

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΖΟΓΕΦΥΡΑΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ,
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΟ FEDRA ΕΥΡΩΚΩΔΙΚΑ #9**



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ – ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ:

Δρ. Κακαβάς-Παπανιάρος
Παναγιώτης
Καθηγητής Τ.Ε.Ι.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:

Αντωνικόπουλος Βασίλειος

ΠΑΤΡΑ, 2019

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ:.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:..... ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ	6
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	6
1.2 ΙΣΤΟΡΙΑ.....	7
1.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΧΡΗΣΕΙΣ.....	8
1.4 ΚΡΑΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ.....	9
1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	11
1.6 ΤΟ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	12
1.7 ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ ΚΑΙ ΧΑΛΥΒΑΣ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ.....	20
2.1 ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ.....	20
2.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΑΣΗΣ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗΣ ΔΟΜΙΚΟΥ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ.....	20
2.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.....	21
2.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ.....	22
2.5 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ ΟΞΕΙΔΩΣΗ.....	22
2.6 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ.....	24
2.7 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΔΙΑΤΟΜΩΝ.....	27
2.8 ΦΟΡΤΙΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΦΟΡΕΩΝ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ.....	29

2.9 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ANSYS	34
3.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ANSYS	37
3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ	39
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	43

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα τελευταία χρόνια το αλουμίνιο έχει αντικαταστήσει το χάλυβα σε πολλές κατασκευές. Κάποιες από αυτές είναι και οι πεζογέφυρες. Οι πεζογέφυρες εξυπηρετούν τους πολίτες σε οποιοδήποτε σημείο το οποίο ώστε να διαβούν με ασφάλεια. Εμείς κατασκευάσαμε μια πεζογέφυρα ύψους 5μ και πλάτος 20μ για ένα ιδεατό σημείο π.χ. διάβαση πάνω από μια λεωφόρο όπως η πεζογέφυρα της Θεσσαλονίκης. Έχουμε κάνει τους υπολογισμούς με το πρόγραμμα ANSYS βγάλει συγκριτικά αποτελέσματα ανάμεσα σε χάλυβα, ξύλο και αλουμίνιο. Επιπλέον έχουμε αναφέρει τις ιδιότητες του αλουμινίου και τα κράματα του, ακόμα και για την αντοχή του σε διάβρωση. Επίσης έχουμε συγκρίνει το αλουμίνιο με το χάλυβα ακόμα γράψαμε και τα πλεονεκτήματα του αλουμινίου και τα αντίστοιχα τα πλεονεκτήματα του χάλυβα σε σχέση με το αλουμίνιο.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ:

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κείμενου, έχω δε αναφέρει στη Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα.

Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομα του και την πηγή προέλευσης.

ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Ο σπουδαστής:

ΑΝΤΩΝΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το αργίλιο ή αλουμίνιο (Aluminium) είναι το χημικό στοιχείο με σύμβολο Al και ατομικό αριθμό 13. Είναι ένα αργυρόλευκο μέταλλο στοιχείο που ανήκει στην ομάδα IIIA (13) του περιοδικού συστήματος μαζί με το βόριο. Είναι το πιο άφθονο μέταλλο στο φλοιό της Γης και συνολικά το τρίτο (3ο) πιο άφθονο χημικό στοιχείο συνολικά στον πλανήτη μας, μετά το οξυγόνο και το πυρίτιο. Κατά βάρος αποτελεί περίπου το 8% του στερεού φλοιού. Ωστόσο είναι πολύ δραστικό χημικά ώστε να βρίσκεται στη φύση ως ελεύθερο μέταλλο. Αντίθετα, βρίσκεται ενωμένο σε πάνω από 270 διαφορετικά ορυκτά. Η κύρια πηγή για τη βιομηχανική παραγωγή του μετάλλου είναι ο βωξίτης.

Το μεταλλικό αλουμίνιο έχει (φαινομενικά) μεγάλη ικανότητα στο να αντιστέκεται στη διάβρωση. Αυτό στην ουσία συμβαίνει γιατί με την έκθεση του μετάλλου στην ατμόσφαιρα σχηματίζει στιγμιαία ένα λεπτό επιφανειακό, μη ορατό, στρώμα οξειδίου του, που εμποδίζει τη βαθύτερη διάβρωσή του (φαινόμενο της παθητικοποίησης). Επίσης, εξαιτίας της σχετικά χαμηλής του πυκνότητας και της μεγάλης του ικανότητας να δημιουργεί μεγάλη ποικιλία κραμάτων, έγινε στρατηγικό μέταλλο για την αεροδιαστημική (και όχι μόνο) βιομηχανία. Είναι, επίσης, εξαιρετικά χρήσιμο στη χημική βιομηχανία, τόσο αυτούσιο ως καταλύτης, όσο και με τη μορφή διαφόρων ενώσεών του.

1.2 ΙΣΤΟΡΙΑ

Οι αρχαίοι Έλληνες και Ρωμαίοι γνώριζαν τη στυπτηρία (διπλό θειικό άλας αργιλίου και καλίου) και την χρησιμοποιούσαν. Επίσης, χρησιμοποιούσαν αργιλοπυριτικές ενώσεις στην κεραμική. Το 1761 ο Γκιτόν ντε Μορβό (Guyton de Morveau) πρότεινε το όνομα «αλουμίνα» για το οξειδίο του αργιλίου (Al_2O_3). Το αργίλιο ανακαλύφθηκε, ως στοιχείο, το 1808 από τον Σερ Χάμφρι Ντέιβι, ο οποίος και του έδωσε το όνομα, αρχικά «αλούμιο» και αργότερα «αλουμίνιο», αφού το στοιχείο προερχόταν από το οξειδίό του, την αλουμίνα. Το 1825 ο Δανός επιστήμονας Χανς Κρίστιαν Έρστεντ (Hans Christian Ørsted) απομόνωσε πρώτη φορά το αργίλιο, όταν κατεργάστηκε άνυδρο χλωριούχο αργίλιο με αμάλγαμα καλίου. Το 1827 περιγράφηκε αναλυτικά από τον Φρήντριχ Βέλερ (Friedrich Wöhler) μία μέθοδος παρασκευής του αργιλίου σε σκόνη από άνυδρο χλωριούχο αργίλιο και κάλιο.

Ο Βέλερ γενικά πιστώνεται την απομόνωση του αργιλίου, αλλά επίσης και ο Έρστεντ πρέπει επίσης να αναφερθεί ως αυτός που το ανακάλυψε[3]. Επιπλέον ο Pierre Berthier ανακάλυψε ότι περιέχεται αλουμίνιο στο βωξίτη και κατόρθωσε επιτυχημένα την εξόρυξη του μετάλλου από το ορυκτό[4]. Το 1854 ο Ανρί Σεν-Κλερ Ντεβίλ (Henri St-Claire Deville), βασισμένος στις εργασίες του Βέλερ επινοεί την πρώτη εμπορική μέθοδο παραγωγής του. Αρχικά, το κόστος του αργιλίου ήταν υψηλότερο από αυτό του χρυσού και του λευκόχρυσου. Γι' αυτό το λόγο σε γεύματα του Ναπολέοντος Γ' της Γαλλίας, οι πιο σημαντικοί καλεσμένοι έτρωγαν σε πιάτα από αργίλιο!

Το 1886 ήρθε η μεγάλη επανάσταση στην παραγωγή αλουμινίου, οπότε εφευρέθηκε η μέθοδος Hall-Heroult. Σε αυτή τη μέθοδο, τήγμα μίγματος κρυσολίθου (φθοριούχο άλας του νατρίου και του αργιλίου: Na_3AlF_6) αργιλίου και οξειδίου του αργιλίου (αλουμίνα: Al_2O_3) ηλεκτρολύεται με συνεχές ρεύμα. Το τηγμένο αργίλιο συγκεντρώνεται στο βυθό του ηλεκτρολυτικού λουτρού. Όλο το αλουμίνιο που παράγεται στον κόσμο παράγεται με αυτή τη μέθοδο.

Το 1889 ο Bayer επινόησε μία μέθοδο καθαρισμού του βωξίτη προς παρασκευή αλουμίνας, με τη χρήση καυστικού νατρίου. Έτσι, άνοιξε ο δρόμος για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αλουμινίου. Το 1900 η παγκόσμια παραγωγή

αλουμινίου ήταν 8000 τόνοι. Έκτοτε αυξήθηκε με πολύ μεγάλους ρυθμούς, για να φτάσει το 1999 τα 24 εκατομμύρια τόνους.

1.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ - ΧΡΗΣΕΙΣ

Οι ιδιότητες που κάνουν το αλουμίνιο τόσο σημαντικό για την βιομηχανία είναι το χαμηλό του ειδικό βάρος, η υψηλή αντοχή του σε μηχανικές καταπονήσεις και η εξαιρετική αντοχή του στη διάβρωση, η οποία οφείλεται στο φαινόμενο της παθητικοποίησης. Το καθαρό αλουμίνιο είναι αρκετά μαλακό και όλκιμο. Με την προσθήκη σιδήρου, χαλκού και άλλων κραματικών στοιχείων βελτιώνονται κατά πολύ οι μηχανικές του ιδιότητες. Το αλουμίνιο υφίσταται εύκολα κατεργασία με χύτευση και με αφαίρεση υλικού. Παρουσιάζει, επίσης, πολύ καλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα.

Τα κράματα αλουμινίου με 2,5-6,3% κ.β. χαλκό ονομάζονται ντουραλουμίνια. Περιέχουν συνήθως ως πρόσθετα κραματικά στοιχεία μαγνήσιο και σπανιότερα, μαγγάνιο και πυρίτιο. Παρουσιάζουν εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες, οι οποίες οφείλονται στη σκλήρυνσή τους με δημιουργία κατακρημνισμάτων και χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην αεροναυπηγική, λόγω του χαμηλού τους βάρους και της εξαιρετικής τους αντοχής. Τα τελευταία χρόνια, χρησιμοποιούνται στην αεροναυπηγική και σε άλλες εφαρμογές όπου το χαμηλό βάρος και οι καλές μηχανικές ιδιότητες σε χαμηλές θερμοκρασίες είναι ζητούμενα κράματα αλουμινίου-λιθίου.

Άλλα κράματα αλουμινίου χρησιμοποιούνται στην αυτοκινητοβιομηχανία, τη βιομηχανία αθλητικών ειδών και τη ναυπηγική.

Χρησιμοποιείται επίσης για την κατασκευή των κουτιών για ποτά, του αλουμινόχαρτου και άλλων υλικών και εργαλείων της κουζίνας.

Το οξείδιο του αργιλίου, η αλουμίνα, βρίσκεται στη φύση με τη μορφή του ρουμπινιού, του ζαφειριού και του κορούνδιου. Το κορούνδιο έχει σκληρότητα στην κλίμακα Mohs ίση με 9, πράγμα που το κάνει ένα από τα σκληρότερα υλικά στη φύση. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται ως λειαντικό η συνθετική αλουμίνα. Τα οξείδια του αργιλίου χρησιμοποιούνται επίσης στην υαλουργία και την κατασκευή λείζερ. Κρύσταλλοι ρουμπινιού χρησιμοποιούνται επίσης ως αισθητήρες πίεσης για υψηλές πιέσεις.

Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζονται επίσης συχνά από αλουμίνιο, καθώς έχει μικρότερο βάρος και κόστος από το χαλκό (αν και όχι τόσο καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα).

Οι στυπτηρίες, κρυσταλλικές ενώσεις (άλατα) του αργιλίου με το γενικό χημικό τύπο $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$ χρησιμοποιούνται ως στυπτικά καθώς και στη βαφική.

1.4 ΚΡΑΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΗΝΙΟΥ

Τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των τυπικών βιομηχανικών κραμάτων αλουμινίου είναι Cu, Mn, Si, Mg, Zn, Fe

Γενικά, για τη συνήθη παραγωγή των κραμάτων αλουμινίου, ακολουθείται η μεθοδολογία της τήξης, της κραματοποίησης με προσθήκη στοιχείων, και της χύτευσης.

Το παραγόμενο διεθνώς αλουμίνιο, χωρίζεται σε 2 μεγάλες κατηγορίες:

A. Το αλουμίνιο κατεργασίας (wrought) που με έλαση ή διέλαση ή άλλη μηχανική κατεργασία οδηγεί στα τελικά προϊόντα. Ο κύριος ρόλος των προσθηκών είναι η ενίσχυση της σκληρότητας (αντοχής σε θραύση).

B. Το χυτό αλουμίνιο, που χρησιμοποιείται για την κατευθείαν παραγωγή τεμαχίων τελικών προϊόντων (χυτόπρεσσες). Η κατηγορία αυτή χρησιμοποιεί μεγαλύτερο ποσοστό προσθηκών από την προηγούμενη με βασικότερο στόχο την ευκολότερη χύτευση της τελικής μορφής.

Η συνολική κατανάλωση αλουμινίου (κατεργασίας -wrought, και χύτευσης) στην Ευρώπη για το 2000 εκτιμάται σε 7,8 εκατομμύρια τόνους, ενώ οι επί μέρους καταναλώσεις είναι :

Κάποιοι από τους τομείς εφαρμογών όπου μοιράσθηκε η παραπάνω κατανάλωση ήταν:

- Δόμηση
- Μεγάλα έργα υποδομής (γέφυρες, φορείς κατασκευών, πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου, πυλώνες σήμανσης αυτοκινητοδρόμων, κλπ.)
- Βιομηχανικές και τεχνικές εφαρμογές
- Γενικές κατασκευές

Η καλύτερη εκμετάλλευση των πολύ αξιόλογων ιδιοτήτων του αλουμινίου οδήγησε στη παραγωγή των εμπορικά ανεπτυγμένων σήμερα κραμάτων αλουμινίου, που το καθένα έχει τονισμένη (ή τονισμένες) κάποια ομάδα ιδιοτήτων.

Τα κράματα αλουμινίου που αφορούν στο αλουμίνιο κατεργασίας (ΕΛΑΣΗ - ΔΙΕΛΑΣΗ) τυποποιούνται διεθνώς - ανάλογα με τα βασικά στοιχεία κραματοποίησης - στις παρακάτω σειρές :

ΣΕΙΡΑ1000:Κράματα με περιεκτικότητα σε αλουμίνιο πάνω από 99%.

ΣΕΙΡΑ2000:Κράματα αλουμινίου - χαλκού.

ΣΕΙΡΑ3000:Κράματα αλουμινίου - μαγγανίου.

ΣΕΙΡΑ4000:Κράματα αλουμινίου - πυριτίου.

ΣΕΙΡΑ5000:Κράματα αλουμινίου - μαγνησίου.

ΣΕΙΡΑ6000:Κράματα αλουμινίου - μαγνησίου - πυριτίου.

ΣΕΙΡΑ7000:Κράματα αλουμινίου - ψευδαργύρου - μαγνησίου.

ΣΕΙΡΑ 8000 : Διάφορα κράματα αλουμινίου (λιθίου, σιδηρούχα , κ.α.)

Τα κράματα που περιλαμβάνει κάθε σειρά, τυποποιούνται ονοματολογικά με διαφοροποίηση του 2ου /3ου / και 4ου ψηφίου της σειράς (π.χ. 1050 ή 1233 ή 3003 ή 5052 ή 6082) ενώ η κατάσταση σκληρότητας του κράματος χαρακτηρίζεται με ένα επί πλέον γράμμα ακολουθούμενο από κάποιο αριθμό (π.χ. 3105 H14 σημαίνει κράμα 3105 σε ημίσκληρη κατάσταση, που έχει παραχθεί με καθορισμένη μέθοδο παραγωγής).

Το κάθε εργοστάσιο παραγωγής αλουμινίου, είναι κατ' ανάγκη προσανατολισμένο σε ορισμένη γκάμα κραμάτων για λόγους οικονομικότητας παραγωγής.

Τα κράματα αλουμινίου χωρίζονται σε 2 μεγάλες κατηγορίες:

- Τα εργοσκληρυνόμενα, όπου η βελτίωση της μηχανικής αντοχής επιτυγχάνεται με μηχανικές κατεργασίες (π.χ. ψυχρή έλαση) .
- Τα θερμοσκληρυνόμενα, όπου η σκληρότητα βελτιώνεται με θερμικές κατεργασίες (γήρανση - κατακρήμνιση μεταλλουργικών φάσεων).

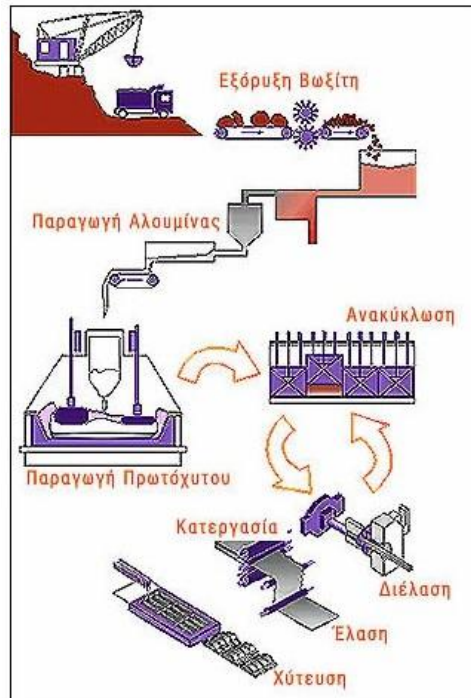
1.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Το αλουμίνιο ή αργίλιο παρήχθη, βιομηχανικά, για πρώτη φορά μόλις το 1886. Όπως περισσότερα μέταλλα, έτσι και αυτό βρίσκεται υπό τη μορφή ορυκτών. Από βιομηχανικής πλευράς το πλέον σημαντικό ορυκτό είναι ο βωξίτης, όπου το αργίλιο περιέχεται υπό την μορφή οξειδίων ή ένυδρων οξειδίων (αλουμίνα).

Ο βωξίτης για να θεωρείται οικονομικά εκμεταλλεύσιμος πρέπει να έχει μία περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 55% σε αλουμίνα (Al_2O_3). Το μέταλλο που παράγεται με τη διαδικασία της ηλεκτρόλυσης της αλουμίνας, είτε σαν καθαρό αλουμίνιο είτε σαν κράμα αλουμινίου ονομάζεται Πρωτόχυτο Αλουμίνιο.

Μία άλλη πηγή αλουμινίου, πολύ σημαντική από ενεργειακής άποψης, είναι η επανάτηξη και επαναχύτευση κομματιών που ήδη έχουν χρησιμοποιηθεί SCRAP Το scrap προέρχεται είτε από συλλογή διαφόρων κομματιών αλουμινίου που η χρήση τους έχει πάψει, όπως κάρτερ αυτοκινήτων, παλιά παράθυρα ή πόρτες, κουτιά μπίρας και αναψυκτικών κ.λ.π. OLD SCRAP), είτε από τα αποκόμματα που δημιουργούνται κατά την επεξεργασία του αλουμινίου για την παραγωγή προϊόντων NEW SCRAP).

Το αλουμίνιο που παράγεται από την επανάτηξη του ονομάζεται Δευτερόχυτο Αλουμίνιο. Το δευτερόχυτο αλουμίνιο, αν ακολουθηθεί ο σωστός τρόπος παραγωγικής διαδικασίας έχει τις ίδιες ιδιότητες και χαρακτηριστικά με αυτά του πρωτόχυτου αλουμινίου.



Εικόνα 1. Διαδικασία παραγωγής

Η βιομηχανική παραγωγή αλουμινίου βασίζεται στην τεχνολογία της ηλεκτρόλυσης σε λεκάνες όπου η αλουμίνα, παράγωγο του βωξίτη διαπερνάτε από ηλεκτρικό ρεύμα σε μπάνιο κρυσλίθου. Το σχετικά υψηλό κόστος παραγωγής αλουμινίου οφείλεται κυρίως στην μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.1.6 ΤΟ

1.6 ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

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.Το 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 Αΐλουκαΐτικο ή Σιδηροκαφικό 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 προσκτίσματα 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.

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 Συμπααραγωγής

Το εργοστάσιο παραγωγής αλουμίνας και αλουμινίου στην παραλία του Στεριρίου 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 στις 7 Απριλίου 1963 από τον Κωνσταντίνο Καραμανλή, εγκαινίασε την παραγωγή του στις 13 Ιουνίου 1966 παρουσία του Κωνσταντίνου και της Άννας-Μαρίας.

Το ανθρώπινο δυναμικό που απασχολεί το Αλουμίνιο της Ελλάδος είναι περίπου στα 1.100 άτομα και περίπου 400 άτομα σε συνεργαζόμενες επιχειρήσεις. Οι περισσότεροι κατοικούν στα Άσπρα Σπίτια καθώς και σε γειτονικά χωριά / πόλεις όπως Αντίκυρα Βοιωτίας, Λειβαδιά, Κυριάκι, Στερίρι, Δίστομο, Δεσφίνα, Ιτέα κ.α.

Συνολικά η βιομηχανία αλουμινίου (πρωτόχυτο, δευτερόχυτο αλουμίνιο, προϊόντα έλασης, τελικά προϊόντα κ.λπ.) στην Ελλάδα αποτελεί το σημαντικότερο

βιομηχανικό κλάδο μη-σιδηρούχων μετάλλων στη χώρα μας με 2,5 χιλιάδες εμπλεκόμενες μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις, 40 χιλιάδες θέσεις εργασίας και ετήσιο κύκλο εργασιών πάνω από 2.5 δις. € που αντιστοιχεί σε μια συνεισφορά 1% περίπου στο εθνικό προϊόν και πάνω από 8% στις εξαγωγές της χώρας.

1.7 Αλουμίνιο και χάλυβας σύγκριση και επιλογή



Πεζογέφυρα αλουμινίου.

Μικρό ίδιον βάρος. Το μικρό βάρος του (τρεις φορές μικρότερο αυτού του χάλυβα) το οποίο οδηγεί σε ελαφρύτερες κατασκευές από αυτές του χάλυβα. Το μικρό βάρος επιτρέπει επίσης τη μεταφορά μεγάλων προκατασκευασμένων τμημάτων υπό ανέγερση κατασκευών διευκολύνει τη διαδικασία ανέγερσης και έχει ως συνέπεια τη μεταφορά φορτίων στη θεμελίωση και μειωμένο κόστος εργατικών.

- **Αντιοξειδωτική συμπεριφορά.** Καθώς το αλουμίνιο οξειδώνεται επιφανειακά με πάχος στρώματος οξειδίου της τάξης των ολίγων μικρών αυτό λειτουργεί ως προκατασκευαστική βαφή η οποία σταματά εισχώρηση της οξείδωσης σε βάθος οπότε συνήθως δεν απαιτείται πρόσθετη ειδική αντιοξειδωτική προστασία του υλικού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους συντήρησης και γενικότερα καλύτερη συμπεριφορά σε οξειδωτικό περιβάλλον.
- **Εύρος κραμάτων.** Το εύρος κραμάτων του αλουμινίου καλύπτει τις απαιτήσεις αντοχής και λειτουργικότητας των συνήθων φερουσών κατασκευών χάλυβα επιτρέποντας βελτιωμένη αισθητική στις αντίστοιχες κατασκευές η οποία προέρχεται από αυτό το δομικό υλικό.
- **Φυσικές και μηχανικές ιδιότητες.** Οι φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του αλουμινίου έχουν ως συνηθέστερη μέθοδο παραγωγής δομικών στοιχείων αλουμινίου την μέθοδο διέλασης γη την παραγωγή μελών πολύπλοκης διατομής. Με την παραγωγή διατομών με διέλαση η διατομή μπορεί να σχεδιαστεί ώστε να έχει

ελάχιστο βάρος και αφετέρου βέλτιστη διατομή . χαρακτηριστική είναι η παραγωγή επιπέδων με ενσωματωμένα στοιχεία δυσκαμψίας ώστε να αποφεύγεται συγκόλληση ή η κοχλίωση τους. Σημειώνεται ότι η μέθοδος διαμόρφωσης μέσω ελάστρων η οποία εφαρμόζεται στον χάλυβα δεν επιτρέπεται την παραγωγή μελών με ιδιαίτερα πολύπλοκες διατομές.

- **Συγκολλησιμότητα.** Στα περισσότερα κράματα του αλουμινίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί συγκόλληση όπως και στον χάλυβα η διαδικασία της συγκόλλησης μελών αλουμινίου είναι ποιο ταχύτερη από αυτό του χάλυβα.
- **Θερμική συμπεριφορά σε χαμηλές θερμοκρασίες.** Η δομική συμπεριφορά του αλουμινίου σε χαμηλές θερμοκρασίες παραμένει αμετάβλητη και δεν μεταβάλλεται προς το πιο ψαθυρό όσο η θερμοκρασία μειώνεται. Σε αντίθεση με τον χάλυβα επιδεικνύει ψαθυρή συμπεριφορά σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Προκατασκευή. Ένα πλεονέκτημα των κατασκευών του αλουμινίου σε σχέση με τον χάλυβα είναι ότι δομούνται σχεδόν αποκλειστικά με προϊόντα βιομηχανικής παραγωγής και οι έλεγχοι συμμόρφωσης σε συγκεκριμένα ποιοτικά κριτήρια συνοδεύουν το ίδιο προϊόν. Η διαδικασία αυτή επεκτείνεται καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις διαμορφώνονται ολοκληρωμένα πακέτα κατασκευαστικών λύσεων στα οποία είναι πιο εύκολο να εφαρμοστούν ποιοτικά κριτήρια στη παραγωγή.

- **Βιωσιμότητα.** Βάσει των κριτηρίων βιώσιμης ανάπτυξης καθώς το αλουμίνιο είναι εύκολο ανακυκλώσιμο προϊόν οι φέρουσες κατασκευές αλουμινίου ευρίσκονται σε πλεονεκτικότερη θέση από τις χαλύβδινες διότι ο χάλυβας απαιτεί περισσότερη ενέργεια προκειμένου να ανακυκλωθεί.

Μειονεκτήματα επιλογής σε σχέση με τον χάλυβα



Πεζογέφυρα χάλυβα.

- **Κόστος παραγωγής.** Συγκρίνοντας το αλουμίνιο με τον χάλυβα προκύπτει ότι το κόστος κατασκευής είναι τουλάχιστον 50% ακριβότερο από αυτό του χάλυβα. Βεβαίως λαμβάνοντας το χαμηλότερο κόστος εργατικών του αλουμινίου από το κόστος του χάλυβα καθώς επίσης και ότι κατασκευές αλουμινίου σε αντίθεση από αυτές του χάλυβα δεν απαιτούν αντιοξειδωτική προστασία τελικά μπορεί να προκύψει ότι το συνολικό κόστος σε μια φέρουσα κατασκευή αλουμινίου είναι παρόμοιο με το κόστος μιας κατασκευής χάλυβα ή ακόμη και μικρότερο.
- **Φέρουσα ικανότητα.** Η φέρουσα ικανότητα θλιβόμενων μελών από δομικό αλουμίνιο είναι μικρότεροι από αυτή του χάλυβα μέλη

με τη ίδια λυγηρότητα λόγω εμφάνισης φαινομένων τοπικού λυγισμού σε χαμηλότερο κρίσιμο φορτίο.

- **Μείωση αντοχής σε θέση συγκόλλησης.** Η αντοχή του αλουμινίου πλησίον της περιοχής συγκόλλησης στα περισσότερα κράματα είναι έντονα μειωμένη σε αντίθεση με τις συγκόλλησης χάλυβα.
- **Κόπωση.** Η κόπωση αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα αστοχίας στις κατασκευές αλουμινίου γεγονός το οποίο δεν συμβαίνει τόσο έντονα στον χάλυβα.
- **Θερμική συμπεριφορά.** Το αλουμίνιο διαστέλλεται ή συστέλλεται λόγω θερμοκρασιακών διαφορών διπλάσια από τον χάλυβα όμως οι αντίστοιχες αναπτυσσόμενες τάσεις αντιστοιχούν στα δύο τρίτα αυτών του χάλυβα.
- **Ηλεκτρολυτικοί οξείδωση.** Η ηλεκτρολυτική οξείδωση συμβαίνει συχνά στα σημεία επαφής του αλουμινίου με άλλα μέταλλα εφόσον δε έχουν ληφθεί κατάλληλα μέτρα μόνωσης των δυο μετάλλων.
- **Παραμορφώσεις – έλεγχοι λειτουργικότητας.** Λόγω του σχετικά μικρού μέτρου ελαστικότητας συχνά οι παραμορφώσεις μελών αλουμινίου δεν ικανοποιούν τα κριτήρια λειτουργικότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Η πυκνότητα του καθαρού αλουμινίου είναι $\rho=2.70\text{g/cm}^3$,ενώ η πυκνότητα των κραμάτων επεξεργασμένων προϊόντων αλουμινίου κυμαίνεται μεταξύ $\rho=2.67\text{g/cm}^3$ και $\rho=2.80\text{g/cm}^3$.Στην πράξη συνήθως χρησιμοποιείται μια στρογγυλευμένη τιμή ίση προς $\rho=2.70\text{g/cm}^3$. Με βάση αυτές τιμές και συμβολίζοντας με A το εμβαδόν της διατομής σε mm^2 και με t το πάχος (πλάκας ή φύλλου) , προκύπτουν εύχρηστη τύποι υπολογισμού. Το χαμηλό ίδιον βάρος του αλουμινίου είναι το μεγάλο του συγκριτικό πλεονέκτημα σε σχέση με άλλα μέταλλα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευαστική βιομηχανία

2.1 Ελαστικές σταθερές αλουμινίου

Το καθαρό αλουμίνιο έχει σε θερμοκρασία δωματίου ένα σχετικά χαμηλό μέτρο ελαστικότητας $E=69 \text{Kn/mm}^2$, ενώ στα κράματα κατεργασμένου αλουμινίου αυξάνεται από $E=69 \text{Kn/mm}^2$, έως $E=72 \text{Kn/mm}^2$. Συχνά στο σχεδιασμό φερουσών κατασκευών αλουμινίου χρησιμοποιείται μια στρογγυλευμένη τιμή ίση προς $E=70 \text{Kn/mm}^2$.

2.2 Διάγραμμα τάσης παραμόρφωσης δοκίμιο αλουμινίου

Το διάγραμμα φορτίου ή το αντίστοιχο διάγραμμα τάσης παραμόρφωσης , το οποίο προκύπτει από πείραμα εφελκυσμού , αποτελείται από μια συνεχή καμπύλη χωρίς εμφανή περιοχή διαρροής του υλικού.

Το διάγραμμα αυτό αποτελείται από έναν πρώτο σχεδόν γραμμικό κλάδο όπου η τάση συναρτάται γραμμικά με την παραμόρφωση ακολουθεί ένα τμήμα το οποίο αντιστοιχεί κράτυνση του υλικού και εξαρτάται έντονα από τον τύπο κράματος . Η τάση $\epsilon_{0.2}$, η οποία αντιστοιχεί σε παραμένουσα 0.2%, θεωρείται ότι είναι η τιμή της πέραν της οποίας η συμπεριφορά του υλικού παύει να είναι ελαστική. Το σημείο αυτό ονομάζεται ελαστικό όριο . η αντίστοιχη τιμή $f_{0.2}$ χρησιμοποιείται στου υπολογισμούς

φερουσών κατασκευών αλουμινίου , όπως ανάλογα χρησιμοποιείται η τάση διαρροής στους υπολογισμούς κατασκευών χάλυβα. Η οριακή αντοχή f_t αντιστοιχεί στην τιμή της παραμόρφωσης ϵ_t . Η η τελευταία ορίζεται ως το όριο ομοιομορφίας επιμήκυνσης . το οποίο αντιστοιχεί σε εμφάνιση φαινομένων λαίμωσης . Σημειώνεται ότι οι τιμές στο προαναφερόμενο διάγραμμα αλλάζουν έντονα αναλόγως της θερμικής κατεργασίας την οποία έχει υποστεί το εξεταζόμενο κράμα. Υπογραμμίζεται επίσης ότι το αλουμίνιο δεν εμφανίζει γενικά ψαθυρή θραύση ούτε σε θερμοκρασία δωματίου ,ούτε σε χαμηλές θερμοκρασίες.

2.3 Θερμική συμπεριφορά

Ο συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής για το καθαρό αλουμίνιο σε θερμοκρασία δωματίου ισούται $\alpha=23.5 \cdot 10^{-6}/C$, ενώ για τα κατεργασμένα κράματα του από $\alpha=22.1 \cdot 10^{-6} /C$ έως $\alpha=24,5 \cdot 10^{-6}/C$. Για τους υπολογισμούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μέση τιμή $\alpha=24 \cdot 10^{-6}/C$ όπως προτείνεται και στον ευρωκώδικα 1 εν 1991-1-5παράρτημα c πιν .c1. Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας βαθμιαία αυξάνεται συναρτήσει της αύξησης της θερμοκρασίας και φθάνει στην τιμή $\alpha=26 \cdot 10^{-6}/C$ για την θερμοκρασία των 200C

Το σημείο τήξης για το καθαρό αλουμίνιο είναι 660C ενώ για τα κράματά του λίγο χαμηλότερα. Το σημείου βρασμού του είναι οι 1800C.

Το αλουμίνιο έχει πολύ καλή θερμική αγωγιμότητα και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται συχνά ως εναλλακτική λύση προς άλλους καλούς αγωγούς της θερμότητας όπως είναι ο χαλκός .

2.4 Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Το αλουμίνιο έχει πολύ καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιείται ως εναλλακτική λύση προς άλλα μέταλλα με καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα όπως ο χαλκός. Η αντίσταση του καθαρού αλουμινίου είναι 2.7 $\mu\Omega$ cm σε θερμοκρασία δωματίου , στα κράματα του όπως παρουσιάζεται σε μεγάλη διακύμανση που μπορεί να φθάνει εως σε διπλάσιες τιμές.

2.5 Αντίσταση σε οξείδωση

Το αλουμίνιο σε ατμοσφαιρικό ή χημικό οξειδωτικό περιβάλλον οξειδώνεται επιφανειακά, ενώ η διαδικασία οξείδωσης έχει την τάση να σταματάει από μόνη της καθώς τα σχηματιζόμενα οξείδια του αλουμινίου τα οποία είναι ευσταθέστερα του αλουμινίου παίζουν τον ρόλο τη βαφής επικολλώντας στην οξειδούμενη επιφάνεια προστατεύοντας το εσωτερικό του σώματος του αλουμινίου. Γενικά η οξείδωση εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων όπως είναι η χημική σύσταση του μεταλλικού υλικού, η μέθοδος βιομηχανικής παραγωγής του, η θερμική κατεργασία του και εντατική κατάστασή του.

Η διάβρωση του αλουμινίου εμφανίζεται με τα χαρακτηριστικά σημειακής αποφλοιώσης του μετάλλου όταν αυτό ευρίσκεται σε ατμοσφαιρικό με οξειδωτικούς ρύπους. Το βάθος των σημειακών αυτών αποφλοιώσεων είναι ανάλογο του βαθμού οξειδωτικότητας του περιβάλλοντος. Πάντως, η διαδικασία διάβρωσης ακολουθεί κατά αρχήν ένα στάδιο ταχείας ανάπτυξης του φαινομένου συνεχίζεται με πολύ πιο ήπιο ρυθμό και μετά υπό την έννοια του αποτελέσματος της, της σημειακής αποφλοιώσης, εξαρτάται από δύο παράγοντες την αντίσταση του εκάστοτε κράματος σε διάβρωση και τον βαθμό οξειδωτικότητας του περιβάλλοντος. Έχει αποδειχθεί ότι όσο καθαρότερο είναι το αλουμίνιο, τόσο μεγαλύτερη αντίσταση σε διάβρωση διαθέτει. Όπως είναι αναμενόμενο, η συμπεριφορά των κραμάτων αλουμινίου εξαρτάται από τα κραματοποιά στοιχεία.

- ✓ Η ύπαρξη μαγγανίου στο κράμα αλουμινίου σε μικρά ποσοστά δεν αλλοιώνει την αντίσταση σε διάβρωση.
- ✓ Η ύπαρξη μαγνησίου σε μικρά ποσοστά της τάξης 5-6%, αυξάνει αντίσταση ως προς συγκεκριμένους οξειδωτικούς παράγοντες, ενώ εφόσον έχει προστεθεί και ψευδάργυρος με κατάλληλη εν θερμώ κατεργασία, η αντίσταση σε διάβρωση αυξάνεται περαιτέρω.
- ✓ Η ύπαρξη πυριτίου δρα αρνητικά στην αντίσταση σε διάβρωση, όταν όμως υπάρχει και μαγνήσιο η αντίσταση αυτή είναι δυνατόν να φθάσει αυτή του καθαρού αλουμινίου.
- ✓ Η ύπαρξη νικελίου, σιδήρου ή χαλκού ακόμη και όταν υπάρχουν τα προαναφερόμενα στοιχεία, μειώνει την αντίσταση σε διάβρωση.

Σημειώνεται ότι παρά το γεγονός ότι οι οξειδωμένες επιφάνειες αλουμινίου επηρεάζουν αρνητικά την εμφάνιση του αντίστοιχου φορέα, έχει αποδειχθεί ότι η αντοχή μειώνεται ελάχιστα στα οξειδωμένα δομικά στοιχεία. Μια οξειδωμένη επιφάνεια αλουμινίου είναι πολύ εύκολο να αναγνωρισθεί με οπτικό έλεγχο. Τούτο διότι το αρχικό χρώμα του αλουμινίου μεταβάλλεται από ασημί σε γκρι μπλε ή γκρι

μαύρο. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η αισθητική των επιφανειών αλουμινίου βελτιώνεται εφόσον αυτές πλένονται συστηματικά με νερό, οπότε τα παράγωγα της οξειδωσης απομακρύνονται με την απόπλυση.

Η διάβρωση του αλουμινίου είναι δυνατόν να εμφανιστεί με τις εξής μορφές

- ▼ **Επιφανειακή διάβρωση.** Είναι μορφή διάβρωσης και, όπως προαναφέρθηκε, εμφανίζεται με την μορφή προστατευτικού υμεναίου πάχους πολύ ολίδων μικρών.
- ▼ **Συγκεντρωμένη διάβρωση.** Εμφανίζεται διασκορπισμένη με ακανόνιστο τρόπο σε διάφορα σημεία της επιφάνειας
- ▼ **Ενδοκρυσταλλική διάβρωση.** Συναντάται στα κράματα της σειράς 2xxx και είναι δυνατόν να αποφευχθεί με ειδική εν θερμό κατεργασία.
- ▼ **Ελασματοειδής διάβρωση.** Οδηγεί σε αποφλοίωση με μορφή ελάσματος και υφής σκουριάς. Εμφανίζεται σε προϊόντα αλουμινίου όπου κατά τη διαδικασία βιομηχανικής παραγωγής εμφανίζεται στρωματοποιημένη κρυσταλλική δομή η οποία δεν έχει υποβληθεί σε διαδικασία αν όπτησης.
- ▼ **Διάβρωση λόγω τάσεων.** Αποτελεί την πλέον επικίνδυνη μορφή διάβρωσης και εκδηλώνεται με μικρορωγμές στις εφελκόμενες λόγω εφελκυστικών φορτίων ή παραμενουσών τάσεων περιοχές του πεδίου τάσεων όταν υπάρχει κάποιος οξειδωτικός παράγοντας. Αυτή η μορφή διάβρωσης εμφανίζεται στα ίδια κράματα τα οποία χρησιμοποιούνται του πολιτικού μηχανικού.
- ▼ **Διάβρωση λόγω ηλεκτροχημικής επαφής.** Εμφανίζεται όταν το αλουμίνιο ευρίσκεται σε επαφή με κάποιο άλλο μέταλλο οπότε δημιουργείται ηλεκτρική στήλη και το μέταλλο με το χαμηλότερο δυναμικό ρέει ως διάλυμα και επικαλύπτει το άλλο μέταλλο. Για τον λόγο αυτόν σε συνδέσεις συνιστάται να αποφεύγεται η άμεση επαφή μεταξύ διαφορετικών μετάλλων και να χρησιμοποιείται κάποιο ενδιάμεσο μονωτικό υλικό. Ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται κοχλίες από χάλυβα τότε πρέπει αυτοί να είναι γαλβανισμένοι. Επιπρόσθετα όταν έντονα οξειδωτικό περιβάλλον δομικά στοιχεία αλουμινίου ευρίσκονται με μη μεταλλικά υλικά πρέπει η διεπιφάνειες επαφής να είναι μεμονωμένες με κάποιο ασφατικό ή εποξειδικό μονωτικό υλικό ώστε να αποφεύγεται τυχόν διάβρωση του αλουμινίου στα σημεία επαφής.

Το πυρίτιο για παράδειγμα σε μερικές περιπτώσεις μειώνει την αντίσταση οξείδωσης ενώ σε συνδυασμό με μαγνήσιο αυξάνει έντονα την αντίσταση του κράματος σε οξείδωση η οποία μπορεί να φθάσει μέχρι αυτήν του καθαρού αλουμινίου. Γενικότεροι τρόποι προστασίας των κατασκευών αλουμινίου από οξείδωση είναι η βαφή τους η ανωδίωση ο ψεκασμός με μη οξειδούμενο μέταλλο η πλαστική επικλυψή τους.

2.6 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ

Το υπολογιστικό προσομοίωμα ενός φορέα από αλουμίνιο και οι βασικές παραδοχές για τους υπολογισμούς του, πρέπει να αντιστοιχούν στη συμπεριφορά του στη αντίστοιχη οριακή κατάσταση με ικανοποιητική ακρίβεια , όπως και στον αναμενόμενο τύπο συμπεριφοράς των διατομών μελών κόμβων και των στηρίξεων η συνδέσεων του. Τα υπολογιστικά προσομοιώματα του φορέα πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα για την αντίστοιχη κατάσταση σχεδιασμού που εξετάζεται ανάλογα με τον τρόπο και την μεθοδολογία που προσδιορίζονται στον Ευροκώδικα 0 [ΕΛΟΤ EN 1990]

2.6.1 Μορφές προσομοίωσης κόμβων.

Η επιρροή της συμπεριφοράς ενός κόμβου στην απόκριση του φορέα μπορεί να αγνοείται όταν αυτή δεν είναι σημαντική. Η αξιολόγηση της επιρροής αυτής πρέπει να λαμβάνει τα τρία πιθανά μοντέλα με τα οποία μπορεί να ληφθεί ένας κόμβος. Στις περιπτώσεις δικτυωτών αλλά και αρκετές περιπτώσεις πλαισιακών φορέων ο κόμβος μπορεί να θεωρηθεί ότι δεν μεταφέρει καμπτικές ροπές. Σε αρκετές περιπτώσεις μπορεί να θεωρηθεί συνεχής οπότε η δυσκαμψία και η αντοχή του κόμβου επιτρέπουν πλήρη συνέχεια των μελών που θεωρούνται στην ανάλυση ενώ σε ειδικές περιπτώσεις ο κόμβος μπορεί να θεωρηθεί ημισυνεχής οπότε η συμπεριφορά του κόμβου πρέπει να λαμβάνεται στην ανάλυση.

2.6.2 Επιρροή της παραμορφωμένης γεωμετρίας του φορέα.

Η επιρροή της παραμορφωμένης γεωμετρίας του φορέα είναι δυνατόν να αγνοείται όταν ικανοποιείται το κριτήριο οπότε ο στατικός υπολογισμός μπορεί να γίνει στο πλαίσιο ανάλυσης πρώτης τάξης χρησιμοποιώντας την αρχική γεωμετρία του φορέα.

Εφόσον δεν ικανοποιείται το κριτήριο τότε πραγματοποιείται ανάλυση δεύτερης τάξης λαμβάνοντας στην ανάλυση την επίδραση της παραμόρφωσης του φορέα. Για τον έλεγχο του κριτηρίου αυτού, α_{cr} είναι ο συντελεστής με την χρήση του οποίου το φορτίο σχεδιασμού θα αυξηθεί ώστε να προκληθεί καθολική ελαστική αστάθεια, F_{Ed} είναι το φορτίο σχεδιασμού του φορέα και f_{cr} είναι το ελαστικό κρίσιμο φορτίο για καθολική αστάθεια το οποίο βασίζεται στην αρχική ελαστική δυσκαμψία.

Ανάλογα με τον τύπο του φορέα και της στατικής ανάλυσης επιρροές δεύτερης τάξης μπορούν να λαμβάνονται.

- α) εξ ολοκλήρου με στατική ανάλυση
- β) μερικώς με στατική ανάλυση και μερικώς με μεμονωμένους ελέγχους ευστάθειας μελών
- γ) για βασικές περιπτώσεις με μεμονωμένους ελέγχους ευστάθειας ισοδύναμων μελών σύμφωνα με τα απαιτούμενα από την ανάλυση σε λυγισμό των μελών χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα μήκη λυγισμού σύμφωνα με την καθολική μορφή λυγισμού του φορέα.

2.6.3 Μέθοδοι ανάλυσης φορέων

Τα εντατικά μεγέθη ενός φορέα από κράμα αλουμινίου μπορούν να υπολογίζονται με της συνθήκες χρησιμοποιώντας

- α) ελαστική καθολική ανάλυση
- β) πλαστική καθολική ανάλυση

Γενικά η ελαστική καθολική ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις ενώ η πλαστική ανάλυση μπορεί να χρησιμοποιείται μόνο στις περιπτώσεις όπου η κατασκευή έχει ικανοποιητική στρωφική ικανότητα στις

πραγματικές θέσεις των πλαστικών αρθρώσεων είτε αυτή είναι στα μέλη είτε στους κόμβους

2.6.4 Οριακές καταστάσεις σχεδιασμού

Οι οριακές καταστάσεις σχεδιασμού για την αστοχία μελών σύμφωνα με του κανόνες διαστασιολόγησης που ακολουθούν στην συνέχεια περιγράφονται κανονικά στον Ευρωκώδικα 0[ΕΛΟΤ EN 1990].

Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας γ_M που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς των οριακών κατασκευών διατομών διακρίνονται σε γ_{M1} .

α) γενική προτεινόμενη τιμή $\gamma_{M1} = 1.10$, όταν η περίπτωση αφορά την αντίσταση πλήρων διατομών ανεξάρτητα από την κατηγορία τους και την αντοχή μελών σε ευστάθεια υπολογισμένη από ελέγχους

β) γενική προτεινόμενη τιμή $\gamma_{M2}=1.25$, όταν η περίπτωση αφορά την αντίσταση καθαρών διατομών σε εφελκυσμό ή θραύση, αλλά και την αντίσταση κοχλιωτών και ηλωτών συνδέσεων συμπεριλαμβανομένης της σύνθλιψης άντυγας.

2.7 Κατάταξη διατομών

Οριακές καταστάσεις διατομής. Η συμπεριφορά των διατομών και αντίστοιχη προσομοίωση που θα χρησιμοποιηθεί στην ανάλυση πρέπει να σχετίζεται με την ικανότητα της διατομής να φτάσει στις οριακές καταστάσεις που αναφέρονται παρακάτω με την κάθε μία να αντιστοιχεί σε συγκεκριμένη παραδοχή του πεδίου τάσεων στη διατομή.

α1 Ελαστική οριακή κατάσταση λυγισμού. Η ελαστική οριακή κατάσταση σχετίζεται με την εμφάνιση τοπικών ελαστικών φαινομένων αστάθειας στα θλιβόμενα τμήματα της διατομής.

α2 Ελαστική οριακή κατάσταση. Η ελαστική οριακή κατάσταση σχετίζεται με την αντοχή που αντιστοιχεί στο συμβατικό ελαστικό όριο f_0 του υλικού στα πλέων φορτισμένα τμήματα της διατομής.

β1 Πλαστική οριακή κατάσταση. Η πλαστική οριακή κατάσταση σχετίζεται με την αντοχή τη διατομής, η οποία υπολογίζεται θεωρώντας μια τέλεια πλαστική συμπεριφορά για το υλικό με οριακή τιμή ίση με το συμβατικό ελαστικό όριο f_0

χωρίς να ληφθεί η κράτυνση.

β2 Οριακή κατάσταση κατάρρευσης. Η οριακή κατάσταση κατάρρευσης σχετίζεται μία πραγματική αντοχή της διατομής η οποία υπολογίζεται θεωρώντας μία κατανομή των εσωτερικών δυνάμεων η οποία λαμβάνει την πραγματική κράτυνση του υλικού. Με βάση αυτήν την υπόθεση και επειδή η γενικευμένη καμπύλη – μετατόπισης είναι γενικά ανοδική η αντοχή κατάρρευσης αναφέρονται σε δοθέν όριο της γενικευμένης μετατόπισης .

2.7.1 Κατάταξη σε κατηγορίες διατομών

Οι διατομές κραμάτων αλουμινίου διακρίνονται ανάλογα με τη συμπεριφορά τους στις οριακές καταστάσεις όπως περιγραφικό προηγούμενος σε 4 κατηγορίες

1) Κατηγορία. Πλαστικές διατομές οι οποίες μπορούν να σχηματίσουν πλαστική άρθρωση χωρίς της αντοχή τους. Η πλήρης εκμετάλλευση των ιδιοτήτων κράτυνσης του υλικού επιτρέπεται μέχρι την οριακή τιμή της παραμόρφωσης που εξαρτάται από τον τύπο του κράματος.

2) Κατηγορία. Συμπαγείς διατομές οι οποίες μπορούν να αναπτύξουν την πλαστική ροπή αντοχής τους αλλά περιορισμένη δυνατότητα στροφής λόγω τοπικού λυγισμού. Η πλήρης εκμετάλλευση των ιδιοτήτων κράτυνσης του υλικού εμποδίζεται από την έναρξη φαινομένων πλαστικής αστάθειας.

3) Κατηγορία. Ημισυμπαγείς διατομές στις οποίες η τάση στην ακραία θλιβόμενη ίνα του μέλους μπορεί να φτάσει την αντοχή διαρροής αλλά ο τοπικός λυγισμός είναι πιθανόν να εμποδίσει την ανάπτυξη της πλαστικής ροπής αντοχής. Οι διατομές είναι ικανές να αναπτύξουν μόνο την ελαστική οριακή αντοχή αστάθειας. Μόνο μικρές πλαστικές παραμορφώσεις συμβαίνουν μέσα στη διατομή της οποίας η συμπεριφορά παραμένει ουσιαστικά ψαθυρή.

4) Κατηγορία. Λεπτότοιχες διατομές στις οποίες ο τοπικός λυγισμός θα επέλθει πριν την ανάπτυξη της τάσεως διαρροής σε ένα ή περισσότερα μέρη της διατομής. Στις διατομές αυτές τόσο η λειτουργικότητα όσο και η οριακή συμπεριφορά, χαρακτηρίζονται από φαινόμενα τοπικού λυγισμού. Τα φαινόμενα αυτά οδηγούν στον λυγισμό. Η συμπεριφορά της διατομής είναι χαρακτηριστικά ψαθυρή και για τον λόγο αυτό δεν επιτρέπονται να θεωρηθούν σε αυτή πλαστικές παραμορφώσεις.

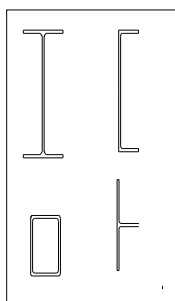
Προκειμένου να ταξινομηθεί μια διατομή ως προς την κλάση στην οποία ανήκει απαιτείται να γίνει διαχωρισμός των επί μέρους στοιχείων της ως προς την οριακή κατάστασή τους. Οι κρίσιμες αυτές λεπίδες μπορεί να είναι

α) επίπεδα προεξέχοντα στοιχεία

β) επίπεδα εσωτερικά στοιχεία

γ) καμπύλα εσωτερικά στοιχεία που χαρακτηρίζεται με συγκεκριμένο συμβολισμό.

Τα στοιχεία αυτά ενδέχεται να είναι ή να μην είναι ενισχυμένα με διαμήκεις νευρώσεις δυσκαμψίας η βολβούς και χείλη. Σημειώνεται εδώ ότι ανεξάρτητο στοιχείο που εξετάζεται κάθε φορά πρέπει να είναι λεπίδα της διατομής η οποία στηρίζεται στα άκρα της σε κάθετες δύσκαμπτες σε αυτή την διεύθυνση λεπίδες.



2.8 Φορτία σχεδιασμού φορέων αλουμινίου.

2.8.1 Μόνιμα φορτία

Τα γενικά φορτία λειτουργίας των φορέων από δομικό αλουμίνιο προκύπτουν από την αρχιτεκτονική διαμόρφωση και την χρήση τους. Συγκεκριμένα προκύπτουν από την χαρακτηριστική τιμή της πυκνότητας υλικού των φερόντων στοιχείων κράματος αλουμινίου και τις αντίστοιχες τιμές των μη φερόντων στοιχείων των μόνιμων εγκαταστάσεων σε συνάρτηση με τις διαστάσεις τους. Ειδικά στα μη φέροντα στοιχεία συμπεριλαμβάνονται [ελοτ εν 1991-15.1.(3)]

- ∅ Οι στέγες
- ∅ Οι επικαλύψεις
- ∅ Τα χωρίσματα μόνιμου τύπου
- ∅ Οι υαλοπίνακες
- ∅ Τα στηθαία ασφαλείας και τα κράσπεδα
- ∅ Τα κιγκλιδώματα
- ∅ Οι πάσης φύσης σταθερές επενδύσεις
- ∅ Οι ψευδοροφές μόνιμου τύπου
- ∅ Ο μόνιμος Η/Μ εξοπλισμός
- ∅ Η θερμομόνωση καθώς και τα ειδικά σταθερού τύπου εξαρτήματα

Ιδιαίτερα η περίπτωση του πρόσθετου βάρους πάνω από ένα στέγαστρο και οροφές θα πρέπει να λαμβάνεται ως μόνιμο φορτίο [ΕΛΟΤ EN 1991.12.(4)P]. Αν η διαμόρφωση γαιών η κατασκευών σε οροφή μπορεί να υποστεί μεταβολές τότε μπορεί να τεθεί μια ανώτατη $G_{k,sup}$ και μια κατώτατη $G_{k,inf}$ του φορτίου αυτού [ΕΛΟΤ EN 1990 4.1.2(2)P] για την περίπτωση πιθανής αφαίρεσης του με ταυτόχρονη δράση υποπίεσης ανέμου.

Στις προαναφερόμενες κατηγορίες τα κινητά διαχωριστικά συστήματα τα έπιπλα αλλά και κάθε άλλο φορτίο που συνδέεται με τον φορέα και είναι εύκολο να αφαιρεθεί και του οποίου η παρουσία μπορεί να είναι για κρίσιμο συνδυασμό φόρτισης. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις τα φορτία αυτά πρέπει να θεωρούνται ως πρόσθετα κινητά φορτία [ΕΛΟΤ EN 1991-1 2.1(2)P].

Σε κάθε περίπτωση τα φορτία αυτά πρέπει να προσδιορίζονται από τον μηχανικό που τα σχεδιάζει το έργο με ικανοποιητική ακρίβεια οπότε λαμβάνοντας τα δεδομένα όπως συνοπτικά περιγράφονται εδώ και αναλυτικά στον κανονισμό καθορίζοντας ασφαλή κριτήρια σχεδιασμού.

2.8.2 Επιβαλλόμενα ή κινητά φορτία λειτουργίας

Τα κινητά ή επιβαλλόμενα φορτία από αλουμίνιο καθορίζονται ανάλογα με τη χρήση του χώρου διαμορφώνουν. Παρόλο που τρεις είναι οι κύριες κατηγορίες που αντιστοιχούν στους συνηθέστερους τύπους κατασκευών

α) κινητά φορτία σε κτήρια

β) κινητά φορτία σε δεξαμενές και αποθήκες

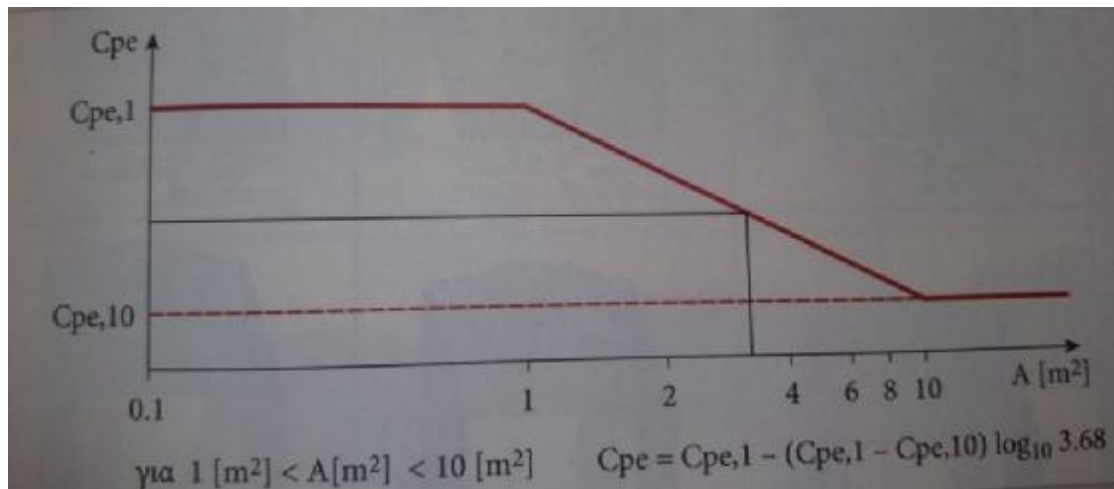
γ) κινητά φορτία σε γέφυρες

Υπάρχουν και πολλές ιδιαίτερες περιπτώσεις κατασκευών για τις οποίες ισχύουν ειδικοί τύποι φόρτισης

Είναι προφανές ότι ο αριθμός και η ποικιλία των κινητών φορτίων στις κατασκευές είναι μεγάλος. Σημειώνεται ότι ειδικά σε στέγες τα κινητά η επιβαλλόμενα φορτία ανάλογα με τη χρήση δεν θα πρέπει να ξεετάζονται στον ίδιο συνδυασμό με άλλες μεταβλητές δράσεις όπως το χιόνι ή ο άνεμος [ΕΛΟΤ EN 1991-1-1]. Στην συνέχεια παρουσιάζονται για λόγους πληρότητας και τα βασικά κατακόρυφα και οριζόντια φορτία κυκλοφορίας σε κτήρια και γέφυρες που λαμβάνονται στο σχεδιασμό των φορέων ανάλογα με τη χρήση τους. Σημειώνεται ότι στις περιπτώσεις αυτές έχουν ιδιαίτερη σημασία οι κανονικές διαστάσεις που εξειδικεύονται για κάθε περίπτωση σχεδιασμού.

2.8.3 Πιέσεις ανέμου στις επιφάνειες της κατασκευής

Για τον προσδιορισμό των δυνάμεων ανέμου στις επιφάνειες της κατασκευής πολλαπλασιάζεται η βασική ταχύτητα ανέμου με τον αντίστοιχο συντελεστή εξωτερικής πίεσης. Οι κατασκευές από αλουμίνιο έχουν ως βασικό τους χαρακτηριστικό ότι αποτελούνται από σχετικά μικρά και στατικά ανεξάρτητα τμήματα . Για τον λόγο αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις πρέπει να προσδιορίζεται τόσο ο συντελεστής εξωτερικής πίεσης $C_{pe,1}$ που αντιστοιχεί σε φορτιζόμενες επιφάνειες μεγαλύτερο των $10m^2$ και όσο ο συντελεστής εξωτερικής πίεσης $C_{pe,1}$ που αντιστοιχεί σε φορτιζόμενες επιφάνειες με μέγεθος επιφάνειας μικρότερο από $1m^2$.



Στην περίπτωση που η στατικά ανεξάρτητη φορτιζόμενη επιφάνεια της κατασκευής βρίσκεται μεταξύ αυτών των οριακών τιμών ο προσδιορισμός του συντελεστή εξωτερικής πίεσης ακολουθεί τη διαδικασία που παρουσιάζεται.

2.8.4 Φορτίο χιονιού

Ένα από τα χαρακτηριστικά κινητά φορτία ετο οποίο ανήκει στην κατηγορία των περιβαλλοντικών φορτίων είναι το φορτίο χιονιού στη στέγη και στις εκτεθειμένες επιφάνειες της κατασκευής. Για την περίπτωση επιβεβλημένου φορτίου χιονιού πρέπει να υπολογίζεται η χαρακτηριστική τιμή φορτίου χιονιού επί του εδάφους πλησίον της στάθμης της θάλασσας για τη περιοχή του έργου με τους κατάλληλους συντελεστές.

2.8.5 Φορτία θερμοκρασίας

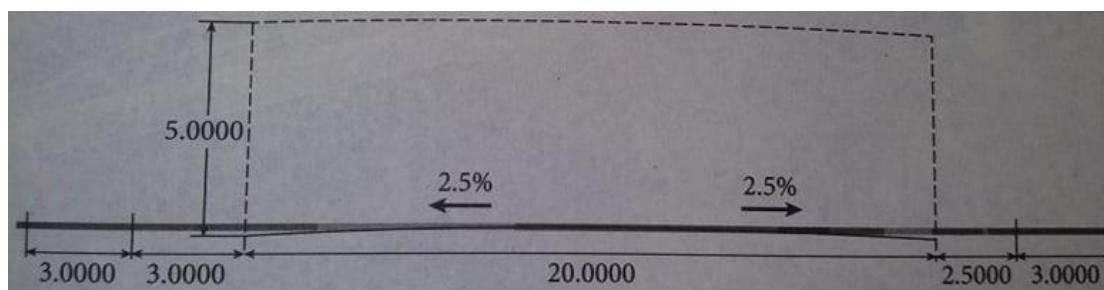
Τα φορτία θερμοκρασίας που αναλύονται εδώ αφορούν στη γενική περίπτωση όπου λαμβάνονται οι θερμικές δράσεις που οφείλεται σε κλιματικές και μόνο επιδράσεις και όχι τις ειδικές περιπτώσεις φορτίων θερμοκρασίας από μηχανήματα αγωγούς πυρκαγιά συγκόλληση ή άλλη αιτία. Η επιπόνηση από ένα φορτίο θερμοκρασίας μπορεί να είναι η ανάπτυξη παραμορφώσεων ή εντατικών μεγεθών ή στο μέλος ή στα σημεία στήριξης του ανάλογα με την γεωμετρία του και τις συνοριακές συνθήκες στα άκρα του.

2.8.6 Εκτίμηση φορτίων θερμοκρασίας γεφυρών αλουμινίου

Τα φορτία θερμοκρασίας στην περίπτωση γεφυρών η ανάλυση αυτή εξειδικεύεται περισσότερο με διάκριση του υπολογισμού αναλόγως του τύπου της γέφυρας τω επιστρώσεων του καταστρώματος και του εξεταζόμενου στοιχείου (δομικό μέλος σύνδεση , εφέδρανο). Στο σημείο αυτό απλά παρουσιάζονται οι δυο βασικές φορτίσεις υπολογισμού που πρέπει να λαμβάνονται σε αντιπαράβολή με τα κτίρια. Επιπρόσθετα εξαιτίας του νέου υλικού που εισάγεται ως φέρων στοιχείο στην κατασκευή γεφυρών δεν υπάρχει σαφής αναφορά σε φορείς και καταστρώματα από αλουμίνιο. Η θερμική συμπεριφορά του αλουμινίου είναι διαφορετική αλλά ανάλογη αυτής του χάλυβα καθώς διαθέτει όπως αναφέρθηκε ήδη εξαιρετική θερμική αγωγημότητα. Επομένως δεν χρειάζεται ξεχωριστή ανάλυση και για τη φόρτιση των γεφυρών και καταστρωμάτων αλουμινίου καθώς η ανάλυση δεν διαφέρει από αυτή για αντίστοιχες κατασκευές από χάλυβα.

2.9 Γενικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού

Ως θέση επιλογής εξετάζεται ερευνητικά η παραλιακή οδός στην πόλη της Θεσσαλονίκης. Η κίνηση στην αρτηρία γίνεται προς μια κατεύθυνση μέσα από έξι παράλληλες λωρίδες κυκλοφορίας οπότε το συνολικό πλάτος της οδού στη θέση αυτή είναι $B=19.8$ m. Ταυτόχρονα στις δύο άκρες του οδοστρώματος διέρχονται παράλληλα με την οδό με την παρεμβολή κρασπέδων πεζοδρόμια πλάτους $B=3$ m και αριστερά 2.5m.

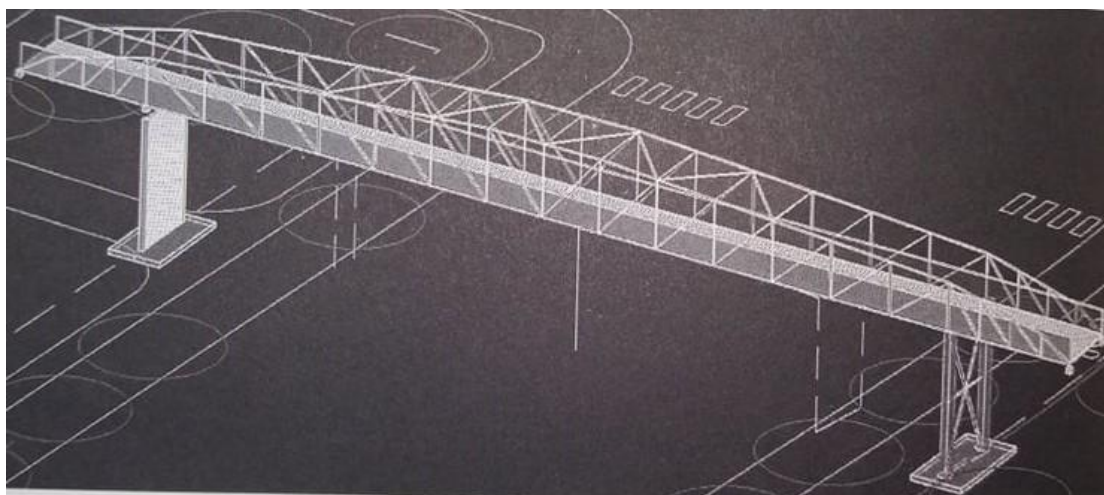


Εξεταζόμενη πεζογέφυρα.

Τα κριτήρια σχεδιασμού σε αυτήν την περίπτωση προκύπτουν από της κυκλοφοριακές απαιτήσεις της αρτηρίας αλλά και της απαιτήσεις ασφαλείας της οδού από τα βάθρα. Επιπλέον για την τελική διαμόρφωση ανοίγματος και ύψους τις

πεζογέφυρας λήφθηκαν οι περιορισμοί που υποχρεωτικά πρέπει να καλύψει σε κάθε περίπτωση ο μηχανικός του έργου.

- ∅ Το άνοιγμα της αρτηρίας πρέπει να μείνει ελεύθερο χωρίς εμπόδια και η τοποθέτηση βάθρου να γίνει εκατέρωθεν σε αποστάσεις 3m από της εσωτερικές γραμμές κρασπέδων των πεζοδρομίων ώστε οι κίνδυνοι πρόσκρουσης οχήματος σε βάθρο να είναι μειωμένοι.
- ∅ Το ελεύθερο ύψος κάτω από την κατώτατη στάθμη κατασκευής του φορέα της πεζογέφυρας πρέπει να είναι μεγαλύτερο από πέντε μέτρα λαμβάνοντας υπόψιν το τις κλίσεις του καταστρώματος.
- ∅ Η απαιτούμενη υψομετρική διαφορά οδηγεί στην απαίτηση πέρα το καθαρό άνοιγμα της πεζογέφυρας να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για τα εκατέρωθεν φανώματα τα οποία θα διαμορφώσουν τις ράμπες πρόσβασης προς το κύριο άνοιγμα.



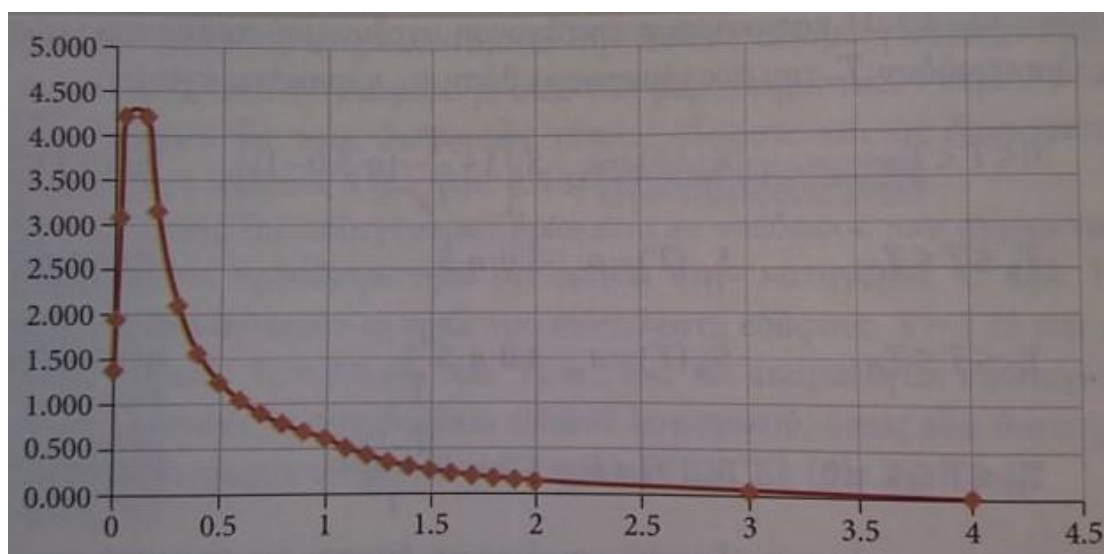
Τρισδιάστατη απεικόνιση της πεζογέφυρας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ANSYS

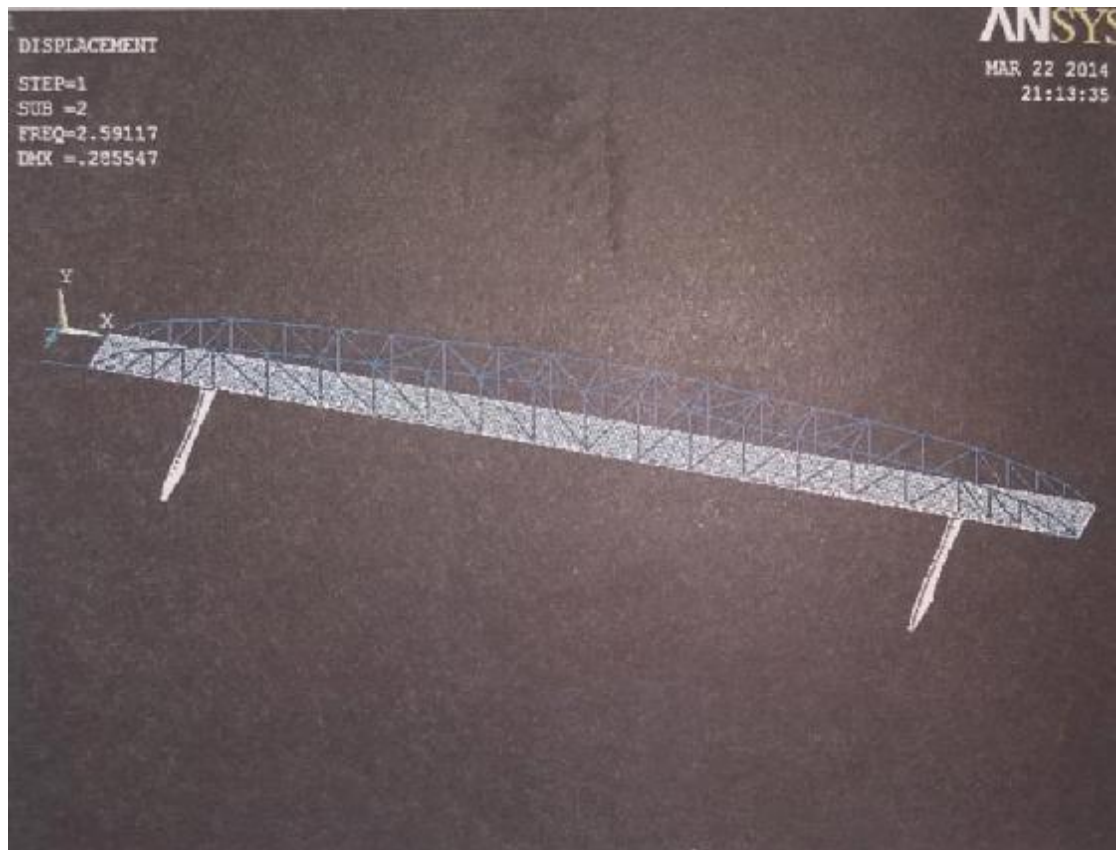
Κατά στην σεισμική διέγερση το έδαφος κινείται με συγκριμένη επιτάχυνση η οποία δίνεται από το φάσμα σχεδιασμού που έχουν προκύψει από στατική επεξεργασία αποτελεσμάτων μέσα από δεδομένα που έχουν καταγραφεί οι σειсмоγράφοι κατά τη διάρκεια σεισμών. Οι τιμές σχεδιασμού που έχουν καταγραφεί με βάση την θεμελιώδη ιδιοπερίοδο της κατασκευής

για κάθε διεύθυνση διεργασίας του σεισμού από την οποία εξαρτάται από την μάζα και την συνολική δυσκαμψία συστήματος.

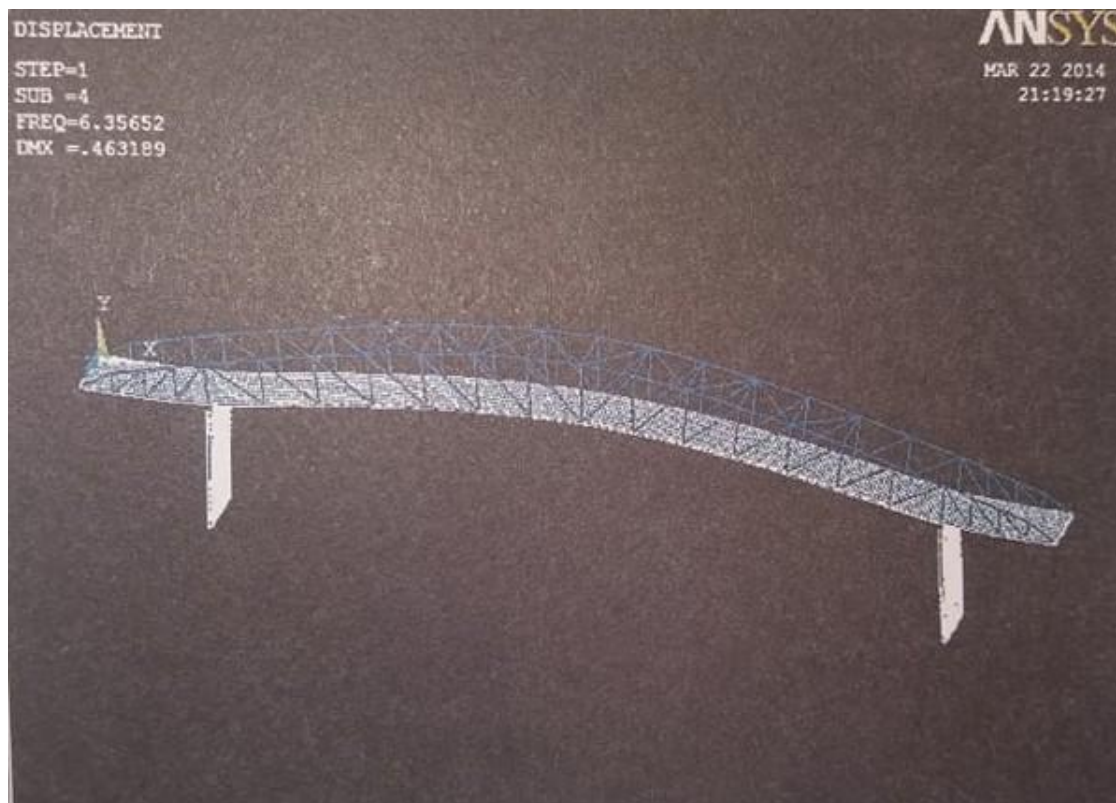
Το φάσμα σχεδιασμού που χρησιμοποιείται για την σεισμική ανάλυση της πεζογέφυρας λήφθηκε σύμφωνα με τις διατάξεις του ΕΛΟΤ EN 1998-1 στο μέρος που ασχολείται με τους τύπους εδάφους και τις σεισμικές δράσεις. Οι οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις μπορούν να σε δυο κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις κατά τον διαμήκη και εγκάρσιο άξονα αντίστοιχα του φορέα τις πεζογέφυρας. Οι δυο δράσεις θεωρούνται ανεξάρτητες μεταξύ τους και μπορούν να υπολογιστούν χρησιμοποιώντας το ίδιο φάσμα σχεδιασμού.



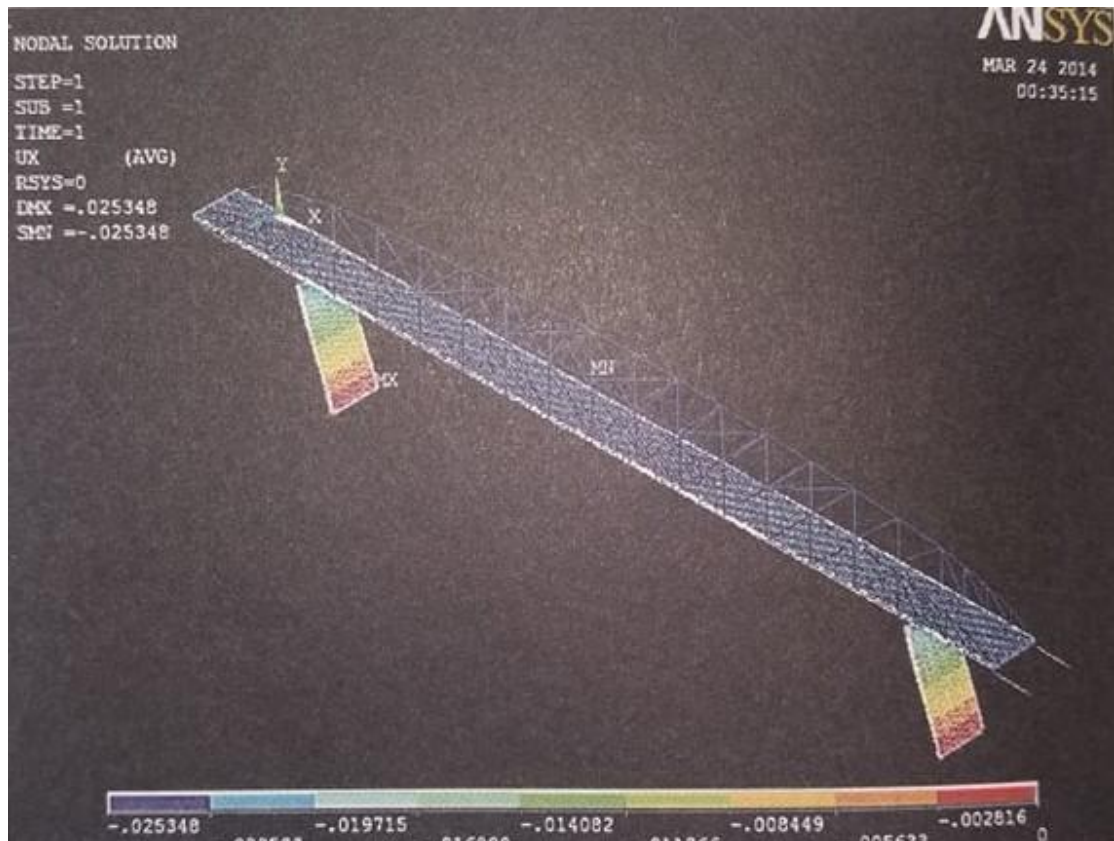
Ελαστικό φάσμα σχεδιασμού των κατακόρυφων επιταχύνσεων για σεισμική διέγερση.



Χαρακτηριστική ιδιομορφή φορέα πεζογέφυρας.



Επιπλέον χαρακτηριστική ιδιομορφή φορέα πεζογέφυρας.

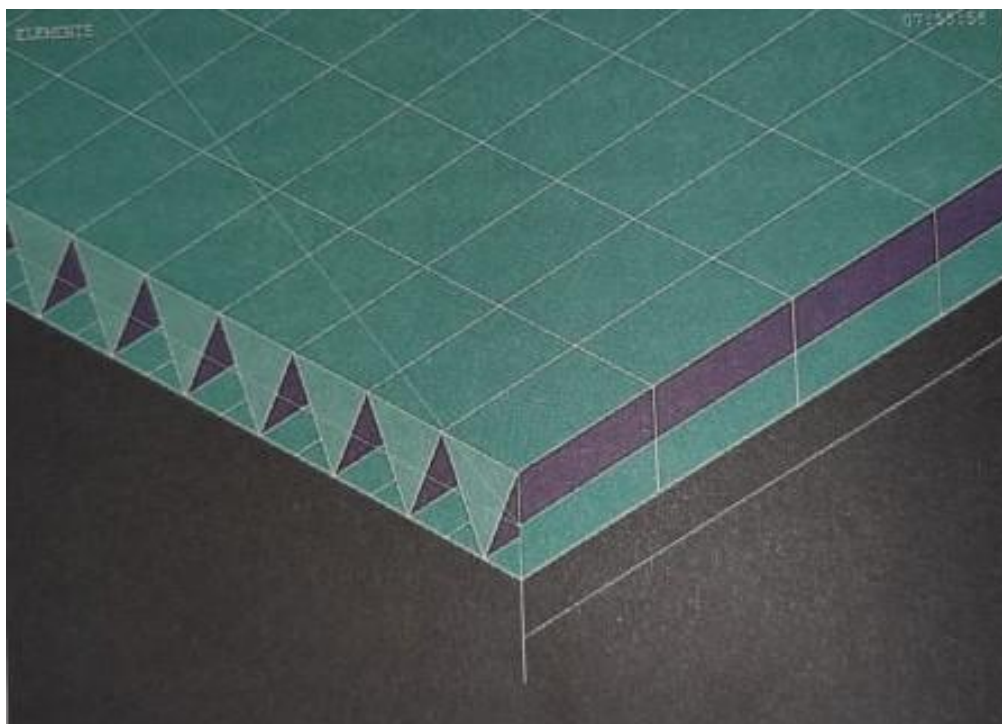


Μετακινήσεις γέφυρας για σεισμό.

3.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ANSYS

Για την ανάλυση της συμπεριφοράς της πεζογέφυρας αλουμινίου και υπολογισμό των κρίσιμων μεγεθών φορτίων διατομής και μετακινήσεων χρησιμοποιείται μοντέλο κατάλληλα διαμορφωμένο πεπερασμένων στοιχείων μέσω του προγράμματος ANSYS. Το ANSYS είναι ένα ισχυρό πακέτο ανάλυσης των πεπερασμένων στοιχείων που επιτρέπει την επίλυση σύνθετων μηχανικών φαινομένων σε ένα στοιχείο και η επιλογή του προσφέρει το πλεονέκτημα της παραμετρηποιημένης σχεδίασης και εισαγωγής της γεωμετρίας του φορέα σε τρεις διαστάσεις και την δυνατότητα χρήσης διαφόρων τύπων στοιχείων ανάλογα με το είδος ανάλυσης και τις ιδιαιτερότητες της κατασκευής. Έχει τέλος πολύ μεγάλη ποικιλία αποτελεσμάτων τα οποία μπορούν εξαχθούν από την επίλυση.

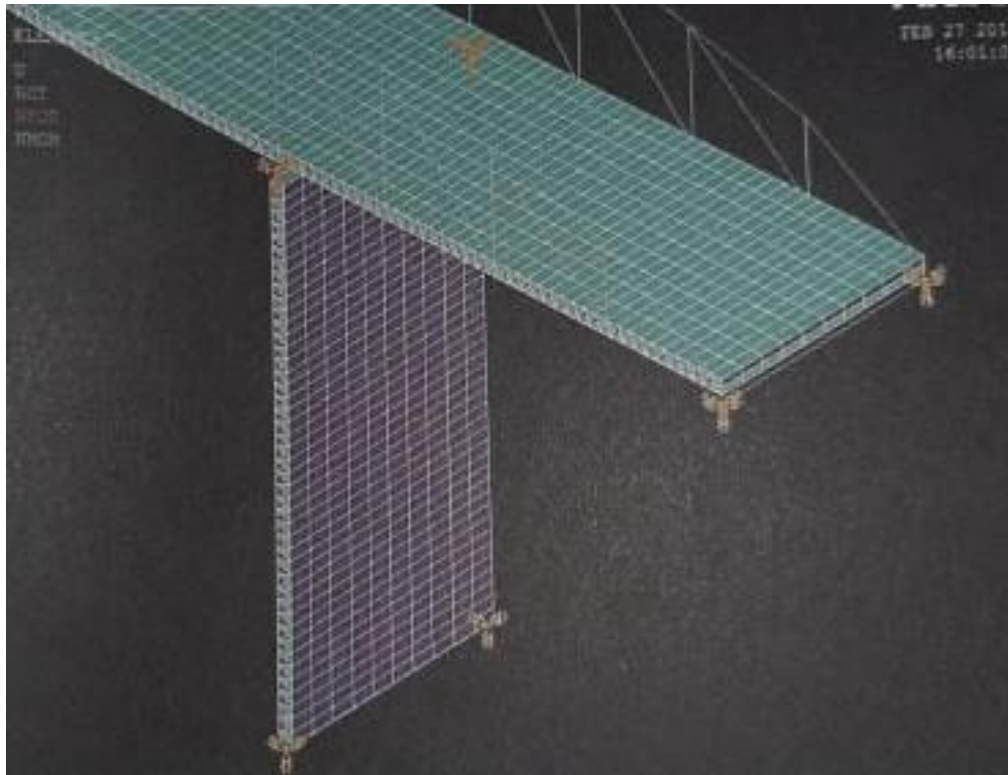
Ο φορέας αποτελείται από γραμμικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση των δικτυωμάτων και επιφανειακά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την προσομοίωση των στοιχείων του αλουμινίου του καταστρώματος αλλά και των βάθρων. Μετά την προσομοίωση ο φορέας επιλύθηκε για την ελαστική ανάλυση ιδιομορφική ανάλυση για την εξαγωγή των ιδιοσυχνότητων και δυναμική φασματική ανάλυση για την διερεύνηση της απόκρισης της πεζογέφυρας στη σεισμική διέγερση.



Λεπτομέρεια της τελικής μορφής των στοιχείων για την ορθότροπη πλάκα καταστρώματος.

Για την προσομοίωση της πεζογέφυρα θεωρήθηκε ότι τα βάθρα είναι πακτωμένα στη βάση των εκατέρωθεν υποστρωμάτων. Επιπλέον η επίδραση των εδράνων στα άκρα θεωρήθηκε παγιωμένη δηλαδή το εφέδρανο μπορεί να μετακινηθεί όμως η βάση του είναι παγιωμένη στον θεωρητικά πολύ πιο δύσκαμπτο μηχανισμό πρόσβασης της πεζογέφυρας και τον λόγο αυτό τα γραμμικά στοιχεία που αντιστοιχούν στα εφέδρανα των άκρων παγιώθηκαν μόνο στην κατακόρυφη διεύθυνση.

Η διατμητικού κυρίως τύπου μετακίνηση εφεδράνων προσομοιώθηκε με παγίωση των στρωφών στην κεφαλή και τον πόδα των κατακόρυφων γραμμικών που αντιστοιχούν στα εφέδρανα ώστε να προσεγγιστεί με τον τρόπο αυτό η μετακίνηση λόγω ολίσθησης κάθε στρώσης του εφεδράνου ως προς της προηγούμενη αποφεύγοντας την επιρροή της καθαρής κάμψης.



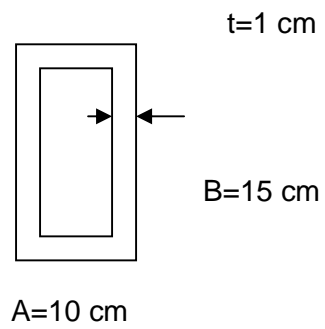
Δεσμεύσεις στηρίξεων στο υπολογιστικό μοντέλο του φορέα πεζογέφυρας.

3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Σχεδιασμός πεζογέφυρας αλουμινίου με το ANSYS πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων

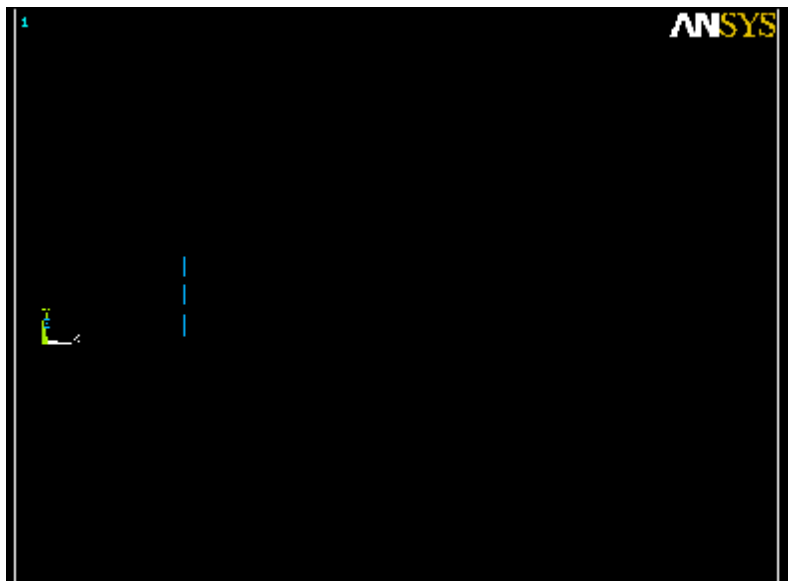
A. Η πεζογέφυρα είναι κατασκευασμένη από αλουμίνιο ($E=70 \text{ GPa}$), έχει μήκος $L=20\text{m}$ και στηρίζεται σε δύο υποστυλώματα, από το ίδιο υλικό, ύψους 5 m .

Η διατομή είναι τύπου κοιλοδοκού διαστάσεων

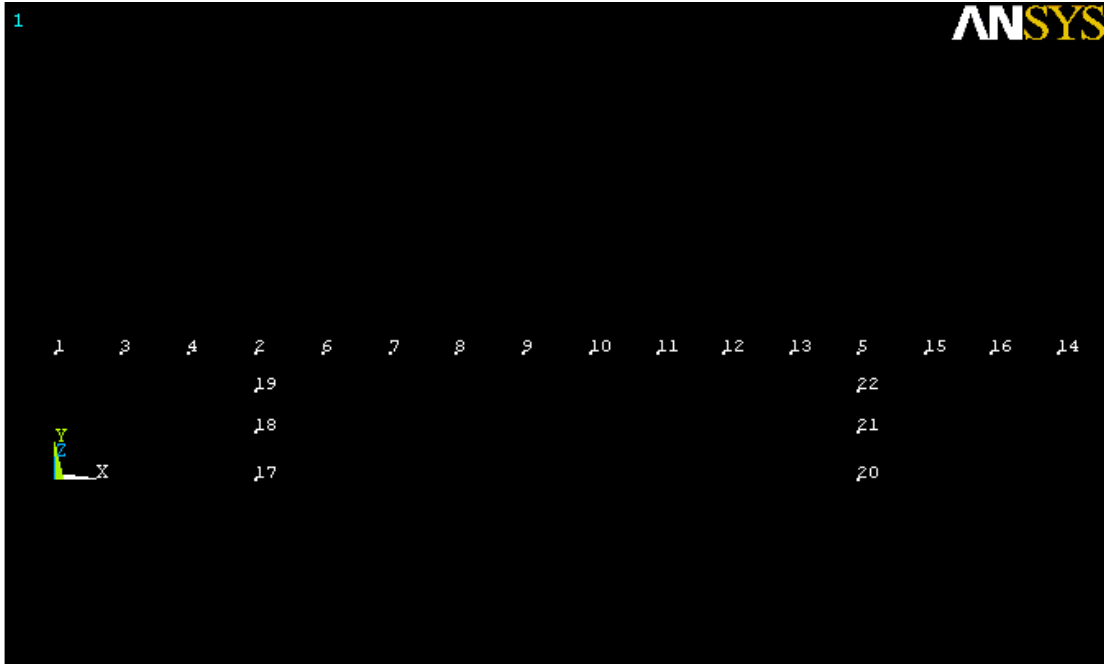


Το εμβαδόν της διατομής ισούται με $46 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ και η ροπή αδρανείας ισούται με $\frac{ab^3}{12} = 1347 \cdot 10^{-8} \cdot \text{m}^4$

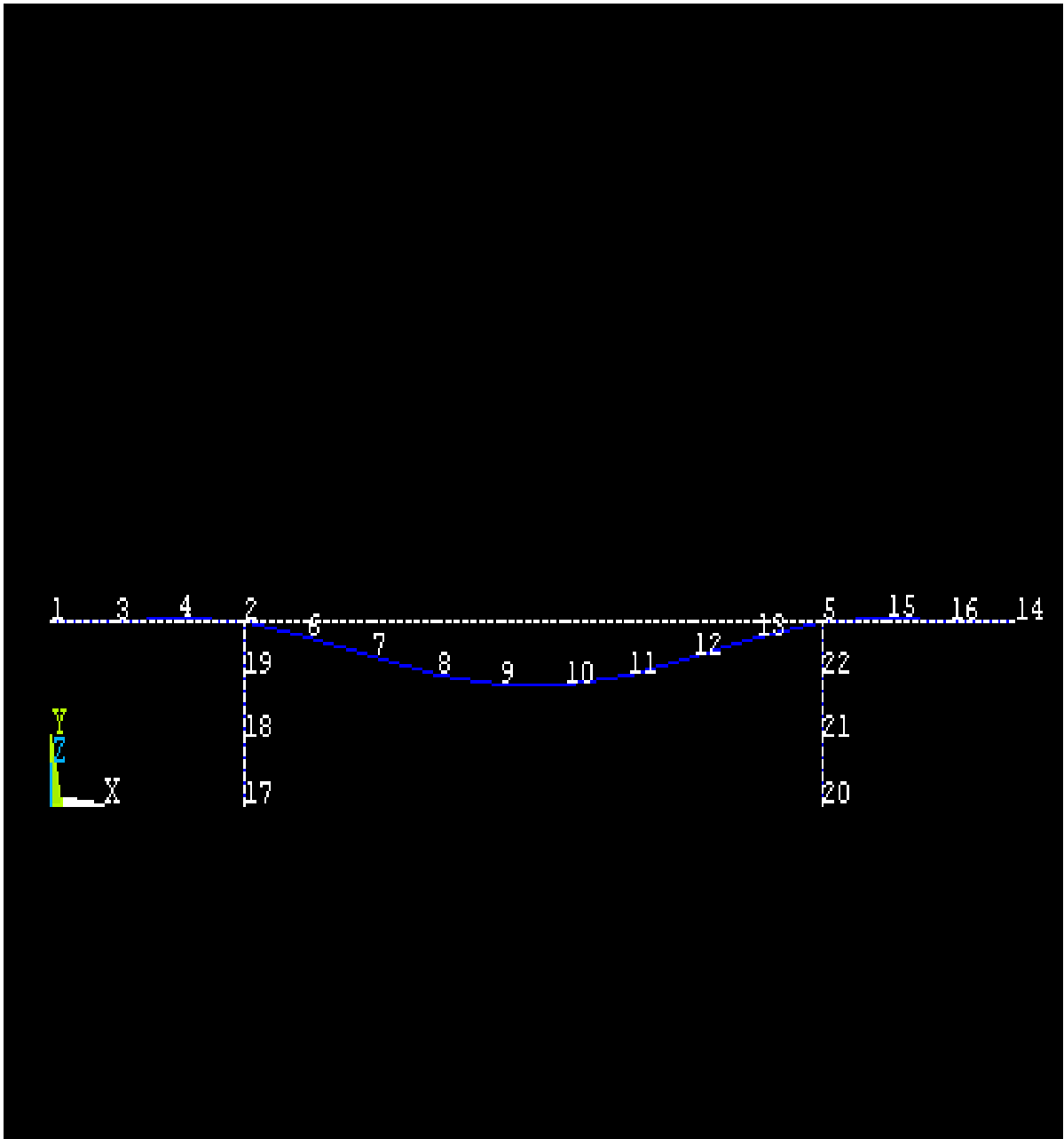
1. Αρχικά σχεδιάζουμε την πεζογέφυρα ως κάτωθι



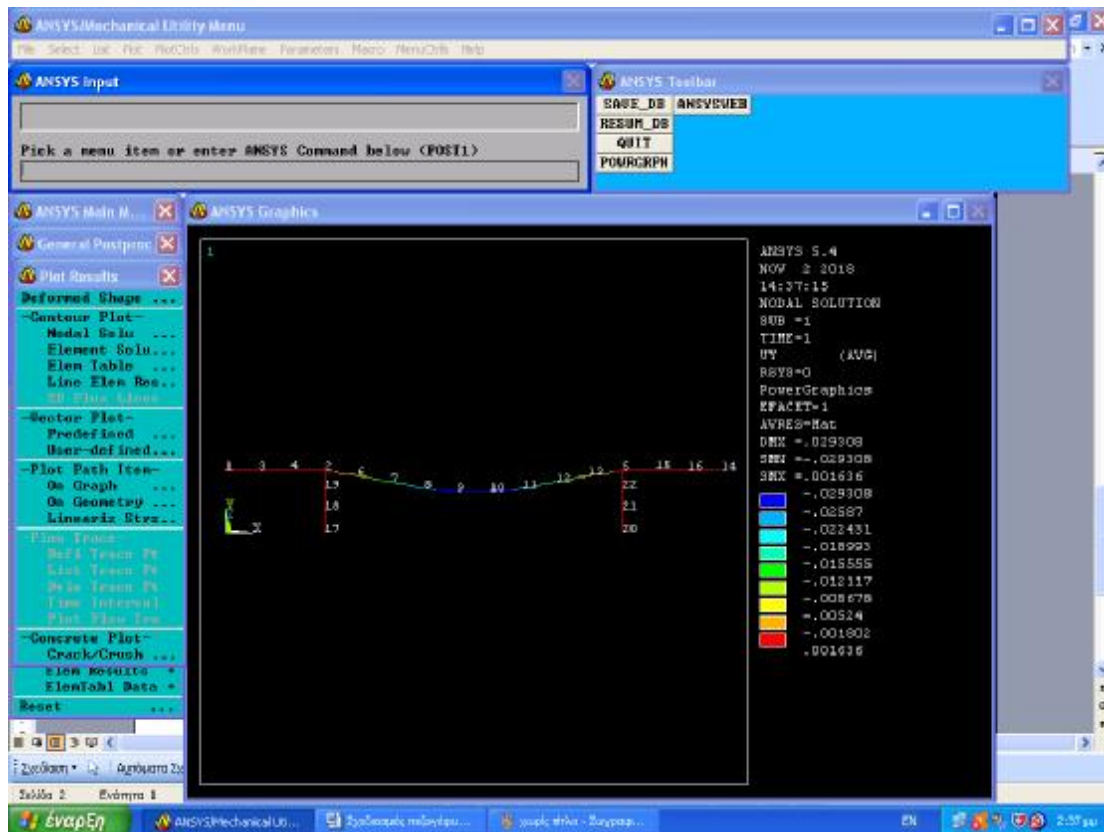
2. Χωρίζουμε τη γέφυρα σε πεπερασμένα στοιχεία



3. Επιλύουμε το πρόβλημα με το ANSYS και σχεδιάζουμε το παραμορφωμένο προφίλ της γέφυρας.



4. Οι τιμές της παραμόρφωσης φαίνονται στο σχήμα κατωτέρω.



THE FOLLOWING DEGREE OF FREEDOM RESULTS ARE IN GLOBAL COORDINATES

NODE	UY
1	.00000
2	.00000
3	.70109E-03
4	.16364E-02
5	.00000
6	-.65630E-02
7	-.15774E-01
8	-.24093E-01
9	-.29182E-01
10	-.29308E-01
11	-.24242E-01
12	-.15562E-01
13	-.63528E-02
14	.00000
15	.15645E-02
16	.66512E-03
17	.00000
18	.00000
19	.00000
20	.00000
21	.00000

Παρατηρούμε ότι η μέγιστη παραμόρφωση υπάρχει στο μέσο της γέφυρας και ισούται με 0.0293 m ή 2,93 cm. Η παραμόρφωση είναι συμμετρική όπως άλλωστε και έπρεπε να είναι από φυσικής άποψης.

Εάν η γέφυρα ήταν κατασκευασμένη από χάλυβα ($E=210\text{GPa}$) τότε η μέγιστη παραμόρφωση στο κέντρο της γέφυρας είναι 0.97 cm.

Εάν η γέφυρα κατασκευαστική από ξύλο ($E=10 \text{ GPa}$) τότε η μέγιστη παραμόρφωση στο κέντρο της γέφυρας είναι 20,5 cm.

Ανωτέρω έχει υποθεθεί ότι η διατομή της δοκού είναι ίδια καθώς και η ροπή αδρανείας

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ø ΦΕΡΟΥΣΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ (Χ.Κ. ΜΠΑΝΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ
Θ.Ν. ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΖΗΤΗ)
- Ø INTERNET

