

ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ
ΤΟΜΕΑ (Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ) ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕΣΑΙΟΥ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΩΝ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ
ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΕΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ

Φίλιος Στέφανος του Βασιλείου
Καψάλης Αθανάσιος του Παναγιώτη
Λουκάτος Διονύσιος του Θεοδώρου

Επιβλ. Καθ. Φιλήμων Σκιττίδης

Αιγάλεω 2016

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, με τίτλο «Σχεδίαση μεσαίου μεγέθους ιδιοσκευών συγκράτησης εξαρτημάτων για μηχανουργικές κατεργασίες », παρουσιάζεται ο σχεδιασμός εξαρτημάτων αεροπλάνων με το πρόγραμμα «Inventor» με το οποίο σχεδιάζονται σε συμπαγή μορφή, αλλά και σε μηχανολογικό σχέδιο.

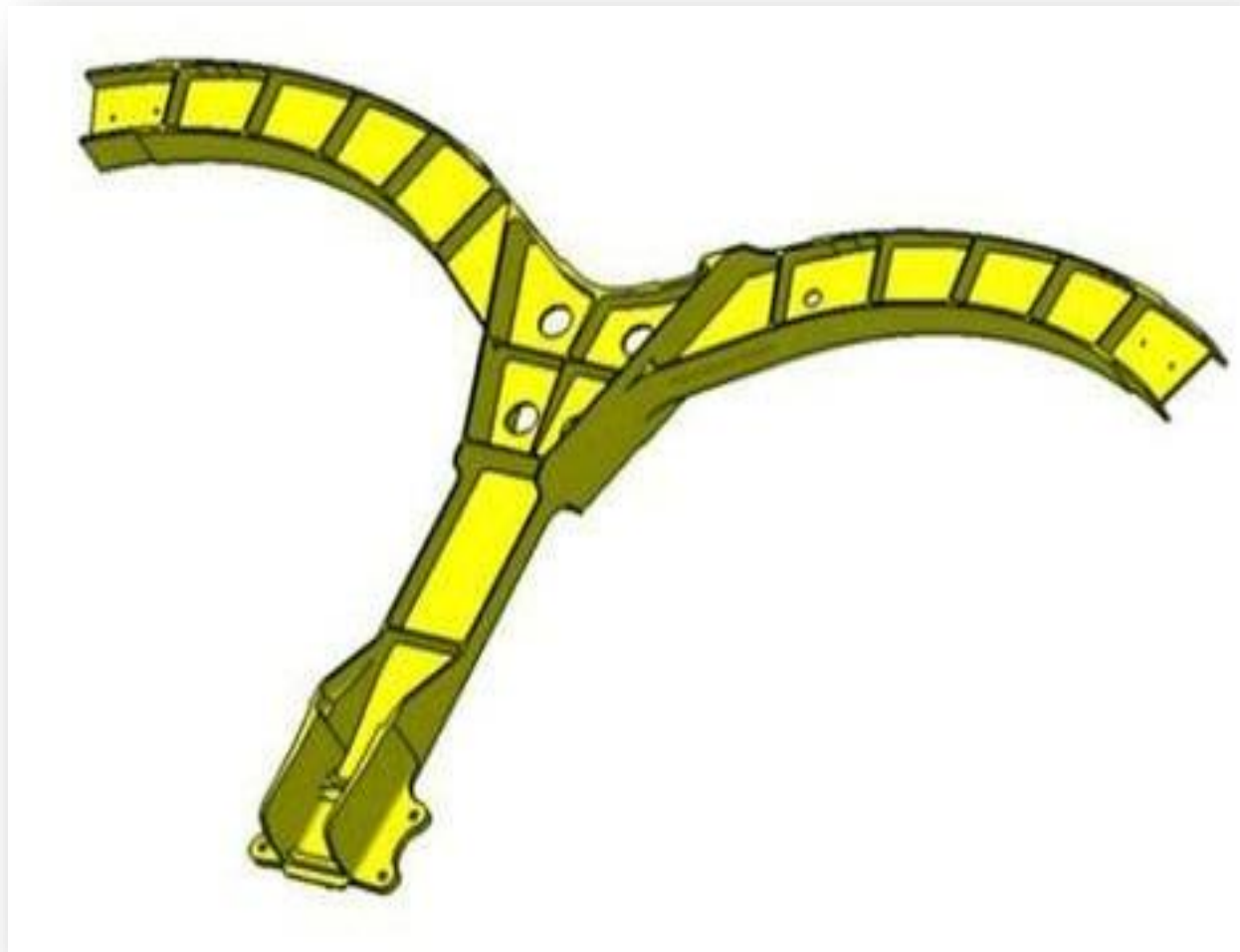
Γίνεται γενική αναφορά σε θεωρητικό επίπεδο για την κατασκευή ιδιοσκευών με στόχο την κατεργασία δομικών εξαρτημάτων αεροσκαφών . Εν συνεχεία αναλύεται ο τρόπος κατασκευής των εξαρτημάτων με 2 διαφορετικούς τρόπους συγκράτησης(Vacuum , Bridge)

Τέλος με τη βοήθεια του προγράμματος «Inventor», παρουσιάζονται τα μηχανολογικά σχέδια, τα συμπαγή κομμάτια καθώς και η συναρμολόγηση αυτών (Assembly) .

Σχεδιασμός Εργασιών Κατεργασίας Δοκιμίου Part-4 (Φασεολόγιο - Process Planning)

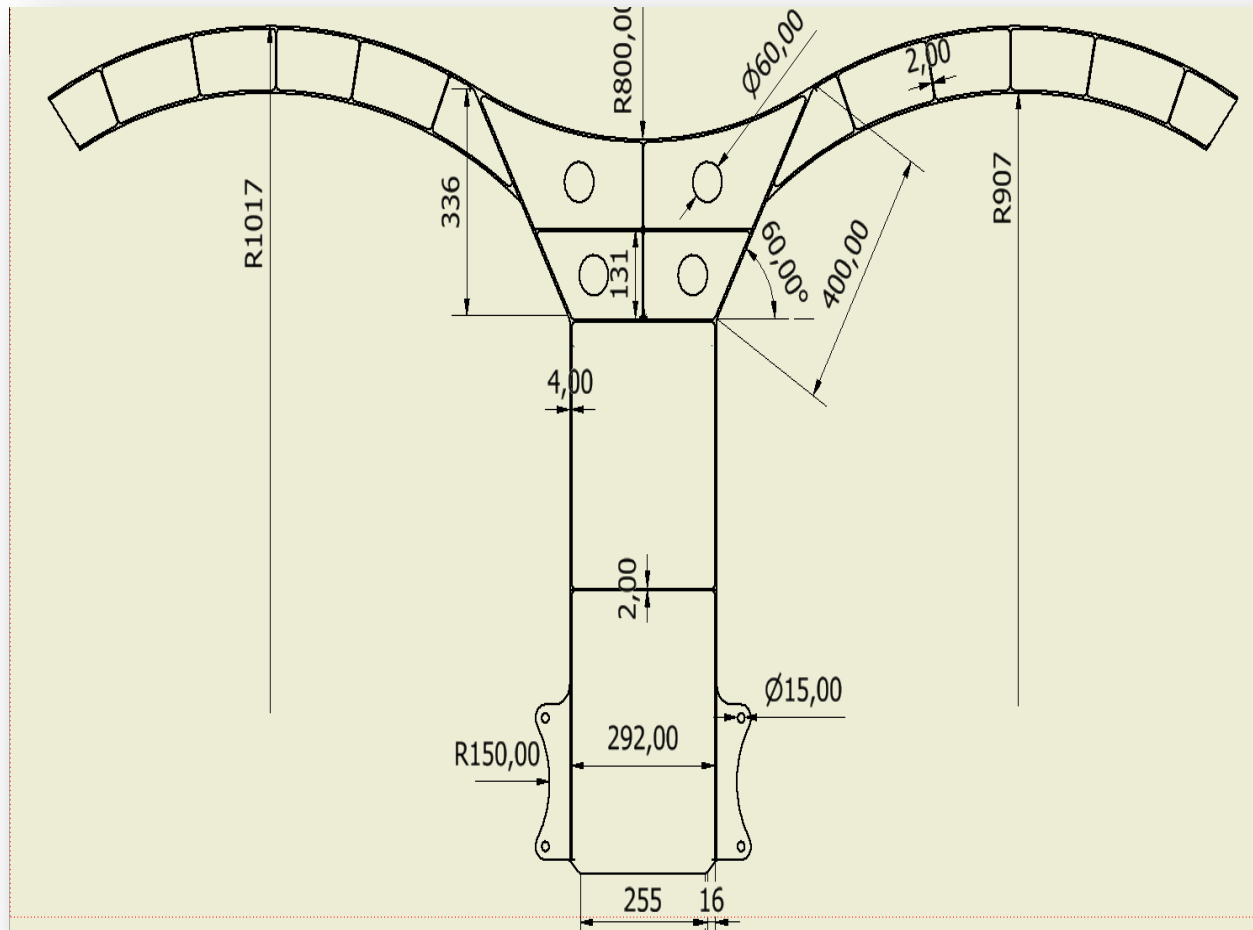
| | |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Όνομα δοκιμίου: | Part-1 |
| Τύπος υλικού: | AL 6061 |
| Διαστάσεις πρώτης ύλης: | 2450mm X 1300mm X 135mm |
| Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία: | 1160Kgs |
| Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία: | 29 Kgs |
| Αριθμός φάσεων κατεργασίας: | 3 |
| Εργαλειομηχανή: | Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας |
| Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης: | 3 κοχλίες |
| Κοπτικό εργαλείο : | 12 mm |

Σχεδίαση 1^{ου} αυτόνομου εργαλείου συγκράτησης με “μαξιλάρια” και με παροχή αναρρόφησης (vacuum)

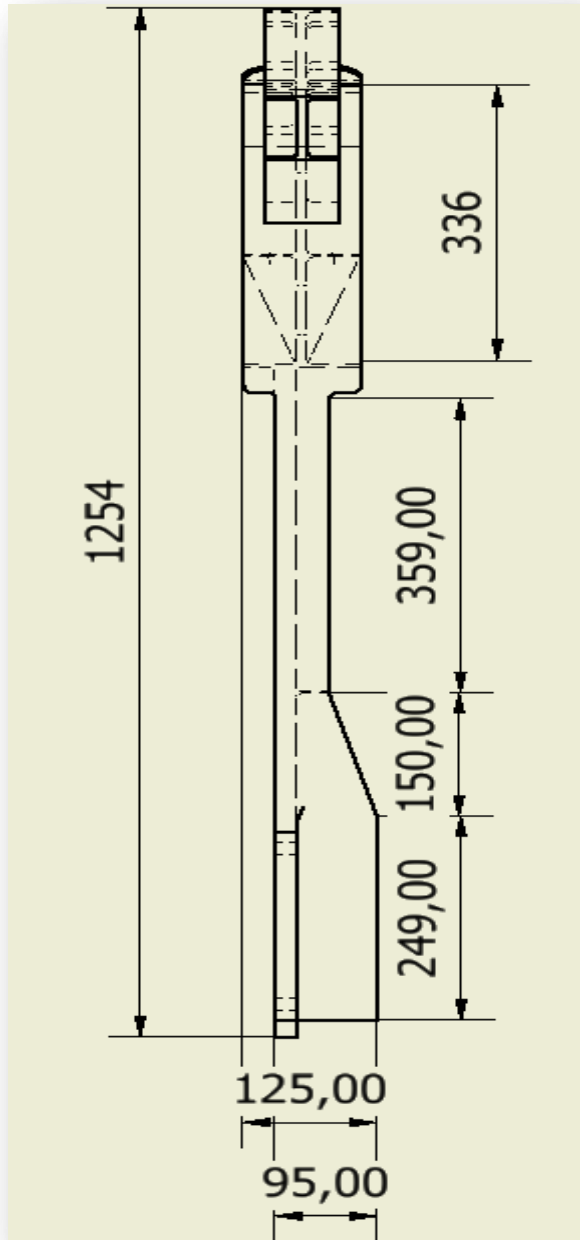


Μηχανολογικό σχέδιο και όψεις του εξαρτήματος

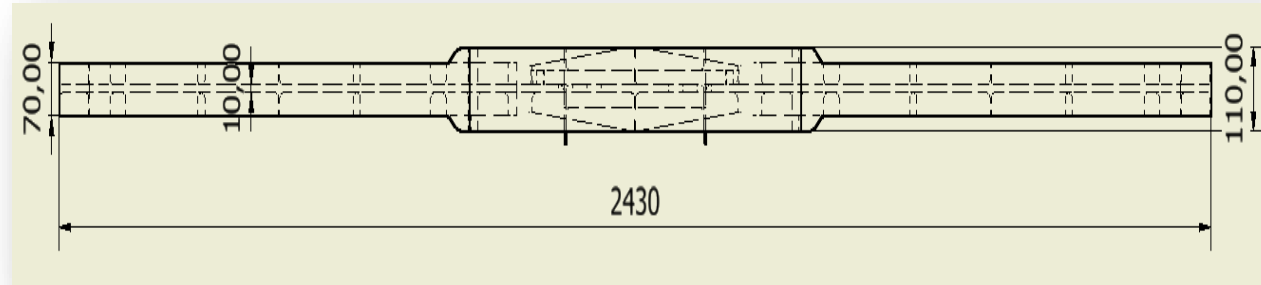
Πρόοψη



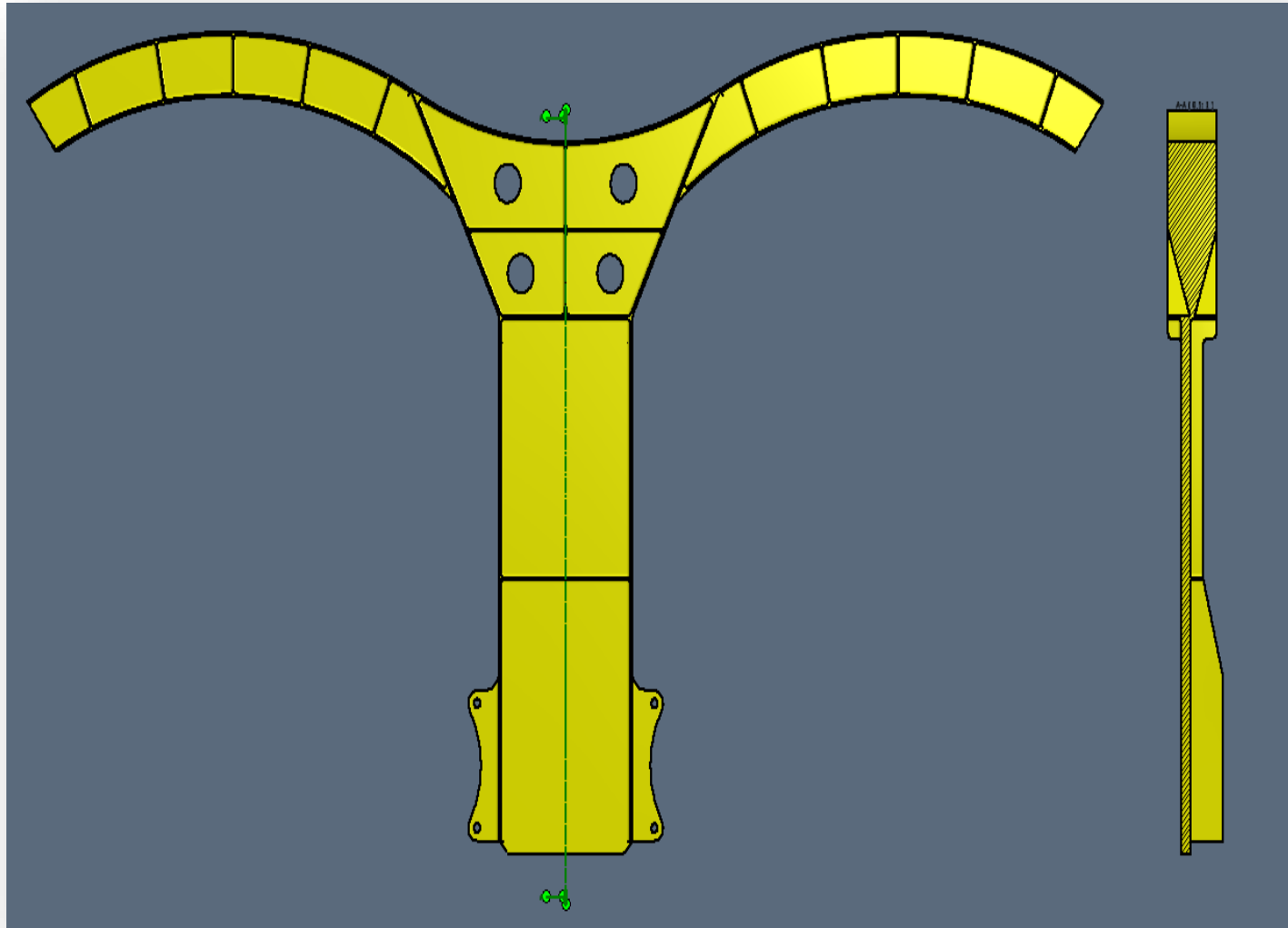
Πλάγια από αριστερά



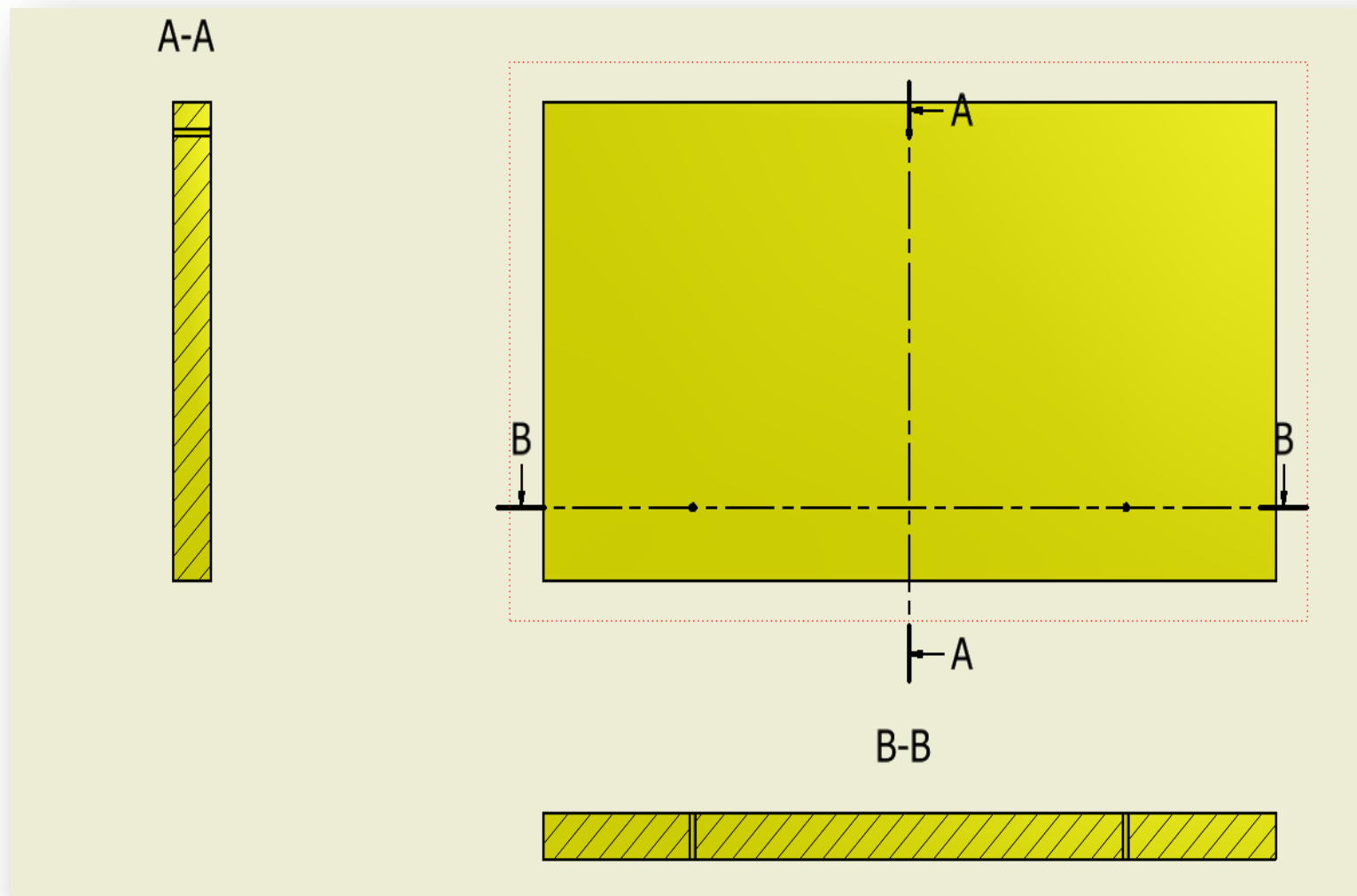
Κάτοψη



Το κομμάτι που θα συγκρατηθεί στο εργαλείο. Οι δυο πλευρές του κομματιού είναι ίδιες

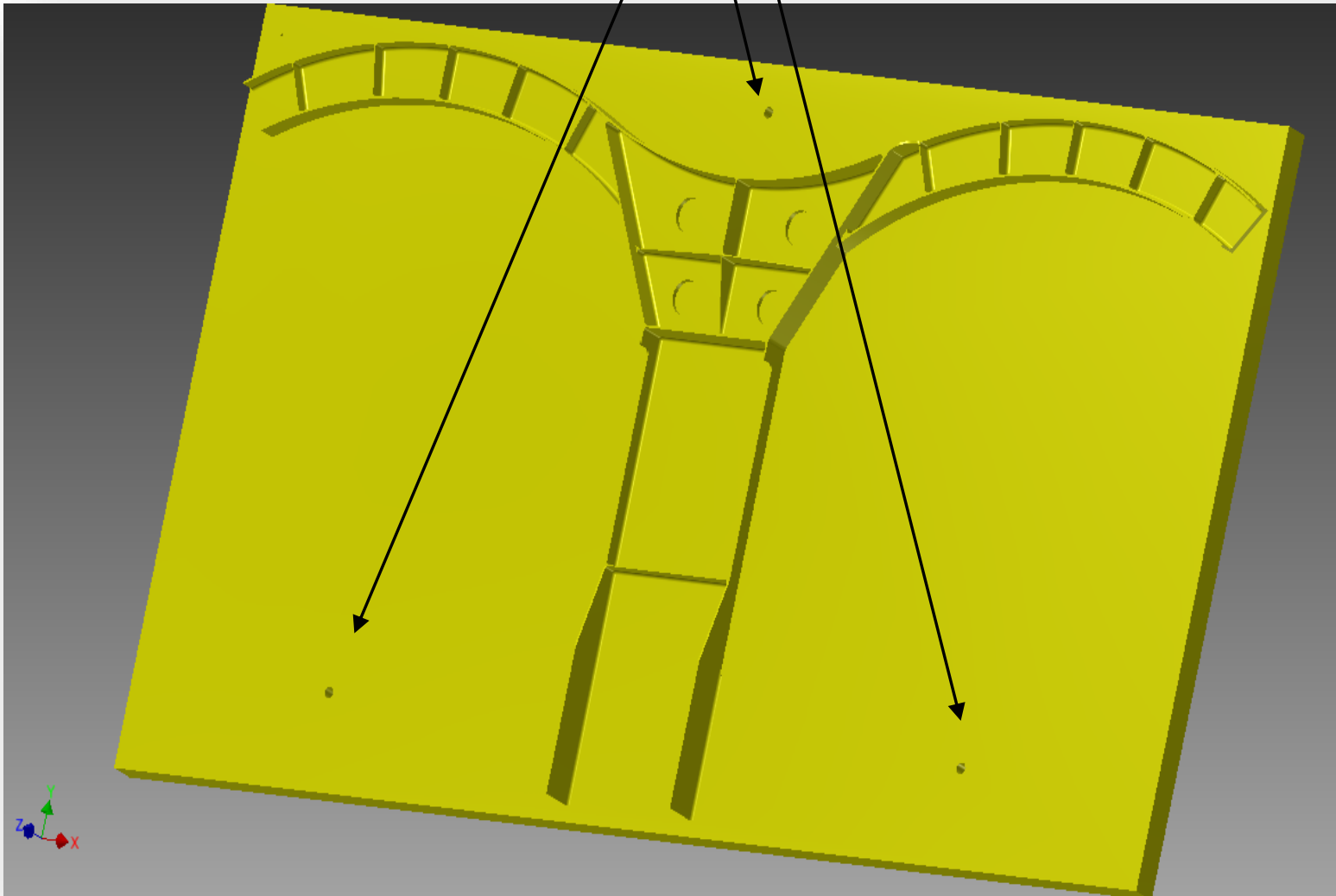


Το υλικό πριν από την κατεργασία με 3 σπές για συγκράτηση (1225 x 75 και 500 x 200 / Φ20)

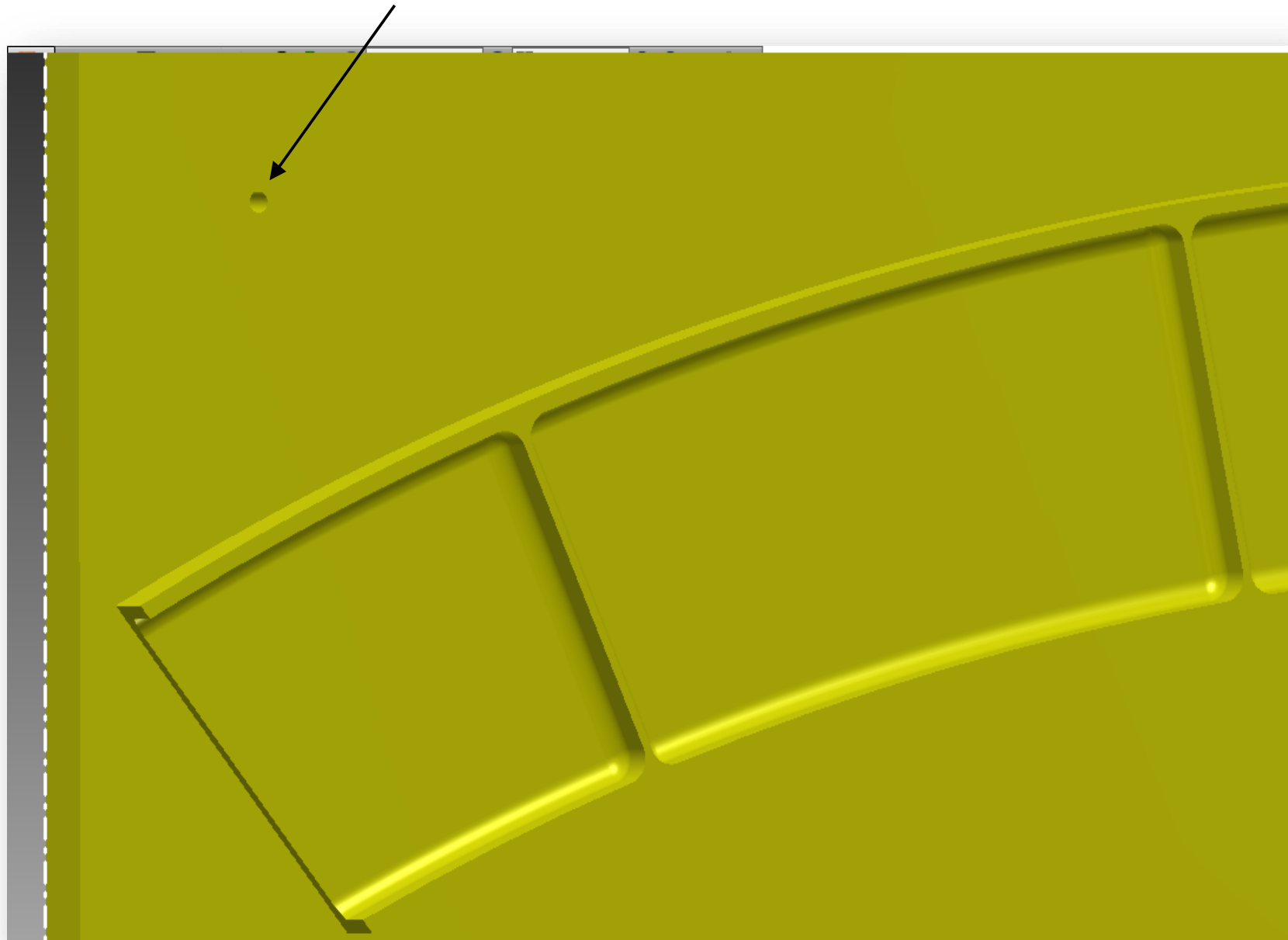


Το κομμάτι μετά από την ολοκλήρωση της πρώτης φάσης

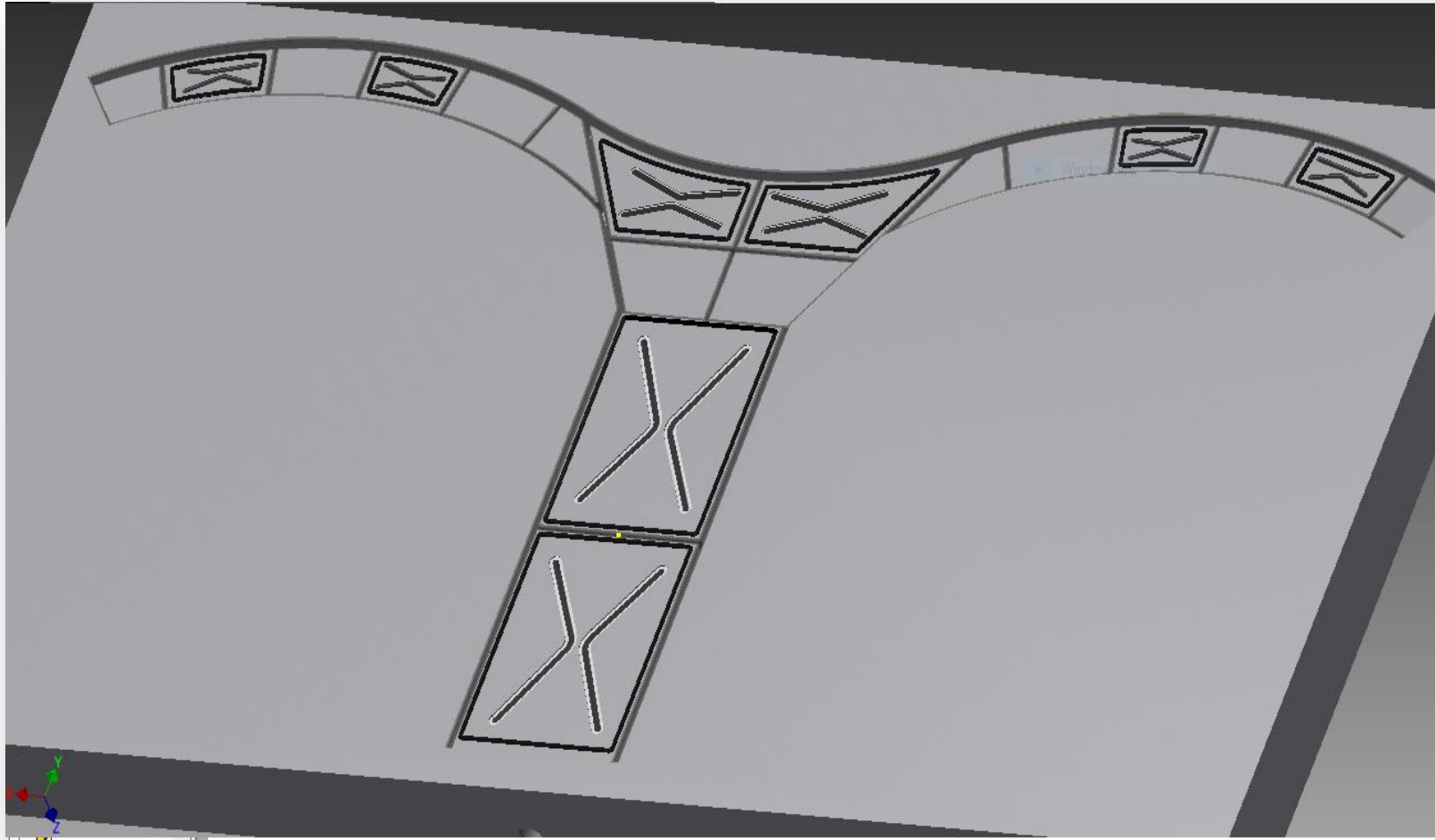
Οπές Φ20



Σημείο αναφοράς προγράμματος για τη δεύτερη φάση (σπη 5 mm)



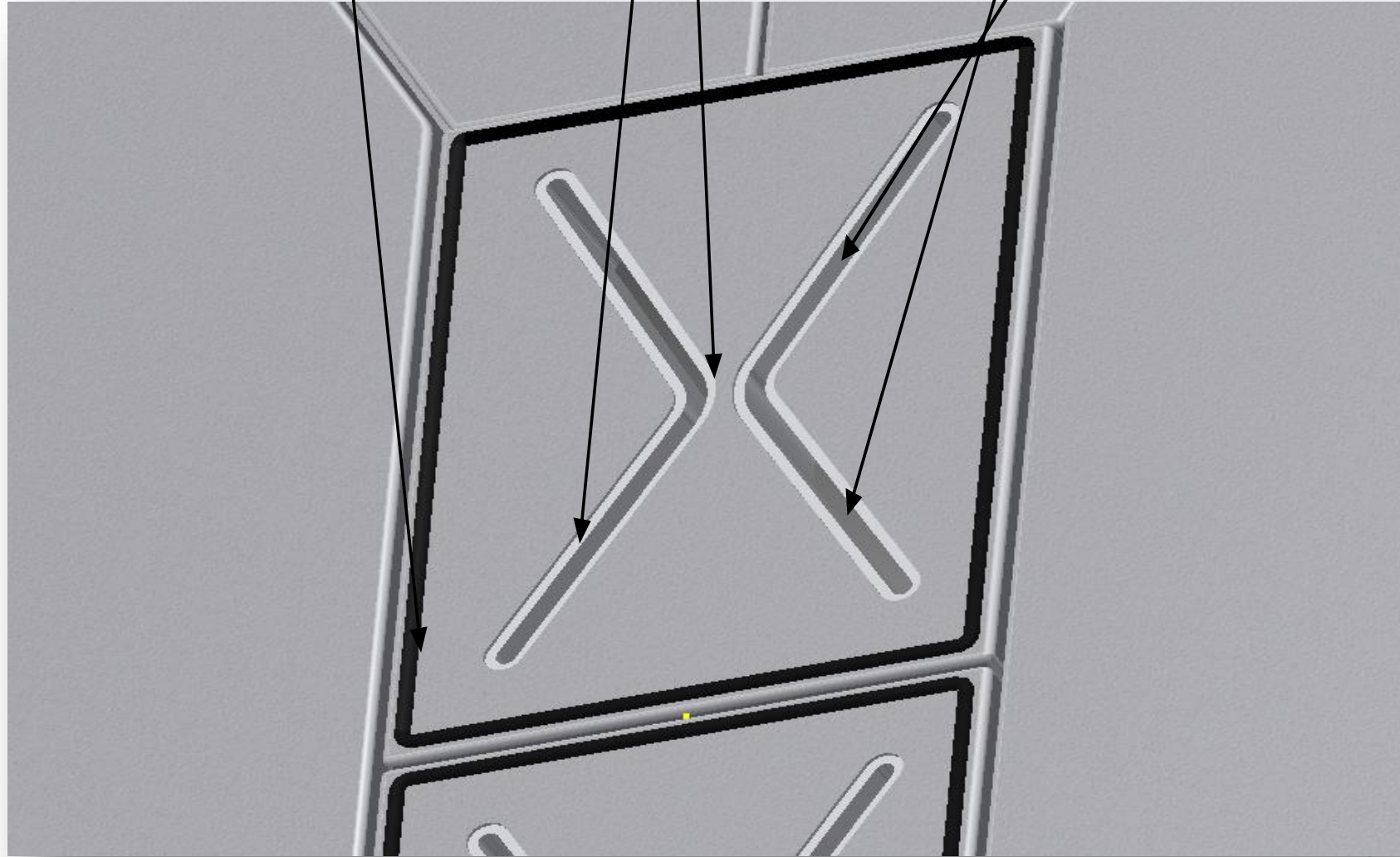
Η πάνω πλευρά του εργαλείου συγκράτησης για τη δεύτερη φάση



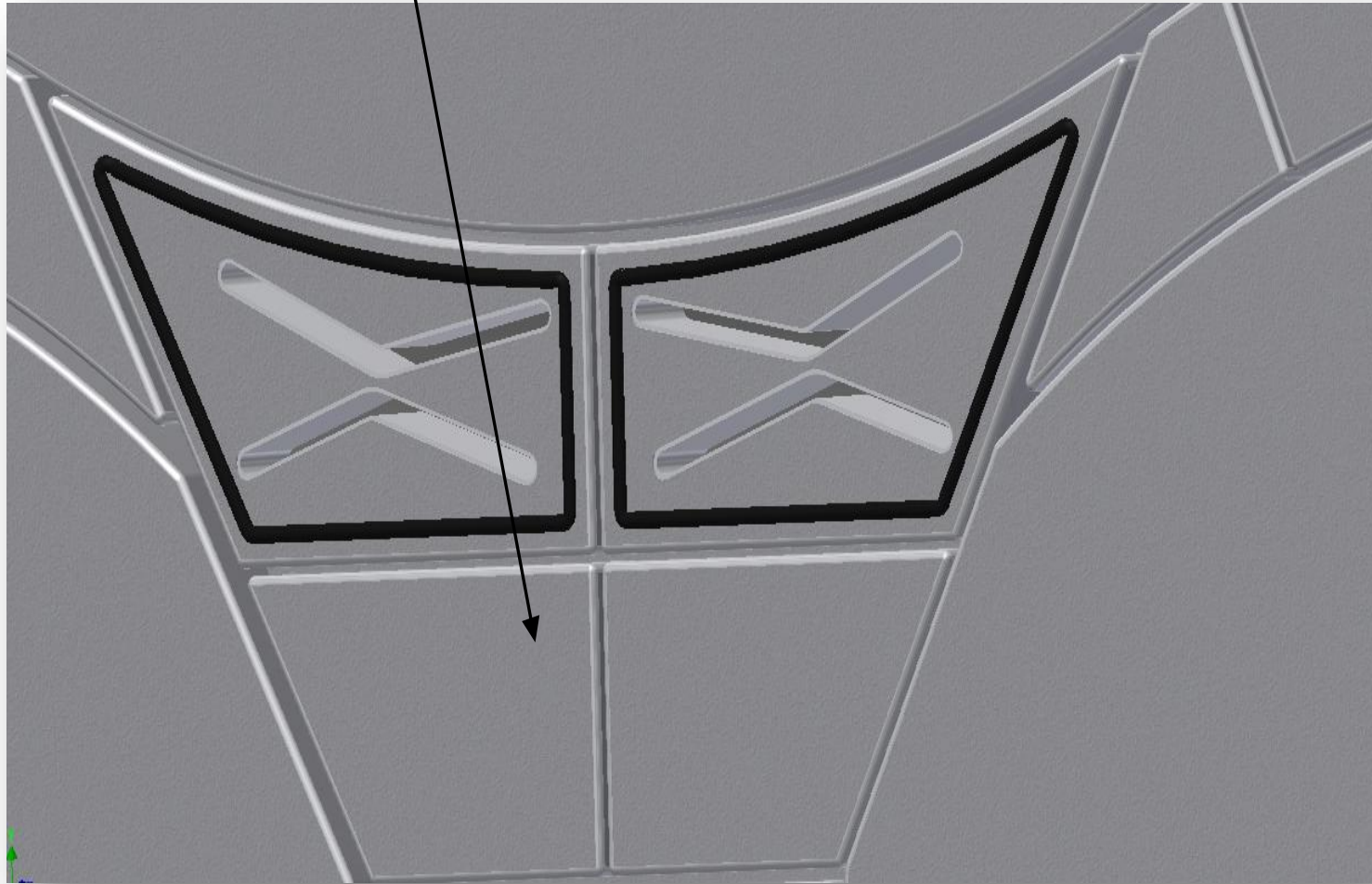
Λάστιχο μόνωσης 8mm

Λούκια αέρα 2mm

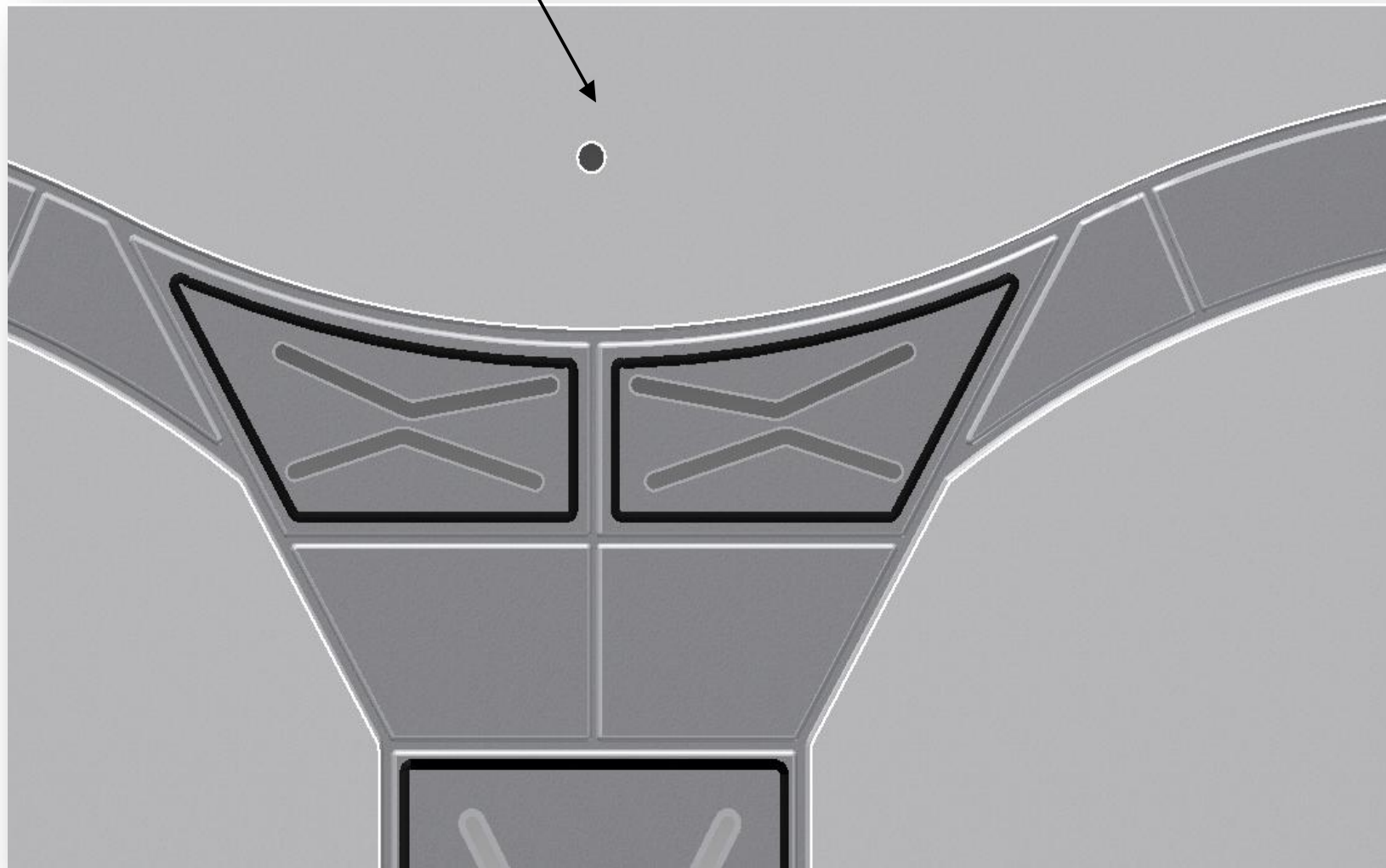
Τρύπες αναρρόφησης αέρα 10mm



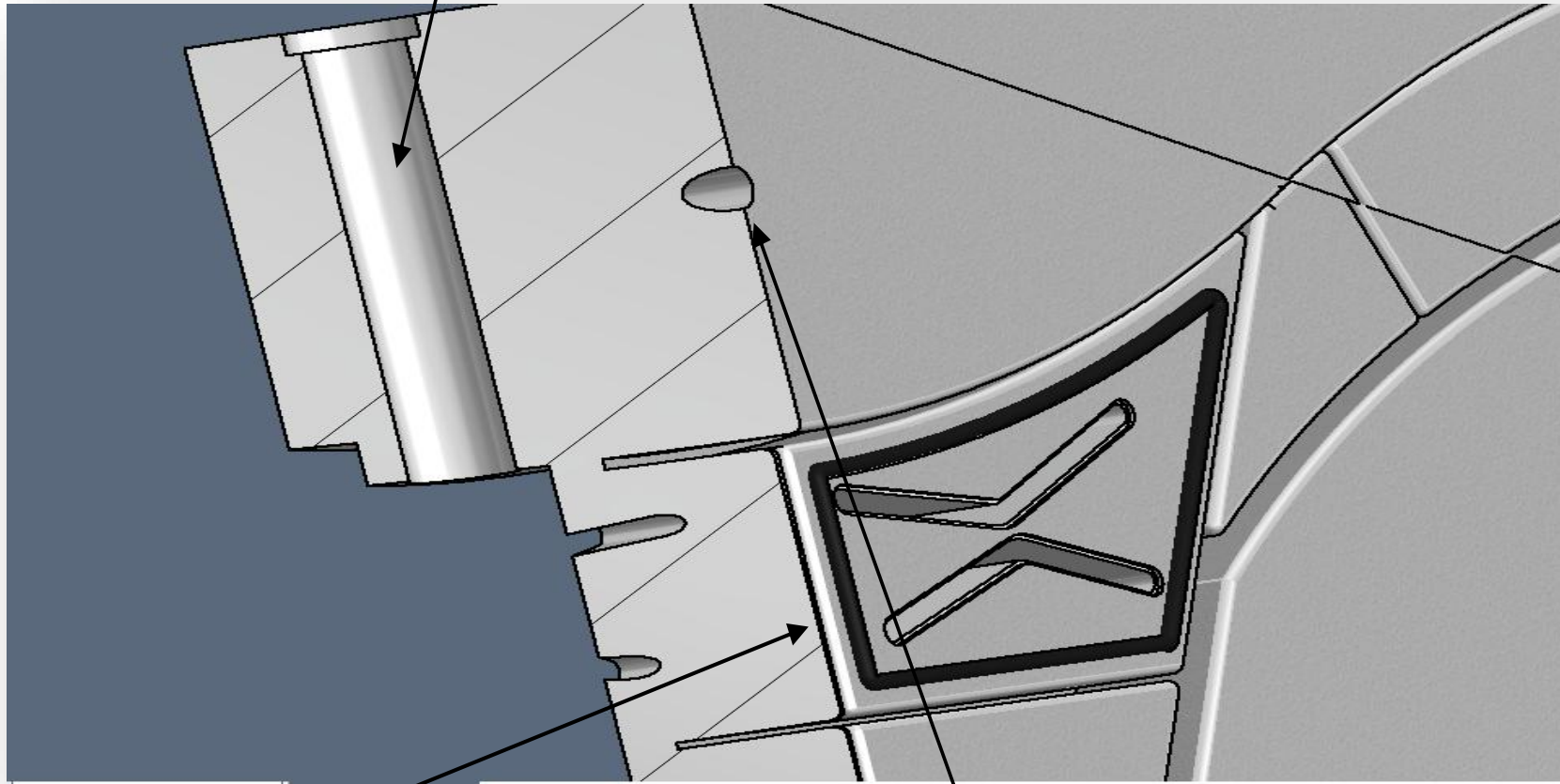
Επιφάνεια τοποθέτησης κομματιού από τη πρώτη φάση



Οπή Φ20 για κεντράρισμα του υλικού από την πρώτη φάση.



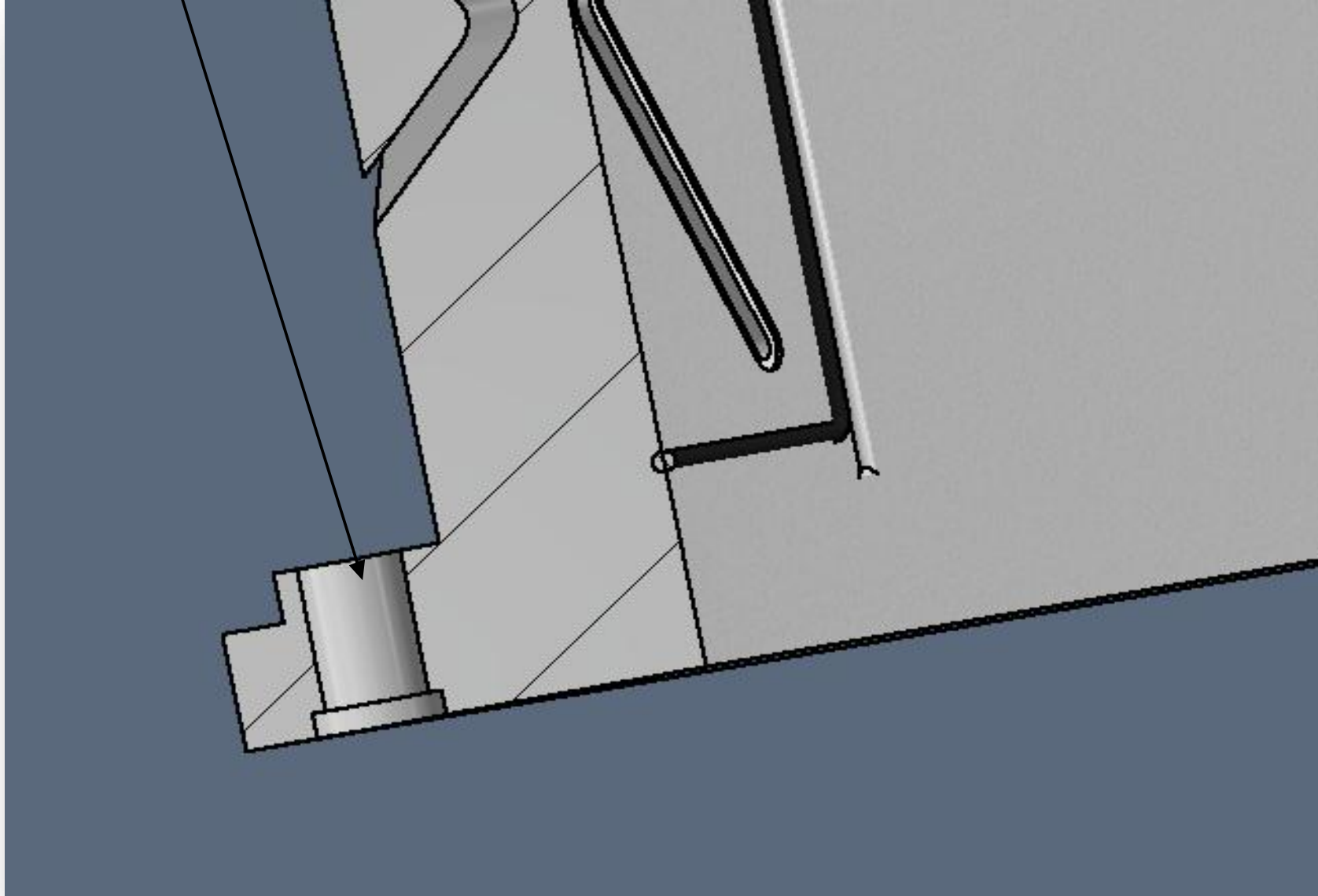
Τρύπα σύνδεσης με εξωτερική μονάδα παροχής αέρα



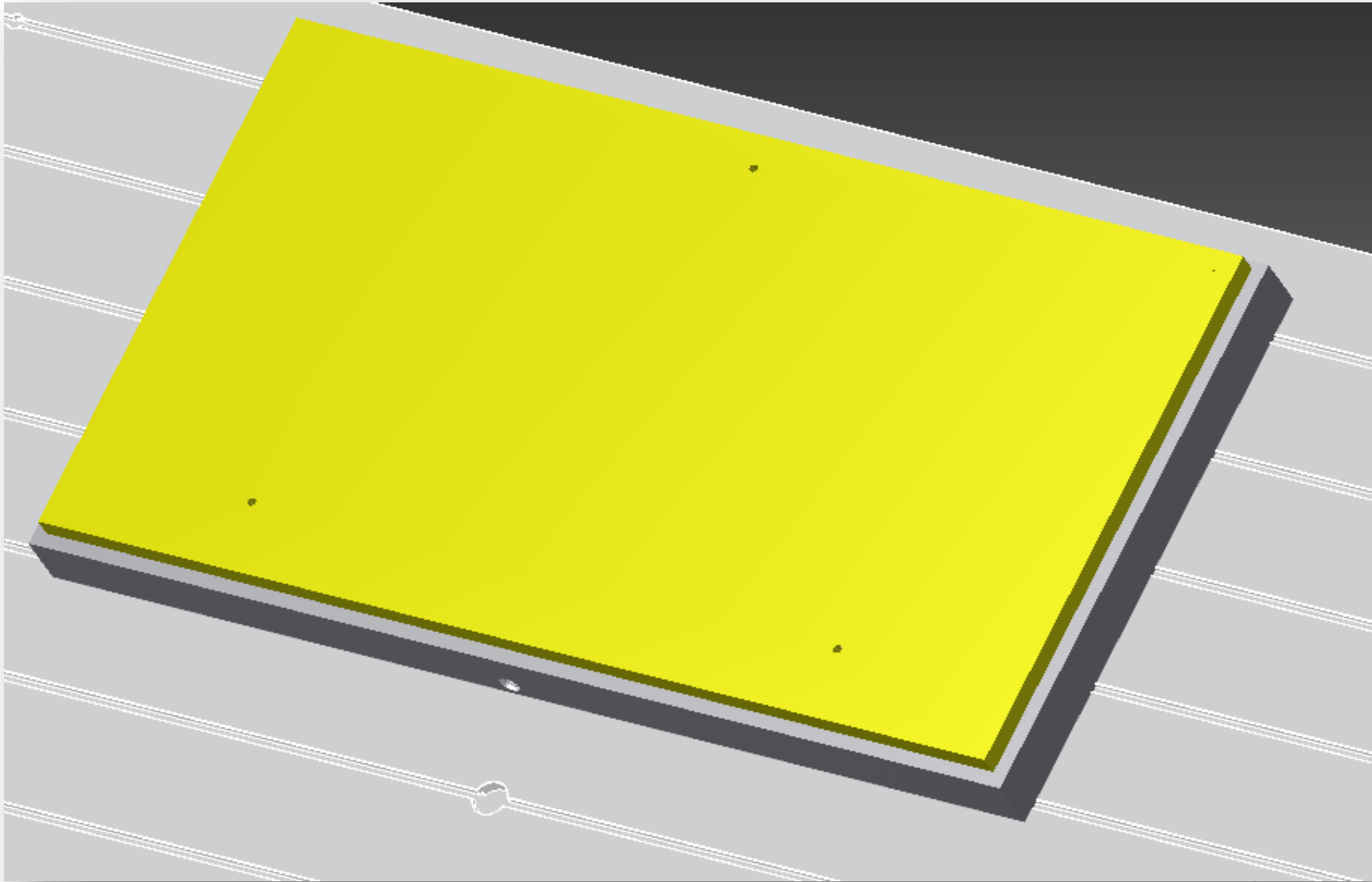
λάστιχο μόνωσης

Οπή Φ20 για κεντράρισμα του υλικού στην δεύτερη φάση

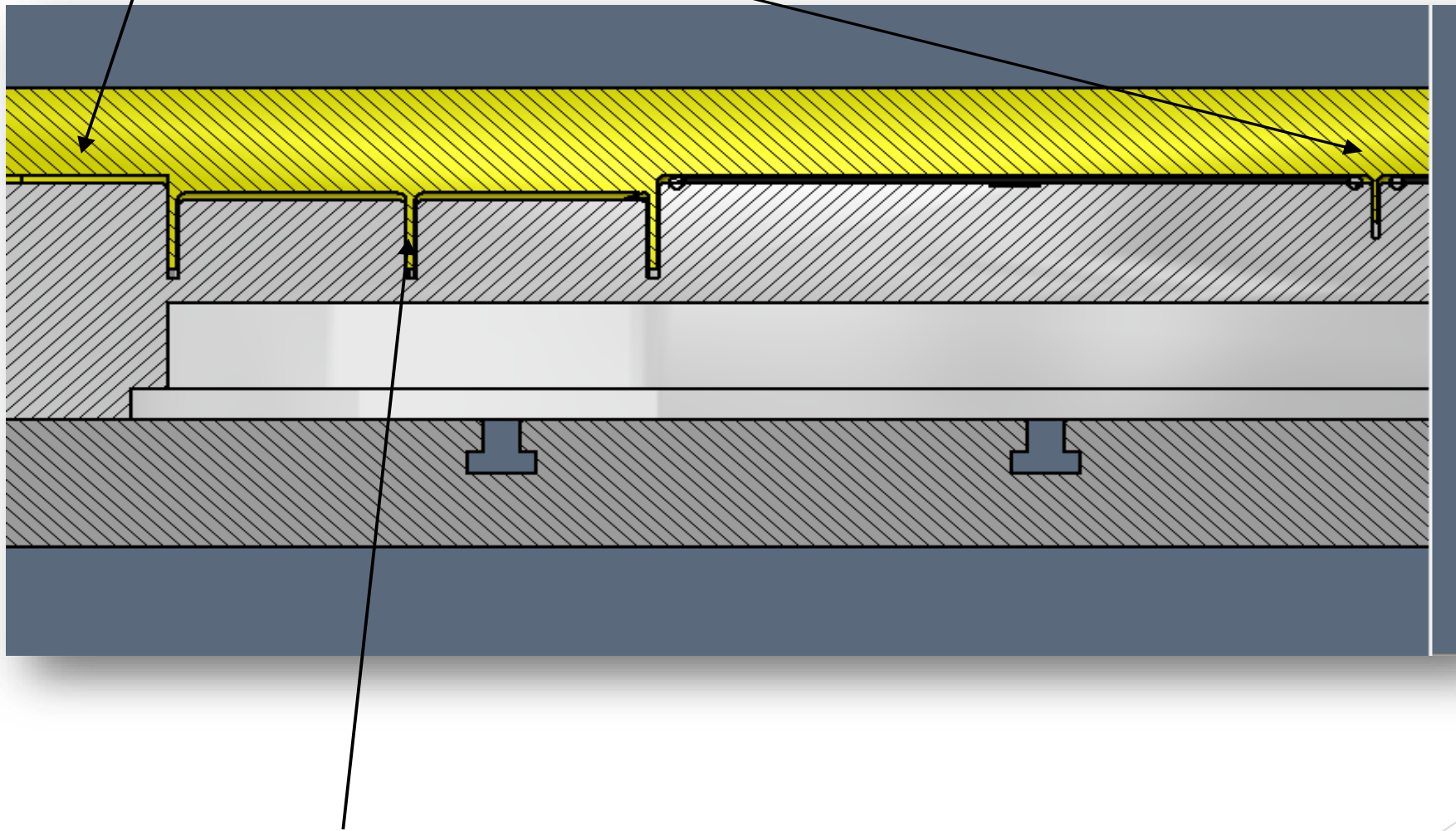
2^η εξωτερική παροχή αέρα



Το υλικό επάνω στο εργαλείο συγκράτησης Vacuum πριν από την έναρξη της κατεργασίας στη δεύτερη φάση

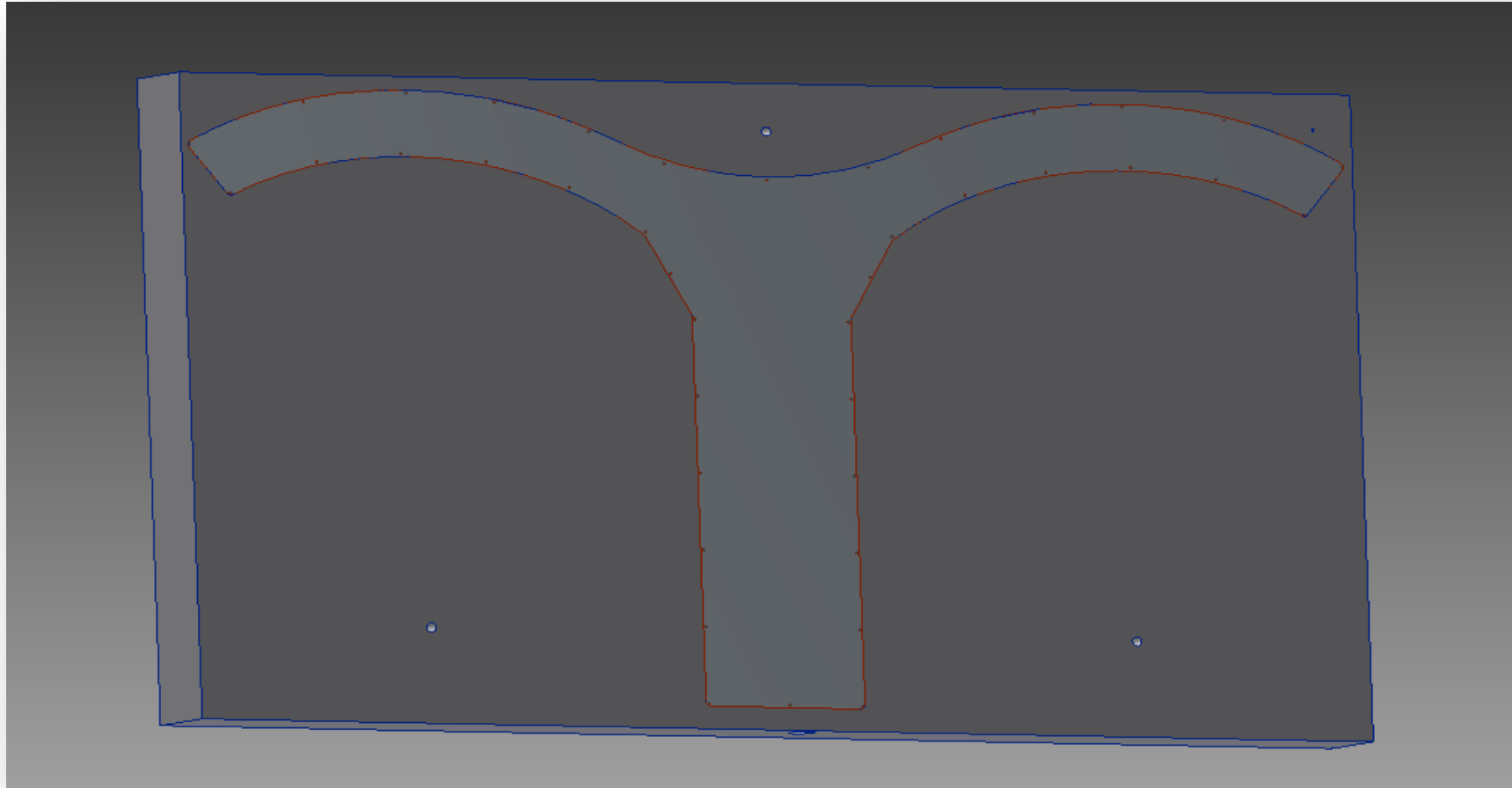


Επαφή της επιφάνειας του υλικού με την επιφάνεια του εργαλείου συγκράτησης



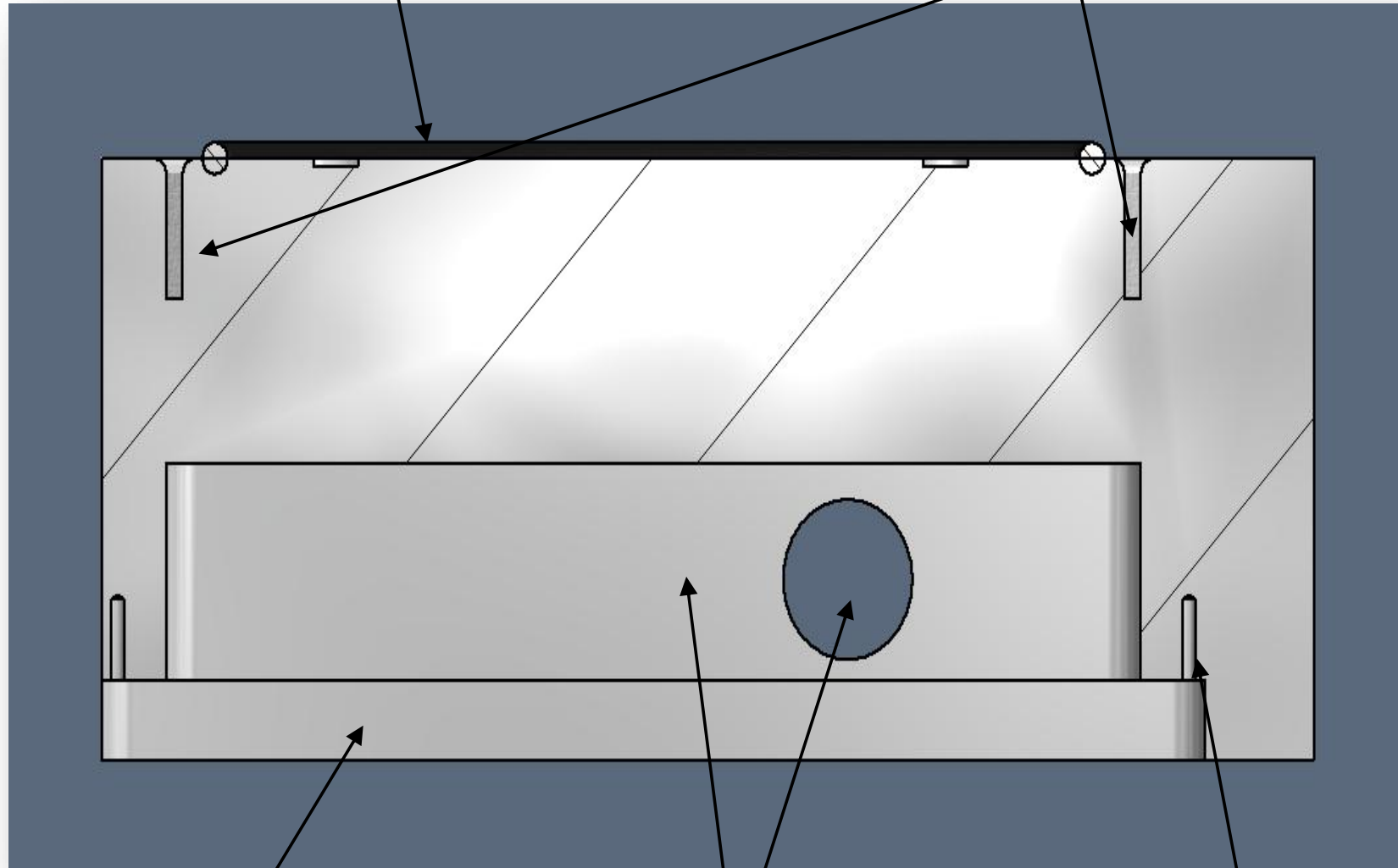
Τα τοιχώματα και τα νεύρα του κομματιού που δημιουργήθηκαν στη πρώτη φάση, βρίσκονται στο λούκι που έχει δημιουργηθεί στο εργαλείο γι' αυτόν το σκοπό

Η κάτω πλευρά του εργαλείου συγκράτησης



Λάστιχο μόνωσης

Εσοχές νεύρων εξαρτήματος

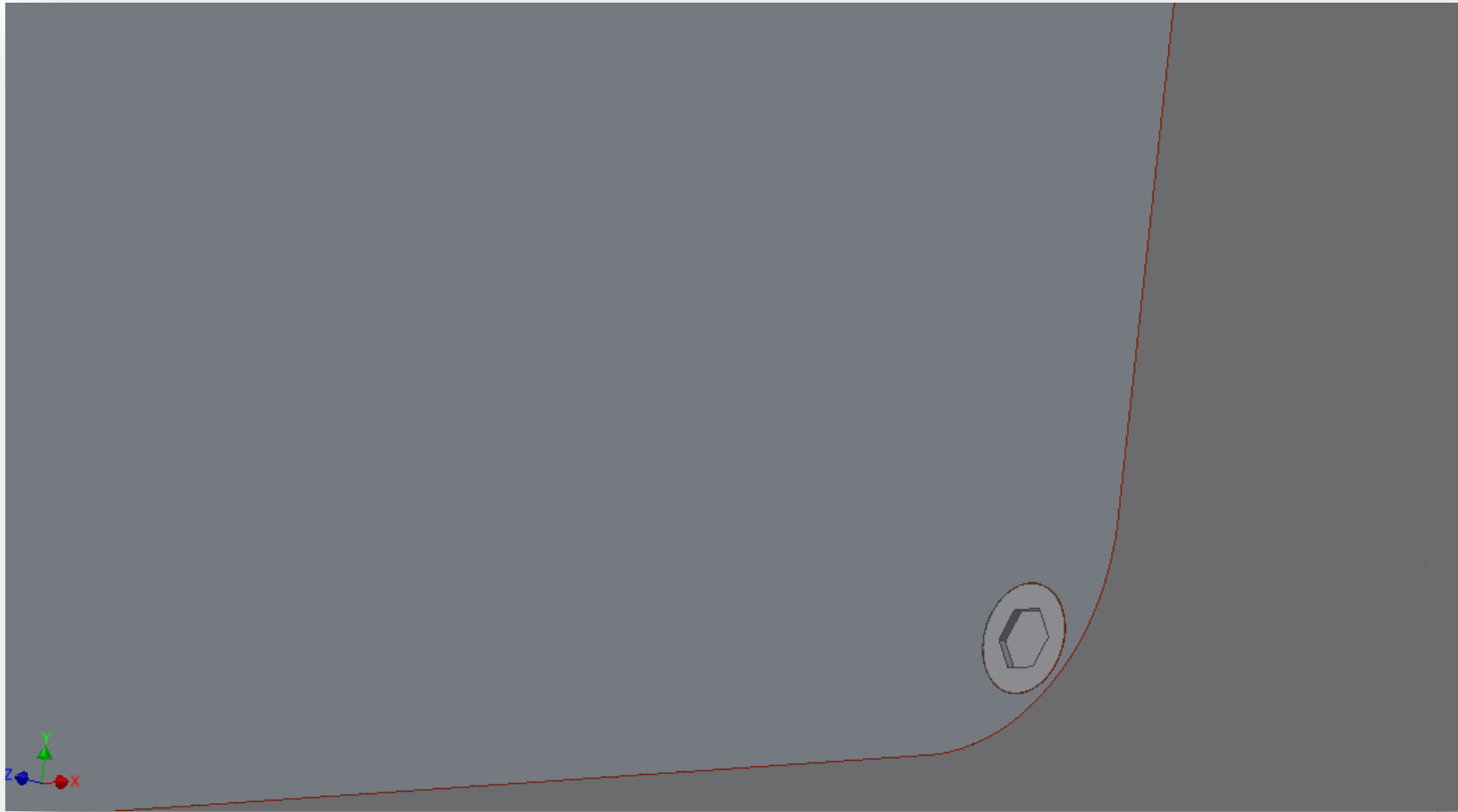


Καπάκι ιδιοσυσκευής 20 mm

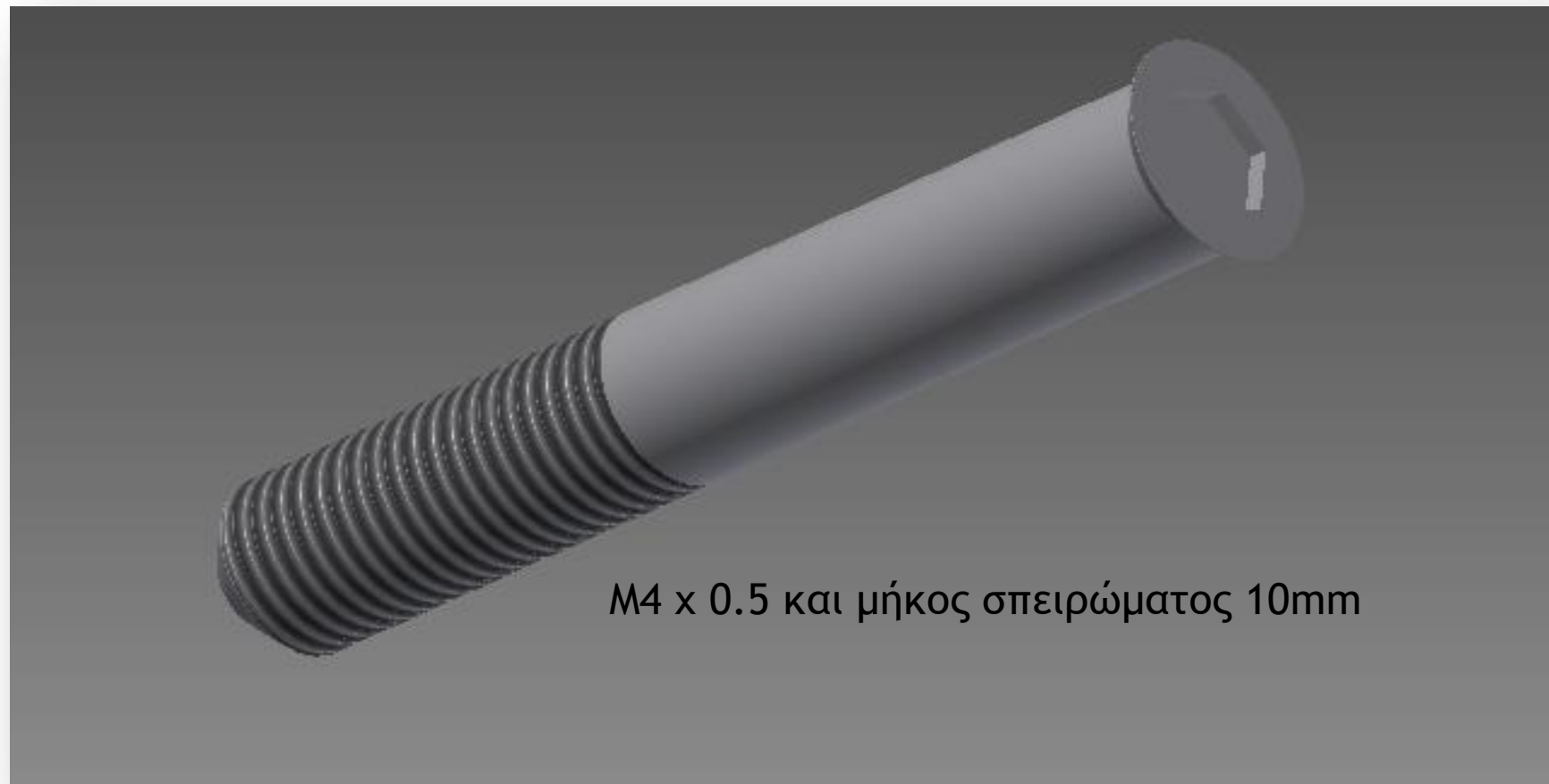
Θάλαμος και παροχή αέρα

Κοχλίες καπακιού

Μεγένθυση της ιδιοσυσκευής με το καπάκι και τους κοχλίες

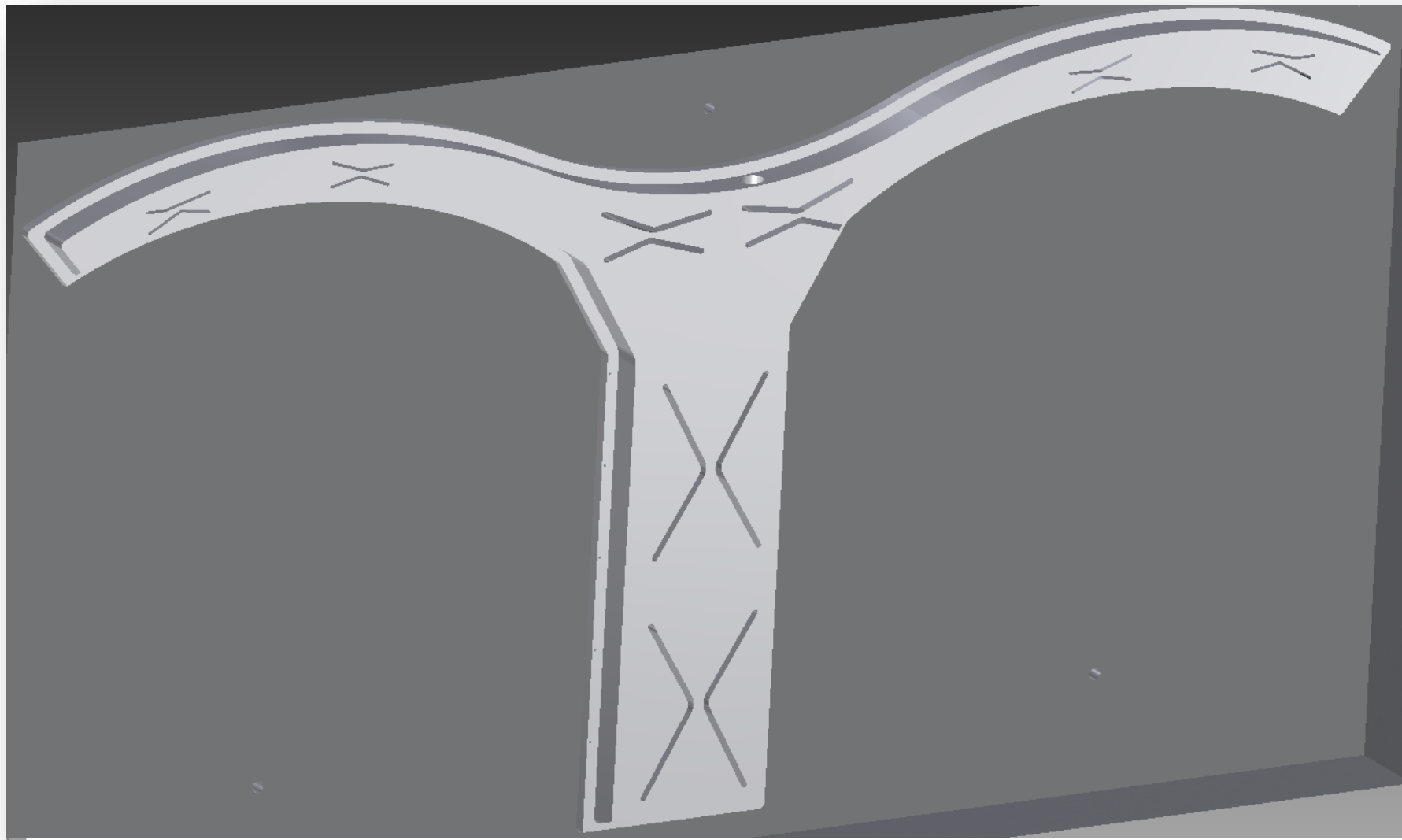


Κοχλίας συγκράτησης καπακιού ιδιοσυσκευής

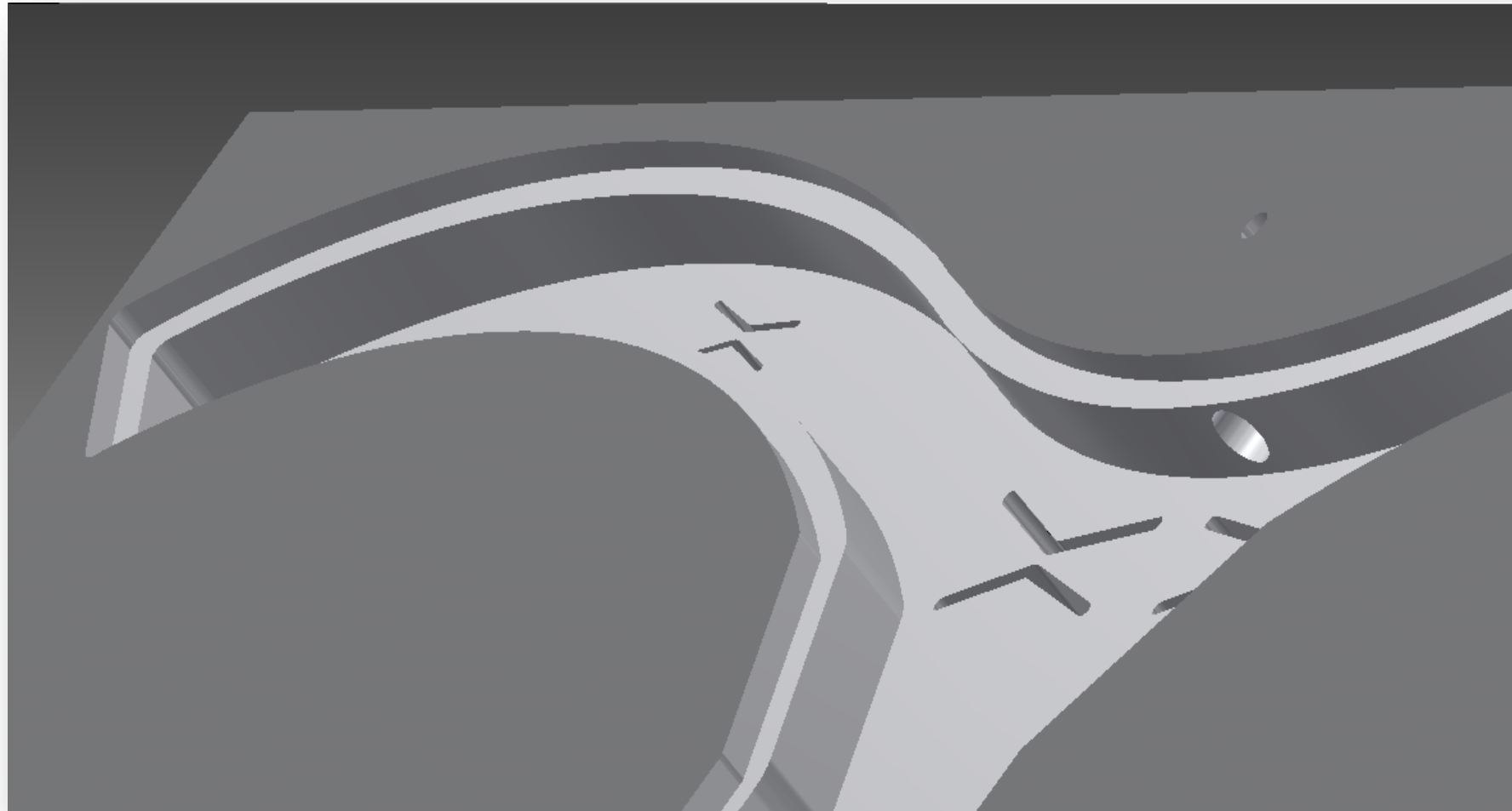


M4 x 0.5 και μήκος σπειρώματος 10mm

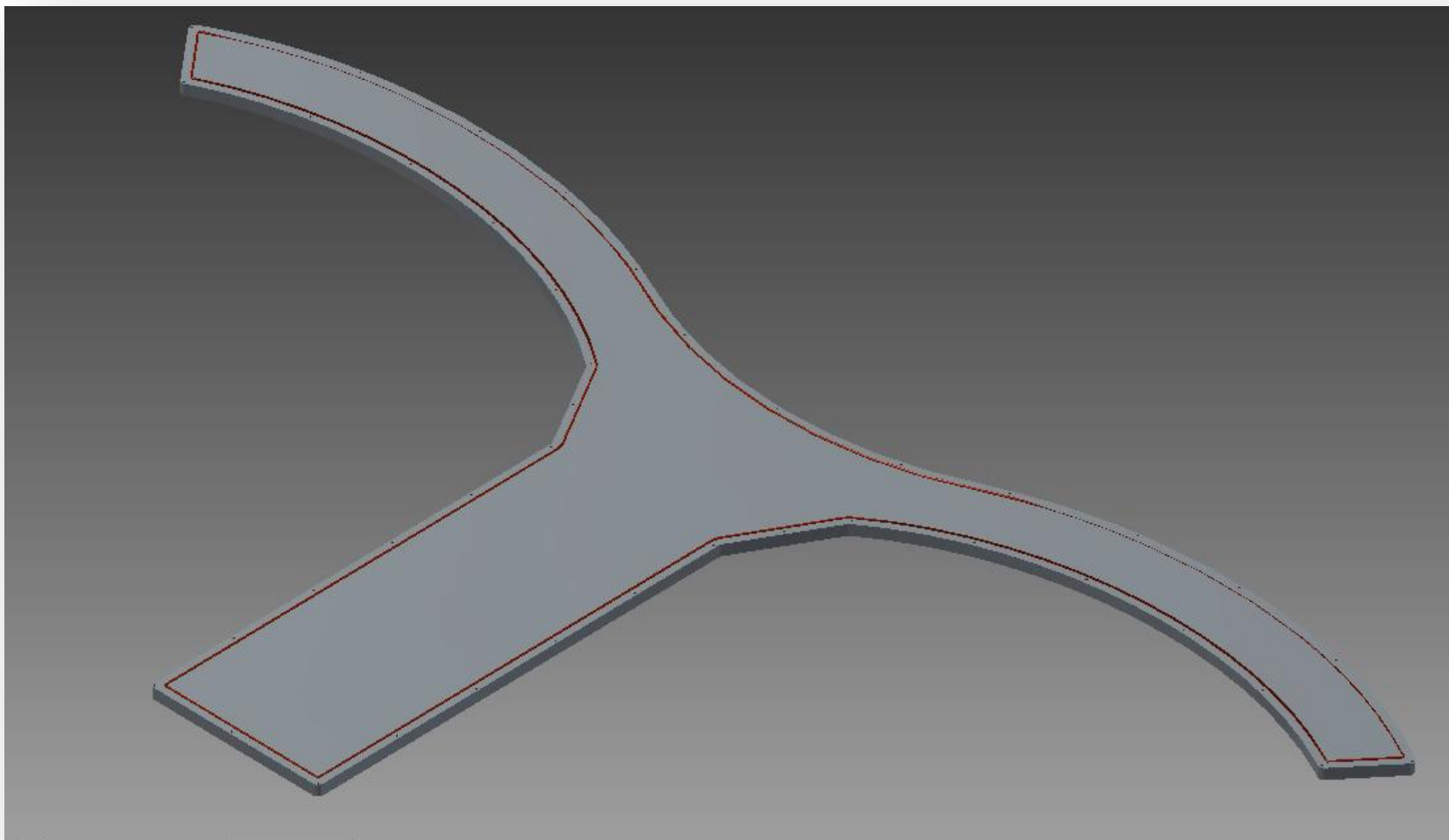
Η κάτω πλευρά χωρίς το καπάκι



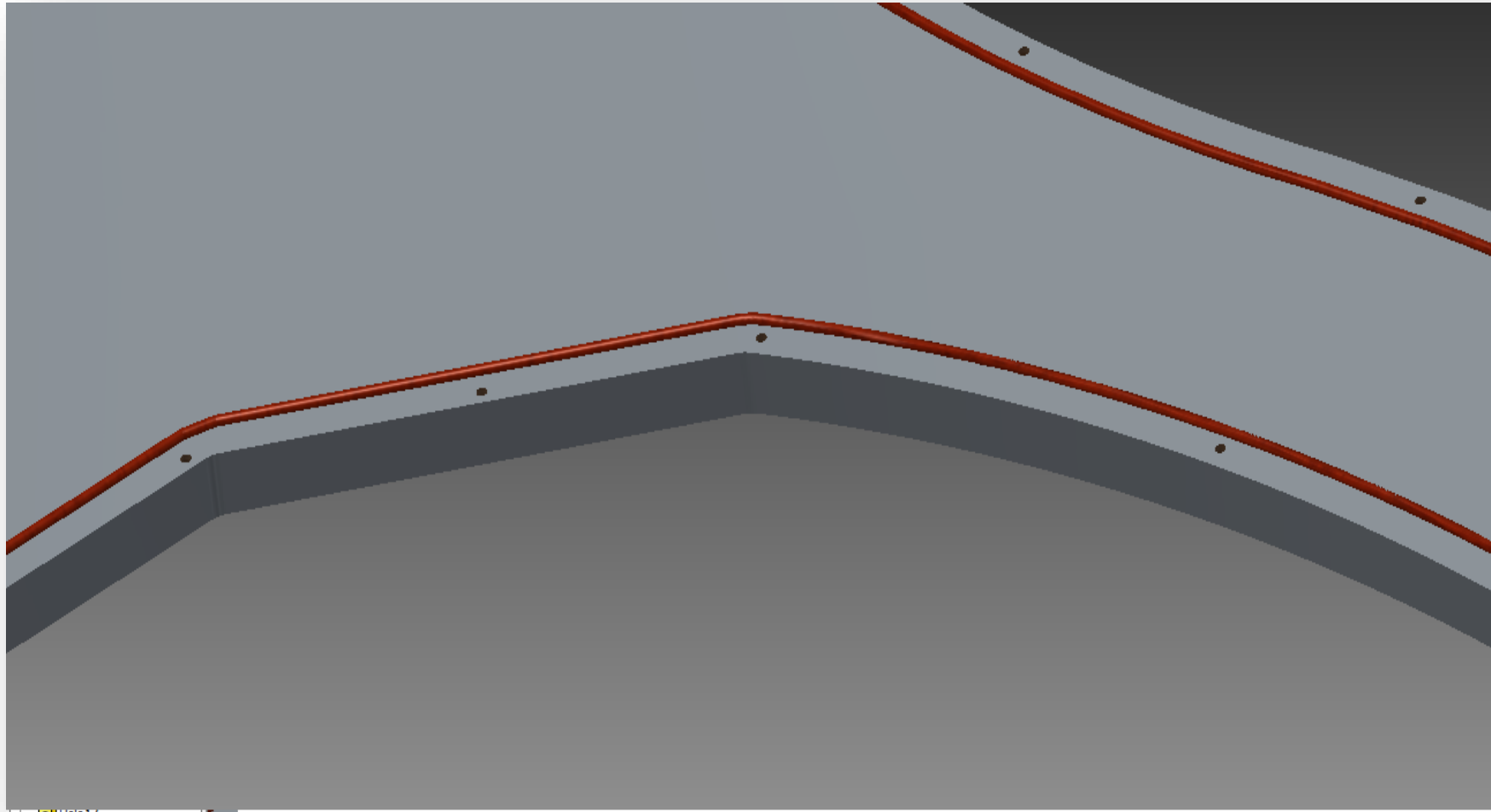
Μεγέθυνση της κάτω πλευράς χωρίς το καπάκι



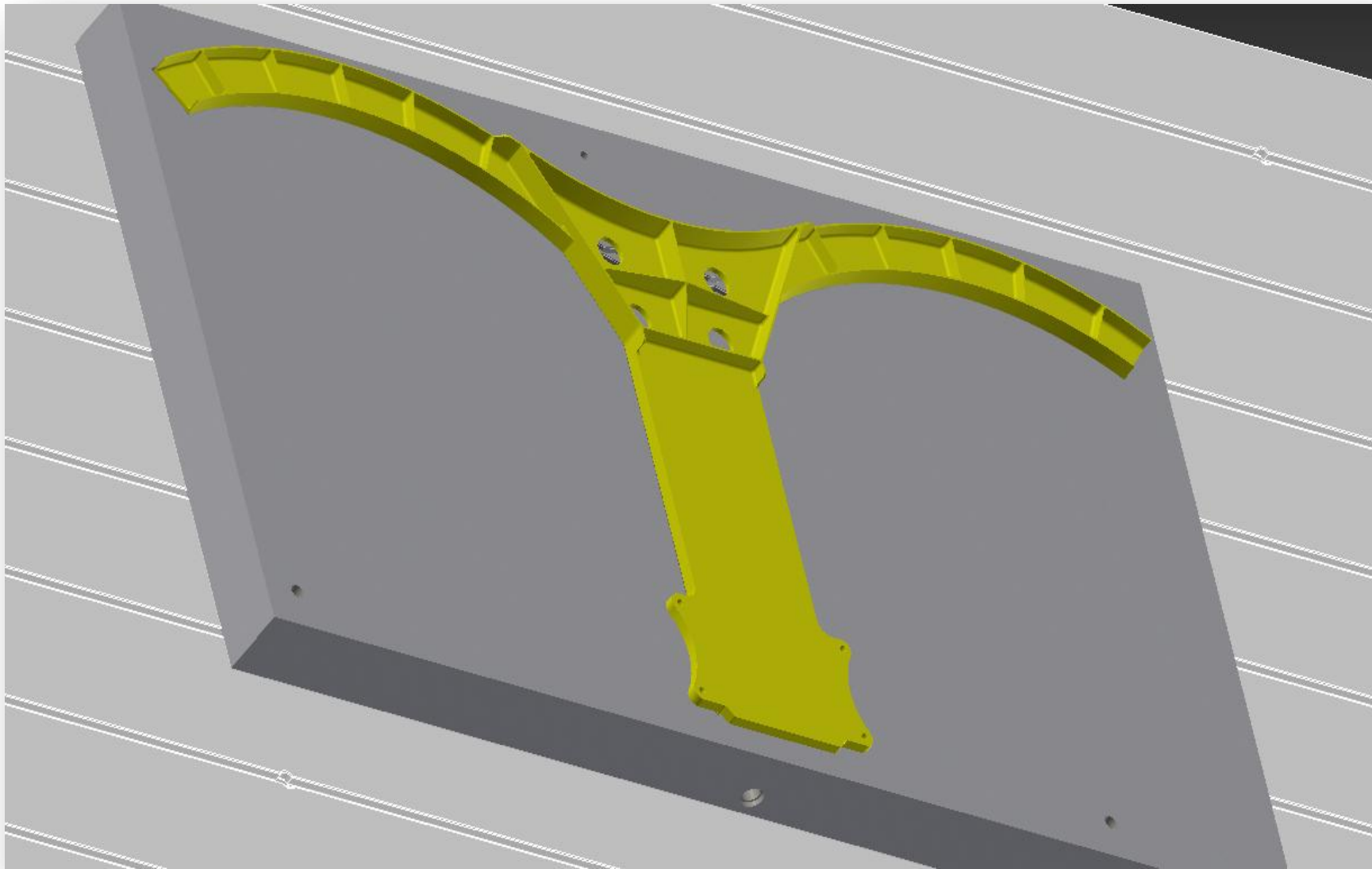
Το καπάκι μαζί με το λάστιχο



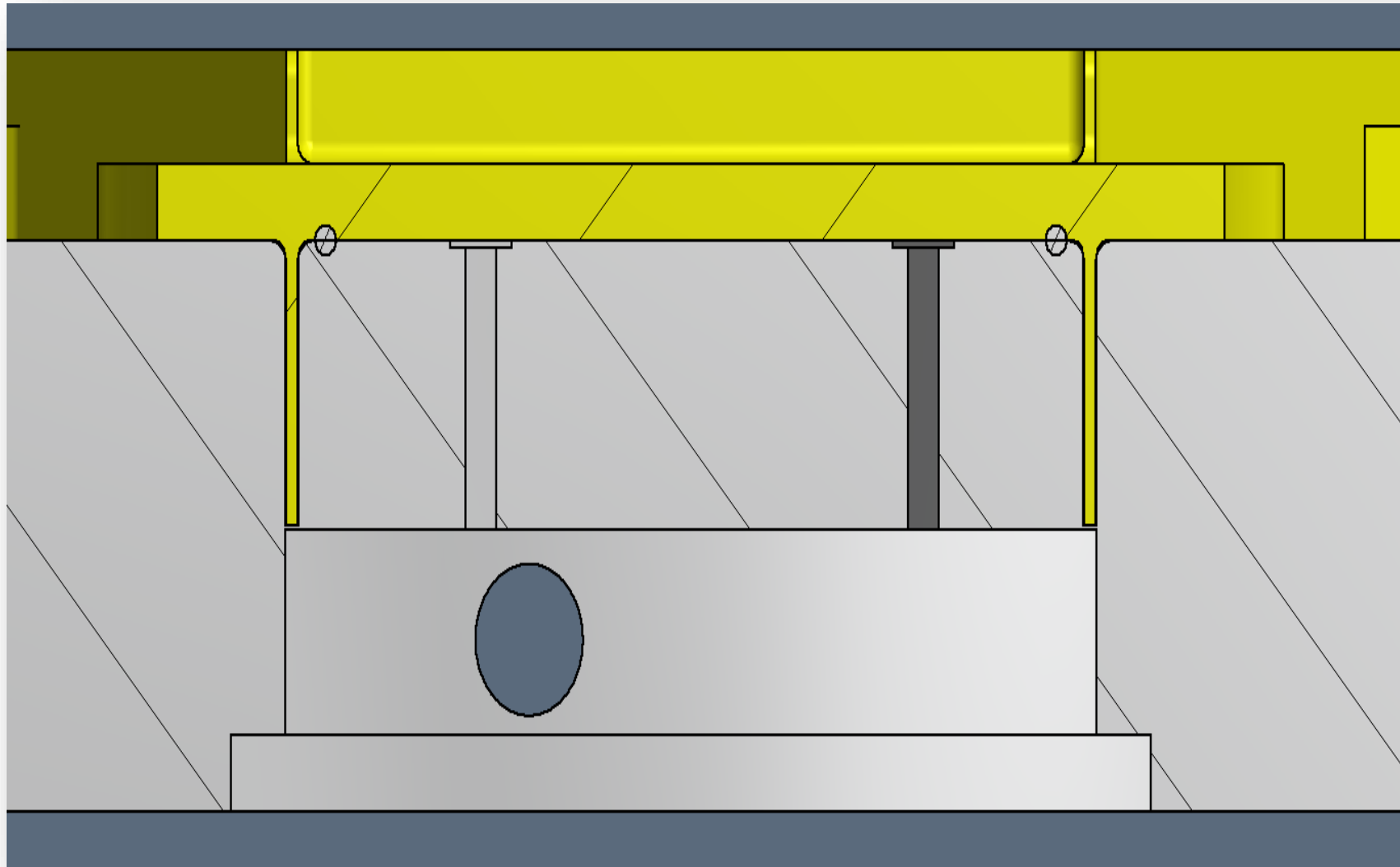
Μεγέθυνση καπακιού από την πλευρά επαφής με την ιδιοσκευή



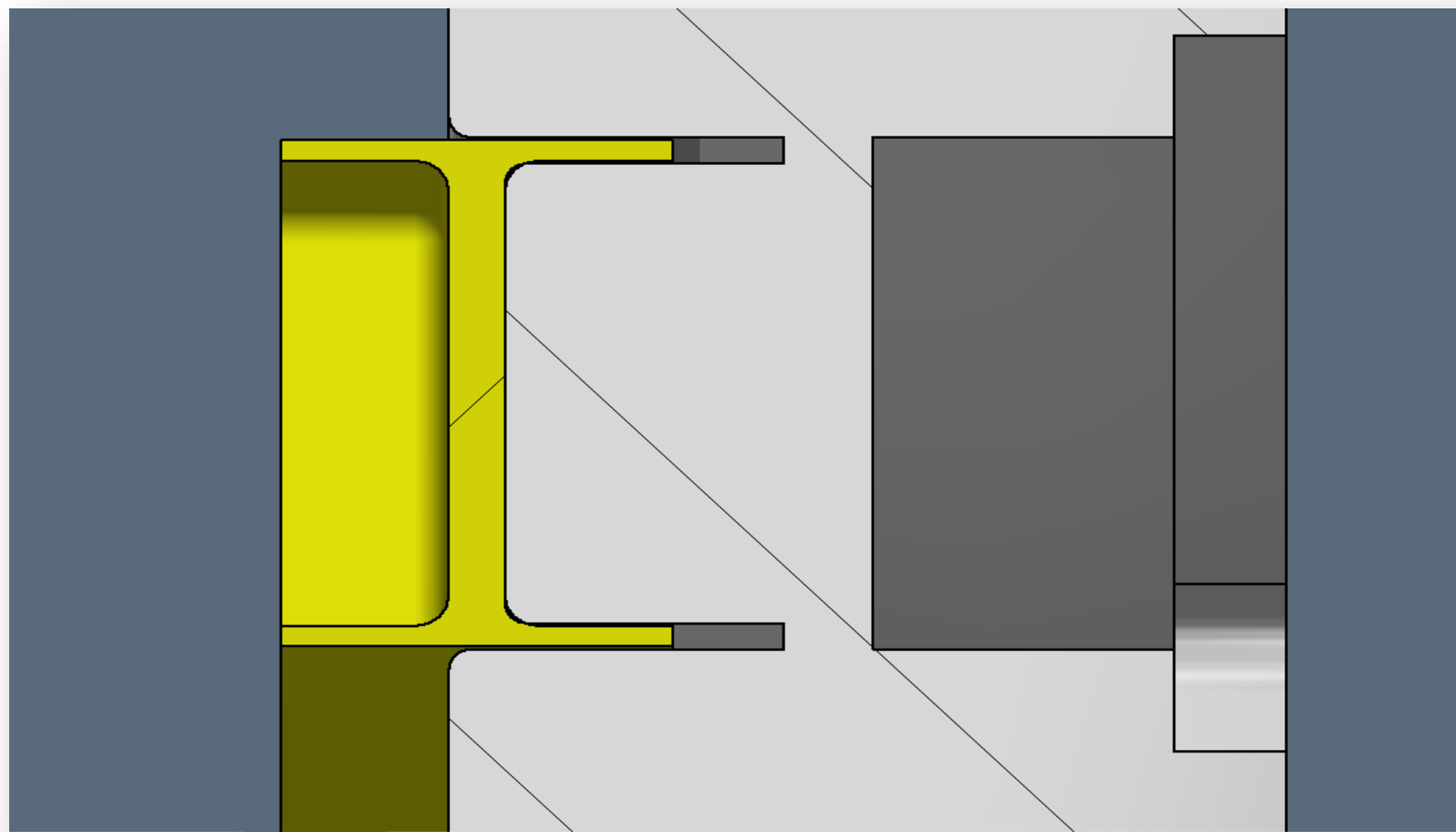
Το κομμάτι τελειωμένο επάνω στο εργαλείο συγκράτησης αφού αφαιρέσαμε το υπόλοιπο υλικό



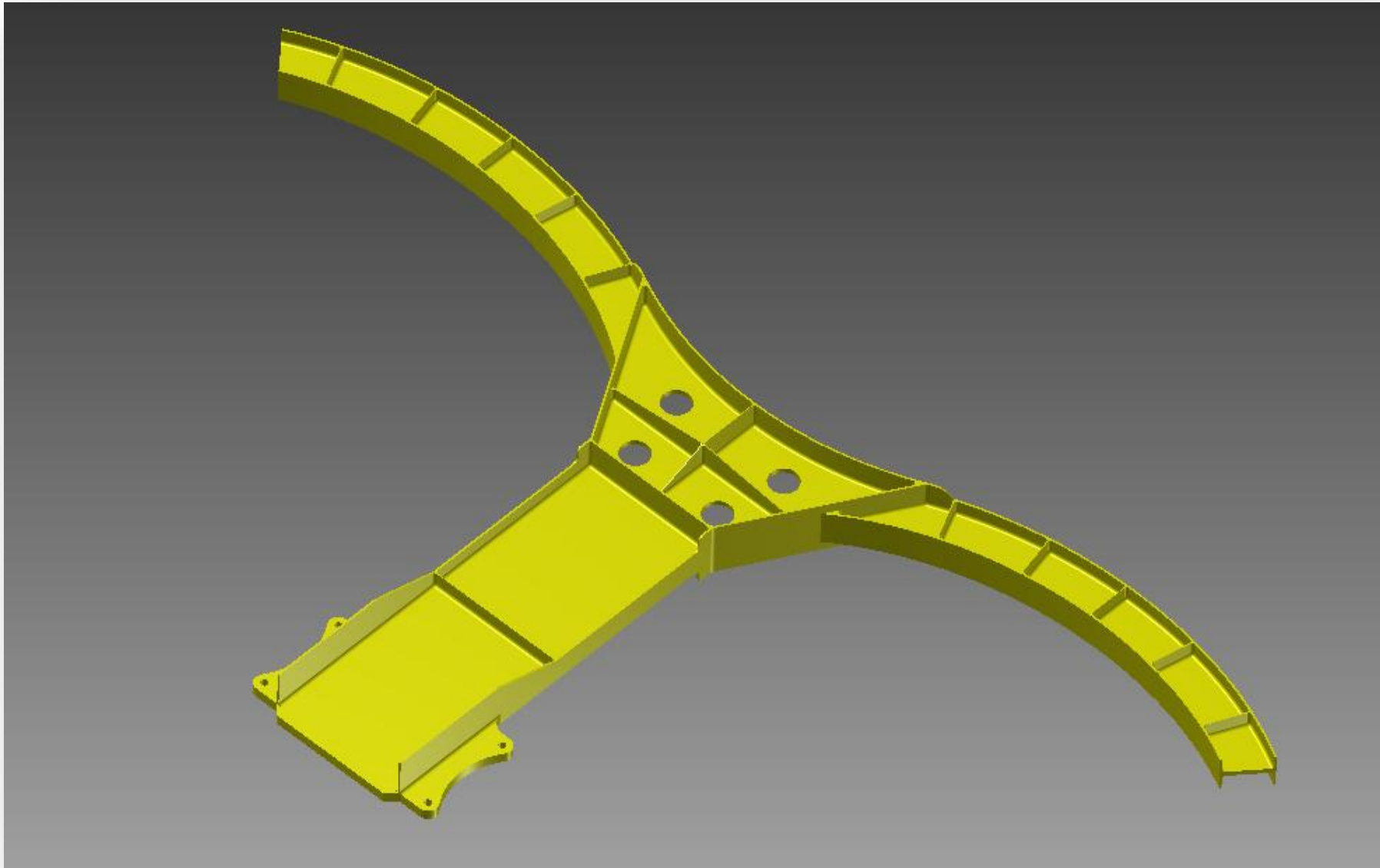
Τομή του κομματιού και της ιδιοσκευής αφού τελειώσει η κατεργασία



Τομή πλάγια από δεξιά του αριστερού φτερού και της ιδιοσκευής



Το κομμάτι τελειωμένο



Φυσικά στοιχεία εξαρτήματος πριν από την κατεργασία

General Summary Project Status Custom Save Physical

Solids
The Part Update

Material
Aluminum 6061 Clipboard

Density 2.700 g/cm³ Requested Accuracy Low

General Properties

| | | Center of Gravity | |
|--------|-------------------------------|-------------------|----------------------|
| Mass | 1160.582 kg (Relative) | X | 0.007 mm (Relative) |
| Area | 7408143.250 mm ² | Y | 0.029 mm (Relative) |
| Volume | 429845114.779 mm ³ | Z | 67.500 mm (Relative) |

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

Principal Moments

| | | | | | |
|----|---------------|----|---------------|----|---------------|
| I1 | 165174655.177 | I2 | 582340475.167 | I3 | 743989863.097 |
|----|---------------|----|---------------|----|---------------|

Rotation to Principal

| | | | | | |
|----|---------------------|----|---------------------|----|----------------------|
| Rx | 0.00 deg (Relative) | Ry | 0.00 deg (Relative) | Rz | -0.00 deg (Relative) |
|----|---------------------|----|---------------------|----|----------------------|

Φυσικά στοιχεία εξαρτήματος μετά από την κατεργασία

General Summary Project Status Custom Save Physical

Solids
The Part Update

Material
Aluminum 6061 Clipboard

Density 2.700 g/cm³ Requested Accuracy Low

General Properties

| | | Center of Gravity | |
|--------|------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Mass | 29.201 kg (Relative) | X | 0.003 mm (Relative) |
| Area | 2374651.822 mm ² | Y | 295.575 mm (Relative) |
| Volume | 10815226.290 mm ³ | Z | -6.786 mm (Relative) |

Inertial Properties

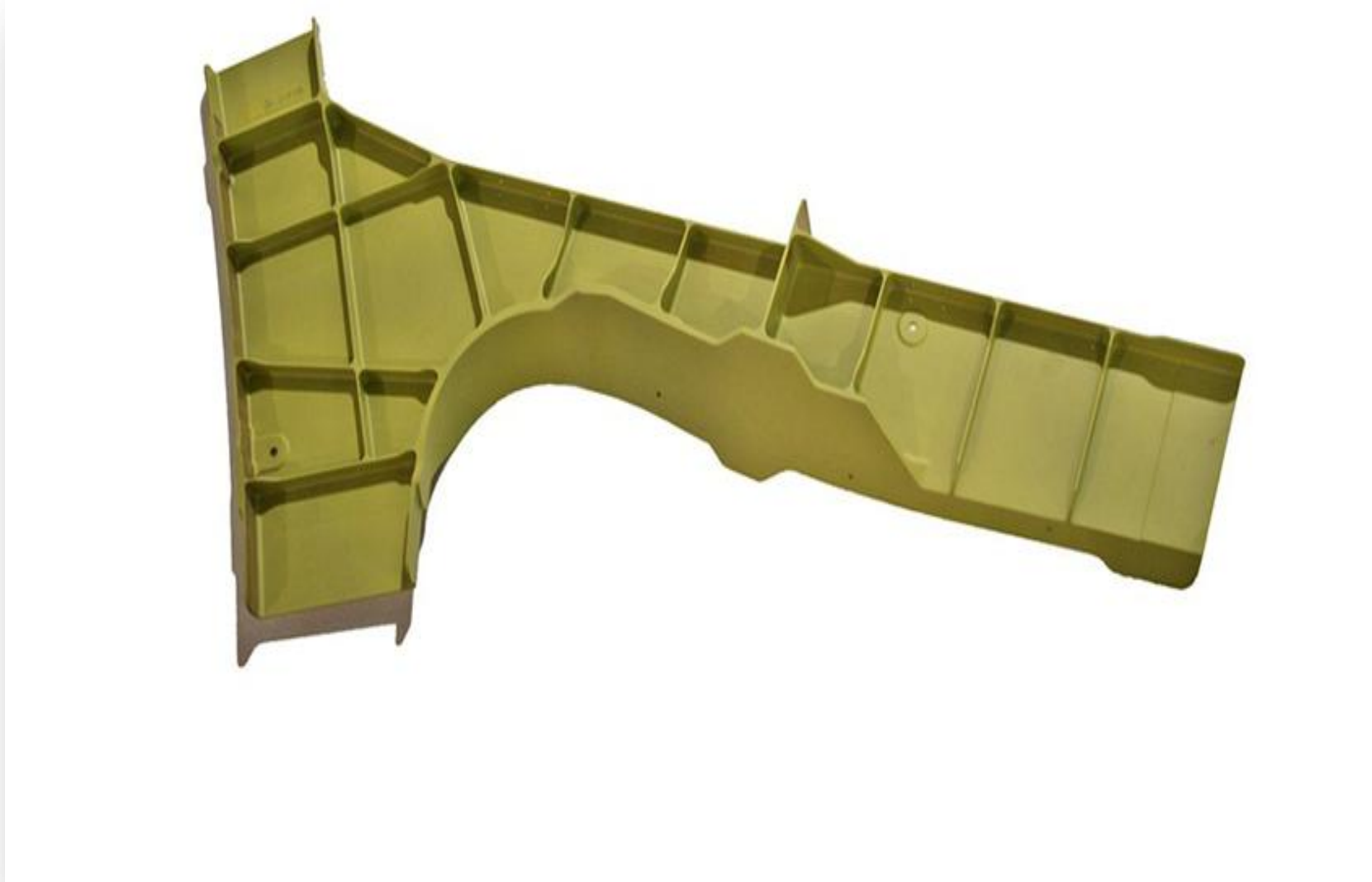
| Principal | | Global | Center of Gravity | | |
|-----------------------|----------------------|--------|----------------------|----|----------------------|
| Principal Moments | | | | | |
| I1 | 4739478.098 kg | I2 | 5163867.109 kg | I3 | 9890629.998 kg |
| Rotation to Principal | | | | | |
| Rx | -0.76 deg (Relative) | Ry | -0.00 deg (Relative) | Rz | -0.01 deg (Relative) |

Σχεδίαση 2^{ου} αυτόνομου εργαλείου συγκράτησης με “μαξιλάρια” και με παροχή αναρρόφησης (vacuum)

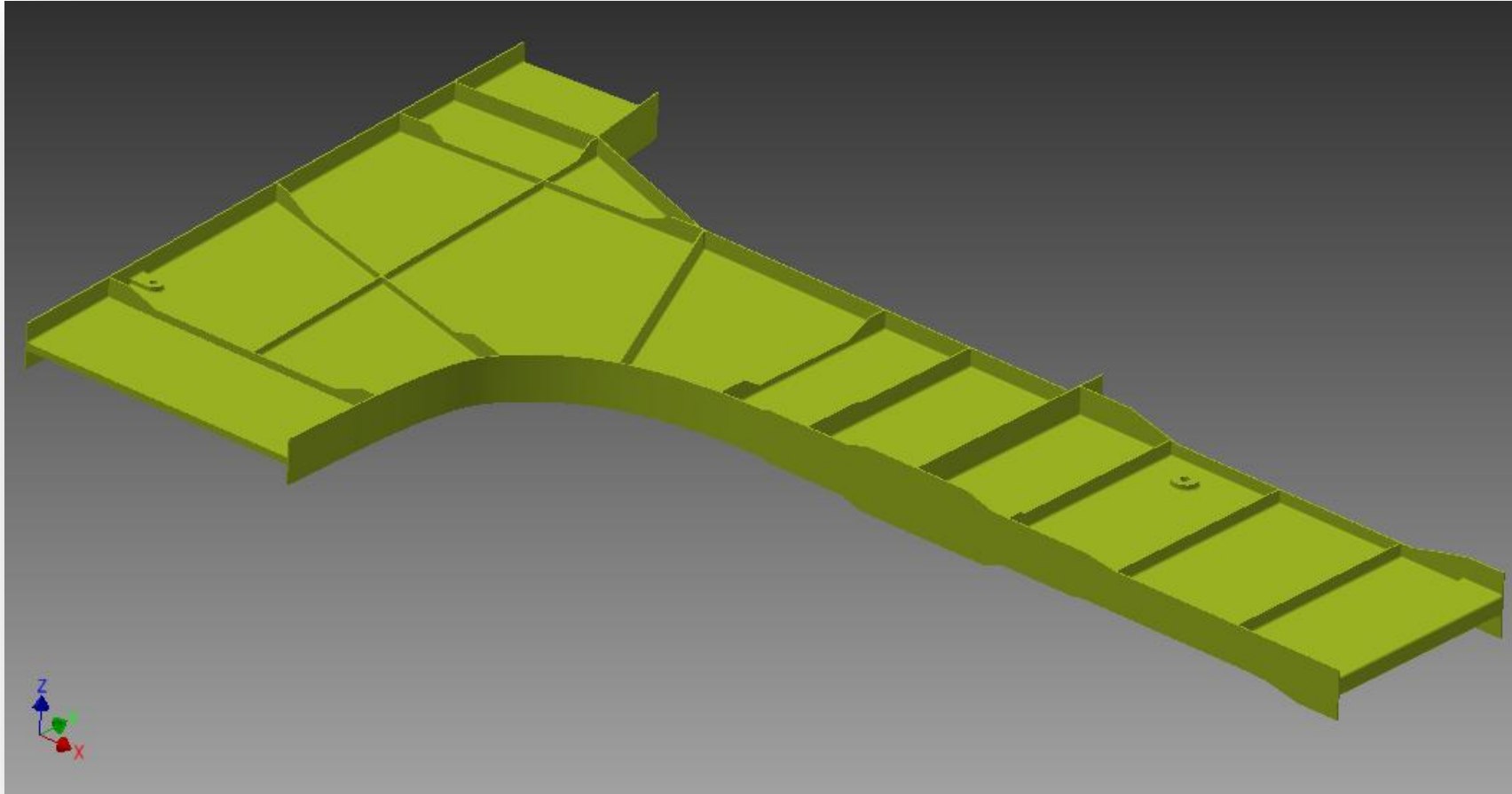
Σχεδιασμός Εργασιών Κατεργασίας Δοκιμίου Part-4
(Φασεολόγιο - Process Planning)

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Όνομα δοκιμίου: | Part-2 |
| Τύπος υλικού: | AL 6061 |
| Διαστάσεις πρώτης ύλης: | 4000mm X 2500mm X 127mm |
| Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία: | 4886Kgs |
| Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία: | 212 Kgs |
| Αριθμός φάσεων κατεργασίας: | 3 |
| Εργαλειομηχανή: | Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο κατεργασίας |
| Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης: | 3 κοχλίες |
| Κοπτικό εργαλείο : | 10 mm |

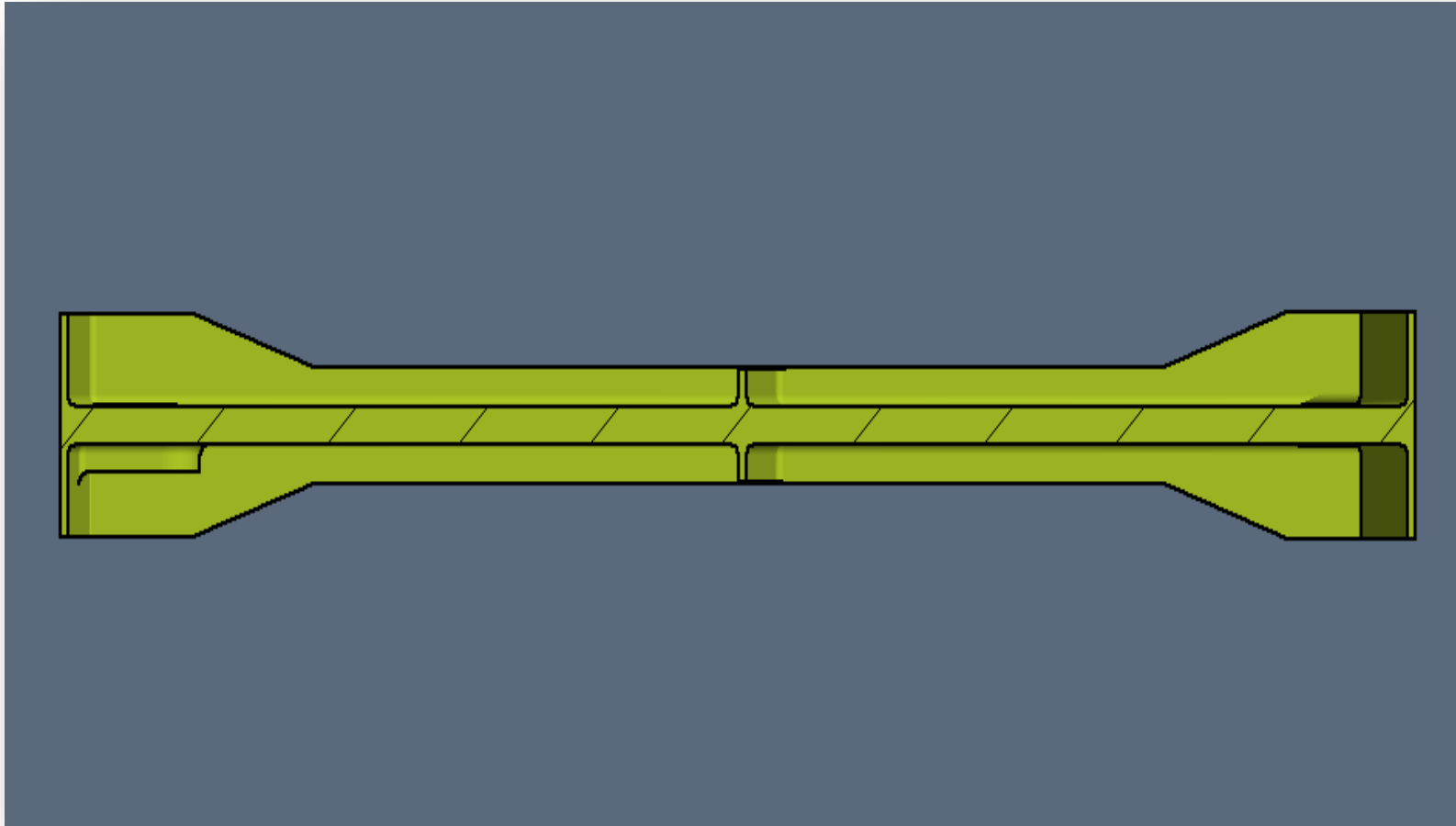
Αρχικό εξάρτημα



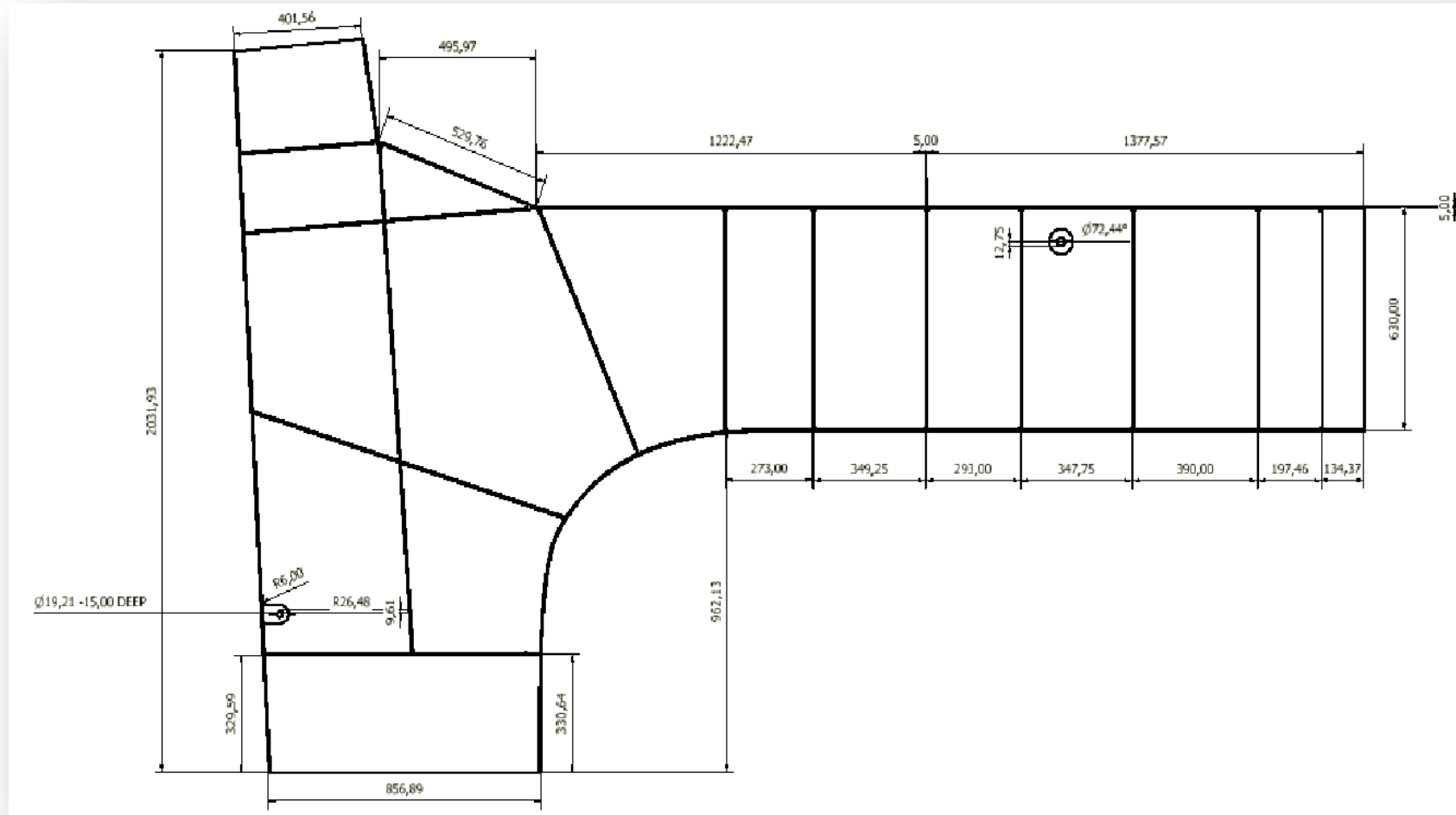
Το κομμάτι που θα συγκρατηθεί στο εργαλείο. Οι δυο πλευρές του κομματιού είναι ίδιες



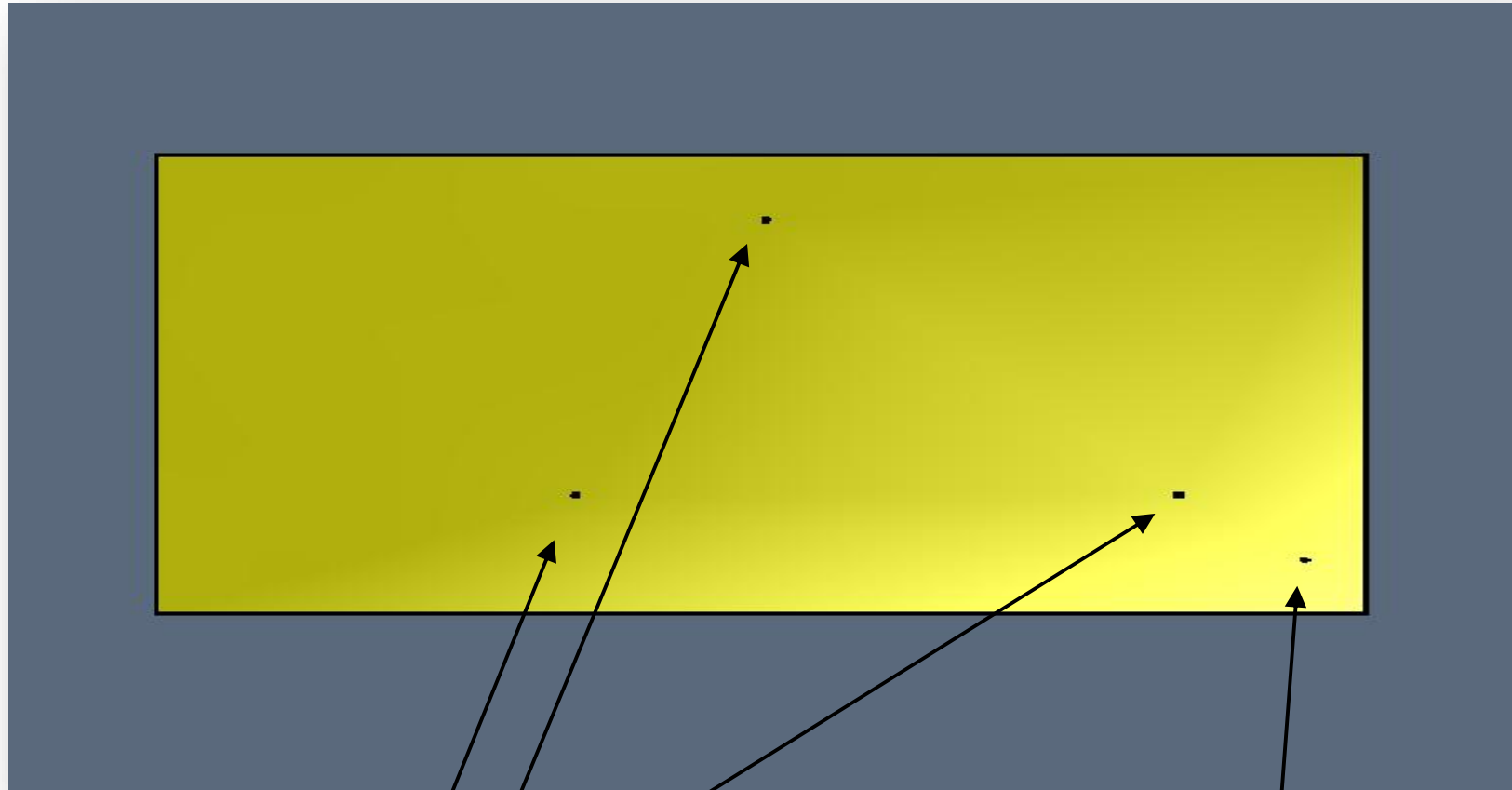
Τομή πλάγια από δεξιά



Μηχανολογικό σχέδιο και όψεις του εξαρτήματος



Το υλικό πριν από την κατεργασία

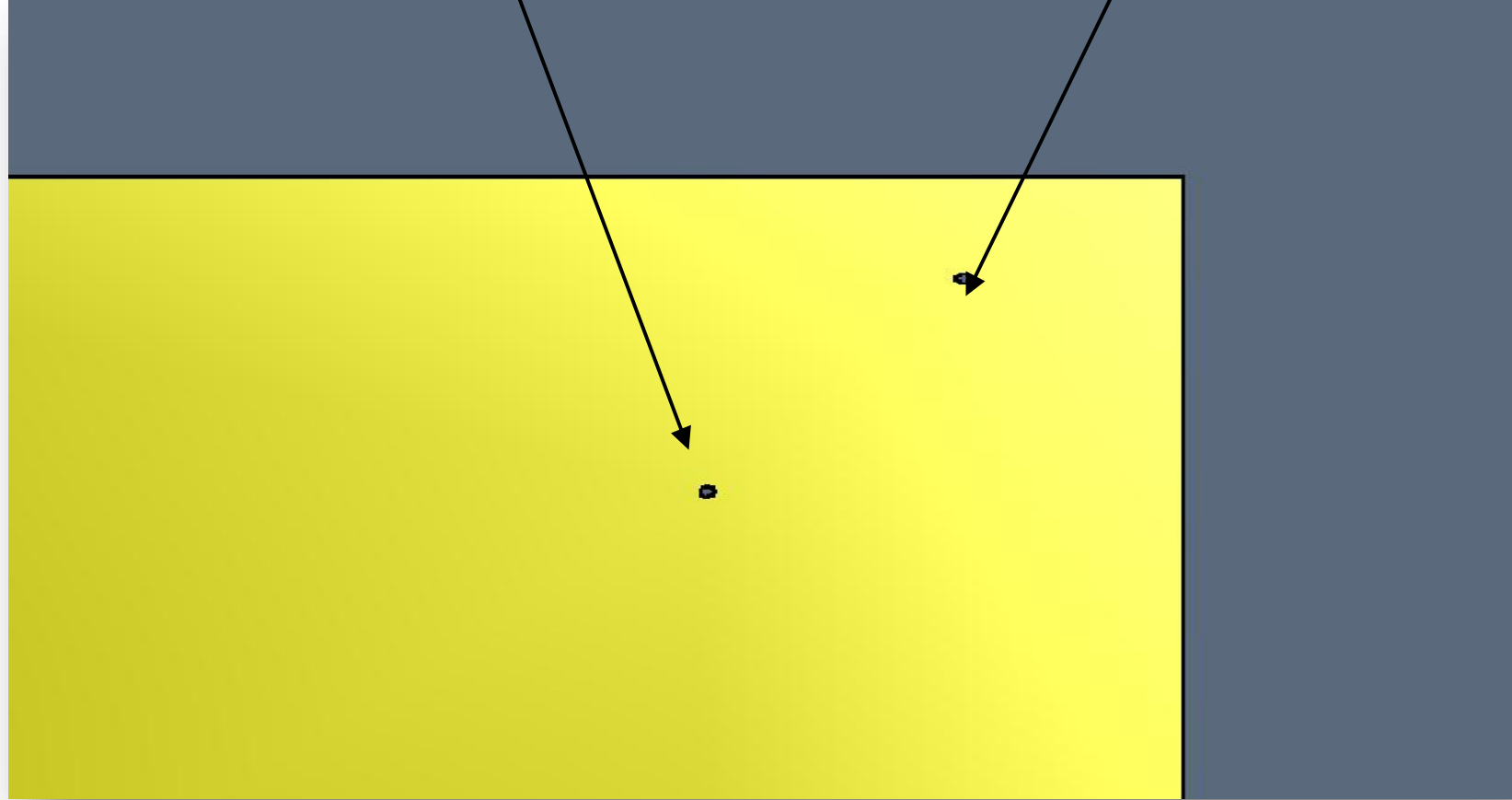


Το υλικό πριν από την κατεργασία
με 3 οπές για συγκράτηση (4000 X 2500 X 127)

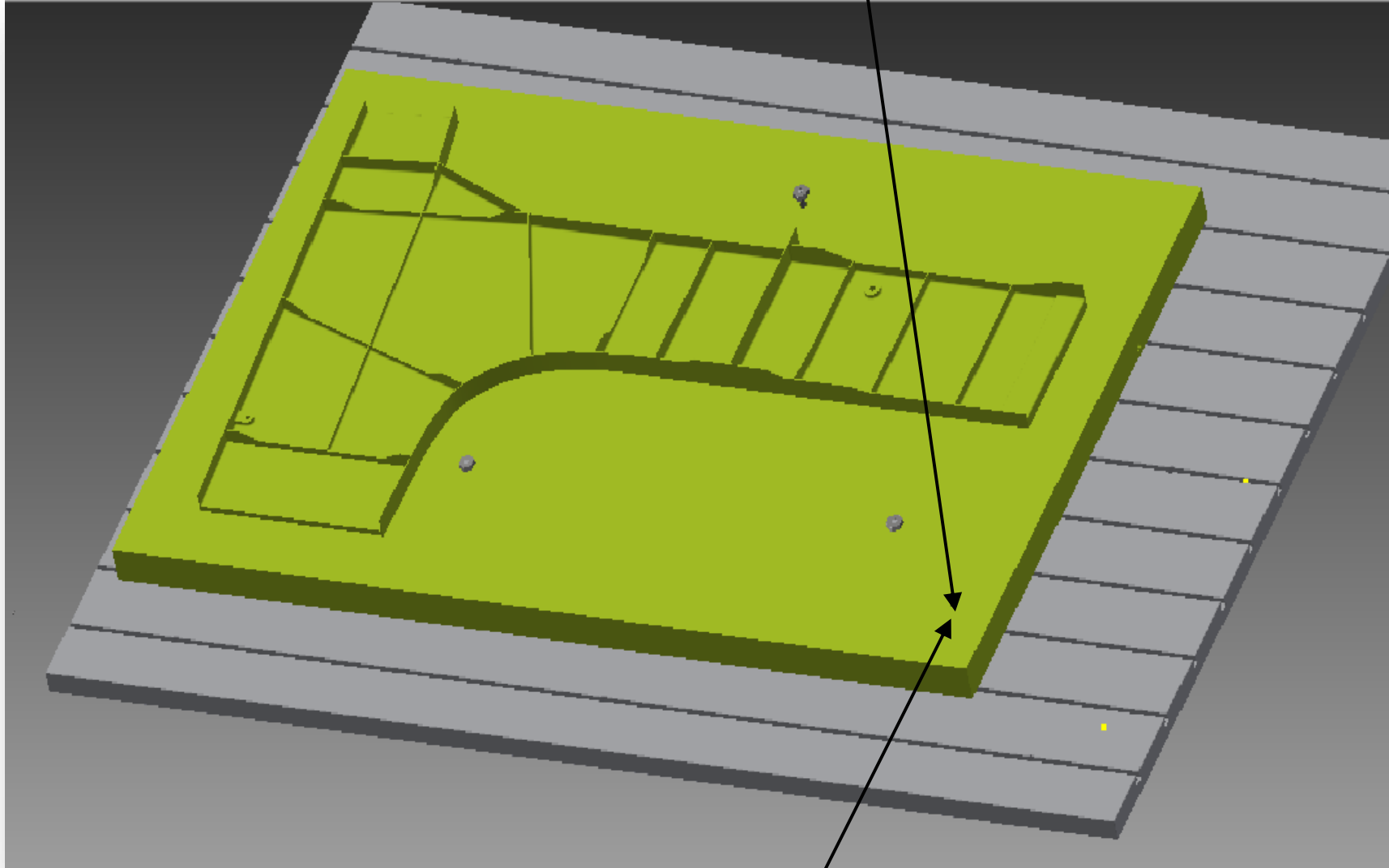
Σημείο αναφοράς προγράμματος με οπή Φ20mm

Το υλικό πριν από την κατεργασία
με 3 οπές για συγκράτηση (4000 X 2500 X 127)

Σημείο αναφοράς προγράμματος με οπή Φ20mm

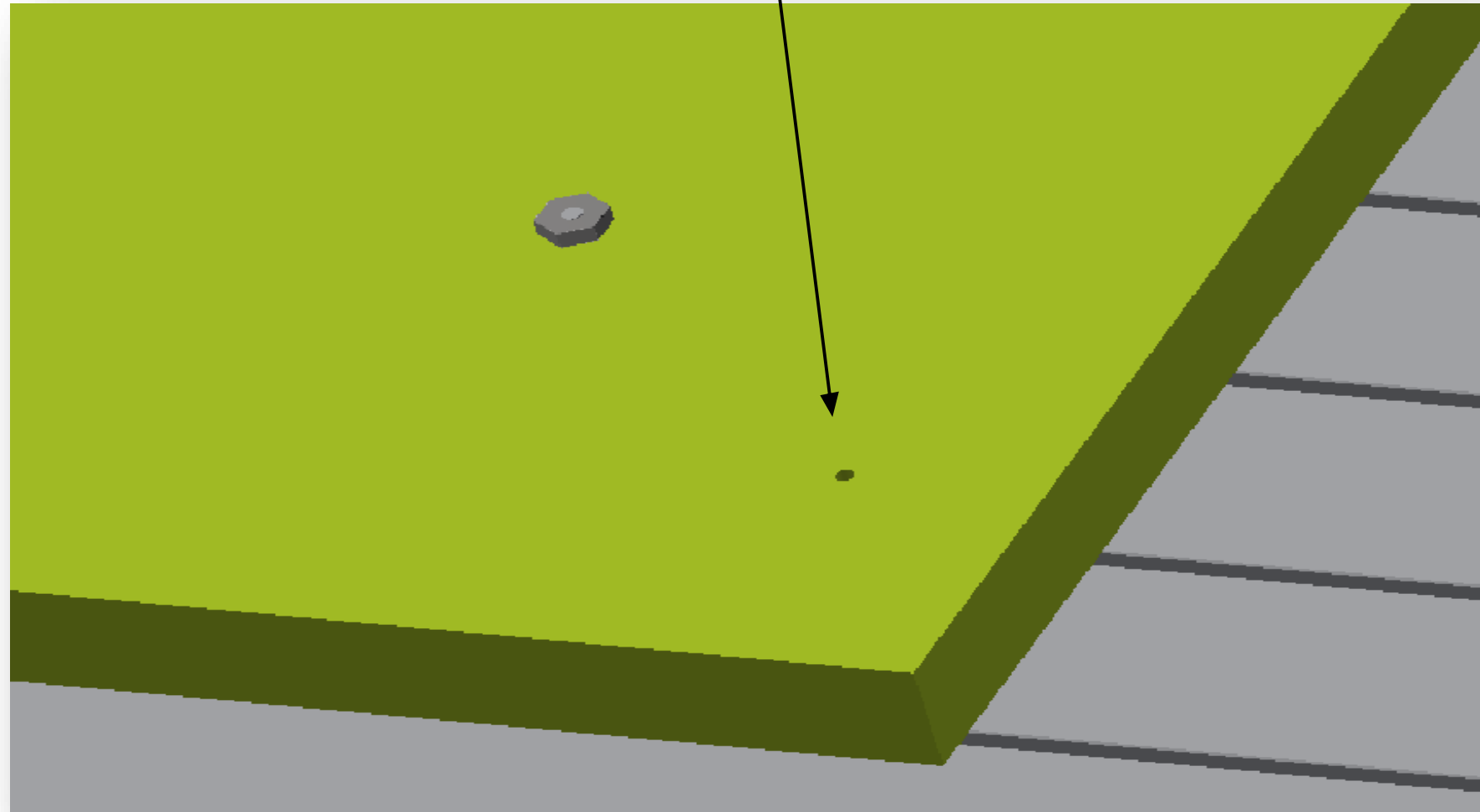


Σημείο αναφοράς προγράμματος με οπή Φ20mm για την πρώτη φάση



Σημείο αναφοράς προγράμματος

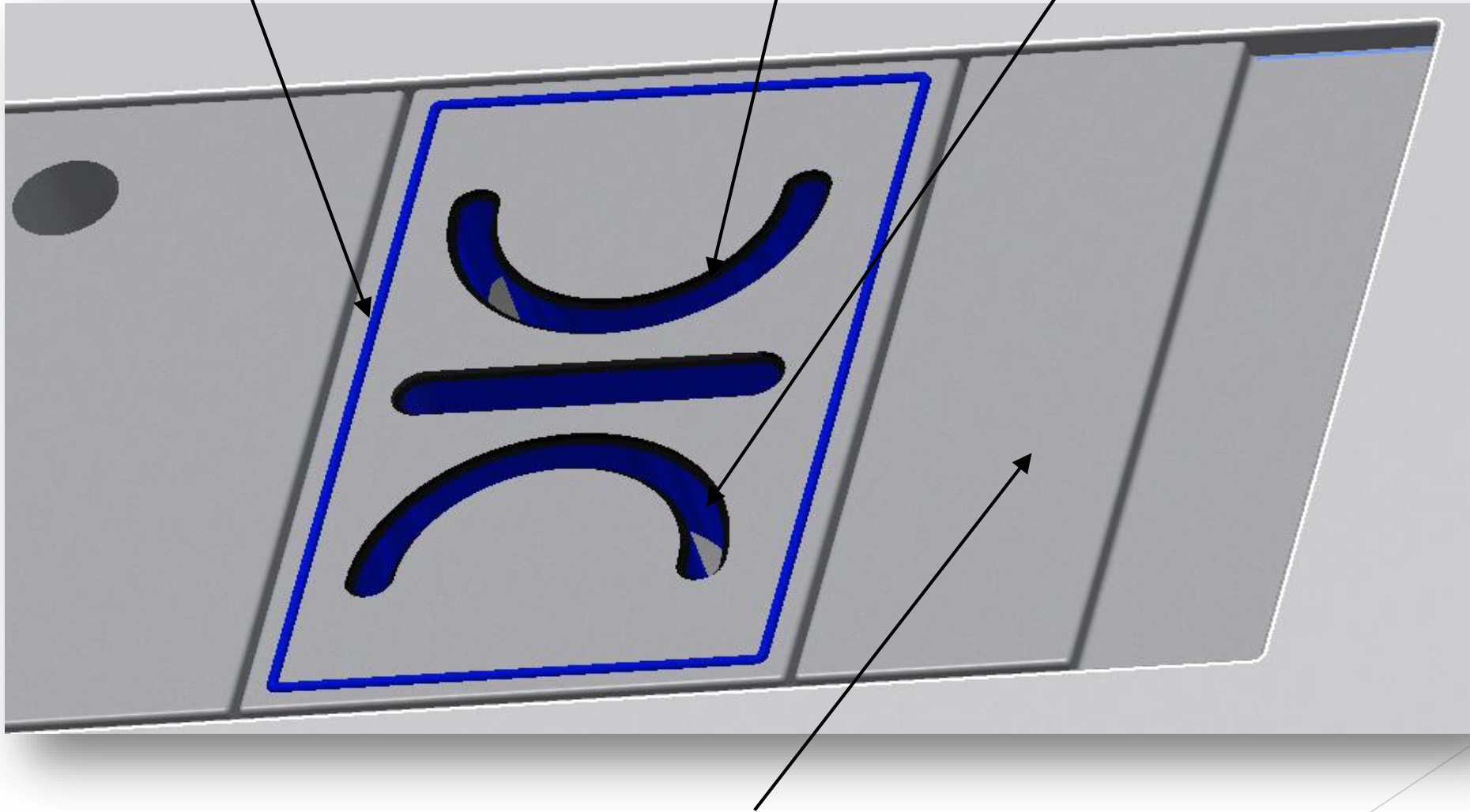
Σημείο αναφοράς προγράμματος



Λάστιχο μόνωσης 5X5

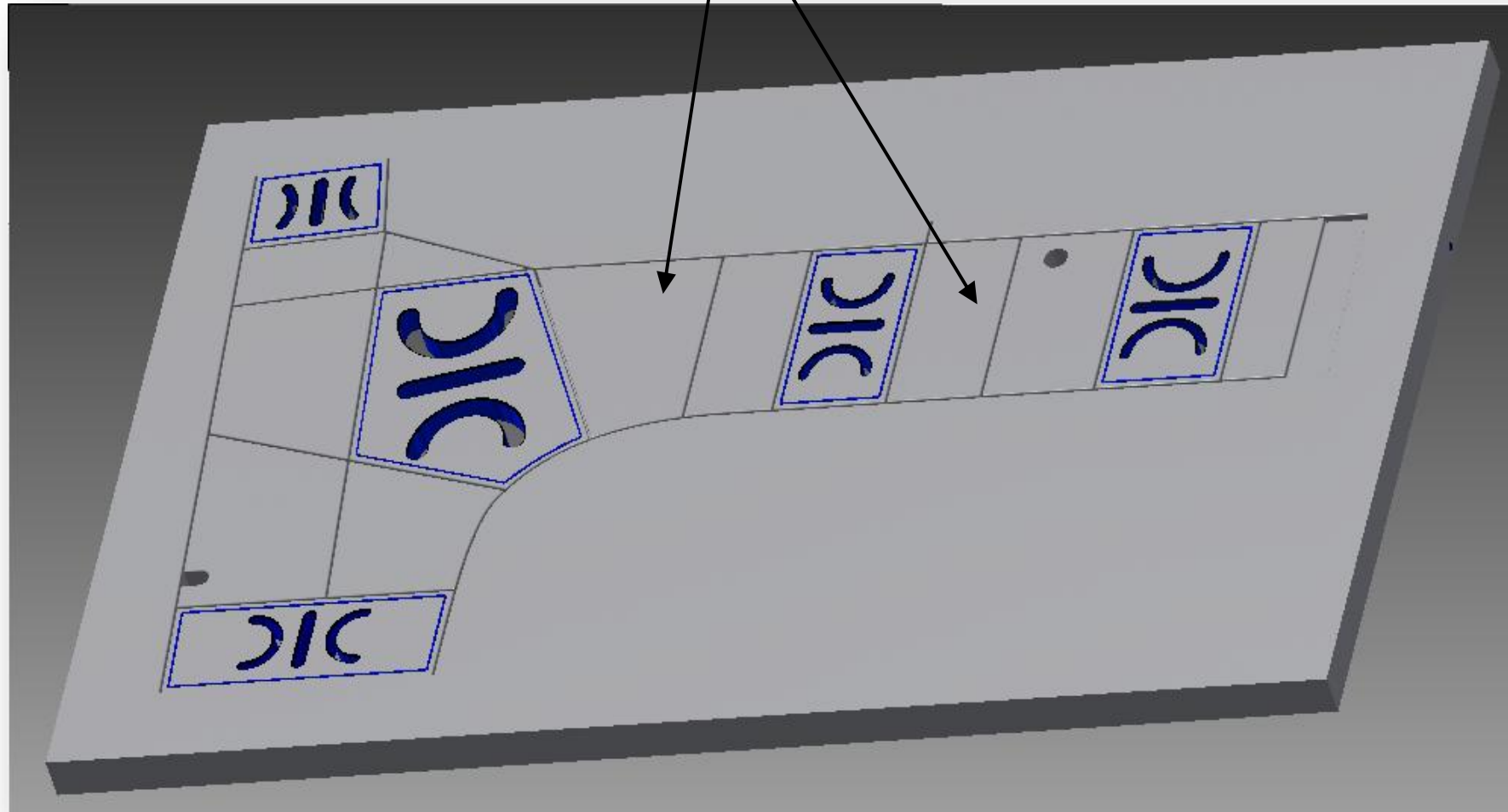
Λούκια αέρα 5X2

Τρύπες αναρρόφησης αέρα Φ6

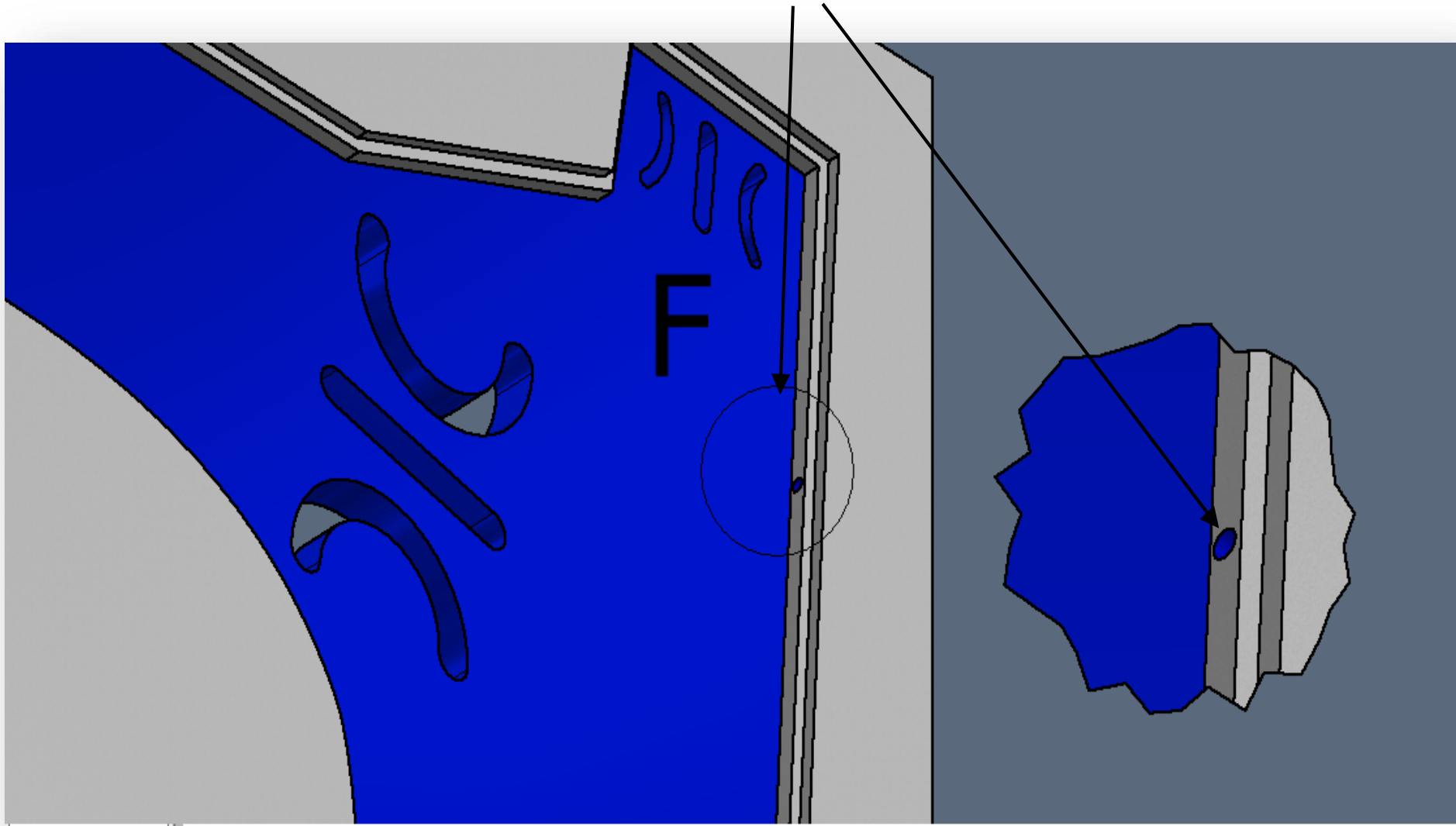


Επιφάνεια τοποθέτησης κομματιού από τη πρώτη φάση

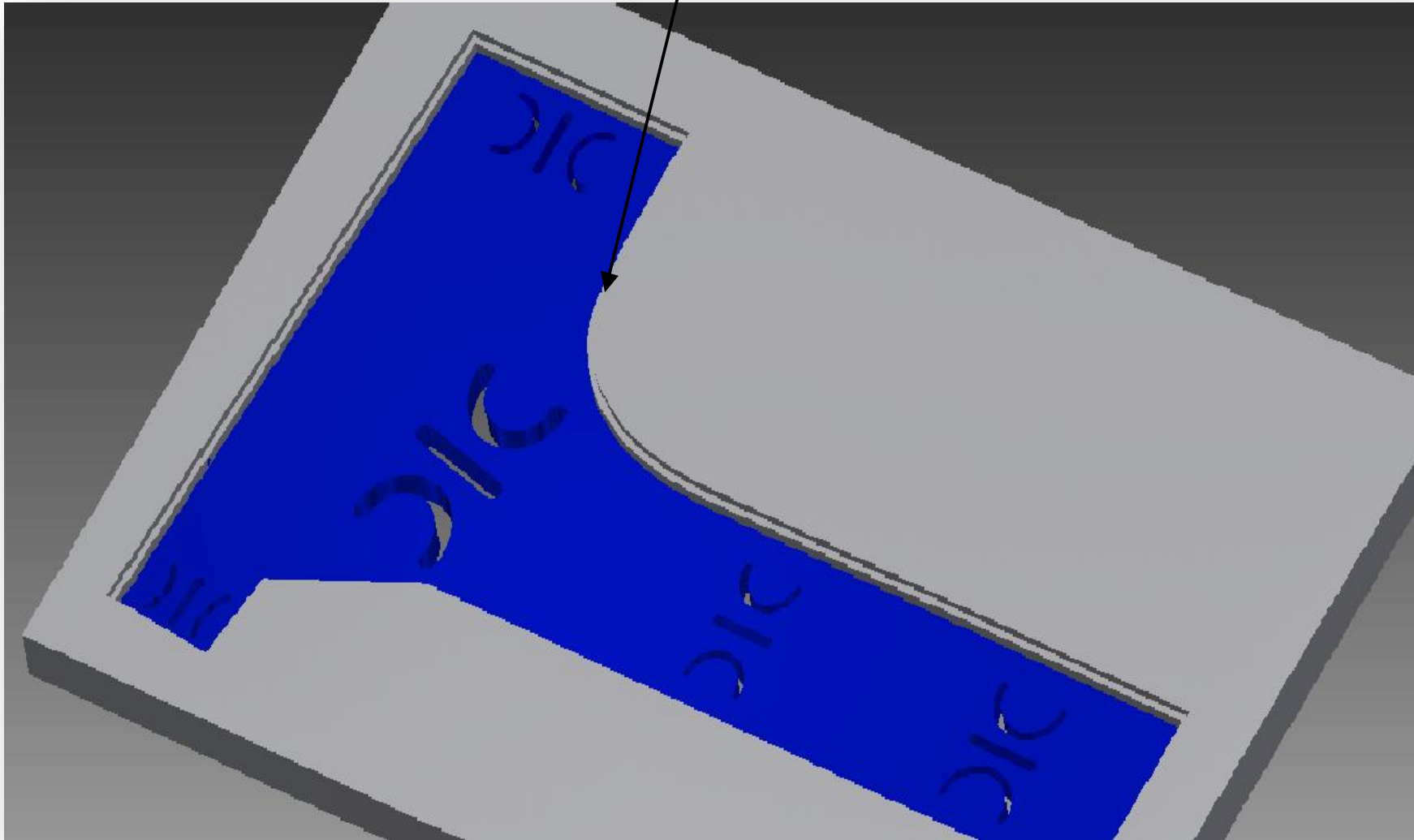
Επιφάνεια τοποθέτησης κομματιού από τη πρώτη φάση

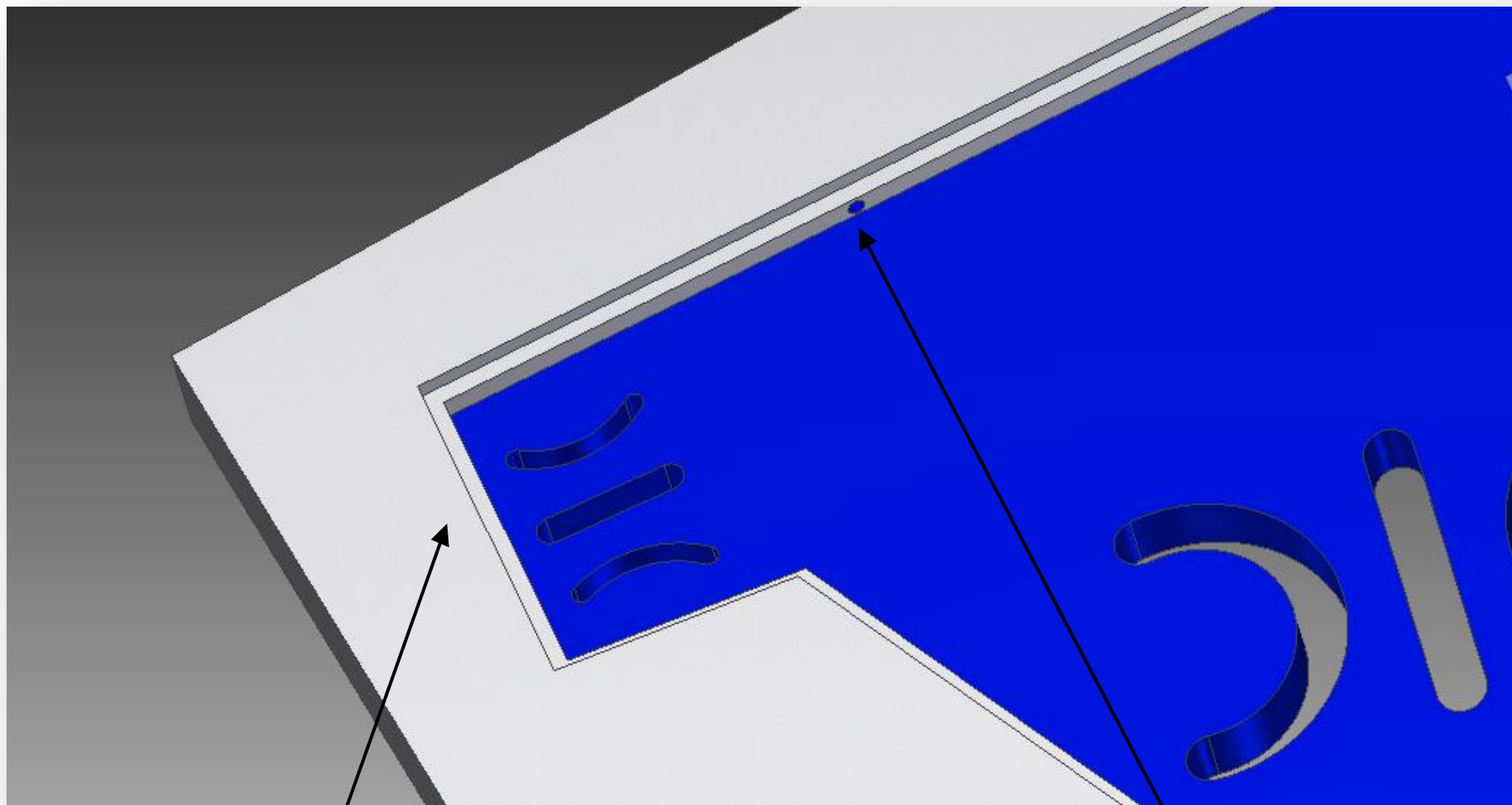


Τρύπα σύνδεσης με εξωτερική μονάδα παροχής αέρα



Η κάτω πλευρά χωρίς το καπάκι

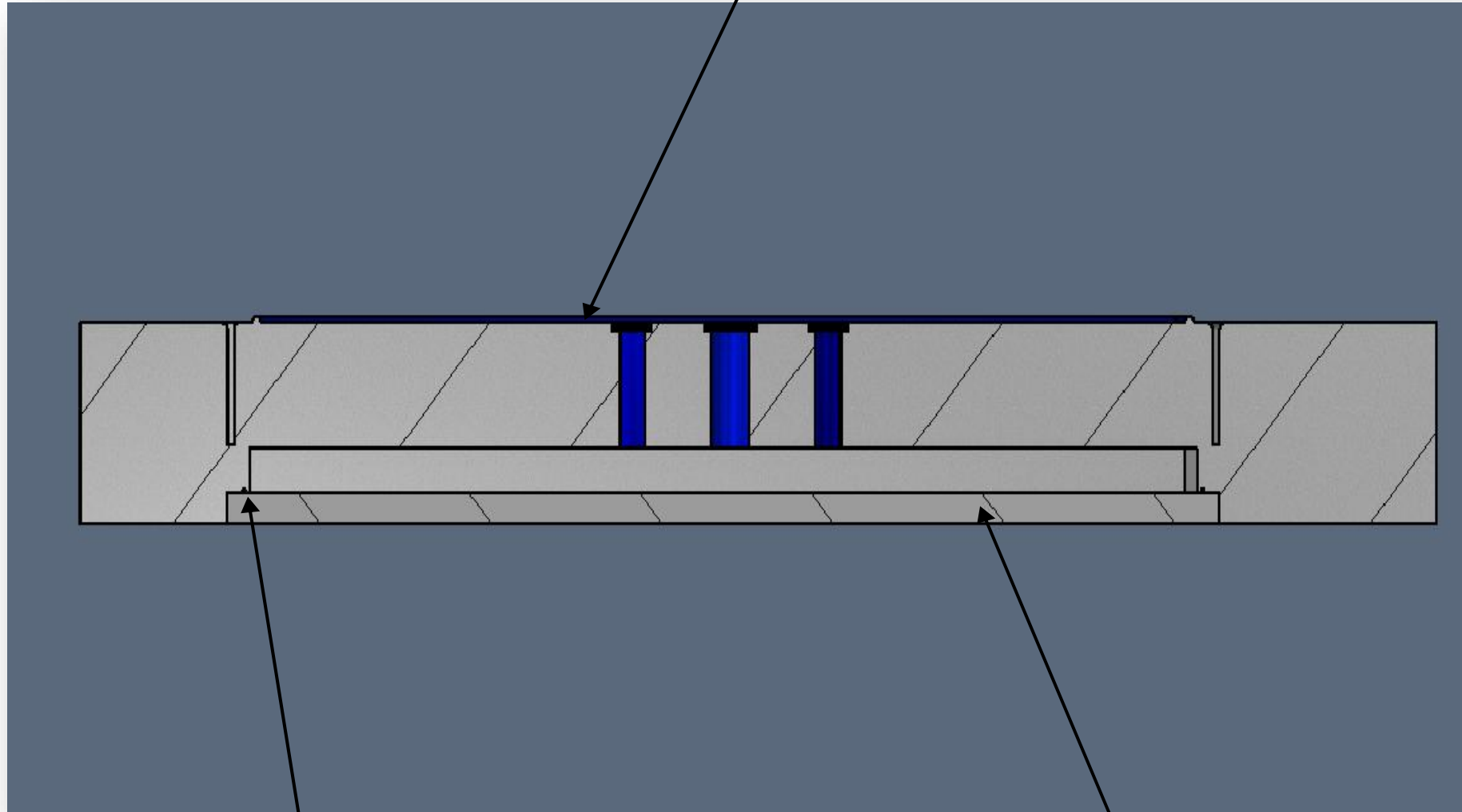




Η κάτω πλευρά χωρίς το καπάκι σε μεγέθυνση

2^η εξωτερική παροχή αέρα

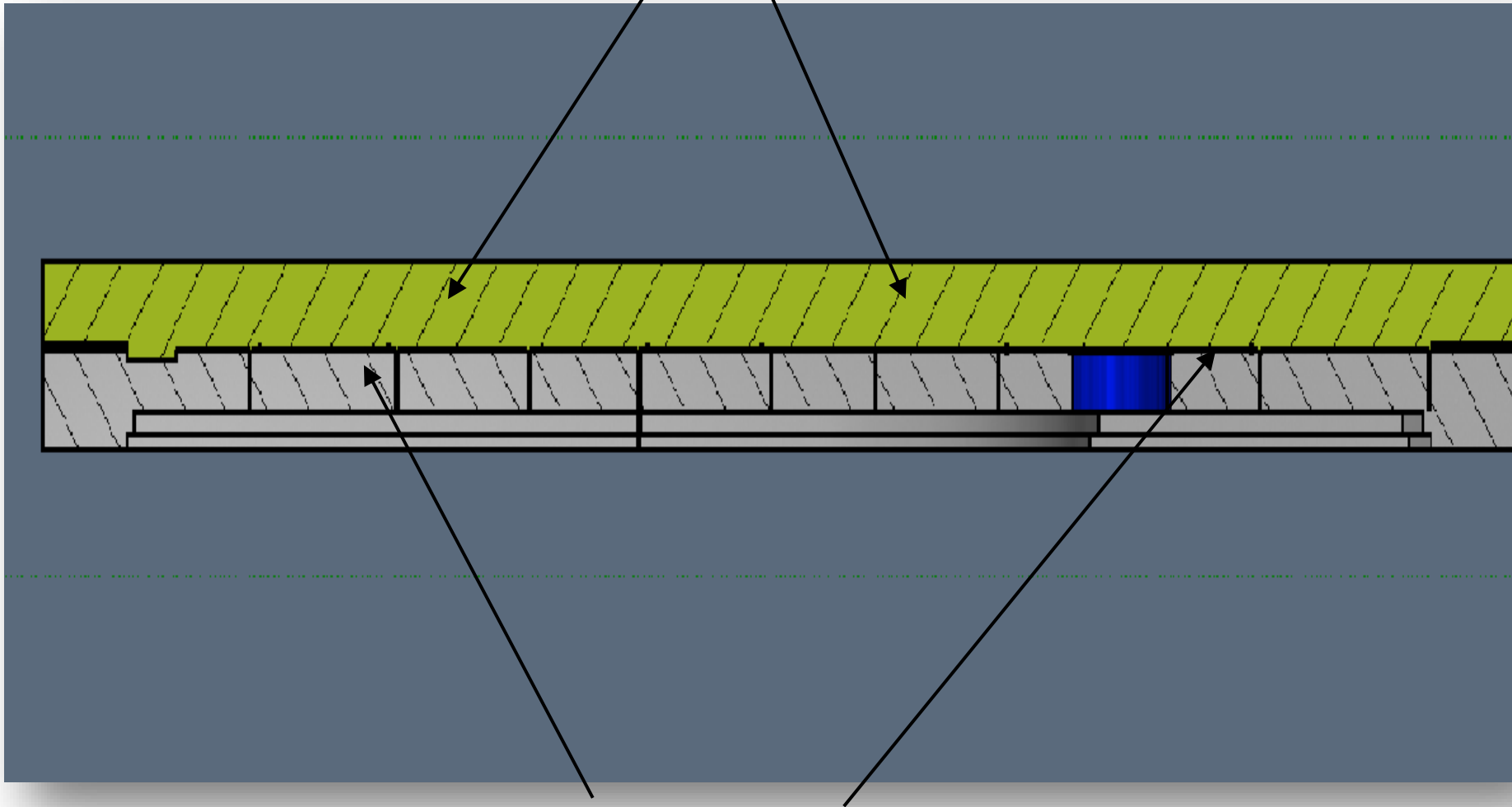
Λάστιχο μόνωσης



Λάστιχο μόνωσης καλύμματος

Πλάκα κάλυμμα (cover) 20 mm

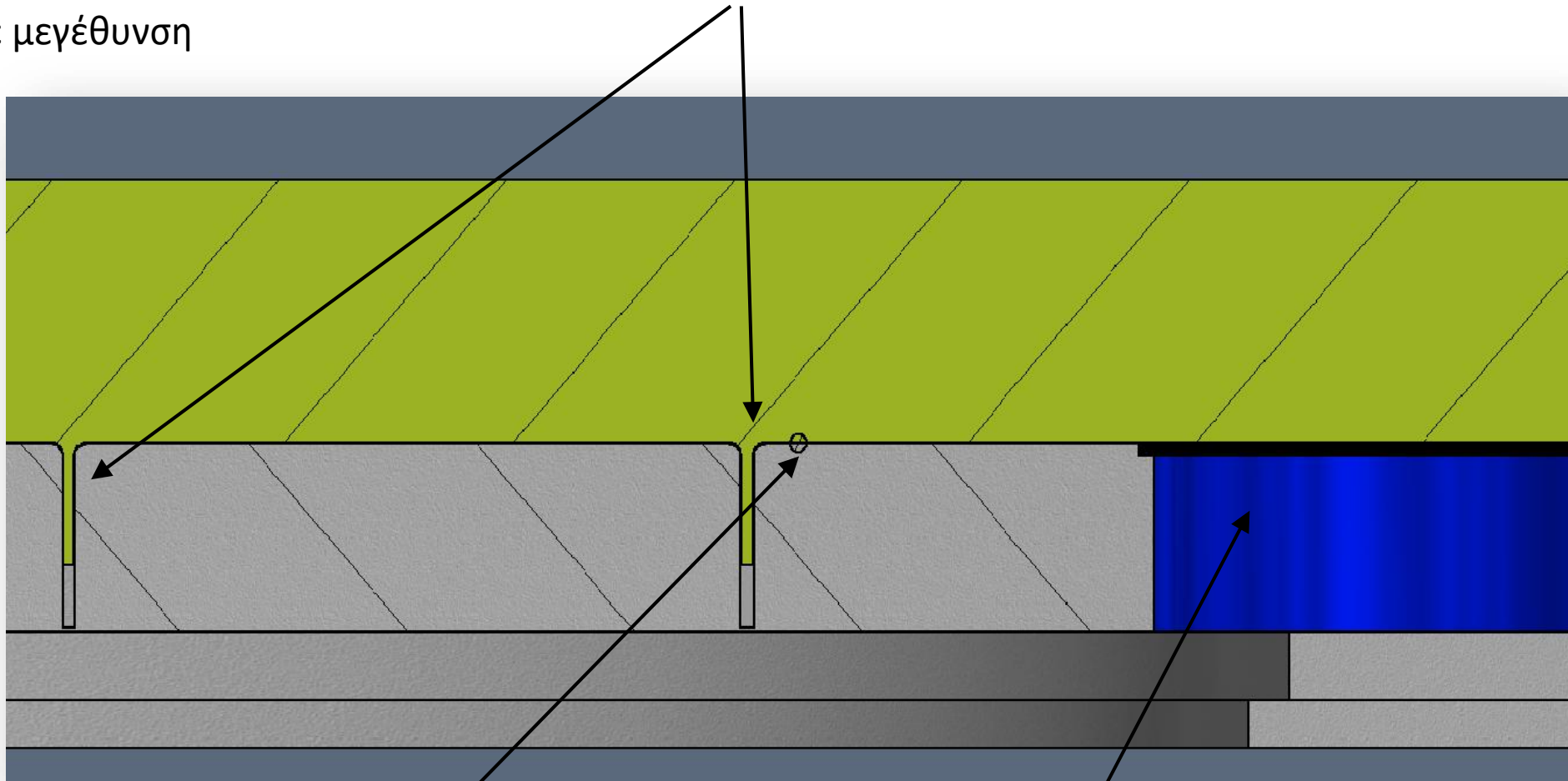
Επαφή της επιφάνειας του υλικού με την επιφάνεια του εργαλείου συγκράτησης



Τα τοιχώματα και τα νεύρα του κομματιού που δημιουργήθηκαν στη πρώτη φάση, βρίσκονται στο λούκι που έχει δημιουργηθεί στο εργαλείο γι' αυτόν το σκοπό

Τα τοιχώματα και τα νεύρα του κομματιού που δημιουργήθηκαν στη πρώτη φάση, βρίσκονται στο λούκι που έχει δημιουργηθεί στο εργαλείο γι' αυτόν το σκοπό

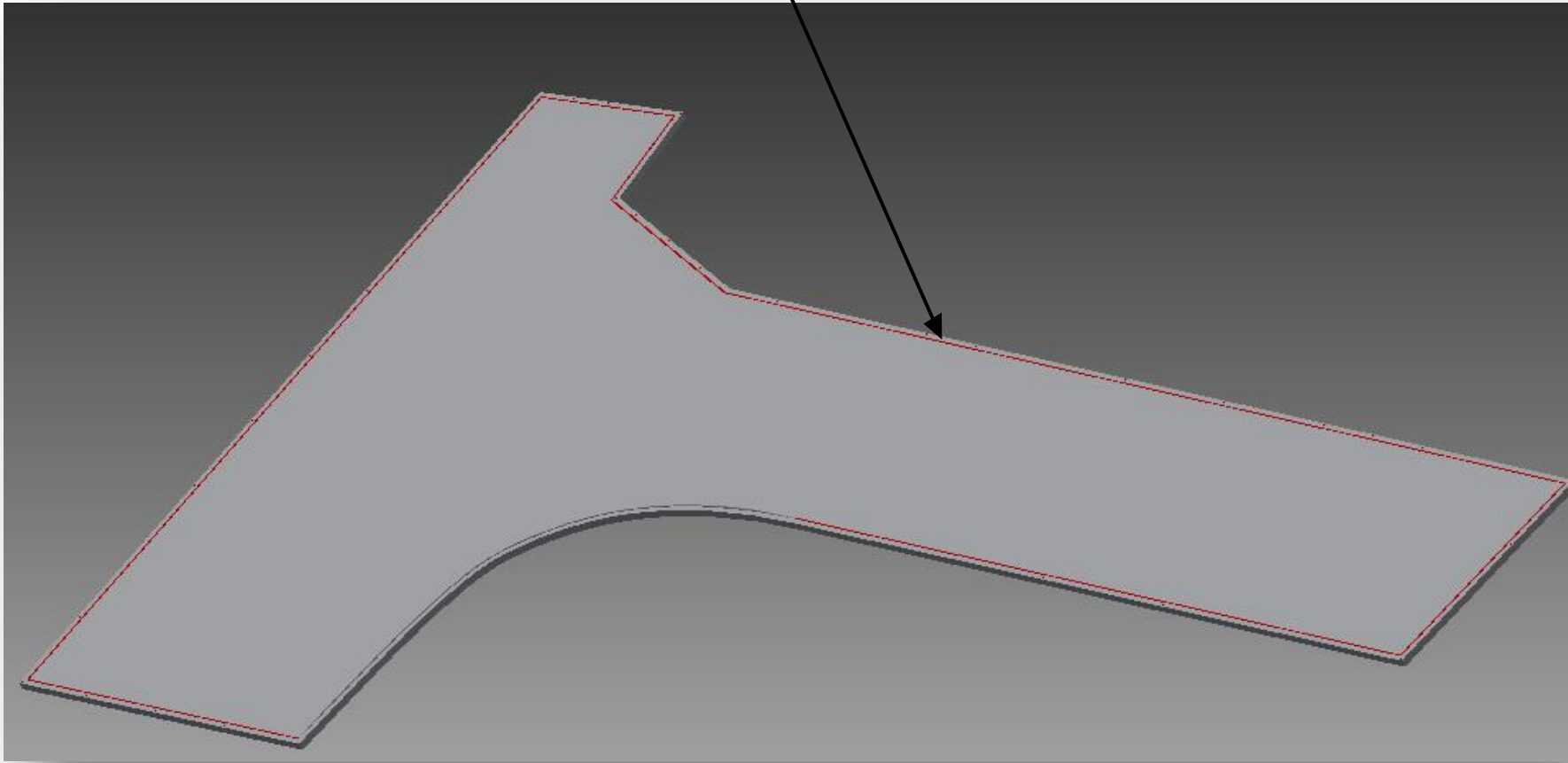
Σε μεγέθυνση



Λάστιχο μόνωσης

Θάλαμος αέρα

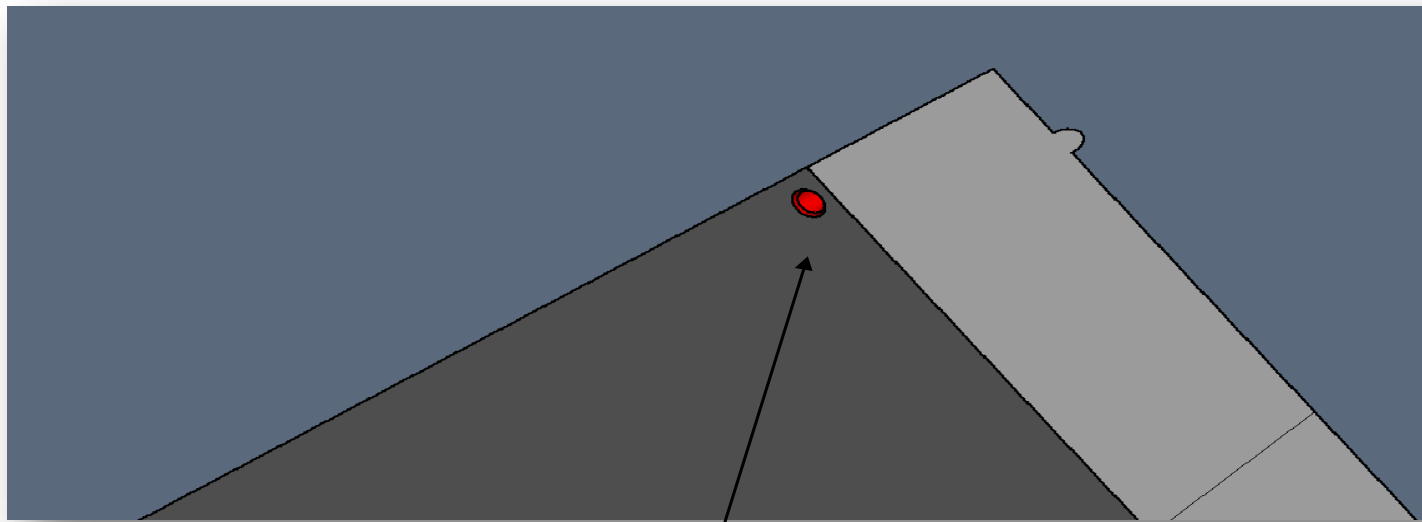
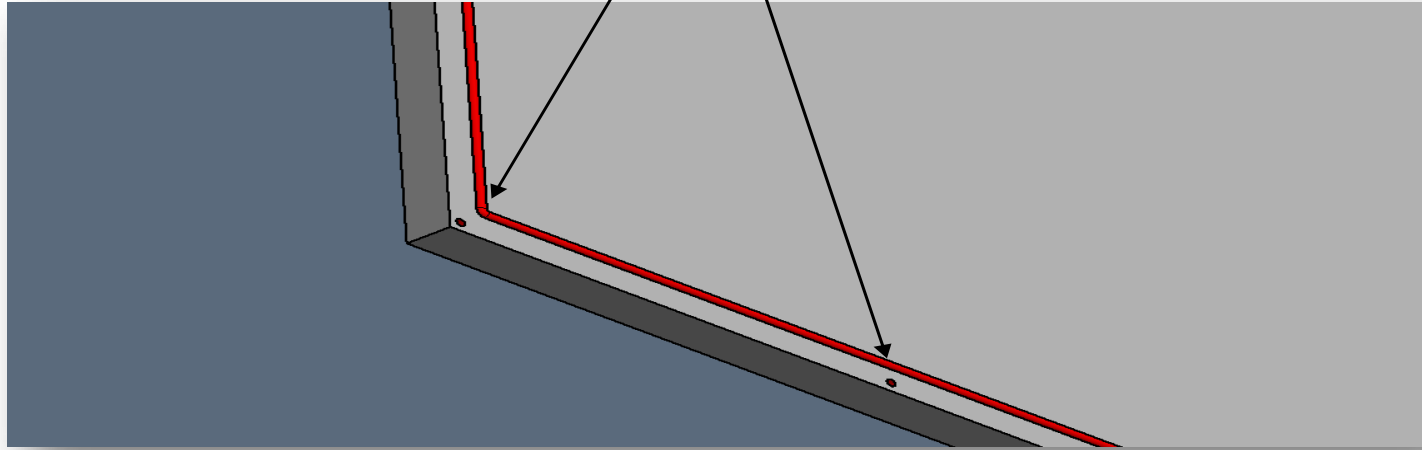
Το καπάκι μαζί με το λάστιχο



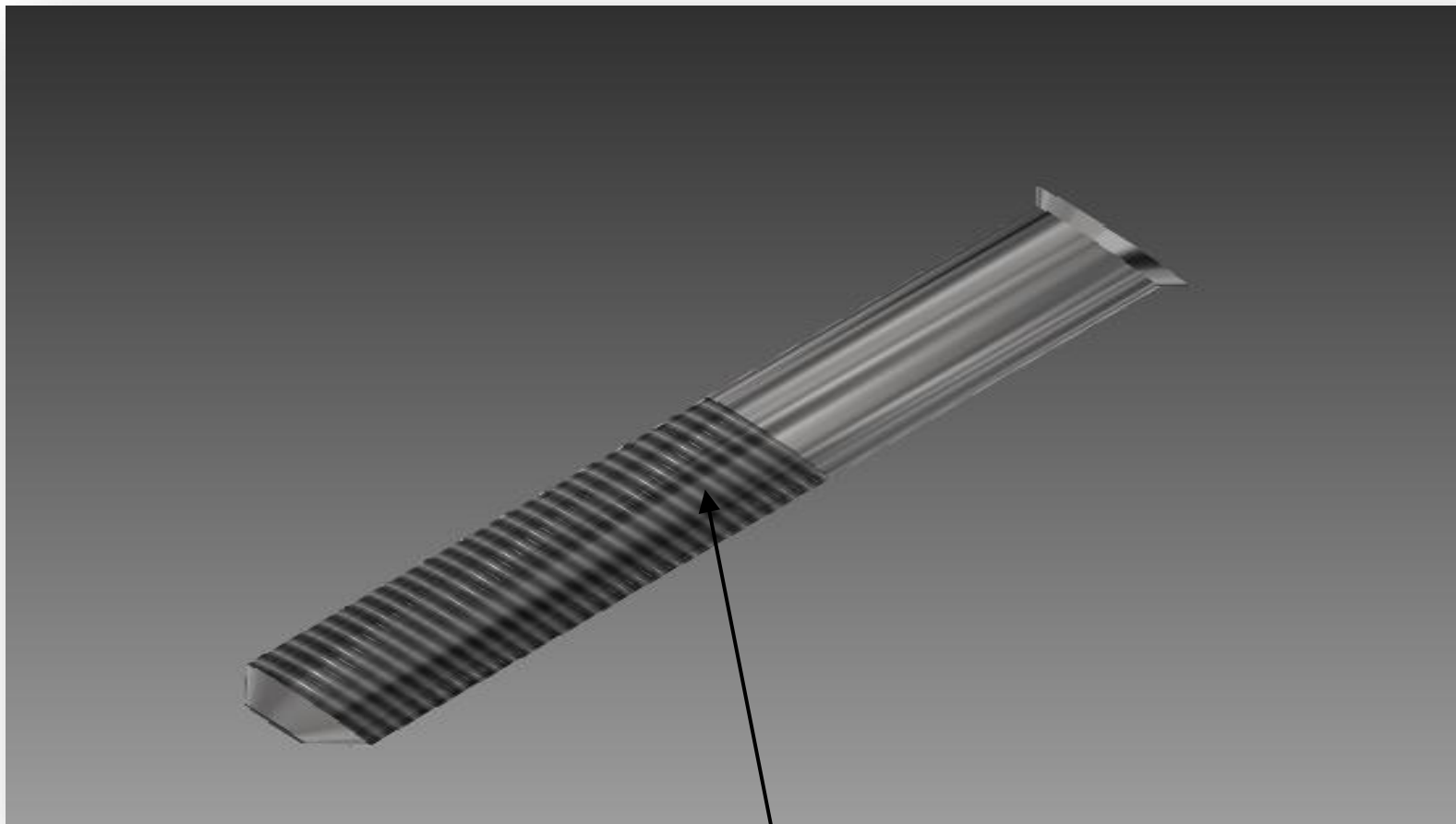
Η κάτω πλευρά του εργαλείου συγκράτησης



Λάστιχο μόνωσης



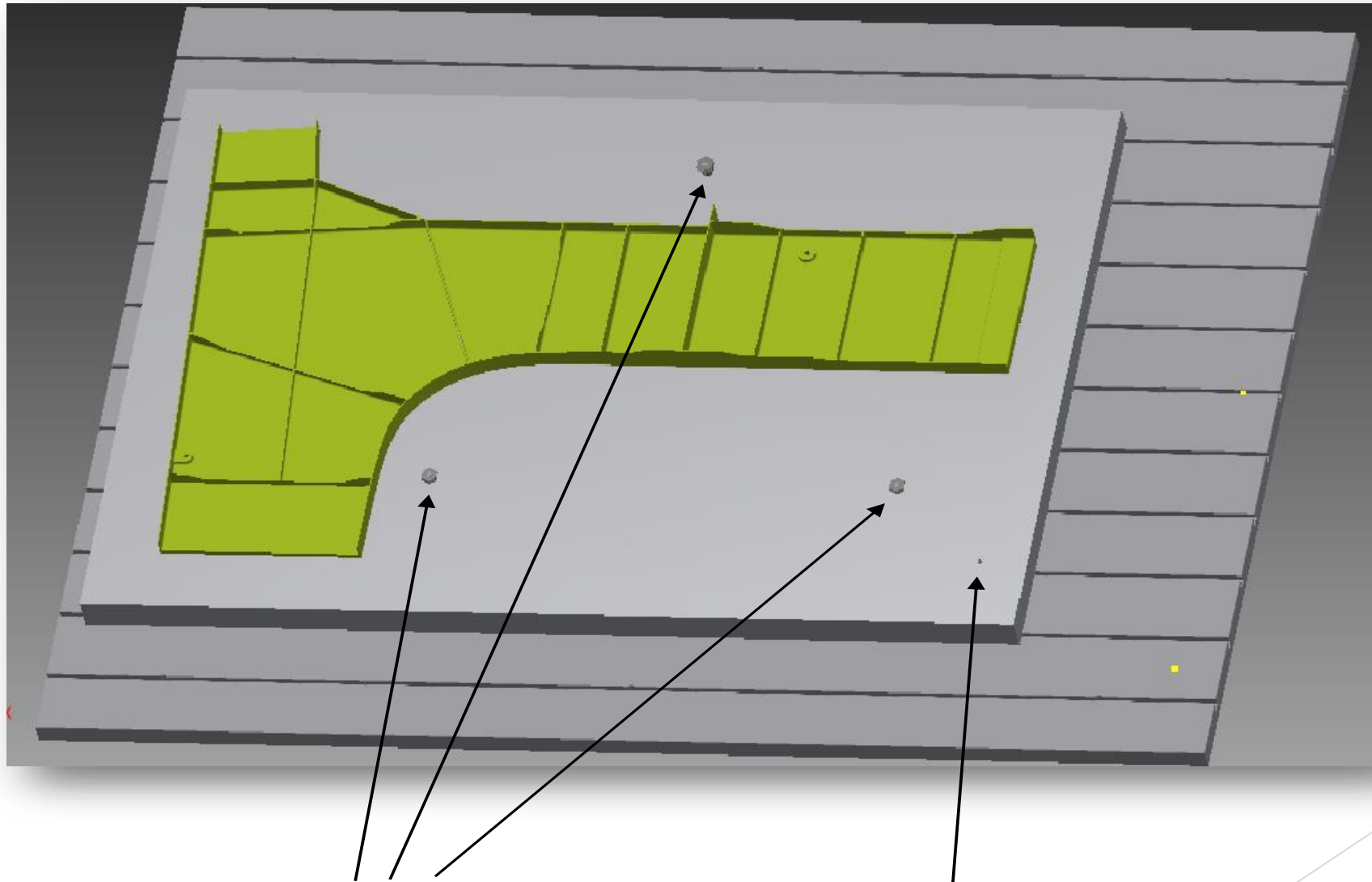
Οπή στο καλάκι 4mm



Βίδα ALLEN M4x0.5 και μήκος 14 mm

Το κομμάτι επάνω στο εργαλείο συγκράτησης

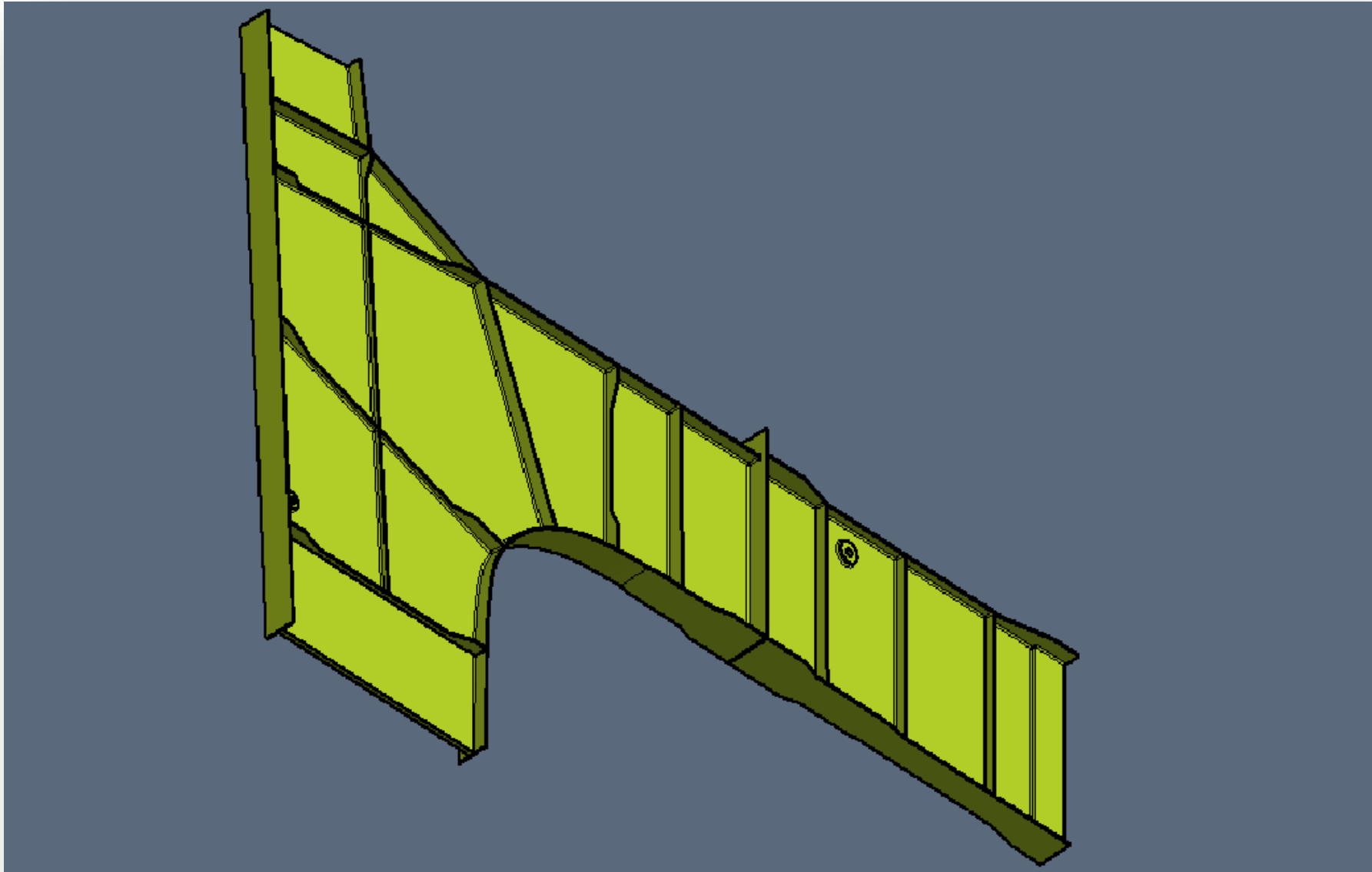
Φαίνονται οι 3 οπές Φ21 , οι οποίες δημιουργήθηκαν στη πρώτη φάση που χρησιμοποιήθηκαν για το κεντράρισμα του υλικού επάνω στο εργαλείο συγκράτησης.



Οπές Φ21 για την συγκράτηση του κομματιού
Φ20mm

Σημείο αναφοράς προγράμματος με οπή
Φ20mm

Το κομμάτι τελειωμένο



Φυσικά μεγέθη πριν από την κατεργασία

General Summary Project Status Custom Save **Physical**

Solids
The Part Update

Material
Aluminum 6061 Clipboard

Density 2.700 g/cm³ Requested Accuracy Low

General Properties

| | | Center of Gravity | |
|--------|-------------------------------|-------------------|----------------------|
| Mass | 4886.339 kg (Relative) | X | -0.041 mm (Relative) |
| Area | 22397489.664 mm ² | Y | -0.083 mm (Relative) |
| Volume | 1809/55063.3/3 m ³ | Z | 0.000 mm (Relative) |

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

Principal Moments

| | | | | | |
|----|---------------|----|---------------|----|---------------|
| I1 | 6.52845517854 | I2 | 2.55825646064 | I3 | 9.06003141565 |
|----|---------------|----|---------------|----|---------------|

Rotation to Principal

| | | | | | |
|----|---------------------|----|---------------------|----|----------------------|
| Rx | 0.00 deg (Relative) | Ry | 0.00 deg (Relative) | Rz | -0.00 deg (Relative) |
|----|---------------------|----|---------------------|----|----------------------|

Φυσικά μεγέθη μετά από την κατεργασία

General Summary Project Status Custom Save Physical

Solids
The Part

Material
Aluminum 6061

Density 2.700 g/cm³ Requested Accuracy Low

General Properties

| | | Center of Gravity | |
|--------|------------------------------|-------------------|--------------------|
| Mass | 212.441 kg (Relativ) | X | -3087.473 mm (Reli |
| Area | 10081441.106 mm ² | Y | 1565.282 mm (Rela |
| Volume | 78681931.388 mm ³ | Z | -0.158 mm (Relativ |

Inertial Properties

Principal Global Center of Gravity

Principal Moments

| | | | | | |
|----|--------------|----|---------------|----|---------------|
| I1 | 36908077.551 | I2 | 256561312.770 | I3 | 293386995.565 |
|----|--------------|----|---------------|----|---------------|

Rotation to Principal

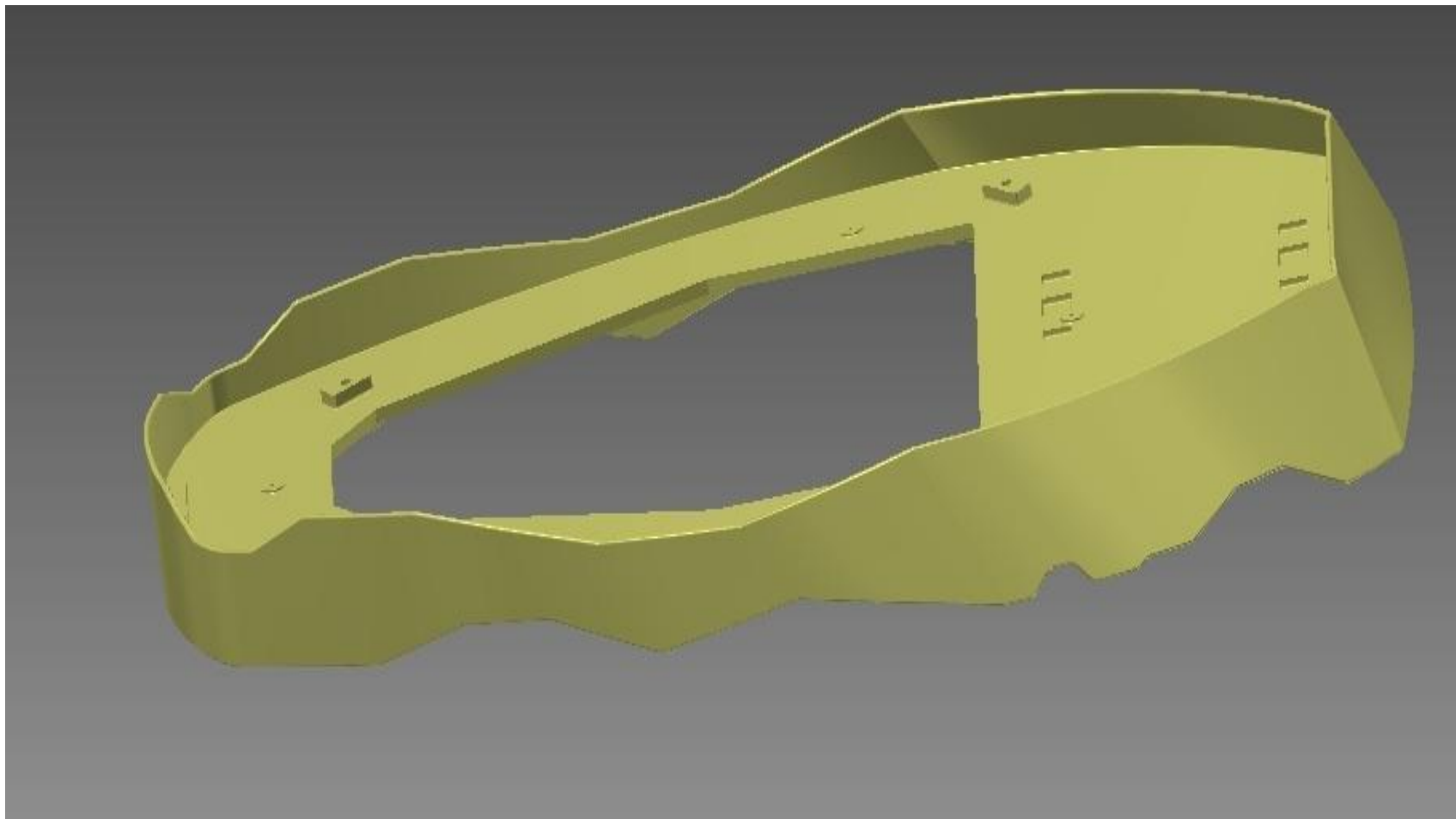
| | | | | | |
|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|
| Rx | -0.00 deg (Rela | Ry | -0.01 deg (Rela | Rz | -7.26 deg (Rela |
|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|

Σχεδιασμός Εργασιών Κατεργασίας Δοκιμίου f16 (Φασεολόγιο - Process Planning)

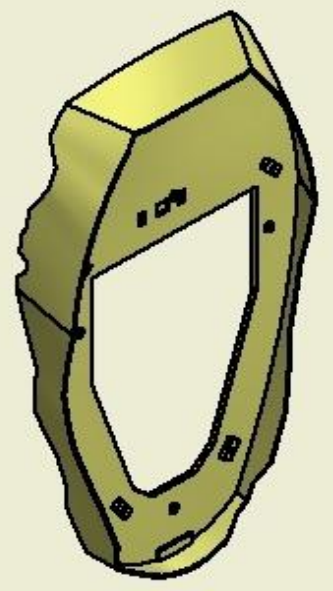
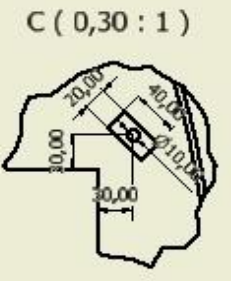
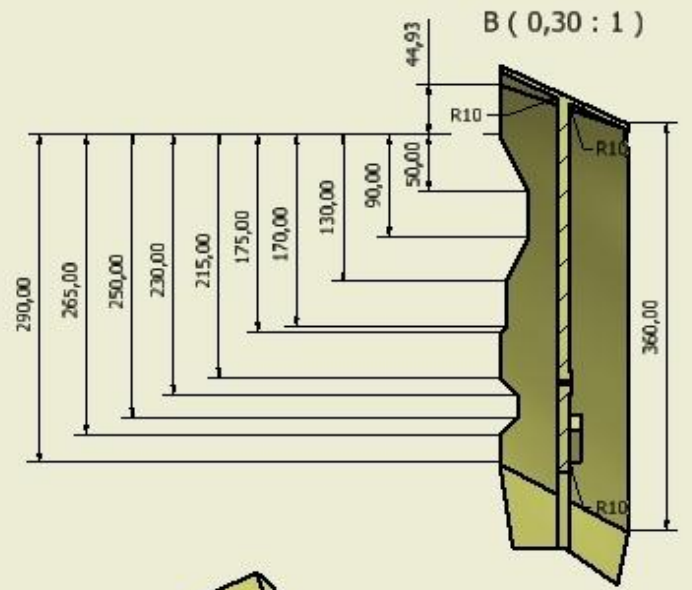
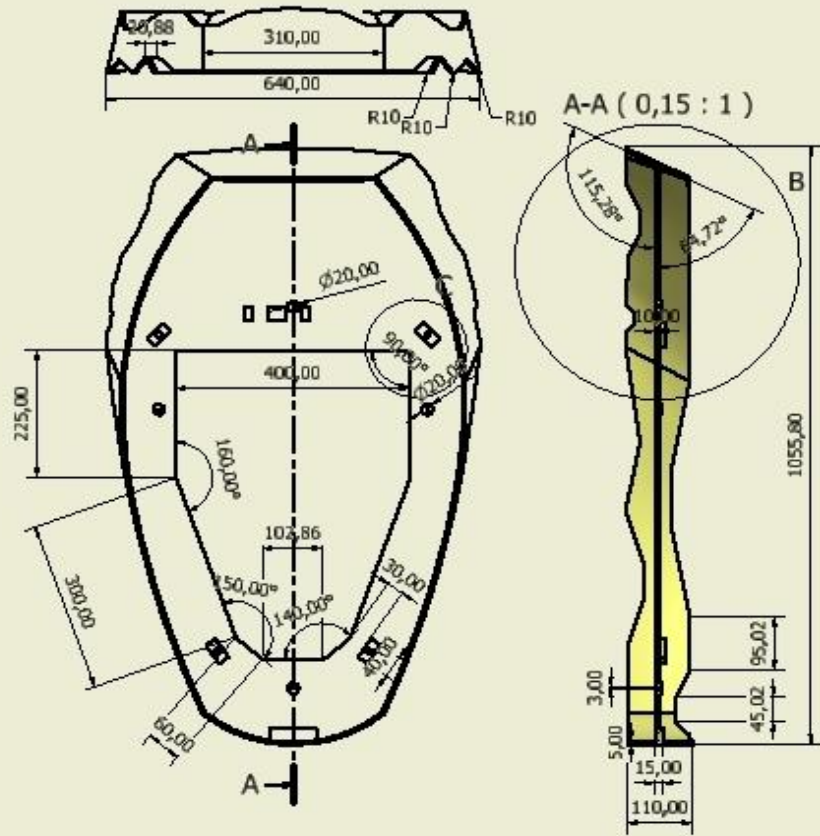
| | |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Όνομα δοκιμίου: | Δοκίμιο f16 |
| Τύπος υλικού: | Aluminum 6061 |
| Διαστάσεις πρώτης ύλης: | 1350mm X 1220mm X 135mm |
| Διαστάσεις δοκιμίου μετά από την τελική κατεργασία: | 1045mm X 640mm X 110mm |
| Βάρος υλικού πριν από την κατεργασία: | 600,322Kg |
| Βάρος υλικού μετά από την κατεργασία: | 12,108 Kg |
| Αριθμός φάσεων κατεργασίας: | 3 |
| Εργαλειομηχανή: κατεργασίας | Οποιοδήποτε τριαξονικό CNC κέντρο |
| Απαιτούμενα εργαλεία συγκράτησης: | 4 κοχλίες |
| Οδηγός χρωμάτων: | Κόκκινο ράμπ= Υλικό μετά από την κατεργασία της ΦΑΣΗΣ-2 σε συμβατική φρέζα Κίτρινο = Κατεργασμένες επιφάνειες από προηγούμενες φάσεις Κόκκινο = Επιφάνειες μετά την διαδικασία αφαίρεσης των αυτιών Γκρί= Επιφάνειες προς κατεργασία και κατά τη διάρκεια μιας κατεργασίας |

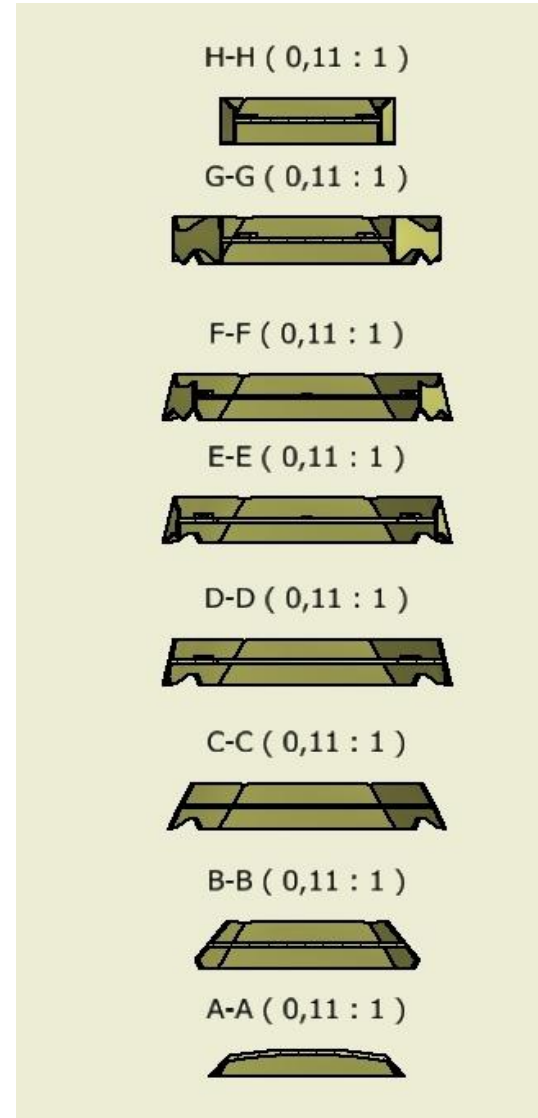
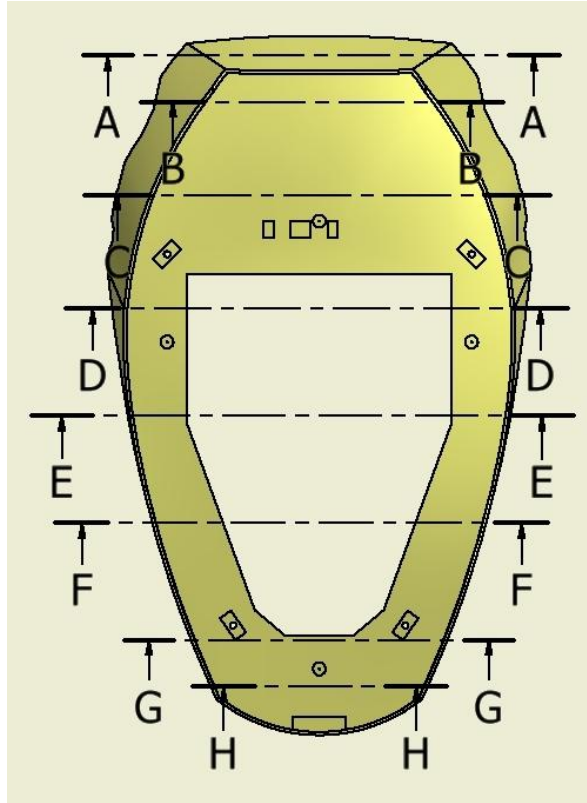


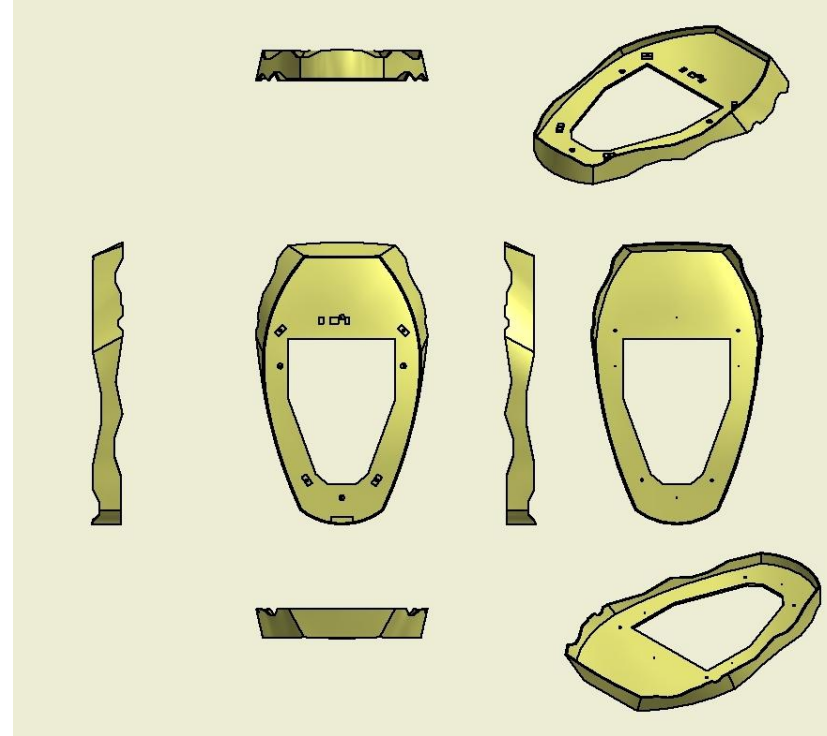
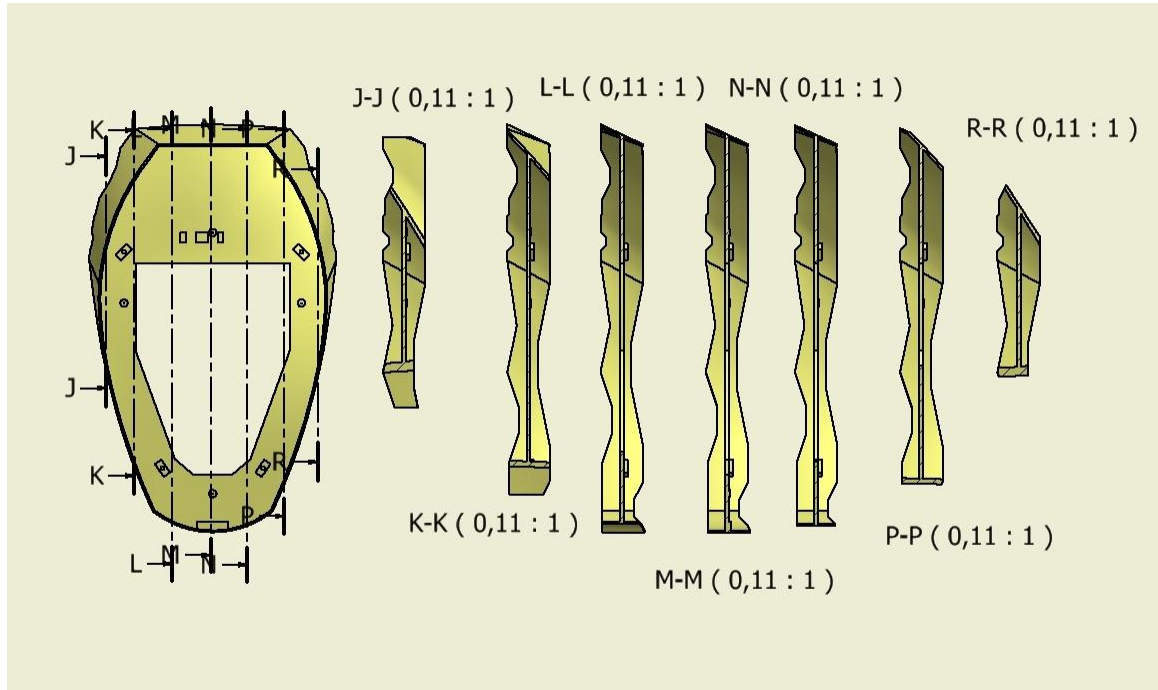
Αρχική εικόνα αντικειμένου με βάση την οποία έγινε ο παρακάτω σχεδιασμός δοκιμίου



3D σχέδιο δοκιμίου

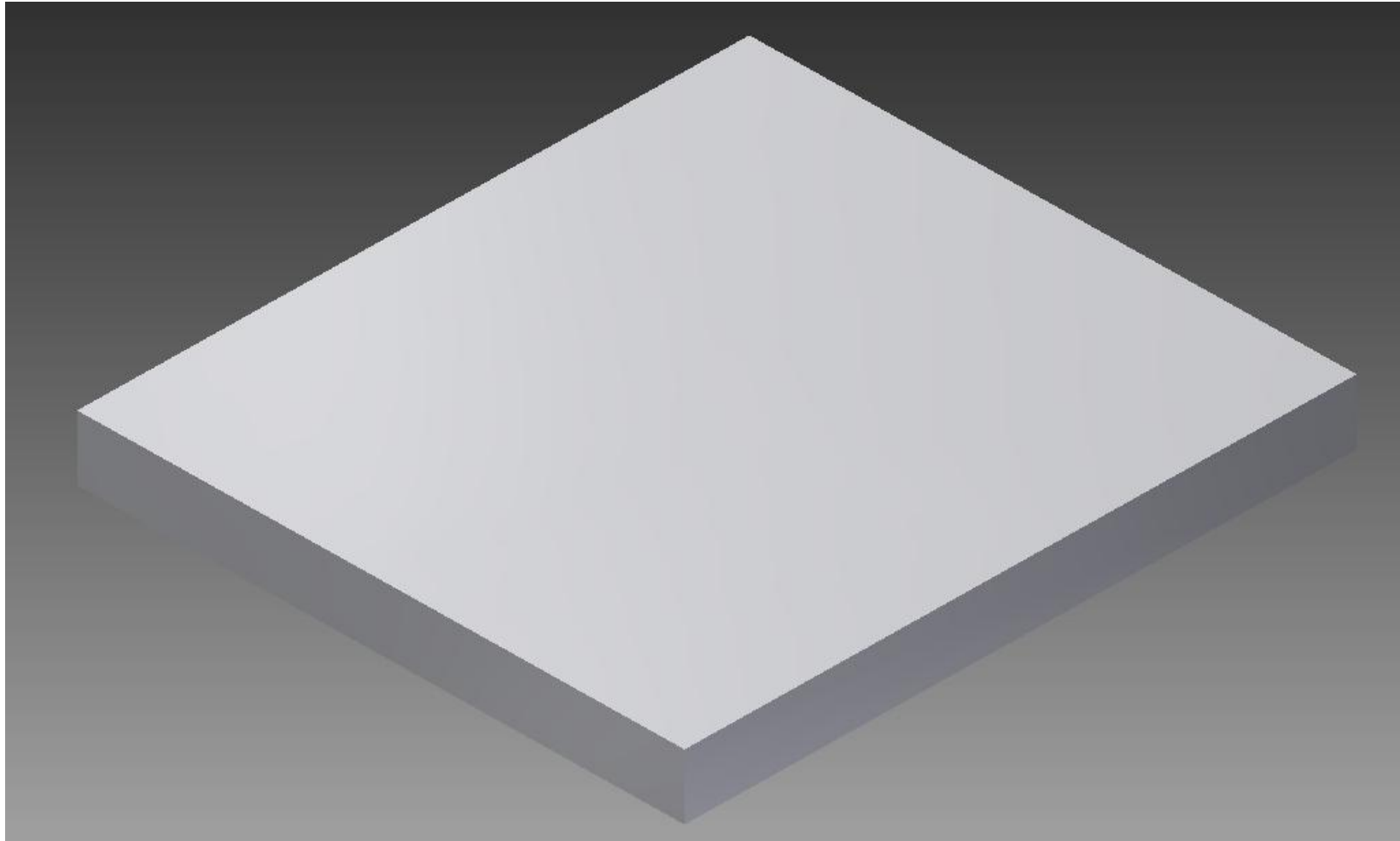




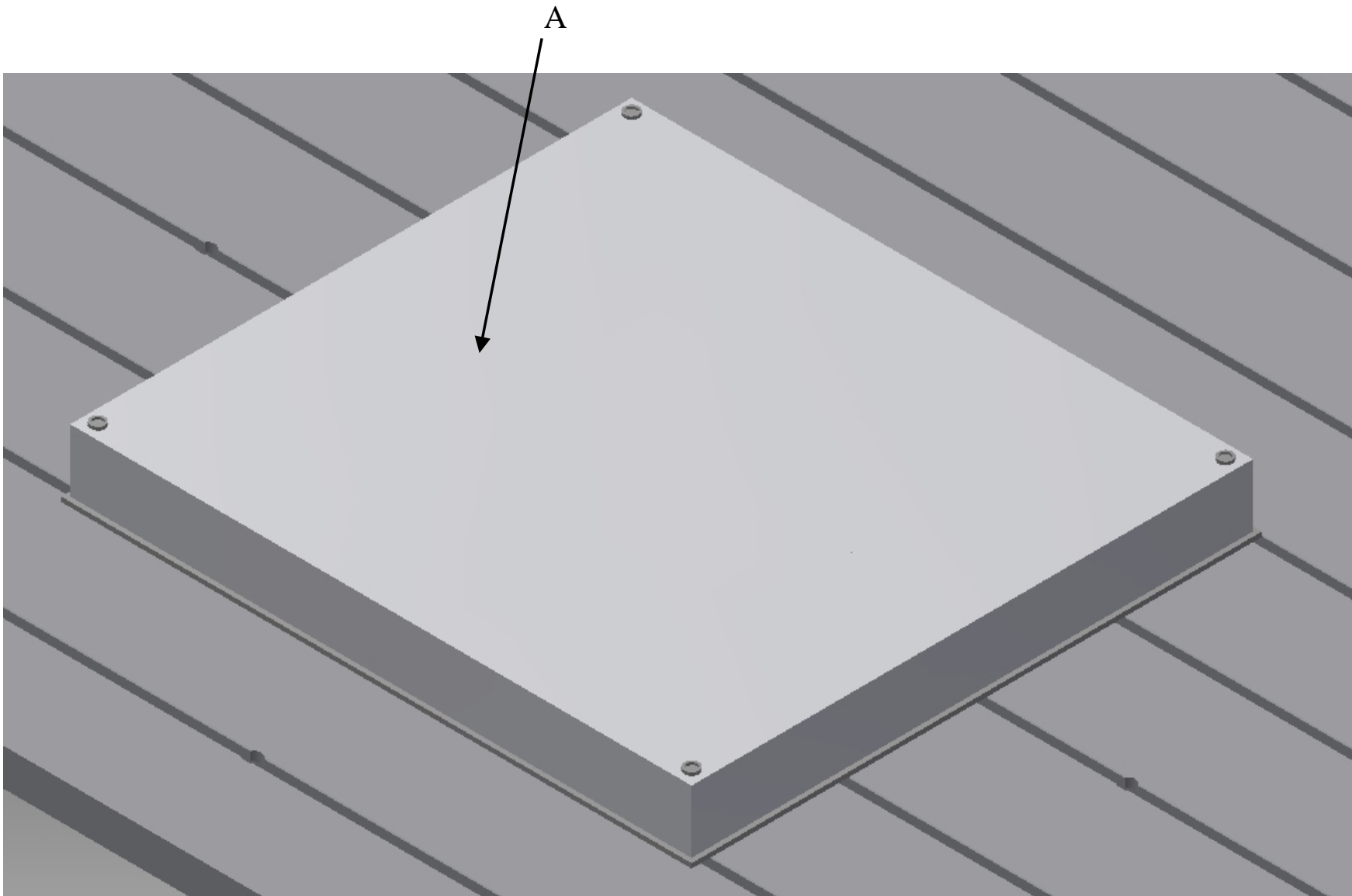


ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-1 - Περιγραφή:

- 1) Σε συμβατική φρέζα να γίνει κατεργασία όλων της πλευράς A της πρώτης ύλης του δοκιμίου
- 2) Διαστάσεις πρώτης ύλης πριν από την κατεργασία: 1350mm X 1220mm X 135mm
- 3) Σημαντικό: Η κατεργασία θα πρέπει να γίνει στις δύο πλευρές του υλικού



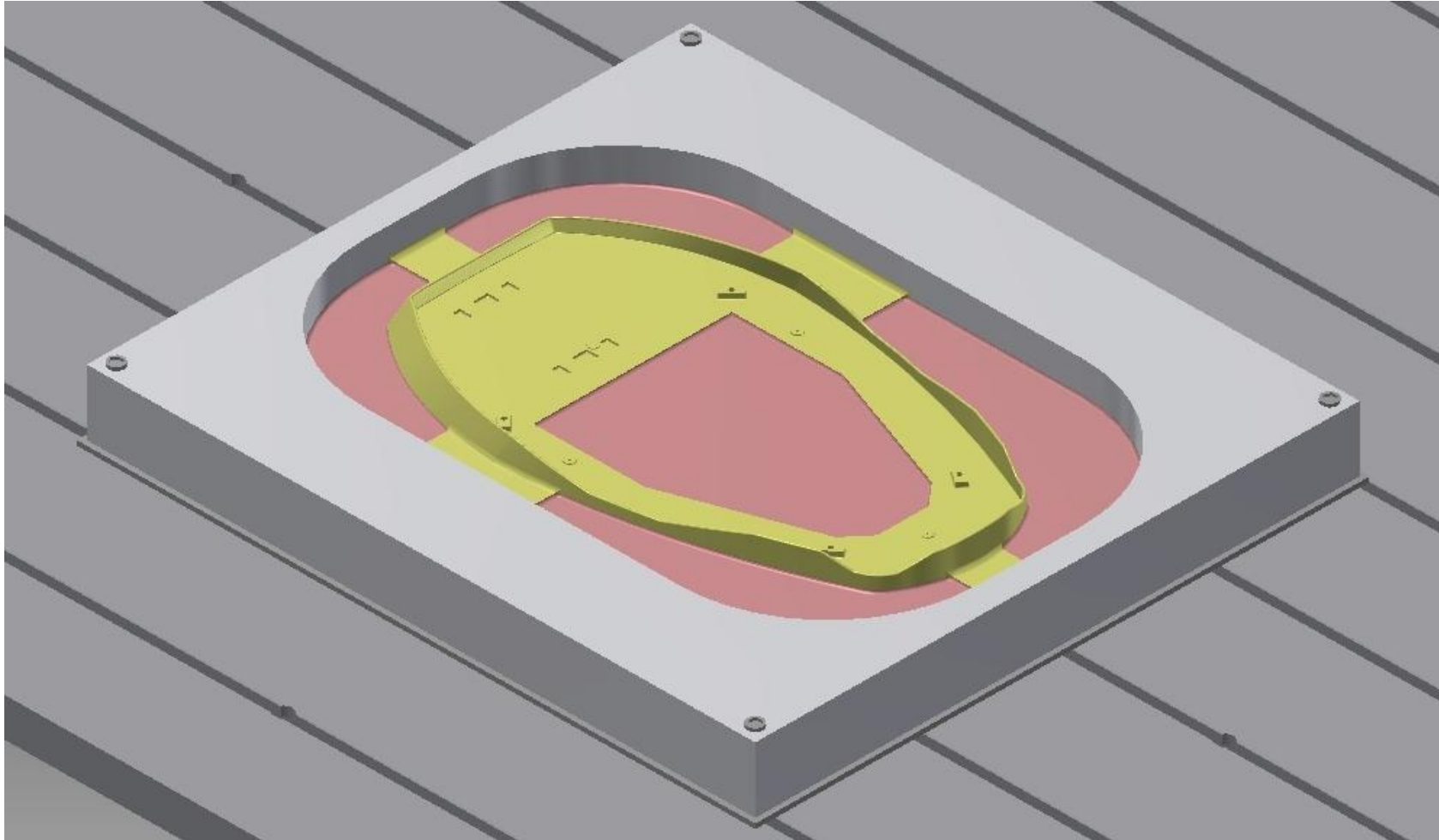
Το υλικό πριν την έναρξη κατεργασίας (σχέδιο 2)



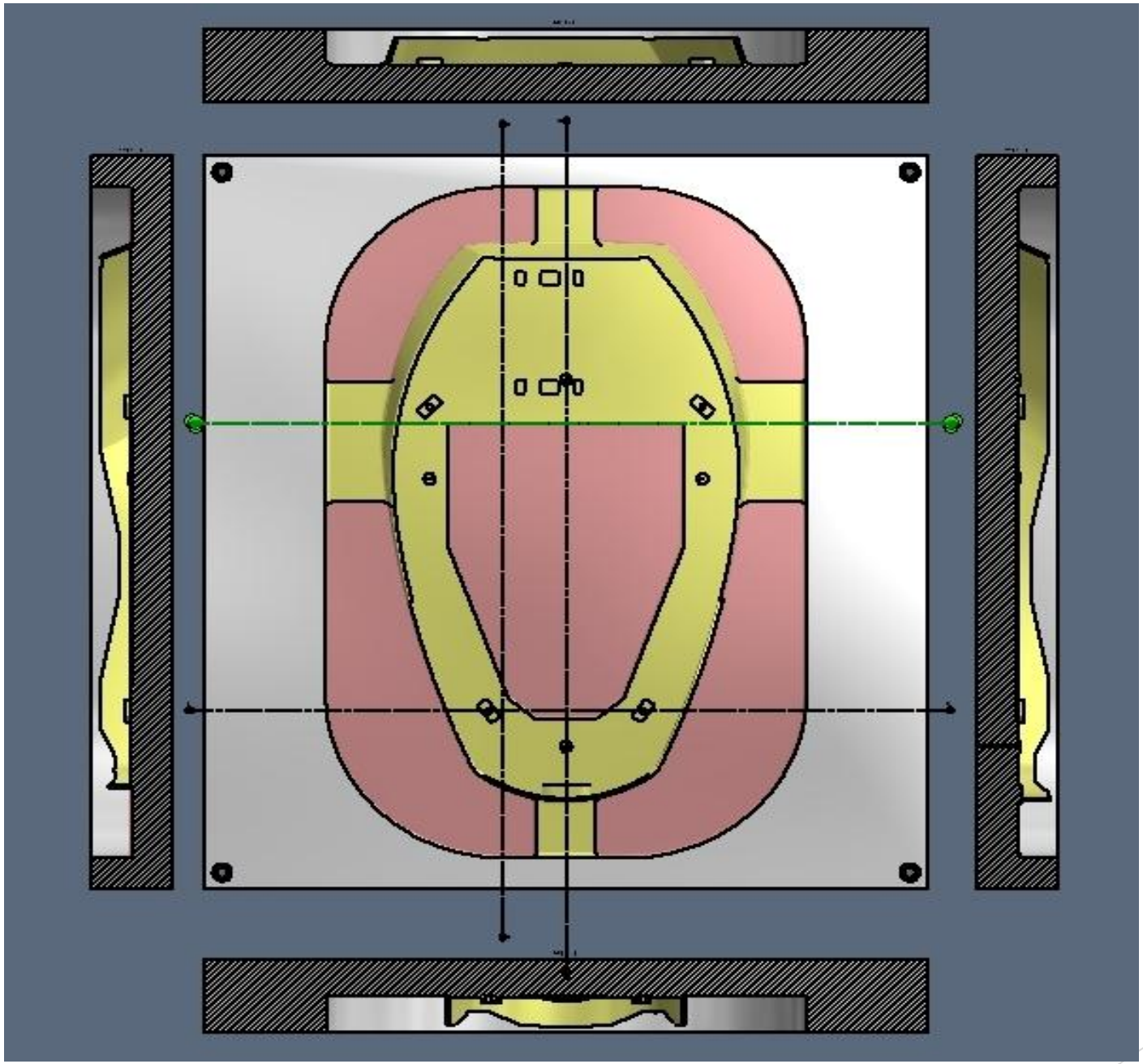
Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας πριν από την έναρξη της κατεργασίας
(σχέδιο 3)

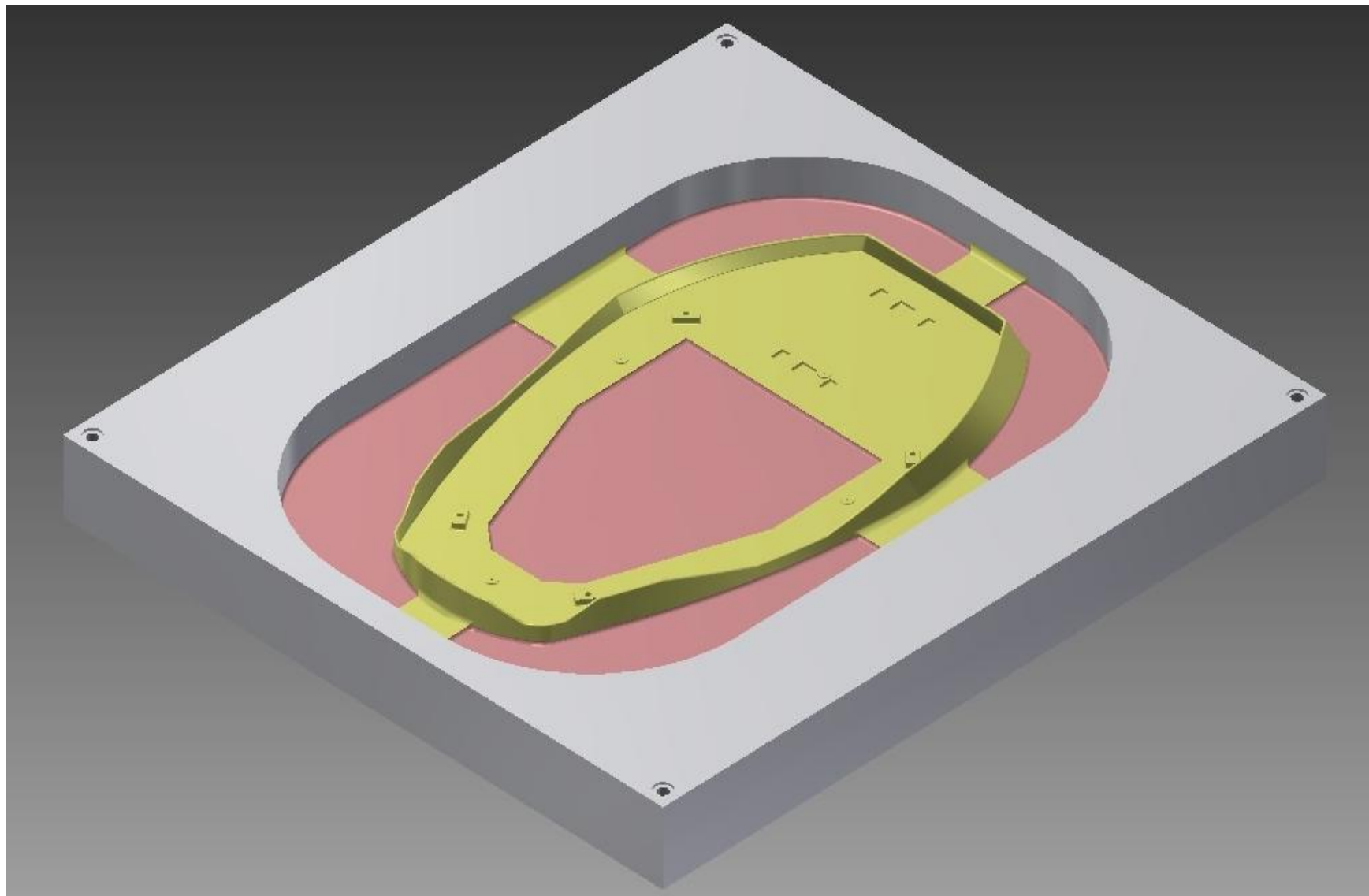
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία στην πλευρά Α εσωτερικά σε βάθος 67,5 mm (Α)

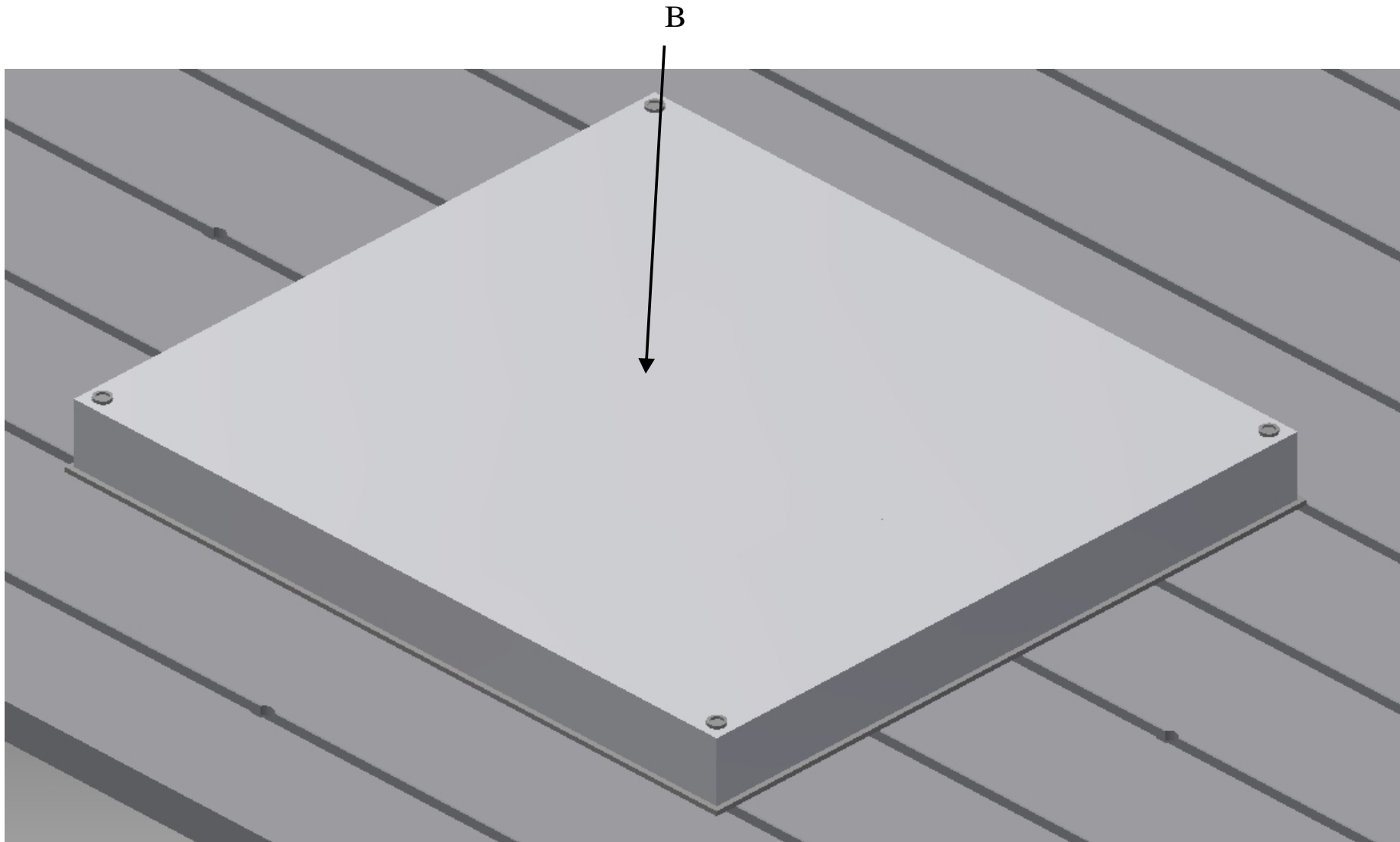


Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-1 (σχέδιο 4)





Το υλικό εκτός τράπεζας κατεργασίας μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας
στη ΦΑΣΗ-1 (σχέδιο 5)

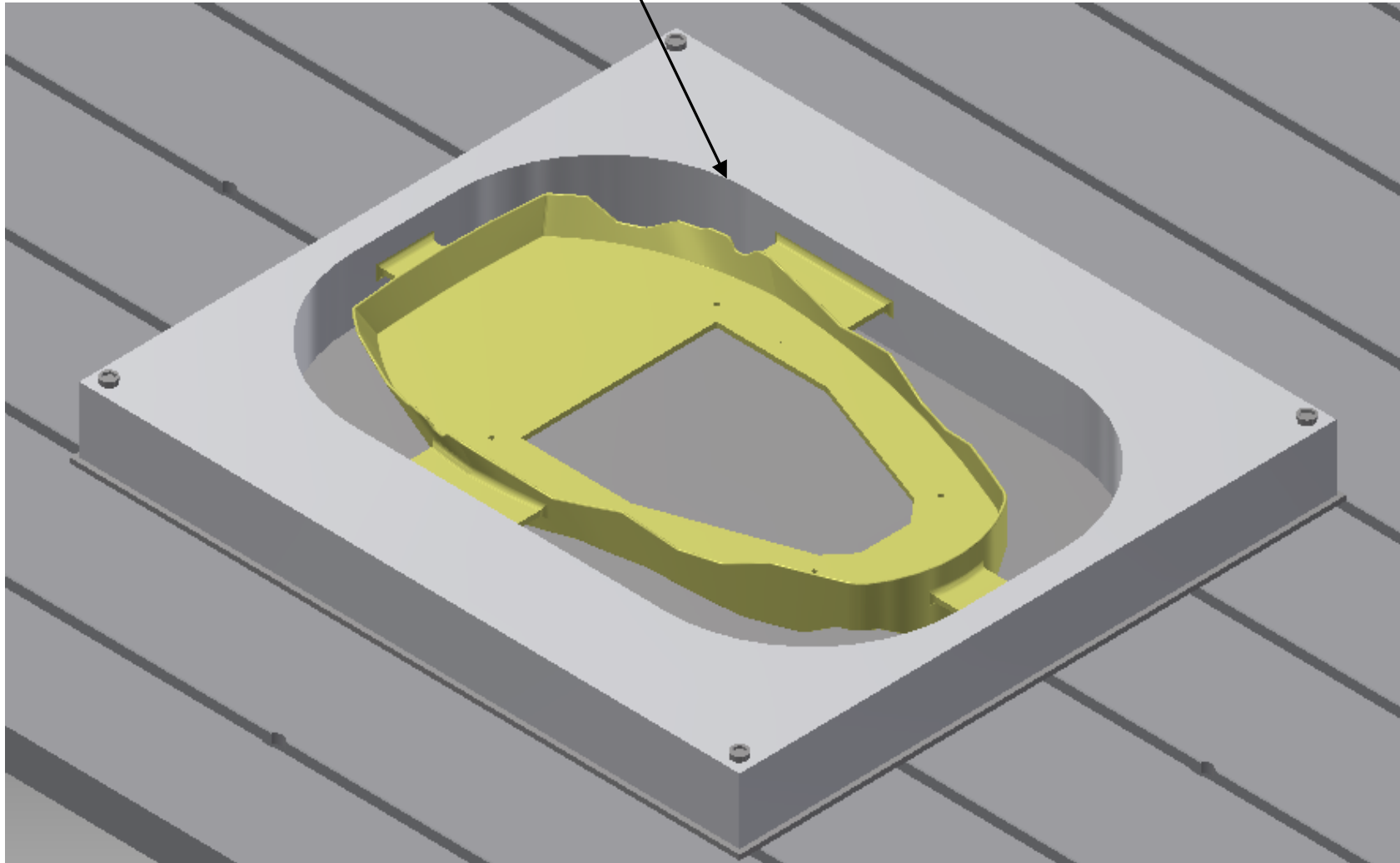


Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας πριν από την έναρξη της κατεργασίας
(σχέδιο 6)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

1) Κατεργασία στην πλευρά Β σε βάθος 67,5mm (B)

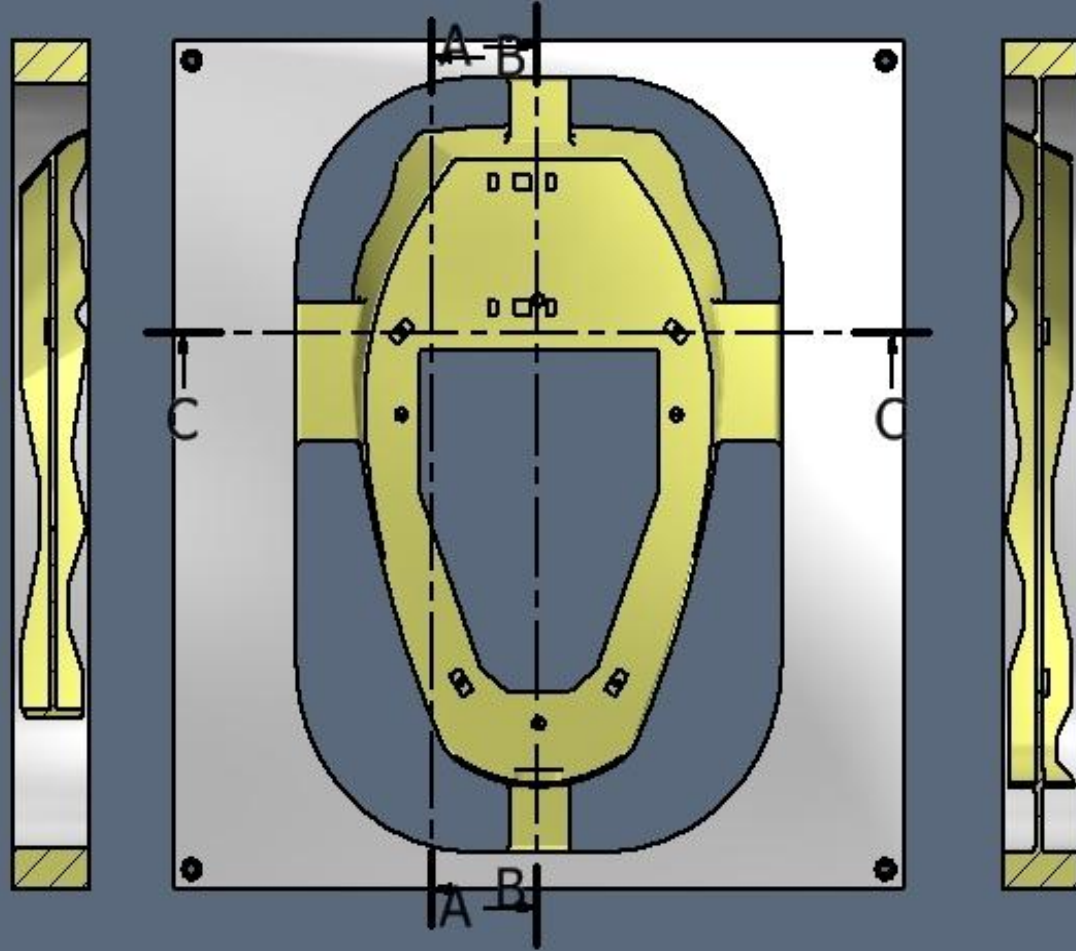
B

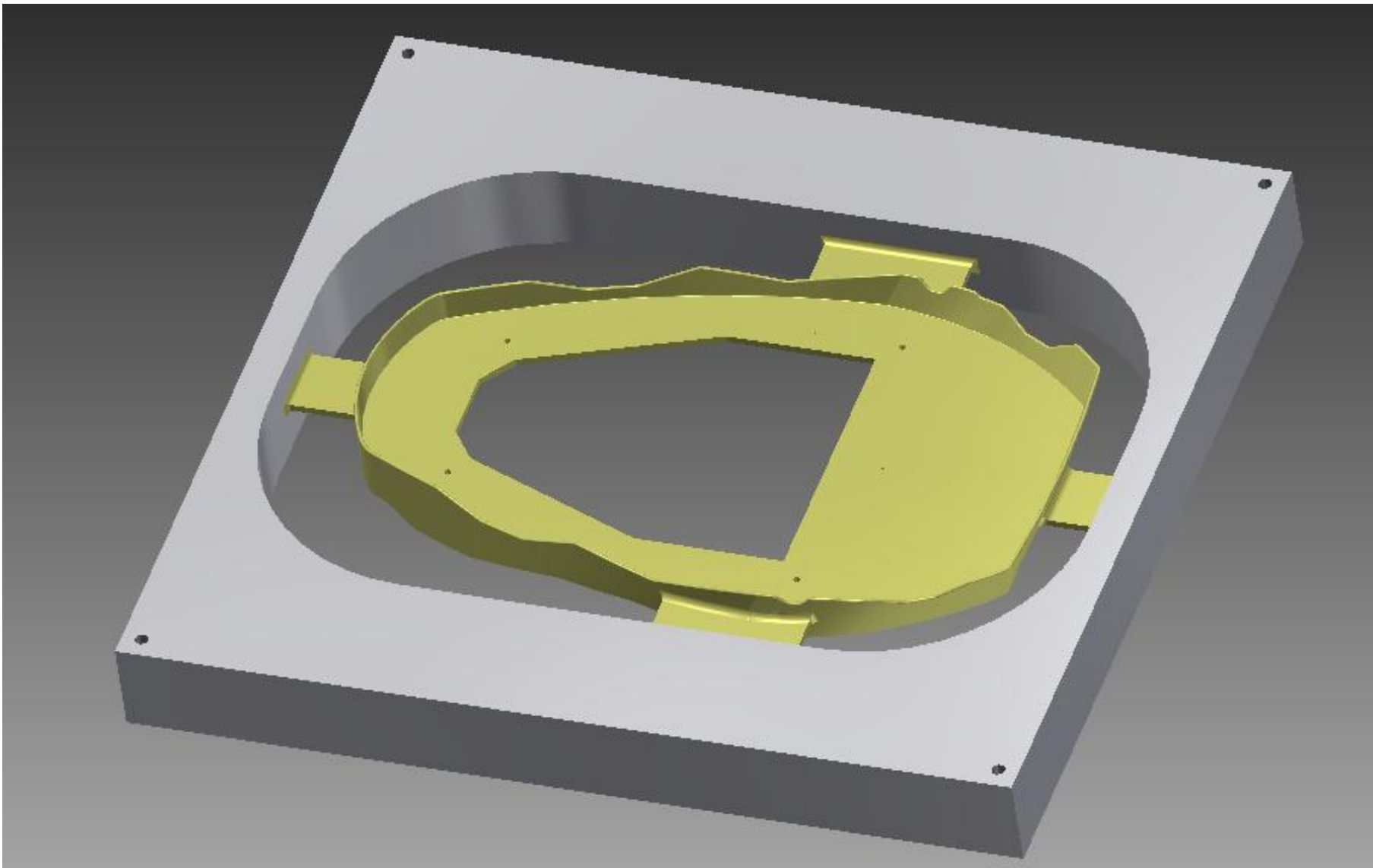


Το υλικό επάνω στη τράπεζα κατεργασίας μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας στη ΦΑΣΗ-2 (σχέδιο 7)

C-C (0.08 : 1)

B-B (0.08 : 1) A-A (0.08 : 1)



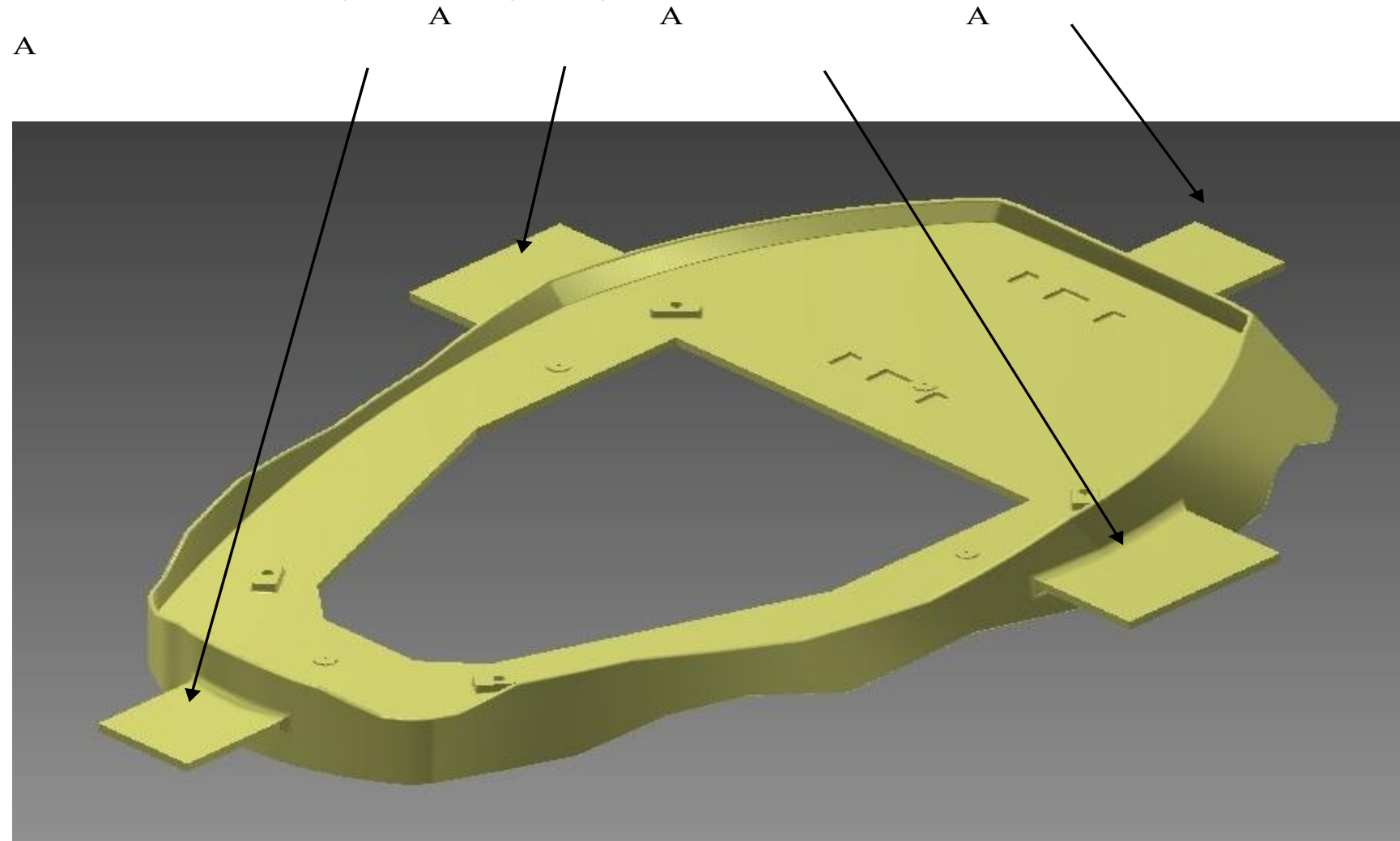


Το υλικό εκτός τράπεζας κατεργασίας μετά από την ολοκλήρωση της κατεργασίας
στη ΦΑΣΗ-2
(σχέδιο 8)

ΦΑΣΗ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ-3

Οδηγίες:

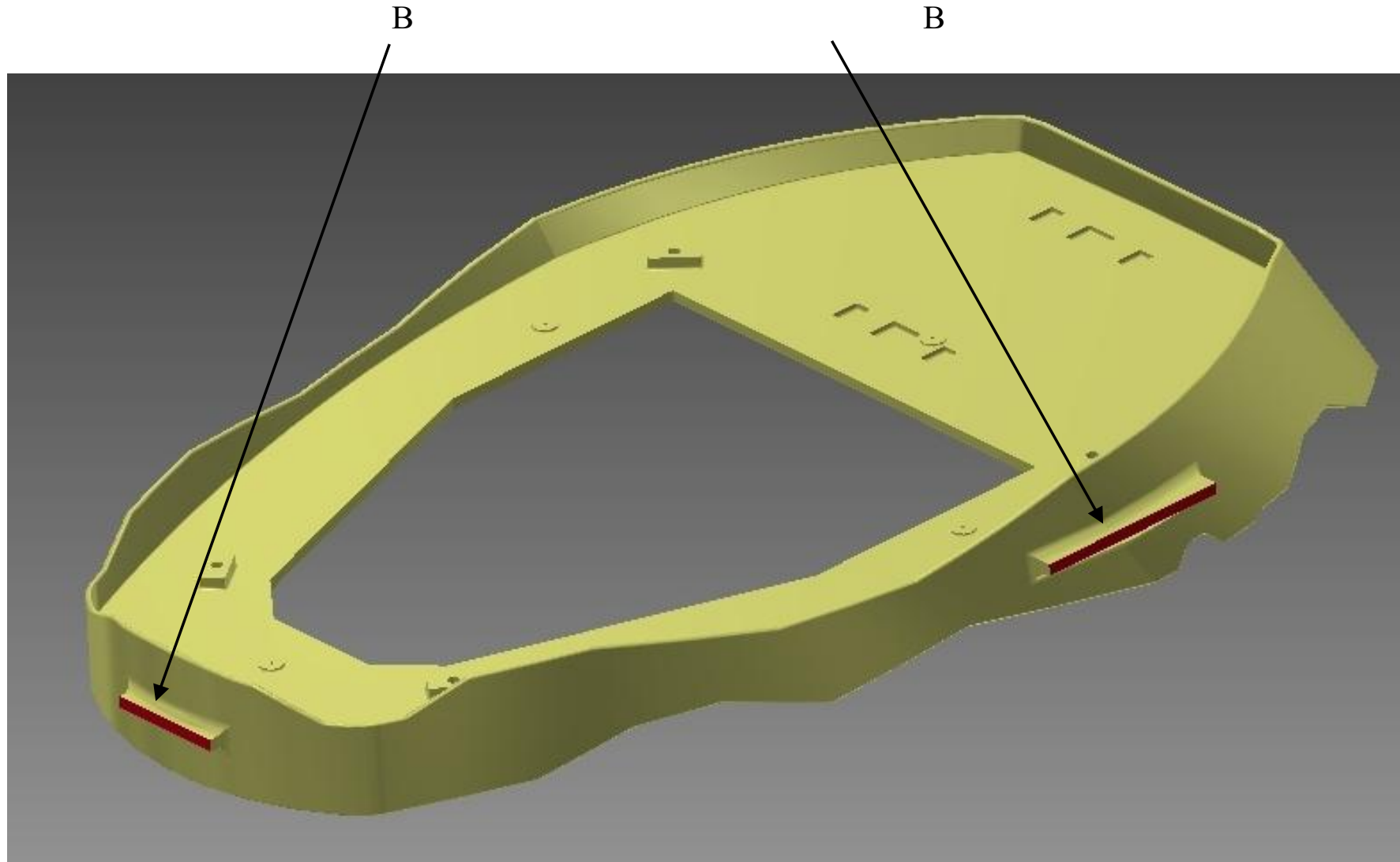
1. Στη Φάση-3 κατεργαζόμαστε το υλικό , εκτός εργαλειομηχανής, στο εφαρμοστήριο για την κοπή των αυτιών που δημιουργήθηκαν από την μέθοδο της γέφυρας
2. Λειαίνουμε τα σημεία μετά την κοπή των αυτιών



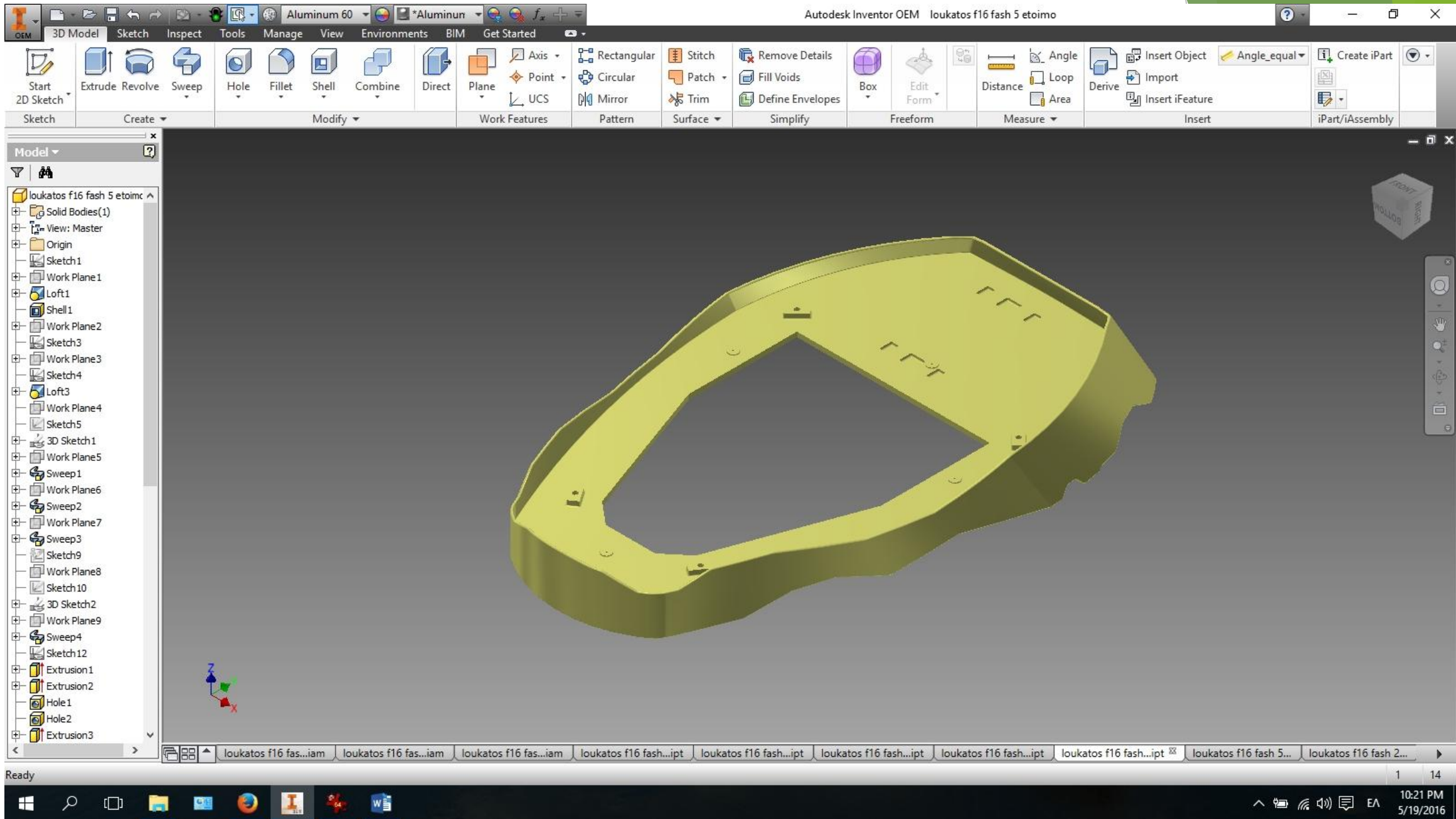
Το υλικό πριν από την έναρξη της κατεργασίας αφαίρεσης των αυτιών ΦΑΣΗ-3
(σχέδιο 9)

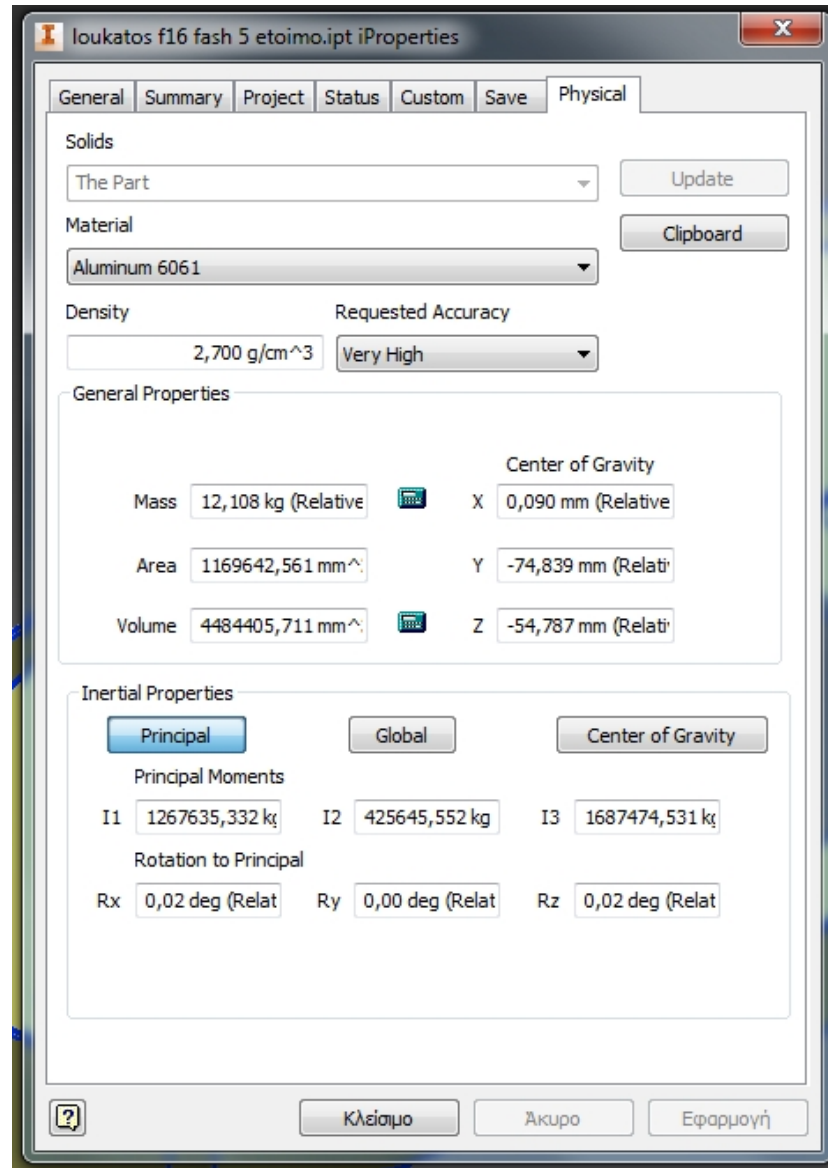
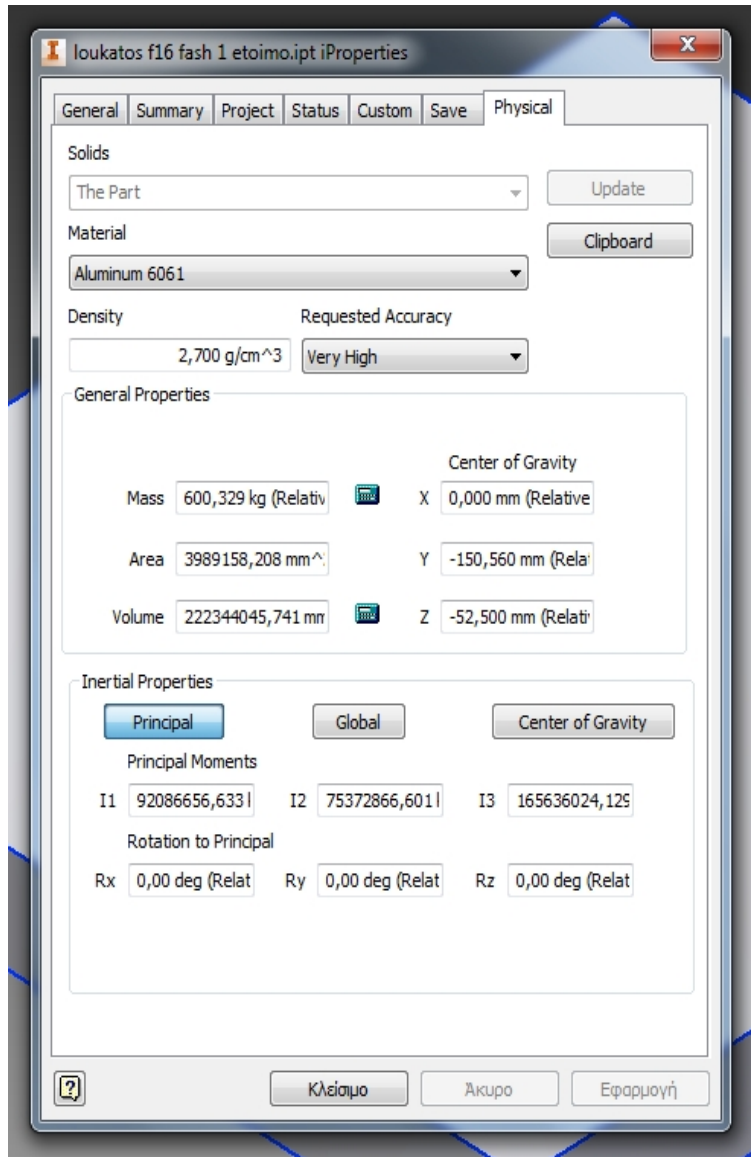
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΑΣΗΣ:

- 1) Κατεργασία για την κοπή των αυτιών (A)
- 2) Λείανση των σημείων μετά την κοπή των αυτιών (B)



Το υλικό μετά την κατεργασία κοπής των αυτιών ΦΑΣΗ-3 (σχέδιο 10)





ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ
ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ