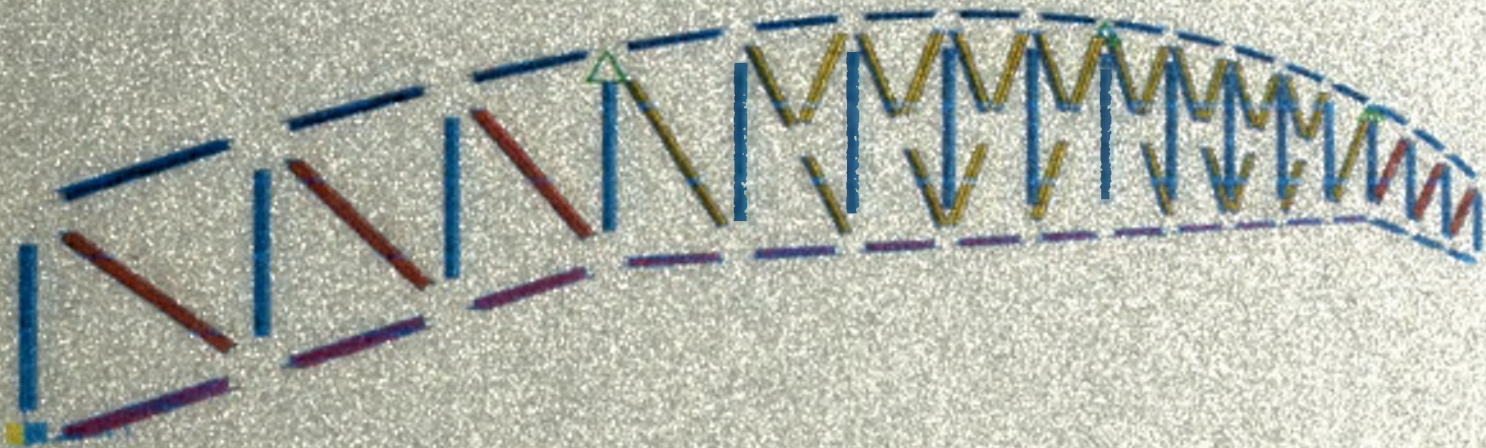




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΖΕΥΚΤΟΥ
ΧΑΛΥΒΔΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ**



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΔΗΜΝΙΟΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

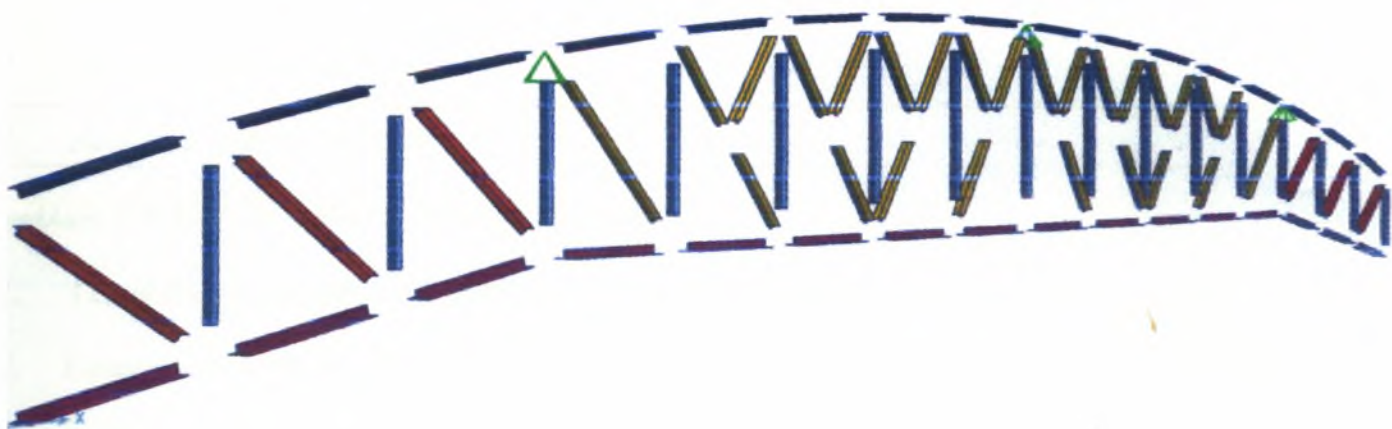
Βόλος, Σεπτέμβριος 2008



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΖΕΥΚΤΟΥ
ΧΑΛΥΒΔΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ*



ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΔΗΜΝΙΟΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Βόλος, Σεπτέμβριος 2008



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6606/1 τ.1
Ημερ. Εισ.: 04-02-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΠΜ
2008
ΛΗΜ

Περιεχόμενα :

Εισαγωγή – Σκοπός και αντικείμενο της εργασίας	2
Κεφάλαιο 1 * Υφιστάμενη κατάσταση και προτεινόμενη λύση.....	6
1.1 Υπολογισμός γεωμετρικών χαρακτηριστικών των μελών του φορέα πριν και μετά την προτεινόμενη λύση.....	9
1.2 Υπολογισμός αντοχής μελών σε λυγισμό πριν και μετά την αλλαγή των κομβοελασμάτων.....	19
1.3 Υπολογισμός αντοχής των συγκολλήσεων.....	24
1.4 Υπολογισμός αντοχής των κομβοελασμάτων πριν και μετά την αλλαγή στο πάχος τους.....	25
1.5 Υπολογισμός αντοχής των γωνιακών σε θλίψη.....	28
1.6 Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας και διάτμηση.....	28
1.7 Βάρος των κομβοελασμάτων.....	37
1.8 Αναλυτικά σχέδια των κόμβων.....	39
Κεφάλαιο 2 * Ανύψωση – Μελέτη ανάρτησης του φορέα.....	61
2.1. Γενικά στοιχεία ανέγερσης ενός φορέα.....	61
2.2. Εφαρμογή της μεθόδου ανέγερσης στο δικτύωμα της εργασίας.....	64
2.3. Τοπικός έλεγχος αντοχής του φορέα στην φάση της ανάρτησης.....	65
Κεφάλαιο 3 * Τελικά Σχόλια.....	68

Εισαγωγή – Σκοπός και Αντικείμενο της εργασίας

Είναι γεγονός αναμφισβήτητο ότι η ποιότητα της ζωής είναι άμεσα συνδεδεμένη με την επιστήμη του Πολιτικού Μηχανικού και επί του πρακτέου με την ορθολογική και άρτια άσκηση του σχετικού επαγγέλματος. Δεν είναι άλλωστε τυχαίο ότι η πολυπληθέστερη αλλά και άξια στελεχωμένη «κοινωνία» Πολιτικών Μηχανικών, η American Society of Civil Engineers (ASCE) – η οποία διαθέτει μέλη σε όλη την υφήλιο, με πολλά από αυτά διακεκριμένους Ερευνητές, Πανεπιστημιακούς Διδασκάλους αλλά και κορυφαίους Επαγγελματίες – διαφεντεύει ότι οι Πολιτικοί Μηχανικοί είναι οι *σχεδιαστές και κατασκευαστές της ποιότητας της ζωής* (designers and builders of the quality of life).

Η ρήση αυτή όμως για να γίνει πραγματικότητα και για να μπορέσει ο Πολιτικός Μηχανικός να την υλοποιήσει, απαιτεί – πέραν του απαραίτητου θεωρητικού υπόβαθρου – ιδιαίτερη προσαρμοστικότητα με τις πραγματικές συνθήκες της αγοράς καθώς και ευρύ και καθημερινά ανοικτό κριτικό πνεύμα Μηχανικού (Engineering Judgment). Οι απαιτήσεις αυτές δεν είναι δυνατόν να ικανοποιηθούν από τις γνώσεις που έχει αποκτήσει ο νέος Μηχανικός μόλις αποφοιτήσει, αλλά με την εμπειρία, την καθημερινή ενασχόληση με το επάγγελμα αλλά και με τις συμβουλές των παλαιότερων συναδέλφων.

Ξέχωρα από τις καθεαυτού προκλήσεις που καλείται ο Πολιτικός Μηχανικός να αντιμετωπίσει, ιδιαίτερα στον Ελλαδικό χώρο είναι βέβαιο ότι γρήγορα θα κληθεί να διαχειριστεί ιδιάζουσες καταστάσεις, τις οποίες δεν θα μπορούσε να φανταστεί όταν έπαιρνε το Πτυχίο του, ή – αν ήταν τυχερός να του τις έχουν περιγράψει – θα δυσκολευόταν να τις πιστέψει. Μια από τις πιο χαρακτηριστικές σχετικές περιπτώσεις αποτελεί η σχέση μεταξύ Αναδόχου ενός Δημόσιου Έργου και της Διευθύνουσας Υπηρεσίας – Προϊστάμενης Αρχής, είτε σε επίπεδο μελέτης είτε κατασκευής, σε άμεση συνάρτηση με την τήρηση των χρηστών Συμβατικών Ηθών και της όλης Συμβατικής Συμπεριφοράς. Πιο συγκεκριμένα, υφίστανται περιπτώσεις όπου η χρονική υστέρηση μεταξύ της εκπόνησης της μελέτης του έργου (από Μηχανικούς της Υπηρεσίας), της χρηματοδότησης, της δημοπράτησης, της υπογραφής της σύμβασης, της εγκατάστασης του Αναδόχου επί τόπου του έργου και εν τέλει της έναρξης των σχετικών εργασιών να είναι τάξης μεγέθους πέραν των τριών ετών. Τούτο συχνότατα έχει σαν αποτέλεσμα να μην είναι διαθέσιμα κατά την έναρξη υλοποίησης του έργου τα στοιχεία της στατικής μελέτης – εφόσον προβλέπεται – (τεύχη, υπολογισμοί, φορτία, παραδοχές

κλπ.), γεγονός αδιανόητο υπό κανονικές συνθήκες. Αν δε η εν λόγω μελέτη δεν είναι άρτια, αλλά μάλλον αποτελεί ενδεικτική προμελέτη (γεγονός που κατά κόρον συμβαίνει σε μελέτες Δημοσίου για μεταλλικές κατασκευές, που σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να χαρακτηριστεί και ως ταμπού) τότε περιπλέκονται οι καταστάσεις, με την έννοια ότι ο Ανάδοχος καλείται (είτε με βάση τη Σύμβαση είτε με βάση τις πραγματικές τεχνικό - οικονομικές ανάγκες του έργου) να εκπονήσει την οριστική μελέτη – μελέτη εφαρμογής, χωρίς ουσιαστικά δεδομένα και σε αρκετές περιπτώσεις χωρίς να γνωρίζει εκ του ασφαλούς ότι πρόκειται να υπάρξει επιπρόσθετη αμοιβή. Η τελευταία αυτή επισήμανση μπορεί να θίγει καταστάσεις αλλά δεν απέχει παρά ελάχιστα από την καθημερινότητα ενός Εργολήπτη Δημοσίων Έργων, με ότι τούτο συνεπάγεται για τα περί ποιότητας ζωής που προαναφέρθηκαν.

Για ένα νέο Μηχανικό η όλη κατάσταση απέχει πολύ από ένα φυσιολογικό σενάριο επαγγελματικής δραστηριοποίησης, και η αντιμετώπιση ενός ενδεικτικού – αντιπροσωπευτικού τέτοιου προβλήματος αποτελεί το αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας.

Αναλυτικότερα, με βάση την εικοσαετή εμπειρία του Επιβλέποντα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας στη μελέτη – επίβλεψη έργων Πολιτικού Μηχανικού και ίδια μεταλλικών κατασκευών, τόσο από την πλευρά της Υπηρεσίας όσο και από την πλευρά του συμβαλλόμενου Εργολήπτη, αντλείται μια πραγματική περίπτωση έργου, τα στοιχεία του οποίου (πέραν φυσικά εκείνων που για ευνόητους λόγους θα παραμείνουν εμπιστευτικά) περιγράφονται σε ότι ακολουθεί.

<u>Τίτλος Έργου</u>	: Κατασκευή Κλειστού Γυμναστηρίου
<u>Θέση Έργου</u>	: Ορεινή Περιοχή της Ηπείρου (υπόλοιπα στοιχεία εμπιστευτικά)
<u>Φορέας Κατασκευής</u> (Προϊστάμενη Αρχή)	: Πληροφορία Εμπιστευτική
<u>Προϋπολογισμός Έργου</u>	: 3.000.000 € (για Οικοδομικά έργα και έργα Πολιτικού Μηχανικού) ¹ 1.500.000 € (για ΗΛΜΡ εγκαταστάσεις)

¹ **Οικοδομικά** θεωρούνται όλα τα Αρχιτεκτονικά και Στατικά ενώ **Πολιτικού Μηχανικού** θεωρούνται Οδοποιία (εξωτερικά δάπεδα, προσβάσεις, χώροι στάθμευσης, Εξωτερικές Υδρεύσεις και Αποχετεύσεις κλπ.)

- Συμβατικές Υποχρεώσεις του Αναδόχου του Έργου** : Πλήρης κατασκευή του Γυμναστηρίου έτοιμου προς χρήση σύμφωνα με τα Συμβατικά Τεύχη³
- Λεπτομέρειες στατικών** : Ο Φέρων Οργανισμός του εν λόγω Γυμναστηρίου αποτελείται από θεμελίωση, ανωδομή (στύλους, τοιχεία, κερκίδες και δοκούς) από οπλισμένο σκυρόδεμα και στέγη από χάλυβα. Σε ειδικό Παράρτημα στο τέλος της παρούσας εργασίας φαίνονται σε σελίδες Α3 μικρογραφίες των σχετικών συμβατικών στατικών σχεδίων.

Όπως προκύπτει από τα σχετικά συμβατικά σχέδια αλλά και τα υπόλοιπα τεύχη της συμβατικής μελέτης η μεταλλική στέγη αποτελείται από επίπεδα δικτυώματα ανοίγματος περίπου 31.50m με μέλη από διπλά γωνιακά και συγκολλητούς κόμβους χωρίς να υπάρχει ιδιαίτερη μνεία σε ότι αφορά μελέτη ανέγερσης. Σημειωτέον ότι από το συμβατικό τιμολόγιο – με βάση τις τιμές της αγοράς – τεκμαίρεται ότι η ανά μονάδα βάρους συμβατική τιμή του χάλυβα κατασκευής της στέγης (μέσα στα πλαίσια ενός αξιοπρεπούς εργολαβικού οφέλους, που ισοδυναμεί με μια κατά το μάλλον ή ήττον χαμηλή έκπτωση) ΔΕΝ περιλαμβάνει συναρμολόγηση των δικτυωμάτων σε εργοστάσιο και μεταφορά στον τόπο του έργου των φορέων με οποιονδήποτε τρόπο. Αν δε κανείς λάβει υπόψη του τις διαστάσεις εκάστου δικτυώματος στέγης και την οδοποιία πρόσβασης στο έργο ΑΠΟΚΛΕΙΕΤΑΙ η μεταφορά με αυτοκίνητο ολόκληρου του δικτυώματος, οπότε ο Ανάδοχος του έργου είναι εκ των πραγμάτων αναγκασμένος να ακολουθήσει μια από τις ακόλουθες λύσεις⁴:

ΛΥΣΗ 1: Να προβεί στην κατασκευή – συναρμολόγηση των ζευκτών της στέγης σε εργοστάσιο και κατόπιν να τα μεταφέρει επί τόπου του έργου με ελικόπτερο. Η λύση αυτή είναι αφ' ενός μεν ασύμφορη αλλά και ιδιαζόντως εξεζητημένη για τέτοιας κλίμακας έργο, αφού πέραν όλων των άλλων απαιτεί εξασφάλιση ειδικών αδειών (περισσότερες λεπτομέρειες μπορούν να βρεθούν στη νομοθεσία περί ιδιωτικών αερομεταφορών ανηρτημένων αντικειμένων – αναζήτηση που αποδεικνύεται δαιδαλώδης και δυσπρόσιτη).

² ΗΛΜ = Ηλεκτρομηχανολογικές – Πάγια Συντομογραφία των Δημοσίων Έργων – για το παρόν Έργο: Ισχυρά και Ασθενή Ρεύματα, Εσωτερικές Υδρεύσεις και Αποχετεύσεις, Κλιματισμός, Αυτοματισμοί, Θέρμανση, Φωτισμός Κλειστών Αθλητικών Χώρων, Ακουστική, Φυσικό Αέριο, Διαδικτυακή Υποδομή κλπ.

³ Σύμβαση, Διακήρυξη Δημοπρασίας, Τιμολόγιο, Τεχνική Περιγραφή, Σχέδια, Προδιαγραφές κλπ.

⁴ καθόσον σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς για τη μελέτη και κατασκευή έργων από χάλυβα ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΡΗΤΑ οι συγκολλήσεις επί τόπου του έργου για φέροντα στοιχεία

ΛΥΣΗ 2: Να εκπονήσει μελέτη διαίρεσης του φορέα σε μικρότερα μέρη, τα οποία θα κατασκευάσει στο εργοστάσιο και θα τα μεταφέρει επί τόπου με αυτοκίνητο, και εκεί να προβεί στην αποκατάσταση της συνέχειας του ζευκτού πριν την ανέγερση. Η λύση αυτή απαιτεί μόρφωση – υπολογισμό και κατασκευή κοχλιωτών κόμβων αποκατάστασης συνέχειας στις θέσεις διαίρεσης, που με τη σειρά τους απαιτούν πλήρη γνώση του φακέλου στατικών υπολογισμών (που δεν περιέχεται στα συμβατικά τεύχη) αλλά ακόμα πιο πολύ αντίκειται στους κανόνες της τεχνικής και είναι αρχιτεκτονικά απαράδεκτη.

ΛΥΣΗ 3: Να προβεί σε εκπόνηση μελέτης αντικατάστασης των συγκολλητών συνδέσεων με κοχλιωτές, ώστε η συναρμολόγηση του φορέα να είναι εφικτή επί τόπου, με παράλληλη εκπόνηση μελέτης ανέγερσης (η τελευταία έτσι ή αλλιώς απαιτείται και για τις τρεις λύσεις ως άνω). Φυσικά και στη λύση αυτή υπάρχει η έλλειψη δεδομένων για τους κόμβους, πλην όμως φαίνεται να είναι η πλέον πρόσφορη, τόσο τεχνικά όσο και οικονομικά, στα πλαίσια της άρτιας κατασκευής του όλου έργου.

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **ΛΥΣΗ 3**, και ειδικότερα η εκπόνηση των μελετών που περιέχει, καθώς και η παρουσίαση τους με τέτοιο τρόπο, που να θεωρείται σχεδόν βέβαιο ότι θα γίνουν αποδεκτές από την Υπηρεσία, εντός πάντοτε του πλαισίου των συμβατικών ηθών αλλά και της επιθυμητής ποιότητας του έργου.

Κεφάλαιο 1: Υφιστάμενη κατάσταση και προτεινόμενη λύση

Όπως ήδη αναφέρθηκε στην Εισαγωγή, ο Ανάδοχος του έργου καλείται να προτείνει αλλαγή του τρόπου μόρφωσης των κόμβων του ζευκτού και πιο συγκεκριμένα να προβεί στην αλλαγή της σύνδεσης μέσω συγκολλήσεων σε σύνδεση μέσω κοχλιών. Η αλλαγή αυτή θα πρέπει να εξασφαλίζει τα ακόλουθα:

- (1) Αντοχή μελών, κομβοελασμάτων, κοχλιών και συνδέσεων
- (2) Διατήρηση της εν γένει γεωμετρίας του φορέα και
- (3) Κατά το δυνατόν μη αύξηση του βάρους του φορέα, για λόγους οικονομίας αλλά και αντοχής της υπόλοιπης κατασκευής.

Πλην όμως, τα μοναδικά δεδομένα που διαθέτει ο Ανάδοχος είναι τα συμβατικά σχέδια Σ1- Σ4, όπου εμφανίζεται η γεωμετρία του όλου μεταλλικού φορέα, καθώς και λεπτομέρειες των συγκολλητών κόμβων. Δεν υφίσταται κατά συνέπεια ουσιαστικά άλλη δυνατότητα από τον υπολογισμό της αντοχής εκάστου κόμβου ως το ελάχιστο της αντοχής των ραφών και των αντίστοιχων κομβοελασμάτων, θεωρουμένου εκ των προτέρων δεδομένου ότι οι ράβδοι που συντρέχουν σε κάθε κόμβο – από πλευράς αντοχής σε εφελκυσμό, θλίψη και λυγισμό – βρίσκονται εντός της ασφαλείας.

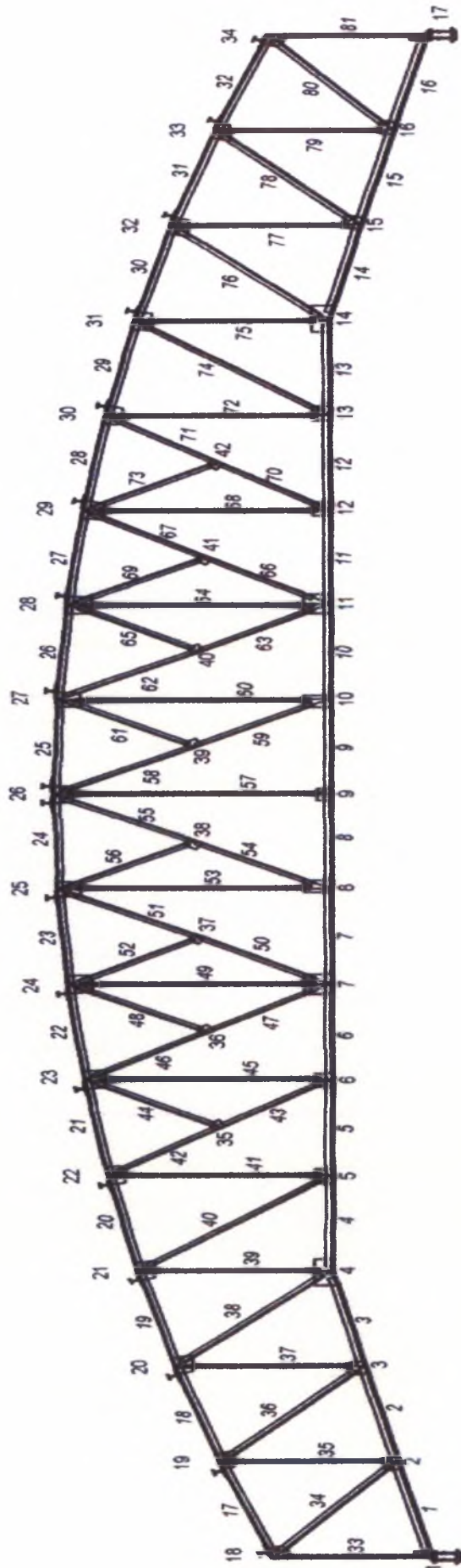
Σύμφωνα με την κοινή συνεισώδη πρακτική, και καθόσον η χρήση κοχλιών σε σχέση με την χρήση συγκολλήσεων σε κόμβους επιπέδων δικτυωμάτων απαιτεί κατά τεκμήριο μεγαλύτερες διαστάσεις κομβοελασμάτων (με τη σχετική απομείωση λόγω των οπών των κοχλιών) αλλά και την τήρηση των απαιτούμενων ελάχιστων και μέγιστων αποστάσεων από τα άκρα των κομβοελασμάτων αλλά και μεταξύ των οπών (τόσο κατά τη διεύθυνση της μεταφερόμενης δύναμης όσο και εγκάρσια), θεωρείται δεδομένη η αύξηση του βάρους ενός εκάστου κομβοελάσματος, εφόσον διατηρηθεί το πάχος αυτού.

Συνεισώδη, μια συμφέρουσα από πάσης πλευράς πρόταση θα είχε σαν στόχο την εξασφάλιση της απαιτούμενης αντοχής των νέων – κοχλιωτών – κόμβων με παράλληλη διατήρηση του βάρους τους. Ο μοναδικός τρόπος να επιτευχθεί ο στόχος αυτός είναι **η μείωση του πάχους των κομβοελασμάτων**, με ταυτόχρονη φυσικά ίδια μείωση των αποστάσεων μεταξύ των σκελών των γωνιακών των ράβδων του δικτύωματος, με όση συνεπάγεται από πλευράς αντοχής. Καλείται λοιπόν ο Ανάδοχος του έργου να αποδείξει ότι:

- (1) Τα μέλη του ζευκτού μετά την μείωση των αποστάσεων των σκελών διαθέτουν επαρκή αντοχή σε σχέση με την αντοχή των κόμβων πριν την αλλαγή
- (2) Οι νέοι κοχλιωτοί κόμβοι από πλευράς αντοχής επαρκούν σε σχέση με τους παλαιούς συγκολλητούς και
- (3) Υπάρχει αμελητέα αύξηση του βάρους του ζευκτού επικόμβια αλλά και συνολικά.

*Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται η χρήση κοχλιών M20 8.8 και κομβοελασμάτων πάχους 12 mm (αντί 24 mm που συμβατικά προβλέπεται) με την απαιτούμενη αύξηση διαστάσεων των ελασμάτων αυτών, προκειμένου εξασφαλιστεί η αντοχή τόσο επικόμβια όσο και συνολικά.**

* Για την καλύτερη παρουσίαση και κατανόηση όλων των πινάκων που θα παρουσιαστούν, στην παρακάτω σελίδα παρουσιάζω το βασικό σχήμα του δικτυώματος και τις αναγκαίες αριθμήσεις κόμβων και στοιχείων για την συσχέτιση τους με αυτό.



Για να επιτευχθεί ο στόχος που προαναφέρθηκε, απαιτείται μια αρκετά επίπονη προεργασία, η οποία συνοφίζεται στα παρακάτω:

1.1. Υπολογισμός γεωμετρικών και αδρανειακών χαρακτηριστικών των διατομών των μελών του φορέα πριν και μετά την προτεινόμενη αλλαγή

Με βάση τα αρχικά συμβατικά στοιχεία και την προτεινόμενη αλλαγή, τα εν λόγω χαρακτηριστικά, όπως προκύπτουν από το ευρέως αποδεκτό εμπορικό λογισμικό SAP 2000 Nonlinear, έχουν ως εξής

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L75x6/24

The screenshot shows the 'Double Angle Section' dialog box with the following details:

- Section Name:** 2L75x6x24
- Properties:** Section Properties...
- Property Modifiers:** Set Modifiers...
- Material:** STEEL
- Dimensions:**
 - Outside depth (t3): 0.075
 - Outside width (t2): 0.174
 - Horizontal leg thickness (tf): 6E-03
 - Vertical leg thickness (tw): 6E-03
 - Back to back distance (dis): 0.024
- Diagram:** A grid-based diagram of a double angle section with a blue arrow labeled '3' pointing to the right.
- Display Color:** A yellow color swatch.
- Buttons:** OK and Cancel.

Property Data

Section Name 2L75x6x24

Properties

Cross-section (axial) area	1.728E-03	Section modulus about 3 axis	1.735E-05
Torsional constant	2.010E-08	Section modulus about 2 axis	3.237E-05
Moment of Inertia about 3 axis	9.377E-07	Plastic modulus about 3 axis	3.126E-05
Moment of Inertia about 2 axis	2.816E-06	Plastic modulus about 2 axis	5.697E-05
Shear area in 2 direction	9.000E-04	Radius of Gyration about 3 axis	0.0233
Shear area in 3 direction	9.000E-04	Radius of Gyration about 2 axis	0.0404

OK

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L75*6/12

Double Angle Section

Section Name 2L75x6/12/

Extract Data from Section Property File

Open File... c:\program files\computers and Import...

Properties Section Properties... **Property Modifiers** Set Modifiers... **Material** STEEL

Dimensions

Outside depth (t3)	0.075
Outside width (t2)	0.162
Horizontal leg thickness (tf)	6.000E-03
Vertical leg thickness (tw)	6.000E-03
Back to back distance (dis)	0.012

Display Color

OK

Property Data

Section Name 2L75x6/12/

Properties

Cross-section (axial) area	1.749E-03	Section modulus about 3 axis	1.670E-05
Torsional constant	2.074E-08	Section modulus about 2 axis	2.633E-05
Moment of Inertia about 3 axis	9.113E-07	Plastic modulus about 3 axis	3.126E-05
Moment of Inertia about 2 axis	2.133E-06	Plastic modulus about 2 axis	4.624E-05
Shear area in 2 direction	9.000E-04	Radius of Gyration about 3 axis	0.0228
Shear area in 3 direction	7.470E-04	Radius of Gyration about 2 axis	0.0349

OK

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L110x12/24

Double Angle Section

Section Name 2L110x12x24

Properties Section Properties... **Property Modifiers** Set Modifiers... **Material** STEEL

Dimensions

Outside depth (t3)	0.11
Outside width (t2)	0.244
Horizontal leg thickness (tf)	12E-03
Vertical leg thickness (tw)	12E-03
Back to back distance (dis)	0.024

Display Color

OK Cancel

Property Data

Section Name 2L110x12x24

Properties

Cross-section (axial) area	4.992E-03	Section modulus about 3 axis	7.270E-05
Torsional constant	2.295E-07	Section modulus about 2 axis	1.254E-04
Moment of Inertia about 3 axis	5.677E-06	Plastic modulus about 3 axis	1.310E-04
Moment of Inertia about 2 axis	1.530E-05	Plastic modulus about 2 axis	2.192E-04
Shear area in 2 direction	2.640E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0337
Shear area in 3 direction	2.640E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0554

OK

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L110*12/12

Double Angle Section

Section Name 2L110x12x12

Properties Section Properties...

Property Modifiers Set Modifiers...

Material STEEL

Dimensions

Outside depth (t3)	0.11
Outside width (t2)	0.232
Horizontal leg thickness (tf)	12E-03
Vertical leg thickness (tw)	12E-03
Back to back distance (dis)	0.012

Display Color

OK Cancel

Property Data

Section Name 2L110x12x12

Properties

Cross-section (axial) area	4.992E-03	Section modulus about 3 axis	7.270E-05
Torsional constant	2.295E-07	Section modulus about 2 axis	1.108E-04
Moment of Inertia about 3 axis	5.677E-06	Plastic modulus about 3 axis	1.310E-04
Moment of Inertia about 2 axis	1.285E-05	Plastic modulus about 2 axis	1.893E-04
Shear area in 2 direction	2.640E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0337
Shear area in 3 direction	2.640E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0507

OK

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L65*9/24

Double Angle Section

Section Name 2L65x9x24


Properties Section Properties...

Property Modifiers Set Modifiers...

Material STEEL

Dimensions

Outside depth (t3)	0.065
Outside width (t2)	0.154
Horizontal leg thickness (tf)	9E-03
Vertical leg thickness (tw)	9E-03
Back to back distance (dis)	24E-03

Display Color 

OK Cancel

Property Data

Section Name 2L65x9x24

Properties

Cross-section (axial) area	2.178E-03	Section modulus about 3 axis	1.855E-05
Torsional constant	5.559E-08	Section modulus about 2 axis	3.909E-05
Moment of Inertia about 3 axis	8.433E-07	Plastic modulus about 3 axis	3.344E-05
Moment of Inertia about 2 axis	3.010E-06	Plastic modulus about 2 axis	6.870E-05
Shear area in 2 direction	1.170E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0197
Shear area in 3 direction	1.170E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0372

OK

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L65*9/12

Double Angle Section

Section Name 2L65x9x12


Properties Section Properties...

Property Modifiers Set Modifiers...

Material STEEL

Dimensions

Outside depth (t3)	0.065
Outside width (t2)	0.142
Horizontal leg thickness (tf)	9E-03
Vertical leg thickness (tw)	9E-03
Back to back distance (dis)	12E-03

Display Color 

OK Cancel

Property Data

Section Name 2L65x9x12

Properties

Cross-section (axial) area	2.178E-03	Section modulus about 3 axis	1.855E-05
Torsional constant	5.559E-08	Section modulus about 2 axis	3.189E-05
Moment of Inertia about 3 axis	8.433E-07	Plastic modulus about 3 axis	3.344E-05
Moment of Inertia about 2 axis	2.264E-06	Plastic modulus about 2 axis	5.563E-05
Shear area in 2 direction	1.170E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0197
Shear area in 3 direction	1.170E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0322

OK

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L90*8/24

Double Angle Section

Section Name 2L90x8x24

Properties Section Properties... **Property Modifiers** Set Modifiers... **Material** STEEL

Dimensions

Outside depth (t3)	0.090
Outside width (t2)	0.204
Horizontal leg thickness (tf)	8E-03
Vertical leg thickness (tw)	8E-03
Back to back distance (dis)	24E-03

Display Color

OK Cancel

Property Data

Section Name 2L90x8x24

Properties

Cross-section (axial) area	2.752E-03	Section modulus about 3 axis	3.305E-05
Torsional constant	5.670E-08	Section modulus about 2 axis	5.876E-05
Moment of Inertia about 3 axis	2.133E-06	Plastic modulus about 3 axis	5.953E-05
Moment of Inertia about 2 axis	5.993E-06	Plastic modulus about 2 axis	1.031E-04
Shear area in 2 direction	1.440E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0278
Shear area in 3 direction	1.440E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0467

OK

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L90*8/12

Double Angle Section

Section Name 2L90x8x12

Properties Section Properties...

Property Modifiers Set Modifiers...

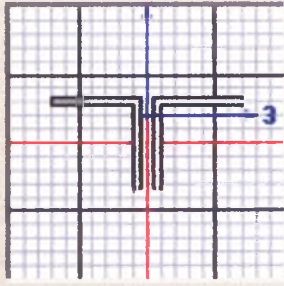
Material STEEL

Dimensions

Outside depth (t3)	0.090
Outside width (t2)	0.192
Horizontal leg thickness (tf)	8E-03
Vertical leg thickness (tw)	8E-03
Back to back distance (dis)	12E-03

Display Color

OK Cancel



Property Data

Section Name 2L90X8X12

Properties

Cross-section (axial) area	2.752E-03	Section modulus about 3 axis	3.305E-05
Torsional constant	5.670E-08	Section modulus about 2 axis	5.058E-05
Moment of Inertia about 3 axis	2.133E-06	Plastic modulus about 3 axis	5.953E-05
Moment of Inertia about 2 axis	4.856E-06	Plastic modulus about 2 axis	8.656E-05
Shear area in 2 direction	1.440E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0278
Shear area in 3 direction	1.440E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.042

OK

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L90*11/24


Double Angle Section

Section Name 2L90X11X24

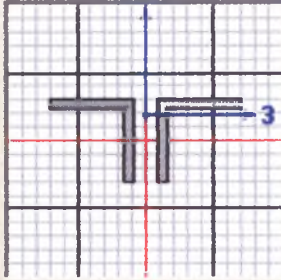
Properties: Section Properties...
Property Modifiers: Set Modifiers...
Material: STEEL

Dimensions

Outside depth (t3)	0.09
Outside width (t2)	0.204
Horizontal leg thickness (tf)	11E-03
Vertical leg thickness (tw)	11E-03
Back to back distance (dis)	24E-03

Display Color 

OK Cancel



Property Data

Section Name 2L90X11X24

Properties

Cross-section (axial) area	3.718E-03	Section modulus about 3 axis	4.409E-05
Torsional constant	1.428E-07	Section modulus about 2 axis	8.156E-05
Moment of Inertia about 3 axis	2.798E-06	Plastic modulus about 3 axis	7.946E-05
Moment of Inertia about 2 axis	8.319E-06	Plastic modulus about 2 axis	1.433E-04
Shear area in 2 direction	1.980E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0274
Shear area in 3 direction	1.980E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0473

OK

ΔΙΑΤΟΜΗ 2L90*11/12

Double Angle Section

Section Name 2L90X11X12

Properties Section Properties... **Property Modifiers** Set Modifiers... **Material** STEEL

Dimensions

Outside depth (t3)	0.090
Outside width (t2)	0.192
Horizontal leg thickness (tf)	11E-03
Vertical leg thickness (tw)	11E-03
Back to back distance (dis)	12E-03

Display Color

OK Cancel

Property Data

Section Name: 2L90x11x12

Properties

Cross-section (axial) area	3.718E-03	Section modulus about 3 axis	4.409E-05
Torsional constant	1.428E-07	Section modulus about 2 axis	7.014E-05
Moment of Inertia about 3 axis	2.798E-06	Plastic modulus about 3 axis	7.946E-05
Moment of Inertia about 2 axis	6.734E-06	Plastic modulus about 2 axis	1.210E-04
Shear area in 2 direction	1.980E-03	Radius of Gyration about 3 axis	0.0274
Shear area in 3 direction	1.980E-03	Radius of Gyration about 2 axis	0.0426

OK

1.2. Υπολογισμός αντοχής μελών σε λυγισμό πριν και μετά την αλλαγή των κομβοελασμάτων.

➤ Πριν την αλλαγή των κομβοελασμάτων

Με βάση τα δεδομένα και τα χαρακτηριστικά που ελήφθησαν από τις διατομές που φαίνονται στην προηγούμενη παράγραφο, υπολογίζεται η αντοχή σε καμπτικό λυγισμό και ως προς τους 2 κύριους άξονες όλων των μελών του φορέα, με την παραδοχή ότι αυτοί θλίβονται, ανεξάρτητα από την πραγματική εντατική κατάσταση που εμφανίζεται ανάλογα με τη φόρτιση, λόγω έλλειψης δεδομένων. Τούτο απαιτείται για λόγους όχι τόσο ασφαλείας αλλά για την πιθανή κάλυψη «Υπηρεσιακών αναγκών», με το πνεύμα που εθίγη στην Εισαγωγή.

Έχοντας την τάση διαρροής του χάλυβα ίση με $F_y=235 \text{ N/mm}^2$, υπολογίζουμε την ανηγμένη παραμόρφωση $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$. Επίσης η επιφάνεια της διατομής έχει βρεθεί από τα χαρακτηριστικά της όπως φαίνεται και από τους πίνακες του προγράμματος S.A.P.

Με βάση το μήκος (l) του μέλους (από κόμβο σε κόμβο) και τον συντελεστή μήκους του λυγισμού k υπολογίζουμε το ισοδύναμο μήκος λυγισμού. Για μέλη επίπεδων δικτυωτών φορέων (όπως στην περίπτωση μας) το ισοδύναμο μήκος λυγισμού είναι ίδιο με το αρχικό

μήκος των μελών καθώς ο συντελεστής λυγισμού (k) παίρνει την τιμή μονάδα (1), όπως είναι γνωστό ότι ισχύει στην περίπτωση από άρθρωση σε άρθρωση.

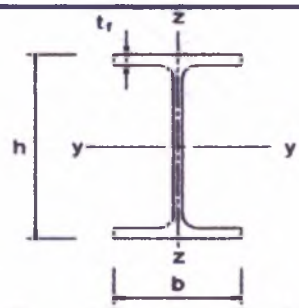
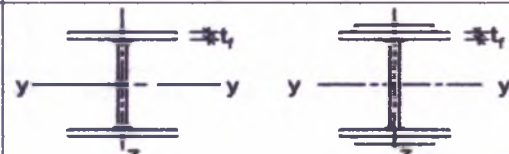

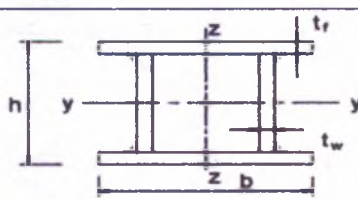
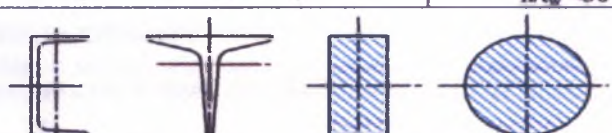
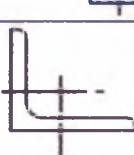
Ακολουθεί η κατάταξη εκάστης διατομής σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στον Ευροκώδικα 3, βρίσκοντας τον λόγο c/t και συγκρίνοντας κάθε φορά με το σωστό γινόμενο α^*e . Εδώ, όπως άλλωστε αναμενόταν, όλες οι διατομές είναι κατηγορίας 1.

Τέλος, υπολογίζεται η δύναμη αντοχής σε λυγισμό με την εφαρμογή του τύπου :

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}}, \text{ όπου } \chi : \text{ ο μειωτικός συντελεστής για την αντίστοιχη μορφή λυγισμού. Σε}$$

διατομές τύπου 2L η καμπύλη λυγισμού είναι καμπύλη τύπου b ανεξαρτήτως του πάχους t της διατομής

Πίνακας 6.2: Επιλογή καμπύλης λυγισμού για δεδομένη διατομή

Διατομή	Όρια	Λυγισμός περί τον άξονα	Καμπύλη λυγισμού	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
 Ελατές διατομές	$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a a ₀
		$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	y-y z-z	b a
	$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b a
		$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d c
 Συγκολλητές I-διατομές	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	
	$t_f > 40 \text{ mm}$	y-y z-z	c d	
 Κοίλες Διατομές	Εν θερμό έλαση	Κάθε	a	a ₀
	Ψυχρή έλαση	Κάθε	c	c
 Συγκολλητές καβιτοειδείς διατομές	Γενικά (εκτός των κατωτέρω)	Κάθε	b	b
	Μεγάλα πάχη ραφής: $\alpha > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$	Κάθε	c	c
 U-, I- και συμπαγείς διατομές		Κάθε	c	c
 L-διατομές		Κάθε	b	b

Μοναδικός άγνωστος πλέον είναι να υπολογίσουμε τον μειωτικό συντελεστή χ ο οποίος σίγουρα θα είναι μικρότερος της μονάδας. Επομένως υπολογίζεται αρχικά η ακτίνα

καμπυλότητας $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$ και κατ' επέκταση η λυγηρότητα : $\lambda = \sqrt{\frac{I}{i}}$. Ακολουθεί το

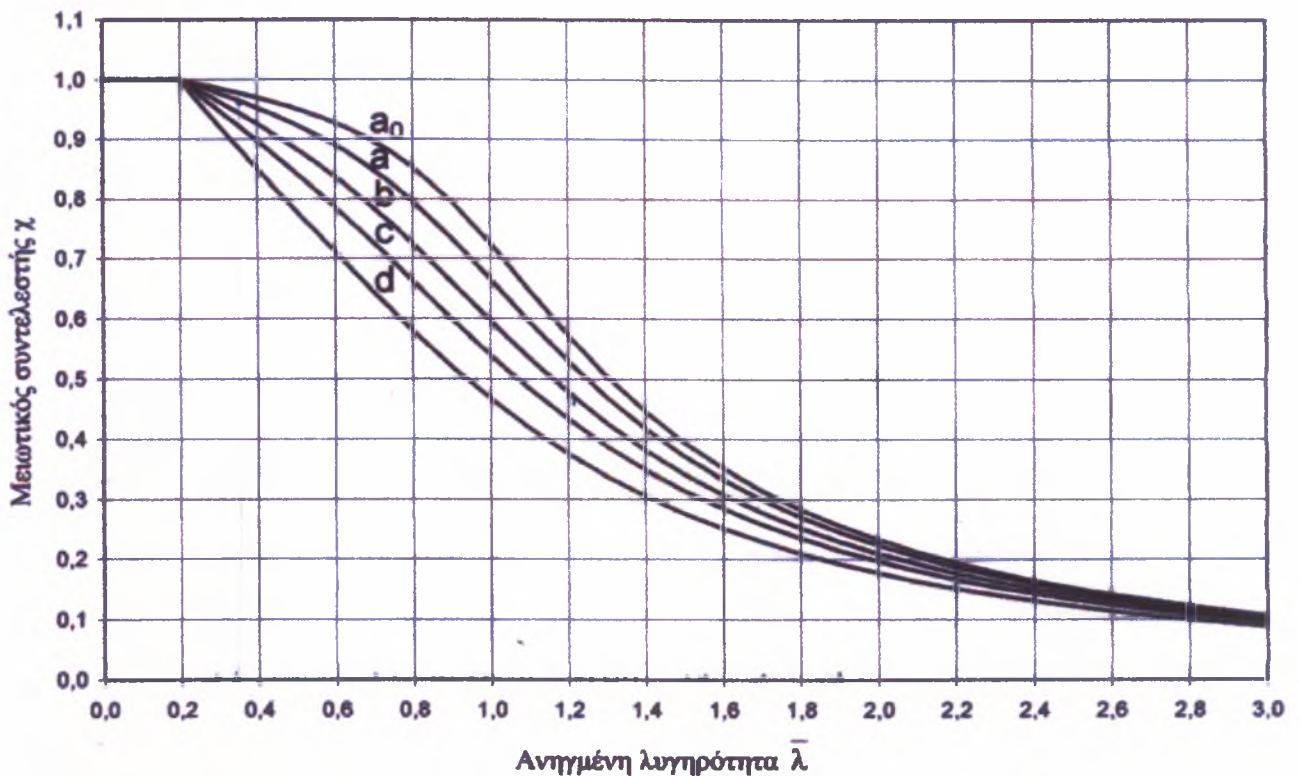
$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9\epsilon$ και η ανηγμένη λυγηρότητα βρίσκεται ως : $\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i} \frac{1}{\lambda_1} = \frac{\lambda}{\lambda_1}$. Επίσης ο

συντελεστής ατελειών $\alpha = 0,34$ για καμπύλη λυγισμού b. Κατόπιν πραγματοποιείται:

$$\text{Υπολογισμός συντελεστή } \Phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\text{Υπολογισμός μειωτικού συντελεστή } \chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

Ο υπολογισμός του μειωτικού συντελεστή χ μπορεί να γίνει και με τη βοήθεια της ανηγμένης λυγηρότητας $\bar{\lambda}$ με βάση το παρακάτω διάγραμμα :



Ακολουθώντας την διαδικασία που προαναφέρθηκε υπολογίστηκαν οι τιμές λυγισμού οι οποίες θα παρουσιαστούν συγκεντρωτικά στο τέλος της παραγράφου.

➤ Μετά την αλλαγή των κομβοελασμάτων

Ακολουθείται ακριβώς η ίδια διαδικασία που αναφέρθηκε και στην περίπτωση πριν την αλλαγή με το μόνο που να αλλάζει να είναι το πάχος t , από 24 mm να γίνεται 12 mm. Αυτό έχει ως συνέπεια την αλλαγή της ροπής αδρανείας ως προς τον άξονα κατά την αλλαγή της απόστασης μεταξύ σκελών, καθόσον αυτή θα μειωθεί, με άμεσο αντίκτυπο στην αντίστοιχη τιμή του κρίσιμου φορτίου.

ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΛΥΓΙΣΜΟΥ ΜΕΛΩΝ

ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΛΥΓΙΣΜΟ (kN)

	I3 (t=24 , t=12)	I2(t=24)	I2(t=12)
Κόμβος 1			
Μέλος1	959.62	1091.63	1075.097
Στοιχείο 33	279.35	433.926	411.084
Κόμβος 2			
Στοιχείο 1	959.62	1091.63	1075.097
Στοιχείο 2	959.62	1091.63	1075.097
Στοιχείο 34	400.614	549.121	528.199
Στοιχείο 35	241.317	416.225	388.329
Κόμβος 3			
Στοιχείο 2	959.62	1091.63	1075.097
Στοιχείο 3	959.62	1091.63	1075.097
Στοιχείο 36	375.081	537.173	513.812
Στοιχείο 37	220.367	404.551	373.403
Κόμβος 4			
Στοιχείο 3	959.62	1091.63	1075.097
Στοιχείο 4	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 38	359.464	529.401	504.525
Στοιχείο 39	213.091	400.067	367.71
Κόμβος 5			
Στοιχείο 4	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 5	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 40	149.28	287.217	256.773
Στοιχείο 41	169.877	367.022	282.45
Κόμβος 6			
Στοιχείο 5	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 6	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 43	297.403	367.081	358.797
Στοιχείο 45	144.023	339.93	295.342
Κόμβος 7			
Στοιχείο 6	968.092	1095.511	1079.473

Στοιχείο 7	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 47	283.267	361.477	351.63
Στοιχείο 49	128.812	320.226	273.772
Στοιχείο 50	272.56	357.19	346.107
Κόμβος 8			
Στοιχείο 7	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 8	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 53	120.805	308.55	261.406
Στοιχείο 54	266.18	354.602	342.756
Κόμβος 9			
Στοιχείο 8	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 9	968.092	1095.511	1079.473
Στοιχείο 57	118.017	304.191	256.874
Κόμβος 18			
Στοιχείο 17	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 33	279.35	433.926	411.084
Στοιχείο 34	400.614	549.121	528.199
Κόμβος 19			
Στοιχείο 17	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 18	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 35	241.317	416.225	388.329
Στοιχείο 36	375.081	537.173	513.812
Κόμβος 20			
Στοιχείο 18	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 19	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 37	220.367	404.551	373.403
Στοιχείο 38	359.464	529.401	504.525
Κόμβος 21			
Στοιχείο 19	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 20	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 39	213.091	400.067	367.71
Στοιχείο 40	149.28	287.217	256.773
Κόμβος 22			
Στοιχείο 20	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 21	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 41	169.877	367.022	282.45
Στοιχείο 42	297.403	367.081	358.797
Κόμβος 23			
Στοιχείο 21	644.64	789.728	770.927
Στοιχείο 22	649.744	791.77	773.331
Στοιχείο 44	268.591	361.447	343.849
Στοιχείο 45	144.023	339.93	295.342
Στοιχείο 46	283.267	361.447	351.63
Κόμβος 24			
Στοιχείο 22	649.744	791.77	773.331
Στοιχείο 23	649.744	791.77	773.331

Στοιχείο 48	261.819	352.802	340.42
Στοιχείο 49	128.812	320.226	273.772
Στοιχείο 52	272.56	357.19	346.107
Κόμβος 25			
Στοιχείο 23	649.744	791.77	773.331
Στοιχείο 24	649.744	791.77	773.331
Στοιχείο 51	259.726	351.93	339.259
Στοιχείο 53	120.805	308.55	261.406
Στοιχείο 56	266.18	354.602	342.756
Κόμβος 26			
Στοιχείο 24	649.744	791.77	773.331
Στοιχείο 25	649.744	791.77	773.331
Στοιχείο 55	261.82	352.802	340.42
Στοιχείο 57	118.017	304.191	256.874
Στοιχείο 58	261.82	352.802	340.42
Κόμβος 35			
Στοιχείο 42	297.403	367.081	358.797
Στοιχείο 43	297.403	367.081	358.797
Στοιχείο 44	268.259	361.447	343.849
Κόμβος 36			
Στοιχείο 46	283.267	361.447	351.63
Στοιχείο 47	283.267	361.477	351.63
Στοιχείο 48	261.819	352.802	340.42
Κόμβος 37			
Στοιχείο 50	272.56	357.19	346.107
Στοιχείο 51	259.726	351.93	339.259
Στοιχείο 52	272.56	357.19	346.107
Κόμβος 38			
Στοιχείο 54	266.18	354.602	342.756
Στοιχείο 55	261.82	352.802	340.42
Στοιχείο 56	266.18	354.602	342.756

1.3. Υπολογισμός αντοχής των συγκολλήσεων.

Ο υπολογισμός σε αυτό το στάδιο είναι ο πιο κρίσιμος καθώς , όπως θα δούμε και παρακάτω, η μόρφωση των κομβοελασμάτων με τρόπο τέτοιο ώστε να τοποθετείται επαρκής αριθμός κοχλιών προϋπέθετε ότι η ελάχιστη αντοχή που θα μπορούσαν να φέρουν είτε σε διάτμηση οι κοχλίες είτε σε σύνθλιψη άντυνας θα έπρεπε να είναι σίγουρα μεγαλύτερη από την αντοχή των συγκολλήσεων.

Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε ονομάζεται “απλοποιημένη μέθοδος των συνιστωσών ” όπως ακριβώς την αναφέρει ο Ευρωκώδικας 3. Οι συγκολλήσεις είναι τύπου εξωραφής.

Βασική σχέση : $F_{w,Rd} = f_{vw,d} a$ με $f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}$

όπου :

a : το πάχος της συγκόλλησης.

f_u : τάση θραύσης του υλικού

β_w : συντελεστής συγκολλησιμότητας = 0,8 για S 235.

1.4. Υπολογισμός αντοχής των κομβοελασμάτων πριν και μετά την αλλαγή στο πάχος τους.

Σχετικά με τον υπολογισμό της αντοχής των κομβοελασμάτων χρησιμοποιήθηκε η μεθοδολογία του Ευρωκώδικα 3 και για τις δύο περιπτώσεις πριν και μετά την αλλαγή. Παρατηρήθηκε μείωση της αντοχής στην μισή της τιμή χωρίς όμως να δημιουργηθεί πρόβλημα στην ελάχιστη αντοχή του δικτυώματος, καθώς η ελάχιστη τιμή της αντοχής που μπορούν να φέρουν τα ελάσματα είναι μεγαλύτερη από την αντοχή που μπορούν να φέρουν οι συγκολλήσεις ή η σύνθλιψη άντυγας στην περίπτωση των οπών των κοχλιών.

Μεθοδολογία:

$$N = \frac{A * F_y}{\gamma_{M0}}$$

Εφαρμόζοντας την παραπάνω σχέση και για τις δύο περιπτώσεις πάχους t φθάσαμε στα αποτελέσματα του παρακάτω πίνακα :

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΟΜΒΟΕΛΑΣΜΑΤΩΝ

Αντοχή κομβοελασμάτων (kN)

	Πριν την αλλαγή (24 mm)	Μετά την αλλαγή (12 mm)
Κόμβος 1		
Στοιχείο 1	1297.20	648.60
Στοιχείο 33	817.80	408.90
Κόμβος 2		
Στοιχείο 1	958.80	479.40
Στοιχείο 2	958.80	479.40
Στοιχείο 34	1015.20	507.60
Στοιχείο 35	817.80	408.90
Κόμβος 3		
Στοιχείο 2	1015.20	507.60
Στοιχείο 3	1015.20	507.60
Στοιχείο 36	1071.60	535.80

Στοιχείο 37	817.80	408.90
Κόμβος 4		
Στοιχείο 3	1184.40	592.20
Στοιχείο 4	1184.40	592.20
Στοιχείο 38	1184.40	592.20
Στοιχείο 39	1043.40	521.70
Κόμβος 5		
Στοιχείο 4	846.00	423.00
Στοιχείο 5	846.00	423.00
Στοιχείο 40	874.20	437.10
Στοιχείο 41	705.00	352.50
Κόμβος 6		
Στοιχείο 5	1240.80	620.40
Στοιχείο 6	1240.80	620.40
Στοιχείο 43	761.40	380.70
Στοιχείο 45	817.80	408.90
Κόμβος 7		
Στοιχείο 6	846.00	423.00
Στοιχείο 7	846.00	423.00
Στοιχείο 47	874.20	437.10
Στοιχείο 49	705.00	352.50
Στοιχείο 50	874.20	437.10
Κόμβος 8		
Στοιχείο 7	1240.80	620.40
Στοιχείο 8	1240.80	620.40
Στοιχείο 53	705.00	352.50
Στοιχείο 54	761.40	380.70
Κόμβος 9		
Στοιχείο 8	1240.80	620.40
Στοιχείο 9	1240.80	620.40
Στοιχείο 57	705.00	352.50
Κόμβος 18		
Στοιχείο 17	1071.60	535.80
Στοιχείο 33	817.80	408.90
Στοιχείο 34	958.80	479.40
Κόμβος 19		
Στοιχείο 17	1071.60	535.80
Στοιχείο 18	1071.60	535.80
Στοιχείο 35	817.80	408.90
Στοιχείο 36	1635.60	817.80
Κόμβος 20		
Στοιχείο 18	1184.40	592.20

Στοιχείο 19	1184.40	592.20
Στοιχείο 37	817.80	408.90
Στοιχείο 38	1184.40	592.20
Κόμβος 21		
Στοιχείο 19	1353.60	676.80
Στοιχείο 20	1353.60	676.80
Στοιχείο 39	817.80	408.90
Στοιχείο 40	874.20	437.10
Κόμβος 22		
Στοιχείο 20	1353.60	676.80
Στοιχείο 21	1353.60	676.80
Στοιχείο 41	817.80	408.90
Στοιχείο 42	874.20	437.10
Κόμβος 23		
Στοιχείο 21	1353.60	676.80
Στοιχείο 22	1353.60	676.80
Στοιχείο 44	817.80	408.90
Στοιχείο 45	874.20	437.10
Στοιχείο 46	817.80	408.90
Κόμβος 24		
Στοιχείο 22	1353.60	676.80
Στοιχείο 23	1353.60	676.80
Στοιχείο 48	817.80	408.90
Στοιχείο 49	874.20	437.10
Στοιχείο 52	817.80	408.90
Κόμβος 25		
Στοιχείο 23	958.80	479.40
Στοιχείο 24	958.80	479.40
Στοιχείο 51	817.80	408.90
Στοιχείο 53	874.20	437.10
Στοιχείο 56	817.80	408.90
Κόμβος 26		
Στοιχείο 24	1353.60	676.80
Στοιχείο 25	1353.60	676.80
Στοιχείο 55	817.80	408.90
Στοιχείο 57	874.20	437.10
Στοιχείο 58	817.80	408.90
Κόμβος 35		
Στοιχείο 42	648.60	324.30
Στοιχείο 43	648.60	324.30
Στοιχείο 44	592.20	296.10
Κόμβος 36		
Στοιχείο 46	648.60	324.30
Στοιχείο 47	648.60	324.30

Στοιχείο 48	592.20	296.10
Κόμβος 37		
Στοιχείο 50	648.60	324.30
Στοιχείο 51	648.60	324.30
Στοιχείο 52	592.20	296.10
Κόμβος 38		
Στοιχείο 54	648.60	324.30
Στοιχείο 55	648.60	324.30
Στοιχείο 56	592.20	296.10

1.5. Υπολογισμός αντοχής των γωνιακών σε θλίψη

Έχοντας σε όλη την κατασκευή μας ισοσκελή γωνιακά και γνωρίζοντας τα εμβαδά των γωνιακών μας , με βάση το τυπολόγιο του Ευρωκώδικα έχουμε :

$$N_{rd} = A \cdot F_y / \gamma_{m2}$$

Οι τιμές της αντοχής των συγκολλήσεων και των μελών σε θλίψη θα παρουσιαστούν σε παρακάτω πίνακα συγκεντρωτικά.

1.6. Αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας και διάτμηση

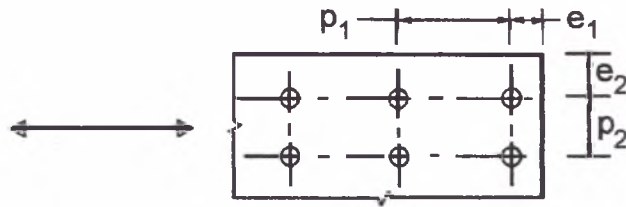
Σε αυτήν την παράγραφο εξετάζεται η αντικατάσταση του συγκολλητού δικτύωματος με ισοδύναμο κοχλιωτό. Σε ένα κοχλιωτό δίκτυωμα τον σημαντικότερο ρόλο παίζουν οι αντοχές σε σύνθλιψη άντυγας και σε διάτμηση των κοχλιών. Με τον όρο ισοδύναμο κοχλιωτό νοείται με τρόπο τέτοιο ώστε η αντοχή είτε της σύνθλιψης άντυγας είτε της διάτμησης να είναι σίγουρα μεγαλύτερη από αυτήν της συγκολλήσεως η οποία είναι και η ελάχιστη αντοχή πριν την αλλαγή του δικτύωματος με κοχλίες.

Για να συμβεί αυτό χρειάστηκε η αλλαγή εξ' ολοκλήρου όλων των κομβοελασμάτων έτσι ώστε οι διαστάσεις τους να μπορούν να επαρκούν για την τοποθέτηση όσων κοχλιών χρειαστεί με τρόπο που να ικανοποιούνται οι ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ των κοχλιών αλλά και από τα άκρα των ελασμάτων ,όπως ορίζει ο Ευρωκώδικας .

➤ Σύνθλιψη άντυγας

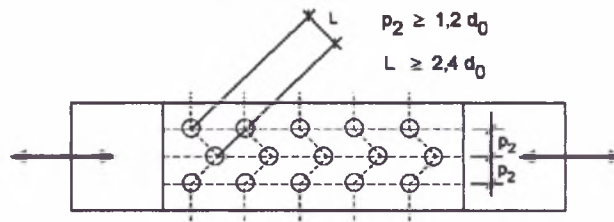
Οι διαστάσεις των κομβοελασμάτων του νεού κοχλιωτού ζευκτού προέκυψαν – εκτός άλλων – και από τις δεσμεύσεις των σχετικών αποστάσεων οπών κοχλιών από τα άκρα τους, όπως ο Ευρωκώδικας 3 ορίζει, σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα.





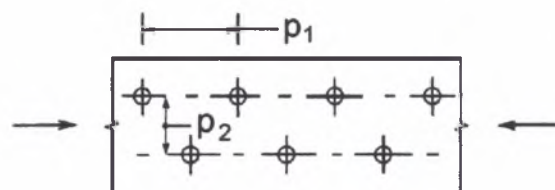
Σύμβολα για τις αποστάσεις των μέσων σύνδεσης

Υπάρχουν και άλλες διατάξεις κοχλιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αλλά στην παρούσα εργασία προτιμήθηκε ο πιο πάνω τρόπος. Τέτοιες διατάξεις φαίνονται σχηματικά παρακάτω :



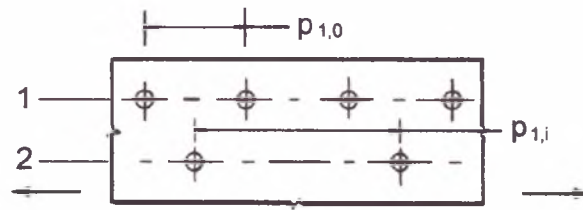
Μέσα σύνδεσης σε λοξή διάταξη

Σύμβολα για τις αποστάσεις σε λοξή διάταξη



$$p_1 \leq 14 t \text{ και } \leq 200 \text{ mm} \quad p_2 \leq 14 t \text{ και } \leq 200 \text{ mm}$$

Αποστάσεις σε λοξή διάταξη – θλίψη

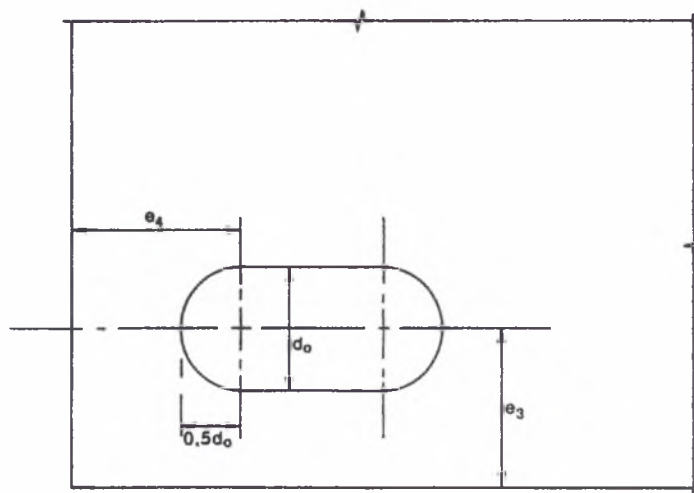


$$p_{1,0} \leq 14 t \text{ και } \leq 200 \text{ mm} \quad p_{1,i} \leq 28 t \text{ και } \leq 400 \text{ mm}$$

1 εξωτερική γραμμή

2 εσωτερική γραμμή

Αποστάσεις σε εφελκόμενα στοιχεία



Αποστάσεις από τα άκρα για επιμήκεις οπές

Στην επόμενη σελίδα φαίνεται ο συγκεντρωτικός πίνακας μέγιστων και ελάχιστων αποστάσεων μεταξύ κοχλιών – ελασμάτων.

Μέγιστες και ελάχιστες αποστάσεις μεταξύ κοχλιών και ήλων και από τα άκρα

Αποστάσεις, βλέπε Σφάλμα! Το αρχείο τροέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.	Ελάχιστη	Μέγιστη ^{1) 2) 3)}		
		Κατασκευές από χάλυβες που συμφωνούν με το EN 10025 εκτός εκείνων που συμφωνούν με το EN 10025-5		Κατασκευές από χάλυβες που συμ- φωνούν με το EN 10025-5
		Χάλυβας εκτεθειμένος σε καιρικές συνθήκες ή άλλα διαβρωτικά περιβάλλοντα	Χάλυβας μη εκτε- θειμένος	Χάλυβας χωρίς προστασία
Απόσταση από άκρο e_1	$1,2d_0$	$4t + 40 \text{ mm}$		Η μεγαλύτερη από $8t$ ή 125 mm
Απόσταση από άκρο e_2	$1,2d_0$	$4t + 40 \text{ mm}$		Η μεγαλύτερη από $8t$ ή 125 mm
Απόσταση e_3 σε επιμήκεις πές	$1,5d_0$ ⁴⁾			
Απόσταση e_4 σε επιμήκεις πές	$1,5d_0$ ⁴⁾			
Ζήμα p_1	$2,2d_0$	Η μικρότερη από $14t$ ή 200 mm	Η μικρότερη από $14t$ ή 200 mm	Η μικρότερη από $14t_{\min}$ ή 175 mm
Ζήμα $p_{1,0}$		Η μικρότερη από $14t$ ή 200 mm		
Ζήμα $p_{1,i}$		Η μικρότερη από $28t$ ή 400 mm		
Ζήμα p_2 ⁵⁾	$2,4d_0$	Η μικρότερη από $14t$ ή 200 mm	Η μικρότερη από $14t$ ή 200 mm	Η μικρότερη από $14t_{\min}$ ή 175 mm

Η μέγιστη τιμή για τις αποστάσεις μεταξύ κοχλιών και ήλων και τις αποστάσεις από τα άκρα δεν έχει περιορισμό, εκτός από τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- σε θλιβόμενα μέλη προκειμένου να αποφευχθεί ο τοπικός λυγισμός και η διάβρωση των εκτεθειμένων μελών και
- σε εφελκυσόμενα εκτεθειμένα μέλη προκειμένου να αποφευχθεί η διάβρωση.

Η αντοχή σε τοπικό λυγισμό του θλιβόμενου ελάσματος μεταξύ των μέσων σύνδεσης πρέπει να υπολογίζεται σύμφωνα με το EN 1993-1-1 χρησιμοποιώντας $0,6 p_1$ ως μήκος λυγισμού. Ο τοπικός λυγισμός μεταξύ των μέσων σύνδεσης δεν χρειάζεται να ελεγχθεί αν ο λόγος p_1/t είναι μικρότερος από 9ε . Η απόσταση από τα πλευρικά άκρα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που τίθενται από τις απαιτήσεις τοπικού λυγισμού σε ένα προεξέχον στοιχείο των θλιβόμενων μελών, βλέπε EN 1993-1-1. Η απόσταση από τα άλλα άκρα δεν περιορίζεται από την τελευταία απαίτηση.

t είναι το πάχος του λεπτότερου εξωτερικά συνδεόμενου μέρους.

Περιορισμοί στις διαστάσεις των επιμήκων οπών δίνονται στην 2.8 Πρότυπα Αναφοράς: Ομάδα 7.

Σε μέσα σύνδεσης τοποθετημένα σε λοξή διάταξη η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των γραμμών κοχλίωσης που πρέπει να χρησιμοποιείται είναι $p_2 = 1,2d_0$ με την προϋπόθεση ότι η απόσταση L μεταξύ δύο οποιονδήποτε μέσων σύνδεσης είναι μεγαλύτερη από $2,4d_0$ (βλέπε Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.β).

Με βάση τον τύπο του κοχλία μας **M 20 κατηγορίας 8.8** ορίστηκαν οι ελάχιστες και μέγιστες αποστάσεις ως :

Ελάχιστες :

$$e_1=26.4 \text{ mm} \quad P_1=48.4 \text{ mm}$$

$$e_2=26.4 \text{ mm} \quad P_2=52.8 \text{ mm}$$

$$e_3=33 \text{ mm}$$

$$e_4= 33 \text{ mm}$$

Μέγιστες :

$$e_1= 136 \text{ mm} \quad P_1=200 \text{ mm}$$

$$e_2=136 \text{ mm} \quad P_2=200 \text{ mm}$$

Κατόπιν αυτών η αντοχή σε σύνθλιψη άντυγας βρέθηκε από την σχέση :

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 a_b f_u d t}{\gamma_{M2}}, \text{ όπου } a_b \text{ το μικρότερο από } a_d \text{ ή } \frac{f_{ub}}{f_u} \text{ ή } 1,0$$

Κατά τη διεύθυνση μεταφοράς του φορτίου:

- για τελευταία
σειρά κοχλιών:

$$a_d = \frac{e_1}{3d_0}, \text{ για εσωτερικούς κοχλίες: } a_d = \frac{P_1}{3d_0} - \frac{1}{4}$$

- για πλευρικά ακραίους κοχλίες:

$$k_1 \text{ το μικρότερο από } 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \text{ ή } 2,5$$

- για εσωτερικούς κοχλίες:

$$k_1 \text{ το μικρότερο από } 1,4 \frac{P_2}{d_0} - 1,7 \text{ ή } 2,5$$

Όπου :

F_u : τάση θραύσης του χάλυβα

F_{ub} : τάση θραύσης του κοχλία

d : διάμετρος οπής

t : πάχος του μικρότερου συνδεδεμένου στοιχείου (το πάχος του γωνιακού)

Οι τιμές αντοχής της σύνθλιψης άντυγας θα δοθούν παρακάτω.

➤ Διάτμηση

Όσον αφορά την αντοχή σε διάτμηση, θα πρέπει και εδώ να είμαστε προσεχτικοί καθώς η αντοχή σε διάτμηση υπολογίζεται ανά κοχλία οπότε θα πρέπει να τοποθετηθούν τόσοι κοχλίες ώστε η αντοχή που θα μπορούν να φέρουν να είναι σίγουρα μεγαλύτερη από την αντοχή των συγκολλήσεων αλλά όπως είναι γνωστό και κατασκευαστικά θα πρέπει η αντοχή αυτή να είναι μεγαλύτερη και από την σύνθλιψη της άντυγας αν και στην εργασία αυτή δεν είναι το νούμερο ένα κριτήριο.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι αυτή του Ευρωκώδικα 3. Η βασική σχέση που δίνει την αντοχή σε διάτμηση ανά κοχλία είναι :

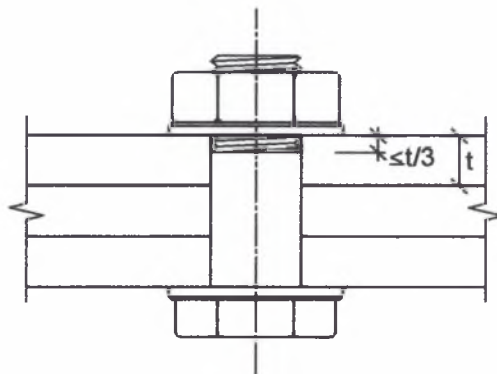
$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$$

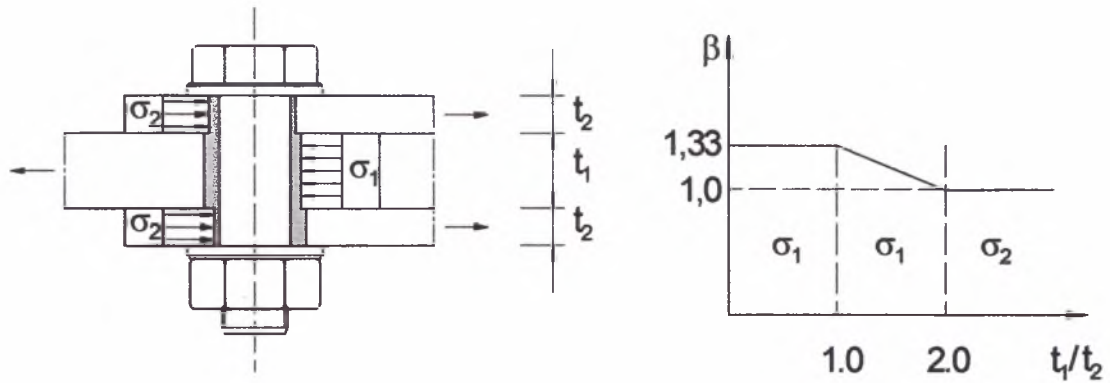
*όταν το επίπεδο διάτμησης διέρχεται από το σπείρωμα του κοχλία (A είναι η επιφάνεια ενεργού διατομής του κοχλία, A_s):

- για κατηγορίες 4.6, 5.6 και 8.8: $\alpha_v = 0,6$
- για κατηγορίες 4.8, 5.8, 6.8 και 10.9: $\alpha_v = 0,5$

*όταν το επίπεδο διάτμησης διέρχεται από την πλήρη διατομή του κοχλία (A είναι η καθαρή επιφάνεια κοχλία): $\alpha_v = 0,6$

Χαρακτηριστικά σχήματα για την καταπόνηση ενός κοχλία σε διάτμηση φαίνονται παρακάτω :





Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλοι οι πίνακες αντοχής σε : Συγκολλήσεις – σύνθλιψη άντυγας – διάτμηση – θλίψη των μελών – δυσμενέστερη περίπτωση λυγισμού. Επίσης φαίνεται και ο τελικός αριθμός των κοχλιών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μέλος έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι αντοχές σε σύνθλιψη άντυγας και διάτμησης.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΑΝΤΟΧΩΝ

	Εμβαλ.-Θλίψη	Λυγισμός	Διάτμηση	Συνθ.Αντυνας	Αντοχή Συγκόλλησης	Λιθ.Κοχλιών
Ομάδα 1						
Ποχείο 1	1175.65	959.62	1448.2	344	300	6
Ποχείο 33	509.95	279.35	482.73	255.62	199.53	2
Ομάδα 2						
Ποχείο 1	1175.65	959.62	965.46	468.98	199.76	4
Ποχείο 2	1175.65	959.62	965.46	321.83	199.76	4
Ποχείο 34	646.72	400.614	965.46	226.55	224.5	4
Ποχείο 35	509.95	241.317	482.73	225	162.12	2
Ομάδα 3						
Ποχείο 2	1175.65	959.62	965.46	468.98	232.78	4
Ποχείο 3	1175.65	959.62	965.46	321.83	232.78	4
Ποχείο 36	646.72	375.081	965.46	226.55	224.48	4
Ποχείο 37	509.95	220.367	482.73	225	149.76	2
Ομάδα 4						
Ποχείο 3	1175.65	959.62	965.46	295	290.98	4
Ποχείο 4	1175.65	968.092	965.46	273.6	290.98	4
Ποχείο 38	646.72	359.464	482.73	411.26	299.29	2
Ποχείο 39	509.95	213.091	965.46	269.44	249.44	4
Ομάδα 5						
Ποχείο 4	1175.65	968.092	965.46	273.6	74.82	4
Ποχείο 5	1175.65	968.092	965.46	311.24	74.82	4
Ποχείο 40	404.2	149.28	482.73	411.26	99.76	2
Ποχείο 41	509.95	169.877	965.46	269.44	99.76	4
Ομάδα 6						
Ποχείο 5	1175.65	968.092	1448.2	410.33	365.81	6
Ποχείο 6	1175.65	968.092	1448.2	366.08	365.81	6
Ποχείο 43	404.2	297.403	724.1	166.25	83.138	3
Ποχείο 45	509.95	144.023	241.36	136.405	99.76	1
Ομάδα 7						
Ποχείο 6	1175.65	968.092	965.47	520.28	74.82	4
Ποχείο 7	1175.65	968.092	965.47	520.28	74.82	4
Ποχείο 47	404.2	283.267	965.47	284.04	149.64	4
Ποχείο 49	509.95	128.812	241.37	259.12	99.76	1
Ποχείο 50	404.2	272.56	965.47	136.04	149.64	4
Ομάδα 8						
Ποχείο 7	1175.65	968.092	1448.20	389.405	365.8	6
Ποχείο 8	1175.65	968.092	965.47	461.27	365.8	4
Ποχείο 53	509.95	120.805	241.37	161.05	66.51	1
Ποχείο 54	404.2	266.18	965.47	190.9	124.7	4
Ομάδα 9						
Ποχείο 8	1175.65	968.092	1448.20	389.05	365.8	6

οιχείο 9	1175.65	968.092	1448.20	389.05	365.8	6
οιχείο 57	509.95	118.017	482.73	190.9	124.7	2
μ.βος 18						
οιχείο 17	871.85	644.64	965.47	351.13	332.55	4
οιχείο 33	509.95	279.35	724.10	202.09	199.53	3
οιχείο 34	646.72	400.614	724.10	243.77	199.53	3
μ.βος 19						
οιχείο 17	871.85	644.64	965.47	336.33	332.55	4
οιχείο 18	871.85	644.64	965.47	336.33	332.55	4
οιχείο 35	509.95	241.317	724.10	202.081	174.59	3
οιχείο 36	646.72	375.081	724.10	254.72	249.41	3
μ.βος 20						
οιχείο 18	871.85	644.64	965.47	336.33	299.3	4
οιχείο 19	871.85	644.64	965.47	336.33	299.3	4
οιχείο 37	509.95	220.367	724.10	202.081	149.76	3
οιχείο 38	646.72	359.464	724.10	254.72	249.41	3
μ.βος 21						
οιχείο 19	871.85	644.64	965.47	336.33	374.123	4
οιχείο 20	871.85	644.64	965.47	336.33	374.123	4
οιχείο 39	509.95	213.091	724.10	202.081	149.76	3
οιχείο 40	404.2	149.28	724.10	168.66	99.76	3
μ.βος 22						
οιχείο 20	871.85	644.64	965.47	403.17	374.12	4
οιχείο 21	871.85	644.64	965.47	403.17	374.12	4
οιχείο 41	509.95	169.877	724.10	229.87	150	3
οιχείο 42	404.2	297.403	482.73	168.66	99.76	2
μ.βος 23						
οιχείο 21	871.85	644.64	965.47	403.17	374.12	4
οιχείο 22	871.85	649.744	965.47	403.17	374.12	4
οιχείο 44	404.2	268.591	482.73	247.87	99.76	2
οιχείο 45	509.95	144.023	482.73	229.87	150	2
οιχείο 46	404.2	283.267	482.73	247.87	99.76	2
μ.βος 24						
οιχείο 22	871.85	649.744	965.47	456.2	436.48	4
οιχείο 23	871.85	649.744	965.47	456.2	436.48	4
οιχείο 48	404.2	261.819	482.73	362.88	99.76	2
οιχείο 49	509.95	128.812	482.73	176.25	149.64	2
οιχείο 52	404.2	272.56	482.73	323.13	99.76	2
μ.βος 25						
οιχείο 23	871.85	649.744	965.47	403.18	389.08	4
οιχείο 24	871.85	649.744	965.47	403.18	389.08	4
οιχείο 51	404.2	259.726	482.73	314.5	99.76	2
οιχείο 53	509.95	120.805	482.73	153.25	149.64	2
οιχείο 56	404.2	266.18	482.73	338.68	99.76	2
μ.βος 26						

χείο 24	871.85	649.744	965.47	455.5	436.48	4
χείο 25	871.85	649.744	965.47	455.5	436.48	4
χείο 55	404.2	261.82	482.73	124.42	99.76	2
χείο 57	509.95	118.017	482.73	153.25	149.64	2
χείο 58	404.2	261.82	482.73	123	99.76	2
βρος 35						
χείο 42	404.2	297.403	482.73	149.64	49.88	2
χείο 43	404.2	297.403	482.73	149.64	49.88	2
χείο 44	404.2	268.259	482.73	149.64	66.51	2
βρος 36						
χείο 46	404.2	283.267	482.73	149.64	49.88	2
χείο 47	404.2	283.267	482.73	149.64	49.88	2
χείο 48	404.2	261.819	482.73	149.64	66.51	2
βρος 37						
χείο 50	404.2	272.56	482.73	149.64	66.51	2
χείο 51	404.2	259.726	482.73	149.64	66.51	2
χείο 52	404.2	272.56	482.73	149.64	66.51	2
βρος 38						
χείο 54	404.2	266.18	482.73	149.64	116.39	2
χείο 55	404.2	261.82	482.73	149.64	116.39	2
χείο 56	404.2	266.18	482.73	149.64	66.51	2

*Όλες οι τιμές αντοχής είναι σε KN.

1.7. Βάρος των κομβοελασμάτων

Η αλλαγή της απόστασης μεταξύ των σκελών των γωνιακών και ισοδύναμα του πάχους των κομβοελασμάτων, πέραν από την απόδειξη διατήρησης της αντοχής, θα πρέπει να εξασφαλίζει ότι το συνολικό βάρος κάθε ζευκτού αλλά και κατά το δυνατόν ενός εκάστου των κομβοελασμάτων διαφέρει λίγο από την αρχική «Συμβατική» λύση, για λόγους οικονομίας και χρηστών συμβατικών ηθών.

Μετά την δημιουργία των οπών, και την τοποθέτηση όλων των κοχλιών μετρήθηκε εκ νέου το βάρος όλων των κόμβων. Παρατηρήθηκε ότι με αυτή την τακτική το βάρος παρέμεινε σχεδόν το ίδιο με την περίπτωση πριν την αλλαγή και μάλιστα σε πολύ ικανοποιητικό βαθμό με παράλληλη διατήρηση της απαιτούμενης αντοχής. Παρακάτω δίνεται συγκριτικός πίνακας πριν και μετά την αλλαγή σε κάθε κόμβο αλλά και συνολικά.

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΒΑΡΟΥΣ

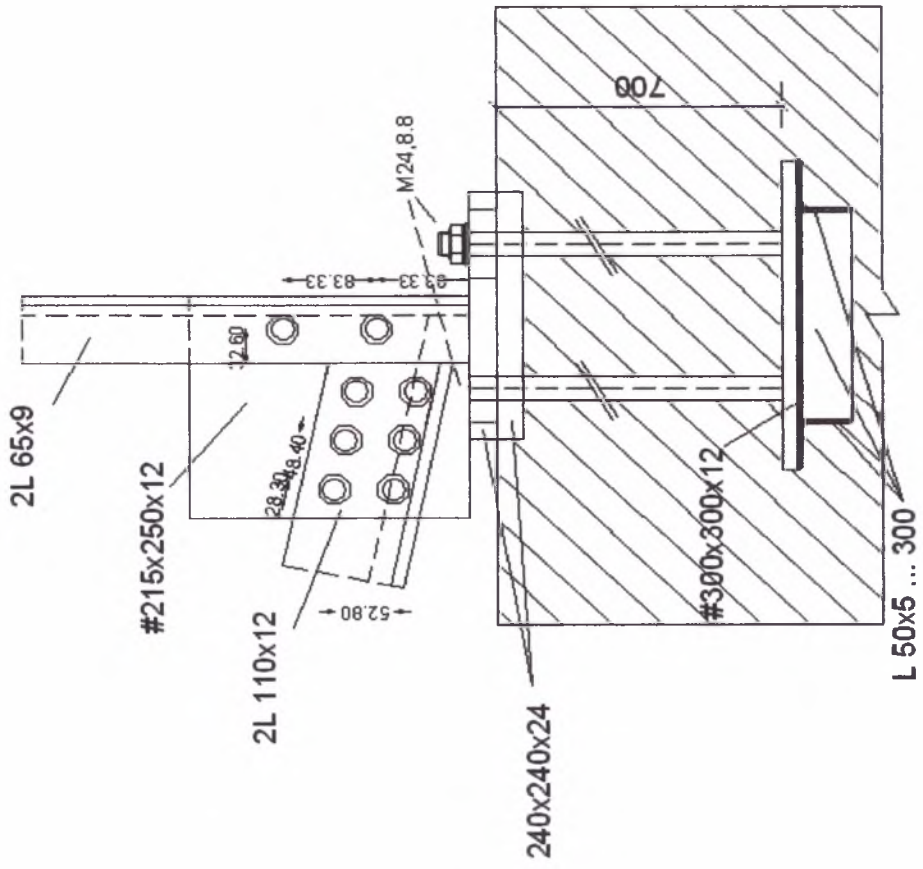
Κόμβος	πριν την αλλαγή(Kg)	μετά την αλλαγή(Kg)	Αριθ.Κοχλιών	Βάρος κοχλιών(Kg)
1	5.89	4.77	8.00	2.46
2	10.78	11.01	14.00	4.31
3	11.77	11.01	14.00	4.31
4	27.41	20.20	14.00	4.31
5	14.13	8.70	16.00	4.93
6	12.95	8.70	16.00	4.93
7	27.88	19.76	17.00	5.24
8	17.43	16.01	16.00	4.93
9	9.21	10.01	14.00	4.31
18	10.71	9.05	10.00	3.08
19	12.22	12.80	14.00	4.31
20	14.75	12.80	14.00	4.31
21	15.36	12.80	14.00	4.31
22	14.68	14.46	13.00	4.00
23	18.50	16.91	15.00	4.62
24	21.34	18.00	14.00	4.31
25	17.45	16.53	14.00	4.31
26	17.05	15.23	14.00	4.31
35	4.79	4.34	6.00	1.85
36	4.83	4.34	6.00	1.85
37	4.77	5.33	6.00	1.85
38	5.70	5.37	6.00	1.85
Άθροισμα	299.60	258.14	275.00	84.70
2x Άθροισμα	599.19	491.04	550.00	160.78

Συνολικό βάρος πριν την αλλαγή των κομβοελασμάτων=	599.19 Kg = 5991.9 N
Συνολικό βάρος μετά την αλλαγή των κομβοελασμάτων=	651.82 Kg = 6518.2 N

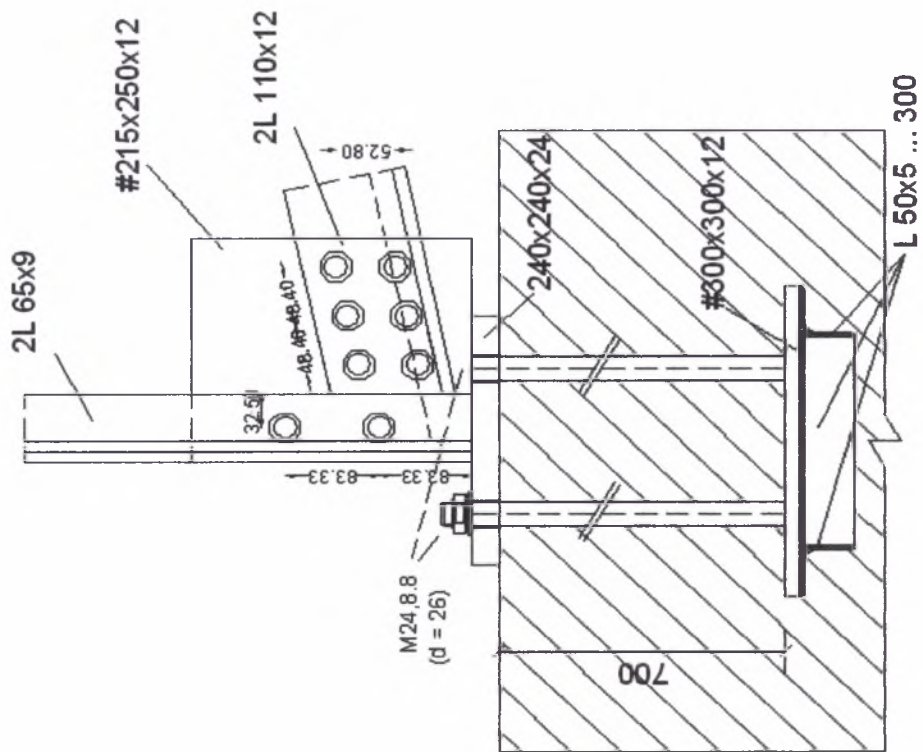
*Από γραμμική παρεμβολή βρέθηκε ότι οι 100 κοχλίες με 20 mm διάμετρο έχουν βάρος 68 lb.Ο ένας κατ' επέκταση έχει βάρος 0.68 lb. Επίσης 1 lb = 0.453 kg. Συνεπώς ένας κοχλίας ζυγίζει 0.308 kg = 308 gr.

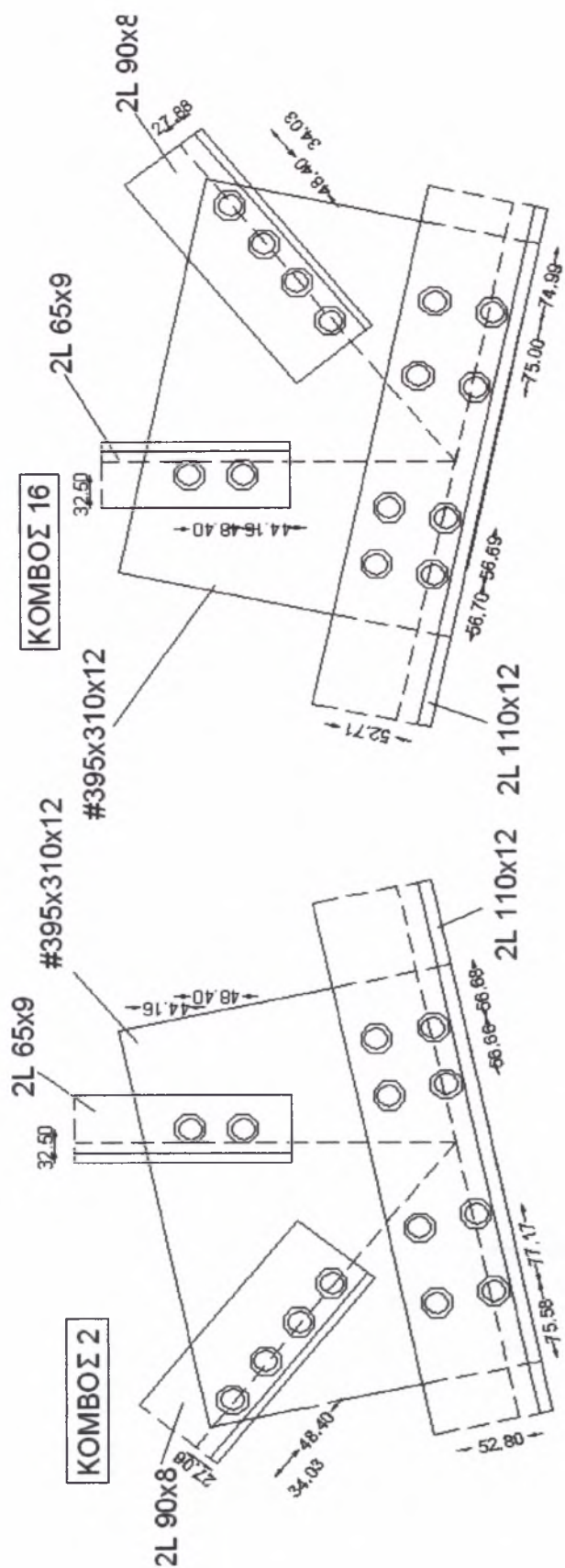
Ακολουθούν σε σκαριφήματα οι «νέοι» κόμβοι του ζευκτού, όπως προέκυψαν μετά την ως άνω διαδικασία. Τα δε προτεινόμενα νέα σχέδια, Σ'2 – Σ'4 παρατίθενται στο τέλος της εργασίας.

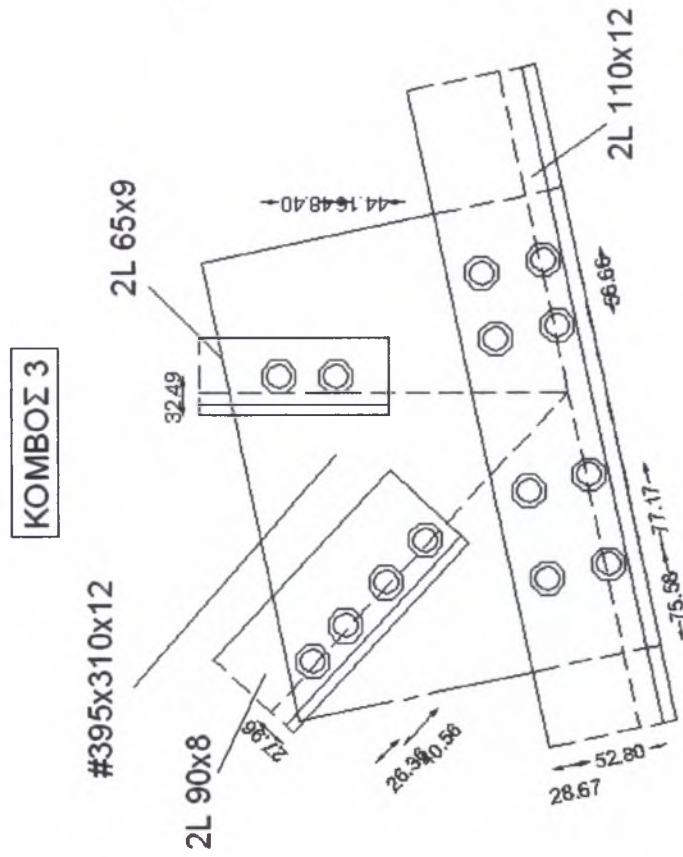
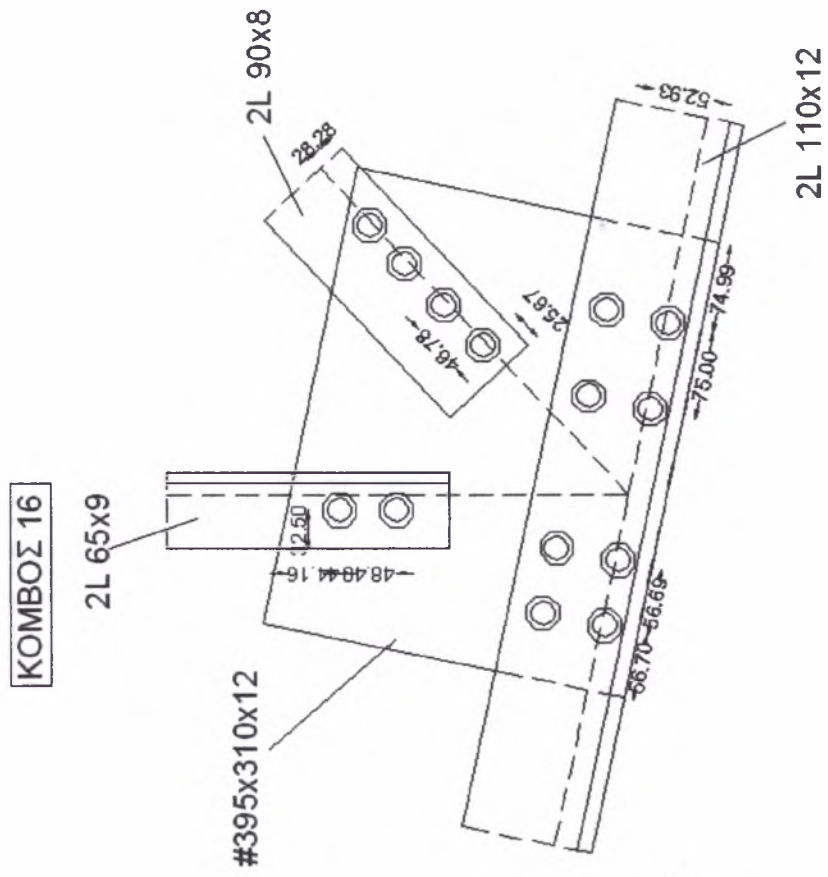
ΚΟΜΒΟΣ 17



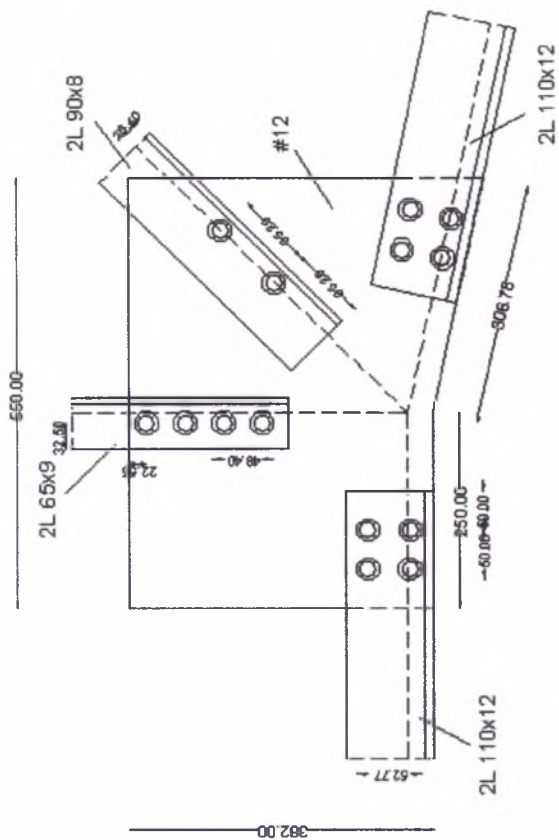
ΚΟΜΒΟΣ 1



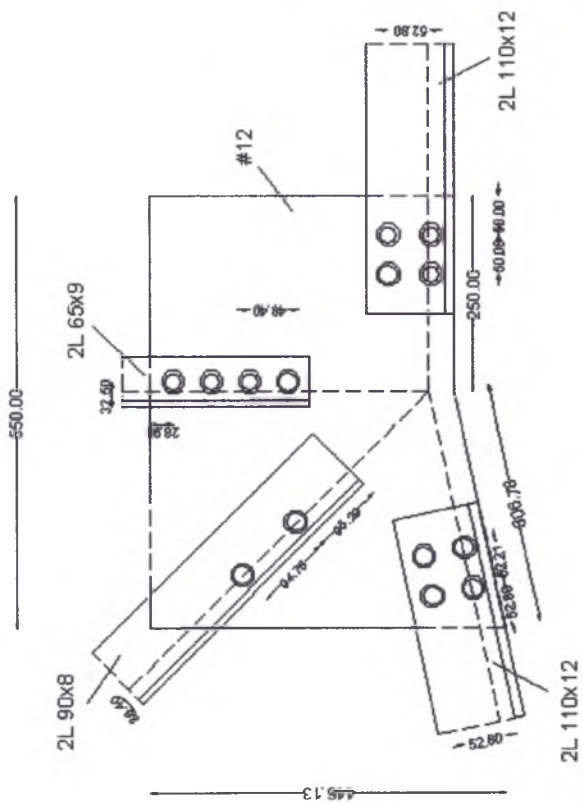




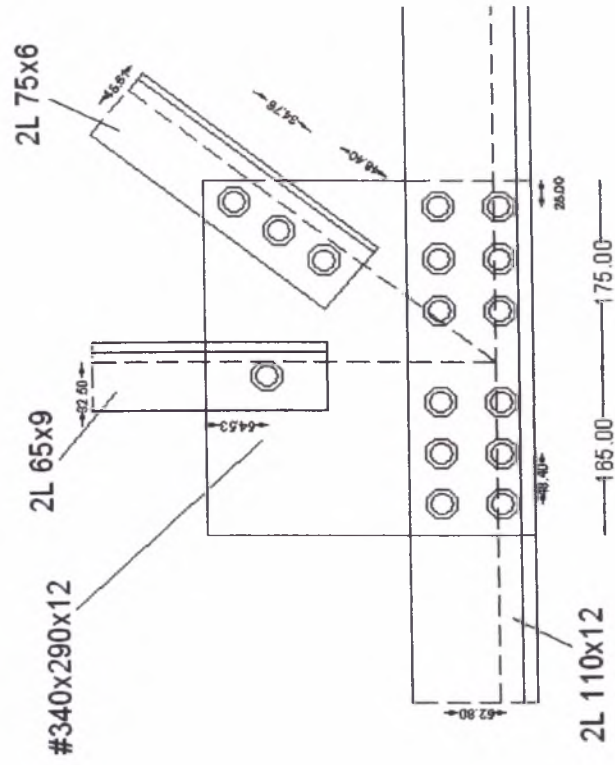
ΚΟΜΒΟΣ 14



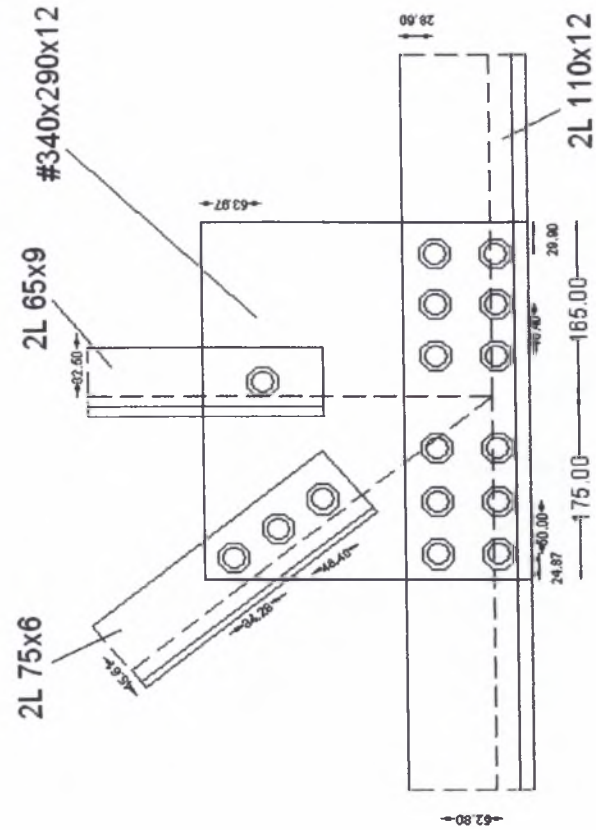
ΚΟΜΒΟΣ 4



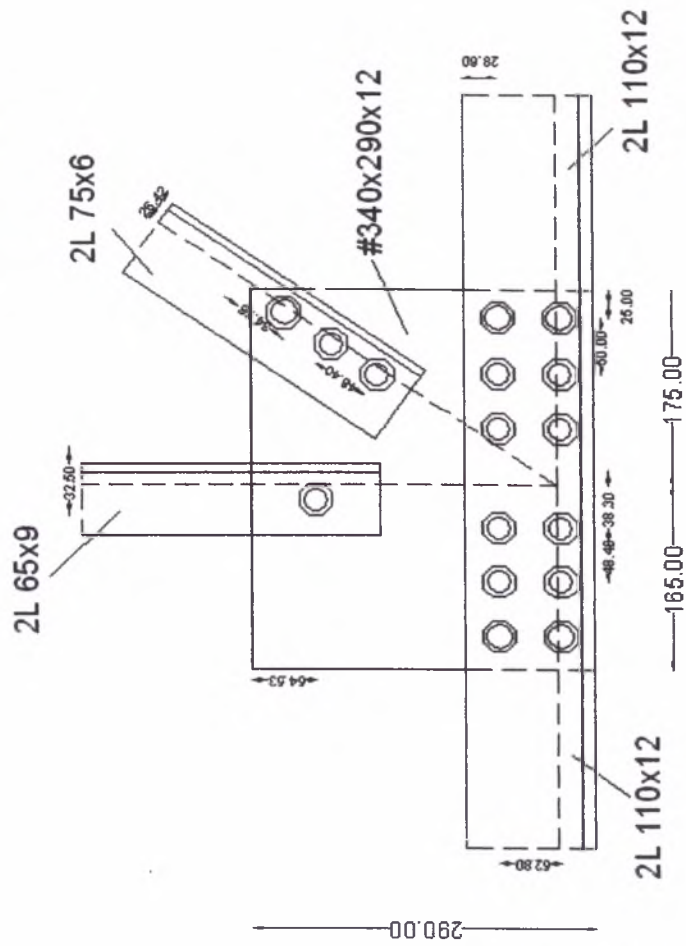
ΚΟΜΒΟΣ 13



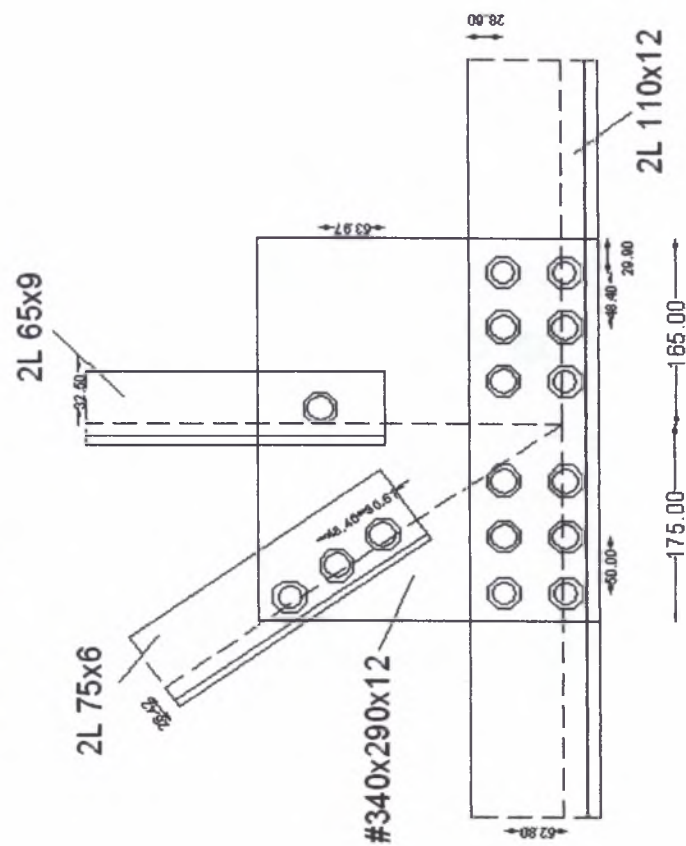
ΚΟΜΒΟΣ 5

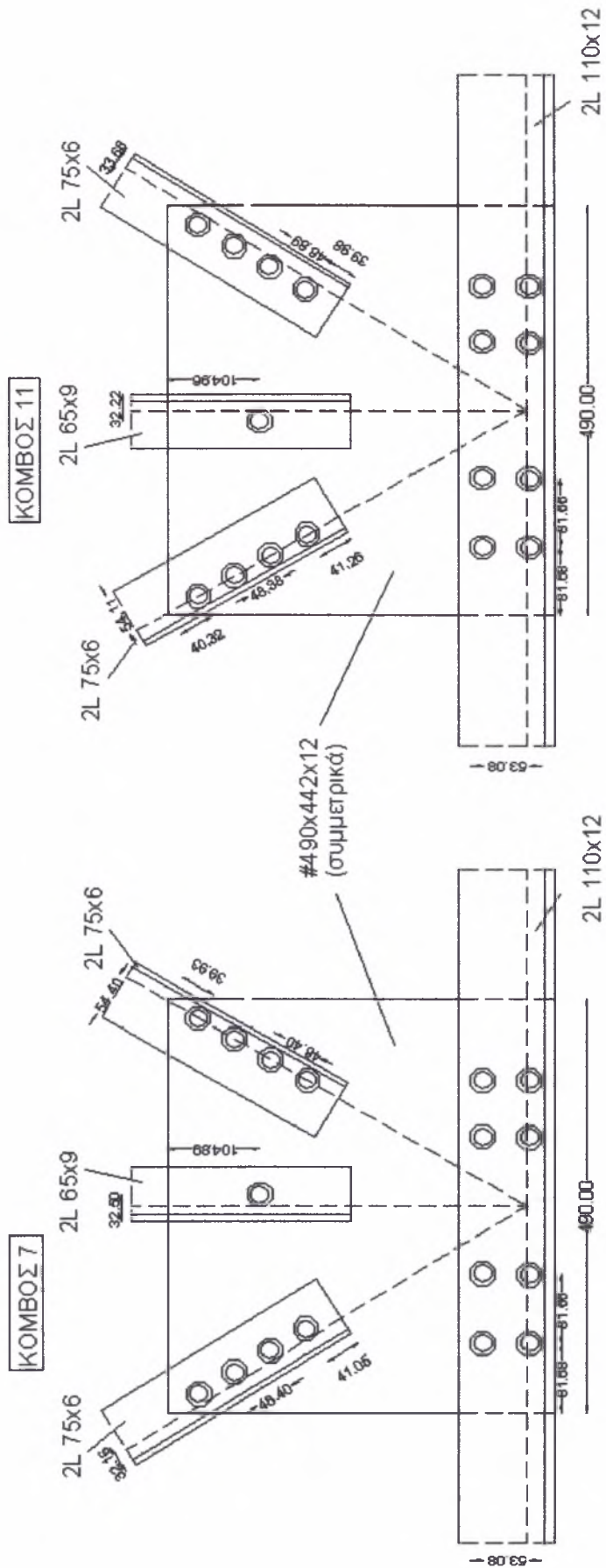


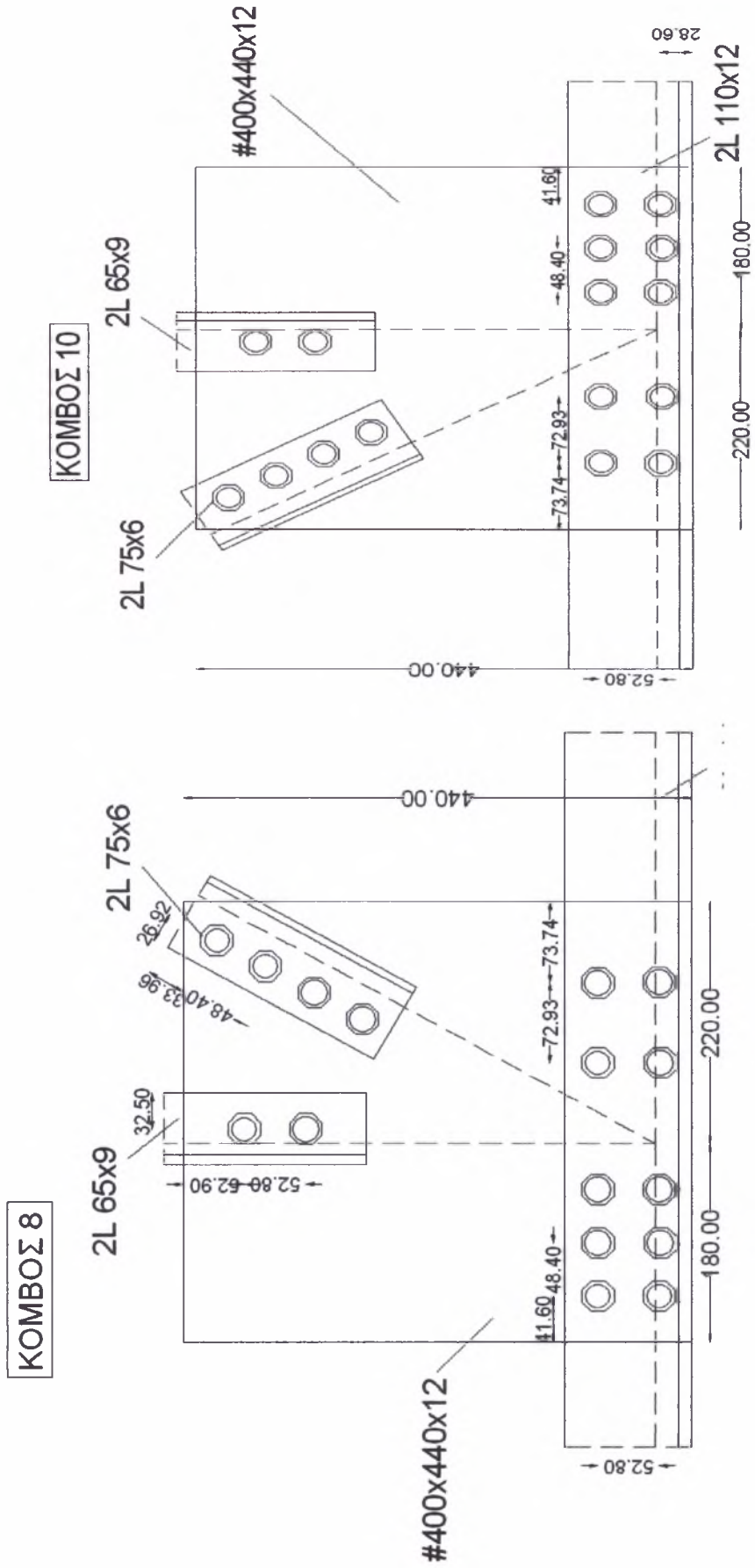
KOMBOΣ 12



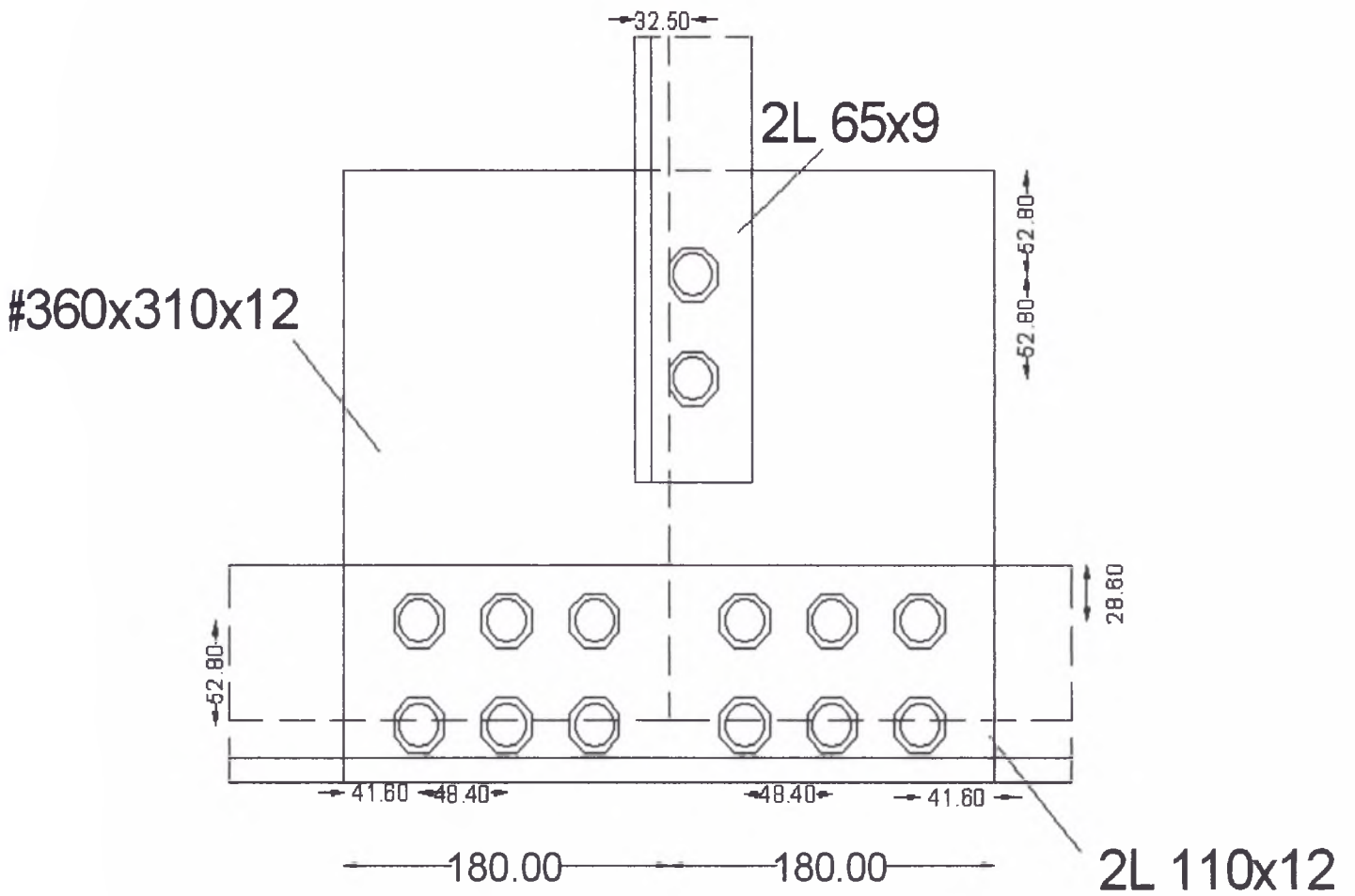
KOMBOΣ 6





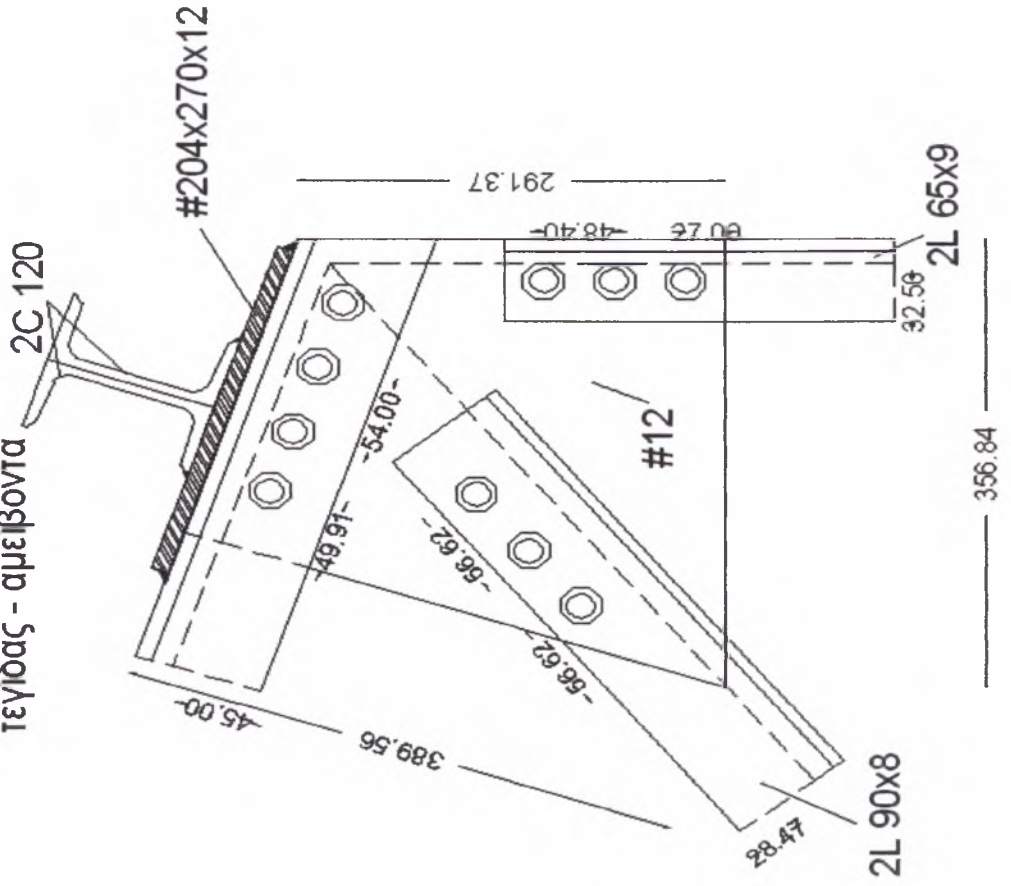


KOMBOΣ 9



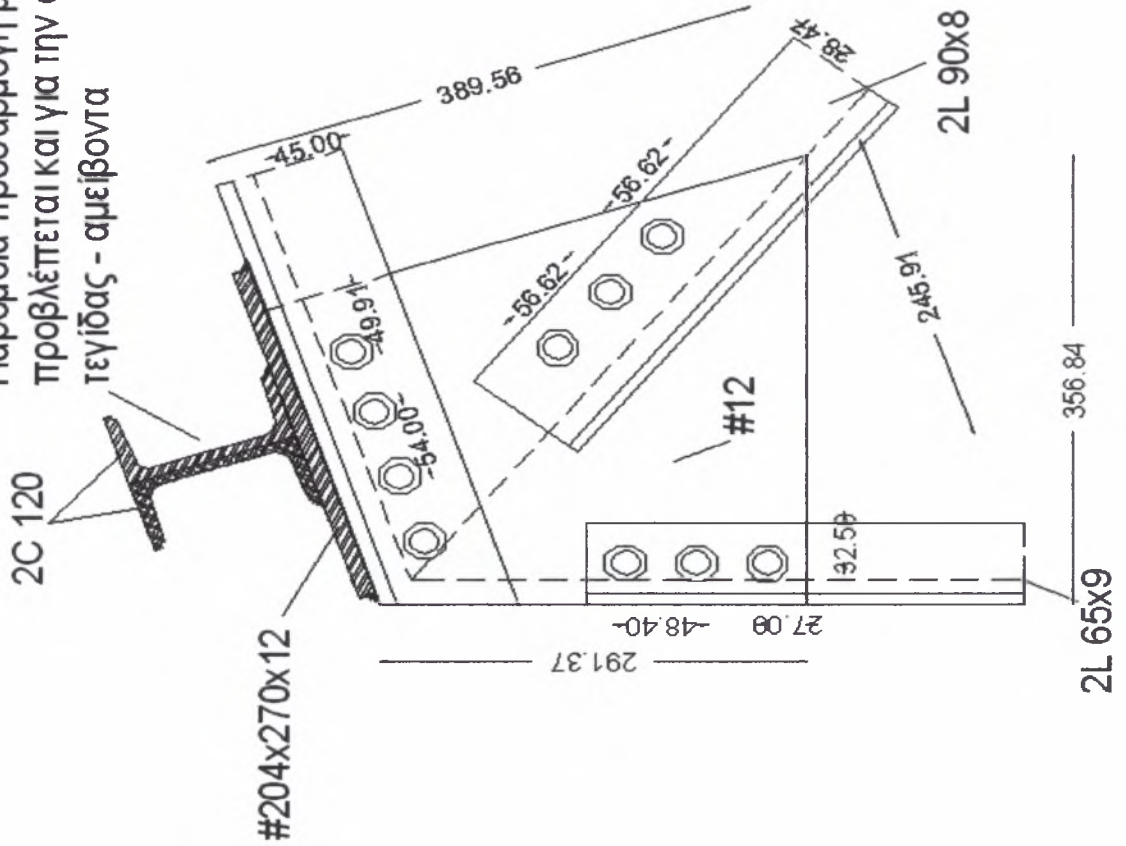
ΚΟΜΒΟΣ 34

Πάρομοια προσαρμογή με κοχλίες
προβλέπεται και για την σύνδεση
τεγίδας - αμειβοντα

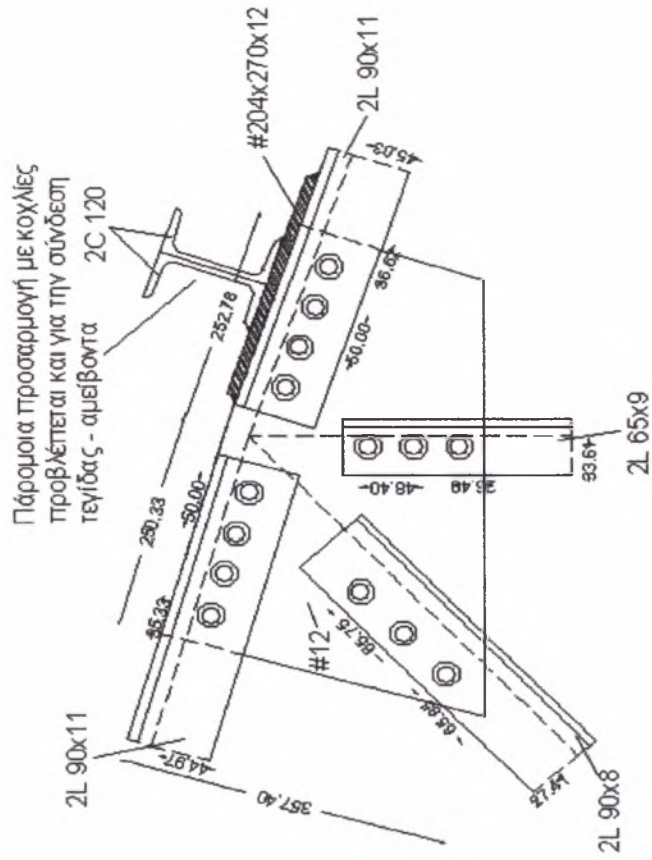


ΚΟΜΒΟΣ 18

Πάρομοια προσαρμογή με κοχλίες
προβλέπεται και για την σύνδεση
τεγίδας - αμειβοντα

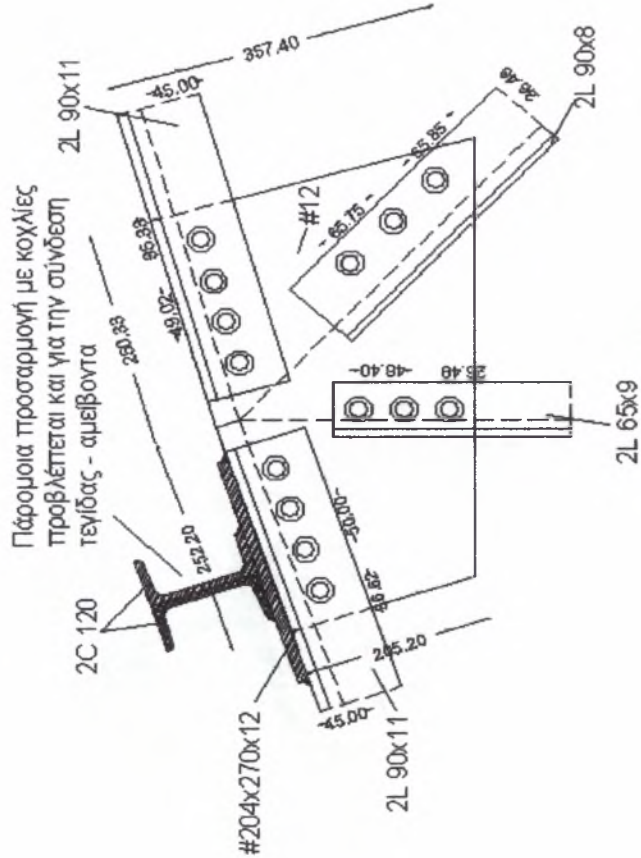


ΚΟΜΒΟΣ 33



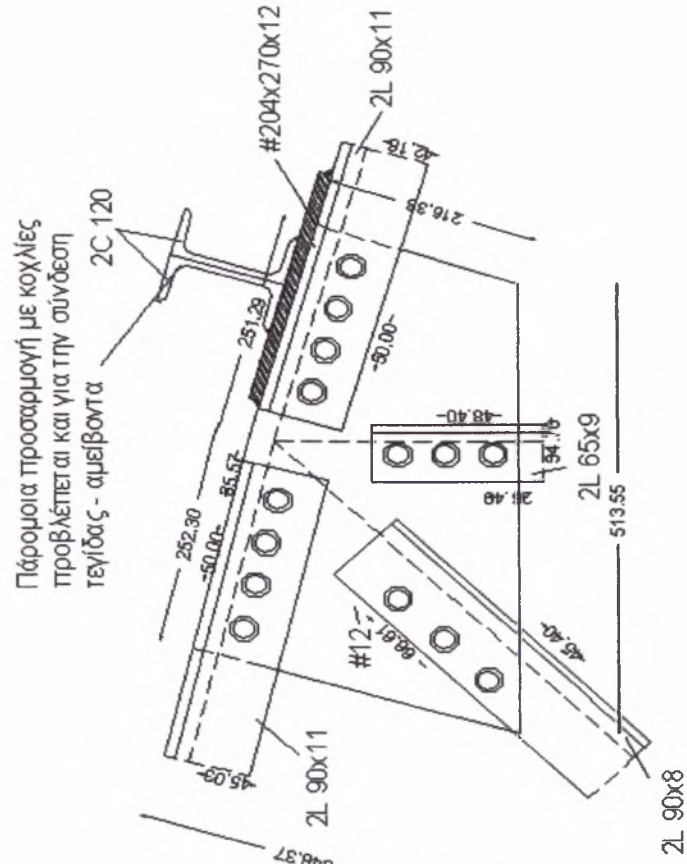
513.55

ΚΟΜΒΟΣ 19

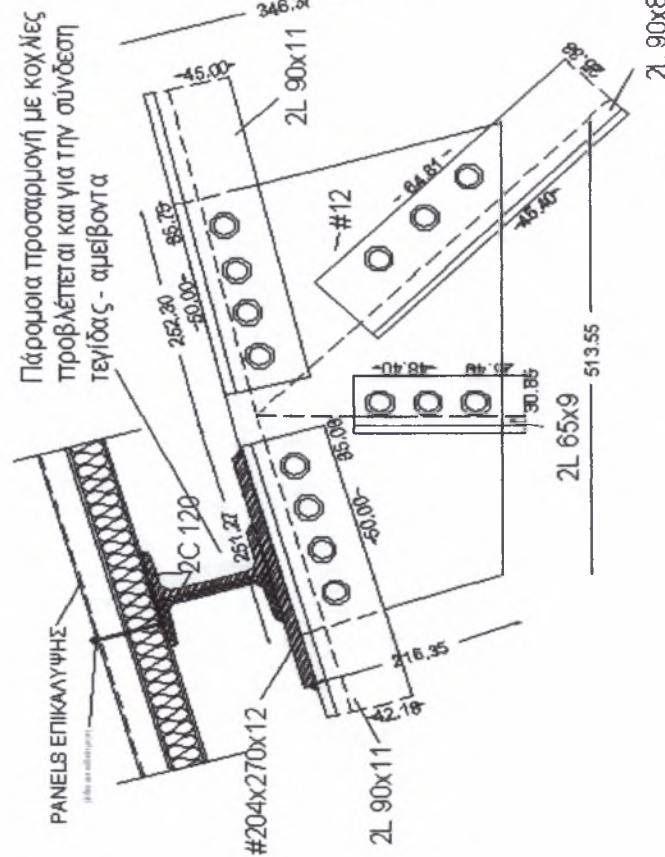


513.55

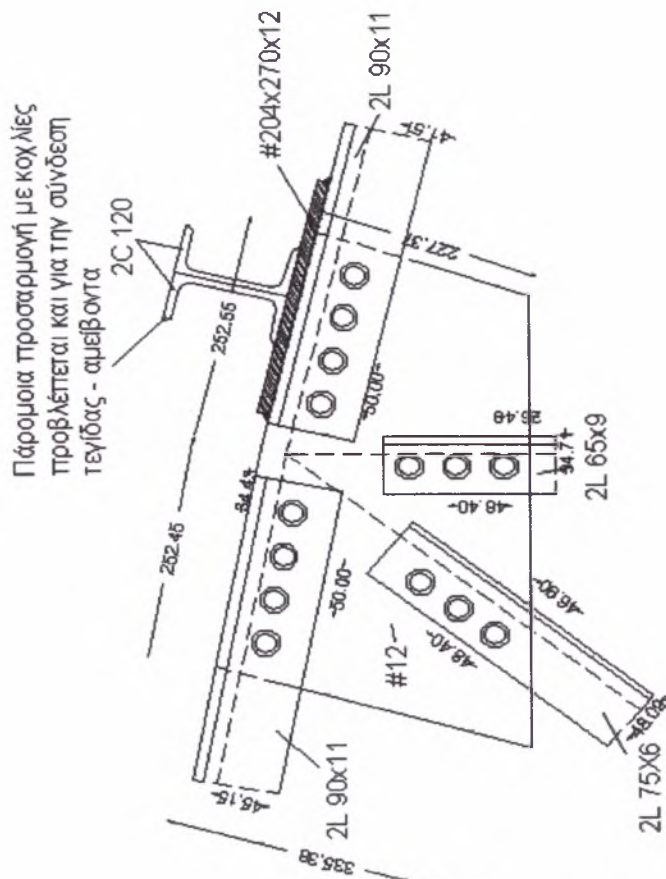
ΚΟΜΒΟΣ 32



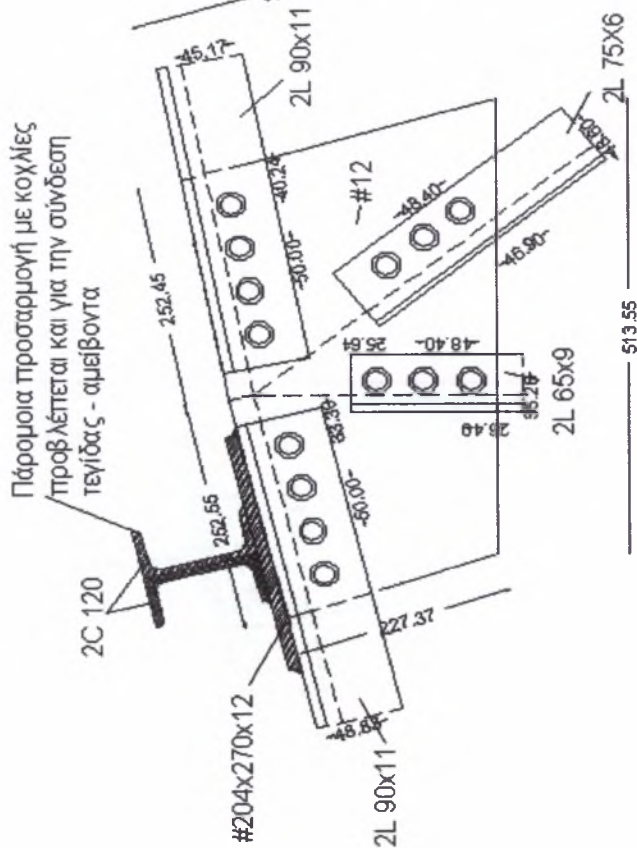
ΚΟΜΒΟΣ 20



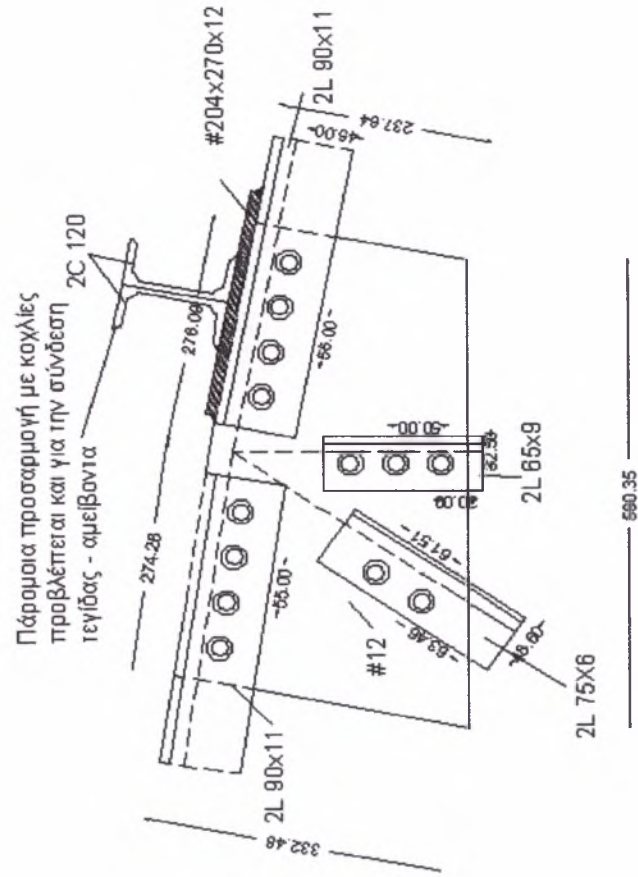
ΚΟΜΒΟΣ 31



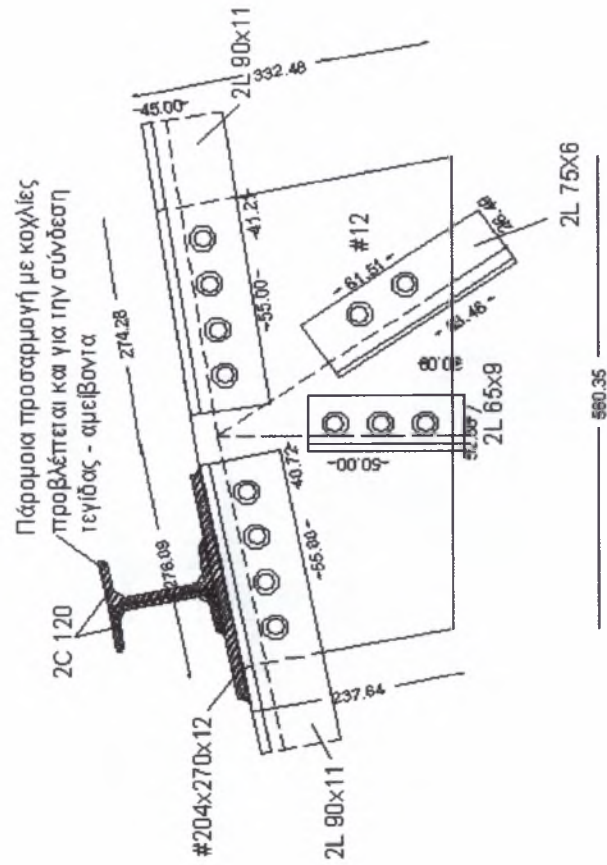
ΚΟΜΒΟΣ 21



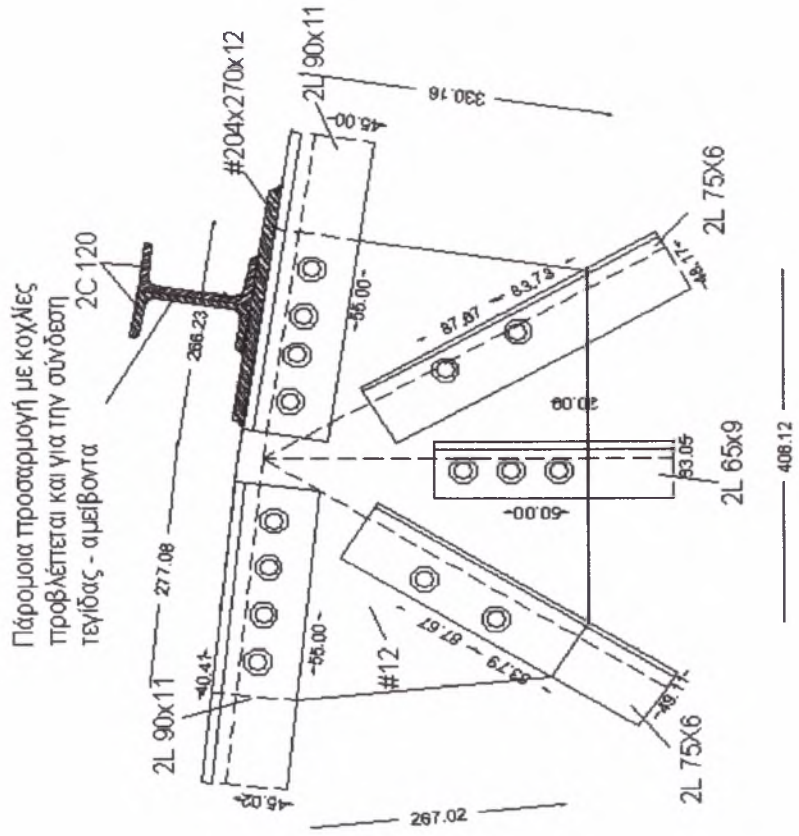
ΚΟΜΒΟΣ 30



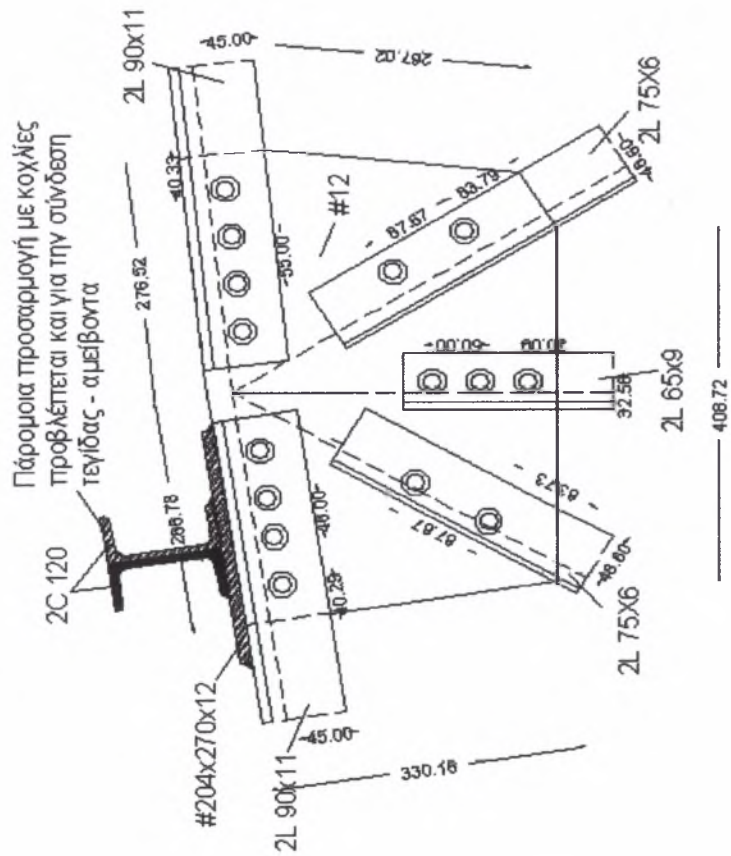
ΚΟΜΒΟΣ 22

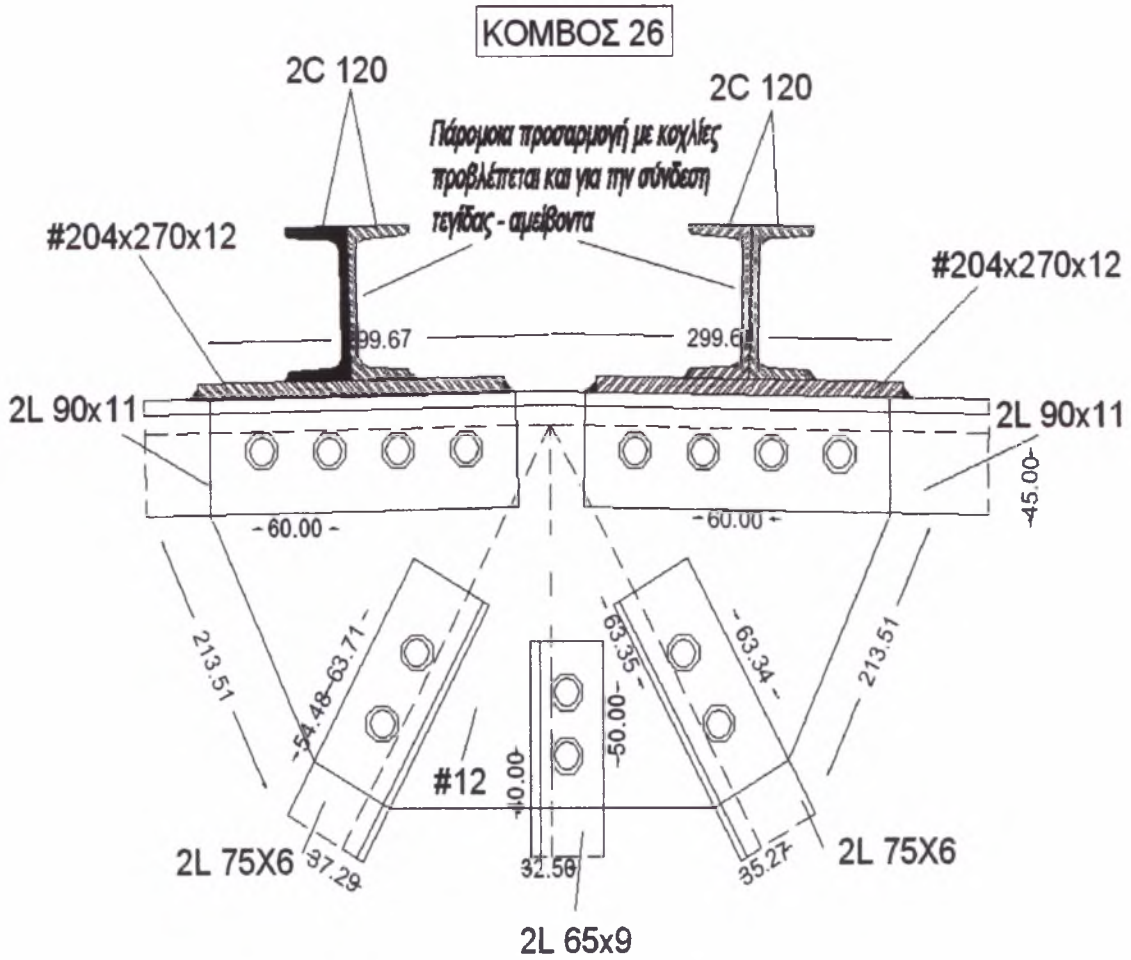


ΚΟΜΒΟΣ 29

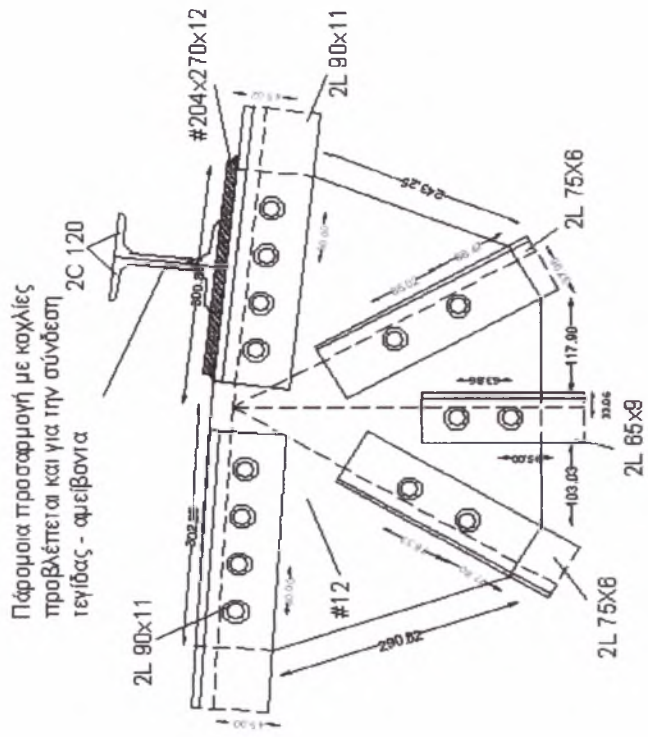


ΚΟΜΒΟΣ 23

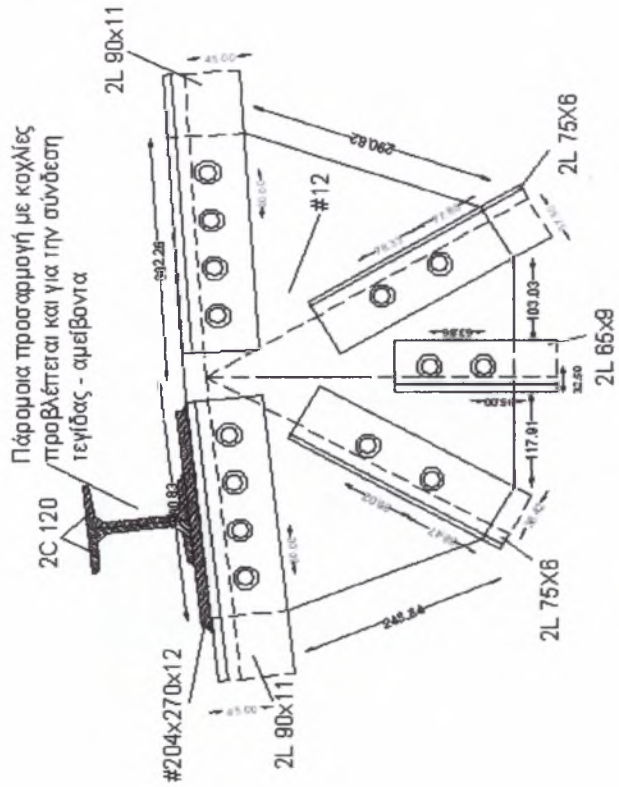




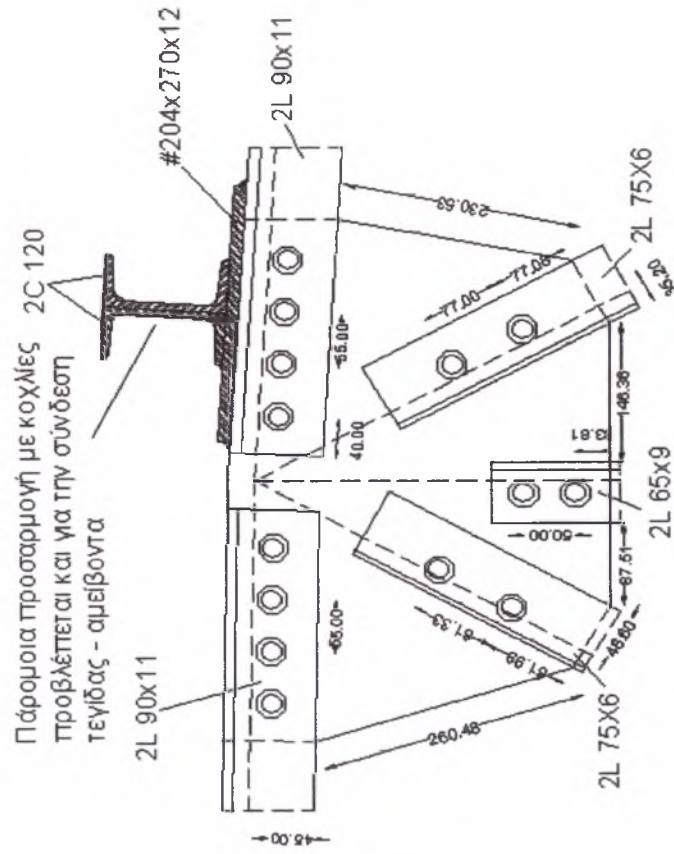
ΚΟΜΒΟΣ 2B



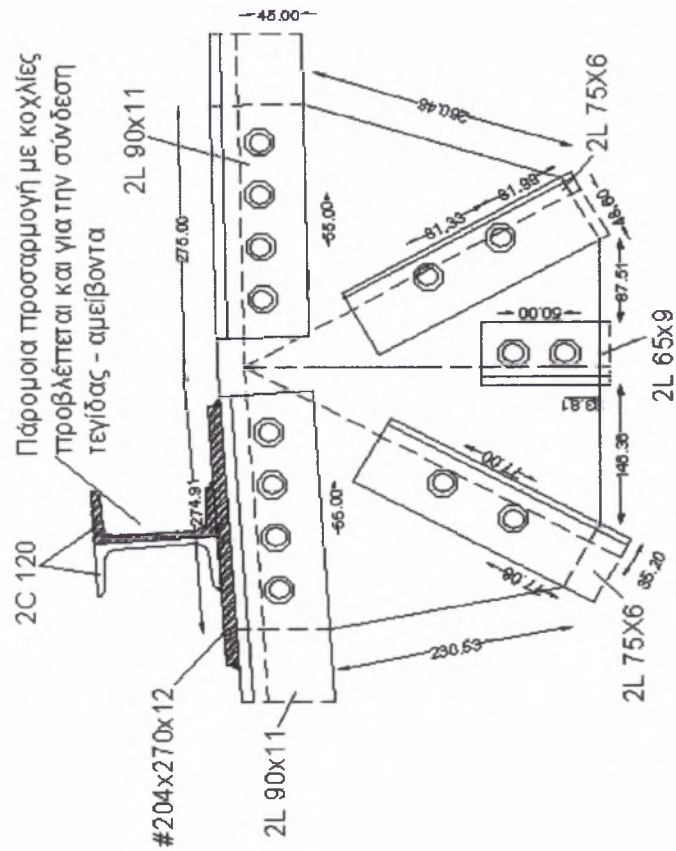
ΚΟΜΒΟΣ 2A



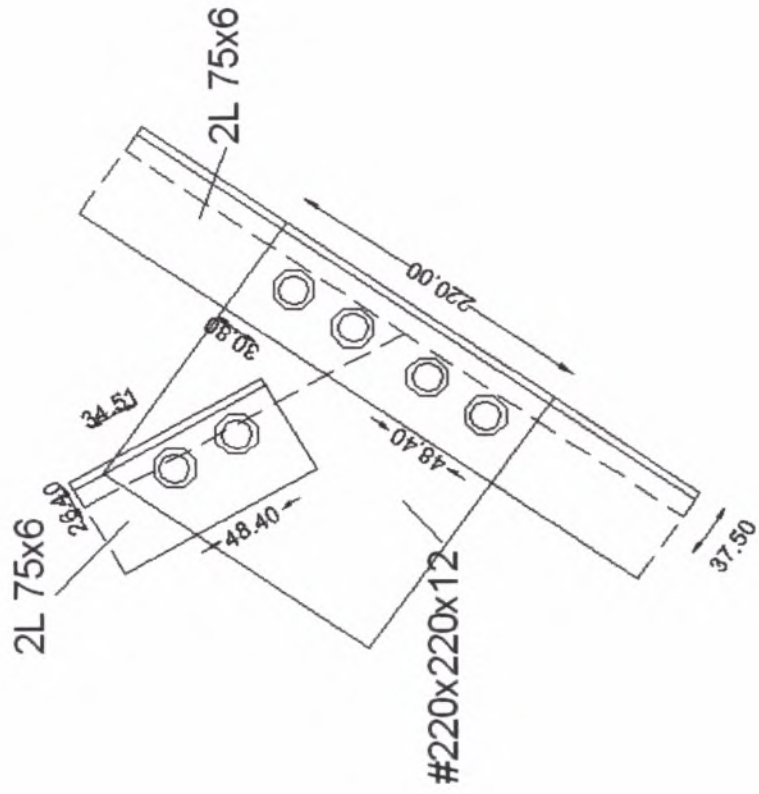
ΚΟΜΒΟΣ 27



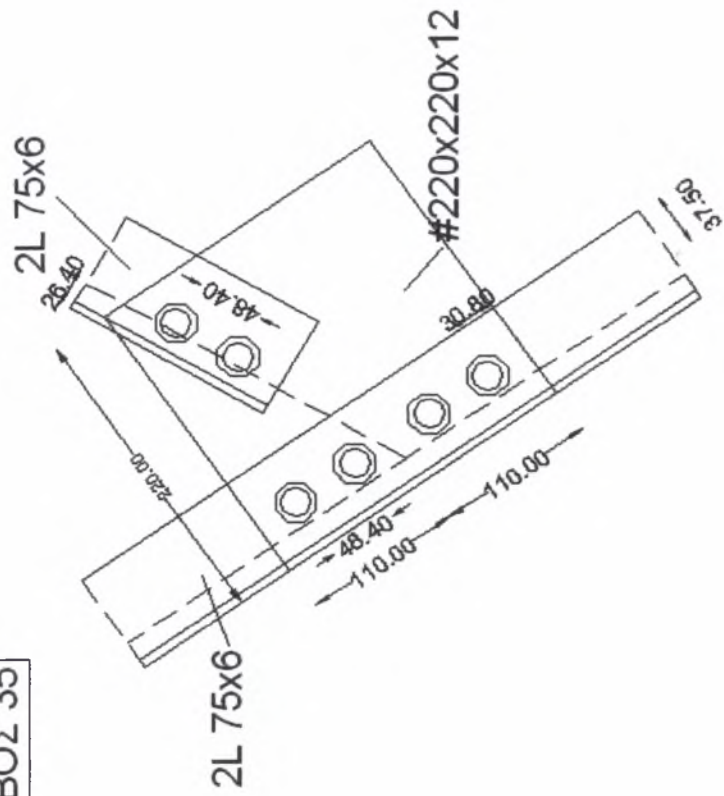
ΚΟΜΒΟΣ 25



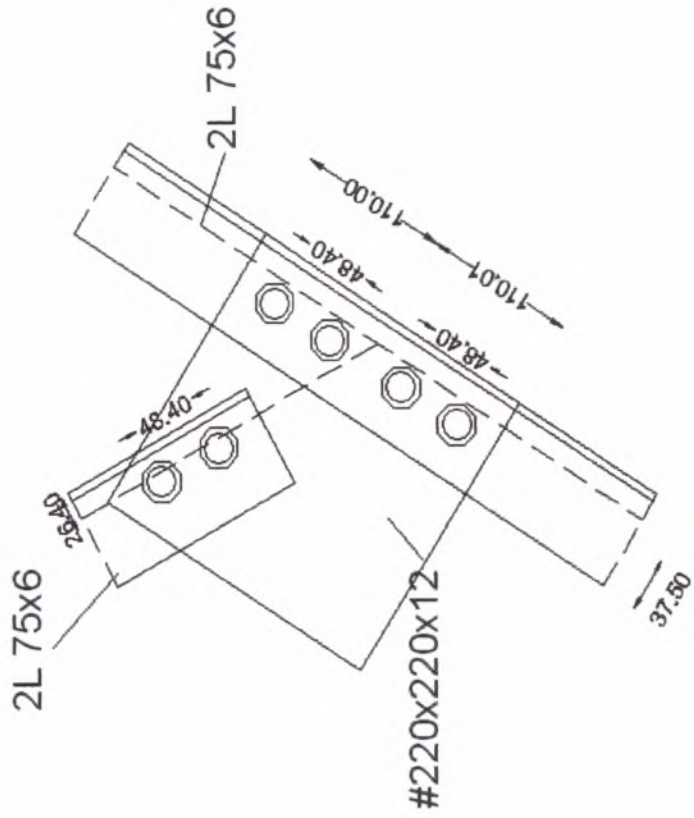
KOMBOΣ 42



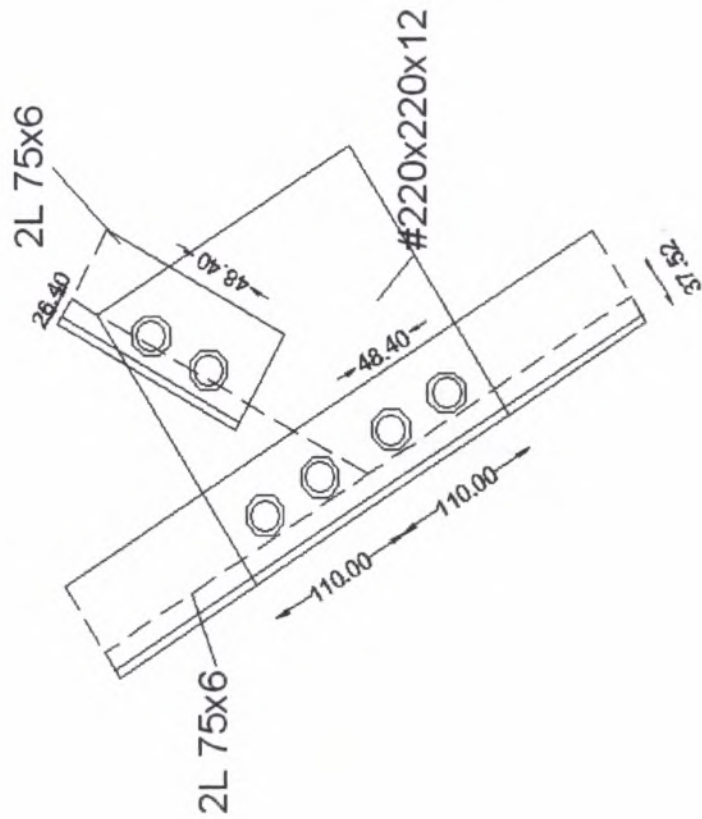
KOMBOΣ 35

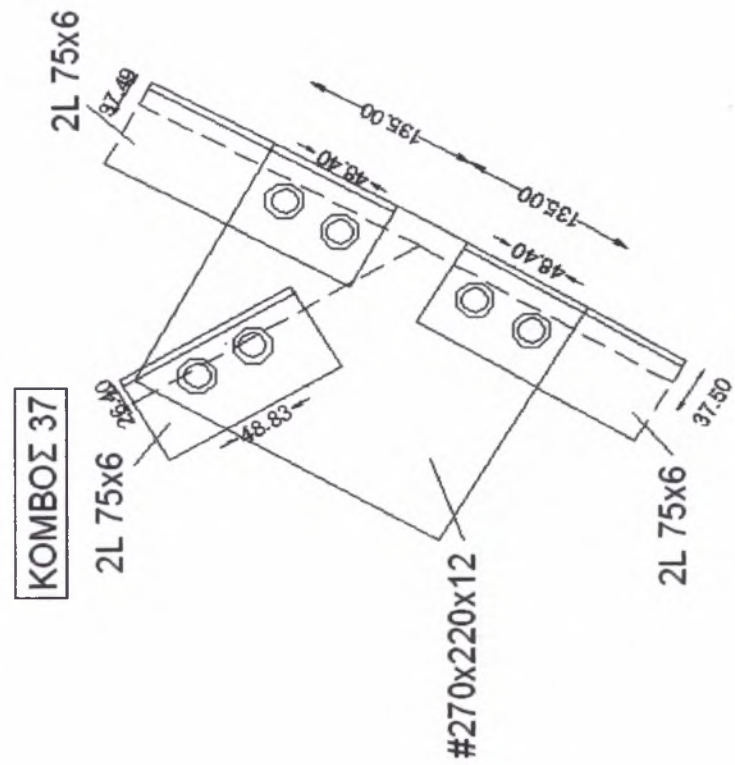
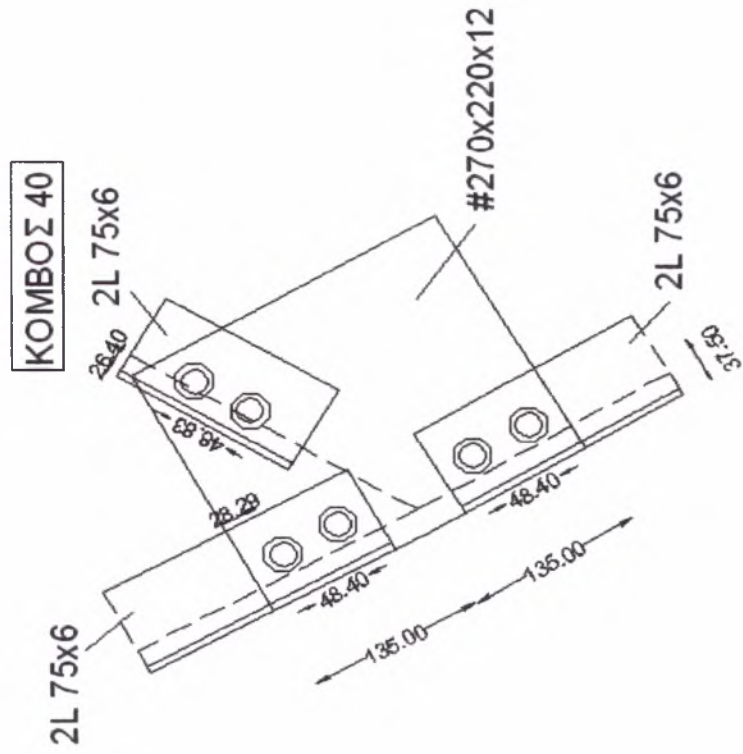


ΚΟΜΒΟΣ 41

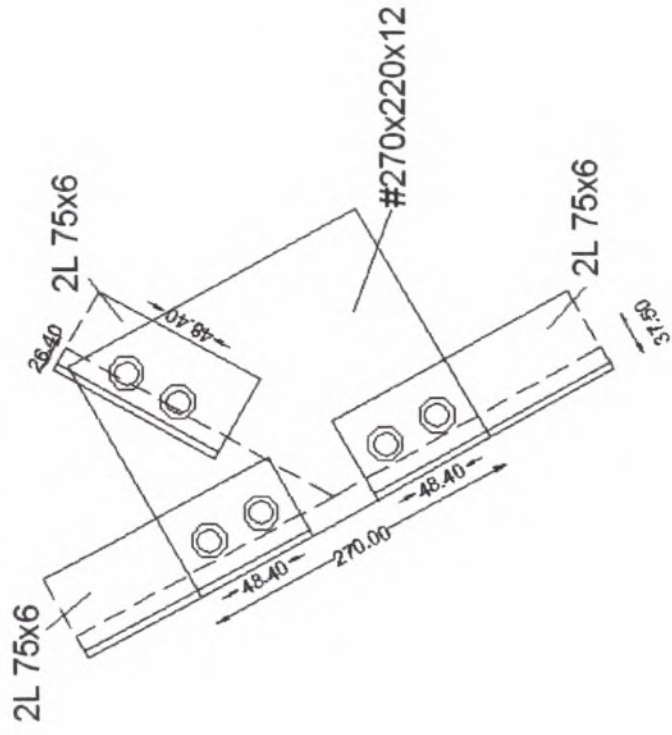


ΚΟΜΒΟΣ 36

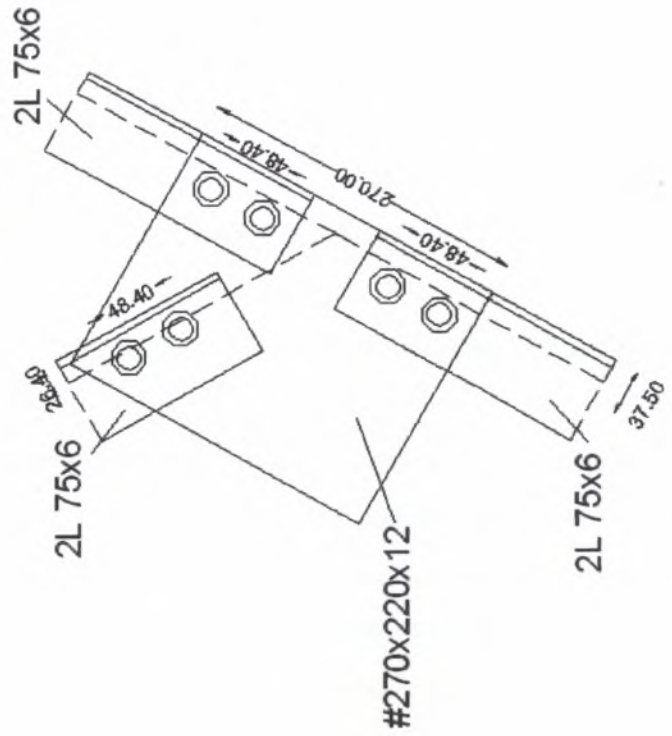




ΚΟΜΒΟΣ 39



ΚΟΜΒΟΣ 38



Κεφάλαιο 2: Ανύψωση – Μελέτη ανάρτησης του φορέα.

2.1. Γενικά στοιχεία ανέγερσης ενός φορέα.

Η μελέτη ανέγερσης είναι μία σημαντική διαδικασία καθώς εάν έχει προηγηθεί των σχετικών εργασιών μπορεί να αποφευχθούν βλάβες , αστοχίες , καθυστερήσεις , ατυχήματα και ότι άλλο μπορεί να συνεπάγεται σε ένα έργο. Η μελέτη περιλαμβάνει δύο βασικά στάδια:

- α) Καθορισμό των σημείων ανάρτησης και υπολογισμό της εντατικής κατάστασης των φορέων κατά την φάση ανύψωσης και τοποθέτησης τους στην τελική τους θέση
- β) Καθορισμός της σειράς των στοιχείων ανέγερσης, έτσι ώστε κάθε στιγμή να υπάρχει κατά το δυνατόν ένας ισοστατικός μηχανισμός στον χώρο, ο οποίος θα μπορεί να παραλάβει τα οριζόντια και κατακόρυφα φορτία που δρουν.

Το β' στάδιο δεν περιλαμβάνεται στους σκοπούς της εργασίας καθώς απαιτεί αλλαγή στις συνδέσεις των τεγίδων και των συνδέσμων δυσκαμψίας με την ίδια λογική όπως και στο ζευκτό. Αυτό όμως δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί λόγω έλλειψης στοιχείων της συμβατικής μελέτης. Με τα ήδη παρουσιασθέντα δεδομένα ο ανάδοχος του έργου για να προβεί στην υλοποίηση του σταδίου αυτού θα πρέπει να μελετήσει τον φορέα από την αρχή. Αυτό είναι ευνόητο ότι απαιτεί έγκριση της Υπηρεσίας και προβλέπει ανάλογη αμοιβή στον ανάδοχο – μελετητή. Πέραν δε τον ανωτέρω ο ανάδοχος μέσω της αλλαγής που πραγματεύεται η παρούσα εργασία κατά κάποιο τρόπο και εντός των συμβατικών ηθών προτρέπει την Υπηρεσία να του εγκρίνει καινούρια μελέτη. Περαιτέρω σχολιασμοί επί του θέματος δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθούν εδώ αλλά άπτονται άλλων “εμπορικών χώρων” που ο νέος μηχανικός θα κληθεί στο μέλλον να εξερευνήσει.

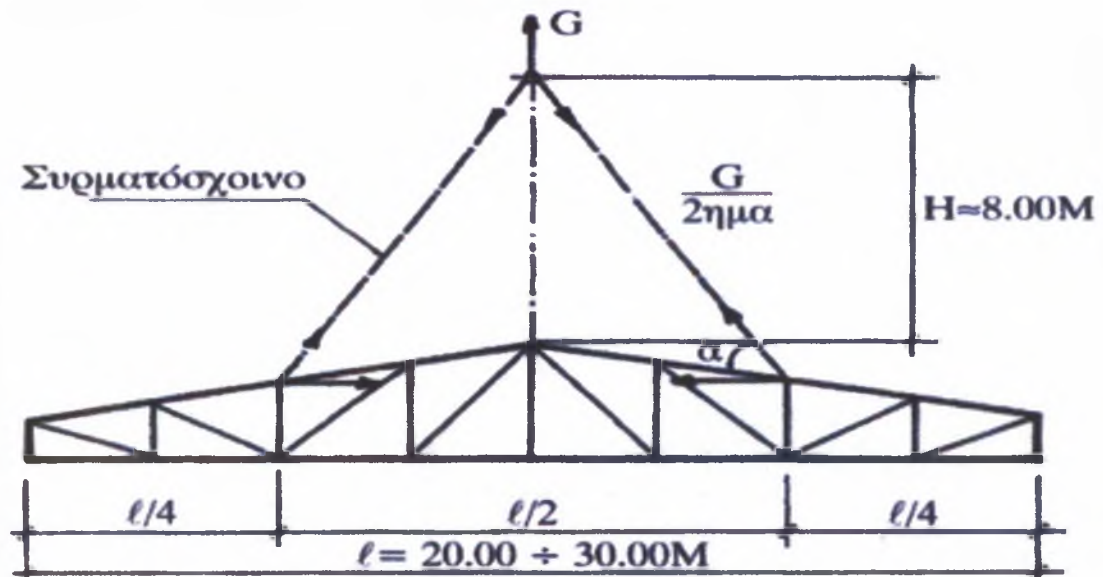
Για να ισχύσουν όμως τα δύο προηγούμενα στάδια πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποιες γενικές αρχές και επισημάνσεις όπως ο καθορισμός των σημείων ανάρτησης , ως προς τις θέσεις και το πλήθος , γενικά εξαρτάται από το μέγεθος και το είδος του αναρτώμενου φορέα , το είδος , την ικανότητα και το πλήθος των ανυψωτικών μηχανημάτων που διατίθενται αλλά και από άλλες συνθήκες όπως το διαθέσιμο ελεύθερο ύψος.

Γενικά η μεθοδολογία ανάρτησης και ανύψωσης με σχετικά μικρό ελεύθερο άνοιγμα είναι τυποποιημένη και διαδεδομένη χωρίς να υπάρχουν κίνδυνοι , συνεπώς μπορεί εύκολα να πραγματοποιηθεί από ένα πεπειραμένο συνεργείο.

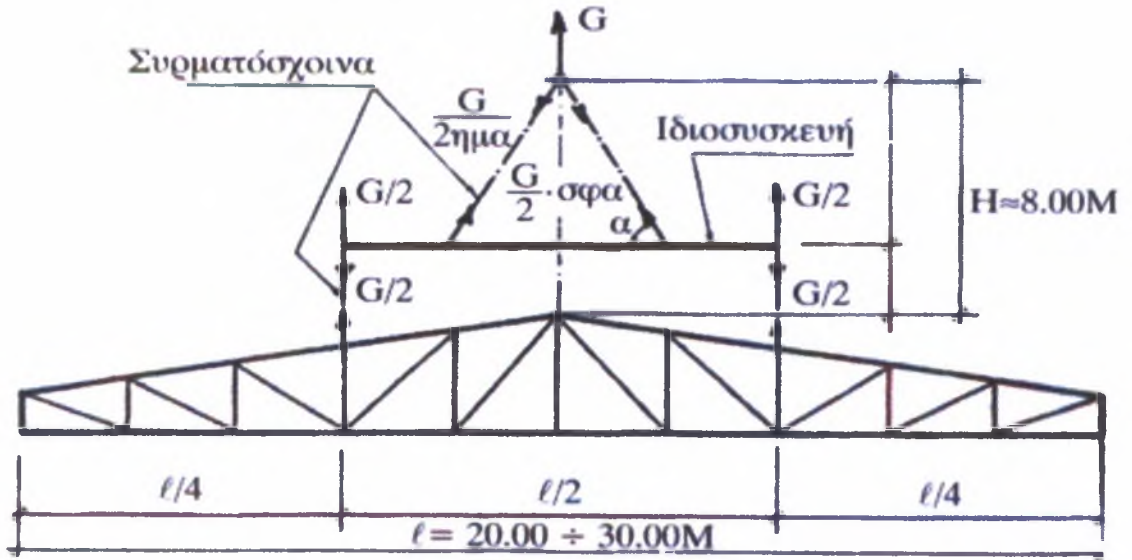
Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις όπου το μήκος του φορέα είναι μεγάλο και χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή καθώς η πιθανότητα αστοχίας αυξάνεται με την γεωμετρική πρόοδο. Στις περιπτώσεις αυτές θα πρέπει να εξεταστούν λεπτομερώς όλοι οι συνδυασμοί φορτίσεων.

Σε άλλες περιπτώσεις, για ανάρτηση μεγάλου μήκους και μικρού ύψους όπου αναπτύσσεται σημαντική θλιπτική ένταση σε μέλη του φορέα που ανυψώνεται υπάρχει περίπτωση να οδηγηθούμε σε αστοχία ή σε μόνιμες παραμορφώσεις. Εδώ για την αποφυγή τέτοιων φαινομένων χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες “ιδιοσυσκευές” ανάρτησης. Πρόκειται για ισοστατικές κατασκευές με ικανή δυσκαμψία και προς τις δύο κρίσιμες διευθύνσεις.

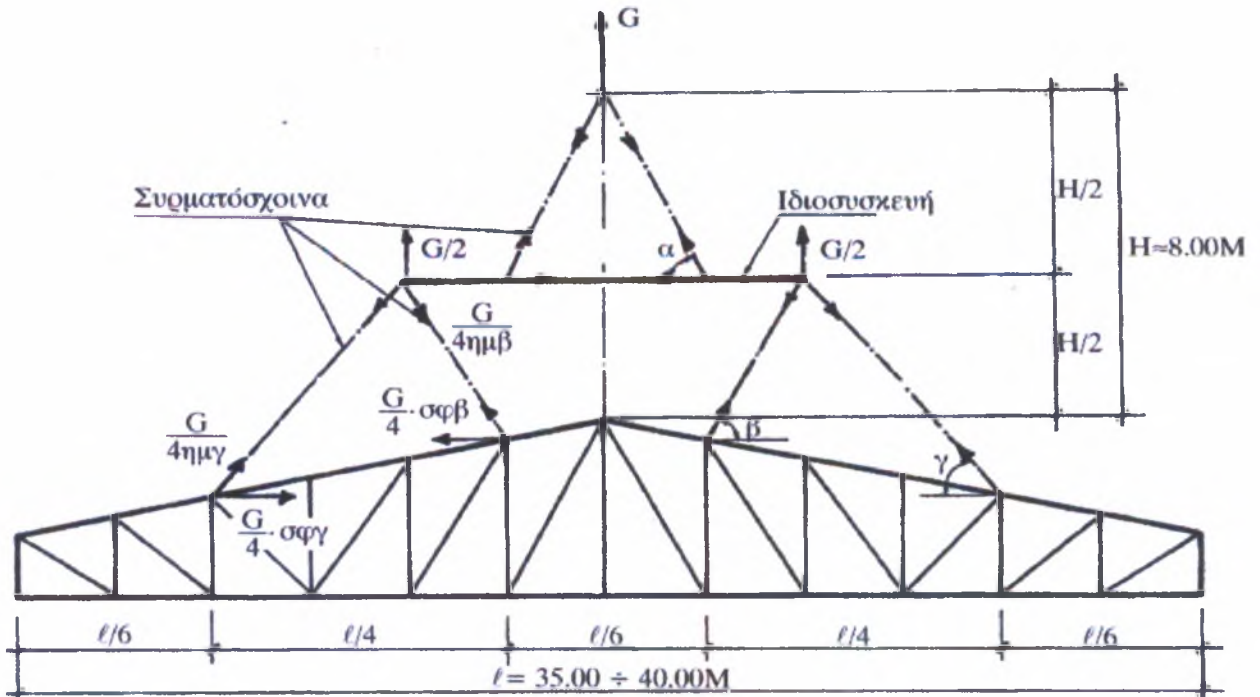
Τέτοιες είναι οι περιπτώσεις που φαίνονται σχηματικά παρακάτω:



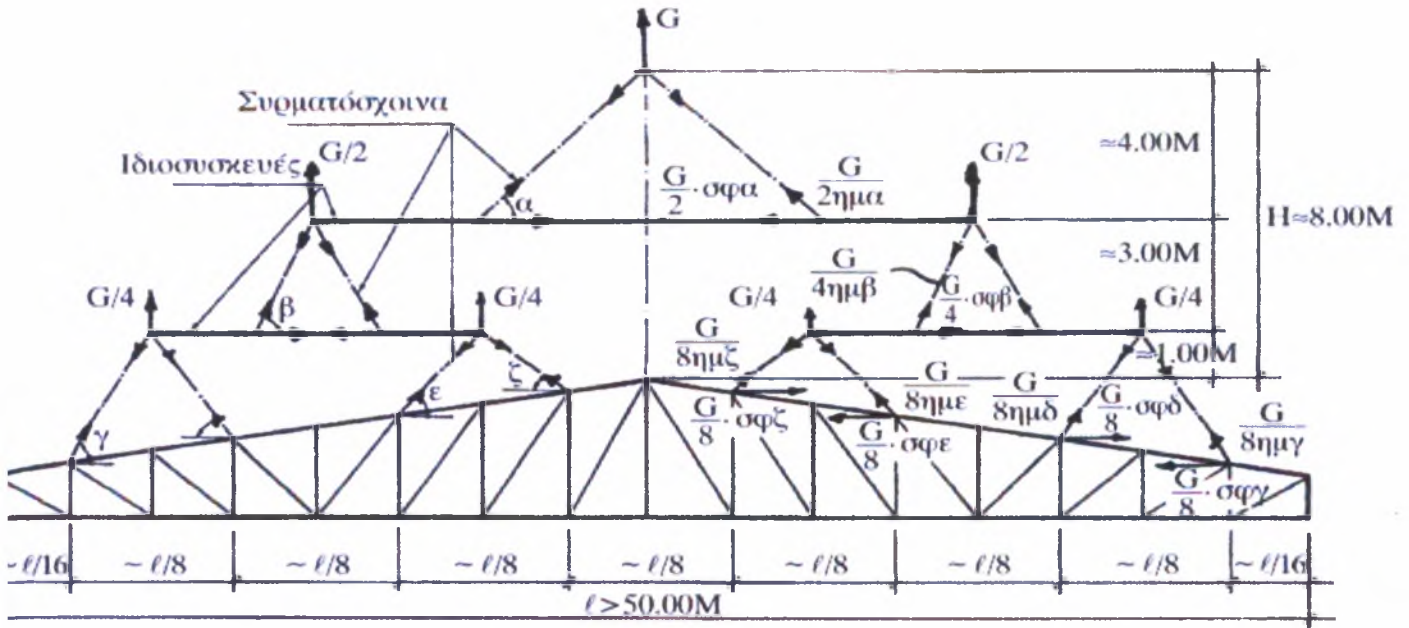
(α) Ανάρτηση φορέα από δύο σημεία



(β) Ανάρτηση φορέα από δύο σημεία με ιδιοσυσκευή



(γ) Ανάρτηση φορέα με ιδιοσυσκευή από τέσσερα σημεία



(δ) Ανάρτηση φορέα από οκτώ σημεία με χρήση τριών ιδιοσυσκευών

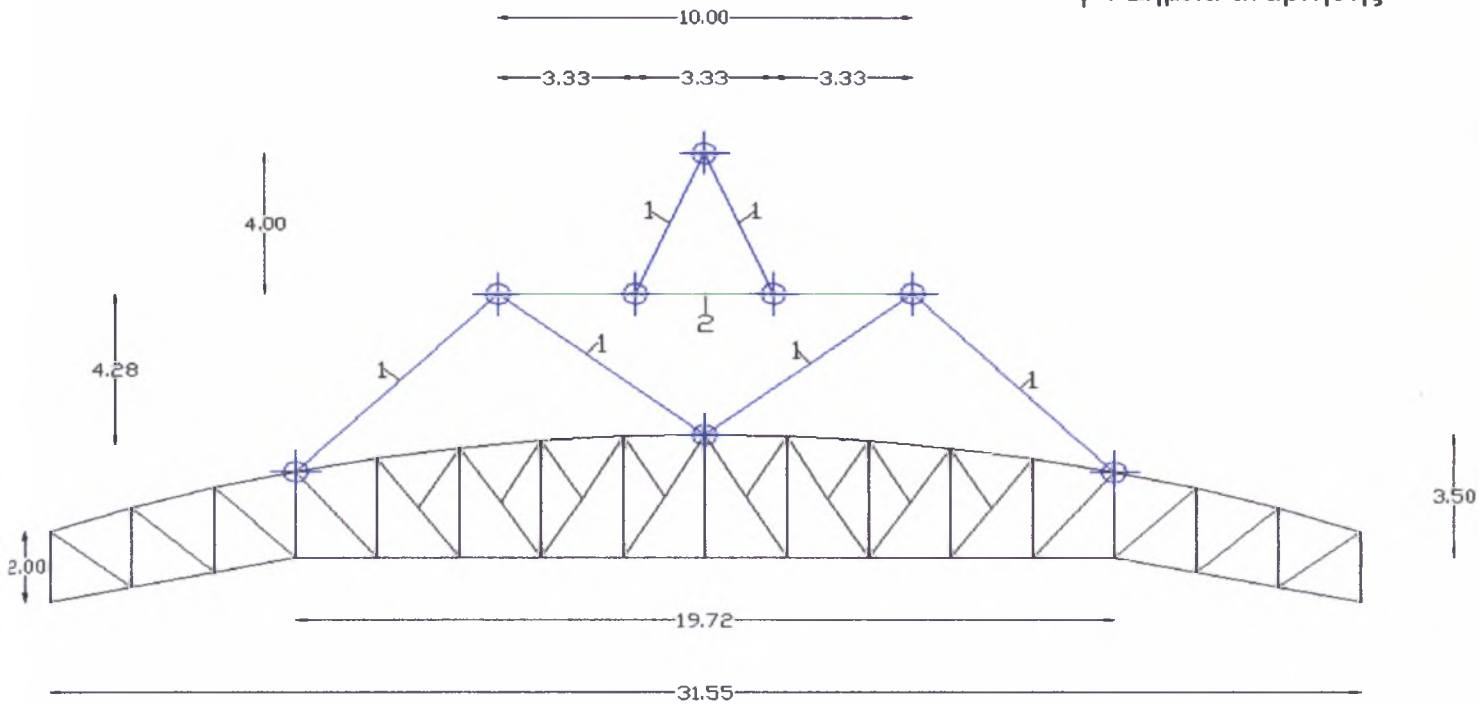
2.2. Εφαρμογή της μεθόδου ανέγερσης στο δικτύωμα της εργασίας.

Στην περίπτωση της εργασίας, λόγω του ότι ο φορέας μας έχει μήκος $31,5\text{ m}$ και έχοντας ως κριτήριο ότι πρέπει να βρισκόμαστε εντός ορίων ασφάλειας, χρησιμοποιήσαμε την τρίτη περίπτωση και όχι την δεύτερη που κάλλιστα θα μπορούσαμε. Συνεπώς με γνώμονα τις περιπτώσεις που υπάρχουν παραπάνω ο προτεινόμενος τρόπος ανάρτησης έχει ως το παρακάτω σχηματικό απόσπασμα.

1 : Καλώδια

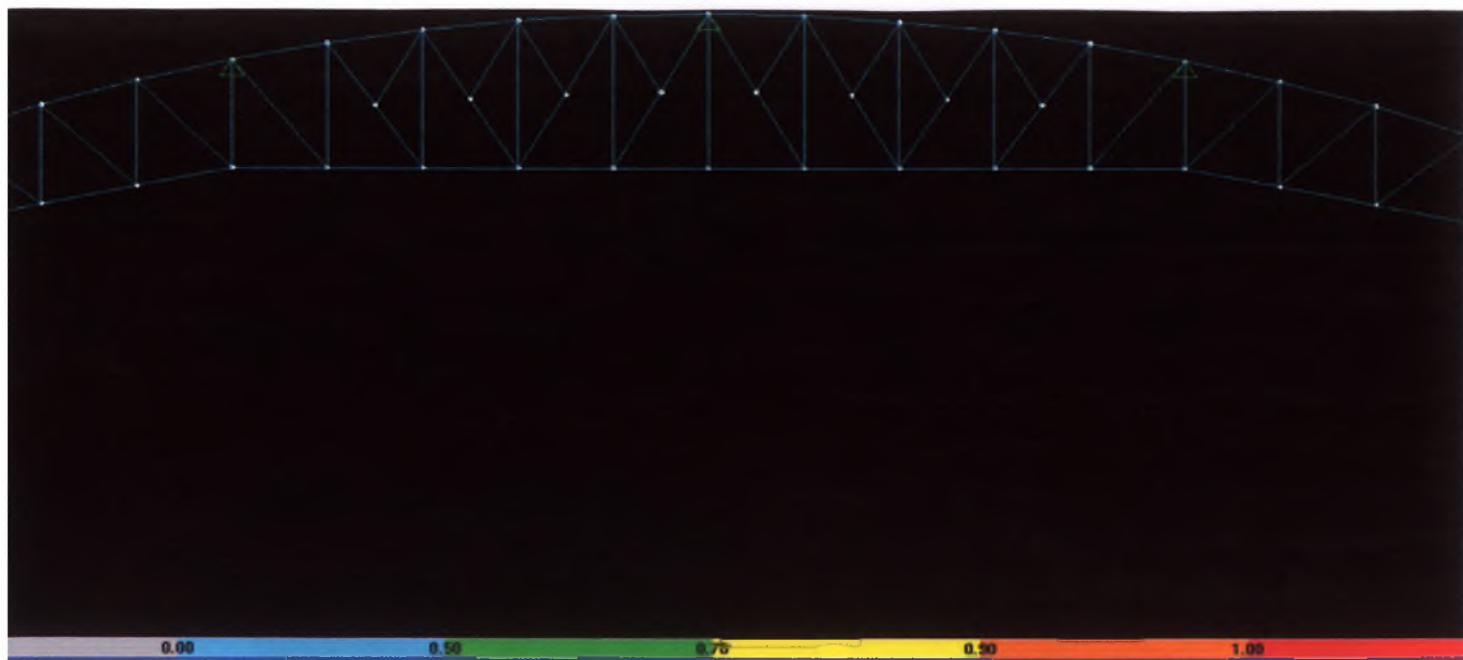
2 : Ιδιοσυσκευή

⊕ : Σημεία ανάρτησης



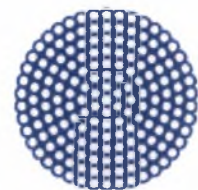
2.3. Τυπικός έλεγχος αντοχής του φορέα στην φάση της ανάρτησης.

Μετά την επίλυση του φορέα μας με τα φορτία των κομβοελασμάτων από το ευρέως γνωστό ηλεκτρονικό πρόγραμμα S.A.P 2000 προέκυψε όπως αναμενόταν ελάχιστη ένταση στα μέλη του ζευκτού. Ενδεικτικά παρατίθεται το αποτέλεσμα του ελέγχου των μελών του φορέα σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 3.



Τα πλήρη στοιχεία της επίλυσης αυτής περιέχονται σε cd που συνοδεύει την παρούσα εργασία. Σαν υποπροϊόν της επίλυσης προέκυψε συνολικό ίδιο βάρος του «νέου ζευκτού» περίπου 95 kN, με αποτέλεσμα λόγω της γεωμετρίας της ανάρτησης το κάθε καλώδιο να καταπονείται με δύναμη περίπου ίση με 45 kN. Με βάση τα στοιχεία αυτά και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το άνω πέλμα του ζευκτού είναι διατομής 2L90x11, προτείνονται τα ακόλουθα στοιχεία για την ανάρτηση (ιδιοσυσκευή, καλώδια και ειδικά τεμάχια):

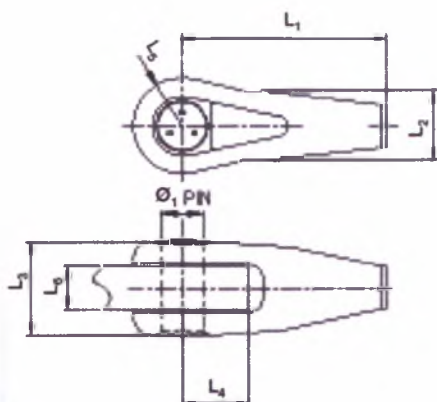
1. Ιδιοσυσκευή: Στην κρίση του υπεργολάβου ανύψωσης
2. Καλώδια: Τύπου Spiral strand SS 13 της εταιρείας Bridon ή παρομοίου της απολύτου εγκρίσεως της Υπηρεσίας, με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:



Spiral Strand (SS)

Product Code / Strand Diameter	Minimum Breaking Load	Design Load $G_{k,d} = MBL / 1,5 / 1,1$	Nominal Metallic Cross Section	Nominal Axial Stiffness	Nominal Metallic Mass
d	MBL	$G_{k,d}$	A	EA	Mass
mm	kN	kN	mm ²	MN	kg/m
SS 13	171	104	105	19	0.85
SS 16	254	154	156	27	1.26

3. Ειδικά τεμαχία σύνδεσης: Τύπου ST F 50 της εταιρείας Bridon ή παρομοίου της απολύτου εγκρίσεως της Υπηρεσίας, με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:



Stylite Fork Sockets (ST-F)

Product Code / Strand Diameter	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆		Ø ₁		Weight	
						Max	Min	Pin	Pin Hole	Socket	Pin + Caps
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg
STF 25	275	88	121	73	58	57	55	45	46	8	1.7
STF 30	330	105	154	86	70	71	68	55	56	15.5	2.9
STF 35	385	120	175	100	82.5	85	79	65	66	22.5	4.7
STF 40	410	130	187	120	95	90	82	75	76	31.5	6.6
STF 45	420	145	210	124	100	95	90	80	81	43	8.4
STF 50	440	155	221	144	115	100	93	90	91	58	11
STF 55	477	168	233	155	115	110	100	100	101	60	14

Η επιλογή των ειδικών τεμαχίων έγινε ώστε να ικανοποιείται η απαιτούμενη κατασκευαστικά σχέση : $L_4 - \Phi/2 > 90 \text{ mm}$.

Κεφάλαιο 3: Τελικά Σχόλια

How do we obtain judgment?

- Judgment comes from experience.
- Judgment comes from examining the poor judgment or mistakes of others and of oneself.
- Successful engineers of the past are our best teachers of judgment. What engineers were doing in past times has relevance to what we should be doing today.

To achieve successful designs, remember to:

- Think about the big picture
- Think constructability
- Be a team player, and
- Use your judgment at all times.

I'd rather be in an over-braced and under-designed building, than in an over-designed, under-braced building.

Younger engineers should:

- Learn to communicate. Engineering is a people business.
- Get involved with professional activities.
- Don't forget that "God is in the details."
- Get out to the job site. You will learn a great deal.

Educators

- Teach students to think creatively. I know that severe limits exist in classroom time, but more open-ended problems are invaluable to the student's education.
- Concentrate on fundamentals. It is the job of the employer to teach how to design.

As a designer of structural steel buildings, you are a part of a team... Design is not a success until construction is complete and the structure functions properly.

Αντί τελικών σχολίων παρατίθενται αυτούσια ορισμένα χαρακτηριστικά αποσπάσματα από πρόσφατη ομιλία του J. M. Fisher⁵ στο NASCC 2006 με τίτλο "Design!".

⁵ James M. Fisher is the recipient of the 2006 J. Lloyd Kim-brough Award, AISC's highest honor for designers. The award is given to those who are universally recognized as the pre-eminent steel design-ers of their era. Fisher has previously received AISC's T.R. Higgins Lectureship Award (1984) and AISC's Lifetime Achievement Award (2000). Fisher is a principal with Computerized Structural Design, Milwaukee.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097508





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6606/1-2 τ.1-2
Ημερ. Εισ.: 04-02-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΠΜ
2008
ΛΗΜ

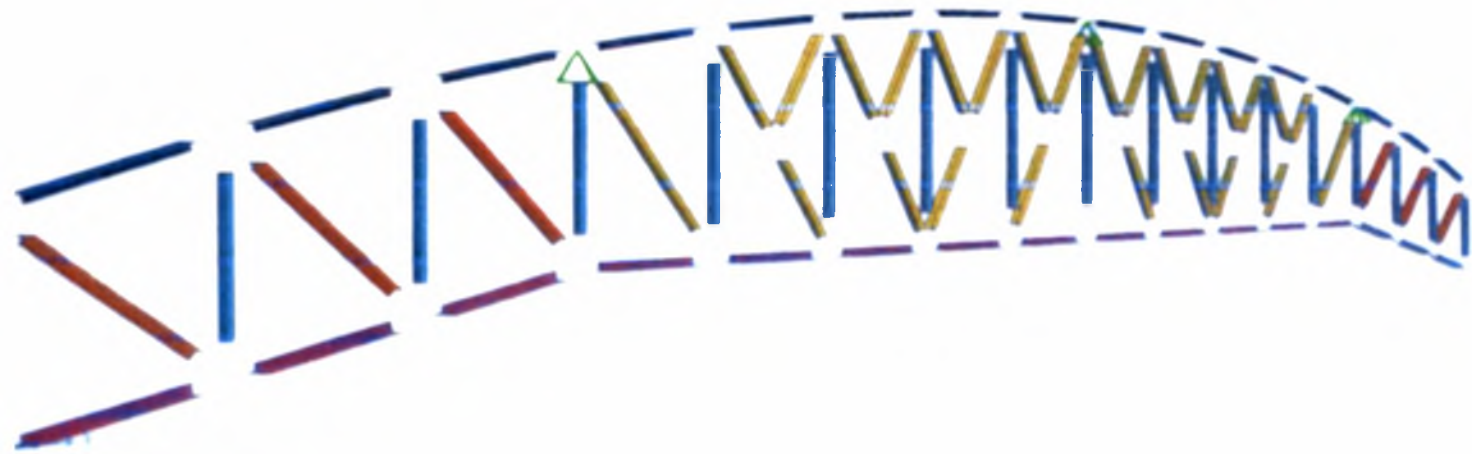


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΜΕΤΗΣ ΖΕΥΚΤΟΥ

ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ ΣΤΕΓΗΣ ΚΑΘΕΣΤΟΥ ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟΥ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΔΗΜΝΙΟΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

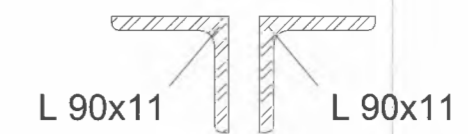
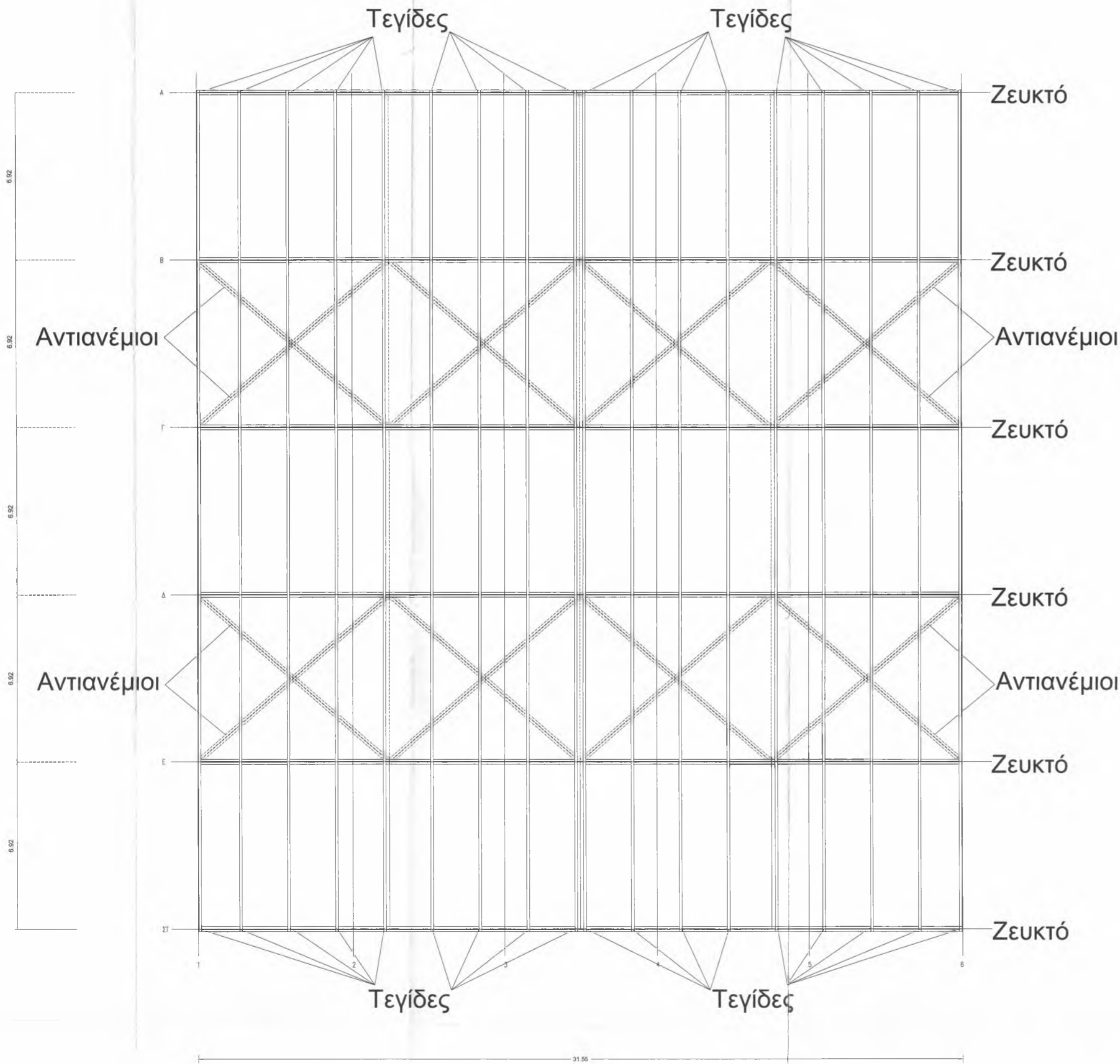
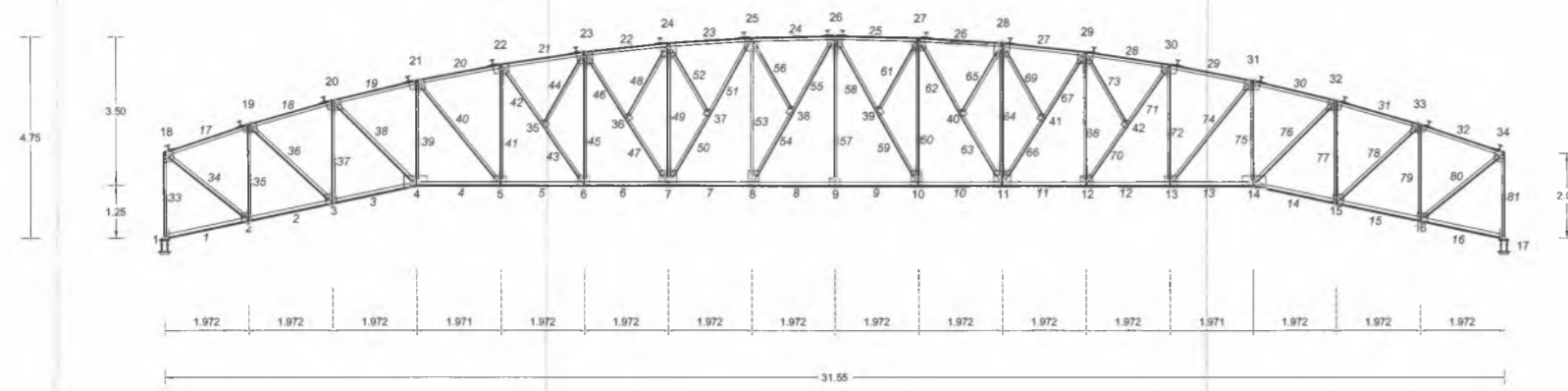
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Βόλος, Σεπτέμβριος 2008

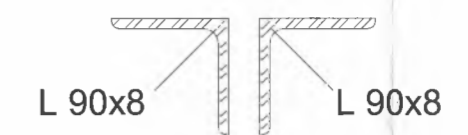


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

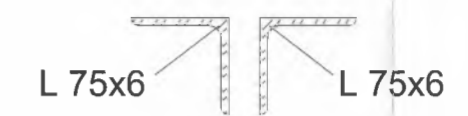
Αριθ. Εισ.: 6606/2 τ.2
Ημερ. Εισ.: 04-02-2009
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΠΜ
2008
ΛΗΜ



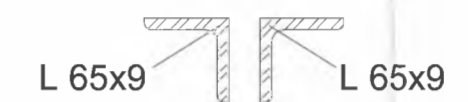
Ράβδοι άνω πέλματος



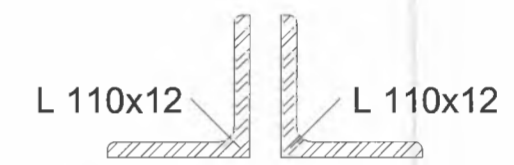
Διαγώνιες ράβδοι
34,36,38,76,78,80



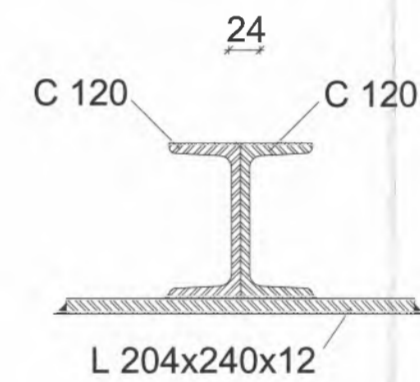
Υπόλοιπες διαγώνιοι



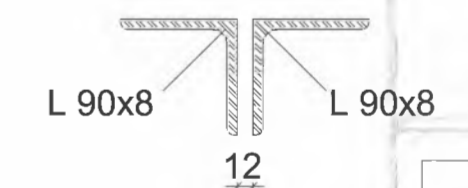
Ορθοστάτες



Ράβδοι κάτω πέλματος



Τεγίδα



Αντιανέμιοι σύνδεσμοι



ΕΡΓΟ : Κατασκευή Κλειστού Γυμναστηρίου

ΑΝΑΔΟΧΟΣ :

ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ : Ορεινή Θεσπρωτία

ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ :

Αριθμός σχεδίου

Κάτοψη και Όψη μεταλλικής στέγης

Σ 1

ΚΛΙΜΑΚΕΣ : 1 : 75

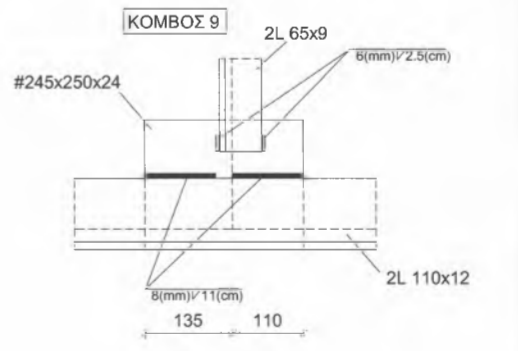
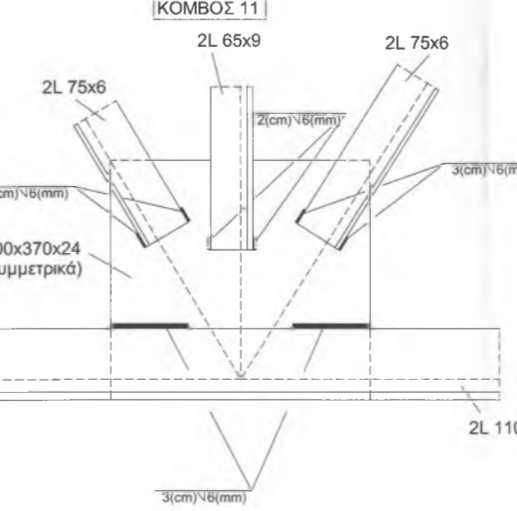
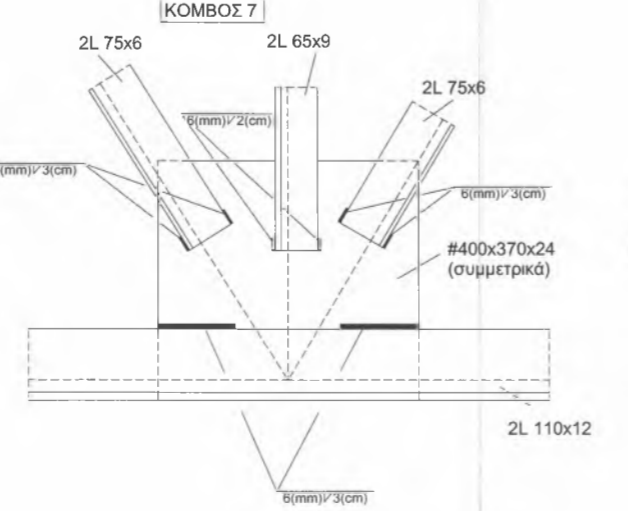
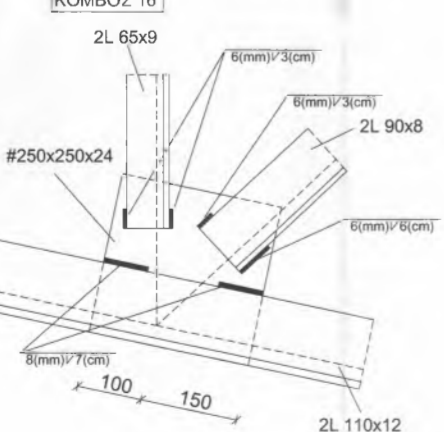
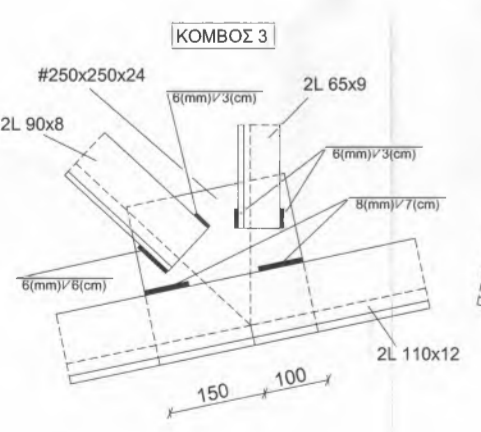
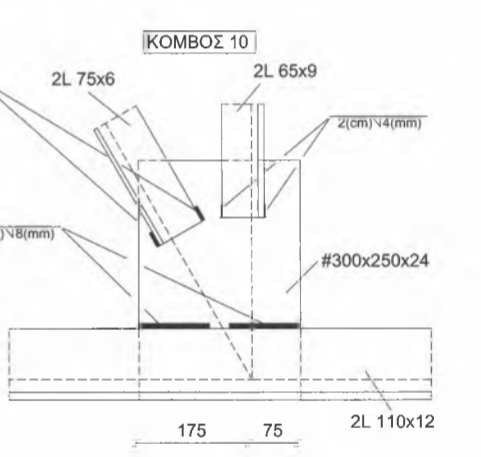
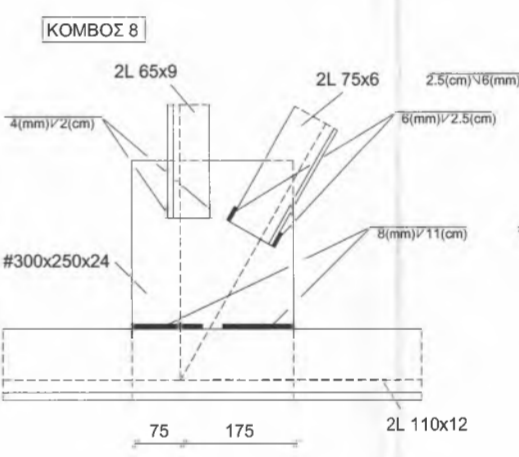
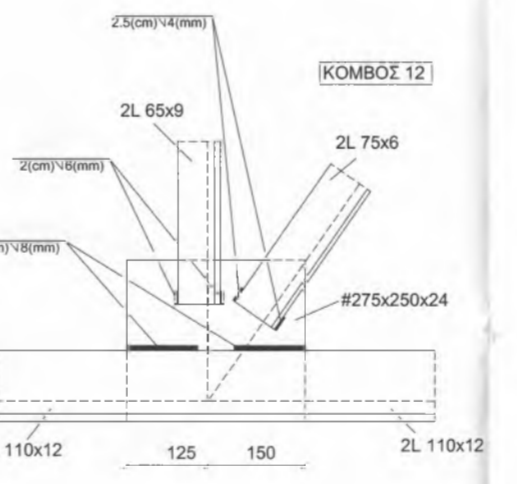
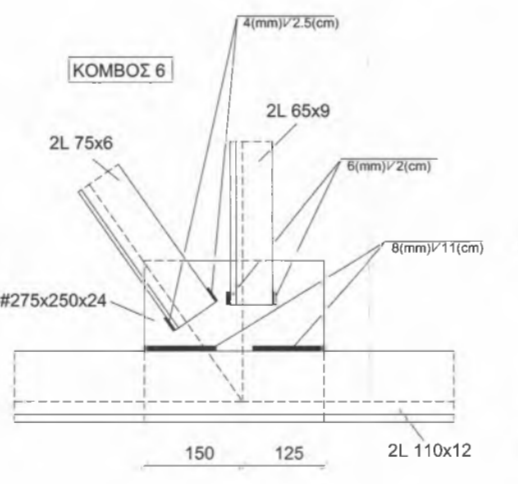
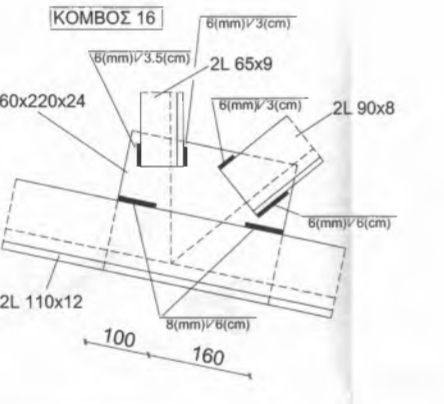
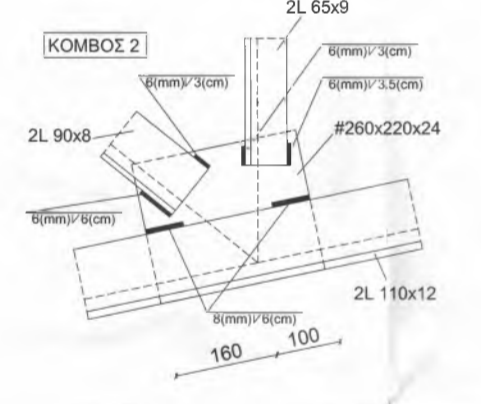
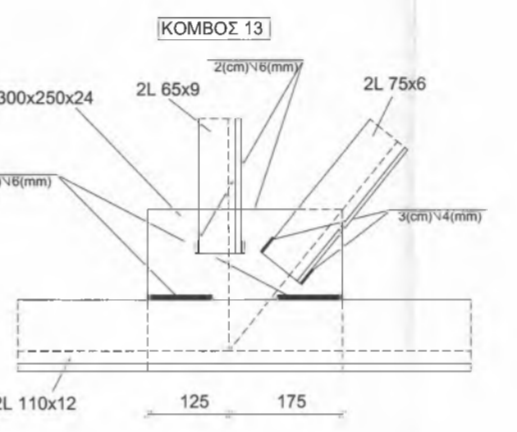
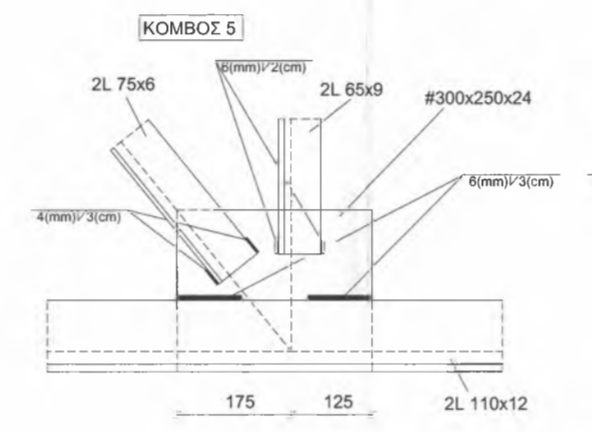
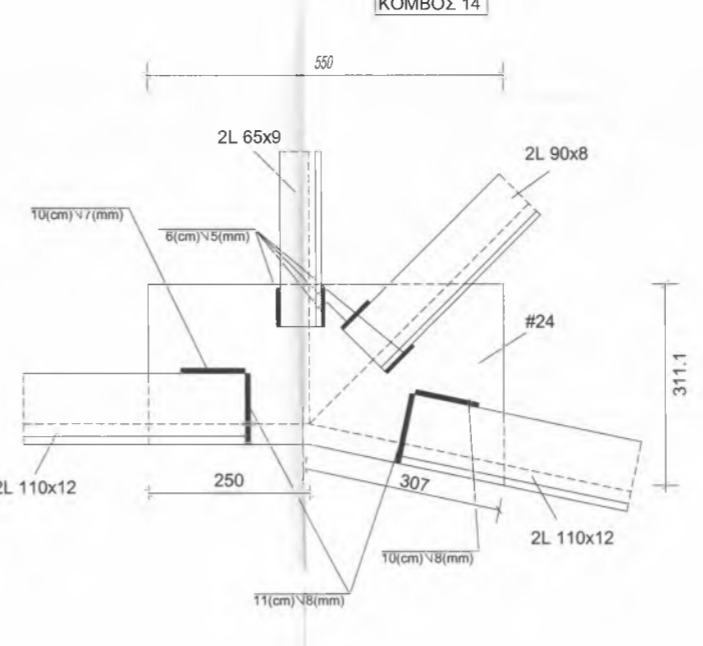
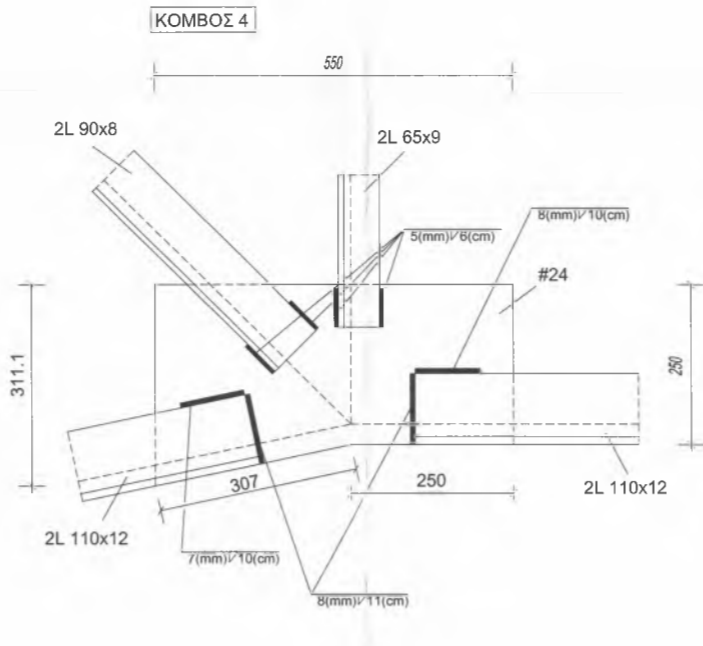
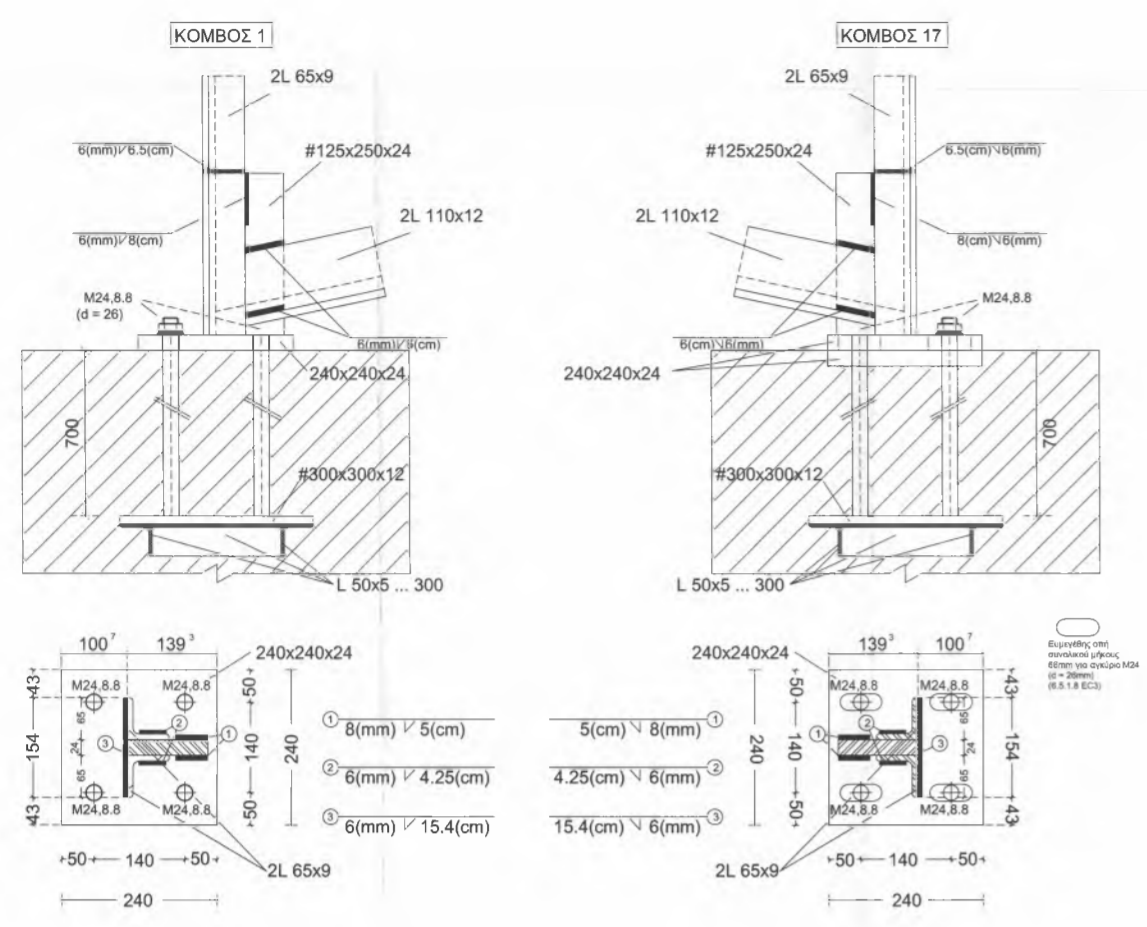
Κωδικός :

Μελετητής :

Θεώρηση

Λημνιός Λεωνίδα

Ημερομηνία : Σεπτέμβριος 2008



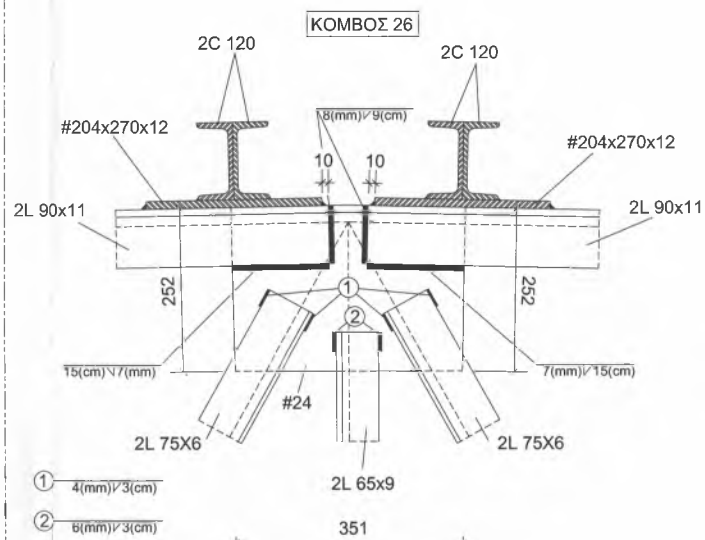
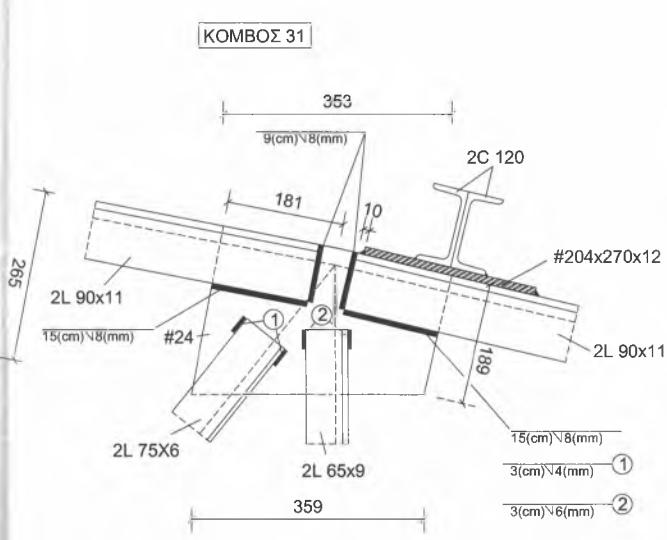
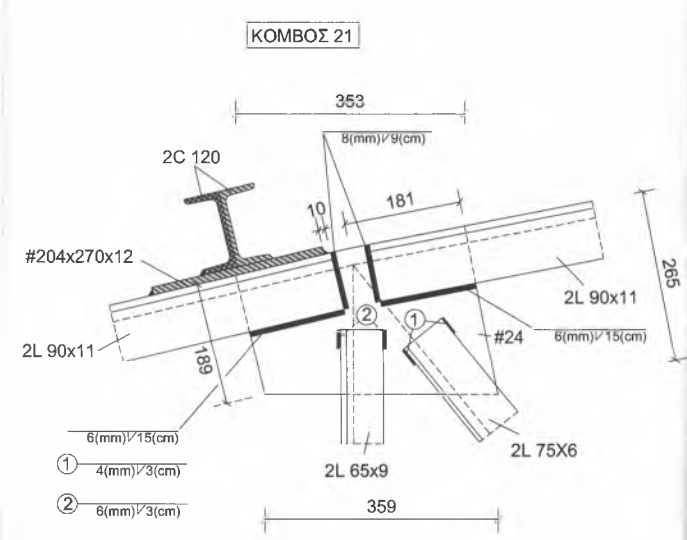
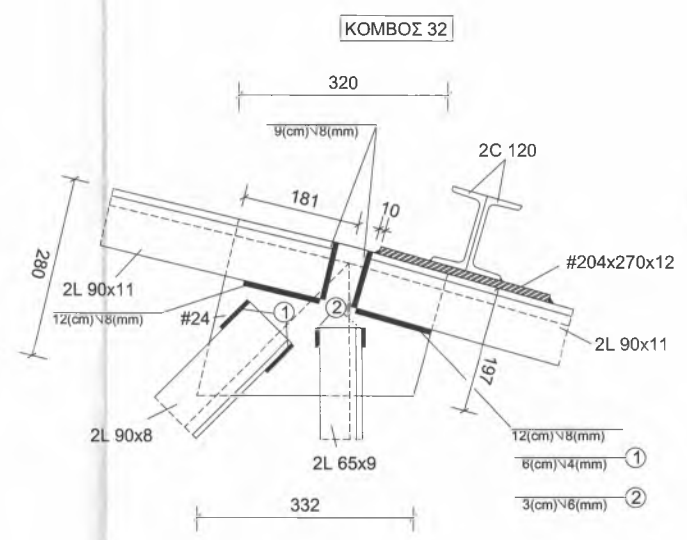
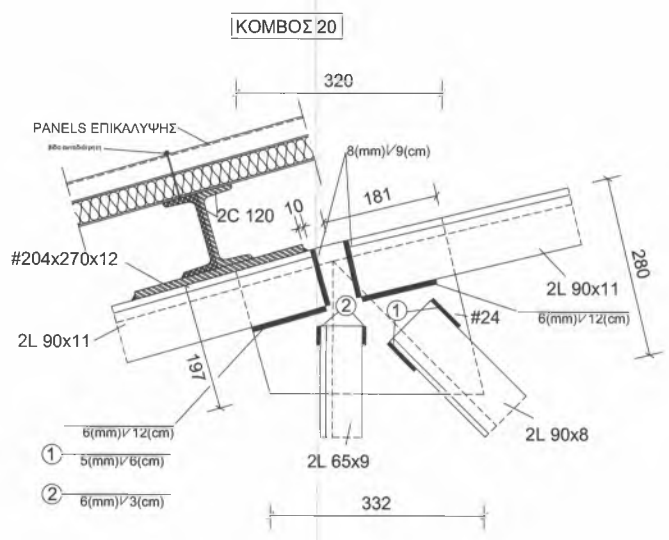
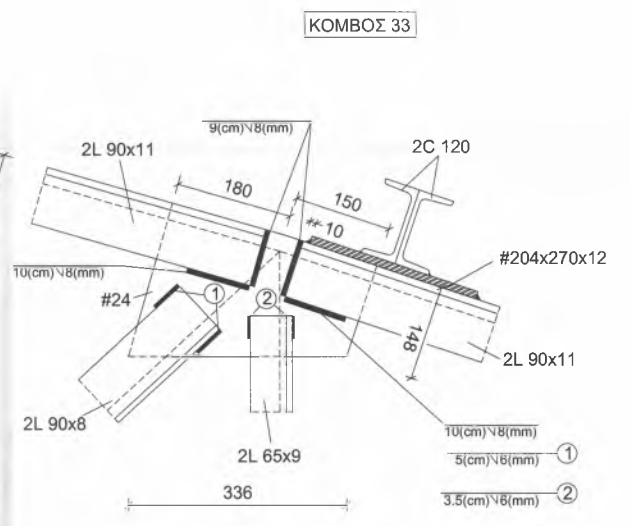
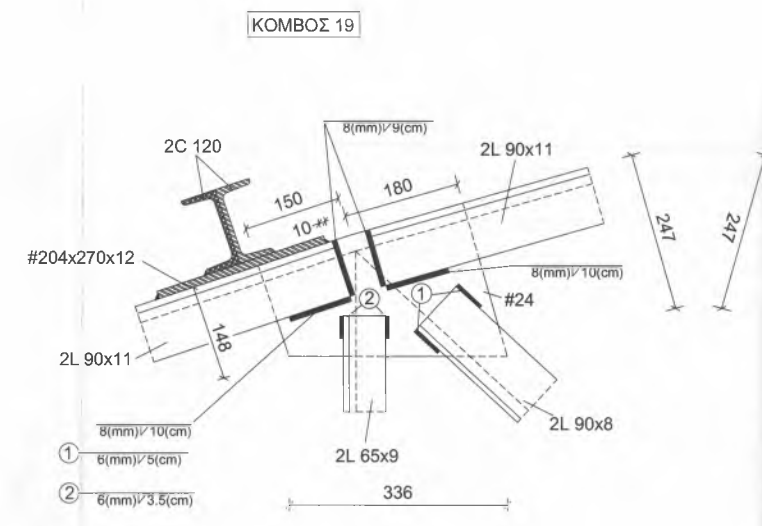
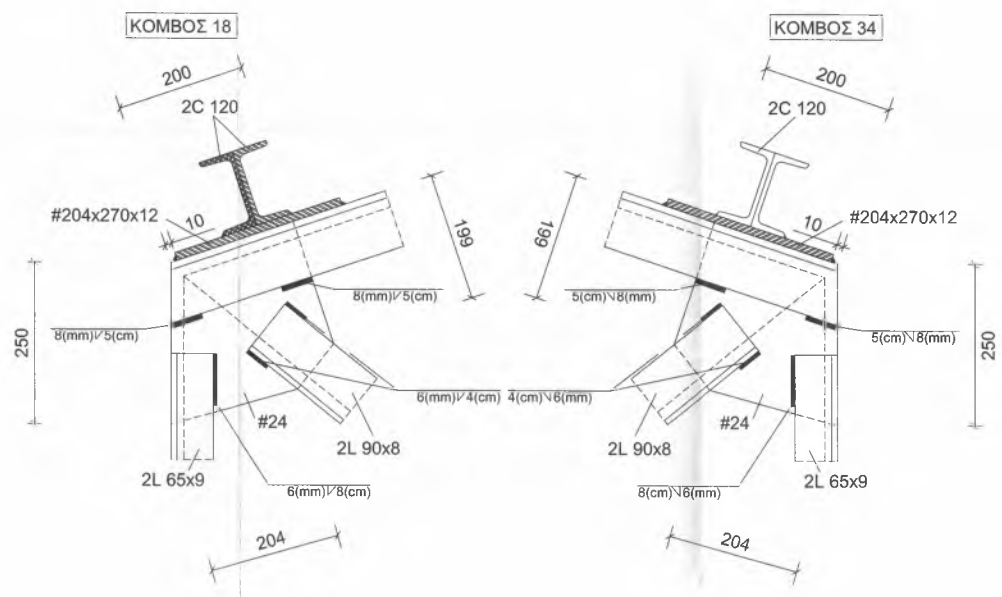
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΟΣ (ΧΑΛΥΒΑΣ S235)

	Ράβδοι άνω πέλματος
	Διαγώνιες ράβδοι 34,36,38,76,78,80
	Υπόλοιπες διαγώνιες
	Ορθοστάτες
	Ράβδοι κάτω πέλματος
	Τεγίδα
	Αντιανεμίσι σύνδεσμοι

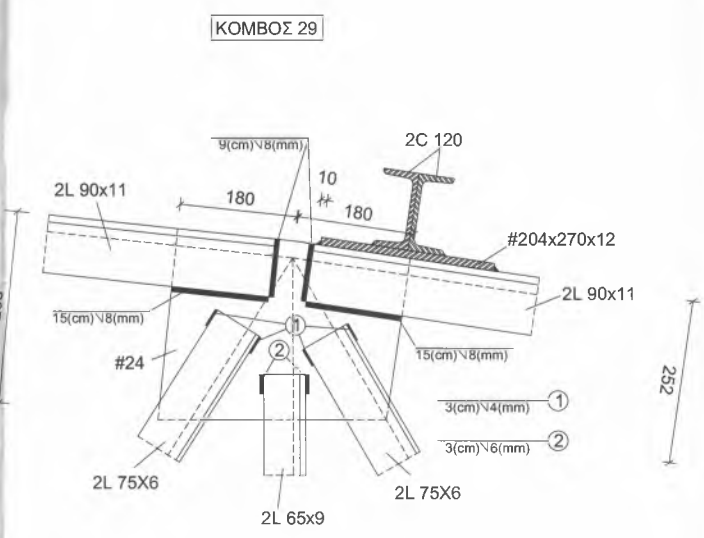
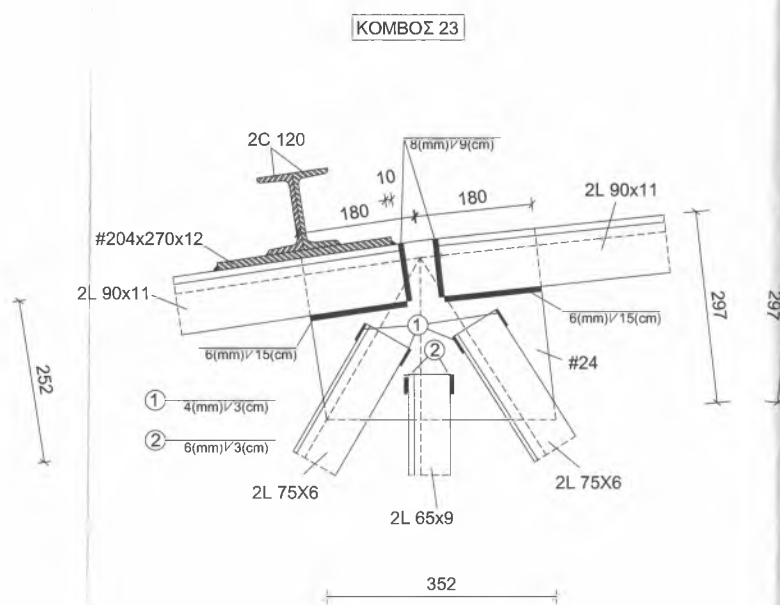
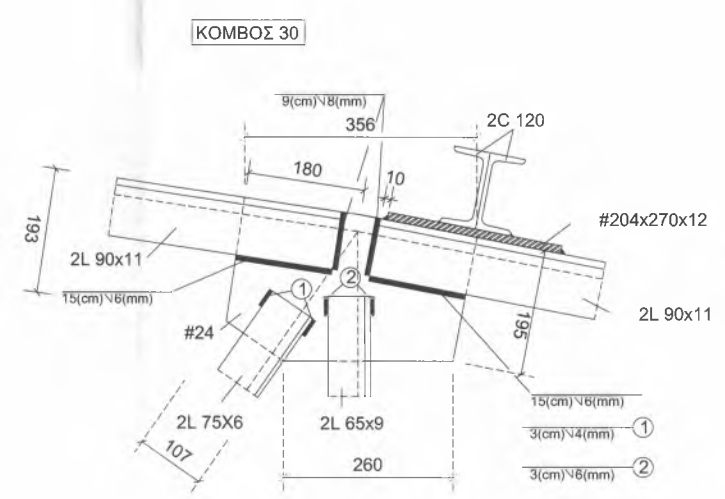
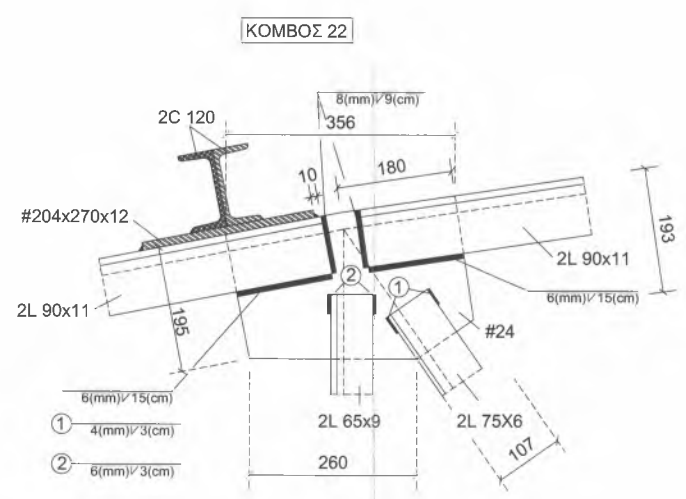


ΕΡΓΟ : Κατασκευή Κλειστού Γυμναστηρίου	
ΑΝΑΔΟΧΟΣ :	
ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ : Ορεινή Θεσπρωτία	
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ : Λεπτομέρειες κόμβων κάτω πέλματος μεταλλικής στέγης	Αριθμός σχεδίου Σ 2
ΚΛΙΜΑΚΕΣ : 1 : 5	Κωδικός :
Μελετητής : Λημνιός Λεωνίδας	Θεώρηση
Ημερομηνία : Σεπτέμβριος 2008	

	Ράβδοι άνω πέλματος L 90x11
	Διαγώνιες ράβδοι L 90x8 34,36,38,76,78,80
	Υπόλοιπες διαγώνιοι L 75x6
	Ορθοστάτες L 65x9
	Ράβδοι κάτω πέλματος L 110x12
	Τεγίδα C 120
	Αντιπνεύμοι σύνδεσμοι L 204x240x12 L 90x8

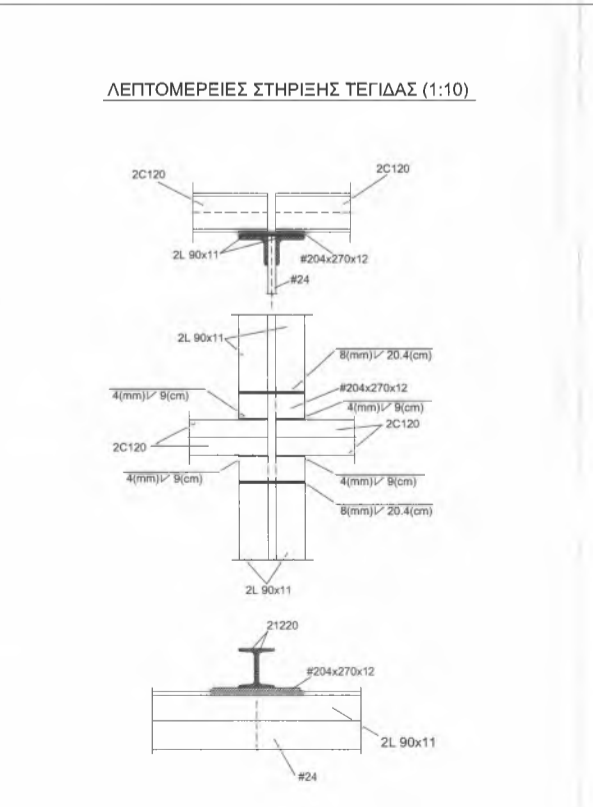
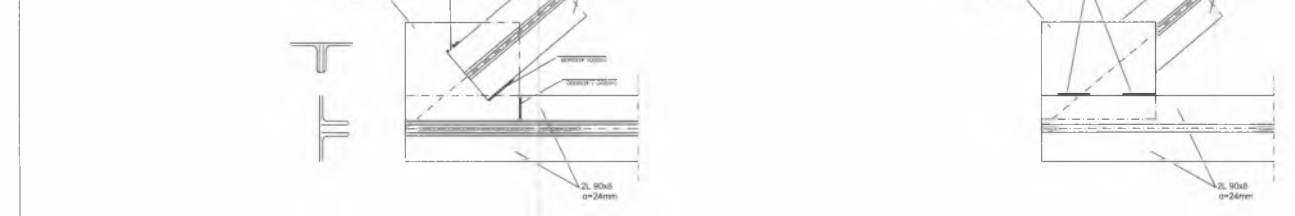
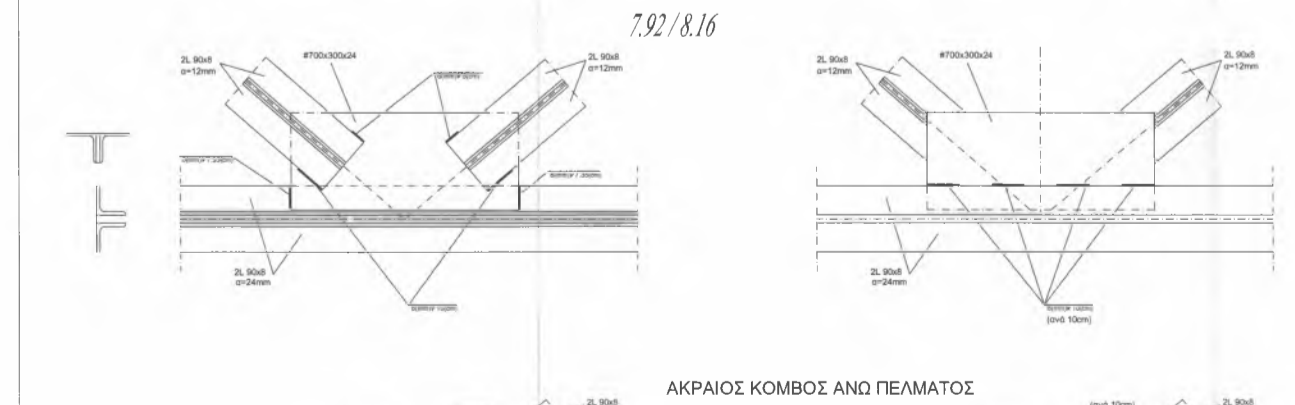
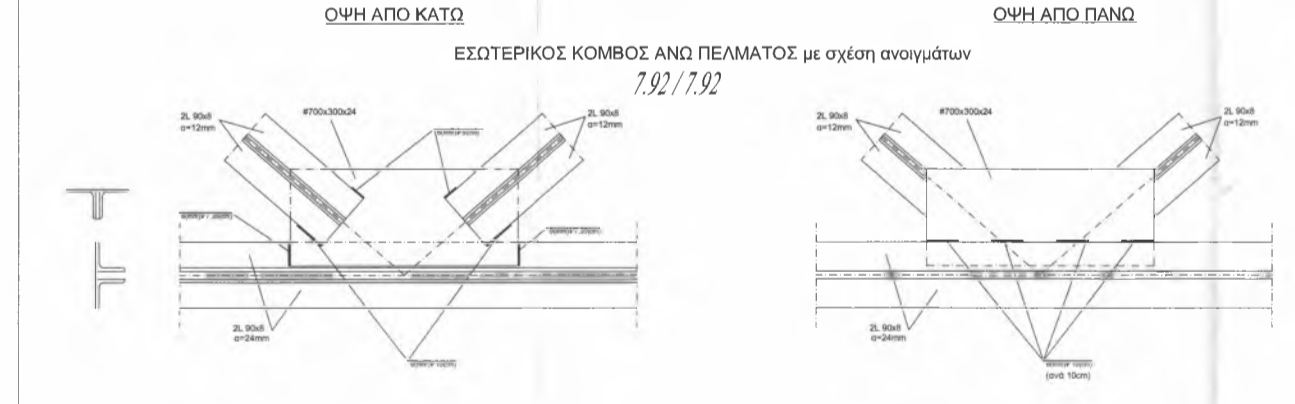
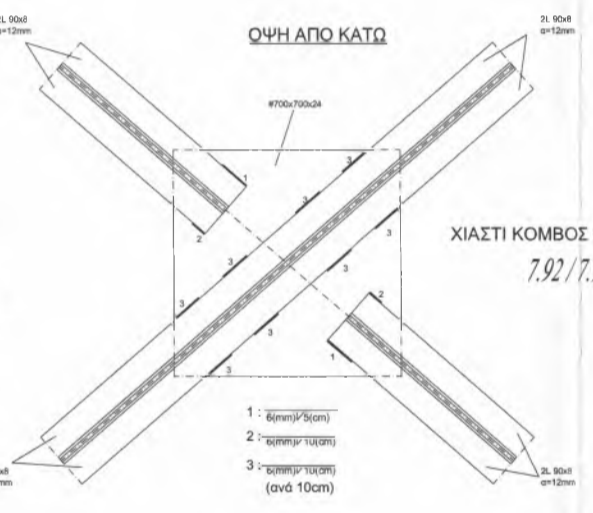
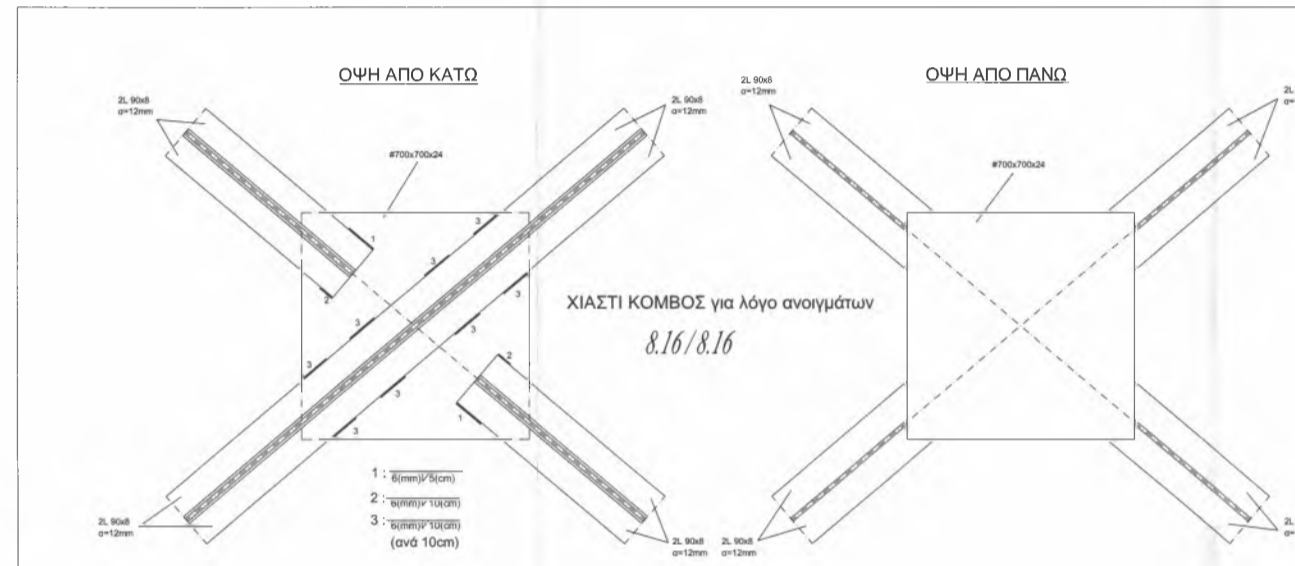
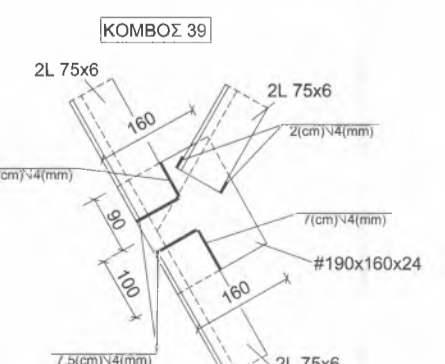
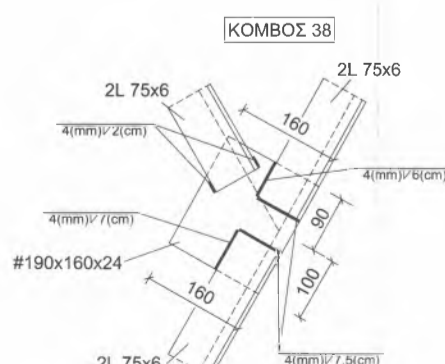
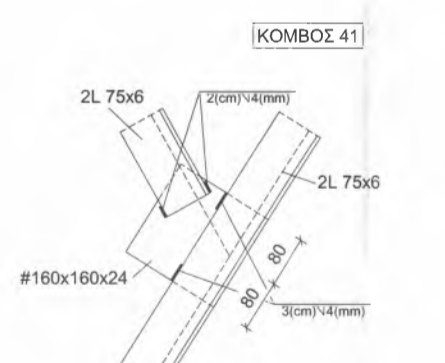
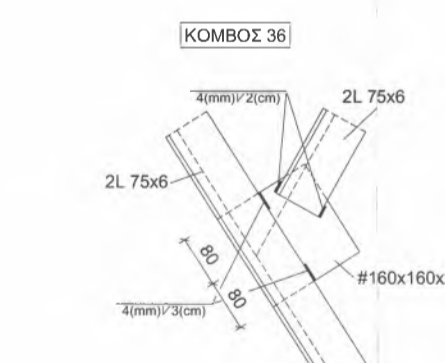
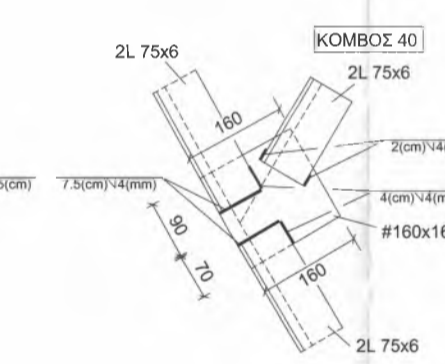
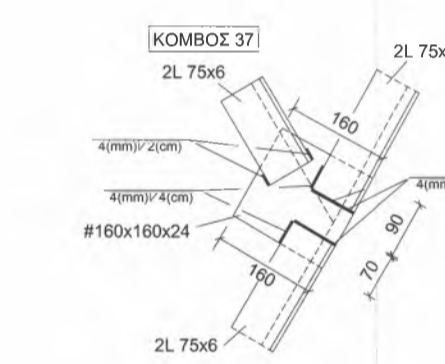
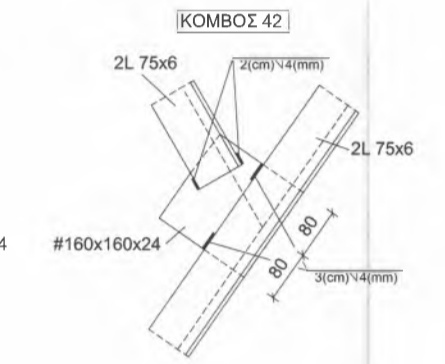
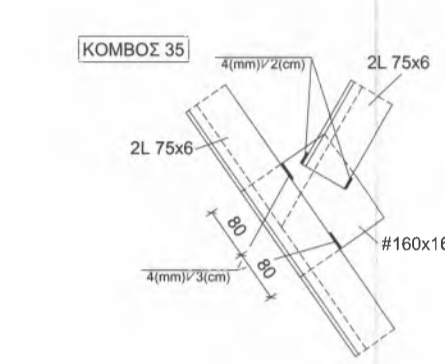
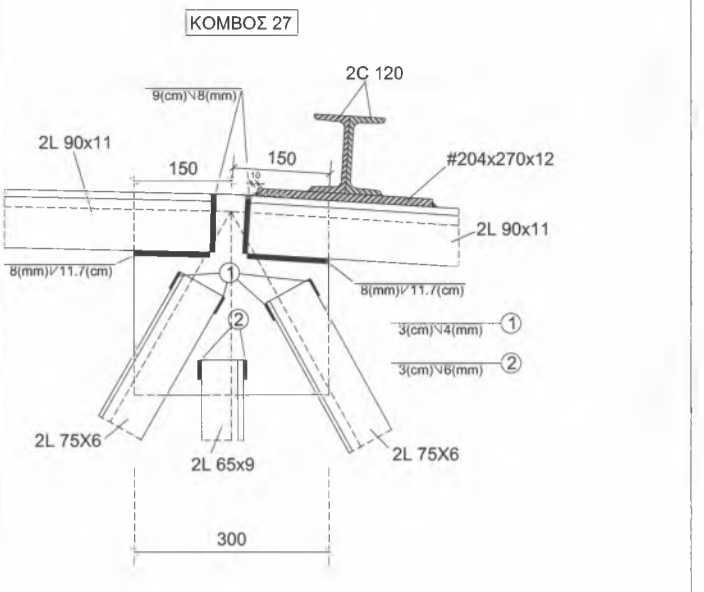
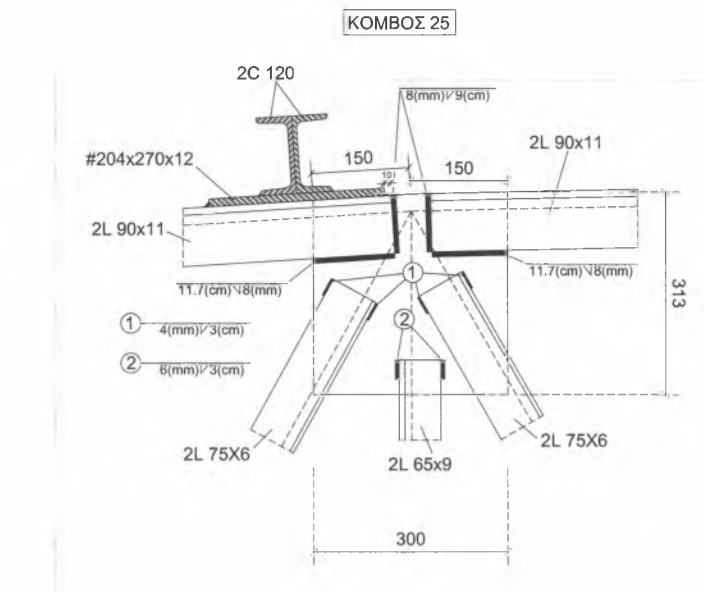
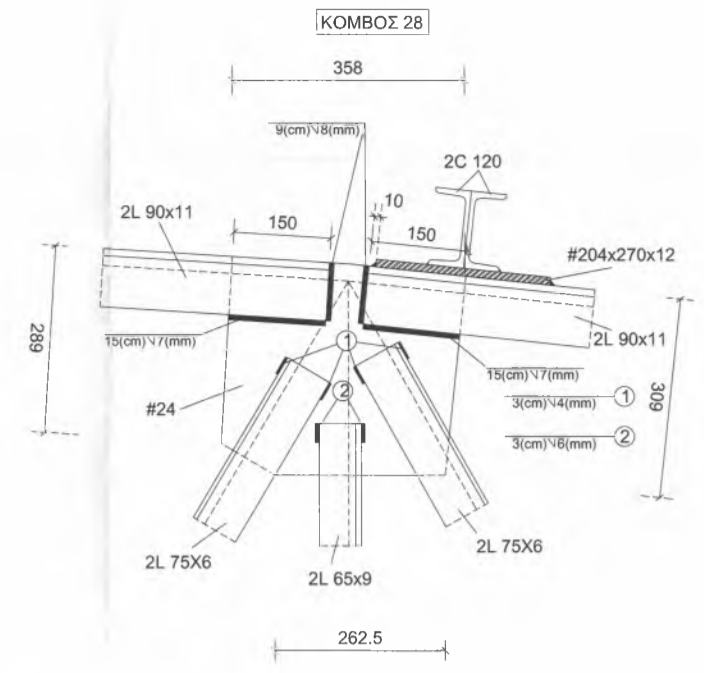
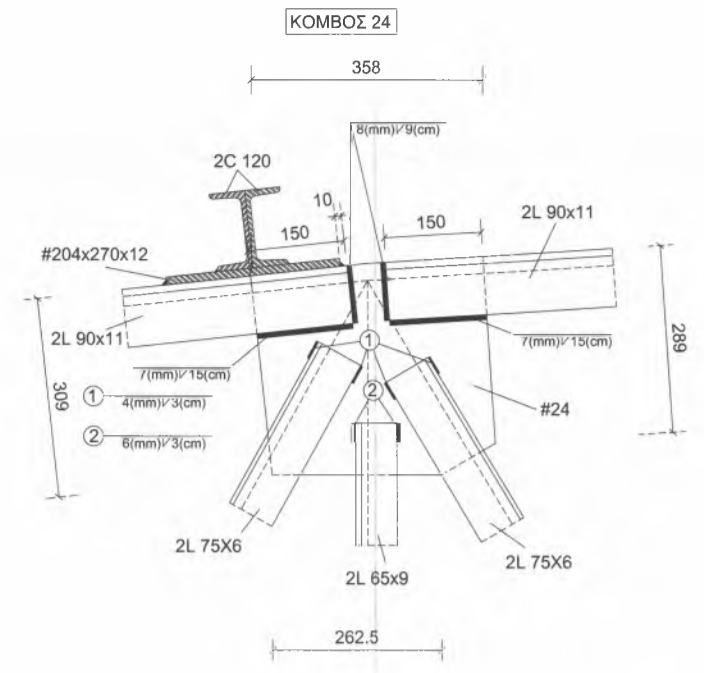


Λεπτομερία στήριξης με PANEL



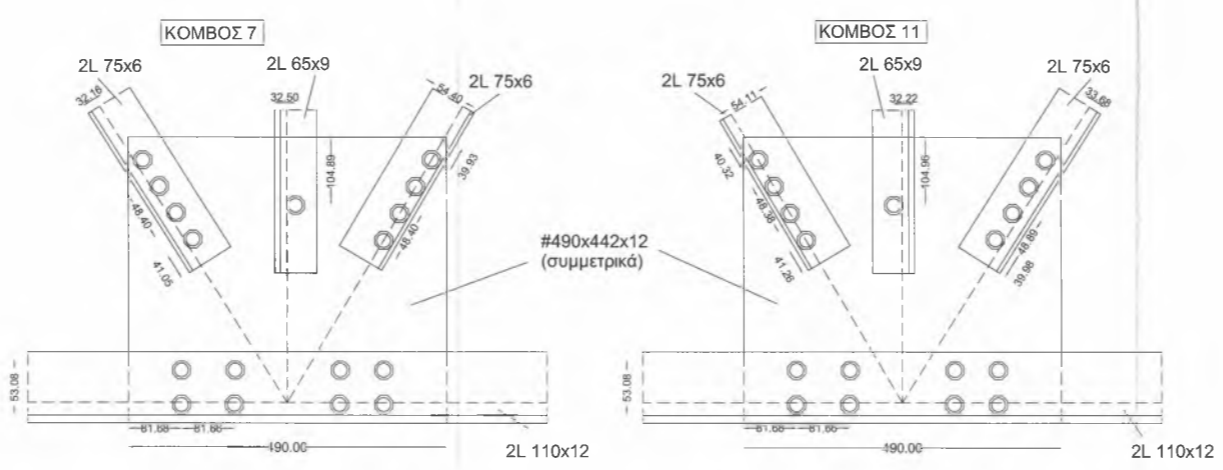
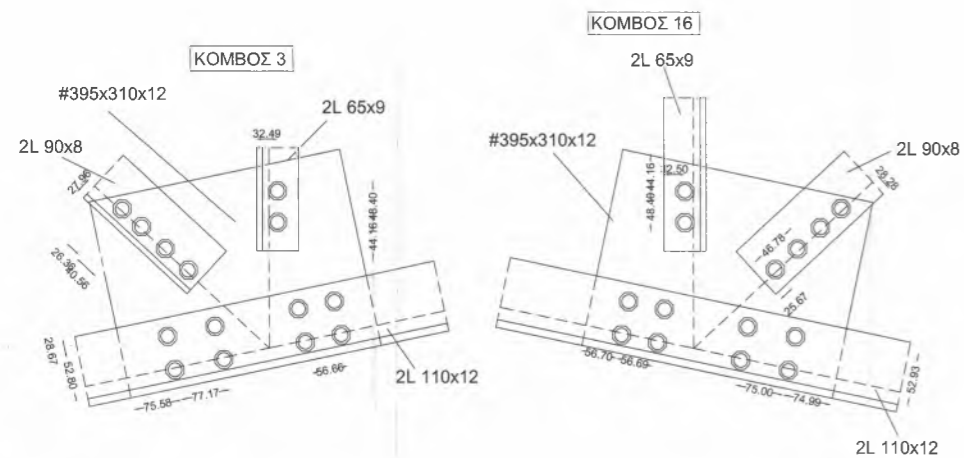
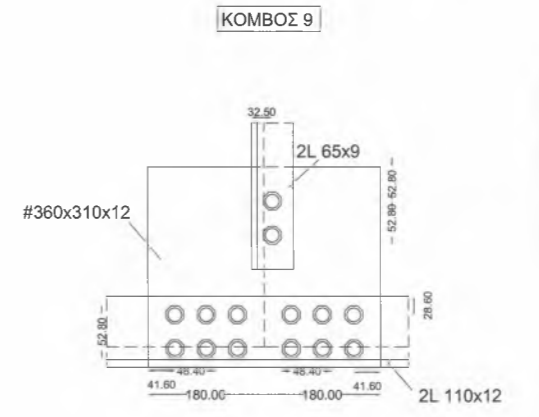
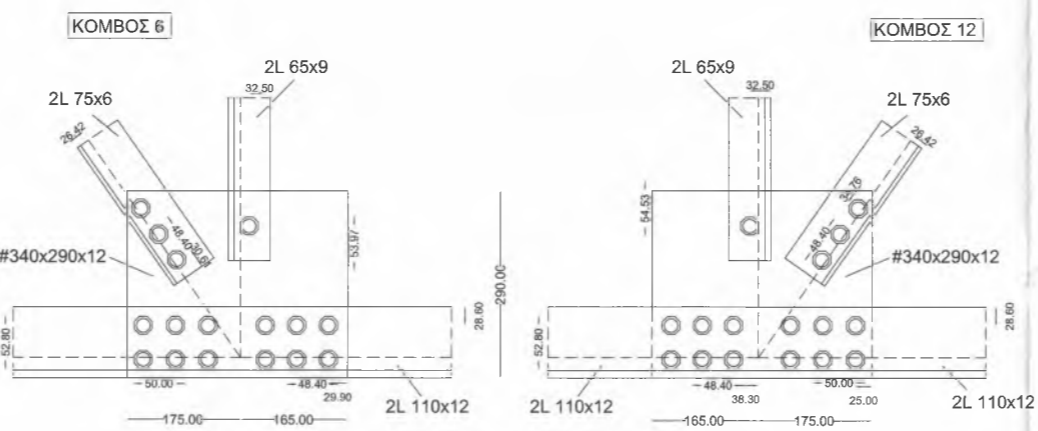
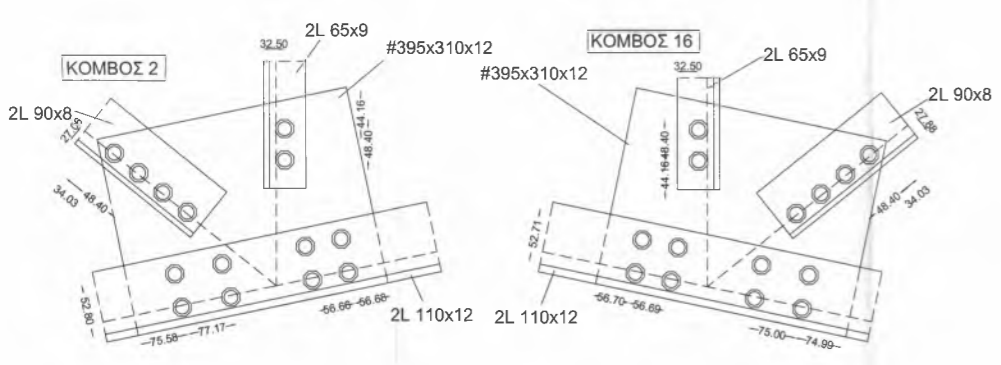
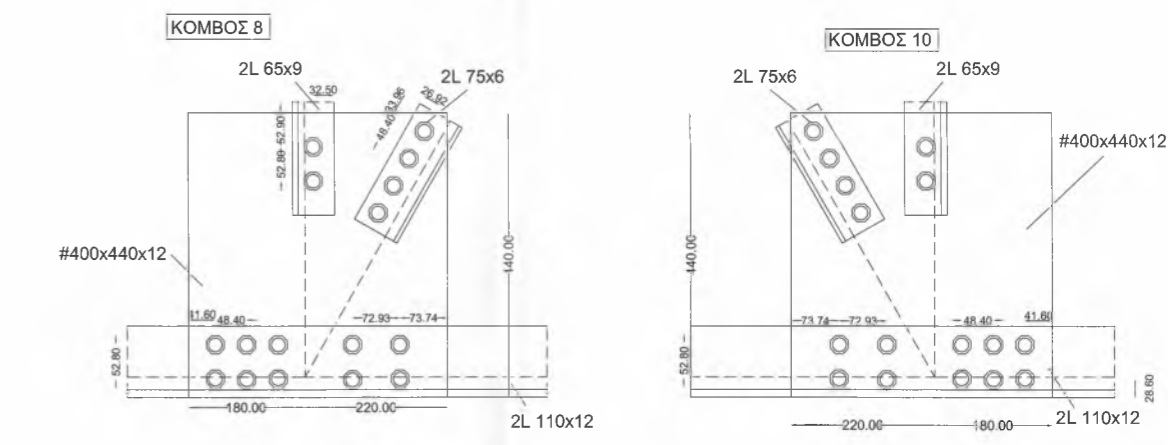
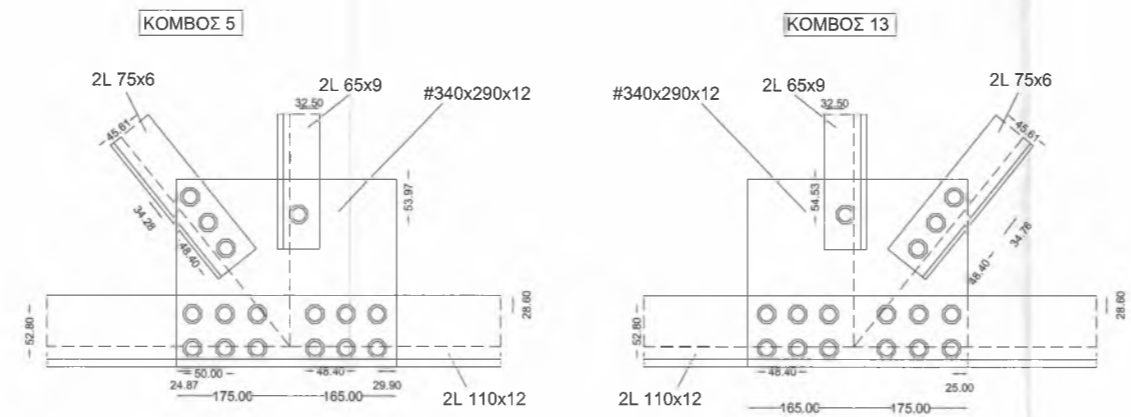
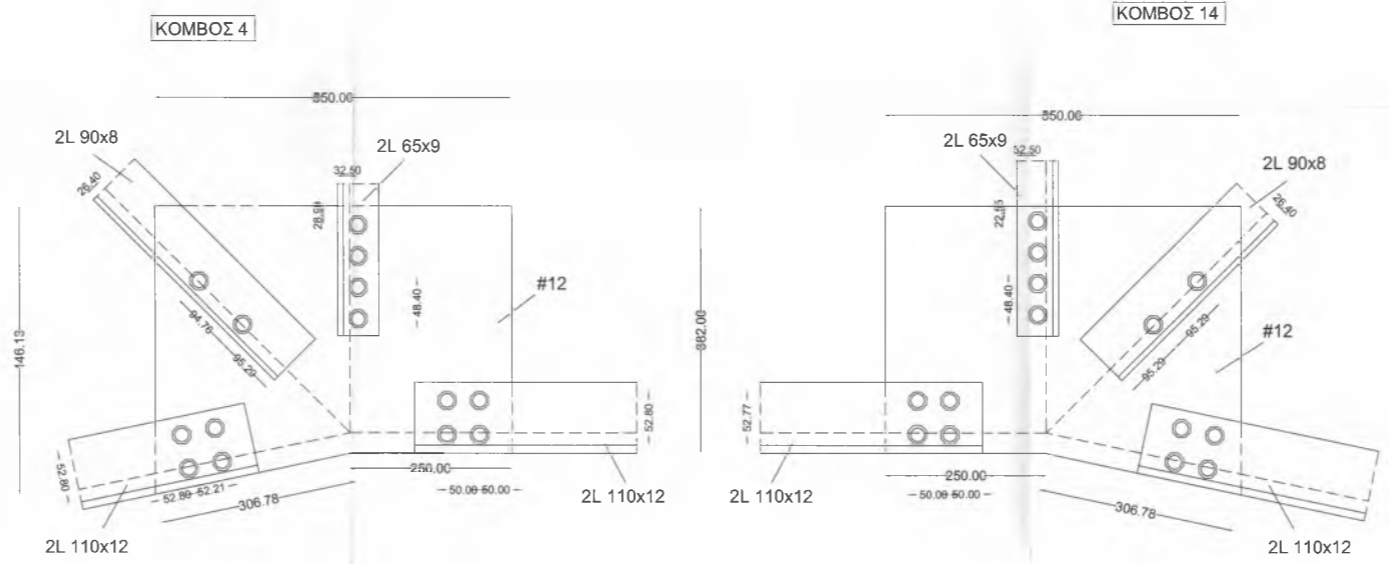
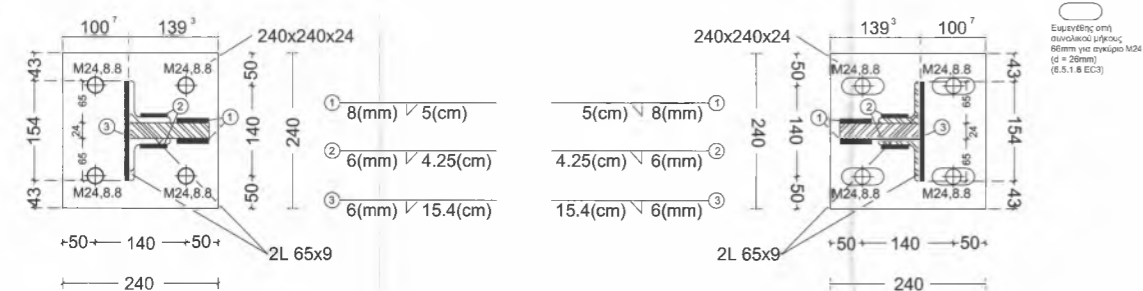
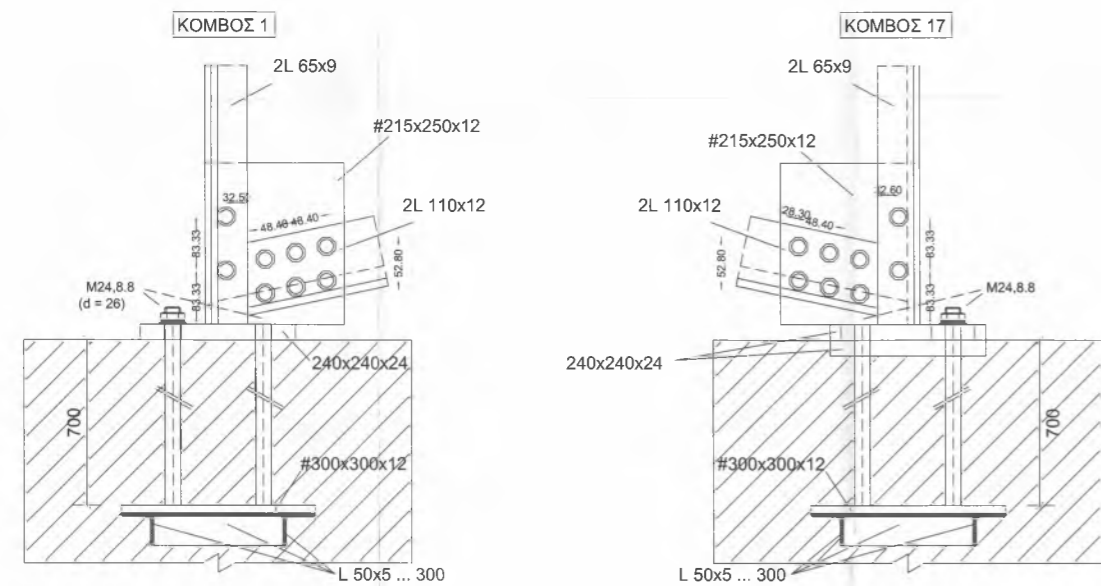
ΕΡΓΟ : Κατασκευή Κλειστού Γυμναστηρίου	
ΑΝΑΔΟΧΟΣ :	
ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ : Ορεινή Θεσπρωτία	
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ :	Αριθμός σχεδίου
Λεπτομέρειες κόμβων άνω πέλματος μεταλλικής στέγης (συνεχίζεται...)	Σ 3
ΚΛΙΜΑΚΕΣ : 1 : 5	Κωδικός :
Μελετητής :	Θεώρηση
Λημνός Λεωνίδα	
Ημερομηνία : Σεπτέμβριος 2008	

	Ράβδοι άνω πέλματος
	Διαγώνιες ράβδοι 34,36,38,76,78,80
	Υπόλοιπες διαγώνιοι
	Ορθοστάτες
	Ράβδοι κάτω πέλματος
	Τεγίδα



ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΚΟΜΒΩΝ ΑΝΤΙΑΝΕΜΙΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ (1:10)

ΕΡΓΟ : Κατασκευή Κλειστού Γυμναστηρίου	
ΑΝΑΔΟΧΟΣ :	
ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ : Ορεινή Θεσπρωτία	
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ : Λεπτομέρειες υπολοίπων κόμβων, αντιανεμίων και στήριξης τεγίδας μεταλλικής στέγης	Αριθμός σχεδίου Σ 4
ΚΛΙΜΑΚΕΣ : 1 : 5 , 1 : 10	Κωδικός :
Μελετητής : Λημνιός Λεωνίδα	Θεώρηση
Ημερομηνία : Σεπτέμβριος 2008	



ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΟΣ (ΧΑΛΥΒΑΣ S235)

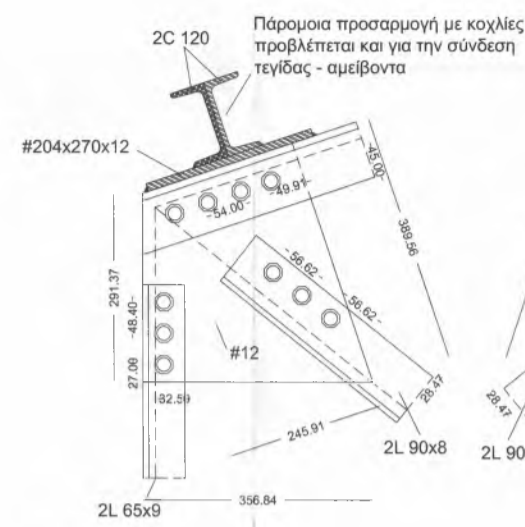
	Ράβδοι άνω πέλματος L 90x11
	Διαγώνιες ράβδοι L 90x8
	Υπόλοιπες διαγώνιες L 75x6
	Ορθοστάτες L 65x9
	Ράβδοι κάτω πέλματος L 110x12
	Αντιανέμοι σύνδεσμοι L 90x8
	Κοχλίας M20 κατηγορίας 8.8



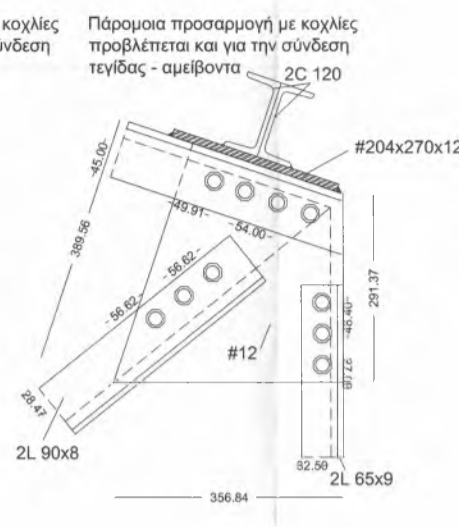
ΕΡΓΟ : Κατασκευή Κλειστού Γυμναστηρίου	
ΑΝΑΔΟΧΟΣ :	
ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ : Ορεινή Θεσπρωτία	
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ :	Αριθμός σχεδίου
Λεπτομέρειες κόμβων κάτω πέλματος	Σ 2
ΚΛΙΜΑΚΕΣ : 1 : 5	Κωδικός :
Μελετητής : Δημήτριος Λεωνίδας	Θεώρηση
Ημερομηνία : Σεπτέμβριος 2008	

	Ράβδοι άνω πέλματος
	Διαγώνιες ράβδοι 34,36,38,76,78,80
	Υπόλοιπες διαγώνιοι
	Ορθοστάτες
	Ράβδοι κάτω πέλματος
	Αντιάνεμοι σύνδεσμοι
	Κοχλίες M20 κατηγορίας 8.8

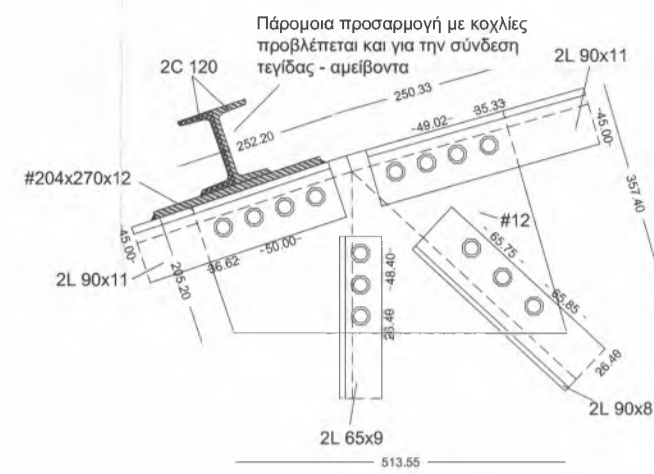
ΚΟΜΒΟΣ 18



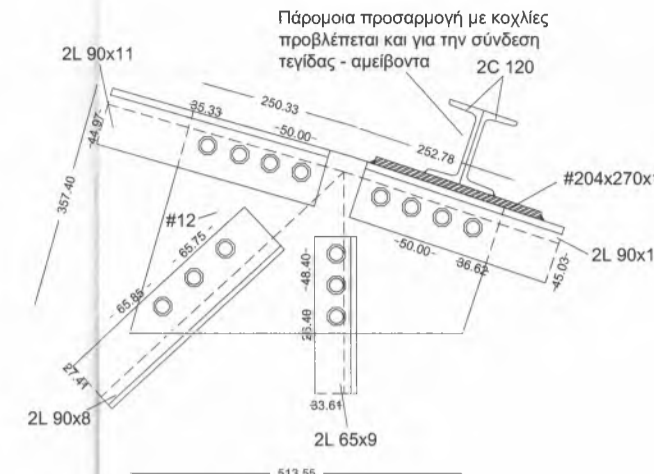
ΚΟΜΒΟΣ 34



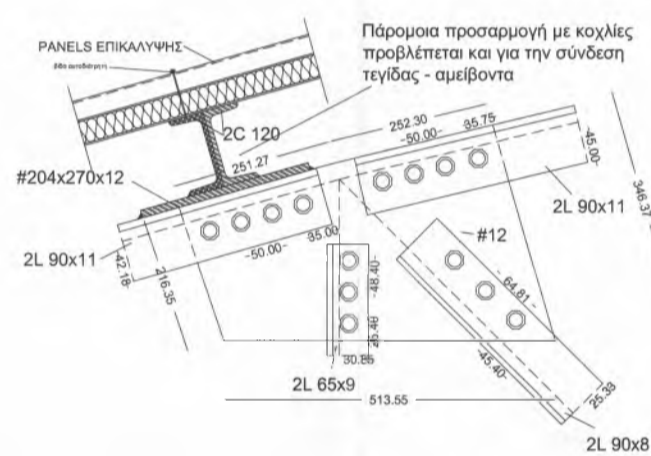
ΚΟΜΒΟΣ 19



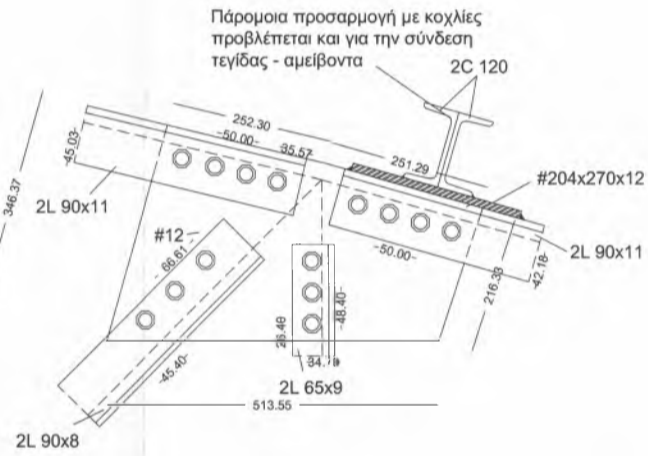
ΚΟΜΒΟΣ 33



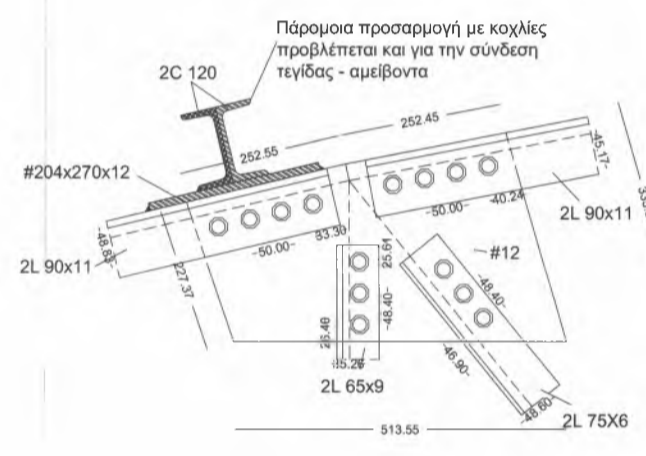
ΚΟΜΒΟΣ 20



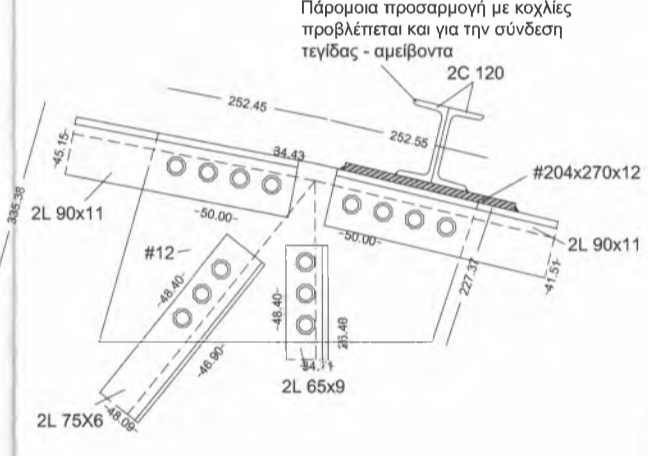
ΚΟΜΒΟΣ 32



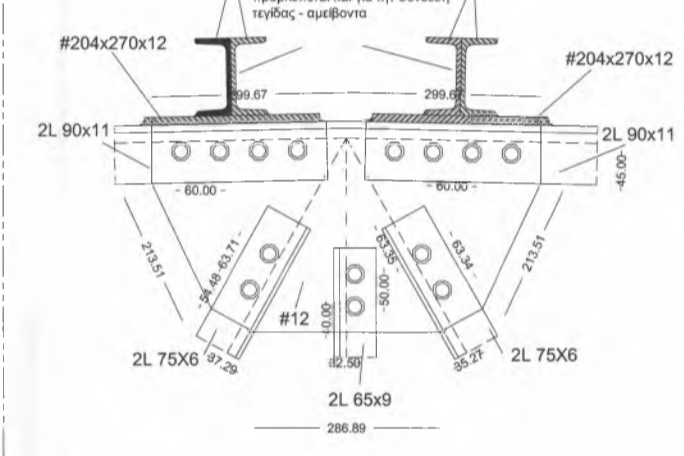
ΚΟΜΒΟΣ 21



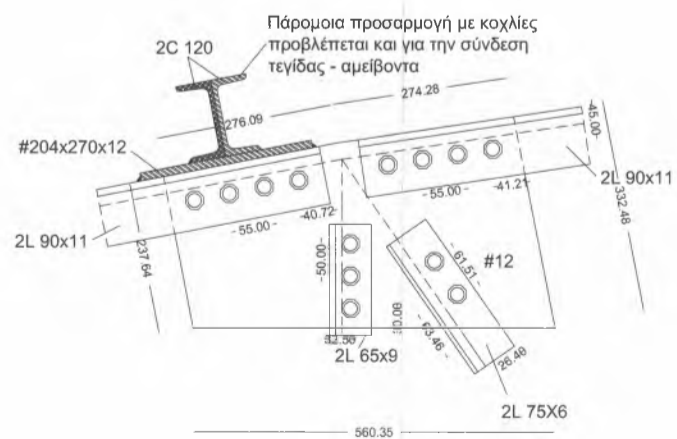
ΚΟΜΒΟΣ 31



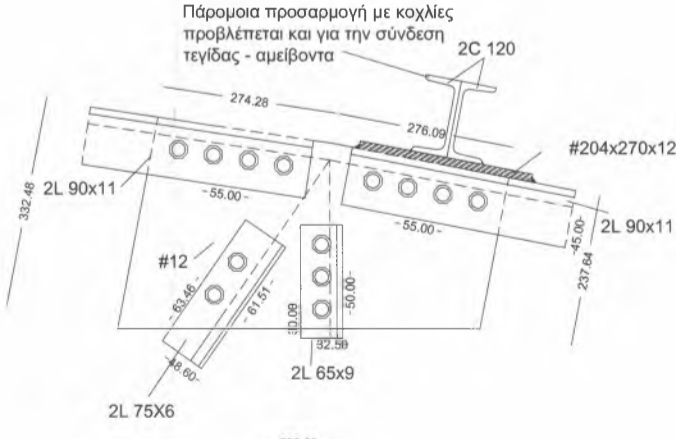
ΚΟΜΒΟΣ 26



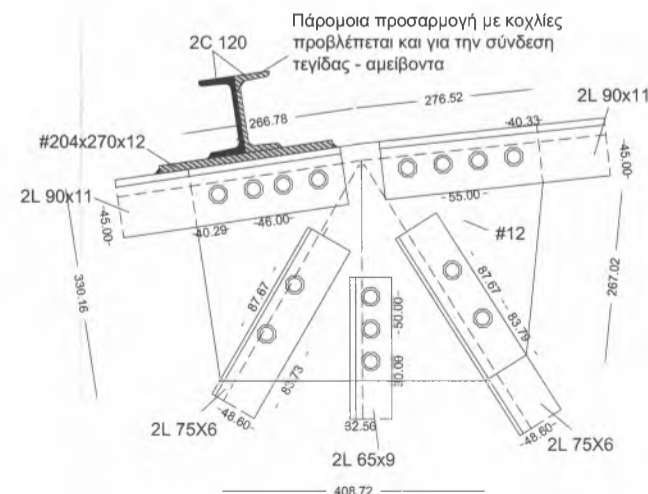
ΚΟΜΒΟΣ 22



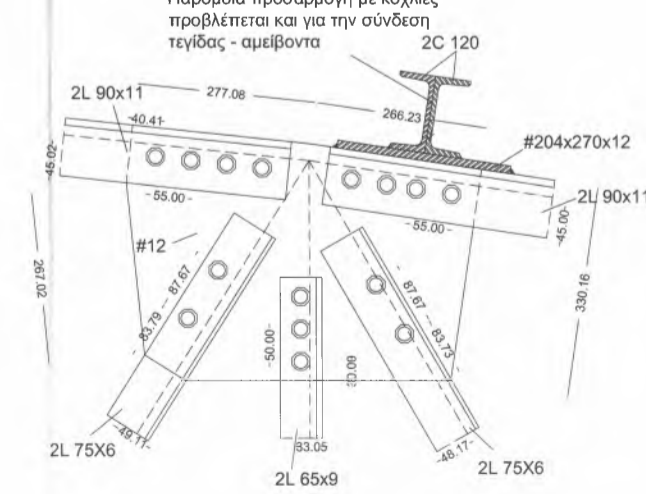
ΚΟΜΒΟΣ 30



ΚΟΜΒΟΣ 23



ΚΟΜΒΟΣ 29

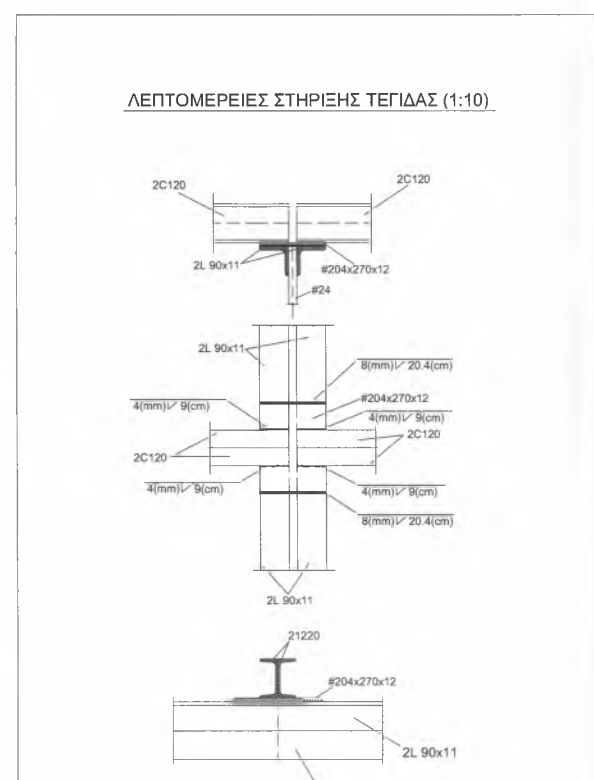
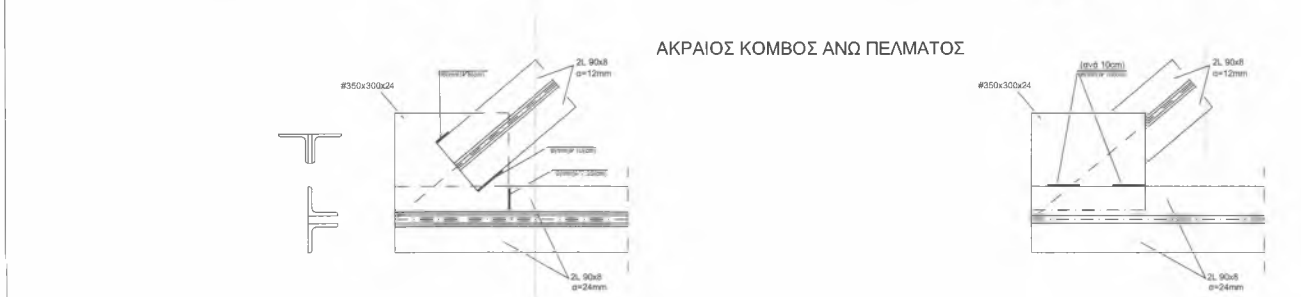
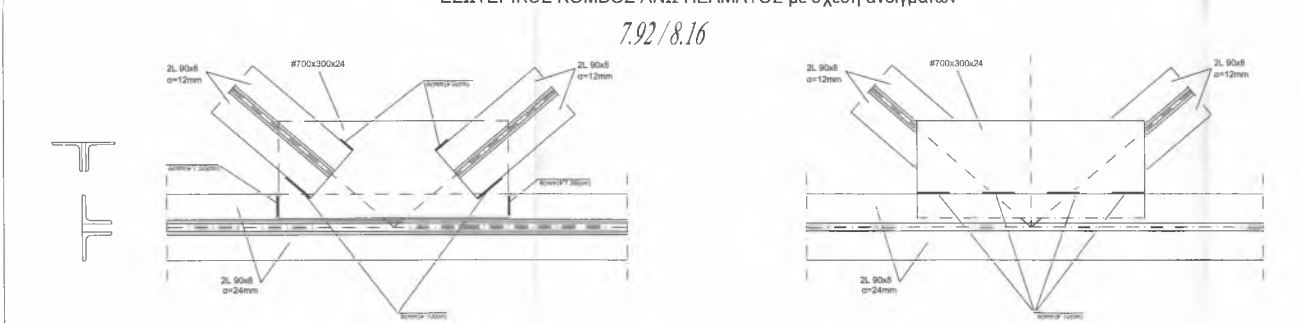
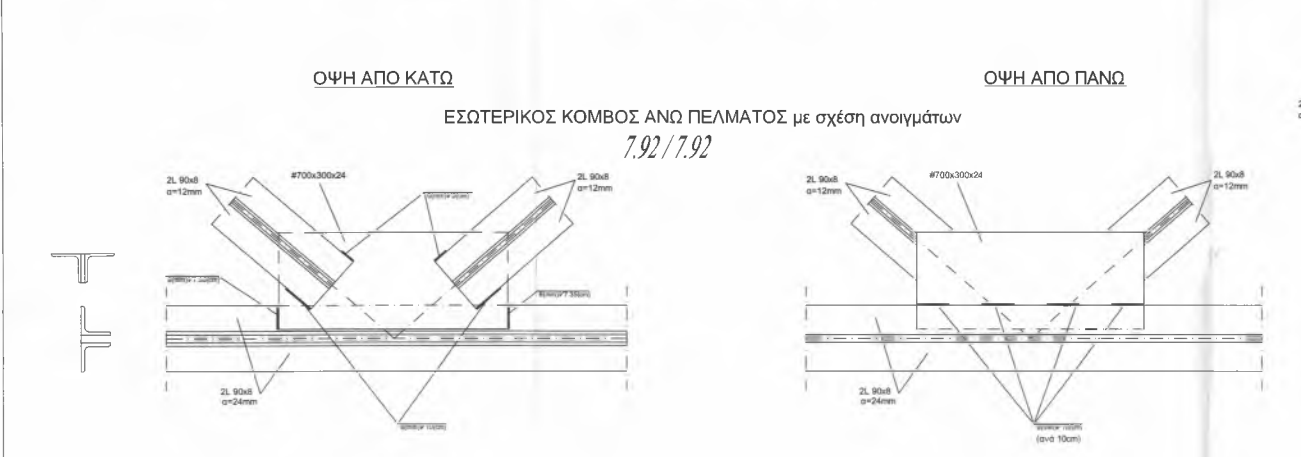
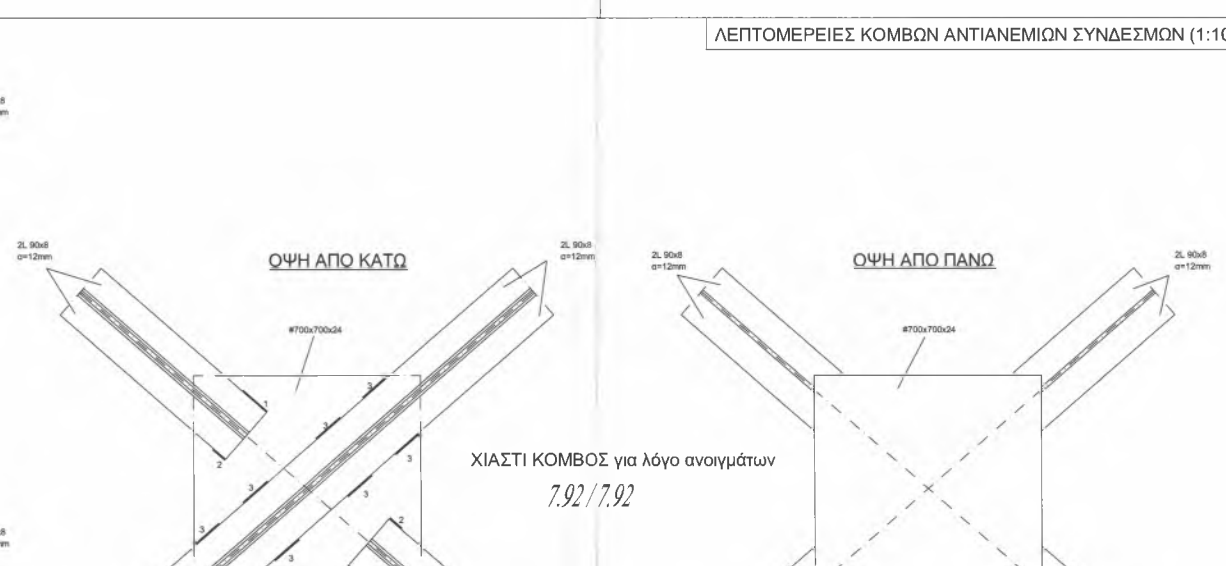
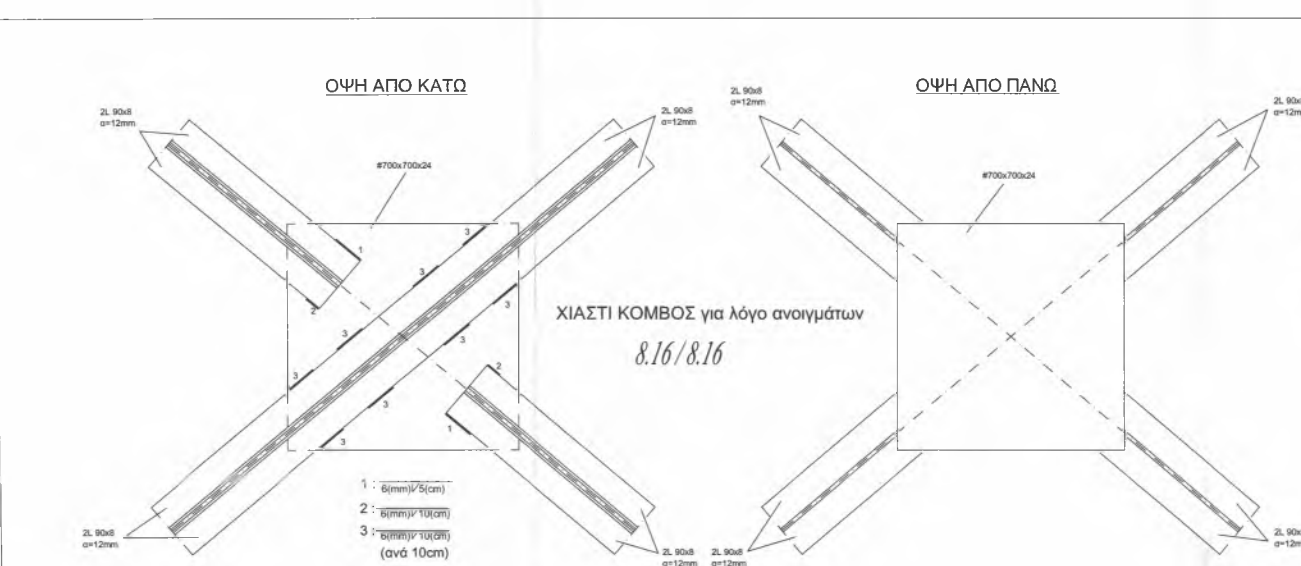
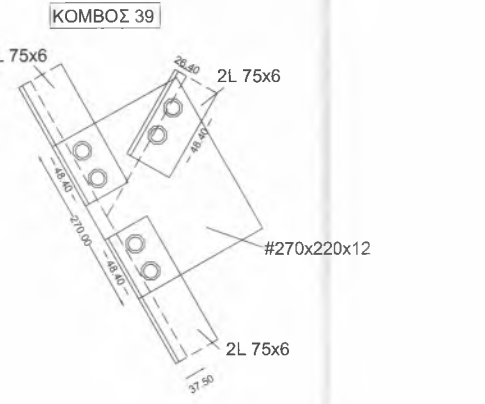
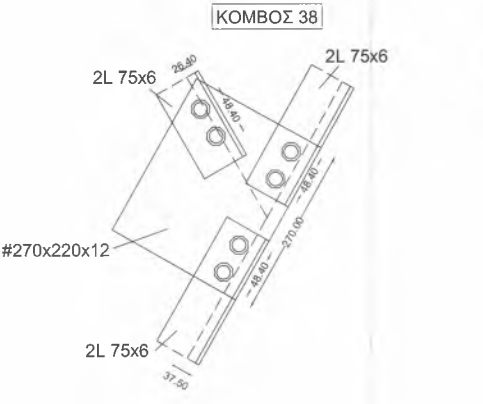
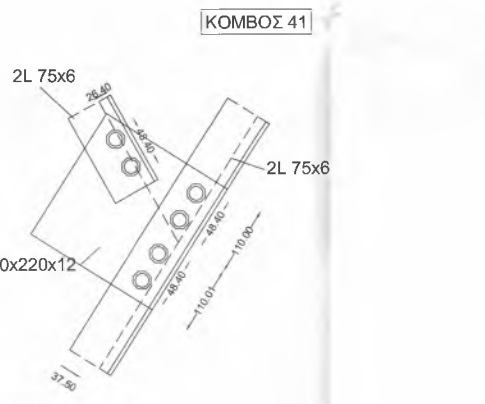
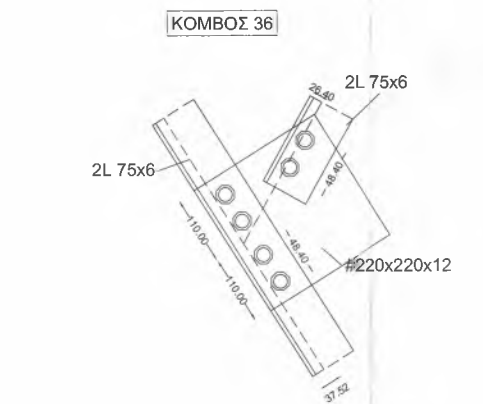
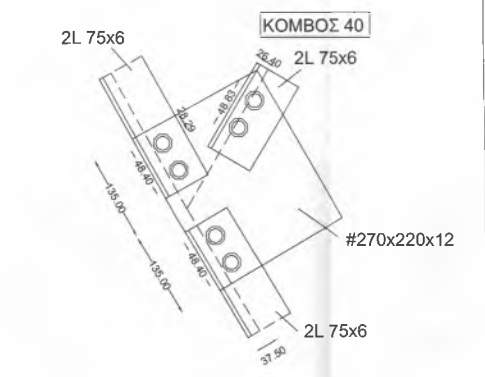
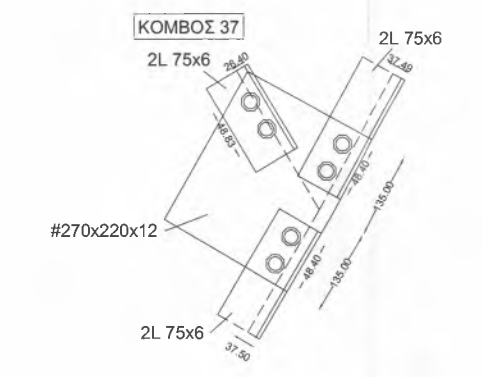
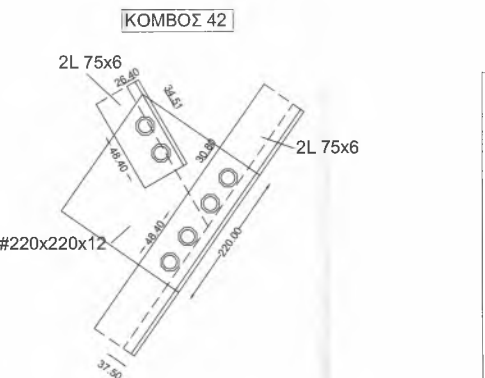
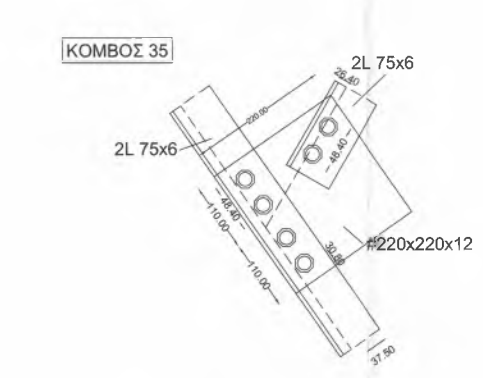
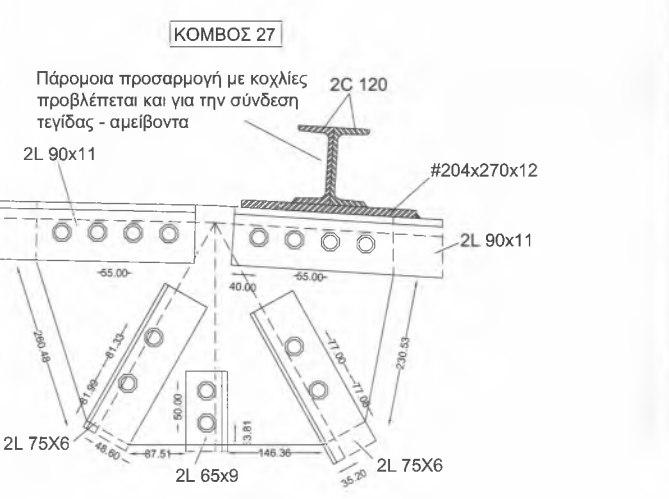
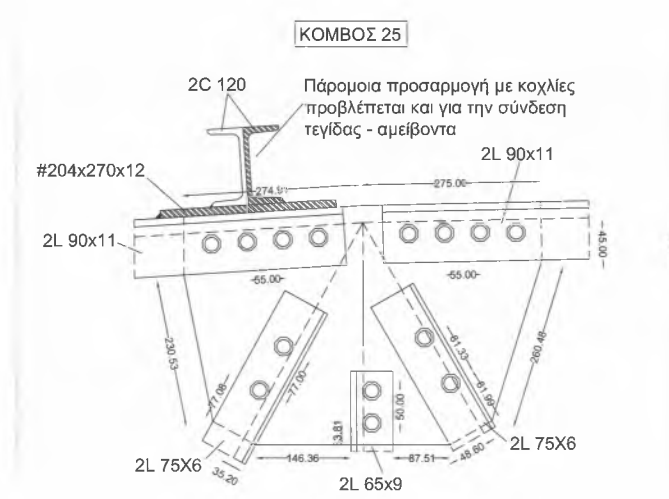
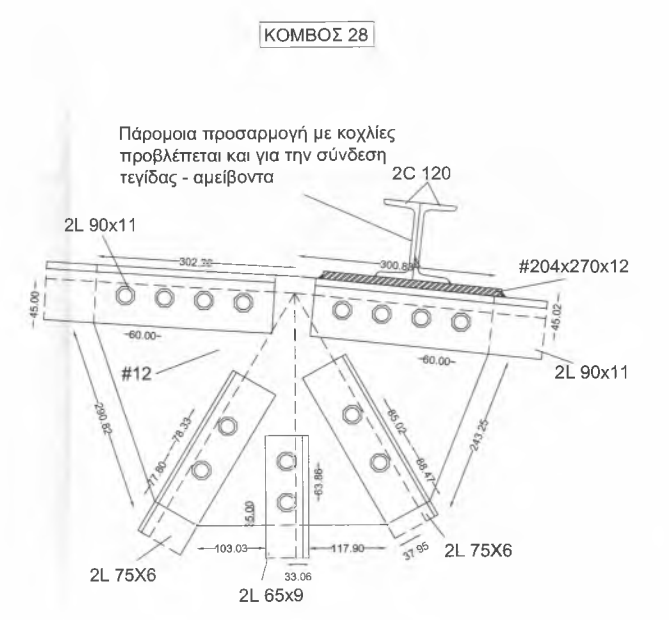
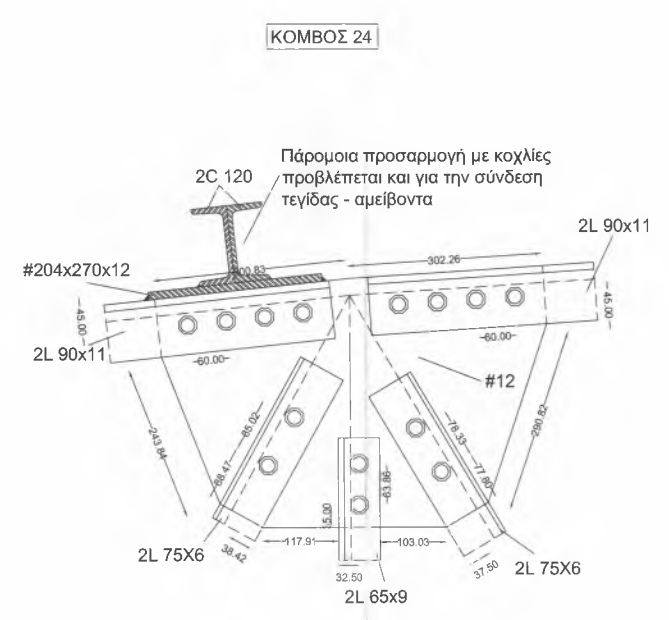


ΕΡΓΟ : Κατασκευή Κλειστού Γυμναστηρίου	
ΑΝΑΔΟΧΟΣ :	
ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ : Ορεινή Θεσπρωτία	
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ : Λεπτομέρειες κόμβων άνω πέλματος μεταλλικής στέγης	Αριθμός σχεδίου Σ' 3
ΚΛΙΜΑΚΕΣ : 1 : 5	Κωδικός :
Μελετητής : Δημόλιος Λεωνίδας	Θεώρηση
Ημερομηνία : Σεπτέμβριος 2008	

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΟΣ (ΧΑΛΥΒΑΣ S235)

	Ράβδοι άνω πέλματος
	Διαγώνιες ράβδοι 34,36,38,76,78,80
	Υπόλοιπες διαγώνιες
	Ορθοστάτες
	Ράβδοι κάτω πέλματος
	Κοχλίας M20 κατηγορίας 8.8

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΚΟΜΒΩΝ ΑΝΤΙΑΝΕΜΙΩΝ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ (1:10)

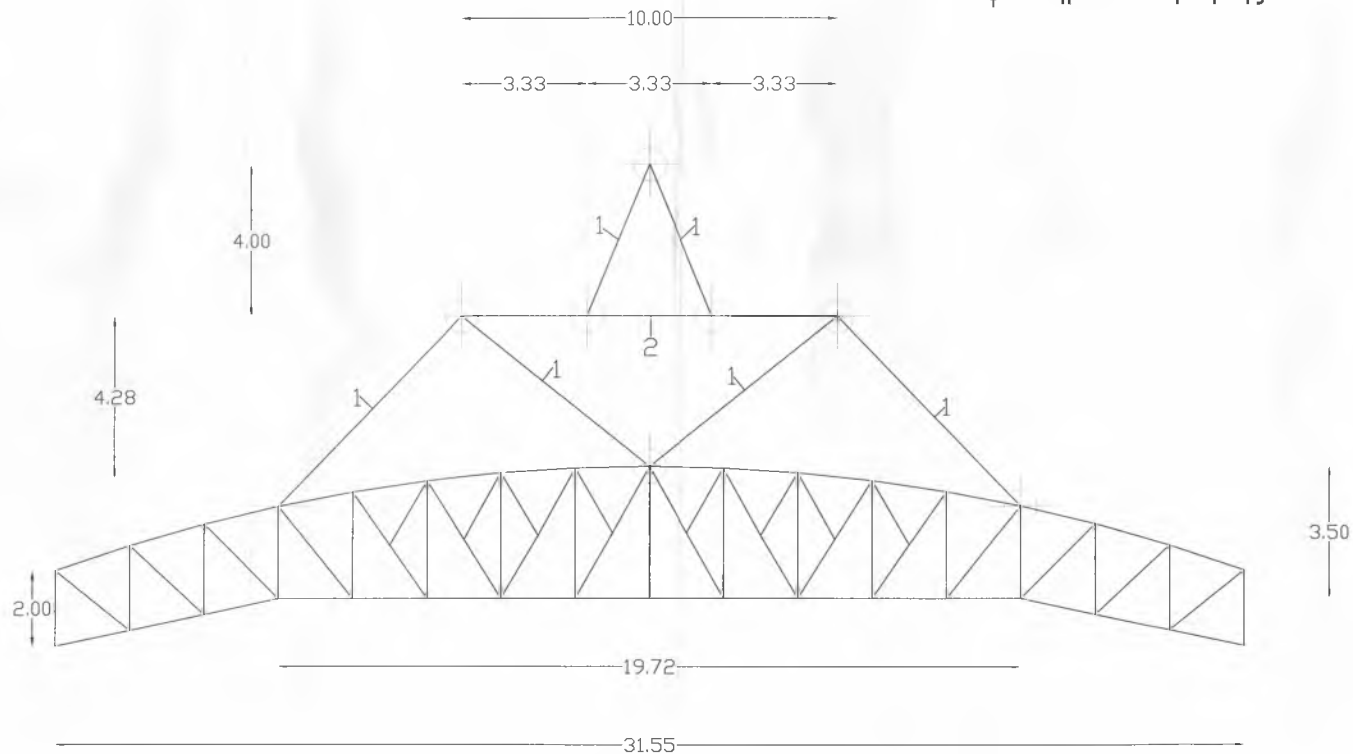


ΕΡΓΟ : Κατασκευή Κλειστού Γυμναστηρίου	
ΑΝΑΛΟΧΟΣ :	
ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ : Ορεινή Θεσπρωτία	
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ : Λεπτομέρειες υπόλοιπων κόμβων, αντιανεμίων και στήριξης τεγίδας μεταλλικής στέγης	Αριθμός σχεδίου Σ' 4
ΚΛΙΜΑΚΕΣ : 1 : 5 , 1 : 10	Κωδικός :
Μελετητής : Δημήτριος Λεωνίδας	Θεώρηση
Ημερομηνία : Σεπτέμβριος 2008	

1 : Καλώδια

2 : Ιδιοσυσκευή

⊕ : Σημεία ανάρτησης



ΕΡΓΟ : Κατασκευή Κλειστού Γυμναστηρίου	
ΑΝΑΔΟΧΟΣ :	
ΘΕΣΗ ΕΡΓΟΥ : Ορεινή Θεσπρωτία	
ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	
ΘΕΜΑ ΣΧΕΔΙΟΥ :	Αριθμός σχεδίου
Ανάρτηση στέγης	
ΚΛΙΜΑΚΕΣ :	Κωδικός :
Μελετητής :	Θεώρηση
Λημνίος Λεωνίδας	
Ημερομηνία : Σεπτέμβριος 2008	