

**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ  
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΑΕΡΟΠΤΕΡΥΓΑΣ F-35 (INVENTOR) ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ  
ΑΕΡΟΤΟΜΩΝ ΣΕ CNC ΜΕ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ  
UIUC AIRFOIL DATA SITE»**

Σαμοΐλης Θ. Κωνσταντίνος

Κίνας Μ. Λουκάς

Κολιάτσης Ν. Αναστάσιος

Επιβλέπων

Δρ. Φιλήμων Σκιττίδης

Καθ. Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ.

Αιγάλεω, 2016

## 1. Ευχαριστίες

Με την περάτωση της πτυχιακής εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα Καθηγητή Δρ. Φιλήμων Σκιτιδίδη, ο οποίος ήταν πλήρως κατατοπιστικός και μας έδωσε τη δυνατότητα να εκπονήσουμε την πτυχιακή μας εργασία στο συγκεκριμένο επιστημονικό τομέα. Επίσης, τον ευχαριστούμε για την βοήθεια που μας προσέφερε στην επίλυση κάποιων λεπτομερειών καθώς και για τις γνώσεις & συμβουλές που μας παρείχε κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Θα θέλαμε ακόμη να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας, οι οποίες μας στήριξαν σε όλη την διάρκεια των σπουδών μας με τους τρόπους τους, παρέχοντάς μας τη συμπαράσταση και την βοήθεια τους όπου μπορούσαν.

Τέλος, ευχαριστούμε ιδιαίτρος όλους όσους στάθηκαν δίπλα μας και έκαναν την ζωή μέσα στο Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ. μια υπέροχη εμπειρία.

## 2. Περίληψη

Το θέμα της πτυχιακής εργασίας είναι κατασκευή αεροτομών Naca 65 και Naca 64 με CNC τεχνολογία και σχεδιασμός της πτέρυγας αεροσκάφους F-35 όπου περιλαμβάνει την σχεδίαση των διαμήκεις δοκών (spar) , των εγκάρσιων νευρώσεων (ribs) και του εξωτερικού κέλυφους (skin) με το πρόγραμμα «Inventor» σε συμπαγή μορφή, αλλά και σε μηχανολογικό σχέδιο. Στο πρώτο μέρος της πτυχιακής μας εισάγαμε τις τιμές για όλα τα είδη αεροτομών Naca 64 και Naca 65 (31 αεροτομές) και των αντίστοιχων σχεδιαγραμμάτων τους από τη βάση δεδομένων UIUC Airfoils Data Site. Μετά την επεξεργασία τους δημιουργήσαμε διαγράμματα των αεροτομών υπό κλίμακα, τα οποία περάσαμε στο πρόγραμμα του μηχανήματος CNC και κατασκευάσαμε μοντέλα και των 31 αεροτομών . Στην συνέχεια στο δεύτερο μέρος της πτυχιακής σύμφωνα με στοιχεία που βρήκαμε από την ιστοσελίδα Aerospaceweb και λόγω του ότι δεν υπάρχουν τα ακριβή σχέδια αεροτομών για πολεμικά αεροσκάφη επιλέξαμε την αεροτομή Naca64-206 μια (1) από τις τριανταμία (31) αεροτομές του πρώτου μέρους της πτυχιακής μας η οποία ήταν πιο κοντά στα στοιχεία που βρήκαμε και κατόπιν υπολογισμών σχεδιάσαμε στο πρόγραμμα Inventor την πτέρυγα του F-35 με τις διαμήκεις δοκούς (spar) , τις εγκάρσιες νευρώσεις (ribs) και το εξωτερικό κέλυφος (skin) .

Λέξεις κλειδιά: αεροτομή, πτέρυγα, χορδή ρίζας, χορδή άκρης, Inventor, CNC

### 3. Περιεχόμενα

#### Πίνακας περιεχομένων

1. Ευχαριστίες.....	2
2. Περίληψη.....	3
3. Περιεχόμενα.....	4
4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΘΕΩΡΙΑ ΑΕΡΟΤΟΜΩΝ.....	10
1. 1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΟΤΟΜΩΝ.....	10
2. 1.2 Η ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ.....	14
5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΘΕΩΡΙΑ ΠΤΕΡΥΓΑΣ.....	18
1. 2.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά πτέρυγας.....	18
2. 2.2 Δομή πτέρυγας.....	19
6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΑΕΡΟΤΟΜΕΣ NACA 64 & 65.....	20
1. 3.1 Naca 64A-010 10%.....	20
1. 3.1.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	20
2. 3.1.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	22
3. 3.1.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 23	
2. 3.2 Naca 64A210.....	24
1. 3.2.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	24
2. 3.2.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	25
3. 3.2.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 25	
3. 3.3 Naca 64A410.....	26
1. 3.3.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	26
2. 3.3.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	27
3. 3.3.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 27	
4. 3.4 Naca 6412.....	28
1. 3.4.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	28
2. 3.4.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	29
3. 3.4.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 30	
5. 3.5 Naca 64-206.....	31
1. 3.5.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	31
2. 3.5.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	32
3. 3.5.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 32	
6. 3.6 Naca 64-208.....	33
1. 3.6.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	33

2.	3.6.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	34
3.	3.6.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 34	
7.	3.7Naca 64-209 .....	35
1.	3.7.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	35
2.	3.7.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	36
3.	3.7.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 36	
8.	3.8Naca 64-210 .....	37
1.	3.8.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	37
2.	3.8.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	38
3.	3.8.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 38	
9.	3.9Naca 64(1)-112.....	39
1.	3.9.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	39
2.	3.9.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	40
3.	3.9.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 40	
10.	3.10Naca 64(2)-215.....	41
1.	3.10.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	41
2.	3.10.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	42
3.	3.10.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 42	
11.	3.11Naca 64(2)-415.....	43
1.	3.11.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	43
2.	3.11.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	44
3.	3.11.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 44	
12.	3.12Naca 64(3)-218.....	45
1.	3.12.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	45
2.	3.12.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	46
3.	3.12.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 46	
13.	3.13Naca 64(3)-418.....	47
1.	3.13.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	47
2.	3.13.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	48
3.	3.13.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 48	
14.	3.14Naca 64(3)-618.....	49
1.	3.14.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	49
2.	3.14.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	50

3.	3.14.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC	
	50	
15.	3.15 Naca 64(4)-221.....	51
1.	3.15.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	51
2.	3.15.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	52
3.	3.15.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC	
	52	
16.	3.16 Naca 64(4)-421.....	53
1.	3.16.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	53
2.	3.16.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	54
3.	3.16.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC	
	54	
17.	3.17 Naca 65-206.....	55
1.	3.17.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	55
2.	3.17.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	56
3.	3.17.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC	
	56	
18.	3.18 Naca 65-209.....	57
1.	3.18.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	57
2.	3.18.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	58
3.	3.18.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC	
	58	
19.	3.19 Naca 65-210.....	59
1.	3.19.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	59
2.	3.19.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	60
3.	3.19.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC	
	60	
20.	3.20 Naca 65-410.....	61
1.	3.20.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	61
2.	3.20.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	62
3.	3.20.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC	
	62	
21.	3.21 Naca 65(1)-212.....	63
1.	3.21.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	63
2.	3.21.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	64
3.	3.21.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC	
	64	
22.	3.22 Naca 65(1)-212 a=0.6.....	65
1.	3.22.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	65
2.	3.22.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	66
3.	3.22.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC	
	66	

23.	3.23 Naca 65(1)-412.....	67
1.	3.23.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	67
2.	3.23.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	68
3.	3.23.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 68	
24.	3.24 Naca 65(2)-215.....	69
1.	3.24.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	69
2.	3.24.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	70
3.	3.24.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 70	
25.	3.25 Naca 65(2)-415.....	71
1.	3.25.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	71
2.	3.25.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	72
3.	3.25.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 72	
26.	3.26 Naca 65(2)-415 a=0.5.....	73
1.	3.26.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	73
2.	3.26.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	74
3.	3.26.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 74	
27.	3.27 Naca 65(3)-218.....	75
1.	3.27.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	75
2.	3.27.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	76
3.	3.27.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 76	
28.	3.28 Naca 65(3)-618.....	77
1.	3.28.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	77
2.	3.28.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	78
3.	3.27.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 78	
29.	3.29 Naca 65(4)-221.....	79
1.	3.29.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	79
2.	3.29.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	80
3.	3.29.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 80	
30.	3.30 Naca 65(4)-421.....	81
1.	3.30.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	81
2.	3.30.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	82
3.	3.30.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 82	
31.	3.31 Naca 65(4)-421 a=0.5.....	83
1.	3.31.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ.....	83

2.	3.31.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ .....	84
3.	3.31.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC 84	
32.	3.32 ΣΧΕΔΙΟ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΕΡΟΤΟΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ CNC.....	85
33.	3.33 ΕΙΚΟΝΕΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ CNC ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ .....	86
1.	3.33.1 Μηχάνημα εκτύπωσης των ονομάτων των αεροτομών. ....	86
2.	3.33.2 Μηχάνημα κοπής CNC των αεροτομών. ....	88
7.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΠΤΕΡΥΓΑ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ F-35.....	92
1.	4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΙΑ ΤΟ F-35.....	92
2.	4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΠΤΕΡΥΓΑΣ.....	93
1.	4.2.1 ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ F-35 .....	99
2.	4.2.2 ΣΥΓΚΡΥΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΟ ΜΑΣ .....	99
3.	4.2.3 ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΩΜΑΤΙΩΝ ..	100
4.	4.2.4 ΣΧΕΔΙΟ PART LIST ΤΩΝ ΚΩΜΑΤΙΩΝ ΤΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ .....	105
5.	4.2.5 ΣΧΕΔΙΟ PART LIST ΤΩΝ ΚΩΜΑΤΙΩΝ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ FLAP.....	106
3.	4.3 ΣΧΕΔΙΑ ΚΩΜΑΤΙΩΝ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ SKIN .....	107
1.	4.3.1 PART RIB 1 (R1A).....	107
2.	4.3.2 PART RIB 1 (R1B).....	109
3.	4.3.3 PART RIB 2 (R2A).....	111
4.	4.3.4 PART RIB 2 (R2B).....	113
5.	4.3.5 PART RIB 3 (R3A).....	115
6.	4.3.6 PART RIB 3 (R3B).....	117
7.	4.3.7 PART RIB 4 (R4A).....	119
8.	4.3.8 PART RIB 4 (R4B).....	121
9.	4.3.9 PART RIB 5 (R5A).....	123
10.	4.3.10 PART RIB 5 (R5B).....	125
11.	4.3.11 PART RIB 6 (R6A).....	127
12.	4.3.12 PART RIB 6 (R6B).....	129
13.	4.3.13 PART RIB 7 (R7A).....	131
14.	4.3.14 PART RIB 7 (R7B).....	133
15.	4.3.15 PART RIB 8 (R8A).....	135
16.	4.3.16 PART RIB 8 (R8B).....	137
17.	4.3.17 PART RIB 9 (R9A).....	139
18.	4.3.18 PART RIB 9 (R9B).....	141
19.	4.3.19 PART RIB 10 (R10A).....	143
20.	4.3.20 PART RIB 10 (R10B).....	145
21.	4.3.21 PART SPAR 1 (S1A).....	147
22.	4.3.22 PART SPAR 1 (S1B).....	149
23.	4.3.23 PART SPAR 2 (S2A).....	151



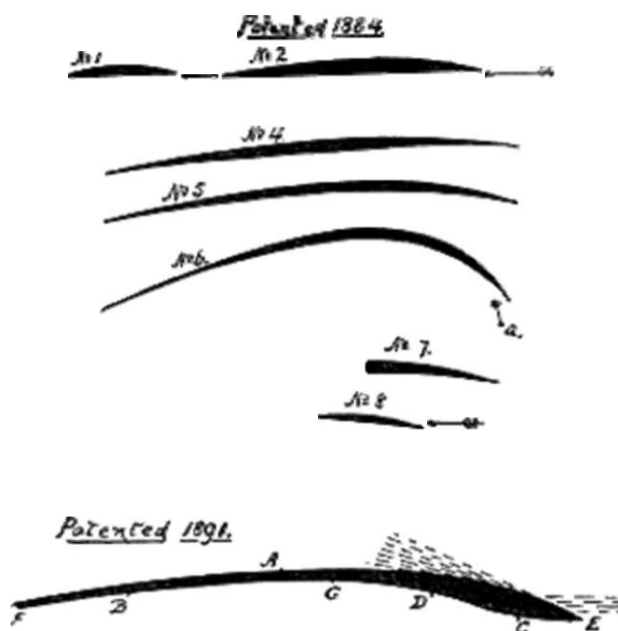
24.	4.3.24 PART SPAR 2 (S2B) .....	153
25.	4.3.25 PART SPAR 3 (S3A) .....	155
26.	4.3.26 PART SPAR 3 (S3B) .....	157
27.	4.3.27 PART SPAR 4 (S4A) .....	159
28.	4.3.28 PART SPAR 4 (S4B) .....	161
29.	4.3.29 PART SPAR 5 (S5A) .....	163
30.	4.3.30 PART SPAR 5 (S5B) .....	165
31.	4.3.31 PART SPAR 6 (S6A) .....	167
32.	4.3.32 PART SPAR 6 (S6B) .....	169
33.	4.3.33 PART TURBINE 1 (TR1).....	171
34.	4.3.34 PART FLAP (FA).....	173
35.	4.3.35 PART FLAP (FB).....	175
36.	4.3.36 PART BODY (B).....	177
37.	4.3.37 PART BODY 1 (B1).....	179
38.	4.3.38 PART BODY 2 (B2).....	181
39.	4.3.39 PART BODY 3 (B3).....	183
40.	4.3.40 PART BODY 4 (B4).....	185
41.	4.3.41 PART BODY 5 (B5).....	187
42.	4.3.42 PART BODY 6 (B6).....	189
43.	4.3.43 PART BODY RIP (BR1A).....	191
44.	4.3.44 PART BODY RIP (BR1B).....	193
45.	4.3.45 PART BODY RIP (BR2A).....	195
46.	4.3.46 PART BODY RIP (BR2B).....	197
47.	4.3.47 PART BODY RIP (BR3A).....	199
48.	4.3.48 PART BODY RIP (BR3B).....	201
49.	4.3.49 PART BODY RIP (BR4A).....	203
50.	4.3.50 PART BODY RIP (BR4B).....	205
51.	4.3.51 PART BODY RIP (BR5A).....	207
52.	4.3.52 PART BODY RIP (BR5B).....	209
53.	4.3.53 ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ SKIN.....	211
8.	Βιβλιογραφία .....	214

## 4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΘΕΩΡΙΑ ΑΕΡΟΤΟΜΩΝ

### 1. 1.1 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΑΕΡΟΤΟΜΩΝ

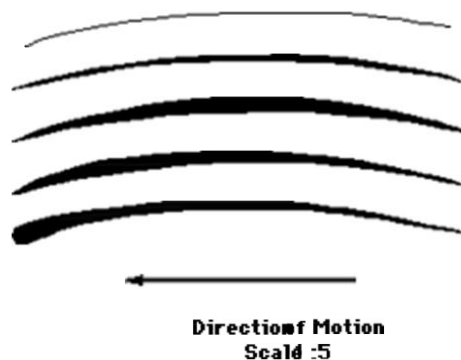
Η πιο πρόωρη σοβαρή εργασία για την ανάπτυξη αεροτομών άρχισε στο τέλος του 1800 [Anderson, 1989], [desktopaero, 2003]. Εκείνη την εποχή ήταν γνωστό ότι επίπεδες λαμαρίνες παρήγαγαν άνωση όταν τοποθετηθούν υπό γωνία θα προς την κατεύθυνση του ανέμου. Μερικοί όμως υποψιάστηκαν ότι η μορφή των επιπέδων λαμαρινών έπρεπε να είναι με καμπύλες, οι οποίες θα έμοιαζαν περισσότερο με τα φτερά πουλιών και θα παρήγαγαν περισσότερη άνωση. Ο H.F. Phillips κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας μια σειρά μορφών αεροτομών το 1884, μετά από εξέταση τους σε μια από τις πιο πρόωρες αεροσήραγγες.

Ο Octave Chanute γράφει το 1893, “... φαίνεται πολύ επιθυμητό να γίνουν περισσότερα επιστημονικά πειράματα σε αμφίκυρτες επιφάνειες διαφόρων μορφών, διότι δεν είναι δυνατόν η επιτυχία ή η αποτυχία μιας προτεινόμενης ιταμένης μηχανής να μην εξαρτάται από την επίδραση στήριξης μιας ατράκτου και μιας επιφάνειας με καμπύλες, κατάλληλη για να αποδώσει το μέγιστο βαθμό άνωσης” [desktopaero, 2003].



Σχήμα 1.8: Παλιές αεροτομές [Anderson, 1989] [desktopaero, 2003].

Την ίδια περίπου περίοδο ο Otto Lilienthal είχε παρόμοιες ιδέες. Μετά από προσεκτικές μετρήσεις στο σχήμα των φτερών των πουλιών, εξέτασε κάποιες αεροτομές, οι οποίες φαίνονται στο σχήμα 1.9 [Lilienthal, 1894]. Ο Otto Lilienthal πίστευε ότι το κλειδί για την επιτυχή πτήση ήταν η κυρτότητα των φτερών. Πειραματίστηκε επίσης με διαφορετικές ακτίνες καμπυλότητας στο χείλος προσβολής και διαφορετικές διανομές πάχους. Ακόμη, πίστευε ότι για να υπάρχει εξέλιξη θα έπρεπε ο σχεδιαστής να έχει και την εμπειρία πιλότου και να μην παρατηρεί μόνο από το έδαφος.



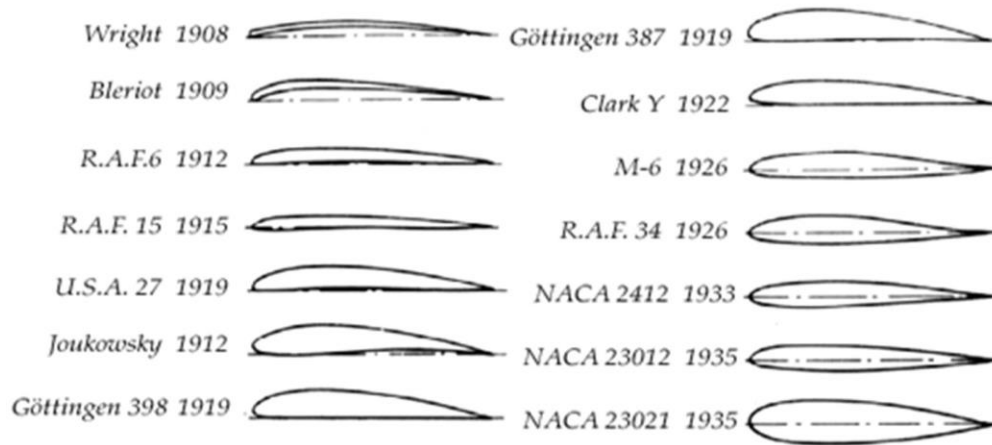
Σχήμα 1.9: Διαφορετικές αεροτομές του Lilienthal [Anderson, 1989] [desktopaero, 2003].

Οι μελέτες, τα σχέδια και τα πειράματα του, βοήθησαν πολύ την αεροναυπηγική και ιδιαίτερα τους αδερφούς Wright, για να κατασκευάσουν τα πρώτα αεροπλάνα. Οι αεροτομές που χρησιμοποιήθηκαν από τους αδερφούς Wright έμοιαζαν πολύ με αυτές του Lilienthal: λεπτές και ιδιαίτερα καμπυλόγραμμες. Αυτό πιθανώς να προέκυψε επειδή οι πρόωρες δοκιμές αεροτομών έγιναν σε μικρές αεροσήραγγες με εξαιρετικά χαμηλό αριθμό Reynolds, όπου τέτοιες αεροτομές συμπεριφέρονται πολύ καλύτερα από παχύτερες.

Όμως, η λανθασμένη πεποίθηση ότι οι αποδοτικές αεροτομές έπρεπε να είναι λεπτές με μεγάλη καμπυλότητα ήταν ένας λόγος για τον οποίο μερικά από τα πρώτα αεροπλάνα ήταν δίπλανα. Κατά τη διάρκεια όμως της επόμενης δεκαετίας η χρήση τέτοιων τμημάτων μειωνόταν βαθμιαία.

Ένα ευρύ φάσμα των πρώτων αεροτομών αναπτύχθηκε βασισμένο αρχικά στη μέθοδο δοκιμής και σφάλματος. Μερικές από τις πιο πετυχημένες αεροτομές, όπως Clark Y και Gottingen 398, χρησιμοποιήθηκαν ως βάση για μια οικογένεια αεροτομών που εξετάστηκαν από τη NACA στις αρχές της δεκαετίας του '20.

ΠΗΓΗ : <http://dias.library.tuc.gr/view/24574> ΣΕΛ.15



Σχήμα 1.10: Αεροτομές NACA [desktopaero, 2003].

Το 1939, ο Eastman Jacobs στη NACA στο Langley, σχεδίασε και εξέτασε τις πρώτες αεροτομές στρωτής ροής. Αυτές οι αεροτομές είχαν εξαιρετικά χαμηλή αντίσταση, ενώ η αεροτομή που απεικονίζεται στο σχήμα 1.11 επιτυγχάνει λόγο άνωσης προς αντίσταση ίσο με 300.



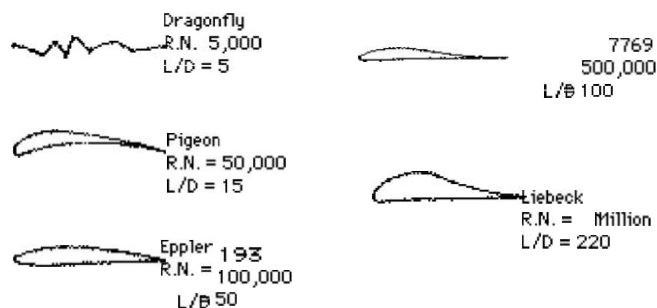
Σχήμα 1.11: Αεροτομή Jacobs [desktopaero,2003].

Μία σύγχρονη αεροτομή στρωτής ροής, που χρησιμοποιούταν από ανεμόπτερα, απεικονίζεται στο σχήμα 1.12. Οι αεροτομές στρωτής ροής δεν έχουν ακόμη βρει ευρεία εφαρμογή, αν και παρουσιάζουν πολύ καλά χαρακτηριστικά αντίστασης, ενώ η έρευνα στο συγκεκριμένο αντικείμενο συνεχίζεται.



Σχήμα 1.12: Αεροτομή ανεμοπτερου [desktopaero,2003].

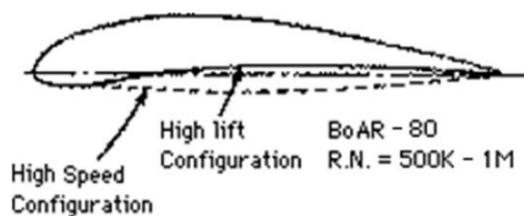
Ένας από τους λόγους που οι σύγχρονες αεροτομές φαίνονται να διαφέρουν μεταξύ τους είναι επειδή οι συνθήκες ροής και οι σχεδιαστικοί στόχοι αλλάζουν από εφαρμογή σε εφαρμογή. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται μερικές αεροτομές σχεδιασμένες για χαμηλούς αριθμούς Reynolds.



Σχήμα 1.13: Μερικοί τύποι αεροτομών για χαμηλούς αριθμούς Reynolds [desktpaero,2003].

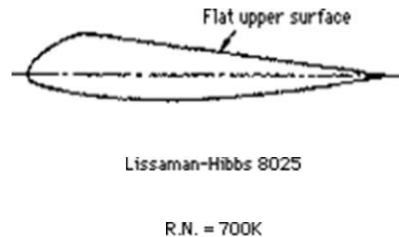
Στους πολύ χαμηλούς αριθμούς Reynolds (< 10.000 βασισμένου στο μήκος χορδής) οι αποδοτικές αεροτομές μπορούν να φανούν ιδιαίτερα ασυνήθιστες, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.13. Η λεπτότητα, ιδιαίτερα στο φτερό των περιστεριών είναι παρόμοια με τα σχέδια του Lilienthal. Η αεροτομή Erppler 193 είναι πολύ καλή για πτέρυγα αεροσκάφους. Η Lissaman 7769 είναι σχεδιασμένη για αεροσκάφη που πετούσαν με ανθρώπινη ισχύ.

Ακόμη, μερικές φορές μπορούν να προκύψουν ασυνήθιστοι περιορισμοί στο σχεδιασμό αεροτομών, οδηγώντας μας σε μερικές μη συμβατές μορφές αεροτομών. Η αεροτομή στο σχήμα 1.14 σχεδιάστηκε για ένα πολύ ελαφρύ ανεμόπτερο, που απαιτεί μέγιστους συντελεστές άνωσης με μικρές ροπές πρόνευσης σε υψηλή ταχύτητα. Μια πιθανή λύση είναι μια αεροτομή μεταβλητής γεωμετρίας με εύκαμπτο το κάτω μέρος της επιφάνειας της (Σχήμα 1.14).



Σχήμα 1.14: Αεροτομή με εύκαμπτο το κάτω μέρος της.

Η αεροτομή που χρησιμοποιήθηκε στο ηλιακό Challenger, ένα αεροσκάφος που διέσχισε το αγγλικό κανάλι χρησιμοποιώντας ηλιακή δύναμη, σχεδιάστηκε με μια συνολικά επίπεδη πάνω επιφάνεια (flat upper surface), έτσι ώστε οι ηλιακές κυψέλες να μπορούν εύκολα να συνδεθούν (σχήμα 1.15).



Σχήμα 1.15: Αεροτομή Ηλιακού Challenger.

## 2. 1.2 Η ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΟΥ ΑΕΡΟΣΚΑΦΟΥΣ

Αεροδυναμική ονομάζεται ο κλάδος της Ρευστομηχανικής που ασχολείται τόσο με την κίνηση του αέρα όσο και με τις επιδράσεις του σε σώματα που κινούνται μέσα σε αυτόν. Σε αυτήν την ενότητα, σκοπός μας είναι η διερεύνηση των αρχών πτήσης του αεροπλάνου καθώς και η επεξήγηση ορισμένων φαινομένων, τα οποία εκ' πρώτης όψεως φαίνονται δυσνόητα.

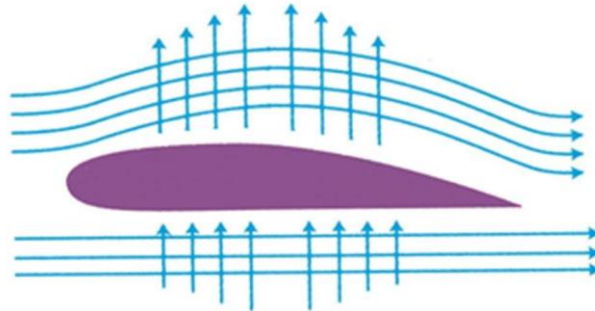
Για να συνεχίσουμε την ανάλυσή μας, είναι απαραίτητο να επισημάνουμε τις τρεις μεγάλες κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται τα αεροπλάνα με κριτήριο την ταχύτητά τους. Αυτά διακρίνονται στα:

- υποηχητικά
- διηχητικά και
- υπερηχητικά αεροπλάνα.

Ποσοτικά η διάκρισή τους αυτή εκφράζεται από έναν αριθμό, γνωστό ως αριθμό Mach, ο οποίος αριθμητικά ισούται με το λόγο της ταχύτητας ενός αεροπλάνου προς την ταχύτητα του ήχου στον αέρα. Αν λοιπόν ο αριθμός αυτός είναι μικρότερος, ίσος ή μεγαλύτερος της μονάδας, αντίστοιχα έχουμε την υποηχητική, διηχητική και υπερηχητική κατηγορία. Τα όσα θα εξετάσουμε στη συνέχεια αφορούν αποκλειστικά υποηχητικά αεροσκάφη.

Αρχικά, πρέπει να τονίσουμε πως η κυριότερη αιτία, για την οποία επιτυγχάνεται η ανύψωση ενός αεροπλάνου, είναι η ύπαρξη της πτέρυγας. Μία πτέρυγα σχηματίζεται από έναν αριθμό αεροτομών (σχήμα 1.16), οι οποίες τοποθετούνται παράλληλα μεταξύ τους και συνθέτουν την τρισδιάστατη γεωμετρία της πτέρυγας. Η χαρακτηριστική μορφή της αεροτομής, αναγκάζει τις γραμμές ροής του αέρα να καμπυλώσουν, με αποτέλεσμα να εμφανιστεί μία δύναμη πάνω στην πτέρυγα.

Η δύναμη αυτή αναλύεται σε δύο συνιστώσες, μία στη διεύθυνση της ροής (αντίσταση ή οπισθέλκουσα) και μία κάθετη στη διεύθυνση της ροής (άνωση), η οποία ευθύνεται για την ανύψωση του αεροσκάφους. Η εμφάνιση της δύναμης αυτής, λόγω της εκτροπής των γραμμών ροής είναι άμεσο αποτέλεσμα της εφαρμογής του θεωρήματος της ορμής. Ως αποτέλεσμα, στην ανώτερη επιφάνεια της αεροτομής εμφανίζεται υποπίεση και αυξημένη ταχύτητα ροής, ενώ στην κατώτερη επιφάνεια υπερπίεση και μειωμένη ταχύτητα ροής.



Σχήμα 1.16: Τυπική Αεροτομή, με τις γραμμές ροής γύρω από αυτή.

ΠΗΓΗ : <http://dias.library.tuc.gr/view/24574> ΣΕΛ.18

Η κύρια αιτία εμφάνισης της άνωσης, είναι η καμπύλωση των γραμμών ροής. Έτσι περιμένουμε ότι αεροτομές με μεγάλη κύρτωση θα εμφανίζουν μεγαλύτερη άνωση. Όμως στις περιπτώσεις αυτές, μαζί με την άνωση αυξάνεται και η αντίσταση. Η αεροτομή, εκτός από την κύρτωση, χαρακτηρίζεται και από μία διανομή πάχους. Το πάχος σε μία αεροτομή είναι απαραίτητο για λόγους δομικής αντοχής, αλλά και για εξοικονόμηση χώρου εντός της πτέρυγας για μεταφορά καυσίμου.

Επίσης το αυξημένο πάχος και η μεγάλη καμπυλότητα στο εμπρός τμήμα της αεροτομής, εξασφαλίζει την καλή απόδοση της αεροτομής σε διαφορετικές γωνίες προσβολής (γωνία ως προς την ταχύτητα του ρευστού). Προφανώς υπάρχουν και αεροτομές με σχεδόν μηδενικό πάχος, όπως είναι τα πανιά των ιστιοφόρων σκαφών, ή οι πτέρυγες των αιωρόπτερων.

Η συνιστάμενη δύναμη που ασκείται στην αεροτομή έχει βρεθεί πειραματικά ότι αυξάνεται ανάλογα με το τετράγωνο της ταχύτητας του αεροπλάνου. Κατ' επέκταση και η άνωση θα αυξάνεται με ανάλογο τρόπο. Επομένως, όταν ένα αεροπλάνο επιταχύνει στον διάδρομο απογείωσης, αυξάνεται συνεχώς η ταχύτητά του και κατά συνέπεια η ανυψωτική δύναμη.

Όταν η τελευταία, μόλις που υπερβεί αριθμητικά το βάρος του αεροσκάφους, αρχίζει η απογείωσή του. Είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί πως η ταχύτητα για την οποία επιτυγχάνεται το πιο πάνω φαινόμενο κυμαίνεται μεταξύ 250-300 χιλιομέτρων την ώρα, ανάλογα με το είδος του αεροπλάνου.

### 1.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΕΡΟΤΟΜΕΣ NACA

Οι αεροτομές NACA σχεδιάστηκαν κατά τη διάρκεια της περιόδου από το 1929 μέχρι το 1947 υπό την καθοδήγηση του Eastman Jacobs στο Εργαστήριο της NACA στο Langley. Οι περισσότερες από τις αεροτομές βασίστηκαν σε απλές γεωμετρικές περιγραφές, αν και οι σειρές 6 και 6A (εξηγούνται παρακάτω) αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας θεωρητική ανάλυση και δεν έχουν τους απλούς ορισμούς των υπόλοιπων σειρών.

Αν και νέες γενιές αεροτομών έχουν προκύψει, ως αποτέλεσμα της βελτιωμένης κατανόησης της απόδοσης αεροτομών και της δυνατότητας να σχεδιαστούν οι νέες αεροτομές, χρησιμοποιώντας υπολογιστικές μεθόδους, οι αεροτομές NACA είναι ακόμα χρήσιμες σε πολλές εφαρμογές αεροδυναμικής σχεδίασης.

### 1.4 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά αεροτομών NACA

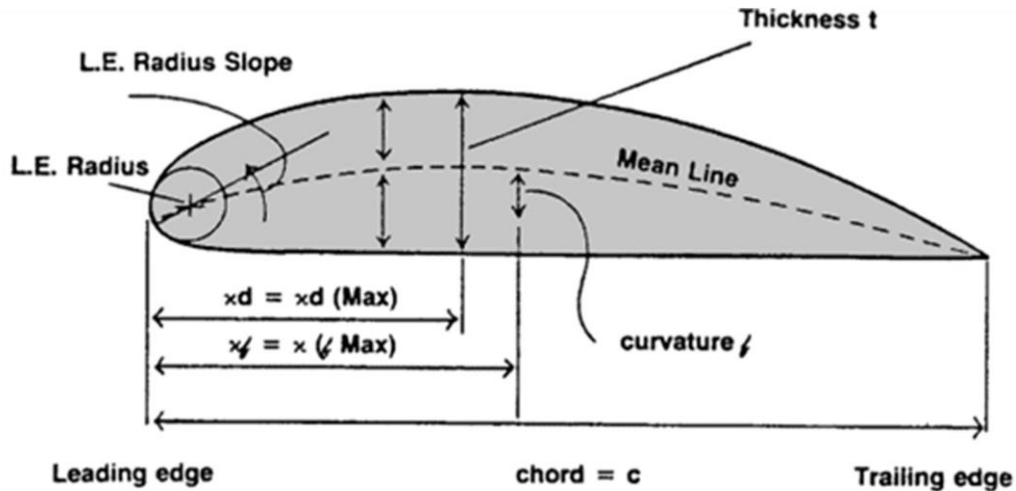
Μία αεροτομή συντίθεται από την άνω επιφάνεια (πλευρά υποπίεσης) και την κάτω επιφάνεια (πλευρά υπερπίεσης). Μια οικογένεια αεροτομών βασίζεται σε ένα μικρό αριθμό παραμέτρων, με την μεταβολή των οποίων υπολογίζονται διαφορετικές συντεταγμένες των δύο επιφανειών της αεροτομής. Μερικές από τις κύριες παραμέτρους, που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή διαφόρων οικογενειών αεροτομών είναι οι εξής [Abbott and Doenhoff, 1959]:

- 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), και
- ακτίνα καμπυλότητας του χείλους προσβολής (nose radius).

Χρησιμοποιώντας πολώνυμα συγκεκριμένου βαθμού και τις παραπάνω παραμέτρους μπορούν να παραχθούν διαφορετικές μορφές αεροτομών. Αυτό έγινε από τον Eastman Jacobs στις αρχές της δεκαετίας του 1930 για να δημιουργήσει μια οικογένεια αεροτομών, γνωστές ως αεροτομές NACA. Τα βασικά χαρακτηριστικά μια αεροτομής παρουσιάζονται στο σχήμα 1.29.

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.





Σχήμα 1.29: Γεωμετρικά χαρακτηριστικά μια αεροτομής.

Αναλυτικά, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά 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.

ΠΗΓΗ : <http://dias.library.tuc.gr/view/24574> ΣΕΛ.25

Οι αρχικές εξισώσεις που υιοθετήθηκαν για την δημιουργία των πρώτων αεροτομών NACA είναι εμπειρικές σχέσεις, χωρίς να υπάρχει καμία θεμελιώδης θεωρία που κρύβεται πίσω από την ανάπτυξή τους. Για παράδειγμα, οι εξισώσεις της μέσης γραμμής επιλέχθηκαν αυθαίρετα ως παραβολικές εξισώσεις, δεδομένου ότι μια εξίσωση αυτής της μορφής ταίριαζε με τις γραμμές καμπυλότητας που χρησιμοποιήθηκαν σε πολλές από τις επιτυχημένες αεροτομές της εποχής.

Οι αεροτομές NACA κατασκευάζονται συνδυάζοντας το πάχος (thickness) με την καμπυλότητα (camber) ή μέση γραμμή (mean line).

## 5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΘΕΩΡΙΑ ΠΤΕΡΥΓΑΣ

### 1. 2.1 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά πτέρυγας

Το (Σχ. 21) δείχνει το επίπεδο συμμετρίας (ΕΣ) που περιλαμβάνει το διαμήκη άξονα του αεροσκάφους και το διαιρεί σε δύο όμοια τμήματα. Στη πτέρυγα διακρίνουμε τη πάνω επιφάνεια ή ράχη και τη κάτω επιφάνεια ή κοιλία. Η πτέρυγα καθορίζεται από το μέγεθος και το σχήμα της (Σχ. 22).



Σχήμα 11. Γεωμετρία της αεροτομής



Σχήμα 12. Ορισμός γωνιών προσβολής

Από το (Σχ. 12):

- Γωνία προσβολής  $\alpha$  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  $\alpha_a$  (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  $\alpha_a = \alpha - \alpha_L=0$ .

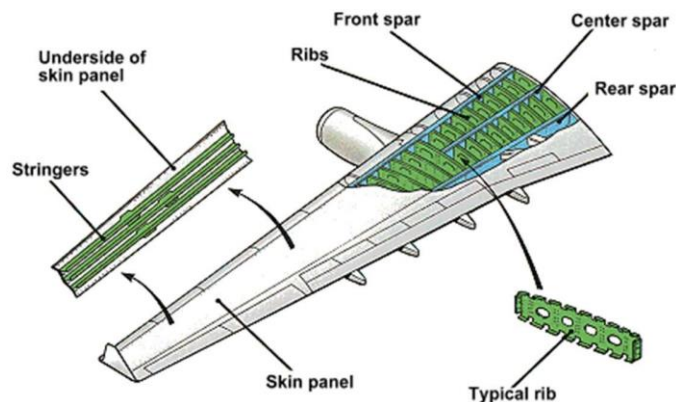
Για παράδειγμα αν  $\alpha = 4^\circ$ ,  $\alpha_L=0 = -2^\circ$ , τότε  $\alpha_a = 6^\circ$ . Η διαφορά μεταξύ γεωμετρικής  $\alpha$  και απόλυτης γωνίας προσβολής  $\alpha_a$  οφείλεται στην καμπυλότητα της αεροτομής. Ειδικά για τις συμμετρικές αεροτομές,  $\alpha_L=0 = 0^\circ$  και  $\alpha_a = \alpha$ .

ΠΗΓΗ : <http://anla.gr/greek/books/GenikesTechnikesGnoseis.pdf> ΣΕΛ.7

## 2. 2.2 Δομή πτέρυγας

Παρακάτω έχουμε με τη σειρά που το καθένα παραλαμβάνει τα φορτία τα μέρη της πτέρυγας:

- Εξωτερικό κέλυφος (skin) : Η επιφάνεια που παραλαμβάνει τα αεροδυναμικά φορτία. Στην περίπτωση των σύνθετων υλικών αυτό αποτελείται από πολλαπλές στρώσεις υφασμάτων ανθρακονήματος (carbon fibers) συνολικού πάχους από 0,4 μέχρι και 1,2mm.
- Διαμήκεις δοκίδες (stringers) : Προσδίδουν στιβαρότητα στο εξωτερικό κέλυφος. Οι συγκεκριμένες δοκίδες διατρέχουν την πτέρυγα από τη ρίζα της μέχρι το ακροπερύγιό της.
- Εγκάρσιες νευρώσεις (ribs) : Τοποθετούνται στην πτέρυγα και παραλαμβάνουν φορτία τόσο από το κέλυφος όσο και από τις διαμήκεις δοκίδες. Επιπλέον συνδράμουν στη διατήρηση του σχήματος της πτέρυγας.
- Διαμήκεις δοκοί (spars) : Δομές που παραλαμβάνουν όλα τα φορτία από τις υπόλοιπες δομές είτε άμεσα είτε έμμεσα. Τα spars είναι δοκοί που διατρέχουν την κάθε πτέρυγα και συνήθως ενώνονται στο κέντρο της ατράκτου. Υπάρχουν επίσης περιπτώσεις όπου το ρόλο αυτής της δομής την αναλαμβάνει μία ενιαία δοκός που διατρέχει και τις δύο πτέρυγες. Ο αριθμός τους κυμαίνεται από μία σε ελαφρές κατασκευές έως και τρεις ή περισσότερες σε μεγαλύτερα Α/Φ και μαχητικά. Ένας συνηθισμένος αριθμός από τέτοιες δοκούς είναι δύο, έχοντας ως στόχο τη δημιουργία ενός κτιρίου δυστρεψιάς (torque box) ανάμεσά τους για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των στρεπτικών ροπών από τα αεροδυναμικά φορτία. Υπάρχουν διαφορετικά είδη δοκών, όπως οι «ψευδοδοκοί» (“fault spars”) για την έδραση των πτερυγίων ελέγχου διατοιχισμού (ailerons).



## 6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΑΕΡΟΤΟΜΕΣ NACA 64 & 65

Στο κεφάλαιο αυτό χρησιμοποιούνται οι τιμές x & y από τη βάση δεδομένων UIUC Airfoil Data Site μίας γκάμας τριάντα (31) αεροτομών συνολικά δηλαδή όλων των Naca 64 και Naca 65 που υπάρχουν μέσα με σκοπό την κατασκευή μοντέλου δείγματος σε εργαλειομηχανή CNC. Αναλυτικά για κάθε τύπο αεροτομής εμφανίζονται:

- Πίνακας Τιμών του οποίου οι δύο στήλες "Original values" περιλαμβάνουν τις τιμές x & y από τη βάση δεδομένων .
- Διαγράμματα αεροτομών που απεικονίζουν το σχήμα κάθε αεροτομής.
- Φωτογραφεία κατασκευασμένου μοντέλου αεροτομής σε CNC (Τα μοντέλα των αεροτομών έγιναν σε κλίμακα 300 :1 σε PVC υλικό).

### 1. 3.1 Naca 64A-010 10%

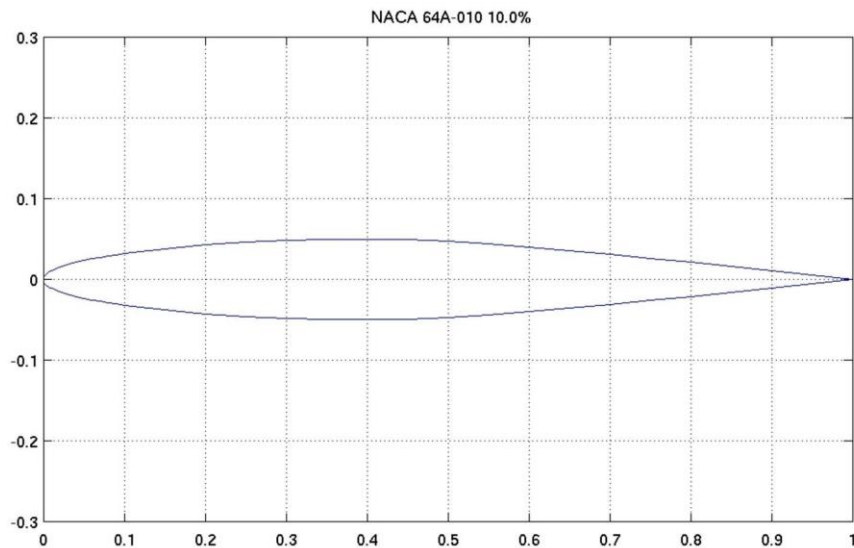
#### 1. 3.1.1 ΤΙΜΕΣ X,Y ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,18000	0,04107
0,95000	0,00540	0,16000	0,03918
0,90000	0,01063	0,14000	0,03707
0,85000	0,01583	0,12000	0,03471
0,80000	0,02102	0,10000	0,03201
0,75000	0,02621	0,09000	0,03052
0,70000	0,03124	0,08000	0,02892
0,65000	0,03597	0,07000	0,02720
0,60000	0,04021	0,06000	0,02535
0,55000	0,04387	0,05000	0,02331
0,50000	0,04683	0,04000	0,02103
0,45000	0,04893	0,03000	0,01842
0,40000	0,04995	0,02000	0,01529
0,35000	0,04968	0,01000	0,01117
0,30000	0,04837	0,00950	0,01091
0,25000	0,04608	0,00900	0,01065
0,20000	0,04274	0,00850	0,01038

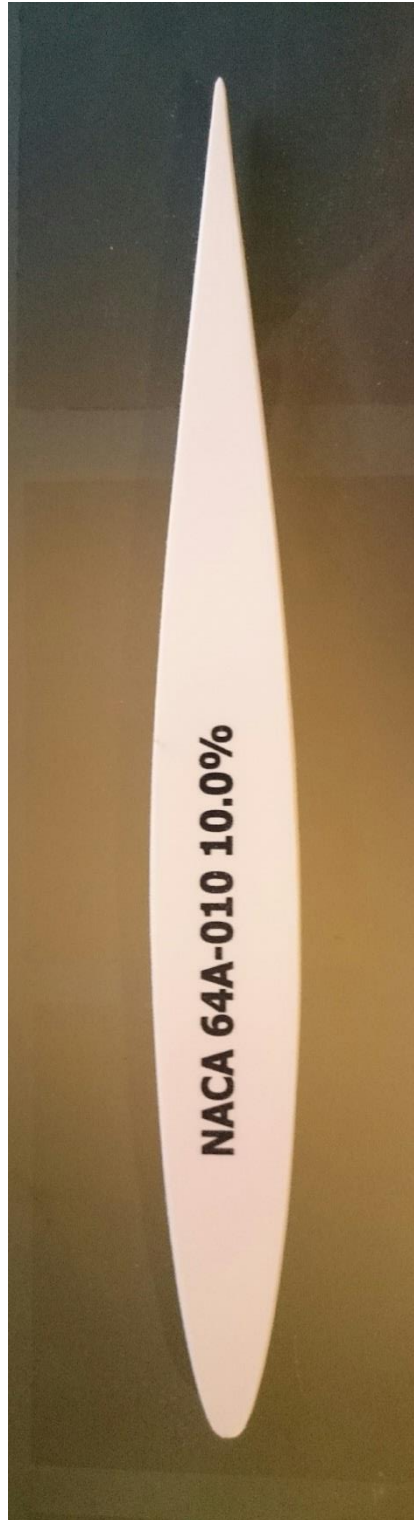
"Original values" (X)3	"Original values" (Y)3	"Original values" (X)4	"Original values" (Y)4
0,00800	0,01010	0,00175	-0,00495
0,00750	0,00980	0,00200	-0,00528
0,00700	0,00950	0,00225	-0,00559
0,00650	0,00919	0,00250	-0,00588
0,00600	0,00886	0,00300	-0,00642
0,00550	0,00851	0,00350	-0,00690
0,00500	0,00815	0,00400	-0,00735
0,00450	0,00776	0,00450	-0,00776
0,00400	0,00735	0,00500	-0,00815
0,00350	0,00690	0,00550	-0,00851
0,00300	0,00642	0,00600	-0,00886
0,00250	0,00588	0,00650	-0,00919
0,00225	0,00559	0,00700	-0,00950
0,00200	0,00528	0,00750	-0,00980
0,00175	0,00495	0,00800	-0,01010
0,00150	0,00459	0,00850	-0,01038
0,00125	0,00421	0,00900	-0,01065
0,00100	0,00377	0,00950	-0,01091
0,00075	0,00327	0,01000	-0,01117
0,00050	0,00268	0,02000	-0,01529
0,00025	0,00189	0,03000	-0,01842
0,00000	0,00000	0,04000	-0,02103
0,00025	-0,00189	0,05000	-0,02331
0,00050	-0,00268	0,06000	-0,02535
0,00075	-0,00327	0,07000	-0,02720
0,00100	-0,00377	0,08000	-0,02892
0,00125	-0,00421	0,09000	-0,03052
0,00150	-0,00459	0,10000	-0,03201

"Original values" (X)5	"Original values" (Y)5	"Original values" (X)6	"Original values" (Y)6
0,12000	-0,03471	0,55000	-0,04387
0,14000	-0,03707	0,60000	-0,04021
0,16000	-0,03918	0,65000	-0,03597
0,18000	-0,04107	0,70000	-0,03124
0,20000	-0,04274	0,75000	-0,02621
0,25000	-0,04608	0,80000	-0,02102
0,30000	-0,04837	0,85000	-0,01583
0,35000	-0,04968	0,90000	-0,01063
0,40000	-0,04995	0,95000	-0,00540
0,45000	-0,04893	1,00000	0,00000
0,50000	-0,04683		

## 2. 3.1.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



**3. 3.1.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC**



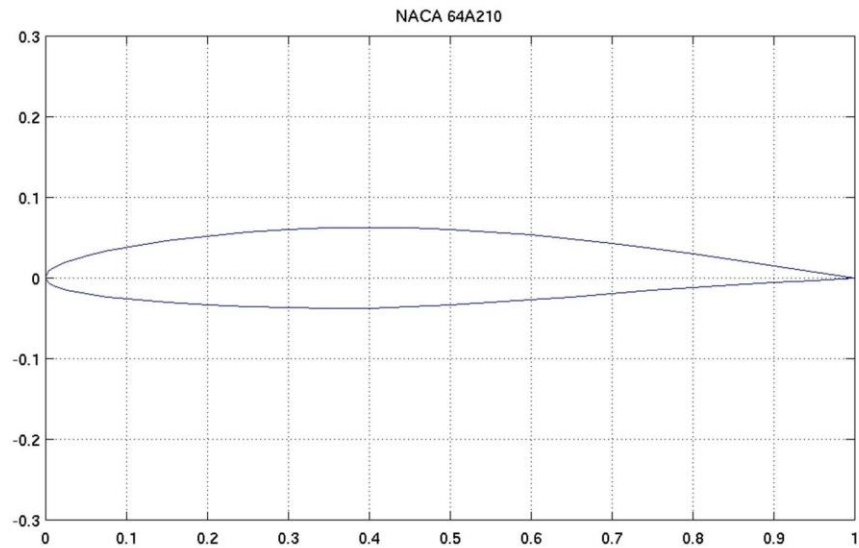
## 2. 3.2 Naca 64A210

### 1. 3.2.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

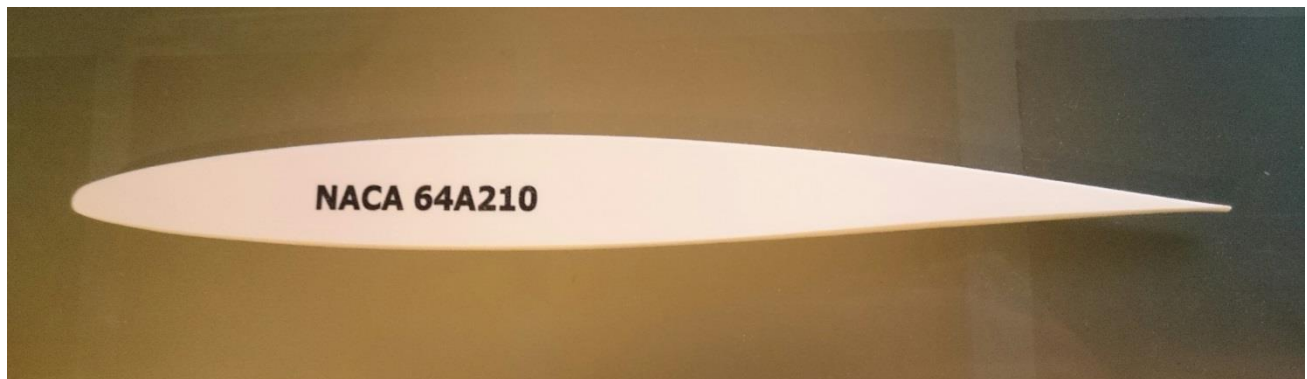
"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00021	0,00576	-0,00744
0,95027	0,00785	0,00835	-0,00886
0,90052	0,01551	0,01347	-0,01100
0,85074	0,02301	0,02613	-0,01473
0,80076	0,03037	0,05126	-0,01963
0,75063	0,03702	0,07631	-0,02316
0,70054	0,04310	0,10132	-0,02600
0,65042	0,04852	0,15126	-0,03030
0,60028	0,05323	0,20115	-0,03340
0,55012	0,05714	0,25100	-0,03554
0,49994	0,06014	0,30083	-0,03688
0,44975	0,06208	0,35065	-0,03744
0,39955	0,06274	0,40045	-0,03716
0,34935	0,06192	0,45025	-0,03580
0,29917	0,05984	0,50006	-0,03354
0,24900	0,05656	0,54988	-0,03062
0,19885	0,05200	0,59972	-0,02719
0,14874	0,04592	0,64958	-0,02342
0,09868	0,03792	0,69946	-0,01944
0,07369	0,03288	0,74937	-0,01542
0,04874	0,02685	0,79924	-0,01167
0,02387	0,01895	0,84926	-0,00859
0,01153	0,01342	0,89948	-0,00571
0,00665	0,01044	0,94974	-0,00295
0,00424	0,00856	1,00000	-0,00021
0,00000	0,00000		



## 2. 3.2.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.2.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

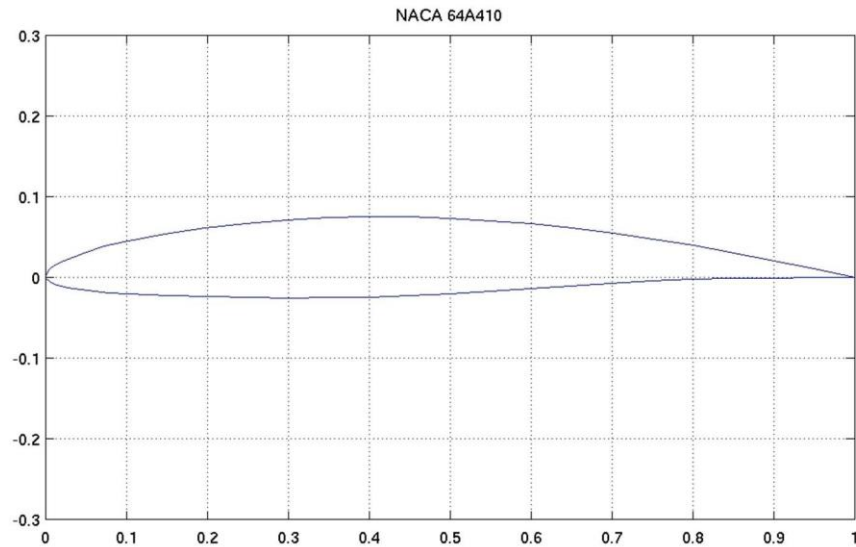


### 3. 3.3 Naca 64A410

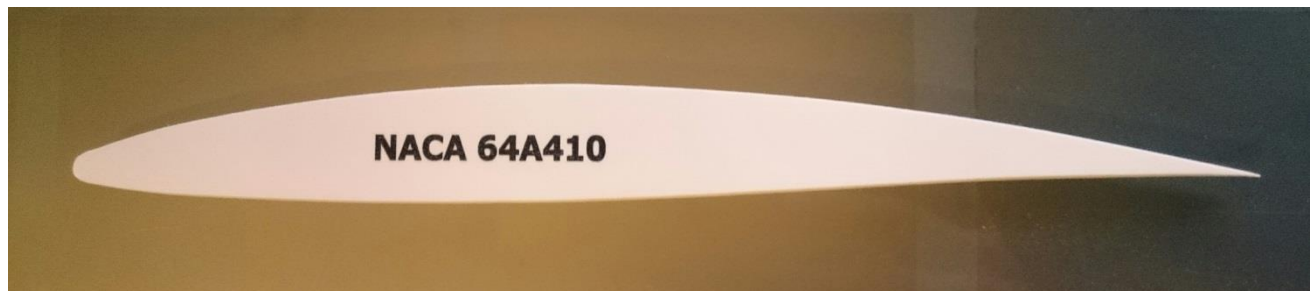
#### 1. 3.3.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00021	0,00650	-0,00678
0,95053	0,01028	0,00918	-0,00796
0,90104	0,02038	0,01441	-0,00969
0,85148	0,03018	0,02724	-0,01251
0,80151	0,03967	0,05251	-0,01592
0,75126	0,04780	0,07770	-0,01919
0,70108	0,05480	0,10263	-0,01996
0,65085	0,06106	0,15252	-0,02244
0,60057	0,06624	0,20230	-0,02406
0,55025	0,07040	0,25200	-0,02499
0,49989	0,07344	0,30166	-0,02537
0,44950	0,07522	0,35129	-0,02518
0,39910	0,07552	0,40090	-0,02436
0,34871	0,07414	0,45050	-0,02266
0,29834	0,07131	0,50011	-0,02024
0,24800	0,06705	0,54975	-0,01736
0,19770	0,06126	0,59943	-0,01418
0,14748	0,05366	0,64915	-0,01086
0,09737	0,04380	0,69892	-0,00760
0,07230	0,03865	0,74874	-0,00460
0,04749	0,03034	0,79849	-0,00229
0,02276	0,02095	0,84852	-0,00132
0,01059	0,01451	0,89896	-0,00076
0,00582	0,01112	0,94947	-0,00048
0,00350	0,00902	1,00000	-0,00021
0,00000	0,00000		

## 2. 3.3.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.3.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC



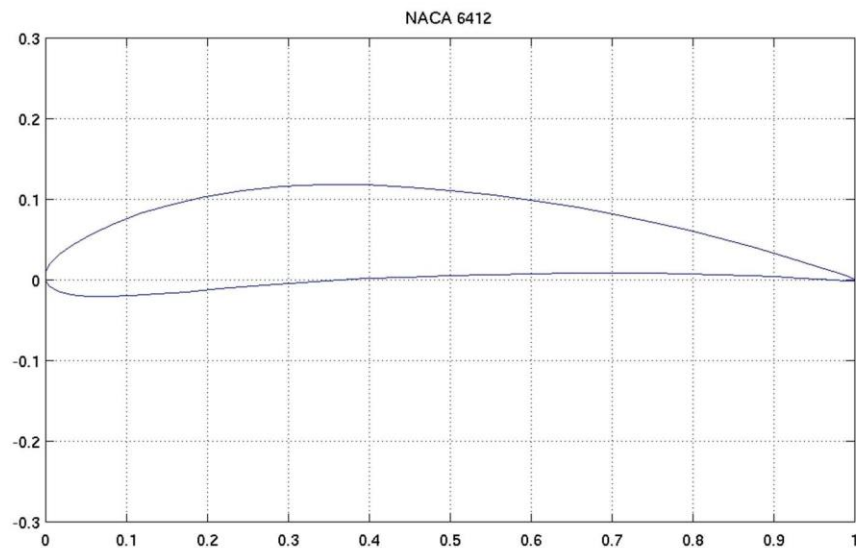
#### 4. 3.4 Naca 6412

##### 1. 3.4.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00025	0,00124	0,03460	0,04452
0,99758	0,00216	0,01745	0,03204
0,98961	0,00490	0,00595	0,02029
0,97640	0,00935	0,00014	0,00955
0,95808	0,01538	0,00000	0,00000
0,93481	0,02278	0,00534	-0,00792
0,90682	0,03130	0,01590	-0,01383
0,87436	0,04068	0,03149	-0,01781
0,83777	0,05062	0,05186	-0,01999
0,79740	0,06082	0,07672	-0,02054
0,75366	0,07097	0,10574	-0,01967
0,70702	0,08079	0,13861	-0,01763
0,65797	0,08998	0,17495	-0,01470
0,60703	0,09827	0,21441	-0,01121
0,55477	0,10543	0,25664	-0,00748
0,50176	0,11124	0,30127	-0,00384
0,44863	0,11554	0,34792	-0,00064
0,39587	0,11817	0,39622	0,00182
0,34306	0,11841	0,44685	0,00370
0,29199	0,11583	0,49824	0,00542
0,24336	0,11060	0,54976	0,00684
0,19780	0,10302	0,60088	0,00786
0,15592	0,09344	0,65105	0,00843
0,11825	0,08231	0,69972	0,00853
0,08524	0,07012	0,74634	0,00819
0,05726	0,05736	0,79039	0,00747

"Original values" (X)3	"Original values" (Y)3	"Original values" (X)4	"Original values" (Y)4
0,83137	0,00643	0,97465	0,00024
0,86878	0,00520	0,98854	-0,00057
0,90220	0,00386	0,99694	-0,00107
0,93121	0,00252	0,99975	-0,00124
0,95546	0,00129	1,00000	0,00000

## 2. 3.4.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



**3. 3.4.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ  
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC**

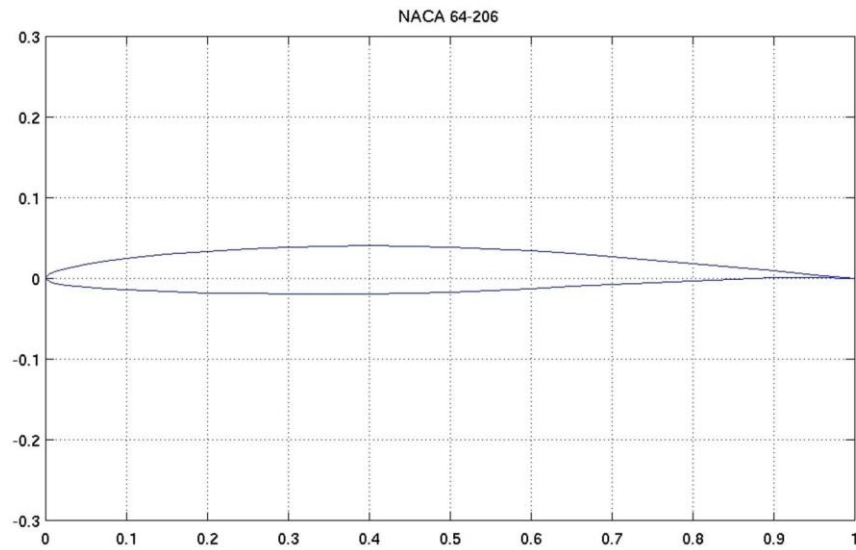


## 5. 3.5 Naca 64-206

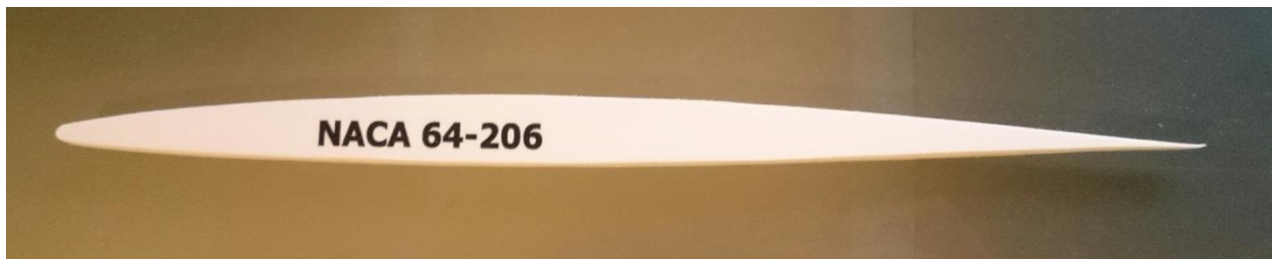
### 1. 3.5.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00541	-0,00442
0,95007	0,00473	0,00796	-0,00524
0,90015	0,00940	0,01302	-0,00645
0,85020	0,01410	0,02560	-0,00836
0,80024	0,01868	0,05066	-0,01087
0,75025	0,02307	0,07568	-0,01267
0,70023	0,02712	0,10067	-0,01410
0,65020	0,03080	0,15063	-0,01624
0,60015	0,03402	0,20057	-0,01775
0,55008	0,03670	0,25048	-0,01877
0,50000	0,03878	0,30039	-0,01935
0,44991	0,04014	0,35029	-0,01951
0,39981	0,04066	0,40019	-0,01924
0,34971	0,04011	0,45009	-0,01824
0,29961	0,03879	0,50000	-0,01672
0,24952	0,03667	0,54992	-0,01480
0,19943	0,03367	0,59985	-0,01260
0,14937	0,02970	0,64980	-0,01020
0,09933	0,02444	0,69977	-0,00768
0,07432	0,02115	0,74975	-0,00517
0,04934	0,01719	0,79976	-0,00276
0,02440	0,01208	0,84980	-0,00064
0,01198	0,00859	0,89985	0,00094
0,00704	0,00664	0,94993	0,00159
0,00459	0,00542	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.5.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.5.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC



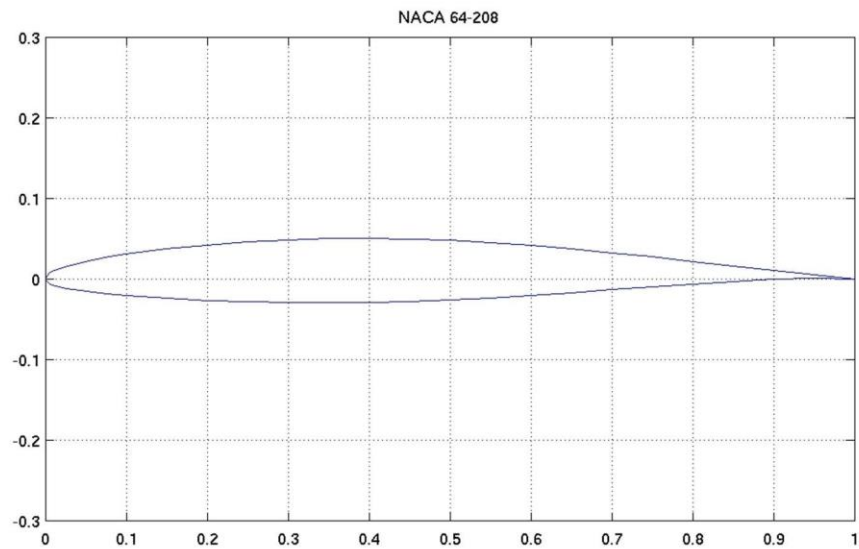


## 6. 3.6 Naca 64-208

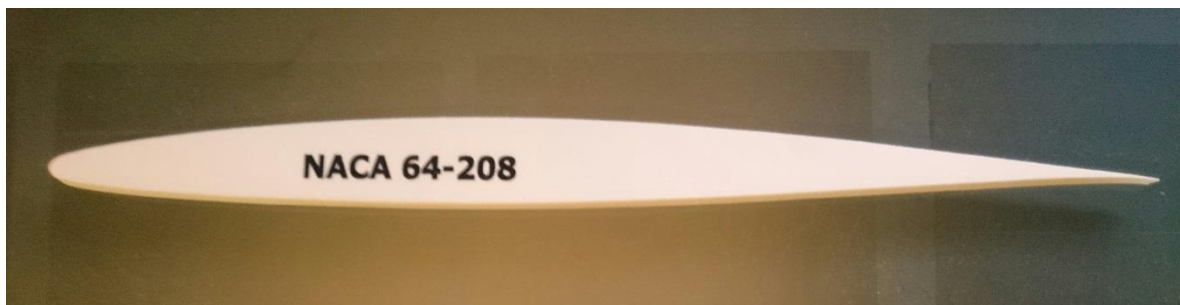
### 1. 3.6.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00555	-0,00606
0,95010	0,00522	0,00812	-0,00722
0,90019	0,01067	0,01320	-0,00896
0,85027	0,01634	0,02579	-0,01177
0,80031	0,02200	0,05088	-0,01557
0,75032	0,02749	0,07590	-0,01833
0,70031	0,03263	0,10091	-0,02055
0,65027	0,03733	0,15085	-0,02395
0,60020	0,04152	0,20076	-0,02640
0,55011	0,04506	0,25065	-0,02808
0,50000	0,04787	0,30052	-0,02912
0,44988	0,04978	0,35039	-0,02949
0,39974	0,05063	0,40026	-0,02921
0,34961	0,05009	0,45012	-0,02788
0,29948	0,04856	0,50000	-0,02581
0,24935	0,04598	0,54989	-0,02316
0,19924	0,04232	0,59980	-0,02010
0,14915	0,03741	0,64973	-0,01673
0,09909	0,03089	0,69969	-0,01319
0,07410	0,02681	0,74968	-0,00959
0,04912	0,02189	0,79969	-0,00608
0,02421	0,01549	0,84973	-0,00288
0,01180	0,01110	0,89981	-0,00033
0,00688	0,00862	0,94990	0,00110
0,00445	0,00706	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.6.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.6.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

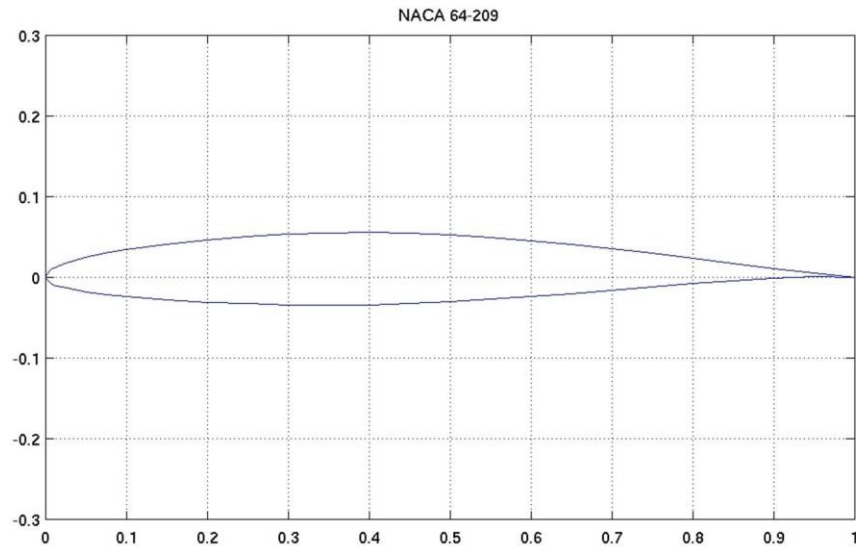


## 7. 3.7 Naca 64-209

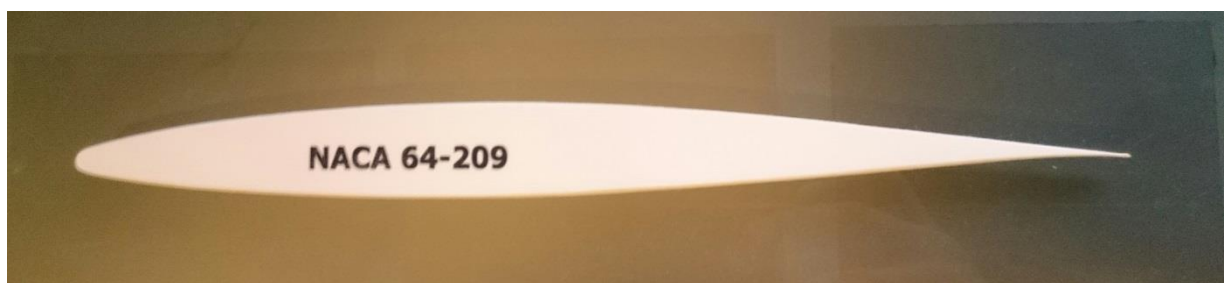
### 1. 3.7.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00555	-0,00606
0,95010	0,00522	0,00812	-0,00722
0,90019	0,01067	0,01320	-0,00896
0,85027	0,01634	0,02579	-0,01177
0,80031	0,02200	0,05088	-0,01557
0,75032	0,02749	0,07590	-0,01833
0,70031	0,03263	0,10091	-0,02055
0,65027	0,03733	0,15085	-0,02395
0,60020	0,04152	0,20076	-0,02640
0,55011	0,04506	0,25065	-0,02808
0,50000	0,04787	0,30052	-0,02912
0,44988	0,04978	0,35039	-0,02949
0,39974	0,05063	0,40026	-0,02921
0,34961	0,05009	0,45012	-0,02788
0,29948	0,04856	0,50000	-0,02581
0,24935	0,04598	0,54989	-0,02316
0,19924	0,04232	0,59980	-0,02010
0,14915	0,03741	0,64973	-0,01673
0,09909	0,03089	0,69969	-0,01319
0,07410	0,02681	0,74968	-0,00959
0,04912	0,02189	0,79969	-0,00608
0,02421	0,01549	0,84973	-0,00288
0,01180	0,01110	0,89981	-0,00033
0,00688	0,00862	0,94990	0,00110
0,00445	0,00706	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.7.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.7.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

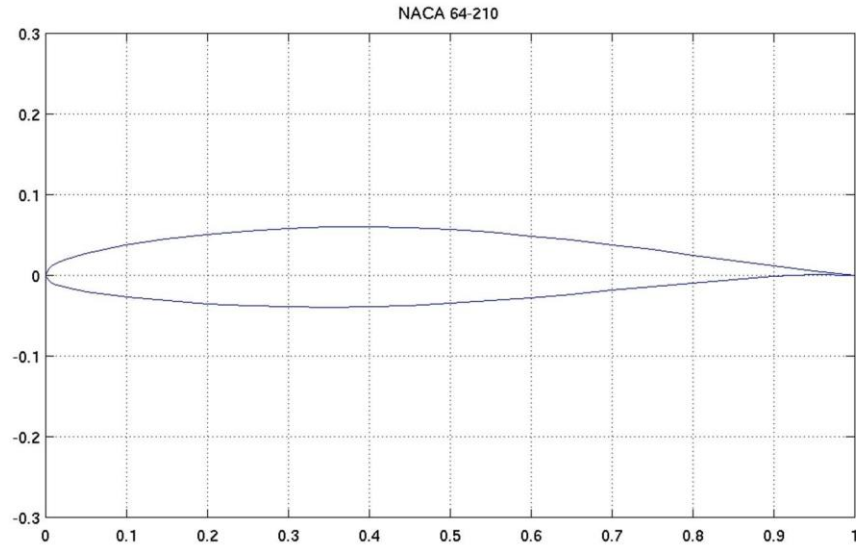


## 8. 3.8 Naca 64-210

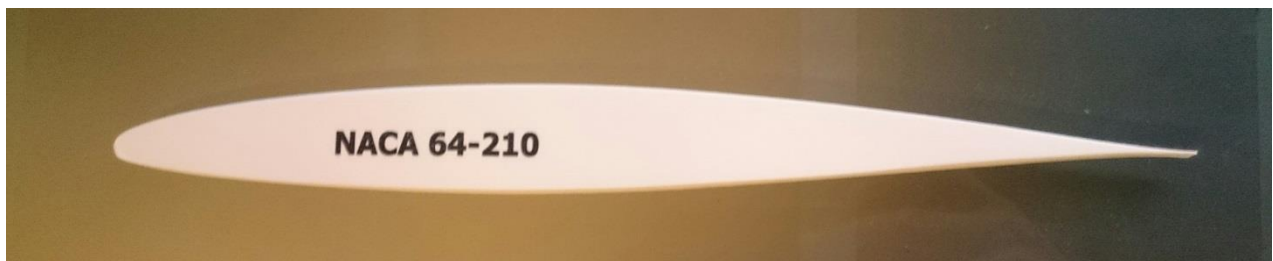
### 1. 3.8.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00569	-0,00767
0,95012	0,00564	0,00827	-0,00916
0,90024	0,01188	0,01337	-0,01140
0,85033	0,01849	0,02599	-0,01512
0,80039	0,02518	0,05110	-0,02024
0,75040	0,03176	0,07613	-0,02400
0,70038	0,03799	0,10113	-0,02702
0,65033	0,04375	0,15106	-0,03168
0,60025	0,04891	0,20095	-0,03505
0,55014	0,05333	0,25081	-0,03743
0,50000	0,05689	0,30066	-0,03892
0,44985	0,05938	0,35049	-0,03950
0,39968	0,06059	0,40032	-0,03917
0,34951	0,06010	0,45015	-0,03748
0,29934	0,05836	0,50000	-0,03483
0,24919	0,05533	0,54987	-0,03143
0,19905	0,05097	0,59975	-0,02749
0,14894	0,04514	0,64967	-0,02315
0,09887	0,03736	0,69962	-0,01855
0,07387	0,03248	0,74960	-0,01386
0,04890	0,02656	0,79962	-0,00926
0,02401	0,01884	0,84968	-0,00503
0,01163	0,01354	0,89977	-0,00154
0,00673	0,01056	0,94988	0,00068
0,00431	0,00867	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.8.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.8.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

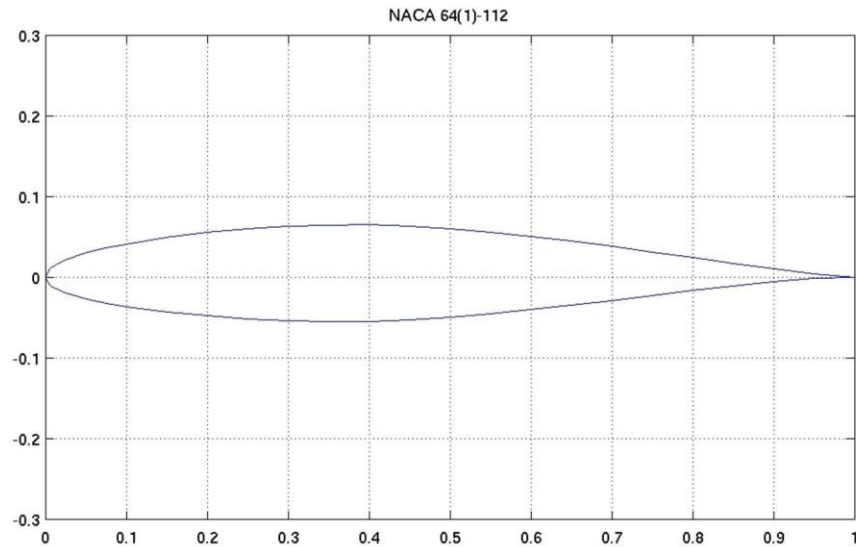


## 9. 3.9 Naca 64(1)-112

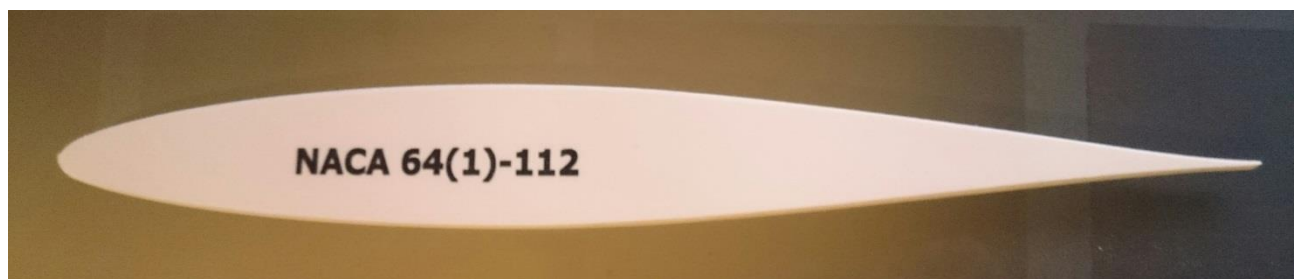
### 1. 3.9.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00541	-0,00952
0,95007	0,00446	0,00796	-0,01143
0,90014	0,01044	0,01302	-0,01435
0,85019	0,01718	0,02559	-0,01941
0,80022	0,02427	0,05066	-0,02651
0,75024	0,03143	0,07568	-0,03181
0,70023	0,03836	0,10068	-0,03612
0,65020	0,04489	0,15064	-0,04284
0,60015	0,05084	0,20057	-0,04775
0,55008	0,05604	0,25049	-0,05128
0,50000	0,06032	0,30039	-0,05358
0,44991	0,06346	0,35029	-0,05463
0,39981	0,06517	0,40019	-0,05445
0,34971	0,06493	0,45009	-0,05250
0,29961	0,06330	0,50000	-0,04928
0,24951	0,06024	0,54992	-0,04508
0,19943	0,05571	0,59985	-0,04012
0,14936	0,04956	0,64980	-0,03459
0,09932	0,04128	0,69977	-0,02864
0,07432	0,03605	0,74976	-0,02247
0,04934	0,02967	0,79978	-0,01631
0,02441	0,02127	0,84981	-0,01046
0,01198	0,01543	0,89986	-0,00528
0,00704	0,01213	0,94993	-0,00130
0,00459	0,01002	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.9.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.9.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC



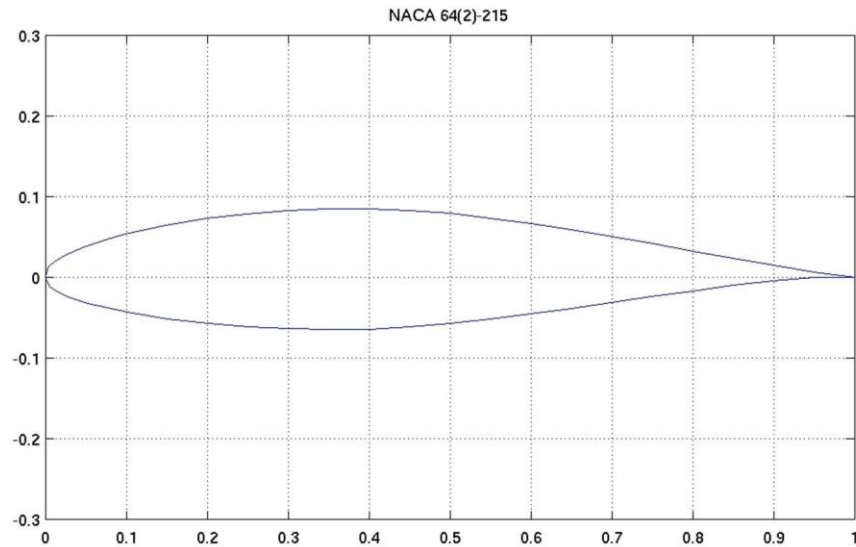


## 10. 3.10 Naca 64(2)-215

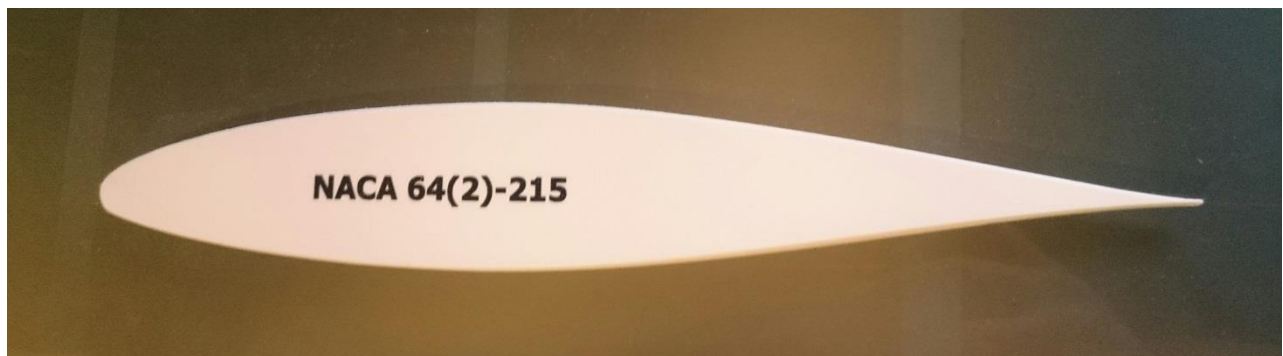
### 1. 3.10.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00601	-0,01154
0,95016	0,00662	0,00863	-0,01382
0,90033	0,01466	0,01378	-0,01731
0,85046	0,02349	0,02647	-0,02338
0,80055	0,03267	0,05164	-0,03184
0,75058	0,04191	0,07669	-0,03813
0,70055	0,05085	0,10169	-0,04322
0,65048	0,05925	0,15160	-0,05110
0,60036	0,06691	0,20143	-0,05682
0,55020	0,07361	0,25122	-0,06089
0,50000	0,07913	0,30099	-0,06346
0,44977	0,08319	0,35074	-0,06452
0,39952	0,08544	0,40048	-0,06402
0,34926	0,08512	0,45023	-0,06129
0,29901	0,08290	0,50000	-0,05707
0,24878	0,07879	0,54980	-0,05171
0,19857	0,07274	0,59964	-0,04549
0,14840	0,06456	0,64952	-0,03865
0,09831	0,05356	0,69945	-0,03141
0,07331	0,04661	0,74942	-0,02401
0,04836	0,03816	0,79945	-0,01675
0,02353	0,02710	0,84954	-0,01003
0,01122	0,01945	0,89967	-0,00432
0,00637	0,01522	0,94984	-0,00030
0,00399	0,01254	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.10.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.10.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

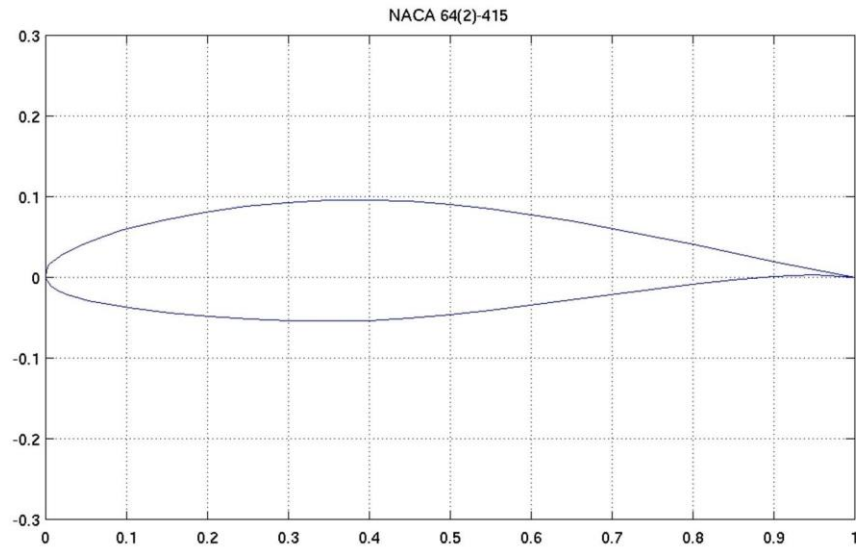


## 11. 3.11 Naca 64(2)-415

### 1. 3.11.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00701	-0,01091
0,95032	0,00976	0,00974	-0,01299
0,90066	0,01982	0,01504	-0,01610
0,85092	0,03020	0,02793	-0,02139
0,80109	0,04062	0,05327	-0,02857
0,75115	0,05084	0,07838	-0,03379
0,70111	0,06055	0,10338	-0,03796
0,65096	0,06954	0,15319	-0,04430
0,60087	0,07762	0,20286	-0,04882
0,55040	0,08456	0,25244	-0,05191
0,50000	0,09016	0,30197	-0,05372
0,44954	0,09414	0,35147	-0,05421
0,39904	0,09614	0,40096	-0,05330
0,34853	0,09541	0,45046	-0,05034
0,29803	0,09260	0,50000	-0,04604
0,24756	0,08771	0,54960	-0,04076
0,19714	0,08066	0,59928	-0,03478
0,14681	0,07122	0,64904	-0,02834
0,09662	0,05864	0,69889	-0,02167
0,07162	0,05075	0,74885	-0,01504
0,04673	0,04121	0,79897	-0,00878
0,02207	0,02883	0,84908	-0,00328
0,00996	0,02038	0,89934	0,00086
0,00526	0,01579	0,94968	0,00288
0,00299	0,01291	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.11.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.11.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

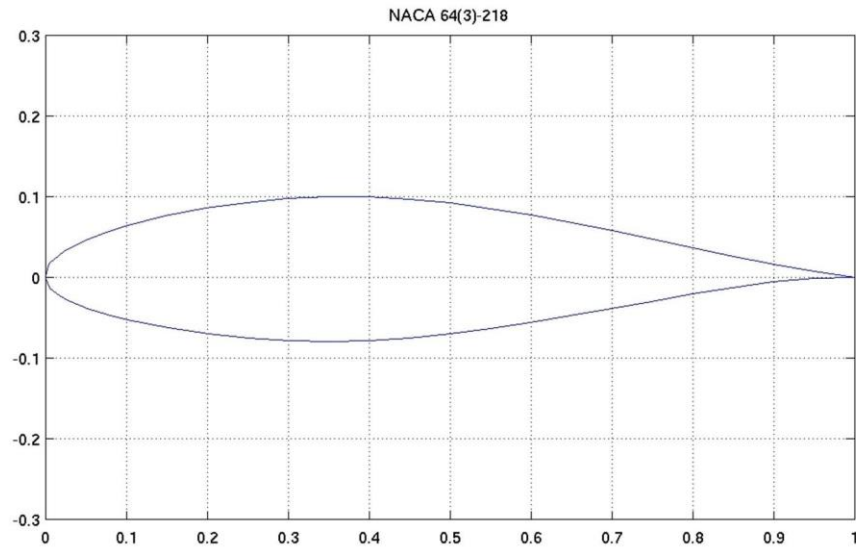


## 12. 3.12 Naca 64(3)-218

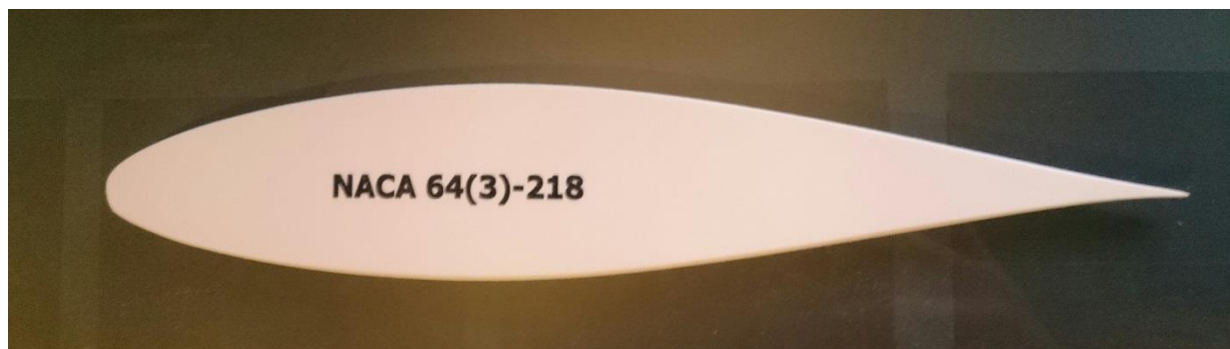
### 1. 3.12.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00620	-0,01373
0,95019	0,00716	0,00883	-0,01645
0,90038	0,01617	0,01401	-0,02065
0,85054	0,02623	0,02675	-0,02814
0,80064	0,03683	0,05196	-0,03865
0,75068	0,04760	0,07703	-0,04648
0,70065	0,05814	0,10203	-0,05282
0,65057	0,06812	0,15192	-0,06266
0,60043	0,07729	0,20172	-0,06984
0,55024	0,08540	0,25147	-0,07495
0,50000	0,09217	0,30119	-0,07816
0,44972	0,09725	0,35088	-0,07949
0,39942	0,10023	0,40058	-0,07881
0,34912	0,10009	0,45028	-0,07535
0,29881	0,09760	0,50000	-0,07011
0,24853	0,09285	0,54976	-0,06350
0,19828	0,08576	0,59957	-0,05587
0,14808	0,07612	0,64943	-0,04752
0,09797	0,06316	0,69935	-0,03870
0,07297	0,05496	0,74936	-0,02970
0,04804	0,04497	0,79936	-0,02091
0,02325	0,03186	0,84946	-0,01277
0,01099	0,02279	0,89962	-0,00583
0,00617	0,01785	0,94981	-0,00084
0,00380	0,01473	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.12.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.12.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

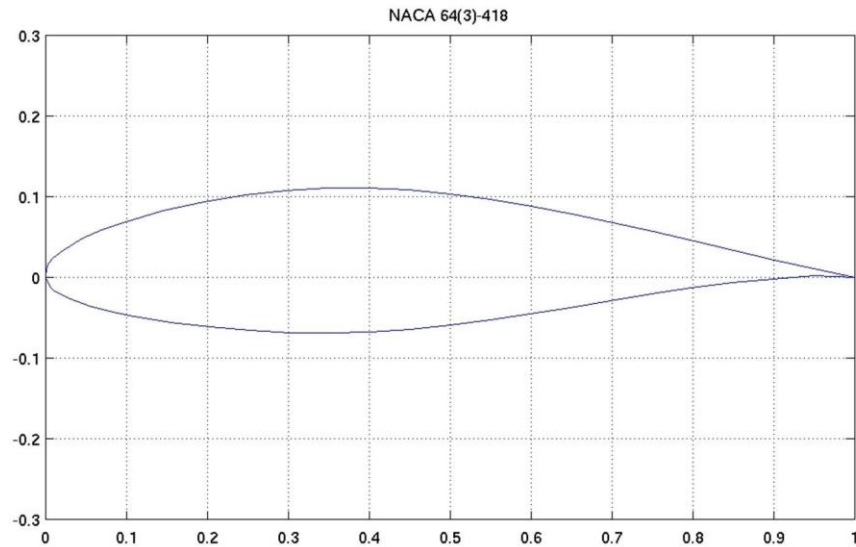


### 13. 3.13 Naca 64(3)-418

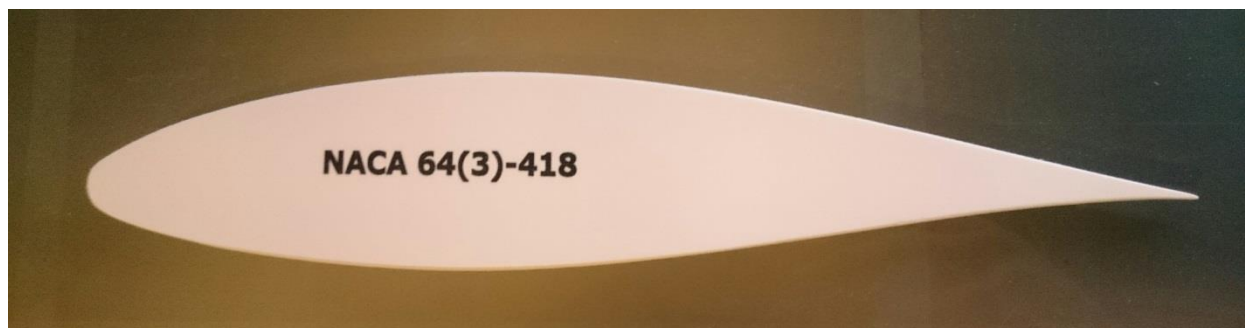
#### 1. 3.13.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00737	-0,01308
0,95037	0,01030	0,01014	-0,01560
0,90077	0,02132	0,01550	-0,01942
0,85108	0,03294	0,02848	-0,02613
0,80127	0,04477	0,05391	-0,03536
0,75135	0,05654	0,07905	-0,04212
0,70131	0,06784	0,10405	-0,04755
0,65114	0,07841	0,15383	-0,05585
0,60086	0,08799	0,20343	-0,06182
0,55047	0,09635	0,25293	-0,06596
0,50000	0,10320	0,30237	-0,06842
0,44945	0,10820	0,35177	-0,06917
0,39885	0,11093	0,40115	-0,06809
0,34823	0,11037	0,45055	-0,06440
0,29763	0,10730	0,50000	-0,05908
0,24707	0,10176	0,54953	-0,05255
0,19657	0,09366	0,59914	-0,04515
0,14617	0,08277	0,64886	-0,03721
0,09595	0,06823	0,69869	-0,02896
0,07095	0,05908	0,74865	-0,02074
0,04609	0,04800	0,79873	-0,01293
0,02152	0,03357	0,84892	-0,00602
0,00950	0,02370	0,94963	0,00234
0,00486	0,01840	1,00000	0,00000
0,00263	0,01508	0,00737	-0,01308
0,00000	0,00000		

## 2. 3.13.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.13.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC



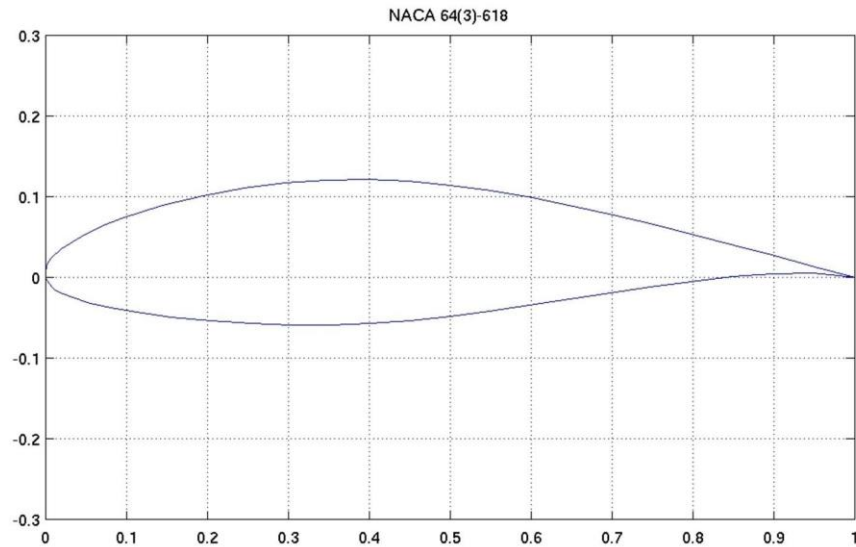


## 14. 3.14 Naca 64(3)-618

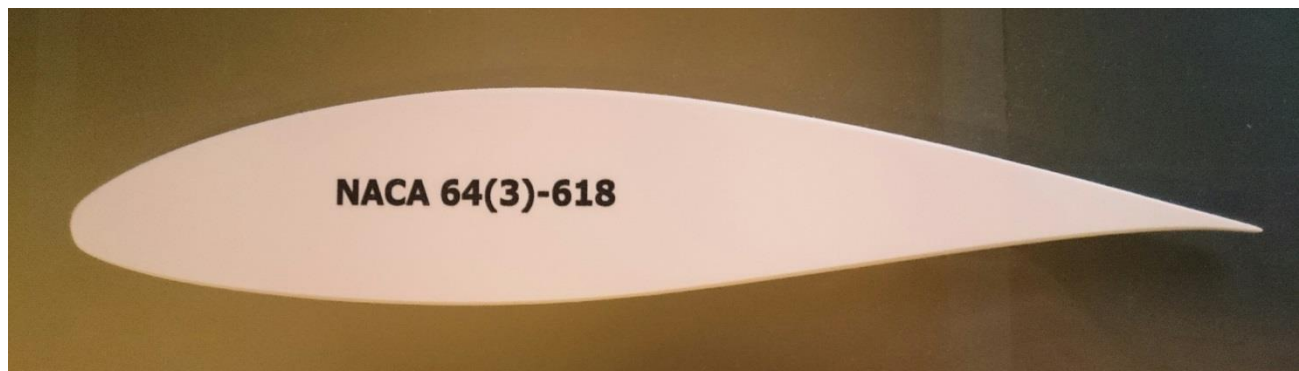
### 1. 3.14.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00850	-0,01234
0,95056	0,01344	0,01141	-0,01465
0,90115	0,02646	0,01695	-0,01810
0,85161	0,03963	0,03018	-0,02402
0,80191	0,05270	0,05583	-0,03197
0,75203	0,06544	0,08105	-0,03769
0,70196	0,07754	0,10605	-0,04220
0,65171	0,08870	0,15573	-0,04899
0,60129	0,09870	0,20514	-0,05377
0,55071	0,10730	0,25440	-0,05695
0,50000	0,11423	0,30355	-0,05866
0,44917	0,11915	0,35265	-0,05885
0,39827	0,12163	0,40173	-0,05737
0,34735	0,12065	0,45083	-0,05345
0,29645	0,11698	0,50000	-0,04805
0,24560	0,11065	0,54929	-0,04160
0,19486	0,10153	0,59871	-0,03444
0,14427	0,08937	0,64829	-0,02690
0,09395	0,07322	0,69804	-0,01922
0,06895	0,06312	0,74797	-0,01174
0,04417	0,05093	0,79809	-0,00494
0,01982	0,03518	0,84839	0,00075
0,00805	0,02452	0,89885	0,00456
0,00359	0,01885	0,94944	0,00552
0,00150	0,01534	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.14.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.14.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

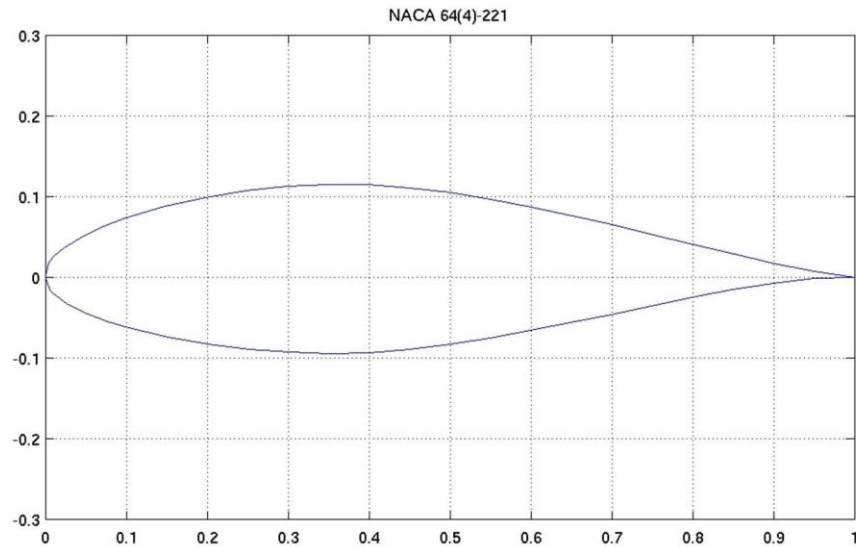


## 15. 3.15 Naca 64(4)-221

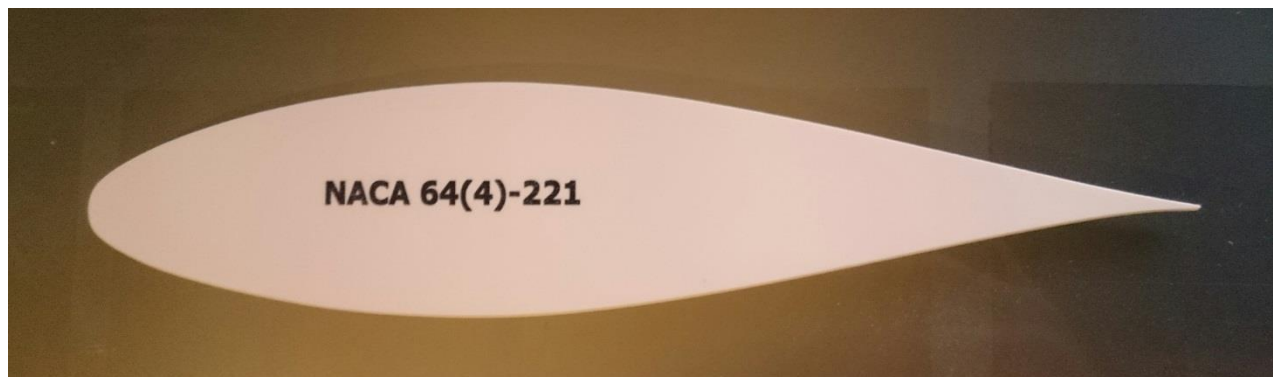
### 1. 3.15.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00638	-0,01590
0,95021	0,00765	0,00904	-0,01909
0,90044	0,01761	0,01425	-0,02404
0,85061	0,02885	0,02703	-0,03293
0,80073	0,04082	0,05228	-0,04550
0,75077	0,05310	0,07736	-0,05486
0,70075	0,06521	0,10237	-0,06248
0,65065	0,07679	0,15224	-0,07432
0,60050	0,08749	0,20201	-0,08297
0,55027	0,09702	0,25171	-0,08911
0,50000	0,10507	0,30139	-0,09296
0,44968	0,11125	0,35103	-0,09450
0,39933	0,11502	0,40067	-0,09360
0,34897	0,11510	0,45032	-0,08935
0,29861	0,11240	0,50000	-0,08301
0,24829	0,10701	0,54973	-0,07512
0,19799	0,09889	0,59950	-0,06607
0,14776	0,08778	0,64935	-0,05619
0,09765	0,07282	0,69925	-0,04577
0,07264	0,06334	0,74923	-0,03520
0,04772	0,05182	0,79927	-0,02490
0,02297	0,03665	0,84939	-0,01539
0,01075	0,02618	0,89956	-0,00727
0,00596	0,02049	0,94979	-0,00133
0,00362	0,01690	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.15.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.15.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

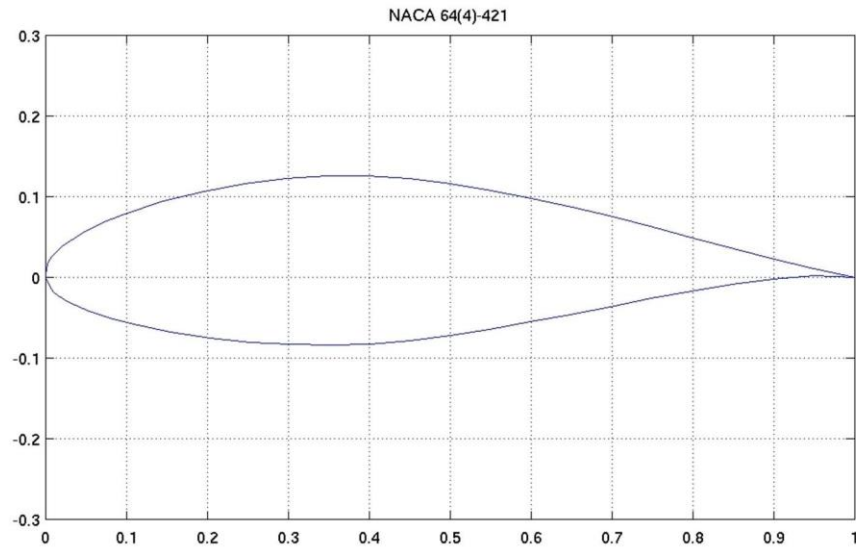


## 16. 3.16 Naca 64(4)-421

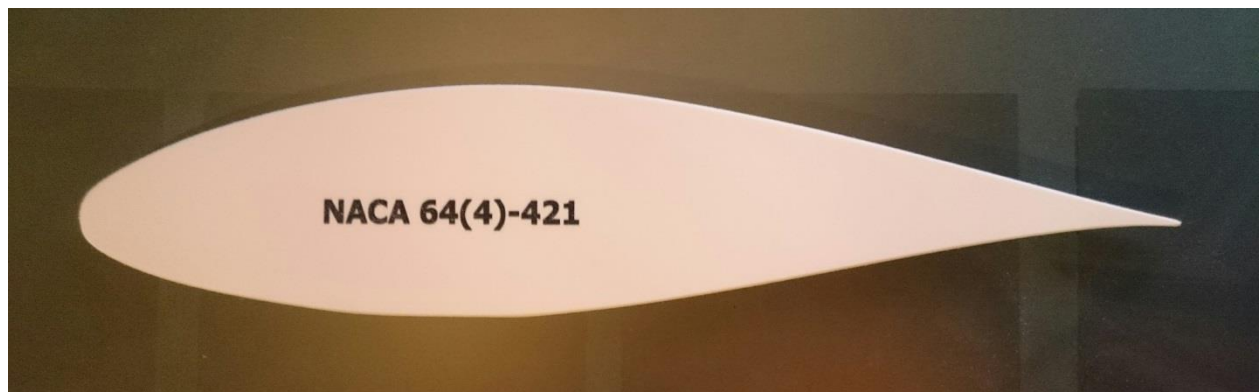
### 1. 3.16.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00773	-0,01523
0,95042	0,01079	0,01055	-0,01821
0,90087	0,02276	0,01597	-0,02279
0,85122	0,03556	0,02904	-0,03090
0,80145	0,04876	0,05455	-0,04218
0,75154	0,06203	0,07972	-0,05048
0,70150	0,07491	0,10472	-0,05718
0,65131	0,08708	0,15447	-0,06750
0,60099	0,09819	0,20401	-0,07494
0,55055	0,10797	0,25343	-0,08011
0,50000	0,11610	0,30277	-0,08321
0,44936	0,12220	0,35206	-0,08419
0,39865	0,12572	0,40135	-0,08288
0,34794	0,12539	0,45064	-0,07840
0,29723	0,12209	0,50000	-0,07198
0,24657	0,11591	0,54945	-0,06417
0,19599	0,10678	0,59901	-0,05535
0,14553	0,09442	0,64869	-0,04588
0,09528	0,07786	0,69850	-0,03603
0,07028	0,06744	0,74846	-0,02623
0,04545	0,05482	0,79855	-0,01692
0,02096	0,03834	0,84878	-0,00864
0,00903	0,02707	0,89913	-0,00208
0,00445	0,02101	0,94958	0,00185
0,00227	0,01723	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.16.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.16.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

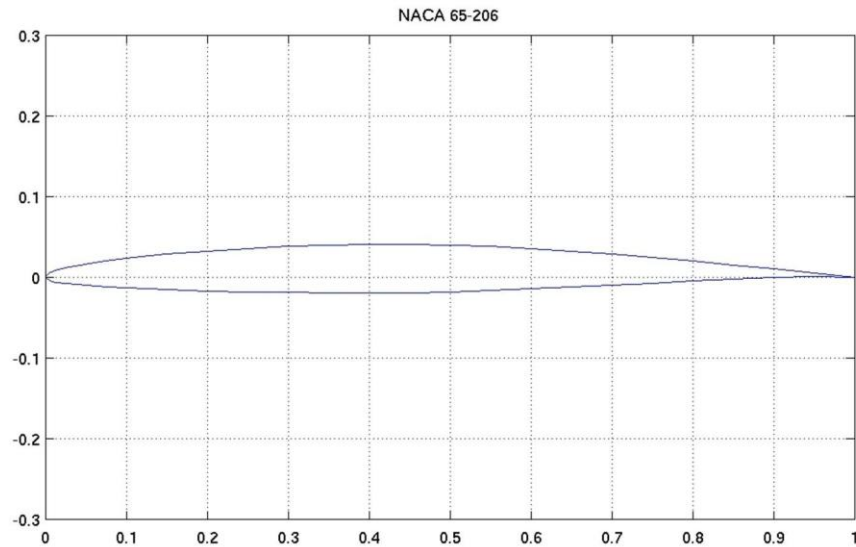


## 17. 3.17 Naca 65-206

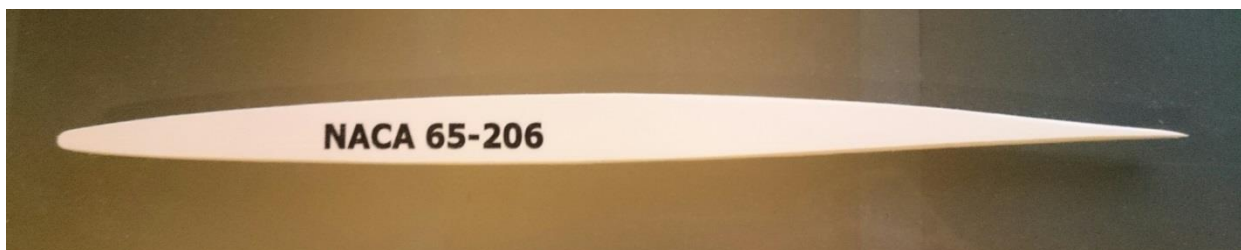
### 1. 3.17.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00540	-0,00424
0,95009	0,00511	0,00794	-0,00502
0,90018	0,01027	0,01300	-0,00608
0,85024	0,01538	0,02556	-0,00768
0,80027	0,02029	0,05061	-0,00993
0,75028	0,02489	0,07563	-0,01164
0,70026	0,02907	0,10064	-0,01306
0,65022	0,03276	0,15061	-0,01523
0,60016	0,03589	0,20055	-0,01685
0,55009	0,03836	0,25047	-0,01802
0,50000	0,04003	0,30038	-0,01880
0,44990	0,04078	0,35029	-0,01922
0,39981	0,04069	0,40019	-0,01927
0,34971	0,03982	0,45010	-0,01888
0,29962	0,03824	0,50000	-0,01797
0,24953	0,03592	0,54991	-0,01646
0,19945	0,03277	0,59984	-0,01447
0,14939	0,02869	0,64978	-0,01216
0,09936	0,02340	0,69974	-0,00963
0,07437	0,02012	0,74972	-0,00699
0,04939	0,01625	0,79973	-0,00437
0,02444	0,01140	0,84976	-0,00192
0,01200	0,00822	0,89982	0,00007
0,00706	0,00642	0,94991	0,00121
0,00460	0,00524	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.17.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.17.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC



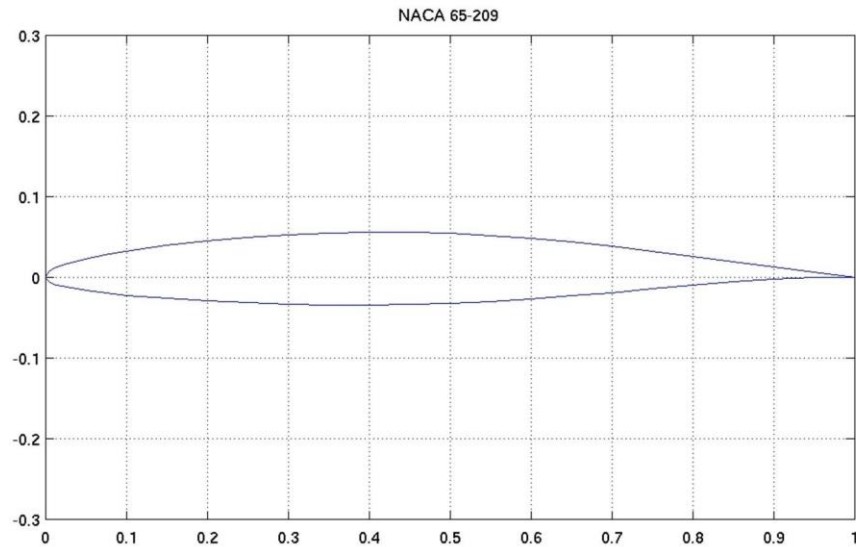


## 18. 3.18 Naca 65-209

### 1. 3.18.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00559	-0,00648
0,95013	0,00596	0,00816	-0,00772
0,90026	0,01255	0,01323	-0,00948
0,85035	0,01933	0,02583	-0,01233
0,80040	0,02601	0,05092	-0,01643
0,75041	0,03237	0,07595	-0,01957
0,70039	0,03828	0,10096	-0,02217
0,65033	0,04358	0,15091	-0,02625
0,60024	0,04814	0,20082	-0,02930
0,55013	0,05181	0,25071	-0,03154
0,50000	0,05439	0,30058	-0,03310
0,44986	0,05564	0,35044	-0,03401
0,39971	0,05567	0,40029	-0,03425
0,34956	0,05461	0,45014	-0,03374
0,29942	0,05254	0,50000	-0,03233
0,24929	0,04944	0,54987	-0,02991
0,19918	0,04522	0,59976	-0,02672
0,14909	0,03971	0,64967	-0,02298
0,09904	0,03251	0,69961	-0,01884
0,07405	0,02805	0,74959	-0,01447
0,04908	0,02275	0,79960	-0,01009
0,02417	0,01605	0,84965	-0,00587
0,01177	0,01162	0,89974	-0,00221
0,00684	0,00912	0,94987	0,00036
0,00441	0,00748	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.18.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.18.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

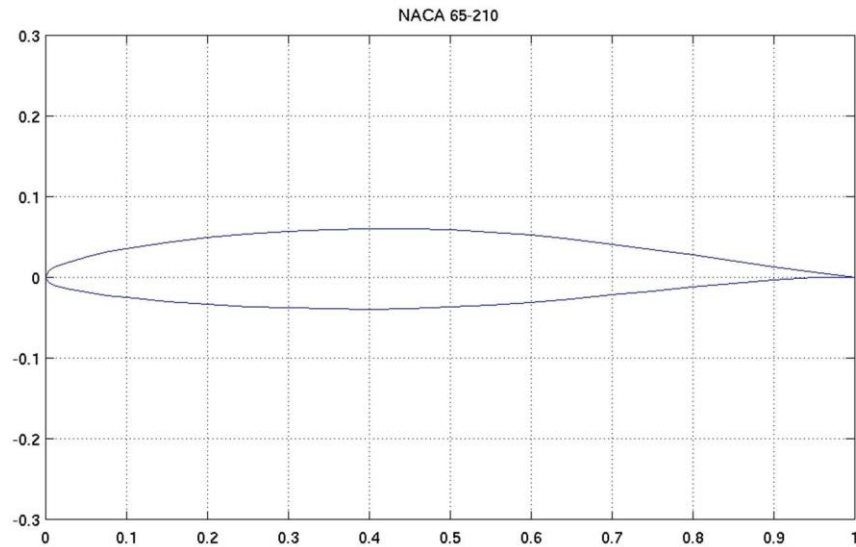


## 19. 3.19 Naca 65-210

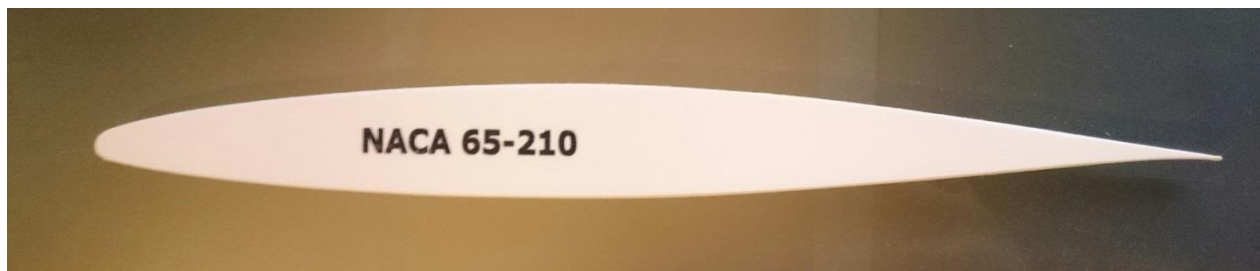
### 1. 3.19.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00565	-0,00719
0,95014	0,00622	0,00822	-0,00859
0,90028	0,01327	0,01331	-0,01059
0,85038	0,02057	0,02592	-0,01385
0,80044	0,02783	0,05102	-0,01859
0,75045	0,03479	0,07606	-0,02221
0,70043	0,04128	0,10106	-0,02521
0,65036	0,04712	0,15101	-0,02992
0,60027	0,05217	0,20091	-0,03346
0,55014	0,05625	0,25079	-0,03607
0,50000	0,05915	0,30064	-0,03788
0,44984	0,06058	0,35049	-0,03894
0,39968	0,06067	0,40032	-0,03925
0,34951	0,05954	0,45016	-0,03868
0,29936	0,05732	0,50000	-0,03709
0,24921	0,05397	0,54986	-0,03435
0,19909	0,04938	0,59973	-0,03075
0,14899	0,04338	0,64964	-0,02652
0,09894	0,03555	0,69957	-0,02184
0,07394	0,03069	0,74955	-0,01689
0,04898	0,02491	0,79956	-0,01191
0,02408	0,01757	0,84962	-0,00711
0,01169	0,01273	0,89972	-0,00293
0,00678	0,00999	0,94986	0,00010
0,00435	0,00819	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.19.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.19.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

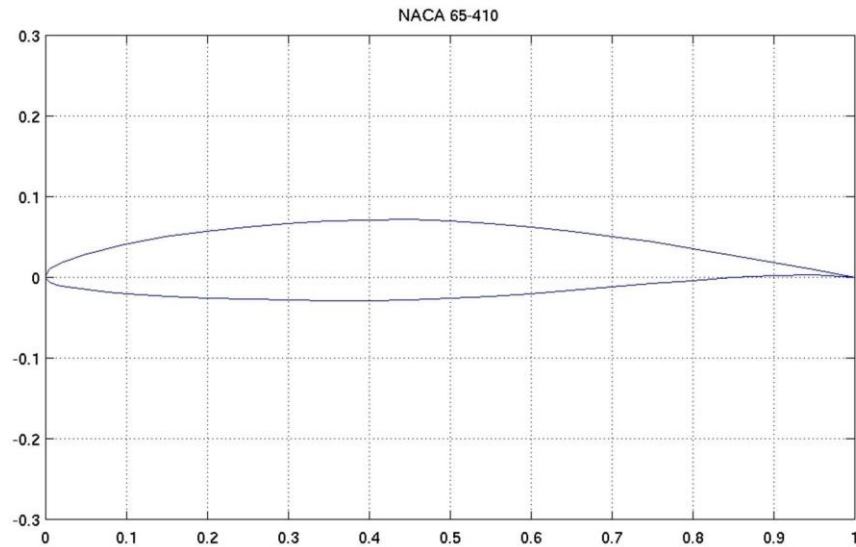


## 20. 3.20 Naca 65-410

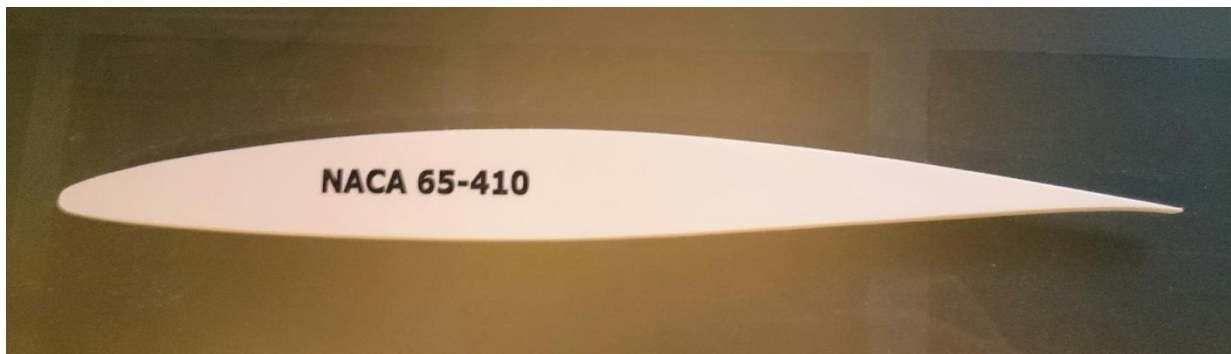
### 1. 3.20.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00628	-0,00661
0,95029	0,00937	0,00893	-0,00781
0,90057	0,01842	0,01411	-0,00944
0,85076	0,02729	0,02682	-0,01191
0,80088	0,03577	0,05203	-0,01536
0,75090	0,04372	0,07711	-0,01791
0,70085	0,05099	0,10212	-0,01999
0,65073	0,05741	0,15202	-0,02314
0,60053	0,06288	0,20183	-0,02547
0,55029	0,06720	0,25157	-0,02710
0,50000	0,07018	0,30128	-0,02814
0,44968	0,07153	0,35097	-0,02863
0,39936	0,07138	0,40064	-0,02854
0,34903	0,06983	0,45032	-0,02773
0,29872	0,06702	0,50000	-0,02606
0,24843	0,06290	0,54971	-0,02340
0,19817	0,05731	0,59947	-0,02004
0,14798	0,05006	0,64927	-0,01621
0,09788	0,04067	0,69915	-0,01211
0,07289	0,03487	0,74910	-0,00792
0,04797	0,02800	0,79912	-0,00393
0,02318	0,01935	0,84924	-0,00037
0,01089	0,01372	0,89943	0,00226
0,00607	0,01061	0,94971	0,00327
0,00372	0,00861	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.20.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.20.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

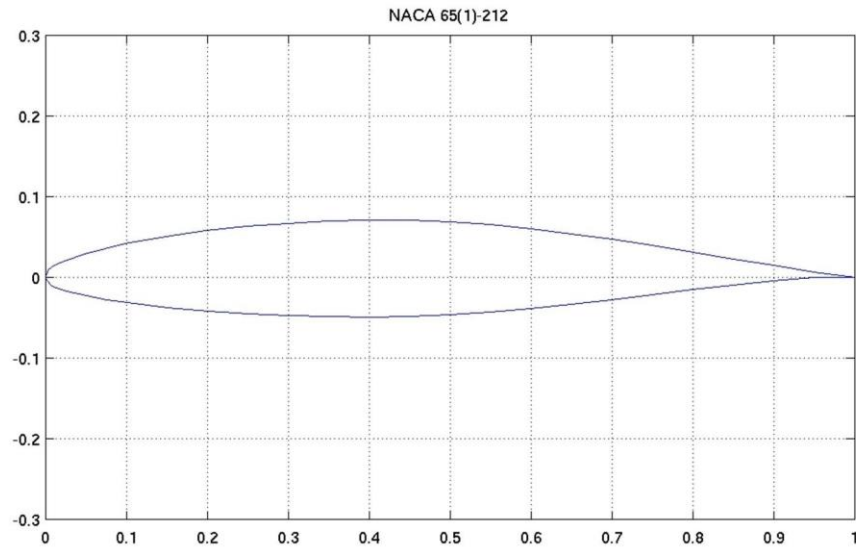


## 21. 3.21 Naca 65(1)-212

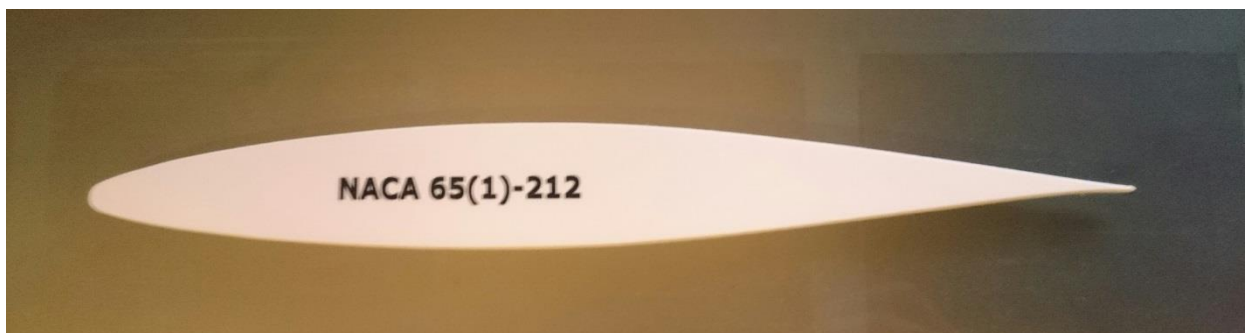
### 1. 3.21.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00577	-0,00870
0,95017	0,00672	0,00836	-0,01036
0,90033	0,01463	0,01346	-0,01277
0,85045	0,02302	0,02609	-0,01686
0,80052	0,03140	0,05122	-0,02287
0,75053	0,03954	0,07627	-0,02745
0,70050	0,04715	0,10127	-0,03128
0,65043	0,05411	0,15121	-0,03727
0,60032	0,06014	0,20110	-0,04178
0,55017	0,06507	0,25094	-0,04510
0,50000	0,06860	0,30077	-0,04743
0,44981	0,07044	0,35058	-0,04882
0,39961	0,07068	0,40039	-0,04926
0,34942	0,06942	0,45019	-0,04854
0,29923	0,06687	0,50000	-0,04654
0,24906	0,06300	0,54983	-0,04317
0,19890	0,05770	0,59968	-0,03872
0,14879	0,05073	0,64957	-0,03351
0,09873	0,04162	0,69950	-0,02771
0,07373	0,03593	0,74947	-0,02164
0,04878	0,02919	0,79948	-0,01548
0,02391	0,02058	0,84955	-0,00956
0,01154	0,01491	0,89967	-0,00429
0,00664	0,01176	0,94983	-0,00040
0,00423	0,00970	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.21.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.21.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC



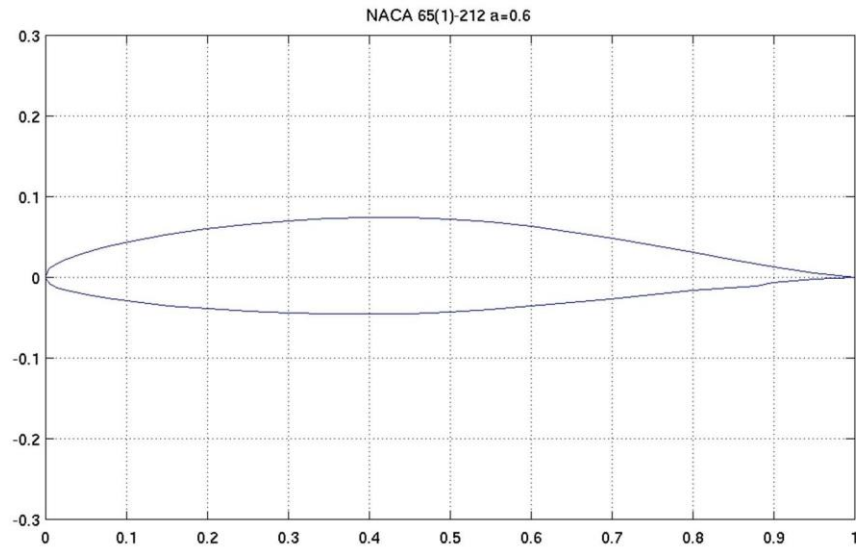


## 22. 3.22 Naca 65(1)-212 $\alpha=0.6$

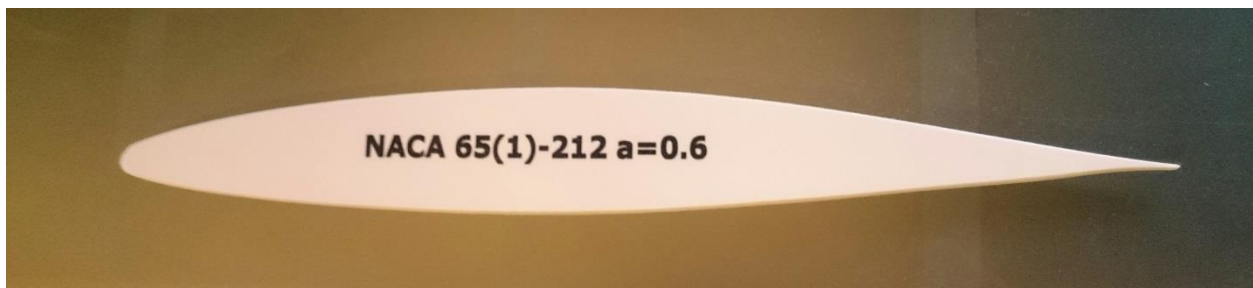
### 1. 3.22.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00601	-0,00852
0,95013	0,00521	0,00862	-0,01012
0,90036	0,01297	0,01376	-0,01242
0,85064	0,02173	0,02644	-0,01625
0,80090	0,03082	0,05163	-0,02185
0,75112	0,03983	0,07671	-0,02606
0,70124	0,04842	0,10173	-0,02956
0,65123	0,05634	0,15167	-0,03500
0,60094	0,06318	0,20152	-0,03904
0,55051	0,06856	0,25131	-0,04197
0,50017	0,07231	0,30106	-0,04401
0,44983	0,07423	0,35079	-0,04518
0,39951	0,07444	0,40049	-0,04550
0,34921	0,07304	0,45017	-0,04475
0,29894	0,07029	0,49983	-0,04283
0,24869	0,06611	0,54949	-0,03968
0,19848	0,06042	0,59906	-0,03566
0,14833	0,05298	0,64877	-0,03124
0,09827	0,04330	0,69876	-0,02640
0,07329	0,03728	0,74888	-0,02131
0,04837	0,03017	0,79910	-0,01604
0,02356	0,02113	0,87936	-0,01085
0,01124	0,01520	0,89964	-0,00595
0,00638	0,01194	0,94987	-0,00191
0,00399	0,00982	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.22.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.22.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

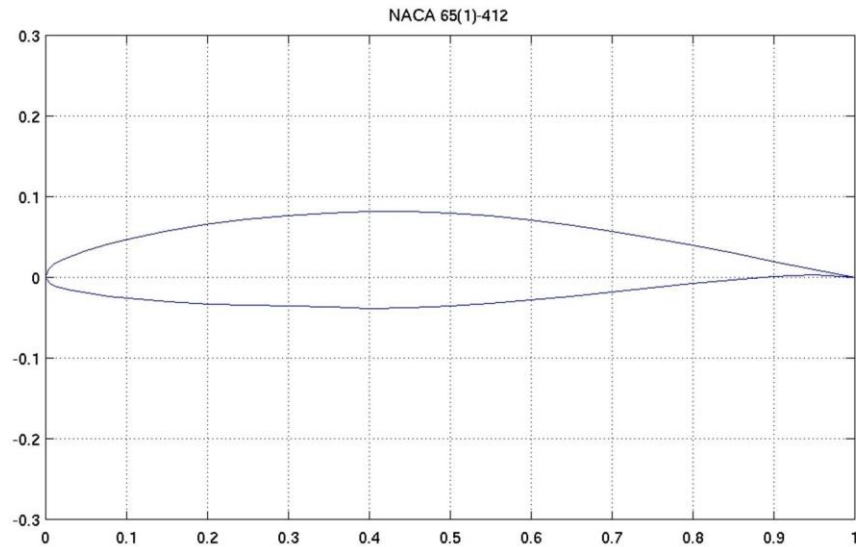


### 23. 3.23 Naca 65(1)-412

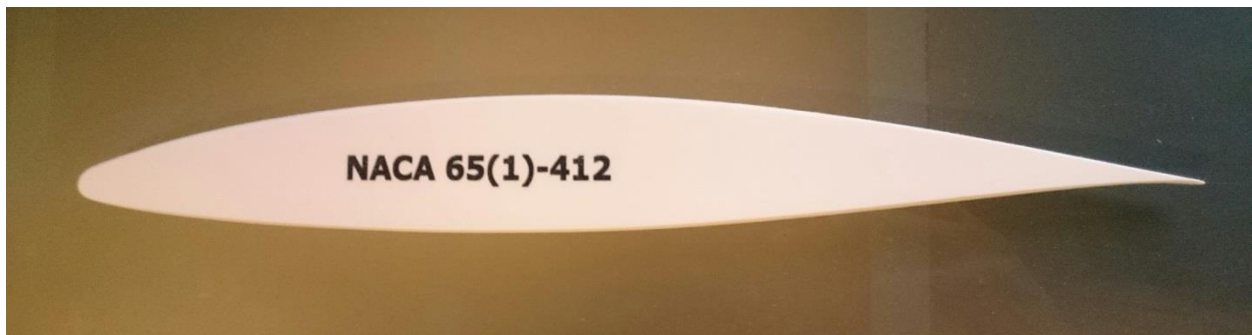
#### 1. 3.23.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00653	-0,00810
0,95033	0,00986	0,00920	-0,00956
0,90066	0,01979	0,01441	-0,01160
0,85090	0,02974	0,02717	-0,01490
0,80103	0,03935	0,05243	-0,01963
0,75107	0,04847	0,07753	-0,02314
0,70101	0,05686	0,10254	-0,02604
0,65086	0,06440	0,15243	-0,03049
0,60064	0,07085	0,20219	-0,03378
0,55035	0,07602	0,25189	-0,03613
0,50000	0,07963	0,30154	-0,03770
0,44962	0,08139	0,35116	-0,03851
0,39923	0,08139	0,40077	-0,03855
0,34884	0,07971	0,45038	-0,03759
0,29846	0,07658	0,50000	-0,03551
0,24881	0,07193	0,54965	-0,03222
0,19781	0,06562	0,59936	-0,02801
0,14757	0,05741	0,64914	-0,02320
0,09746	0,04672	0,69899	-0,01798
0,07247	0,04010	0,74893	-0,01267
0,04757	0,03227	0,79897	-0,00751
0,02283	0,02234	0,84910	-0,00282
0,01059	0,01588	0,89934	0,00089
0,00580	0,01236	0,94967	0,00278
0,00347	0,01010	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.23.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.23.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

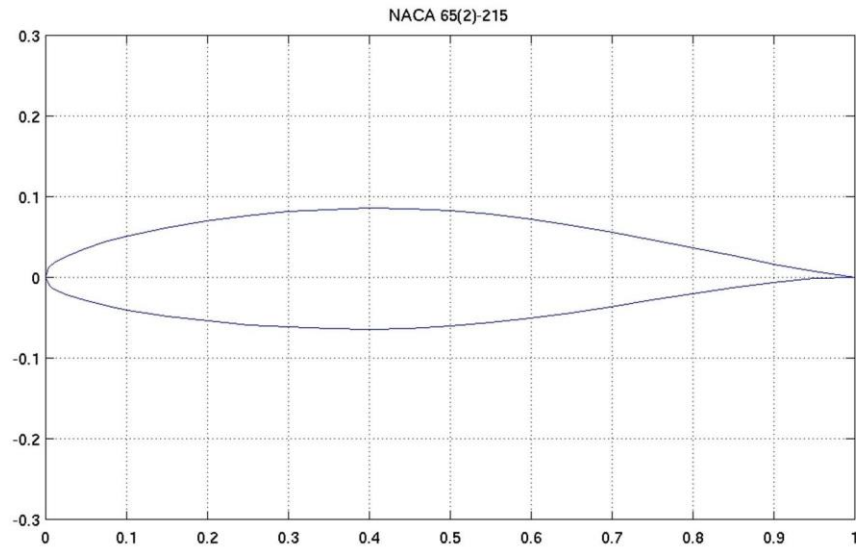


## 24. 3.24 Naca 65(2)-215

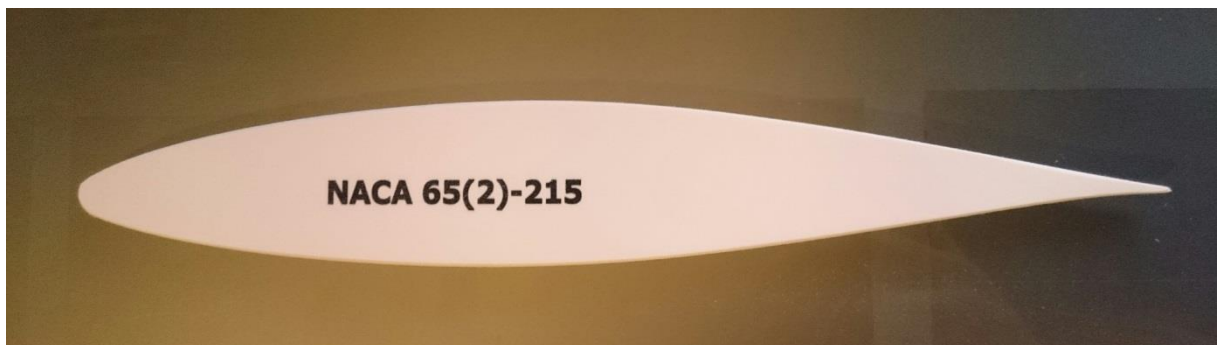
### 1. 3.24.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00594	-0,01070
0,95020	0,00744	0,00855	-0,01282
0,90040	0,01660	0,01368	-0,01591
0,85055	0,02649	0,02635	-0,02134
0,80063	0,03653	0,05152	-0,02925
0,75065	0,04638	0,07658	-0,03532
0,70062	0,05572	0,10159	-0,04035
0,65053	0,06433	0,15152	-0,04829
0,60069	0,07189	0,20137	-0,05426
0,55021	0,07815	0,25118	-0,05868
0,50000	0,08271	0,30096	-0,06179
0,44976	0,08522	0,35073	-0,06366
0,39952	0,08569	0,40048	-0,06427
0,34927	0,08426	0,45024	-0,06332
0,29904	0,08123	0,50000	-0,06065
0,24882	0,07658	0,54979	-0,05625
0,19863	0,07018	0,59961	-0,05047
0,14848	0,06175	0,64947	-0,04373
0,09841	0,05069	0,69938	-0,03628
0,07342	0,04380	0,74935	-0,02848
0,04848	0,03557	0,79937	-0,02061
0,02365	0,02506	0,84945	-0,01303
0,01132	0,01805	0,89960	-0,00626
0,00645	0,01422	0,94980	-0,00112
0,00406	0,01170	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.24.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.24.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

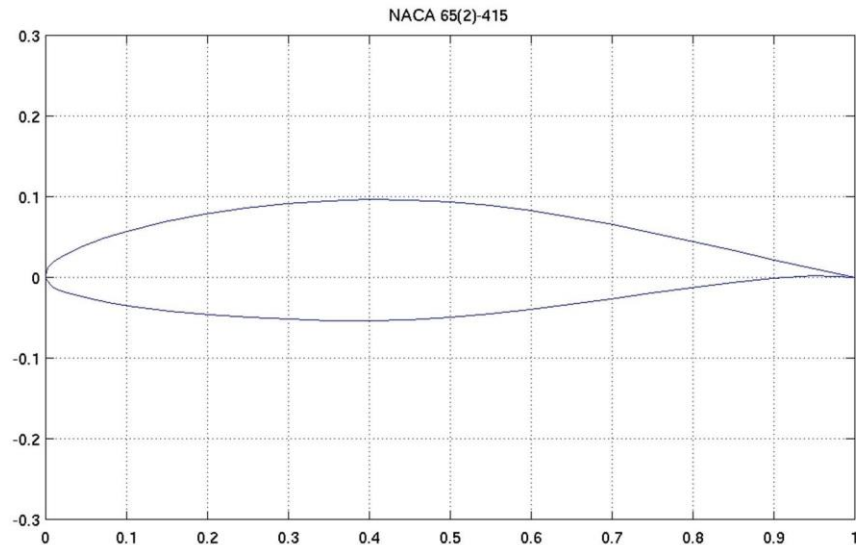


## 25. 3.25 Naca 65(2)-415

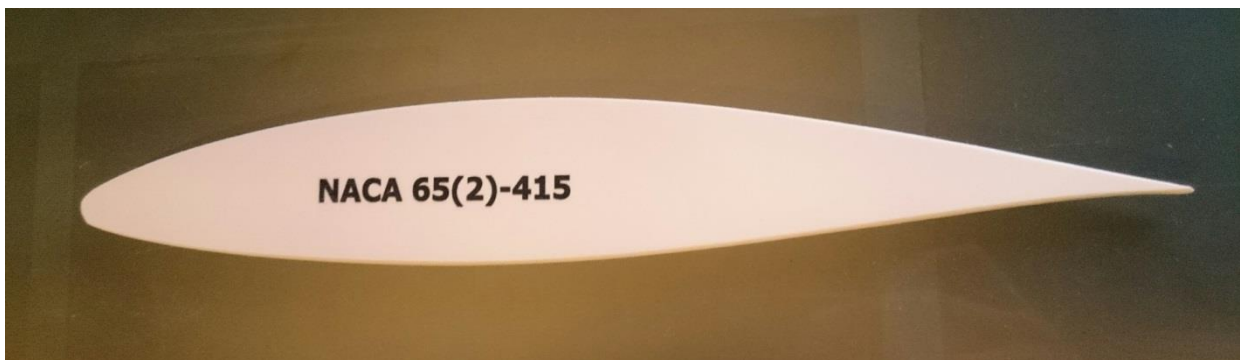
### 1. 3.25.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00687	-0,01008
0,95040	0,01058	0,00958	-0,01200
0,90080	0,02175	0,01484	-0,01472
0,85109	0,03320	0,02769	-0,01936
0,80126	0,04447	0,05303	-0,02599
0,75131	0,05532	0,07816	-0,03098
0,70124	0,06542	0,10318	-0,03510
0,65106	0,07462	0,15303	-0,04150
0,60079	0,08260	0,20274	-0,04625
0,55043	0,08910	0,25236	-0,04970
0,50000	0,09371	0,30193	-0,05205
0,44953	0,09617	0,35146	-0,05335
0,39903	0,09639	0,40097	-0,05355
0,34854	0,09455	0,45047	-0,05237
0,29807	0,09093	0,50000	-0,04962
0,24764	0,08550	0,54957	-0,04530
0,19726	0,07809	0,59921	-0,03976
0,14697	0,06842	0,64894	-0,03342
0,09682	0,05578	0,69876	-0,02654
0,07184	0,04794	0,74869	-0,01952
0,04697	0,03863	0,79874	-0,01263
0,02231	0,02680	0,84891	-0,00628
0,01016	0,01900	0,89920	-0,00107
0,00542	0,01480	0,94960	0,00206
0,00313	0,01208	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.25.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.25.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC



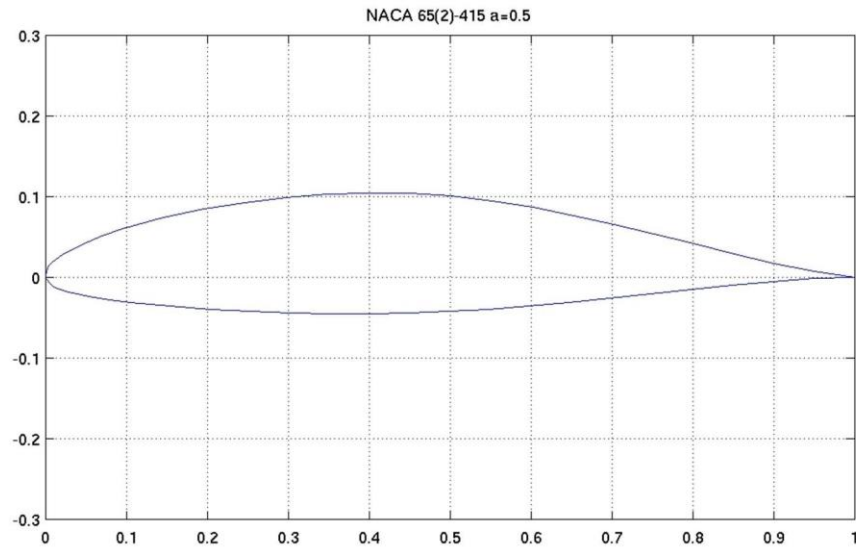


**26. 3.26 Naca 65(2)-415  $\alpha=0.5$**

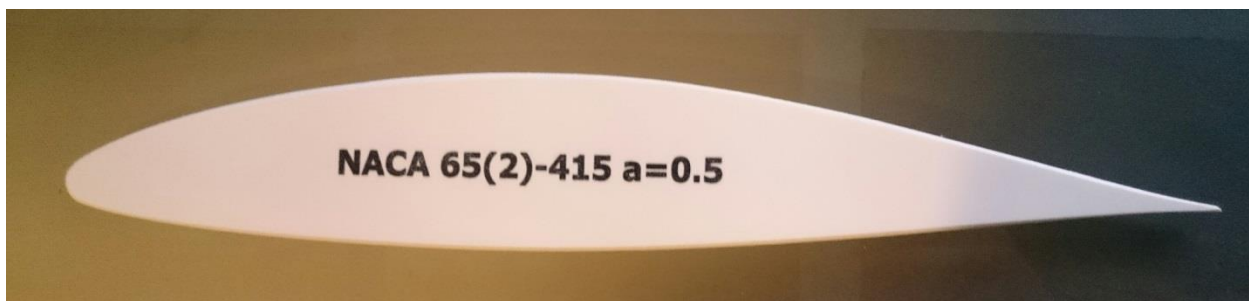
**1. 3.26.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ**

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00755	-0,00957
0,95027	0,00715	0,01036	-0,01132
0,90077	0,01755	0,01573	-0,01377
0,85137	0,02930	0,02874	-0,01776
0,80199	0,04157	0,05426	-0,02335
0,75253	0,05387	0,07946	-0,02746
0,70294	0,06573	0,10451	-0,03081
0,65314	0,07684	0,15432	-0,03591
0,60307	0,08672	0,20389	-0,03963
0,55262	0,09501	0,25329	-0,04232
0,50152	0,10106	0,30257	-0,04411
0,45019	0,10423	0,35175	-0,04508
0,39916	0,10470	0,40084	-0,04526
0,34825	0,10280	0,44981	-0,04431
0,29743	0,09883	0,49848	-0,04226
0,24671	0,09280	0,54738	-0,03929
0,19611	0,08459	0,59693	-0,03548
0,14568	0,07386	0,64686	-0,03104
0,09549	0,05985	0,69706	-0,02609
0,07054	0,05122	0,74747	-0,02083
0,04574	0,04099	0,79801	-0,01545
0,02126	0,02812	0,84863	-0,01014
0,00927	0,01965	0,89923	-0,00527
0,00464	0,01520	0,94973	-0,00139
0,00245	0,01233	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.26.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.26.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

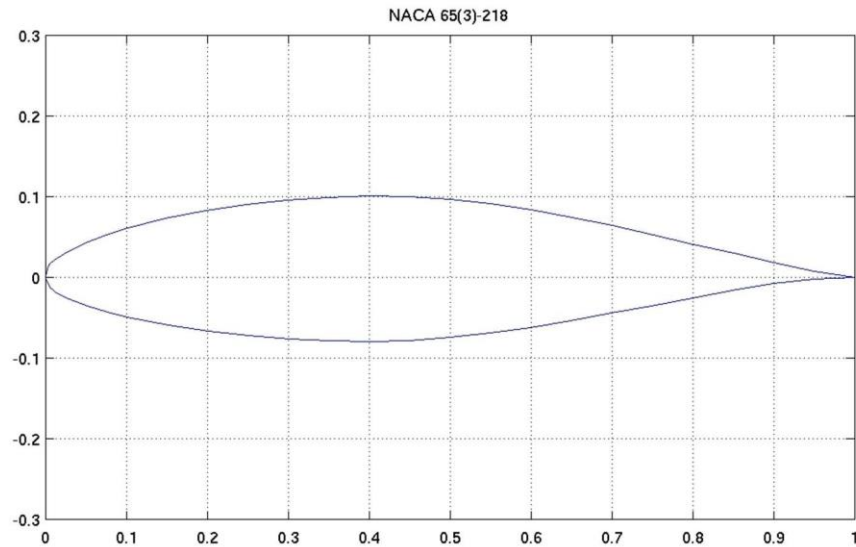


**27. 3.27 Naca 65(3)-218**

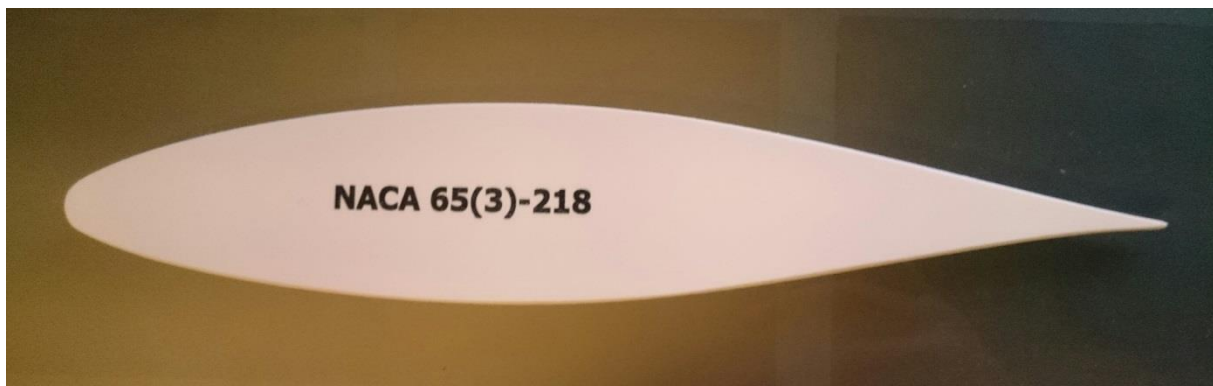
**1. 3.27.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ**

<b>"Original values" (X)1</b>	<b>"Original values" (Y)1</b>	<b>"Original values" (X)2</b>	<b>"Original values" (Y)2</b>
1,00000	0,00000	0,00612	-0,01282
0,95023	0,00805	0,00875	-0,01533
0,90046	0,01835	0,01390	-0,01902
0,85063	0,02967	0,02660	-0,02560
0,80074	0,04133	0,05181	-0,03546
0,75077	0,05290	0,07689	-0,04305
0,70073	0,06398	0,10191	-0,04937
0,65065	0,07425	0,15182	-0,05930
0,60047	0,08338	0,20165	-0,06676
0,55026	0,09103	0,25142	-0,07233
0,50000	0,09671	0,30116	-0,07622
0,44972	0,09996	0,35088	-0,07856
0,39942	0,10070	0,40058	-0,07928
0,34912	0,09916	0,45028	-0,07806
0,29884	0,09566	0,50000	-0,07465
0,24858	0,09023	0,54974	-0,06913
0,19835	0,08270	0,59953	-0,06196
0,14818	0,07276	0,64937	-0,05365
0,09809	0,05971	0,69927	-0,04454
0,07311	0,05153	0,74923	-0,03500
0,04819	0,04178	0,79926	-0,02541
0,02340	0,02932	0,84937	-0,01621
0,01110	0,02116	0,89954	-0,00801
0,00625	0,01673	0,94977	-0,00173
0,00388	0,01382	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.27.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.27.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

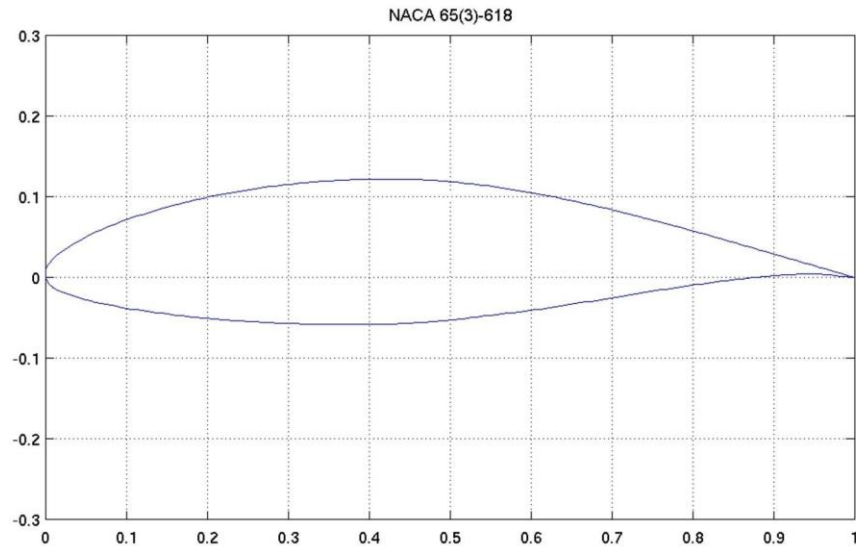


## 28. 3.28 Naca 65(3)-618

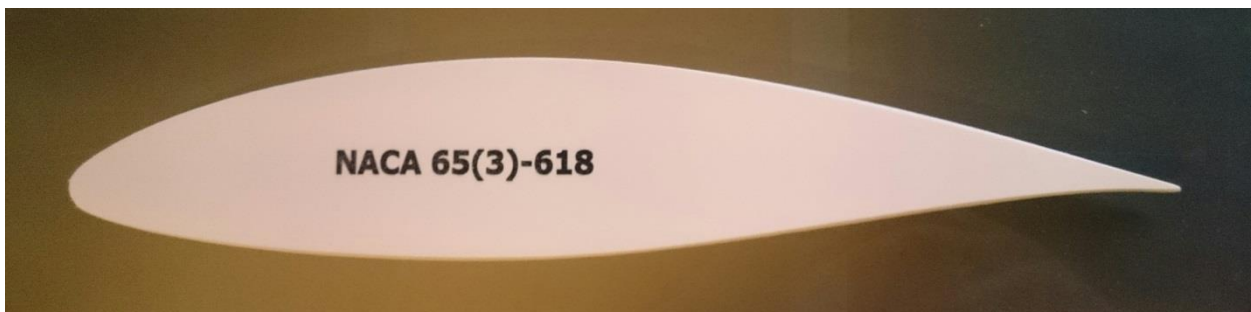
### 1. 3.28.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00828	-0,01146
0,95068	0,01433	0,01115	-0,01356
0,90138	0,02863	0,01661	-0,01651
0,85189	0,04306	0,02974	-0,02152
0,80220	0,05719	0,05538	-0,02880
0,75230	0,07075	0,08064	-0,03427
0,70219	0,08338	0,10569	-0,03876
0,65189	0,09482	0,15545	-0,04564
0,60141	0,10479	0,20494	-0,05072
0,55077	0,11293	0,25426	-0,05433
0,50000	0,11877	0,30348	-0,05672
0,44915	0,12186	0,35262	-0,05792
0,39826	0,12210	0,40174	-0,05784
0,34738	0,11972	0,45085	-0,05616
0,29652	0,11504	0,50000	-0,05259
0,24574	0,10803	0,54923	-0,04723
0,19506	0,09848	0,59859	-0,04053
0,14455	0,08602	0,64811	-0,03302
0,09431	0,06978	0,69781	-0,02506
0,06936	0,05971	0,74770	-0,01705
0,04462	0,04776	0,79780	-0,00943
0,02026	0,03268	0,84811	-0,00268
0,00839	0,02293	0,89862	0,00239
0,00385	0,01776	0,94932	0,00463
0,00172	0,01446	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.28.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.27.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

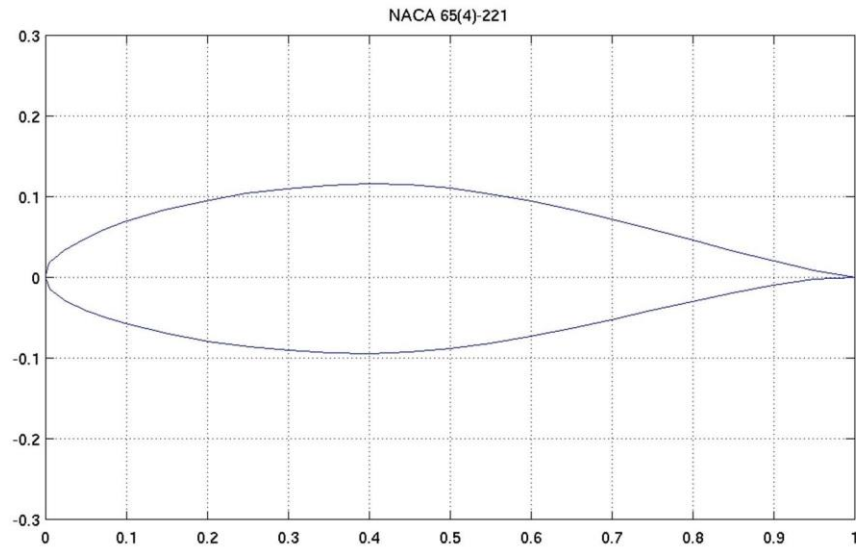


## 29. 3.29 Naca 65(4)-221

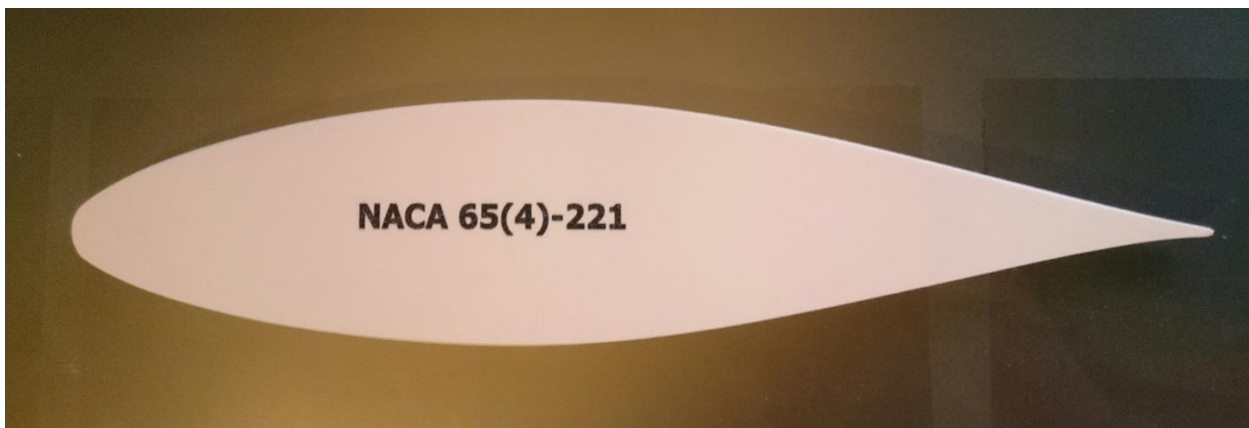
### 1. 3.29.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00628	-0,01467
0,95026	0,00861	0,00892	-0,01762
0,90052	0,02000	0,01410	-0,02188
0,85072	0,03270	0,02684	-0,02963
0,80084	0,04595	0,05209	-0,04151
0,75088	0,05918	0,07720	-0,05070
0,70084	0,07195	0,10222	-0,05831
0,65072	0,08390	0,15213	-0,07024
0,60054	0,09461	0,20192	-0,07922
0,55030	0,10372	0,25166	-0,08591
0,50000	0,11055	0,30135	-0,09063
0,44967	0,11461	0,35102	-0,09344
0,39932	0,11570	0,40068	-0,09428
0,34898	0,11404	0,45033	-0,09271
0,29865	0,11007	0,50000	-0,08849
0,24834	0,10381	0,54970	-0,08182
0,19808	0,09514	0,59946	-0,07319
0,14787	0,08370	0,64928	-0,06330
0,09778	0,06865	0,69916	-0,05251
0,07280	0,05918	0,74912	-0,04128
0,04791	0,04783	0,79916	-0,03003
0,02314	0,03335	0,84928	-0,01924
0,01090	0,02402	0,89948	-0,00966
0,00608	0,01902	0,94974	-0,00229
0,00372	0,01567	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.29.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.29.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC



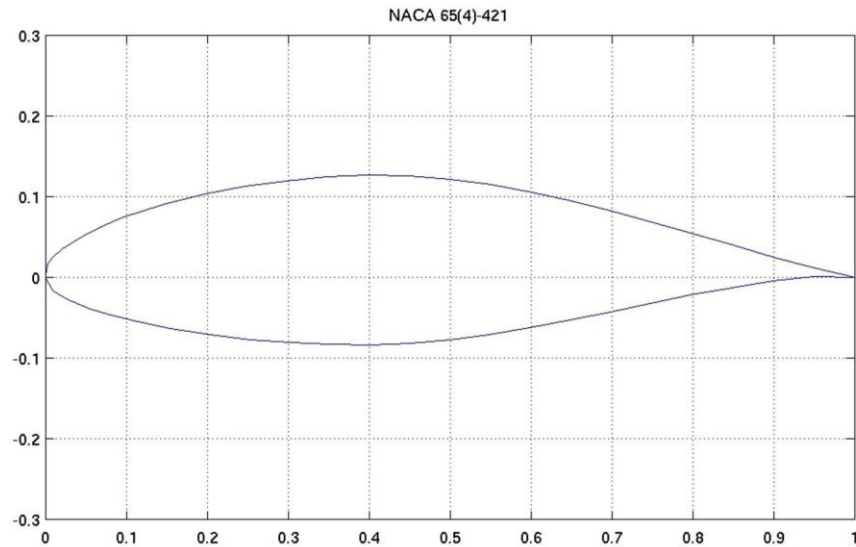


### 30. 3.30 Naca 65(4)-421

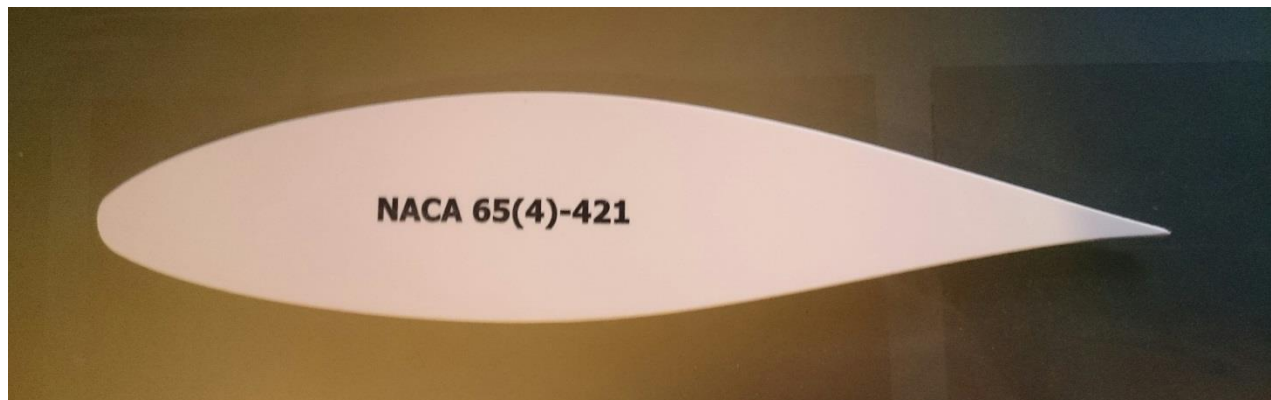
#### 1. 3.30.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00753	-0,01401
0,95051	0,01176	0,01032	-0,01676
0,90104	0,02514	0,01567	-0,02065
0,85143	0,03940	0,02865	-0,02761
0,80167	0,05388	0,05417	-0,03821
0,75176	0,06811	0,07938	-0,04633
0,70168	0,08166	0,10443	-0,05303
0,65145	0,09419	0,15425	-0,06342
0,60108	0,10531	0,20384	-0,07120
0,55059	0,11467	0,25332	-0,07691
0,50000	0,12158	0,30271	-0,08088
0,44934	0,12556	0,35204	-0,08313
0,39865	0,12640	0,40135	-0,08356
0,34796	0,12433	0,45066	-0,08176
0,29729	0,11976	0,50000	-0,07746
0,24668	0,11271	0,54941	-0,07087
0,19616	0,10304	0,59892	-0,06247
0,14575	0,09034	0,64855	-0,05299
0,09557	0,07371	0,69832	-0,04278
0,07062	0,06329	0,74824	-0,03231
0,04582	0,05085	0,79833	-0,02204
0,02135	0,03505	0,84857	-0,01248
0,00933	0,02493	0,89896	-0,00446
0,00468	0,01956	0,94949	0,00088
0,00247	0,01601	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

## 2. 3.30.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.30.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΕΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC

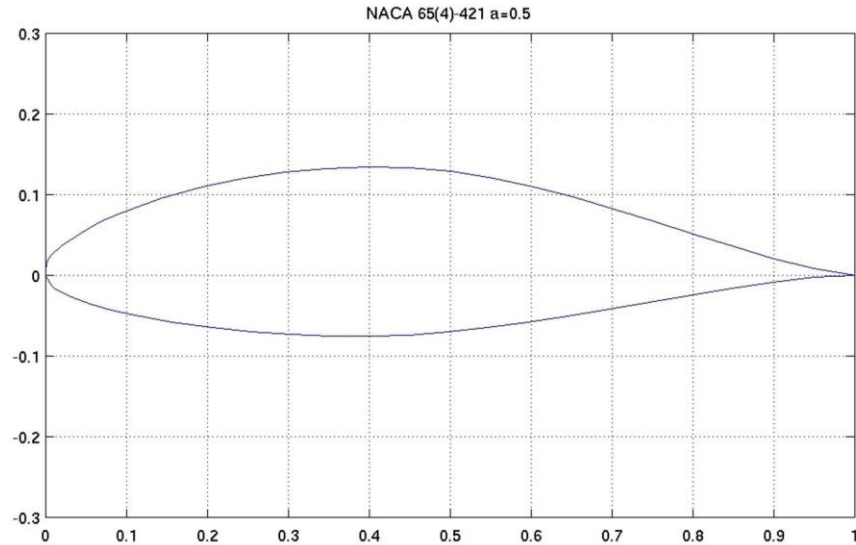


**31. 3.31 Naca 65(4)-421  $\alpha=0.5$**

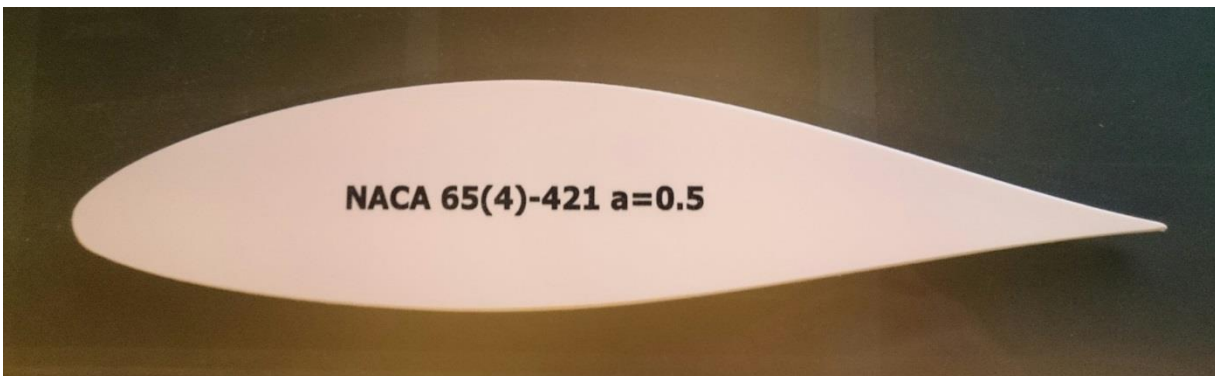
**1. 3.31.1 ΤΙΜΕΣ Χ,Υ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ**

"Original values" (X)1	"Original values" (Y)1	"Original values" (X)2	"Original values" (Y)2
1,00000	0,00000	0,00845	-0,01344
0,95034	0,00833	0,01137	-0,01603
0,90100	0,02095	0,01687	-0,01965
0,85181	0,03550	0,03008	-0,02595
0,80264	0,05097	0,05586	-0,03551
0,75340	0,06664	0,08120	-0,04275
0,70398	0,08193	0,10629	-0,04869
0,65428	0,09637	0,15605	-0,05780
0,60421	0,10942	0,20545	-0,06455
0,55362	0,12056	0,25462	-0,06952
0,50211	0,12890	0,30361	-0,07293
0,45026	0,13362	0,35246	-0,07486
0,39882	0,13470	0,40118	-0,07526
0,34754	0,13258	0,44974	-0,07370
0,29639	0,12765	0,49789	-0,07010
0,24538	0,12000	0,54638	-0,06484
0,19455	0,10951	0,59579	-0,05818
0,14395	0,09572	0,64572	-0,05057
0,09371	0,07773	0,69602	-0,04229
0,06880	0,06651	0,74660	-0,03360
0,04414	0,05315	0,79736	-0,02485
0,01992	0,03631	0,84819	-0,01634
0,00813	0,02553	0,89900	-0,00867
0,00363	0,01991	0,94966	-0,00257
0,00155	0,01620	1,00000	0,00000
0,00000	0,00000		

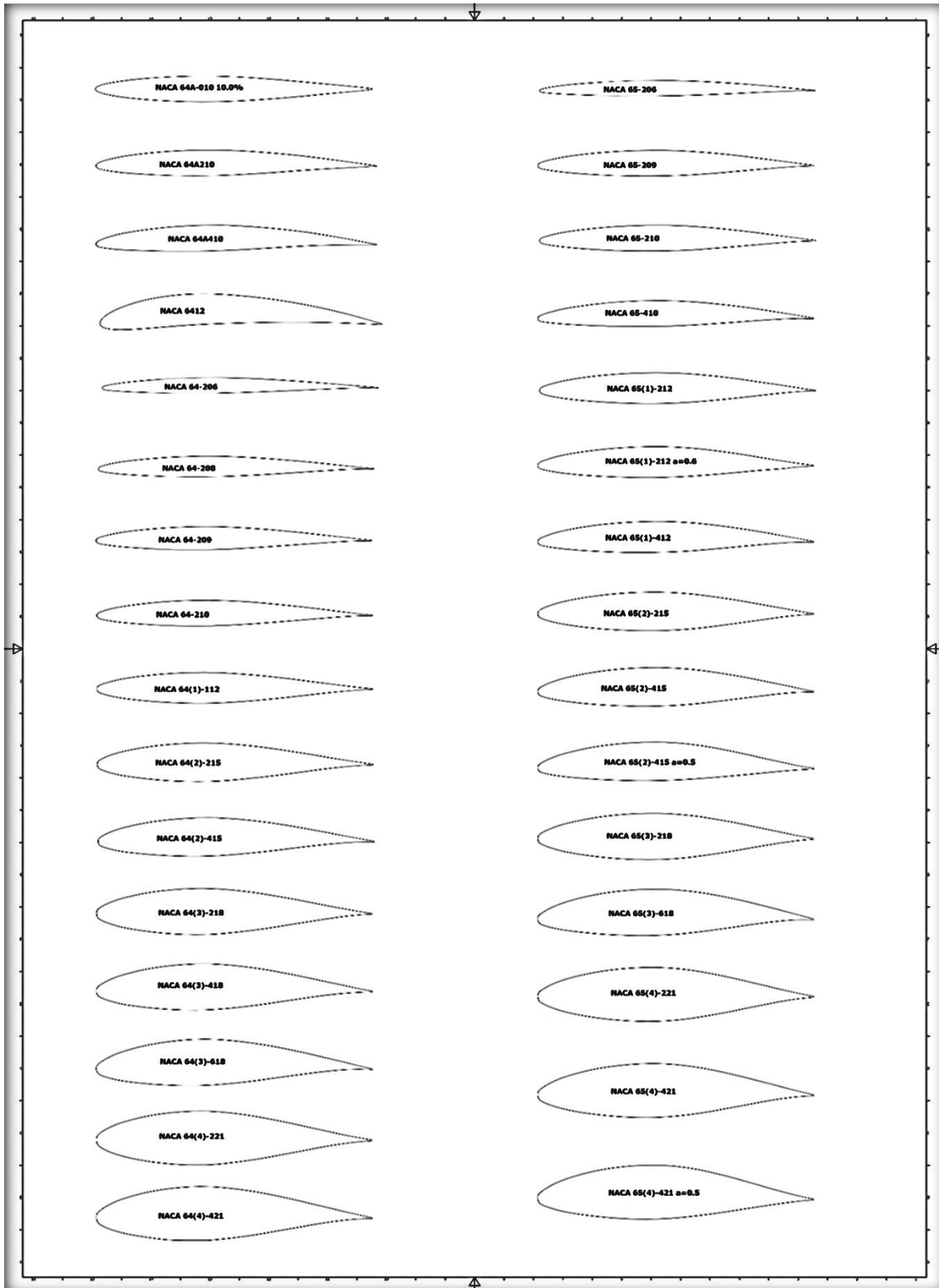
## 2. 3.31.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ



## 3. 3.31.3 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΕΡΟΤΟΜΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΣΕ CNC



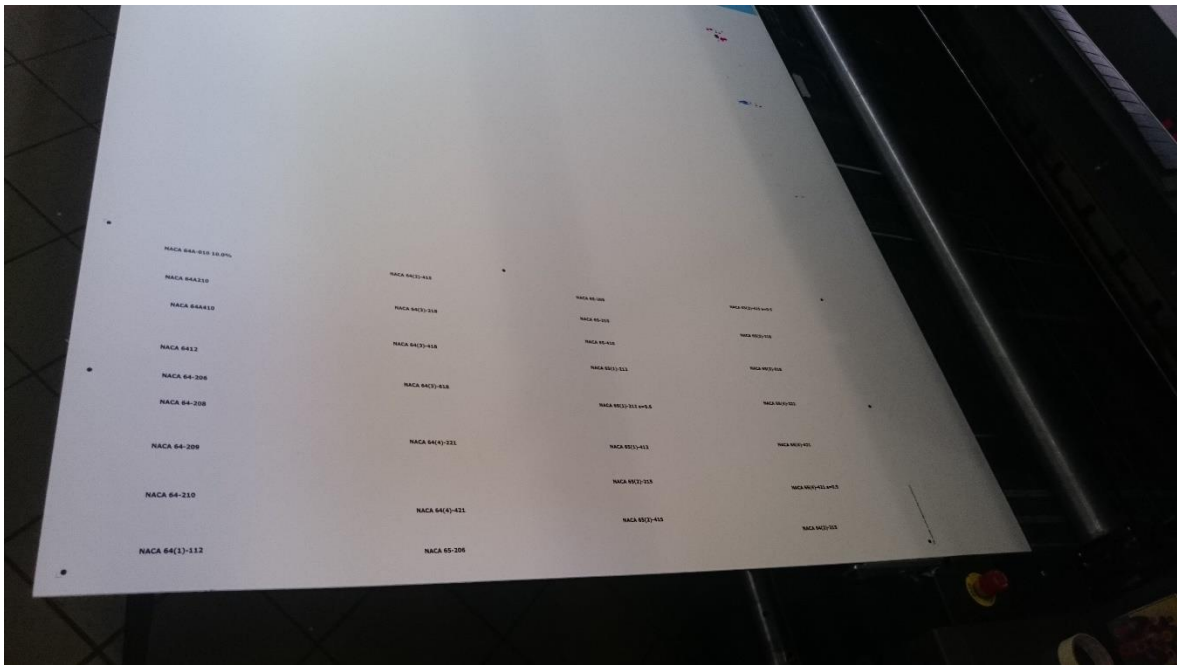
### 32. 3.32 ΣΧΕΔΙΟ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΕΡΟΤΟΜΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ CNC



**33. 3.33 ΕΙΚΟΝΕΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΗΣ CNC ΚΑΙ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ**

- 1. 3.33.1 Μηχάνημα εκτύπωσης των ονομάτων των αεροτομών.**





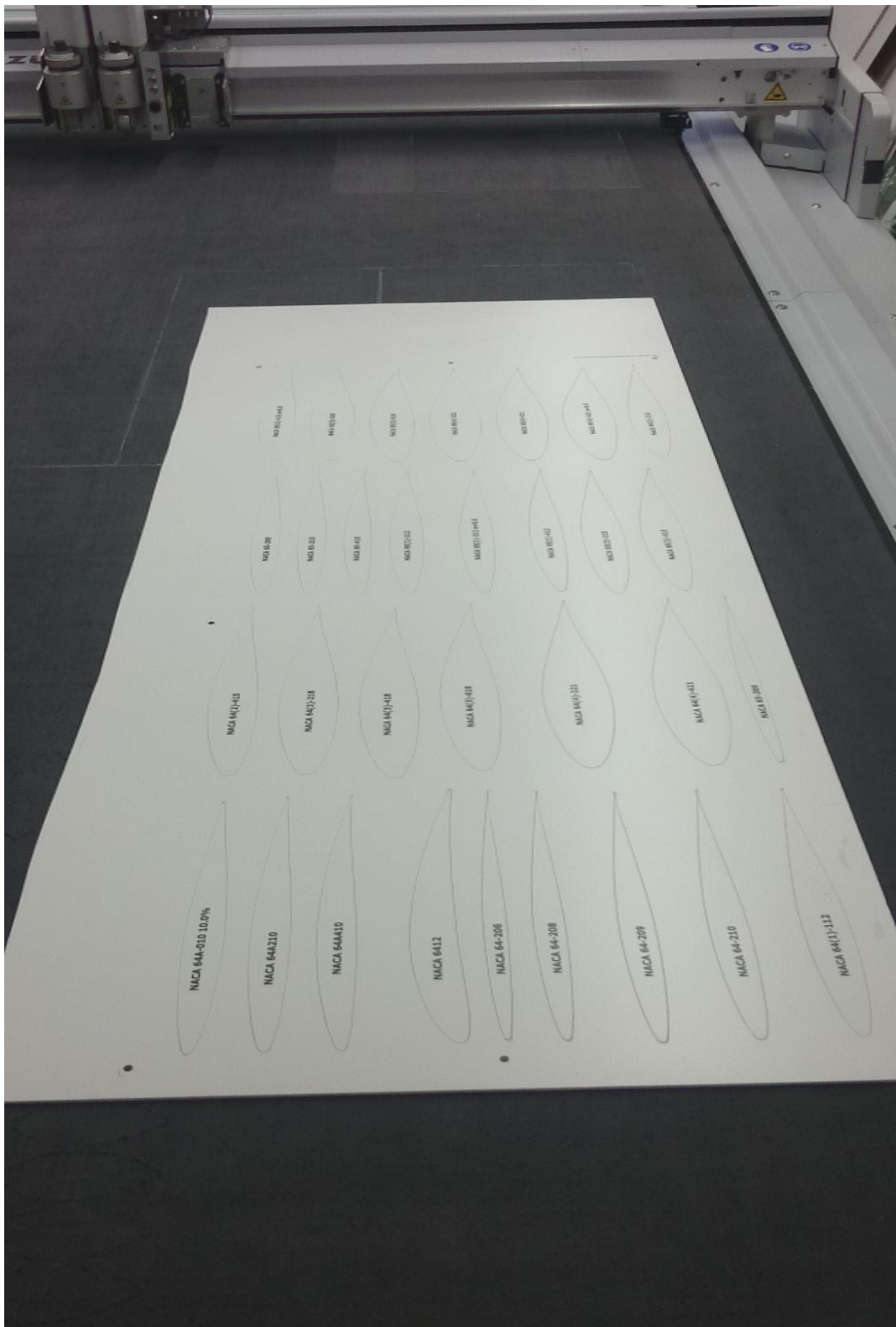
## 2. 3.33.2 Μηχάνημα κοπής CNC των αεροτομών.











## 7. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΠΤΕΡΥΓΑ ΜΑΧΗΤΙΚΟΥ F-35

### 1. 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΙΑ ΤΟ F-35

Το F-35 Lightning II είναι ένα μονοθέσιο, μονοκινητήριο, χαμηλής παρατηρησιμότητας μαχητικό αεροσκάφος πέμπτης γενιάς. Κατασκευάζεται από μια κοινοπραξία εταιριών της οποίας ηγείται η [Lockheed Martin](#) με σημαντικότερους εταίρους τις Northrop Grumman και BAE Systems. Το F-35 αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης, με την πρώτη πτήση να έχει λάβει χώρα στις 15 Δεκεμβρίου του 2006.

Το F-35 προέκυψε από την ανάγκη των Ενόπλων Δυνάμεων των [ΗΠΑ](#) να αντικαταστήσουν έναν αριθμό διαφορετικών μαχητικών αεροσκαφών με έναν μόνο τύπο. Γι' αυτό το λόγο το αεροσκάφος έχει τρεις υποεκδόσεις.

- Την F-35A, συμβατικής απογείωσης και προσγείωσης.
- Την F-35B, σύντομης απογείωσης και κάθετης προσγείωσης.
- Την F-35C, για επιχειρήσεις με βάση αεροπλανοφόρα.

Στόχος του προγράμματος είναι η παραγωγή ενός αεροσκάφους πολλαπλού ρόλου με χαμηλό κόστος κτήσης και συντήρησης, ικανού να αναλαμβάνει αποστολές αναχαίτισης, κρούσης και υποστήριξης και να τις φέρνει εις πέρας αποτελεσματικά και με αυξημένες πιθανότητες επιβίωσης.

Το F-35 ενσωματώνει χαρακτηριστικά χαμηλής παρατηρησιμότητας που το κάνουν δύσκολο να εντοπιστεί από αντίπαλα αεροσκάφη ή [ραντάρ](#) περιορίζοντας έτσι τη δυνατότητα του αντιπάλου να επιτεθεί ή να αμυνθεί αποτελεσματικά. Διαθέτει εσωτερικές αποθήκες οπλισμού προκειμένου να μην προσμετράται το ίχνος ραντάρ του οπλισμού στο συνολικό ίχνος του αεροσκάφους. Βέβαια το F-35 δύναται να φέρει οπλισμό και εξωτερικά, θυσιάζοντας έτσι όμως ως ένα βαθμό τη χαμηλή του παρατηρησιμότητα.

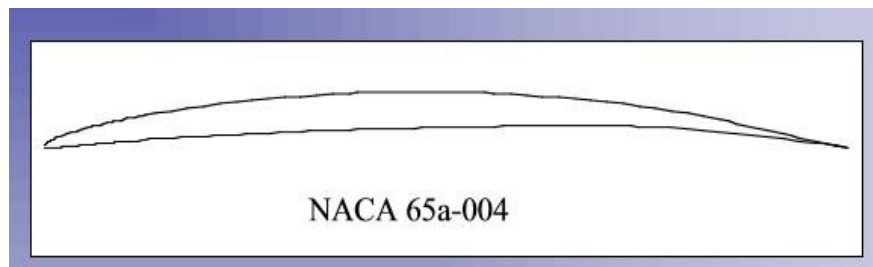
Το F-35 φέρει το ραντάρ [AN/APG-81](#), τύπου [AESA](#), το οποίο θεωρείται κορυφαίων επιδόσεων. Επίσης διαθέτει το σύστημα στόχευσης [EOTS](#) και το σύστημα προειδοποίησης [AN/AAS-37](#). Αυτά σε συνδυασμό με τους προηγμένους αισθητήρες δίνουν στον πιλότο μια εξαιρετική εικόνα του πεδίου μάχης.

Το αεροσκάφος θα μπορεί να δεχθεί εντολές μέσω της φωνής του πιλότου μέσω του συστήματος [Direct Voice Input](#). Επίσης θα διαθέτει σύστημα απεικόνισης επί κάσκα ([HMDS](#)) το οποίο θα προβάλλει πληροφορίες κατ' ευθείαν στη κάσκα του πιλότου.

## 2. 4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΗΣ ΠΤΕΡΥΓΑΣ

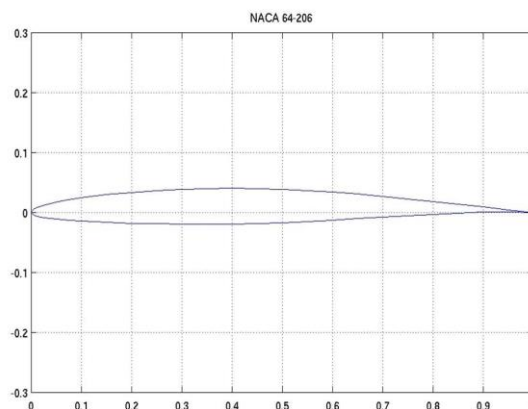
Για να σχεδιάσουμε την πτέρυγα του μαχητικού αεροσκάφους F-35 λόγο του ότι τα άρχια για τις διαστάσεις και το Airfoil είναι απόρρητα , κάναμε έρευνα στο διαδύκτιο για να μαζέψουμε πληροφορίες .

Απο την ιστοσελίδα Aerospaceweb είδαμε σε μια έρευνα που έχει γίνει απο τους David Hall , Sangeon Chun και David Andrews ότι το εμβαδόν της πτέρυγας είναι  $42,7 \text{ m}^2$ . Ακόμη είδαμε ότι προτύνουν ένα Airfoil το Naca 65a-004 για την χορδή ρίζας (root chord) και για την χορδή ακροπτερυγίου (tip chord).



ΠΗΓΗ : [http://www.dept.aoe.vt.edu/~mason/Mason\\_f/F35AndrewsS03.pdf](http://www.dept.aoe.vt.edu/~mason/Mason_f/F35AndrewsS03.pdf)

Απο τα Naca 65 και Naca 64 που παρουσιάσαμε και κατασκευάσαμε στο πρώτο μέρος της πτυχιακής μας διαλέγουμε το πιο κοντινό στο Naca 65a-004 το οποίο είναι το Naca64-206.



Για να σχεδιάσουμε την αεροπτέρυγα θα ακολουθήσουμε το παρακάτω παράδειγμα :

Ένα αεροσκάφος έχει επιφάνεια πτερύγων (wing area)  $20 \text{ m}^2$  , διάταμα (aspect ratio)  $AR=8$ , και λόγο εκλέπτυνσης (taper ratio)  $\lambda=0.6$ . Υπολογίζεται ότι το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής (50% chord line sweep angle) είναι  $30^\circ$ . 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).

Λύση:

Για τον προσδιορισμό των αγνώστων μεταβλητών χρησιμοποιούμε τις παρακάτω εξισώσεις:

$$AR = \frac{b^2}{S} \Rightarrow b = \sqrt{S * AR} = \sqrt{20 * 8} \Rightarrow b = 12.65 \text{ m}$$

$$AR = \frac{b}{C} \Rightarrow C = \frac{b}{AR} = \frac{12.65}{8} \Rightarrow C = 1.58 \text{ m}$$

$$\bar{c} = \frac{2}{3} Cr \left( \frac{1 + \lambda + \lambda^2}{1 + \lambda} \right) \Rightarrow 1.58 = \frac{2}{3} Cr \left( \frac{1 + 0.6 + 0.6^2}{1 + 0.6} \right) \Rightarrow Cr = 1.936 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{Ct}{Cr} \Rightarrow 0.6 = \frac{Ct}{1.935} \Rightarrow Ct = 1.161 \text{ m}$$

Από τη στιγμή που το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής είναι  $30^\circ$  ( $\Delta C/2 = 30 \text{ deg}$ ), το χείλος προσβολής, το χείλος εκφυγής, και η γωνία βέλους του τέταρτου της χορδής υπολογίζονται από το νόμο του τριγώνου (βλέπε εικόνα 1). Όμως πρώτα απαιτείται ο υπολογισμός κάποιων παραμέτρων.

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

$$\sin\left(\Delta_C\right) = \frac{FI}{b/2} \Rightarrow FI = \frac{12.65}{2} \sin(30) = 3.1625 \text{ m}$$

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

$$= \sqrt{\left(\frac{12.65}{2}\right)^2 - 3.1625^2} \Rightarrow beef = 10.955$$



$$= \frac{\frac{c_t}{4} + (KI + 2.582) - \frac{Cr}{4}}{\frac{beff}{2}} = \frac{\frac{1.161}{4} + \left(\frac{1.936}{2} + 2.582\right) - \frac{1.936}{4}}{\frac{10.995}{2}} = 0.613$$

$$\Rightarrow \Lambda_{C/4} = \mathbf{31.5 \text{ deg}}$$

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 (TE), έχουμε:

$$\tan(\Lambda_{TE}) = \frac{EL}{LD} = \frac{EK+KL}{\frac{beff}{2}} = \frac{Ct+KH+Cr}{\frac{beff}{2}} = \frac{Ct+(KI+IH)-Cr}{\frac{beff}{2}} =$$

$$\frac{Ct+\left(\frac{Cr}{2}+2.582\right)-Cr}{\frac{beff}{2}} = \frac{1.161+\left(\frac{1.936}{2}+2.582\right)-1.936}{\frac{10.955}{2}} = 0.507$$

$$\Rightarrow \Lambda_{TE} = \mathbf{26.89 \text{ deg}}$$

Σύνμφωνα λοιπόν με το παραπάνω παράδειγμα και την έρευνα που έκαναν οι Anish Bhatt , Marie Harvey , Ryan Hofmeister από το Department of Aerospace and Ocean Engineering Site για το F-35 τα στοιχεία μας διαμορφώνονται ως εξής :

Το αεροσκάφος έχει επιφάνεια πτερύγων (wing area) 42,7 m<sup>2</sup> , διάταμα (aspect ratio) AR = 2,663, και λόγο εκλέπτυνσης (taper ratio) TR = 0.243. Υπολογίζεται ότι το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής (50% chord line sweep angle) είναι 12°. Υπολογίζουμε τη χορδή ακροπτερυγίου (tip chord), τη χορδή ρίζας (root 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).

Για τον προσδιορισμό των αγνώστων μεταβλητών χρησιμοποιούμε τις παρακάτω εξισώσεις:

$$AR = \frac{b^2}{S} \Rightarrow b = \sqrt{S * AR} = \sqrt{42.7 * 2.663} \Rightarrow \mathbf{b = 10.66 \text{ m}}$$

$$AR = \frac{b}{C} \Rightarrow C = \frac{b}{AR} = \frac{10.66}{2.663} \Rightarrow \mathbf{C = 4.51 \text{ m}}$$



$$\bar{c} = \frac{2}{3} Cr \left( \frac{1 + \lambda + \lambda^2}{1 + \lambda} \right) \Rightarrow 4.51 = \frac{2}{3} Cr \left( \frac{1 + 0.243 + 0.243^2}{1 + 0.243} \right) \Rightarrow Cr = \mathbf{1.459 m}$$

$$\lambda = \frac{Ct}{Cr} \Rightarrow 0.243 = \frac{Ct}{6.459} \Rightarrow Ct = \mathbf{1.570 m}$$

Από τη στιγμή που το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής είναι 30° ( $\Delta C/2 = 30 \text{ deg}$ ), το χείλος προσβολής, το χείλος εκφυγής, και η γωνία βέλους του τέταρτου της χορδής υπολογίζονται από το νόμο του τριγώνου (βλέπε εικόνα 1). Όμως πρώτα απαιτείται ο υπολογισμός κάποιων παραμέτρων.

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

$$\sin\left(\frac{\Delta C}{2}\right) = \frac{FI}{b/2} \Rightarrow FI = \frac{10.66}{2} \sin(12) = \mathbf{1.108 m}$$

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

$$= \sqrt{\left(\frac{10.66}{2}\right)^2 - 1.108^2} \Rightarrow beff = \mathbf{10.427 m}$$

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

$$AR_{eff} = \frac{beff^2}{S} = \frac{10.427^2}{42.7} \Rightarrow AR_{eff} = 2.546$$

Σημειώνεται ότι το διάταμα AR έχει μειωθεί από 2.663 σε 2.546.

Η απόσταση IH ισούται με:

$$IH = FI - \frac{Ct}{2} = 1.108 - \frac{1.570}{2} \Rightarrow IH = \mathbf{0.323 m}$$

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

$$\tan(\Lambda_{LE}) = \frac{KH}{AK} = \frac{KI + I}{\frac{beff}{2}} = \frac{\frac{c_r}{2} + 0.323}{\frac{10.427}{2}} = \frac{\frac{6.459}{2} + 0.323}{\frac{10.427}{2}} = 0.681$$

$$\Rightarrow \Lambda_{LE} = 34.5 \text{ deg}$$

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

$$\begin{aligned} \tan(\Lambda_{C/4}) &= \frac{GJ}{BJ} = \frac{GH + JH}{\frac{beff}{2}} = \frac{\frac{c_t}{4} + KH - KJ}{\frac{beff}{2}} = \frac{\frac{c_t}{4} + (KI + IH) - KJ}{\frac{beff}{2}} = \\ &= \frac{\frac{c_t}{4} + (KI + 0.323) - \frac{Cr}{4}}{\frac{beff}{2}} = \frac{\frac{1.570}{4} + \left(\frac{6.459}{2} + 0.323\right) - \frac{6.459}{4}}{\frac{10.427}{2}} = 0.447 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \Lambda_{C/4} = 24 \text{ deg}$$

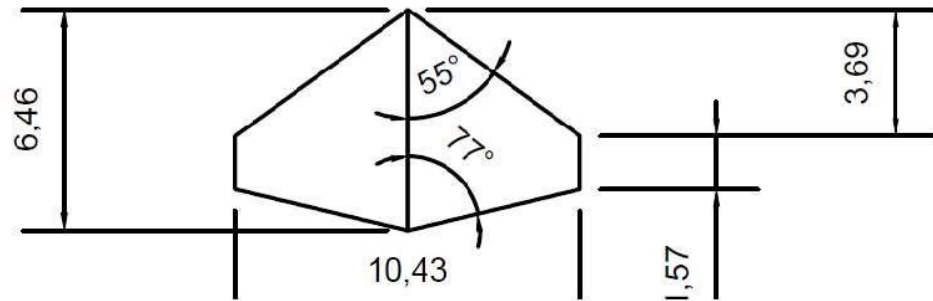
Αυτό αποκαλύπτει ότι οι γωνίες βέλους του χείλους προσβολής και του τέταρτου της χορδής είναι μεγαλύτερες από το 50% της γωνίας βέλους της γραμμής χορδής.

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

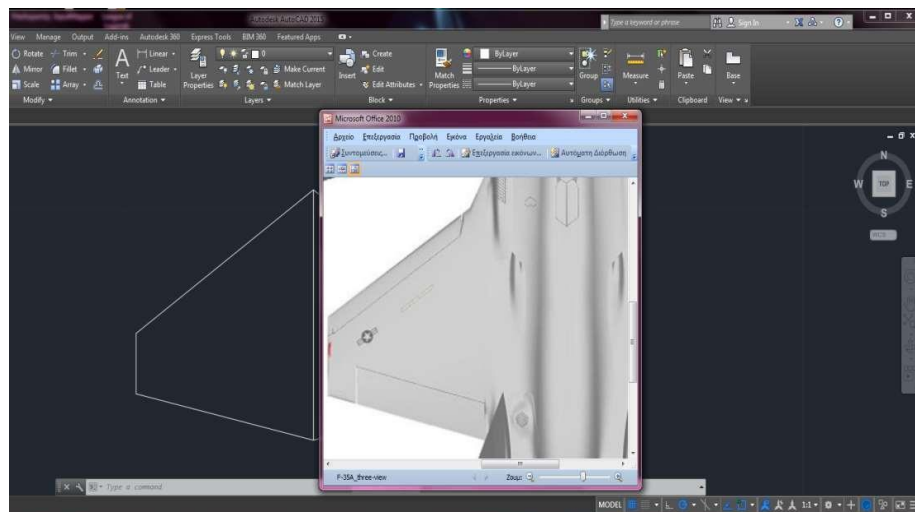
$$\begin{aligned} \tan(\Lambda_{TE}) &= \frac{EL}{LD} = \frac{EK + KL}{\frac{beff}{2}} = \frac{Ct + KH + Cr}{\frac{beff}{2}} = \\ &= \frac{Ct + (KI + IH) - Cr}{\frac{beff}{2}} = \frac{Ct + \left(\frac{Cr}{2} + 0.323\right) - Cr}{\frac{beff}{2}} = \\ &= \frac{1.570 + \left(\frac{6.459}{2} + 0.323\right) - 6.459}{\frac{10.427}{2}} = -0.2456 \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \Lambda_{TE} = -13 \text{ deg}$$

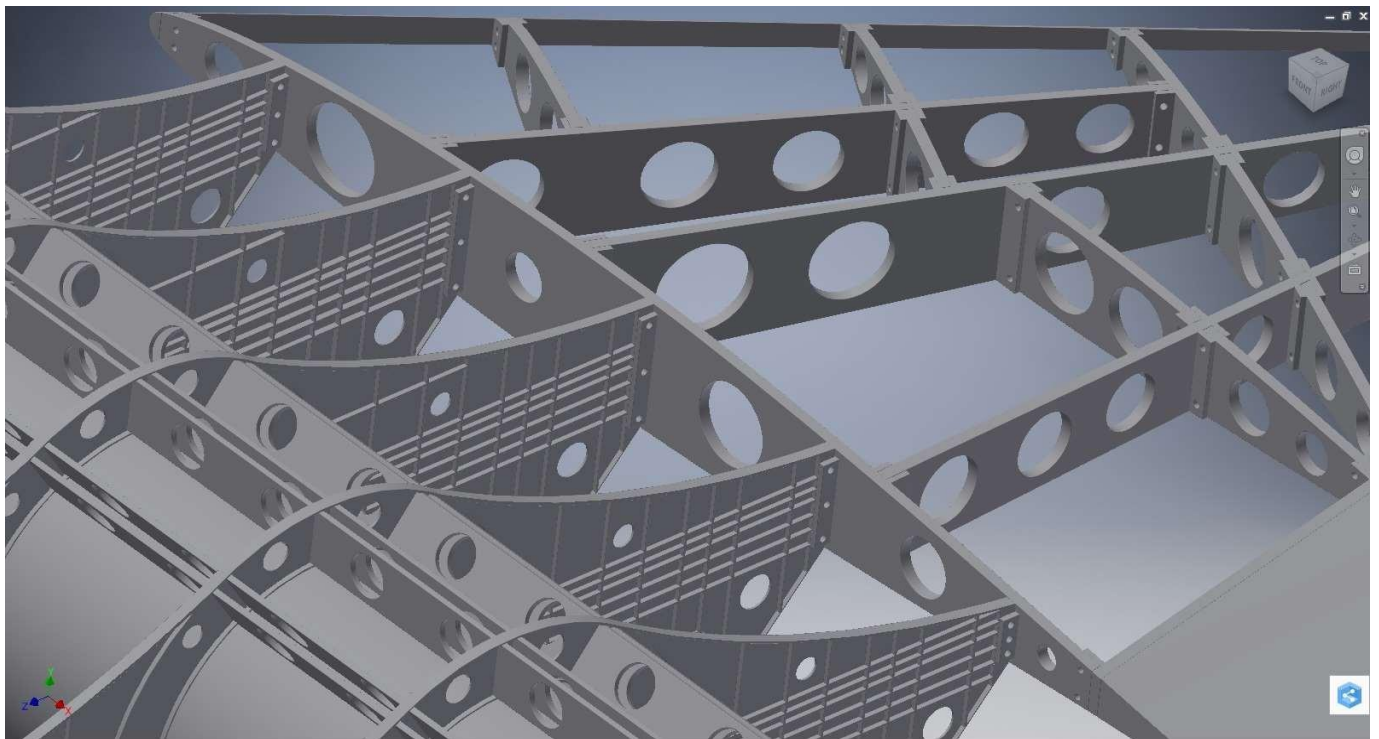
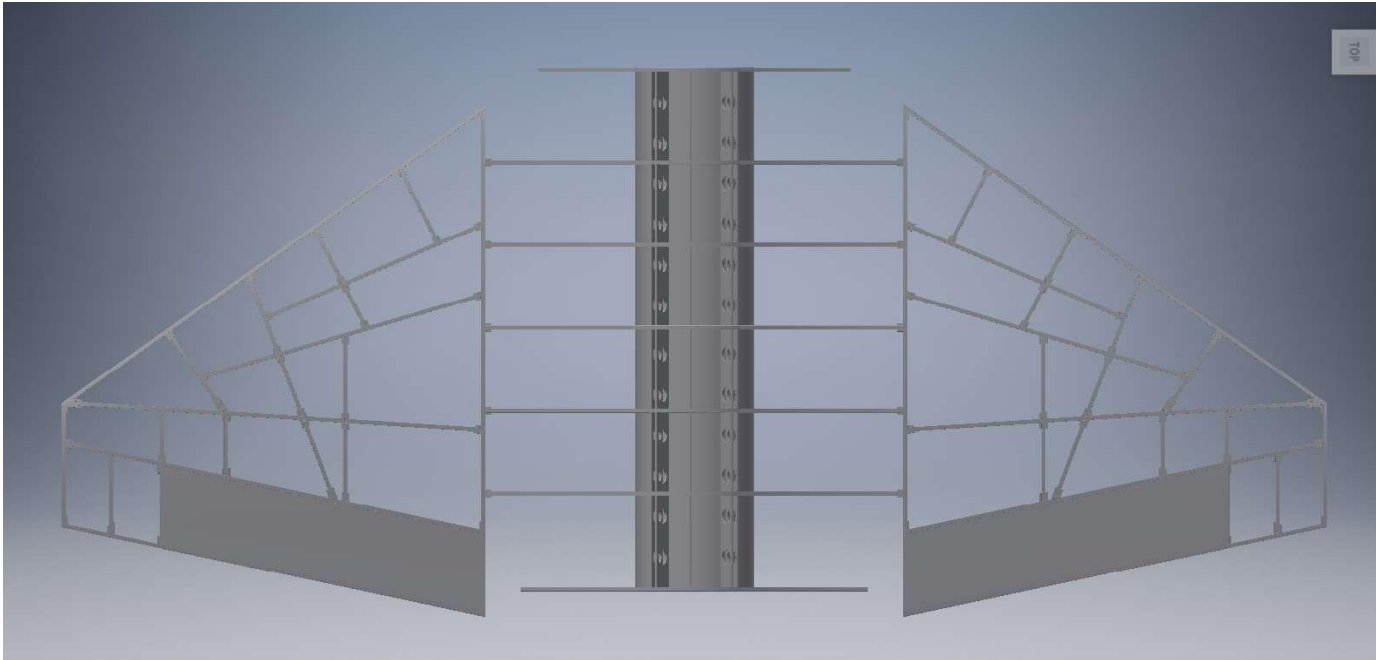
## 1. 4.2.1 ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ F-35



## 2. 4.2.2 ΣΥΓΚΡΥΣΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΥ ΠΤΕΡΥΓΙΟΥ ΜΕ ΤΟ ΔΙΚΟ ΜΑΣ



3. 4.2.3 ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΩΜΑΤΙΩΝ



Σύνδεση κορμού με φτερό.

Το πτερύγιο σχεδιάστηκε βάση των παρακάτω για τα πτερύγια :



Βασιστήκαμε στα σχέδια του Πανεπιστημίου του Cranfield.

BAE SYSTEMS

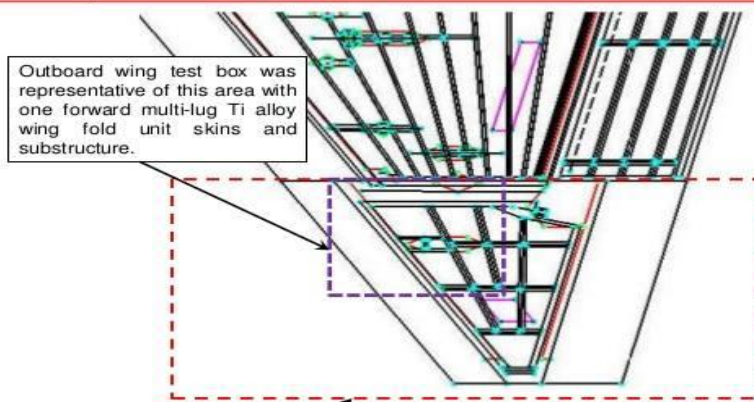


MANTIS

Mr. Geoffrey Allen Wardle MSc. MSc. C.Eng.

Cranfield UNIVERSITY AIAA

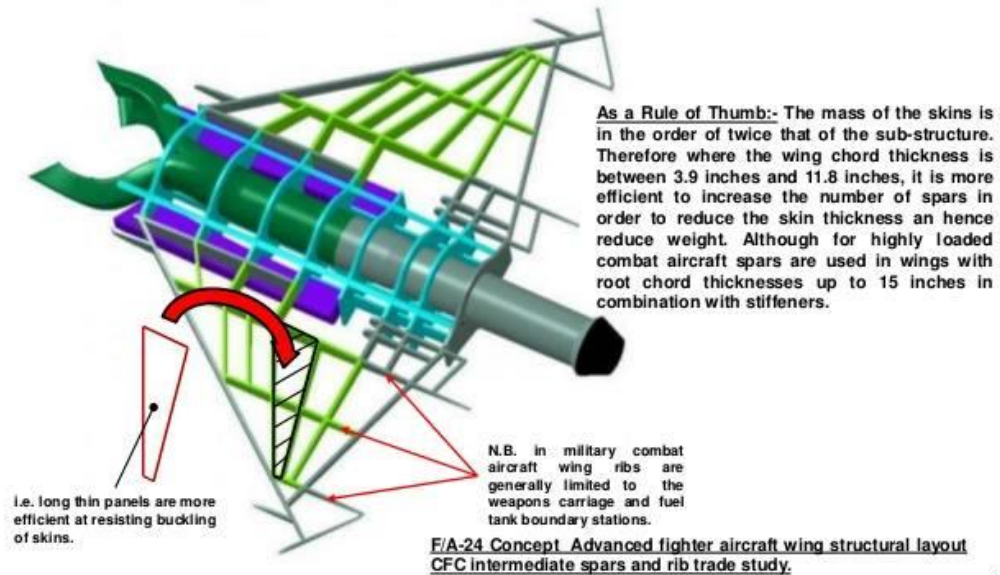
**Figure 8b:- Preliminary layout of the F-35C Outboard Wing .**



Baseline Structural Layout of the F-35C outboard wing on which the test box design was based.

11

**Fig 22:- To reduce wing skin thickness multi spar pitch was used to inhibit skin buckling.**



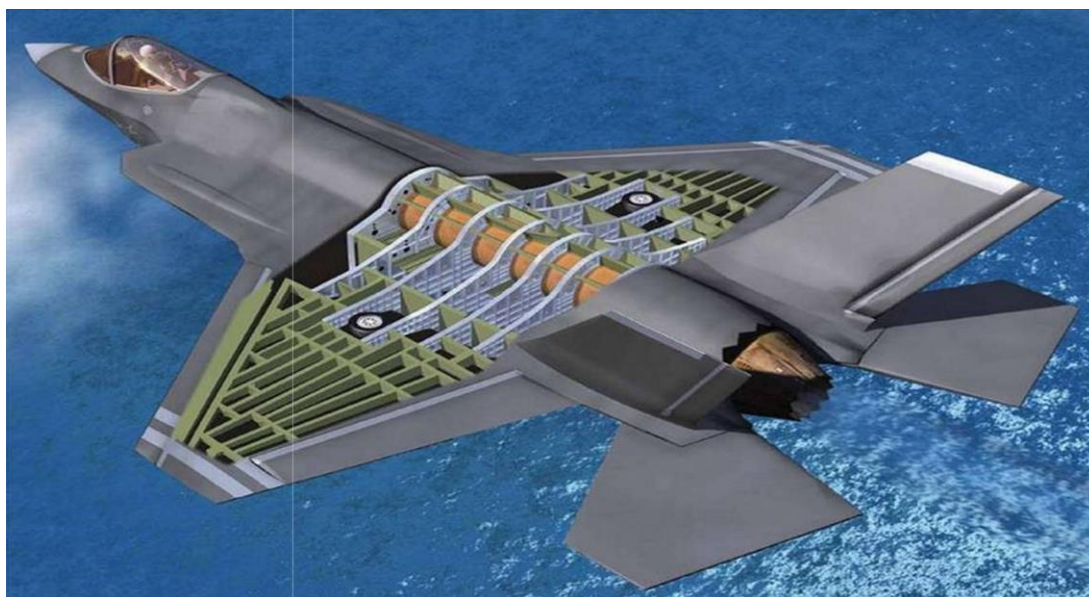
40

Εδώ βλέπουμε την βάση συγκράτησης για την επεξεργασία του περηνίου.



ΠΗΓΗ : <http://www.f-16.net/f-35-news-article2395.html>

Το πτερύγιο σχεδιάστηκε βάση των παρακάτω για τον κορμό :



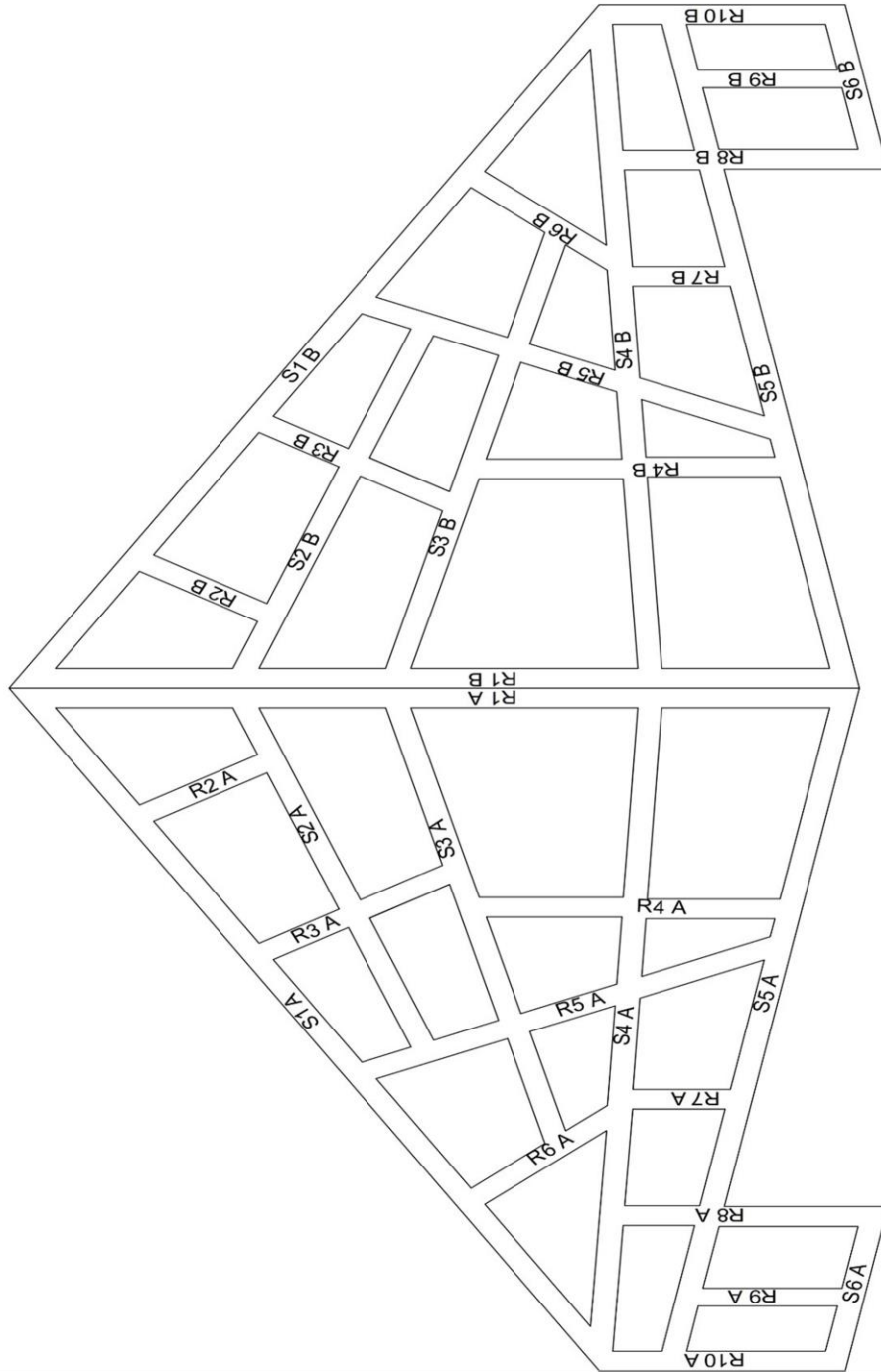
ΠΗΓΗ: [http://news.xinhuanet.com/english/photo/2011-12/20/c\\_131316976\\_5.htm](http://news.xinhuanet.com/english/photo/2011-12/20/c_131316976_5.htm)



ΠΗΓΗ : <http://www.armaholic.com/forums.php?m=posts&q=26786>

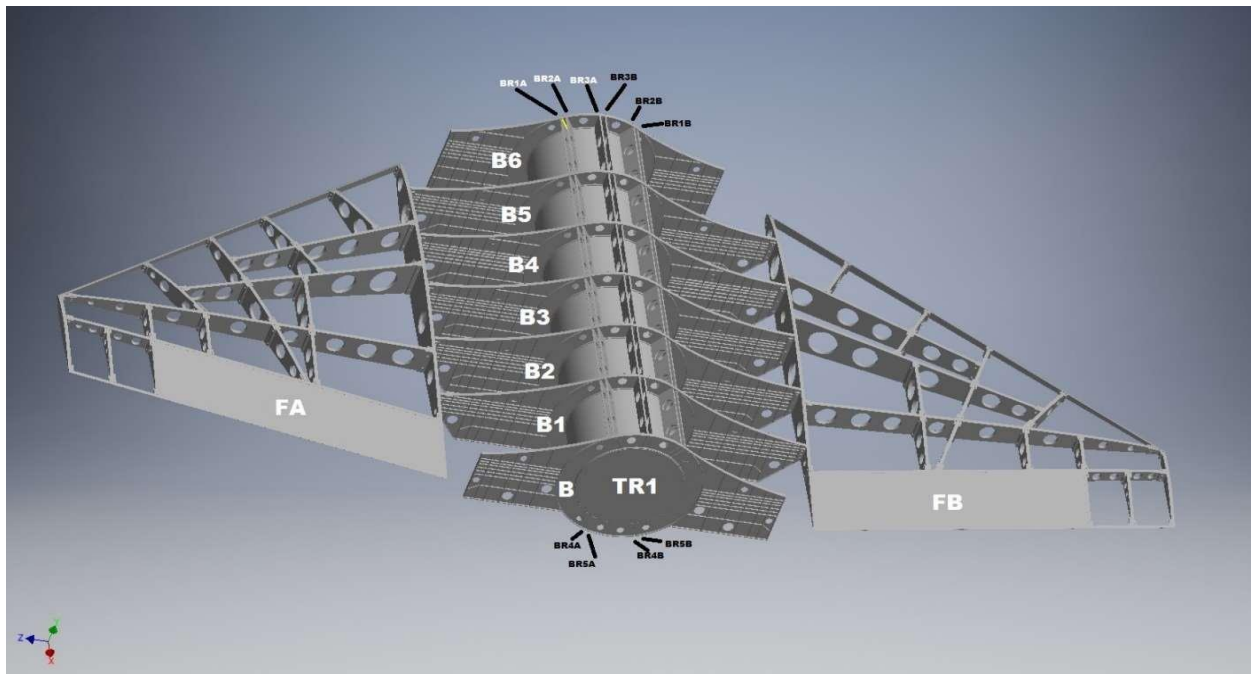


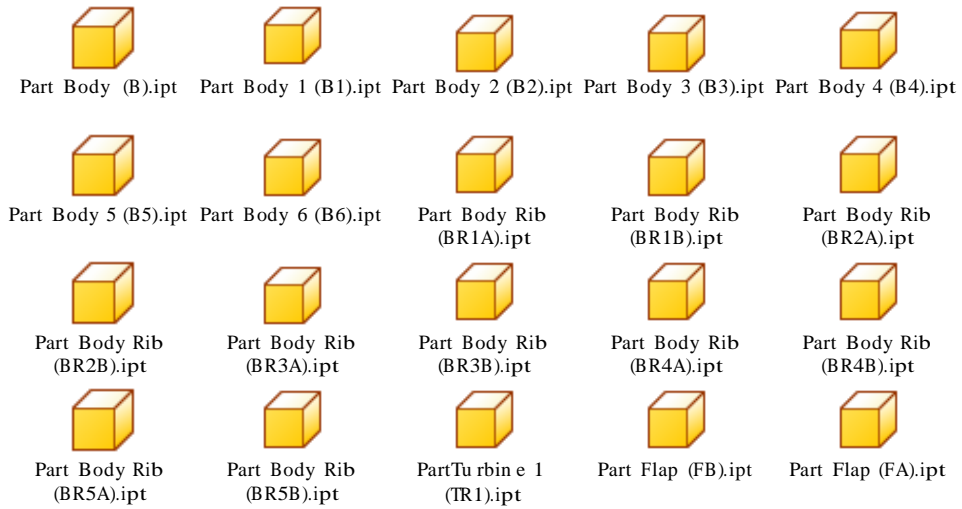
4. 4.2.4 ΣΧΕΔΙΟ PART LIST ΤΩΝ ΚΩΜΑΤΙΩΝ ΤΩΝ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ





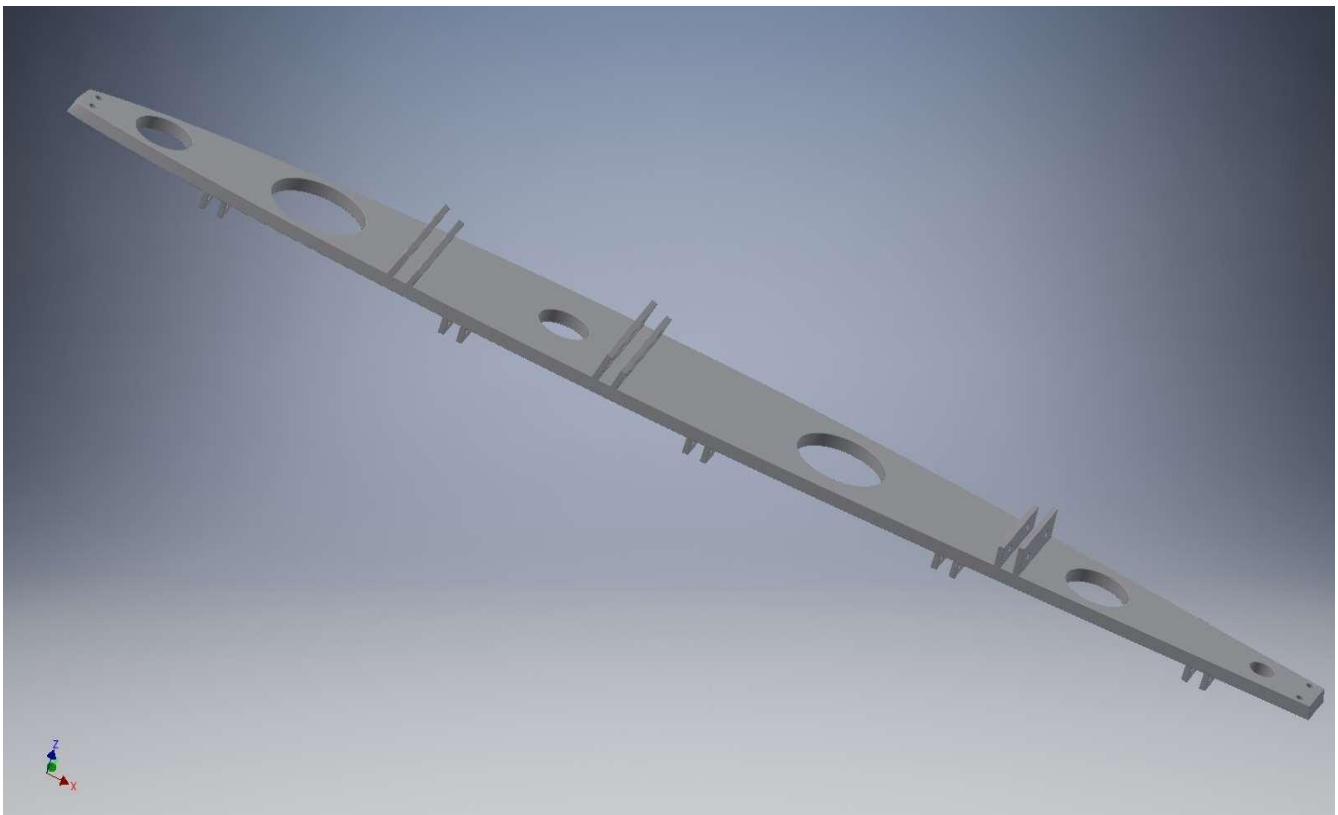
## 5. 4.2.5 ΣΧΕΔΙΟ PART LIST ΤΩΝ ΚΩΜΑΤΙΩΝ ΤΟΥ ΚΟΡΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ FLAP

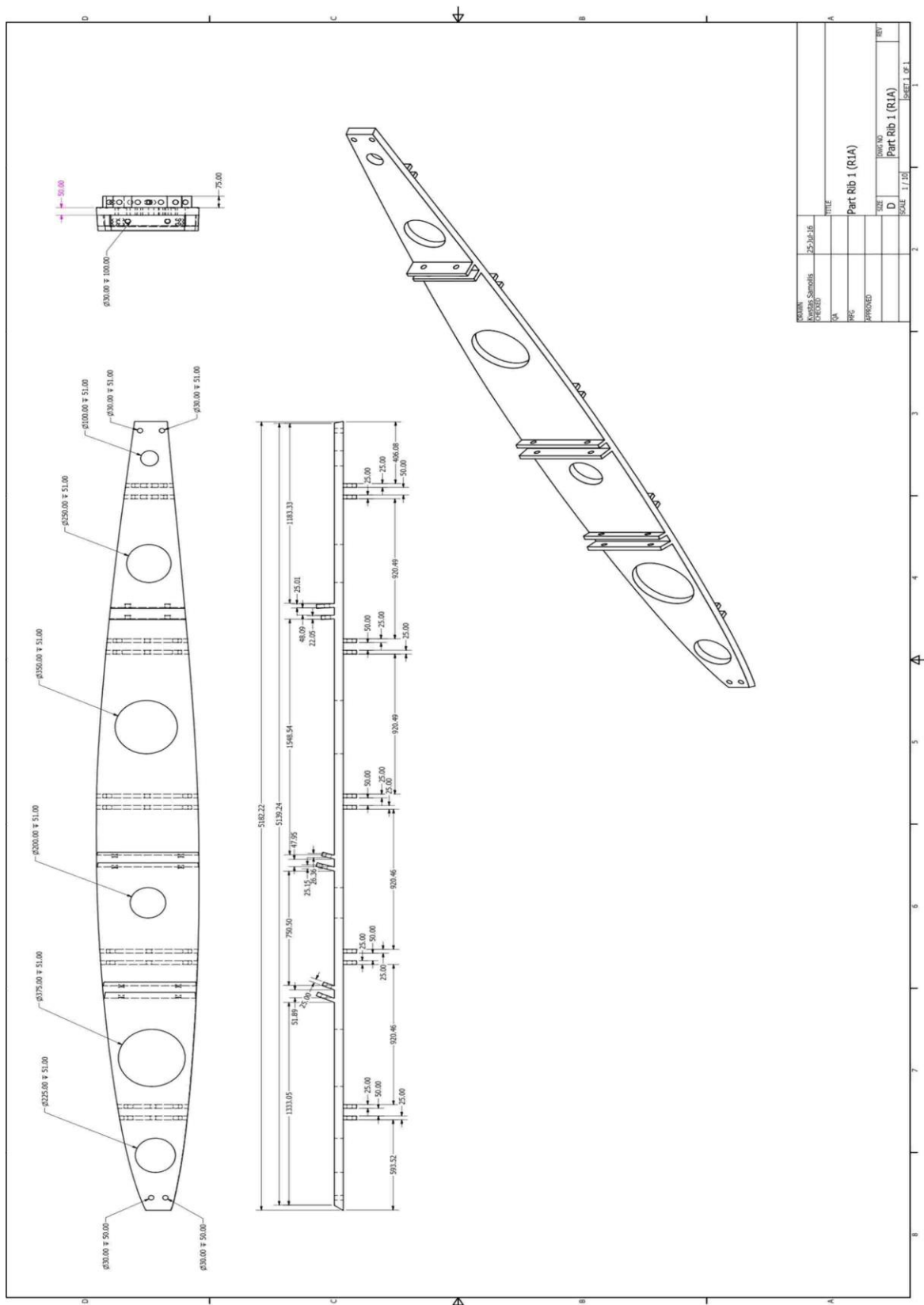




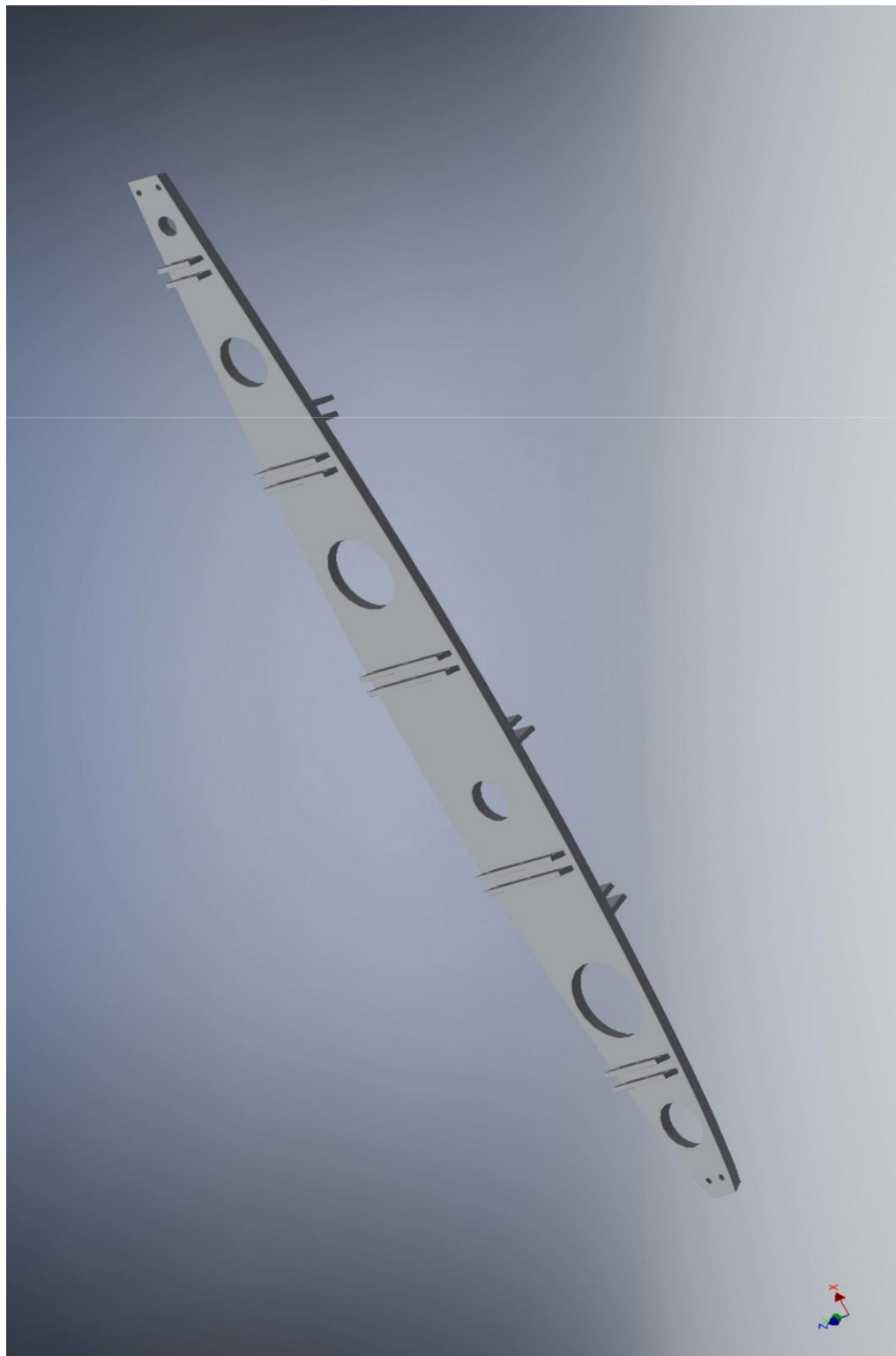
### 3. 4.3 ΣΧΕΔΙΑ ΚΩΜΑΤΙΩΝ ΠΤΕΡΥΓΑΣ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ SKIN

#### 1. 4.3.1 PART RIB 1 (R1A)











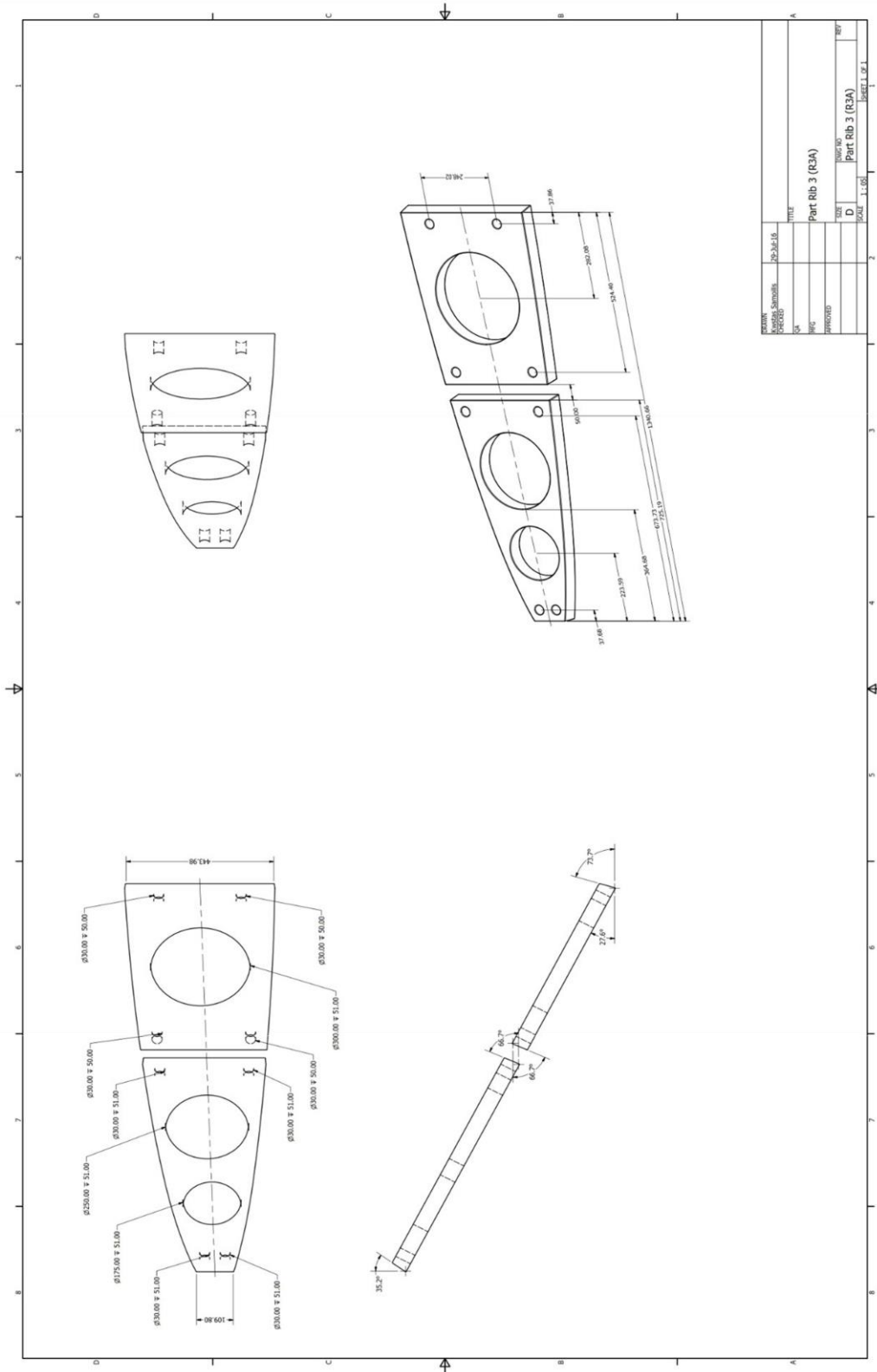








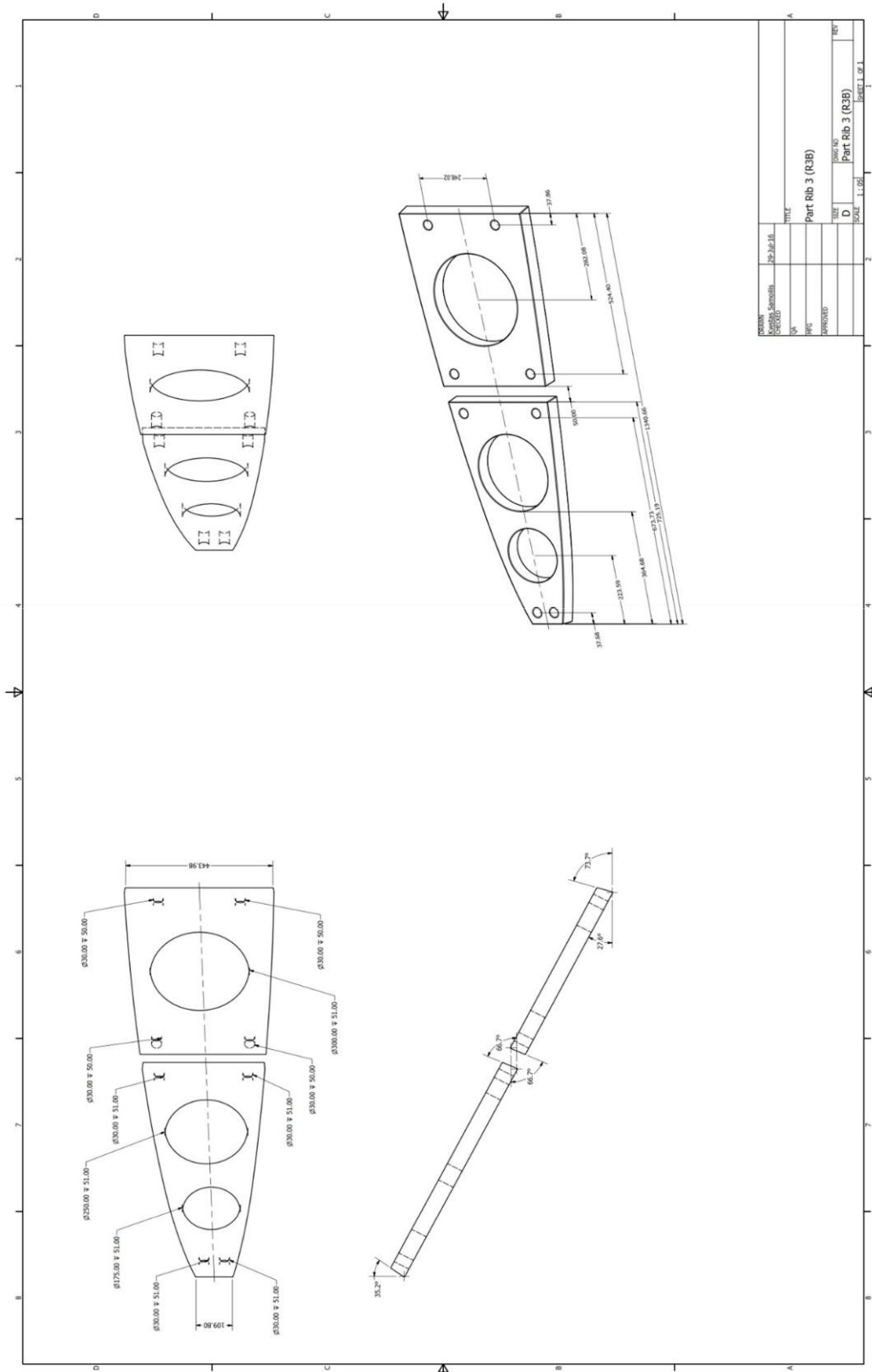
### 5. 4.3.5 PART RIB 3 (R3A)



REV. NO.	REV. DATE	REV. DESCRIPTION
01	2023.06.16	ISSUED
TITLE		
Part Rib 3 (R3A)		
PROJECT		
APPROVED		
DATE	SCALE	BY
01	1:1	01
PART NO.		SHEET NO.
Part Rib 3 (R3A)		01
PART 1		SHEET 1

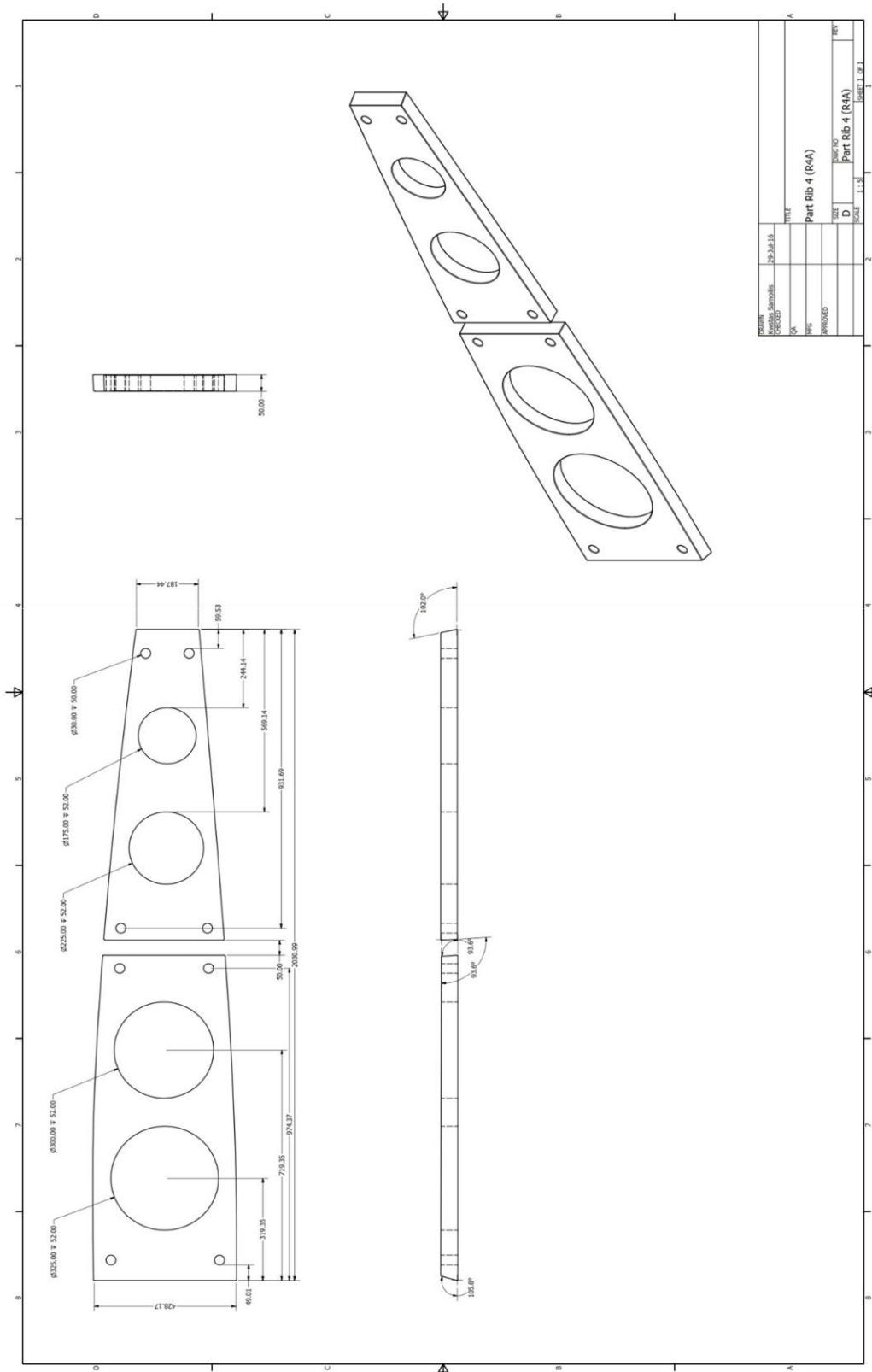


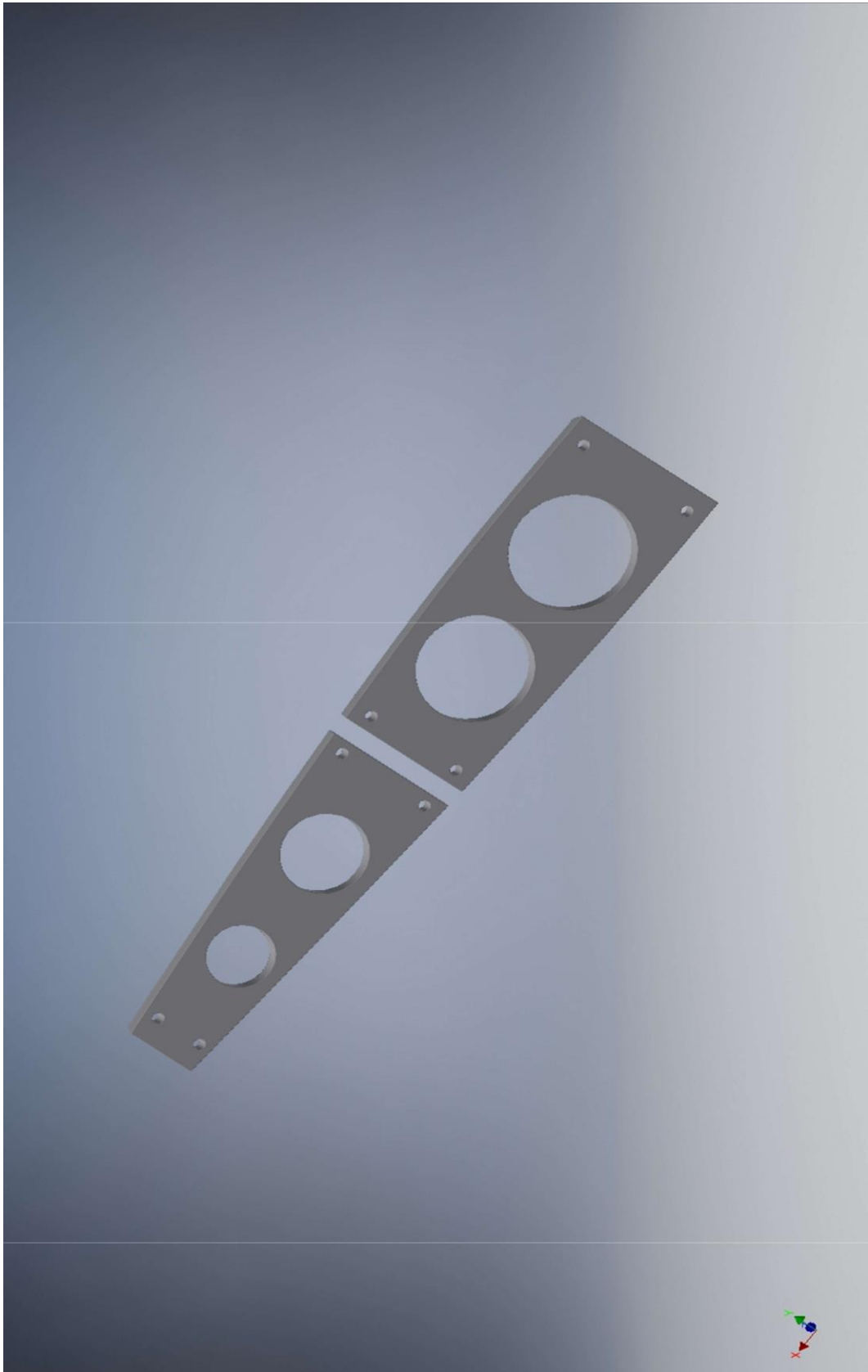
## 6. 4.3.6 PART RIB 3 (R3B)





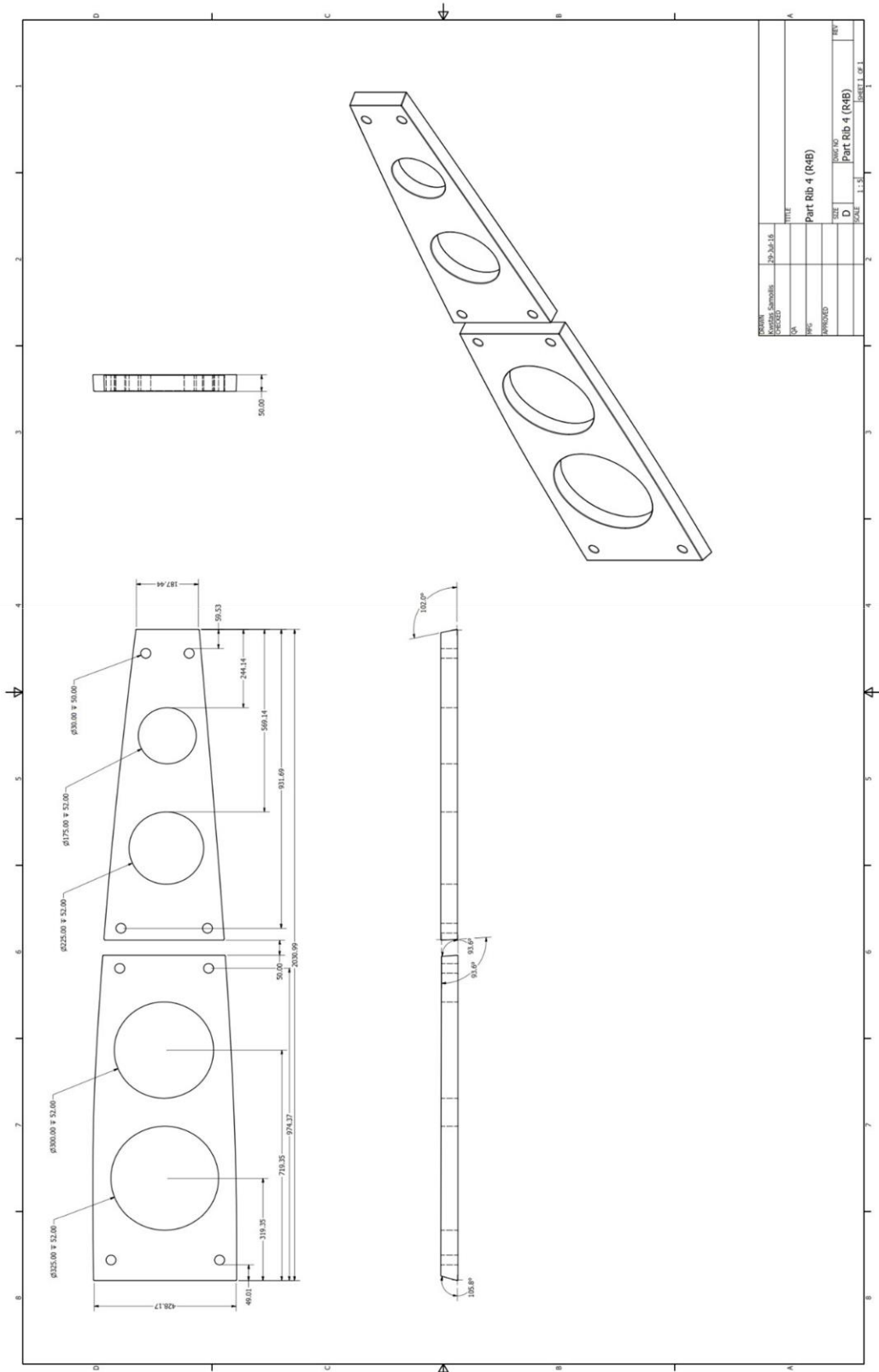
## 7. 4.3.7 PART RIB 4 (R4A)





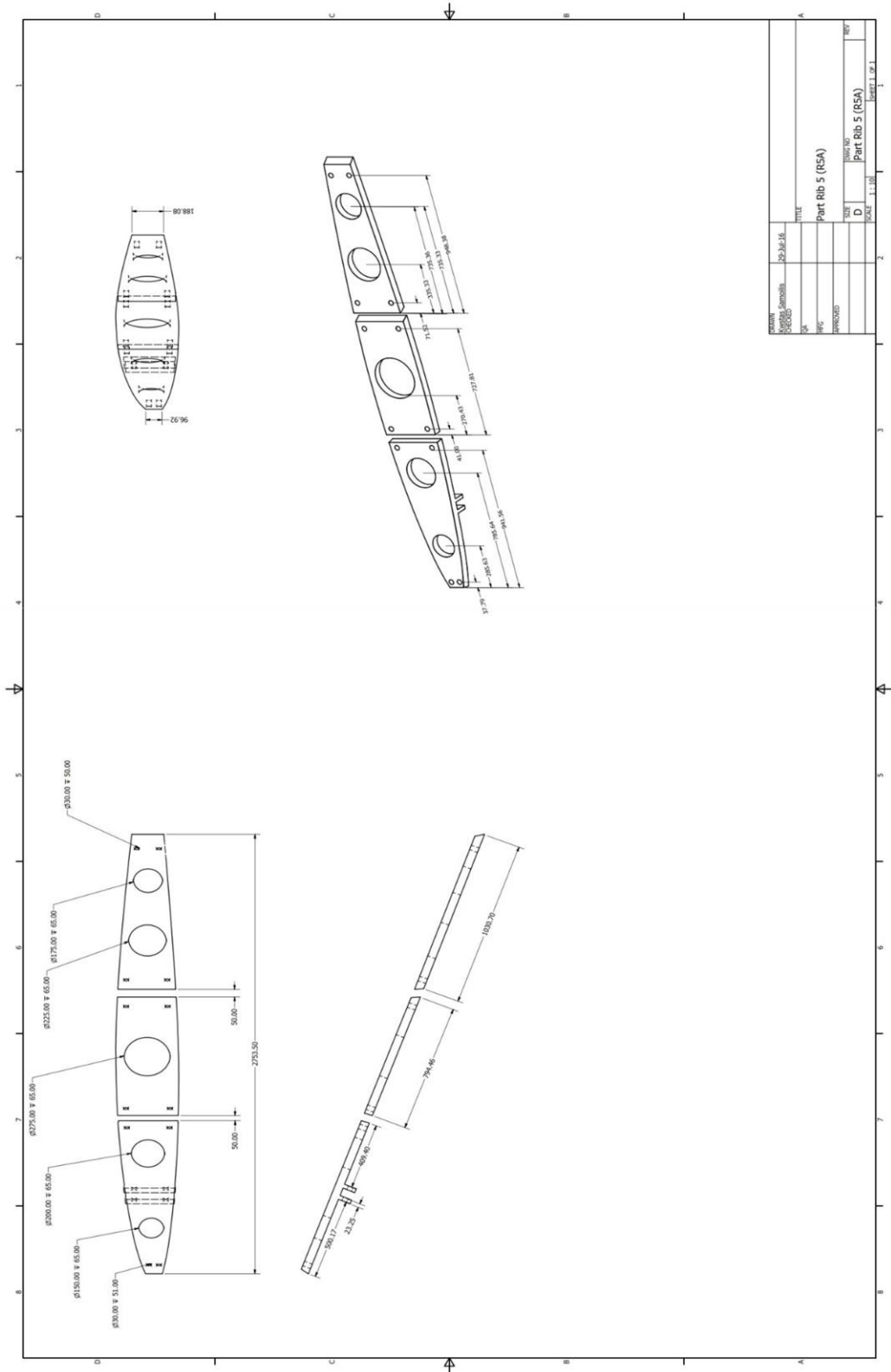


### 8. 4.3.8 PART RIB 4 (R4B)





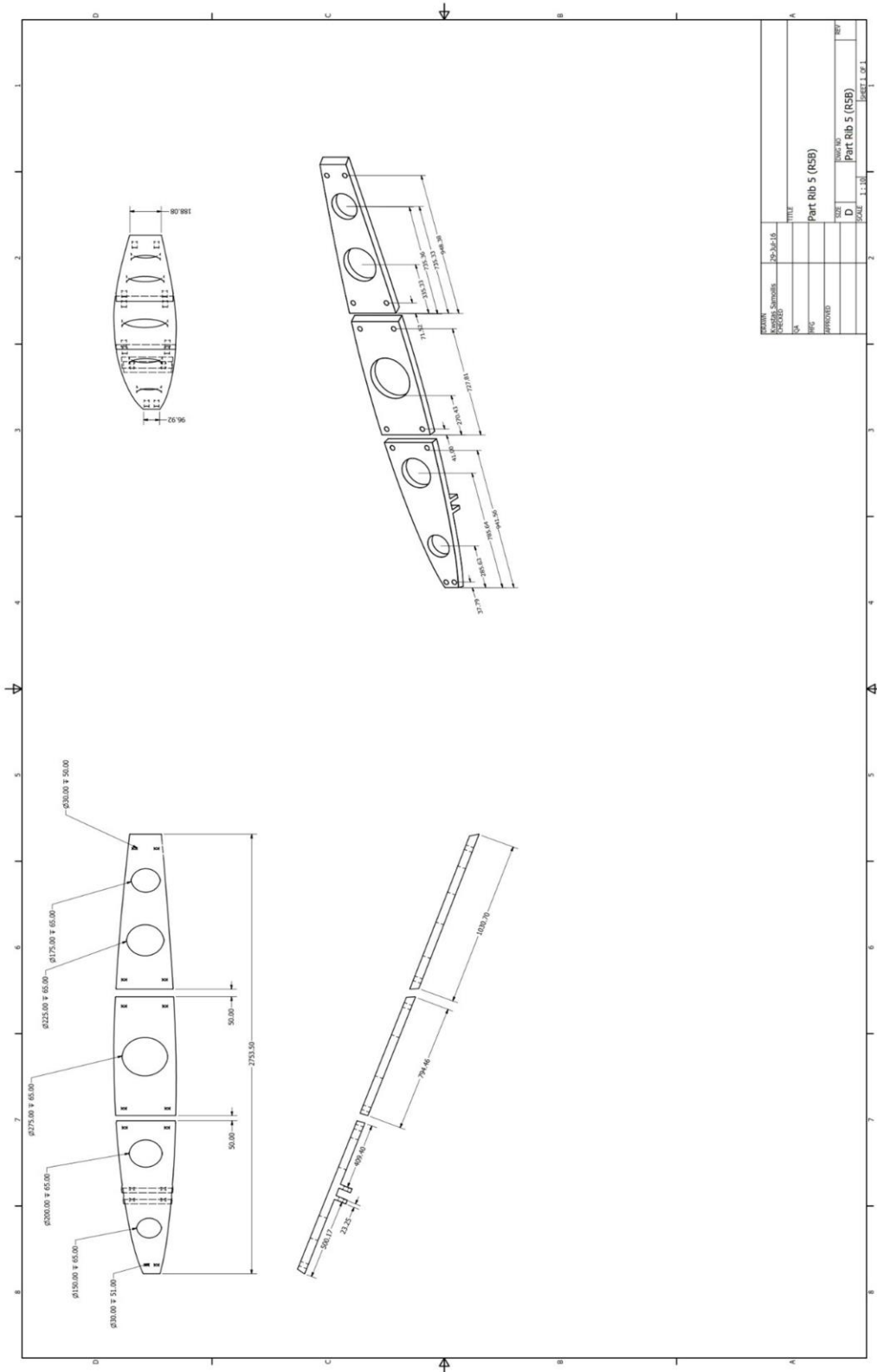
### 9. 4.3.9 PART RIB 5 (R5A)



DESIGN	DESIGNED	DATE	TITLE
DR	DR		Part Rib 5 (R5A)
CHKD	CHKD		
APPROVED	APPROVED		
		SCALE	Sheet 1 of 1
			Part Rib 5 (R5A)
			Part Rib 5 (R5A)



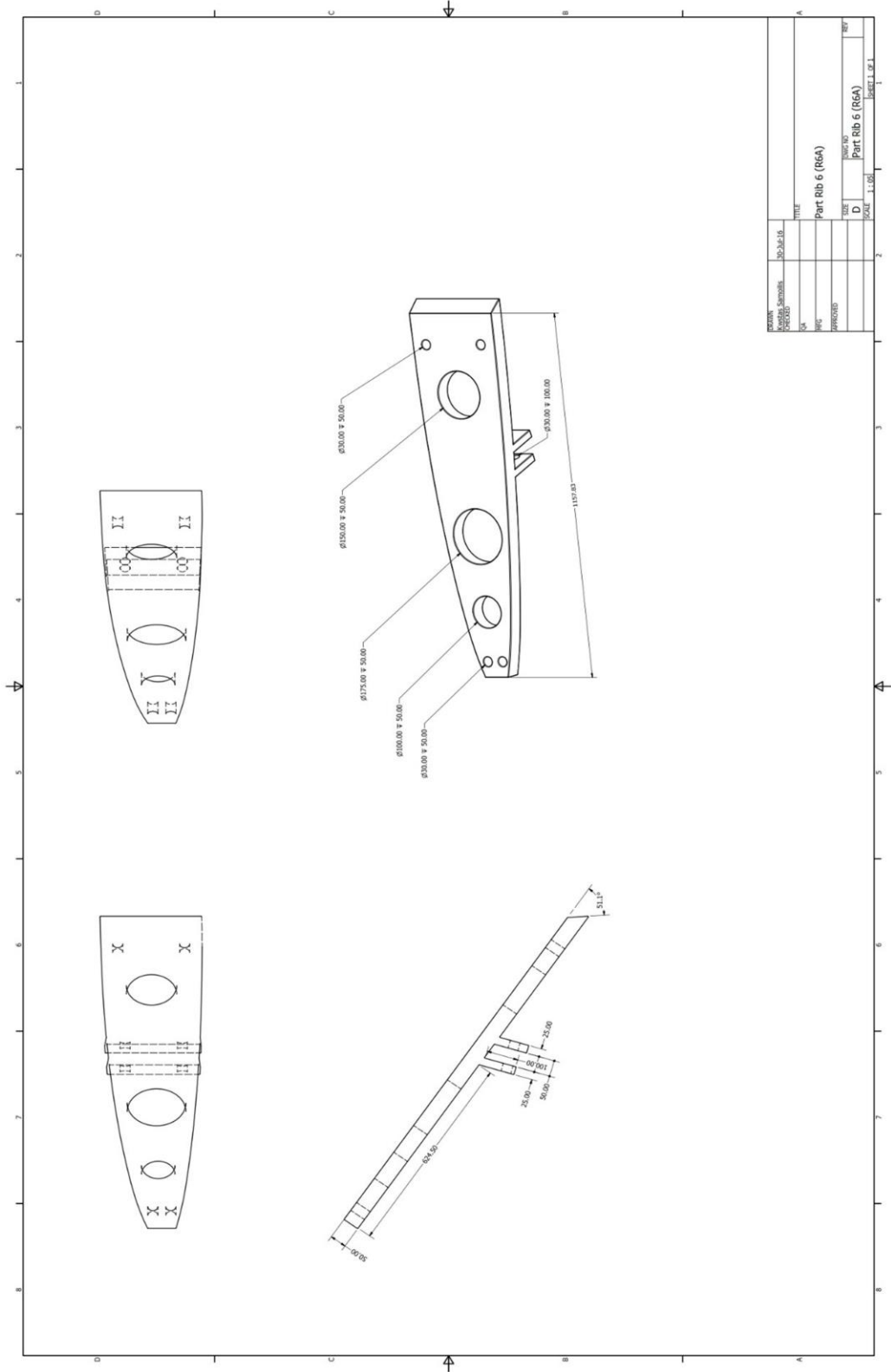
### 10. 4.3.10 PART RIB 5 (R5B)



REVISED	DATE	BY	APPROVED
1	2023.03.16	SA	
TITLE			
Part Rib 5 (R5B)			
PART NO.			
Part Rib 5 (R5B)			
SCALE			
1:1			
SHEET 1 OF 1			



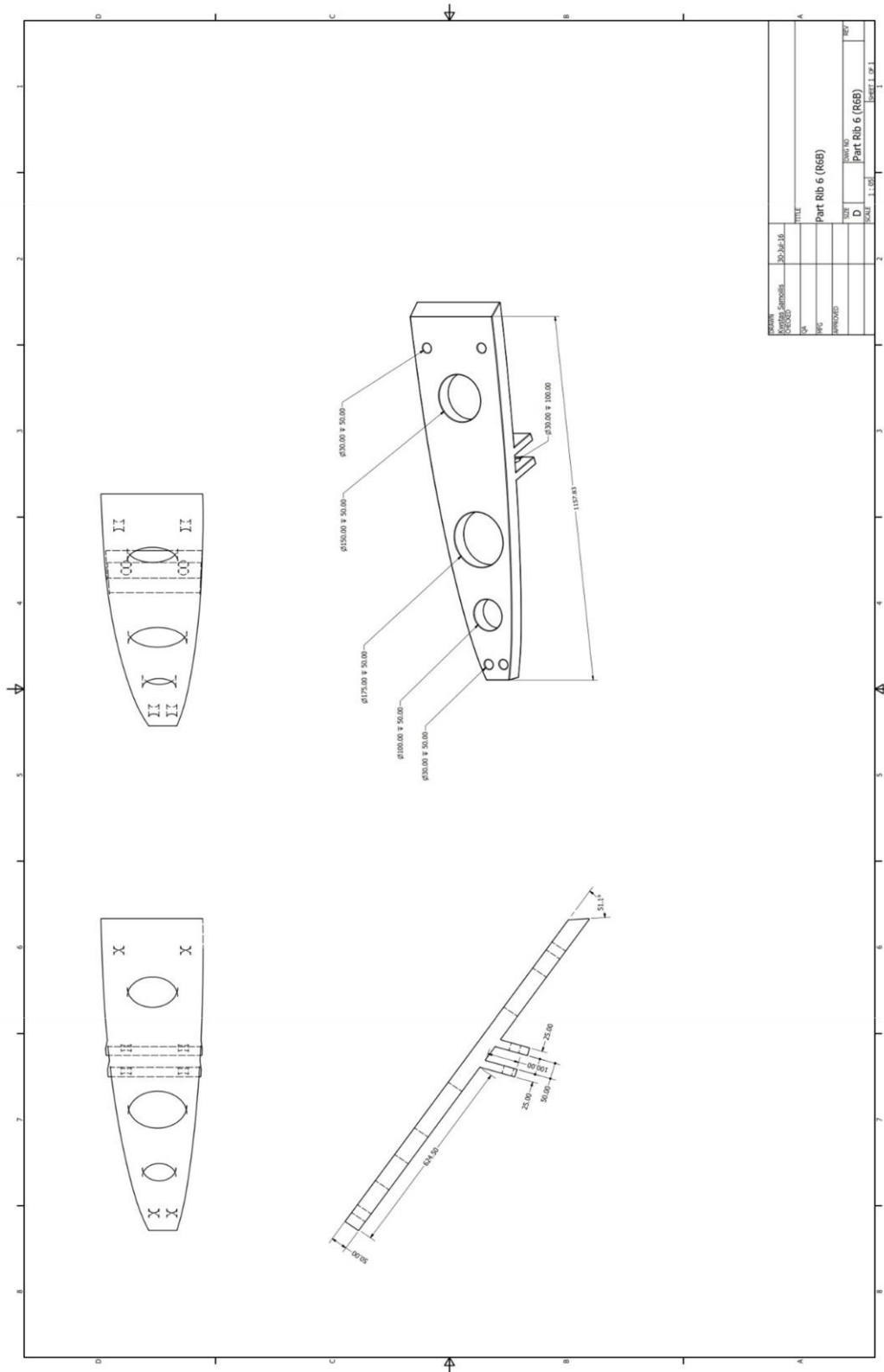
# 11. 4.3.11 PART RIB 6 (R6A)





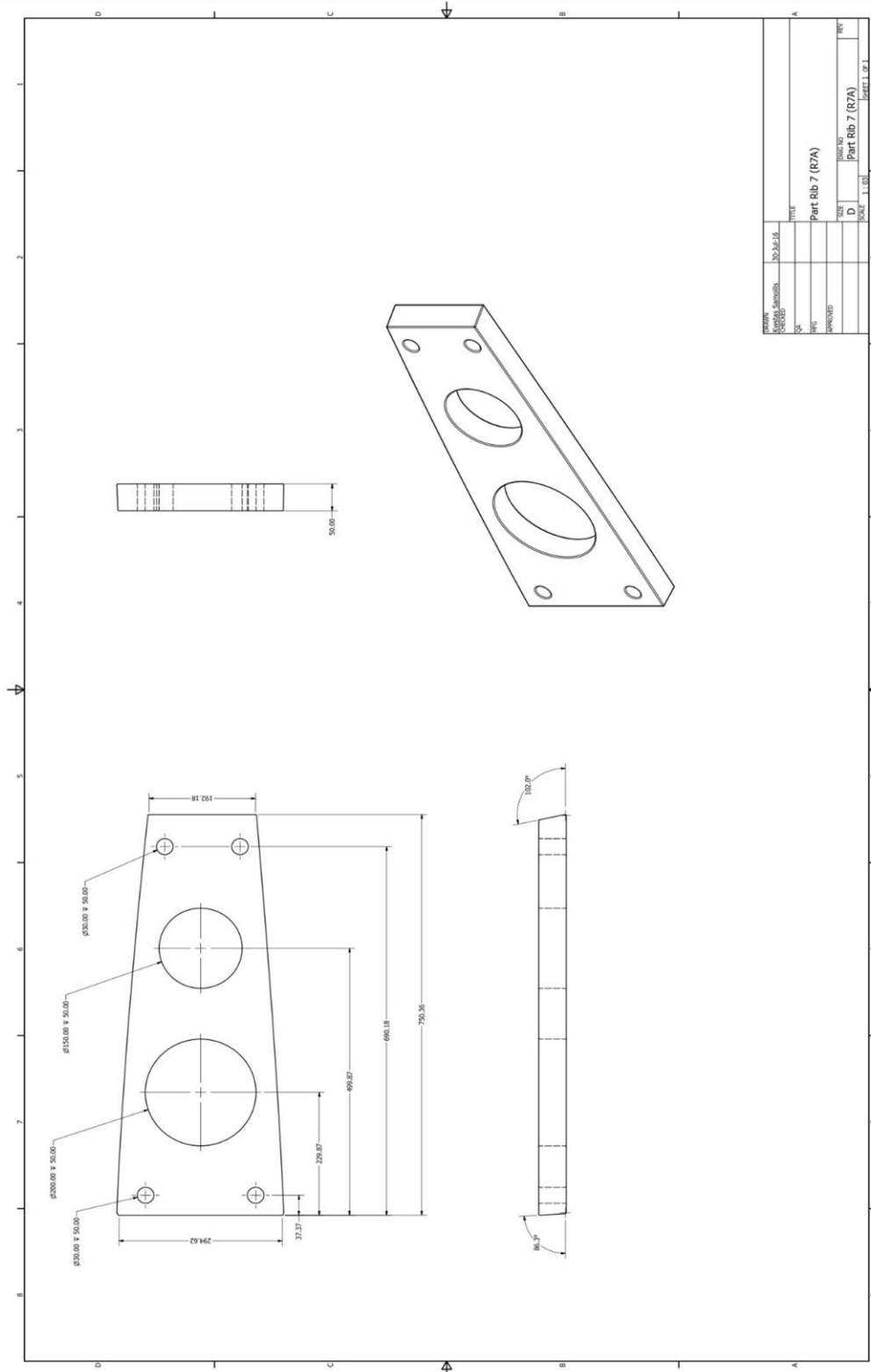


## 12. 4.3.12 PART RIB 6 (R6B)



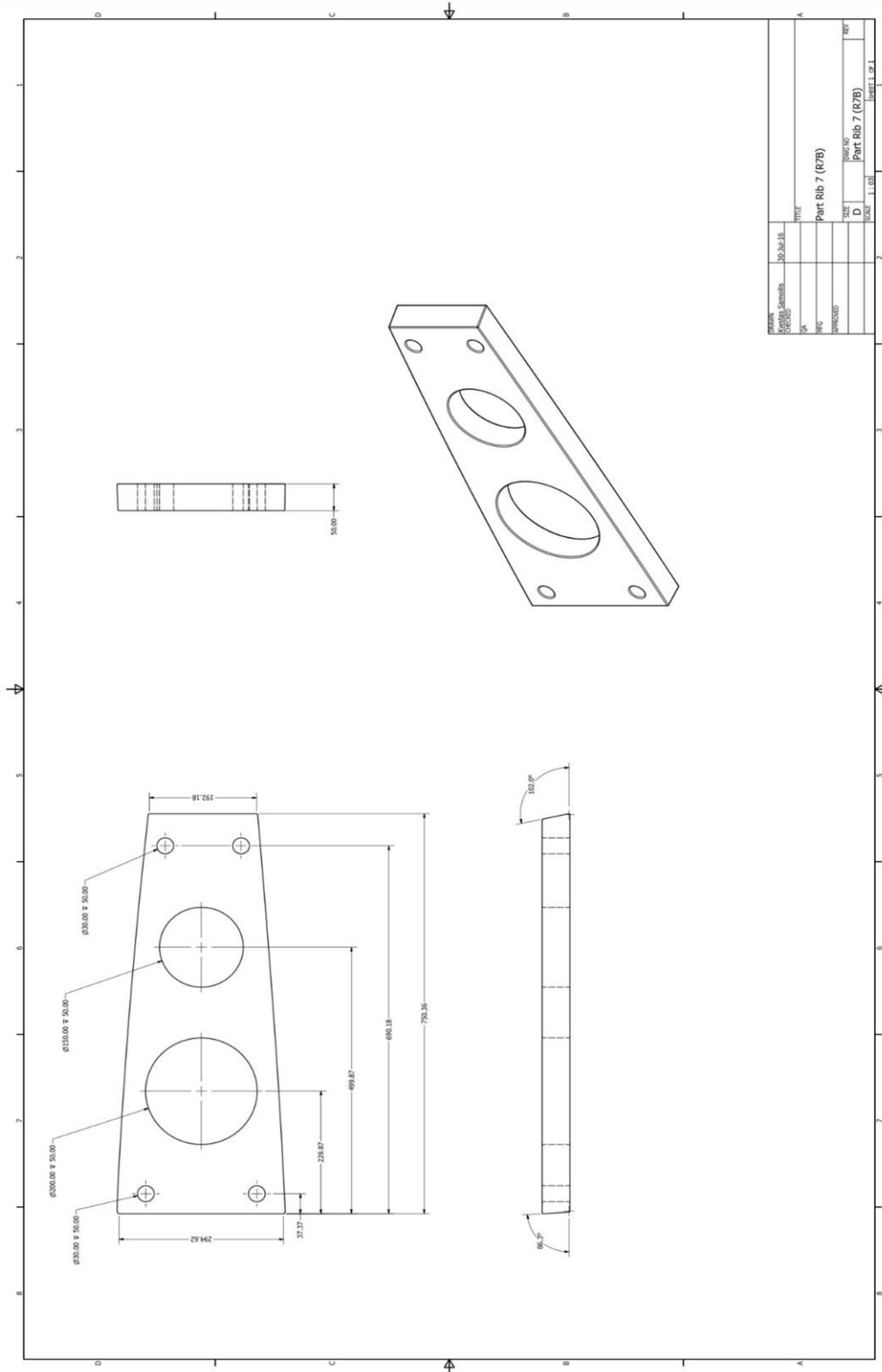


### 13. 4.3.13 PART RIB 7 (R7A)



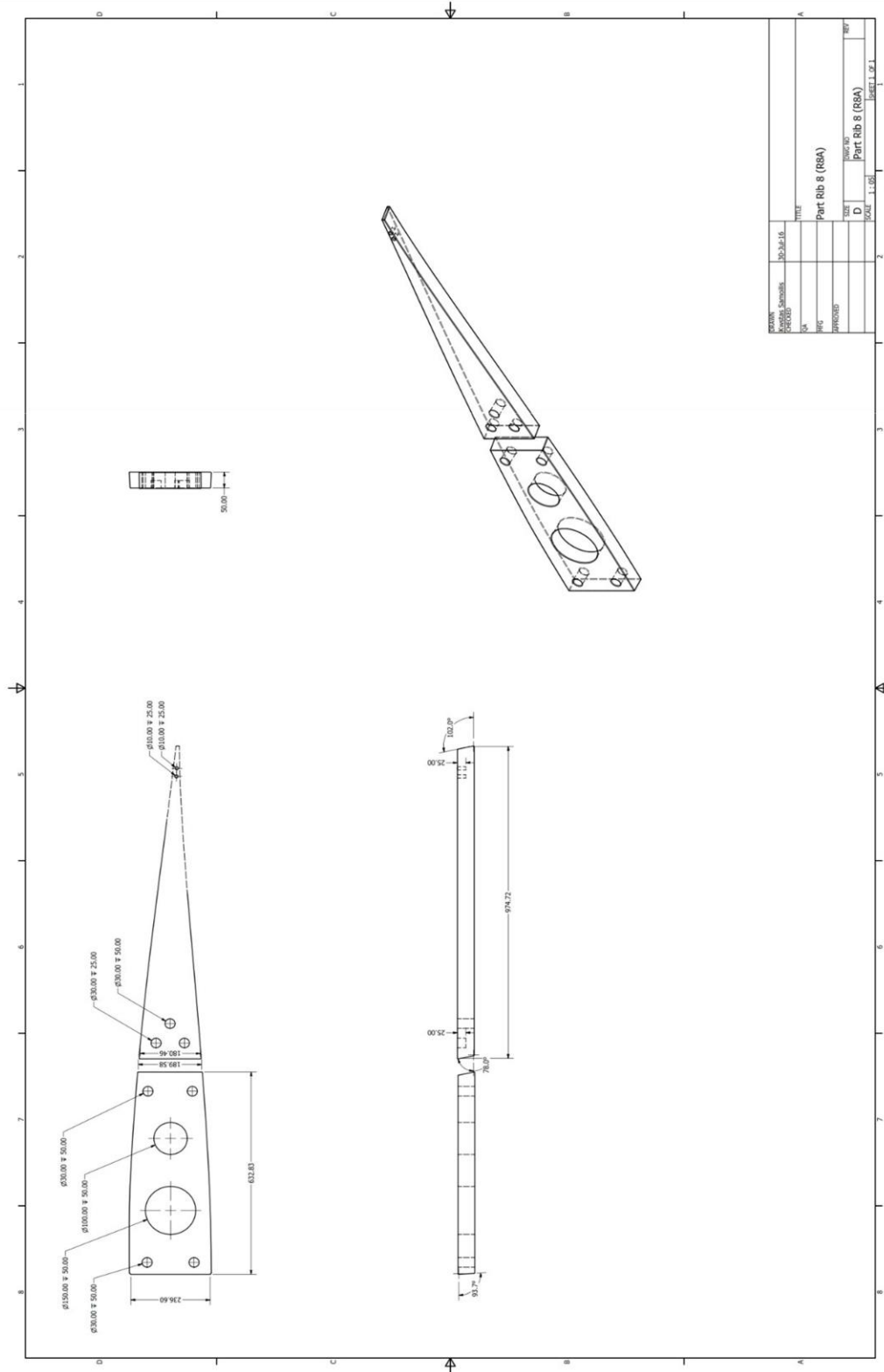


### 14. 4.3.14 PART RIB 7 (R7B)





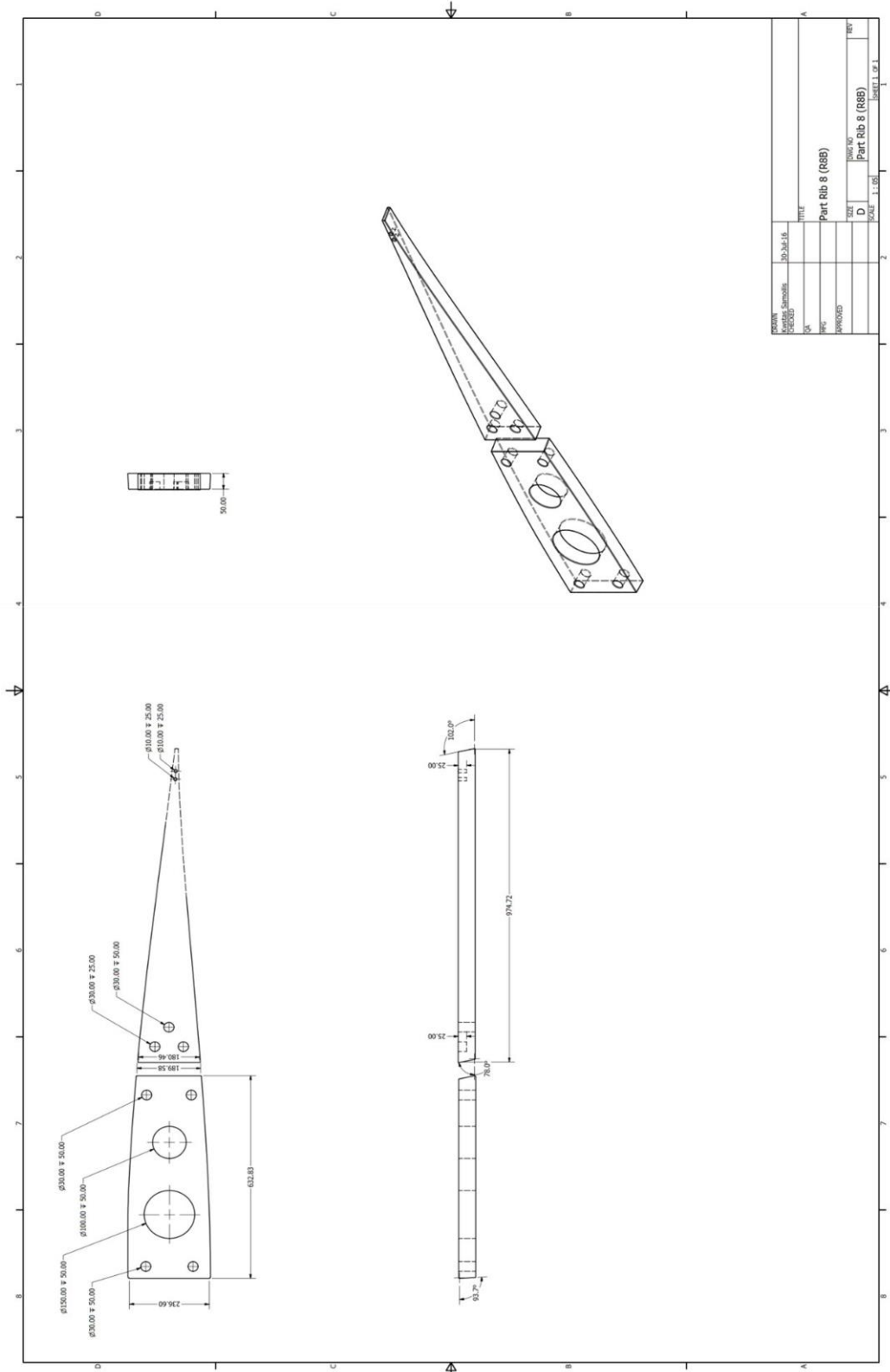
### 15. 4.3.15 PART RIB 8 (R8A)

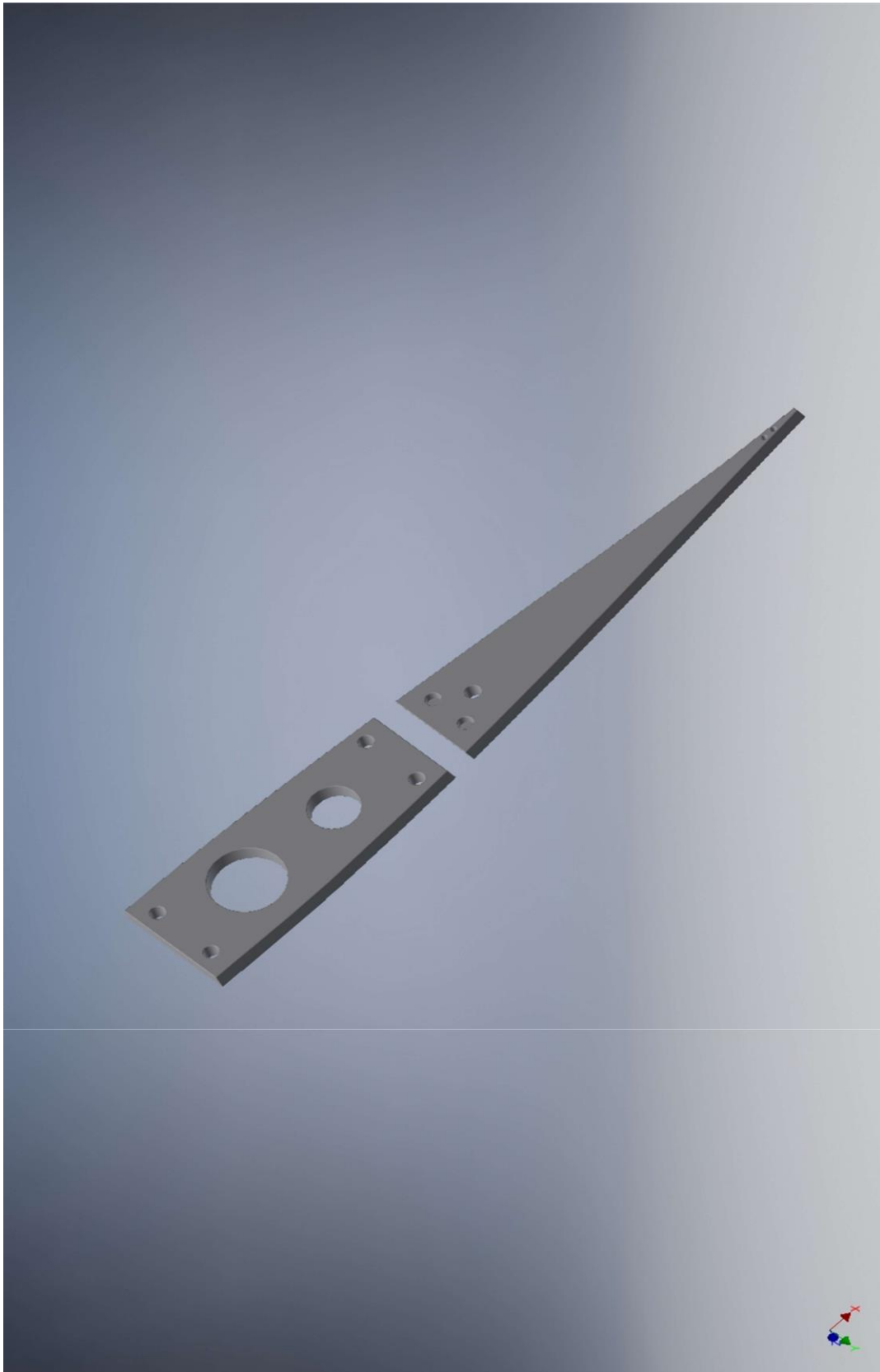




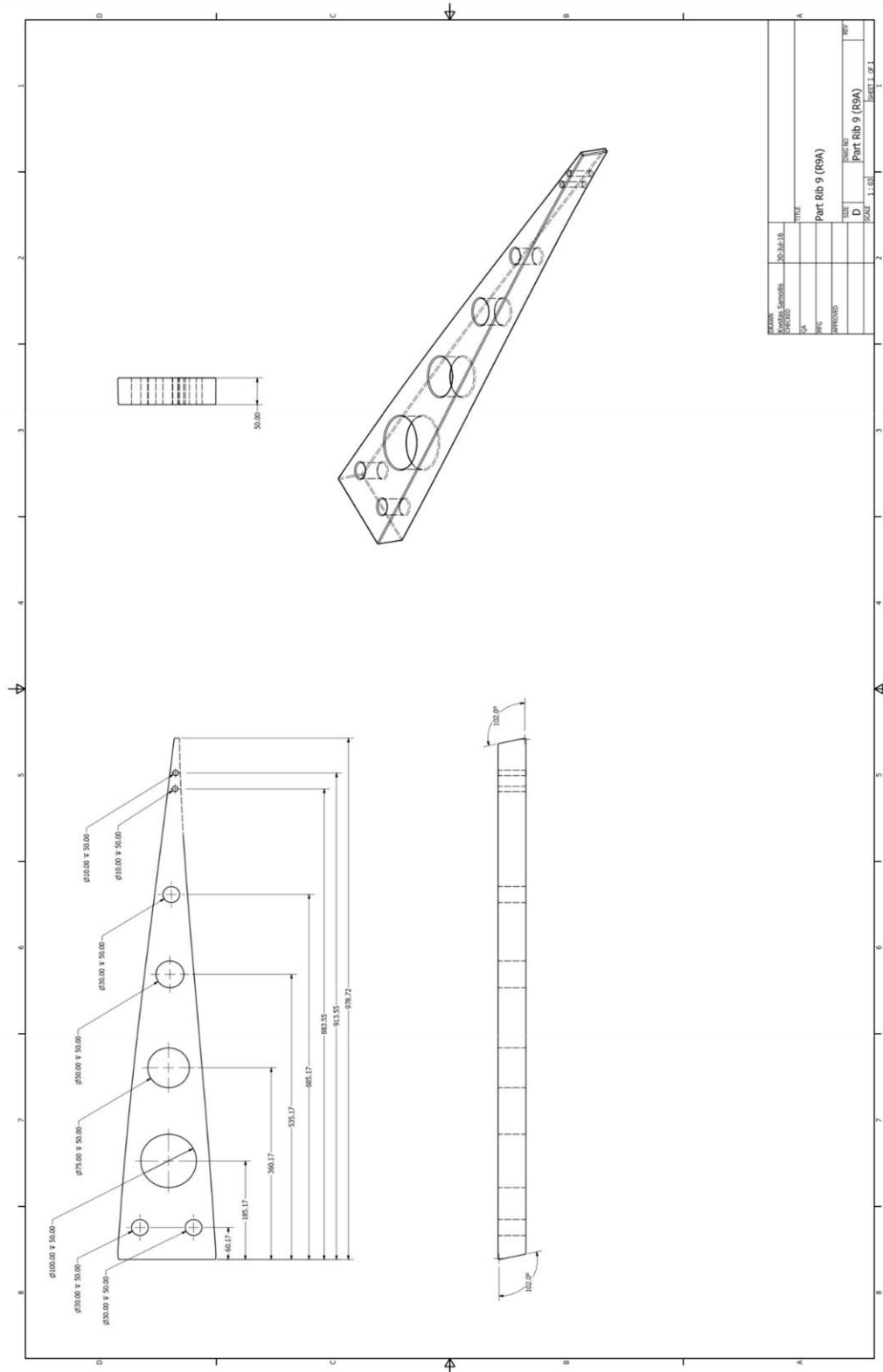


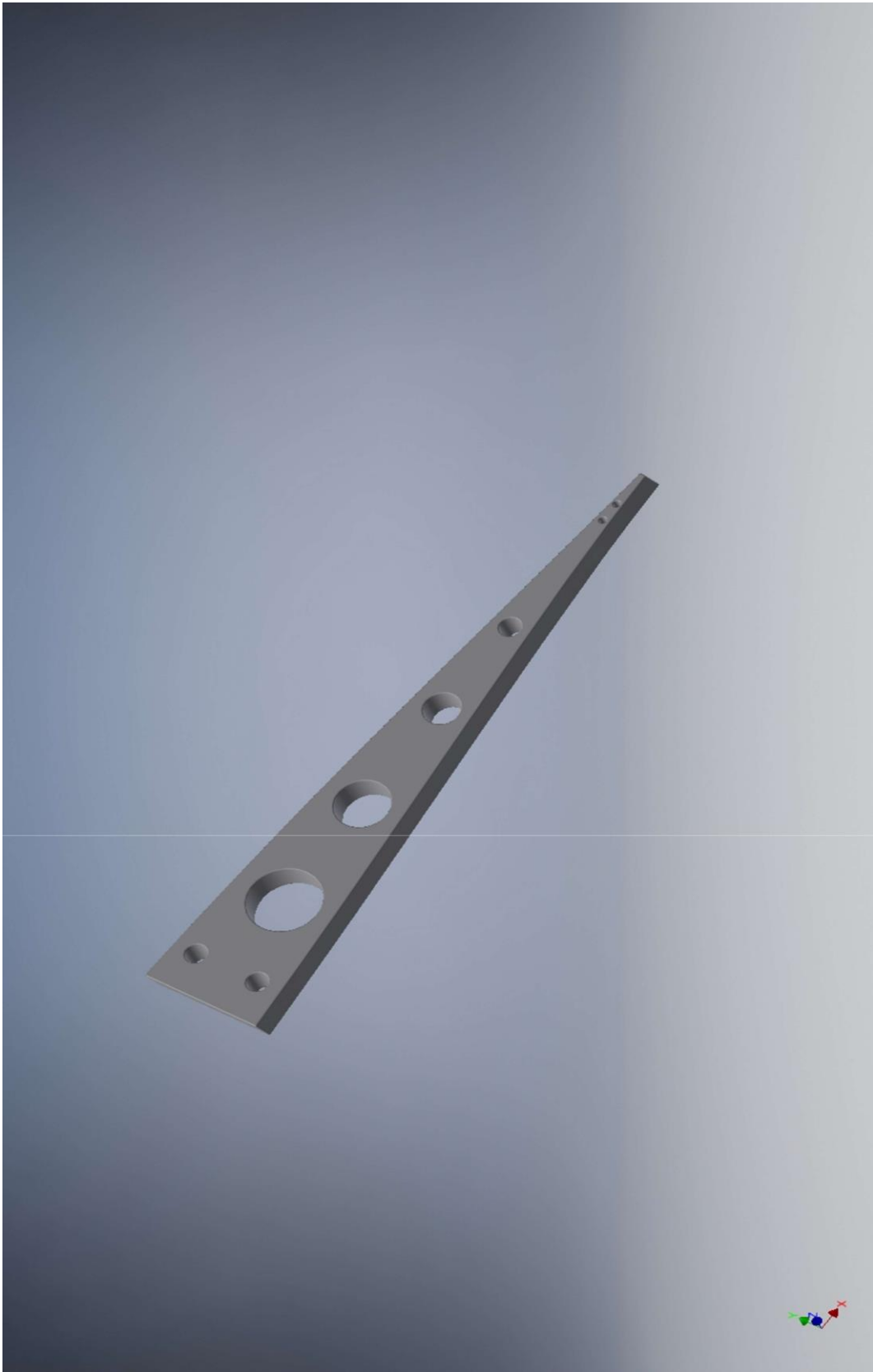
### 16. 4.3.16 PART RIB 8 (R8B)



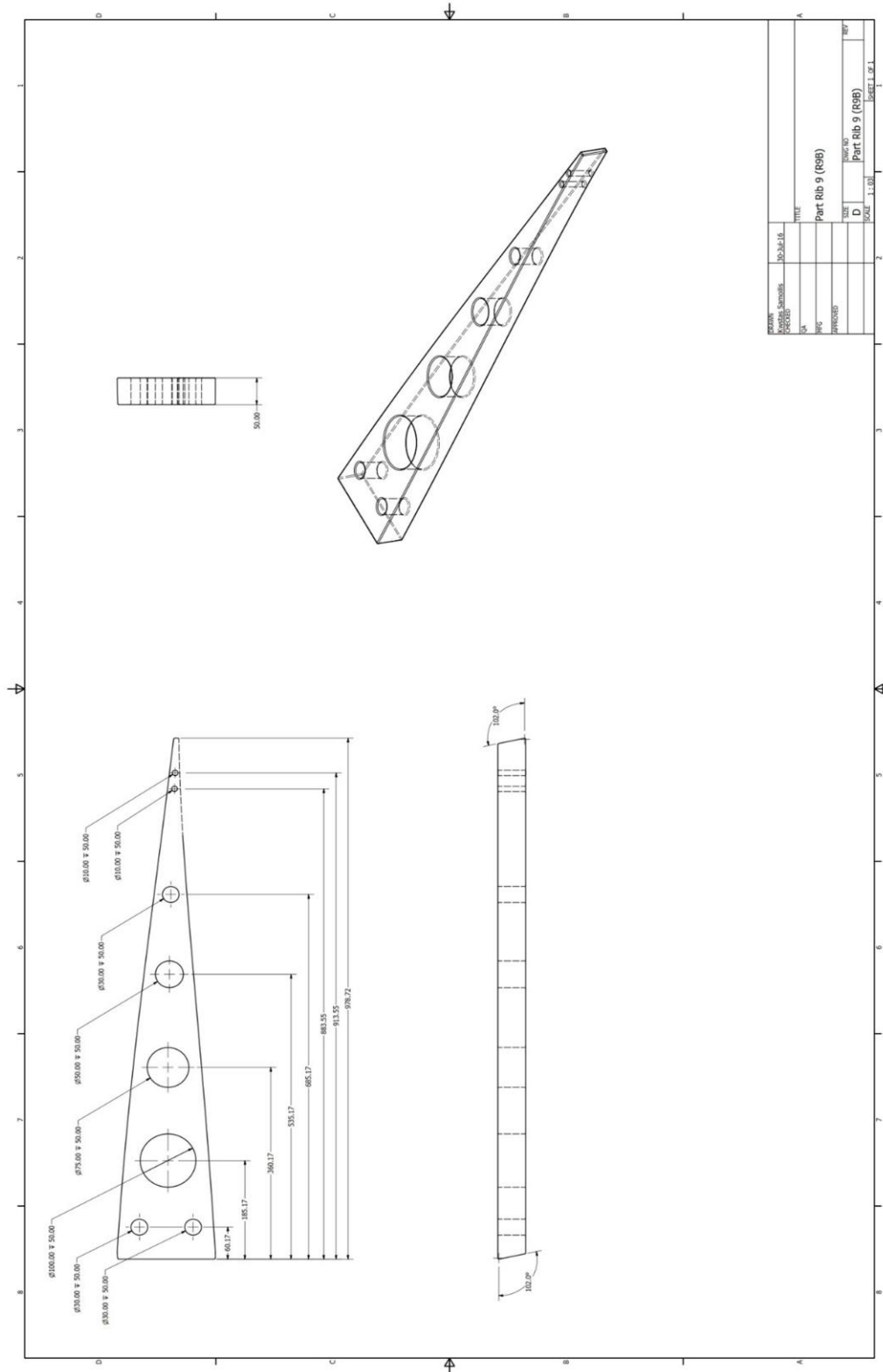


### 17. 4.3.17 PART RIB 9 (R9A)



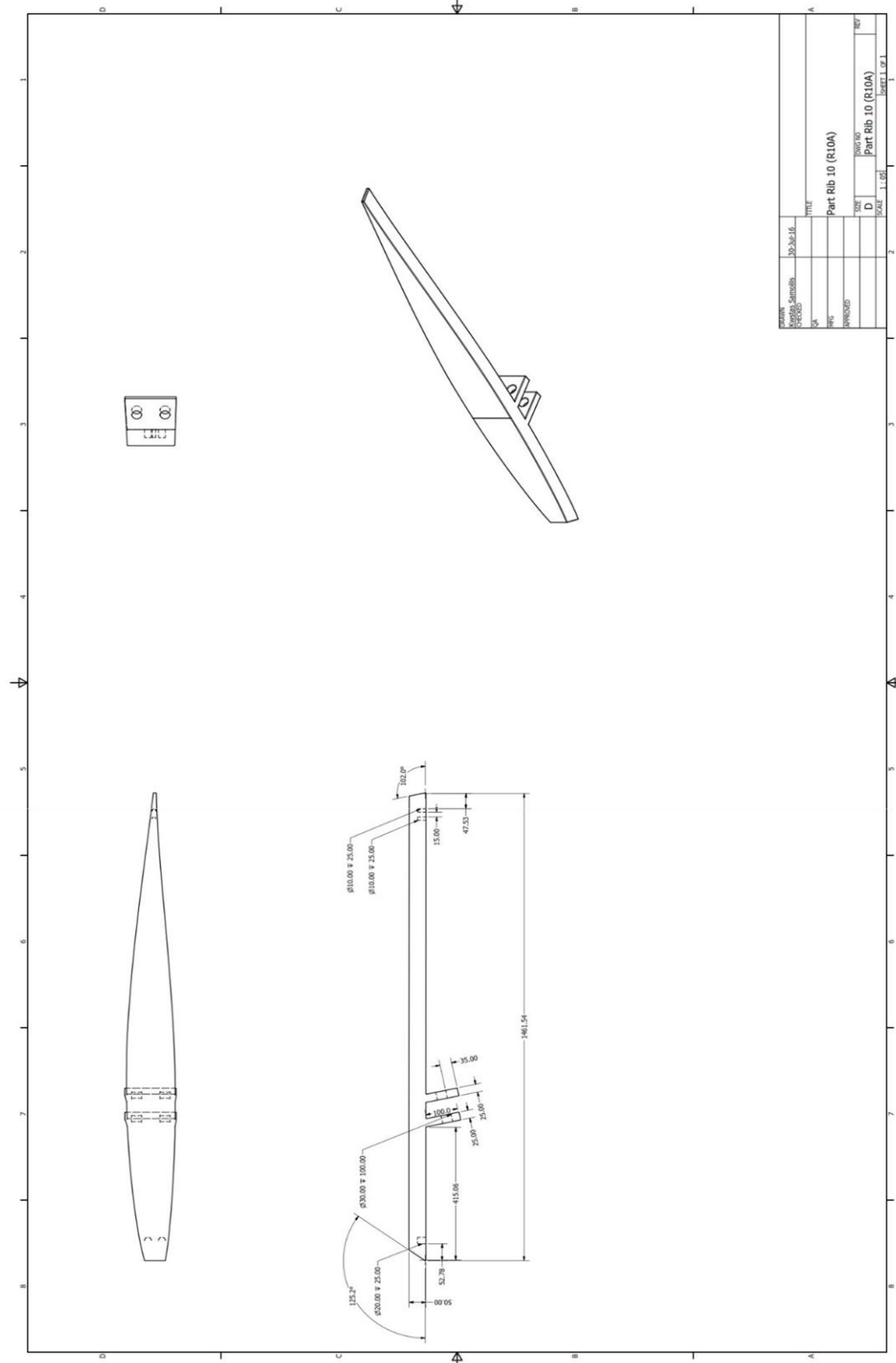


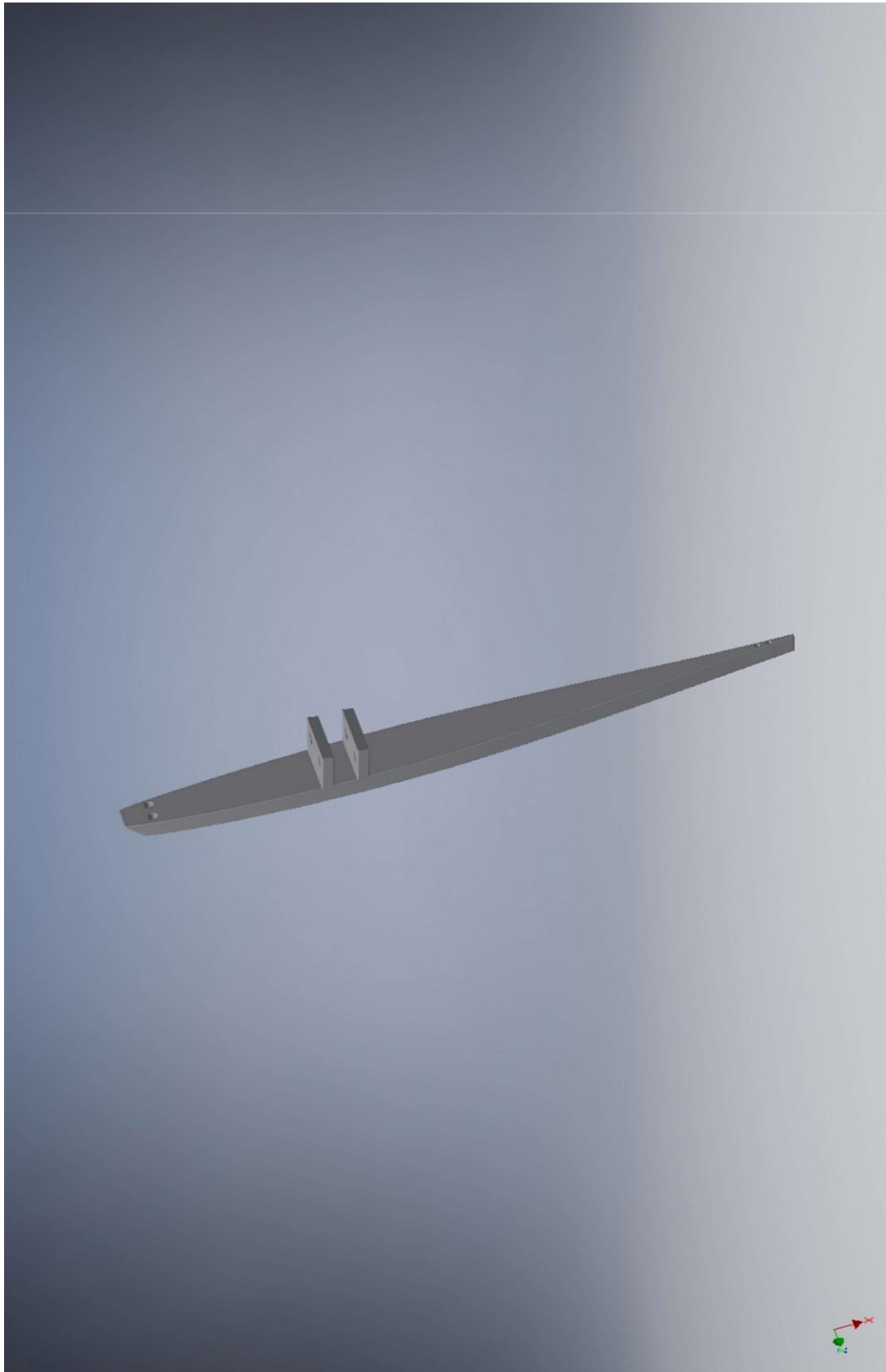
### 18. 4.3.18 PART RIB 9 (R9B)





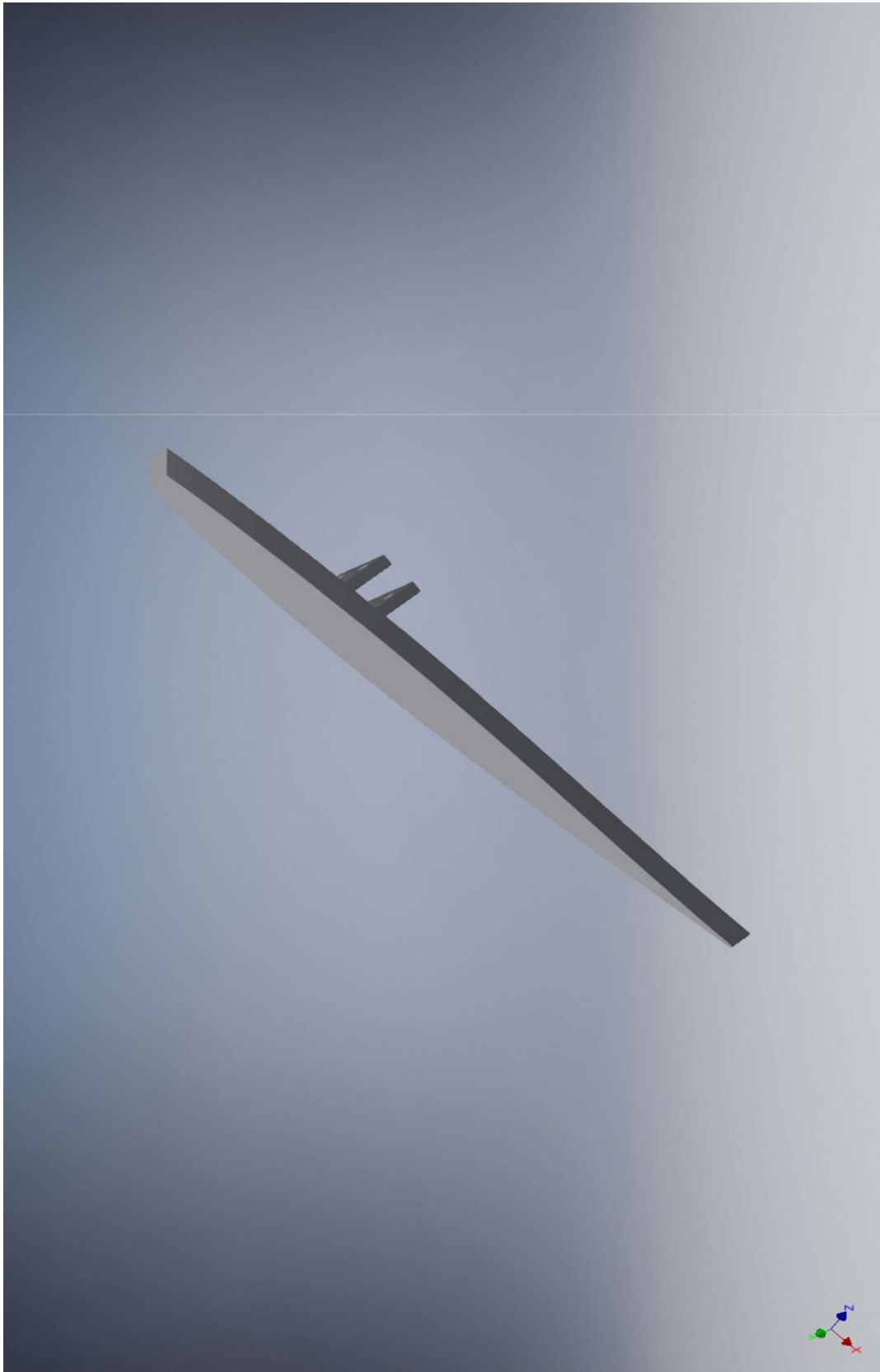
### 19. 4.3.19 PART RIB 10 (R10A)



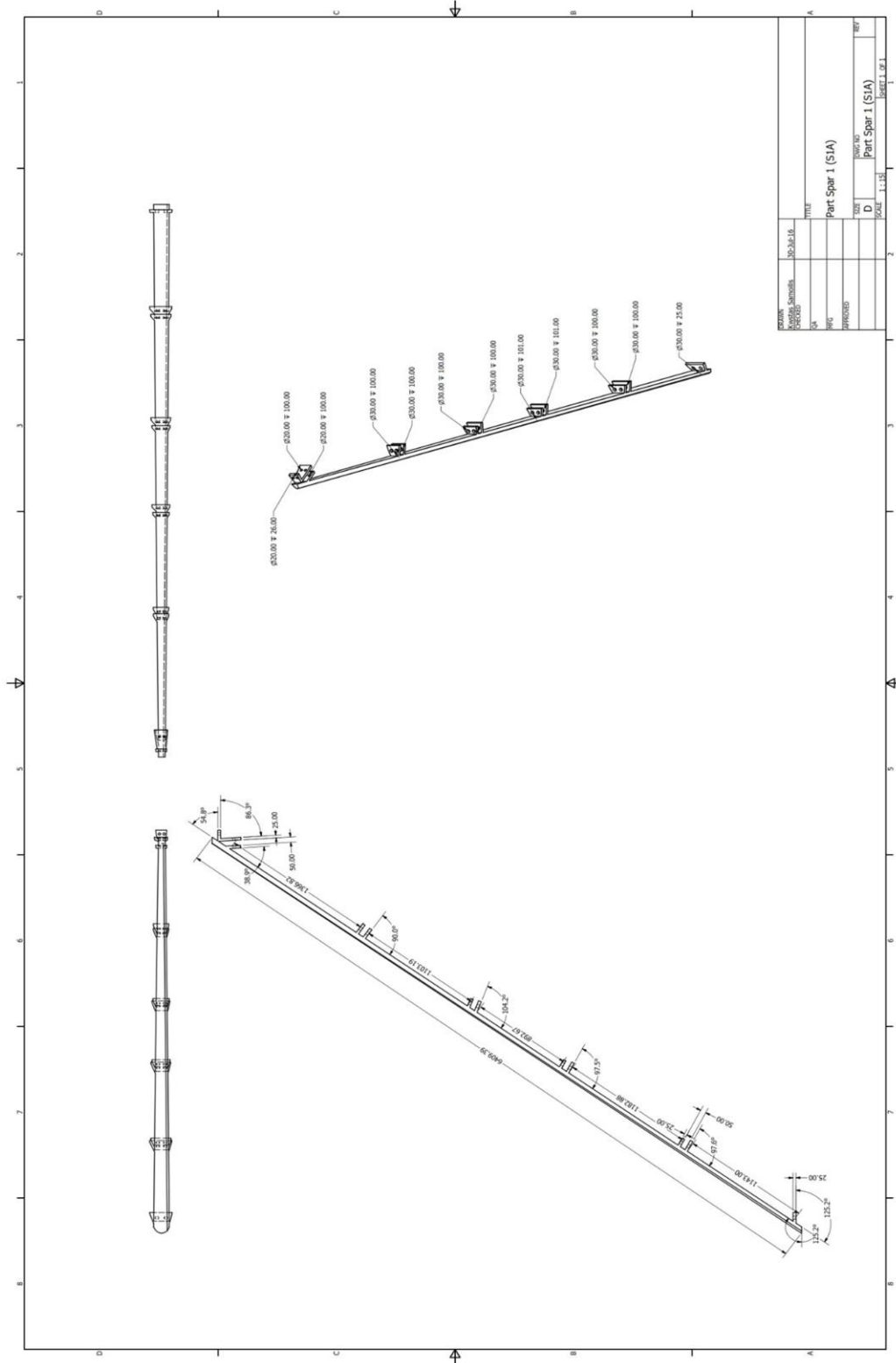








## 21. 4.3.21 PART SPAR 1 (S1A)

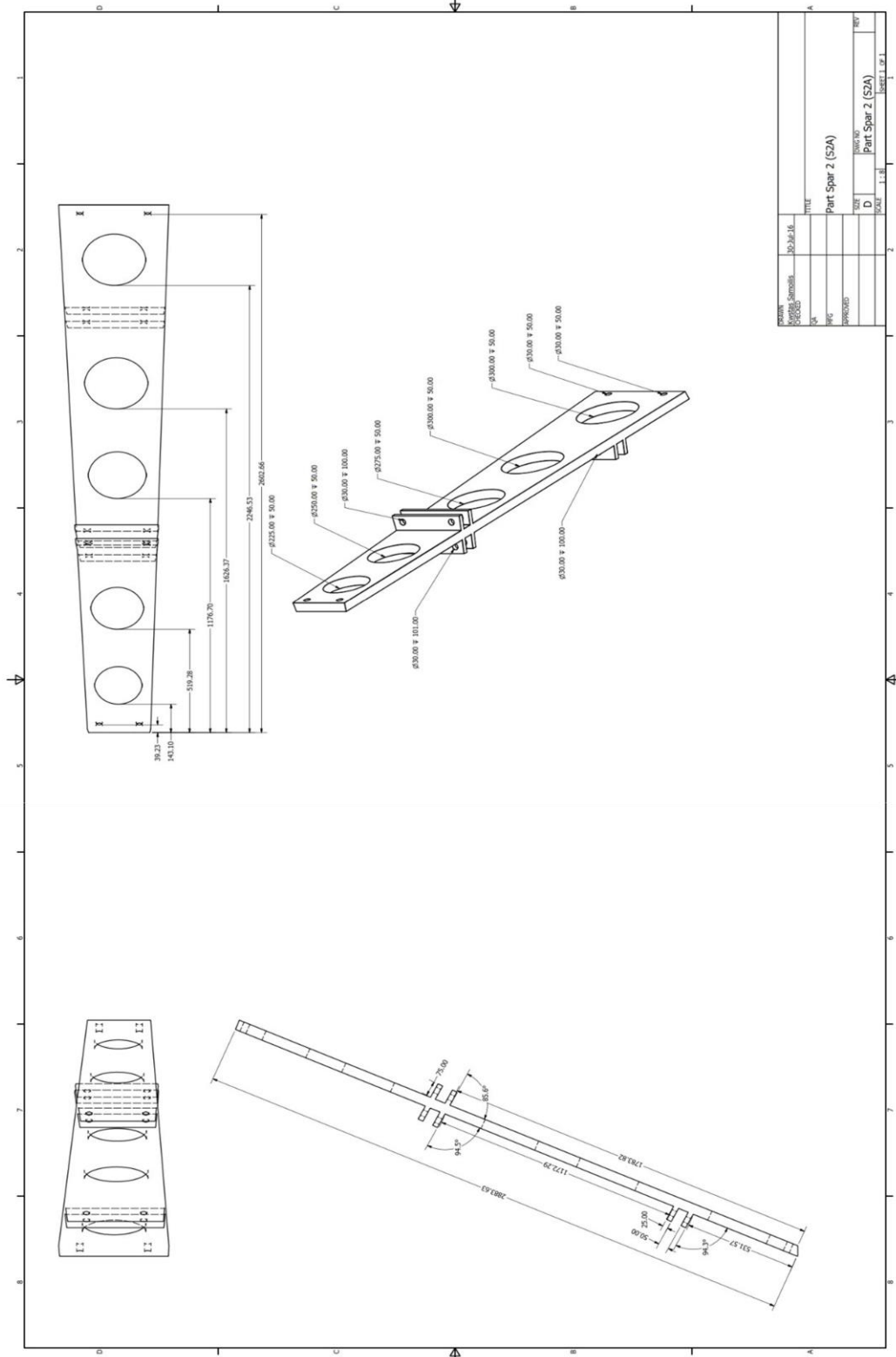








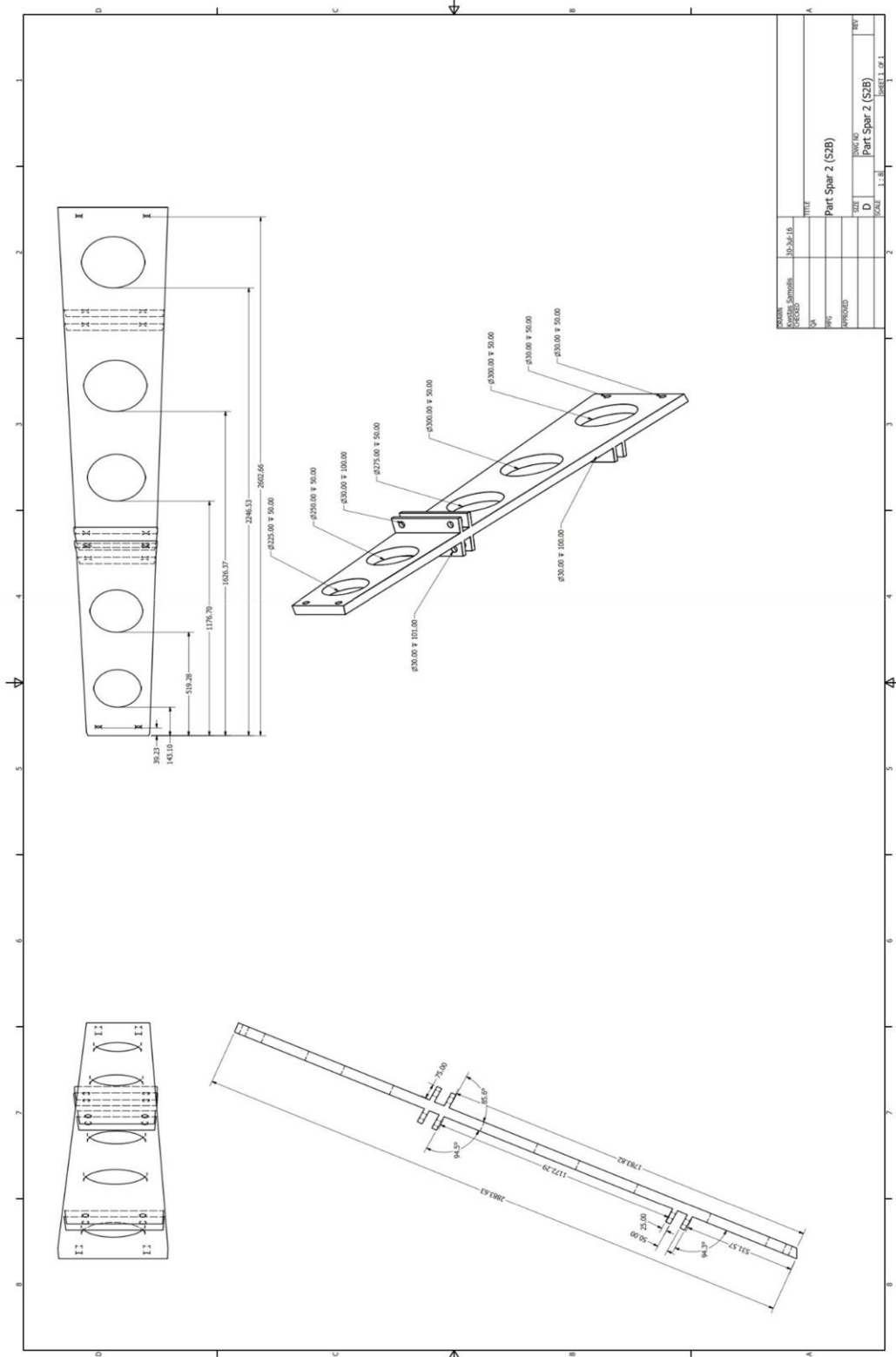
### 23. 4.3.23 PART SPAR 2 (S2A)







## 24. 4.3.24 PART SPAR 2 (S2B)











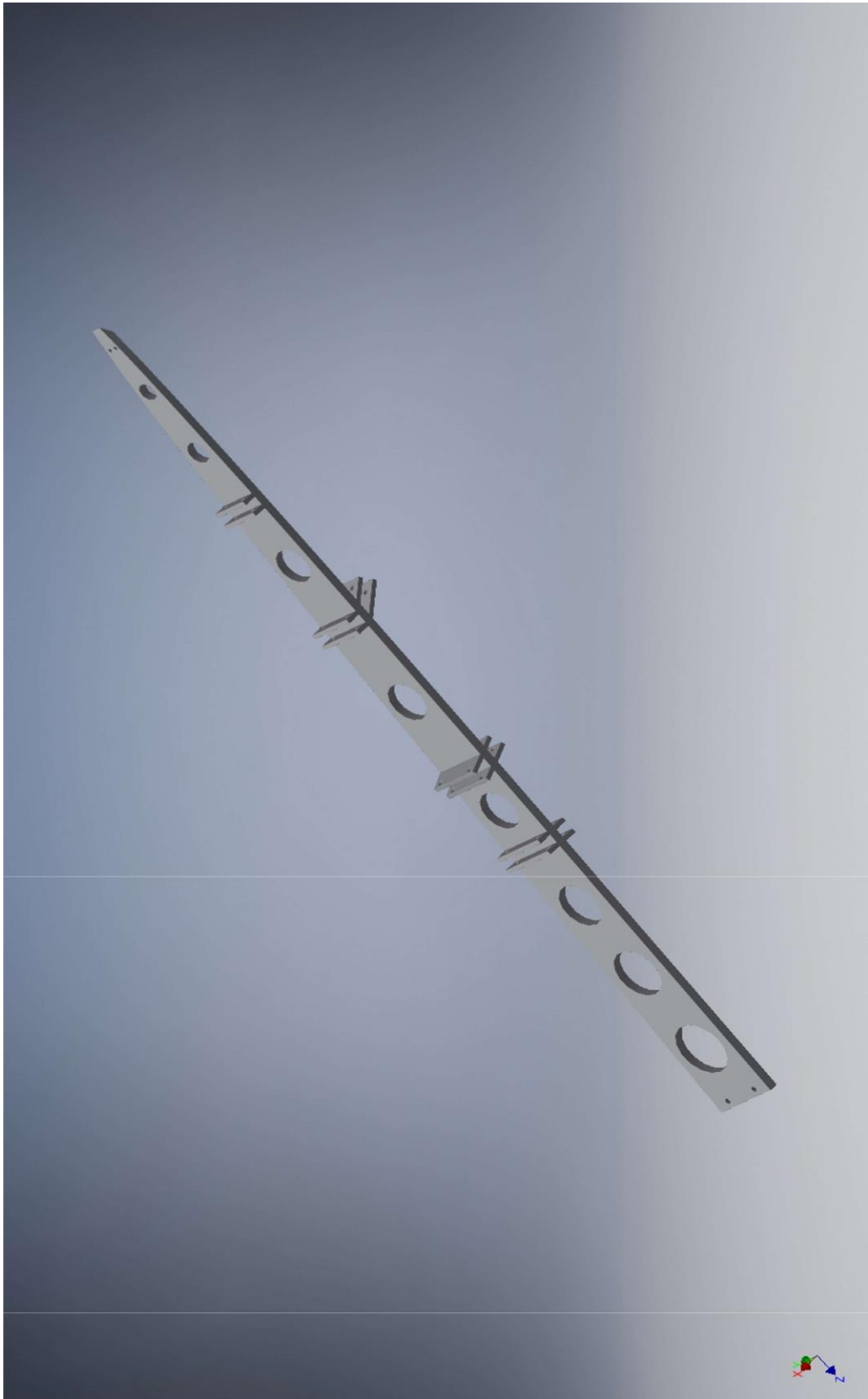












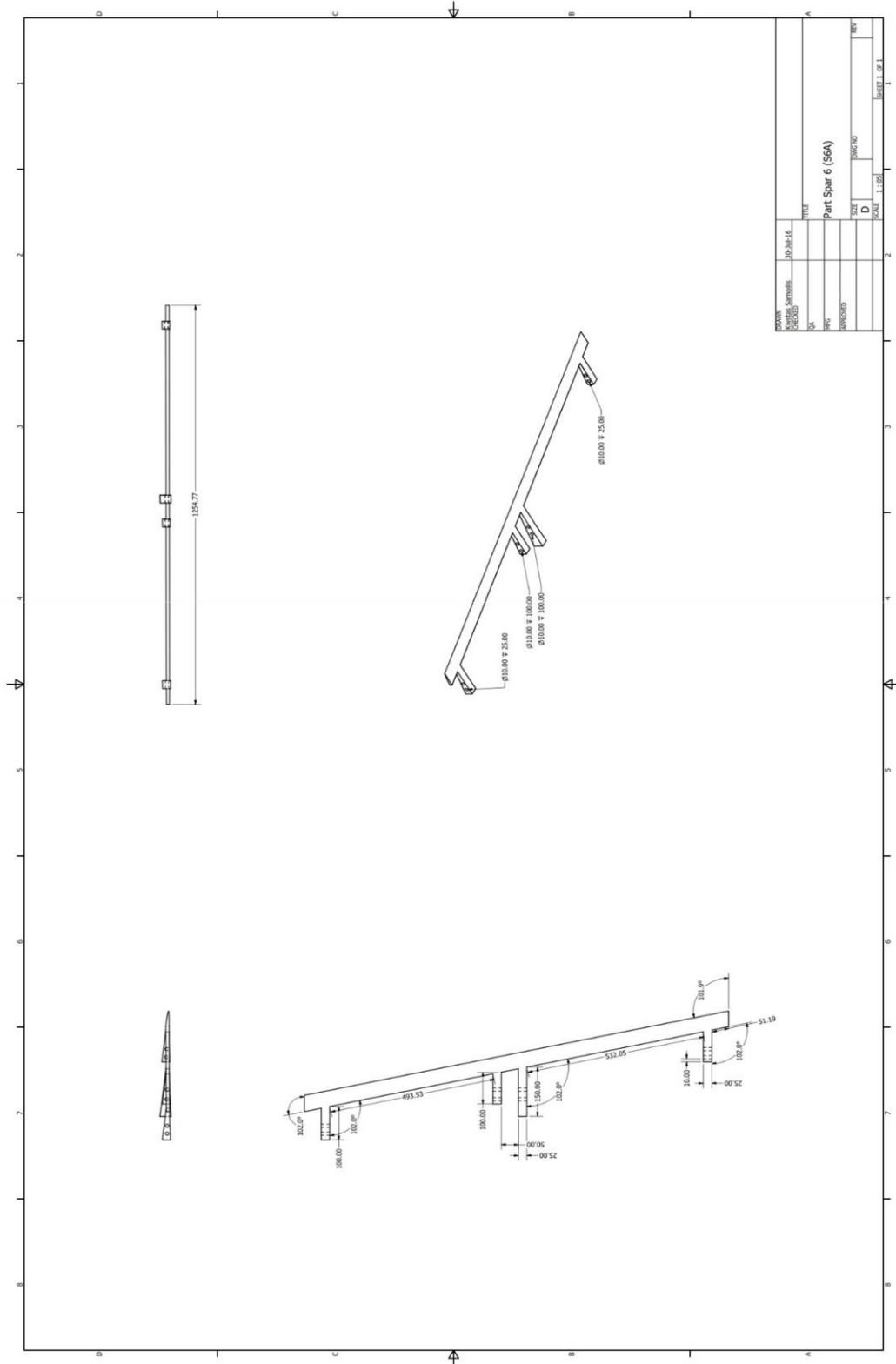








### 31. 4.3.31 PART SPAR 6 (S6A)



REV	DESCRIPTION	DATE
D	ISSUED	11/20
SCALE: 1:1.00		
SHEET 1 OF 1		
TITLE: Part Spar 6 (S6A)		
DRAWN BY: [Blank]		
CHECKED BY: [Blank]		
DATE: 10/23/16		
PROJECT: [Blank]		

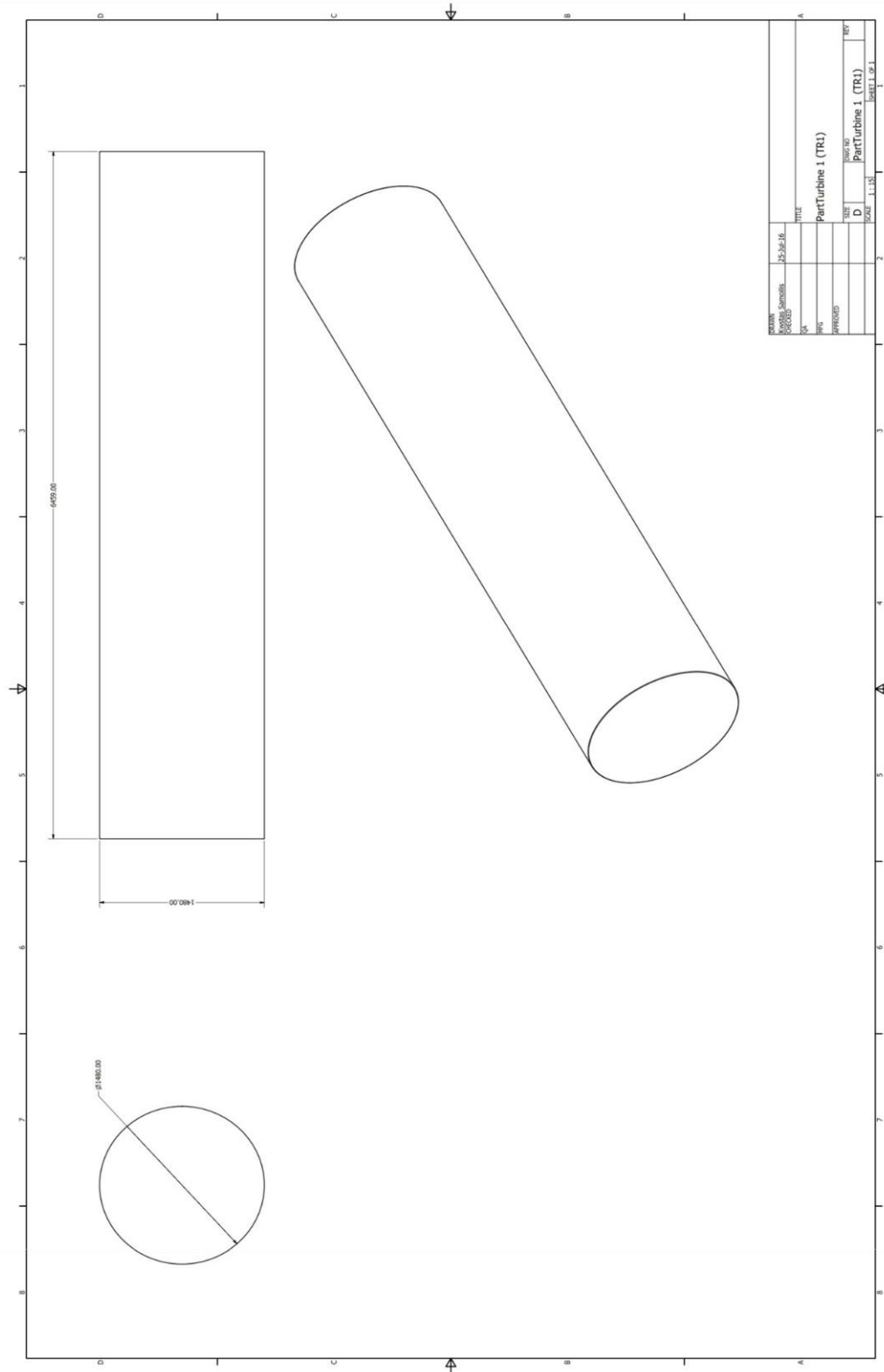






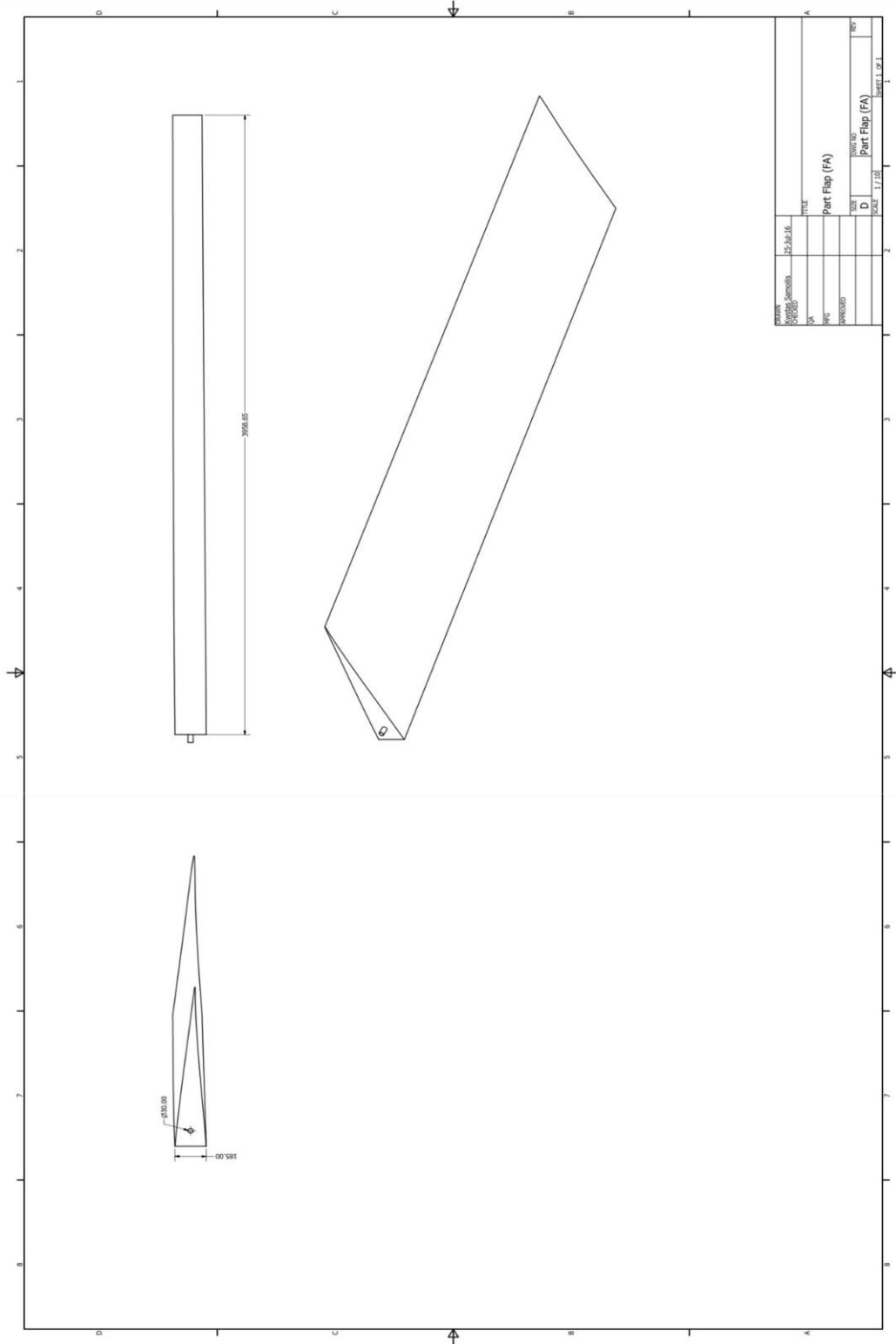


### 33. 4.3.33 PART TURBINE 1 (TR1)



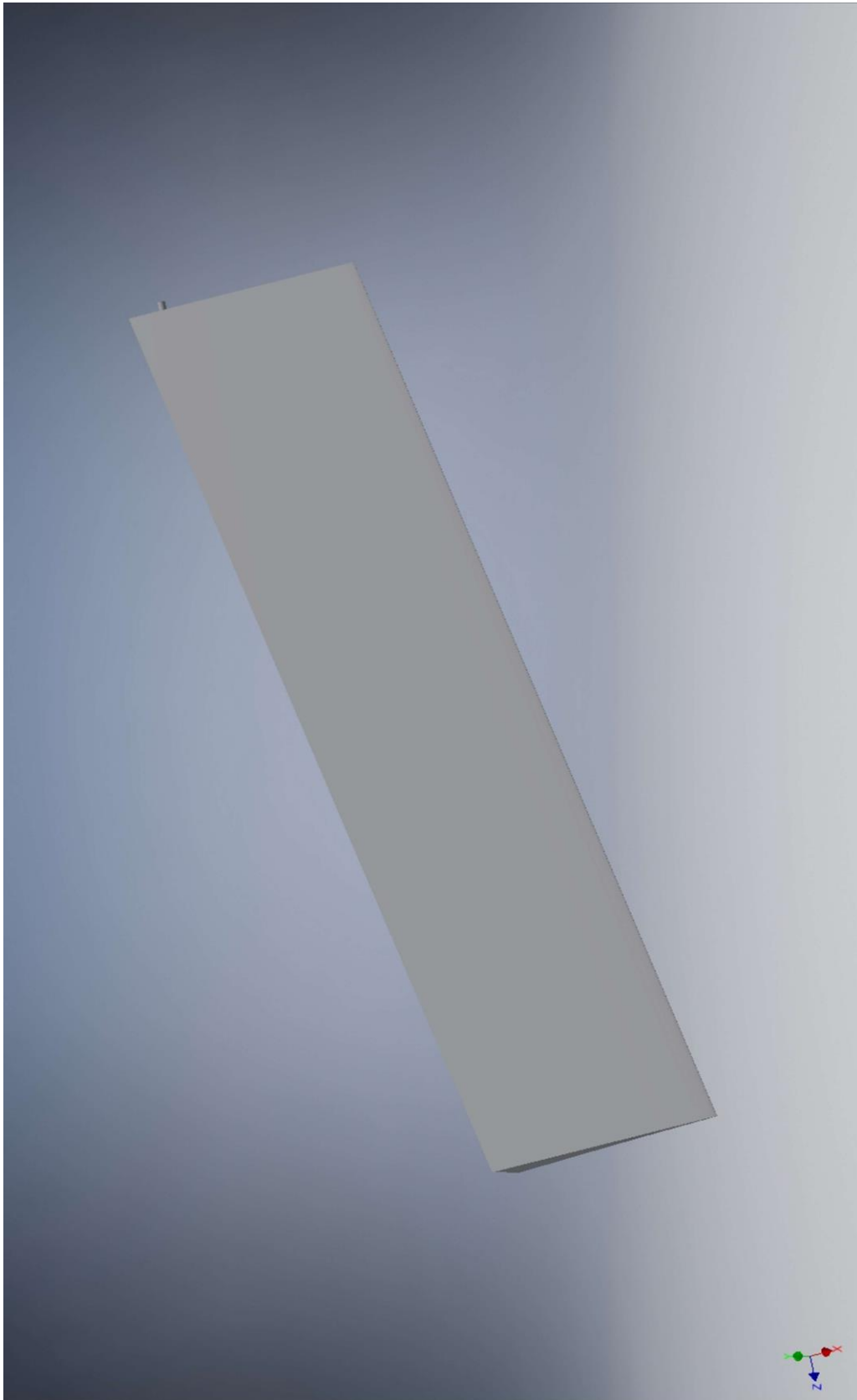


### 34. 4.3.34 PART FLAP (FA)



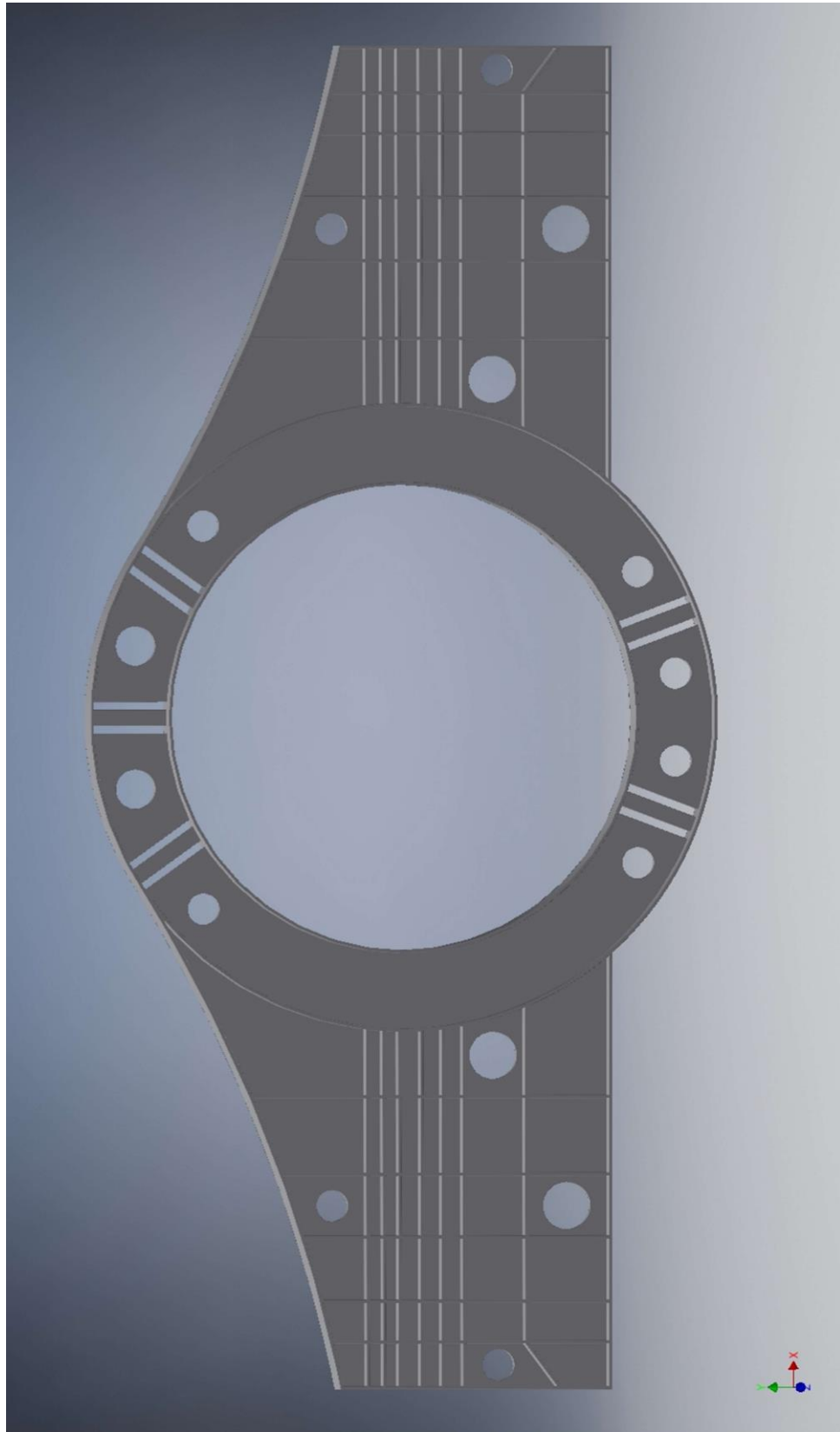




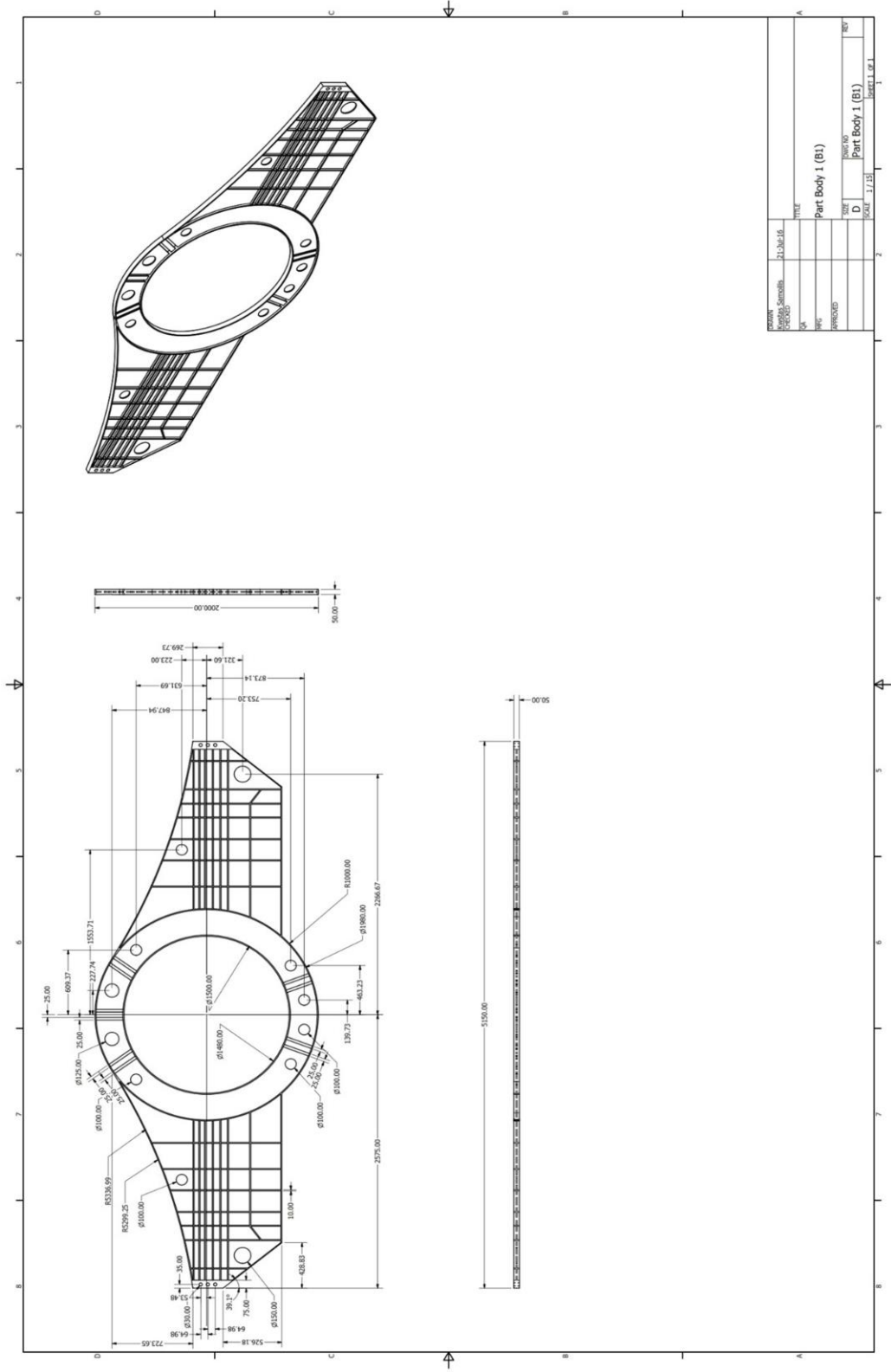




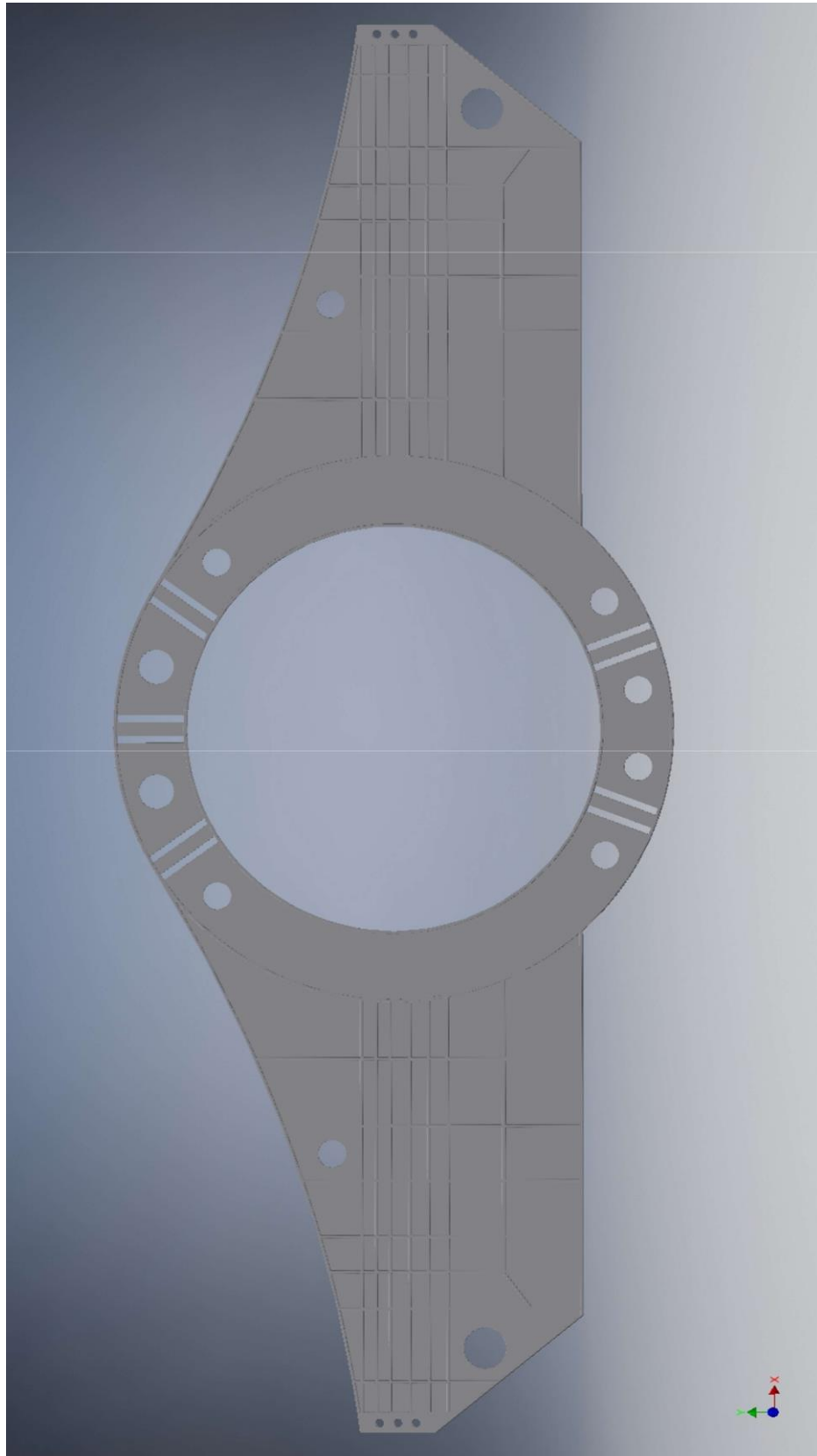




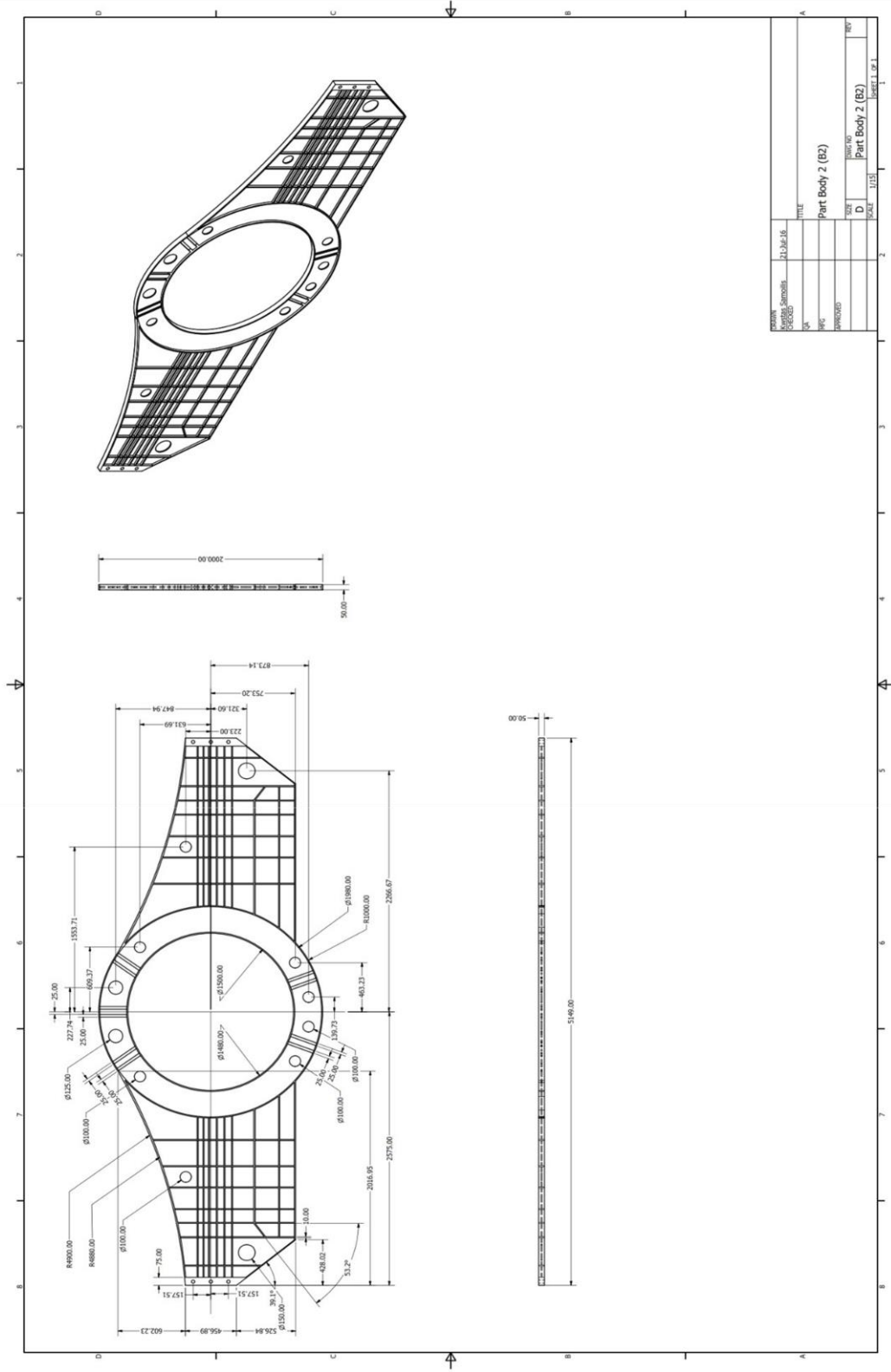
### 37. 4.3.37 PART BODY 1 (B1)

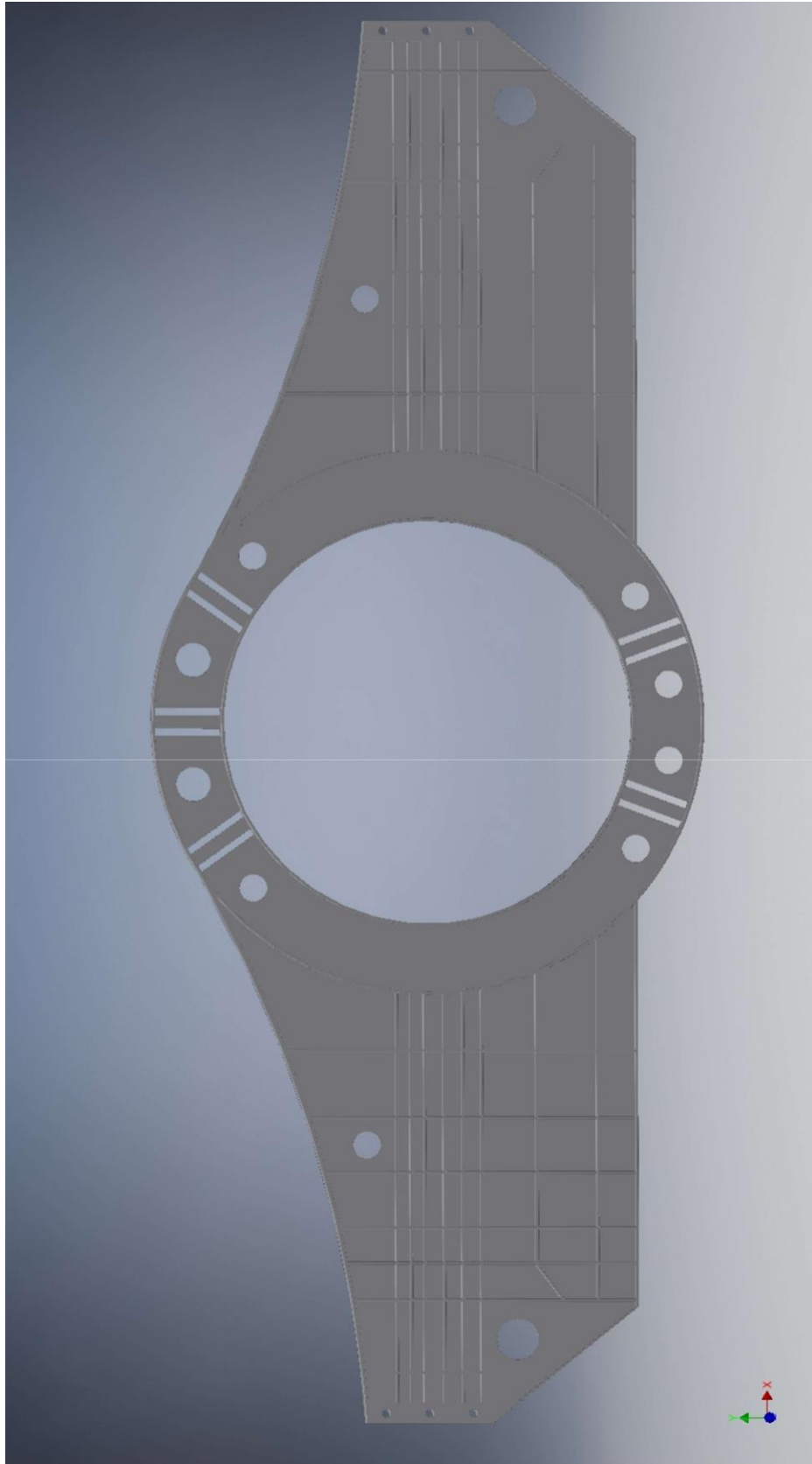


PROJECT NUMBER	21.06.16
DATE	
SCALE	
APPROVED	
TITLE	Part Body 1 (B1)
DATE	
SCALE	1/1.15
NO. OF SHEETS	1 of 1

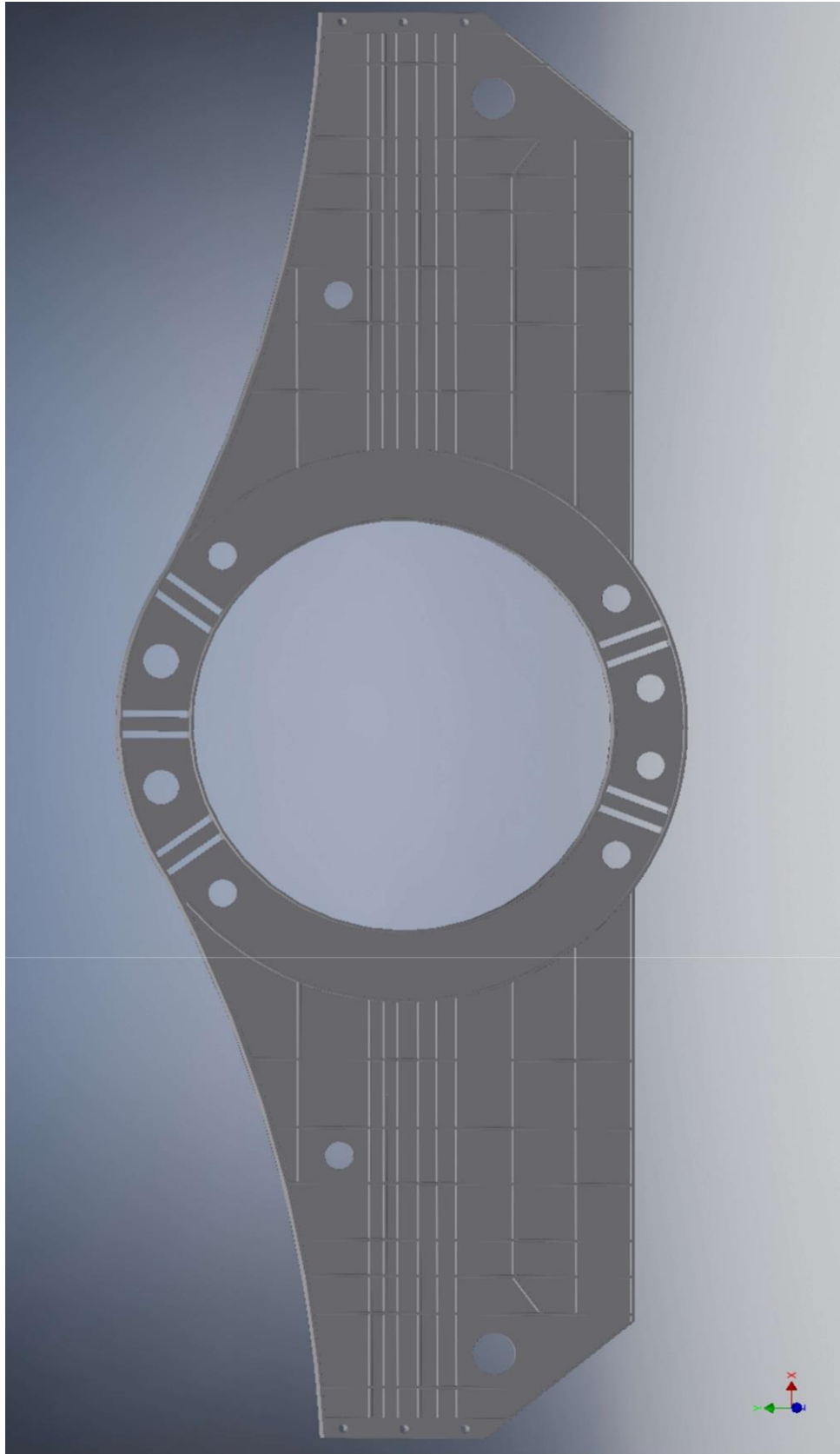


### 38. 4.3.38 PART BODY 2 (B2)



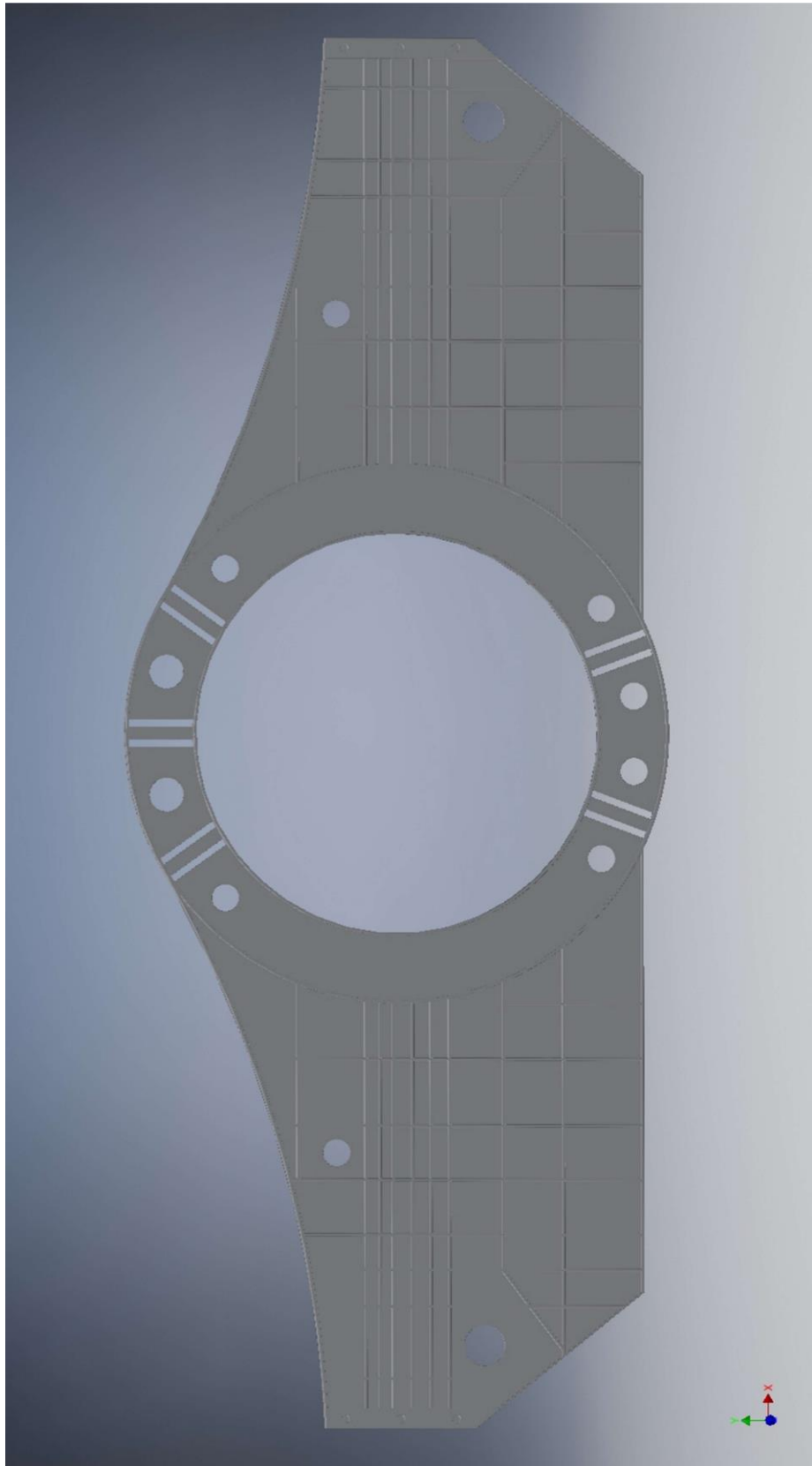




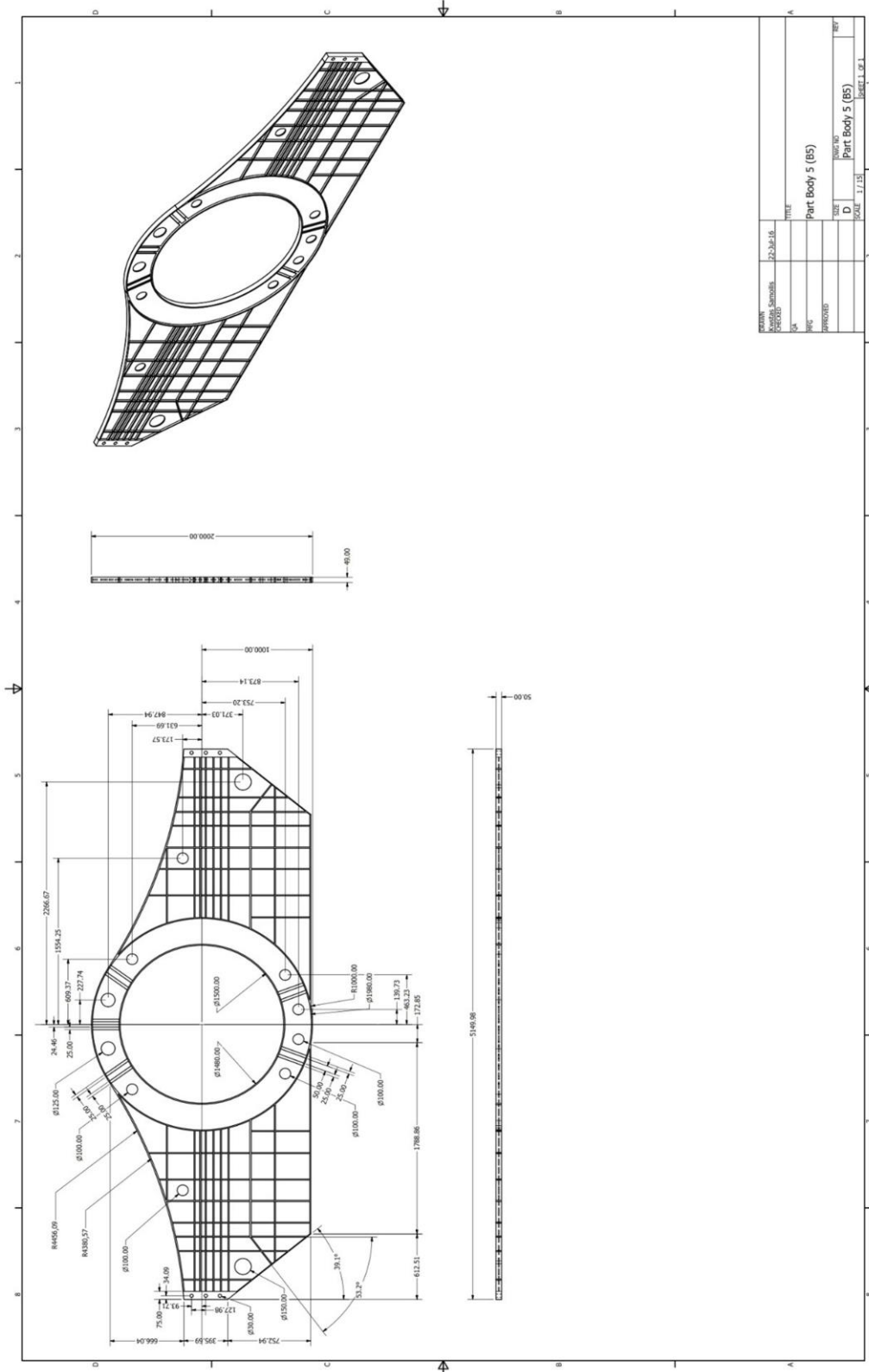




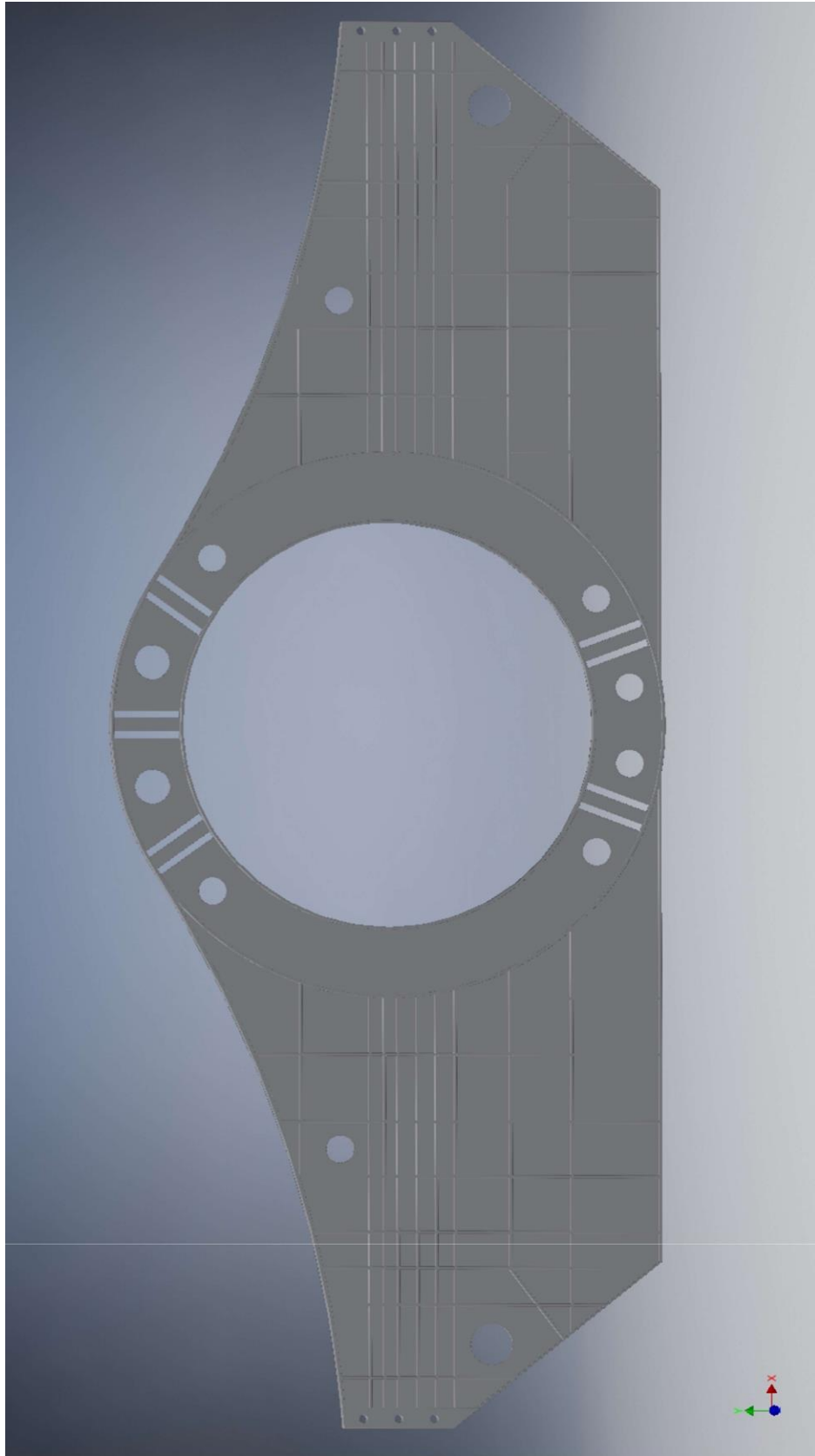




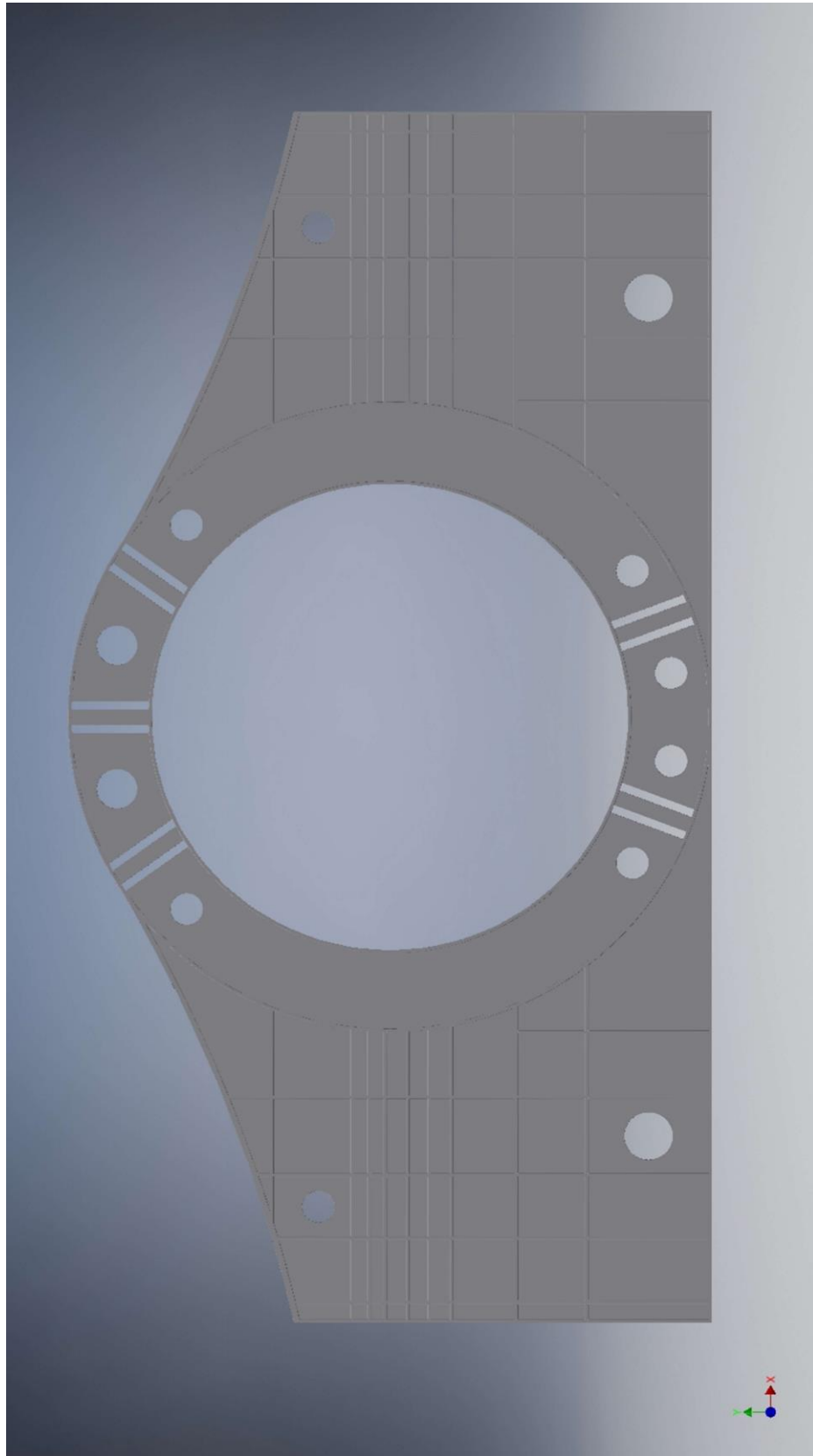
### 41. 4.3.41 PART BODY 5 (B5)



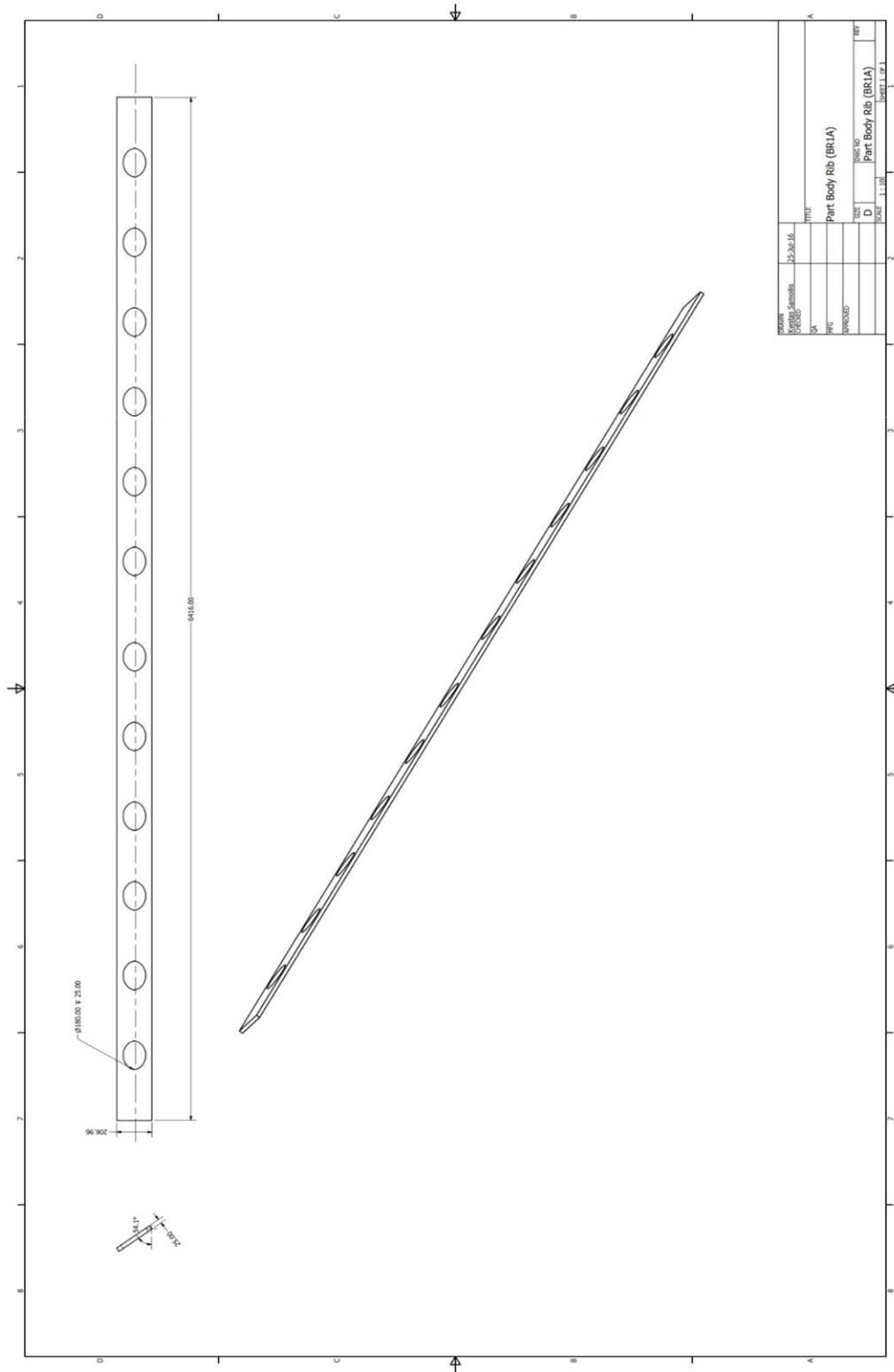
DATE	22-06-16	TITLE	Part body 5 (B5)
DESIGNER	SA	DATE	01/06/16
APPROVED		FIG	Part Body 5 (B5)
		SCALE	1:1
		FIGURE NO	Part Body 5 (B5)
		REV	
		SHEET	1 OF 1

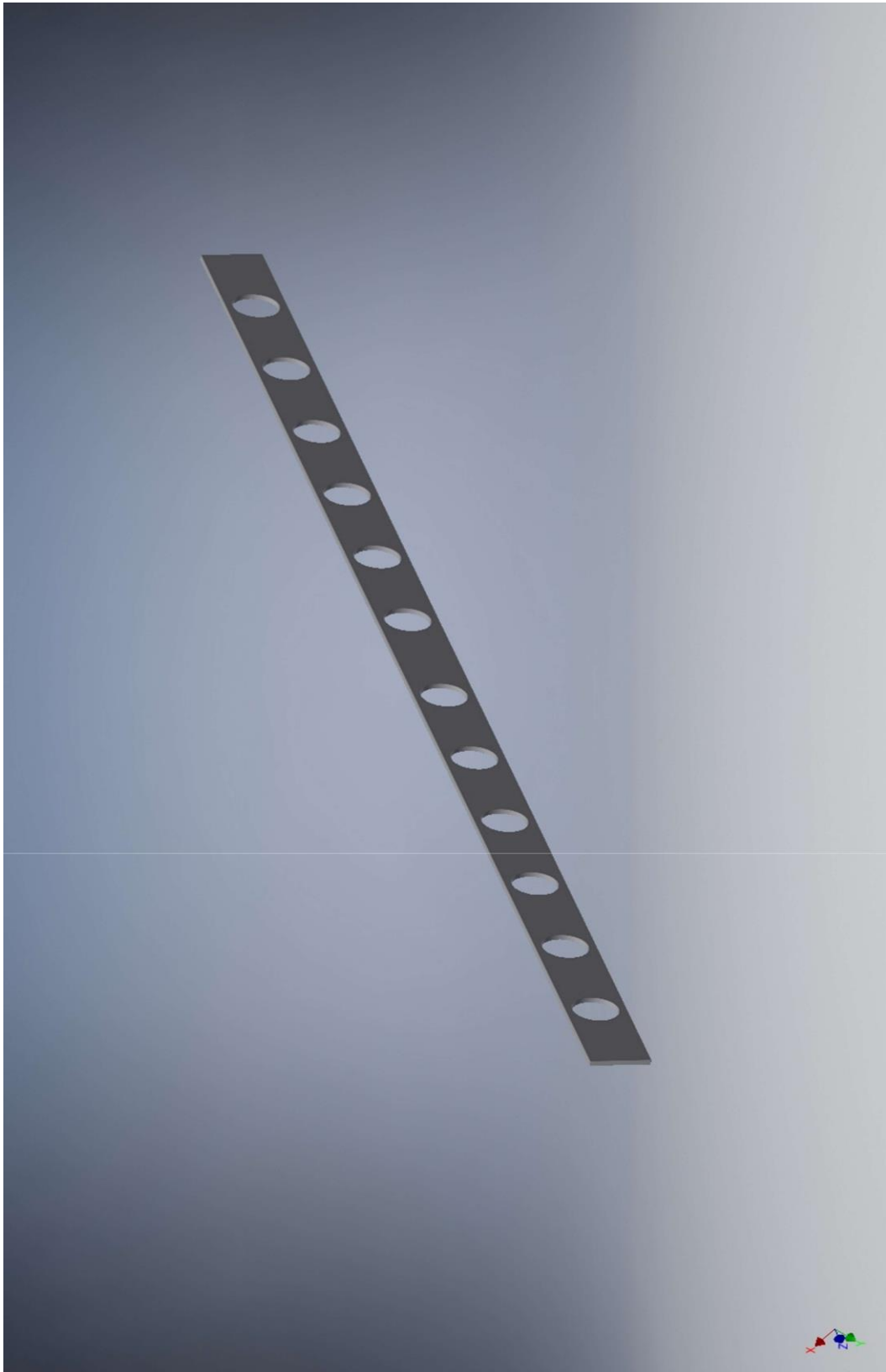






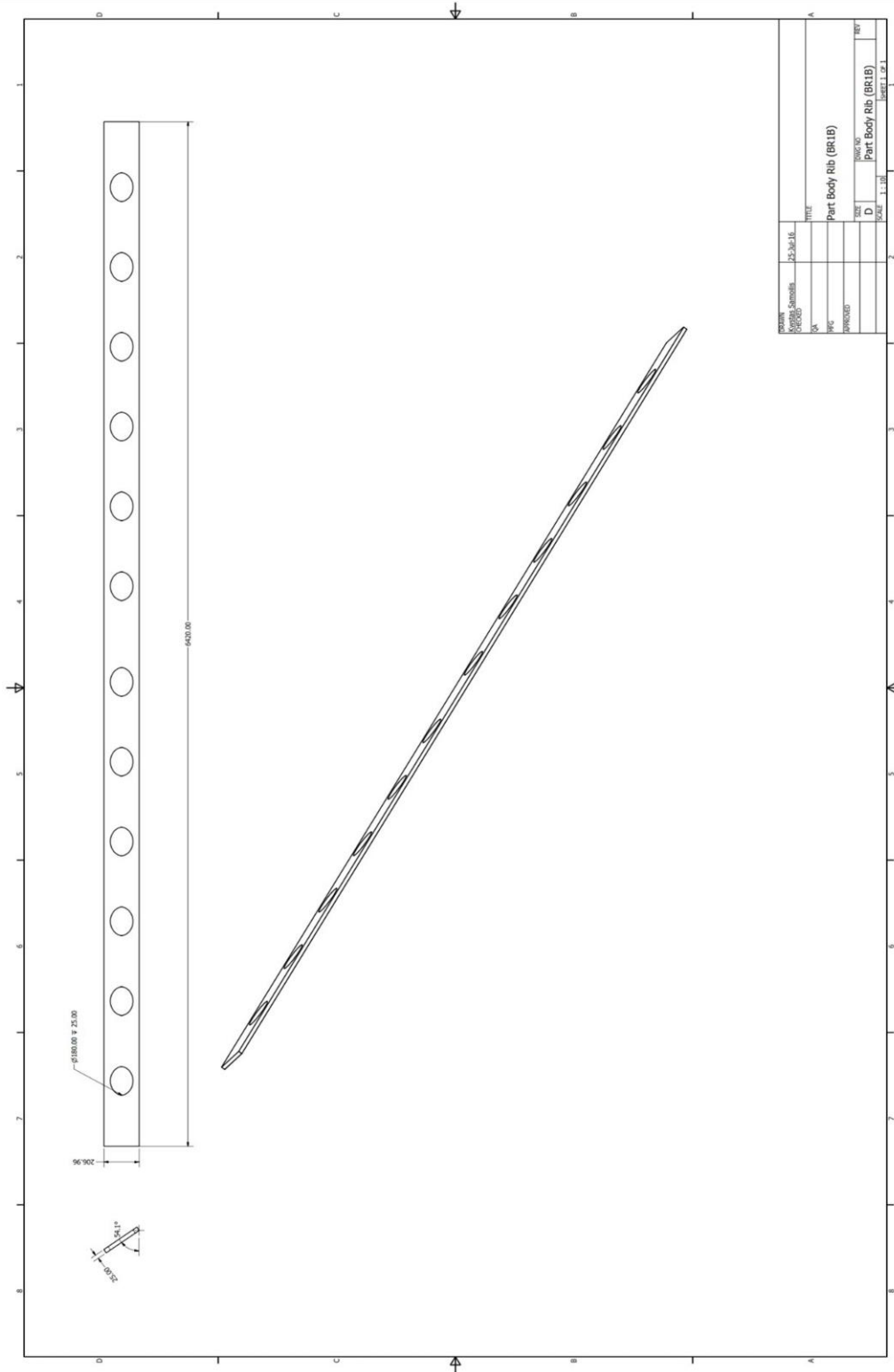
### 43. 4.3.43 PART BODY RIP (BR1A)





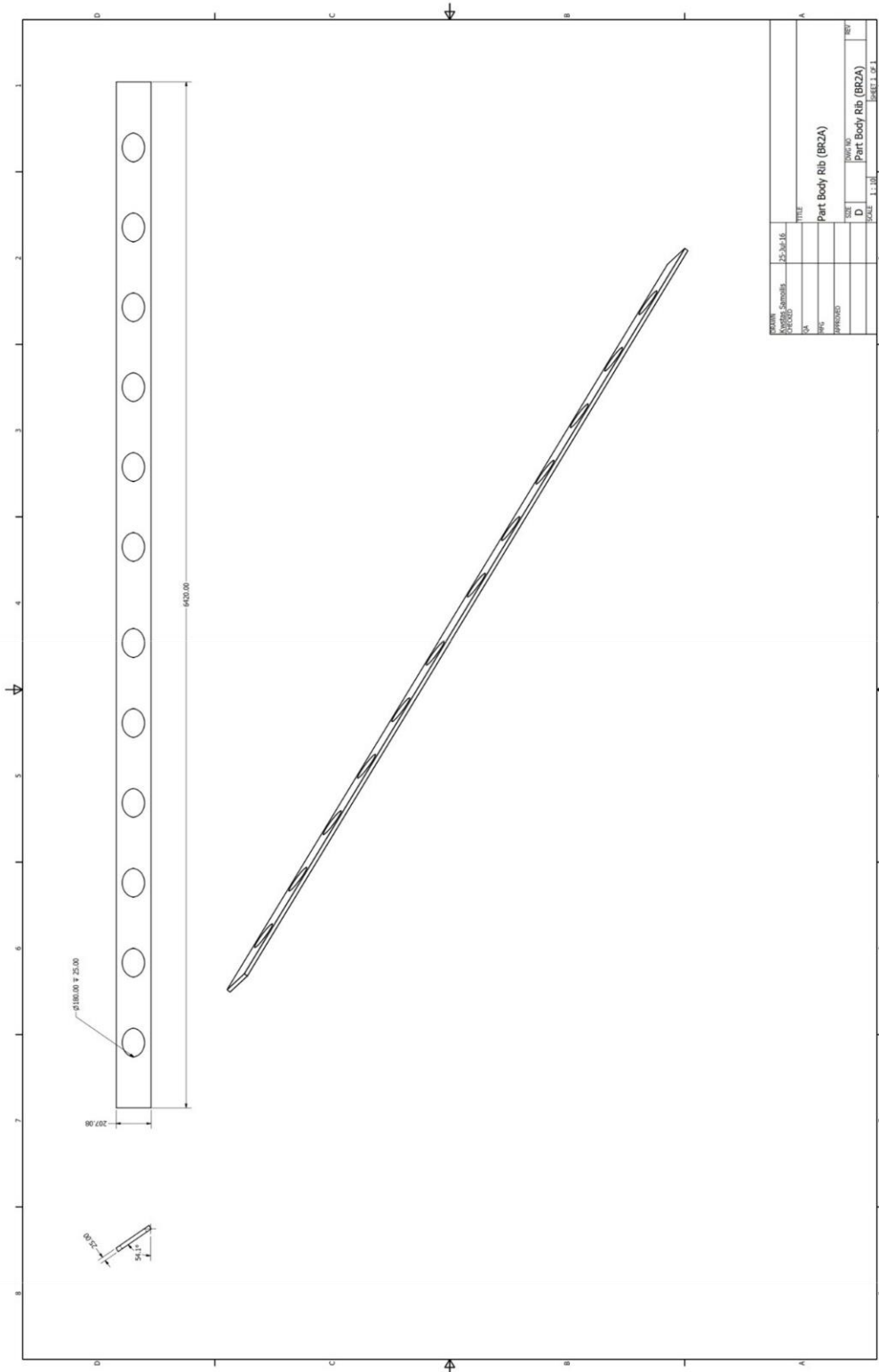


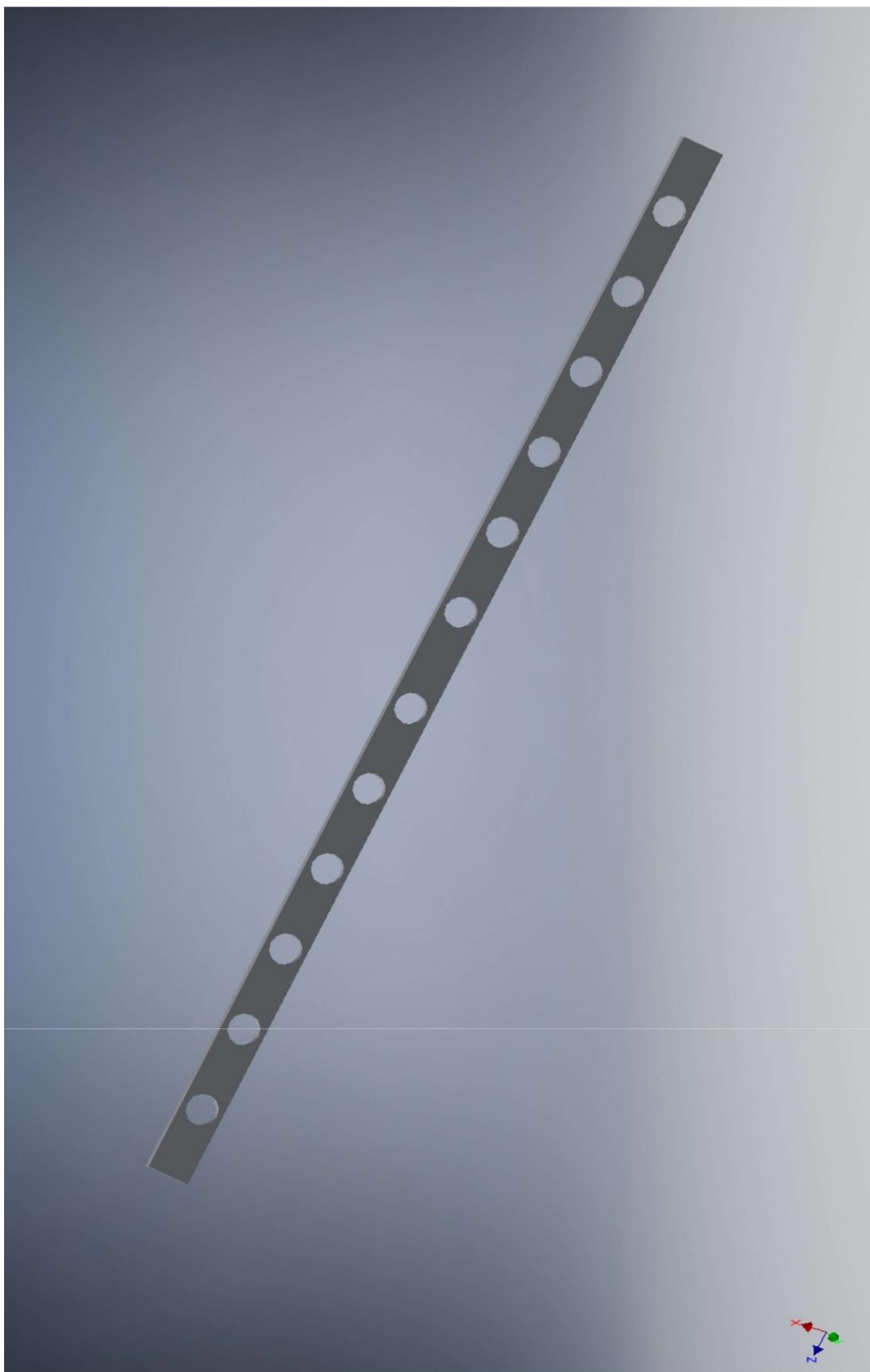
#### 44. 4.3.44 PART BODY RIP (BR1B)



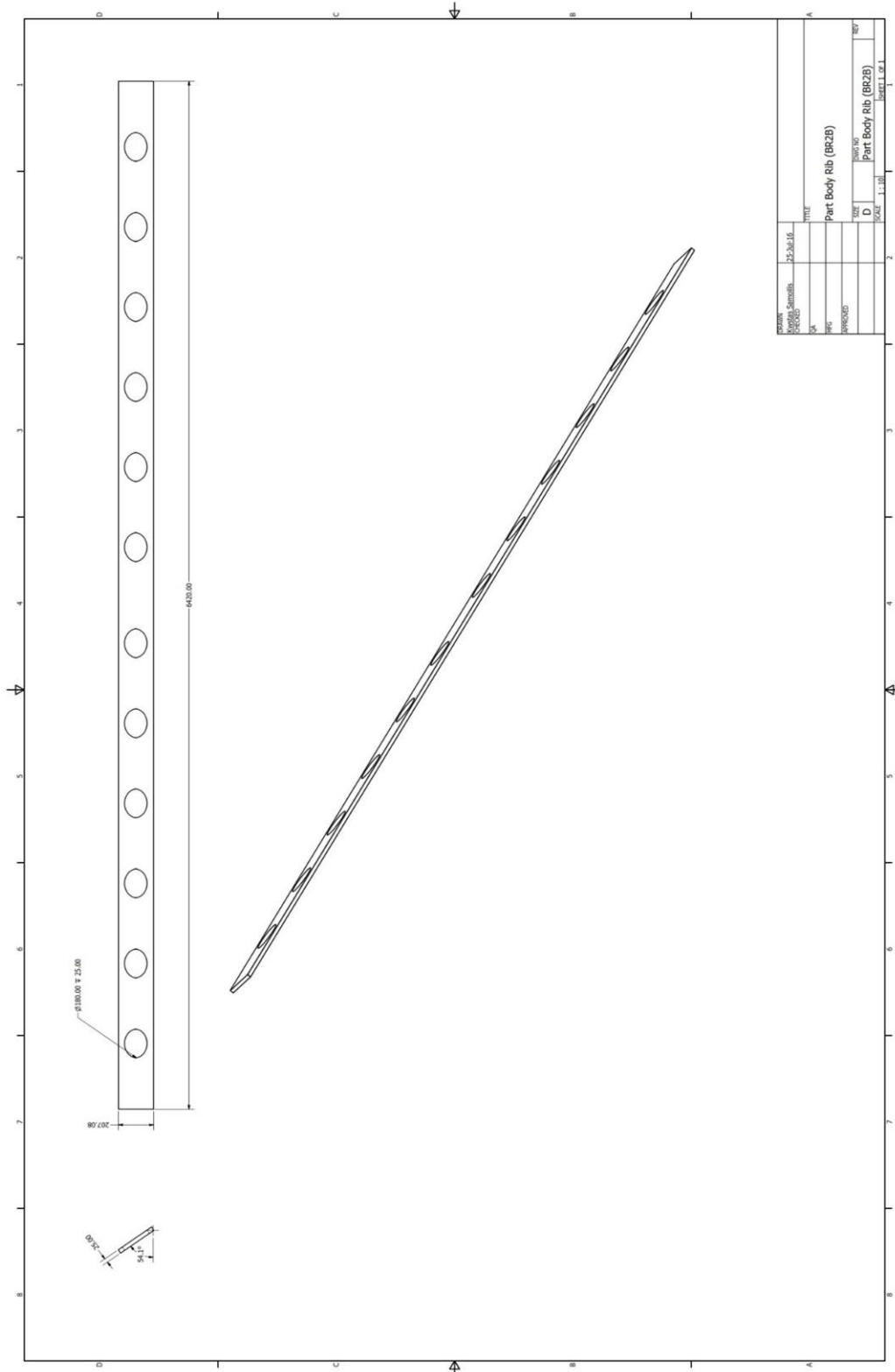


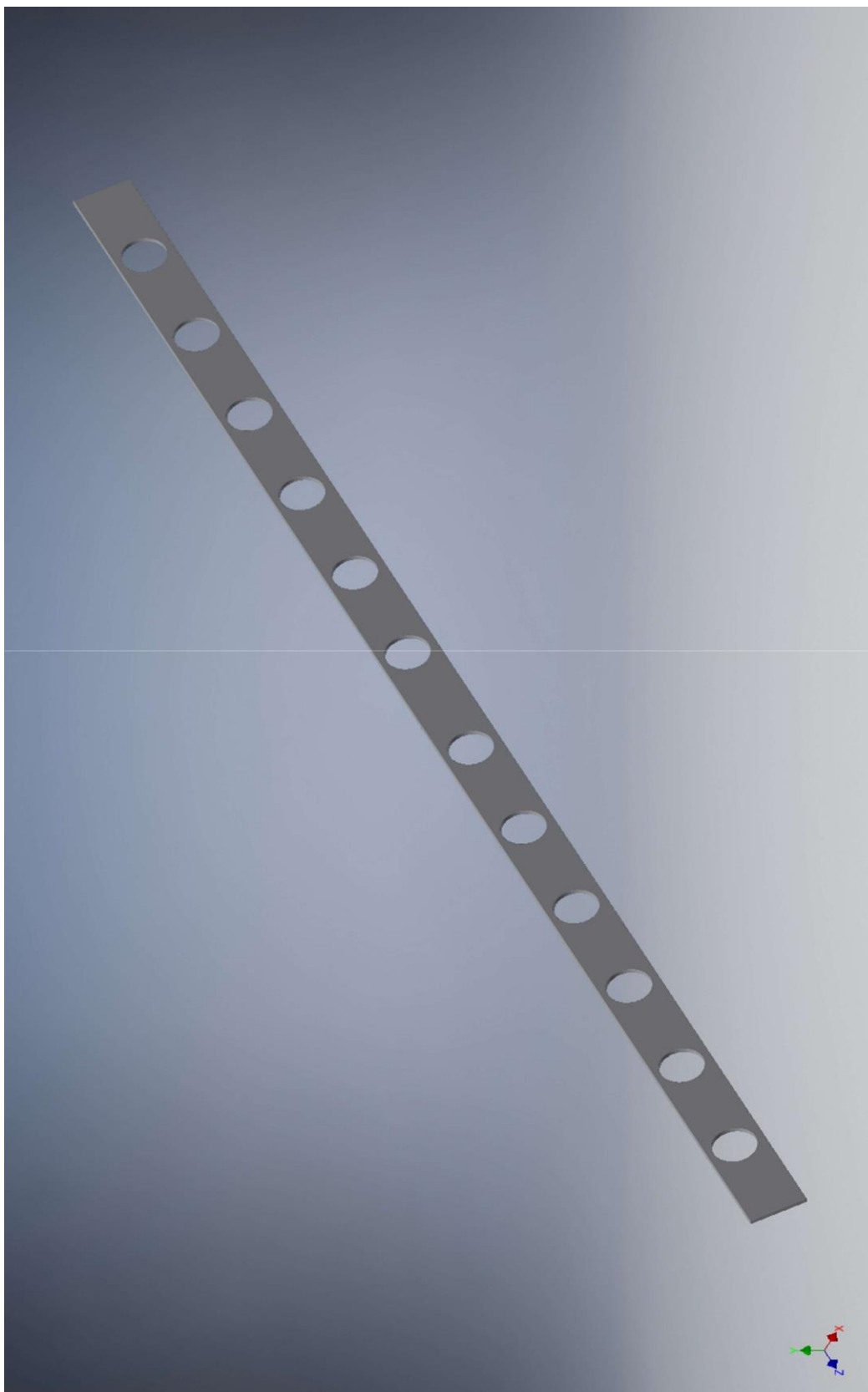
### 45. 4.3.45 PART BODY RIP (BR2A)



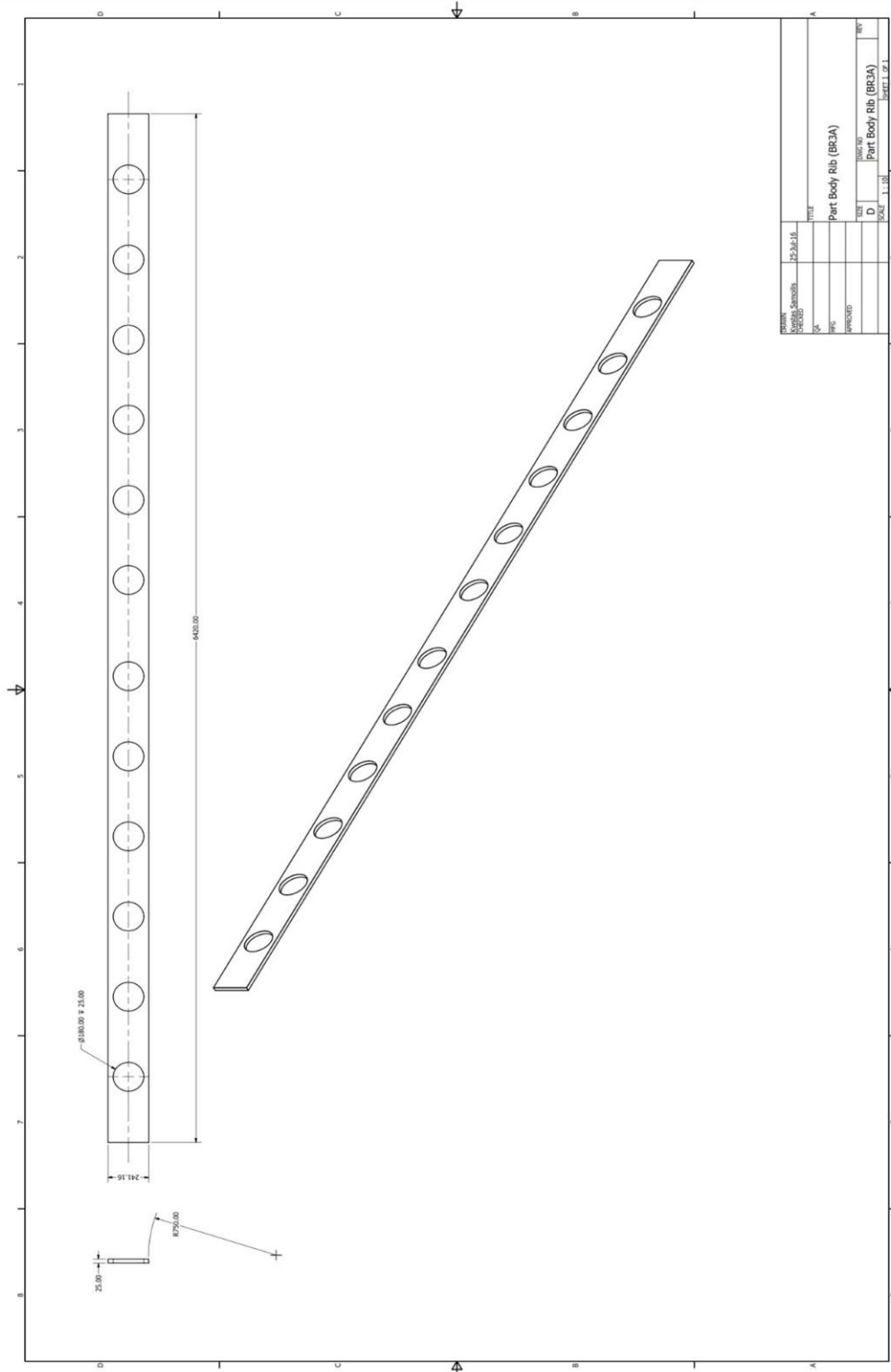


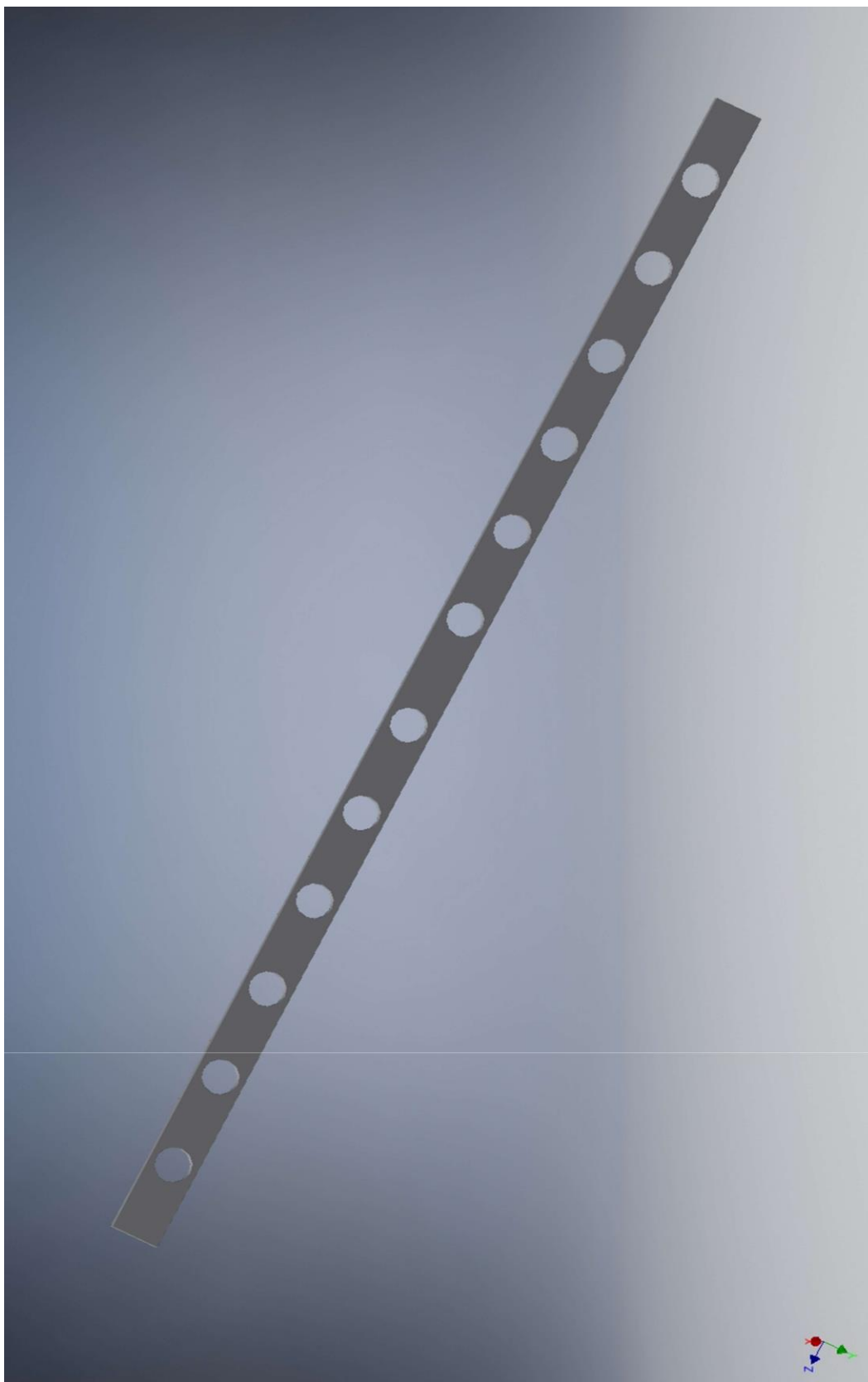
### 46. 4.3.46 PART BODY RIP (BR2B)





### 47. 4.3.47 PART BODY RIP (BR3A)



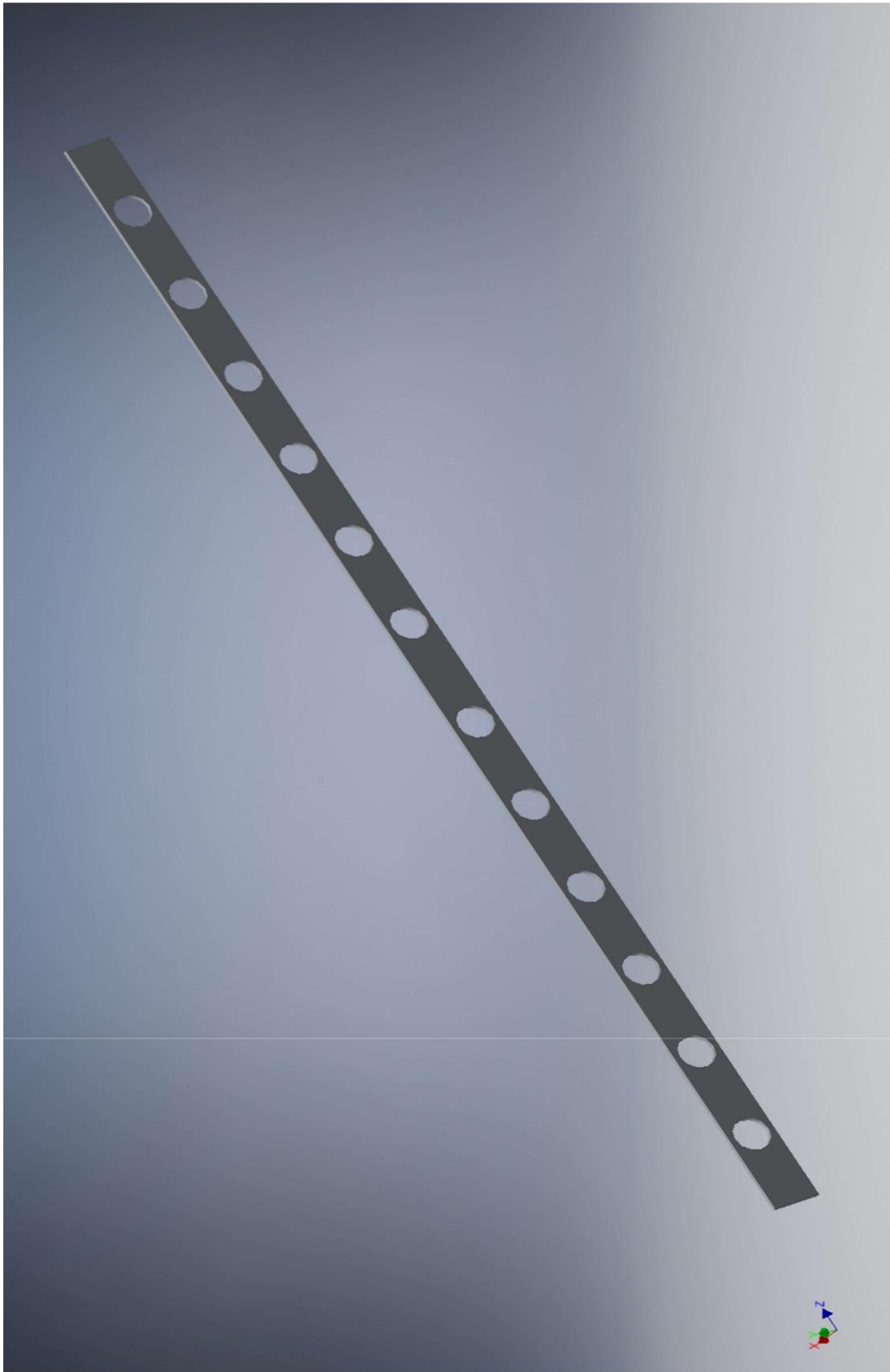




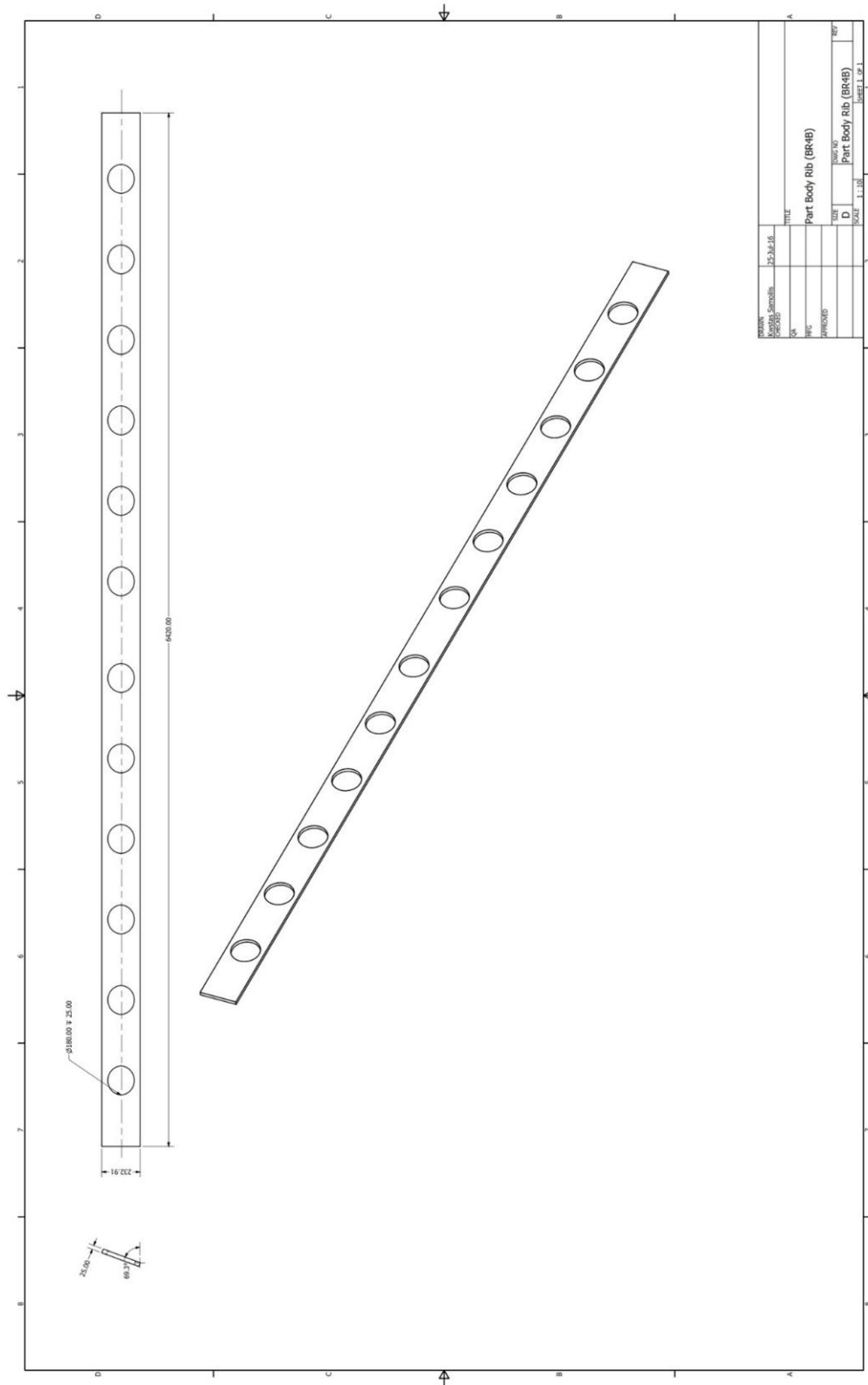


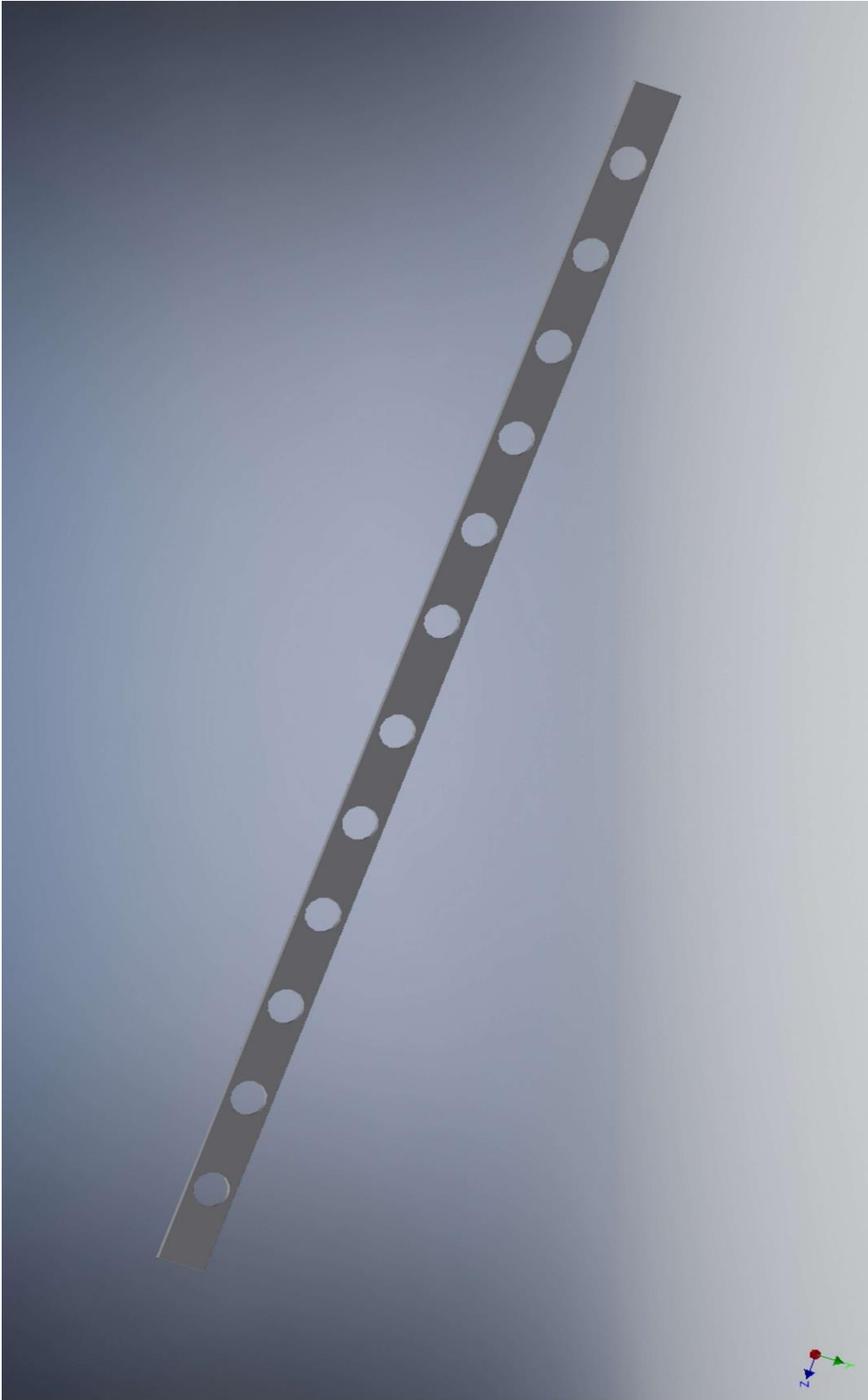






### 50. 4.3.50 PART BODY RIP (BR4B)



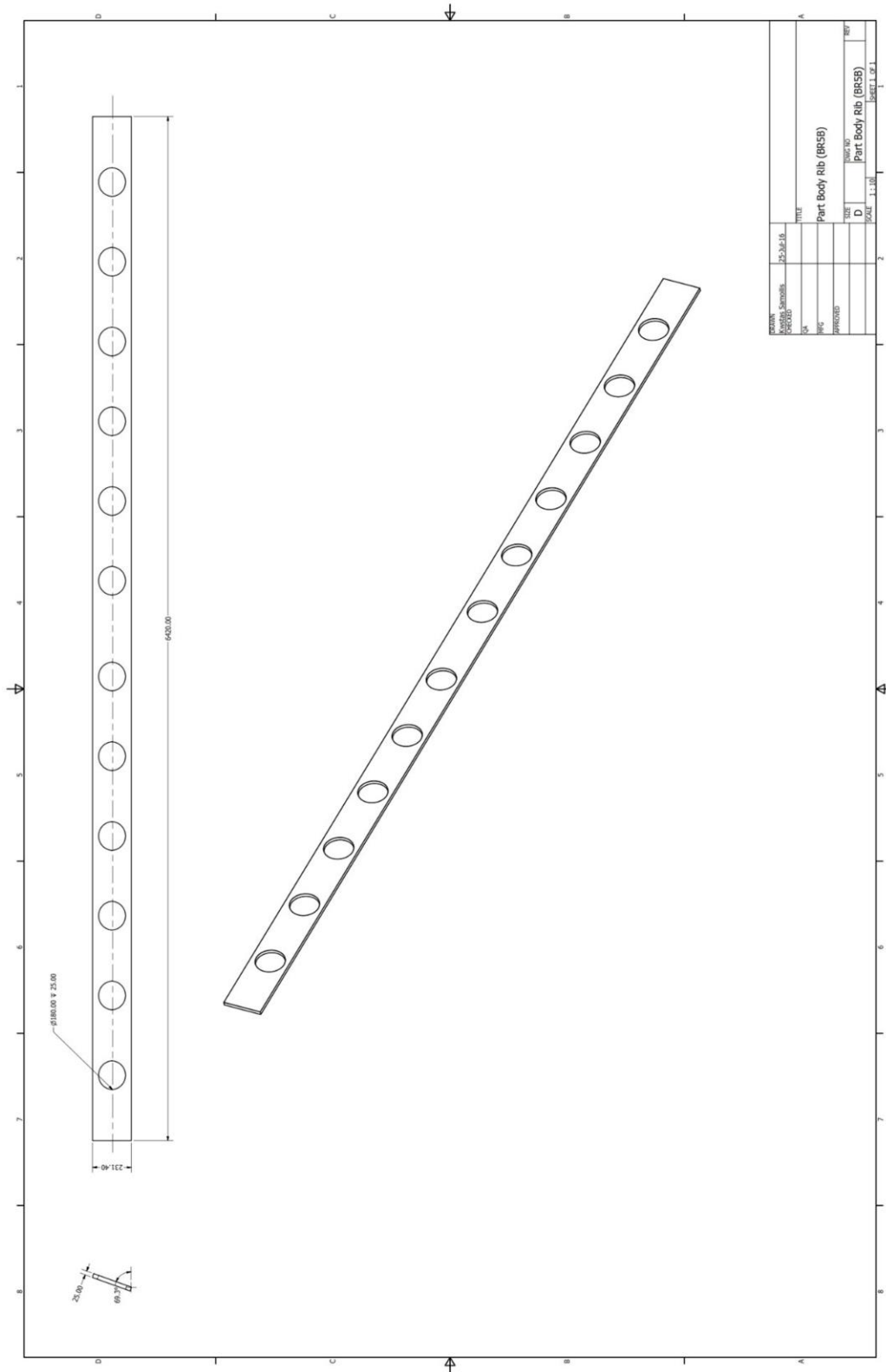


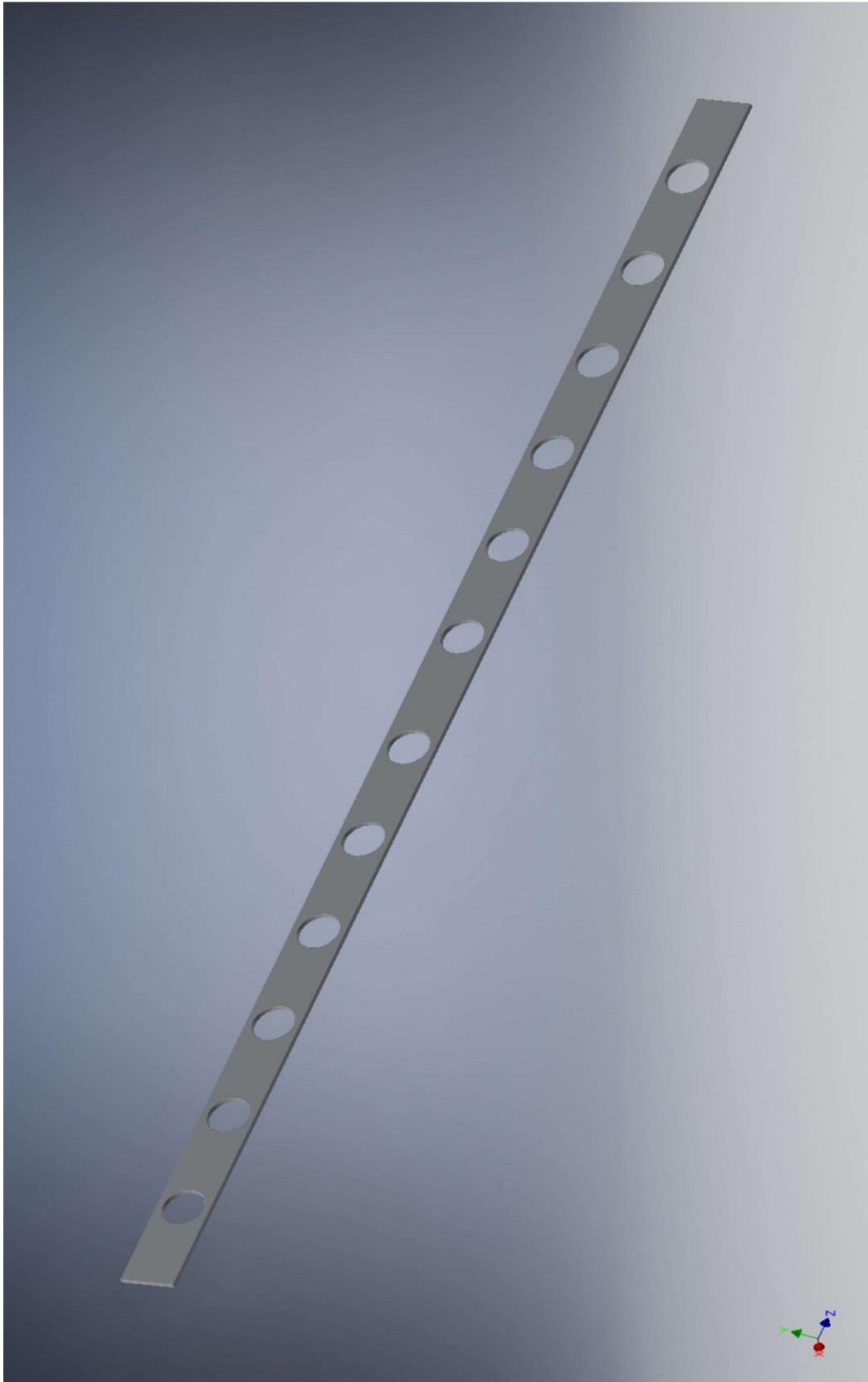




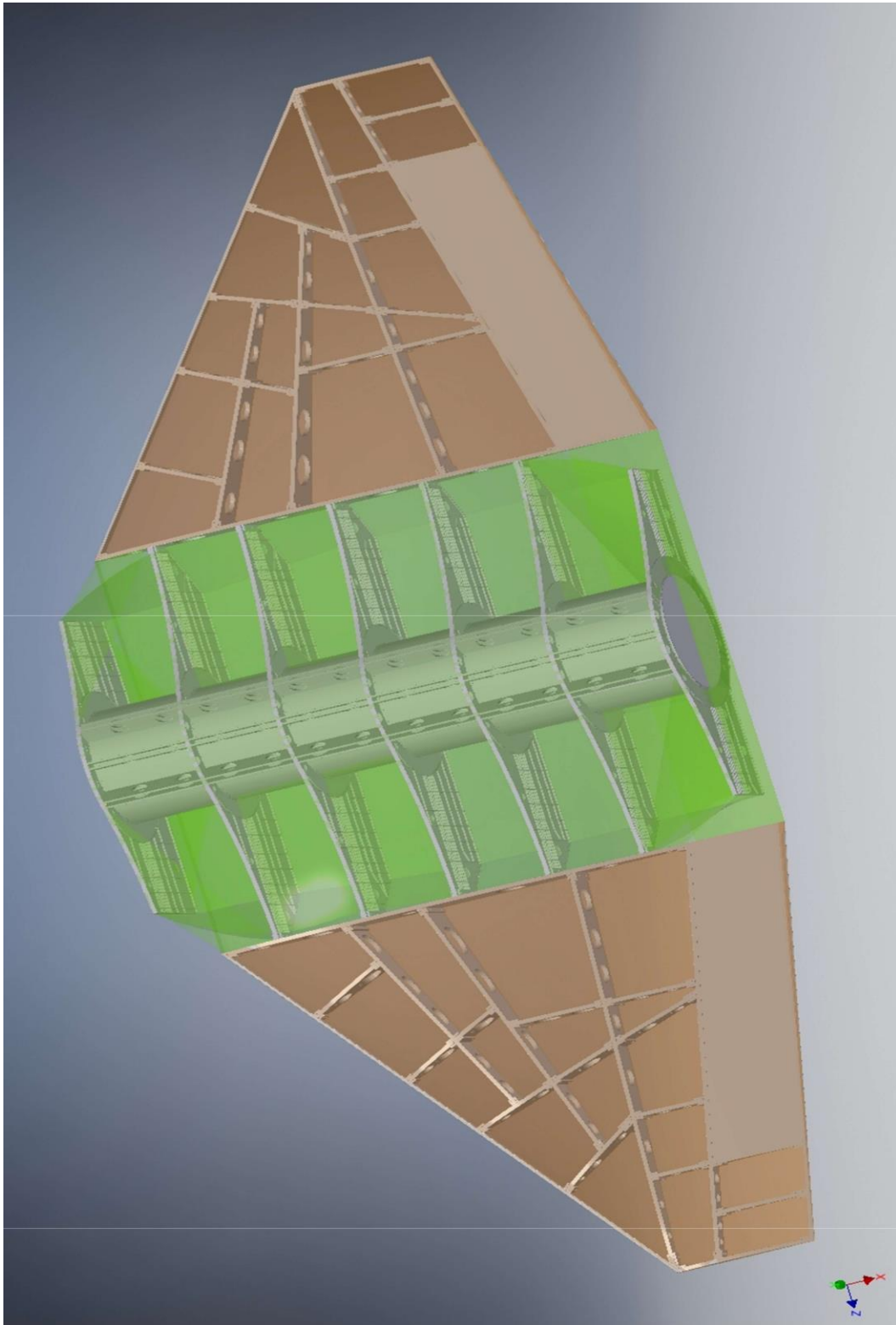


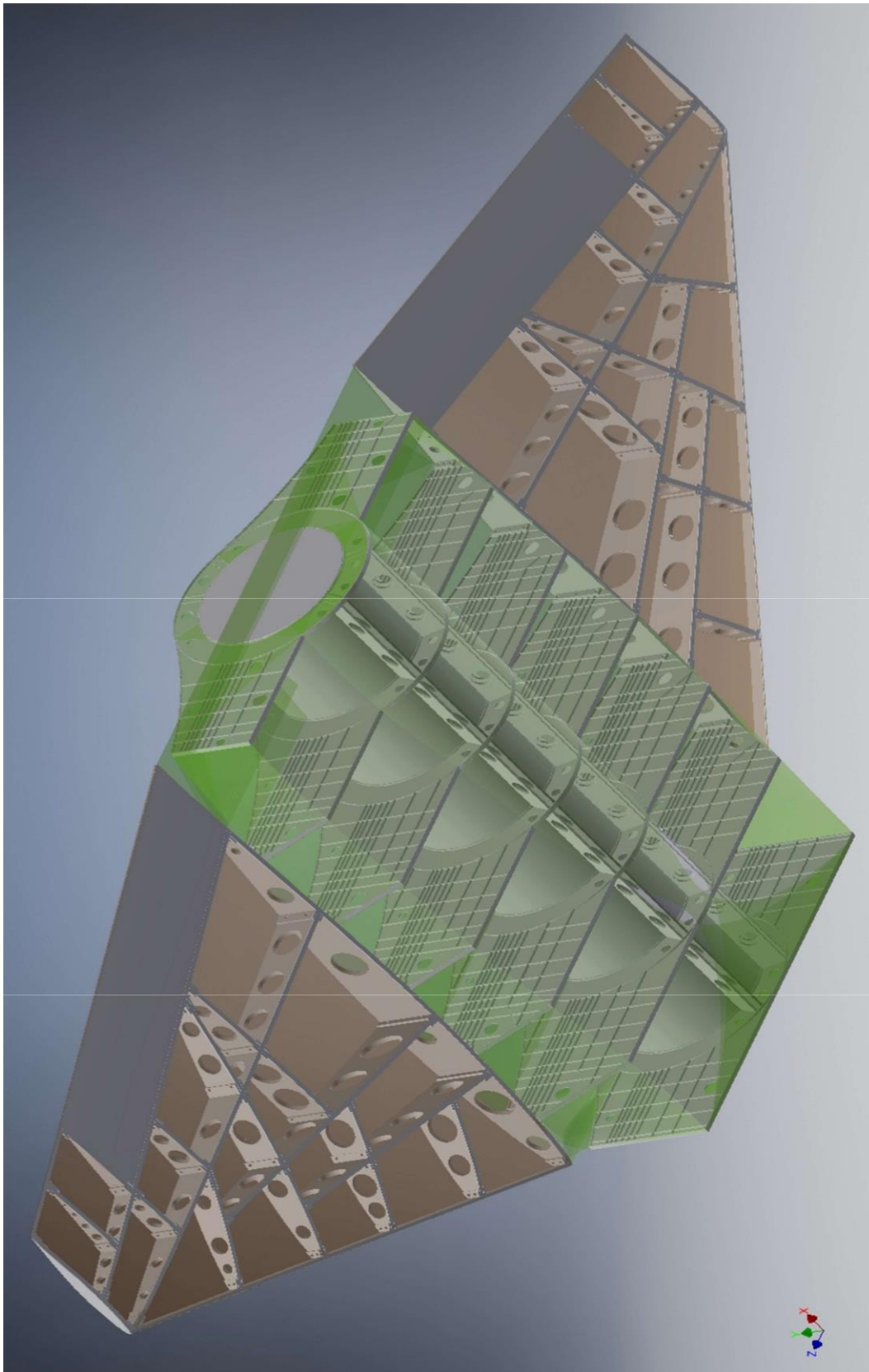
## 52. 4.3.52 PART BODY RIP (BR5B)

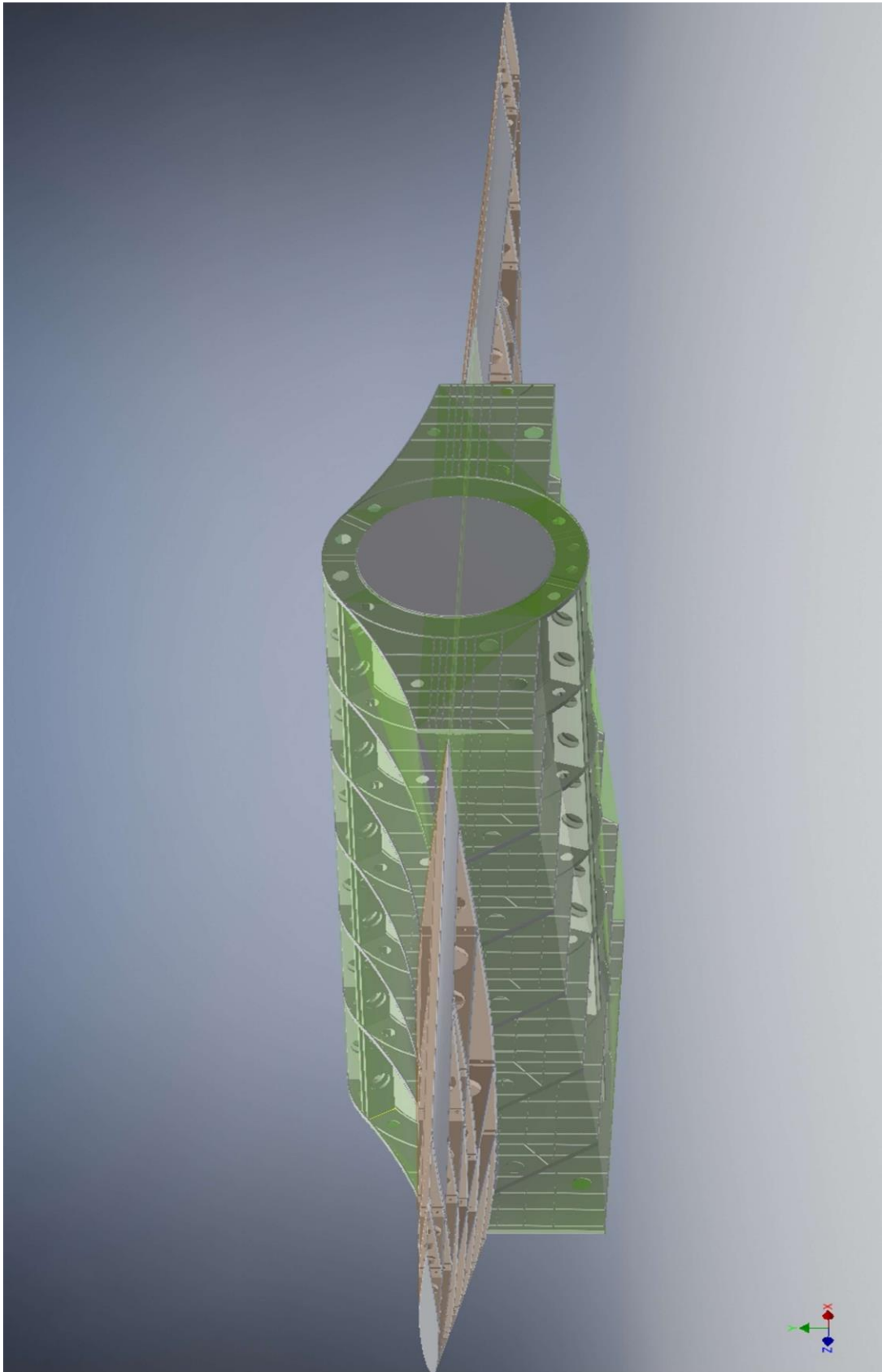




### 53. 4.3.53 ΤΕΛΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΜΕ SKIN







## 8. Βιβλιογραφία

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:**

<http://dias.library.tuc.gr/view/24574> (Amoiralis\_Eletherios\_Dip\_2004.pdf)

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2:**

<http://anla.gr/greek/books/GenikesTechnikesGnoseis.pdf>

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:**

[http://m-selig.ae.illinois.edu/ads/coord\\_database.html](http://m-selig.ae.illinois.edu/ads/coord_database.html)

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:**

[http://aaun.ir/wp-content/uploads/2015/07/Mohammad-H.-Sadraeyauth.-Aircraft-Design -A-Systems-Engineering-Approach-2012\\_2.pdf](http://aaun.ir/wp-content/uploads/2015/07/Mohammad-H.-Sadraeyauth.-Aircraft-Design-A-Systems-Engineering-Approach-2012_2.pdf)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed\\_Martin\\_F-35\\_Lightning\\_II#F-35C](https://en.wikipedia.org/wiki/Lockheed_Martin_F-35_Lightning_II#F-35C)

<http://www.f-16.net/f-35-news-article2395.html>

[http://www.dept.aoe.vt.edu/~mason/Mason\\_f/F35ASpr11.pdf](http://www.dept.aoe.vt.edu/~mason/Mason_f/F35ASpr11.pdf)

[http://www.dept.aoe.vt.edu/~mason/Mason\\_f/F35AndrewsS03.pdf](http://www.dept.aoe.vt.edu/~mason/Mason_f/F35AndrewsS03.pdf)

<http://www.armaholic.com/forums.php?m=posts&q=26786>

[http://news.xinhuanet.com/english/photo/2011-12/20/c\\_131316976\\_5.htm](http://news.xinhuanet.com/english/photo/2011-12/20/c_131316976_5.htm)