ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΗΧ
691

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΣΙΛΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Εισηγητές : Μπύρωσης Ιωάννης A.M.: 26558
Αλεξάκης Κωνσταντίνος A.M.: 32822

Επιβλέποντες :Δρ.-Μηχ. Κωνσταντίνος Στεργίου,Αναπληρωτής Καθηγητής Τμ. Μηχανολογίας
Σαγιάς Βασίλειος Msc,Εργαστηριακός Συνεργάτης Τμ. Μηχανολογίας

Αιγάλεω,Οκτώβριος 2012

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η εκπόνηση μίας τεχνικής μελέτης , για την κατασκευή μίας διάταξης , η οποία θα χρησιμοποιείται για την αποθήκευση αδρανών υλικών. Σε πρώτο στάδιο θα αναφερθούν θεωρητικά στοιχεία για τα αδρανή υλικά και τα σιλό , ώστε να γίνει αντιληπτό και πλήρως κατανοητό το αντικείμενο της κατασκευής , καθώς και ο τύπος και οι ιδιότητες του υλικού το οποίο θα πρέπει να αποθηκεύσει. Στη συνέχεια θα ακολουθήσει ο σχεδιασμός των κατασκευών , ο οποίος θα μας βοηθήσει να καταλήξουμε στην τελική λύση η οποία θα ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τις απαιτήσεις του προβλήματος.Ο σχεδιασμός είναι μια μεθοδολογία που διεξάγεται κάτω από πλήθος προϋποθέσεων και δεδομένων, με σκοπό τη δημιουργία ενός προϊόντος που να εκπληρώνει κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις απαιτήσεις που έχουν τεθεί.Το πρόβλημα λοιπόν υποδιαιρείται σε επιμέρους μικρότερα προβλήματα , τα οποία εξετάζονται χωριστά με σκοπό την πιο αναλυτική και μεθοδική επεξεργασία . Με τη διαδικασία αυτή,έχουμε τη δυνατότητα να καταλήξουμε στη βέλτιστη λύση σε σύντομο χρονικό διάστημα ακόμα και αν υπάρχει έλειψη σχετικής εμπειρίας, και εξασφαλίζονται αντικειμενικά κριτήρια που θα μας δώσουν λύσεις οι οποίες δεν στηρίζονται στην τύχη[1] . Ο σχεδιασμός των κατασκευών αρχικά θα παρουσιάζει σχέδια-προτάσεις για τις επί μέρους λειτουργίες του σιλό , οι οποίες στη συνέχεια θα μελετηθούν,θα αναλυθούν και θα αξιολογηθούν βάση πινάκων και διαγραμμάτων. Αποτέλεσμα της μεθοδολογίας αυτής ,είναι να καταλήξουμε σε μία λύση αποδεκτή σύμφωνα με τις απαιτήσεις, τις προϋποθέσεις και προδιαγραφές της κατασκευής .Ύστερα από την επιλογή της βέλτιστης λύσης για το πρόβλημα μας, θα γίνει έλεγχος της κατασκεής με χρήση πεπερασμένων στοιχείων , με τη βοήθεια του σχεδιαστικού προγράμματος solidworks 2010 , ώστε να μελετηθεί η αντοχή , η στατικότητα και η σωστή λειτουργία της. Στο τέλος θα παρουσιαστούν συμπεράσματα που βγήκαν από τον σχεδιασμό της κατασκευής, από την χρήση των πεπερασμένων ,αλλά και από τους προβληματισμούς που δημιουργήθηκαν κατά τη διάρκεια της μελέτης, καθώς και λεπτομερή σχέδια της τελικής κατασκευής.

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Περιεχόμενα

Περίληψη 2
Αναφορά εικόνων 6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 7
Εισαγωγικά στοιχεία 7
Αδρανή υλικά 7
Αποθήκευση αδρανών υλικών 12
Σιλό 13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 15
Σχεδιασμός κατασκευής 15
Πίνακας προδιαγραφών 16
Δομή λειτουργίας 18
Brainstorming 19
Μήτρες ταξινόμησης 33
Πρόσθετο brainstorming 37
Πίνακες επιλογής 42
Πίνακες αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων 46
Πίνακας ZWICKY 50
Πίνακας βέλτιστων λύσεων 51
Πίνακας επιλογής τελικής λύσης 52
Πίνακας τεχνικής αξιολόγησης τελικής λύσης 53
Πίνακας οικονομικής αξιολόγησης τελικής λύσης 53
Διάγραμμα S 54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 55
Επιλογή λαμαρίνας κατασκευής 55
Συγκόλληση 58
Διάταξη ηλεκτροσυγκόλλησης MIG 58
Επιλογή ηλεκτροδίου 60
Ασφάλεια συγκολλητών 61
Κοχλίες 62
Είδη κοχλιών 62
Προένταση κοχλιωτών συνδέσεων 64
Επεξεργασία λαμαρίνας για τη συγκόλληση 65
Ανάλυση δυνάμεων σύνδεσης για τους κοχλίες 66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 67
Έλεγχος κατασκευής με χρήση πεπερασμένων στοιχείων 67
Υπολογισμός φορτίων 67

Κάθετα φορτία: 67
Οριζόντιες πιέσεις στα τοιχώματα: 68
Κατακόρυφες πιέσεις στον πυθμένα: 68
Ροπή στρέψης 69
Αντοχή δοκού σε θλίψη 70
Units 70
Load 70
Mesh Information 70
Study Results 71
Αντοχή δοκού σε στρέψη 76
Units 76
Load 76
Mesh Information 76
Study Results 77
Αντοχή δοκού σε στρέψη-θλίψη 82
Units 82
Load 82
Mesh Information 83
Study Results 84
Αντοχή δοκού σε λυγισμό 89
Units 89
Load 89
Mesh Information 89
Study Results 89
Study δοκού 91
Units 91
Load 91
Mesh Information 92
Study Results 92
Study Σιλό 95
Units 95
Load 95
Mesh Information 96
Study Results 96
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 99
Συμπεράσματα 99
Σχεδιασμός των κατασκευών 99

Assembly 100
Simulation 100
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 103
Σχέδια 104
Simulation Solidworks 2010 107
Αντοχή δοκού σε θλίψη 107
Αντοχή δοκού σε στρέψη 115
Αντοχή δοκού σε σύνθετη καταπόνηση στρέψης-θλίψης 127
Αντοχή δοκού σε λυγισμό 139
Study Δοκού 145
Study Σιλό 153
Βιβλιογραφία 187

Αναφορά εικόνων

Εικόνα 1 Σιλό τσιμέντου 13
Εικόνα 2 Σιλό πύργος 13
Εικόνα 3 Πεντάγραμμο σιλό 14
Εικόνα 4 Σιλό χαμηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο 14
Εικόνα 5 Σιλό τύπου τσάντας 14
Εικόνα 6 Παραγωγή χάλυβα 56
Εικόνα 7 Παραγωγή προϊόντων χάλυβα 56
Εικόνα 8 Ονοματολογία και βασικές ιδιότητες χαλύβων 57
Εικόνα 9 Διάταξη ηλεκτροσυγκόλλησης MIG 59
Εικόνα 10 Κατεργασία λαμαρίνας 65
Εικόνα 11 Φρέζα cnc 65
Εικόνα 12 Assembly IPE 1-stress-stress 1 72
Εικόνα 13 Assembly IPE-study 1-Displacement-Displacement 1 73
Εικόνα 14 Assembly IPE-study 1-Strain-Strain 1 74
Εικόνα 15 Assembly IPE-study 1-Factor of safety-Factor of safety 1 75
Εικόνα 16 Assembly IPE-study 1-Stress-Stress 1 78
Εικόνα 17 Assembly IPE-study 1-Displacement-Displacement 1 79
Εικόνα 18 Assembly IPE-study 1-Strain-Strain 1 80
Εικόνα 19 Assembly IPE-study 1-Factor of safety-Factor of safety 1 81
Εικόνα 20 Assembly IPE-study 1-Stress-Stress 1 85
Εικόνα 21 Assembly-study 1-Displacement-Displacement 1 86
Εικόνα 22 Assembly IPE-study 1-Strain-Strain 1 87
Εικόνα 23 Assembly IPE-study 1-Factor of safety-Factor of safety 1 88
Εικόνα 24 Assembly IPE-study -Displacement-Displacement 90
Εικόνα 25 Assembly IPE-Study 1-Stress-Stress1 93
Εικόνα 26 Assembly IPE-Study 1-Displacement-Displacement1 93
Εικόνα 27 Assembly IPE-Study 1-Strain-Strain1 94
Εικόνα 28 Assembly IPE-Study1-Factor of safety-Factor of safety1 94
Εικόνα 29 Assembly Silo-study 3-Stress-Stress 1 97
Εικόνα 30 Assembly Silo-Study 3-Displacement-Displacement 1 97
Εικόνα 31 Assembly Silo-Study 3-Strain-Strain1 98
Εικόνα 32 Assembly Silo-Study3-Factor of safety-Factor of safety 1 98

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγικά στοιχεία

Αδρανή υλικά

ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΑΔΡΑΝΗ ΥΛΙΚΑ

Αδρανή υλικά (άμμος, χαλίκι, γαρμπίλι, σκύρα) καλούνται τα υλικά που αποτελούνται από λίθινους κόκκους, είτε φυσικούς οπότε ονομάζονται **«φυσικά ή συλλεκτά»** αδρανή, είτε από κόκκους που προκύπτουν από τη θραύση όγκων πετρώματος ή τη θραύση φυσικών αδρανών οπότε ονομάζονται **«Θραυστά»** αδρανή. Όταν λέμε αδρανή υλικά εννοούμε εκείνα που προέρχονται από τη φύση, τα λατομεία ή τα ορυχεία. Η ονομασία **"αδρανή"** δόθηκε στα υλικά αυτά με την έννοια ότι κατά την ανάμιξή τους με συγκολλητικά υλικά (κονίες), όπως τσιμέντο, ασβέστης, άσφαλτος κλπ, ή το νερό, τα υλικά αυτά δεν συμμετέχουν ενεργά στις διαδικασίες πήξης και σκλήρυνσης. Βέβαια αυτό δεν ανταποκρίνεται εντελώς στην πραγματικότητα, διότι η χημική αδράνεια των υλικών αυτών εξαρτάται από την ορυκτολογική τους σύσταση και τα υλικά με τα οποία έρχονται σε επαφή. [2]

ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Κύριες κατηγορίες πετρωμάτων που χρησιμοποιούνται για αδρανή :
Μαγματικά πετρώματα : Γρανίτες, Διορίτες, Γάββροι, Ρυόλιθοι, Ανδεσίτες, Δακίτες, Βασάλτες
Ιζηματογενή πετρώματα : Αμμοχαλικώδεις αποθέσεις, Ασβεστόλιθοι
Μεταμορφωμένα πετρώματα : Γνεύσιοι (ορθογνεύσιοι), χαλαζίτης
Τα ***συνηθέστερα πετρώματα*** που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή αδρανών υλικών στη χώρα μας είναι τα ***ασβεστολιθικά***, για τους παρακάτω λόγους:
- ικανοποιούν τις μηχανικές αντοχές των συνήθων κατασκευών.
- έχουν μικρό κόστος θραύσης.
- συναντώνται στα περισσότερα μέρη του Ελλαδικού χώρου.

ΤΡΟΠΟΙ ΛΗΨΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα αδρανή υλικά προέρχονται από τη φύση, ποτάμια, παραλίες, (φυσικά ή φερτά ή **συλλεκτά**), τα λατομεία και τα ορυχεία (**θραυστά**). Πολλές φορές δημιουργούνται από το σπάσιμο πετρωμάτων ή χονδρών φυσικών αδρανών (**σπαστά**).

Από τα λατομεία λαμβάνονται με εξόρυξη ενώ από τα ορυχεία λαμβάνονται ως έχουν. Συνήθως είναι λίθινα, αλλά σε σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να είναι μεταλλικά ή πλαστικά.

ΤΡΟΠΟΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα αδρανή υλικά αναμιγνύονται με συγκολλητικές κονίες, όπως τσιμεντοκονία, ασβεστοκονία, άσφαλτο και βελτιωτικά πρόσμικτα προκειμένου να παραχθούν τα κονιάματα. Όταν η συνδετική ύλη είναι τσιμεντοκονία, σχηματίζουν σκυρόδεμα. Όταν η συνδετική ύλη είναι άσφαλτος, σχηματίζουν το ασφαλτοσκυρόδεμα. Σε πειραματικό στάδιο βρίσκεται η κατασκευή πλαστικών σκυροδεμάτων, όπου γίνεται ανάμειξη των αδρανών με εποξειδική η πολυεστερική ρητίνη. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις τα αδρανή αποτελούν το σκελετό του σύνθετου υλικού, η δε συνδετική ύλη γεμίζει, ολικά ή μερικά, τα κενά και συγκολλά τους κόκκους μεταξύ τους.

Για την κατασκευή σκυροδεμάτων, ασφαλτομιγμάτων, βάσεων κ.λπ. ανακατεύονται δυο η περισσότερα κλάσματα αδρανών, δηλαδή άμμος και γαρμπίλι ή άμμος, γαρμπίλι και σκύρα ή ακόμη και υποδιαιρέσεις αυτών των κλασμάτων έτσι, ώστε το αμμοχάλικο που θα σχηματιστεί να έχει μια ορισμένη κοκκομετρική καμπύλη, αυτή που προδιαγράφεται για το σύνθετο υλικό. Για το σκυρόδεμα π.χ. όχι μόνο το αμμοχάλικο που θα προκύψει από την ανάμιξη, αλλά και η άμμος και τα σκύρα που θα χρησιμοποιηθούν σ' αυτή, πρέπει να έχουν κοκκομμετρικές καμπύλες που να βρίσκονται μέσα σε ορισμένες περιοχές ποσοστών – διαμέτρων.

Οι πρώτες ύλες για πρώτη φορά εισάγονται σε στοιχειώδη σύνθλιψη μηχανής για συντριβή. Στη συνέχεια, η μεταφορική ταινία μεταφέρει τα στοιχειώδη προϊόντα στη δευτερογενή θραύση-μηχανή για τη δευτερογενή διαδικασία. Τα δευτερεύοντα προϊόντα θα χωριστούν σε δύο είδη με δονούμενη οθόνη. Τα τμήματα που πληρούν το πρότυπο του κάθετο άξονα των επιπτώσεων Crusher θα μεταφερθούν και στην άμμο μηχανή λήψης και των άλλων τμημάτων θα επιστρέψουν στο δευτερογενές στάδιο θραύση-μηχανής. Τα τμήματα στην άμμο-μηχανή λήψης θα είναι τα τελικά προϊόντα, αφού πλυθούν στην άμμο-πλυντήριο. [4]

Ολόκληρη η γραμμή είναι αυτόματη, με χαμηλό κόστος λειτουργίας, υψηλή αναλογία σύνθλιψης, χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, υψηλής απόδοσης, χαμηλής ρύπανσης και εύκολης συντήρησης. Το μέγεθος του τελικού προϊόντος, ακόμη και σε καλή κατάσταση, πρέπει να πληροί τα εθνικά πρότυπα λήψης άμμου.

Μετά την επεξεργασία, τα μεγέθη διακινούνται και αποθηκεύονται με τρόπο που να ελαχιστοποιεί το διαχωρισμό και την υποβάθμιση και την αποτροπή της μόλυνσης. Τα αδρανή υλικά επηρεάζουν έντονα το σκυρόδεμα. Κατά συνέπεια, η επιλογή των αδρανών υλικών είναι μια σημαντική διαδικασία. Τα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή τους περιλαμβάνουν ταξινόμηση, αντοχή σχήματος των σωματιδίων και υφή της επιφάνειας τριβής και αντίσταση ολίσθησης σε βάρη και κενά απορρόφησης. Σε γενικές γραμμές, εάν η αναλογία νερού-τσιμέντου επιλέγεται σωστά, ένα ευρύ φάσμα στην κατάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς σημαντικές συνέπειες για τη δύναμη.

Το σχήμα των σωματιδίων και η υφή της επιφάνειας επηρεάζει τις ιδιότητες του σκυροδέματος. Κατά συνέπεια, η περιεκτικότητα σε τσιμέντο πρέπει επίσης να αυξηθεί για να διατηρηθεί η αναλογία νερού-τσιμέντου. Σε γενικές γραμμές, επίπεδα και επιμήκη σωματίδια αποφεύγονται ή περιορίζονται σε περίπου 15 τοις εκατό κατά βάρος του συνόλου των αδρανών. Το περιεχόμενο κενό μεταξύ σωματιδίων επηρεάζει το ποσό της πάστας τσιμέντου που απαιτείται για το μίγμα. [4]

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΔΡΑΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα αδρανή υλικά χωρίζονται με βάση :

Α. Την προέλευση

Ανάλογα με την προέλευσή τους χωρίζονται σε φυσικά, συλλεκτά, τεχνητά ή βιομηχανικά και ανακυκλωμένα.

Φυσικής προέλευσης (Αμμοχαλικώδεις αποθέσεις, Θραυστό υλικό)
Τα ***φυσικά*** εξορύσσονται από λατομεία με τη θραύση βράχων.
Τα συνηθέστερα αδρανή υλικά είναι η άμμος (άμμος σπαστός), η αμμοκωνία (άμμος θαλάσσης), ο περλίτης ,το χαλίκι, ελαφρόπετρα, αμίαντος κτλ

Τεχνητά ή Βιομηχανικά (Σκωρία Υψικαμίνων, Κουρασάνι, Μπετονίτης, Περλίτης)
Σήμερα χρησιμοποιούνται και τεχνητά αδρανή υλικά που προέρχονται από ραδιενεργά απόβλητα. Τα ραδιενεργά απόβλητα από αντιδραστήρες ή οπλικά συστήματα ψήνονται σε υψηλή θερμοκρασία και το υλικό μετατρέπεται σε αδρανές μη ραδιενεργό.
Ανακυκλωμένα (Ιπτάμενη τέφρα Λιγνιτών)
Ανακυκλωμένα είναι τα αδρανή υλικά που προέρχονται κυρίως από κατεδαφίσεις κτιρίων .[4]

Β. Την πηγή λήψης

Φυσικά ή Συλλεκτικά αδρανή (Υλικά κοίτης ποταμού, υλικά αναβαθμίδων, κορήματα κλιτύων)
Συλλεκτά ονομάζονται αυτά που μαζεύονται στη φύση χωρίς να χρειαστεί η θραύση πετρωμάτων. Συνηθέστερος τόπος εναπόθεσης και συλλογής τέτοιων τριμμάτων είναι τα ποτάμια.
Αδρανή Λατομείων (το πέτρωμα αποσπάται από τη βραχομάζα και υπόκειται σε επεξεργασία)

Γ. Το μέγεθος των κόκκων

Παιπάλη	-0,25mm
Άμμος	0,25-4mm
Ρυζάκι	4-8mm
Γαρμπίλι	8-16mm
Χαλίκι	16-31,5mm

Ο διαχωρισμός τους γίνεται με κόσκινα.
- παιπάλη ή άλευρο. Μέγεθος κόκκων μικρότερο 0,25 mm.
- άμμος. >> >> μέχρι 7 mm.
- σκύρα. >> >> από 7 - 70 mm.

Χονδρόκοκκα αδρανή, μέγιστη D>4 mm, ελάχιστη d>2mm ογκόλιθοι, κροκάλες, χαλίκια, γαρμπίλι κ.α.
Λεπτόκοκκα αδρανή D<4mm, άμμοι.
Παιπάλη D<2mm, 70% - 100%< 0,063 mm [10]

Δ. Το ειδικό βάρος

Κανονικού ειδικού βάρους (2-3 gr/cm3)
Ελαφροβαρή (<2 gr/cm3). Φυσικά ελαφρά αδρανή, επεξεργασμένα δομικά ελαφρά αδρανή, παραπροϊόντα ως ελαφρά αδρανή, επεξεργασμένα μονωτικά υπερελαφρά αδρανή.
Βαρέα (> 3gr/cm3). Προέρχονται από ορυκτά όπως ο βαρύτης, ο μαγνητίτης, ο αιματίτης και ο ιλμενίτης.[10]

Αποθήκευση αδρανών υλικών

Τα αδρανή υλικά μπορούν να αποθηκευτούν με ποικιλία τρόπων. Οι συνηθέστεροι είναι , χύδην σε ειδικά διαμορφομένες αποθήκες , σε τσουβάλια , είτε χύδην μέσα σε σιλό.
Ο πλέον διαδεδομένος αλλά και ο καταλληλότερος τρόπος αποθήκευσης τους , είναι τα σιλό. Ο κύριος λόγος προτίμησης των σιλό είναι ο ευκολότερος τρόπος φόρτωσης και εκφόρτωσης , καθώς η φόρτωση μπορεί να γίνει με χρήση κορδέλας από την επάνω πλευρά , και η εκφόρτωση με άνοιγμα του κάτω μέρους του. Επίσης αν χρειάζεται μπορεί να τοποθετηθεί κάλυμμα στην πάνω πλευρά ώστε να υπάρχει προστασία από τον άνεμο και την υγρασία. Με την τοποθέτηση τροχών η μετακίνηση του μπορεί να γίνει με σχετική ευκολία χωρίς να απαιτείται η παρουσία του ανθρώπινου παράγοντα. Τέλος , άλλος ένας σημαντικός παράγοντας είναι η μικρότερη απώλεια υλικού κατά την φόρτωση και εκφόρτωση σε σχέση με τους άλλους τρόπους αποθήκευσης.

Σιλό

Το σιλό είναι μια δομή για την αποθήκευση υλικών σε χύμα μορφή. Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι αδρανή υλικά , σιτηρά , ζωοτροφές και άλλα.
Αρχαιολογικά ευρήματα και αρχαία κείμενα δείχνουν ότι τα σιλό χρησιμοποιήθηκαν στην αρχαία Ελλάδα ήδη από τα τέλη του 8^{ου} αιώνα π.Χ.
Ο όρος σιλό προέρχεται από το γαλλικό silo, το οποίο με τη σειρά του από το ισπανικό silo, «υπόγεια αποθήκη», με πιθανή προέλευση από το λατινικό sirus, το οποίο προέρχεται από το αρχαίο ελληνικό σιρός, «δοχείο ή λάκκος για φύλαξη σιτηρών».
Το πρώτο σύγχρονο σιλό ήταν ξύλινο , και κατασκευάστηκε το 1873 από τον Fred McHenry από το Illinois των Η.Π.Α.
Η διαστασιολόγηση των σιλό, η επιλογή υλικών και ιδιαίτερα η διαμόρφωση των τμημάτων εκφόρτωσης, γίνεται με βάση ειδικευμένες αρχές σχεδιασμού ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας και το είδος του στερεού για το οποίο θα χρησιμοποιηθούν, ενώ ο μηχανικός σχεδιασμός αντοχής για μεταλλικά σιλό καλύπτεται από διάφορους κώδικες και προδιαγραφές.[17]

Με βάση λοιπόν αυτά τα δεδομένα , τα σιλό χωρίζονται στις εξής κατηγορίες

Σιλό τσιμέντου

Τα σιλό αυτά χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση και διατήρηση τσιμέντου και άλλων παρόμοιων υλικών. Χωρίζονται σε δύο υποκατηγορίες. Η πρώτη είναι τα "low level" , τα οποία είναι πλήρως κινούμενα με χωρητικότητα 10-75 τόνους. Η δεύτερη κατηγορία είναι τα "upright", τα οποία είναι στατικά σιλό με χωρητικότητα 20-80 τόνους.[17]

Εικόνα **1** Σιλό τσιμέντου

Σιλό πύργος

Τ α σιλό αυτά έχουν διάμετρο 4-30 m και ύψος 10-84m.Κατασκευάζονται από υλικά όπως είναι το ξύλο , το τσιμέντο , έγχυτο σκυρόδεμα , χάλυβα , ακόμα και πάνελ , και χαρακτηρίζονται από ποικιλία μορφών , ανθεκτικότητας και κόστους . Τα σιλό αυτά μπορούν να τοποθετηθούν ακόμα και σε αυτοκινούμενα οχήματα για μεταφορά των υλικών σε μεγάλες αποστάσεις . [17]

Εικόνα **2** Σιλό πύργος

Πεντάγραμμο σιλό

Αποτελείται από προκατασκευασμένα τεμάχια από σκυρόδεμα , σε μορφή ράβδων . Τα τεμάχια κλειδώνουν μεταξύ τους σε ένα κέλυφος υψηλής αντοχής , με χρήση μεταλλικών δακτυλίων . Στην κάτω πλευρά τοποθετείται μεγαλύτερος αριθμός δακτυλίων για να υπάρχει αντοχή στην υψηλή πίεση. [17]

Εικόνα **3** Πεντάγραμμο σιλό

Χαμηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο

Χρησιμεύουν για να διατηρούν τα περιεχόμενα που προέρχονται από ζύμωση , σε υψηλή ποιότητα . Επίσης προστατεύουν το υλικό από την αποσύνθεση και την εμφάνιση μούχλας . [17]

Εικόνα **4** Σιλό χαμηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο

Σιλό τύπου τσάντας

Τα σιλό τύπου τσάντας είναι σωλήνες βαρέου τύπου με μεταβλητό μήκος , ανάλογα με το όγκο του υλικού που φορτώνεται . Για να διατηρηθεί τι υλικό , πρέπει το σιλό να σφραγιστεί και από τις δύο πλευρές . Αυτού του τύπου τα σιλό , αποτελούν μία φθηνή , ή ακόμα και προσωρινή λύση αποθήκευσης . [17]

Εικόνα **5** Σιλό τύπου τσάντας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Σχεδιασμός κατασκευής

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τον σχεδιασμό της κατασκευής του σιλό.Αρχικά θα γίνει ένας πίνακας προδιαγραφών , στον οποίο θα αναφερθούν οι απαιτήσεις και οι επιθυμίες , πάνω στις οποίες θα βασιστούμε για την κατασκευή όλων των επί μέρους κομματιών του σιλό .Ύστερα θα δημιουργήσουμε ένα σχεδιάγραμμα για τη δομή λειτουργίας του σιλό,το οποίο θα καταγράφει όλες τις επί μέρους λειτουργίες που θα πρέπει να γίνονυαι στην κατασκευή μας.Τέλος με βάση τον πίνακα προδιαγραφών καο το διάγραμμα της δομής λειτουργίας θα προταθούν κάποιες ιδέες , χρησιμοποιόντας τη μέθοδο του ¨brainstorming¨ , οι οποίες θα προτείνουν λύσεις για όλες τις λειτουργίες της κατασκευής μας , όπως είναι η αποθήκευση , η στήριξη , η φόρτωση και η εκφόρτωση . Στο τέλος , οι λύσεις αυτές θα αξιολογηθούν βάση του πίνακα προδιαγραφών , και τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν σε πίνακες επιλογής και οικονομοτεχνικής αξιολόγησης , με σκοπό να καταλήξουμε σε μία λύση η οποία να είναι συμβατή με το πρόβλημα μας . [1]

Πίνακας προδιαγραφών

Στο κομμάτι αυτό θα αναφερθούν οι απαιτήσεις και οι επιθυμίες που θέτουμε για την κατασκευή της διάταξης.Στη συνέχεια θα αφαιρεθούν οι επιθυμίες και στο τέλος θα καταγραφούν οι απαιτήσεις που αφορούν καθαρά και μόνο τη λειτουργία του σιλό , ώστε να καταλήξουμε στον προσδιορισμό του τελικού προβλήματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ		
Α/Α	α/ε	***ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ***
1	α	Αποθήκευση αδρανών υλικών.
2	α	Αντοχή σε μεγάλο βάρος.
3	ε	Σχήμα που να μην επηρεάζεται από ανέμους.
4	α	Πλήρως εκμεταλλεύσιμο σχήμα ως προς τον όγκο.
5	ε	Χρήση λίγων τεμαχίων για τη συναρμολόγηση.
6	α	Κατά την αποθήκευση , να μην επηρεάζονται οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του υλικού.
7	ε	Φόρτωση και εκφόρτωση από χαμηλό ύψος για να μην τραυματίζεται το υλικό.
8	α	Χαμηλό κέντρο βάρους για ευστάθεια.
9	α	Υλικό κατασκευής με μικρό συντελεστή τριβής για εύκολη ροή.
10	α	Προστασία υλικού από υγρασία και θερμοκρασία.
11	ε	Όργανα μέτρησης των συνθηκών εντός του χώρου αποθήκευσης.
12	α	Σύστημα προειδοποίησης υπέρβασης βάρους.
13	ε	Όργανα μέτρησης των ποσότητας που φορτώνεται και εκφορτώνεται.
14	ε	Φόρτωση και εκφόρτωση με τρόπο ώστε να επιτρέπεται η μεταφορά σε τεμάχια ή χύμα.
15	α	Μέτρα ασφάλειας προσωπικού.
16	α	Χειρισμός από απόσταση.
17	ε	Κατασκευή με λιγότερη δυνατή ποσότητα σκάρτων.
18	ε	Συναρμολόγηση στο χώρο που θα παραμείνει για αποφυγή φθορών κατά τη μεταφορά.
19	α	Χρήση υλικών αντοχής για αποφυγή φθορών.
20	ε	Σε περίπτωση μετακίνησης να γίνεται με οικονομικό τρόπο.
21	ε	Εύκολη και οικονομική συντήρηση.
22	ε	Σύστημα μέτρησης στάθμης.
23	α	Μέγιστο μέγεθος κόκκου:50x50mm
24	α	Χωρητικότητα 50-55 m^3

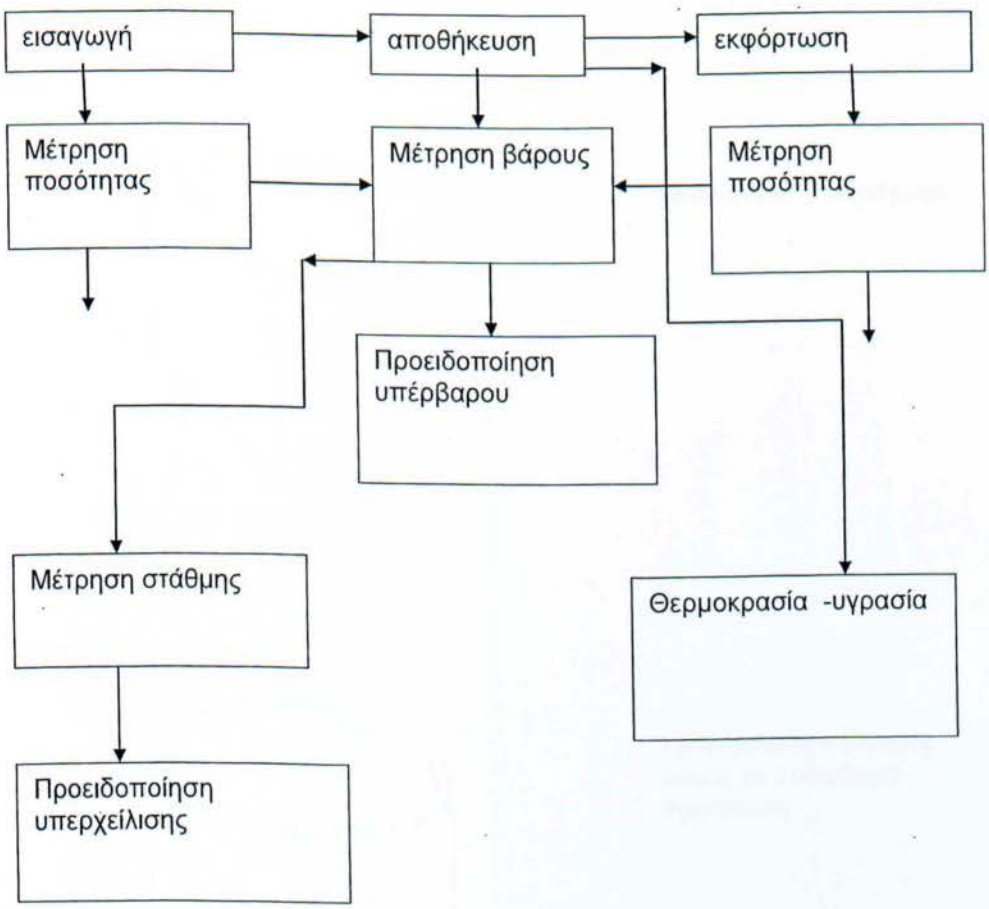
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΕΠΙΘΥΜΙΩΝ	
Α/Α	***ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ***
1	Αποθήκευση αδρανών υλικών.
2	Αντοχή σε μεγάλο βάρος.
3	Πλήρως εκμεταλλεύσιμο σχήμα ως προς τον όγκο.
4	Κατά την αποθήκευση , να μην επηρεάζονται οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του υλικού.
5	Χαμηλό κέντρο βάρους για ευστάθεια.
6	Υλικό κατασκευής με μικρό συντελεστή τριβής για εύκολη ροή.
7	Προστασία υλικού από υγρασία και θερμοκρασία.
8	Σύστημα προειδοποίησης υπέρβασης βάρους.
9	Μέτρα ασφάλειας προσωπικού.
10	Χειρισμός από απόσταση.
11	Χρήση υλικών αντοχής για αποφυγή φθορών.
12	Μέγιστο μέγεθος κόκκου:50x50 mm

ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	
Α/Α	***ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ***
1	Αποθήκευση αδρανών υλικών.
2	Αντοχή σε μεγάλο βάρος.
3	Πλήρως εκμεταλλεύσιμο σχήμα ως προς τον όγκο.
4	Προστασία υλικού από υγρασία και θερμοκρασία.
5	Χρήση υλικών αντοχής για αποφυγή φθορών.
6	Μέγιστο μέγεθος κόκκου:50x50 mm

Δομή λειτουργίας

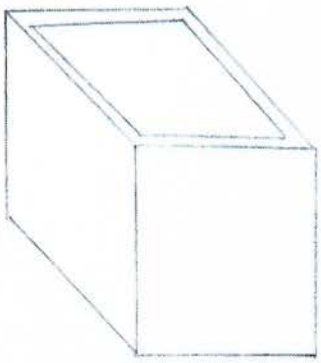
Στη παρακάτω διάγραμμα θα καταγραφούν όλες οι κύριες λειτουργίες που θα πρέπει να εκτελούνται για τη ολοκληρομένη λειτουργία της διάταξης,καθώς και κάποιες υποδεέστερες οι οποίες θα κάνουν πιο εύκολη και απλή τη λειτουργία της .



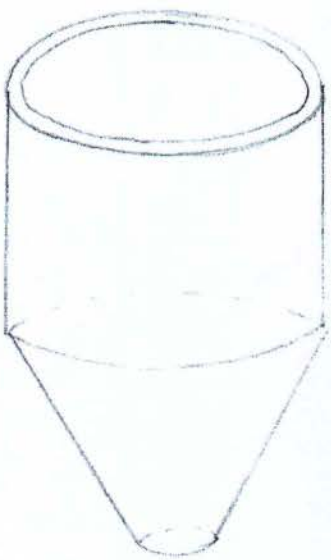
Brainstorming

Με βάση το διάγραμμα της δομής λειτουργίας ,θα παρατεθούν παρακάτω σχηματικές προτάσεις για όλες τις λειτουργίες του σιλό οι οποίες σε συνδιασμό μεταξύ τους θα δίνουν ολοκληρωμένες λύσεις .

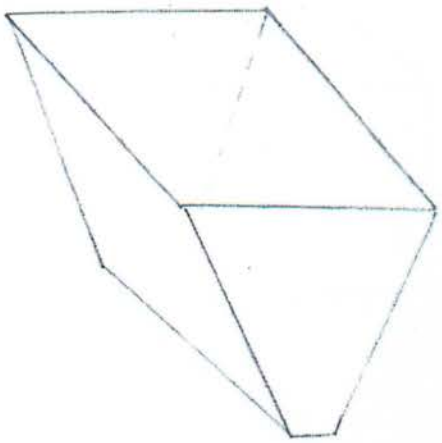
Brainstorming μορφής



1)Μεταλλικό τετράγωνο

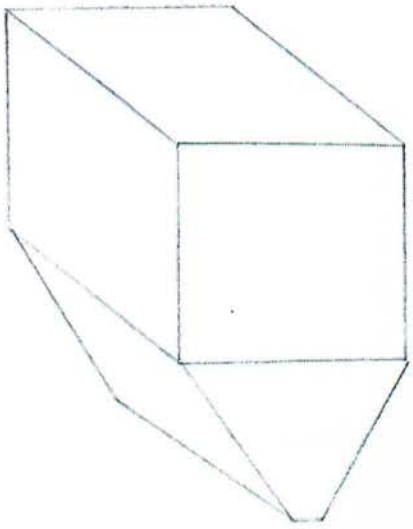


2)Μεταλλικός κόλουρος κώνος με κυλινδρική προέκταση.



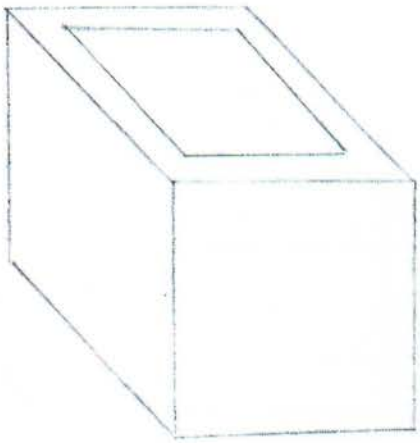
3)Μεταλλική πυραμίδα.

4)Μεταλλικό ημισφαίριο

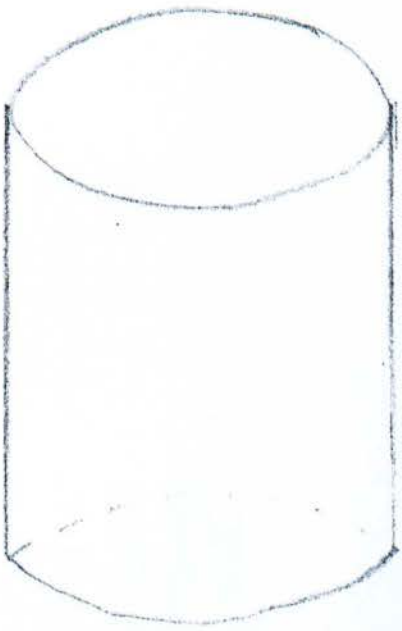


5)Μεταλλική πυραμίδα
με τετράγωνη προέκταση

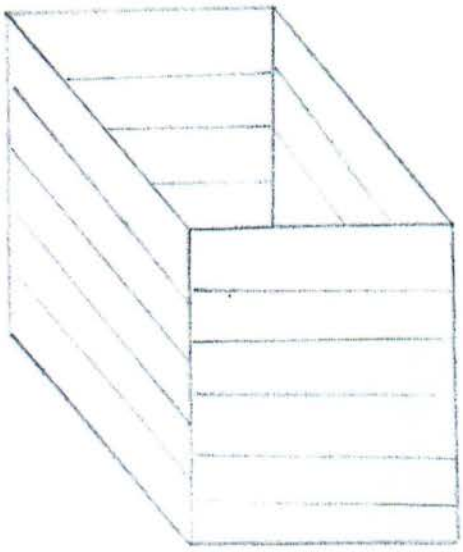
6)Μεταλλικός κώνος



7)Τετράγωνο από οπλισμένο σκυρόδεμα

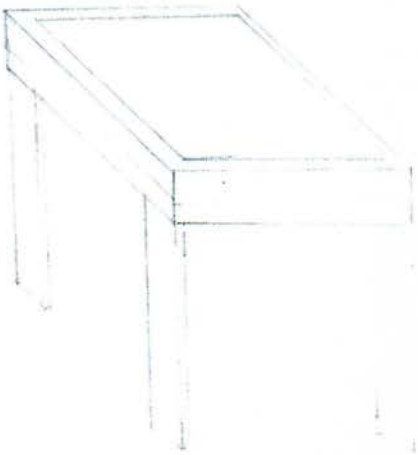


8)Πλαστικός κύλινδρος



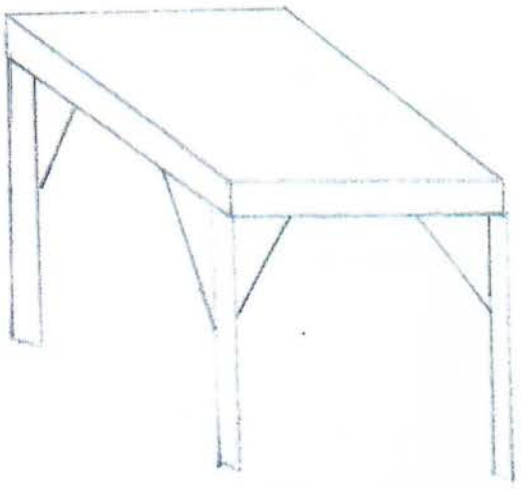
9)Τετράγωνο από ξύλο

Brainstorming στήριξης

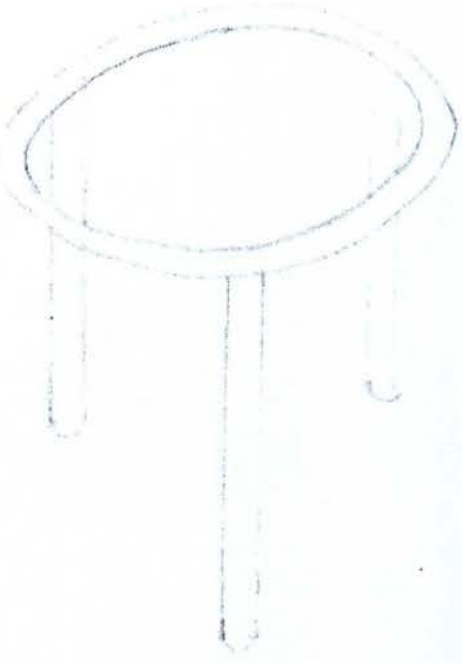


1)Με 4 ξύλινα πόδια στο κάτω μέρος

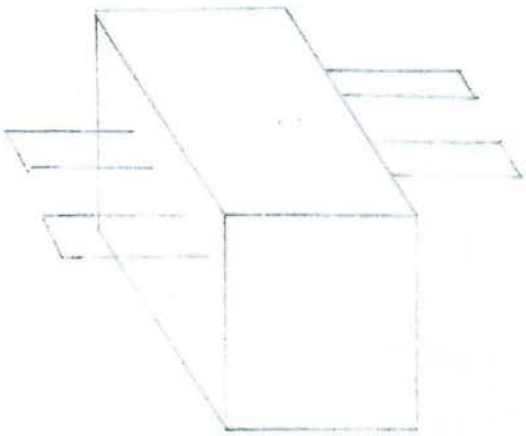
2)Με 4 πόδια από σκυρόδεμα στο κάτω μέρος



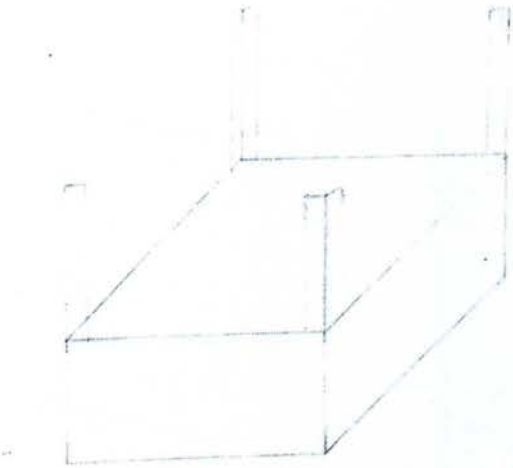
3)Με 4 μεταλλικά πόδια στο κάτω μέρος



4)Με 3 μεταλλικά πόδια σε διάταξη 120^0

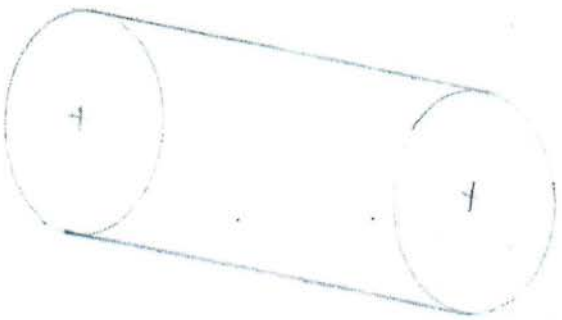


5)Με 4 μεταλλικά πόδια στο πλάι



6)Με 4 μεταλλικά πόδια στο πάνω μέρος

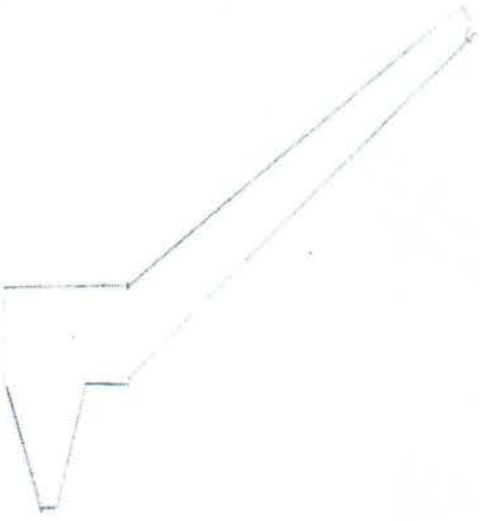
Brainstorming φόρτωσης



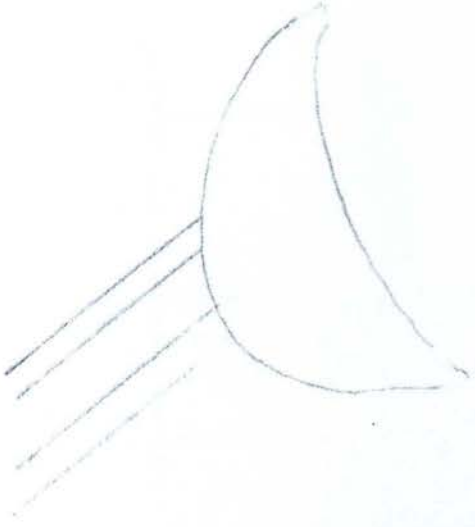
1)Με επίπεδη ταινία

2)Με ταινία με εσοχές

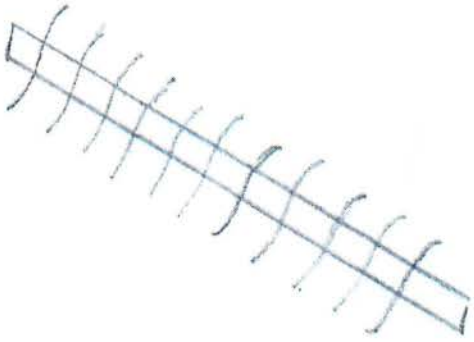
3)Με ταινία με ενιαία εσοχή



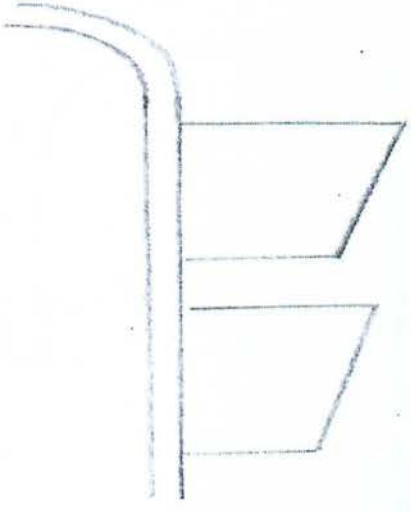
4)Με χοάνη τροφοδοσίας



5)Με φορτωτικό μηχάνημα

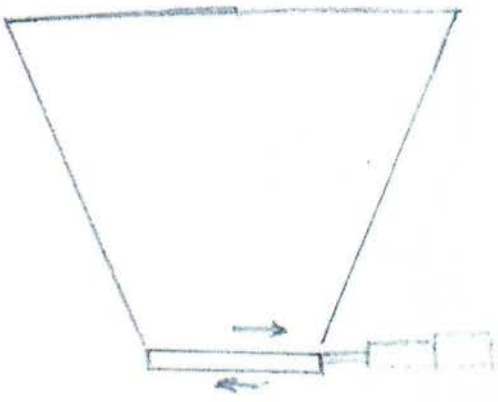


6)Με κοχλιοφορείς

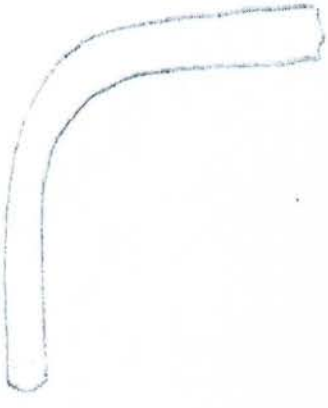


7)Με καλαθοφόρο αναβατήρα

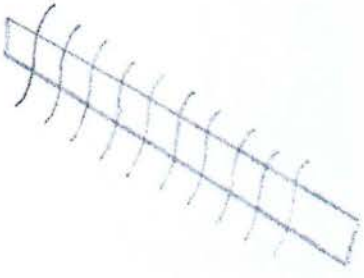
Brainstorming εκφόρτωσης



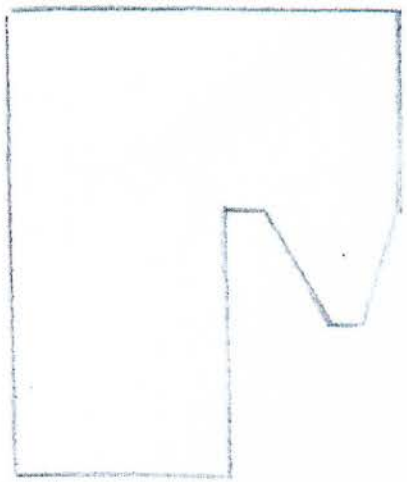
1)Με υδραυλικό σύρτη



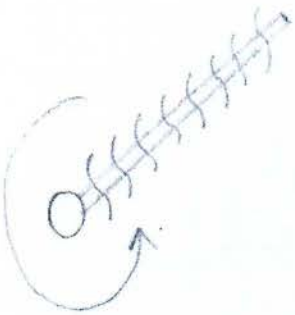
2) Με σωλήνα αναρρόφησης



3) Με κοχλιοφορείς

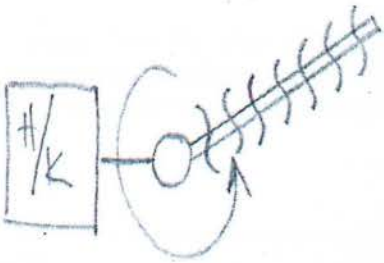


4) Με φυσούνα

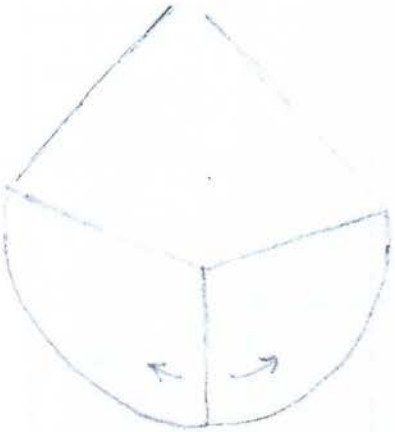


5) Με μηχανικό περιστρεφόμενο εξαγωγέα

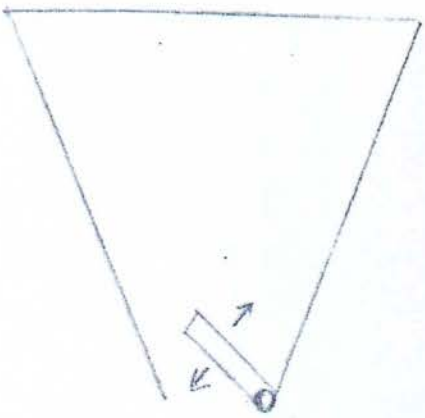
6) Με χειροκίνητο σύρτη



7) Με ηλεκτρικό περιστρεφόμενο εξαγωγέα



8)Με καλαθοφόρο γερανό



9) Με κλαπέτο

Μήτρες ταξινόμησης

Μήτρα ταξινόμησης μορφής

Στο μέρος αυτό,θα γίνει καταγραφή των λύσεων που προτάθηκαν από το brainstorming σε πίνακες οι οποίοι με τη σειρά τους ,θα μπορέσουν να μας δώσουν πρόσθετες λύσεις για την τελική μορφή του σιλό.

ΜΟΡΦΗ / ΣΧΗΜΑ / ΥΛΙΚΟ	ΑΠΛΗ ΜΟΡΦΗ					ΣΥΝΔΙΑΣΜΕΝΗ ΜΟΡΦΗ	
ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ	ΠΥΡΑΜΙΔΑ	ΚΥΛΙΝΡΟΣ	ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΟ	ΚΩΝΟΣ	ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΚΩΝΟΣ	ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ ΠΥΡΑΜΙΔΑ
ΞΥΛΟ	9						
ΤΕΜΑΧΙΑ ΜΕΤΑΛΛΟ	1	3		4	5	2	6
ΠΛΑΣΤΙΚΟ			8				
ΕΝΙΑΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	7						

Μήτρα ταξινόμησης στήριξης

ΕΙΔΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ / ΥΛΙΚΟ		ΕΝΙΑΙΑ			ΤΕΜΑΧΙΑ		
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΟΔΙΩΝ	ΘΕΣΗ ΠΟΔΙΩΝ	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΜΕΤΑΛΛΟ	ΞΥΛΟ	ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΜΕΤΑΛΛΟ	ΞΥΛΟ
3	ΠΑΝΩ						
	ΚΑΤΩ					4	
	ΠΛΑΓΙΑ						
4	ΠΑΝΩ					6	
	ΚΑΤΩ	2				3	1
	ΠΛΑΓΙΑ					5	

Μήτρα ταξινόμησης φόρτωσης

ΕΙΔΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ / ΜΟΡΦΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ / ΘΕΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΜΗΧΑΝΙΚΗ			ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ	ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ	
		ΙΜΑΝΤΑΣ	ΚΑΛΑΘΟΦΟΡΟΣ ΑΝΑΒΑΤΗΡΑΣ	ΚΟΧΛΙΑΣ	ΧΟΑΝΗ	ΦΟΡΤΩΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ	ΑΝΑΤΡΟΠΗ
ΣΥΝΕΧΗΣ	ΚΑΘΕΤΗ		(8)	(11)	4		
	ΣΤΟ ΧΩΡΟ	1,2,3		6			
ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΗ	ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ	(10)					(9)
	ΣΤΟ ΧΩΡΟ		7			5	

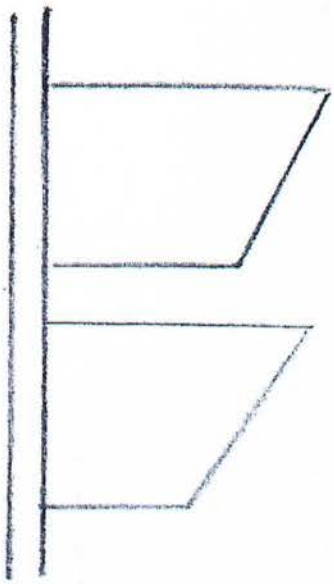
Μήτρα ταξινόμησης εκφόρτωσης

ΕΝΕΡΓΕΙΑ / ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ		ΜΗΧΑΝΙΚΗ			ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗ		ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ			ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΑ		ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ	
ΜΟΡΦΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΘΕΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ	ΚΟΧΛΙΑΣ	ΚΑΛΑΘΟΓΟΡΟΣ ΓΕΡΑΝΟΣ	ΕΞΑΓΩΓΕΑΣ	ΣΩΛΗΝΑΣ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ	ΚΛΑΠΕΤΟ	ΣΥΡΤΗΣ	ΦΥΣΟΥΝΑ	ΕΞΑΓΩΓΕΑΣ	ΚΛΑΠΕΤΟ	ΣΥΡΤΗΣ	ΚΛΑΠΕΤΟ	ΣΥΡΤΗΣ
ΣΥΝΕΧΗΣ	ΚΑΘΕΤΗ				2	9	(10)	4		(12)	6	(11)	1
	ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ	(14)		5	(13)								
	ΑΚΤΙΝΙΚΗ	3											
ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΗ	ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ			(15)					7				
	ΣΤΟ ΧΩΡΟ		8										

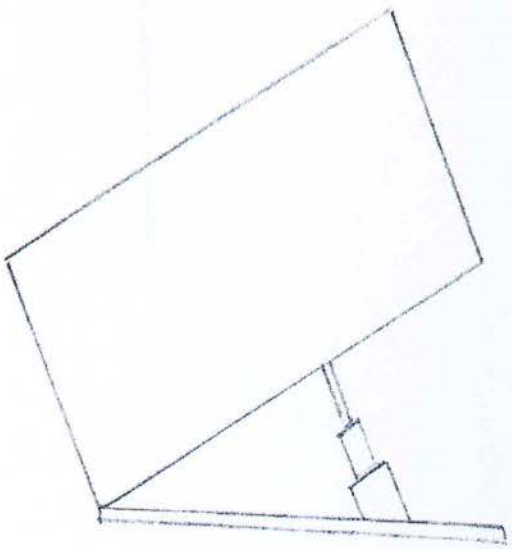
Πρόσθετο brainstorming

Παρακάτω παρατίθενται οι πρόσθετες λύσεις που προέκυψαν από τις μήτρες ταξινόμησης.

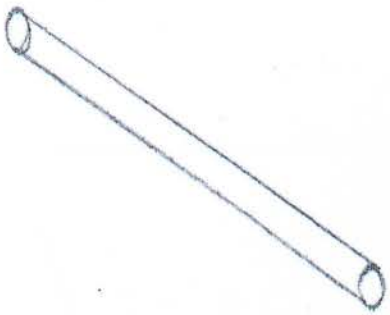
Φόρτωση



8)Καλαθοφόρος αναβατήρας (κάθετη κίνηση)



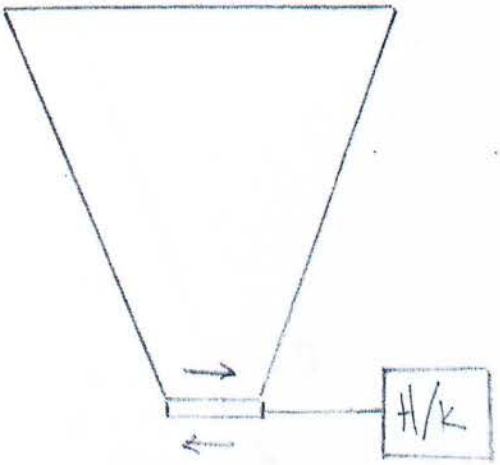
9) Με ανατροπή



10) Με ιμάντα

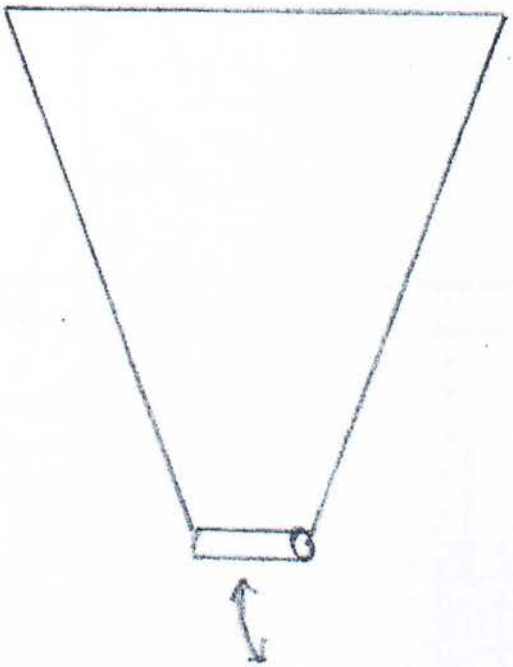
11)Με κοχλία
(Κάθετη κίνηση)

Εκφόρτωση

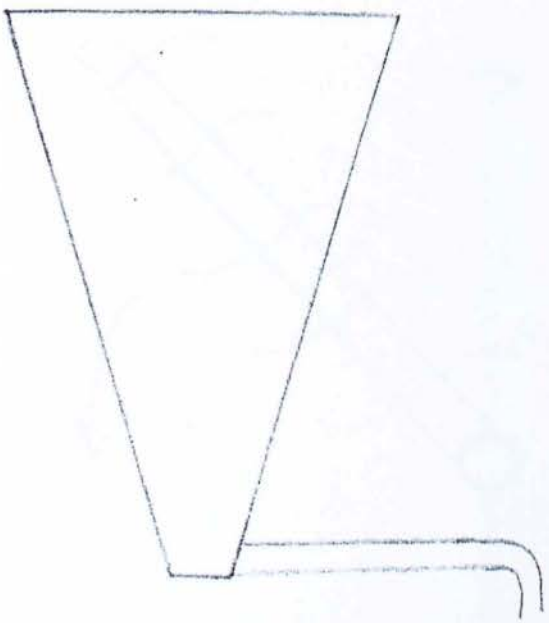


10)Με ηλεκτρικό σύρτη

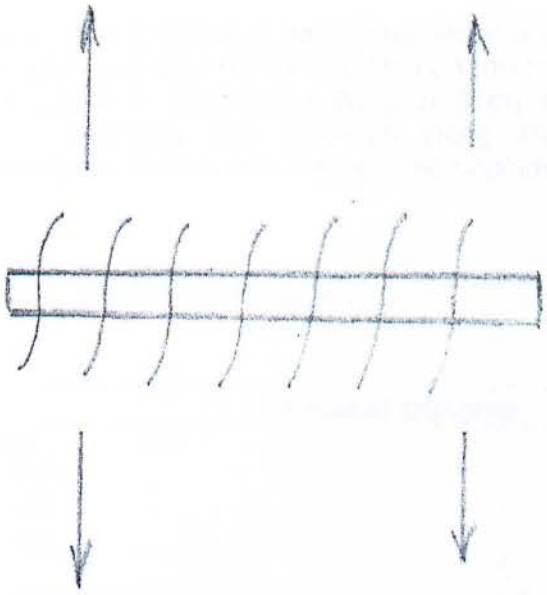
11)Με υδραυλικό κλαπέτο



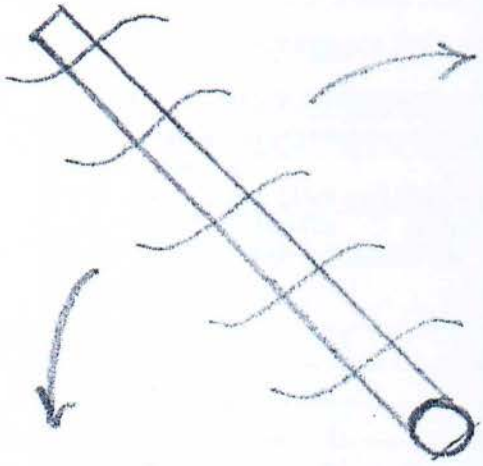
12)Με χειροκίνητο κλαπέτο



13)Με σωλήνα
αναρρόφησης
(οριζόντια κίνηση)



14)Με κοχλιοφορέα
(οριζόντια κίνηση)



15)Με μηχανικό
περιστρεφόμενο εξαγωγέα
(παλινδρομική κίνηση)

Πίνακες επιλογής

Στους πίνακες επιλογής,θα αξιολογηθούν οι λύσεις που προτάθηκαν απο το brainstorming αλλά και οι πρόσθετες λυσεις που προέκυψαν από τις μήτρες ταξινόμησης.Η αξιολόγηση θα γίνει βάση του πίνακα προδιαγραφών και άλλων κριτηρίων που φαίνονται στους παρακάτω πίνακες,ώστε να γίνει επιλογή των λύσεων που πληρούν τις προδιαγραφές της κατασκευής.

Πίνακας επιλογής αποθήκευσης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
(+) ΝΑΙ
(-) ΟΧΙ
(;) ΕΛΛΕΙΨΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
(!) ΕΠΑΝ/ΧΟΣ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

ΛΥΣΕΙΣ	ΛΥΣΗ ΣΥΝΒΑΤΗ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	ΠΛΗΡΟΙ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ	ΥΠΑΡΧΕΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΕΩΣ	ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	ΠΡΩΤΟΠΟΡΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
	A	B	C	D	E	F	G	
1	+	+	+	+	+	-	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+
4	+	-	-	+	-	-	+	-
5	+	+	+	+	+	+	+	+
6	+	+	-	+	-	-	-	-
7	+	+	+	+	+	-	+	+
8	+	+	+	+	+	-	-	+
9	+	-	+	-	-	-	-	-

Πίνακας επιλογής στήριξης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
(+) ΝΑΙ
(-) ΟΧΙ
(;) ΕΛΛΕΙΨΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
(!) ΕΠΑΝ/ΧΟΣ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
(+)
(-)
(;)
(!)

ΛΥΣΕΙΣ

ΛΥΣΗ ΣΥΝΒΑΤΗ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ
ΠΛΗΡΟΙ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ
ΥΠΑΡΧΕΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΕΩΣ
ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΟΣΤΟΣ
ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
ΠΡΩΤΟΠΟΡΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

	A	B	C	D	E	F	G		
1	+	+	+	+	+	-	+		+
2	+	+	+	+	+	+	+		+
3	+	+	+	+	+	+	+		+
4	+	+	+	+	+	-	+		+
5	+	+	+	+	+	+	+		+
6	+	-	-	+	-	-	-		-

Πίνακας επιλογής φόρτωσης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
(+) ΝΑΙ
(-) ΟΧΙ
(;) ΕΛΛΕΙΨΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
(!) ΕΠΑΝ/ΧΟΣ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
(+)
(-)
(;)
(!)

ΛΥΣΕΙΣ

	A: ΛΥΣΗ ΣΥΝΒΑΤΗ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	B: ΠΛΗΡΟΙ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ	C: ΥΠΑΡΧΕΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΕΩΣ	D: ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΟΣΤΟΣ	E: ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	F: ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	G: ΠΡΩΤΟΠΟΡΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		
1	+	+	+	+	+	-	+		+
2	+	-	+	+	-	-	-		-
3	+	+	+	+	+	+	+		+
4	+	+	+	+	+	-	+		+
5	+	+	+	+	+	-	+		+
6	+	+	+	+	+	+	+		+
7	+	-	-	-	+	-	-		-
8	+	+	+	+	+	+	+		+
9	+	+	+	+	-	-	+		+
10	+	-	-	+	-	-	-		-
11	-	+	-	-	-	-	-		-

Πίνακας επιλογής εκφόρτωσης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
(+) ΝΑΙ
(-) ΟΧΙ
(;) ΕΛΛΕΙΨΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
(!) ΕΠΑΝ/ΧΟΣ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ

ΛΥΣΕΙΣ

	ΛΥΣΗ ΣΥΝΒΑΤΗ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	ΠΛΗΡΟΙ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ	ΥΠΑΡΧΕΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΕΩΣ	ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΟΣΤΟΣ	ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ	ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ	ΠΡΩΤΟΠΟΡΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		
	A	B	C	D	E	F	G		
1	+	+	+	+	+	-	+		+
2	+	-	+	+	-	-	-		-
3	+	+	+	+	+	+	+		+
4	+	+	+	+	+	-	+		+
5	+	+	+	+	+	-	+		+
6	+	+	+	+	+	+	+		+
7	+	-	-	-	+	-	-		-
8	+	-	+	-	-	-	-		-
9	+	+	+	+	-	-	+		+
10	+	-	-	+	-	-	-		-
11	-	+	-	-	-	-	-		-
12	+	-	-	+	-	-	-		-
13	+	+	+	+	+	+	+		+
14	+	-	-	-	+	-	-		-
15	-	-	-	-	+	-	-		-

Πίνακες αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων

Οι λύσεις που έγιναν δεκτές από τους πίνακες επιλογής , θα πρέπει επίσης να αξιολογηθούν βάση τεχνικών και οικονομικών κριτηρίων για να γίνει επιλογή των καταλληλότερων .

Πίνακας τεχνικής αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων αποθήκευσης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	1	2	3	5	7	8
ΑΠΛΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	4	4	4	3	4	4
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	4	3	3	2	4	4
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	3	4	4	3	4	4
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	2	4	3	3	3	3
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	4	4	4	4	3	3
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	17	19	18	15	18	18
Wt = Σ /20	0,85	0,95	0,9	0,75	0,9	0,9

Πίνακας οικονομικής αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων αποθήκευσης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	1	2	3	5	7	8
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ	4	4	4	4	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	4	4	3	3	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	4	4	4	3	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	3	4	4	3	4	4
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ	3	3	3	4	2	2
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	18	19	18	17	18	18
Ww = Σ /20	0,9	0,95	0,9	0,85	0,9	0,9

Πίνακας τεχνικής αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων στήριξης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	1	2	3	4	5
ΑΠΛΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	4	4	4	4	4
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	4	3	3	4	4
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	2	4	4	3	4
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	2	4	4	4	3
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	2	3	4	4	3
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	14	18	19	19	18
Wt = Σ /20	0,7	0,9	0,95	0,95	0,9

Πίνακας οικονομικής αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων στήριξης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	1	2	3	4	5
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ	4	4	4	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	4	4	3	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	2	4	4	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	3	4	4	3	4
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ	3	3	3	3	3
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	16	19	18	18	19
Ww = Σ /20	0,8	0,95	0,9	0,9	0,95

Πίνακας τεχνικής αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων φόρτωσης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	1	3	4	5	6	8	9
ΑΠΛΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	4	4	4	2	4	4	3
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	4	4	3	4	4	3	4
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	3	4	4	3	3	3	3
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	3	4	4	4	4	4	4
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	3	3	4	3	4	4	4
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	17	19	19	16	19	18	18
Wt = Σ /20	0,85	0,95	0,95	0,8	0,95	0,9	0,9

Πίνακας οικονομικής αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων φόρτωσης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	1	3	4	5	6	8	9
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ	4	4	4	3	4	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	4	4	3	2	3	3	3
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	4	4	4	3	4	4	3
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	3	3	3	3	4	3	4
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ	2	3	4	4	4	4	3
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	17	18	18	15	19	18	17
Ww = Σ /20	0,85	0,9	0,9	0,75	0,95	0,9	0,85

Πίνακας τεχνικής αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων εκφόρτωσης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	1	3	4	5	6	9	13
ΑΠΛΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	4	3	4	4	4	4	4
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	3	3	3	3	4	4	3
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	3	3	4	4	3	3	4
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	3	4	4	4	4	4	4
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	4	4	3	4	4	4	3
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	17	17	18	19	19	19	18
Wt = Σ /20	0,85	0,85	0,9	0,95	0,95	0,95	0,9

Πίνακας οικονομικής αξιολόγησης αποδεκτών λύσεων εκφόρτωσης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	1	3	4	5	6	9	13
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ	3	3	4	4	4	4	3
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	4	4	3	3	4	4	3
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	3	3	4	4	4	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	4	4	4	4	3	3	4
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ	4	4	4	4	4	4	4
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	18	18	19	19	19	19	18
Ww = Σ /20	0,9	0,9	0,95	0,95	0,95	0,95	0,9

Πίνακας ZWICKY

Στον πίνακα ZWICKY θα καταγραφούν οι λύσεις που επιλέχθηκαν ως καταλληλότερς για κάθε επί μέρους λειτουργία του σιλό.

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ				
ΣΤΗΡΙΞΗ				
ΦΟΡΤΩΣΗ				
ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ				

Πίνακας βέλτιστων λύσεων

Στον παρακάτω πίνακα θα γίνει συνδιασμός των λύσεων και για τις τέσσερις λειτουργίες ,ώστε να καταλήξουμε σε ολοκληρομένες προτάσεις για το πρόβλημα .

ΛΥΣΕΙΣ / ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ	Α	Β	Γ	Δ
ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ				
ΣΤΗΡΙΞΗ				
ΦΟΡΤΩΣΗ				
ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ				

Πίνακας επιλογής τελικής λύσης

Με βάση αυτόν τον πίνακα ,θα αξιολογηθούν οι τέσσερις ολοκληρωτικές προτάσεις και και στη συνέχεια θα γίνει επιλογή των δύο καταλληλότερων.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
(+) ΝΑΙ
(-) ΟΧΙ
(;) ΕΛΛΕΙΨΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
(!) ΕΠΑΝ/ΧΟΣ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΛΥΣΕΩΝ
(+)
(-)
(;)
(!)

ΛΥΣΕΙΣ

ΛΥΣΗ ΣΥΝΒΑΤΗ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ
ΠΛΗΡΟΙ ΤΟΥ ΟΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ
ΥΠΑΡΧΕΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΕΩΣ
ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΟΣΤΟΣ
ΥΠΑΡΧΕΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΠΡΟΤΙΜΑΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
ΠΡΩΤΟΠΟΡΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

	A	B	C	D	E	F	G	
Α	+	+	+	+	+	+	+	+
Β	+	-	;	+	-	-	+	-
Γ	+	+	+	-	+	-	+	-
Δ	+	+	+	+	+	+	+	+

Αφού έγινε η επιλογή των δύο επικρατέστερων λύσεων , θα αξιολογηθούν και αυτές με τη σειρά τους βάση τεχνικών και οικονομικών κριτηρίων ,ώστε να καταλήξουμε στην τελική λύση.

Πίνακας τεχνικής αξιολόγησης τελικής λύσης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Α	Δ
ΑΠΛΟΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ	4	4
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ	4	3
ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	4	3
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ	3	4
ΕΥΚΟΛΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	4	3
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	19	17
Wt = Σ /20	0,95	0,85

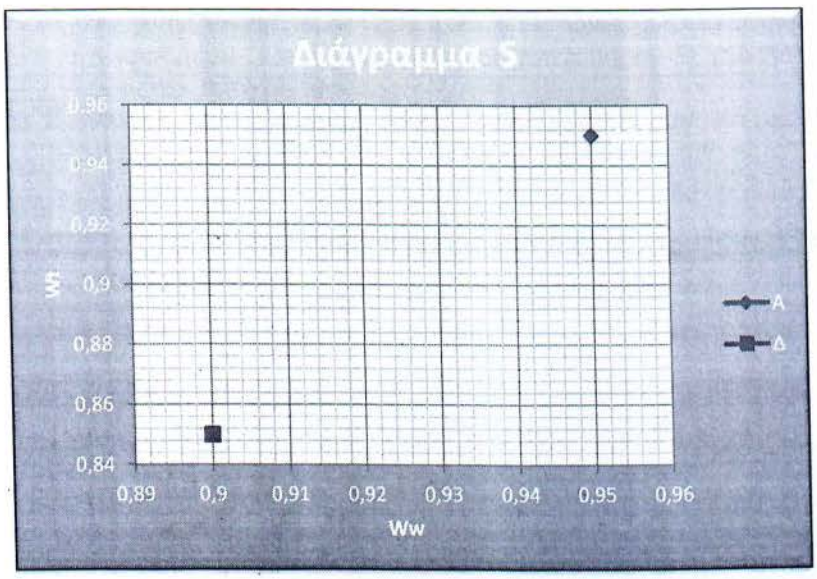
Πίνακας οικονομικής αξιολόγησης τελικής λύσης

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ / ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ	Α	Δ
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	4	3
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	4	4
ΜΙΚΡΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗΣ	3	4
ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ	4	3
ΑΘΡΟΙΣΜΑ (Σ)	19	18
Ww = Σ /20	0,95	0,9

Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται οι παραλλαγές μαζί με τα αποτελέσματα των τεχνικών (Wt) και των οικονομικών (Ww) κριτηρίων , όπως αυτά θα συγκριθούν γραφικά στο διάγραμμα S .

ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ	ΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ (Wt)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ (Ww)
Α	0,95	0,95
Δ	0,85	0,9

Διάγραμμα S



Όπως προέκυψε από την αξιολόγηση των οικονομοτεχνικών κριτηρίων και όπως φαινεται στο διάγραμμα S , η καταλληλότερη λύση είναι η (Α).Το σιλό θα αποτελείται από ένα μεταλλικό κόλουρο κώνο στο κάτω μέρος , με κυλινδρική προέκταση ,και η στήριξη του θα γίνεται με τέσσερα μεταλλικά πόδια στο κάτω μέρος.Η φόρτωση θα γίνεται με ταινία , ενώ η εκφόρτωση από το κάτω μέρος, με χρήση χειροκίνητου σύρτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

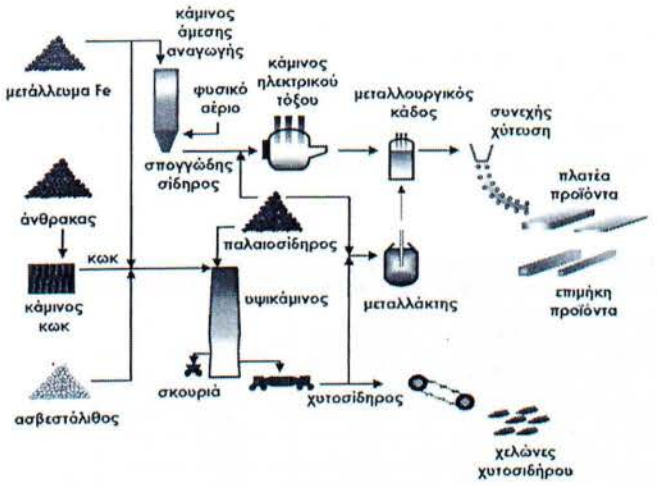
Επιλογή λαμαρίνας κατασκευής

Με τη διαδικασία του σχεδιασμού κατασκευών καταλήξαμε ότι η κατασκευή του σιλό θα γίνει με χρήση μετάλλου . Στην προκειμένη περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε ως υλικό , χάλυβα .

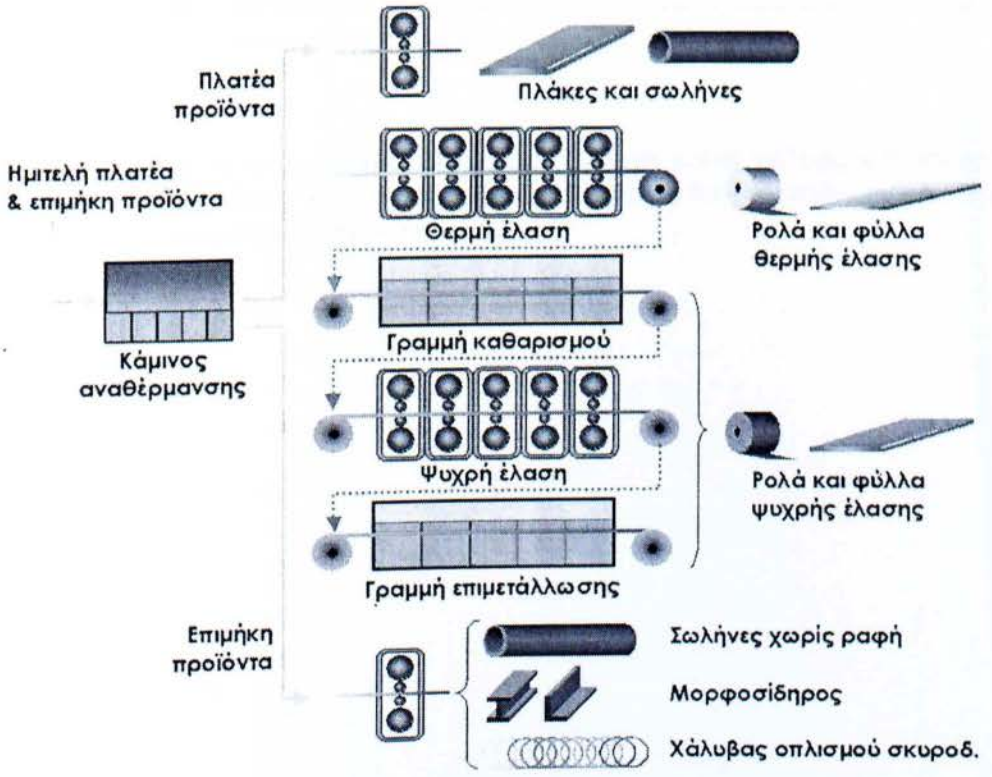
Ο χάλυβας είναι κράμα σιδήρου – άνθρακα που περιέχει λιγότερο από 2,06% κ.β. άνθρακα ,λιγότερο από 1% μαγγάνιο , και πολύ μικρά ποσοστά πυριτίου ; φωσφόρου , θείου και οξυγόνου . κραματωμένοι χάλυβες αποτελούν ειδική κατηγορία χαλύβων που περιέχουν υψηλότερα ποσοστά άλλων μετάλλων . [11]

Ο χάλυβας παράγεται με τρείς βασικές μεθόδους :

1. Με αναγωγή σιδηρομεταλλευμάτων σε υψικάμινο για παραγωγή χυτοσιδήρου , και τη μετατροπή του χυτοσιδήρου σε χάλυβα μέσα σε μεταλλάκτη με εμφύσηση οξυγόνου .
2. Με την άμεση αναγωγή σιδηρομεταλλευμάτων (δηλ. Αναγωγή σε στερεά κατάσταση) σε φρεατώδη κάμινογια την παραγωγή σπογγώδους σιδήρου , και τη μετατροπή του σε χάλυβα μέσα σε κάμινο (κλίβανο) ηλεκτρικού τόξου .
3. Με την ανάτηξη παλαιοσιδήρου (σκραπ) σε κάμινο ηλεκτρικού τόξου . [18]



Εικόνα **6** Παραγωγή χάλυβα



Εικόνα **7** Παραγωγή προϊόντων χάλυβα

Η κατασκευή μας , όπως και τα περισσότερα σιλό θα κατασκευαστεί από κοινό χάλυβα κατασκευών . Οι χάλυβες αυτοί συμβολίζονται με St (Stahl = χάλυβας) και ακολουθεί διψήφιος αριθμός που αντιστοιχεί στο ελάχιστο όριο θραύσης του χάλυβα σε σ_β σε Kp/mm^2 . Για παράδειγμα , St37 σημαίνει ανθρακούχος χάλυβας με ελάχιστο όριο θραύσης $\sigma_\beta = 37\ Kp/mm^2$.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η ονοματολογία και βασικές ιδιότητες των χαλύβων αυτών[11] :

	Κοινοί χάλυβες κατασκευών κατά DIN EN 10025 (DIN 17100)					
DIN 17100	DIN EN 10025	Αριθμός υλικού	Περιεκτικότητα σε C [%]	Όριο θραύσης σε εφελκυσμό Rm [N/mm²]	Όριο ροής Re [N/mm²]	Ειδική επιμήκυνση θραύσης σε εφελκυσμό δs
St33	S 185	1.0035	-	290	175	18
St 37-2	S 237JR	1.0037	0,2	340-470	237	26
U St 37-2	S 237JRG1	1.0036	0,17			
R St 37-2	S 237JRG2	1.0038	0,17			
St 44-2	S 275JR	1.0044	0,2	410-540	275	22
St 50-2	E 295	1.0050	0,3	470-610	295	20
St 60-2	E 335	1.0060	0,4	570-710	335	16
St 70-2	E 360	1.0070	0,5	670-830	360	16
Πρόκειται για χάλυβες με χαμηλή περιεκτικότητα σε προσθήκες οι οποίοι κυκλοφορούν στο εμπόριο σε δοκούς ή φύλλα. Επιδέχονται συγκόλληση όταν η περιεκτικότητα σε άνθρακα είναι έως 0,25%.						

Εικόνα **8** Ονοματολογία και βασικές ιδιότητες χαλύβων

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα επιλέγουμε κοινό χάλυβα κατασκευών St37-2 , του οποίου η καταλληλότητα και η αντοχή θα μελετηθεί παρακάτω , στη μελέτη στατικότητας της κατασκευής .

Συγκόλληση

Για τη συγκόλληση των επί μέρους κομματιών του σιλό θα χρησιμοποιήσουμε ημιαυτόματο τρόπο ηλεκτροσυγκόλλησης (MIG).Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί συνεχές ηλεκτρόδιο , αντί τεμαχίων το οποίο είναι συμπαγές ή διάτρητο , και το βρίσκουμε σε μορφή κουλούρας .

Σε αυτού του τύπου τη συγκόλληση , χρησιμοποιείται αδρανές αέριο για την προστασία της .[3] Τα αδρανή αέρια που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής :

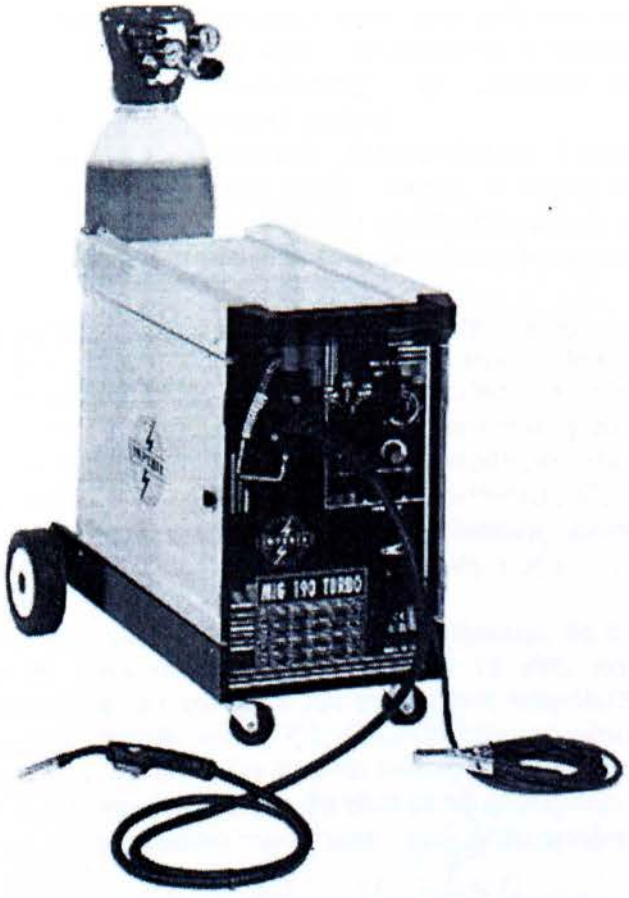
- Αργό (Ar)
- Ήλιο (He)
- Διοξείδιο του Άνθρακα (CO_2)
- Άζωτο (N_2)
- Οξυγόνο (O_2)
- Υδρογόνο (H_2)

  Καθώς και μίγμα αυτών.

Διάταξη ηλεκτροσυγκόλλησης MIG

Η διάταξη της ηλεκτροσυγκόλλησης MIG αποτελείται από :

1. Μετασχηματιστή υποβιβασμού της τάσης του ηλεκτρικού δικτύου.
2. Τσιμπίδα συγκόλλησης.
3. Διάταξη προώθησης συγκολλητικού υλικού.
4. Διακόπτες για τη ρύθμιση της έντασης του ρεύματος , του είδους της ραφής , και ταχύτητας προώθησης συγκολλητικού υλικού .
5. Φιάλη με αέριο προστασίας.
6. Διάταξη ελέγχου πίεσης και παροχής αερίου προστασίας.



Εικόνα 9 Διάταξη ηλεκτροσυγκόλλησης **MIG**

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Επιλογή ηλεκτροδίου

Τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο MIG είναι τριών ειδών . Τα συμπαγή με προστατευτικό αέριο , τα σωληνωτά με προστατευτικό αέριο , και τα σωληνωτά χωρίς προστατευτικό αέριο . Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιήσουμε συμπαγή ηλεκτρόδια γιατί περιορίζονται τα ελαττώματα στις ραφές , βελτιώνεται η αντοχή τους , περιορίζεται η παρουσία H_2 , και τέλος , έχουμε μικρό χρόνο συγκόλλησης , με μοναδικό ελάττωμα την αδυναμία συγκόλλησης σε εξωτερικούς χώρους

Οι ραφές μπορούν να είναι συνεχείς , διακοπτόμενες ή σημειακές . Στην περίπτωση μας θα κάνουμε συνεχείς ραφές , καθώς το πάχος της λαμαρίνας είναι αρκετά μεγάλο .Οι δύο άλλες μέθοδοι χρησιμοποιούνται σε κολλήσεις λεπτών λαμαρινών , για να αποφευχθούν τα τρυπήματα και η υπερθέρμανση

.

Το προστατευτικό αέριο που θα χρησιμοποιηθεί είναι Argon (Ar) με καθαρότητα 99,996% , το οποίο χρησιμοποιείται για τη συγκόλληση όλων των συγκολλήσιμων μετάλλων , εκτός εκείνων που οξειδώνονται με την παρουσία ίχνους οξυγόνου . Το Ar παρουσιάζει μικρότερη αντίσταση στο ρεύμα του τόξου από το He , η θερμοκρασία του τόξου είναι μικρότερη , και παρουσιάζει σταθερότητα του τόξου . Η προσθήκη μικρής ποσότητας O_2 βελτιώνει τη μεταφορά του συγκολλητικού υλικού , λόγω της οξειδωτικής δράσης του O_2 , η οποία μειώνει την επιφανειακή τάση στη λιωμένη μάζα , και επιτρέπει ταχύτερη συγκόλληση.[7]

Τα πάχη των ηλεκτροδίων που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι 3,5 και 4 mm . Το ρεύμα θα είναι συνεχές λόγω του ότι το είναι κατάλληλο για συγκόλληση κραμματωμένων χαλύβων και για λόγους ασφαλείας , που θα αναφερθούν παρακάτω (παράγραφος ¨ζ¨). Η ένταση του ρεύματος θα πρέπει να είναι 115 και 145 A αντίστοιχα .Για να γίνει σωστή συγκόλληση θα κάνουμε 4 περάσματα , εκ των οποίων το πρώτο θα είναι με το ηλεκτρόδιο των 3,5 mm και τα υπόλοιπα με το ηλεκτρόδιο των 4 mm , ενώ η συγκόλληση , θα γίνει από τη μία μόνο πλευρά .

Στο τέλος θα πρέπει να γίνει έλεγχος της συγκόλλησης με τη βοήθεια υπερήχων για τον εντοπισμό τυχών σφαλμάτων και ρωγμών [3].

Ασφάλεια συγκολλητών

Έχουν διεθνώς θεσπιστεί κανόνες προκειμένου να εξασφαλίζεται ένα ελάχιστο επίπεδο ασφαλείας για τους χειριστές αλλά και για τις κατασκευές γενικότερα κατά την εφαρμογή των διαφόρων μεθόδων συγκολλήσεως.

Ενδεικτικά αναφέρονται οι κώδικες ANSI Z49-1, ANSI Z87-1, 288.2, Z89.1 κλπ.

Για τα Ελληνικά δεδομένα, το ειδικό νομοθέτημα που αφορά τους συγκολλητές είναι το ΠΔ 95/78 «Περί μέτρων υγιεινής και ασφαλείας των απασχολουμένων εις εργασίας συγκολλήσεων» (Φ.Ε.Κ. 20/Α/17-2-1978) και σύμφωνα μ' αυτό προβλέπονται[9]:

α) Μάσκα ή γυαλιά με ειδικά απορροφητικά κρύσταλλα.

β) Δερμάτινη ποδιά, γκέτες και γάντια ειδικών προδιαγραφών.

γ) Παπούτσια με λάστιχο.

δ) Ζώνη ασφαλείας, για εργασία στα όρια του δαπέδου εργασίας.

ε) Προστατευτικά πετάσματα προστασίας γειτόνων από το ηλεκτρικό τόξο.

στ) Έλεγχος της μονώσεως των εργαλείων και της υπάρξεως υγρασίας επ' αυτών.

ζ) Προτίμηση του συνεχούς ρεύματος στους κλειστούς χώρους.

η) Εξαερισμός του χώρου ηλεκτροσυγκόλλησης.

θ) Μηχανή συγκόλλησης, καλώδια και σύνδεσμοι σε άριστη κατάσταση, στη σωστή θέση, μακριά από θέσεις κυκλοφορίας και με σωστή προστασία.

ι) Σωστή γείωση στη συσκευή ηλεκτροσυγκόλλησης, τον πάγκο εργασίας και το επεξεργαζόμενο αντικείμενο.
Καλό σφίξιμο της τσιμπίδας στο σώμα επιστροφής.

ια) Τσιμπίδα ηλεκτροδίου πλήρως μονωμένη και τοποθετημένη πάντα σε γειωμένη επιφάνεια, όταν δεν χρησιμοποιείται.

ιβ) Πρόσθετο μονωτικό δάπεδο όταν η επιφάνεια εδράσεως είναι υγρή.

ιγ) Αποφυγή συγκολλήσεως κοντά σε εύφλεκτα υλικά ή εκρηκτικά.

ιδ) Απαγορεύεται η χρήση φακών επαφής από πρόσωπα που βρίσκονται στην περιοχή ηλεκτροσυγκολλήσεως.

Κοχλίες

Είδη κοχλιών

Οι κοχλίες διακρίνονται σε δυό κατηγορίες ως προς την αποστολή τους: τους κοχλίες συνδέσεως και τους κοχλίες κινήσεως. Οι ***κοχλίες συνδέσεως*** έχουν ως αποστολή την
ασφαλή και λυόμενη (μη μόνιμη) σύνδεση, ανεξάρτητων στοιχείων μιας κατασκευής ή μηχανής μεταξύ τους. Οι ***κοχλίες κινήσεως*** μετατρέπουν την περιστροφική κίνηση του κορμού τους σε ευθύγραμμη κίνηση του περικοχλίου τους (π.χ. τόρνος, ανυψωτήρας αυτοκινήτων κλπ).

Τρία είδη κοχλιών μπορούμε να διακρίνουμε ανάλογα με τη μορφή και τη χρήση τους: (α) το σύστημα κοχλία-περικοχλίου (bolt-nut), που χρησιμοποιείται για να συνδέσει δύο ή περισσότερα ανεξάρτητα στοιχεία, περνώντας τον κοχλία από τις αντίστοιχες οπές και βιδώνοντας το περικόχλιο. (β) τον βιδωτό κοχλία (screw), δηλαδή αυτόν που βιδώνεται σε τρύπα με σπείρωμα αντί του περικοχλίου, για να δημιουργήσει τη σύνδεση, και τέλος (γ) τον ακέφαλο κοχλία με σπείρωμα και στις δυο άκρες, όχι συμμετρικοί κατά ανάγκη.[16]

Στους παρακάτω πίνακες φαίνεται η τυποποίηση και η διαστάσεις των κοχλιών κατά DIN.

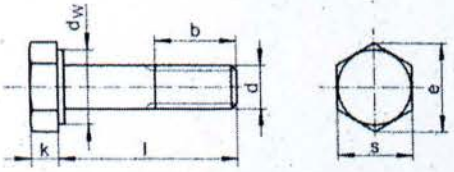
Κοχλίες με εξαγωνική κεφαλή κατά DIN EN 24014, 24017, 28676, 28765

Διαστάσεις σε mm

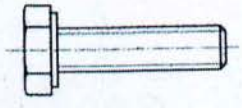
DIN24014

DIN24017

DIN24014, DIN28765



DIN24017, DIN28676



	d	M3	M4	M5	M6	M8 8x1	M10 10x1.25	M12	M16	M20	M24	M30 30x2
	e	6,1	7,7	8,9	11	14,4	18,9	21,1	26,8	33,5	40	50,8
	s	5,5	7	8	10	13	17/16	19/18	24	30	36	46
	k	2	2,8	3,5	4	5,5	7	8	10	13	15	18,7
	d_w	4,6	5,9	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5	28,2	33,6	42,8
14014 28765	b	12	14	16	18	22	26	30	38	46	54	66
	l από	13	25	25	30	40	45	50	65	80	90	110
	l έως	30	40	50	60	80	100	120	160	200	240	300
24017 28676	b	Σπείρωμα σε όλο το μήκος του κορμού του κοχλία										
	l από	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	60
	l έως	30	40	50	60	80	100	120	200	200	200	200

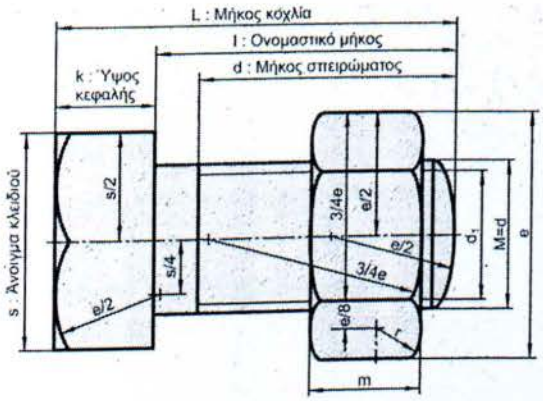
Τυποποιημένη διαβάθμιση των μηκών l: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30 έως 80mm ανά 5mm και από 80mm έως 200mm ανά 10mm

Τριγωνικό μετρικό σπείρωμα κατά ISO – DIN 13-1

Διαστάσεις σε mm

Ονομαστική διάμετρος		d=D
Βήμα σπειρώματος		P
Γωνία σπειρώματος		60°
Μέση διάμετρος σπειρώματος		$d_2=D_2=d-0,6495\cdot P$
Εσωτερική διάμετρος:	Κοχλία	$d_3=d-1,2269\cdot P$
	Περικόχλιου	$D_1=d-1,0825\cdot P$
Βάθος σπειρώματος:	Κοχλία	$h_3=0,6134\cdot P$
	Περικόχλιου	$H_1=0,5413\cdot P$
Ακτίνα καμπυλότητας		$R=0,1443\cdot P$
Διατομή σπειρώματος		$A_s=\frac{\pi}{4}\cdot(\frac{d_2+d_3}{2})$

Ονομασία	Βήμα	Μέση διάμετρος	Εσωτερική διάμετρος (πυρήνα)		Βάθος σπειρώματος		Καμπυλότητα	Διάμετρος οπής	Διατομή
			Κοχλία	Περικοχλίου	Κοχλία	Περικοχλίου			
d=D	P	$D_2=d_2$	d_3	D_1	h_3	H_1	R	-	A_s
M 1	0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135	0,036	1,2	0,46
M 1,2	0,25	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135	0,036	1,4	0,73
M 1,6	0,35	1,373	1,170	1,221	0,215	0,189	0,051	1,8	1,27
M 2	0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217	0,058	2,4	2,07
M 2,5	0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244	0,065	2,9	3,39
M 3	0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	0,072	3,4	5,03
M 4	0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	0,101	4,5	8,73
M 5	0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	0,115	5,5	14,2
M 6	1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	0,144	6,6	20,1
M 8	1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	0,180	9	36,6
M 10	1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	0,217	11	58,0
M 12	1,75	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	0,253	13,5	84,3
M 16	2	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	0,289	17,5	157
M 20	2,5	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	0,361	22	245
M 24	3	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	0,433	26	353
M 30	3,5	27,727	25,706	26,211	2,147	2,894	0,505	33	561
M 36	4	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165	0,577	39	817
M 42	4,5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436	0,650	45	1120
M 48	5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706	0,722	52	1470
M 56	5,5	52,428	49,252	50,046	3,374	2,977	0,794	62	2030
M 64	6	60,103	56,639	57,505	3,681	3,248	0,866	70	2680



Ύψος κεφαλής κοχλία k = 0,7d
Ύψος περικοχλίου m = 0,8d
Διαγώνιος εξαγώνου e = 1,155s

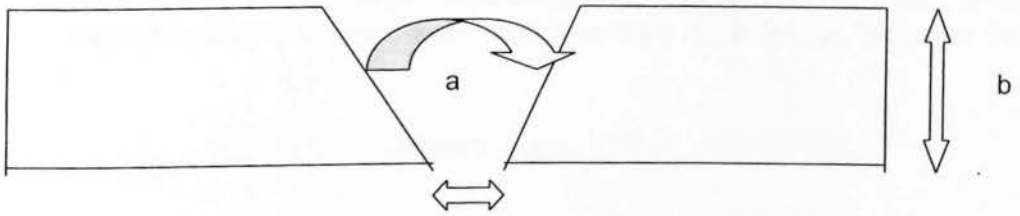
Προένταση κοχλιωτών συνδέσεων

Φλάντζες πιεστικών δοχείων, κεφαλές μηχανών, φλάντζες αγωγών μεταφοράς υγρών και αερίων κλπ. συσφίγγονται με βίδες με τα λοιπά τμήματα. Η προένταση της σύνδεσης είναι αναγκαία τόσο για την στεγανότητα, όσο και για την ασφάλεια του συστήματος σε συνθήκες λειτουργίας. Κατά την σύσφιγξη το υ περικοχλίου η βίδα τεντώνεται αναπτύσσοντας σ' αυτήν δύναμη, την οποία ονομάζουμε δύναμη προέντασης. Τα λοιπά τμήματα κατά την διαδικασία αυτή συμπιέζονται και παραμορφώνονται. Όταν το σύστημα μετά την συναρμολόγηση του τεθεί σε λειτουργία, η σύνδεση και προφανώς η βίδα αναλαμβάνει επιπρόσθετα φορτία, τα οποία ονομάζουμε φορτία λειτουργίας. Δηλαδή η βίδα και η όλη σύνδεση θα πρέπει να είναι ικανή να αντέξει στα φορτία προέντασης και στα φορτία λειτουργίας με ασφάλεια. Με βάση αυτόν τον στόχο ο Μηχανικός προβαίνει στην διαστασιολόγιση και σχεδιασμό της σύνδεσης λαμβάνοντας υπόψη προφανώς και φαινόμενα συγκέντρωσης τάσεων κα.

Κατά την προένταση ο κοχλίας επιμηκύνεται κατά δs ενώ η φλάντζα και τα λοιπά τμήματα κατά δf (ο δείκτης s υποδουλώνει βίδα-screw και ο δείκτης f φλάντζα). Αν έχουμε υπόψη μας ως παράδειγμα την φλάντζα ενός πιεστικού δοχείου, θαμη κατανοήσουμε πολύ εύκολα, ότι όταν το πιεστικό δοχείο τεθεί σε λειτουργία, η δύναμη στους κοχλίες αυξάνει, ενώ η σύσφιγξη της σύνδεσης αποδυναμώνεται (λασκάρει) όλο και περισσότερο με την αύξηση της εσωτερικής πίεσης του δοχείου μέχρι που μπορεί να εκμηδενισθεί τελικά η στεγανότητα της σύνδεσης. Δεδομένου ότι τα στοιχεία είναι γραμμικά ελαστικά δηλαδή η παραμόρφωση τους είναι ανάλογη της δύναμης, που μεταφέρουν, η επιμήκυνση του κοχλία, και αντίστοιχα η βράχυνση του πάχους της φλάντζας θα είναι ανάλογη της δύναμης που μεταφέρει κάθε ένα από αυτά.[6]

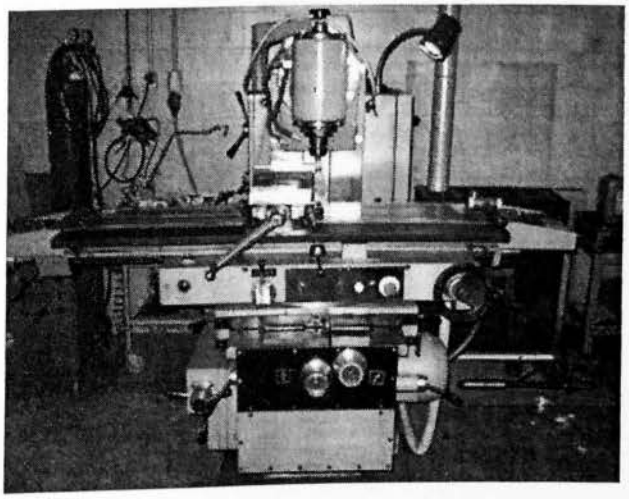
Επεξεργασία λαμαρίνας για τη συγκόλληση

Για την κατασκευή του σιλό επιλέχθηκε λαμαρίνα χάλυβα st37 πάχους 14mm , της οποίας τα επι μέρους τεμάχια θα συγκολληθούν ώστε να πάρουμε την επιθυμητή μορφή . Προκειμένου η συγκόλληση να είναι σωστή , δυνατή και ασφαλής , η λαμαρίνα θα πρέπει να υποστεί κατεργασία με χρήση φρέζας . Αναλυτικότερα , οι συγκολλήσιμες πλευρές θα υποστούν κατεργασία από άκρη σε άκρη , έτσι ώστε να σχηματιστεί γωνία 30^0.Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα , όταν οι πλευρές τοποθετηθούν η μία δίπλα στην άλλη , να σχηματίζουν γωνία 60^0 , κατάλληλη δηλαδή για συγκόλληση λαμαρίνας 14mm[3].Το ξεχόνδρισμα θα γίνει σταδιακά και όχι αμέσως για αποφυγή λαθών , και για να επιτύχουμε σωστή διαμόρφωση της επιφάνειας συγκόλλησης.Σύμφωνα με αυτή την κατεργασία , οι λαμαρίνες θα πρέπει να τοποθετηθούν σε απόσταση 2mm ώστε να πιάσει το συγκολλητικό υλικό όλο το πάχος της λαμαρίνας . Τέλος , η συγκόλληση θα γίνει από την μία πλευρά μονο , ώστε να αποφευχθεί η παραμόρφωση των συγκολλούμενων τεμαχίων[3] . Παρακάτω φαίνεται το σχηματικά η κατεργασία .



Εικόνα **10** Κατεργασία λαμαρίνας

όπου : $a=60^0$
b=14mm
c=2mm



Εικόνα **11** Φρέζα **cnc**

Ανάλυση δυνάμεων σύνδεσης για τους κοχλίες

Αν η δύναμη που καταπονεί του κοχλία είναι γνωστή , ο σχεδιασμός της βίδας είναι απλός . Η μέγιστη ορθή τάση στη βίδα εξαιτίας της δύναμης P θα αναπτύσεται στην μικρότερη διατομή.Αν δεν λάβουμε υπόψη φαινόμενα συγκέντρωσης τάσεων στο σπείρωμα , έχουμε :

$$\sigma_{\varepsilon\varphi=\frac{P}{\pi d_{c2/4}}}$$

Λαμβάνοντας υπόψη οτι το υλικό έχει όριο διαρροής σ_y και πρέπει να παρέχει ασφάλεια (n) , τότε η δύναμη θα πρέπει να ξεπεράσει την τιμή που προκύπτει από την ακόλουθη συνθήκη διαρροής :

$$P = \frac{\pi}{4} d_c^2 (\frac{\sigma_y}{n})$$

Το σπείρωμα της βίδας υπόκεινται σε διάτμηση . Η επιφάνεια διάτμησης είναι $A = \pi d_c h$ (h = πάχος περικοχλίου) , άρα η αντοχή της βίδας σε διάτμηση θα είναι :

$$\tau_{διατμ} = \frac{P}{\pi d_c h} \leq \frac{\tau_y^{διάτμηση}}{n} \quad , \quad \tau_y^{διάτμηση} = 0{,}5\sigma_y$$

Ως όριο αντοχής σε διάτμηση παίρνουμε το μισό του ορίου διαρροής σε εφελκυσμό . [6]
Βάση των υπολογισμών. , καταλήγουμε στη χρήση κοχλία M20.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Έλεγχος κατασκευής με χρήση πεπερασμένων στοιχείων

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει έλεγχος της κατασκεής , για την αντοχή της στις διατμητικές δυνάμεις . Οι δυνάμεις αυτές θα εφαρμοστούν στην κατασκευή , με τη χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος "Solidworks 2010 PRO edition" , το οποίο στη συνέχεια θα μας δώσει αναλυτικά αποτελέσματα για την αντοχή της κατασκευής . Για να γίνουν αποδεκτά τα αποτελέσματα , θα πρέπει ο βαθμός του "συντελεστή ασφαλείας" , να είναι ίσος με 1,5 και άνω.

Υπολογισμός φορτίων

Κάθετα φορτία:

$P_W = \frac{\gamma * A}{U} * Cz$ όπου:

A = 7.068 mm^2
γ = 16 kN/m^3
U = 9.424 m
μ = 1.15 * μ_m
μ_m = 0,4
Cz = 1 - $e^{\frac{-Z}{Zo}}$ = 0.93 άρα:

Zo = $\frac{A}{K_s \mu U}$ = 3.15

K_s = 1,15 * K_{sm}
K_{sm} = 0.45
P_w = 11.17 MPa /4 δοκούς = 2,8 MPa σε κάθε δοκό.

Οριζόντιες πιέσεις στα τοιχώματα:

$\mathbf{P_h = \frac{\gamma * A}{\mu * U} * C_z}$ όπου:

A = 7.068 mm^2
γ = 16 kN/m^3
U = 9.424 m
μ = 0,9 * μ_m
μ_m = 0,4
Cz = 1 - $e^{\frac{-Z}{Zo}}$ = 0,87 άρα:

Zo = $\frac{A}{K_s \mu U}$ = 4,025

$K_s = 1,15 * K_{sm}$
$K_{sm} = 0.45$

$P_h = \frac{\gamma * A}{\mu * U} * C_z$ = 29 MPa

Κατακόρυφες πιέσεις στον πυθμένα:

$P_v = \frac{\gamma * A}{K_S * \mu * U} * C_z$

A = 7.068 mm^2
γ = 16 kN/m^3
U = 9.424 m
μ = 0,9 * μ_m
μ_m = 0,4
Cz = 1 - $e^{\frac{-Z}{Zo}}$ = 0,45 άρα:

Zo = $\frac{A}{K_s \mu U}$ = 5.144

$K_s = 0.9 * K_{sm}$
$K_{sm} = 0.45$

$P_v = \frac{\gamma * A}{K_S * \mu * U} * C_z$ = 37.03 MPa

Ροπή στρέψης

$$T_{RD} = \frac{1}{4}(\Sigma b_i * t_i^2) * (\frac{\frac{f_y}{\sqrt{3}}}{Y_{Mo}})$$

$f_y = 275$ MPa

$Y_{Mo} = 1.5$

$t_1 = 10.7$ mm

$b_1 = 150$ mm

$t_2 = 7.1$ mm

$b_2 = 278.6$ mm

$$T_{RD} = \frac{1}{4}(\Sigma b_i * t_i^2) * (\frac{\frac{f_y}{\sqrt{3}}}{Y_{Mo}}) = 371.63 \text{ Nm}$$

Αντοχή δοκού σε θλίψη

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/m^2

Load

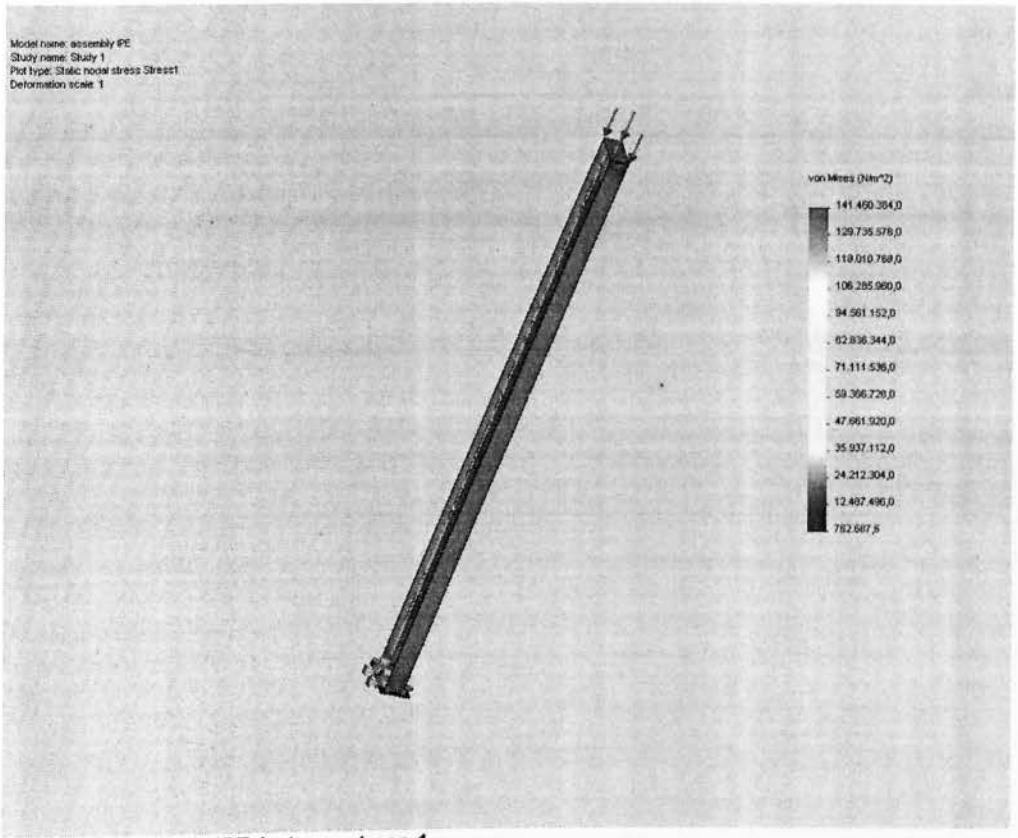
Load name	Selection set	Loading type	Description
Pressure-1 <lapatsa IPE-2>	on 1 Face(s) with Pressure 2.8 N/mm^2 (MPa) along direction normal to selected face	Sequential Loading	

Mesh Information

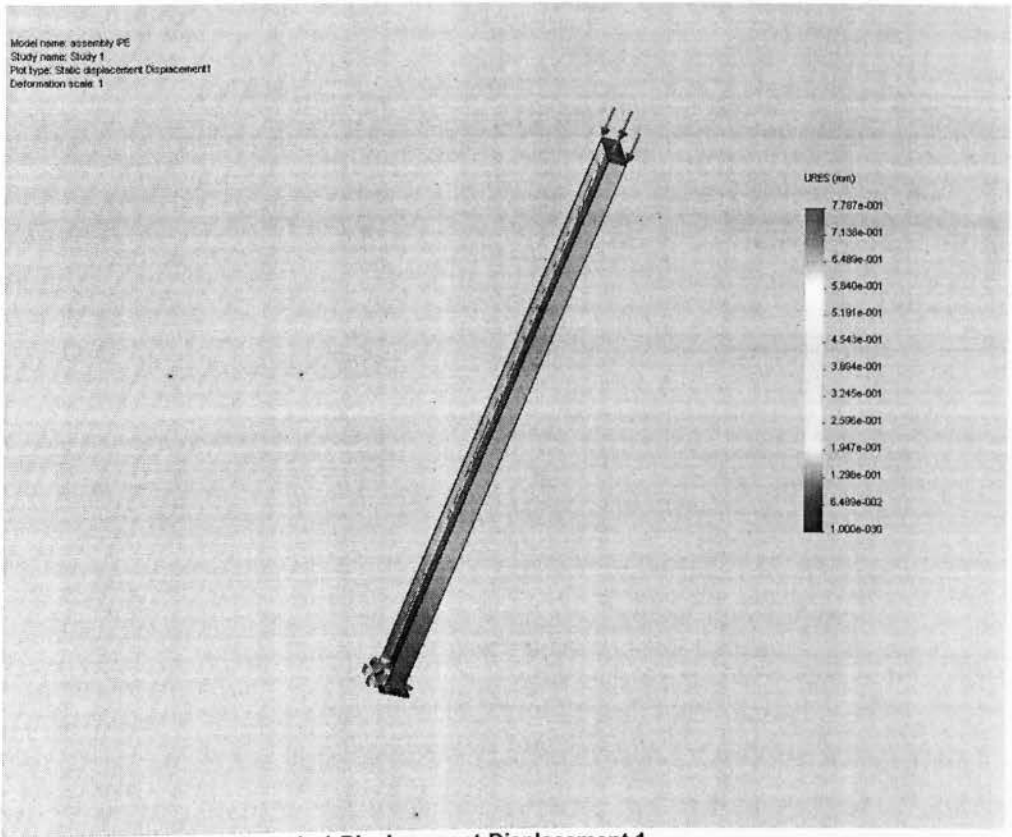
Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	50.181 mm
Tolerance:	2.509 mm
Quality:	High
Number of elements:	10713
Number of nodes:	21215
Time to complete mesh(hh:mm:ss):	00:00:12
Computer name:	SOMPA

Study Results

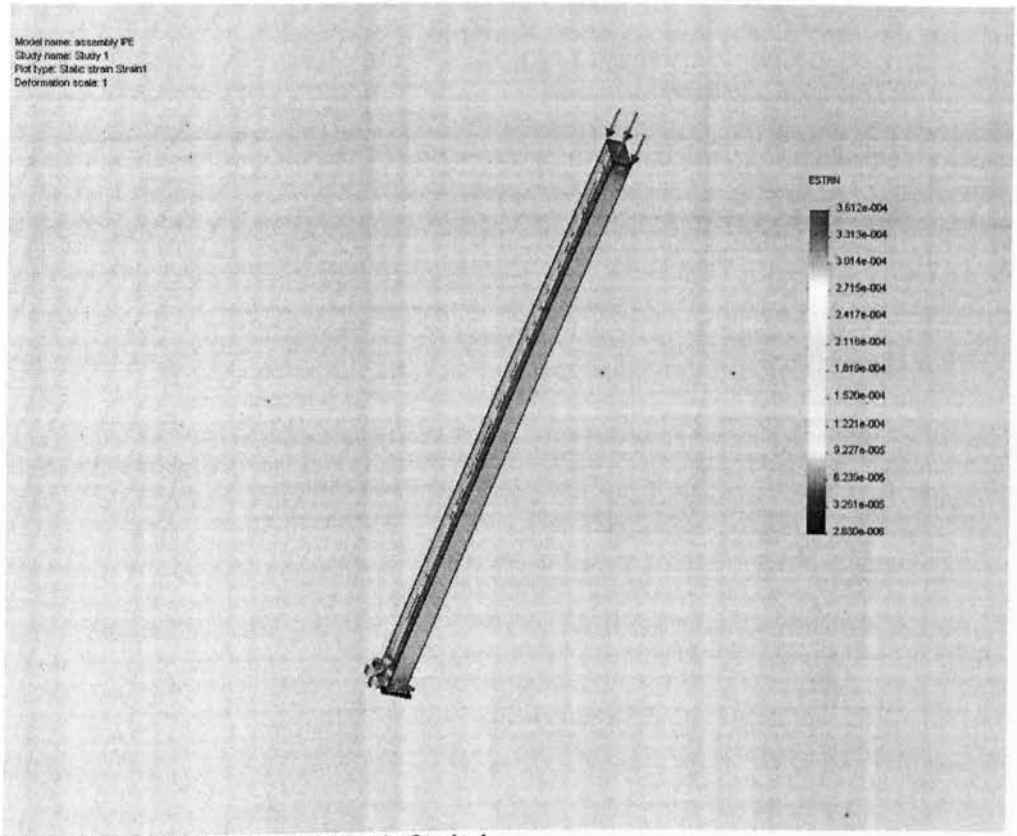
Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	762688 N/m^2 Node: 20231	(-415.269 mm, 108.328 mm, 2462.21 mm)	1.4146e+008 N/m^2 Node: 19190	(-237.26 mm, 393.759 mm, 2469.1 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 19040	(-226.145 mm, 241.799 mm, 2455.1 mm)	0.77872 mm Node: 20628	(-229.466 mm, 302.528 mm, -2544.12 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	2.62985e-006 Element: 9481	(-201.895 mm, 112.51 mm, 2462.2 mm)	0.000361188 Element: 8646	(-314.815 mm, 312.88 mm, -2542.54 mm)



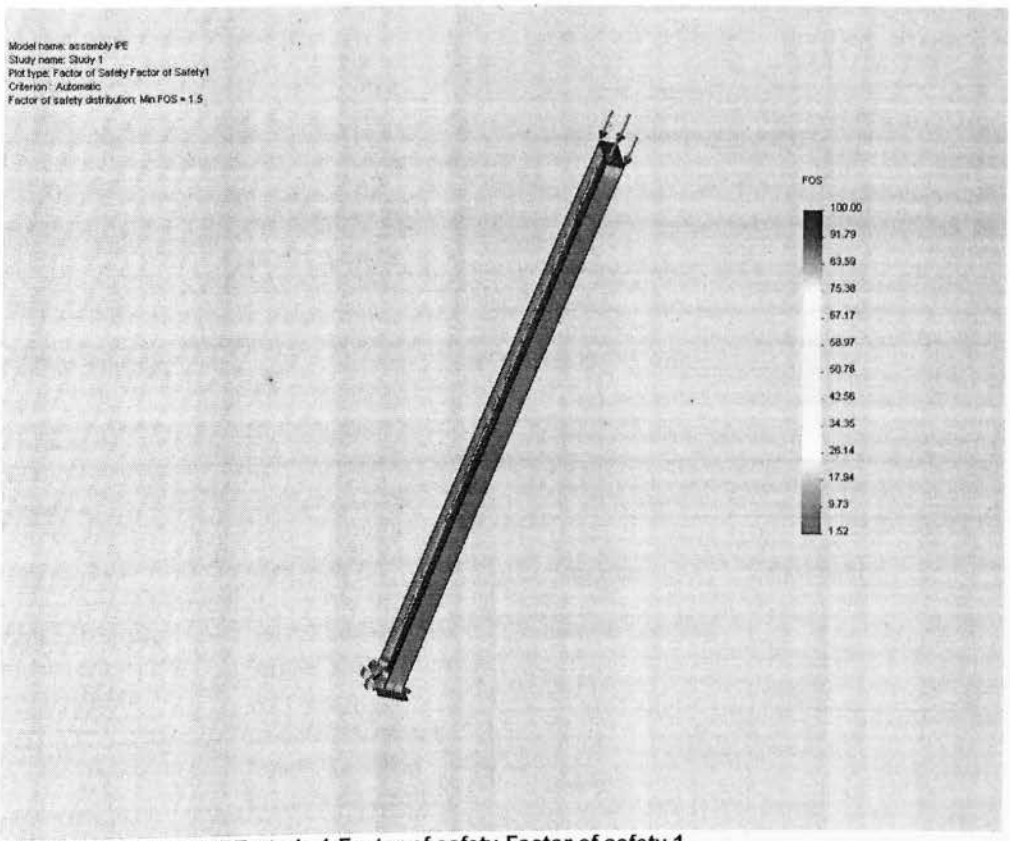
Εικόνα **12 Assembly IPE 1-stress-stress 1**



Εικόνα **13 Assembly IPE-study 1-Displacement-Displacement 1**



Εικόνα **14 Assembly IPE-study 1-Strain-Strain 1**



Εικόνα **15 Assembly IPE-study 1-Factor of safety-Factor of safety 1**

Αντοχή δοκού σε στρέψη

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Celsius
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/mm^2 (MPa)

Load

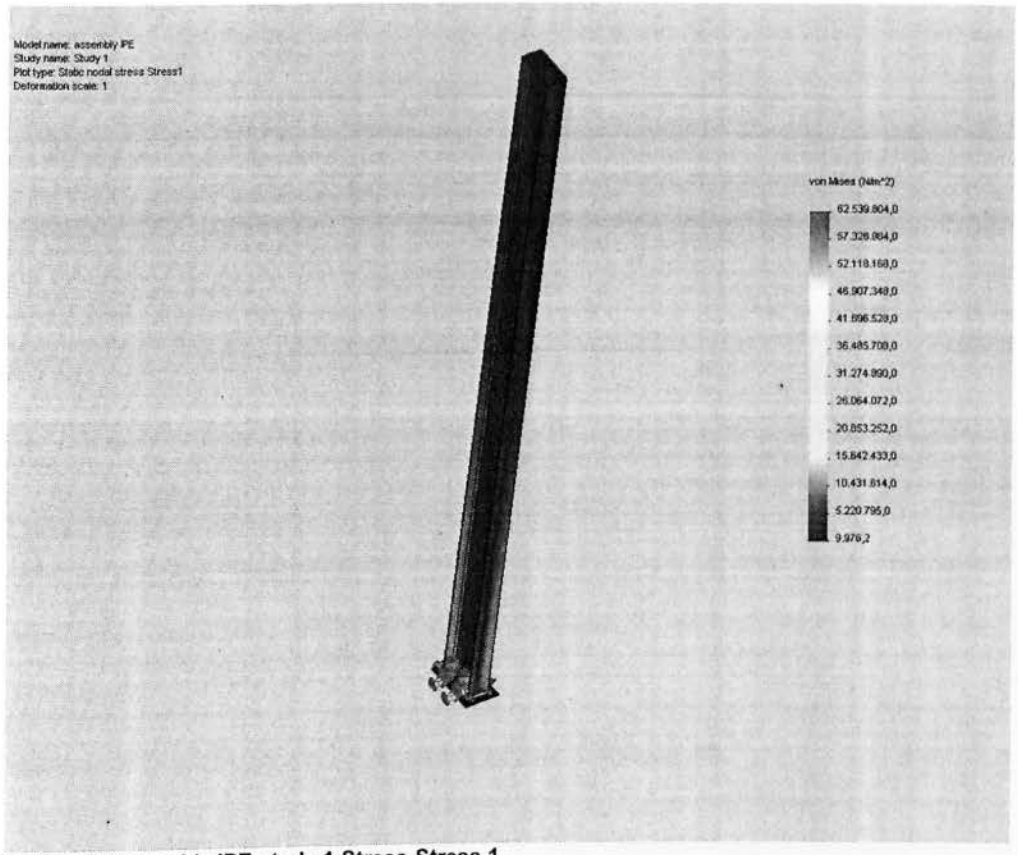
Load name	Selection set	Loading type	Description
Torque-1 <katw lapatsa IPE-1, IPE 300x7000-1>	on 1 Face(s) apply torque 371.63 N-m with respect to selected reference Face< 1 > using uniform distribution	Sequential Loading	

Mesh Information

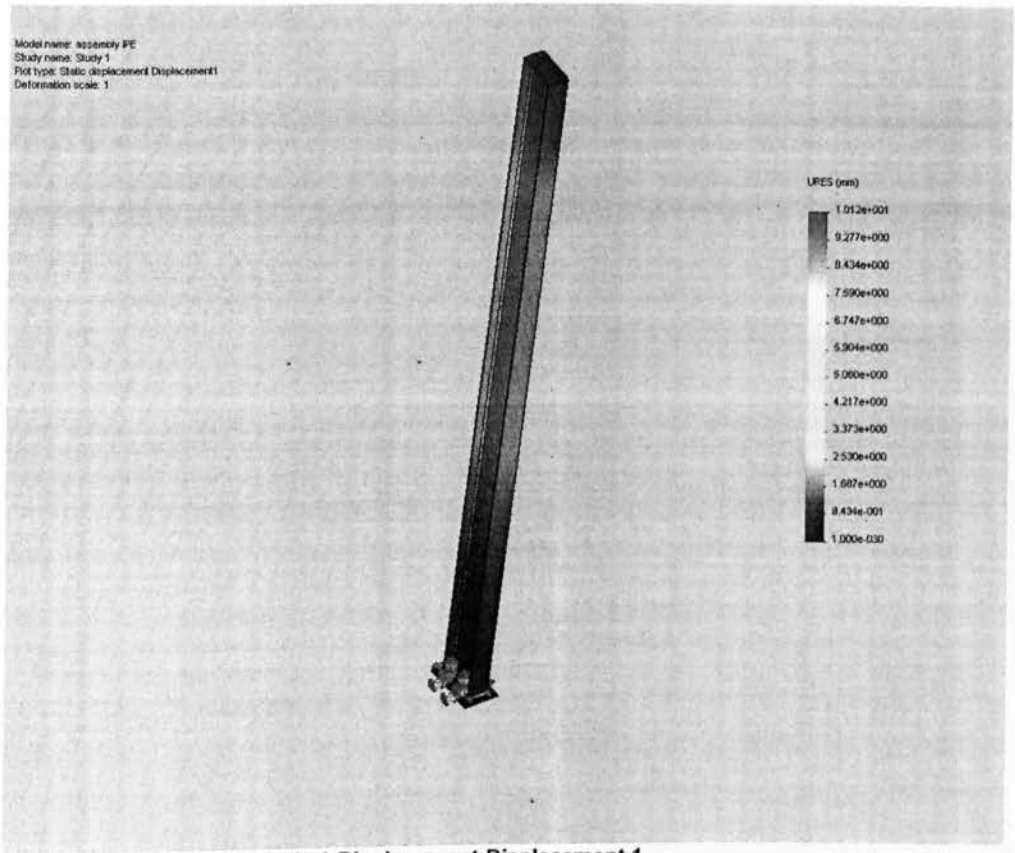
Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	50.181 mm
Tolerance:	2.509 mm
Quality:	Draft
Number of elements:	10713
Number of nodes:	3575
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:00:13
Computer name:	SOMPA

Study Results

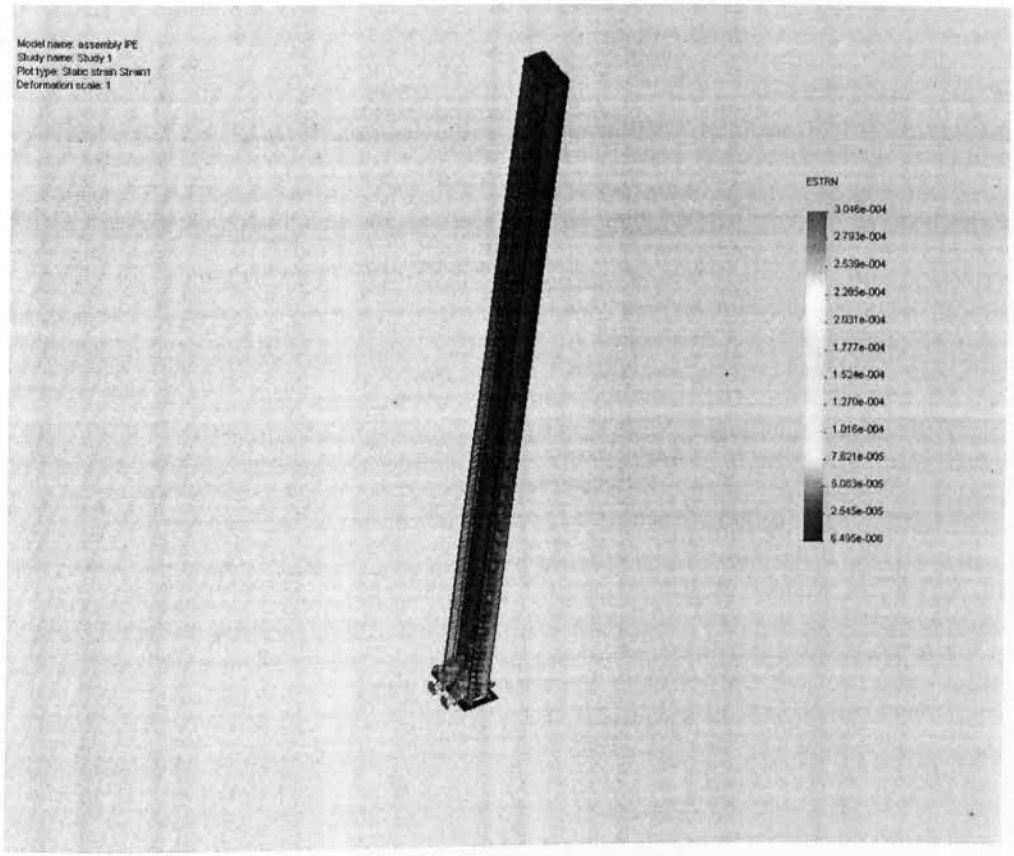
Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	9976.21 N/m^2 Node: 3024	(-310.606 mm, 258.698 mm, -2534.88 mm)	6.25398e+007 N/m^2 Node: 3432	(-237.26 mm, 393.759 mm, 2469.1 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 3282	(-226.145 mm, 241.799 mm, 2455.1 mm)	10.1203 mm Node: 3532	(-389.226 mm, 150.124 mm, -2558.62 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	6.49492e-008 Element: 33	(-314.025 mm, 389.242 mm, -2487.35 mm)	0.000304641 Element: 9870	(-378.934 mm, 201.766 mm, 2462.11 mm)



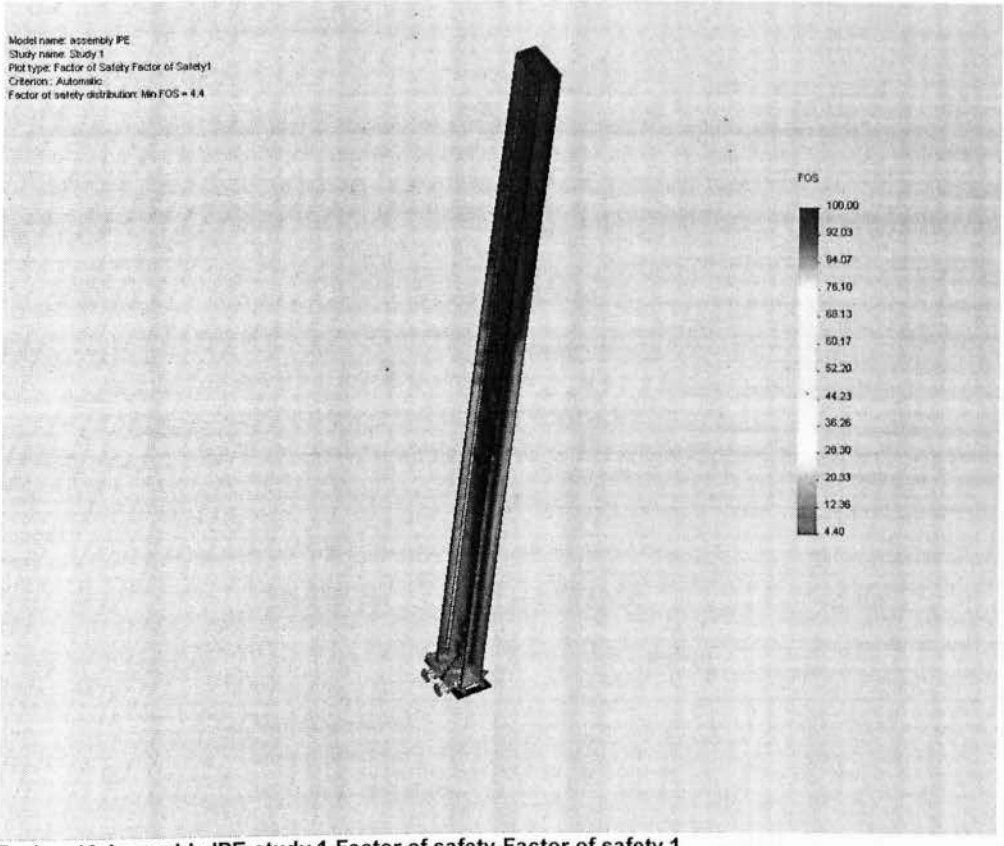
Εικόνα **16 Assembly IPE-study 1-Stress-Stress 1**



Εικόνα **17 Assembly IPE-study 1-Displacement-Displacement 1**



Εικόνα **18 Assembly IPE-study 1-Strain-Strain 1**



Εικόνα **19 Assembly IPE-study 1-Factor of safety-Factor of safety 1**

Αντοχή δοκού σε στρέψη-θλίψη

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Celsius
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/mm^2 (MPa)

Load

Load name	Selection set	Loading type	Description
Pressure-2 <lapatsa IPE-2>	on 1 Face(s) with Pressure 2.8 N/mm^2 (MPa) along direction normal to selected face	Sequential Loading	
Torque-1 <katw lapatsa IPE-1, IPE 300x7000-1>	on 1 Face(s) apply torque 371.63 N-m with respect to selected reference Face< 1 > using uniform distribution	Sequential Loading	

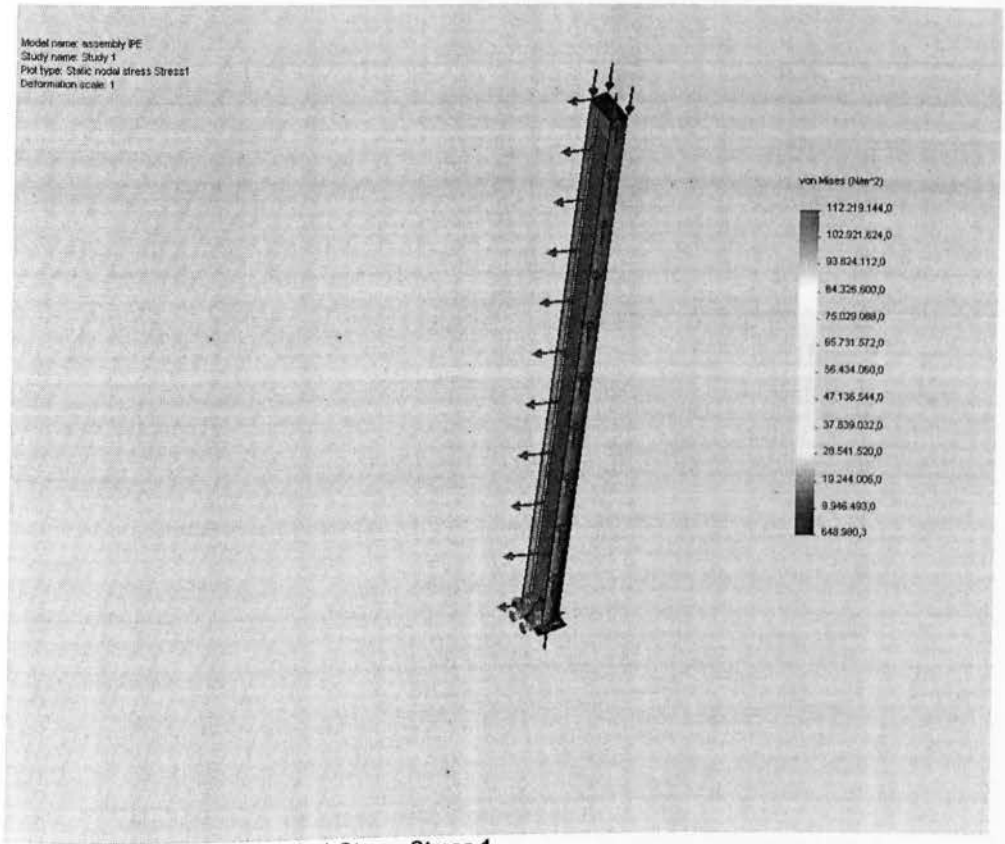
Mesh Information

Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	50.181 mm
Tolerance:	2.509 mm
Quality:	Draft
Number of elements:	10713
Number of nodes:	3575
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:00:13
Computer name:	SOMPA

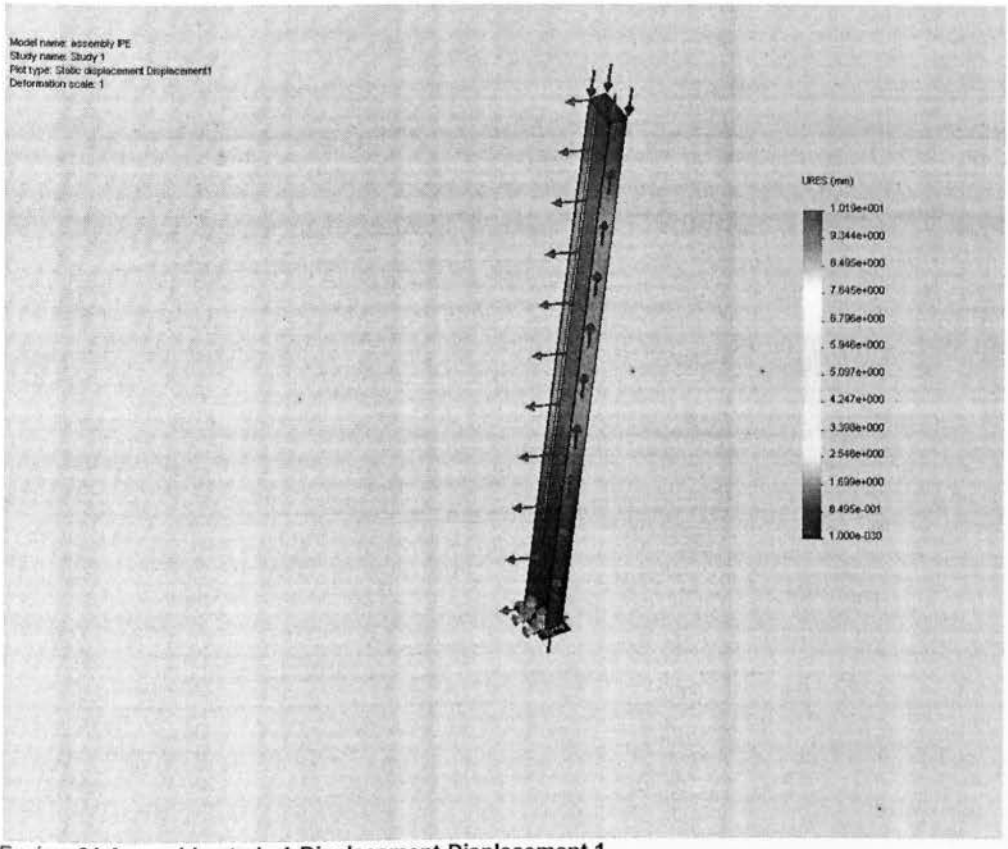
Study Results

Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	648980 N/m^2 Node: 3178	(-210.493 mm, 313.137 mm, 2446.27 mm)	1.12219e+008 N/m^2 Node: 3383	(-366.145 mm, 213.22 mm, 2469.1 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 3282	(-226.145 mm, 241.799 mm, 2455.1 mm)	10.1937 mm Node: 3532	(-389.268 mm, 150.111 mm, -2558.07 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	5.88051e-006 Element: 10304	(-287.956 mm, 175.58 mm, -2545.7 mm)	0.000576019 Element: 9870	(-378.934 mm, 201.766 mm, 2462.11 mm)

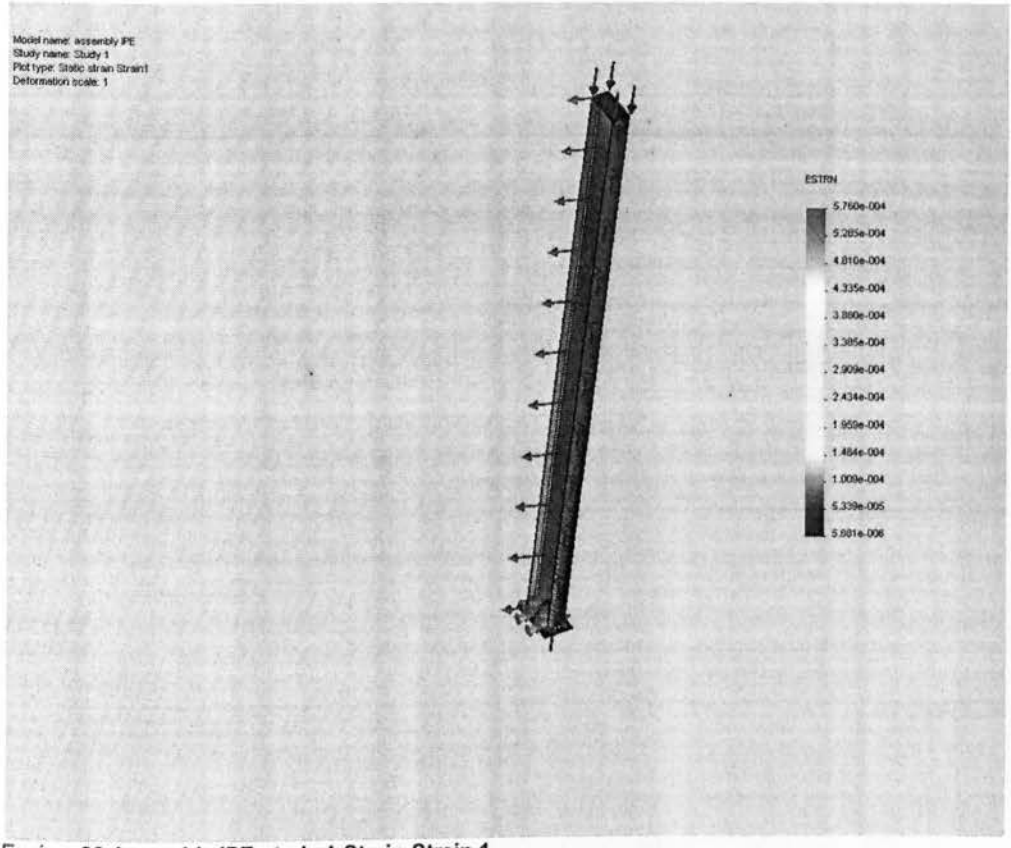
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ



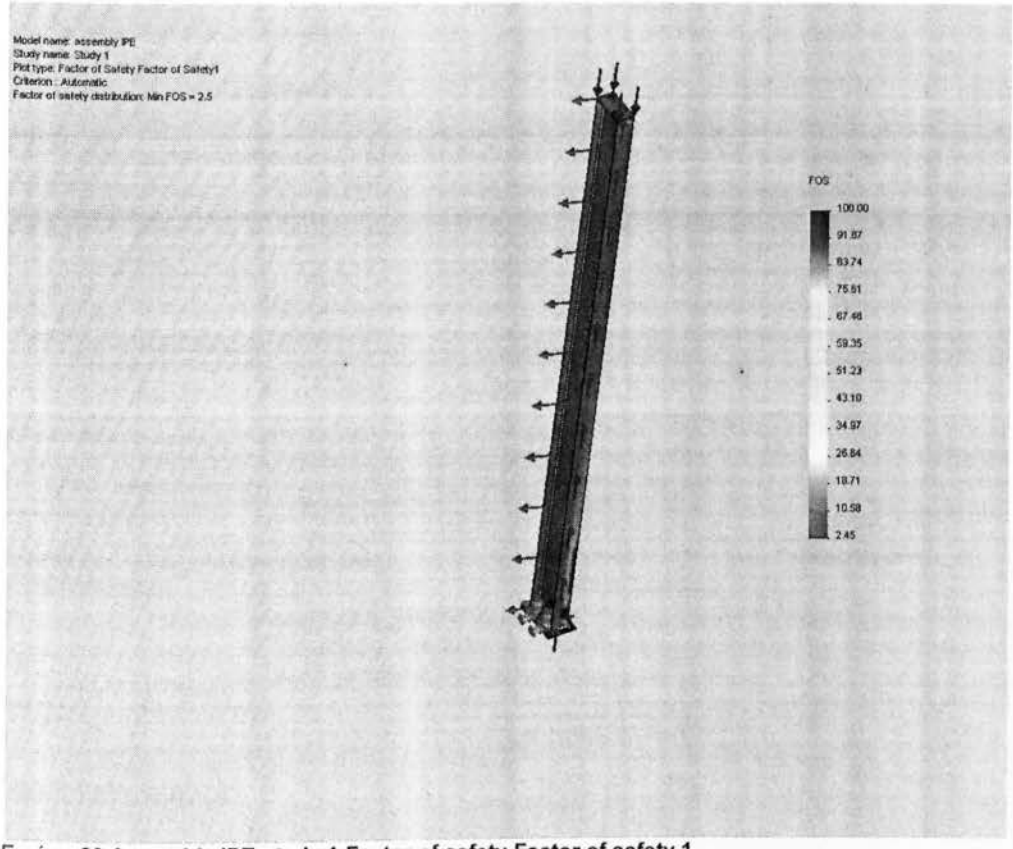
Εικόνα **20 Assembly IPE-study 1-Stress-Stress 1**



Εικόνα **21 Assembly-study 1-Displacement-Displacement 1**



Εικόνα **22 Assembly IPE-study 1-Strain-Strain 1**



Εικόνα **23 Assembly IPE-study 1-Factor of safety-Factor of safety 1**

Αντοχή δοκού σε λυγισμό

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Celsius
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/mm^2 (MPa)

Load

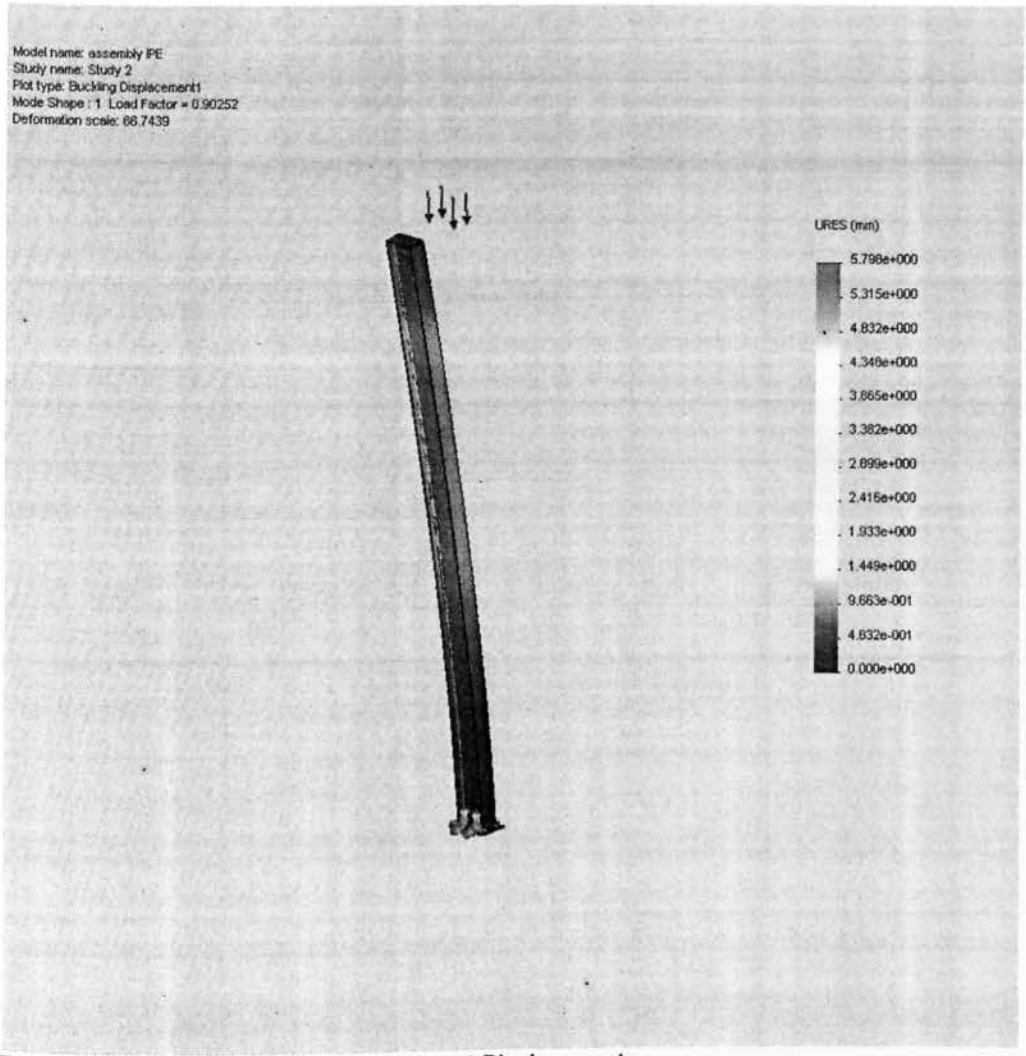
Load name	Selection set	Loading type	Description
Pressure-1 <lapatsa IPE-2>	on 1 Face(s) with Pressure 2.8 N/mm^2 (MPa) along direction normal to selected face	Sequential Loading	

Mesh Information

Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	50.181 mm
Tolerance:	2.509 mm
Quality:	High
Number of elements:	10713
Number of nodes:	21215
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:00:13
Computer name:	SOMPA

Study Results

Name	Type	Min	Location	Max	Location
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 19040	(-226.145 mm, 241.799 mm, 2455.1 mm)	5.79784 mm Node: 20644	(-882.195 mm, 152.409 mm, -2547.58 mm)



Εικόνα **24 Assembly IPE-study -Displacement-Displacement**

Study δοκού

Units

Unit system :	SI
Length / Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	rad / s
Stress / Pressure	N / m ^ 2

Load

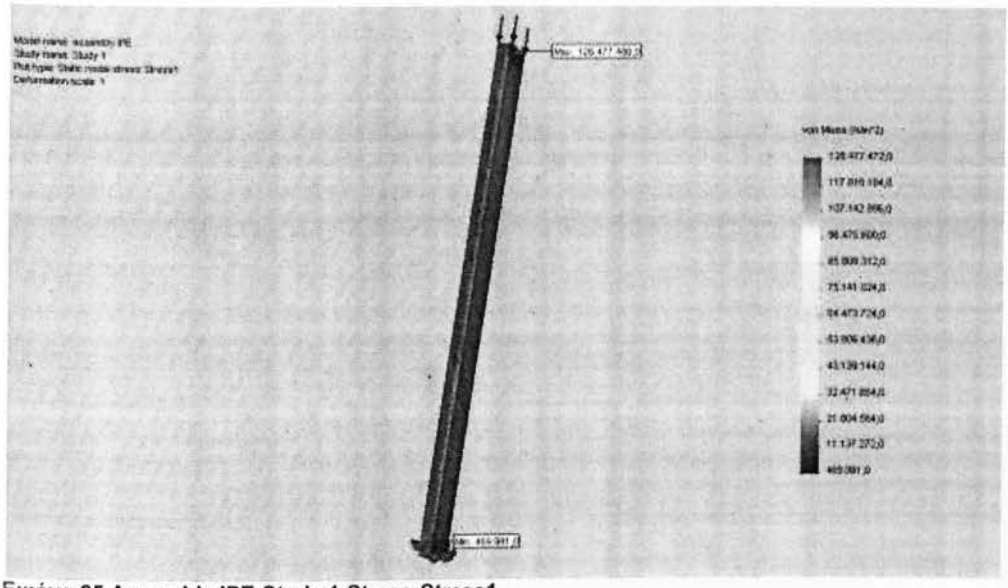
Load name	Selection set	Loading type	Description
P ressure - 1 < lapatsa I P E - 2 >	on 1 Face (s) with Pressure 4 N /mm ^2 (MPa) along direction norm al to selected face	Sequential Loading	

Mesh Information

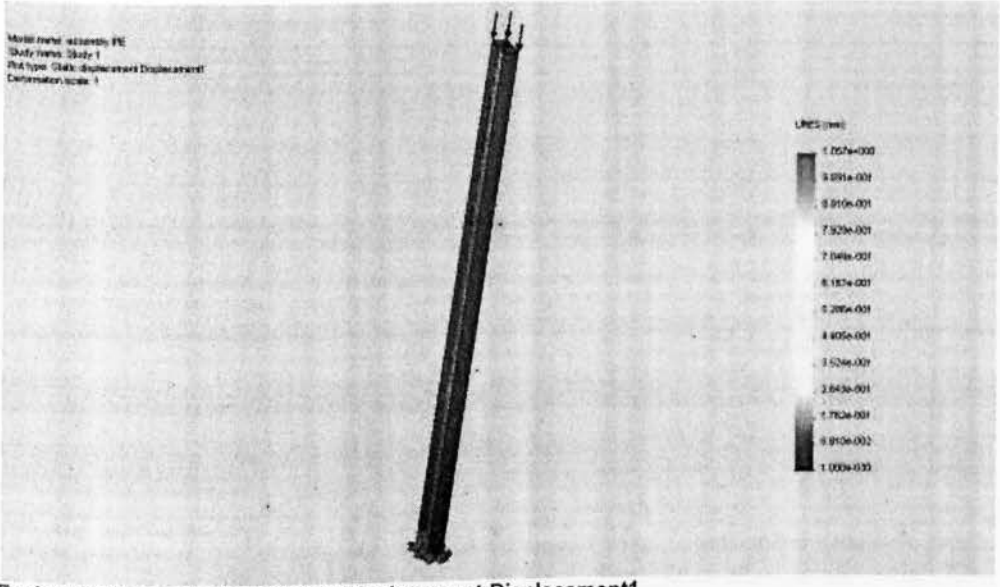
Mesh Type :	Solid Mesh
Mesher Used :	Standard mesh
Automatic Transition :	Off
Smooth Surface :	On
Jacobian Check :	4 Points
Element Size :	49.754 mm
Tolerance :	2.4877 mm
Quality :	High

Study Results

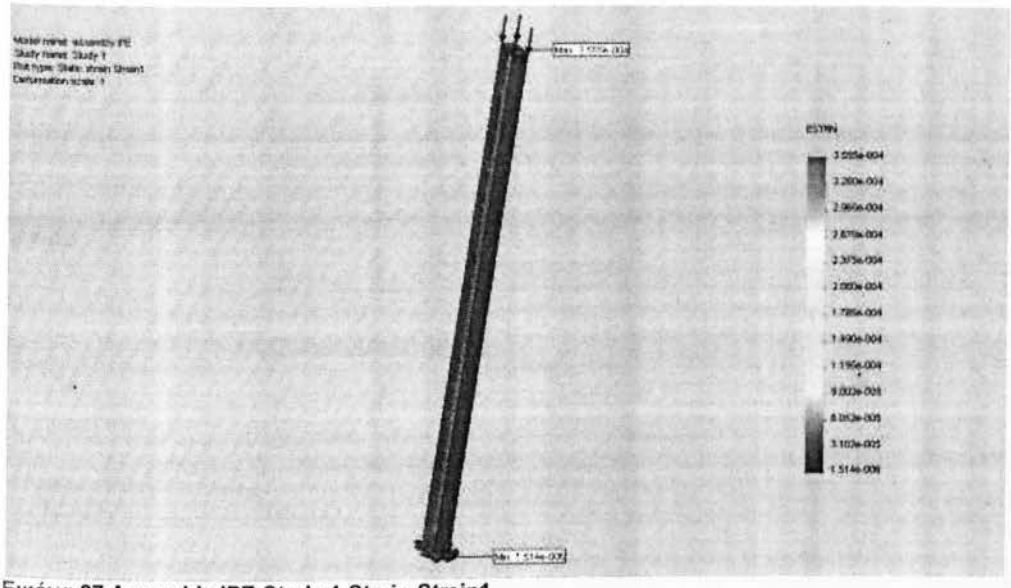
Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress 1	VON: von Mises Stress	469981 N / m ^2 Node: 17381	(-179.395 mm, 502.51mm, 2464.19 mm)	1.28477e+008 N / m ^2 Node: 18212	(-304.452 mm, 277.517 mm, -2558.04 mm)
Displacement 1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 16830	(-383.895mm, 382.51mm, 2473.1 mm)	1.05724 mm Node: 18166	(-379.483 mm, 302.514 mm, -2557.84 mm)
Strain 1	ESTRN: Equivalent Strain	1.51363e-006 Element: 8478	(-410.483 mm, 108.855mm 2461.93 mm)	0.000355544 Element:8827	(-299.086mm , 321.228mm, -2554.53m)



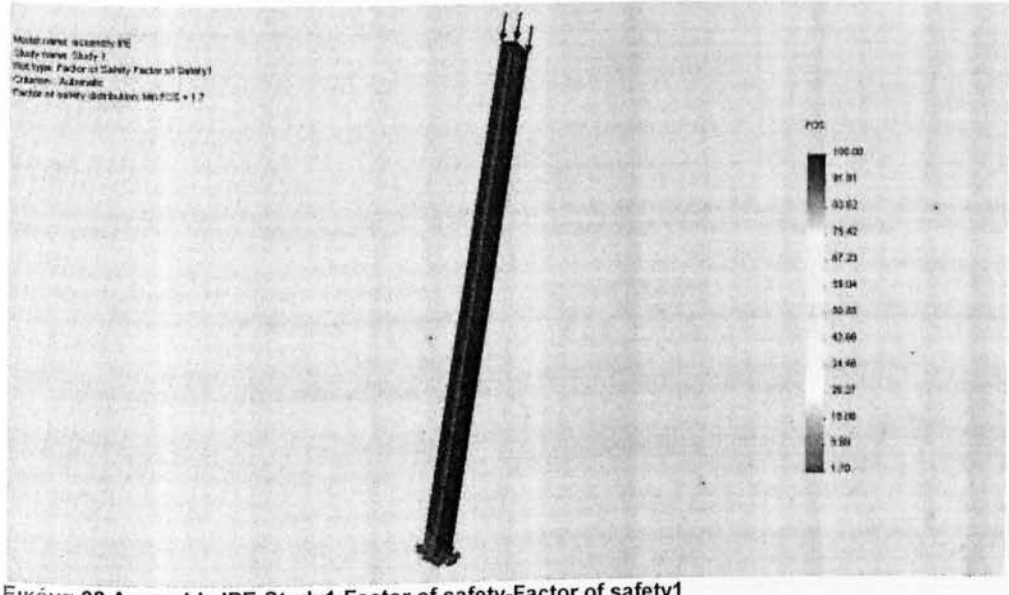
Εικόνα **25 Assembly IPE-Study 1-Stress-Stress1**



Εικόνα **26 Assembly IPE-Study 1-Displacement-Displacement1**



Εικόνα **27 Assembly IPE-Study 1-Strain-Strain1**



Εικόνα **28 Assembly IPE-Study1-Factor of safety-Factor of safety1**

Study Σιλό

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/m^2

Load

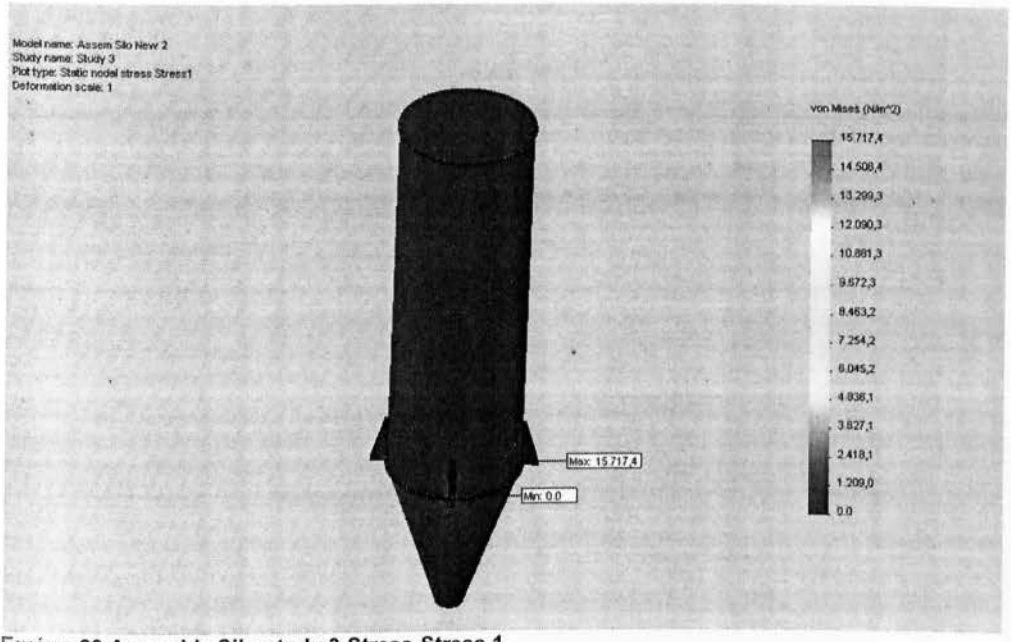
Load name	Selection set	Loading type	Description
Pressure-1 <kwnos-1>	on 1 Face(s) with Pressure 39 N/mm^2 along direction normal to selected face	Sequential Loading	
Pressure-2 <kylindros-1>	on 1 Face(s) with Pressure 29 N/mm^2 along direction normal to selected face	Sequential Loading	

Mesh Information

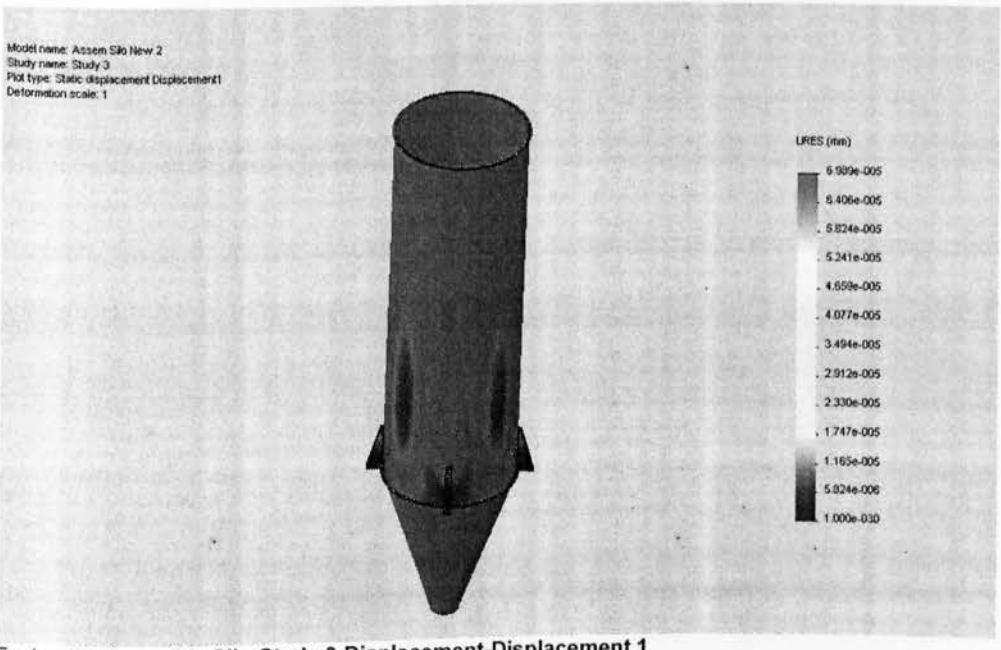
Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Curvature based mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	294.6 mm
Tolerance:	14.73 mm
Quality:	High
Number of elements:	87090
Number of nodes:	181996
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:01:48
Computer name:	YIANNIS-PC

Study Results

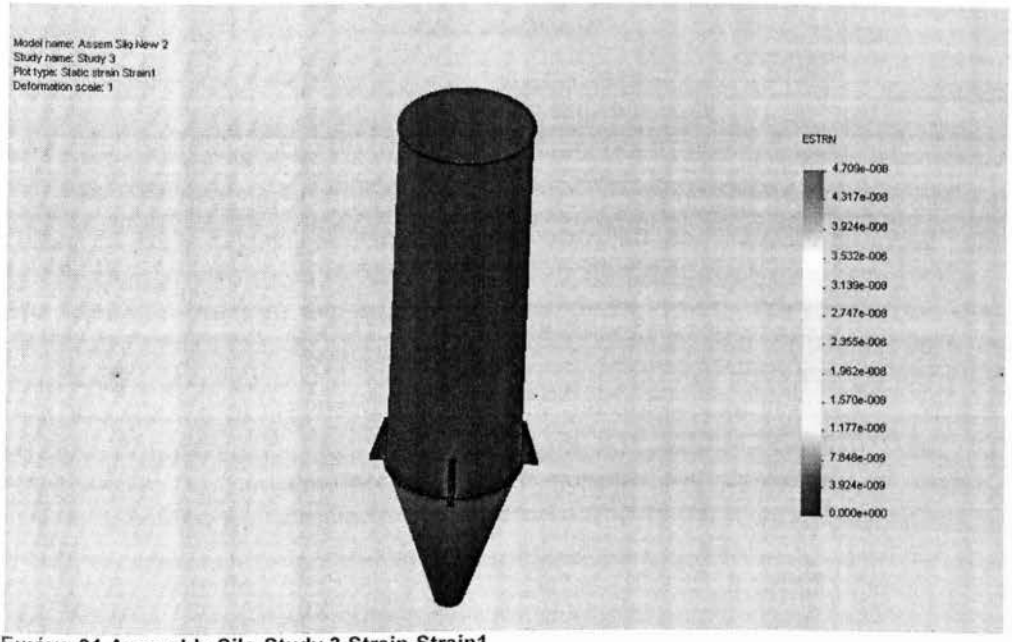
Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/m^2 Node: 25216	(-639.234 mm, -3705.47 mm, 1541.32 mm)	15717.4 N/m^2 Node: 56593	(786.245 mm, -3709.47 mm, 485.241 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 25216	(-639.234 mm, -3705.47 mm, 1541.32 mm)	6.9886e-005 mm Node: 168045	(-2052.27 mm, -1462.37 mm, 571.717 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	0 Element: 13494	(-633.3 mm, -3754.14 mm, 1521.31 mm)	4.7091e-008 Element: 24359	(-2105.1 mm, -3690.77 mm, -509.866 mm)



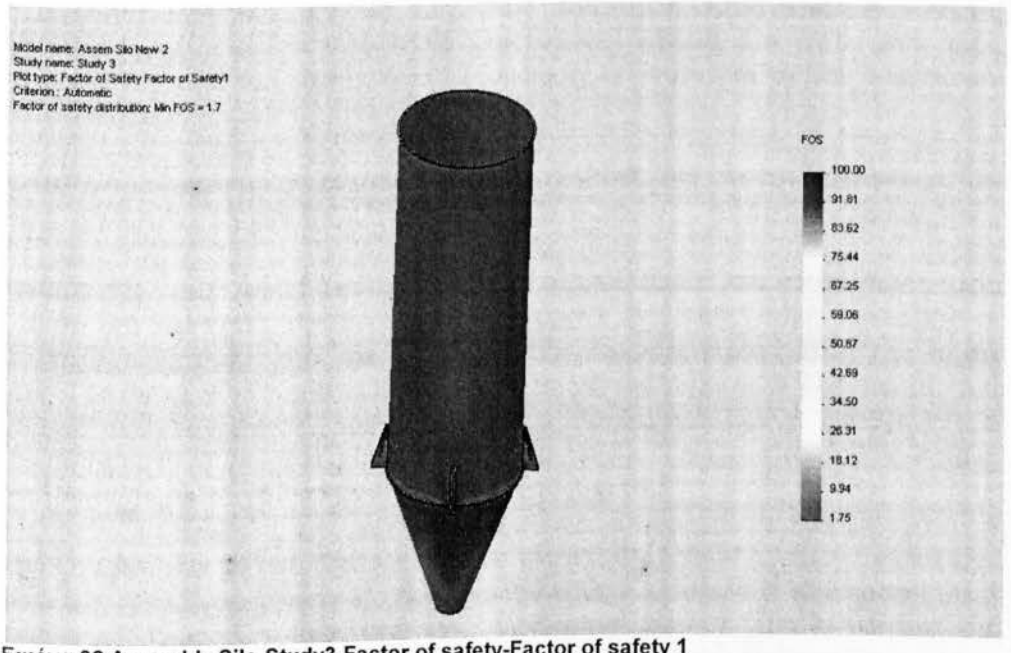
Εικόνα **29 Assembly Silo-study 3-Stress-Stress 1**



Εικόνα **30 Assembly Silo-Study 3-Displacement-Displacement 1**



Εικόνα **31 Assembly Silo-Study 3-Strain-Strain1**



Εικόνα **32 Assembly Silo-Study3-Factor of safety-Factor of safety 1**

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Συμπεράσματα

Όπως σε κάθε τεχνική μελέτη , έτσι και στη δική μας , έγιναν αλλαγές και διορθώσεις με σκοπό να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που εμφανίζονται. Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούν οι διορθώσεις αυτές , και κατά πόσο μας βοήθησαν στην επίλυση του τελικού προβλήματος.Αρχικά θα αναφερθούν οι διορθώσεις που έγιναν στο κομμάτι του σχεδιασμού των κατασκευών ώστε να γίνει πιο εύκολα αντιληπτή η μεθοδολογία του καθώς και για να είναι τα επι μέρους κομμάτια του πιο ευανάγνωστα και κατανοητά ,ενω στο τέλος θα αναφερθούν οι αλλαγές που έγιναν στο κομμάτι της σχεδίασης ,οι οποίες προέκυψαν από τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν.

Σχεδιασμός των κατασκευών

Η πρώτη και πιο κύρια διόρθωση στο σχεδιασμό των κατασκευών ήταν η περιγραφή των επί μέρους τμημάτων του.Αποτέλεσμα είναι η πλήρης κατανόηση της φιλοσοφίας κάθε διαδικασίας ακόμα και από από τους αναγνώστες που δεν έχουν καμία εξοικίωση και εμπειρία με τον τομέα των κατασκευών.

Αφού προσδιορίστηκαν οι απαιτήσεις και οι επιθυμίες για την κατασκευή του σιλό, φτιάχτηκε το διάγραμμα της δομής λειτουργίας , το οποίο περιλαμβάνει τις λειτουργίες του σιλό. Αρχικά στο διάγραμμα μπήκαν μόνο οι κύριες λειτουργίες του σιλό,δηλαδή φόρτωση,αποθήκευση και εκφόρτωση του υλικού.Στη συνέχεια προστέθηκαν λειτουργίες δευτερεύουσας σημασίας οι οποίες αντληθηκαν από τον πίνακα προδιαγραφών κυρίως από τον τομέα των ΄΄επιθυμιών΄΄.Το αποτέλεσμα ήταν,οτι με την καλύτερη αξιοποίηση του πίνακα προδιαγραφών , αλλά και με το συνδιασμό των λειτουργιών , ο σχεδιασμός των κατασκευών έγινε πιο εύκολος αλλά και αποδοτικός καθώς υπήρχαν περισσότερα στοιχεία για την συνέχεια του.

Στο κομμάτι του πίνακα Zwicky και του πίνακα βέλτιστων λύσεων αρχικά είχε γίνει απλή περιγραφή των λύσεων για την κάθε λειτουργία.Η περιγραφή αυτή απαιτούσε αρκετό χρόνο από τον αναγνώστη για να γίνει αντιληπτή, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η κατανόηση των τελικών λύσεων.Για το λόγο αυτό, η περιγραφή των λύσεων αντικαταστάθηκε από τα σχέδια που είχαν γίνει αντίστοιχα στο ΄΄brainstorming΄΄,με αποτέλεσμα ,και οι επί μέρους λύσεις αλλά και οι τελικές ολοκληρομένες προτάσεις να είναι πλήρως και εύκολα κατανοητές.

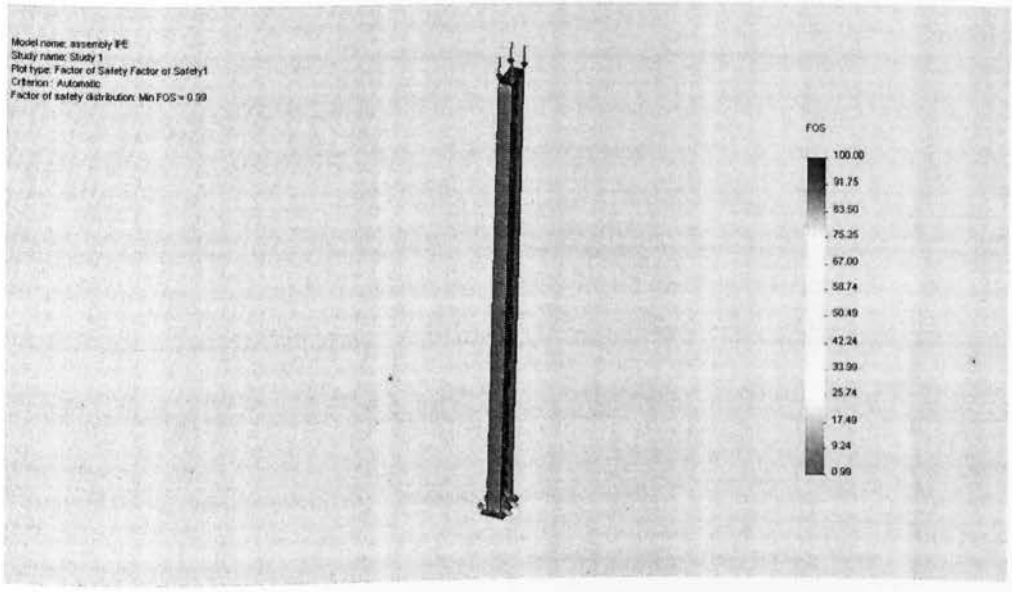
Assembly

Για τη σχεδίαση του σιλό χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα solidworks 2010 .Αρχικά σχεδιάστηκαν τα επί μέρους κομμάτια που θα αποτελούν το σιλό, όπως είναι τα φύλλα της λαμαρίνας για τον κύλινδρο, ο κώνος και τα πόδια που θα το στηρίζουν.Στη συνέχεια, για να δωθεί στο σιλό η τελική του μορφή τα κομμάτια ενώθηκαν μεταξύ τους με τη διαδικασία του assembly.
Το πρώτο πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε στη διαδικασία αυτή, ήταν η λανθασμένη εφαρμογή των κομματιών μεταξύ τους. Στην προσπάθεια μας να κάνουμε την ένωση, δίναμε εντολή στο πρόγραμμα να ενώσει σημείο με σημείο, όμως δεν μπορούσαμε να πετύχουμε την σωστή εφαρμογή των τεμμαχίων.Μετά από επαναλαμβανόμενες προσπάθειες να γίνει η εφαρμογή με διαφορετικούς τρόπους όπως εφαρμογή ακμής με ακμή , τελικα έγινε επανεκίνηση του προγράμματος και το πρόβλημα επιλύθηκε.
Αφού πραγματοποιήθηκε η ένωση, σειρά είχε η συγκόλληση των τεμαχίων.Κατά τη διαδικασία αυτή, το πρόγραμμα δεν αναγνώριζε τις προς συγκόλληση επιφάνειες, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να εφαρμόσει καμία από αυτές.Για την επίλυση του προβλήματος,έγινε αλλαγή των ρυθμίσεων, και πιο συγκεκριμένα στο πάχος της συγκόλλησης.Αρχικά το πάχος ήταν 6mm, το οποίο στη συνέχεια έγινε 10mm με αποτέλεσμα το πρόγραμμα να την αναγνωρίσει και να επιτευχθεί η σωστή συγκόλληση.

Simulation

Μετά την ένωση και συγκόλληση των τεμαχίων και αφού το σιλό είχε πάρει την τελική του μορφή,χρειάστηκε να γίνει έλεγχος της κατασκευής ώστε να διαπιστωθεί η αντοχή του στις καταπονήσεις.Οι καταπονήσεις αυτές εφαρμόστηκαν τόσο στη βάση στήριξης, όσο και στον αποθηκευτικό χωρο του σιλό. Στο κομμάτι αυτό αντιμετωπίστηκαν τα περισσότερα και πιο δύσκολα προβλήματα, τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.
Το πρώτο πρόβλημα που αντιμετωπίστηκε στο simulation, ήταν στο κομμάτι δημιουργίας των κόμβων (mesh).Λόγω των πολλών τεμαχίων από τα οποία αποτελείται το assembly(silo), δεν επαρκούσε η μνήμη RAM του ηλεκτρονικού υπολογιστή,με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η συνέχεια της εκτέλεσης του σχεδιαστικού προγράμματος.Η λύση δώθηκε με επέκταση την μνήμης RAM κατά 2Gb η οποία έδωσε στον υπολογιστή τη δυνατότητα να εκτελέσει το πρόγραμμα.
Κατά τη συνέχεια της διαδικασίας αυτής, δημιουργήθηκε πρόβλημα παρεμβολής των κόμβων.Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αυτό έγινε αλλαγή των ρυθμίσεων στο μέγεθος των κόμβων σε εύρος 64mm-0.012mm.Κατά την επανεκτέλεση όμως,εμφανίστηκε ξανά το ίδιο πρόβλημα.Αυτή τη φορά έγινε αλλαγή των ρυθμίσεων στο βήμα, από 1,8 σε 1,3, όμως για άλλη μια φορά το πρόβλημα δεν επιλύθηκε.Τελικά αφού με τις δύο προηγούμενες διορθωτικές ενέργειες το πρόβλημα παρέμενε, η λύση στη δημιουργία των κόμβων δώθηκε με αλλαγή της ρύθμισης jacobian point, από 8 σε 3.

Μετά τη δημιουργία των κόμβων, το πρόγραμμα εντόπισε πρόβλημα παρεμβολής του σπειρώματος του κοχλία με το σπείρωμα του περικοχλίου.Έγινε έλεγχος για το κατά πόσο ήταν σωστή η επιλογή των κοχλιών και των περικοχλίων και στη συνέχεια προχωρίσαμε σε αφαίρεση των ήδη τοποθετημενων, και αντικατάσταση τους με άλλου τύπου κοχλίες και περικόχλια.Ακόμη και μετά την αντικατάσταση, εμφανίστηκε σφάλμα για άλλη μία φορά, το οποίο τελικά επιλύθηκε με επανεκίνηση του προγράμματος.
Στη συνέχεια παρουσιάστηκε πρόβλημα στην παρεμβολή της συγκόλλησης, όπου για να επιλυθεί, προχωρήσαμε σε αλλαγή των ρυθμίσεων σε μικρότερους κόμβους με εύρος 3,2mm-0,012mm.Όμως το σφάλμα εμφανιστηκε ξανά , και η λύση δώθηκε τελικά με mesh control στη συγκόλληση και αλλαγή των ρυθμίσεων του ratio από 1,5 σε 1,1.
Το τελευταίο πρόβλημα που δημιουργήθηκε κατά τη διαδικασία του simulation, ήταν στην εφαρμογή των καταπονήσεων στα στηρίγματα του σιλό.Το report της καταπόνησης μας έδωσε συντελεστή ασφαλείας της κατασκευής FOS=0.99, μικρότερο δηλαδή από αυτόν που όριζε ο ευροκώδικας (FOS=1.35),με αποτέλεσμα η κατασκευή να θεωρηθεί μη ασφαλής.



Για να αποκτήσει η κατασκευή τον απαιτούμενο συντελεστή ασφαλείας, έγινε διορθωτική ενέργεια στις οπές της φλάτζας στη βάση,οι οποίες άλλαξαν από M30 σε M36.Όμως και με αυτή την ενέργεια, το πρόγραμμα μας έδωσε FOS=1,18 οπότε και πάλι ήταν αδύνατη η ασφαλής κατασκευή . Η επόμενη διορθωτική κίνηση ήταν να αυξήσουμε το πάχος της φλάτζας στη βάση των ποδιών απο 14mm σε 18mm, γεγονός που έδωσε λύση στο πρόβλημα μας με συντελεστή ασφαλείας FOS=1,7 δήλαδή μεγαλύτερου από αυτόν που απαιτείται για να θεωρηθείται η κατασκευή ασφαλής.

Από τα παραπάνω, καταλήγουμε στο συμπέρασμα οτι η κατασκευή του σιλό μετά τις διορθωτικές ενέργειες που έγιναν, είναι εφικτή και πλήρως συμβατή με τους πίνακες προδιαγραφών που δημιουργήθηκαν κατα τον σχεδιασμό των κατασκευών.Εκτός όμως από τις απαιτήσεις και τις επιθυμίες που θέσαμε εμείς για την κατασκευή, το σιλό συμορφώνεται και με τους κανόνες και τις προδιαγραφές του ευρωκώδικά, γεγονός που δείχνει οτι η κατασκευή μπορεί να λειτουργήσει με πλήρη ασφάλεια.

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί οτι αυτή η πτυχιακή εργασία θα μπορούσε να αξιοποιηθεί μελλοντικά και από άλλους φοιτητές, με σκοπό να προστεθούν ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά συστήματα, τα οποία θα κάνουν τη χρήση και το χειρισμό της ακόμα πιο εύκολο.

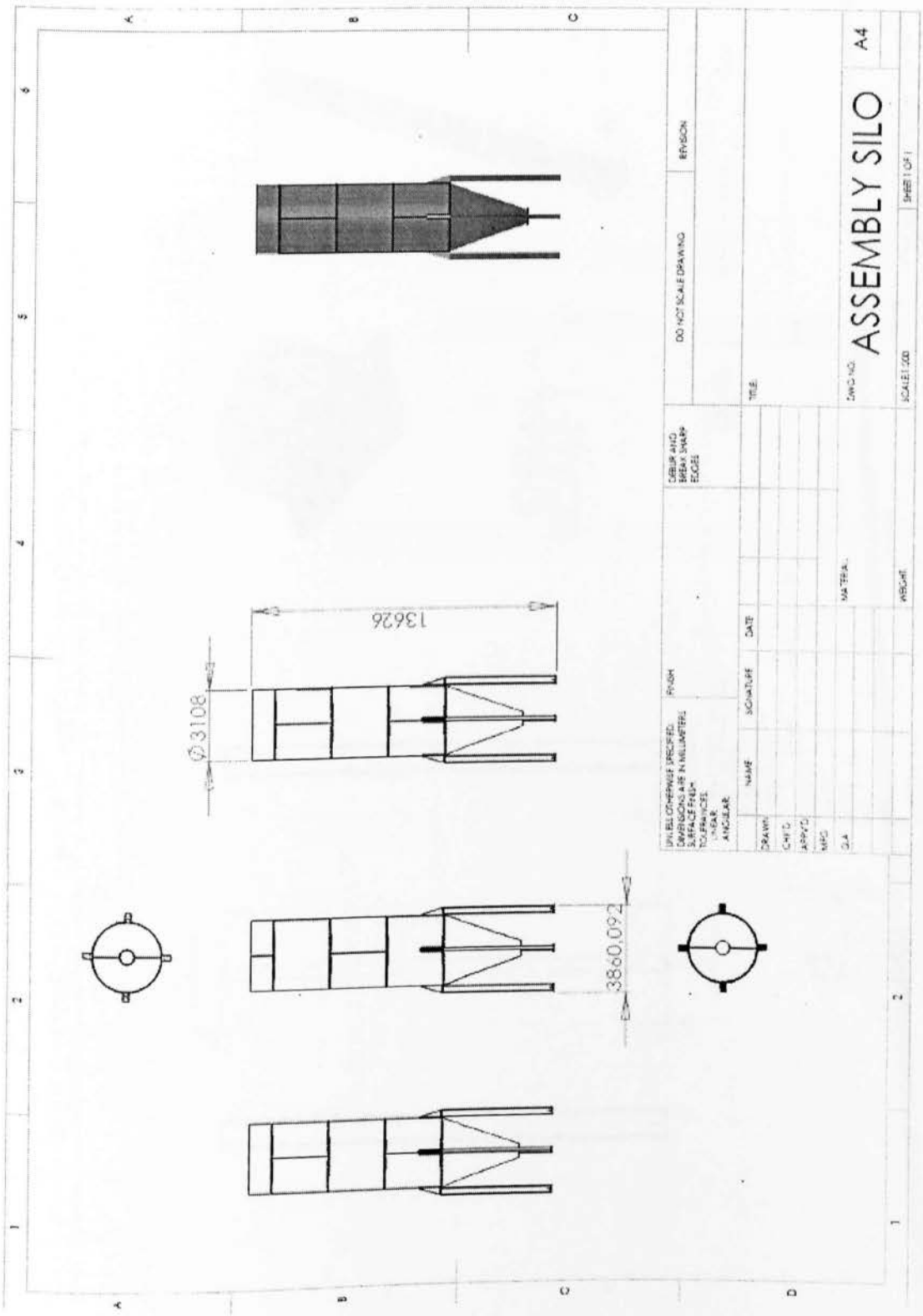
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

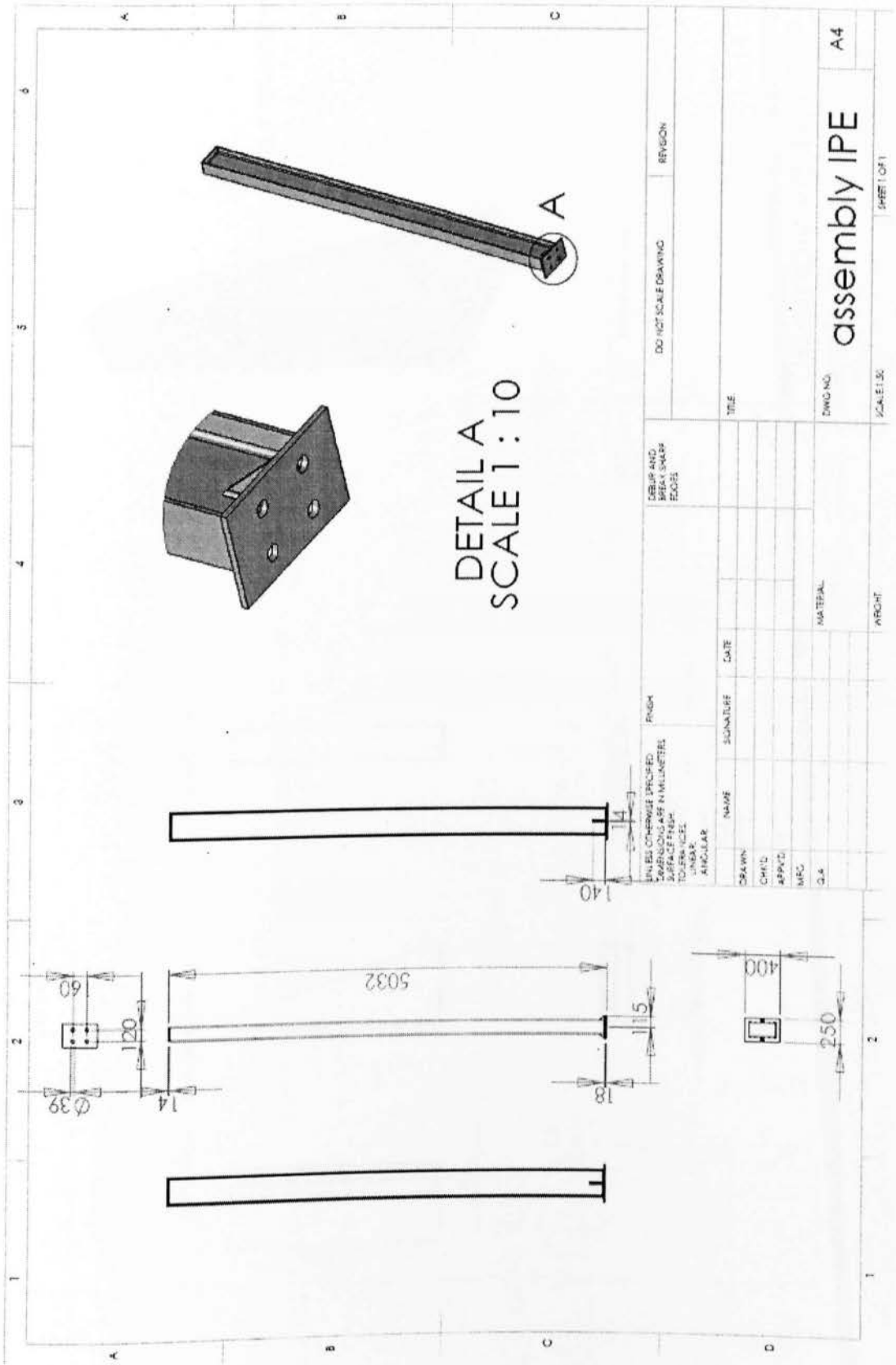
1)Σχέδια

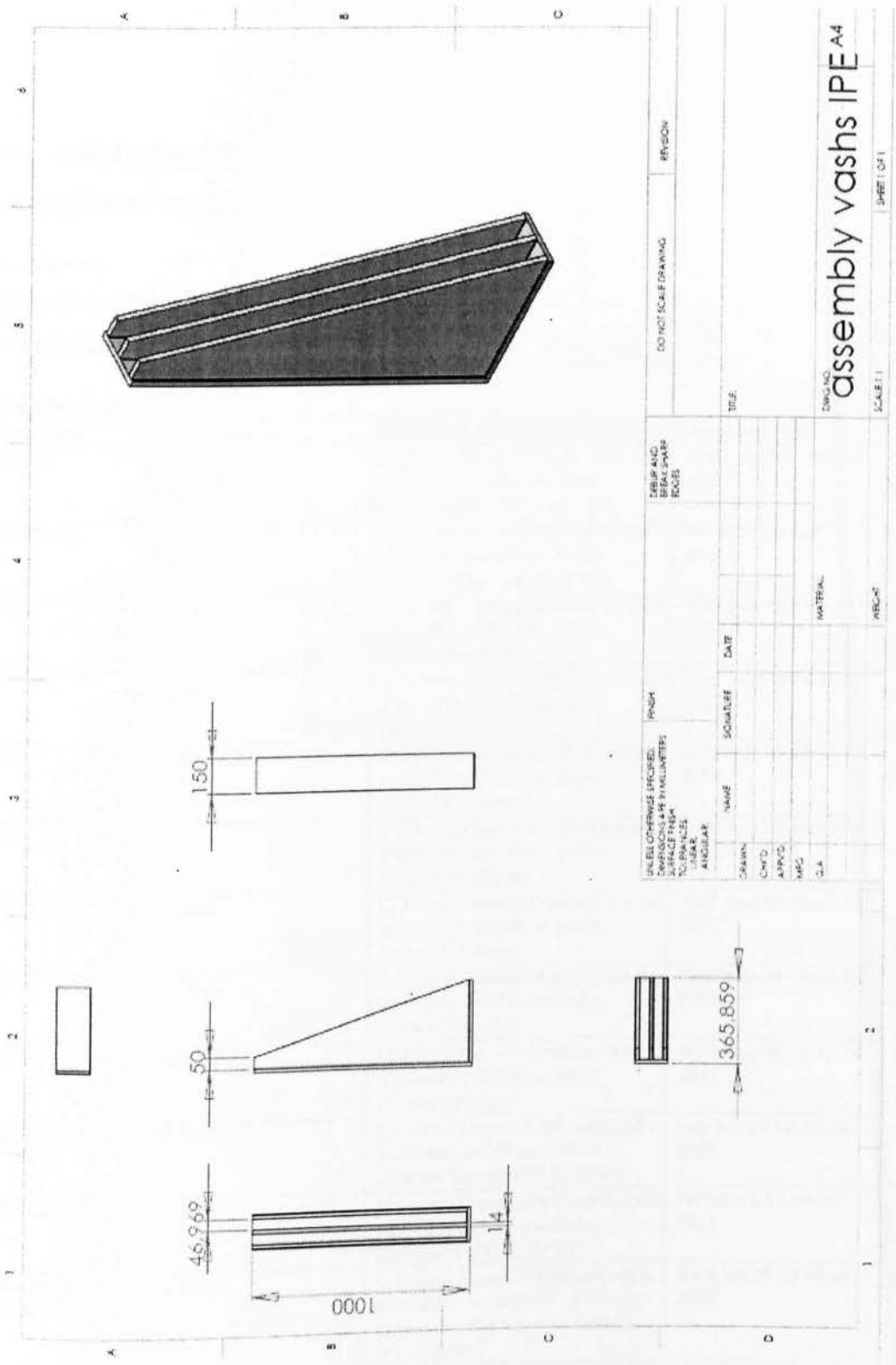
2)Stress analysis

Αντοχή δοκού σε θλίψη
Αντοχή δοκού σε στρέψη
Αντοχή δοκού σε σύνθετη καταπόνηση θλίψης-στρέψης
Αντοχή δοκού σε λυγισμό
Study δοκού
Study σιλό

Σχέδια


ASSEMBLY SILO
A4
DO NOT SCALE DRAWING
REVISION
13626
Ø3108
3860,092


DETAIL A
SCALE 1 : 10
A
assembly IPE
A4
DO NOT SCALE DRAWING
REVISION
TITLE
DWG NO.
SCALE 1:50
SHEET 1 OF 1
MATERIAL
WEIGHT
DEBUR AND BREAK SHARP EDGES
FINISH
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH
TOLERANCES
LINEAR
ANGULAR
NAME
SIGNATURE
DATE
DRAWN
CHK'D
APPV'D
MFG
Q.A
140
14
5032
115
18
60
120
Ø39
14
400
250


assembly vashs IPE
A4
DO NOT SCALE DRAWING
REVISION
DEBUR AND BREAK SHARP EDGES
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH
TOLERANCES:
LINEAR
ANGULAR
NAME
SIGNATURE
DATE
DRAWN
CHK'D
APP'D
MFG
Q.A
MATERIAL
WEIGHT
SCALE:1:1
SHEET 1 OF 1
150
50
46.969
14
1000
365.859

Simulation Solidworks 2010

Αντοχή δοκού σε θλίψη

Description

Summarize the FEM analysis on assembly IPE

Assumptions

Model Information

Document Name	Configuration	Document Path	Date Modified
assembly IPE	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\assembly IPE.SLDASM	Wed Aug 08 18:42:42 2012
IPE 300x7000-1	IPE300x5000	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\IPE 300x7000.SLDPRT	Sat Jun 16 16:09:37 2012
bead22-3	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead22.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead23-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead23.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead56-4	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead56.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead57-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead57.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead58-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead58.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead59-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead59.sldprt	Wed Aug 08 18:42:14 2012
bead60-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead60.sldprt	Wed Aug 08 18:42:14 2012
katw lapatsa IPE-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\katw lapatsa IPE.SLDPRT	Sun Jun 24 12:59:16 2012
lapatsa IPE-2	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\lapatsa IPE.SLDPRT	Fri Jun 15 15:59:07 2012
neuro katw lapatsas vashs IPE-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\neuro katw lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Jun 27 23:46:05 2012
neuro katw lapatsas	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia	Wed Jun 27 23:46:05

vashs IPE-2		ptuxiakhs solid\New folder (2)\neuro katw lapatsas vashs IPE.SLDPRT	2012

Study Properties

Study name	Study 1
Analysis type	Static
Mesh Type:	Solid Mesh
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Thermal Effect:	Input Temperature
Zero strain temperature	298.000000
Units	Kelvin
Include fluid pressure effects from SolidWorks Flow Simulation	Off
Friction:	Off
Ignore clearance for surface contact	Off
Use Adaptive Method:	Off

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/m^2

Material Properties

No.	Body Name	Material	Mass	Volume
1	SolidBody 1(BaseSteelHP)	1.0044 (S275JR)	209.867 kg	0.026906 m^3
2	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.135147 kg	2.93798e-005 m^3
3	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.135825 kg	2.95273e-005 m^3
4	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.408336 kg	8.87688e-005 m^3
5	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.080197 kg	1.74341e-005 m^3
6	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.112391 kg	2.44329e-005 m^3
7	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.080197 kg	1.74341e-005 m^3
8	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.112391 kg	2.44329e-005 m^3
9	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	10.5464 kg	0.0013521 m^3
10	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	4.914 kg	0.00063 m^3

11	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	1.08108 kg	0.0001386 m^3
12	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	1.08108 kg	0.0001386 m^3

Material name:	1.0044 (S275JR)
Description:	St44-2
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Max von Mises Stress
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.28	NA	Constant
Shear modulus	7.9e+010	N/m^2	Constant
Mass density	7800	kg/m^3	Constant
Tensile strength	5.0083e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	2.75e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	14	W/(m.K)	Constant
Specific heat	440	J/(kg.K)	Constant

Material name:	Titanium
Description:	
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Max von Mises Stress
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	1.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.3	NA	Constant
Shear modulus	4.3e+010	N/m^2	Constant
Mass density	4600	kg/m^3	Constant
Tensile strength	2.35e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	1.4e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	8.8e-006	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	22	W/(m.K)	Constant
Specific heat	460	J/(kg.K)	Constant

Material name:	[SW]1.0545 (S355N)
Description:	
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Unknown
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.28	NA	Constant
Shear modulus	7.9e+010	N/m^2	Constant
Mass density	7800	kg/m^3	Constant
Tensile strength	4.75e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	2.75e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	14	W/(m.K)	Constant
Specific heat	440	J/(kg.K)	Constant

Loads and Restraints

Fixture

Restraint name	Selection set	Description
Fixed-1 <katw lapatsa IPE-1>	on 4 Face(s) fixed.	

Load

Load name	Selection set	Loading type	Description
Pressure-1 <lapatsa IPE-2>	on 1 Face(s) with Pressure 2.8 N/mm^2 (MPa) along direction normal to selected face	Sequential Loading	

Connector Definitions

No Connectors were defined

Contact

Contact state: Touching faces - Free

Global Contact	Contact component: Bonded on assembly IPE
Description:	

Mesh Information

Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	50.181 mm
Tolerance:	2.509 mm
Quality:	High
Number of elements:	10713
Number of nodes:	21215
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:00:12
Computer name:	SOMPA

Sensor Results

No data available

Reaction Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	-1.23389	-0.613525	-126000	126000

Free-Body Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	-0.0027678	-0.00593328	-0.0108924	0.0127086

Free-body Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N-m	0	0	0	1e-033

Bolt Forces

No data available.

Pin Forces

No data available.

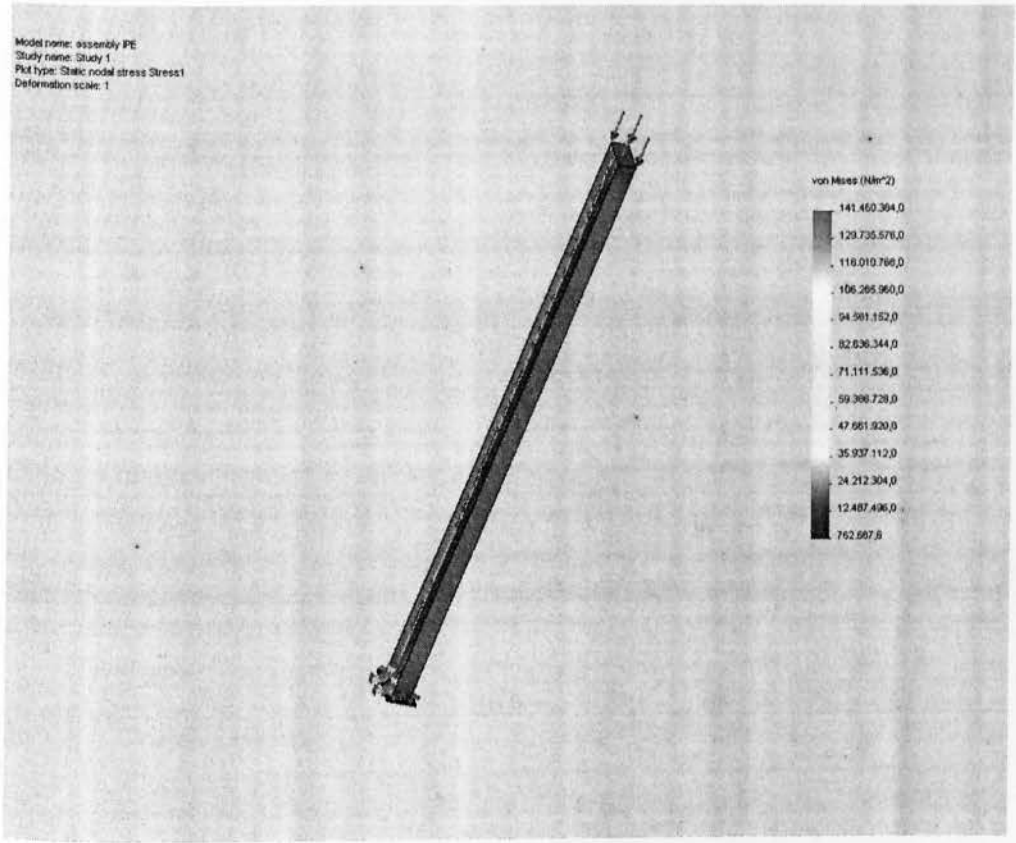
Beams

No data available.

Study Results

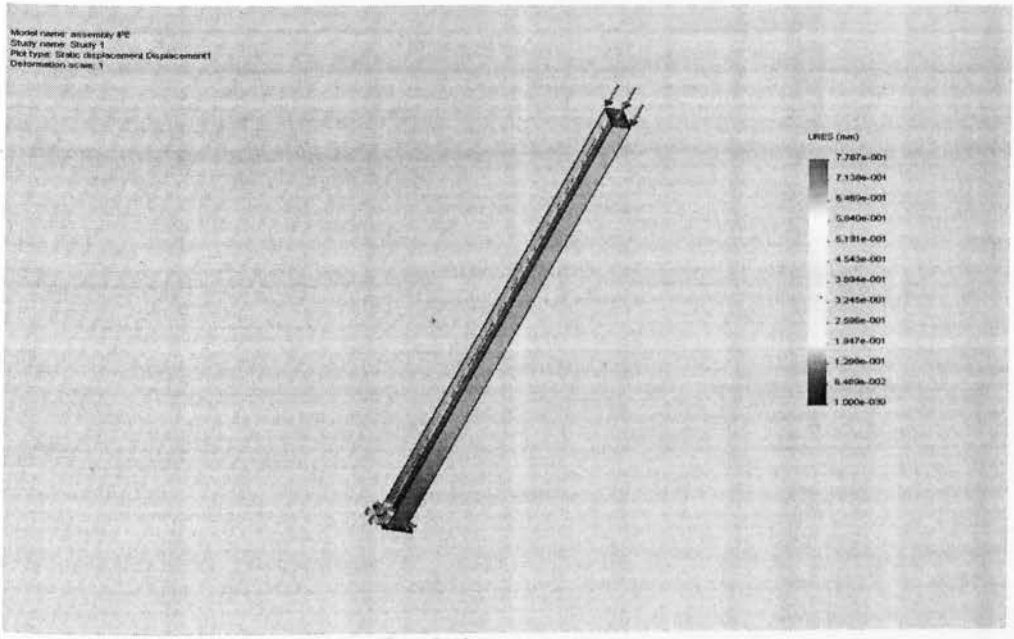
Default Results

Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	762688 N/m^2 Node: 20231	(-415.269 mm, 108.328 mm, 2462.21 mm)	1.4146e+008 N/m^2 Node: 19190	(-237.26 mm, 393.759 mm, 2469.1 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 19040	(-226.145 mm, 241.799 mm, 2455.1 mm)	0.77872 mm Node: 20628	(-229.466 mm, 302.528 mm, -2544.12 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	2.62985e-006 Element: 9481	(-201.895 mm, 112.51 mm, 2462.2 mm)	0.000361188 Element: 8646	(-314.815 mm, 312.88 mm, -2542.54 mm)

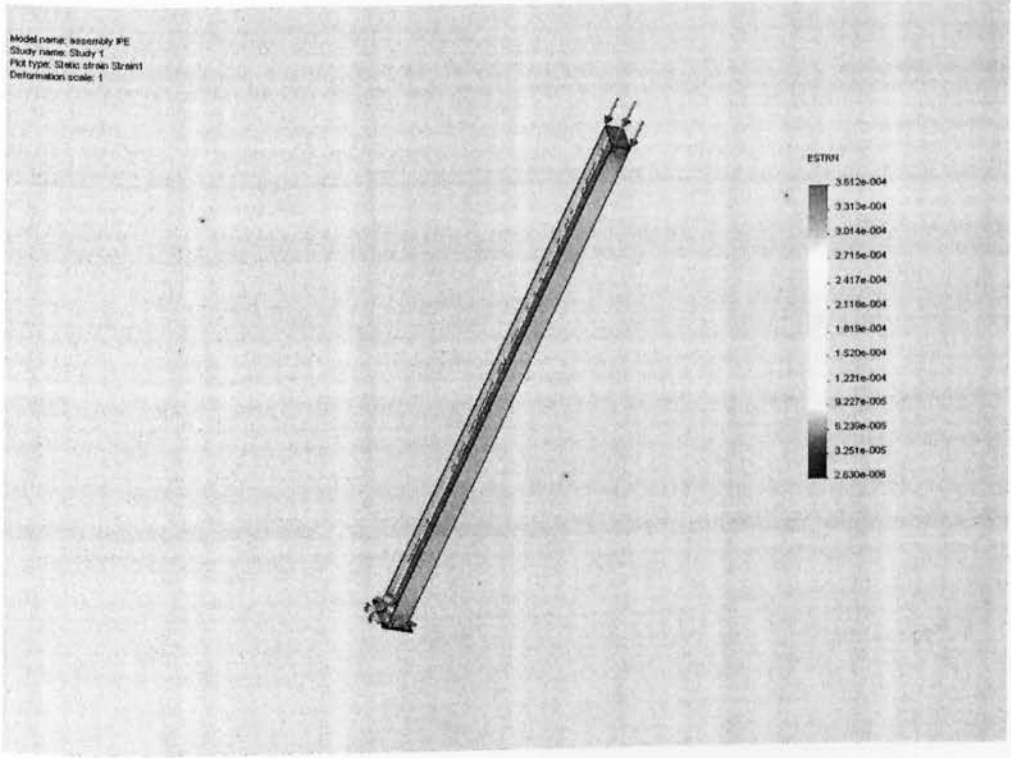


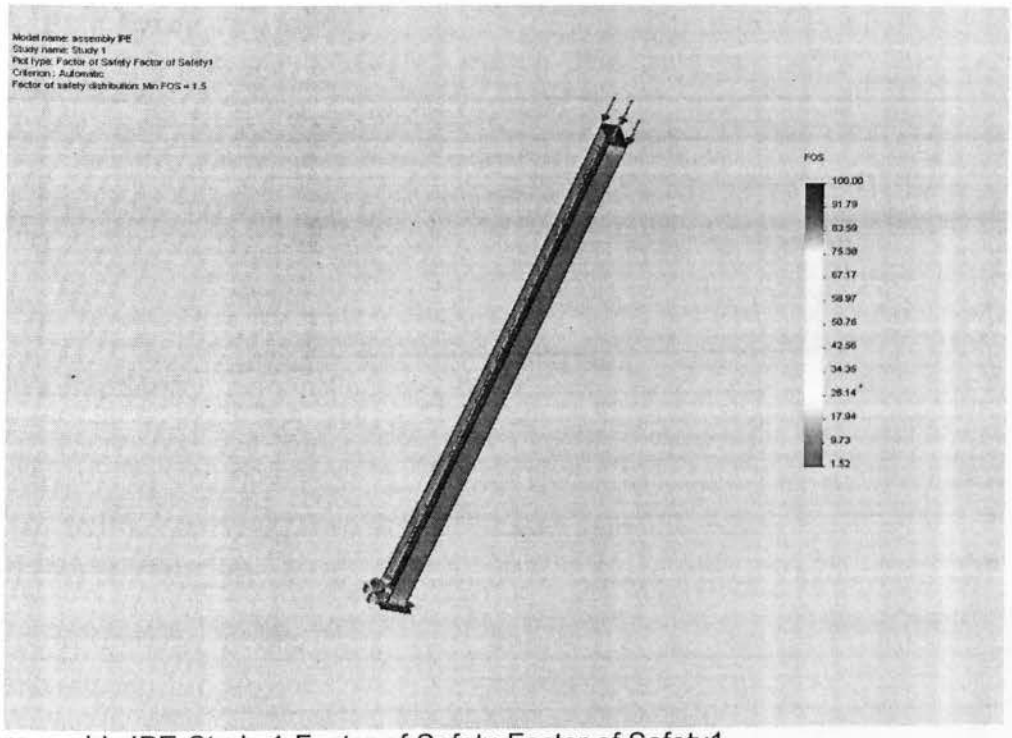
assembly IPE-Study 1-Stress-Stress1

assembly IPE-Study 1-Displacement-Displacement1



assembly IPE-Study 1-Strain-Strain1





assembly IPE-Study 1-Factor of Safety-Factor of Safety1

Αντοχή δοκού σε στρέψη

Description

Summarize the FEM analysis on assembly IPE

Assumptions

Model Information

Document Name	Configuration	Document Path	Date Modified
assembly IPE	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\assembly IPE.SLDASM	Sat Sep 15 17:01:34 2012
IPE 300x7000-1	IPE300x5000	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\IPE 300x7000.SLDPRT	Sat Jun 16 16:09:37 2012
bead22-3	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead22.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead23-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead23.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead56-4	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead56.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead57-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead57.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead58-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead58.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead59-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead59.sldprt	Wed Aug 08 18:42:14 2012
bead60-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia	Wed Aug 08

		ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead60.sldprt	18:42:14 2012
katw lapatsa IPE-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\katw lapatsa IPE.SLDPRT	Sun Jun 24 12:59:16 2012
lapatsa IPE-2	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\lapatsa IPE.SLDPRT	Fri Jun 15 15:59:07 2012
neuro katw lapatsas vashs IPE-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\neuro katw lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Jun 27 23:46:05 2012
neuro katw lapatsas vashs IPE-2	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\neuro katw lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Jun 27 23:46:05 2012

Study Properties

Study name	Study 1
Analysis type	Static
Mesh Type:	Solid Mesh
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Thermal Effect:	Input Temperature
Zero strain temperature	298.000000
Units	Kelvin
Include fluid pressure effects from SolidWorks Flow Simulation	Off
Friction:	Off
Ignore clearance for surface contact	Off
Use Adaptive Method:	Off

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Celsius
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/mm^2 (MPa)

Material Properties

No.	Body Name	Material	Mass	Volume
1	SolidBody 1(BaseSteelHP)	1.0044 (S275JR)	209.867 kg	0.026906 m^3
2	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.135147 kg	2.93798e-005 m^3
3	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.135825 kg	2.95273e-005 m^3
4	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.408336 kg	8.87688e-005 m^3
5	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.080197 kg	1.74341e-005 m^3
6	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.112391 kg	2.44329e-005 m^3
7	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.080197 kg	1.74341e-005 m^3
8	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.112391 kg	2.44329e-005 m^3
9	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	10.5464 kg	0.0013521 m^3
10	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	4.914 kg	0.00063 m^3
11	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	1.08108 kg	0.0001386 m^3
12	SolidBody	[SW]1.0545	1.08108 kg	0.0001386 m^3

	1(Boss-Extrude1)	(S355N)		

Material name:	1.0044 (S275JR)
Description:	St44-2
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Max von Mises Stress
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.28	NA	Constant
Shear modulus	7.9e+010	N/m^2	Constant
Mass density	7800	kg/m^3	Constant
Tensile strength	5.0083e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	2.75e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	14	W/(m.K)	Constant
Specific heat	440	J/(kg.K)	Constant

Material name:	Titanium
Description:	
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Max von Mises Stress
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type

Elastic modulus	1.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.3	NA	Constant
Shear modulus	4.3e+010	N/m^2	Constant
Mass density	4600	kg/m^3	Constant
Tensile strength	2.35e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	1.4e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	8.8e-006	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	22	W/(m.K)	Constant
Specific heat	460	J/(kg.K)	Constant

Material name:	[SW]1.0545 (S355N)
Description:	
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Unknown
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.28	NA	Constant
Shear modulus	7.9e+010	N/m^2	Constant
Mass density	7800	kg/m^3	Constant
Tensile strength	4.75e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	2.75e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	14	W/(m.K)	Constant
Specific heat	440	J/(kg.K)	Constant

Loads and Restraints

Fixture

Restraint name	Selection set	Description
Fixed-1 <katw lapatsa IPE-1>	on 4 Face(s) fixed.	

Load

Load name	Selection set	Loading type	Description
Torque-1 <katw lapatsa IPE-1, IPE 300x7000-1>	on 1 Face(s) apply torque 371.63 N-m with respect to selected reference Face< 1 > using uniform distribution	Sequential Loading	

Connector Definitions

No Connectors were defined

Contact

Contact state: Touching faces - Free

Global Contact	Contact component: Bonded on assembly IPE
Description:	

Mesh Information

Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh

Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	50.181 mm
Tolerance:	2.509 mm
Quality:	Draft
Number of elements:	10713
Number of nodes:	3575
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:00:13
Computer name:	SOMPA

Sensor Results

No data available.

Reaction Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	1675.02	2184.83	2.0863	2753.03

Free-Body Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	0.00680351	0.0151885	0.000362396	0.0166466

Free-body Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N-m	0	0	0	1e-033

Bolt Forces

No data available.

Pin Forces

No data available.

Beams

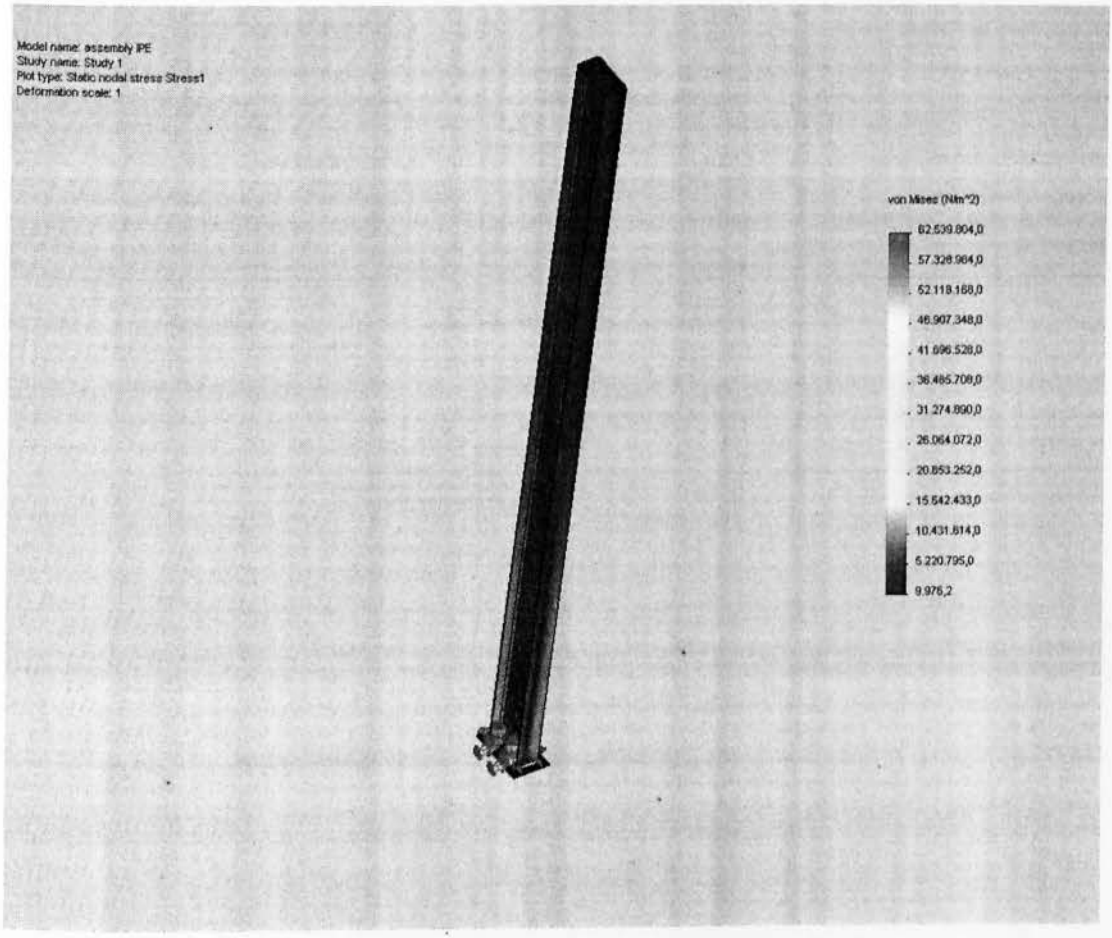
No data available.

Study Results

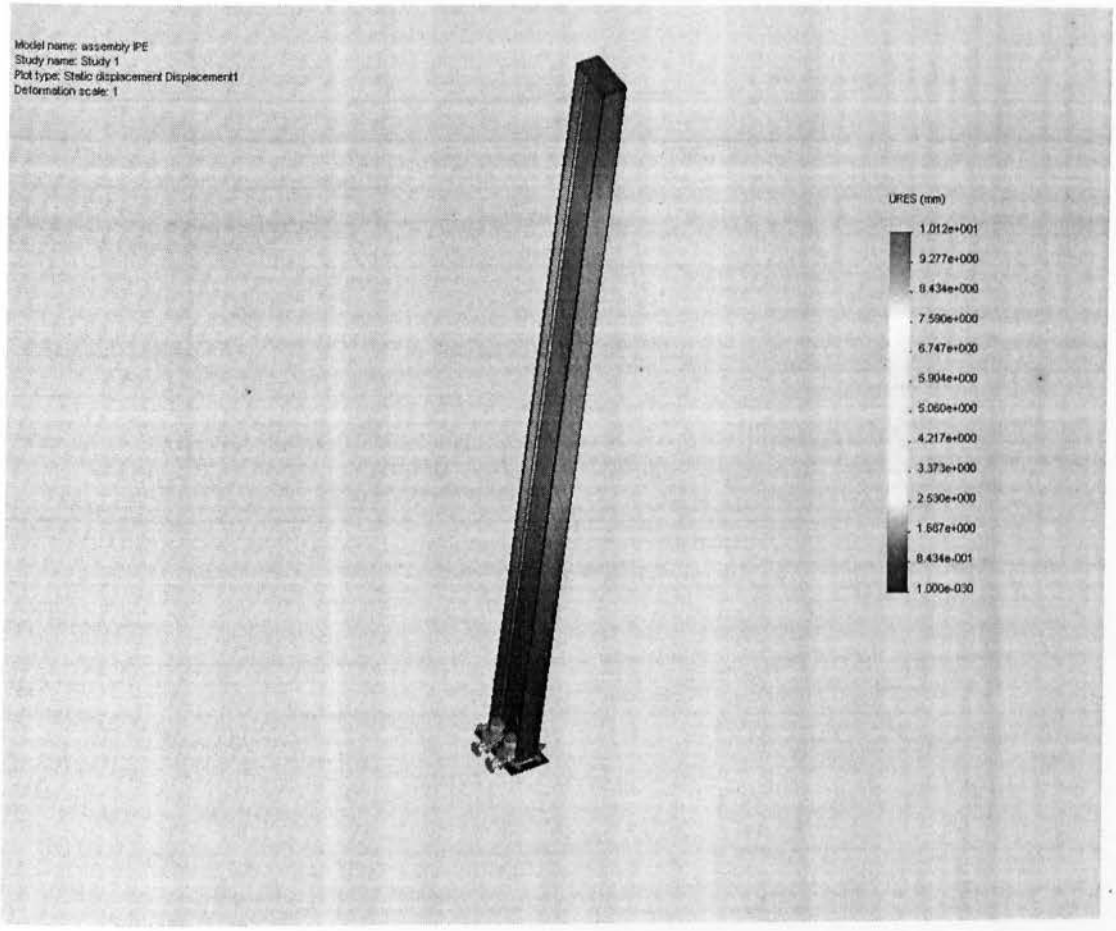
Default Results

Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	9976.21 N/m^2 Node: 3024	(-310.606 mm, 258.698 mm, -2534.88 mm)	6.25398e+007 N/m^2 Node: 3432	(-237.26 mm, 393.759 mm, 2469.1 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 3282	(-226.145 mm, 241.799 mm, 2455.1 mm)	10.1203 mm Node: 3532	(-389.226 mm, 150.124 mm, -2558.62 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent	6.49492e-008	(-314.025 mm,	0.000304641	(-378.934 mm,

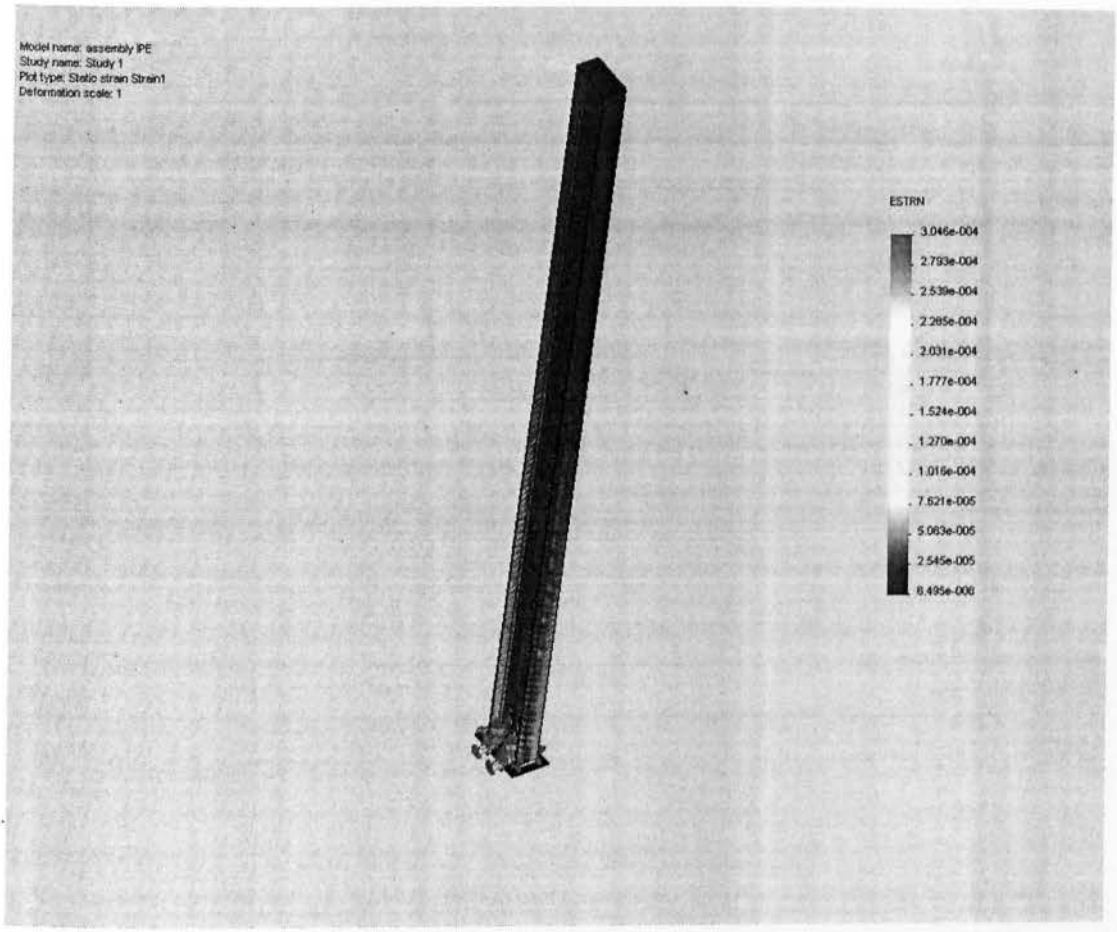
	Strain	Element: 33	389.242 mm, -2487.35 mm)	Element: 9870	201.766 mm, 2462.11 mm)



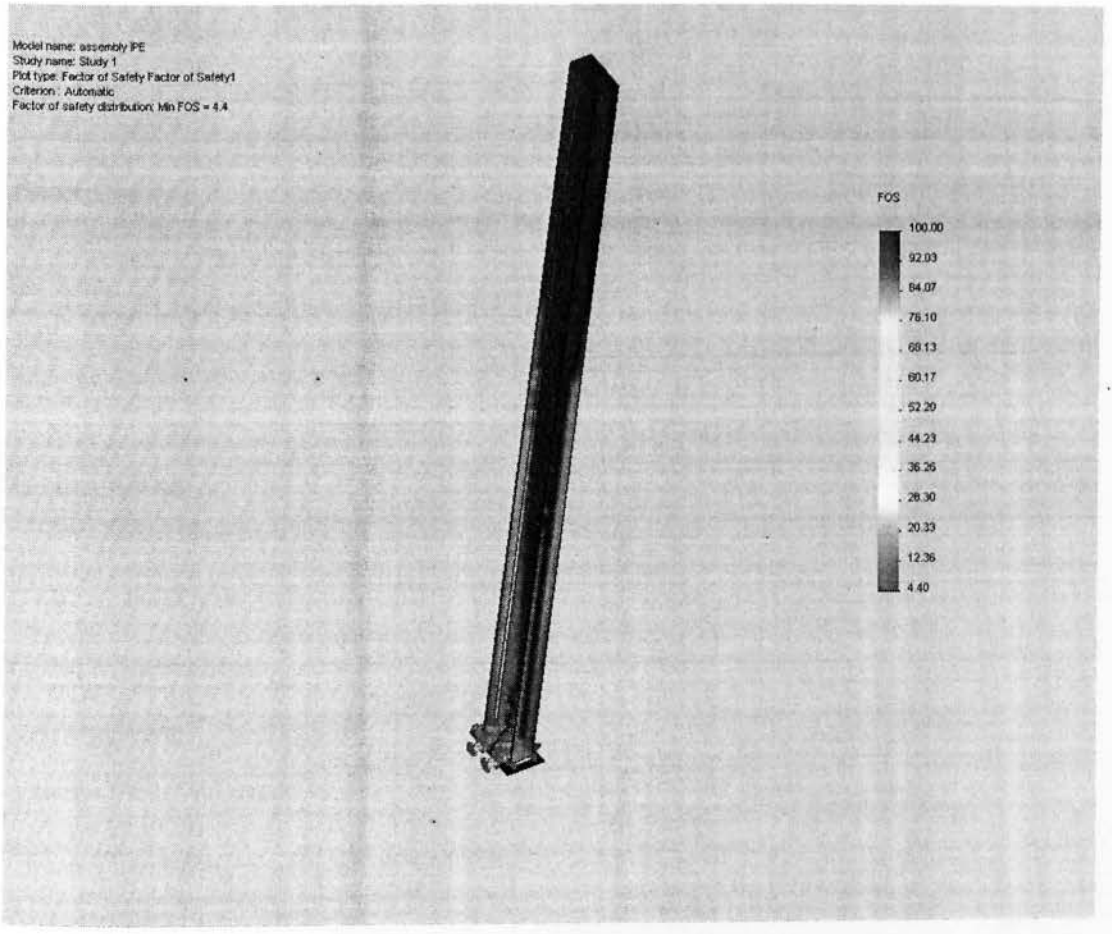
assembly IPE-Study 1-Stress-Stress1



assembly IPE-Study 1-Displacement-Displacement1



assembly IPE-Study 1-Strain-Strain1



assembly IPE-Study 1-Factor of Safety-Factor of Safety1

Conclusion

Αντοχή δοκού σε σύνθετη καταπόνηση στρέψης-θλίψης

Description

Summarize the FEM analysis on assembly IPE

Assumptions

Model Information

Document Name	Configuration	Document Path	Date Modified
assembly IPE	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\assembly IPE.SLDASM	Sat Sep 15 17:01:34 2012
IPE 300x7000-1	IPE300x5000	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\IPE 300x7000.SLDPRT	Sat Jun 16 16:09:37 2012
bead22-3	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead22.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead23-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead23.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead56-4	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead56.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead57-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead57.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead58-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead58.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead59-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder	Wed Aug 08 18:42:14 2012

		(2)\bead59.sldprt	
bead60-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead60.sldprt	Wed Aug 08 18:42:14 2012
katw lapatsa IPE-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\katw lapatsa IPE.SLDPRT	Sun Jun 24 12:59:16 2012
lapatsa IPE-2	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\lapatsa IPE.SLDPRT	Fri Jun 15 15:59:07 2012
neuro katw lapatsas vashs IPE-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\neuro katw lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Jun 27 23:46:05 2012
neuro katw lapatsas vashs IPE-2	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\neuro katw lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Jun 27 23:46:05 2012

Study Properties

Study name	Study 1
Analysis type	Static
Mesh Type:	Solid Mesh
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Thermal Effect:	Input Temperature
Zero strain temperature	298.000000
Units	Kelvin
Include fluid pressure effects from SolidWorks Flow Simulation	Off
Friction:	Off
Ignore clearance for surface contact	Off

Use Adaptive Method:	Off

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Celsius
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/mm^2 (MPa)

Material Properties

No.	Body Name	Material	Mass	Volume
1	SolidBody 1(BaseSteelHP)	1.0044 (S275JR)	209.867 kg	0.026906 m^3
2	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.135147 kg	2.93798e-005 m^3
3	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.135825 kg	2.95273e-005 m^3
4	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.408336 kg	8.87688e-005 m^3
5	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.080197 kg	1.74341e-005 m^3
6	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.112391 kg	2.44329e-005 m^3
7	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.080197 kg	1.74341e-005 m^3
8	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.112391 kg	2.44329e-005 m^3
9	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	10.5464 kg	0.0013521 m^3
10	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	4.914 kg	0.00063 m^3

11	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	1.08108 kg	0.0001386 m^3
12	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0545 (S355N)	1.08108 kg	0.0001386 m^3

Material name:	1.0044 (S275JR)
Description:	St44-2
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Max von Mises Stress
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.28	NA	Constant
Shear modulus	7.9e+010	N/m^2	Constant
Mass density	7800	kg/m^3	Constant
Tensile strength	5.0083e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	2.75e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	14	W/(m.K)	Constant
Specific heat	440	J/(kg.K)	Constant

Material name:	Titanium
Description:	
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Max von Mises Stress
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	1.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.3	NA	Constant
Shear modulus	4.3e+010	N/m^2	Constant
Mass density	4600	kg/m^3	Constant
Tensile strength	2.35e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	1.4e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	8.8e-006	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	22	W/(m.K)	Constant
Specific heat	460	J/(kg.K)	Constant

Material name:	[SW]1.0545 (S355N)
Description:	
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Unknown
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.28	NA	Constant
Shear modulus	7.9e+010	N/m^2	Constant
Mass density	7800	kg/m^3	Constant
Tensile strength	4.75e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	2.75e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	14	W/(m.K)	Constant
Specific heat	440	J/(kg.K)	Constant

Loads and Restraints

Fixture

Restraint name	Selection set	Description
Fixed-1 <katw lapatsa IPE-1>	on 4 Face(s) fixed.	

Load

Load name	Selection set	Loading type	Description
Pressure-2 <lapatsa IPE-2>	on 1 Face(s) with Pressure 2.8 N/mm^2 (MPa) along direction normal to selected face	Sequential Loading	
Torque-1 <katw lapatsa IPE-1, IPE 300x7000-1>	on 1 Face(s) apply torque 371.63 N-m with respect to selected reference Face< 1 > using uniform distribution	Sequential Loading	

Connector Definitions

No Connectors were defined

Contact

Contact state: Touching faces - Free

Global Contact	Contact component: Bonded on assembly IPE
Description:	

Mesh Information

Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	50.181 mm
Tolerance:	2.509 mm
Quality:	Draft
Number of elements:	10713
Number of nodes:	3575
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:00:13
Computer name:	SOMPA

Sensor Results

No data available.

Reaction Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	1672.8	2178.3	-126000	126030

Free-Body Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	-0.00014782	-0.0117149	0.0144672	0.0186162

Free-body Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N-m	0	0	0	1e-033

Bolt Forces

No data available.

Pin Forces

No data available.

Beams

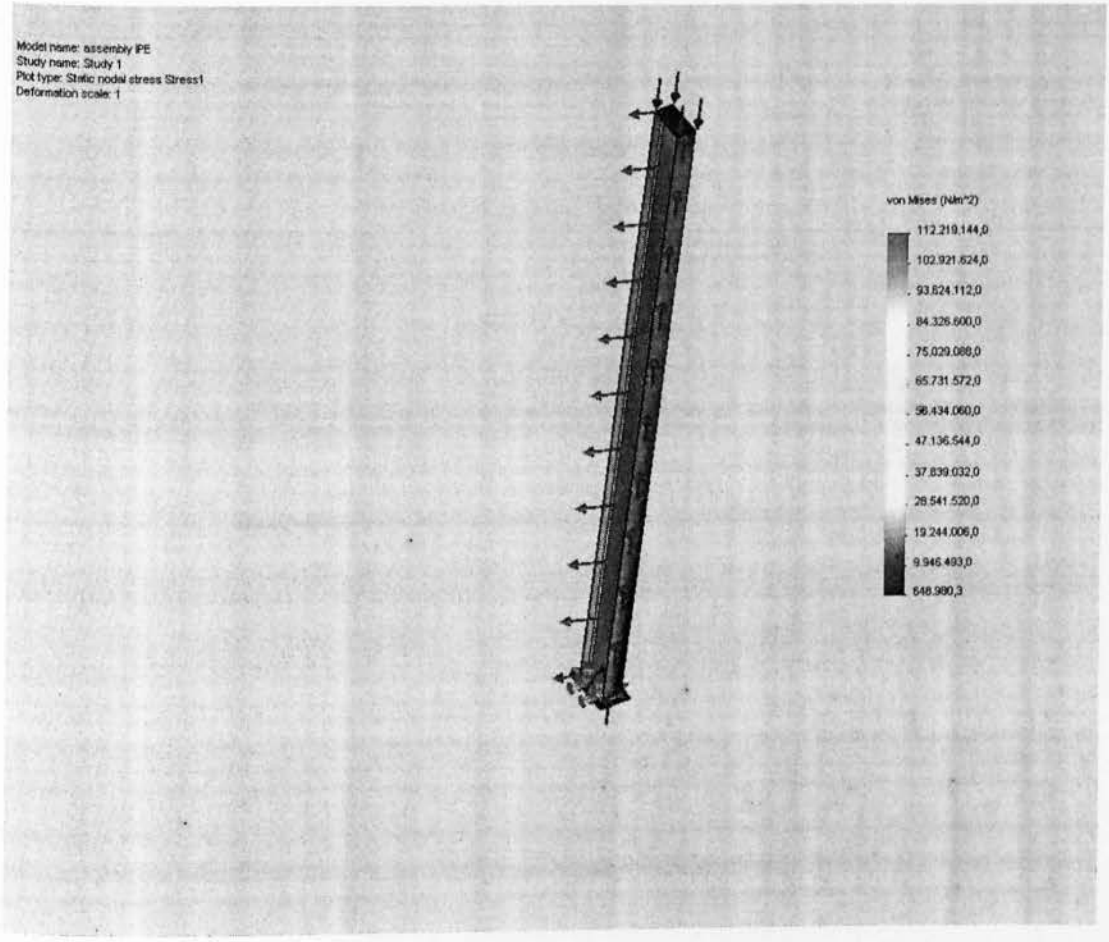
No data available.

Study Results

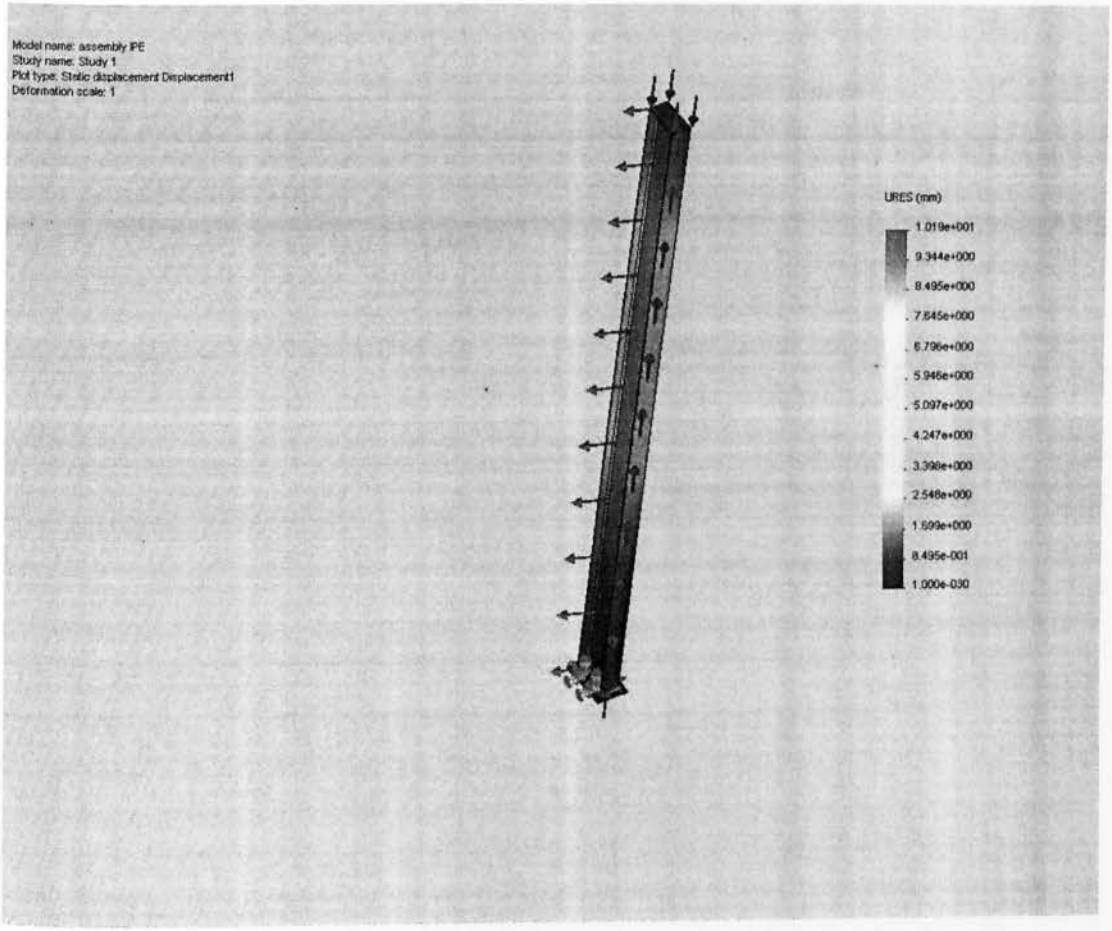
Default Results

Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	648980 N/m^2 Node: 3178	(-210.493 mm, 313.137 mm, 2446.27 mm)	1.12219e+008 N/m^2 Node: 3383	(-366.145 mm, 213.22 mm, 2469.1 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 3282	(-226.145 mm, 241.799	10.1937 mm Node: 3532	(-389.268 mm, 150.111

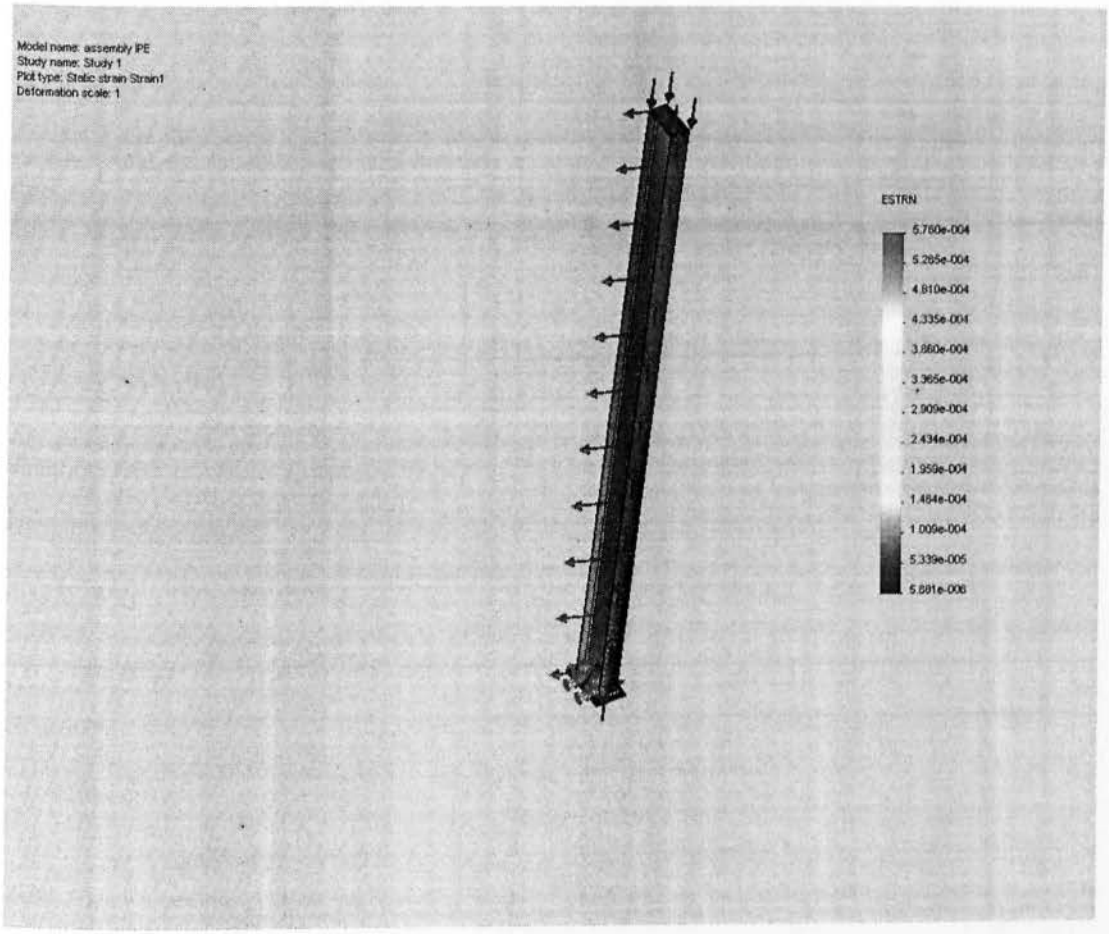
			mm, 2455.1 mm)		mm, -2558.07 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	5.88051e-006 Element: 10304	(-287.956 mm, 175.58 mm, -2545.7 mm)	0.000576019 Element: 9870	(-378.934 mm, 201.766 mm, 2462.11 mm)



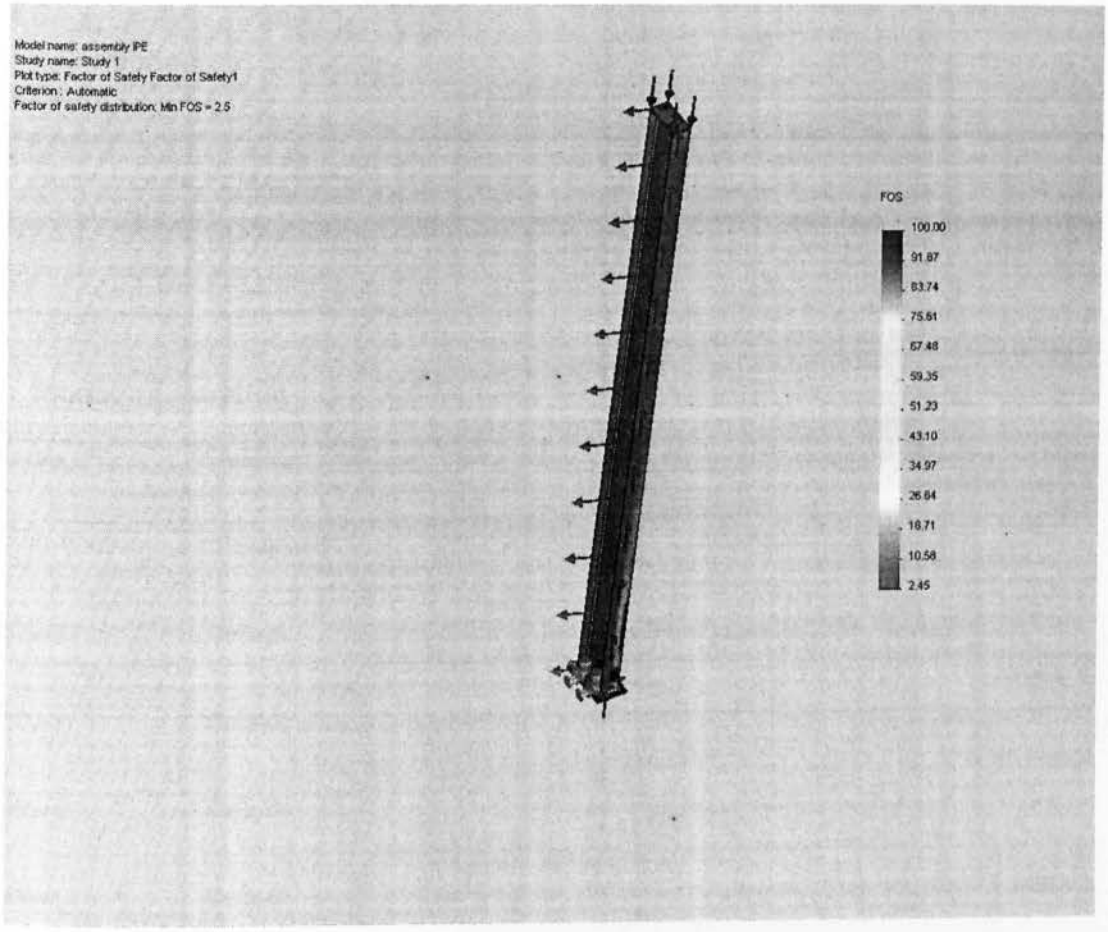
assembly IPE-Study 1-Stress-Stress1



assembly IPE-Study 1-Displacement-Displacement1



assembly IPE-Study 1-Strain-Strain1



assembly IPE-Study 1-Factor of Safety-Factor of Safety1

Conclusion

Αντοχή δοκού σε λυγισμό

Description

Summarize the FEM analysis on assembly IPE

Assumptions

Model Information

Document Name	Configuration	Document Path	Date Modified
assembly IPE	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\assembly IPE.SLDASM	Mon Oct 08 20:29:22 2012
IPE 300x7000-1	IPE300x5000	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\IPE 300x7000.SLDPRT	Sat Jun 16 16:09:37 2012
bead22-3	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead22.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead23-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead23.sldprt	Mon Oct 08 20:29:21 2012
bead56-4	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead56.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead57-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead57.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead58-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead58.sldprt	Wed Aug 08 18:42:15 2012
bead59-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead59.sldprt	Wed Aug 08 18:42:14 2012
bead60-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\bead60.sldprt	Wed Aug 08 18:42:14 2012
katw lapatsa IPE-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\katw lapatsa IPE.SLDPRT	Sun Jun 24 12:59:16 2012
lapatsa IPE-2	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\lapatsa IPE.SLDPRT	Fri Jun 15 15:59:07 2012
neuro katw lapatsas vashs IPE-1	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\neuro katw lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Mon Oct 08 20:12:12 2012
vashs IPE-2	Default	C:\Users\YianniS\Desktop\sxedia ptuxiakhs solid\New folder (2)\neuro katw lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Mon Oct 08 20:12:12 2012

Study Properties

Study Properties

Study name	Study 2
Analysis type	Buckling
Mesh Type:	Solid Mesh

Solver Information

Quality:	High
Solver type	FFEPlus
Number of Buckling Modes:	1
Option:	Include Thermal Effects
Thermal Option:	Input Temperature
Thermal Option:	Reference Temperature at zero strain: 25 Celsius

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Celsius
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/mm^2 (MPa)

Material Properties

No.	Body Name	Material	Mass	Volume
1	SolidBody 1(BaseSteelHP)	1.0037 (S235JR)	209.867 kg	0.026906 m^3
2	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.135147 kg	2.93798e-005 m^3
3	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.135825 kg	2.95273e-005 m^3
4	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.408336 kg	8.87688e-005 m^3
5	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.080197 kg	1.74341e-005 m^3
6	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.112391 kg	2.44329e-005 m^3
7	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.080197 kg	1.74341e-005 m^3
8	SolidBody 1(Weld Bead1)	Titanium	0.112391 kg	2.44329e-005 m^3
9	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	10.5464 kg	0.0013521 m^3
10	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	4.914 kg	0.00063 m^3
11	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	1.08108 kg	0.0001386 m^3
12	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	1.08108 kg	0.0001386 m^3

Material name:	1.0037 (S235JR)
Description:	St37-2
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic

Default Failure Criterion:	Max von Mises Stress
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.28	NA	Constant
Shear modulus	7.9e+010	N/m^2	Constant
Mass density	7800	kg/m^3	Constant
Tensile strength	3.5e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	2.75e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	14	W/(m.K)	Constant
Specific heat	440	J/(kg.K)	Constant

Material name:	Titanium
Description:	
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Max von Mises Stress
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	1.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.3	NA	Constant
Shear modulus	4.3e+010	N/m^2	Constant
Mass density	4600	kg/m^3	Constant
Tensile strength	2.35e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	1.4e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	8.8e-006	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	22	W/(m.K)	Constant
Specific heat	460	J/(kg.K)	Constant

Loads and Restraints

Fixture

Restraint name	Selection set	Description
Fixed-1 <katw lapatsa IPE-1>	on 4 Face(s) fixed.	

Load

Load name	Selection set	Loading type	Description
Pressure-1 <lapatsa IPE-2>	on 1 Face(s) with Pressure 2.8 N/mm^2 (MPa) along direction normal to selected face	Sequential Loading	

Connector Definitions

No Connectors were defined

Contact

Contact state: Touching faces - Free

Global Contact	Contact component: Bonded on assembly IPE
Description:	

Mesh Information

Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	50.181 mm
Tolerance:	2.509 mm
Quality:	High
Number of elements:	10713
Number of nodes:	21215
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:00:13
Computer name:	SOMPA

Sensor Results

No data available

Reaction Forces

Reaction Forces not available.

Free-Body Forces

Free Body Forces not available.

Bolt Forces

No data available.

Pin Forces

No data available.

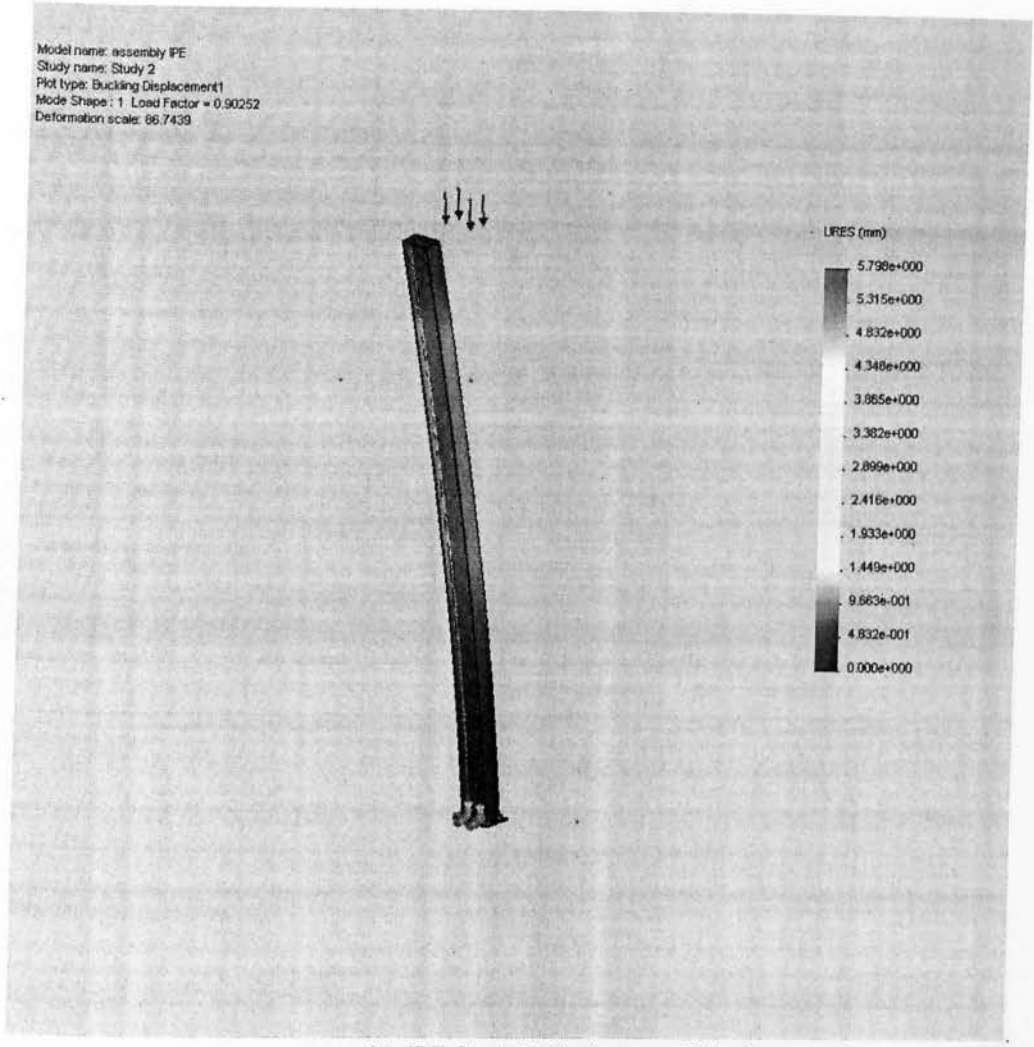
Beams

No data available.

Study Results

Default Results

Name	Type	Min	Location	Max	Location
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 19040	(-226.145 mm, 241.799 mm, 2455.1 mm)	5.79784 mm Node: 20644	(-882.195 mm, 152.409 mm, -2547.58 mm)



assembly IPE-Study 2-Displacement-Displacement1

Mode List

Mode Number	Load Factor
1	0.90252

Conclusion

Study Δοκού

Description

Summarize the FEM analysis on assembly IPE

Assumptions

Model Information

Document Name	Configuration	Document Path	Date Modified
assembly IPE	Default	G:\axedia 2\assembly IPE.SLDASM	Wed Oct 17 19:20:58 2012
IPE 300x7000-1	IPE300x5000	G:\axedia 2\IPE 300x7000.SLDPRT	Wed Oct 10 20:04:40 2012
kate lapatsa IPE-1	Default	G:\axedia 2\kate lapatsa IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:04:40 2012
lapatsa IPE-2	Default	G:\axedia 2\lapatsa IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:04:40 2012
neuro kate lapatsas vasha IPE-1	Default	G:\axedia 2\neuro kate lapatsas vasha IPE.SLDPRT	Mon Oct 08 20:56:42 2012
neuro kate lapatsas vasha IPE-1-1	Default	G:\axedia 2\neuro kate lapatsas vasha IPE-1.sldprt	Wed Oct 10 20:04:40 2012

Study Properties

Study name	Study 1
Analysis type	Static
Mesh Type	Solid Mesh
Solver type	FFEPlus

Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Thermal Effect:	Input Temperature
Zero strain temperature	298.000000
Units	Kelvin
Include fluid pressure effects from SolidWorks Flow Simulation	Off
Friction:	Off
Ignore clearance for surface contact	Off
Use Adaptive Method:	Off

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/m^2

Material Properties

No.	Body Name	Material	Mass	Volume
1	SolidBody 1(BaseSteelHP)	[SW]1.0037 (S235JR)	209.867 kg	0.026906 m^3
2	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0037 (S235JR)	13.3691 kg	0.00171399 m^3
3	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0037 (S235JR)	4.914 kg	0.00063 m^3

4	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	[SW]1.0037 (S235JR)	1.08108 kg	0.0001386 m^3
5	SolidBody 1(Imported1)	[SW]1.0037 (S235JR)	1.08108 kg	0.0001386 m^3

Material name:	**[SW]1.0037 (S235JR)**
Description:	
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Unknown
Application Data:	

Property Name	**Value**	**Units**	**Value Type**
Elastic modulus	2.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.28	NA	Constant
Shear modulus	7.9e+010	N/m^2	Constant
Mass density	7800	kg/m^3	Constant
Tensile strength	3.5e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	2.75e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	14	W/(m.K)	Constant
Specific heat	440	J/(kg.K)	Constant

Loads and Restraints

Fixture

Restraint name	**Selection set**	**Description**

Fixed-1 <katw lapatsa IPE-1>	on 4 Face(s) fixed	

Load

Load name	Selection set	Loading type	Description
Pressure-1 <lapatsa IPE-2>	on 1 Face(s) with Pressure 4 N/mm^2 (MPa) along direction normal to selected face	Sequential Loading	

Connector Definitions

No Connectors were defined

Contact

Contact state: Touching faces - Free

Global Contact	Contact component: Bonded on assembly IPE
Description:	

Mesh Information

Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Standard mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	49.754 mm
Tolerance:	2.4877 mm
Quality:	High

Number of elements:	9054
Number of nodes:	18600
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:00:09
Computer name:	YIANNIS-PC

Sensor Results

No data available.

Reaction Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	-3.40199	-0.437561	-180001	180001

Free-Body Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	0.00479472	0.0101734	-0.0563737	0.0574846

Free-body Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N-m	0	0	0	1e-033

Bolt Forces

No data available.

Pin Forces

No data available.

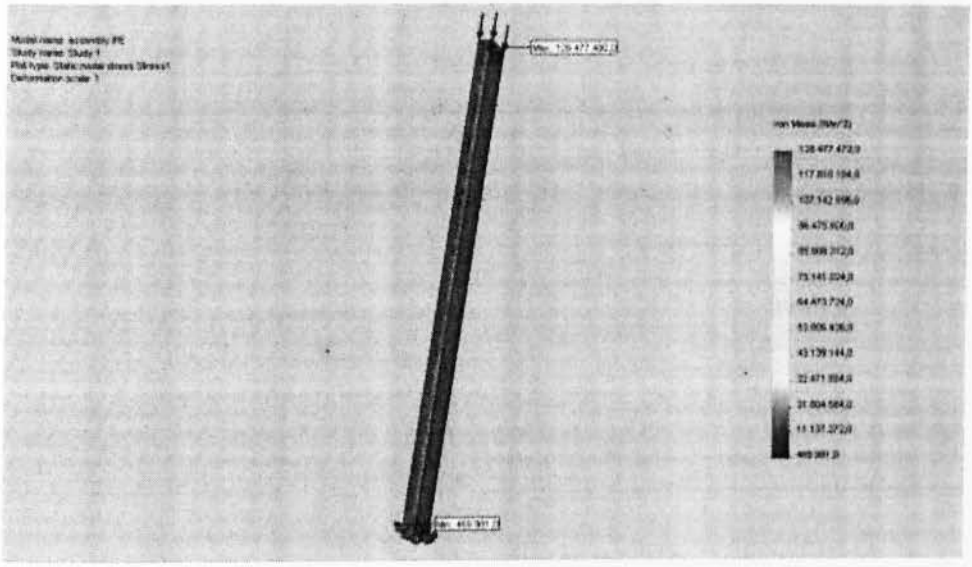
Beams

No data available.

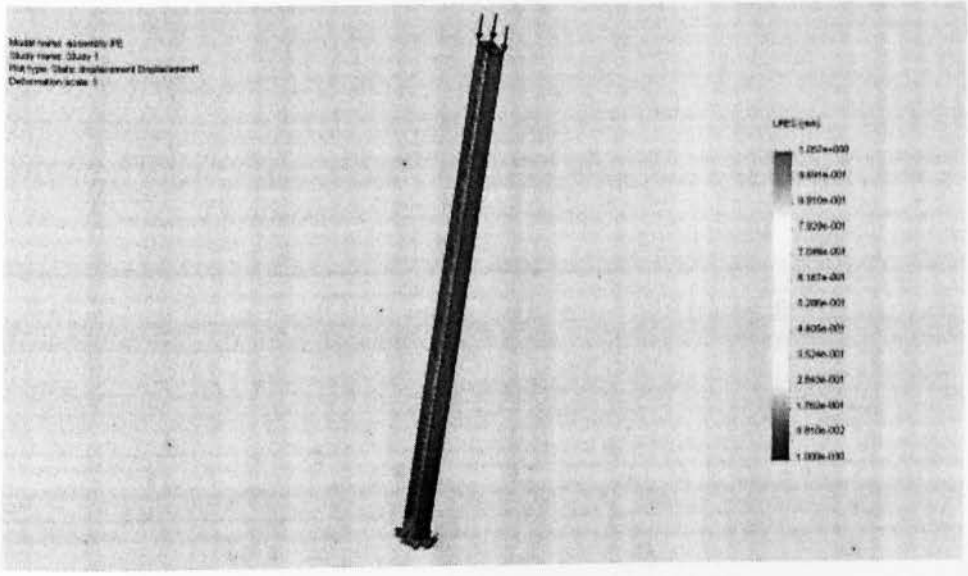
Study Results

Default Results

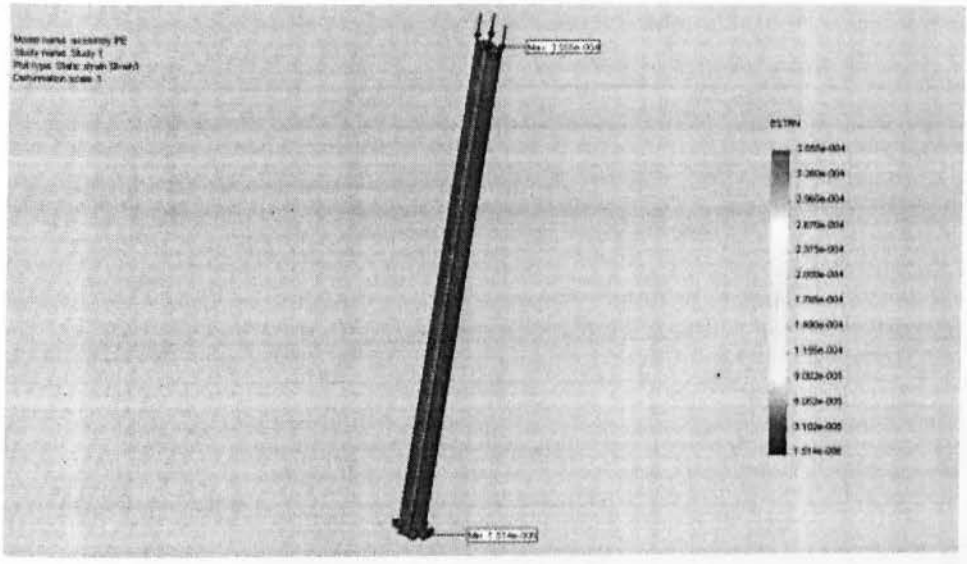
Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	469981 N/m^2 Node: 17381	(-179.395 mm, 502.51 mm, 2464.19 mm)	1.28477e+008 N/m^2 Node: 18212	(-304.452 mm, 277.517 mm, -2558.04 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 16830	(-383.895 mm, 382.51 mm, 2473.1 mm)	1.05724 mm Node: 18166	(-379.483 mm, 302.514 mm, -2557.84 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	1.51363e-006 Element: 8478	(-410.483 mm, 108.855 mm, 2461.93 mm)	0.000355544 Element: 8827	(-299.086 mm, 321.228 mm, -2554.53 mm)



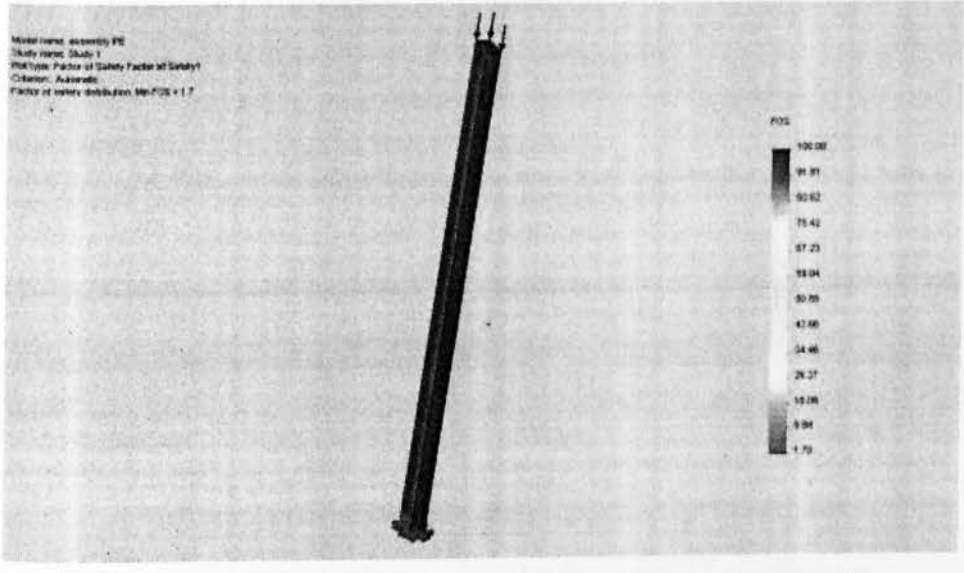
assembly IPE-Study 1-Stress-Stress1



assembly IPE-Study 1-Displacement-Displacement1



assembly IPE-Study 1-Strain-Strain1



assembly IPE-Study 1-Factor of Safety-Factor of Safety1

Conclusion

Study Σιλό

Description

Summarize the FEM analysis on Assem Silo New 2

Assumptions

Model Information

Document Name	Configuration	Document Path	Date Modified
Assem Silo New 2	Default	G:\sxedia 2\Assem Silo New 2.SLDASM	Wed Oct 17 19:12:44 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-1	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-10	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-11	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-12	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-13	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-14	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012

Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-15	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-16	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-17	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-18	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-19	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-2	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-20	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-21	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-22	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-23	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6	Sat Oct 06 15:25:54 2012

24		8_ISO.SLDPRT	
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-25	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-26	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-27	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-28	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-29	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-3	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-30	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-31	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-32	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-33	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural	Hexagon Nut ISO -	C:\SolidWorks	Sat Oct 06

GradeAB 5 6 8_ISO-34	7413 - M20 - W - C	Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-35	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-36	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-37	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-38	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-39	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-4	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-40	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-5	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-6	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-7	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6	Sat Oct 06 15:25:54 2012

		8_ISO.SLDPRT	
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-8	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO-9	Hexagon Nut ISO - 7413 - M20 - W - C	C:\SolidWorks Data\browser\Iso\Nuts\Hex Nut Structural GradeAB 5 6 8_ISO.SLDPRT	Sat Oct 06 15:25:54 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-120	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-121	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-122	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-123	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-124	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-125	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-126	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-127	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt	ISO 7412 - M20 x	C:\SolidWorks	Sat Oct 13

GradeC_ISO-128	55 --- 36-CC	Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-129	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-130	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-131	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-132	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-133	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-134	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-135	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-136	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-137	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-138.	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt	Sat Oct 13 16:15:21 2012

		GradeC_ISO.SLDPRT	
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-139	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-140	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-141	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-142	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-143	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-144	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-145	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-146	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-147	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-148	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt	ISO 7412 - M20 x	C:\SolidWorks	Sat Oct 13

GradeC_ISO-149	55 --- 36-CC	Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-150	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-151	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-152	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-153	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-154	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-155	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-156	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-157	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-158	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt GradeC_ISO.SLDPRT	Sat Oct 13 16:15:21 2012
Hex Structural Bolt GradeC_ISO-80	ISO 7412 - M20 x 55 --- 36-CC	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\Bolts And Screws\Hex Structural Bolt	Sat Oct 13 16:15:21 2012

GradeC_ISO.SLDPRT

Plain Washer Hardened_ISO-1	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-10	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-11	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-12	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-13	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-14	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-15	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-16	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-17	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-18	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-19	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-2	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-20	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain	Wed Oct 17 16:45:45 2012

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

		Washer Hardened_ISO.sldprt	
Plain Washer Hardened_ISO-21	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-22	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-23	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-24	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-25	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-26	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-27	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-28	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-29	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-3	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-30	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-31	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-32	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain	Wed Oct 17 16:45:45 2012

		Washer Hardened_ISO.sldprt	
Plain Washer Hardened_ISO-33	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-34	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-35	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-36	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-37	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-38	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-39	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-4	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-40	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-41	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-42	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-43	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-44	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain	Wed Oct 17 16:45:45 2012

		Washer Hardened_ISO.sldprt	
Plain Washer Hardened_ISO-45	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-46	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-47	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-48	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-49	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-5	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-50	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-51	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-52	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-53	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-54	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-55	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-56	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain	Wed Oct 17 16:45:45 2012

		Washer Hardened_ISO.sldprt	
Plain Washer Hardened_ISO-57	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-58	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-59	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-6	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-60	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-61	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-62	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-63	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-64	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-65	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-66	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-67	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-68	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain	Wed Oct 17 16:45:45 2012

		Washer Hardened_ISO.sldprt	
Plain Washer Hardened_ISO-69	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-7	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-70	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-71	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-72	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-73	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-74	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-75	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-76	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-77	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-78	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-79	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-8	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain	Wed Oct 17 16:45:45 2012

		Washer Hardened_ISO.sldprt	
Plain Washer Hardened_ISO-80	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
Plain Washer Hardened_ISO-9	Washer ISO 7415 - 20	C:\SolidWorks Data\browser\ISO\washers\Plain Washer Hardened_ISO.sldprt	Wed Oct 17 16:45:45 2012
assembly vashs IPE-1/lapatsa vashs IPE piso meros-1		G:\sxedia 2\lapatsa vashs IPE piso meros.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-1/neuro lapatsas vashs IPE-1		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-1/neuro lapatsas vashs IPE-2		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-1/neuro lapatsas vashs IPE-3		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-1/neuro lapatsas vashs IPE-4		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-1/neuro lapatsas vashs IPE-5		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-1/vash lapatsas IPE katw meros-1		G:\sxedia 2\vash lapatsas IPE katw meros.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-5/lapatsa vashs IPE piso meros-1		G:\sxedia 2\lapatsa vashs IPE piso meros.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-5/neuro lapatsas vashs IPE-1		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-5/neuro lapatsas vashs IPE-2		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-5/neuro lapatsas		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012

vashs IPE-3			
assembly vashs IPE-5/neuro lapatsas vashs IPE-4		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-5/neuro lapatsas vashs IPE-5		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-5/vash lapatsas IPE katw meros-1		G:\sxedia 2\vash lapatsas IPE katw meros.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-6/lapatsa vashs IPE piso meros-1		G:\sxedia 2\lapatsa vashs IPE piso meros.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-6/neuro lapatsas vashs IPE-1		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-6/neuro lapatsas vashs IPE-2		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-6/neuro lapatsas vashs IPE-3		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-6/neuro lapatsas vashs IPE-4		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-6/neuro lapatsas vashs IPE-5		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-6/vash lapatsas IPE katw meros-1		G:\sxedia 2\vash lapatsas IPE katw meros.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-7/lapatsa vashs IPE piso meros-1		G:\sxedia 2\lapatsa vashs IPE piso meros.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-7/neuro lapatsas vashs IPE-1		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-7/neuro lapatsas		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012

vashs IPE-2

assembly vashs IPE-7/neuro lapatsas vashs IPE-3		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-7/neuro lapatsas vashs IPE-4		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-7/neuro lapatsas vashs IPE-5		G:\sxedia 2\neuro lapatsas vashs IPE.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
assembly vashs IPE-7/vash lapatsas IPE katw meros-1		G:\sxedia 2\vash lapatsas IPE katw meros.SLDPRT	Wed Oct 10 20:06:06 2012
kwnos-1	Default	G:\sxedia 2\kwnos.SLDPRT	Sat Oct 06 15:37:18 2012
kylindros-1	Default	G:\sxedia 2\kylindros.SLDPRT	Sat Oct 06 14:56:24 2012

Study Properties

Study name	Study 3
Analysis type	Static
Mesh Type:	Solid Mesh
Solver type	FFEPlus
Inplane Effect:	Off
Soft Spring:	Off
Inertial Relief:	Off
Thermal Effect:	Input Temperature
Zero strain temperature	298.000000
Units	Kelvin
Include fluid pressure effects from SolidWorks Flow Simulation	Off
Friction:	Off

Ignore clearance for surface contact	Off
Use Adaptive Method:	Off

Units

Unit system:	SI
Length/Displacement	mm
Temperature	Kelvin
Angular velocity	rad/s
Stress/Pressure	N/m^2

Material Properties

No.	Body Name	Material	Mass	Volume
1	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
2	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
3	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
4	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
5	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
6	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
7	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
8	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
9	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
10	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
11	SolidBody	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006

	1(EndChamfer)			m^3
12	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
13	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
14	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
15	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
16	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
17	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
18	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
19	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
20	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
21	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
22	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
23	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
24	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
25	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
26	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
27	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
28	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3

29	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
30	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
31	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
32	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
33	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
34	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
35	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
36	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
37	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
38	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
39	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
40	SolidBody 1(EndChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.0744733 kg	9.54786e-006 m^3
41	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
42	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
43	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
44	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
45	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
46	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3

47	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
48	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
49	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
50	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
51	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
52	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
53	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
54	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
55	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
56	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
57	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
58	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
59	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
60	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
61	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
62	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
63	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
64	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3

65	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
66	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
67	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
68	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
69	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
70	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
71	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
72	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
73	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
74	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
75	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
76	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
77	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
78	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
79	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
80	SolidBody 1(UnderHeadChamfer)	1.0037 (S235JR)	0.231277 kg	2.96509e-005 m^3
81	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
82	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3

83	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
84	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
85	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
86	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
87	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
88	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
89	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
90	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
91	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
92	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
93	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
94	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
95	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
96	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
97	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
98	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
99	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
100	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3

101	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
102	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
103	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
104	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
105	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
106	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
107	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
108	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
109	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
110	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
111	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
112	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
113	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
114	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
115	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
116	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
117	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
118	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3

119	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
120	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
121	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
122	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
123	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
124	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
125	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
126	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
127	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
128	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
129	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
130	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
131	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
132	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
133	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
134	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
135	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
136	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3

137	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
138	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
139	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
140	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
141	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
142	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
143	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
144	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
145	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
146	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
147	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
148	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
149	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
150	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
151	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
152	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
153	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
154	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3

155	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
156	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
157	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
158	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
159	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
160	SolidBody 1(Base-Revolve)	1.0037 (S235JR)	0.0313657 kg	4.02124e-006 m^3
161	SolidBody 1(Cut-Extrude10)	1.0037 (S235JR)	17.0956 kg	0.00219174 m^3
162	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
163	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
164	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
165	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
166	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
167	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	5.733 kg	0.000735 m^3
168	SolidBody 1(Cut-Extrude10)	1.0037 (S235JR)	17.0956 kg	0.00219174 m^3
169	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
170	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
171	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
172	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3

173	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
174	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	5.733 kg	0.000735 m^3
175	SolidBody 1(Cut-Extrude10)	1.0037 (S235JR)	17.0956 kg	0.00219174 m^3
176	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
177	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
178	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
179	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
180	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
181	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	5.733 kg	0.000735 m^3
182	SolidBody 1(Cut-Extrude10)	1.0037 (S235JR)	17.0956 kg	0.00219174 m^3
183	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
184	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
185	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
186	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
187	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	21.5342 kg	0.0027608 m^3
188	SolidBody 1(Boss-Extrude1)	1.0037 (S235JR)	5.733 kg	0.000735 m^3
189	SolidBody 1(Revolve2)	1.0037 (S235JR)	2221.03 kg	0.284748 m^3
190	SolidBody 1(Revolve2)	1.0037 (S235JR)	8871.44 kg	1.13736 m^3

Material name:	**1.0037 (S235JR)**
Description:	St37-2
Material Source:	
Material Model Type:	Linear Elastic Isotropic
Default Failure Criterion:	Max von Mises Stress
Application Data:	

Property Name	Value	Units	Value Type
Elastic modulus	2.1e+011	N/m^2	Constant
Poisson's ratio	0.28	NA	Constant
Shear modulus	7.9e+010	N/m^2	Constant
Mass density	7800	kg/m^3	Constant
Tensile strength	3.5e+008	N/m^2	Constant
Yield strength	2.75e+008	N/m^2	Constant
Thermal expansion coefficient	1.1e-005	/Kelvin	Constant
Thermal conductivity	14	W/(m.K)	Constant
Specific heat	440	J/(kg.K)	Constant

Loads and Restraints

Fixture

Restraint name	Selection set	Description
Fixed-1 <assembly vashs IPE-6/vash lapatsas IPE katw meros-1, assembly vashs IPE-7/vash lapatsas IPE katw meros-1, assembly vashs IPE-5/vash lapatsas IPE katw meros-1,	on 4 Face(s) fixed.	

assembly vashs IPE-1/vash
lapatsas IPE katw meros-1>

Load

Load name	Selection set	Loading type	Description
Pressure-1 <kwnos-1>	on 1 Face(s) with Pressure 39 N/mm^2 along direction normal to selected face	Sequential Loading	
Pressure-2 <kylindros-1>	on 1 Face(s) with Pressure 29 N/mm^2 along direction normal to selected face	Sequential Loading	

Connector Definitions

No Connectors were defined

Contact

Contact state: Touching faces - Free

Global Contact

Contact component: on Assem Silo New 2

Description:

Mesh Information

Mesh Type:	Solid Mesh
Mesher Used:	Curvature based mesh
Automatic Transition:	Off
Smooth Surface:	On
Jacobian Check:	4 Points
Element Size:	294.6 mm
Tolerance:	14.73 mm
Quality:	High
Number of elements:	87090
Number of nodes:	181996
Time to complete mesh(hh;mm;ss):	00:01:48
Computer name:	YIANNIS-PC

Sensor Results

No data available.

Reaction Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	0.000929076	169.674	-0.000374913	169.674

Free-Body Forces

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N	2.96533e-005	-0.000908432	-2.95881e-006	0.000908921

Free-body Moments

Selection set	Units	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultant
Entire Body	N-m	0	0	0	1e-033

Bolt Forces

No data available.

Pin Forces

No data available.

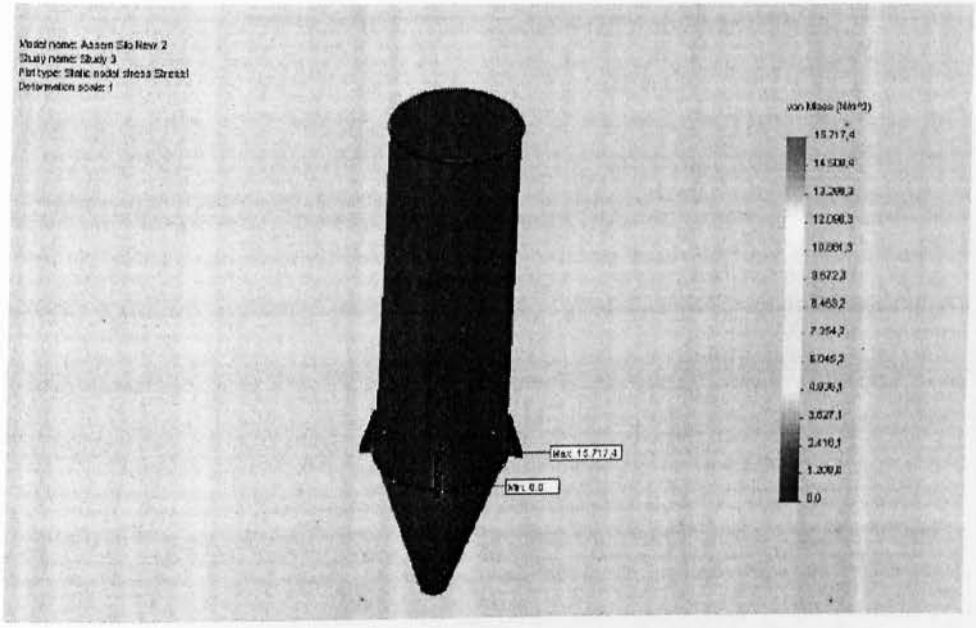
Beams

No data available.

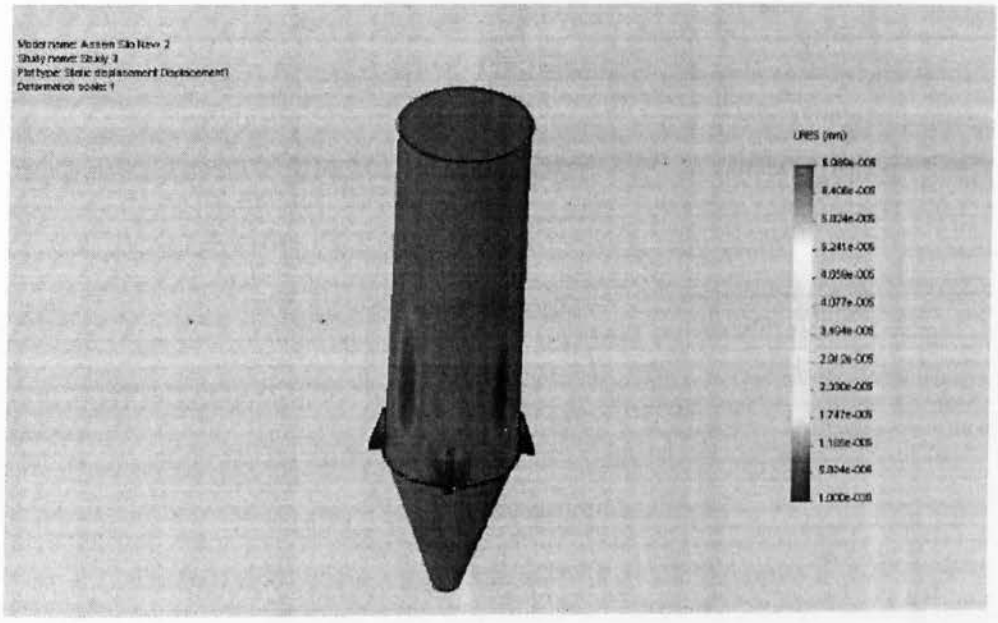
Study Results

Default Results

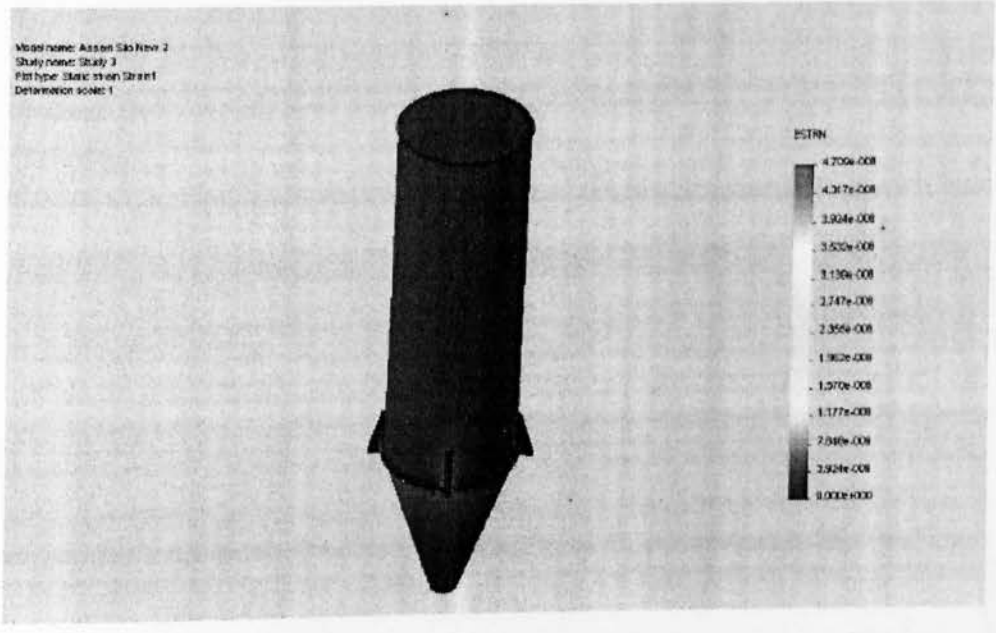
Name	Type	Min	Location	Max	Location
Stress1	VON: von Mises Stress	0 N/m^2 Node: 25216	(-639.234 mm, -3705.47 mm, 1541.32 mm)	15717.4 N/m^2 Node: 56593	(786.245 mm, -3709.47 mm, 485.241 mm)
Displacement1	URES: Resultant Displacement	0 mm Node: 25216	(-639.234 mm, -3705.47 mm, 1541.32 mm)	6.9886e-005 mm Node: 168045	(-2052.27 mm, -1462.37 mm, 571.717 mm)
Strain1	ESTRN: Equivalent Strain	0 Element: 13494	(-633.3 mm, -3754.14 mm, 1521.31 mm)	4.7091e-008 Element: 24359	(-2105.1 mm, -3690.77 mm, -509.866 mm)



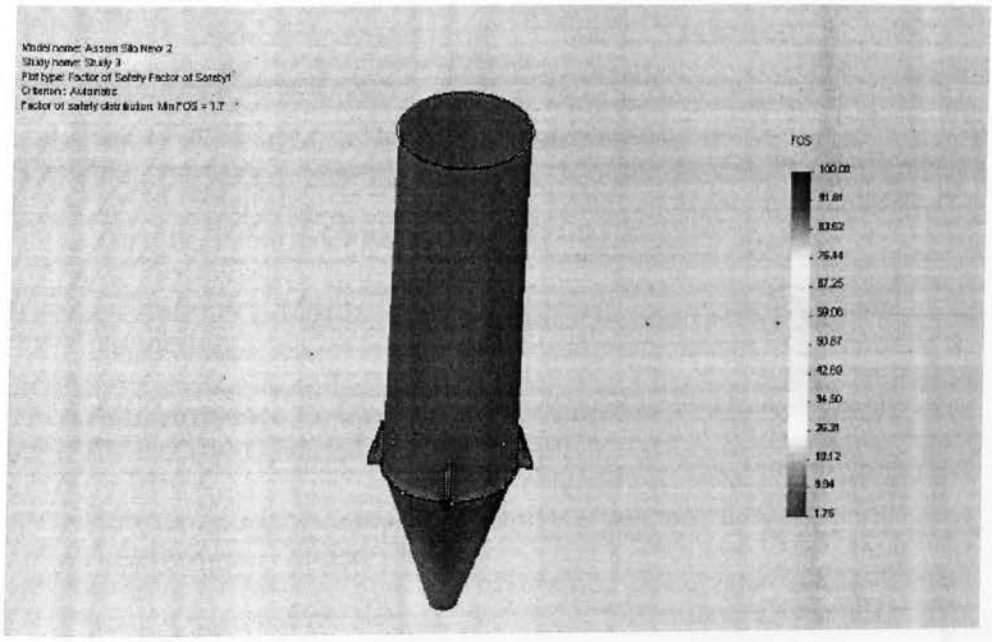
Assem Silo New 2-Study 3-Stress-Stress1



Assem Silo New 2-Study 3-Displacement-Displacement1



Assem Silo New 2-Study 3-Strain-Strain1



Assem Silo New 2-Study 3-Factor of Safety-Factor of Safety1

Conclusion

Βιβλιογραφία

1. Στεργίου Κωνσταντίνος , ¨Σχεδιασμός των κατασκευών¨, Εκδοσεις ¨Σύγχρονη εκδοτική¨ , Αθήνα 2004

2. Δρ Αθ. Ρούτουλας , ¨ Έλεγχος ποιότητας και τεχνολογία δομήσιμων υλικών¨ , ενότητα 2η-Αδρανή υλικά ,Τ.Ε.Ι. Πειραιά (χ.χ.)

3. Σ.Γ. Μελλάς , ¨Μηχανολογικό εργαστήριο 2-Σγκολλήσεις¨ Τ.Ε.Ι. Πειραια(χ.χ.)

4. Αντωνόπουλος Ανάργυρος,πτυχιακή εργασια , ¨Αδρανή υλικά¨ Εθνικό Μετσόβιο πολυτεχνείο , 2011

5. Παπαδόπουλος Α. Χρήστος , ¨Στοιχεία μηχανών 1-Κοχλίες¨ Πανεπιστήμιο Πατρών (χ.χ.)

6. Κερμανίδης Αλ. , ¨Στοιχεία μηχανών ¨,Τμήμα μηχανολόγων Μηχανικών Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (χ.χ)

7. ¨Βασικές αρχές συγκολλήσεων¨ Πανεπιστήμιο Κρήτης (χ.χ.)

8. Σ.Σούτης , ¨Συγκολλήσεις¨ , Τεχνικό επιμελιτήριο Ελλάδος 2006

9. Φ.Ε.Κ. 20/Α/17-2-1978

10. ¨Αδρανή υλικά¨ , Τεχνικό επιμελιτήριο Κύπρου , 2009

11. Κωνσταντίνος Γ. Πασπαλάς Ελλάδος , ¨Η Ευρωπαϊκή τυποποίηση των χαλύβων και χυτοσιδήρων ¨ 2009

12. www.tataelastron.gr [accessed 17/12/2011]

13. www.delta-pi.gr [accessed 21/11/2011]

14. www.vraykos.com [accessed 21/11/2011]

15. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B4%CF%81%CE%B1%CE%BD%CE%AE_%CF%85%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AC , ¨Αδρανή υλικά¨ , [accessed 17/01/2011]

16. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BF%CF%87%CE%BB%CE%AF%CE%B1%CF%82 , ¨Κοχλίες¨ ,[accessed 15/06/2012]

17. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%B9%CE%BB%CF%8C , Σιλό , [accessed 25/11/2011]

18. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%AC%CE%BB%CF%85%CE%B2%CE%B1%CF%82 ¨Χάλυβας¨ , [accessed 05/02/2011]