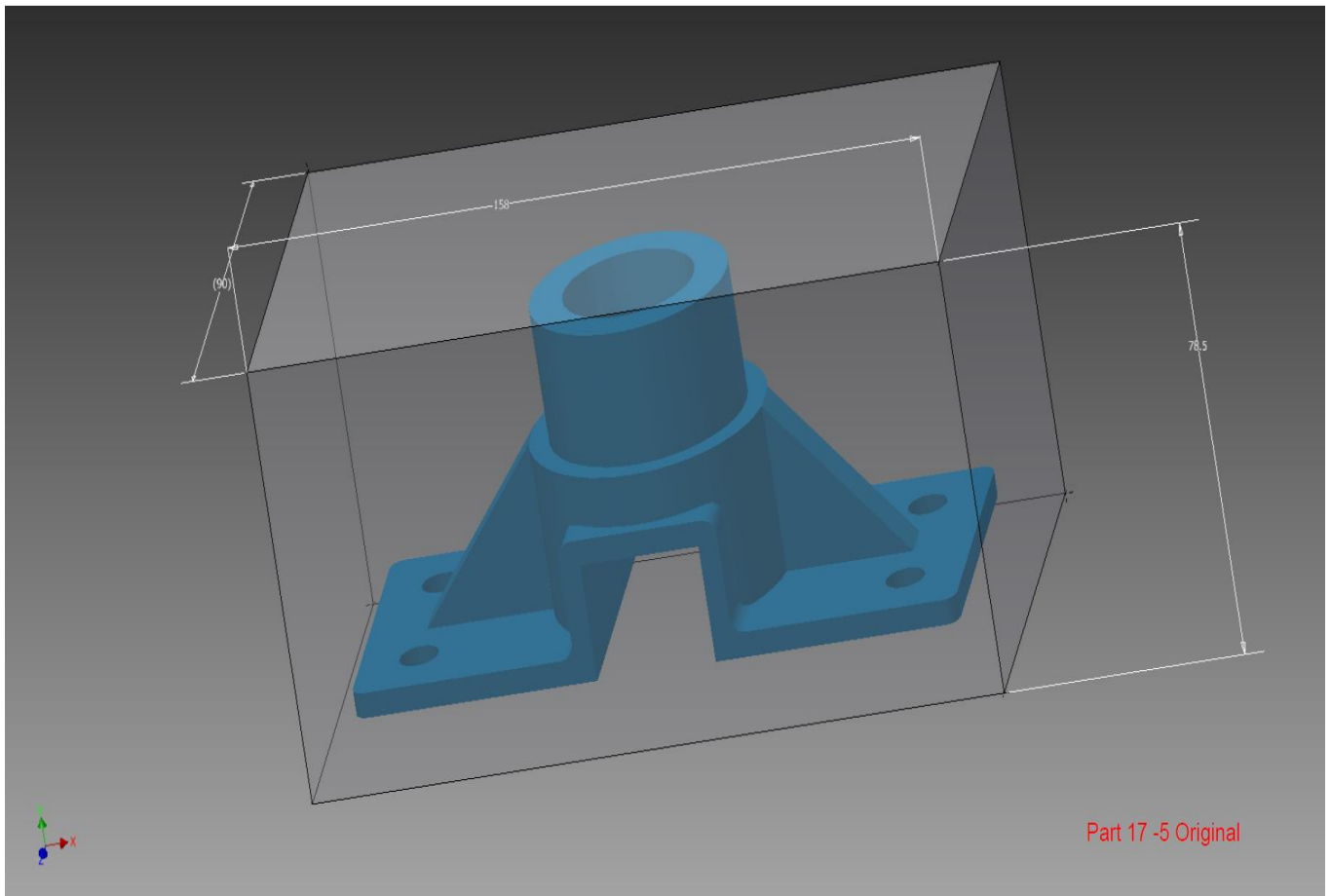
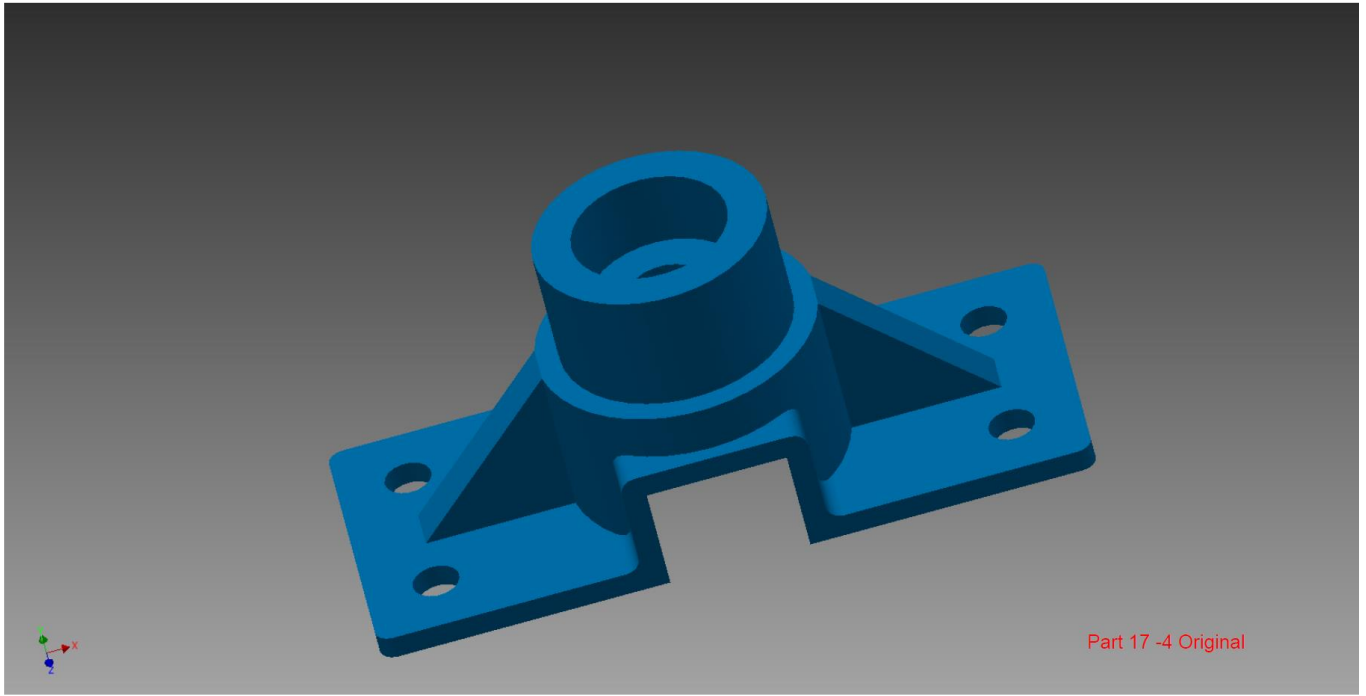




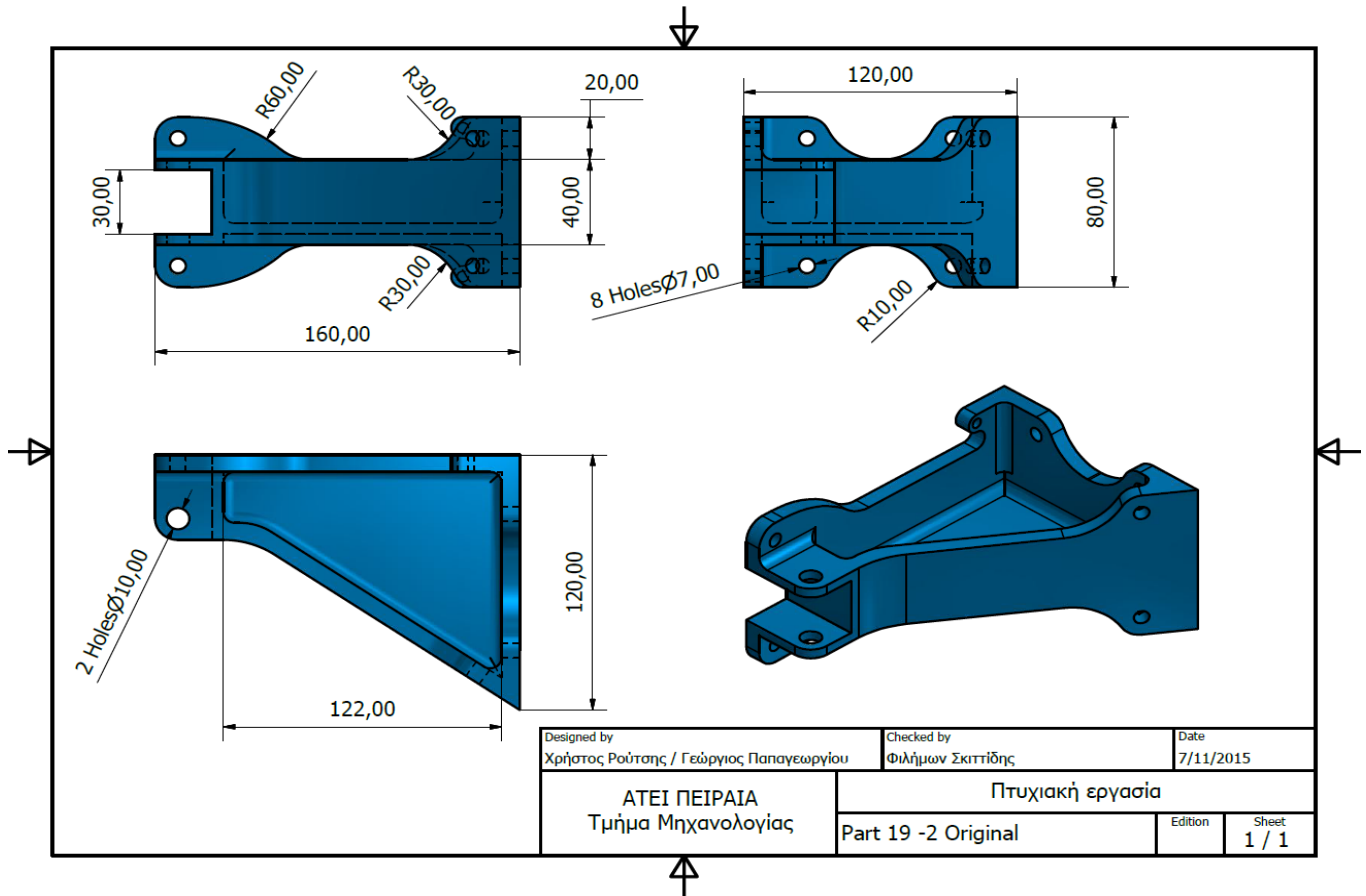
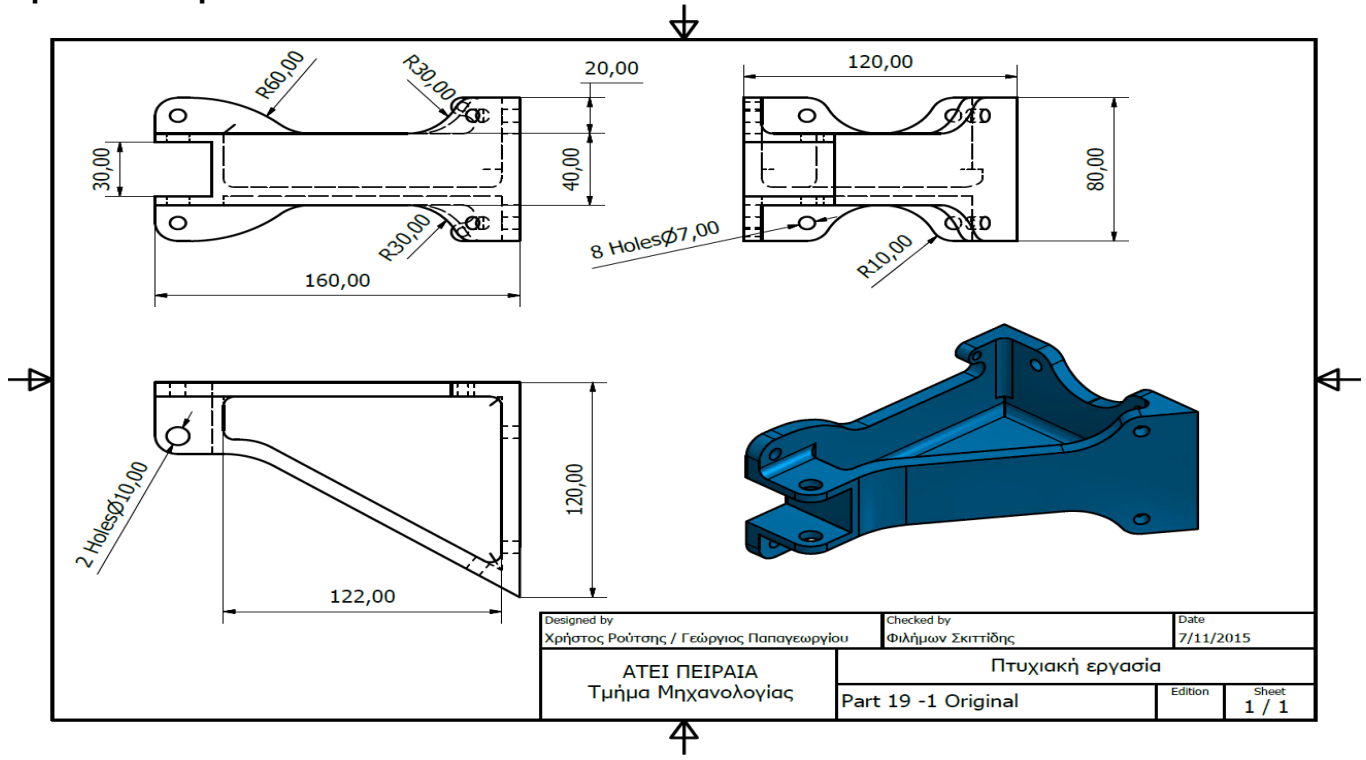
Πρωτότυπο μοντέλο 17

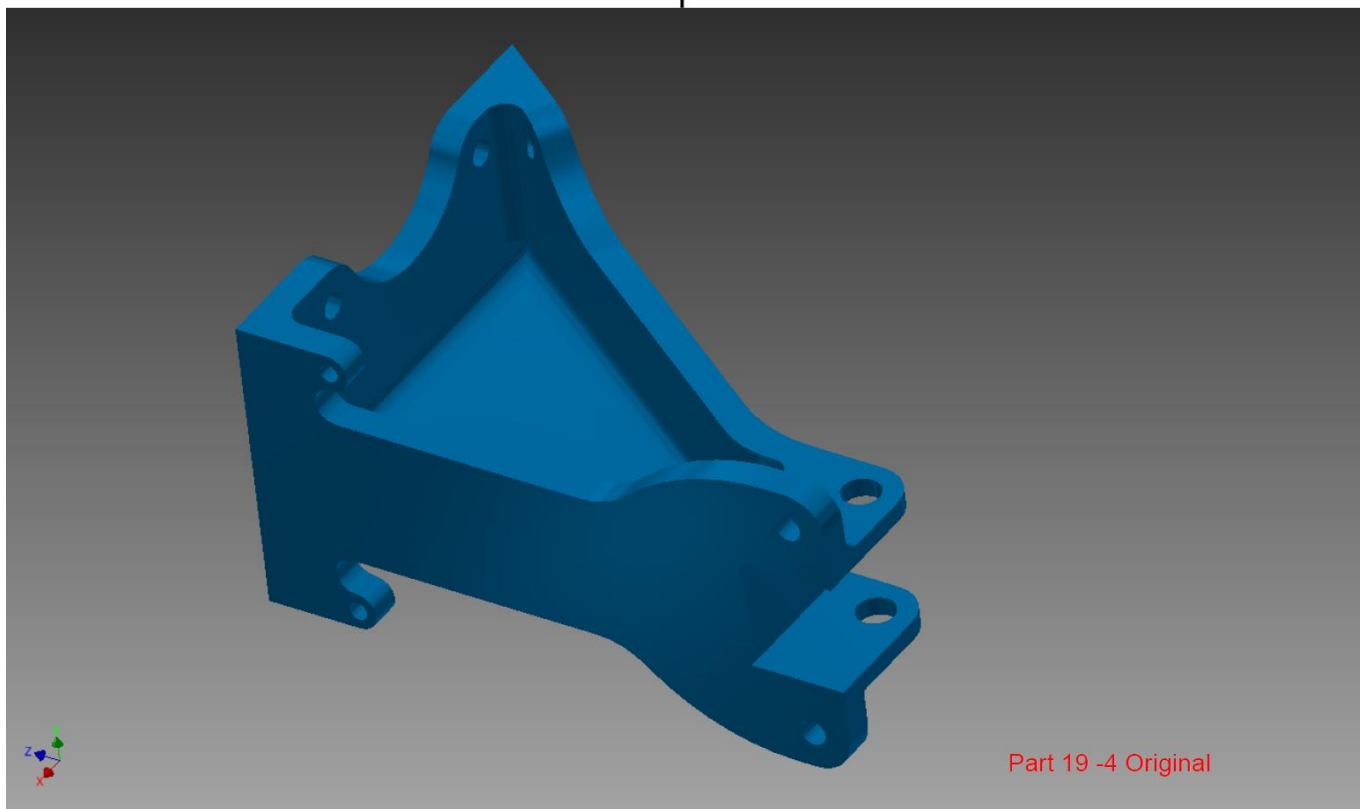
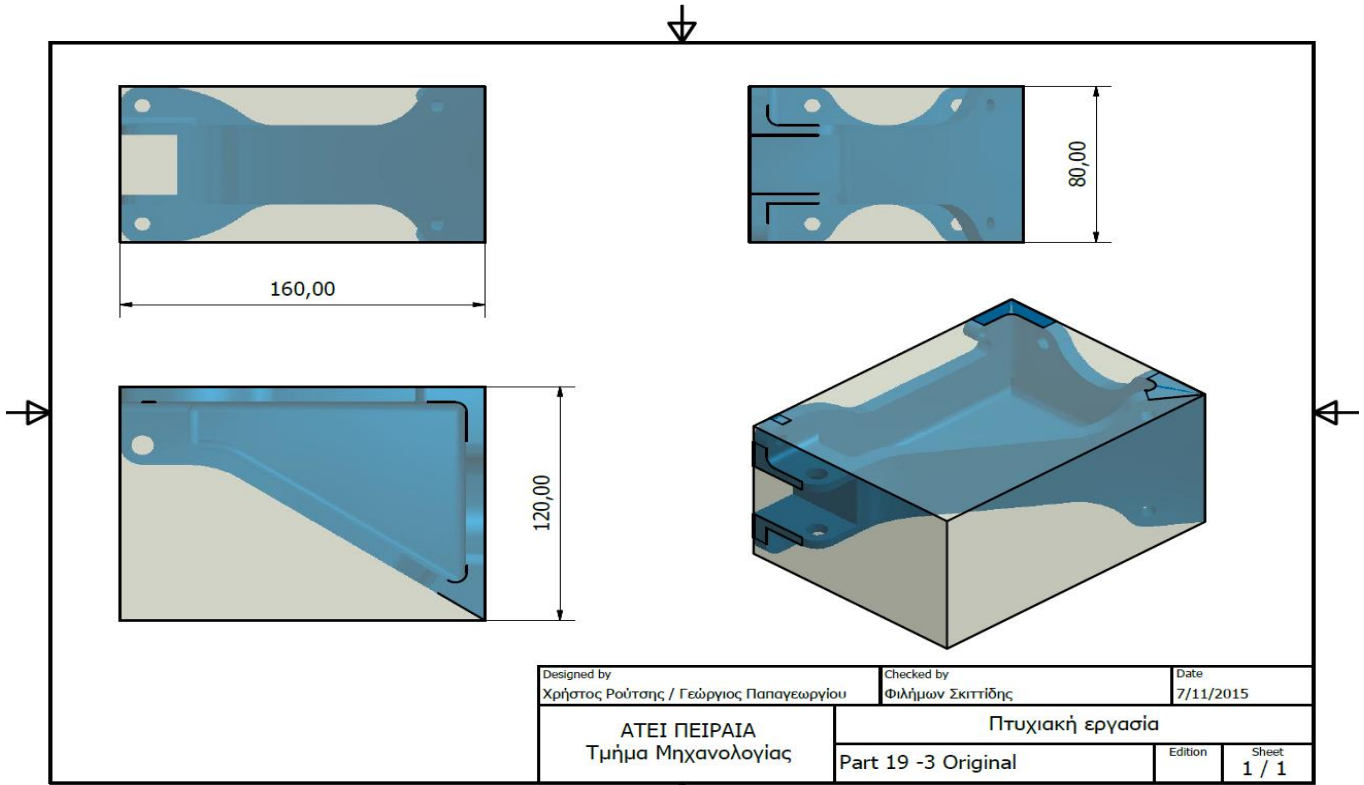


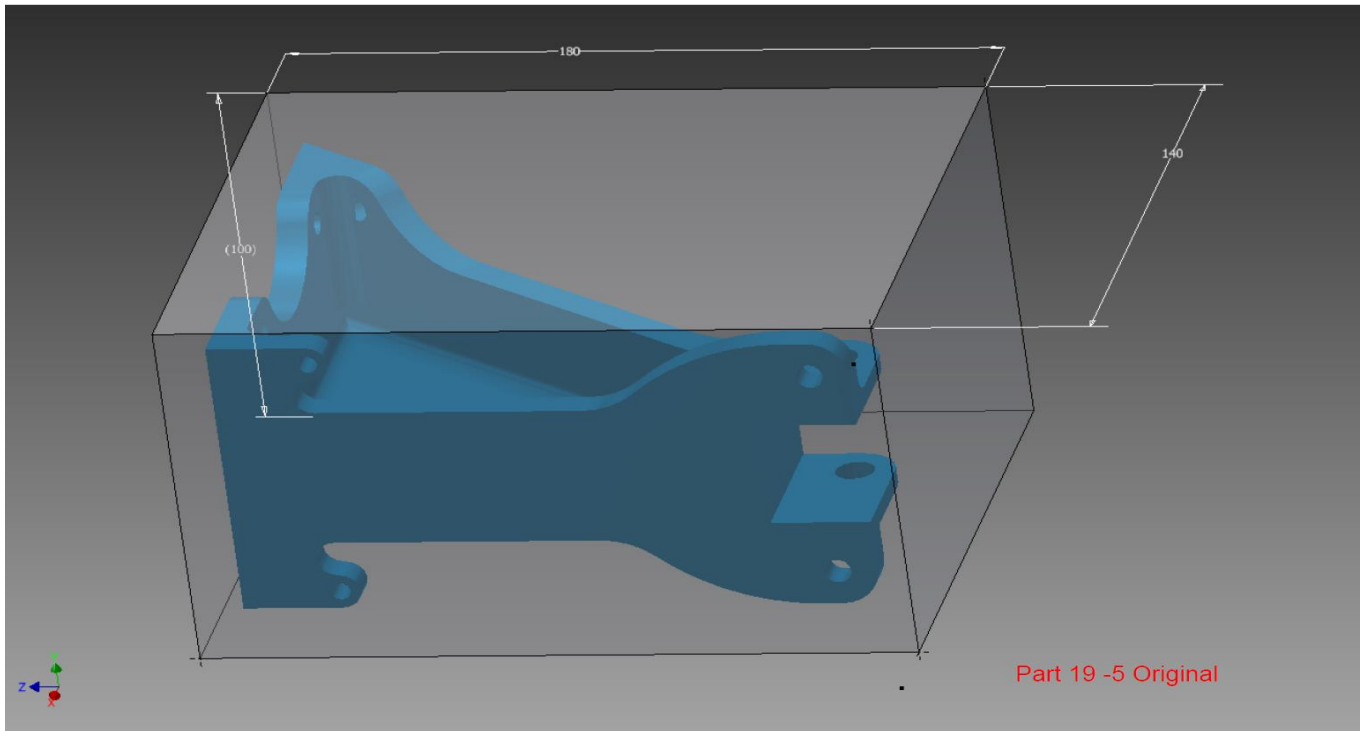




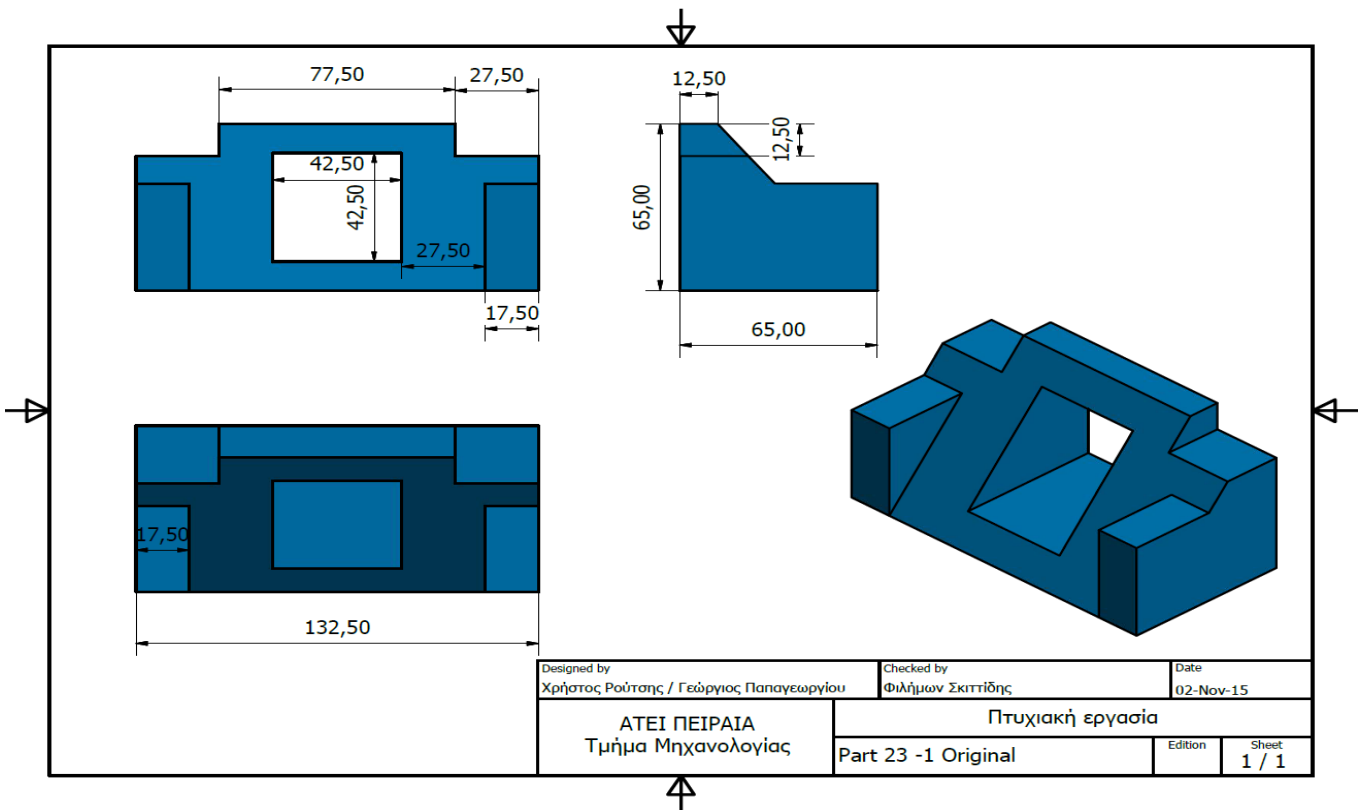
Πρωτότυπο μοντέλο 19

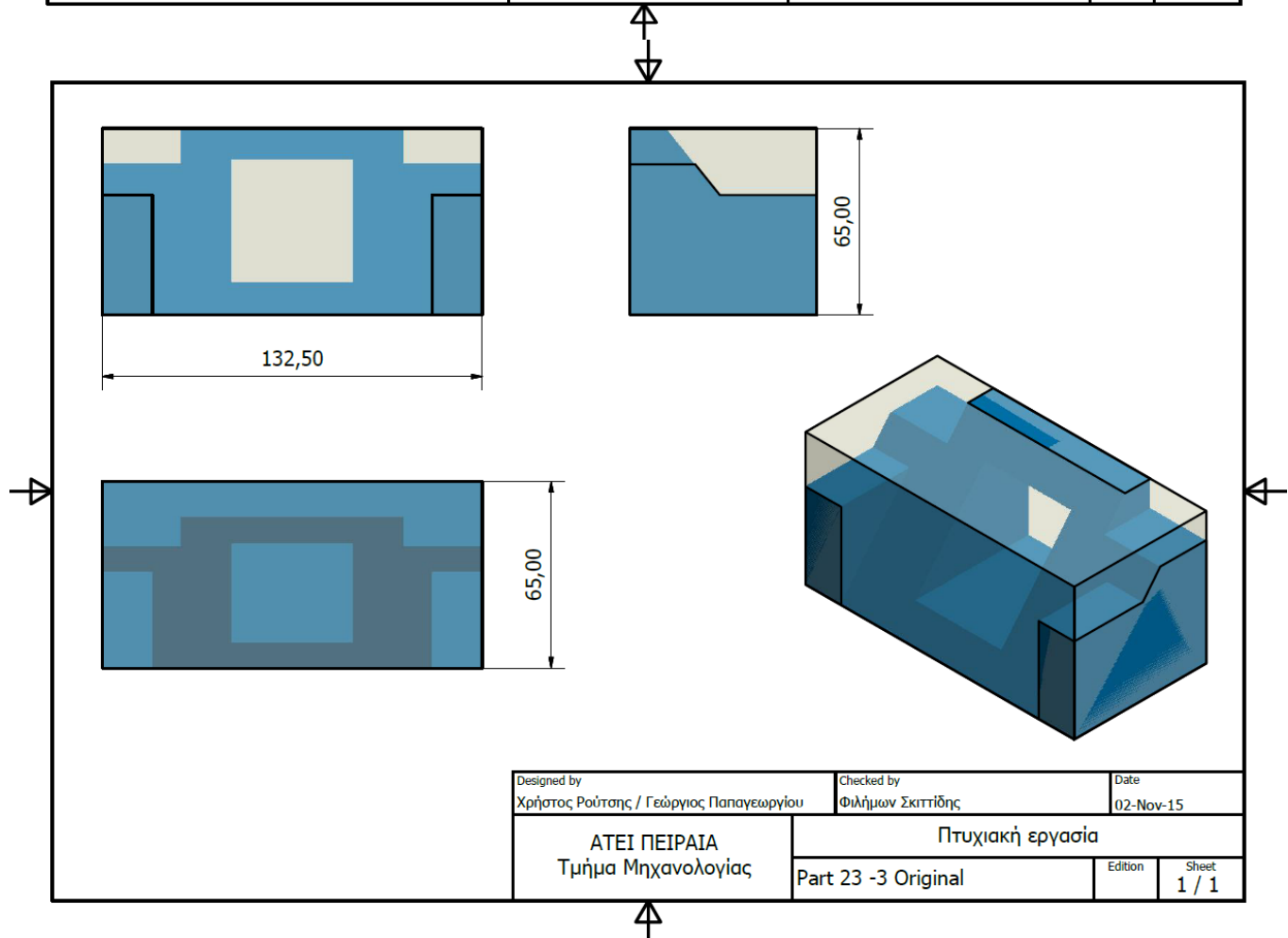
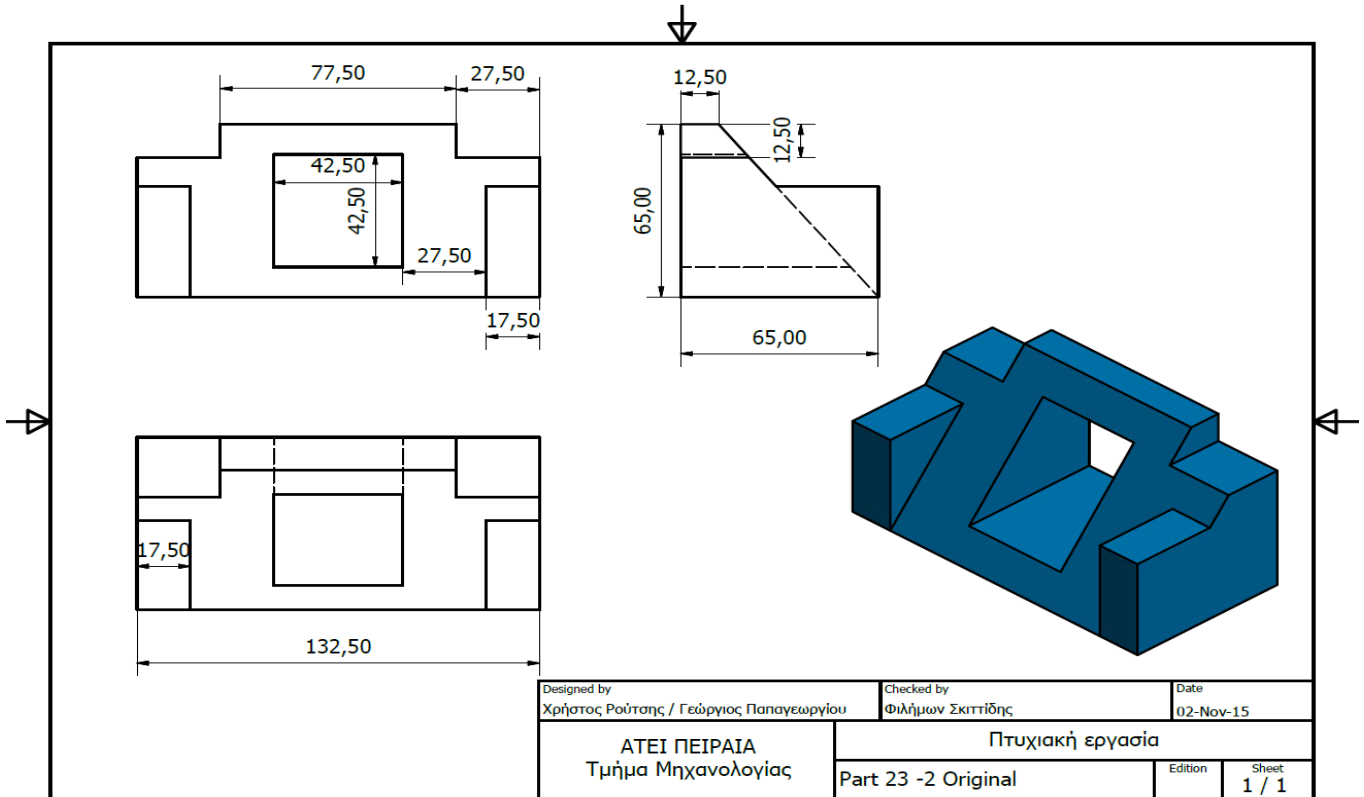


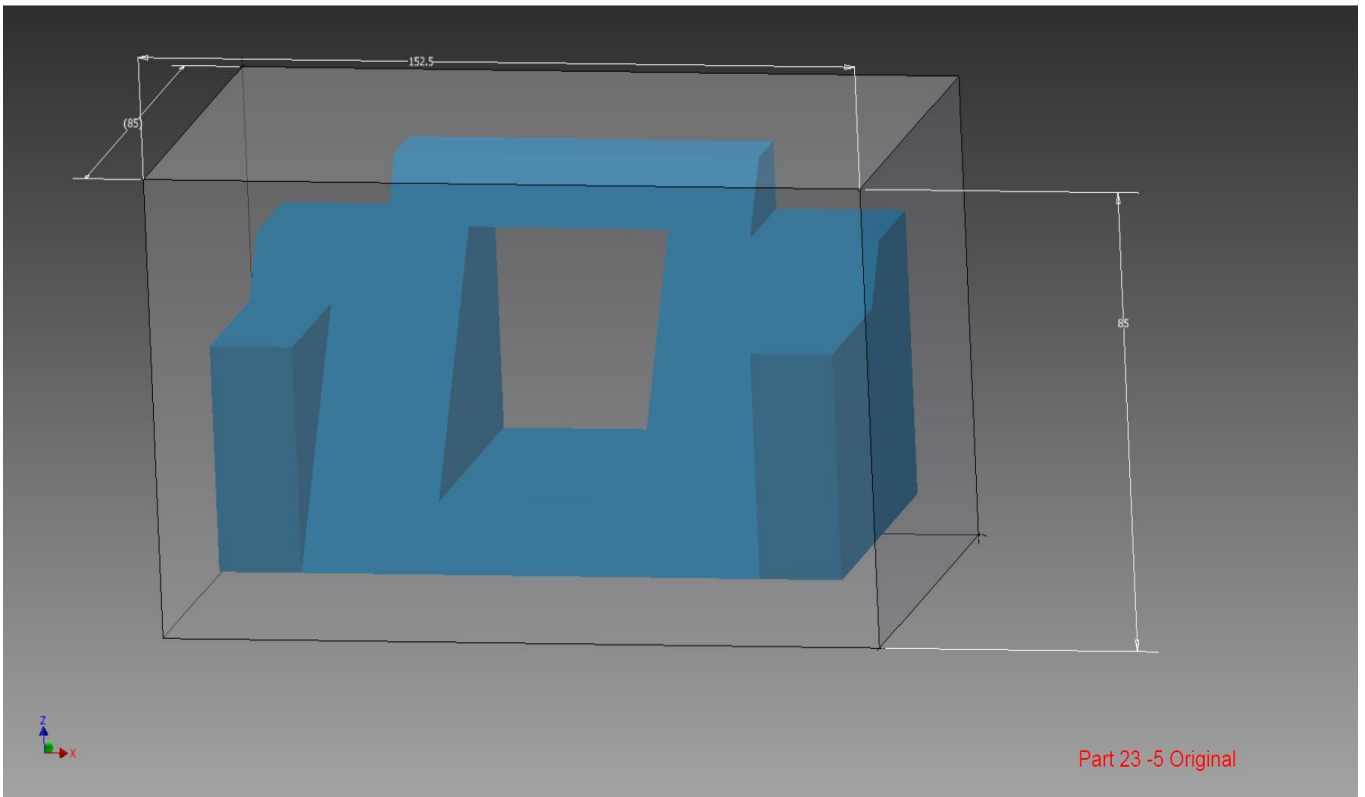
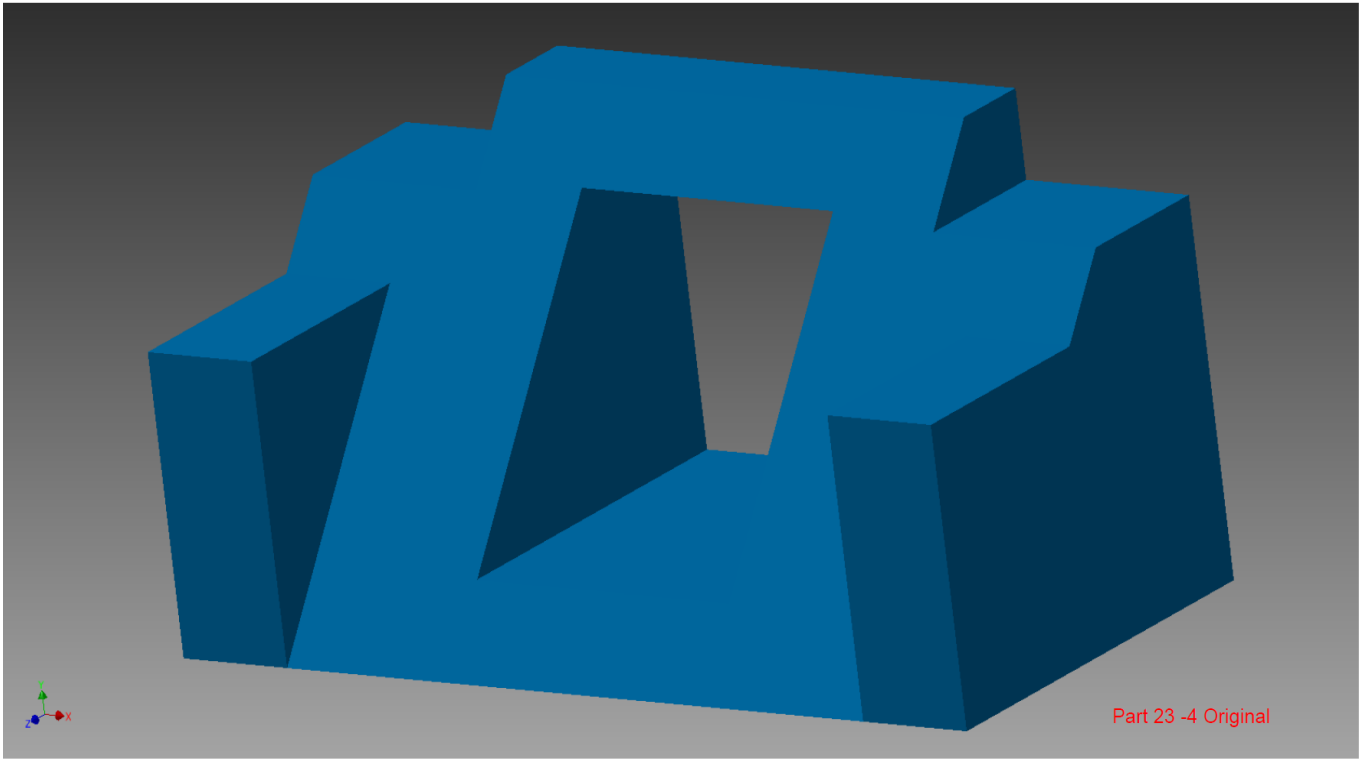




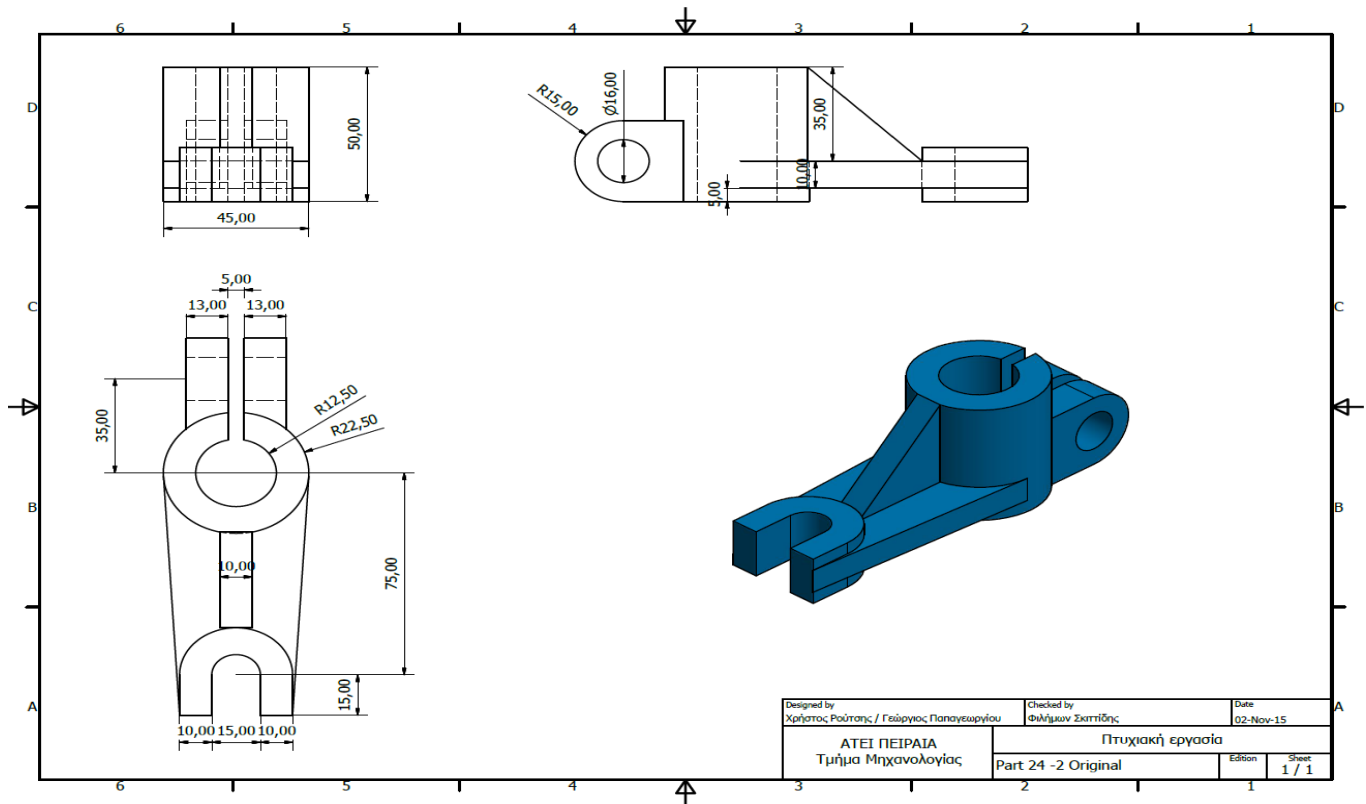
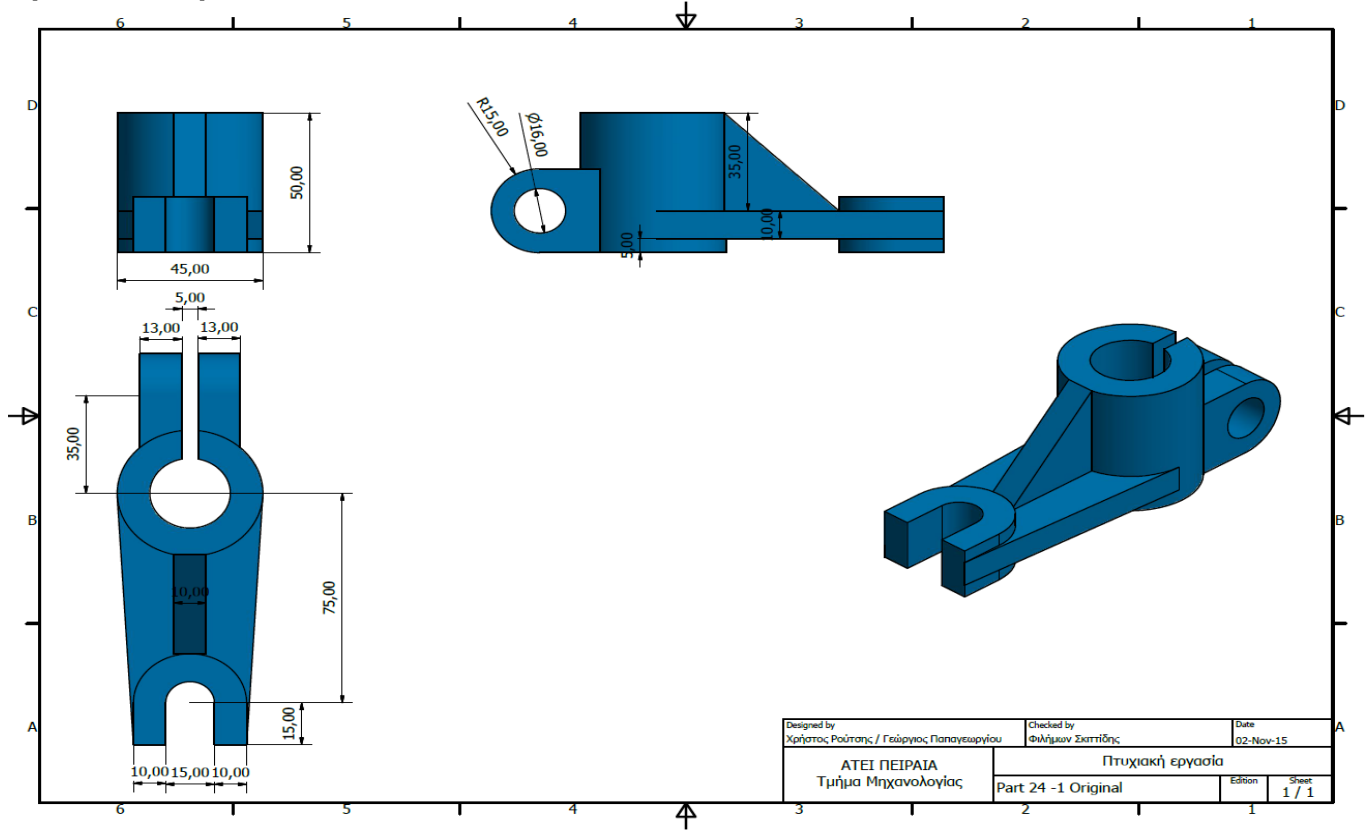
Πρωτότυπο μοντέλο 23

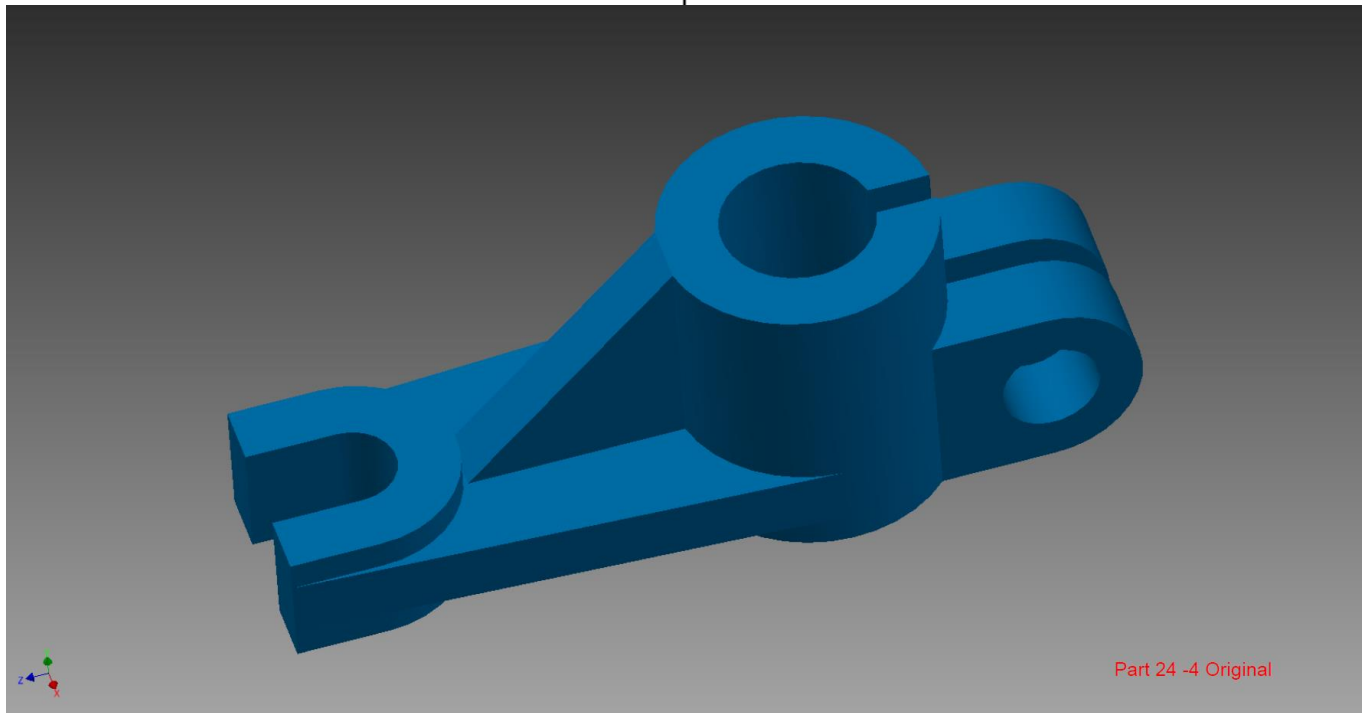
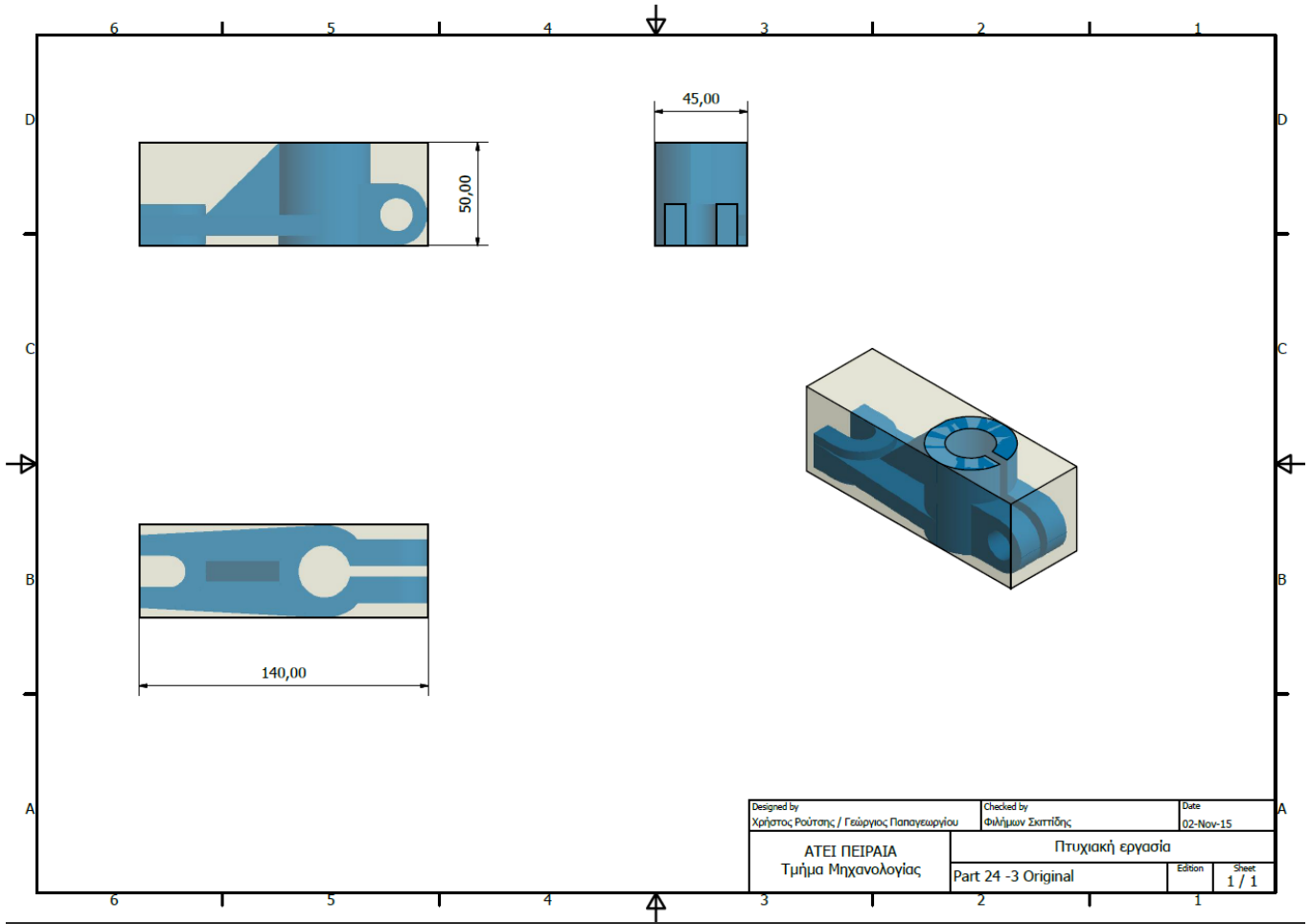


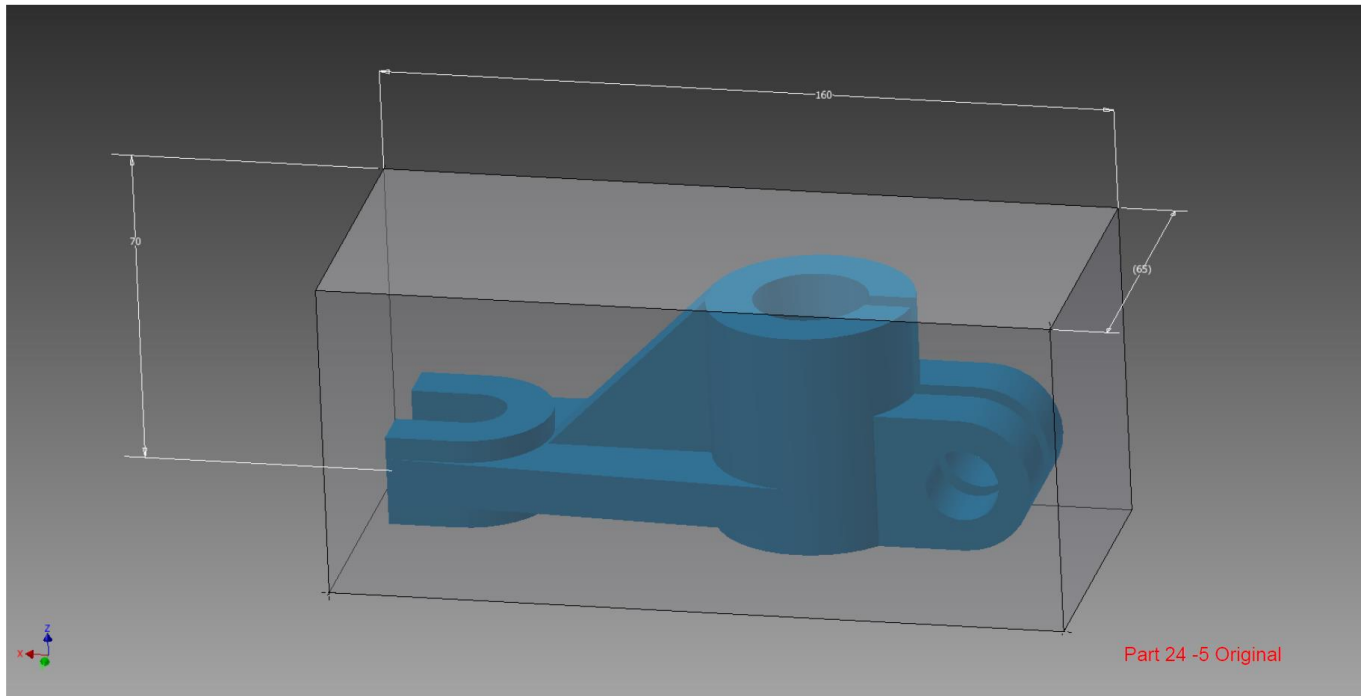




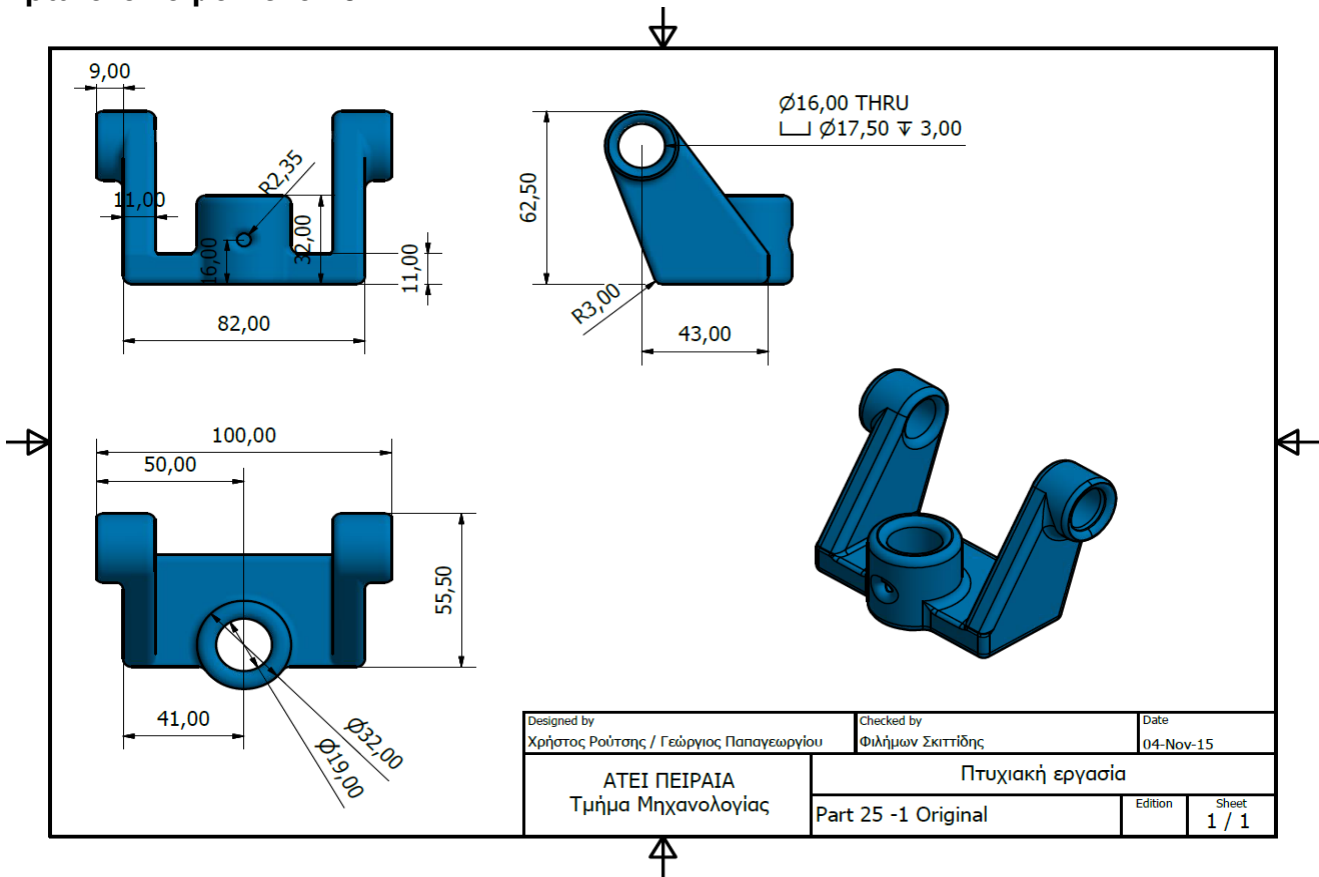
Πρωτότυπο μοντέλο 24

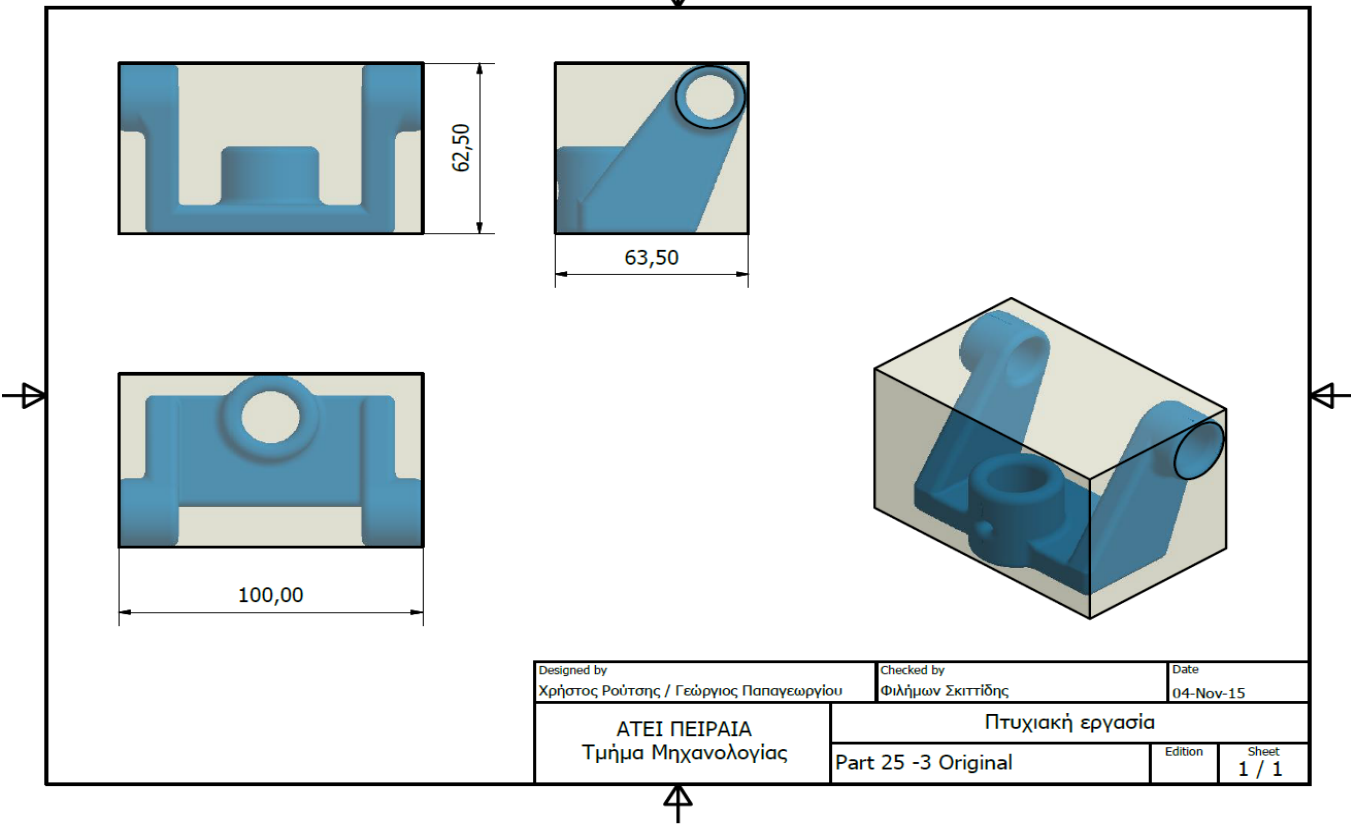
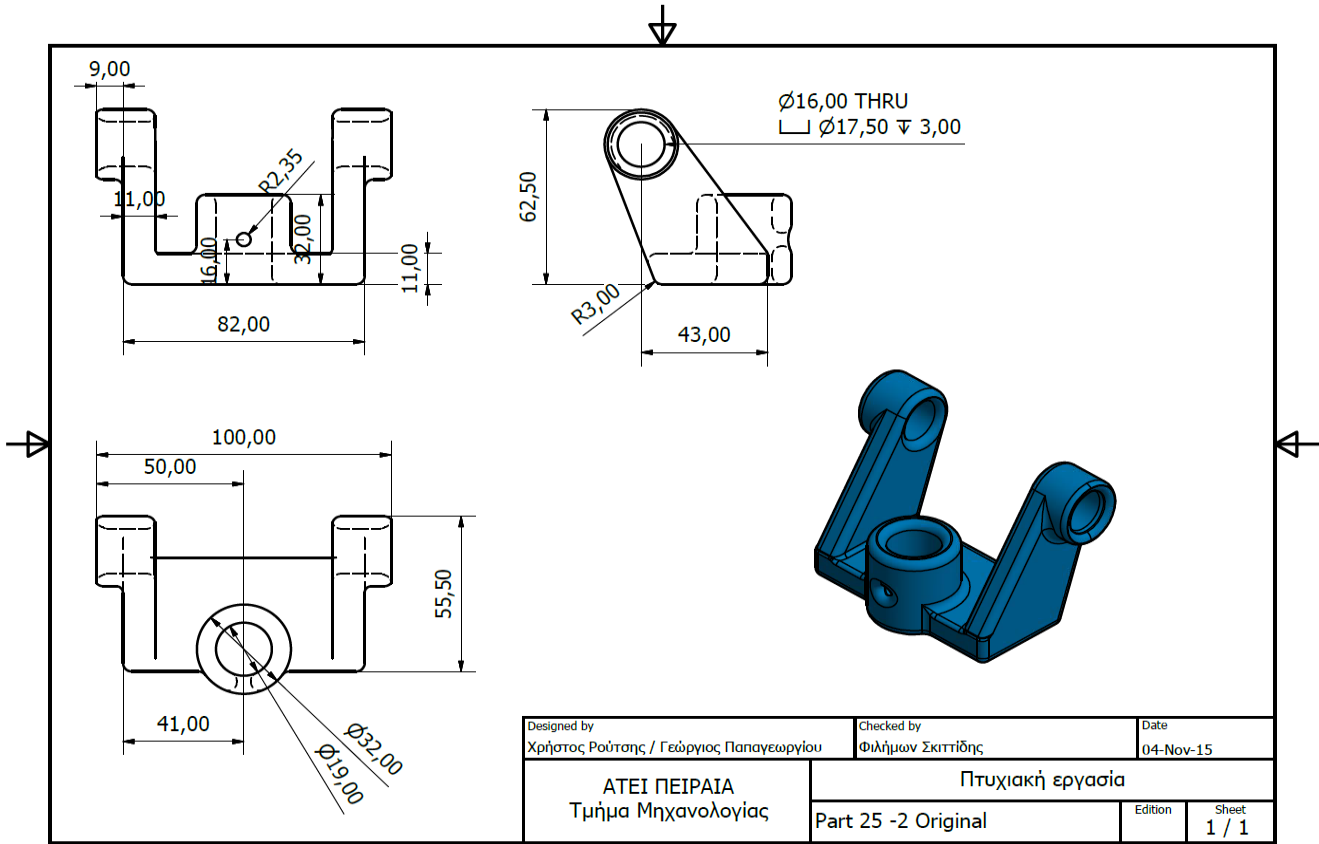


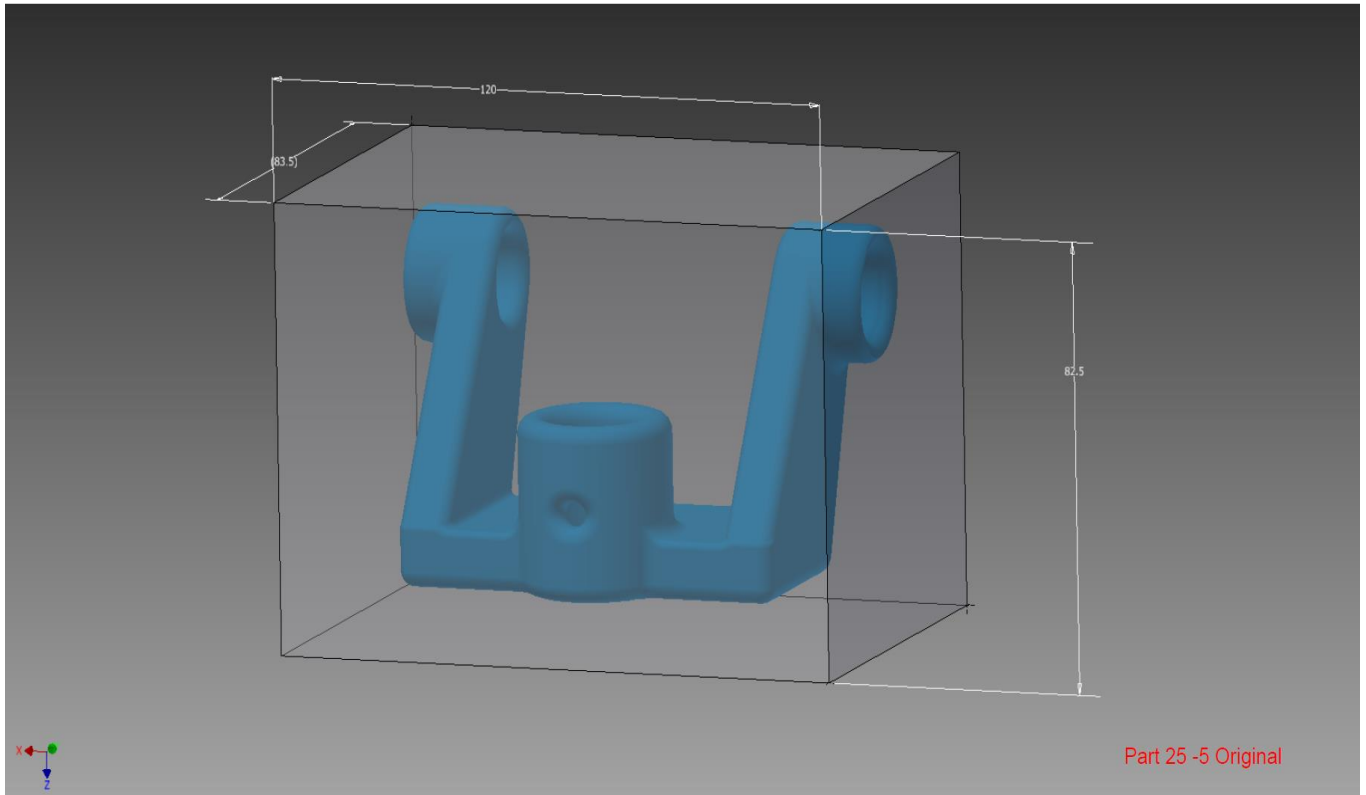
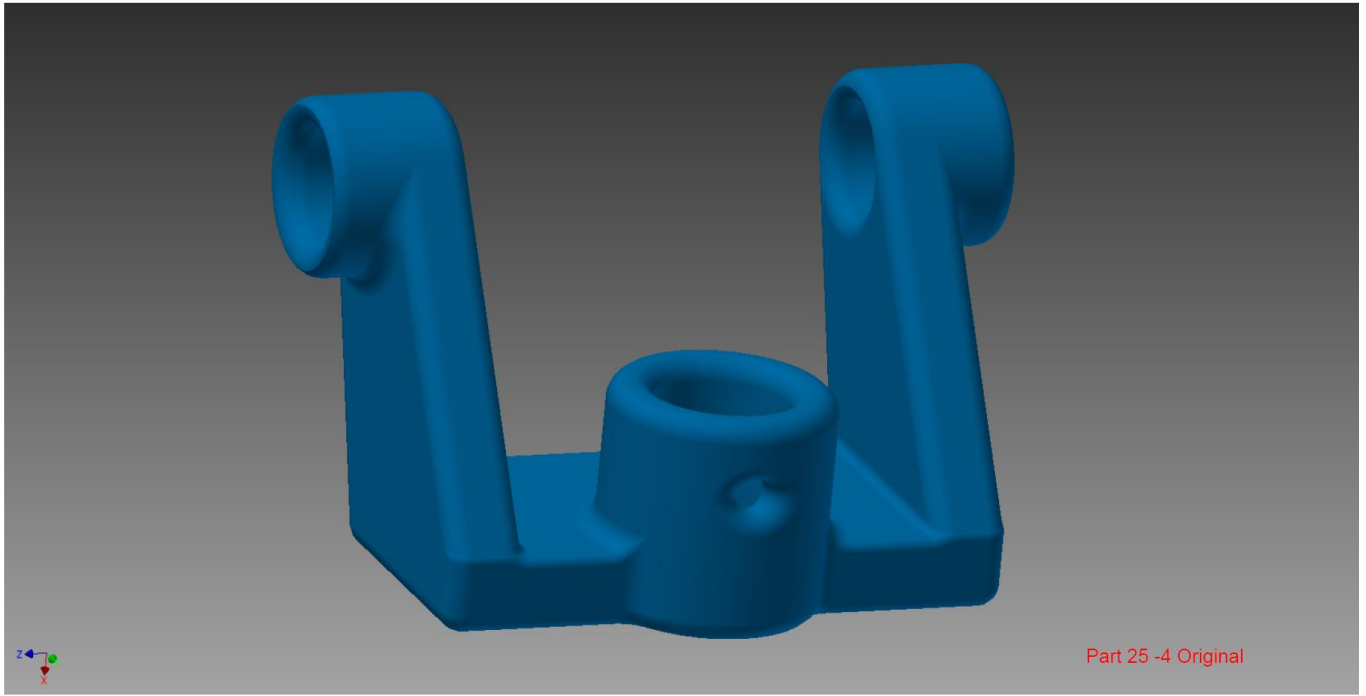




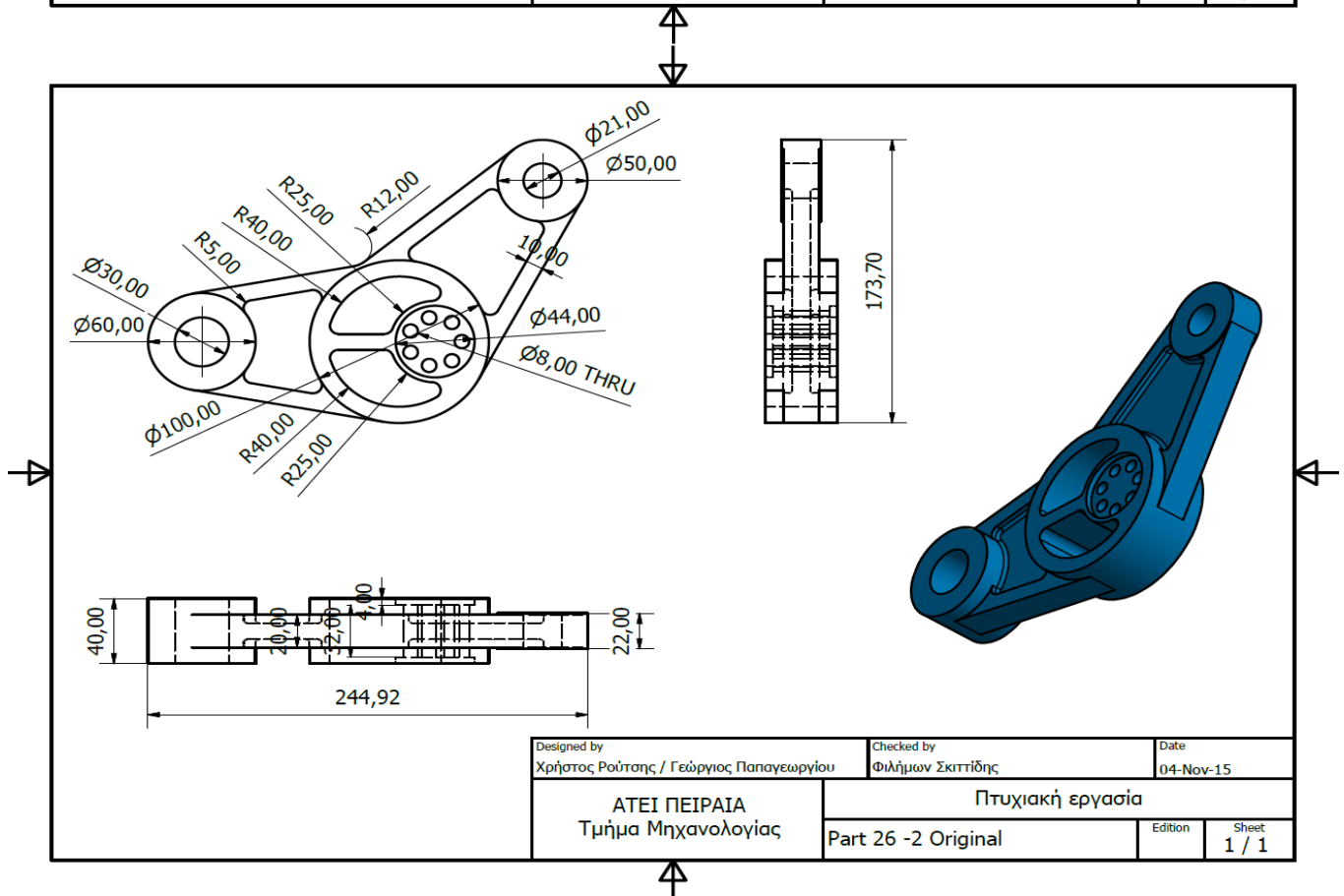
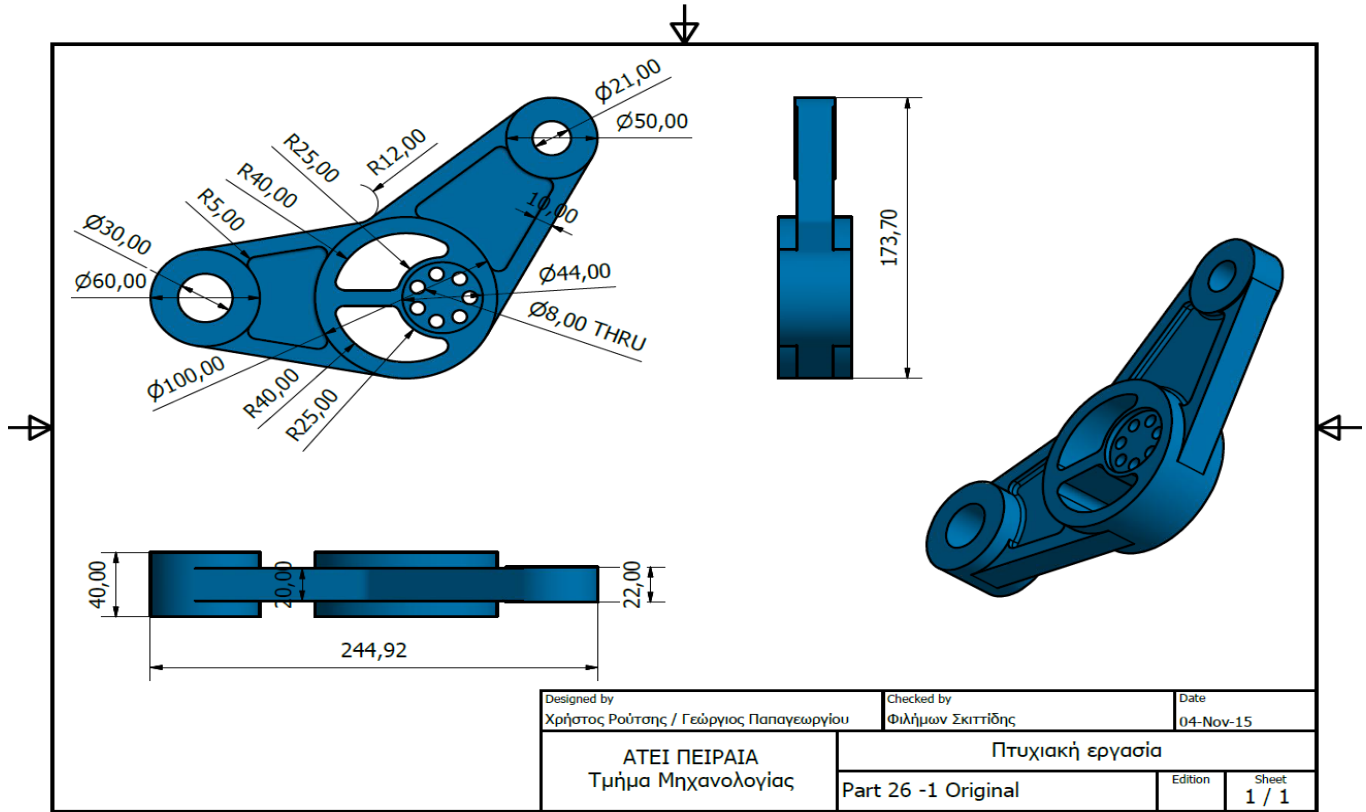
Πρωτότυπο μοντέλο 25

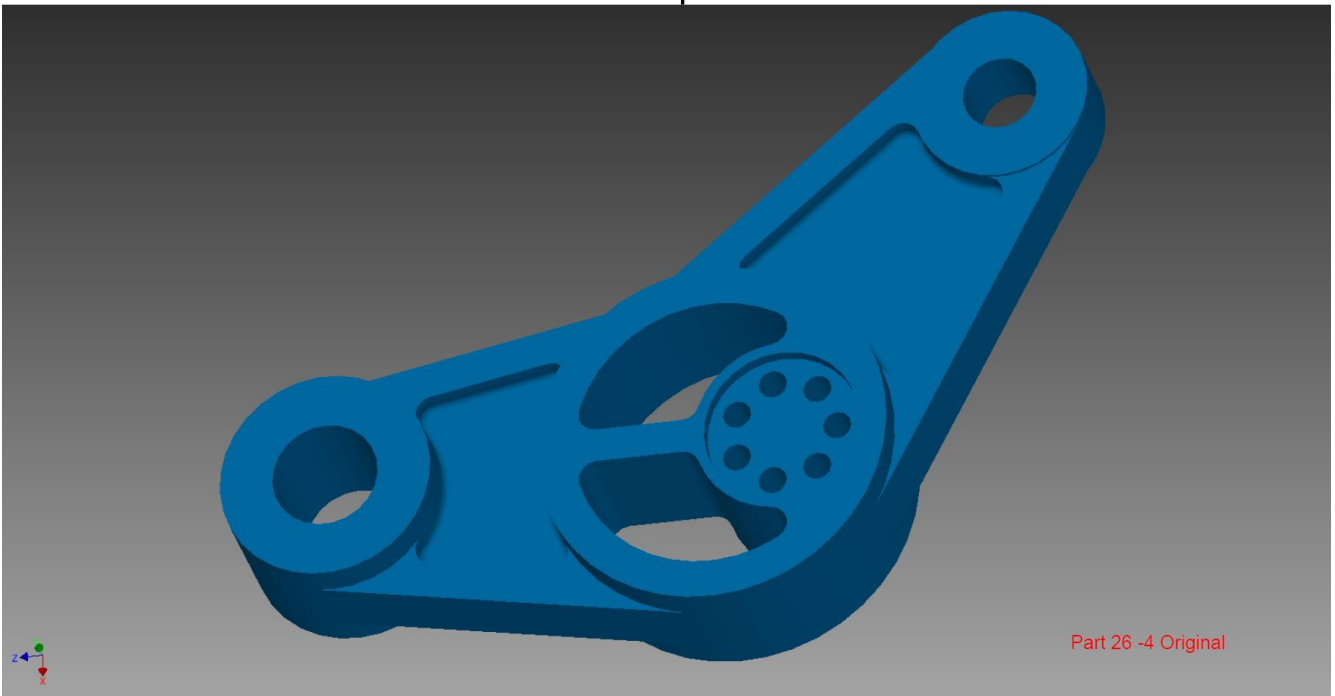
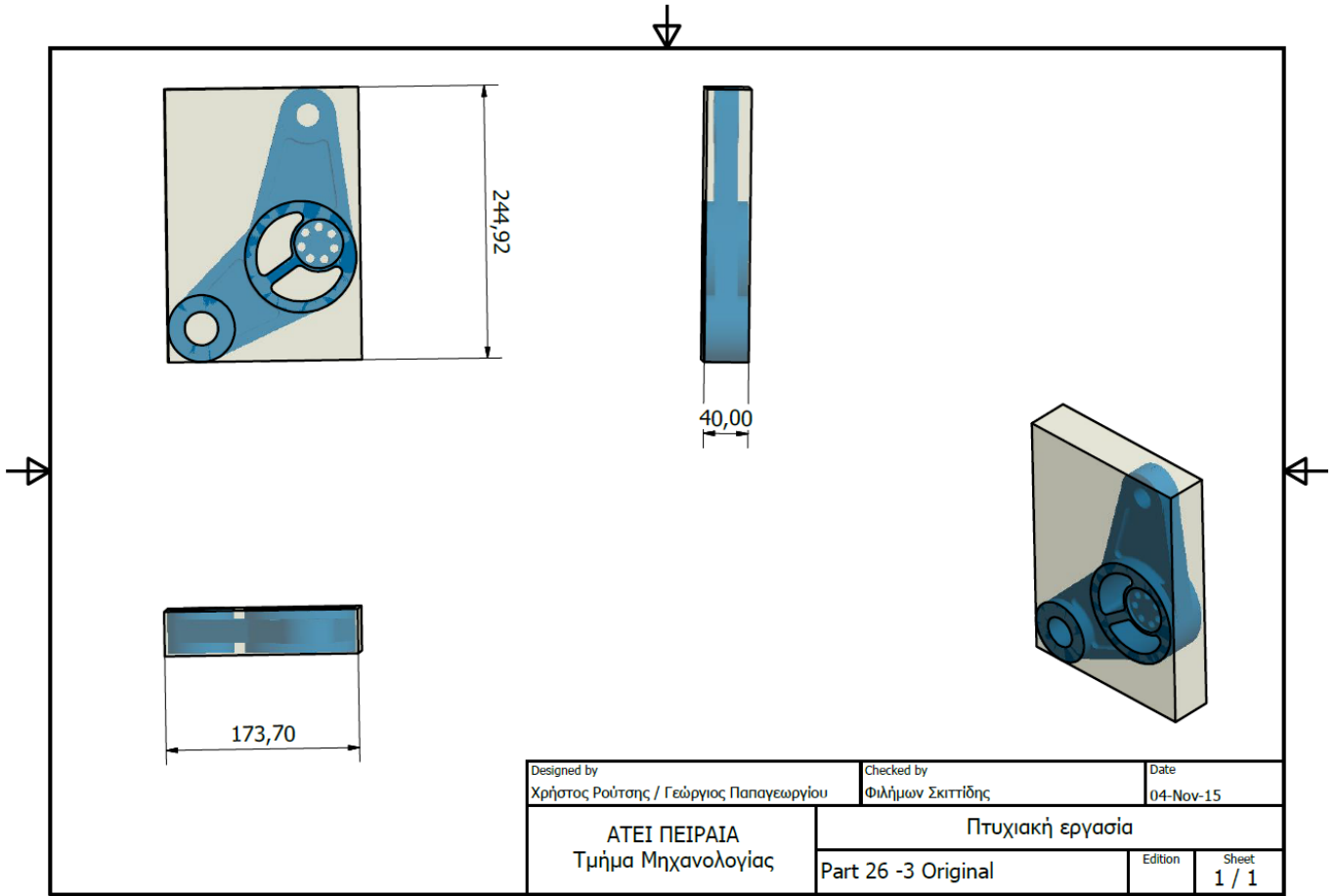


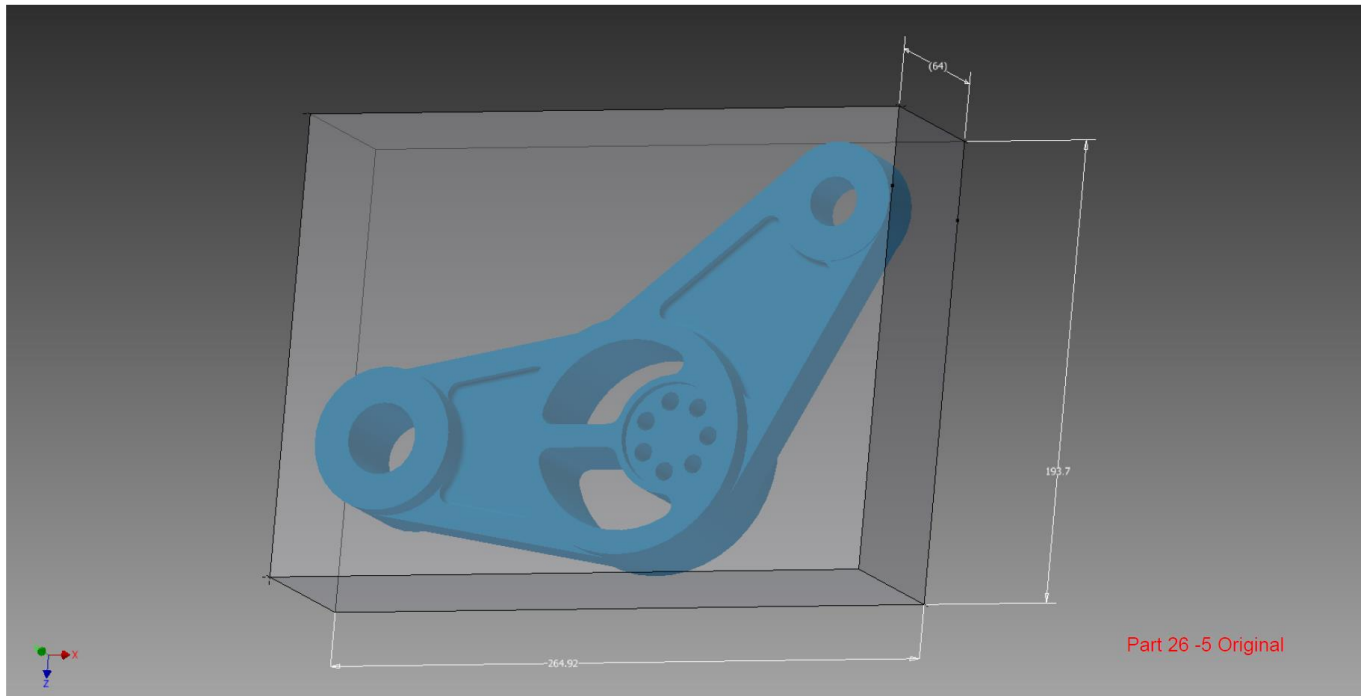




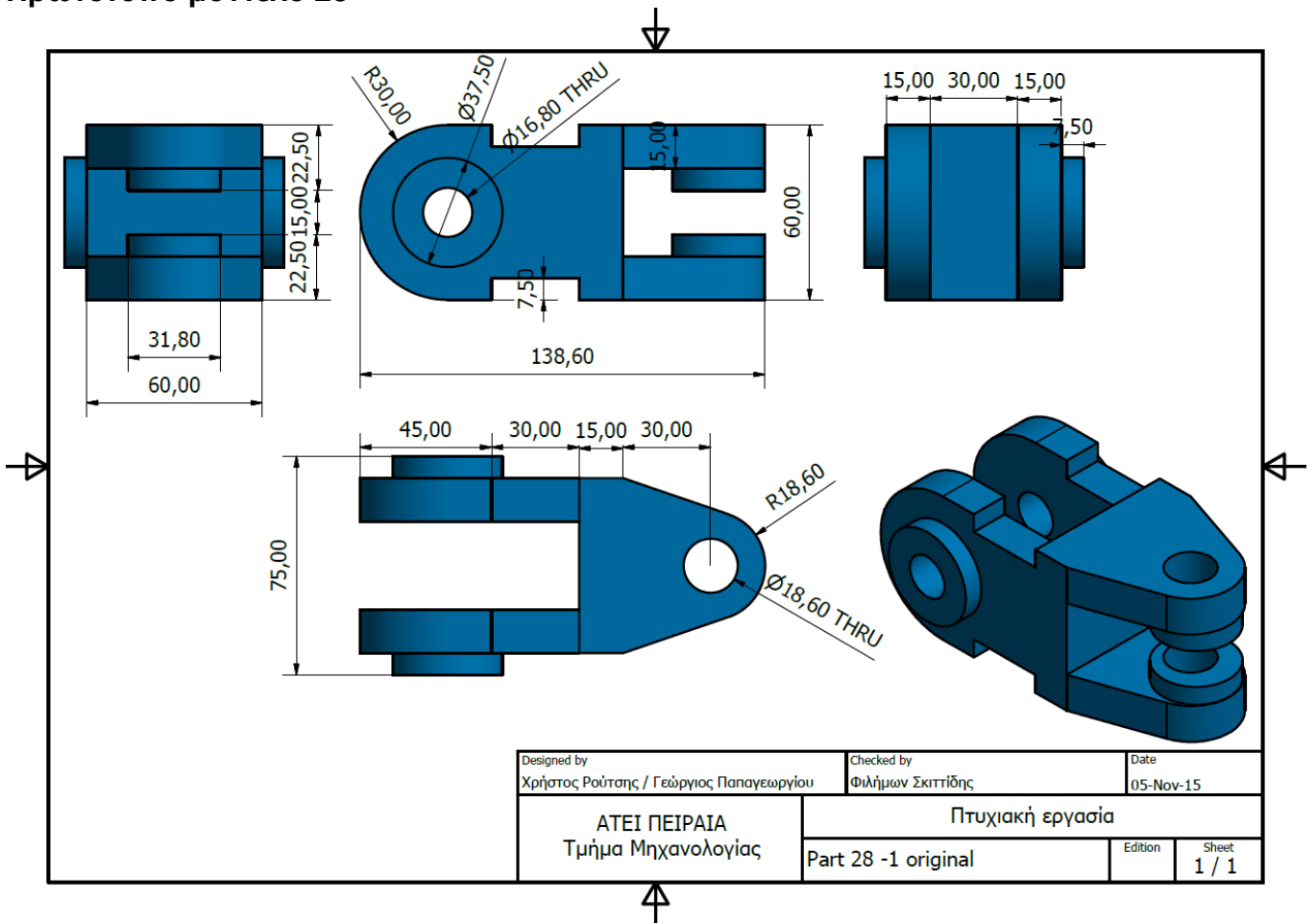
Πρωτότυπο μοντέλο 26

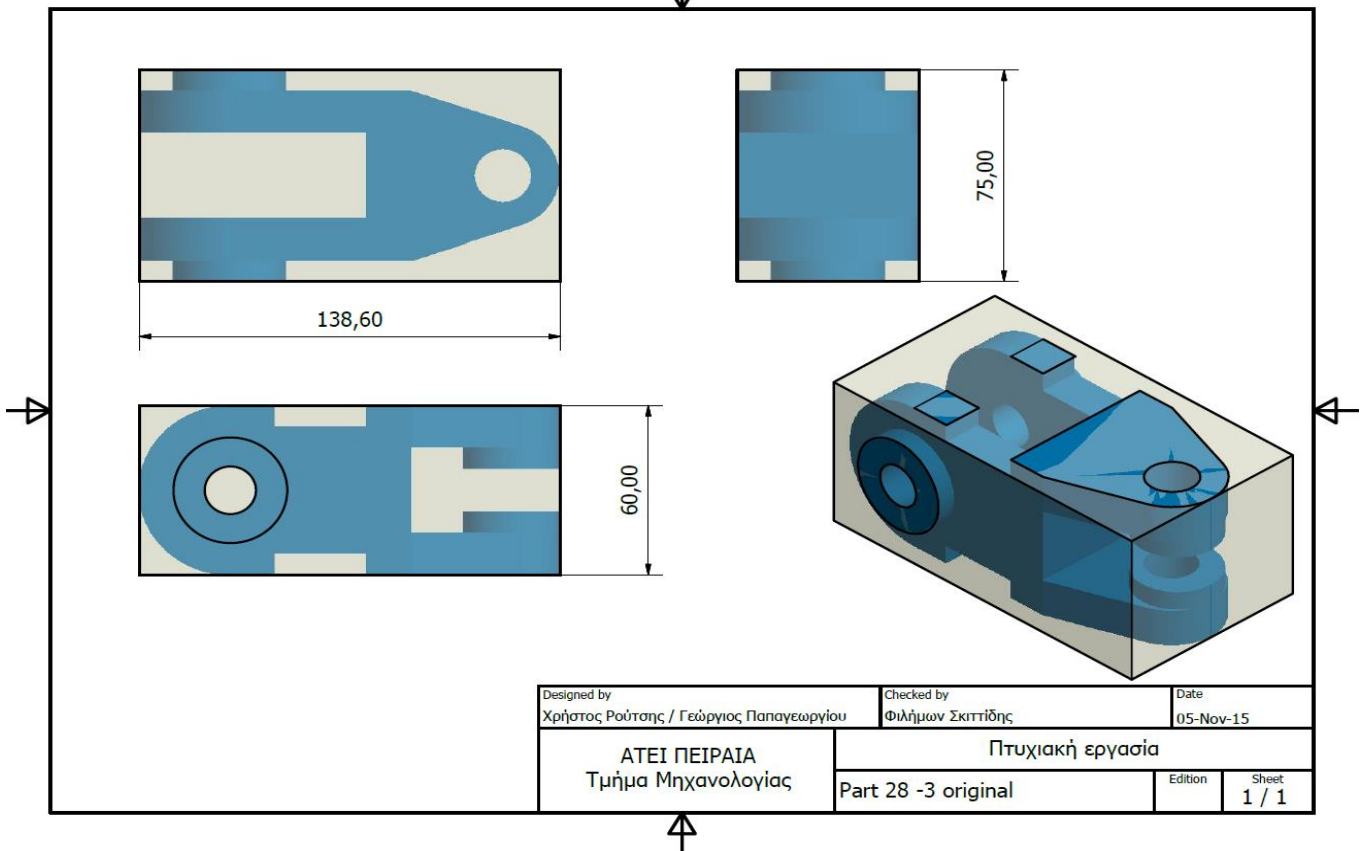
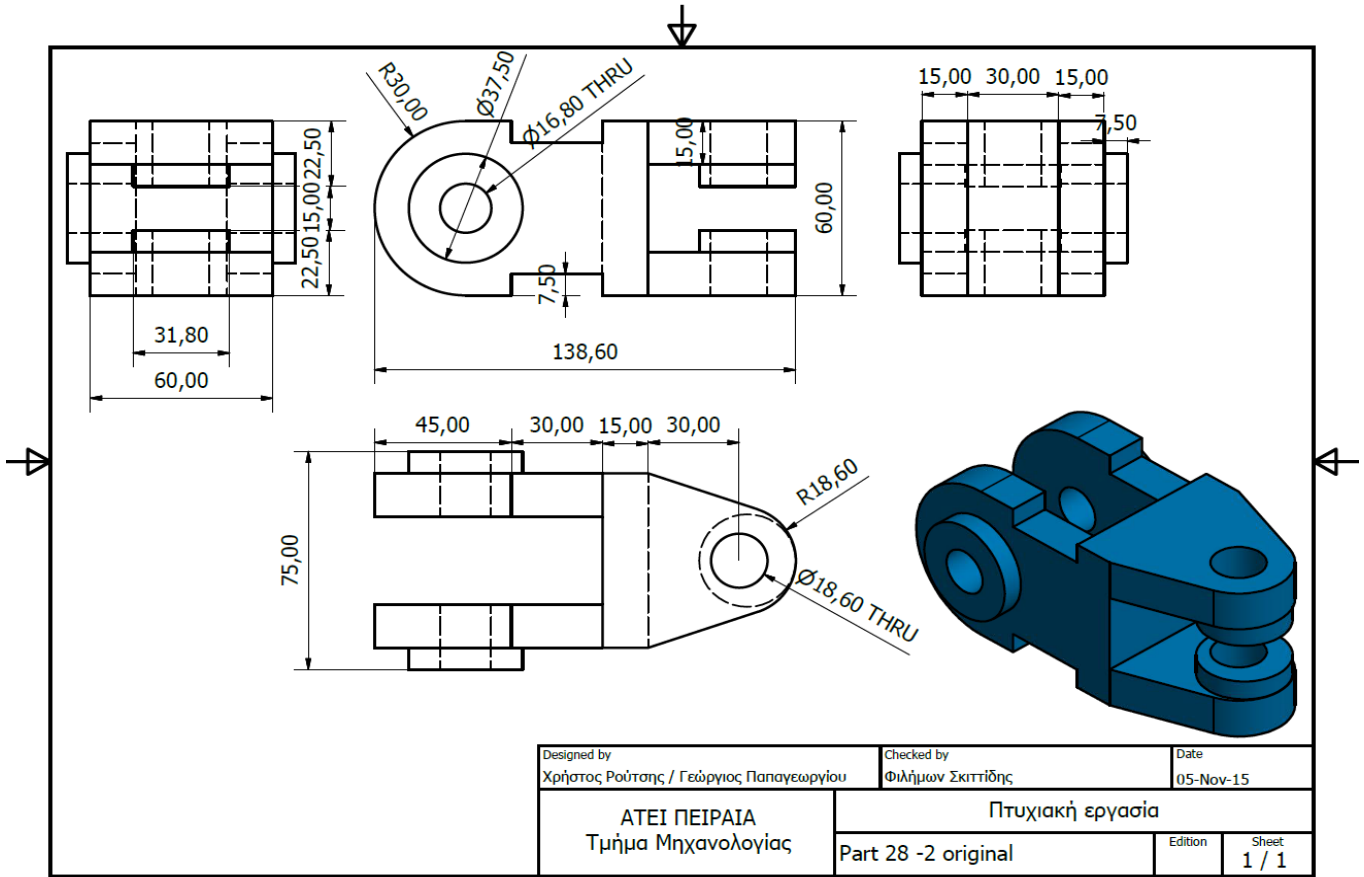


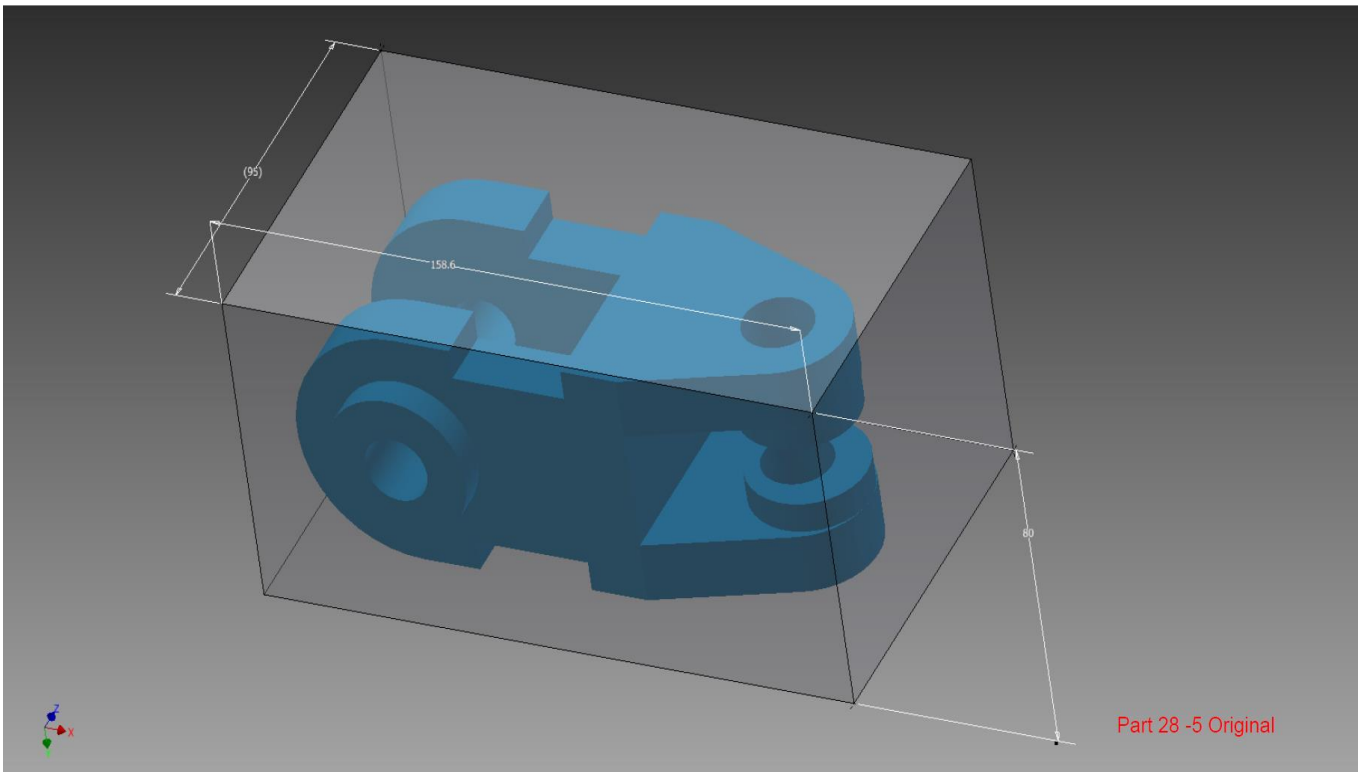
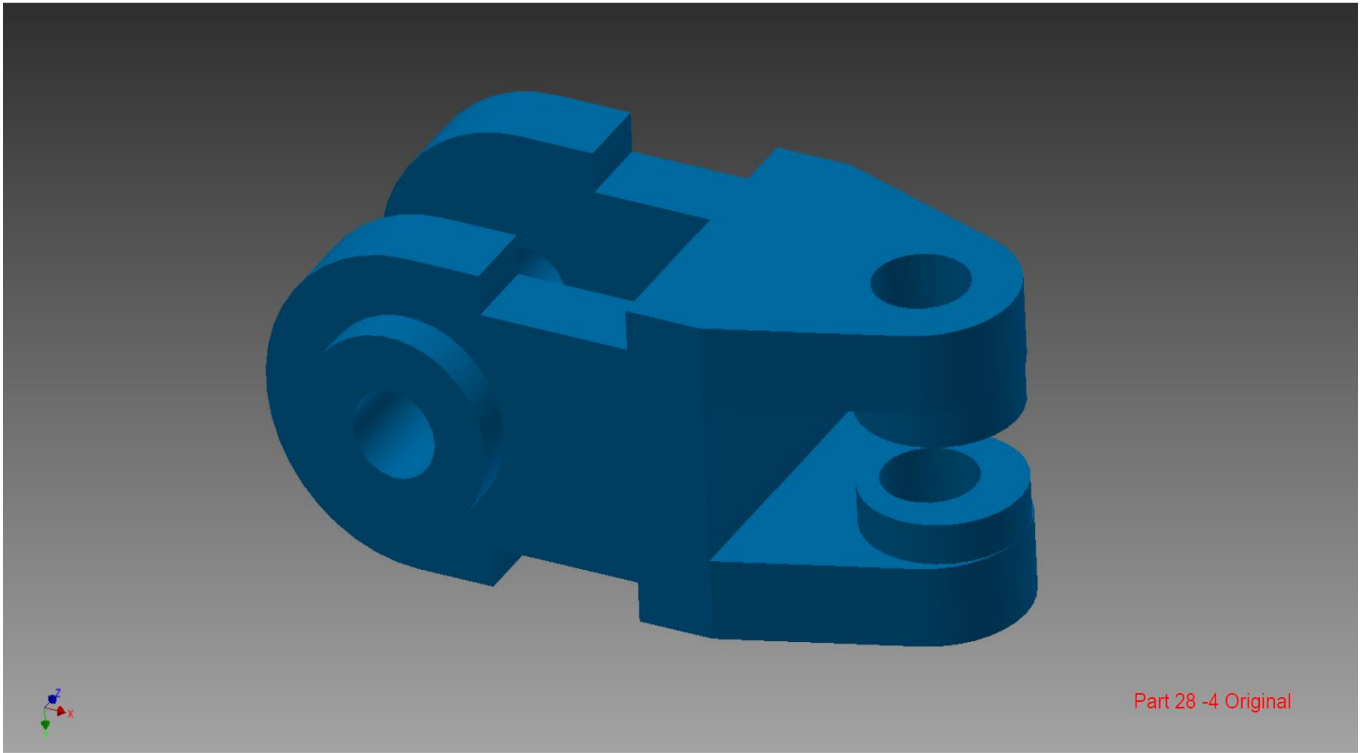




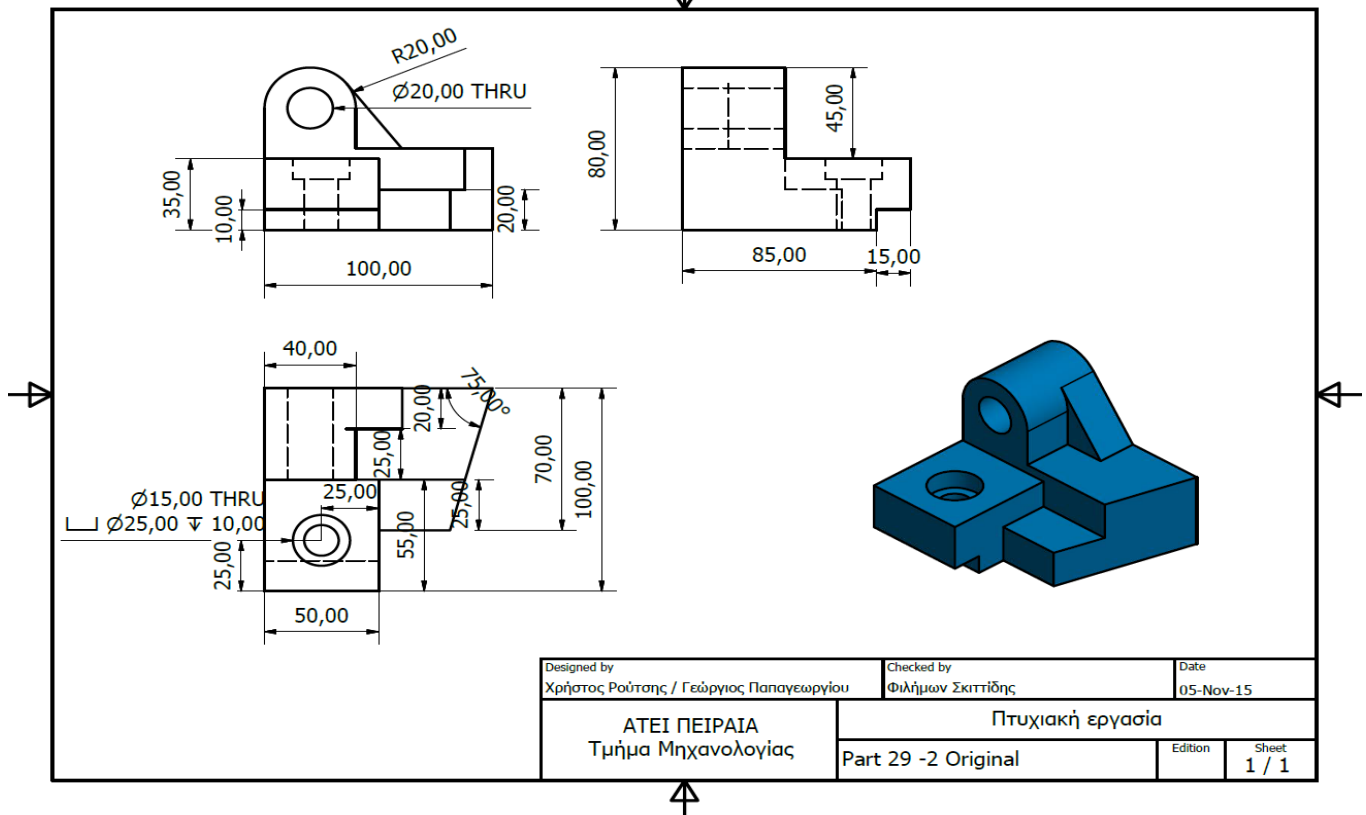
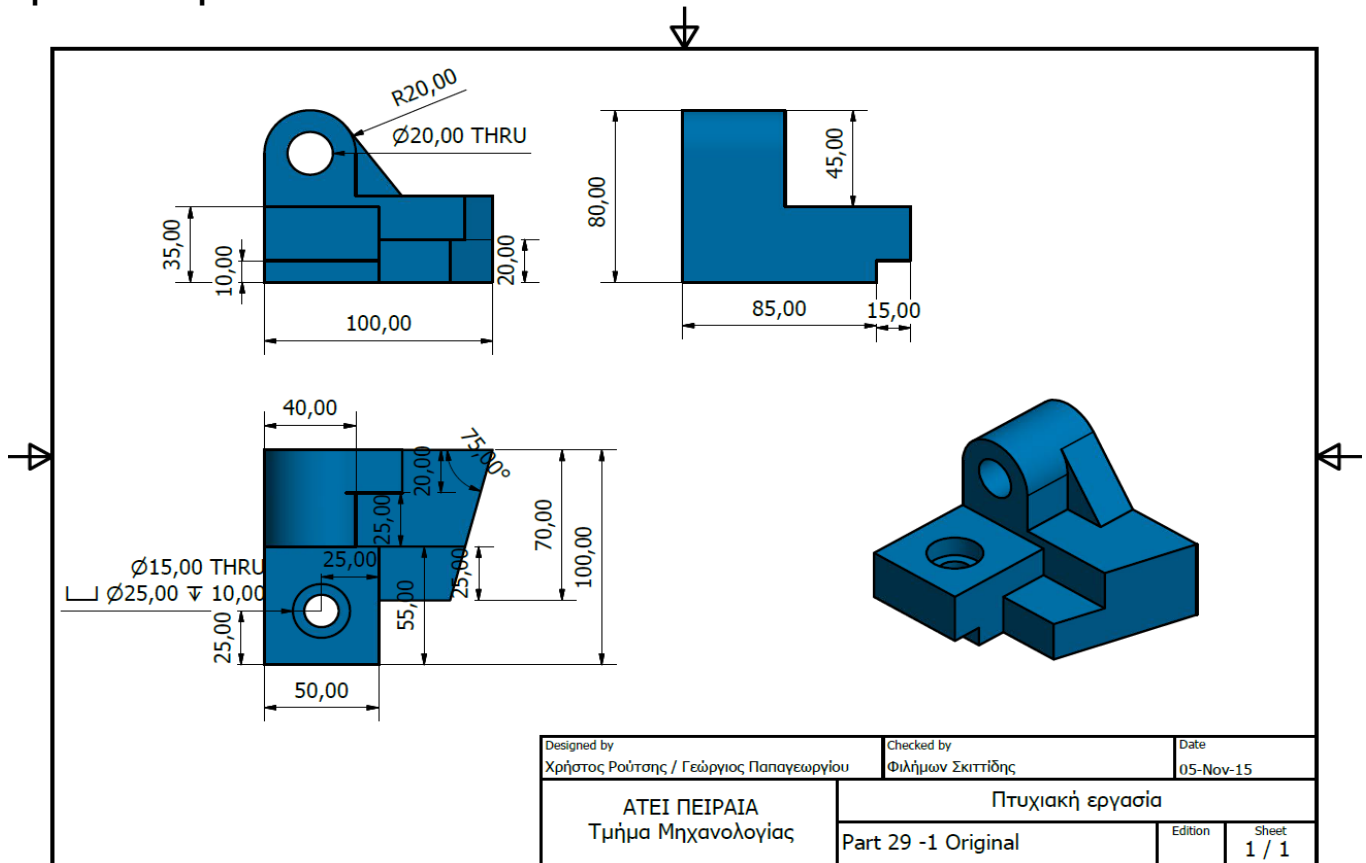
Πρωτότυπο μοντέλο 28







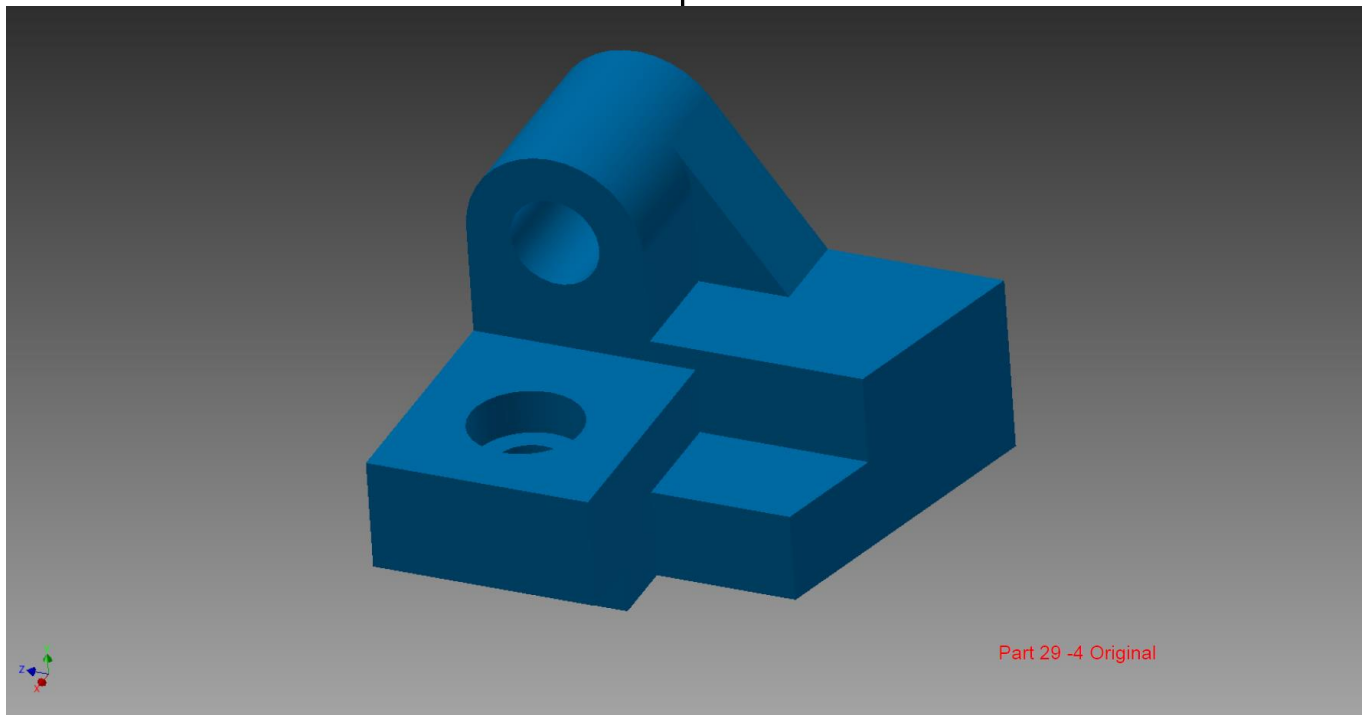
Πρωτότυπο μοντέλο 29

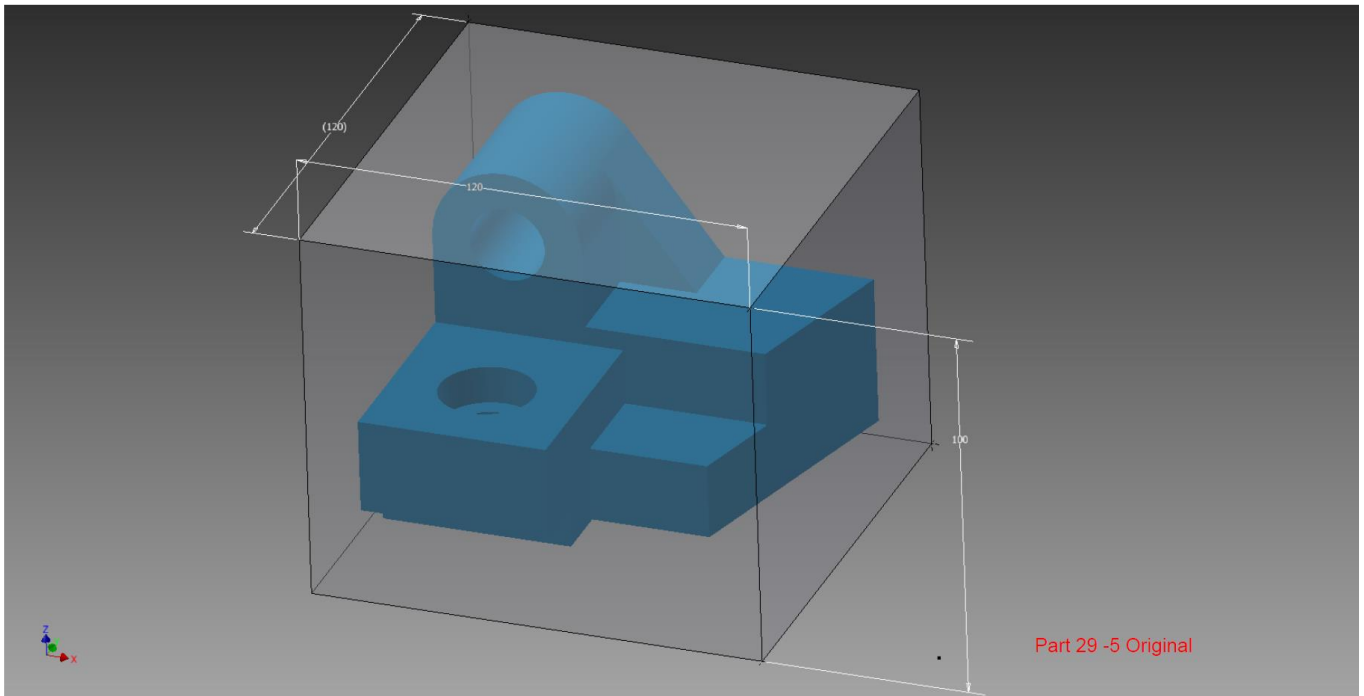


↓

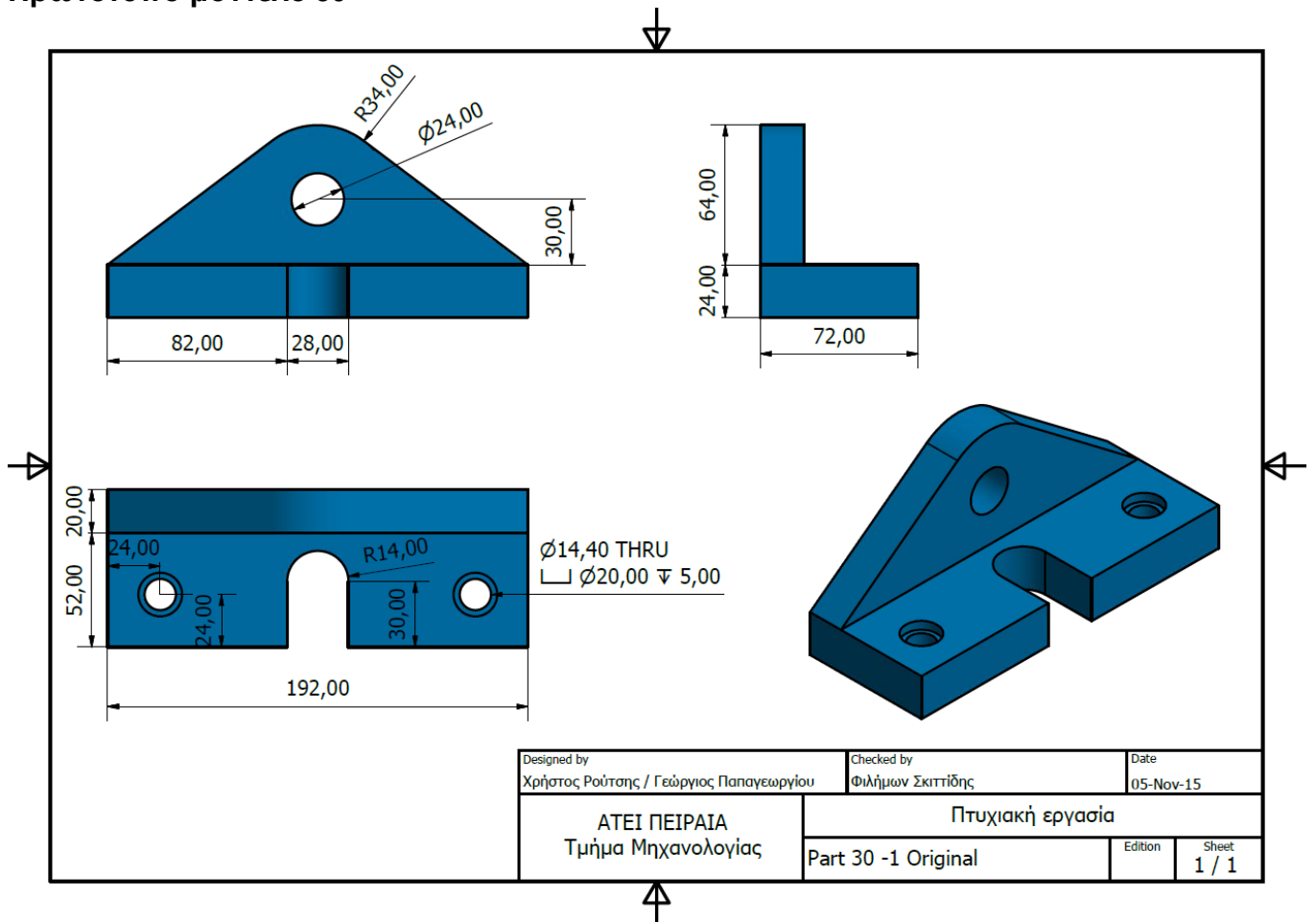
Designed by Χρήστος Ρούτσας / Γεώργιος Παπαγεωργίου	Checked by Φιλήμων Σκιττιδης	Date 05-Nov-15
ΑΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τμήμα Μηχανολογίας	Πτυχιακή εργασία	
Part 29 -3 Original	Edition	Sheet 1 / 1

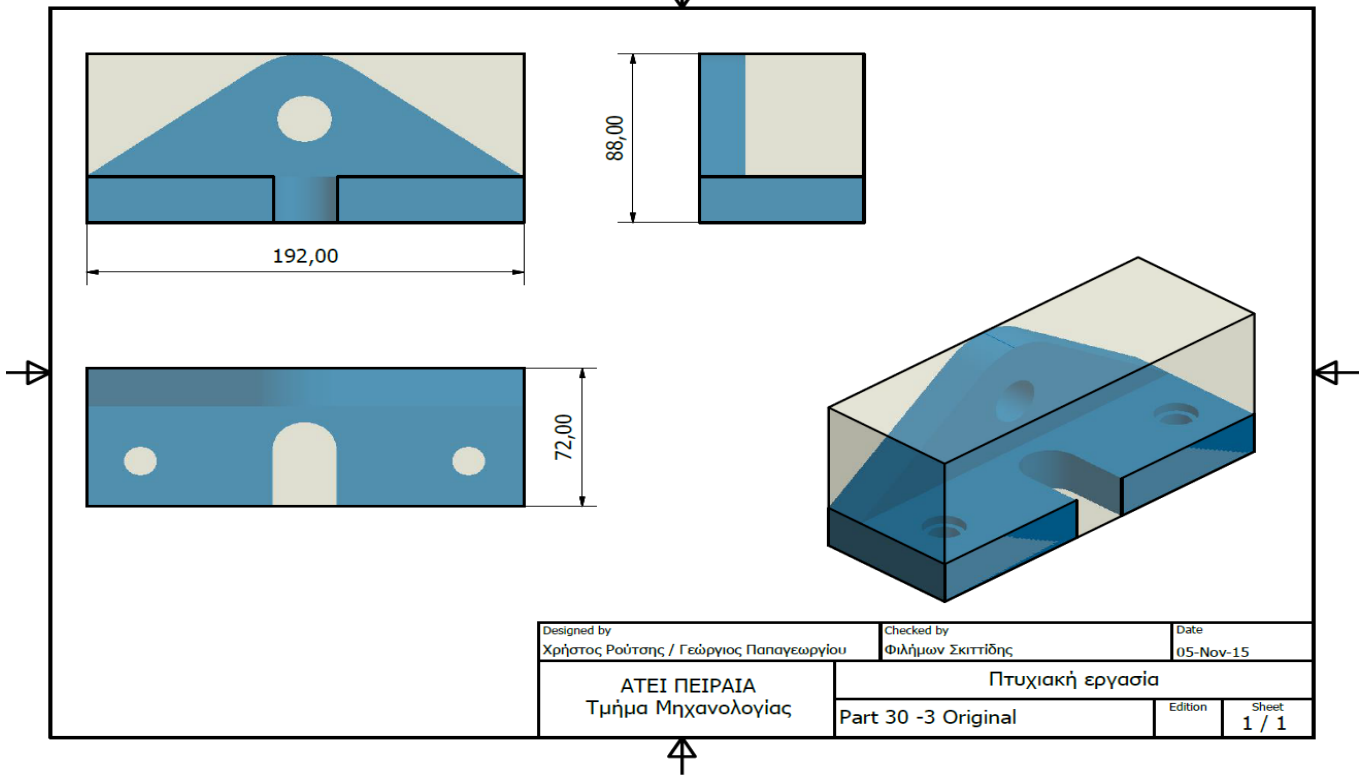
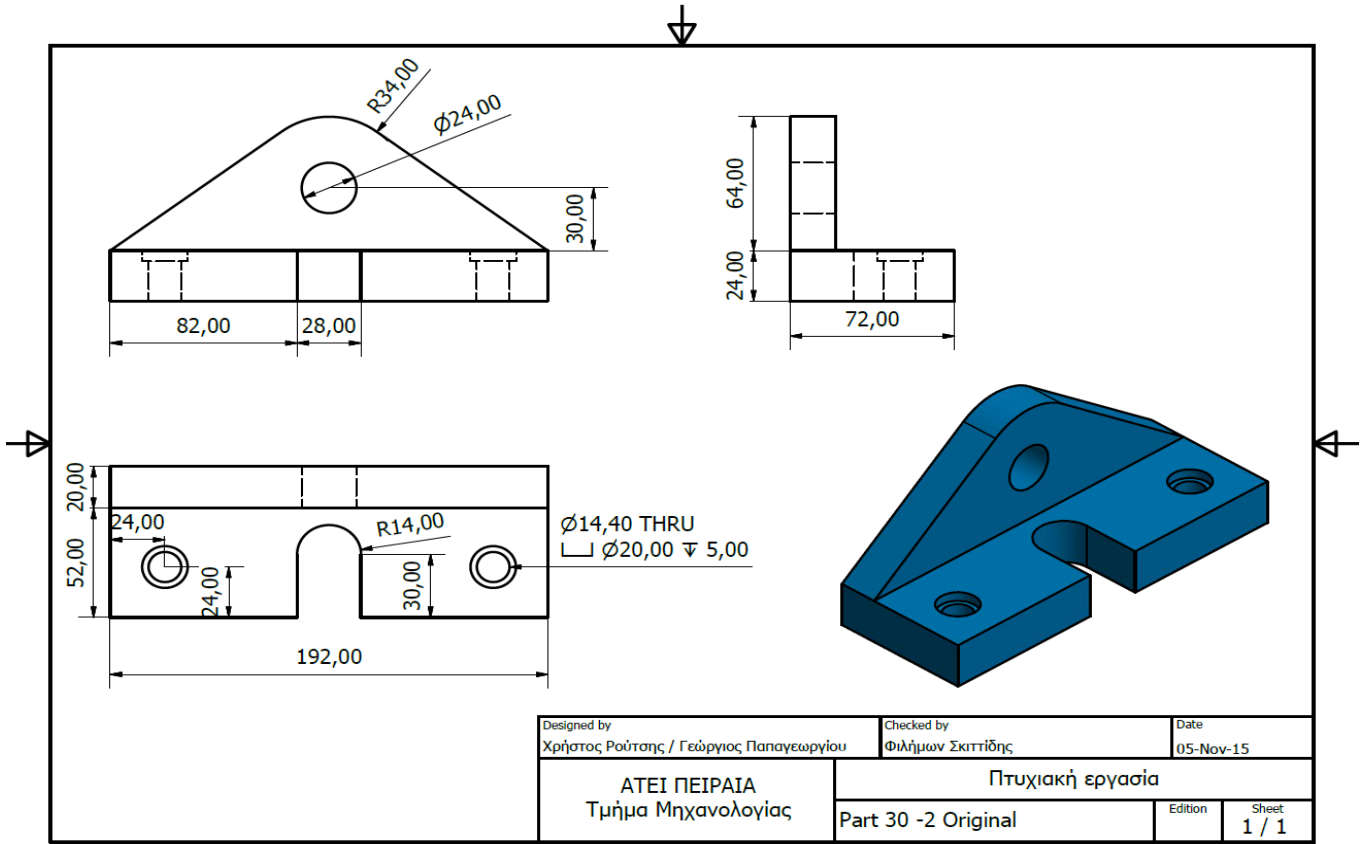
↑

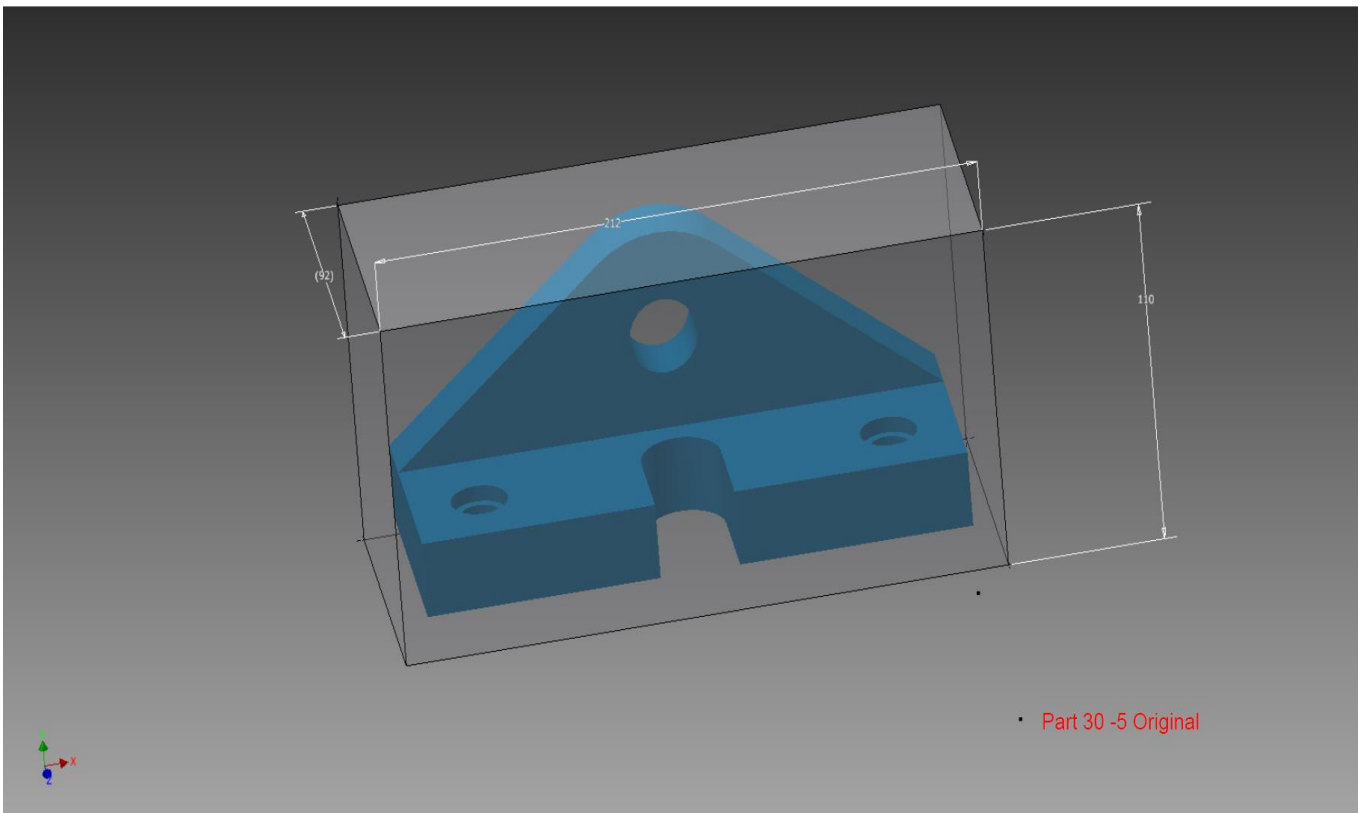
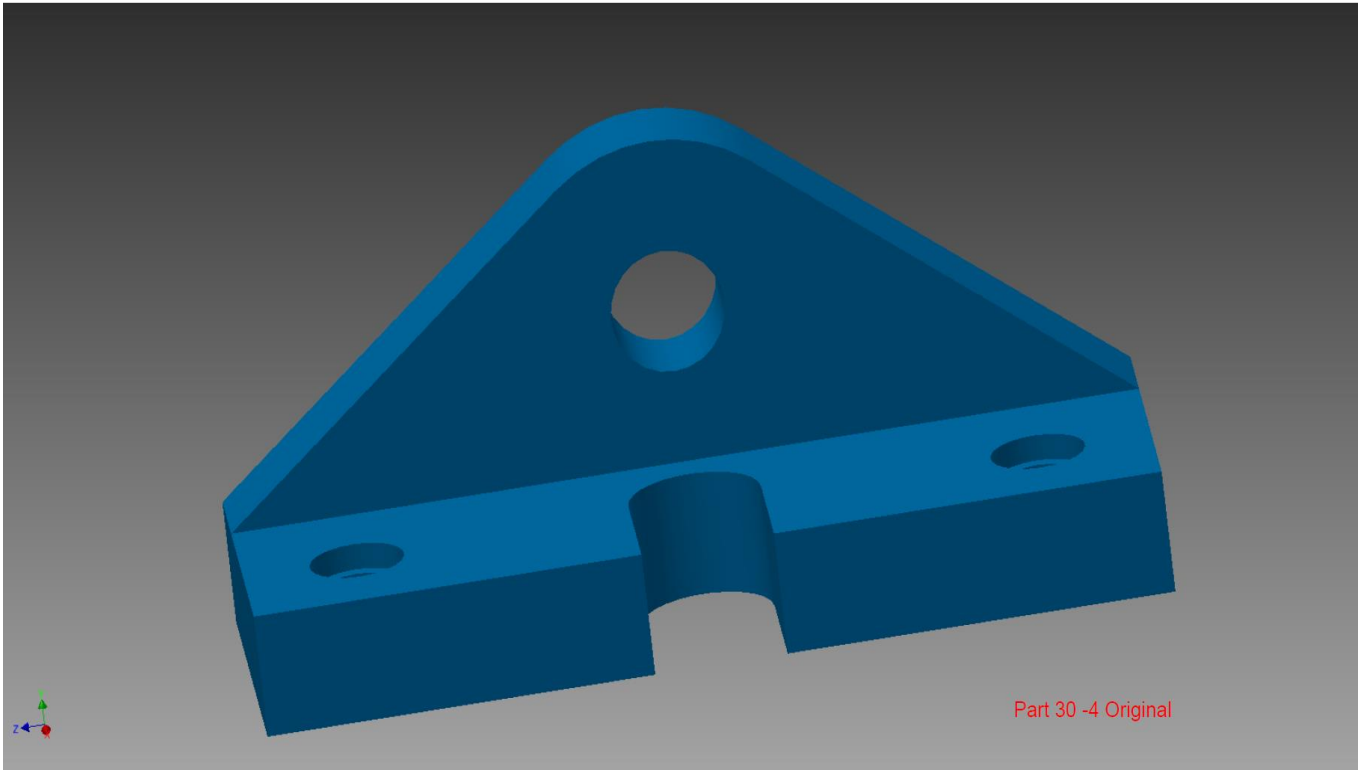




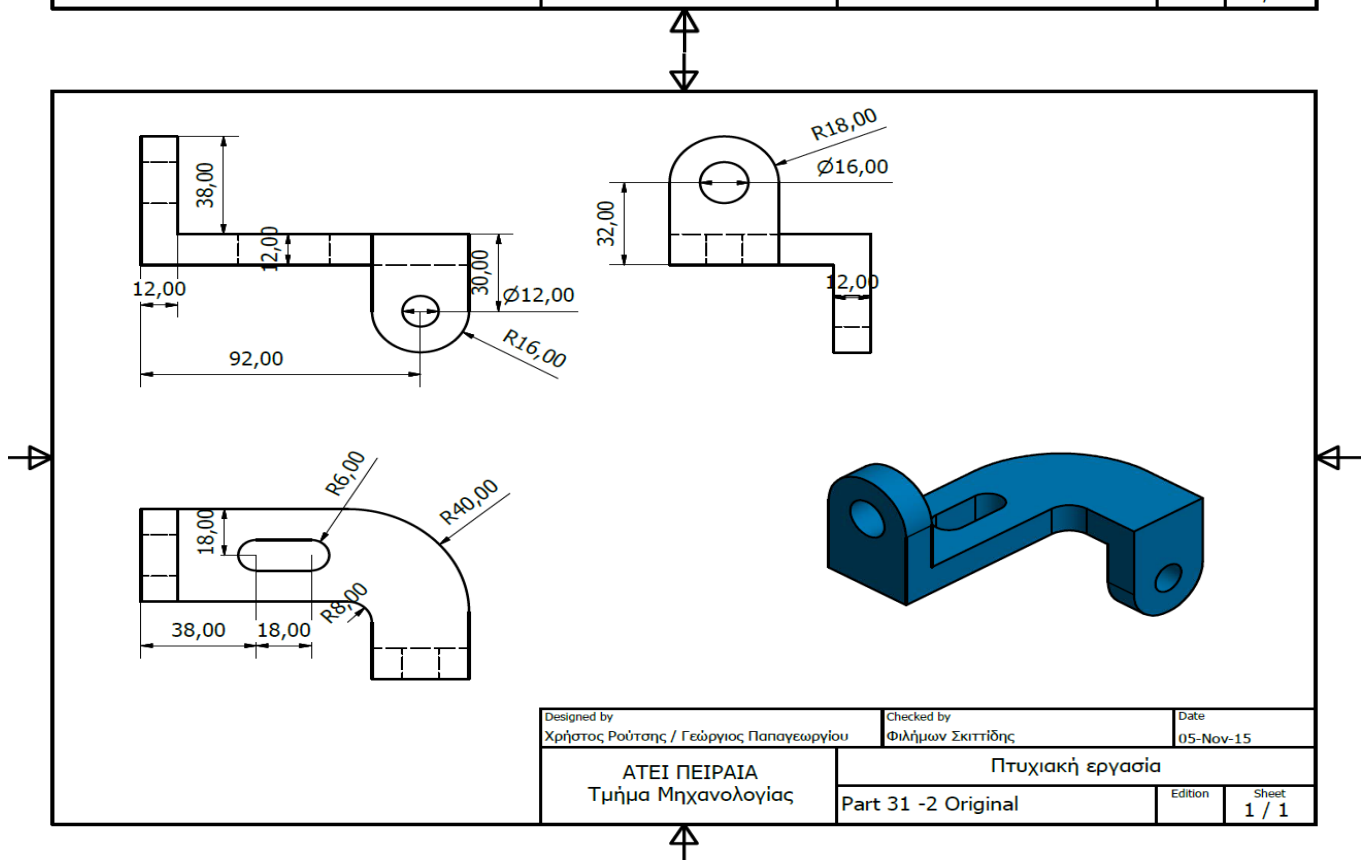
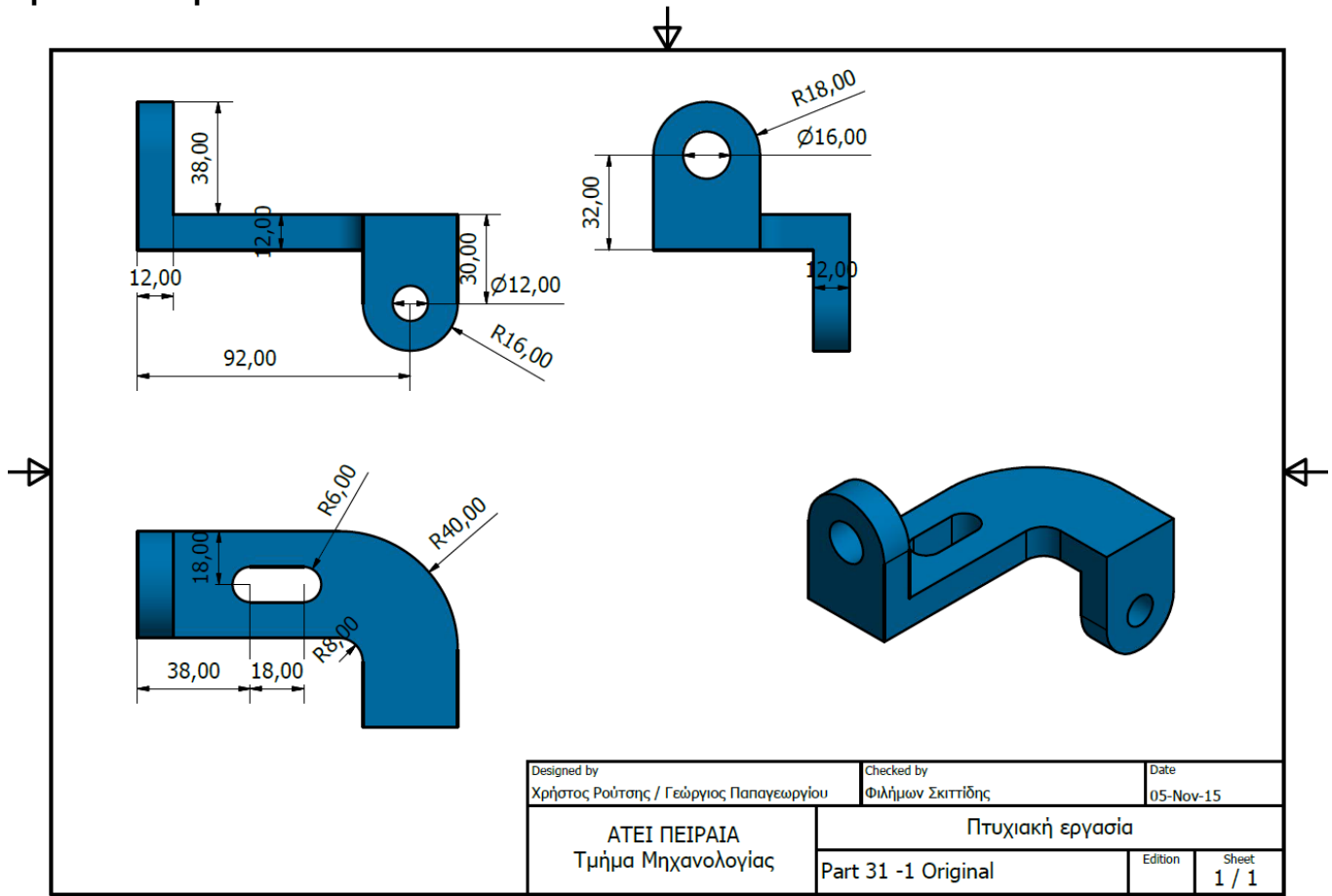
Πρωτότυπο μοντέλο 30

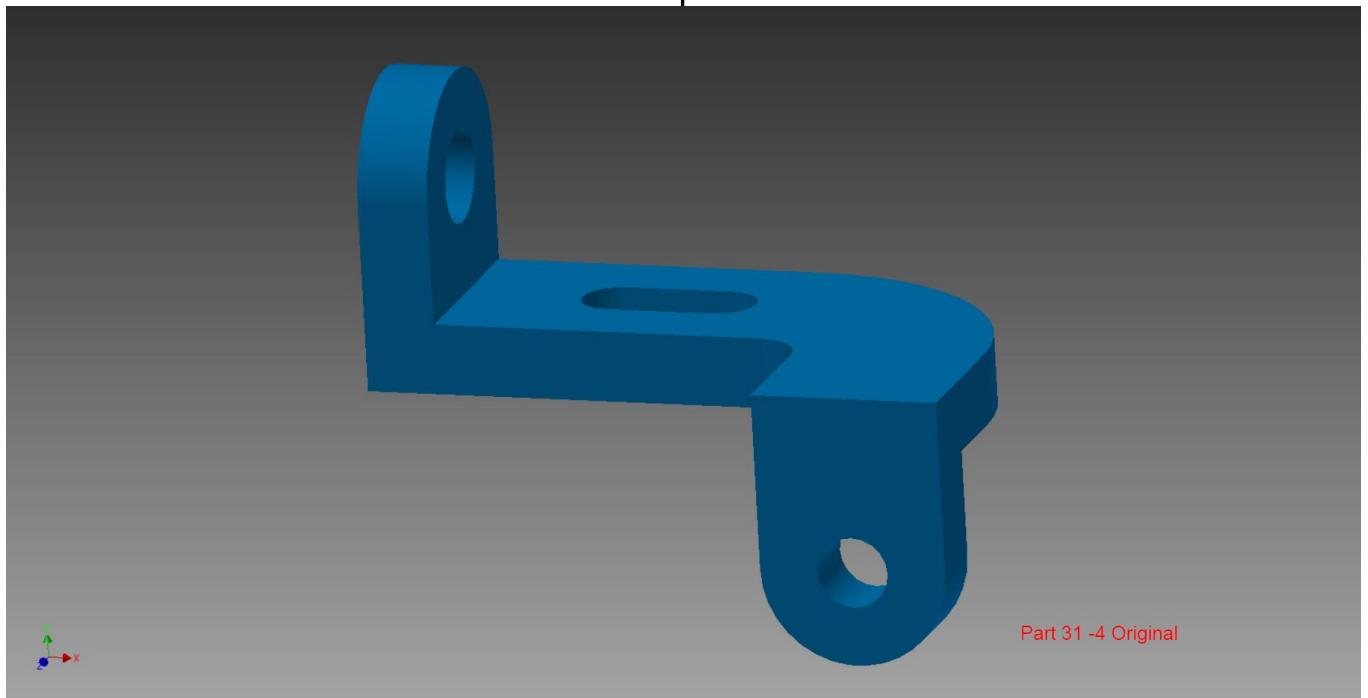
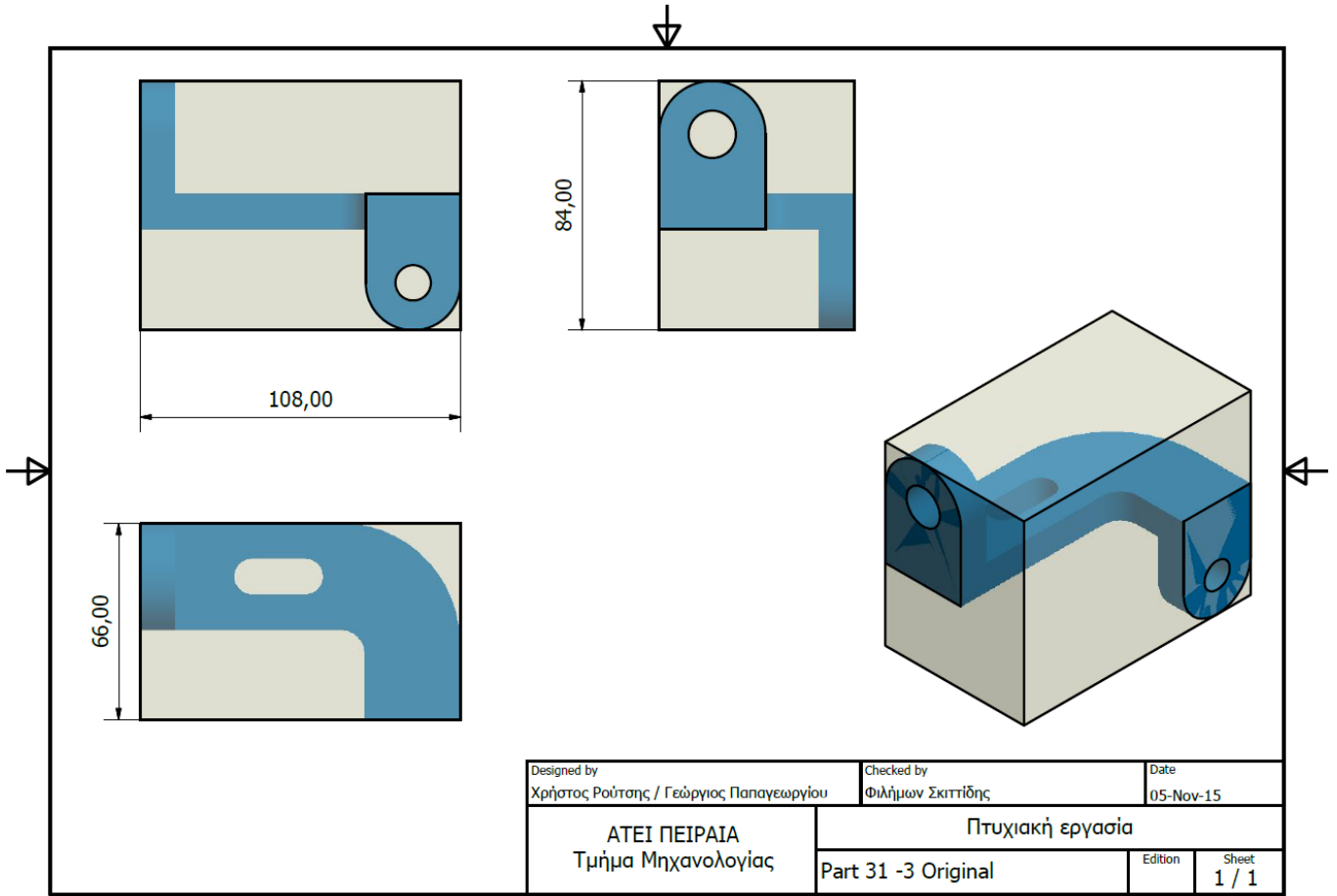


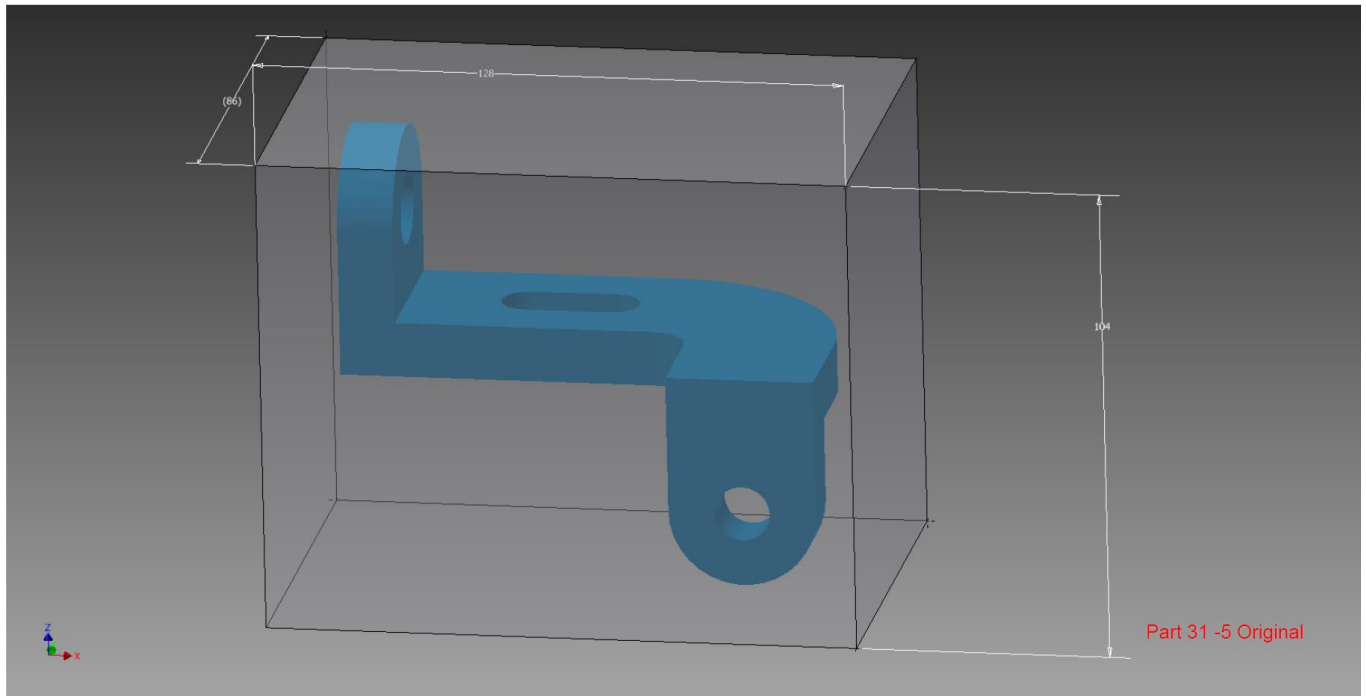




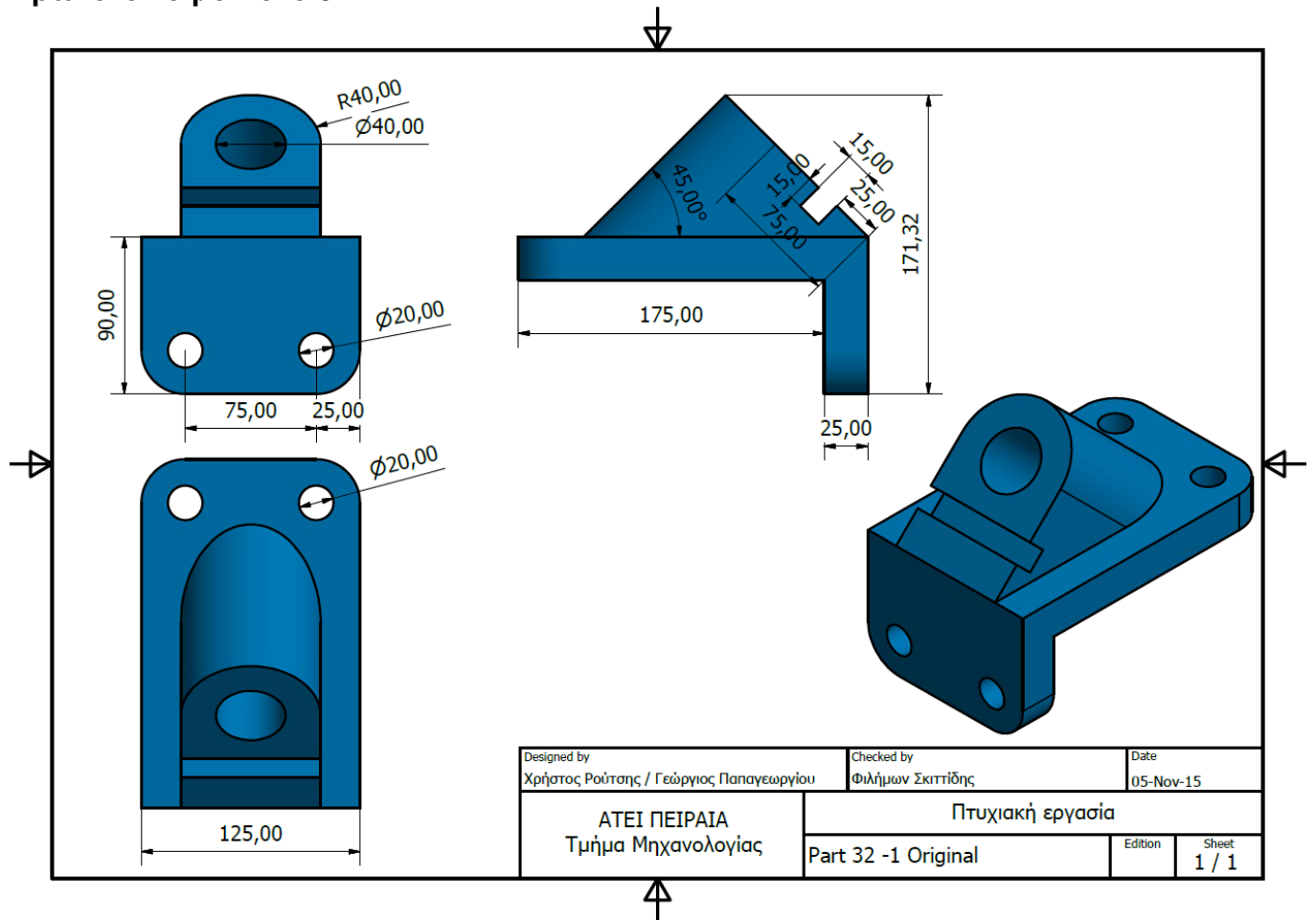
Πρωτότυπο μοντέλο 31

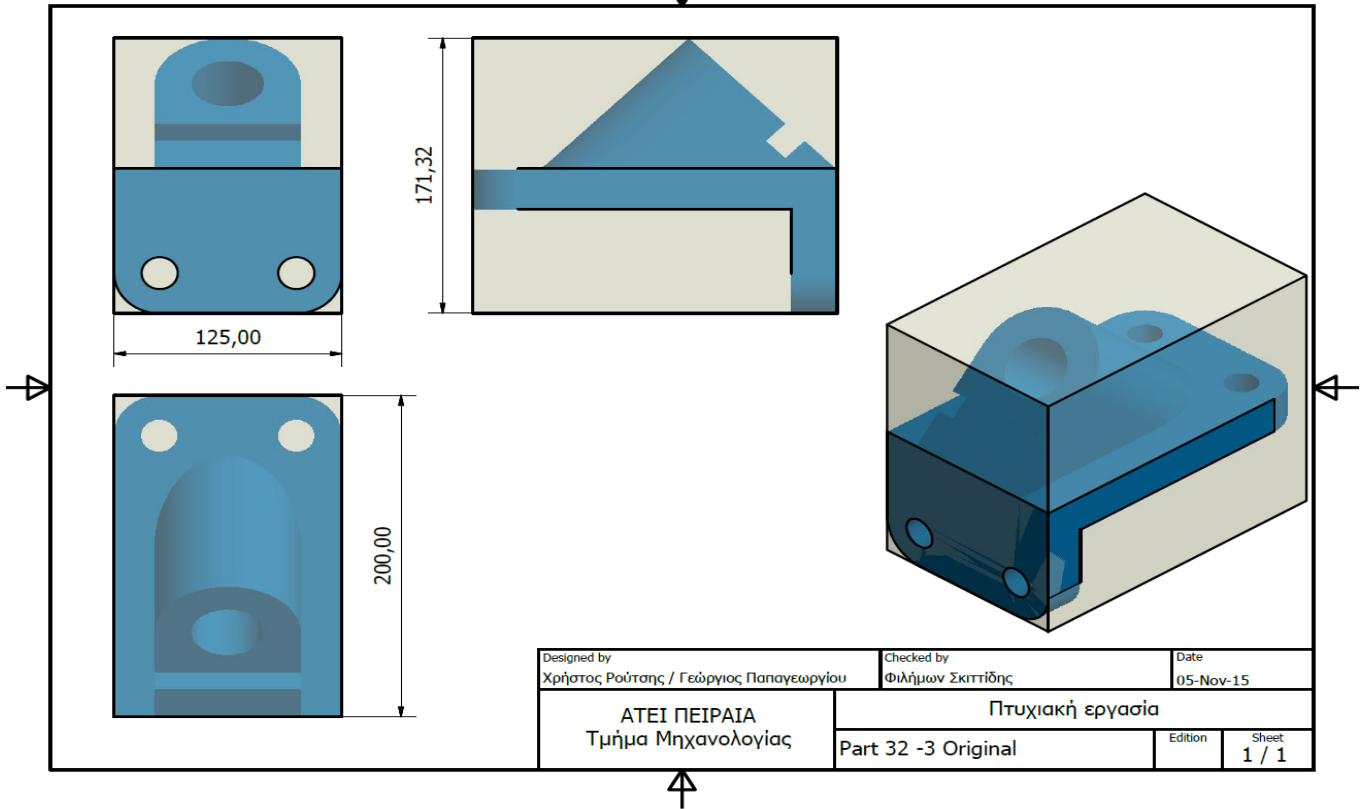
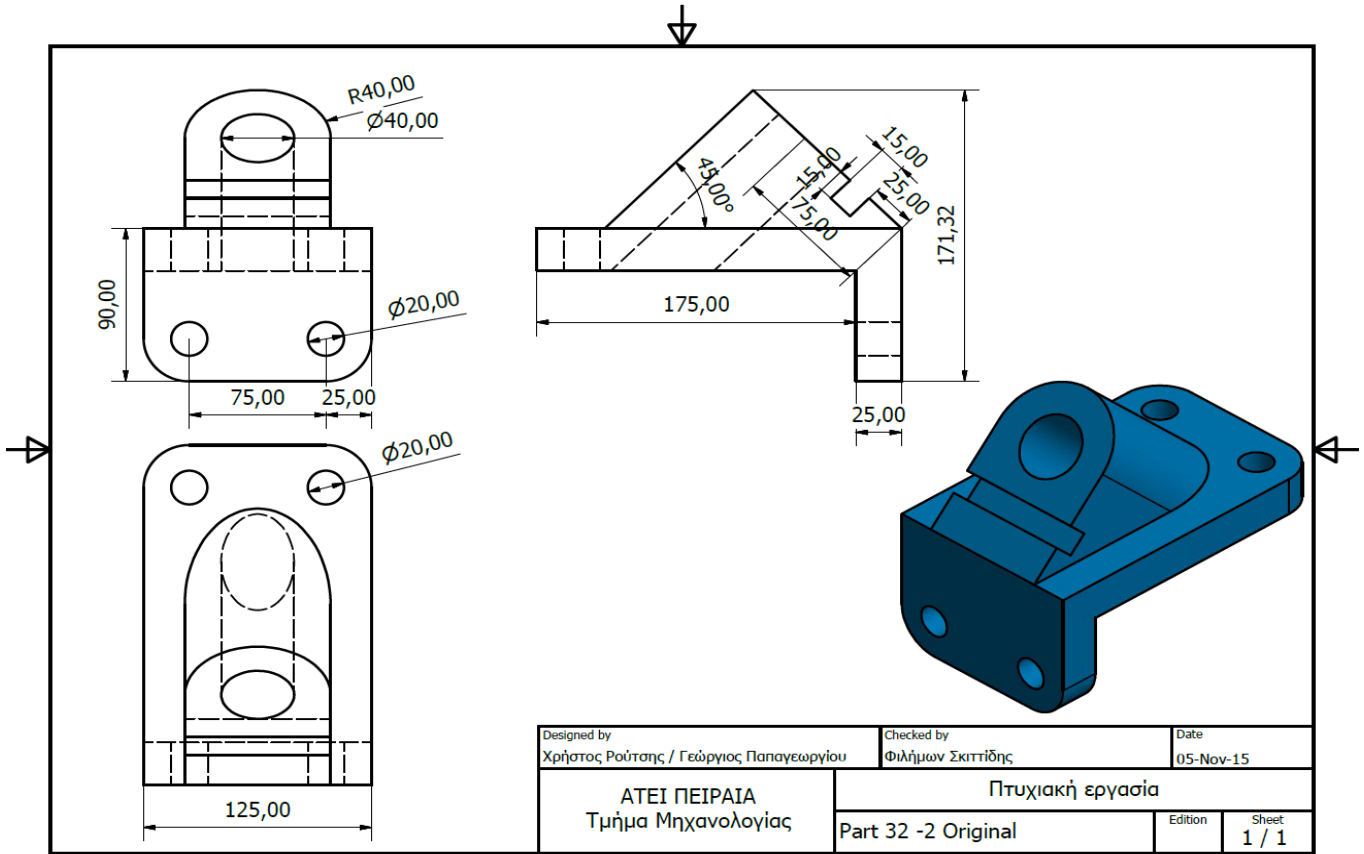


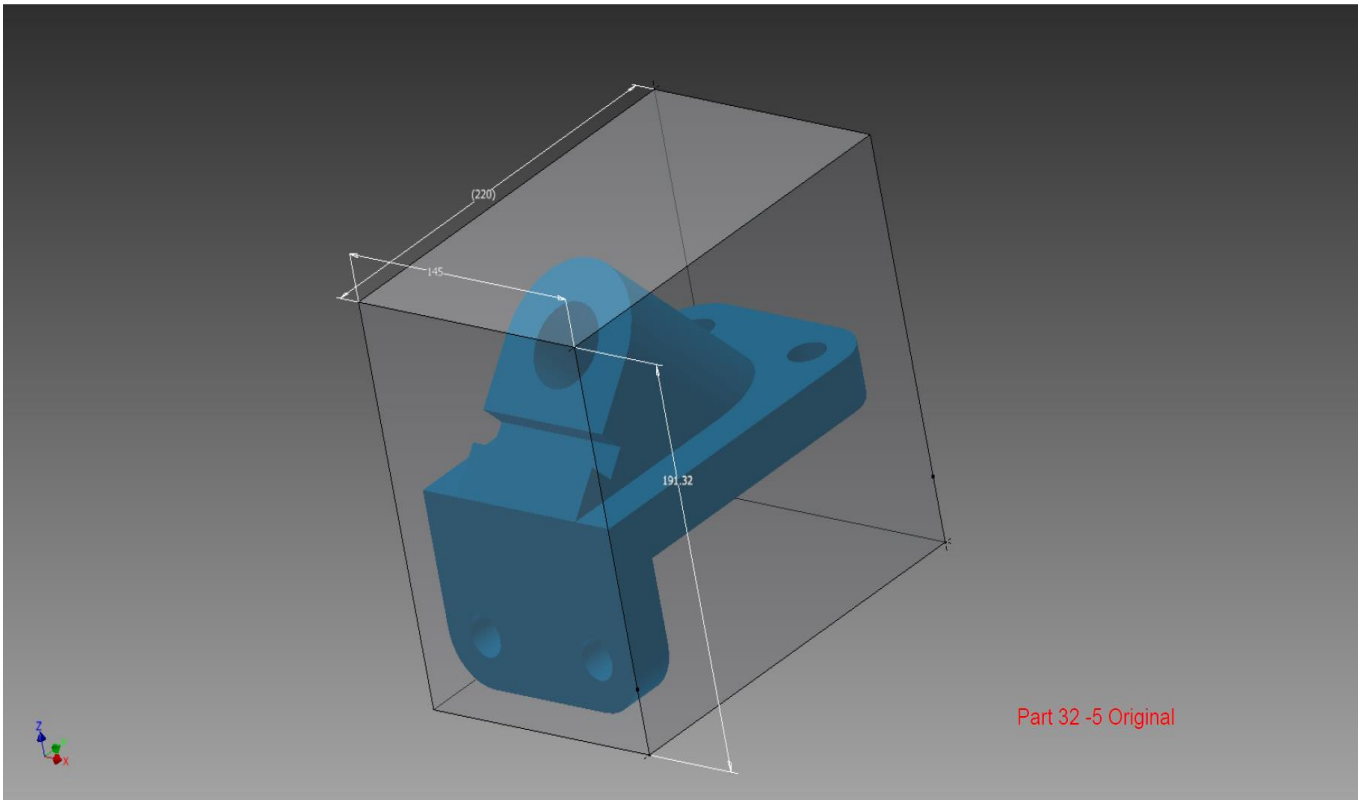
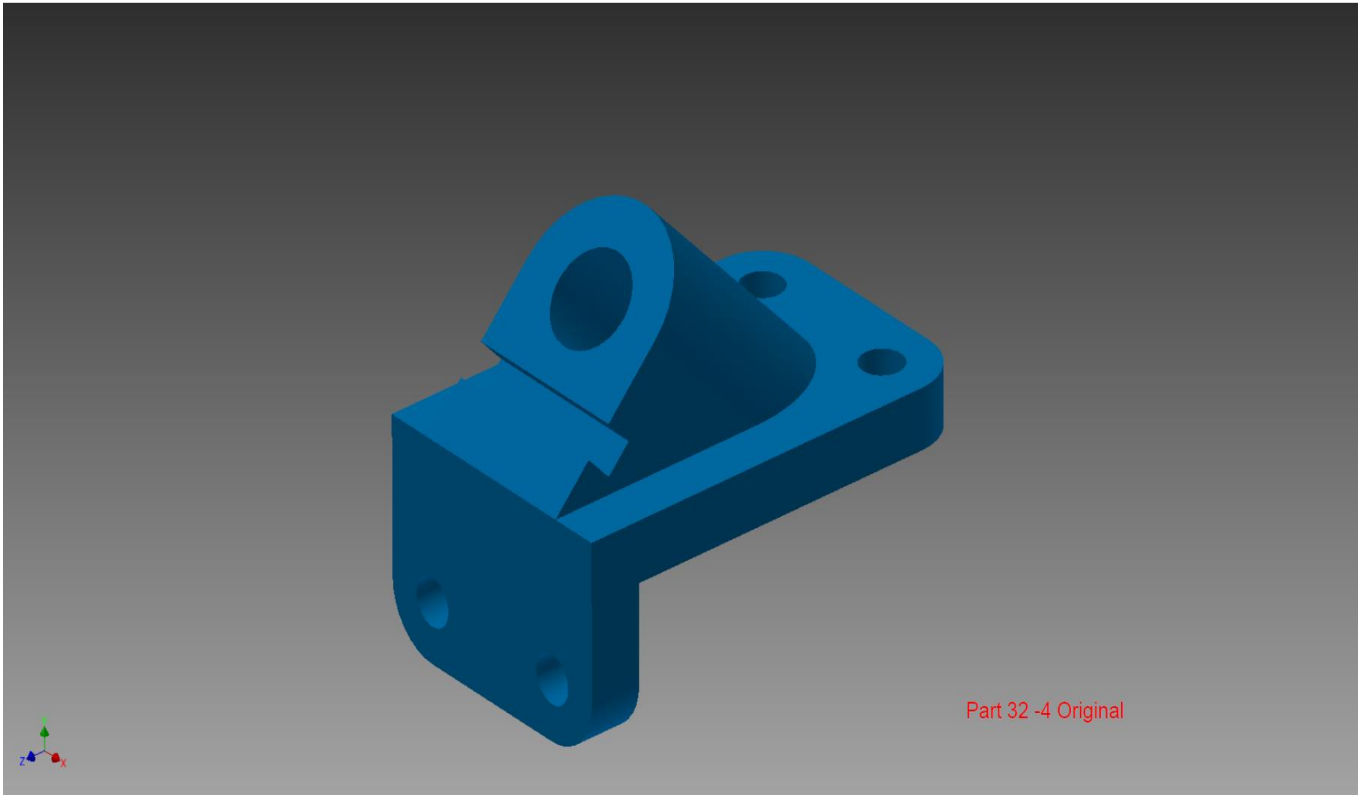




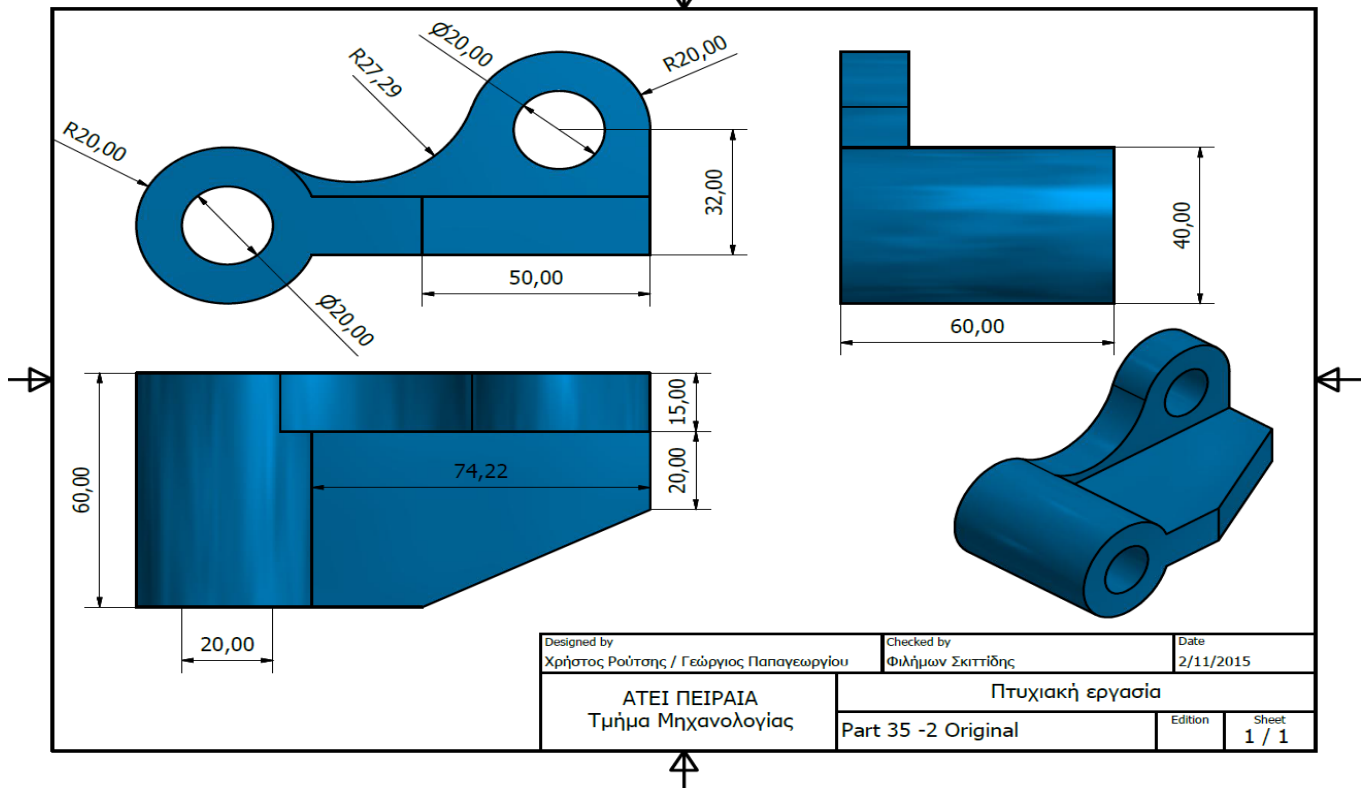
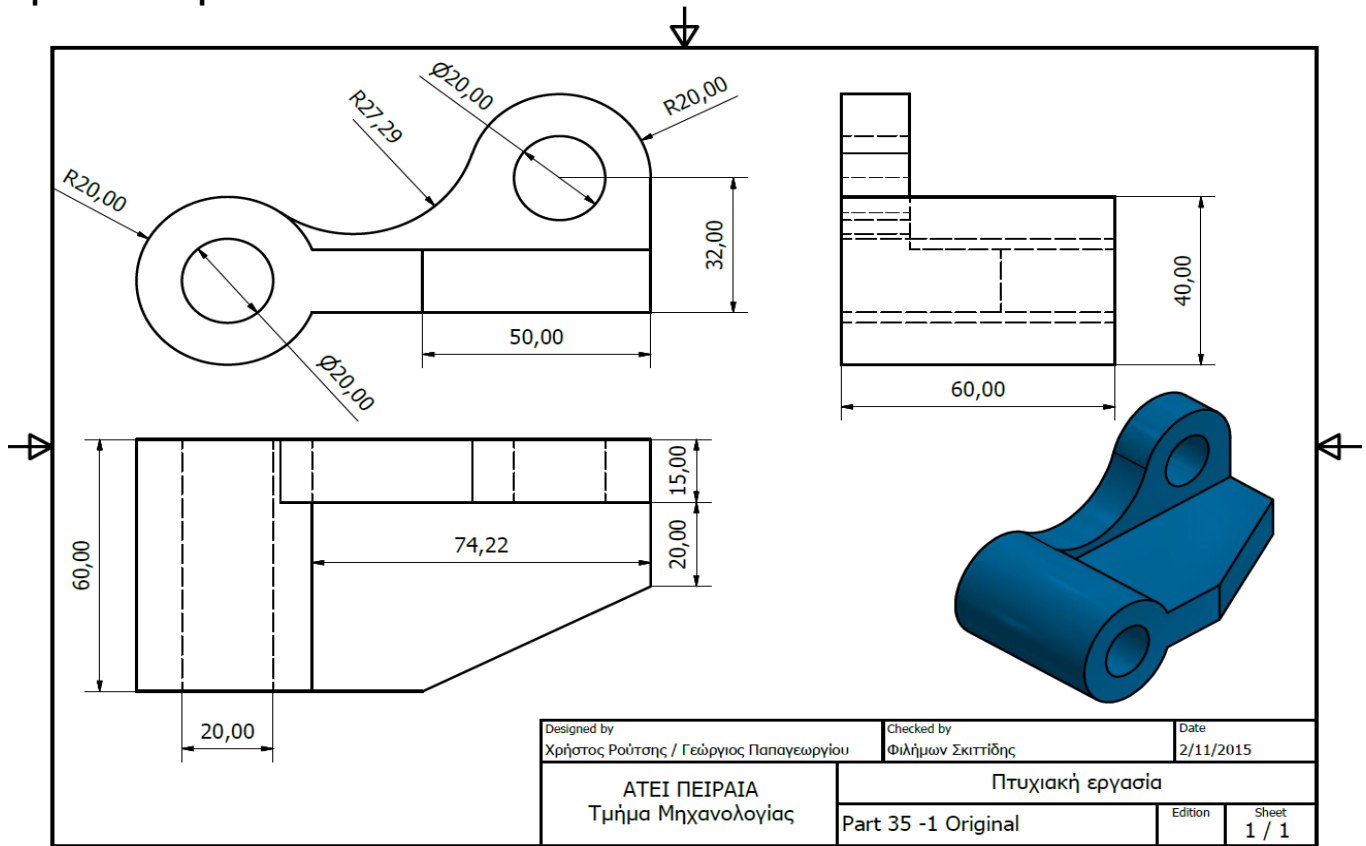
Πρωτότυπο μοντέλο 32

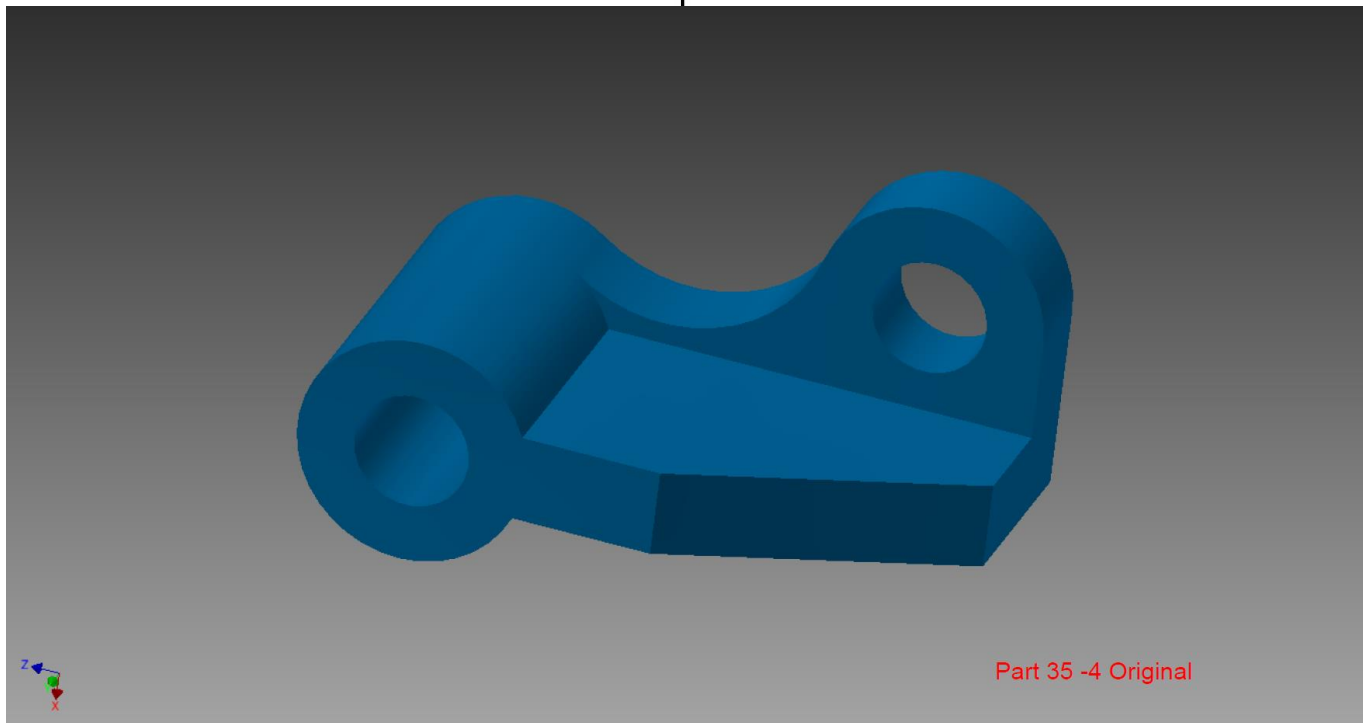
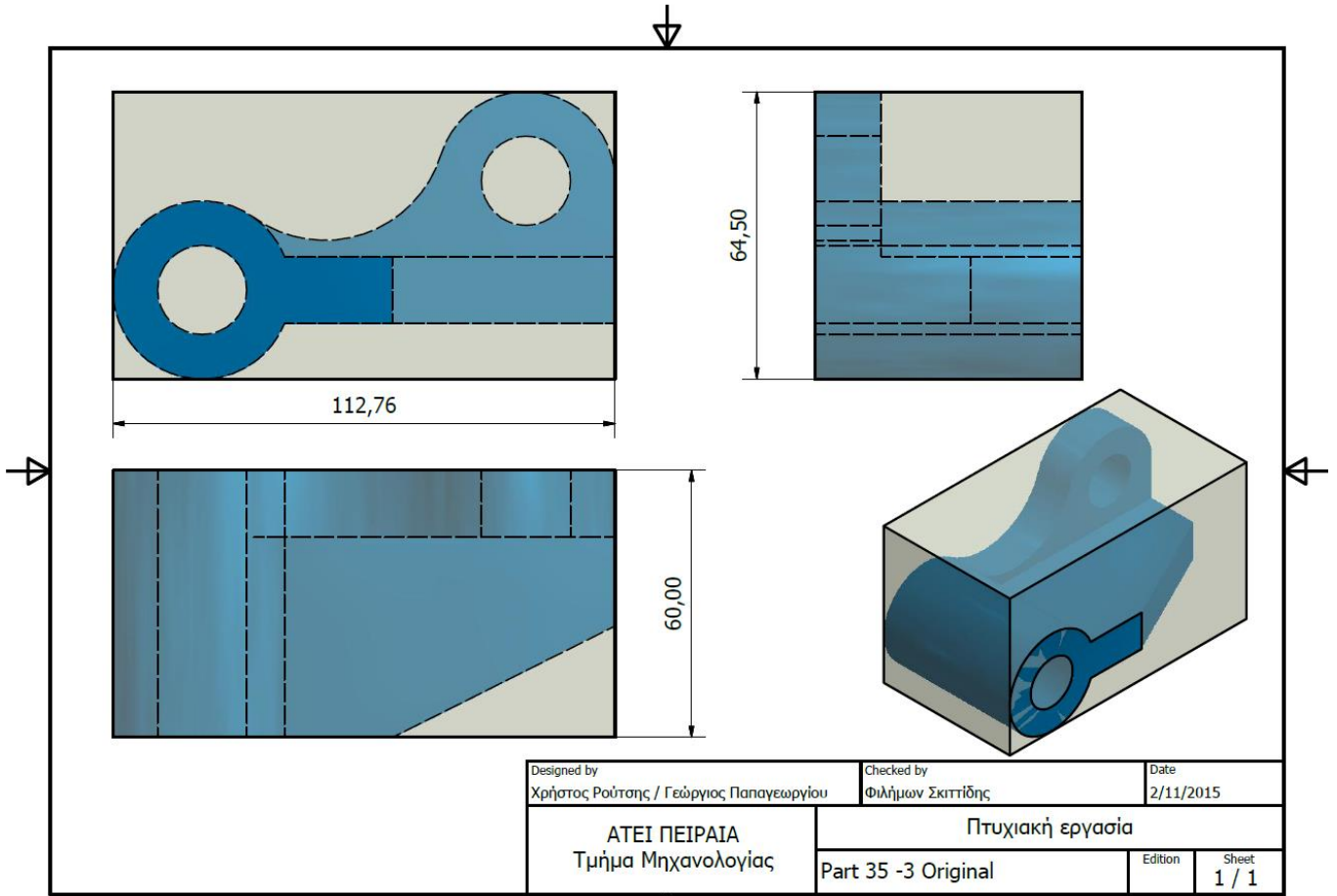


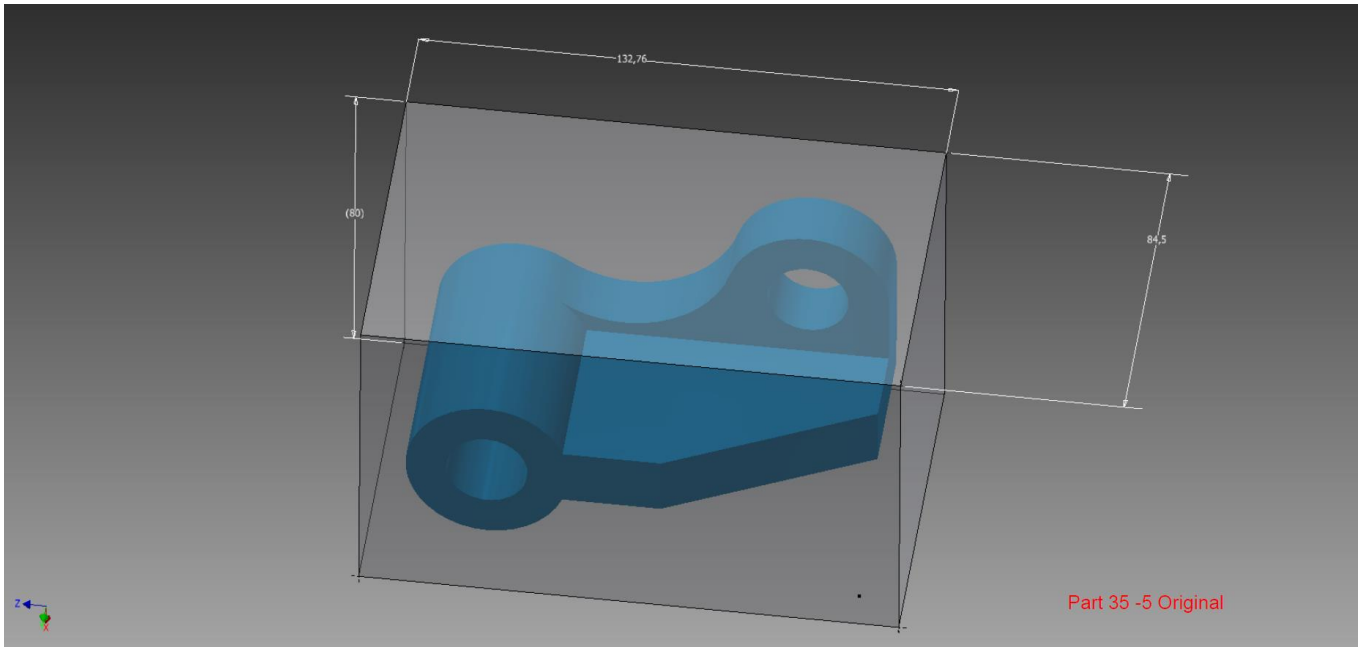




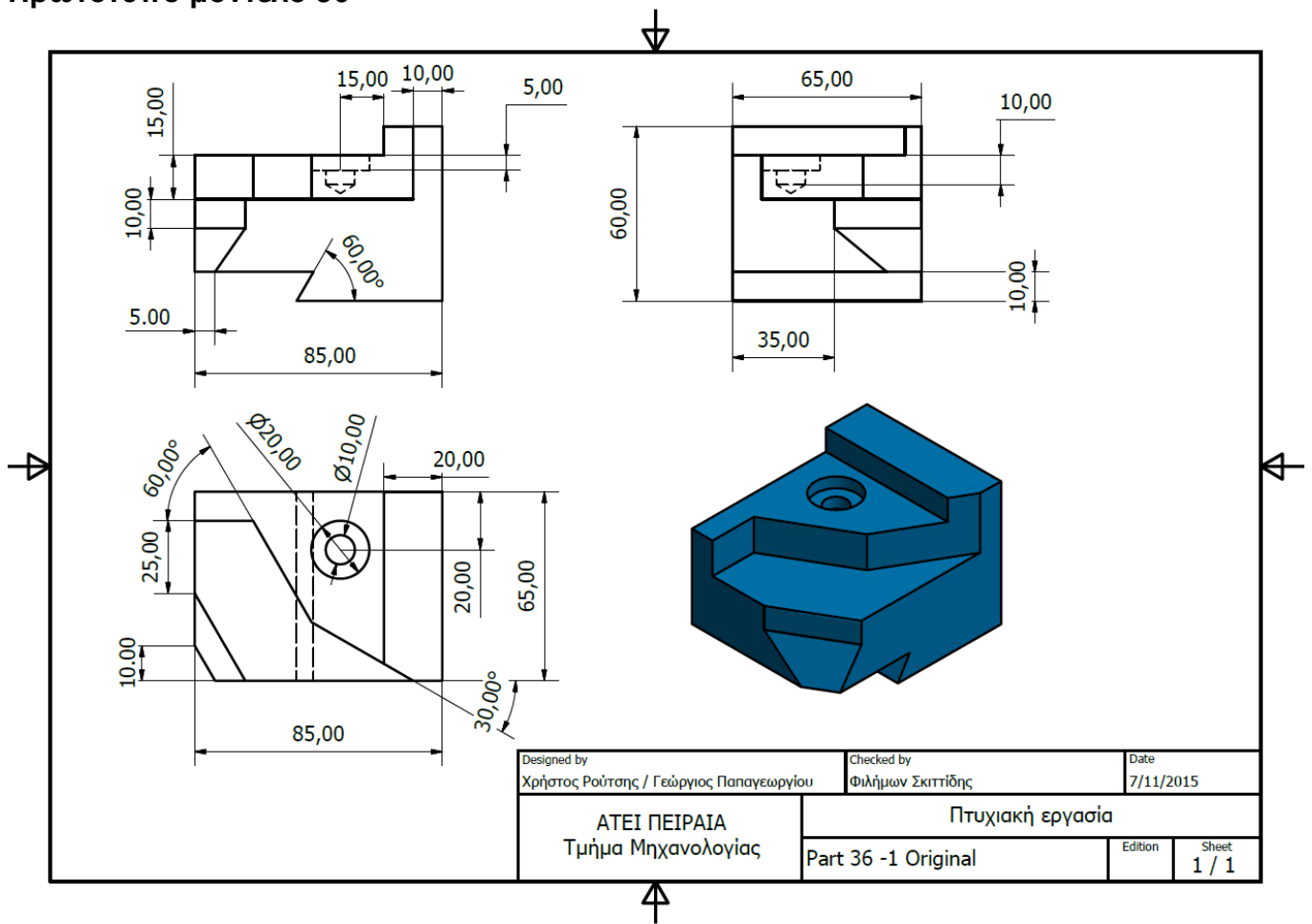
Πρωτότυπο μοντέλο 35

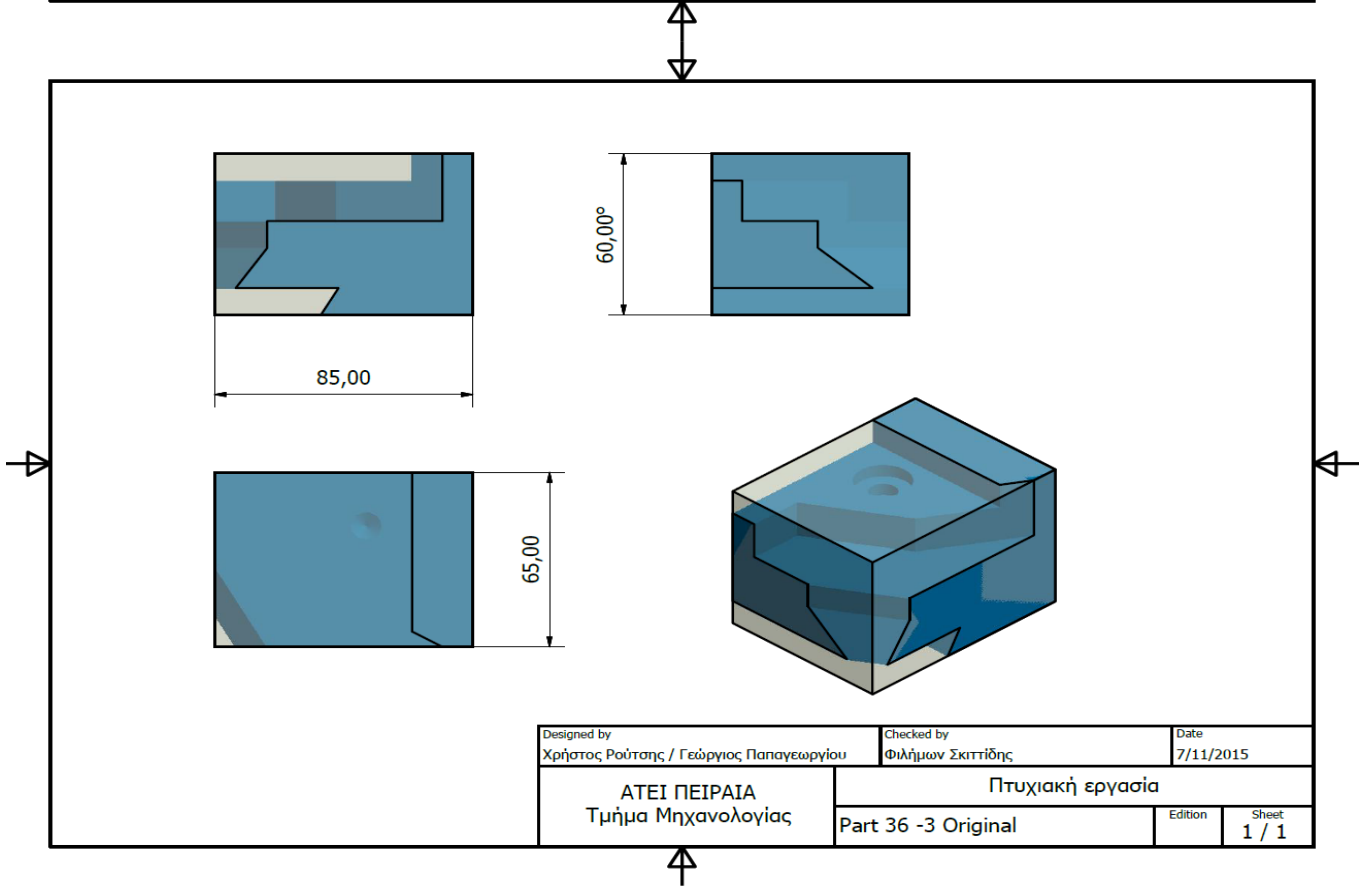
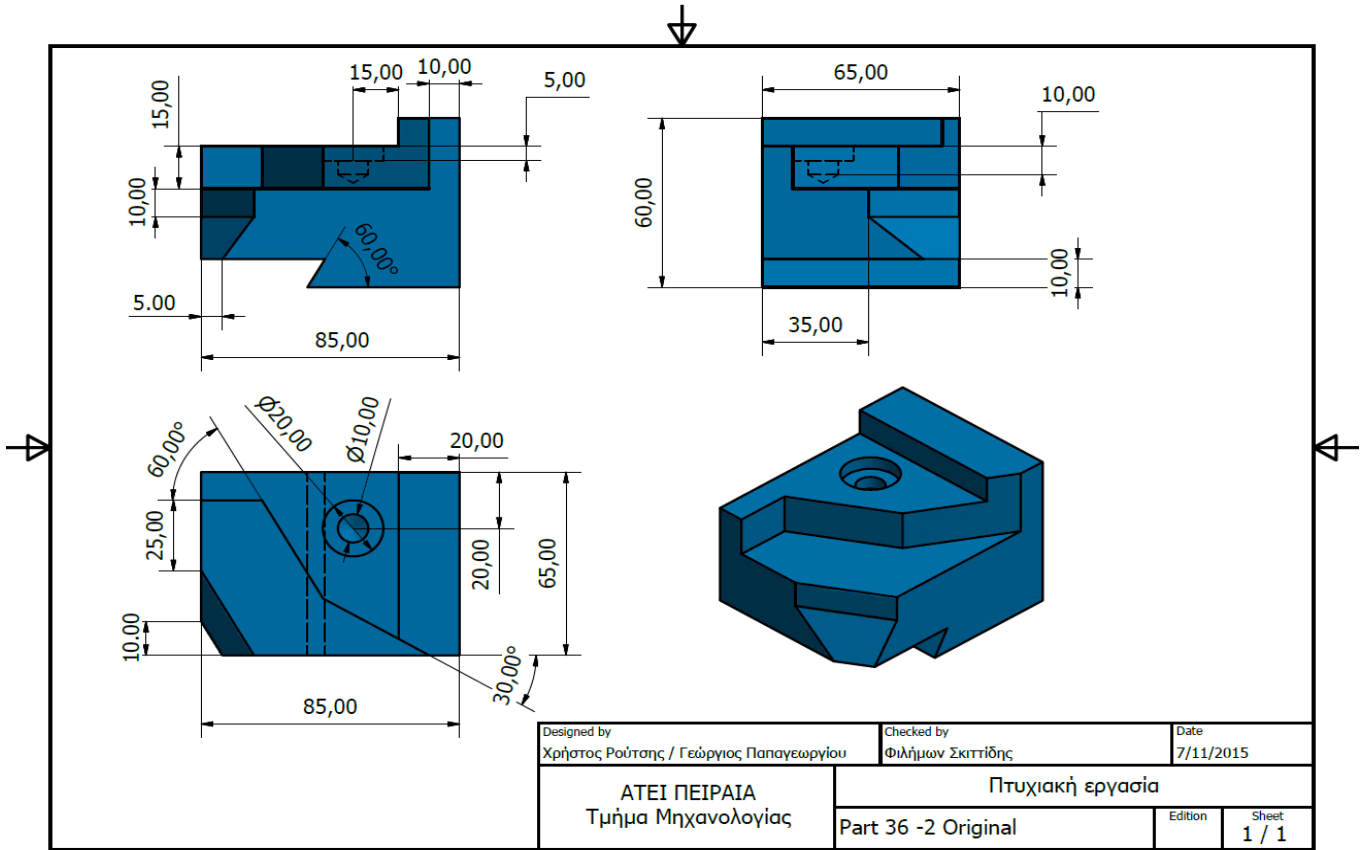


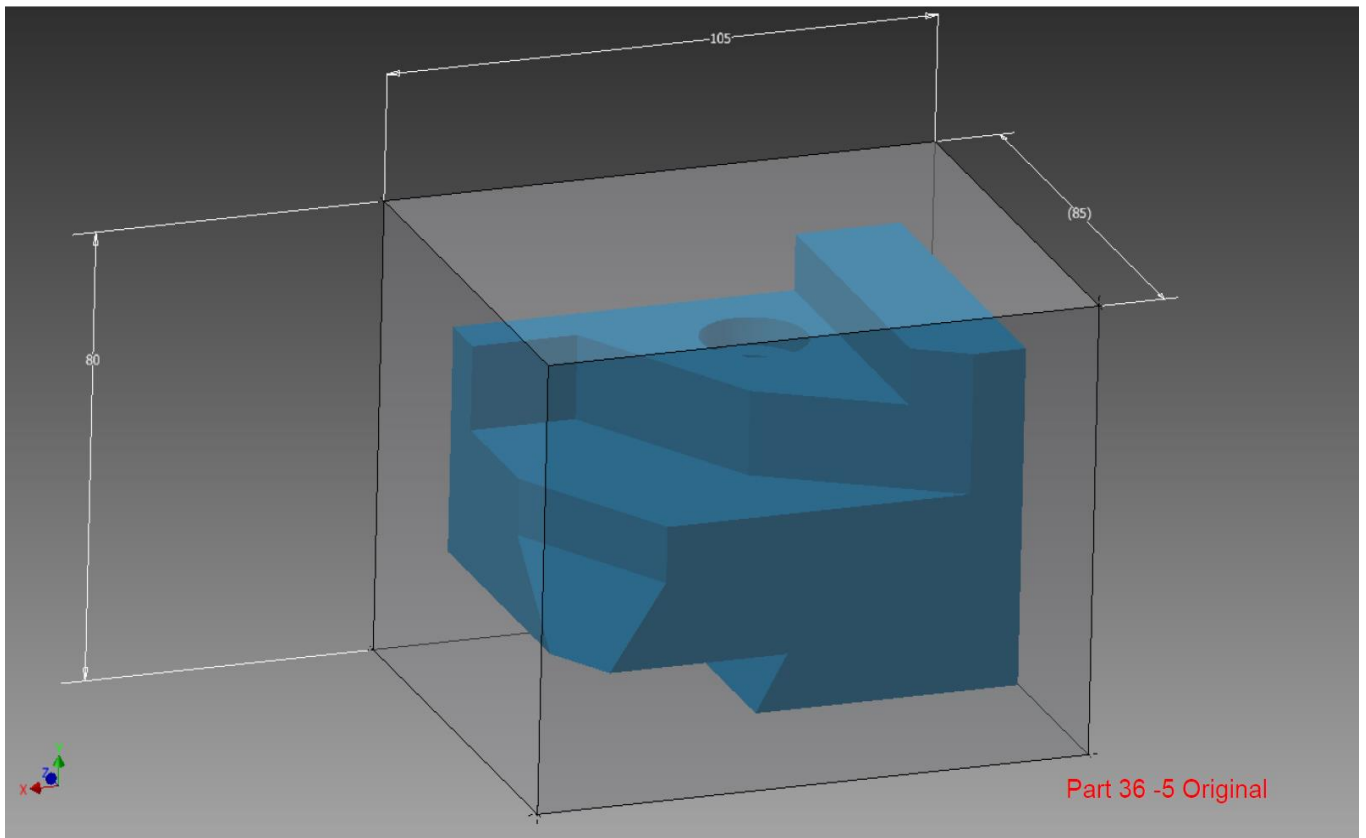
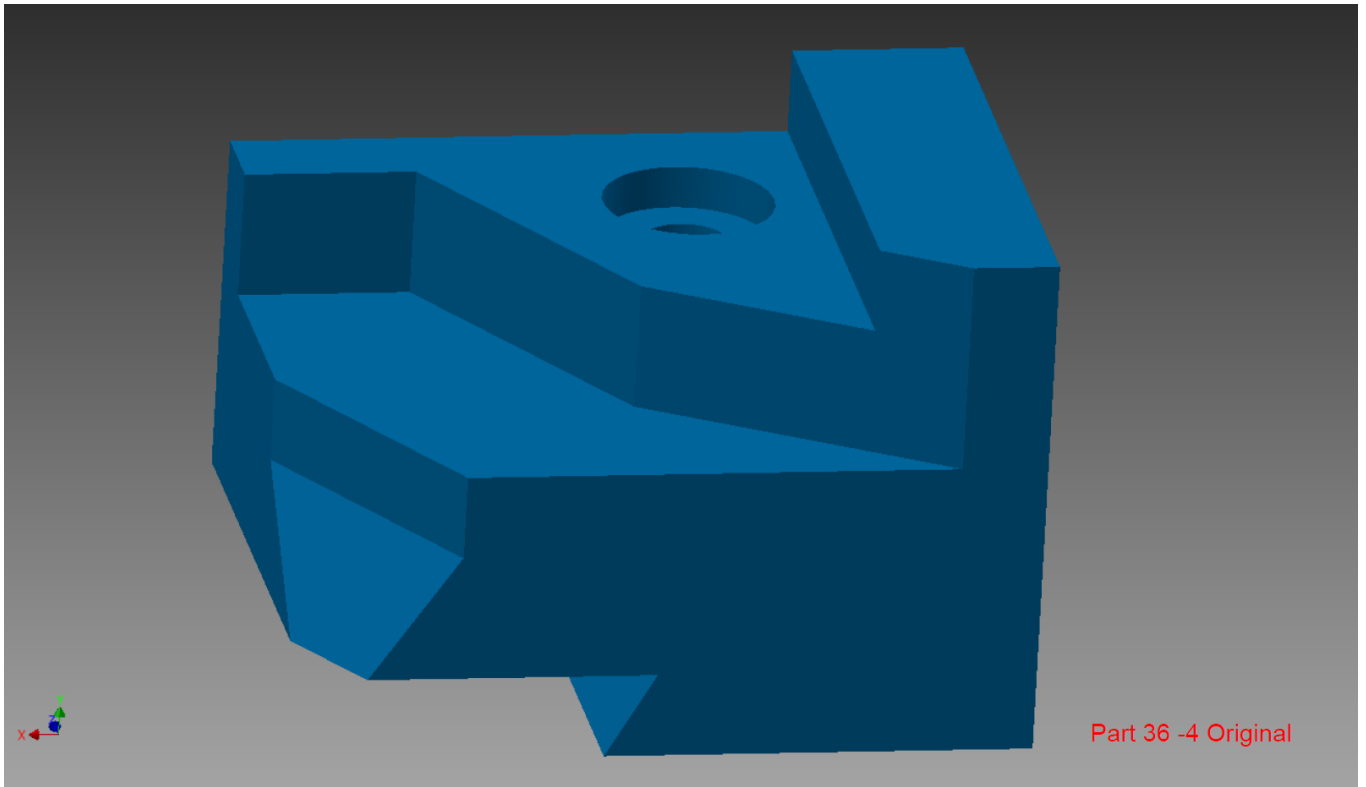




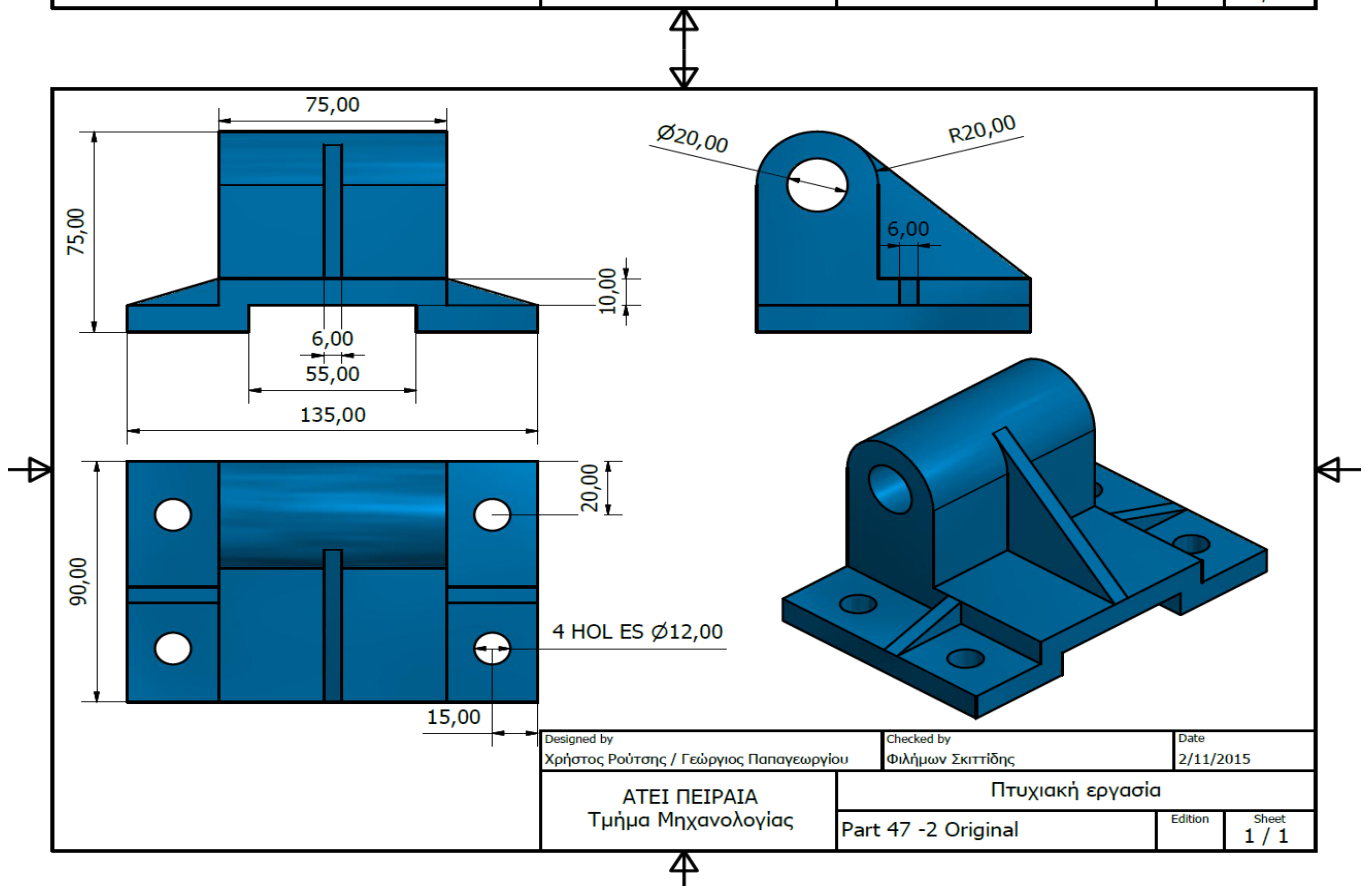
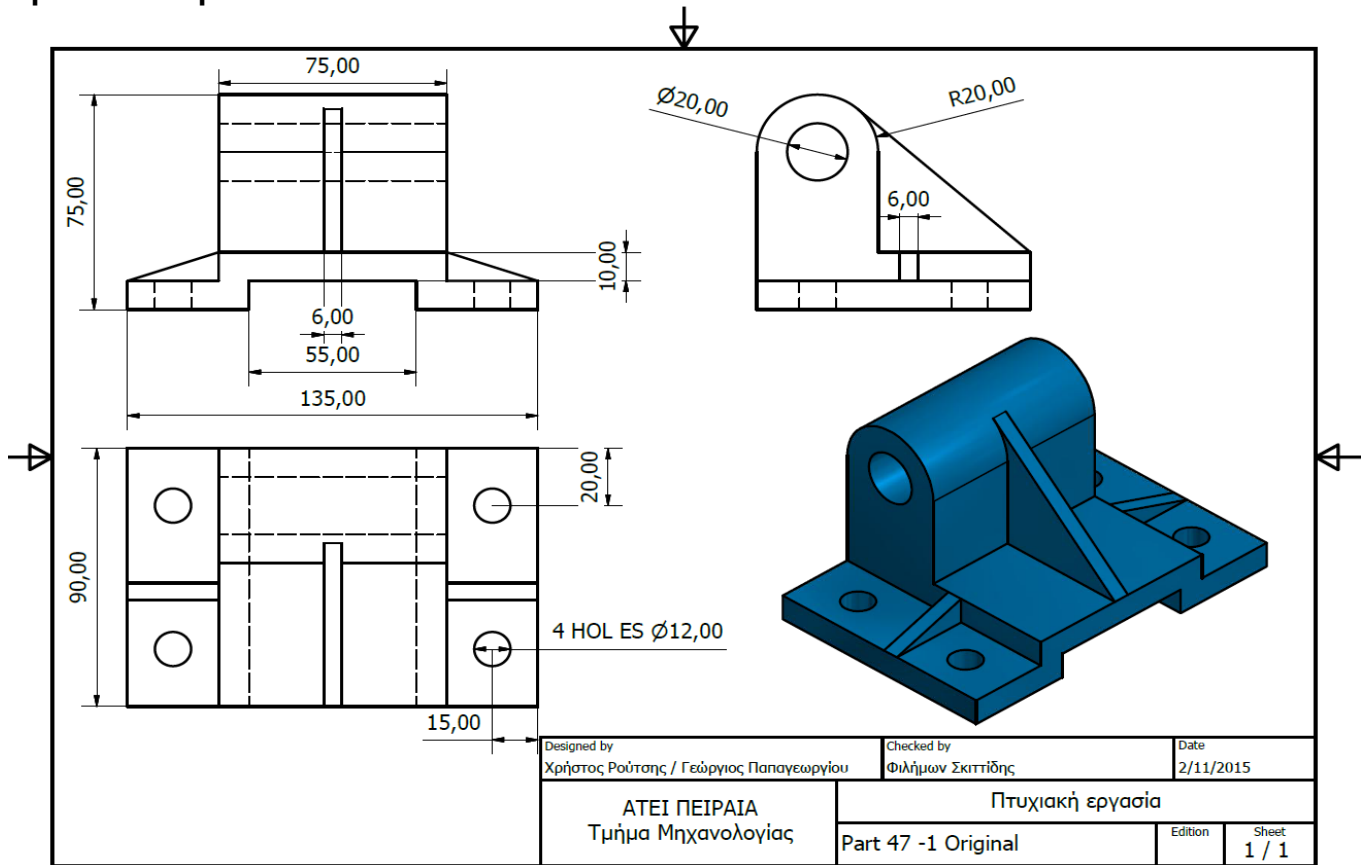
Πρωτότυπο μοντέλο 36

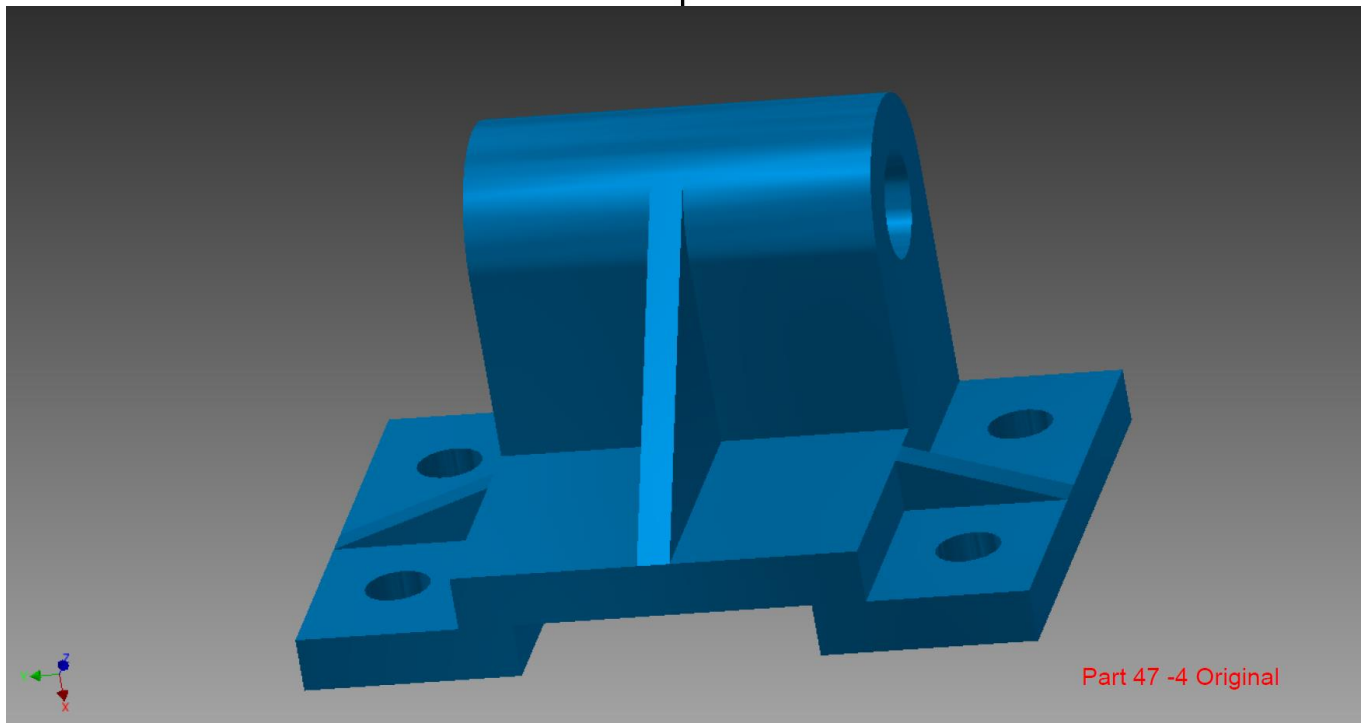
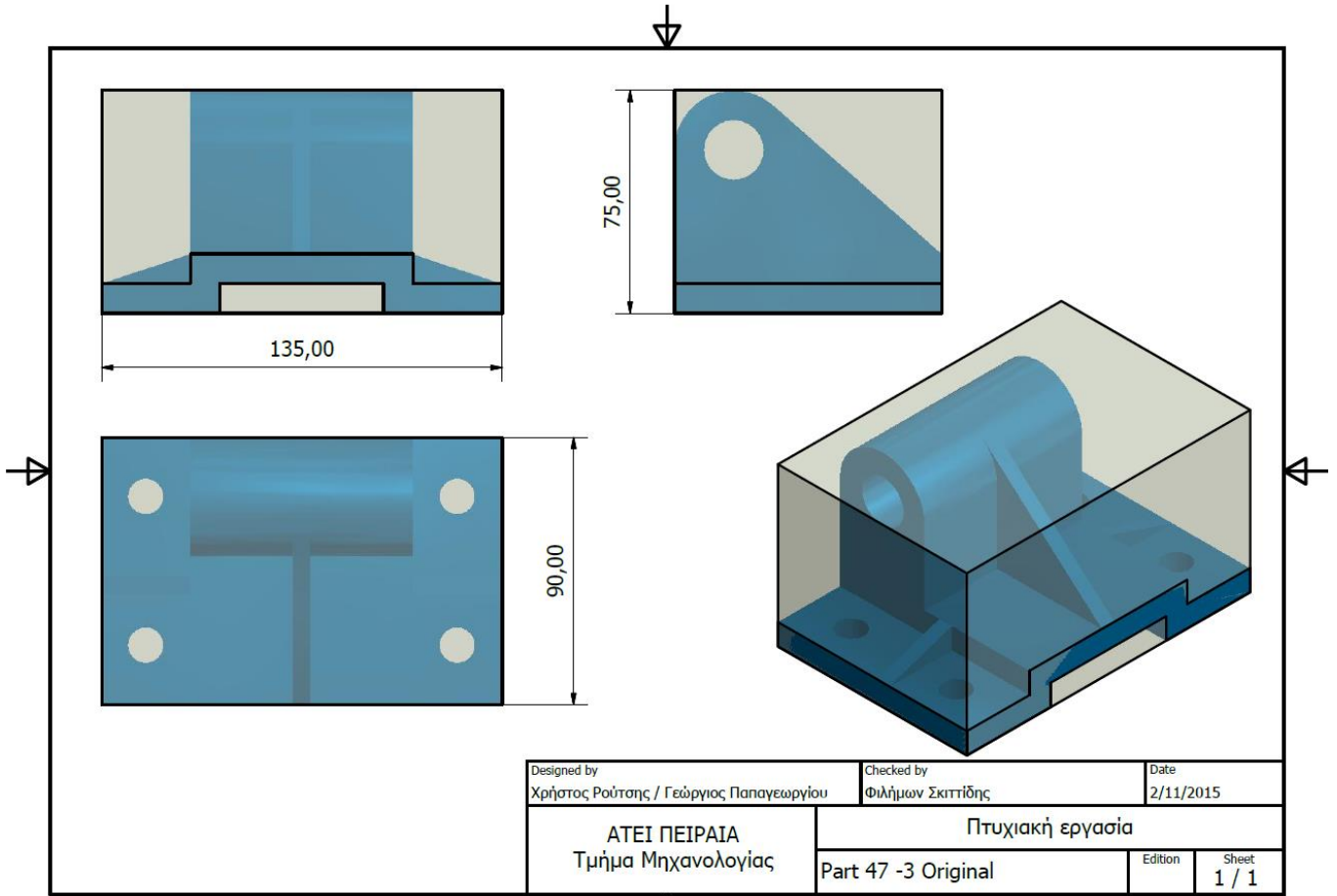


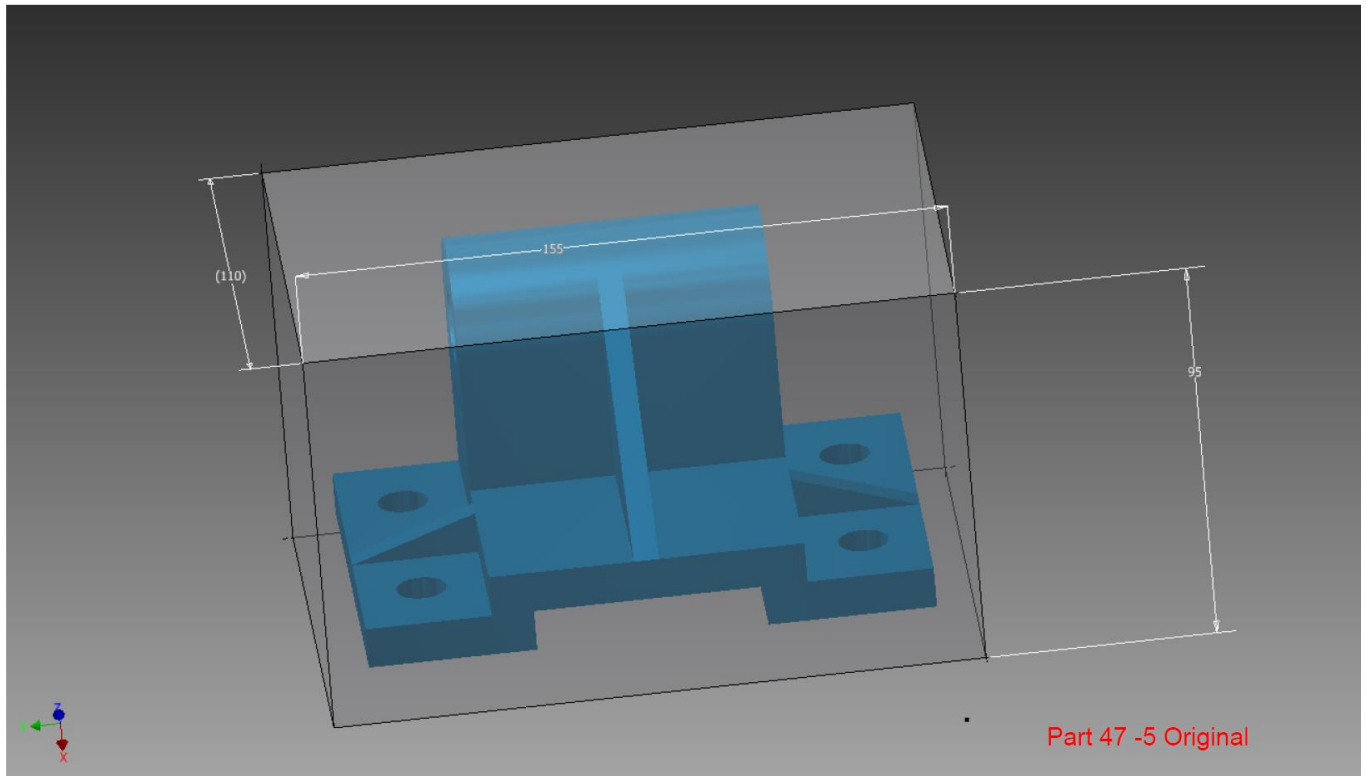




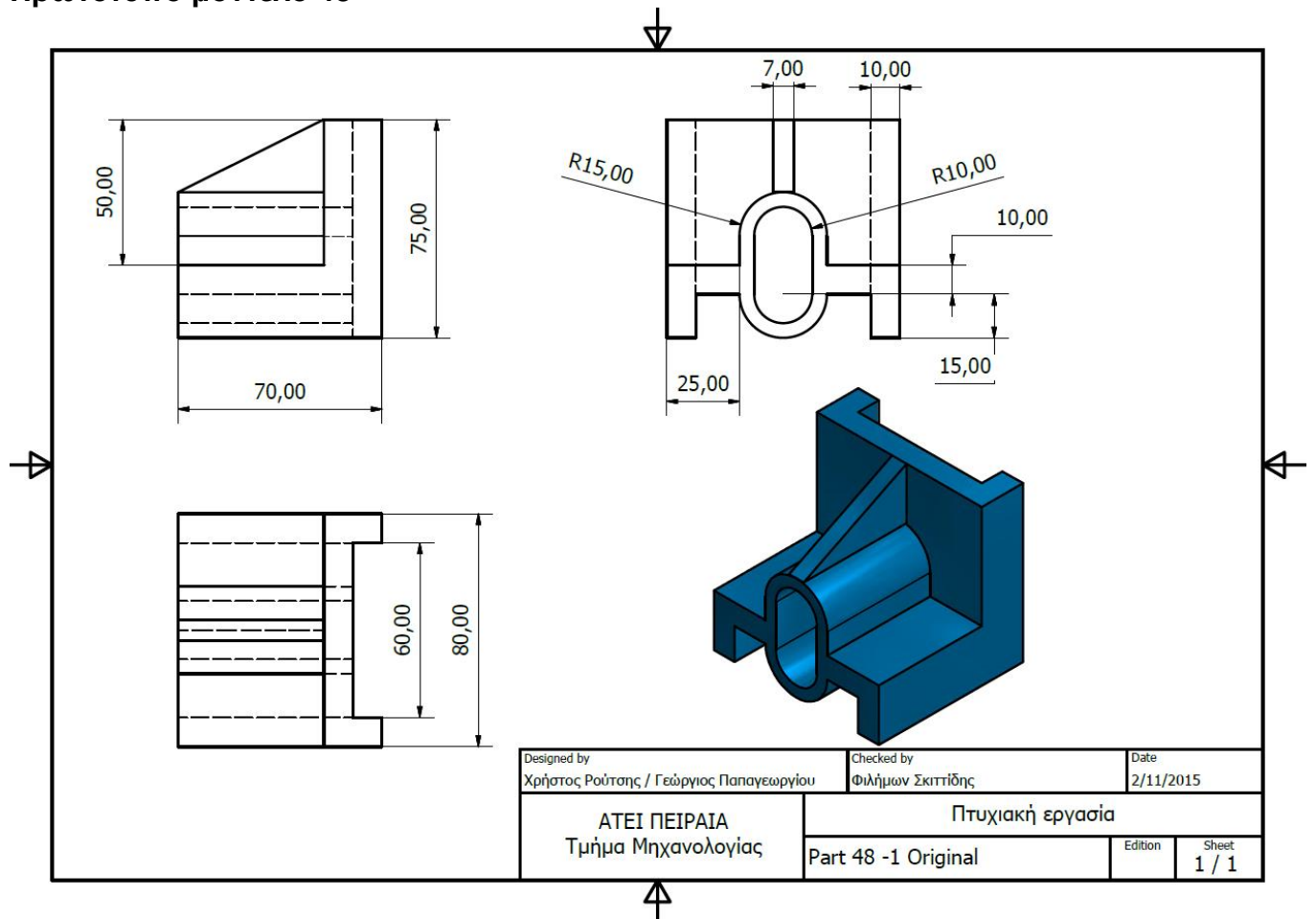
Πρωτότυπο μοντέλο 47

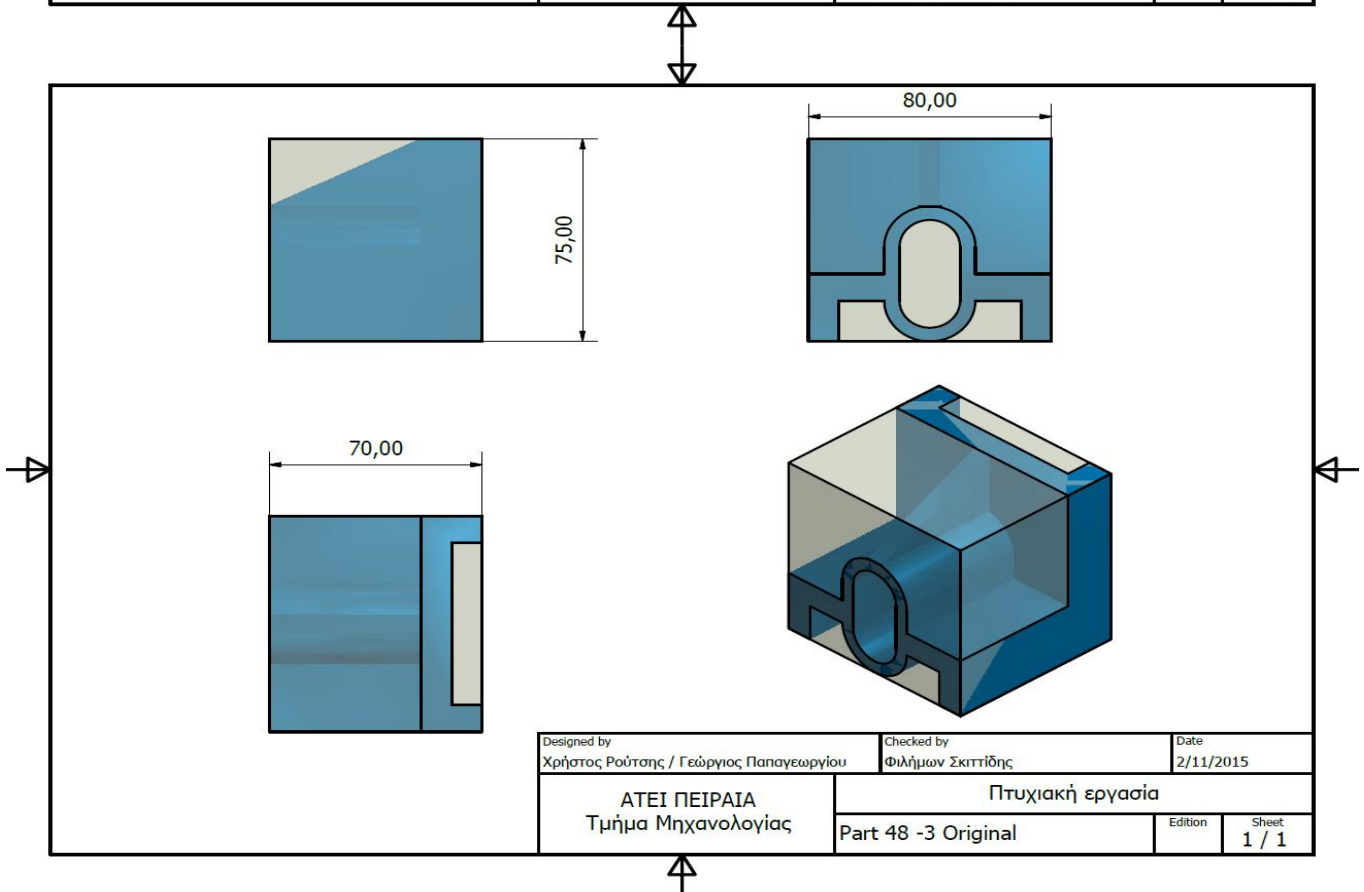
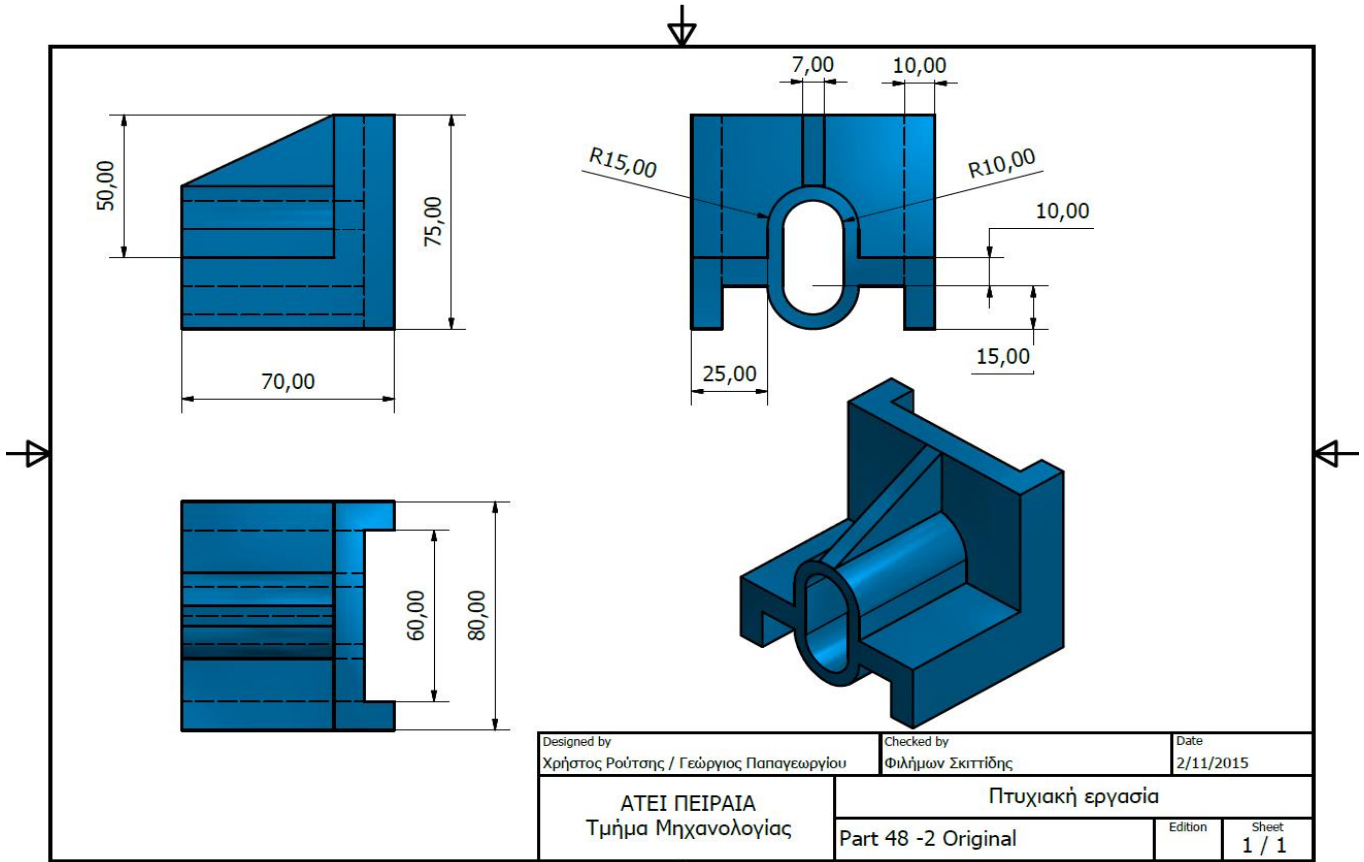


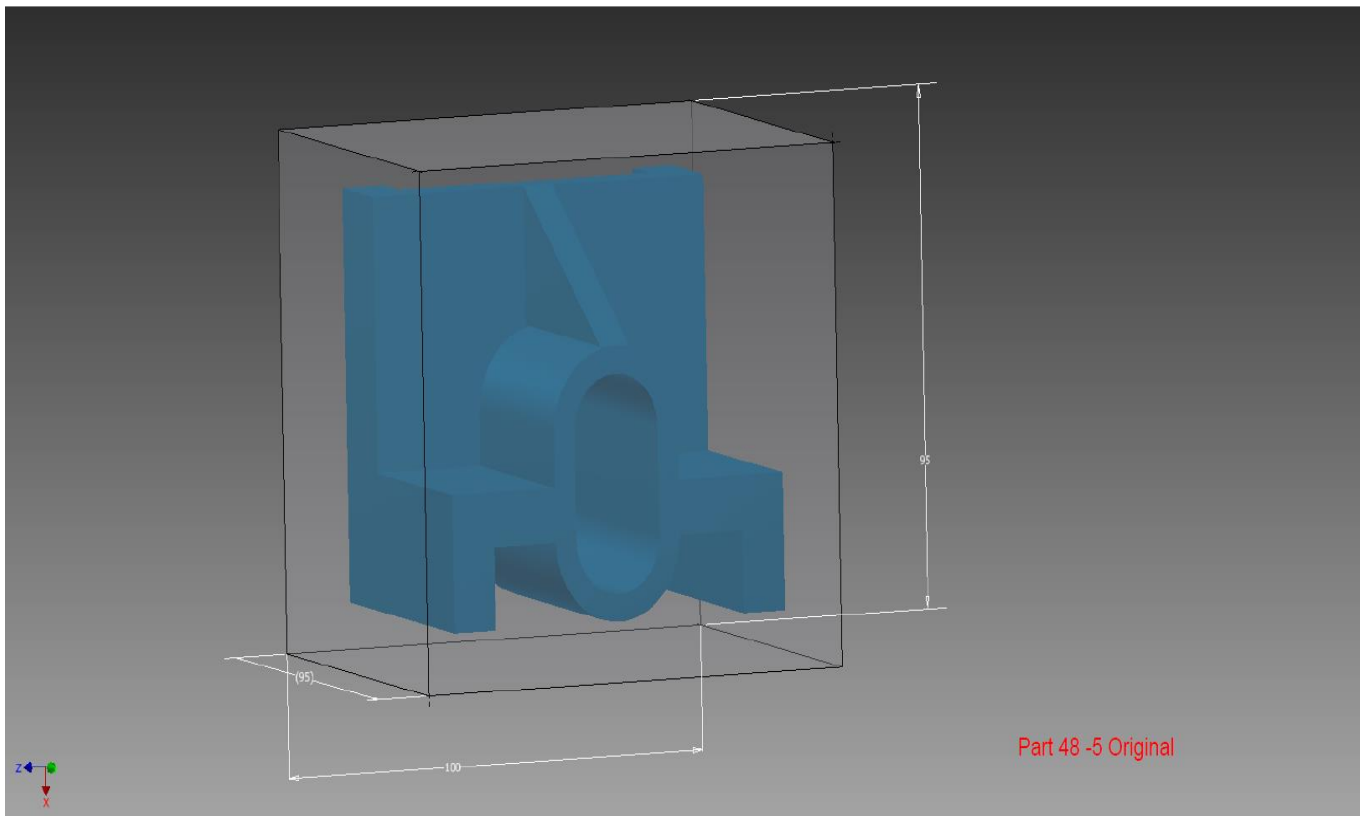
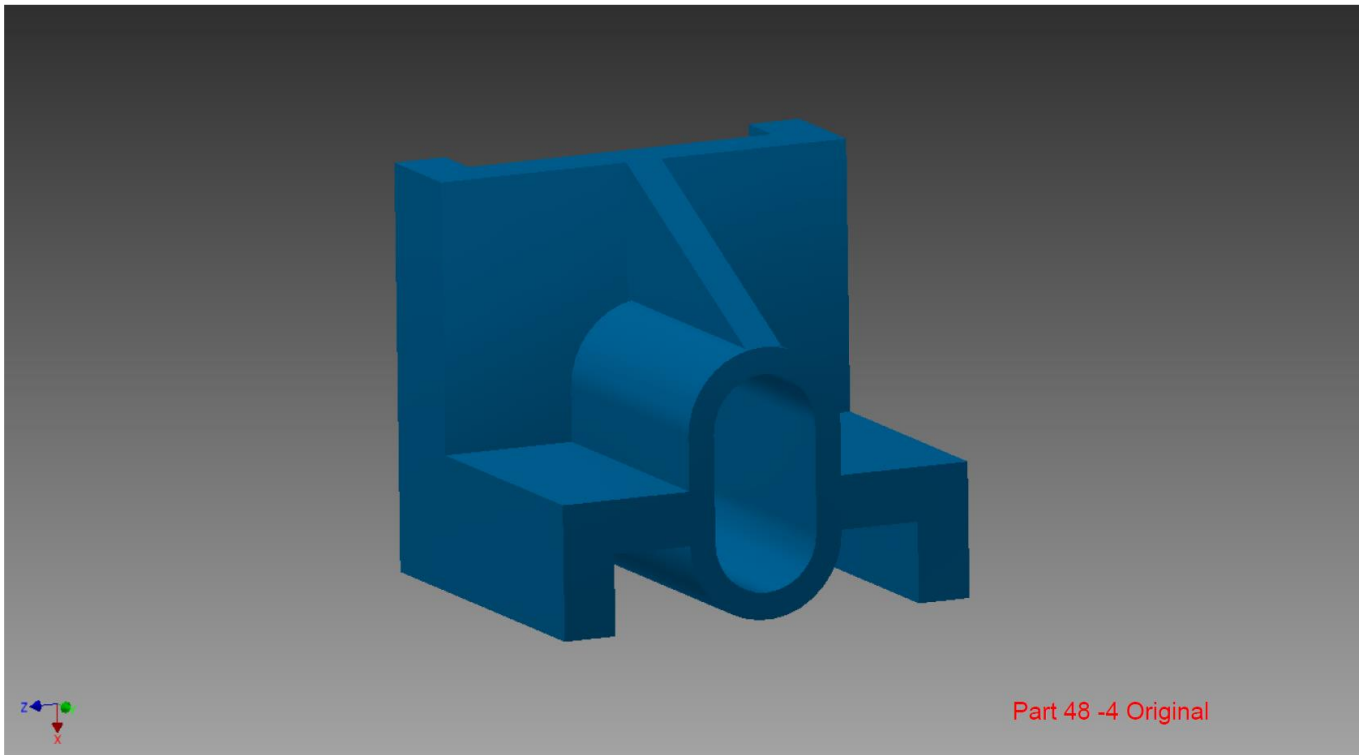




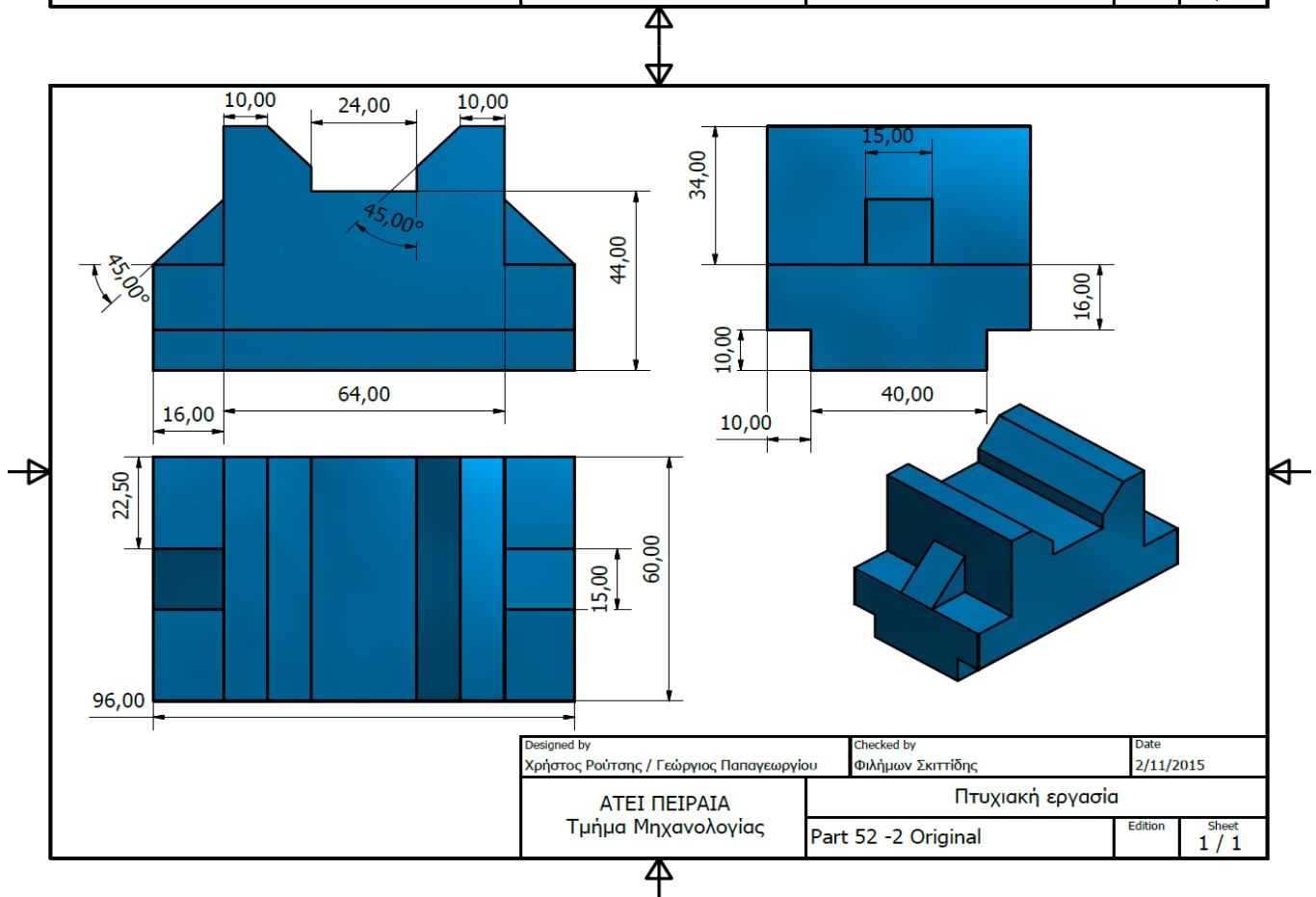
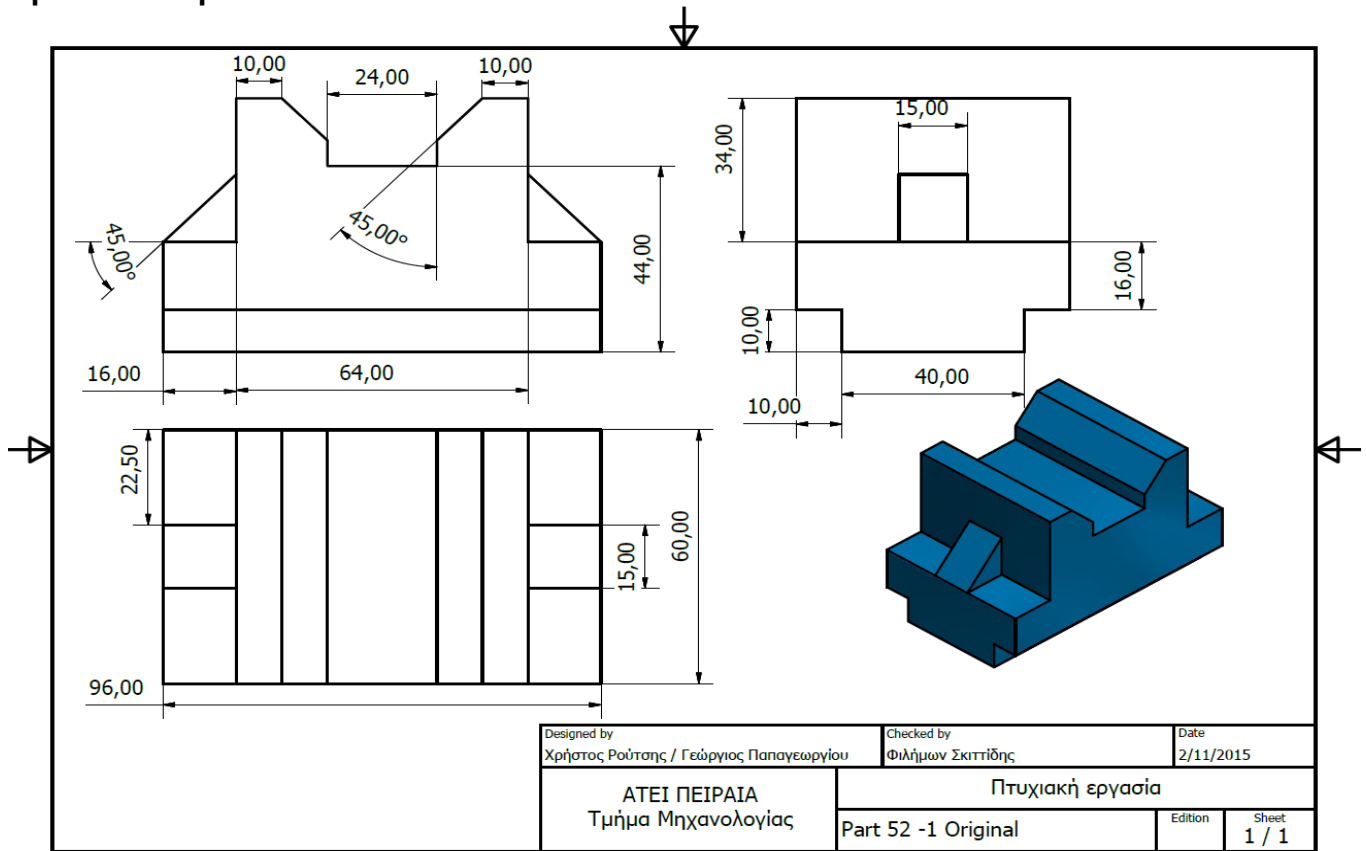
Πρωτότυπο μοντέλο 48

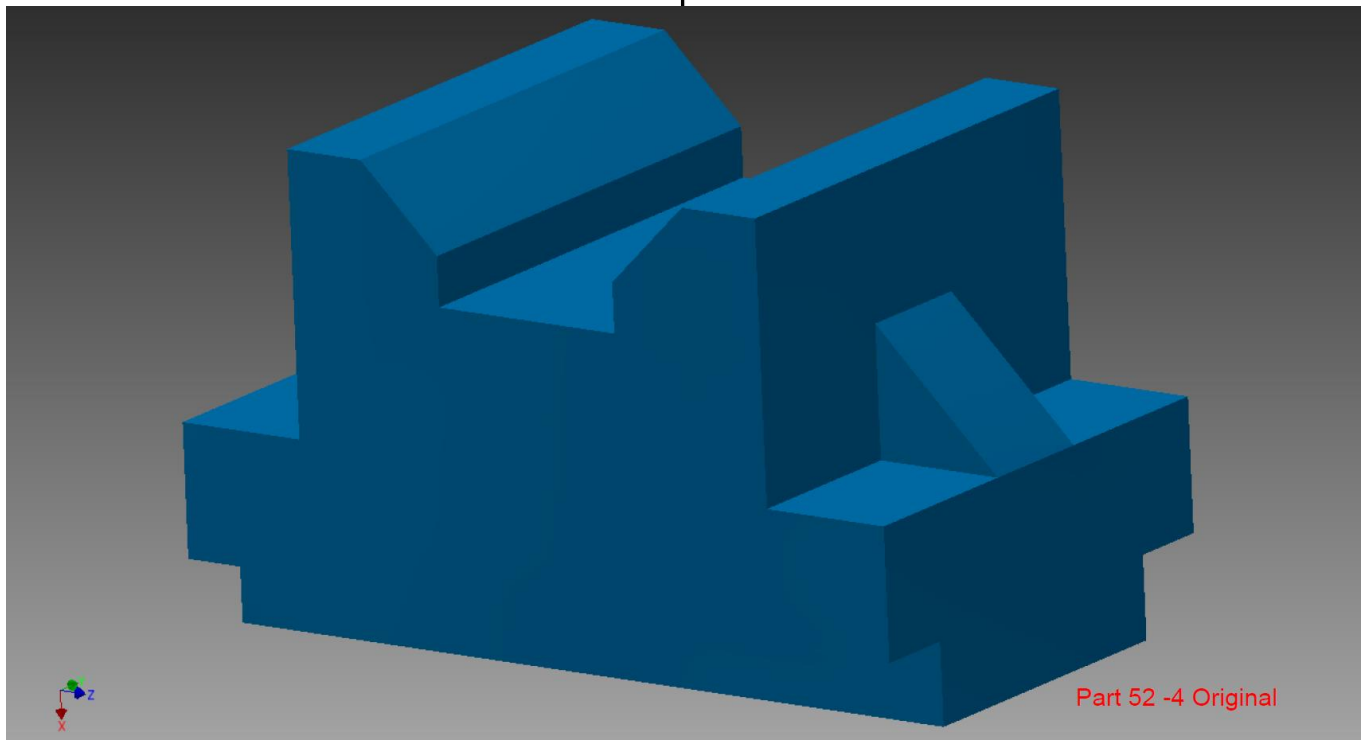
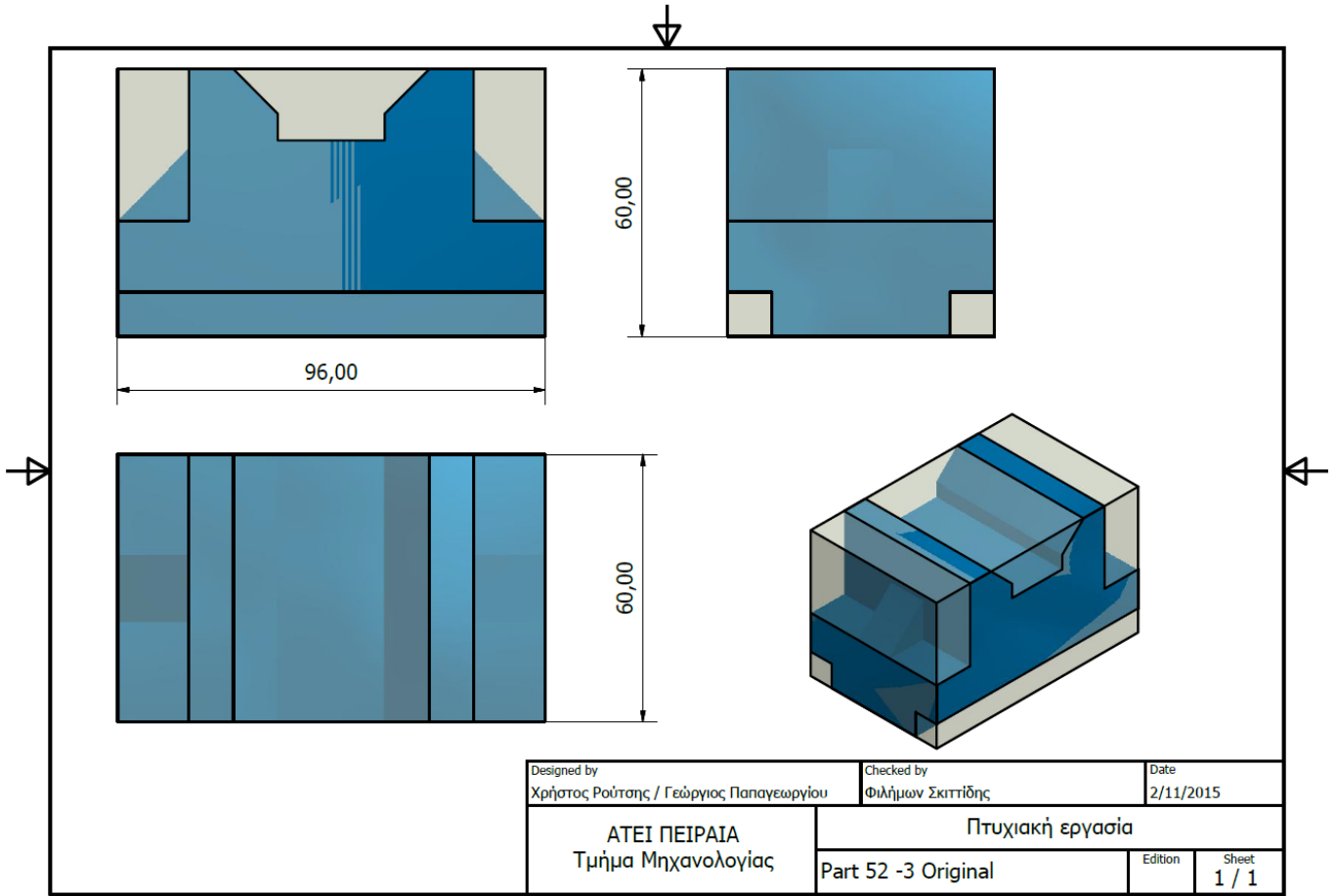


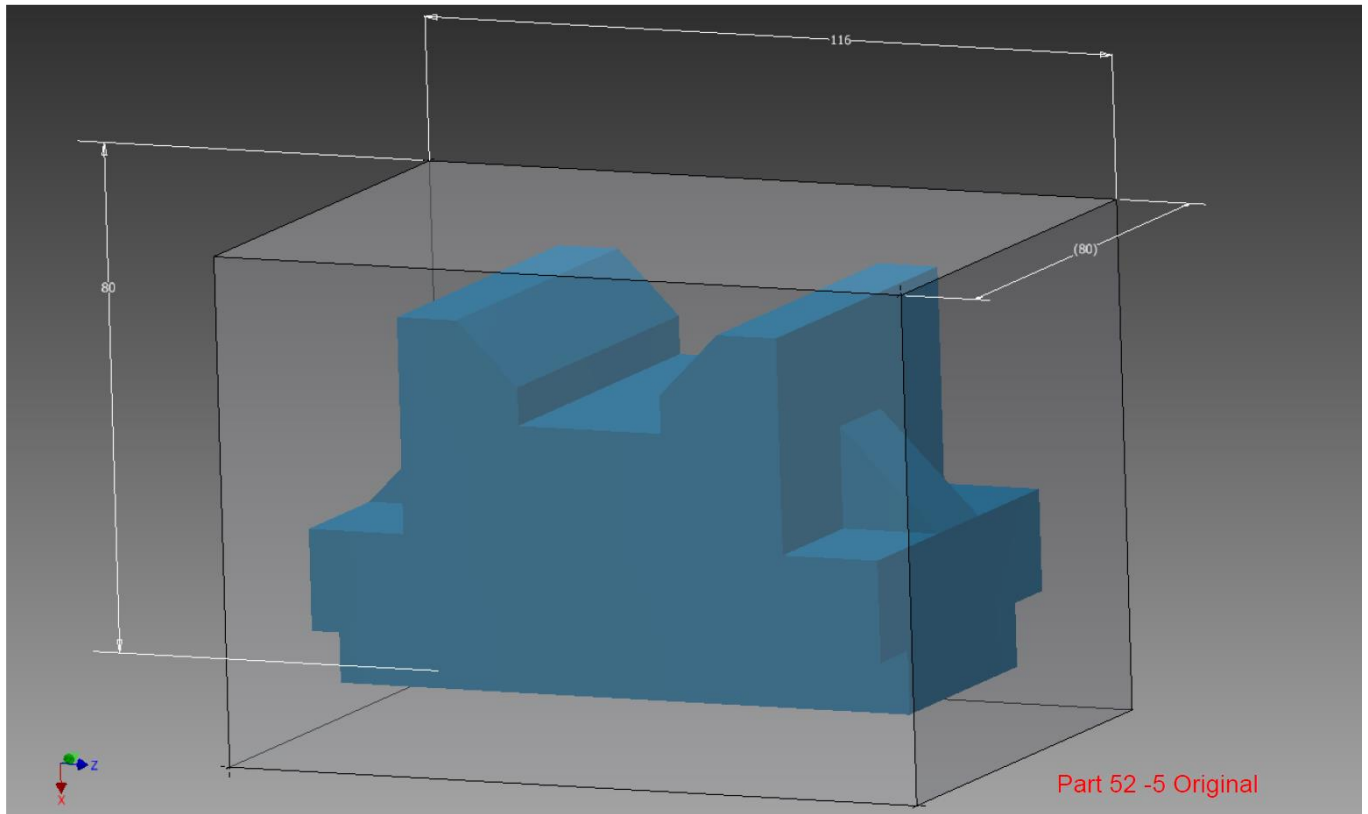




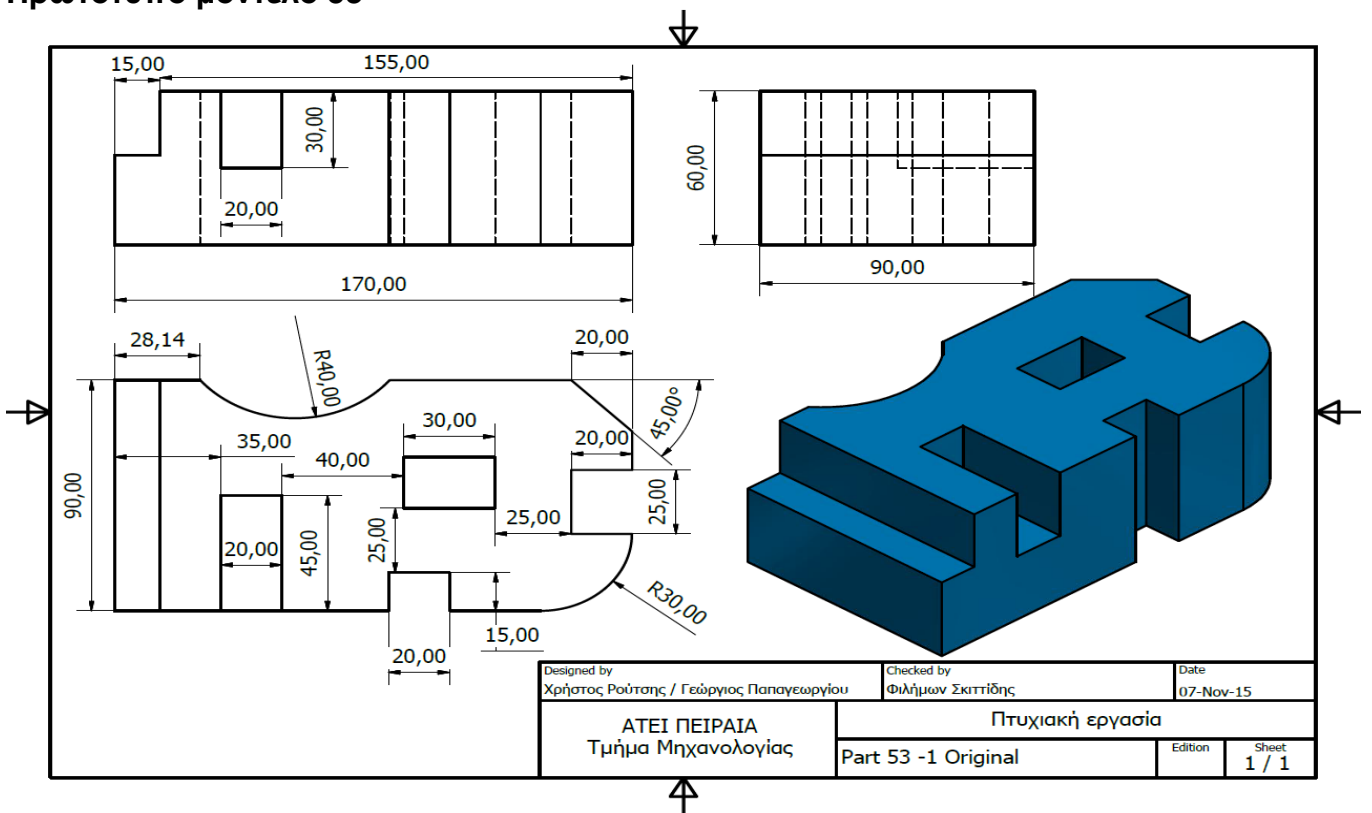
Πρωτότυπο μοντέλο 52

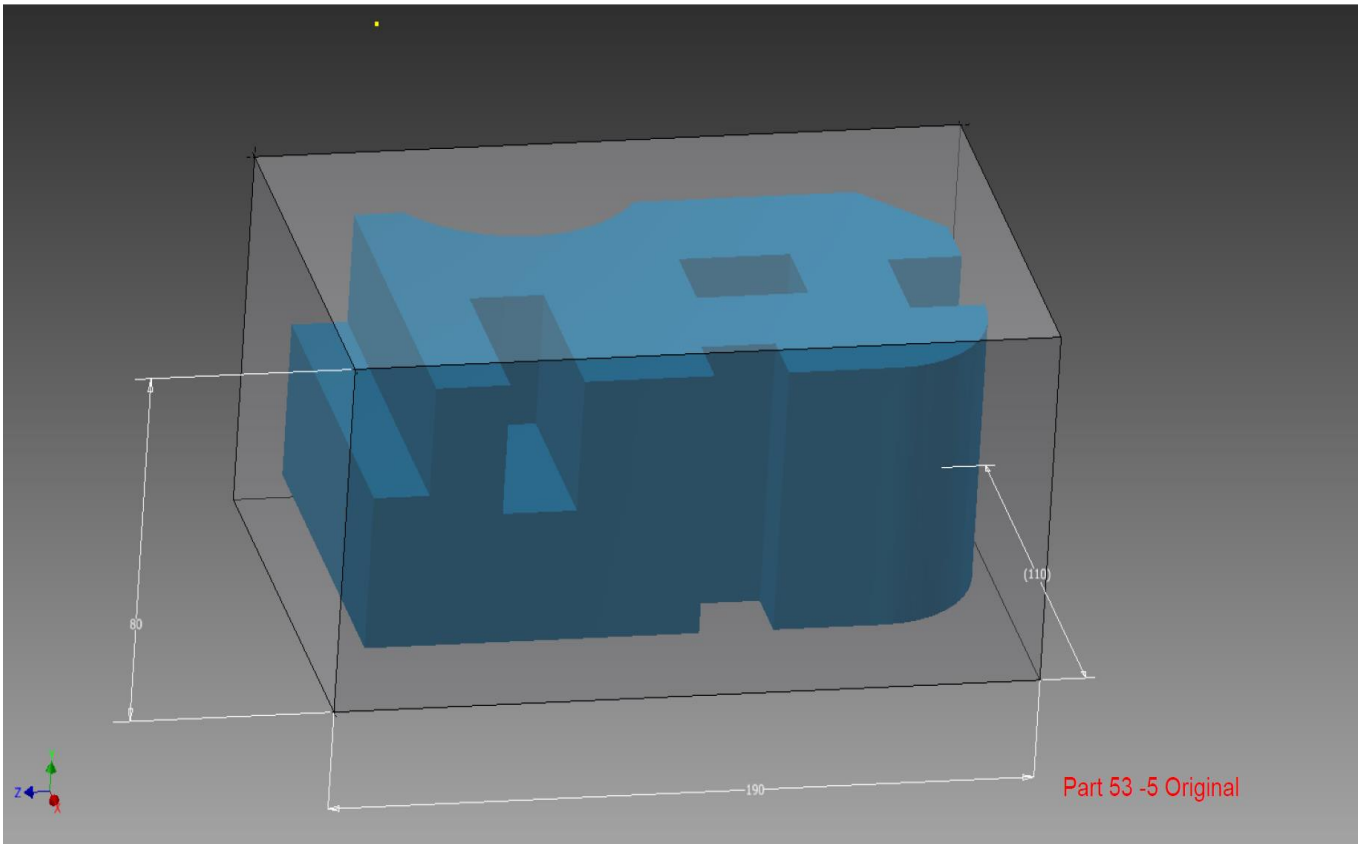
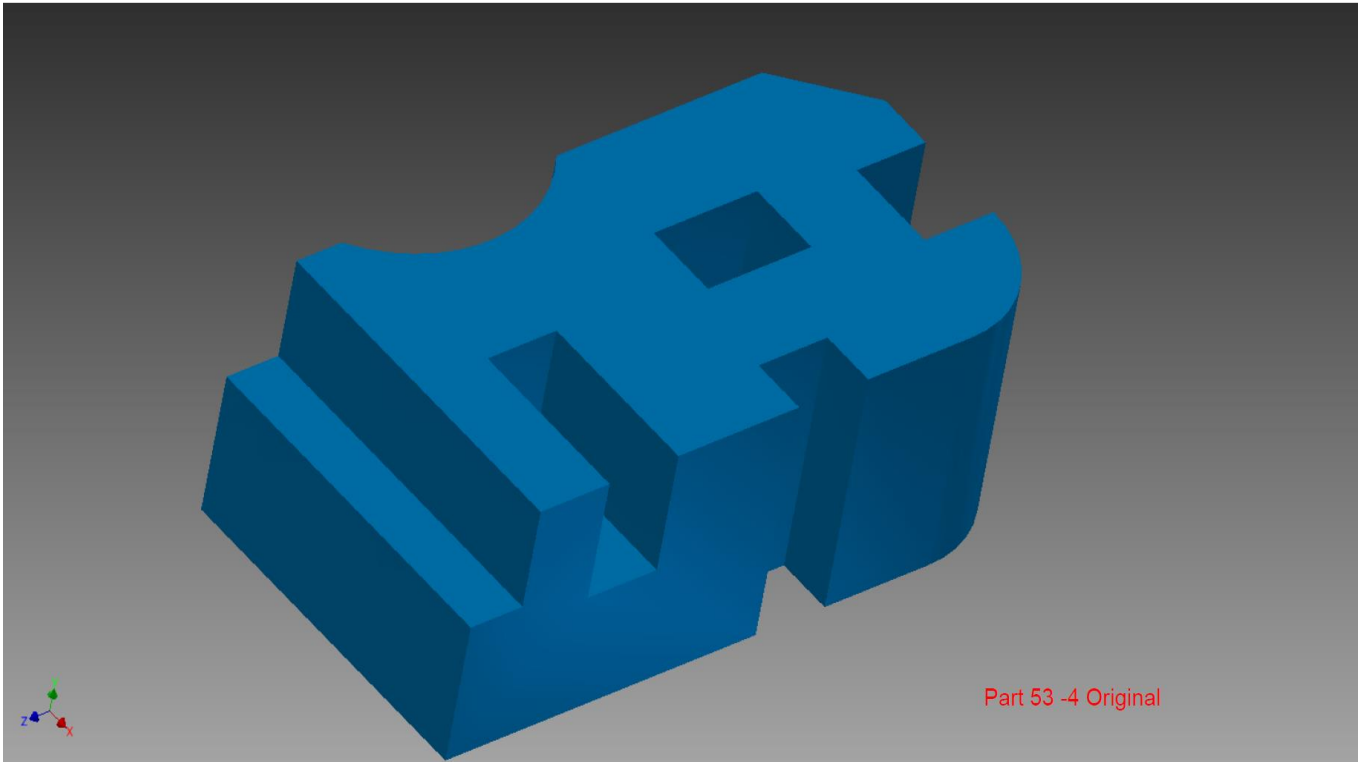




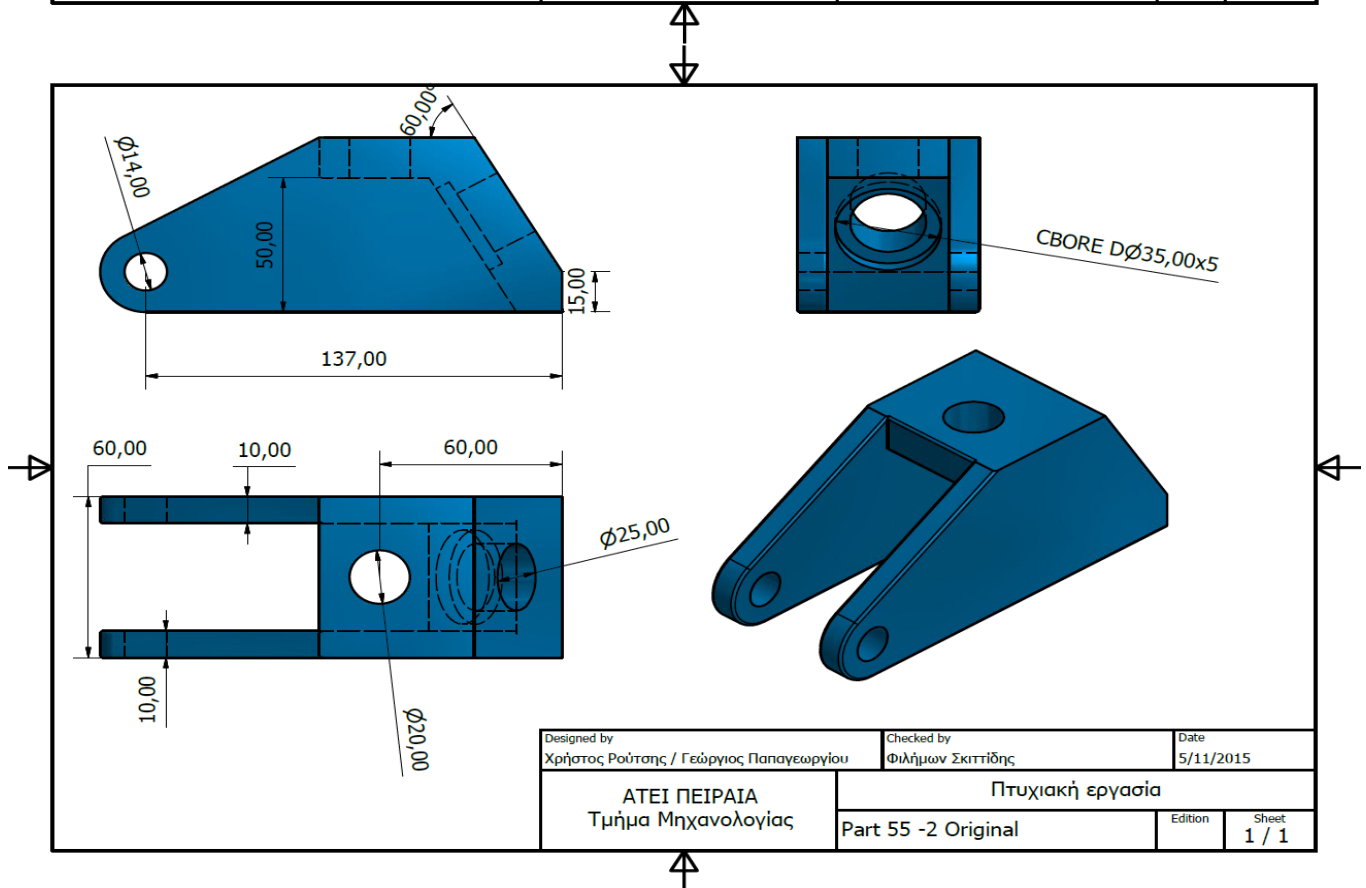
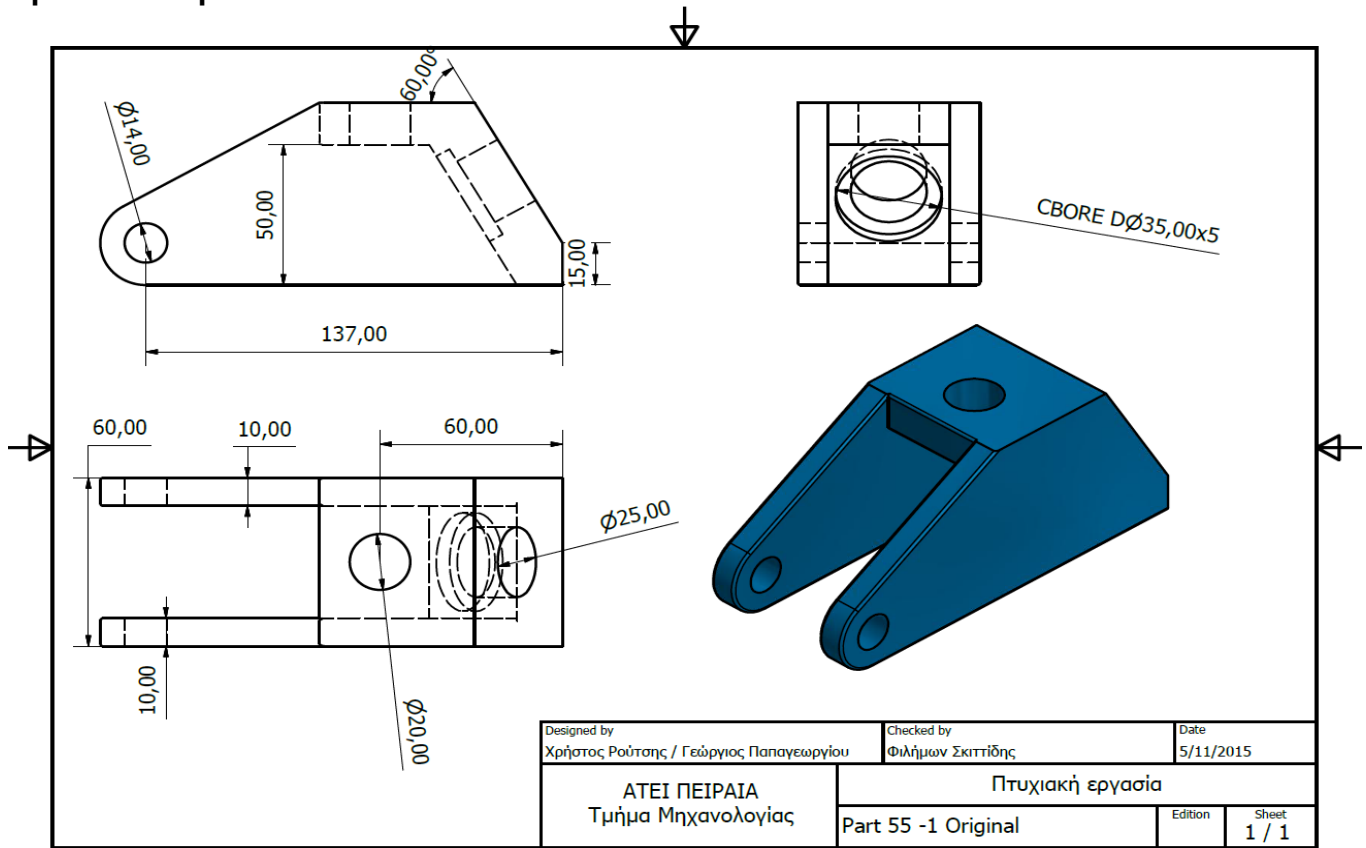


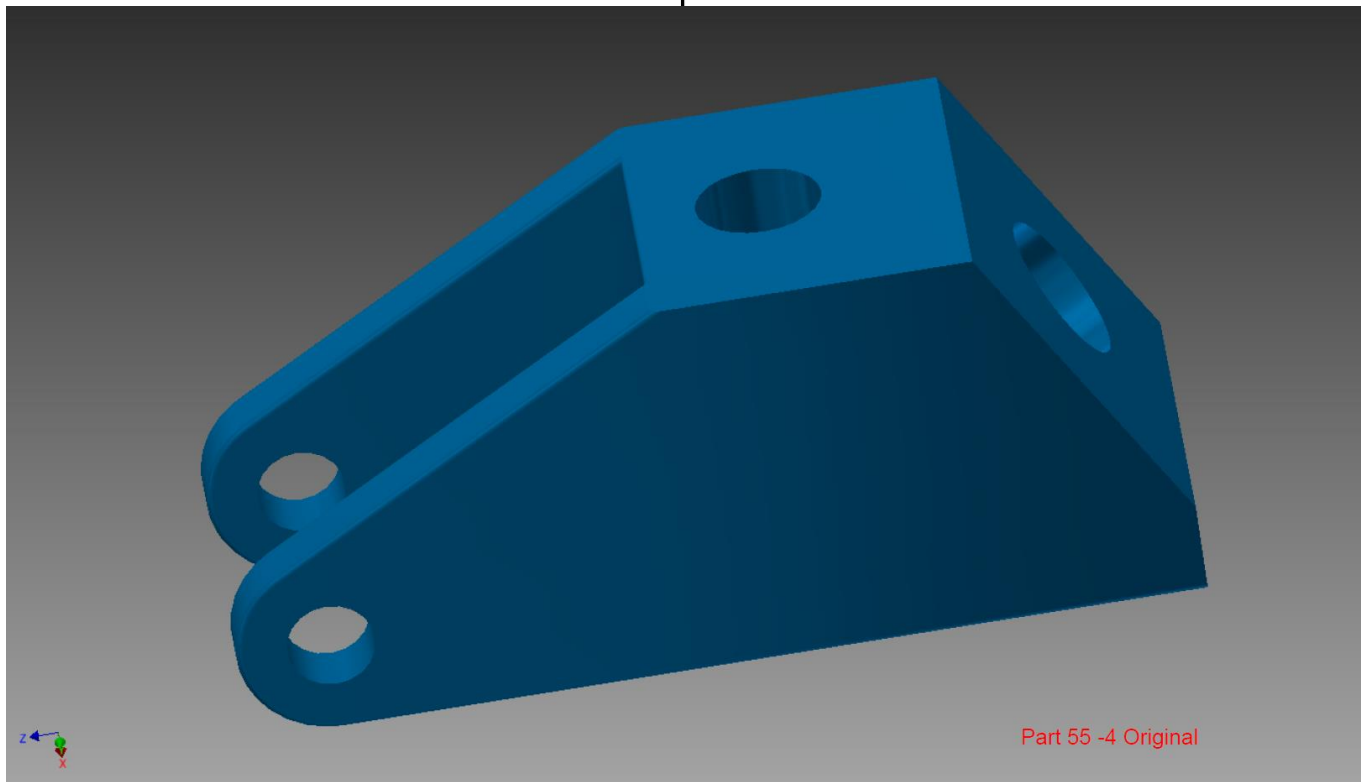
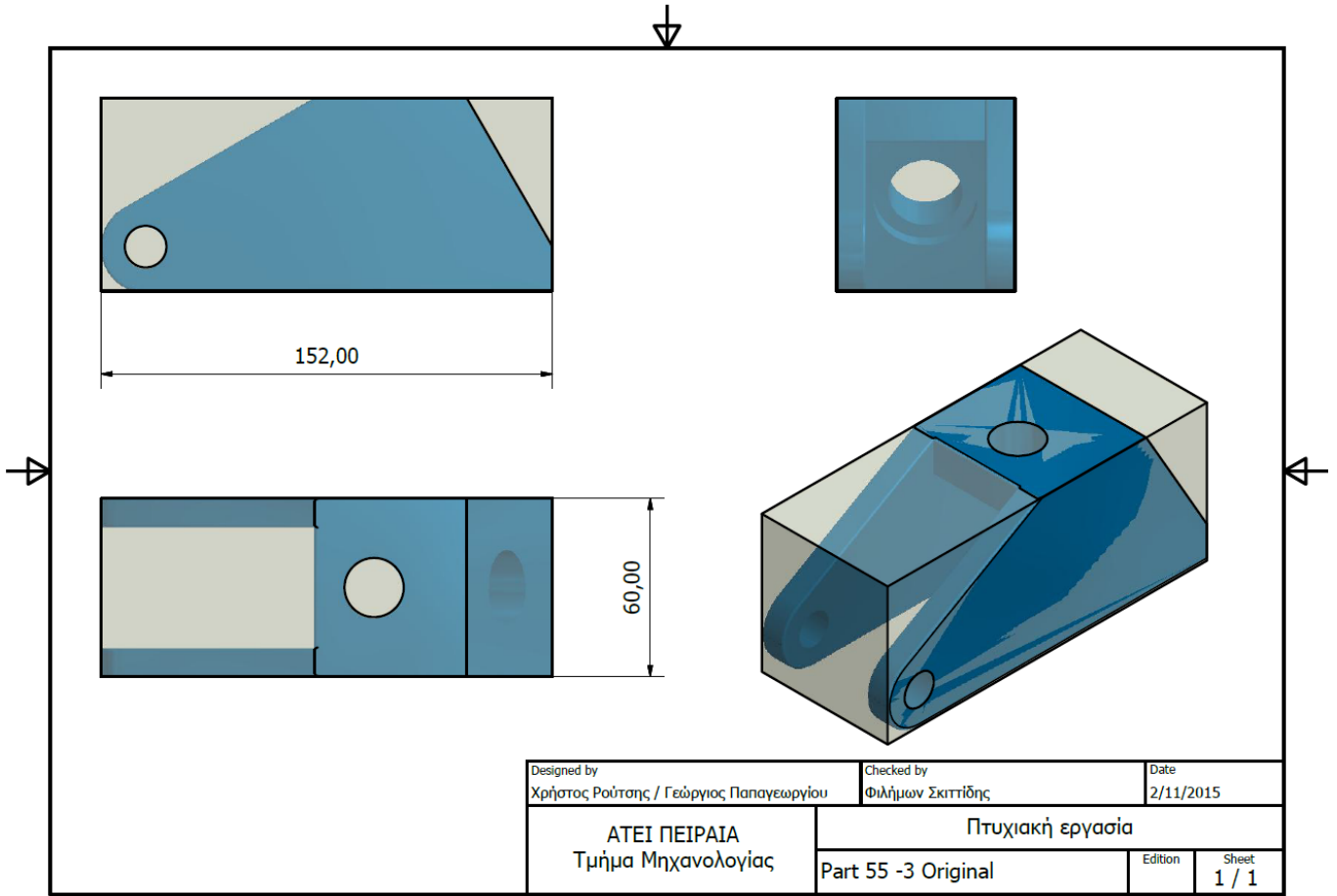
Πρωτότυπο μοντέλο 53

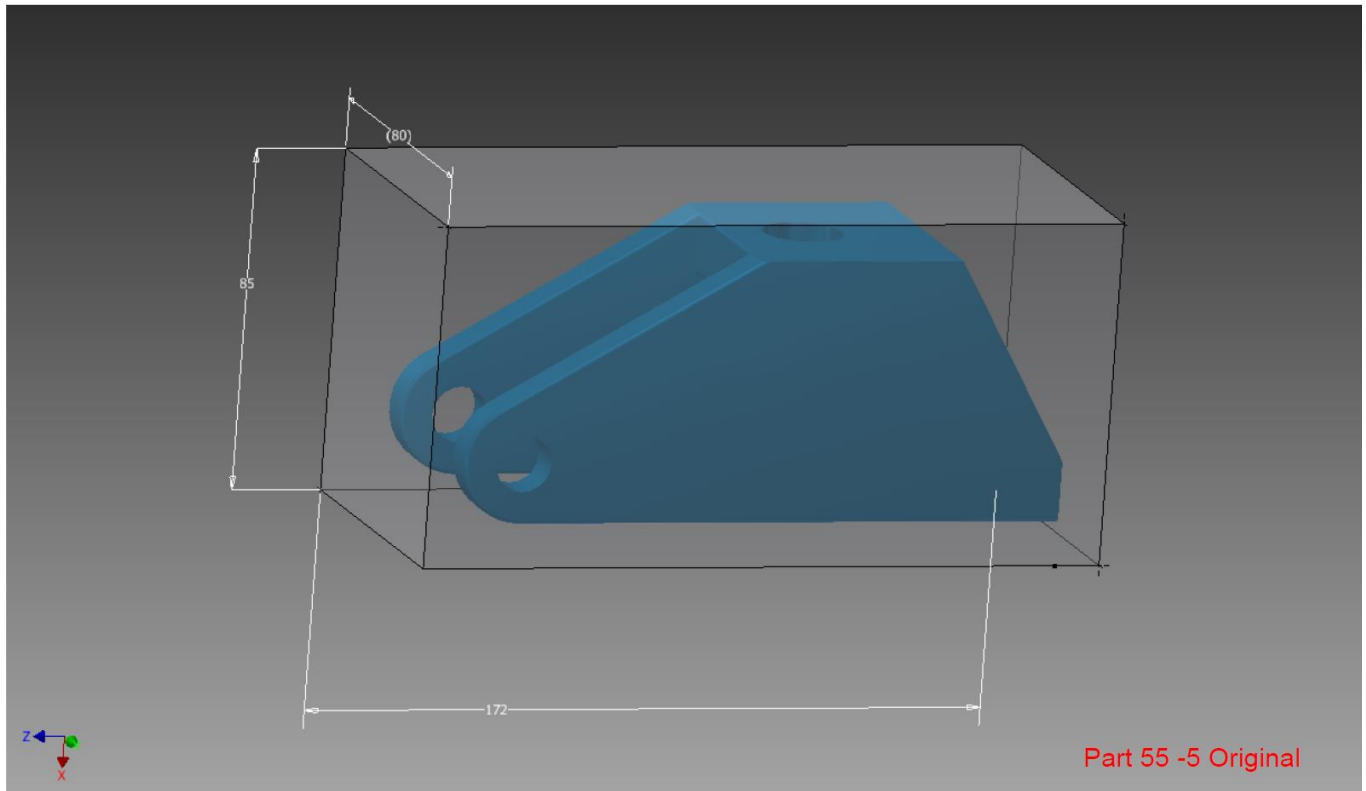




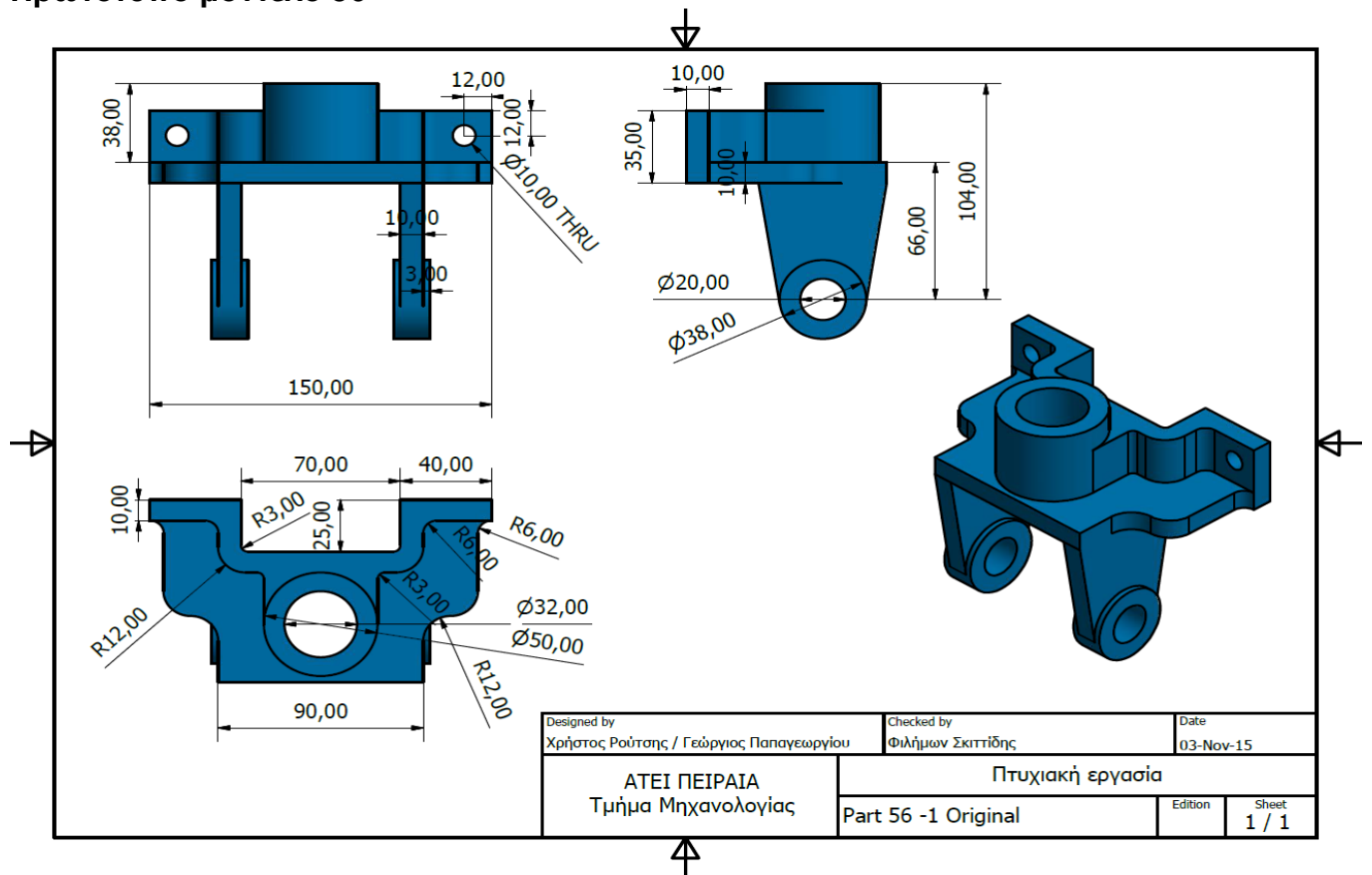
Πρωτότυπο μοντέλο 55

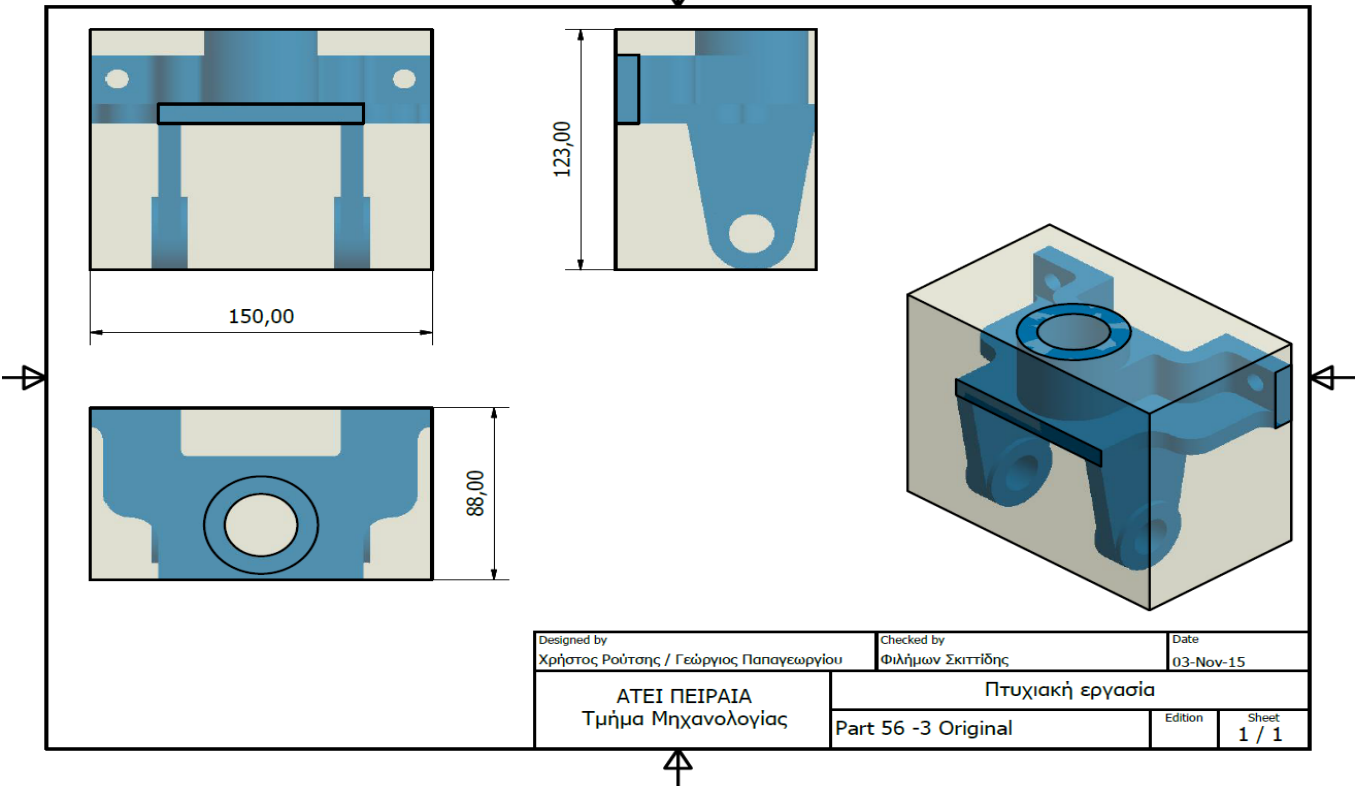
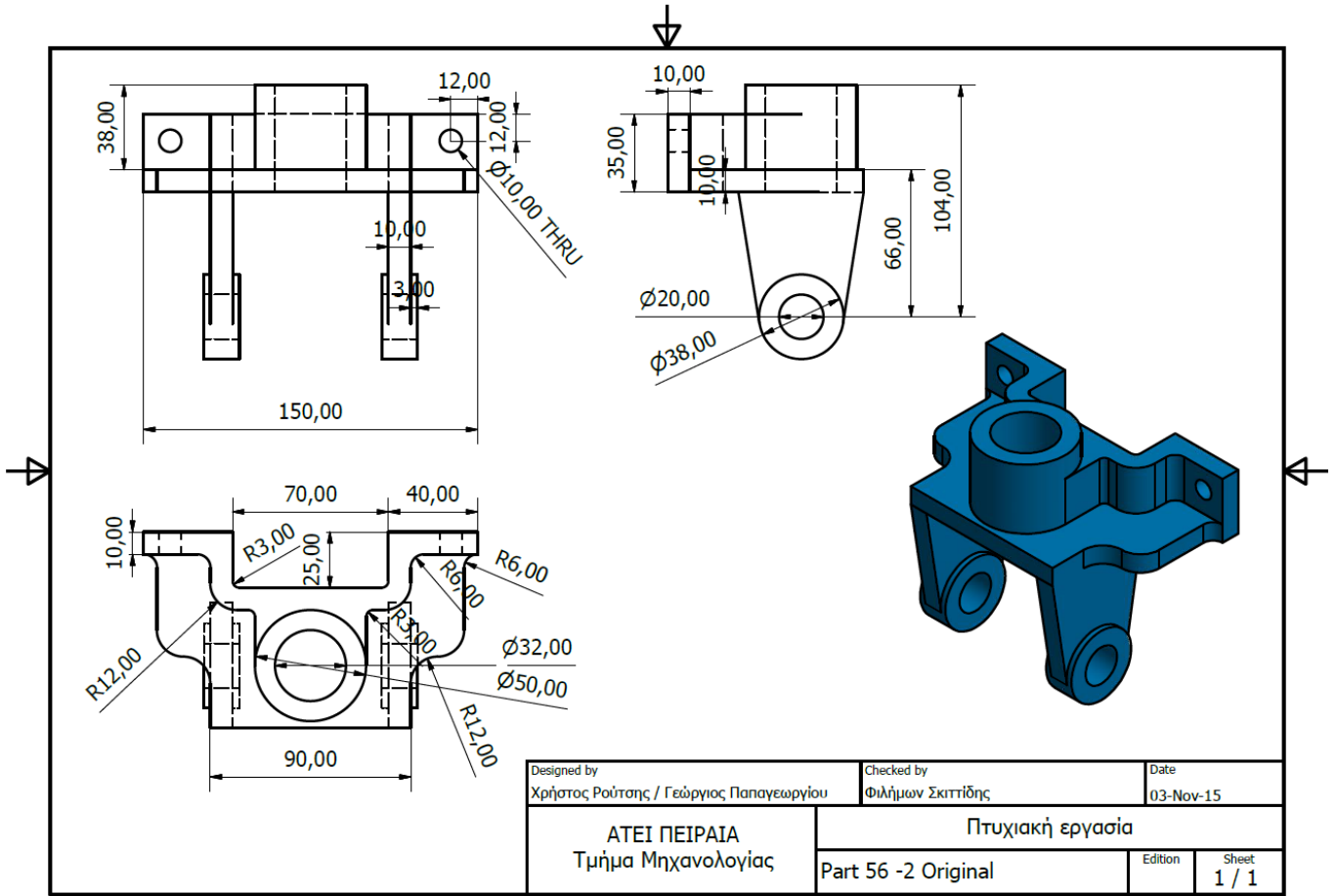


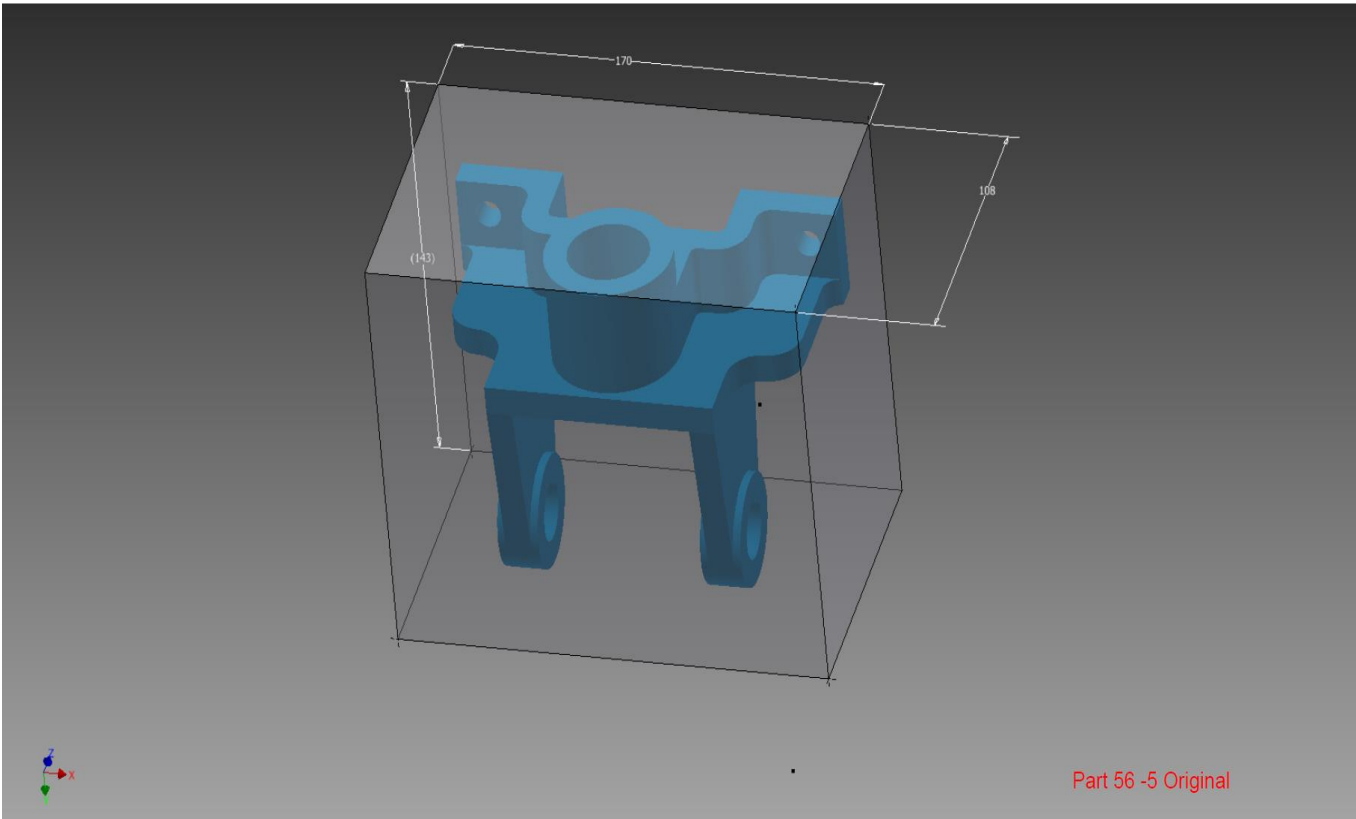
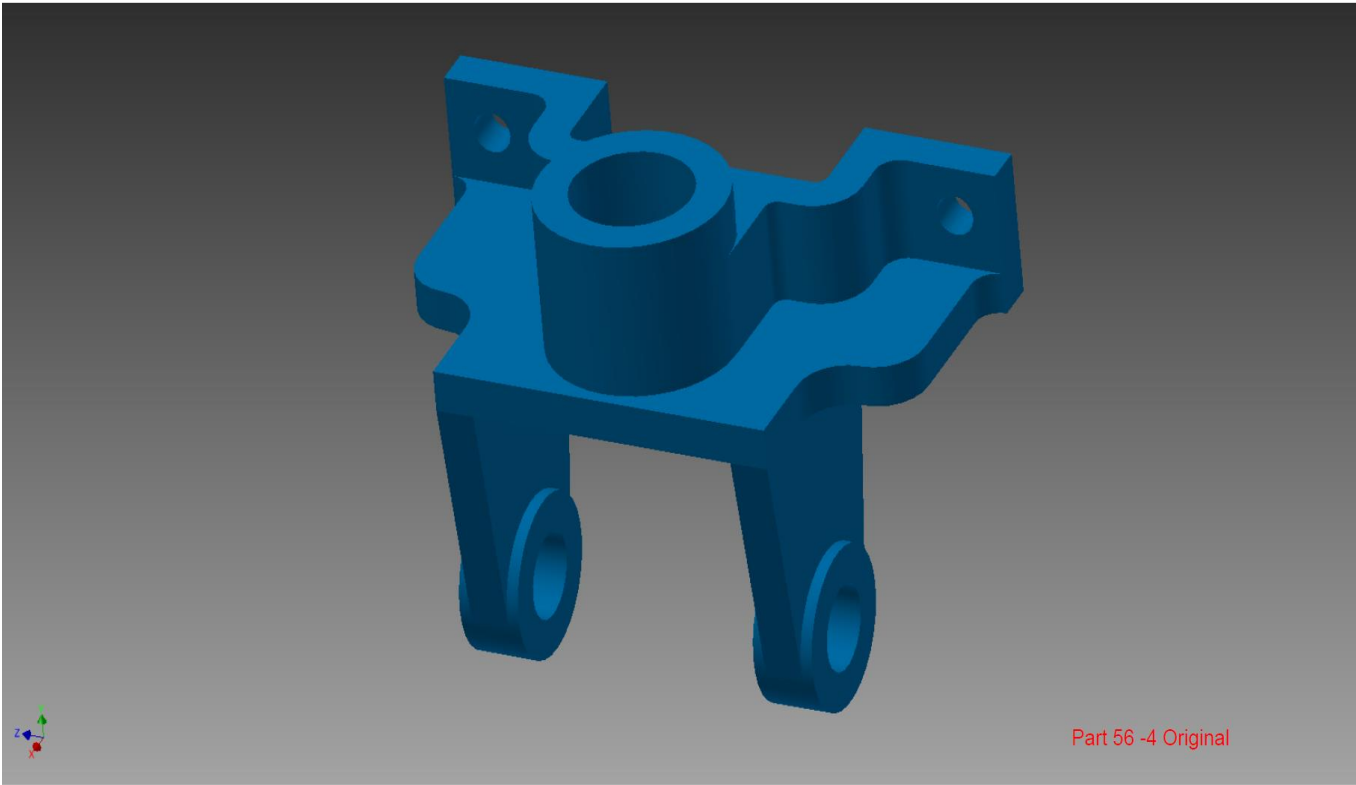




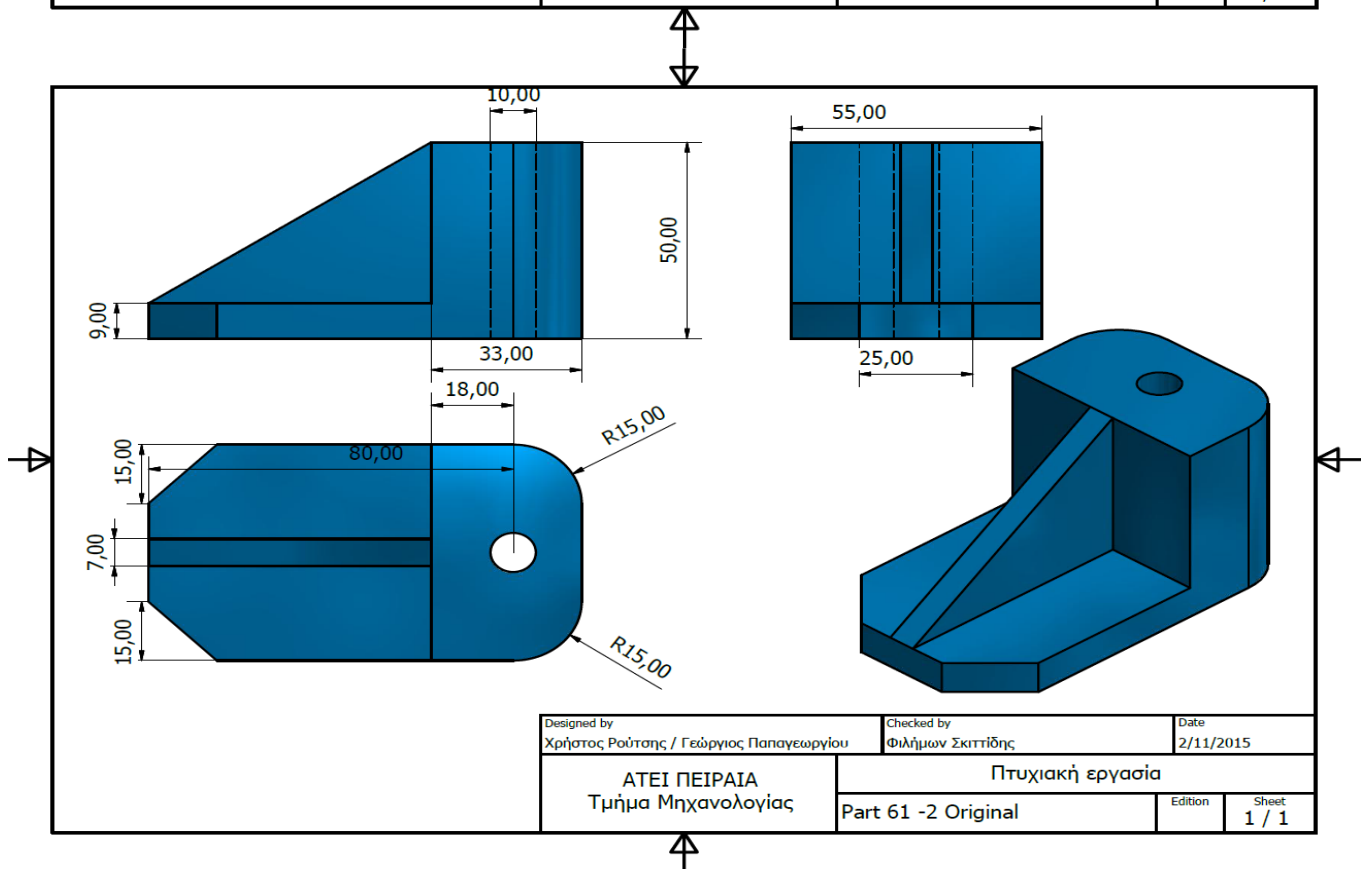
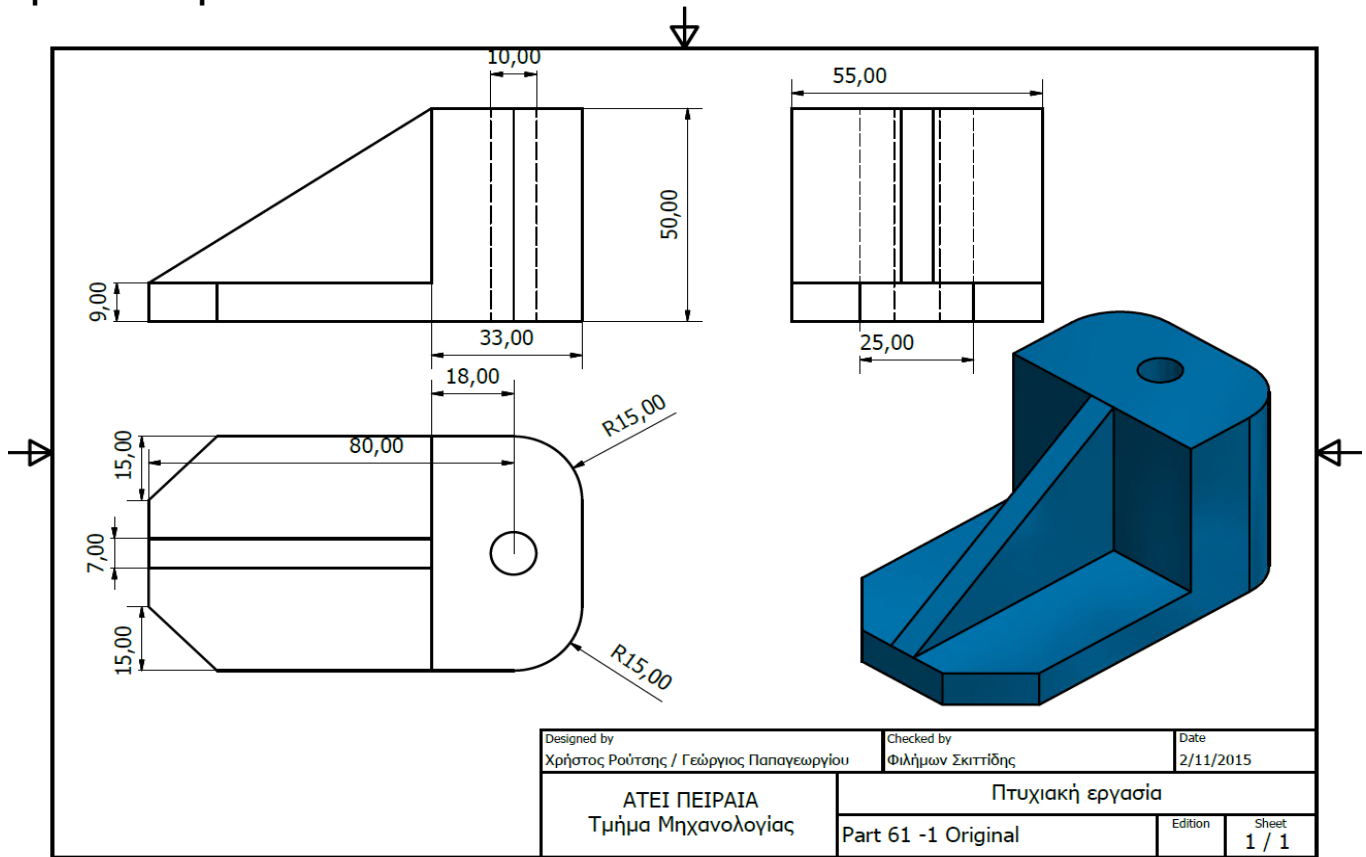
Πρωτότυπο μοντέλο 56

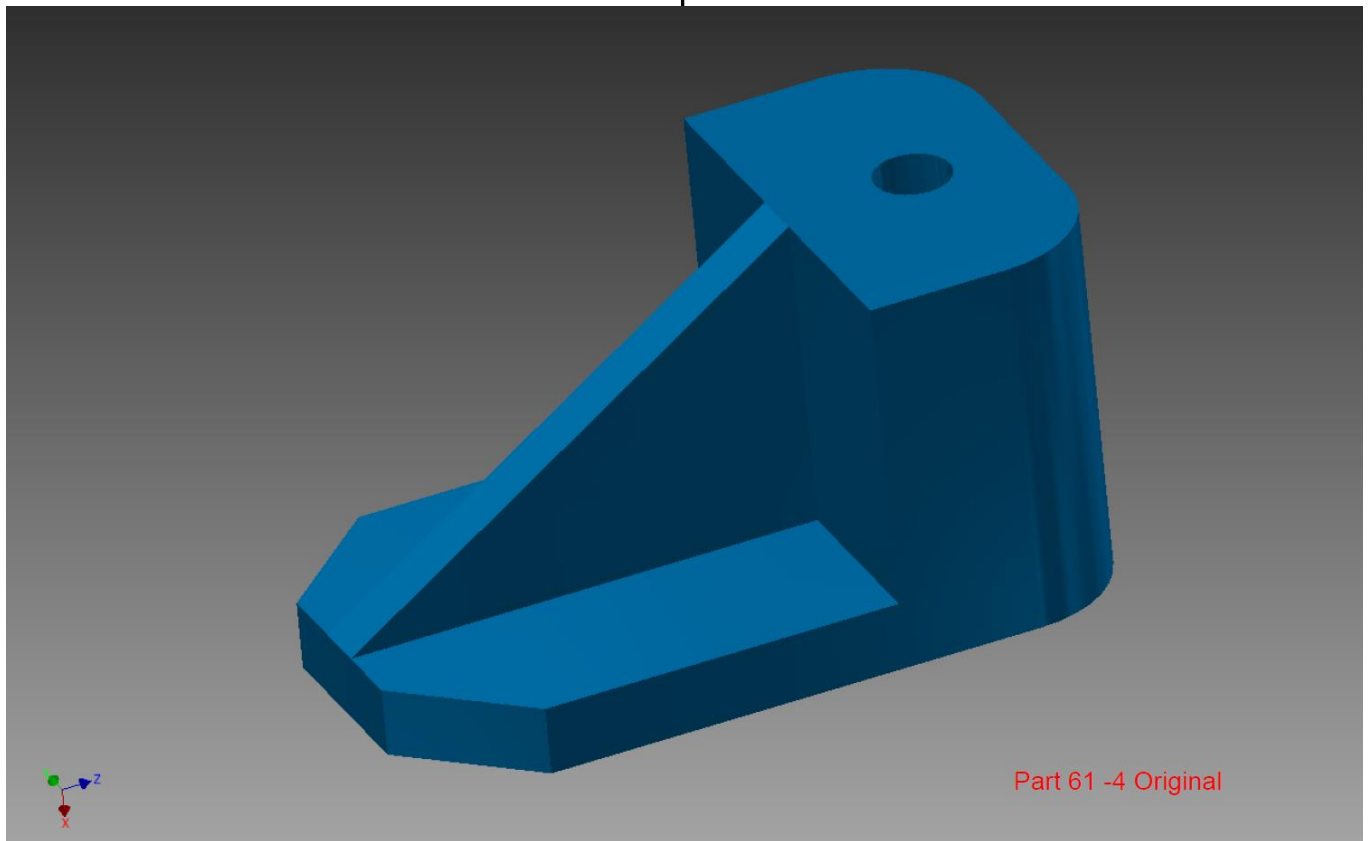
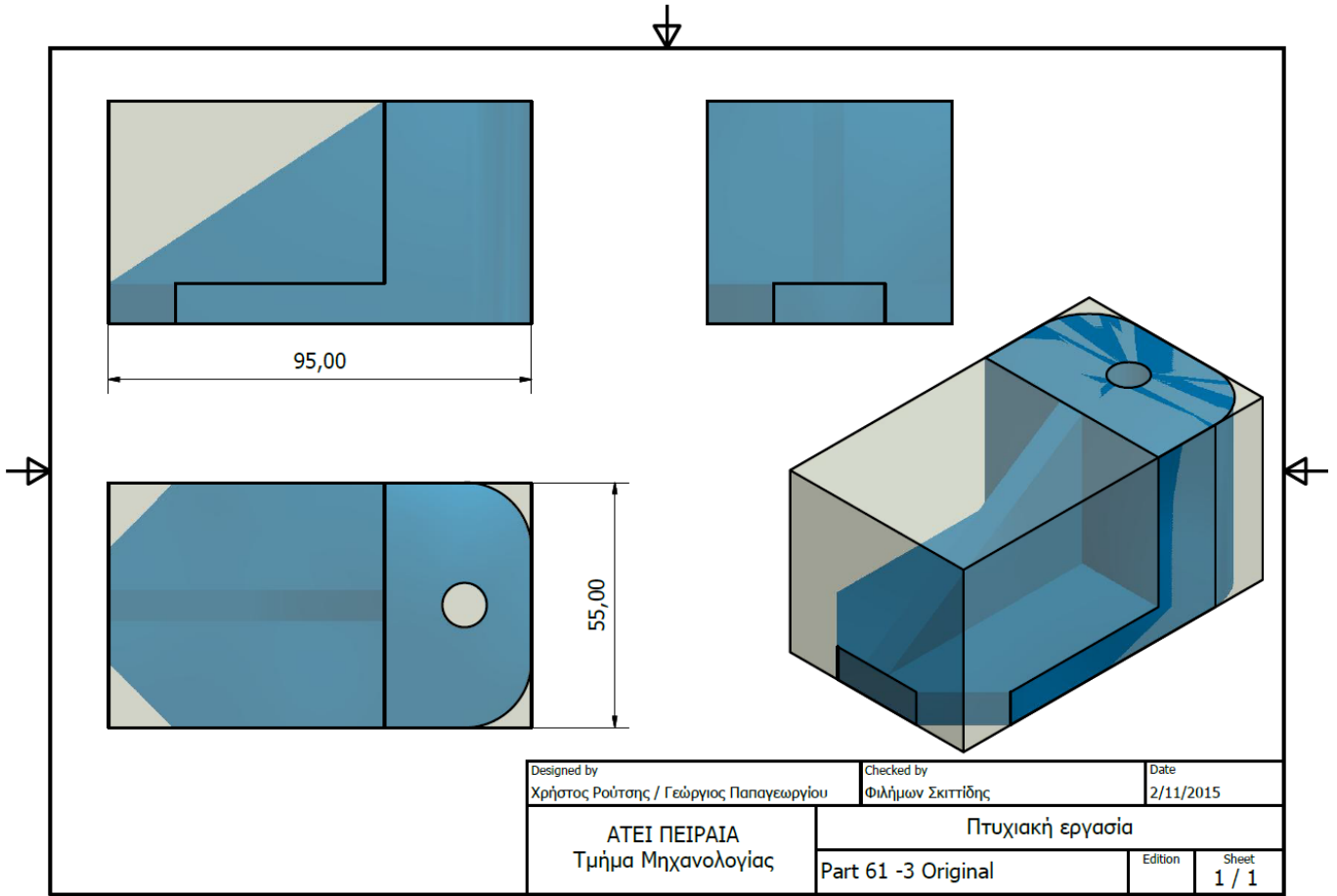


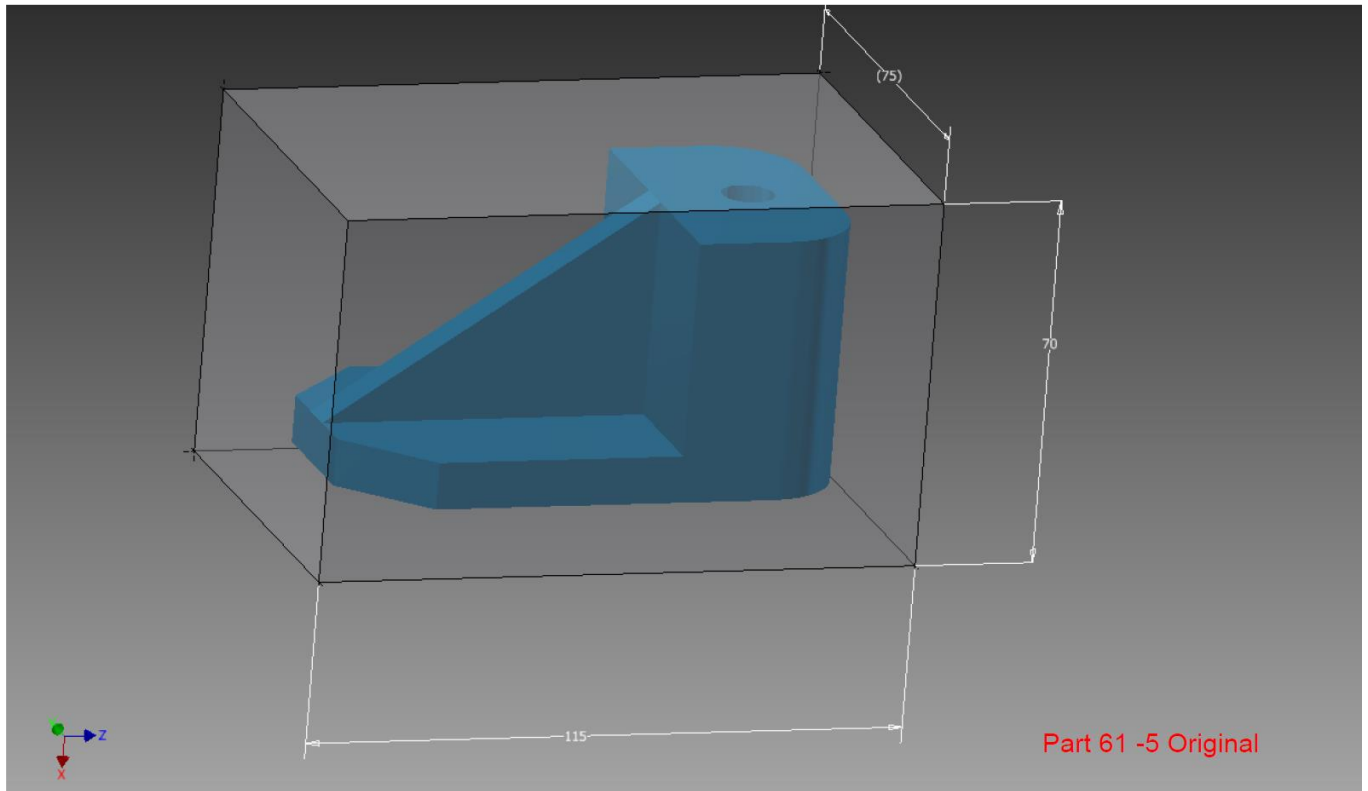




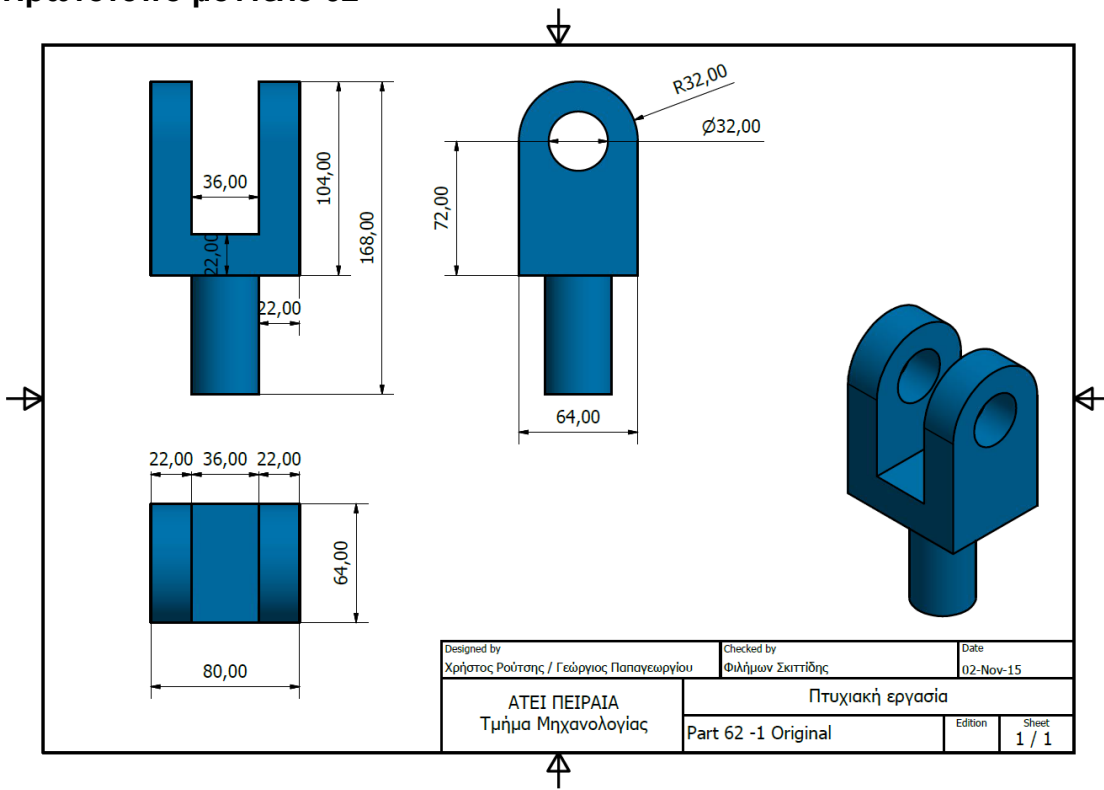
Πρωτότυπο μοντέλο 61

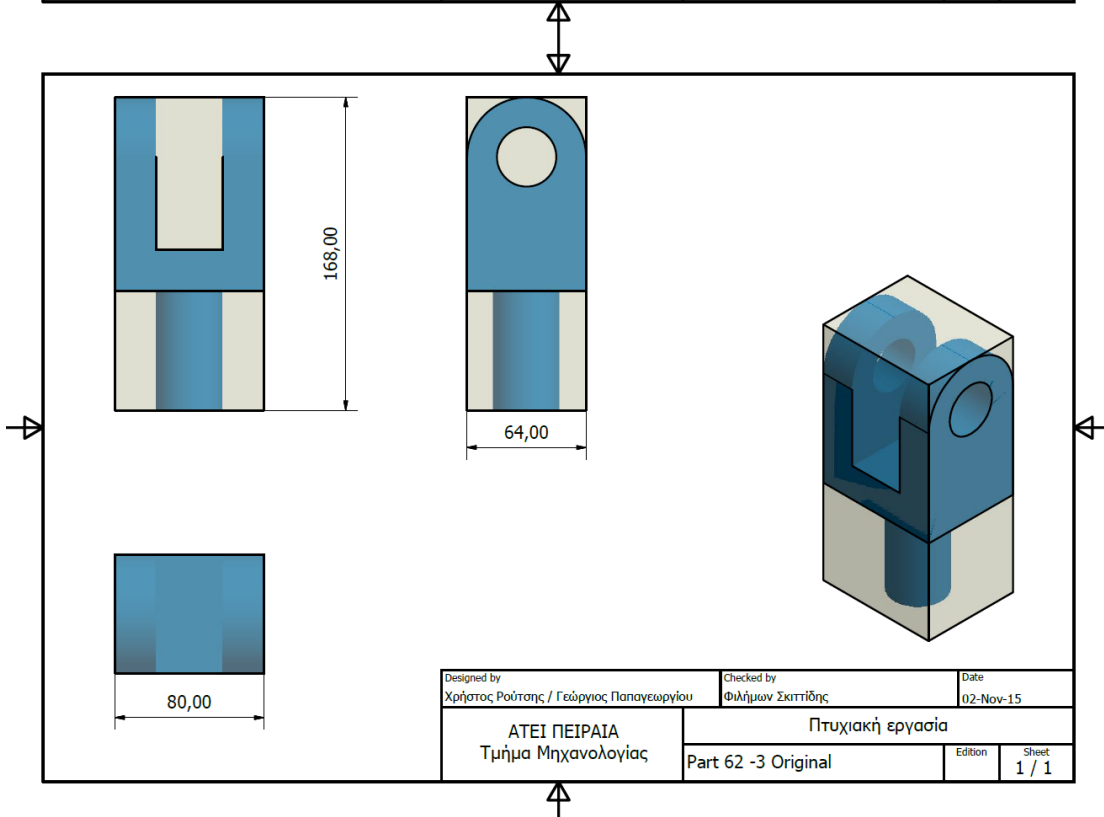
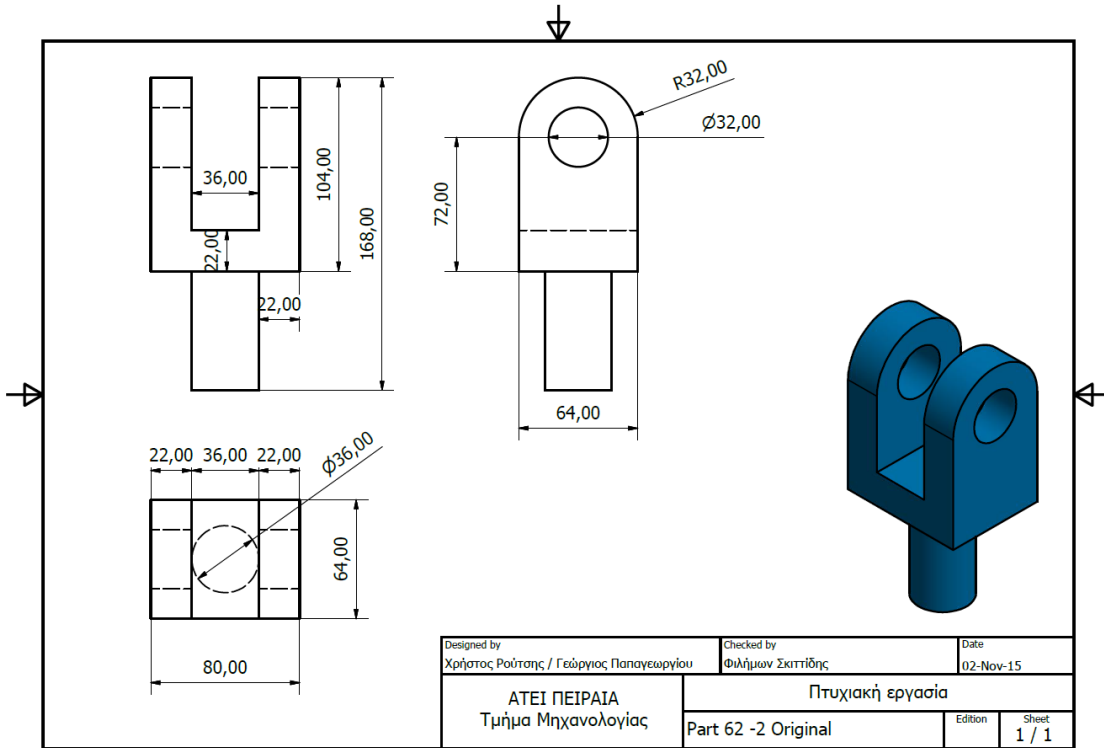


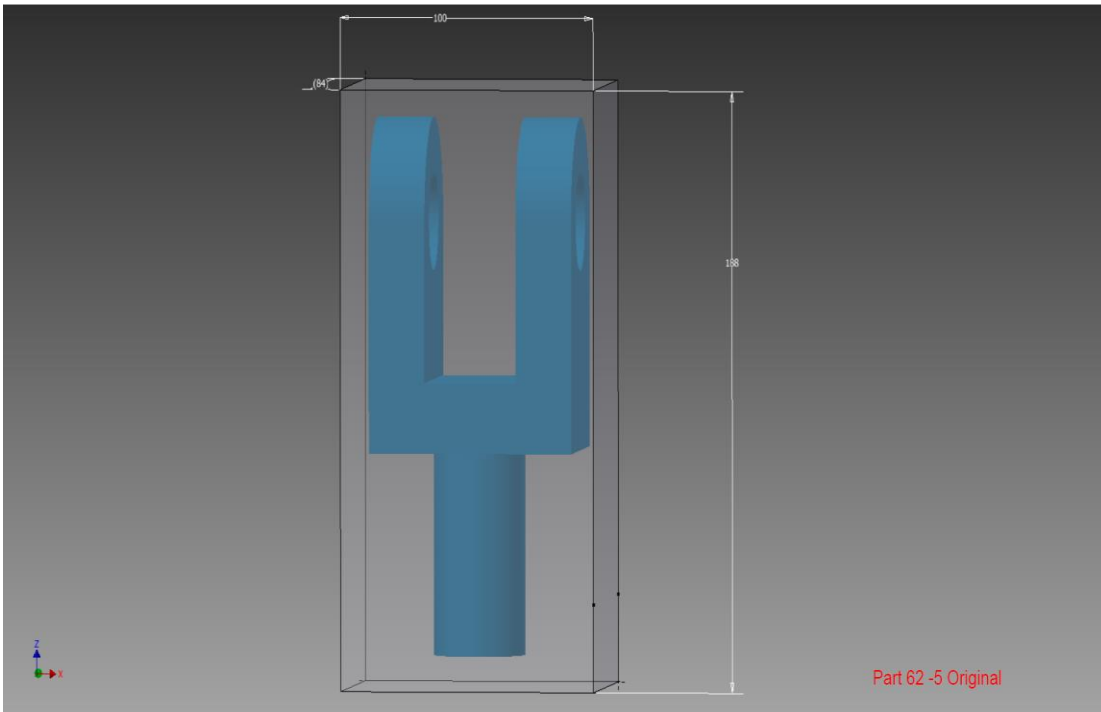
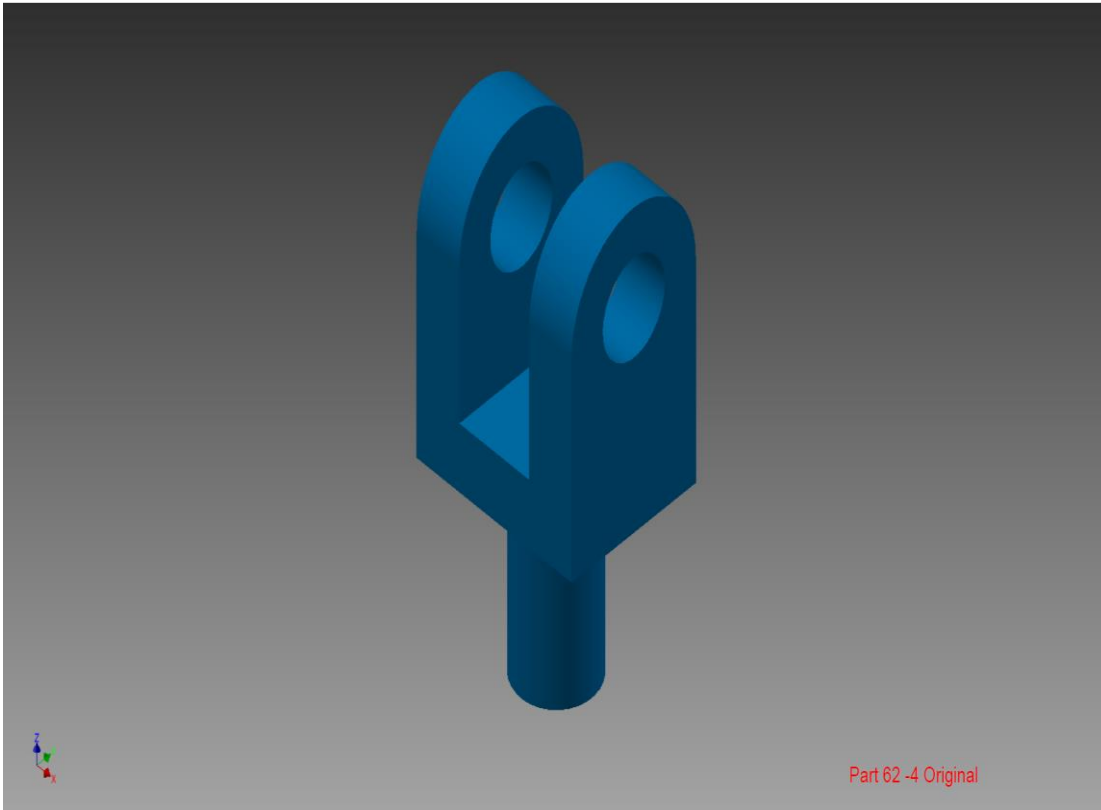




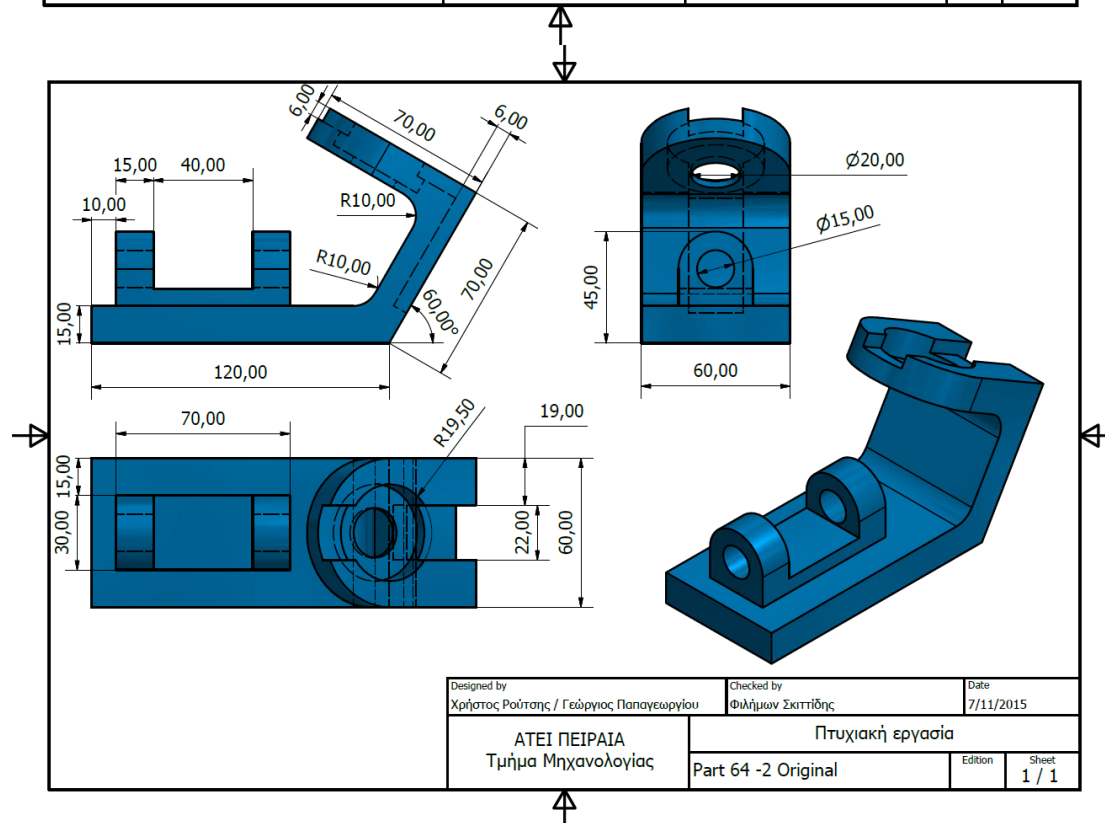
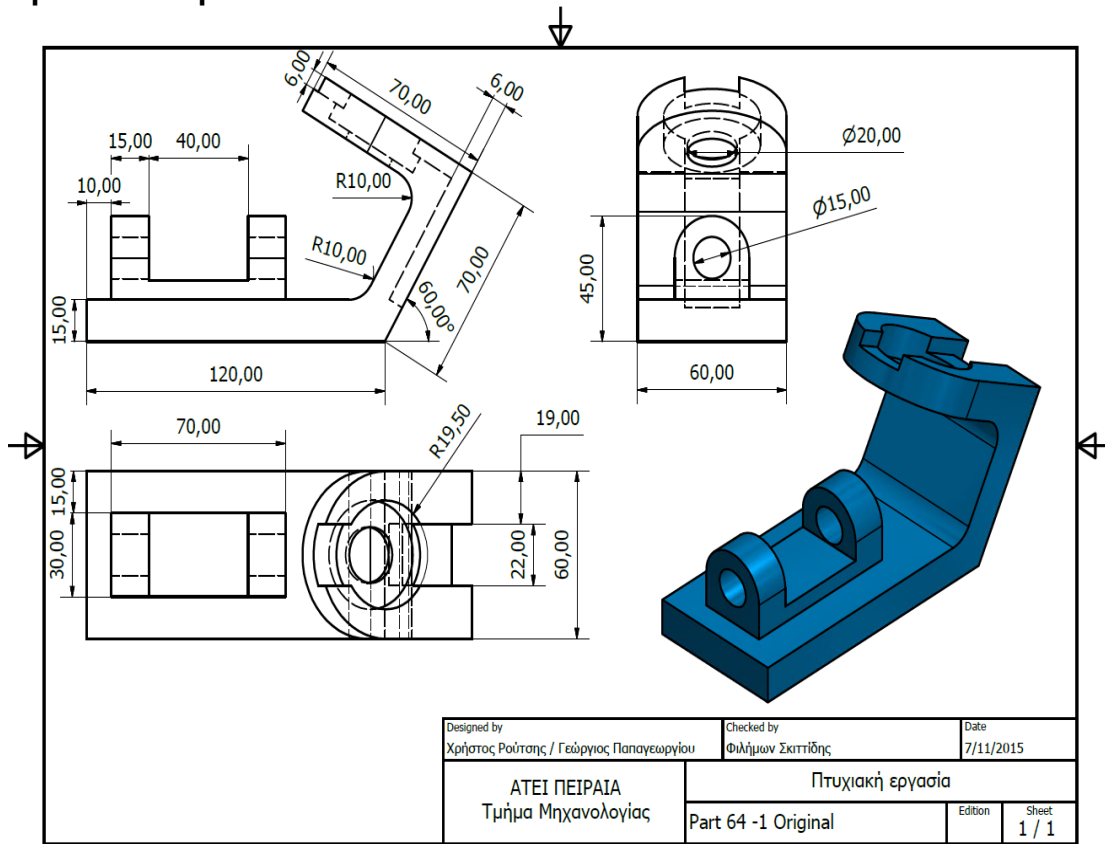
Πρωτότυπο μοντέλο 62

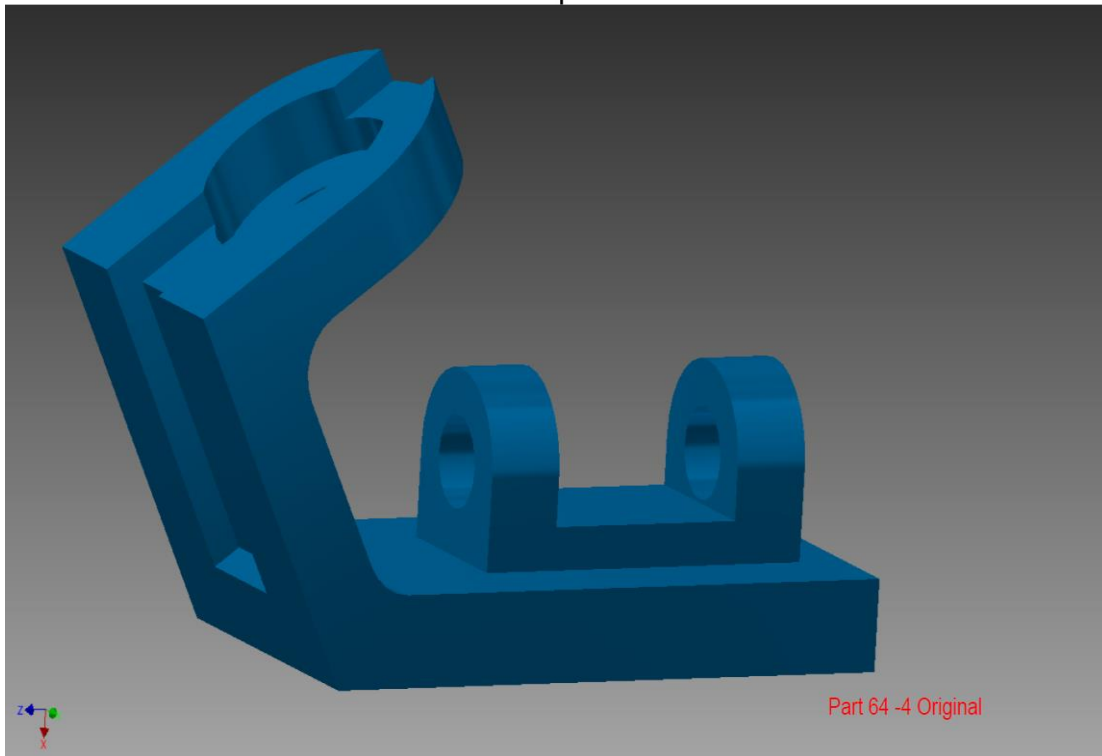
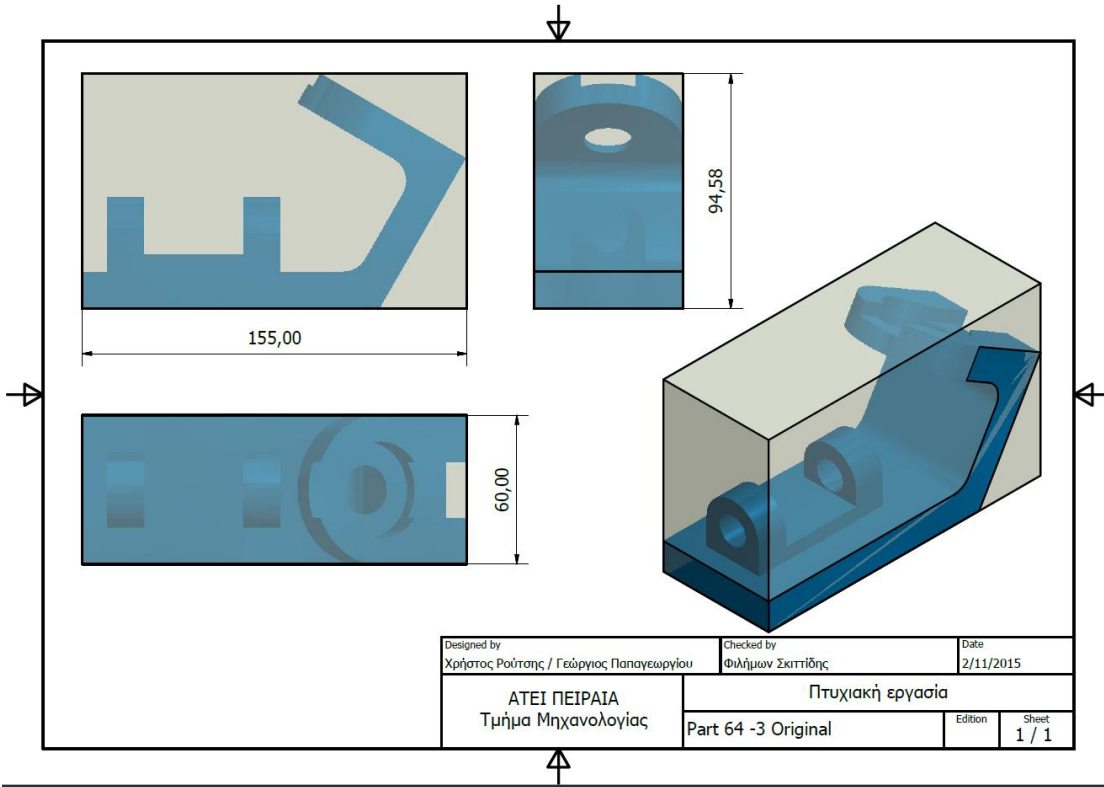


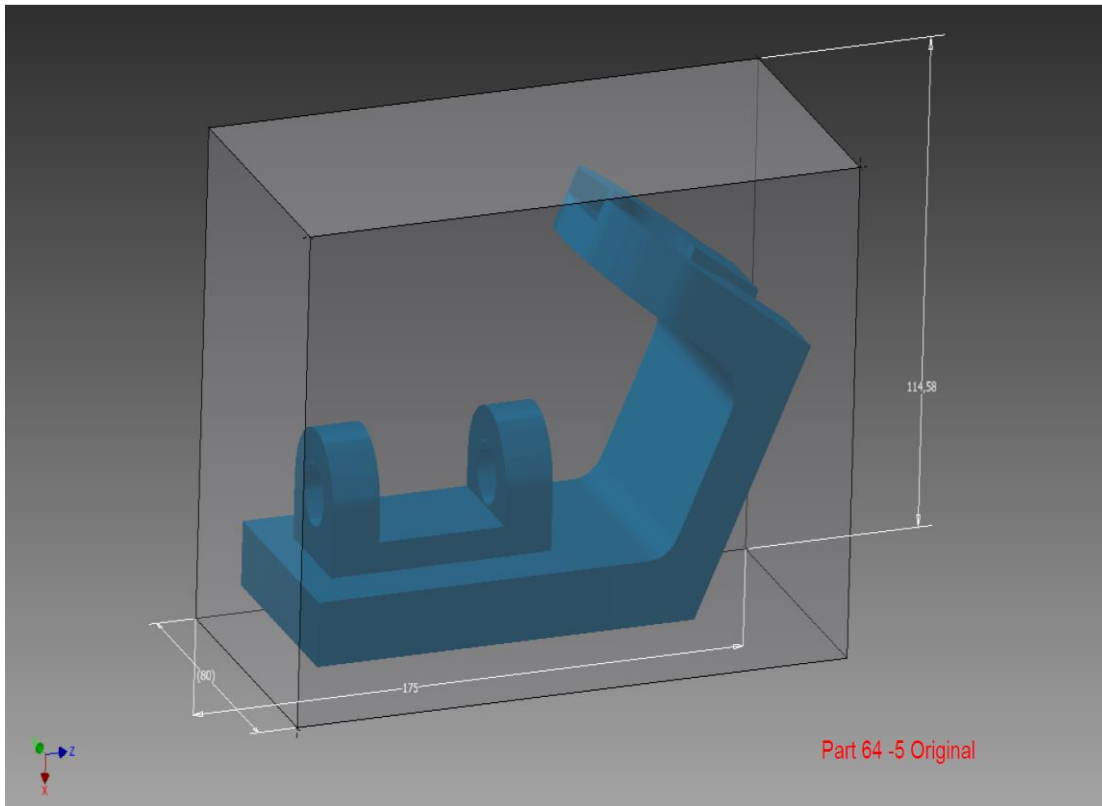




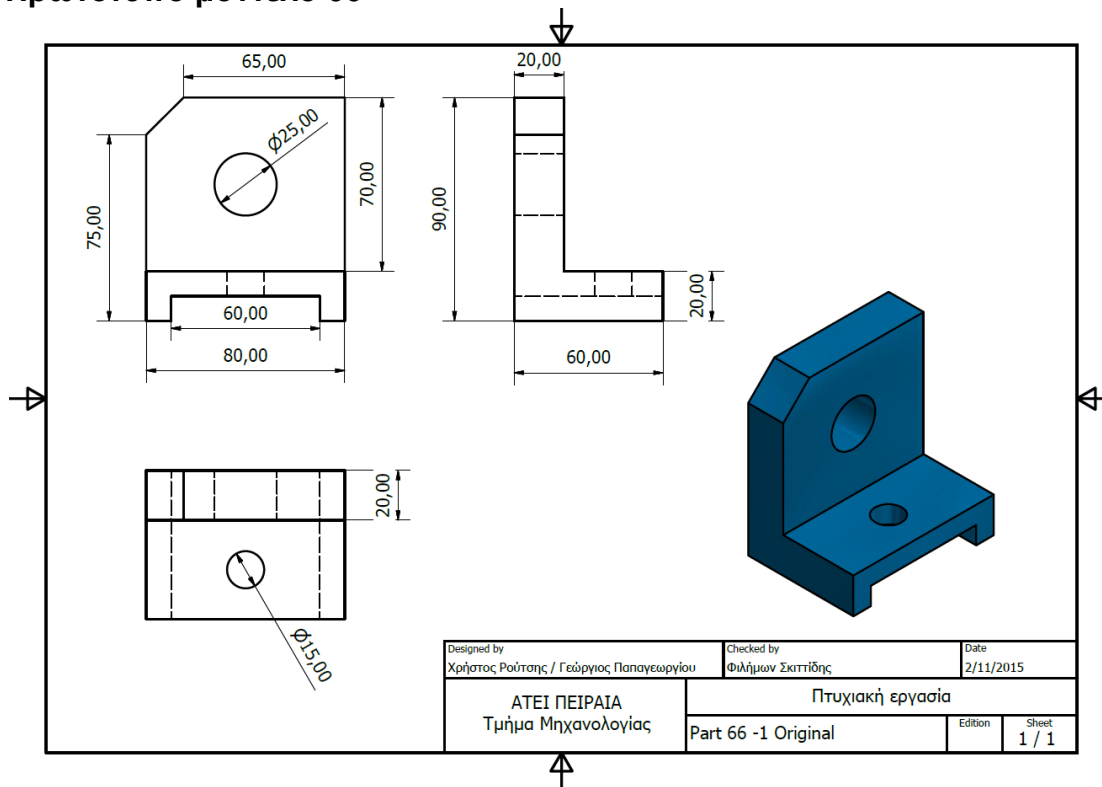
Πρωτότυπο μοντέλο 64

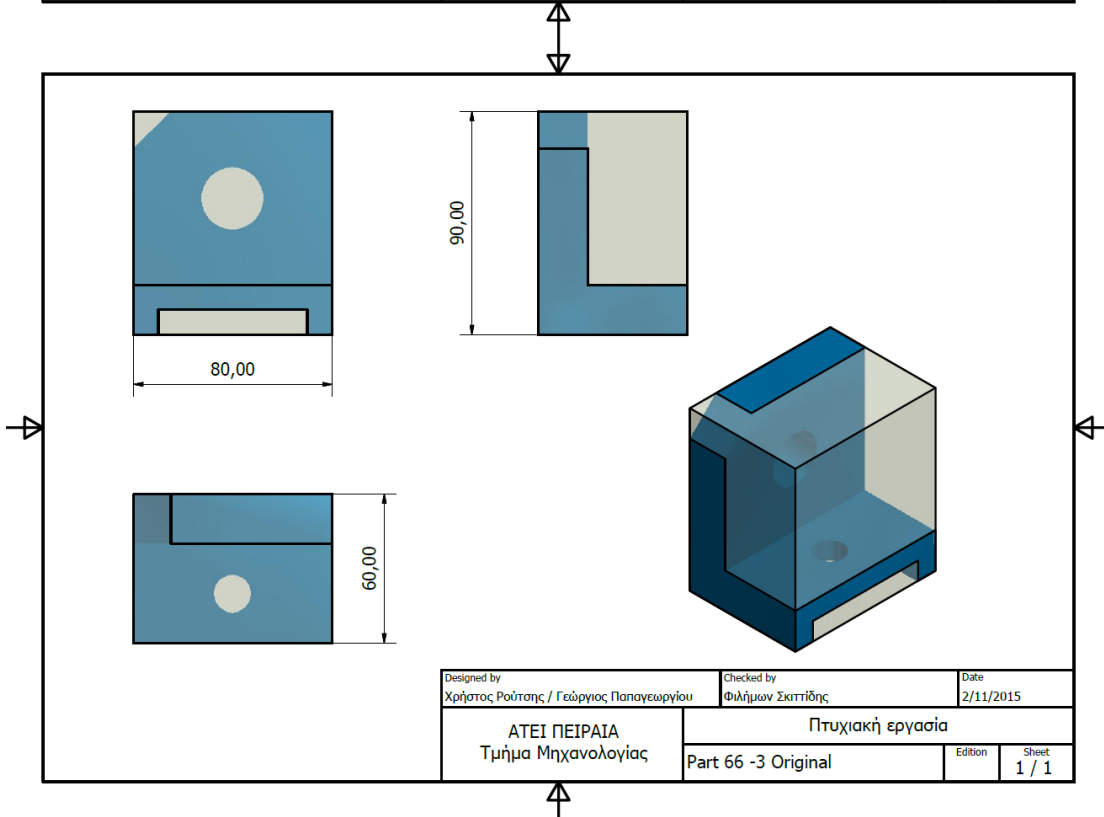
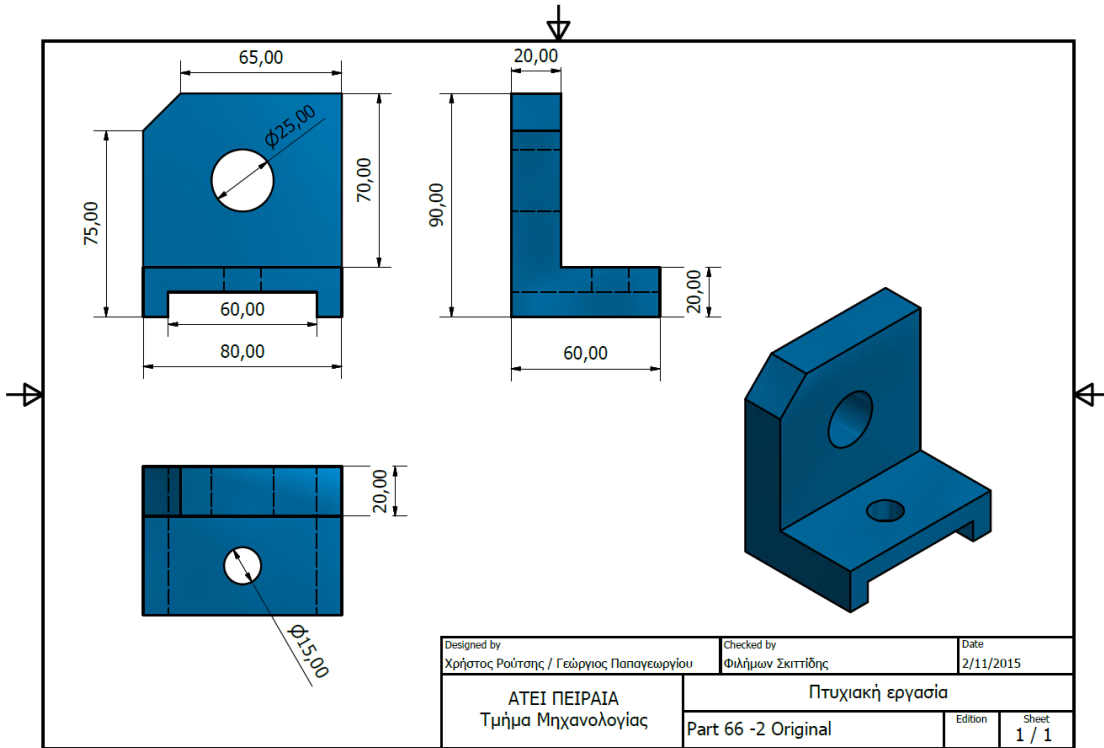


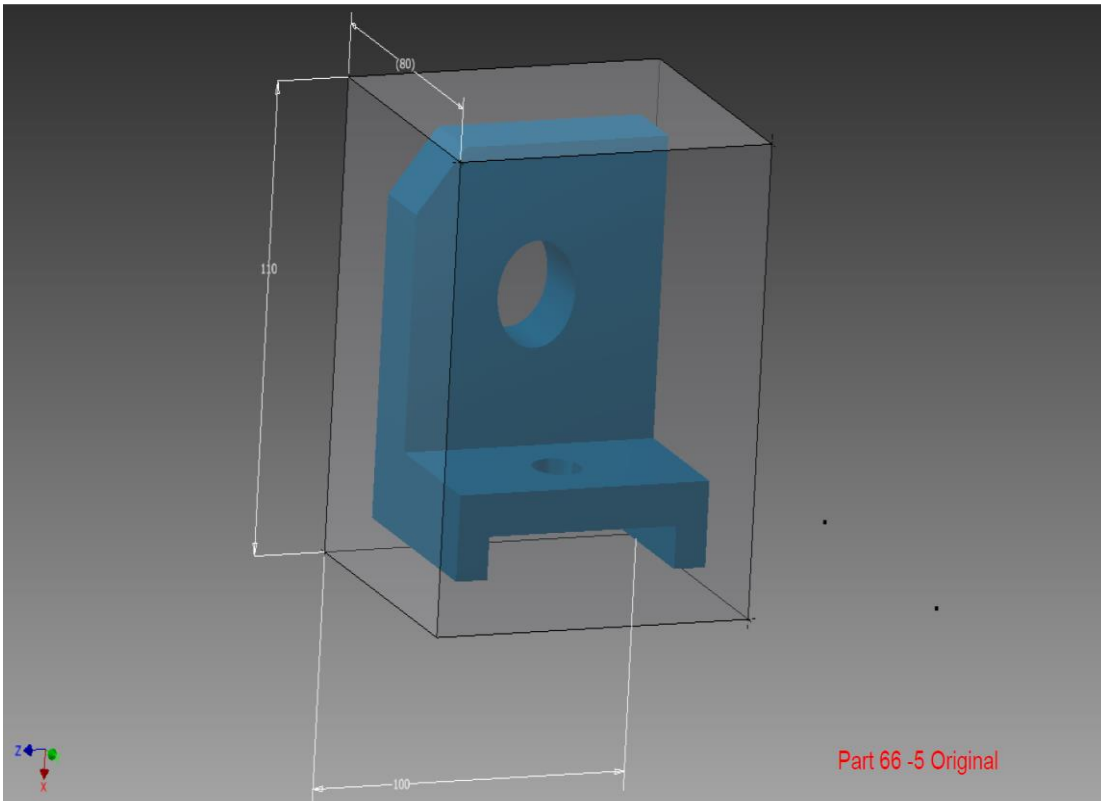
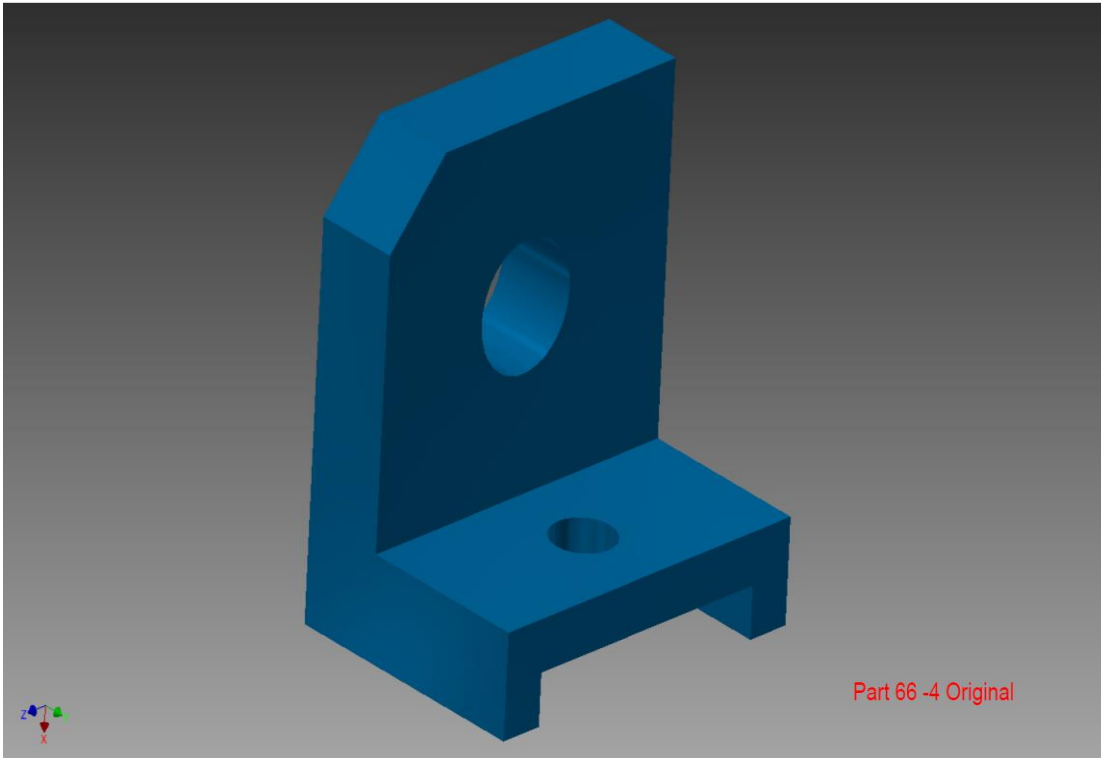




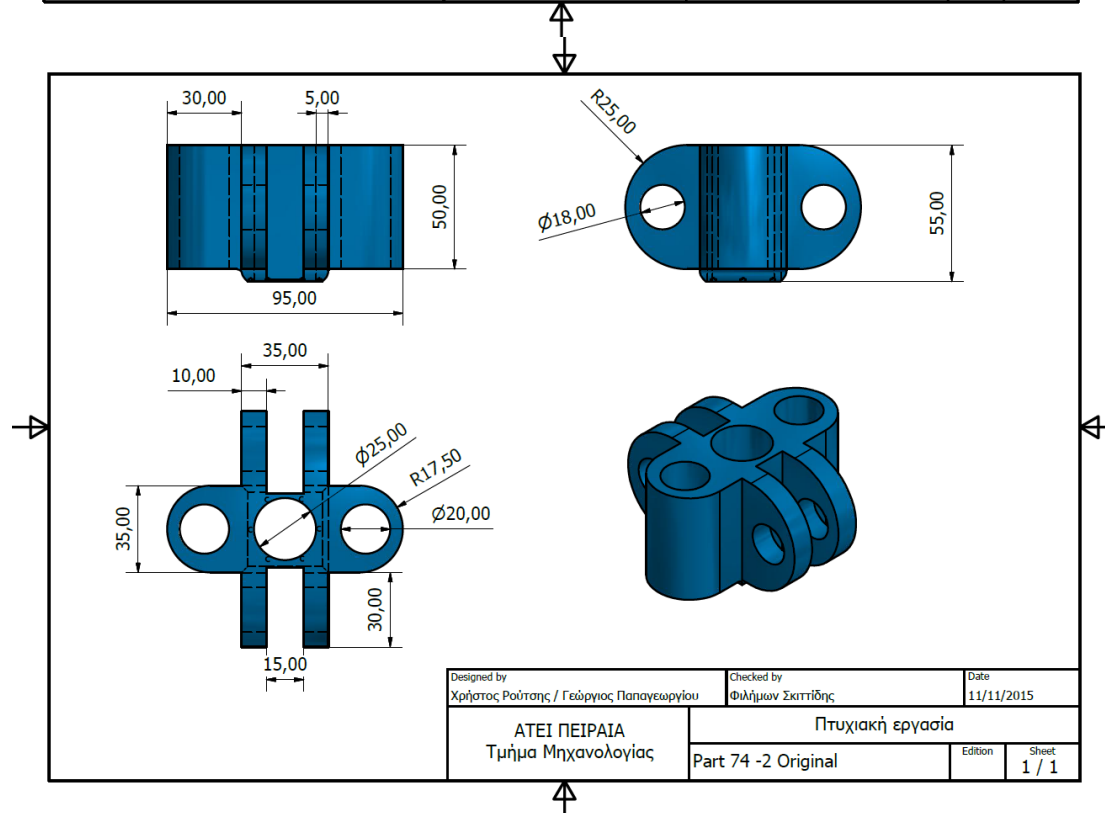
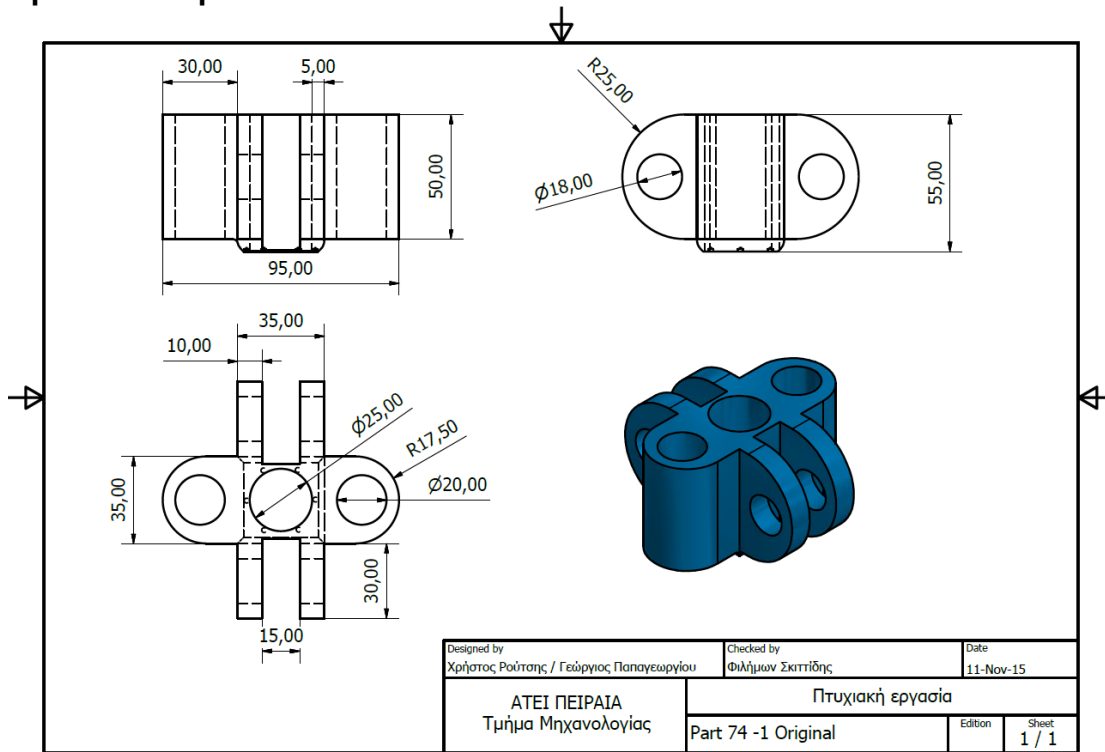
Πρωτότυπο μοντέλο 66

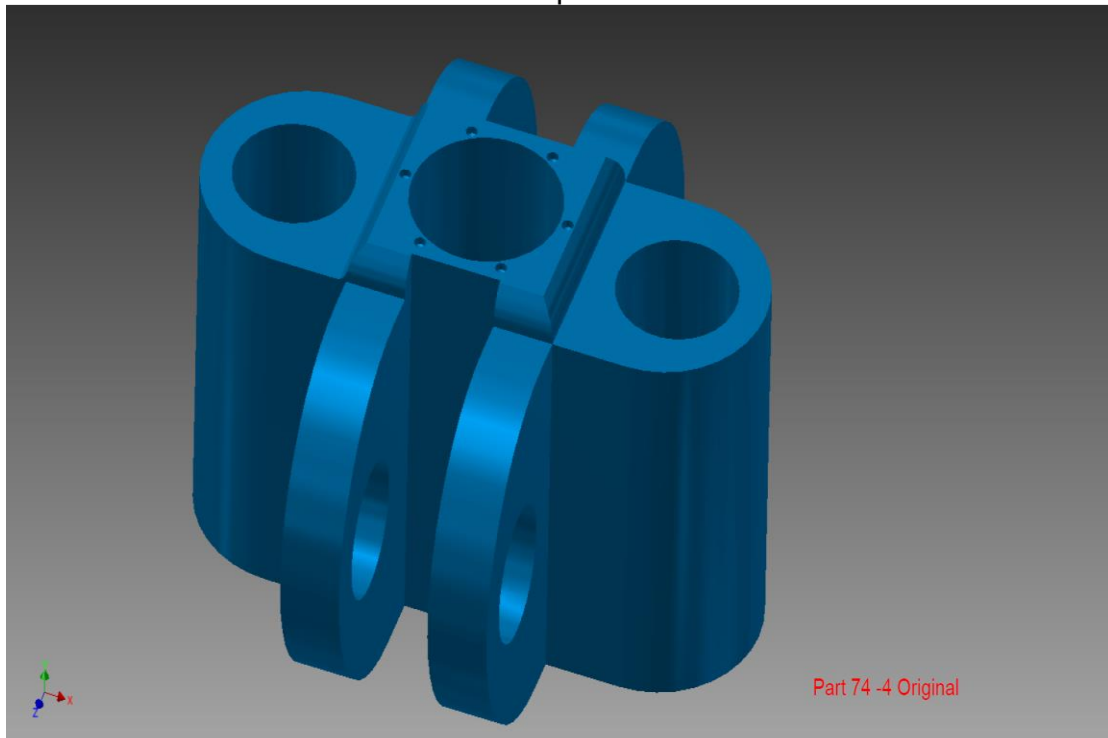
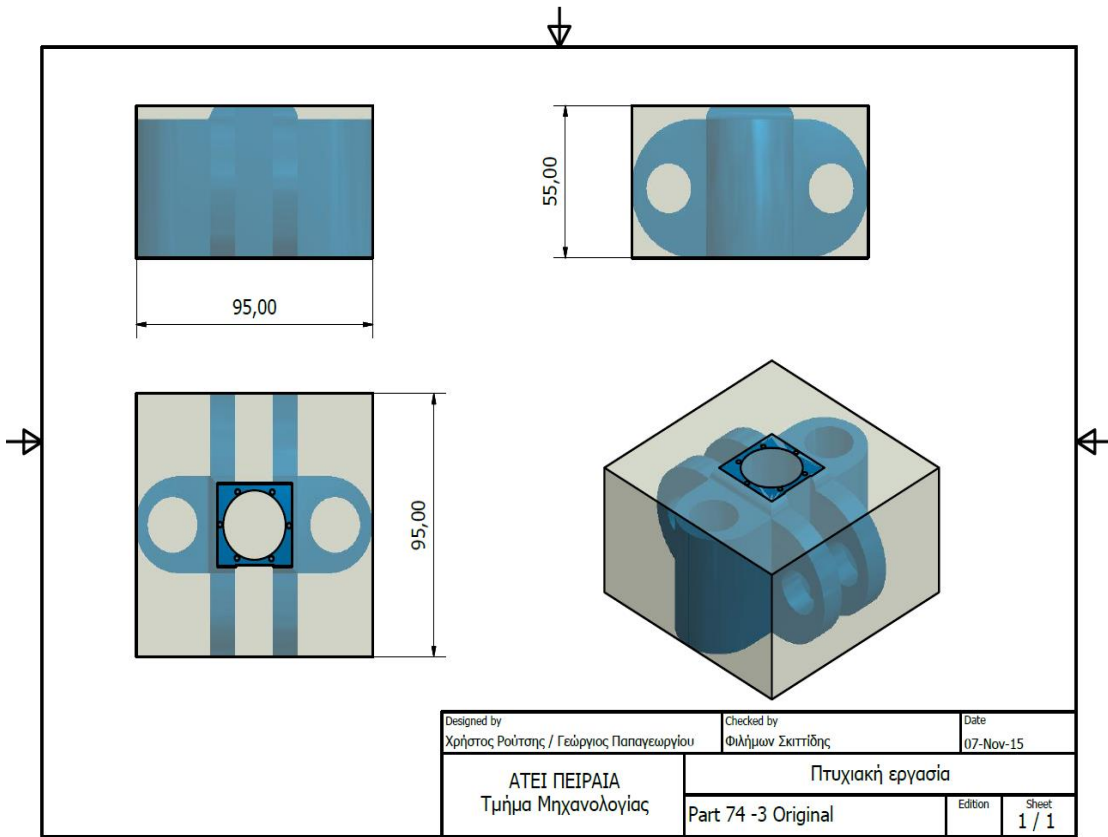


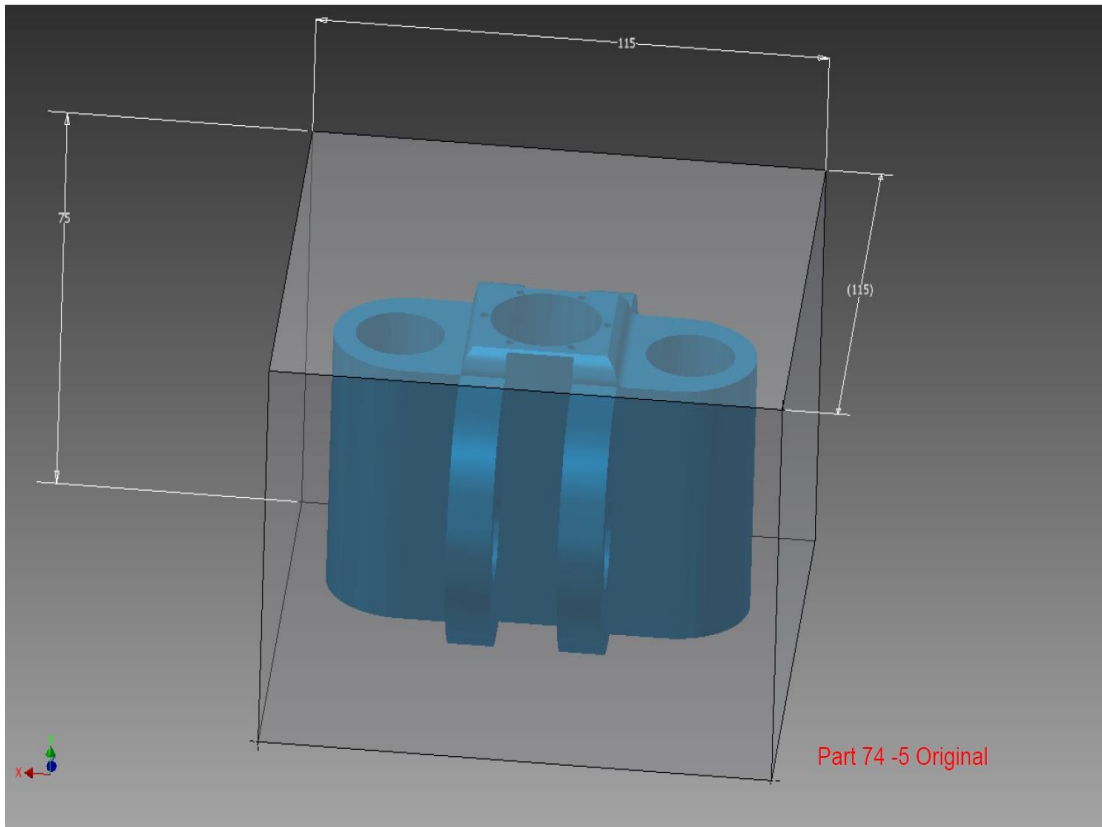




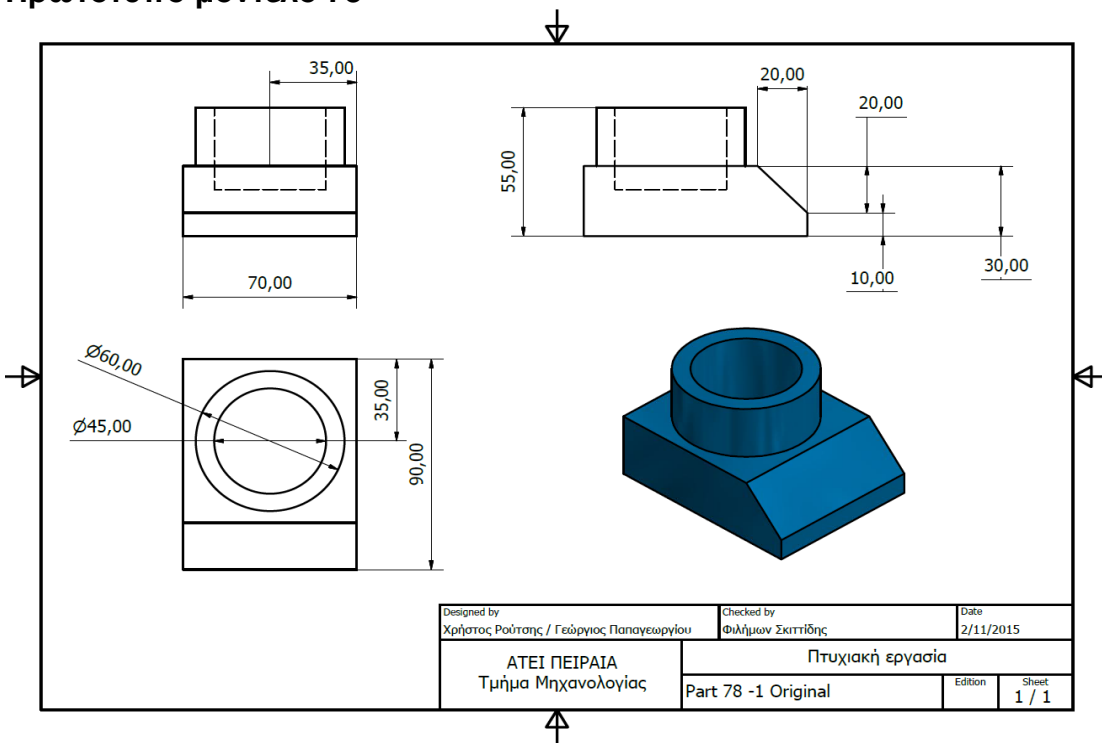
Πρωτότυπο μοντέλο 74

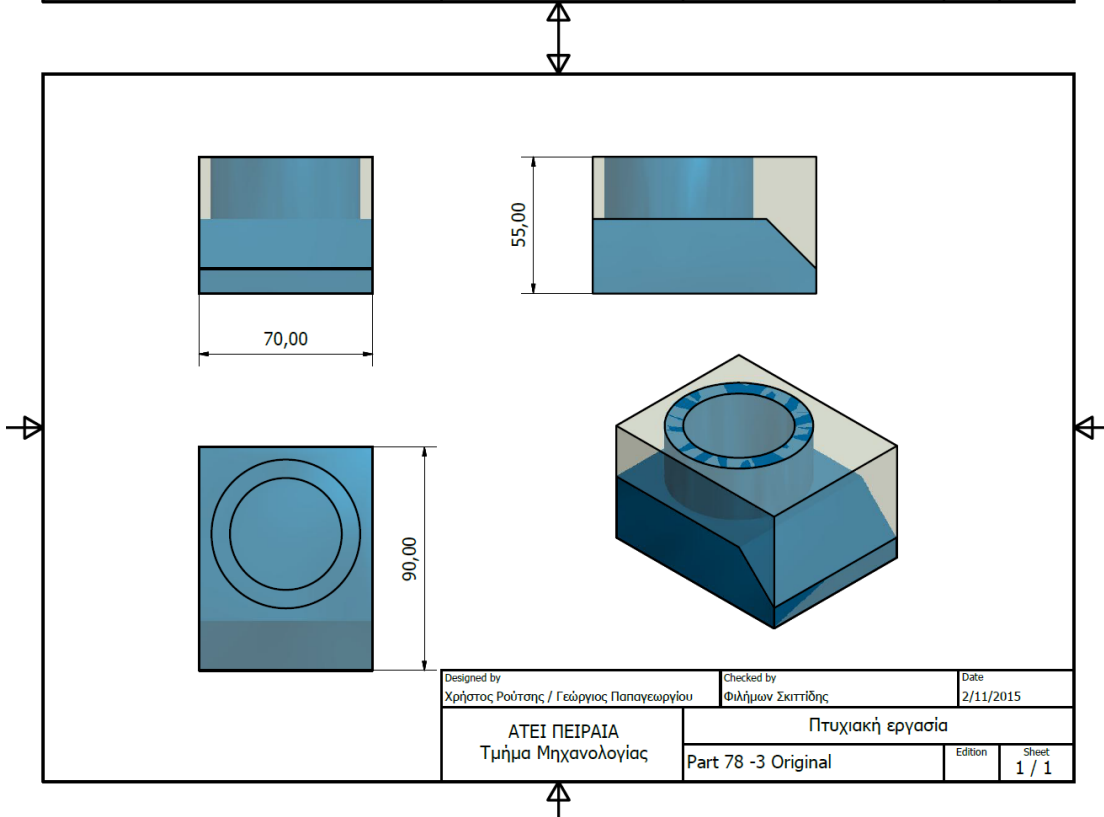
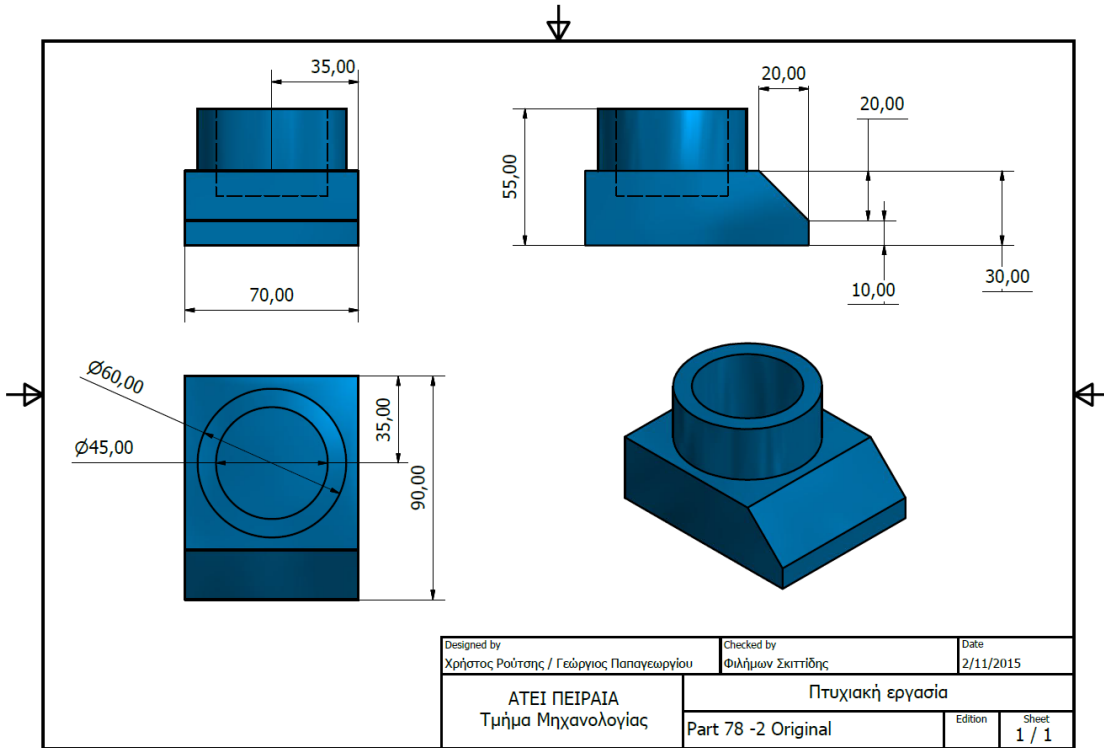


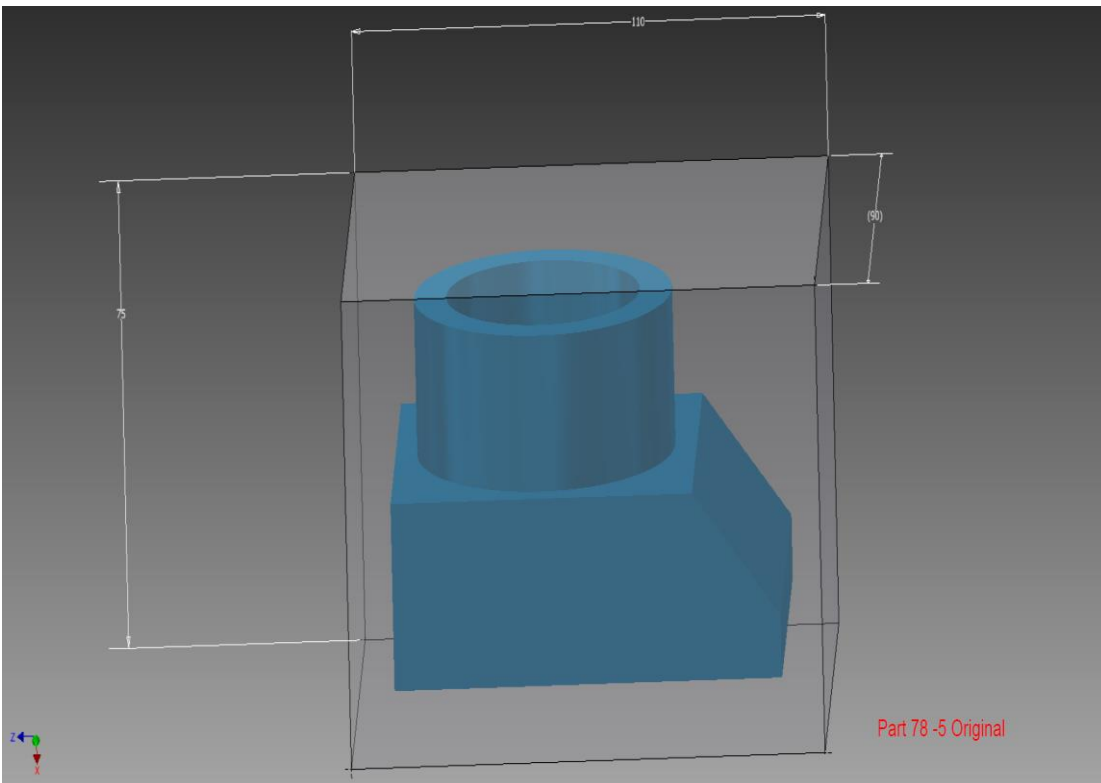
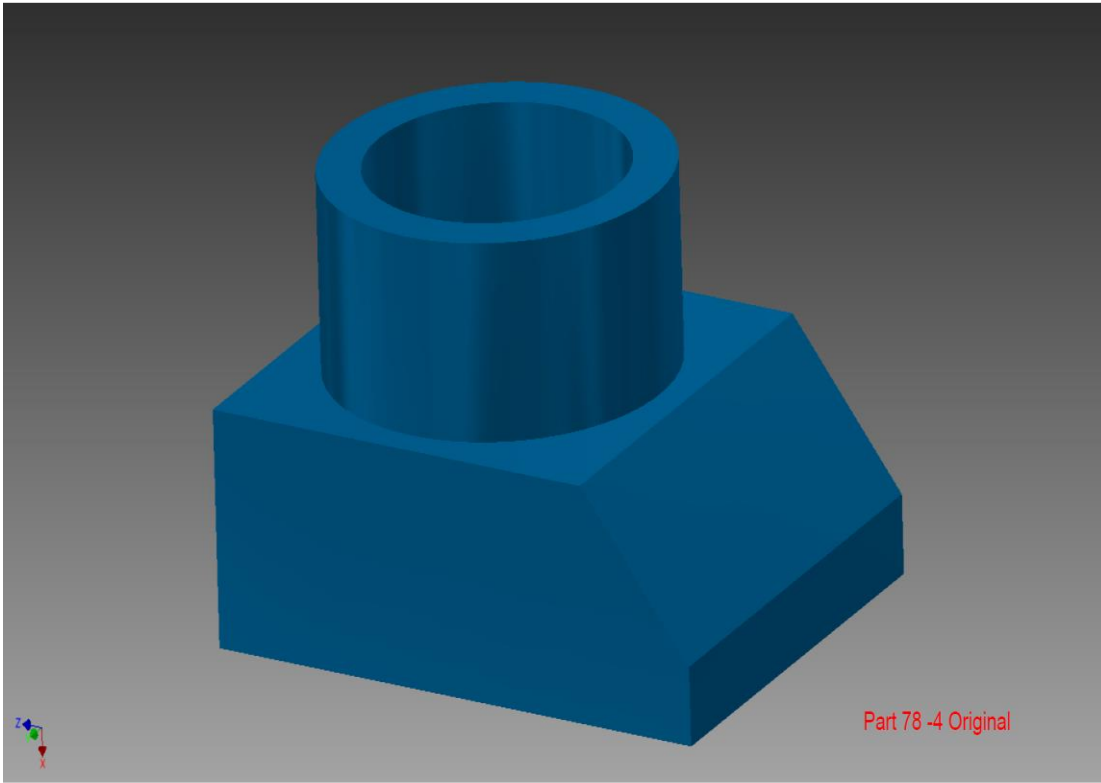




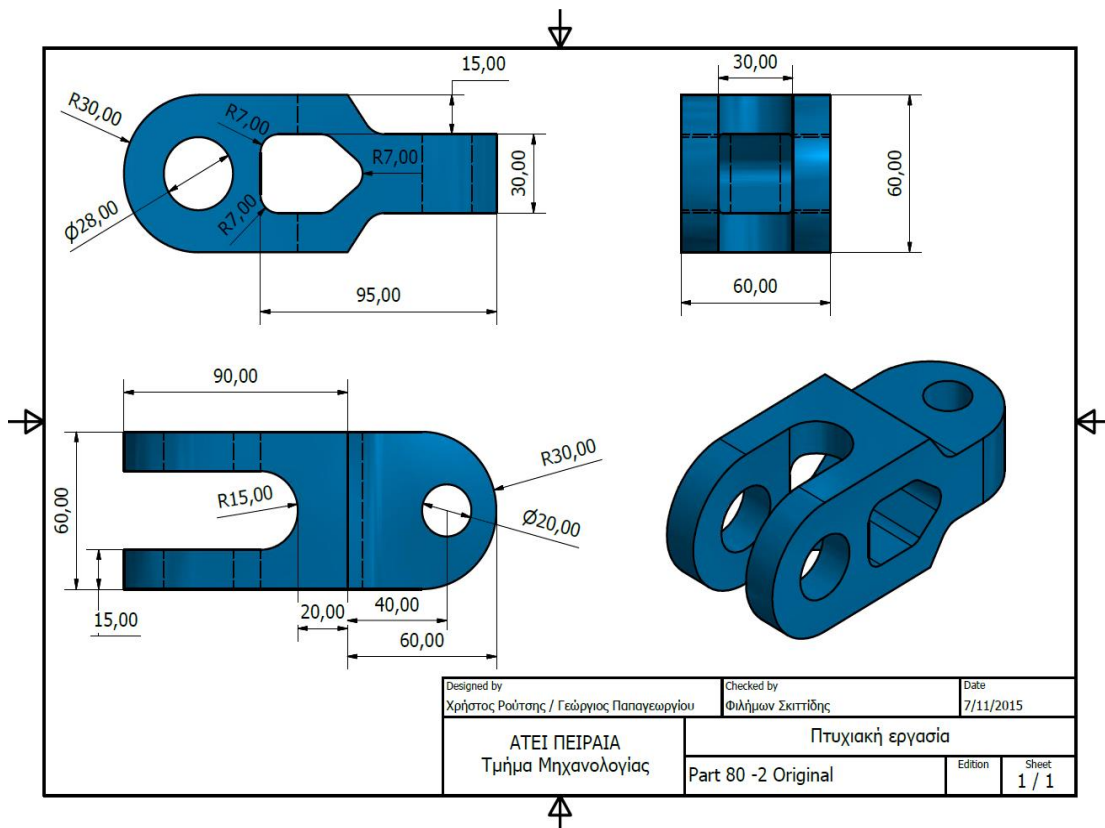
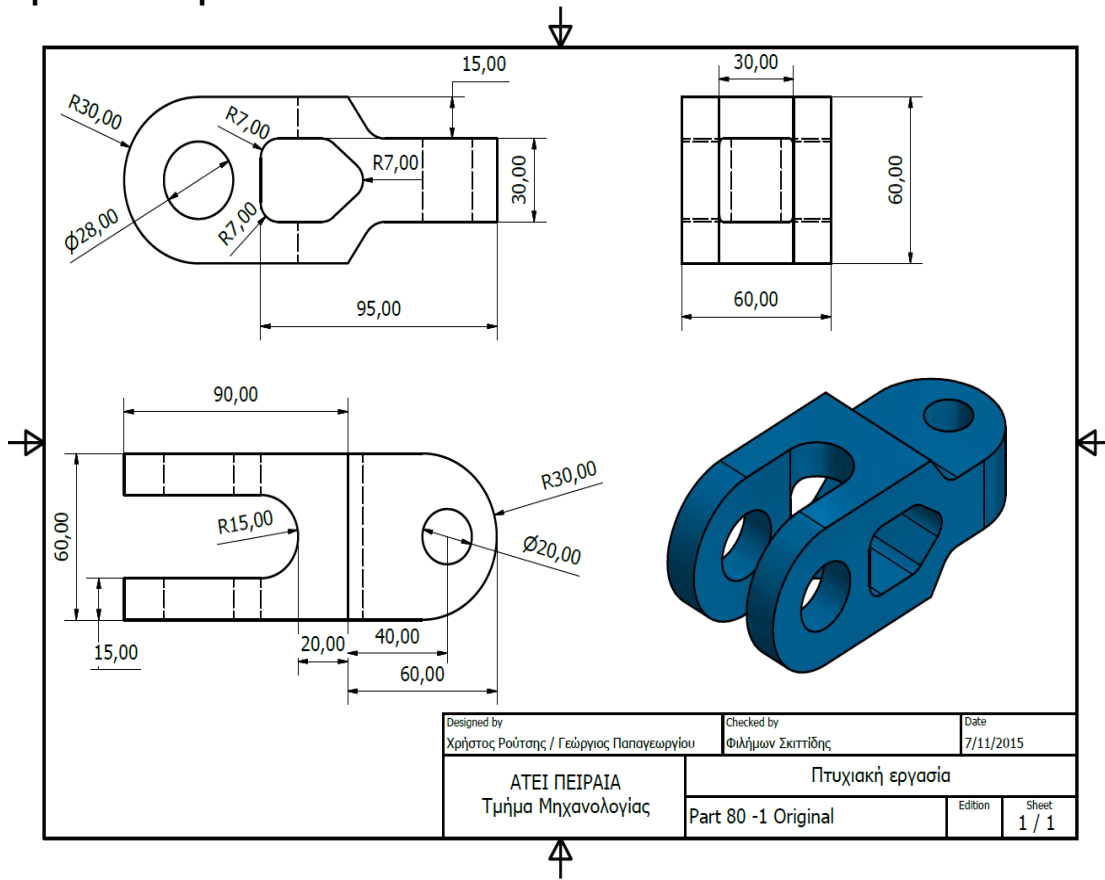
Πρωτότυπο μοντέλο 78

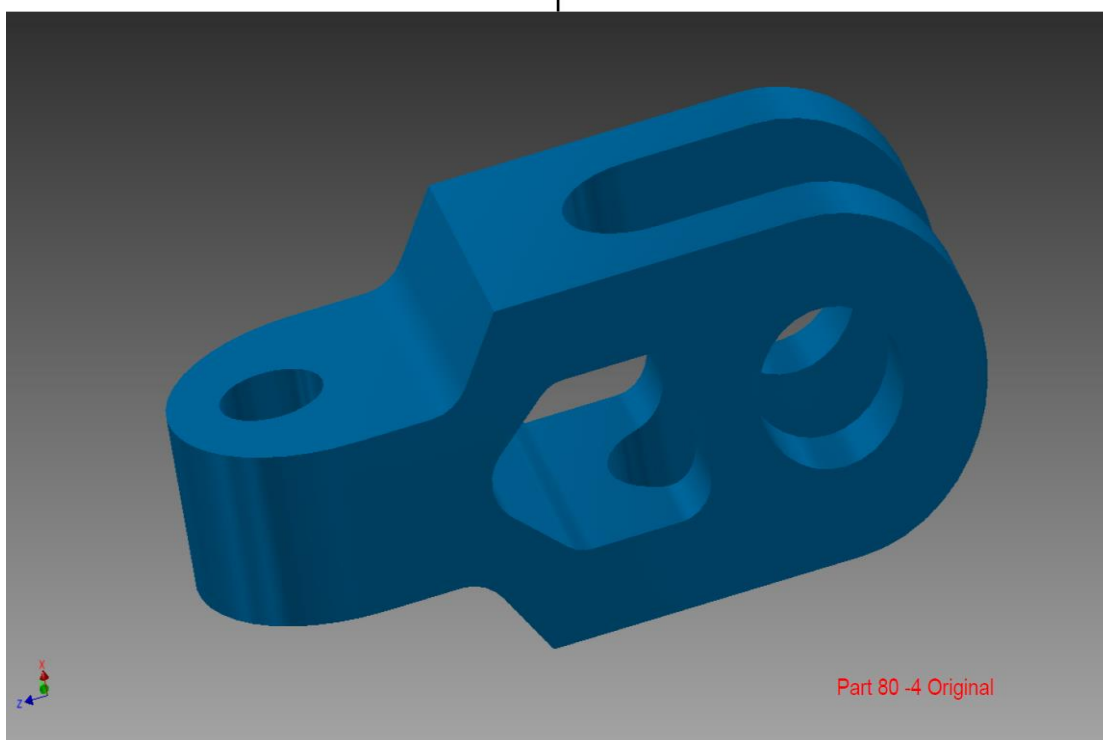
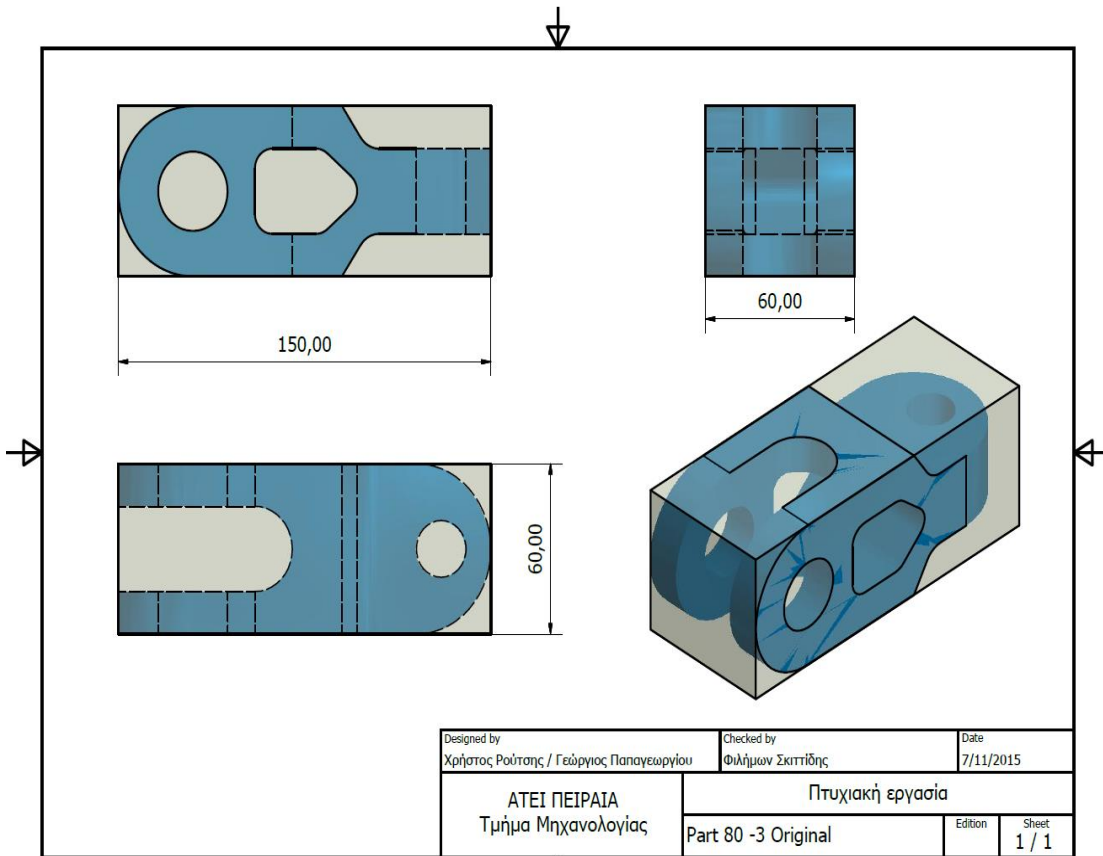


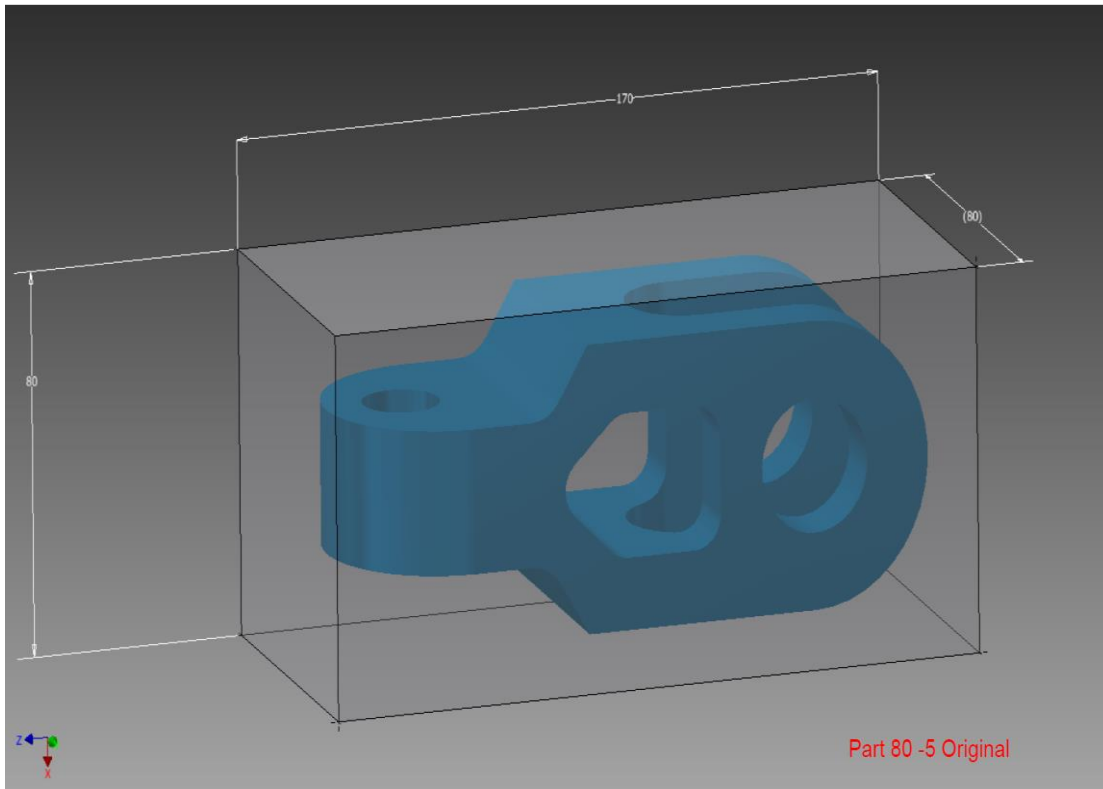




Πρωτότυπο μοντέλο 80







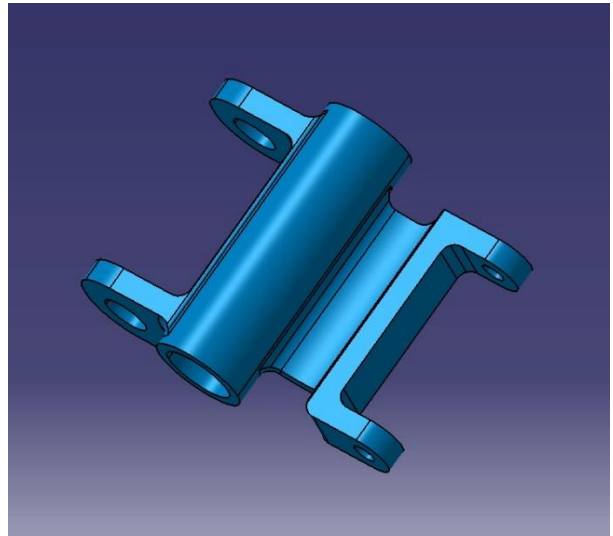
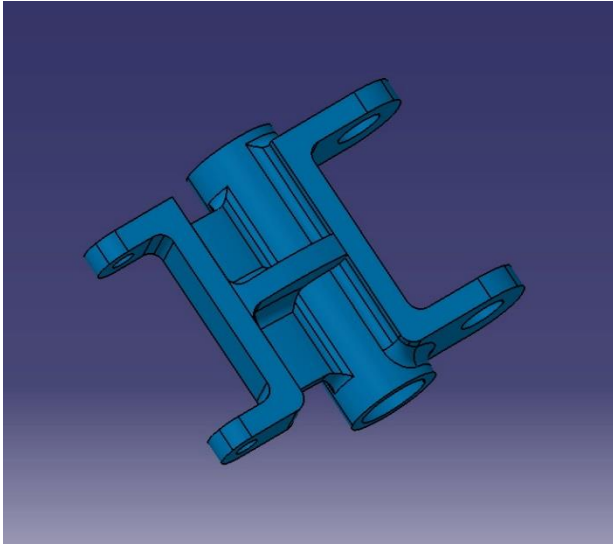
Design for Manufacturing - Σχεδίαση με σκοπό την Κατασκευασιμότητα

Προτάσεις για αλλαγές σε 30 σχέδια

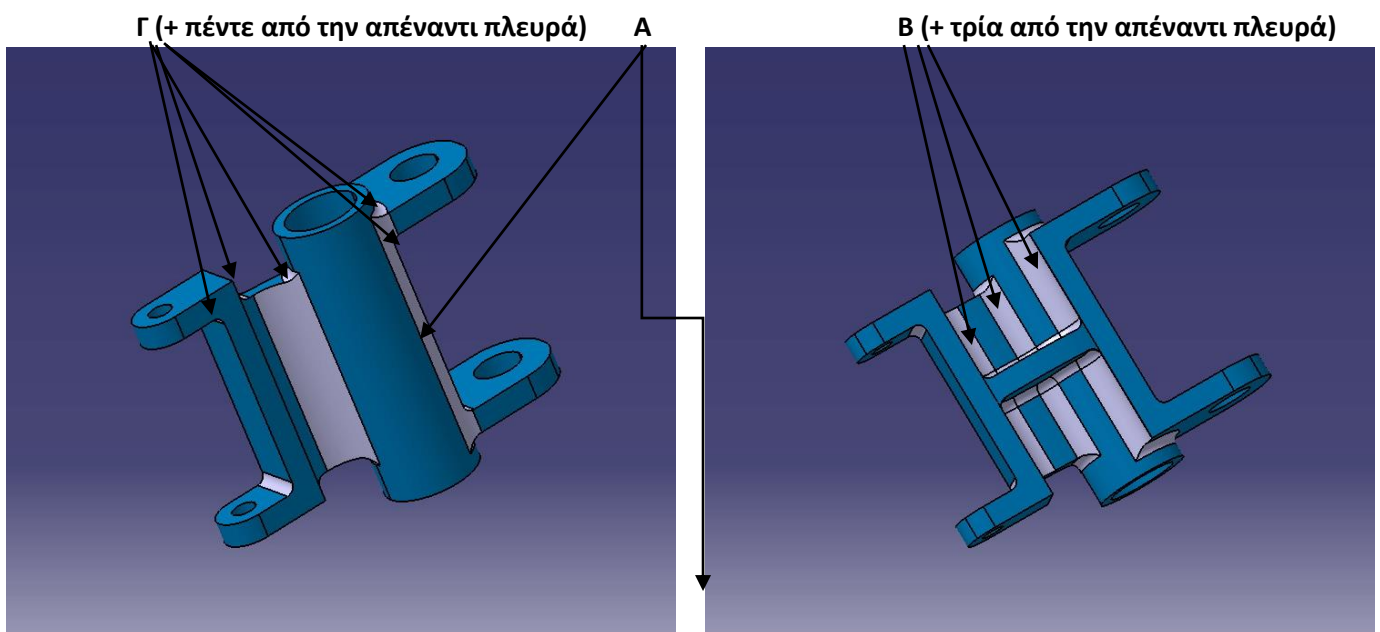
Πρωτότυπο Μοντέλο-11 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R8 σε δυο σημεία (A)
- 2) R5 σε έξι σημεία (B)
- 3) R2 σε δέκα σημεία (Γ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



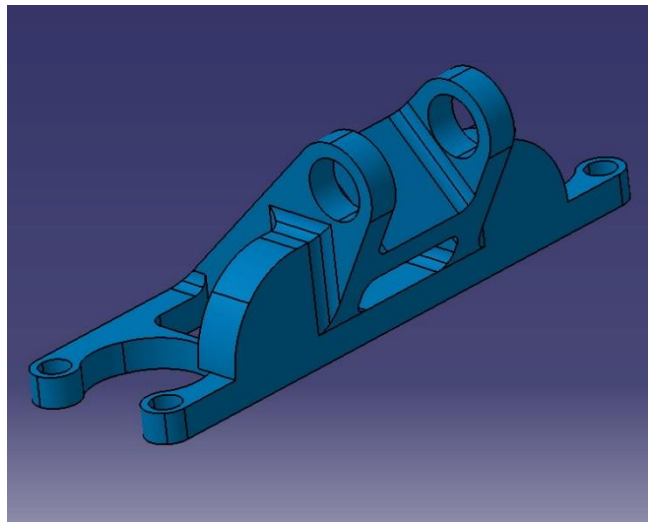
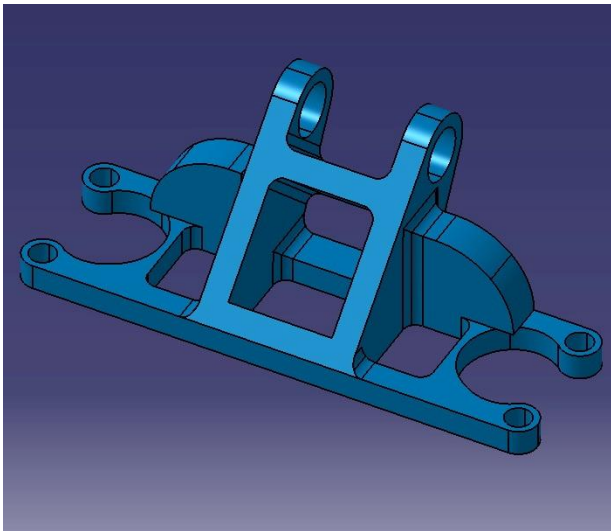
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



Πρωτότυπο Μοντέλο -14 – Προτάσεις για αλλαγές

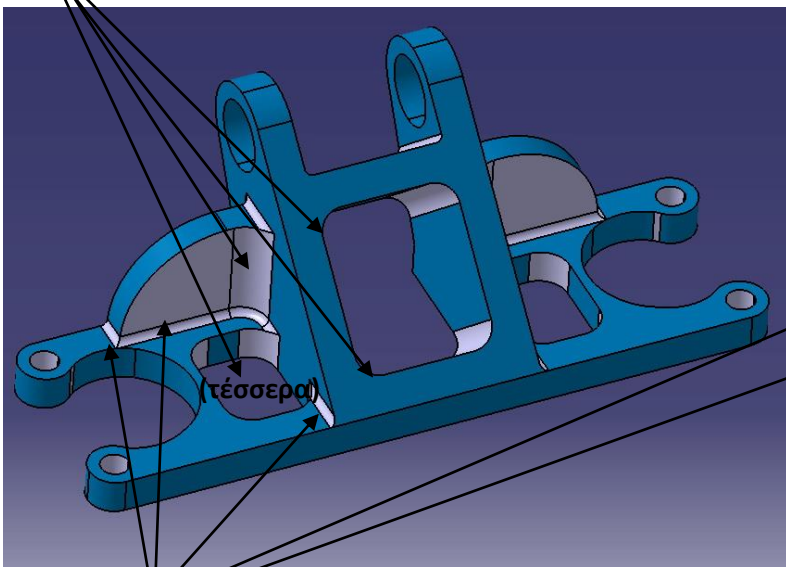
- 1) R8 σε δεκατέσσερα ράδια (Α)
- 2) Φ8 σε τέσσερις οπές (Β)
- 3) Πάχος 8μμ σε δυο πλευρές (Γ)
- 4) R2 σε δέκα σημεία (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις

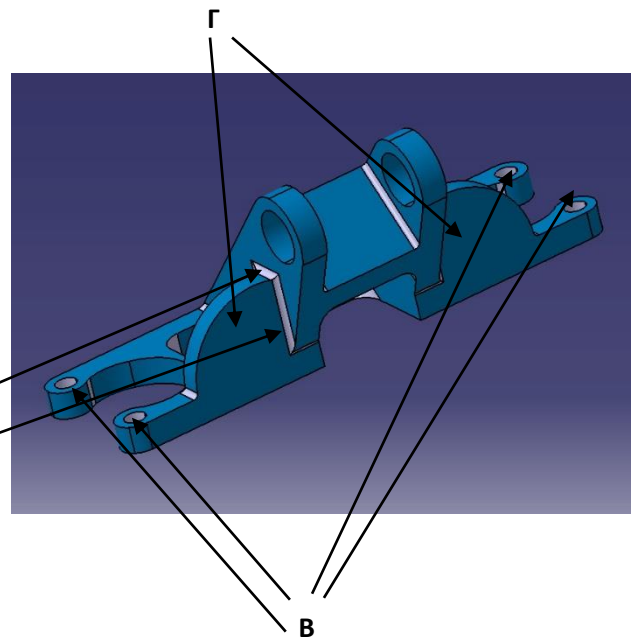


Σχέδιο μετά από τις προτάσεις

Α (+ επτά στην απέναντι πλευρά)



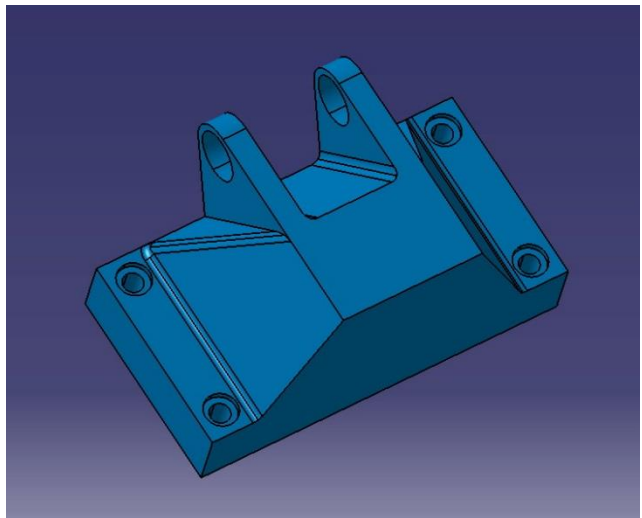
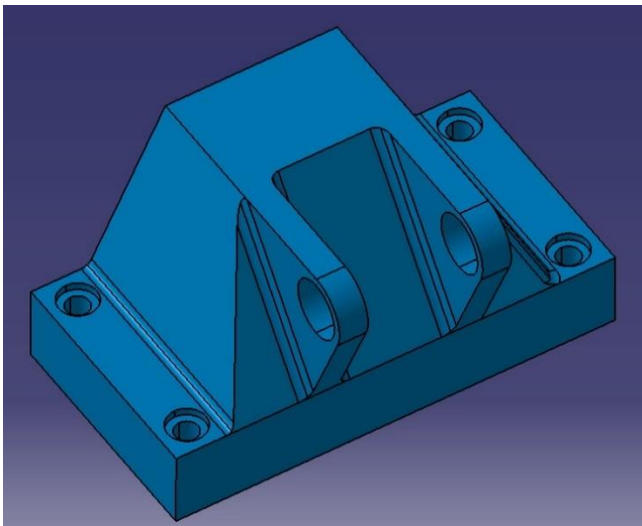
Δ (+ πέντε στην απέναντι πλευρά)



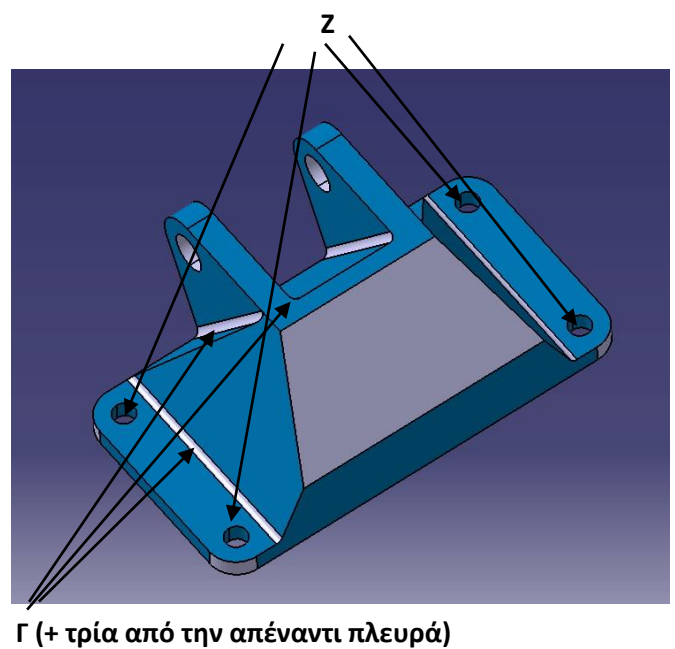
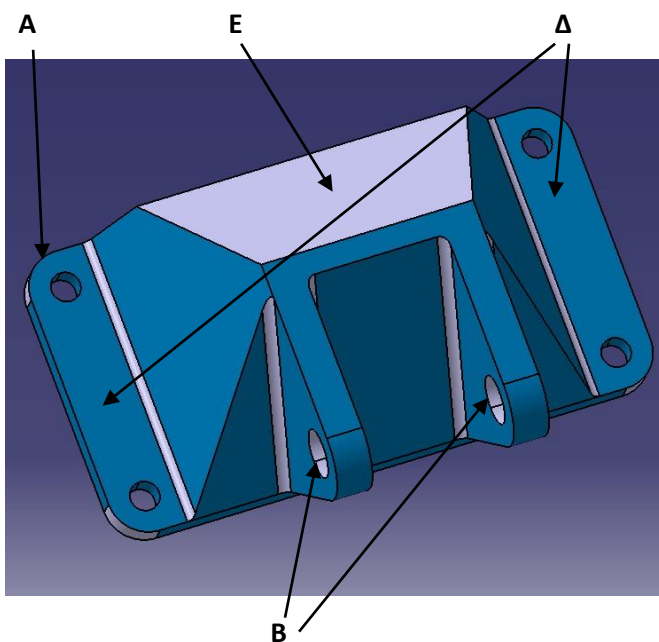
Πρωτότυπο Μοντέλο -15 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) Αφαίρεση όλων των ραδίων
- 2) R8 τέσσερα εξωτερικά ράδια (A)
- 3) $\Phi 10$ δυο οπές (B)
- 4) R2 σε έξι σημεία (Γ)
- 5) 5mm πάχος (Δ)
- 6) Σπάσιμο γωνίας (chamfer) 25X45 (E)
- 7) $\Phi 6$ τέσσερις απλές οπές (Z)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



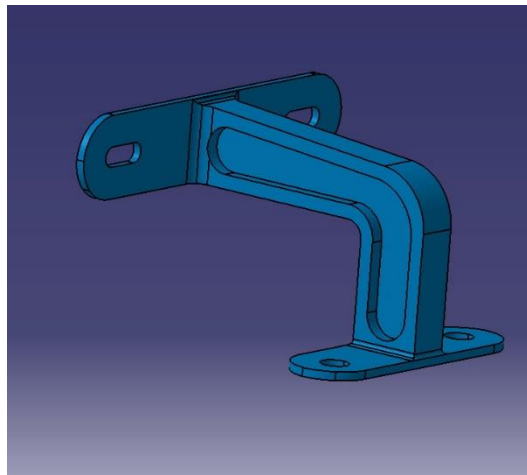
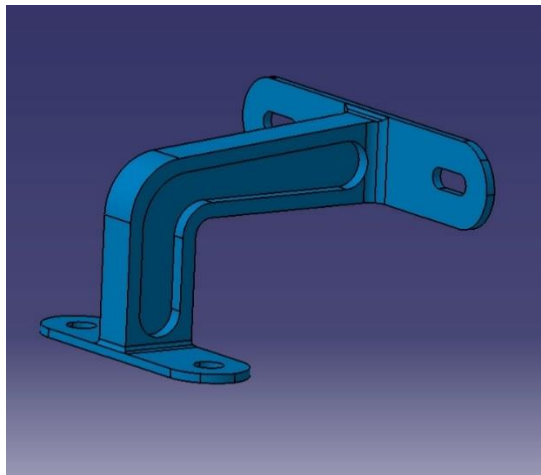
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



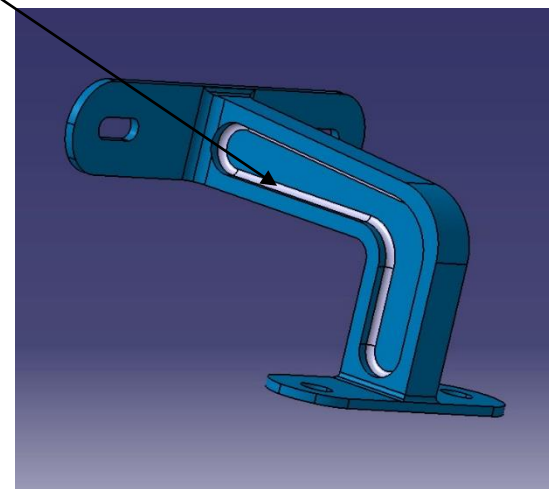
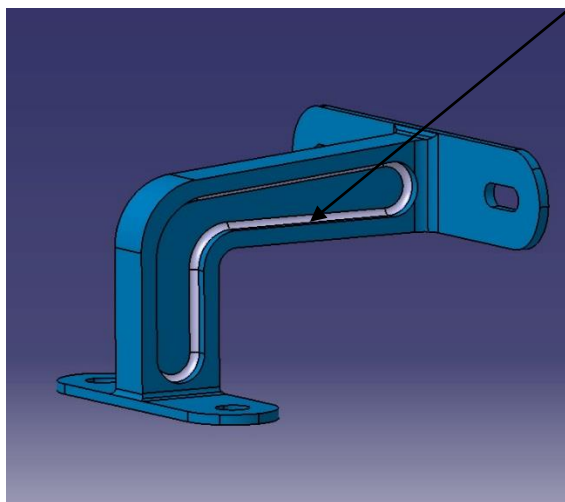
Πρωτότυπο Μοντέλο -16 – Προτάσεις για αλλαγές

1) R2 στις δυο πλευρές (A)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



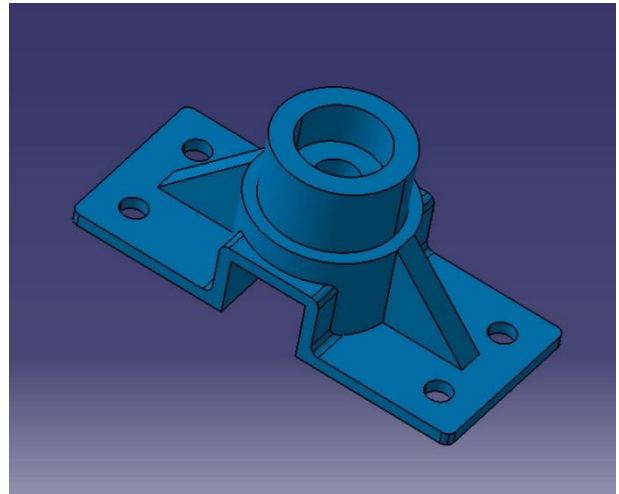
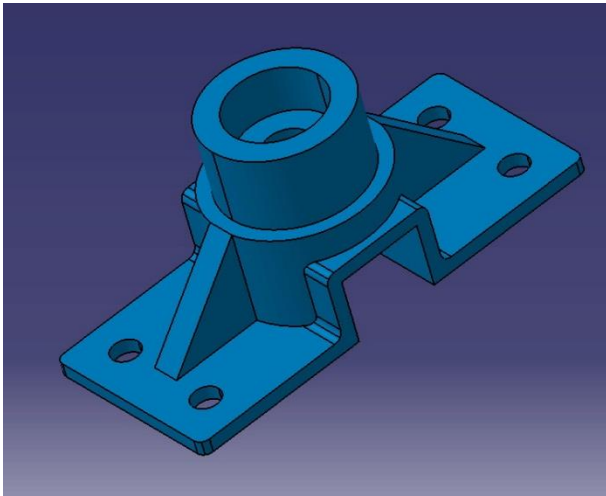
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



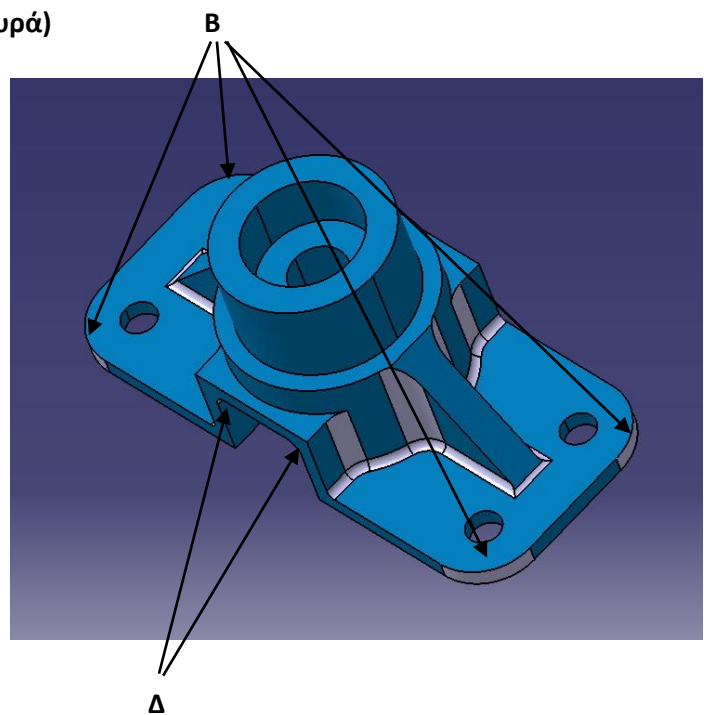
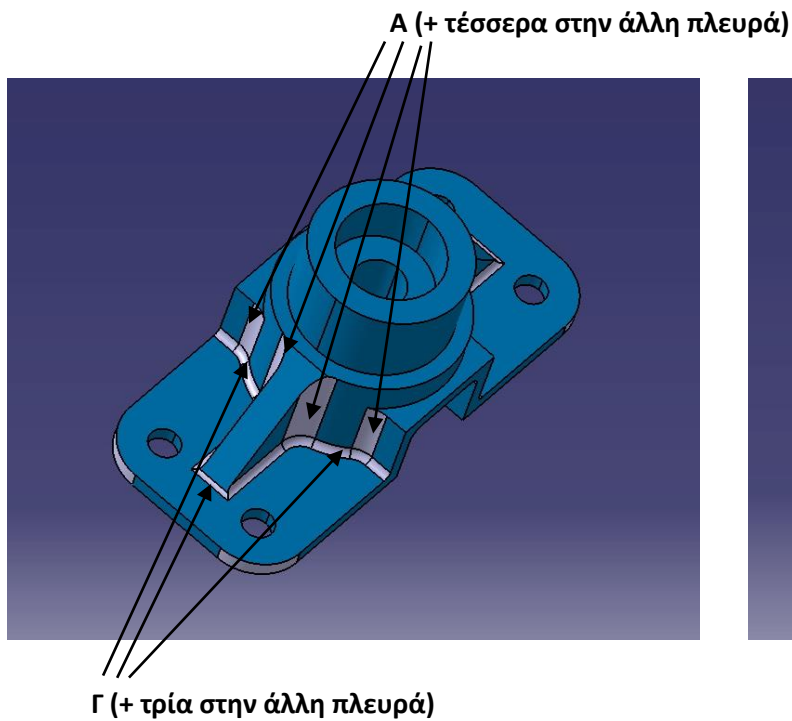
Πρωτότυπο Μοντέλο -17 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R8 σε οκτώ ράδια (Α)
- 2) R15 σε τέσσερα εξωτερικά ράδια (Β)
- 3) R2 σε έξι σημεία (Γ)
- 4) R4 σε 2 σημεία (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



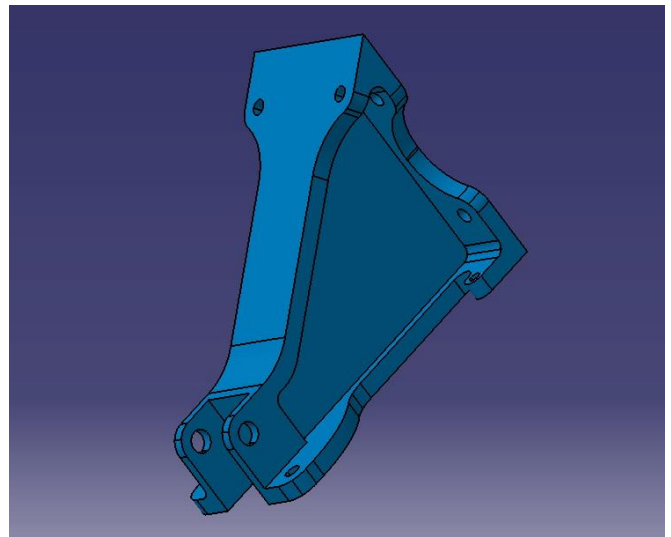
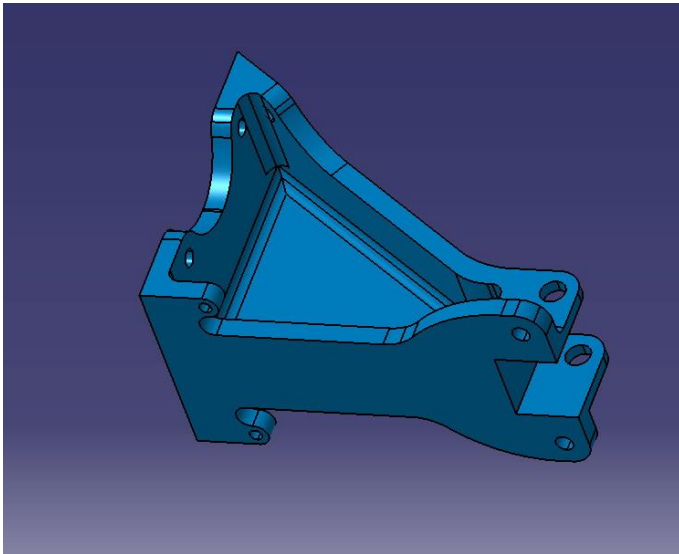
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



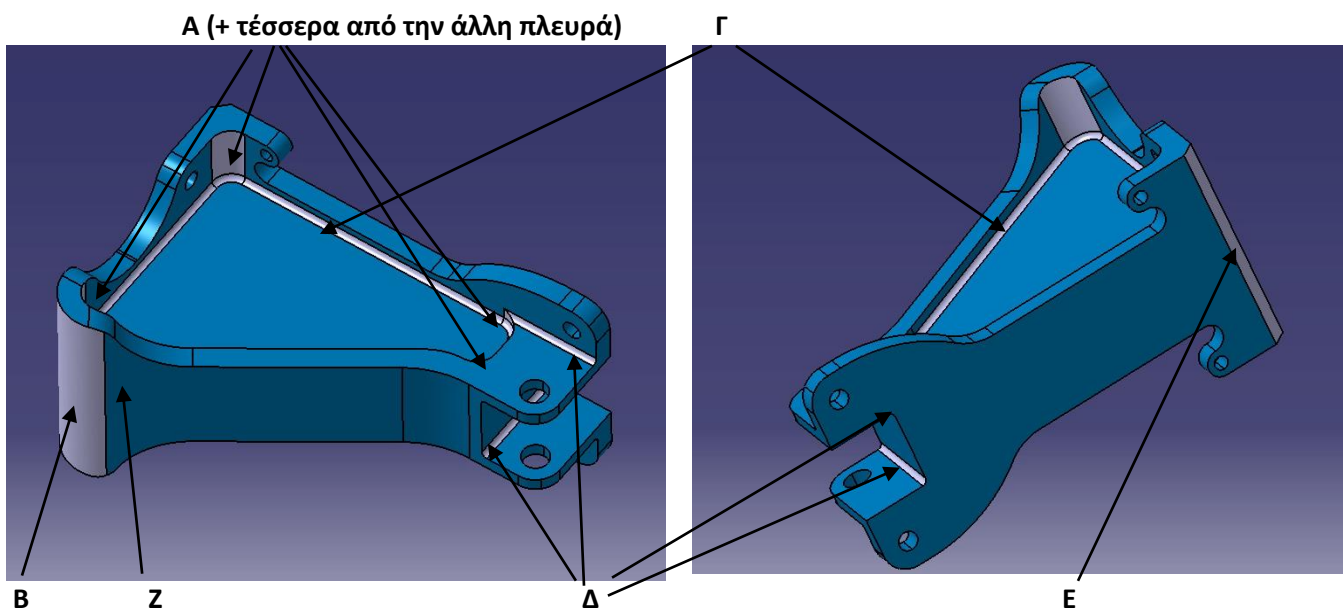
Πρωτότυπο Μοντέλο -19 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R8 σε οκτώ ράδια (Α)
- 2) R16 ένα εξωτερικό ράδιο (Β)
- 3) R2 μέσα στην κοιλότητα και στις δυο πλευρές (Γ)
- 4) R2 σε 4 σημεία (Δ)
- 5) Σπάσιμο γωνίας 5X45 (Ε)
- 6) Αφαίρεση δυο οπών (Ζ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



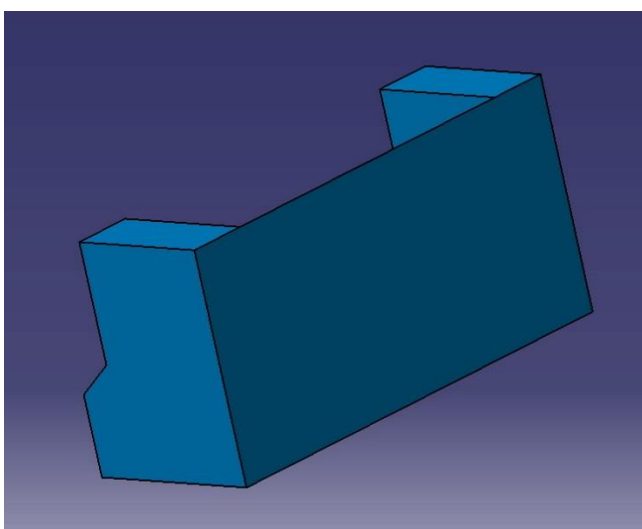
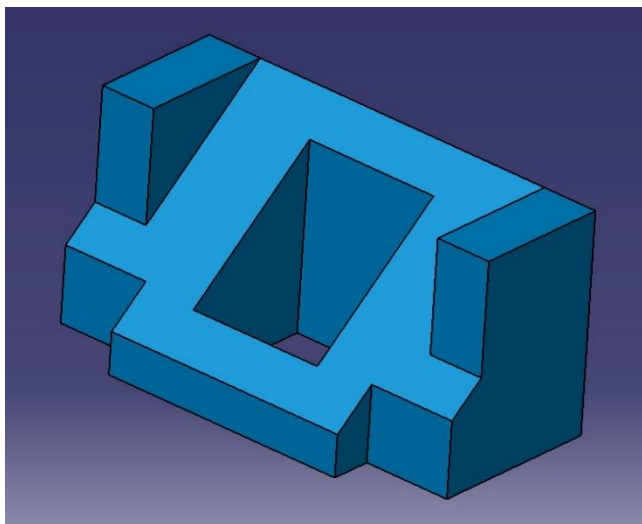
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



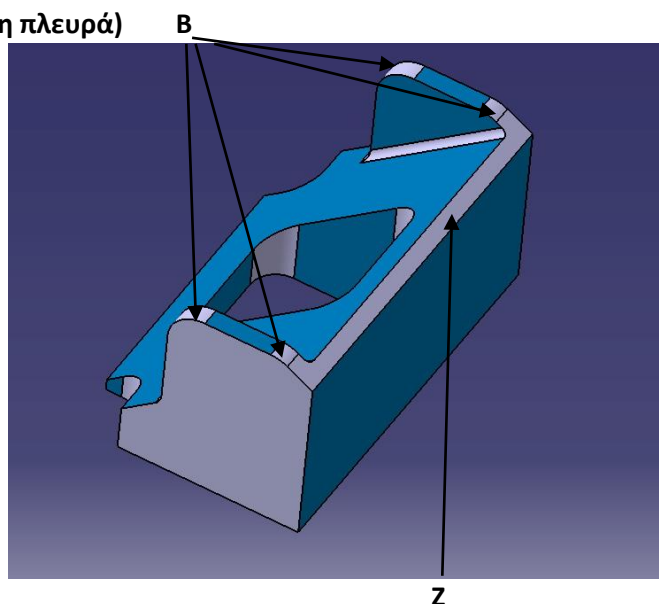
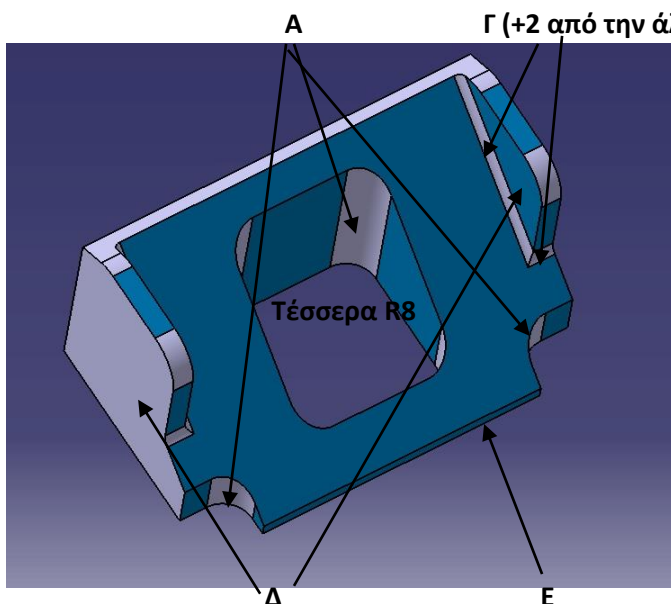
Πρωτότυπο Μοντέλο -23 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R8 σε έξι ράδια (A)
- 2) R10 σε τέσσερα εξωτερικά ράδια (B)
- 3) R2 σε τέσσερα σημεία (Γ)
- 4) Πάχος 5.5mm σε δυο πλευρές (Δ)
- 5) Πάχος 3.5 mm ελάχιστο στον πάτο (Ε)
- 6) Σπάσιμο γωνίας 10X30 (Ζ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



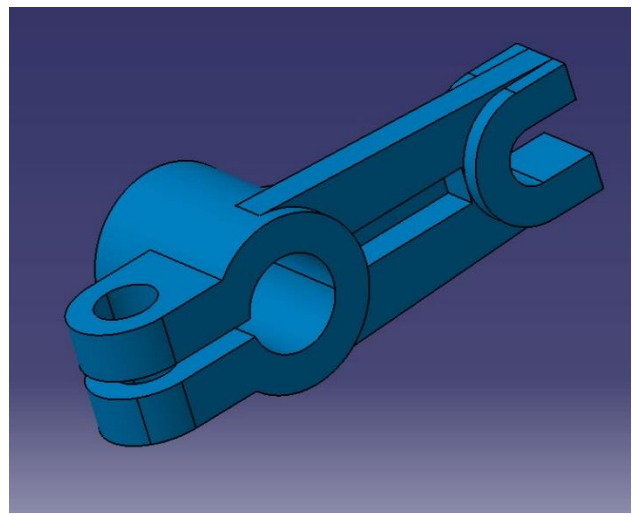
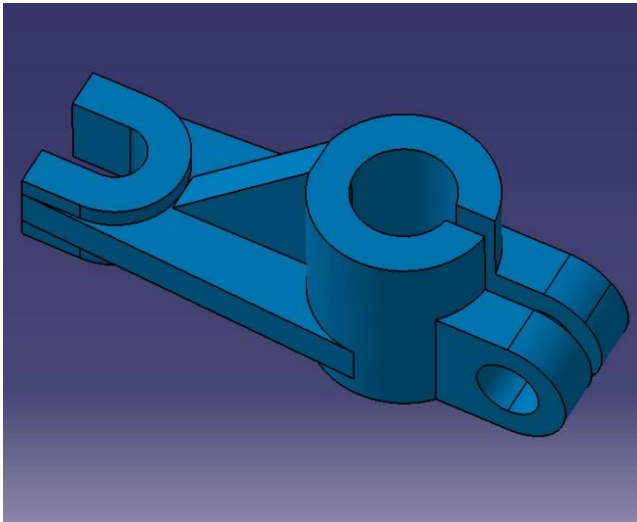
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



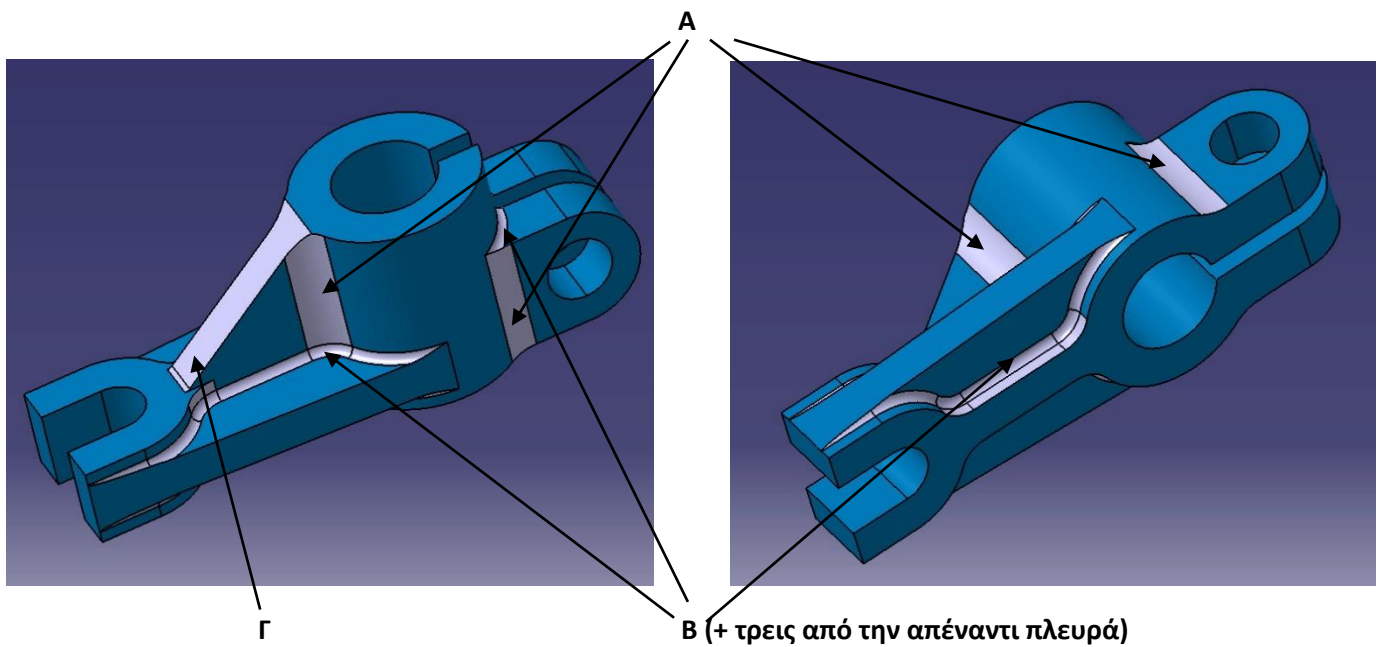
Πρωτότυπο Μοντέλο -24 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R10 σε τέσσερα ράδια (A)
- 2) R2 σε έξι σημεία (B)
- 3) Η κεκλιμένη επιφάνεια επάνω στην φλάντζα (Γ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



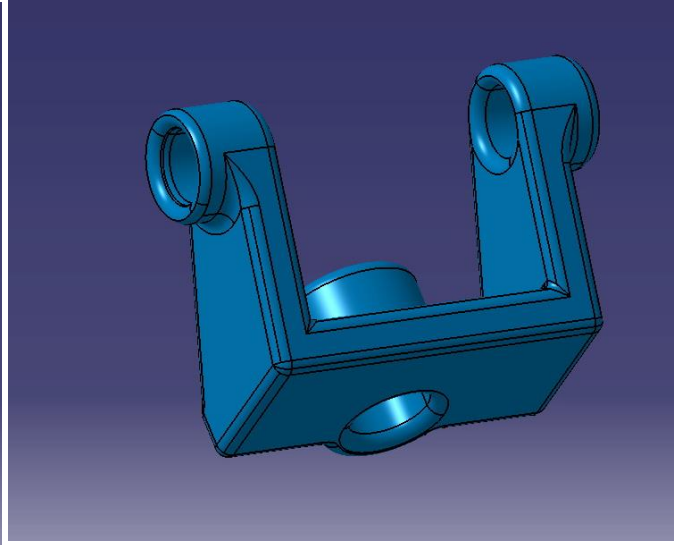
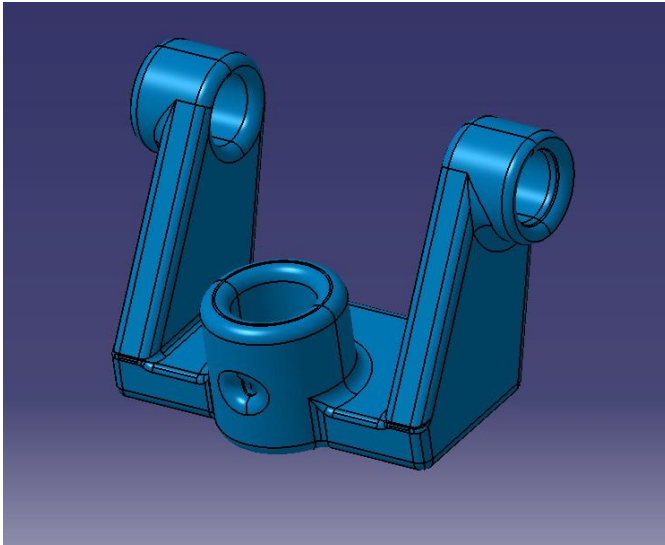
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



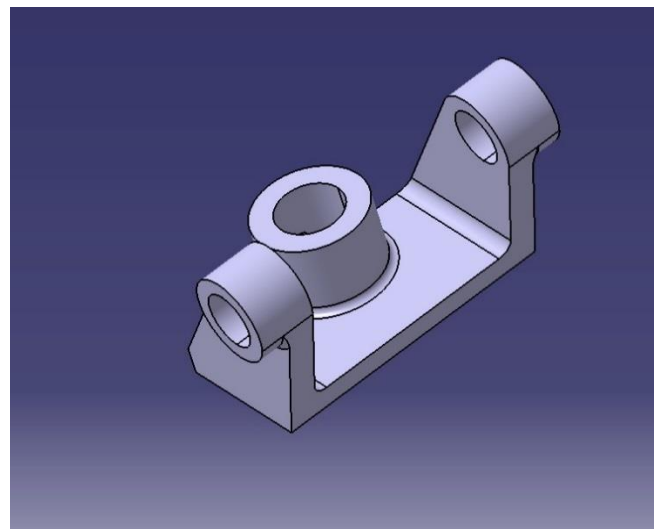
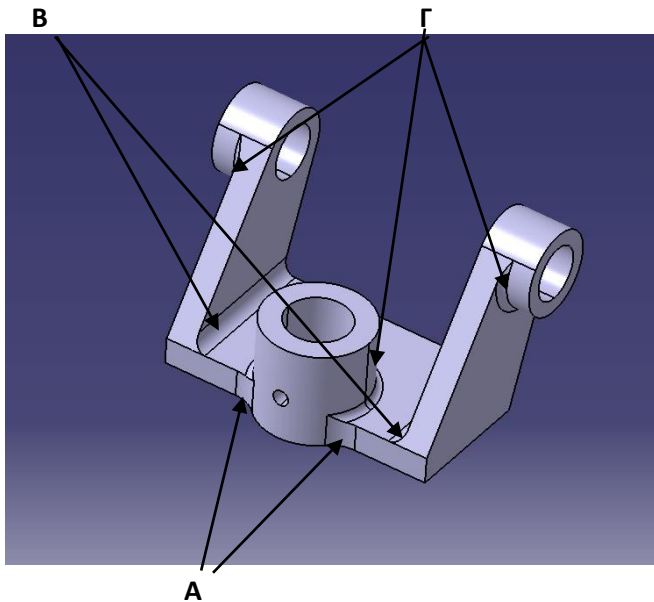
Πρωτότυπο Μοντέλο -25 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) Αφαίρεση όλων των ράδιων
- 2) R10 σε δυο σημεία (Α)
- 3) R4 σε δυο σημεία (Β)
- 4) R2 σε τρία σημεία (Γ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



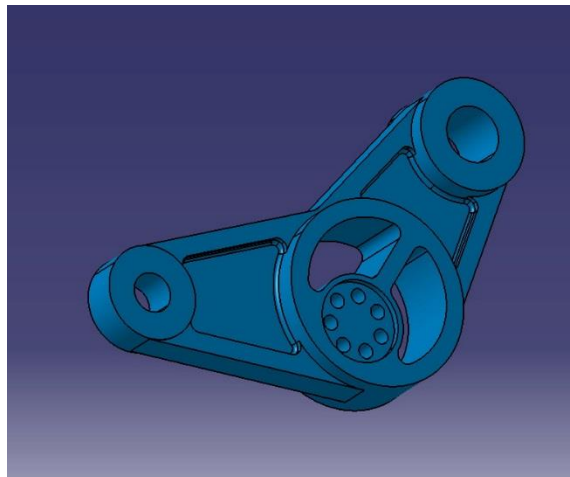
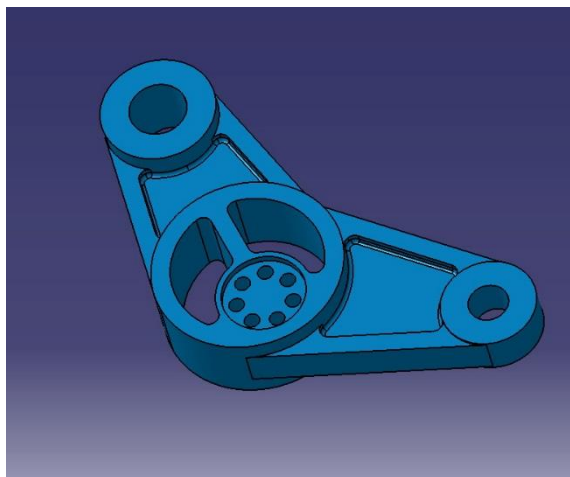
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



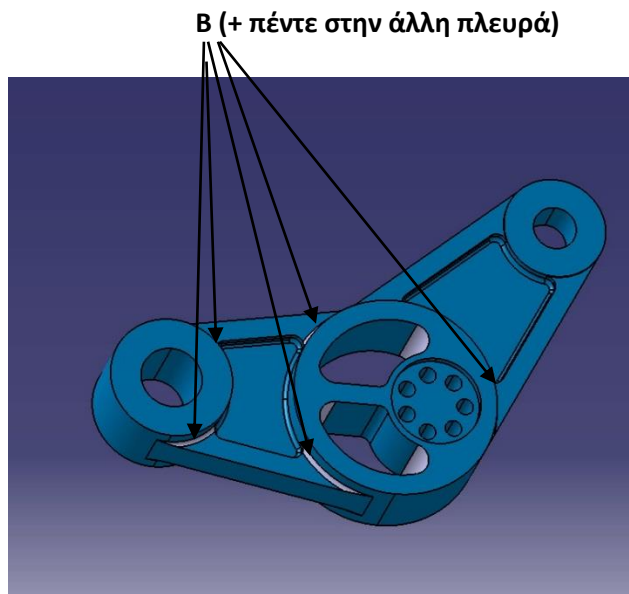
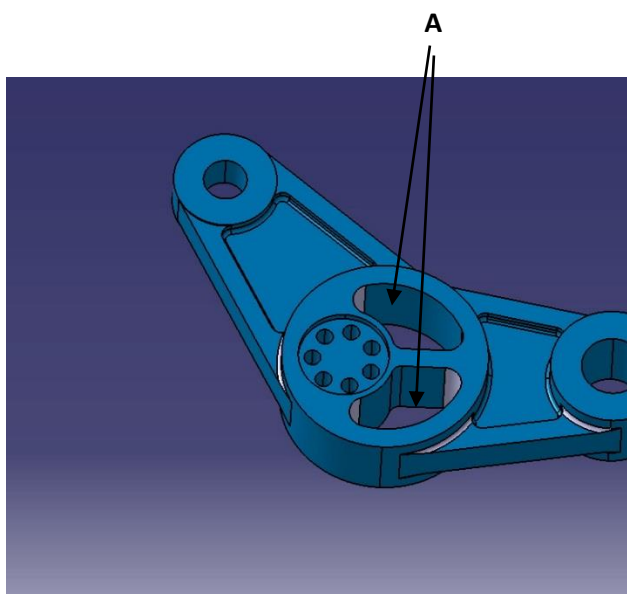
Πρωτότυπο Μοντέλο -26 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R8 σε έξι σημεία (A)
- 2) R2 σε δέκα σημεία (B)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



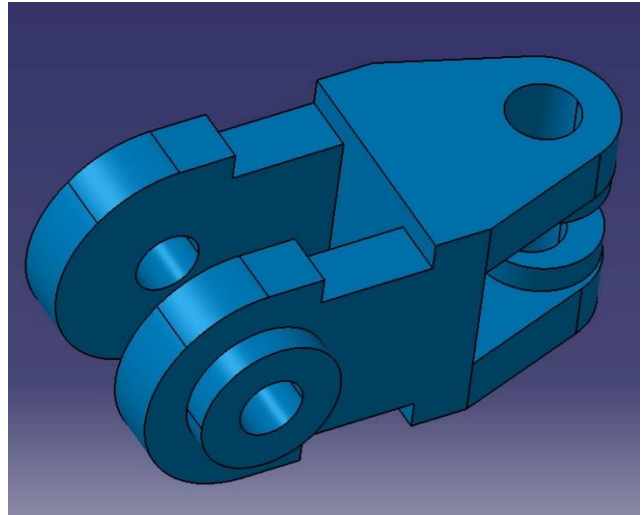
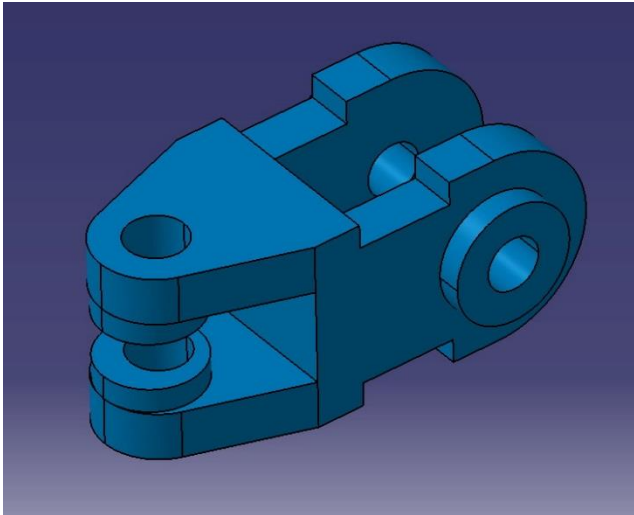
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



Πρωτότυπο Μοντέλο -28 – Προτάσεις για αλλαγές

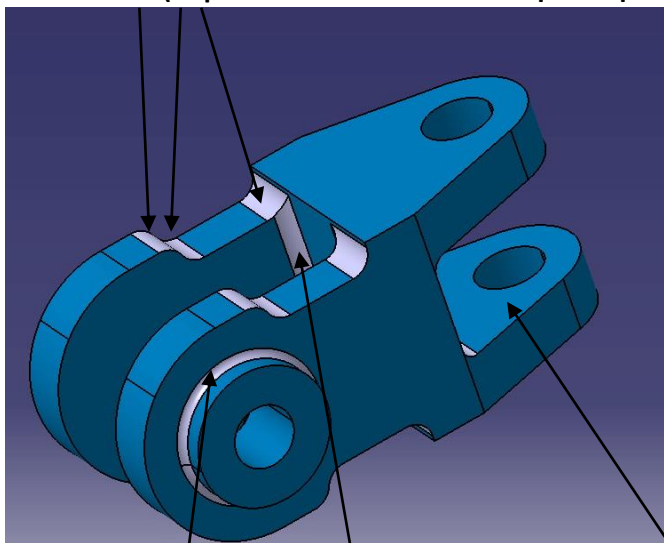
- 1) R6 σε δώδεκα ράδια (Α)
- 2) R4 σε τέσσερα ράδια (Β)
- 3) R2 σε δυο σημεία (Γ)
- 4) Αφαίρεση εσωτερικής ενίσχυσης (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



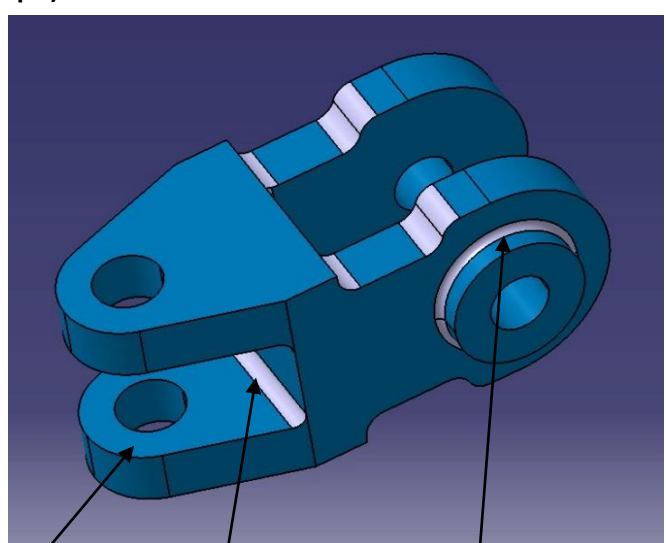
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις

Α (+ τρία απέναντι και + 6 από την άλλη πλευρά)



Γ

Β (+1 απέναντι)



Δ

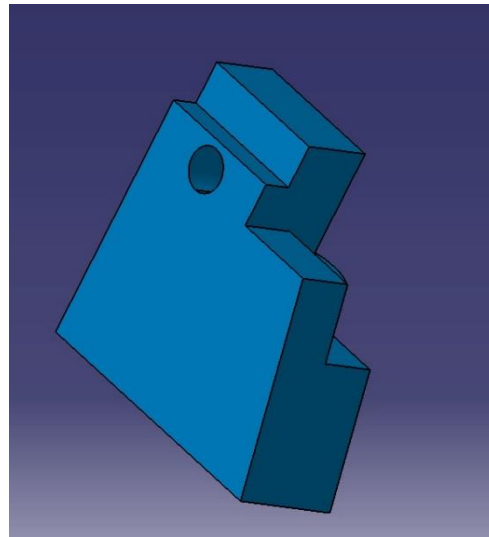
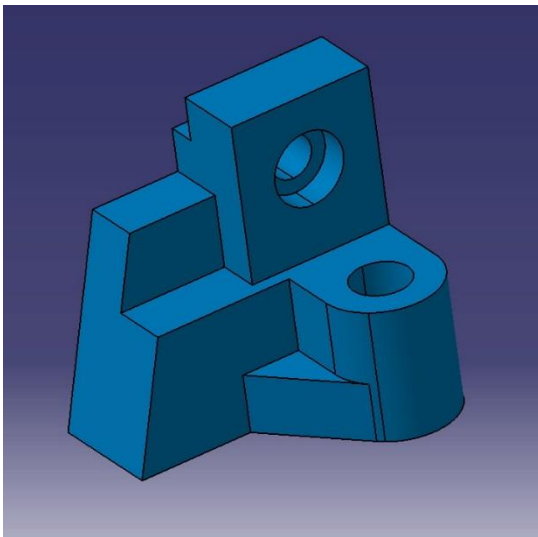
Β (+1 απέναντι)

Γ

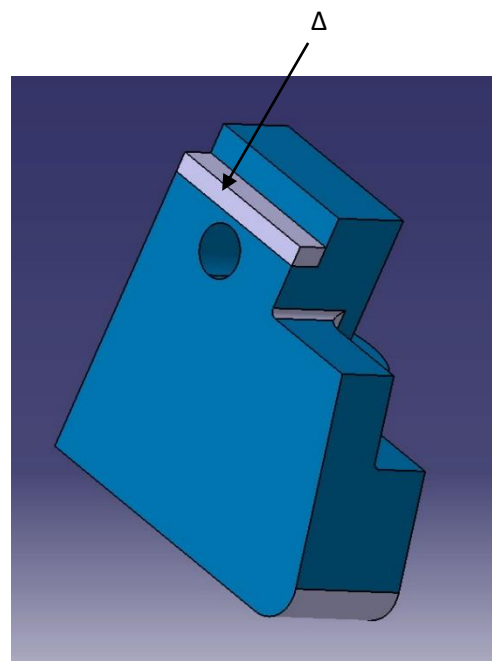
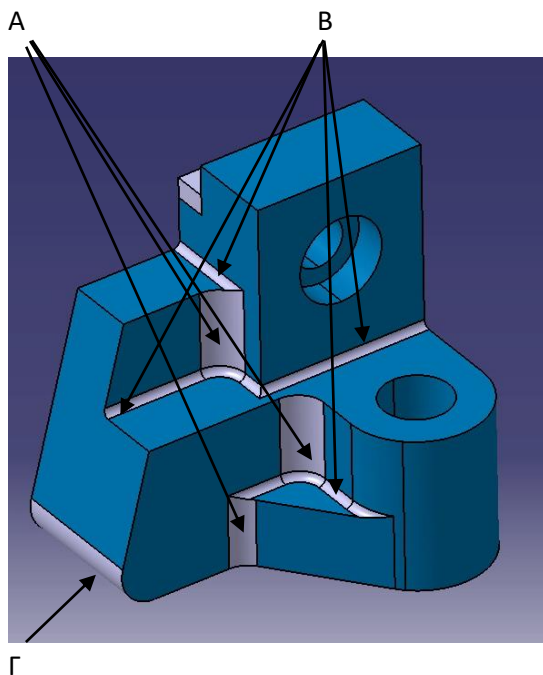
Πρωτότυπο Μοντέλο -29 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R8 σε τρία ράδια (A)
- 2) R2 σε τέσσερα σημεία (B)
- 3) R15 πολύ μεγάλο ράδιο διότι δεν υπάρχει λειτουργικότητα σε αυτή τη περιοχή (Γ)
- 4) Πρόσθεση 6 mm υλικό διότι η οπή είναι πολύ κοντά στη πλευρά (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



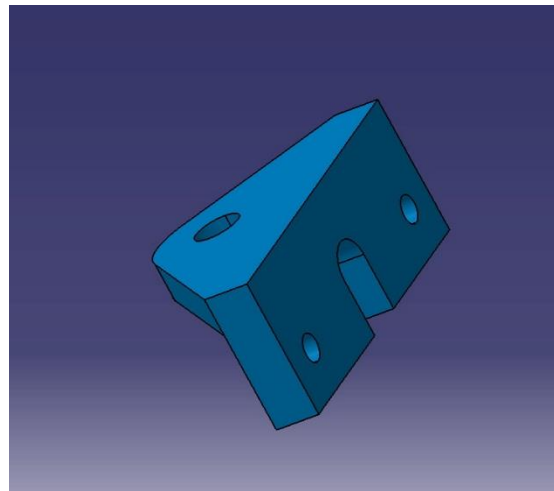
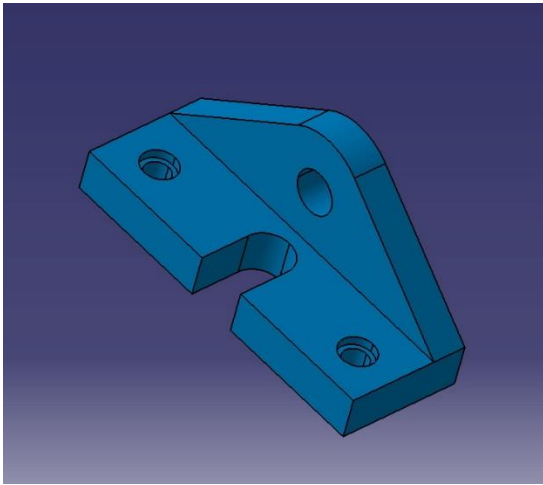
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



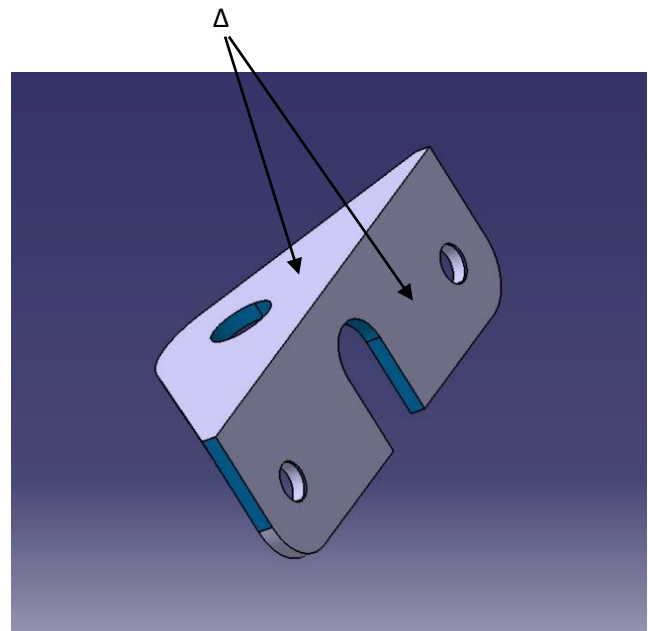
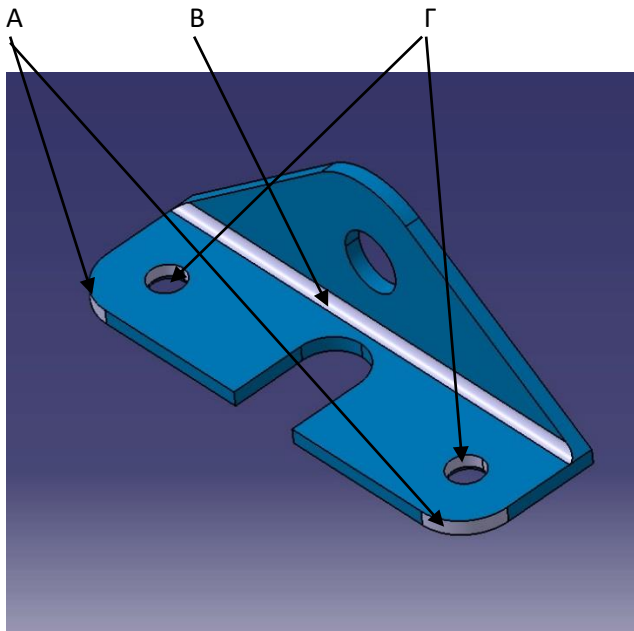
Πρωτότυπο Μοντέλο -30 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R20 στα δυο εξωτερικά ράδια (Α)
- 2) R4 (Β)
- 3) Μόνο 2 οπές χωρίς πατούρα (Γ)
- 4) Πάχος 6mm και στις δυο πλευρές (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



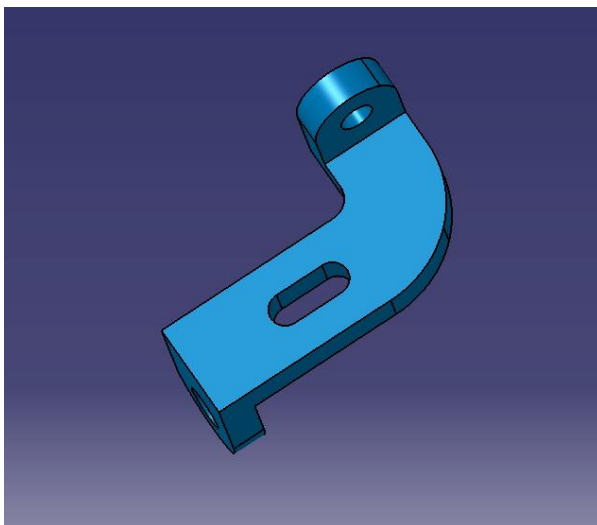
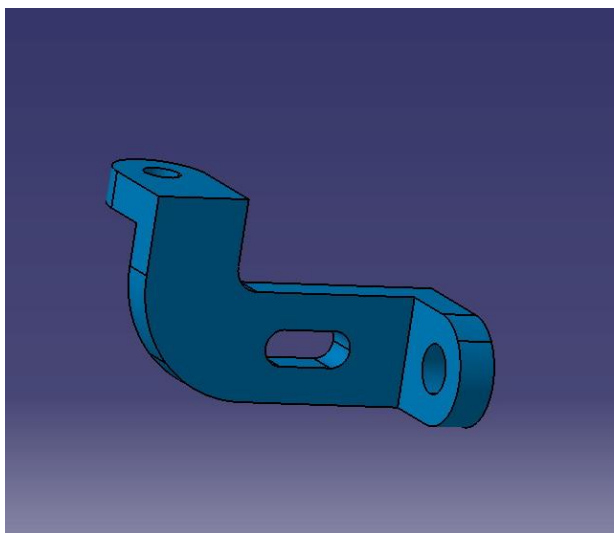
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



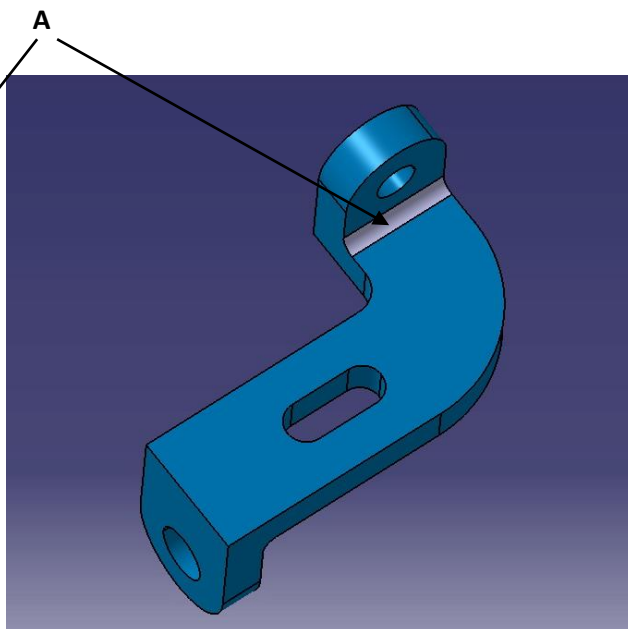
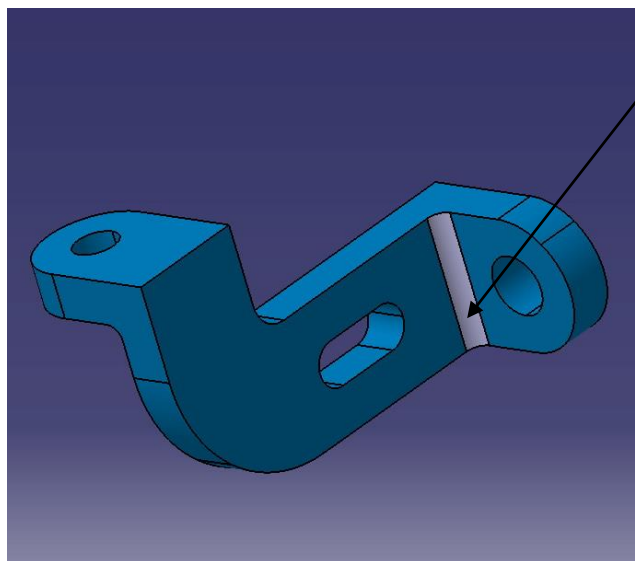
Πρωτότυπο Μοντέλο -31 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R4 σε δυο σημεία (A)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



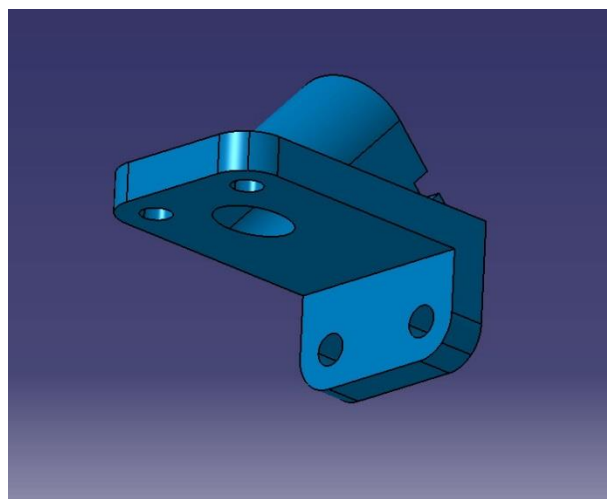
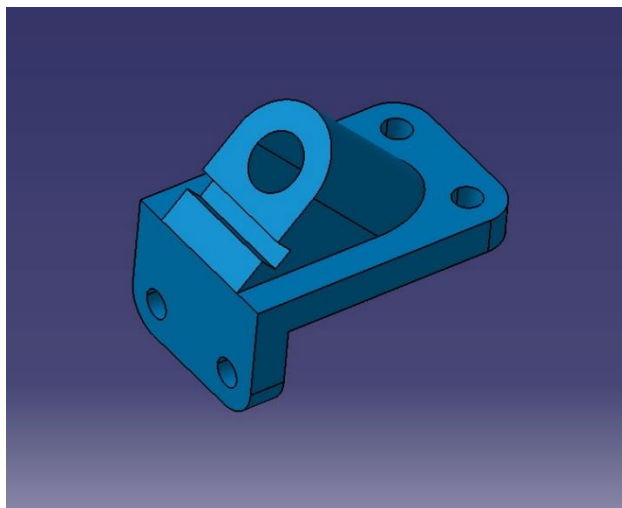
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



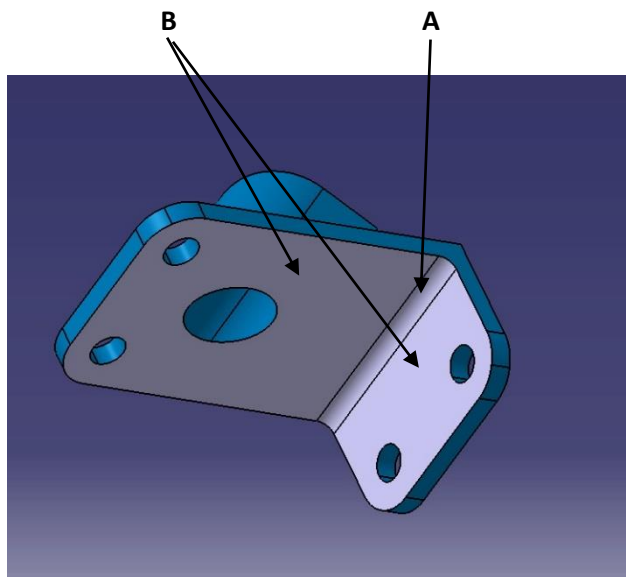
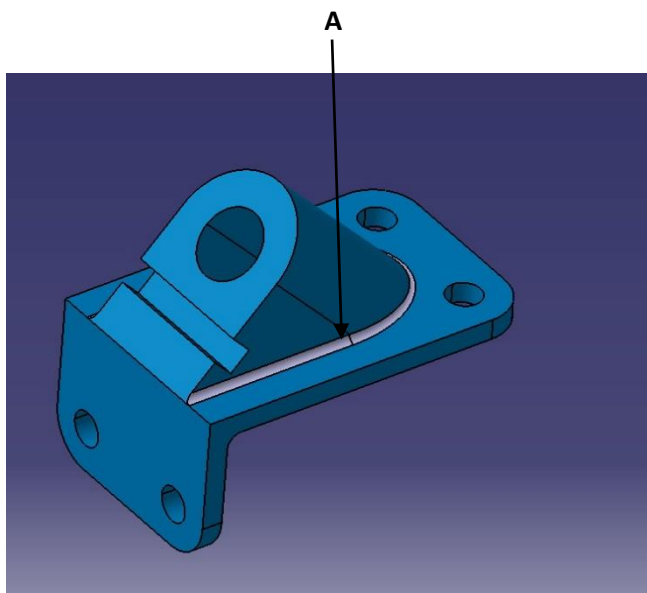
Πρωτότυπο Μοντέλο -32 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R4 σε δυο ράδια (A)
- 2) Μείωση πάχους σε 12mm σε δυο φλάντζες (B)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



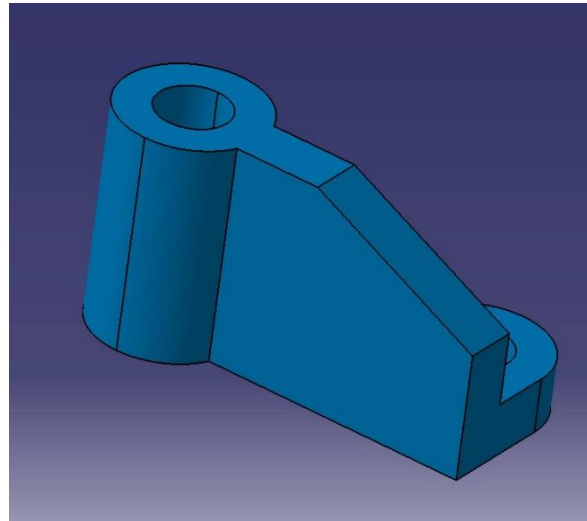
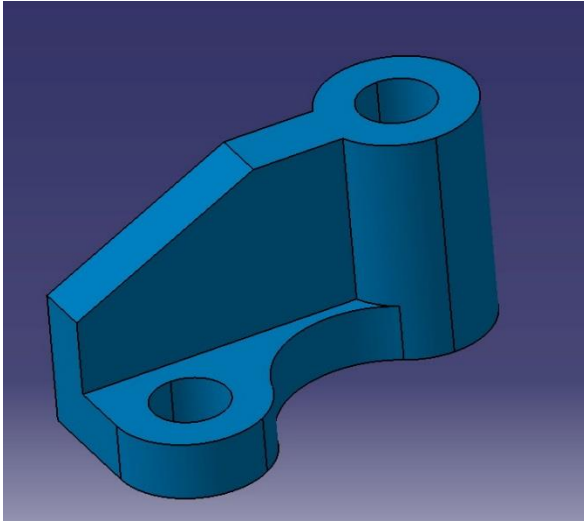
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



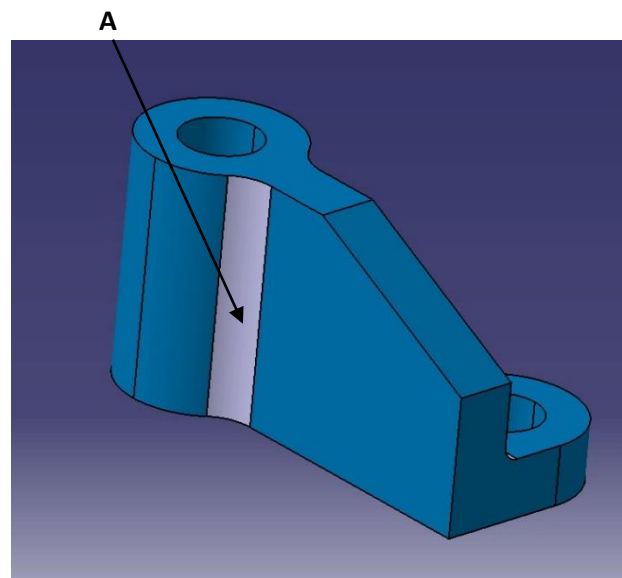
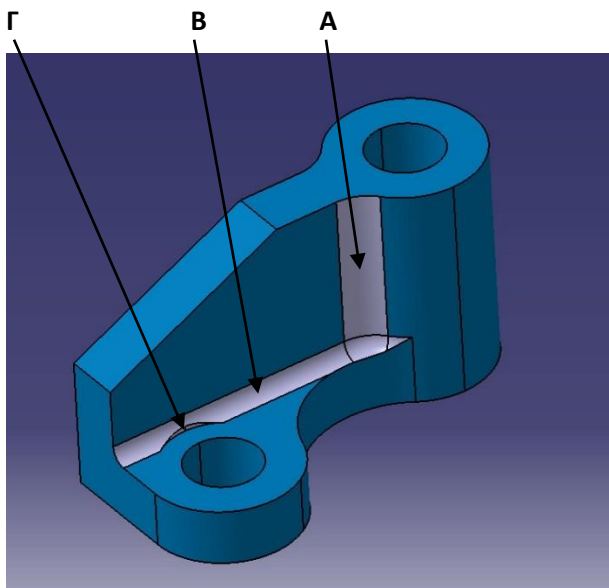
Πρωτότυπο Μοντέλο -35 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R12 (A)
- 2) R4 (B)
- 3) Φ32 καθαρίσμα τρύπας για μεγαλύτερη επίπεδη επιφάνεια στο πάνω μέρος της τρύπας (Γ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



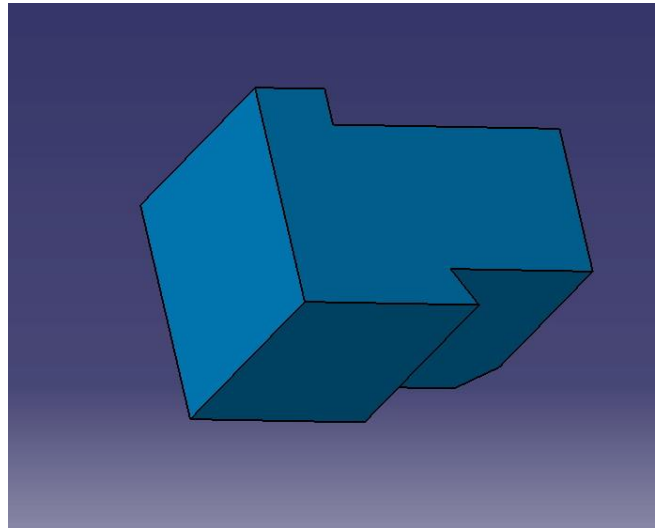
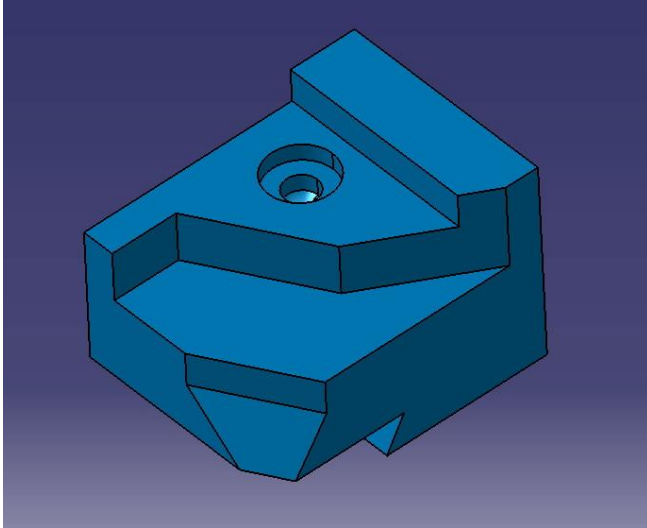
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



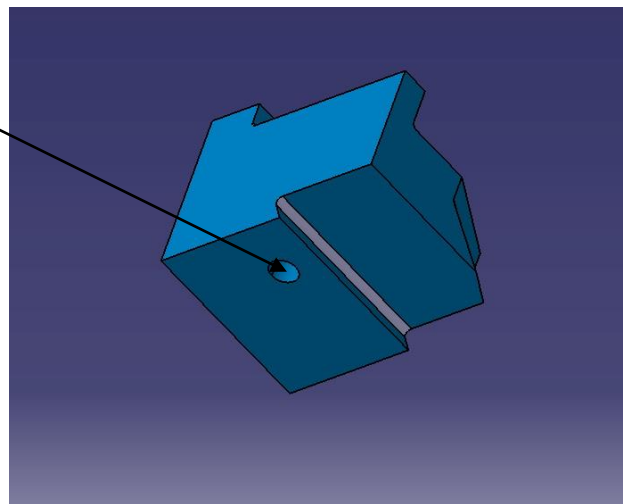
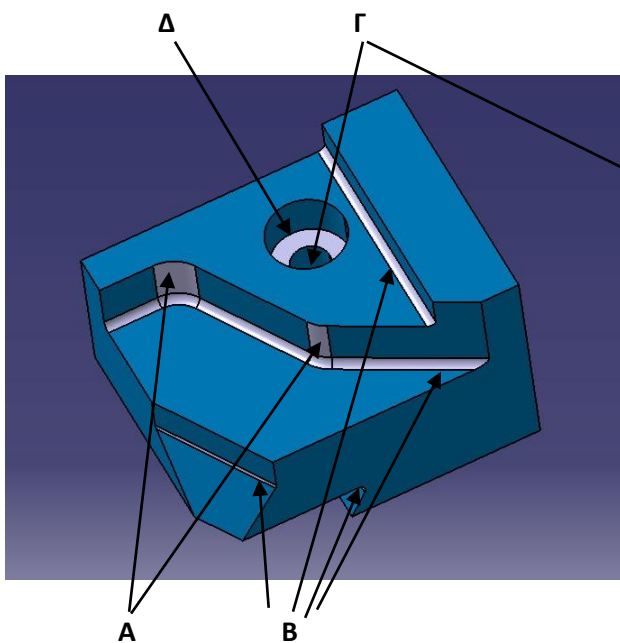
Πρωτότυπο Μοντέλο-36 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R10 σε δυο σημεία (Α)
- 2) R2 σε τέσσερα ράδια (Β)
- 3) Διαμερή σπή $\Phi 10$ (Γ)
- 4) Πατούρα τρύπας (counter bore) $\Phi 10 \times 12$ βάθος (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



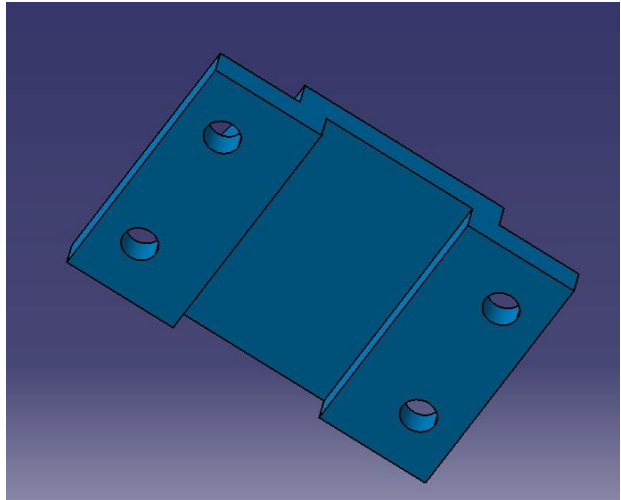
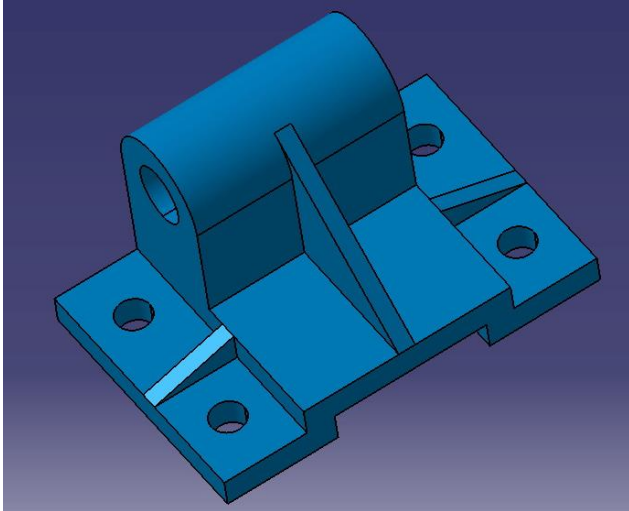
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



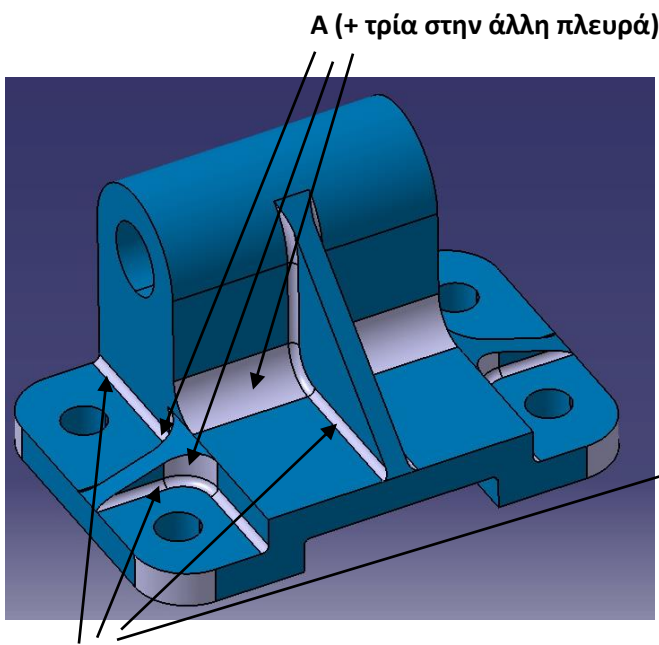
Πρωτότυπο Μοντέλο -47 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R10 σε έξι σημεία (Α)
- 2) R15 σε τέσσερα εξωτερικά ράδια (Β)
- 3) R2 σε οκτώ ράδια (Γ)

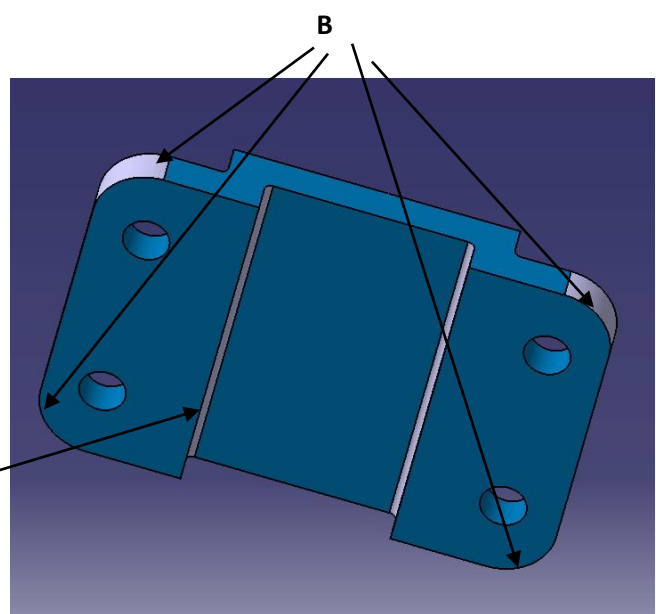
Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



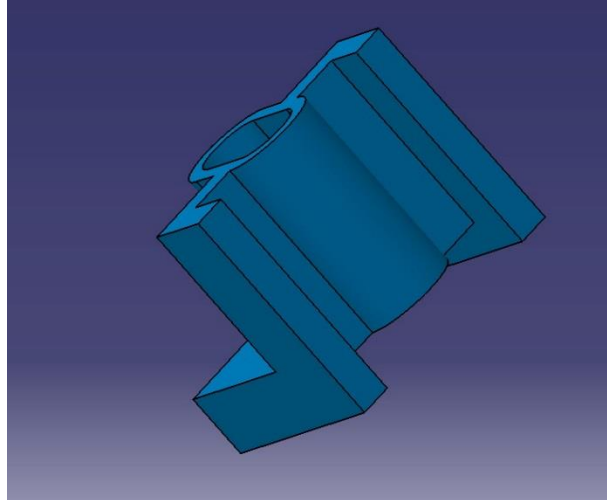
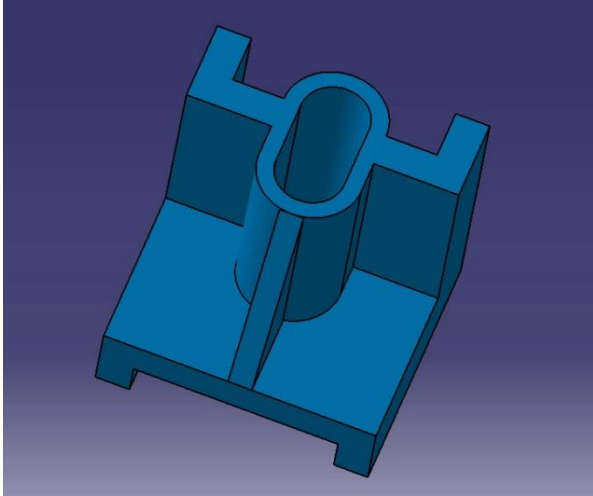
Γ (+ τέσσερα στην άλλη πλευρά)



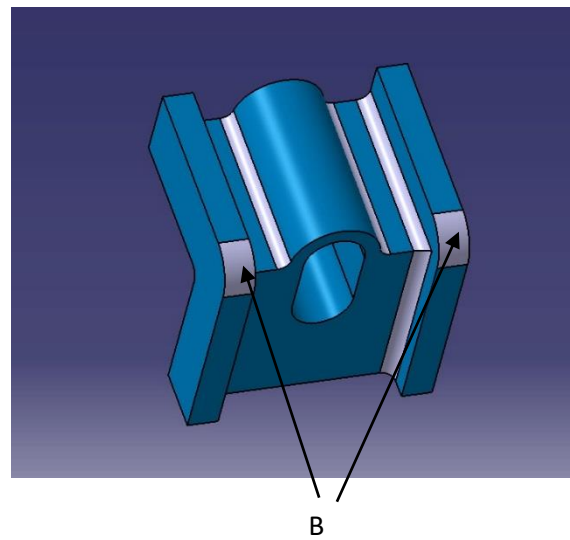
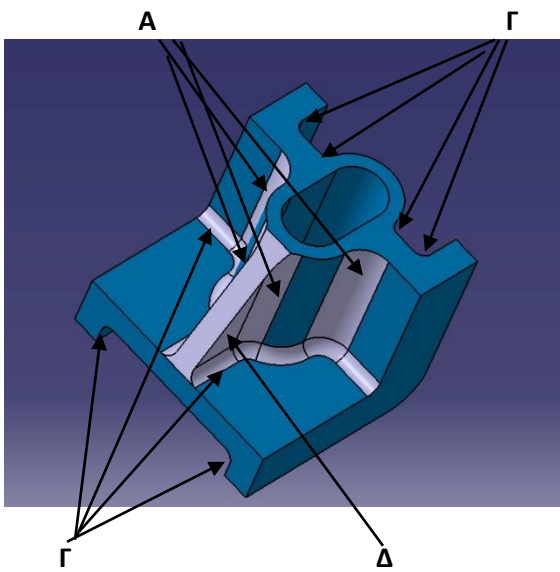
Πρωτότυπο Μοντέλο -48 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R10 σε τέσσερα ράδια (Α)
- 2) R12 σε δυο εξωτερικά ράδια (Β)
- 3) R2 σε οκτώ σημεία (Γ)
- 4) Πάχος νεύρου 8mm (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



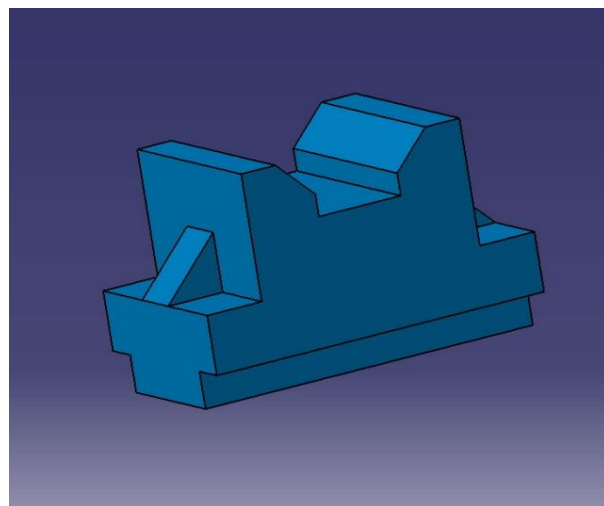
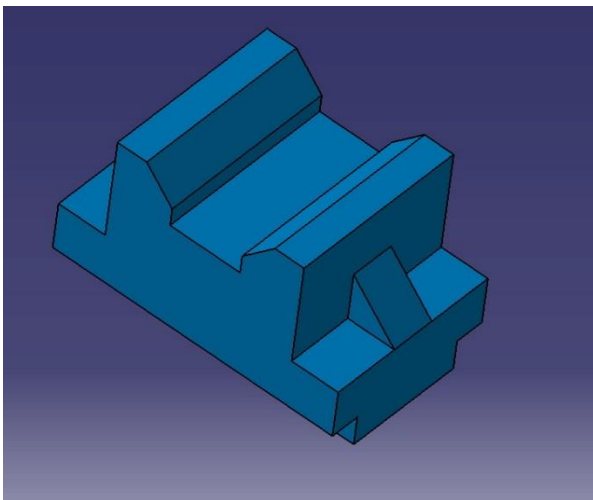
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



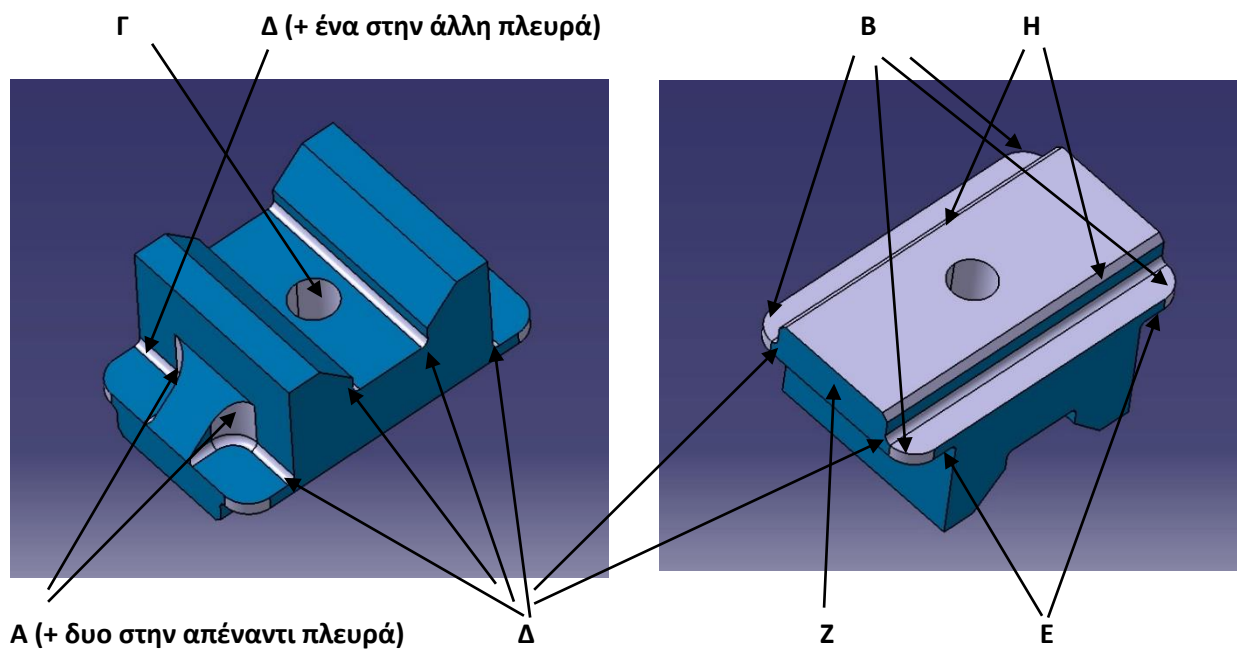
Πρωτότυπο Μοντέλο -52 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R8 σε τέσσερα ράδια (A)
- 2) R8 σε τέσσερα εξωτερικά ράδια (B)
- 3) Φ8 διαμπερή οπή (Γ)
- 4) R2 σε οκτώ σημεία (Δ)
- 5) Πάχος φλάντζας 4mm (E)
- 6) Πάχος πάτου 12mm (Z)
- 7) Σπάσιμο γωνίας 2X45 (H)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



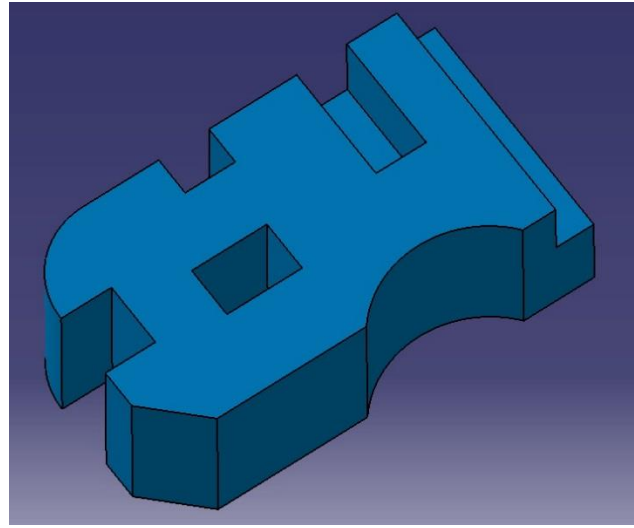
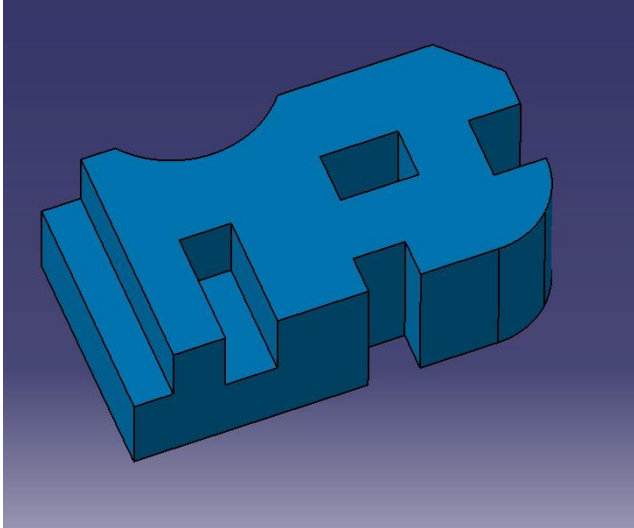
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



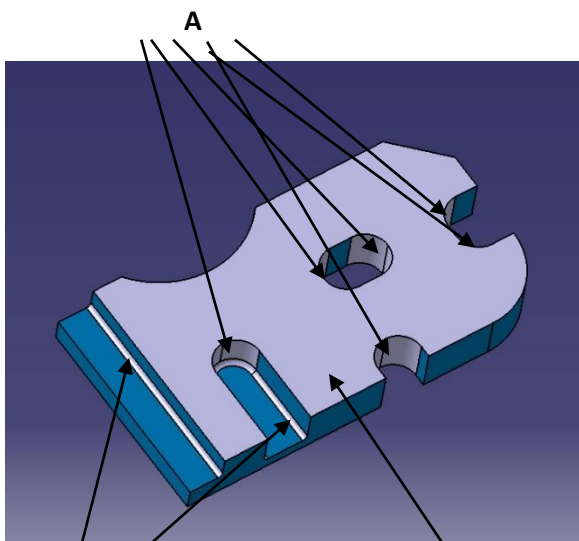
Πρωτότυπο Μοντέλο -53 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R10 σε έξι ράδια (Α)
- 2) R2 σε δυο ράδια (Β)
- 3) Πάχος φλάντζα 10mm (Γ)
- 4) Ολικό πάχος 20mm (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις

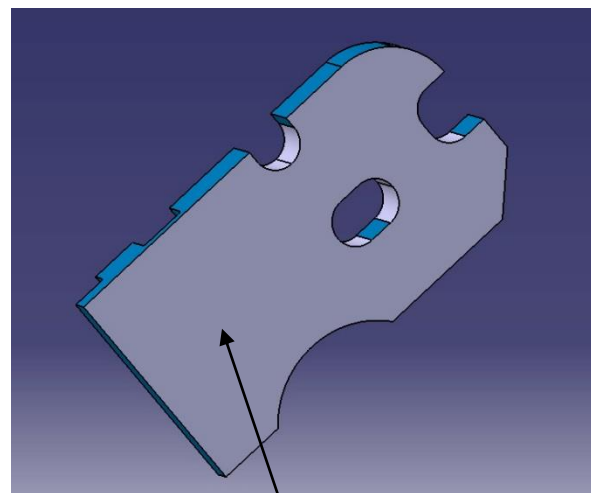


Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



B

Δ (αφαίρεση από πάνω)

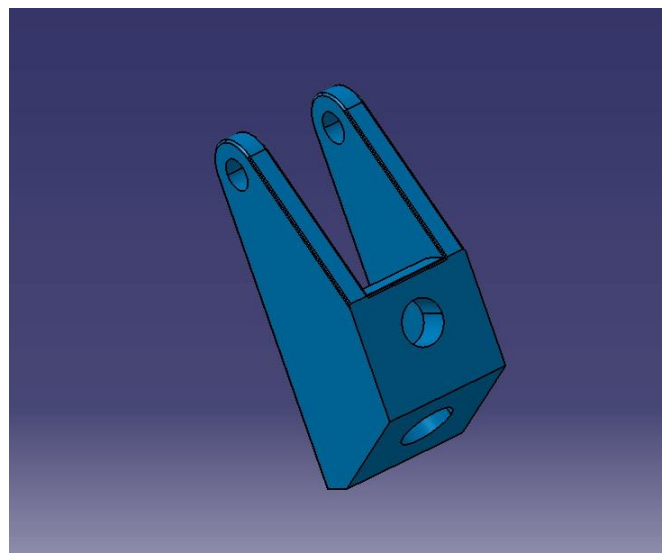
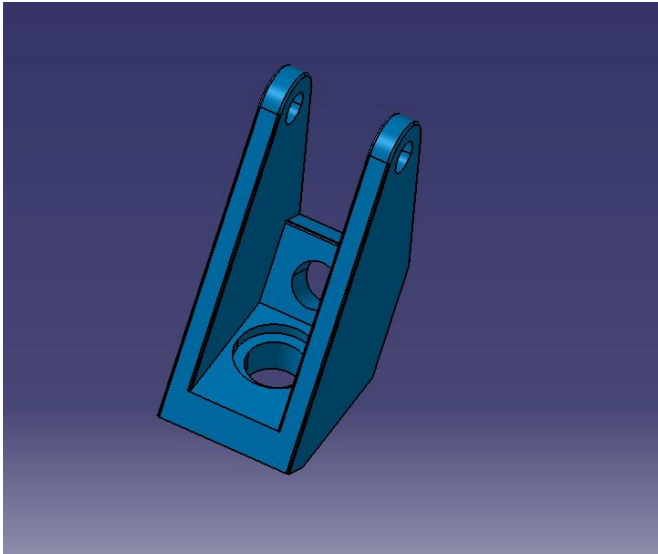


Γ (αφαίρεση από κάτω)

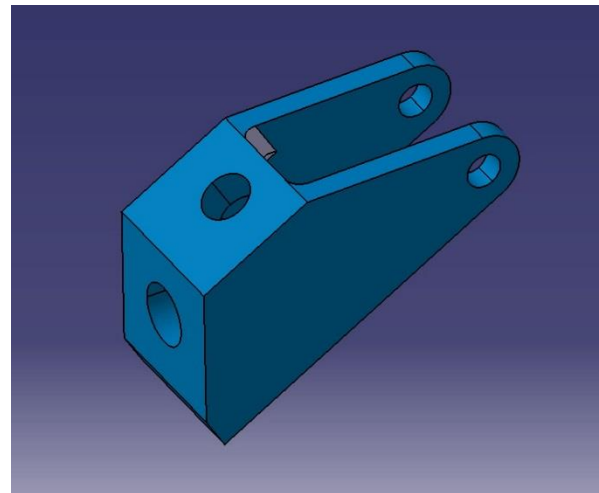
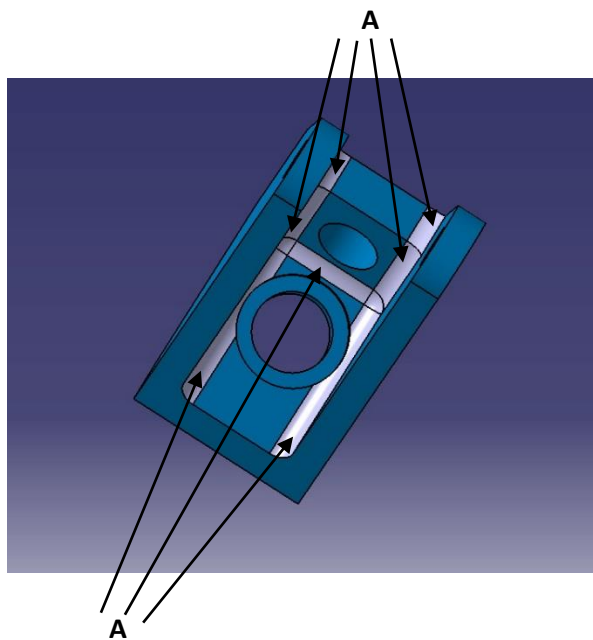
Πρωτότυπο Μοντέλο -55 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) Αφαίρεση όλων των ραδίων
- 2) R6 σε επτά σημεία (A)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



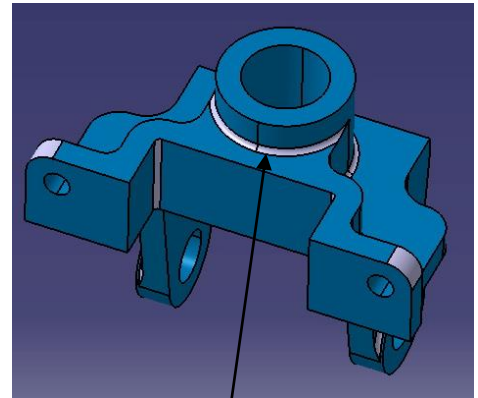
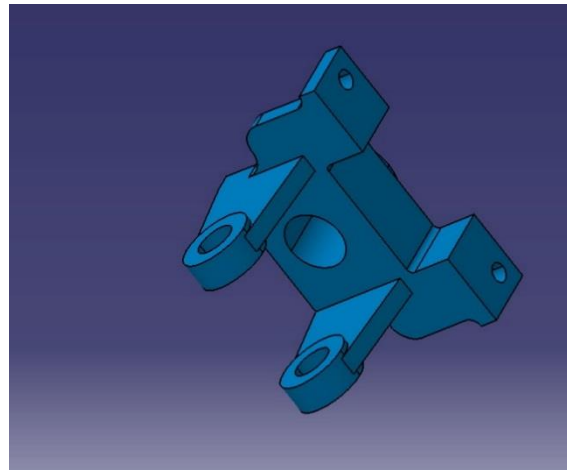
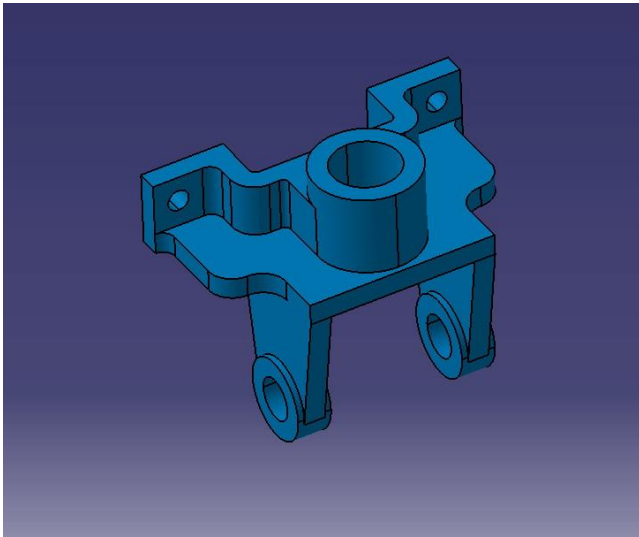
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



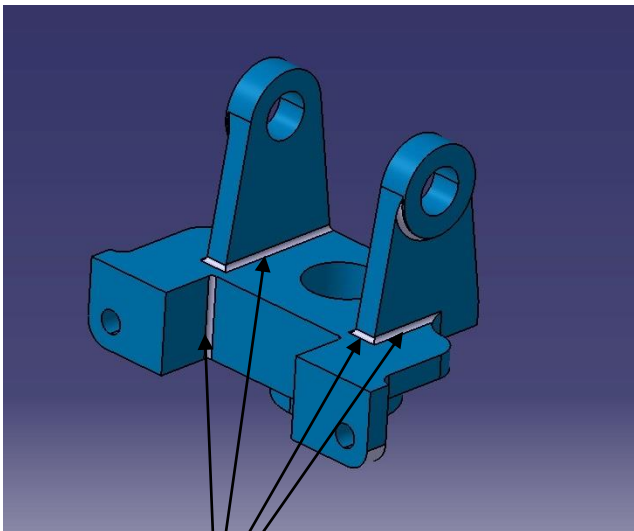
Πρωτότυπο Μοντέλο -56 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R8 σε δυο ράδια (A)
- 2) R10 σε δυο εξωτερικά ράδια (B)
- 3) R2 σε δώδεκα σημεία (Γ)

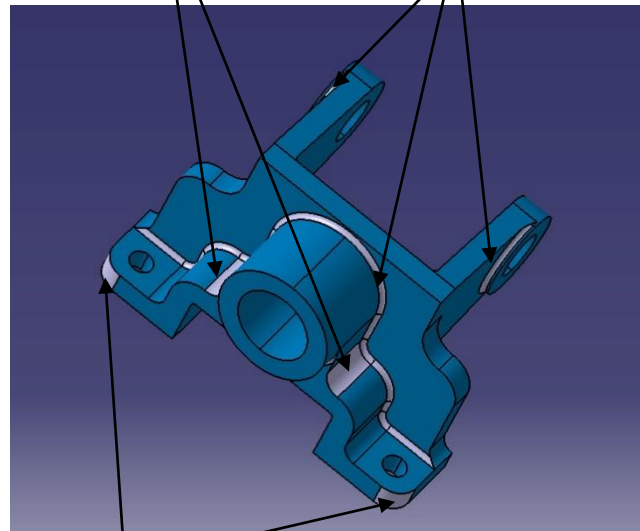
Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



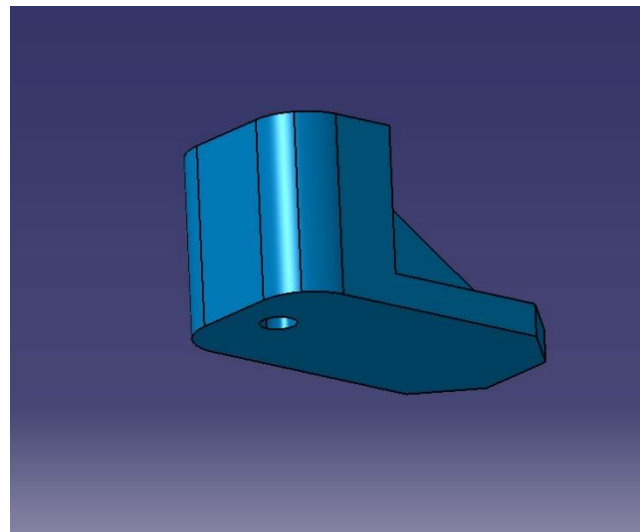
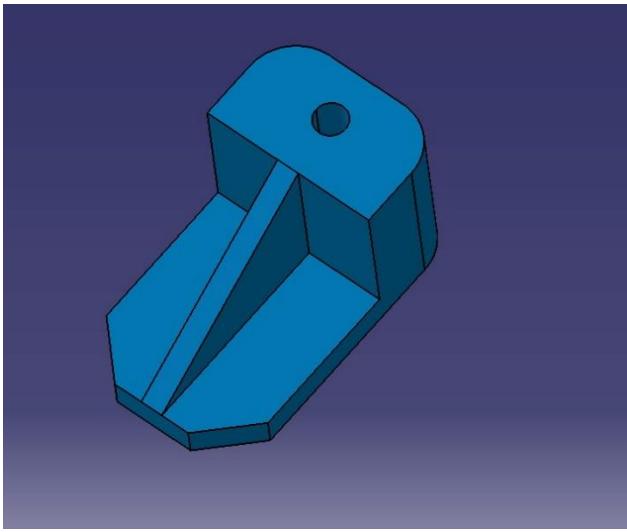
Γ (+ τέσσερα στις απέναντι πλευρές)



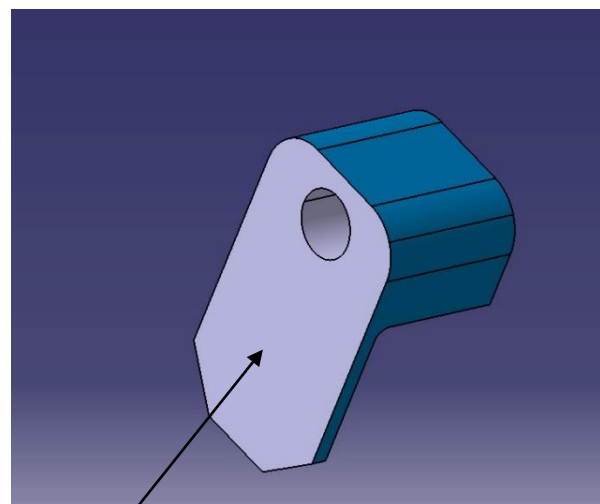
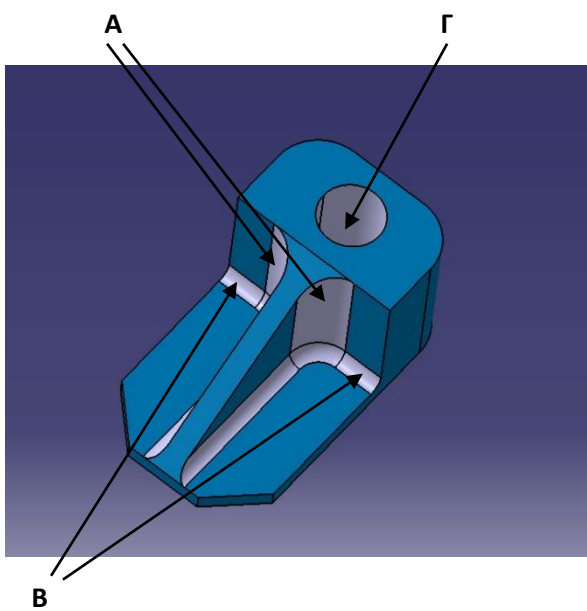
Πρωτότυπο Μοντέλο -61 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R11 (A)
- 2) R4 (B)
- 3) Φ20 διαμετρική τρύπα (Γ)
- 4) Πάχος 5mm (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



Σχέδιο μετά από τις προτάσεις

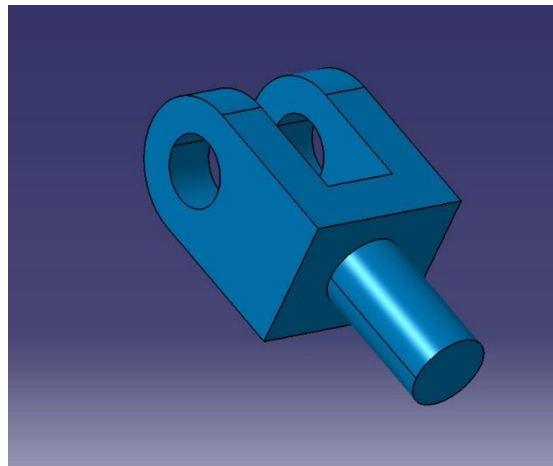
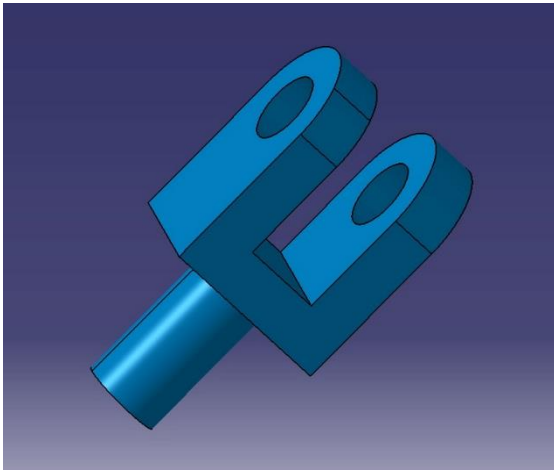


Δ (Αφαίρεση υλικού από αυτή τη πλευρά)

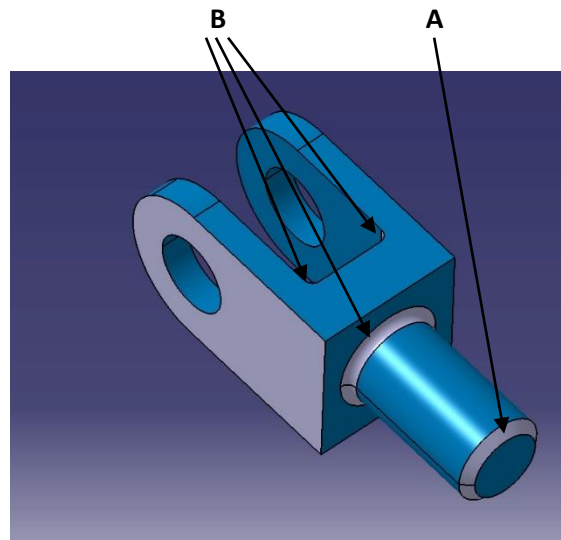
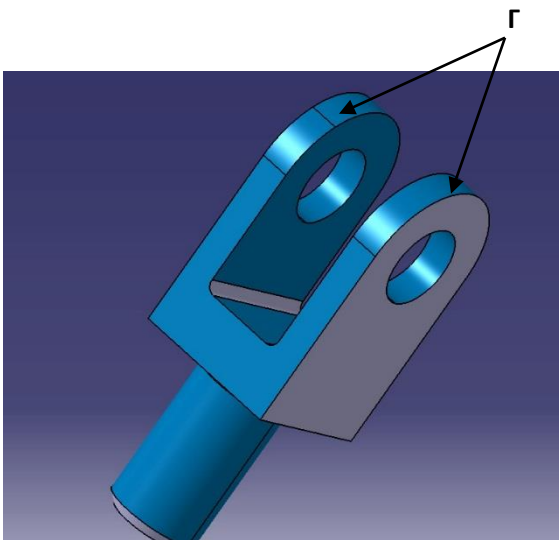
Πρωτότυπο Μοντέλο -62 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) Σπάσιμο γωνίας 4Χ45 (Α)
- 2) R4 σε τρία σημεία 30 (Β)
- 3) 12mm πάχος στις δυο φλάντζες (Γ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



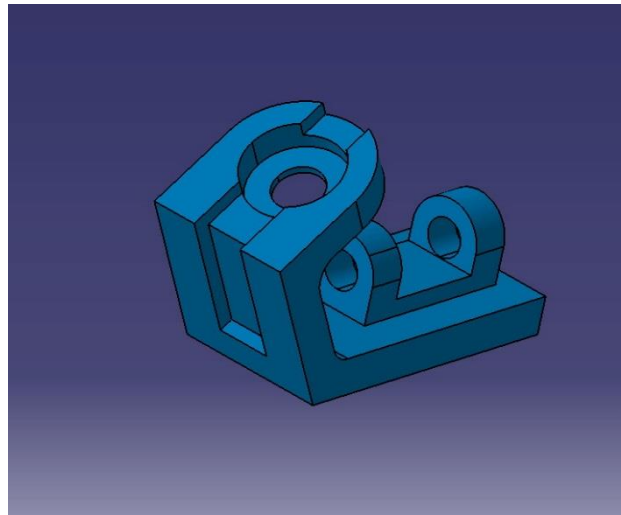
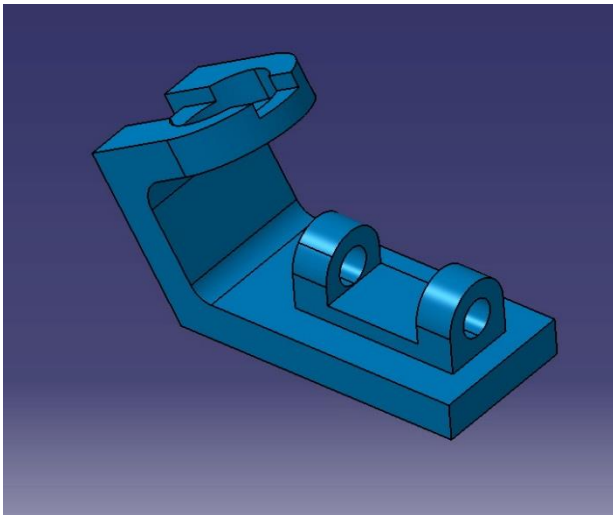
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



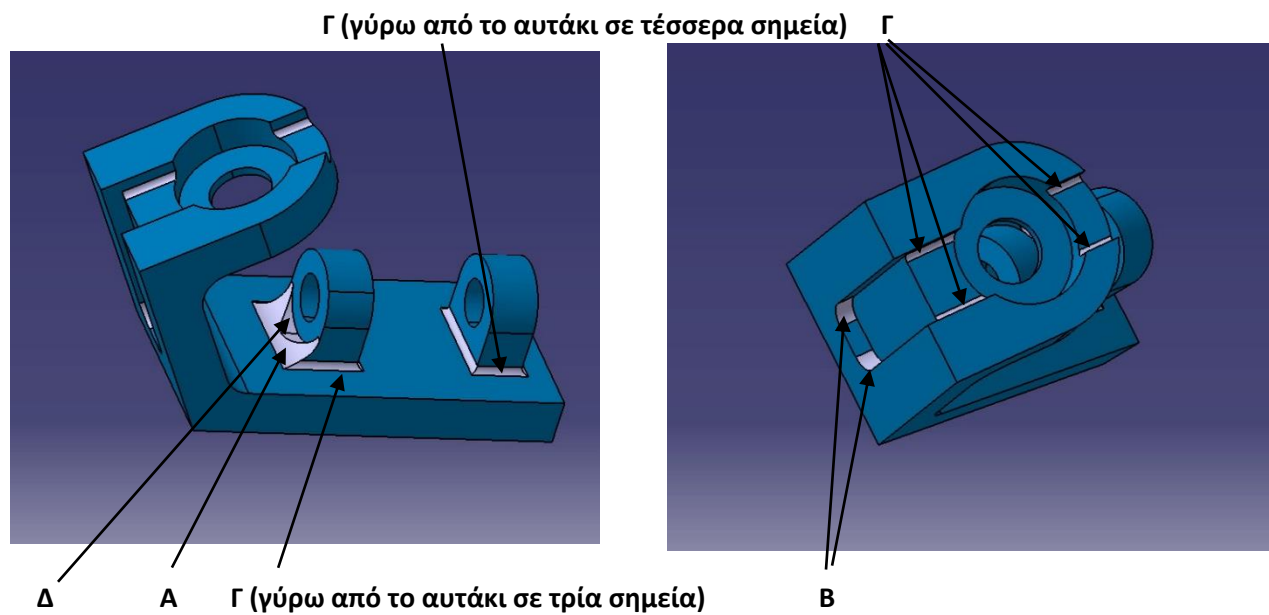
Πρωτότυπο Μοντέλο -64 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R10 (A)
- 2) R6 σε δυο ράδια (B)
- 3) R2 σε έντεκα σημεία (Γ)
- 4) «καθάρισμα» σπής στην πίσω πλευρά Φ28 (back spot facing) (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



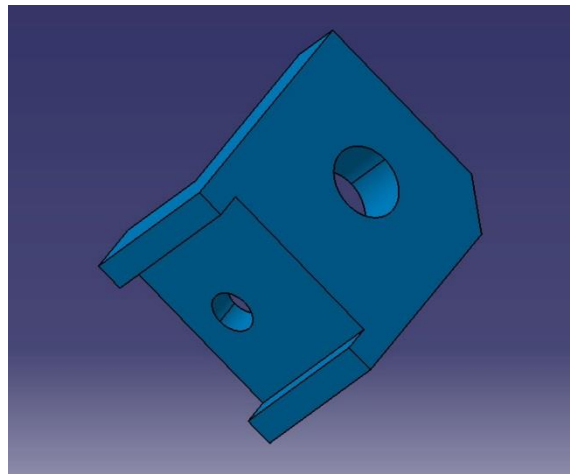
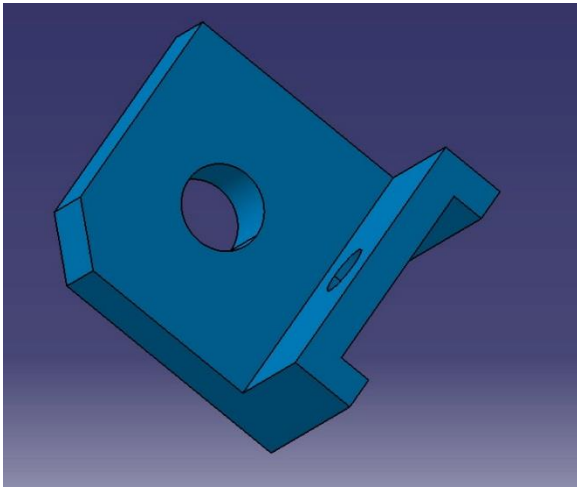
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



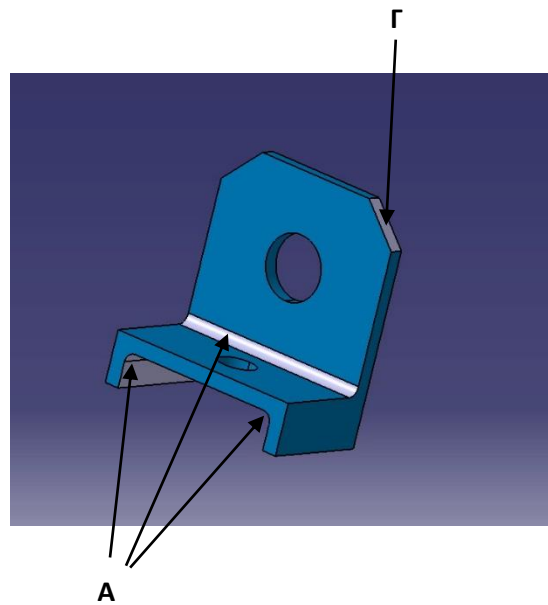
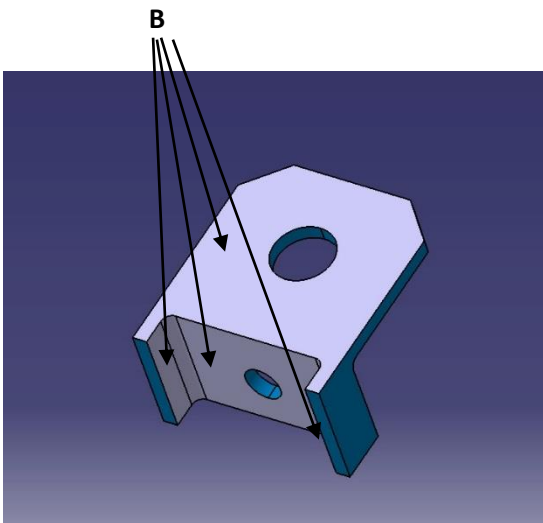
Πρωτότυπο Μοντέλο -66 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R4 σε τρία σημεία (A)
- 2) Μείωση πάχους 6mm σε τέσσερις φλάντζες (B)
- 3) Σπάσιμο γωνίας 16X45 (Γ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



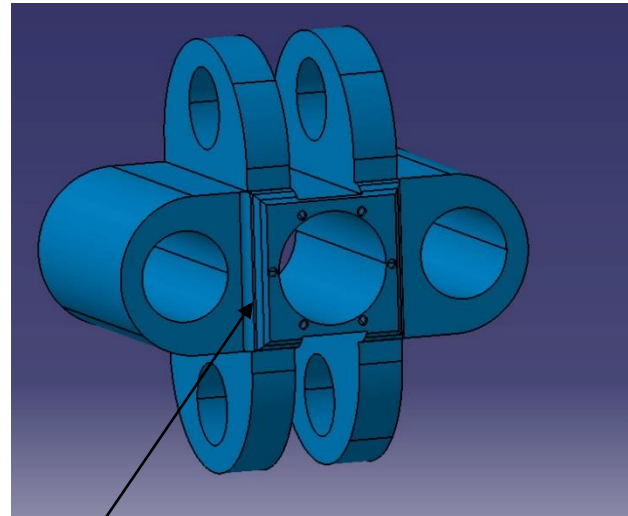
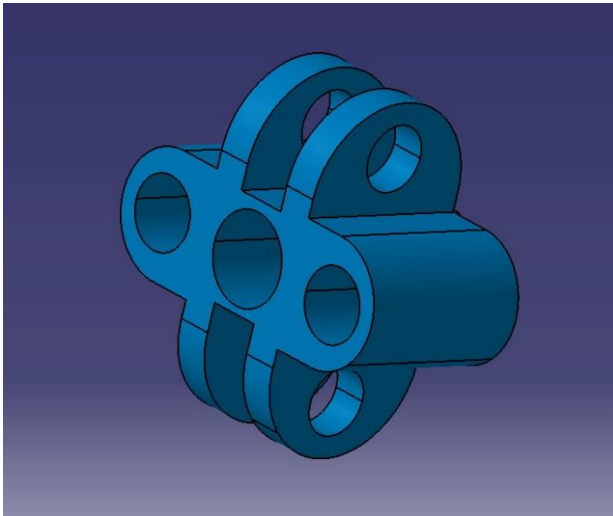
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



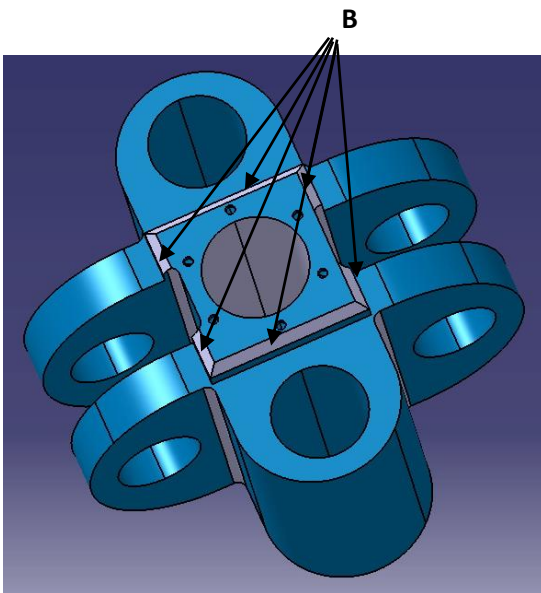
Πρωτότυπο Μοντέλο -74 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R2 σε οκτώ ράδια (A)
- 2) Σπάσιμο γωνίας 2X45 έξι φορές (B)
- 3) Φ22 (Γ)

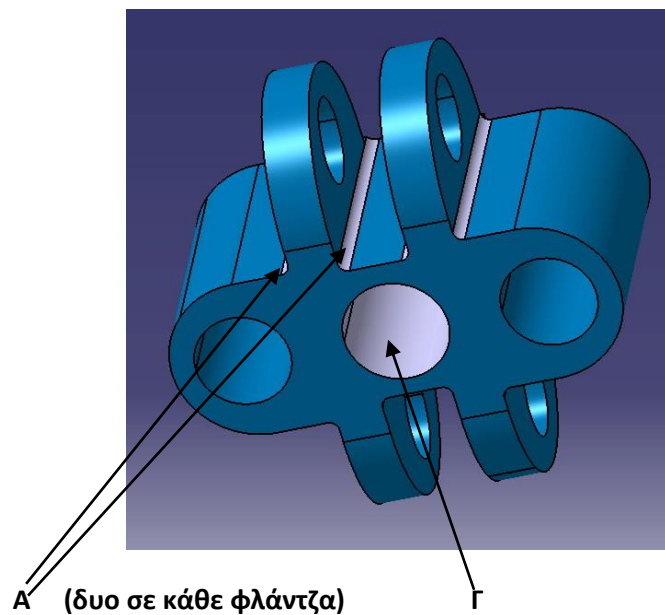
Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



Σχέδιο μετά από τις προτάσεις



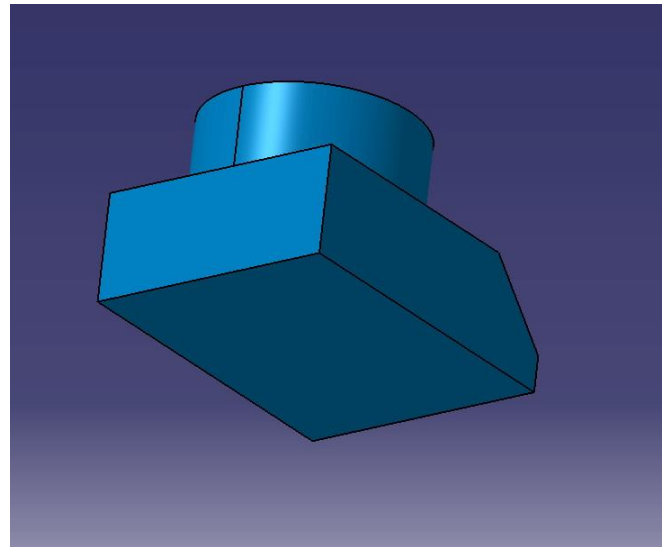
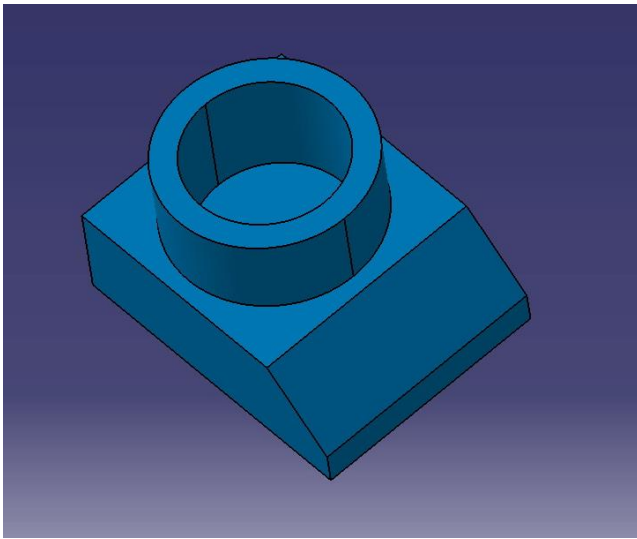
Αφαίρεση όλων των ραδίων



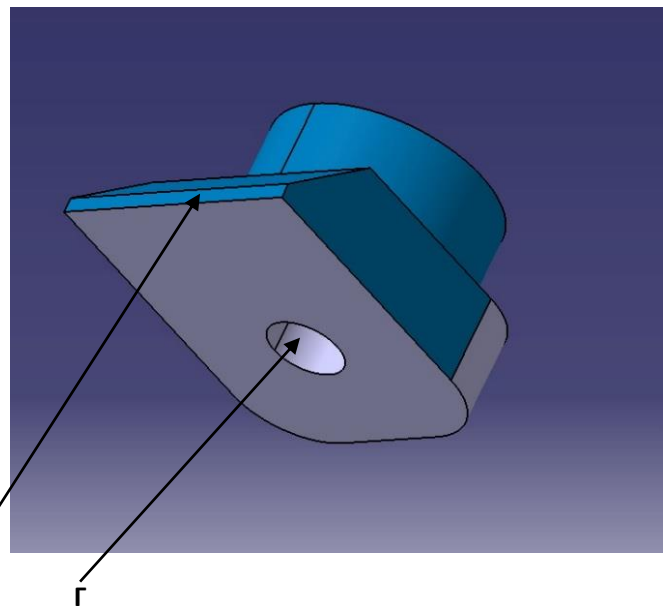
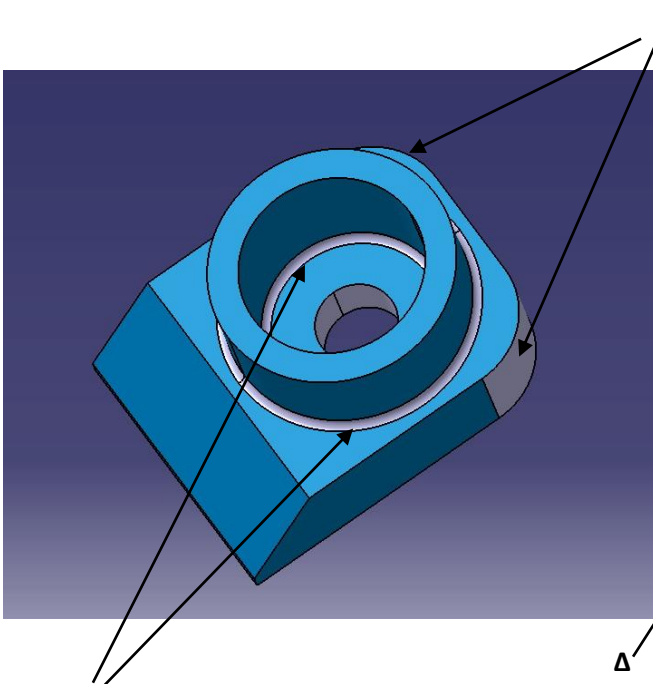
Πρωτότυπο Μοντέλο -78 – Προτάσεις για αλλαγές

- 1) R20 σε δυο ράδια (Α)
- 2) R2 σε δυο σημεία (Β)
- 3) Φ20 οπή (Γ)
- 4) 4mm πάχος μετά από αφαίρεση υλικού (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις



Σχέδιο μετά από τις προτάσεις

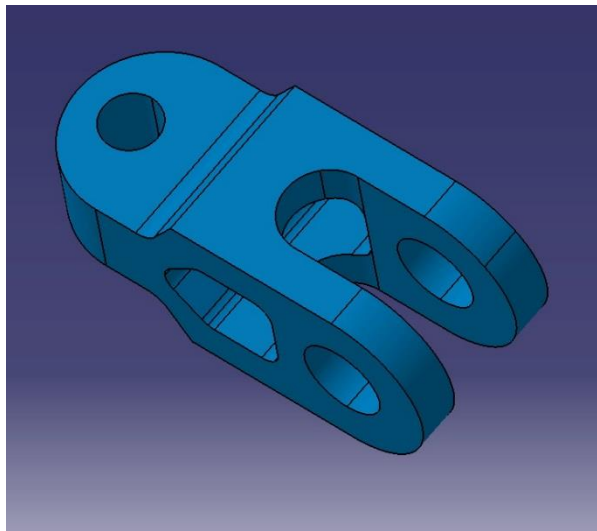
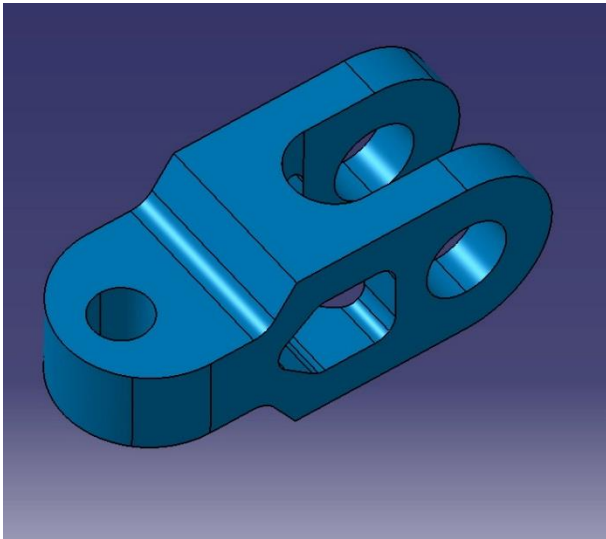


B

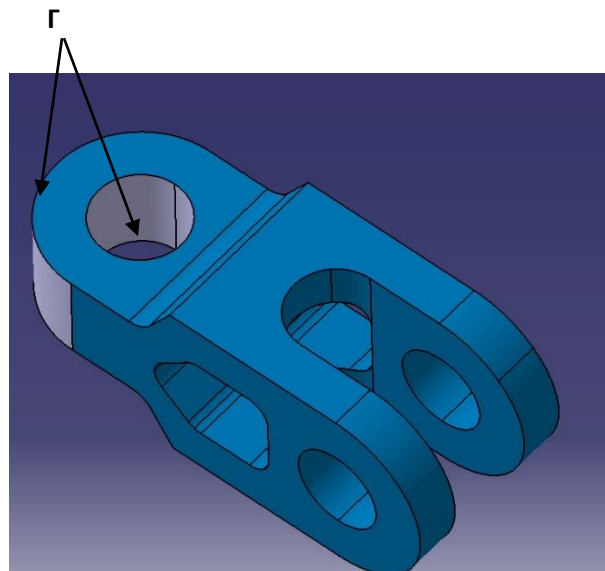
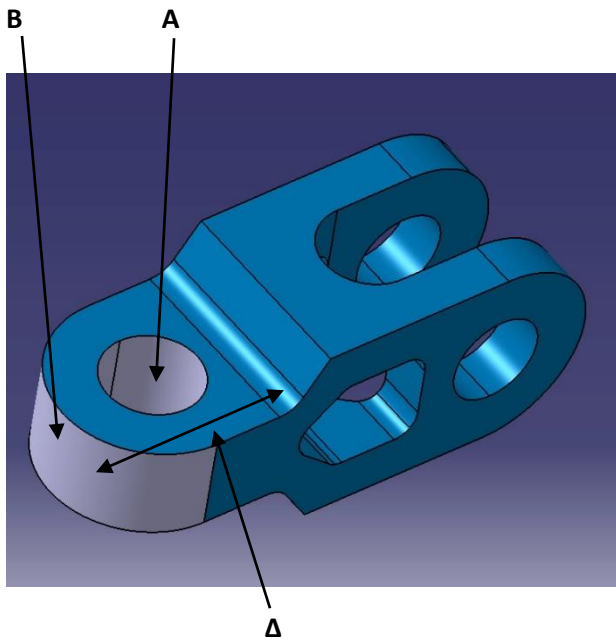
Πρωτότυπο Μοντέλο -80 – Προτάσεις για αλλαγές

- 4) Οπή Φ30 (Α)
- 5) R30 (Β)
- 6) Ομοκεντρικότητα (Γ)
- 7) Αυτί πιο μακρύ κατά 6mm (Δ)

Σχέδιο πριν από τις προτάσεις

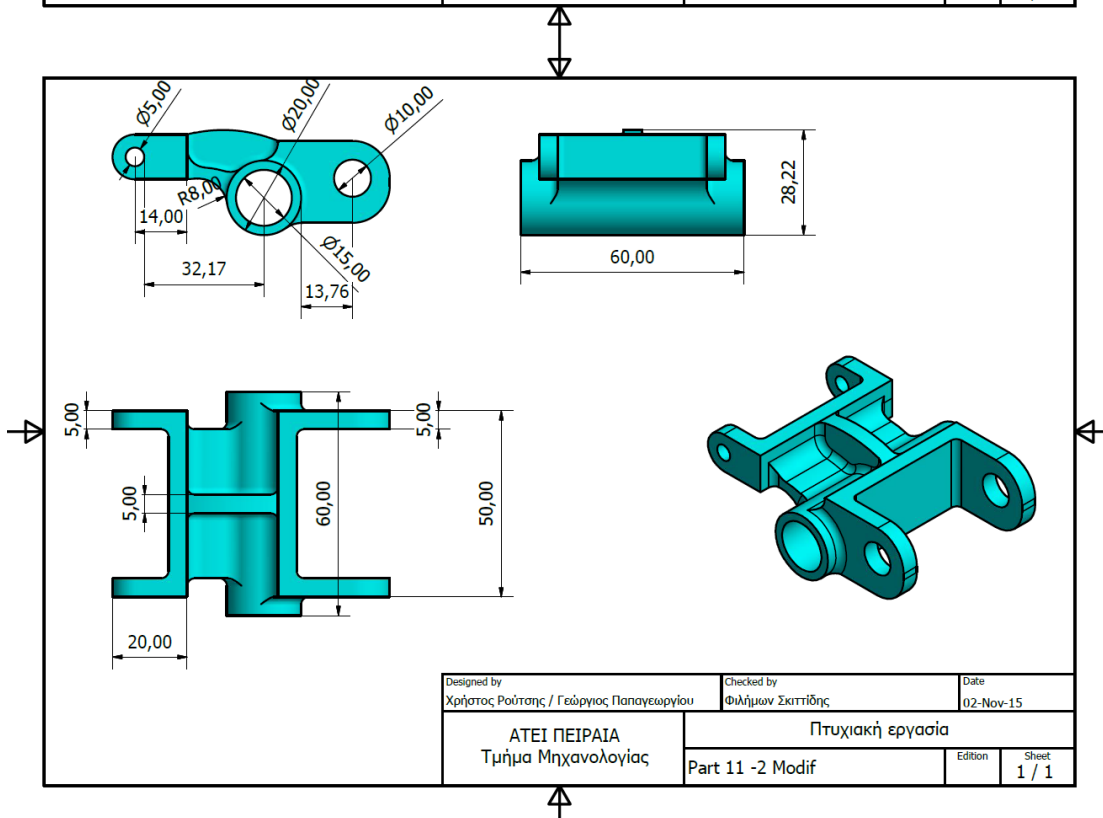
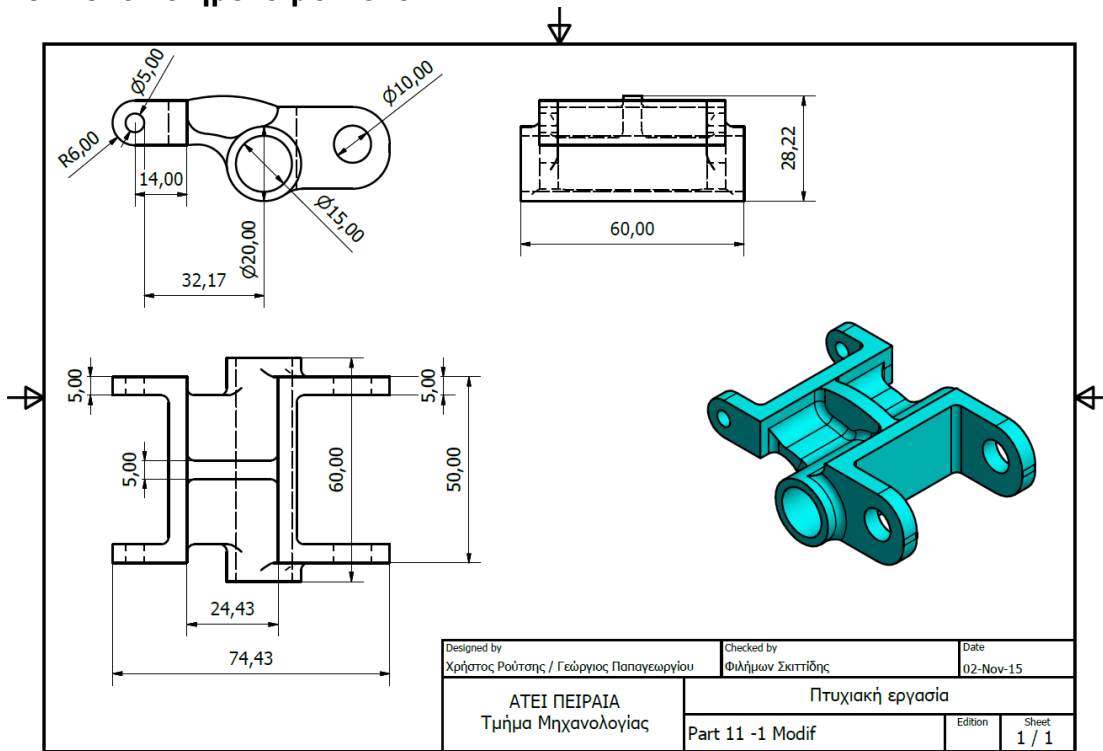


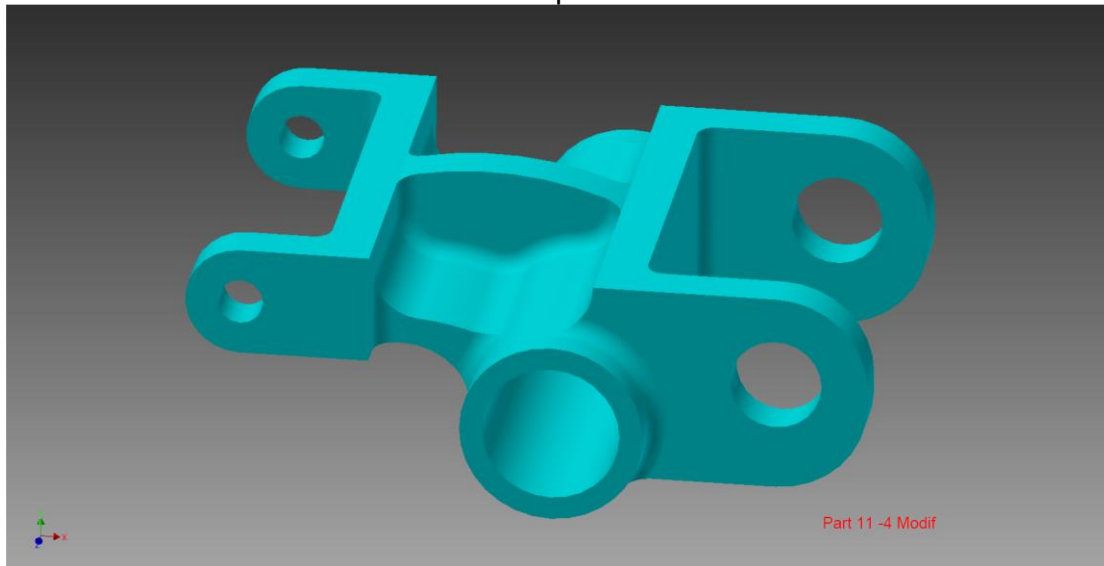
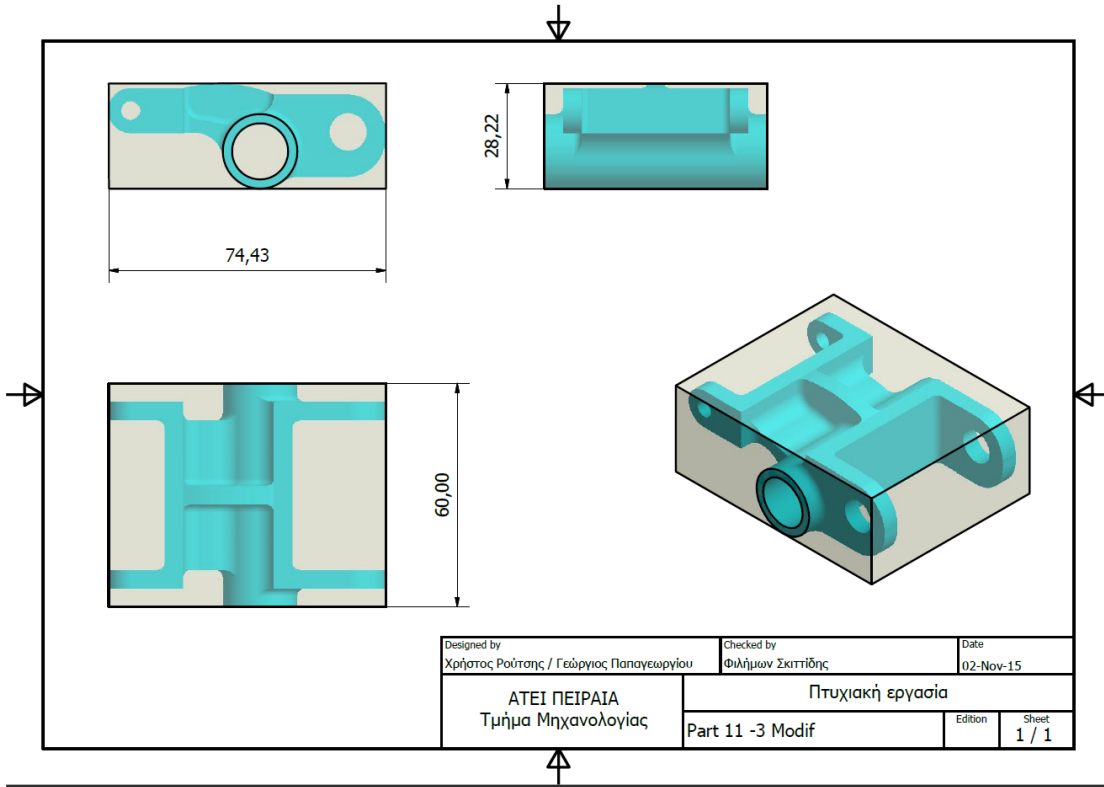
Σχέδιο μετά από τις προτάσεις

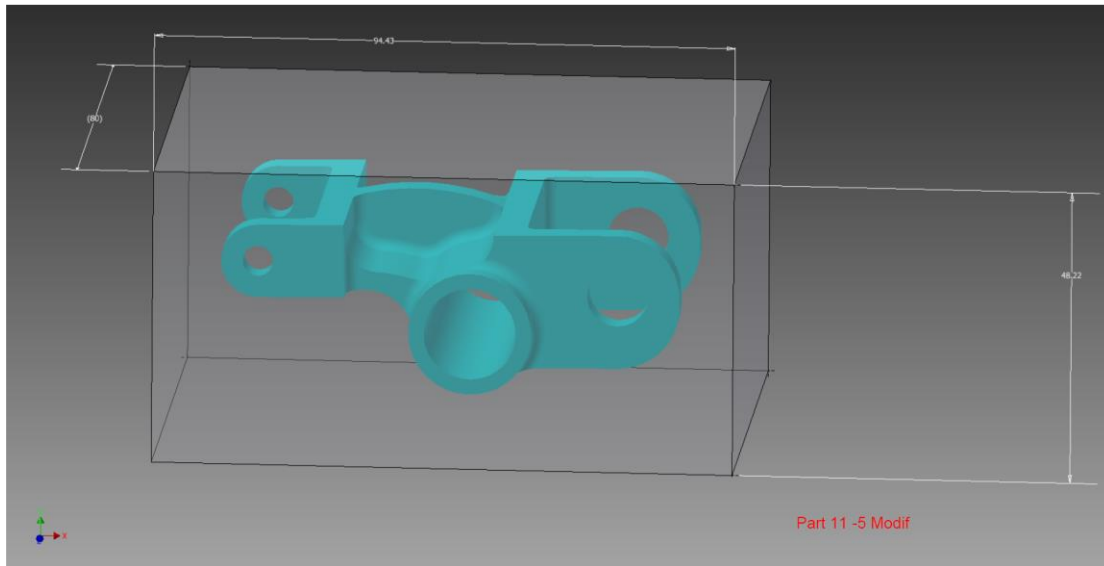


Βελτιστοποίηση πρωτότυπων μοντέλων

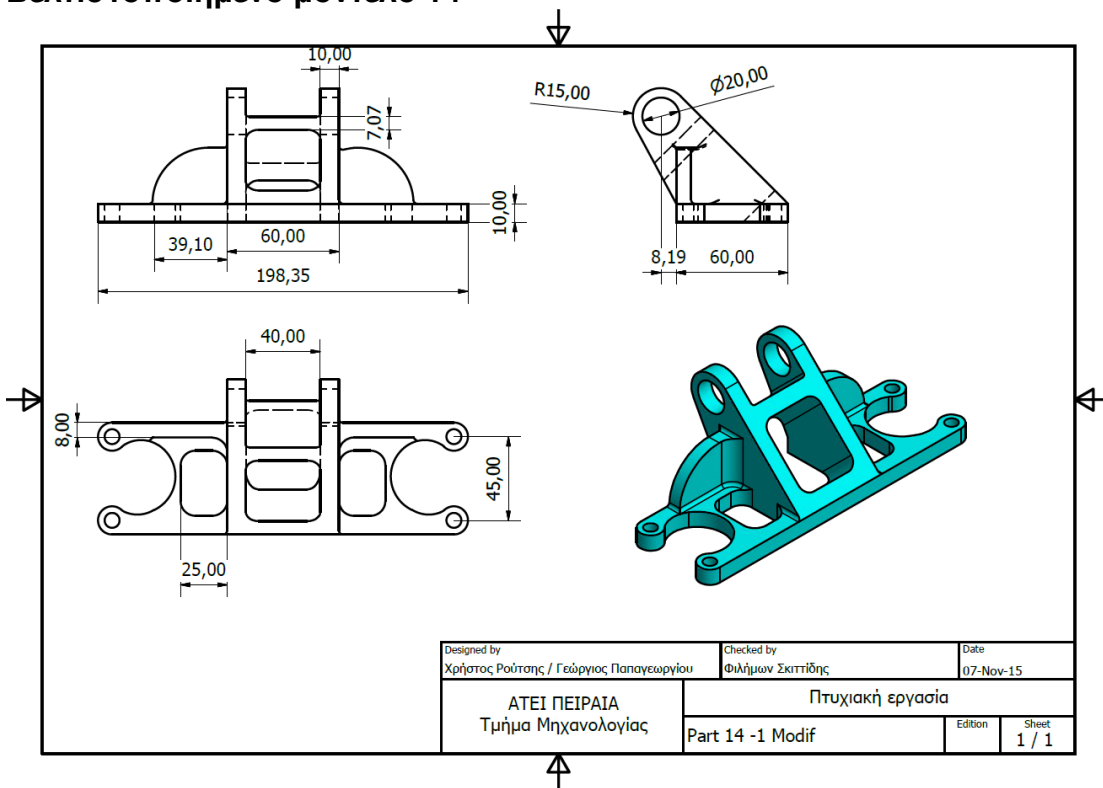
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 11

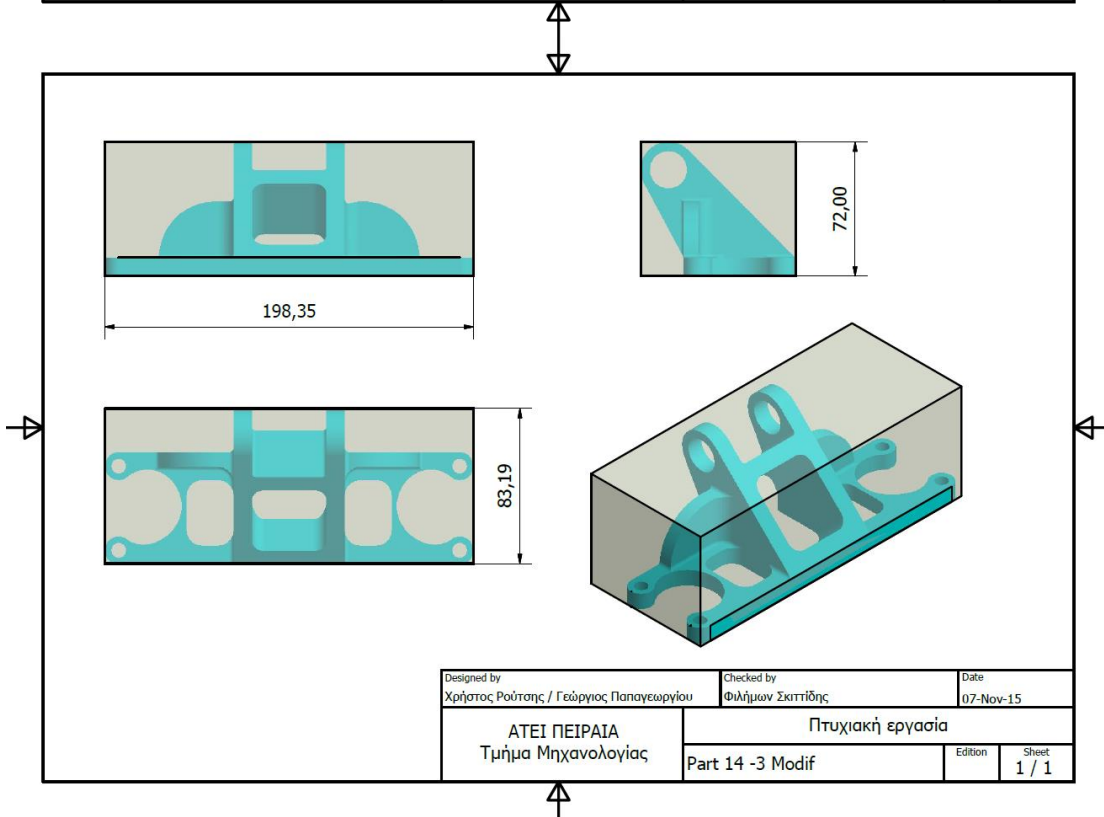
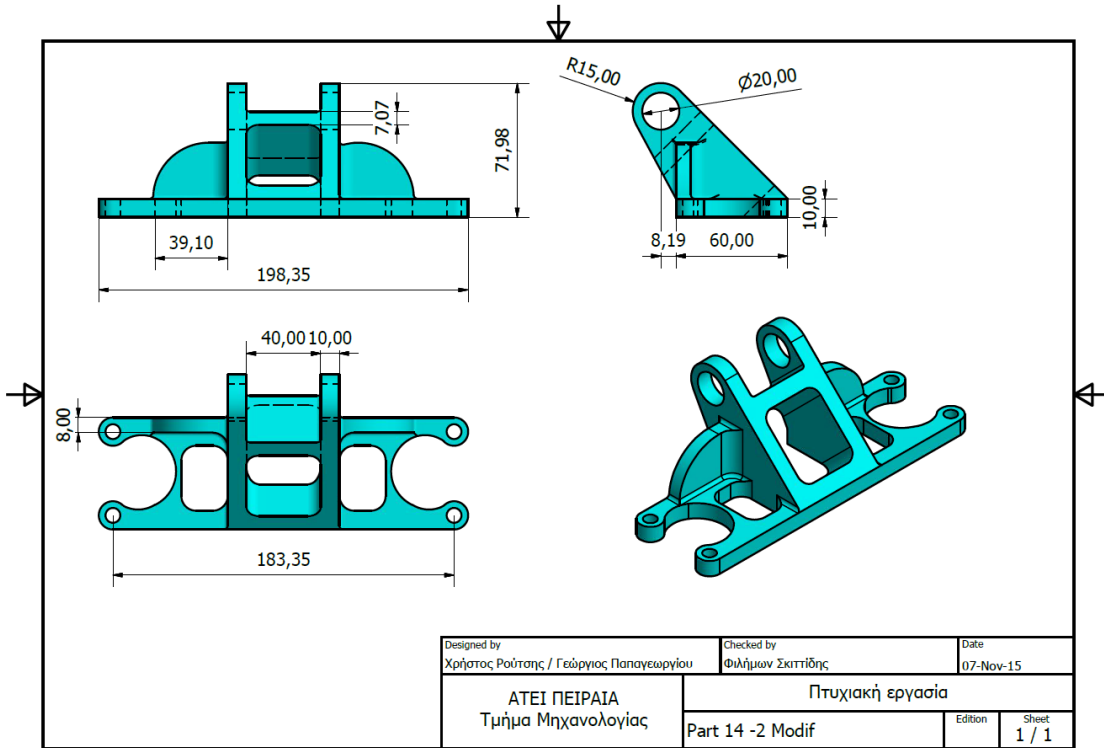


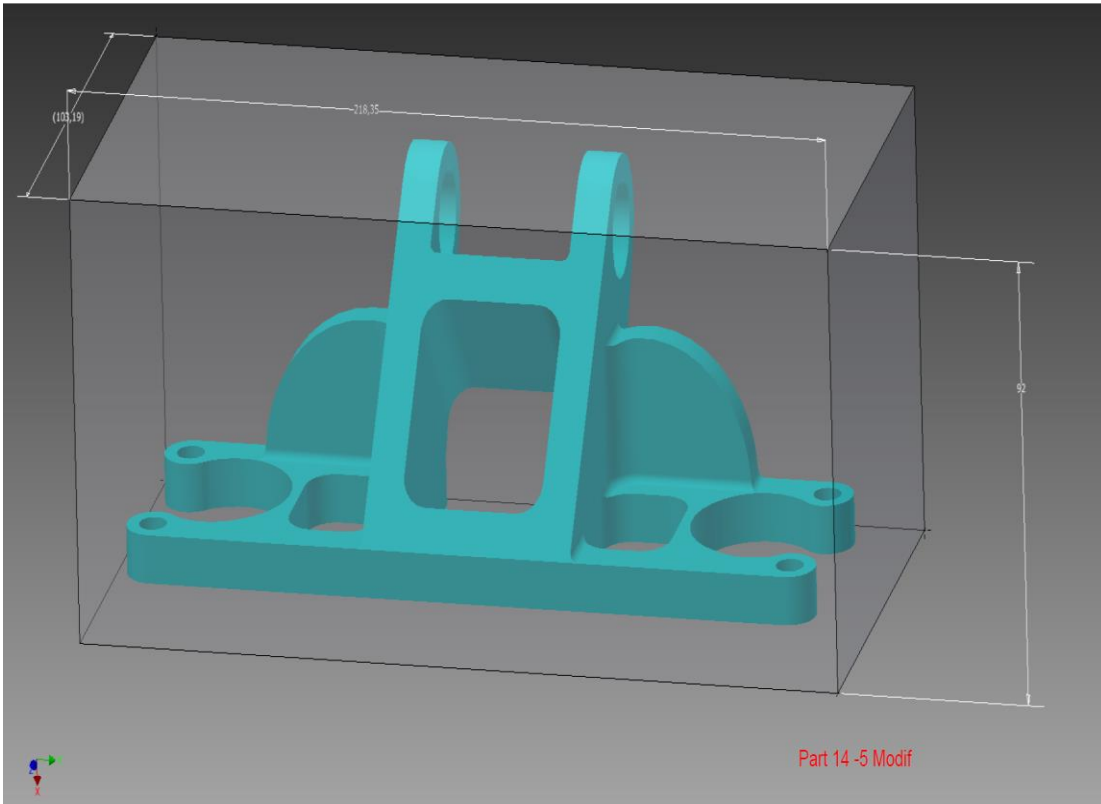
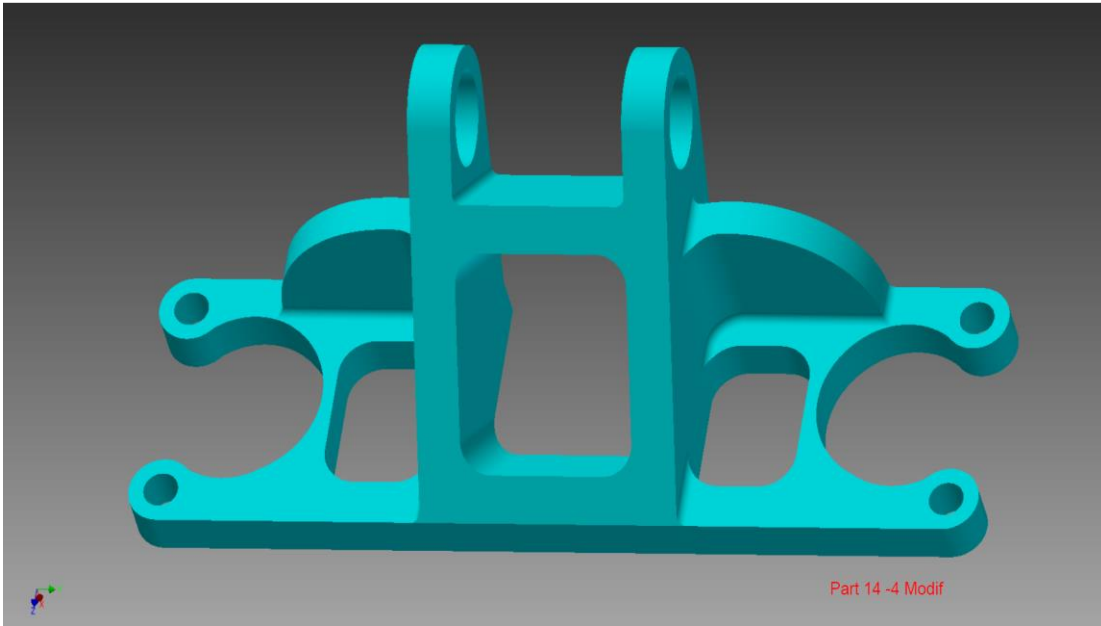




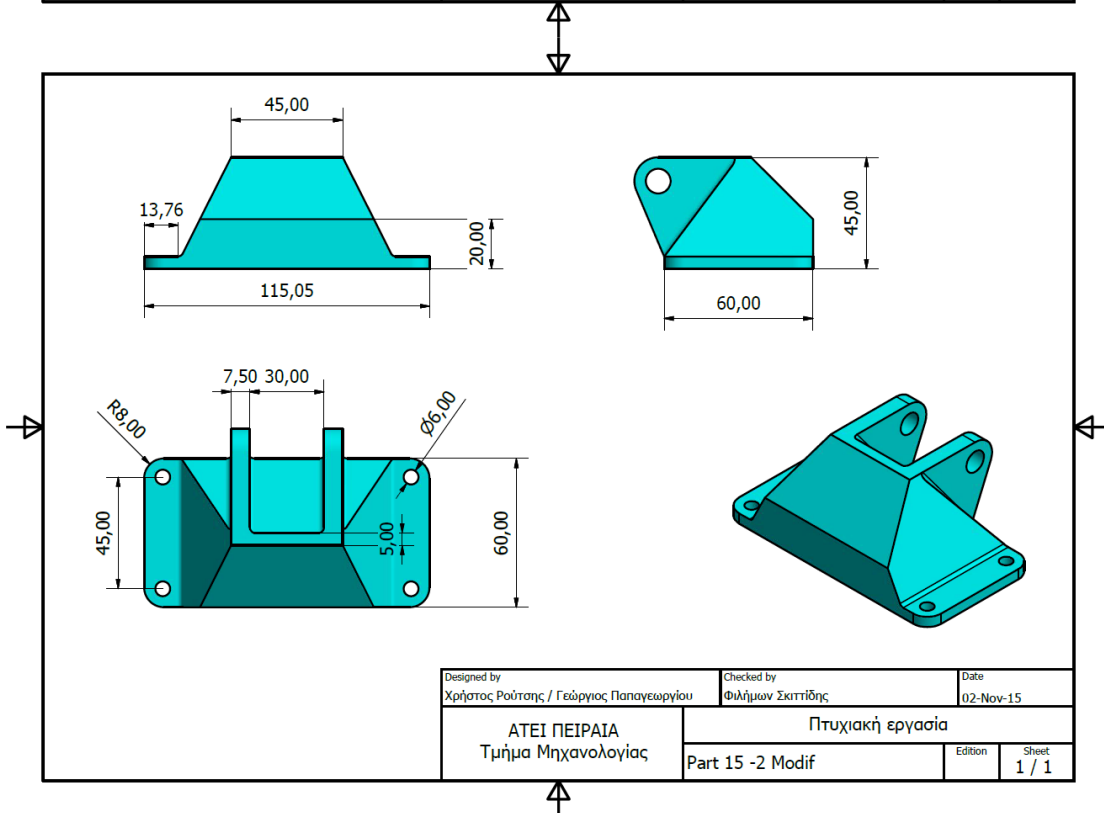
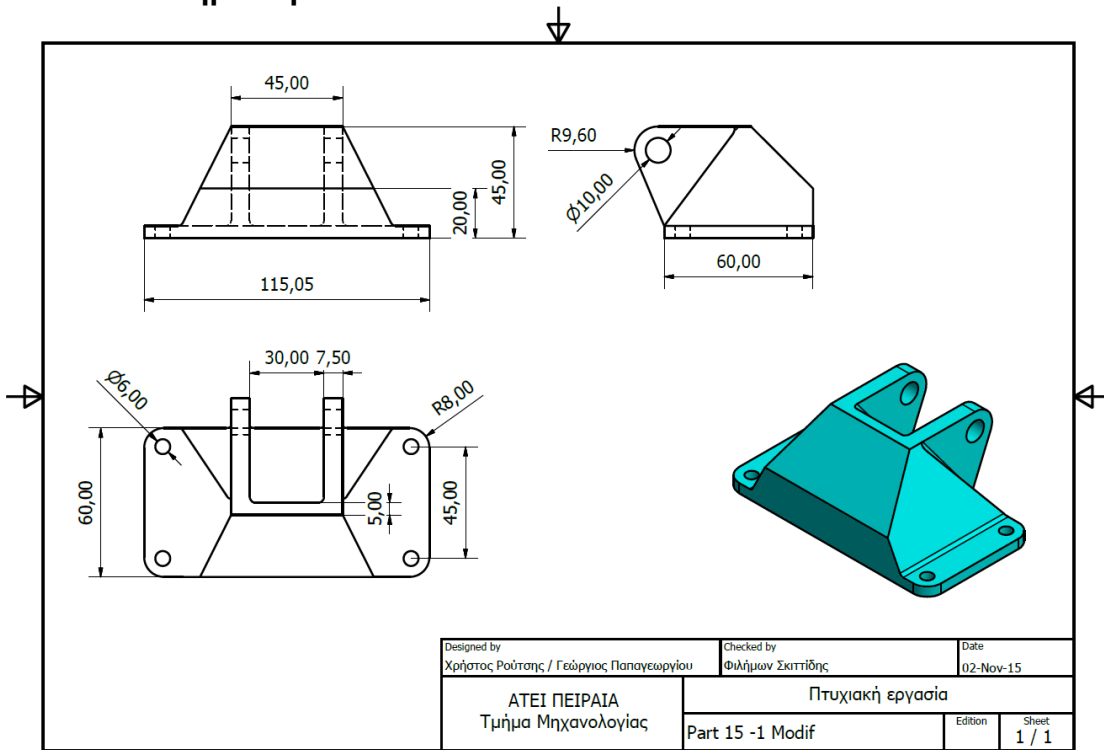
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 14

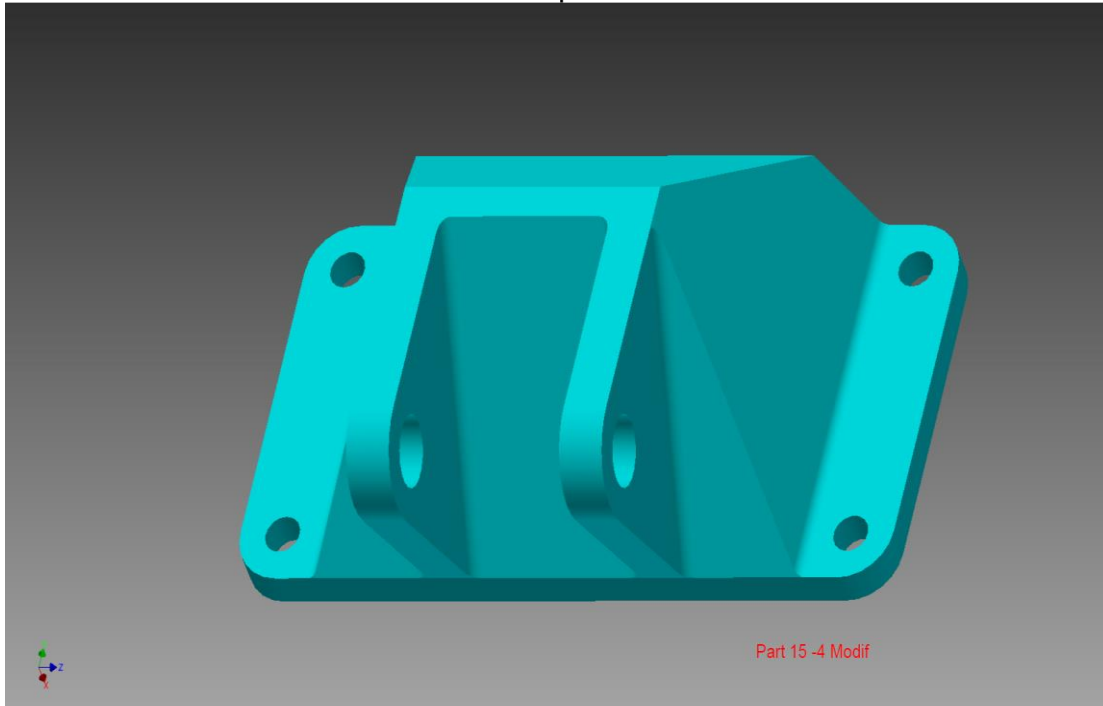
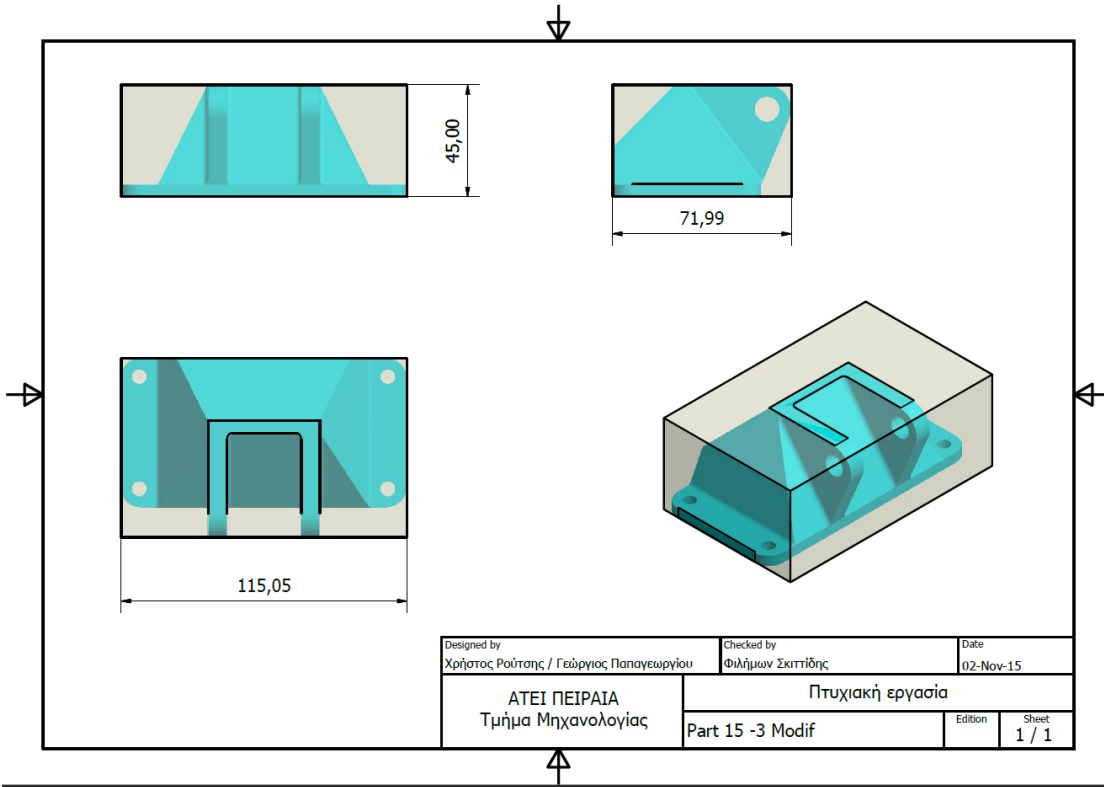


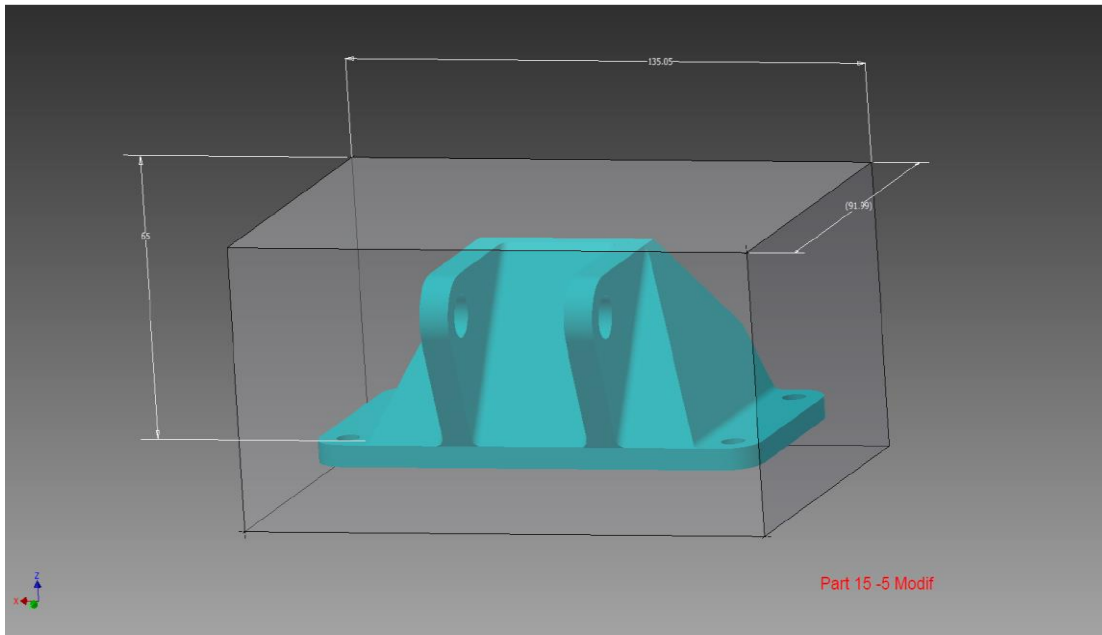




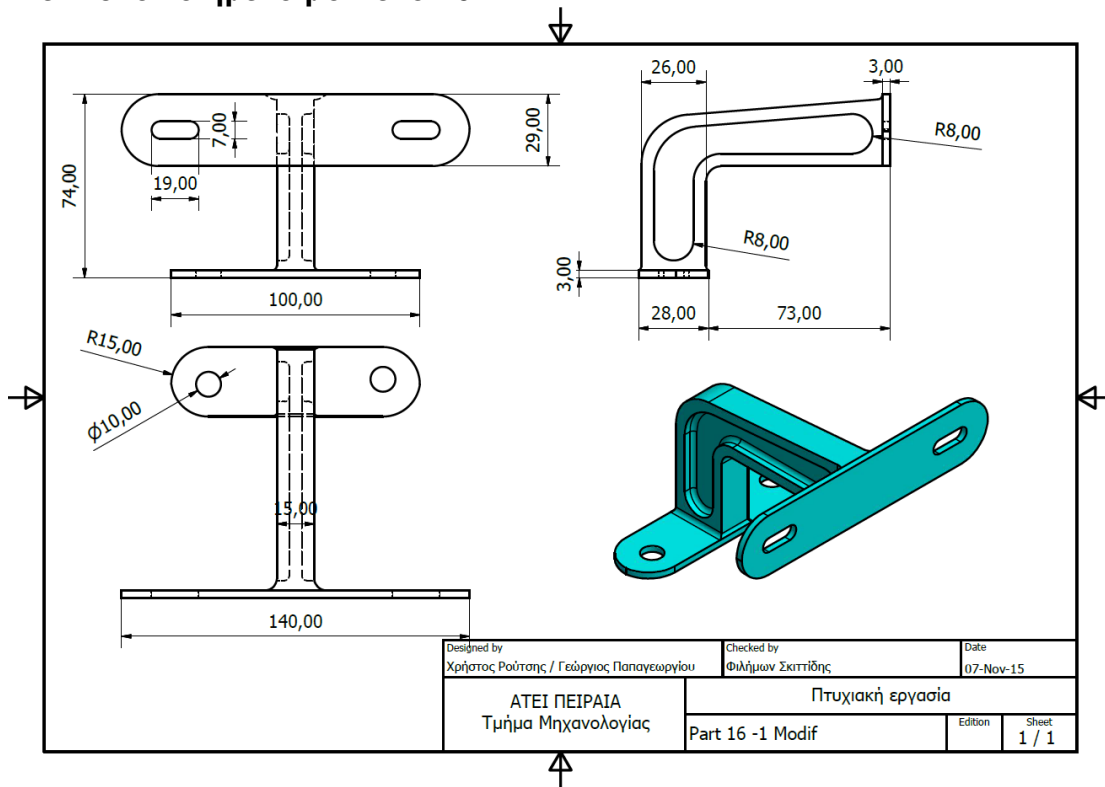
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 15

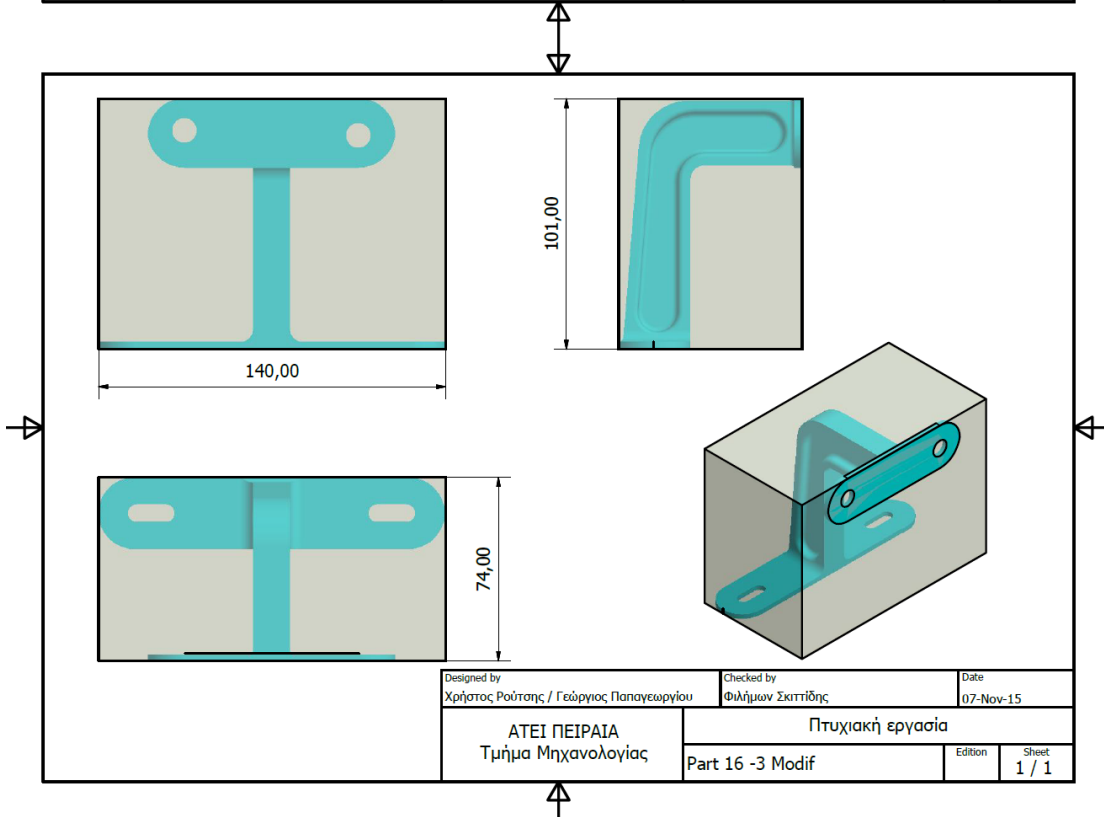
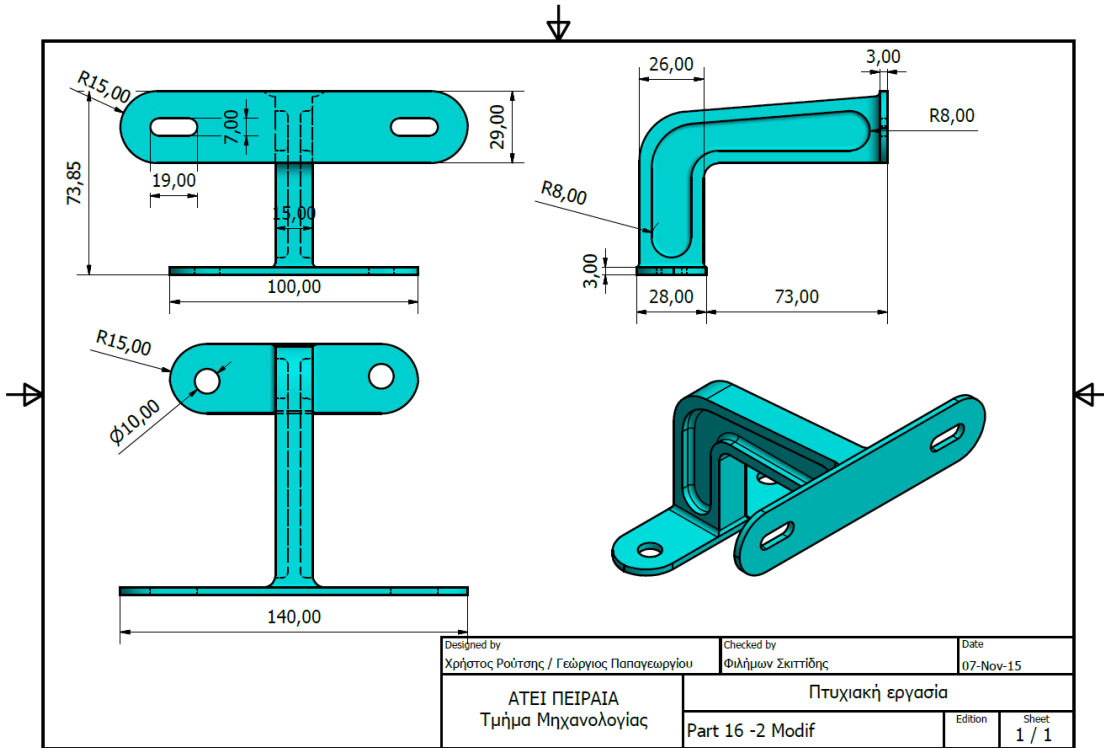


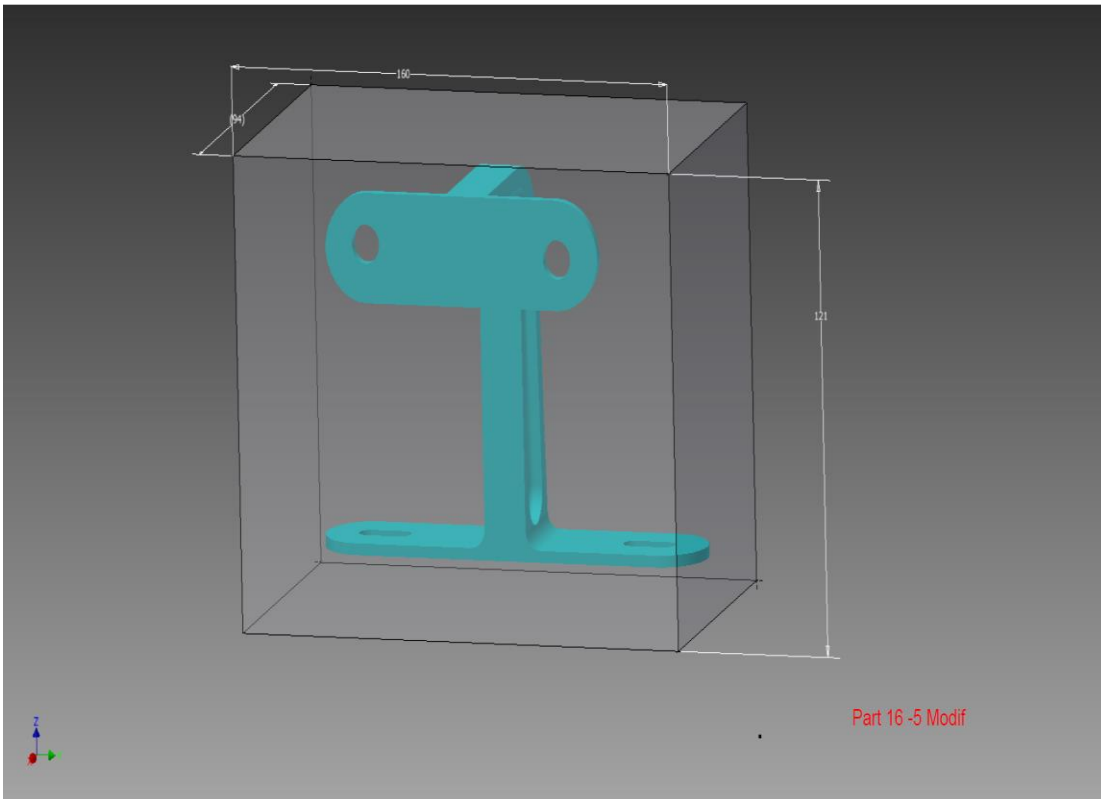
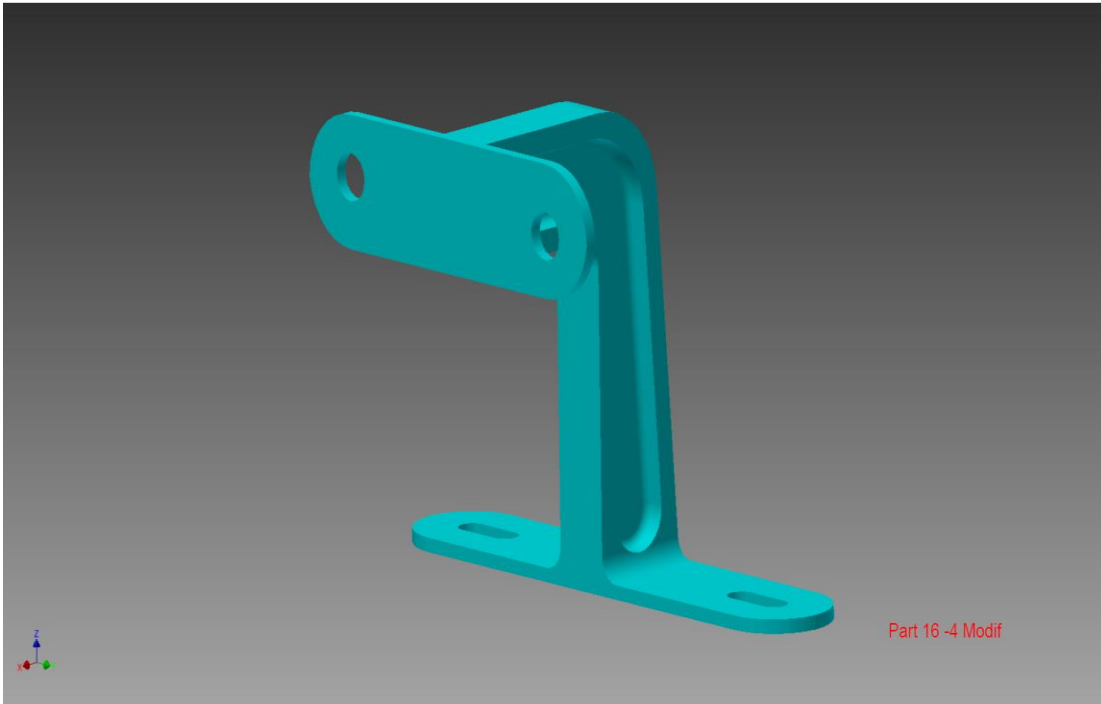




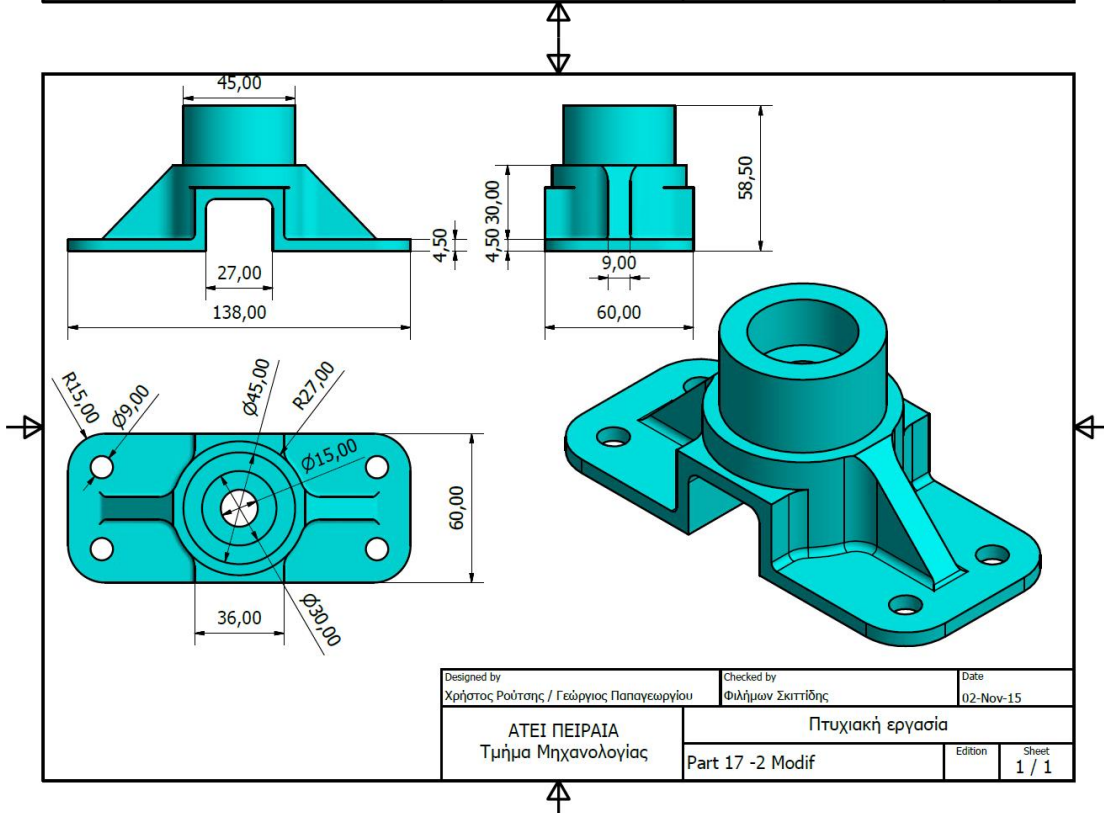
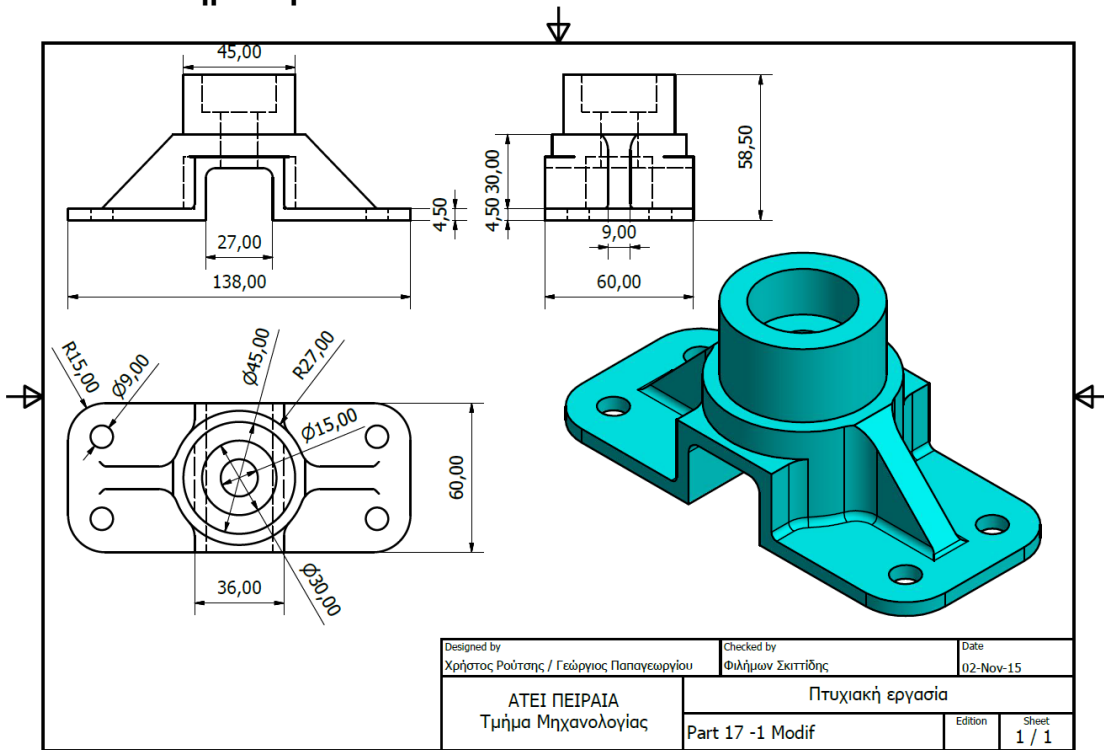
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 16

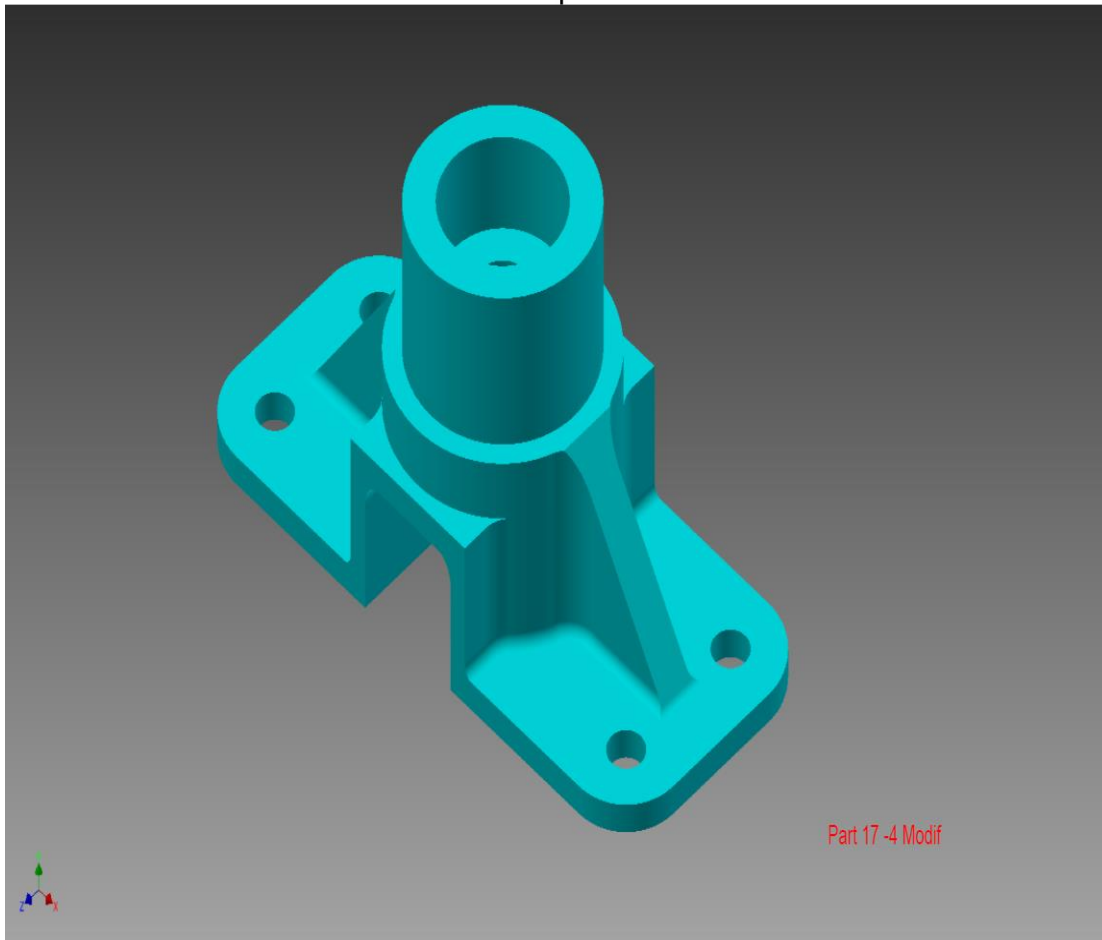
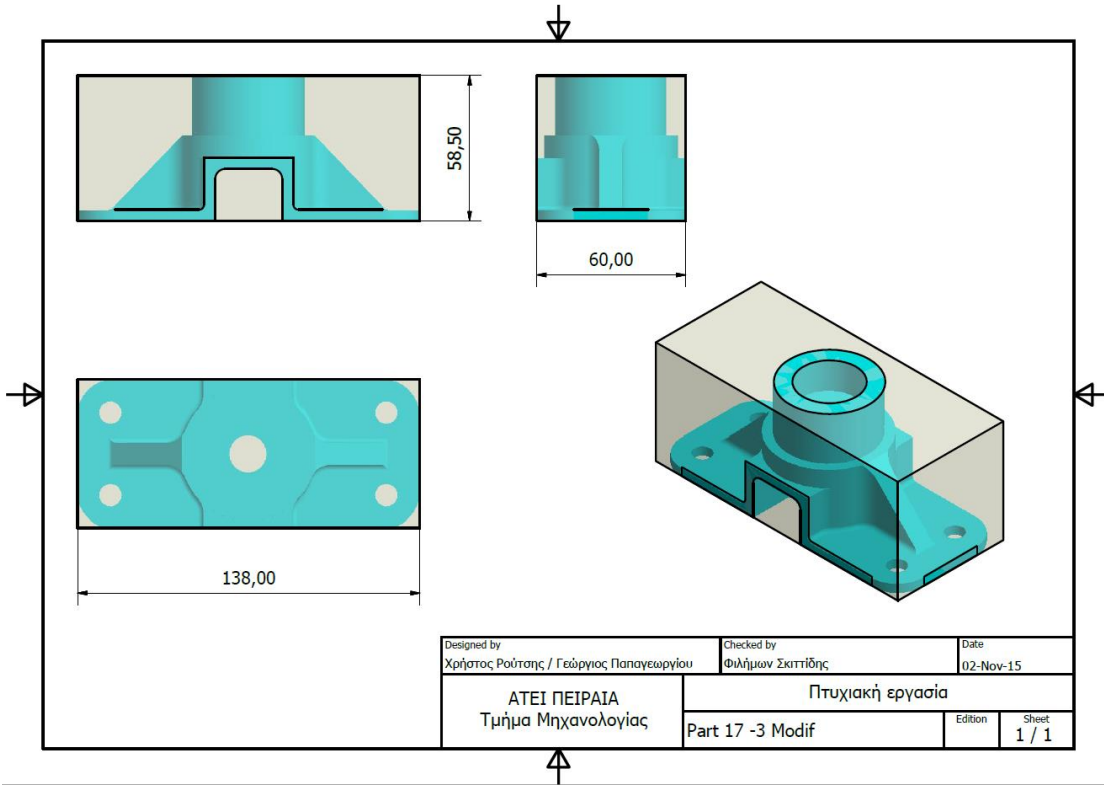


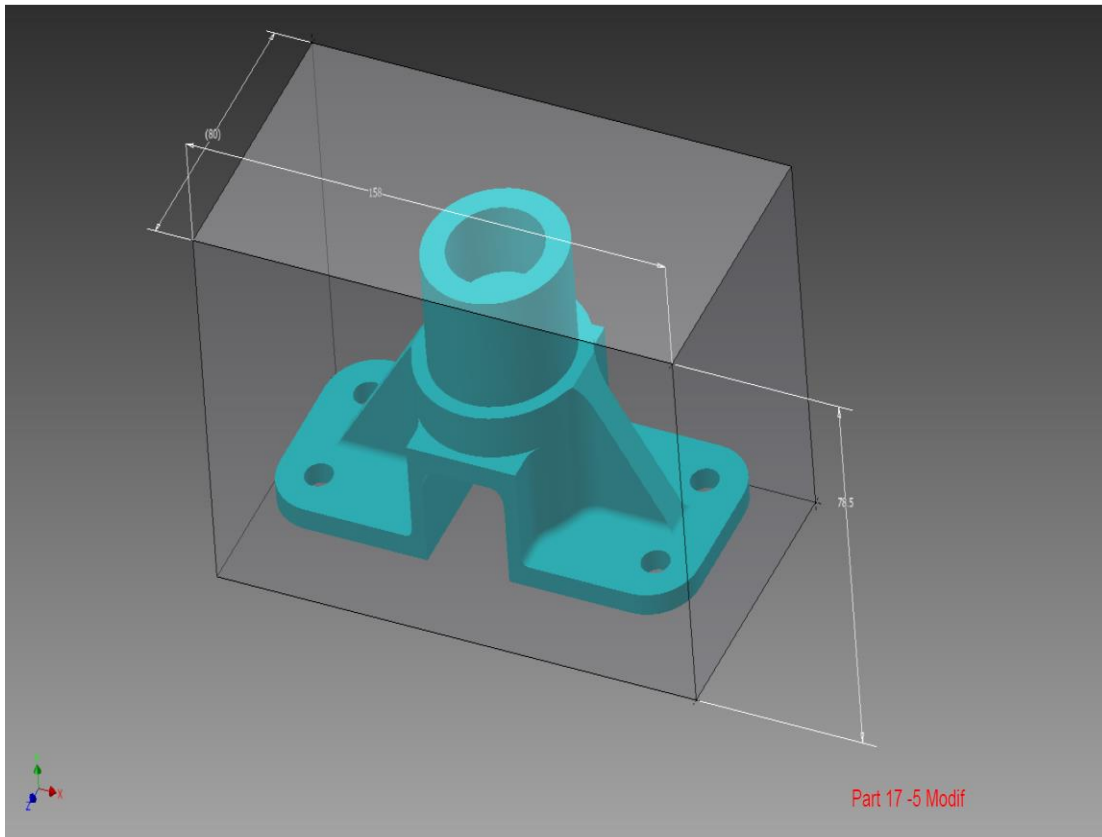




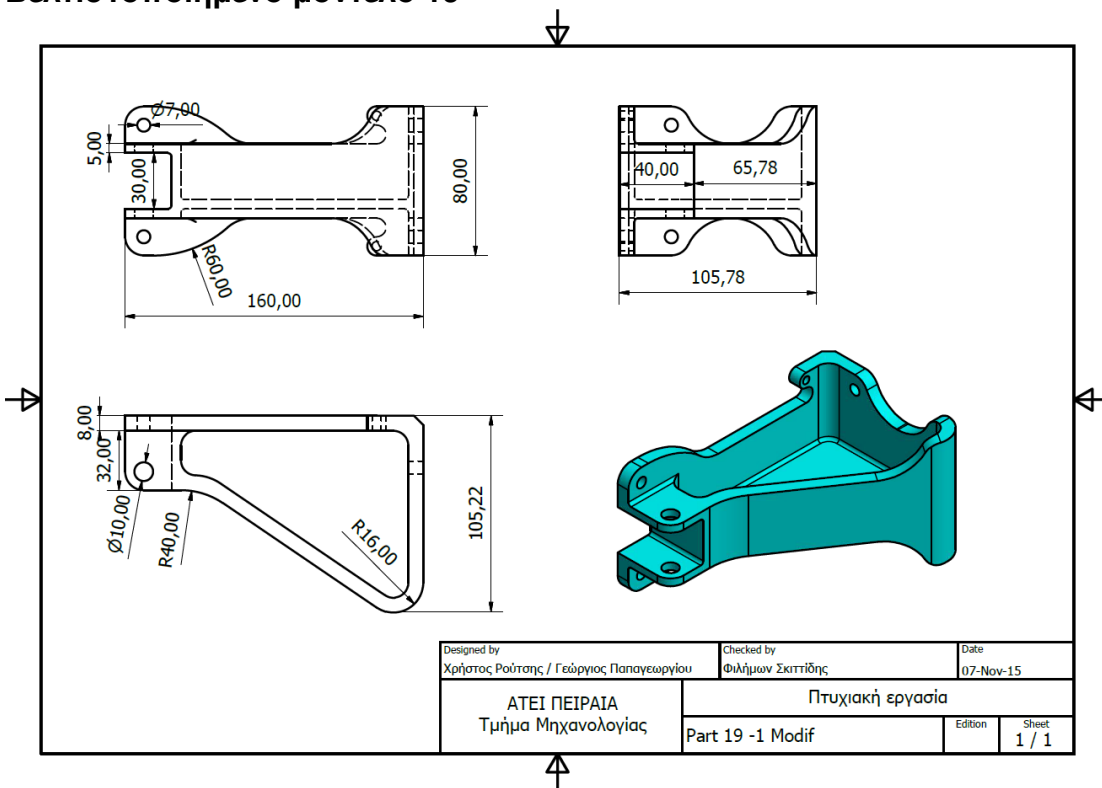
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 17

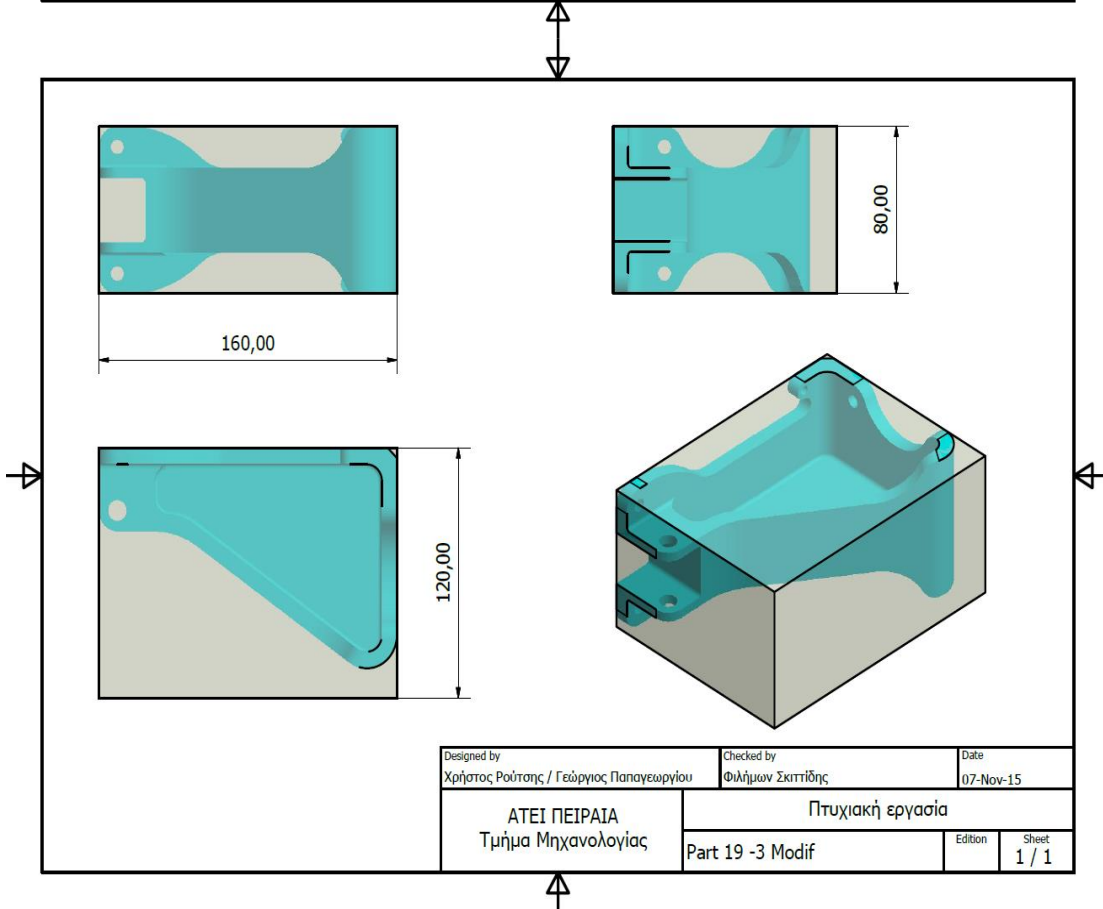
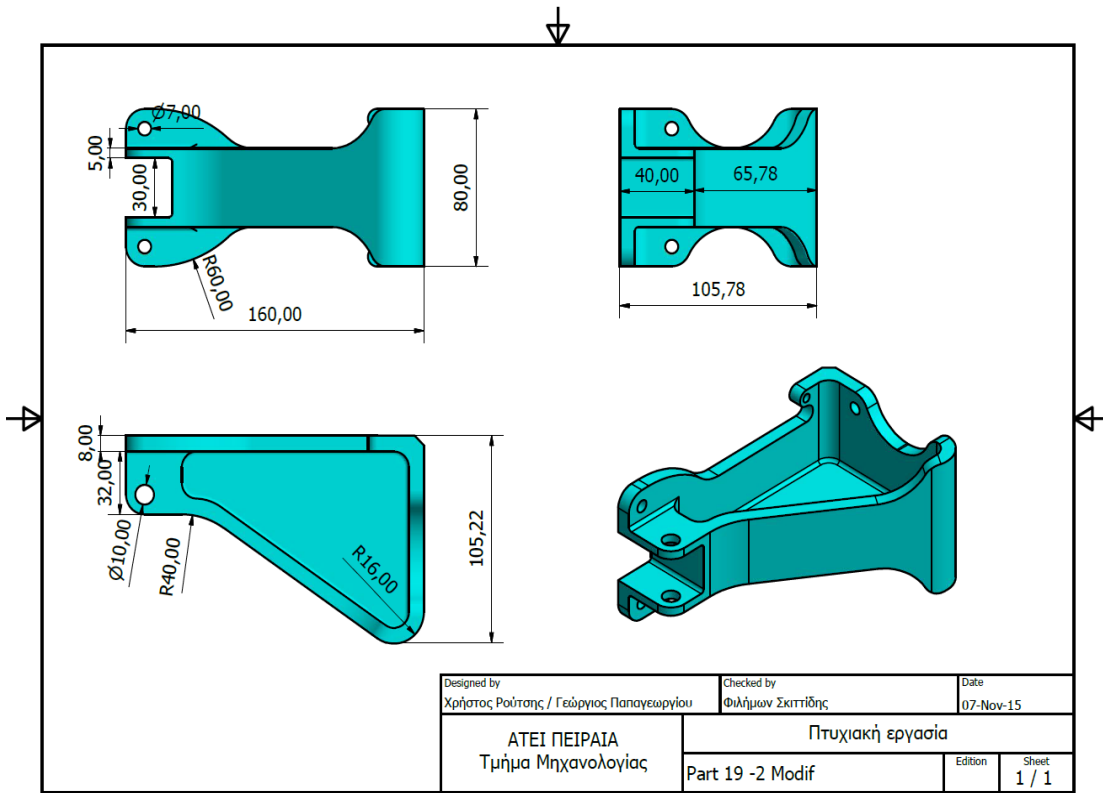


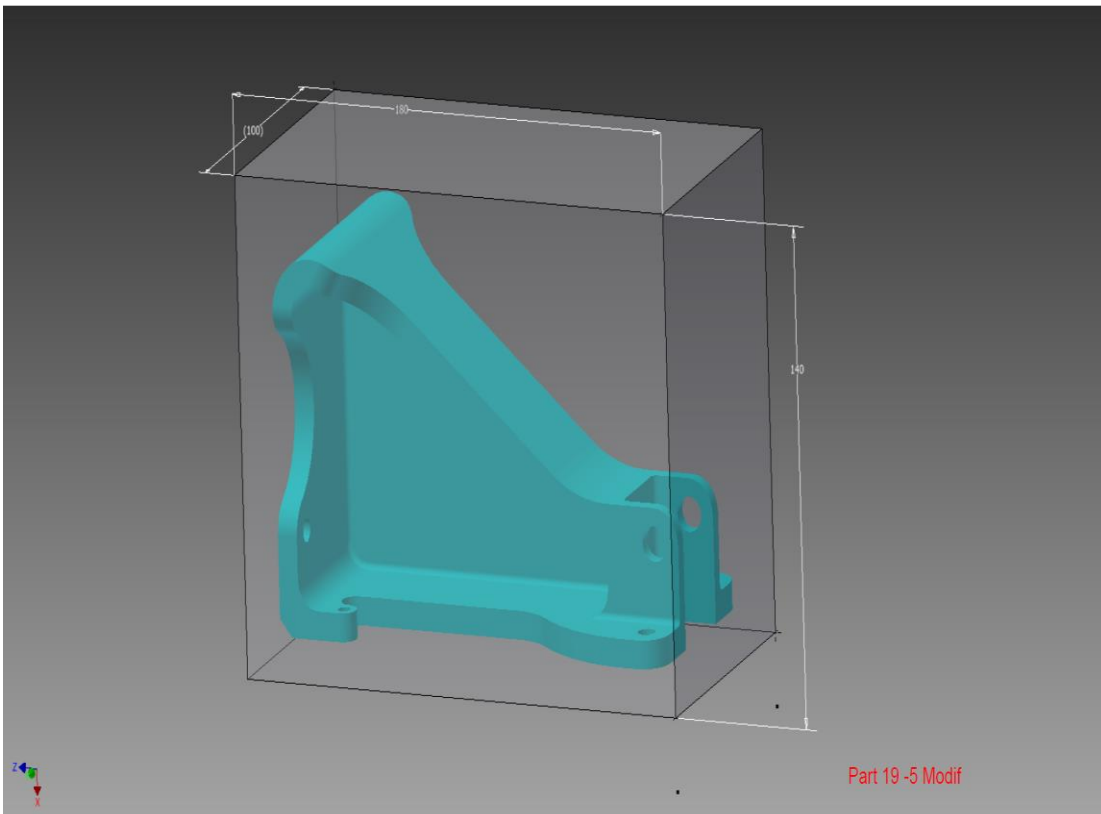
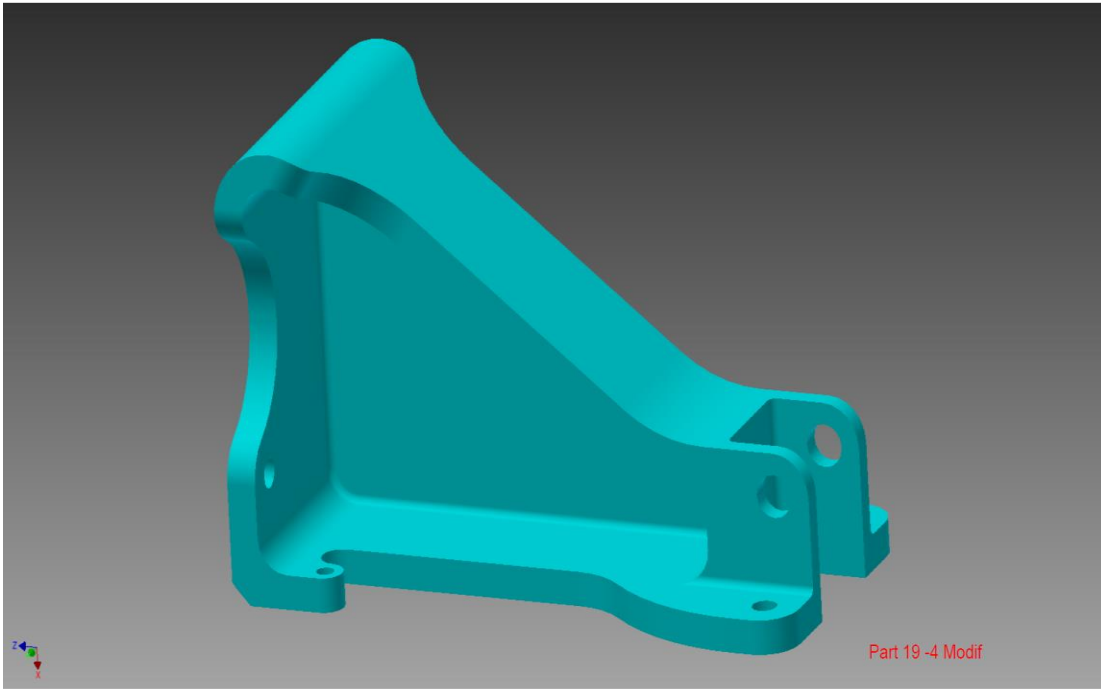




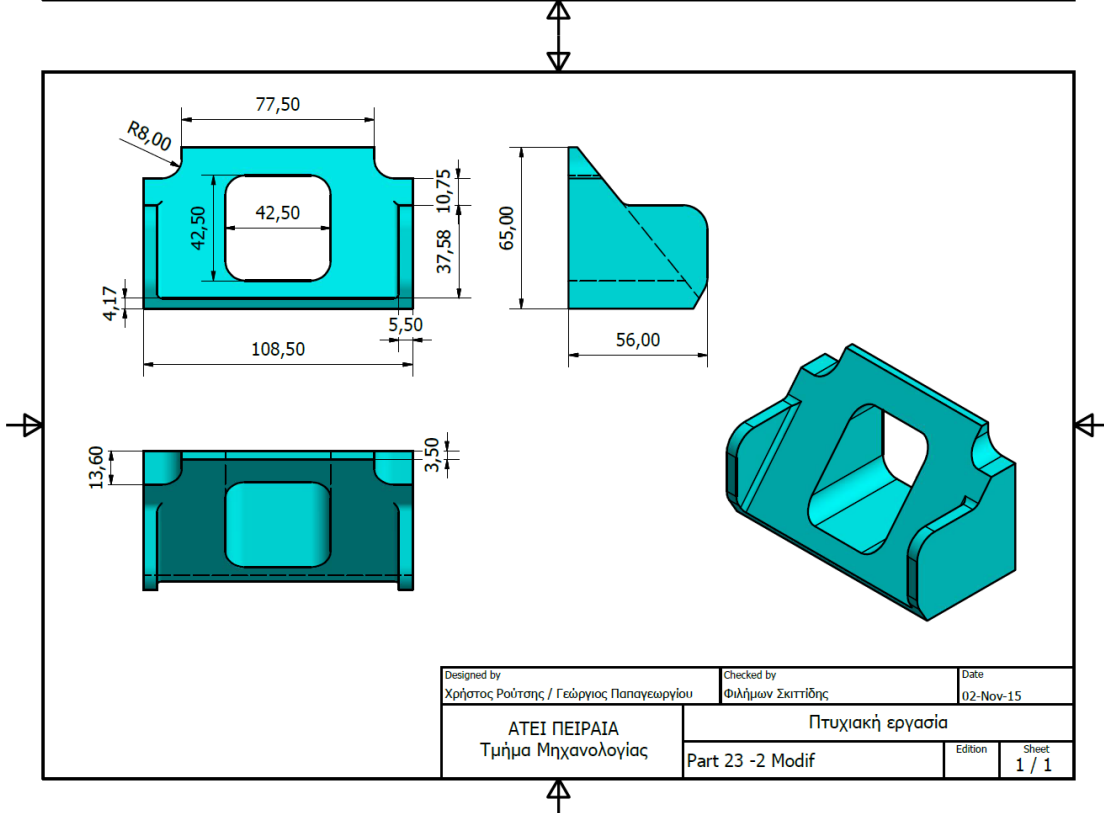
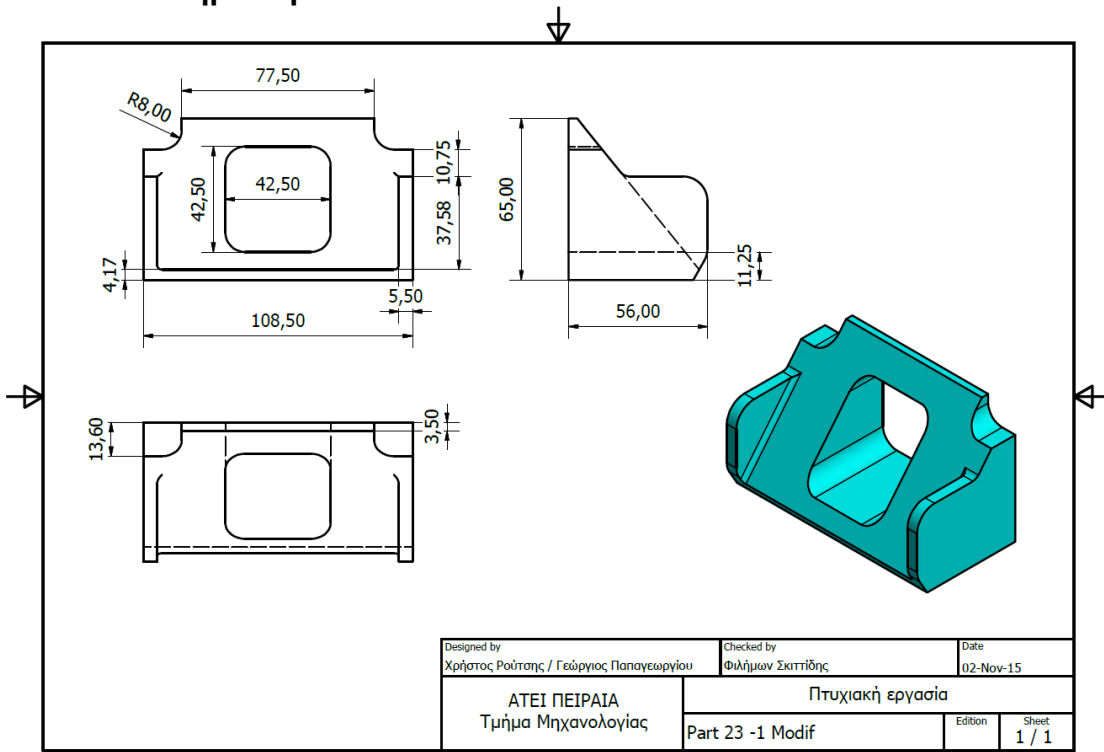
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 19

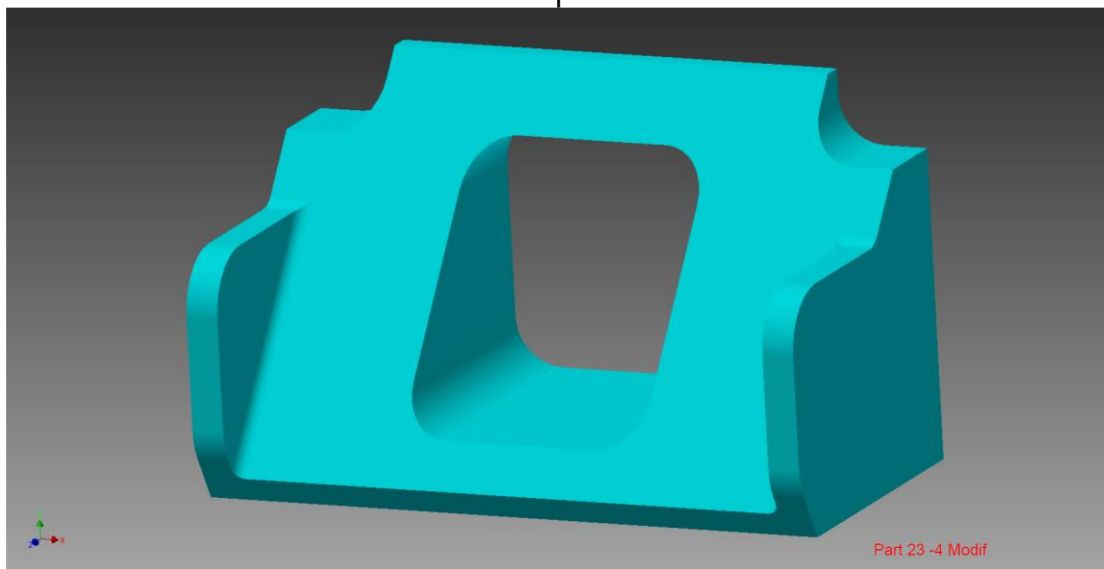
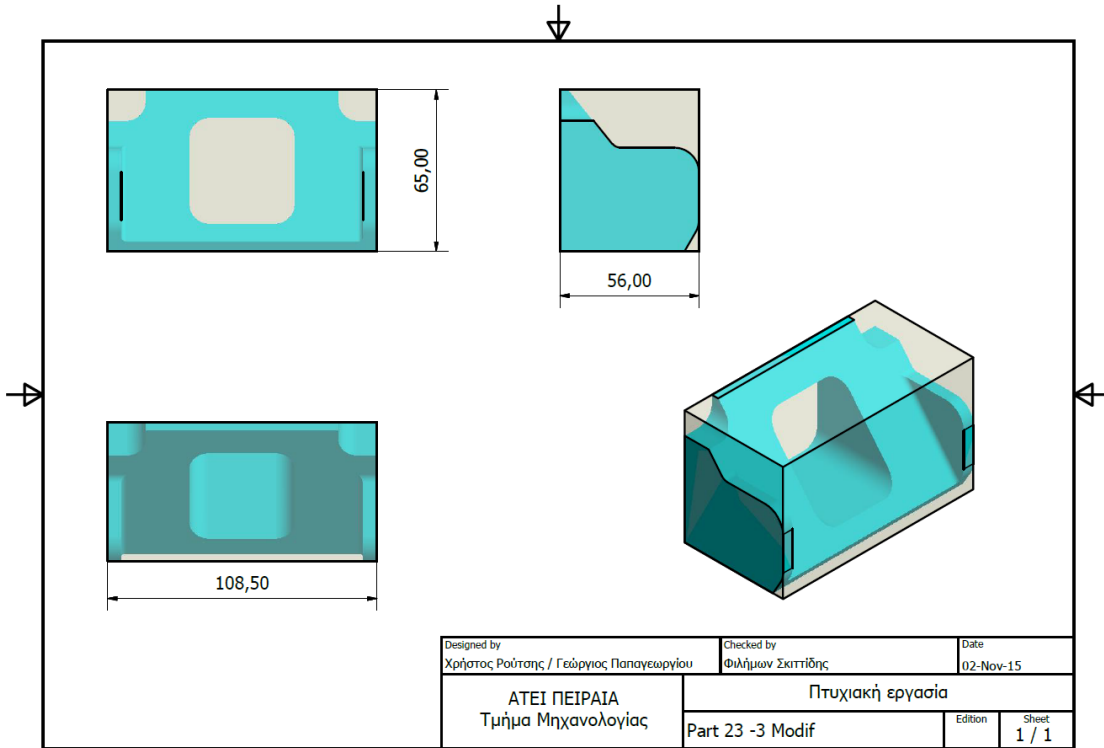


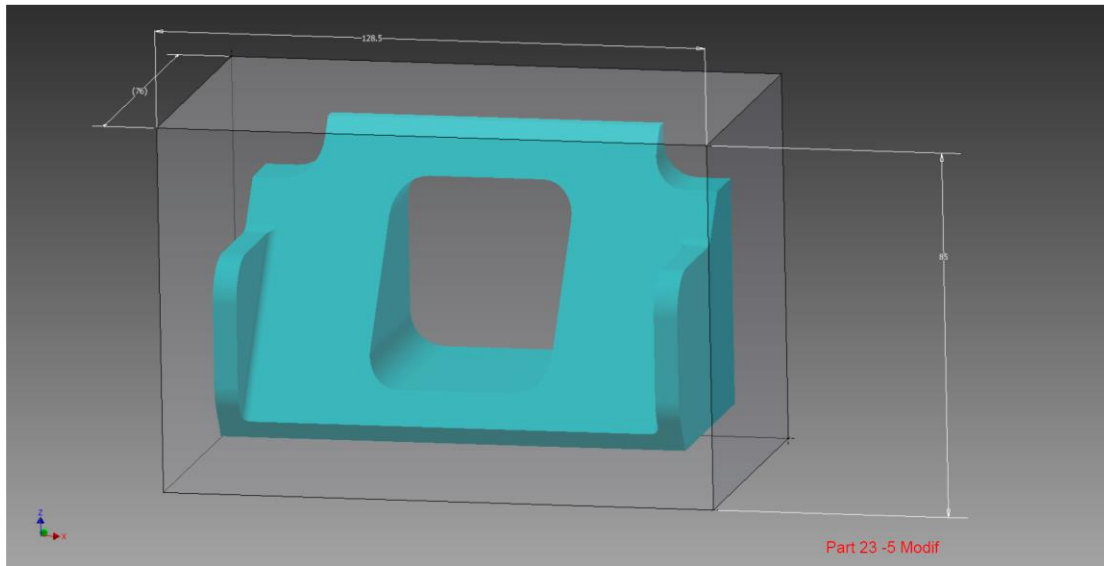




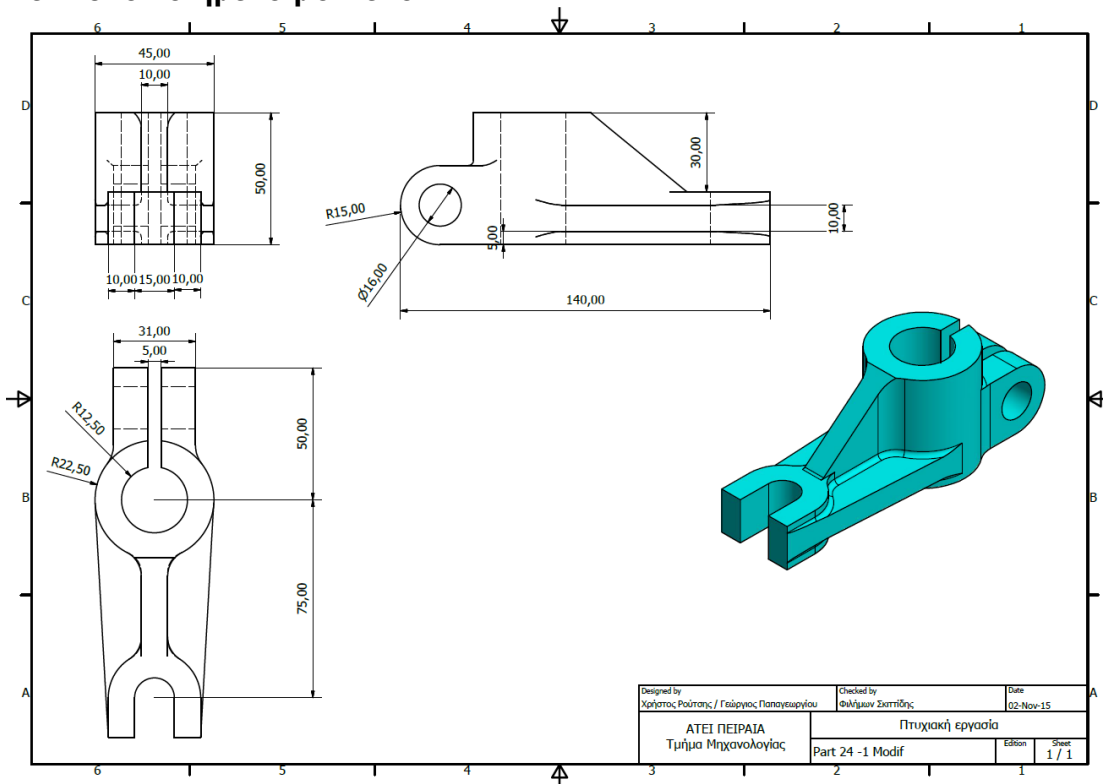
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 23

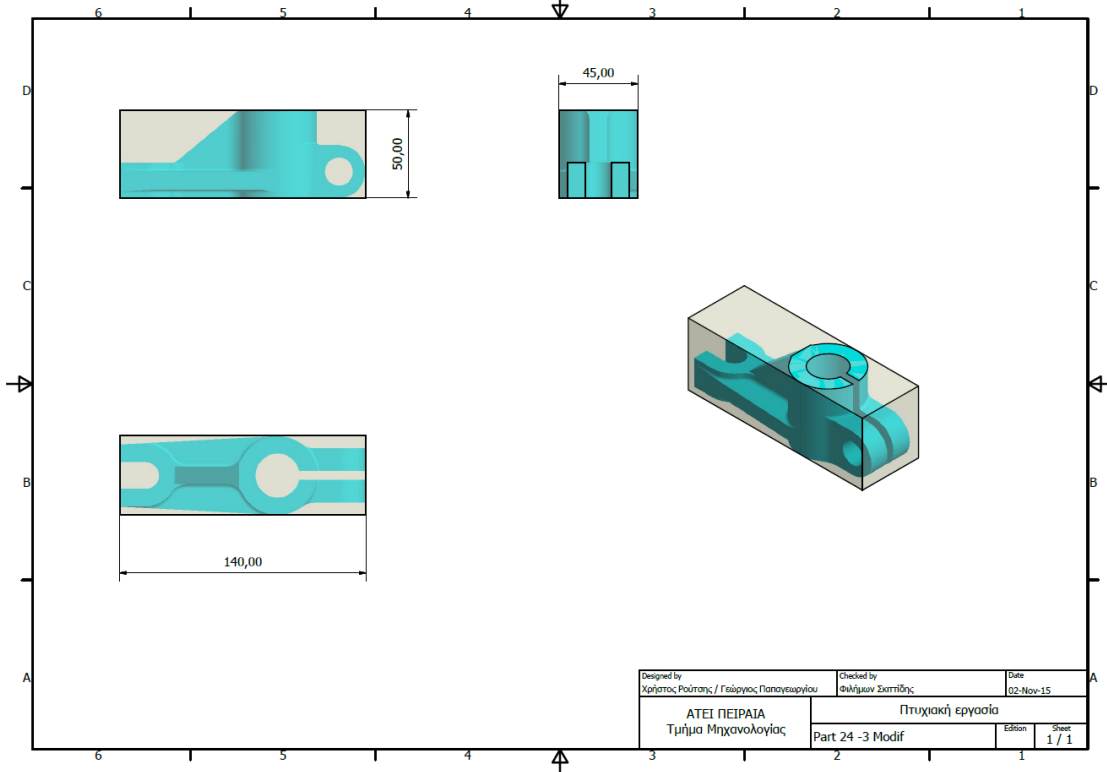
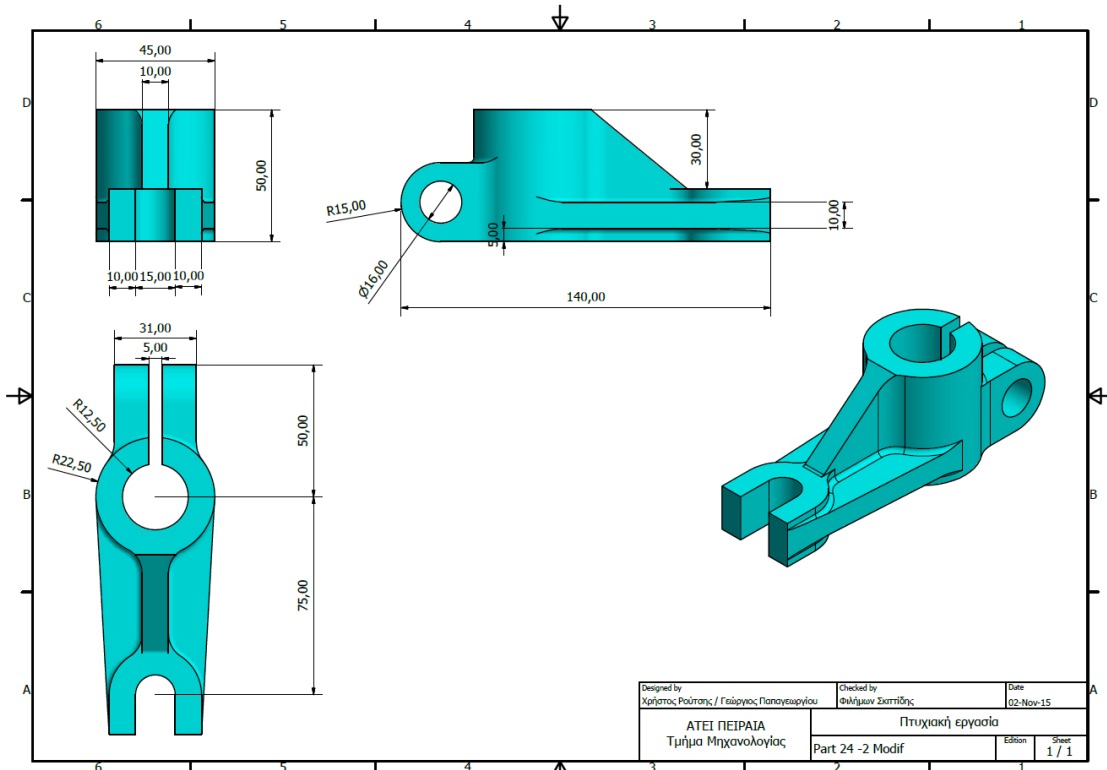


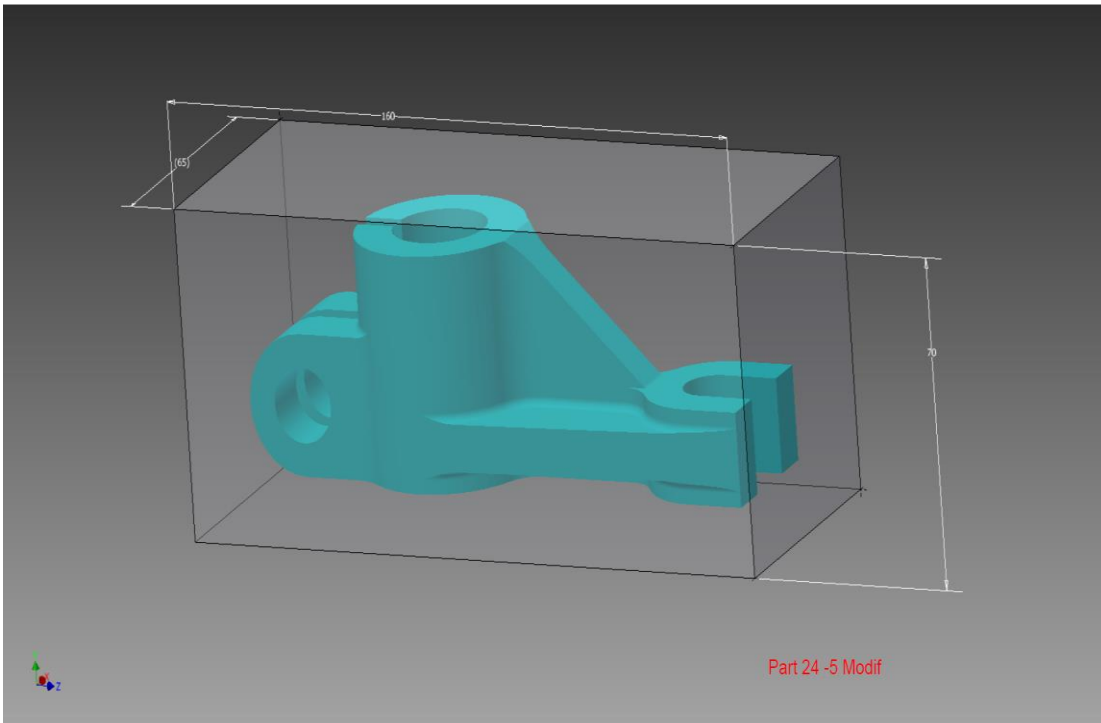
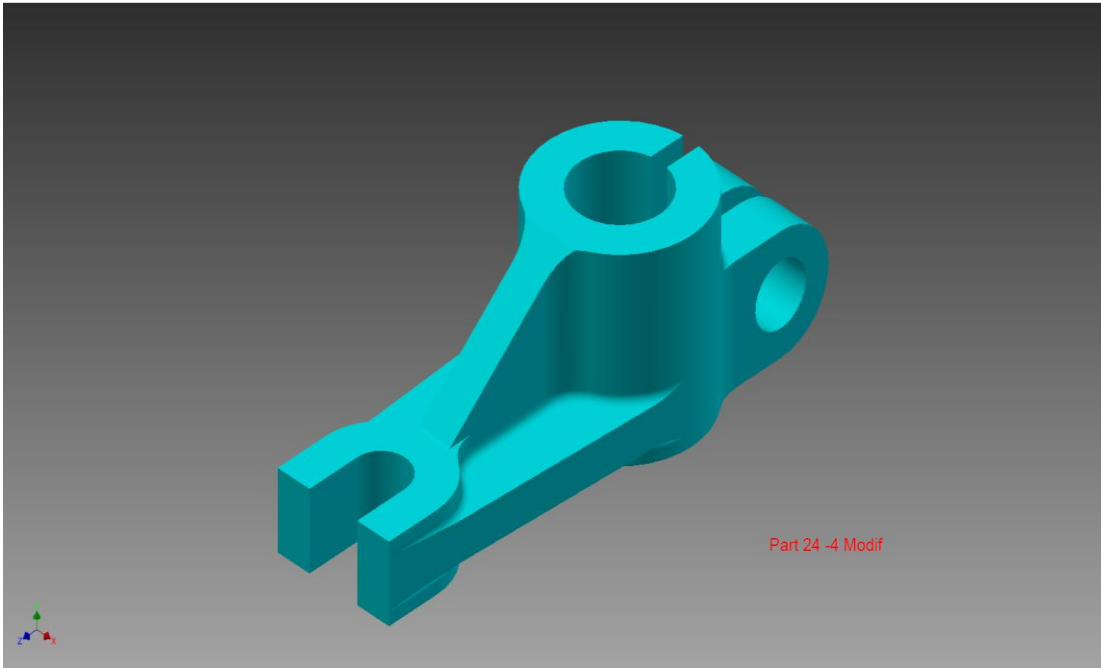




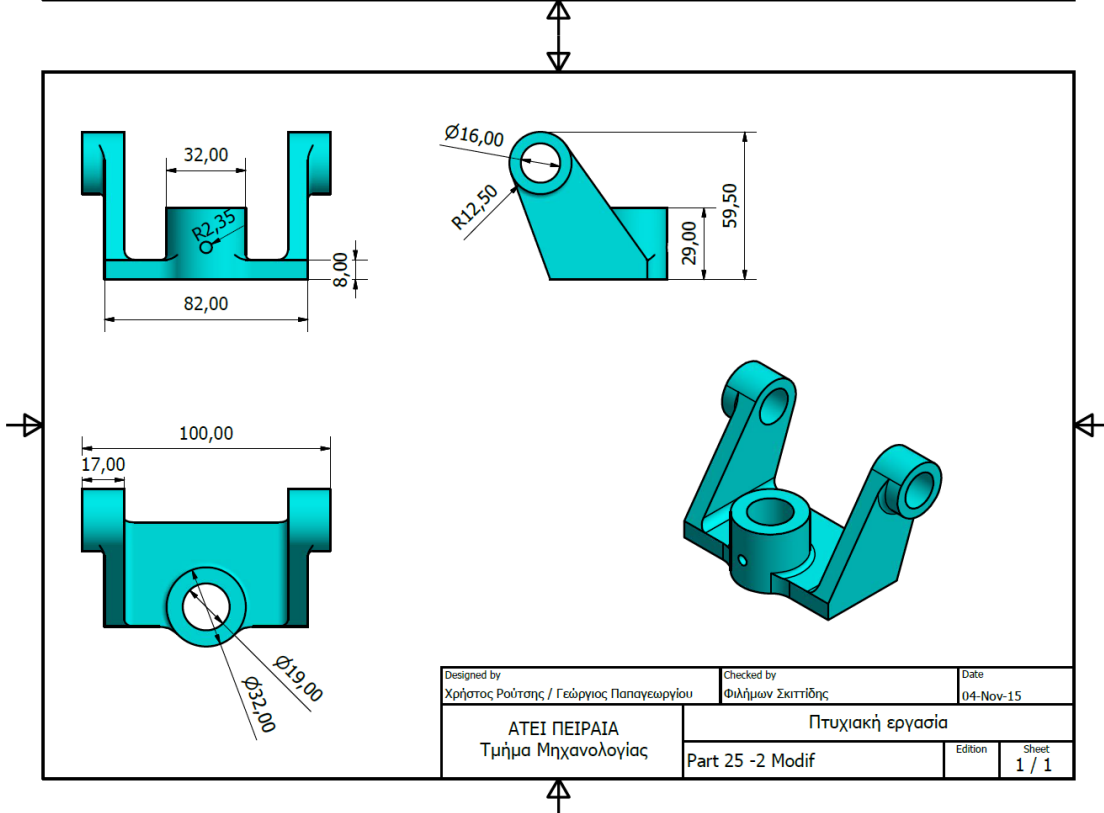
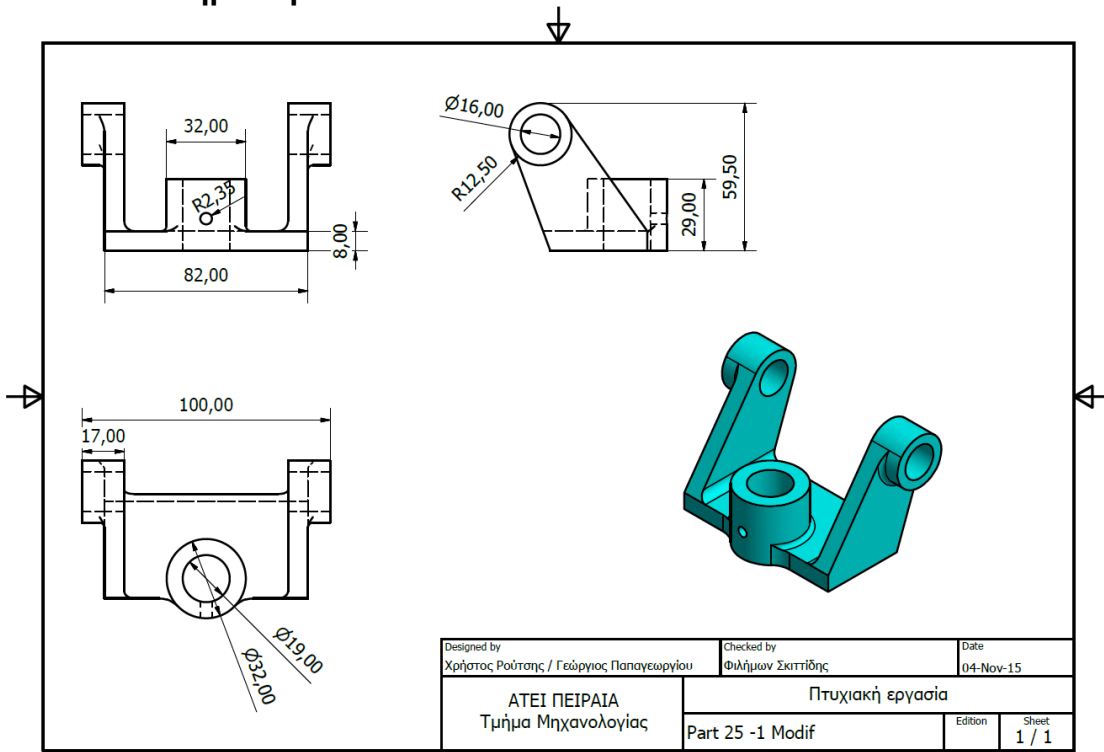
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 24

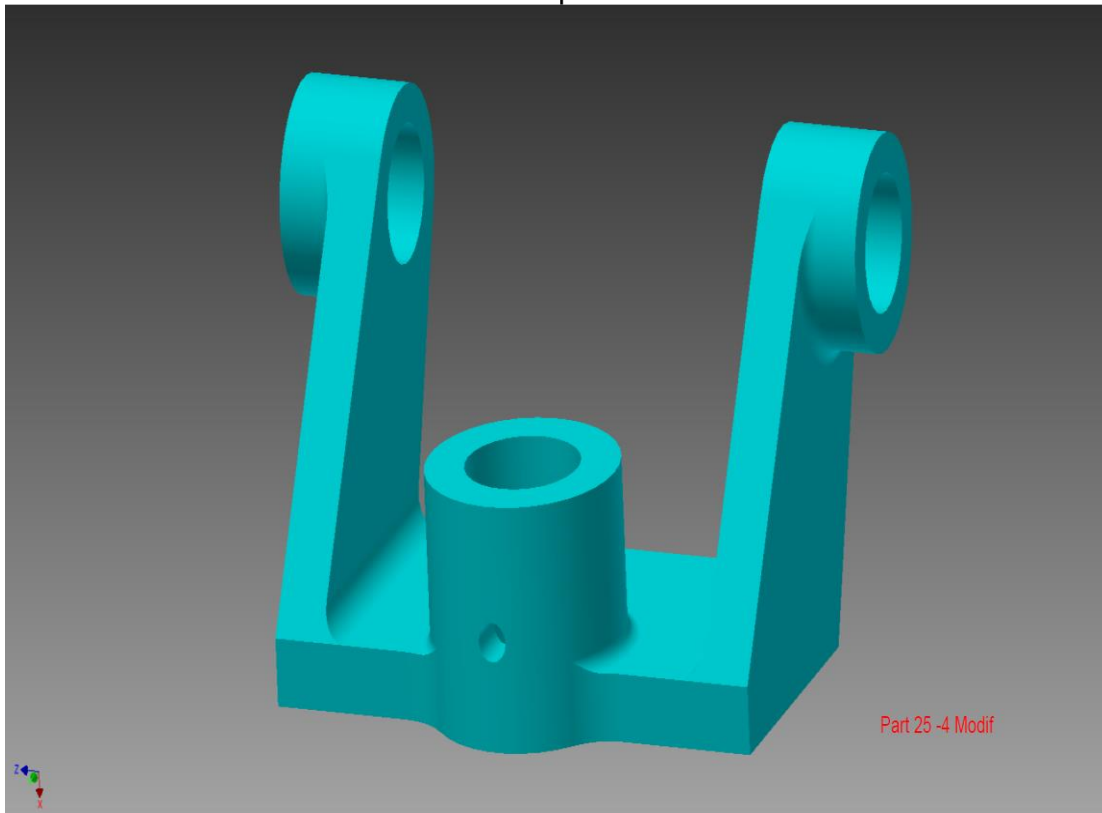
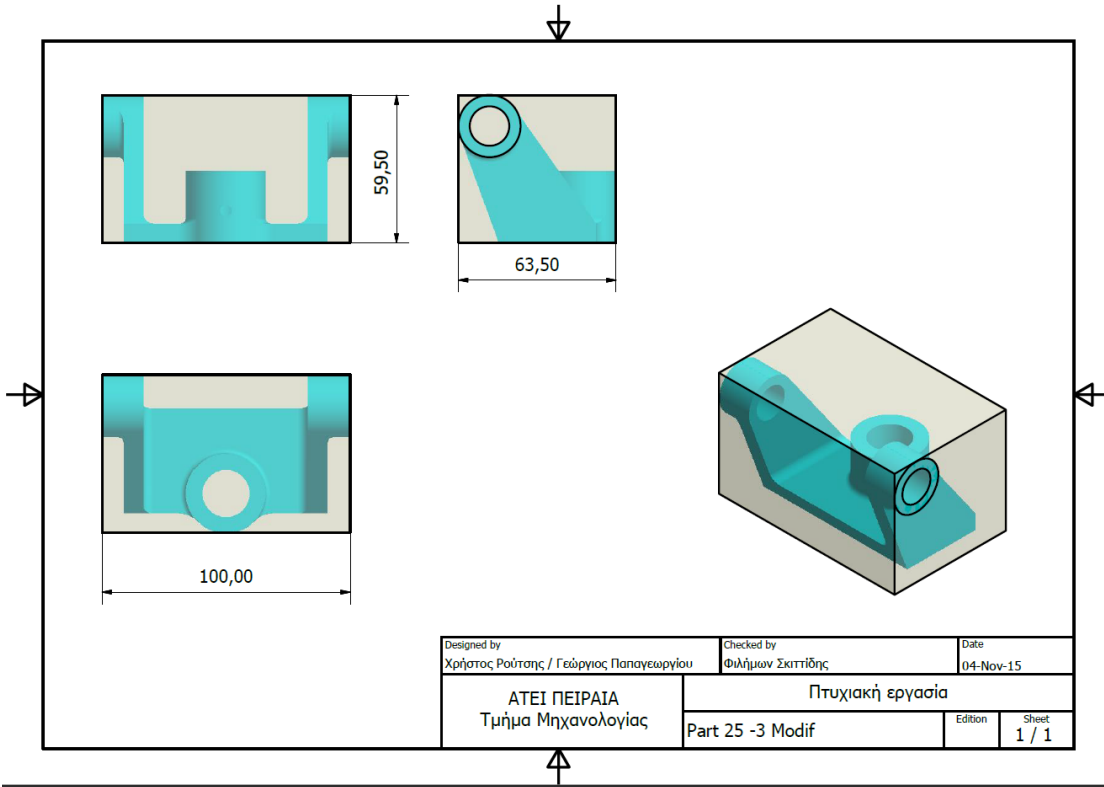


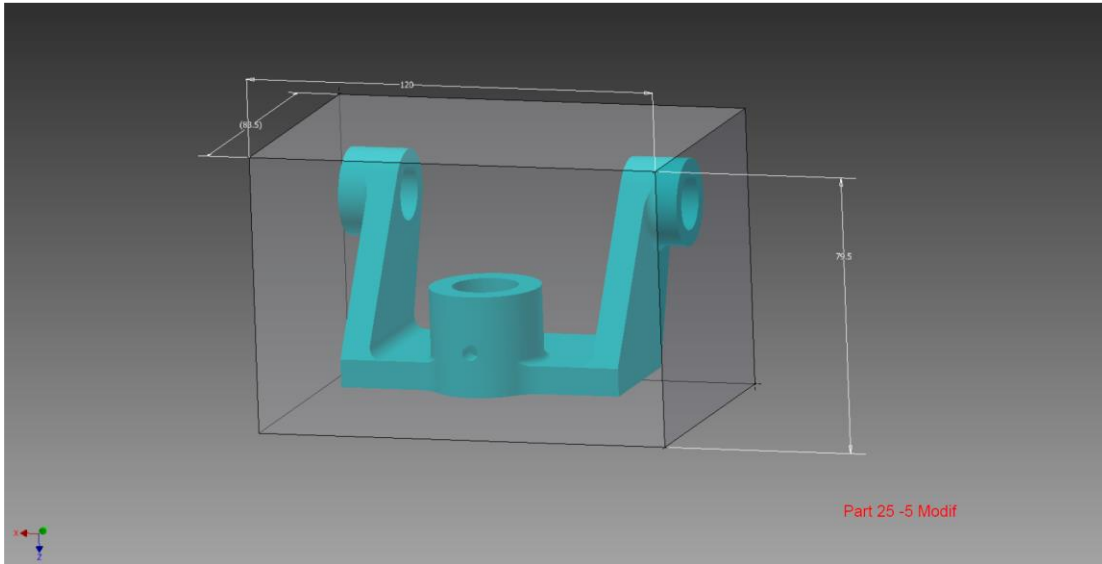




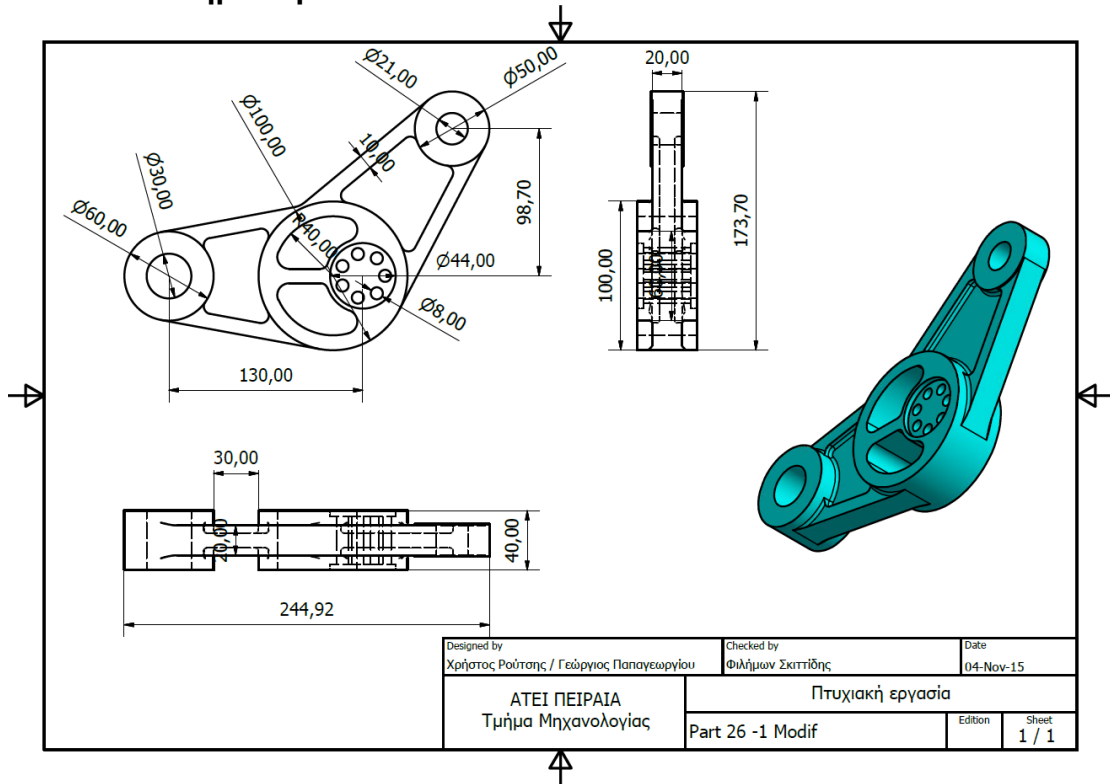
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 25

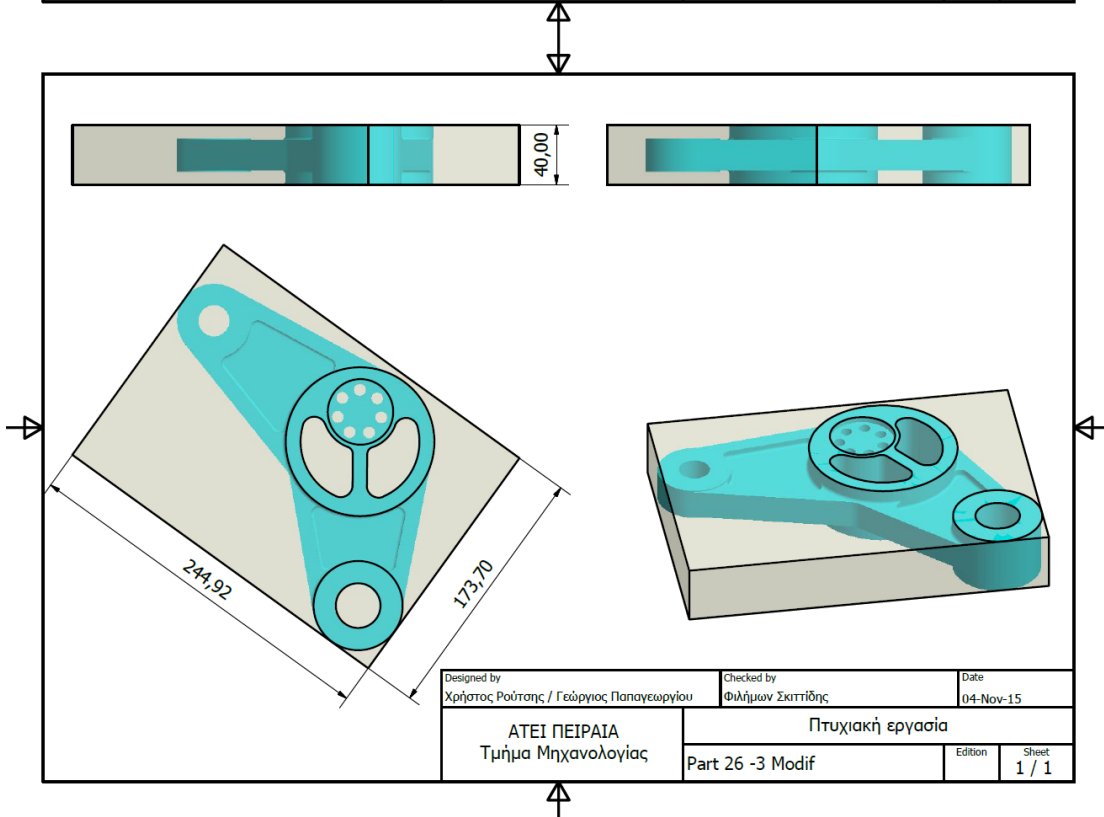
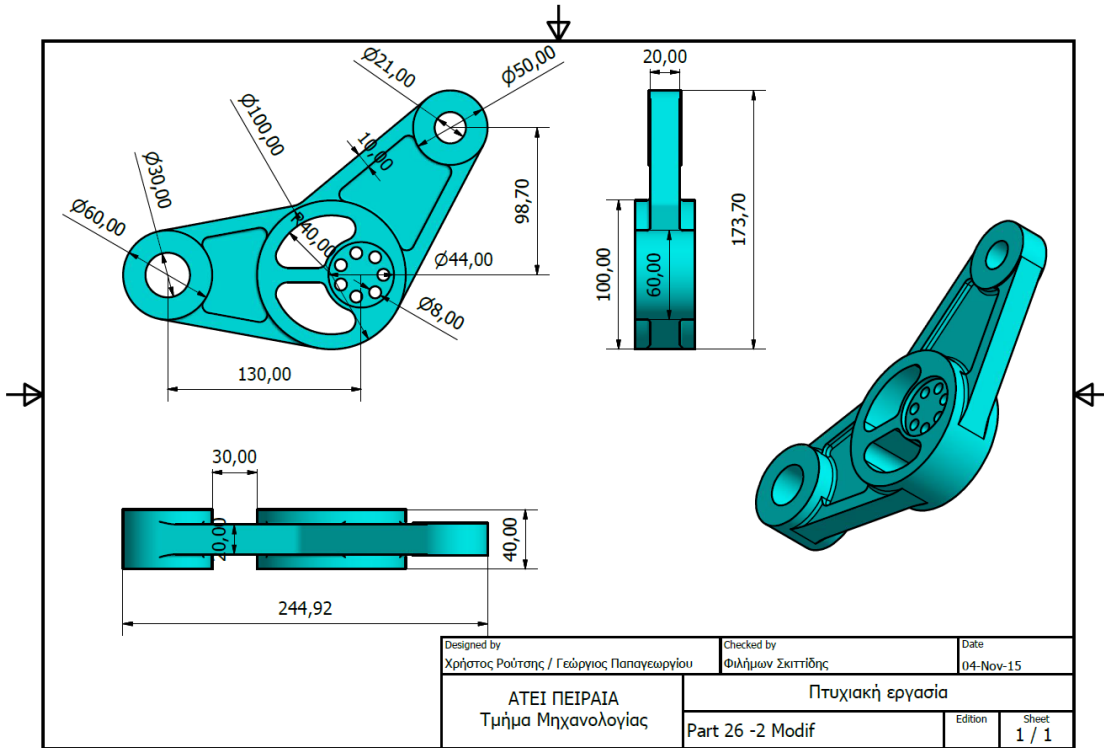


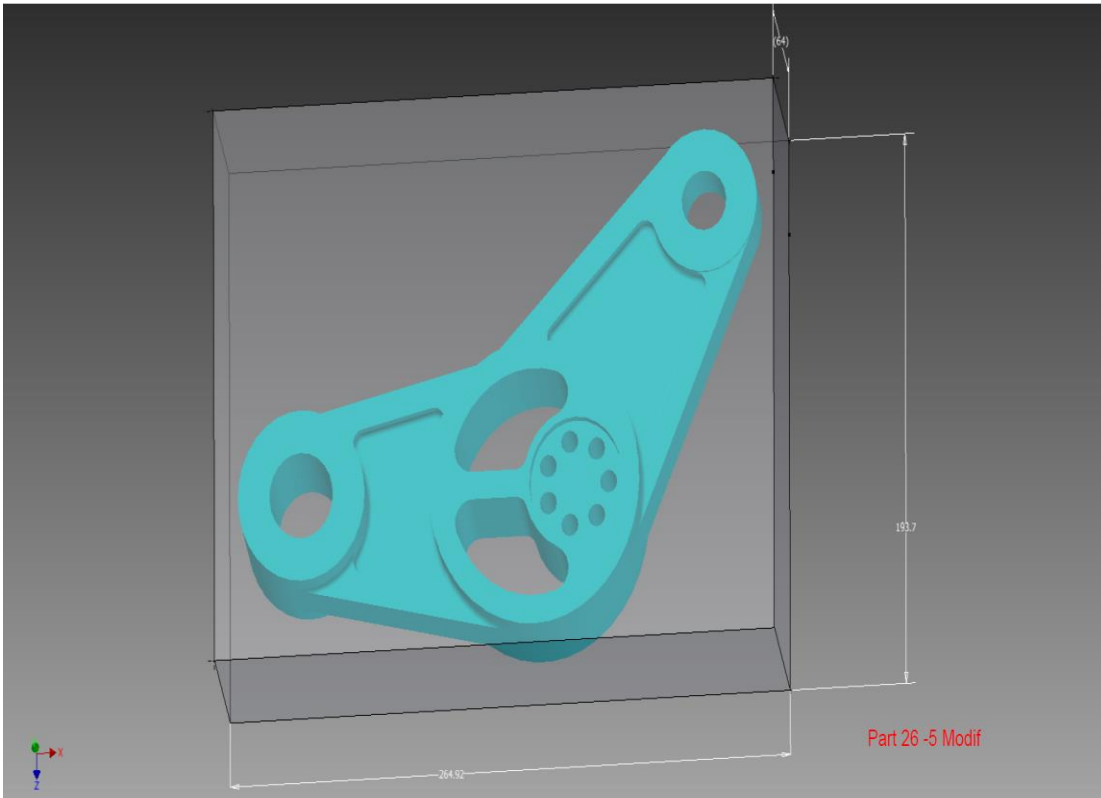
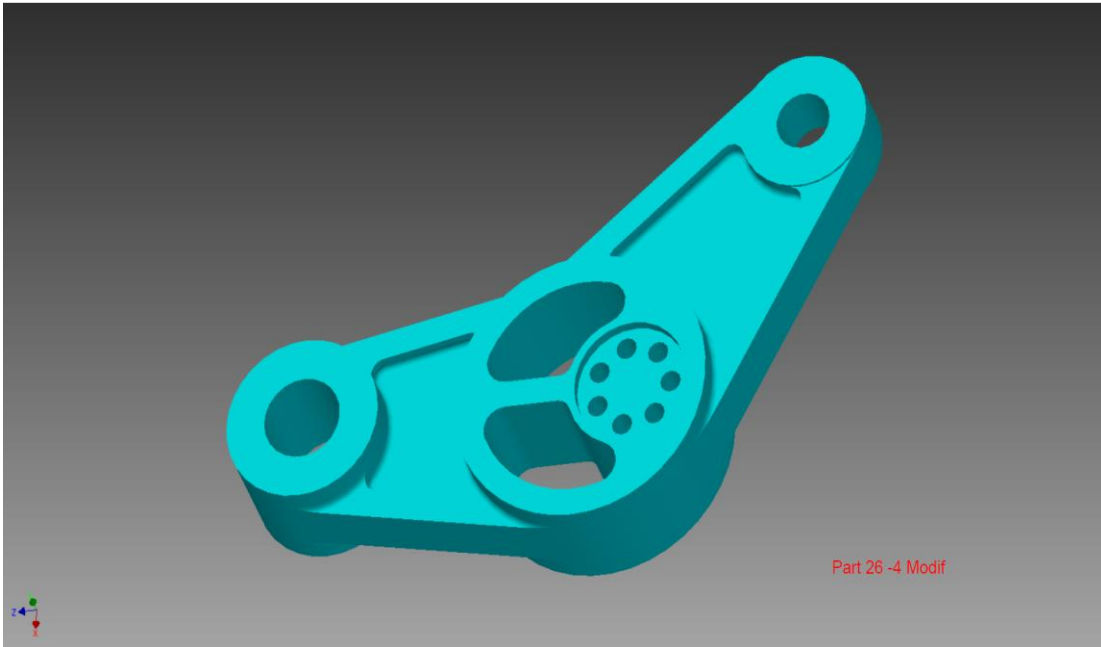




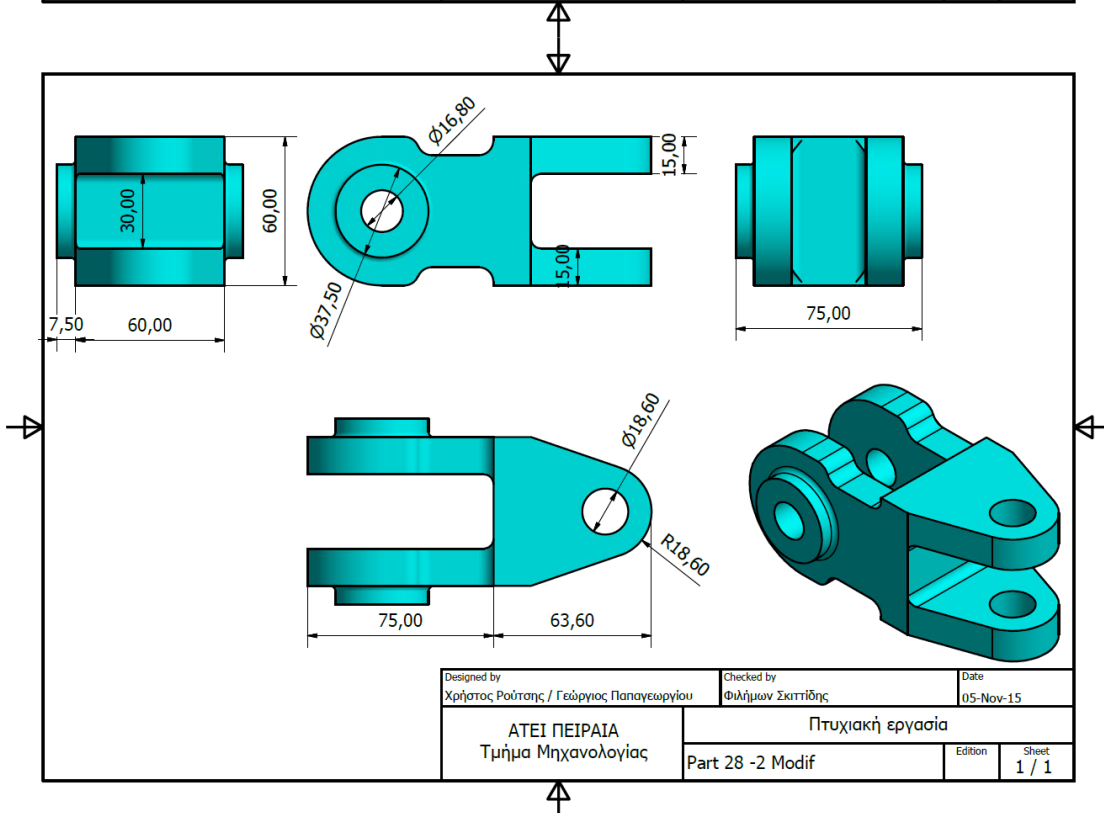
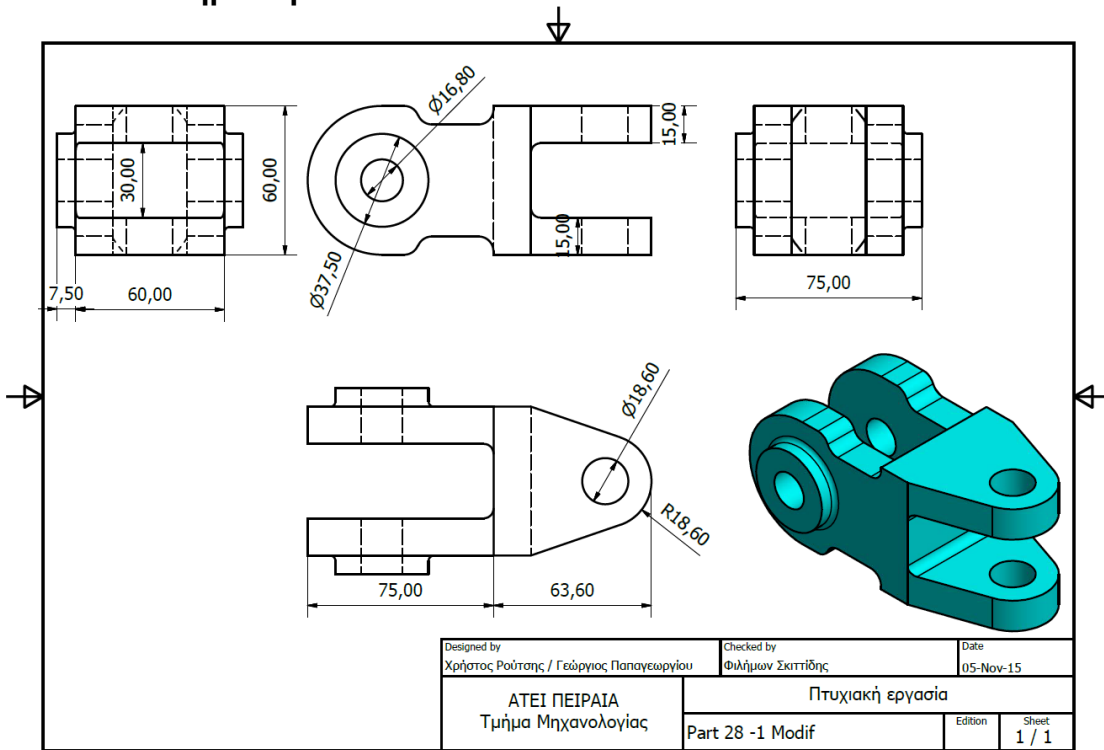
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 26

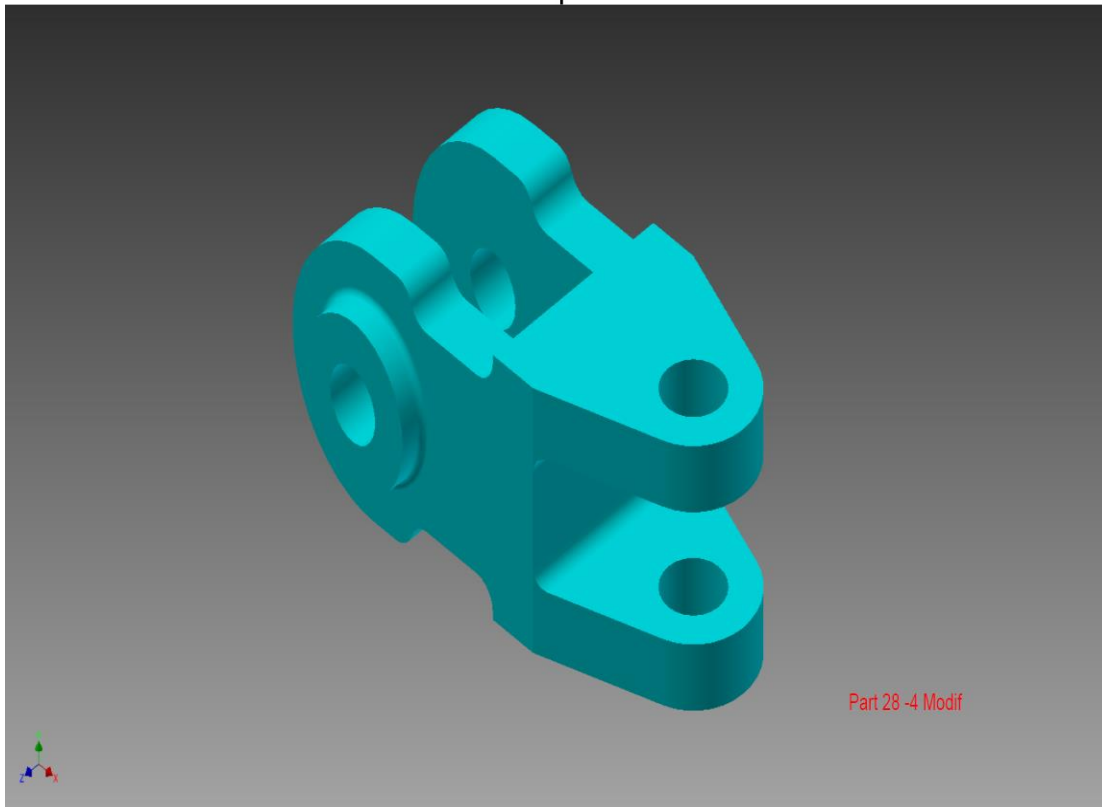
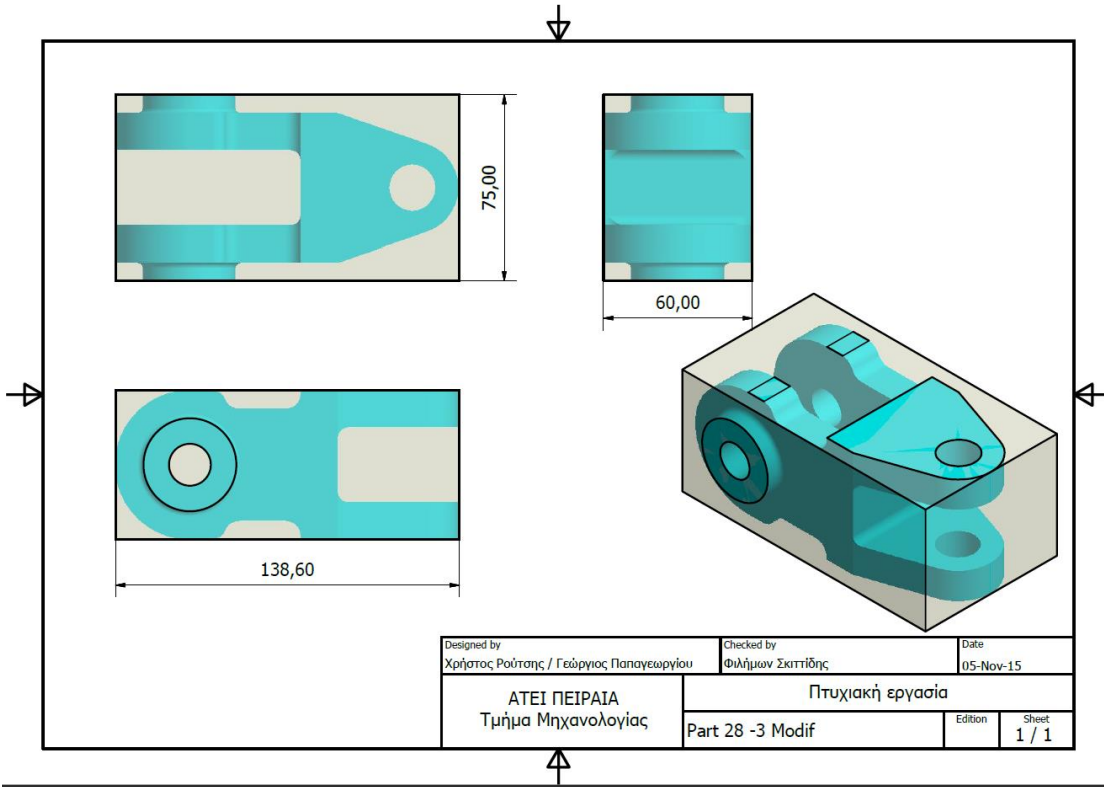


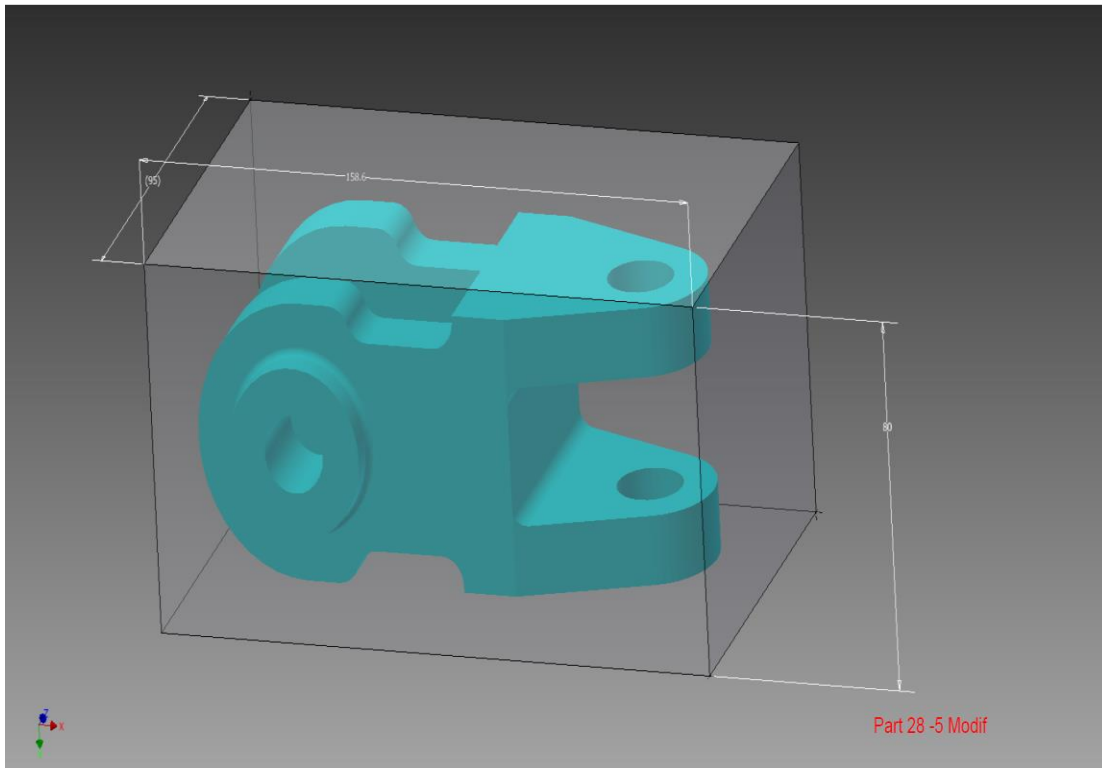




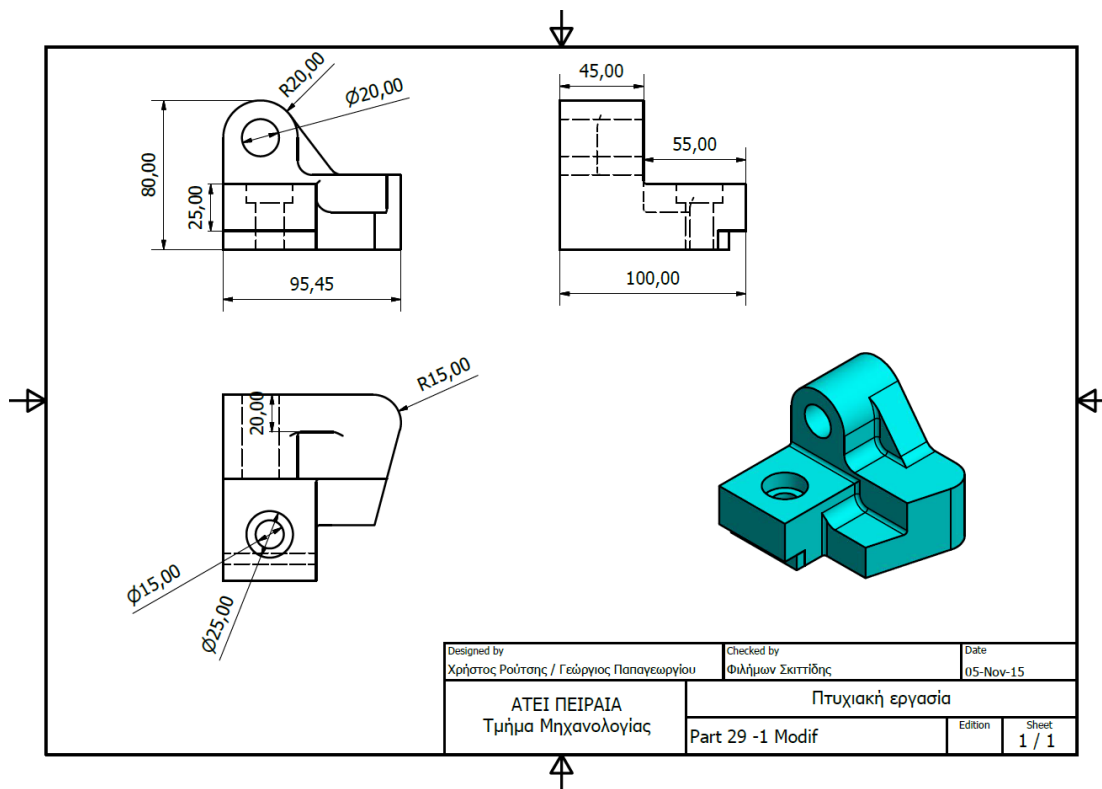
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 28

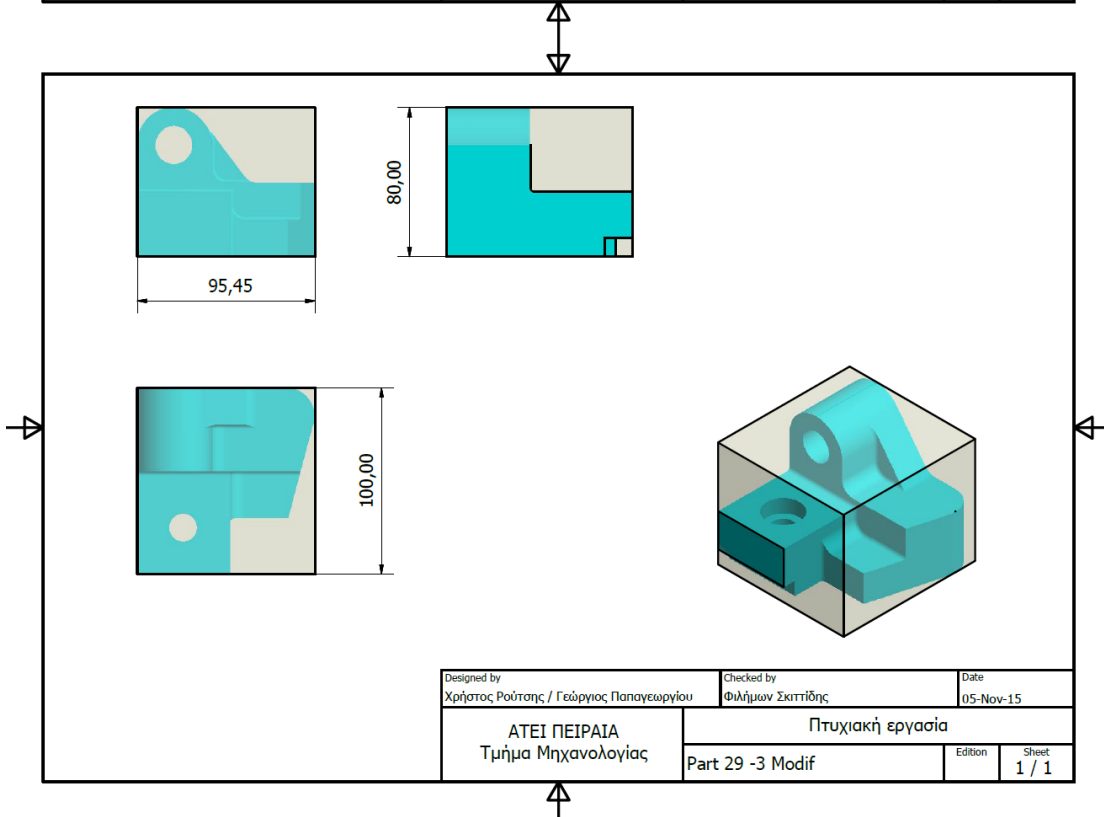
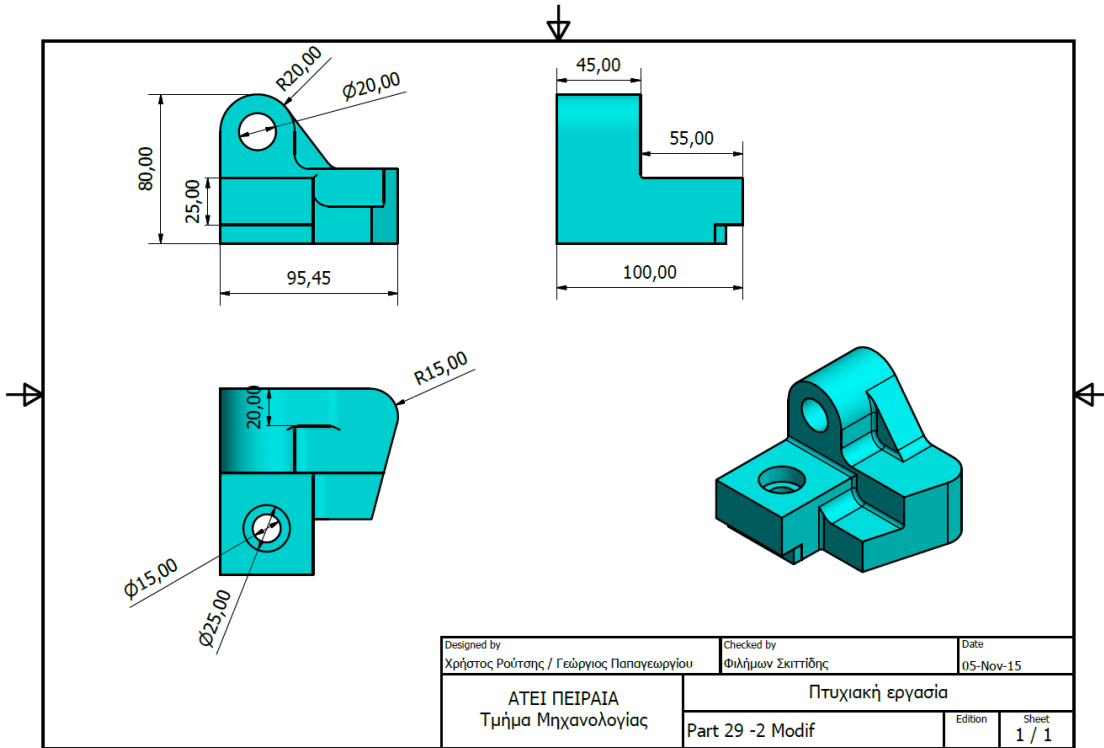


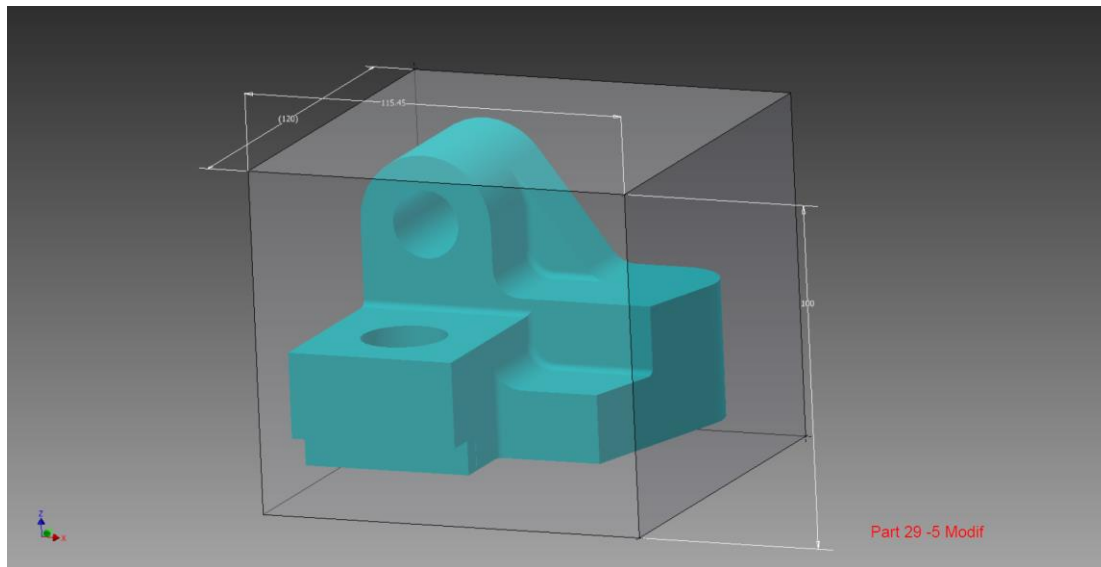
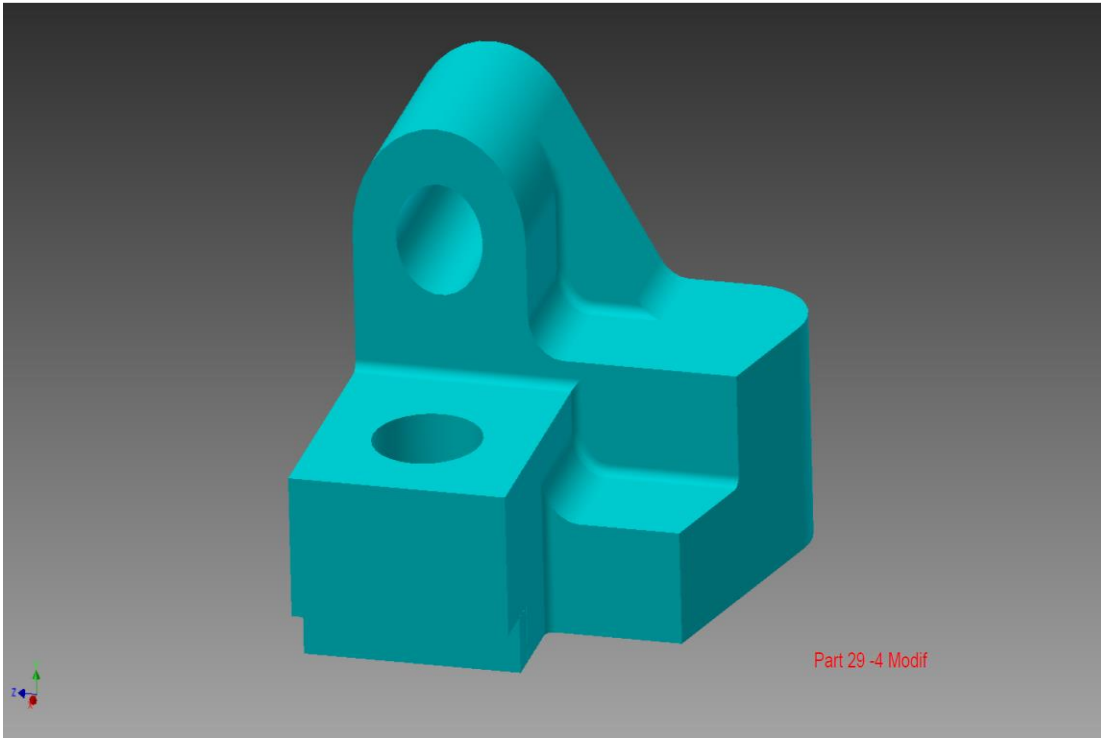




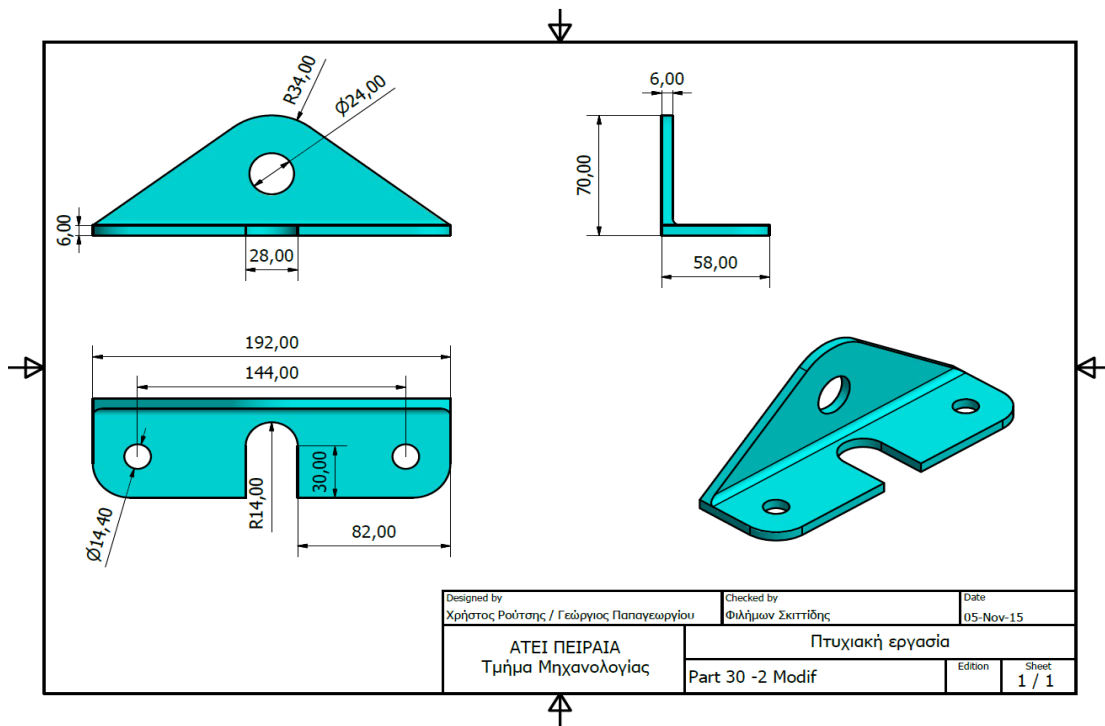
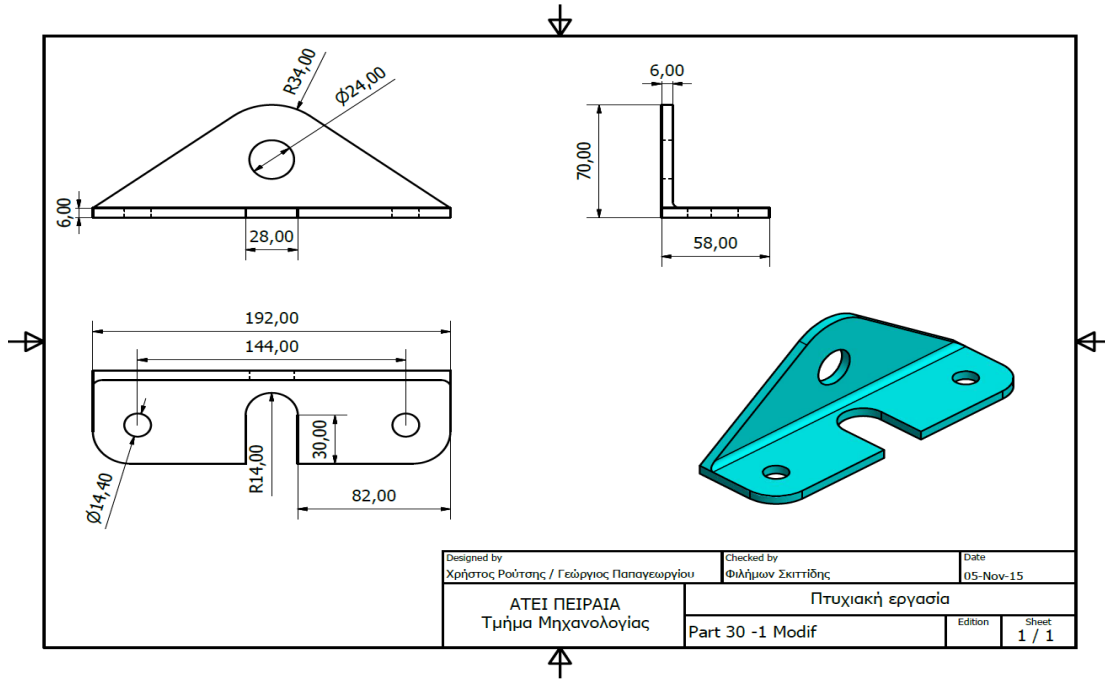
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 29

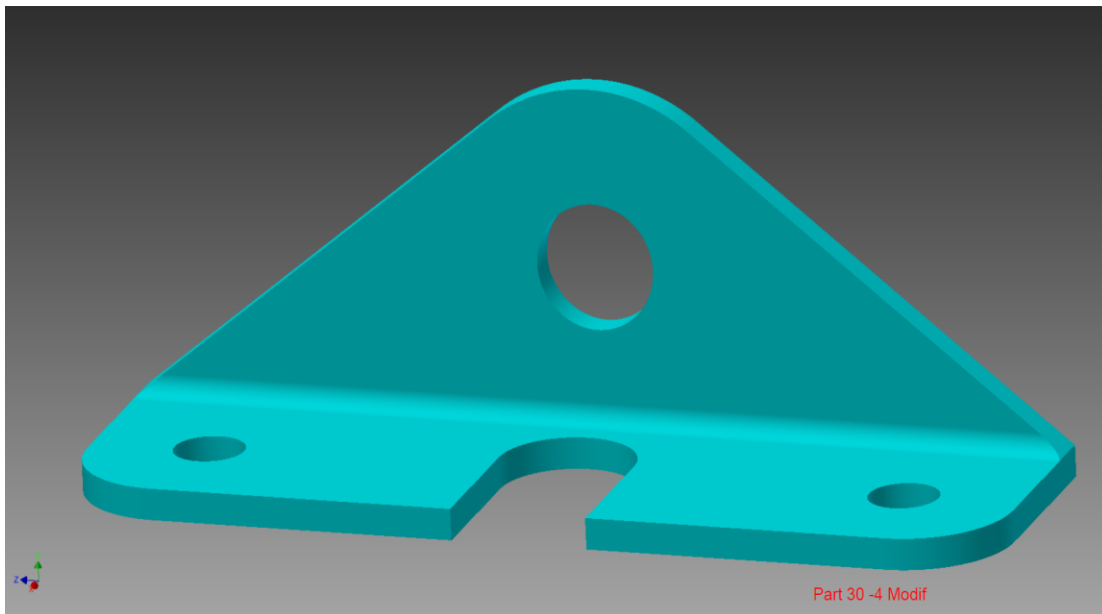
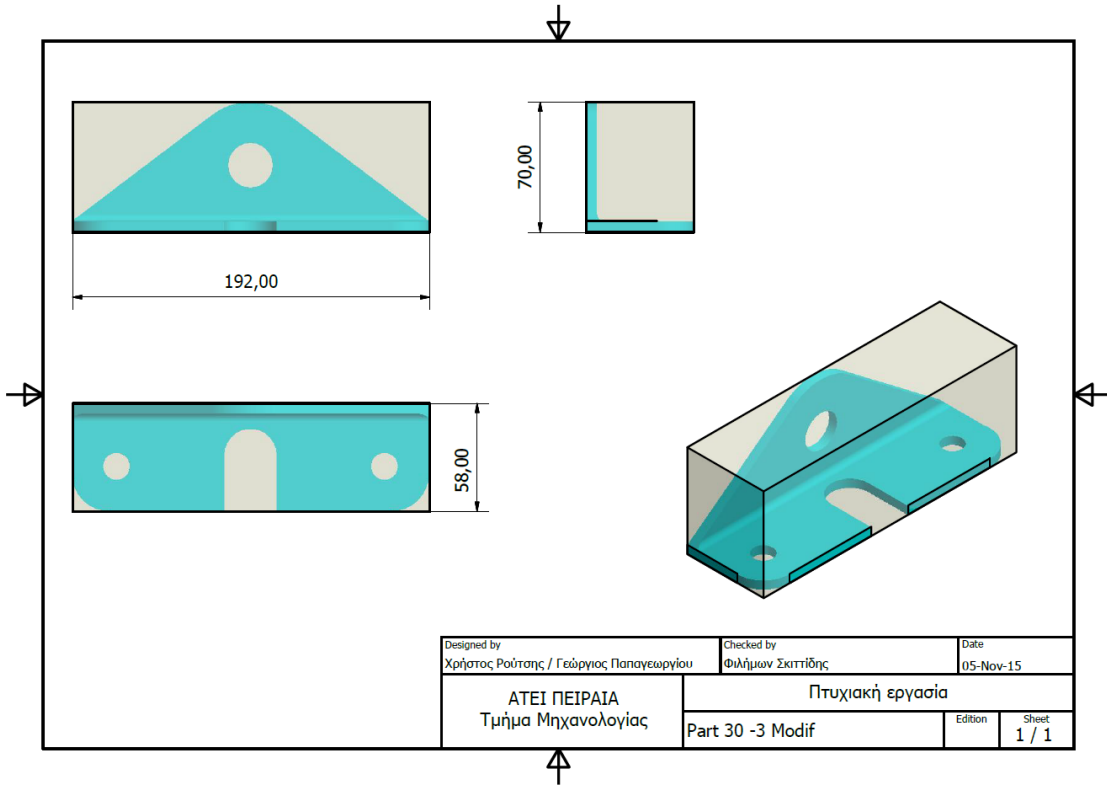


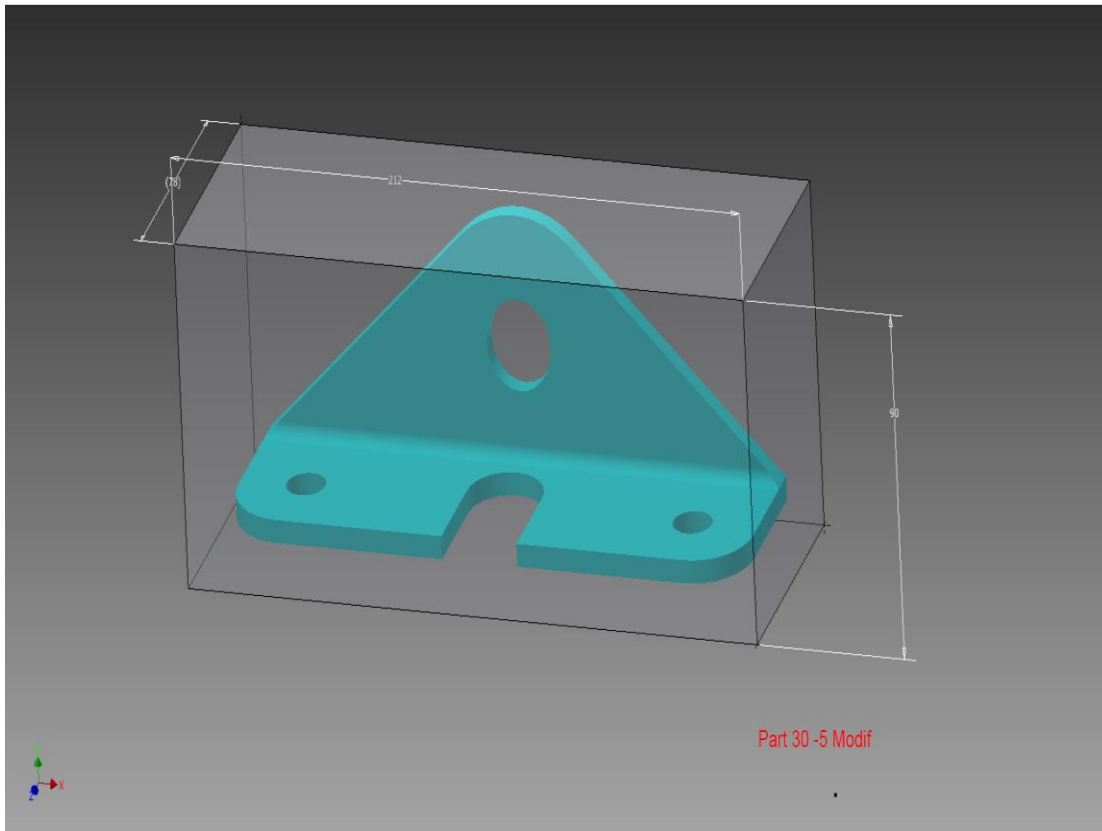




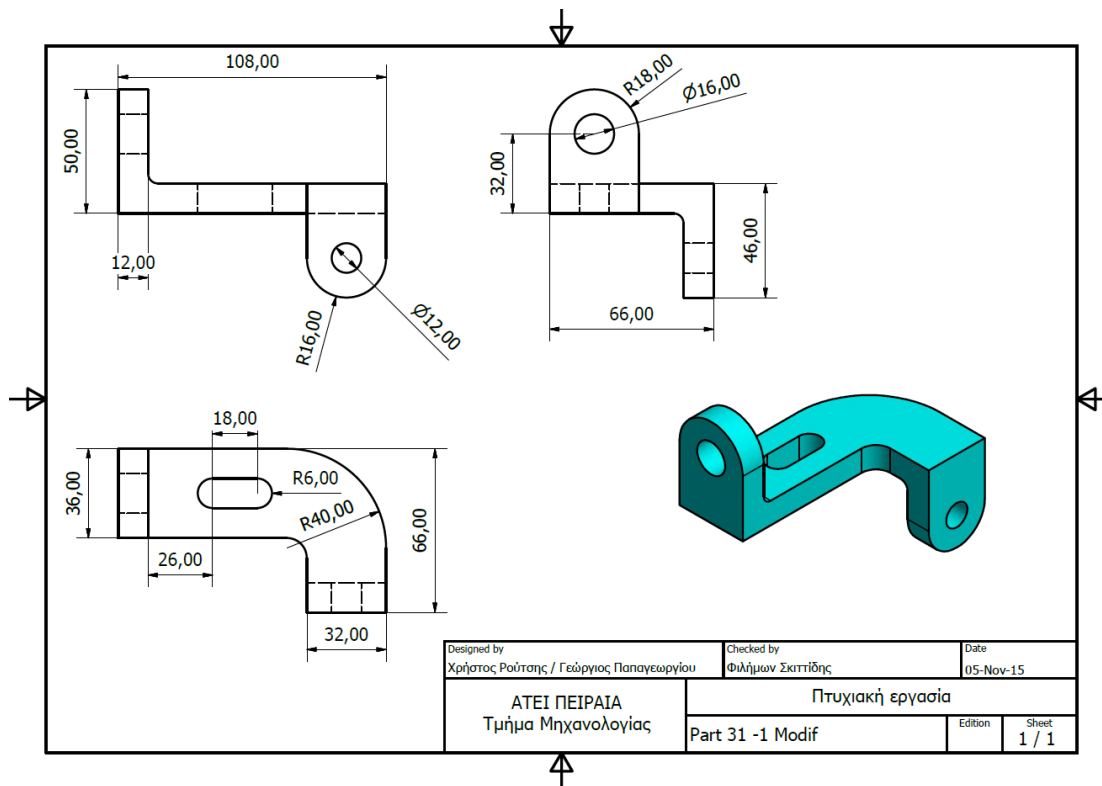
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 30

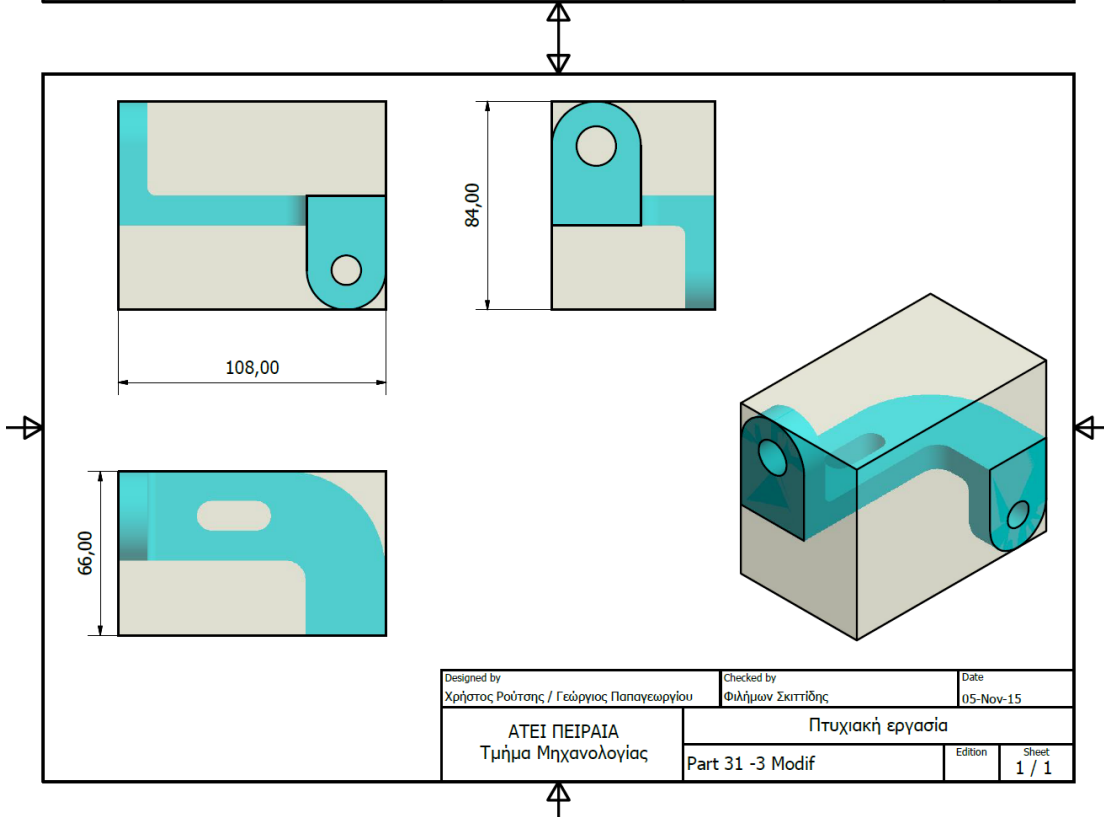
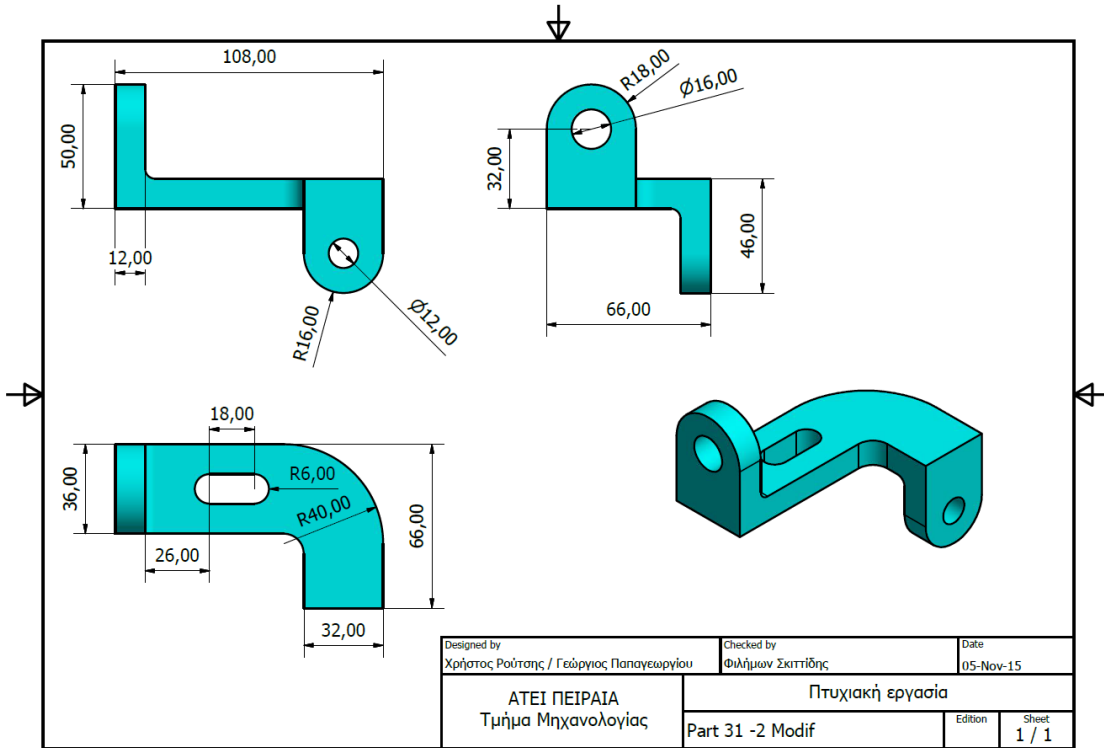


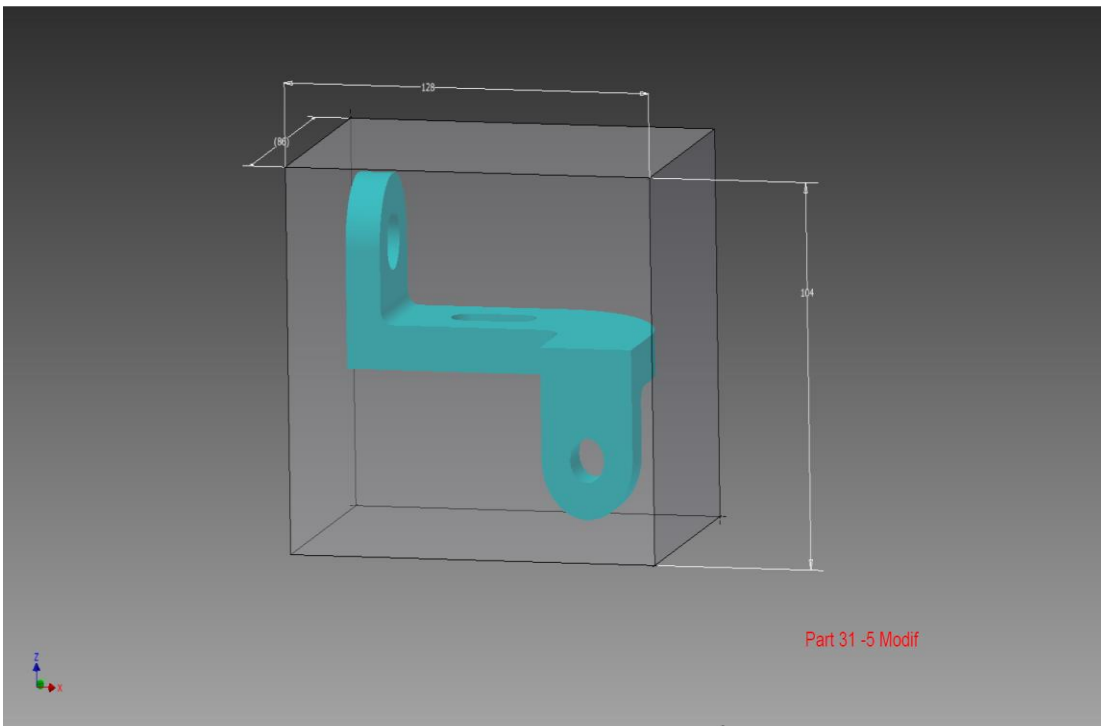
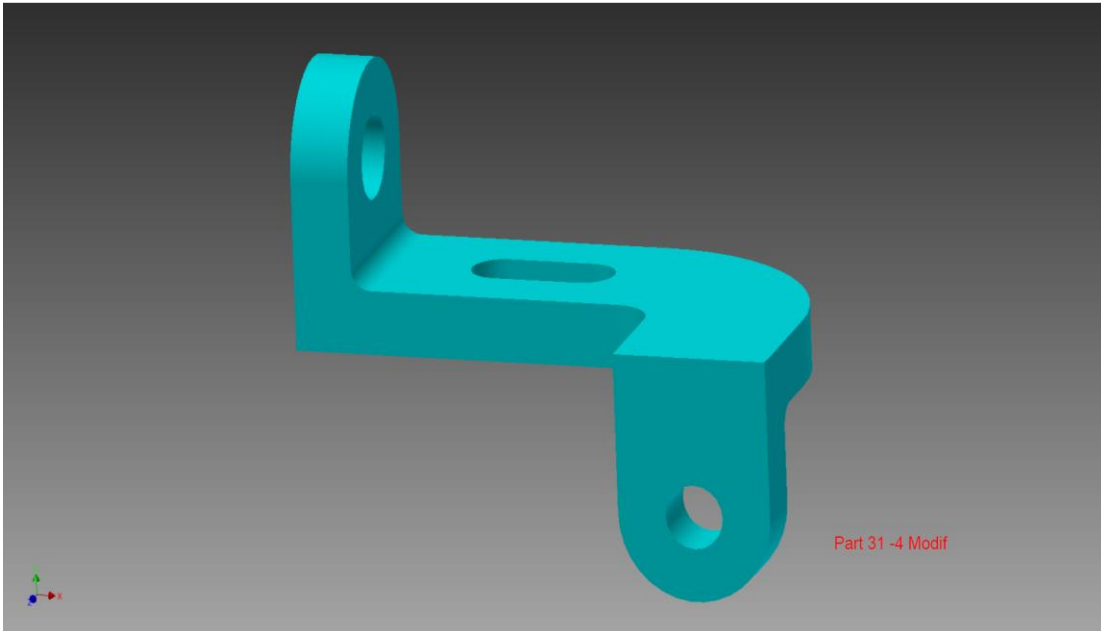




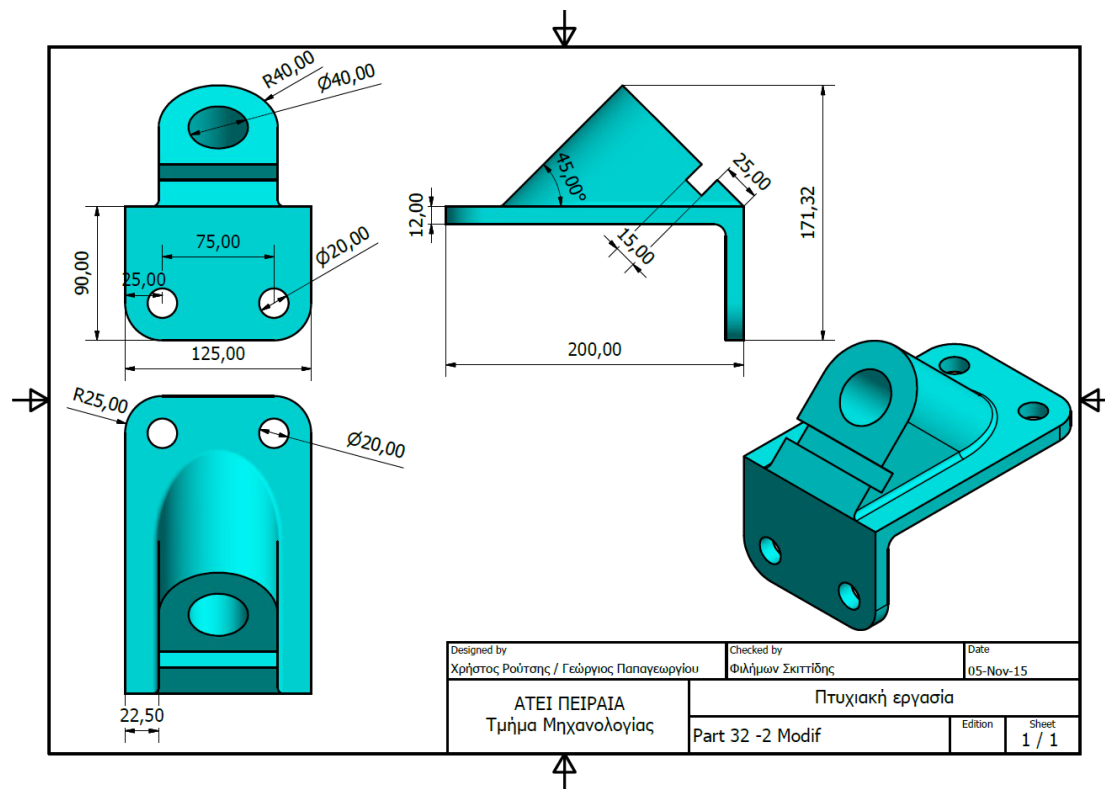
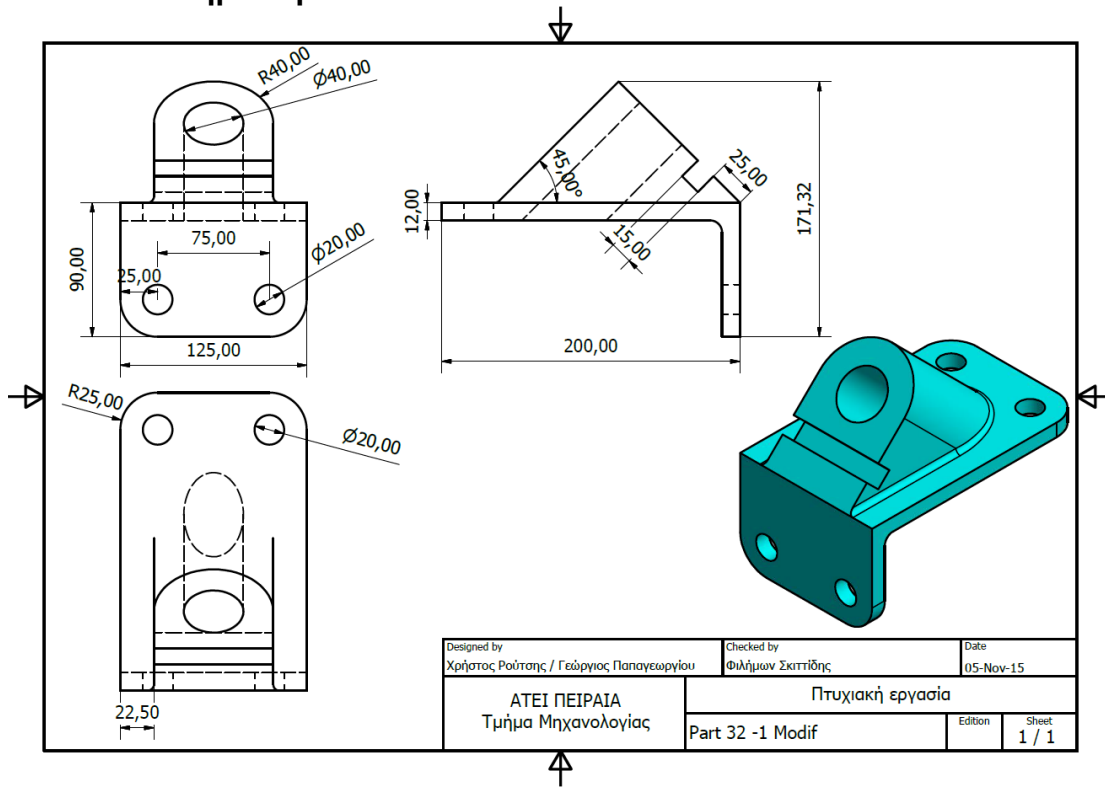
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 31

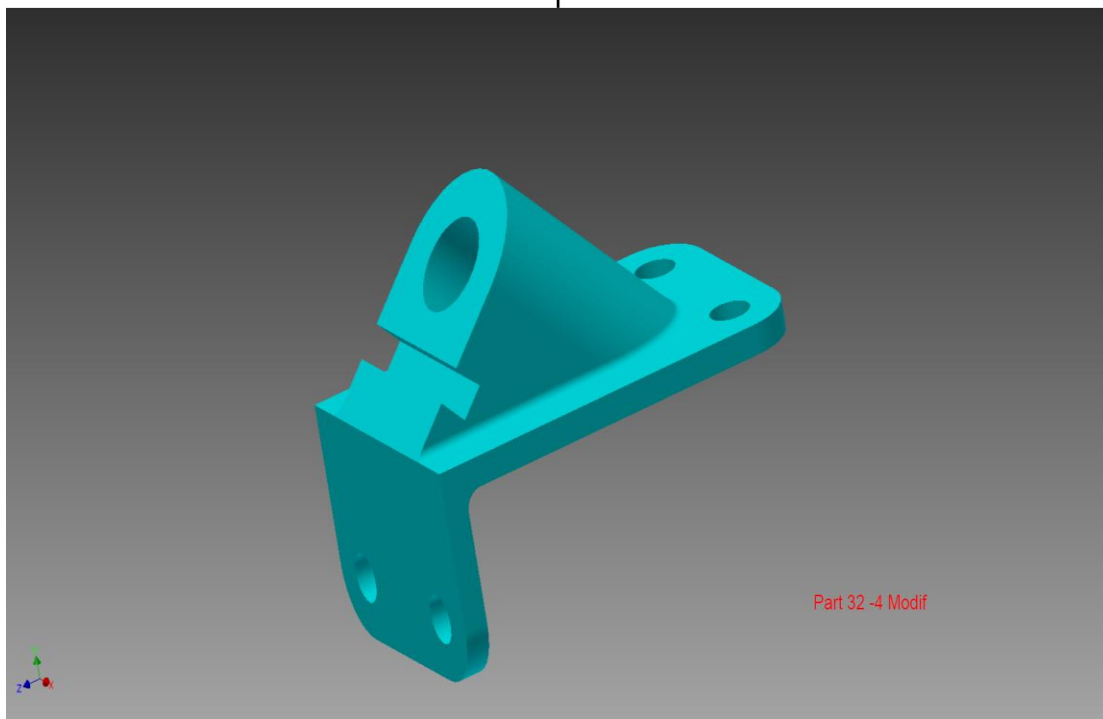
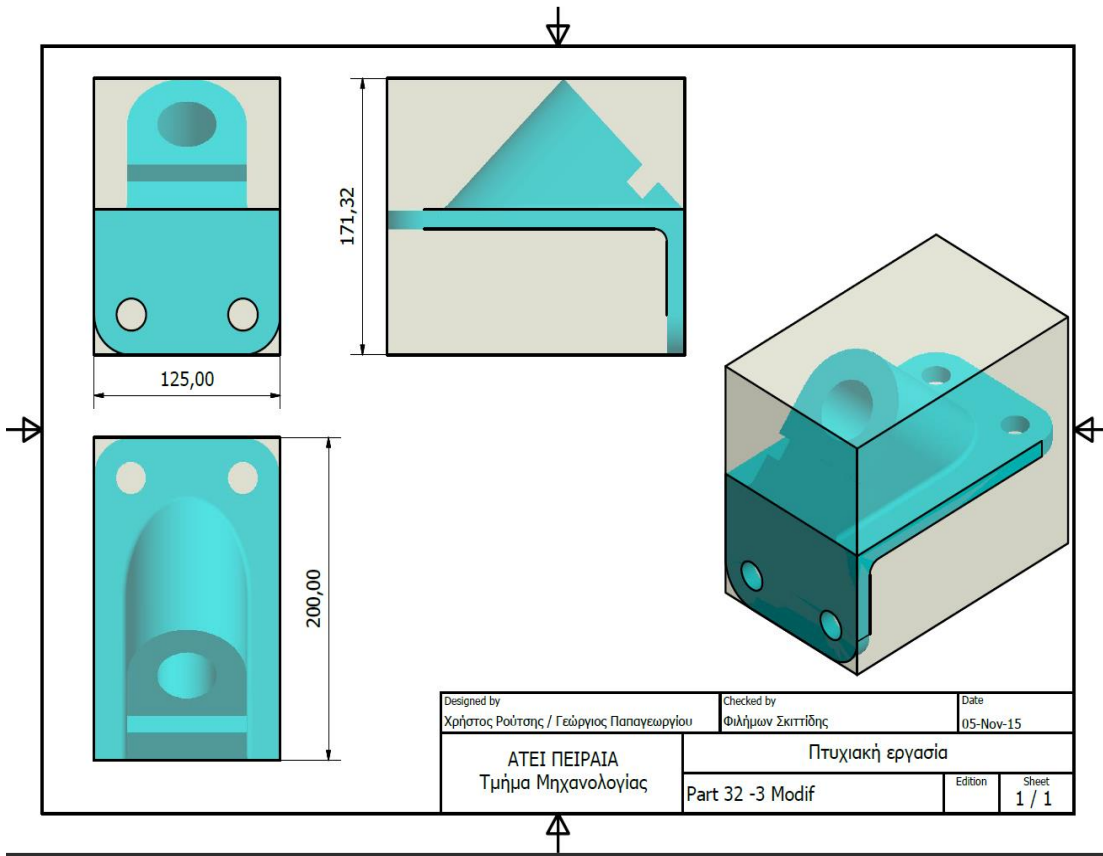


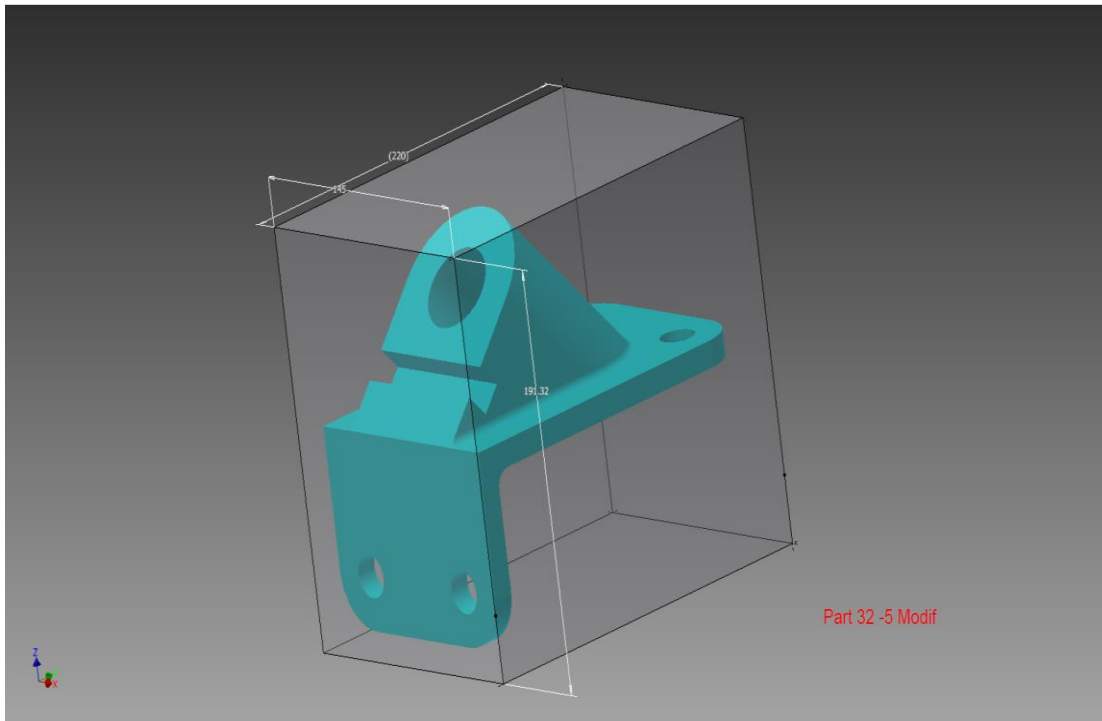




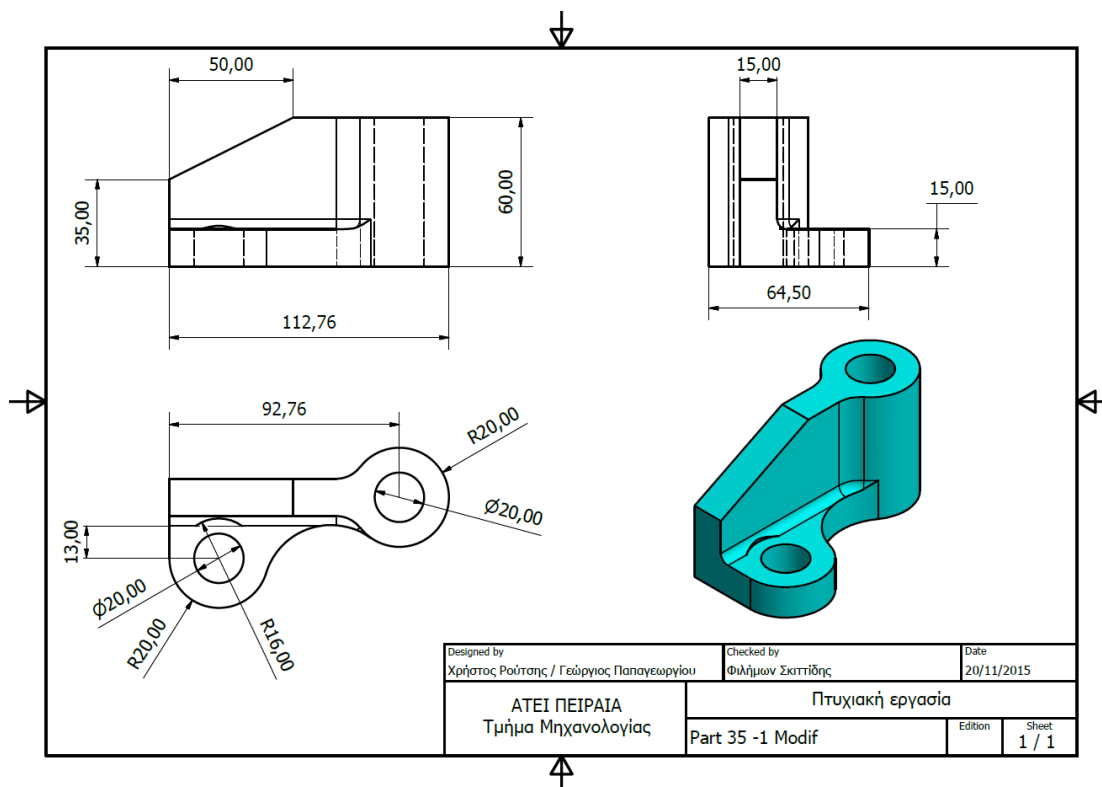
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 32

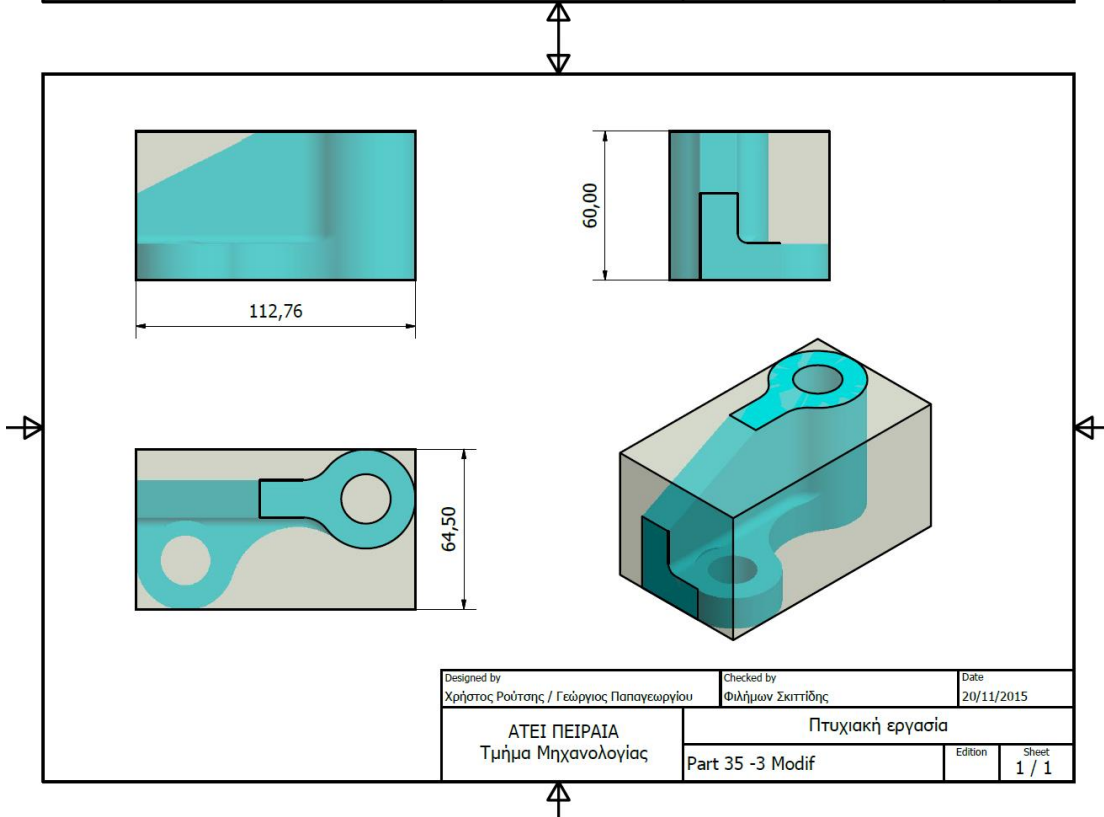
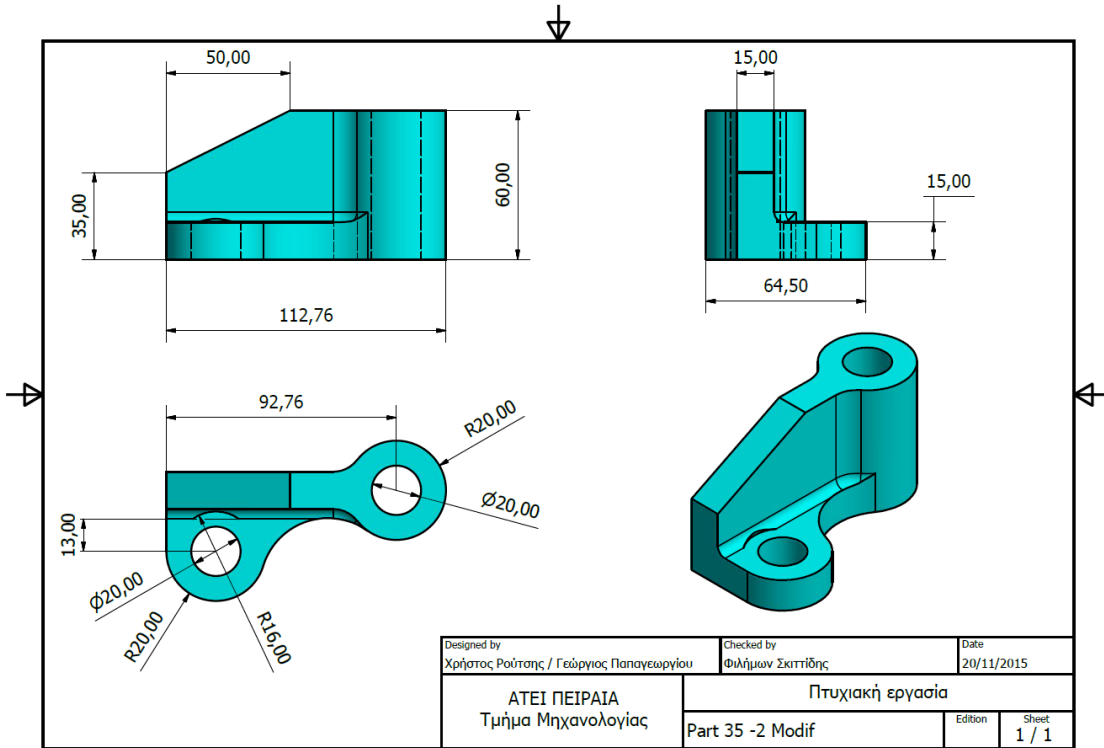


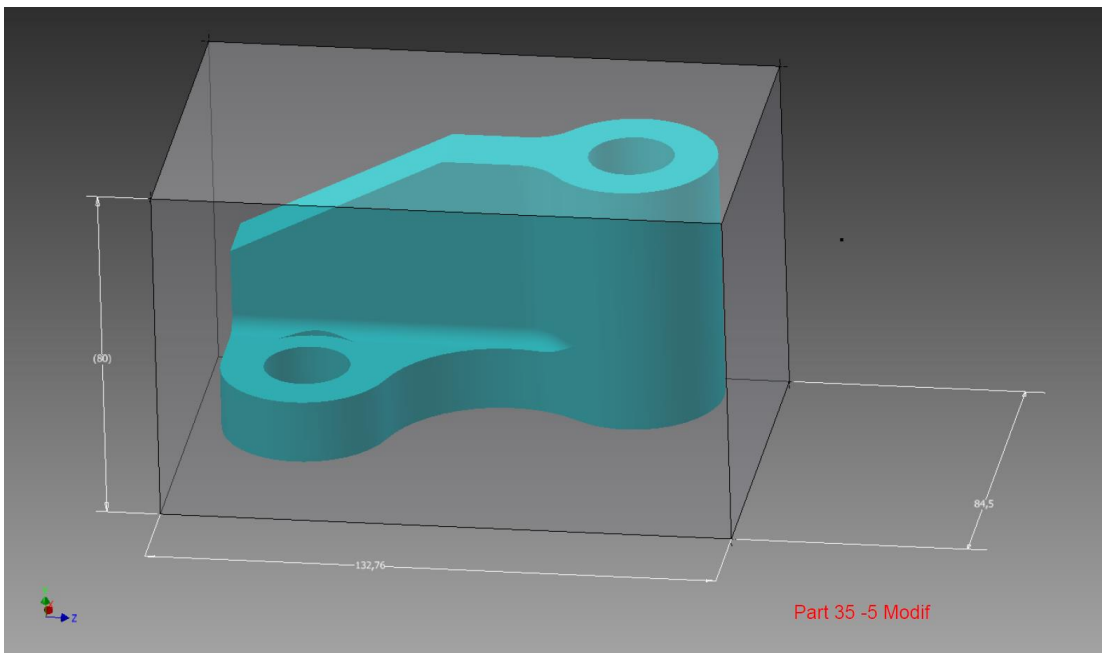
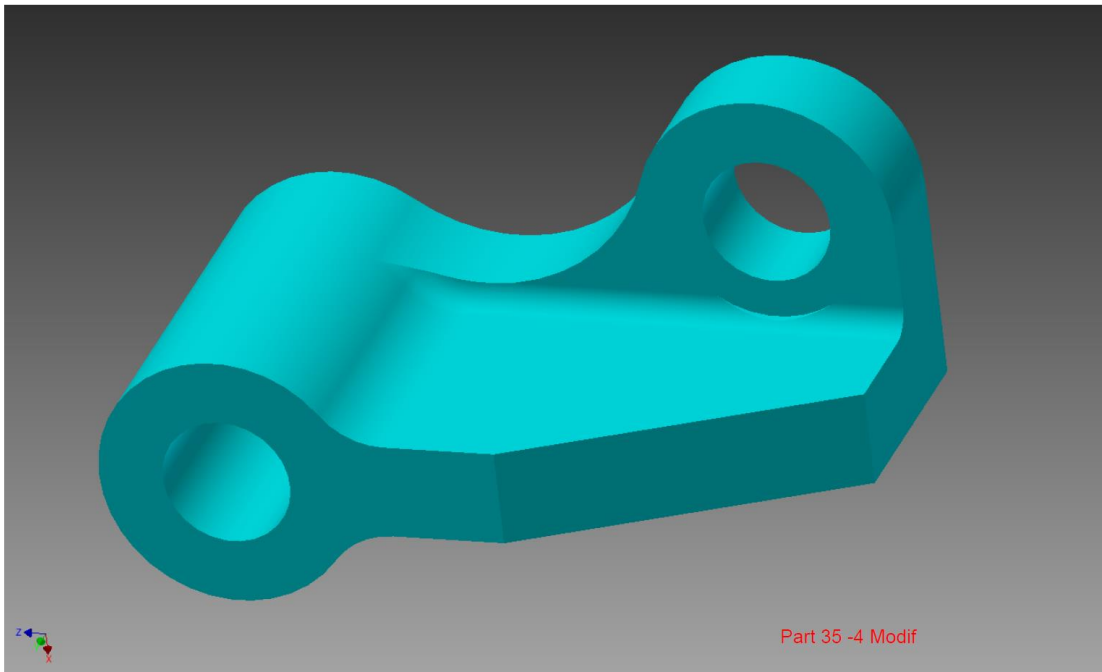




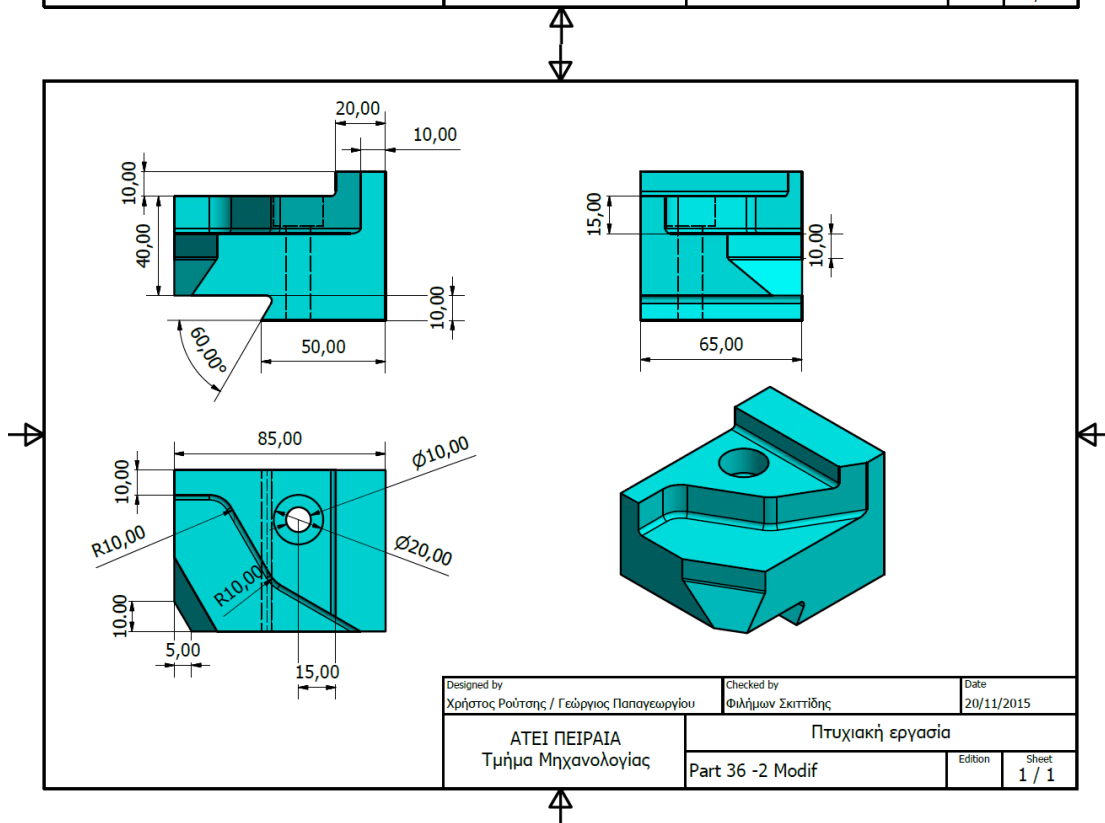
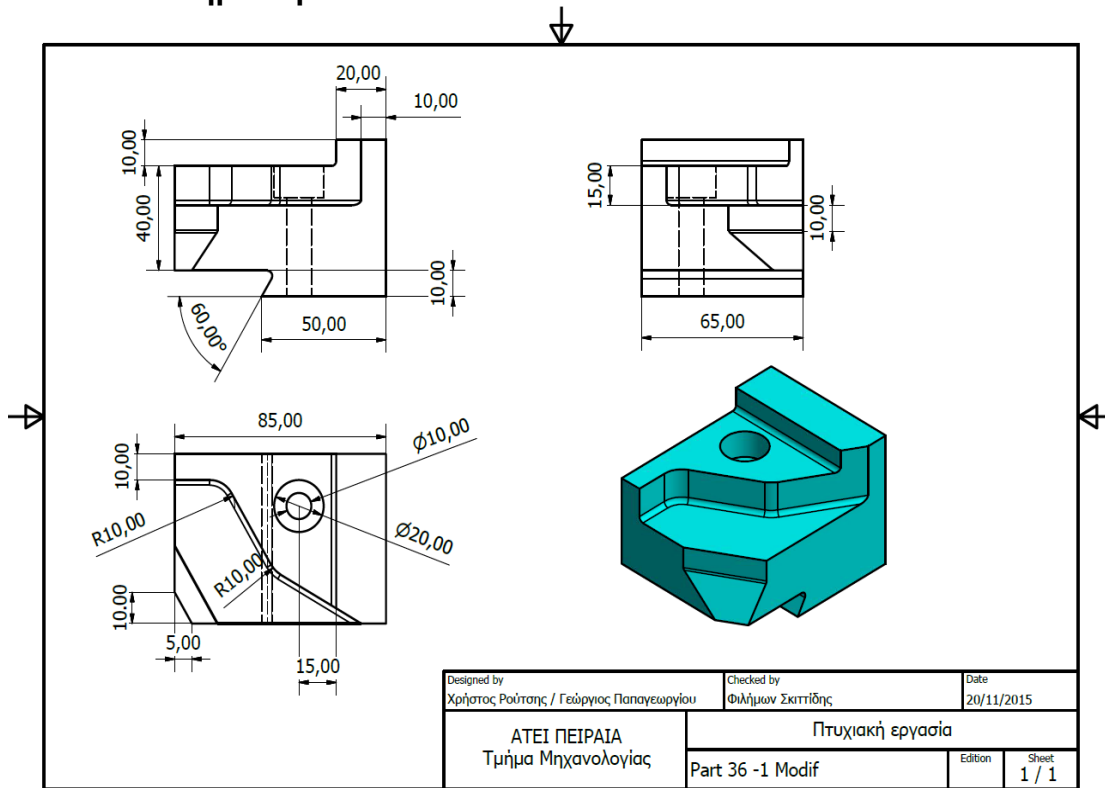
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 35

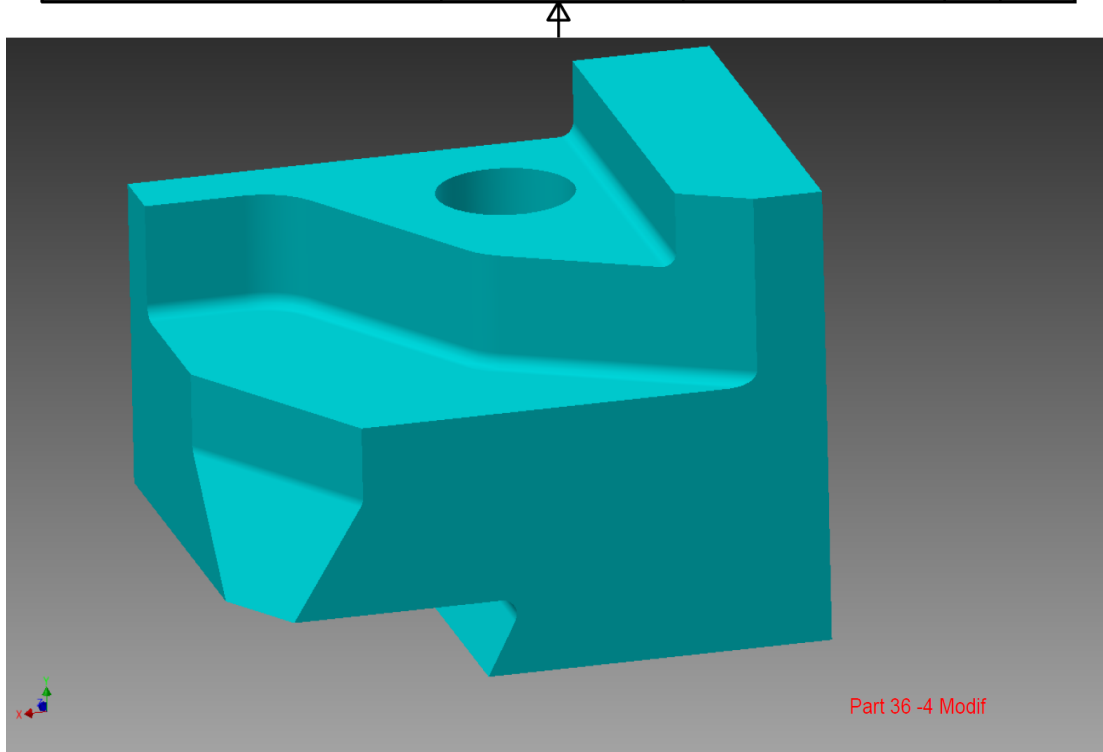
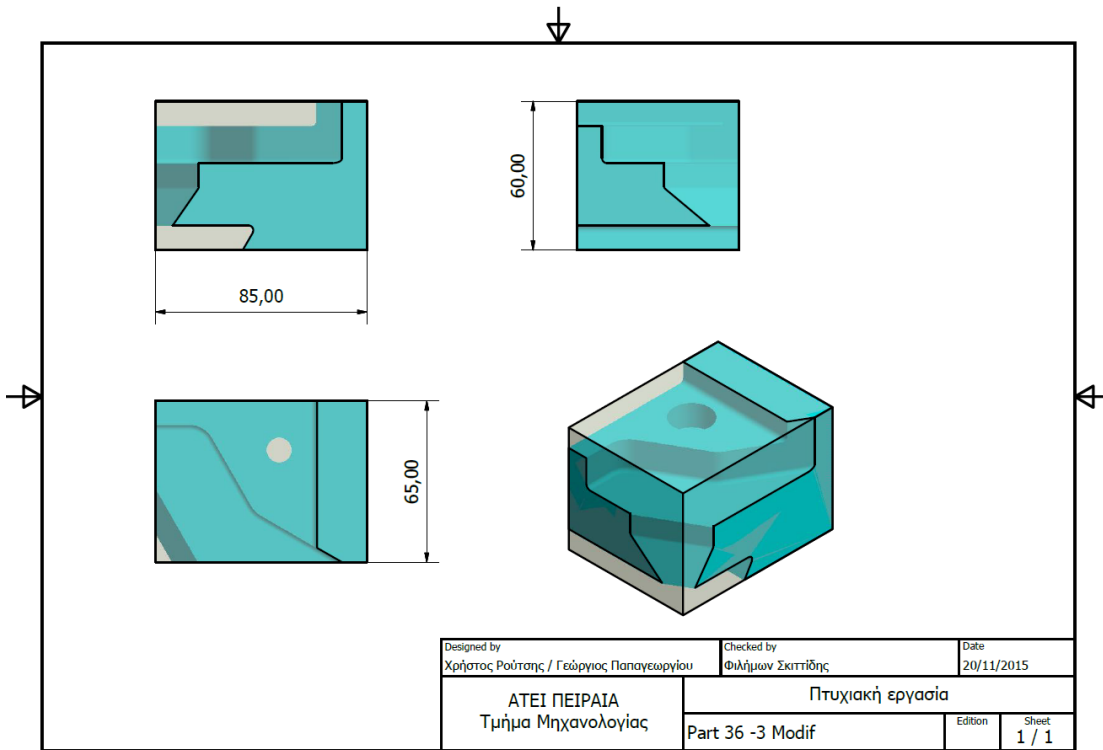


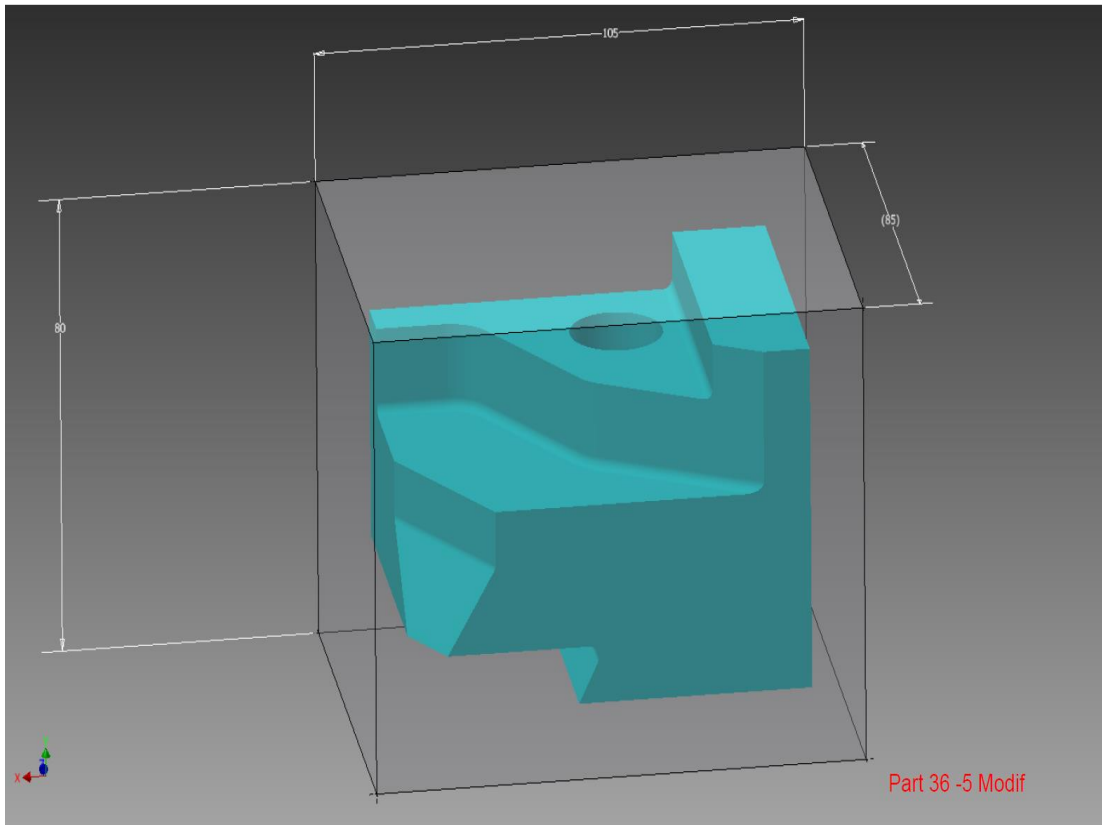




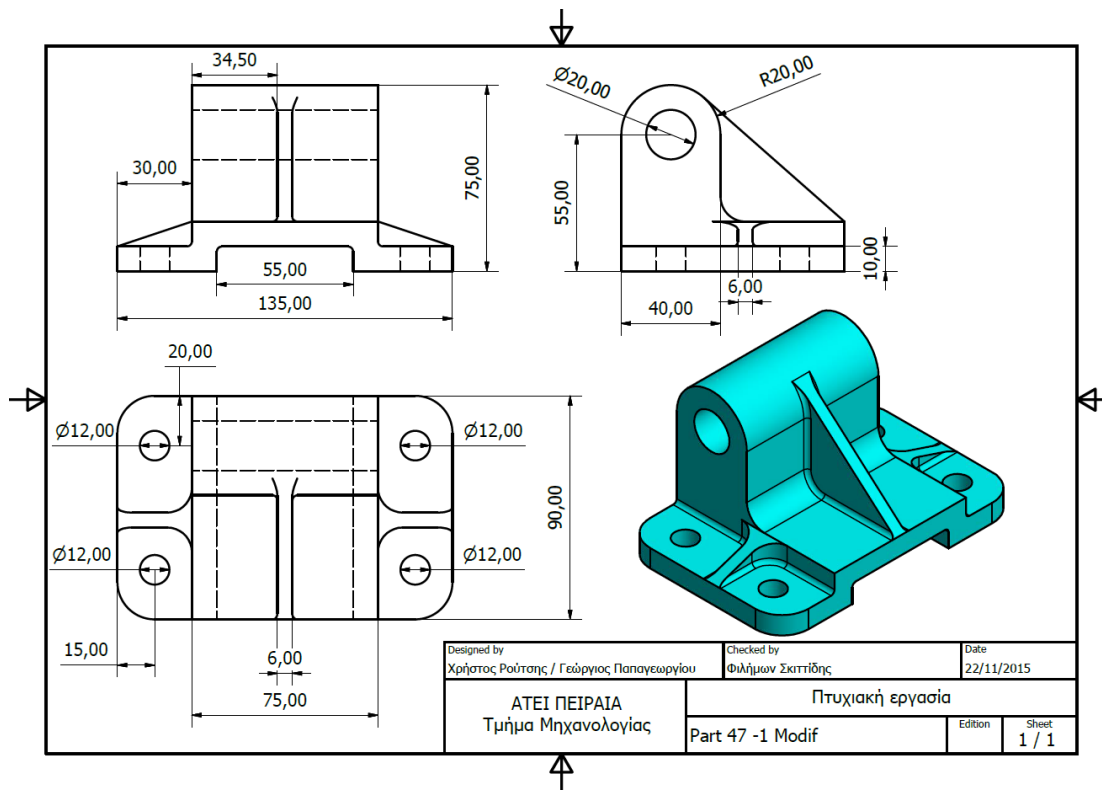
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 36

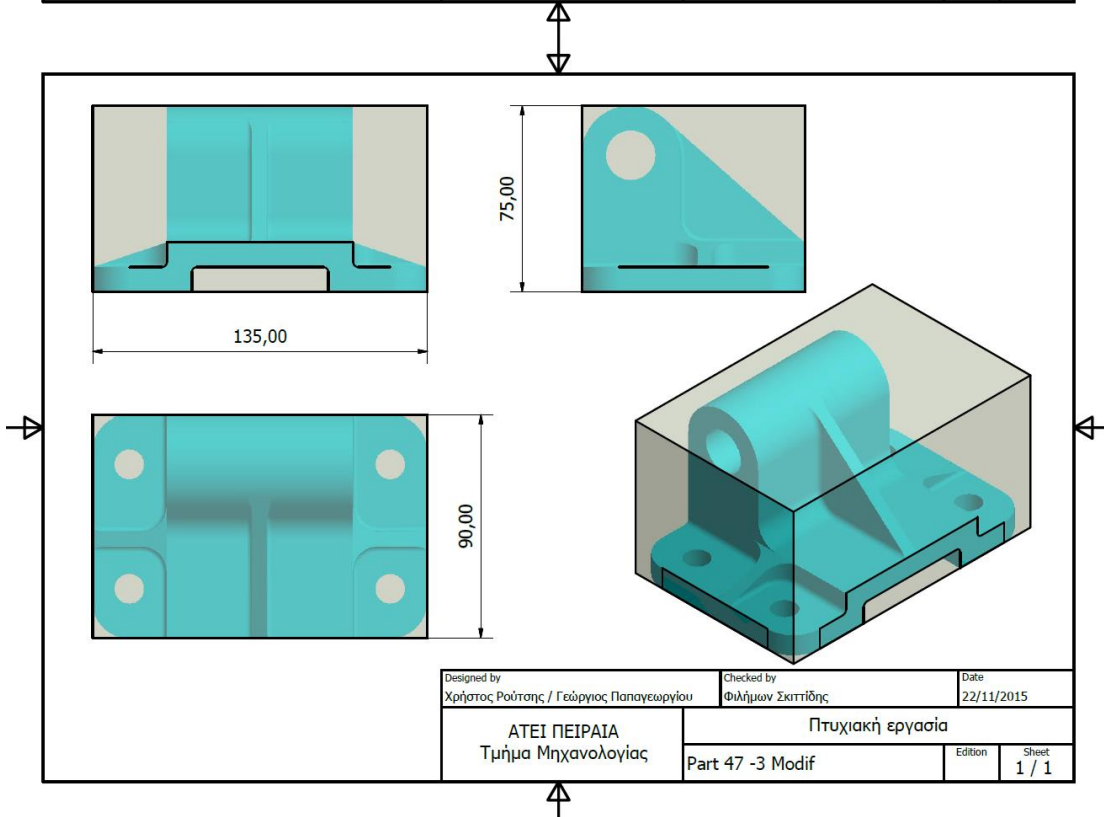
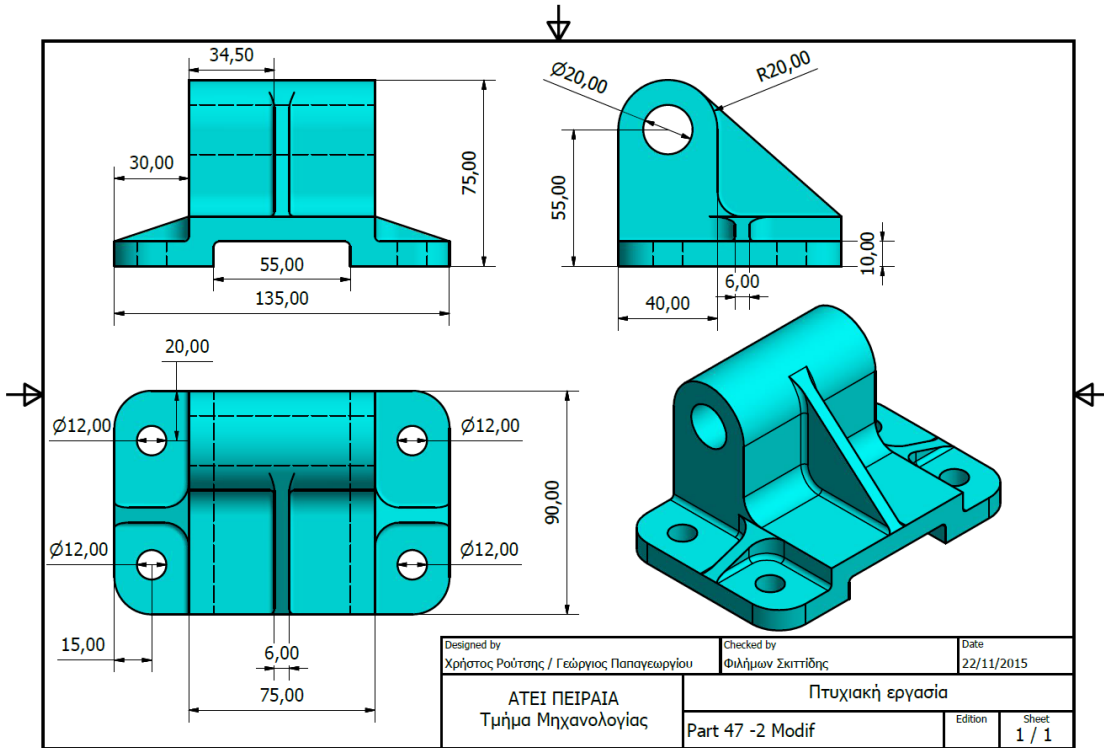


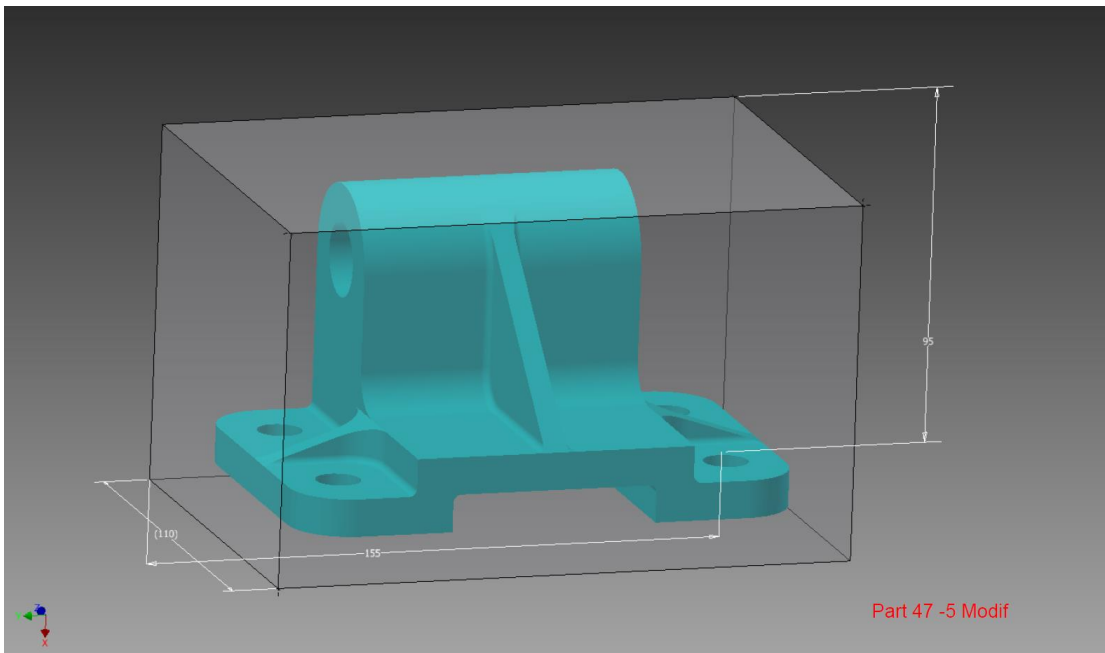
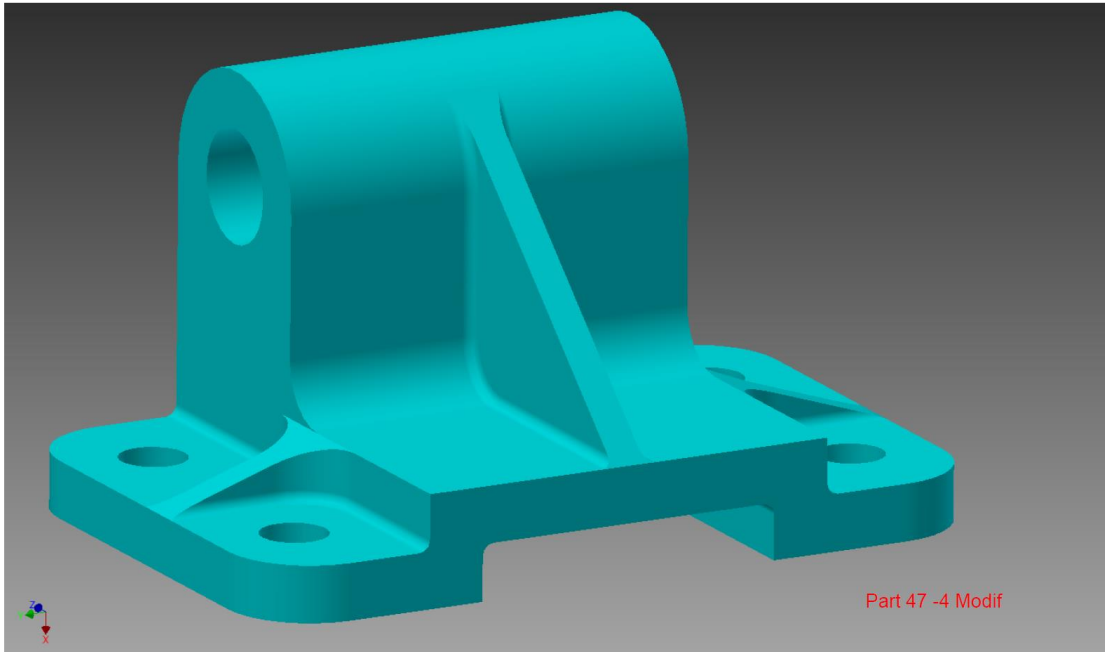




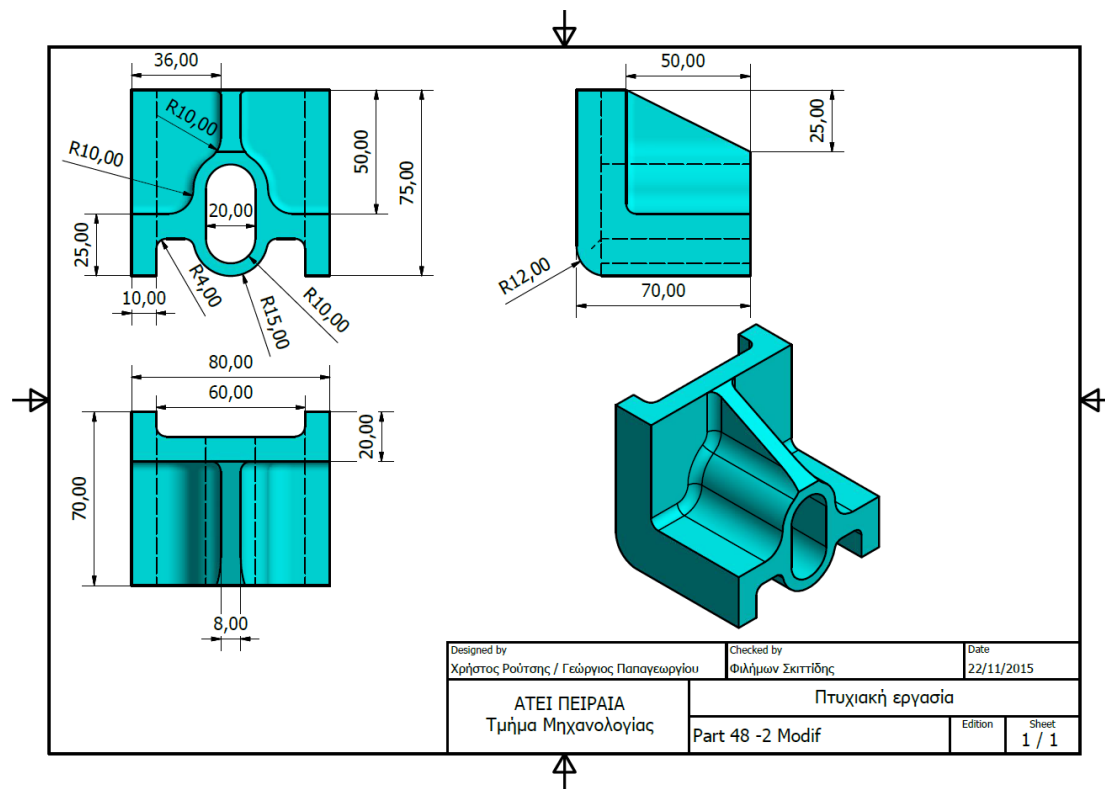
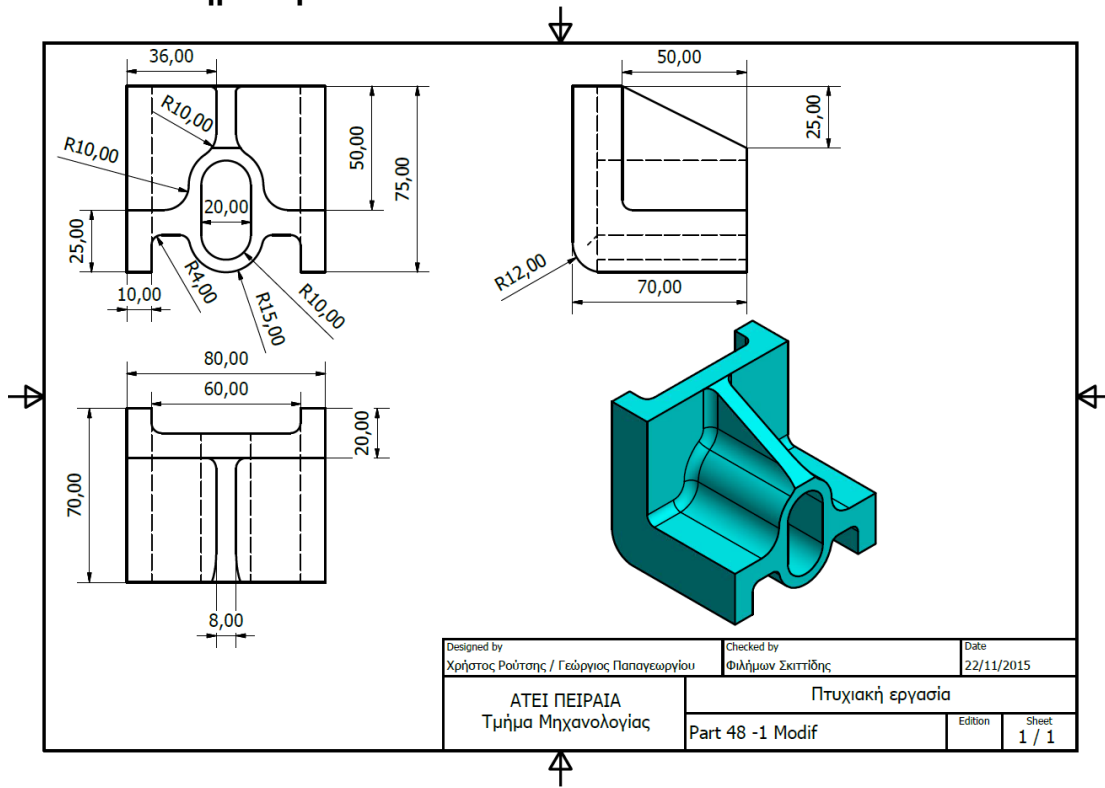
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 47

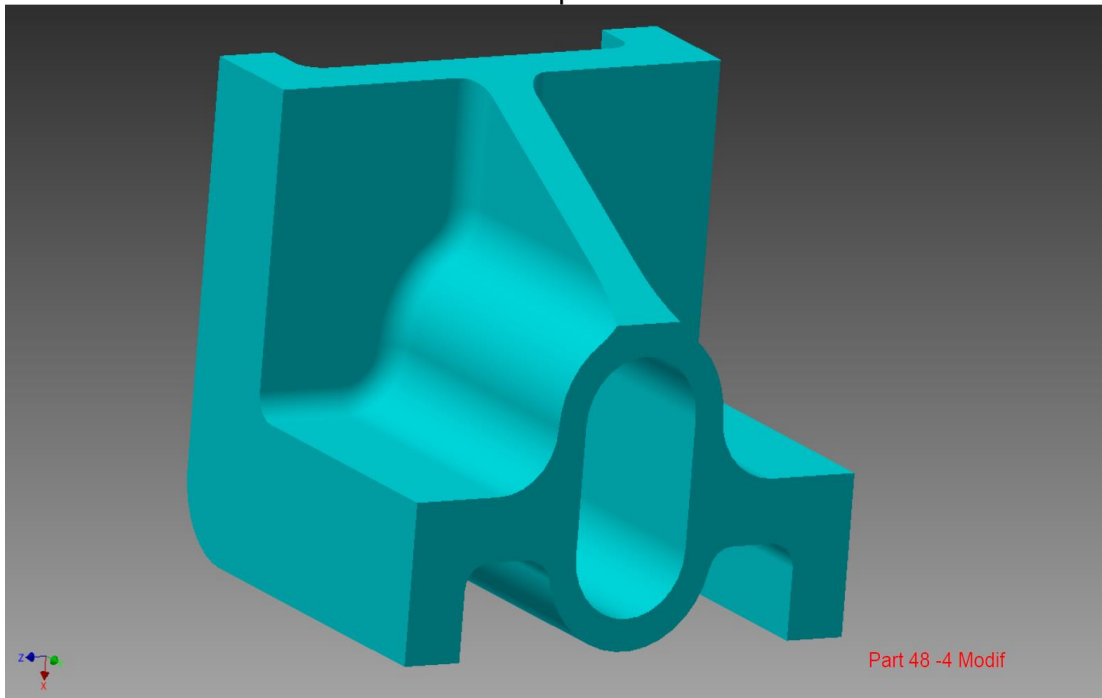
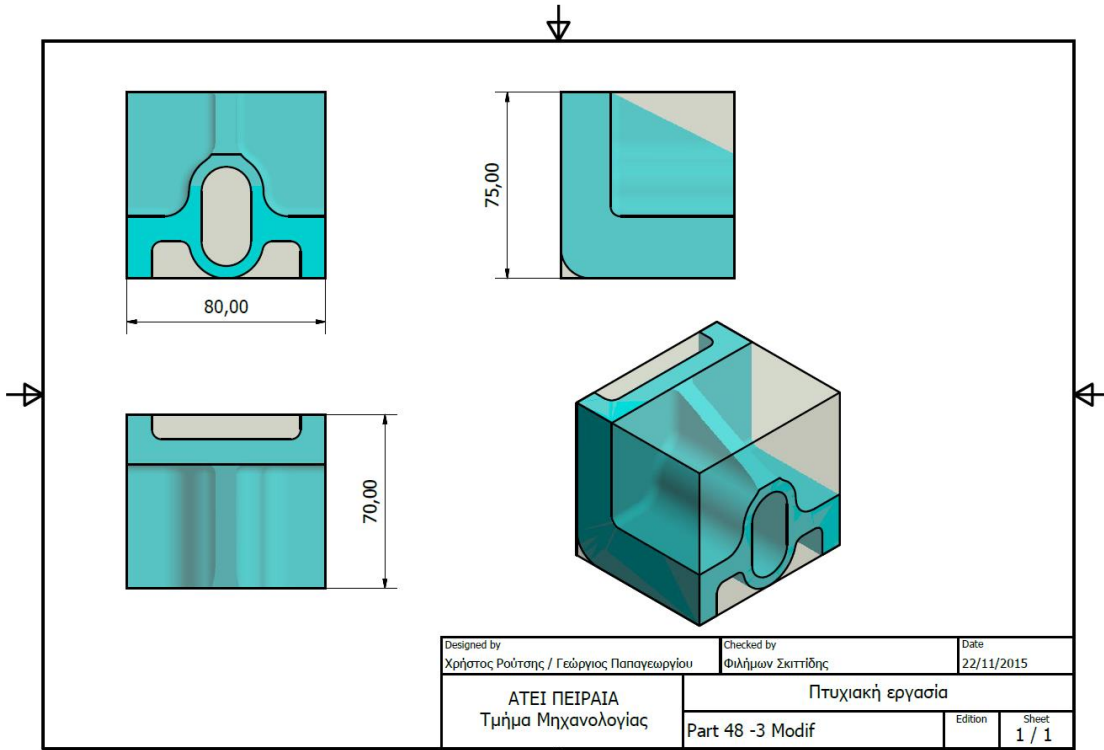


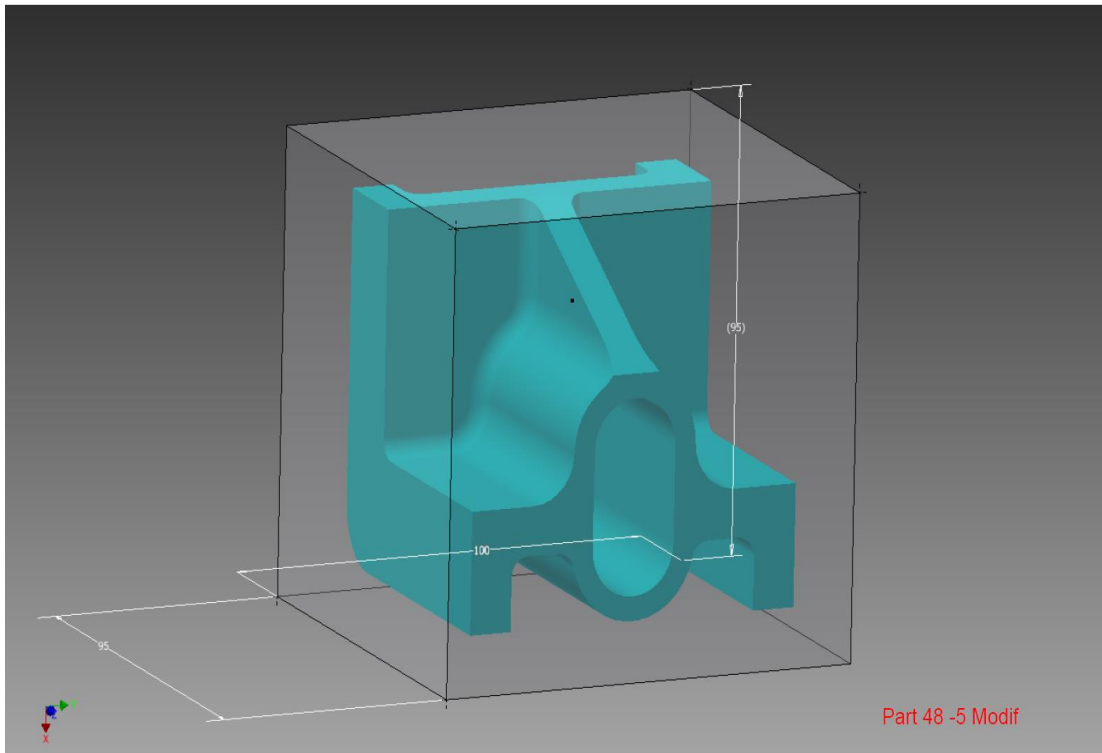




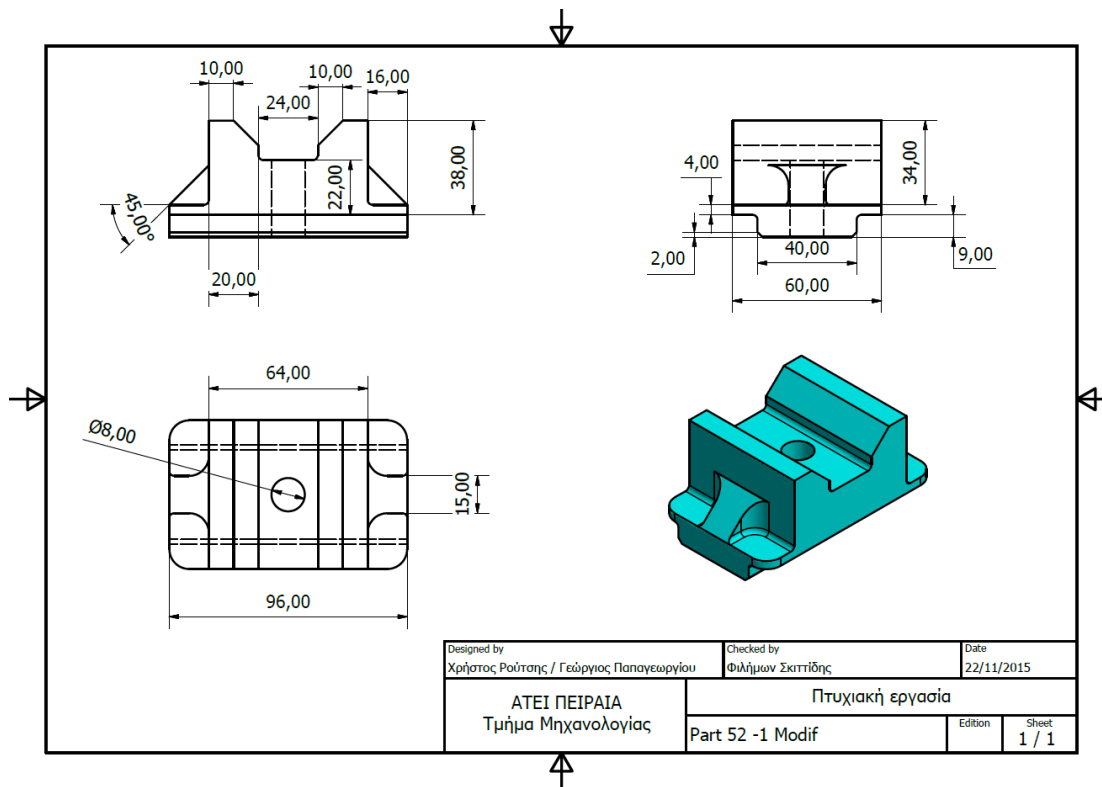
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 48

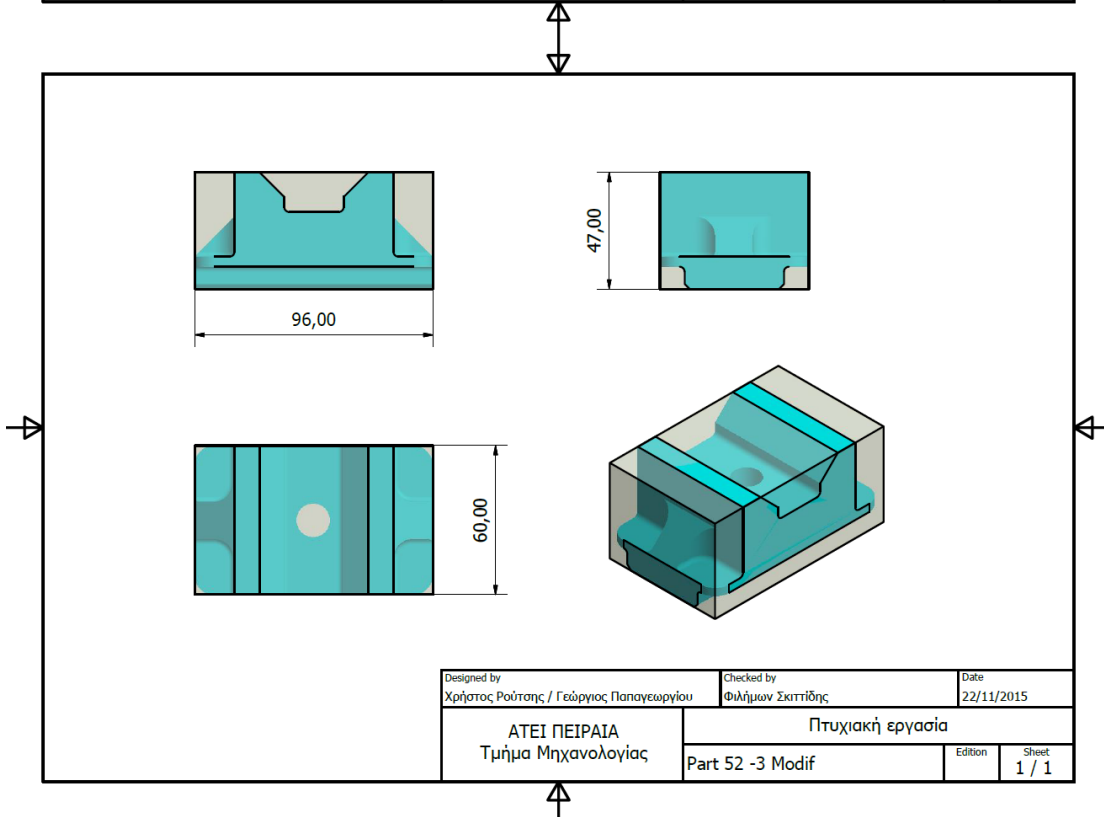
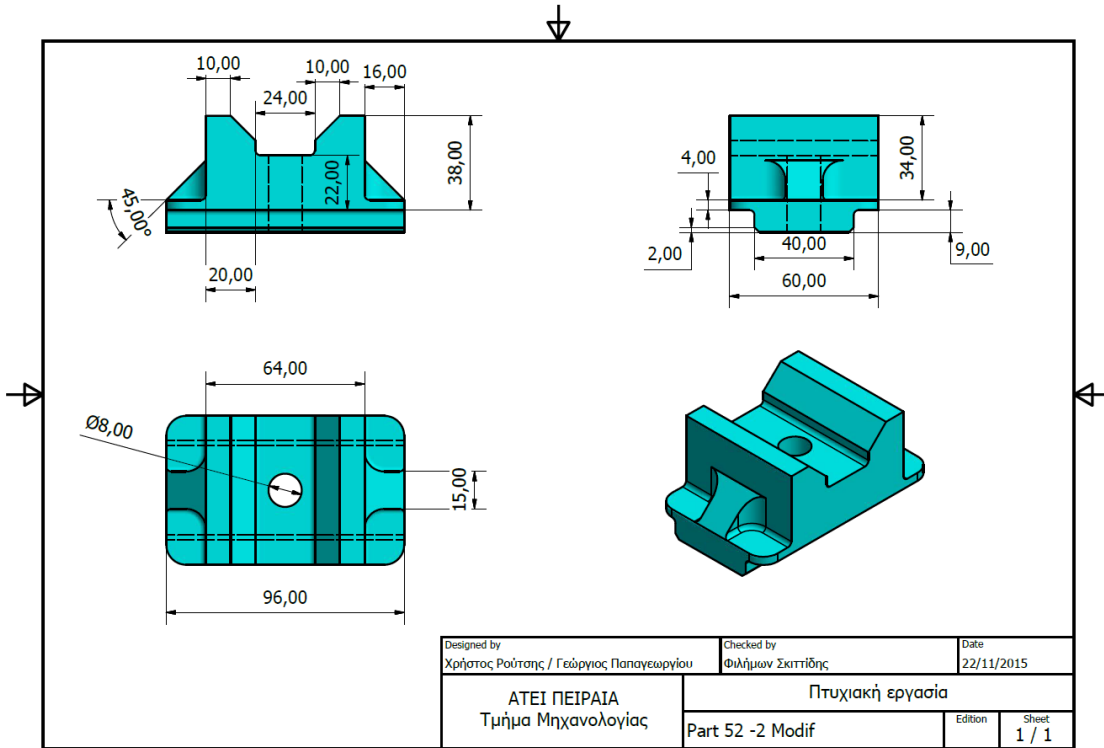


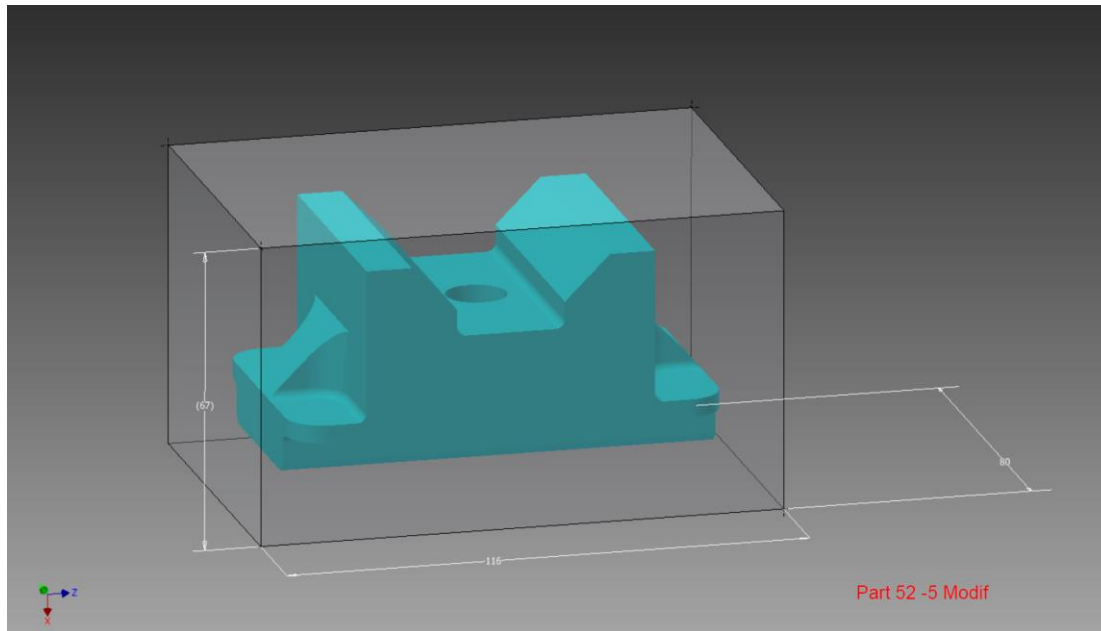
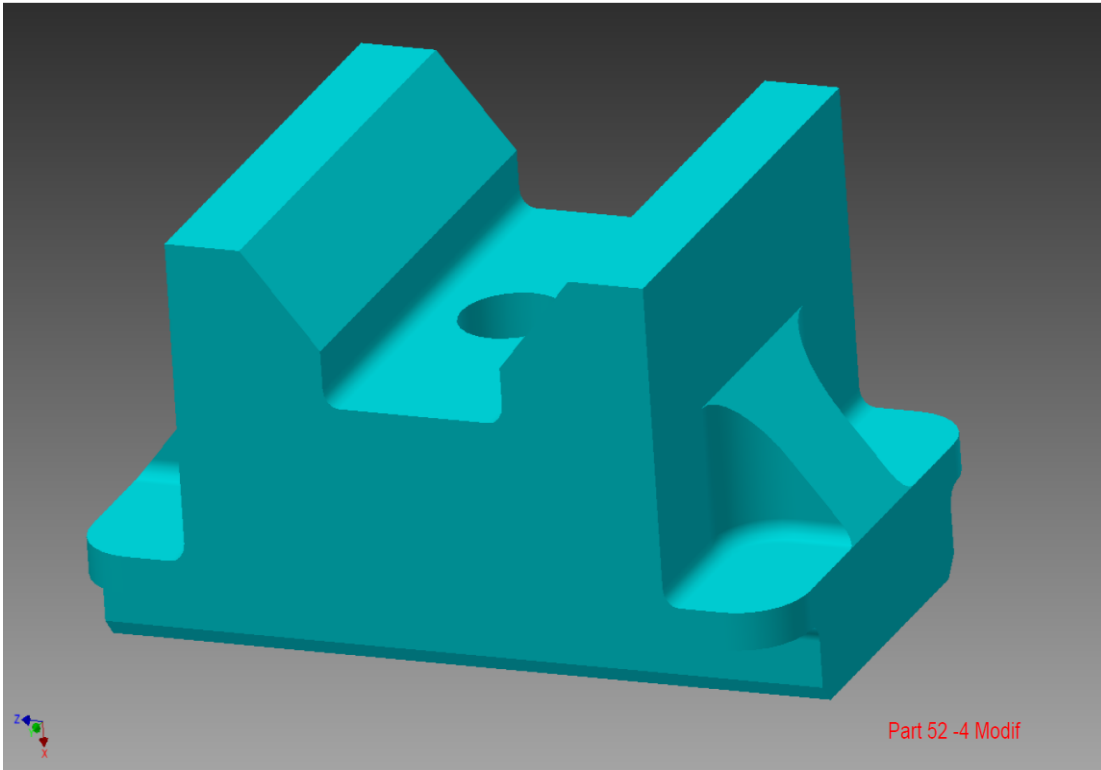




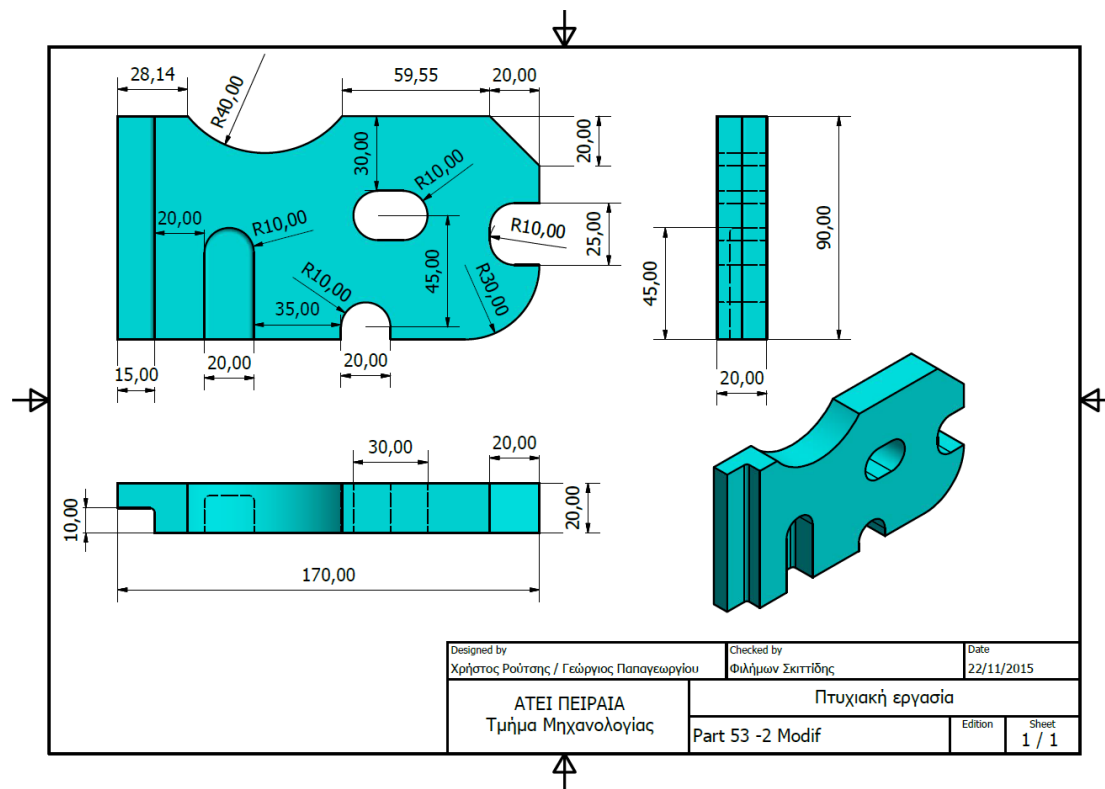
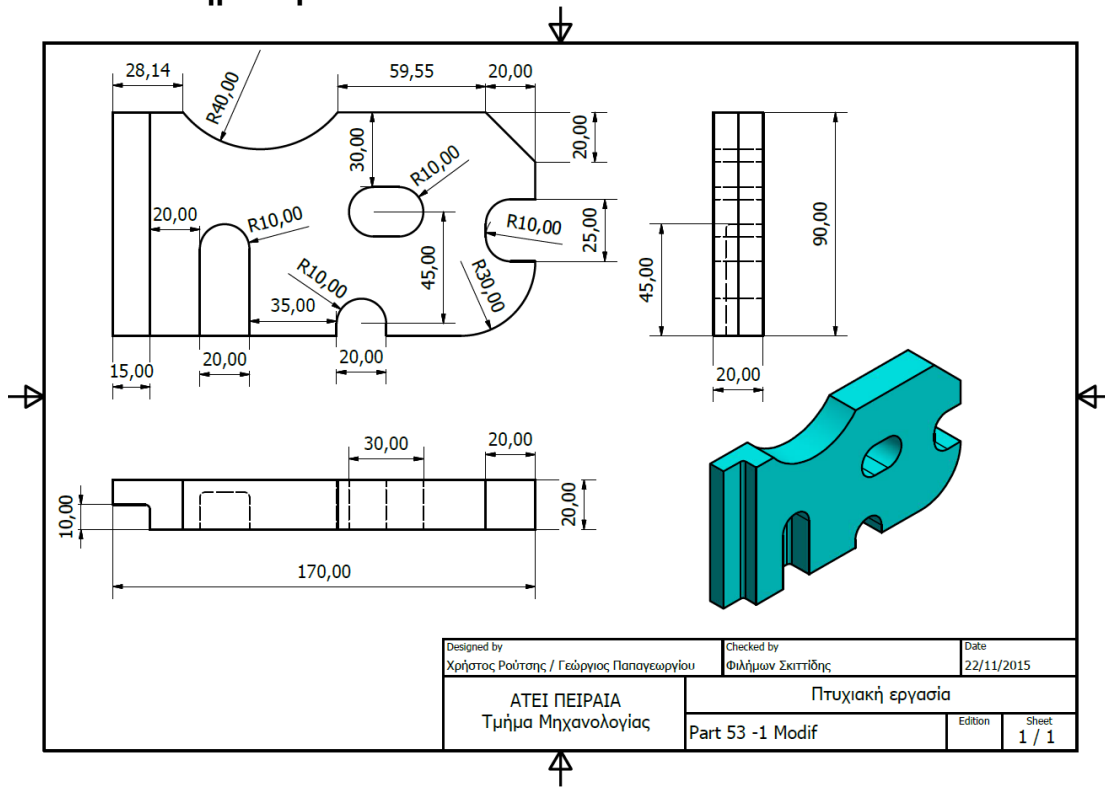
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 52

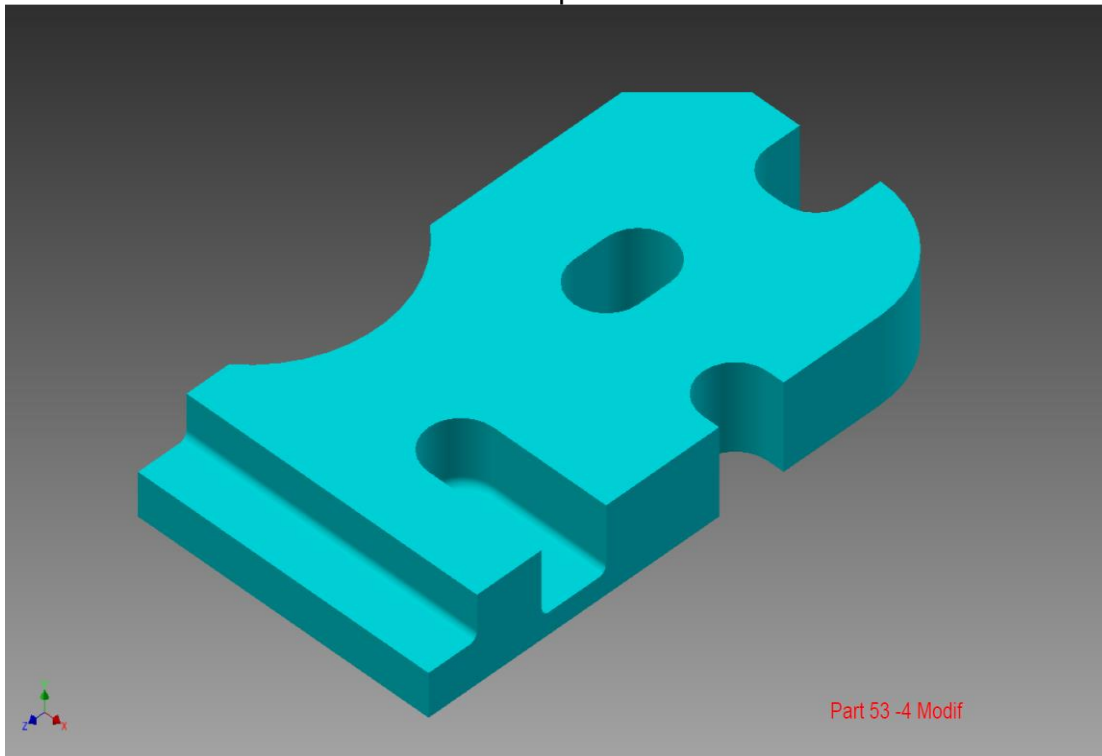
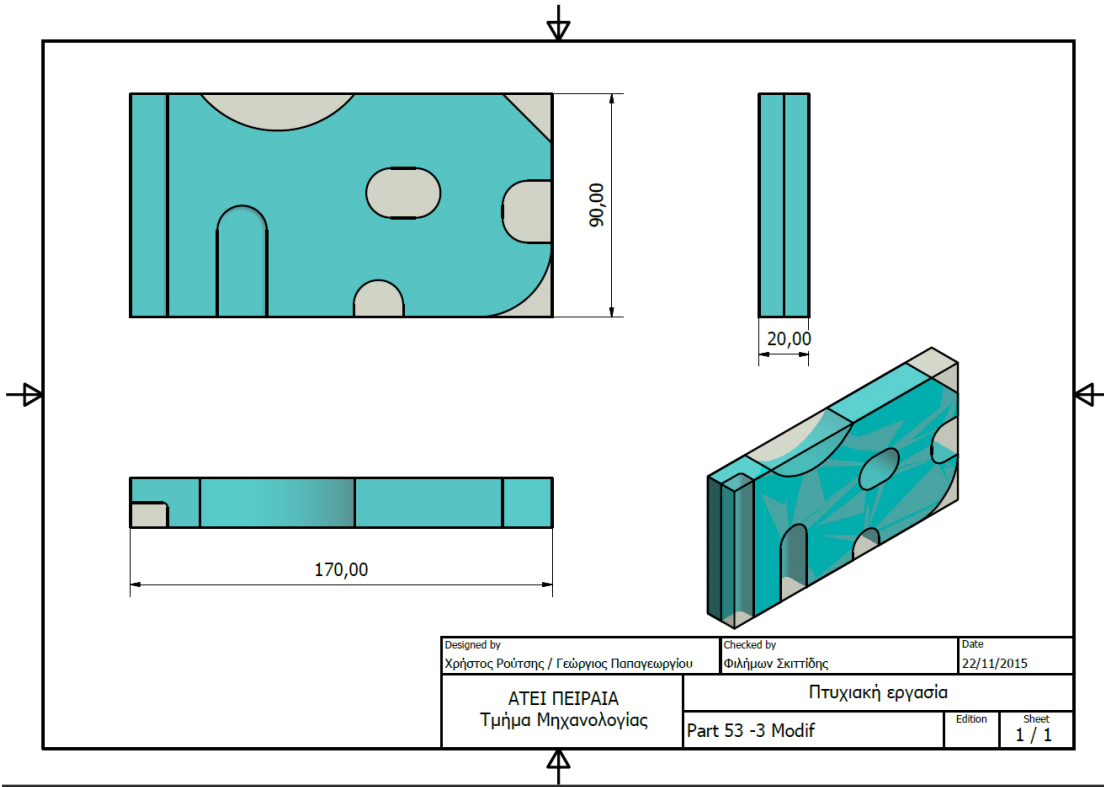


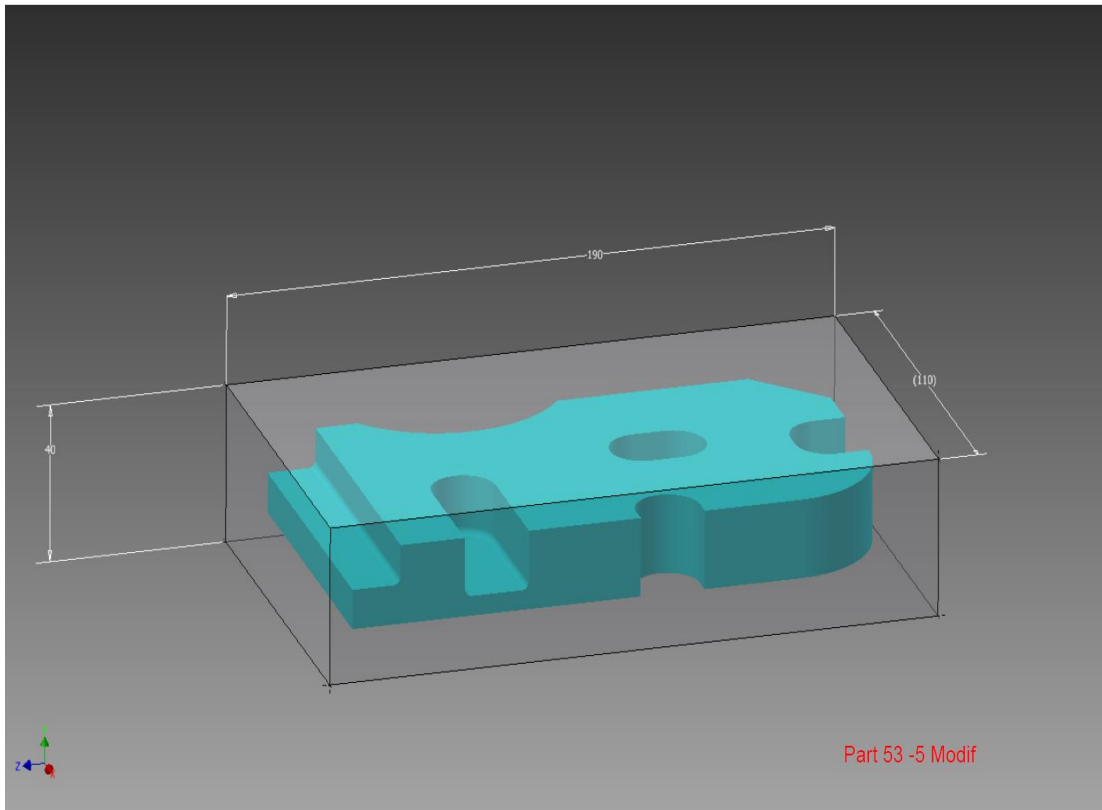




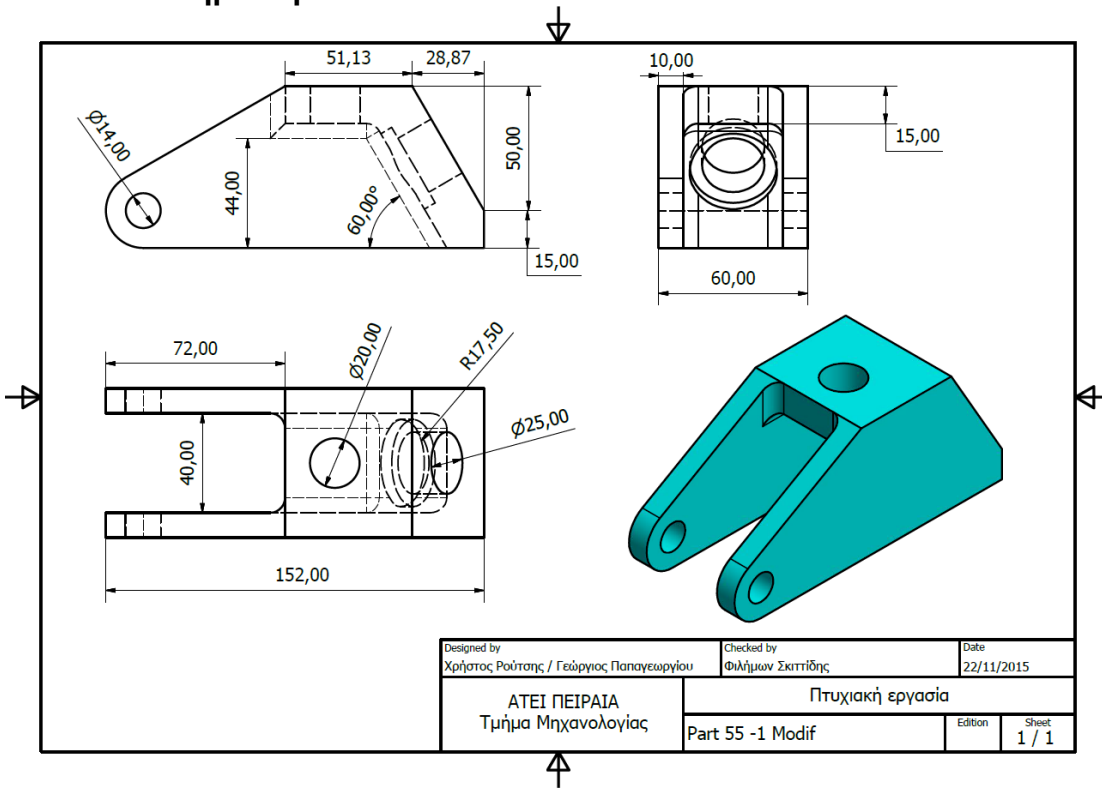
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 53

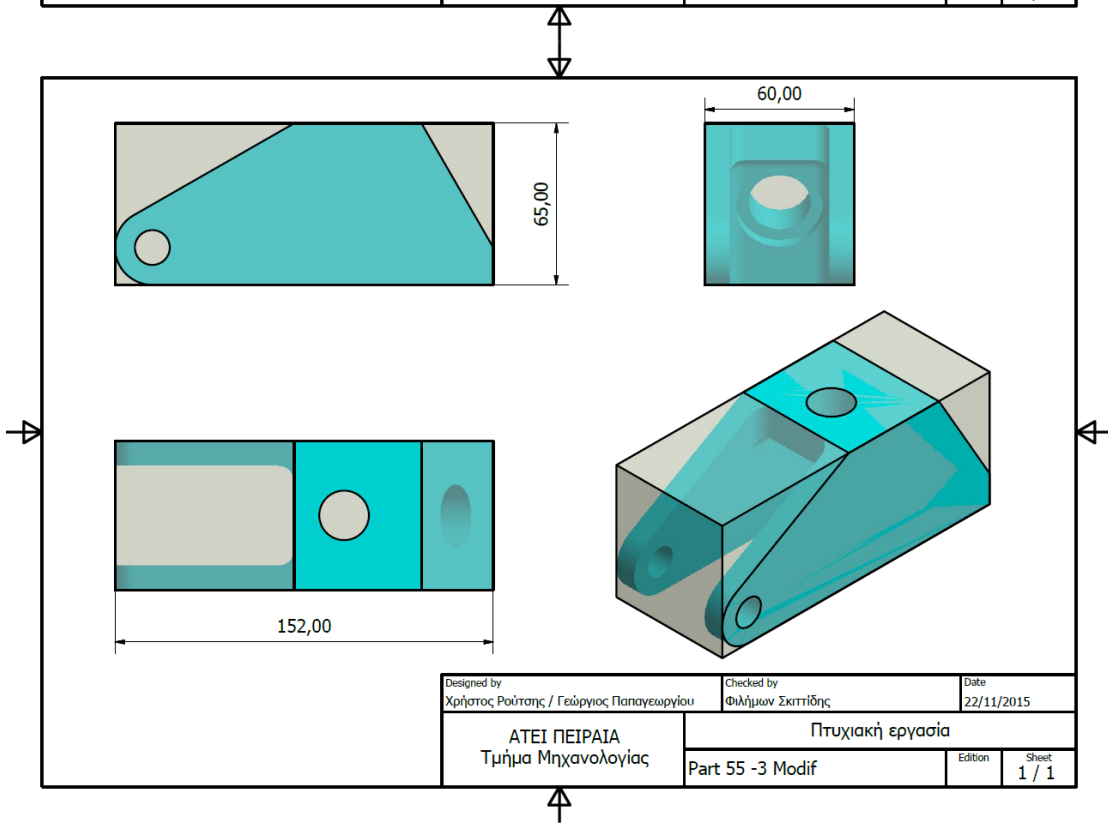
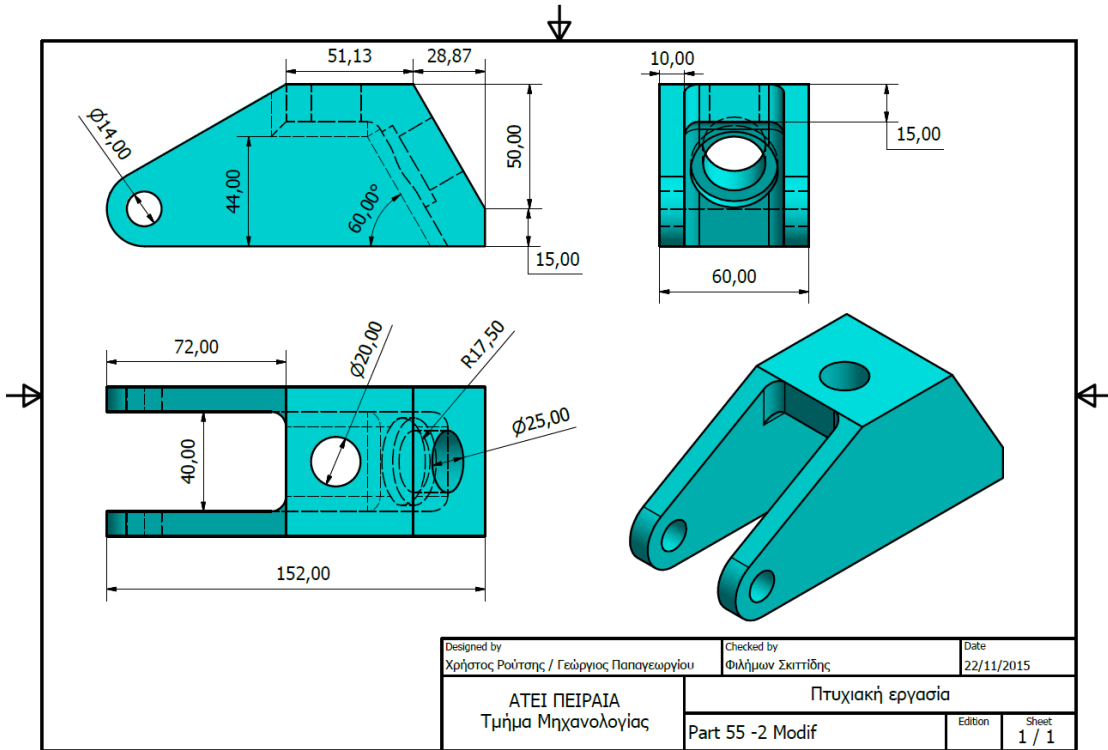


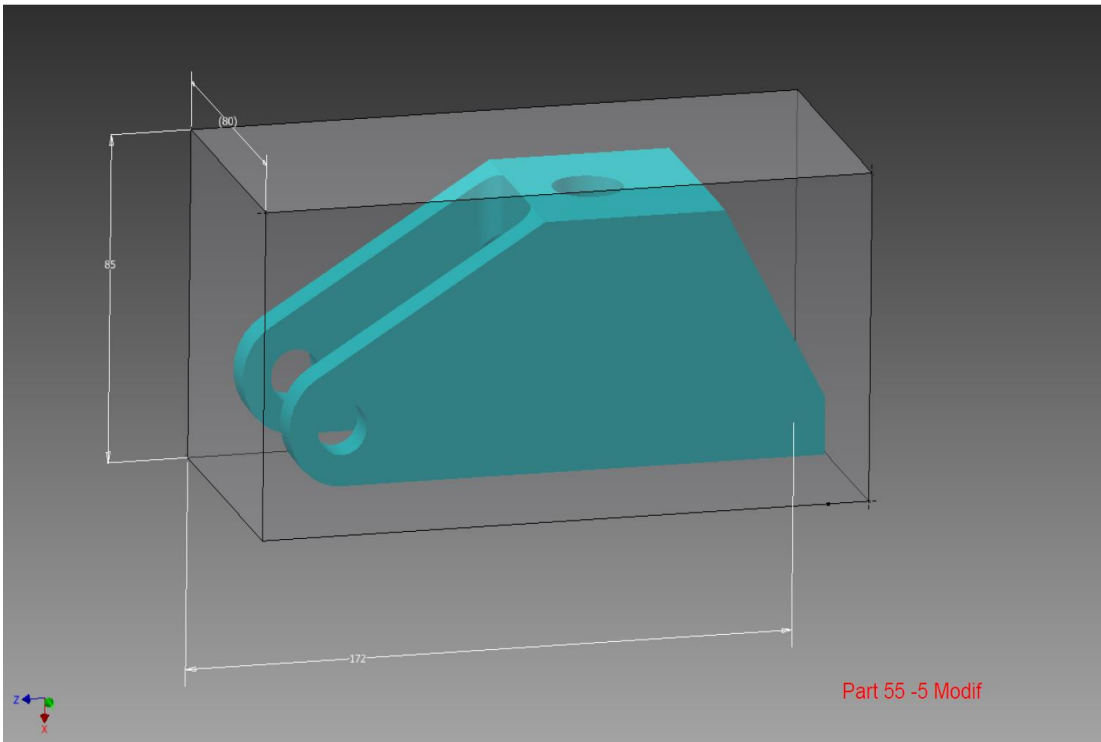
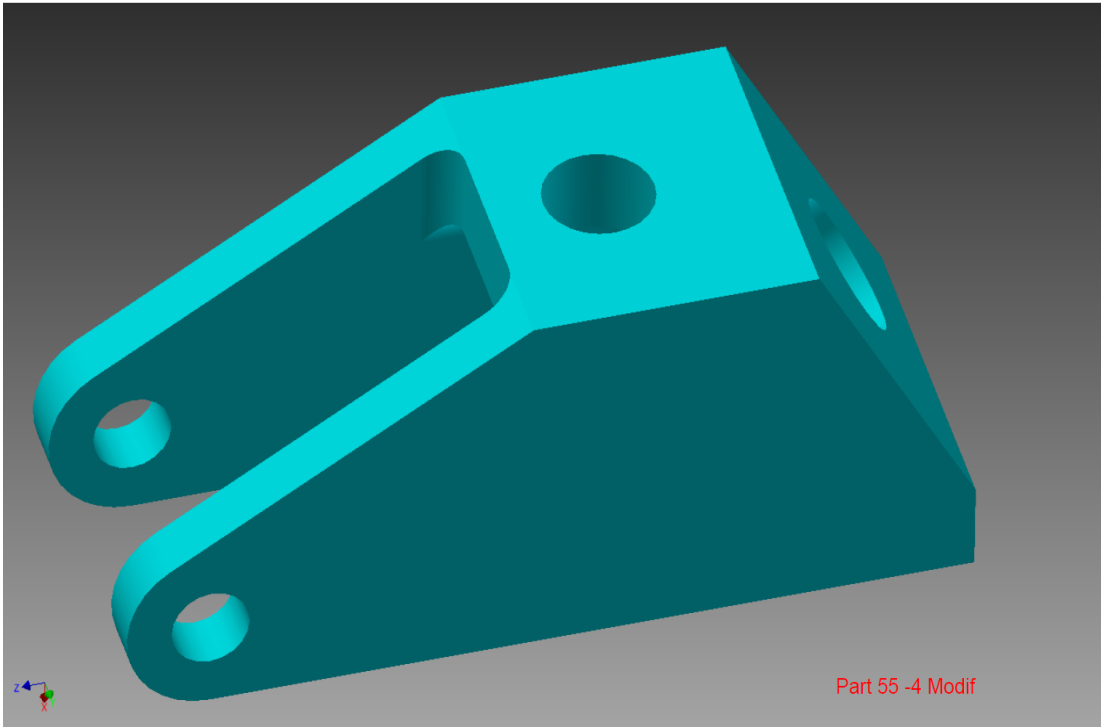




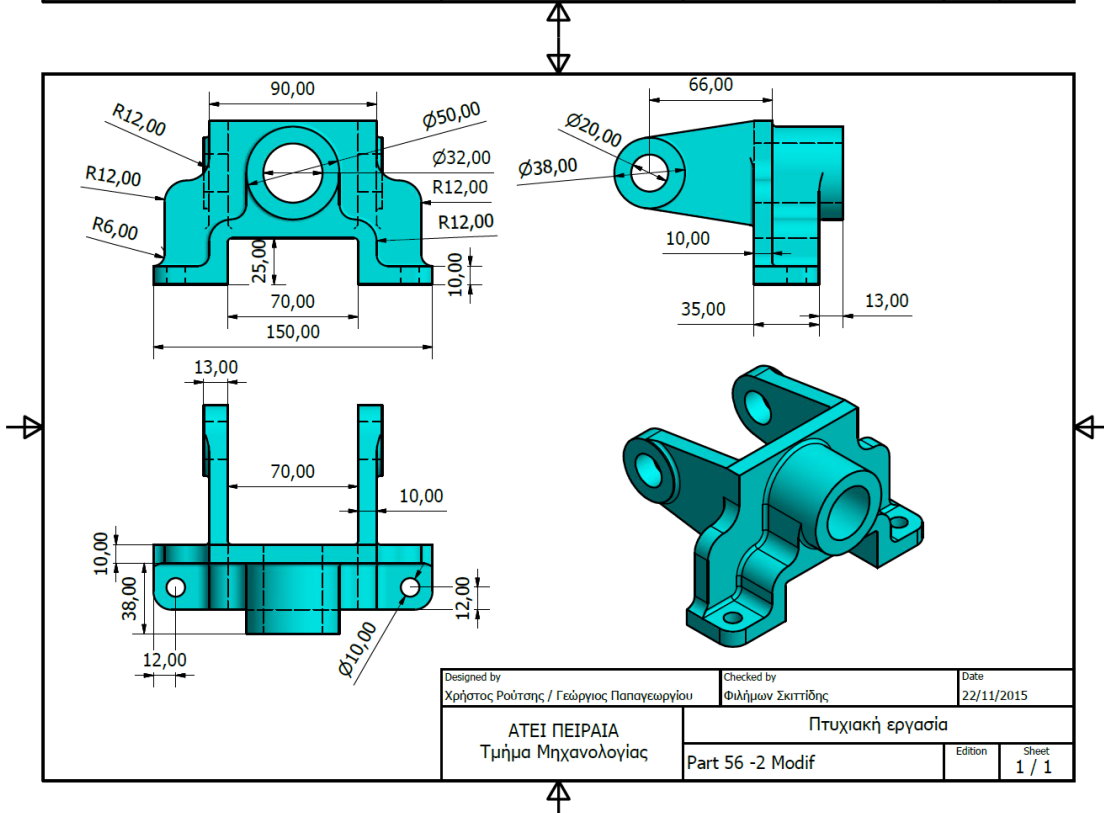
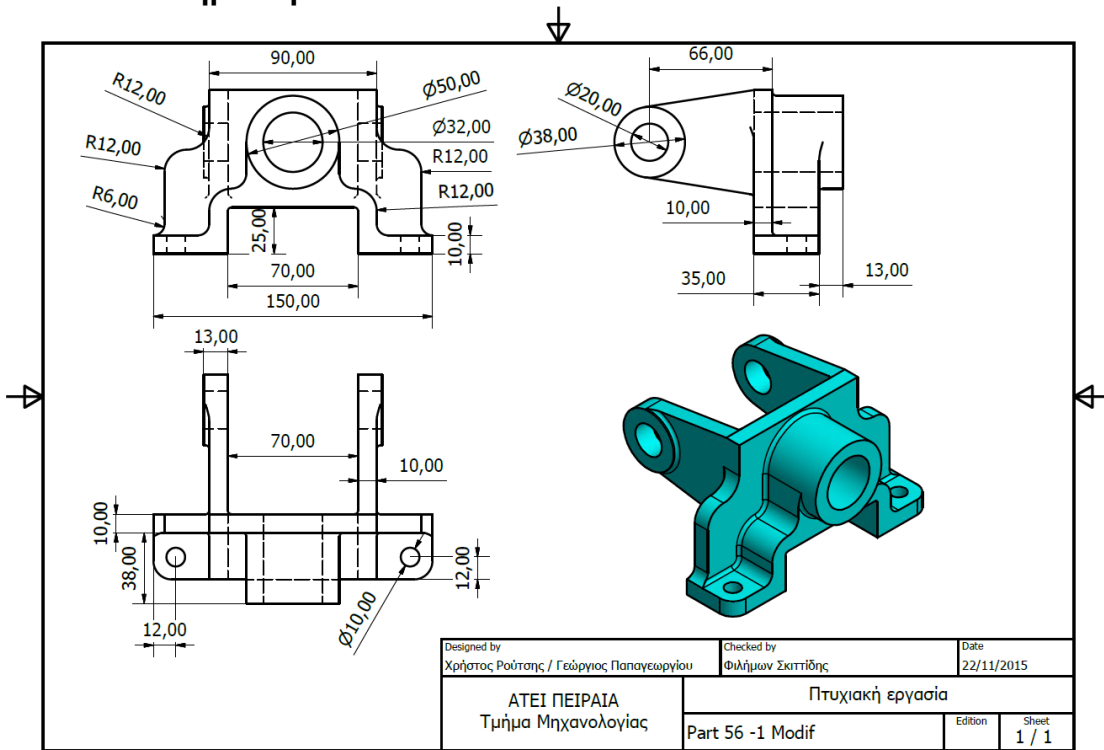
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 55

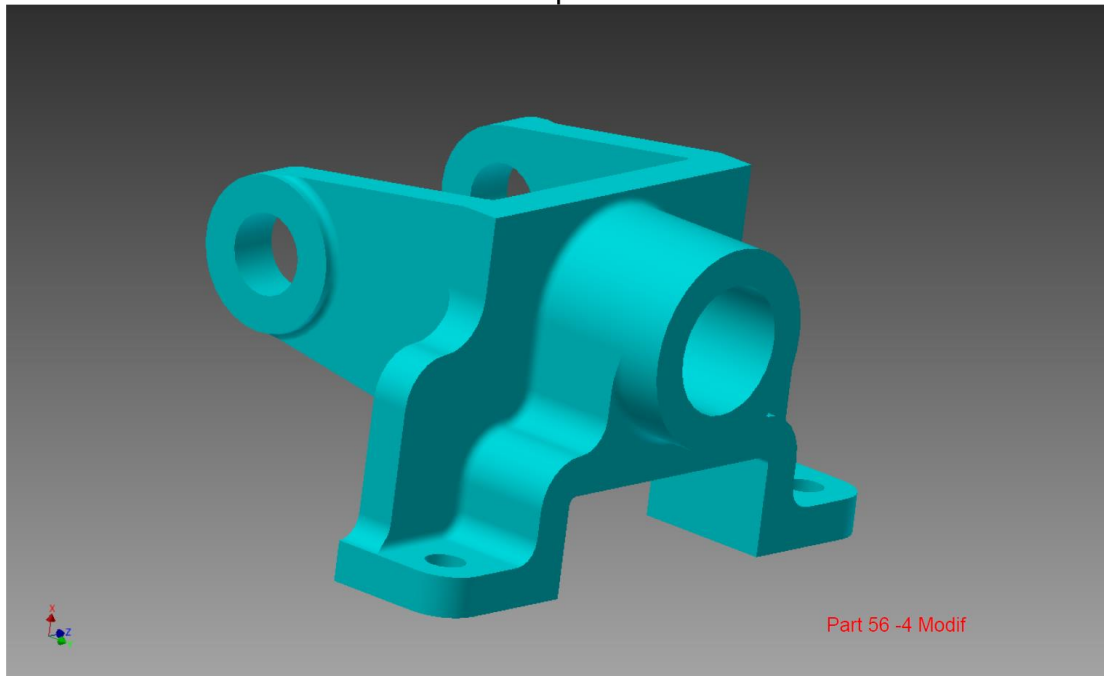
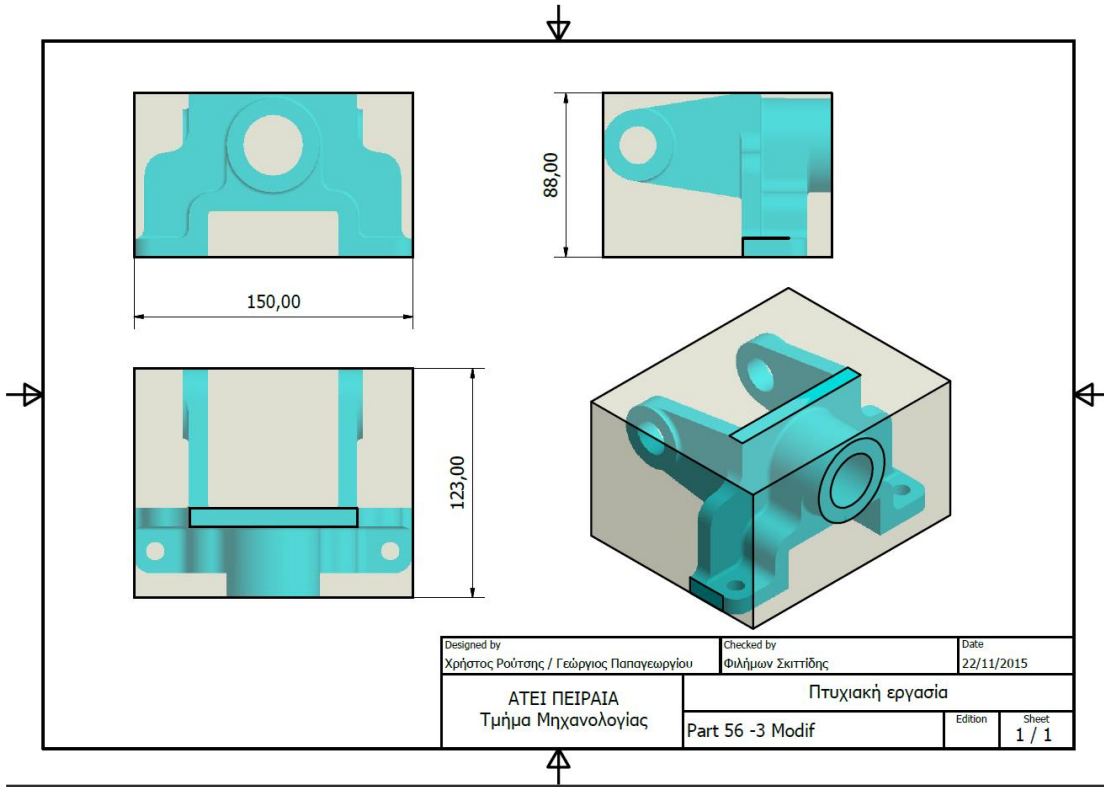


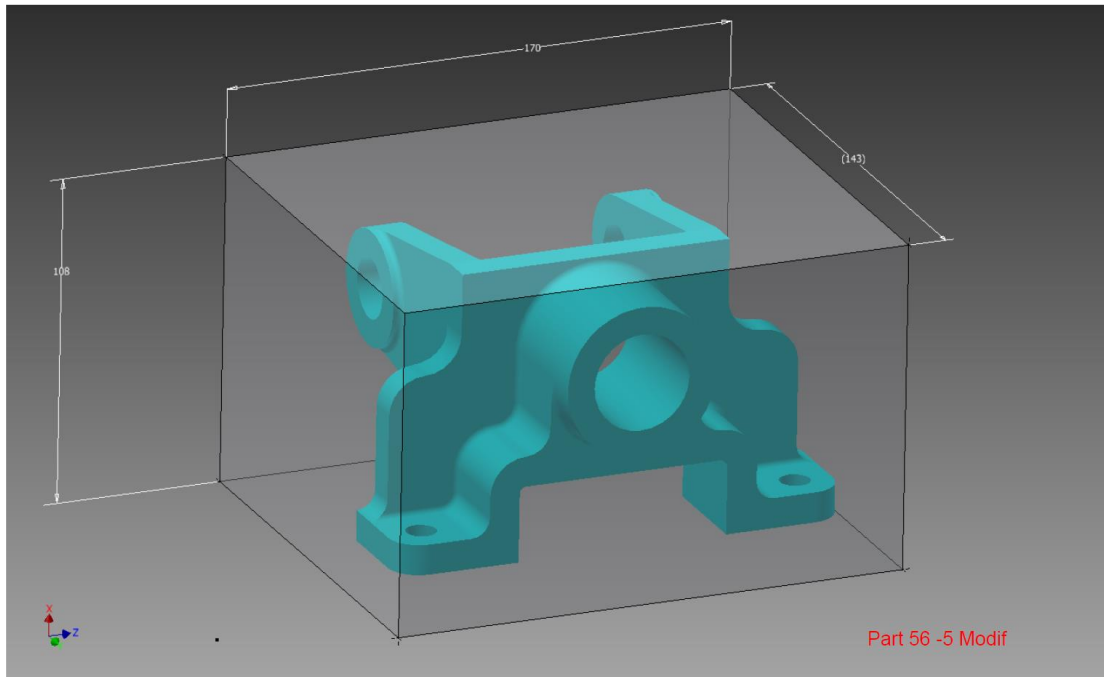




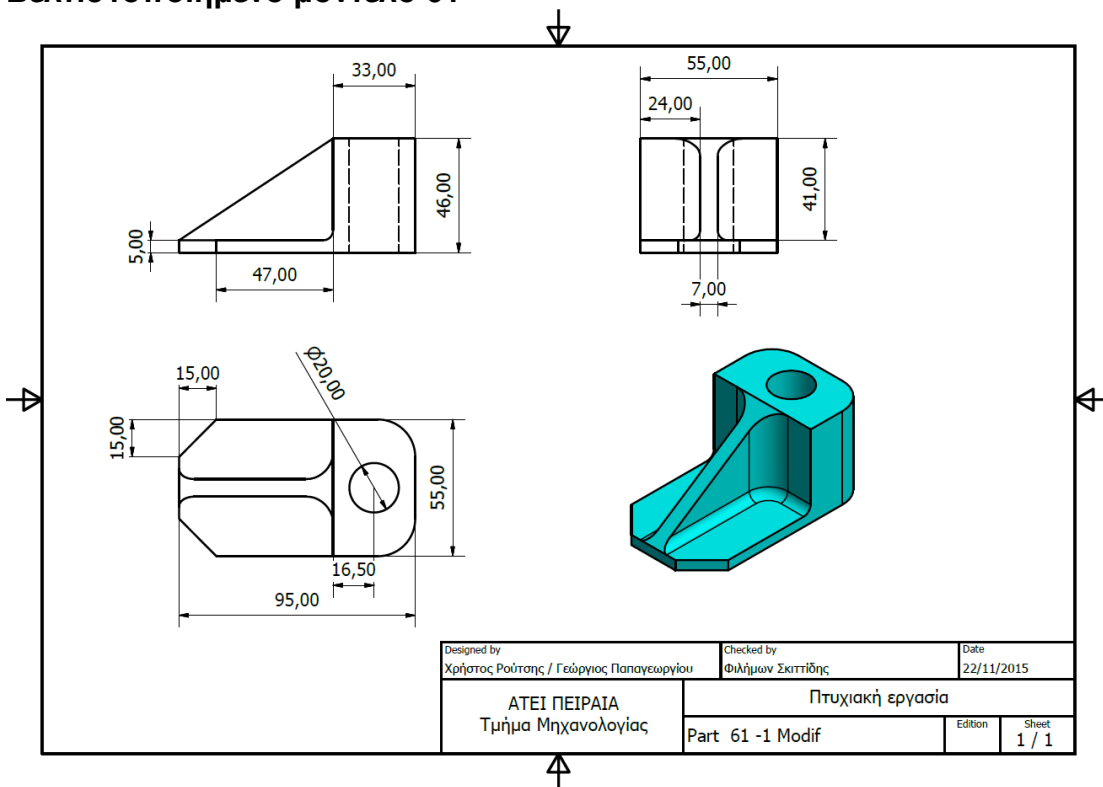
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 56

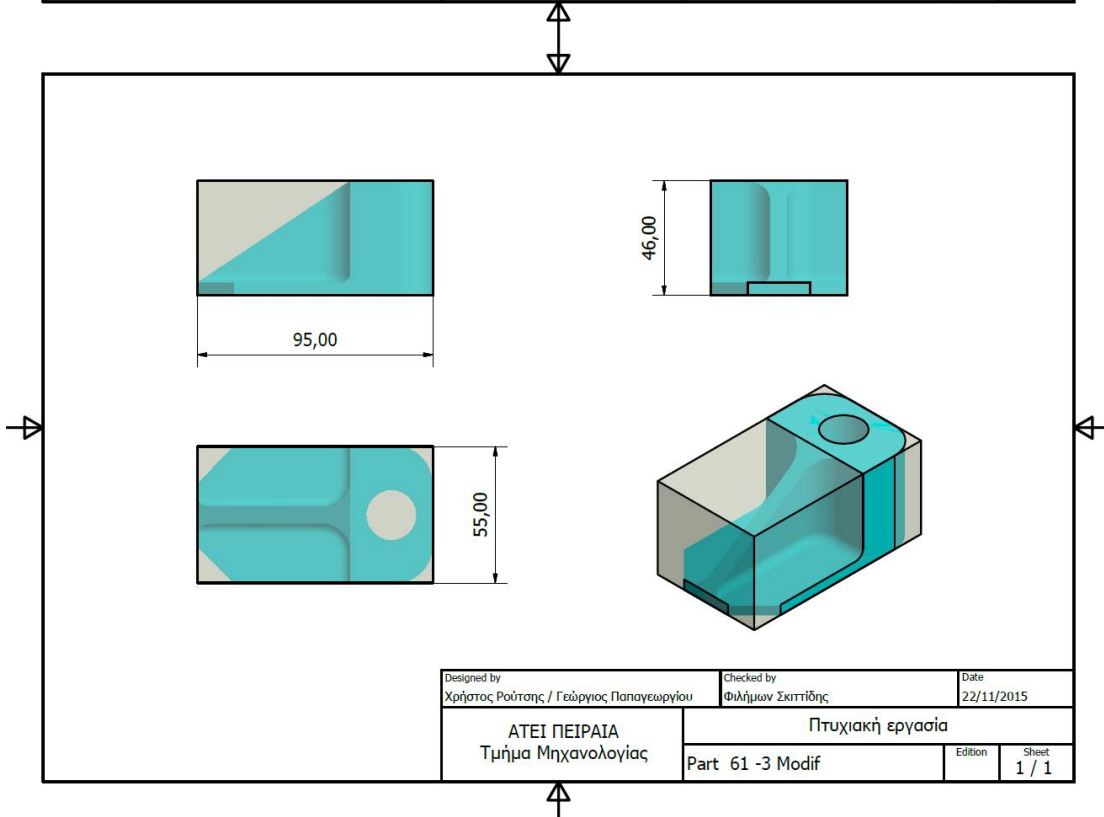
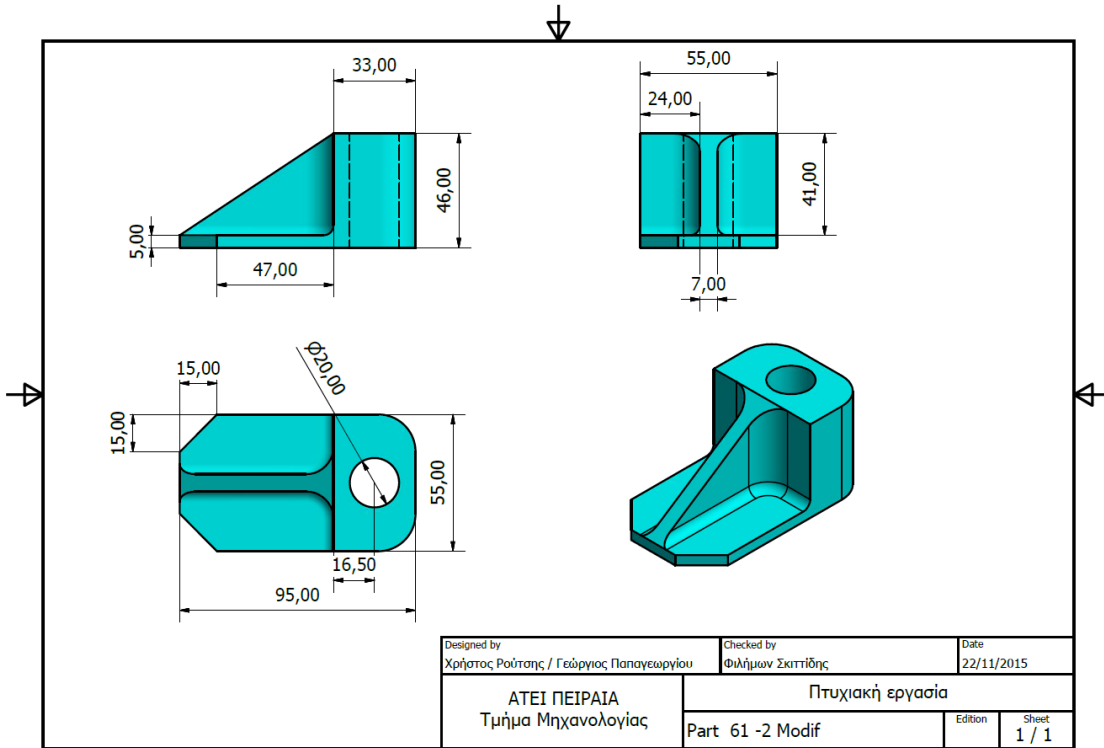


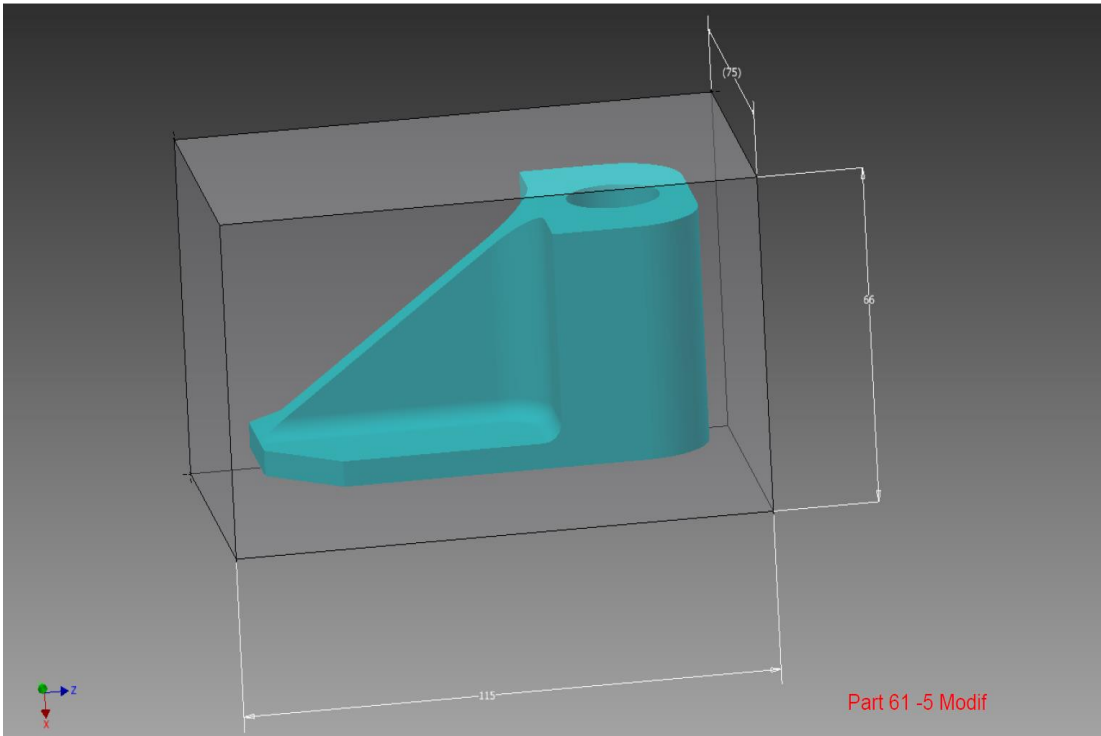
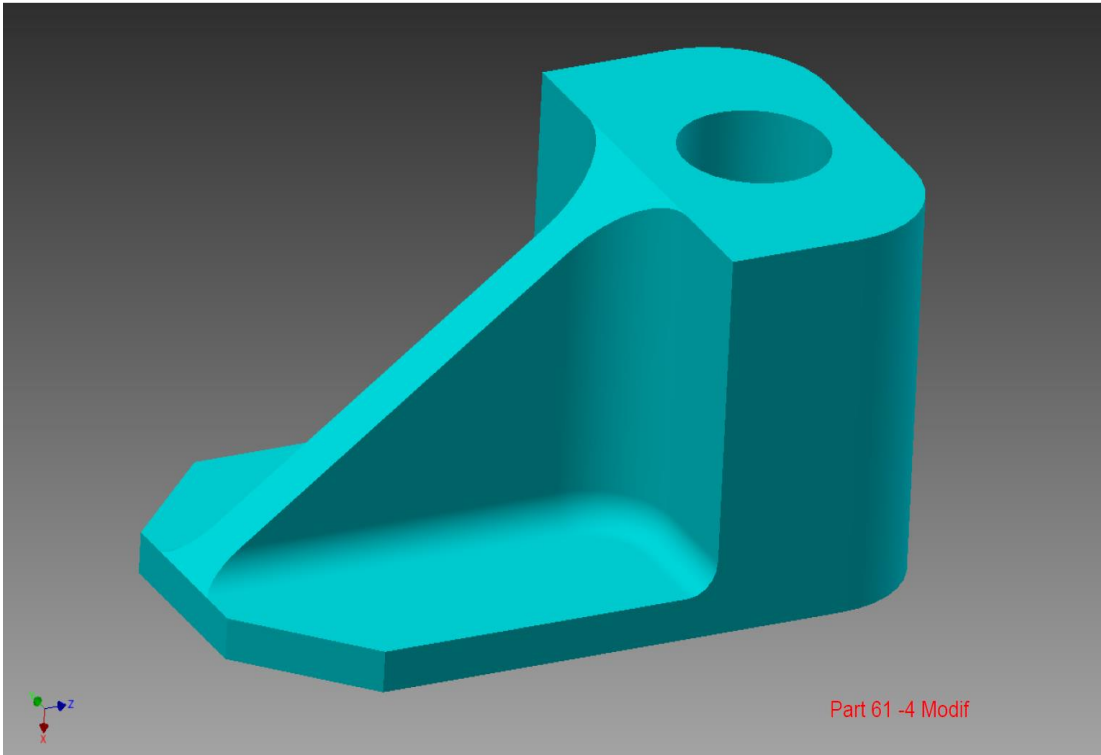




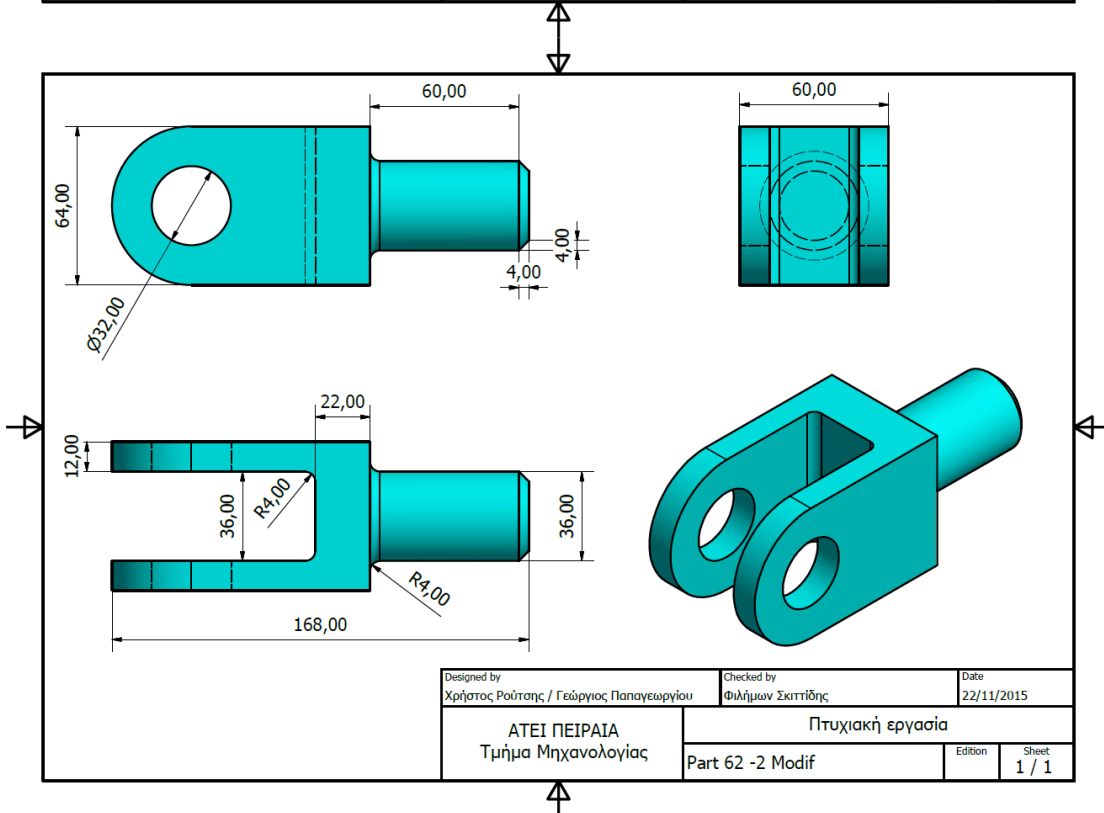
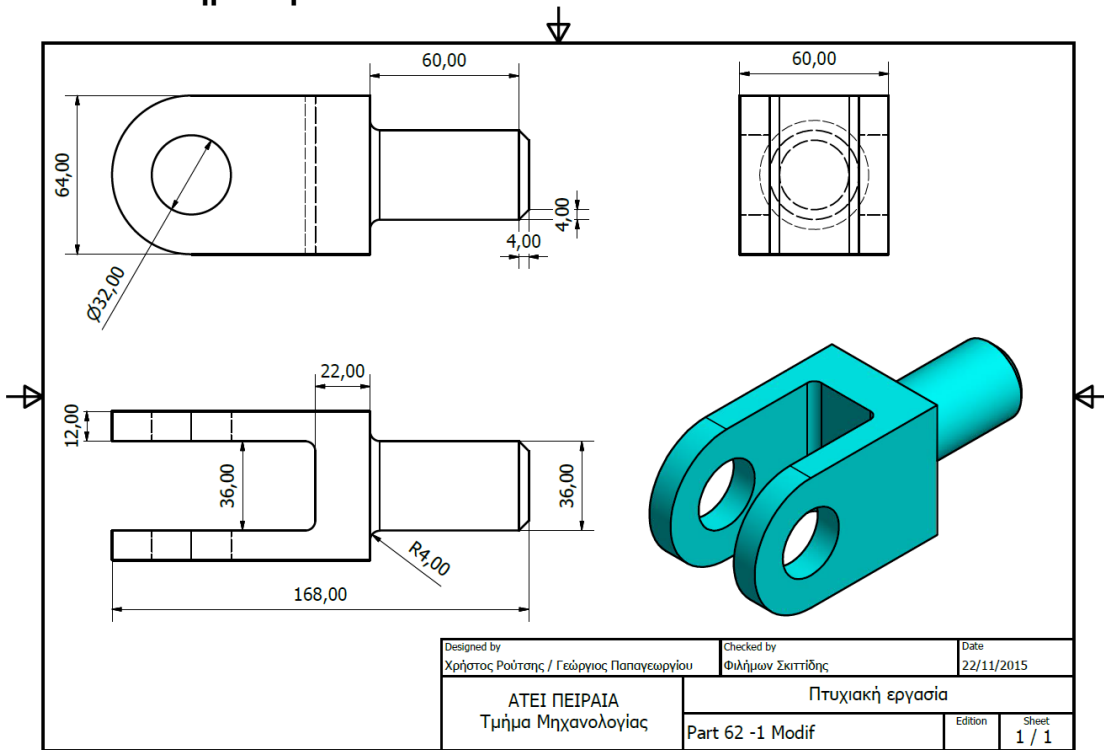
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 61

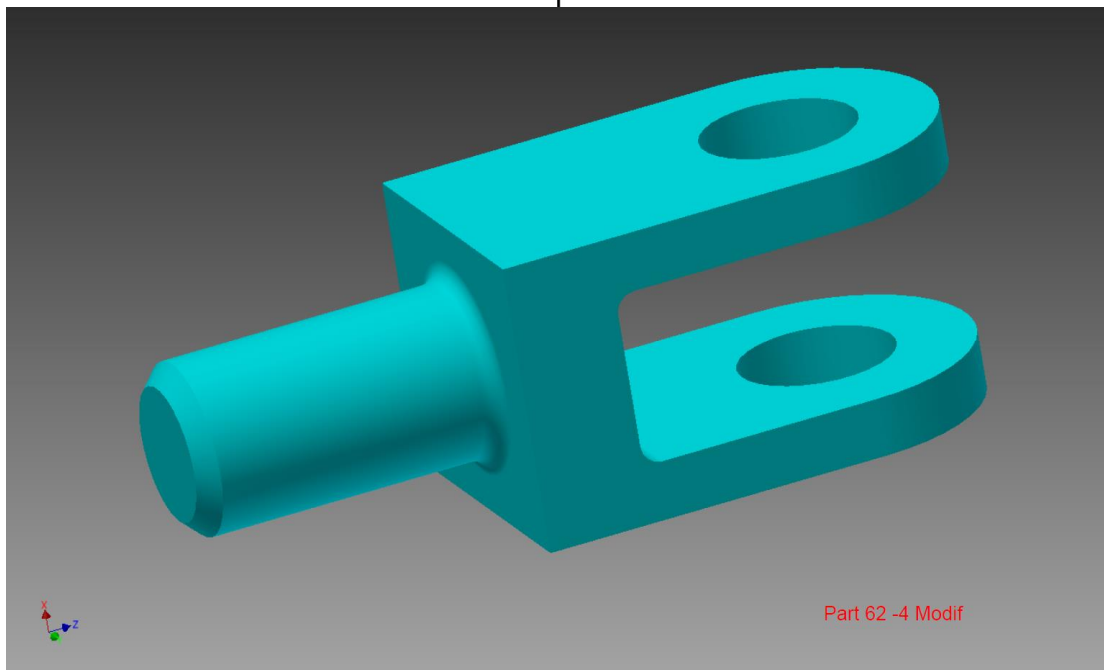
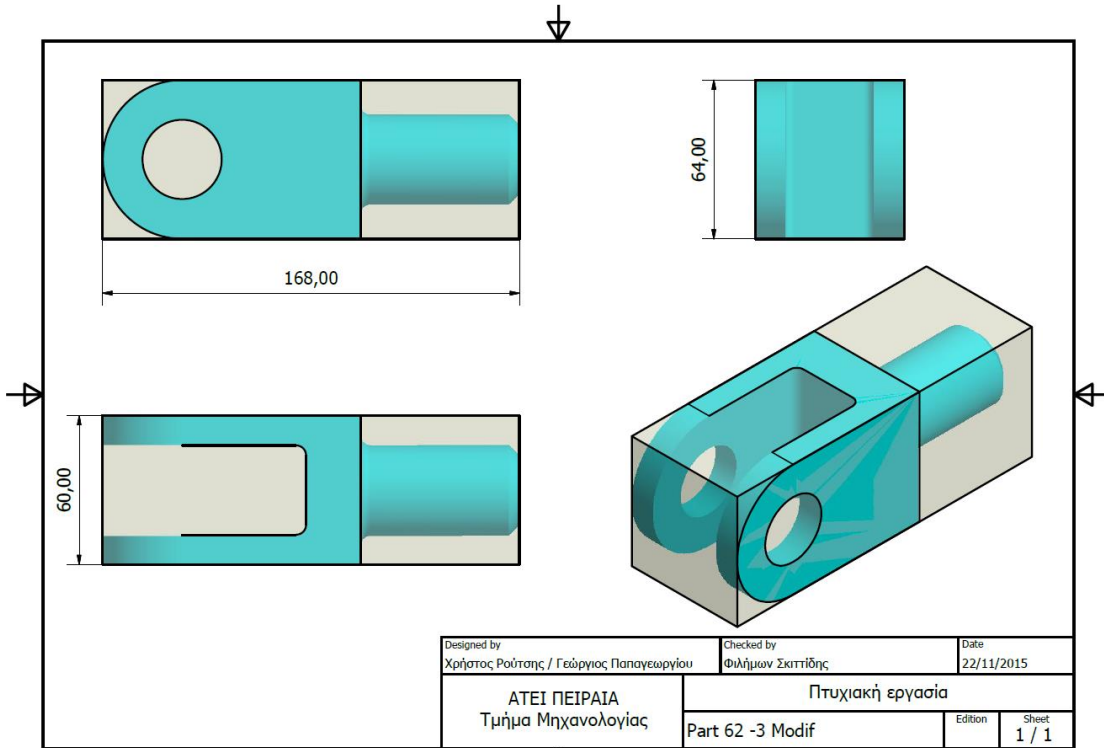


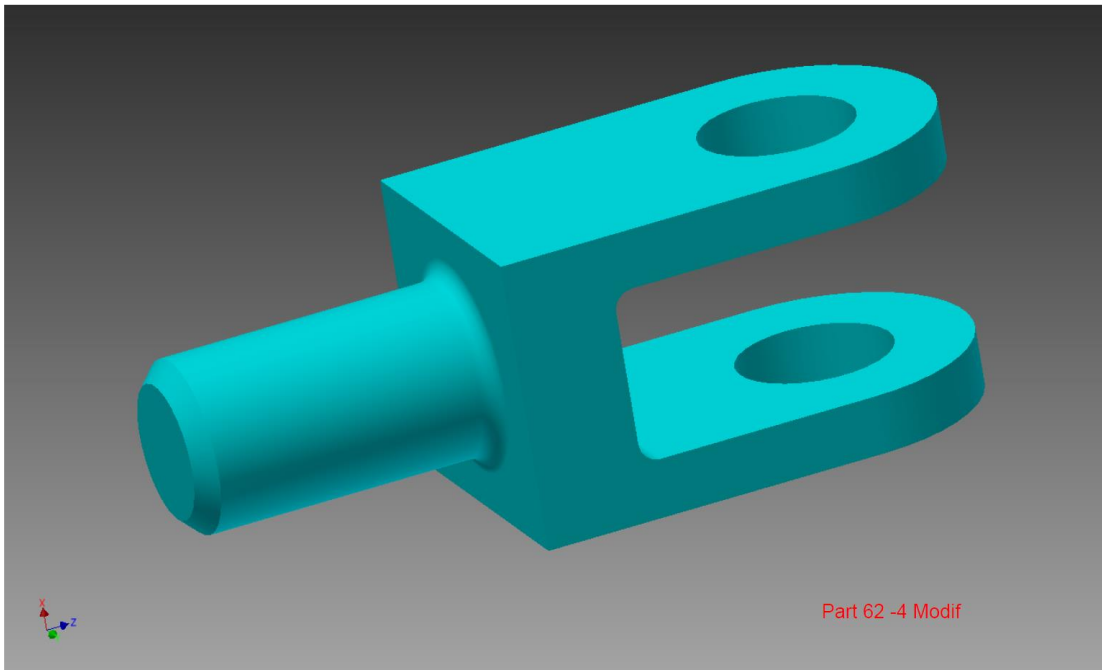




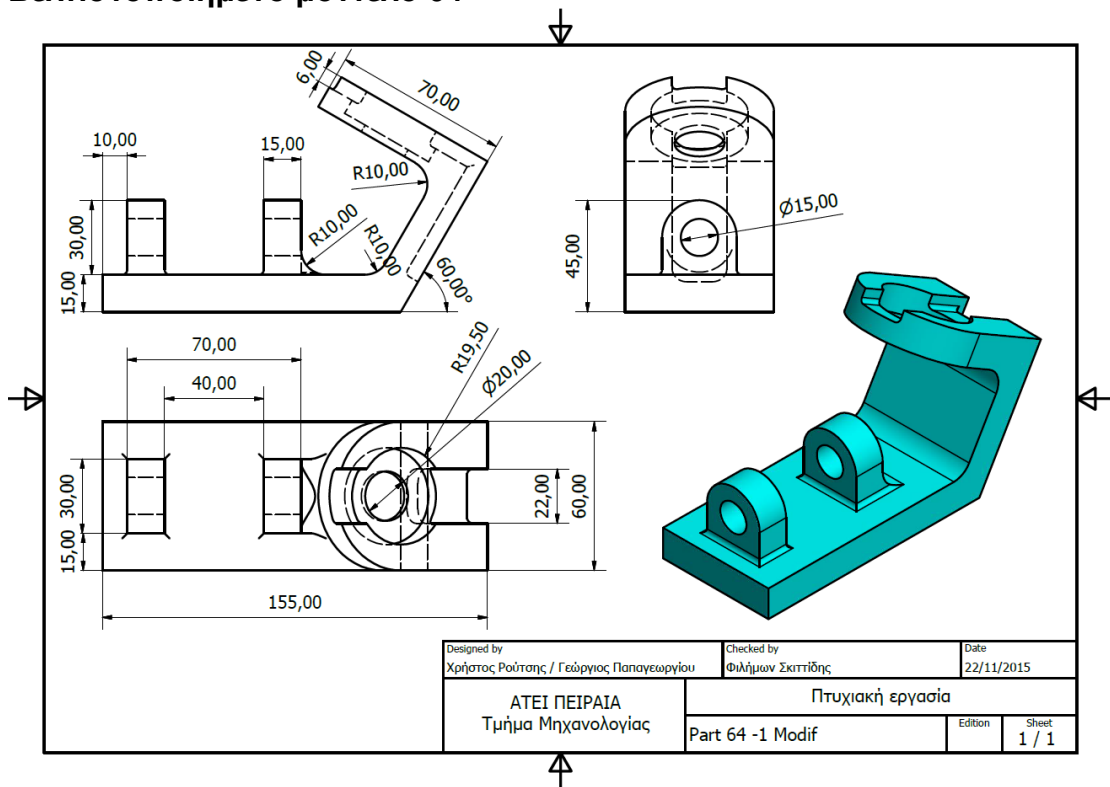
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 62

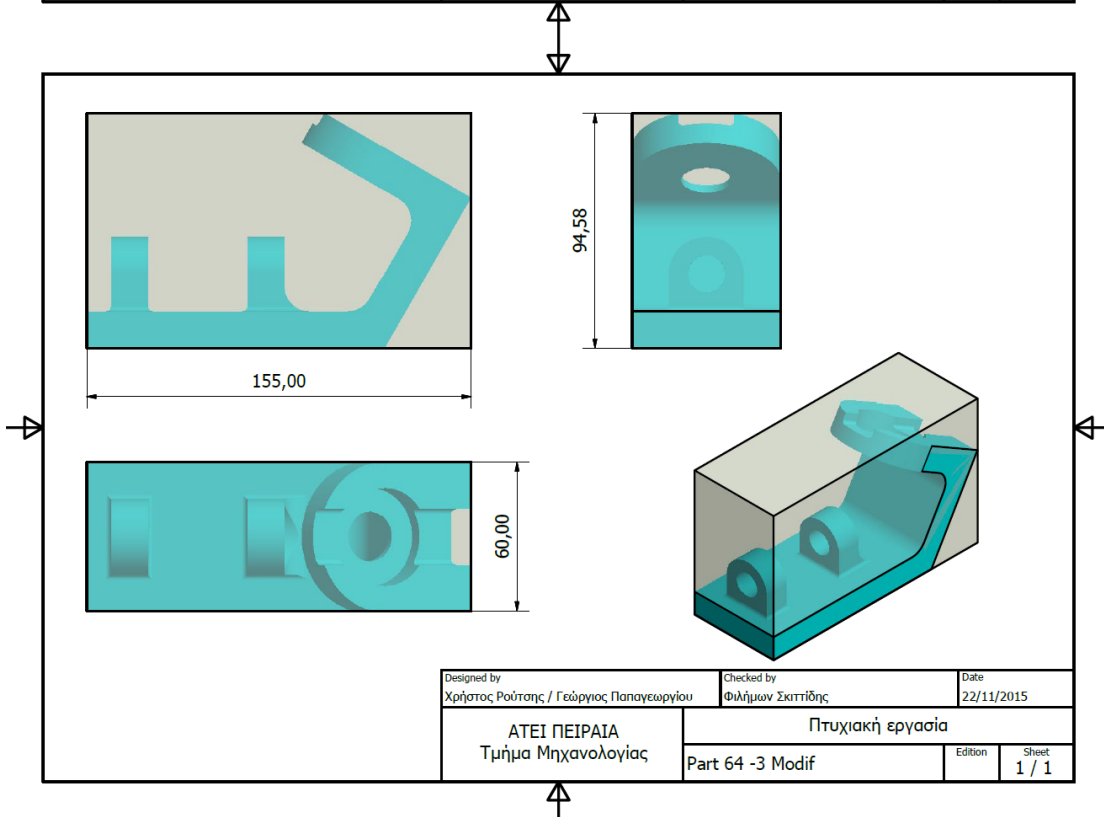
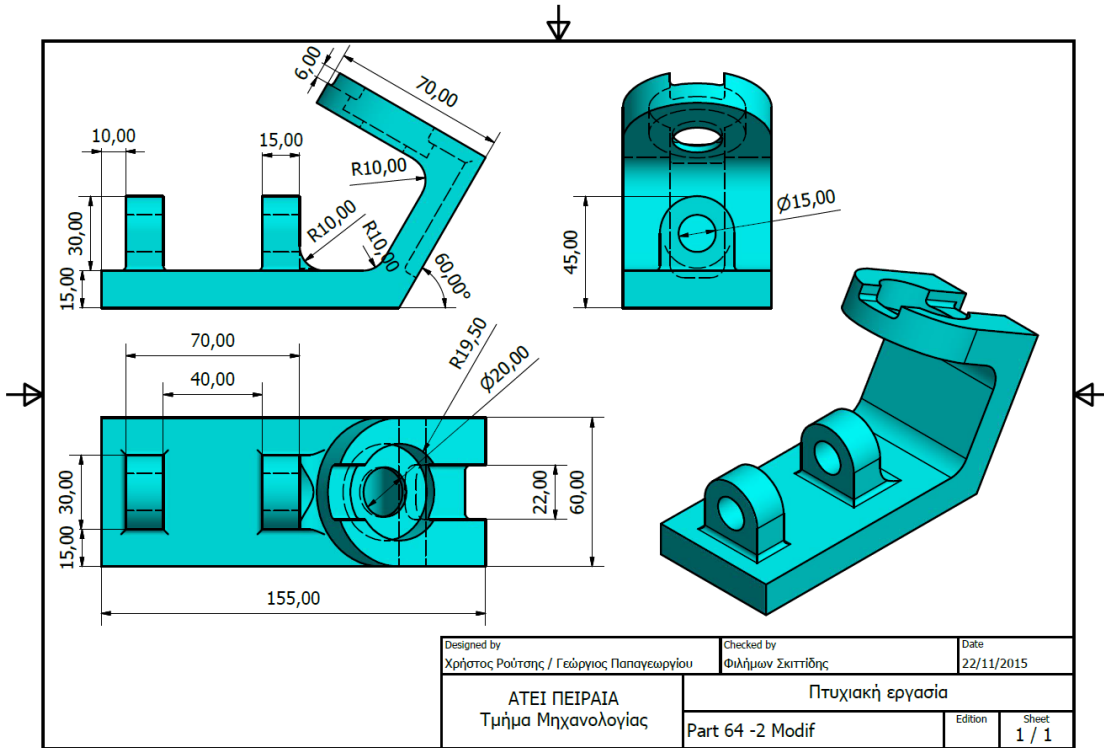


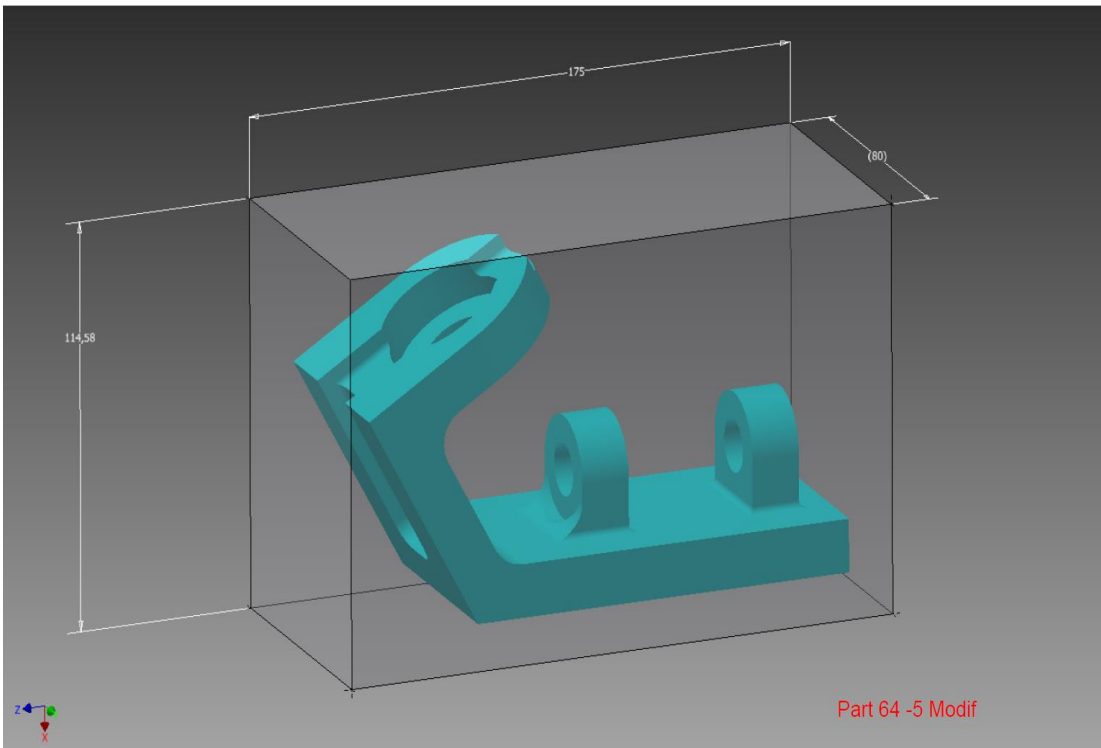
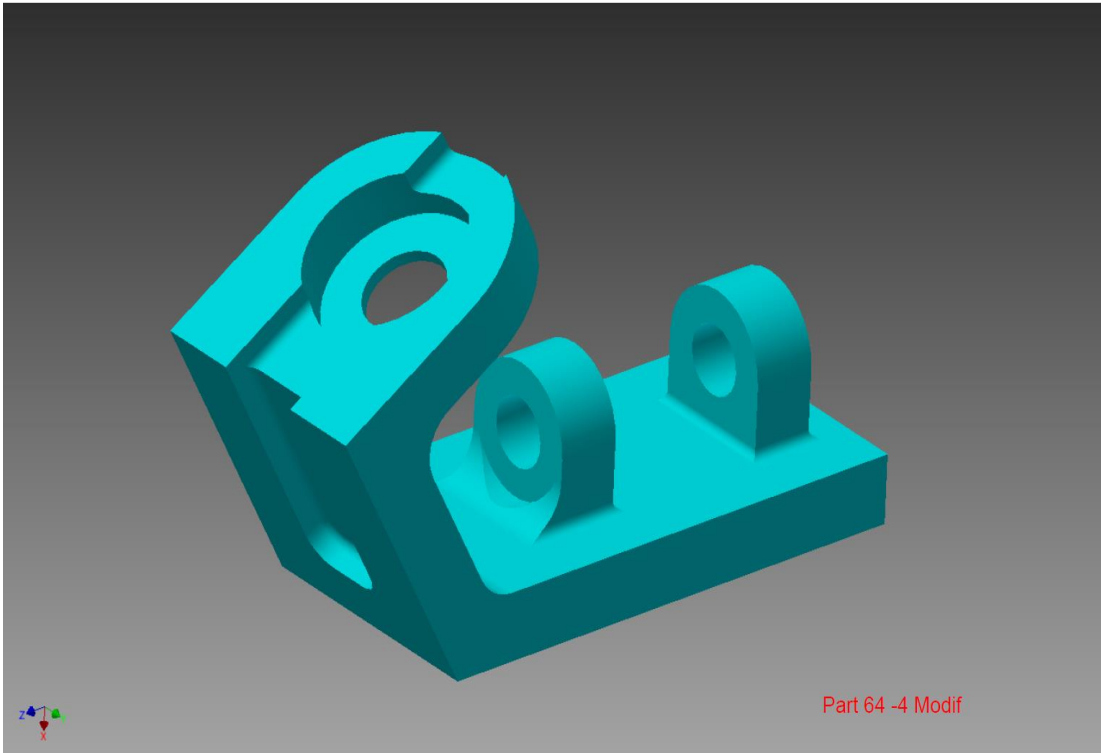




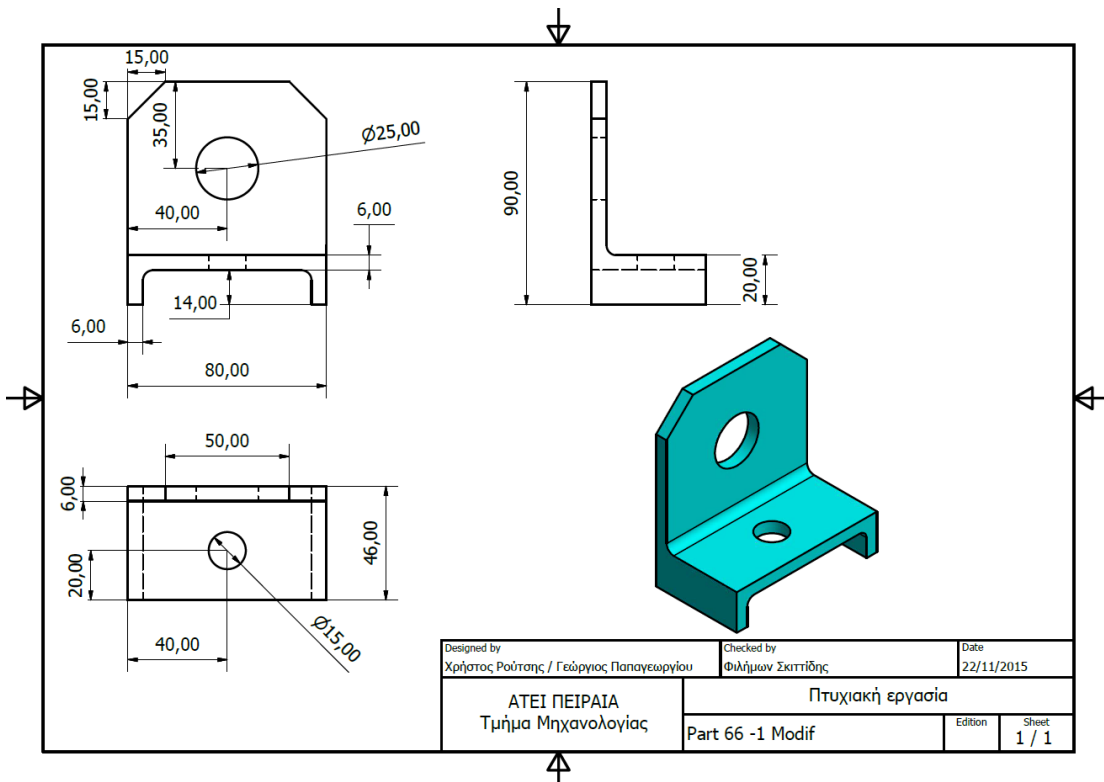
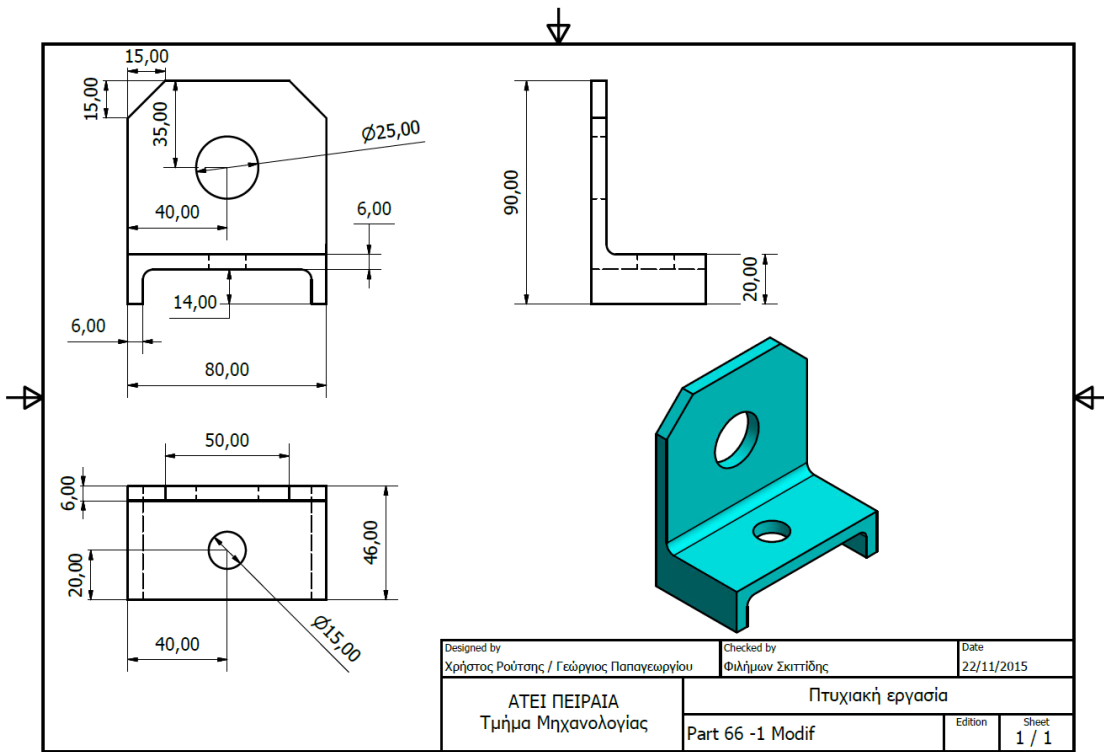
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 64

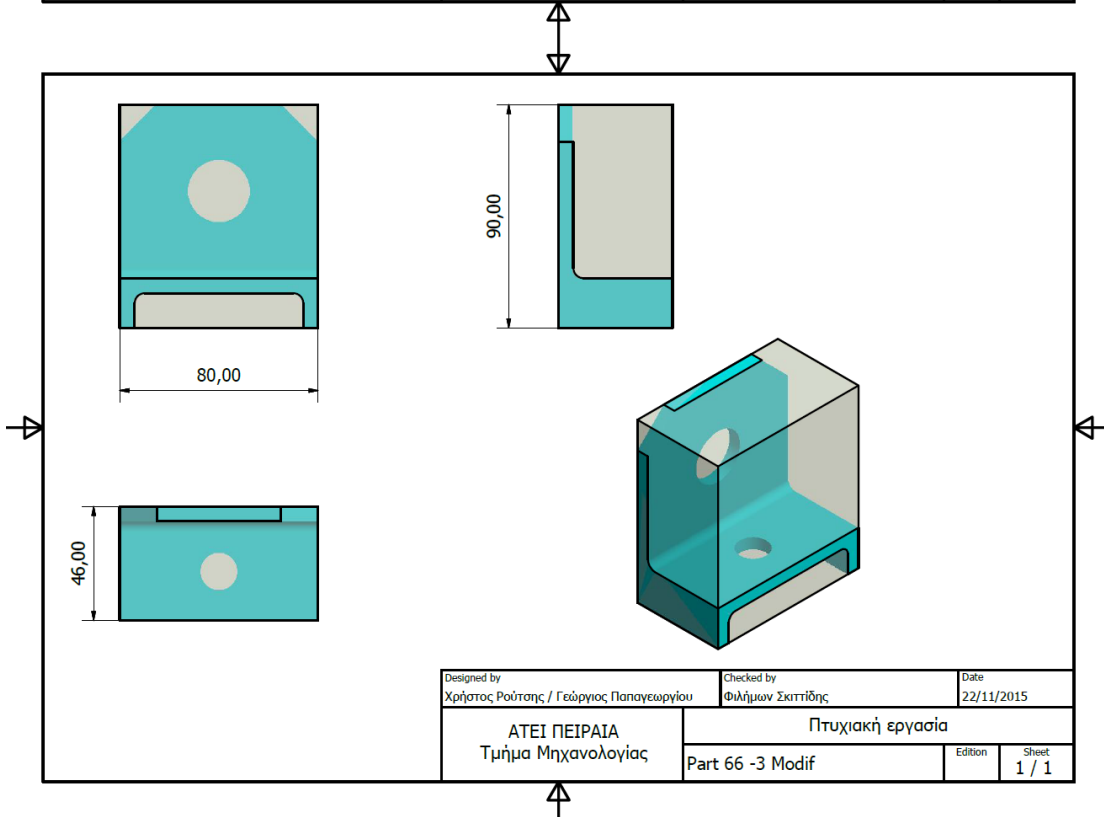
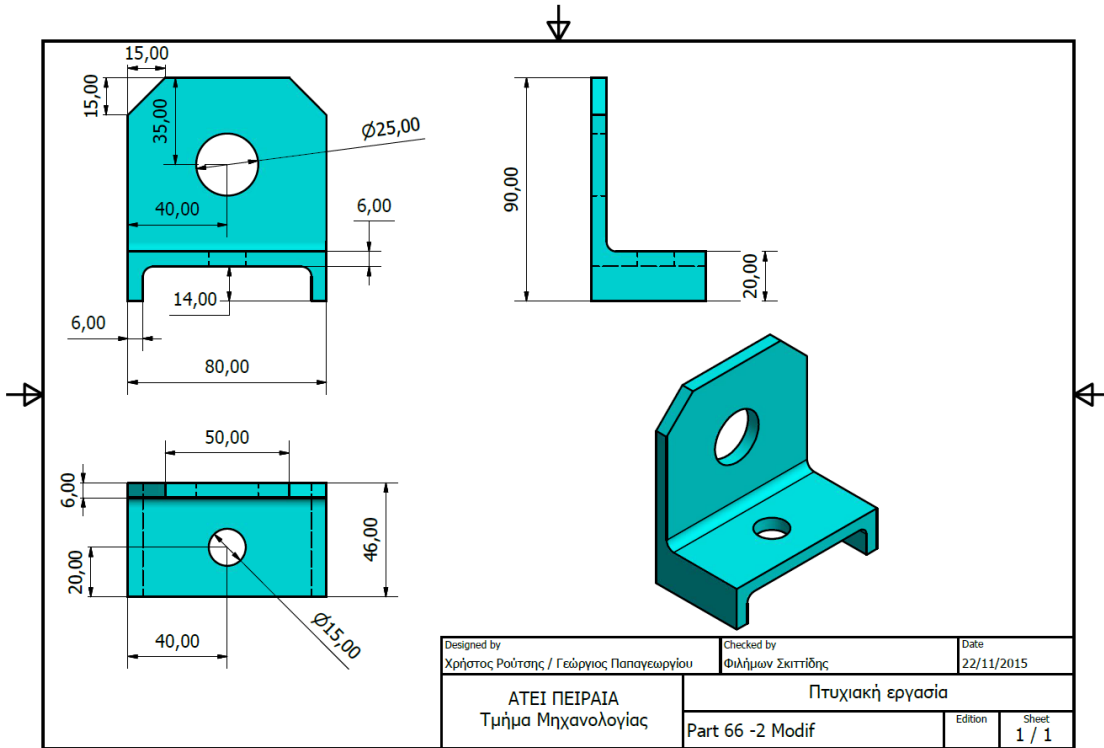


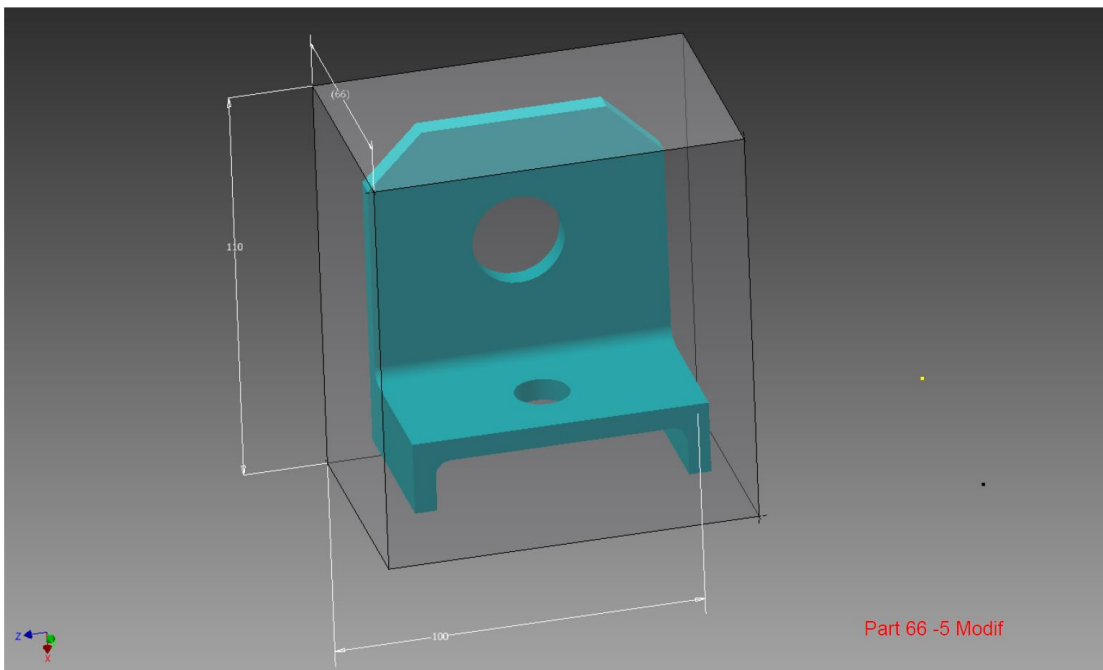
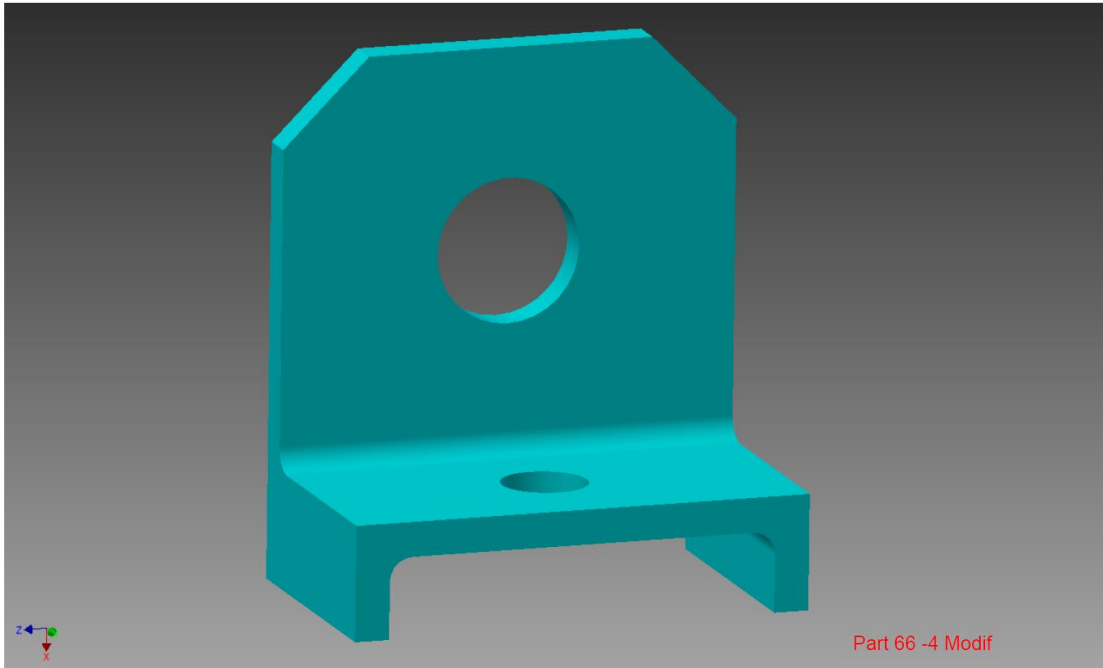




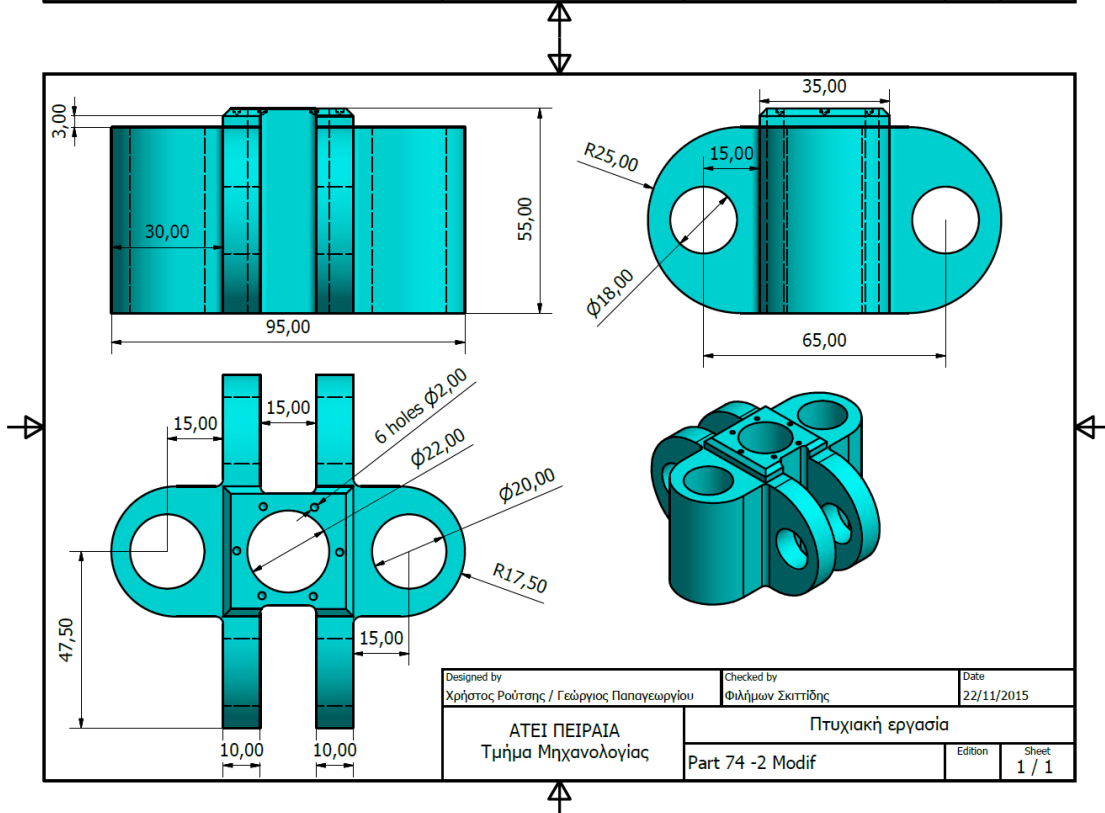
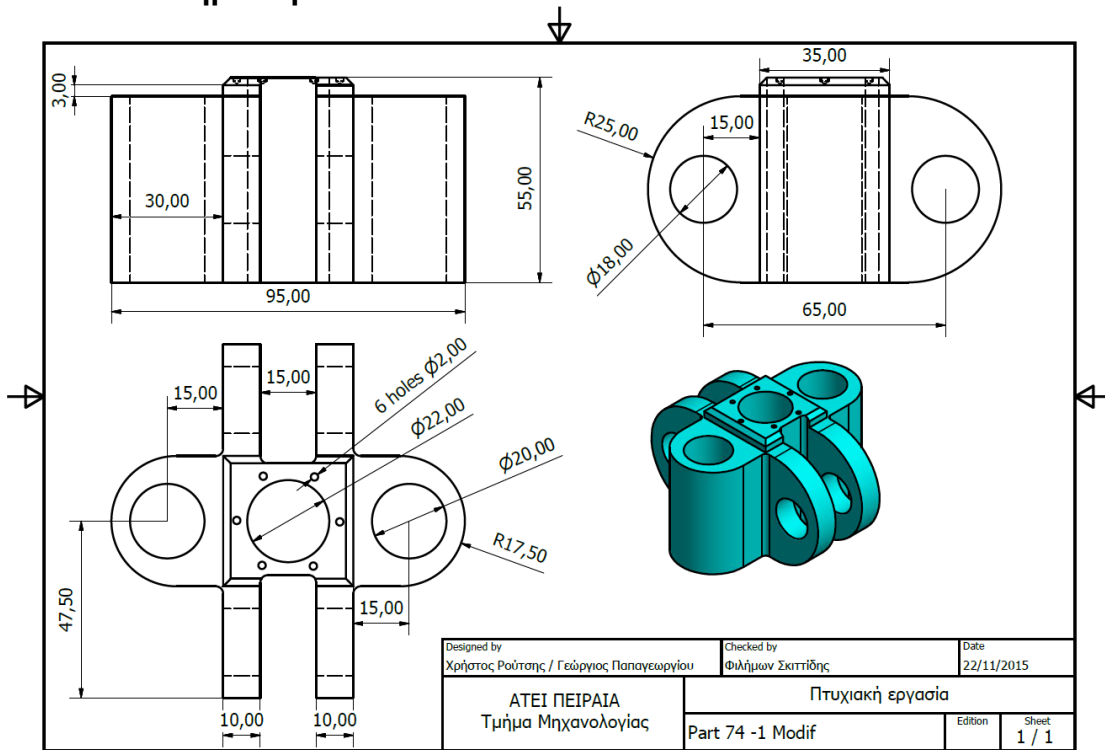
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 66

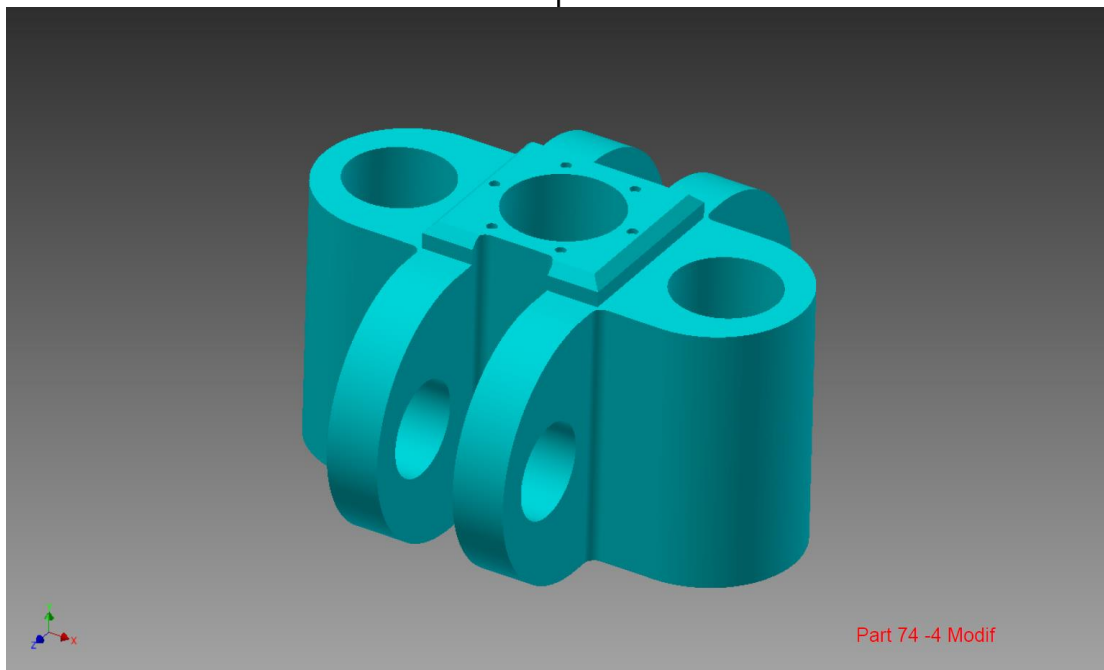
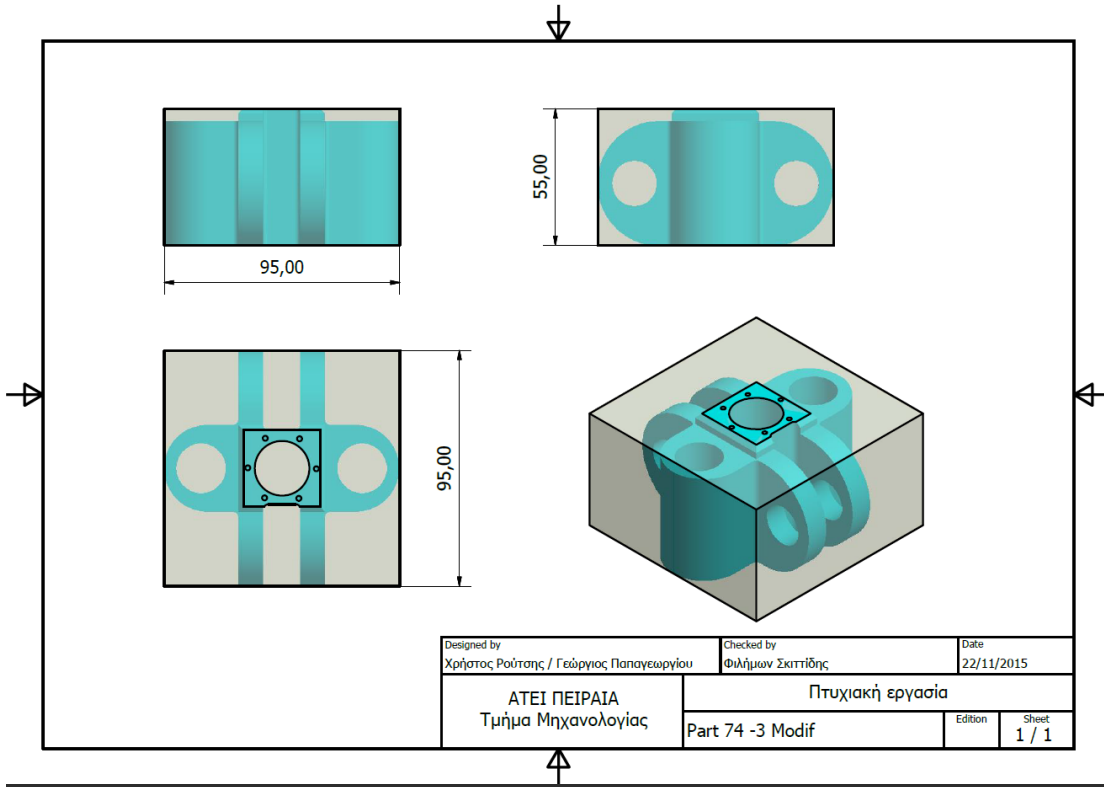


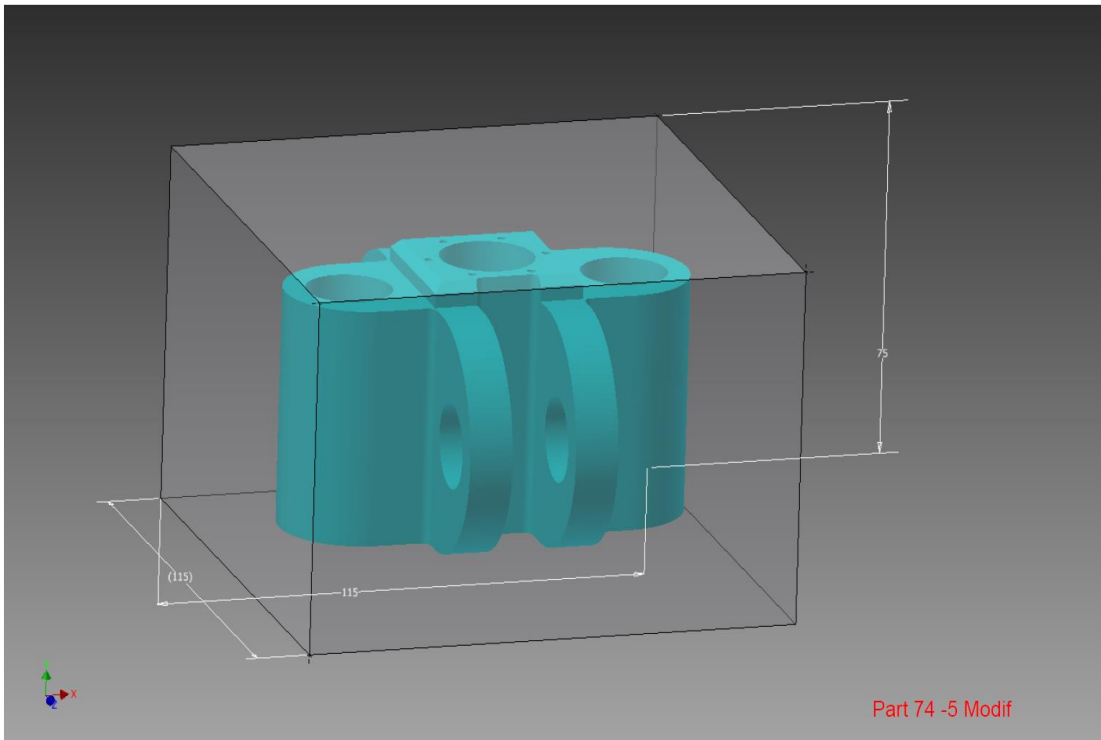




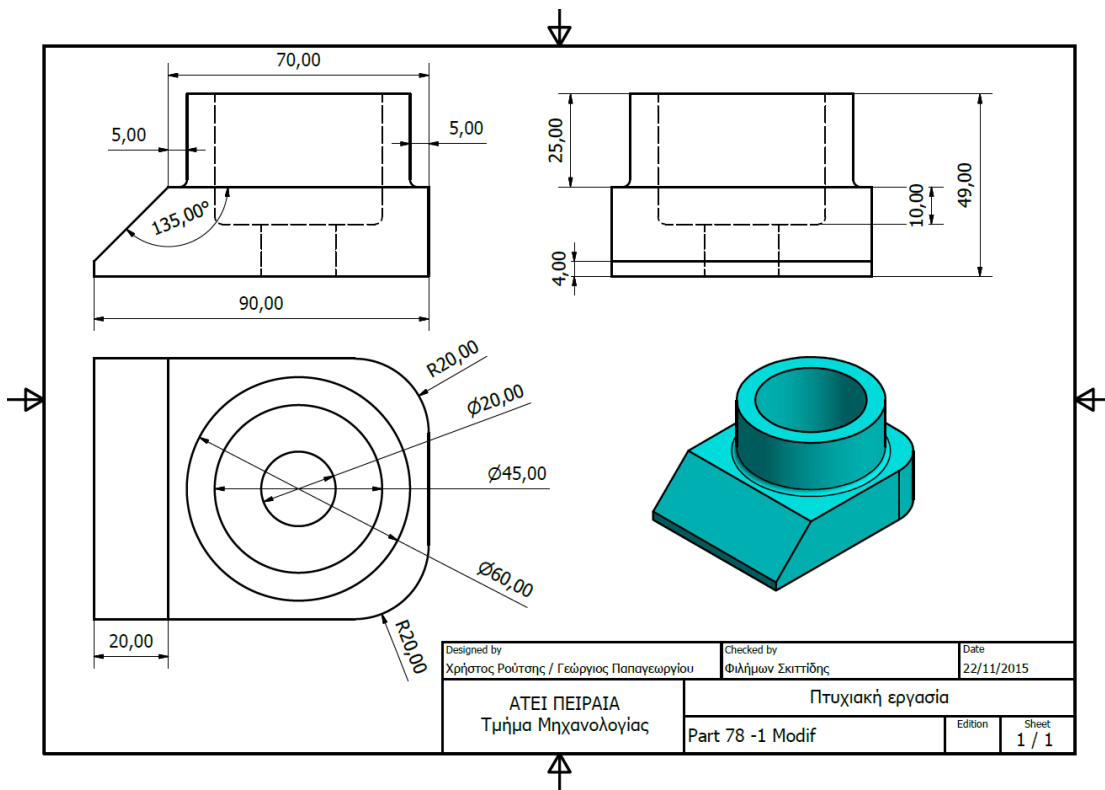
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 74

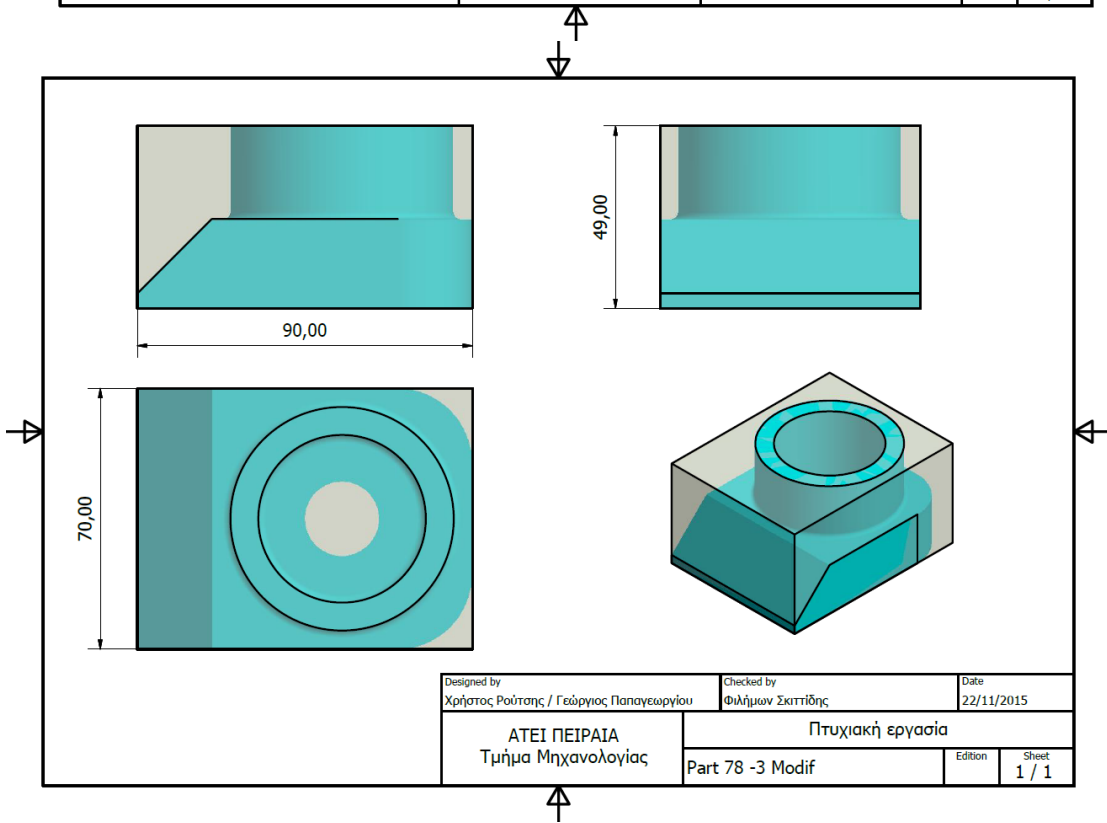
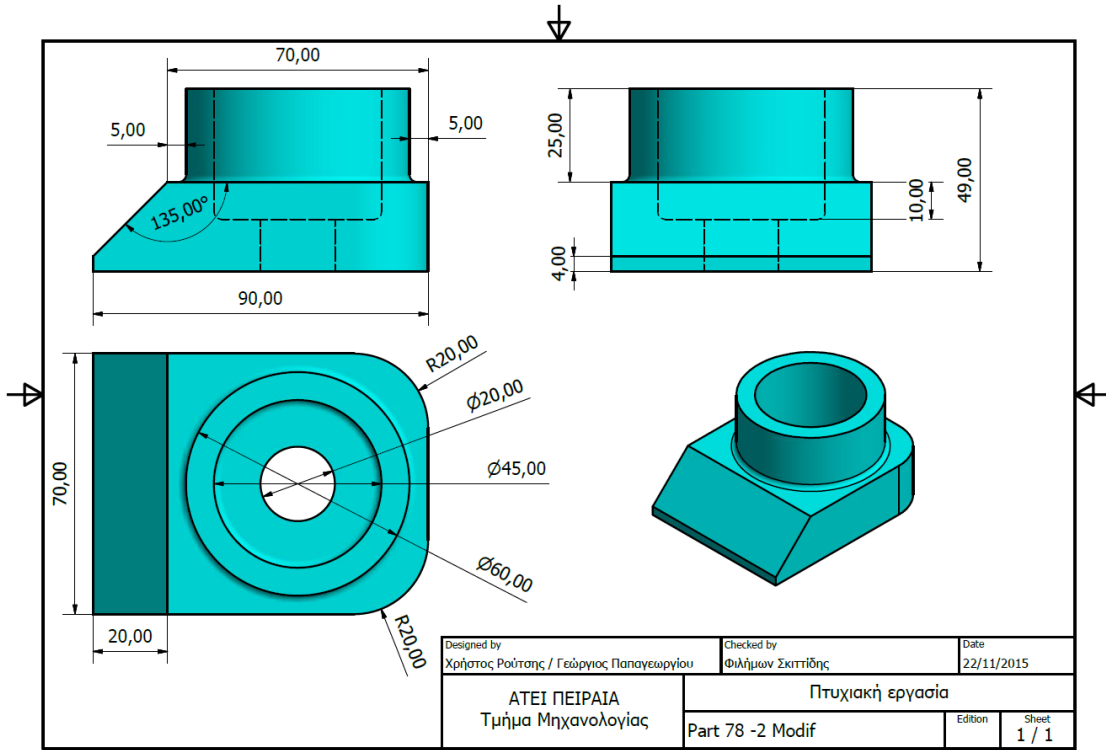


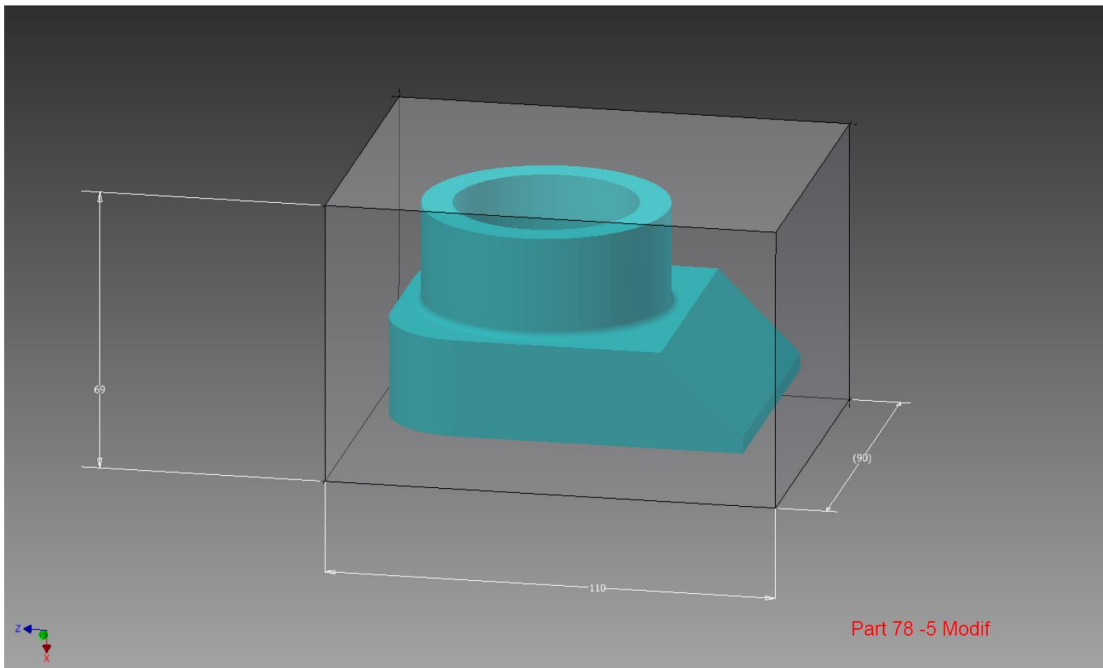
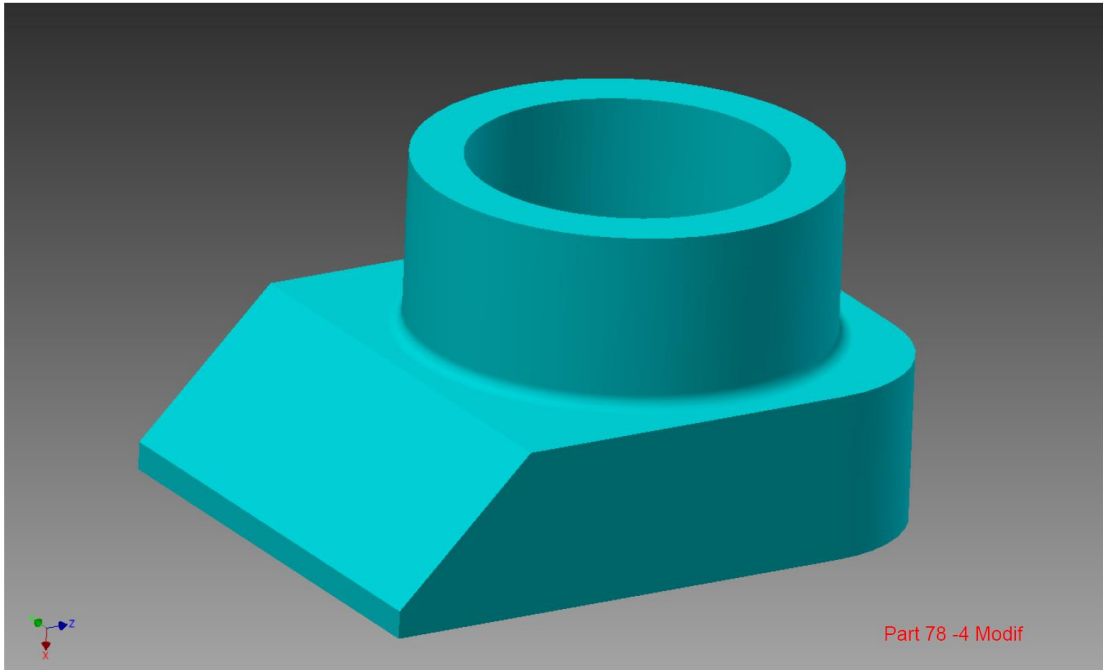




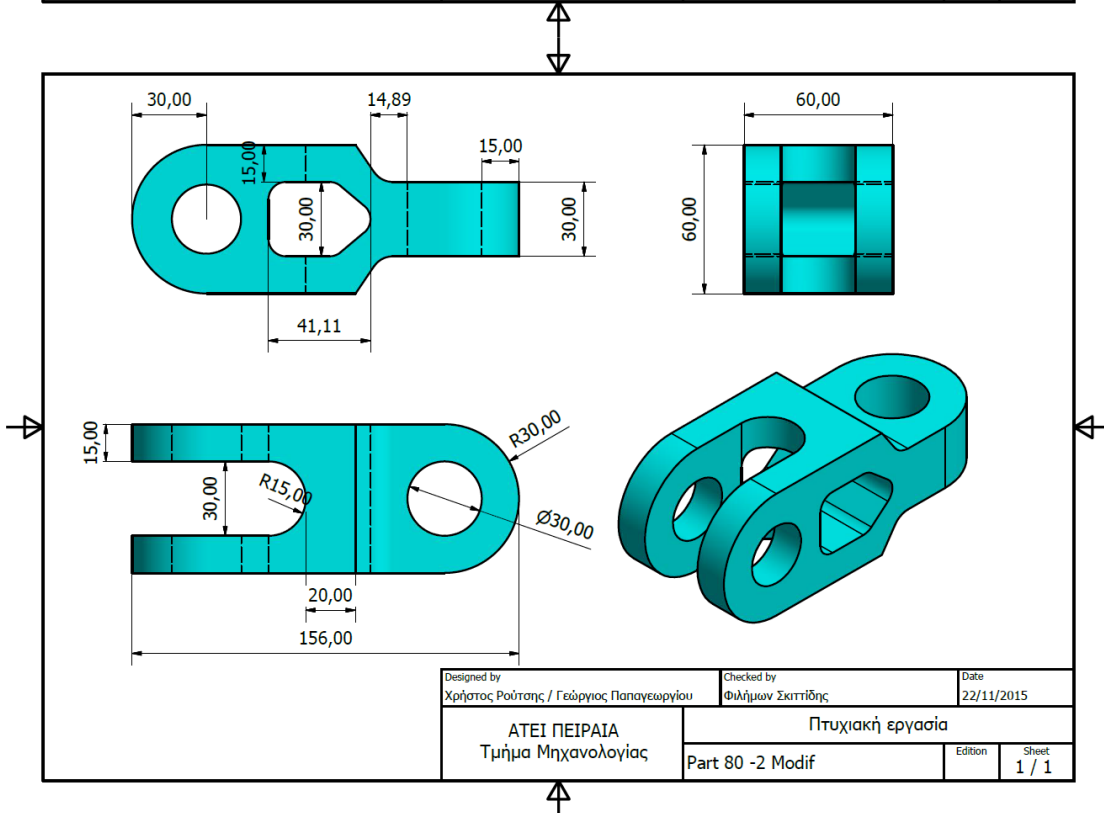
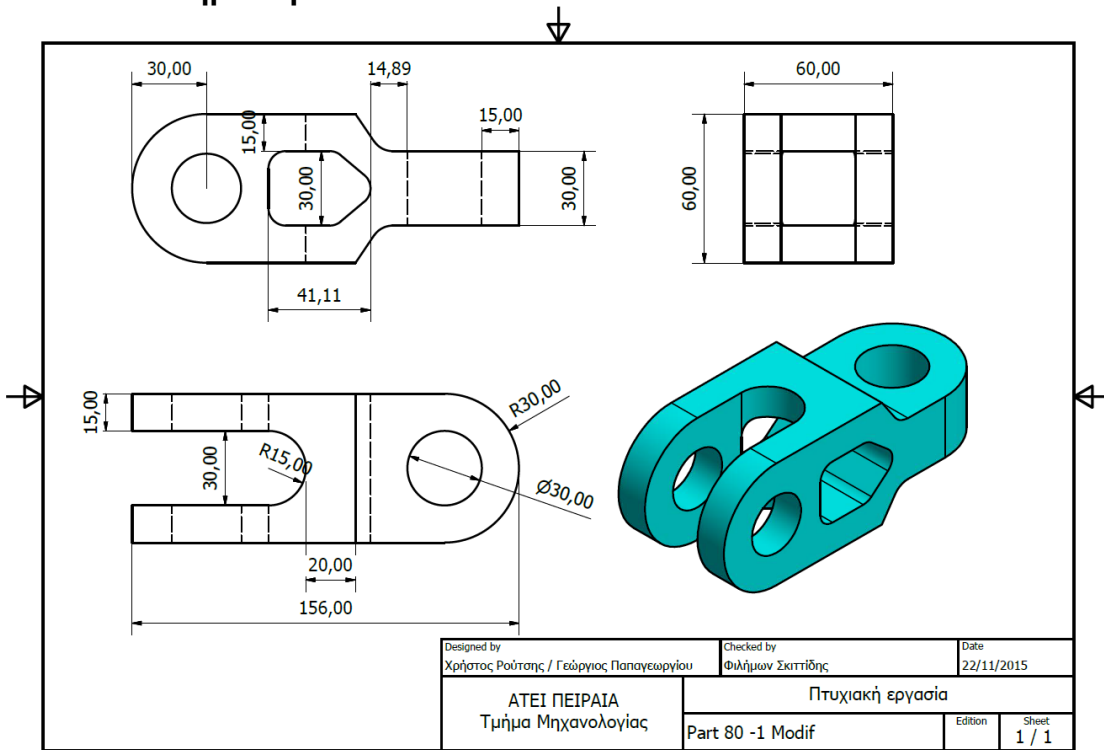
Βελτιστοποιημένο μοντέλο 78

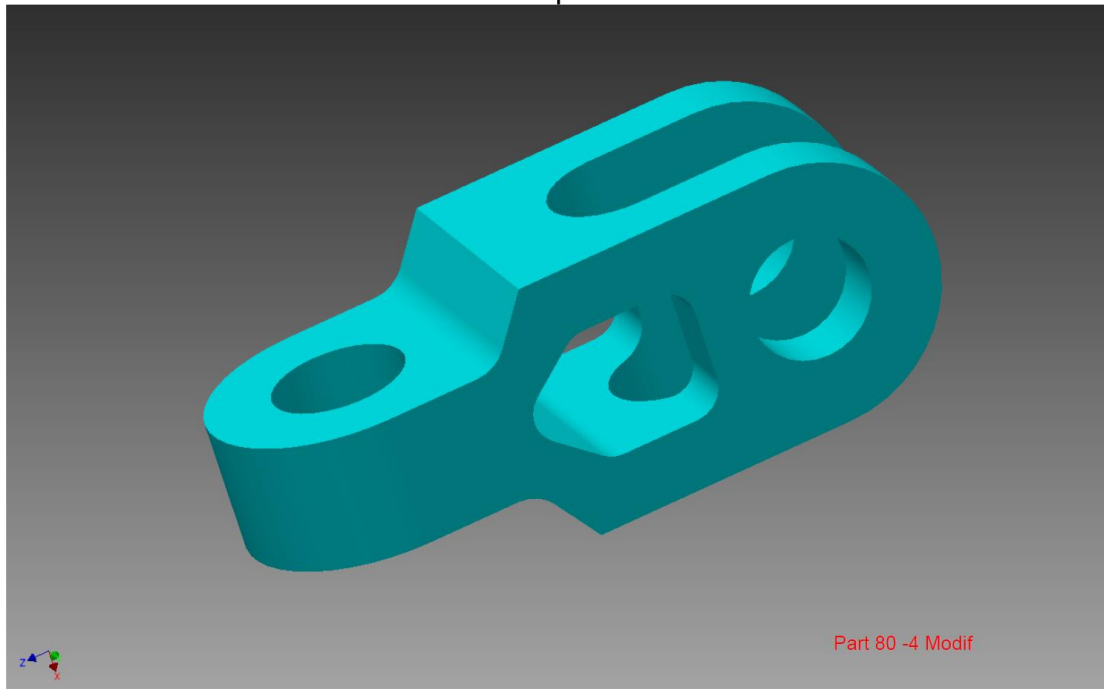
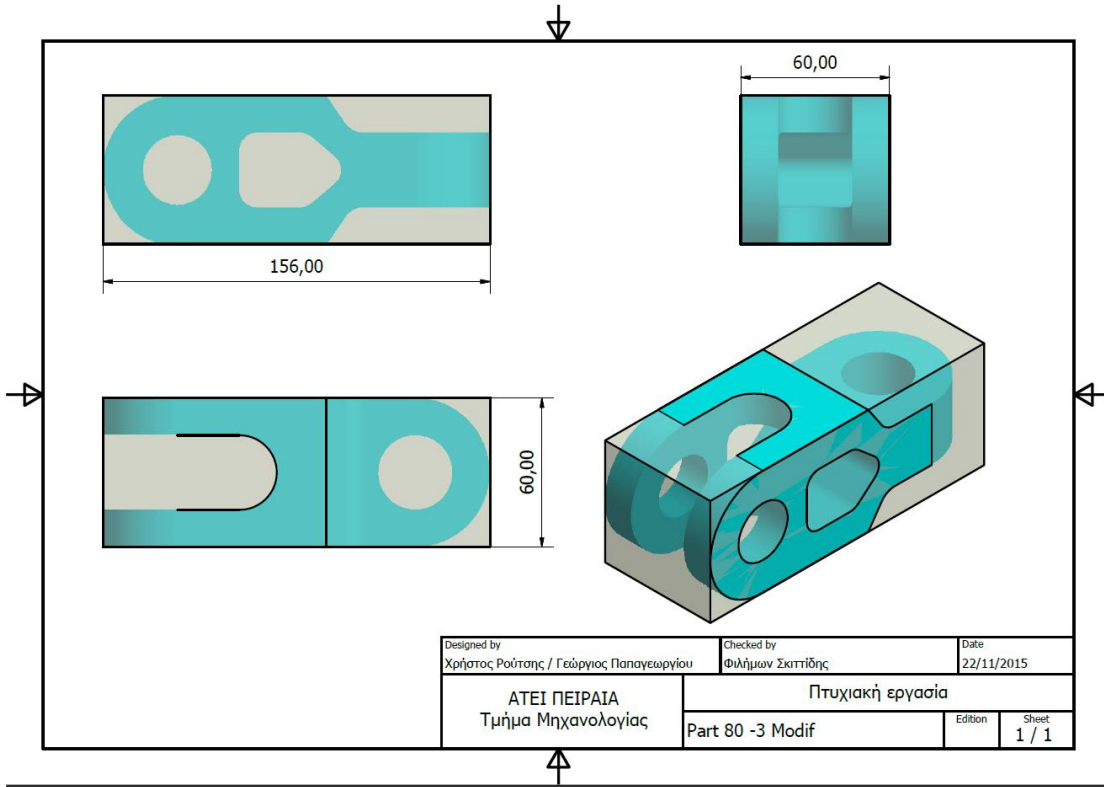


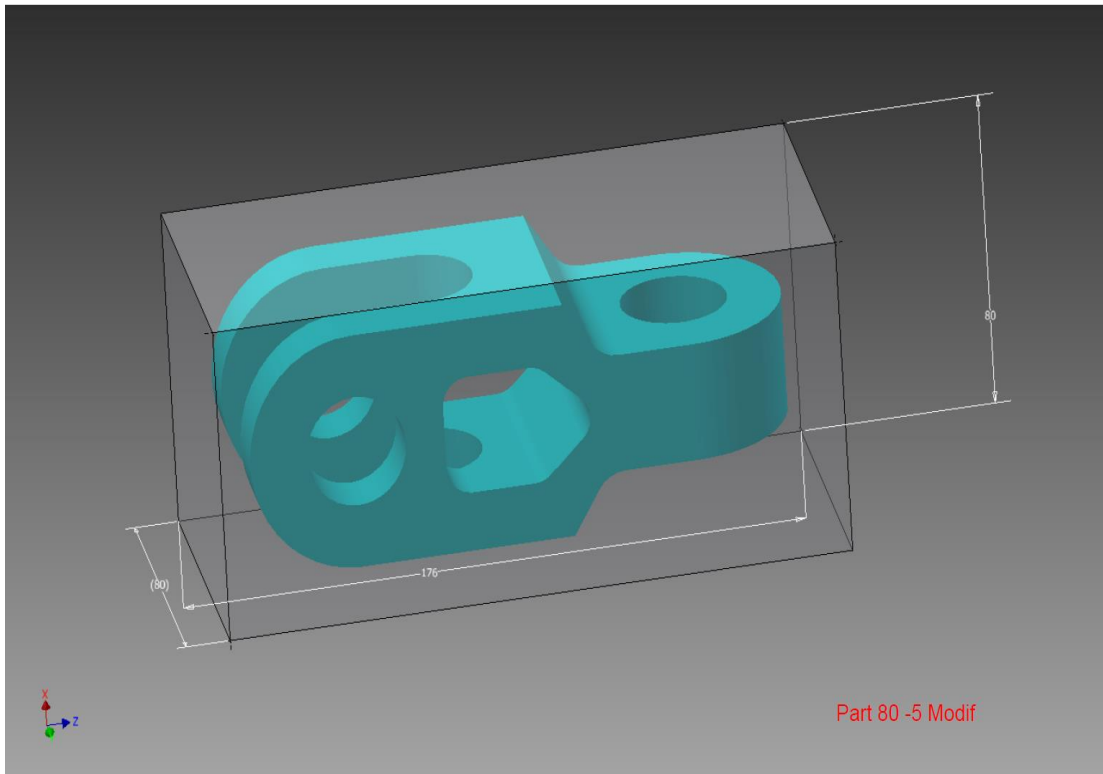




Βελτιστοποιημένο μοντέλο 80







Πηγές

- https://en.wikipedia.org/wiki/Design_for_manufacturability#Design_for_manufacturability_for_CNC_machining
- http://www.efunda.com/processes/mhttps://en.wikipedia.org/wiki/Design_for_manufacturabilityachining/mill_design.cfm
- [Σημειώσεις εργαστηρίου εργαλειομηχανών CNC](#)