

Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ :ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ : ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΕΖΟΓΕΦΥΡΑΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ: ΚΑΧΡΙΑ ΦΙΓΕΝΕΙΑ
ΠΡΙΝΑΡΑΚΗ ΖΩΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: Κ. ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ

ΠΑΤΡΑ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1996

ΑΡΙΘΜΟΣ
ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

2179

Ιδιαίτερα ευχαριστούμε τον κ. Ν. Καθρέπτα- Δρ. Πολιτικό Μηχανικό για την καθοριστική πρόσφορα του στην περάτωση της πτυχιακής μας εργασίας.

Με τη συνεχή καθοδήγηση και επίβλεψη του, τις γνώσεις του και την πολυετή του εμπειρία στάθηκε δυνατή η συγκρότηση της εργασίας αυτής.

Επίσης τον ευχαριστούμε για την ψυχολογική υποστήριξη και την ενθάρρυνση που μας έδωσε ώστε να ολοκληρωθεί έγκαιρα το τεύχος αυτό.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- α. Πρόλογος
- β. Ιστορική αναδρομή
- γ. Καταστροφές σιδηρών γεφυρών
- δ. Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα
- ε. Κατηγορίες σιδηρών γεφυρών
- στ. Γενικά δεδομένα μελέτης
- ζ. Στοιχεία σιδηρών γεφυρών

2. ΕΡΓΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΕΖΟΓΕΦΥΡΑΣ

- α. Σκοπιμότητα έργου
- β. Διαμόρφωση χώρου
- γ. Περιγραφή έργου

3. ΣΤΑΤΙΚΗ ΕΠΙΛΥΣΗ

- α1. Στατική επίλυση δικτυώματος
- α2. Στατική επίλυση δικτυώματος με πρόγραμμα LARSA
- β. Έλεγχος σε λυγισμό
- γ. Έλεγχος σε κάμψη καμπτόμενων ράβδων
- δ. Έλεγχος σε διάτμηση
- ε. Υπολογισμός και έλεγχος συγκολλήσεων
- στ. Στατική επίλυση βάθρων γέφυρας με πρόγραμμα LARSA

4. ΣΧΕΔΙΑ

5. ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

α. Μεταλλικών στοιχείων

β. Σκυροδέματος θεμελίων

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.α. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το θέμα της πτυχιακής εργασίας είναι η προμελέτη Μεταλλικής Πεζογέφυρας στη περιοχή Αγυιάς Πατρών (επί της Νέας εθνικής οδού Πατρών - Αθηνών).Για την περάτωση της εργασίας αυτής ,απαιτήθηκαν γνώσεις Υπολογισμού κατασκευών καθώς και Μεταλλικών κατασκευών

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε είναι :

- Υπολογιστές : 486DX-100
486DX-120
PENTIUM -100
- Εκτυπωτές : EPSON INJECT
PANASONIC LASER
- Προγράμματα σχεδίασης : AUTOCAD 12
AUTOCAD 13
LARSA(προς ανάλυση δικτύματος)
- Επεξεργαστής κειμένου και σχεδίασης εξώφυλλου :MICROSOFT OFFICE.

1.β.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η συστηματική χρησιμοποίηση των κραμάτων του σιδήρου στην κατασκευή σιδηρών γεφυρών , στις οποίες το κυρίως φέρον σύστημα συντίθεται από σιδηρά στοιχεία , άρχισε περί το τέλος του 18^{ου} αιώνα , όπου τοποθετείται χρονικά και η έναρξη της πλέον αξιόλογης περιόδου της γεφυροποιίας.

Με δεδομένα τα πολλαπλά πλεονεκτήματα του υλικού αυτού στις διάφορες μορφές του , (χυτοσίδηρος , πολτοπαγής ή ρευστοπαγής σίδηρος , χάλυβες υψηλής αντοχής), έναντι των μέχρι τότε εν χρήσει φυσικών υλικών (λίθος , και ξύλο), διανοίγονται πλέον νέοι ορίζοντες για την γεφυροποιία ,η οποία καλείται να παρακολουθήσει την πρόοδο των μέσων συγκοινωνίας και της τεχνολογίας , αλλά και τις διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις του ανθρώπου (μετακινήσεις , διακίνηση αγαθών κλπ).

Παράλληλα και σταδιακά εγκαταλείπεται ο εμπειρισμός και παραχωρεί την θέση του στην ασφαλέστερη και ακριβέστερη ανάλυση μεσώ γραφικών στην αρχή και αναλυτικών στην συνέχεια μεθόδων υπολογισμού.

Οι μέθοδοι κατασκευής και ανέγερσης , μέρα με τη μέρα βελτιώνονται , ενώ η επαναστατική εξέλιξη της βιομηχανίας του σιδηρού δίνει τη δυνατότητα μαζικής παραγωγής του απαραίτητου υλικού, σε ποιότητες συνεχώς βελτιούμενες.

Γίνεται μ' αυτόν τον τρόπο δυνατή η ζεύξη όλο και μεγαλύτερων ανοιγμάτων χωρίς την μεσολάβηση ενδιάμεσων στηρίξεων , με αποκορύφωμα την κρεμαστή γέφυρα Humber (Αγγλία , 1980) , που έχει σήμερα το μεγαλύτερο ελεύθερο άνοιγμα μεταξύ των πυλώνων (1410 μέτρα) , ενώ συμφωνάς με τις εκτιμήσεις των ειδικών , υπάρχει η δυνατότητα μελλοντικά το ελεύθερο άνοιγμα να φθάσει και να ξεπεράσει και τα 300 μέτρα.

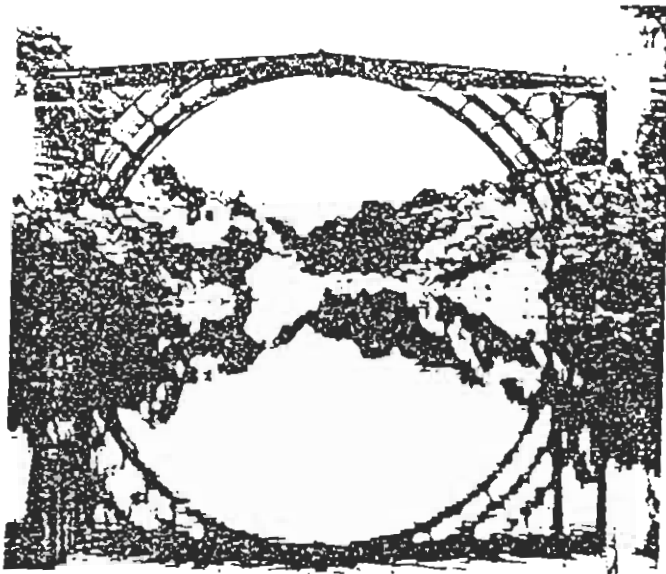
Από την άλλη μεριά , η εμφάνιση του σκυροδέματος (απλού , οπλισμένου και στη συνέχεια προεντεταμένου) στις αρχές του 20ου αιώνα , προκάλεσε μεν τον οικονομικό ανταγωνισμό των δυο αυτών υλικών , συνετέλεσε όμως στην εξεύρεση της τεχνικά αρτιότερης (και οικονομικά βέλτιστης) λύσης στα προβλήματα της γεφυροποιίας , με αποκορύφωμα την ανάπτυξη κατά τις τελευταίες δεκαετίες των σύμμεικτων κατασκευών , όπου η συνεργασία των δυο υλικών οδηγεί στην αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων τους κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Στην συνέχεια , δίνονται ορισμένα χαρακτηριστικά παραδείγματα σιδηρών γεφυρών , από την πρώτη τους εμφάνιση μέχρι σήμερα.

Η πρώτη στο κόσμο οδική γέφυρα κατασκευάστηκε στον ποταμό Severn της Αγγλίας (1776-1779) , από χυτοσίδηρο . Αποτελείται από πέντε τοξωτούς φορείς , με άνοιγμα 30.50 μέτρα , ύψος τόξου 12 μέτρα και πλάτος γέφυρας 7.30 μέτρα . Στην Αγγλία κατασκευάστηκε και η πρώτη στον κόσμο σιδηρά σιδηροδρομική γέφυρα το 1824 , στη γραμμή Stockton-Darlington , με κύριες δοκούς χυτοσιδηρές αμφίκυρτης μορφής , ανοίγματος 3.80 μέτρα .

Η σιδηροδρομική γέφυρα Britannia (1846-1850) , κατασκευάστηκε από πολτοπαγή σίδηρο , με κύριο φορέα συνεχή δοκό δυο ανοιγμάτων (71.90m+141.73m) και διατομή κλειστού ορθογωνίου σχήματος διαστάσεων 4.27x 9.14m .

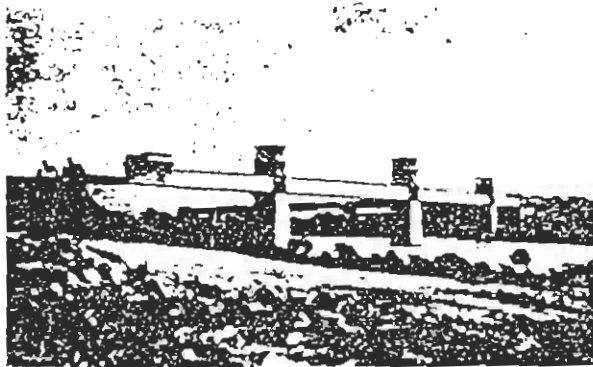
Η σιδηροδρομική γέφυρα απλής τροχιάς στο Dirschau της Γερμανίας (1851-55) είναι η πρώτη μεγάλη γέφυρα με κύριο φορέα δικτυωτή δοκό . Δίπλα σ' αυτήν κατασκευάστηκε αργότερα (1889-91) από τον Schwedler νεώτερη σιδηροδρομική γέφυρα με κύριο φορέα δικτυωτή αμφίκυρτη δοκό με διαγώνιους



Η πρώτη σιδηρά οδική γέφυρα (Coalbrookdale 1776-79)



Η πρώτη σιδηρά σιδηροδρομική γέφυρα (γραμμή Stockton-Darlington 1824)



Σιδηροδρομική γέφυρα Britannia (1846-50)

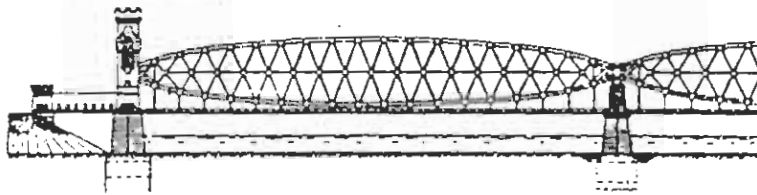
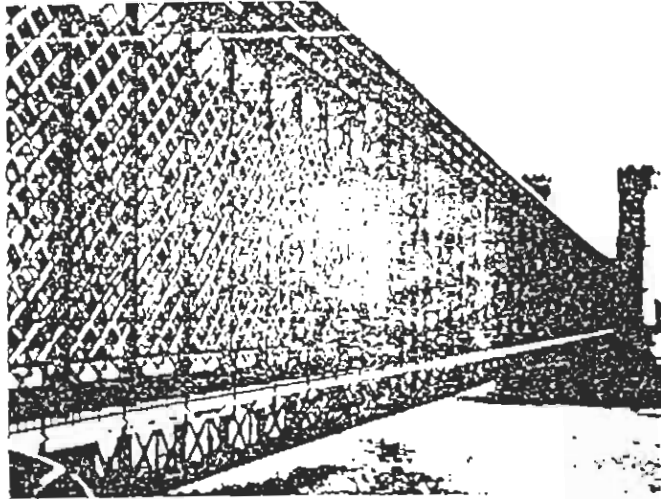
διπλής δικτύωσης και ενδιάμεσο πέλμα , ενώ το κατάστρωμα ήταν αναρτημένο από το κάτω πέλμα .

Η σιδηροδρομική γέφυρα Firth of Forth(1883-90) , διπλής τροχιάς , κατασκευάστηκε με κύριες ράβδους σωληνωτής διατομής (μέγιστη διάμετρος 3.66 m) από ρευστοπαγή χάλυβα .Το ελεύθερο άνοιγμα μεταξύ των βάθρων είναι 521 m , ενώ το υφός του δικτυώματος παρά τα βάθρα είναι 105m .Το ύψος αυτό , γίνεται 12.50 m στο σημείο στήριξης του ενδιάμεσου αμφιέριστου τμήματος . Ο φορέας είναι δικτυωτή δοκός Gerber ,όπου τα ογκώδη δικτυώματα ξεκινούν από τα βάθρα υπό μορφή προβόλου και προς τις δυο κατευθύνσεις , στηρίζουν στο άκρο τους αμφιέριστα μεσαία δικτυώματα , τα οποία μεταφέρθηκαν με πλωτά μέσα επί τόπου . Ο δικτυωτός φορέας φαρδαίνει προς τη βάση , έτσι ώστε να αυξηθεί η ευστάθεια του . Από το 1965 έχει κατασκευαστεί δίπλα σ' αυτήν μια καινούργια κρεμαστή γέφυρα .

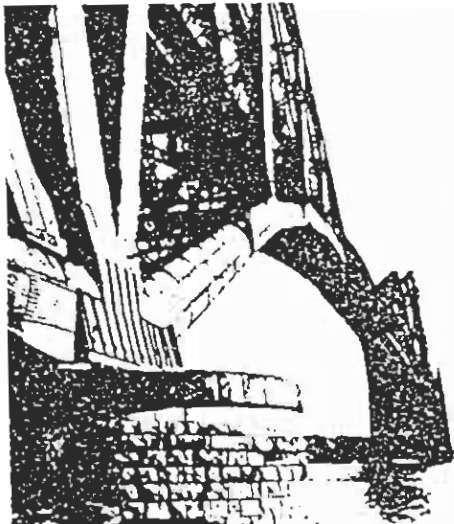
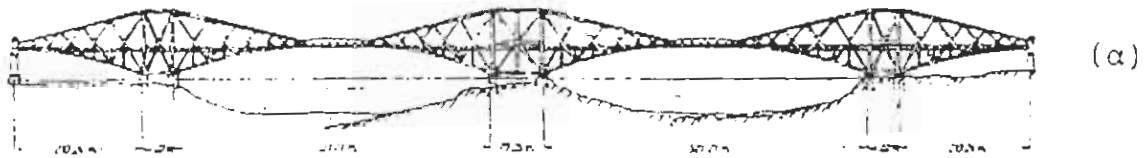
Της ίδιας εποχής (1884) είναι και η σιδηροδρομική γέφυρα Trisanna στην Αυστρία , με κύριους φορείς σιδηρές αμφίκυρτες δικτυωτές δοκούς , στηριζόμενες σε λίθινους πυλώνες .

Το 1900 άρχισε η κατασκευή της γέφυρας Quebec στον ποταμό (Καναδάς) . Είναι του ίδιου τύπου με τη γέφυρα του Forth (συνεχής δικτυωτή δοκός με αρθρώσεις) με το μεγαλύτερο μέχρι σήμερα μεσαίο άνοιγμα για δικτυωτές δοκούς (595μ) . Η γέφυρα αυτή αποπερατώθηκε μετά από πολλές δυσκολίες και καταστροφές , που θα περιγράψουν στην επόμενη παράγραφο , μόλις το 1917.

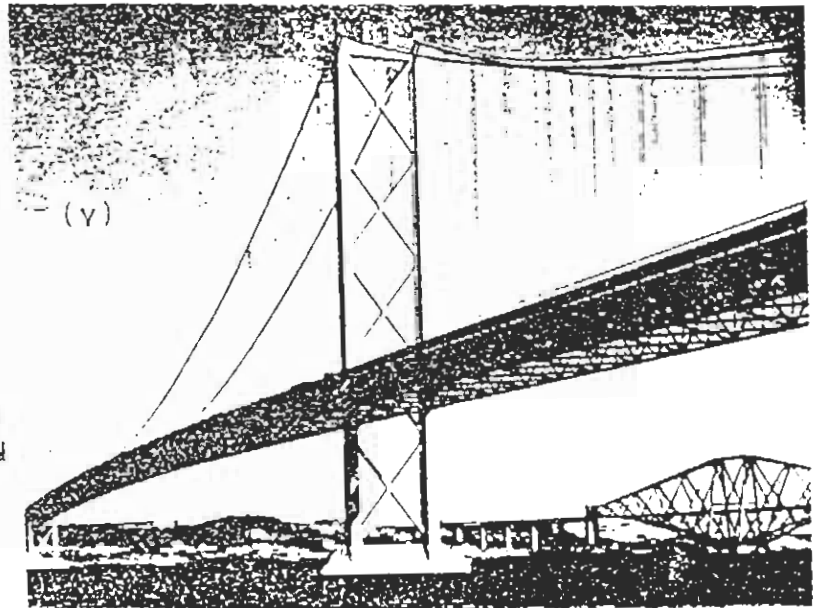
Η οδοφόρος γέφυρα New Orleans στον Mississippi(USA,1958) , ενώ είναι πολύ μεταγενέστερη , βασίζεται (όπως και πολλές) , στην ίδια ιδέα με την Forth και την Quebec , έχει μεσαίο άνοιγμα 480 m .



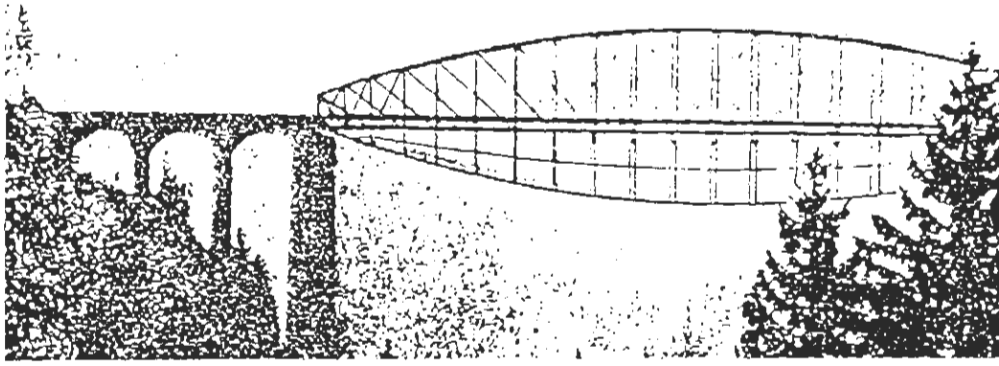
Παλιά και νέα σιδηροδρομική γέφυρα στο Dirschau της Γερμανίας (1851-55)



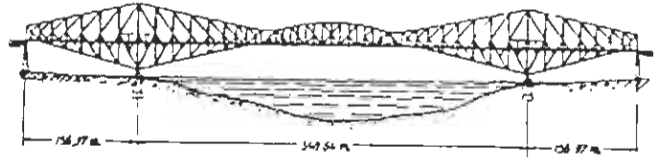
(β)



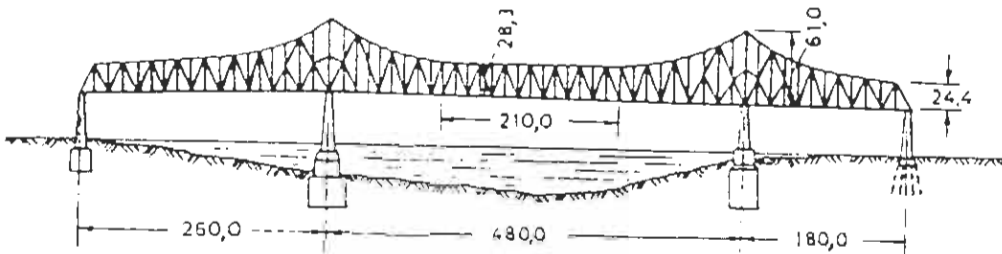
Σιδηροδρομική γέφυρα Firth of Forth (1883-90)



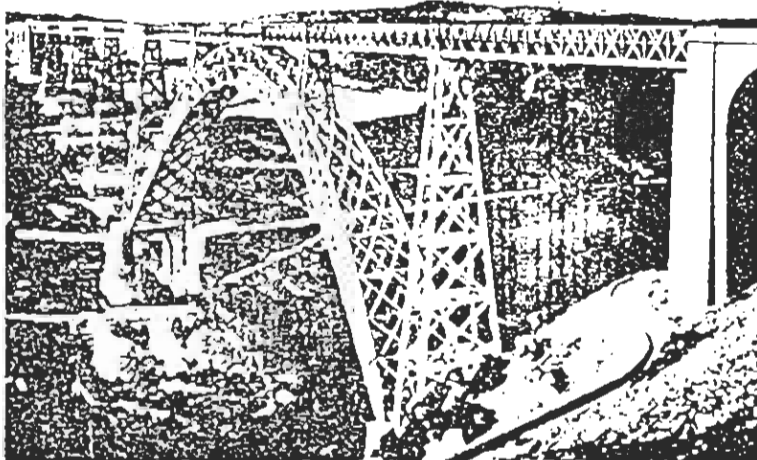
Σιδηροδρομική γέφυρα Trisanna (Αυστρία 1884)



Γέφυρα Quebec (Καναδάς 1900-17)



Οδική γέφυρα New Orleans στον Mississippi (USA 1958)



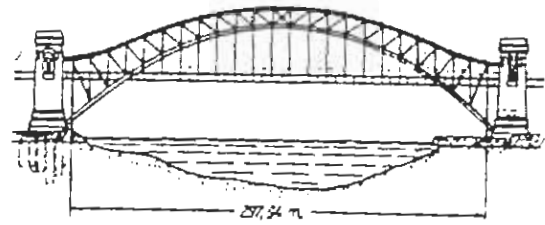
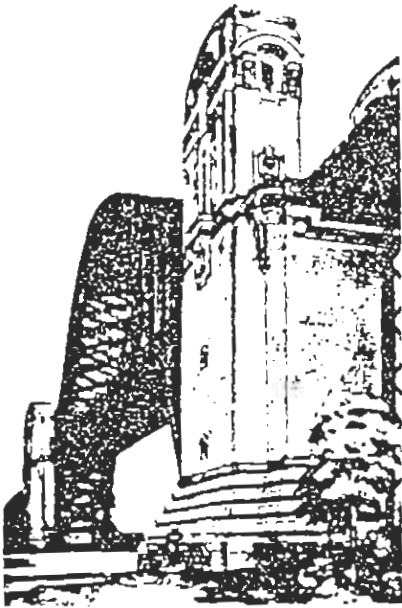
Σιδηροδρομική γέφυρα Garabit (Γαλλία 1880-84)

Στην κατηγορία των τοξοτών γεφυρών , από τις πρώτες γέφυρες μεγάλου ανοίγματος είναι η σιδηροδρομική γέφυρα Garabit (1880-84), με κατασκευαστή τον γνωστό G.Eiffel (1832-1923) ,(κατασκευαστή και του ομώνυμου πύργου στο Παρίσι (1889) , ύψους 330m . Μια συνεχής δικτυωτή δοκός υποβαστάζει το κατάστρωμα και στηρίζει σε πέντε δικτυωτά μεταλλικά βάθρα μεταβλητής διατομής (λόγω ισχυρών ανεμοπιέσεων) καθώς και σε δικτυωτό αμφιαρθρωτό τόξο ανοίγματος 165m.

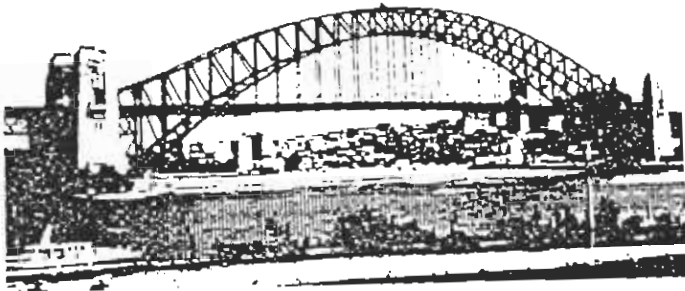
Η γέφυρα Hell Gate (New York,1971) με άνοιγμα 298m , η γέφυρα του (Αυστραλία , 1932) με άνοιγμα 503m και πλάτος 49m καθώς και η γέφυρα Bayonne στον ποταμό Kill Van Kull με άνοιγμα 510m , αποτελούν κλασσικά παραδείγματα παλαιών τοξωτών γεφυρών.

Στην κατηγορία των κρεμαστών γεφυρών , που ήταν από παλιά μια προσφιλή λύση για ζεύξη μικρών και μεγάλων ανοιγμάτων , βασισμένη στη διαίσθηση και την εμπειρία παρά σε στατικές αναλύσεις , από τα πρώτα δείγματα είναι η γέφυρα Menai (Αγγλία, 1918 - 26) με καλώδια ανάρτησης άλυσο από σφυρήλατο σίδηρο (αμφιαρθρώτα ελάσματα μήκους 3m με ειδική διαμόρφωση στα άκρα για την μεταξύ των σύνδεση μέσω βλήτρων Φ76) . Η γέφυρα είχε άνοιγμα 177m και πλάτος 9m , ήταν δε ανηρτημένη από 4 άλυσους των τεσσάρων λεπίδων η κάθε μια .

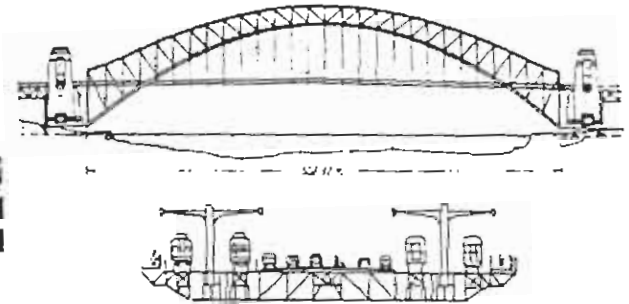
Η γέφυρα Brooklyn (1870 - 83) επί του East river με κύριο άνοιγμα 488m και δυο πλευρικά 284m , η γέφυρα G.Washington με διάμετρο κάθε καλωδίου 76cm (σύνθεση 26.474 συρμάτων) , καθώς και η γέφυρα Golden Gate στο San Francisko(1933 - 37)με κύριο άνοιγμα 1280m , πλάτος 18.30m , ύψος πυλώνων 227.50m και διάμετρο κάθε καλωδίου 93cm (με 27.512 σύρματα) , είναι μερικά δείγματα παλαιών κρεμαστών γεφυρών .



Γέφυρα Hell Gate (N.York 1917)



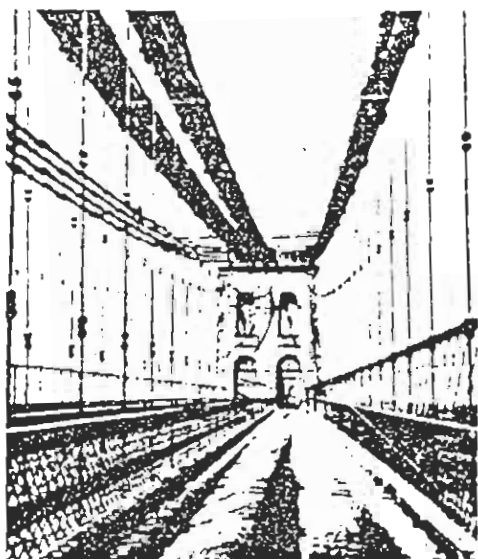
Γέφυρα του Sydney (Αυστραλία 1932)



Διατομή



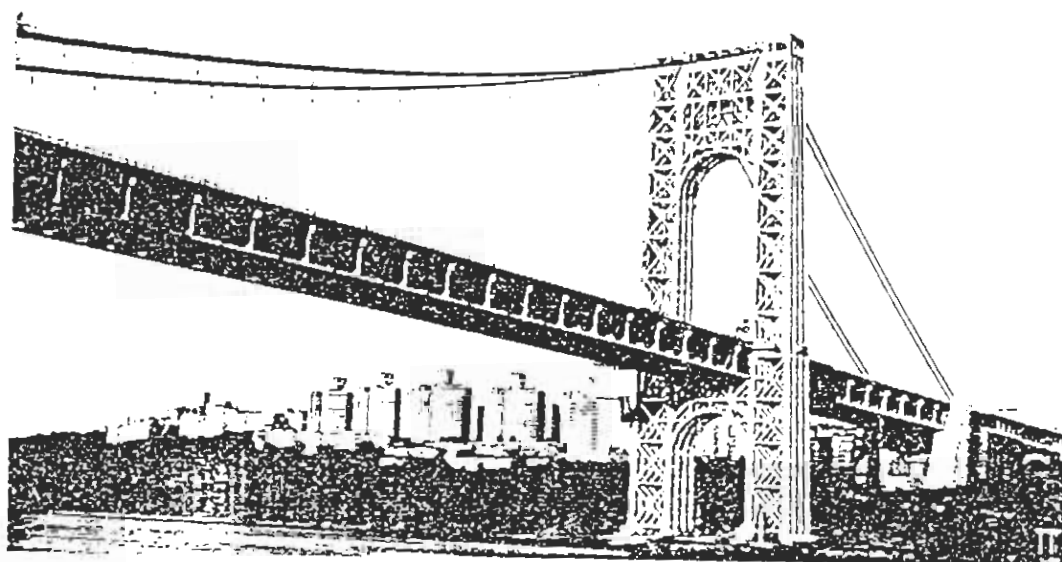
Γέφυρα Bayonne στον ποταμό Kill van Kull (N.York 1931)



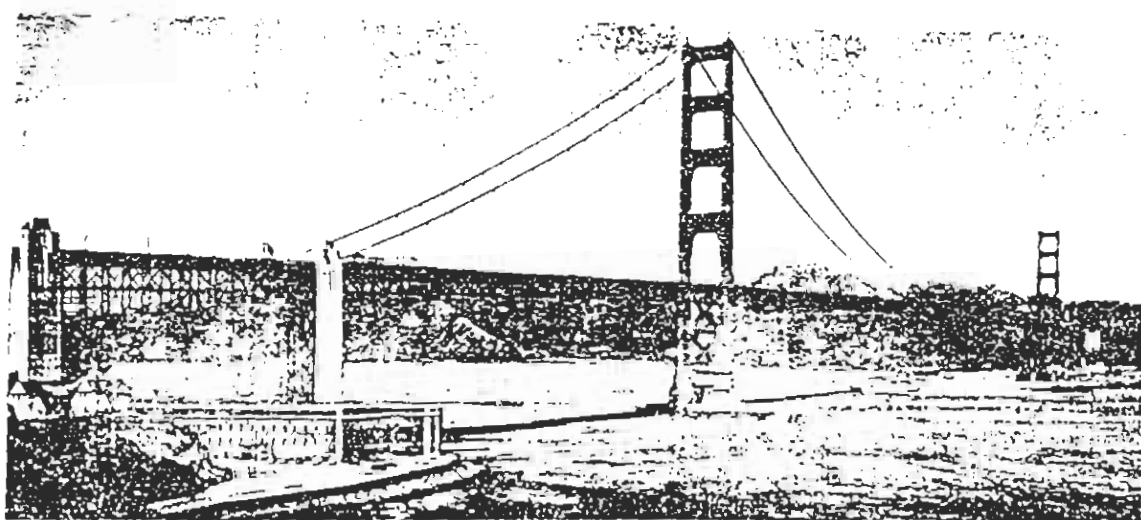
Γέφυρα Menai
(Αγγλία 1819-26)



Σχ.1.14. Γέφυρα Brooklyn (1870-83)



Γέφυρα G.Washington (N.York 1927-31)



Γέφυρα Golden Gate (San Francisco 1933-37)

Στην συνέχεια παρατίθεται μια σειρά από ενδεικτικά επιλεγμένες σιδηρές γέφυρες διαφόρων μορφών, της τελευταίας πενήνταετίας.

Έτσι στο σχήμα 1α φαίνεται ολόσωμη γέφυρα στο Ρήνο, κιβωτοειδούς μεταβλητής διατομής, τριών ανοιγμάτων (132+184+121m), με ύψος στη στήριξη 7,80m και στο μεσαίο άνοιγμα 3,30m. Στο σχήμα 1β φαίνεται ολόσωμη γέφυρα με τέσσερις κύριες δοκούς μεταβλητής διατομής, τριών ανοιγμάτων (99+196+99m, με ύψος στη στήριξη 11m και στο μεσαίο άνοιγμα 3,45 (Γερμανία 1948).

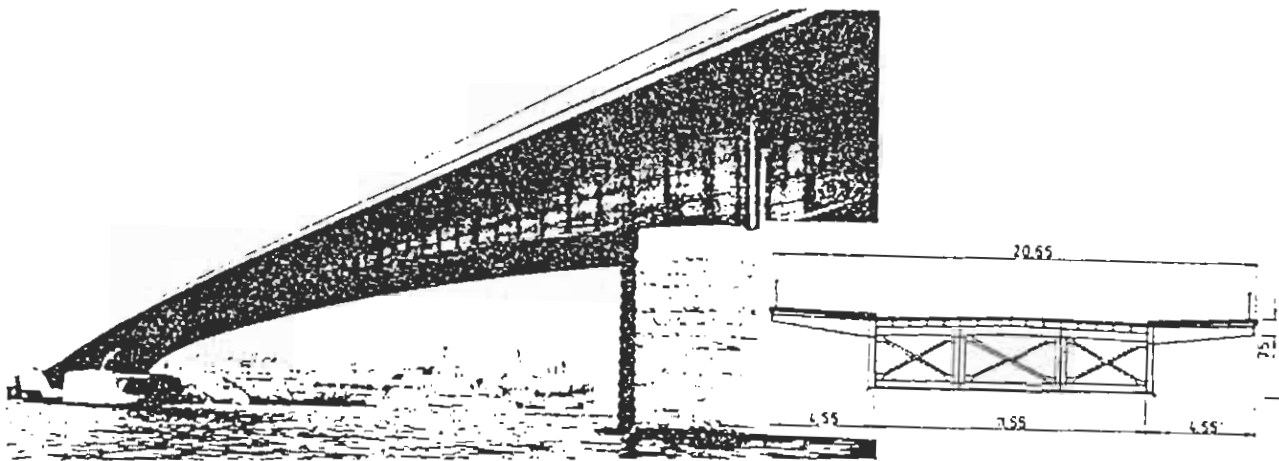
Στο σχήμα 2 φαίνονται οι δικτυωτές γέφυρες :α)Tonegawa(Ιαπωνία,1972),β) Francis Scott Key(Βαλτιμόρη 1978) με κύριο άνοιγμα 360m και γ)Kuronoseto (Ιαπωνία 1974).

Στο σχήμα 3 φαίνονται διάφοροι τύποι τοξωτών γεφυρών: α)Matsusimo με άνοιγμα 126m,πλάτος 8,30m και διάμετρο σωληνωτών τόξων 1,80m β)Saikai με άνοιγμα 243m γ)Matoya(ιαπωνία) δ)New River Gorge με το μεγαλύτερο άνοιγμα σε τοξωτό φορέα(510m),πλάτος καταστρώματος 22m και ύψος πάνω αιιύ το ποτάμι 268m(ε)Swabelweis στον Δούναβη.

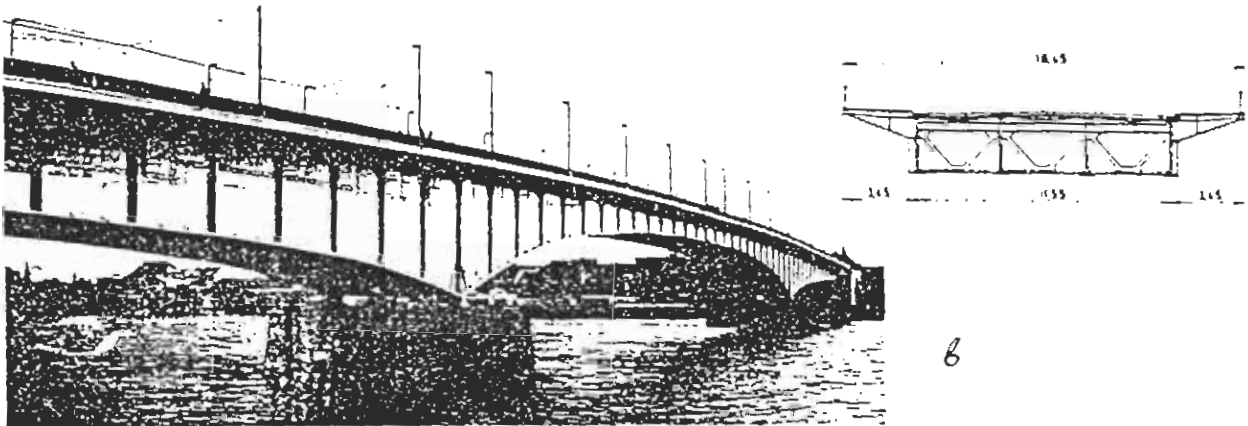
1.γ. Καταστροφές σιδηρών γεφυρών.

Οι κυριότερες αιτίες καταστροφής γεφυρών είναι οι ακόλουθες:

- I. Λανθασμένος υπολογισμός ή μόρφωση(λυγισμός, δυναμική φόρτιση).
- II. Αμέλεια ή προφανή σφάλματα(παραλήψεις στην κατασκευή).
- III.Κακή συντήρηση(σκωρίαση).
- IV.Κακή ποιότητα υλικού.
- V. Υπερφόρτωση(πέραν του φορτίου υπολογισμού).
- VI.Πρόσκρουση οχημάτων ή πλοίων.

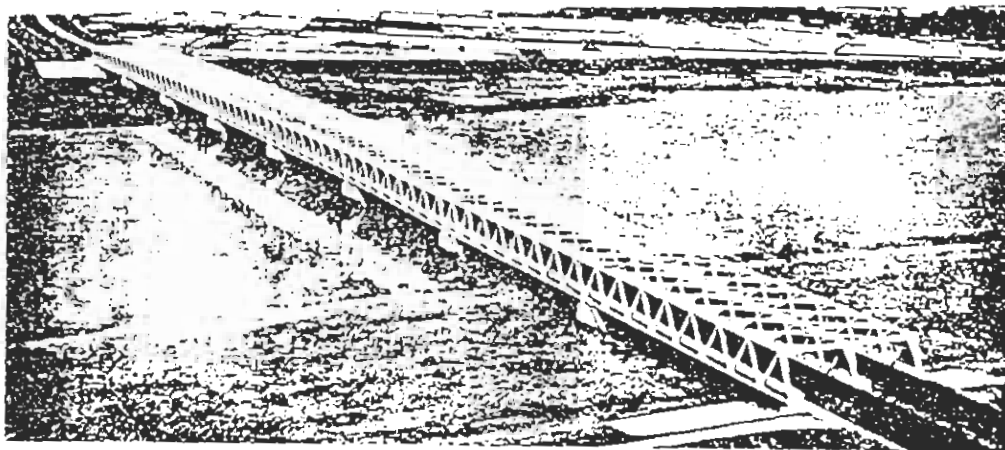


α



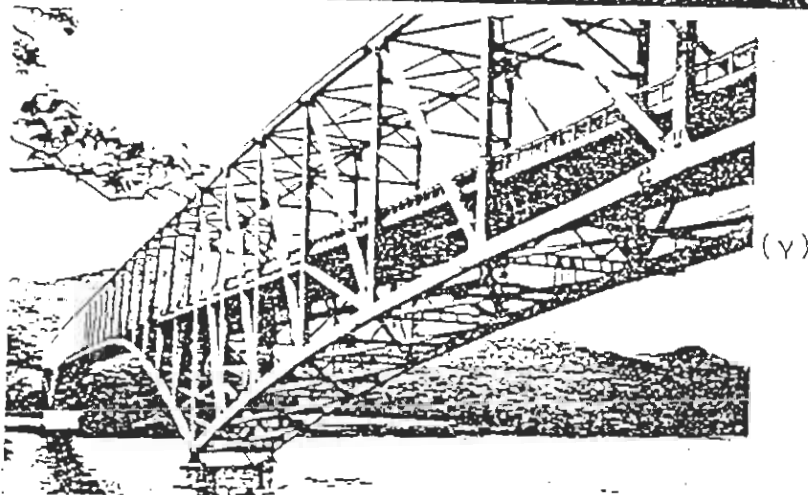
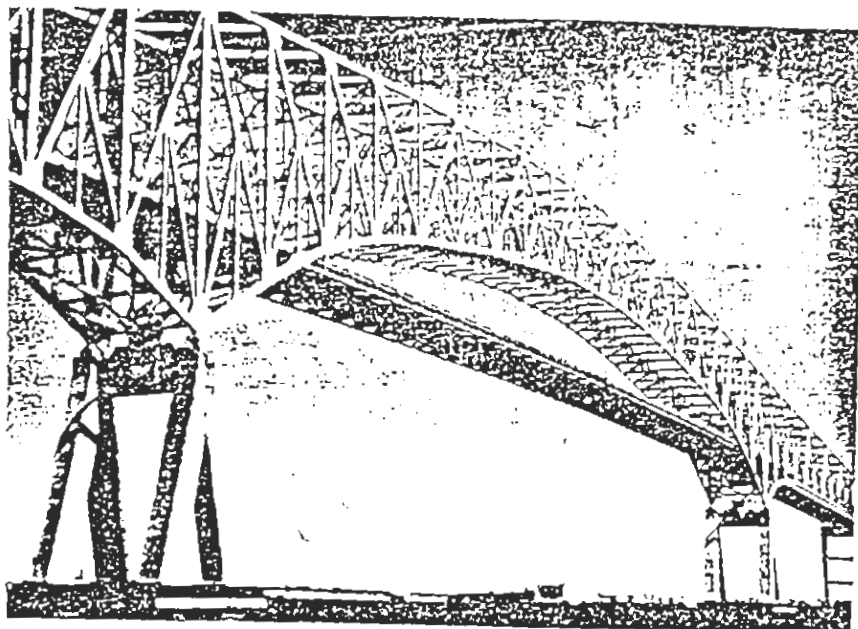
β

Σχ. 1 Ολόσωμες σιδηρές γέφυρες στον Ρήνο (Γερμανία 1946-48)

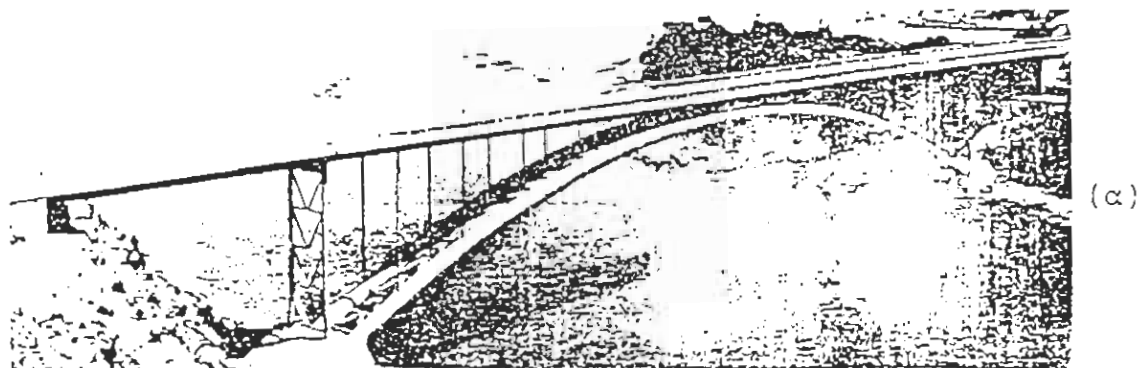


(α)

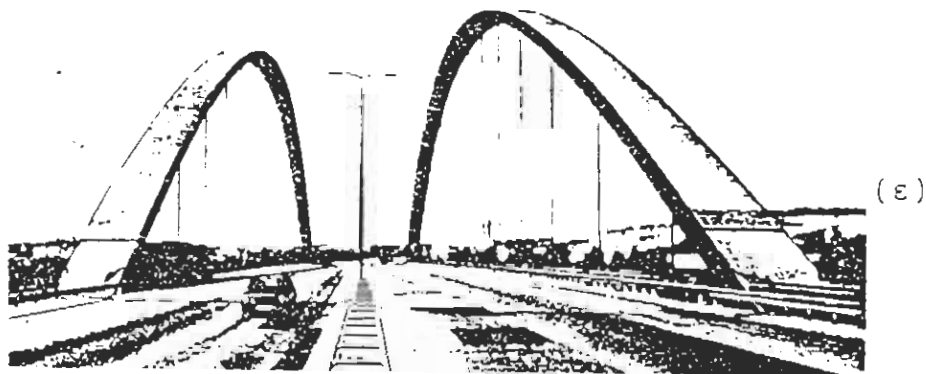
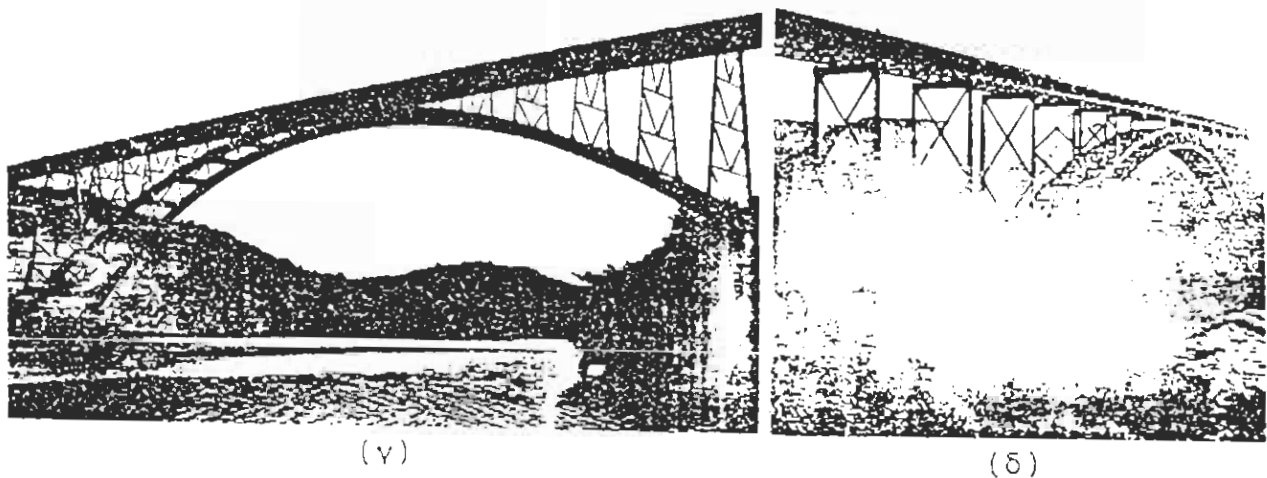
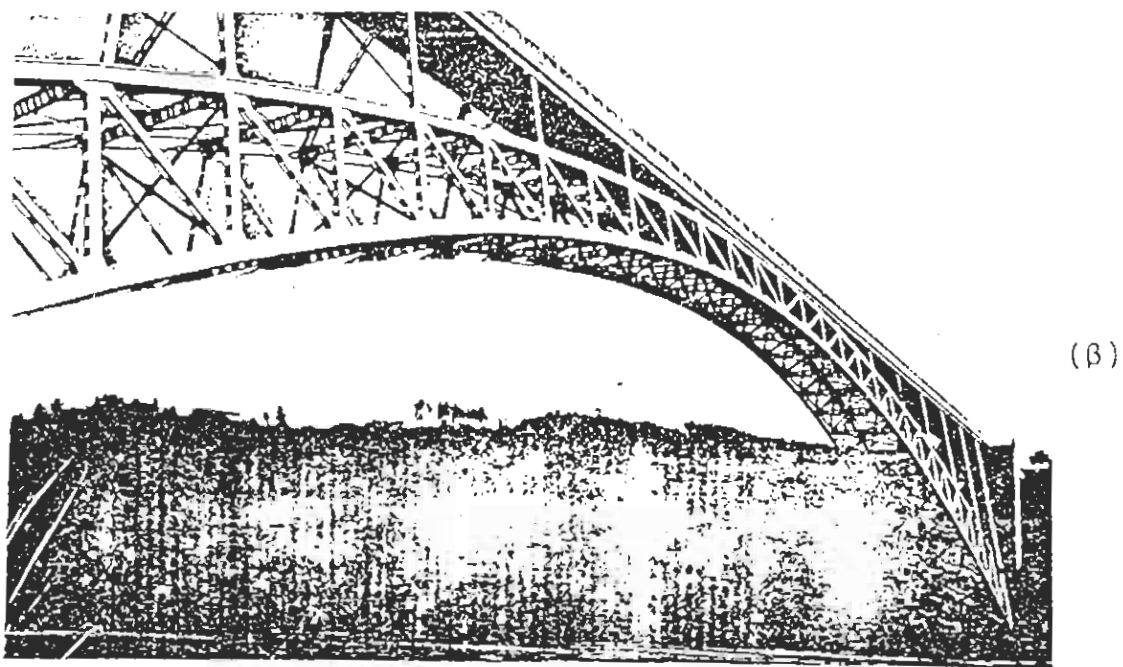
Σχ. 2 .Δικτυωτή γέφυρα Tonegawa (α) (Ιαπωνία 1972)



Σχ. 2 . Δικτυωτές γέφυρες: (β) Francis Scott Key (USA 1978) και (γ) Kuronoseto (Ιαπωνία 1974)



Σχ. 3 . Τοξωτές γέφυρες: (α) Matsushima (Ιαπωνία). (Συνεχίζεται)



Σχ. 3 Τοξωτές γέφυρες: (β) Saikai (Ιαπωνία 1955), (γ) Matoya (Ιαπωνία), (δ) New River Gorge (USA), (ε) Schwabelweis (Regensburg 1982)

- VII.Εκτροχίαση σιδηροδρομικών συρμών.
- VIII.Απρόβλεπτες μετακινήσεις εδάφους θεμελίωσης.
- IX.Σεισμός- άνεμος- χιόνι.
- X. Πλημμύρα-πυρκαγιά
- XI.Πόλεμος.

1.δ. Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα των σιδηρών γεφυρών, απορρέουν από τις ιδιότητες του χάλυβα που χρησιμοποιείται, και είναι τα παρακάτω:

- I. Υψηλή αντοχή(λεπτές διατομές, μικρό ίδιο βάρος, οικονομία υλικού και χώρου).
- II. Ολκιμότητα(εκτεταμένη παραμόρφωση χωρίς αστοχία).
- III.Ομοιομορφία υλικού (επισταμένοι έλεγχοι κατά την παραγωγή).
- IV.Μεγάλη διάρκεια ζωής(απεριόριστη για τακτική συντήρηση).
- V. Ταχύτητα ανέγερσης(προετοιμασία σε εργασιακούς χώρους).
- VI.Τροποποίηση ή ενίσχυση υπάρχουσών γεφυρών(για αύξηση ωφέλιμου φορτίου).
- VII.Επαναχρησιμοποίηση υλικού.
- VIII.Ευκολία κατασκευής
- IX.Δυνατότητα ζεύξης μεγάλων ανοιγμάτων(άνω και των 1500m).
- X. Άριστα αισθητικά αποτελέσματα.

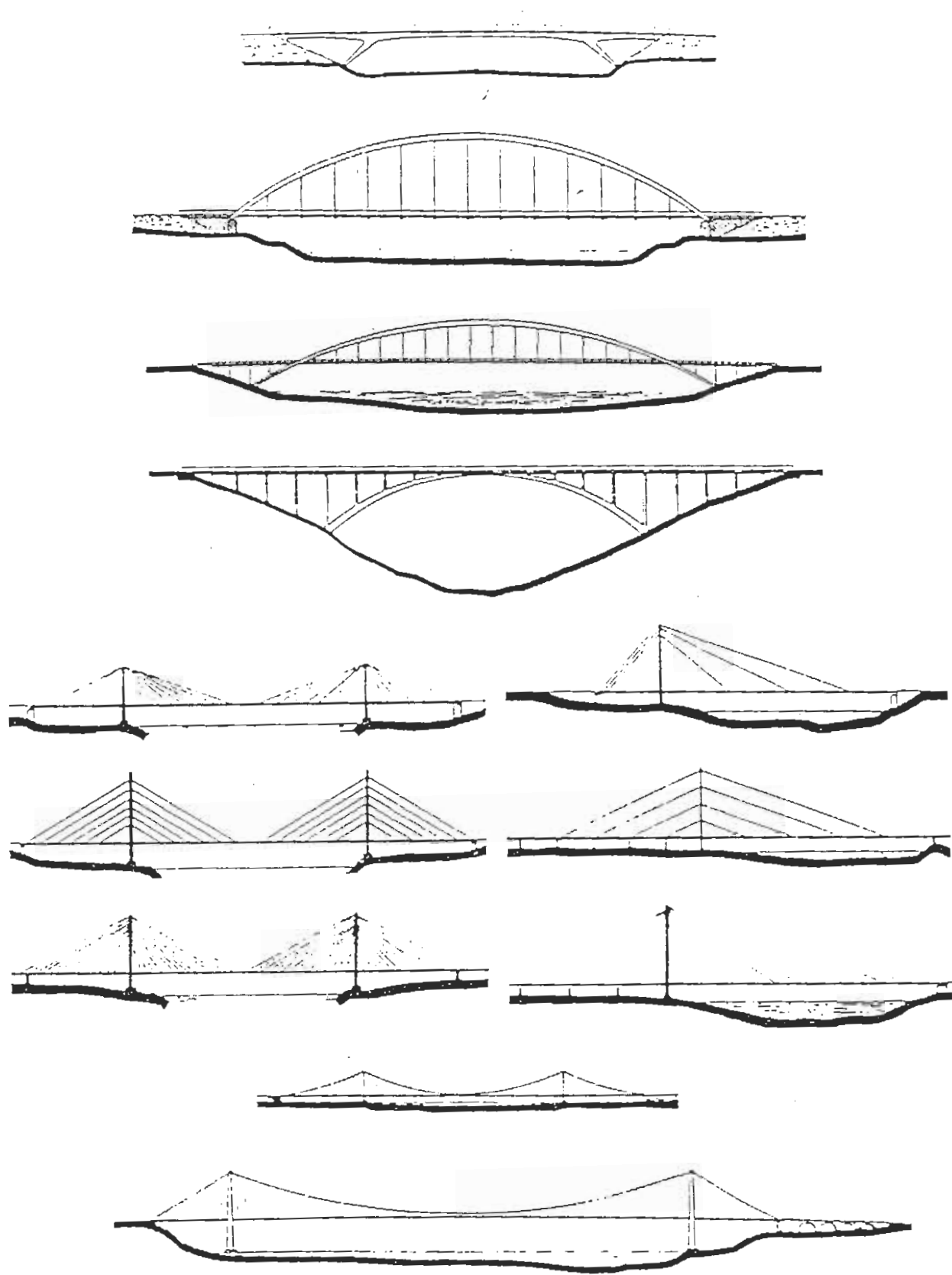
Σαν κυριότερο μειονέκτημα αναφέρεται η σκωρίαση, η οποία αποτελεί την «Αχίλλειο πτέρνα» γενικά των σιδηρών κατασκευών. Αυτό συνεπάγεται αύξηση του κόστους συντήρησης έναντι άλλων υλικών.

1.ε.Κατηγορίες σιδηρών γεφυρών.

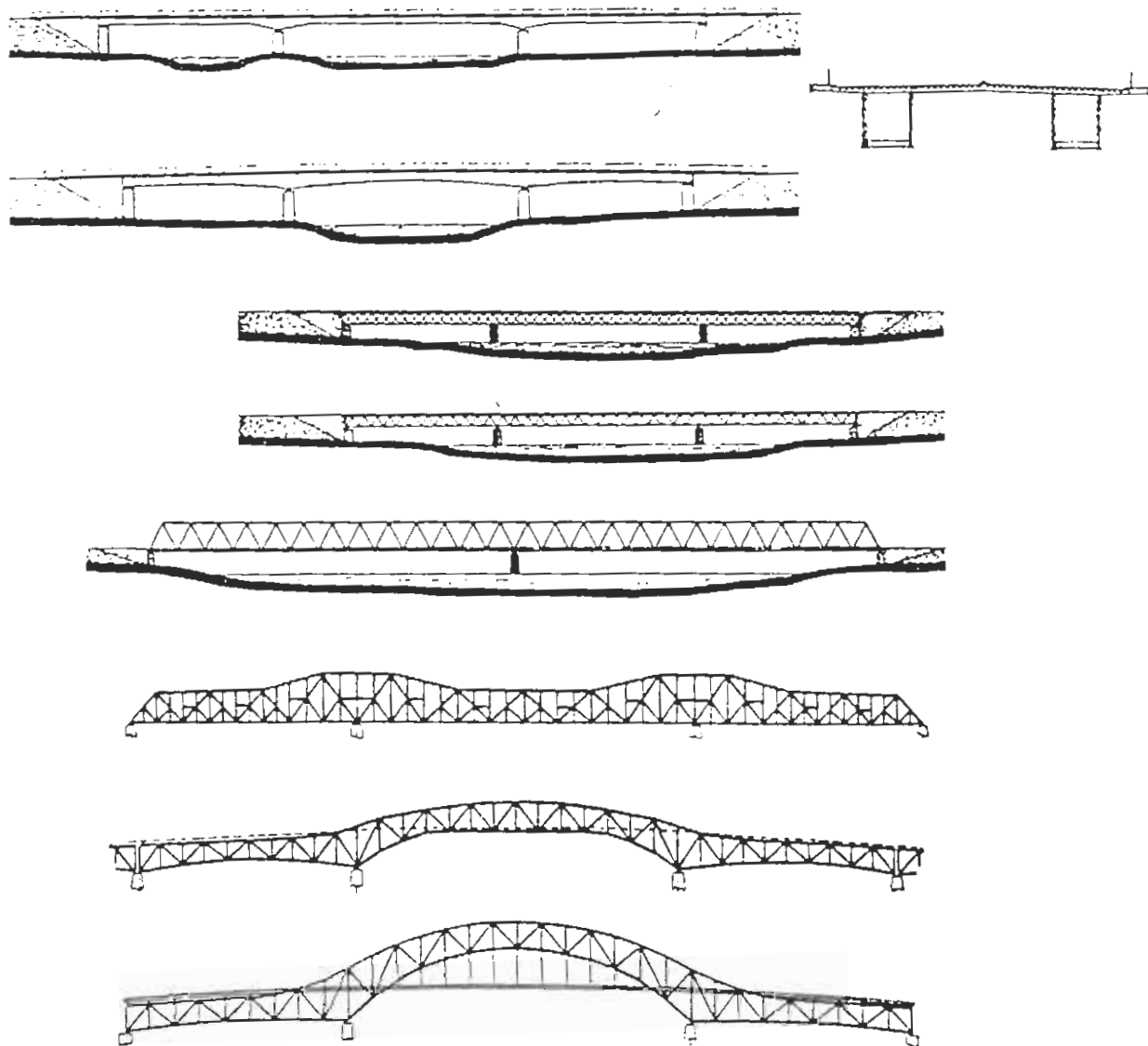
Ανάλογα με τον εκάστοτε εξεταζόμενο παράγοντα, οι σιδηρές γέφυρες μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες, ανεξάρτητες μεταξύ τους, οι κυριότερες από τις οποίες είναι οι ακόλουθες:

- I. Προορισμός(οδικές, σιδηροδρομικές, μικτές, πεζογέφυρες, γέφυρες αγωγών, γερανογέφυρες, γέφυρες ταινιόδρομων κ.λ.π).
 - II. Στατική μορφή κυρίων δοκών (αμφιέριστες, ή χωρίς αρθρώσεις, πλαισιωτές, τοξωτές, κρεμαστές με ευθύγραμμο ή καμπύλο καλώδιο κ.λ.π).Σ.χ.4.
 - III.Μόρφωση κυρίων δοκών (ολόσωμες πρότυπες, σύνθετες ή κιβωτοειδείς V,N,K κλπ, ισοστατικές ή υπερστατικές εσωτερικά).Σχ 4.
 - IV.Θέση καταστρώματος.(Άνω, μέσης και κάτω διάβασης).Σχ 5.
 - V. Αριθμός καταστρωμάτων.(μονόροφες, δώροφες).
 - VI.Είδος συνδέσεως(ηλωτές, κοχλιωτές, συγκολλητές).
 - VII.Λοξότητα (ορθές, λοξές). Σχ 6.
 - VIII.Γεωμετρική χάραξη άξονα.(ευθύγραμμες ή καμπύλες, οριζόντιες ή κεκλιμένες) Σχ6.
 - IX.Διάρκεια χρήσης.(μόνιμες, προσωρινές, λυόμενες).
- Κινητότητα. (σταθερές και κινητές π.χ. κυλιόμενες, κατακόρυφα ανυψούμενες, περιστρεφόμενες περί κατακόρυφο ή οριζόντιο άξονα.) Σχ 7.
- Είναι ευνόητο ότι κάθε γέφυρα εντάσσεται σε όλες τις παραπάνω κατηγορίες.
- Έτσι μία γέφυρα μπορεί να είναι οδική, αμφιέριστη, δικτυωτή , κάτω διάβασης, μονόροφη, κοχλιωτή, ορθή, ευθύγραμμη, οριζόντια, μόνιμη, και σταθερή.

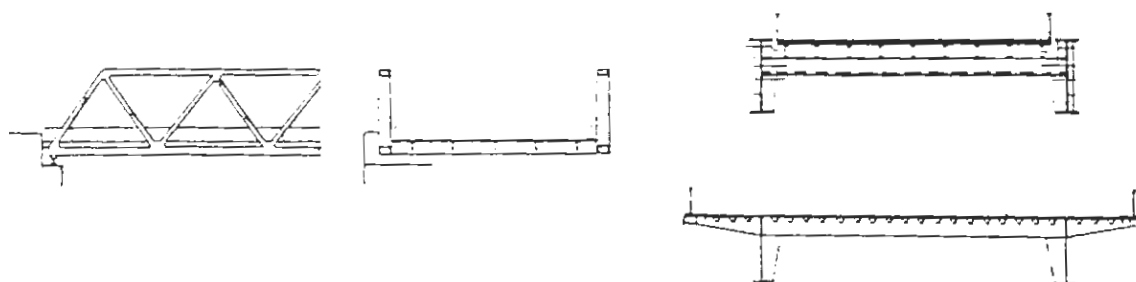
1.στ. Γενικά δεδομένα μελέτης



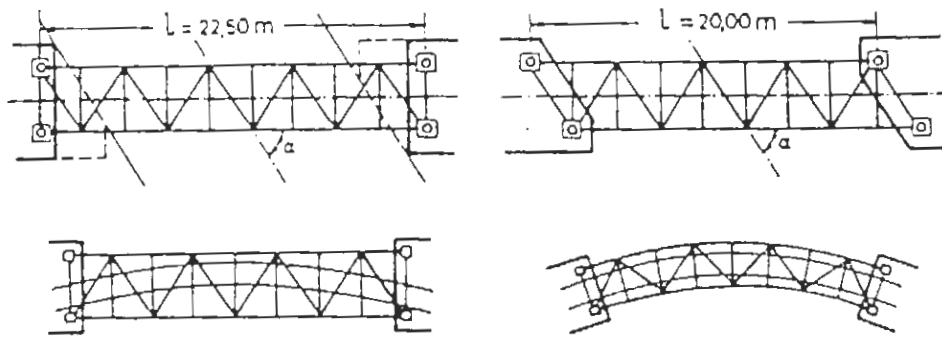
Σχ. 4 Στατικές μορφές γεφυρών



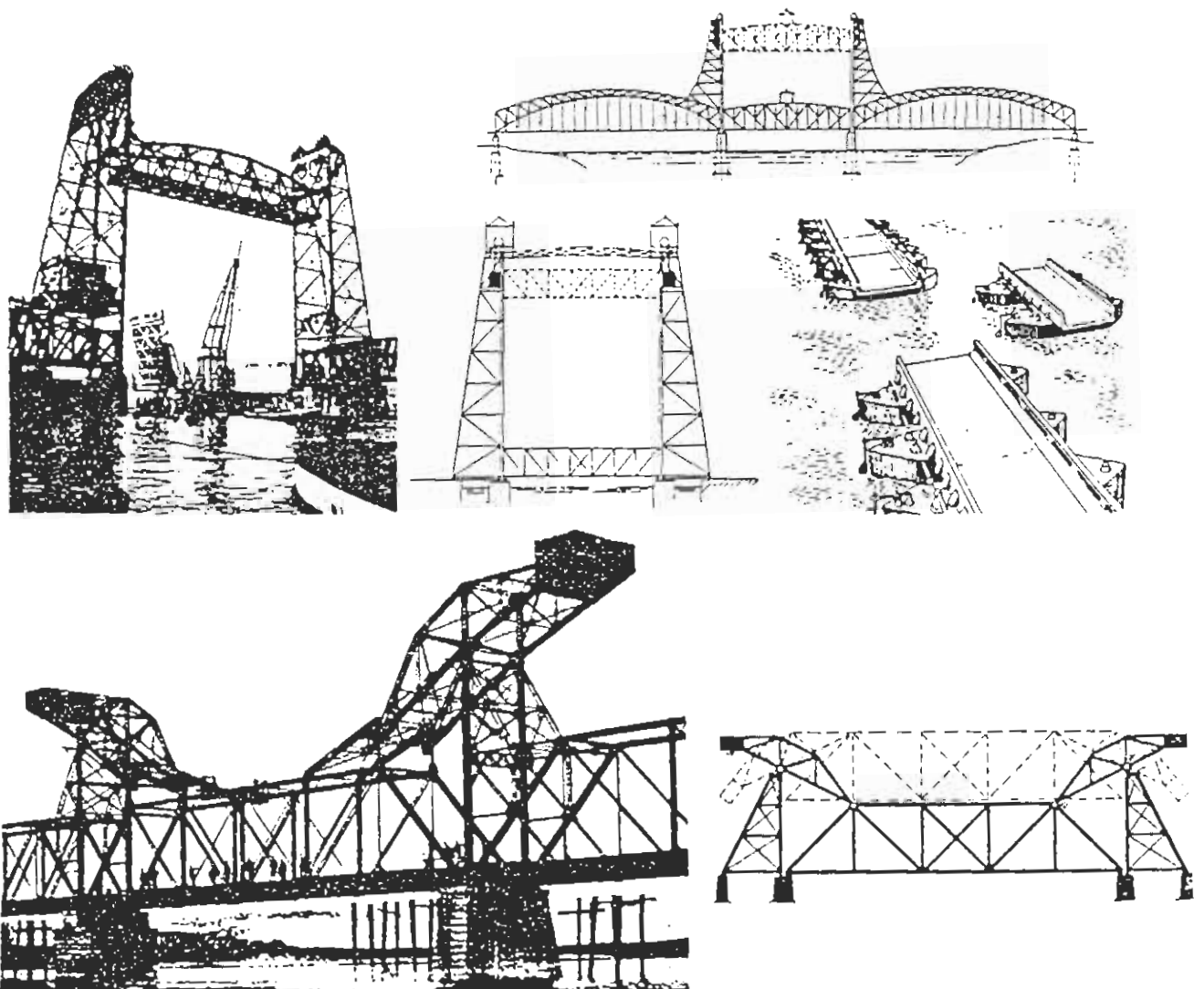
Σχ. 4 Ολόσωμες και δικτυωτές κύριες δοκοί



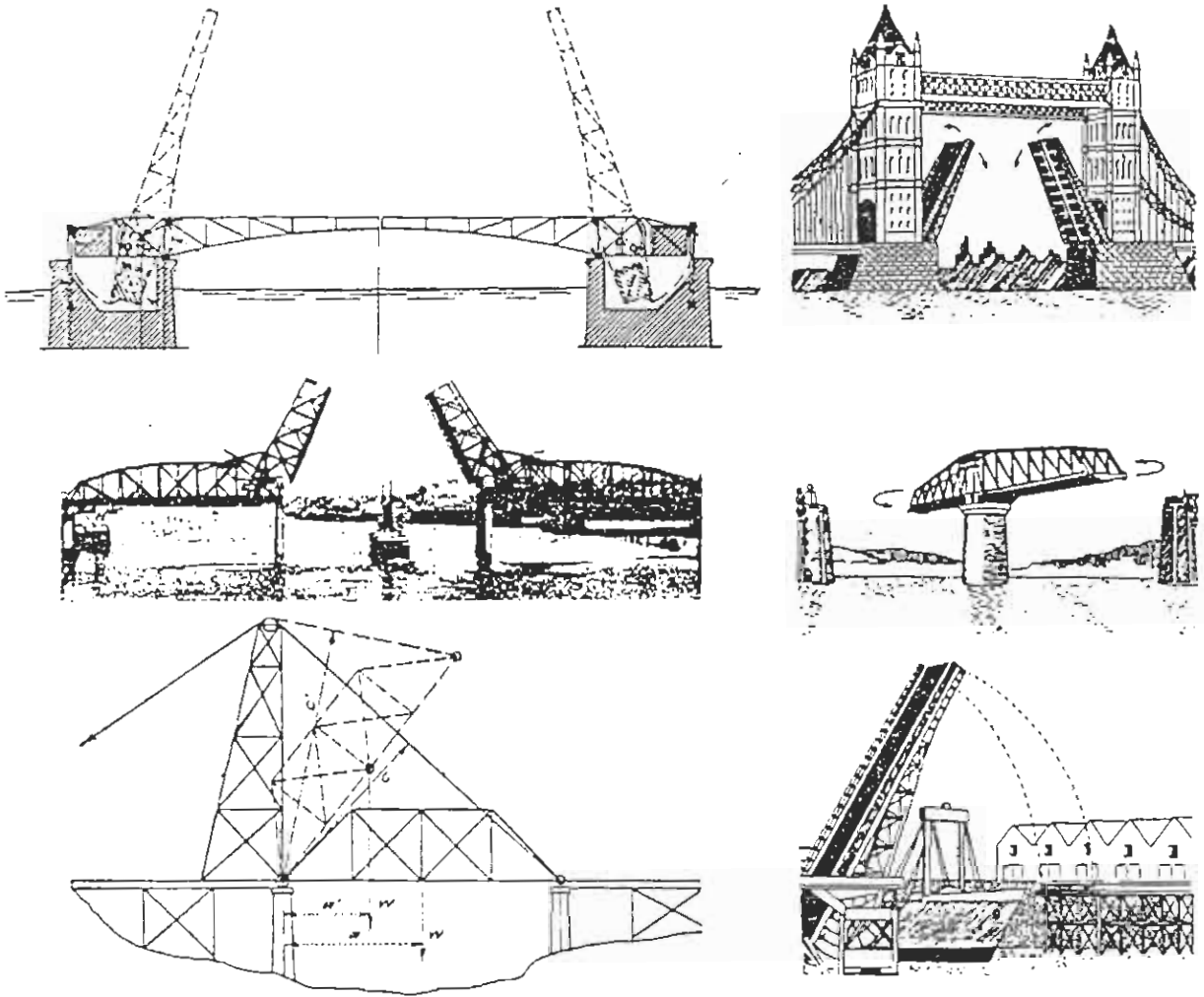
Σχ. 5 .Γέφυρες κάτω και άνω διάβασης



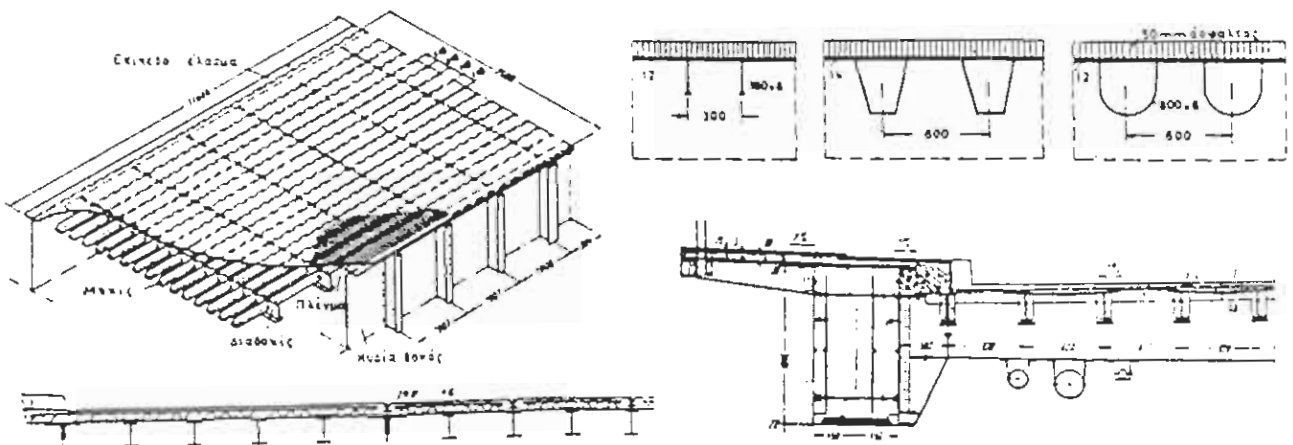
Σχ. 6 Ορθές, λοξές και καμπύλες γέφυρες



Σχ. 7 Κινητές γέφυρες (συνεχίζεται)



Σχ. 7 Κινητές γέφυρες



Σχ. 8 Κατάστρωμα γεφυρών

Προκειμένου να γίνει οριστική επιλογή τόσο του υλικού όσο και του είδους του φορέα είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη μία σειρά παραγόντων ,οι σπουδαιότερη από τους οποίους είναι οι παρακάτω:

- I. Φυσικά χαρακτηριστικά της περιοχής (τοπογραφία, γεωλογικά χαρακτηριστικά, έδαφος θεμελίωσης, υδρολογικά στοιχεία, σεισμολογικά χαρακτηριστικά, καιρικές συνθήκες κ.λ.π).
- II. Σκοπός του έργου (είδος και πυκνότητα κυκλοφορίας, μελλοντική πρόβλεψη, ταχύτητα ανέγερσης, διάρκεια ζωής, αισθητικές απαιτήσεις κ.λ.π).
- III. τοπικές συνθήκες (δυνατότητα πρόσβασης, προβλήματα κατασκευής, εργατοτεχνικό προσωπικό).

Μετά την μελέτη όλων αυτών των παραγόντων, προσδιορίζονται οι προσφορότερες για την περίπτωση λύσεις, από την τεchnοοικονομική σύγκριση των οποίων η πλέον ενδεδειγμένη, για την οποία ακολουθεί η οριστική μελέτη και η κατασκευή.

1.ζ Στοιχεία σιδηρών γεφυρών.

Τα στοιχεία από τα οποία συντίθεται μια σιδηρά γέφυρα είναι τα παρακάτω:

1.ζ.1 Κατάστρωμα.

Δέχεται απευθείας τα κινητά φορτία της γέφυρας και τα μεταβιβάζει στις κύριες δοκούς. Διακρίνεται στο επίστρωμα και στις δοκούς καταστρώματος. Σχ 8. Το επίστρωμα, στις μεν οδοφόρες αποτελείται από το οδόστρωμα και την φέρουσα

πλάκα (από σκυρόδεμα ή μεταλλικά ελάσματα), ενώ στις σιδηροδρομικές από τους στρωτήρες και τις σιδηροτροχιές ή (για κλειστό κατάστρωμα) και το έρμα με την φέρουσα πλάκα. Οι δοκοί του καταστρώματος είναι οι μηκίδες (παράλληλες προς τις κύριες δοκούς) και οι διαδοκίδες (κάθετοι προς τις κύριες δοκούς), οι οποίες μεταφέρουν τα φορτία στις κύριες δοκούς. Στο κατάστρωμα ανήκουν και τα πεζοδρόμια της γέφυρας.

1.ζ.2. Κύριες δοκοί ή κύριοι φορείς.

Παραλαμβάνουν και μεταφέρουν όλα τα φορτία της γέφυρας (μόνιμα και κινητά) μέσω των εφεδράνων στα βάθρα. Υπό την έννοια αυτή, στους κύριους φορείς ανήκει και το σύστημα καλωδίων (ευθύγραμμων ή όχι) και των αντίστοιχων πυλώνων (των κρεμαστών γεφυρών), μέσω των οποίων γίνεται η μεταφορά των φορτίων της γέφυρας στα βάθρα ή την θεμελίωση.

1.ζ.3. Σύνδεσμοι.

Είναι επίπεδοι φορείς (δικτυωτοί ή πλαισιωτοί), με προορισμό αφενός μεν να παραλάβουν τα οριζόντια φορτία που επενεργούν στην γέφυρα και αφετέρου, σε συνεργασία με τα υπόλοιπα στοιχεία της γέφυρας (κύριοι φορείς κ.λ.π), να συνθέσουν έναν ενιαίο και ευσταθή φορέα στον χώρο. Διακρίνονται στους κύριους συνδέσμους (αντιανέμιος και εγκάρσιος) και στους δευτερεύοντες (μηκίδων και τροχοπέδησης).

1.ζ.3.1. Αντιανέμιος σύνδεσμος.

Είναι οριζόντιο δικτύωμα με θεωρητικό άνοιγμα συνήθως ίσο προς το άνοιγμα των κυρίων δοκών, με πέλματα τα πέλματα των κυρίων δοκών, ορθοστάτες τις υπάρχουσες διαδοκίδες (όταν ο αντιανέμιος γίνεται στο επίπεδο του καταστρώματος) και διαγώνιους, πρόσθετες ράβδους διατομής L ή J ή δικτυωτές (για μεγαλύτερα ανοίγματα). Χρησιμεύει για να αναλαμβάνει τα

οριζόντια φορτία που ενεργούν κάθετα στον άξονα της γέφυρας (ανεμοπίεση , πλευρική κρούση, φυγόκεντρος δύναμη) Σχ. 8.α. Σε περίπτωση συμπαγών καταστρωμάτων , αυτά χρησιμεύουν και ως αντιανέμιοι σύνδεσμοι.

1.ζ.3.2 Εγκάρσιος σύνδεσμος.

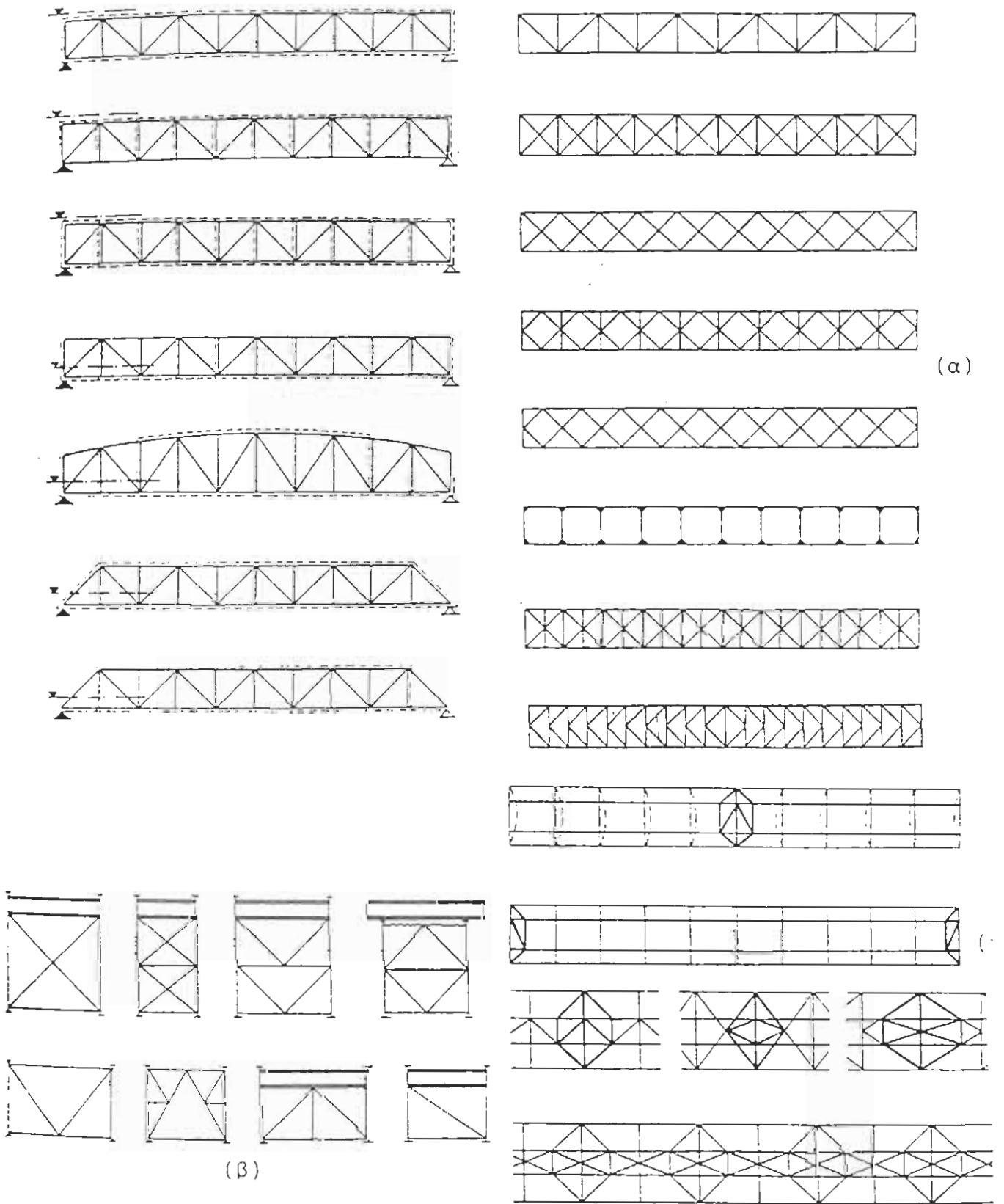
Είναι κατακόρυφο δικτύωμα (για άνω διάβαση) ή πλαίσιο (ανοικτό άνω ή κάτω , ή κλειστό) , τοποθετημένο κάθετα προς το επίπεδο των κύριων δοκών, Σ.χ. 8.β. Χρησιμεύει για την εγκάρσια σύνδεση των κύριων δοκών με σκοπό την δημιουργία ευσταθούς χωρικού φορέα , αλλά και για την ανάληψη και μεταφορά των δυνάμεων του άνω αντιανέμιου συνδέσμου στα εφάδρανα . Επί πλέον , για περίπτωση γεφυρών κάτω διάβασης , οι εγκάρσιοι σύνδεσμοι αποτρέπουν τον κίνδυνο λυγισμού του άνω θλιβόμενου πέλματος των κυρίων δοκών (δικτυωτών ή ολόσωμων). Η λύση δικτυωτού εγκάρσιου συνδέσμου είναι απλούστερη και οικονομικότερη έναντι του πλαισιωτού, και προτιμάται ,όταν μπορεί να εφαρμοσθεί .

1.ζ.3.3 Σύνδεσμοι μηκίδων.

Ο δευτερεύων αυτός σύνδεσμος κατασκευάζεται στις σιδηροδρομικές γέφυρες με ανοικτό κατάστρωμα . Είναι οριζόντιο δικτύωμα με πέλματα τις μηκίδες και άνοιγμα ίσο με το μήκος των μηκίδων (απόσταση των διαδοκίδων μεταξύ τους). Παραλαμβάνει τις οριζόντιες πλευρικές κρούσεις των συρμών και μέσω των διαδοκίδων τις μεταφέρει στον αντιανέμιο σύνδεσμο, Σ.χ. 8.γ.

1.ζ.3.4. Σύνδεση τροχοπέδησης.

Και ο σύνδεσμος αυτός κατασκευάζεται στις σιδηροδρομικές γέφυρες με ανοικτό κατάστρωμα. Είναι αμφιέριστο οριζόντιο δικτύωμα ανοίγματος όσο το μήκος της διαδοκίδας και διατάσσεται με βασικό στοιχείο μια διαδοκίδα.



Σχ. 8 Θέση κυρίων συνδέσμων και αντιανέμιοι σύνδεσμοι (α), εγκάρσιοι σύνδεσμοι (β), σύνδεσμοι μηκίδων και τροχοπέδησης (γ).

Σ.χ. 8.γ. Τοποθετείται στο μέσο ή στα άκρα της γέφυρας και παραλαμβάνει τις δυνάμεις τροχοπέδησης ή εκκίνησης των συρμών ,τις οποίες μεταφέρει στις κύριες δοκούς ,υπό μορφή αξονικών δυνάμεων.

1.ζ.4. Εφέδρανα.

Τα εφέδρανα έχουν προορισμό να μεταφέρουν ασφαλώς στα βάθρα ,όλες τις δυνάμεις που ενεργούν στην γέφυρα. Διακρίνονται σε σταθερά και κινητά (μιάς ή δύο κατευθύνσεων) και τοποθετούνται στα σημεία στήριξης όλων των δοκών επί των βάθρων.

1.ζ.5 Βάθρα

Αποτελούν τα σημεία στήριξης της γέφυρας, διακρίνονται σε ακρόβαθρα ή μεσόβαθρα και παραλαμβάνουν μέσω εφεδράνων ,όλες τις δυνάμεις που επενεργούν στην γέφυρα , τις οποίες και μεταφέρουν ασφαλώς στη θεμελίωσή των. Τα μεταλλικά βάθρα είναι συνήθως δικτυωτά, εδραζόμενα στο κάτω άκρο των σε θεμελίωση οπλισμένου σκυροδέματος ή σπανιότερα σε έδραση από λιθοποιΐα .

2. ΕΡΓΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΠΕΖΟΓΕΦΥΡΑΣ

2.α. Σκοπιμότητα έργου

Στη περιοχή Αγυιάς Πάτρας υπάρχει σχολικό συγκρότημα κάτω από την Εθνική οδό .Η πρόσβαση σε αυτό ,της πλειοψηφίας των μαθητών απαιτεί την διάβαση τους από την Εθνική οδό σε ώρες αιχμής.

Στο σημείο αυτό δεν υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες, ούτε υπόγεια διάβαση, ούτε πεζογέφυρα που να διευκολύνει και να εξασφαλίζει την ασφαλή προσπέλαση των μαθητών και των άλλων διαβατών.

Κατά το παρελθόν έχουν προκληθεί αρκετά ατυχήματα και έτσι καθίσταται αναγκαία η κατασκευή ενός από τα παραπάνω έργα.

Η τοποθέτηση φωτεινού σηματοδότη δεν προτείνεται διότι διακόπτεται η ομαλή κυκλοφορία σε δρόμο ταχείας και συνεχούς κυκλοφορίας.

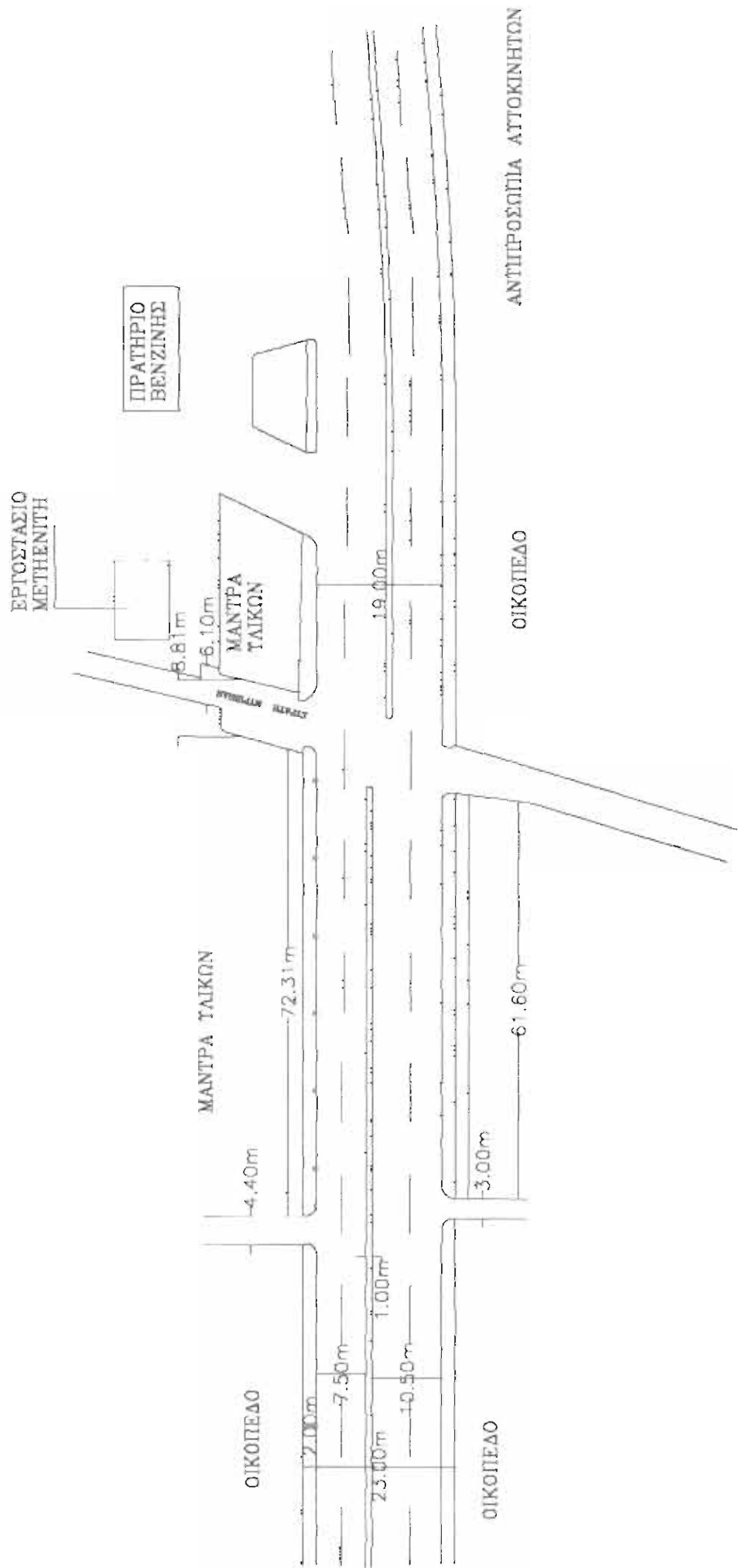
Η κατασκευή υπόγειας διάβασης επίσης απορρίπτεται για τους εξής λόγους: Το κόστος κατασκευής είναι τεράστιο , κατά τη διάρκεια κατασκευής της δημιουργείται κυκλοφοριακό πρόβλημα στην εθνική οδό, οι υπόγειες διαβάσεις γίνονται συχνά κατάλλημα αστέγων και επίσης χρειάζονται συχνή συντήρηση και καθαριότητα.

Ως προτεινόμενη λύση είναι η κατασκευή μεταλλικής πεζογέφυρας. Η εξυπηρέτηση του κόσμου θα είναι πιο ασφαλής σίγουρα και πιο γρήγορη.Επίσης είναι κατασκευή υψηλής αντοχής,τόσο στις καιρικές συνθήκες όσο και στο χρόνο, μεγάλης διάρκειας ζωής, ενώ από αισθητικής άποψης είναι πολύ καλή.

2β. Διαμόρφωση χώρου

Η εν λόγω πεζογέφυρα, πρόκειται να κατασκευαστεί στην περιοχή Αγυιάς Πατρών, επί της Νεας Εθνικής Οδού Αθηνών -Πατρών, στη διασταύρωσή της με την οδό Στρ. Μυριβήλη.Σ'αυτή την περιοχή βρίσκονται μάντρες υλικών, μαρμάρων και πρατήριο βενζίνης.

ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ



Το μήκος του δρόμου είναι 23 m (μαζί με τα πεζοδρόμια) δηλ. όσο και το μήκος του κύριου φορέα της γέφυρας και κατ'επέκταση, για την τοποθέτηση των βάθρων της γέφυρας και της σκάλας είναι αναγκαία η απαλλοτρίωση περίπου 130m² και από τις δυο πλευρές της Εθνικής Οδού.

2γ.Περιγραφή έργου

Η πεζογέφυρα που μελετάται είναι μεταλλική κατασκευή, που ο κύριος φορέας της αποτελείται από δύο δικτυώματα εκατέρωθεν του καταστρώματος.

Τα πάνω και κάτω πέλματα του κάθε δικτυώματος είναι μορφοδοκοί διατομής IPBL140(20 και 23m αντίστοιχα),και οι καθετες και πλάγιες ράβδοι αυτών είναι γωνιακοί διατομής L55x6.

Αντί δικτυώματος θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε πλατύπελμο βαρύ μορφοδοκό IPB 340 (περίπου),που θα είχε τη δυνατότητα να παραλάβει τις αναπτυσσόμενες καμπτικές ροπές λειτουργίας για μόνιμα και κινητά φορτία.

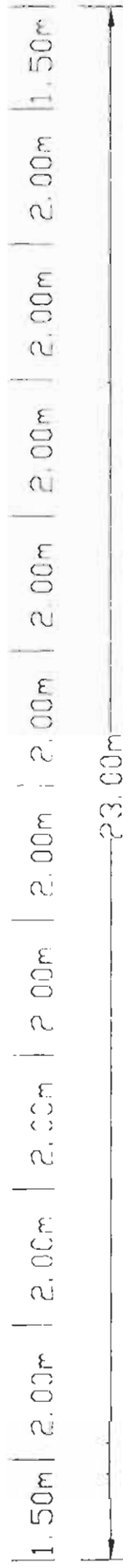
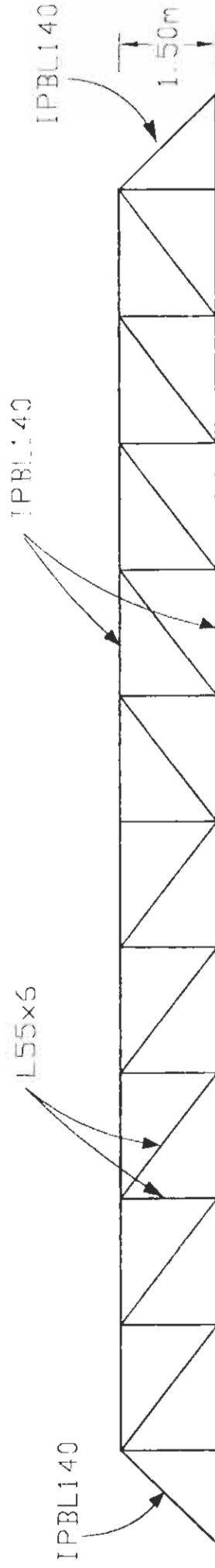
Για λόγους όμως λειτουργικότητας (αποφυγή ταλαντώσεων και μεγάλων βελών κάμψεως) και οικονομίας θεωρήθηκε σκοπιμότερη η προτινόμενη λύση του δικτυώματος.

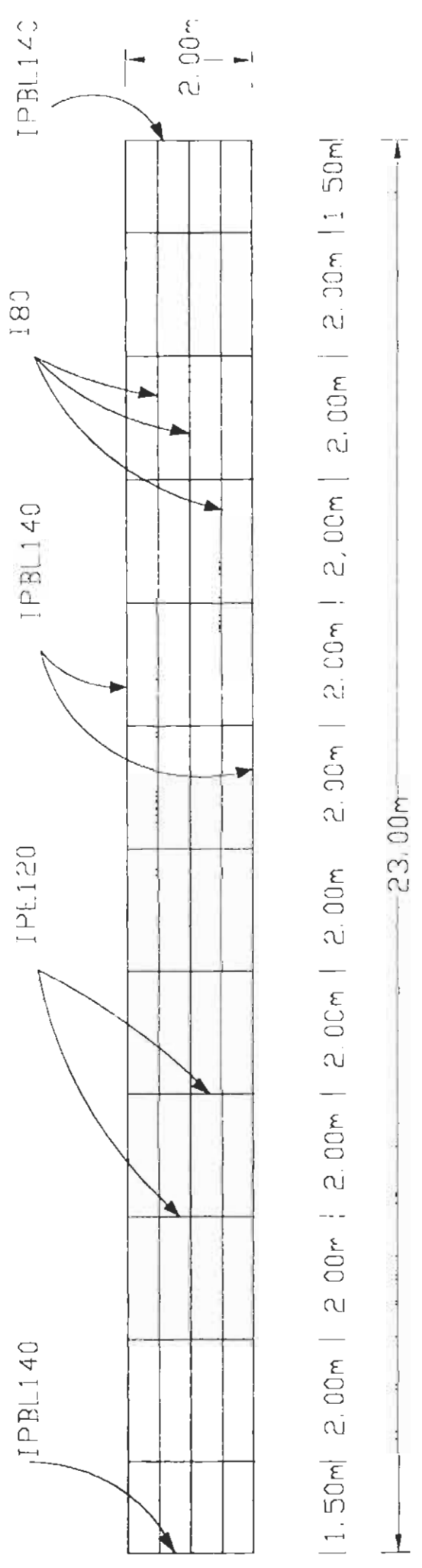
Το κατάστρωμα αποτελείται από εγκάρσιους δοκούς IPE 120 μήκους 2m ο καθένας , με αποστάσεις μεταξύ τους 2m εκτός από την πρώτη και τελευταία που είναι 1,5m.

Οι ενδιάμεσες διαδοκίδες θα είναι ελαφρείς μορφοδοκοί 180 μήκους 2m.Το κατάστρωμα θα αποτελείται από στραντζαριστή λαμαρίνα.

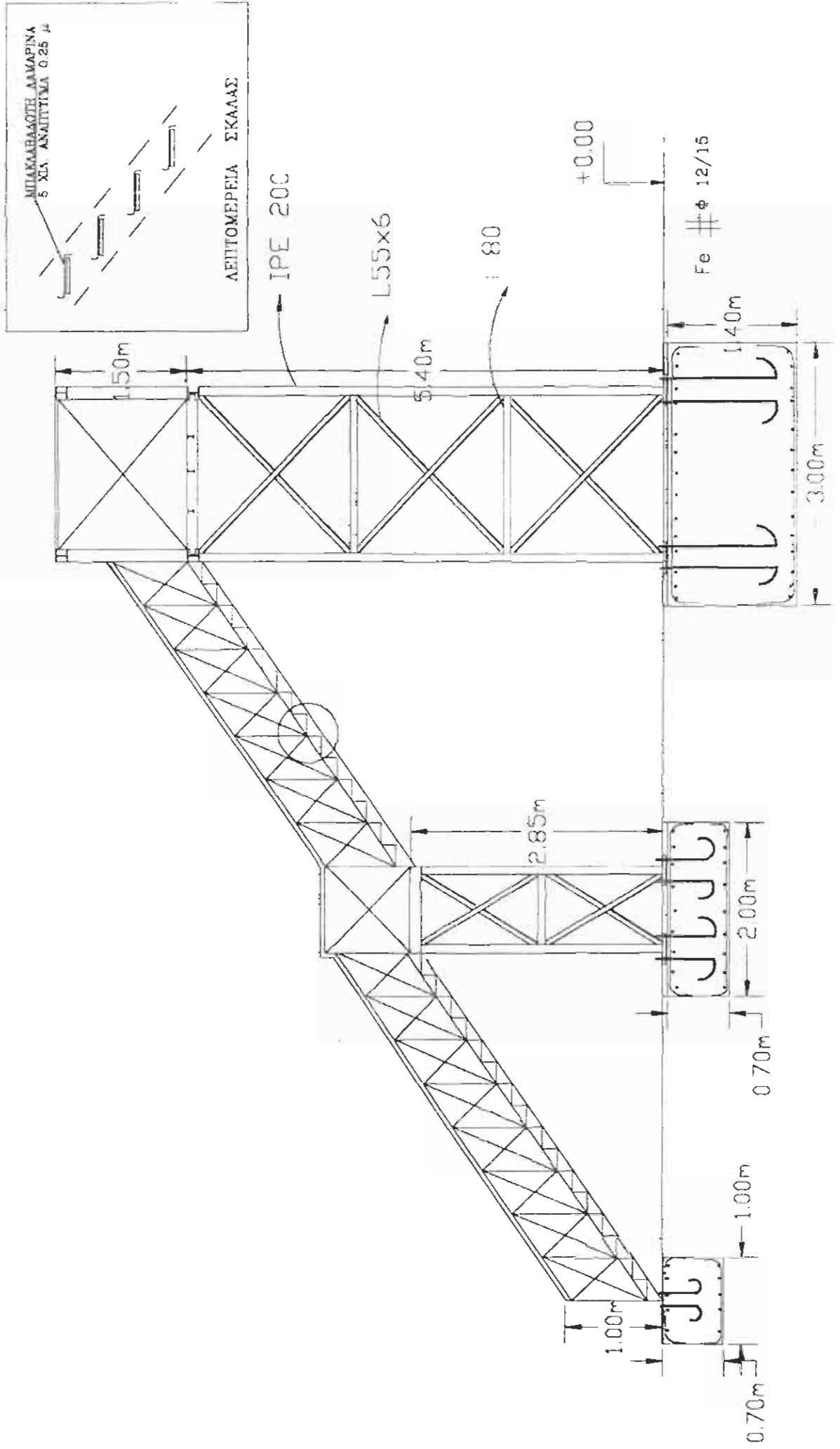
Τα βάθρα αποτελούνται από τέσσερα δικτυώματα.Οι καθετοι δοκοί είναι διατομής IPE200 μήκους 5.4m.Οι οριζόντιοι δοκοί είναι διατομής 180 και μήκους 2m και οι πλάγιοι δοκοί είναι L55x6.

Η σκάλα είναι τυποποιημένη σιδηρά κατασκευή.

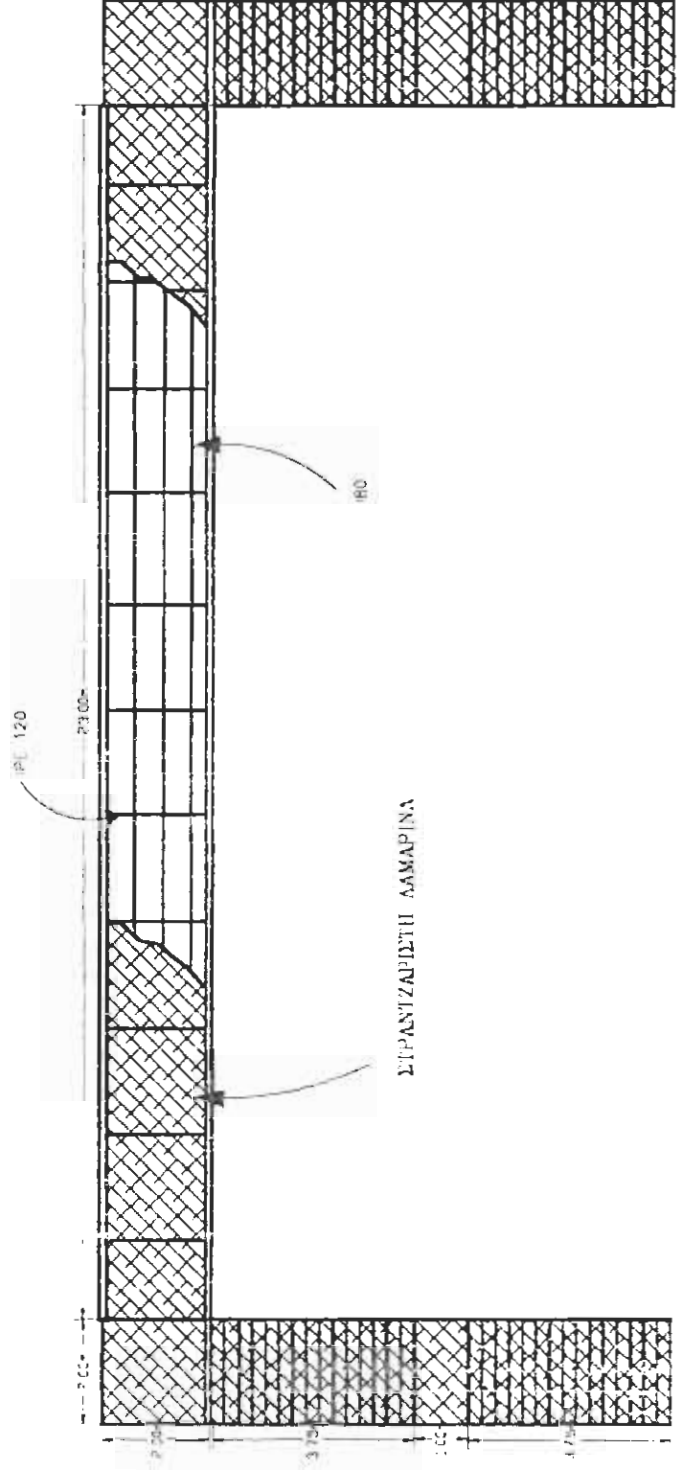




ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ



ΚΑΤΟΨΗ ΠΕΖΟΓΕΦΥΡΑΣ.



ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΟΣ

Δίδονται τα παρακάτω:

μόνιμο φορτίο=2KN/M²

κρουστικό φορτίο=1KN/M²

κινητό φορτίο=3KN/M²

οπότε από τα παραπάνω έχουμε συνολικό φορτίο=6KN/M².

Η συνολική δύναμη που ασκείται στο δικτύωμα υπολογίζεται όπως παρακάτω:

$$F_{ολ}=6 \times 23 \times 2 \text{ KN}=276 \text{ KN}$$

η $F_{ολ}/2$ ασκείται στο ένα δικτύωμα και $F_{ολ}/2$ στο άλλο δικτύωμα της γέφυρας.

Από τις εξισώσεις ισορροπίας ισχύουν τα παρακάτω:

$$\Sigma F_x=0 \Rightarrow A_x=0$$

$$\Sigma F_\psi=0 \Rightarrow A_\psi+B_\psi-F_{ολ}/2=0 \Rightarrow A_\psi+B_\psi=138 \text{ KN} \quad (1)$$

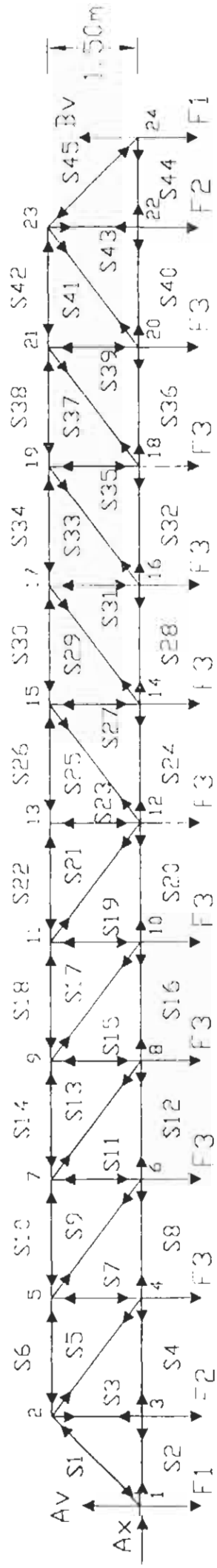
επειδή είναι $A_\psi=B_\psi$ από τη σχέση (1) έχουμε $2 \times A_\psi=138 \Rightarrow A_\psi=69 \text{ KN}$ άρα και $B_\psi=69 \text{ KN}$.

Οι δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε κόμβο, όπως φαίνεται από το σχήμα, είναι οι F_1, F_2, F_3 και υπολογίζονται ως εξής:

$$F_1=1,5 \times 1/3 \times 2 \times 3=3 \text{ KN}$$

$$F_2=2/3 \times 1,5 \times 2 \times 3 + 1/2 \times 2 \times 2 \times 3=12 \text{ KN} \text{ και}$$

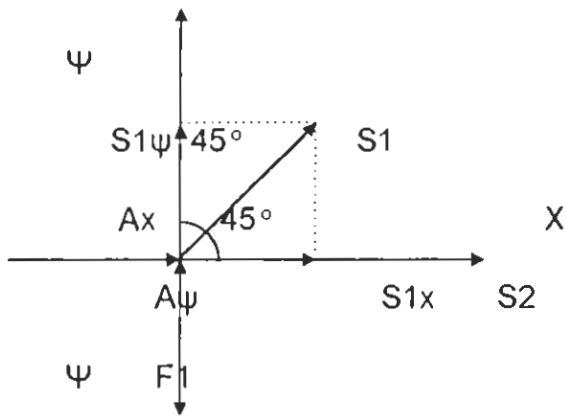
$$F_3=1/2 \times 2 \times 2 \times 3 + 1/2 \times 2 \times 2 \times 3=12 \text{ KN}$$



ΡΑΒΔΟΙ	ΘΛΙΨΗ	ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ
S1	-93,33	
S2		66
S3		12
S4		66
S5		89,99
S6	-138	
S7	-42	
S8		137,99
S9		69,99
S10	-194	
S11	-30	
S12		193,98
S13		49,99
S14	-234	
S15	-18	
S16		233,97
S17		29,99
S18	-258	
S19	-6	
S20		257,961
S21		9,999
S22	-266	
S23	0	
S24		257,96
S25		9,999
S26	-266	
S27	-6	
S28		233,97
S29		29,99
S30	-258	
S31	-18	
S32		193,98
S33		49,99
S34	-234	
S35	-30	
S36		137,99
S37		69,99
S38	-194	
S39	-42	
S40		66
S41		89,99
S42	-138	
S43		12
S44		66
S45	-93,33	

ΕΠΙΛΥΣΗ ΚΟΜΒΩΝ

ΚΟΜΒΟΣ 1



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow Ax + S1_x + S2 = 0 \Rightarrow S1_x + S2 = 0 \quad (1)$$

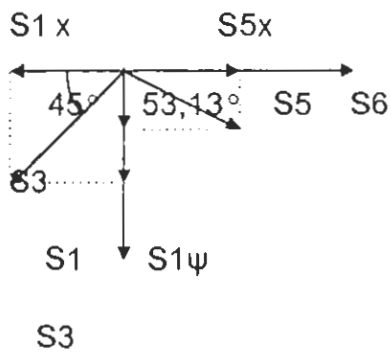
$$\sum F_\psi = 0 \Rightarrow S1_\psi + A_\psi - F1 = 0 \Rightarrow S1_\psi = F1 - A_\psi$$

$$\Rightarrow S1_\psi = -66 \text{ KN} \Rightarrow S1 = -66 / \sin 45^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S1 = -93,33 \text{ KN} \text{ οπότε από (1) } \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S2 = -S1_x \Rightarrow S2 = 66 \text{ KN}$$

ΚΟΜΒΟΣ 2



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow S6 + S5_x - S1_x = 0 \Rightarrow (1)$$

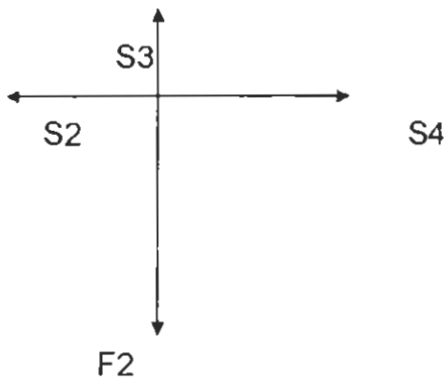
$$\sum F_\psi = 0 \Rightarrow S1_\psi + S5_\psi + S3 = 0 \Rightarrow S5_\psi = -S1_\psi -$$

$$\Rightarrow S5_\psi = 66 - 12 = 54 \text{ KN} \Rightarrow S5 = 54 / \cos 53,13^\circ =$$

$$= 89,99 \text{ KN. Από την σχέση (1) } \Rightarrow S6 =$$

$$= -137,99 \text{ KN.}$$

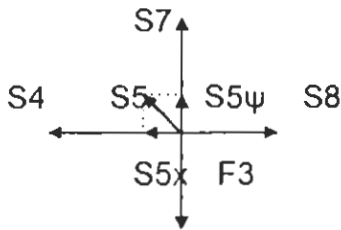
ΚΟΜΒΟΣ 3



$$\sum F_x = 0 \Rightarrow S2 = S4 \Rightarrow S4 = 66 \text{ KN}$$

$$\sum F_\psi = 0 \Rightarrow S3 = F2 \Rightarrow S3 = 12 \text{ KN}$$

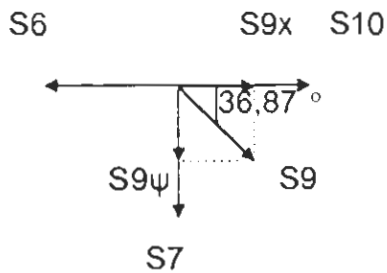
KOMBOΣ 4



$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S_8 - S_{5x} - S_4 = 0 \Rightarrow S_8 = 71,99 + 66 \Rightarrow S_8 = 137,99 \text{ KN.}$$

$$\Sigma F_\psi = 0 \Rightarrow S_7 + S_{5\psi} - F_3 = 0 \Rightarrow S_7 = -42 \text{ KN.}$$

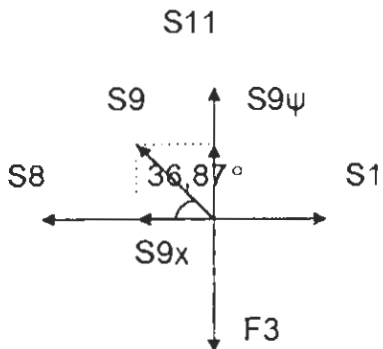
KOMBOΣ 5



$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S_{10} + S_{9x} - S_6 = 0 \Rightarrow S_{10} = S_6 - S_{9x} \Rightarrow S_{10} = -193,985 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_\psi = 0 \Rightarrow -S_7 - S_{9\psi} = 0 \Rightarrow S_{9\psi} = -S_7 = 42 \text{ KN} \Rightarrow S_9 = 42 / \cos 53,13^\circ \Rightarrow S_9 = 69,99 \text{ KN.}$$

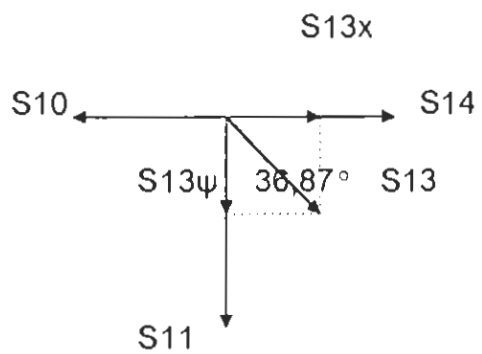
KOMBOΣ 6



$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S_{12} - S_8 - S_{9x} = 0 \Rightarrow S_{12} = S_8 + S_{9x} \Rightarrow S_{12} = 59,99 + 137,99 = 193,98 \text{ KN.}$$

$$\Sigma F_\psi = 0 \Rightarrow S_{11} + S_{9\psi} - F_3 = 0 \Rightarrow S_{11} = F_3 - S_{9\psi} \Rightarrow S_{11} = 12 - 42 = -30 \text{ KN}$$

ΚΟΜΒΟΣ 7



$$\sum F_x = 0 \Leftrightarrow S_{14} + S_{13x} - S_{10} = 0 \Leftrightarrow S_{14} = S_{10} -$$

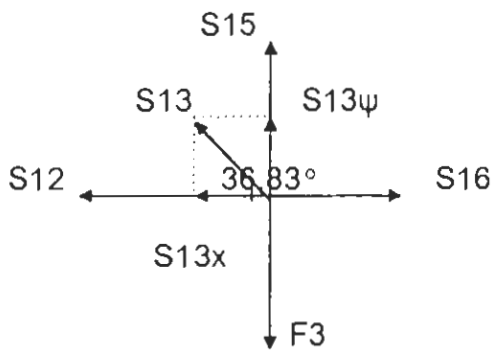
$$-S_{13x}(1)$$

$$\sum F_y = 0 \Leftrightarrow -S_{11} - S_{13\psi} = 0 \Leftrightarrow S_{13\psi} = -S_{11} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow S_{13\psi} = 30 \Leftrightarrow S_{13} = 30 / \cos 53,13^\circ = 49,99$$

$$\text{από την (1)} \Leftrightarrow S_{14} = -233,984 \text{KN.}$$

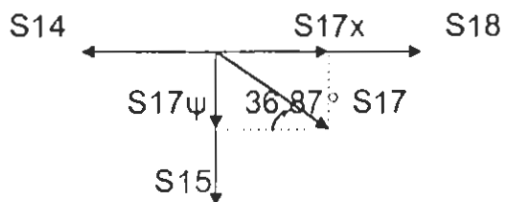
ΚΟΜΒΟΣ 8



$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S_{16} - S_{12} - S_{13}x = 0 \Rightarrow S_{16} = 39,99 + 193,98 = 233,97 \text{ KN.}$$

$$\Sigma F_\psi = 0 \Rightarrow S_{15} + S_{13}\psi - F_3 = 0 \Rightarrow S_{15} = F_3 - S_{13}\psi \Rightarrow S_{15} = -18 \text{ KN.}$$

ΚΟΜΒΟΣ 9



$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S_{18} + S_{17}x - S_{14} = 0 \quad (1)$$

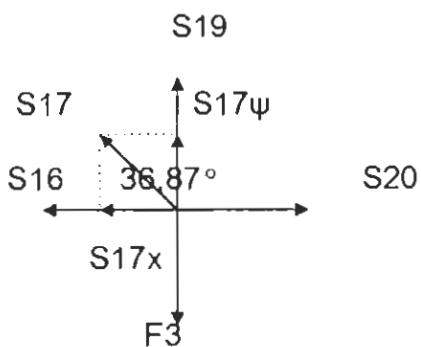
$$\Sigma F_\psi = 0 \Rightarrow -S_{15} - S_{17}\psi = 0 \Rightarrow S_{17}\psi = -S_{15} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_{17}\psi = 18 \Rightarrow S_{17} = 18 / \cos 53,13^\circ = 29,99$$

οπότε από την σχέση (1) έχουμε:

$$S_{18} = -233,98 - 23,99 = -257,983 \text{ KN.}$$

ΚΟΜΒΟΣ 10



$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S_{20} - S_{16} - S_{17}x = 0$$

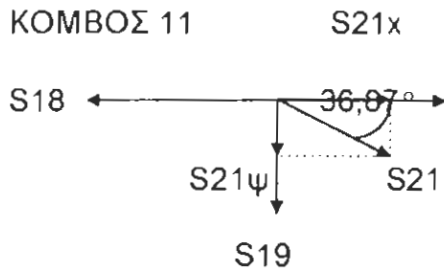
$$\Rightarrow S_{20} = 23,99 + 233,97 = 257,961 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_\psi = 0 \Rightarrow S_{19} + S_{17}\psi - F_3 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_{19} = F_3 - S_{17}\psi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_{19} = 12 - 18 = -6 \text{ KN}$$

ΚΟΜΒΟΣ 11



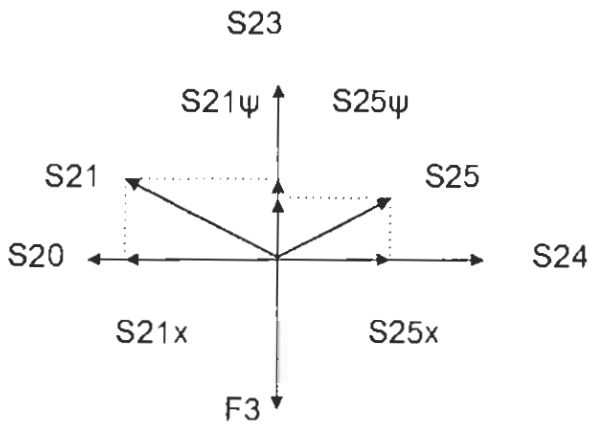
S22

$$\Sigma F_{\psi}=0 \Rightarrow -S19 - S21\psi = 0 \Rightarrow S21\psi = 6 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S22 + S21x - S18 = 0 \Rightarrow$$

$$S22 = -265,974 \text{ KN}$$

ΚΟΜΒΟΣ 12



0

$$\Sigma F_{\psi} = 0 \Rightarrow S23 + S21\psi + S25\psi - F3 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S25\psi = F3 - S21\psi \Rightarrow S25\psi =$$

$$= 6 / \cos 53,13^\circ = 9,99 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S24 + S25x - S20 - S21x = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S24 = S21x - S25x + S20 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S24 = 257,961 \text{ KN.}$$

ΚΟΜΒΟΣ 13



$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow S26 = S22 \Rightarrow S26 = -265,974 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_{\psi} = 0 \Rightarrow S23 = 0$$

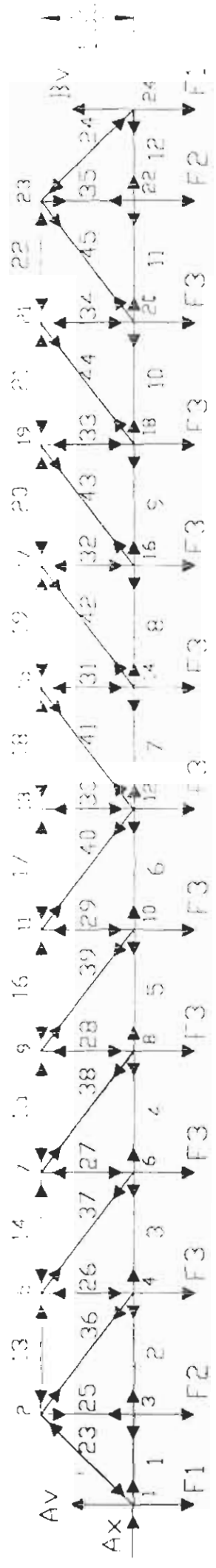
Λόγω συμμετρίας του δικτυώματος, έγινε η επίλυση του μισού τμήματος αυτού.

Τα ίδια ισχύουν και για τις συμμετρικές ράβδους αυτών που επιλύσαμε.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΔΙΚΥΤΩΜΑΤΩΝ ΜΕ Η/Υ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ *LARSA*

Επίλυση δικτυωμάτων με τό γενικό πρόγραμμα Η/Υ (*LARSA*) στατικής και δυναμικής ανάλυσης για γραμμικούς φορείς.



1.50m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	2.00m	1.50m
23.00m													

ΔΙΚΤΥΩΜΑ ΓΕΦΥΡΑΣ

Δεδομένα

Ράβδοι

<LIST ELEment>

Elem#	INod	JNod	Desig.	Type	Length	MID	YI	ZI	YJ	ZJ	Vx	Vy	Vz
1	1	3	IPBL140	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
2	3	4	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
3	4	6	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
4	6	8	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
5	8	10	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
6	10	12	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
7	12	14	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
8	14	16	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
9	16	18	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
10	18	20	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
11	20	22	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
12	22	24	IPBL140	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
13	2	5	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
14	5	7	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
15	7	9	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
16	9	11	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
17	11	13	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
18	13	15	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
19	15	17	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
20	17	19	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
21	19	21	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
22	21	23	IPBL140	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
23	1	2	IPBL140	TRUs	2.12	1					.00	.00	.00
24	24	23	IPBL140	TRUs	2.12	1					.00	.00	.00
25	3	2	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
26	4	5	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
27	6	7	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
28	8	9	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
29	10	11	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
30	12	13	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
31	14	15	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
32	16	17	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
33	18	19	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
34	20	21	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
35	22	23	2L55X6	TRUs	1.50	1					.00	.00	.00
36	2	4	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00
37	5	6	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00
38	7	8	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00
39	9	10	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00
40	11	12	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00
41	12	15	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00
42	14	17	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00
43	16	19	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00
44	18	21	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00
45	20	23	2L55X6	TRUs	2.50	1					.00	.00	.00

Συντεταγμένες κόμβων

<LIST NODE>

Node#	X-coord	Y-coord	Z-coord	In-Sys	Out-Sys
1	.00000	.00000	.00000	0	0
2	1.50000	1.50000	.00000	0	0
3	1.50000	.00000	.00000	0	0
4	3.50000	.00000	.00000	0	0
5	3.50000	1.50000	.00000	0	0
6	5.50000	.00000	.00000	0	0
7	5.50000	1.50000	.00000	0	0
8	7.50000	.00000	.00000	0	0
9	7.50000	1.50000	.00000	0	0
10	9.50000	.00000	.00000	0	0
11	9.50000	1.50000	.00000	0	0
12	11.50000	.00000	.00000	0	0
13	11.50000	1.50000	.00000	0	0
14	13.50000	.00000	.00000	0	0
15	13.50000	1.50000	.00000	0	0
16	15.50000	.00000	.00000	0	0
17	15.50000	1.50000	.00000	0	0
18	17.50000	.00000	.00000	0	0
19	17.50000	1.50000	.00000	0	0
20	19.50000	.00000	.00000	0	0
21	19.50000	1.50000	.00000	0	0
22	21.50000	.00000	.00000	0	0
23	21.50000	1.50000	.00000	0	0
24	23.00000	.00000	.00000	0	0

Φορτία στους κόμβους

<LIST NLOad>

Node#	X-Force	Y-Force	Z-Force	X-Moment	Y-Moment	Z-Moment
1	.0000	-3.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
3	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
4	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
6	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
8	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
10	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
12	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
14	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
16	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
18	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
20	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
22	.0000	-12.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
24	.0000	-3.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

Περιορισμοί στις κινήσεις τών κόμβων

<LIST CONstraint>

Node#	-----constraints-----	Reaction?
1	X_Trان Y_Trان Z_Trان X_Rota Y_Rota	Yes
2	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
3	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
4	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
5	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
6	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
7	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
8	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
9	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
10	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
11	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
12	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
13	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
14	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
15	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
16	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
17	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
18	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
19	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
20	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
21	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
22	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
23	Z_Trان X_Rota Y_Rota	No
24	Y_Trان Z_Trان X_Rota Y_Rota	Yes

Επίλυση

Μετατοπίσεις κόμβων

DISplacement

Node	LC	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
1	1	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2	1	.6476E-03	-.6916E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
3	1	.1556E-04	-.6941E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
4	1	.3630E-04	-.1646E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
5	1	.6037E-03	-.1673E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
6	1	.8021E-04	-.2479E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
7	1	.5418E-03	-.2499E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
8	1	.1421E-03	-.3109E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
9	1	.4670E-03	-.3123E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
10	1	.2169E-03	-.3502E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
11	1	.3845E-03	-.3509E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
12	1	.2994E-03	-.3638E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
13	1	.2994E-03	-.3641E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
14	1	.3819E-03	-.3502E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
15	1	.2143E-03	-.3509E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
16	1	.4567E-03	-.3109E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
17	1	.1318E-03	-.3123E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
18	1	.5186E-03	-.2479E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
19	1	.5705E-04	-.2499E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
20	1	.5626E-03	-.1646E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
21	1	-.4874E-05	-.1673E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
22	1	.5833E-03	-.6941E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
23	1	-.4878E-04	-.6916E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
24	1	.5989E-03	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

Αξονικές Δυνάμεις στις ράβδους

FORce

Memb	Node	LC	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	1	1	-66.6	.000	.000	.000	.000	.000
1	3	1	66.6	.000	.000	.000	.000	.000
2	3	1	-66.6	.000	.000	.000	.000	.000
2	4	1	66.6	.000	.000	.000	.000	.000
3	4	1	-139.	.000	.000	.000	.000	.000
3	6	1	139.	.000	.000	.000	.000	.000
4	6	1	-196.	.000	.000	.000	.000	.000
4	8	1	196.	.000	.000	.000	.000	.000
5	8	1	-236.	.000	.000	.000	.000	.000
5	10	1	236.	.000	.000	.000	.000	.000
6	10	1	-260.	.000	.000	.000	.000	.000
6	12	1	260.	.000	.000	.000	.000	.000
7	12	1	-260.	.000	.000	.000	.000	.000
7	14	1	260.	.000	.000	.000	.000	.000
8	14	1	-236.	.000	.000	.000	.000	.000
8	16	1	236.	.000	.000	.000	.000	.000
9	16	1	-196.	.000	.000	.000	.000	.000
9	18	1	196.	.000	.000	.000	.000	.000
10	18	1	-139.	.000	.000	.000	.000	.000
10	20	1	139.	.000	.000	.000	.000	.000
11	20	1	-66.6	.000	.000	.000	.000	.000
11	22	1	66.6	.000	.000	.000	.000	.000
12	22	1	-66.6	.000	.000	.000	.000	.000
12	24	1	66.6	.000	.000	.000	.000	.000
13	2	1	139.	.000	.000	.000	.000	.000
13	5	1	-139.	.000	.000	.000	.000	.000
14	5	1	196.	.000	.000	.000	.000	.000
14	7	1	-196.	.000	.000	.000	.000	.000
15	7	1	236.	.000	.000	.000	.000	.000
15	9	1	-236.	.000	.000	.000	.000	.000
16	9	1	260.	.000	.000	.000	.000	.000
16	11	1	-260.	.000	.000	.000	.000	.000
17	11	1	268.	.000	.000	.000	.000	.000
17	13	1	-268.	.000	.000	.000	.000	.000
18	13	1	268.	.000	.000	.000	.000	.000
18	15	1	-268.	.000	.000	.000	.000	.000
19	15	1	260.	.000	.000	.000	.000	.000
19	17	1	-260.	.000	.000	.000	.000	.000
20	17	1	236.	.000	.000	.000	.000	.000
20	19	1	-236.	.000	.000	.000	.000	.000
21	19	1	196.	.000	.000	.000	.000	.000
21	21	1	-196.	.000	.000	.000	.000	.000
22	21	1	139.	.000	.000	.000	.000	.000
22	23	1	-139.	.000	.000	.000	.000	.000
23	1	1	94.2	.000	.000	.000	.000	.000
23	2	1	-94.2	.000	.000	.000	.000	.000
24	24	1	94.2	.000	.000	.000	.000	.000
24	23	1	-94.2	.000	.000	.000	.000	.000

FORce			FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Memb	Node	LC						
25	3	1	-12.0	.000	.000	.000	.000	.000
25	2	1	12.0	.000	.000	.000	.000	.000
26	4	1	42.4	.000	.000	.000	.000	.000
26	5	1	-42.4	.000	.000	.000	.000	.000
27	6	1	30.3	.000	.000	.000	.000	.000
27	7	1	-30.3	.000	.000	.000	.000	.000
28	8	1	18.2	.000	.000	.000	.000	.000
28	9	1	-18.2	.000	.000	.000	.000	.000
29	10	1	6.11	.000	.000	.000	.000	.000
29	11	1	-6.11	.000	.000	.000	.000	.000
30	12	1	.472E-01	.000	.000	.000	.000	.000
30	13	1	-.472E-01	.000	.000	.000	.000	.000
31	14	1	6.11	.000	.000	.000	.000	.000
31	15	1	-6.11	.000	.000	.000	.000	.000
32	16	1	18.2	.000	.000	.000	.000	.000
32	17	1	-18.2	.000	.000	.000	.000	.000
33	18	1	30.3	.000	.000	.000	.000	.000
33	19	1	-30.3	.000	.000	.000	.000	.000
34	20	1	42.4	.000	.000	.000	.000	.000
34	21	1	-42.4	.000	.000	.000	.000	.000
35	22	1	-12.0	.000	.000	.000	.000	.000
35	23	1	12.0	.000	.000	.000	.000	.000
36	2	1	-90.8	.000	.000	.000	.000	.000
36	4	1	90.8	.000	.000	.000	.000	.000
37	5	1	-70.7	.000	.000	.000	.000	.000
37	6	1	70.7	.000	.000	.000	.000	.000
38	7	1	-50.5	.000	.000	.000	.000	.000
38	8	1	50.5	.000	.000	.000	.000	.000
39	9	1	-30.3	.000	.000	.000	.000	.000
39	10	1	30.3	.000	.000	.000	.000	.000
40	11	1	-10.1	.000	.000	.000	.000	.000
40	12	1	10.1	.000	.000	.000	.000	.000
41	12	1	-10.1	.000	.000	.000	.000	.000
41	15	1	10.1	.000	.000	.000	.000	.000
42	14	1	-30.3	.000	.000	.000	.000	.000
42	17	1	30.3	.000	.000	.000	.000	.000
43	16	1	-50.5	.000	.000	.000	.000	.000
43	19	1	50.5	.000	.000	.000	.000	.000
44	18	1	-70.7	.000	.000	.000	.000	.000
44	21	1	70.7	.000	.000	.000	.000	.000
45	20	1	-90.8	.000	.000	.000	.000	.000
45	23	1	90.8	.000	.000	.000	.000	.000

Αντιδράσεις στις στηρίξεις

REACTION		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Node	LC						
1	1	.1592E-11	69.64	.0000	.0000	.0000	.0000
24	1	.0000	69.64	.0000	.0000	.0000	.0000

ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΛΥΓΙΣΜΟ.

1. Έλεγχος λυγηρότητας στις πάνω θλιβόμενες ράβδους.

Η δυσμενέστερη είναι στις ράβδους S22 και S6 με θλιπτικό φορτίο 265,97 KN. Έχουμε επιλέξει διατομή IPBI 140 οπότε από πίνακα προκύπτει $i_{min}=3,52cm$. Ο συντελεστής λυγηρότητας υπολογίζεται όπως παρακάτω :

$$\lambda = S_k / i_{min} \Leftrightarrow \lambda = 2 \times 100 \text{ cm} / 3,52 \text{ cm} \Leftrightarrow \lambda = 57.$$

όπου S_k = ελεύθερο μήκος λυγισμού σε cm

και i_{min} = ακτίνα αδρανείας σε cm.

Από πίνακα και σε συνδιασμό με τον συντελεστή λ υπολογίζουμε το συντελεστή λυγισμού ω και είναι $\omega = 1,37$. Επομένως η πραγματοποιούμενη τάση είναι:

$$\sigma_{πραγ} = \omega \times P / F = 1,37 \times 265,97 \text{ KN} / 31,4 \text{ cm}^2 \Leftrightarrow \sigma_{πραγ} = 11,60 \text{ KN/cm}^2$$

όπου P = φορτίο σε KN/cm²

F = εμβαδόν διατομής σε cm².

και τελικά είναι $\sigma_{πραγ} < \sigma_{επιτ} = 27 \text{ KN/cm}^2$ δηλαδή είμαστε από την πλευρά της ασφαλείας.

2. Έλεγχος λυγηρότητας στις κάθετες θλιβόμενες ράβδους.

Η δυσμενέστερη περίπτωση παρουσιάζεται στις ράβδους S7 και S39 με θλιπτικό φορτίο 42 KN.

Έχουμε επιλέξει διατομή L55x6 με $i_{min} = 1,07 \text{ cm}$. Άρα ο συντελεστής λυγηρότητας λ είναι:

$$\lambda = S_k / i_{min} = 1,5 \times 100 \text{ cm} / 1,07 \text{ cm} = 140 \text{ οπότε προκύπτει συντελεστής λυγισμού } \omega$$

$\omega = 4,96$ και η πραγματοποιούμενη τάση είναι

$$\sigma_{πραγ} = \omega \times P / F = 4,96 \times 21 \text{ KN} / 6,31 \text{ cm}^2 \Leftrightarrow \sigma_{πραγ} = 16,507 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{επιτ} = 27 \text{ KN/cm}^2.$$

δηλαδή είμαστε από την πλευρά της ασφαλείας.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΛΑΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΛΥΓΙΣΜΟ.

Η δυσμενέστερη περίπτωση παρουσιάζεται στον κόμβο 4 και για την ράβδο S7

Η δύναμη αυτή έχει υπολογιστεί ότι είναι 42KN.

Η ροπή αδράνειας της διατομής του ελάσματος υπολογίζεται από την σχέση

$$J = b \cdot h^3 / 12 \Rightarrow J = 55 \cdot (12,25)^3 / 12 \Rightarrow J = 8425,38 \text{ mm}^4$$

Το εμβαδόν της διατομής του ελάσματος είναι $F = 55 \cdot 12,25 = 673,75 \text{ mm}^2$

Από τα παραπάνω υπολογίζεται η ακτίνα αδρανείας και είναι

$$i_{\min} = \sqrt{J / F} = \sqrt{8425,38 \text{ mm}^4 / 673,75 \text{ mm}^2} \Rightarrow i_{\min} = 3,53 \text{ mm}.$$

Ο συντελεστής λυγηρότητας λ είναι: $\lambda = l / i_{\min} \Rightarrow \lambda = 50 \text{ mm} / 3,53 \text{ mm} \Rightarrow \lambda = 15$

Για την συνέχιση των υπολογισμών μας ,επιλέγουμε τιμή του συντελεστή $\lambda = 20$ οπότε

$\omega = 1,06$ (από πίνακα).

Υπολογίζεται η πραγματική τάση από την σχέση

$$\sigma_{\text{πραγ}} = \omega \cdot P / F \Rightarrow \sigma_{\text{πραγ}} = 1,06 \cdot 42 / 673,75 \text{ KN} / \text{ mm}^2$$

$\Rightarrow \sigma_{\text{πραγ}} = 0,066 \text{ KN} / \text{ mm}^2 = 6,6 \text{ KN} / \text{ cm}^2 < \sigma_{\text{επ}} = 27 \text{ KN} / \text{ cm}^2$. Επομένως είμαστε από την πλευρά της ασφαλείας.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΛΥΓΙΣΜΟ ΤΩΝ ΘΛΙΒΟΜΕΝΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΤΟΥ ΒΑΘΡΟΥ ΤΗΣ

ΓΕΦΥΡΑΣ (ΔΙΑΤΟΜΗ Ι ΡΕ 200).

Η δυσμενέστερη περίπτωση παρουσιάζεται στην ράβδο 4 με αξονικό φορτίο 79,8KN. Η λυγηρότητα λ της ράβδου υπολογίζεται όπως παρακάτω:

$$\lambda = S_k / i_{\min} = 180 \text{ cm} / 2,24 \text{ cm} = 80 .$$

Από την τιμή του συντελεστή λ και από πίνακες υπολογίστηκε ο συντελεστής λυγισμού $\omega = 1,79$

Η πραγματική τάση υπολογίζεται σύμφωνα με την σχέση : $\sigma_{\text{πραγ}} = \omega \times P / F$

$$\sigma_{\text{πραγ}} = 1,79 \times 79,8 \text{ KN} / 28,5 \text{ cm}^2 = 5,012 \text{ KN/cm}^2$$

Την παραπάνω τάση συγκρίνουμε με την επιτρεπόμενη τάση και είναι

$$\sigma_{\text{πραγ}} = 5,012 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{\text{επιτρ}} = 27 \text{ KN/cm}^2$$

επομένως είμαστε από την πλευρά της ασφαλείας.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΕ ΛΥΓΙΣΜΟ ΤΩΝ ΘΛΙΒΟΜΕΝΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΤΟΥ ΒΑΘΡΟΥ ΤΗΣ
ΓΕΦΥΡΑΣ (ΔΙΑΤΟΜΗ I 80).

Η δυσμενέστερη περίπτωση παρουσιάζεται στην ράβδο 7 με αξονικό φορτίο 9,03KN. Η λυγηρότητα λ της ράβδου υπολογίζεται όπως παρακάτω:

$$\lambda = S_k / i_{\min} = 200 \text{ cm} / 0,91 \text{ cm} = 220 .$$

Από την τιμή του συντελεστή λ και από πίνακες υπολογίστηκε ο συντελεστής λυγισμού $\omega = 12,26$.

Η πραγματική τάση υπολογίζεται σύμφωνα με την σχέση : $\sigma_{\text{πραγ}} = \omega \times P / F$

$$\sigma_{\text{πραγ}} = 12,26 \times 9,03 \text{ KN} / 7,57 \text{ cm}^2 = 14,62 \text{ KN/cm}^2$$

Την παραπάνω τάση συγκρίνουμε με την επιτρεπόμενη τάση και είναι

$$\sigma_{\text{πραγ}} = 14,62 \text{ KN/cm}^2 < \sigma_{\text{επιτρ}} = 27 \text{ KN/cm}^2$$

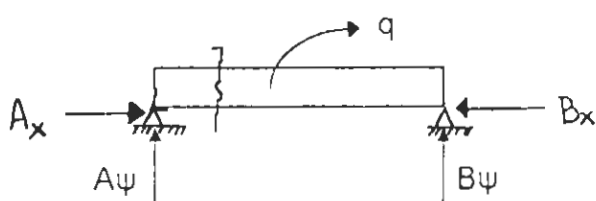
επομένως είμαστε από την πλευρά της ασφαλείας.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΟΡΦΟΔΟΚΩΝ ΣΕ ΚΑΜΨΗ

1. Έλεγχος διατομής I80 σε κάμψη

Η δοκός αυτή δέχεται ομοιόμορφο κατανεμημένο φορτίο από την λαμαρίνα του καταστρώματος της γέφυρας και υπολογίζεται όπως παρακάτω:

Ολικό φορτίο = $6\text{KN/m} \times 0,5\text{m} = 3\text{KN/m}$. Από τις συνθήκες ισοροπίας υπολογίζουμε τις αντιδράσεις:



$$F_q = q \cdot l \Leftrightarrow F_q = 3\text{KN/m} \times 2\text{m} = 6\text{KN/m}$$

$$\Sigma F_{\psi} = 0 \Leftrightarrow A_{\psi} + B_{\psi} = 6 \quad (1)$$

$$A_{\psi} = B_{\psi} \text{ οπότε από (1)} \Leftrightarrow A_{\psi} = B_{\psi} = 3\text{KN/m}$$

Υπολογίζουμε την μέγιστη ροπή και

έχουμε

$$\Sigma M = 0 \Leftrightarrow M - A_{\psi} \cdot X + q \cdot X \cdot X / 2 = 0 \Leftrightarrow M = 3X -$$

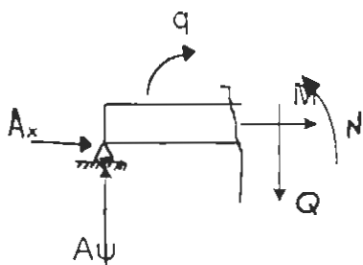
$$-3X^2/2 \Leftrightarrow M = 0 \text{ αν } X = 0 \text{ και}$$

$$M = 1,5 \text{ KNm αν } X = 1\text{m} \quad M = 0 \text{ αν } X = 2\text{m}$$

Οπότε η μέγιστη ροπή είναι $1,5 \text{ KN/m}$. Η επιτρεπόμενη τάση, όπως δίνεται από πίνακες, είναι $\sigma_{\text{επιτ}} = 27 \text{KN/cm}^2$ ενώ η ροπή αντίστασης υπολογίζεται από την σχέση

$$W_{\text{πραγ}} = M_{\text{max}} / \sigma_{\text{επιτ}} = 1,5 \text{KN/m} / 27 \text{KN/m}^2 \Leftrightarrow W_{\text{πραγ}} = 5,55 \text{cm}^3 < W_{\text{επιτρ}} = 19,5 \text{cm}^3 \quad \text{άρα}$$

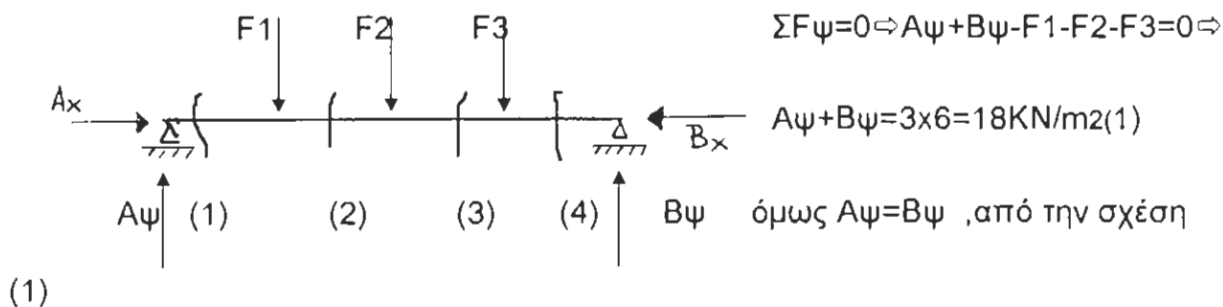
είμαστε από την πλευρά της ασφαλείας.



2. Ελεγχος διατομής IPE 120 σε κάμψη.

Ακολουθούμε την ίδια μεθοδολογία με παραπάνω:

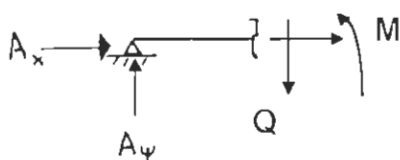
Στην περίπτωση αυτή το φορτίο που παραλαμβάνει η δοκός είναι το αυτό που μεταφέρεται από τις διατομές I80 και είναι $3\text{KN/m} \times 2\text{m} \times 3 = 18\text{KN}$ και ισοδυναμεί με τρεις ίσες δυνάμεις.



0,50m 0,50m 0,50m 0,50m

έχουμε $A_{\psi} = B_{\psi} = 9\text{KN/M}^2$

Τομή (1)

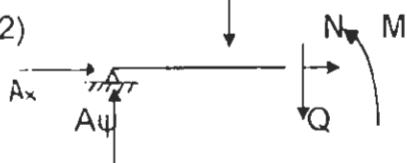


$$\Sigma M = 0 \Leftrightarrow M - A_{\psi} x \quad X = 0 \Leftrightarrow M = 9xX \Leftrightarrow$$

$$M = 0, \text{άν } X = 0 \text{ και}$$

$$M = 4,5\text{KNm} \text{ αν } X = 0,5\text{m}$$

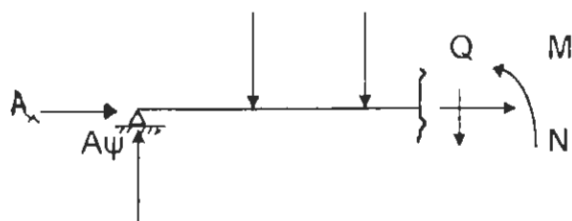
Τομή (2)



$$\Sigma M = 0 \Leftrightarrow M + A_{\psi} x(0,5 + X) + F_1 x X = 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow M = 3xX + 4,5 \Leftrightarrow M = 4,5\text{KNm} \text{ αν } X = 0$$

Τομή (3)



$$M = 6 \text{ KNm} \text{ αν } X = 0,5\text{m}$$

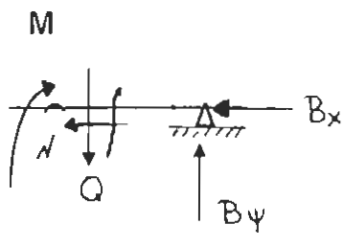
$$\Sigma M = 0 \Leftrightarrow M + F_1 x(0,5 + X) + F_2 x X -$$

$$A_{\psi}(1 + X) \Leftrightarrow M = -3X + 6 \Leftrightarrow M = 6\text{KNm}$$

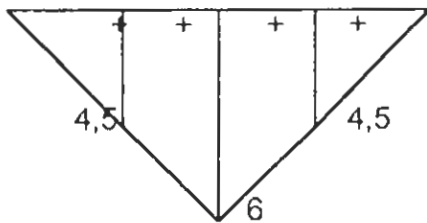
$$\text{αν } X = 0 \text{ και } M = 4,5\text{KNm} \text{ αν}$$

$$X = 0,5\text{m}.$$

Τομή (4)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΠΗΣ



$$\Sigma M=0 \Rightarrow M-B\psi \cdot X \Rightarrow M=9 \cdot X \Rightarrow M=0 \text{ αν } X=0$$

και $M=4,5 \text{KNm}$ αν $X=0,5 \text{m}$ οπότε

το διάγραμμα ροπών είναι το ακόλουθο

Από το διάγραμμα βλέπουμε ότι

$M_{\max}=6 \text{KNm}$ οπότε

η πραγματική τάση είναι $\sigma=M/W_{\text{πραγ}}$

$$W_{\text{πραγ}}=6 \cdot 100 \text{KNcm}/$$

$$27 \text{KN/cm}^2 \Leftrightarrow W=22,22 \text{cm}^3$$

Συγκρινόμενη με την επιτρεπόμενη

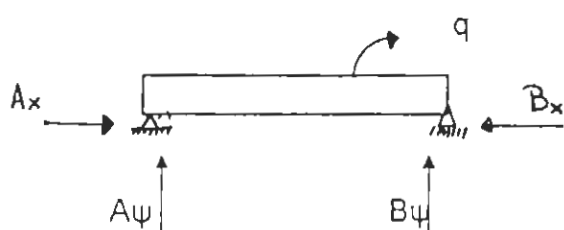
ροπή αντίστασης, η οποία δίνεται από ανάλογο πίνακα, παρατηρούμε ότι είναι μικρότερη

δηλαδή είναι $W_{\text{πρ}} < W_{\text{επιτ}}=53 \text{cm}^3$ άρα η επιλογή μας είναι σωστή.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΟΡΦΟΔΟΚΩΝ ΣΕ ΔΙΑΤΜΗΣΗ

1. Ελεγχος διατομής I80 σε διάτμηση.

Η διατμητική τάση δίνεται από την σχέση $\tau = Q / F_{\text{κορμού}}$. Η επιτρεπόμενη διατμητική τάση, που δίνεται από πίνακα, έχει τιμή $\tau_{\text{επι}} = 15,50 \text{ KN/cm}^2$ και συγκρίνεται με την πραγματική τάση που θα υπολογίσουμε παρακάτω.

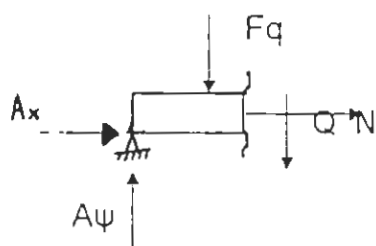


$$Fq = 3 \text{ KN/m} \times 2 \text{ m} = 6 \text{ KN}$$

$$A\psi = B\psi = 3 \text{ KN}$$

εφαρμόζουμε συνθήκη ισορροπίας για να

υπολογίσουμε τη διατμητική δύναμη



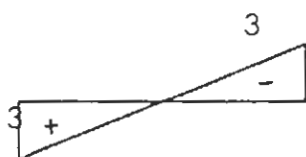
$$\Sigma F\psi = 0 \Rightarrow A\psi - Q - Fq = 0 \Rightarrow Q = 3 - qX$$

$$Q = 3 - 3X \Rightarrow Q = 3 \text{ KN} \text{ αν } X = 0$$

$$Q = 0 \text{ αν } X = 1 \text{ m} \text{ και } Q = -3 \text{ KN} \text{ αν } X = 2 \text{ m}$$

$$Q_{\text{max}} = 3 \text{ KN}$$

υπολογίζουμε το εμβαδόν διατομής του



κορμού : $F_{\text{κορμού}} = (h - 2t)s = (8 - 2 \times 0,59) \times 0,39 = 2,66 \text{ cm}^2$. Από όλα τα παραπάνω

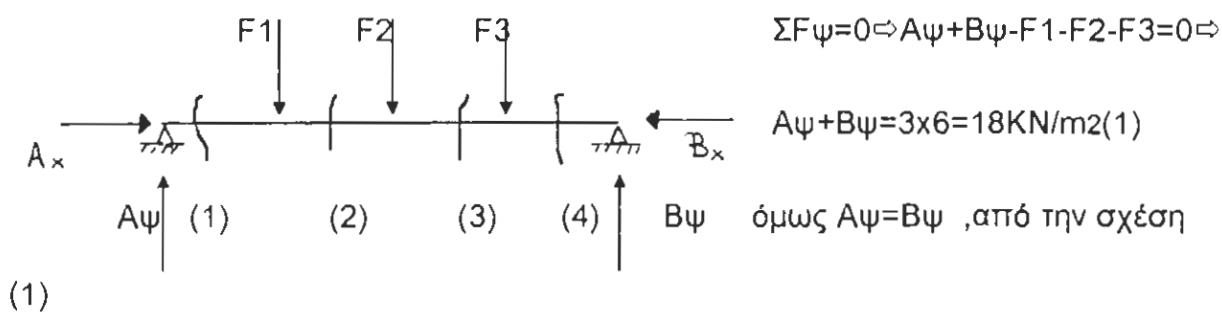
προκύπτει $\tau_{\text{πραγ}} = 3 \text{ KN} / 2,66 \text{ cm}^2 \Rightarrow \tau_{\text{πραγ}} = 1,127 \text{ KN/cm}^2 < \tau_{\text{επι}} = 15,50 \text{ KN/cm}^2$

επομένως είμαστε από την πλευρά της ασφαλείας.

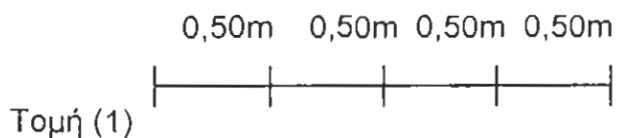
2. Ελεγχος διατομής IPE 120 σε διάτμηση.

Ακολουθούμε την ίδια μεθοδολογία με παραπάνω:

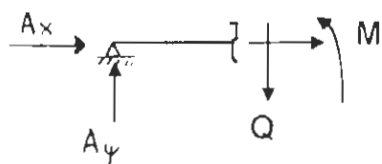
Στην περίπτωση αυτή το φορτίο που παραλαμβάνει η δοκός είναι το αυτό που μεταφέρεται από τις διατομές I80 και είναι $3\text{KN/m} \times 2\text{m} \times 3 = 18\text{KN}$ και ισοδυναμεί με τρεις ίσες δυνάμεις.



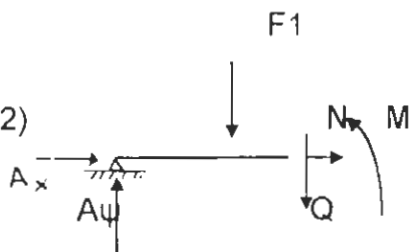
έχουμε $A_{\psi} = B_{\psi} = 9\text{KN/M}^2$



$\Sigma F_{\psi} = 0 \Leftrightarrow A_{\psi} - Q = 0 \Leftrightarrow Q = 9\text{KN}$

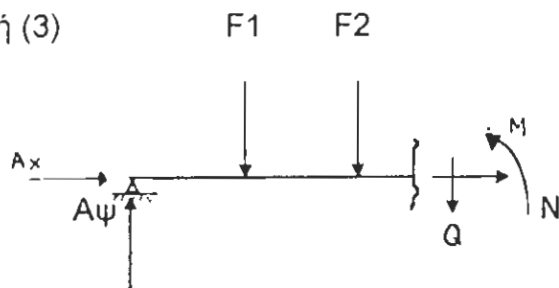


Τομή (2)



$\Sigma F_{\psi} = 0 \Leftrightarrow A_{\psi} - F_1 - Q = 0 \Leftrightarrow Q = 3\text{KN}$

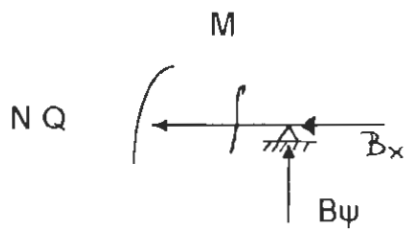
Τομή (3)



$\Sigma F_{\psi} = 0 \Leftrightarrow A_{\psi} - F_1 - F_2 - Q = 0 \Leftrightarrow Q = -3\text{KN}$

Τομή (4)

$$\Sigma F_{\psi}=0 \Leftrightarrow -B_{\psi}-Q=0 \Leftrightarrow Q=-9\text{KN}$$

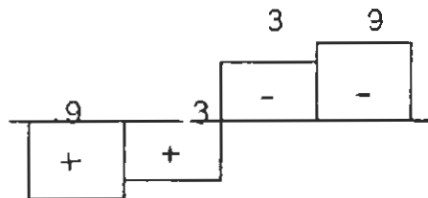


το διάγραμμα διατμητικής δύναμης είναι το ακόλουθο :

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ.

Από το διάγραμμα βλέπουμε ότι

$$Q_{\max}=9\text{KNm}$$



και η διατμητική τάση δίνεται από την σχέση

$$\tau_{\text{πραγ}}=Q / F_{\text{κορμ}} \text{ και } F_{\text{κορμ}}=4,75\text{cm}^2$$

$$\text{επομένως έχουμε } \tau_{\text{πραγ}}=9/4,72\text{KN/cm}^2 \Leftrightarrow \tau=$$

$$=1,904 \text{ KN/cm}^2.$$

Συγκρινόμενη με την επιτρεπόμενη τάση ,η οποία δίνεται από ανάλογο,

πίνακα, παρατηρούμε ότι είναι μικρότερη ,δηλαδή είναι

$\tau_{\text{επιτ}} < \tau_{\text{πραγ}}=15,50 \text{ KN/cm}^2$ άρα η επιλογή μας είναι σωστή.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΟΣ

Πάχος ελάσματος $t = 12,25 \text{ mm}$

t δοκού = $8,5 \text{ mm}$ IPBL140

t γωνιακού = 6 mm

Επιλογή a για συγκόλληση διπλού T με έλασμα

$$0,7 t_{\min} > a \geq \sqrt{t_{\max}} - 0,5 \geq 3 \text{ mm}$$

$$0,7 \times 8,5 > a \geq \sqrt{12,25} - 0,5 \geq 3 \text{ mm}$$

$$5,95 > a \geq 3 \geq 3$$

Επιλογή a για συγκόλληση ελάσματος με γωνιακό

$$0,7 t_{\min} > a \geq \sqrt{t_{\max}} - 0,5 \geq 3 \text{ mm}$$

$$0,7 \times 6 > a \geq \sqrt{12,25} - 0,5 \geq 3 \text{ mm}$$

$$4,2 > a \geq 3 \geq 3$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΓΩΝΙΑΚΕΣ

ΡΑΒΔΟΥΣ

Κόμβος 2

Ράβδος S3)

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S3 = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L3 = 55 \text{ mm}$$

$$\sigma_{επ} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

- $S'3 = 2 \alpha (L3 - 2 \alpha) \sigma_{επ} = 2 \times 3 \times (55 - 2 \cdot 3) \times 190 = 55860 \text{ Nt} \Rightarrow \underline{S'3}$
 $= \underline{55,86 \text{ KN}}$

$$S'3 > S3$$

- $S3 = 2 \alpha (L'3 - 2 \alpha) \sigma_{επ} \Rightarrow L'3 = S3 / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{επ}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$

$$L'3 = 12000 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L'3 = 16,52 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L'3 = 16,52$$

Πρέπει : $15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 16,52 \leq 300$ δεν ισχύει

Επιλέγω $L3 = 55 \text{ mm}$

- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = S3 / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 12000 / (2 \cdot (55 - 2 \cdot 3) \cdot 3) \Rightarrow$

$$\sigma = 40,82 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$

Πάβδος S5)

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S5 = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L3 = 55 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\epsilon\pi} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

- $S'3 = 2 \times \alpha \times L3 \times \sigma_{\epsilon\pi} = 2 \times 3 \times 55 \times 190 = 62700 \text{ Nt} \Rightarrow$

$$\underline{S'3 = 62,7 \text{ KN}}$$

$$S'3 < S5$$

- $S5 (e + \alpha/2) = S'3 (b/2 + \alpha/2) + S'1 (b + \alpha/2 + \alpha/2) \Rightarrow$

$$S'1 = S5 (e + \alpha/2) - S'3 (b + \alpha) / 2 / (b + \alpha) \Rightarrow$$

$$S'1 = (89990 \cdot (15,6 + 3/2) - 62700 (55 + 3) / 2) / (55 + 3) \Rightarrow$$

$$S'1 = -4818,5 \text{ N} \Rightarrow \underline{S'1 = -4,818 \text{ KN}}$$

- $S'2 = S5 - S'1 - S'3 = 89,99 + 4,818 - 62,7 \Rightarrow$

$$\underline{S'2 = 32,108 \text{ KN}}$$

$$\tau = S'2 / 2 (L2 - \alpha) \alpha \Rightarrow L2 = S'2 / (2 \alpha \tau) + \alpha = 32108 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 3$$

$$\Rightarrow L2 = 31,16 \text{ mm}$$

$$\tau = S'2 / 2 (L2 - \alpha) \alpha \Rightarrow L2 = S'2 / (2 \alpha \tau) + \alpha = 32108 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 3$$

$$\Rightarrow L2 = 31,16 \text{ mm}$$

Επιλέγουμε $L2 = 40 \text{ mm}$

$$\tau = S'1 / 2 (L1 - \alpha) \alpha \Rightarrow L1 = S'1 / (2 \alpha \tau) + \alpha = 4818 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 3$$

$$\Rightarrow L1 = 7,23 \text{ mm}$$

Επιλέγουμε $L1 = 40 \text{ mm}$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L1 + L2 + L3 = 135$$

$$\text{Πρέπει : } 15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 135 \leq 300 \quad \text{ισχύει}$$

• Έλεγχος τάσεων :

$$\text{Για πλευρά } S'1 : \tau = S'1 / (2 (L1 - \alpha) \cdot \alpha) = 4818 / (2 \cdot (40 - 3) \cdot 3) \Rightarrow$$

$$\tau = 21,70 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ισχύει}$$

- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'2 : $\tau = S'2 / (2 (L2 - \alpha) \cdot \alpha) = 32108 / (2 \cdot (40 - 3) \cdot 3) \Rightarrow$

$$\tau = 144,63 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$

- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = S'3 / (2 \cdot L3 \cdot \alpha) = 62700 / (2 \cdot 55 \cdot 3) \Rightarrow$

$$\sigma = 190 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$

Κόμβος 3

Πάβδος S3)

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S3 = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L3 = 55 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\epsilon\pi} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

- $S'3 = 2 \times \alpha \times (L3 - 2 \alpha) \times \sigma_{\epsilon\pi} = 2 \times 3 \times (55 - 2 \cdot 3) \times 190 = 55860 \text{ Nt} \Rightarrow$

$$\underline{S'3 = 55,86 \text{ KN}}$$

$$S'3 > S3$$

- $S3 = 2 \alpha (L'3 - 2 \alpha) \Rightarrow L'3 = S3 / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{\epsilon\pi}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$

$$L'3 = 12000 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L'3 = 16,52 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L'3 = 16,52$$

Πρέπει : $15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 16,52 \leq 300$ δεν ισχύει

Επιλέγω $L3 = 55 \text{ mm}$

• Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά $S'3$: $\sigma = S3 / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 12000 / (2 \cdot (55 - 2 \cdot 3) \cdot 3) \Rightarrow$

$\sigma = 40,82 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$

Κόμβος 4

Ράβδος S5)

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S5 = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L3 = 55 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\epsilon\pi} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

- $S'3 = 2 \times \alpha \times L3 \times \sigma_{\epsilon\pi} = 2 \times 3 \times 55 \times 190 = 62700 \text{ Nt} \Rightarrow$

$$\underline{S'3 = 62.7 \text{ KN}}$$

$$S'3 < S5$$

- $S5 (e + \alpha/2) = S'3 (b/2 + \alpha/2) + S'1 (b + \alpha/2 + \alpha/2) \Rightarrow$

$$S'1 = S5 (e + \alpha/2) - S'3 (b + \alpha) / 2 / (b + \alpha) \Rightarrow$$

$$S'1 = (89990 \cdot (15,6 + 3/2) - 62700 (55 + 3) / 2) / (55 + 3) \Rightarrow$$

$$S'1 = -4818,5 \text{ N} \Rightarrow \underline{S'1 = -4,818 \text{ KN}}$$

- $S'2 = S5 - S'1 - S'3 = 89,99 + 4,818 - 62,7 \Rightarrow$

$$\underline{S'2 = 32,108 \text{ KN}}$$

$$\tau = S'2 / 2 (L2 - \alpha) \alpha \Rightarrow L2 = S'2 / (2 \alpha \tau) + \alpha = 32108 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 3$$

$$\Rightarrow L2 = 31,16 \text{ mm}$$

Επιλέγουμε $L2 = 40 \text{ mm}$

$$\tau = S'1 / 2 (L1 - \alpha) \alpha \Rightarrow L1 = S'1 / (2 \alpha \tau) + \alpha = 4818 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 3$$

$$\Rightarrow L1 = 7,23 \text{ mm}$$

Επιλέγουμε $L1 = 40 \text{ mm}$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L1 + L2 + L3 = 135$$

$$\text{Πρέπει : } 15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 135 \leq 300 \quad \text{ισχύει}$$

• Έλεγχος τάσεων :

$$\text{Για πλευρά } S'1 : \tau = S'1 / (2 (L1 - \alpha) \cdot \alpha) = 4818 / (2 \cdot (40 - 3) \cdot 3) \Rightarrow$$

$$\tau = 21,70 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ισχύει}$$

- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'2 : $\tau = S'2 / (2 (L2 - \alpha) \cdot \alpha) = 32108 / (2 \cdot (40 - 3) \cdot 3) \Rightarrow$

$$\tau = 144,63 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$

- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = S'3 / (2 \cdot L3 \cdot \alpha) = 62700 / (2 \cdot 55 \cdot 3) \Rightarrow$

$$\sigma = 190 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$

Ράβδος S21)

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S21 = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L3 = 55 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\epsilon\pi} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

$$S'3 = 2 \times \alpha \times (L3 - 2 \alpha) \times \sigma_{\epsilon\pi} = 2 \times 3 \times (55 - 2 \cdot 3) \times 190 = 55860 \text{ Nt} \Rightarrow$$

$$\underline{S'3 = 55,86 \text{ KN}}$$

$$S'3 < S21$$

$$S21 = 2 \alpha (L3 - 2 \alpha) \sigma_{\epsilon\pi} \Rightarrow L3 = S21 / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{\epsilon\pi}) + 2 \alpha \Rightarrow$$

$$L3 = 9999 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L3 = 14,77 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L3 = 14,77 \text{ mm}$$

Πρέπει : $15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 14,77 \leq 300$ δεν ισχύει

Επιλέγουμε $L3 = 55 \text{ mm}$

- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = S7 / (2 \cdot (L3 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 42000 / (2 \cdot (55 - 2 \cdot 3) \cdot 3) \Rightarrow$

$$\sigma = 142,9 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$

Κόμβος 12

Ράβδος S21)

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S_{21} = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L_3 = 55 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\epsilon\pi} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

$$S'3 = 2 \times \alpha \times (L_3 - 2 \alpha) \times \sigma_{\epsilon\pi} = 2 \times 3 \times (55 - 2 \cdot 3) \times 190 = 55860 \text{ Nt} \Rightarrow$$

$$\underline{S'3 = 55,86 \text{ KN}}$$

$$S'3 < S_{21}$$

$$S_{21} = 2 \alpha (L_3 - 2 \alpha) \sigma_{\epsilon\pi} \Rightarrow L_3 = S_{21} / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{\epsilon\pi}) + 2 \alpha \Rightarrow$$

$$L_3 = 9999 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L_3 = 14,77 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L_3 = 14,77 \text{ mm}$$

Πρέπει : $15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 14,77 \leq 300$ δεν ισχύει

Επιλέγω $L_3 = 55 \text{ mm}$

- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = S_{21} / (2 \cdot (L - 2 \cdot a) \cdot a) = 8490 / (2 \cdot (45 - 2 \cdot 3) \cdot 3) \Rightarrow$

$$\sigma = 36,28 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ισχύει}$$

Ράβδος S21)

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S21 = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L3 = 55 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

$$S'3 = 2 \times \alpha \times (L3 - 2 \alpha) \times \sigma_{\text{επ}} = 2 \times 3 \times (55 - 2 \cdot 3) \times 190 = 55860 \text{ Nt} \Rightarrow$$

$$\underline{S'3 = 55,86 \text{ KN}}$$

$$S'3 < S21$$

$$S21 = 2 \alpha (L3 - 2 \alpha) \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow L3 = S21 / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{\text{επ}}) + 2 \alpha \Rightarrow$$

$$L3 = 9999 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L3 = 14,77 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L3 = 14,77 \text{ mm}$$

$$\text{Πρέπει : } 15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 14,77 \leq 300 \quad \text{δεν ισχύει}$$

Επιλέγω $L3 = 55 \text{ mm}$

- Έλεγχος τάσεων :

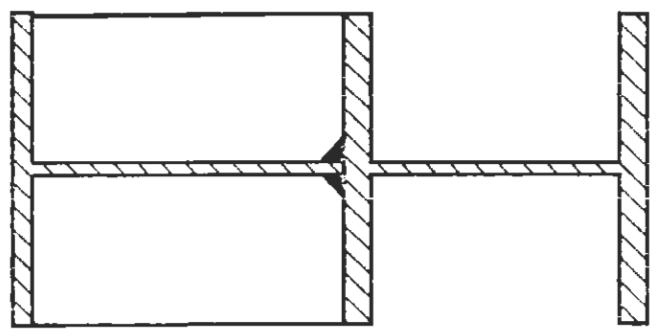
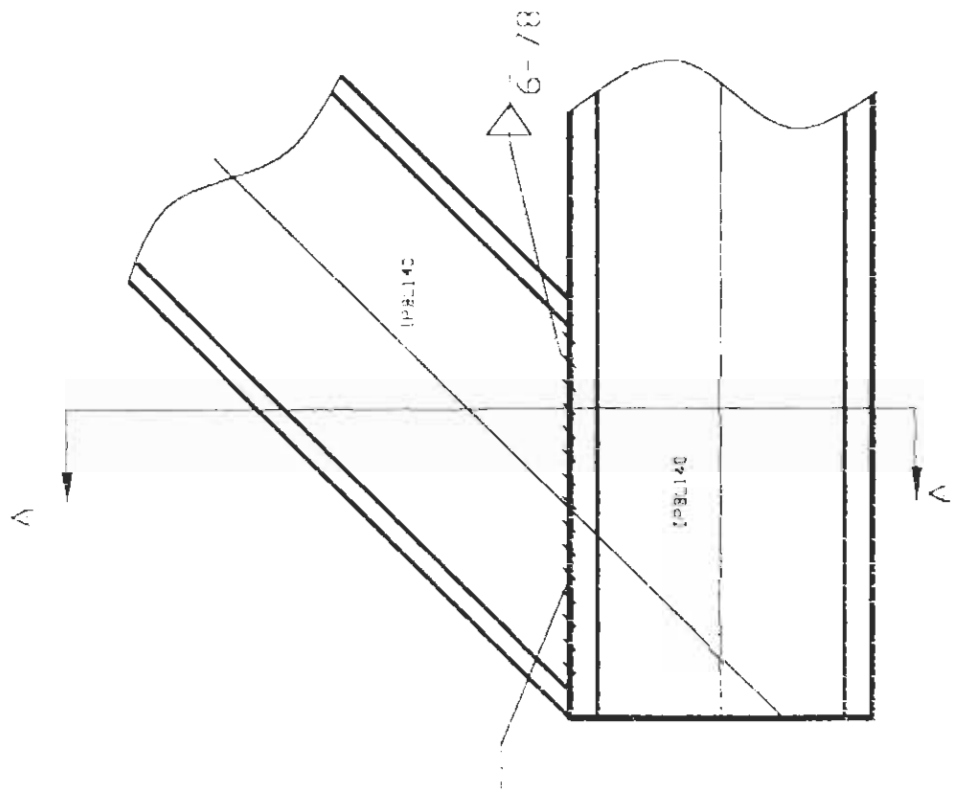
Για πλευρά S'3 : $\sigma = S_{21} / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 8490 / (2 \cdot (45 - 2 \cdot 3) \cdot 3) \Rightarrow$

$$\sigma = 36,28 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ισχύει}$$

Ράβδος S23)

Επειδή οι δυνάμεις που παραλαμβάνει η ράβδος είναι μηδενικές
εκλέγουμε αυθαίρετα μήκος συγκόλλησης $L3 = 55 \text{ mm}$

KOMBOS 1



TDM-1 A-A

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΩΝ ΕΛΑΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΔΟΚΟΥΣ

Κόμβος 2

$$\Sigma F_x = S_{5x} = 71,99 \Rightarrow \Sigma F_x = 71,99 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_\psi = S_3 + S_{5\psi} = 12 + 54 \Rightarrow \Sigma F_\psi = 66 \text{ KN}$$

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S_3 = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L_{\text{ελάσματος}} = 222 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

Για ΣF_x :

$$\bullet S'3 = 2 \cdot \alpha \cdot (L - 2 \alpha) \cdot \tau_{\text{επ}} = 2 \cdot 3 \cdot (222 - 2 \cdot 3) \cdot 190 \Rightarrow S'3 = 246240 \text{ N} \Rightarrow$$

$$\underline{S'3 = 246,24 \text{ KN}}$$

$$S'3 > \Sigma F_x$$

$$\Sigma F_x = 2 \alpha (L' - 2 \alpha) \times \tau_{\text{επ}} \Rightarrow L' = \Sigma F_x / (2 \cdot \alpha \cdot \tau_{\text{επ}}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$$

$$L' = 71990 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L' = 69 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L' = 69 \text{ mm}$$

$$\text{Πρέπει : } 15 \cdot a \leq L \leq 100 \cdot a \Rightarrow 45 \leq 69 \leq 300 \quad \text{ισχύει}$$

Επιλέγουμε $L = 222 \text{ mm}$

$$45 \leq 222 \leq 300 \quad \text{ισχύει}$$

• Έλεγχος τάσεων :

$$\text{Για πλευρά S'3 : } \tau = \Sigma F_x / (2 \cdot (L3 - 2 \cdot a) \cdot a) = 71990 / (2 \cdot (222 - 6) \cdot 3) \Rightarrow$$

$$\tau = 55,55 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$

$$\sigma = \Sigma F_x / A_{\text{ελαχ}} \Rightarrow A_{\text{ελαχ}} = 71990 / 190 = 378,9 \text{ mm}^2 \ll A = 42150 \text{ mm}^2$$

Για ΣFψ :

- $S'3 = 2 \cdot \alpha \cdot (L - 2 \alpha) \cdot \tau_{επ} = 2 \cdot 3 \cdot (222 - 2 \cdot 3) \cdot 190 \Rightarrow S'3 = 246240 \text{ N} \Rightarrow$

$$\underline{S'3 = 246,24 \text{ KN}}$$

$$S'3 > \Sigma F\psi$$

$$\Sigma F\psi = 2 \alpha (L' - 2 \alpha) \times \tau_{επ} \Rightarrow L' = \Sigma F\psi / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{επ}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$$

$$L' = 66000 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L' = 63,9 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L' = 63,9 \text{ mm}$$

$$\text{Πρέπει : } 15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 63,9 \leq 300 \quad \text{δεν ισχύει}$$

Επιλέγουμε $L = 222 \text{ mm}$

$$45 \leq 222 \leq 300 \quad \text{ισχύει}$$

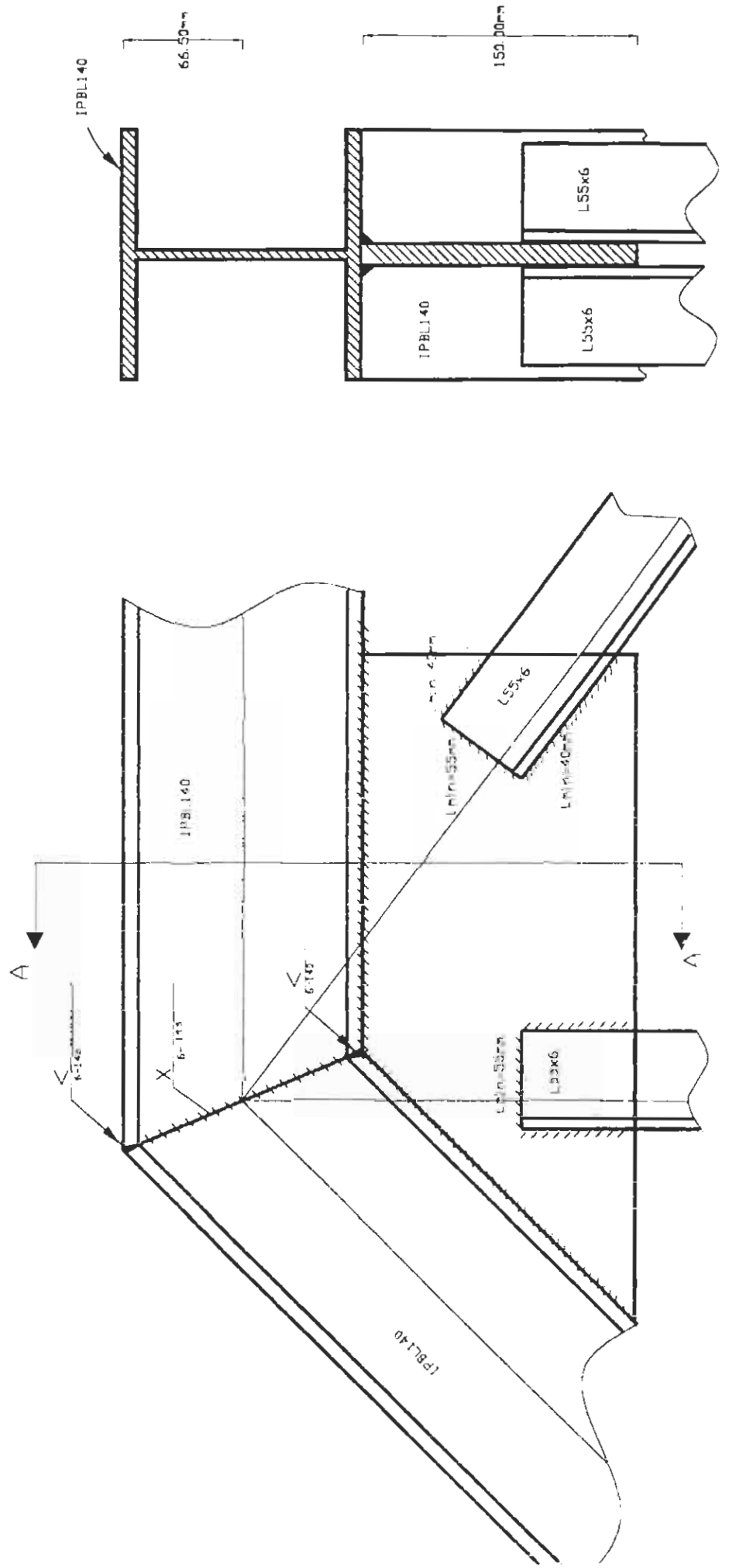
- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = \Sigma F_{\psi} / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 66000 / (2 \cdot (222 - 6) \cdot 3) \Rightarrow$

$$\sigma = 50,93 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$

$$\sigma = \Sigma F_{\psi} / A_{\text{ελαχ}} \Rightarrow A_{\text{ελαχ}} = 66000 / 190 = 347,37 \text{ mm}^2 \ll A = 42,150 \text{ mm}^2$$

KOMBOS 2



Κόμβος 3

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_\psi = S_3 = 12 \Rightarrow \Sigma F_\psi = 12 \text{ KN}$$

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S_3 = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L_{\text{ελάσματος}} = 155 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

Για ΣF_ψ :

- $S'3 = 2 \cdot \alpha \cdot (L - 2 \alpha) \cdot \sigma_{\text{επ}} = 2 \cdot 3 \cdot (155 - 2 \cdot 3) \cdot 190 \Rightarrow S'3 = 169860 \text{ N} \Rightarrow$

$$\underline{S'3 = 169,86 \text{ KN}}$$

$$S'3 > \Sigma F_\psi$$

$$\Sigma F_\psi = 2 \alpha (L' - 2 \alpha) \times \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow L' = \Sigma F_\psi / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{\text{επ}}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$$

$$L' = 120000 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L' = 16,53 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L' = 16,53 \text{ mm}$$

Πρέπει : $15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 16,53 \leq 300$ δεν ισχύει

Επιλέγουμε $L = 155 \text{ mm}$

$$45 \leq 155 \leq 300 \text{ ισχύει}$$

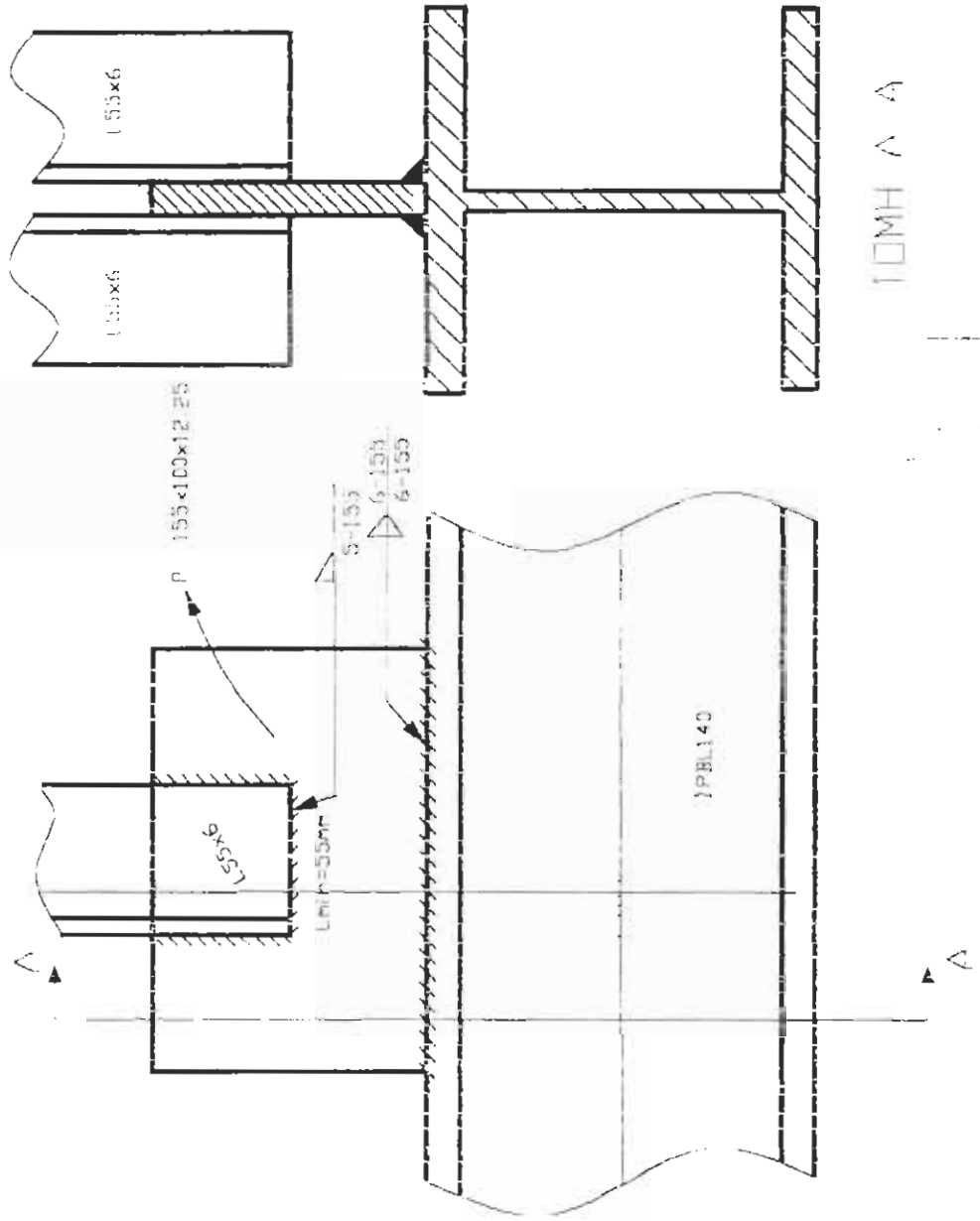
• Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = \Sigma F_{\psi} / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 120000 / (2 \cdot (155 - 6) \cdot 3) \Rightarrow$

$\sigma = 13,42 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$

$$\sigma = \Sigma F_{\psi} / A_{\text{ελαχ}} \Rightarrow A_{\text{ελαχ}} = 120000 / 190 = 63,16 \text{ mm}^2 \ll A = 15500 \text{ mm}^2$$

KOMBIS 3



10MH A A

Κόμβος 4

$$\Sigma F_x = S_5x = 71,99 \Rightarrow \Sigma F_x = 71,99 \text{ KN}$$

$$\Sigma F_\psi = S_5\psi - S_7 = 54 - 42 \Rightarrow \Sigma F_\psi = 8 \text{ KN}$$

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S_3 = S'1 + S'2 + S'3$$

$$L_{\text{ελάσματος}} = 270 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

Για ΣF_ψ :

$$S'3 = 2 \times \alpha \times (L - 2\alpha) \times \sigma_{\text{επ}} = 2 \times 3 \times (270 - 2 \cdot 3) \times 190 = 300960 \text{ Nt}$$

$$\Rightarrow \underline{S'3 = 300,96 \text{ KN}}$$

$$S'3 \gg \Sigma F_\psi$$

$$\Sigma F_\psi = 2\alpha(L' - 2\alpha) \times \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow L' = \Sigma F_\psi / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{\text{επ}}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$$

$$L' = 8000 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L' = 13,02 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L' = 13,02 \text{ mm}$$

Πρέπει : $15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 13,02 \leq 300$ δεν ισχύει

Για μεγαλύτερη ασφάλεια επιλέγουμε $L = L_{\text{ελασμ.}} = 270 \text{ mm}$

$$45 \leq 270 \leq 300 \quad \text{ισχύει}$$

Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = \Sigma F_{\psi} / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 8000 / (2 \cdot (300 - 2 \cdot 3) \cdot 3) \Rightarrow$

$\sigma = 5,05 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \quad \text{ισχύει}$

$$\sigma = \Sigma F_{\psi} / A_{\text{ελαχ}} \Rightarrow A_{\text{ελαχ}} = 8000 / 190 = 42,11 \text{ mm}^2 \ll A = 27000 \text{ mm}^2$$

Για ΣF_x :

- $S'3 = 2 \cdot \alpha \cdot (L - 2 \alpha) \cdot \tau_{\text{επ}} = 2 \cdot 3 \cdot (270 - 2 \cdot 3) \cdot 190 \Rightarrow S'3 = 300960 \text{ N} \Rightarrow$

$$\underline{S'3 = 300,96 \text{ KN}}$$

$$S'3 > \Sigma F_x$$

$$\Sigma F_x = 2 \alpha (L' - 2 \alpha) \times \tau_{\text{επ}} \Rightarrow L' = \Sigma F_x / (2 \cdot \alpha \cdot \tau_{\text{επ}}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$$

$$L' = 71990 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L' = 69,15 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L' = 69,15 \text{ mm}$$

$$\text{Πρέπει : } 15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 69,15 \leq 300 \quad \text{ισχύει}$$

Επιλέγουμε $L = 270 \text{ mm}$

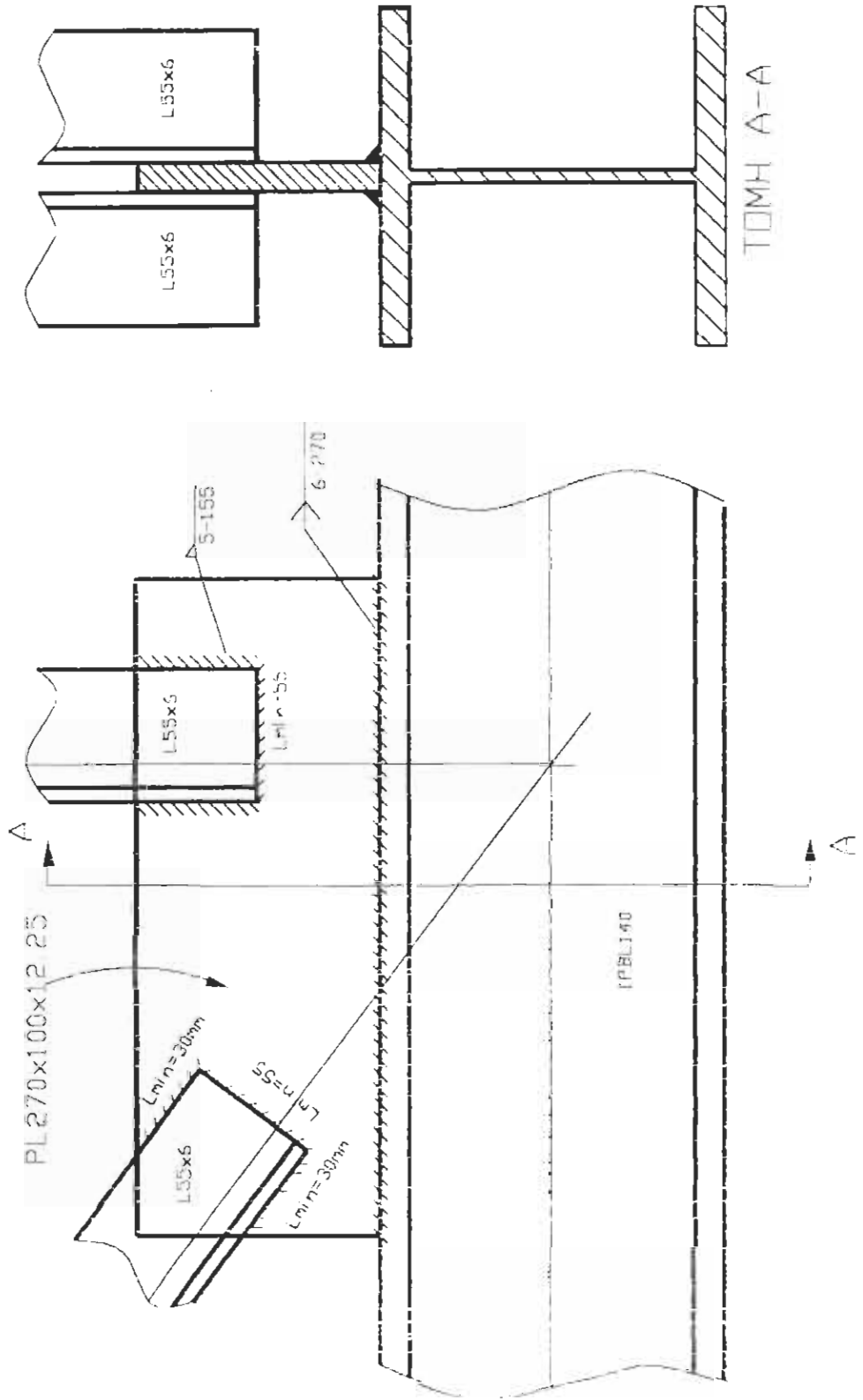
- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\tau = \Sigma F_x / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 71990 / (2 \cdot (270 - 6) \cdot 3) \Rightarrow$

$$\tau = 45,45 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$

$$\tau = \Sigma F_x / A_{\text{ελαχ}} \Rightarrow A_{\text{ελαχ}} = 54000 / 190 = 282,2 \text{ mm}^2 \ll A = 27000 \text{ mm}^2$$

KOMBIS 4



Κόμβος 12

$$\Sigma F_x = S_{21x} - S_{25x} = 7,9 - 7,9 = 0$$

$$\Sigma F_\psi = S_{21\psi} - S_{25\psi} = 6 + 6 \Rightarrow \Sigma F_\psi = 12 \text{ KN}$$

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$S_3 = S'_1 + S'_2 + S'_3$$

$$L_{\text{ελάσματος}} = 340 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

Για ΣF_ψ :

$$\bullet S'_3 = 2 \cdot \alpha \cdot (L - 2 \alpha) \cdot \sigma_{\text{επ}} = 2 \cdot 3 \cdot (340 - 2 \cdot 3) \cdot 190 \Rightarrow S'_3 = 380760 \text{ N} \Rightarrow$$

$$\underline{S'_3 = 380,76 \text{ KN}}$$

$$S'_3 > \Sigma F_\psi$$

$$\Sigma F_\psi = 2 \alpha (L' - 2 \alpha) \times \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow L' = \Sigma F_\psi / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{\text{επ}}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$$

$$L' = 12000 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L' = 16,53 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = L' = 16,53 \text{ mm}$$

Πρέπει : $15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 16,53 \leq 300$ δεν ισχύει

Επιλέγουμε $L = 340 \text{ mm}$

$45 \leq 340 \leq 300$ δεν ισχύει αλλά είμαστε από τη μεριά της ασφάλειας

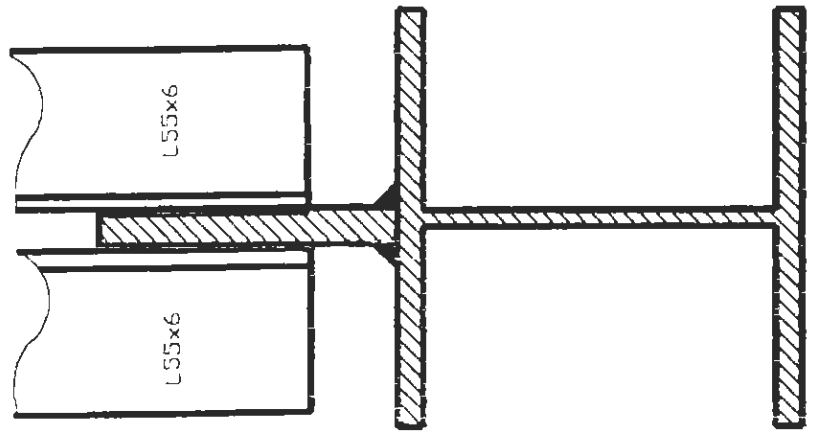
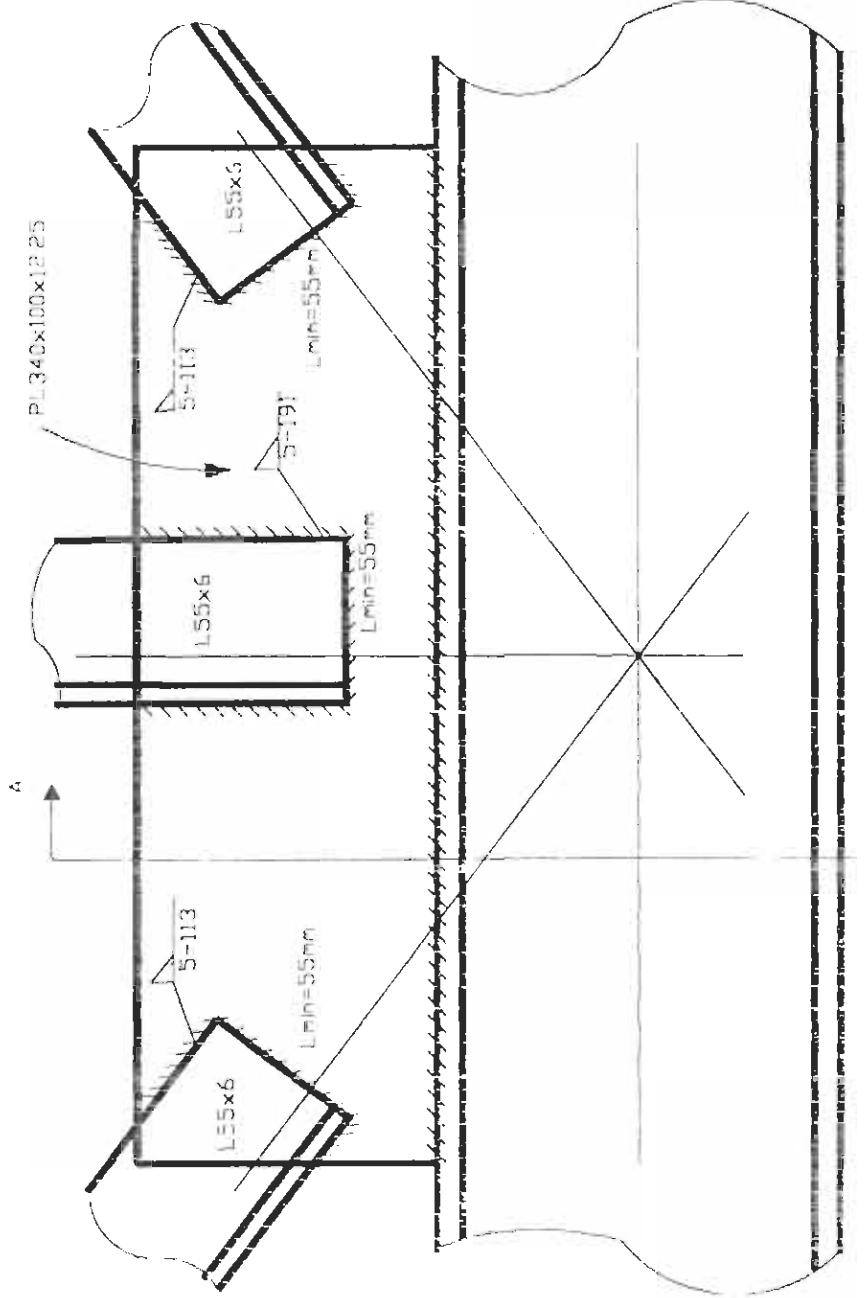
• Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = \Sigma F\psi / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 12000 / (2 \cdot (340 - 6) \cdot 3) \Rightarrow$

$\sigma = 5,99 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$
--

$$\sigma = \Sigma F\psi / A_{\text{ελαχ}} \Rightarrow A_{\text{ελαχ}} = 12000 / 190 = 63,2 \text{ mm}^2 \ll A = 34000 \text{ mm}^2$$

KOMBOS 1?



TOMH A-A

Συγκολλήσεις διπλού T (I 80) με γωνιάκα ελάσματα

$$t_{\text{γωνιακού}} = 12 \text{ mm}$$

$$t_{\text{δοκού I80}} = 3.90 \text{ mm}$$

Επιλογή α για συγκόλληση διπλού T με γωνιάκα ελάσμα

$$0,7 t_{\text{min}} > \alpha \geq \sqrt{t_{\text{max}}} - 0,5 \geq 3 \text{ mm}$$

$$0,7 \times 3,9 > \alpha \geq \sqrt{6} - 0,5 \geq 3 \text{ mm}$$

$$2,73 > \alpha \geq 1,95 \geq 3$$

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$L_3 = 60 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{επT}} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\bullet S'_3 = 2 \times \alpha \times (L - 2 \alpha) \times \sigma_{\text{επT}} = 2 \times 3 \times (60 - 2 \cdot 3) \times 190 = 61560 \text{ Nt} \Rightarrow$$

$$\underline{S'_3 = 61,56 \text{ KN}}$$

$$S'_3 > F = 1.5 \text{ KN}$$

- $F = 2 \alpha (L - 2 \alpha) \cdot \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow L = F / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{\text{επ}}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$

$$L = 1500 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L = 7,32 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = 7,32 \text{ mm}$$

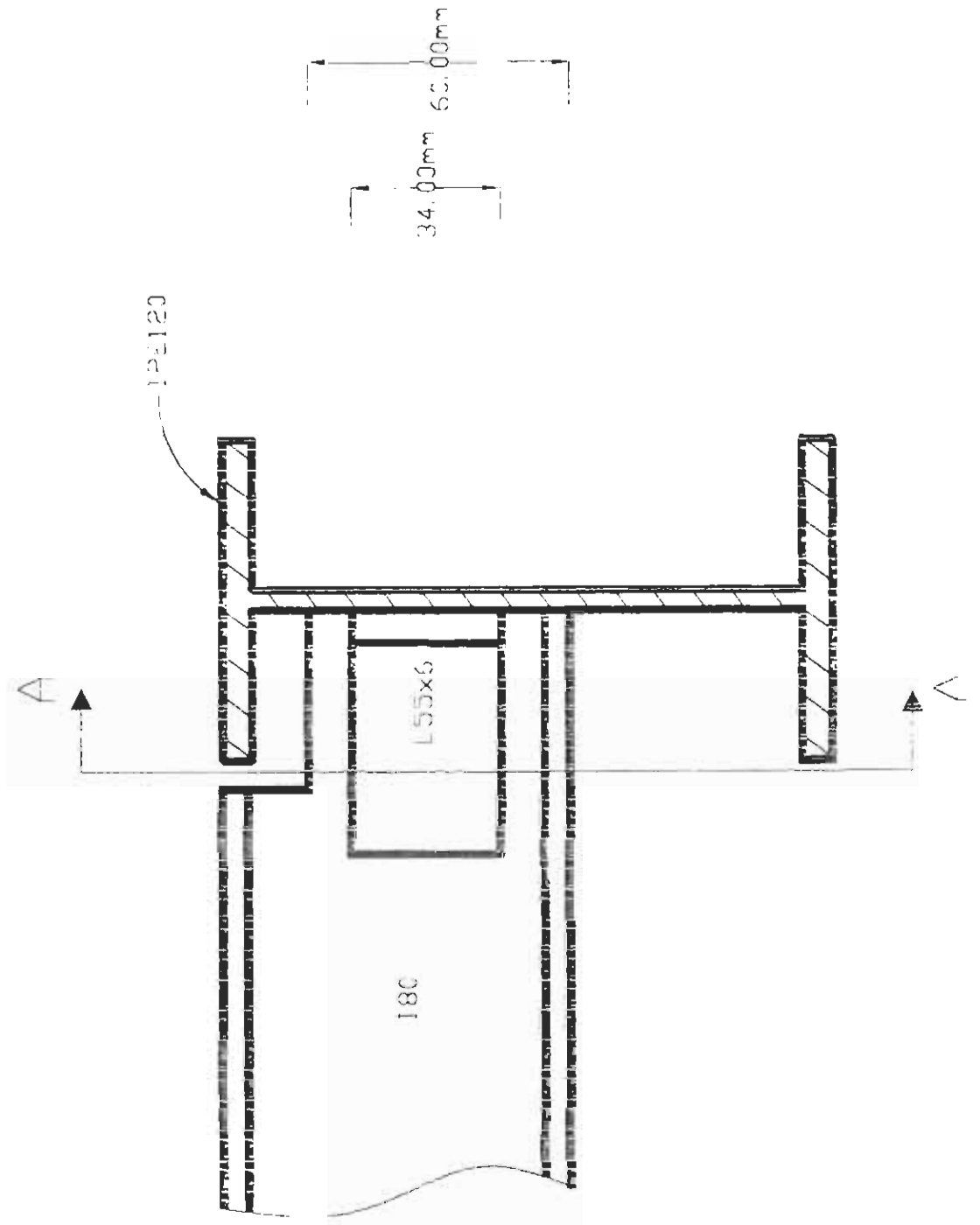
Πρέπει : $15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 7,32 \leq 300$ δεν ισχύει

Επιλέγω $L_3 = 60 \text{ mm}$

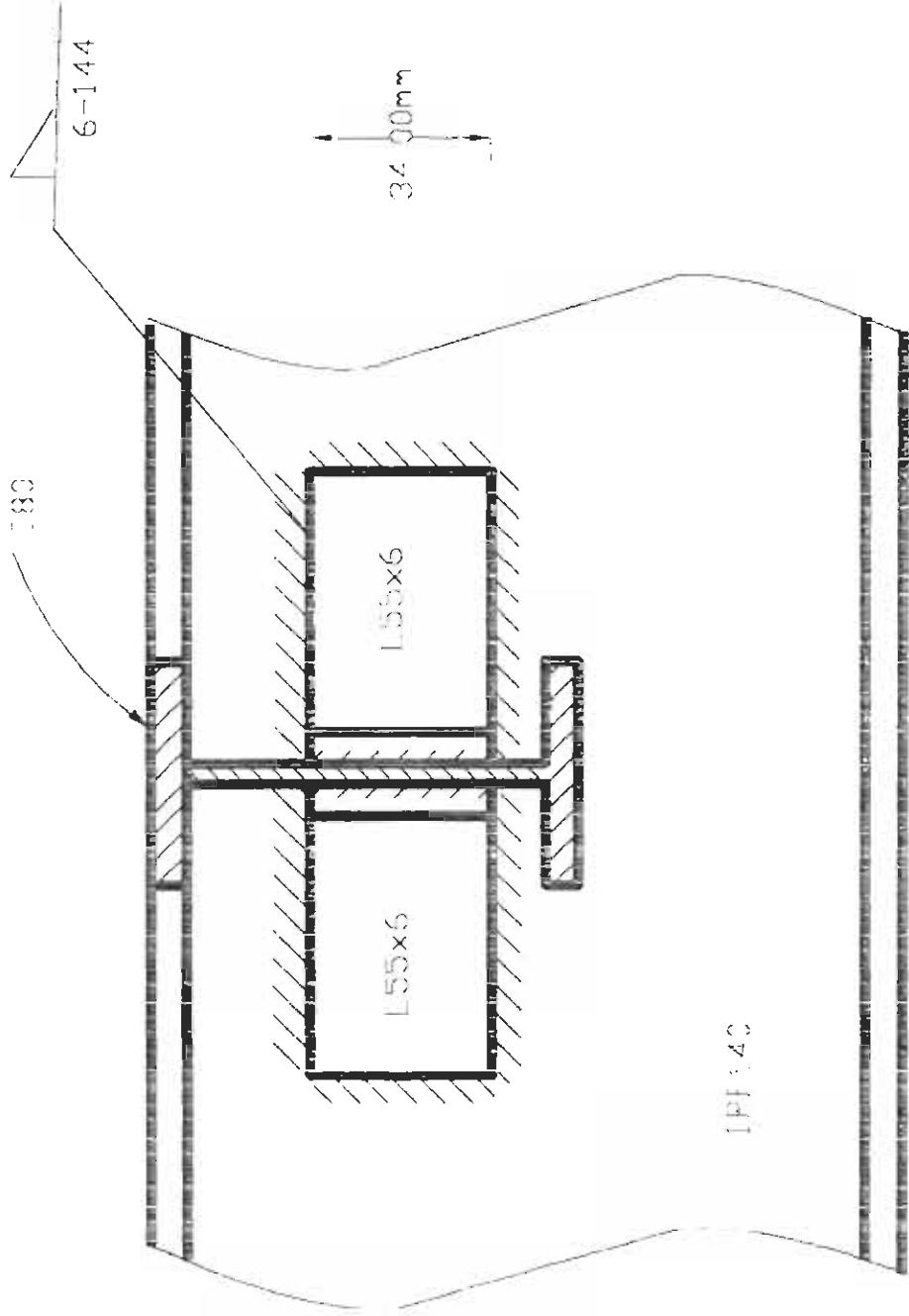
- Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = F / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 1500 / (2 \cdot (60 - 2 \cdot 3) \cdot 3) \Rightarrow$

$\sigma = 62,5 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2$ ισχύει
--



MF-Δ Δ



Συγκολλήσεις διπλού T (IPE120) με γωνιάκα ελάσματα

$$t_{\text{γωνιακού}} = 12 \text{ mm}$$

$$t_{\text{δοκού IPE120}} = 4,40 \text{ mm}$$

Επιλογή α για συγκόλληση διπλού T με γωνιάκα ελάσμα

$$0,7 t_{\text{min}} > \alpha \geq \sqrt{t_{\text{max}}} - 0,5 \geq 3 \text{ mm}$$

$$0,7 \times 4,40 > \alpha \geq \sqrt{6} - 0,5 \geq 3 \text{ mm}$$

$$3,08 > \alpha \geq 1,95 \geq 3$$

$$\alpha = 3 \text{ mm}$$

$$L_3 = 60 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\bullet S'3 = 2 \times \alpha \times (L - 2\alpha) \times \sigma_{\text{επ}} = 2 \times 3 \times (60 - 2 \cdot 3) \times 190 = 61560 \text{ Nt} \Rightarrow$$

$$\underline{S'3 = 61,56 \text{ KN}}$$

$$S'3 > F = 4,5 \text{ KN}$$

$$\bullet F = 2 \alpha (L - 2\alpha) \cdot \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow L = F / (2 \cdot \alpha \cdot \sigma_{\text{επ}}) + 2 \cdot \alpha \Rightarrow$$

$$L = 4500 / (2 \cdot 3 \cdot 190) + 2 \cdot 3 \Rightarrow L = 9,95 \text{ mm}$$

Έλεγχος μήκους :

$$L = 9,95 \text{ mm}$$

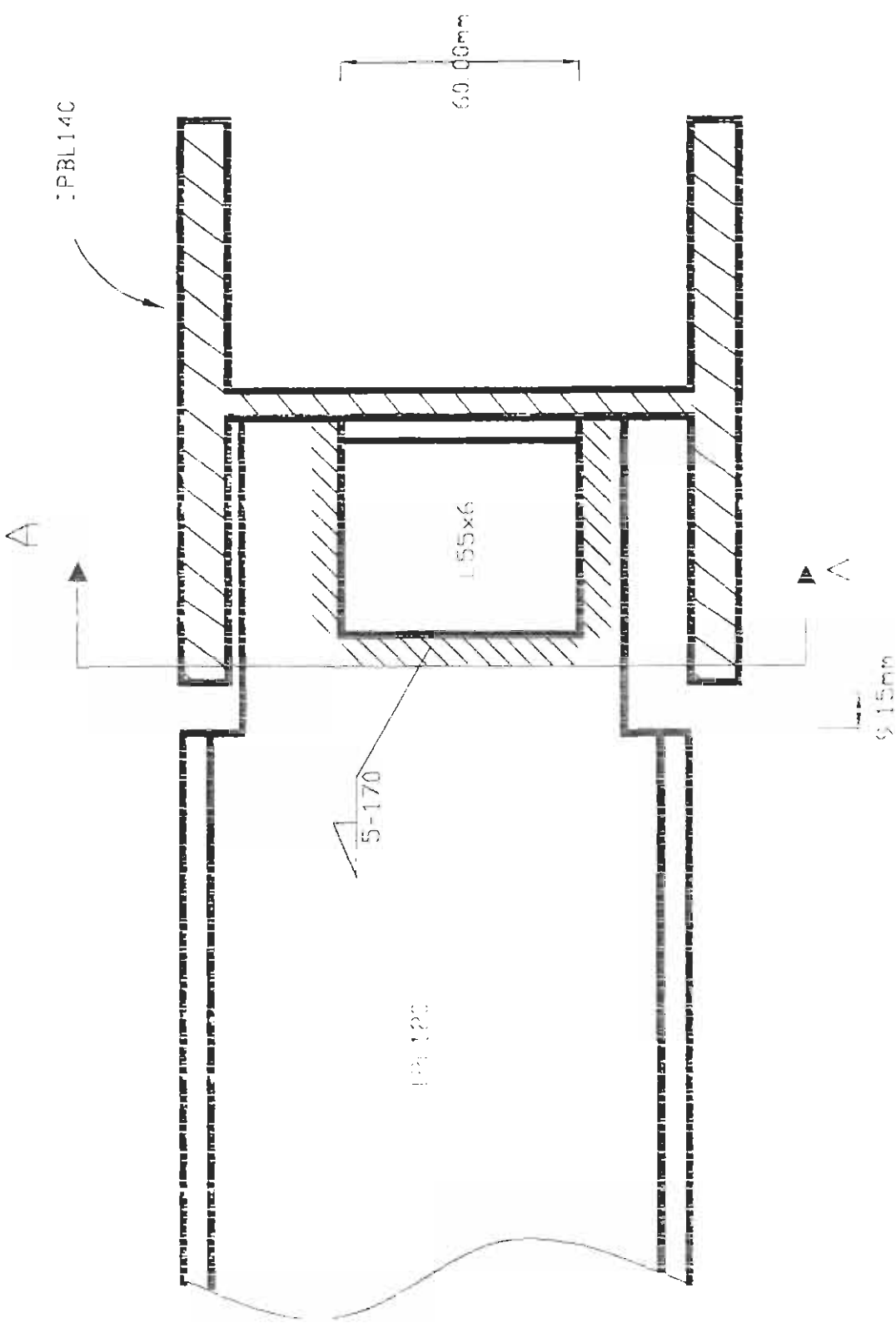
Πρέπει : $15 \cdot \alpha \leq L \leq 100 \cdot \alpha \Rightarrow 45 \leq 9,95 \leq 300$ δεν ισχύει

Επιλέγω $L_3 = 60 \text{ mm}$

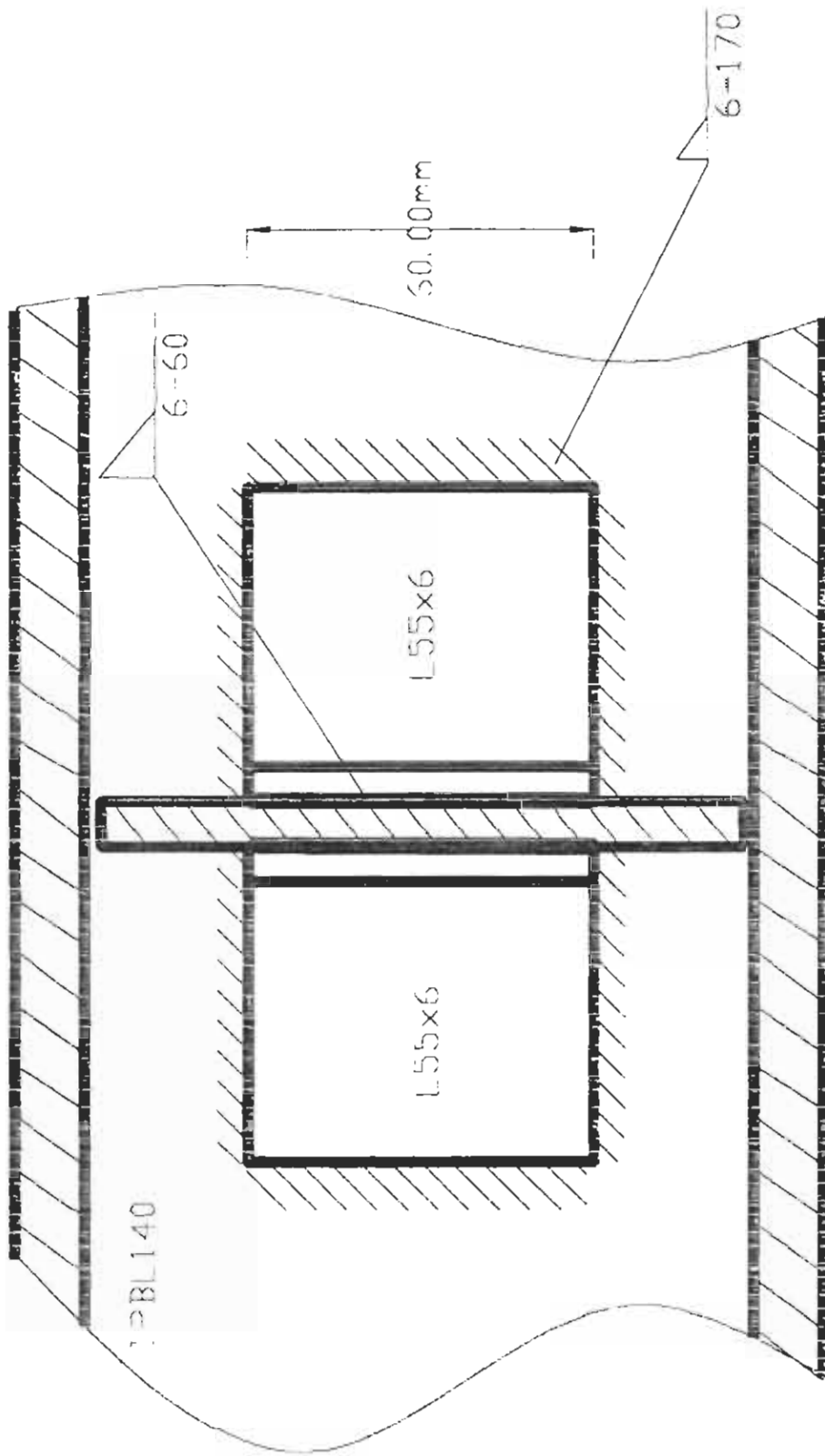
• Έλεγχος τάσεων :

Για πλευρά S'3 : $\sigma = F / (2 \cdot (L - 2 \cdot \alpha) \cdot \alpha) = 4500 / (2 \cdot (60 - 2 \cdot 3) \cdot 3) \Rightarrow$

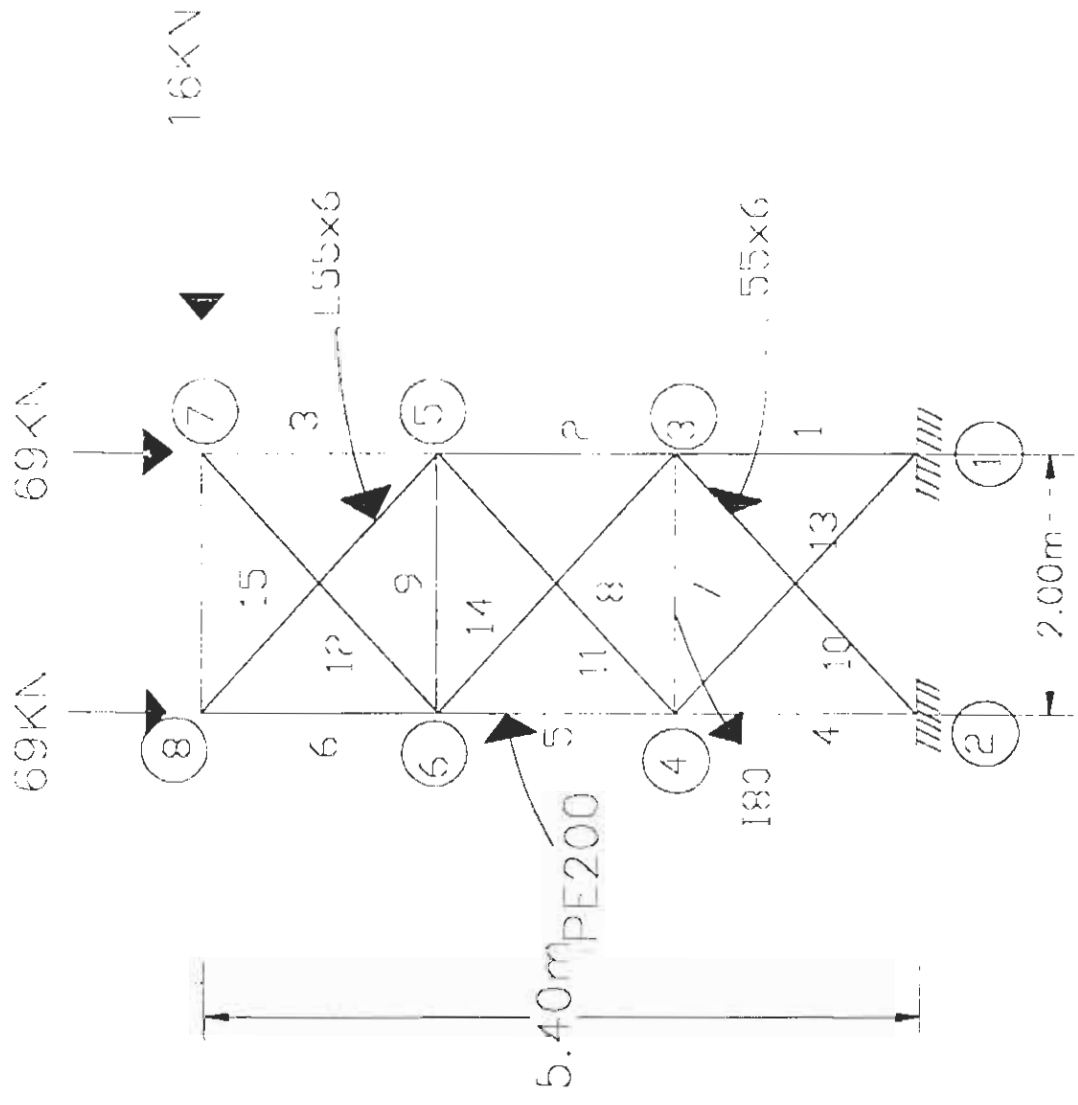
$$\sigma = 13,89 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{επ}} = 190 \text{ N/mm}^2 \text{ ισχύει}$$



TEMH A-A



ΔΙΚΤΥΩΜΑ ΒΑΣΕΩΣ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ



ΔΙΚΤΥΩΜΑ ΒΑΘΡΟΥ ΓΕΦΥΡΑΣ

Δεδομένα

Συντεταγμένες κόμβων

<LIST NODE>

Node#	X-coord	Y-coord	Z-coord	In-Sys	Out-Sys
1	.00000	.00000	.00000	0	0
2	.00000	2.00000	.00000	0	0
3	1.80000	.00000	.00000	0	0
4	1.80000	2.00000	.00000	0	0
5	3.60000	.00000	.00000	0	0
6	3.60000	2.00000	.00000	0	0
7	5.40000	.00000	.00000	0	0
8	5.40000	2.00000	.00000	0	0

Περιορισμοί στις κινήσεις των κόμβων

<LIST CONstraint>

Node#	-----constraints-----						Reaction?
1	X_Tran	Y_Tran	Z_Tran	X_Rota	Y_Rota	Z_Rota	Yes
2	X_Tran	Y_Tran	Z_Tran	X_Rota	Y_Rota	Z_Rota	Yes
3			Z_Tran	X_Rota	Y_Rota	Z_Rota	No
4			Z_Tran	X_Rota	Y_Rota	Z_Rota	No
5			Z_Tran	X_Rota	Y_Rota	Z_Rota	No
6			Z_Tran	X_Rota	Y_Rota	Z_Rota	No
7			Z_Tran	X_Rota	Y_Rota	Z_Rota	No
8			Z_Tran	X_Rota	Y_Rota	Z_Rota	No

Φορτία στους κόμβους

Μόνιμα + κινητά φορτία στους κόμβους

<LIST NLOad> (LC 1)

Node#	X-Force	Y-Force	Z-Force	X-Moment	Y-Moment	Z-Moment
7	-69.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
8	-69.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000

Σεισμικά φορτία στους κόμβους

<LIST NLOad> (LC 2)

Node#	X-Force	Y-Force	Z-Force	X-Moment	Y-Moment	Z-Moment
7	.0000	16.6000	.0000	.0000	.0000	.0000

Ράβδοι

<LIST ELEMENT>

Elem#	INod	JNod	Desig.	Type	Length	MID	YI	ZI	YJ	ZJ	Vx	Vy	Vz
1	1	3	IPE200	TRUs	1.80	1					.00	.00	.00
2	3	5	IPE200	TRUs	1.80	1					.00	.00	.00
3	5	7	IPE200	TRUs	1.80	1					.00	.00	.00
4	2	4	IPE200	TRUs	1.80	1					.00	.00	.00
5	4	6	IPE200	TRUs	1.80	1					.00	.00	.00
6	6	8	IPE200	TRUs	1.80	1					.00	.00	.00
7	3	4	I80	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
8	6	5	I80	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
9	7	8	I80	TRUs	2.00	1					.00	.00	.00
10	2	3	I80	TRUs	2.69	1					.00	.00	.00
11	4	5	I80	TRUs	2.69	1					.00	.00	.00
12	6	7	I80	TRUs	2.69	1					.00	.00	.00
13	1	4	I80	TRUs	2.69	1					.00	.00	.00
14	3	6	I80	TRUs	2.69	1					.00	.00	.00
15	5	8	I80	TRUs	2.69	1					.00	.00	.00

Επίλυση

Τρεις (1,2,3) περιπτώσεις φορτίσεως

1) Μον. + κινητά φορτία

2) Σεισμικά φορτία ($\epsilon = 0.12$)

3) 100% (1) + 50% (2)

Μετατοπίσεις κόμβων

DISplacement

Node	LC	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
1	1	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
1	2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
1	3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2	1	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2	2	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
2	3	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000	.0000
3	1	-.1947E-03	-.9056E-04	.0000	.0000	.0000	.0000
3	2	.1025E-03	.2883E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
3	3	-.1434E-03	.5359E-04	.0000	.0000	.0000	.0000
4	1	-.1725E-03	-.4809E-05	.0000	.0000	.0000	.0000
4	2	-.1110E-03	.2888E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
4	3	-.2280E-03	.1396E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
5	1	-.3866E-03	-.1340E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
5	2	.1634E-03	.7257E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
5	3	-.3049E-03	.2289E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
6	1	-.3557E-03	-.5505E-04	.0000	.0000	.0000	.0000
6	2	-.1781E-03	.7358E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
6	3	-.4447E-03	.3128E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
7	1	-.5729E-03	-.1530E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
7	2	.1867E-03	.1284E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
7	3	-.4795E-03	.4888E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
8	1	-.5402E-03	-.1096E-03	.0000	.0000	.0000	.0000
8	2	-.1974E-03	.1216E-02	.0000	.0000	.0000	.0000
8	3	-.6389E-03	.4983E-03	.0000	.0000	.0000	.0000

Αξονικές Δυνάμεις στις ράβδους

FORce			FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Memb	Node	LC						
1	1	1	68.1	.000	.000	.000	.000	.000
1	1	2	-35.9	.000	.000	.000	.000	.000
1	1	3	50.2	.000	.000	.000	.000	.000
1	3	1	-68.1	.000	.000	.000	.000	.000
1	3	2	35.9	.000	.000	.000	.000	.000
1	3	3	-50.2	.000	.000	.000	.000	.000
2	3	1	67.2	.000	.000	.000	.000	.000
2	3	2	-21.3	.000	.000	.000	.000	.000
2	3	3	56.5	.000	.000	.000	.000	.000
2	5	1	-67.2	.000	.000	.000	.000	.000
2	5	2	21.3	.000	.000	.000	.000	.000
2	5	3	-56.5	.000	.000	.000	.000	.000
3	5	1	65.2	.000	.000	.000	.000	.000
3	5	2	-8.17	.000	.000	.000	.000	.000
3	5	3	61.1	.000	.000	.000	.000	.000
3	7	1	-65.2	.000	.000	.000	.000	.000
3	7	2	8.17	.000	.000	.000	.000	.000
3	7	3	-61.1	.000	.000	.000	.000	.000
4	2	1	60.4	.000	.000	.000	.000	.000
4	2	2	38.8	.000	.000	.000	.000	.000
4	2	3	79.8	.000	.000	.000	.000	.000
4	4	1	-60.4	.000	.000	.000	.000	.000
4	4	2	-38.8	.000	.000	.000	.000	.000
4	4	3	-79.8	.000	.000	.000	.000	.000
5	4	1	64.1	.000	.000	.000	.000	.000
5	4	2	23.5	.000	.000	.000	.000	.000
5	4	3	75.9	.000	.000	.000	.000	.000
5	6	1	-64.1	.000	.000	.000	.000	.000
5	6	2	-23.5	.000	.000	.000	.000	.000
5	6	3	-75.9	.000	.000	.000	.000	.000
6	6	1	64.6	.000	.000	.000	.000	.000
6	6	2	6.77	.000	.000	.000	.000	.000
6	6	3	68.0	.000	.000	.000	.000	.000
6	8	1	-64.6	.000	.000	.000	.000	.000
6	8	2	-6.77	.000	.000	.000	.000	.000
6	8	3	-68.0	.000	.000	.000	.000	.000
7	3	1	-9.00	.000	.000	.000	.000	.000
7	3	2	-.477E-01	.000	.000	.000	.000	.000
7	3	3	-9.03	.000	.000	.000	.000	.000
7	4	1	9.00	.000	.000	.000	.000	.000
7	4	2	.477E-01	.000	.000	.000	.000	.000
7	4	3	9.03	.000	.000	.000	.000	.000
8	6	1	-8.29	.000	.000	.000	.000	.000
8	6	2	-1.06	.000	.000	.000	.000	.000
8	6	3	-8.82	.000	.000	.000	.000	.000
8	5	1	8.29	.000	.000	.000	.000	.000
8	5	2	1.06	.000	.000	.000	.000	.000
8	5	3	8.82	.000	.000	.000	.000	.000
9	7	1	-4.56	.000	.000	.000	.000	.000
9	7	2	7.13	.000	.000	.000	.000	.000
9	7	3	-.993	.000	.000	.000	.000	.000
9	8	1	4.56	.000	.000	.000	.000	.000
9	8	2	-7.13	.000	.000	.000	.000	.000
9	8	3	.993	.000	.000	.000	.000	.000
10	2	1	4.91	.000	.000	.000	.000	.000
10	2	2	11.4	.000	.000	.000	.000	.000
10	2	3	10.6	.000	.000	.000	.000	.000
10	3	1	-4.91	.000	.000	.000	.000	.000
10	3	2	-11.4	.000	.000	.000	.000	.000
10	3	3	-10.6	.000	.000	.000	.000	.000

FORce			FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Memb	Node	LC						
9	7	1	-4.56	.000	.000	.000	.000	.000
9	7	2	7.13	.000	.000	.000	.000	.000
9	7	3	-.993	.000	.000	.000	.000	.000
9	8	1	4.56	.000	.000	.000	.000	.000
9	8	2	-7.13	.000	.000	.000	.000	.000
9	8	3	.993	.000	.000	.000	.000	.000
10	2	1	4.91	.000	.000	.000	.000	.000
10	2	2	11.4	.000	.000	.000	.000	.000
10	2	3	10.6	.000	.000	.000	.000	.000
10	3	1	-4.91	.000	.000	.000	.000	.000
10	3	2	-11.4	.000	.000	.000	.000	.000
10	3	3	-10.6	.000	.000	.000	.000	.000
11	4	1	3.68	.000	.000	.000	.000	.000
11	4	2	11.0	.000	.000	.000	.000	.000
11	4	3	9.20	.000	.000	.000	.000	.000
11	5	1	-3.68	.000	.000	.000	.000	.000
11	5	2	-11.0	.000	.000	.000	.000	.000
11	5	3	-9.20	.000	.000	.000	.000	.000
12	6	1	5.66	.000	.000	.000	.000	.000
12	6	2	12.7	.000	.000	.000	.000	.000
12	6	3	12.0	.000	.000	.000	.000	.000
12	7	1	-5.66	.000	.000	.000	.000	.000
12	7	2	-12.7	.000	.000	.000	.000	.000
12	7	3	-12.0	.000	.000	.000	.000	.000
13	1	1	9.28	.000	.000	.000	.000	.000
13	1	2	-11.0	.000	.000	.000	.000	.000
13	1	3	3.81	.000	.000	.000	.000	.000
13	4	1	-9.28	.000	.000	.000	.000	.000
13	4	2	11.0	.000	.000	.000	.000	.000
13	4	3	-3.81	.000	.000	.000	.000	.000
14	3	1	6.35	.000	.000	.000	.000	.000
14	3	2	-11.3	.000	.000	.000	.000	.000
14	3	3	.692	.000	.000	.000	.000	.000
14	6	1	-6.35	.000	.000	.000	.000	.000
14	6	2	11.3	.000	.000	.000	.000	.000
14	6	3	-.692	.000	.000	.000	.000	.000
15	5	1	6.61	.000	.000	.000	.000	.000
15	5	2	-9.59	.000	.000	.000	.000	.000
15	5	3	1.81	.000	.000	.000	.000	.000
15	8	1	-6.61	.000	.000	.000	.000	.000
15	8	2	9.59	.000	.000	.000	.000	.000
15	8	3	-1.81	.000	.000	.000	.000	.000

Αντιδράσεις στις στηρίξεις

REAction		FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
Node	LC						
1	1	74.34	7.184	.0000	.0000	.0000	.0000
1	2	-42.91	-8.145	.0000	.0000	.0000	.0000
1	3	52.89	3.112	.0000	.0000	.0000	.0000
2	1	63.66	-3.366	.0000	.0000	.0000	.0000
2	2	46.73	-8.455	.0000	.0000	.0000	.0000
2	3	87.02	-7.594	.0000	.0000	.0000	.0000

ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΡΑΒΔΩΝ ΤΟΥ ΒΑΘΡΟΥ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ ΣΕ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟ.

Η δυσμενέστερη περίπτωση παρουσιάζεται στην ράβδο 14 με αξονικό φορτίο 11,3 kN. Η πραγματική τάση υπολογίζεται κατά τον γνωστό τρόπο και είναι

$$\sigma_{\text{πραγ}} = P/F(1).$$

όπου $F = \text{εμβαδόν διατομής } L55 \times 6 = 6,31 \text{ cm}^2$. Από την σχέση (1) θα έχουμε τα παρακάτω:

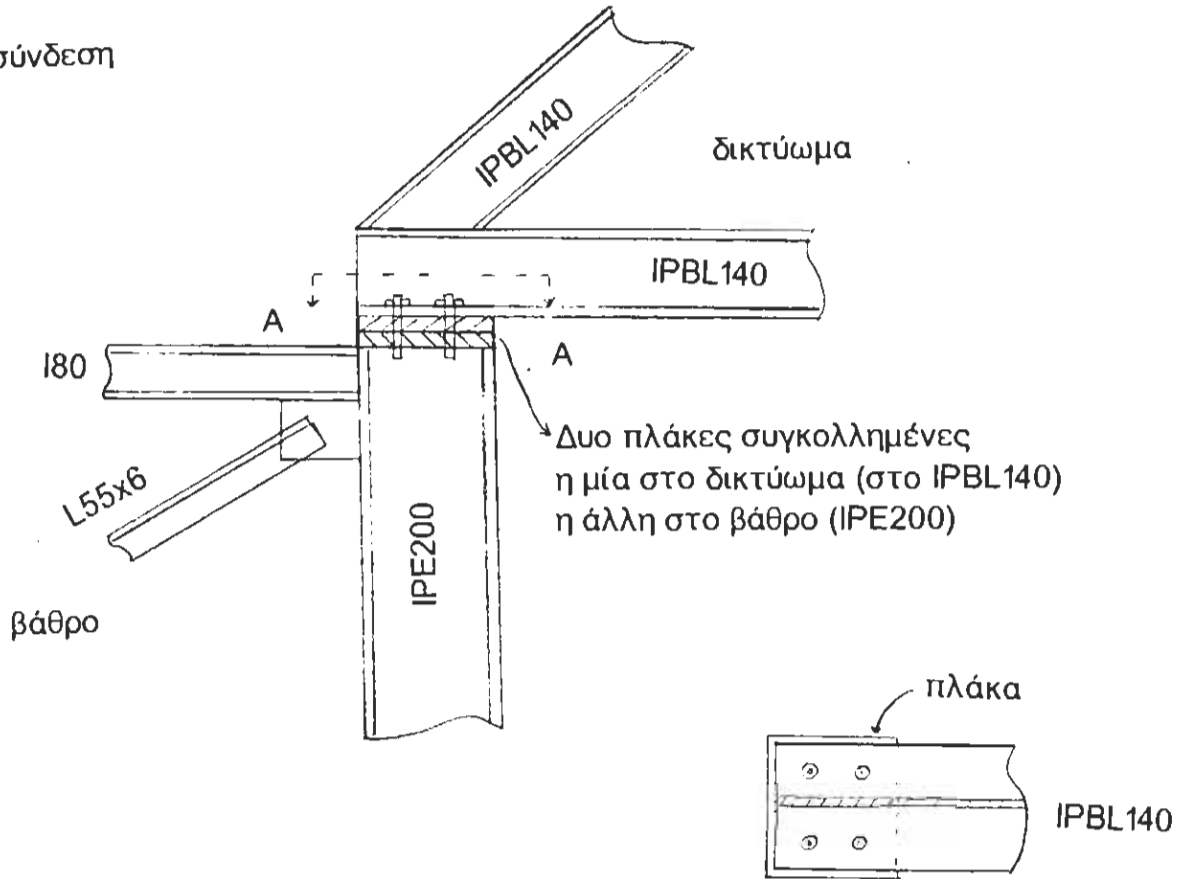
$$\sigma_{\text{πραγ}} = 11,3 \text{ kN} / 6,31 \text{ cm}^2 = 1,79 \text{ kN/cm}^2.$$

Συγκρινόμενη με την επιτρεπόμενη τάση ισχύει:

$\sigma_{\text{πραγ}} = 1,79 \text{ kN/cm}^2 < \sigma_{\text{επιτ}} = 27 \text{ kN/cm}^2$. Επομένως βρισκόμαστε από την πλευρά της ασφαλείας.

ΣΥΝΔΕΣΗ ΔΙΚΤΥΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΒΑΘΡΑ
(Εφέδρανα)

Σταθερή σύνδεση

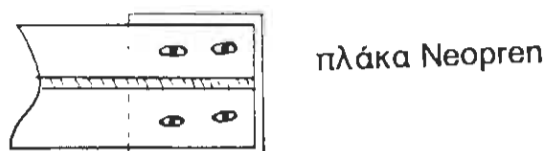


4 κοχλίες υψηλής αν

ΤΟΜΗ Α-Α

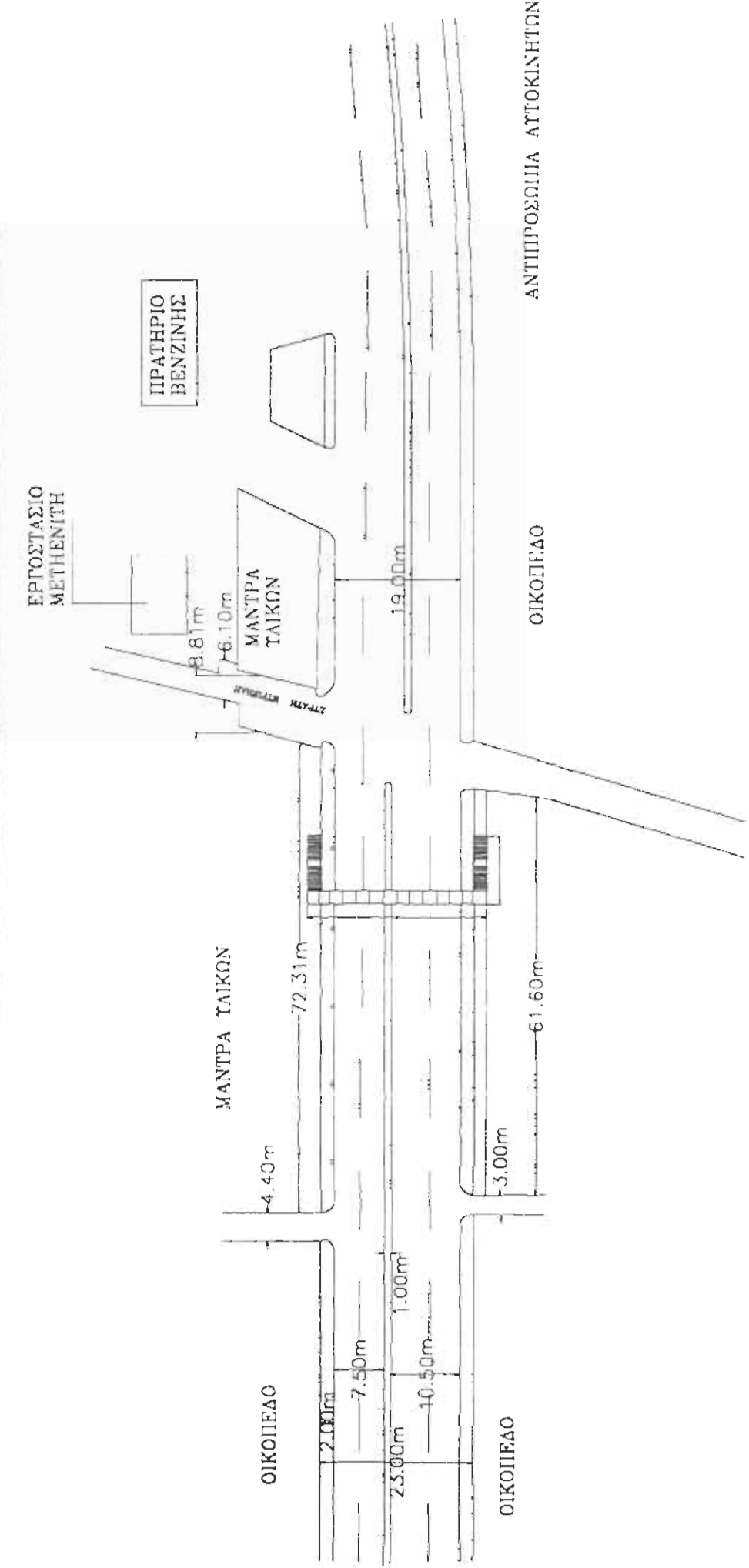
Μη σταθερή σύνδεση

Στη άλλη γωνία του δικτύματος η σύνδεση δεν είναι σταθερή και επιτρέπει μικρές μετακινήσεις κατά Χ (για λόγους θερμοκρασιακής μεταβολής) μέσω οβάλ οπών. Στη μη σταθερή σύνδεση οι πλάκες είναι από ΝΕΟΡΕΝ που επιτρέπει την ολίσθηση

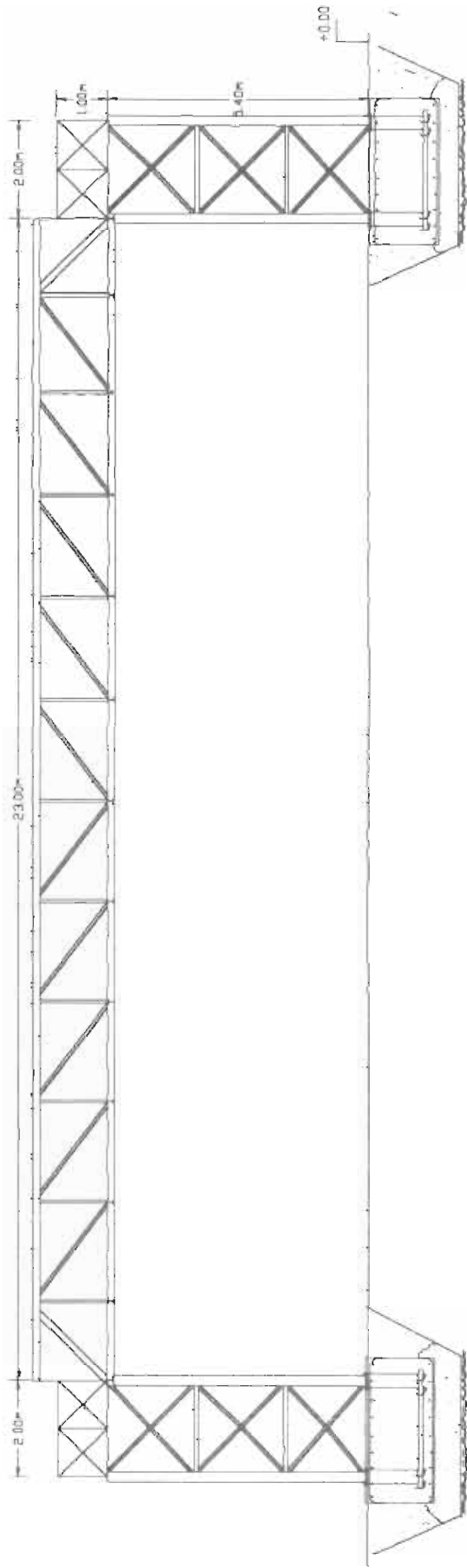


Για το άλλο δικτύωμα οι συνδέσεις γίνονται αντίστροφα

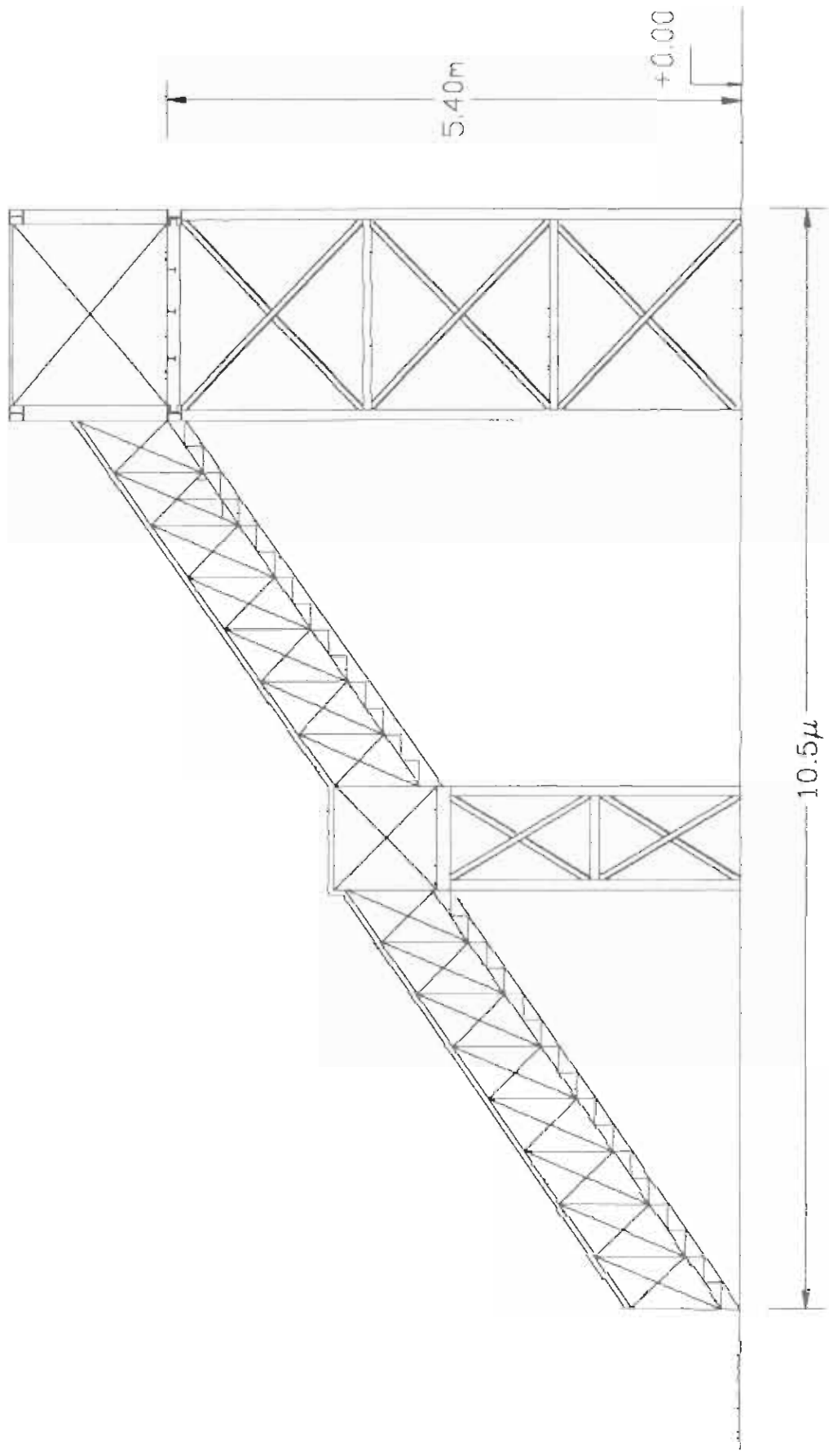
ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΓΡΑΦΙΑ ΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΚΑΤΟΨΗ ΓΕΦΥΡΑΣ



ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΟΜΗ ΓΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

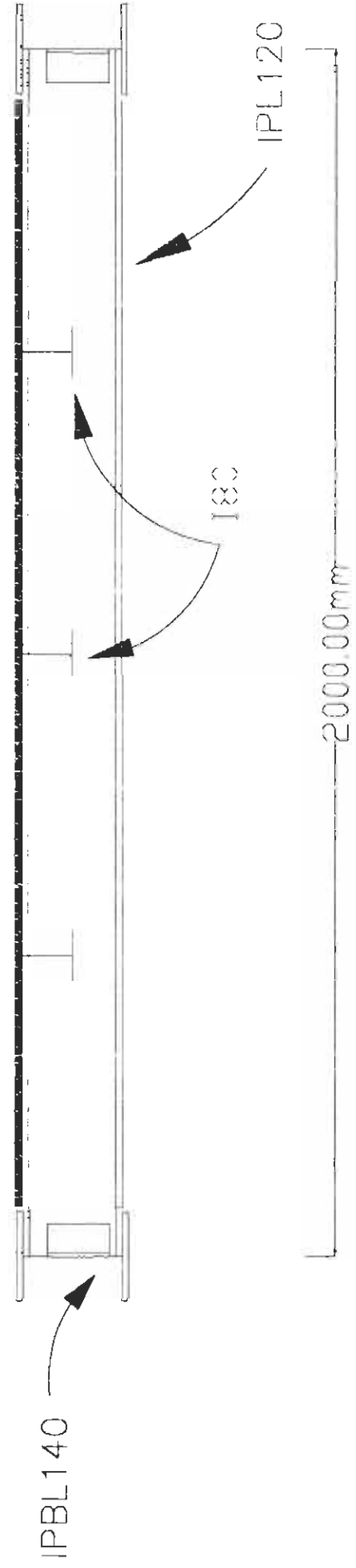


ΚΑΤΑ ΠΛΑΤΟΣ ΤΟΜΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΑΣ

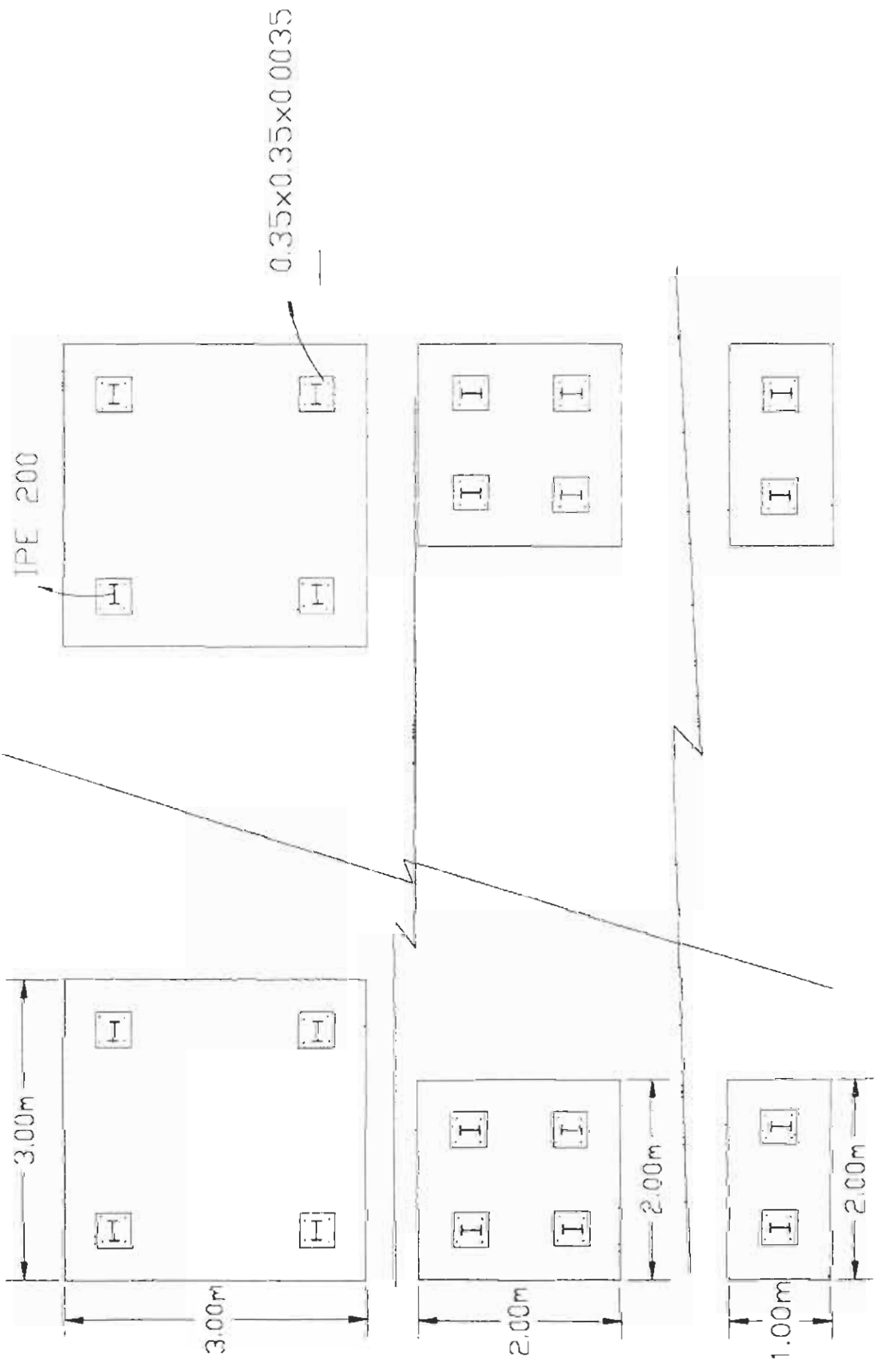


ΤΟΜΗ

ΣΥΓΡΑΝΤΙ ΖΑΡΙΣΤΗ ΛΑΜΑΡΙΝΑ



ΚΑΤΟΨΗ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ.



5. ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

5.α.1. Ράβδοι

Δικτύωμα φορέα

$$\text{IPBL140} \quad 20.00 + 23.00 + (2 \times 2.12) = 47.24\text{m}$$

$$\text{L55x6} \quad 2 \times ((11 \times 1.50) + (10 \times 2.50)) = 83\text{m}$$

Κάτοψη φορέα

$$\text{IPE120} \quad 13.00 \times 2.00 = 26.00\text{m}$$

$$\text{I80} \quad (10 \times 3 \times 2.00) + (2 \times 3 \times 1.50) = 69.00\text{m}$$

Βάθρο φορέα γέφυρας

$$\text{IPE200} \quad 4 \times 5.40 = 11.40\text{m}$$

$$\text{I80} \quad 4 \times 2 \times 2.00 = 16.00\text{m}$$

$$\text{L55x6} \quad 4 \times 6 \times 2.70 = 64.80\text{m}$$

Βάθρο πλατύσκαλου

$$\text{IPE200} \quad 4 \times 2.85 = 11.40$$

$$\text{I80} \quad (2 \times 2 \times 1.00) + (2 \times 2 \times 2.00) = 12.00\text{m}$$

$$\text{L55x6} \quad (2 \times 4 \times 1.75) + (2 \times 2 \times 2.00) = 33.6\text{m}$$



5.α.2. Στραντζαριστή λαμαρίνα

$$F_{\lambda\mu} = (23 + (2 \times 2) + 2 \times (10.5 - 2)) \times 2 \Rightarrow$$

$$F_{\lambda\mu} = 88\text{m}^2$$

5.α.3. Ελάσματα δικτυώματος (ορθογ.)

Μέσος όρος διαστάσεων ελασμάτων:

$$F_{\epsilon\lambda\sigma} = 25.00 \times 10.00 = 250.00\text{cm}^2 = 0.025\text{m}^2$$

$$N_{\epsilon\lambda} = 24 \times 2 = 48$$

$$\Sigma F_{\epsilon\lambda} = 48 \times 0.025 \Rightarrow \Sigma F_{\epsilon\lambda} = 1.2\text{m}^2$$

5.α.4.1 Γωνιακά ελάσματα δικτυώματος (ενώσεις IPBL140 - IPE120)

Έχουμε 48 γωνιακά ελάσματα L55x6 μήκους 60mm

$$L = 48 \times 60 = 2880\text{mm} \Rightarrow L = 2.88\text{m}$$

5.α.4.2 Γωνιακά ελάσματα δικτυώματος (ενώσεις IPE120 -I80)

Έχουμε $(30 \times 4) + (2 \times 2) = 124$ γωνιακά ελάσματα L55x6 μήκους 34mm

$$L = 124 \times 34 = 4216\text{mm} \Rightarrow L = 4,216\text{m}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Μεταλ.στοιχ.	Συν.μήκος (m)	Επιφ. (m ²)	Βάρος/μήκος (kg/m)	Βάρος/επιφ. (kg/m ²)	Συν.βάρος (kg)
IPBL140	94,48		24,7		2334
IPE120	26		10,4		270,4
I80	125		5,94		742,5
IPE200	66		22,4		1478,4
L55x6	370		4,95		1831,5
ορθ.ελ. L55x6		1,2			
στραντζ.λαμ.		88			
				Συν.βάρος	6656,8

5.β. Επιμέτρηση σκυροδέματος θεμελίων

Μεγάλο βάθος : $V1=12.60m^3$

Μεσαίο βάθος: $V2=2.8m^3$

Μικρό βάθος: $V3=1.4m^3$

$V_{ολ}=33.6m^3$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

1. Γρ. Φουρναράκος "Σιδηρές κατασκευές " τόμος 1,2,3
- 2 . Κ. Οικονόμου "Τεχνικά έργα οδοποιίας " ΤΕΙ Πάτρας
3. Θ. Γεωργόπουλος "Υπολογισμοί Κατασκευών" ΤΕΙ Πατρας
4. Ν. Καθρέπας "Στοιχεία Μητρικής Ανάλυσης των Κατασκευών με χρήση Προγραμμάτων Η/Υ ΤΕΙ Πατρας
5. "Σημειώσεις Σιδηρών Γεφυρών" Ε.Μ.Π.
6. F.Merritt editor "Steel Bridges" Civil engineers Handbook

