

Σχεδίαση και μελέτη προϊόντος σε πραγματικές συνθήκες και μελέτη διέλασης.



Διπλωματική εργασία

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Ον/μο : Πούλος Δημήτριος
Επιβλέπων: Μπιλάλης Νικόλαος
Μέλος επιτροπής : Αντωνιάδης Αριστομένης
Μέλος επιτροπής : Σταυρουλάκης Γεώργιος

Χανιά 2018

Πίνακας περιεχομένων

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
ΤΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ	4
2.1 Ιστορία του αλουμινίου	4
2.2 Το Αλουμίνιο στην Ελλάδα	5
2.3 Κράματα	8
2.3 (i) Κράματα για διέλαση	12
2.4 Εφαρμογές	14
3. ΔΙΕΛΑΣΗ	16
3.1 Ιστορία διέλασης	16
3.2 Φάσεις διέλασης	17
3.3 Ψυχρή διέλαση	19
4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΚΙΑΣΗΣ	24
4.2 Είδη συστημάτων σκίασης	24
4.3 Σύστημα σκίασης με βραχίονες	26
4.4 Συνήθεις αστοχίες σε σύστημα σκίασης με βραχίονες	27
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ CAD	28
5.1 Εισαγωγή στα συστήματα CAD	28
5.2 Siemens NX 11	32
5.3 Σχεδίαση στο Siemens NX11	33
5.4 Βάση τοίχου στο Siemens NX11	33
5.5 Συνδετικό μέρος άρθρωσης στο Siemens NX11	35
5.6 Συνδετικό μέρος βραχίονα-αντίβαρου στο Siemens NX11	38
5.7 Λαμάκι τεντώματος καδένας βραχίονα στο Siemens NX11	39
5.8 Προφίλ αλουμινίου στο Siemens NX11	40
5.9 Δοκιμές αντοχής στο Siemens NX11	42
5.10 Αποτελέσματα ανάλυσης στο Siemens NX11	43
5.11 Σχεδίαση μήτρας διέλασης	45
5.12 Σχεδίαση αρσενικού μέρους μήτρας	45
5.13 Θηλυκό μέρος μήτρας	47
5.14 Συναρμολόγηση μήτρας	49
5.15 CAM αρσενικού μέρους μήτρας	49
5.16 CAM θηλυκού μέρους μήτρας.	53
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	55
ΕΝΘΕΤΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΠΡΟΦΙΛ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ Alumil	56
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η βελτίωση του προφίλ αλουμινίου σε σύστημα σκίασης (τέντα με βραχίονες). Η βελτίωση αυτή έχει να κάνει με τον καθορισμό του πάχους του προφίλ του βραχίονα για καλύτερη αντοχή σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες και την αποφυγή ατυχημάτων που συμβαίνουν όταν τα προφίλ δεν πληρούν τις απαραίτητες προδιαγραφές. Για το λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθεί το σχεδιαστικό Siemens NX11 για τον σχεδιασμό των εξαρτημάτων του συστήματος σκίασης και των μητρών διέλασης.

Έπειτα θα γίνει μια απλή στατική ανάλυση στο προφίλ αλουμινίου και κατεργασίες CAM στα μέρη των μητρών.



ΤΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

2.1 Ιστορία του αλουμινίου

Πριν από 135 χρόνια, ο Ιούλιος Βερν, γράφοντας το "Από τη γη στη Σελήνη" είχε χαρακτηρίσει το αλουμίνιο: Άσπρο σαν το ασήμι και ελαφρό σαν το γυαλί...

Στη στροφή της 3ης χιλιετίας, το αλουμίνιο συμπληρώνει πραγματική ζωή 160 ετών περίπου, ενώ βρίσκεται σε βιομηχανική κλίμακα παραγωγής για περίπου 100 χρόνια μόνο. Σαν χημικό στοιχείο το αργίλιο, είναι το 3ο σε περιεκτικότητα στο Γήινο περιβάλλον, μετά το οξυγόνο και το πυρίτιο. Πως εξηγείται όμως το γεγονός της τόσο όψιμης ανακάλυψης του; Η απάντηση βρίσκεται στη μεγάλη χημική του συνάφεια με άλλα στοιχεία. Έτσι, το αλουμίνιο υπάρχει σχεδόν παντού στη φύση, αλλά "κλειδωμένο" σε χημικές ενώσεις με μεγάλη χημική ευστάθεια. Η χρήση, ωστόσο, αρκετών από τις χημικές του ενώσεις, είναι ιστορικά αποδεδειγμένη για την Αίγυπτο και τη Βαβυλώνα.

Πρώτος ο Βρετανός Davy, υποστήριξε την ύπαρξη του αλουμινίου το 1807, ενώ ο Δανός Oerstead κατάφερε να απομονώσει το μέταλλο αλουμίνιο. Το 1845, ο Γερμανός Woehler υπολόγισε το ειδικό του βάρος σηματοδοτώντας μία από τις σπουδαιότερες ιδιότητες του αλουμινίου: την "αβάσταχτη" ελαφρότητά του.

Ανάμεσα στα 1855 και το 1886, ο Γάλλος Deville ανέπτυξε μία χημική μέθοδο παραγωγής που κατέληγε σε πολύ ακριβό αλουμίνιο – λόγω μεθόδου.

Το γύρισμα της μοίρας έγινε το 1886, με την ταυτόχρονη – τυχαία - ανακάλυψη σε Αμερική και Γαλλία της ηλεκτρολυτικής μεθόδου κτήσης του μετάλλου από το οξείδιο του αλουμινίου (την αλουμίνια). Ο Αμερικανός Hall και ο Γάλλος Herlout χάραξαν το δρόμο που μετέτρεψε σε λεωφόρο ο Γερμανός Bayer το 1888, επινοώντας μια λογικά οικονομική μέθοδο παραγωγής αλουμινία από τον βωξίτη.

Σε μία νύχτα η τιμή του μετάλλου έπεσε από τα 18 δολάρια στα 4,50 δολάρια.



Charles M. Hall, 1905.



Paul Héroult.

2.2 Το Αλουμίνιο στην Ελλάδα



Το Αλουμίνιο της Ελλάδος είναι η εταιρεία στην οποία ανήκει το μοναδικό εργοστάσιο της Ελλάδος για παραγωγή πρωτόχυτου αλουμινίου. Βρίσκεται στο Νομό Βοιωτίας και ιδρύθηκε το 1960 από τη γαλλική εταιρεία Πεσινέ (Pechiney). Από το 2005, η εταιρεία ανήκει στον όμιλο Μυτιληναίου. Ο εργοστασιακό συγκρότημα της Εταιρείας είναι ένα από τα λίγα πλήρως καθετοποιημένα εργοστάσια στην Ευρώπη που παράγει και αλουμίνα και αλουμίνιο.

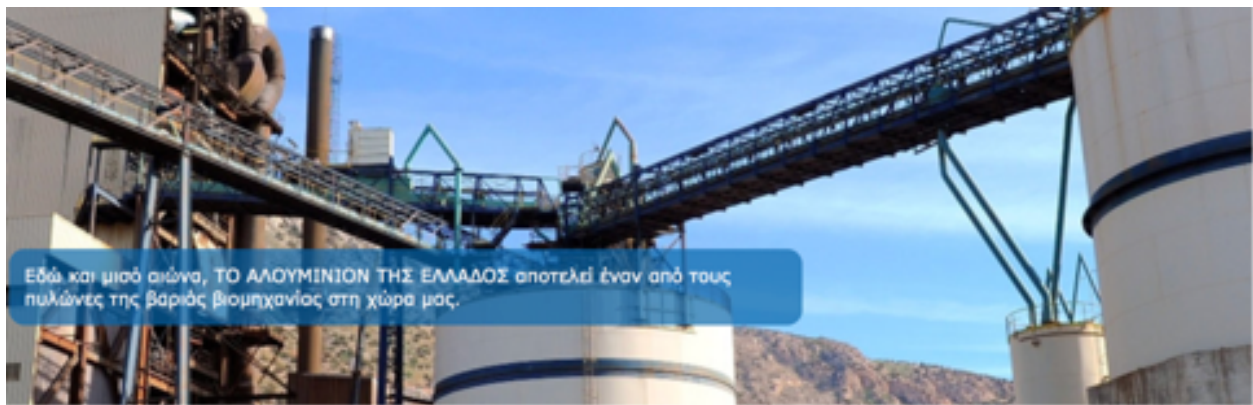
Γεωγραφικά στοιχεία

Η εταιρεία βρίσκεται στη θέση Άγιος Σπυρίδωνας, μετόχι Οσίου Λουκά ή Αΐλουκαΐτικο ή Σιδηροκαφκίο ^[1] στην κοιλάδα του αρχαίου Φωκικού Μεδεώνα ,περιοχή της μονής του Οσίου Λουκά στη βόρεια ακτή του Κορινθιακού κόλπου. Για να φθάσει κανείς εκεί από τον νομό Βοιωτίας θα πρέπει να ακολουθήσει τον δρόμο Λιβαδειά - Δίστομο - Άσπρα Σπίτια - Άγιος Νικόλαος ή από τον νομό Φωκίδας τον δρόμο Ιτέα - Δεσφίνα - Αντίκυρα - Άσπρα Σπίτια - Άγιος Νικόλαος. Η απόσταση από την Λιβαδειά Βοιωτίας είναι περίπου 30 λεπτά οδικώς ενώ από την Ιτέα Φωκίδος 40 περίπου λεπτά.

Ιστορικά στοιχεία

Μετά τον λόφο των Αγίων Θεοδώρων, απλώνεται η κοιλάδα του Φωκικού Μεδεώνα που την διασχίζει ο χείμαρρος της Κλεισούρας με το μετόχι του Αγίου Σπυρίδωνα στο μέσο της. Σε ανασκαφές που έγιναν στα 1962-63 στο χώρο που είναι σήμερα τα κτίρια του εργοστασίου βρέθηκαν : ρωμαϊκό λουτρό με υπόκαυστο του 3ου μ.χ. αιώνα, εκκλησία και μοναστήρι με προ κτίσματα σε χρήση ως τον 13ο μ.Χ. και άλλη μεγαλύτερη εκκλησία οκταγωνική του 11ου αιώνα με αξιόλογα γλυπτά που φυλάγονται στην τράπεζα του μοναστηριού του Οσίου Λουκά. Βρέθηκαν ακόμη μυκηναϊκά κτερίσματα, γυναικεία ειδώλια σε σχήμα κεφαλαίου Ψ και Φ και μεσαιωνικά αργυρά νομίσματα.

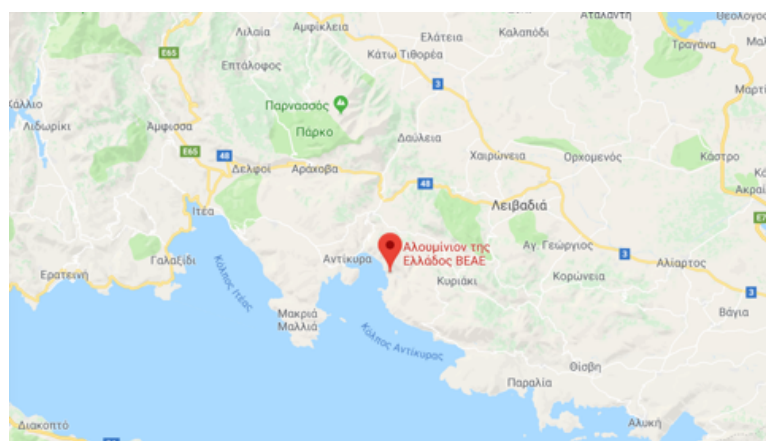
Πηγή:https://el.wikipedia.org/wiki/Αλουμίνιο_της_Ελλάδος



Οι βασικές εγκαταστάσεις του Αλουμινίου της Ελλάδος βρίσκονται στο όρμο του Γραμματικού στη χερσόνησο Μούντα, κοντά στα Άσπρα Σπίτια Βοιωτίας και καλύπτουν έκταση περίπου 1000 στρεμμάτων και είναι σε μεγάλο βαθμό σύγχρονες και αυτοματοποιημένες. Το λιμάνι εξυπηρετεί αποκλειστικά το εργοστάσιο για εκφόρτωση πρώτων υλών (βωξίτη) και φόρτωση των προϊόντων της εταιρείας (αλουμίνας και αλουμινίου).

- Αλουμίνα.
- Αλουμίνιο.
- Λιμάνι Αγίου Νικολάου.
- Σταθμός Συμπαγωγής.

Το εργοστάσιο παραγωγής αλουμίνας και αλουμινίου στην παραλία του Στειρίου^[2] είναι μία από τις μεγαλύτερες, για την Ελλάδα, επενδύσεις της δεκαετίας του 1960. Στις 11 Μαρτίου του 1966 η κυβέρνηση του Στέφανου Στεφανόπουλου συμφώνησε με τη γαλλική εταιρία Πεσινέ σε ρύθμιση διαφορών ερμηνείας της σύμβασης που είχε υπογράψει η κυβέρνηση Καραμανλή. Το σχετικό πρωτόκολλο υπέγραψαν ο πρόεδρος της Δ.Ε.Η. Αλ. Παππάς, οι υπουργοί Οικονομικών Γεώργιος Β. Μελάς, Συντονισμού Κωνσταντίνος Μητσοτάκης, Βιομηχανίας Ιωάννης Τούμπας και ο διευθύνων σύμβουλος της εταιρίας Αλουμίνιον της Ελλάδος Ζ. Μαρσαντίζ. Το εργοστάσιο, που είχε θεμελιωθεί.



Αλουμίνα

Η αλουμίνα είναι το βιομηχανικό προϊόν που παράγεται από το μετάλλευμα του βωξίτη και χρησιμοποιείται για την παραγωγή πρωτόχυτου αλουμινίου, αλλά και άλλων μη μεταλλουργικών προϊόντων (λειαντικά και μονωτικά υλικά, πυρίμαχα, απορρυπαντικά φάρμακα και για την επεξεργασία του νερού). Η αλουμίνα, η οποία εξάγεται από το βωξίτη με τη μέθοδο Bayer, μπορεί να είναι ένυδρη ή άνυδρη, ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας της. Η άνυδρη, γνωστή ως μεταλλουργική αλουμίνα, προκύπτει από το ψήσιμο της.

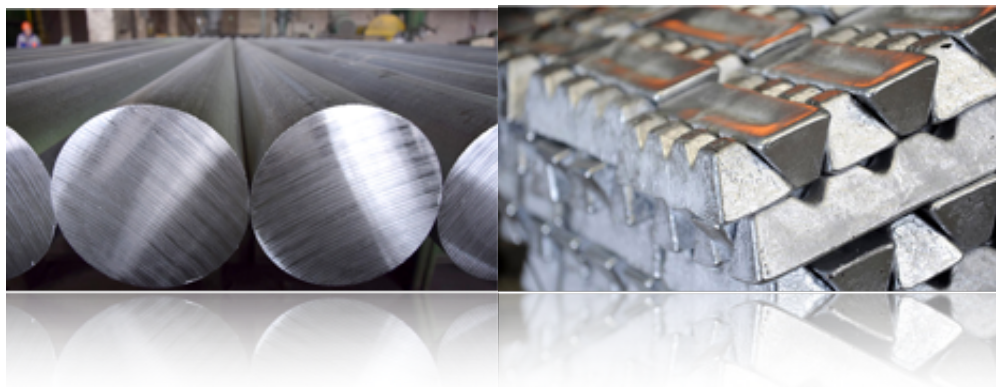


Πηγή: <http://www.alhellas.com/el-gr/products/aluminium-products#tab-aluminium>

Αλουμίνιο

Ονομάζεται το πρωτόχυτο που παράγεται από την ηλεκτρόλυση της άνυδρης αλουμίνα, σε αντιδιαστολή με το δευτερόχυτο αλουμίνιο που ανακτάται από ανακύκλωση (ανάτηξη) μεταχειρισμένων προϊόντων και απορριμμάτων από αλουμίνιο.

- Κολόνες Πρωτόχυτου Αλουμινίου
- Πλάκες & Χελώνες Πρωτόχυτου Αλουμινίου



Πηγή: <http://www.alhellas.com/el-gr/products/aluminium-products#tab-aluminium>

2.3 Κράματα

Το αλουμίνιο διατίθεται σε μεγάλη ποικιλία κραμάτων. Η επιλογή του κατάλληλου κράματος γίνεται ανάλογα με την χρήση του τελικού προϊόντος και τις ιδιαίτερες απαιτήσεις, καθώς και από την μέθοδο της παραγωγικής επεξεργασίας. Η δυνατότητα που έχει το αλουμίνιο, να επιτυγχάνει διαφορετικές ιδιότητες προκειμένου να καλύψει τις ειδικές απαιτήσεις κάθε προϊόντος, οφείλεται στο γεγονός της εύκολης κραματοποίησής του. Με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων κραματοποιών (χημικών) στοιχείων (π.χ. χαλκός, μαγνήσιο, πυρίτιο, μαγγάνιο, ψευδάργυρος κλπ.), μπορούμε να επιτύχουμε πρώτη ύλη αλουμινίου με τις επιθυμητές και κατάλληλες ιδιότητες για κάθε τύπο προϊόντος.

	Στοιχεία	Μονάδες μέτρησης
Ατομικό βάρος	26,98	
Πυκνότητα	2,6898	gr/cm ³
Σημείο τήξης	660,2	οC
Γραμμική διαστολή(0-100)	23,5*10 ⁻⁶	(m/m)/οC
Ηλεκτρική αντίσταση	2,69	μΩcm
Μέτρο ελαστικότητας	68,3	GPa
Μέτρο στρέψης	25,5	GPa
Συντελεστής Poisson	0,34	

<https://www.alunet.gr/2015/02/1630v>

Οι τελικές ιδιότητες κάθε προϊόντος που θα παραχθεί από αλουμίνιο, επιτυγχάνονται με την επιλογή του κατάλληλου κράματος αλουμινίου, την μέθοδο επεξεργασίας του (μηχανική πλαστική διαμόρφωση ή χύτευση) και τις θερμικές κατεργασίες (βαφή, τεχνητή γήρανση, ανόπτηση κλπ.) που θα υποστεί.

Το αλουμίνιο και τα κράματά του, (είτε πρωτόχυτο είτε δευτερόχυτο), διαιρούνται σε δύο κύριες κατηγορίες :

- Αλουμίνιο ή κράματα αλουμινίου για χρήση σε χυτήρια (παραγωγή χυτών αντικειμένων).
- Αλουμίνιο ή κράματα αλουμινίου για μηχανική μεταποίηση (παραγωγή προϊόντων έλασης, διέλασης, ολκής, κλπ.).

Οι ιδιότητες των προϊόντων του αλουμινίου ή των κραμάτων του, εξαρτώνται τόσο από την κραματοποίηση όσο και από τις μηχανικές ή θερμικές κατεργασίες που θα υποστεί.

Κράματα χυτών

Σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα EN τα κράματα αλουμινίου συμβολίζονται με πέντε αριθμητικά ψηφία. Το πρώτο ψηφίο προσδιορίζει την ομάδα των κραμάτων βάσει του κυριότερου κραματοποιού στοιχείου. Το πέμπτο ψηφίο είναι πάντα 0. Του πενταψηφίου αυτού αριθμού προηγείται συμβολισμός που δείχνει την χρήση του κράματος.

Συμβολισμός ποιότητας	Συμβολισμός	Κύριο στοιχείο
	1XXX0	Κανένα(min 99,00% Al)
	2XXX0	Cu
EN AB-	4XXX0	Si
EN AC-	5XXX0	Mg
EN AM-	7XXX0	Zn
	8XXX0	Sn
	9XXX0	Μητρικά κράματα

Τα χαρακτηριστικότερα κράματα για την παραγωγή χυτών αντικειμένων είναι αυτά που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε πυρίτιο. Το πυρίτιο βελτιώνει τις ρεολογικές ιδιότητες έτσι ώστε το ρευστό μέταλλο να καταλαμβάνει όλες τις κοιλότητες του καλουπιού.

Κράματα για μηχανική πλαστική διαμόρφωση

Το αλουμίνιο και τα κράματά του που προορίζονται για μηχανική πλαστική διαμόρφωση (έλαση, διέλαση, ολκή, σφυρηλασία κλπ.) προσδιορίζονται από το Ευρωπαϊκό πρότυπο EN 573 και προσδιορίζονται από τη χημική τους σύσταση βάσει ενός διεθνώς αποδεκτού συστήματος που χρησιμοποιεί τέσσερις αριθμούς. Το πρώτο από τα τέσσερα ψηφία δείχνει την ομάδα κράματος σύμφωνα με το, σε μεγαλύτερη αναλογία ευρισκόμενο, κραματοποιό στοιχείο. Τα κράματα για μηχανική επεξεργασία χωρίζονται σε: θερμοσκληρυνόμενα μη θερμοσκληρυνόμενα.

Συμβολισμός ποιότητας	Συμβολισμός	Κύριο κραματοποιό στοιχείο	Σκλήρυνση μ ε μηχανική επεξεργασία	Σκλήρυνση με θερμική επεξεργασία
	1XXX	Κανένα(min 99,00% Al)	X	
	3XXX	Mn	X	
EN AW-	4XXX	Si	X	
	5XXX	Mg	X	
	2XXX	Cu	(X)	X
	6XXX	Mg+Si	(X)	X
	7XXX	Zn	(X)	X

Κράματα θερμοσκληρυνόμενα

Τα κράματα αυτά αποκτούν τις μηχανικές αντοχές μετά από θερμική επεξεργασία.

Σειρά 2000

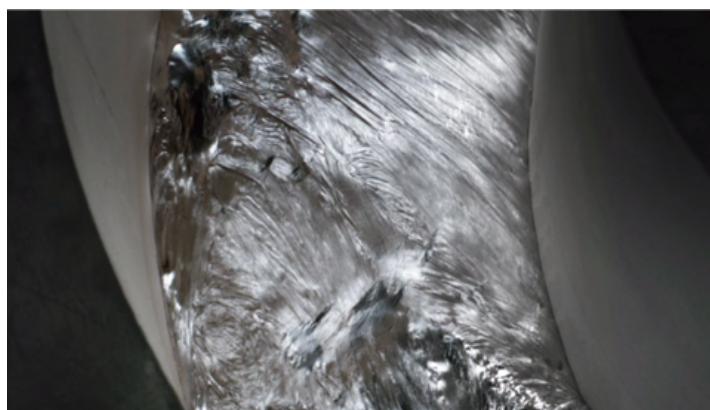
Κράματα αλουμινίου – χαλκού. Τα κράματα της σειράς αυτής αποκτούν μηχανικές αντοχές υψηλότερες από αυτές του μέσου χάλυβα. Χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις κατασκευών με απαίτηση υψηλές μηχανικές αντοχές. Κάτω από ειδικές συνθήκες παρουσιάζουν μια αυξημένη ευαισθησία στην ατμοσφαιρική διάβρωση, γι' αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται ειδική μέριμνα προστασίας. Τα κράματα της σειράς αυτής μπορούν να συγκολληθούν με ειδικές τεχνικές, μόνον όπως η συγκόλληση με δέσμη ηλεκτρονίων. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αεροναυπηγική, βιομηχανία όπλων κλπ. Χαρακτηριστικά κράματα 2017, 2024.

Σειρά 6000

Κράματα αλουμινίου – πυριτίου – μαγνησίου. Αποτελούν τα κράματα που κατά βάση χρησιμοποιούνται στην διέλαση για την παραγωγή προφίλ. Η ομάδα αυτή χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες. Στην κατηγορία των κραμάτων που έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε μαγνήσιο και πυρίτιο και που σε συνδυασμό με το μαγγάνιο, χρώμιο και ψευδάργυρο εξασφαλίζουν υψηλές μηχανικές ιδιότητες. Χαρακτηριστικά κράματα: 6005, 6061, 6082. Η άλλη κατηγορία αποτελείται από κράματα που περιέχουν μικρότερες ποσότητες μαγνησίου και πυριτίου και προσφέρουν μεγάλες ταχύτητες διέλασης, αλλά χαμηλότερες μηχανικές ιδιότητες. Παρουσιάζουν καλή διακοσμητική συμπεριφορά και έτσι χρησιμοποιούνται ευρέως στις αρχιτεκτονικές και διακοσμητικές εφαρμογές. Χαρακτηριστικά κράματα: 6060, 6063.

Σειρά 7000

Κράματα αλουμινίου – ψευδαργύρου. Ο ψευδάργυρος με το μαγνήσιο είναι τα κύρια κραματοποιά στοιχεία. Τα κράματα αυτά επιτυγχάνουν τις υψηλότερες μηχανικές ιδιότητες από όλα τα κράματα αλουμινίου. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αεροναυπηγική και αεροδιαστημική βιομηχανία.



Κράματα μη θερμοσκληρυνόμενα

Τα κράματα αυτά αποκτούν τις μηχανικές αντοχές τους ανάλογα με το βαθμό της μηχανικής κατεργασίας που υφίστανται.

Σειρά 1000

Καθαρό αλουμίνιο με 99,00% ελάχιστη καθαρότητα. Το καθαρό αλουμίνιο υποδιαιρείται σε κατηγορίες ανάλογα με την περιεκτικότητα σε αλουμίνιο. Το καθαρό αλουμίνιο χαρακτηρίζεται από την υψηλή αντίσταση στη διάβρωση, υψηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα και την εύκολη μορφοποίηση. Οι μηχανικές αντοχές είναι σχετικά χαμηλές.

Σειρά 3000

Κράματα αλουμινίου – μαγγανίου. Τα χαρακτηριστικά των κραμάτων της σειράς αυτής είναι: η εύκολη μορφοποίηση, η καλή αντοχή στην ατμοσφαιρική διάβρωση, η ευκολία συγκόλλησης με τις συνήθεις μεθόδους. Χαρακτηριστικά κράματα το 3003 και 3004.

Σειρά 4000

Κράματα αλουμινίου – πυριτίου. Η παρουσία του πυριτίου ελαττώνει το σημείο τήξης των κραμάτων της κατηγορίας αυτής. Το γεγονός αυτό, καθιστά αυτά τα κράματα κατάλληλα για χρήση ως ηλεκτρόδια πλήρωσης σε εργασίες συγκόλλησης κομματιών αλουμινίου.

Σειρά 5000

Κράματα αλουμινίου – μαγνησίου. Τα χαρακτηριστικά των κραμάτων αυτών είναι: πολύ καλή συγκολλητικότητα, πολύ καλή συμπεριφορά σε χαμηλές θερμοκρασίες (κρυογενικά συστήματα), πολύ καλή αντιδιαβρωτική συμπεριφορά στο θαλάσσιο περιβάλλον, μέσες μηχανικές αντοχές. Χρησιμοποιείται ευρέως στη ναυπηγική, στη χημική βιομηχανία, στις οικοδομές, στα μεταφορικά μέσα, κλπ.

Χαρακτηριστικά κράματα: 5005, 5052, 5754, 5083, 5086, 5182.



2.3 (i) Κράματα για διέλαση

Η ακριβής χημική σύσταση καθώς και τα μηχανικά χαρακτηριστικά των κραμάτων αλουμινίου που χρησιμοποιούνται στη διέλαση, προσδιορίζονται από τα πρότυπα EN ή ΕΛΟΤ EN. Τα συνήθη κράματα που χρησιμοποιούνται στη διέλαση για την παραγωγή επιμηκών προϊόντων αλουμινίου είναι τα διεθνώς γνωστά 6060, 6061, 6063 και 6082, των οποίων η ακριβής χημική σύνθεση περιγράφονται στα πρότυπα EN 573 1,2,3.

Τα κράματα αυτά διελάσσονται εύκολα, μπορούν να υποστούν θερμική κατεργασία, επιδέχονται επιφανειακή κατεργασία (ανοδίωση, ηλεκτροστατική βαφή), έχουν καλή αντιδιαβρωτική συμπεριφορά, αντέχουν στις μηχανικές καταπονήσεις και ηλεκτροσυγκολούνται καλά. Για την εξασφάλιση όλων αυτών των χαρακτηριστικών, θα πρέπει να ελέγχεται η χημική σύνθεση του κράματος και η θερμική κατεργασία (π.χ. τεχνητή γήρανση) κατά την παραγωγική διαδικασία της διέλασης. Η βασική χημική σύνθεσή τους είναι:

Κράματα διελάσεων

Κράμα	Si %	Mg %	Fe %
6060	0,30-0,60	0,35-0,65	0,10-0,30
6061	0,40-0,80	0,80-1,20	0,70
6063	0,20-0,60	0,45-0,90	0,35

Πηγή: <https://www.alunet.gr/2015/02/1625v>



ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά των προϊόντων διέλασης αναφέρονται, κυρίως, στο όριο θραύσης μετά από την δοκιμασία εφελκυσμού σύμφωνα με το πρότυπο EN 10002 και στη δομική σκληρότητα σύμφωνα με το πρότυπο EN – (σε κλίμακα BRINELL). Τα παραπάνω μηχανικά χαρακτηριστικά εξαρτώνται από την χημική σύσταση του κράματος αλουμινίου που χρησιμοποιείται καθώς και από τον τύπο της θερμικής επεξεργασίας (π.χ. τεχνητή γήρανση).

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ

Η εξωτερική εμφάνιση των προφίλ, πρέπει να είναι τέτοια που να εξασφαλίζει την κατάλληλη διακοσμητική και αντιδιαβρωτική συμπεριφορά τους μετά την επιφανειακή κατεργασία. Μικρές ραβδώσεις, ξυσίματα, αυλακώσεις και άλλες μηχανικές κακώσεις που οφείλονται στις συνθήκες της παραγωγικής διαδικασίας θα πρέπει πριν από την επιφανειακή κατεργασία να διορθωθούν. Δεν επιτρέπονται οι αποφλοιώσεις, οι φυσαλίδες, οι ρωγμές, τα στίγματα τα αποτυπώματα από ξένες ύλες, τα ίχνη διάβρωσης και γενικά τα ελαττώματα που επιδρούν αρνητικά στην κατασκευαστική και διακοσμητική χρήση των διατομών.

Ο έλεγχος της εξωτερικής εμφάνισης των διατομών αλουμινίου, που προορίζονται για αρχιτεκτονική χρήση, γίνεται με γυμνό μάτι. Η σύγκριση γίνεται με προκαθορισμένα δείγματα αναφοράς.

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ – ΠΑΧΟΣ

Καθορίζονται από κατασκευαστικά σχέδια και έχουν άμεση σχέση με τις μηχανικές, διακοσμητικές και λειτουργικές απαιτήσεις των κατασκευών για τις οποίες προορίζονται. Τα πρότυπα EN 755-1 ως 9 καθορίζουν τις ανοχές των διαστάσεων και πάχους των διαφόρων προϊόντων διέλασης αλουμινίου (ράβδοι, σωλήνες, μορφοράβδοι/προφίλ κλπ.).

Ειδικότερα για τους μορφοράβδους (προφίλ) εφαρμόζονται δύο πρότυπα για τον καθορισμό των ανοχών:

- Για μορφοράβδους που προορίζονται για γενική χρήση εφαρμόζεται το πρότυπο EN 755-9.
- Για μορφοράβδους που προορίζονται για αρχιτεκτονική χρήση (κουφώματα, υαλοπετάσματα κλπ.) εφαρμόζεται το πρότυπο EN 12020-2.

Στα παραπάνω πρότυπα, εκτός των ανοχών σε διαστάσεις και πάχη της διατομής, καθορίζονται και οι ανοχές που αφορούν:

- Σταθερά μήκη
- Ευθύτητα
- Στρεβλότητα
- Γωνίες
- Επιπεδότητα

Ειδικότερα, για τις βασικές διατομές που χρησιμοποιούνται για κατασκευή πορτοπαράθυρων, προτείνεται ελάχιστο πάχος διατομών 1.5 mm. Το πάχος αυτό κρίνεται αναγκαίο για την επίτευξη μιας σωστής κατασκευής (σωστή προσαρμογή, συγκράτηση με βίδες, συγκράτηση υαλοπίνακα, καταπονήσεις κλπ.).

<https://www.alunet.gr/2015/02/1625v>

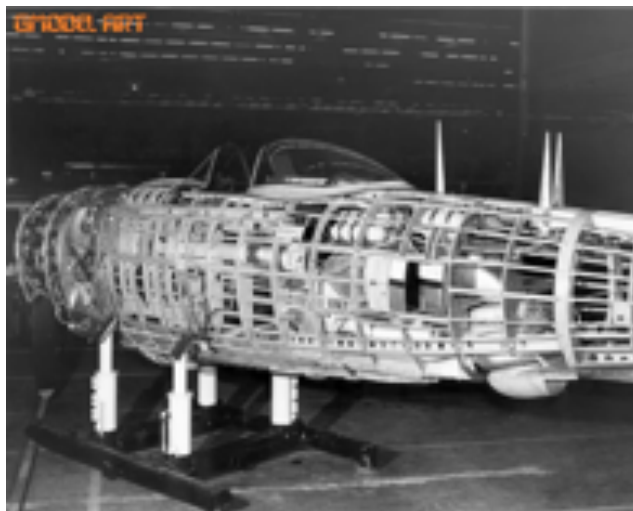
2.4 Εφαρμογές

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά του αλουμινίου είναι το χαμηλό του βάρος, η υψηλή αντοχή του στη διάβρωση, η λειτουργικότητα και η χαμηλή του τοξικότητα, το γεγονός ότι είναι εύπλαστο και ενεργειακά αποδοτικό καθώς επίσης το ότι ανακυκλώνεται.

Λόγω των ιδιοτήτων του αυτών συχνά χρησιμοποιείται στην αεροναυπηγική, στην αυτοκινητοβιομηχανία, τη βιομηχανία αθλητικών ειδών, τη ναυπηγική, στην οικοδομική δραστηριότητα καθώς επίσης και στις συσκευασίες προϊόντων.



Η εκτεταμένη χρήση αλουμινίου στην οικοδομή και την κατασκευή κτιρίων, καθιστά τα κτίρια ενεργειακά αποδοτικά, ενώ η σχέση αντοχής και βάρους καθιστά δυνατή την υλοποίηση σχεδίων που αφορούν δομές, με εξαιρετική σταθερότητα και μοντέρνα αρχιτεκτονική. Στον κλάδο της αυτοκινητοβιομηχανίας η χρήση του αλουμινίου συμβάλει στην αντικατάσταση των βαριών υλικών και στην εξοικονόμηση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.



Εκτός από τη χρήση στο κλάδο της βιομηχανίας, διαδεδομένη είναι και η χρήση του αλουμινίου στις συσκευασίες. Συγκεκριμένα, οι συσκευασίες αλουμινίου συμβάλλουν στην αποτελεσματική παραγωγή, αποθήκευση, διανομή και χρήση των προϊόντων. Για παράδειγμα, το αλουμινόχαρτο και τα σκεύη μιας χρήσεως είναι ιδανικά για το ζέσταμα ή και το ελαφρύ μαγείρεμα, ενώ παράλληλα χρησιμοποιούνται για να διατηρούν το φαγητό ζεστό ή κρύο αλλά και για τη μεταφορά φαγητού.



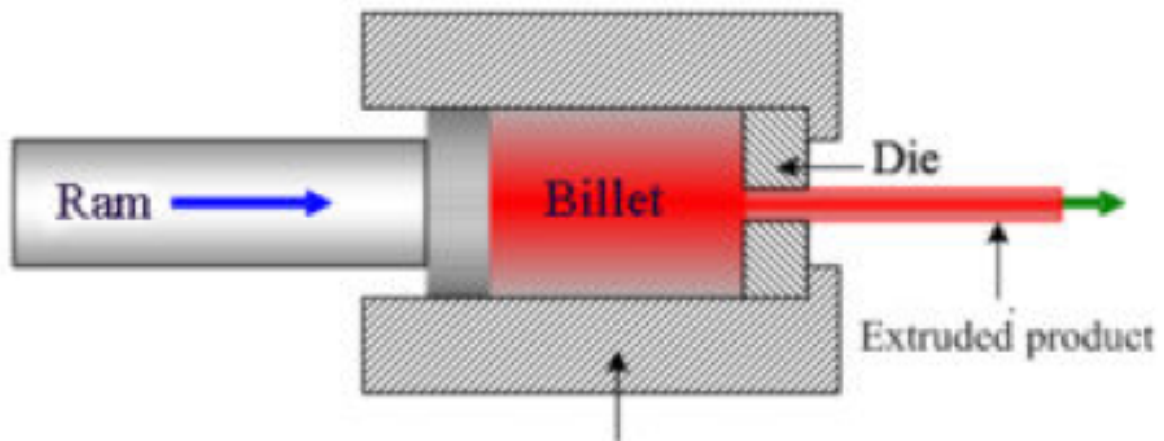
Στον κλάδο των συσκευασιών, πολύ σημαντικό είναι το γεγονός ότι το αλουμίνιο αποτελεί ιδανικό υλικό για ανακύκλωση. Είναι εύκολο να διαχωριστεί ανάμεσα σε άλλα ανακυκλώσιμα υλικά, η διαλογή του έχει χαμηλό κόστος, ενώ δεν υπάρχει περιορισμός για το πόσες φορές μπορεί να ανακυκλωθεί, διατηρώντας πάντα την ποιότητα της πρώτης ύλης. Ένα από τα βασικότερα παραδείγματα είναι τα κουτάκια αλουμινίου τα οποία είναι διαθέσιμα στην καθημερινότητα του ανθρώπου και τα οποία αποτελούν ένα από τα βασικότερα αντικείμενα τα οποία συλλέγονται για ανακύκλωση στα νοικοκυριά. Τέλος αξίζει να σημειωθεί η χρήση του αλουμινίου στον φαρμακευτικό κλάδο και συγκεκριμένα σε εξειδικευμένες συσκευασίες φαρμακευτικών και ιατρικών προϊόντων.



3. ΔΙΕΛΑΣΗ

3.1 Ιστορία διέλασης

- Η διέλαση εμφανίζεται από τον 18ο αιώνα και διακρίνεται σε θερμή ή ψυχρή.
- Κατά συνέπεια, το εργαλείο διέλασης περιλαμβάνει : το μεταλλικό θάλαμο, τη μήτρα, το έμβολο και το συμπληρωματικό εξοπλισμό (δακτυλίου συγκράτησης κλπ.).
- Η κύρια ιδέα της διέλασης είναι η συμπίεση της μπιγιέτας αλουμινίου σε ειδικά σχεδιασμένη μήτρα από την οποία εξέρχεται το προφίλ αλουμινίου.
- Η εργαλειομηχανή που χρησιμοποιείται στη διέλαση είναι υδραυλική πρέσα.
- Οι ταχύτητες εμβόλου φθάνουν μέχρι 0.5 m/s. Για μαλακά υλικά όπως (Al, Mg, Cu) χρησιμοποιούνται μικρότερες ταχύτητες, ενώ οι μεγαλύτερες ταχύτητες για τα σκληρότερα υλικά (χάλυβες, πυρίμαχα κράματα).



3.2 Φάσεις διέλασης

Διακρίνουμε τις ακόλουθες φάσεις μιας άμεσης διέλασης μαζί με την επίδραση καθεμίας στη διαμόρφωση του φορτίου κατεργασίας:

Φάση 1: Αρχική ή μεταβατική φάση

Βαθμιαία πλήρωση του μεταλλικού θαλάμου με το κατεργαζόμενο υλικό ΤΕ. -Απότομη αύξηση του φορτίου μέχρι μια μέγιστη τιμή, που αντιστοιχεί στην έναρξη εμφάνισης του πρώτου τμήματος προϊόντος στην έξοδο της μήτρας.

Φάση 2: Ευσταθής φάση

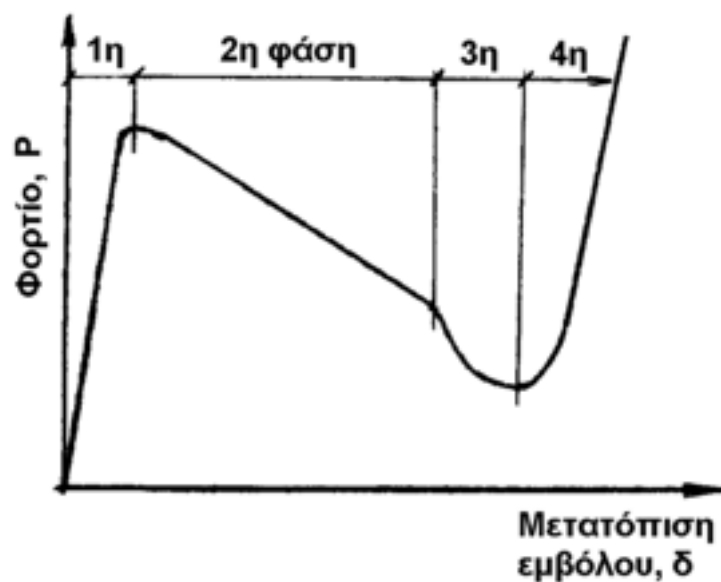
- Ομαλή διεξαγωγή της διέλασης με σταθερό ρυθμό.
- Ανάπτυξη νεκρής ζώνης (ακίνητο υλικό) στην έξοδο της μήτρας.
- Μείωση του μήκους μπιγέτας μέσα στο θάλαμο με συνέπεια τη μείωσης αντίστασης των τριβών.
- Βαθμιαία μείωση του φορτίου διέλασης, σε μικρότερο βαθμό τη θερμή διέλαση ή για μη κρατυνόμενα υλικά και σε μεγαλύτερο βαθμό για την ψυχρή διέλαση κρατυνόμενων υλικών.

Φάση 3: Φάση αστάθειας

- Όταν το μήκος της μπιγέτας μέσα στο μεταλλικό θάλαμο γίνει πολύ μικρό (το έμβολο πλησιάζει τη νεκρή ζώνη), παρατηρείται τριγμός στο εργαλείο διέλασης και θόρυβος.
- Το φαινόμενο συνοδεύεται με απότομη μείωση του φορτίου μέχρι μια ελάχιστη τιμή 3.

Φάση 4: Ανάπτυξη ελαττώματος

- Περαιτέρω μείωση του μήκους της μπιγέτας οδηγεί σε απώλεια επαφής του κεντρικού τμήματος της μπιγέτας με την πιέζουσα επιφάνεια του εμβόλου, δημιουργείται κεντρική κοιλότητα στο τελικό προϊόν και το υπόλοιπο τμήμα της μπιγέτας παρασύρεται μέσα σ' αυτή την κοιλότητα.
- Το τμήμα του τελικού προϊόντος που φέρει τη σχηματιζόμενη κοιλότητα θεωρείται ελαττωματικό και αποκόπτεται.
- Κατά τη φάση αυτή σημειώνεται απότομη αύξηση του φορτίου κατεργασίας και συνίσταται η διακοπή της κατεργασίας.



Σχήμα 3. Φάσεις διέλασης

Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η διακύμανση του φορτίου P κατά τις φάσεις διέλασης που ονομάστηκαν προηγουμένως, δηλαδή κατά τη μετατόπιση του εμβόλου που πιέζει την μπιγέτα

3.3 Ψυχρή διέλαση

Η διέλαση διακρίνεται σε ψυχρή και θερμή. Στην περίπτωση μας λόγω των παρακάτω πλεονεκτημάτων της ψυχρής διέλασης θα επιλέξουμε αυτή.
Τα πλεονεκτήματα της ψυχρής διέλασης είναι:

- Σημαντική μείωση της κατανάλωσης πρώτων υλών.
- Βελτίωση της παραγωγικότητας της εργασίας.
- Η Ικανότητα παραγωγής τμημάτων με πολύπλοκα σχήματα.
- Βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων.
- Παραγωγή τμημάτων με ακριβείς διαστάσεις και αρκετά λεία επιφάνεια.
- Μείωση του κόστους της διαδικασίας.
- Μείωση επένδυσης εξοπλισμού καθώς δε χρειάζεται προθέρμανση μετάλλου.



Στην ψυχρή διάλεξη θα πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερη σημασία στα παρακάτω σημεία:

- Ποιότητα υλικών κατασκευής των μερών που πραγματοποιείται η διέλαση. Αυτό συμβαίνει λόγω των πολύ ισχυρών δυνάμεων που αναπτύσσονται.
- Σύστημα λίπανσης.
Είναι πολύ σημαντική η σωστή επιλογή λιπαντικών για την επιτυχημένη διέλαση. Χρησιμοποιούνται υψηλής πίεσης λιπαντικά και σάπωνες. Για τους χάλυβες εφαρμόζεται χημική επιφανειακή επικάλυψη Zn (φωσφάτωση) σε συνδυασμό με σάπωνα.
- Κεντράρισμα του εμβόλου.
Σωστή οδήγηση του εμβόλου είναι αναγκαία για σωστή παραγωγή προφίλ και αποφυγή θραύσης ή λυγισμού.
- Θερμοκρασία.
Πρέπει να ληφθεί υπόψιν η θερμότητα που θα αναπτυχθεί λόγω πλαστικού έργου. (500-600°C).

Παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των προϊόντων διέλασης.

- Θερμοκρασία μπάρας.
- Σύνθεση κράματος προς διέλαση.
- Ποιοτική κατάσταση μπάρας.
- Ποιοτική κατάσταση υποδοχέα.
- Επιθυμητή διατομή και ποιότητα επιφάνειας.
- Κατάσταση καλουπιού.
- Κατάσταση δαχτυλιδιών καλουπιού.
- Θερμοκρασία καλουπιού.

Παράγοντες που επηρεάζουν το φορτίο διέλασης είναι:

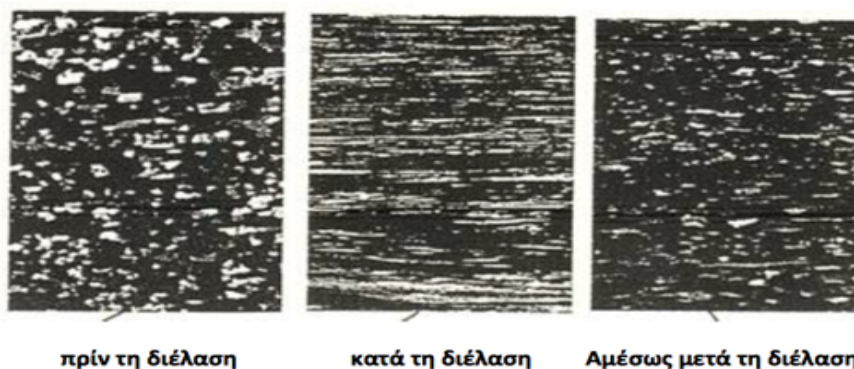
1. Ο τύπος διέλασης (άμεση ή έμμεση)
2. Ο λόγος της διέλασης R_e
3. Η θερμοκρασία της διέλασης
4. Η ταχύτητα παραμόρφωσης.
5. Το μέγεθος της τριβής στις επιφάνειες.

Επίσης, σοβαρά υπόψιν πρέπει να ληφθούν και τα εξής:

- Οι μεγάλες θερμοκρασίες κατεργασίας μειώνουν την τάση ροής ή την αντίσταση σε παραμόρφωση του υλικού.
- Χαρακτηριστικές θερμοκρασίες θερμής διέλασης για τα διάφορα υλικά είναι:
 - Χάλυβας (1200°C)
 - Cu όπως και τα κράματά του (800°C).
 - Al όπως και τα κράματά του (470°C).
 - Pb (230°C).

Οι υψηλές θερμοκρασίες όταν αναπτύσσονται έχουν ως αποτέλεσμα την οξείδωση των υλικών(μήτρας, εμβόλου κτλ.) όπως και την αλλοίωση του λιπαντικού.

- Η θερμοκρασία κατεργασίας πρέπει να είναι η ελάχιστη δυνατή, ώστε να εξασφαλίζεται η θερμική διαστολή.
- Η αύξηση της ταχύτητας εμβόλου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης εμβόλου.



Στις χαμηλές ταχύτητες παρατηρείται ταχύτερη απόψυξη της μπιγέτας. Άμεση συνέπεια αυτού είναι η σκλήρυνση του υλικού και η βαθμιαία αύξηση του φορτίου διέλασης. Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία της μπιγέτας, τόσο πιο έντονη είναι η επίδραση της χαμηλής ταχύτητας στην απόψυξη της.

Άρα, όπου απαιτούνται υψηλές θερμοκρασίες θα εφαρμόζονται σχετικά μεγάλες ταχύτητες εμβόλου. Στα μη σιδηρούχα μέταλλα συνήθως δεν χρησιμοποιείται λιπαντικό ή σπάνια γραφίτης.

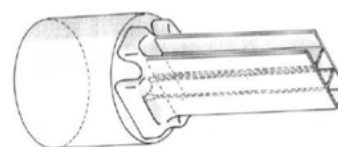
Διάφορα μεγέθη διέλασης

- Διάμετρος μπιγέτας: D_b
- Μήκος μπιγέτας: L
- Βάρος μπιγέτας: $W = \rho \cdot \pi/4 \cdot D_b \cdot L$
- Διάμετρος θαλάμου διέλασης: D_θ
- Διατομή θαλάμου: $A = \pi/4 \cdot D_\theta^2$
- Ωφέλιμη διάμετρος: d
- Πάχος διελατού κομματιού: t
- Διατομή σχεδίου: A_s
- Βάρος/μέτρο μήκους: $W = A_s \cdot \rho$
- Λόγος διέλασης $R = A/A_f$

Ο λόγος είναι συνήθως μεταξύ των τιμών 20 και 80. Σε περίπτωση που το R είναι μεγάλο δηλαδή πάνω από 70 το καλούπι πρέπει να σχεδιαστεί με περισσότερες φωλιές.

Προφίλ

- Μήκος προφίλ L .
- Βάρος προφίλ W .
- Βάρος διατομής στην οποία έχει γίνει διέλαση $W_s = W_b - W$.
- Μήκος διατομής που έχει γίνει διέλαση $L_s = W_s / w_s$.



Συντελεστές διελατότητας

Όλα τα κράματα μπορούν να υποστούν διέλαση, αλλά μερικά είναι λιγότερο κατάλληλα από άλλα και απαιτούν μεγαλύτερες πιέσεις. Η ταχύτητα διέλασης είναι μικρότερη και η επιφάνεια του προϊόντος κακή. Ο όρος «διελατότητα» χρησιμοποιείται για να κλιμακώσει όλα τα ανωτέρω με το καθαρό αλουμίνιο να είναι στη μια άκρη και τα σκληρά κράματα Al-Zn/Mg/Cu από την άλλη. Η μεγάλη αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων της διέλασης κάνει αυτή την κλίμακα να μην είναι απόλυτη αλλά μόνο βοηθητική.

Κράμα	Διελατότητα	Κράμα	Διελατότητα
DC	150	6061	60
1060	150	6063	100
1100	150	6066	40
1150	150	6101	100
2011	15	6151	70
2014	20	6253	50
2024	15	6351	60
3003	100	6463	100
5052	80	6663	100
5083	20	7001	
5164	60	7075	10
5254	50	7079	10
5454	50	7178	
5456	20		

http://users.uoi.gr/mgeorgat/down/6b_extrusion.pdf

Συντελεστές δυσκολίας

Οι παρακάτω παράμετροι χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό του βαθμού δυσκολίας της μήτρας:

- $\Delta_1 = (\text{περίμετρος διατομής προϊόντος}) / (\text{περίμετρος μπιγέτας ισοδύναμης κυκλικής διατομής})$.
- $\Delta_2 = (\text{περίμετρος διατομής προϊόντος}) / (\text{βάρος ανά μονάδα μήκους})$.
- $\Delta_3 = (\text{διάμετρος περιεγραμμένου κύκλου}) / (\text{ελάχιστο πάχος διατομής})$.

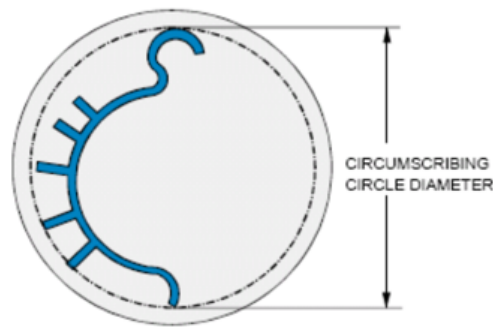
Η φυσική ερμηνεία αυτών των συντελεστών είναι η εξής:

- Καθώς αυξάνεται η περίμετρος της διατομής και των λεπτομερειών της (εσοχές, εξοχές) (συνδυασμός των Δ_1 και Δ_3), αυξάνεται η δυσκολία διέλασης.
- Καθώς αυξάνεται το βάρος ανά μονάδα μήκους (μεγάλες διατομές), μειώνεται η δυσκολία διέλασης (δείκτης Δ_2).

Περιορισμοί σχεδιασμού προϊόντων.

- Η συνολική διάσταση μιας διατομής σχετίζεται με τη διάμετρο της μπάρας.
- Η ελάχιστη διατομή έχει σχέση με τη θέση της διατομής σε ένα περιγεγραμμένο κύκλο, με τη πολυπλοκότητα της διατομής και το κράμα.
- Ελάχιστο πάχος περίπου 0,5mm.

Αν λάβει υπόψη του κάποιος αυτούς τους περιορισμούς τότε δεν υπάρχει άλλος περιορισμός σχήματος.



4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΚΙΑΣΗΣ

4.2 Είδη συστημάτων σκίασης

Τα συστήματα σκίασης έχουν πολλές κατηγορίες τόσο εξωτερικής όσο και εσωτερικής σκίασης. Ορισμένα εξωτερικά συστήματα σκίασης είναι τα εξής:

- Σύστημα σκίασης με αντηρίδες



- Σύστημα σκίασης με βραχίονες.



- Σύστημα σκίασης πέργκολα.



- Σύστημα σκίασης αυτόματη περγκοτέντα.



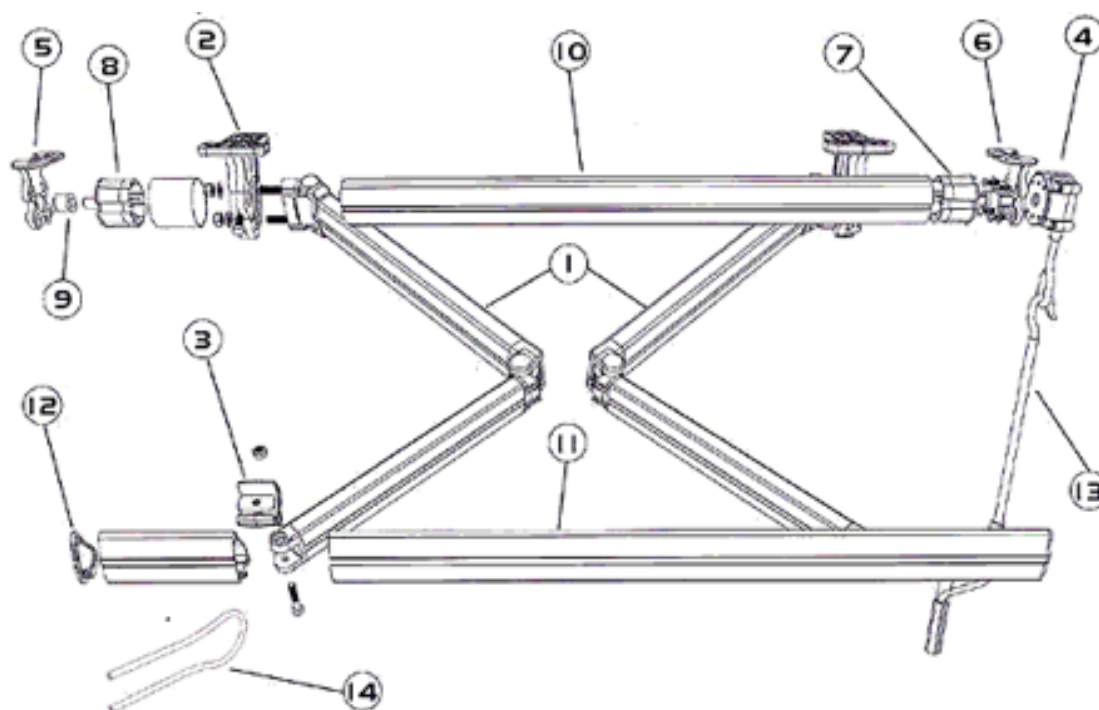
- Σύστημα σκίασης εφελκυόμενο.



4.3 Σύστημα σκίασης με βραχίονες

Σύστημα σκίασης με βραχίονες, όπως είδαμε και παραπάνω είναι ένας 'εναέριος' τρόπος σκίασης καθώς καρφώνεται στην μαρκίζα του κτηρίου και δεν στηρίζεται πουθενά αλλού. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στους βραχίονες οι οποίοι με ειδικές βάσεις τοποθετούνται και εκείνοι στον τοίχο και τεντώνουν το ύφασμα στον αέρα (χωρίς την ανάγκη στήριξης από άλλη μεριά).

Γι' αυτόν το λόγο οι βραχίονες θα πρέπει να είναι σωστά μελετημένοι ώστε να μην τίθεται θέμα ασφάλειας της κατασκευής.



1. Προφίλ αλουμινίου του βραχίονα
2. Βάση βραχίονα.
3. Κάτω βάση σύνδεσης βραχίονα-αντίβαρου.
4. Μοτέρ τέντας.
5. Βάση τέντας.
6. Βάση τέντας
7. Σύνδεση άξονα τέντας με βάση.
8. Σύνδεση άξονα τέντας με βάση.
9. Ρουλεμάν.
10. Άξονας.
11. Αντίβαρο αλουμινίου.
12. Τάπα διακοσμητική.

4.4 Συνήθεις αστοχίες σε σύστημα σκίασης με βραχίονες

Οι αστοχίες στα συστήματα αυτά συμβαίνουν από τη λάθος μελέτη και την αμέλεια των κατασκευαστών. Στη σημερινή εποχή που η πλειοψηφία αγοραστών ενδιαφέρεται μόνο για το κόστος σε μία τέτοια κατασκευή, πολλοί είναι εκείνοι (εργοστάσια και βιοτεχνίες) οι οποίοι για το λόγο αυτό παράγουν φθηνά εξαρτήματα βάζοντας σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές.

Η μείωση της ποιότητας των εξαρτημάτων του βραχίονα εμφανίζει τα παρακάτω προβλήματα:

Κακή ποιότητα χυτού μέρους με αποτέλεσμα τη θραύση του.



Στις παραπάνω φωτογραφίες φαίνεται η ένωση του βραχίονα με το αντίβαρο με λάθος επιλογή ποιότητας χυτού μέρος. Αυτό συμβαίνει γιατί το κράμα που έχει επιλεγεί στην χύτευση δεν ήταν το σωστό ώστε να αντέξει αυτές τις καταπονήσεις. Ακόμη, μπορεί το λάθος να βρίσκεται και στην σχεδίαση του καλουπιού και να δημιουργήθηκε χυτό με αστοχίες χύτευσης.

Λάθος επιλογή ποιότητας/πάχους προφίλ αλουμινίου.



Επομένως, είναι πολύ σημαντικός ο έλεγχος του ορίου αντοχής του προφίλ αλουμινίου πριν βγει στην παράγωγή.

Έτσι στην συνέχεια φαίνεται η διαδικασία σχεδίασης καθώς και οι δοκιμές του προφίλ ώστε να μην υπάρχουν τέτοια ατυχήματα με τη βοήθεια των συστημάτων CAD.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ CAD

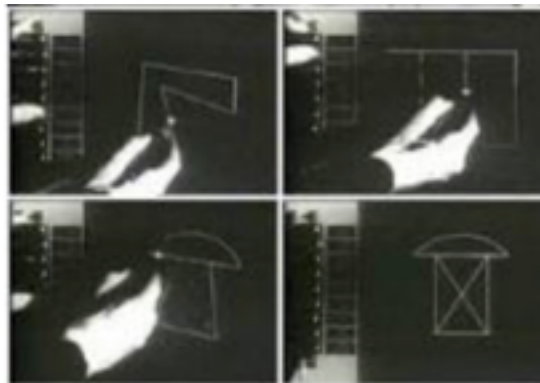
5.1 Εισαγωγή στα συστήματα CAD

Η αλματώδης εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και της ηλεκτρονικής οδήγησε στην ανάπτυξη νέων τεχνικών σχεδίασης και παραγωγής προϊόντων. Ο αυξανόμενος ανταγωνισμός σε διεθνές επίπεδο με την παράλληλα μειωμένη διαθεσιμότητα εξειδικευμένου προσωπικού οδήγησε τις βιομηχανίες στην υιοθέτηση συγχρόνων τεχνολογιών παραμερίζοντας την παραδοσιακή προσέγγιση παραγωγής προϊόντων. Αναπόσπαστο τμήμα της σύγχρονης προσέγγισης παραγωγής προϊόντων αποτελούν τα συστήματα CAD/CAM (Μπιλάλης, Μαραβελάκης, 2014).

CAD (Computer Aided Design σημαίνει σχεδίαση με τη βοήθεια Η/Υ και CAM (Computer Aided Manufacturing) σημαίνει παραγωγή με τη βοήθεια Η/Υ.

Η ιστορική εξέλιξη των συστημάτων CAD και CAD/CAM συνοψίζεται στους ακόλουθους σταθμούς ορόσημα για την εξέλιξή τους:

- Η χρήση CAD/CAM ξεκίνησε τη δεκαετία του '60 από τις εταιρείες Renault, Citroen, Ford, GM και την Boeing.
- Στα τέλη της δεκαετίας του '60 αναπτύχθηκε η πρώτη εφαρμογή CAD με το όνομα Sketchpad η οποία αποτελούσε αποτέλεσμα της διδακτορικής διατριβής του Ivan Sutherland και εκπονήθηκε στο Massachusetts Institute of Technology. Με τη χρήση μιας πένας ήταν εφικτή η σχεδίαση απευθείας πάνω σε μια οθόνη, τα σχέδια μπορούσαν να τροποποιηθούν και να αποθηκευτούν.



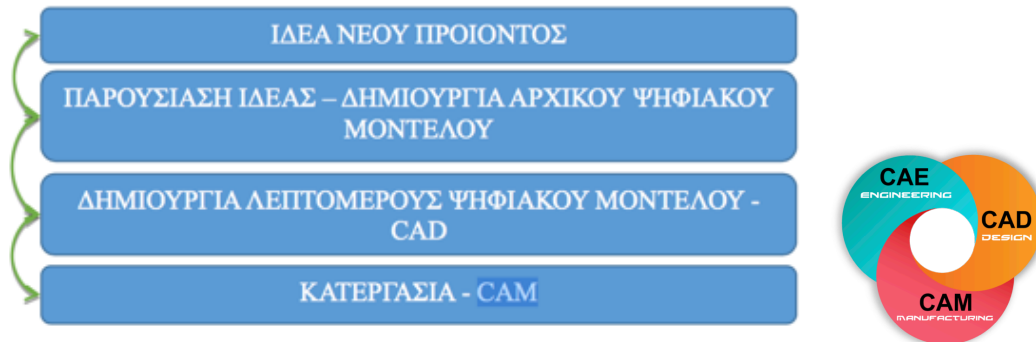
Εικόνα 7.1 SketchPad η πρώτη εφαρμογή CAD.

- Το 1971 η εταιρεία MCS (Dr. P. J. Hanratty) δημιούργησε το ενοποιημένο λογισμικό CAD/CAM με την εμπορική ονομασία ADAM (Automated Drafting And Machining), η γλώσσα προγραμματισμού πάνω στην οποία βασίστηκε ήταν η Fortran και αυτό επέτρεπε τη χρήση σου σε ποικίλες υπολογιστικές πλατφόρμες.
- Το 1988 δημιουργήθηκε το λογισμικό Pro/Engineer, το πρώτο σύγχρονο σύστημα CAD/CAM βασιζόμενο στην παραμετρική μοντελοποίηση (Parametric Modeling Design) και στην μοντελοποίηση βασιζόμενη σε μορφολογικά χαρακτηριστικά (Features Base Modeling).
- Αρχές της δεκαετίας του '90 κυκλοφορήσαν οι πυρήνες στέρεας μοντελοποίησης.
- Επιπρόσθετα, τη δεκαετία του '90 επήλθε η δημιουργία mid-range συστημάτων όπως: SolidWorks, SolidEdge, TopSolid, Autodesk Inventor κ.α.

Η χρήση των συστημάτων CAD/CAM έχουν κυριαρχήσει σε όλα τα είδη βιομηχανικής παραγωγής, οι κατηγορίες εφαρμογής τους μπορούν να διακριθούν στους ακόλουθους τομείς:

- Κατασκευαστικός τομέας: Κατασκευές ξύλου, μετάλλου, κατασκευές κτηρίων κ.α.
- Μηχανολογικές εφαρμογές: Αεροπορική βιομηχανία, αυτοκινητοβιομηχανία, κατασκευή μηχανών κτλ.
- Ηλεκτρονικές εφαρμογές: Σχεδίαση πλακετών, ηλεκτρονικά κυκλώματα, ηλεκτρολογική σχεδίαση κ.α.
- Σχεδίαση και παραγωγή ενδυμάτων και υποδημάτων.
- Ιατρικές εφαρμογές όπως οδοντιατρική, ορθοπεδική κ.α.

- Μέσα από τα στάδια της σχεδιομέλετης τα προσδοκώμενα αποτελέσματα – παραδοτέα από τη χρήση των συστημάτων CAD/CAM θα είναι τα εξής παρακάτω: Δημιουργία αρχικού ψηφιακού μοντέλου 3D μοντέλου κατά το στάδιο του Βιομηχανικού Σχεδιασμού με τη χρήση λογισμικών CAID (Computer Aided Industrial Design).

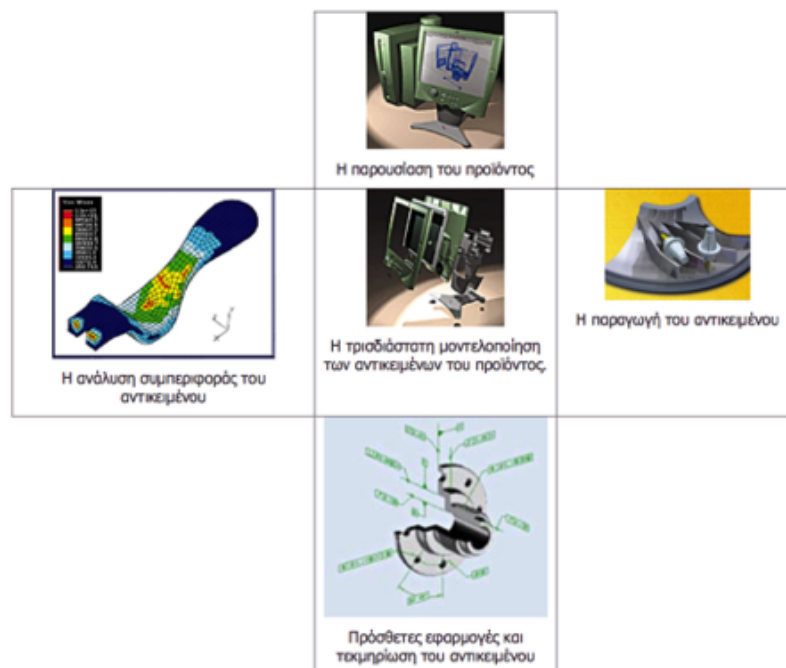


<https://3.imimg.com/data3/MH/LE/MY-3904699/training-for-cad-cam-cae-500x500.png>

Μερικά πλεονεκτήματα της χρήσης συστημάτων CAD/CAM είναι τα εξής:

- Δημιουργία αναλυτικού 3D ψηφιακού μοντέλου με τη χρήση λογισμικών CAD.
- Δημιουργία πρωτοτύπων με τη χρήση 3d εκτυπωτών για τον έλεγχο και τη βελτίωση του προϊόντος.
- Ψηφιακή καθοδήγηση εργαλειομηχανών, ορισμός συνθήκων κοπής, προγραμματισμός CNC μηχανών, με τη χρήση λογισμικών CAD/CAM.
- Ψηφιακή προσομοίωση παραγωγικής διαδικασίας.
- Διάγνωση και αποφυγή σφαλμάτων κατά την παραγωγική διαδικασία.
- Δημιουργία κώδικα καθοδήγησης μηχανών CNC.
- Διαχείριση παραγωγικής διαδικασίας.

Τα σύγχρονα συστήματα σχεδιομελέτης με χρήση Η/Υ στηρίζονται στη χρήση της τρισδιάστατης μοντελοποίησης. Η τρισδιάστατη απεικόνιση είναι απαραίτητη για την παρουσίαση, την ανάλυση της συμπεριφοράς του αντικειμένου και για την παραγωγή του. Σήμερα, τα περισσότερα συστήματα τρισδιάστατης απεικόνισης βασίζονται στα στερεά μοντέλα, ή στα μοντέλα επιφανειών. Απαραίτητη προϋπόθεση για την χρήση του μοντέλου είναι η μονοδιάστατη απεικόνιση του πραγματικού αντικειμένου από το μοντέλο, σε όλες τις φάσεις χρησιμοποίησής του.



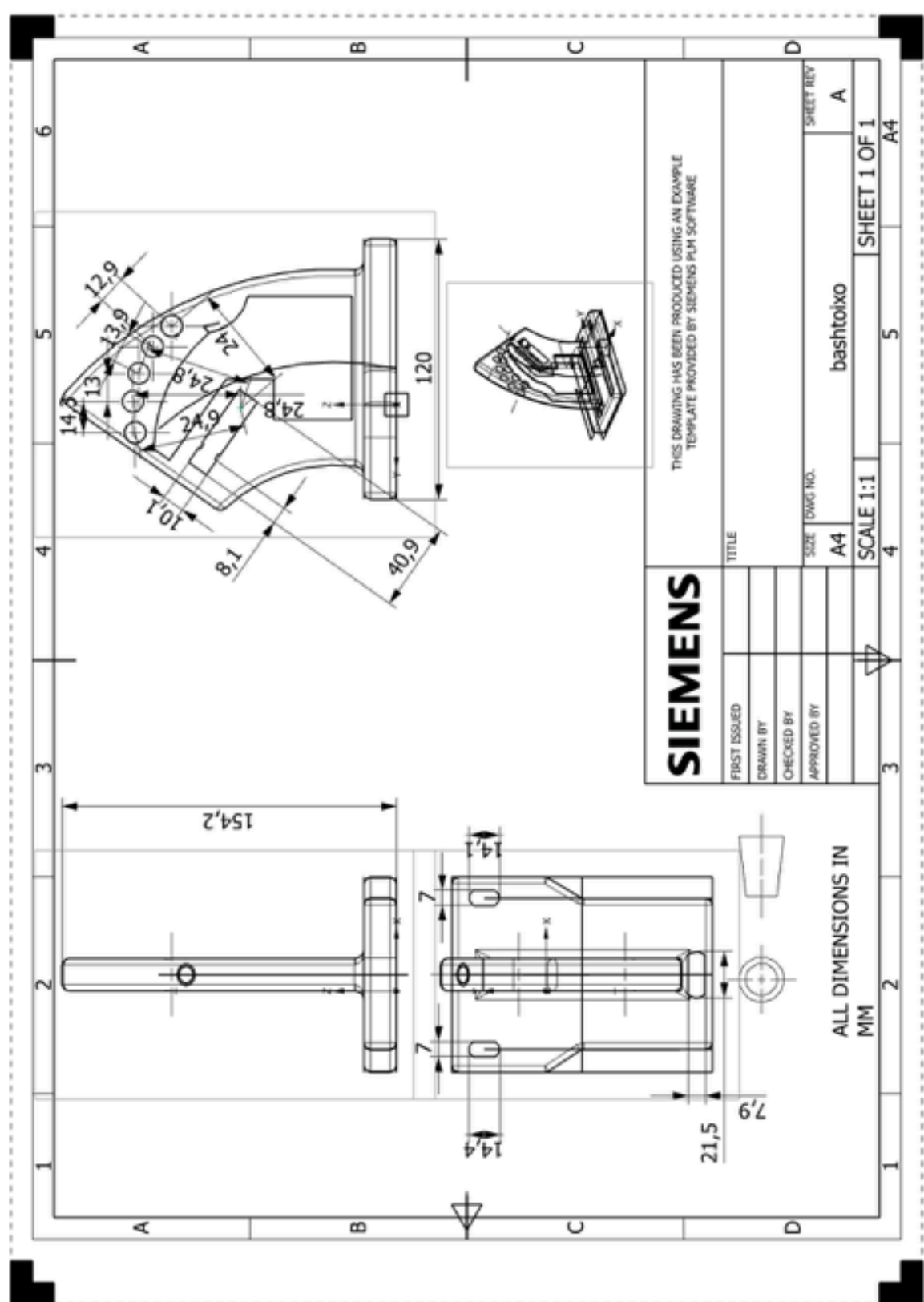


<https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/nx/>

Το λογισμικό Siemens NX11 παρέχει απεριόριστες δυνατότητες σχεδίασης και μελέτης προϊόντων. Έτσι, η επιλογή του λογισμικού για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής ήταν καθοριστικός παράγοντας καθώς θα έπρεπε ένα πρόγραμμα να υποστηρίζει:

- Σχεδίαση προϊόντος
- Μελέτη προϊόντος και στατικές δοκιμές.
- Ρεαλιστική εμφάνιση (Rendering).
- Μηχανουργικές κατεργασίες CAM.

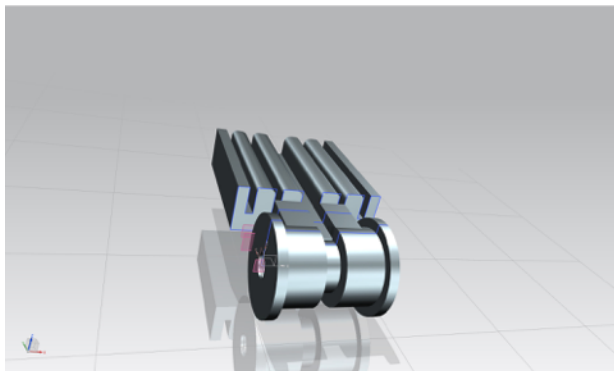
και πληθώρα άλλων εφαρμογών που χρησίμευσαν για την ολοκλήρωση της εργασίας.



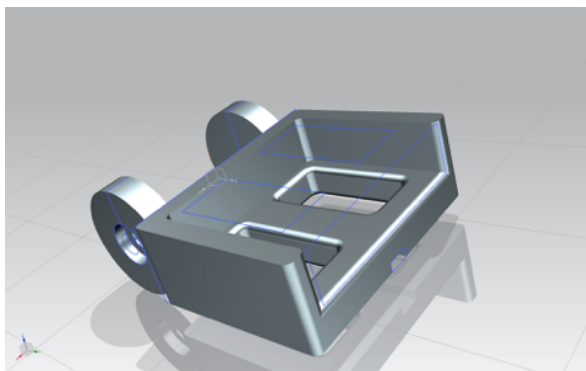
5.5 Συνδετικό μέρος άρθρωσης στο Siemens NX11

Έπειτα έγινε η σχεδίαση των συνδετικών μερών των δύο προφίλ αλουμινίου που αποτελείται ο βραχίονας. Το μέρος αυτό είναι από χυτό αλουμίνιο όπως και η βάση τοίχου που παρουσιάστηκε νωρίτερα.

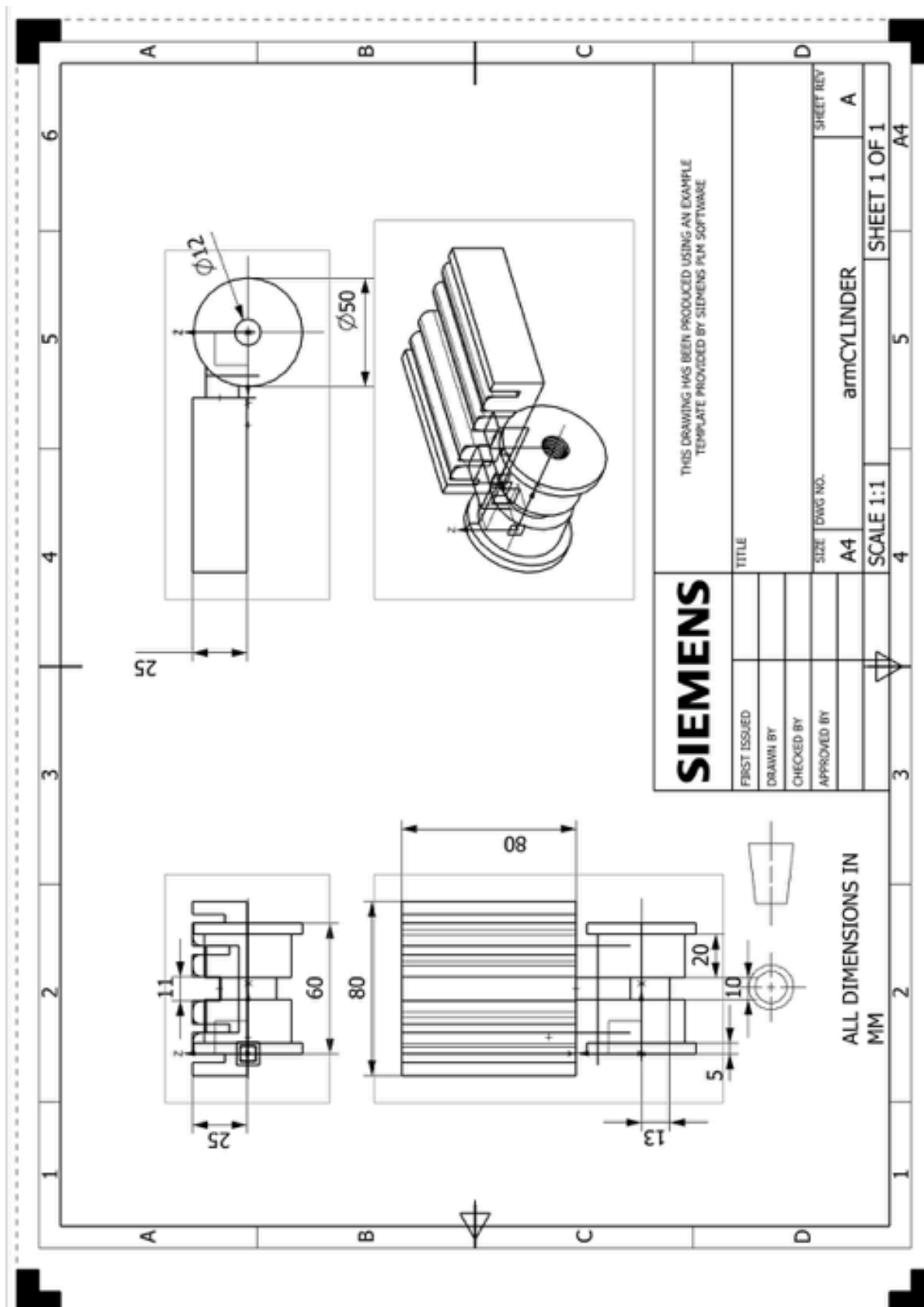
- Συνδετικό μέρος άρθρωσης 1

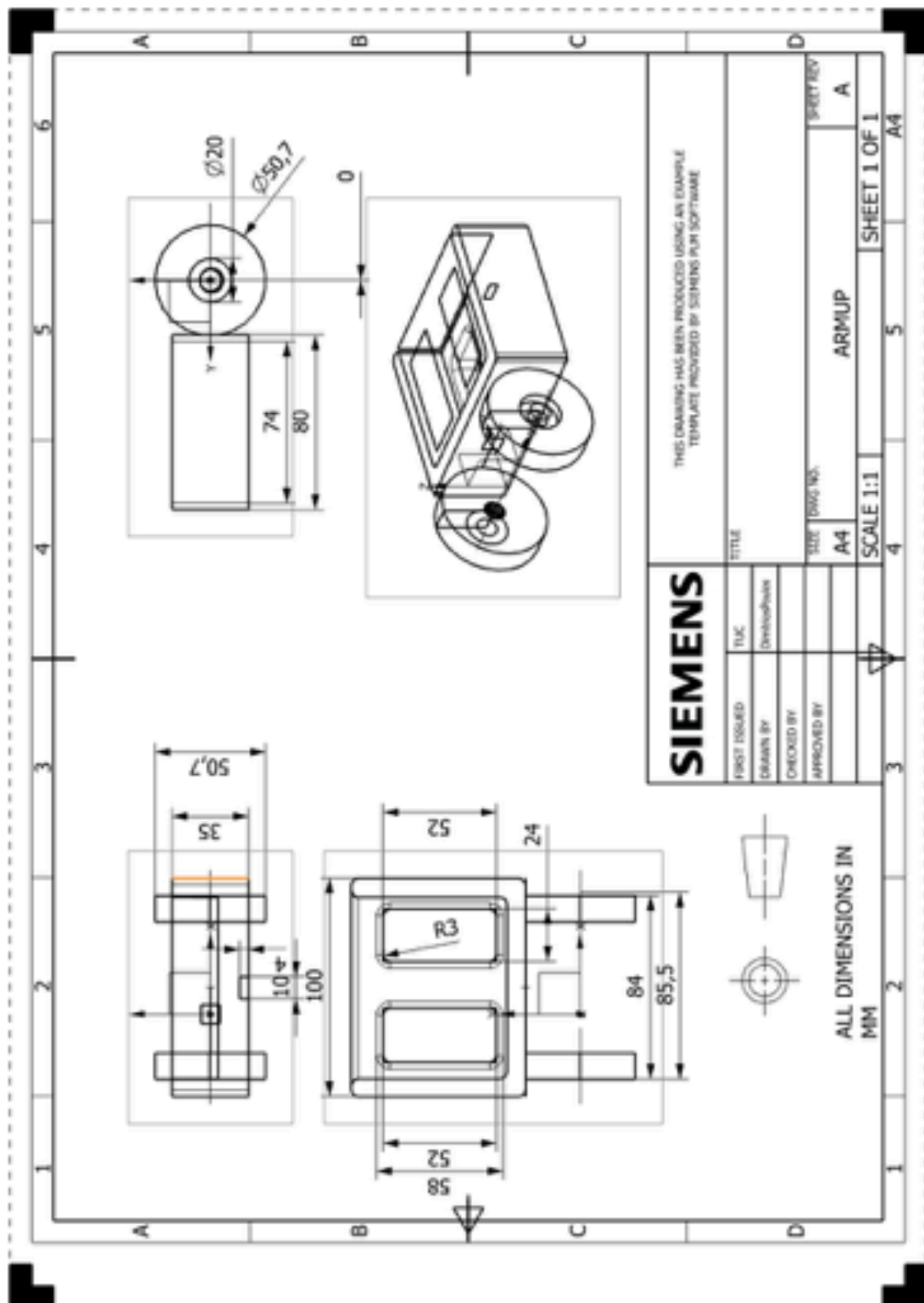


- Συνδετικό μέρος άρθρωσης 2



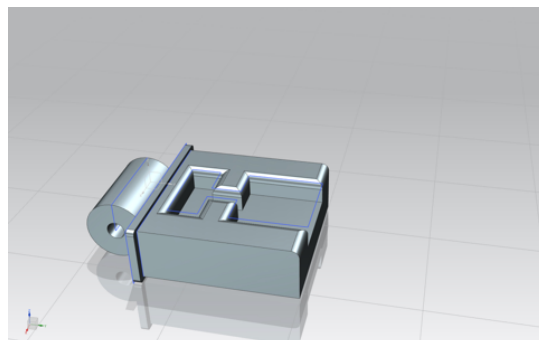
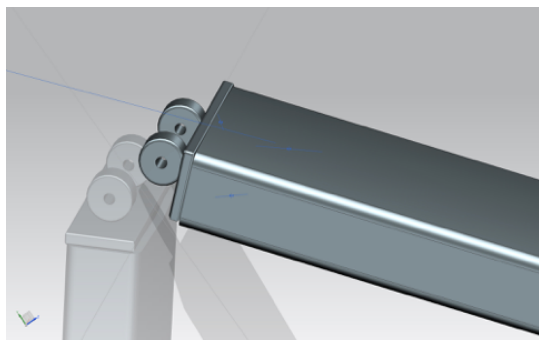
Τα δύο αυτά μέρη συνδέονται με έναν πύρο μεταξύ τους και χρησιμεύουν στη ρύθμιση της γωνίας του βραχίονα.



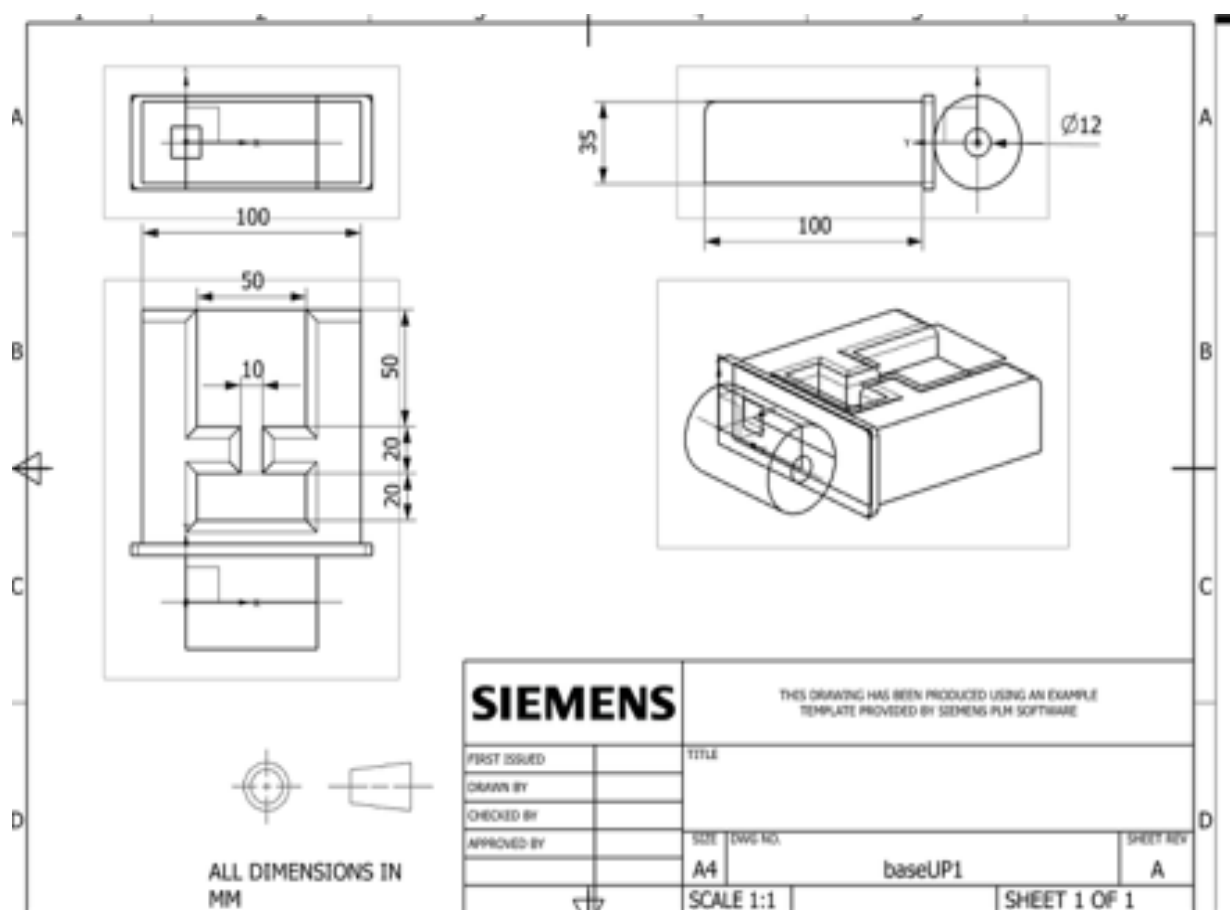


5.6 Συνδετικό μέρος βραχίονα-αντίβαρου στο Siemens NX11

Ένα ακόμα πολύ σημαντικό μέρος του συστήματος σκίασης με βραχίονες είναι το μέρος σύνδεσης βραχίονα-αντίβαρου. Το εξάρτημα αυτό επίσης είναι χυτό αλουμίνιο και είναι σημαντικό καθώς εκεί εφαρμόζει το τέντωμα ο βραχίονας.

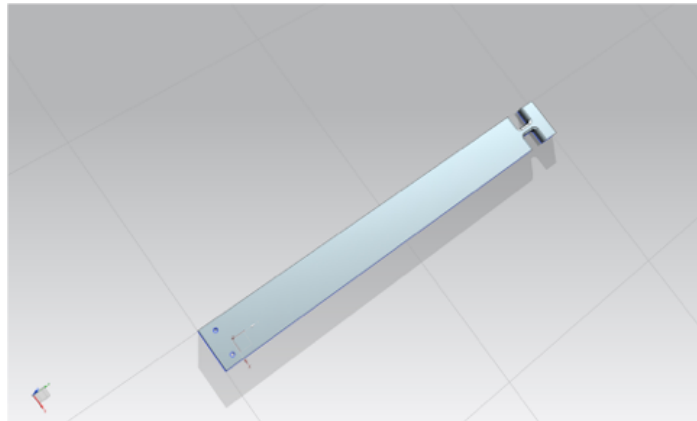


Σχέδιο συνδετικού μέρους βραχίονα-αντίβαρου

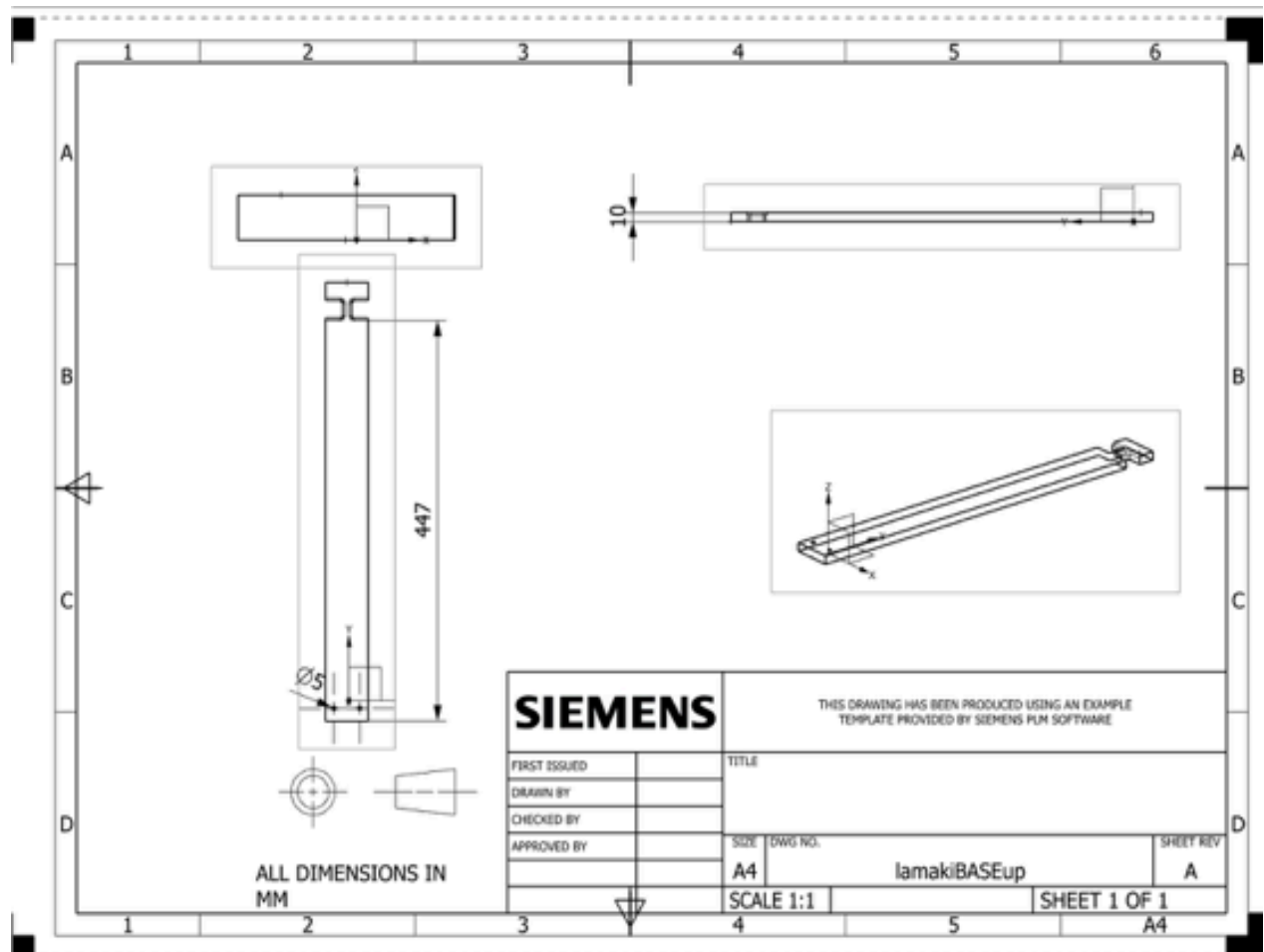


5.7 Λαμάκι τεντώματος καδένας βραχίονα στο Siemens NX11

Το εξάρτημα αυτό είναι πολύ σημαντικό στο σωστό τέντωμα του βραχίονα και κατ' επέκταση του σωστού δεσίματος των προφίλ αλουμινίου με τα χυτά μέρη. Στις δύο οπές που βρίσκονται στο κάτω μέρος τοποθετούνται tension springs και ενώνονται εσωτερικά με την αλυσίδα του βραχίονα.

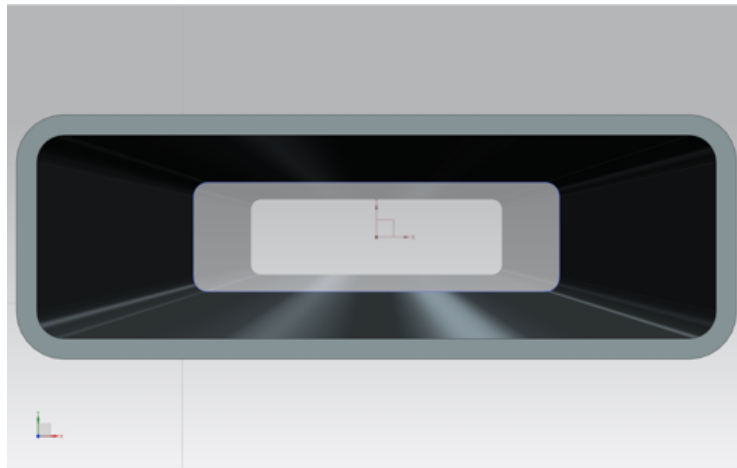


Σχέδιο λαμάκι τεντώματος



5.8 Προφίλ αλουμινίου στο Siemens NX11

Το σημαντικότερο μέρος σε ένα βραχίονα είναι το προφίλ αλουμινίου που έχει. Η σωστή ποιότητα αλουμινίου διακρίνει έναν καλό βραχίονα από έναν μη ασφαλή. Τα ατυχήματα που συμβαίνουν όπως φάνηκε παραπάνω είναι από σκισμένο προφίλ λόγω λάθους πάχους ή ακόμα και κράματος αλουμινίου.

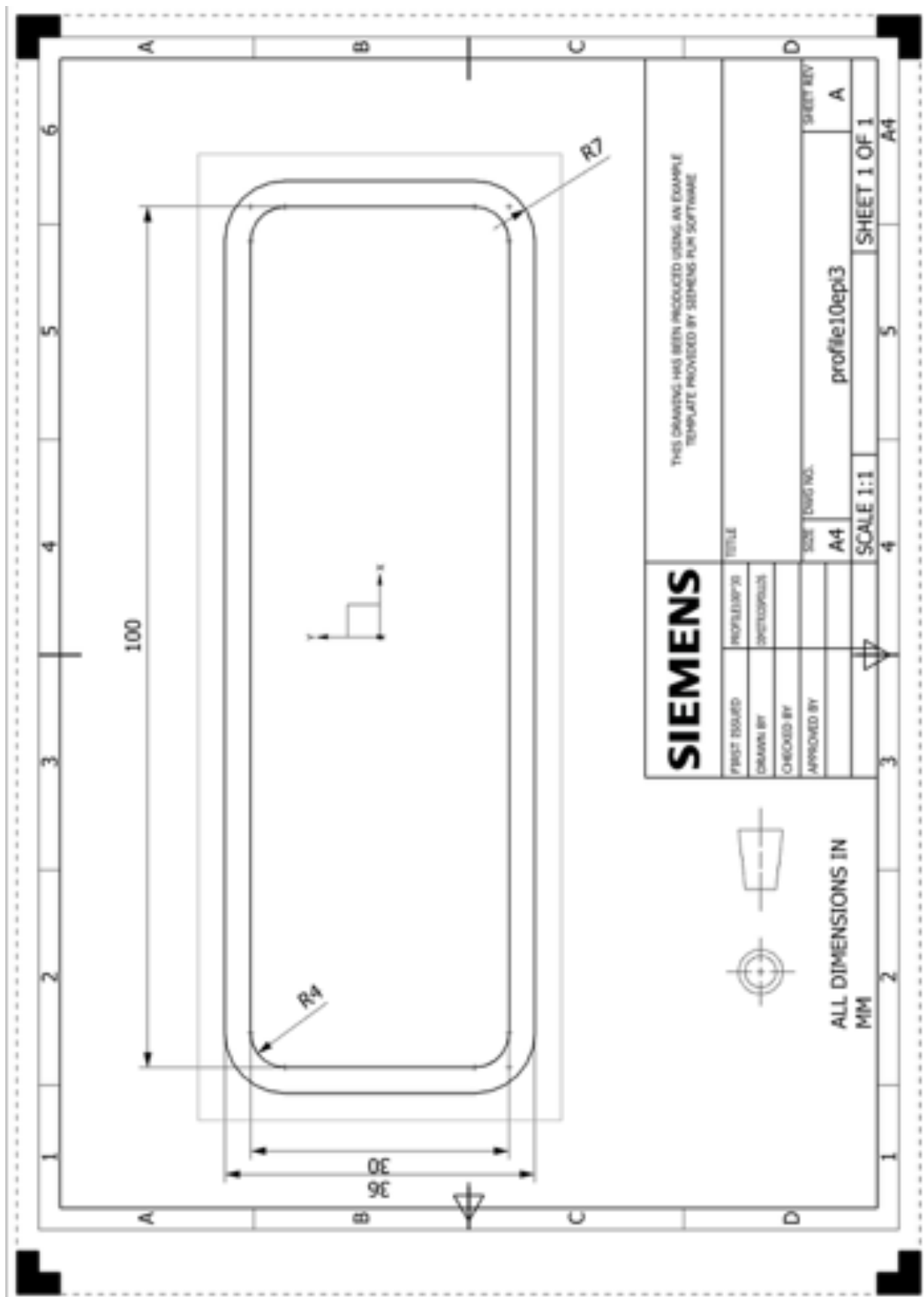


Έπειτα από πολλές δοκιμές ένα από τα καλύτερα πάχη για προφίλ είναι 3mm.

Δεν έχει δημιουργήσει ποτέ κάποιο πρόβλημα στην πράξη με αποτέλεσμα να θεωρείται το καλύτερο πάχος για βραχίονα ενισχυμένο.

Η σχεδίαση του προφίλ μπορεί να φαίνεται σαν ένα απλό σχέδιο όμως πρέπει να ληφθούν υπόψιν όλες οι παράμετροι που αναφέρθηκαν σχετικά με του περιορισμούς σχεδίασης προφίλ.

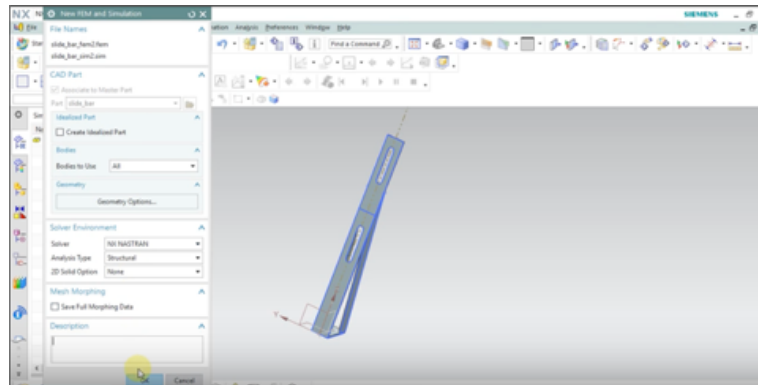
Λαμβάνοντας υπόψιν όλους τους περιορισμούς αυτούς σχεδιάστηκε ένα προφίλ αλουμινίου από κράμα αλουμινίου 6061 πάχους 3mm και εξωτερικών διαστάσεων 100*30.



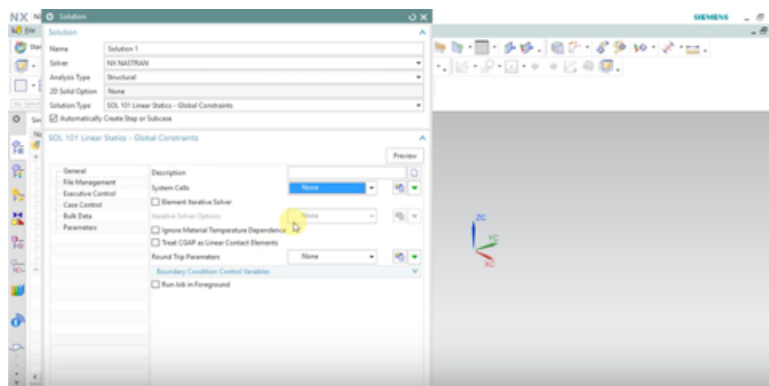
5.9 Δοκιμές αντοχής στο Siemens NX11

Όπως αναφέρθηκε μέσα στην πληθώρα εφαρμογών που παρέχει το Siemens NX11 είναι και η στατική ανάλυση των μοντέλων.

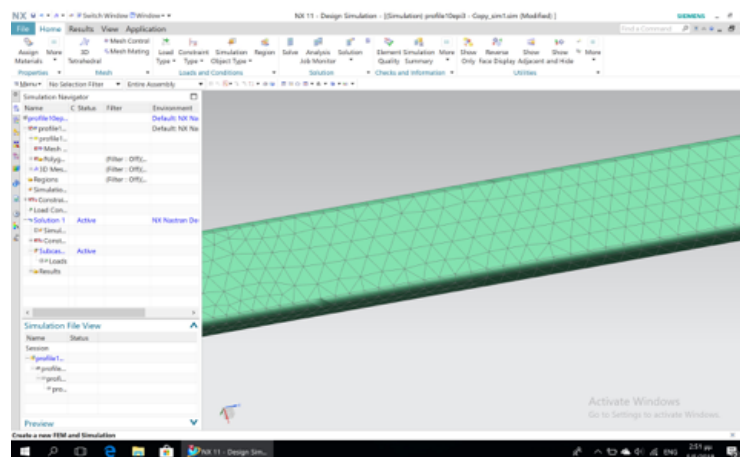
Επιλογή NEW FEM SIMULATION για την δημιουργία προσημείωσης ανάλυσης.



Επιλογή Solution για την επίλυσης προσημείωσης ανάλυσης.

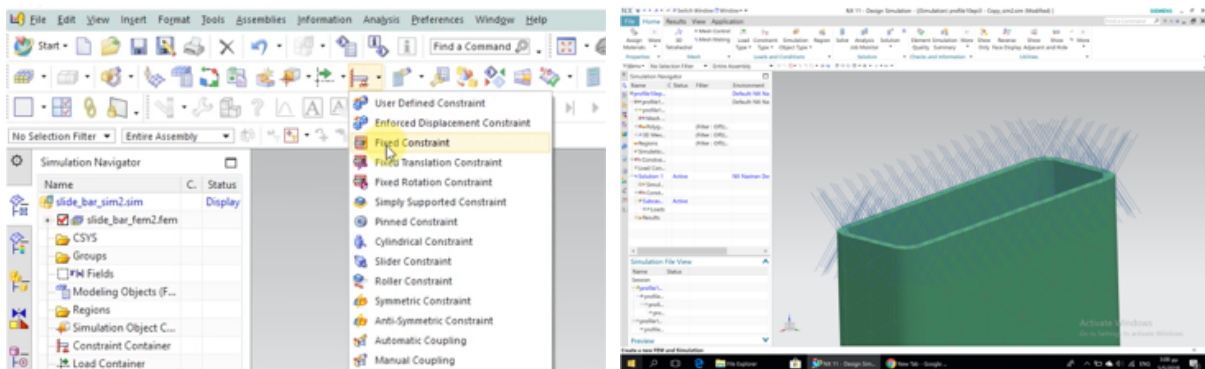


Επιλογή 3D tetraethral mesh για την δημιουργία πλέγματος ανάλυσης.



Επιλογή περιορισμών και δυνάμεων.

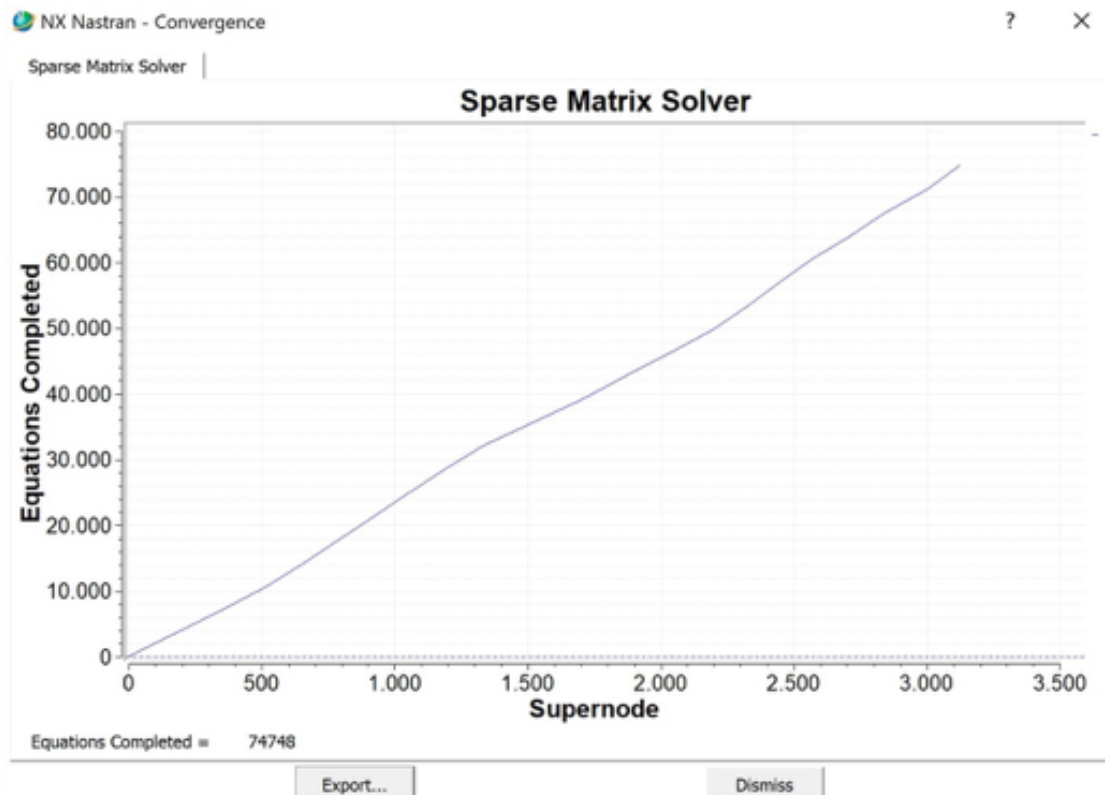
Έγινε επιλογή πάκτωσης του βραχίονα ώστε να εφαρμοστεί στην άλλη μεριά η δύναμη που θα ασκήσει η τέντα στον βραχίονα.



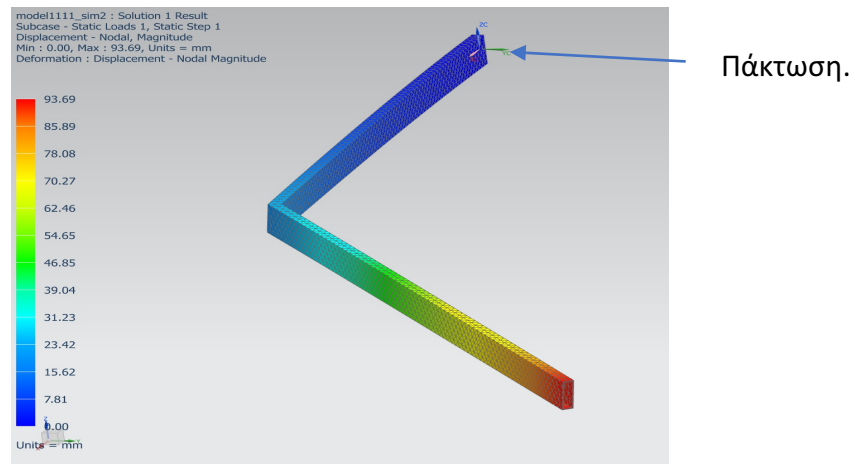
Έπειτα από την εφαρμογή του περιορισμού πάκτωσης στο ένα άκρο του βραχίονα επιλέγουμε την εφαρμογή δύναμης 100kg κατακόρυφα στην άλλη άκρη του βραχίονα για να δούμε την μετατόπιση καθώς και την συγκέντρωση τάσεων.

Επιλογή Solve και εκκίνηση επίλυσης ανάλυσης.

5.10 Αποτελέσματα ανάλυσης στο Siemens NX11

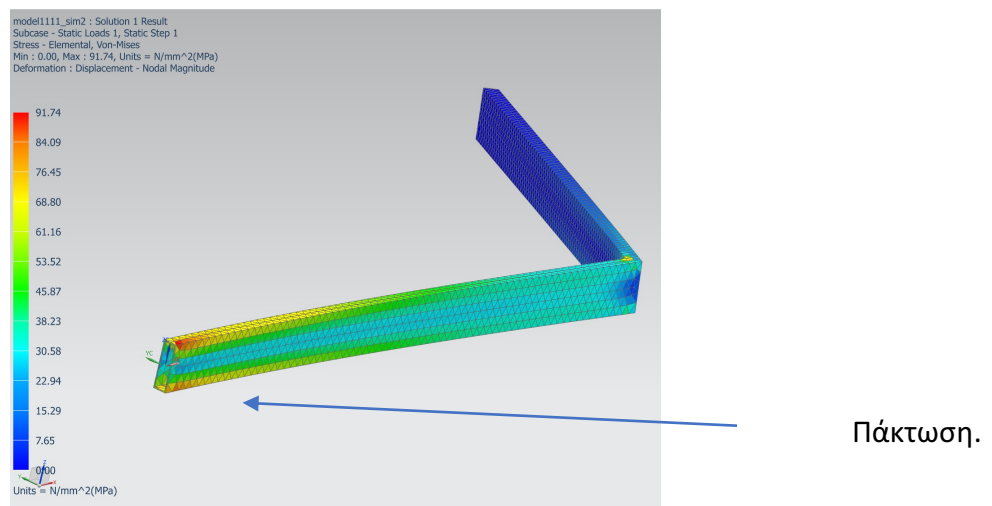


Γραφικά αποτελέσματα δοκιμή 100kg Displacement.



Στην παραπάνω φωτογραφία βλέπουμε τα αποτελέσματα της μετατόπισης λόγω εφαρμογής 100kg κάθετης δύναμης στην μια άκρη του βραχίονα (κόκκινη μεριά στην εικόνα). Φαίνεται ότι στη μεριά της πάκτωσης (μπλε) δεν έχουμε κάποια μετατόπιση ενώ όσο πιο κάτω στον βραχίονα μετακινηθούμε η μετατόπιση είναι μεγαλύτερη και φτάνει μέχρι 93,69mm.

Γραφικά αποτελέσματα δοκιμή 100kg VonMises

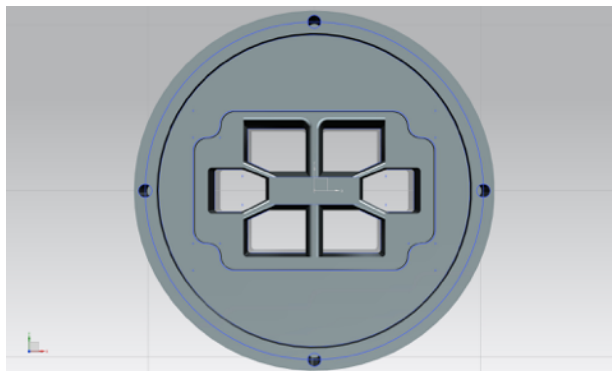


Σε αυτήν τη φωτογραφία βλέπουμε τα αποτελέσματα της συγκέντρωσης τάσεων. Φαίνεται πως στη μεριά που είναι η πάκτωση έχουμε τη μεγαλύτερη συγκέντρωση τάσεων ενώ στην πλευρά που ήταν συγκεντρωμένη η δύναμη στην προηγούμενη φωτογραφία δεν έχουμε συγκέντρωση τάσεων.

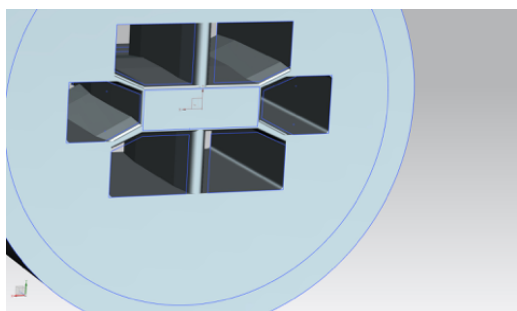
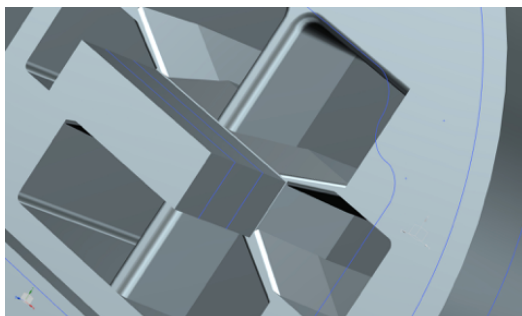
5.11 Σχεδίαση μήτρας διέλασης

Η σχεδίαση μήτρας διέλασης είναι μια δύσκολη υπόθεση που απαιτεί αρκετή μελέτη αλλά και πολύ εμπειρία. Μέσα από μεγάλη αναζήτηση στο διαδίκτυο, βιβλία κ.ά. στην παρούσα διπλωματική έγινε προσπάθεια σχεδίασης μήτρας διέλασης.

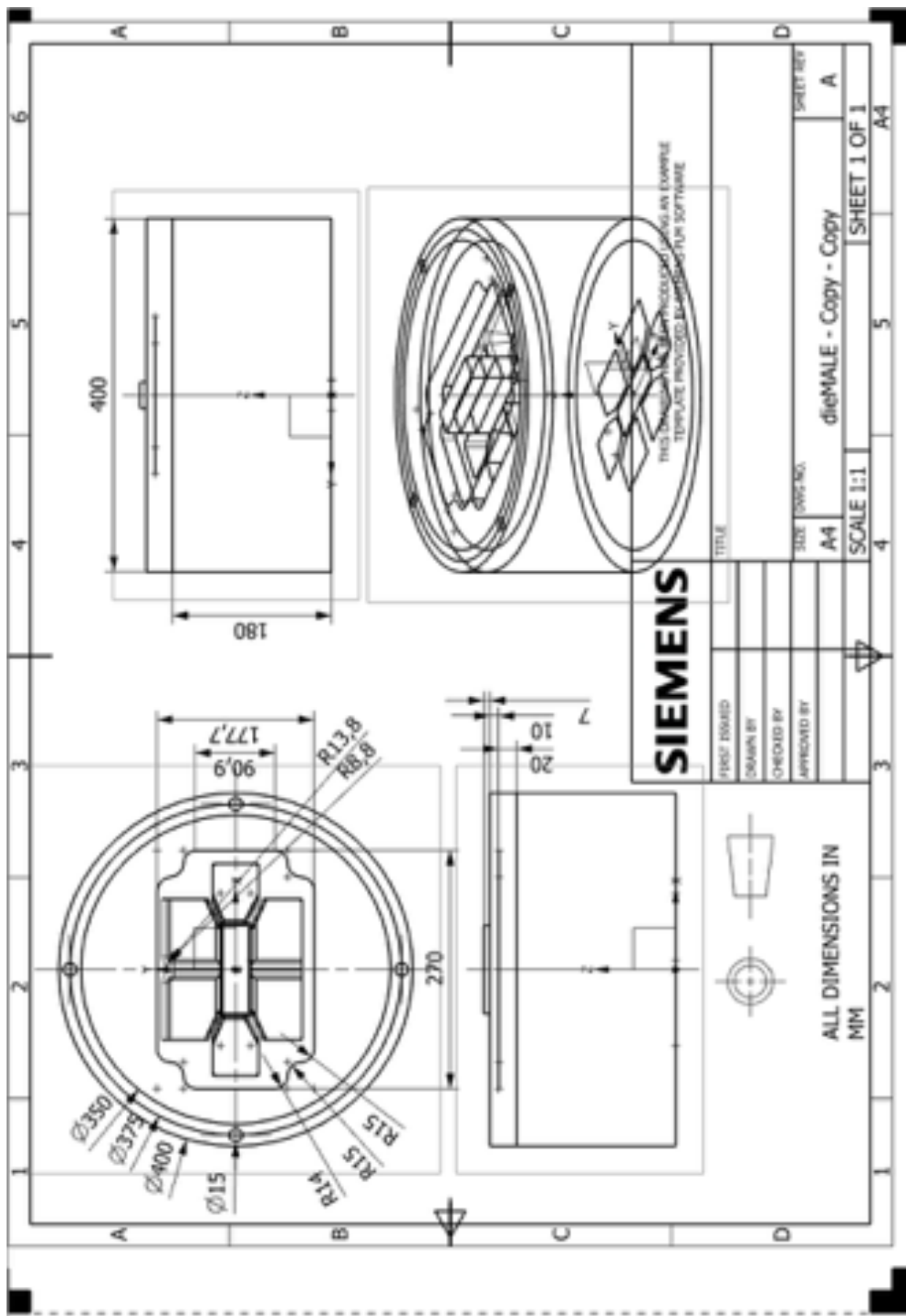
5.12 Σχεδίαση αρσενικού μέρους μήτρας



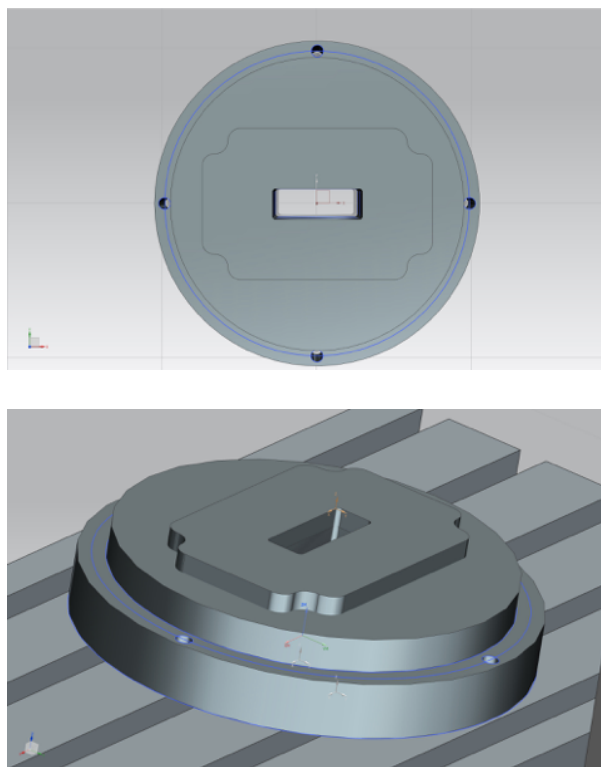
Το αρσενικό μέρος μήτρας διέλασης παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην διαδικασία της διέλασης. Αυτό συμβαίνει γιατί η αρσενική μήτρα είναι το κομμάτι το οποίο έρχεται πρώτο σε επαφή με τη μπιγιέτα αλουμινίου. Έτσι, σε αυτή τη μήτρα μέσα πρέπει να διαμορφωθεί το πιεζόμενο αλουμίνιου και να οδηγηθεί σωστά προς την οπή που αφήνει η συναρμολόγηση των δύο μητρών διέλασης.



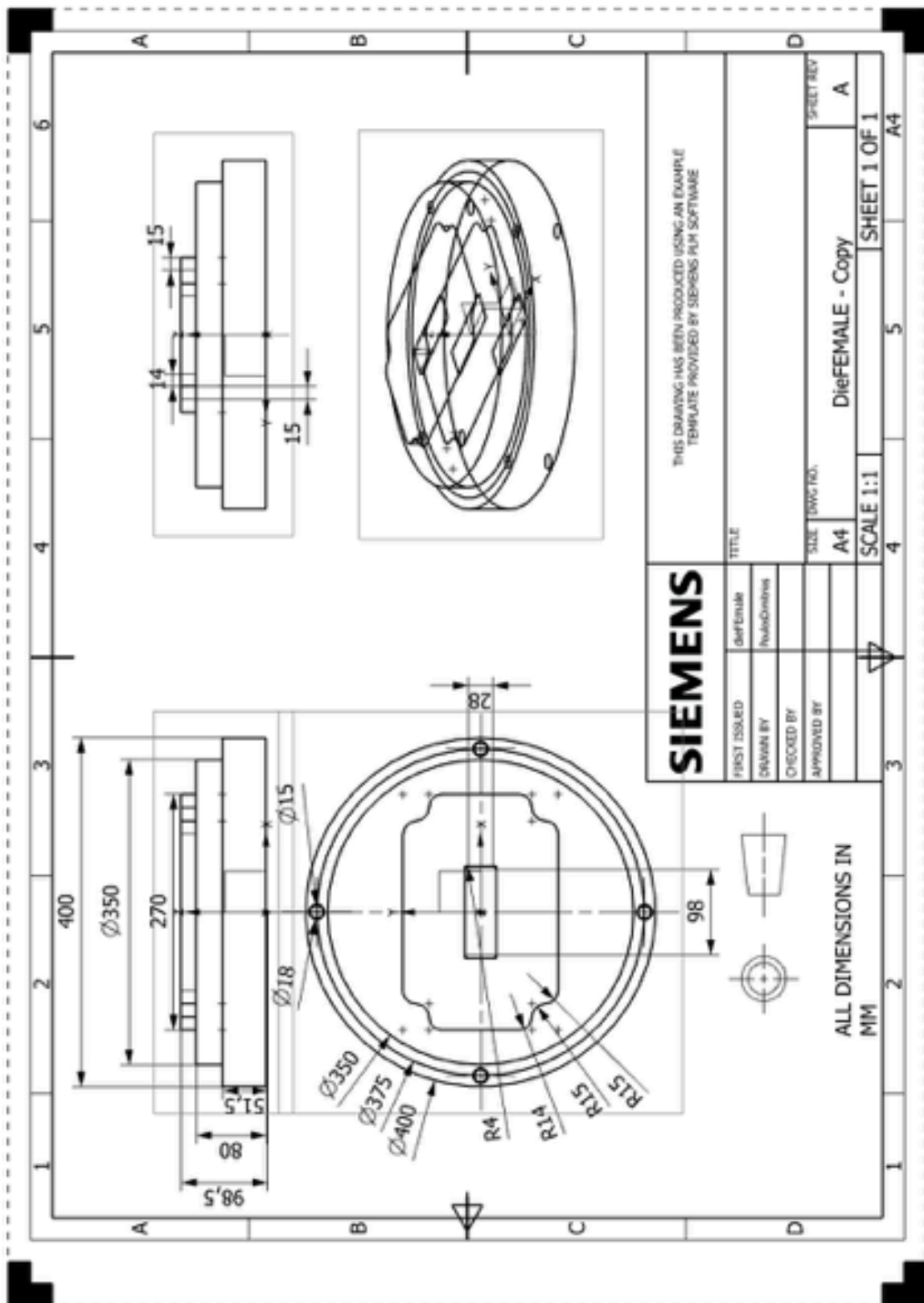
Επομένως, κάποια σημαντικά στοιχεία είναι η συμμετρικότητα και η σωστές γωνίες οδήγησης υλικού.



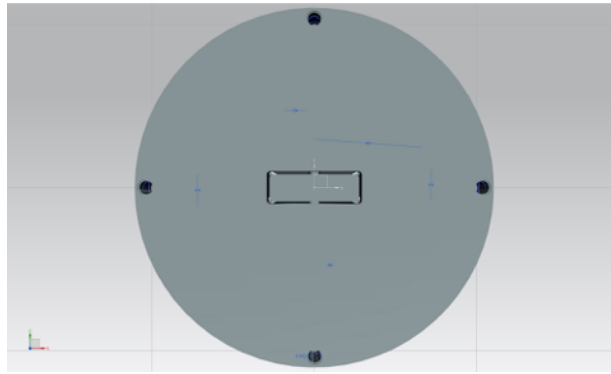
5.13 Θηλυκό μέρος μήτρας



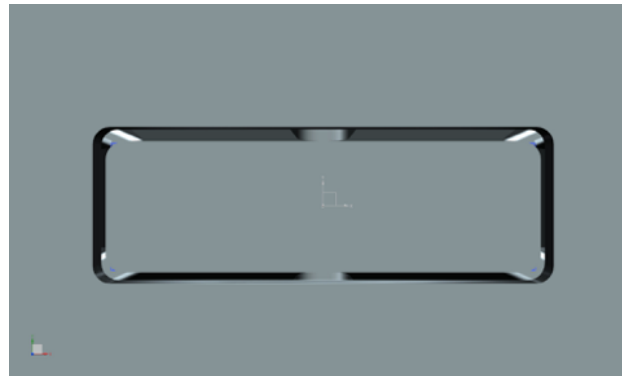
Το θηλυκό μέρος μήτρας είναι σχετικά πιο εύκολο στο σχεδιασμό όμως θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν η άψογη εφαρμογή στη συναρμολόγηση, δηλαδή να εφαρμόσει ακριβώς στην αρσενική.



5.14 Συναρμολόγηση μήτρας



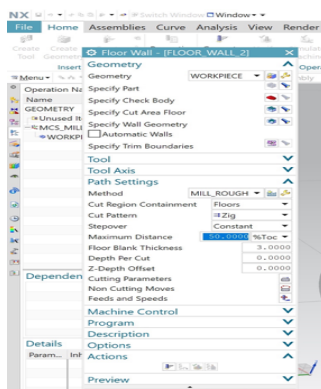
Εφόσον συναρμολογηθεί η μήτρα είναι έτοιμη για τη διαδικασία της διέλασης. Η σπή που φαίνεται παρακάτω είναι εκείνη που εξέρχεται το προφίλ αλουμινίου. Αυτό συμβαίνει γιατί πιέζεται το μέταλλο ανάμεσα στην αρσενική και θηλυκή μήτρα αφήνοντάς του μόνο μία έξοδο αυτή που διαμορφώνει το προφίλ.



5.15 CAM αρσενικού μέρους μήτρας

Για την πραγματοποίηση κατεργασίας CAM στο εξάρτημα είναι απαραίτητος ο ορισμός κάποιων παραμέτρων. Τέτοιες παράμετροι είναι οι εξής:

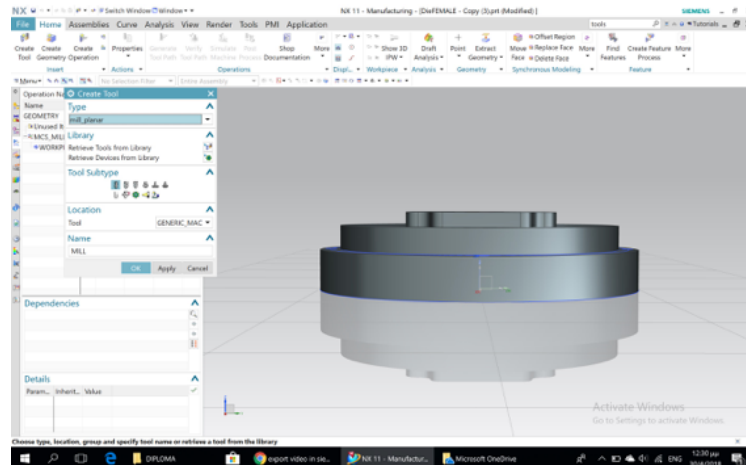
Καθορισμό γεωμετρίας εξαρτήματος.



Πριν ξεκινήσει η κατεργασία είναι αναγκαίος ο καθορισμός της γεωμετρίας του εξαρτήματος προς κατεργασία. Στη συγκεκριμένη περίπτωση σαν γεωμετρία υλικού χρησιμοποιήθηκε κυλινδρικό μπλοκ υλικού.

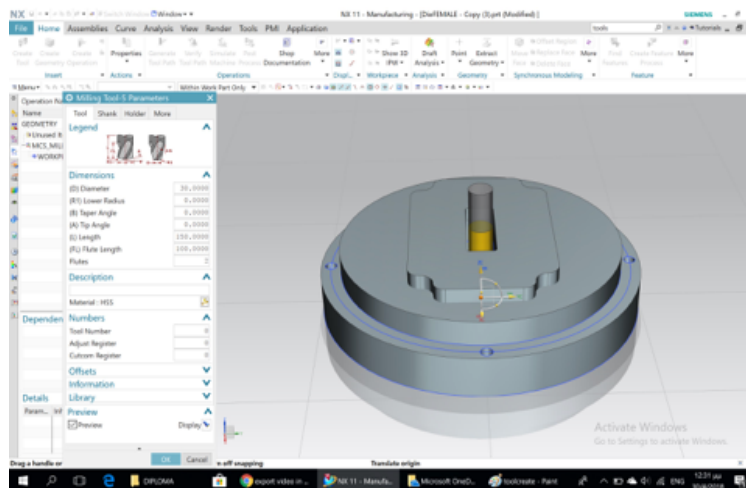
Δημιουργία κοπτικού εργαλείου.

Η δημιουργία κοπτικού εργαλείου είναι αναγκαία για την επιθυμητή κατεργασία. Αρχικά γίνεται η επιλογή τύπου κοπτικού (endmill, ballmill κτλ.).



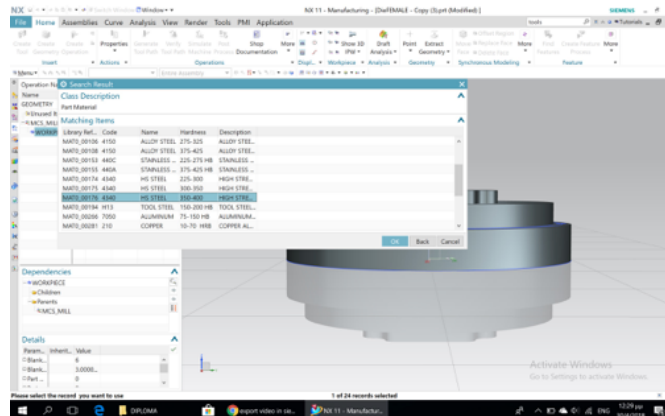
Χαρακτηριστικά κοπτικού.

Στη συνέχεια επιλέγουμε τα χαρακτηριστικά του κοπτικού όπως τις διαστάσεις του. Για παράδειγμα κονδύλι με μεγάλη διάμετρο για το αρχικό πέρασμα και μικρότερης διαμέτρου για δύσκολα σημεία.



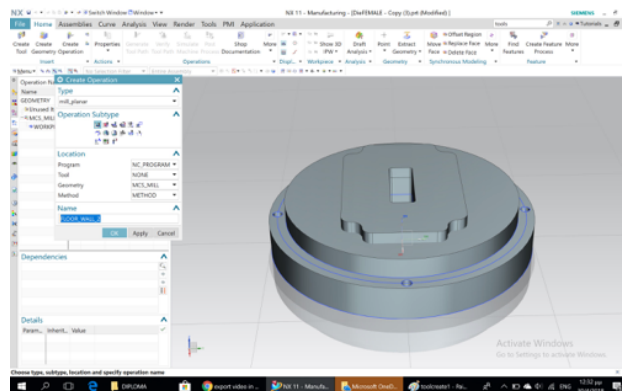
Επιλογή υλικού κατασκευής τεμαχίου.

Σειρά έχει η επιλογή του υλικού του τεμαχίου προς κατεργασία. Η επιλογή αυτή βρίσκεται στη βιβλιοθήκη υλικών του Siemens NX11 όπου εμφανίζονται και οι σκληρότητες κάθε υλικού.

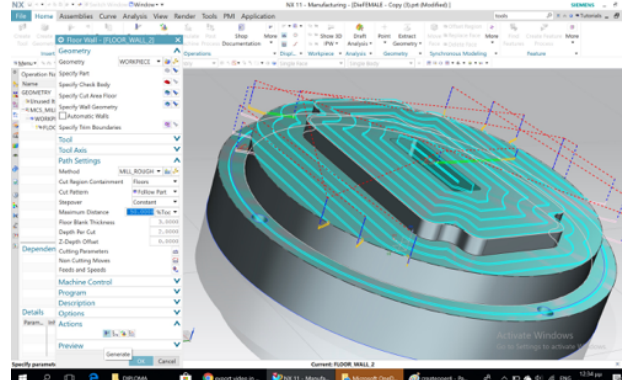


Δημιουργία κατεργασίας φρεζαρίσματος.

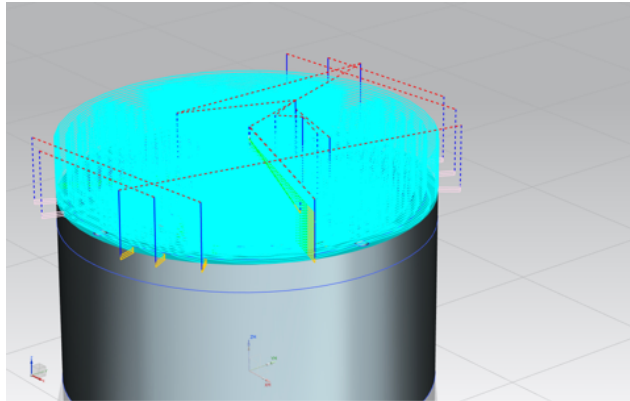
- Αρχικά επιλέγουμε τον τύπο φρεζαρίσματος δηλαδή τι πρόκειται να κατεργαστούμε, floor mill, wall mill, cavity mill και πολλές ακόμα επιλογές που μας παρέχει το λογισμικό.



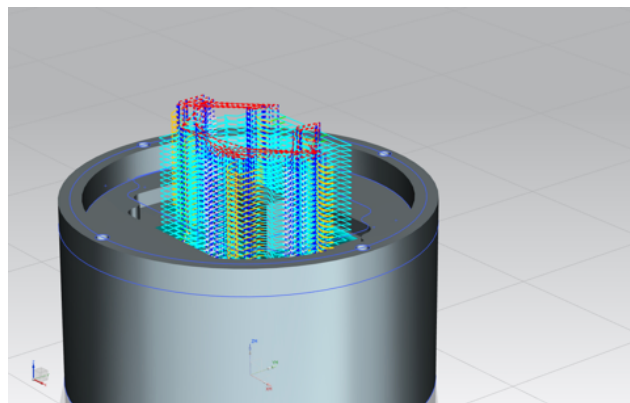
- Εμφάνιση των περασμάτων του κοπτικού που πρόκειται να γίνουν στο φρεζάρισμα. Σε αυτή τη φάση μπορούμε να δούμε αν μας βολεύουν τα περάσματα αυτά ή να αλλάξουμε χαρακτηριστικά κατεργασίας.



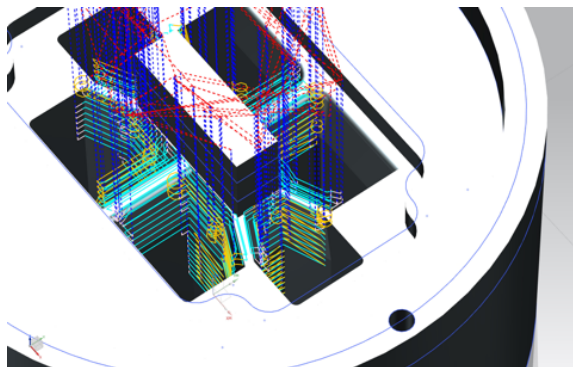
- Αρχικό πέρασμα για την γρήγορη απομάκρυνση υλικού που περισσεύει από το κυλινδρικό μπλοκ. Το πέρασμα αυτό συνήθως γίνεται με μεγάλες ταχύτητες πρόωσης διότι δε μας ενδιαφέρει ακόμα η ποιότητα επιφάνειας την οποία μπορούμε με φινίρισμα να τη λειάνουμε.



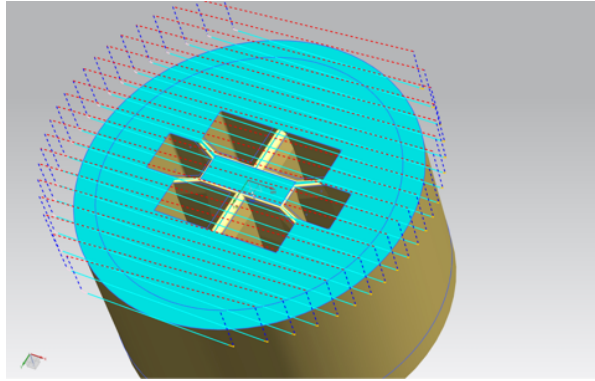
- Στη συνέχεια επιλέγουμε μικρότερης διαμέτρου κονδύλι για τη δημιουργία των οπών οδήγησης υλικού.



- Έπειτα, επιλέγουμε κονδύλι με ball mill ώστε να δημιουργήσουμε τις καμπύλες που υπάρχουν στην μήτρα.



- Τέλος, φινίρισμα της κάτω επιφάνειας της μήτρας .



5.16 CAM θηλυκού μέρους μήτρας.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η ίδια με του αρσενικού μέρους της μήτρας βέβαια διαμορφωμένη στις απαιτήσεις του τεμαχίου αυτού.

Καθορισμό γεωμετρίας εξαρτήματος



Δημιουργία κοπτικού εργαλείου.



Χαρακτηριστικά κοπτικού.

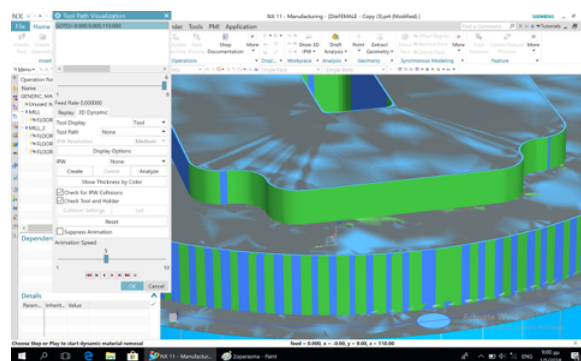
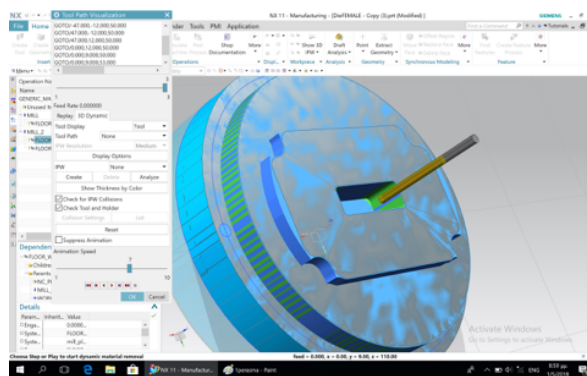
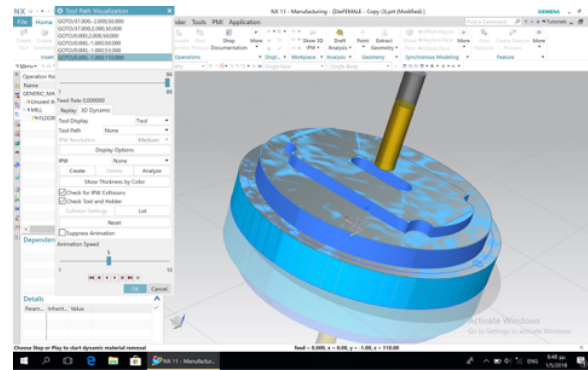


Επιλογή υλικού κατασκευής μήτρας.



Δημιουργία κατεργασίας φρεζαρίσματος.

Φωτογραφίες από την κατεργασία φρεζαρίσματος.



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά το πέρας της σχεδιομελέτης της εργασίας τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε είναι τα εξής:

- Η σωστή μελέτη και σχεδίαση των προϊόντων είναι απαραίτητη διαδικασία για να βγει στην αγορά ένα σωστό προϊόν.
- Η γνώση των συστημάτων CAD επιβάλλεται από τις συνθήκες της εποχής καθώς μας γλιτώνει από πολλά έξοδα, αστοχίες και ατυχήματα λόγω λάθους προϊόντος. Όλα αυτά αποφεύγονται με τη σωστή μελέτη πάνω στις δυνατότητες που μας προσφέρουν τα λογισμικά αυτά.
- Το Siemens NX είναι ένα λογισμικό με πολλές δυνατότητες που απαιτεί όμως εξοικείωση στη χρήση του.
- Η σχεδίαση μήτρας διέλασης είναι μια δύσκολη και αρκετά εμπειρική διαδικασία για επιτυχημένο προφίλ αλουμινίου.

ΕΝΘΕΤΟ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΠΡΟΦΙΛ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Alumil

A. ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΠΡΟΦΙΛ - ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

A1. Εφαρμόζεται σύστημα διαχείρισης ποιότητας, σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο EN ISO 9001:2008.

A2. Προδιαγραφές (κρμάτων - ανοχές διαστάσεων και μήκος κοπής προφίλ).

Κράματα (χημική σύνθεση %) βάσει EN 573-3 - Ανοχές διαστάσεις - Πάχη βάσει EN 755-09

Ανοχές μήκους κοπής L (mm) βάσει DIN 7168 (* Du (mm) περιγεγραμμένος κύκλος προφίλ).

A. PRODUCED PROFILES - MECHANICAL PROPERTIES

A1. The international standard EN ISO 9001:2008 for quality management is applied.

A2. Specifications (alloy-dimensional tolerances and cutting length profile)

Alloy (chemical composition %) based on EN 573-3 - Allowances - scale thickness based on EN 755-09

Tolerance of cutting length L (mm) based on DIN 7168 (* Du (mm) enclosing profile circle).

* Du (mm)	L ≤ 2000 (mm)	2000 < L ≤ 5000 (mm)	5000 < L ≤ 9000 (mm)
Έως / up to 100	+5 -0	+7 -0	+10 -0
> 100 έως / up to 200	+7 -0	+9 -0	+12 -0

A3. Παραγωγή προφίλ με κράμα EN-AW 6060 (T6), βάσει EN 755-02.

A3. Profiles are produced with EN-AW-6060 (T6) alloy, based on EN 755-02.

Code	10-166	10-209	10-322
W	0,306	0,172	0,629
P	130	91	405
BL	6	5	5
BP	10	15	4
Code	10-323	10-648 (901)	10-662
W	0,322	0,318	0,440
P	156	156	90
BL	5	5	6
BP	8	10	12

ΔΙΑΦΟΡΑ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ | VARIOUS FOR GENERAL USAGE

Code	10-3265	10-8012	10-8013
W	0,292	0,219	0,313
P	85	73	109
BL	5	6	6
BP	10	10	8
Code	10-8026	10-8030	P11
W	0,452	0,641	0,230
P	104	269	96
BL	6	6	5
BP			10

ΠΡΟΦΙΛ ΓΙΑ ΣΚΟΤΙΕΣ - ΣΥΣΤΡΕΙΣ | PROFILES FOR SCOTIA - SCRAPERS

Code	16401 (30x15)*	80201A
W	0,162	0,917
P	120	389
BL	5	5
BP	24	4

*ΤΑ ΠΡΟΦΙΛ ΓΙΑ ΣΚΟΤΙΕΣ (ΕΙΔΙΚΑ ΓΩ) ΔΙΑΘΙΒΟΝΤΑΙ ΜΕ FOL | *PROFILES FOR SCOTIA (SPECIAL ΓΩ) ARE AVAILABLE WITH FOL

ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ ΚΟΥΡΤΙΝΑΣ - ΟΔΗΓΟΙ | RAILS - GUIDE CHANNELS

Code	10-3005	10-3006	10-3007
W	0,116	0,268	0,322
P	195	195	236
BL	6	6	6
BP	20	10	10
Code	10-3011	10-3012	
W	0,297	0,730	
P	151	306	
BL	6	6	
BP	10	2	



ΙΣΟΣΚΕΛΕΙΣ ΓΩΝΙΕΣ (G) EQUAL ANGLES (G)

Κωδικός Νο Code Nr (bchxs)	Βάρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργος Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)	Κωδικός Νο Code Nr (bchxs)	Βάρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργος Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)
G-15x15x1,2	0,093	5	30	G-40x40x3	0,624	6	5
G-20x20x1,2	0,126	5	20	G-50x50x1,2	0,320	6	10
G-25x25x1,1	0,145	5	20	G-60x60x1,5	0,476	6	10
G-30x30x1,1	0,175	5	10	G-80x80x1,5	0,636	6	5
G-40x40x1,2	0,255	5	10	G-100x100x1,4	0,750	6	5



ΑΝΙΣΟΣΚΕΛΕΙΣ ΓΩΝΙΕΣ (G) UNEQUAL ANGLES (G)

Κωδικός Νο Code Nr (bchxs)	Βάρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργος Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)	Κωδικός Νο Code Nr (bchxs)	Βάρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργος Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)
G-20x10x1,3	0,101	5	20	G-60x40x1,3	0,346	6	10
G-30x20x1,1	0,145	5	20	G-80x20x1,3	0,346	5	10
G-40x20x1,3	0,206	6	10	G-100x20x1,3	0,416	5	10
G-50x20x1,2	0,223	5	10	G-120x20x1,3	0,490	5	10
G-60x20x1,2	0,255	6	10	G-150x40x1,4	0,713	5	8



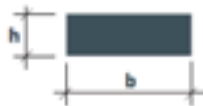
ΣΩΛΗΝΩΤΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΑ (S) SQUARE HOLLOW TUBES (S)

Κωδικός Νο Code Nr (bchxs)	Βάρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργος Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)	Κωδικός Νο Code Nr (bchxs)	Βάρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργος Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)
S-15x15x1,2	0,179	5	20	S-50x50x1,3	0,685	6	4
S-20x20x1,3	0,262	6	20	S-60x60x1,4	0,886	6	2
S-25x25x1,3	0,333	5	10	S-70x70x1,4	1,040	6	2
S-30x30x1,3	0,403	5	8	S-80x80x1,5	1,242	6	1
S-40x40x1,2	0,502	6	4	S-100x100x1,6	1,700	6	1
S-45x45x1,3	0,615	6	4				



ΣΩΛΗΝΩΤΑ ΟΡΘΟΓΩΝΙΑ (S) RECTANGULAR HOLLOW TUBES (S)

Κωδικός Νο Code Nr (bchxs)	Βάρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργος Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)	Κωδικός Νο Code Nr (bchxs)	Βάρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργος Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)
S-20x10x1,3	0,195	6	20	S-80x40x1,3	0,824	6	3
S-30x15x1,3	0,298	5	12	S-100x20x1,3	0,824	6	4
S-30x20x1,2	0,308	5	12	S-100x30x1,3	0,894	6	4
S-40x20x1,2	0,373	5-6	5	S-100x40x1,4	1,036	6	3
S-50x20x1,3	0,473	5	5	S-100x50x1,5	1,191	6	2
S-50x30x1,3	0,543	5	4	S-120x20x1,4	1,037	6	4
S-60x20x1,3	0,543	6	5	S-120x50x1,5	1,353	6	3
S-60x40x1,3	0,683	5	4	S-140x40x1,4	1,340	6	2
S-80x20x1,3	0,684	6	4				



ΛΑΜΕΣ (L) FLAT BARS (L)

Κωδικός Νο Code Nr (bxfhs)	Βόρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργας Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)	Κωδικός Νο Code Nr (bxfhs)	Βόρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργας Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)
L-10x3	0,081	5	20	L-30x3	0,243	6	10
L-20x1,5	0,081	5	20	L-40x3	0,324	5	10
L-20x3	0,162	5	20	L-50x3	0,405	5	10
L-25x3	0,203	6	20	L-60x2	0,324	5	10



“Π” (U) “Π” - SHAPE (U)

Κωδικός Νο Code Nr (bxfhs)	Βόρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργας Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)	Κωδικός Νο Code Nr (bxfhs)	Βόρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργας Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)
U-10x15x1,2	0,122	6	20	U-22,4x21,2x1,2	0,203	5	20
U-15x15x1,5	0,170	6	20	U-24x10x2	0,216	6	20
U-20,2x20,2x1,2	0,188	5	20				



ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΙ ΣΩΛΗΝΕΣ (F) CIRCULAR HOLLOW TUBES (F)


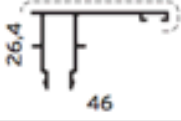
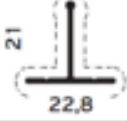

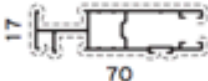

Κωδικός Νο Code Nr (dxs)	Βόρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργας Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)	Κωδικός Νο Code Nr (dxs)	Βόρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργας Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)
F-16x1,2	0,150	5	15	F-30x2	0,477	5	7
F-20x1	0,190	5	5	F-50x2	0,814	5	3
F-22x1	0,178	5	5	F-60x1,5	0,744	5	3
F-25x1	0,205	5	9				



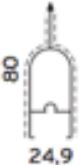
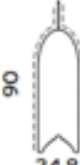



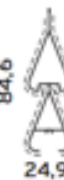
“ΤΑΦ” (T) “Τ” - SHAPE (T)

Κωδικός Νο Code Nr (bxfhs)	Βόρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργας Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)	Κωδικός Νο Code Nr (bxfhs)	Βόρος Weight (Kg/m)	Μήκος Βέργας Bar Length (m)	Βέργες/Δέμα Bars/Package (a/a)
T-20x20x1,2	0,128	5	20	T-25x25x1,2	0,159	5	20

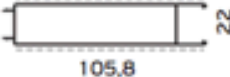
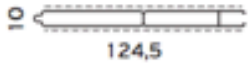
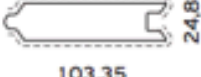

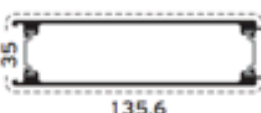
ΠΡΟΦΙΛ ΓΙΑ ΣΙΤΕΣ | PROFILES FOR FLY-SCREENS

Code	M857		M862		M865	
W	0,274		0,363		0,168	
P	128		222		87	
						
		38 27		26,4 46		21 22,8
Code	M866		M868		M869	
W	0,258		0,711		0,180	
P	134		334		80	
						
		22,5 25		17 70		19,3 16,2

ΓΑΛΟΝΑΚΙΑ | PROFILES FOR HINGED SHUTTERS

Code	M9338		M9353		M 9356	
W	0,429		0,487		0,656	
P	239		224		289	
BL	6		6		6	
BP	5		80		4	
PCS	16,6		13		10	
WK	7,8		6,3		6,7	
UH	60		80,1		99,70	
						
		80 24,9		90 24,8		110 24,9
Code	M 9356N		M9538		M9559	
W	0,535		0,800		0,588	
P	294		299		279	
BL	6		6		6	
BP	4		5		4	
PCS	10		14,8		13,8	
WK	5,2		7,7		8,4	
UH	99,70		67,5		72,50	
						
		110 24,8		83 24,9		84,6 24,9

ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΠΑΝΤΖΟΥΡΙΩΝ Κ.Α. | SHUTTER & OTHER INFILLS

Code	M6023		M9358		M9384	
W	0,944		0,800		0,767	
P	299		299		262	
BL	6		6		6	
BP	4		4		80	
PCS	10		8,3		11	
WK	9,4		6,64		8,4	
UH	100		120		91,9	
						
		22 105,8		10 124,5		24,8 103,35
Code	M9385		M19725			
W	0,544		2,031			
P	90		392			
BL	6		6			
BP	92		40			
PCS	103		8			
WK	56		16,4			
UH	9,78		130			
						
		18,29 24,8		35 135,6		

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <http://www.cadlab.tuc.gr>
- <https://www.alunet.gr/2015/02/1625v>
- <http://aluminium-profile.gr>
- <http://aluminium.gr>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Aluminium_alloy
- www.mie.uth.gr
- <http://www.aluminium.org>
- <http://www.atem-oe.gr>
- <http://www.alumil.com>
- www.tuc.gr
- <http://www.mech.ntua.gr/gr/>
- <http://www.eclass.tuc.gr>
- <https://www.youtube.com>
- <http://dias.library.tuc.gr>
- www.mie.uth.gr/ekp_yliko/07-extrusion.pdf
- <https://www.markilux.co.uk/solar-protection/awnings-open-spaces>
- <https://www.facebook.com/tentorama.levadia/?ref=bookmarks>