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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΕ CAD ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ (INVENTOR)

Κατρακιάς Γεώργιος του Σταύρου

Επιβλ. Καθ. Φιλήμων Σκιττίδης

Αιγάλεω 2015

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, με τίτλο «Σχεδίαση με CAD δομικών στοιχείων πτέρυγας αεροπλάνου (Inventor)», παρουσιάζεται ο σχεδιασμός της πτέρυγας αεροπλάνου με το πρόγραμμα «Inventor» με το οποίο σχεδιάζεται σε συμπαγή μορφή, αλλά και σε μηχανολογικό σχέδιο.

Γίνεται ιστορική αναφορά για την κατασκευή αεροσκάφους βαρύτερο απ' τον αέρα. Επίσης περιγράφονται τα μέρη ενός ανεμόπτερου. Η πτέρυγα του αεροπλάνου είναι το σημαντικότερο τμήμα του, γιατί σε αυτήν αναπτύσσονται αεροδυναμικές δυνάμεις. Οι πιο κύριες δυνάμεις είναι η άντωση, η οπισθέλκουσα και ροπή πρόνευσης. Υπάρχουν και η αεροτομές NACA που έχουν τις κύριες παραμέτρους για τον σχεδιασμό κάθε αεροτομής. Έπειτα γίνεται ο υπολογισμός των πλευρών της πτέρυγας αεροπλάνου με μαθηματικά μοντέλα.

Τέλος με τη βοήθεια του προγράμματος «Inventor», παρουσιάζονται 58 μηχανολογικά σχέδια της πτέρυγας αεροπλάνου.

Ευχαριστίες

Με αυτή την πτυχιακή τα χρόνια μου ως φοιτητής έφτασαν στο τέλος. Δεν θα τα είχα καταφέρει χωρίς τη βοήθεια του καθηγητή μου Δόκτωρ Φιλήμων Σκιττίδη που με ενέπνευσε κατά τη διάρκεια όλης της πτυχιακής μου.

Σε προσωπικό βαθμό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους αυτούς που μου στάθηκαν δίπλα μου, τους γονείς μου, αλλά κυρίως τον πατέρα μου Κατρακιά Σταύρο που με έκανε να καταλάβω ότι μερικά πράγματα είναι πιο ωραία όταν τα ολοκληρώνεις. Θα ήθελα να τους ευχαριστήσω όλους, αλλά δυστυχώς δεν χωράνε μόνο μέσα σε μία σελίδα.

Ευχαριστώ λοιπόν όλους αυτούς που έκαναν την ζωή μου μέσα στο Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. υπέροχη. Ήταν μία τέλεια διαδρομή γεμάτη με αξέχαστες αναμνήσεις.

Περιεχόμενα

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....1

1.1 ΑΝΕΜΟΠΤΕΡΟ 2

2 ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ.....5

2.1 Η ΑΕΡΟΤΟΜΗ 5

2.2 ΑΝΤΩΣΗ, ΟΠΙΣΘΕΛΚΟΥΣΑ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΠΡΟΝΕΥΣΗΣ 6

3 ΑΕΡΟΤΟΜΕΣ NACA.....8

3.1 Η ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΟΤΟΜΩΝ NACA 8

4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....11

4.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ 11

4.2 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ 15

5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ INVENTOR.....17

5.1 RIBS (ΝΕΥΡΑ) 18

5.2 ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΚΑΙ ΟΠΙΣΘΙΑ ΔΟΚΟΣ (FRONT AND REAR SPAR) 18

5.3 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ(SKIN) 19

5.4 WING BOX 19

6 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ...21

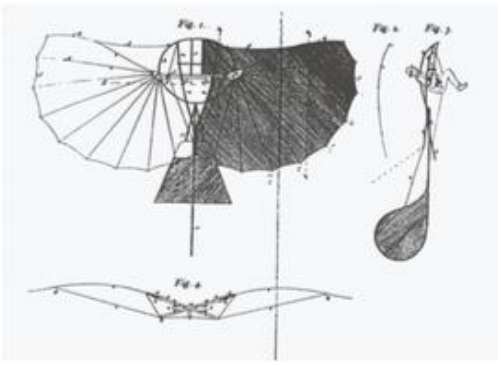
6.1 ΣΧΕΔΙΑ ΠΤΕΡΥΓΑΣ 21

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....80

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά από αιώνες προσπαθειών, τον 19ο αιώνα ξεκινάει με βάση τις αξιόλογες θεωρητικές γνώσεις, να γίνεται εφικτή η πτήση αεροσκαφών που είναι βαρύτερα του αέρα. Εγκαταλείπονται τα ορνιθόπτερα με κινούμενες πτέρυγες με βάση την κίνηση των πουλιών. Αυτό έγινε λόγω του διαχωρισμού της παραγωγής της άντωσης και της ώσης. Εμφανίζεται το αεροσκάφος με σταθερές πτέρυγες για την παραγωγή της άντωσης και με προπέλα για την παραγωγή της ώσης. Λόγω ότι οι κινητήρες εκείνης της περιόδου είναι ακατάλληλοι για πτήση εξαιτίας του βάρους τους, η μηχανοκίνητη πτήση θα αργήσει κάποια χρόνια.

Το 1891 γίνεται η πρώτη επιτυχής ελεγχόμενη πτήση ενός αεροσκάφους που είναι βαρύτερο του αέρα. Αυτό το επιτυγχάνει ο γερμανός Otto Lilienthal, που θεωρείται δικαίως ο πατέρας της ανεμοπορίας. Η άποψή του ήταν ότι ο πρακτικός τρόπος πτήσης είναι η κατολίσθηση από λόφους με αεροσκάφη χωρίς κινητήρα. Θέλοντας να προσδιορίσει τις αεροδυναμικές δυνάμεις πάνω σε κινούμενες πτέρυγες και την επιλογή του καλύτερου σχήματος αεροτομής, κάνει συνεχείς δοκιμές μοντέλων πτερύγων. Ακολούθως σχεδιάζει και κατασκευάζει ένα μονοπλάνο με σταθερές ουραίες επιφάνειες και έλεγχο μέσω μετακίνησης του σώματος του χειριστή, με αλλαγή του κέντρου βάρους. Το μονοπλάνο αυτό είναι ουσιαστικά το πρώτο αιωρόπτερο, ένα πολύ απλό ανεμόπτερο –ολισθητής από ξύλο και πανί. Το βελτιωμένο μοντέλο του 1893 έχει άνοιγμα πτερύγων 7m και βάρος μόλις 20kgr (Εικ.1). Με τα ανεμόπτερά του ο Lilienthal πραγματοποιεί μέχρι το 1986 πάνω από 2000 κατολισθήσεις από χαμηλούς λόφους (Εικ.2). Οι πρωτοποριακές πτήσεις του και η δημοσίευση των πειραμάτων του επηρεάζει όλους τους σύγχρονούς του [Κανάκης Κ., 2012].



Εικόνα 1. Το ανεμόπτερο του 1893 [Κανάκης Κ., 2012].

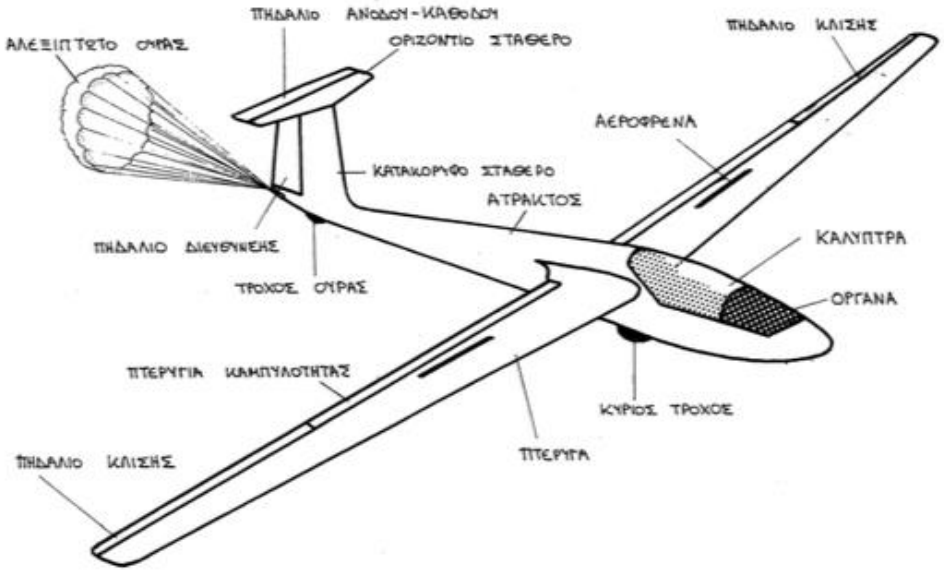


Εικόνα 2. Ο Lilienthal σε πτήση [Κανάκης Κ., 2012].

Απ’ την άλλη, ο Octave Chanute με ανεμόπτερα – ολισθητές που σχεδίασε ο ίδιος, κάνει γνωστή την εργασία του Lilienthal και πραγματοποιεί πολλές κατολισθήσεις απ’ το 1896 και μετά. Έπειτα με αφορμή τη δημοσιότητα που παίρνουν τα επιτεύγματα του Lilienthal, οι αδελφοί Wright γοητεύονται με την ιδέα της πτήσης. Δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στο Lilienthal και αλληλογραφώντας με τον Chanute για τεχνικά θέματα, μελετούν τις μέχρι τότε δημοσιευμένες εργασίες. Σχεδιάζουν και κατασκευάζουν ανεμόπτερα - ολισθητές που δοκιμάζουν είτε δέσμια μέσα σε ισχυρό άνεμο, είτε σε ελεύθερες πτήσεις κατολίσθησης από λόφους και παράλληλα, για πιο αξιόπιστα δεδομένα, πραγματοποιούν πολυάριθμες δοκιμές μοντέλων πτερύγων.

Από κει και πέρα αλλά και μέχρι το τέλος του Α’ Παγκοσμίου Πολέμου κυριαρχεί η εξέλιξη του αεροπλάνου [Κανάκης Κ., 2012].

1.1 ΑΝΕΜΟΠΤΕΡΟ



Εικόνα 3. Κύρια μέρη ενός σύγχρονου ανεμόπτερου [Κανάκης Κ., 2012].

- Η πτέρυγα είναι το κύριο τμήμα του ανεμοπτέρου και καθορίζει κατά κύριο λόγο της επιδόσεις του. Είναι εφοδιασμένη με πηδάλια κλίσης για εγκάρσιο έλεγχο, και αερόφρενα για έλεγχο της γωνίας κατολίσθησης. Σε ανεμόπτερα υψηλών επιδόσεων συχνά συναντάμε και πτερύγια καμπυλότητας.

- Οι ουραίες επιφάνειες είναι απαραίτητες για ευστάθεια και έλεγχο. Αποτελούνται από το οριζόντιο πτέρωμα (οριζόντιο σταθερό και πηδάλιο ανόδου-καθόδου) και το κατακόρυφο πτέρωμα (κατακόρυφο σταθερό και πηδάλιο διεύθυνσης).
- Η άτρακτος είναι το τμήμα του ανεμοπτέρου που συνδέει ουραίες επιφάνειες με πτέρυγα και ταυτόχρονα παρέχει τον αναγκαίο χώρο για τους χειριστές. Σε κάποιες περιπτώσεις συναντάμε και ένα μικρό αλεξίπτωτο ουράς για πρόσθετη αντίσταση σε προσγείωση.

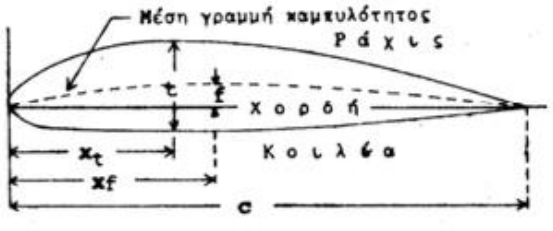
Το κύριο γνώρισμα του ανεμοπτέρου είναι οι μακριές λεπτές πτέρυγες και η μικρή μετωπική επιφάνεια της ατράκτου. Αυτή η χαρακτηριστική μορφή προέκυψε από την βελτιστοποίηση της αεροδυναμικής απόδοσης, όπως εξηγείται στη συνέχεια [Κανάκης Κ., 2012].

2 ΠΤΕΡΥΓΑ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ

Η πτέρυγα είναι το σημαντικότερο τμήμα του αεροσκάφους. Ο ρόλος της είναι η παραγωγή της απαιτούμενης για τη πτήση άντωσης. Οι αεροδυναμικές ιδιότητες της πτέρυγας εξαρτώνται από το σχήμα της σε τομή και από τη γεωμετρία της [Κανάκης Κ., 2012].

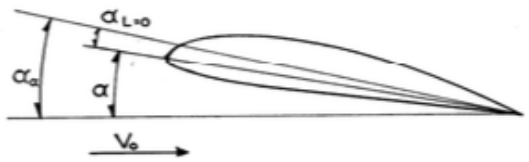
2.1 Η ΑΕΡΟΤΟΜΗ

Στο (Σχ. 1) βλέπουμε τη διαμήκη τομή μιας πτέρυγας που ονομάζεται αεροτομή. Το κύριο χαρακτηριστικό είναι το σχήμα της μέσης γραμμής καμπυλότητας. Το ακραίο εμπρόσθιο σημείο της λέγεται χείλος προσβολής (ΧΠ) και το ακραίο οπίσθιο σημείο της λέγεται χείλος εκφυγής (ΧΕ). Η ευθεία γραμμή που συνδέει ΧΠ και ΧΕ λέγεται χορδή. Η απόσταση f μεταξύ της μέσης γραμμής καμπυλότητας και της χορδής είναι η καμπυλότητα της αεροτομής. Εκφράζεται συνήθως με το λόγο f/c (%) που λέγεται σχετική καμπυλότητα. Με αυτό τον τρόπο εκφράζεται και το μέγιστο πάχος t ως σχετικό πάχος t/c (%). Οι συμμετρικές αεροτομές έχουν f/c = 0% και οι συνήθεις αεροτομές έχουν f/c = 2-6%. Το σχετικό πάχος κυμαίνεται συνήθως από 8 -18%. Σημαντικές επίσης είναι οι αποστάσεις xt και xf από το ΧΠ των σημείων που παρουσιάζονται το μέγιστο πάχος t και η μέγιστη καμπυλότητα f αντίστοιχα ως ποσοστό επί της % της χορδής. Για τις παλαιότερες τυπικές αεροτομές όπως η NACA 0012 και η NACA 4412 ισχύει xt/c=30% και xf/c=40%. Για την νεώτερη αεροτομή στρωτής ροής NACA 64-212 ισχύει xt/c=40% και xf/c=40%.Μια οικογένεια αεροτομών προκύπτει από διάφορους συνδυασμούς μέσης γραμμής καμπυλότητας και κατανομής πάχους [Κανάκης Κ., 2012].



Σχήμα 1. Γεωμετρία αεροτομής [Κανάκης Κ., 2012].

Στο (Σχ. 2) η γωνία προσβολής α είναι η γωνία μεταξύ της χορδής και της διεύθυνσης της ελεύθερης ροής του αέρα και είναι θετική όταν το ρεύμα αέρα προσβάλλει την αεροτομή από την κοιλία. Ονομάζεται και γεωμετρική γωνία προσβολής. Απόλυτη γωνία προσβολής αα (absolute) είναι η γωνία μεταξύ της διεύθυνσης της ελεύθερης ροής του αέρα και εκείνης της ειδικής διεύθυνσης της ροής, για την οποία η συγκεκριμένη αεροτομή παράγει μηδενική άντωση. Η μικρή αρνητική γωνία στην οποία η συνήθης αεροτομή παράγει μηδενική άντωση, ονομάζεται γωνία προσβολής μηδενικής άντωσης $\alpha_L = 0$. Από το σχήμα, αλγεβρικά, ισχύει $\alpha_\alpha = \alpha - \alpha_L = 0$. Για παράδειγμα αν $a = 4^o$, $\alpha_L = -2^o$, τότε $\alpha_\alpha = 6^o$. Η διαφορά μεταξύ γεωμετρικής a και απόλυτης γωνίας προσβολής α_α οφείλεται στην καμπυλότητα της αεροτομής. Ειδικά για τις συμμετρικές αεροτομές, $\alpha_L=0=0^o$ και $\alpha_\alpha = \alpha$.

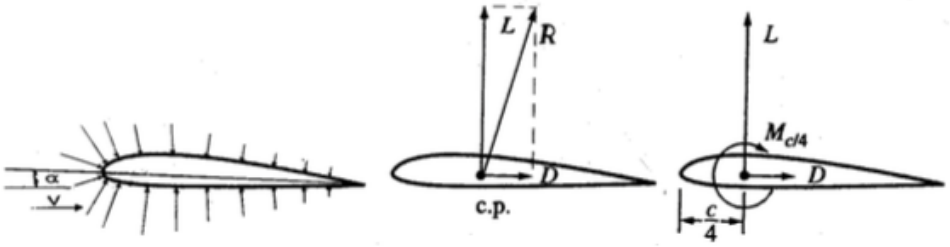


Σχήμα 2.Ορισμός γωνιών προσβολής [Κανάκης Κ., 2012].

2.2 ΑΝΤΩΣΗ, ΟΠΙΣΘΕΛΚΟΥΣΑ ΚΑΙ ΡΟΠΗ ΠΡΟΝΕΥΣΗΣ

Στο (Σχ.3) βλέπουμε την τομή μιας πτέρυγας που κινείται σε ρεύμα αέρα ταχύτητας V και γωνία προσβολής α. Οι πιέσεις που ασκεί ο αέρας σε κάθε σημείο της πτέρυγας, αναπτύσσονται δυνάμεις κάθετες σε κάθε σημείο της. Η αεροδυναμική δύναμη R είναι η συνισταμένη όλων αυτών των δυνάμεων και ασκείται πάνω στην πτέρυγα. Αναλύεται στην άντωση L που είναι κάθετη στη διεύθυνση της ροής και στην οπισθέλκουσα D που είναι παράλληλη με τη διεύθυνση της χορδής και έχει φορά προς τα πίσω. Αν περιστρεφόταν ελεύθερα η πτέρυγα από άξονα κάθετο στη διεύθυνση ροής που περνά από ένα τυχαίο σημείο της πτέρυγας η δύναμη R θα δημιουργούσε μια τάση περιστροφής δηλαδή μια ροπή ως προς τον άξονα. Κατά κανόνα οι ροπές λαμβάνονται ως προς ένα σημείο πάνω στη χορδή σε απόσταση c/4 από το ΧΠ, όταν αναφερόμαστε σε πτέρυγες. Η επιλογή αυτού του σημείου δεν είναι τυχαία. Το σημείο εφαρμογής της R που ονομάζεται κέντρο πιέσεων δεν είναι σταθερό αλλά εξαρτάται από τη γωνία προσβολής (ΓΠ). Για να αποφύγουμε τη δυσκολία προσδιορισμού του κέντρου πιέσεων, είναι ισοδύναμο να θεωρήσουμε ότι η R εφαρμόζεται στο σημείο c/4 και

να προσθέσουμε τη ροπή περιστροφής της R ως προς το σημείο c/4. Η ροπή αυτή ονομάζεται ροπή πρόνευσης ή διαμήκης ροπή, συμβολίζεται Mc/4 και ορίζεται θετική όταν τείνει να αυξήσει τη ΓΠ [Κανάκης Κ., 2012].



Σχήμα 3. Ισοδυναμία σημειακών φορτίων με άντωση, οπισθέλκουσα και ροπή πρόνευσης [Κανάκης Κ., 2012].

3 ΑΕΡΟΤΟΜΕΣ NACA

Από το 1929 μέχρι το 1947 σχεδιάστηκαν οι αεροτομές NACA στο εργαστήριο της NACA στο Langley υπό την καθοδήγηση του Eastman Jacobs. Οι πιο πολλές αεροτομές είχαν βασιστεί σε απλές γεωμετρικές περιγραφές.

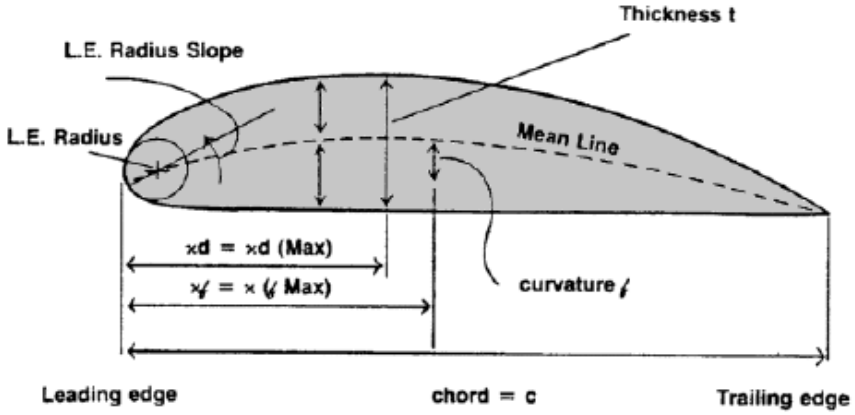
Λόγω της βελτιωμένης κατανόησης της απόδοσης αεροτομών και της δυνατότητας να σχεδιαστούν οι νέες αεροτομές, οι αεροτομές NACA είναι ακόμα χρήσιμες σε πολλές εφαρμογές αεροδυναμικής σχεδίασης χρησιμοποιώντας υπολογιστικές μεθόδους [Αμοιράλης Ε., 2004].

3.1 Η ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΟΤΟΜΩΝ NACA

Μία αεροτομή αποτελείται απ' την άνω επιφάνεια (πλευρά υποπίεσης) και την κάτω πλευρά (πλευρά υπερπίεσης). Με την μεταβολή των παραμέτρων που βασίζεται μία οικογένεια αεροτομών, υπολογίζονται διαφορετικές συντεταγμένες των δύο επιφανειών της αεροτομής. Κάποιες από τις κύριες παραμέτρους, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αεροτομών είναι:

- Μέγιστο πάχος (maximum thickness),
- Μέγιστη καμπυλότητα σε σχέση με τη χορδή (maximum camber),
- Θέση του μέγιστου πάχους (position of max thickness),
- θέση της μέγιστης καμπυλότητας (position of maximum camber)
- ακτίνα καμπυλότητας του χείλους προσβολής (nose radius).

Ο Eastman Jacobs στις αρχές της δεκαετίας του 1930 για να δημιουργήσει μια οικογένεια αεροτομών γνωστές ως αεροτομές NACA, χρησιμοποίησε πολυώνυμα συγκεκριμένου βαθμού και τις παραπάνω παραμέτρους. Στο (Σχ.4) παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά μιας αεροτομής. Οι αεροτομές NACA κατασκευάζονται με βάση μία διανομή μέσης γραμμής και μία διανομή πάχους. Η μέση γραμμή δημιουργεί την κύρτωση της αεροτομής. Η τελική αεροτομή προκύπτει εάν στη μέση γραμμή τοποθετηθούν κύκλοι με ακτίνα τη διανομή πάχους στο συγκεκριμένο σημείο. Η περιβάλλουσα των κύκλων αποτελεί την τελική αεροτομή [Αμοιράλης Ε., 2004].



Σχήμα 4. Γεωμετρία αεροτομής [Αμοιράλης Ε., 2004].

Τα χαρακτηριστικά της γεωμετρίας της αεροτομής είναι:

- *Leading edge* ή *χείλος προσβολής*: είναι το σημείο της αεροτομής από το οποίο ξεκινά η μέση γραμμή της.
- *Trailing edge* ή *χείλος εκφυγής*: είναι το σημείο της αεροτομής στο οποίο καταλήγει η μέση γραμμή της.
- *Chord* ή *χορδή*: είναι το ευθύγραμμο τμήμα, που συνδέει τα άκρα της μέσης γραμμής, δηλαδή το χείλος προσβολής και το χείλος εκφυγής της αεροτομής.
- *Mean camber line* ή *μέση γραμμή καμπυλότητας*: Είναι ο γεωμετρικός τόπος των σημείων, που απέχουν ίση απόσταση από την άνω και κάτω επιφάνεια της αεροτομής.
- *Thickness* ή *πάχος αεροτομής*: είναι η συνάρτηση που καθορίζει τη διανομή πάχους σε όλο το μήκος της μέσης γραμμής της αεροτομής.

Οι αεροτομές NACA κατασκευάζονται συνδυάζοντας το πάχος (thickness) με την καμπυλότητα (camber) ή μέση γραμμή (mean line). Οι εξισώσεις που περιγράφουν αυτήν την διαδικασία για την πάνω επιφάνεια (upper surface) της αεροτομής είναι:

$$x_u = x - y_t(x) * \sin\theta$$

$$y_u = y_c(x) + y_t(x) * \cos\theta \qquad (3.1)$$

και για την κάτω επιφάνεια (lower surface) είναι:

$$x_L = x + y_t(x) * \sin\theta$$
$$y_L = y_c(x) - y_t(x) * \cos\theta \quad (3.2)$$

όπου:

- $y_t(x)$ η συνάρτηση πάχους (thickness function)
- $y_c(x)$ η συνάρτηση καμπυλότητας της αεροτομής (camber line function)
- θ η κλίση της γραμμής καμπυλότητας (camper line slope) με εξίσωση:

$$\theta = \tan^{-1}\frac{dy_c}{dx} \quad (3.3)$$

[Αμοιράλης Ε., 2004].

4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ

Για να γίνει η σχεδίαση της πτέρυγας αεροπλάνου είναι απαραίτητο να υπολογιστούν οι πλευρές της και οι κλίσεις της. Αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια συγκεκριμένων μαθηματικών μοντέλων.

4.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Ένα αεροσκάφος έχει επιφάνεια πτερύγων (***wing area***) =20 m^2 , διάταμα (**aspect ratio**) AR=8, και λόγο εκλέπτυνσης (***taper ratio***) λ=0.6. Υπολογίζεται ότι το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής (***50% chord line sweep angle***) είναι 30°. Υπολογίστε τη χορδή ακροπτερυγίου (***tip chord***), τη χορδή ρίζας (***root chord***), τη μέση αεροδυναμική χορδή (***mean aerodynamic chord***), το εκπέτασμα (***span***), το δραστικό εκπέτασμα (***effective span***), καθώς επίσης και τη γωνία βέλους του χείλους προσβολής (***leading edge sweep***), τη γωνία βέλους του χείλους εκφυγής (***trailing edge sweep***), και τη γωνία βέλους του τέταρτου της χορδής (***quarter chord sweep angles***) [Sadraey M., 2013].

Λύση:

Για τον προσδιορισμό των αγνώστων μεταβλητών χρησιμοποιούμε τις παρακάτω εξισώσεις:

$$AR = \frac{b^2}{S} \Rightarrow b = \sqrt{S * AR} = \sqrt{20 * 8} \Rightarrow \boldsymbol{b = 12.65\ m} \qquad (4.1)$$

$$AR = \frac{b}{\bar{C}} \Rightarrow \bar{C} = \frac{b}{AR} = \frac{12.65}{8} \Rightarrow \boldsymbol{\bar{C} = 1.58\ m} \qquad (4.2)$$

$$\bar{C} = \frac{2}{3} C_r \left(\frac{1 + \lambda + \lambda^2}{1 + \lambda} \right) \Rightarrow 1.58 = \frac{2}{3} C_r \left(\frac{1 + 0.6 + 0.6^2}{1 + 0.6} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{C_r = 1.936\ m} \qquad (4.3)$$

$$\lambda = \frac{C_t}{C_r} \Rightarrow 0.6 = \frac{C_t}{1.935} \Rightarrow \boldsymbol{C_t = 1.161\ m} \qquad (4.4)$$

Από τη στιγμή που το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής είναι 30° (***ΛC/2 = 30 deg***), το χείλος προσβολής, το χείλος εκφυγής, και η γωνία βέλους του τέταρτου της χορδής υπολογίζονται από το νόμο του τριγώνου (βλέπε εικόνα 5.45). Όμως πρώτα απαιτείται ο υπολογισμός κάποιων παραμέτρων.

Στο ορθογώνιο τρίγωνο CIF που περιέχει το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής (ΛC/2), μπορούμε να γράψουμε:

$$\sin(\Lambda_{C/2}) = \frac{FI}{b/2} \Rightarrow \boldsymbol{FI} = \frac{12.65}{2}\sin(30) = \boldsymbol{3.1625\ m} \qquad (4.5)$$

$$(CI)^2 + (FI)^2 = (CF)^2 \Rightarrow CI = \sqrt{(CF)^2 - (FI)^2} \Rightarrow \frac{b_{eff}}{2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{12.65}{2}\right)^2 - 3.1625^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{b_{eff} = 10.955\ m} \qquad (4.6)$$

Ως εκ τούτου, το δραστικό εκπέτασμα είναι μικρότερο από το κανονικό εκπέτασμα. Συνεπώς, το δραστικό διάταμα μειώνεται και γίνεται ίσο με:

$$AR_{eff} = \frac{b_{eff}^2}{S} = \frac{10.955^2}{20} \Rightarrow AR_{eff} = 6 \qquad (4.7)$$

Σημειώνεται ότι το διάταμα AR έχει μειωθεί από 8 σε 6. Η απόσταση IH ισούται με:

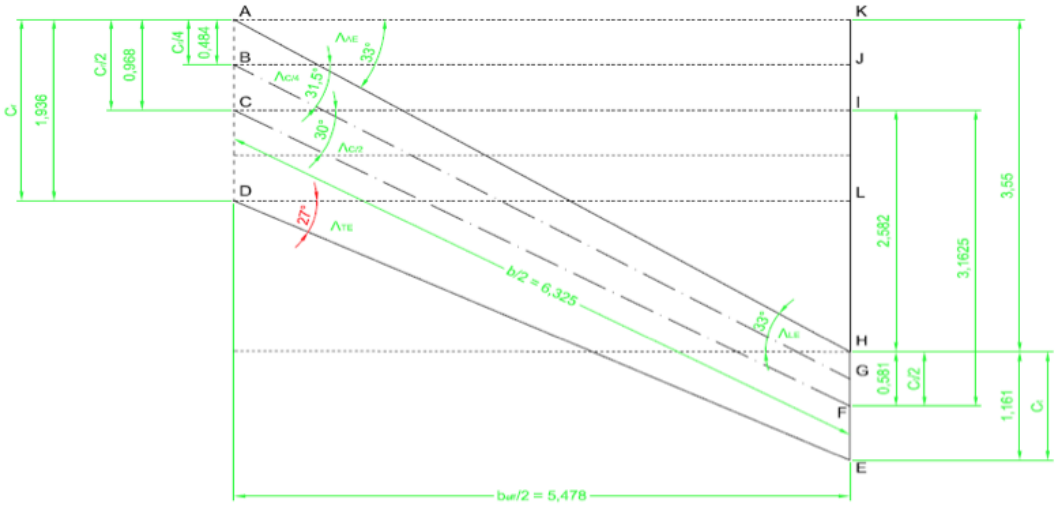
$$\boldsymbol{IH} = FI - \frac{C_t}{2} = 3.1625 - \frac{1.161}{2} = \boldsymbol{2.582\ m} \qquad (4.8)$$

Στο ορθογώνιο τρίγωνο ΑΚΗ το οποίο περιέχει τη γωνία βέλους του χείλους προσβολής (***ΛLE***), έχουμε:

$$\tan(\Lambda_{LE}) = \frac{KH}{AK} = \frac{KI + IH}{\frac{b_{eff}}{2}} = \frac{\frac{C_r}{2}+2.582}{\frac{10.955}{2}} = \frac{\frac{1.936}{2}+2.582}{\frac{10.955}{2}} = 0.648 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{\Lambda_{LE} = 33\ deg} \qquad (4.9)$$

(πρόσθια γωνία βέλους).



Σχήμα 5. Κάτοψη της δεξιάς πτέρυγας του παραδείγματος [Sadraey M., 2013].

Στο ορθογώνιο τρίγωνο GJB το οποίο περιέχει τη γωνία βέλους του τέταρτου της χορδής (Λc/4), έχουμε:

$$\tan(\Lambda_{C/4}) = \frac{GJ}{BJ} = \frac{GH + JH}{\frac{b_{eff}}{2}} = \frac{\frac{C_r}{4} + KH - KJ}{\frac{b_{eff}}{2}} = \frac{\frac{C_r}{4} + (KI + IH) - KJ}{\frac{b_{eff}}{2}}$$

$$= \frac{\frac{C_r}{4} + \left(\frac{C_r}{2} + 2.582\right) - \frac{C_r}{4}}{\frac{b_{eff}}{2}}$$

$$= \frac{\frac{1.161}{4} + \left(\frac{1.936}{2} + 2.582\right) - \frac{1.936}{4}}{\frac{10.955}{2}} = 0.613$$

$$\Rightarrow \boldsymbol{\Lambda_{C/4} = 31.5\,\text{deg}\ (aft\ sweep)} \qquad (4.10)$$

(*οπίσθια γωνία βέλους*).

Αυτό αποκαλύπτει ότι οι γωνίες βέλους του χείλους προσβολής και του τέταρτου της χορδής είναι μεγαλύτερες από το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής.

Τελικά, στο ορθογώνιο τρίγωνο DLE το οποίο περιέχει τη γωνία βέλους του χείλους εκφυγής (ΛΤΕ), έχουμε:

$$\tan(\Lambda_{TE}) = \frac{EL}{LD} = \frac{EK - KL}{\frac{b_{eff}}{2}} = \frac{EK - C_r}{\frac{b_{eff}}{2}} = \frac{\frac{C_t}{2} + KH - C_r}{\frac{b_{eff}}{2}}$$

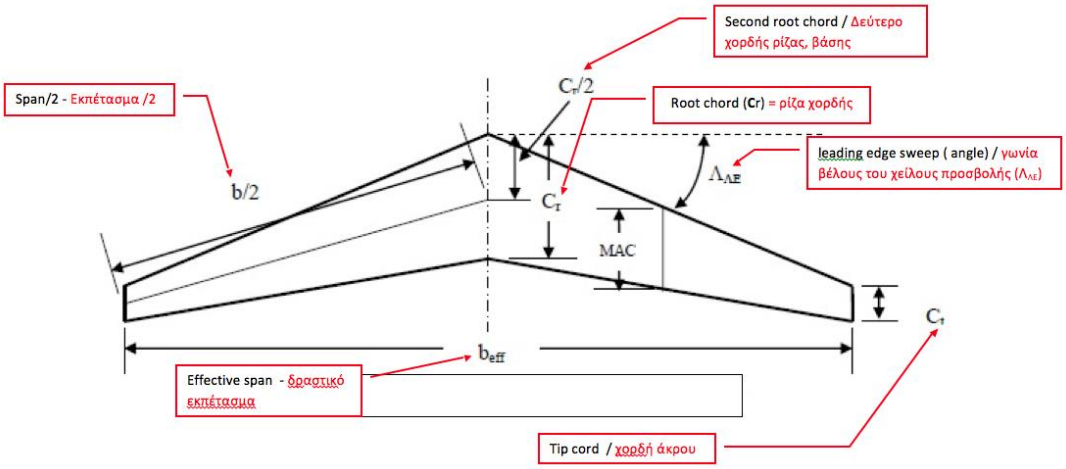
$$= \frac{\frac{C_t}{2} + (KI + IH) - C_r}{\frac{b_{eff}}{2}}$$

$$= \frac{\frac{C_r}{2} + \left(\frac{C_r}{2} + 2.582\right) - C_r}{\frac{b_{eff}}{2}} = \frac{0.581 + (2.582) - 1.161}{5.488} = 0.541$$

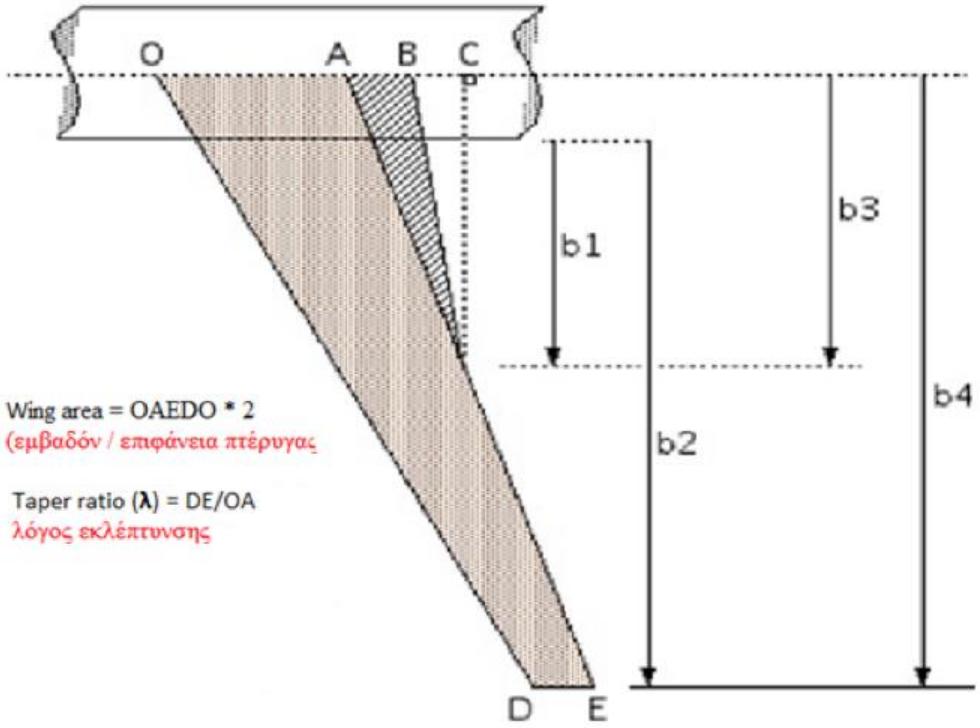
$$\Rightarrow \boldsymbol{\Lambda_{TE} \simeq 27\ deg\ (aft\ sweep)} \qquad (4.11)$$

Η γωνία βέλους του χείλους εκφυγής είναι σημαντικά μικρότερη από το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής [Sadraey M., 2013].

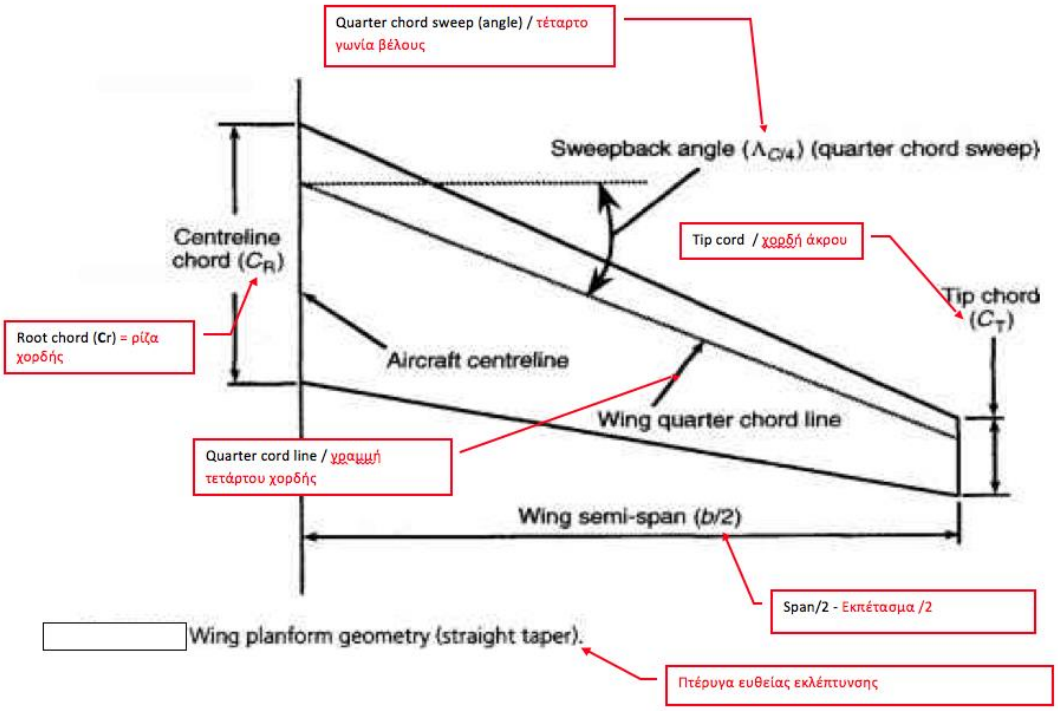
4.2 ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΩΝ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ



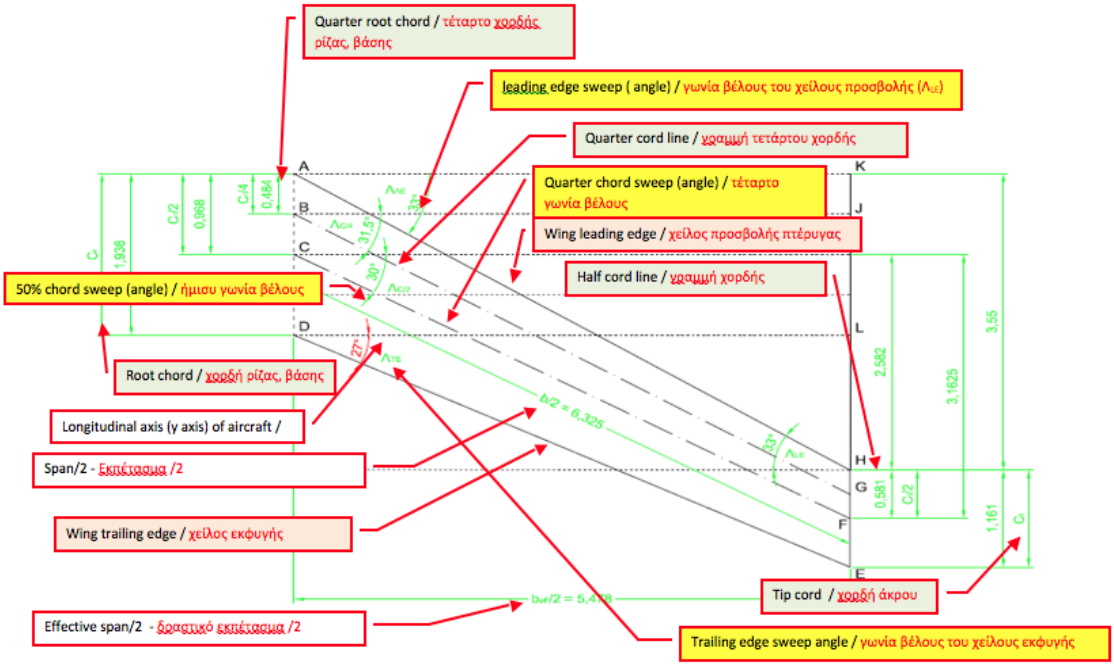
Σχήμα 6. Ονομασίες κάτοψης φτερού αεροπλάνου [Sadraey M., 2013].



Σχήμα 7. Αποστάσεις της πτέρυγας από την άτρακτο [Sadraey M., 2013].



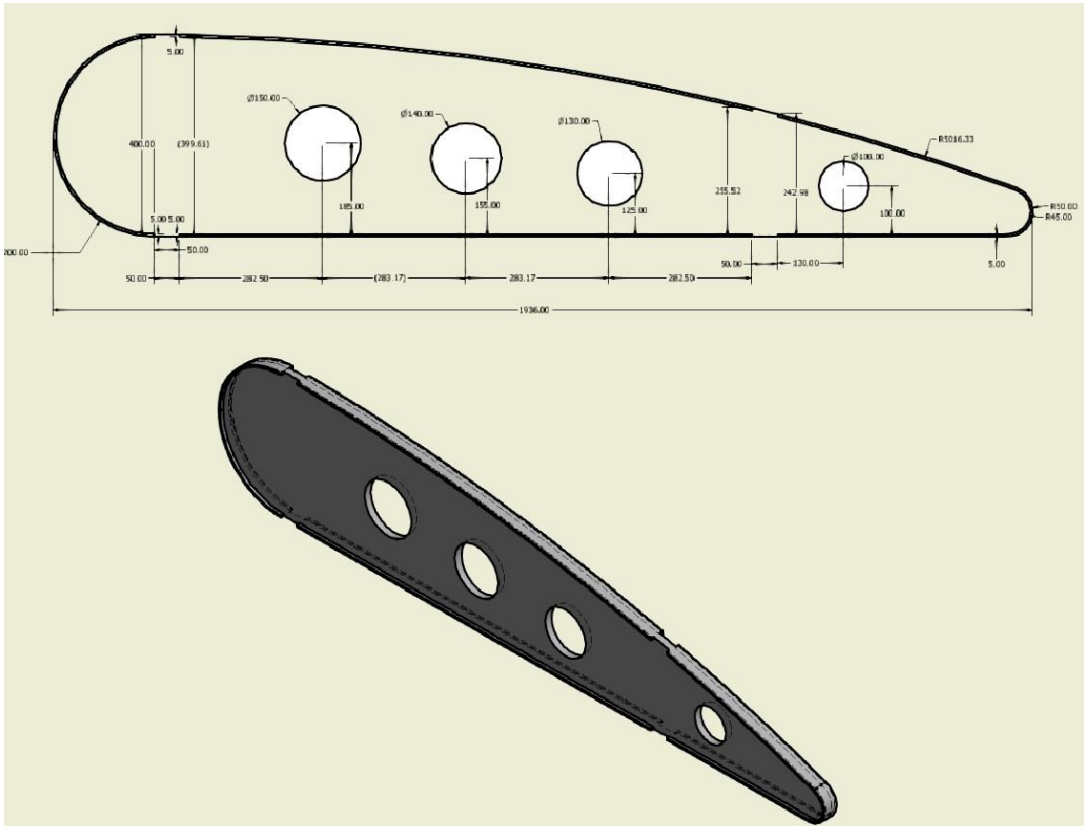
Σχήμα 8. Γεωμετρικό σχέδιο φτερού [Sadraey M., 2013].



Σχήμα 9. Ονομασίες κάτοψης της δεξιάς πτέρυγας του παραδείγματος [Sadraey M., 2013].

5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ INVENTOR

Η σχεδίαση της πτέρυγας αεροπλάνου έγινε με την χρήση του προγράμματος ***Inventor*** της *Autodesk*. Το πρόγραμμα αυτό σου δίνει την δυνατότητα σχεδιασμού όλης της κατασκευής σε συμπαγή μορφή (***Solid***) και την παρουσίασή του δημιουργώντας μηχανολογικά σχέδια. Αρχικά σχεδιάστηκαν τα Νεύρα (***Ribs***) της πτέρυγας με πειραματικές διαστάσεις (Εικ. 4) και με βάση τα νεύρα σχεδιάστηκαν η Εμπρόσθια και Οπίσθια Δοκός (***Front and Rear Spar***), η Εξωτερική Επιφάνεια (***Skin***) της πτέρυγας που την περιβάλλει και το ***Wing Box***.



Εικόνα 4. Πειραματικές διαστάσεις νεύρου (Rib)

5.1 RIBS (ΝΕΥΡΑ)

Τα νεύρα (***Ribs***) βρίσκονται στην πτέρυγα ενός αεροπλάνου και αποτελούν τον σκελετό του. Αρχικά είναι το νεύρο που εφάπτεται με την άτρακτο και σταδιακά μικραίνουν - έχοντας την ίδια κλίση - μέχρι και το τελευταίο που κλείνει η εξωτερική επιφάνεια (***Skin***) του αεροπλάνου [περιβεβλημένο άκρο πτερυγίου(Shrouded Blade Tip)].

Για τον σχεδιασμό των νεύρων (***Ribs***), χρησιμοποιήθηκαν οι πειραματικές διαστάσεις. Αρχικά σχεδιάστηκαν το μεγαλύτερο και το μικρότερο νεύρο (***Rib***). Στη συνέχεια με την εντολή *Loft* του προγράμματος, δημιουργήθηκε η συμπαγή (***Solid***) μορφή της πτέρυγας με βάση τα νεύρα (***Ribs***), ενώνοντας τα δύο σχέδια. Για την δημιουργία των υπόλοιπων νεύρων (***Ribs***) χρησιμοποιήθηκε η εντολή *Extrude Cut*. Η εντολή αυτή κόβει αναλόγως την επιθυμία του σχεδιαστή το υπάρχων σχέδιο σε κομμάτια. Έτσι κόβοντας κατασκευάστηκαν τα υπόλοιπα νεύρα (***Ribs***), έχοντας όλα την ίδια κλίση.

Στη συνέχεια έγινε η διαμόρφωση των νεύρων (***Ribs***) στο επιθυμητό σχήμα. Το κάθε νεύρο (***Rib***) έχει τρία μέρη που ενώνονται μεταξύ τους με την εμπρόσθια και οπίσθια δοκό (***Front and Rear Spar***). Σχεδιάζοντας στα νεύρα (***Ribs***) τα σημεία ένωσης, με την εντολή *Loft Cut* χωρίζεται σε τρία κομμάτια. Στα σημεία που θα περνάνε οι δοκοί δημιουργήθηκαν τρύπες πάνω στα νεύρα (***Ribs***) για την ένωσή τους. Επίσης δημιουργήθηκαν μεγάλες τρύπες πάνω στην επιφάνεια των νεύρων (***Ribs***).

Τέλος με την εντολή *Filet* του προγράμματος σχεδιάστηκαν όλα τα ράδια των νεύρων (***Ribs***).

5.2 ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΚΑΙ ΟΠΙΣΘΙΑ ΔΟΚΟΣ (FRONT AND REAR SPAR)

Η εμπρόσθια και οπίσθια δοκός (***Front and Rear Spar***) είναι τα κομμάτια της πτέρυγας τα οποία περνάνε ανάμεσα από τα νεύρα (***Ribs***) και τα ενώνουν μεταξύ τους.

Για τον σχεδιασμό τους είναι απαραίτητο να είναι γνωστές οι διαστάσεις της αρχής και του τέλους της κάθε δοκού. Χρησιμοποιώντας την εντολή *Loft* δημιουργείται το συμπαγές σχήμα των δοκών.

Για να γίνει η συνδεσμολογία τους με τα νεύρα (***Ribs***) κατασκευάστηκαν *νεύρα* πάνω στις δοκούς. Τα *νεύρα* αυτά έχουν την δυνατότητα να κλείνουν το κάθε **Rib** της πτέρυγας και από τις δύο πλευρές. Όμως για την κατασκευή τους πάνω στις δοκούς πρέπει τα κομμάτια να υποστούν συγκόλληση μεταξύ τους. Έχοντας δημιουργήσει τρύπες πάνω στα νεύρα αυτά γίνεται η συνδεσμολογία των ***Front και Rear Spar*** με τα ***Ribs***.

Τέλος με την εντολή *Filet* του προγράμματος σχεδιάστηκαν όλα τα ράδια των νεύρων.

5.3 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ (SKIN)

Η εξωτερική επιφάνεια της πτέρυγας (***Skin***) είναι το περίβλημα που καλύπτει όλη την πτέρυγα του αεροπλάνου.

Η κατασκευή του γίνεται με τον ίδιο τρόπο κατασκευής των νεύρων (***Ribs***). Αρχικά φτιάχνεται το συμπαγές (***Solid***) κομμάτι. Οι διαστάσεις του πρέπει να είναι παραπάνω (περιμετρικά) από τα νεύρα (***Ribs***), στο επιθυμητό πάχος. Στη συνέχεια δημιουργείται το περιβεβλημένο άκρο πτερυγίου (***Shrouded Blade Tip***) με την εντολή *Full Round Fillet*.

Για την ολοκλήρωση της επιφάνειας της πτέρυγας, με την εντολή του προγράμματος *Shell*, αφαιρούμε το εσωτερικό του συμπαγή (***Solid***) μέρος δημιουργώντας ένα κέλυφος με το επιθυμητό πάχος. Έτσι κατασκευάζεται η επιφάνεια της πτέρυγας στην οποία θα συναρμολογηθούν τα κομμάτια της εσωτερικά.

5.4 WING BOX

Το ***Wing Box*** είναι ένα δομικό εξάρτημα σε ένα αεροσκάφος που έχει σχεδιαστεί για να παρέχει υποστήριξη και ακαμψία με τα φτερά. Σχέδια ποικίλλουν, ανάλογα με το μέγεθος και τη λειτουργία του αεροσκάφους, αλλά γενικά αυτό είναι το ισχυρότερο τμήμα της ατράκτου και μπορεί να περιλαμβάνει μια σειρά υποστηρικτικών δοκών , καθώς και θάλαμοι για την απομόνωση των επιπτώσεων. Συνήθως, το εξάρτημα αυτό δεν είναι άμεσα ορατό, παρόλο που οι άνθρωποι μπορούν να υποθέσουν ότι βρίσκεται μεταξύ της ρίζας της πτέρυγας

(Wing Root), στα εξαρτήματα του αεροπλάνου όπου προσκολλάται η πτέρυγα [Mary McMahon, 2015].

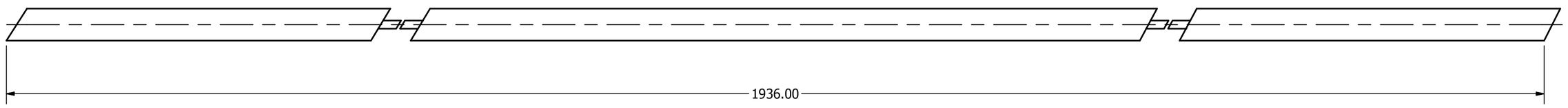
6 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ

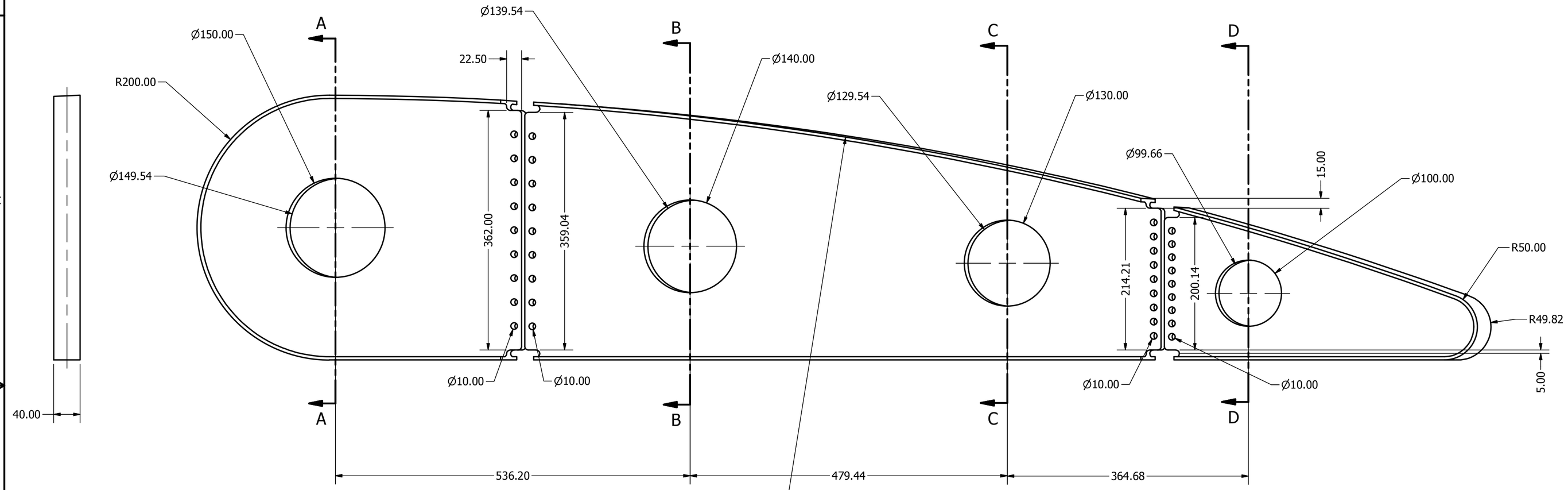
Μετά τον σχεδιασμό της πτέρυγας αεροπλάνου σε συμπαγή μορφή, γίνεται η αναλυτική παρουσίασή της μέσα από 58 Μηχανολογικά Σχέδια. Στα μηχανολογικά σχέδια αναφέρεται το κάθε εξάρτημα ξεχωριστά αλλά και συναρμολογημένα μεταξύ τους με όλες τις διαστάσεις τους.

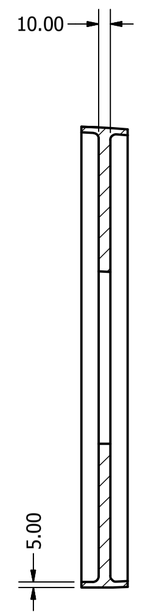
Αρχικά παρουσιάζεται το κάθε νεύρο ξεχωριστά. Πρώτα σε μορφή μηχανολογικού σχεδίου αλλά και στην συμπαγή μορφή του ακόμα και όλα τα νεύρα μαζί. Στη συνέχεια φαίνεται η εμπρόσθια και οπίσθια δοκός και σε μηχανολογικό σχέδιο και σε συμπαγή μορφή.

Στο τέλος παρουσιάζεται όλη η κατασκευαστική συνδεσμολογία της πτέρυγας του αεροπλάνου με όλες τις λεπτομέρειες. Επίσης πέρα από την δεξιά πτέρυγα του αεροπλάνου, γίνεται η συνδεσμολογία της δεξιάς και της αριστερής πτέρυγας, δημιουργώντας όλο το φτερό του.

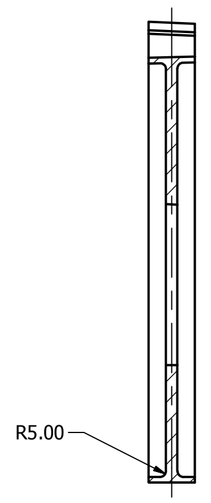
6.1 ΣΧΕΔΙΑ ΠΤΕΡΥΓΑΣ



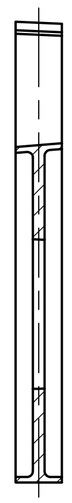




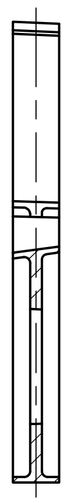
SECTION A-A
SCALE 1/4



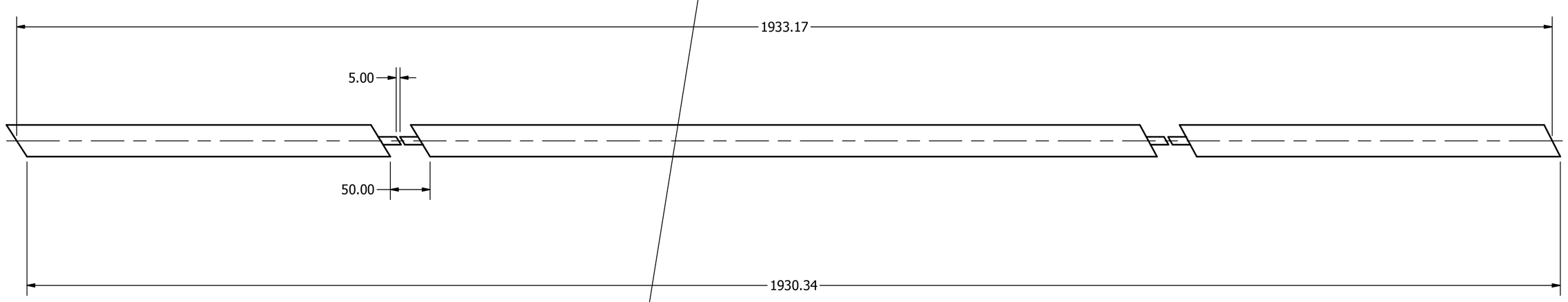
SECTION B-B
SCALE 1/4



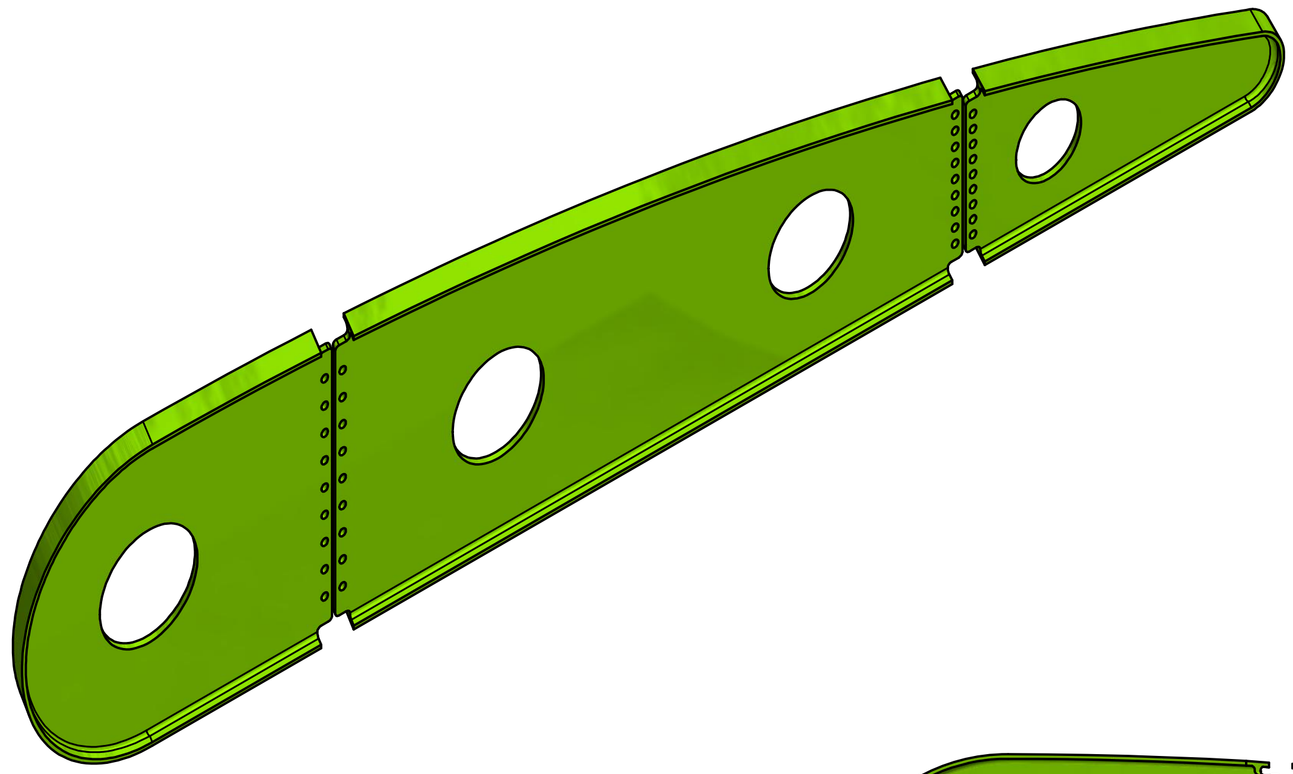
SECTION C-C
SCALE 1/4

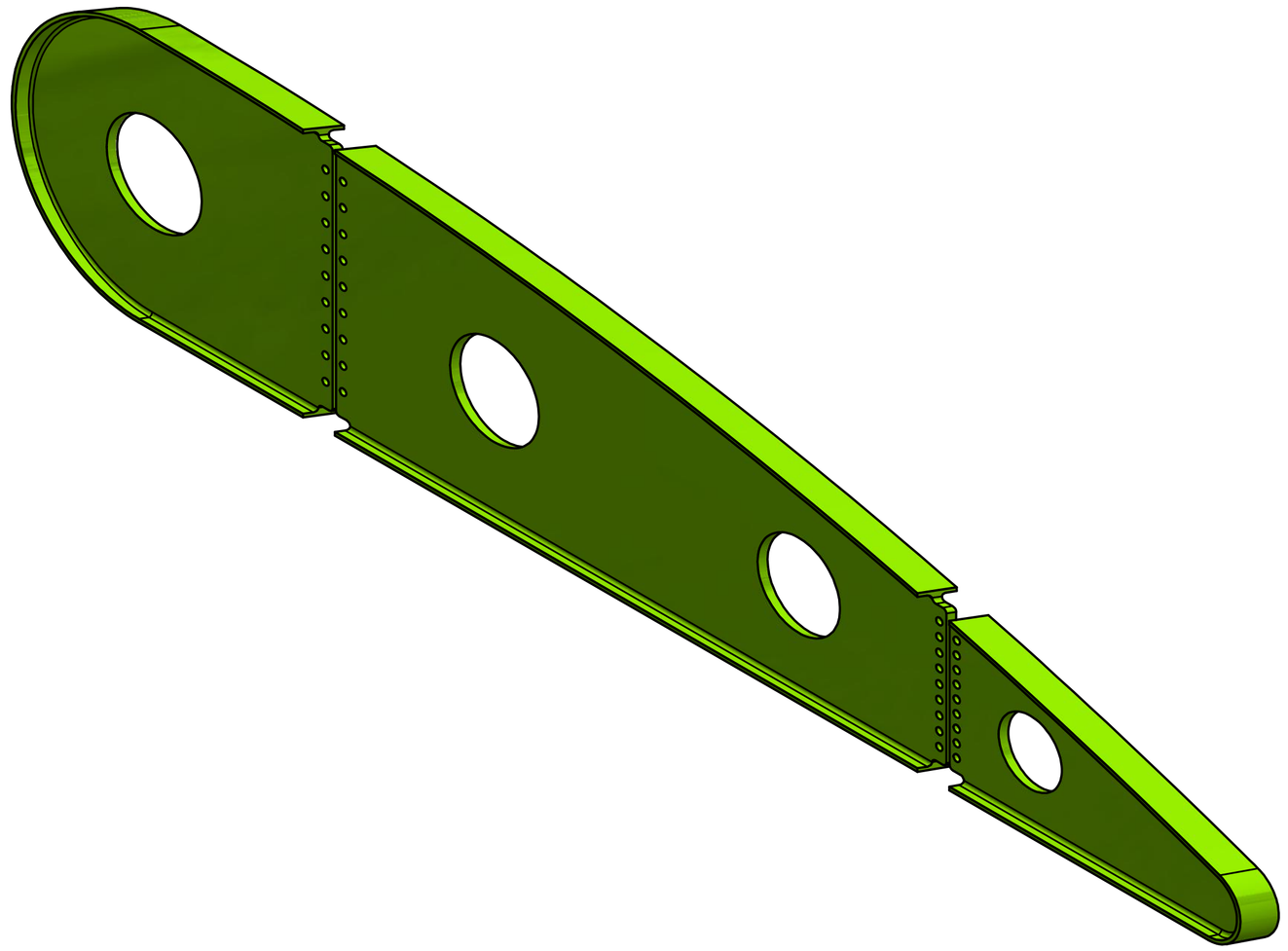


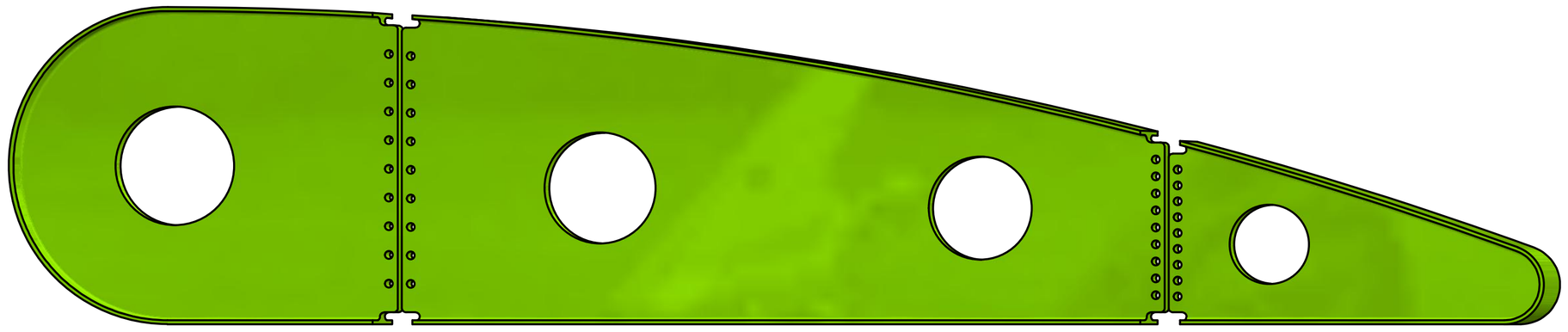
SECTION D-D
SCALE 1/4

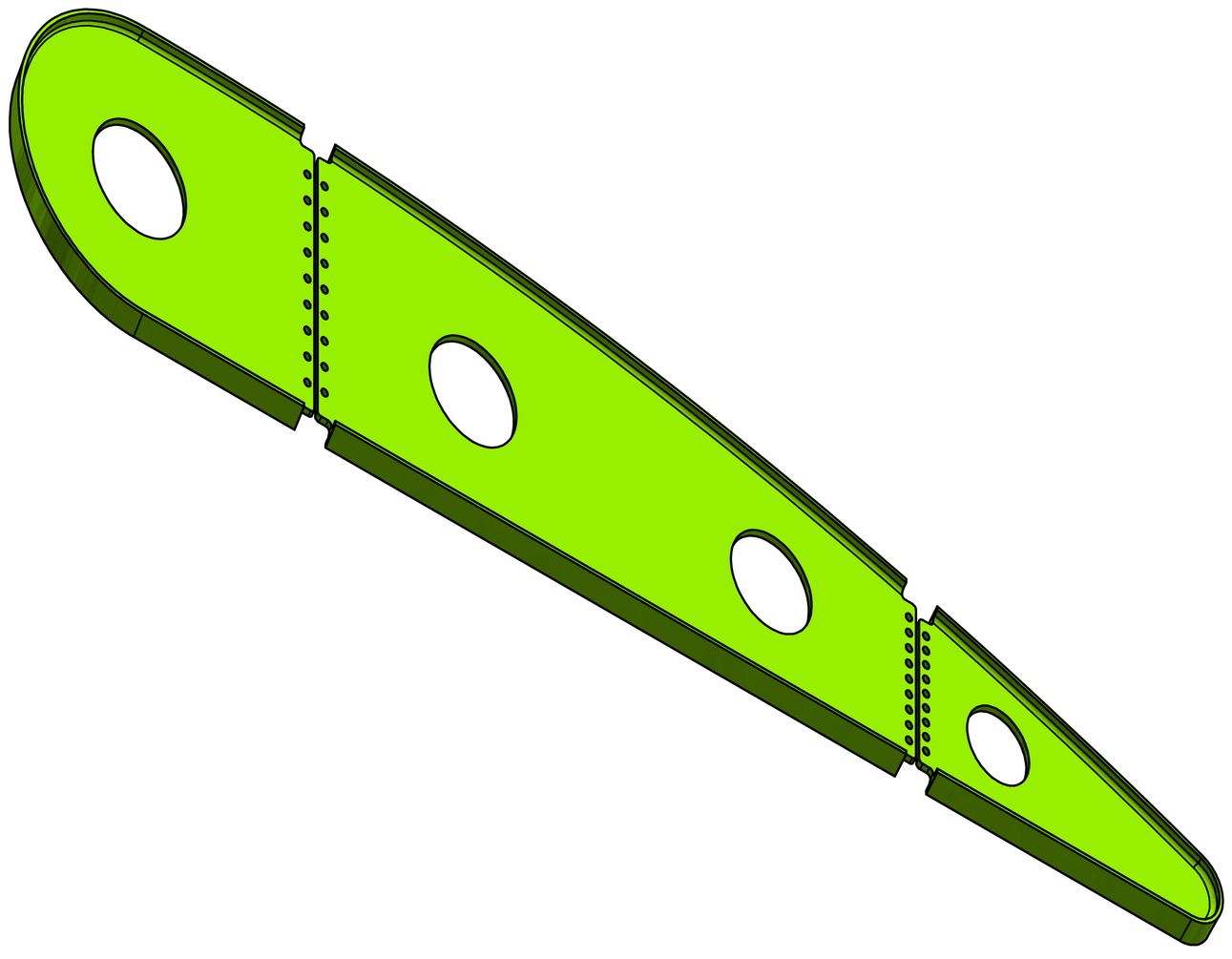


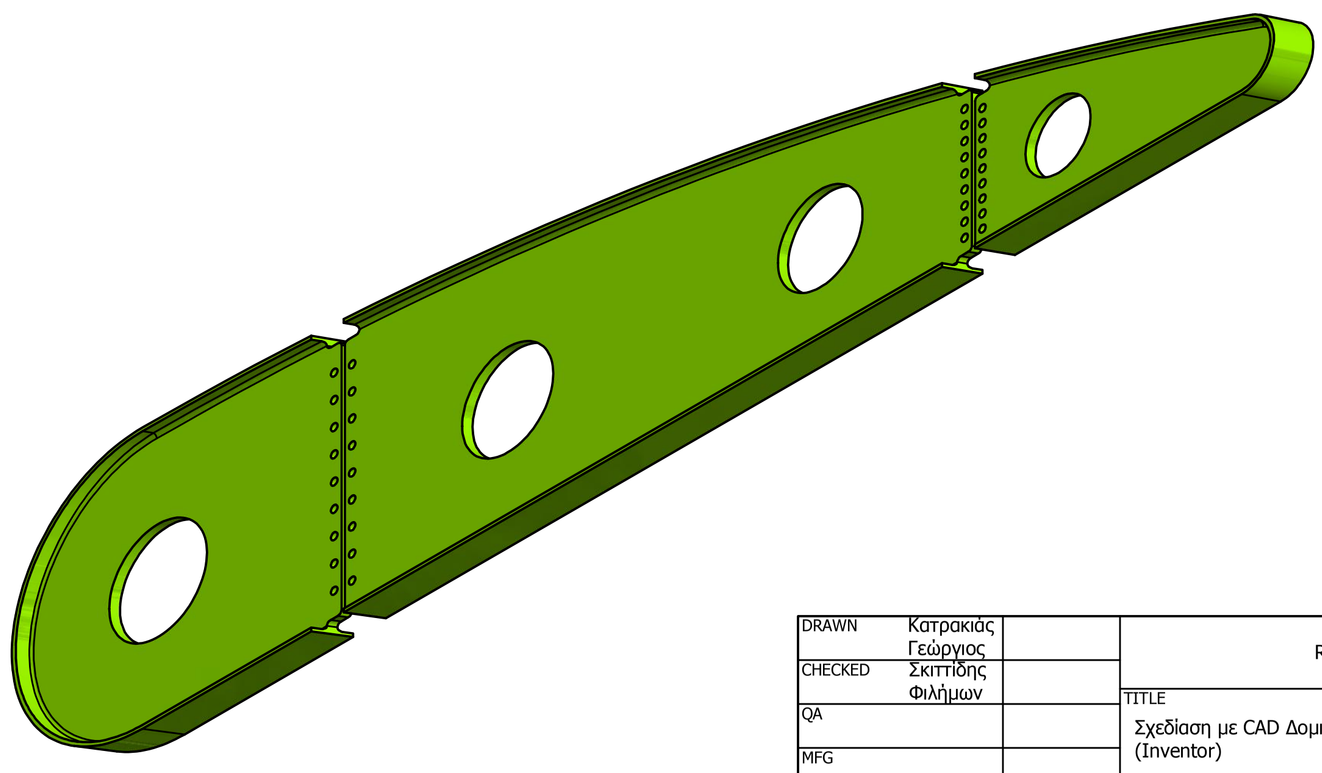
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 1 (Νεύρο)
CHECKED	Σκιττόης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE: D	DWG NO: 1 — REV
		SCALE: 1/4	SHEET 1 OF 1



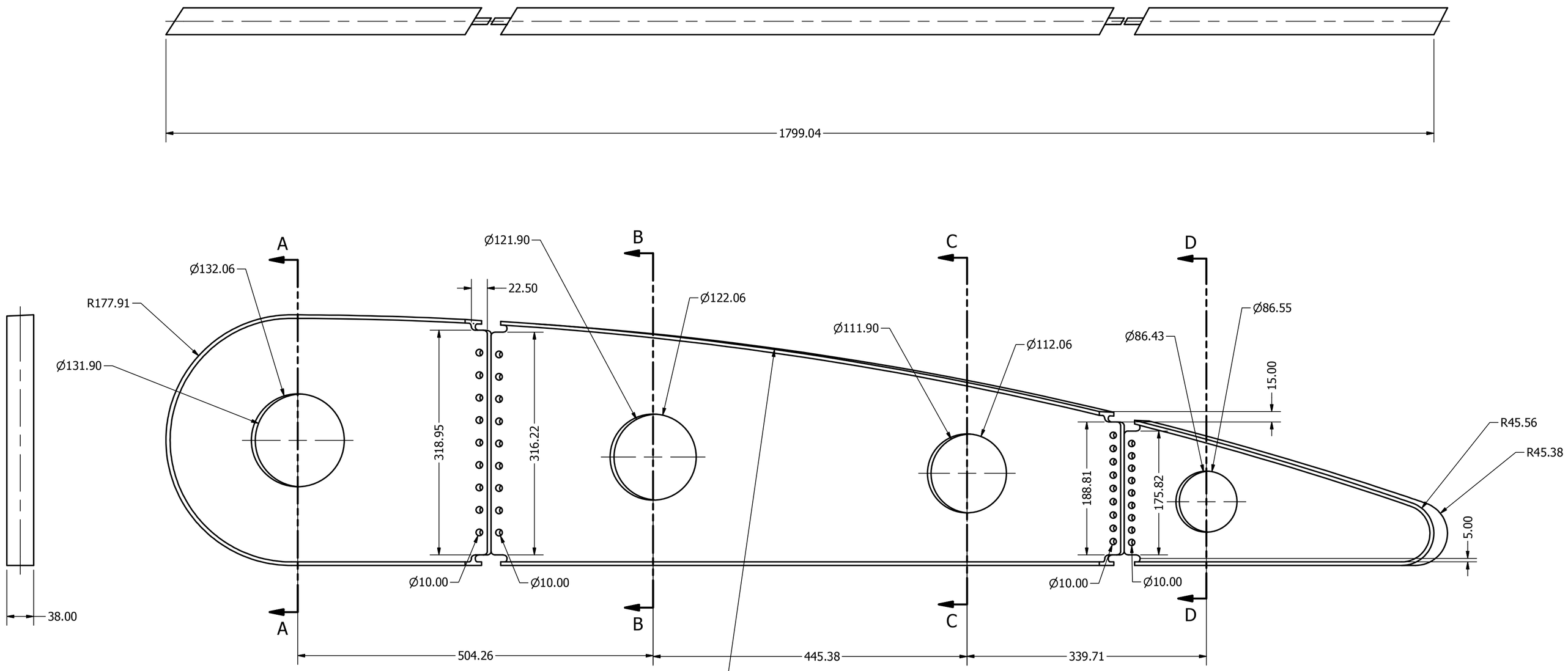


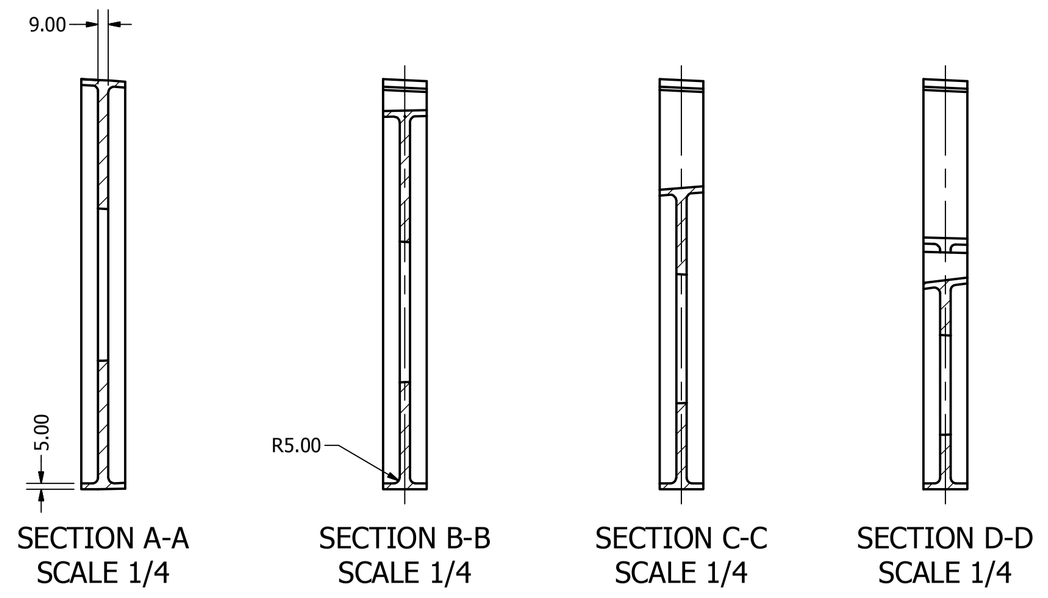






DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 1 (Νεύρο) Solid
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			SIZE: D | DWG NO: 2 | REV:
			SCALE: 1/5 | SHEET 1 OF 1



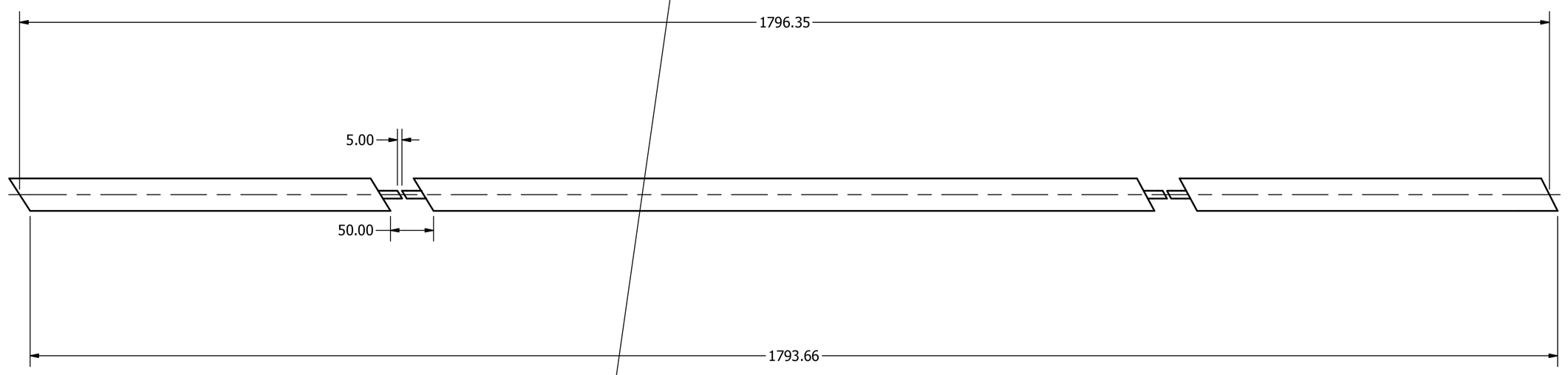


SECTION A-A
SCALE 1/4

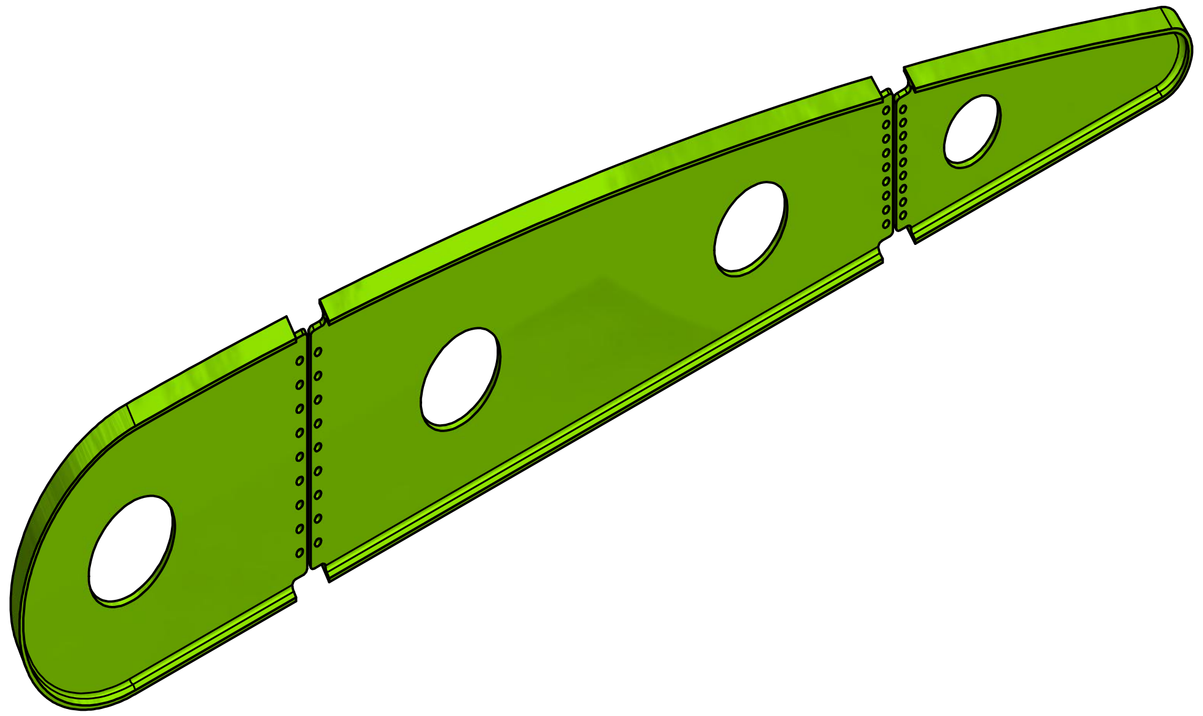
SECTION B-B
SCALE 1/4

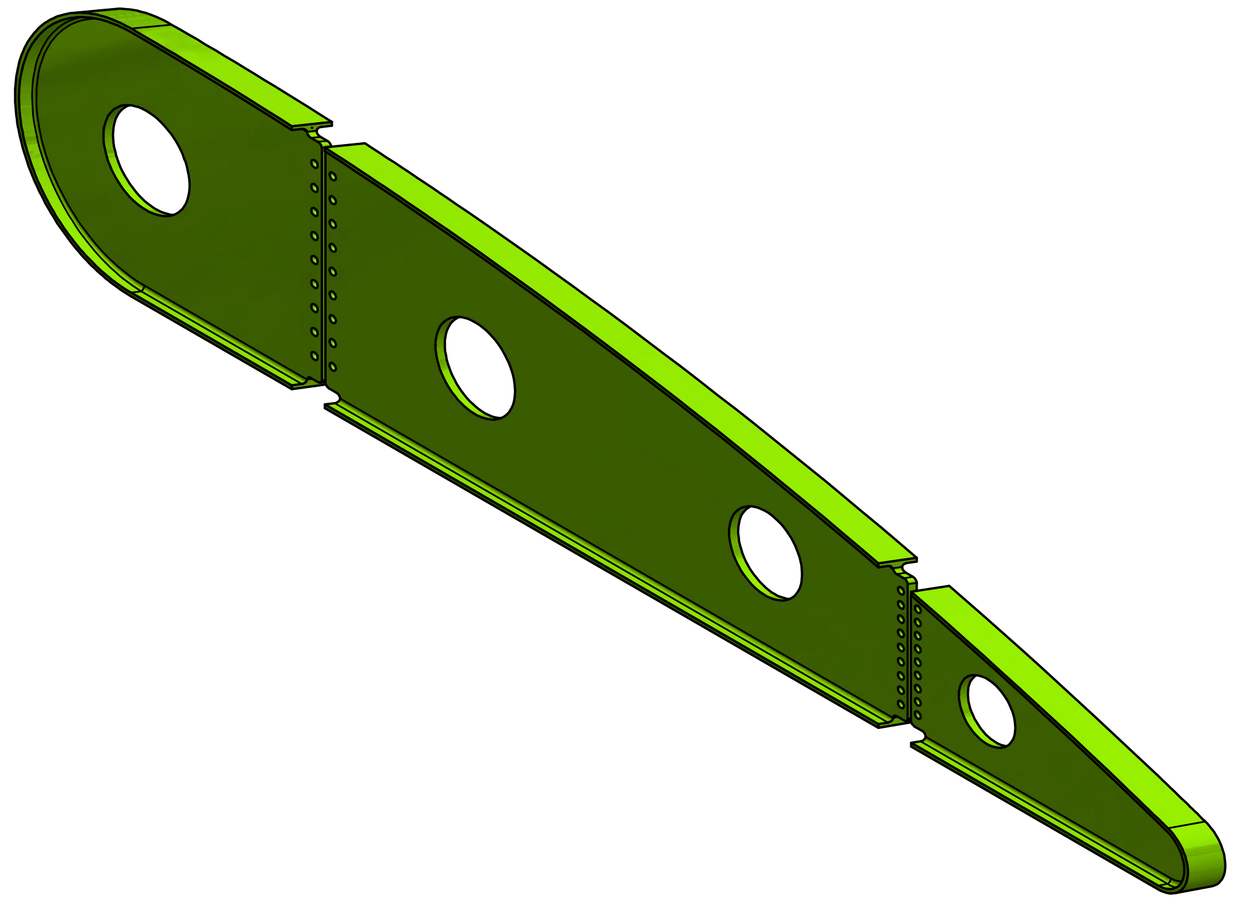
SECTION C-C
SCALE 1/4

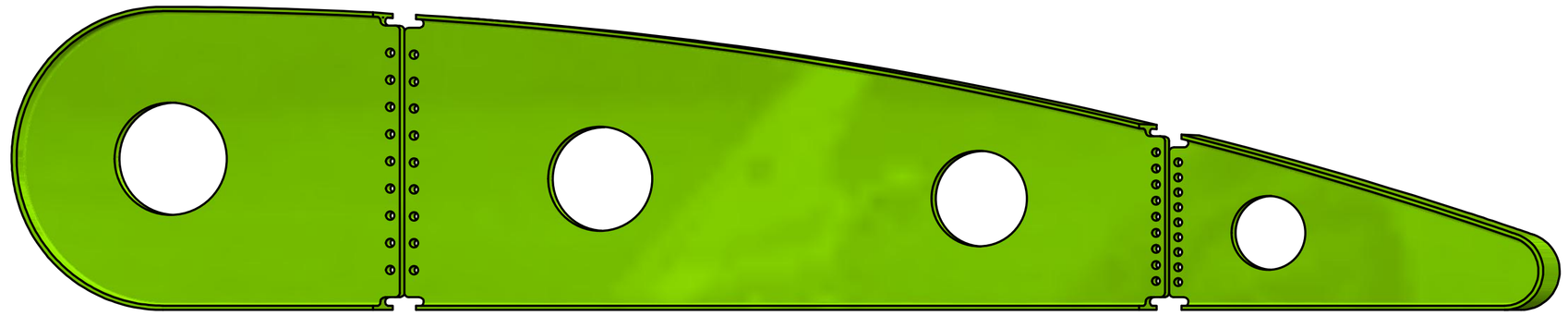
SECTION D-D
SCALE 1/4

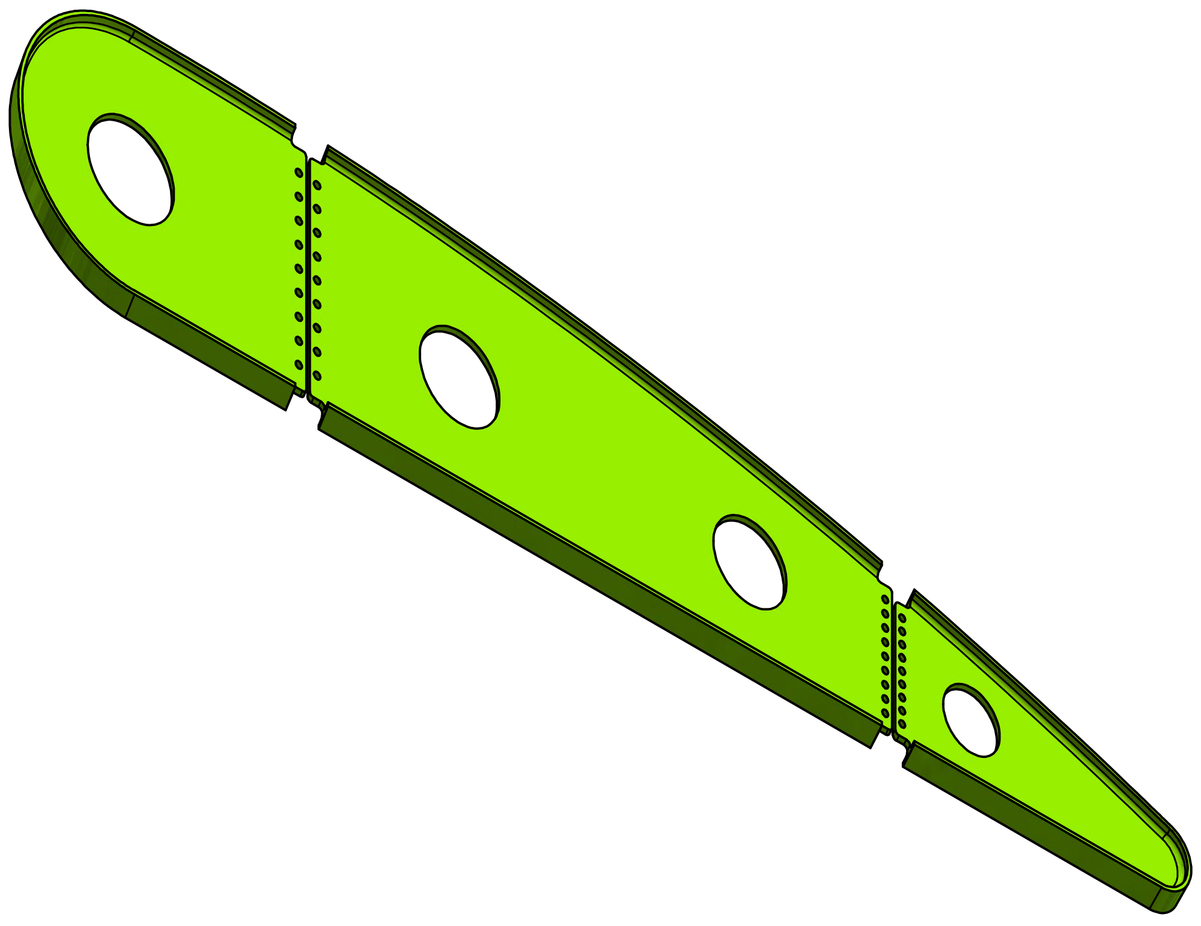


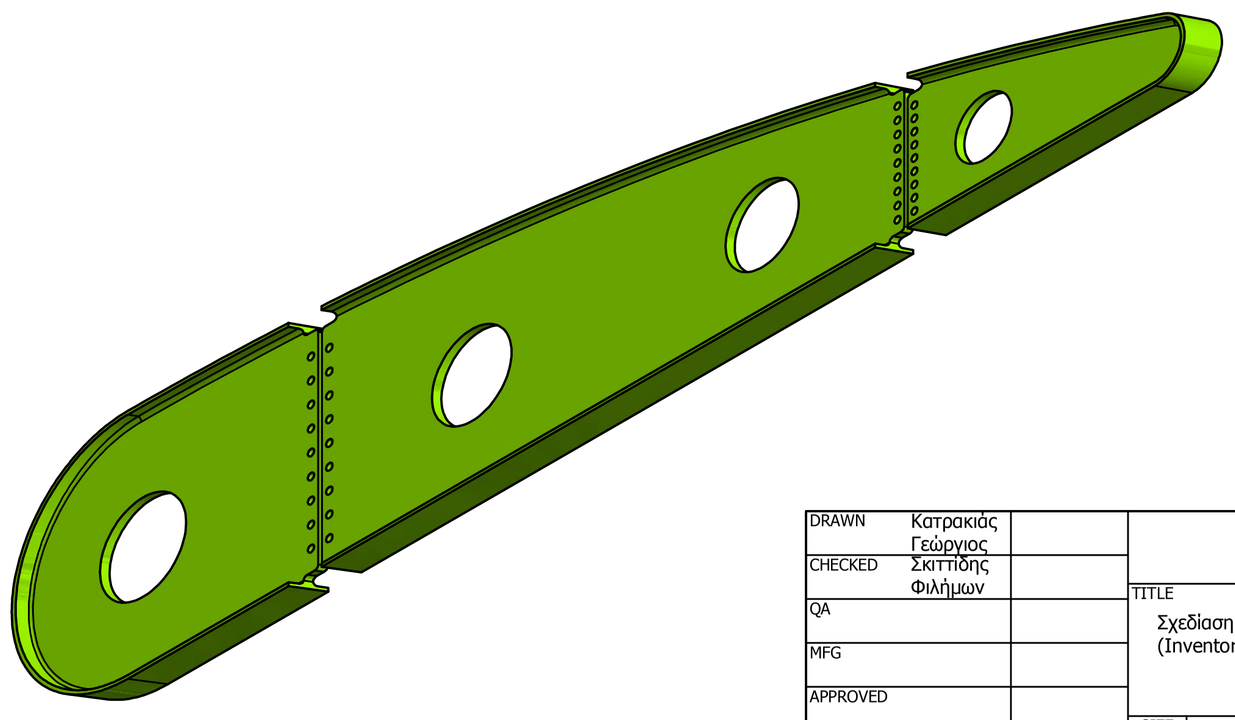
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 2 (Νεύρο)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			SIZE D | DWG NO 3 | REV
			SCALE 1/4 | SHEET 1 OF 1



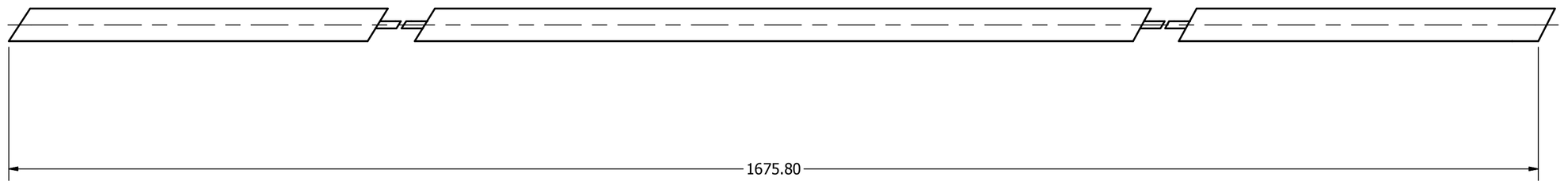


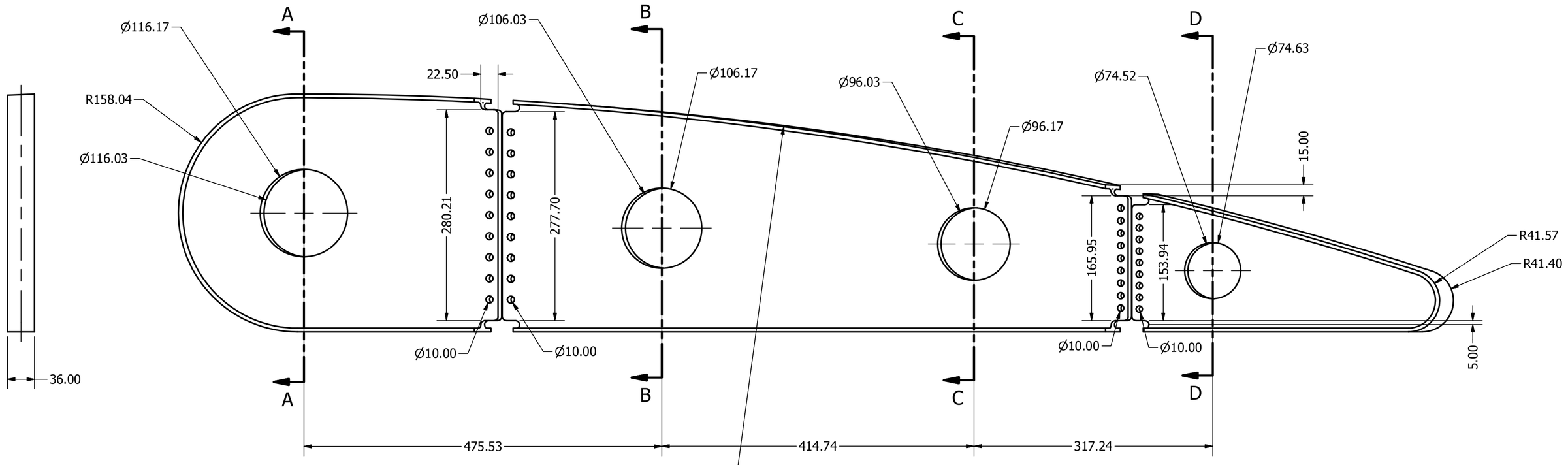


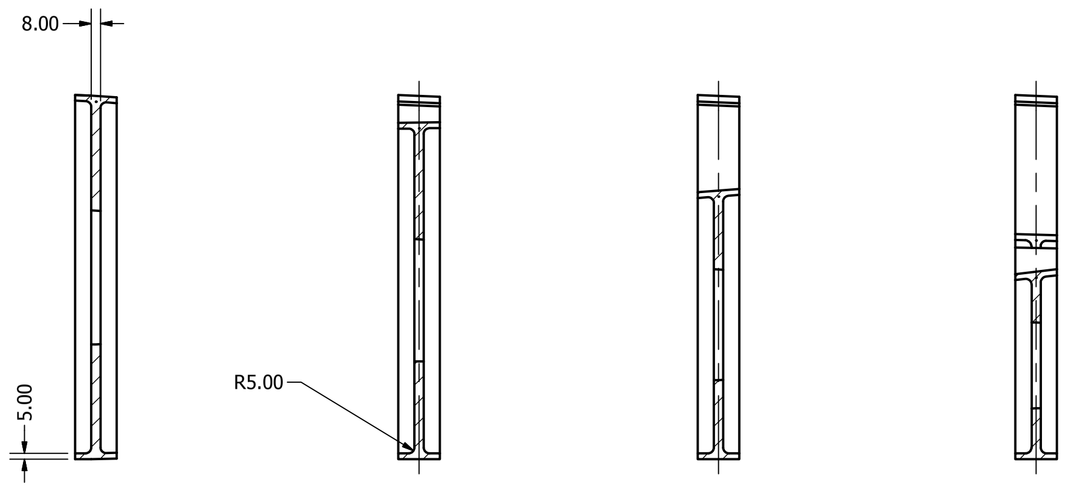




DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 2 (Νεύρο) Solid
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D; DWG NO: 4; REV:
			SCALE: 1/5; SHEET 1 OF 1







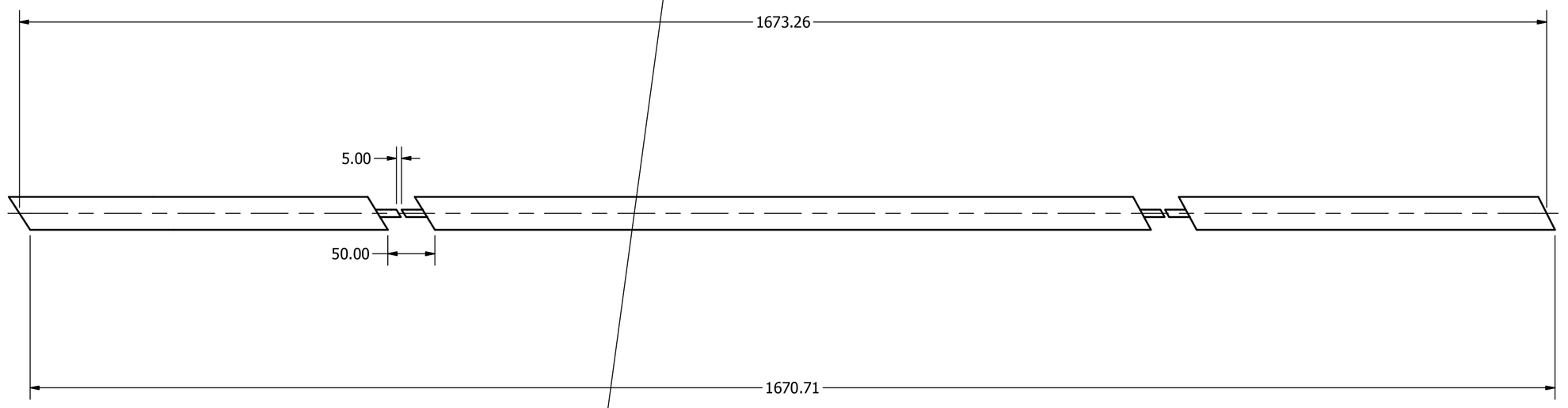
SECTION A-A
SCALE 1/4

SECTION B-B
SCALE 1/4

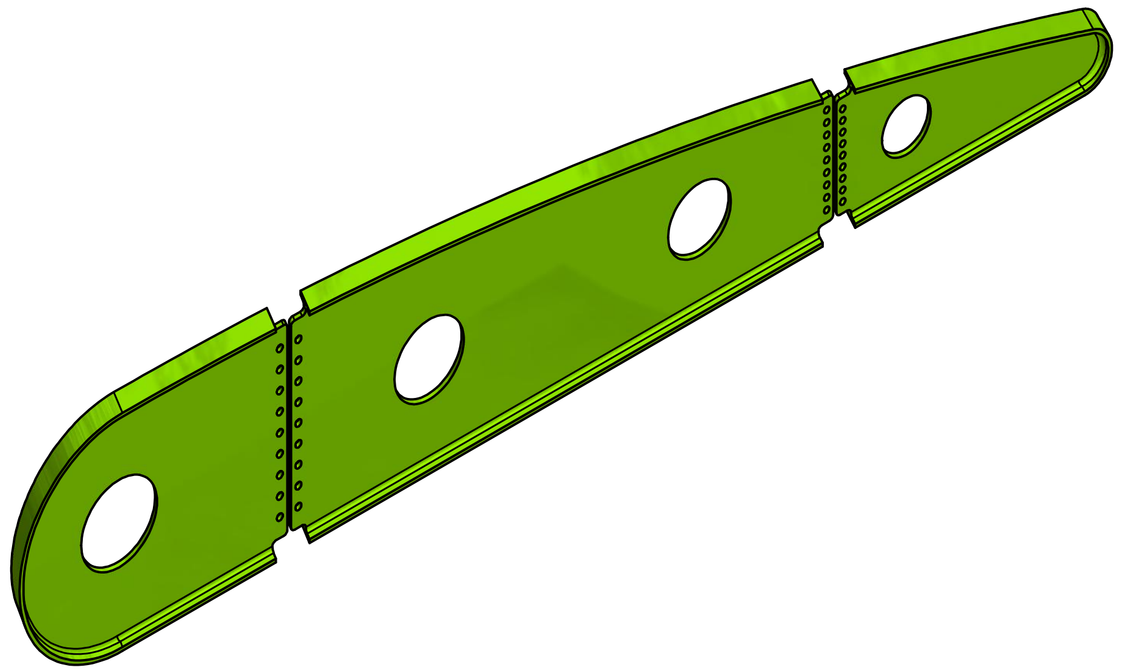
SECTION C-C
SCALE 1/4

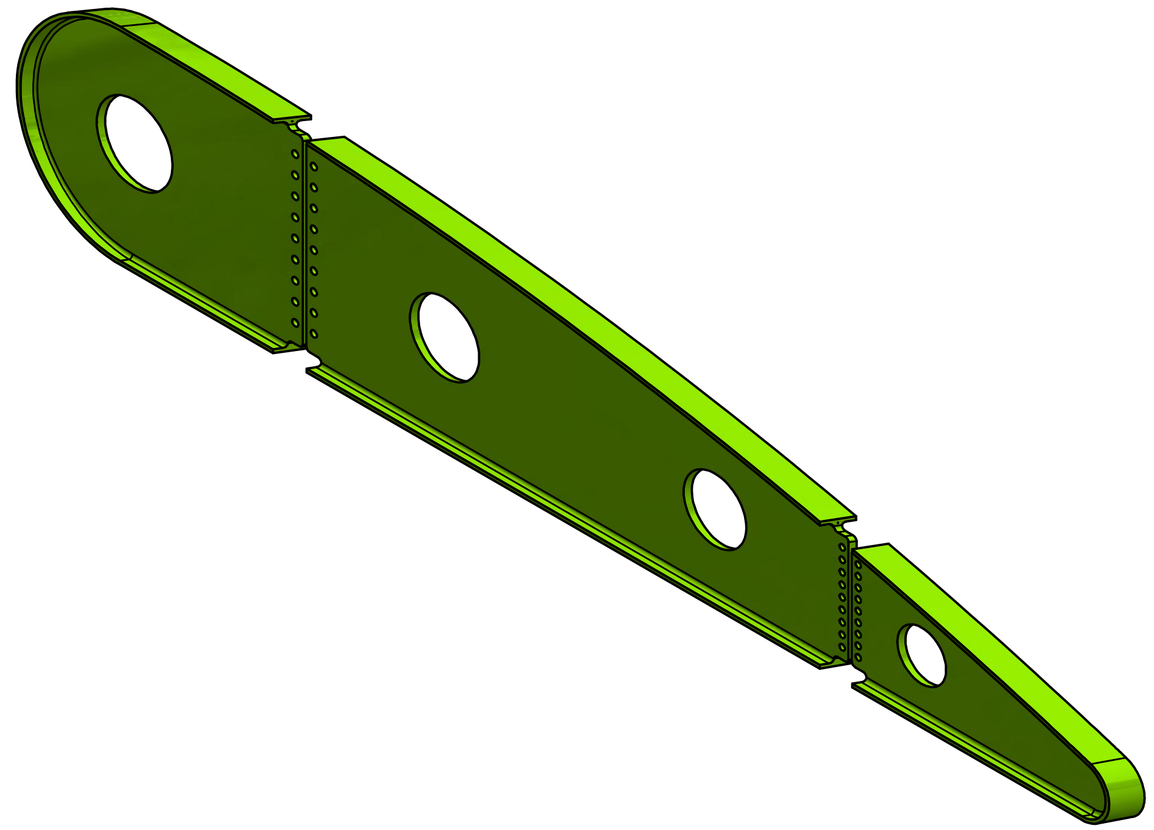
SECTION D-D
SCALE 1/4

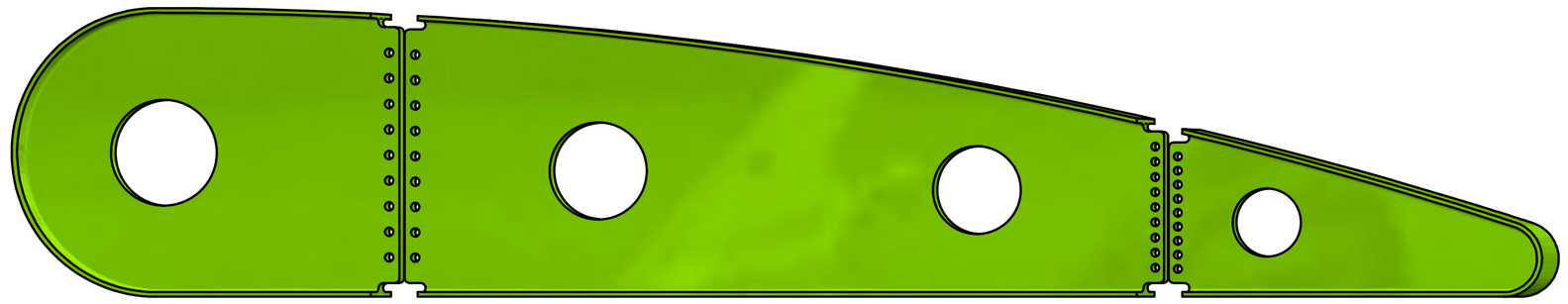
R4841.76

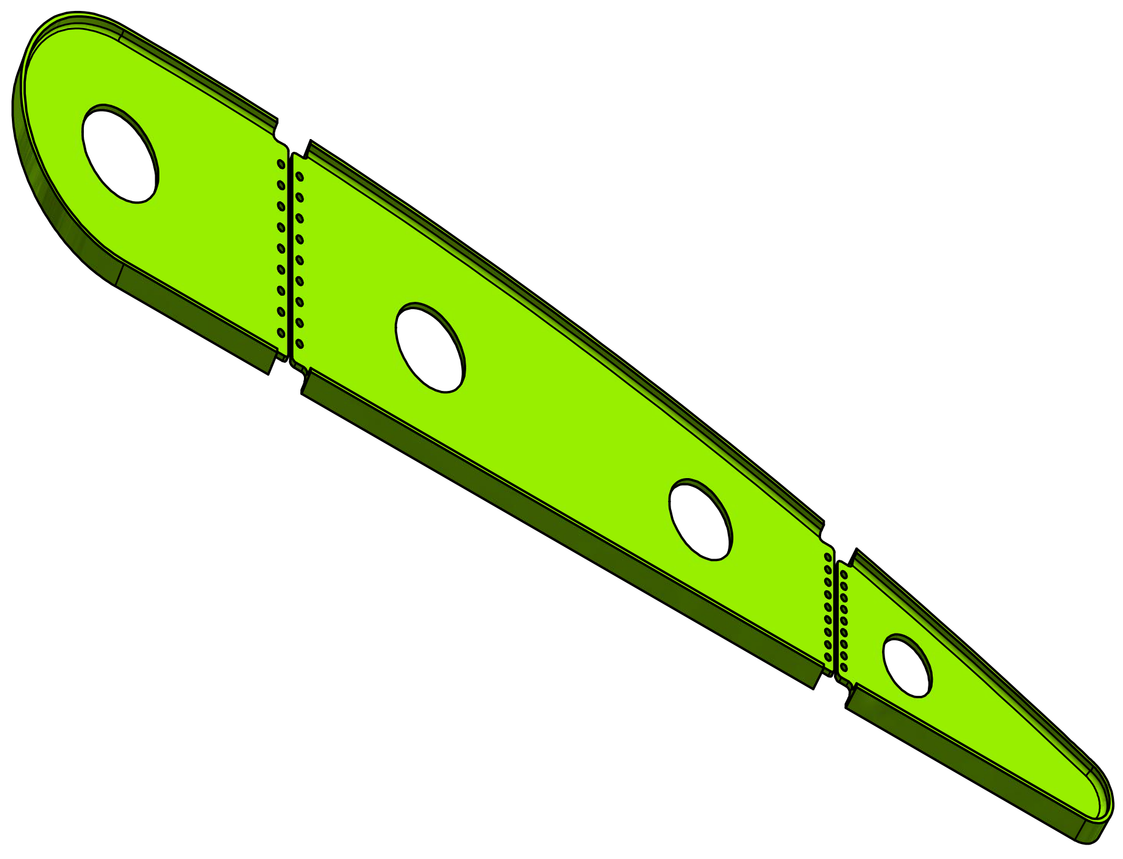


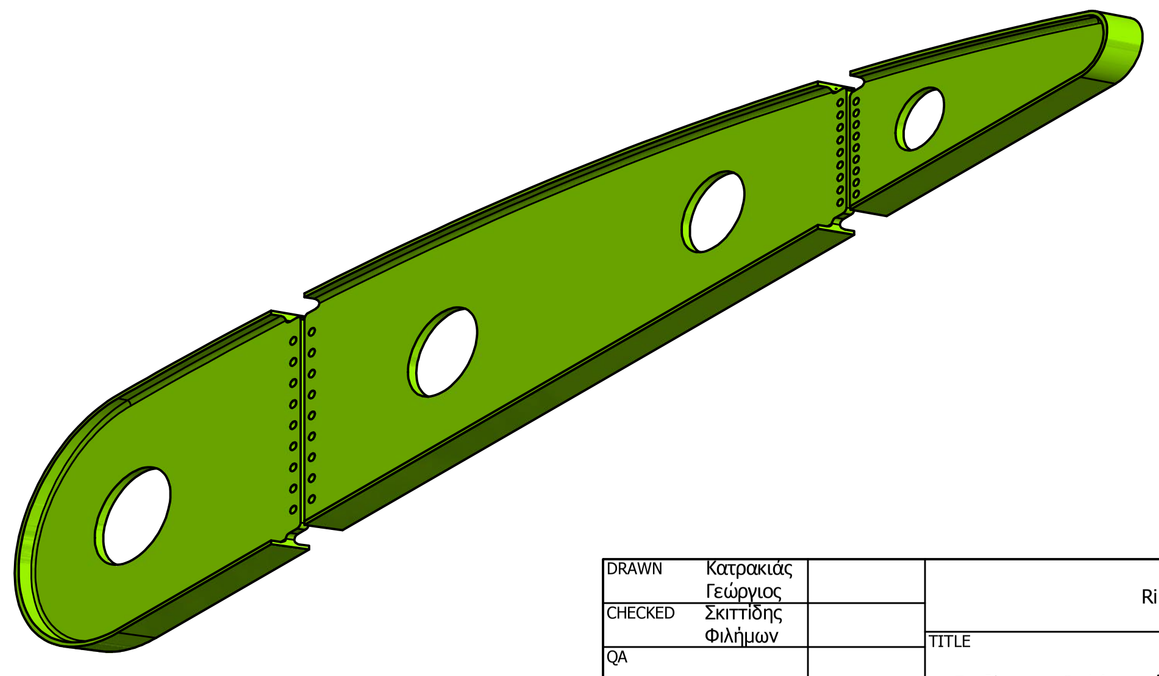
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 3 (Νεύρο)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D; DWG NO: 5; REV:
			SCALE: 1/4; SHEET 1 OF 1



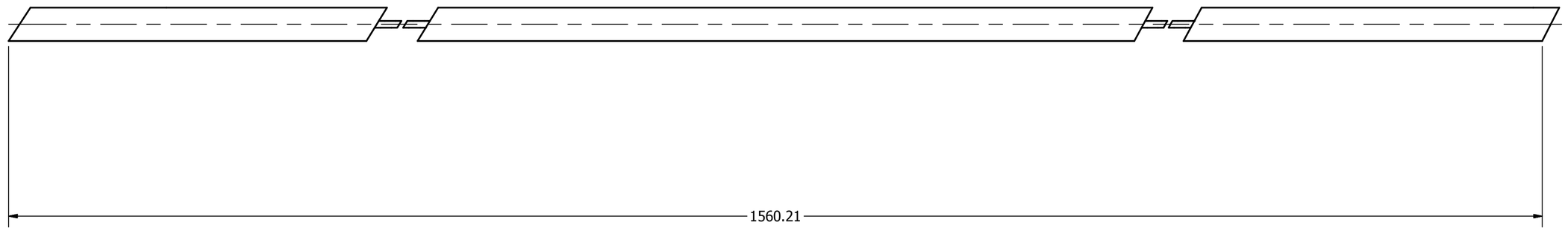


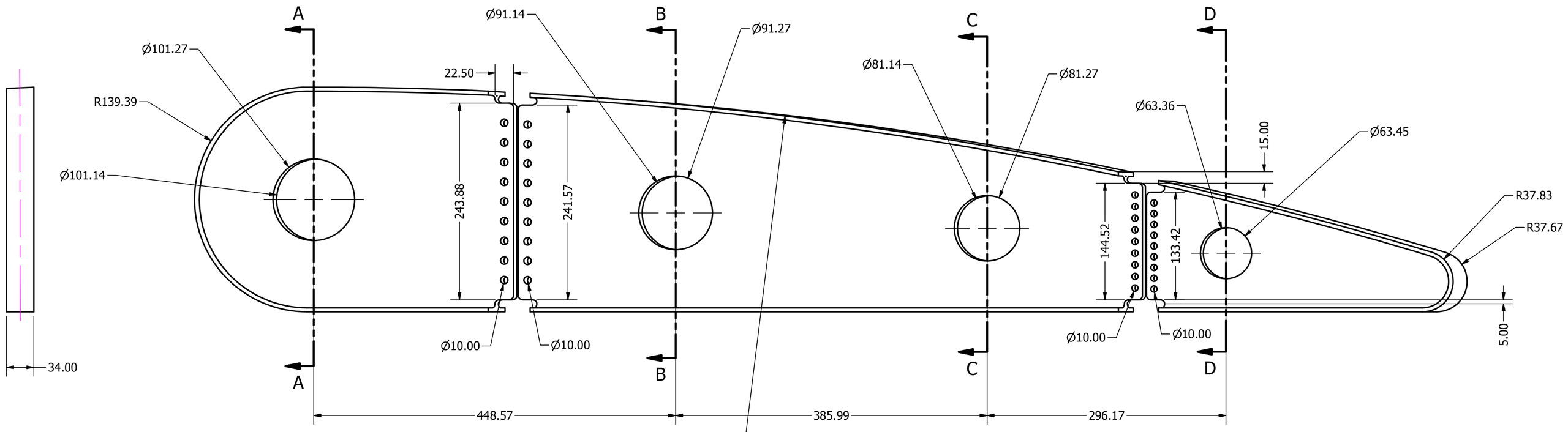


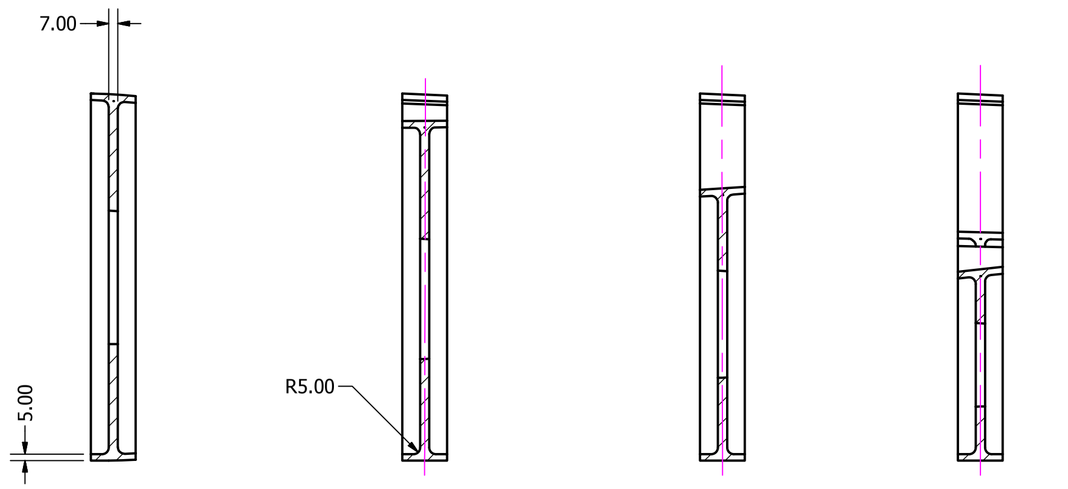


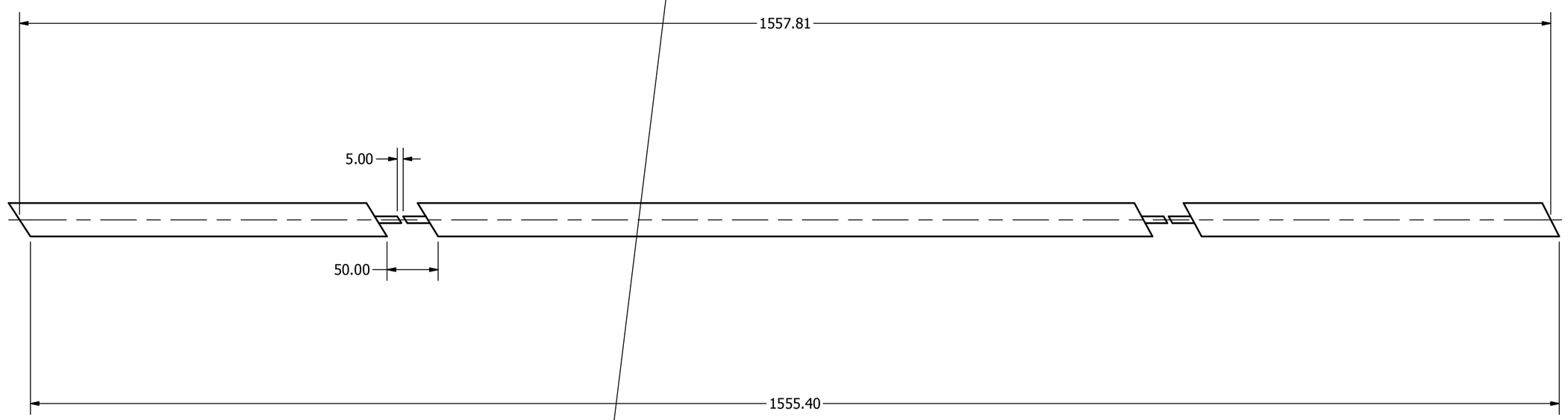


DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 3 (Νεύρο) Solid
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE
QA			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			SIZE D | DWG NO 6 | REV
			SCALE 1/5 | SHEET 1 OF 1

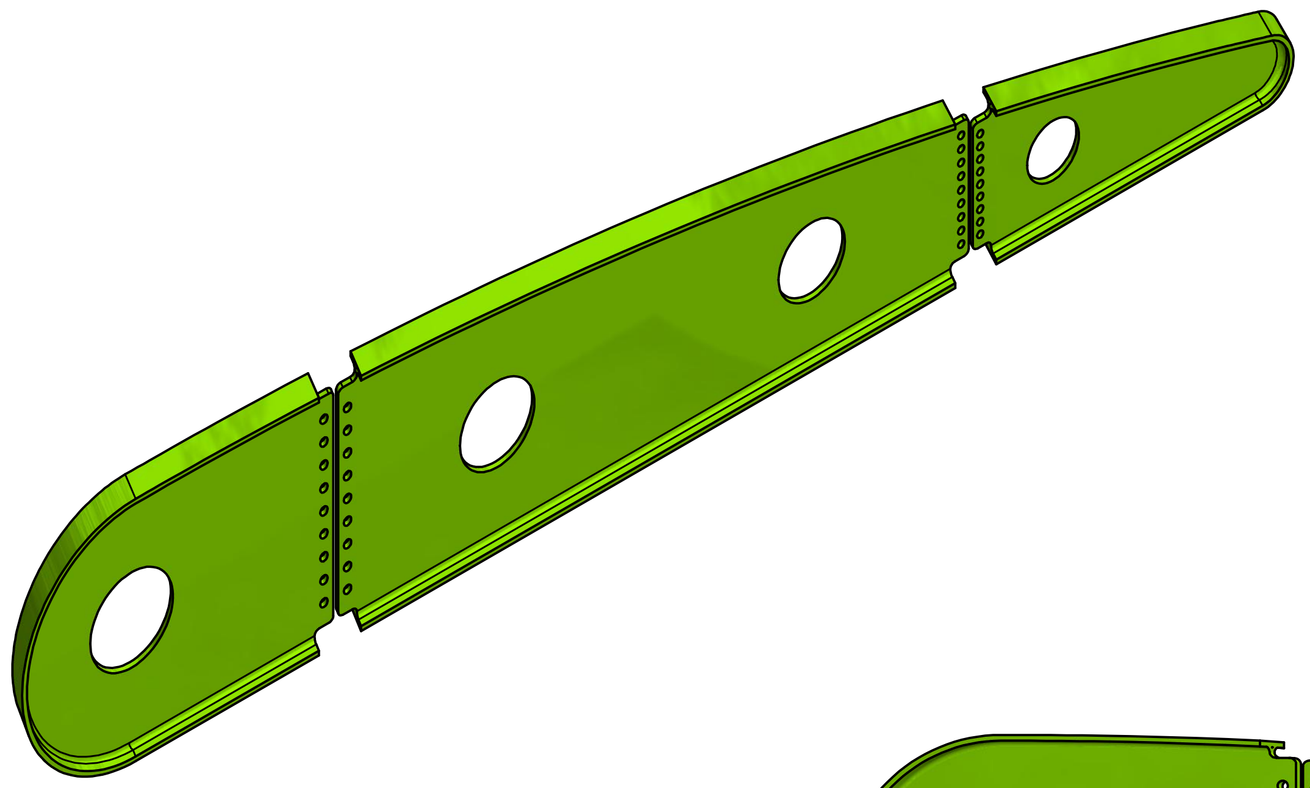


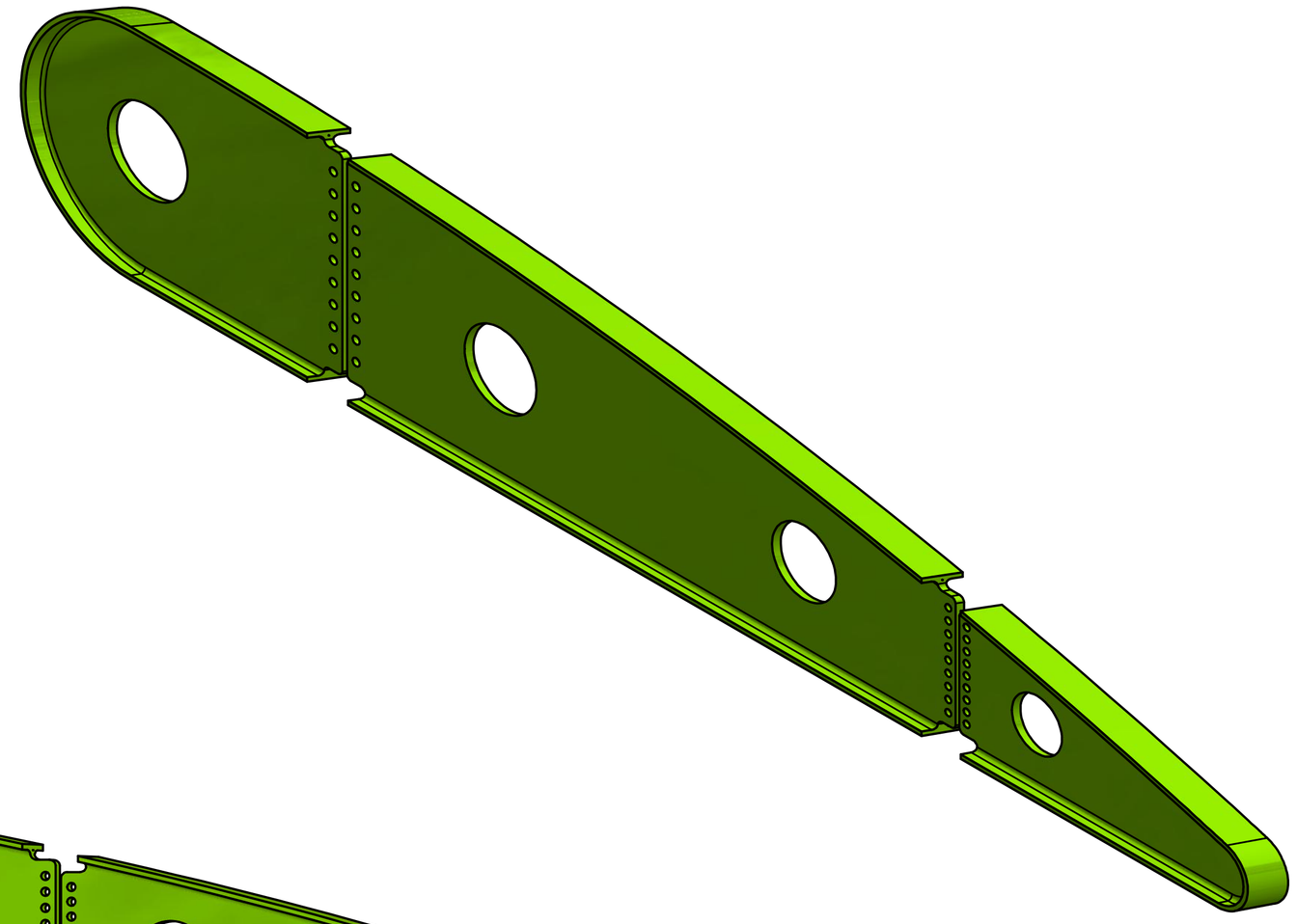


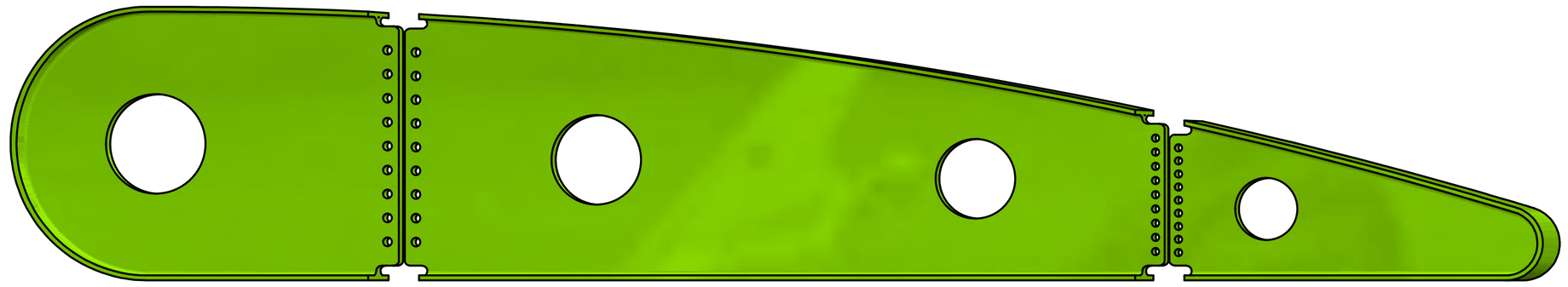


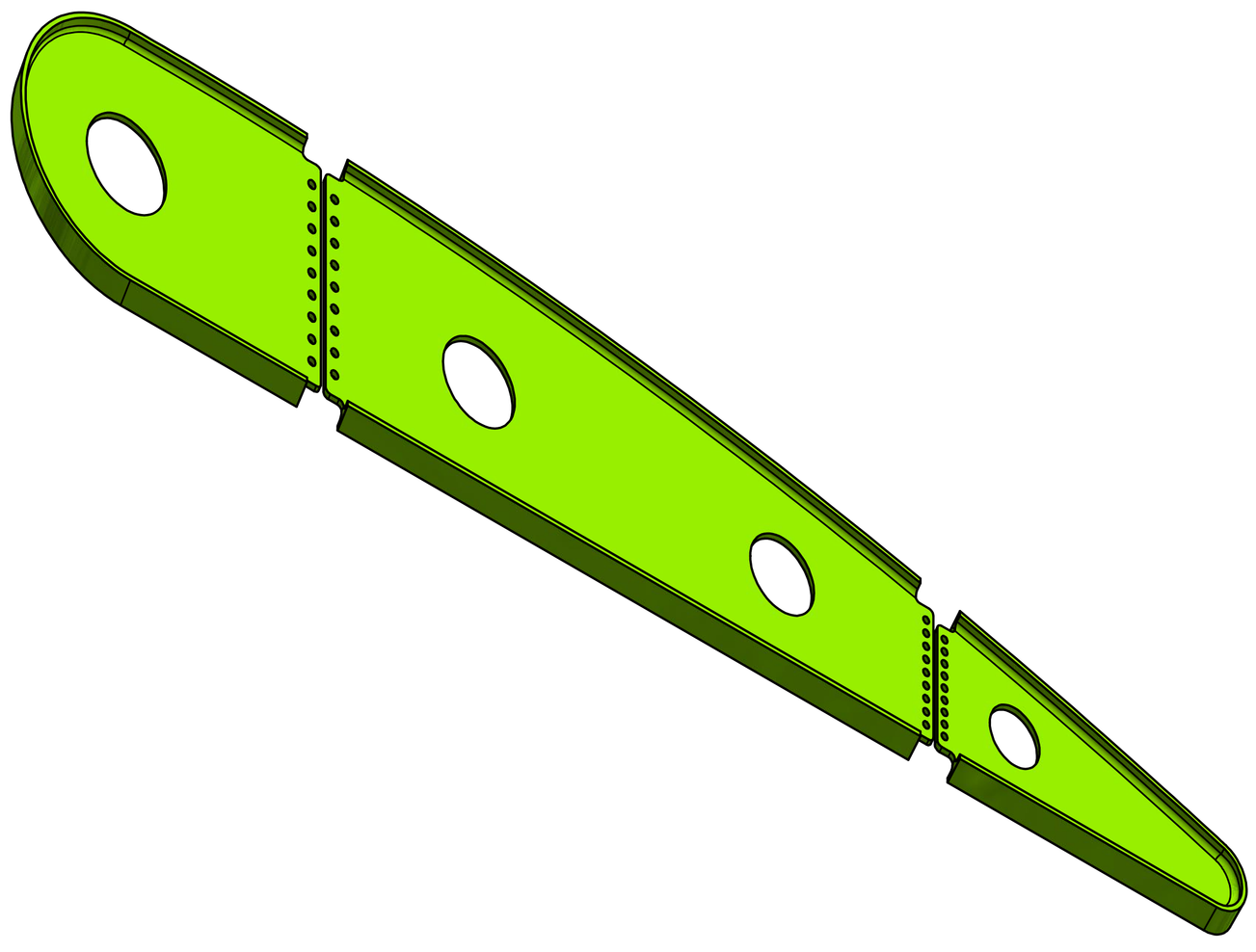


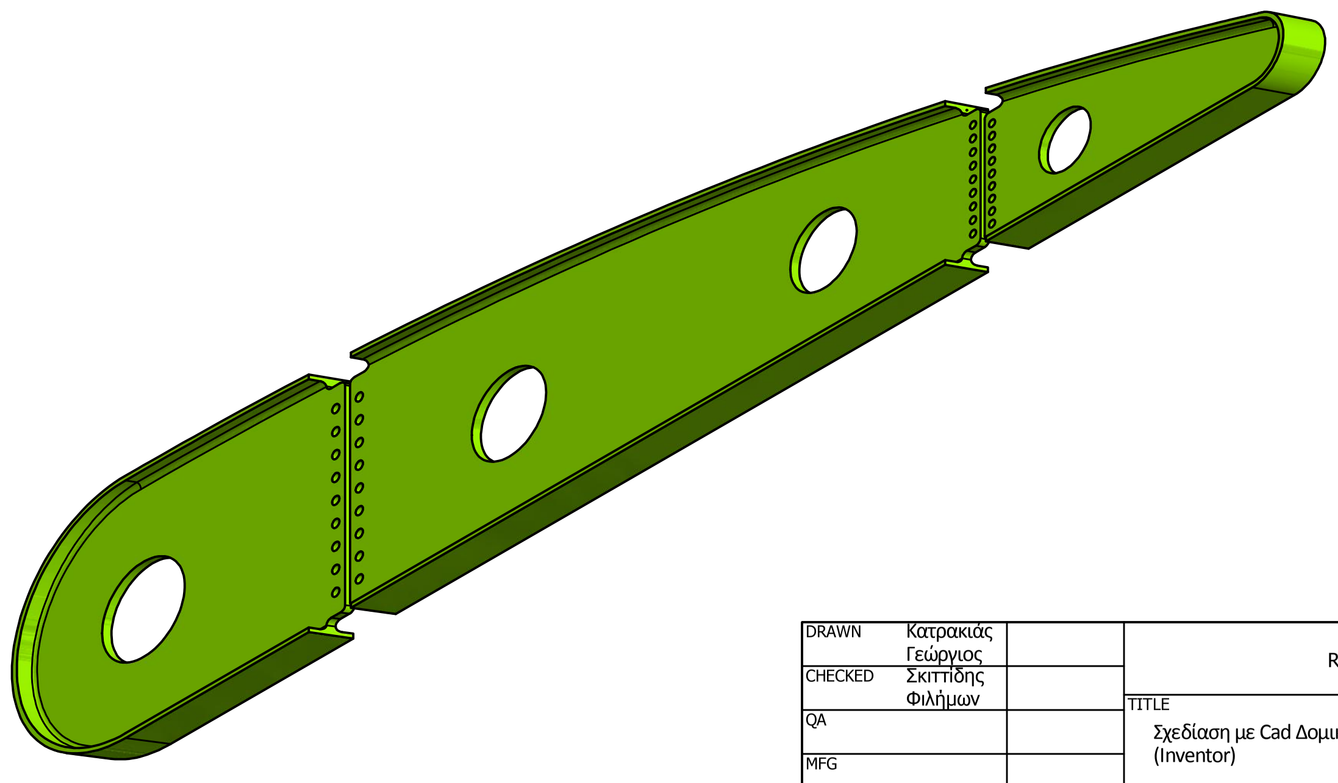
DRAWN	Κατρακιας Γεώργιος		Rib 4 (Νεύρο)
CHECKED	Σκιττιδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE: D	DWG NO: 7 — REV
		SCALE: 1/3.5	SHEET 1 OF 1



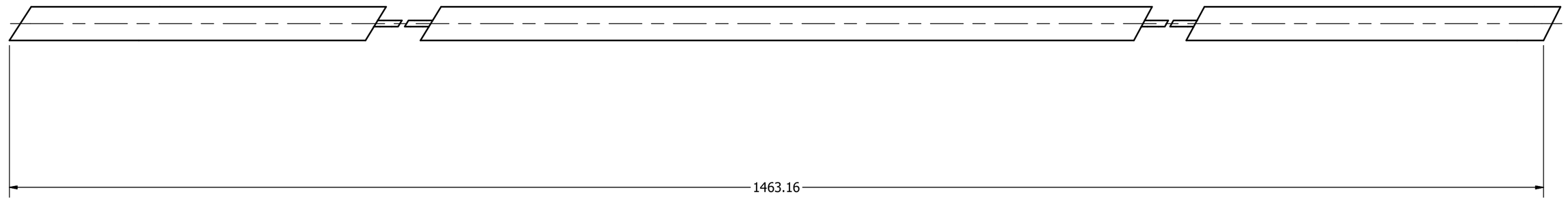


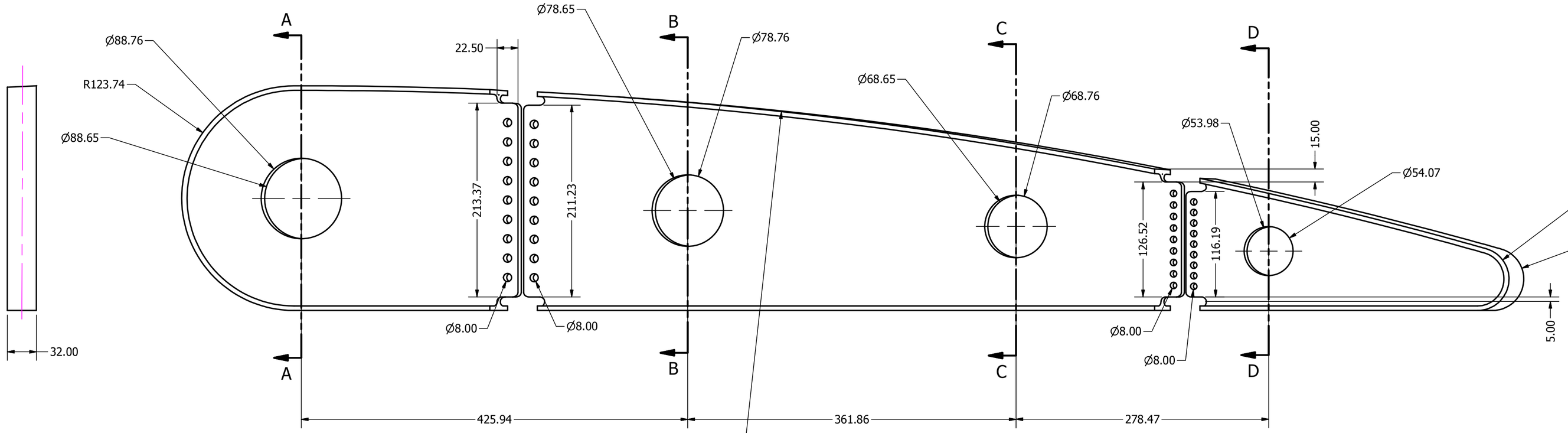


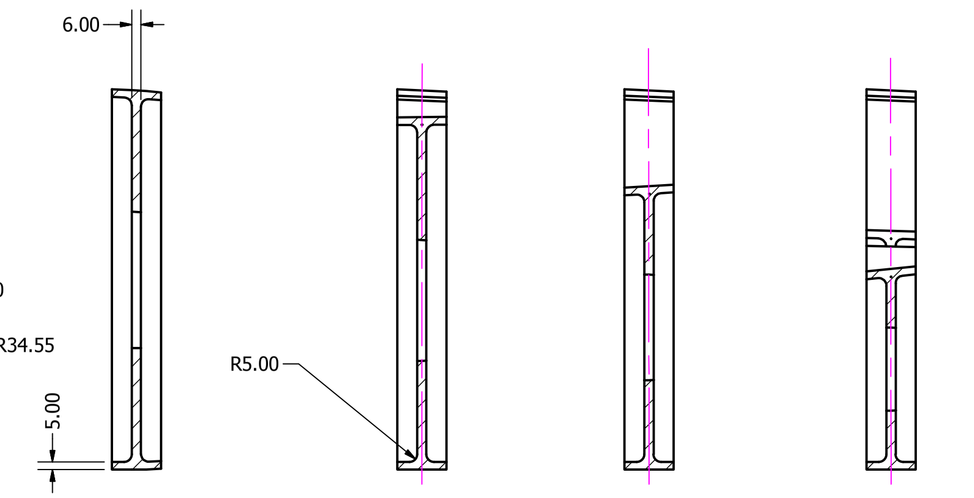




DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 4 (Νεύρο) Solid
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE
QA			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			SIZE D | DWG NO 8 | REV
			SCALE 1/4 | SHEET 1 OF 1







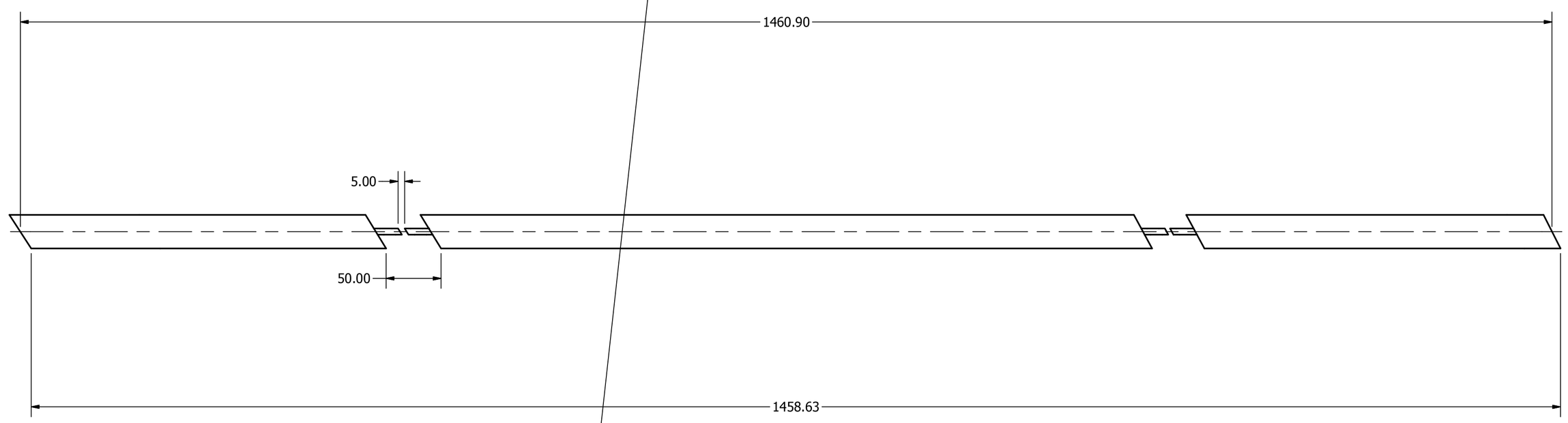
SECTION A-A
SCALE 1/3

SECTION B-B
SCALE 1/3

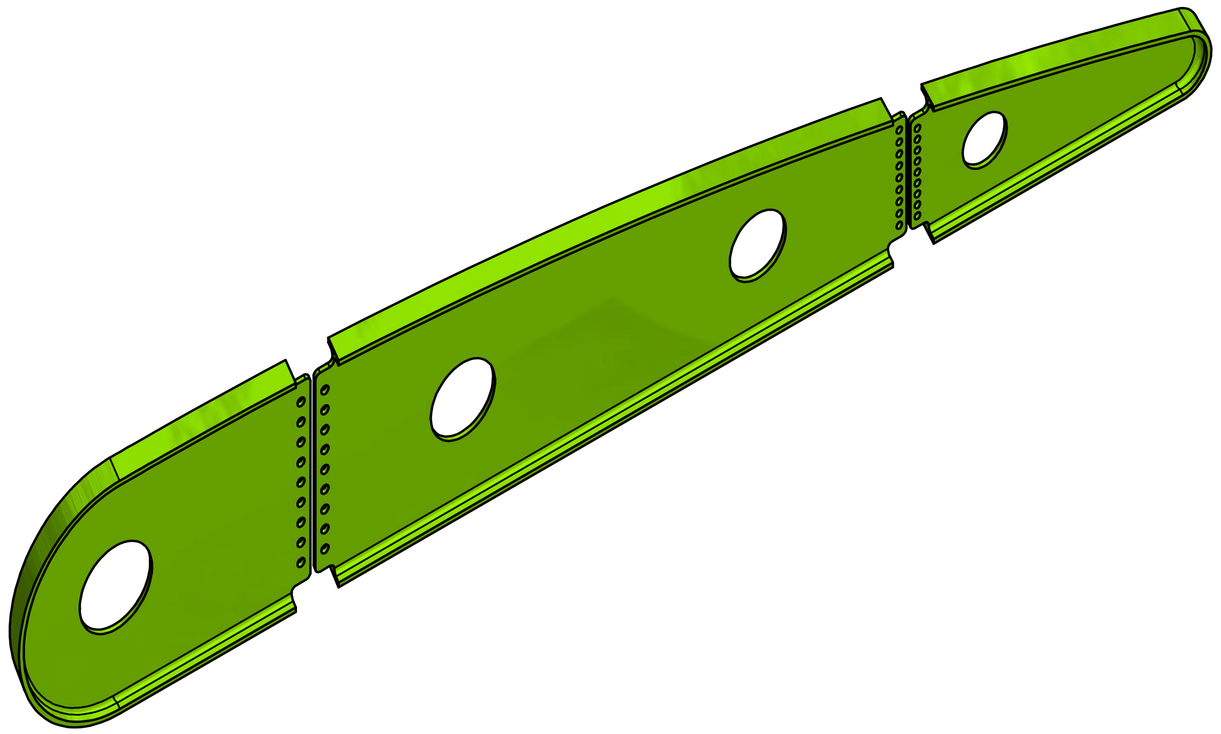
SECTION C-C
SCALE 1/3

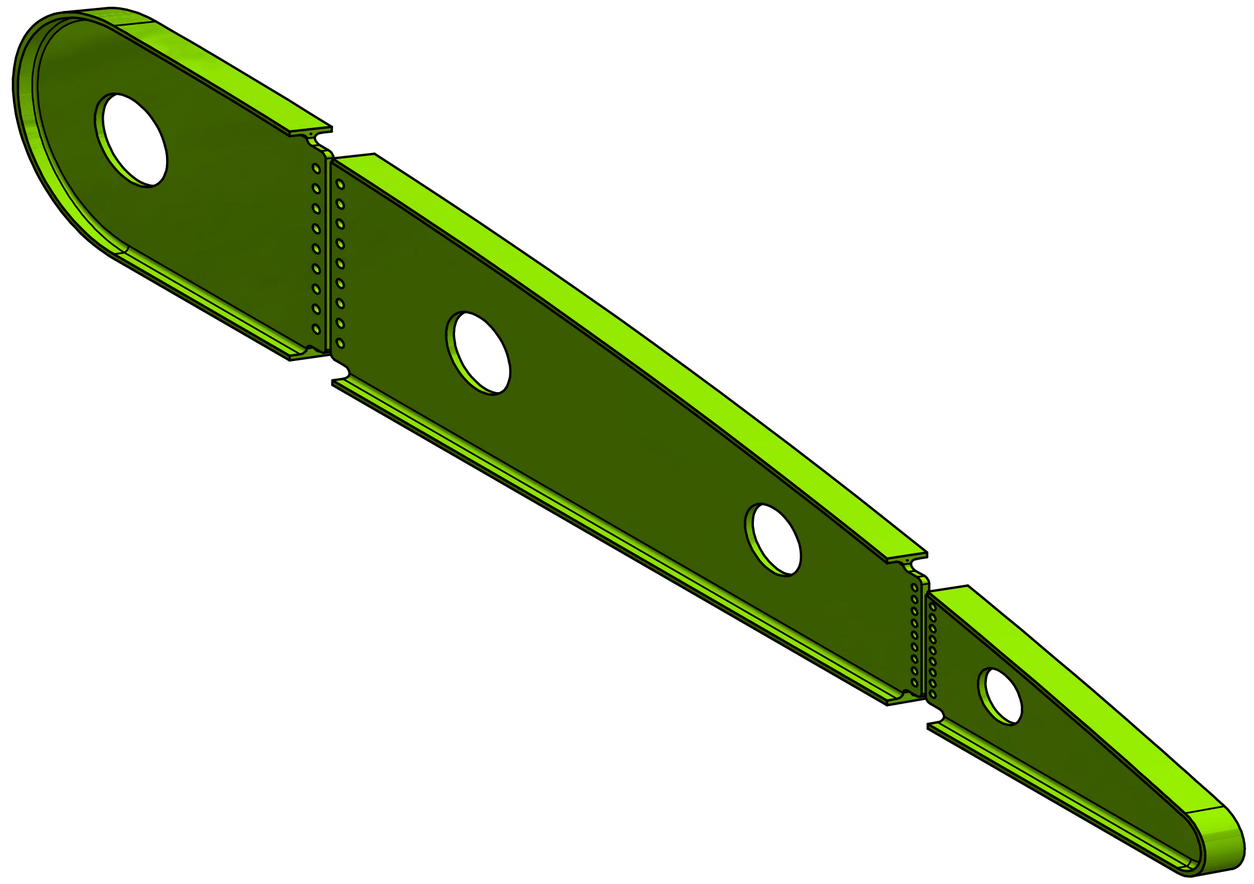
SECTION D-D
SCALE 1/3

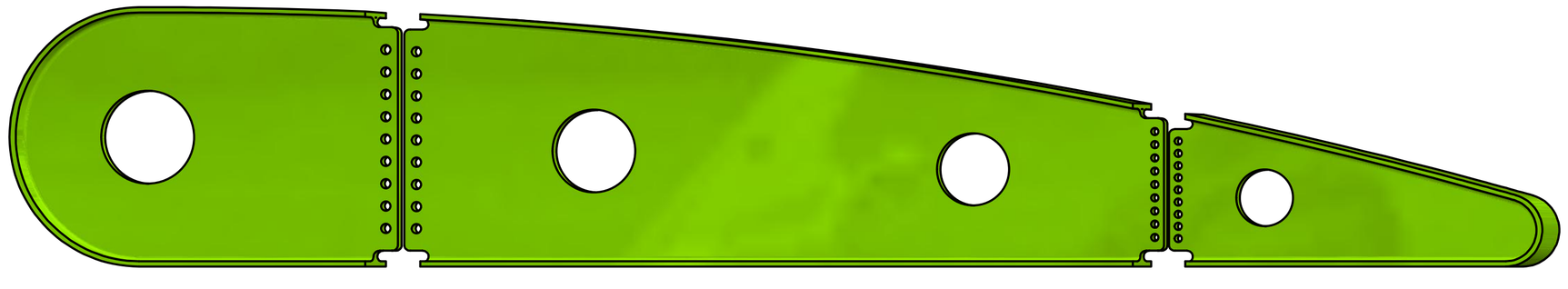
R4785.93

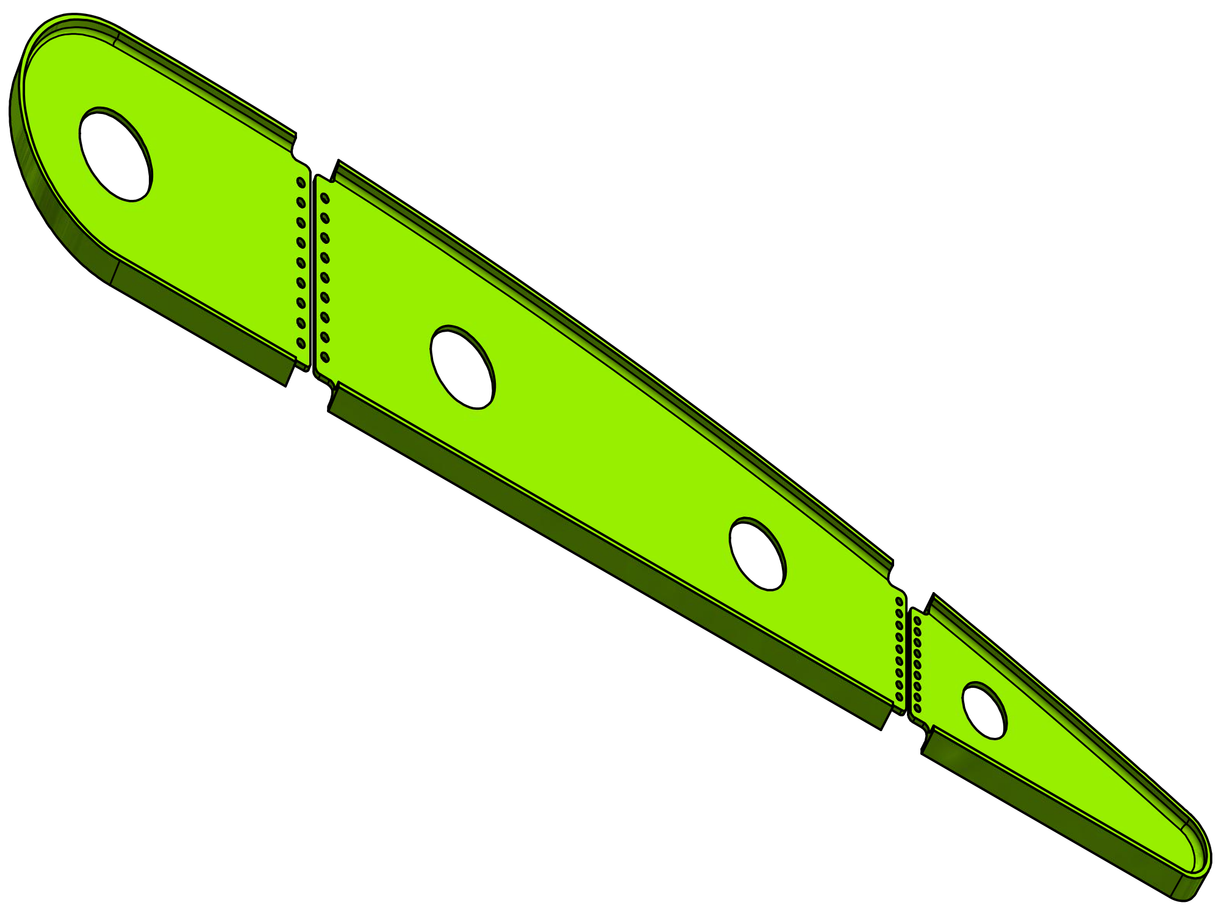


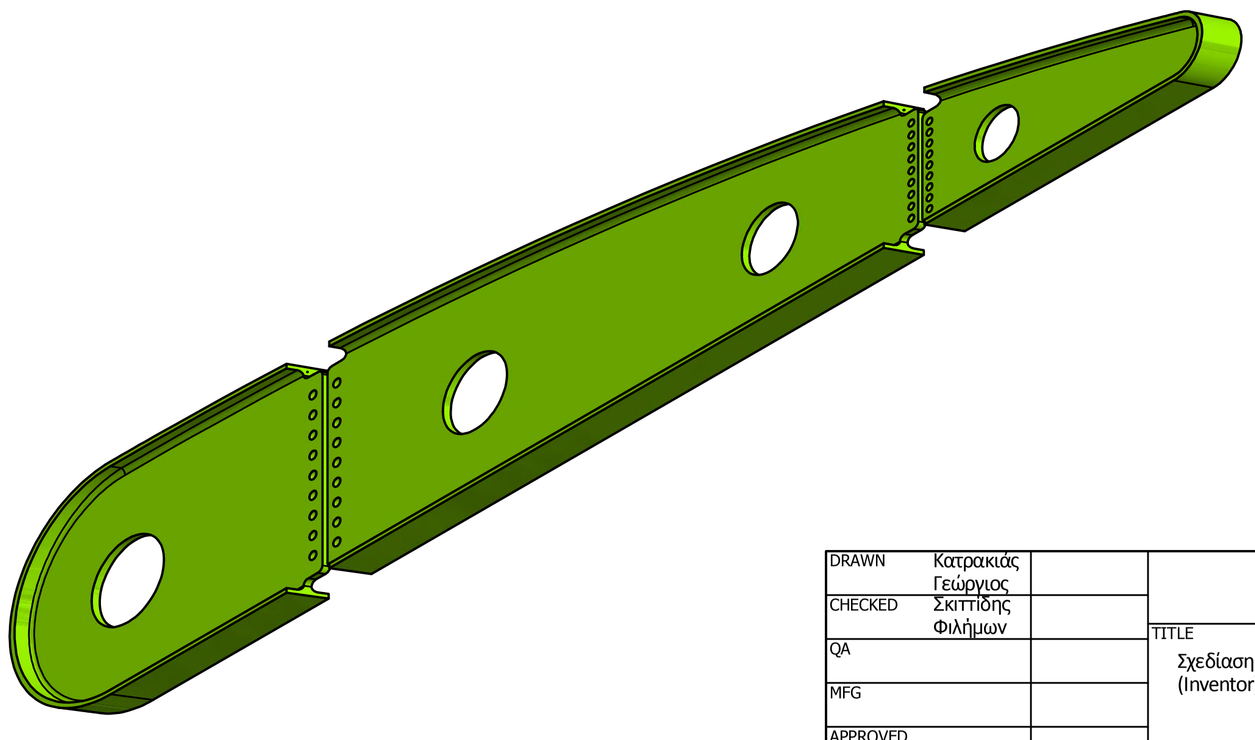
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 5 (Νεύρο)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE D	DWG NO 9
		SCALE 1/3	SHEET 1 OF 1



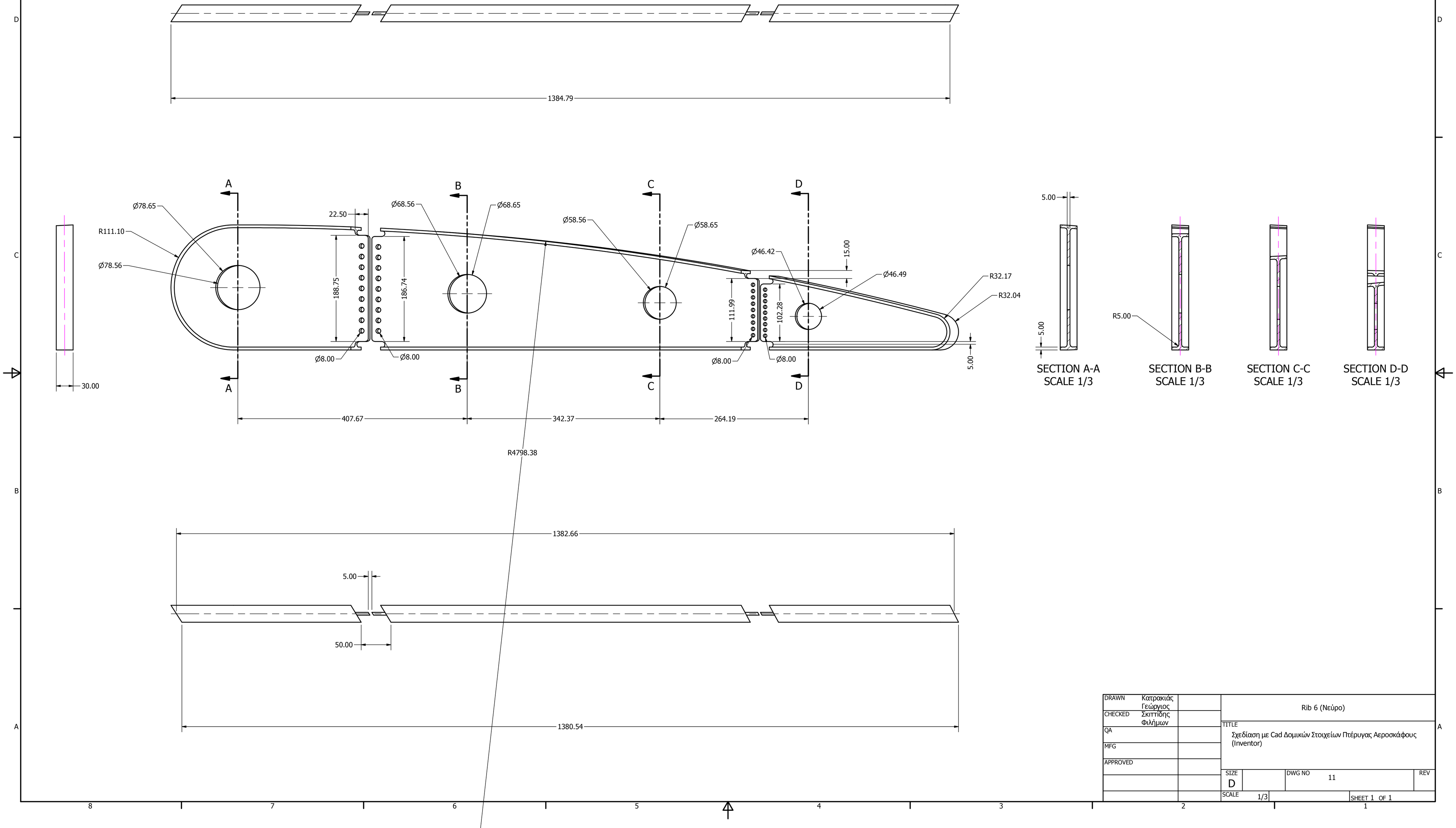








DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 5 (Νεύρο) Solid
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE
QA			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			SIZE D | DWG NO 10 | REV
			SCALE 1/4 | SHEET 1 OF 1



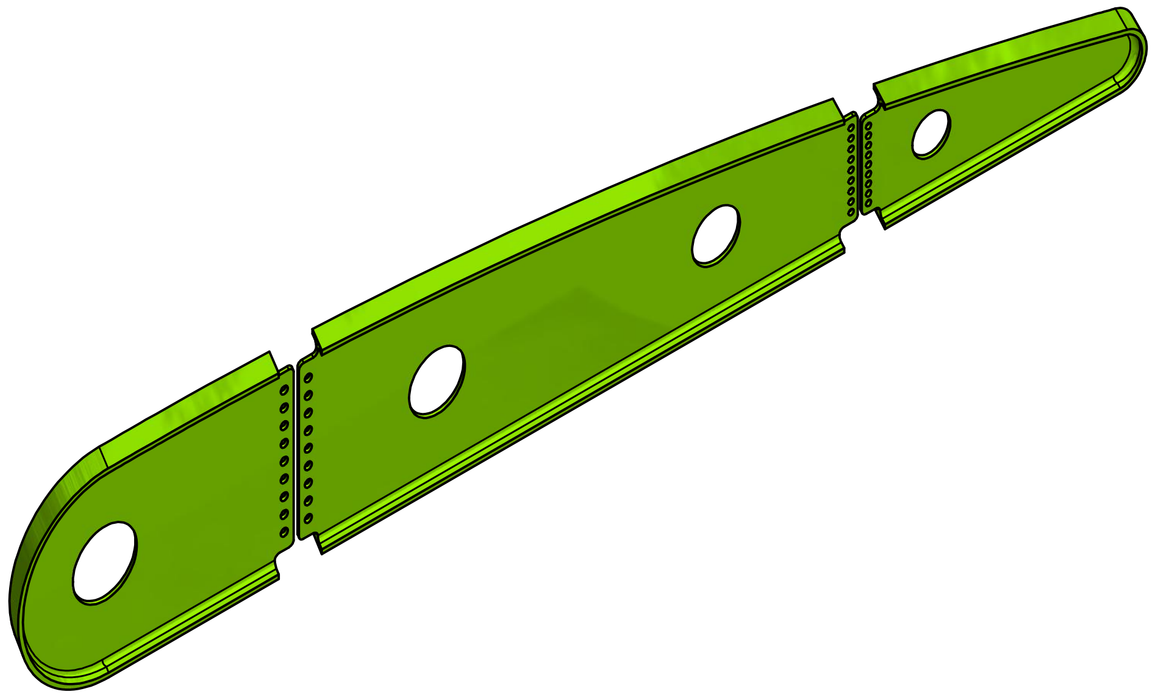
SECTION A-A
SCALE 1/3

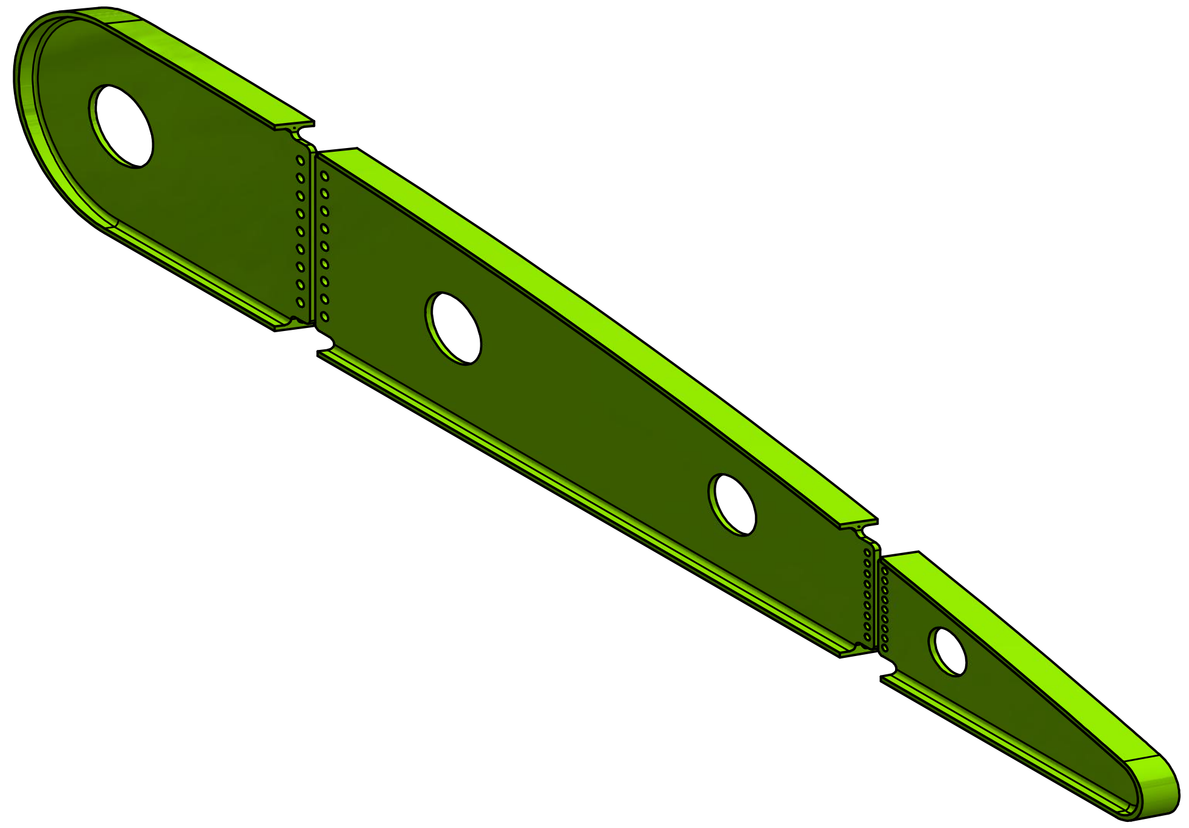
SECTION B-B
SCALE 1/3

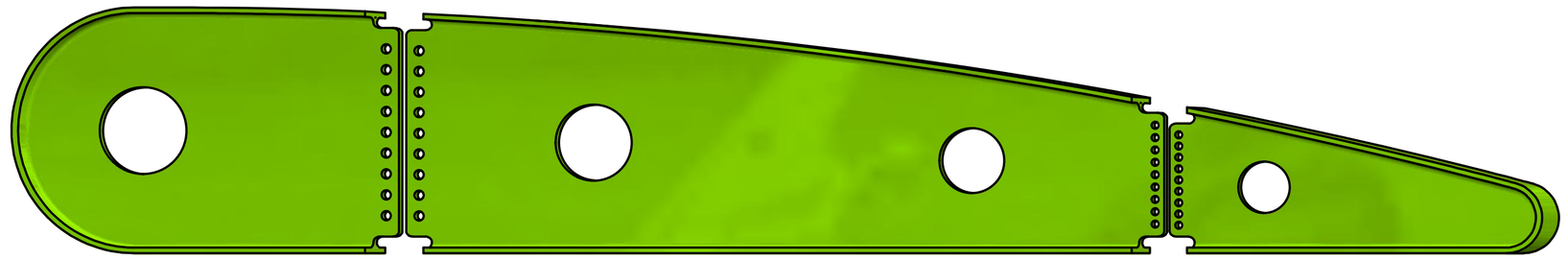
SECTION C-C
SCALE 1/3

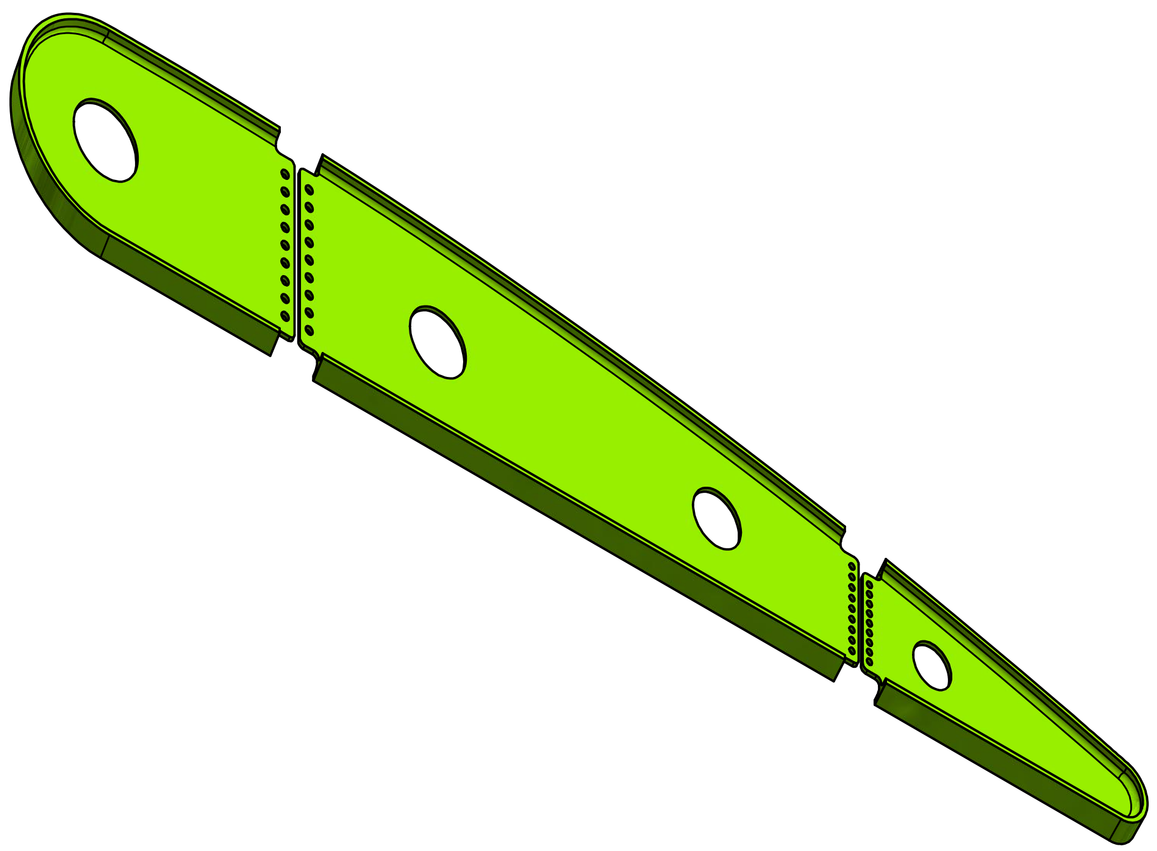
SECTION D-D
SCALE 1/3

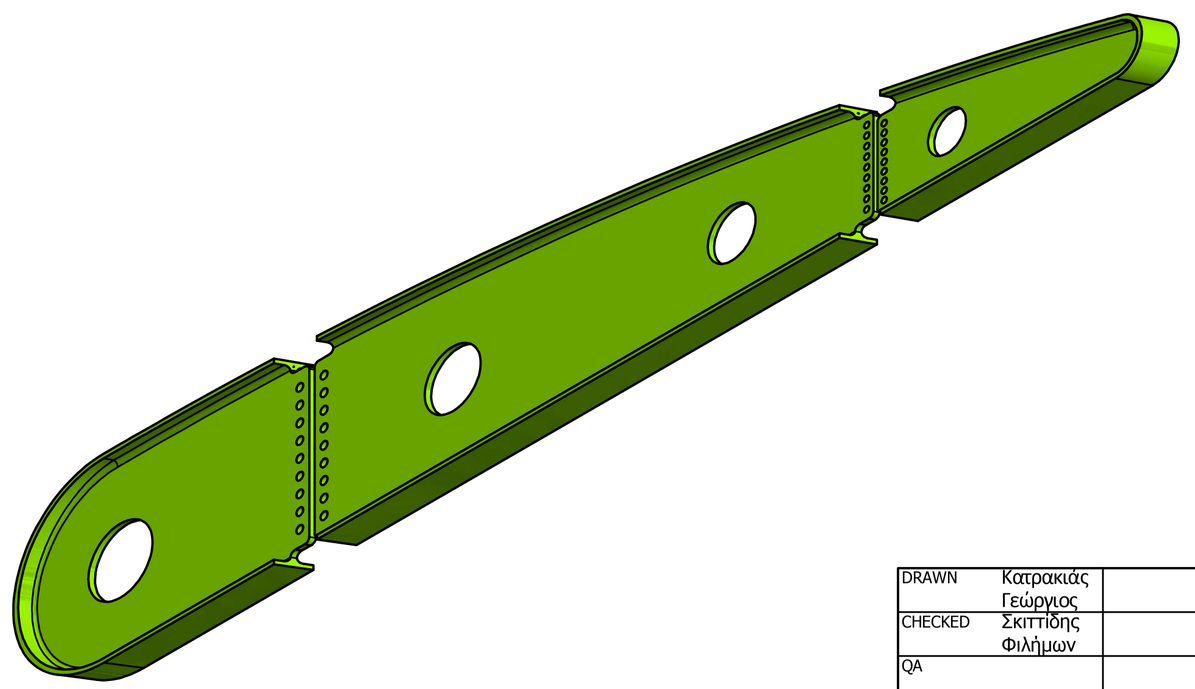
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 6 (Νεύρο)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE: D	DWG NO: 11 — REV:
		SCALE: 1/3	SHEET 1 OF 1



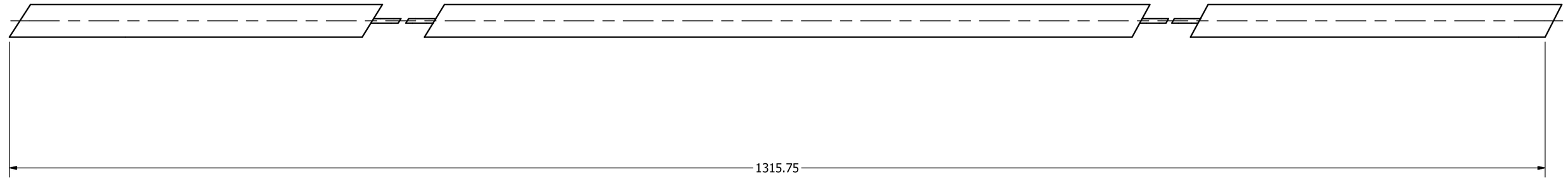


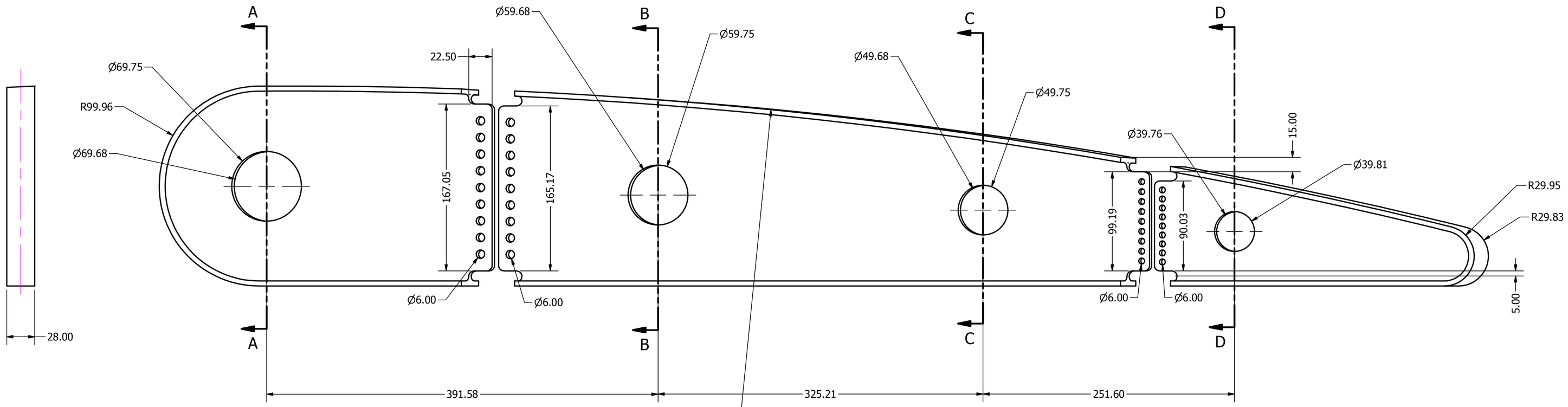


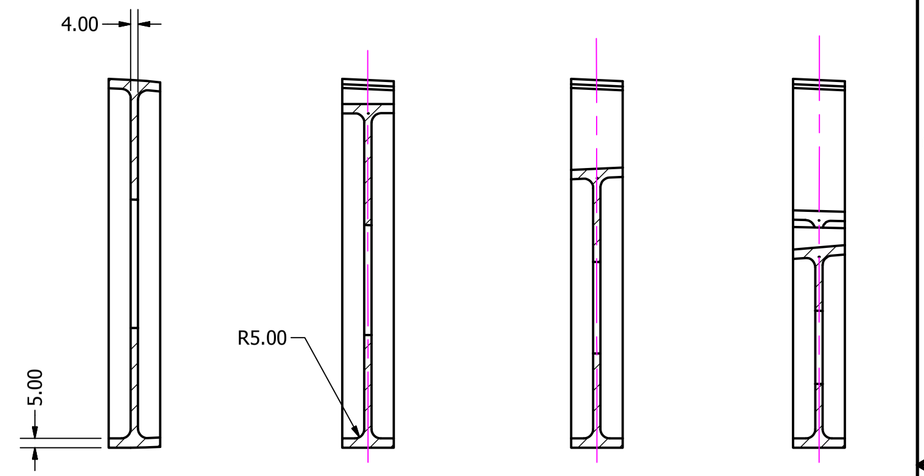




DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 6 (Νεύρο) Solid
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE: D	DWG NO: 12 — REV
		SCALE: 1 / 4	SHEET 1 OF 1





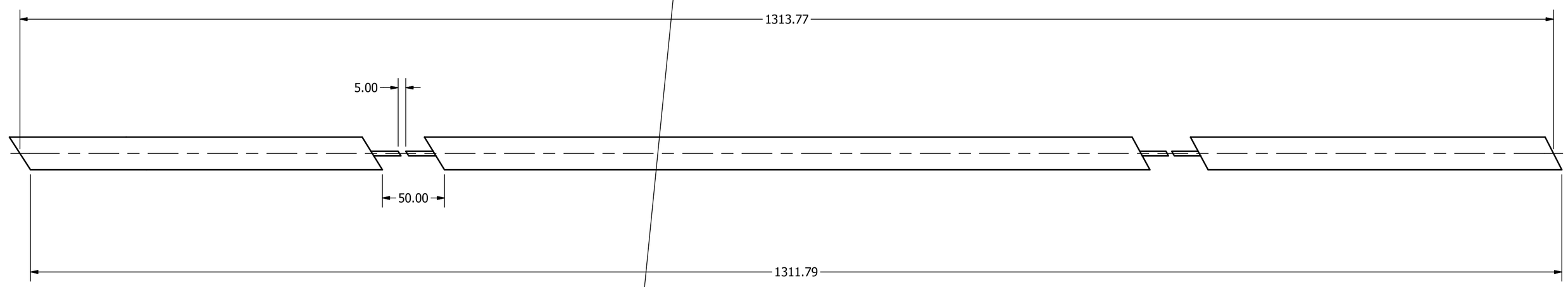


SECTION A-A
SCALE 1 / 2.5

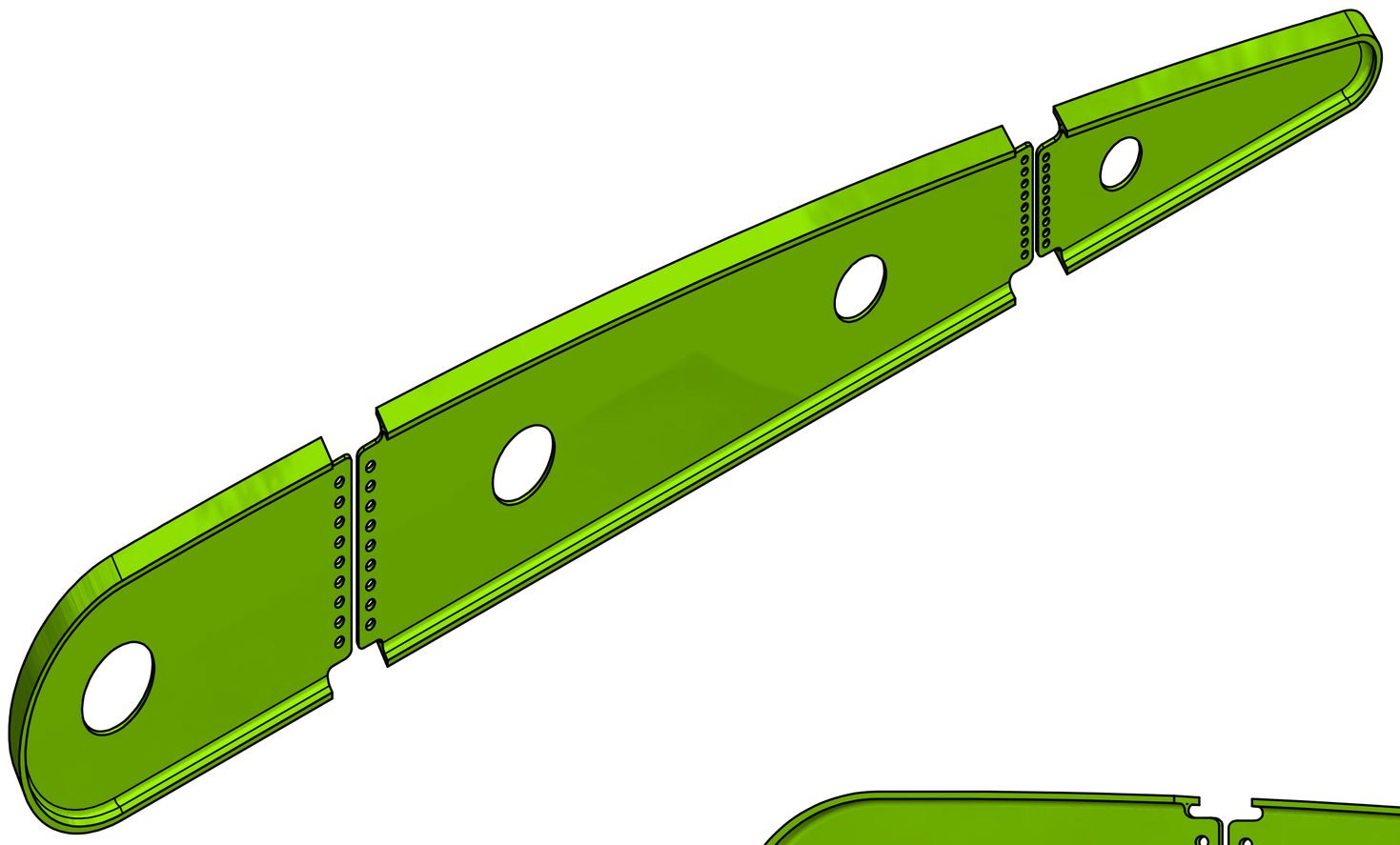
SECTION B-B
SCALE 1 / 2.5

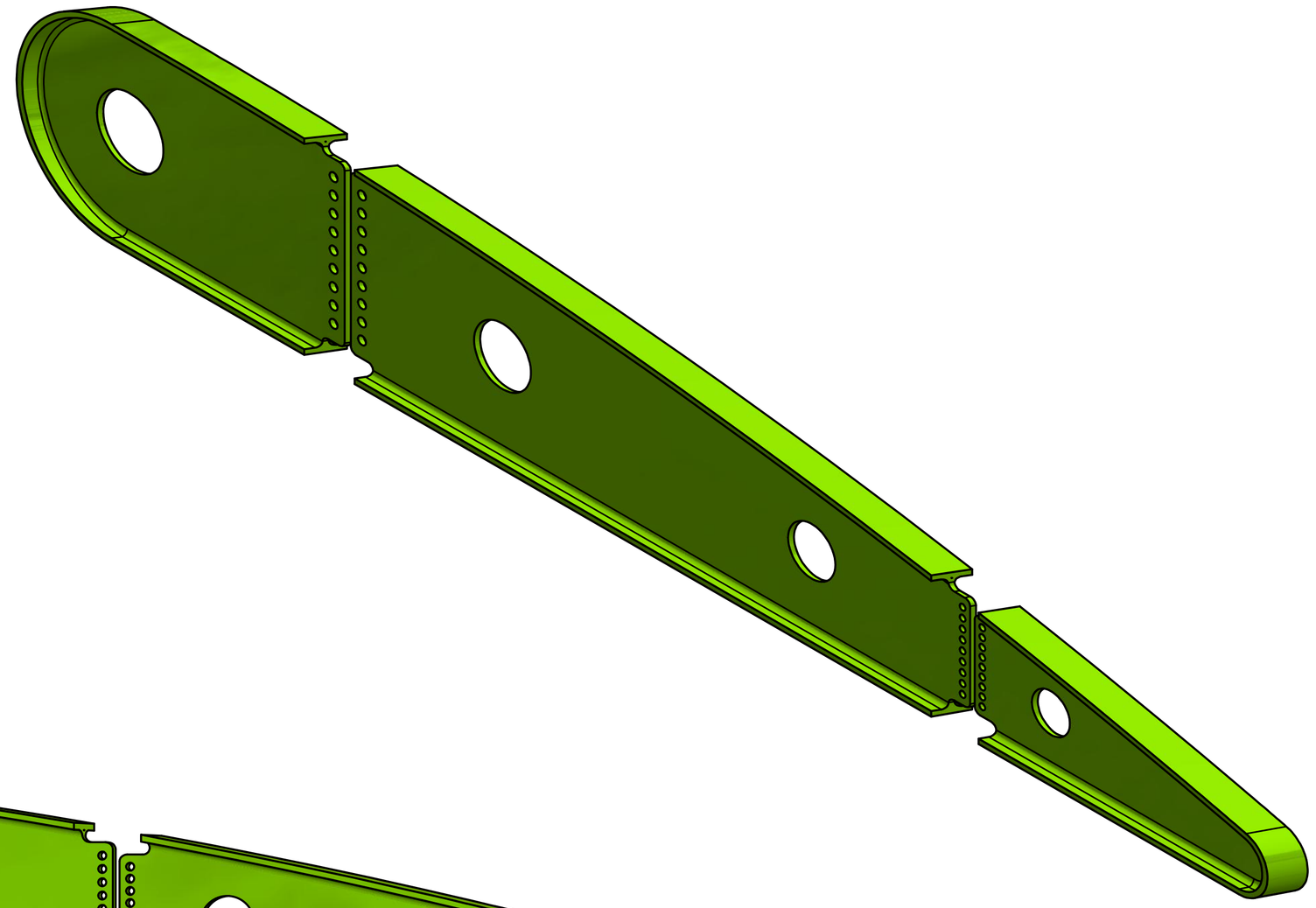
SECTION C-C
SCALE 1 / 2.5

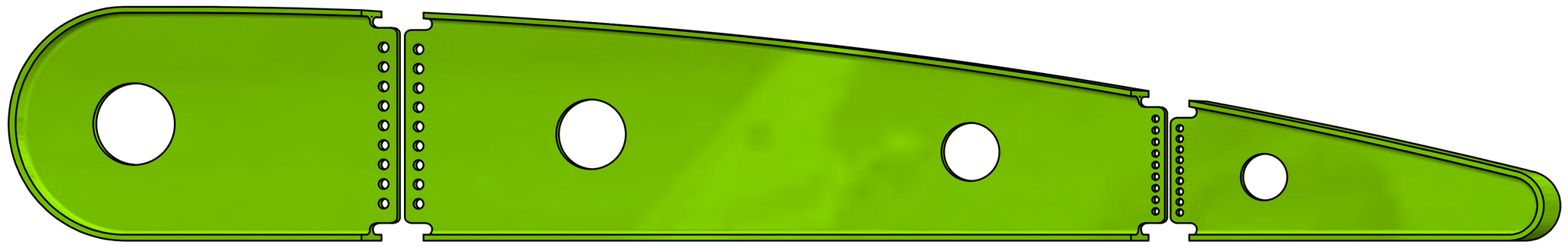
SECTION D-D
SCALE 1 / 2.5

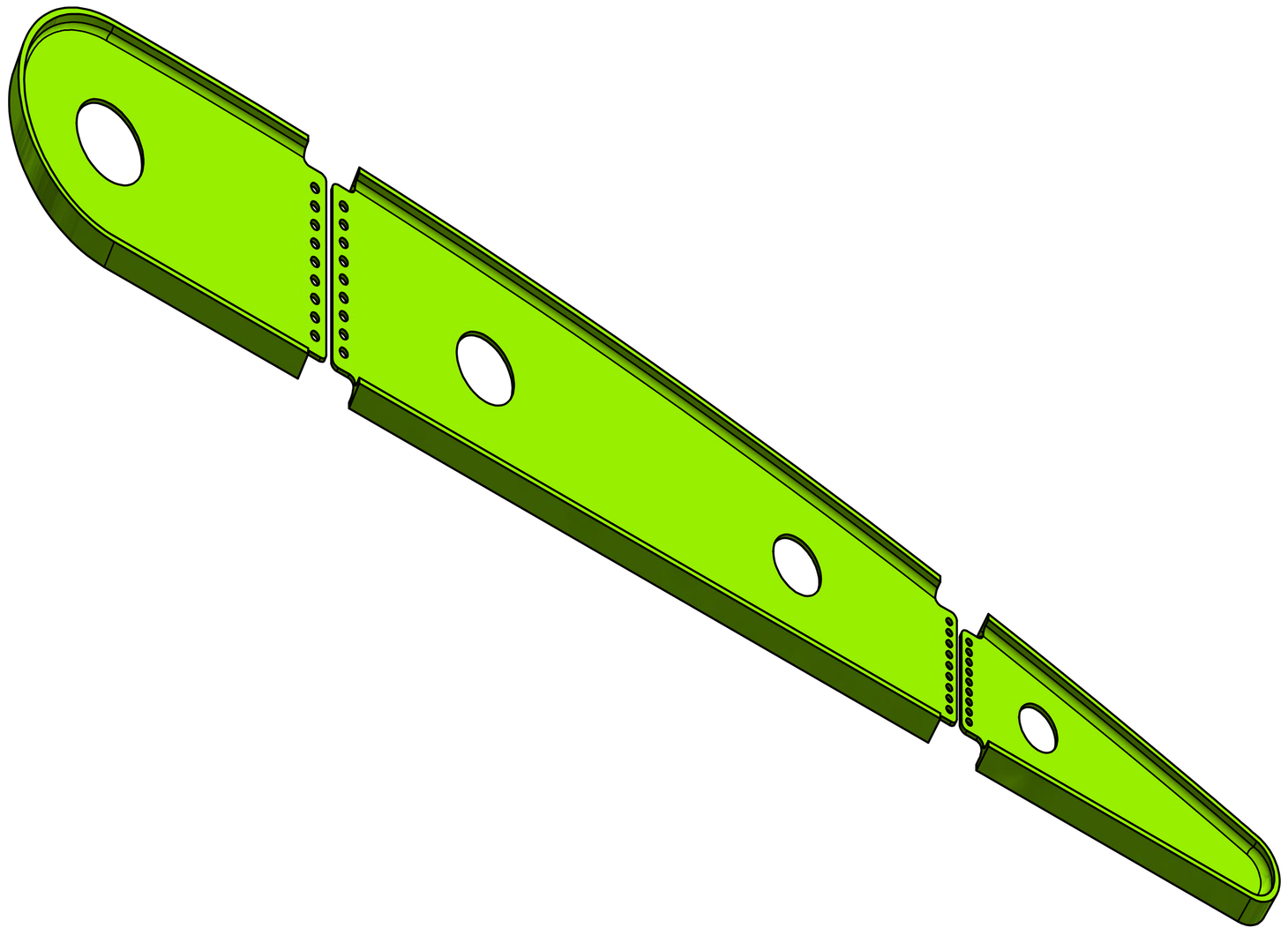


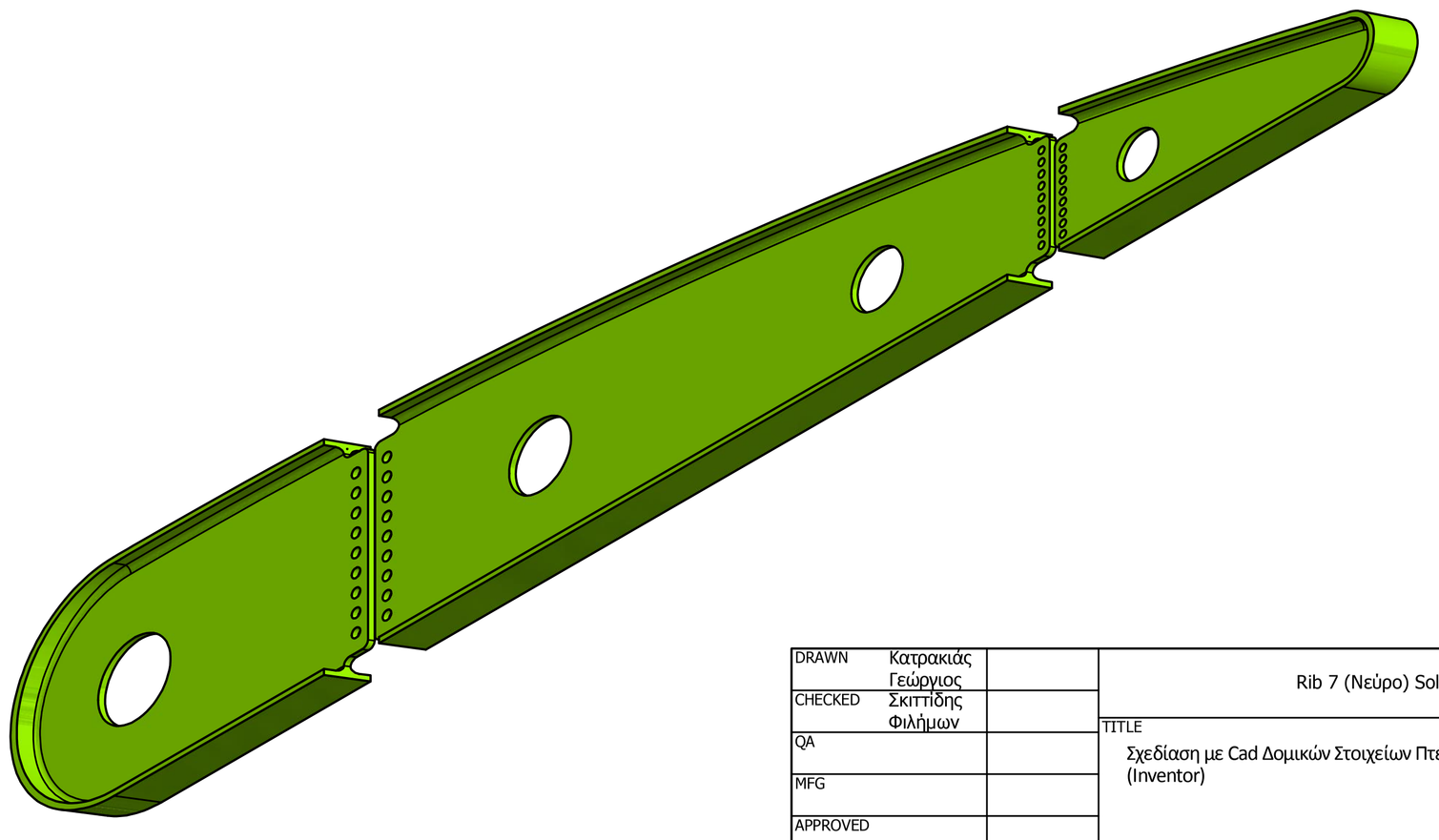
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 7 (Νεύρο)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE: D	DWG NO: 13 — REV
		SCALE: 1 / 2.5	SHEET 1 OF 1



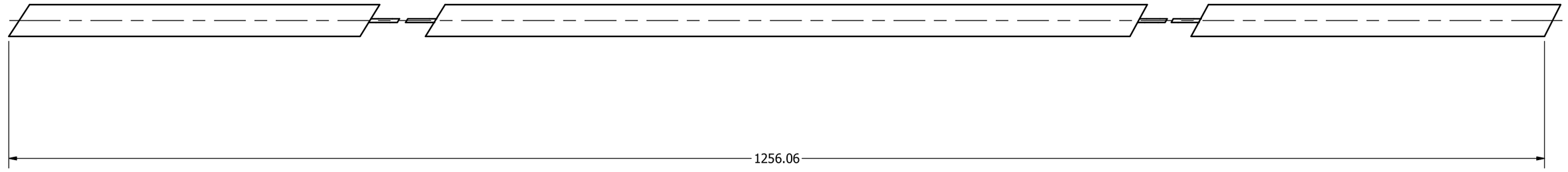


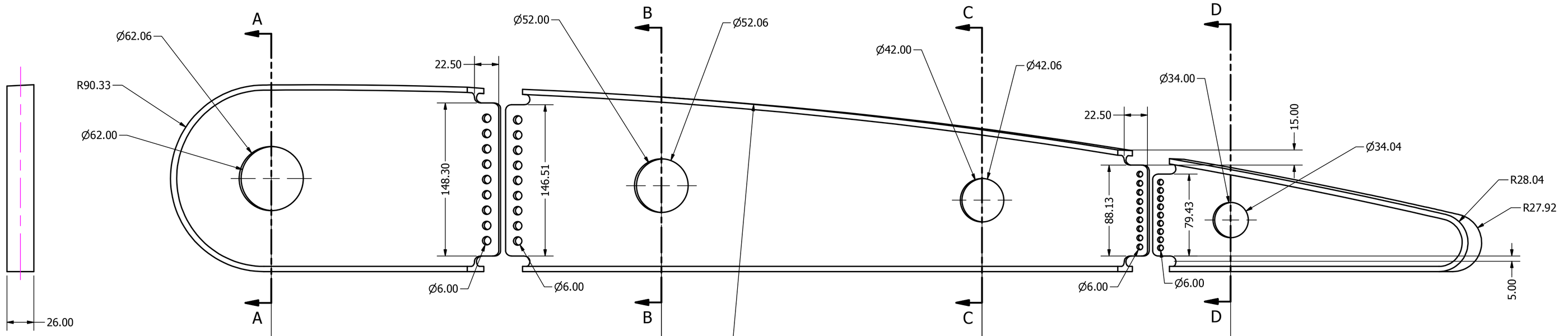


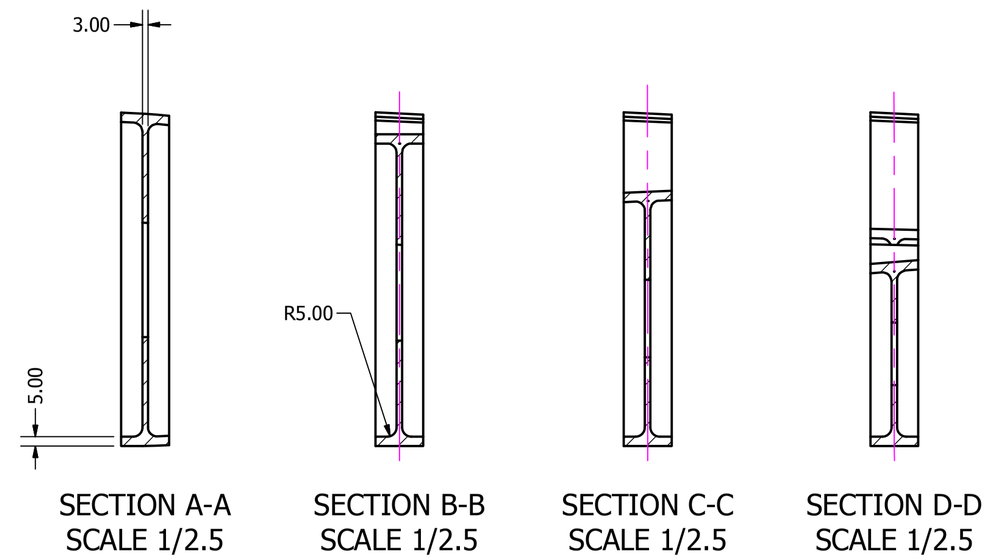




DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 7 (Νεύρο) Solid	
CHECKED	Σκιπίδης Φιλήμων		TITLE	
QA			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)	
MFG				
APPROVED			SIZE D	DWG NO 14 REV
			SCALE 1 / 3	SHEET 1 OF 1







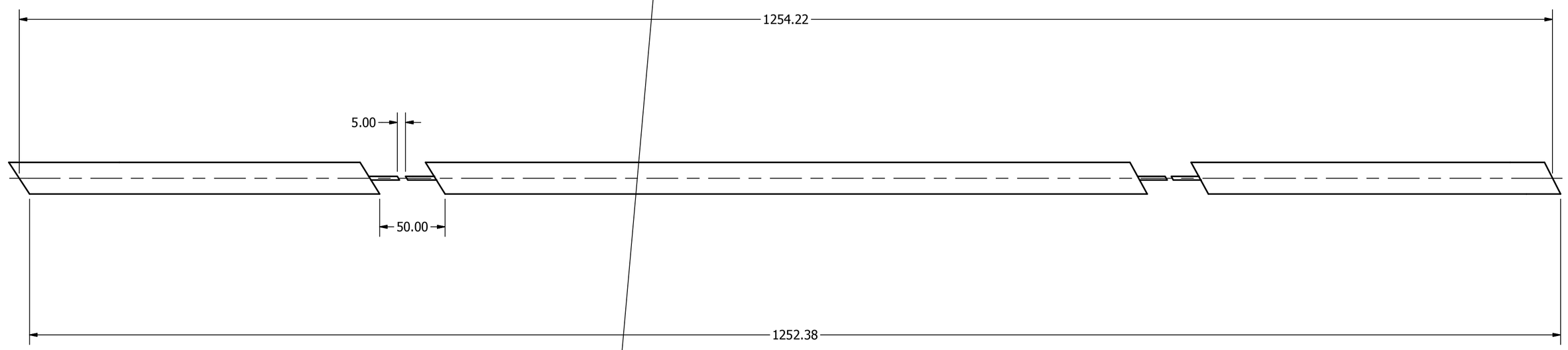
SECTION A-A
SCALE 1/2.5

SECTION B-B
SCALE 1/2.5

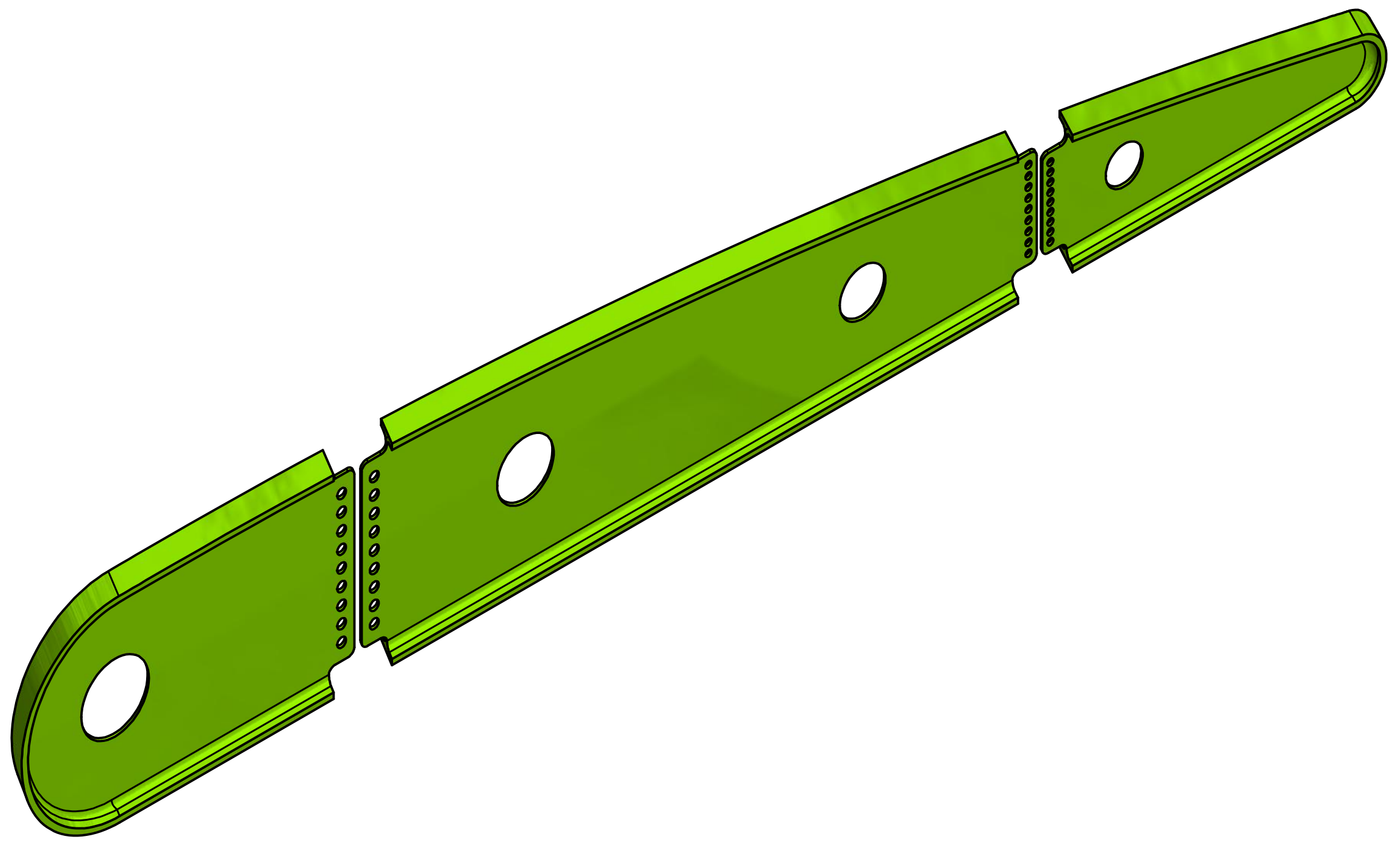
SECTION C-C
SCALE 1/2.5

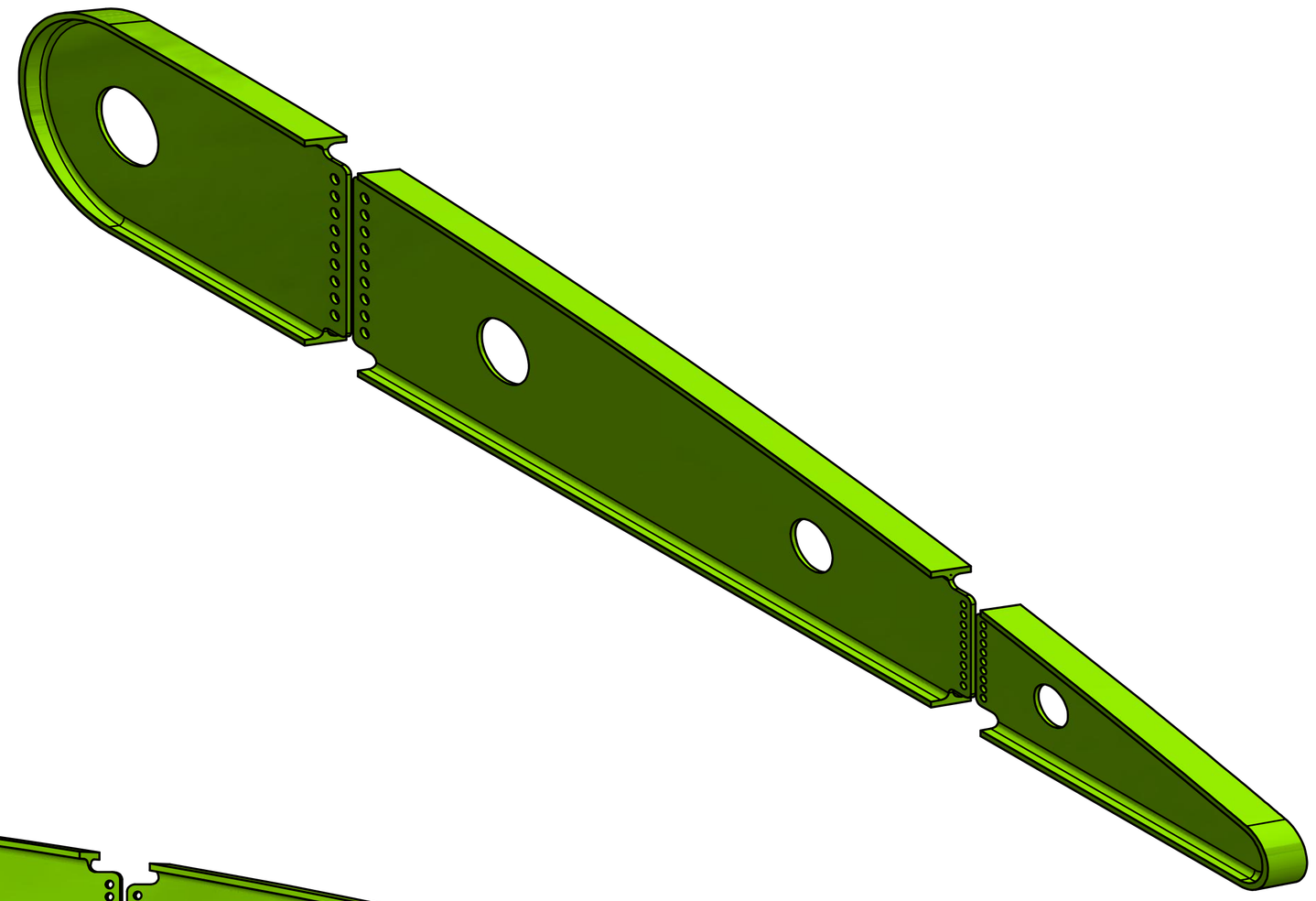
SECTION D-D
SCALE 1/2.5

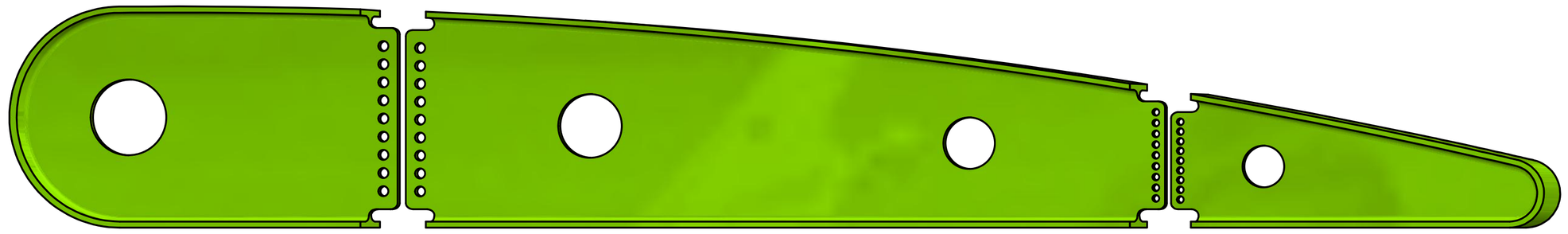
R4880.89

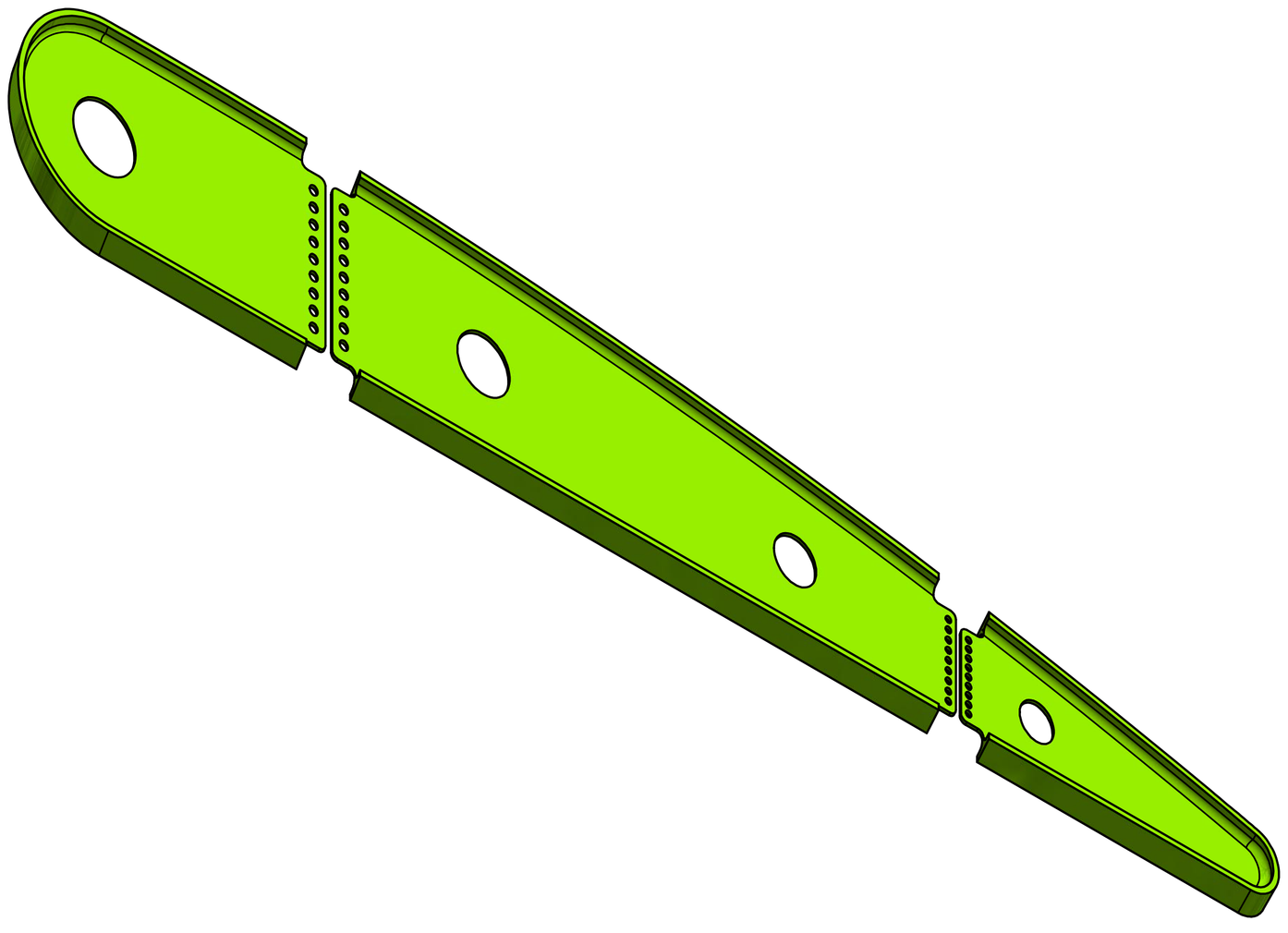


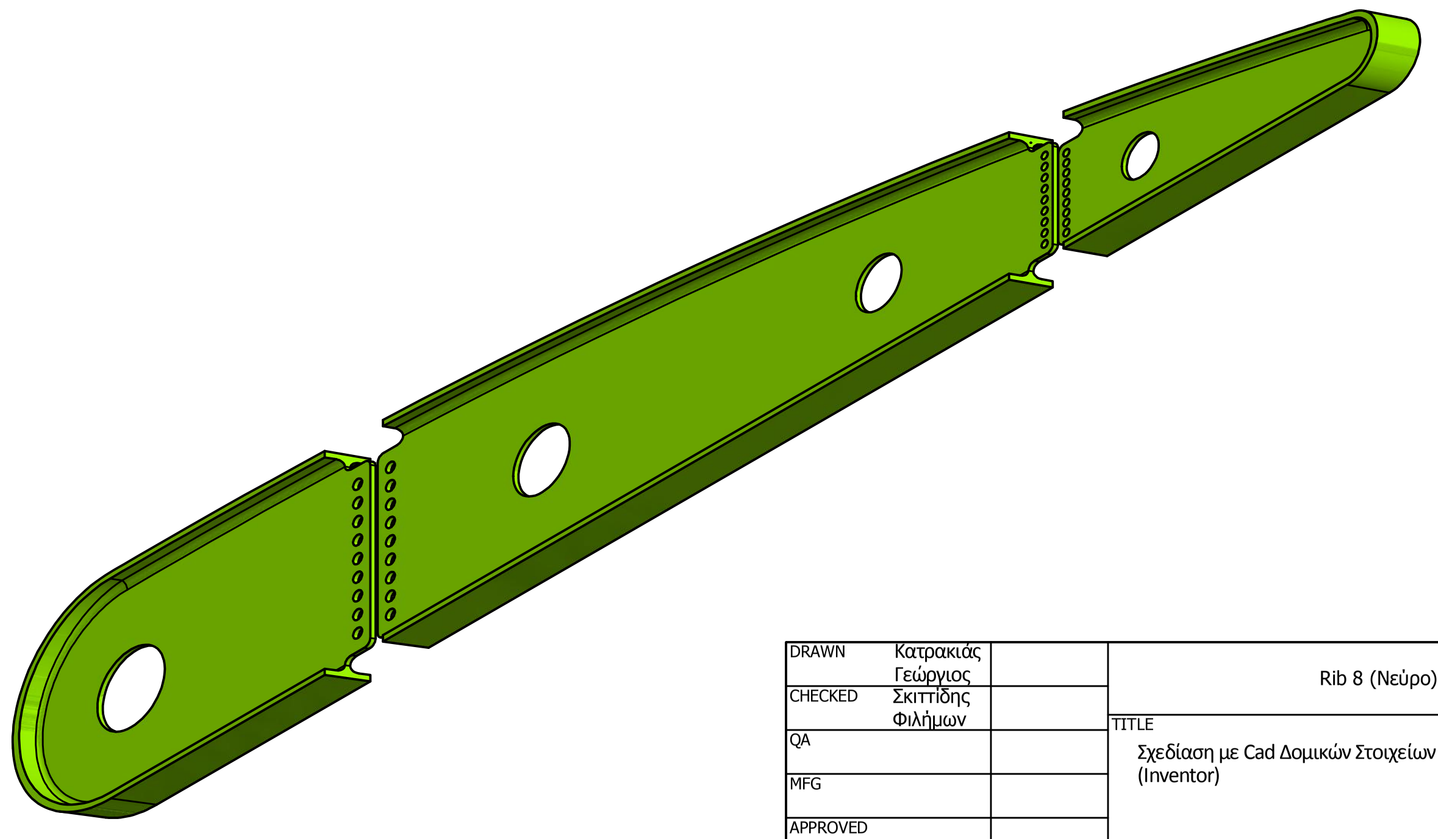
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 8 (Νεύρο)
CHECKED	Σιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE: D	DWG NO: 15 — REV
		SCALE: 1/2.5	SHEET 1 OF 1



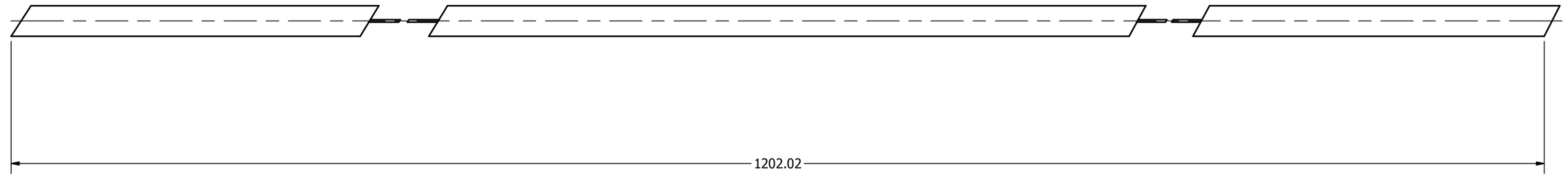


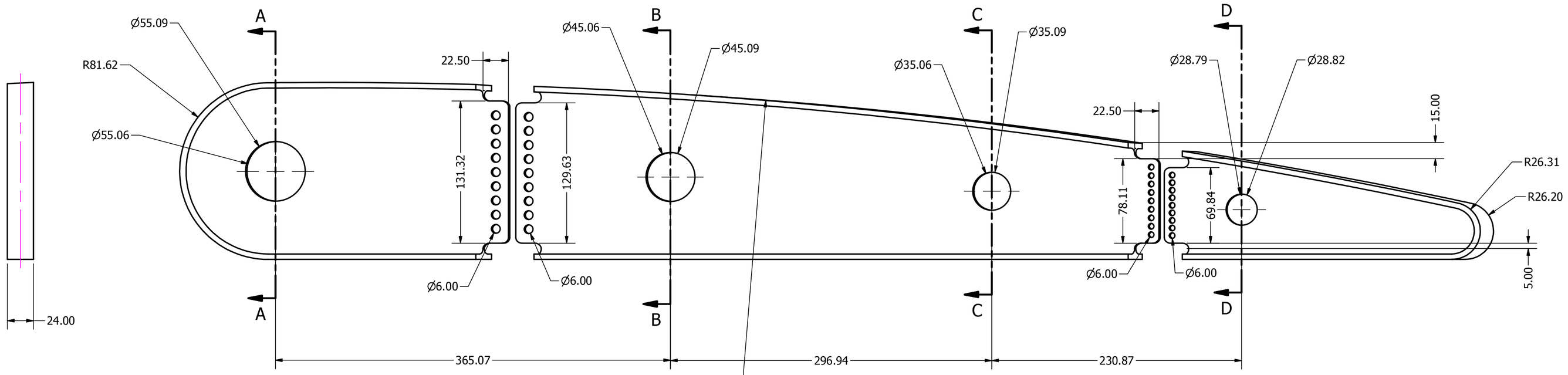


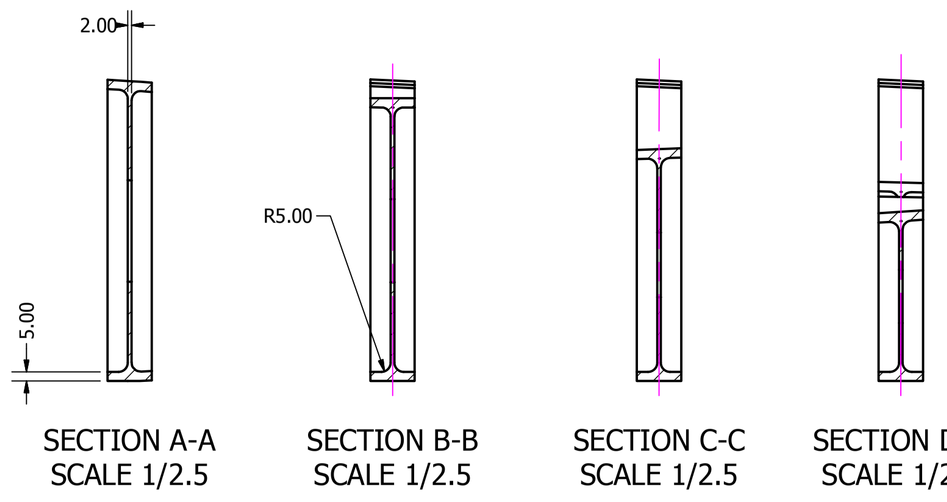




DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 8 (Νεύρο) Solid	
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE	
QA			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)	
MFG				
APPROVED				
			SIZE D	DWG NO 16 REV
			SCALE 1 / 3	SHEET 1 OF 1







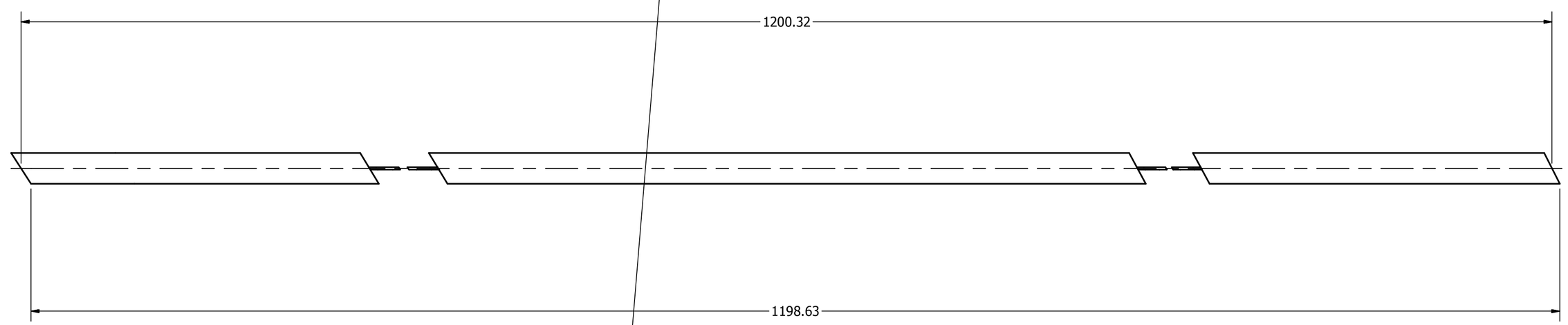
SECTION A-A
SCALE 1/2.5

SECTION B-B
SCALE 1/2.5

SECTION C-C
SCALE 1/2.5

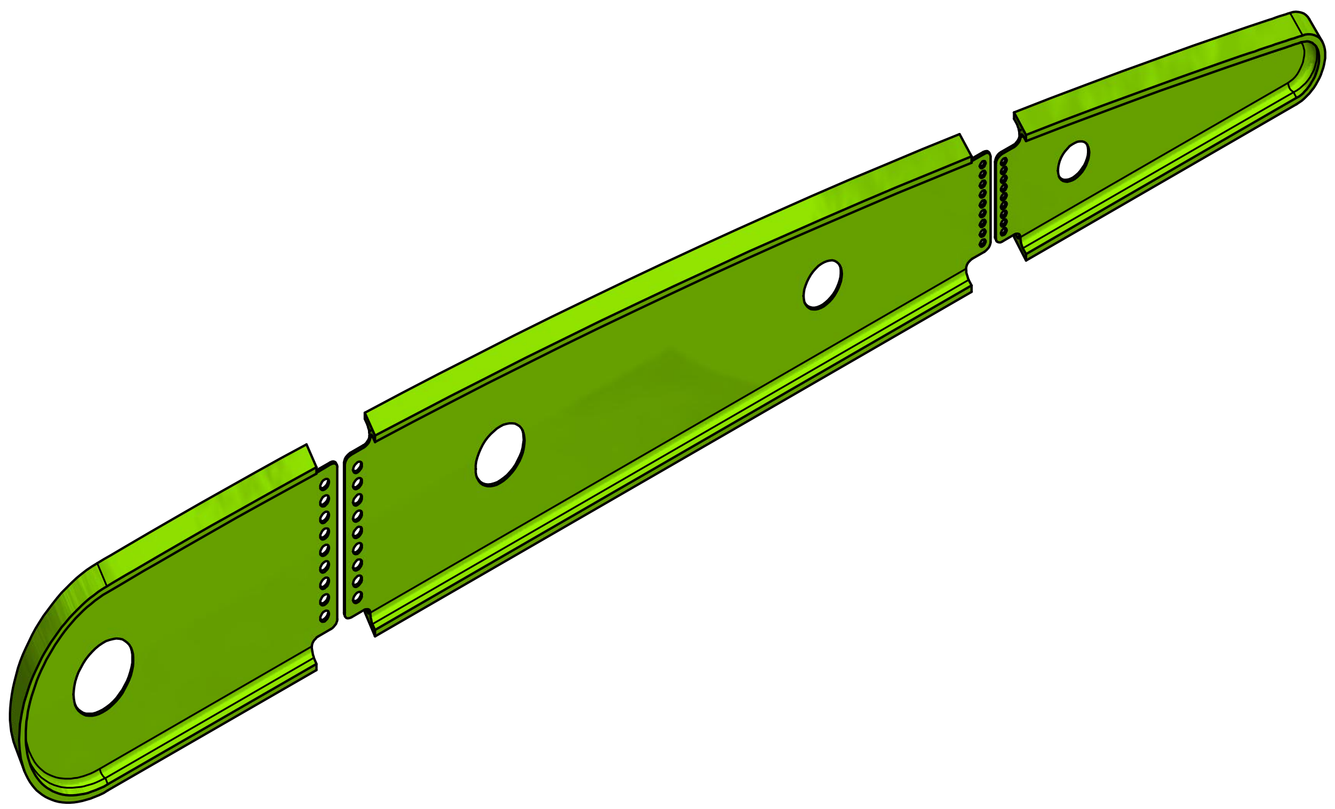
SECTION D-D
SCALE 1/2.5

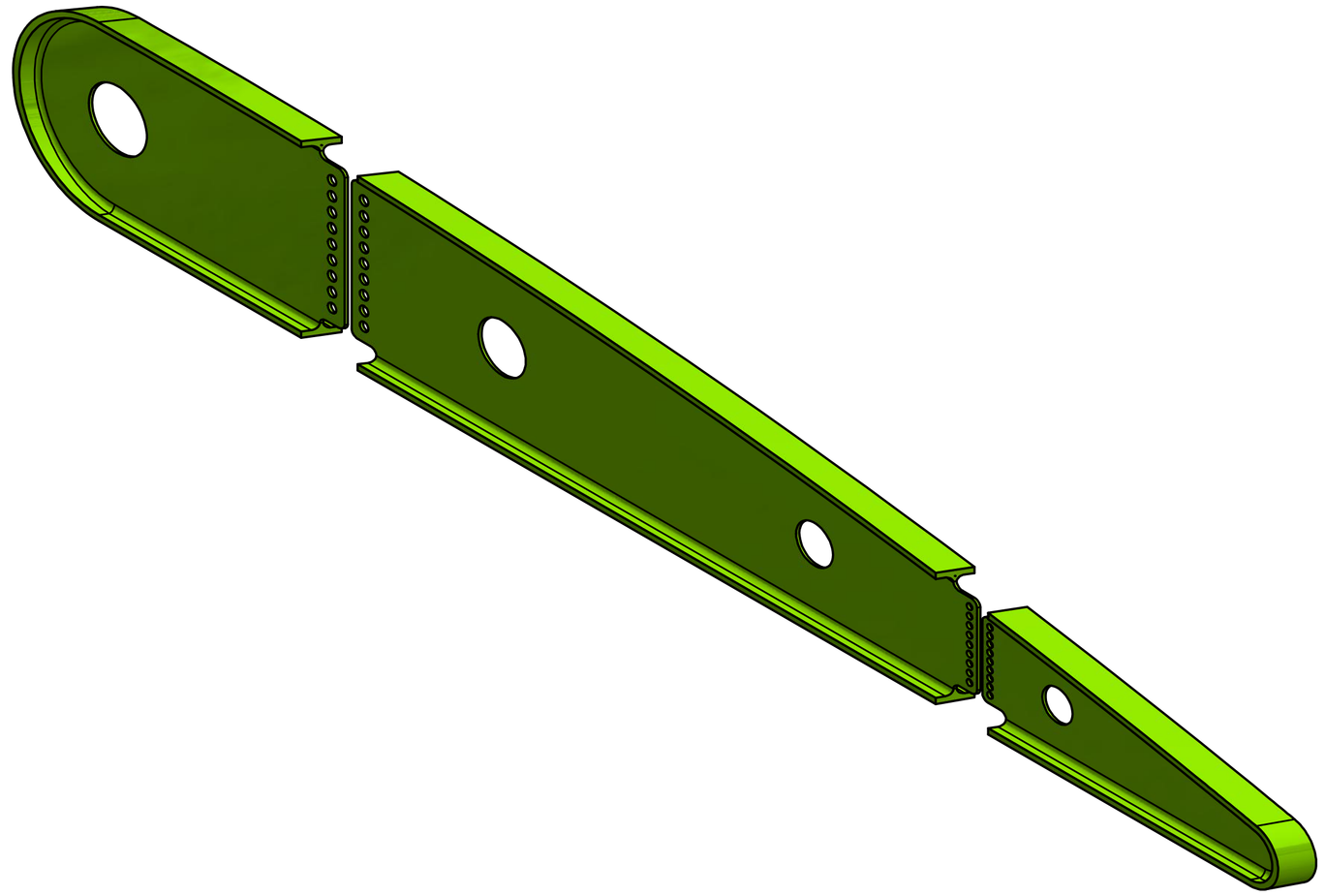
R4947.90

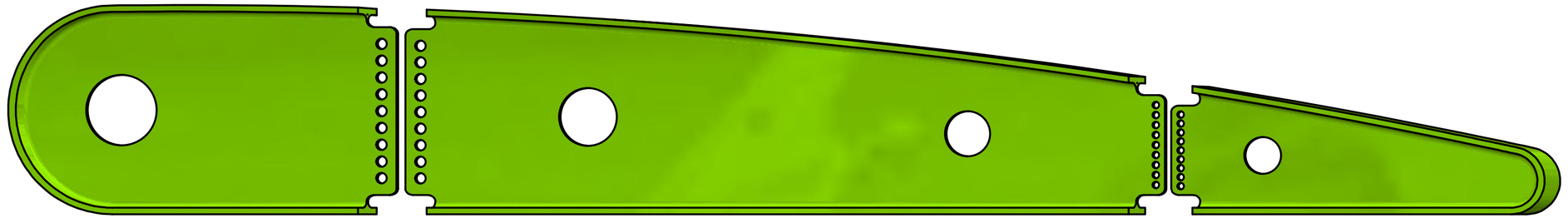


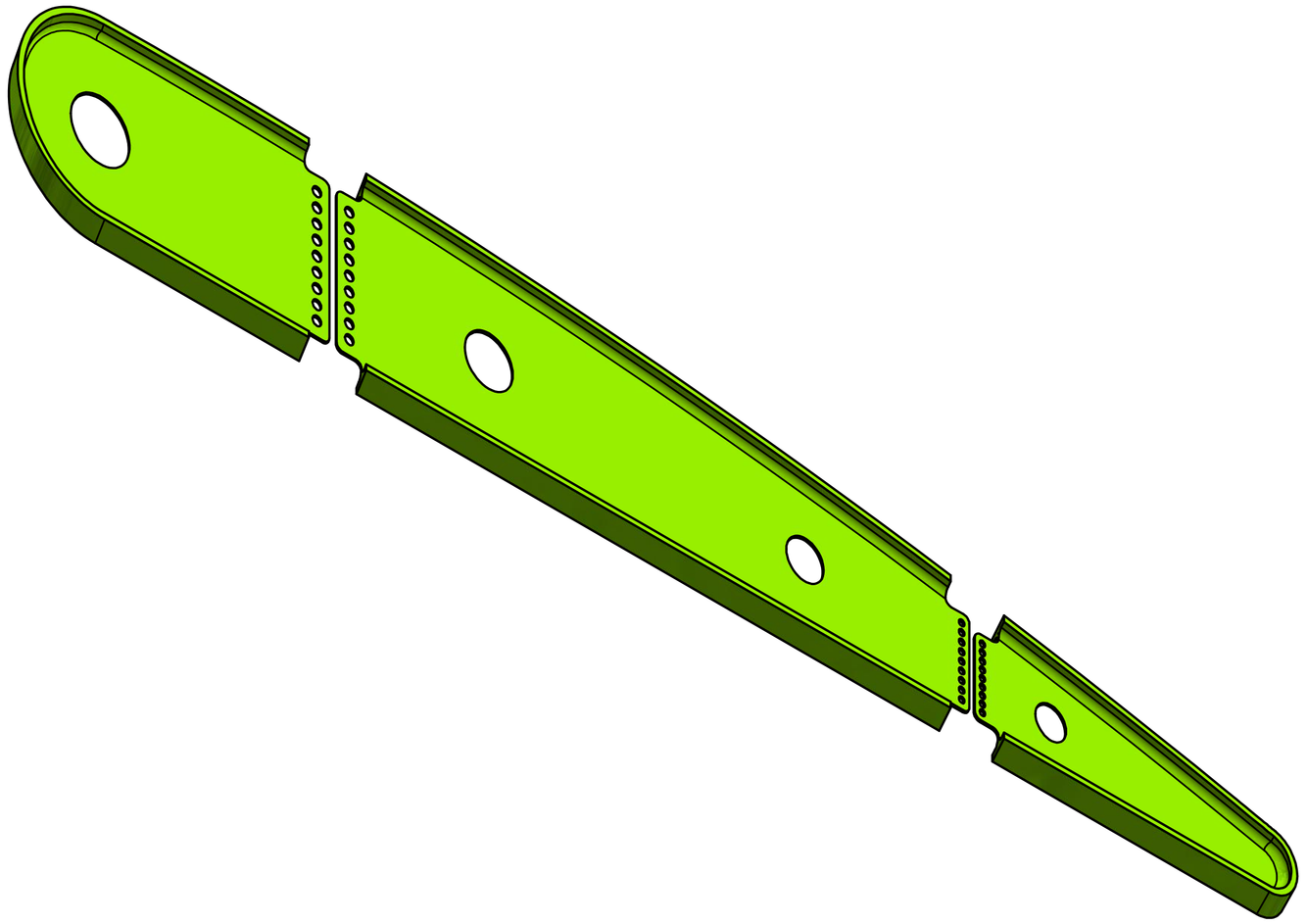
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 9 (Νεύρο)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			

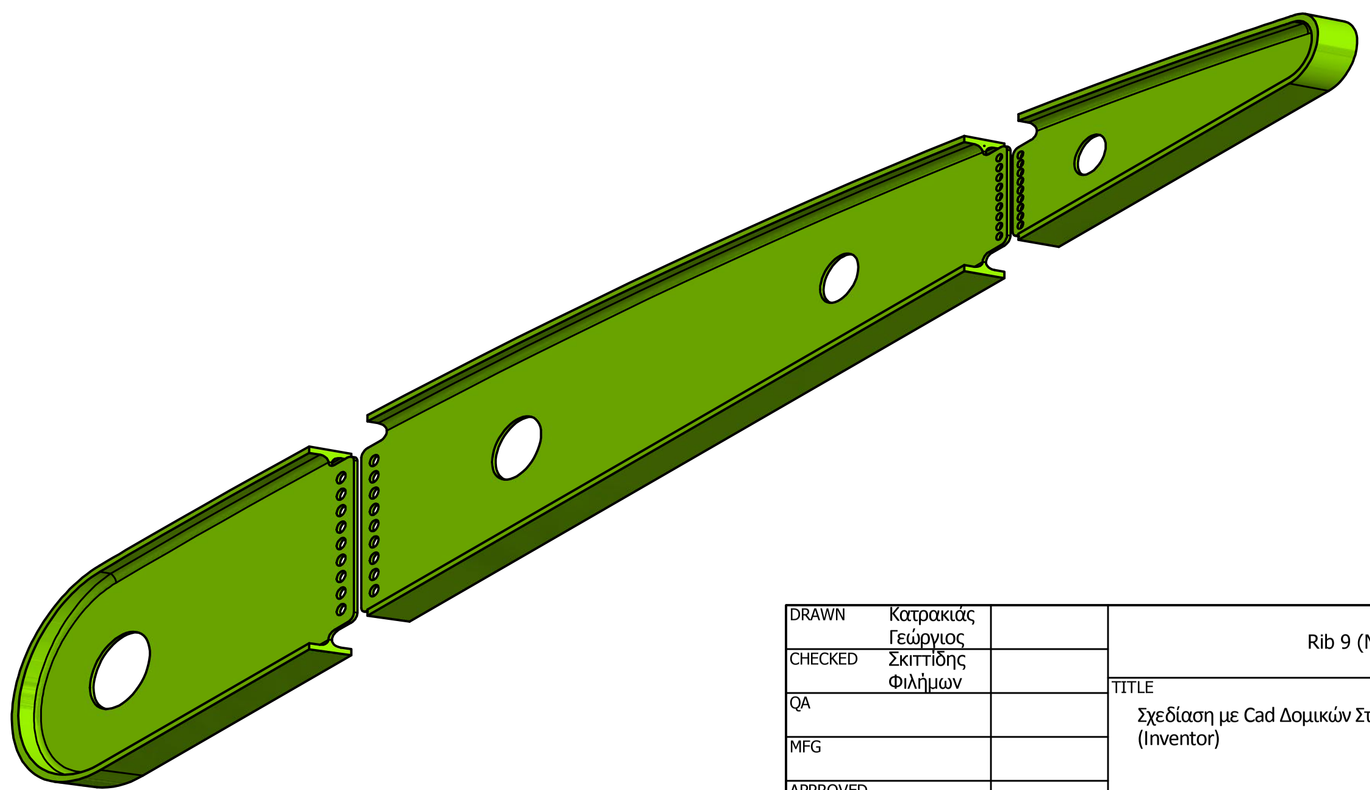
SIZE		DWG NO	REV
D		17	
SCALE	1/2.5	SHEET 1 OF 1	



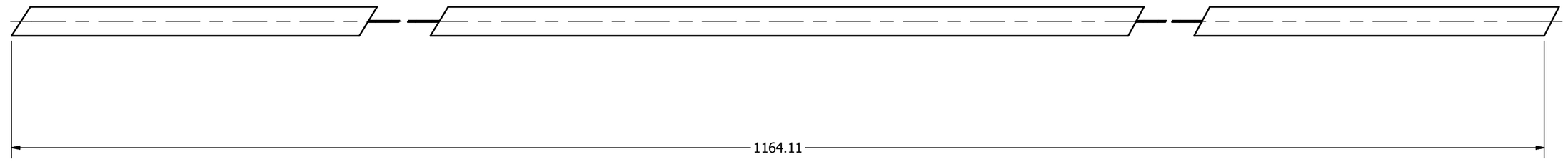


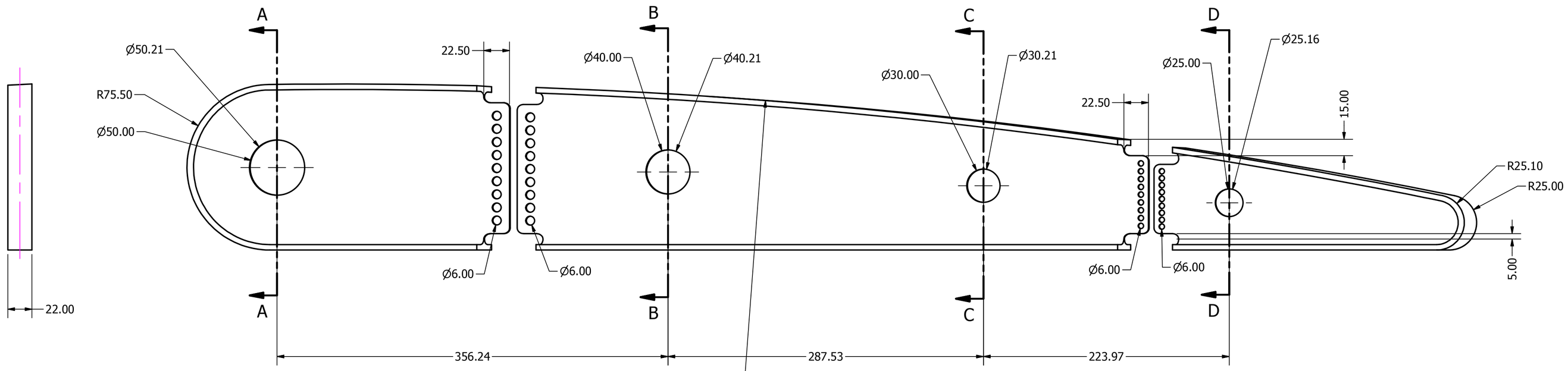


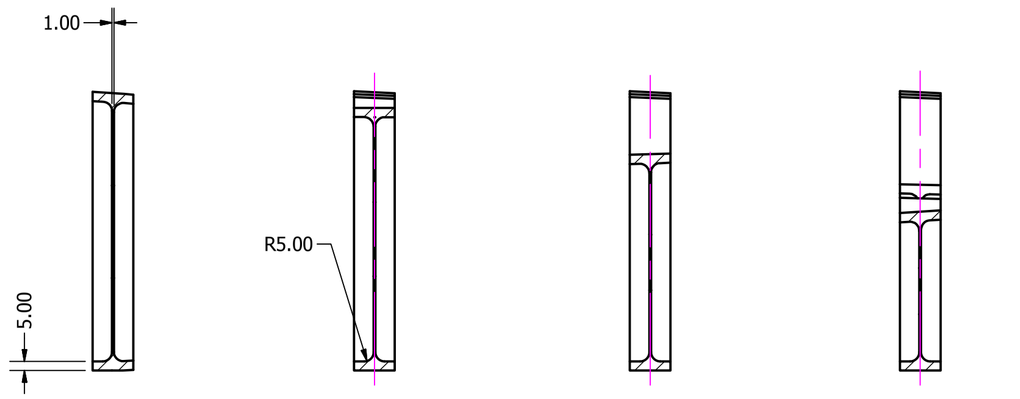




DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 9 (Νεύρο) Solid
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE: D	DWG NO: 18
		SCALE: 1 / 3	SHEET 1 OF 1







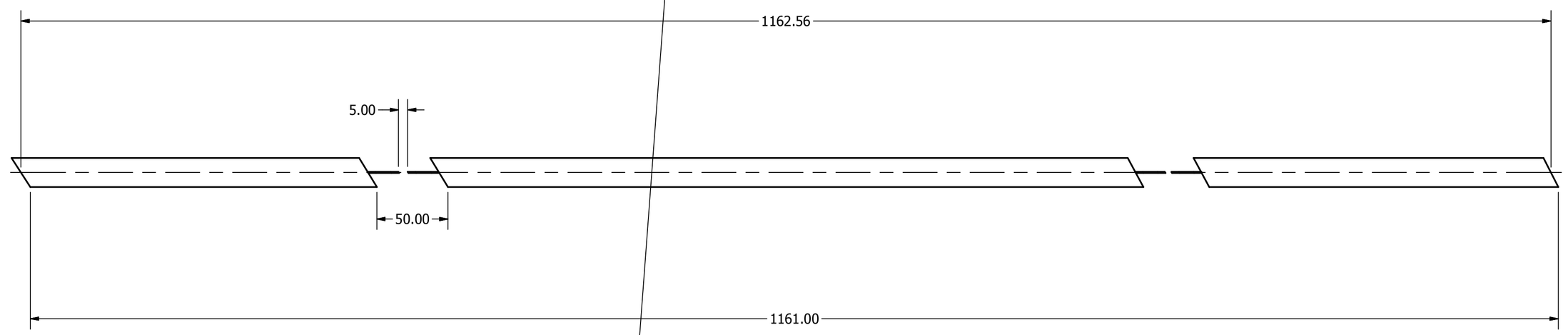
SECTION A-A
SCALE 1 / 2.5

SECTION B-B
SCALE 1 / 2.5

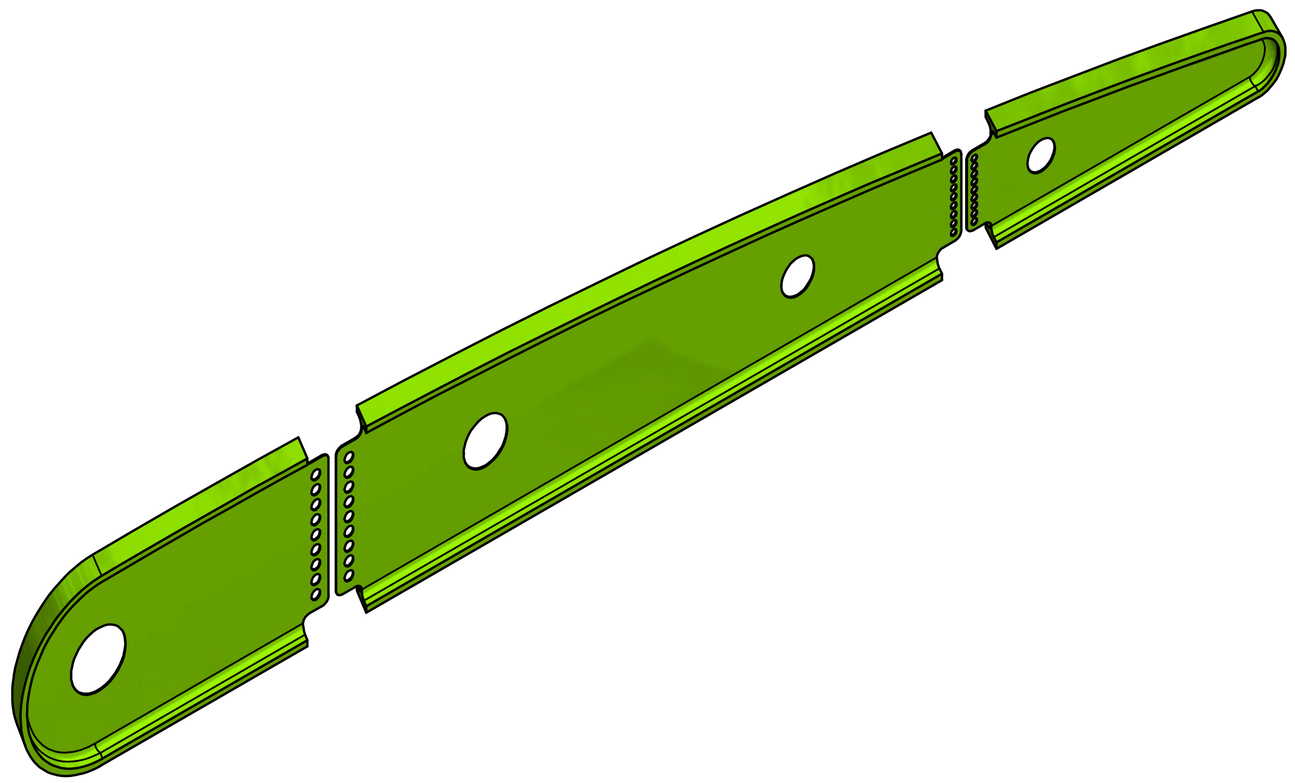
SECTION C-C
SCALE 1 / 2.5

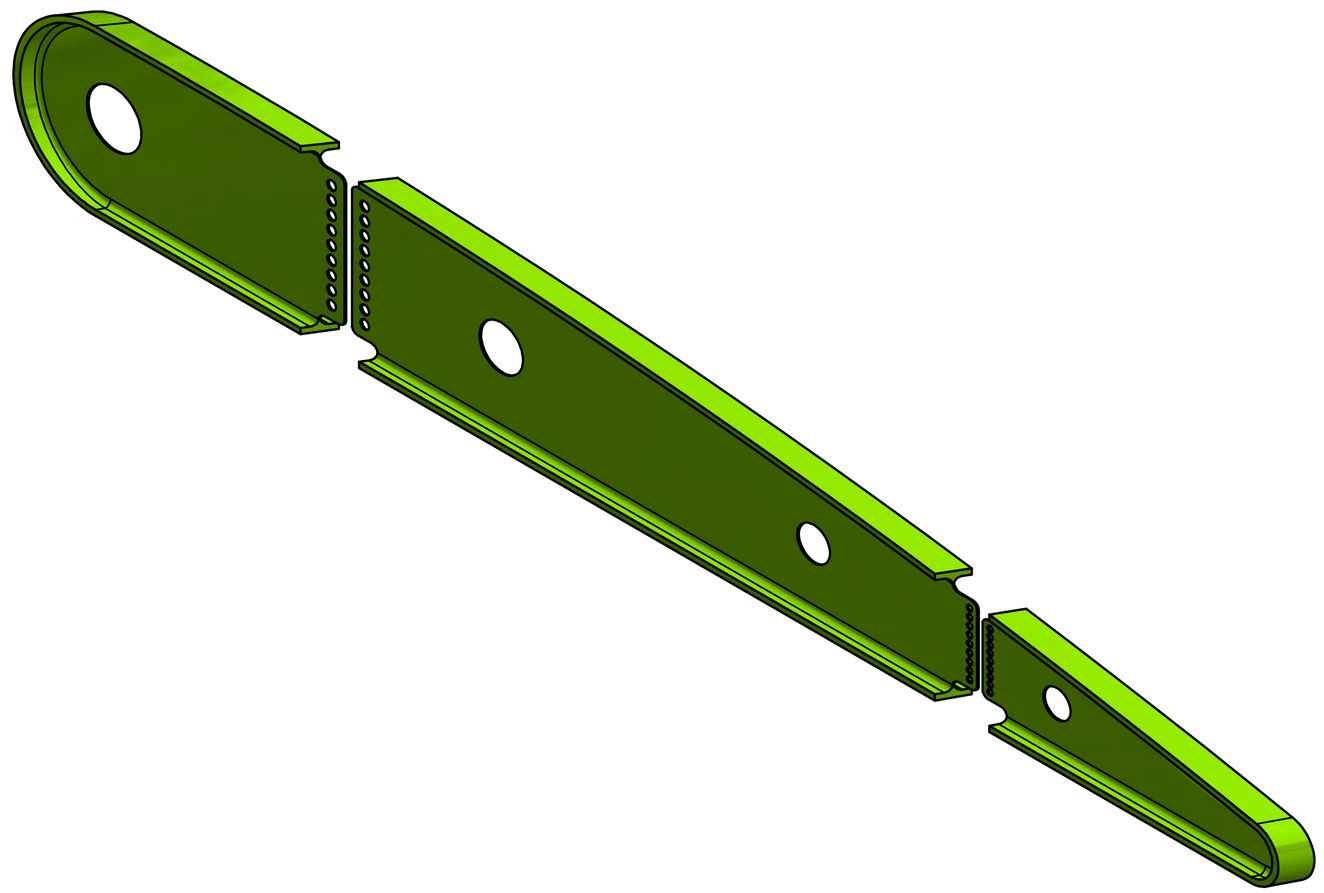
SECTION D-D
SCALE 1 / 2.5

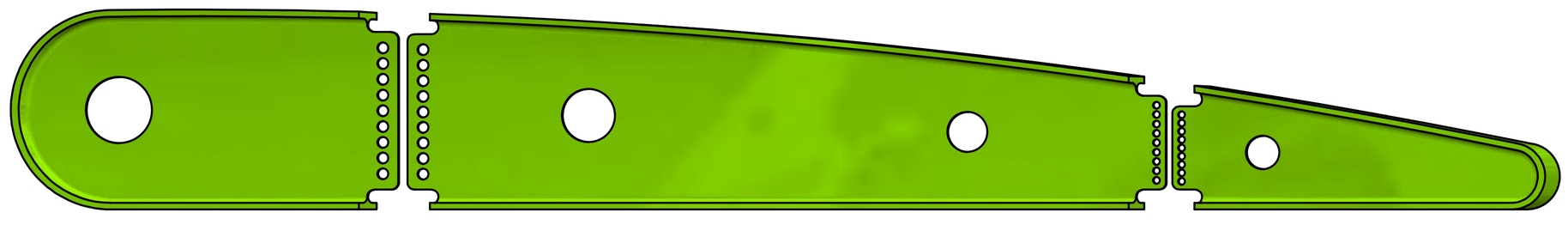
R5016.33

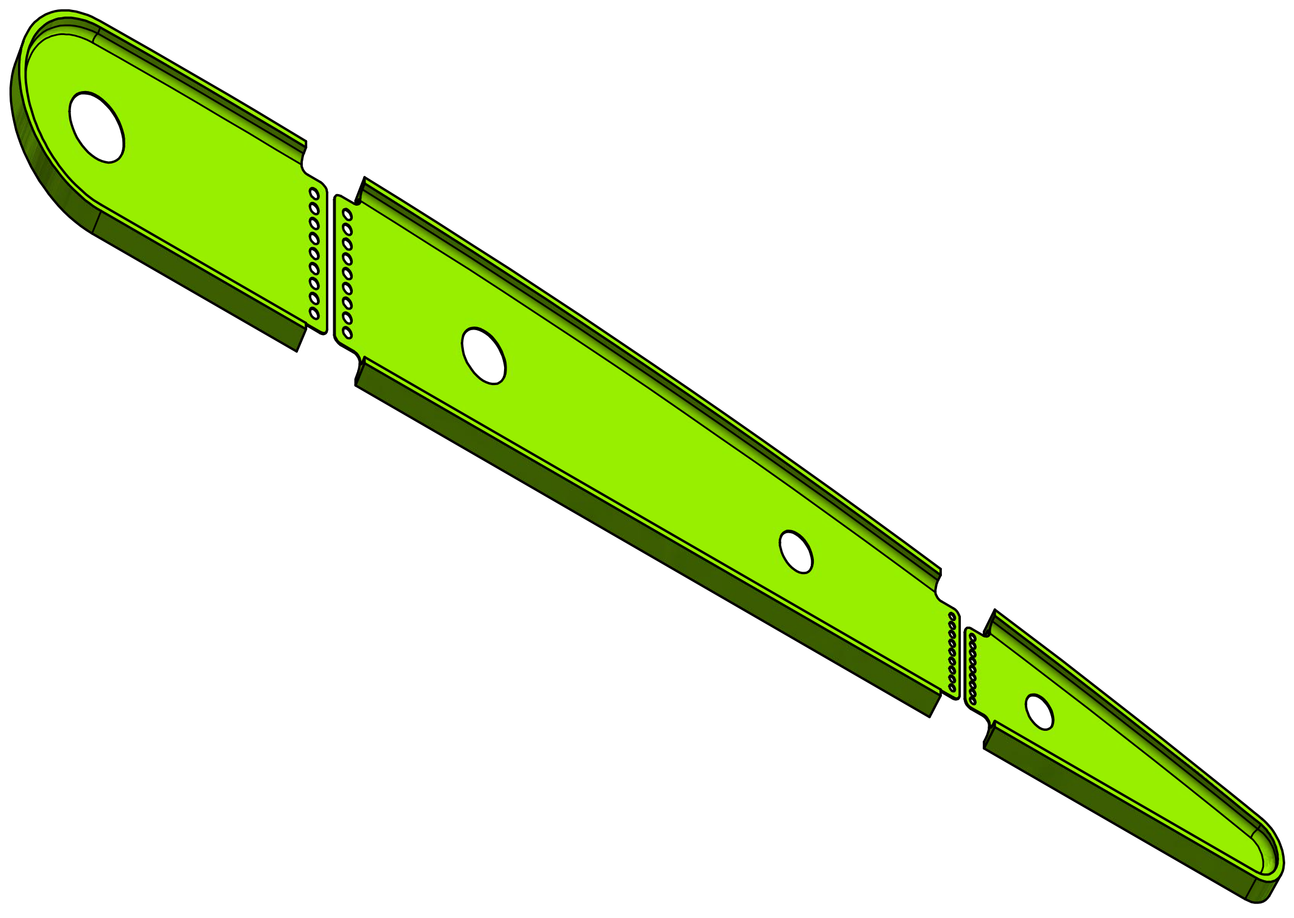


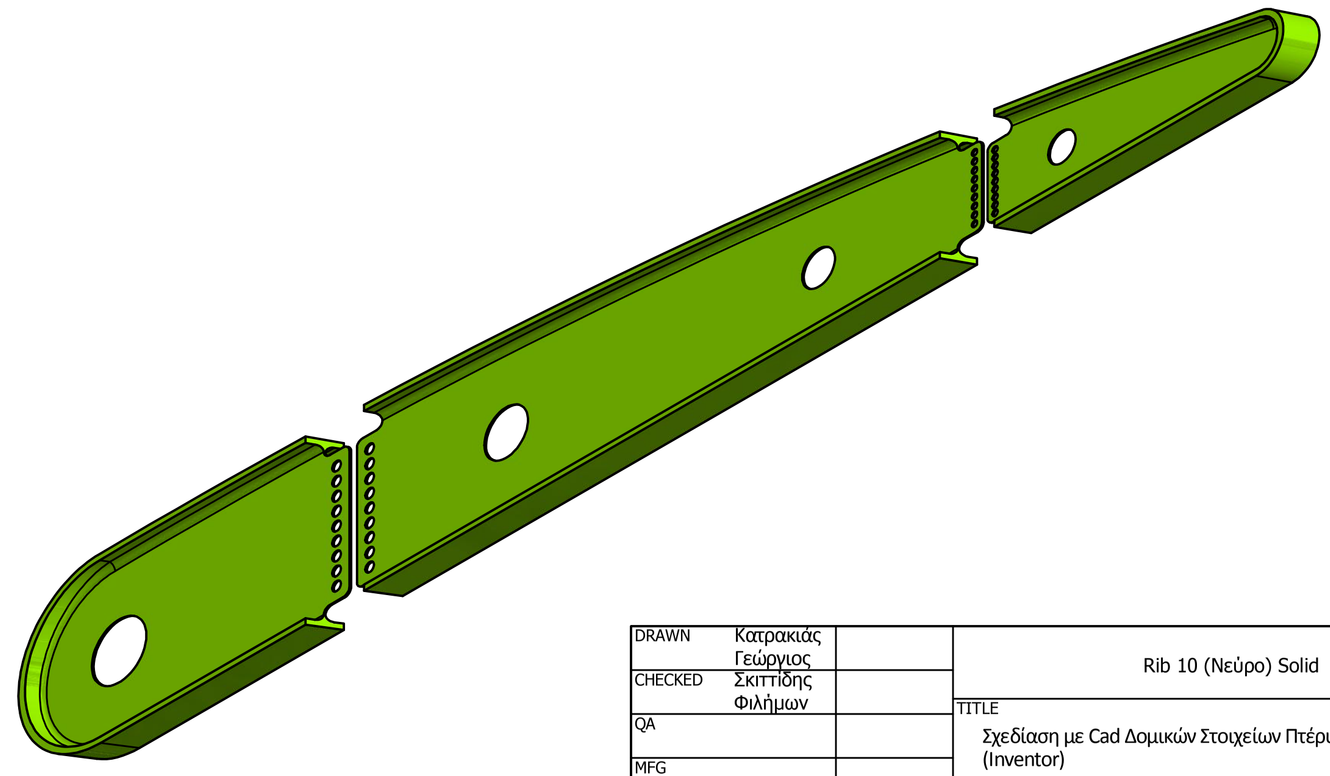
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 10 (Νεύρο) Solid
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D; DWG NO: 19; REV:
			SCALE: 1 / 2.5; SHEET 1 OF 1



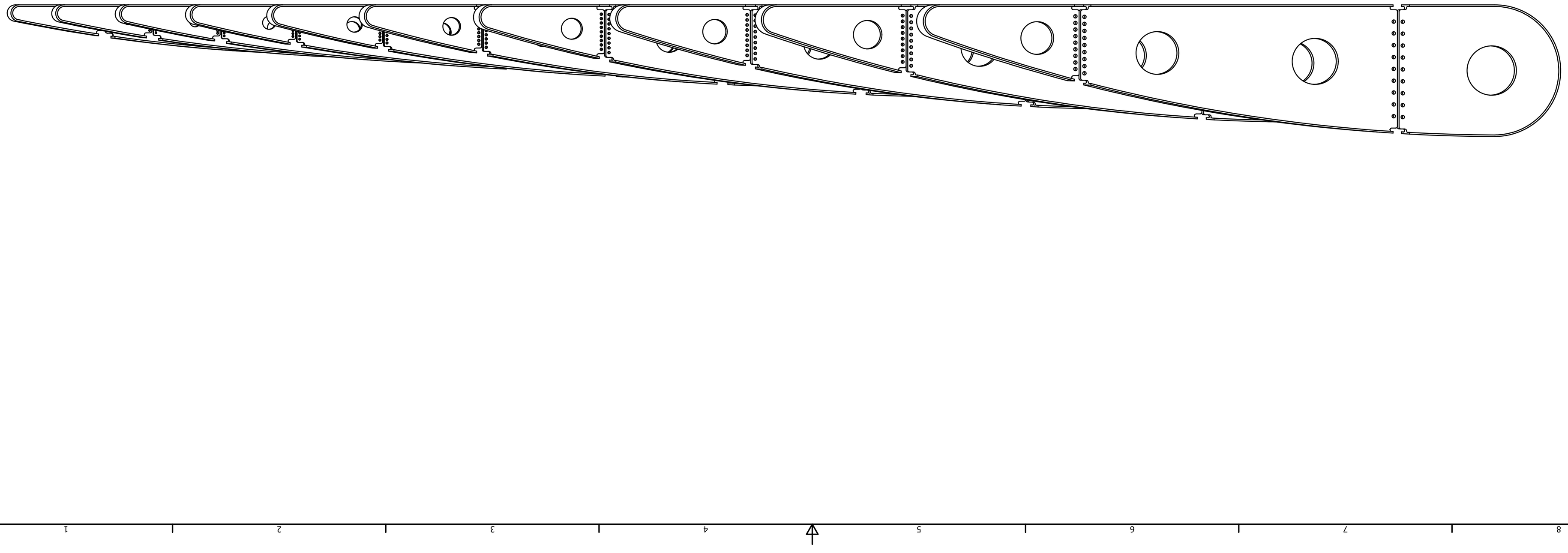




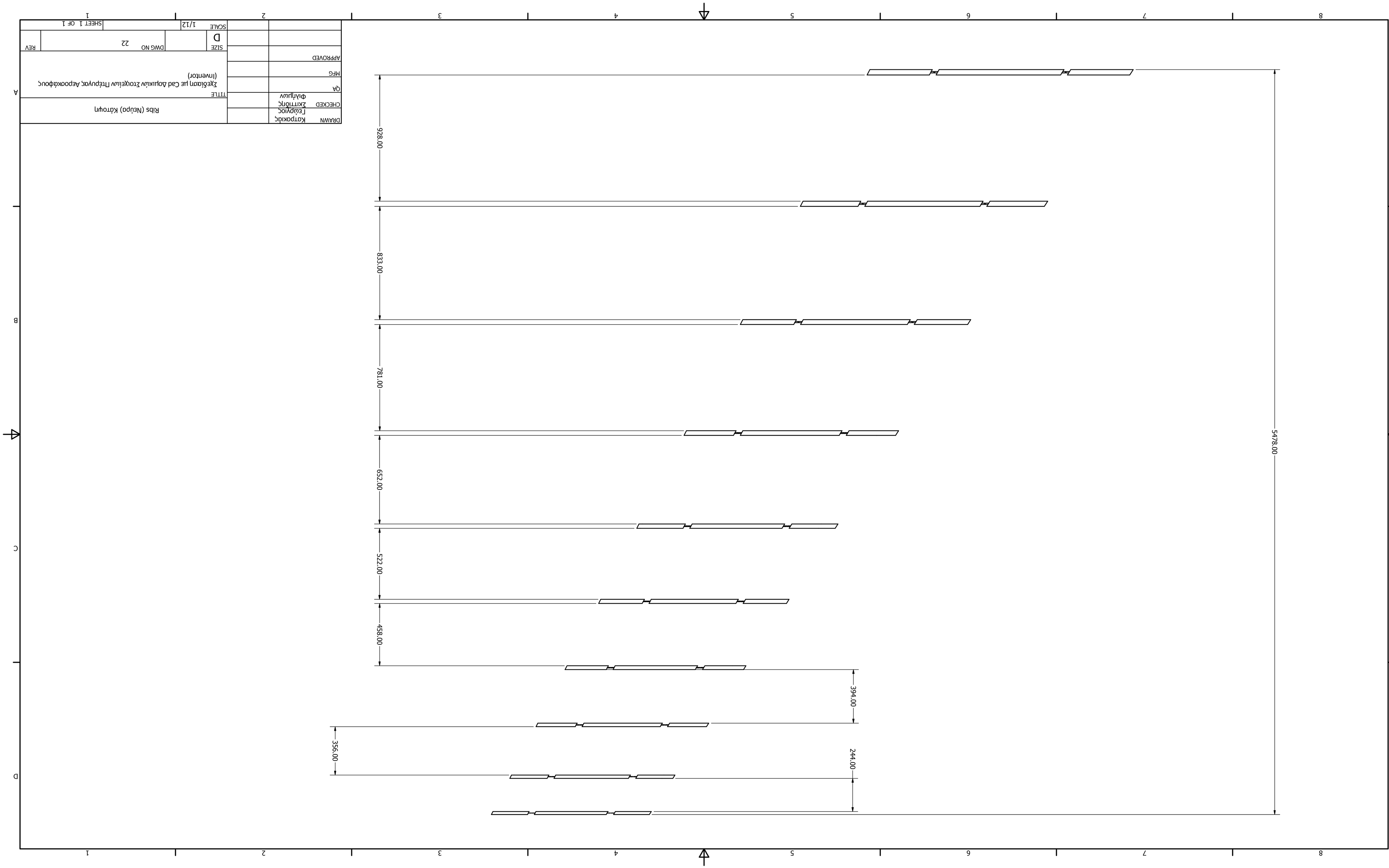




DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rib 10 (Νεύρο) Solid
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE
QA			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			SIZE D | DWG NO 20 | REV
			SCALE 1 / 3 | SHEET 1 OF 1



DRAWN	Κατσαικός Γεώργιος		Ribs (Νεύρα) Πρόσψη
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		
QA			TITLE
MFG			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
APPROVED			
		SIZE D	DWG NO 21 REV
		SCALE 1 /6	SHEET 1 OF 1



DRAWN	Καρρακίδς Γεώργιος		
CHECKED	Σκιαθίτης Φιλήμων		
QA			
MFG			
APPROVED			
SIZE	D	DWG NO 22	REV
SCALE	1/12	SHEET 1 OF 1	

Ribs (Νεύρα) Κάτοψη

TITLE

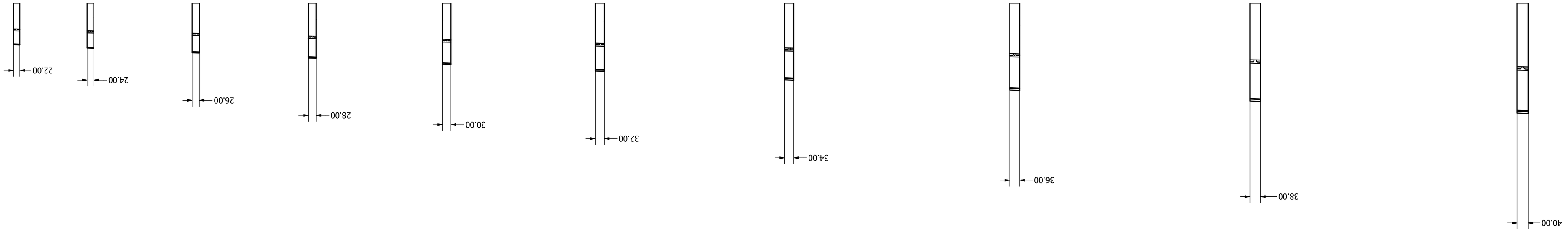
Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)

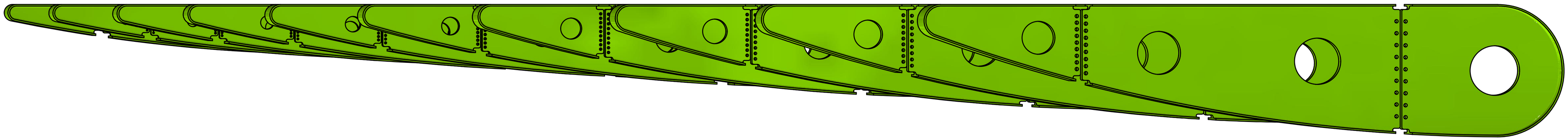
DRAWN	Κατσαικάς Γεώργιος		
CHECKED	Χατζήδης Φίλιππος		
QA			
MFG			
APPROVED			
SIZE	D	DWG NO	23	REV
SCALE	1 /7	SHEET 1 OF 1	

TITLE

Ribs (Νεύρα) Πλάγιο Όψη από Δεξιά

Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)





DRAWN	Κατραπάς Γεώργιος		
CHECKED	Χατζήδης Φιλήμων		
QA			
MFG			
APPROVED			

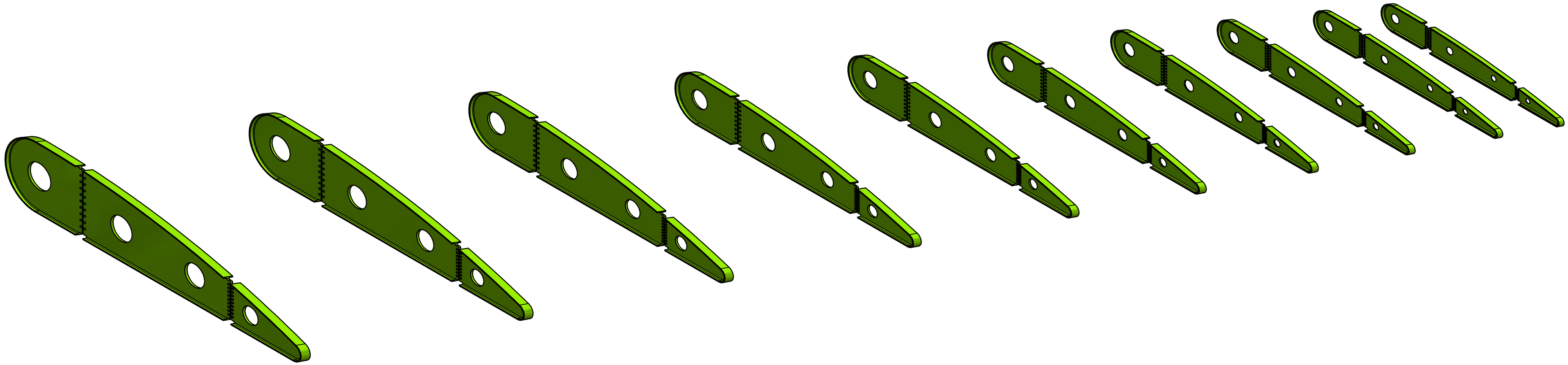
Ribs (Νεύρα) Solid 1

TITLE

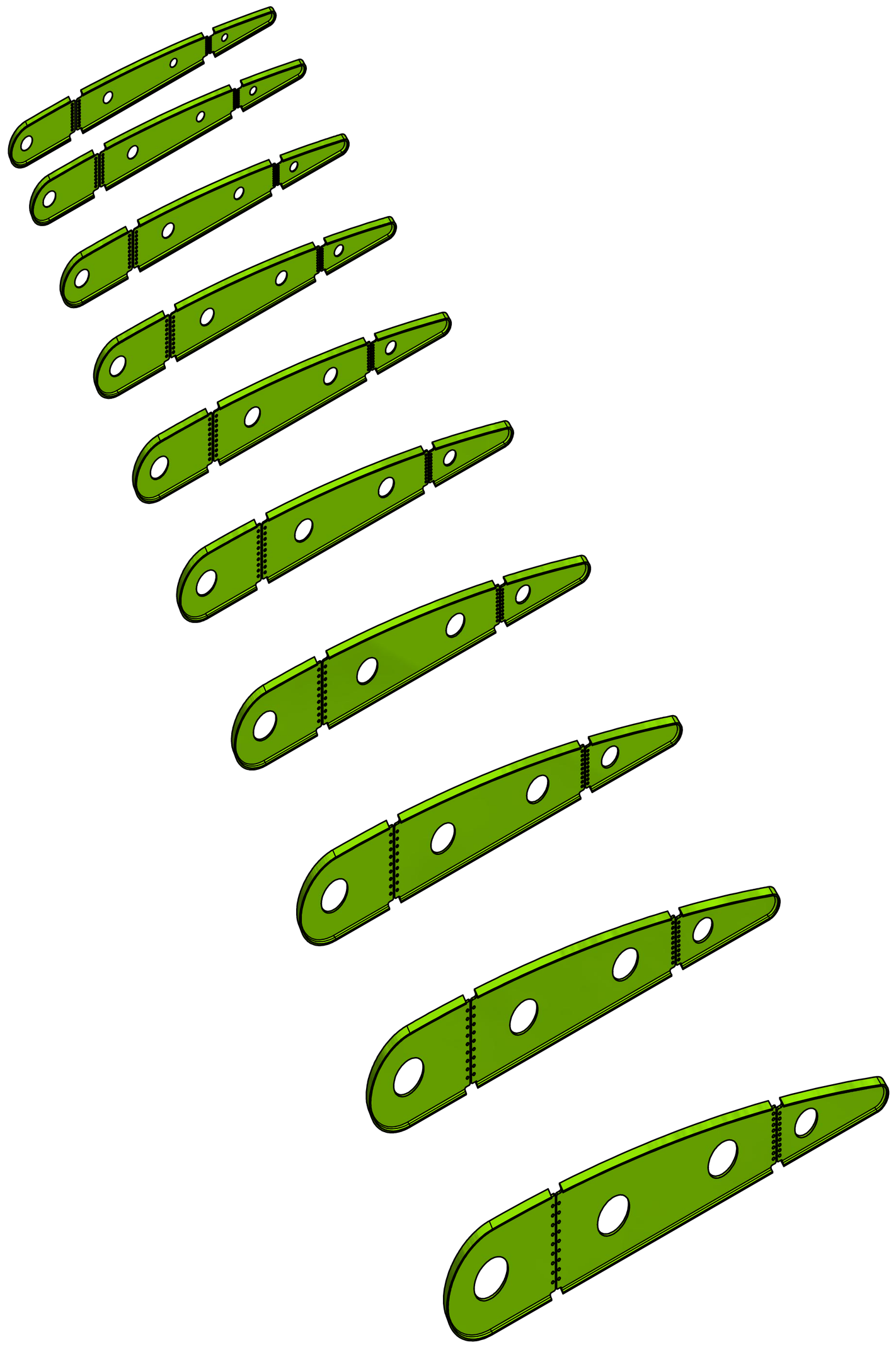
Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)

SIZE	DWG NO	REV
D	24	

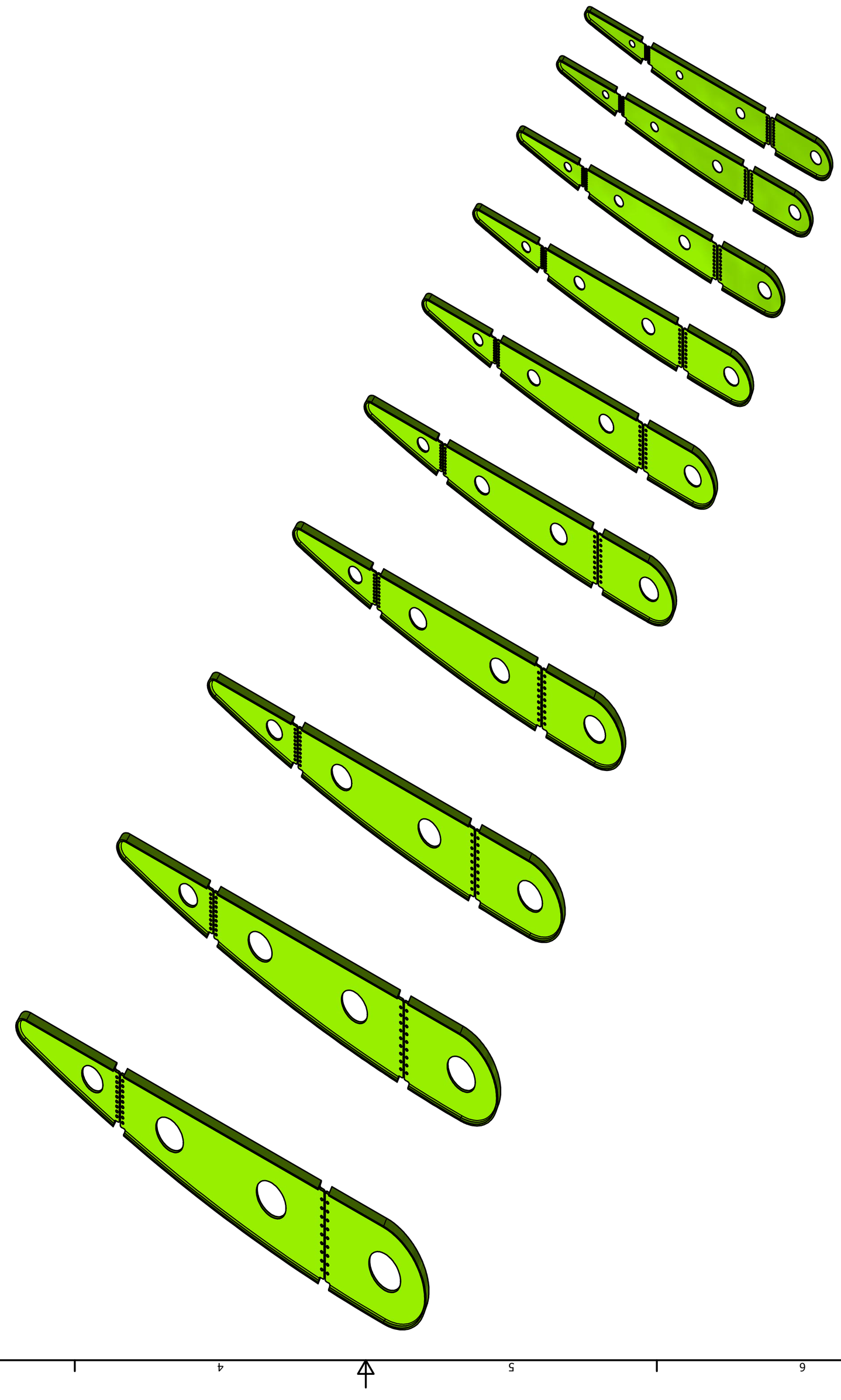
SCALE 1/6 SHEET 1 OF 1



DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Ribs (Νεύρα) Solid 2
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 25 · REV:
			SCALE: 1/9 · SHEET 1 OF 1



DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Ribs (Νεύρα) Solid 3
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D | DWG NO: 26 | REV:
			SCALE: 1/9 | SHEET 1 OF 1

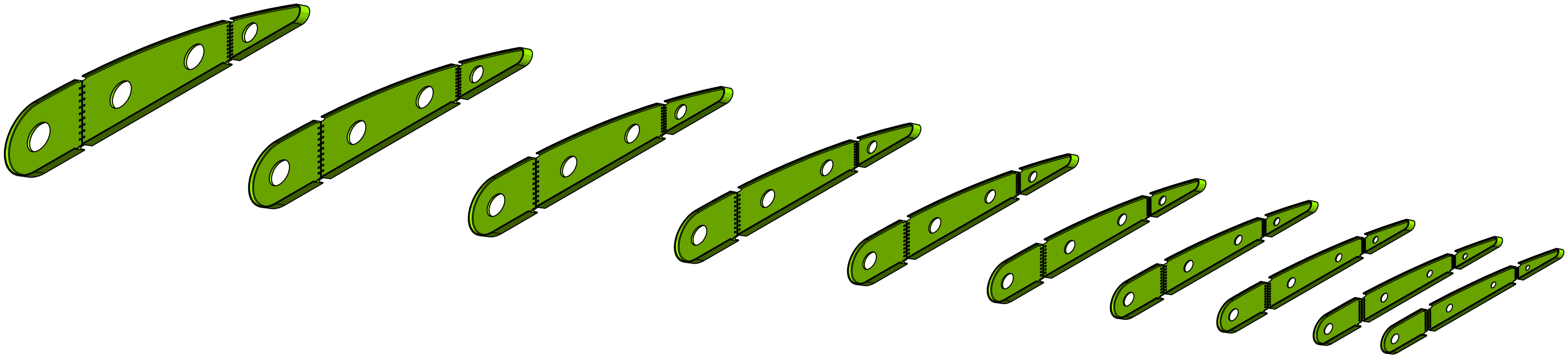


DRAWN	Καρτσιώς Γεώργιος		
CHECKED	Σπυρίδης Φιλήμων		
QA			
MFG			
APPROVED			
SIZE	D	DWG NO 27	REV
SCALE	1/9	SHEET 1 OF 1	

Ribs (Νεύρα) Solid 4

TITLE

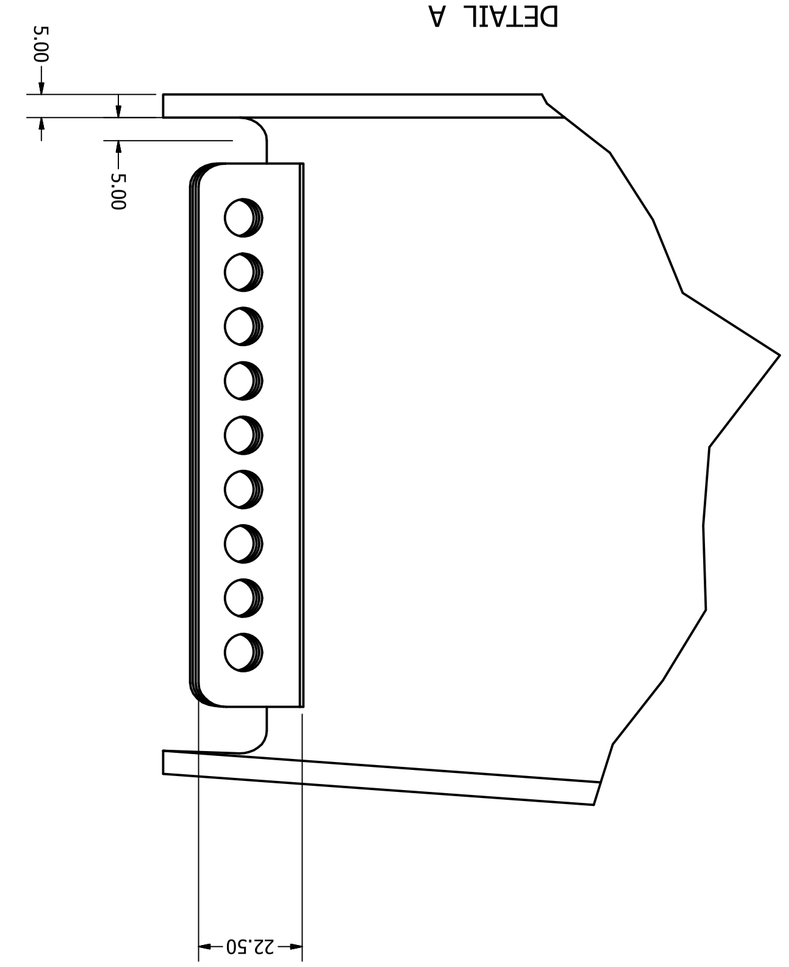
Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)

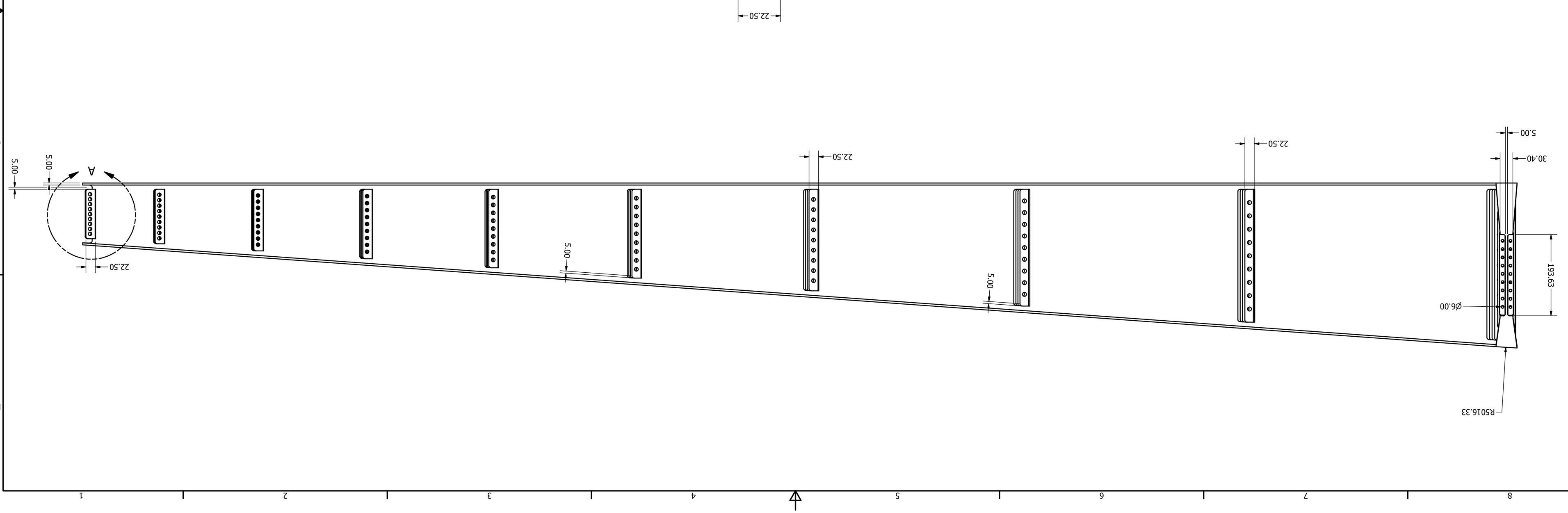


DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Ribs (Νεύρα) Solid 5
CHECKED	Σκιττιδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 28 · REV:
			SCALE: 1/9 · SHEET 1 OF 1

DRAWN	Κατρακιάς				
CHECKED	Σκιττίης	Front Spar (Εμπρόσθια Δοκός Πρόωρη			
QA	Φιλήμων				
MFG		TITLE			
APPROVED		Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)			
		SIZE	DWG NO		REV
		D	29		
		SCALE 1 / 4.5		SHEET 1 OF 1	

DETAIL A
SCALE 1/1





DRAWN	Καπραλάκος Γεώργιος			
CHECKED	Χατζίδης Φάνης			
QA				
MFG				
APPROVED				

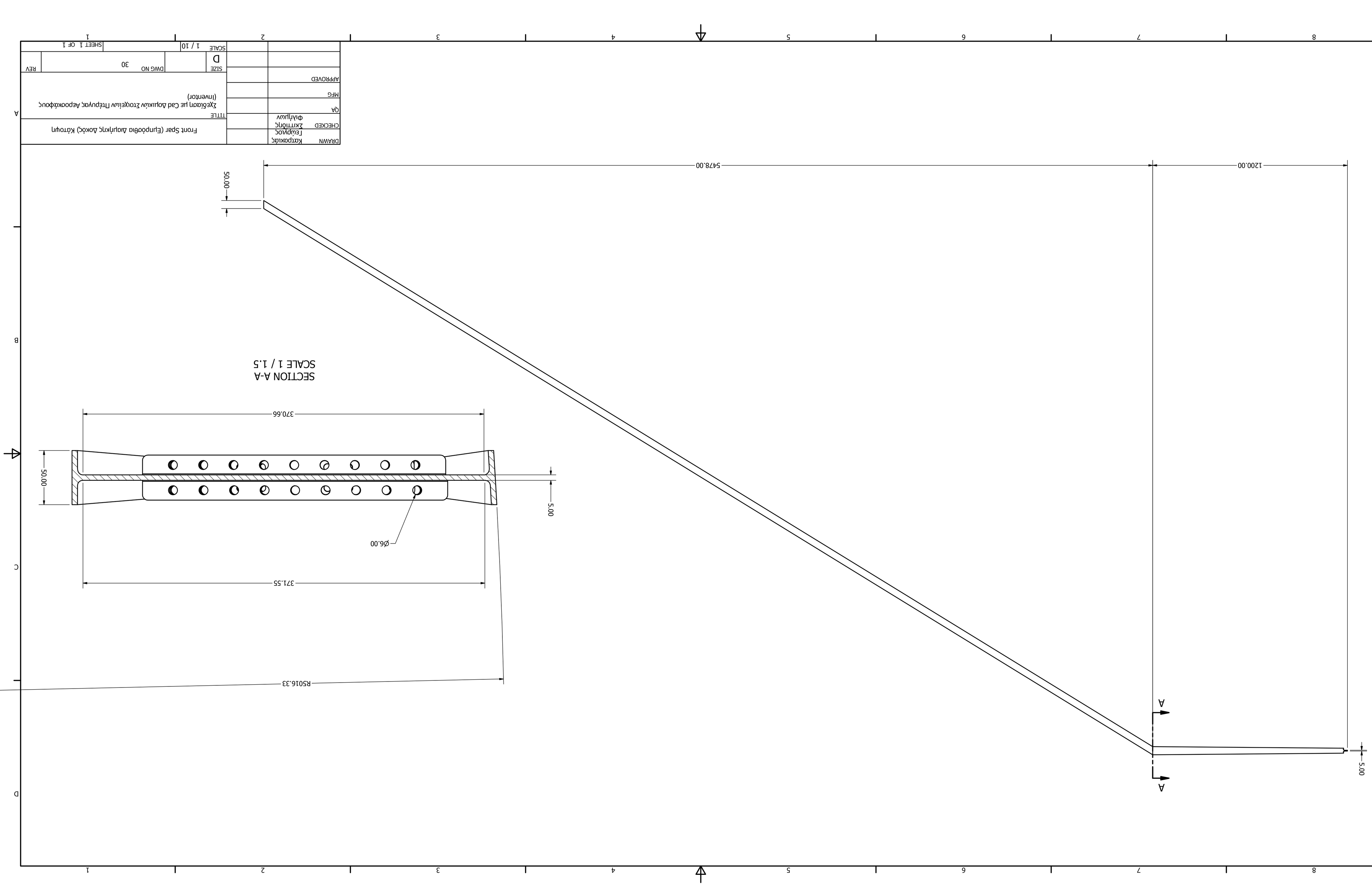
Front Spar (Εμπρόσθιο Δοκάρι) Κάτοψη

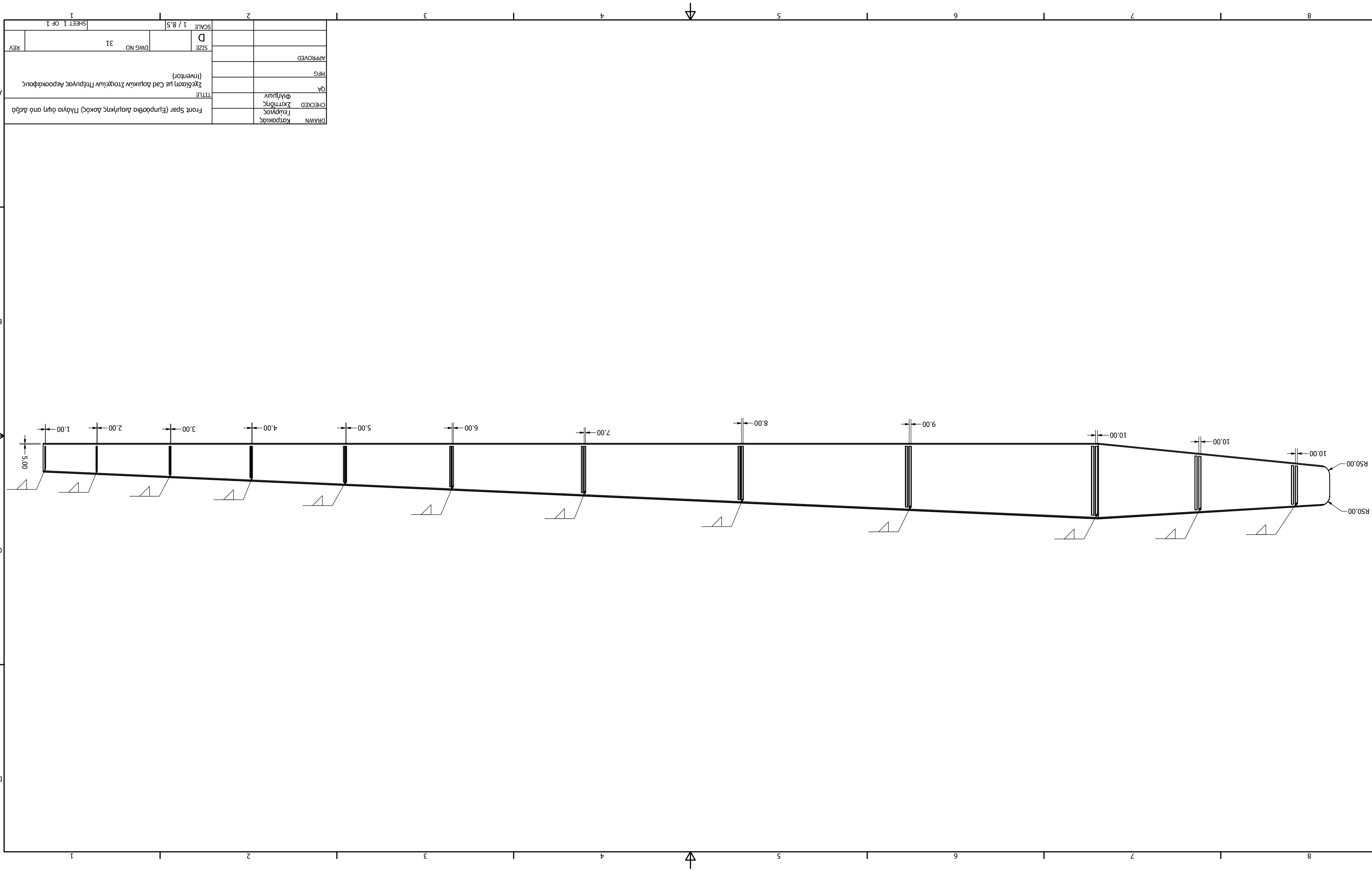
TITLE

Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)

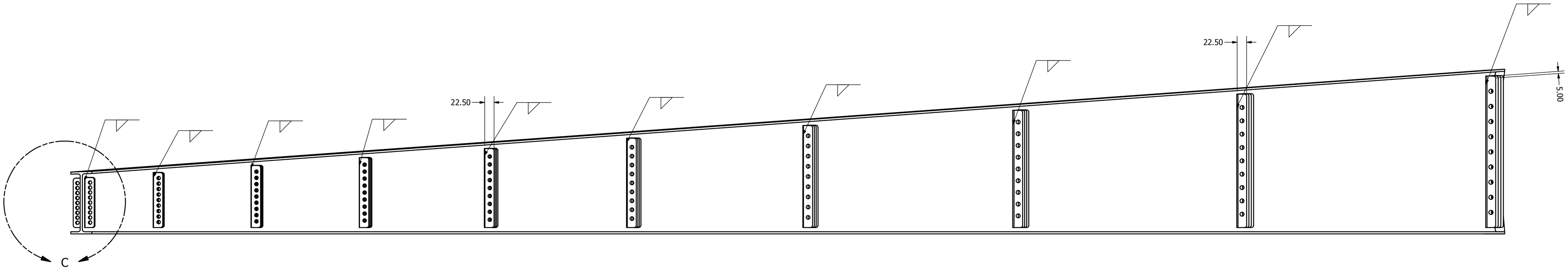
SIZE	DWG NO	REV
D	30	

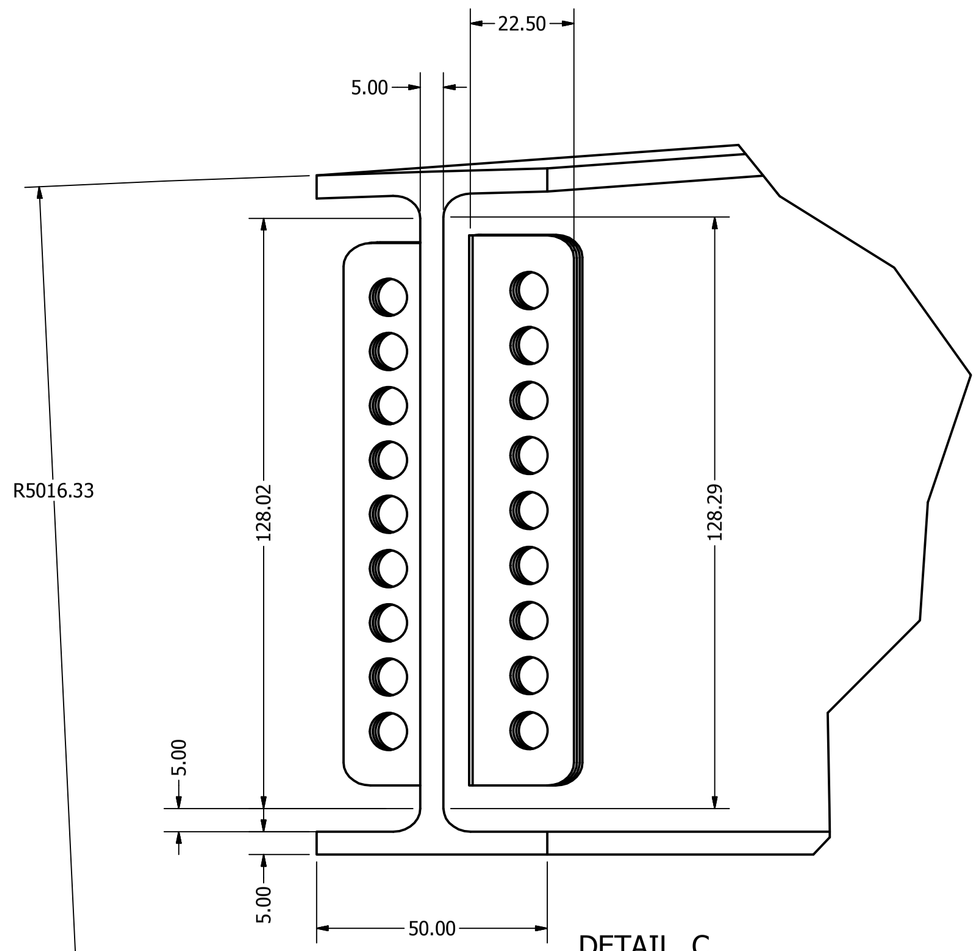
SCALE 1 / 10 SHEET 1 OF 1





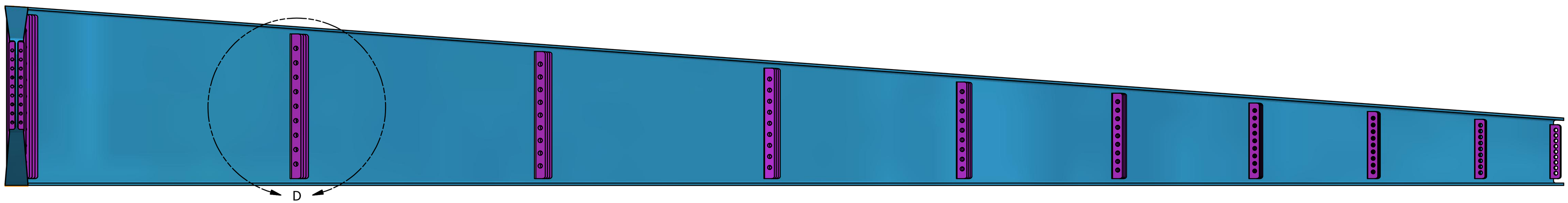
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος	Front Spar (Εμπρόσθια Δοκός) Πλάνο φτερού από Δεξιά			
CHECKED	Σκιττόης Φιλήμων				
QA		TITLE			
MFG		Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)			
APPROVED					
		SIZE	DWG NO	REV	
		D	31		
		SCALE 1 / 8.5	SHEET 1 OF 1		

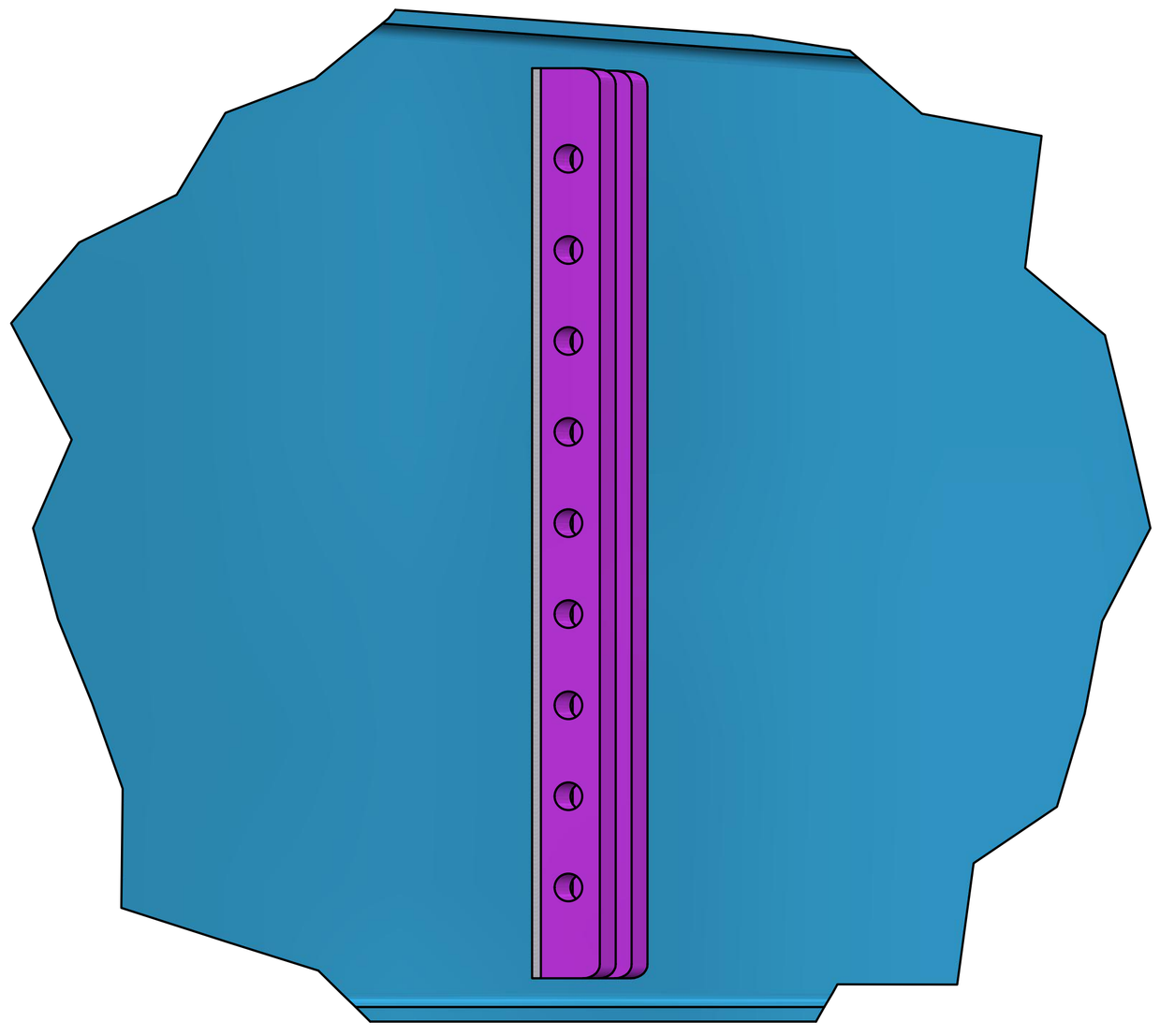




DETAIL C
SCALE 1/1

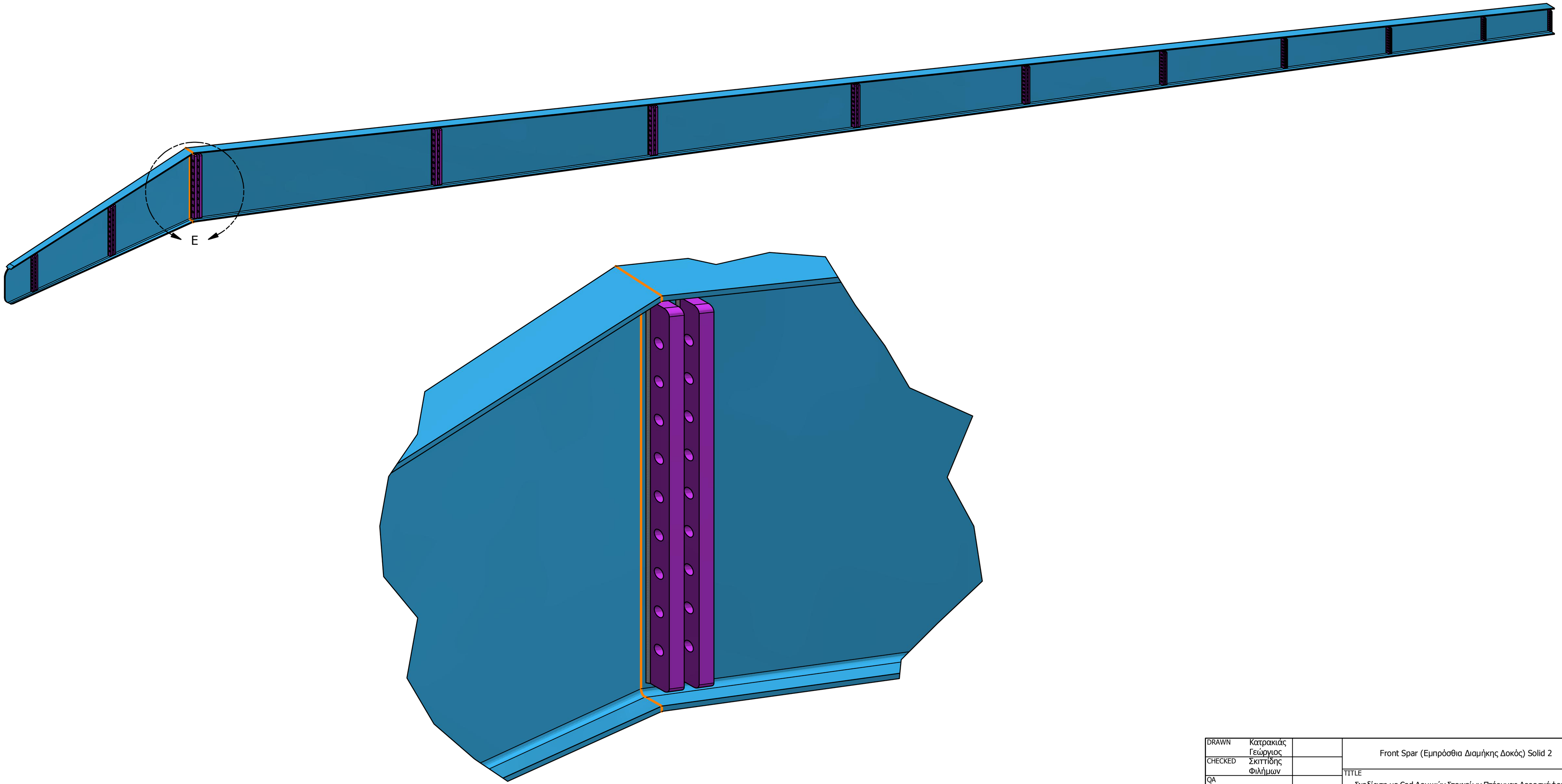
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Front Spar (Εμπρόσθια Διαμήκης Δοκός) Οπίσθια Όψη
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE
QA			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			
			SIZE D / DWG NO 32 / REV
			SCALE 1 /4.5 / SHEET 1 OF 1





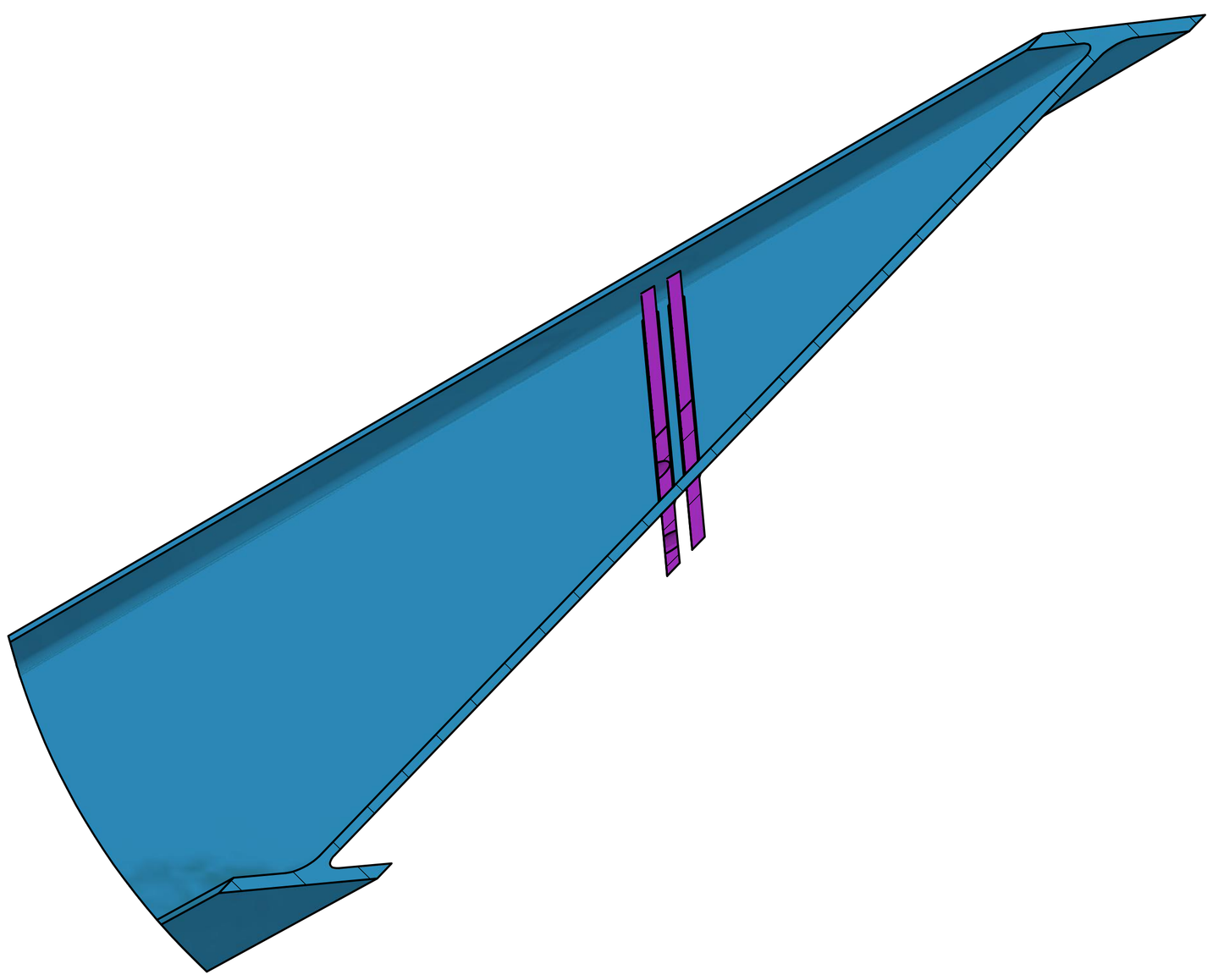
DETAIL D
SCALE 1/1.5

DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Front Spar (Εμπρόσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 1
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D | DWG NO: 33 | REV
			SCALE: 1/4.5 | SHEET 1 OF 1

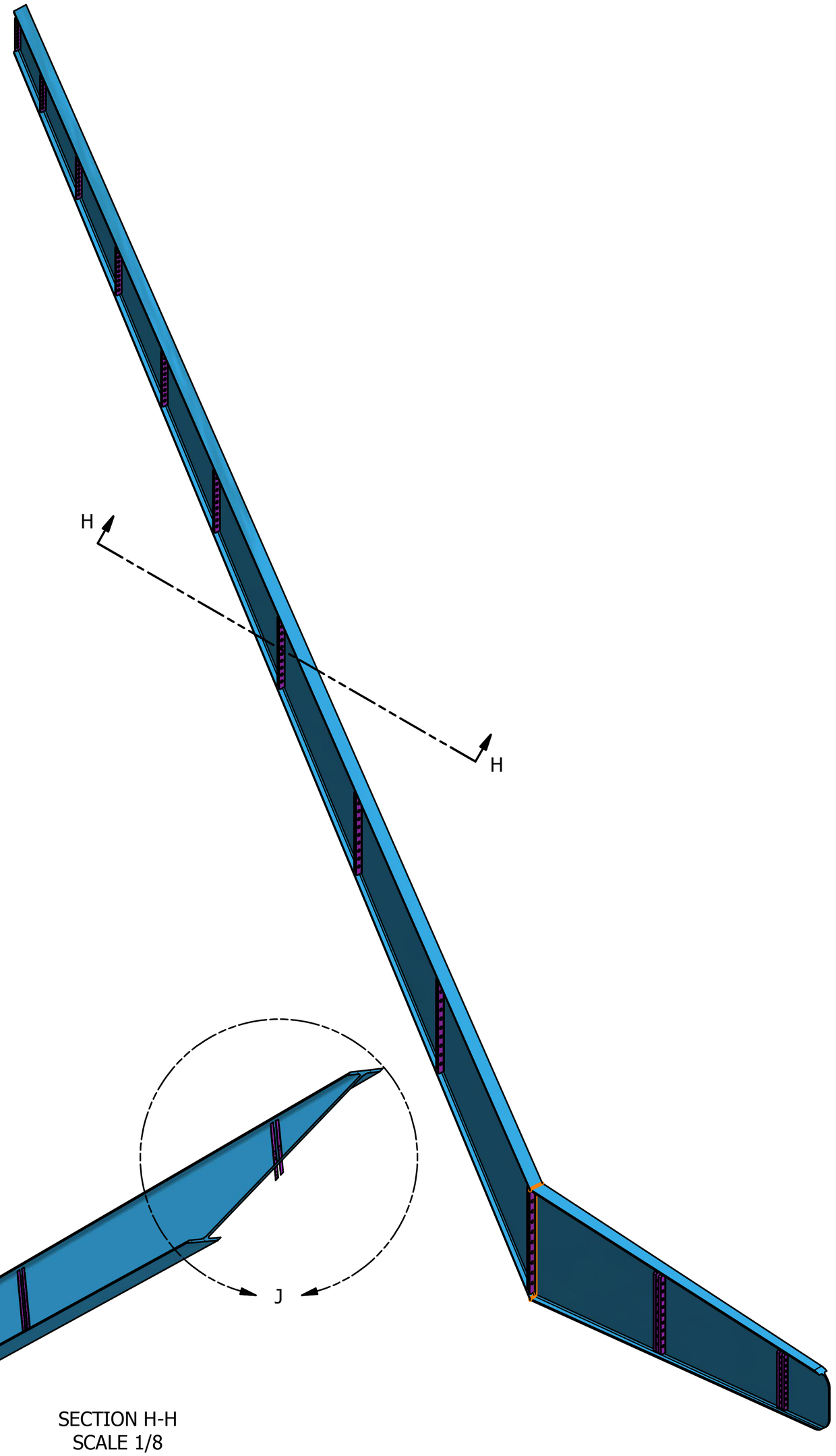


DETAIL E
SCALE 1/1.5

DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Front Spar (Εμπρόσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 2
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 34 · REV:
			SCALE: 1/9 · SHEET 1 OF 1

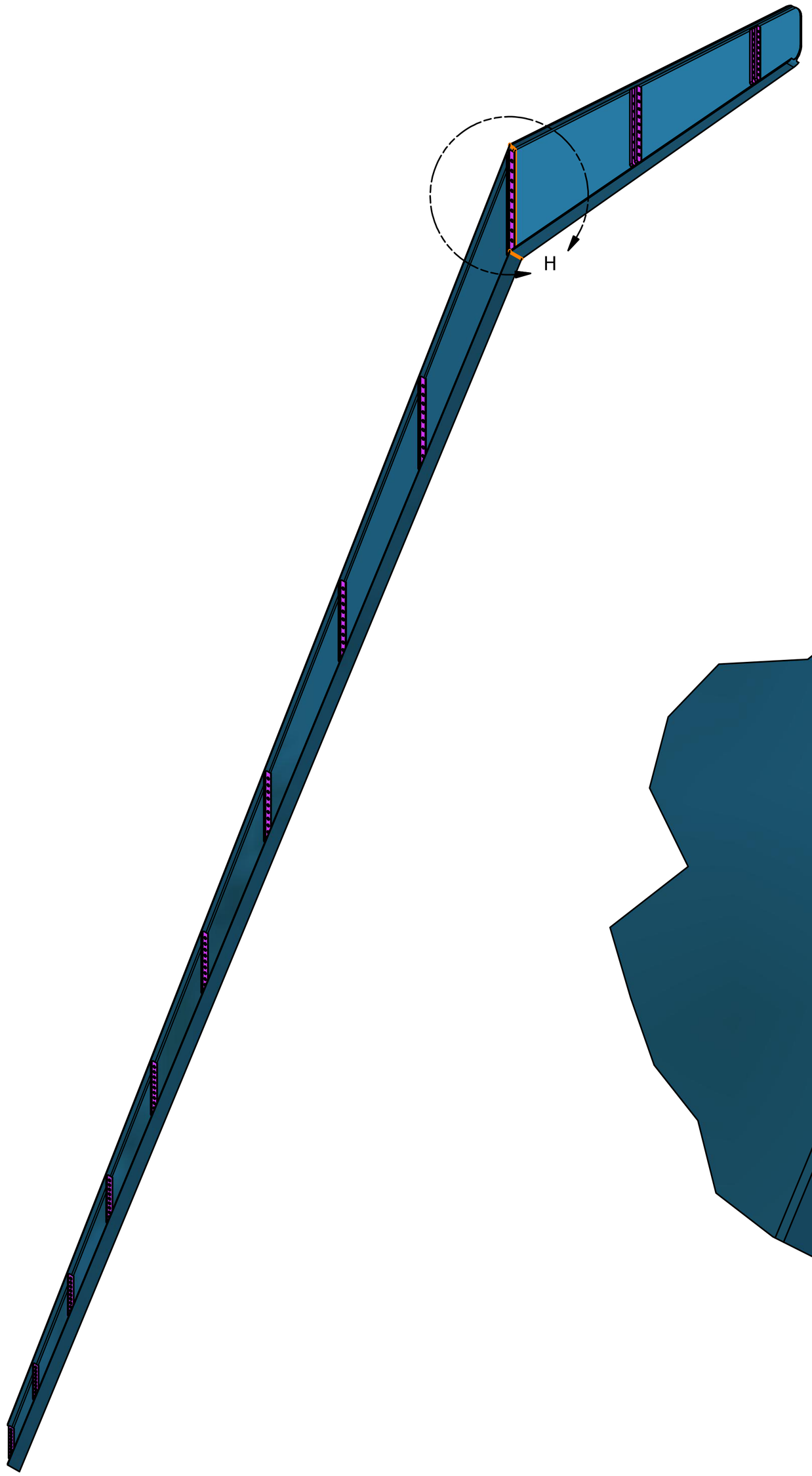


DETAIL J
SCALE 1/2

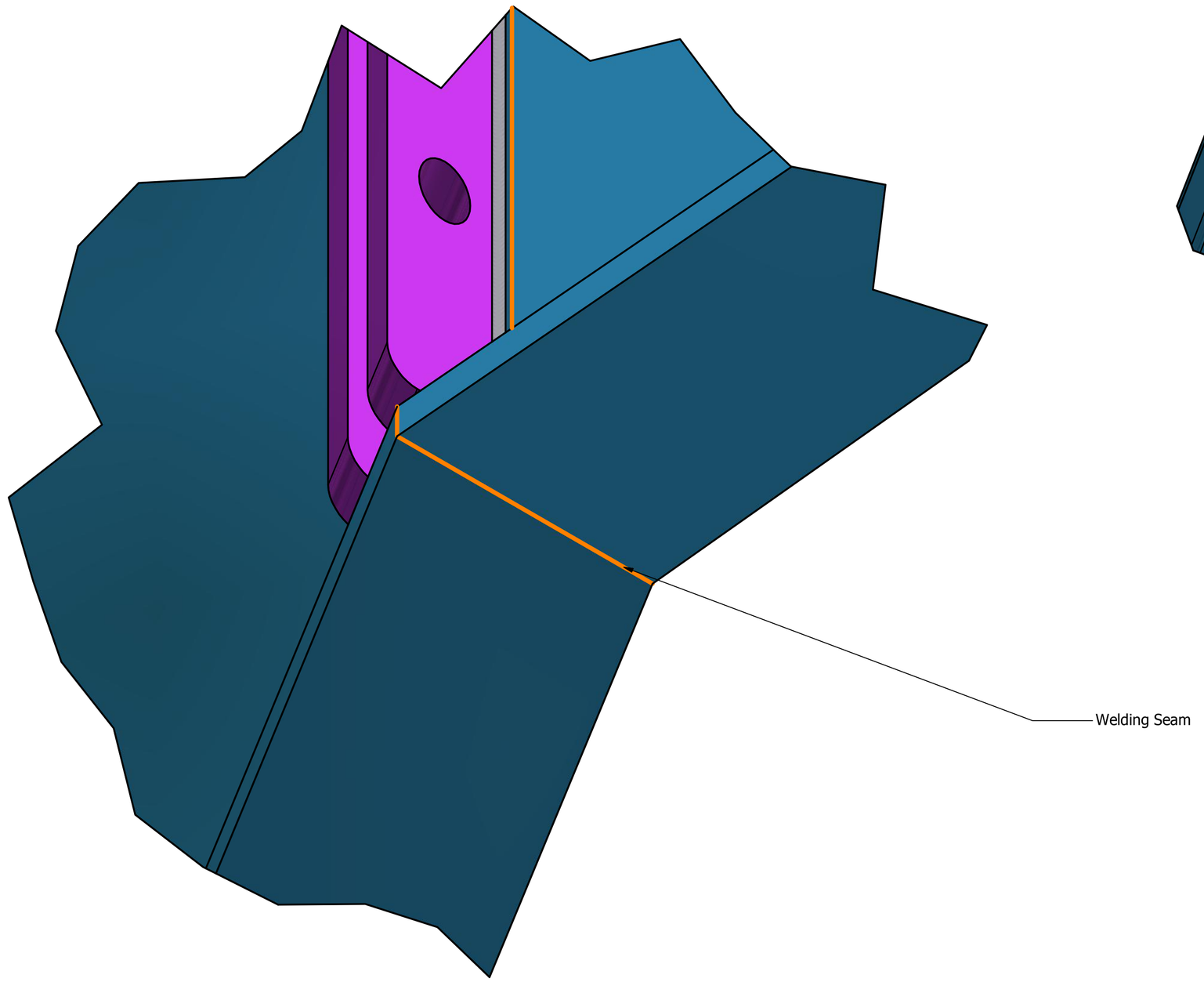


SECTION H-H
SCALE 1/8

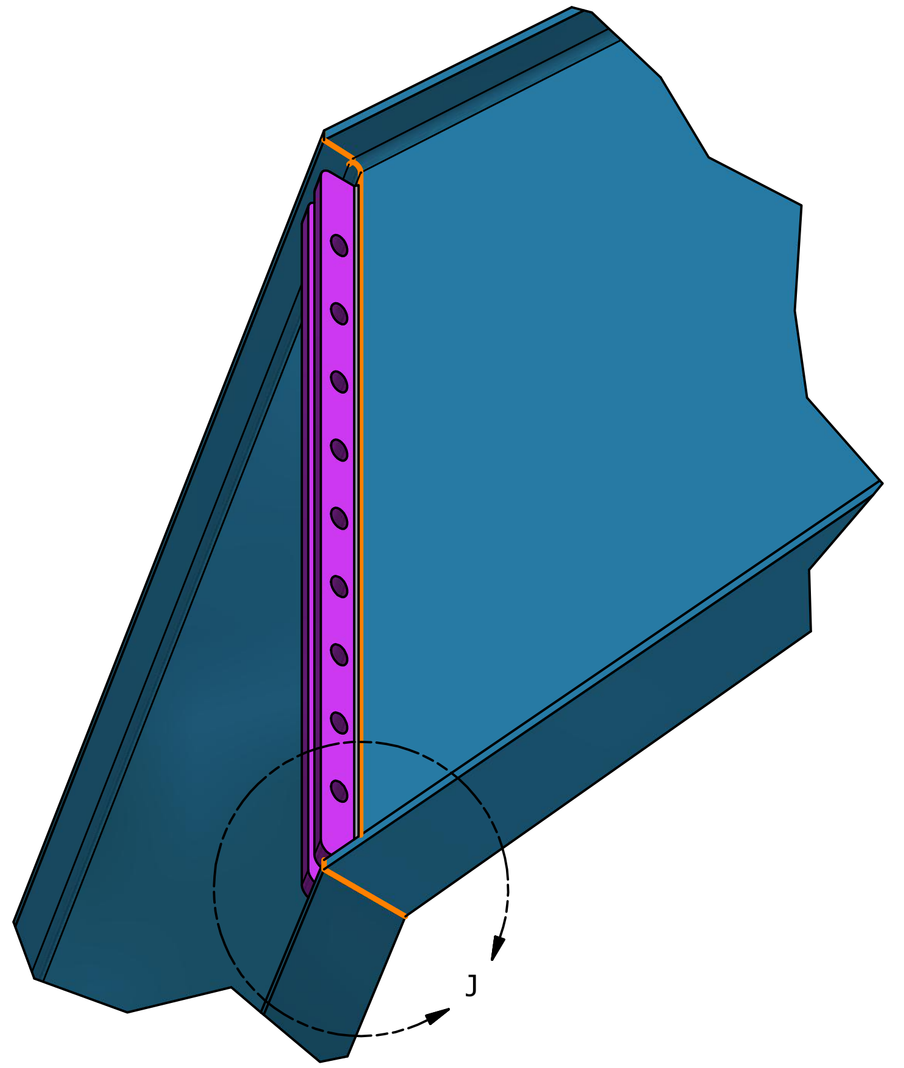
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Front Spar (Εμπρόσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 3
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D | DWG NO: 35 | REV
			SCALE: 1/9 | SHEET 1 OF 1



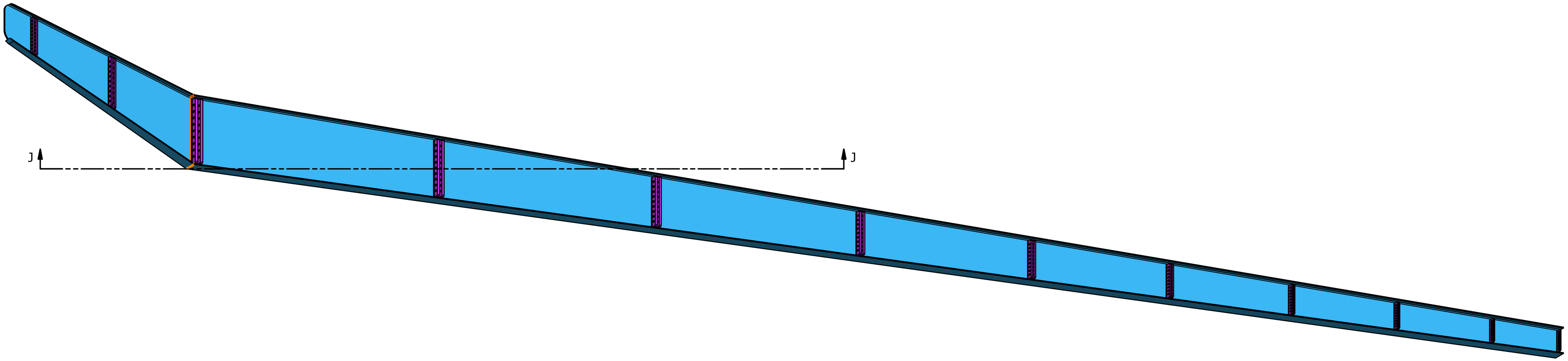
DETAIL H
SCALE 1/2

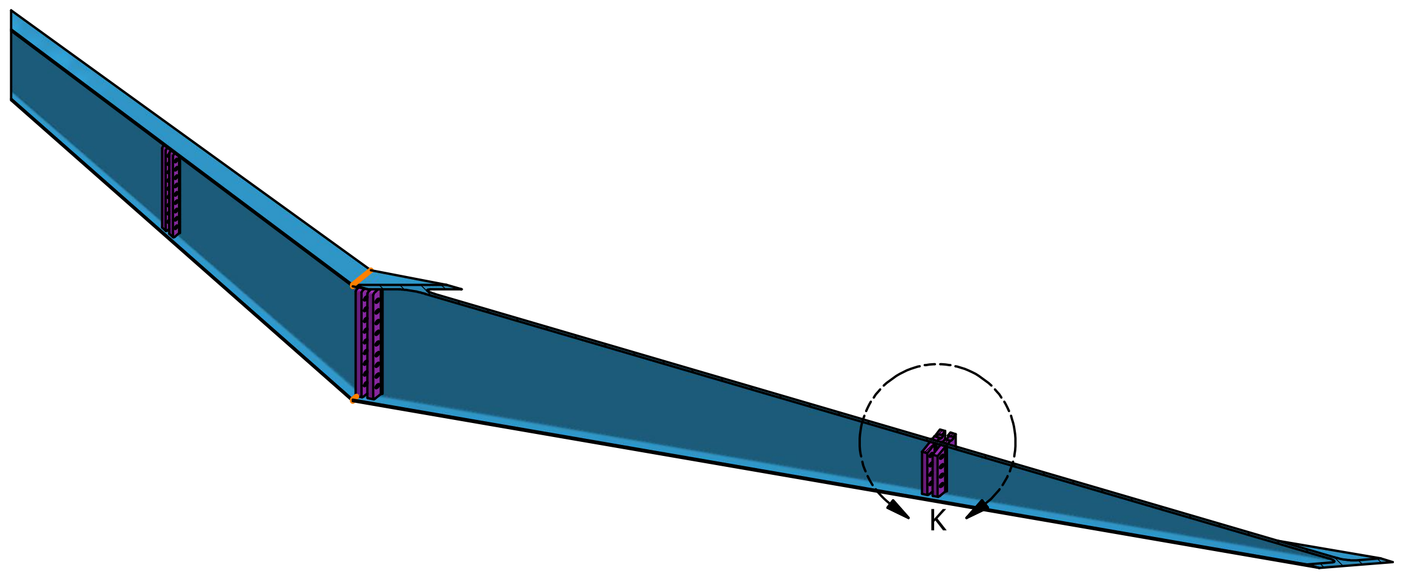


DETAIL J
SCALE 1/0.5

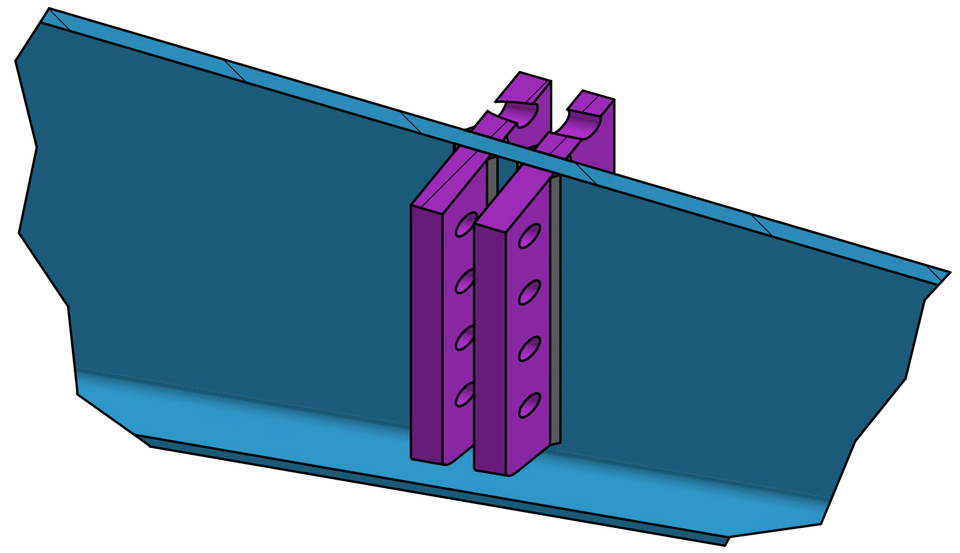


DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Front Spar (Εμπρόσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 4
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 36 · REV
			SCALE: 1/9 · SHEET 1 OF 1



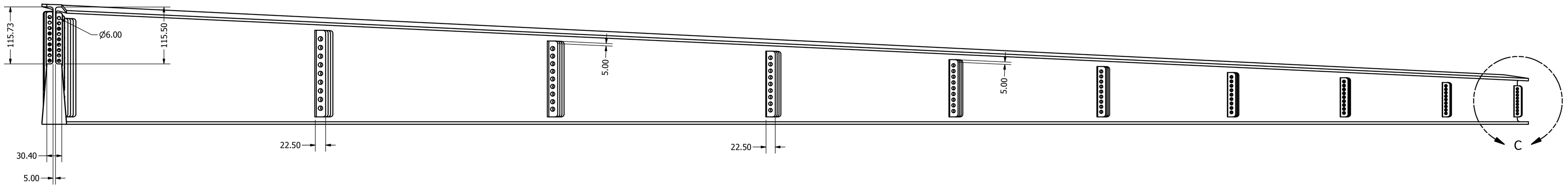


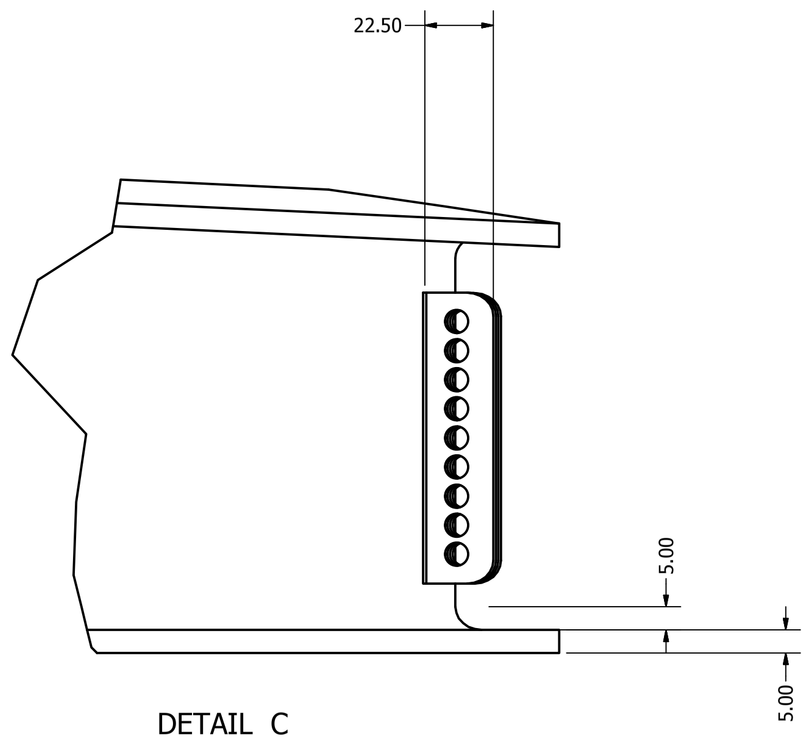
SECTION J-J
SCALE 1/9



DETAIL K
SCALE 1/1.5

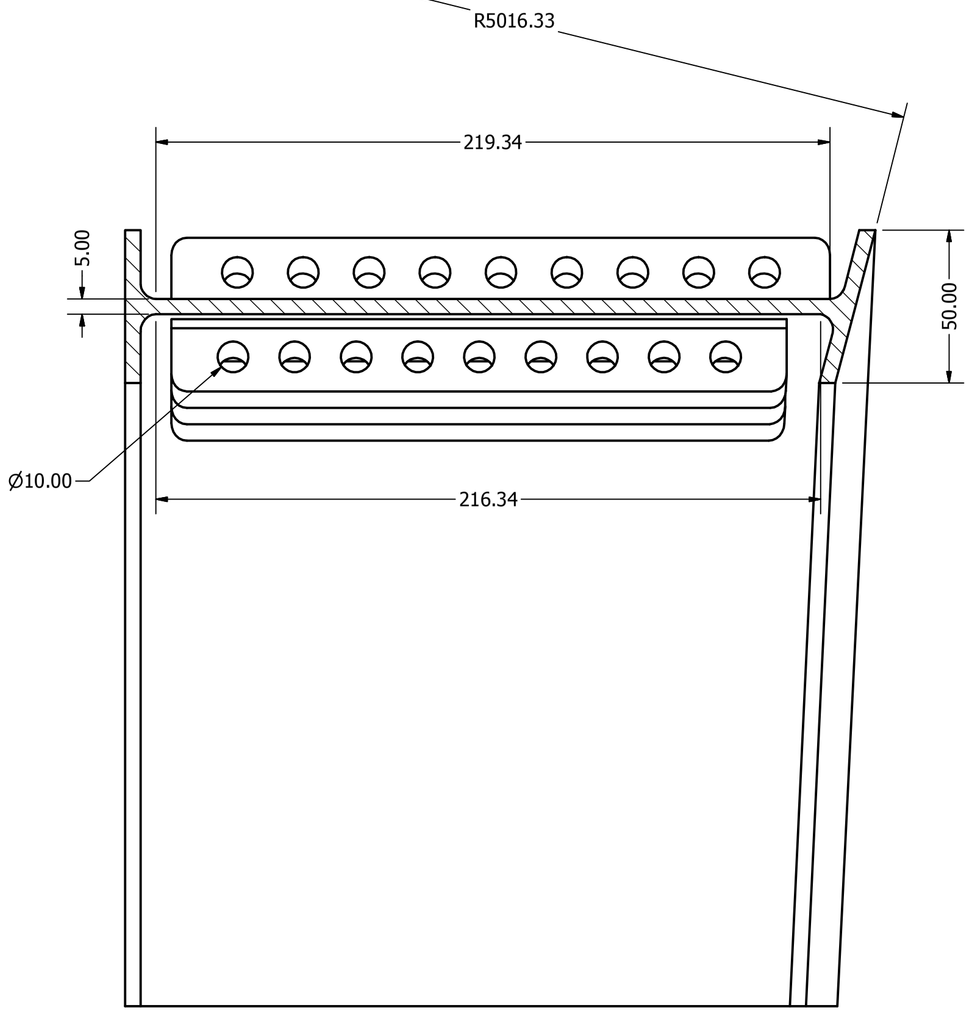
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Front Spar (Εμπρόσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 5
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D | DWG NO: 37 | REV
			SCALE: 1/9 | SHEET 1 OF 1



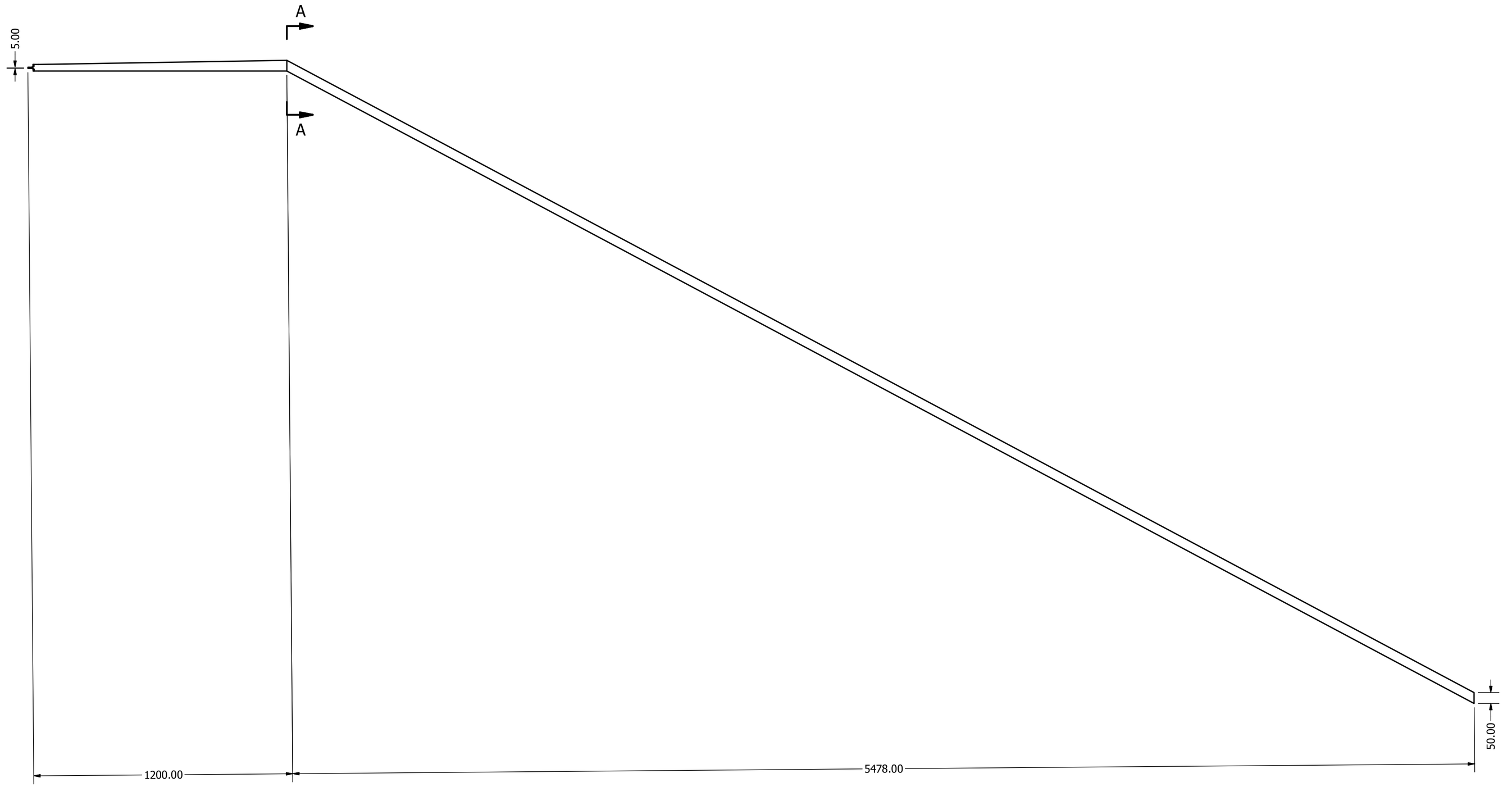


DETAIL C
SCALE 1 / 1

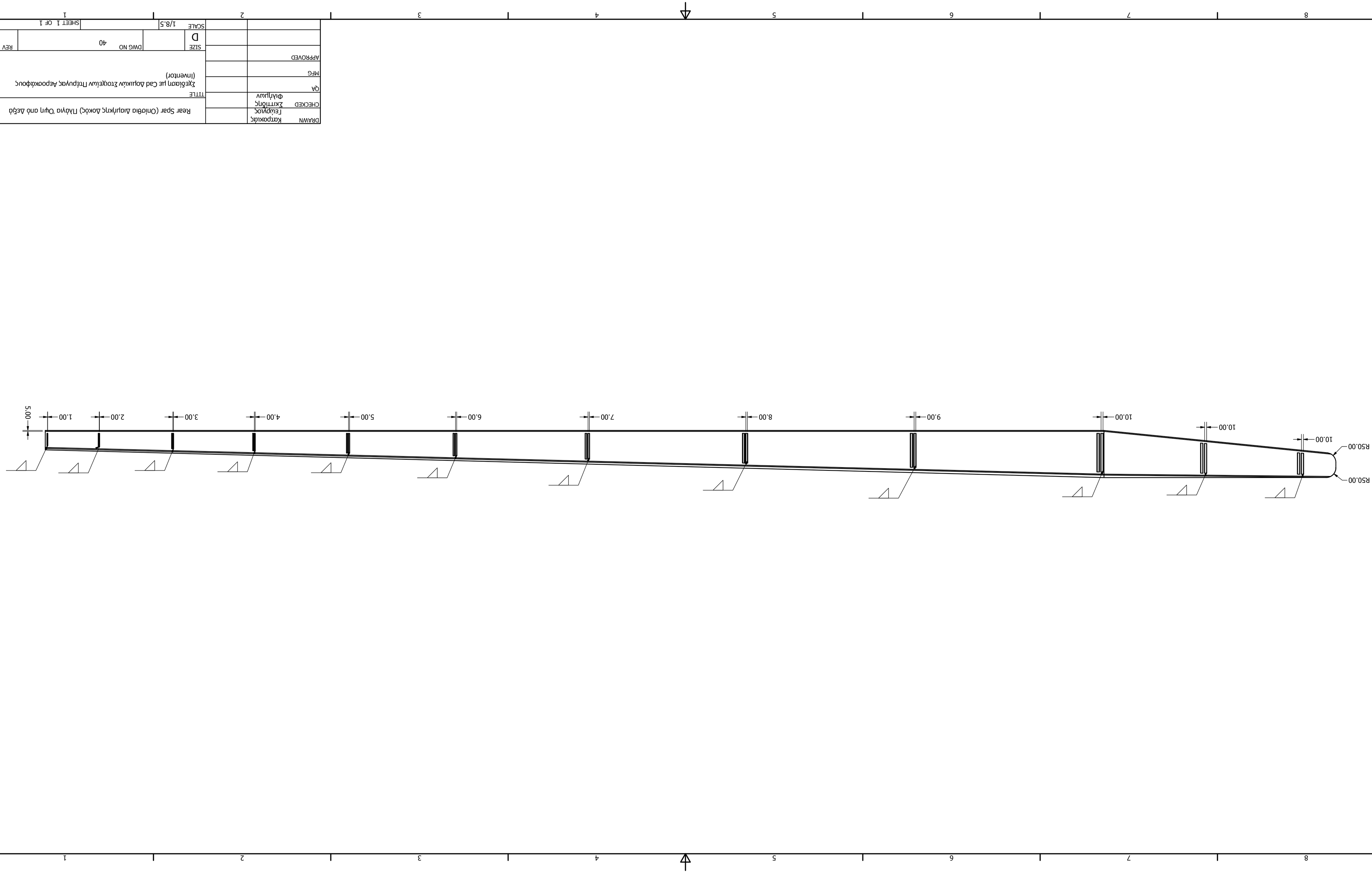
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rear Spar (Οπίσθια Διαμήκης Δοκός) Πρόοψη
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 38 · REV:
			SCALE: 1/4 · SHEET 1 OF 1



SECTION A-A
SCALE 1/1.5



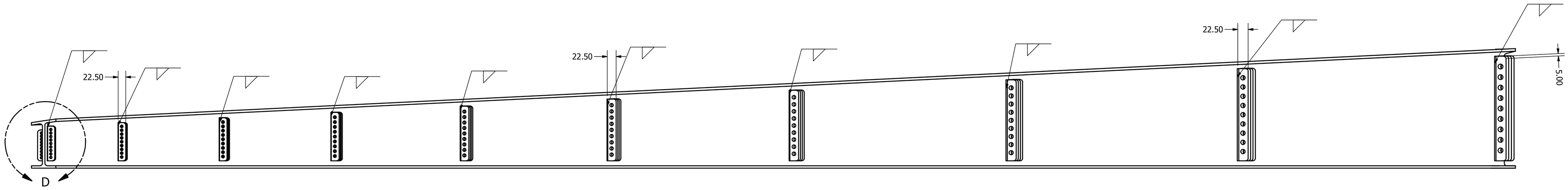
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rear Spar (Οπίσθια Διαμήκης Δοκός) Κάτοψη
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 39 · REV:
			SCALE: 1/12 · SHEET 1 OF 1

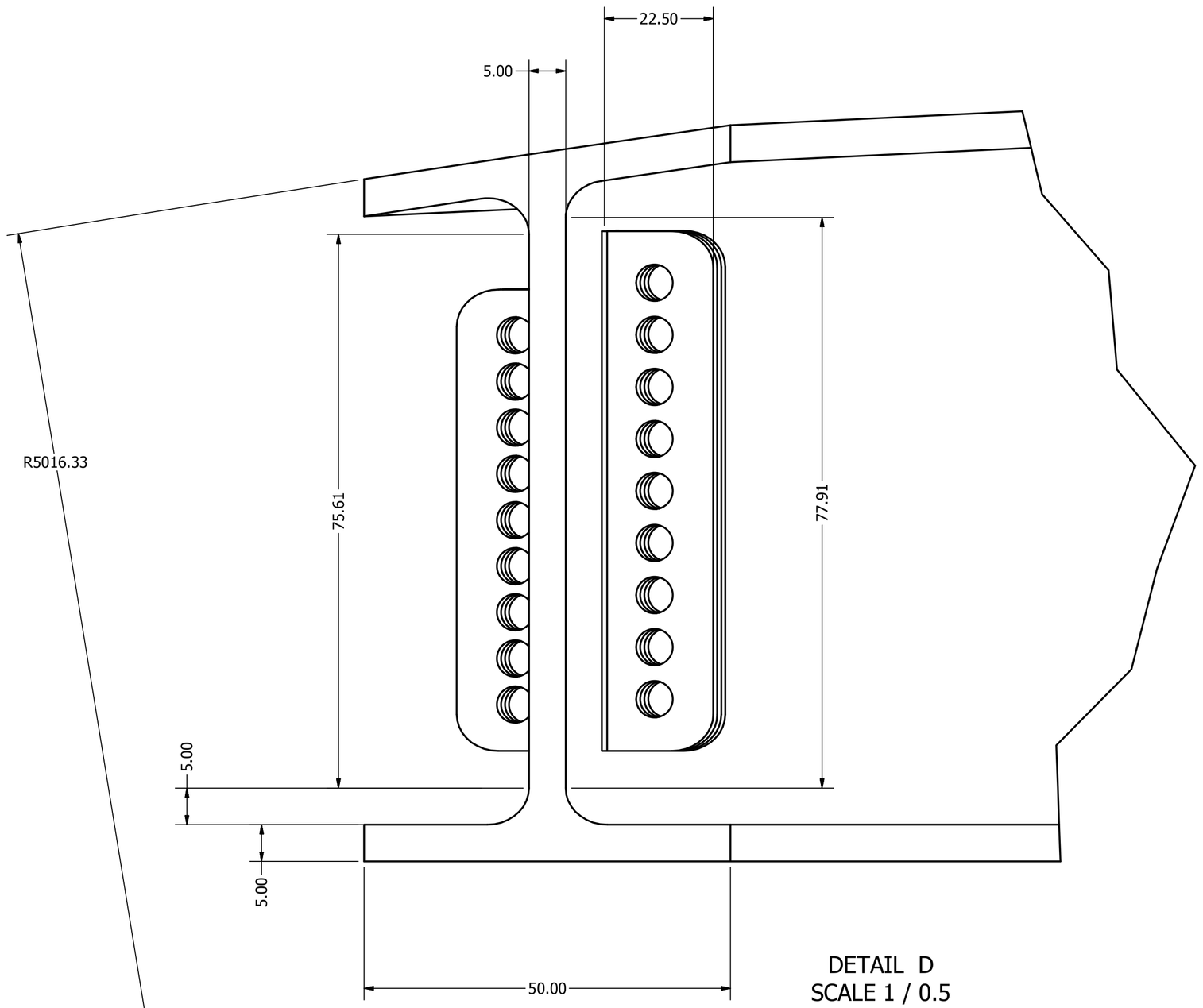


DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος	Rear Spar (Οπίσθια Διαμήκης Δοκός) Πλάγια Όψη από Δεξιά		
CHECKED	Σκιαθίτης Φίλιππος			
QA		TITLE		
MFG		Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)		
APPROVED				
		SIZE D	DWG NO 40	REV
		SCALE 1/8.5	SHEET 1 OF 1	

1 2 3 4 5 6 7 8

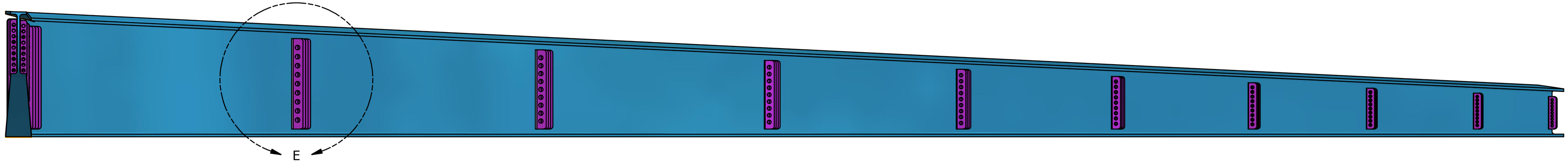
A B C D

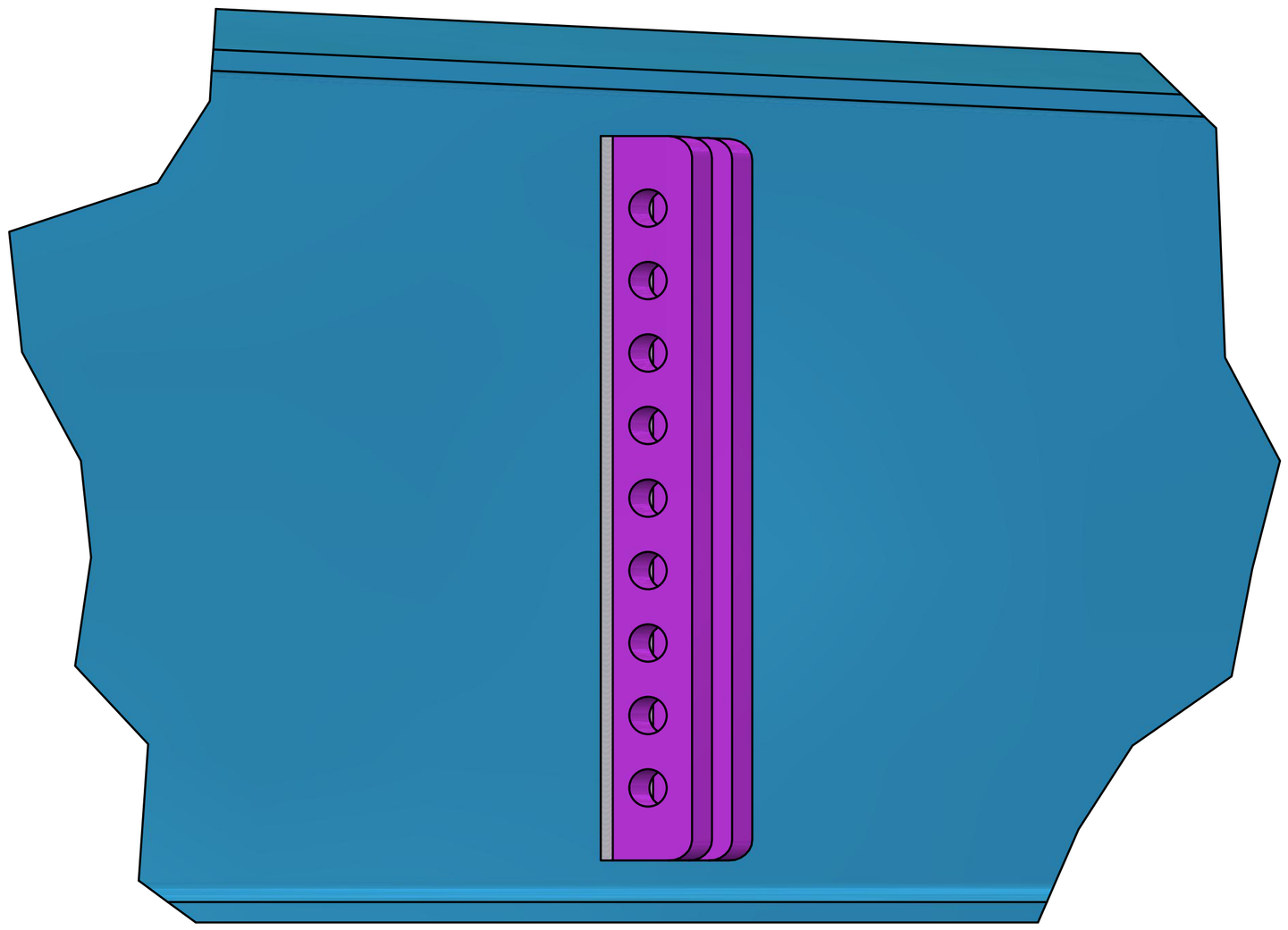




DETAIL D
SCALE 1 / 0.5

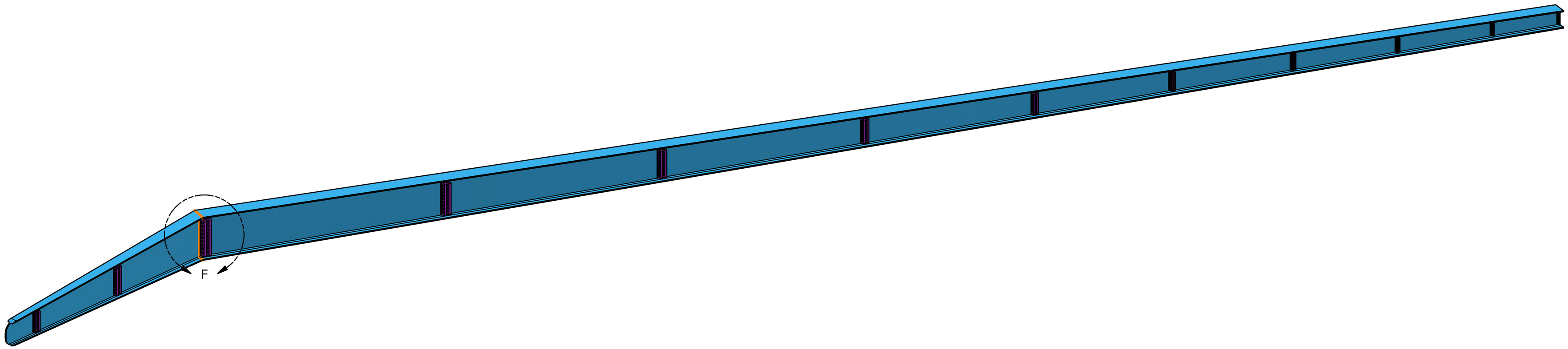
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rear Spar (Οπίσθια Διαμήκης Δοκός) Οπίσθια Όψη
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE
QA			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			SIZE D | DWG NO 30 | REV
			SCALE 1/4 | SHEET 1 OF 1

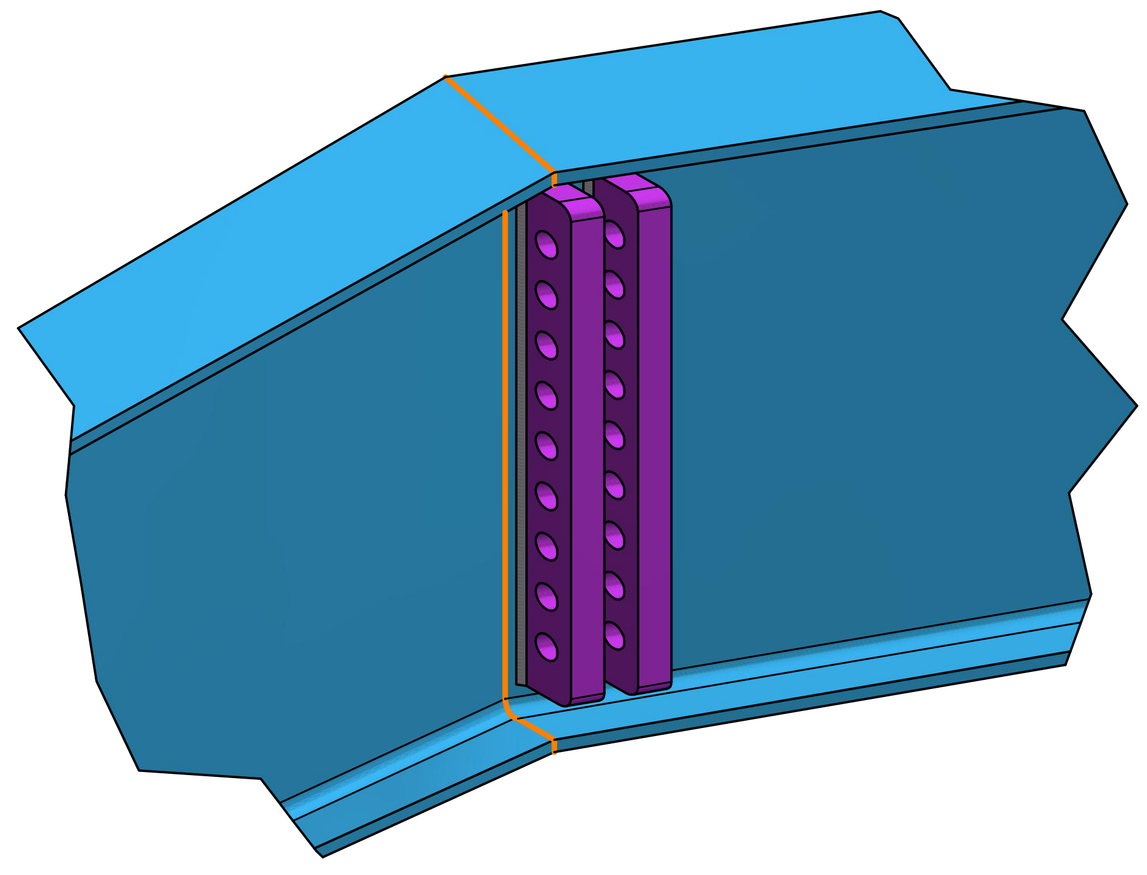




DETAIL E
SCALE 1 /1

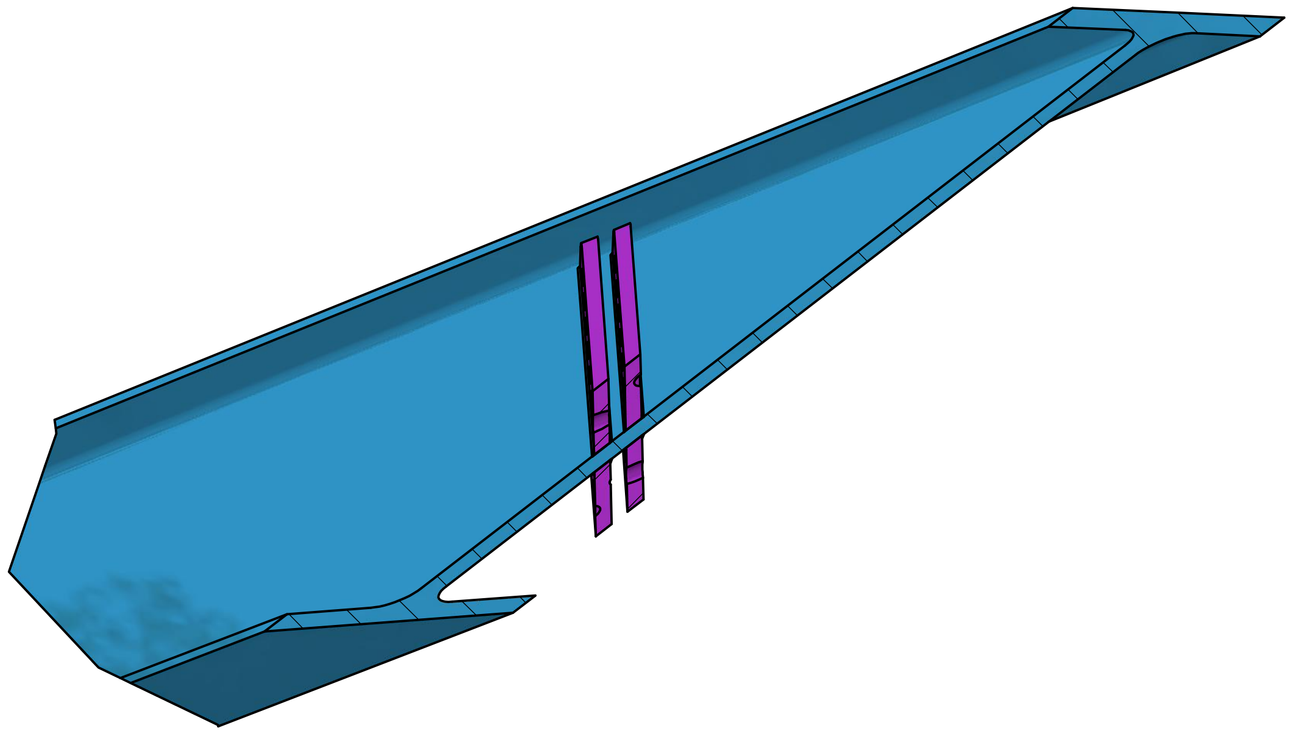
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rear Spar (Οπίσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 1
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			SIZE: D | DWG NO: 42 | REV
			SCALE: 1/4 | SHEET 1 OF 1



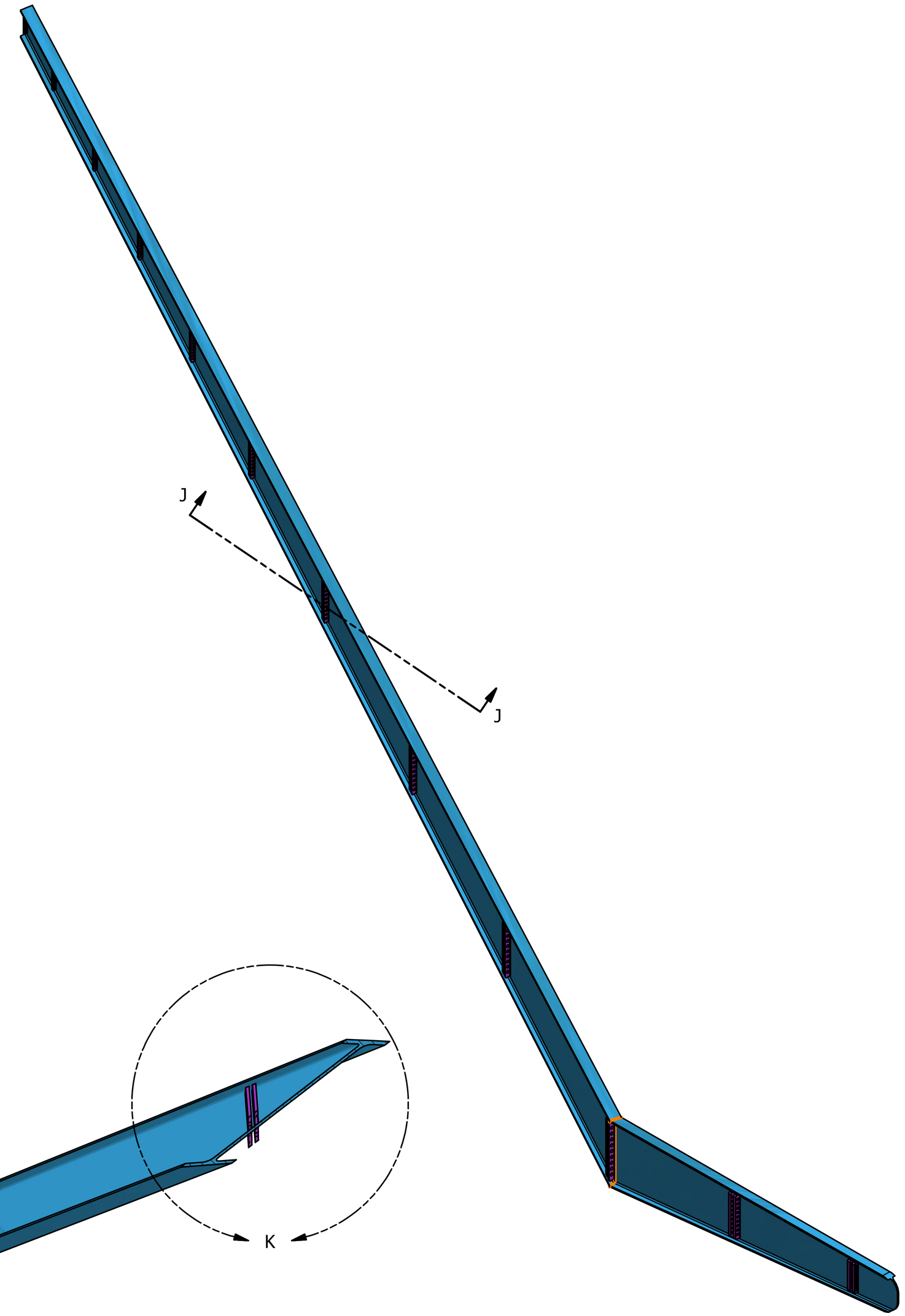


DETAIL F
SCALE 1/1.5

DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rear Spar (Οπίσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 2
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 43 · REV:
			SCALE: 1/9 · SHEET 1 OF 1



DETAIL K
SCALE 1 / 2

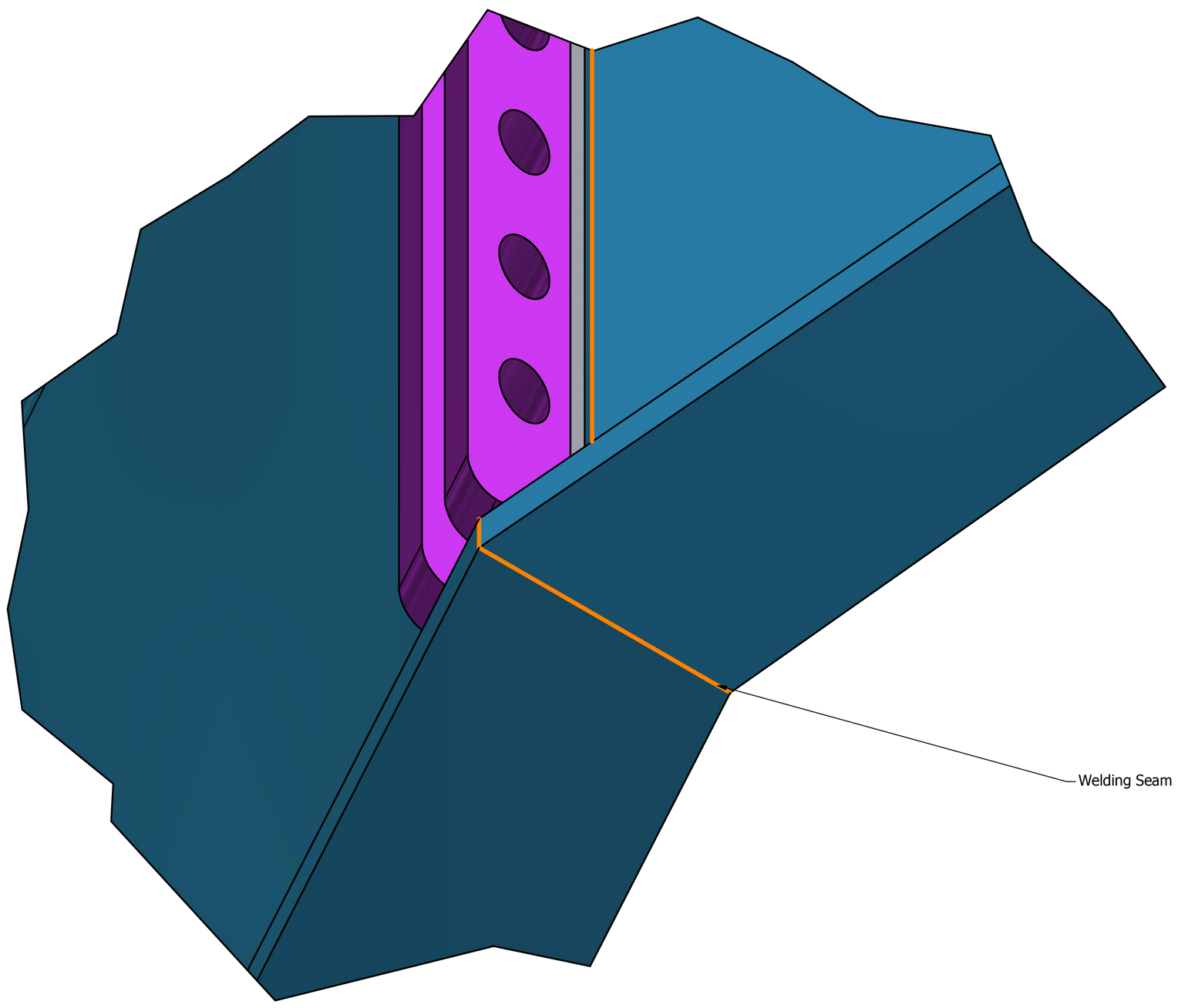


SECTION J-J
SCALE 1/6

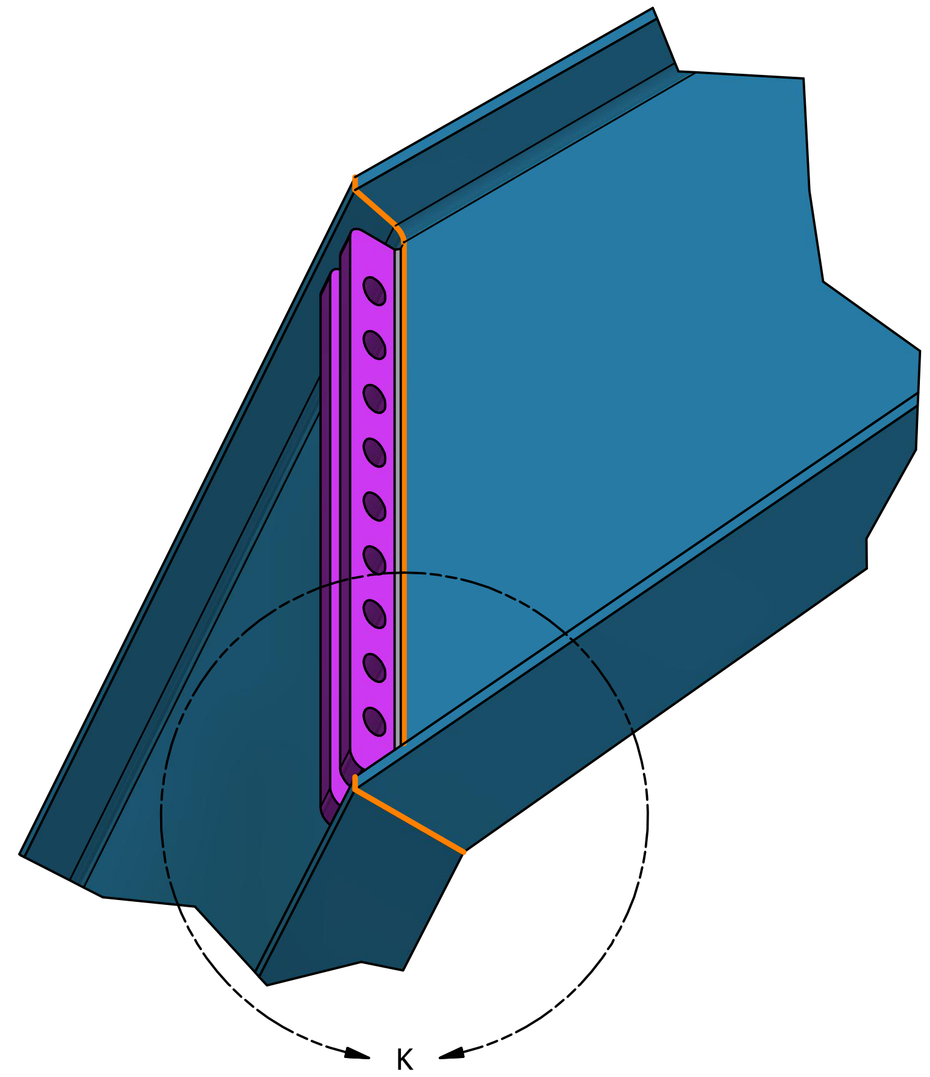
DRAWN	Κατρακιας Γεώργιος		Rear Spar (Οπίσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 3
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 44 · REV:
			SCALE: 1/8.5 · SHEET 1 OF 1



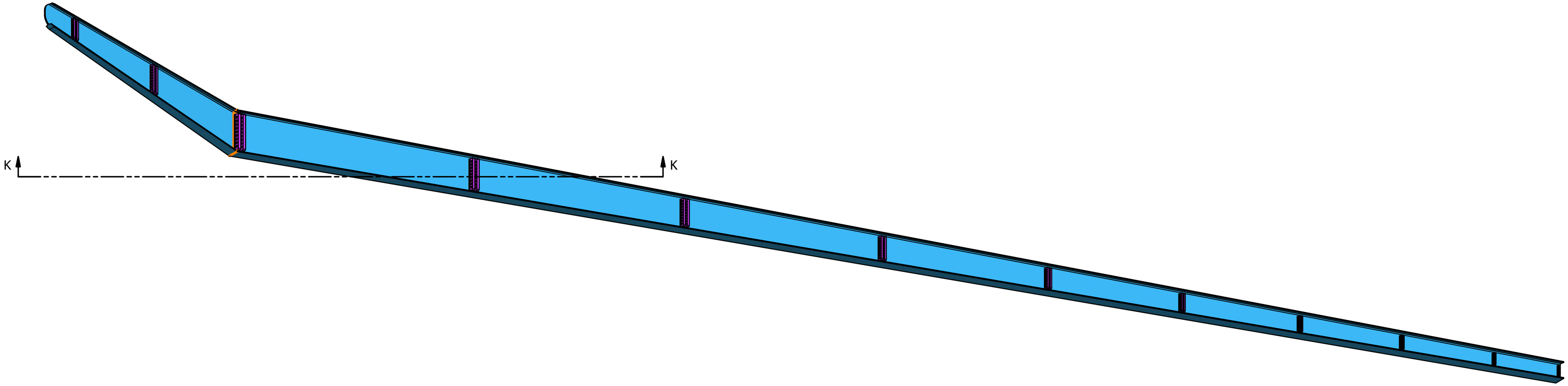
DETAIL J
SCALE 1/1.5

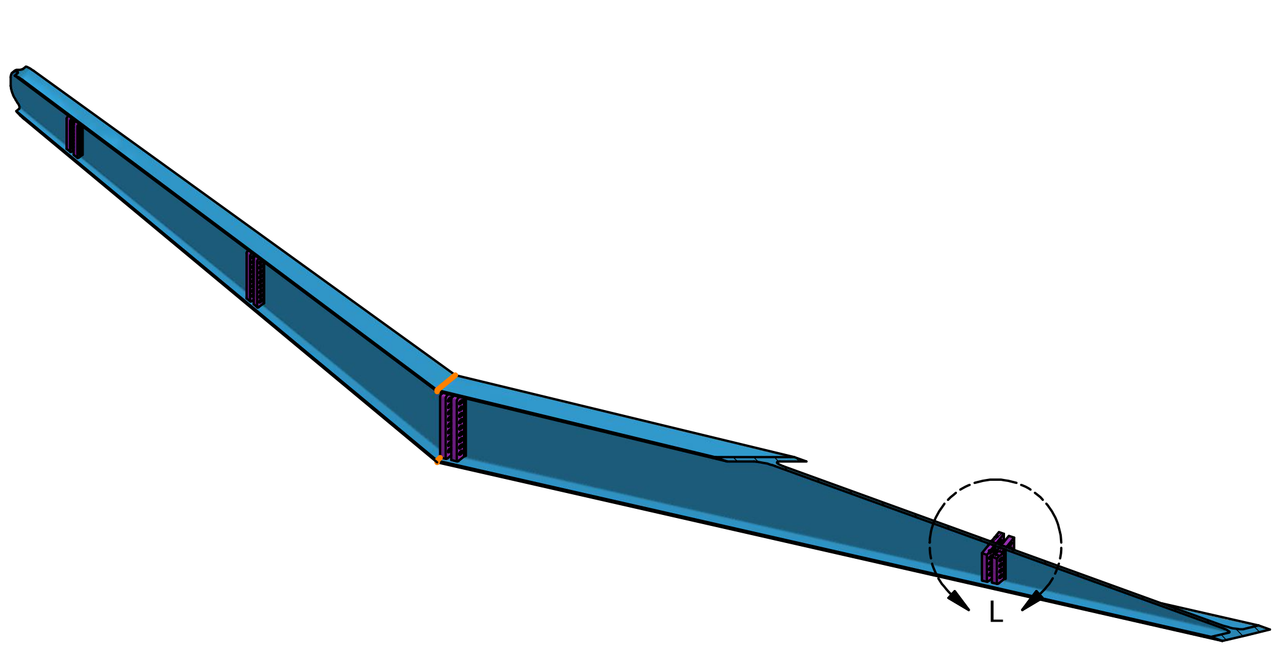


DETAIL K
SCALE 1/0.5

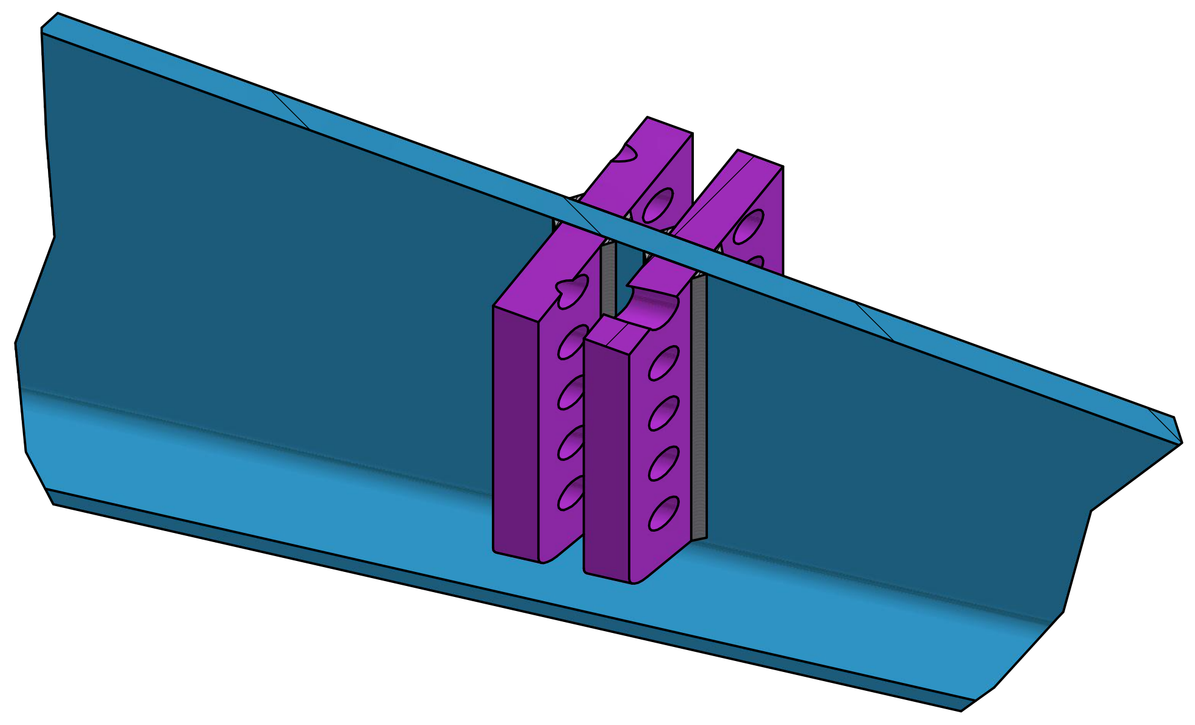


DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rear Spar (Οπίσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 4
CHECKED	Σκιττιδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 45 · REV:
			SCALE: 1/9 · SHEET 1 OF 1



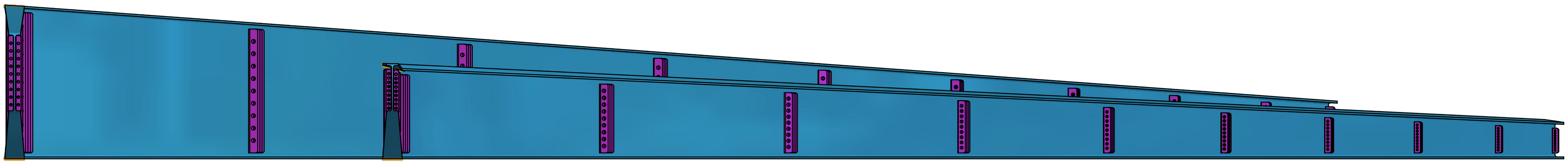


SECTION K-K
SCALE 1/9

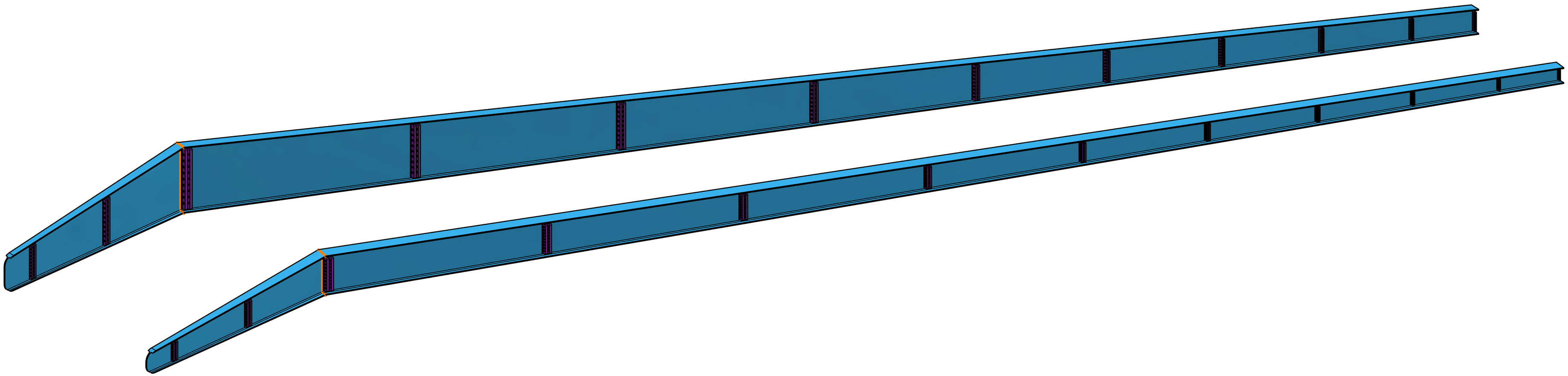


DETAIL L
SCALE 1/1

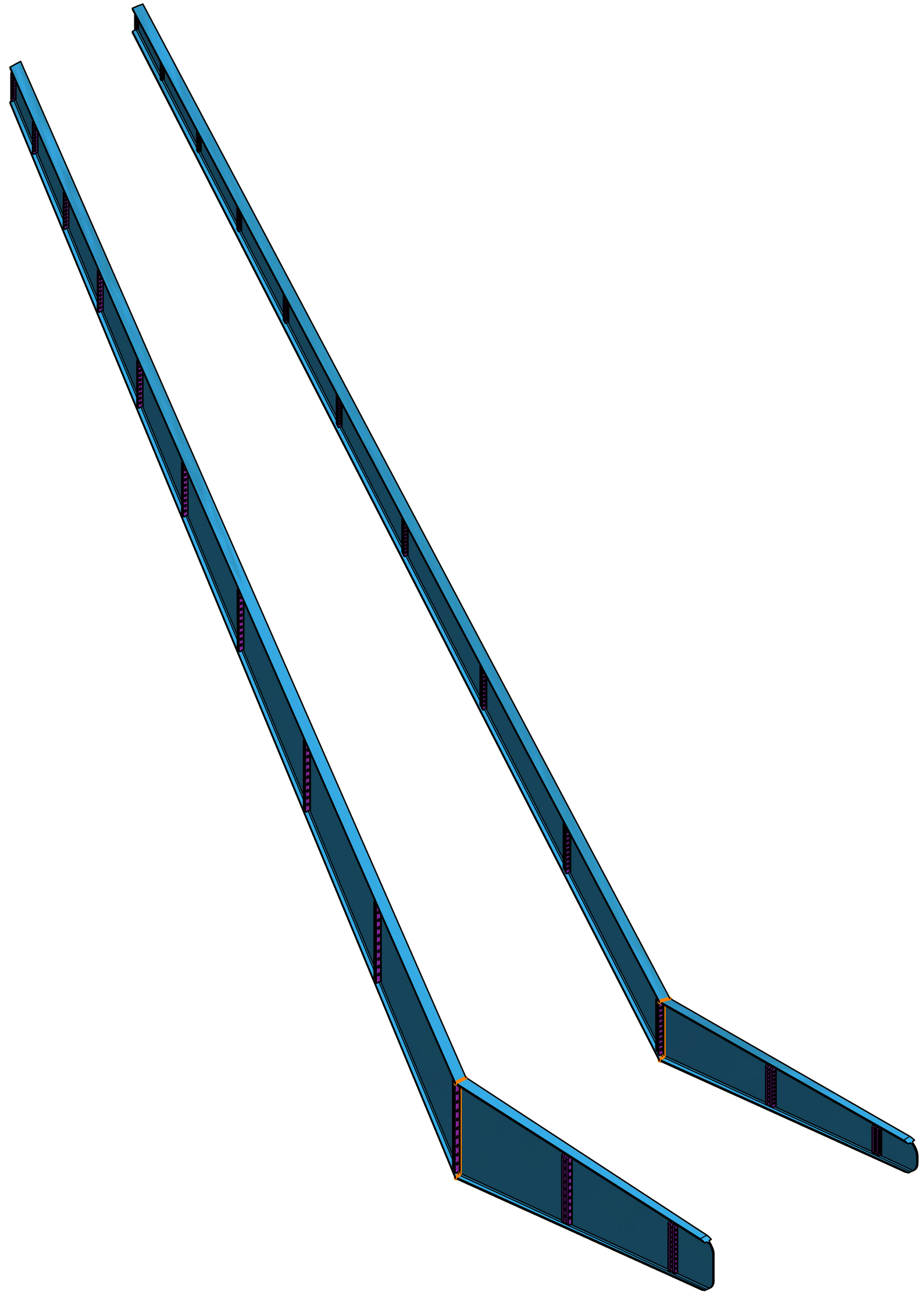
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rear Spar (Οπίσθια Διαμήκης Δοκός) Solid 5
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE: D	DWG NO: 46 — REV
		SCALE: 1/9	SHEET 1 OF 1



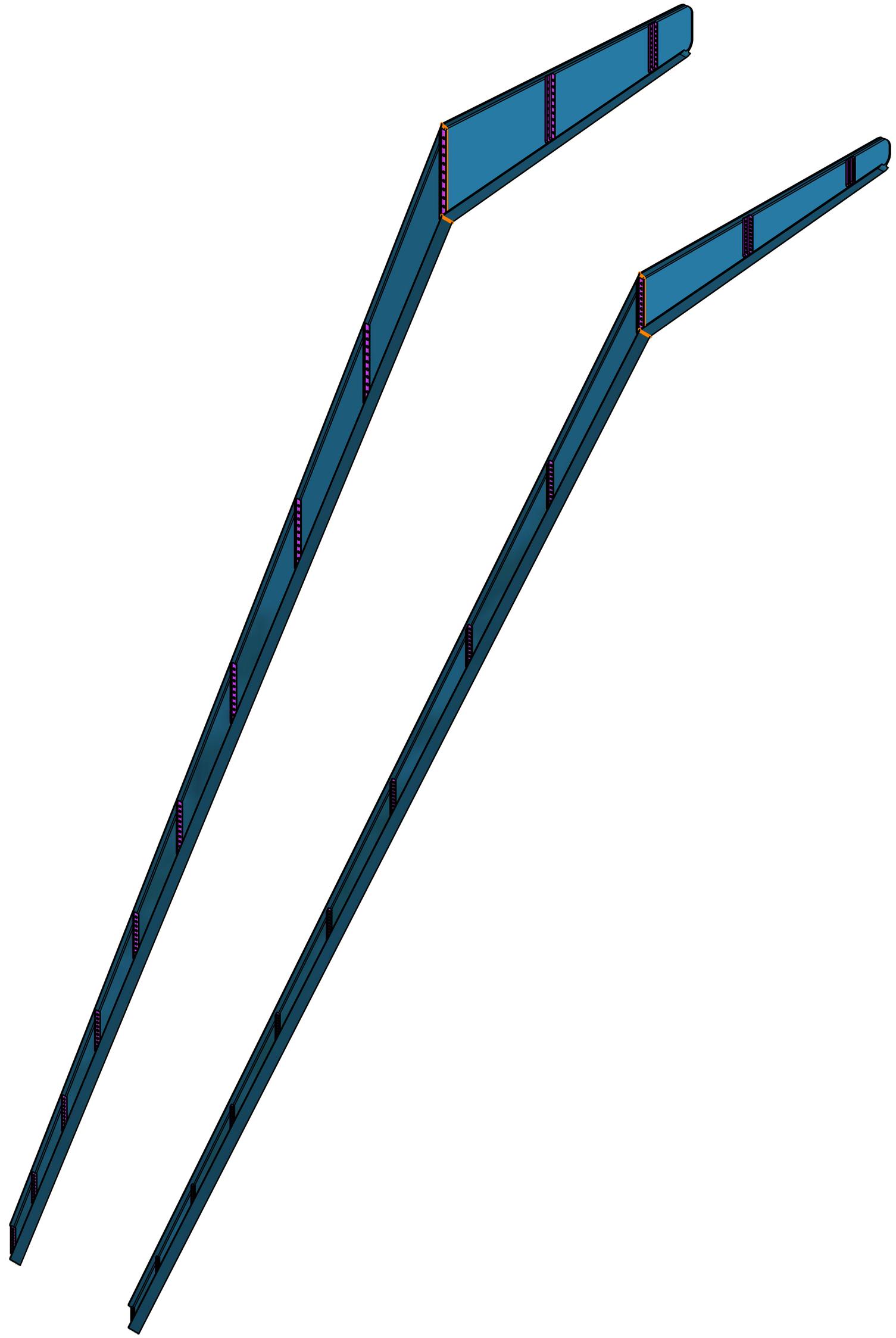
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Comparison of Front & Rear Spar (Σύγκριση Εμπρόσθιας & Οπίσθιας Διαμήκης Δοκού της Πτέρυγας) Solid 1
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 47 · REV:
			SCALE: 1/5 · SHEET 1 OF 1



DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Comparison of Front & Rear Spar (Σύγκριση Εμπρόσθιας & Οπίσθιας Διαμήκης Δοκού της Πτέρυγας) Solid 2
CHECKED	Σκιπτίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			SIZE: D; DWG NO: 48; REV:
			SCALE: 1/9.5; SHEET 1 OF 1



DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Comparison of Front & Rear Spar (Σύγκριση Εμπρόσθιας & Οπίσθιας Διαμήκης Δοκού της Πτέρυγας) Solid 3
CHECKED	Σκιττιδης Φιλήμων		TITLE
QA			Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			SIZE D | DWG NO 49 | REV
			SCALE 1/9 | SHEET 1 OF 1



DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Comparison of Front & Rear Spar (Σύγκριση Εμπρόσθιας & Οπίσθιας Διαμήκης Δοκού της Πτέρυγας) Solid 4
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D; DWG NO: 50; REV:
			SCALE: 1/9.5; SHEET 1 OF 1

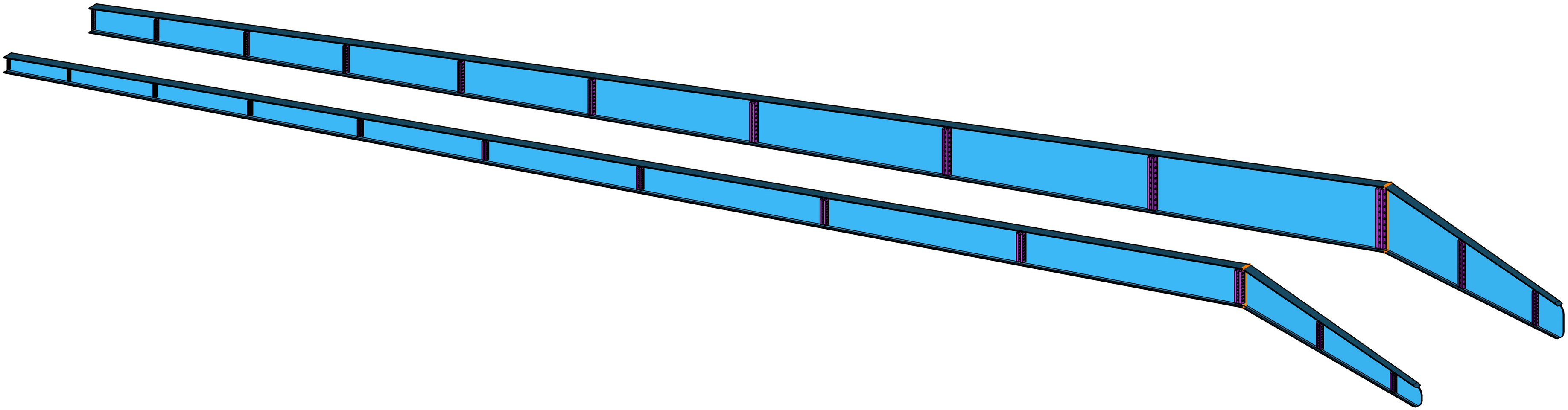
DRAWN	Κατραπίδης Γεώργιος		
CHECKED	Σκιαθίτης Φιλήμων		
QA			
MFG			
APPROVED			
		SIZE	DWG NO
		D	51
		SCALE	1/9.5
		SHEET 1 OF 1	

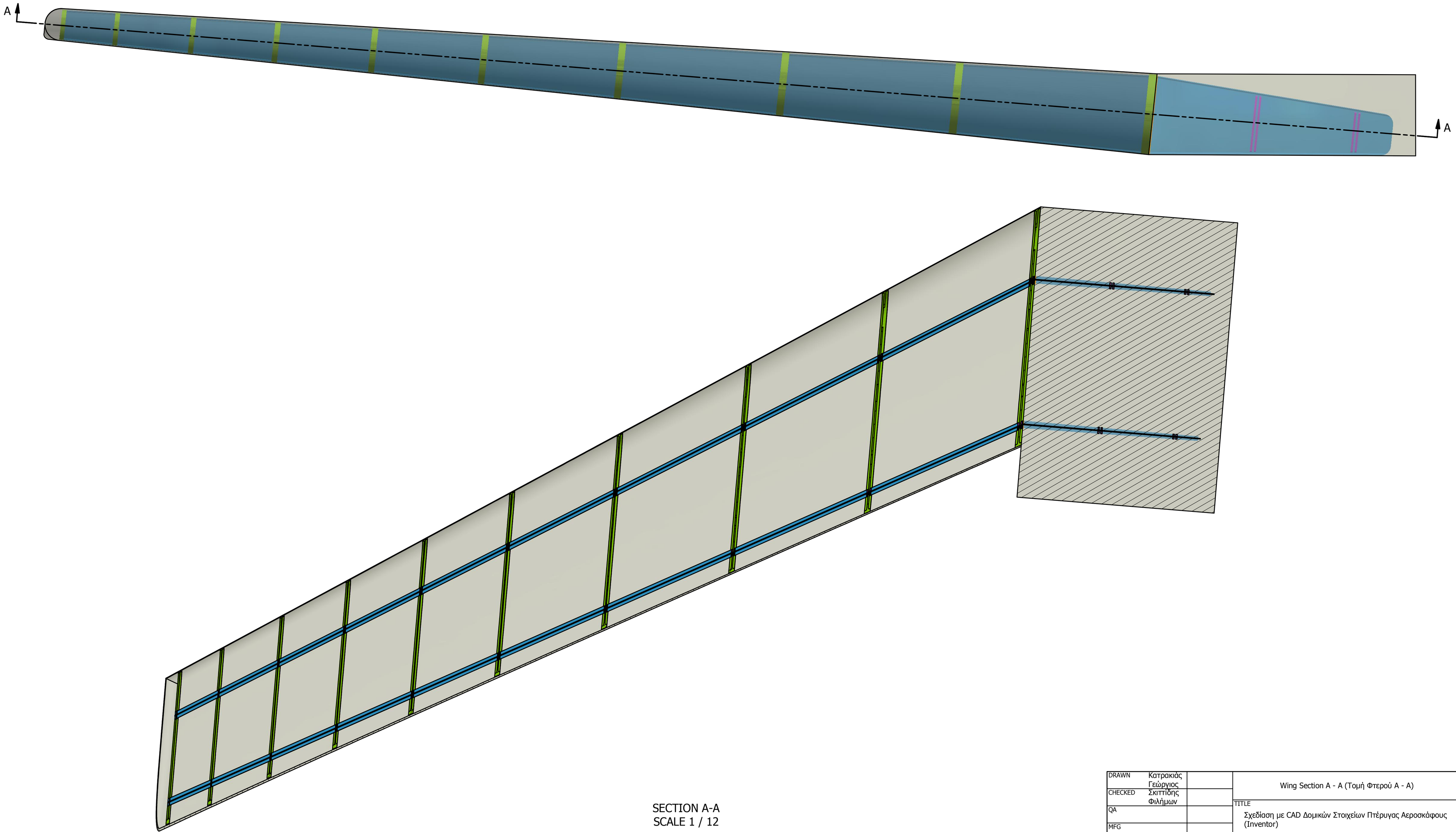
Comparison of Front & Rear Spar (Σύγκριση Εμπρόσθιας & Οπίσθιας Δοκού πτής Πτέρυγας) Solid 5

TITLE

Σχεδίαση με Cad Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)

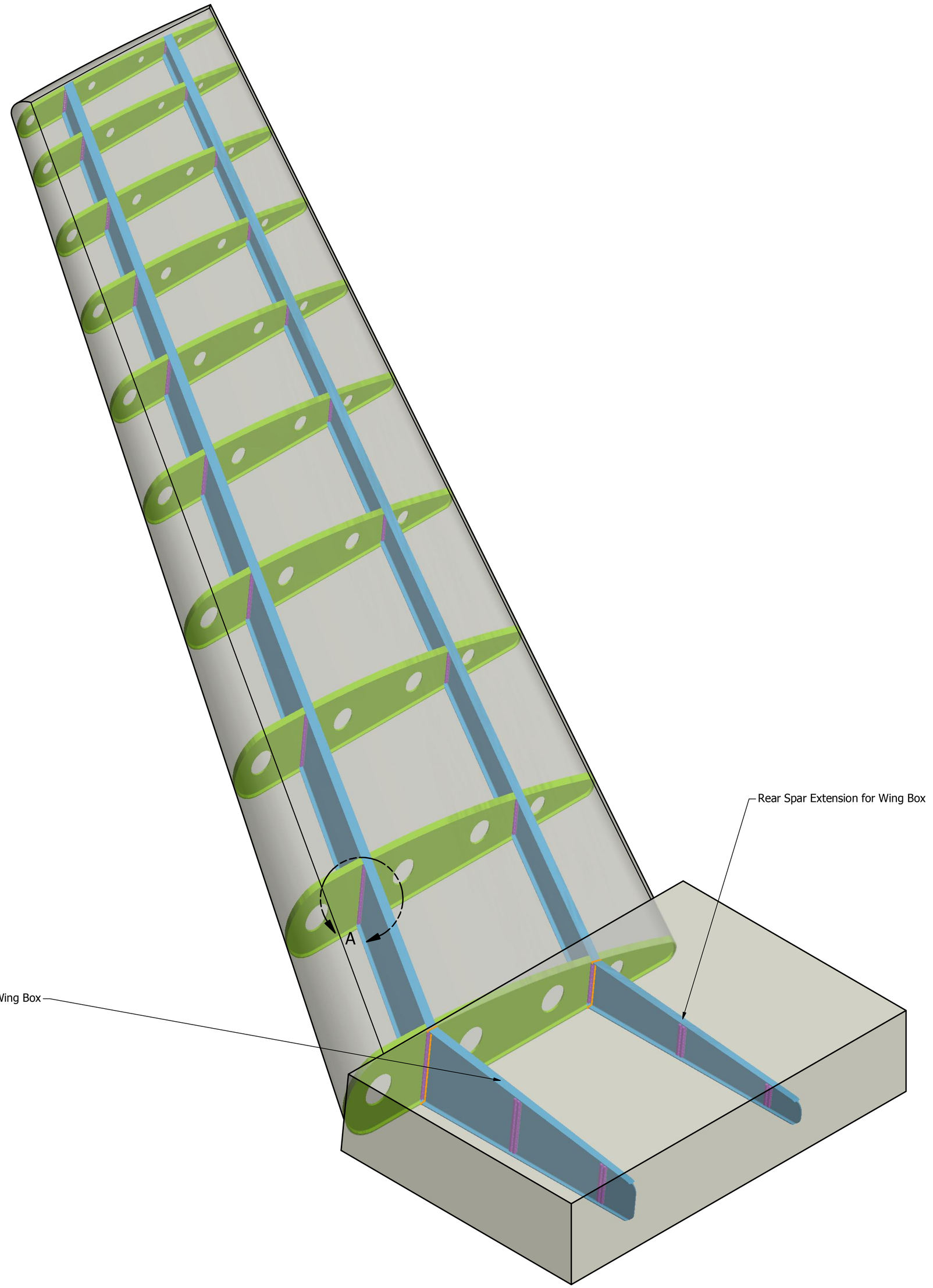
REV

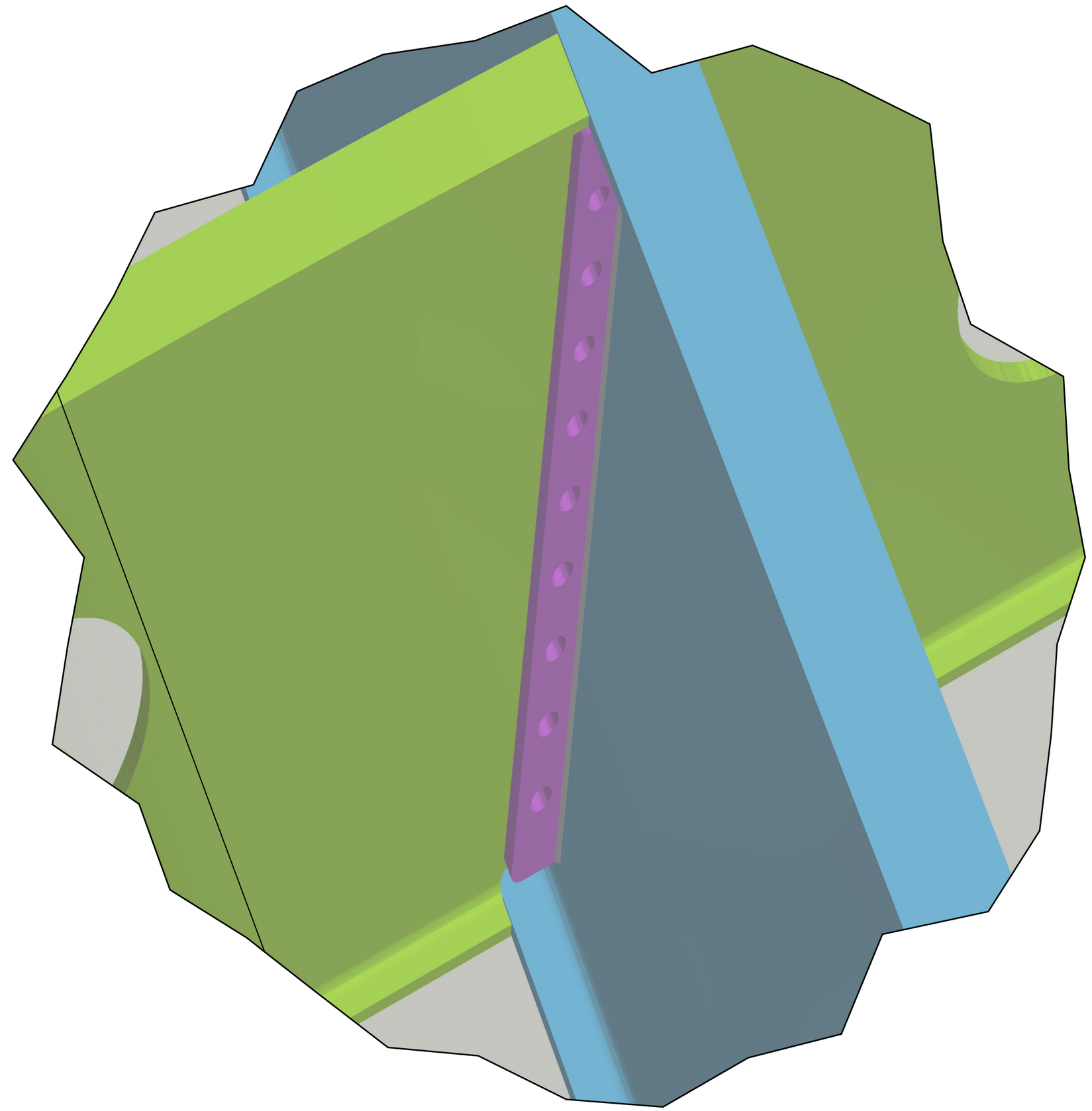




SECTION A-A
SCALE 1 / 12

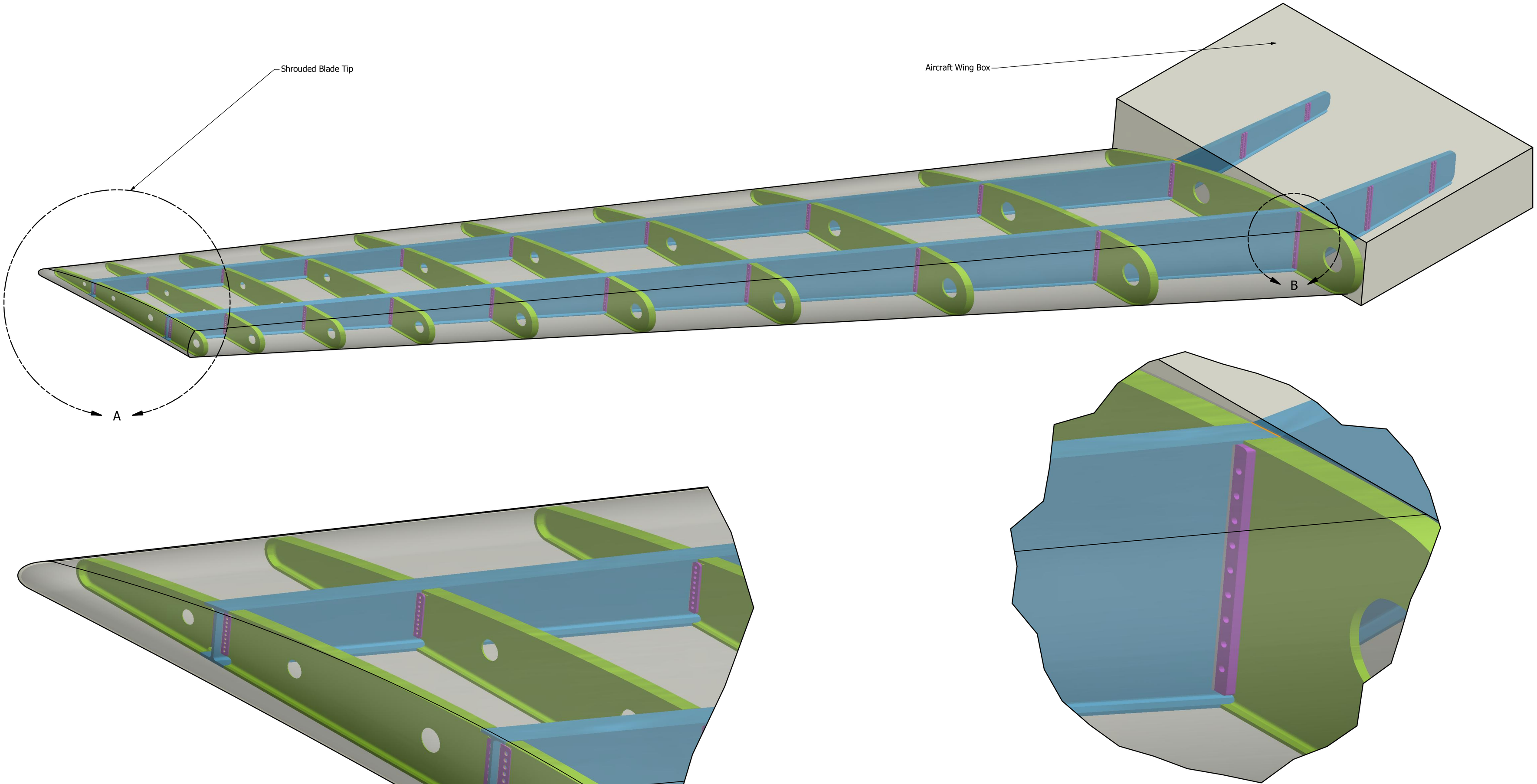
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Wing Section A - A (Τομή Φτερού A - A)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		
QA			TITLE: Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			SIZE: D | DWG NO: 52 | REV
			SCALE: 1 / 9 | SHEET 1 OF 1





DETAIL A
SCALE 1/1

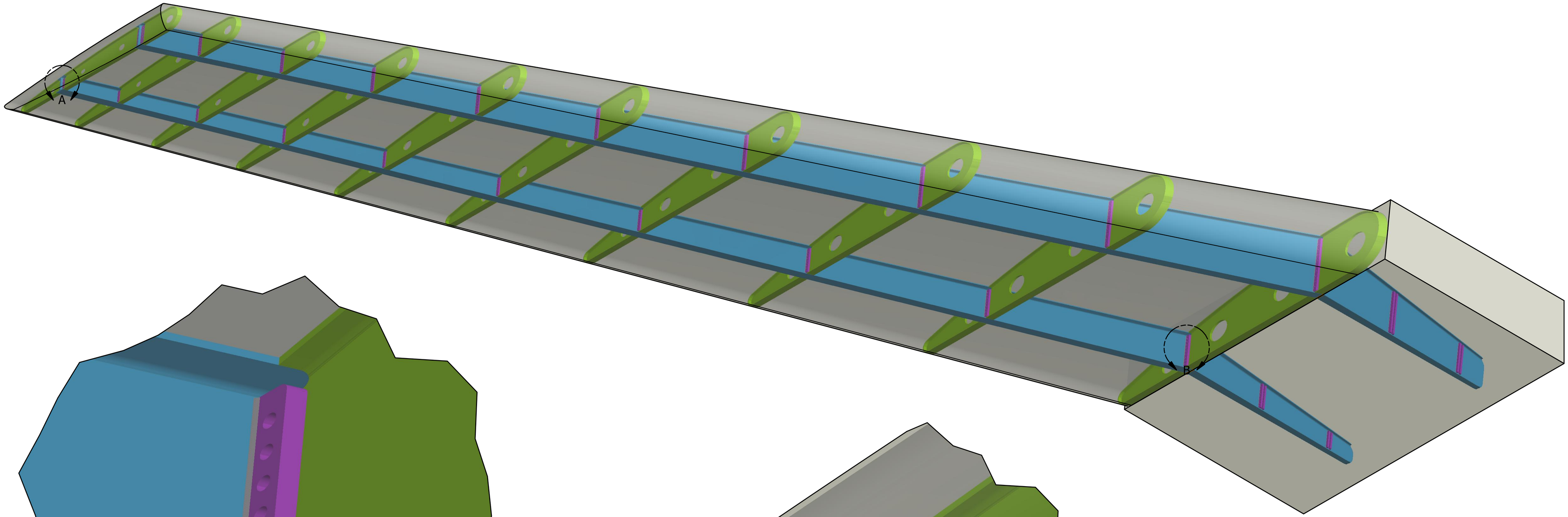
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Wing Construction with Aircraft Wing Box (Κατασκευή Φτερού με Wing Box Αεροσκάφους)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			SIZE D | DWG NO 53 | REV
			SCALE 1 / 11 | SHEET 1 OF 1

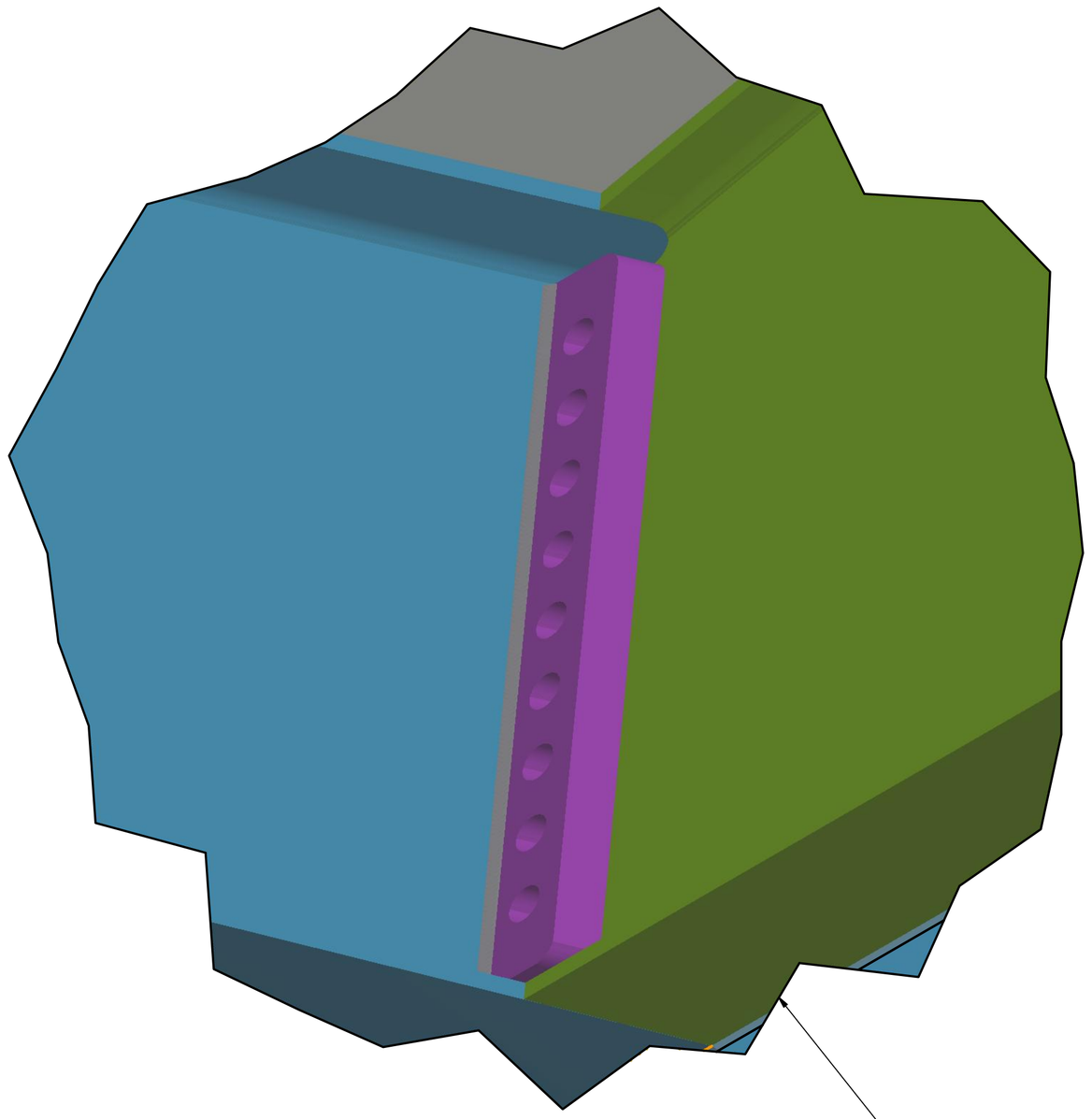


DETAIL A
SCALE 1/3

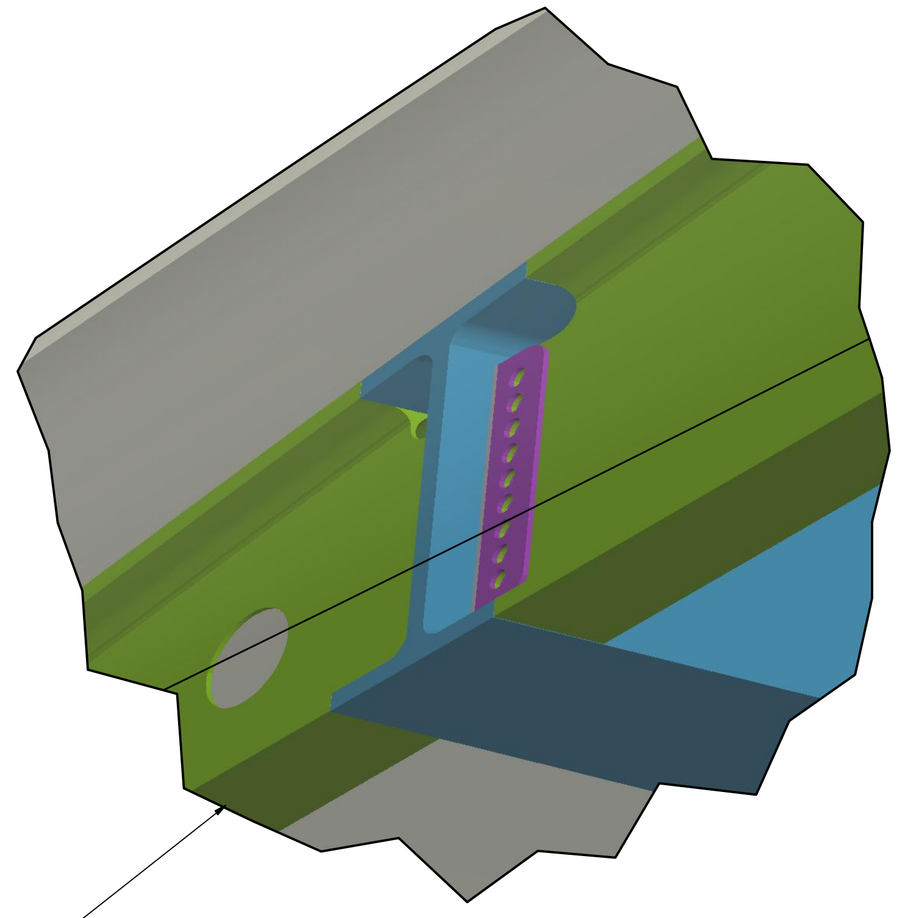
DETAIL B
SCALE 1/2.5

DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Shrouded Blade Tip (Περιβεβλημένο Άκρο Πτερυγίου)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE
QA			Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			
			SIZE D | DWG NO 54 | REV
			SCALE 1 / 11 | SHEET 1 OF 1



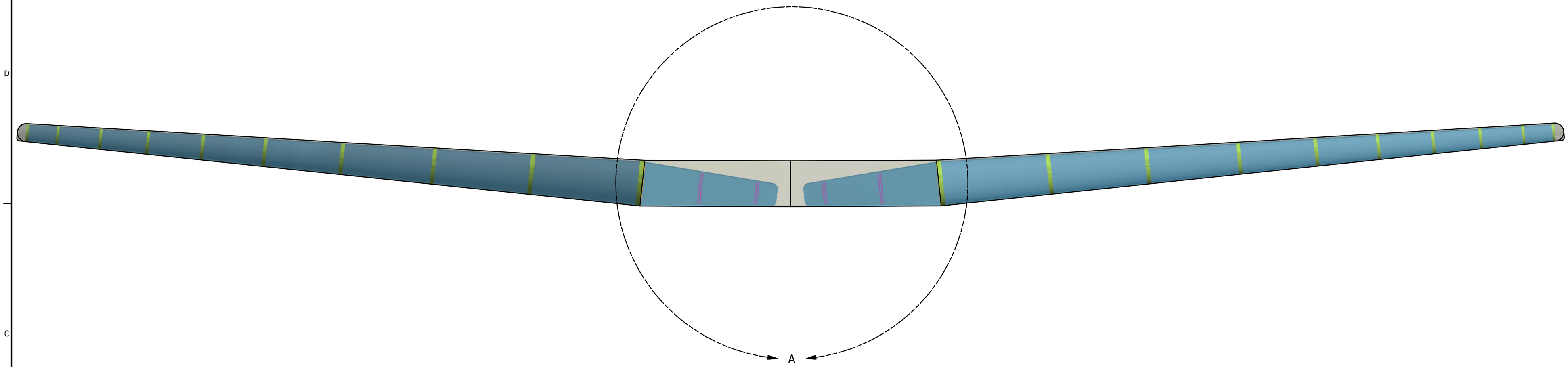


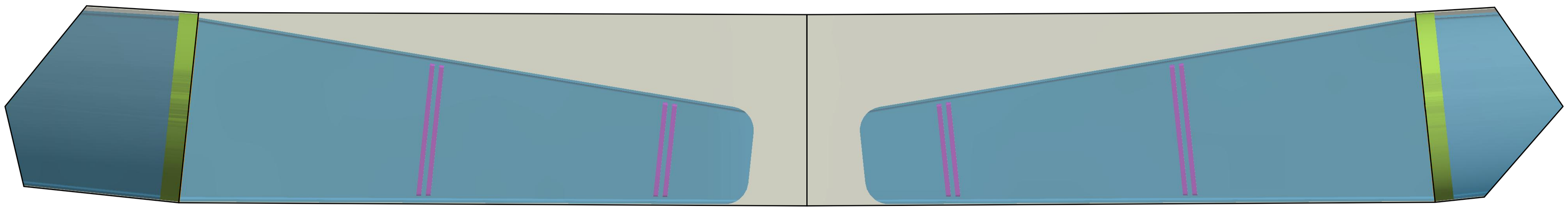
DETAIL B
SCALE 1/1



DETAIL A
SCALE 1 / 1

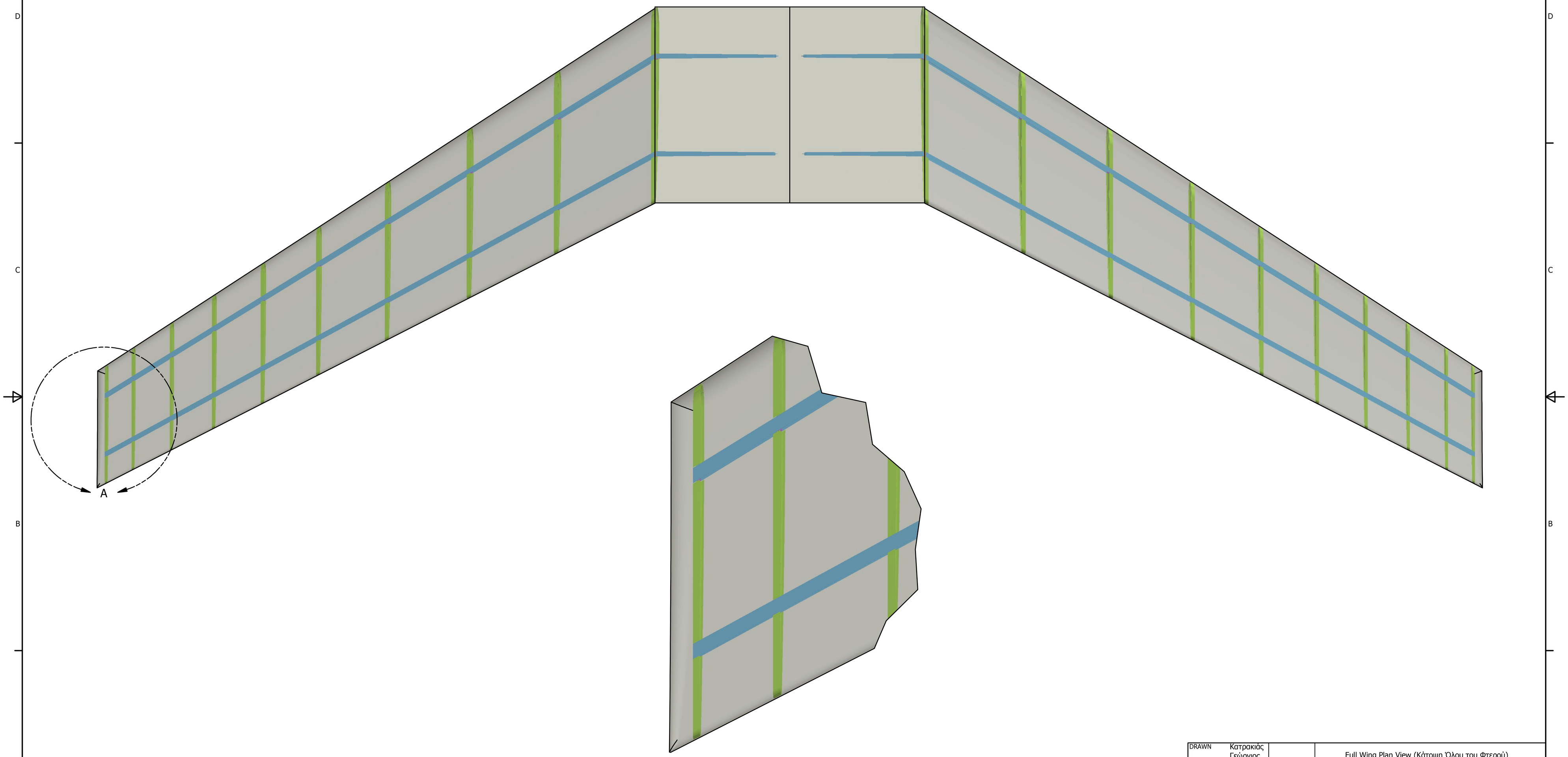
DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Rear Spar Tip & Rear Spar Root (Άκρη Οπίσθιας Διαμήκης Δοκού & Ρίζα Οπίσθιας Διαμήκης Δοκού)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			SIZE: D; DWG NO: 55; REV:
			SCALE: 1 / 10; SHEET 1 OF 1





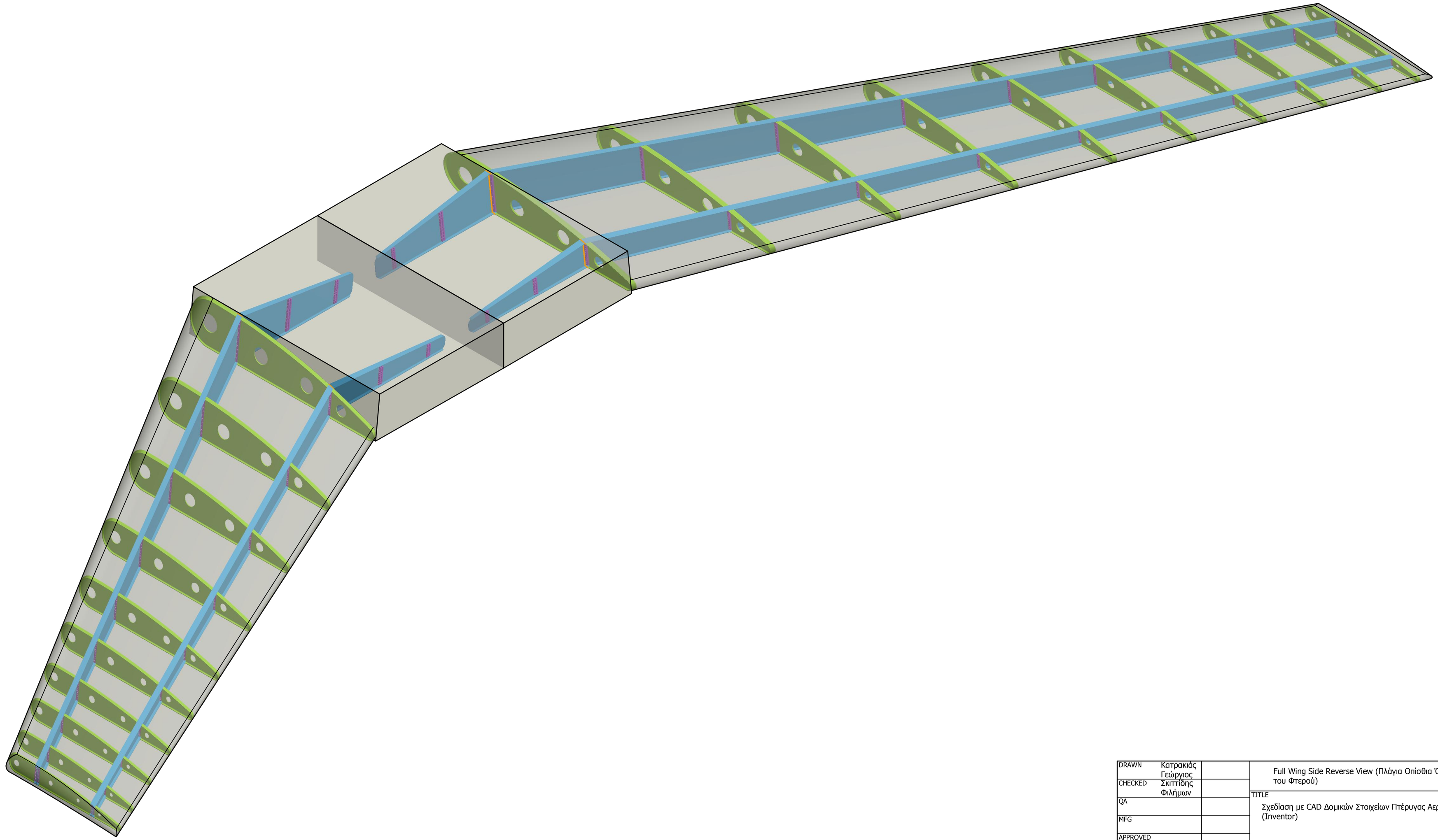
DETAIL A
SCALE 1/5

DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Full Wing Side View (Πλάγια Όψη Όλου του Φτερού)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE
QA			Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
MFG			
APPROVED			SIZE D | DWG NO 56 | REV
			SCALE 1 / 16,5 | SHEET 1 OF 1



DETAIL A
SCALE 1 / 6

DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Full Wing Plan View (Κάτοψη Όλου του Φτερού)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 57 · REV:
			SCALE: 1 / 18 · SHEET 1 OF 1



DRAWN	Κατρακιάς Γεώργιος		Full Wing Side Reverse View (Πλάγια Οπίσθια Όψη Όλου του Φτερού)
CHECKED	Σκιττίδης Φιλήμων		TITLE: Σχεδίαση με CAD Δομικών Στοιχείων Πτέρυγας Αεροσκάφους (Inventor)
QA			
MFG			
APPROVED			
			SIZE: D · DWG NO: 58 · REV:
			SCALE: 1 / 14 · SHEET 1 OF 1

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. [Κανάκης Κ., 2012], Κανάκης Κώστας, *Σημειώσεις του μαθήματος Γενικές Τεχνικές Γνώσεις,* Ανεμολέσχη Αθηνών, 2012. http://www.anla.gr/greek/books/GenikesTechnikesGnoseis.pdf

2. [Αμοιράλης Ε., 2004], Αμοιράλης Ελευθέριος, *Ανάπτυξη λογισμικού για διεπιδραστική σχεδίαση και μελέτη αεροτομών*, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2004. https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwjMo9SmnNTJAhVF2SwKHWN6CWEQFggnMAI&url=http%3A%2F%2Fdias.library.tuc.gr%2Fview%2Fmanf%2F24574&usg=AFQjCNFmea4LmJ3PI-XPhf0Wz45adgjP5g&bvm=bv.109395566,d.bGg&cad=rja

3. [Mary McMahon, 2015], http://www.wisegeek.com/what-is-a-wingbox.htm

4. [Sadraey M., 2013], Sadraey Mohammad, *Wing Design*, Daniel Webster College, 2013