

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΡ. ΠΕΝΕΛΗ
ΤΑΚΤ. ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΠΑΝ/ΜΙΟΥ ΘΕΣ/ΝΙΚΗΣ

Μ Α Θ Η Μ Α Τ Α
ΣΙΔΗΡΟΠΑΓΟΥΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Τ Ο Μ Ο Σ Ι Ι Ι
ΟΙΚΟΛΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1973

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 1.

ΚΤΗΡΙΑ ΑΝΕΠΤΥΓΜΕΝΑ ΚΑΘ' ΥΨΟΣ

1.1. Γενικά	3
1.2. Κατασκευαστική διαμόρφωσις σκελετού	4
1.3. Αρχαί διατάξεως φερόντων στοιχείων σκελετού	9
1.4. Στατικός ύπολογισμός	15
1.4.1 Στατικός ύπολογισμός διὰ κατακόρυφα φορτία	16
1.4.2 Άντισεισμικός ύπολογισμός	17

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2.

ΚΤΗΡΙΑ ΑΝΕΠΤΥΓΜΕΝΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΣ

2.1. Γενικά	62
2.2. Κατασκευαστική διαμόρφωσις τοῦ φέροντος σκελετοῦ	63
2.3. Παραδοσιακαί μορφαί σκελετοῦ	65
2.3.1. Κύριος φορέυς	66
2.4. Ἐπιφανειακοί φορεῖς ἐν τῷ χώρῳ	79
2.4.1. Πτυχωταί κατασκευαί	79
2.4.2. Κελύφη	87
2.4.3. Ἄνηρτημέναί ὀροφαί	110

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 3.

ΕΙΔΙΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΙ

	Σελ.
3.1. Γενικά	156
3.2. Δεξαμεναί και ύδατόπυργοι	156
3.2.1. Γενικά	156
3.2.2. Κυκλικαί δεξαμεναί	160
3.2.3. Ύδατόπυργοι	172
3.3. SILOS	177
3.3.1. Γενικά	177
3.3.2. Κατασκευαστική διαμόρφωσις	180
3.3.3. Φορτία ύπολογισμού	186
3.3.4. Στατικός ύπολογισμός — διάταξις όπλισμῶν	191
3.3.5. Κατασκευή	196

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 4.

ΠΡΟΚΑΤΕΣΚΕΥΑΣΜΕΝΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

4.1. Γενικά	220
4.2. Όρισμοί	221
4.2.1. Καθαρισμός του όρου "προκατεσκευασμένου στοιχείου"	221
4.2.2. Είδη προκατεσκευασμένων στοιχείων	233
4.3. Η μελέτη έργων εκ προκατεσκευασμένων στοιχείων	233
4.3.1. Γενικαί απόψεις περί της μελέτης	233
4.3.2. Ο στατικός ύπολογισμός	235
4.4. Στατικά συστήματα και κατασκευαστική διαμόρφωσις έργων διαφόρων κατηγοριῶν	244
4.4.1. Βιομηχανικαί μονώροφοι αίθουσαι	244
4.4.2. Πολυώροφοι κατασκευαί με φέροντα σκελετόν	259
4.4.3. Πολυώροφοι κατασκευαί δι' επιπέδων πινάκων (Βαρεία προκατασκευή)	262
4.5. Συνδέσεις	273
4.5.1. Γενικαί αρχαί	273
4.5.2. Είδικαί συνδέσεις και μέσα συνδέσεως	274

283 BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ
281 4.6.2. Μεταφορά και συναρμολότητες
277 4.6.1. Παράγωγη
277 4.6. Παράγωγη - Μεταφορά - Συναρμολότητες
Σελ.	

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ἡ Οἰκοδομικὴ ἀποτελεῖ τὸν σημαντικώτερον τομέα ἐφαρμογῆς τοῦ ὠπλισμένου καὶ ἐν μέρει τοῦ προεντεταμένου σκυροδέματος. Κτήρια κατοικιῶν, γραφείων, βιομηχανικῶν ἐγκαταστάσεων, εἰς τὴν συντριπτικῆν των πλειοψηφίαν, κατασκευάζονται σήμερον μὲ φέροντα σκελετὸν ἐξ ὠπλισμένου ἢ προεντεταμένου σκυροδέματος. Ἡ Οἰκοδομικὴ ὑπῆρξεν ὁ χῶρος εἰς τὸν ὁποῖον εὗρε τὰς πρώτας σοβαρὰς ἐφαρμογὰς του τὸ "εὐτελές" ἐκ πρώτης ὄψεως καὶ ἐστερημένον τῆς λάμψεως καὶ τῶν εὐγενῶν ιδιοτήτων τοῦ χάλυβος νέον τοῦτο δομικὸν ὑλικόν. Τὸ μικρὸν ὅμως κόστος του καὶ ἡ δυνατότης διαμορφώσεως ὀλοσώμων φορέων εἰς τὸν χῶρον οἰασδῆποτε μορφῆς συνετέλεσαν, ὥστε συντόμως ἀπὸ ὑποκατάστατον εἰς μορφὰς καὶ χρήσεις ἐτέρων ὑλικῶν, ὡς τοῦ χάλυβος καὶ τοῦ ξύλου, νὰ ἐξελιχθῆ εἰς τὸ ὑλικὸν τὸ ὁποῖον ἔδωκε νέαν πνοὴν εἰς τὴν ἀποτελεματώμενην Ἀρχιτεκτονικῆν τοῦ δευτέρου ἡμίσεος τοῦ περασμένου αἰῶνος διὰ τῆς δημιουργίας νέων δυναμικῶν μορφῶν ἐκφραστικῶν τῶν δυνατοτήτων τοῦ ὑλικοῦ τούτου.

Τὰ οἰκοδομικὰ ἔργα δύνανται νὰ διαιρεθοῦν εἰς τὰς ἐξῆς ἐπὶ μέρους κατηγορίας :

i) Τὰ καθ' ὕψος ἀνεπτυγμένα κτήρια

Εἰς τὴν κατηγορίαν ταύτην περιλαμβάνονται κατὰ κύριον λόγον ἀστικά πολυώροφα κτήρια, ἤτοι κατοικίαι, γραφεῖα, δημόσια κτήρια κλπ.

ii) Τὰ ὀριζοντίως ἀνεπτυγμένα κτήρια

Ταῦτα ἀποτελοῦνται, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, ἀπὸ αἰθούσας μεγάλων ἀνοιγμάτων. Εὐρίσκουν εὐρυτάτην ἐφαρμογὴν εἰς τὴν βιομηχανίαν, εἴτε ὡς αἰθούσαι παραγωγῆς, εἴτε ὡς αἰθούσαι ἀποθηκεύσεως. Ἐπίσης χρησιμοποιοῦνται δι' εἰδικὰς ἀνάγκας εἰς ἀστικάς ἐγκαταστάσεις, ὡς θέατρα, κινηματογράφοι, κλειστὰ γυμναστήρια, ἀγοραί, ἐκθέσεις, ναοὶ κλπ.

iii) Τὰς εἰδικὰς κατασκευὰς

Εἰς τὴν κατηγορίαν ταύτην ὑπάγονται ὠρισμένα εἰδικῆς χρήσεως κατασκευαί, ὡς τὰ Silos, αἱ ὕδατοδεξαμεναί, οἱ ὕδατόπυργοι, αἱ καπνοδόχοι, οἱ πύργοι ψύξεως, οἱ πύργοι τηλεοράσεως κλπ. Αἱ κατασκευαὶ αὗται παρουσιάζουν εἰδικὰ προβλήματα ἐκάστη, συνυφασμένα ἐν πολλοῖς καὶ μὲ τοὺς λειτουργικοὺς σκοποὺς τοὺς ὁποίους ἐξυπηρετοῦν.

Από παλαιάς μεθόδου κατασκευής τα οικοδομικά έργα διαρπύνται εις τας εξής δυο κατηγορίας :

1) Τα χυτά επί τόπου

Εις ταύτα το σκυρόδεμα του κελεύει του έργου κατασκευάζεται κατά τον παραδοσιακόν τρόπον δια κατασκευής ενδονομήτων στήριξίμων δια κριμάτων, τοποθετηθώς τών οπλισμών επί αυτών και εν συνεχεία εντυπώσως του ναυπηγικού σκυροδέματος.

ii) Τα προκατασκευάμενα

Εις τήν κατηγορίαν ταύτην υπάγονται οικοδομικά κατασκευαί, τών οποίων τα δομικά στοιχεία του φέρουστος κελεύει κατασκευάζονται εν τώ συνολώ ή εν μερει μακράν του έργου δια βιομηχανικών, ως επί το πλείστον, διαδοικωμένων και, μεταφερόμενα εις τόν έργον συνταμολόγουνται. Η προκατασκευή, λόγω της συνεχούς ανύψίσεως της άμοιβής έργου, είναι εναντι της εξίας τών υλικών και άποσβέσεων του μηχάνωκου εξοπλισμού, χρονοποιοίται εις εύρητην γλιτωμακά εις τας κατασκευάς.

Κατ'εφεω ή άνάπτυσίς τών επί μερους κατηγοριών οικοδομικών έργων θα γίνη με βέλυσ τήν παραδοσιακήν επί τόπου δόμησιν, εις τούτέλειον δε κεφαλαίον του παρόντος τόμου θα άναλυθούν τα επί μερους εκ της προκατασκευής ποικύπτοντα ποβλήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 1

ΚΤΗΡΙΑ ΑΝΕΠΤΥΓΜΕΝΑ ΚΑΘ' ΥΨΟΣ

1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ὡς ἤδη εἰς τὴν εἰσαγωγὴν ἀνεφέρθη, ἡ κατηγορία αὐτὴ περιλαμβάνει κατὰ κύριον λόγον πολυώροφα κτήρια γραφείων, κατοικιῶν καὶ δημοσίων ὑπηρεσιῶν. Ὡς ἐκ τῆς φύσεως τῶν κτηρίων τούτων ἡ εὐθύνη τῆς διαμορφώσεώς των πίπτει κατὰ κύριον λόγον εἰς τὸν Ἀρχιτέκτονα καί, συνεπῶς, ὁ Πολιτικός Μηχανικός ὀφείλει νὰ προσαρμοσθῆ ἀπὸ πλευρᾶς στατικῆς διατάξεως εἰς τὰς λειτουργικὰς καὶ αἰσθητικὰς ἀπαιτήσεις τοῦ ἔργου. Πάντως, μία ἔγκαιρος καὶ γόνιμος συνεργασία μεταξύ Ἀρχιτέκτονος καὶ Πολιτικοῦ Μηχανικοῦ, κυρίως εἰς μεγάλα κτήρια, κατὰ τὴν φάσιν τῆς προμελέτης, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἁρμονικὴν καὶ σύμμετρον ἀντιμετώπισιν τόσο τοῦ μορφολογικοῦ ὅσον καὶ τοῦ στατικοῦ— κατασκευαστικοῦ προβλήματος, διότι εἶναι γνωστὸν ὅτι ἔργα ἱκανοποιοῦντα τὸ στατικὸν αἰσθητήριον εἶναι ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον καὶ αἰσθητικῶς ἀποδεκτά.

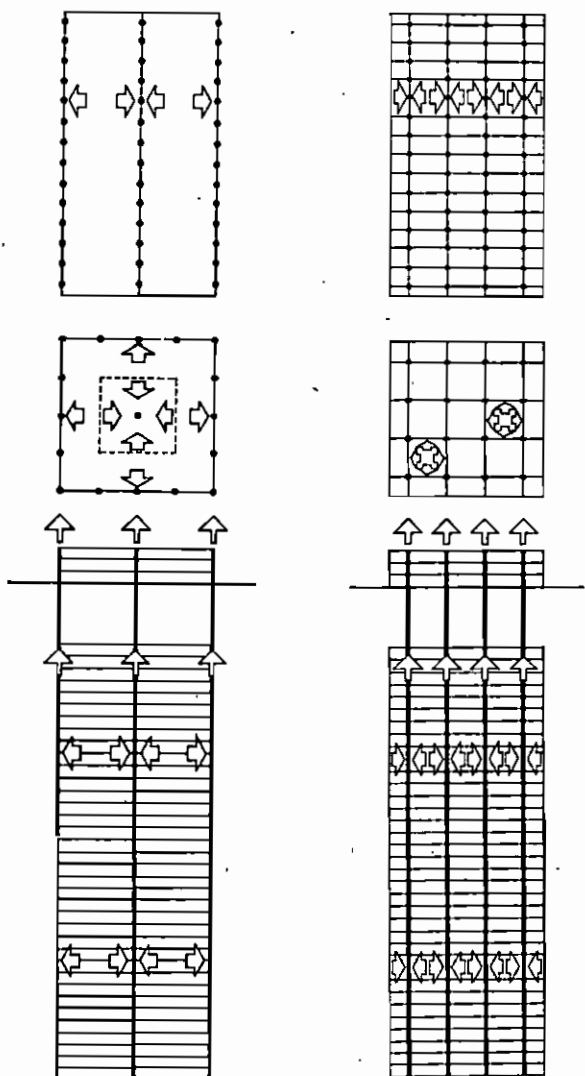
Ὁ φέρων σκελετὸς εἰς τὰ κτήρια ταῦτα διαμορφοῦται, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, ὡς μία μονολιθικὴ ἐν τῷ χώρῳ κατασκευὴ συντιθεμένη ἐξ ὑποστυλωμάτων, τοιχείων, δοκῶν καὶ πλακῶν ἀκάμπτως μεταξύ των συνδεδεμένων. Ἡ τοιαύτη σύνδεσις ἐπιτρέπει τὴν ἀνετον παραλαβὴν τόσο τῶν κατακορύφων ὅσον καὶ τῶν ὀριζοντίων φορτίων καί, συνεπῶς, αἱ κατασκευαὶ μὲ σκελετὸν ἐξ ὀπλισμένου σκυροδέματος εἶναι ἰδιαζόντως κατάλληλοι διὰ τὴν παραλαβὴν σεισμικῶν δυνάμεων αἱ ὁποῖαι, ὡς γνωστὸν, ἐκδηλοῦνται στατικῶς ὡς ὀριζόντια φορτία. Ἐκ τοῦ λόγου τούτου ἔχει ἐκτοπισθῆ ἐντελῶς ἐκ τοῦ Ἑλληνικοῦ χώρου ἡ παλαιότερον ἐφαρμοζομένη μέθοδος τῆς κατασκευῆς πατωμάτων ἐξ ὀπλισμένου σκυροδέματος ἐδραζομένων ἐπὶ τοιχοποιίας ἐκ πλινθοδομῆς. Εἰς τὰ κτήρια μὲ σκελετὸν ἐκ μπετόν αἱ ἐσωτερικαὶ καὶ ἐξωτερικαὶ τοιχοποιαὶ χρησιμεύουν μόνον διὰ τὴν ἐξωτερικὴν προστασίαν καὶ τὴν λειτουργικὴν διαίρεσιν τοῦ χώρου, δηλαδὴ λαμβάνονται ὡς στατικῶς ἀδρανεῖς καί, συνεπῶς, εἰσάγονται εἰς τὸν στατικὸν ὑπολογισμὸν μόνον ὡς φορτία ἐπὶ τοῦ πατώματος ἐπὶ τοῦ ὁποίου ἐδράζονται. Οὕτω, ἕκαστον πάτωμα φέρει ἀπὸ πλευρᾶς κατακορύφων φορτίων τὸ ἴδιον αὐτοῦ βάρος, τὸ ὀροφοκονίαμα, τὸ δάπεδον, τὰς τοιχοποιίας τὰς περιλαμβανομένας μεταξύ αὐτοῦ καὶ τοῦ ἀμέσως ὑπερκειμένου πατώματος καὶ τὰ ὀφέλιμα φορτία τοῦ ὀρόφου.

1.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΙΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

Η κατασκευαστική διαμόρφωσις του σκελετού εξαρτάται κατά κύριον λόγον εκ των λειτουργικών απαιτήσεων του κτηρίου. Αιδιάφοροι μορφολογικοί σκελετοί δύνανται γενικώς να εναχθούν εις τας εξής κατηγορίας :

1) Συστήματα εκ πλακών - δοκών - στύλων

Το σύστημα τούτο μορφώσως σκελετού είναι το παλαιότερον δάξ και

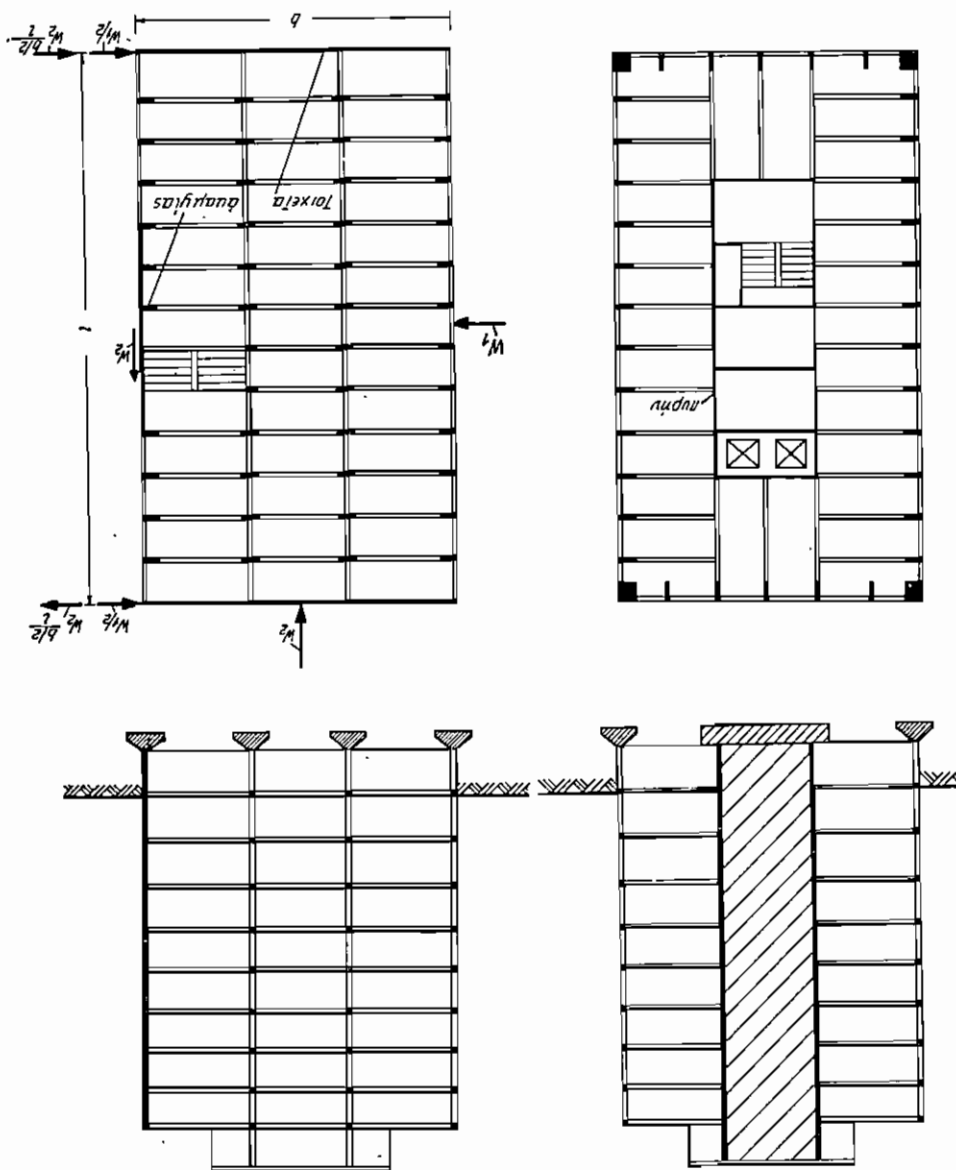


Σχ. 1.1

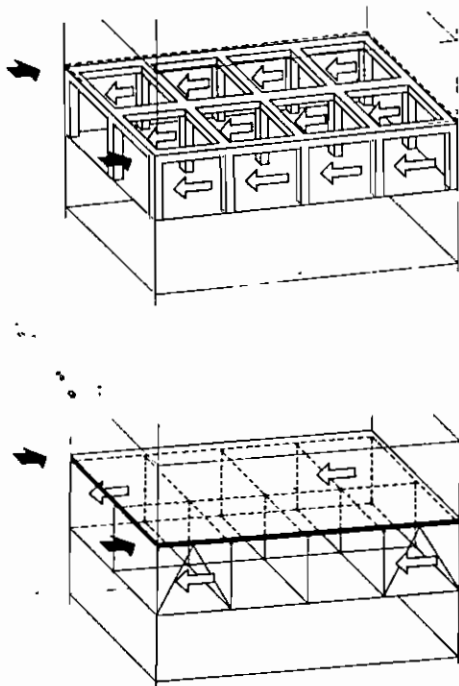
Συστήματα κατακόρυφου μεταφορέως φορτίων

Πλατώροφοι οικοδομὰι μὲ τοίχιστα πρὸς παραστάθην κατὰ κορυφὴν
καὶ κερπίως ὀριζόντιων φορτίων.

Σχ. 1.2



τὸ πλέον εὐρέως χρησιμοποιούμενον εἰς τὴν οἰκοδομικὴν ἀκόμη καὶ σήμερον. Εἰς τὸ σύστημα τοῦτο αἱ πλάκες μεταφέρουν τὰ φορτία εἰς τὰς δοκοὺς, αὐταὶ δέ, ὁμοῦ μετὰ τοῦ ἰδίου βάρους των καὶ τοῦ φορτίου τῶν ἐπ' αὐτῶν ἐδραζομένων τοιχοποιιῶν, τὰ μεταφέρουν ἐπὶ τῶν ὑποστυλωμάτων (σχ. 1.1) [1]. Τὰ ὀριζόντια φορτία — ἀνεμος, σεισμός — παραλαμβάνονται διὰ τῶν ὑποστυλωμάτων καὶ δι' ὠπλισμένων τοιχείων διατεταγμένων κυρίως εἰς τὰ κλιμακοστάσια καὶ τὰ φρέατα τῶν ἀνελκυστήρων (σχ. 1.2, 1.3) [2] [3].



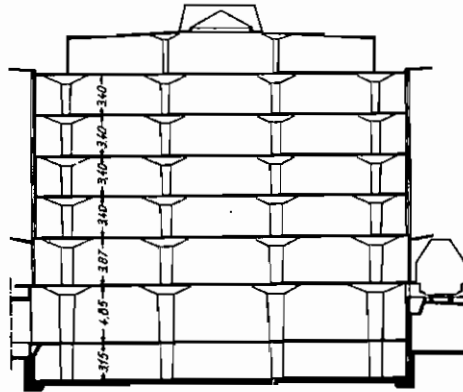
Σχ. 1.3

Παραλαβὴ τῶν ὀριζοντίων δυνάμεων δι' ὑποστυλωμάτων πλαισιακῶς συνδεδεμένων μετὰ τῶν δοκῶν ἢ διὰ τοιχείων.

ii) Συστήματα ἐκ πλακῶν καὶ στύλων ἀνευ δοκῶν

Ἡ παλαιότερα μορφή τοῦ συστήματος τούτου εἶναι τὰ μηκυτοειδῆ πατώματα, τὰ ὁποῖα ἐχρησιμοποιοῦντο κατ' ἐξοχὴν εἰς πολυώρους ἀποθηκευτικούς χώρους ὡς καπναποθήκας, σταθμούς αὐτοκινήτων κλπ. (σχ. 1.4). Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἔχουν εἰσαχθῆ καὶ μηκυτοειδῆ ἀνευ κιονοκράνων τὰ ὁποῖα ἐνδείκνυνται διὰ κτήρια γραφείων τῶν ὁποίων οἱ ὄροφοι κατασκευάζονται ἐλεύθεροι, ἀνευ δοκῶν καὶ ἐν συνεχείᾳ διαιρεῖ-

ται ἕκαστος ἀναλόγως τῶν ἀναγκῶν δι' ἐλαφρῶν διαχωριστικῶν προκατεσκευασμένων πινάκων. Πολλάκις ἀντὶ μηκυτοειδοῦς πλακὸς ἄνευ κιονοκράνων κατασκευάζονται κρυφοδοκοὶ μεταξὺ τῶν ὑποστυλωμάτων ὕψους ὅσον καὶ τῆς πλακὸς, αἱ δὲ πλάκες πρὸς μείωσιν τοῦ φορτίου ἀλλὰ καὶ πρὸς ἀποσαφήνισιν τῆς στατικῆς λειτουργίας τοῦ συστήματος κατασκευάζονται μὲ νευρώσεις κατὰ τὴν μίαν ἢ ἀμφοτέρας τὰς διευθύνσεις (σχ. 1.5, 1.6, 1.7) [4]. Ἡ μορφή τοῦ προκύπτοντος φορέως εἰς τὰ δύο τελευταῖα συστήματα εἶναι ἰδιαίτερος εὐπαθῆς εἰς ὀριζοντίους δυνάμεις, λόγῳ μὴ ἐπαρκoῦς πακτώσεως τῶν στύλων ἐντὸς τῆς πλακὸς μὲ ἀποτέλεσμα τὴν ἀνάγκην ὑπάρξεως πυρῆνων ἐκ τοιχείων πρὸς παραλαβὴν τῶν δυνάμεων ἐκ σεισμοῦ καὶ ἀνέμου. Ἡ τοιαύτη διάταξις ἀποτελεῖ ἔκφρασιν

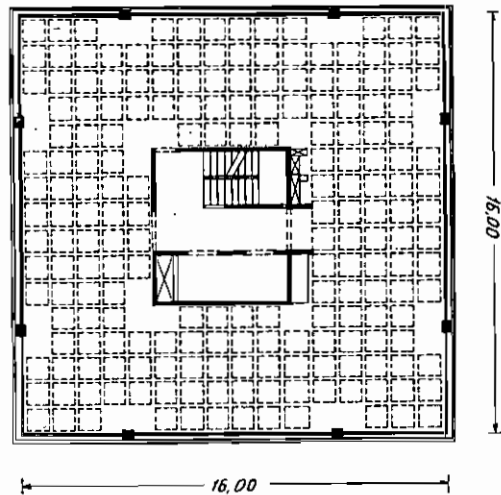


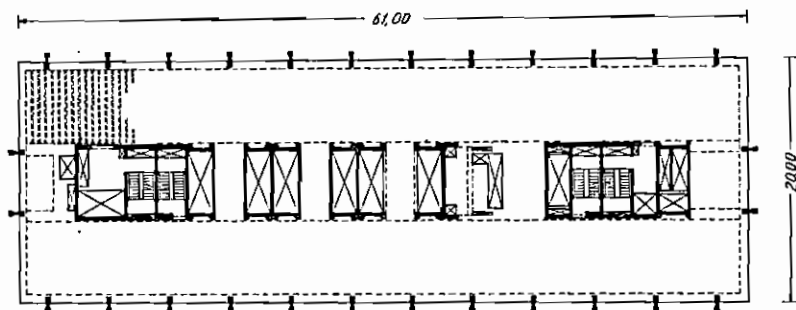
Σχ. 1.4

Πολυώροφος ἀποθήκη μὲ μηκυτοειδῆ πατώματα

Σχ. 1.5

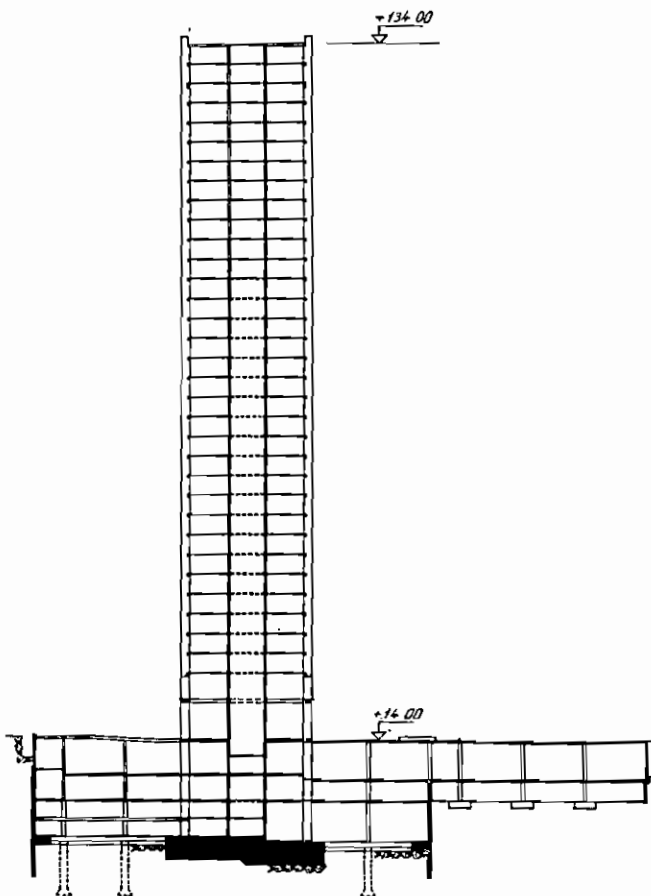
Γραφεῖα τῆς Radiation Ltd.-Neasden
13όροφος οἰκοδομὴ μὲ πλάκας μετὰ
νευρώσεων κατὰ δύο διευθύνσεις.





Σχ. 1.6

Κτήριο 34 ορόφων – Πλάκες άνευ δοκῶν μετὰ νευρώσεων.
Παραλαβὴ ὀριζοντίων φορτίων διὰ πυρῆνων.



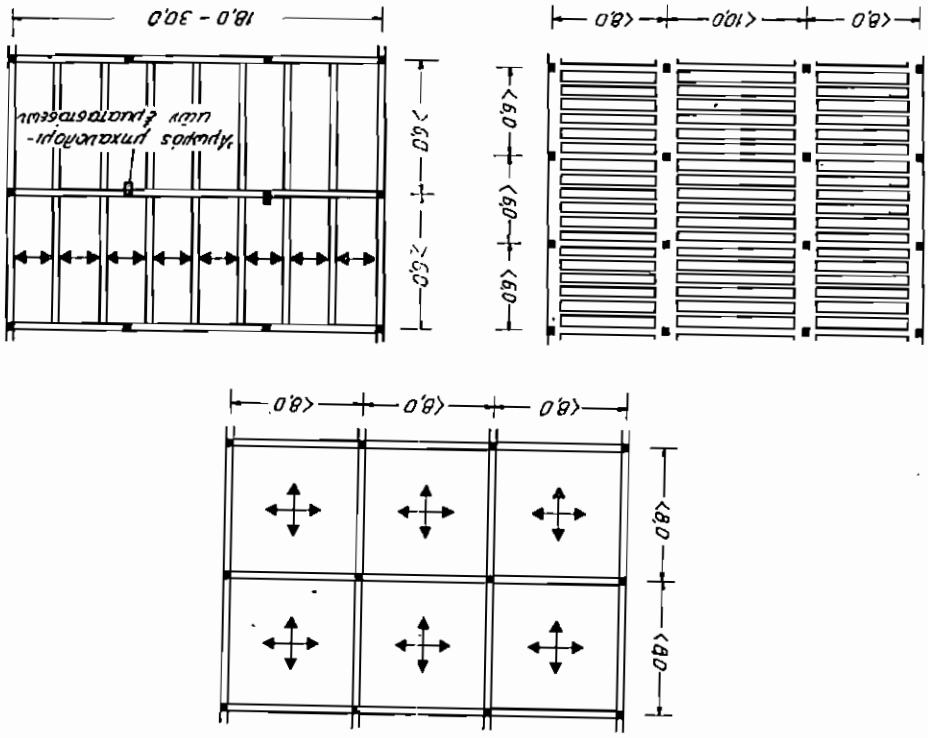
Σχ. 1.7

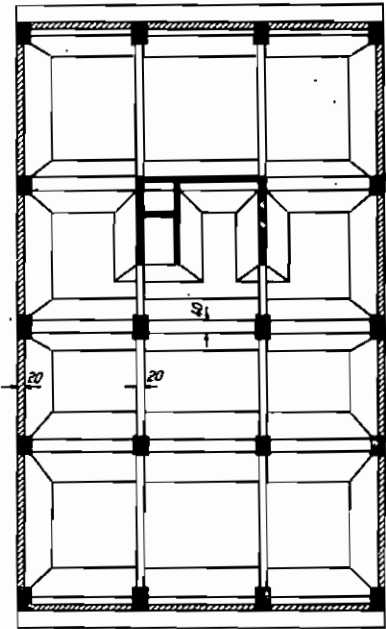
Τομὴ τοῦ κτηρίου τοῦ σχήματος 1.6

Λευκώτερον, επιδιώκεται όπως μη προκύπτουν εκ της διατάξεως των
 στύλων συστήματα με έντονος άνω άκρο, διότι τα συστήματα με
 τοιαύτην διάταξιν είναι άσύμφορα τόσον εις την άνωδομήν όσον και εις
 την θεμελίωσιν.
 Καθ' ύψος, επιδιώκεται όπως ύποστύλωματα εκκινούντα εκ του ά-
 νατόπου όρθου ενώνονται μεχρι της θεμελίωσεως. Επιδιώκεται δη-
 λωδώς ή ταχυτέρα και απ' εύθείας μεταβίβασις των φορτίων των στύλων
 εις τήν έδαφος. Πάσα άπόκλισις εκ του κανόνα του ότου δημιουργεί όσομα-
 κρως έντασις καταστροφικαί και σφραγίζονται σφραγίσει του κό-
 στους (σ.χ. 1.11). Μόνον κατ' εξαίρεσιν και όταν λειτούργησιν άλογοί τό-
 στοι ύποστύλωματά, ως εις κεντρικά καταστήματα, αθροίσας κινήματα όσομα-
 κρως αλτοκινητών κλπ., προσφεύγομεν εις την ύψιστην "φύσει των"
 ύποστύλωματων, όποτε αι φέρονται ταύτα όσοκοι κατασκευάζονται, ως έ-
 πι τήν παλιότερον, προεντεταμένα. Φυτεύεται επισης ύποστύλωματα έμφα-
 νίζονται πολλακakis εις τους εν έσοχή όρθους, πάλιν όμως, εις την περι-
 πτωσιν ταύτην, λόγω των περιωρισμένων φορτίων τα όποια φέρονται εν

Διάταξις ενάγων του είδικών κτηρίων

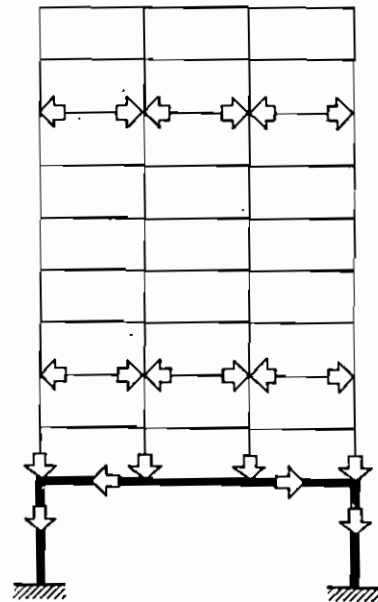
Σχ. 1.9





Σχ. 1.10

Διάταξις θεμελιώσεως οικόδομησ
του σχ. 1.8



Σχ. 1.11

Πορεία φορτίων εις περίπτωσιν
φυτευτών υποστυλωμάτων

δημιουργοῦνται σοβαρὰ προβλήματα διὰ τὰς δοκοὺς ἐπὶ τῶν ὁποίων στηρίζονται.

ii) Δ ο κ ο ἰ

Αἱ δοκοὶ διακρίνονται εἰς τὰς κυρίας κατὰ τὰς δευτερεύουσας. Αἱ κύριαι δοκοὶ ἐδράζονται ἀπ' εὐθείας ἐπὶ τῶν υποστυλωμάτων, ἐνῶ αἱ δευτερεύουσαι ἐπὶ τῶν κυρίων ἢ ἐπὶ ἄλλων δευτερευουσῶν. Ἡ διαδοκίδωσις τῆς ὀροφῆς ἐνὸς ὀρόφου γίνεται κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε, ἀφ' ἐνὸς μὲν αἱ διατασσόμεναι δοκοὶ νὰ κρύπτονται ἐντὸς τῶν τοιχοποιιῶν τοῦ ὀρόφου, ἀφ' ἑτέρου δὲ νὰ εἶναι εἰς θέσιν νὰ φέρουν τὰ φορτία τοῦ ὑπερκειμένου ὀρόφου. Λαμβανομένου ὑπ' ὄψιν, ὅτι οἱ ὀροφοὶ διαμορφοῦνται ἀρχιτεκτονικῶς, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, μὲ τὴν αὐτὴν διάταξιν χώρων ἀπὸ ὀρόφου εἰς ὀροφον καὶ ὅτι τὰ υποστυλώματα διατάσσονται εἰς τὰς ἀλληλοτομίας ἢ ἐντὸς τῶν τοιχοποιιῶν ἔπεται ὅτι, ἐφ' ὅσον αἱ δοκοὶ διατα-

Χθόνυ από ύπνοστύλωματος εις ύπνοστύλωμα και εις τους ῥζονας τῶν τοι-
 χωποίων, ἠλῆροδὺν ἐν πολλοῖς τὰς ἀνωτέρω θεβείας ἀπαιτήσεις. Κατὰ
 τὰ τελευτήρια ἐτη ἐπιβιάκεται κατὰ τὸ δυνάτοδὺν ἀπλοστέρα και ἀραιο-
 τέρα διαδοκίμως ἐπὶ πρὸς μεῖωσιν τοῦ κόστους κατασκευῆς τῶν ζυλῶν-
 τῶν. Ἰδιαιτέρα φρονίς πρέπει νὰ λαμβάνεται ὡστε νὰ ἀποφεύγεται ἡ
 πολυπλοκος μεταβίβασις φορτῶν διὰ σειρὰς ἀλλήλοστηρίσειων δευτε-
 ρουσῶν δοκῶν.

Αἱ περιμετρικαὶ δοκοὶ κατασκευάζονται τουλάχιστον 20 cm πλάτους
 ἐνῶ αἱ ἐσωτερικαὶ τουλάχιστον 13 cm. Τὸ ὕψος τῶν δοκῶν ποικίλει ἀ-
 ναλόγως τῶν ἀνοίγμάτων. Εἰς κοινὰ οἰκοδομικὰ ἔργα με ἀνοίγματα 3.0
 ἕως 4.0 m τὸ ὕψος τῶν ἐσωτερικῶν δοκῶν κυμαίνεται μετὰ 40 και 70
 cm. Ἐνῶ, τὸ ὕψος τῶν δοκῶν εις τὰ ἔργα ταῦτα ἐλάττει ἐπιπέσει
 τὸ κόστος τοῦ ἔργου, καθ' ὅσον τυχὸν ἀύξει τοῦ ὕψους τῆς δοκοῦ
 σὺντεπάρεται μεῖωσιν τοῦ ὕψους τῆς τοιχοποιίας και μεῖωσιν τῶν βλα-
 στῶν. Ἰσχυρὰ βλάσαι ἐσωτερικαὶ δοκοὶ κατασκευάζονται με κοινὸν
 ὕψος 70 cm πρὸς ἀποφυγῆν κατασκευῆς ὑπερθύρων. Τὸ μεγίστον δύνά-
 τῶν ὕψος τῶν ἐσωτερικῶν δοκῶν ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν συνολικοῦ ὕ-
 ψους ὀρόφου 3.00 m εἶναι 75 cm και καθορίζεται ἐκ τῆς ὑποχρέωσῶς
 κατασκευῆς κορυφῶν θύρων ὕψους 2.20 m. Αἱ περιμετρικαὶ δοκοὶ,
 ἔφ' ὅσον δὲν ὑφίστανται ἐιδικαὶ ἀρχιτεκτονικαὶ ἀπαιτήσεις, καλὸν εἶναι
 νὰ κατασκευάζονται με ὕψος ἄνω τῶν 50 cm πρὸς ἀνέτον παραλαβῆν
 τῶν ἐκ σημείου ἐπιχειροῦμενων ποτῶν.

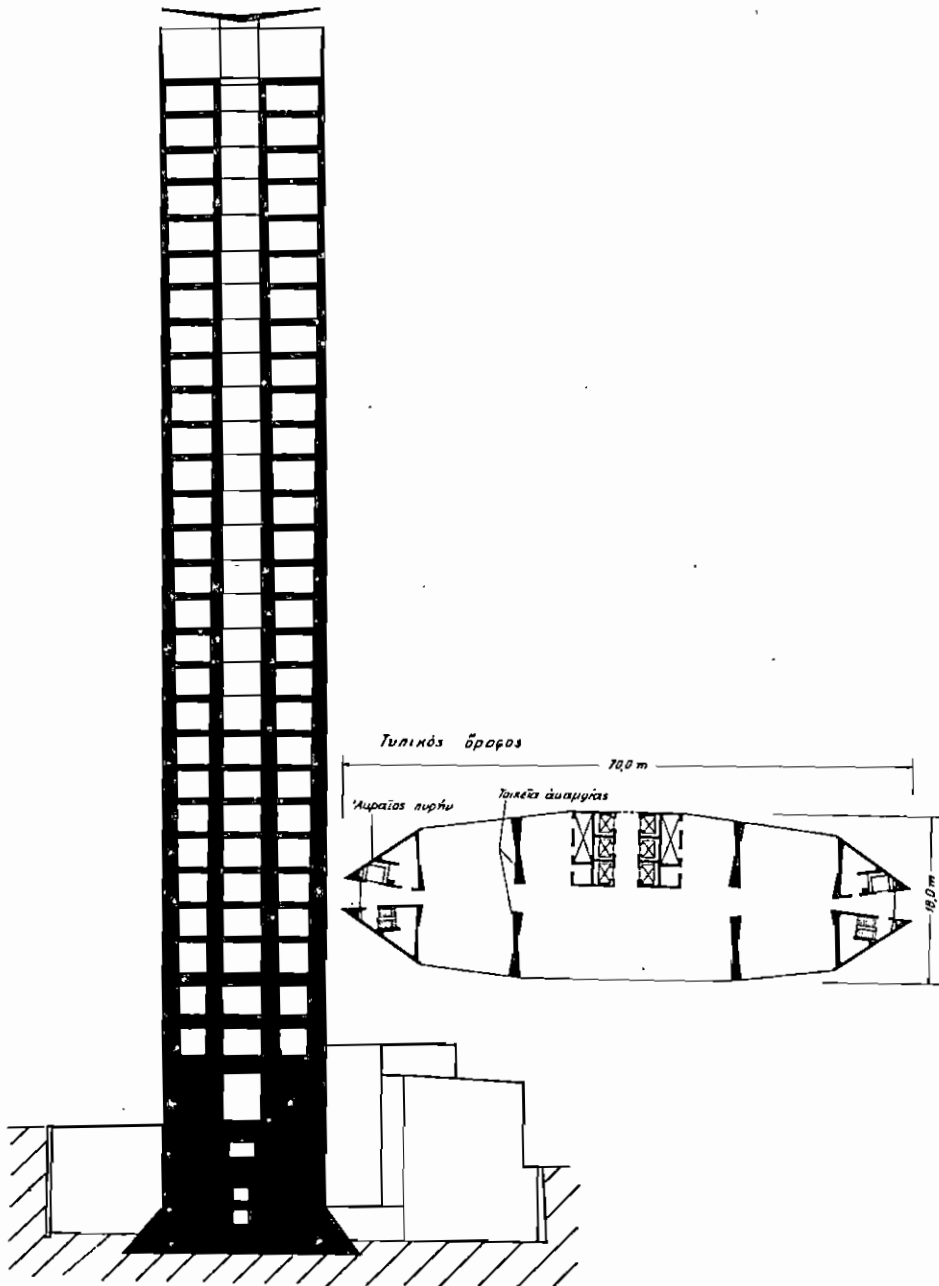
!!!) Π λ α κ ε ς

Αἱ πλάκες προβάλλονται, ὡς ἐπι τὸ πλείστον, σταθεροῦ πλάτους εις
 ὀλίγην τὴν ἔκτασιν τοῦ ὀρόφου. Εἰς κτήρια κατοικίων και μεχρὶς ἀνοίγια-
 τος 3.5 m προβάλλονται με ἕνα πλάτος 10 cm περίπου. Εἰς μεγάλυτερα
 ἀνοίγματα τὸ πλάτος αὐτῶν αὐξάνει. Μεχρὶ πλάτους 15.0 cm κατασκευά-
 ζονται ὀδῶσμοι. Εἰς μεγάλυτερα πλάτη, πρὸς μεῖωσιν τοῦ ὀρίου βάρους,
 κατασκευάζονται με νευρώσεις κατὰ μίαν ἢ δύοτέρας τὰς διευθύνσεις και
 με ἄμφω ἀσῶματα ἠλῆρωσῶς ἐντὸς τῶν κελῶν (σ.χ. 1.9 α). Εἰς περίπτω-
 σιν μεγάλων παχῶν, π.χ. 40 ÷ 50 cm, προβάλλεται και μία κῶν πλάξ
 πλάτους 5 cm, ὅποτε προκύπτει μία κατασκευῆ τῦπου "sandwich". Ἡ
 ἄνωσ αὐτὴ ἐφαρμοζεται σὺνήθως εις κτήρια ἔνθα προβάλλονται ἐμφανῆ
 σκυοδέματα.

iv) Τ ο ι χ ε ι α

Τὰ τοιχεῖα χρησιμεῖουν κατὰ κύριον λόγον διὰ τὴν παραλαβῆν ὀρι-
 ζῶντων φορτῶν ἐν μερεὶ διὰ διὰ τὴν παραλαβῆν κατακόρυφων. Διὰ-
 τῶσονται και τὰ κύριον λόγον ὡς τοιχωμάτια κλιμακοσῶν και φρεατι-
 ῶν ἀνεγκυστῆρων, δευτερευόντως διὰ εἰς θεσεις ἔνθα προβάλλονται μόνι-
 και τοιχοδομαὶ. Ἐπιβιάκεται νὰ διατάσσονται σὺνμητρικῶς ὡς πρὸς τὸ
 κέντρον βάρους τῆς κατόψεως τοῦ κτηρίου πρὸς ἀνευτέρων παραλαβῆν
 τῶν σημειῶν δυνάμεων (σ.χ. 1.2).

Τοιχεῖα διακόσονται ἐπιτῆς περιμετρικῶς τοῦ ὕπογειοῦ πρὸς παρα-
 λαβῆν τῶν ἐπιπέσων γαλῶν. Πέραν, ὅμως, τῆς παραλαβῆς τῶν ἐπιπέσων



Σχ. 1.12

Ούρανοξύστης Pirelli, Μιλάνου

συντελούν διά τῆς δημιουργίας κλειστοῦ κυτίου ὁμοῦ μετὰ τῆς πλακῶδου δαπέδου ἰσογείου καὶ τῶν συνδετηρίων δοκῶν θεμελιώσεως ἢ πεδιλοδοκῶν εἰς τὴν αὔξησιν τῆς ἀκαμψίας τῆς κατασκευῆς κατὰ τὴν κατακόρυφον διεύθυνσιν, μὲ ἀποτέλεσμα τὴν μείωσιν τῶν ἀναμενομένων διαφορικῶν ὑποχωρήσεων ὡς καὶ τὴν ὁμαλωτέραν διανομὴν τῆς ἐκτοῦ σεισμοῦ ἐπιρροῆς ἐπὶ τῶν τάσεων ἐδάφους, ἀνεξαρτήτως τοῦ ἐὰν τὰ ἀνωτέρω λαμβάνωνται ἢ ὄχι ὑπ' ὄψιν εἰς τὸν στατικὸν ὑπολογισμόν.

Εἰς λίαν ὑψηλὰ κτήρια — οὐρανοξύστας — δημιουργοῦν κλειστοὺς πύρηντας οἱ ὅποιοι σχεδὸν κατ' ἀποκλειστικότητα παραλαμβάνουν τὰ ὀριζόντια φορτία (σχ. 1.12). Γενικῶς τὰ τοιχεῖα ἀποτελοῦν τὸ καλύτερον μέτρον ἐναντι ὀριζοντιῶν δυνάμεων ἐξ ἀνέμου καὶ σεισμοῦ. Πράγματι, ἡ ἀκαμψία τῶν τοιχείων ἐνὸς ἔργου εἶναι πολλὰς δεκάδας πολλαπλασίου τῆς ἀκαμψίας τῶν ὑποστυλωμάτων.

Συνιστᾶται ὅπως πρὸς ἑκάστην κυρίαν διεύθυνσιν τῆς κατόψεως τοῦ κτηρίου καὶ εἰς ἕκαστον ὄροφον προβλέπωνται τοιχεῖα μὲ ἔμβαδὸν ὀριζοντιοῦ διατομῆς ἴσον πρὸς $1/500 + 1/1000$ τοῦ ἔμβαδοῦ τῶν ὑπερκειμένων ὀρόφων. Τὰ τοιχεῖα ἐπιδιώκεται νὰ φθάνουν μέχρι τοῦ ἐδάφους θεμελιώσεως ὥστε νὰ μὴ δημιουργοῦν φυτευτὰ συστήματα. Τὸ πάχος των κυμαίνεται συνήθως μεταξὺ 15 καὶ 20 cm.

ν) Κλίμακες

Αἱ κλίμακες ἀποτελοῦν στοιχεῖον λειτουργικῶς ἀπαραίτητον διὰ τὰ πολώροφα κτήρια. Κατασκευάζονται, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, ὑπὸ μορφὴν προβόλου ἐκ τοῦ περιβάλλοντος τὸ κλιμακοστάσιον τοιχείου (σχέδιον Ι). Ἐν τούτοις, εἰς κτήρια εἰδικῆς χρήσεως αἱ κλίμακες ἀποτελοῦν πολλάκις βασικὸν στοιχεῖον ἀρχιτεκτονικῆς διαμορφώσεως, ὁπότε λαμβάνουν πλείστας ὄσας ἰδιαζούσας μορφάς.

1.4. ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Μὲ πλάσιον τοὺς ἀνωτέρω ἐκτεθέντας κανόνες καὶ μὲ ὁδηγὸν τὰ ἀρχιτεκτονικὰ σχέδια συντάσσονται τὰ σχέδια ξυλοτύπων τοῦ κτηρίου, τὰ ὅποια χρησιμεύουν τόσον διὰ τὴν σύνταξιν τῆς στατικῆς μελέτης, ὅσον καὶ διὰ τὴν κατασκευαστικὴν διαμόρφωσιν τοῦ ἔργου. Πολλάκις, εἰς συνήθη οἰκοδομικὰ ἔργα, ἐπὶ τῶν σχεδίων ξυλοτύπων τοποθετοῦνται καὶ οἱ ὀπλισμοί, ὁπότε χρησιμοποιεῖται μίᾳ μόνον σειρᾷ σχεδίων. Πάντως, ἡ ὀρθόδοξος σχεδίασις προβλέπει χωριστὴν σειρὰν σχεδίων ξυλοτύπων, ἐπὶ τῶν ὁποίων εἶναι σημειωμένοι ἀπασαί αἱ ἀπαιτούμεναι διαστάσεις διὰ τὸ ξυλουργικὸν συνεργεῖον, τὸ ὁποῖον θὰ κατασκευάσῃ τὸν ξυλότυπον καὶ χωριστὴν σειρὰν σχεδίων ὀπλισμῶν διὰ τὸ συνεργεῖον ἐπεξεργασίας χάλυβος.

Μετὰ τὴν σύνταξιν τῶν σχεδίων ξυλοτύπων διὰ τῶν ὁποίων προδια-

γράφεται ή στατική λειτούργια του έργου, διεξάγεται ό στατικός ύπολογισμός, ό όποτος δύνεται να διαιεθή ής δύο βασικώς τηήματα, ής τον ύπολογισμόν του έργου δια κατακόρυφα φορτία και ής τον ύπολογισμόν όριζόντια τοιούτα ή άντιστοιμισμικόν ύπολογισμόν, ώς συνηθίζεται να λέγεται.

1.4.1. Στατικός ύπολογισμός δια κατακόρυφα φορτία

!) Π λ ά κ ε ς

Ό στατικός ύπολογισμός άρχίζει με τον ύπολογισμόν των πλάκων. Τόδος τουτο, άφου προσδιορισθόν τά μόνυμα και ώφέλιμα φορτία της πλάκας γίνεται ή κατανομή τούτων κατά δύο διευθύνσεις ής άπώας τās τετραπέσιτους πλάκας της κατάψευς και ής συνεχείς ύπολογίζεται ή πλάξ του όρόφου κατά λωρίδας δια τήν διεύθυνσιν x και y άντιστοιχώς (Πρβλ. Τόμον I περί πλάκων). Αι πλάκες θεωρούνται ώς άνευθέρας στρεπται ής τών δοκών με άποτέλεσμα τά προκύπτοντα στατικά αστήματα να είναι συνεχείς δοκοί πάχους d και πλάτους l.0 m. Ό Κανονισμός έπιβάλλει τον ύπολογισμόν δι' έπαλλάγίας δυνάμεσέρων φορτίε, δι' άνοίγματα ίσα ής περίπτου ίσα έπιτρέπεται ή χρήσις των ύπώ του Κανονισμού (B. Δ. 18-2-54) δισόμενων προσεγγιστικών τύπων ύπολογισμύ των με-γίστων ποσών άνοίγματων και στρεψίσεων.

Είς περίπτωσιν ύπερψεύς γραμμικου φορτίου εκ τοιχοποιίας έπι της πλάκας παραλλάγίου πόδος τήν διεύθυνσιν λειτούργίας ταύτης προβάπεται τοπικώς ήν ισχυμείν ή ών ή, της όμοιας τώ πλάτος ύπολογίζεται βάσει του Κανονισμού, ό δε στατικός ύπολογισμός αυτης διεξάγεται κατά τά γνωστά περί συνεχών δοκών.

!!) Δ ο κ ο ι

Μετá τον ύπολογισμόν των πλάκων άκολουθετ ό ύπολογισμός των δοκών. Τόδος τουτο προσδιορίζονται τά φορτία τά μεταβιβάζόμενα ής άνοίγματα, τās εκ των πλάκων, τά φορτία των πάλινοδοκών ατ όποτα έπι αυτών ώς και τώ ίδιον αυτών βάρος και άκοιλόθως διεξάγεται ό στατικός ύπολογισμός. Αι δοκοί έλέγχονται τώσον ής κάψιν όσον και ής διατήρησιν. Έφ' όσον τά άνοίγματα των δοκών είναι μικρότερα των 8.0 m ύπολογίζονται αυτα ώς συνεχείς δοκοί έπι ής άνευθέρας στρεπτων στην πριμύτων, άλλως ύπολογίζονται ώς πολύώροφα πάλια εν συνδυασμώ με τους στρεψίσιτους στύλους και τās δοκούς των λωπίων όρόφων μετá των όμοίων συνθετων έπιθετων πάλιασιν (Πρβλ. Τόμον I περί πλάκων).

Είς κοινά οικοδομικά, ένθα τά μόνυμα φορτία άποτελούν τώ μέγιστον ποσοστόν φορτίεως των δοκών, έπιτρέπεται ό ύπολογισμός των διακαθάρων φορτίων, ώς έπι τώ πάλιστον, είς κοινά οικοδομικά γι-νεται άναγώγη του πριμωμικου ή τραπέσειδου φορτίου της πλάκας ής

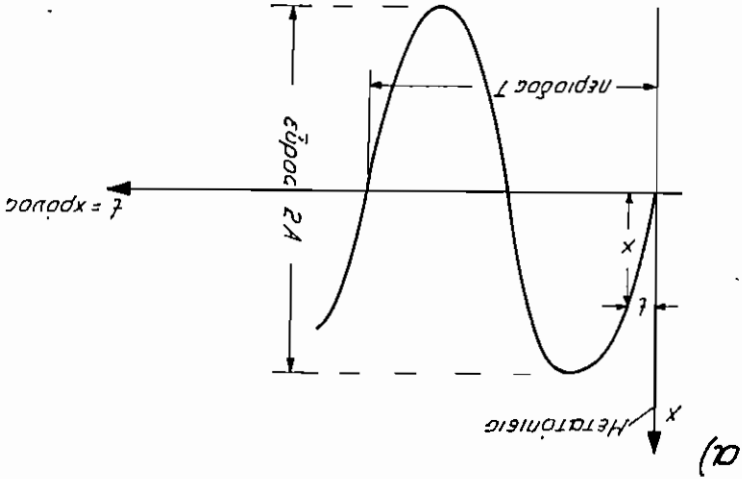
Καθορισμός της έντασης του σεισμικού συντελεστή του

ΣΧ. 1.13

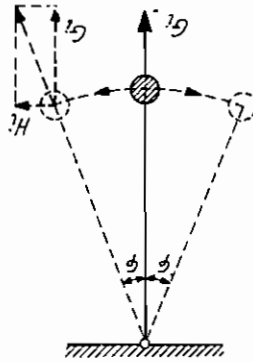
$$x = A \sin 2\pi \frac{t}{T}$$

$$\dot{x} = -\frac{2\pi}{T} A \sin 2\pi \frac{t}{T}$$

$$\ddot{x} = x_{max} = \ddot{x} = \pm \frac{4\pi^2}{T^2} A$$



$$\varepsilon = \frac{g_i}{g} = \frac{H_i}{H} = \phi \beta \gamma = \varepsilon$$

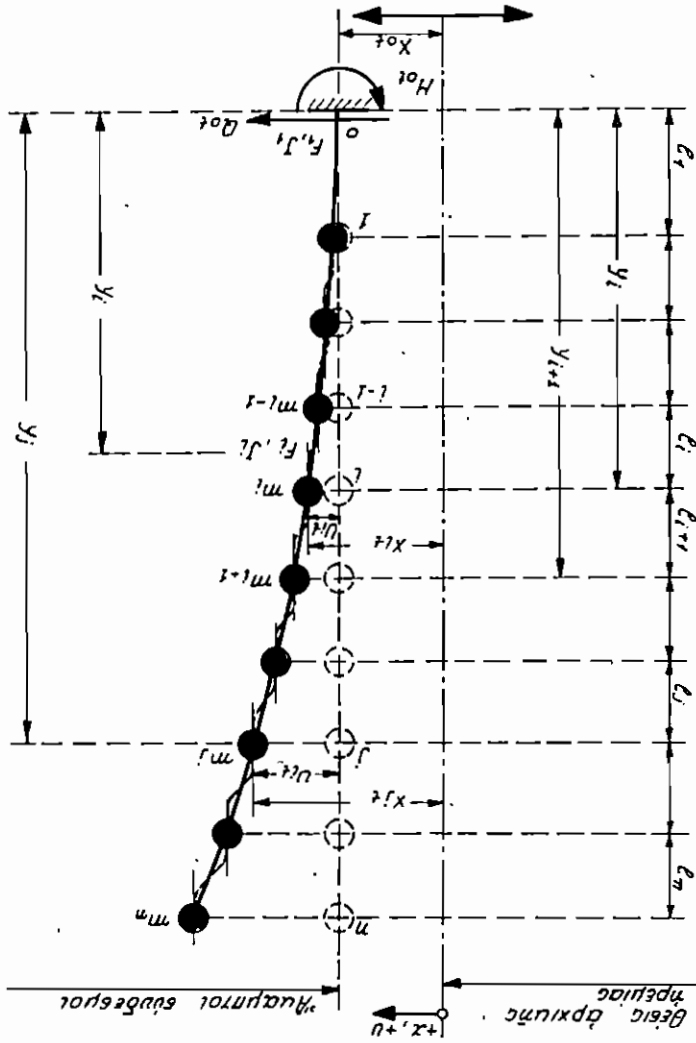


ως του σεισμού μετράται συνήθως δια της μεγιστής επιταχύνσεως της ως
 άνω παλμικής κινήσεως. Ο λόγος της επιταχύνσεως ταύτης γ προς την
 επιτάχυνση της βαρύτητας g καλείται σεισμικός συντελεστής
 ε και εκφράζει συφύτως προς την άρχην δι' Albert το μέτρον της
 επιρροής του σεισμού επί των κατασκευών υπό μορφήν όρισμών δι-
 νάμενων ως ποσοστόν του βάρους των (σχ. 1.13). Ούτω, το πρόβλημα της
 σεισμικής επιρροής από καθάρως δυναμικών μεταπέττα εις στατι-
 κών. Επί του εν ίσοποιά τελευτός φορέως και εις το κέντρον βάρος

έκαστου στοιχείου του (π.χ. πάκος όρθου) προάγονται όριζόντιοι δυνάμεις H_i ίσα προς τó βάρος του στοιχείου επί τόν σεισμικόν συν-τελεστήν ϵ , ήτοι

$$H_i = \epsilon G_i$$

και υπολογίζεται ή υπό της φορτίου ταύτης δημιουργουμένη έντασις. Ο σεισμικός συντελεστής ϵ κυμαίνεται εις τόν 'Ελληνικόν χάρον από 0.04 έως 0.16, ανάλογως της σεισμικότητος της περιοχής και της φύσεως του έδαφους.



Σχ. 1.14
Τò πολυώκιον όρθώμα και ή στιγμήα κατάστασις παραμορφώσεως αυτου

Επί τη βάση της άνωτερας στατικής θεωρήσεως του προβλήματος και-
ναι συντεταγμένους και ο ίσχυών σημείον Ελληνικός Ακτιοεισικός Κα-

νομοίος [β].

Η τοιαύτη στατική θέρησις είναι έπαικτις δια μικρού και μετρίου ύ-
ψους κτήρια. Δια κτήρια, όμως, μεγάλου ύψους ή πάθων πρόσφορος άντι-
μετώπισις γίνεται δια του δυναμικού υπολογισμού. Πράγματι, ο κεκλιτός
των κτηρίων δύναται να θεωρηθί ως έν πολυβέβηθιον σύστημα μάζων έ-

λαστικός συνδεδεμένων και διεγερειοποιμένων εις τα άκάντωσιν δια της σεισμι-
κής δυναμείας προσαγομένης εις τό σημείον πακτώσεως του συστήματος εις
τό έδαφος (σχ. 1.14). Ούτω, τό όλον πρόβλημα συνίσταται εις τόν προσ-
διορισμόν των μερίτων άναμεινομένων βεβών και έξ αυτών των δυνα-
μικών άντιστοιμιών υπολογισμού επελεύχθη κατά την τελευταίαν ει-

κοσαστίαν, κατά κύριον λόγον εις Ην. Πολιτείας και εις την Ιαπωνίαν.
εις την άναπτύξιν ταύτην συνετέλεσε τα μέγιστα ή εισαγωγή του ήλα-
κτρονικού υπολογισμού δια του όμοιου κατέστη δυνατή ή άριθμητική
άντιμετώπισις του μαθηματικού πολυπλόκου φυσικού φαινομένου της

τάλαντώσεως ελαστικών συμπληγμάτων εις τόν χώρον.
Κατωτέρω γίνονται μιά σύντομος άνάμεισις τούστων του στατικού όσον
και του δυναμικού άντιστοιμιών προβλήματος περιεσπότερον προς γένη-
κην ένληψωσιν, καθ' όσον ή λεπτομερής και συστηματική άνάμεισις εκ-

φύγει των όρίων του παρόντος.

1.4.2.1. Στατικός άκτιοεισικός έλεγχος

Τό στατικόν άντιστοιμικόν πρόβλημα συνίσταται εις τόν προσδιορι-
σμόν των δυναμικών ενών ποσών, τεμνουσών και άξονικών δυναμικών
εις ένα πολυπλόκον σύστημα, εις τα κέντρα βάρους των όρόφων του ό-
μοιου όρου όριζόντιοι δυναμεις τυχομένης διεύθυνσεως. Επειδή ή διεύ-
θυνσις δράσεως του σεισμού δεν είναι γνωστή, έπεται ότι δι' έκαστον
δομικόν στοιχείον άπαιτείται ό προσδιορισμός της δυναμεισεστέρας έντα-
σεως, ήτις είναι δύνατον να προκύψη δια μεταβολήν της διεύθυνσεως του
σεισμού κατά 360°. Κατωτέρω άναλύεται κατά άρχήν ό μωλόροφος φο-
ρέυς, καθ' όσον ούτος άποτελεί την βάση δια την άνάμεισιν και των πο-

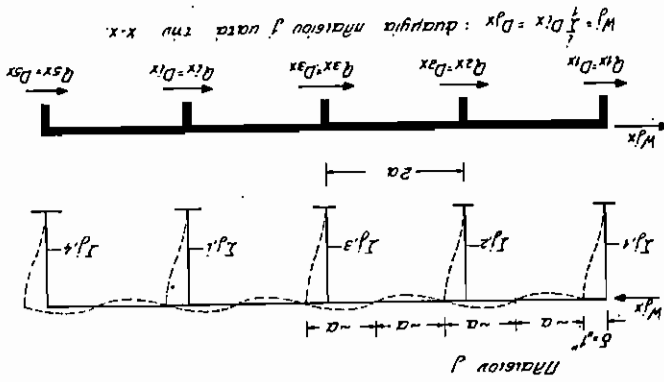
[7].

1) Μωλόροφα συστήματα

Θεωρησάμεν μίαν πλάκα άρραμώρητον εις τό έπιπέδον της και συν-
δεδεμένην μετ'ά του έδαφους δια στύλων και τοιχείων παραλληλάως δια-
τεταγμένων προς δύο κυρίας διευθύνσεις x και y (σχ. 1.15).
Καθέσμεν ύνυ D_x και D_y τας τεμνουσας αϊ όμοια άπαιτούνται,
ίνα μεταποσθί ή κεφαλή έκαστου κατακόρυφου στοιχείου κατά μωλό-
ρα κατά τας διευθύνσεις x και y άντιστοιχώς και D_x τήν ποσήν
στέψεως ή όμοια άπαιτείται, ίνα σπασή ή κεφαλή του κατά μωλόρα

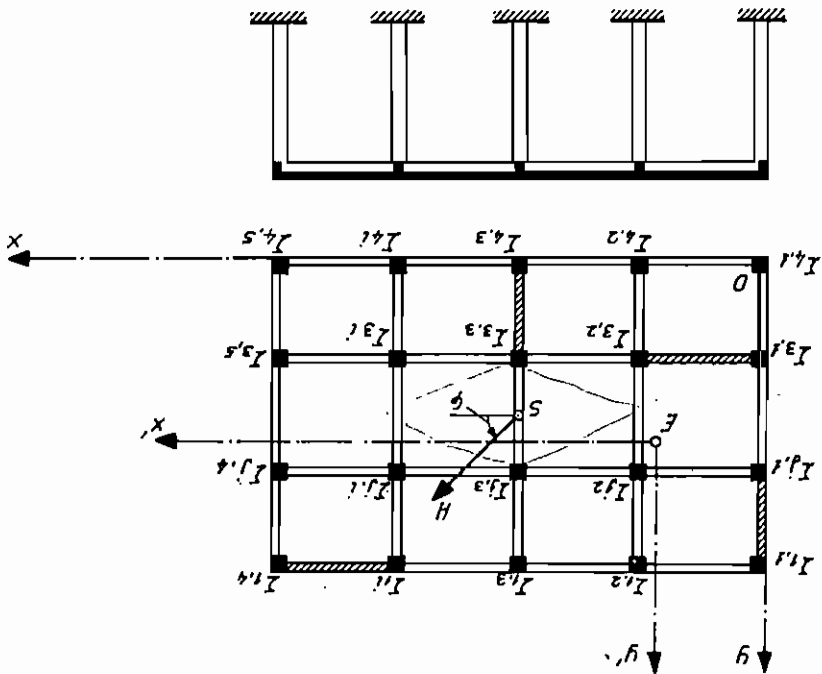
Όρισμός της ακριβούς στήλης ή πάσης

Σχ. 1.16



Κατοψή και τομή μονοφόρου συστήματος

Σχ. 1.15



(σχ. 1.16). Τὰ μεγέθη D_{x_i} , D_{y_i} , D_{w_i} καλοῦμεν ἀκαμψίας τῶν στοιχείων.

Ἡ πλάξ ὑπὸ τὴν ἐνέργειαν τῆς δυνάμεως H ὑφίσταται μίαν κίνησιν ἀπολύτως στερεοῦ ὡς πρὸς τυχὸν σύστημα xoy προσδιοριζομένην διὰ τῶν μετατοπίσεων u_0 , v_0 τῆς ἀρχῆς τῶν συντεταγμένων καὶ τῆς γωνίας στροφῆς ϕ τῆς πλακῶς. Οὕτω, αἱ μετατοπίσεις τυχόντος σημείου τῆς πλακῶς μὲ συντεταγμένας x_i καὶ y_i ἐκφράζονται διὰ τῶν σχέσεων

$$\begin{aligned} u_i &= u_0 - y_i \phi, \\ v_i &= v_0 + x_i \phi, \end{aligned} \quad (1.1)$$

αἱ δὲ τέμνουσαι καὶ ροπαὶ στρέψεως αἱ δημιουργούμεναι λόγῳ τῆς μετατοπίσεως ταύτης εἰς τὴν κεφαλὴν ἐκάστου στύλου μὲ συντεταγμένας x_i , y_i δίδονται ὑπὸ τῶν σχέσεων

$$\begin{aligned} X_i &= D_{x_i} u_i, \\ Y_i &= D_{y_i} v_i, \\ M_{\phi i} &= D_{w_i} \phi. \end{aligned} \quad (1.2)$$

Εἰσάγοντες τὰς (1.1) εἰς τὰς (1.2) λαμβάνομεν :

$$\left. \begin{aligned} X_i &= D_{x_i} u_0 - y_i D_{x_i} \phi, \\ Y_i &= D_{y_i} v_0 + x_i D_{y_i} \phi, \\ M_{\phi i} &= D_{w_i} \phi. \end{aligned} \right\} \quad (1.3)$$

Ἐπειδὴ διὰ λόγους ἰσορροπίας ἢ συνισταμένη πασῶν τῶν δυνάμεων X_i , Y_i , $M_{\phi i}$ πρέπει νὰ εἶναι ἴση καὶ ἀντίθετος τῆς H , ἔπεται ὅτι, ἐὰν διατυπώσωμεν τὰς τρεῖς στρεσοστατικές συνθήκας ἰσορροπίας, θὰ ἔχωμεν:

$$\left. \begin{aligned} \sum_i X_i &= H_x, \\ \sum_i Y_i &= H_y, \\ \sum_i (Y_i x_i - X_i y_i) + \sum_i M_{\phi i} &= H_y x_s - H_x y_s. \end{aligned} \right\} \quad (1.4)$$

Δι' εἰσαγωγῆς τῶν (1.3) εἰς τὰς (1.4) προκύπτει

Τα μέγεθη x_i^j, y_i^j, M_i^j αναφέρονται εις τὸ νέον σύστημα συντεταγμένων με ἀρχὴν τὸ E , τὸ ὁποῖον καθίσταται κέντρον ἐλάστωστος τροφῆς. Τὸ σημεῖον τοῦτο προκύπτει συμφώνως πρὸς τὰς ἐξισώσεις (1.6) ὡς σημεῖον τῶν συνισταμένων δύο ὁμοίων συνδέσεων, τῶν $D_{y_i^j}$ καὶ $D_{x_i^j}$, ἐπισημασμένων εἰς τὰς κεφαλῶν τῶν κατακόρυφων στοιχείων καὶ παραλλήλων ἀνωριότητος πρὸς x καὶ y . Συνεπῶς, αἱ συντεταγμένα τοῦ κέντρον ἐλάστωστος τροφῆς προκύπτουν ἐκ τῶν σχέσεων

$$(1.9) \quad \left\{ \begin{aligned} E^m &= \sum (x_i^j)^{\frac{1}{2}} D_{y_i^j} + \gamma_i^j D_{x_i^j} + D^{m_i} \\ E^y &= \sum D_{y_i^j} \\ E^x &= \sum D_{x_i^j} \end{aligned} \right.$$

ἔθρα

$$(1.8) \quad n_0 = \frac{E^x}{H^x}, \quad v_0 = \frac{E^y}{H^y}, \quad \phi = \frac{E^m}{M^H}$$

ὁπότε

$$(1.7) \quad \left\{ \begin{aligned} \phi &= \left[\sum (x_i^j)^{\frac{1}{2}} D_{y_i^j} + \gamma_i^j D_{x_i^j} + D^{m_i} \right] M^H \\ v_0 &= \sum D_{y_i^j} \\ n_0 &= \sum D_{x_i^j} \end{aligned} \right.$$

αἱ (1.5) θὰ λάβουν τὴν μορφήν

$$(1.6) \quad \left\{ \begin{aligned} \sum \gamma_i^j D_{x_i^j} &= 0 \\ \sum x_i^j D_{y_i^j} &= 0 \end{aligned} \right.$$

Ἐάν νῦν ὡς ἀρχὴ συντεταγμένων ληθῆ σημεῖον E διὰ τὸ ὁποῖον ἰσχύουν αἱ σχέσεις

$$(1.5) \quad \left\{ \begin{aligned} n_0 (\sum D_{x_i^j}) + 0 - \phi (\sum \gamma_i^j D_{x_i^j}) &= 0 \\ 0 + v_0 (\sum D_{y_i^j}) + \phi (\sum x_i^j D_{y_i^j}) &= 0 \\ -n_0 (\sum \gamma_i^j D_{x_i^j}) + v_0 (\sum x_i^j D_{y_i^j}) + \phi (\sum (x_i^j)^{\frac{1}{2}} D_{y_i^j} + \gamma_i^j D_{x_i^j} + D^{m_i}) &= M^H \end{aligned} \right.$$

Εἰς περὶπτωσιν μὴ συμπτῶσεως τοῦ κέντρου φορτίσεως καὶ τοῦ κέντρου ἐλαστικῆς στροφῆς, ἡ τιμὴ τοῦ ϕ εἶναι διὰφορος τοῦ μηδένος διὰ διαφορῶν διευθύνσεως τῆς δυνάμεως H , ὅπου αἱ ἐλαίψεις μετατοπίσεως δὲν εἶχον οὔτε παραλλήλους, οὔτε ἴσους κυρίους ἄξονας. Ἐκ τῶν σχεδίων (1.3) καὶ (1.8) προκύπτει ὅτι ὅσον μακρύτερα εὐρίσκειται τὸ κέντρον φορτίσεως, τόσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ ϕ καὶ, συνεπῶς, τόσον μεγαλύτερα ἡ ἐντάσις τῶν ἀπομακρυσμένων ἐκ τοῦ κέντρου ἐλαστικῆς στροφῆς ὑποτυλάτων. Αὐτὸς εἶναι ὁ λόγος διὰ τὸν ὁποῖον ἐπιβλέσκονται συμμετρικῶς κατὰ τὸ δυνάτον τοποθέτησιν τοιχείων.

$$\alpha = \frac{1}{l} E_x, \quad \beta = \frac{1}{l} E_y \quad (1.12)$$

ἴτοι αἱ προβολαὶ τῆς ὀρίσεως τοῦ δυνάμεως κατὰ x καὶ y κατανεμῶνται ἀναλόγως τῶν ἀκμῶν τῶν x καὶ y κορυφῶν στοιχείων. Ἐπισης ἐκ τῶν σχεδίων (1.8) προκύπτει ὅτι, ὅταν μὴ δυνάμις $H=1$ διαρῶσει κύκλον ἐπὶ τὸ κέντρον E , τότε αἱ κεφαλαὶ πάντων τῶν στοιχείων καὶ τοιχείων διαρῶσιν ἐλαίψεις μὴ κυρίους ἄξονας παραλλήλους πρὸς x καὶ y , μὴ κοινὰς τιμὰς ἠμιαξῶν.

$$\left\{ \begin{array}{l} X_i = H_x \frac{D_{xi}}{E_x} \\ Y_i = H_y \frac{D_{yi}}{E_y} \\ M_{\phi} = 0 \end{array} \right. \quad (1.11)$$

Ἐἴσης :

Ἐἰς περὶπτωσιν συμπτῶσεως τοῦ κέντρου βάρους τῆς κατόψεως καὶ τοῦ κέντρου ἐλαστικῆς στροφῆς ἡ M_{ϕ} εἶναι μηδενικὴ καὶ συνεπῶς καὶ ἡ στροφή ϕ τῆς πλάκας εἶναι μηδενικὴ συμφῶς πρὸς τὴν (1.8). Τοῦτο σημαίνει ὅτι ὅταν τὸ κέντρον φορτίσεως συμπίπτῃ μὲν τὸ κέντρον ἐλαστικῆς στροφῆς, ἡ πλάξ ὑφίσταται μόνον παραλλήλον μετατόπισιν. Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἐχομεν διὰ συνδυασμοῦ τῶν σχεδίων (1.3) καὶ (1.8) τὰ

$$\left\{ \begin{array}{l} x_E = \frac{\sum x_i D_{yi}}{\sum D_{yi}} \\ y_E = \frac{\sum y_i D_{xi}}{\sum D_{xi}} \end{array} \right. \quad (1.10)$$

ii) Πολύωροφα συστήματα

Η αντιστάθμιση του πολυώροφου προβλήματος γίνεται ως γίνη με τον διά της θεωρίας των μητρώων, καθ' όσον πάλιν η σχετική μετάρτοις της μιας πλάκας ως προς την έτερην επηρεάζει την έντασι και των λοιπών όρδων [8], [9]. Διά συνήθη οικόδομικά, ένθα η άκαμψία των πλάκων μετά των δοκων είναι άμετρήσιμη, ώστε με ίκανοπονητική προσέγγισιν να θεωρηθή εν σχεσει προς την άκαμψιάν των κατακόρυφων στοιχείων άπειρος, τό πρόβλημα του αντιστοιχισμού ύπολογισμού διασπασται εις επί μερους μονώροφα, καθ' όσον η έντασι των στύλων του ένός όρδου δια σχετικήν μετάρτοισιν των όριζουσών τουτον πλάκων

$$G = 0.4 E. \quad (1.14)$$

Οι άνωτέρω τύποι προέκυψαν διά της συνεκτιμήσεως και του έργου, παραμορφώσεως άδωφ τέμνουσης. Τοúτο έκφράζεται διά του όρου $2.5 \frac{h}{a}$ και εις περιπτώσιν εκτιμήσεως της άκαμψίας στύλων η τοιχείων καθέως προς την μελέτην διάστασιν της διατομής των δύνανται να παραλειπται. Επίσης τό D_w των στύλων δύνανται να παραλειπται, καθ' όσον άποτελεί ποσόθητα άμελήτην. Οι άνωτέρω τύποι προέκυψαν διά μέτρον διάσθησεως G ίσον προς

- a_x : η διάστασις της διατομής του στύλου η τοιχείου κατά $x-y$
- a_y : " " " " " " " "
- E_b : μέτρον έλαστικότητος σκυροδέματος
- h : ύψος όρδου.

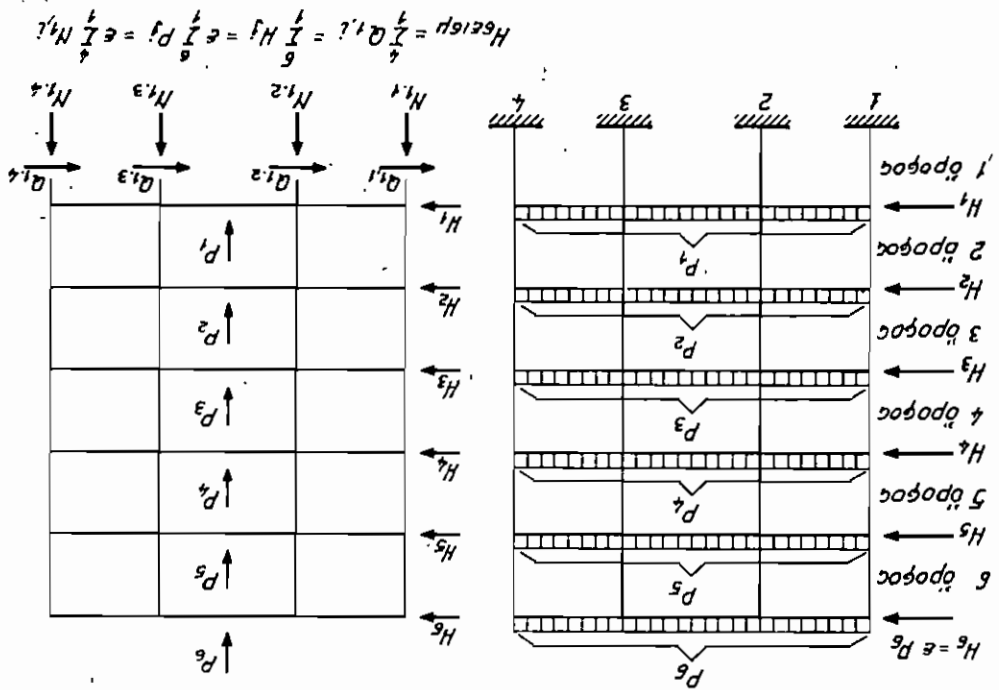
ένθα

$$\left. \begin{aligned} D_x &= \frac{E_b a_y}{h} \left[\frac{a_x^2}{2.5} + 2.5 \frac{a_x}{h} \right] \\ D_y &= \frac{E_b a_x}{h} \left[\frac{a_y^2}{2.5} + 2.5 \frac{a_y}{h} \right] \\ D_w &= \frac{1}{12} [a_x^2 D_y + a_y^2 D_x] \end{aligned} \right\} \quad (1.13)$$

Σς προς τής άκαμψίας των κατακόρυφων στοιχείων έχομεν να παρατηρήσωμεν ότι αυτά δύνανται να προκύψουν κατά προσέγγισιν διά της θεωρήσεως των στύλων η των τοιχείων ως άμφιπλάκων. Υπό την προϋπόθεσιν ταύτην προκύπτουν οι κάτωθι τύποι:

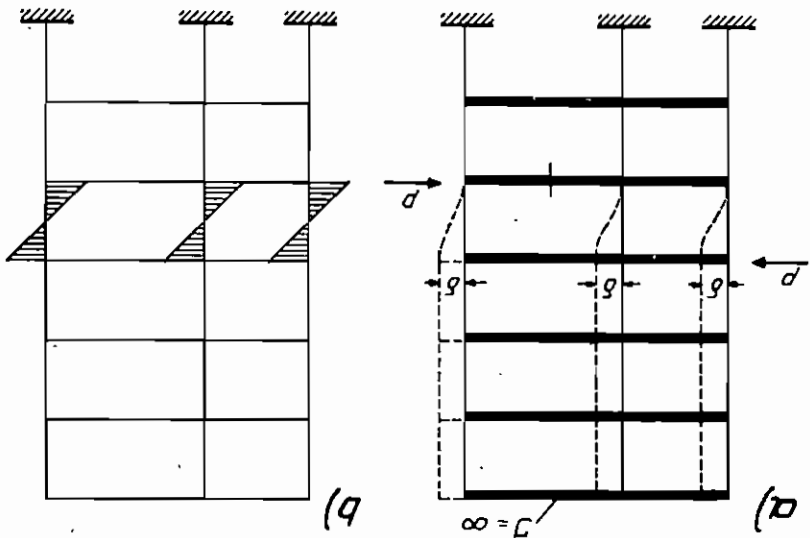
Υπολογισμός της σεισμικής διενέργειας ή όποια επιπλέον τους αριθμούς του 1. όροφου

ΣΧ. 1.18



Εντατική κατάσταση πλαίσιου με συστήματα άπειρου ποσής όδραειας
 για σχετική μετατόπιση δύο διαδοχικών συστημάτων
 α) Στάτικόν ήόρμαμα β) Διαγράμματα ποτών κάμψης

ΣΧ. 1.17



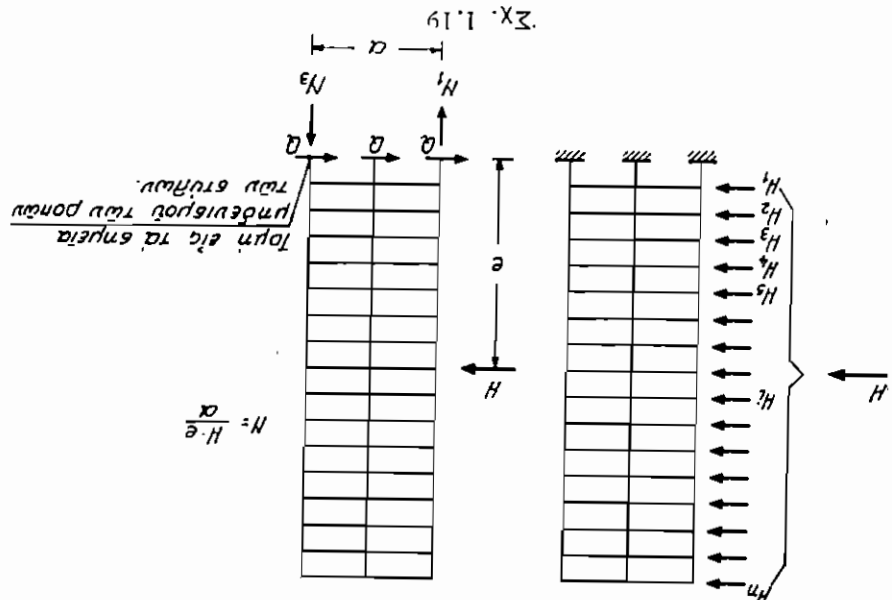
$x_0(t)$: τὸ βέλος εἰς τὸ σημεῖον πακτώσεως, καὶ
 $v_1(t)$: τὸ "γνήσιον" δυναμικὸν βέλος τὸ ἐπιουρούμενον τὴν ἐντασιν.

$$x_1(t) = x_0(t) + v_1(t), \quad (1.15)$$

θεωρήσωμεν τὸν πολυώροφον σχηματισμὸν τοῦ σχ. 1.14 μὲν τὸν
 ἀριθμὸν μᾶζας ἐλαστικῶς συνδεδεμένων μεταξὺ τῶν. Ἐστὼ ὅτι ὁ κρᾶδα-
 σμὸς τοῦ ἐδάφους προκύπτει ὑπὸ τῆς γνῶστῆς ἐν τῷ χρόνῳ t συναρ-
 τήσεως $x_0(t)$, λαμβανόμενης ὑπὸ μορφῆν σεισιόλογραφηματος. Ἐπὶ τὴν
 ἐνέργειαν τοῦ διεγείροντος αἰτίου τίθεται εἰς κατηγλυκασμένην τα-
 λάντως ὁ ὅλος σχηματισμὸς παρουσιάζομενων εἰς ἐκαστην μᾶζαν m_i
 συνοδικῶν βέλων.

1.4.2.2. Δυναμικὸς ἀντισεισμικὸς ἐλέγχος [6]

Ἀντιβάρσεις N λόγῳ ὀριζοντίων σεισμικῶν δυνάμεων



1.19) [10] ἐπιουρούμενον πολυάξικισ κινδύνου ἀνατροπῆς τοῦ ἔργου.
 μεταβλάσσεται σημεῖως καὶ αἱ ἐξοικαὶ δυνάμεις τῶν στύλων (σχ.
 ἠρημονῆται ὅτι εἰς κτήρια μικροῦ ἐπιπέδου καθόψεως καὶ μετὰ ἄλλου ὕψους
 δυνάμεων τῶν ὑπερκειμένων πλάκων (σχ. 1.18). Ἐπισης, δὲν πρέπει νὰ
 ἀνυπολογίζεταί ἕκαστος ὀροφος προκύπτει ὡς ἀπορία τῶν ἐπιπέδων
 Πάντως, δὲν πρέπει νὰ ἠρημονῆται ὅτι ἡ σεισμικὴ δύναμις δὲ τὴν ὀρο-
 φὴν ἐπηρεάζει τὴν ἐντασιν τῶν στύλων τῶν λοιπῶν ὀροφων (σχ. 1.17).

Η στιγμήαία όριζόντια έπιτάχυνση της μάζης m_i ισούται προς

$$(1.16) \quad \ddot{x}_i^1(t) = \ddot{x}_0^0(t) + \ddot{a}_i^1(t).$$

Συνεπώς, η έπι της μάζης m_i όρση όντως d' Alembert προς ύ- λογισμόν των M και Q ισούται προς

$$(1.17) \quad H_i^1 = -m_i \ddot{x}_i^1(t) = m_i [\ddot{x}_0^0(t) + \ddot{a}_i^1(t)],$$

ή ύπο μορφήν μητρικού

$$(1.17\alpha) \quad h = M \ddot{x}_0^0(t) + M \ddot{v}(t),$$

έθθα

$$h = \begin{bmatrix} H_1^1 \\ H_2^1 \\ \vdots \\ H_n^1 \end{bmatrix} = \ddot{x}_0^0(t) \begin{bmatrix} x_1^0(t) \\ x_2^0(t) \\ \vdots \\ x_n^0(t) \end{bmatrix} + \ddot{v}(t) \begin{bmatrix} a_1^1(t) \\ a_2^1(t) \\ \vdots \\ a_n^1(t) \end{bmatrix}$$

$$= M \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & m_i & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & m_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_1 \end{bmatrix}$$

Η διαφορά μεταξύ του στατικού και δυναμικού προβλήματος συνι- σταται ότι έις τό στατικό πρόβλημα ό φορές θεωρείται κατά τό ύπο- λογισμόν των P_i άπολύτως στατός, ήτοι άαμβάβεται

$$(1.18) \quad \ddot{a}_i^1(t) = 0,$$

όποτε η $max H_i^1$ προκύπτει εκ της σχέσεως

$$(1.19) \quad max H_i^1 = m_i \ddot{x}_0^0 max.$$

Τούτο σημαίνει ότι έις λ' άν ύψηλά κτήρια και με έύ-

καμπτον σκελετών, έμβα αναμένονται σοβαρά βέλη v_j , ή στατική επίλυσις άποτέλει χοσβοειδή άντιμετώπι- σιν του ποβλήματος.

Έκ τής μέχρι τούδε άναπτύξως προκύπτει ότι το όλον πρόβλημα συνίσταται ένταθα εις τον προσδιορισμόν των $v_j(t)$. Πράγματι, έφ' ό- σον προσδιορισθόν τά βέλη $v_j(t)$, αι τέμνουσαι και αι καμπτικαι ποσαι εις τυχούσαν τομήν του έλαστικού συνδέσμου προκύπτουν διά των κατάθι σχέσεων :

$$(1.20) \quad \left\{ \begin{aligned} Q_{ii} &= - \sum_n^{j=1} H_j^i(t) = x_0(t) \sum_n^{j=1} m_j + \sum_n^{j=1} m_j v_j(t), \\ M_{ii} &= - \sum_n^{j=1} H_j^i(t) (\gamma_j - \gamma_j^*) = x_0(t) \sum_n^{j=1} m_j (\gamma_j - \gamma_j^*) + \\ &\quad + \sum_n^{j=1} m_j (\gamma_j - \gamma_j^*) v_j(t). \end{aligned} \right.$$

Προς προσδιορισμόν των $v_j(t)$ εφαρμόζεται είτε ή έννοια του μητρώ- ου έυκαμψιάς, είτε ή έννοια του μητρώου άκαμψιάς. Είς τήν πρώτην πε- ρίπτωσιν ή συνθήκη, ή όποια συνδέει τάς δύναμεις H_j προς τά βέλη v_j είναι τής μορφής

$$(1.21) \quad v_j^i(t) = \sum_n^j \delta_{ij}^n H_j^i(t),$$

ένθα δ_{ij}^n : ή μετατόπισις εις τήν i άξονα x_i δια μοναδιαίαν δύναμιν εις τήν j .

Η σχέση (1.21) υπό μητρικήν μορφήν γράφεται :

$$(1.21a) \quad v(t) = \Delta h(t),$$

ένθα

$$\Delta = \begin{bmatrix} \delta_{11}^1 & \delta_{12}^1 & \dots & \delta_{1n}^1 \\ \delta_{21}^1 & \delta_{22}^1 & \dots & \delta_{2n}^1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_{n1}^1 & \delta_{n2}^1 & \dots & \delta_{nn}^1 \end{bmatrix}$$

Εισάγοντες τήν (1.17a) εις τήν (1.21a) λαμβάνομεν :

$$(1.22) \quad v(t) = (\Delta M) \dot{x}_0 + (\Delta M) \ddot{v}(t),$$

ήτοι εν σύστημα n γραμμικών διαφορικών εξισώσεων δεύτερας τάξεως με n άγνωστους, τα βέλη v_i .
 Eis tήν περίπτωσιν χρησιμοποίησας του μητρώου άκκαψίας έχομεν

$$(1.23) \quad H_i^j(t) = \sum_{j=1}^n k_{ij} v_j,$$

ένθα

k_{ij} : ή δύναμεις, ή όποια πρέπει να εφαρμοσθή εις τó σημείον i ώς δύναμεις παράσώσεως, ίνα τó σημείον j ύποστή μετατόπισιν ίσην πρός " l ", τών μετατοπίσεων τών λοιπών σημείων διατηρουμένων μηδενικών.

Η σχέση (1.23) υπό μητρικην μορφήν γράφεται :

$$(1.23\alpha) \quad h(t) = K v(t),$$

ένθα

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1j} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2j} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{i1} & k_{i2} & \dots & k_{ij} & \dots & k_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{n1} & k_{n2} & \dots & k_{nj} & \dots & k_{nn} \end{bmatrix}$$

Εισάγοντες τήν (1.23α) εις τήν (1.17α) λαμβάνομεν

$$(1.24) \quad M^1 K v(t) = \dot{x}_0(t) + \ddot{v}(t),$$

ήτοι και πάλιν σύστημα n γραμμικών διαφορικών εξισώσεων με n ά-

γνωστους.
 Η επίλυσις του συστήματος (1.22) ή (1.24) γίνεται τή βοηθητική άλεκτρονικου υπολογιστού. Ως καθίσταται σαφές, εν εκ τών σημειωτικώρων προβλήματων είναι ó προσδιορισμός τών μητρώων Δ ή K , καθώς επίσης ή εκ τών ύστερων κατανομή τών συνάμεων σημειού εις επίμερους κατακόρυφα στοιχεία. Τέλος, δέν πρέπει να πύς διαφεύγη τó γινόμενο ότι εις τήν άνωτέρω άνάλυσιν άντικατεστή ή όροφος με μύσαν συγκεντρωμένην εις εν σημείον διαθέτων μίαν μόνον έλευθερίαν κινήσεως, εν άντιθέσει πρός τόν όροφον ό όποιος διαθεται τρις [7].
 Εφ' όσον επιδιωχθή άυστηρά άντιμετώπισις πάντων τών άνωτέρω καθώς και τής άποσέσεως της τάλαντωσεως λόγω τριβών, τó πρόβλημα

καθίσταται άκρως πολύπλοκον [6].

● ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

1. ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΟΥ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΕΞ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Τοῦ ἐν Σχεδίῳ I ξυλοτύπου ὀροφῆς 1^{ου} ὀρόφου διωρόφου οἰκοδομῆς με πρόβλεψιν καὶ ἐνὸς ἐπὶ πλέον ὀρόφου ζητεῖται ὁ στατικός ὑπολογισμός, ἡ διάταξις τῶν ἀπαιτουμένων ὀπλισμῶν καὶ ὁ ὑπολογισμός τῶν ὑποστυλωμάτων 1^{ου} ὀρόφου.

i) Χρησιμοποιηθέντες κανονισμοί

- α) Φορτίσεις δομικῶν ἔργων, Β.Δ. 10-12-45.
 β) Κανονισμός διὰ τὴν μελέτην καὶ ἐκτέλεσιν οἰκοδομικῶν ἔργων ἐξ ὀπλισμένου σκυροδέματος, Β.Δ. 18-2-54.
 γ) Ἀντισεισμικός Κανονισμός, Β.Δ. 19-2-59.

ii) Φορτία - ὕλικά - ἐπιτρεπόμεναι τάσεις

α) Φορτία

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Πλάξ συμπαγῆς } (d=12\text{ cm}): & \text{ἴδιον βάρος } 0,12 \cdot 2400 & = 288 \text{ kg/m}^2 \\
 & \text{ἐπίχρισμα + δάπεδον} & = \underline{62 \text{ kg/m}^2} \\
 & g & = 350 \text{ kg/m}^2 \\
 & \text{κινητὸν (κατοικία)} & p = \underline{200 \text{ kg/m}^2} \\
 & q & = 550 \text{ kg/m}^2
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Πλάξ Zöllner } (d=14\text{ cm}): & \text{ἴδιον βάρος } 0,14 \cdot 2000 & = 280 \text{ kg/m}^2 \\
 & \text{ἐπίχρισμα + δάπεδον} & = \underline{60 \text{ kg/m}^2} \\
 & g & = 340 \text{ kg/m}^2 \\
 & \text{κινητὸν (κατοικία)} & p = \underline{200 \text{ kg/m}^2} \\
 & q & = 540 \text{ kg/m}^2
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{* Ἐξῶστα } (d=12\text{ cm}): & \text{ἴδιον βάρος } 0,12 \cdot 2400 & = 288 \text{ kg/m}^2 \\
 & \text{ἐπίχρισμα + δάπεδον} & = \underline{62 \text{ kg/m}^2} \\
 & g & = 350 \text{ kg/m}^2 \\
 & \text{κινητὸν} & p = \underline{500 \text{ kg/m}^2} \\
 & q & = 850 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{ἐπαύξησις λόγῳ σειсмоῦ 18\%} & q & = 1,18 \cdot 850 = 1000 \text{ kg/m}^2 \\
 \text{(διὰ } \varepsilon=0,05, \text{ } \beta\varepsilon=0,18) & &
 \end{array}$$

Πλατύσκαλα	ίδιον βάρος	$0,12 \cdot 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$
	επίχρισμα + δάπεδον	$= 62 \text{ kg/m}^2$
	g	$= 350 \text{ kg/m}^2$
κινητόν	p	$= 350 \text{ kg/m}^2$
	q	$= 700 \text{ kg/m}^2$
Κλίμακες (όριζ. προβολή)	ίδιον βάρος	$\approx 0,20 \cdot 2400 = 480 \text{ kg/m}^2$
	επίχρισμα + δάπεδον	$= 60 \text{ kg/m}^2$
	g	$= 540 \text{ kg/m}^2$
	$g_{\text{όριζ}} = \frac{540}{\cos \phi} = \frac{540}{0,835}$	$\approx 650 \text{ kg/m}^2$
κινητόν	p	$= 350 \text{ kg/m}^2$
	q	$= 1000 \text{ kg/m}^2$

β) Υ λ ι κ ά

B 160 - St I

γ) Έπι τρε πόμε να ι τ ά σ ει ς

Πλακός	$\sigma_{b,e} = 60/1400 \text{ kg/cm}^2$
Δοκῶν: δι' ανοίγματα	$\sigma_{b,e} = 60/1400 \text{ "}$
διὰ στηρίγματα	$\sigma_{b,e} = 70/1400 \text{ "}$
Έδαφους	$\sigma_{\text{εδ.}} = 1,5 \text{ "}$

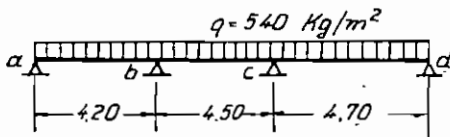
Σημείωσις: Αί ώς ἄνω τάσεις ἐπιτρέπεται ν' αὐξηθοῦν κατὰ 20% διὰ τὸ ὠπλισμένον σκυρόδεμα καὶ κατὰ 50% διὰ τὸ ἔδαφος, ἐφ' ὅσον ληφθῆ ὑπ' ὄψιν καὶ σεισμικὴ φόρτισις.

iii) Ὑπολογισμὸς πλακῶν

α) Π λ ά κ ε ς μετὰ νευρώσεων

(βλ. ἄρθρα 54, 55 Β.Δ. 18-2-54)

Πλάξ Π₁ (d = 14 cm)



Πρόκειται περί πλακὸς Zöllner συνεχοῦς τριῶν ανοιγμάτων. Κατόπιν δοκιμῶν ἐξελέγη συνολικὸν πάχος πλακὸς $d = 14 \text{ cm}$.

Έλέγχος πάχους πλακὸς (ἄρθρ. 54, §β, Β.Δ. 18-2-54)

$$h = d - 2 \text{ cm} = 14 - 2 = 12 \text{ cm}$$

$$12 > \frac{1}{35} \cdot \frac{4}{5} l_{\max} = \frac{1}{35} \cdot \frac{4}{5} \cdot 4,70 = 10,75 \text{ cm}$$

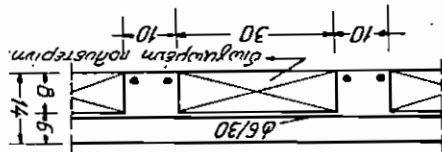
Ποταί - Οπαίσιμος
 Εφ' όσον πρόκειται περί πακός, της όποιος τα άνωίματα είναι περίπου ίσα (ήτοι $4.20 > 0.8 \cdot 4.50 = 3.60$), έπιτρέπεται να υπολογισμεν τας μεγίστας ποτας άνωί-
 μάτων και στηρίξεων της πακός τη βοηθία προσεγγιστικων τύπων (βλ. άριθ. 54, § 7, B. Δ. 18-2-54). Συνεπώς έχομεν :

Άνωίμα α-β

$$\begin{aligned} \max M_{ab} &= 0.54 \cdot 4.20^2 = 0.856 \text{ tm,} & k_h &= \frac{12}{\sqrt{\frac{1.00}{0.865}}} = \frac{12}{0.93} = 12.9 \\ \sigma_{b,e} &\approx 40/1400, & k_e &= 0.79, & k_x &= 0.30 \\ f_e &= 0.79 \cdot \frac{0.12}{0.865} = 5.7 \text{ cm}^2/\mu\epsilon\tau\rho\omicron\nu\ \mu\lambda\delta\rho\omicron\upsilon\varsigma. \end{aligned}$$

Διά κατασκευή των νευρώσεων εις άξονικήν απ' άλληλων απόστασι-
 ώ 40 cm θα είναι :

$$f_e(\text{veup.}) = 0.40 \cdot 5.7 = 2.28 \text{ cm}^2$$



Έλεγχος θέσεως ούβερτου κέσους

$$x = 0.30 \cdot 12 = 3.6 \text{ cm} < 6.0 \text{ cm}$$

Τίθεση του άξ άνω άπαίσιμου άνωίματός τίθεται και όπαίσιμος άνωίματός $\phi 6/30$ έξ-
 καπώς των νευρώσεων (βλ. άριθ. 55, § 2, B. Δ. 18-2-54).

Άνωίμα β-γ

$$\begin{aligned} \max M_{bc} &= 0.54 \cdot \frac{4.50^2}{2} = 0.73 \text{ tm,} & k_h &= \frac{12}{\sqrt{0.73}} = \frac{12}{0.854} = 14 \\ \sigma_{b,e} &\approx 40/1400, & k_e &= 0.79 \\ f_e &= 0.79 \cdot \frac{0.12}{0.73} = 4.80 \text{ cm}^2/\mu\epsilon\tau\rho\omicron\nu\ \mu\lambda\delta\rho\omicron\upsilon\varsigma. \end{aligned}$$

$$f_e(\text{veup.}) = 0.40 \cdot 4.80 = 1.92 \text{ cm}^2$$

Άνωίμα γ-δ

$$\begin{aligned} \max M_{cd} &= 0.54 \cdot \frac{11}{4.70^2} = 1.09 \text{ tm,} & k_h &= \frac{12}{\sqrt{1.09}} = \frac{12}{1.045} = 11.5 \\ \sigma_{b,e} &= 50/1400, & k_e &= 0.81 \\ f_e &= 0.81 \cdot \frac{1.09}{12} = 7.36 \text{ cm}^2/\mu\epsilon\tau\rho\omicron\nu\ \mu\lambda\delta\rho\omicron\upsilon\varsigma. \end{aligned}$$

$$f_e(\text{veup.}) = 0.40 \cdot 7.36 = 2.95 \text{ cm}^2$$

Στήριξή b $\frac{4.20+4.50}{2} = -0.54$ $\frac{9}{2} = -1.14$ tm (βλ. εφ. 54, § 7 γ)

$M_{\text{π.σφ.}}^b = -0.9 \cdot 1.14 = -1.02$ tm, $k_v = \frac{\sqrt{1.02}}{12} = 12$

$\sigma_{b,e} = 48 \text{ kg/cm}^2$, $k_e = 0.80$

$f_e = 0.80 \cdot \frac{1.02}{0.12} = 6.82 \text{ cm}^2/\mu\epsilon\tau\text{pov } \mu\lambda\acute{\alpha}\tau\omicron\upsilon\varsigma$

Δεδομένου ότι υπέρ της στήριξης κλπ. είναι το ήμισυ του όγκου των παρα-
 κειμένων ανοιγμάτων, θα υπάχουν εις την εξεταζομένην στήριξιν:

εκ του ανοίγματος a-b: $f_e = \frac{100}{40} \cdot 1.10 (1 \emptyset 12) = 2.75 \text{ cm}^2$

" " " " b-c: (ως άνω) $= 2.75 \text{ cm}^2$

Άρα απαιτείται πρόσθετος όγκος στήριξης

$f_e = 6.82 - 5.50 = 1.32 \text{ cm}^2/\mu\epsilon\tau\text{pov } \mu\lambda\acute{\alpha}\tau\omicron\upsilon\varsigma$ $\emptyset 10/60$

Στήριξις c $min M_e = -0.54 \cdot \frac{4.60^2}{9} = -1.27$ tm

$M_{\text{π.σφ.}}^c = -0.9 \cdot 1.27 = -1.15$ tm, $k_v = \frac{\sqrt{1.15}}{12} = 11.2$

$\sigma_{b,e} = 50/1400$, $k_e = 0.81$

$f_e = 0.81 \cdot \frac{1.15}{0.12} = 7.75 \text{ cm}^2$

Υπόλοιπος όγκος εκ κλίμακας:

από άνοιγμα b-c: $\frac{100}{40} \cdot 1.10 (1 \emptyset 12) = 2.75 \text{ cm}^2$

" " " " c-d: $\frac{100}{40} \cdot 1.50 (1 \emptyset 14) = 3.75 \text{ cm}^2$

Πρόσθετος όγκος:

$f_e = 7.75 - 6.50 = 1.25 \text{ cm}^2$ $\emptyset 10/60$






β) Πλάκες περιμετρικώς εδραζόμεναι

β.1. Ανάλογισ φορτίων

βλ. κατωτέρω πίνακα

β.2. Υπολογισμός συντελεστών ανατροπής

Προς υπολογισμό των συντελεστών ανατροπής χρησιμοποιούνται άνωτι των όψεων του κανονισμού οι κατωτέρω εφάρμογες ημετέροι εκ του συγγράμματος του Sach-nowski K. W. [12] και αντίστοιχάται εις τας συνθήκας στήριξης εκάστης πλάκας

α/α	Είδος στηρίξεως	Διαστάσεις l_y/l_x	$\varepsilon = \frac{l_y}{l_x}$	k_x	p	p_x	p_y	q_x
					g [kg/m ²]	g_x	g_y	q_y
Π_2		3.70/4.20	0.88	0.23	200 350	46 80	157 270	126 424
Π_3		3.70/4.70	0.79	0.16	200 350	32 56	168 294	88 462
Π_4		4.70/4.20	1.17	0.65	200 350	130 230	70 120	360 190
Π_5		4.90/4.50	1.09	0.88	200 350	176 310	24 40	486 64
Π_6		4.90/4.70	1.04	0.54	200 350	108 190	92 160	298 252

Πλάξ Π_2 $\nu_x = 1 - \frac{15}{35} \cdot \frac{\lambda^2}{1+2\lambda^4}$

$\nu_y = 1 - \frac{5}{9} \cdot \frac{\lambda^2}{1+2\lambda^4}$

ἔνθα $\lambda = \frac{4.20}{3.70} = 1.135$

ἤτοι $\nu_x = 1 - \frac{15}{32} \cdot \frac{1.135^2}{1+2 \cdot 1.135^4} = 1 - \frac{15}{32} \cdot \frac{1.288}{4.310} = 1.00 - 0.14 = \underline{\underline{0.860}}$

$\nu_y = 1 - \frac{5}{9} \cdot \frac{1.135^2}{1+2 \cdot 1.135^4} = 1 - \frac{5}{9} \cdot \frac{1.288}{4.310} = 1.00 - 0.165 = \underline{\underline{0.835}}$

Πλάξ Π_3 ἰσχύουν οἱ προηγούμενοι τύποι διὰ $\lambda = \frac{4.70}{3.70} = 1.27$

ἤτοι $\nu_x = 1 - \frac{15}{32} \cdot \frac{1.27^2}{1+2 \cdot 1.27^4} = 1 - \frac{15}{32} \cdot \frac{1.61}{6.20} = 1.00 - 0.120 = \underline{\underline{0.880}}$

$\nu_y = 1 - \frac{5}{9} \cdot \frac{1.27^2}{1+2 \cdot 1.27^4} = 1 - \frac{5}{9} \cdot \frac{1.61}{6.20} = 1.00 - 0.145 = \underline{\underline{0.855}}$

Πλάξ Π_4 $\nu_x = \nu_y = 1 - \frac{5}{32} \cdot \frac{\lambda^2}{1+\lambda^4}$ ἔνθα $\lambda = \frac{4.90}{4.20} = 1.17$

ἤτοι $\nu_x = \nu_y = 1 - \frac{5}{32} \cdot \frac{1.17^2}{1+1.17^4} = 1 - \frac{5}{32} \cdot \frac{1.36}{2.85} = 1.00 - 0.075 = \underline{\underline{0.925}}$

Πλάξ Π₅ ἴσχύουν οἱ τύποι:

$$\nu_x = 1 - \frac{25}{18} \cdot \frac{\lambda^2}{1 + 5\lambda^4}$$

$$\text{ἐνθα } \lambda = \frac{4,90}{4,50} = 1,09$$

$$\nu_y = 1 - \frac{5}{6} \cdot \frac{\lambda^2}{1 + 5\lambda^4}$$

$$\text{ἤτοι } \nu_x = 1 - \frac{25}{18} \cdot \frac{1,09^2}{1 + 5 \cdot 1,09^4} = 1 - \frac{25}{18} \cdot \frac{1,19}{8,05} = 1,00 - 0,205 = \underline{\underline{0,795}}$$

$$\nu_y = 1 - \frac{5}{6} \cdot \frac{1,09^2}{1 + 5 \cdot 1,09^4} = 1 - \frac{5}{6} \cdot \frac{1,19}{8,05} = 1,00 - 0,123 = \underline{\underline{0,877}}$$

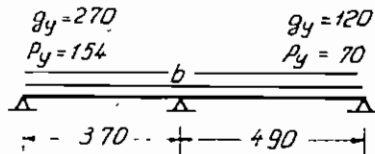
Πλάξ Π₆ (ὡς εἰς πλάκα Π₄) διὰ $\lambda = \frac{4,90}{4,70} = 1,02 \approx 1,0$

$$\nu_x = \nu_y = 1 - \frac{5}{32} \cdot \frac{1,0^2}{1 + 1,0^4} = 1 - \frac{5}{32} \cdot \frac{1,0}{2} = 1,00 - 0,08 = \underline{\underline{0,920}}$$

β.3. Ροπαί καὶ ὀπλισμὸς.

Πλάξ Π₂^γ - Π₄^γ (Ἐπίλυσις κατὰ Graudenz $l_1 : l_2 = 1 : 1,4$) [11]

Ἄνοιγμα $a-b$ (κινητὸν φορτίον μόνον εἰς ab)



$$M_b = -0,0521 \cdot 0,424 \cdot 3,70^2 - 0,0729 \cdot 0,120 \cdot 4,9^2 = -0,30 - 0,21 = -0,51 \text{ tm}$$

$$\nu_a = \frac{1}{2} \cdot 3,70 \cdot 0,424 - \frac{0,51}{3,70} = 0,784 - 0,138 = 0,646$$

$$\max M_{ab} = \frac{0,646^2}{2 \cdot 0,424} = +0,49 \text{ tm}$$

$$\max M'_{ab} = \nu_y \max M_{ab} = 0,875 \cdot 0,49 = \underline{\underline{0,43}} \text{ tm}$$

Ὀπλισμὸς (κάτω στρώσις $h = 10,5 \text{ cm}$)

$$\sqrt{0,43} = 0,656, \quad k_h = \frac{10,5}{0,656} = 16$$

$$f_e = 0,78 \cdot \frac{0,43}{0,105} = 3,20 \text{ cm}^2 \quad \emptyset 8/24 + \emptyset 6/24 \quad (3,30)$$

Ἄνοιγμα $b-c$ (κινητὸν φορτίον μόνον εἰς bc)

$$M_b = -0,0521 \cdot 0,270 \cdot 3,70^2 - 0,0729 \cdot 0,190 \cdot 4,90^2 = -0,19 - 0,33 = \underline{\underline{-0,52}} \text{ tm}$$

$$\max M_{bc} = \frac{0.36^2}{2 \cdot 0.19} = +0.34 \text{ tm}$$

$$\max M'_{bc} = \nu_y \max M_{bc} = 0.925 \cdot 0.34 = \underline{\underline{0.314 \text{ tm}}}$$

Όπλισμός (άνω στρώσις $h = 9.5 \text{ cm}$)

$$\sqrt{0.314} = 0.56, \quad k_h = \frac{9.5}{0.56} = 17,$$

$$f_e = 0.78 \frac{0.314}{0.095} = 2.60 \text{ cm}^2 \quad \emptyset 8/30 + \emptyset 6/30 \quad (2.61)$$

Στήριξις b (καθολική φόρτισις)

$$M_b = -0.0521 \cdot 0.424 \cdot 3.70^2 - 0.0729 \cdot 0.190 \cdot 4.90^2 = -0.30 \cdot 0.33 = -0.63 \text{ tm}$$

$$M_b^{\text{παρ}} = -0.9 \cdot 0.63 = \underline{\underline{-0.57 \text{ tm}}}$$

Όπλισμός ($h = 10.5 \text{ cm}$)

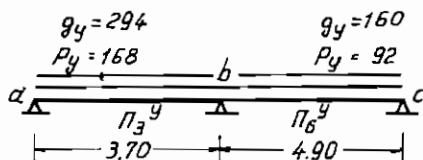
$$\sqrt{0.57} = 0.755, \quad k_h = \frac{10.5}{0.755} = 13.9, \quad k_e = 0.79$$

$$f_e = 0.79 \frac{0.57}{0.105} = 4.3 \text{ cm}^2, \quad \text{υπάρχοντα: } \emptyset 8/24 = 2.10 \text{ cm}^2$$

$$\emptyset 8/30 = \frac{1.67}{3.77} \text{ cm}^2$$

$$\text{πρόσθετα } 4.30 - 3.77 = 0.53 \text{ cm}^2 \quad \emptyset 8/80$$

Πλάξ $\Pi_3^y - \Pi_6^y$ (Επίλυσις κατὰ Graudenz $l_1 : l_2 = 1 : 1.4$)



Άνοιγμα ab (κινητὸν φορτίον μόνον εἰς ab)

$$M_b = -0.0521 \cdot 0.462 \cdot 3.70^2 - 0.0729 \cdot 0.160 \cdot 4.90^2 = -0.33 - 0.28 = \underline{\underline{-0.61 \text{ tm}}}$$

$$\nu_a = 1.85 \cdot 0.462 - \frac{0.61}{3.70} = 0.85 - 0.16 = 0.70 \text{ t}$$

$$\max M_{ab} = \frac{0.70^2}{2 \cdot 0.462} = \underline{\underline{+0.53 \text{ tm}}}, \quad \max M'_{ab} = 0.855 \cdot 0.53 = \underline{\underline{0.45 \text{ tm}}}$$

Τίθεται ὁ αὐτὸς ὄπλισμὸς ὡς εἰς Π_2^y $\emptyset 8/24 + \emptyset 6/24$, διότι προέκυψε ἡ αὐτὴ περίπου ροπή ἀνοίγματος.

Άνοιγμα bc (κινητὸν φορτίον μόνον εἰς bc)

$$M_b = -0.0521 \cdot 0.294 \cdot 3.70^2 - 0.0279 \cdot 0.252 \cdot 4.90^2 = -0.21 - 0.44 = \underline{\underline{-0.65 \text{ cm}}}$$

$$V_c = 2.45 \cdot 0.252 - \frac{0.65}{4.90} = 0.617 - 0.132 = \underline{\underline{0.485 \text{ t}}}$$

$$\max M_{bc} = \frac{0,485^2}{2 \cdot 0,252} = \underline{0,47 \text{ tm}} \quad , \quad \max M'_{bc} = 0,92 \cdot 0,47 = \underline{0,43 \text{ tm}}$$

Όπλισμός (ένω στρώσις $h = 9,5 \text{ cm}$)

$$\sqrt{0,43} = 0,655 \quad , \quad k_h = \frac{9,5}{0,655} = 14,5$$

$$f_e = 0,79 \frac{0,47}{0,095} = 3,92 \text{ cm}^2 \quad \emptyset 8/20 + \emptyset 6/20 \quad (3.9)$$

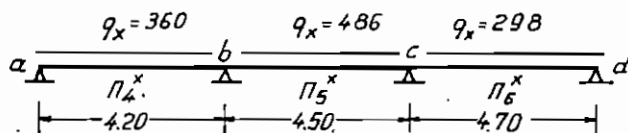
Στήριγμα b (καθολική φόρτισις)

$$M_b = -0,0521 \cdot 0,462 \cdot 3,70^2 - 0,0729 \cdot 0,252 \cdot 4,90^2 = -0,33 - 0,44 = -0,77 \text{ tm}$$

$$M_b^{\text{παρ}} \approx -0,9 \cdot 0,77 = \underline{-0,69 \text{ tm}} \quad , \quad \sqrt{0,69} = 0,83 \quad , \quad k_h = \frac{10,5}{0,83} = 12,7$$

$$f_e = 0,79 \frac{0,69}{0,105} = 5,3 \text{ cm}^2 \quad , \quad \text{υπάρχοντα } (\emptyset 8/24 + \emptyset 8/20) \text{ πρόσθετα } \emptyset 8/70$$

Πλάξ $\Pi_4^x - \Pi_5^x - \Pi_6^x$ (ΐσων περίπου ανοιγμάτων)



$$\max M_{ab} = 0,36 \frac{4,20^2}{11} \cdot 0,925 = 0,53 \text{ tm} \quad , \quad \sqrt{0,53} = 0,73 \quad , \quad k_h = \frac{10,5}{0,73} = 14,4$$

$$f_e = 0,79 \frac{0,53}{0,105} = 4,0 \text{ cm}^2 \quad \emptyset 8/18 + \emptyset 6/18 \quad (4.30)$$

$$\max M_{bc} = 0,486 \frac{4,50^2}{15} \cdot 0,795 = 0,65 \text{ tm}$$

Όπλιζείται ως ένω δια $\emptyset 8/18 + \emptyset 8/18$ (5.50)

$$\max M_{cd} = 0,298 \frac{4,70^2}{11} \cdot 0,920 = 0,55 \text{ tm}$$

Όπλιζεται ομοίως δια $\emptyset 8/18 + \emptyset 6/18$

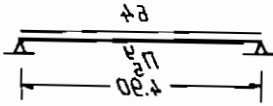
$$\min M_b \approx -0,9 \frac{0,360 + 0,486}{2} \cdot \frac{4,50^2}{9} = -0,875 \text{ tm}$$

$$\sqrt{0,875} = 0,935 \quad , \quad k_h = \frac{10,5}{0,935} = 11,2 \quad , \quad k_e = 0,81$$

$$f_e = 0,81 \frac{0,875}{0,105} = 6,75 \text{ cm}^2 \quad , \quad \text{υπάρχοντα } \emptyset 8/9 = 5,60 \text{ cm}^2 \quad , \quad \text{πρόσθετα } \emptyset 8/40$$

$$\min M_c \approx -0,9 \frac{0,486 + 0,298}{2} \cdot \frac{4,70^2}{9} = \underline{-0,865 \text{ tm}}$$

Τίθενται τὰ αὐτὰ ως ένω πρόσθετα $\emptyset 8/40$.

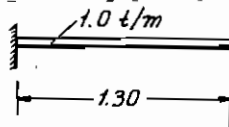
Πλάξ Π_5^y 

$$\max M = 0.064 \cdot \frac{4.90^2}{8} = 0.19 \text{ tm}$$

$$\sqrt{0.19} = 0.435, \quad k_h = \frac{9.5}{0.435} = 21.8$$

$$f_e = 0.78 \frac{0.19}{0.095} = 1.55 \text{ cm}^2 \quad \phi 6/17$$

Έξωστης



$$\min M = -1.0 \frac{1.30^2}{2} = -0.84 \text{ tm}$$

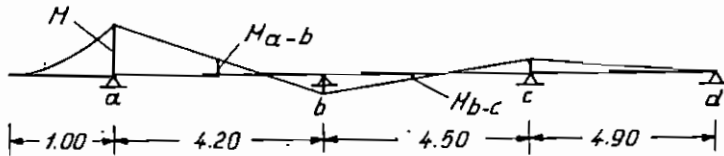
$$\sqrt{0.84} = 0.916, \quad k_h = \frac{10.5}{0.916} = 11.4$$

$$f_e = 0.81 \frac{0.84}{0.105} = 6.50 \text{ cm}^2$$

Η έκλογή ράβδων θα γίνει αναλόγως του υπάρχοντος οπλισμού εκ των πλακών (βλ. σχέδιον ξυλοτύπου).

Ο πρόβολος κατά την διεύθυνσιν $x-x$ θα έπρεπε κανονικώς να έπιλυθη έν συνδυασμῶ πρὸς τήν έσωτερικῶς συνεχιζόμενη πλάκα. Έν τούτοις, λόγω τής μικρῆς ροπής πακτώσεως τούτου έχει άγνοηθῆ ή έπιρροή του είς τὸ έσωτερικόν.

Πράγματι θεωρήσωμεν τὸ σύστημα $\Pi\rho. - \Pi_4 - \Pi_5 - \Pi_6$.



Έάν M ή ροπή πακτώσεως, θα έχωμεν τὰς κάτωθι έπιρροὰς έσωτερικῶς.

$$M_{a-b} \approx \frac{M}{3}, \quad M_b \approx -\frac{M}{3}, \quad M_{b-c} \approx -\frac{M}{9}, \quad M_c \approx -\frac{M}{9}$$

Είς τήν προκειμένην περίπτωσην έχομεν

$$M_{a-b} \approx -\frac{0.35 \cdot 1.00^2}{2} \frac{1}{3} \approx -0.05 \text{ tm}$$

$$M_b \approx \approx 0.05 \text{ tm}$$

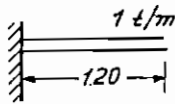
$$M_{b-c} \approx -\frac{1.00 \cdot 1.00^2}{2} \frac{1}{9} \approx 0.05 \text{ tm}$$

$$M_c \approx \approx -0.05 \text{ tm}$$

ήτοι ποσότητες άμελητέα.

Κλίμαξ

Η κλίμαξ υπολογίζεται ώς πεπακτωμένη επί του τοιχείου.



$$M_{min} = - \frac{1.00 \cdot 1.20^2}{2} = \underline{\underline{-0.72 \text{ tm}}}$$

Συνεπώς ανά πάτημα:

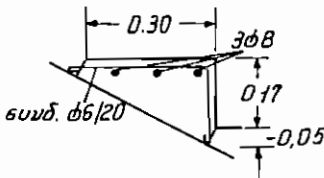
$$M_{min} = -0.216 \text{ tm}$$

Λαμβάνεται ως στατικόν ύψος τὸ μέγεθος

$$h = \frac{0.17 + 0.05 + 0.05}{2} - 0.03 = 0.11$$

$$k_h = 0.11 : \sqrt{\frac{0.216}{0.30}} = 13$$

$$f_c = 0.80 \cdot \frac{0.116}{0.11} = 1.53 \text{ cm}^2 \quad (3 \text{ } \emptyset 8)$$

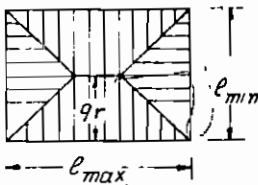


iv) Ὑπολογισμὸς δοκῶν

α) Φορτία

α.1. Ὑπολογισμὸς ἰσοδυναμοῦ ὁμοιομόρφου φορτίου τετραερείστων πλακῶν ἐπὶ τῶν δοκῶν ἐδράσεως

Ὁ ὑπολογισμὸς τοῦ φορτίου, τὸ ὁποῖον μεταβιβάζεται ὑπὸ τετραερείστου πλακῶς εἰς τὰς δοκοὺς ἐπὶ τῶν ὁποίων ἐδράζεται, προκύπτει γενικῶς διὰ τοῦ κανόνος τῆς διχοτόμου. Συνεπῶς, ἐκάστη ἐκ τῶν δοκῶν τῆς περιμέτρου θὰ φέρῃ τριγωνικὸν ἢ τραπεζοειδῆ φορτίον μεγίστης τεταγμένης q_T .



Πρὸς διευκόλυνσιν τῶν ὑπολογισμῶν δυνάμεθα εἰς κοινὰ οἰκοδομικὰ νὰ μετατρέψωμεν τὸ φορτίον τοῦτο εἰς ἰσοδύναμον ὁμοιομόρφον q_m παρέχον τὰς αὐτὰς μεγίστας ροπὰς ἀμφιερείστων μὲ τὰς φορτιζομένας διὰ τριγωνικοῦ ἢ τραπεζοειδοῦς φορτίου καὶ εἰς ἰσοδύναμον ὁμοιομόρφον q_Q παρέχον τὰς αὐτὰς μεγίστας τεμνοῦσας δυνάμεις ἀμφιερείστων μὲ τὰς φορτιζομένας διὰ τοῦ τριγωνικοῦ ἢ τραπεζοειδοῦς ἀντιστοίχως φορτίου. Ἡ ἀναγωγή αὕτη

γίνεται διὰ τῶν τύπων :

$$Q = \frac{1}{2} q l_{min}, \quad q_m = \lambda Q, \quad q_a = k Q,$$

ἐνθα:

q : φορτίον πλακῶς

l_{min} : ἐλαχίστη πλευρὰ πλακῶς

λ, k : συντελεσταὶ ἀναγωγῆς, οἱ ὁποῖοι διὰ μὲν τὴν τριγωνικὴν πλευρὰν λαμβάνουν τὰς τιμὰς

$$\lambda = 0.67, \quad k = 0.50$$

διὰ δὲ τὴν τραπεζοειδῆ, ἀναλόγως τοῦ λόγου $\epsilon = \frac{l_{max}}{l_{min}}$ τῶν πλευρῶν

τῆς πλακῶς καὶ ἀνεξαρτήτως τοῦ εἶδους τῆς στήριξεως, τὰς τιμὰς τοῦ Πίνακος 1.1.

ΠΙΝΑΞ 1.1

*Αναγωγή τραπεζοειδών φορτίων εις όμοιόμορφα

$\epsilon = l/L$	λ	k	$\epsilon' = L/l$	$\epsilon = l/L$	λ	k	$\epsilon' = L/l$
0.60	0.88	0.70	1.67	0.82	0.78	0.59	1.22
0.62	0.87	0.69	1.61	0.84	0.77	0.58	1.19
0.64	0.87	0.68	1.56	0.86	0.75	0.57	1.16
0.66	0.86	0.67	1.52	0.88	0.74	0.56	1.14
0.68	0.85	0.66	1.47	0.90	0.73	0.55	1.11
0.70	0.84	0.65	1.43	0.92	0.72	0.54	1.09
0.72	0.83	0.64	1.39	0.94	0.71	0.53	1.06
0.74	0.82	0.63	1.35	0.96	0.69	0.52	1.04
0.76	0.81	0.62	1.32	0.98	0.68	0.51	1.02
0.78	0.80	0.61	1.28	1.00	0.67	0.50	1.00
0.80	0.79	0.60	1.25				

Βάσει τών προεκτεθέντων υπολογίζομεν τὰ ισοδύναμα φορτία q_m καί q_Q εις τόν κάτωθι πίνακα δι' άπάσας τās τετραερείστους πλάκας τοῦ ξυλοτύπου.

Πλάξ	l_{min} [m]	q [kg/m ²]	$Q = \frac{1}{2} q l_{min}$ [t/m]	Διεύθυνσις $x-x$			Διεύθυνσις $y-y$		
				$q_m = \lambda Q$	$q_Q = k Q$	Δq	$q_m = \lambda Q$	$q_Q = k Q$	Δq
Π ₂	3.70	550	1.02	$\lambda=0.74$	$k=0.56$	0.19	$\lambda=0.67$	$k=0.50$	0.17
				0.76	0.57		0.68	0.51	
Π ₃	3.70	550	1.02	$\lambda=0.79$	$k=0.60$	0.20	$\lambda=0.67$	$k=0.50$	0.17
				0.81	0.61		0.68	0.51	
Π ₄	4.20	550	1.15	$\lambda=0.67$	$k=0.50$	0.20	$\lambda=0.75$	$k=0.57$	0.21
				0.77	0.57		0.86	0.65	
Π ₅	4.50	550	1.24	$\lambda=0.67$	$k=0.50$	0.21	$\lambda=0.72$	$k=0.54$	0.22
				0.83	0.62		0.89	0.67	
Π ₆	4.70	550	1.29	$\lambda=0.67$	$k=0.50$	0.21	$\lambda=0.69$	$k=0.52$	0.22
				0.86	0.65		0.89	0.67	

Σημείωσις: *Η διαφορά $\Delta q = q_m - q_Q$ θά χρησιμοποιηθῆ πρὸς υπολογισμὸν

τῶν τεμνουσῶν δυνάμεων ἀνευ δευτέρας ἐπιλύσεως τῆς δοκοῦ θεωρουμένης διὰ τὴν φόρτισιν ταύτην ὅτι συντίθεται ἐξ ἀμφοτέρων.

α2. Ὑπολογισμὸς φορτίων δοκῶν

Τὰ φορτία τῶν δοκῶν ἀποτελοῦνται γενικῶς

1. ἐκ τοῦ ἰδίου βάρους,
2. " " τυχὸν ὑπάρχοντος ἐπ' αὐτῶν τοίχου,
3. " " μεταβιβαζομένου ἐκ τῶν πλακῶν φορτίου.

1. Τὸ ἴδιον βᾶρος τῆς δοκοῦ εἶναι γενικῶς ἀγνωστον εἰς τὴν ἀρχὴν ταῦ ὑπολογισμοῦ, διότι δὲν εἶναι γνωστὰ αἱ διαστάσεις αὐτῆς. Πλὴν ὅμως διὰ συνήθη ἀνοίγματα δοκῶν οἰκοδομικῶν ἔργων (3.0 + 4.0 m) τοῦτο δύναται νὰ ληφθῇ ἴσον κατὰ μεγάλην προσέγγισιν πρὸς 150 + 250 kg/m ἀναλόγως τοῦ πάχους τῆς νευρώσεως, ὅπερ προκαθορίζεται ὑπὸ τοῦ μελετητοῦ. Οὕτω π.χ. διὰ πάχος $b_0 = 20$ cm λαμβάνομεν 200 kg/m, διὰ πάχος 15 cm 150 kg/m κλπ. Τὸ ἐνυπάρχον σφᾶλμα εἰς τὴν ἐκτίμησιν ταύτην ἐλάχιστα ἐπιπρέπει τοὺς ὀπλισμοὺς ἢ τὰς τάσεις.

2. Τὰ φορτία τῶν τοίχων καθορίζονται ὑπὸ τοῦ Κανονισμοῦ "Φορτίσεως δομικῶν ἔργων" (Β.Δ. 10-12-45), ἀναλόγως τοῦ πάχους τοῦ τοίχου. Οὕτω π.χ.

— δι' ὀπτοπλινθοδομῆς μιᾶς πλίνθου λαμβάνομεν: 350 kg/m²

— διὰ δρομικᾶς ὀπτοπλινθοδομᾶς λαμβάνομεν : 210 "

ἀφαιρουμένων τῶν τυχόν ὑπαρχόντων κουφωμάτων.

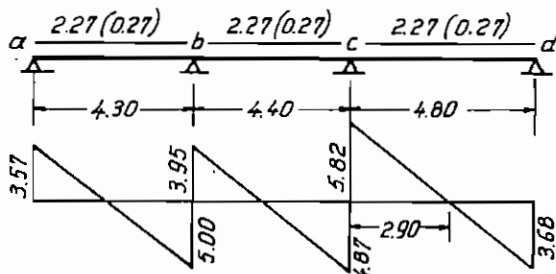
3. Τὸ ἐκ τῆς πλακῶς μεταβιβαζόμενον ἐπὶ τῆς δοκοῦ φορτίον ὑπολογίζεται παραλειπομένης τῆς συνεχείας τῆς πλακῶς θεωρουμένης ταύτης ὡς ἀμφοτέρωθεν.

Βάσει τῶν ἀνωτέρω ὑπολογίζονται τὰ φορτία τῶν δοκῶν εἰς τὸν πίνακα 1.2.

Σημείωσις: Τὸ φορτίον τῶν τοίχων μιᾶς πλίνθου ὑπελογίσθη δι' ὕψος 2.80 m καὶ ἐπὶ πλέον ἀφηρέθησαν 180 kg/m λόγῳ ὑπάρξεως κουφωμάτων (θυρῶν, παραθύρων).

β) Ροπαί — Ὀπλισμὸς

Δοκὸς $\Delta_1 - \Delta_2 - \Delta_3$ (Ἐπίλυσις κατὰ Graudenz $l_1 : l_2 : l_3 = 1 : 1 : 1.2$)



$$M_b = -0.0664 \cdot 2.77 \cdot 4.30^2 - 0.511 \cdot 2.27 \cdot 4.40^2 + 0.0181 \cdot 2.27 \cdot 4.80^2 =$$

$$= -2.78 - 2.25 + 1.94 = -3.09 \text{ tm}$$

0,75

ΠΙΝΑΞ 1.2
Φορτία δοκών

$\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$	Δ_4	Δ_5	Δ_6	Δ_7	Δ_8
<p>έκ μαρκ.: $1.20 \cdot 0.85 = 1.00 \text{ t/m}$ $\Pi_1 : \frac{1}{2} \cdot 0.54 = 0.27$ " τοίχος = 0.80 " ιδιον βάρος = 0.20 " 2.27 $\Delta q = 0.27$</p>	<p>$\Pi_1 : \frac{1}{2} \cdot 0.54 = 0.27$ $\Pi_2 : = 0.76$ τοίχος = 0.80 ιδιον βάρος = 0.20 2.03 $\Delta q = 0.46$</p>	<p>$\Pi_1 : \frac{1}{2} \cdot 0.54 = 0.27$ $\Pi_2 : = 0.81$ τοίχος = 0.80 ιδιον βάρος = 0.20 2.08 $\Delta q = 0.47$</p>	<p>$\Pi_2 = 0.76$ $\Pi_2 = 0.77$ τοίχος = 0.80 ιδιον βάρος = 0.20 2.53 $\Delta q = 0.39$</p>	<p>$\Pi_5 = 0.83$ τοίχος = 1.00 ιδ. βάρος = 0.20 2.03 $\Delta q = 0.21$</p>	<p>$\Pi_3 = 0.81$ $\Pi_6 = 0.86$ τοίχος = 0.80 ιδ. βάρος = 0.20 2.67 $\Delta q = 0.41$</p>
Δ_9	Δ_{10}	Δ_{11}	Δ_{12}	Δ_{13}	Δ_{14}, Δ_{15}
<p>$\Pi_4 = 0.77 \text{ t/m}$ τοίχος = 0.80 " ιδιον βάρος = 0.20 " 1.77 $\Delta q = 0.20$</p>	<p>$\Pi_5 = 0.83$ τοίχος = 0.80 ιδιον βάρ. = 0.20 1.83 $\Delta q = 0.21$</p>	<p>$\Pi_6 = 0.86$ τοίχος = 0.80 ιδιον βάρος = 0.20 1.86 $\Delta q = 0.21$</p>	<p>$\Pi_4 = 0.86$ μαρκίζα = 1.00 τοίχος = 0.80 ιδιον βάρ. = 0.20 2.86 $\Delta q = 0.21$</p>	<p>$\Pi_2 = 0.68$ μαρκίζα = 1.00 τοίχος = 0.80 ιδιον βάρ. = 0.20 2.68 $\Delta q = 0.17$</p>	<p>$\Pi_1 : 2.1 \cdot 0.54 = 1.13$ μαρκίζα = 1.00 τοίχος = 0.80 ιδιον βάρ. = 0.20 3.13</p>
Δ_{16}	Δ_{17}	Δ_{18}, Δ_{19}	Δ_{20}	Δ_{21}	Δ_{22}, Δ_{23}
<p>$\Pi_4 = 0.86 \text{ t/m}$ $\Pi_5 = 0.89$ " τοίχος = 0.80 " ιδιον βάρος = 0.20 " 2.75 $\Delta q = 0.43$</p>	<p>$\Pi_2 = 0.68$ κλίμαξ = 1.92 τοίχος = 0.40 ιδιον βάρ. = 0.20 3.20 $\Delta q = 0.17$</p>	<p>$\Pi_1 : 4.35 \cdot 0.54 = 2.35$ τοίχος = 0.80 ιδιον βάρος = 0.20 3.35 $\Delta q = 0$</p>	<p>$\Pi_5 = 0.89$ $\Pi_6 = 0.89$ τοίχος = 0.80 ιδιον βάρ. = 0.20 2.78 $\Delta q = 0.44$</p>	<p>$\Pi_3 = 0.68$ κλίμαξ = 1.92 τοίχος = 1.00 ιδιον βάρ. = 0.20 3.80 $\Delta q = 0.17$</p>	<p>$\Pi_1 : 4.6 \cdot 0.54 = 2.50$ τοίχος = 0.80 ιδιον βάρ. = 0.20 3.50 $\Delta q = 0$</p>
Δ_{24}	Δ_{25}	Δ_{26}, Δ_{27}	T_{1x}	T_{1y}	T_{2y}
<p>$\Pi_6 = 0.89 \text{ t/m}$ τοίχος = 1.00 " ιδιον βάρος = 0.20 " 2.09 $\Delta q = 0.22$</p>	<p>$\Pi_3 = 0.68$ τοίχος = 1.00 ιδιον βάρ. = 0.20 1.88 $\Delta q = 0.17$</p>	<p>$\Pi_1 : 2.35 \cdot 0.54 = 1.27$ τοίχος = 1.00 ιδιον βάρος = 0.20 2.47 $\Delta q = 0$</p>	<p>$\Pi_1 : \frac{1}{2} \cdot 0.54 = 0.27$ ιδιον βάρ. = 1.53 1.80 (t/m)</p>	<p>$\Pi_2 = 0.51$ κλίμαξ = 1.92 ιδιον βάρ. = 1.54 3.97 (t/m)</p>	<p>(ώς T_{1y}) 3.97 t/m</p>

$$M_c = +0.0151 \cdot 2.27 \cdot 4.30^2 - 0.045 \cdot 2.27 \cdot 4.40^2 - 0.0723 \cdot 2.27 \cdot 4.80^2 =$$

$$= +0.64 - 2.00 - 3.78 = \underline{\underline{-5.14 \text{ tm}}}$$

Τέμνουσαι

$$V_a^r = \frac{1}{2} \cdot 4.30 \cdot 2.27 - \frac{3.09}{4.30} = 4.87 - 0.72 = 4.15 \text{ t}$$

$$V_a^l(\text{πραγ}) = 4.15 - \frac{1}{2} \cdot 4.30 \cdot 0.27 = 4.15 - 0.58 = \underline{\underline{3.57 \text{ t}}}$$

$$V_b^l = 4.87 + 0.72 = 5.59 \text{ t}$$

$$V_b^l(\text{πραγ}) = 5.59 - 0.58 = \underline{\underline{5.0 \text{ t}}}$$

$$V_b^r = 2.20 \cdot 2.27 - \frac{5.14 - 3.09}{4.40} = 5.00 - 0.46 = 4.54 \text{ t}$$

$$V_b^r(\text{πραγ}) = 4.54 - \frac{1}{2} \cdot 4.4 \cdot 0.27 = \underline{\underline{3.95 \text{ t}}}$$

$$V_c^l = 5.00 + 0.46 = 5.46 \text{ t}$$

$$V_c^l(\text{πραγ}) = 5.46 - 0.59 = \underline{\underline{4.87 \text{ t}}}$$

$$V_c^r = 2.40 \cdot 2.27 + \frac{5.14}{4.80} = 5.40 + 1.07 = \underline{\underline{6.47 \text{ t}}}$$

$$V_c^r(\text{πραγ}) = 6.47 - \frac{1}{2} \cdot 4.8 \cdot 0.27 = \underline{\underline{5.82 \text{ t}}}$$

$$V_d = 5.40 - 1.07 = 4.33 \text{ t}$$

$$V_d(\text{πραγ}) = 4.33 - 0.65 = \underline{\underline{3.68 \text{ t}}}$$

Ροπαί άνοιγμάτων

$$\max M_{\Delta_1} = \frac{4.15^2}{2 \cdot 2.27} = 3.80 \text{ tm} > 2.27 \cdot \frac{4.30^2}{14.22} = 2.95 \text{ tm}$$

$$\max M_{\Delta_2} = -3.09 + \frac{4.54^2}{2 \cdot 2.27} = -3.09 + 4.55 = +1.46 \text{ tm} < 2.27 \cdot \frac{4.40^2}{24} = \underline{\underline{1.82 \text{ tm}}}$$

$$\max M_{\Delta_3} = \frac{4.33}{2 \cdot 2.27} = +4.15 \text{ tm} > 2.27 \cdot \frac{4.80^2}{14.22} = 3.70 \text{ tm}$$

Ροπαί σπρίξεων

$$\min M_{\Delta_1/\Delta_2} = -0.9 \cdot 3.09 = \underline{\underline{-2.70 \text{ tm}}}$$

$$\min M_{\Delta_2/\Delta_3} = -0.9 \cdot 5.14 = \underline{\underline{-4.65 \text{ tm}}}$$

Όπλισμοί

$$b_o/d = 20/50$$

$$b_{\text{συνεργ}} = 1.00 \text{ m} \quad (b_{\text{καν}} = 12 \cdot 14 + 20 = 188 \text{ cm})$$

$$\Delta_1 : \sqrt{\frac{3.80}{1.0}} = 1.95, \quad k_h = \frac{47}{1.95} = 24, \quad k_e = 0.78$$

$$F_e = 0.78 \frac{3.80}{0.47} = 6.90 \text{ cm}^2 \quad \eta \quad F_e = \frac{3.80}{0.40 \cdot 1.4} = 6.80 \text{ cm}^2$$

2 \varnothing 14 + 2 \varnothing 16 (7.10 cm²)

Δ_2 : άνευ υπολογισμού 4 \varnothing 12 λόγω μικρᾶς ροπῆς

$$\Delta_3 : \sqrt{\frac{4.15}{1.0}} = 2.04 \quad , \quad k_h = \frac{47}{2.04} = 23 \quad , \quad k_e = 0.78$$

$$F_e = 0.78 \frac{4.15}{0.47} = 7.60 \text{ cm}^2 \quad , \quad F_e = \frac{4.15}{0.40 \cdot 1.4} = 7.40 \text{ cm}^2 \quad \underline{4 \varnothing 16 (8.00)}$$

$$\Delta_1 / \Delta_2 : \sqrt{\frac{2.70}{0.20}} = \sqrt{13.60} = 3.7 \quad , \quad k_h = \frac{4.7}{3.7} = 12.7 \quad , \quad k_e = 0.80$$

$$F_e = 0.80 \frac{2.70}{0.47} = 4.60 \text{ cm}^2 \quad \text{υπάρχοντα } 2 \varnothing 12 + 2 \varnothing 16$$

$$\Delta_2 / \Delta_3 : \sqrt{\frac{4.65}{0.20}} = \sqrt{23.3} = 4.8 \quad , \quad k_h = \frac{4.7}{4.8} = 9.8 \quad , \quad k_e = 0.82$$

$$\sigma_{b,e} = 60/1400$$

$$F_e = 0.82 \frac{4.65}{0.47} = 8.10 \text{ cm}^2 \quad \text{υπάρχοντα } (2 \varnothing 12 + 2 \varnothing 16) \text{ πρόσθετα } 1 \varnothing 14$$

Διάτμησις

$$\tau_{oa} = \frac{3.570}{20 \cdot \frac{7}{8} \cdot 47} = 4.35 \text{ kg/cm}^2 < 6.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{ob}^l = \frac{5.000}{20 \cdot 41} = 6.10 \text{ kg/cm}^2 \approx 6.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{oc}^r = \frac{5.820}{20 \cdot 41} = 7.10 \text{ kg/cm}^2 > 6.0 \text{ kg/cm}^2$$

Εἰς τὰς δοκοὺς Δ_1, Δ_2 κάμπτονται ἐμπειρικῶς 2 \varnothing 14, 2 \varnothing 12 ἀντιστοίχως, συνδ. \varnothing 6/20.

Δοκὸς Δ_3

$$\text{ἀπατ. } F_e = 7.60 + 8.10 = 15.7 \text{ cm}^2$$

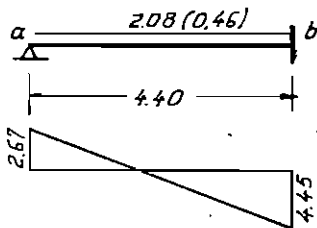
Υφιστάμενοι ὀπλισμοὶ διατμήσεως

$$\text{Λοξοὶ ἐξ ἀνοίγματος } 2 \varnothing 16 : F_{e_s} = 5.70 \text{ cm}^2$$

$$(\text{πρσορῶν}) \text{ Λοξοὶ ἐκ σπηρίξεως } 1 \varnothing 14 : F_{e_s} = 2.70 \text{ cm}^2$$

$$\text{Συνδ } \varnothing 6/20 \text{ τεμ. } 15 : F_{e_B} = 8.50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Σύνολον } 16.90 > 15.70 \text{ cm}^2$$

Δοκός Δ₄

$$V_a = \frac{3}{8} (2.08 - 0.46) \cdot 4.40 = 2.67 \text{ t}$$

$$V_b = \frac{5}{8} (2.08 - 0.46) \cdot 4.40 = 4.45 \text{ t}$$

$$\max M_{\Delta_4} = +2.08 \frac{4.40^2}{14.22} = \underline{\underline{2.85 \text{ tm}}}$$

$$\min M = -0.90 \cdot 2.08 \frac{4.40^2}{8} = -4.50 \text{ tm}$$

Όπλισμός :

$$\text{"Ανοιγμα } b_0/d = 20/50 \quad F_e = \frac{2.85}{0.41 \cdot 1.4} = 5.0 \text{ m}^2 \quad 2\emptyset 12 + 2\emptyset 14 \quad (5.40)$$

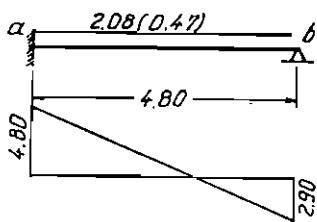
$$\text{Στήριγμα } b_0/d = 20/50 \quad k_h = \frac{47}{\sqrt{4.5/0.20}} = \frac{47}{\sqrt{22.5}} = 9.9$$

$$\sigma_{b,e} = 60/1400$$

$$F_e = 0.82 \frac{4.5}{0.47} = 7.85 \text{ cm}^2, \text{ υπάρχουντα } 2\emptyset 14 \\ \text{πρόσθετα } 3\emptyset 14$$

Διάτμησις :

$$\tau_{ob} = \frac{4.450}{20 \cdot 41} = 5.4 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{καμπτ } (2+3)\emptyset 14, \quad \text{συνδ } \emptyset 6/20$$

Δοκός Δ₅

$$V_a = \frac{5}{8} 1.61 \cdot 4.80 = 4.80 \text{ t}$$

$$V_b = -\frac{3}{8} 1.61 \cdot 4.80 = -2.90 \text{ t}$$

$$\max M_{\Delta_5} = 2.08 \frac{4.80^2}{14.22} = \underline{\underline{3.37 \text{ tm}}}$$

$$\min M = -0.9 \cdot 2.08 \frac{4.8^2}{8} = \underline{\underline{-5.40 \text{ tm}}}$$

Όπλισμός :

$$\text{"Ανοιγμα } b_0/d = 20/50 \quad F_e = \frac{3.37}{0.41 \cdot 1.4} = 5.85 \text{ cm}^2 \quad 4\emptyset 14 \quad (6.2)$$

$$\text{Στήριγμα } b_0/d = 20/50 \quad k_h = \frac{47}{\sqrt{5.40/0.20}} = \frac{47}{5.2} = 9.05$$

$$\sigma_{b,e} = 70/1400 \quad k_e = 0.83$$

$$F_e = 0.83 \frac{5.40}{0.47} = 9.50 \text{ cm}^2 \quad \text{υπάρχοντα } 2\emptyset 14 \\ \text{πρόσθετα } 3\emptyset 16 \quad (6.0)$$

Διάτμησις :

$$\tau_{oa} = \frac{4.800}{20 \cdot 47 \cdot 0.86} = 5.95 \text{ kg/cm}^2 < 6.0, \quad \text{συνδ. } \emptyset 6/20 \\ \text{καμπτ. } 2\emptyset 14 + 3\emptyset 16$$

Καθ' ὅμοιον τρόπον συνεχίζεται ὁ ὑπολογισμὸς καὶ τῶν λοιπῶν δοκῶν τοῦ ξυλοτύπου, οἱ δὲ προκύπτοντες ὄπλισμοὶ μεταφέρονται ἐπὶ τοῦ σχεδίου.

ΠΙΝΑΞ 1,3
Φορτία υποστυλωμάτων - τοιχείων

Σ_1	Σ_2	Σ_3	Σ_4	Σ_5	$\Sigma_6, \sigma\Sigma_7$
$\Delta_1 = 3.57 \text{ t}$ $\Delta_{15} = 5.29 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.54 \text{ ''}$ 9.40 t	$\Delta_1 = 5.00 \text{ t}$ $\Delta_2 = 3.95 \text{ ''}$ $\Delta_{19} = 6.05 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.50 \text{ ''}$ 15.50 t	$\Delta_2 = 4.87 \text{ t}$ $\Delta_3 = 5.82 \text{ ''}$ $\Delta_{23} = 6.05 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.56 \text{ ''}$ 17.30 t	$\Delta_3 = 3.68 \text{ t}$ $\Delta_{27} = 4.17 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.55 \text{ ''}$ 8.40 t	$\Delta_{14} = 7.77 \text{ t}$ $\Delta_{15} = 8.41 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.52 \text{ ''}$ 16.70 t	$\Delta_{18} = 8.25 \text{ t}$ $\Delta_{19} = 9.35 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.60 \text{ ''}$ 18.20 t
Σ_8	Σ_9	$\Sigma_{10}, \Sigma_{11}, T_{1y}, T_{2y}$	Σ_{12}	Σ_{13}	Σ_{14}
$\Delta_{26} = 6.14 \text{ t}$ $\Delta_{27} = 6.63 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.53 \text{ ''}$ 13.30 t	$\Delta_{13} = 3.64 \text{ t}$ $\Delta_{14} = 5.93 \text{ ''}$ $\Delta_4 = 2.67 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.56 \text{ ''}$ 12.80 t	$\Delta_{18} = 7.15 \text{ t}$ $\Delta_4 = 4.45 \text{ ''}$ $\Delta_{22} = 7.15 \text{ ''}$ $\Delta_5 = 4.80 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 13.50 \text{ ''}$ 37.05 t	$\Delta_5 = 2.90 \text{ t}$ $\Delta_{25} = 4.80 \text{ ''}$ $\Delta_{26} = 4.66 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.54 \text{ ''}$ 12.90 t	$\Delta_{12} = 7.93 \text{ t}$ $\Delta_{13} = 5.64 \text{ ''}$ $\Delta_6 = 3.68 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.55 \text{ ''}$ 17.80 t	$\Delta_6 = 5.54 \text{ t}$ $\Delta_7 = 3.64 \text{ ''}$ $\Delta_{16} = 7.45 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.57 \text{ ''}$ 17.20 t
Σ_{15}	Σ_{16}	Σ_{17}	Σ_{18}	Σ_{19}	Σ_{20}
$\Delta_{17} = 4.34 \text{ t}$ $\Delta_8 = 6.55 \text{ ''}$ $\Delta_{20} = 7.45 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.56 \text{ ''}$ 18.90 t	$\Delta_8 = 4.25 \text{ t}$ $\Delta_{24} = 5.61 \text{ ''}$ $\Delta_{25} = 3.84 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.50 \text{ ''}$ 14.20 t	$\Delta_{12} = 5.31 \text{ t}$ $\Delta_9 = 2.62 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.47 \text{ ''}$ 8.40 t	$\Delta_9 = 4.12 \text{ t}$ $\Delta_{10} = 3.31 \text{ ''}$ $\Delta_{16} = 4.50 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.57 \text{ ''}$ 12.50 t	$\Delta_{10} = 3.77 \text{ t}$ $\Delta_{11} = 4.84 \text{ ''}$ $\Delta_{20} = 4.50 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.59 \text{ ''}$ 13.70 t	$\Delta_{11} = 3.08 \text{ t}$ $\Delta_{24} = 3.73 \text{ ''}$ $\text{ίδιον βάρ.} = 0.49 \text{ ''}$ 7.30 t

ν) Υπολογισμός υποστυλωμάτων - τοιχείων

α) Φορτία

Τά υπό των δοκῶν μεταβιβασόμενα εἰς τὰ υποστυλώματα φορτία υπολογίζονται εἰς τὸν πίνακα 1.3.

β) Διατομαί - Όπλισμός

Λόγω προσθήκης ὀρόφου τὰ ὡς ἄνω φορτία υποστυλωμάτων θὰ διπλασιασθοῦν: Ἐπίσης, ἐφ' ὅσον ἐκλεγῆ ἑλαχίστη διάστασις υποστυλώματος 20 cm, ὁ υπολογισμὸς θὰ γίνῃ διὰ τάσεις ἴσας πρὸς τὰ 4/5 τῶν ἐπιτρεπομένων ἢ, ὅπερ τὸ αὐτό, διὰ φορτίον ἴσον πρὸς τὰ 5/4 τοῦ ἐξ υπολογισμοῦ προκύπτοντος (βλ. ἄρθρ. 58, § 1α Β.Δ. 18-2-54). Τὰ γωνιακὰ υποστυλώματα θὰ κατασκευασθοῦν μὲ ἑλαχίστην διατομὴν 30/30 - 4 Ø 20 ἀνεξαρτήτως φορτίου καὶ ἐπὶ πλέον, τόσον αὐτά, ὅσον καὶ τὰ λοιπὰ υποστυλώματα τῆς περιμέτρου θὰ υπολογισθοῦν καὶ εἰς κάμψιν μετ' ὀρθῆς δυνάμεως, λόγω σεισμοῦ (βλ. Ἀντισεισμικὸν Κανονισμὸν ἄρθρ 6, § 3ε).

Ὅτῳ, προβαίνομεν κατ' ἀρχὰς εἰς τὸν υπολογισμὸν τῶν ἀπαιτουμένων διατομῶν σκυροδέματος καὶ ὀπλισμοῦ, θεωροῦντες ὅτι ἅπαντα τὰ υποστυλώματα ἐπιπονοῦνται κεντρικῶς.

β.1. Ἐσωτερικὰ υποστυλώματα

$\Sigma_6, \Sigma_7, \Sigma_{14}, \Sigma_{15}$: Λόγω μικρᾶς διαφορᾶς μεταξὺ τῶν φορτίων τῶν ὡς ἄνω υποστυλωμάτων, υπολογίζομεν μὲ τὸ μέγιστον ἐξ αὐτῶν, ἦτοι

$$\max N = 2 \cdot 18.9 = 37.8 \text{ t}$$

Ἐκ τῶν οἰκείων πινάκων υπολογισμοῦ λαμβάνομεν

$$- \text{Διατομὴ σκυροδέματος } b/d : 25/35 \quad N_b = 42.00 \text{ t}$$

$$- \text{ " " " } 6 \text{ Ø } 14 \quad N_e = \underline{7.40 \text{ t}}$$

$$\text{Σύνολον : } 49.40 \text{ t} > 37.8 \text{ t}$$

β.2. Γωνιακὰ υποστυλώματα

$\Sigma_1, \Sigma_4, \Sigma_{17}, \Sigma_{20}$:

$$\max N = 2 \cdot 9.40 = 18.80 \text{ t}$$

Διατομὴ σκυροδέματος καὶ ὀπλισμοῦ 30/30 - 4 Ø 20 ἀνευ υπολογισμοῦ (βλ. Ἀντισεισμικὸν Κανονισμὸν).

β.3. Λοιπὰ περιμετρικὰ υποστυλώματα

$\Sigma_2, \Sigma_3, \Sigma_5, \Sigma_{13}$:

$$\max N = 2 \cdot 17.80 = 35.6 \text{ t}, \quad N_{\text{υπ}} = \frac{5}{4} \cdot 35.6 = 44.5 \text{ t}$$

$$- \text{Διατομὴ σκυροδέματος: } b/d = 20/40 \quad N_b = 38.4 \text{ t}$$

$$- \text{Διατομὴ ὀπλισμοῦ : } 6 \text{ Ø } 14 \quad N_e = \underline{7.4 \text{ t}}$$

$$45.8 \text{ t} > 44.5$$

$\Sigma_8, \Sigma_9, \Sigma_{12}, \Sigma_{16}, \Sigma_{18}, \Sigma_{19}$

$$\max N = 2 \cdot 14.20 = 28.40 \text{ t}, \quad N_{\text{υπ}} = 1.25 \cdot 28.4 = 35.50 \text{ t}$$

$$- \text{Διατομὴ σκυροδέματος: } b/d = 20/35 \quad N_b = 33.6 \text{ t}$$

$$- \text{Διατομὴ ὀπλισμοῦ : } 4 \text{ Ø } 14 \quad N_e = \underline{4.9 \text{ t}}$$

$$38.5 \text{ t} > 35.5$$

β. 4. Τοιχεῖα

$$N = 2 \cdot 37.05 = 74.10 \text{ t}$$

Τὸ συνολικὸν τοῦτο φορτίον τῶν τοιχείων θεωροῦμεν, κατὰ προσέγγισιν, ὅτι διανέμεται ὁμοιόμορφως κατὰ μῆκος τῶν τοιχείων, ἤτοι

$$q = \frac{74.10}{9.40} = 7.90 \text{ t/m} \quad (\sigma_{bi} = 7.90/0.20 = 40 \text{ t/m}^2)$$

Τὰ τοιχεῖα ὀπλιζονται διὰ διπλῆς ἐσχάρας $\emptyset 8/25$ καὶ ἐπὶ πλεόν παρά τὰ ἄκρα τίθενται κατακορύφως $4\emptyset 12$ ἢ $2\emptyset 12$, διαμορφουμένων ὡς ὑποστυλωμάτων (βλ. σχέδιον 1).

vi) Ἀντισεισμικὸς ὑπολογισμὸς

Παραδοχὴ: Σεισμικότης περιοχῆς ἔργου II (α), $\epsilon = 0.06$ ("Ἀρθρον 4. Καν.)

Ὁ ἀντισεισμικὸς ἔλεγχος τοῦ ὀρόφου θὰ διεξαχθῆ συμφώνως πρὸς τὸ ἄρθρ. 8 τοῦ Ἀντισεισμικοῦ Κανονισμοῦ, ἤτοι θὰ προβλεφθοῦν τοιχεῖα ἄκαμψίας ἐξ ὀπλισμένου σκυροδέματος καθ' ἐκάστην διεύθυνσιν $x-x$ καὶ $y-y$, ἐπιφανείας ἴσης πρὸς τὸ $1/500$ τῆς ἐπιφανείας τῶν ὑπερκειμένων ὀρόφων τῆς οἰκοδομῆς. Ἡ διάταξις τῶν τοιχείων τούτων πρέπει νὰ εἶναι τοιαύτη, ὥστε τὸ Κέντρον Ἐλαστικῆς στροφῆς τῆς πλακὸς νὰ συμπίπτῃ περίπου μὲ τὸ κέντρον βάρους αὐτῆς.

Μετὰ ταῦτα θὰ διεξαχθῆ εἰδικὸς ἀντισεισμικὸς ἔλεγχος τῶν περιμετρικῶν δομικῶν στοιχείων τῆς πλακὸς (δοκῶν, ὑποστυλωμάτων) πρὸς παραλαβὴν, πλὴν τῶν κατακορύφων στατικῶν φορτίων, καὶ ὀριζοντίας σεισμικῆς δυνάμεως μεγέθους ἴσου πρὸς τὰ $\epsilon/2$ τῆς κατακορύφου φορτίσεως (βλ. ἄρθρ. 6, § 3α, Ἀντισεισμικοῦ Κανονισμοῦ).

α) Ἐλεγχος ἐπαρκείας τοιχείων (λαμβάνομένης ὑπ' ὄψιν καὶ τῆς προσθήκης)
(βλ. Σχέδιον 1)

Διεύθυνσις $x-x$

$$T_{1x} : 0.20 \cdot 4.70 = 0.94 \text{ m}^2 = \frac{2 \cdot 17.30 \cdot 13.60}{500} = 0.94 \text{ m}^2 = \frac{14.80 \cdot 18.50 \cdot 2}{500} = 1.05 \text{ m}^2$$

Διεύθυνσις $y-y$

$$T_{1y}, T_{2y} : 0.20 (2.20 + 2.50) = 0.94 \text{ m}^2 = \frac{2 \cdot 17.30 \cdot 13.60}{500} = 0.94 \text{ m}^2 = 1.05 \text{ m}^2$$

β) Ἐλεγχος θέσεως Κέντρον Ἐλαστικῆς Στροφῆς τῆς πλακὸς

Οἱ πρὸς τοῦτο ἄπαιτούμενοι ὑπολογισμοὶ διατάσσονται εἰς τὸν πίνακα 1.4 (ὕψος ὀρόφου $h = 3.00 \text{ m}$).

Ἐκ τοῦ ὑπολογισμοῦ προκύπτει, ὅτι πράγματι πληροῦται ἡ ἀπαιτήσις τοῦ Ἀντισεισμικοῦ Κανονισμοῦ περὶ συμπτώσεως (κατὰ προσέγγισιν) τοῦ κέντρον ἔλαστικῆς στροφῆς καὶ τοῦ κέντρον βάρους ("Ἀρθρ. 8, § 1α).

ΠΙΝΑΞ 1.4

Στοιχείον	Φορτίον P_i	Συντεταγμένοι		Δείκται Άκαμψίας		Κέντρον Βάρους		Έλαστικόν Κέντρον	
		x_i	y_i	$\frac{l}{E} D_x$	$\frac{l}{E} D_y$	$x_i P$	$y_i P$	$y_i D_x$	$x_i D_y$
Σ_1	18.80	0.150	0.150	0.0300	0.0300	2.820	2.820	0.0045	0.0045
Σ_2	31.00	4.400	0.100	0.0473	0.0118	136.400	3.100	0.0047	0.0519
Σ_3	34.60	8.900	0.100	0.0473	0.0118	307.940	3.460	0.0047	0.1050
Σ_4	16.80	13.450	0.150	0.0300	0.0300	225.960	2.520	0.0045	0.4035
Σ_5	33.40	0.100	4.500	0.0118	0.0473	3.340	150.300	0.0531	0.0047
Σ_6	36.40	4.300	4.525	0.0133	0.0675	156.520	164.710	0.0602	0.2902
Σ_7	36.40	8.800	4.525	0.0133	0.0675	320.320	164.710	0.0602	0.5940
Σ_8	26.60	13.500	4.475	0.0104	0.0318	359.100	119.035	0.0465	0.4293
Σ_9	25.60	0.100	8.525	0.0104	0.0318	2.560	218.240	0.0886	0.0320
T_{1x}	37.10	6.550	8.600	7.5877	0.1393	243.005	319.060	65.2542	0.9124
T_{1y}	17.40	4.300	9.800	0.0652	1.4758	74.820	170.520	0.6390	6.3459
T_{2y}	19.75	8.800	9.950	0.0741	2.0180	173.800	196.512	0.7373	17.7584
Σ_{12}	25.80	13.500	8.525	0.0104	0.0318	348.300	219.945	0.0886	0.4293
Σ_{13}	36.50	0.100	12.400	0.0118	0.0473	3.560	441.440	0.1463	0.0047
Σ_{14}	34.40	4.425	12.300	0.0675	0.0133	152.220	423.120	0.8302	0.0588
Σ_{15}	37.80	8.925	12.300	0.0675	0.0133	337.365	464.940	0.8302	0.1187
Σ_{16}	28.40	13.500	12.375	0.0104	0.0318	383.400	351.450	0.1287	0.4293
Σ_{17}	16.80	0.150	17.150	0.0300	0.0300	2.520	288.120	0.5145	0.0045
Σ_{18}	25.00	4.375	17.200	0.0318	0.0104	109.375	430.000	0.5469	0.0455
Σ_{19}	27.40	8.875	17.200	0.0318	0.0104	243.175	471.280	0.5469	0.0923
Σ_{20}	14.60	13.450	17.150	0.0300	0.0300	196.370	250.390	0.5145	0.4035
$\Sigma =$	579.65			8.2320	4.1810	3782.870	4855.670	71.1043	28.4896

Συντεταγμένοι Κέντρου Βάρους:

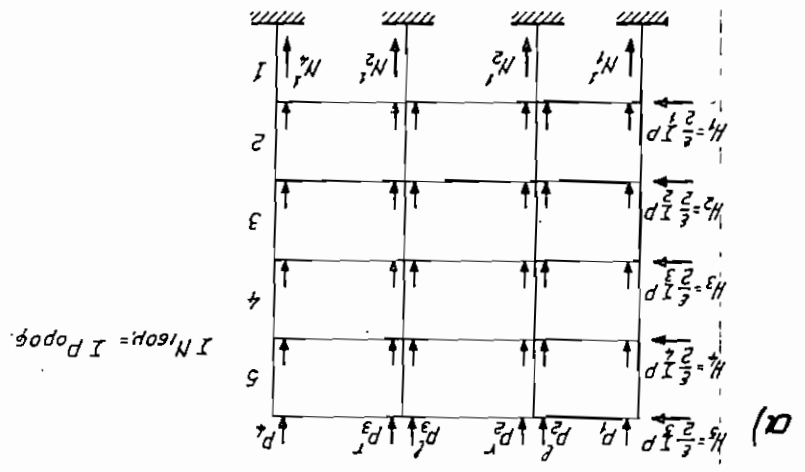
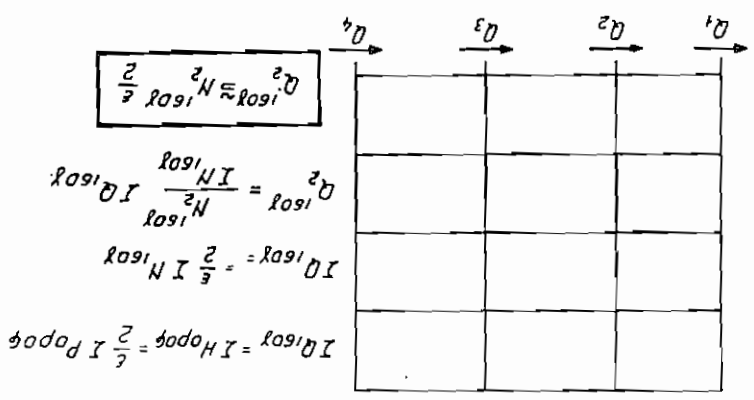
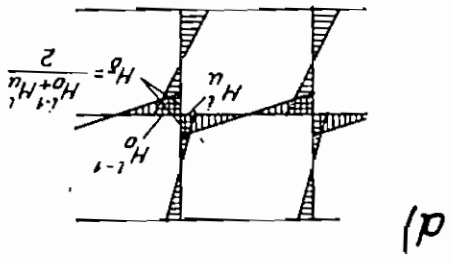
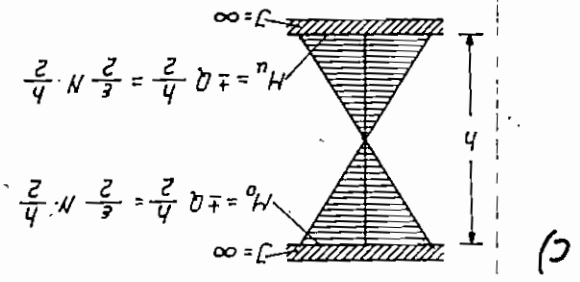
$$x_s = \frac{3782.87 \text{ t} \cdot \text{m}}{579.65 \text{ t}} = 6.52 \text{ m}, \quad y_s = \frac{4855.67}{579.65} = 8.38 \text{ m}$$

Συντεταγμένοι Κέντρου Έλαστικής Στροφής:

$$x_k = \frac{28.4896}{579.65} = 8.38 \text{ m}, \quad y_k = \frac{71.1043}{8.232} = 8.637 \text{ m}$$

- α) Φορτίσις και σεισμικά δυναμικά φορτία.
- β) Κατανομή μεταφορών εις στύλους όμοφου αναλόγως της Ν έκδοτου στύλου.
- γ) Διαγράμματα ποτών στύλων υπό παραδοχίην σύγκλιπτων άκμαπτων.
- δ) Προσδιορισμός ποτών κάμψεως όκων παρά της σμπίσεις.

ΣΧ. 1.20



γ) Έλεγχος περιμετρικών δοκών και υποστηλωμάτων

Έναρξη δέον όπως υπολογισθούν οι αναπτυσσόμενα τέμνουσα δύναμεις και πο-
ταί κλίμακας εις τους στύλους της περιμέτρου λόγω σεισμού. Ο υπολογισμός αυτός δι-
νεται να διεξαχθή δι' ένα έκαστον στύλον κεραιωμένως παραλείποντας της ουέργια-
στας των στύλων μεταξύ των (βλ. Αντισεισμικών Κανονισμών Κρη. 5, § 3α). Ούτω προ-
κύπτει

$$Q = \frac{2}{3} N \quad (N = φορτίον στύλου)$$

$$M = \frac{1}{2} Q h \quad (\text{σημείον μηδενισμού ποτών εις το μέσον του ύψους του στύλου})$$

Εν συνεχεία, η εις τον πόδα η την κεφαλήν εκάστου στύλου ποτή κλίμακας M δια-
κρίνεται εις τούς εις τους εκάτερον δοκούς, εφ' όσον αυτήν έχουν την αυτήν ποτήν όβρα-
νείας, η' αναλόγως των ακαμψιών αυτών εν εναντία περιπτώσει (σχ. 1.20).

Τέλος, ητι η βόσει των ως άνω σημειών ποτών κλίμακας και τέμνουσών δύνα-
μειών διεσχεύεται ό έλεγχος των διατομών στύλων και δοκών, λαμβανόμενης υπ' όψιν
και της επιρροής της ως ετήσεως των επιρροημένων τσεών κατά 20%.

γ. 1. Υπολογισμός ποτών και τέμνουσών

Βόσει των άνωτέρω προβαλλόμεν εις τον υπολογισμόν των αναπτυσσόμενων πο-
τών κλίμακας εκ σεισμού εις τους στύλους και της δοκούς της περιμέτρου της έστέταξμε-
νης πλάκας. Προς τούτο καταρτίσθαι τον πύνακα 1.5. Είς τον πύνακα αυτόν δια-
κρίνεται η ποτή πύνακα τον πόδα του στύλου του υπερεκείμένου (μελαινικού)
όρφου, ενώ δια M_o η ποτή της κεφαλής του στύλου του έστέταξμένου όρφου. Αι τι-
θίμαί των ως άνω ποτών M_o , M^n δίδονται, ως προελέχθη, κατά προσέγγισιν διὰ
του ύψους

$$M_o = M^n = \frac{2}{3} Q h,$$

οσως θα έφαρμόξεται γενικώς δια πάντας ενδιαιεσών όρφων. Αντιθέτως, δια τον άνω-
τατον όρπον και δι' άκρατον υποστηλωμα θα τίθεται:

$$M_o = \frac{3}{2} Q h, \quad M^n = \frac{3}{2} Q h.$$

Δια τα λοιπά υποστηλωματα

$$M_o, n = \frac{2}{3} Q h.$$

Όμοιος, δια τον κατώτατον όρπον και δι' άκρατον υποστηλωμα

$$M_o = \frac{2}{3} Q h, \quad M^n = Q h.$$

Δια τα λοιπά υποστηλωματα

$$M_o = \frac{3}{2} Q h, \quad M^n = \frac{3}{2} Q h.$$

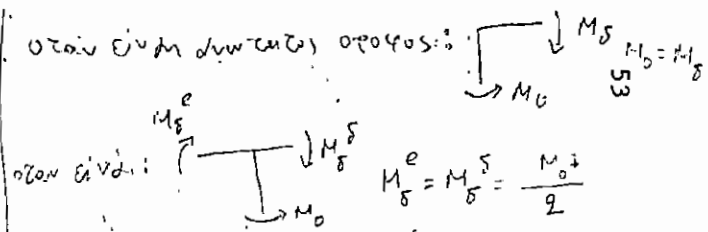
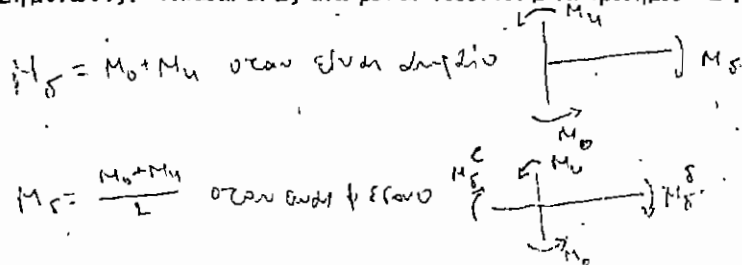
ΠΙΝΑΞ 1.5

Υπολογισμός ροπών κάμψης ένεκα σεισμού περιμετρικών δοκών και υποστυλωμάτων

$\epsilon = 0.06$ $h = 3.0$ m

α/α		Σ_1	Σ_2	Σ_3	Σ_4	Σ_8	Σ_{12}	Σ_{10}	Σ_{20}	Σ_{19}	Σ_{18}	Σ_{17}	Σ_{13}	Σ_9	Σ_5
Μελλοντική προθήκη	N	9.40	-15.50	17.30	8.40	13.30	12.90	14.20	7.30	13.70	12.50	8.40	17.80	12.80	16.70
	Q	0.28	0.46	0.52	0.25	0.40	0.39	0.43	0.22	0.41	0.38	0.25	0.53	0.38	0.50
	M_{\pm}	0.56	0.69	0.78	0.50	0.60	0.58	0.65	0.44	0.63	0.57	0.50	0.80	0.57	0.75
Έξεταζόμενος όροφος	N	18.80	31.00	34.60	16.80	26.60	25.80	28.40	14.60	27.40	25.00	16.80	35.60	25.60	33.40
	Q	0.56	0.92	1.04	0.50	0.80	0.78	0.86	0.44	0.82	0.76	0.50	1.06	0.76	1.00
	M_0	0.84	1.38	1.56	0.75	1.20	1.17	1.29	0.66	1.23	1.14	0.75	1.60	1.14	1.50
Δοκοί	M_0	1.40	1.03	1.17	1.25	0.90	0.88	0.97	1.10	0.93	0.86	1.25	1.20	0.86	1.13

Σημείωσις: "Άπασαι αίώς άνω ροπαί νοούνται μετά προθήμου ±.



$M_{\delta}^e = M_0 + M_u$
 $M_{\delta}^e = \frac{M_0 + M_u}{2}$
 (Handwritten notes and calculations on the left margin)

γ.2. Έλεγχος τάσεων και όπλισμῶν στύλων
Κάμπις (τῆ βοθηεία τοῦ πίνακος Saliger)

Διατομή 20/40, 6Ø 14

$$\max M = \pm 1.56 \text{ tm} \quad , \quad N = 34.6 \text{ t}$$

$$e_m = \frac{156}{34.6} = 4.5 \text{ cm} \quad e_{m/d} = \frac{4.5}{40} = 11.2$$

$$\sigma_0 = \frac{N}{b \cdot d} = \frac{34.600}{20 \cdot 40} = 43.2$$

$$\lambda) = \frac{e_p \cdot \sigma_b}{\sigma_0} = \frac{84}{43.2} = 1.94$$

Έκ τοῦ πίνακος προκύπτει $\mu = \mu' < 4\%$, ἄρα ἐπαρκοῦν οἱ ὑπάρχοντες ὀπλισμοὶ $F_e = F_e' = 2\text{Ø} 14$.

Διατομή 30/30, 4Ø 20

$$\max M = \pm 0.84 \text{ tm} \quad , \quad N = 18.80 \text{ t}$$

Ὡς καὶ ἀνωτέρω ἀποδεικνύεται ἡ ἐπάρκεια τῶν ὑπάρχόντων ὀπλισμῶν. Ὡσαύτως θεωροῦντες ὅτι ἡ ὡς ἀνω ροπή ἐνεργεῖ κατὰ τὴν διαγώνιον τοῦ ὑποστυλώματος, τῆ βοθηεία τῶν πινάκων Ρουσοπούλου, λαμβάνομεν $\sigma_{b,e} < 96/1680$.

Διάτμησις

Λόγω μικρῶν τεμνουσῶν δυνάμεων (ἤτοι $\max Q = 1.04 \text{ t}$) τίθενται γενικῶς συνδετήρες Ø 6/20.

γ.3. Έλεγχος τάσεων καὶ ὀπλισμῶν δοκῶν

Διὰ τὴν διεξαγωγὴν τοῦ ἐλέγχου τῶν τάσεων καὶ ὀπλισμῶν τῶν δοκῶν καταρτίζομεν τὸν πίνακα 1.6. Εἰς αὐτὸν συμβολίζονται μὲ

M_1 : Ἡ ροπή κάμψεως ἐκ συνήθων φορτίων,

M_2 : Ἡ ροπή κάμψεως λόγω σεισοῦ,

$$M_3 : \frac{M_1 + M_2}{1.2}$$

Ἡ ὀλική ροπή ($M_1 + M_2$) ἐκάστης στηρίξεως διηρέθη διὰ 1.2 πρὸς ἀποφυγὴν χρησιμοποίησεως ἠΰξημένων κατὰ 1.2 τάσεων χάλυβος καὶ σκυροδέματος.

Οὕτω, ὁ ἐλεγχος περιορίζεται εἰς τὰς περιπτώσεις καθ' ἃς $M_3 > M_1$, ἐνῶ διὰ $M_3 < M_1$ δὲν ἀπαιτεῖται προφανῶς ἐλεγχος τῆς διατομῆς.

Κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ἐλέγχονται αἱ περιμετρικαὶ δοκοὶ καὶ εἰς διάτμησιν, ἤτοι ὑπολογίζονται αἱ τέμνουσαι δυνάμεις :

Q_1 : λόγω στατικῶν φορτίων,

$$Q_2 = \frac{M_{\sigma \text{ αρ.}} + M_{\sigma \text{ δεξ.}}}{l} \quad \text{λόγω σεισοῦ,}$$

ΠΙΝΑΞ 1.5
Αντισεισμικός έλεγχος περιμετρικών δοκών

α/α	$M_{\text{τοξία}}/k_{\text{αξονας}}$	$M_{\text{σεισμία}}$	$M_{\text{μ.τ.α.}}/112$	k_h	άπ F_e	ύπαρχ. F_e	πρόσθετα
Δ_1 στην 0	0	0,97 ή 0,90 -1.40	-1.16	27.7	0.96	2 \emptyset 16	-
Δ_1/Δ_2	-2.70	-1.03	-3.10	12,0	5.30	2 \emptyset 12 2 \emptyset 16	-
Δ_2/Δ_3	-4.65	-1.17	-4.85	9.6	8.60	2 \emptyset 12 2 \emptyset 16	1 \emptyset 14
Δ_3 στην 0	0	-1.25	-1.04	-	-	2 \emptyset 16	-
Δ_{26}/Δ_{27}	-4.90	-0.90	-4.85	-	-	-	-
Δ_{25}/Δ_{26}	-1.95	-0.88	-2.36	13.7	4.00	4 \emptyset 12	-
Δ_{24}/Δ_{25}	-4.20	-0.97	-4.30	10.1	7.50	2 \emptyset 16 1 \emptyset 14 2 \emptyset 12	-
Δ_{24} στην 0	0	-1.10	-0.92	-	-	2 \emptyset 16	-
Δ_{10}/Δ_{11}	-3.80	-0.93	-3.94	10.6	6.80	3 \emptyset 12 2 \emptyset 14	-
Δ_9/Δ_{10}	-2.90	-0.86	-3.14	11.9	5.40	5 \emptyset 12	-
Δ_9 στην 0	0	-1.25	-1.04	-	-	2 \emptyset 12	-
Δ_{12}/Δ_{13}	-5.90	-1.20	-5.90	-	-	-	-
Δ_{13}/Δ_{14}	-2.55	-0.86	-2.84	15.2	3.90	4 \emptyset 12	-
Δ_{14}/Δ_{15}	-6.20	-1.13	-6.10	-	-	-	-
Δ_{15} στην 0	0	-1.40	-1.16	-	-	2 \emptyset 14	-
Δ_{27} στην 0	0	-1.25	-1.04	-	-	2 \emptyset 14	-
Δ_{11} στην 0	0	-1.10	-0.92	-	-	2 \emptyset 14	-
Δ_{12} στην 0	0	-1.25	-1.04	-	-	3 \emptyset 16	-

$$Q_3 = \frac{Q_1 + Q_2}{1.2},$$

καί ἐν συνεχείᾳ διεξάγεται ὁ ὑπολογισμὸς τοῦ ἀπαιτουμένου λοξοῦ ὀπλισμοῦ κατὰ τὰ γνωστά. Ἐνταῦθα παραλείπομεν τὸν ὡς ἔνω ἔλεγχον, λόγῳ μικρῶν τεμνουσῶν ἐκ σεισμοῦ.

2. ΣΤΑΤΙΚΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΛΥΩΡΟΦΟΥ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ

Δίδεται ἡ ἐν Σχεδίῳ II κάτοψις τοῦ ἰσογείου πολυώροφου οἰκοδομῆς, τῆς ὁποίας τὰ κατακόρυφα στοιχεῖα φέρουν συνολικῶς φορτίον 1650 t. Ζητοῦνται αἱ ἀναπτυσσόμεναι ροπαὶ εἰς τοὺς πόδας καὶ τὰς κεφαλὰς τῶν στύλων τοῦ ἰσογείου διὰ σεισμικὴν δύναμιν

$$H = 0.06 \cdot 1650 = 99.0 \text{ t}$$

$$\text{"Ύψος ὀρόφου } h = 5.00 \text{ m.}$$

Διὰ τῆς ἀναπτυχθείσης ἤδη μεθόδου διὰ τυχόντα προσανατολισμὸν τῆς δυνάμεως H (τυχοῦσα διαῦθις σεισμοῦ) ὑπολογίζονται αἱ μετατοπίσεις τῶν κεφαλῶν τῶν στύλων, ἐκ τῆς μετατοπίσεως δὲ αἱ ροπαὶ κάμψεως. Ἄπαντα τὰ κατακόρυφα στοιχεῖα θεωροῦνται πεπακτωμένα κατὰ τὰ ἄκρα των.

i) Δείχεται ἀντιστάσεως D_x , D_y , D_w

Οὔτοι ὑπολογίζονται δι' ἐφαρμογῆς τῶν τύπων (1.13) καὶ διατάσσονται εἰς τὸν πίνακα 1.6. Εἰς τὴν προκειμένην περίπτωσιν τὰ μεγέθη D_x , D_y , D_w ἐλήφθησαν ἐκ κυκλοφορούντων πινάκων συντεταγμένων τῇ βοήθειᾳ τῶν σχέσεων (1.13).

ii) Προσδιορισμὸς τοῦ κέντρου ἐλαστικῆς στροφῆς

Τὸ κέντρον ἐλαστικῆς στροφῆς προσδιορίζεται διὰ τῶν σχέσεων (1.10), ἥτοι:

$$x_E = \frac{\sum x_i D_{yi}}{\sum D_{yi}}, \quad y_E = \frac{\sum y_i D_{xi}}{\sum D_{xi}}$$

Τῇ βοήθειᾳ τοῦ πίνακος 1.6 προκύπτει

$$x_E = \frac{50.22}{8.012} = 6.27 \text{ m,}$$

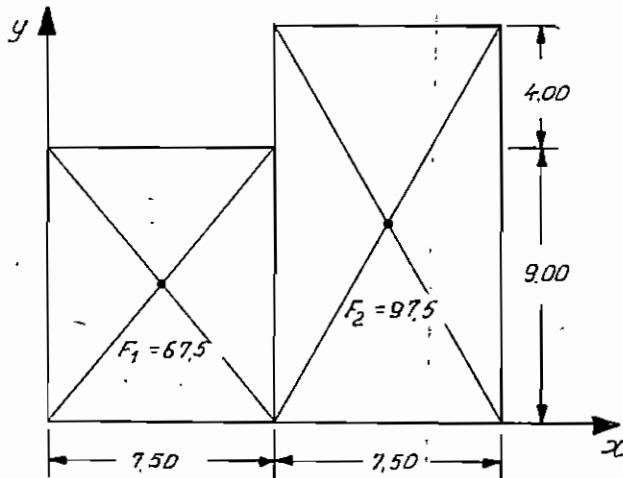
$$y_E = \frac{94.50}{11.679} = 7.45 \text{ m.}$$

iii) Κέντρον φορτίσεως S

$$x_s = \frac{67.5 \cdot 3.75 + 97.5 \cdot 11.25}{67.5 + 97.5} = 8.18 \text{ m}$$

ΠΙΝΑΞ 1.6
Βοηθητικά γεωμετρικά στοιχεία προς σύνταξιν του αντισεισμικού ελέγχου

	a_x [cm]	a_y [cm]	$\frac{I D_x}{E}$	$\frac{I D_y}{E}$	$\frac{I D_w}{E}$ 10^{-4}	x'_i [m]	$\frac{I D_y x'_i}{E}$	y'_i [m]	$\frac{I D_x y'_i}{E}$	$ x_i $ [m]	x_i^2 [m ²]	$\frac{I D_y x_i^2}{E}$ 10^{-4}	$ y_i $ [m]	$ y_i^2 $	$\frac{I D_x y_i^2}{E}$ 10^{-4}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T ₁	770	20	7.540	0.050	0.27	3.85	0.19	8.90	67.11	2.42	5.86	0.29	1.45	2.04	15.38
T ₂	20	550	0.035	5.739	0.19	7.60	43.60	10.25	0.36	1.33	1.77	10.16	2.80	7.83	0.27
T ₃	20	225	0.014	1.208	—	0.10	0.12	7.88	0.11	6.17	38.00	45.90	0.43	0.02	0
T ₄	170	15	0.456	0.005	—	0.85	0	7.60	3.47	5.42	29.40	0.15	0.15	0	0
T ₅	170	15	0.456	0.005	—	0.85	0	6.30	1.96	5.42	29.40	0.15	1.15	1.32	0.60
T ₆	300	20	2.270	0.019	0.02	6.20	0.12	6.35	14.41	0.07	0	0	1.10	1.21	2.75
T ₇	150	20	0.442	0.009	—	14.40	0.13	12.90	5.71	8.13	66.00	0.59	5.45	29.70	12.53
T ₈	20	120	0.008	0.243	—	14.90	3.62	12.40	0.10	8.63	74.45	18.09	4.95	24.50	0.20
T ₉	120	20	0.243	0.008	—	0.60	0	0.75	0.18	5.67	32.10	0.26	6.70	44.80	10.88
T ₁₀	20	150	0.009	0.442	—	0.10	0.04	0.10	0	6.17	38.00	16.80	7.35	54.00	0.49
Y ₁	30	80	0.017	0.123	—	5.00	0.61	0.40	0.01	1.27	1.61	0.20	7.05	49.70	0.84
Y ₂	30	80	0.017	0.123	—	10.00	1.23	0.40	0.01	3.73	13.90	1.71	7.05	49.70	0.84
Y ₃	35	35	0.008	0.008	—	14.83	0.12	0.17	0	8.55	73.00	0.58	7.28	53.00	0.42
Y ₄	70	30	0.082	0.015	—	14.65	0.22	4.35	0.36	8.38	70.20	1.05	3.10	9.60	0.79
Y ₅	70	30	0.082	0.015	—	14.65	0.22	8.65	0.71	8.38	70.20	1.05	1.20	1.44	0.12
			11.679	8.012	0.48		50.22		94.50			96.98			46.11



$$y_s = \frac{67.5 \cdot 4.50 + 97.5 \cdot 6.50}{67.5 + 97.5} = 5.68 \text{ m}$$

$$(ES) = \sqrt{(8.18 - 6.27)^2 + (5.68 - 7.45)^2} = 2.60$$

$$\sin \phi = \frac{5.68 - 7.45}{2.60} = -0.68$$

$$\cos \phi = \frac{8.18 - 6.27}{2.60} = 0.73$$

iv) Δείχεται αντίστασης όροφου

$$E_x = \Sigma D_x = 11.68 E = 24.5 \cdot 10^5$$

$$E_y = \Sigma D_y = 8.01 E = 16.8 \cdot 10^5$$

$$E_w = [\Sigma D_w + \Sigma D_x y^2 + \Sigma D_y x^2] \cdot E = (0.48 + 46.11 + 96.98) \cdot 10^4 E = 301.5 \cdot 10^9$$

v) Υπολογισμός των μετατοπίσεων

Ός γνωστόν, εἰς τὸ ἀντιστασικὸν πρόβλημα θεωρεῖται ὅτι ἡ δύναμις σεισοῦ H ἀσκεῖται εἰς τὸ κέντρον s τῆς πλακὸς ἢ εἰς τὸ κέντρον βάρους τῶν δυνάμεων τῶν κατακορύφων στοιχείων καλουμένου τούτου κέντρου φορτίσεως καὶ συμπίπτοντος ἐν πολλοῖς μετὰ τοῦ κέντρου βάρους τῆς πλακὸς.

Ἐνδιαφέρει, συνεπῶς, ἡ εὔρεσις τῶν μεγίστων μετατοπίσεων τῆς κορυφῆς ἐκάστου στύλου κατὰ τοὺς δύο κυρίους ἀξονας αὐτοῦ. Αἱ μέγιστα αὐτὰ μετατοπίσεις ὀφείλονται εἰς ἄγνωστον διεύθυνσιν τῆς δυνάμεως σεισοῦ.

*Ἡ ἐπίλυσις ἐπιτυγχάνεται διὰ τοῦ ἐξῆς συλλογισμοῦ :

Διὰ κίνησιν τῆς δυνάμεως H περίξ τοῦ σημείου ἐφαρμογῆς τῆς τὸ τυχόν σημείον i μετατοπιζόμενον γράφει, λόγω τοῦ δευτεροβαθμίου μετασχηματισμοῦ, ἔλλειψιν. Διὰ

δύο τυχούσας διευθύνσεις H_1 και H_2 καθέτους μεταξύ των τῶν σημείων i λαμβάνει ἀντιστοίχως θέσεις ἀντιστοιχούσας εἰς συζυγεῖς ἡμιδιαμέτρους τῆς ἑλλείψεως μετατοπίσεώς του. Ἀρκεῖ, συνεπῶς, ἡ ἐπίλυσις διὰ δύο μόνον διευθύνσεις τῆς δυνάμεως H καθέτους μεταξύ των καὶ σχεδίασις κατόπιν τῶν ἑλλείψεων μετατοπίσεως διὰ τῆς γνωστῆς κατασκευῆς τοῦ Ritz. Συνήθως προτιμᾶται ἡ γραφικὴ ἐπίλυσις.

Ἐκ τῶν ἀπειρών ζυγῶν καθέτων διευθύνσεων προτιμῶνται ἡ διεύθυνσις ES καὶ ἡ κάθετος αὐτῆς.

Διὰ τὴν κατὰ τὴν διεύθυνσιν ES δρῶσαν δύναμιν H , λόγω ἀνυπαρξίας ροπῆς, ἡ πλάξ ἐκτελεῖ μεταφορικὴν κίνησιν. Ὑπολογίζεται συνεπῶς τὸ διάνυσμα \bar{u} με συνιστώσας Δx_1 καὶ Δy_1 κατὰ τοὺς δύο ἄξονας x καὶ y κοινὸν δι' ὅλην τὴν πλάκα.

Διὰ τὴν κατὰ τὴν κάθετον πρὸς τὴν ES δρῶσαν δύναμιν H , ἡ πλάξ ὡς καὶ προηγούμενως ἐκτελεῖ μεταφορικὴν κίνησιν διανύσματος \bar{v} με συνιστώσας Δx_2 καὶ Δy_2 κατὰ τοὺς ἄξονας x καὶ y κοινήν δι' ὅλην τὴν πλάκα, ἐπὶ πλέον δὲ περιστροφικὴν κίνησιν με κέντρον τὸ E (ὀφειλομένην εἰς τὴν ροπήν $M = H(SE)$). Διὰ τὴν τελευταίαν αὐτὴν κίνησιν τὸ τυχὸν σημεῖον i μετατοπίζεται καθέτως πρὸς τὴν πολικὴν τοῦ ἄκτινα r κατὰ

$$\bar{v}' = \frac{M}{E_w} r$$

Αἱ κορυφαὶ τῶν αὐτῶ ὑπολογισθέντων διανυσμάτων \bar{u} καὶ $\bar{v} + \bar{v}'$ ἀποτελοῦσαι κορυφάς, συζυγῶν ἡμιδιαμέτρων ὀρίζουν τὴν ἑλλειψιν μετατοπίσεως, τῆς ὁποίας αἱ ἐφαπτόμεναι παραλλήλως πρὸς τοὺς ἄξονας x καὶ y ὀρίζουν τὰς μεγίστας κατὰ x καὶ y μετατοπίσεις.

α) Δύναμις H_1 διάνυσμα \bar{u}

$$H_1 = 99,000 \text{ kg} \quad H_x = H_1 \cos \phi = 99,000 \cdot 0.73 = 72.3 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$H_y = H_1 \sin \phi = 99,000 \cdot 0.68 = -67.3 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$\Delta x_1 = \frac{H_x}{E_x} = \frac{72.3 \cdot 10^3}{24.5 \cdot 10^5} = 2.95 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

$$\Delta y_1 = \frac{H_y}{E_y} = \frac{-67.3 \cdot 10^3}{16.8 \cdot 10^5} = -4.00 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

β) Δύναμις H_2 διάνυσμα \bar{v} καὶ γωνία στροφῆς $\Delta \phi_{max}$

$$H_2 = 99,000 \quad , \quad H_x = 67.3 \cdot 10^3 \text{ kg} \quad , \quad H_y = 72.3 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$\Delta x_2 = \frac{H_x}{E_x} = \frac{67.3 \cdot 10^3}{24.5 \cdot 10^5} = 2.75 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

$$\Delta y_2 = \frac{H_y}{E_y} = \frac{72.3 \cdot 10^3}{16.8 \cdot 10^5} = 4.30 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$

ΠΙΝΑΞ 1.7

Ροπαί υποστυλωμάτων

$$Q_x = D_x \delta_{x \max}, \quad M_x = \frac{h}{2} \cdot Q_x$$

$$Q_y = D_y \delta_{y \max}, \quad M_y = \frac{h}{2} \cdot Q_y$$

Y_i	$\frac{l}{E} D_x$	D_x [kg/cm]	$\delta_{x \max}$ [cm]	Q_{ix} [kg]	$\frac{h}{2}$ [m]	M_x [tm]	$\frac{l}{E} D_y$	D_y [kg/m]	$\delta_{y \max}$ [cm]	Q_{iy} [kg]	$\frac{h}{2}$ [m]	M_{iy} [tm]
Y_1	0.017	3.570	0,093	332	2.50	0.83	0.123	25.800	0.052	1340	2.50	3.35
Y_2	0.017	3.570	0,093	332	2.50	0.83	0.123	25.800	0.086	2220	2.50	5.55
Y_3	0.088	1.650	0,093	154	2.50	0.38	0.008	1.650	0.122	210	2.50	0.52
Y_4	0.082	17.320	0,067	1160	2.50	2.88	0.015	3.150	0.122	384	2.50	0.96
Y_5	0.082	17.320	0,037	640	2.50	1.60	0.015	3.150	0.122	384	2.50	0.96

$$\Delta \phi_{max} = \frac{H_2 (SE)}{E_w} = \frac{99.000 \cdot 260}{301.5 \cdot 10^9} = 0.85 \cdot 10^{-4}$$

Με βάση τα ανωτέρω στοιχεία σχεδιάζονται αι ελλείψεις μετατοπίσεων των κεφαλών των στύλων και τη βοήθεια των μεγίστων μετατοπίσεων προσδιορίζονται αι δριακαί τιμαί των τεμνουσών και των ροπών κάμψεως παρά τας κεφαλὰς των στύλων. Ο ύπολογισμός ούτος δίδεται εἰς τὸν ροπῶν πίνακα 1.7.

ΚΤΗΡΙΑ ΑΝΕΠΙΤΡΜΕΝΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2.

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ὡς ἤδη εἰς τὴν Εἰσαγωγὴν ἀνεπτύχθη, ἡ κατηγορία αὐτῆ περιλαμβάνει ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον αἰθούσας μεγάλων ἀνοιγμάτων, αἱ ὁποῖαι εὐρὶ-σκούν εὐρυτάτην ἑρπυλίαν τὸσον εἰς τὴν βιομηχανίαν ὅσον καὶ εἰς ἀστικές ἐγκαταστάσεις εἰδικῆς ἑρπυλίας, ὡς κληματαροφόροι, θέατρα, κλείστρα γυμναστήρια, αἰθούσας ἀναμόνης σιδηροδρομικῶν σταθμῶν, ὑπόστεγα ἀποπολλάνων κλπ. Παλαιότερον κατασκευάζοντο τὰ ἔργα ταῦτα, κατ' ἀποκλειστικότητα ἐκ χάλυβος, καθ' ὅσον ἡ μεμενῆ φέρουσα ἰκανότης τοῦ μπετόν ἐναντὶ τοῦ χάλυβος ἐν συνδυασμῷ πρὸς τὴν ὑπάρξιν ἀδρανῶν πηγματιμῶν περιοχῶν σφαιρῶν εἰς τὴν ὑπερβολικὴν ἀύξησιν τοῦ σθητικῶς ἀπαρδεκτικοῦ καὶ οἰκονομικῶς ἀσυνήφοροι, ἔνεκα τοῦ μεγέθους τῶν διατομῶν αἱ ὁποῖαι ἀπαιτοῦντο. Ἡ συνεχῆς ὁμῶς τεχνολογικὴ βελτίωσις τοῦ χάλυβος καὶ τοῦ σκυροδέματος, ἡ ἐπιτύχῃς εἰσαγωγὴ τῆς πο-λυδάσεως ὡς μέρος τῶν ἀδρανῶν πηγματιμῶν περιοχῶν καὶ ἡ ἐπιμορφία νέων μορφῶν φέρων ἐκμεταλλευομένων στατικῶν τῆν μο-λιθικότητα καὶ τὸ ἐμπλαστον τοῦ ὑλικοῦ κατα τὴν φάσιν τῆς κατασκευῆς (ἐπιφαινεακοὶ ἐν τῷ χῶρῳ φερῆς) σφαιρῶν μεγάλων αἰθουσῶν τὰ πλεονεκτήματα, μάλιστα, τὰ ὁποῖα παρονοσίζεῖ ἐναντὶ τοῦ χάλυβος ἀπὸ πλεονεκτήμας συντηρήσεως, πρὸς ἀφαιρέσιν ἀλάτων καὶ ψυχολογικῆς ἐντυπώσεως μορμιωτέρας κατασκευῆς, σφαιρῶν ὅστε καὶ εἰς περιπτώσεις κάπως με-γαλυτέρου ἀφαικτοῦ κόστους ἐναντὶ τῆς σιδηρῶς κατασκευῆς ἢ ἀποτιμῶνται ἡ ἐκ μπετόν τοιαῦτα.

πτονας εκ της τηρουμένης σειράς παραγωγής και άποθηκέυσης. Πάντως, εις τα βιομηχανικά κτήρια, έθθα τó βασικόν στοιχείον κατασκευής καθύ-
 ψεως μιας μονάδος του χημικού ποιοτητικού κανόβου επαναλαμβάνεται εις
 μεγάλαν άριθμόν, άπαίτεται σωτηριακή τεχνικοοικονομική μέλητη προς
 καθορισμόν της προσφοροτέρας λύσεως τóου από παύερδς μορφής κα-
 λυψεως όου και από παύερδς διαστάσεων κανόβου και διατομύου φε-
 ρόντων στοιχείων.

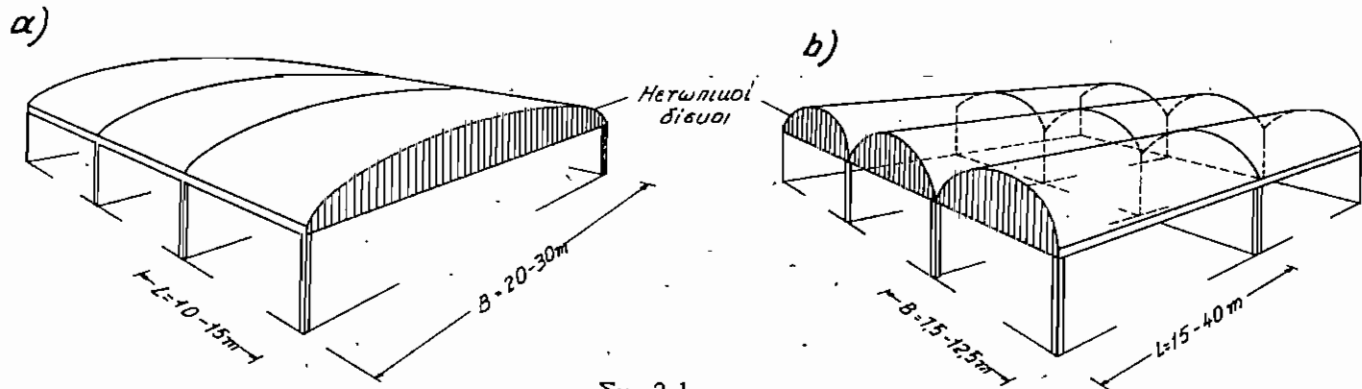
2.2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΙΣ ΤΟΥ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΣΚΕΛΕΤΟΥ

Ο σχεδιασμός του φορέως άποτελεί άντικείμενον κατ' έξοχήν του πο-
 λυτικού μηχανικού κατ' αυτόν πέπτει να επιβιώκεται ή ικανοποίησις
 τών έξής άπαιτήσεων: σκοπιμότης μορφής, στατική έπιφορμα και μισκρόν
 κόστος. Η τελευταία περι κόστους άπαίτησις άποτελεί έκφοραν του βλα-
 σικού οικονομικού νόμου περι έπιτεύξεως της μελήτης δυνατής παρα-
 γωγής με την μικροτέραν δυνατήν διαμένην, ό όμοιος κινεί, ώς γνωστόν,
 τας ένευέρπας οικονομίας. Η στατική έπιφορμα έλέγχεται δια τούσ δια-
 φόρους συνδυασμούς φορτίσεως τη βηθειά του στατικού υπολογισμού, ό
 όποιος άποτελεί όηγρόν δια τόν καθορισμόν τών διαστάσεων τών δια-
 τομύων και του άπαιτούμενου εις έκαστην θέσιν όπαιτισμού. Τέλος, ή σκο-
 πιμότης μορφής είναι έν στοιχείον, τó όποιον άποτελεί άπαιτήσασμα της
 πέρας και της διαμορφώσεως του μελήτηου ή δυναμένου εύκόλως να έ-
 λεγχθή δι' άντικείμενών κριτηρίων.

Αι χημικοποιοτητικά μορφαί φορέων δύνανται να ένταχθούεν εις τας
 κατωτέρω δύο κατηγορίας :

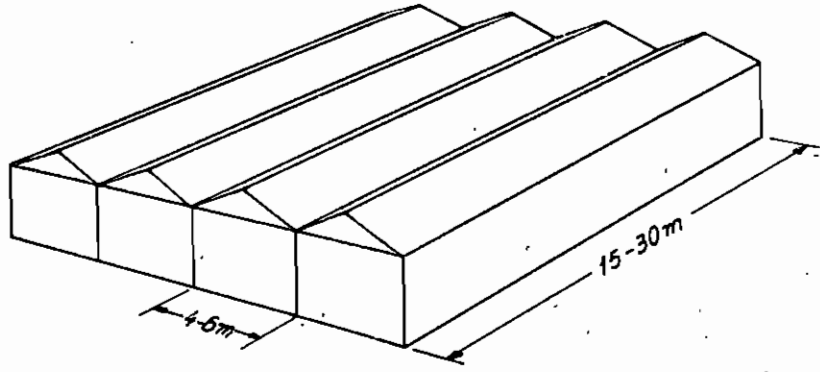
1) Παραδοσιακαί μορφαί σκελετού

Κατ' αυτές ό φορέυς μορφούται εκ πλάκων, διαδοκιδών και κυρίων
 γραμμικών φορέων (δοκών, πλαισίων τóξων) συνιθειμένων πάντων εις
 έν ευσταθές σύλονον (σχεδίου III). Η μορφή αυτή φορέως εύρισκετο έν
 πάληρει άναπτύξει με έτερα υλικά, όταν πρωτωεφενασθήτη τó σκυρόδεμα
 και ώς εκ τούτου, καίτοι αυτή δέν παρείχεν όρθολογιστικήν εκμετάλλευ-
 σιν βασικών ιδιοτήτων του ύμερου, ώς π.χ. της μονοάθικότητος, έχηρη-
 σιμοποίηθη κατ' άποκλαετιστικότητα κατά τά πρώτα έτη έμφανίσεως του.
 Άλλα άκκομη και σημερον, παρ' όλην την άναπτύξιν νέων μορφών, δέν
 έπασσε να χημικοποιοηται ή μορφή αυτή εις εύρειαν κλίμακα, χάρις, κυ-
 ρίως, εις την άπλότην υπολογισμού και εκτελέσεως του έργου. Ιδίως ή
 προκατασκευή, ή όποια ώς εκ της φύσεως της καταργεί έν πολλαίς την
 μονοάθικότητα του έργου, επανεφέρε την μορφήν ταύτην εις εύρειαν χημ-
 σιν (σ.χ. 4.16, 4.17, 4.18, 4.19).



Σχ. 2.1

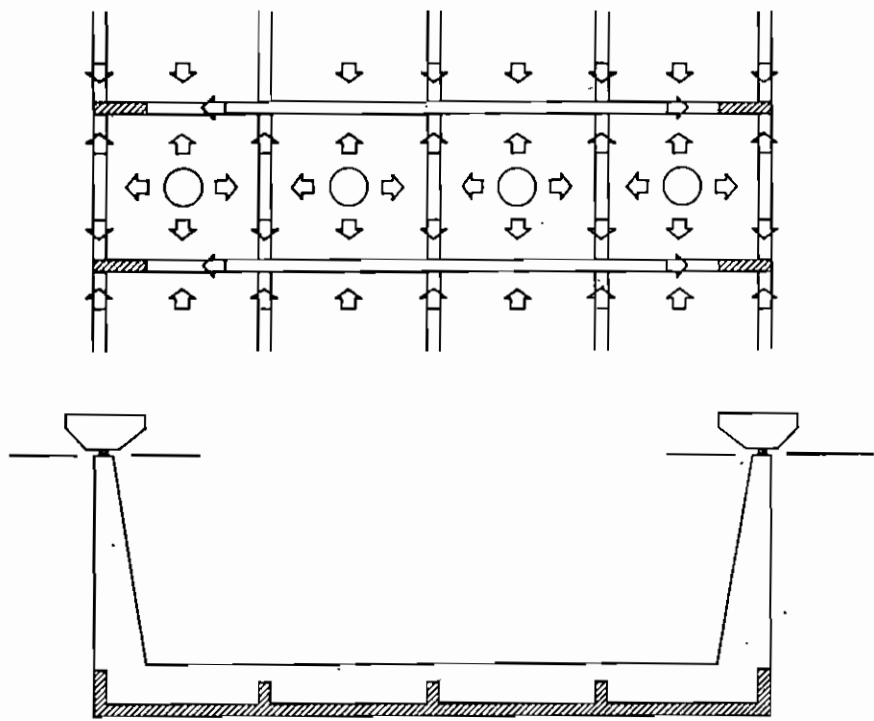
Κελύφη άπλης καμπυλότητος
α) Έπίμηκες κυλινδρικών κέλυφος β) Βραχύ κυλινδρικών κέλυφος



Σχ. 2.2

Πτυχωτάι κατασκευαι

Σχ. 2.3
Πορεία φορτίων εκ των πλάκων προς τους στύλους



Είς τὰ στυτήματα ταύτα τὰ φορτία τῆς ἐπικαλύψεως μεταφέρονται γερικῶς ἀρχικῶς διὰ τῶν πλάκων ἐπὶ τῶν διαδοκίμων καὶ δι' αὐτῶν ἐπὶ τῶν συγμάτων διημιούργουμένης οὕτως μονοαξονικῆς ἐντατικῆς καταστάσεως (σχ. 2.3). Ἡ ἀνωτέρω σαφῆς πορεία τῶν φορτίων πρὸς τὰς στυτή-

2.3. ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑΙ ΜΟΦΑΙ ΣΚΕΥΕΤΟΥ

Ἄ! μοφαὶ αὐταὶ ἀνεπτυχθῆσαν μετὰ τὴν ἐφεύρισιν τοῦ σιδηροπαγούρου σκυροδέματος καὶ προέκυψαν ὡς ἀποτέλεσμα τῆς μονοαξονικότητος καὶ τῆς δυνατότητος ἐνδεχομένως οἰσθηπότε ἐπιβλητῆς μοφ- φῆς πρὸ τῆς ἀληθινῆς τοῦ ὑλικοῦ. Διακρίνονται εἰς τοὺς καμπύλους ἐπιφανεακοὺς μοφῆς, ἢ ἀλλῶς κελεύει (σχ. 2.1), καὶ εἰς τοὺς ἐπιπέδων διακων στυτήθεις τοὺς ἐπιφανεακοὺς ἐν τῷ ἄνω μὲν μοφῆς, ἢ ἀλλῶς, πτυχῶτάς κατασκευὰς (σχ. 2.2).

ii) Ἐπιφανεακοὶ μοφῆς ἐν τῷ ἄνω μὲν

Ξεις παρέχει τήν δυνατότητα αναλύσεως τοῦ ὅλου συστήματος εἰς ἐπί μέρους δομικά στοιχεῖα εὐκόλως αναλυόμενα στατικῶς.

2.3.1. Κύριος φορέυς

Ὁ κύριος φορέυς δύναται νά λάβη προικιλίαν μορφῶν, ἀναλόγως τῶν λειτουργικῶν ἀναγκῶν τοῦ ἔργου καί τῶν ὑφισταμένων οἰκονομικῶν συνθηκῶν. Διὰ δεδομένην μορφήν φορέως, τὸ κόστος τοῦ σκελετοῦ τοῦ κτηρίου ἐπηρεάζεται σημαντικῶς ἀπὸ τὰς ἀμοιβαίας ἀποστάσεις τῶν κυρίων φορέων. Μεγαλυτέρα ἀπόστασις κυρίων φορέων μειώνει τὸ ἀνά τετραγωνικὸν μέτρον κατόψεως κόστος τούτων, πλὴν ὅμως, αὐξάνει τὸ ἀντίστοιχον κόστος τῶν τεγίδων. Τὰ αὐτὰ ἰσχύουν καί διὰ τὰς μεταξὺ τῶν τεγίδων ἀποστάσεις ἐν συνδυασμῶ ἑκτὸς τὴν πλάκα. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη διεξάγονται συστηματικαὶ ἔρευναι πρὸς ἀνάπτυξιν μεθόδων βελτιστοποιήσεως τοῦ κόστους τῶν διαφόρων συστημάτων φορέων [13], [14], [15], μὲ στόχον πάντα τὰ μεγάλα ἔργα ἔνθα λαμβάνει χώραν συχνὴ ἐπανάληψις τῆς αὐτῆς μορφῆς. Σειρὰ παραδειγμάτων ἔχει ὁδηγήσει εἰς τὸ συμπέρασμα ὅτι ἡ πλέον οἰκονομικὴ ἀπόστασις κυρίων φορέων εὐρίσκεται μεταξὺ τοῦ $1/3 \div 1/4$ τοῦ ἀνοίγματος των, ἐπίσης δέ, ὅτι ἡ ἀνευ ἐνδιαμέσων διαδοκίδων λύσις εἶναι ἀντιοικονομικὴ πέραν τούτου, ἡ ὕπαρξις τῶν διαδοκίδων συμβάλλει σημαντικῶς εἰς τὴν αὕξησιν τῆς διαμήκουσ εὐσταθείας τοῦ ἔργου.

2.3.1.1. Κύριοι φορεῖς ἐκ δοκῶν

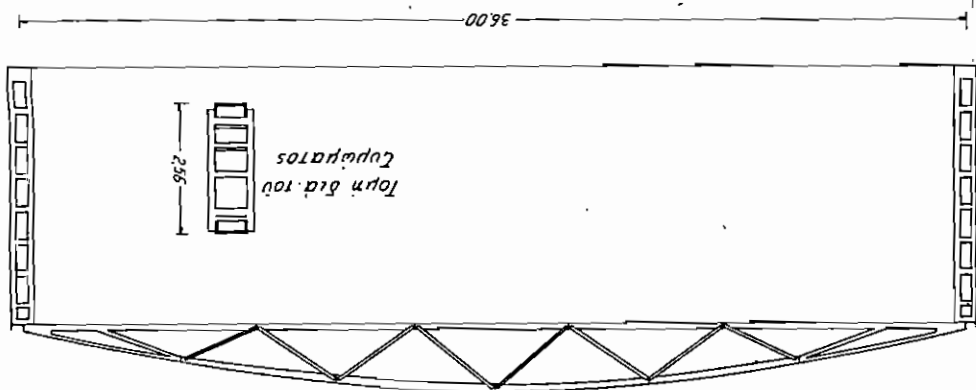
Ἐπειδὴ χαρακτηριστικὸν τῶν ὀριζοντίως ἀνεπτυγμένων κτηρίων εἶναι ἡ ἀνάγκη ὑπάρξεως μεγάλων ἀνοιγμάτων, μέχρι τῆς εἰσαγωγῆς τῆς προκατασκευῆς εἰς τὴν κατασκευὴν μεγάλων αἰθουσῶν, ἡ δοκὸς δὲν ἐχρησιμοποιεῖτο ὡς κύριος φορέυς, καθ' ὅσον διὰ τῆς ἐνσωματώσεως μετὰ τῶν ὑποστυλωμάτων προέκυπτον πλαισιωτοὶ φορεῖς, καί ὡς τοιοῦτοι ἀντεμετωπίζοντο. Σήμερον, χάρις εἰς τὴν προέντασιν καὶ τὴν προκατασκευὴν, κατασκευάζονται κύριοι φορεῖς ἀμφιέριστοι μέχρι ἀνοίγματος 30.0 m. Οὗτοι, δύναται νά ἔχουν μορφήν I, δικτυωτὴν, δοκοῦ Vierendel κλπ. (σχ. 2.4, σχ. 2.5, σχ. 2.6). Λεπτομερεστέρᾳ ἀνάλυσις τῶν συστημάτων τούτων θὰ γίνῃ εἰς τὸ περὶ προκατεσκευασμένων κεφάλαιον.

2.3.1.2. Πλαισιωτοὶ φορεῖς

Λεπτομερῆς ἀνάλυσις τῶν φορέων τούτων ἐγένετο εἰς τὸ περὶ δομικῶν στοιχείων κεφάλαιον τοῦ πρώτου τόμου. Ὡς ἐκ τούτου, ἐνταῦθα θὰ περιορισθῶμεν μόνον εἰς τὴν ἀνάπτυξιν ὠρισμένων γενικωτέρων ἀπόψεων ἀναφερομένων εἰς τὴν σύνθεσιν μιᾶς ἐν τῷ χώρῳ εὐσταθοῦς κατασκευῆς ἐκ

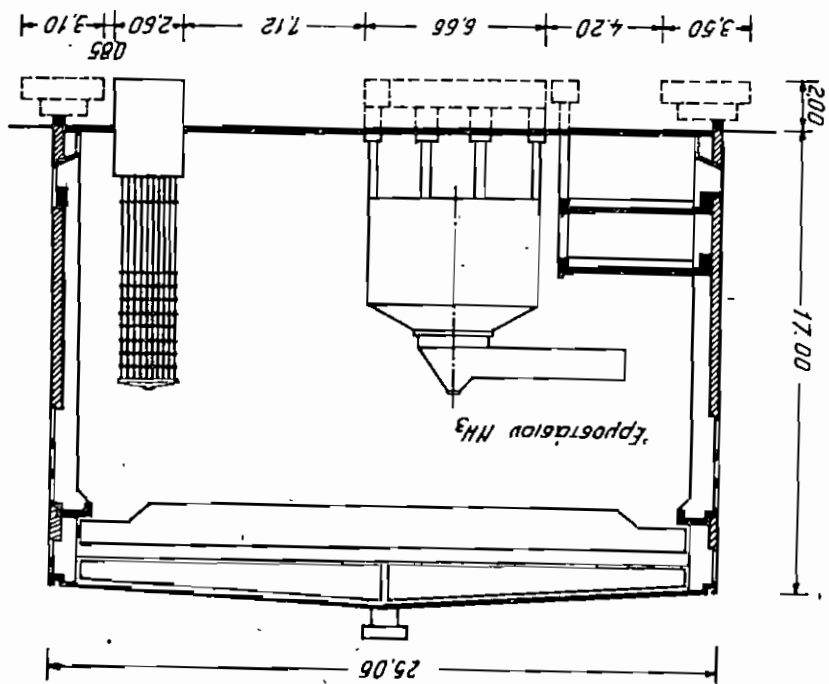
Άθροισμα με προκατασκευασμένων δικτυωτών σύγκαια

Σχ. 2.5



Άθροισμα με προκατασκευασμένων σύγκαια διατομής I

Σχ. 2.4



Οι στύλοι των πάσιων είναι γενικώς, λόγω του μεγάλου ύψους των κυρίων φορέων είναι τών 20 ÷ 25 m (σχ. 2.7).

Τα τριώνυχα πάσια είναι γενικώς άποφύλιοντα, διότι δημιουργείται συ- κέντρωσις ποτών και τεμνουσών παρά την μεσαίαν στήριξιν, τήλως, εις τὰ πολύτυχα θά πρέπει να λαμβάνεται ιδιαιτέρως πρόνοια προς παρα- λάβην της εκ θερμοκρασιακής μεταβολής και συστολής της πάσης δημιουργ- γουμένης εντατικής καταστάσεως καθ' όσον τὰ προκλυπόμενα μήκη τών

αυτιδιδόμενων.

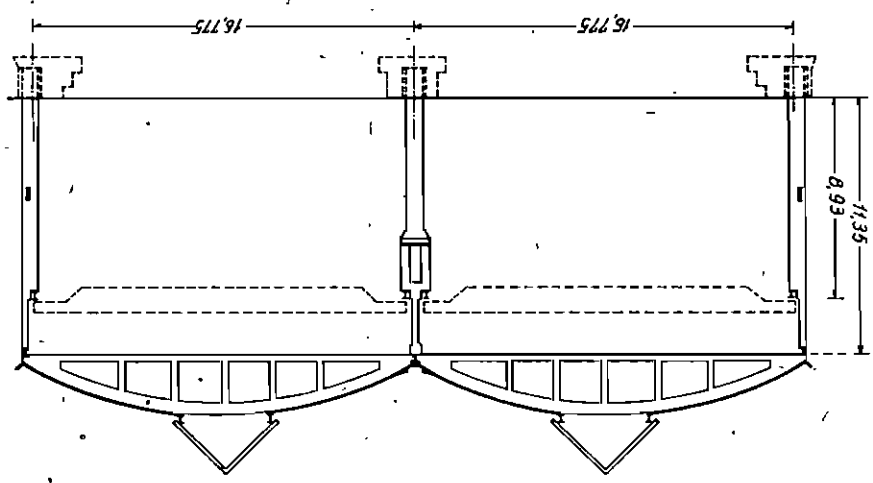
Διὰ τριώνυχα πάσια γενικώς άποφύλιοντα, διότι δημιουργείται συ- κέντρωσις ποτών και τεμνουσών παρά την μεσαίαν στήριξιν, τήλως, εις τὰ πολύτυχα θά πρέπει να λαμβάνεται ιδιαιτέρως πρόνοια προς παρα- λάβην της εκ θερμοκρασιακής μεταβολής και συστολής της πάσης δημιουργ- γουμένης εντατικής καταστάσεως καθ' όσον τὰ προκλυπόμενα μήκη τών

αυτιδιδόμενων.

Διὰ τριώνυχα πάσια γενικώς άποφύλιοντα, διότι δημιουργείται συ- κέντρωσις ποτών και τεμνουσών παρά την μεσαίαν στήριξιν, τήλως, εις τὰ πολύτυχα θά πρέπει να λαμβάνεται ιδιαιτέρως πρόνοια προς παρα- λάβην της εκ θερμοκρασιακής μεταβολής και συστολής της πάσης δημιουργ- γουμένης εντατικής καταστάσεως καθ' όσον τὰ προκλυπόμενα μήκη τών

Άθουσα με προκατασκευασμένον σύστημα τύπου Viarende!

Σχ. 2.6



$M =$ την μεγίστην καμπτική ροπήν εις τὸ μέσῳν τρίτον τοῦ μήκους ἄγειοι (σχ. 2.8),
 $N =$ τὴν θλίβουσαν δύναμιν τοῦ στύλου,
 $c = M/N,$
 $k = W_p/F_p$ τὴν πυρηνικὴν ἀπόστασιν (δι' ὀρθογωνικὴν διατομὴν $k = d/6$),
 $\Delta m =$ συντελεστὴν ἐξαρτώμενον ἐκ τῆς ἄγειοι τοῦ λ , τοῦ ποσοστοῦ ὀπίσθιου καὶ τῆς ποιότητος τοῦ χυδαίου (πίναξ 2.1).

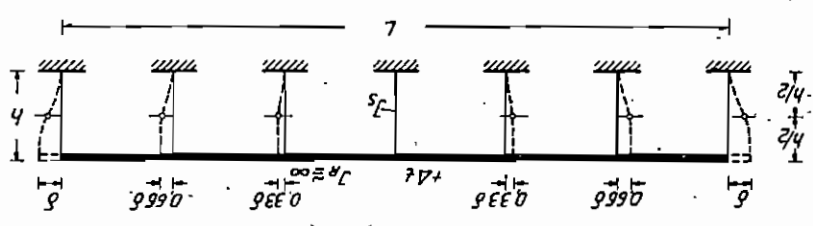
Ἄνωτέρω παριστάου
 καὶ N
 καὶ ἐν συνεχείᾳ νὰ υπολογισθῇ ἡ διατομὴ διὰ τὸν συνδυασμὸν $(M + \Delta M)$

$$\Delta M = N \cdot \Delta m \cdot k \quad (2.1)$$

τῆς ἡ ροπῆς
 θὰ πρέπει, πρὸς ἀντιμετώπισιν τοῦ ἐκ τοῦ ἄγειοι κινδύνου, νὰ προσ-
 γένην ἄλλω φορτίῳ ἐἰς τὸ μέσῳν τρίτον τοῦ μήκους ἄγειοι τοῦ,
 Κατ' αὐτὴν, εἰς τὴν καμπτικὴν ροπήν M τοῦ στύλου τὴν ἐπιφανι-
 μιὰ ἐξ αὐτῶν, ἡ μέθοδος τοῦ ΔM , ἡ εἰσαχθεῖσα εἰς τὸ DIN 1045 τὸ 1966.
 ἐπισημασθῆναι τὴν ἐπιφανίαν. Κατωτέρω ἀναπτύσσεται ἐν συντομίᾳ
 ὑπὸ ψῆφιν τὴν ἀβέλγητον ἐκροπὴν τῆς ἀξονικῆς δύναμει, καὶ τὴν ἐξ
 περισσοτέρων ἀκρίβειν διὰ τὰς περιπτώσεις ταύτας, αἱ ὁποῖαι λαμβάνου-
 νται ἐν τῷ σ εὐνοικῶν, ὡς ἐκ τοῦτου ἀνεπιλύθησαν ἀλλὰ ἡ μέθοδος, με-
 ἐκείνων θάψιν καὶ ἡ μετὰ τὴν ἄγειοι εἰς ἀποτέλεσμα ἐπιπλέον εἰς
 τακτικῶν, ἡ ἀποτέλεσμα νὰ ὀδηγῇ εἰς ὑποστάνθματα ἐπιπλέον εἰς
 πιπνησῶν αἱ ὁποῖαι ἐπιφανίζονται εἰς τοὺς στύλους τῶν συλλογῶν κα-
 περιμασθῶν ἢ ἀναποκρινόμενον εἰς τὰς συνθετοὺς ποσοστὸν εἰ-
 μου μέθοδος τοῦ ὡ ἐστηρίχθη διὰ τὴν ἀναπτύξιν τῆς εἰς ἄιαν ἀπλοῦν
 ἄιαν ἐπιθεῖς ἐν τῷ ἄγειοι, ἡ γωνία, ἡ γωνία ἐκ τοῦ πρώτου τοῦ-

Παραπομπὴς ἄλλω θερμοκρασιακῆς μετρήσεως

Σχ. 2.7



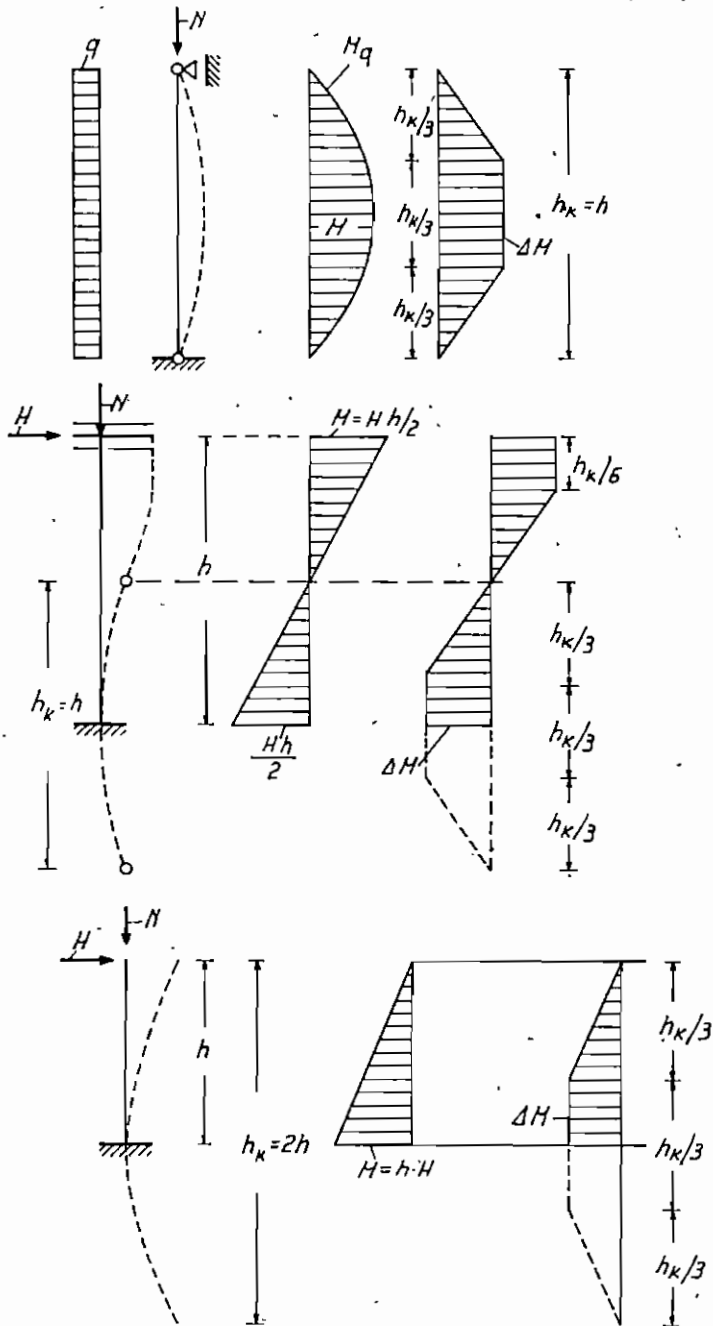
ΠΙΝΑΞ 2.1

Συντελεστές Δm συναρτήσεως της ποιότητας του χάλυβος, του ποσοστού όπλισμού και της λυγηρότητας

$\lambda/\tau_z =$	St I/ St II					St III/ St IV														
	$\sigma_{ez} = 1000 \text{ kg/cm}^2$					$\sigma_{ez} = 1400 \text{ kg/cm}^2$					$\sigma_{ez} = 1600 \text{ kg/cm}^2$					$\sigma_{ez} = 2400 \text{ kg/cm}^2$				
	0,4	1,0	2,0	3,0	4,0	0,4	1,0	2,0	3,0	4,0	0,4	1,0	2,0	3,0	4,0	0,4	1,0	2,0	3,0	4,0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
40	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
45	0,3	0,3	0,5	0,6	0,7	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
50	0,4	0,4	0,6	0,7	0,9	0,5	0,5	0,7	0,9	1,1	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7
55	0,5	0,5	0,7	0,9	1,1	0,6	0,6	0,8	1,1	1,3	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
60	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	0,7	0,7	1,0	1,2	1,5	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	0,7	0,7	0,9	0,9	1,0
65	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	0,8	0,8	1,1	1,4	1,7	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2
70	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	0,9	0,9	1,3	1,6	1,9	1,0	1,0	1,1	1,3	1,4	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4
75	0,8	1,0	1,3	1,5	1,8	1,0	1,1	1,5	1,8	2,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6
80	0,9	1,2	1,5	1,7	1,9	1,1	1,2	1,6	1,9	2,3	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8
85	1,0	1,3	1,6	1,9	2,1	1,2	1,4	1,8	2,1	2,4	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1
90	1,1	1,4	1,8	2,1	2,3	1,3	1,5	2,0	2,3	2,6	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3
100	1,3	1,7	2,1	2,4	2,7	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	1,7	1,9	2,2	2,4	2,7	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7

ΠΙΝΑΞ 2.1 (συνέχεια)

$\lambda / z =$	St I / St II										St III / St IV									
	$\sigma_{ez} = 1000 \text{ kg/cm}^2$					$\sigma_{ez} = 1400 \text{ kg/cm}^2$					$\sigma_{ez} = 1600 \text{ kg/cm}^2$					$\sigma_{ez} = 2400 \text{ kg/cm}^2$				
	0.4	1.0	2.0	3.0	4.0	0.4	1.0	2.0	3.0	4.0	0.4	1.0	2.0	3.0	4.0	0.4	1.0	2.0	3.0	4.0
110	1,5	2,0	2,5	2,8	3,0	1,8	2,2	2,7	3,1	3,4	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	2,2	2,5	2,7	2,9	3,2
120	1,7	2,3	2,8	3,2	3,5	2,0	2,5	3,1	3,5	3,8	2,3	2,6	3,0	3,3	3,7	2,5	2,9	3,2	3,4	3,7
130	1,9	2,6	3,1	3,6	3,9	2,3	2,9	3,4	3,9	4,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,1	2,8	3,3	3,6	3,9	4,1
140	2,1	2,9	3,5	4,0	4,3	2,5	3,2	3,9	4,3	4,7	2,9	3,4	3,8	4,2	4,6	3,1	3,7	4,1	4,4	4,6
150	2,3	3,2	3,9	4,4	4,8	2,8	3,6	4,3	4,8	5,2	3,2	3,9	4,3	4,7	5,1	3,5	4,1	4,5	4,9	5,1
160	2,5	3,6	4,3	4,9	5,3	3,0	4,0	4,8	5,3	5,7	3,5	4,3	4,7	5,2	5,7	3,9	4,6	5,1	5,4	5,7
170	2,8	3,9	4,8	5,4	5,8	3,3	4,3	5,2	5,8	6,2	3,8	4,8	5,2	5,7	6,2	4,3	5,1	5,6	5,9	6,2
180	3,0	4,3	5,3	5,9	6,3	3,6	4,7	5,7	6,3	6,8	4,2	5,3	5,7	6,3	6,8	4,7	5,6	6,2	6,5	6,8
190	3,2	4,7	5,8	6,4	6,8	3,9	5,1	6,2	6,9	7,4	4,5	5,8	6,3	6,9	7,4	5,2	6,2	6,7	7,1	7,4
200	3,5	5,1	6,3	7,0	7,4	4,1	5,5	6,7	7,4	8,1	4,9	6,3	6,9	7,5	8,1	5,6	6,8	7,3	7,8	8,1
210	3,8	5,5	6,9	7,5	8,0	4,4	6,0	7,2	8,0	8,8	5,2	6,9	7,5	8,2	8,8	6,0	7,4	8,0	8,4	8,8
220	4,0	5,9	7,4	8,1	8,6	4,7	6,4	7,7	8,6	9,5	5,6	7,5	8,2	8,9	9,5	6,5	8,0	8,7	9,1	9,5
230	4,3	6,3	8,0	8,7	9,2	4,9	6,8	8,2	9,3	10,3	6,0	8,0	8,9	9,6	10,3	7,0	8,7	9,3	9,9	10,3
240	4,5	6,7	8,5	9,3	9,8	5,2	7,2	8,8	9,9	11,0	6,4	8,6	9,5	10,3	11,0	7,5	9,3	10,0	10,6	11,0
250	4,8	7,2	9,0	9,9	10,4	5,5	7,6	9,3	10,6	11,8	6,9	9,3	10,2	11,0	11,8	8,0	10,0	10,7	11,3	11,8
260	5,1	7,6	9,6	10,5	11,0	5,7	8,1	9,9	11,2	12,5	7,3	9,9	10,9	11,8	12,5	8,5	10,6	11,4	12,0	12,5
270	5,3	8,0	10,1	11,1	11,7	6,0	8,5	10,4	11,9	13,3	7,8	10,5	11,6	12,5	13,3	9,0	11,3	12,1	12,8	13,3



Σχ. 2.8

Χαρακτηριστικές μορφές θλιβομένων στύλων μετά των διαγραμμάτων M και ΔM

Είς περίπτωσης οριστικής μετατοπισίμου ενσταθμάτων ένεκα κατακόρυφων φορτίων, ως π.χ. στύλων μετά προβόλων (ισοστατικών συστημάτων) ή έξ έπισης του προκαλούμενου πρόσθετου κάθιστα-σταθίου ενταξίσεως και θα πρέπει να λαμβάνεται υπ όψιν ούτω το ΔM γίνεται

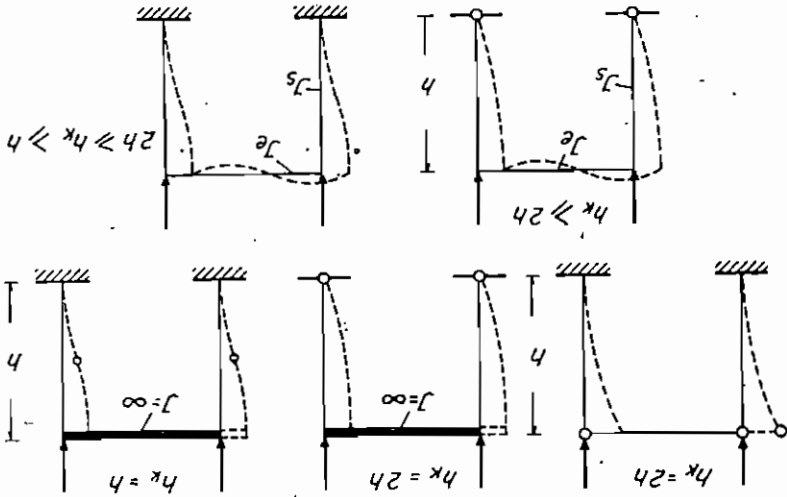
$$\Delta M = (N \cdot \Delta m + N^{\phi} \cdot \Delta m^{\phi}) \cdot k \quad (2.2)$$

$N^{\phi} =$ τὸ τμήμα τῆς N τὸ προκαλόμενον τὰς προσθέτους έξ έπισης του παραμορφώσεως (μόνιμου φορτίου), και

$$\Delta m^{\phi} = \frac{\lambda - 30}{100} \sqrt{\phi_{\infty}} \quad (2.3)$$

Διὰ $\lambda \leq 30$ ισχύει $\Delta m^{\phi} = 0$. Τὸ ϕ_{∞} λαμβάνεται εκ του Πίνακος V του DIN 4227.

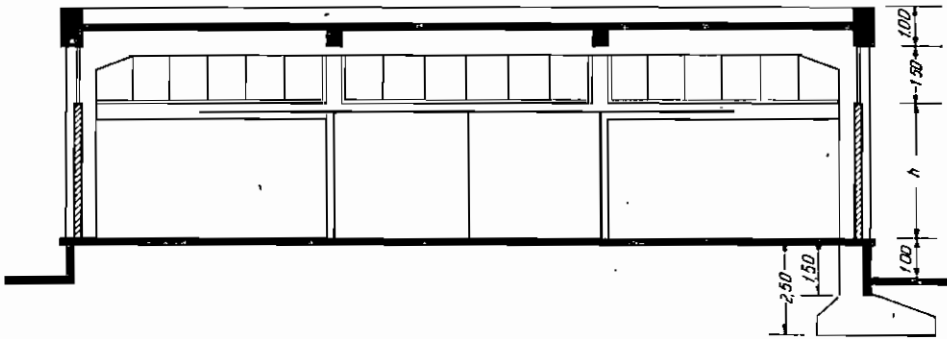
Εἰς πρὸς τὸ ὑφιστάμενον δι' ἐκδοτήν περίπτωσην μήκος ἄγειρον, θα πρέπει νὰ ἀναφερθῆ ὅτι τούτο ἐξαρτάται εκ του τρόπου μορφώσεως τῆς κεφαλῆς και του πῶδος τῶν στύλων και εκ τῆς σχέσεως ἀκμῆς στύλων πρὸς ἕλγωμα (σ.χ. 2.9). Πρὸς υπολογισμὸν τούτου χρησιμοποιοῦνται πολλακίς προσεγγιστικαὶ μέθοδοι ἀναπτυχθεῖσαι κατά βάσιν διὰ κατασκευῆς εκ χάλυβος [16], [17] ἢ ἀνὰπτυσίς τῶν ὀσίων ἐκφύγει τῶν στύλων του παρόντος.



Σχ. 2.9

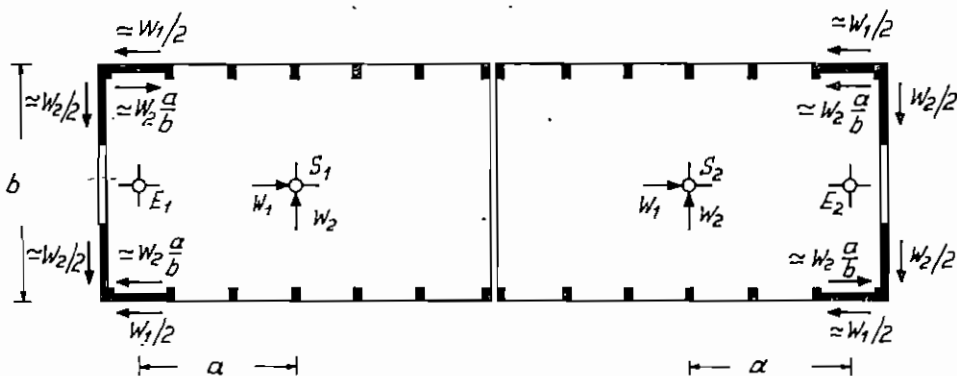
Μήκος ἄγειρον ὑποστηρίξεων διαστάσεων

Τὰ πλαίσια καθ' ἑαυτὰ ἐν τῷ ἐπιπέδῳ των δύνανται, χάρις εἰς τὴν ὁλόσωμον σύνδεσιν τῶν στύλων μετὰ τῶν ζυγωμάτων, νὰ φέρουν ἀνέτως τὰ ὀριζόντια ἐκ σεισμοῦ καὶ ἀνέμου φορτία. Λόγῳ μάλιστα τοῦ μονορόφου τῆς κατασκευῆς αἱ ὀριζόντιαι αὗται δυνάμεις δὲν ἔχουν μεγάλας τιμὰς καὶ οὕτω δὲν προκύπτει ἀνάγκη διατάξεως τοιχείων ἀκαμψίας ἐν τῷ ἐπιπέδῳ τῶν πλασιῶν. Κατὰ τὴν διαμήκη ὁμῶς διεύθυνσιν, ἐὰν δὲν ληφθοῦν ἰδιαίτερα μέτρα, εἶναι δυνατὸν νὰ προκύψῃ σύστημα μὴ εὐσταθές. Τὰ πλέον ἐνδεδειγμένα μέτρα εἶναι ἡ διαμήκης σύνδεσις τῶν στύλων εἰς τὴν γέννεσίν των παρὰ τὰ θεμέλια διὰ συνδετηρίου δοκοῦ μεγάλου ὕψους χρησιμεύουσας καὶ διὰ τὴν ἐπ' αὐτῆς ἔδρασιν τῆς πλευρικῆς τοιχοδομῆς τῆς κειμένης ἄνω τῆς πλακὸς δαπέδου τῆς αἰθούσης, καθὼς καὶ ἡ διαμήκης σύνδεσις τῶν κεφαλῶν τῶν στύλων διὰ διαδοκίδος διατομῆς ἱκανῆς νὰ φέρῃ τὰς ἀναπτυσσομένας ροπὰς ἐκ τῆς διαμήκουσ δράσεως τοῦ σεισμοῦ. Ἡ διατομὴ τῶν διαδοκίδων τούτων τῶν συνδεουσῶν τὰς κεφαλὰς τῶν στύ-



Σχ. 2.10

Διαμήκης σύνδεσις πλασιωτῆς κατασκευῆς

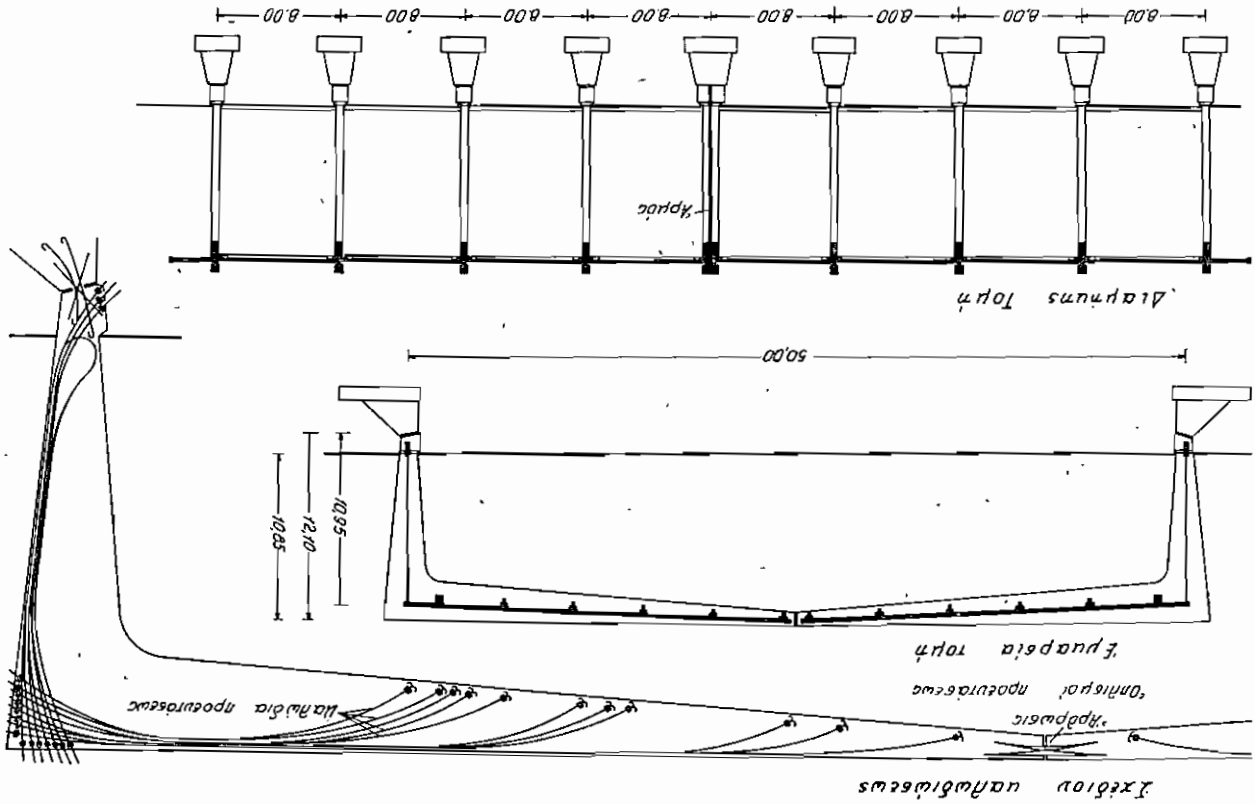


Σχ. 2.11

Στατική λειτουργία ἔναντι σεισμοῦ συμμετρικῆς αἰθούσης ἔχουσας ἄρμον εἰς τὸ μέσον τοῦ μήκουσ της

Αίθουσα εκθέσεων εις Αιγυπτίον. Κατασκευή της Wayss & Freitag.

Σχ. 2.12

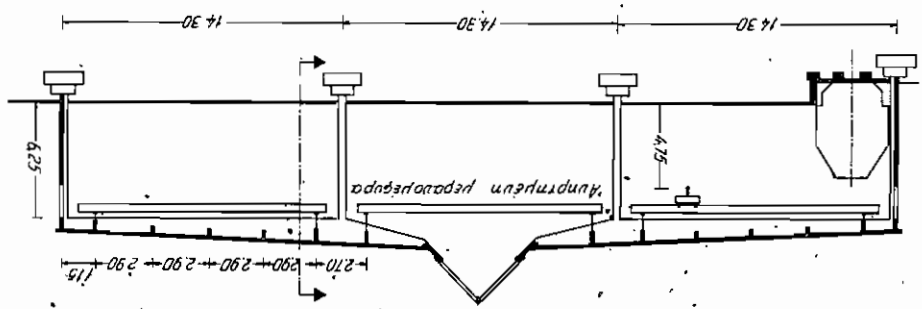


Ούτοι άποτέλεσεν τας ελαφοτερας ες ώπλισμενον σκυροδέματος κατα-
 σκευάς, καθ' όσον, χάρις εις την επιδιδωκομένην σύμπλωσιν της γράμμιτης
 πλεισων με τον κεντροβαρικόν άξονα του φορέως ή διατομήν του σκυρο-
 δέματος επιτιπνεύεται κεντρικώς. Η τοιαύτη όμως όριακή κατάστασις ή-
 σχει μόνον εις τα μόλιμα φορτία. Εν τούτοις εις τα μεγάλα άνογίγια-
 τος τόξα τὸ μόλιμον φορτίον άποτελεί τὸ μεγαλύτερον ποσοστὸν καί,
 ούτω, τὰ ώφέλιμα τοιαύτα προκαλοῦν μικρὰν μόνον έκτροπήν της γράμ-
 μιτης τῶν πλεισων ἐκ του κεντροβαρικοῦ άξονος. Ούτως, οί τοξώτοι φο-
 ρεῖς εἶναι ιδιαιτέρως πρόσφοροι διὰ μεγάλα άνογίγια της άπειρουμένης

2.3.1.3. Τοξώτοι φορεῖς

Αποθήκη της Siemens εις Braunsschweig
 Αρχιτέκτων Henn, Κατασκευή D. & W.

Σχ. 2.13

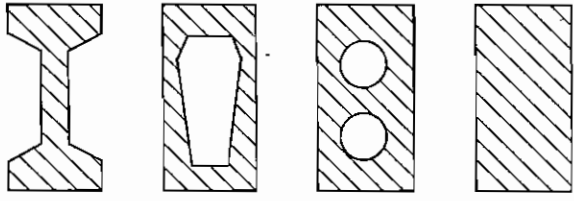


Εἰς τὰ σχήματα 2.12, 2.13 δίδονται ώρισμένα χαρακτηριστικά μορ-
 τικῶς σύμμετρον (σχ. 2.11):

καθιόστων της μορφολογικῶς συμπερικλήν διατάξις των τοιχείων στα-
 πρέπει νὰ ληθουνηται ότι τυχὸν ὑπάρχοντες ἐγκάρσιοι άρμολογισμοὶ διαστολῆς
 πτωσιν πάλιν διαδέξιως τοιχείων εις την περιμετρικὴν της αἰθούρας δὲν
 χανικῆς μονόδος ή τροποποιήσιν της σειρᾶς παραγωγῆς της. Εἰς περι-
 κίς δημιουργοῦν πάλιν προβλήματα κατά την ἐπέκτασιν μιᾶς βιομη-
 τήν κατασκευῆν ἐκ μονίμων ἐκ σκυροδέματος τοιχείων, τὰ όποια πάλιν
 ὡν διαδοκίμων μετὰ των στύλων. Η τοιαύτη διάμορφωσις ἀπαλλάσσει
 ἐπι τὸ πλείστον διὰ πλαιοιακῆς δρᾶσεως των ὑψωμάτων καί των άκραι-
 τὰ την ἐγκρισίαν διεῦθυσιν τὰ όρσιζόντια φορτία παραλαμβάνονται ὡς
 λυσεως (σχ. 2.10). Ούτω, γενικῶς τόσον κατά την διαμήκη ὄσον καί κα-
 πολάκις καί ὡς στήθαιον διὰ προεκτάσεως της ἄνω της πλάκας ἐπικα-
 λων πρέπει νὰ εἶναι γενικῶς μεγαλύτερα των λοιπῶν, χρησιμεύει

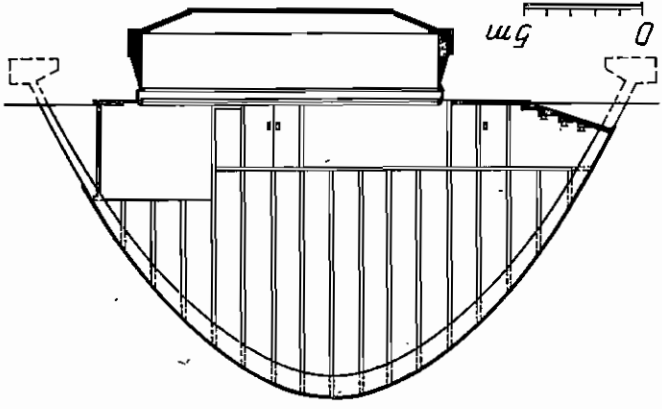
διατομῆς καθορισμένης συνήθως οὐχὶ ἐκ τῆς ἀνωχῆς τοῦ ὑλικοῦ, ἀλλὰ ἐκ
 τῆς ἀνάγκης ὑπερδέξως ἐπιμελένους βαθμοῦ ἐλαστικῆς ἐυσταθείας εἰς τὸν πο-
 πέα. Τοῦτο ἔχει ὡς συνέπτεσιν τὴν ἐπιβίβασιν χημικῶν ποιοτήσεως διατομῶν
 αἱ ὁποῖαι διὰ δεδομένον ἐμβαδὸν παρυστάζουσιν τὴν μέγιστην δυνατήν
 ποσὴν ἀρραβείας (σχ. 2.14).

Οἱ τοῦτοι φορτῆς ἔχουσιν τὸ μείον ἐκτετατῆμα ὅτι δὲν εἶναι εὐκόλουν νὰ
 προσαρμωθῶν λειοτροπικῶς εἰς ἀνάγκας ὀρθολογικῶν αἰθουσῶν. Ἐάν ἢ
 γένηται τοῦ τόξου τεθῆ κατὰ τὸν δαπέδον τῆς αἰθουῆς ὥστε ἢ ὥθηται
 τοῦτου. νὰ παραληφθῆ διὰ καταλλήλου διαστάσεως τῶν μεβίλων ἢ δι' ὑπο-
 γείου ἐκυστήρος, τότε δημιουργοῦνται ἄχηστοι πλευρικοί χῶροι (σχ.
 2.15). Ἐάν ἢ γένηται τοῦ τόξου ὑπερψυθῆ ἐπὶ στύλων, τότε, πρὸς πα-
 λαβὴν τῶν ἐκ τοῦ τόξου-ὠθησῶν ἀπαιτεῖται, εἴτε ἢ διαμώρφωσις διατῶ-
 λου πριγμωνικῆς στρεψίσεως ὑπὸ μορφήν ἀντηρίδος (σχ. 2.16), εἴτε ἢ το-
 ποθετησις ἐκυστήρος εἰς τὴν γένησιν τοῦ τόξου, ἥτις ἀποτέλει λῦσιν



σχ. 2.14

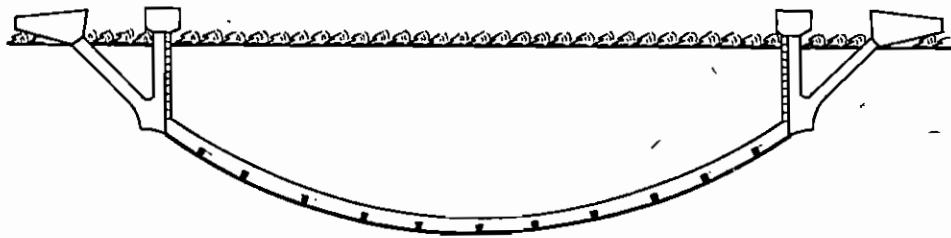
Διατομῆαι πρὸςφοροὶ διὰ κυρίους τοῦξωτοῦ φορτῆς



σχ. 2.15

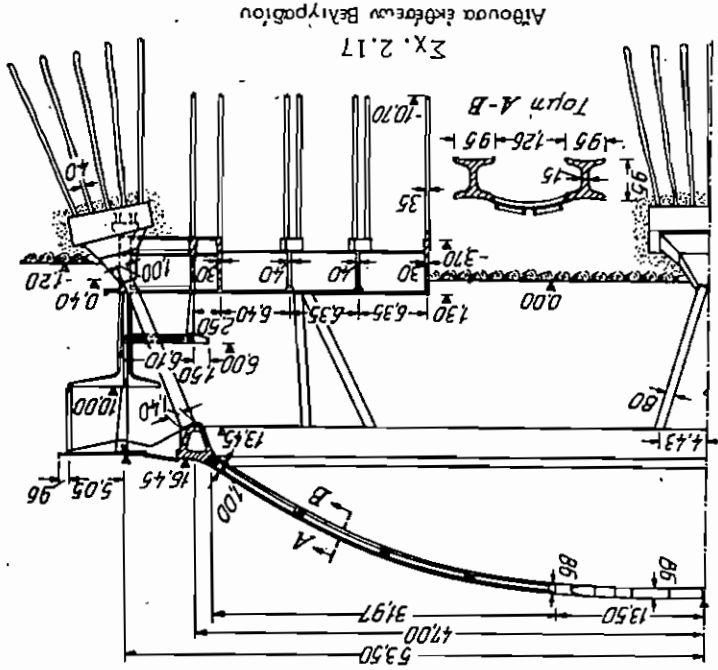
Τομή τοῦ καλυβητήριου τῆς στρατιωτικῆς ἀκαδημίας Βογοῖα,
 εἰς Κοβούριον.

αποθηκικός μη κανοποιητική (σχέδιο IV). Τέλος, εις όριμνας περι-
 πτώσεις αθουσαν με κυκλικήν κάτοψη ως εις τήν αθουσαν εκθέσεων
 του Βαγρπαδίου (σχ. 2.17) αι ώθησεις παραγαμβανονται δια κυκλικού
 δακτύλιου, συνήθως προετερταμένου.
 Η άποστασις των τοξωτών φορέων μεταξύ των κυματινών μεταξυ
 του 1/5 + 1/10 του άνοιγματος των. Ος προς τήν στατικήν των λει-
 τουργίαν και τήν κατασκευαστικήν των διαμόρφωσιν παραπέμπομεν εις
 τόν πρώτον τόμον του παρόντος και διή εις τό περί δομικών στοιχείων
 κεφάλαιον.
 Ξημερον ή χρήσις των τοξωτών φορέων έχει περιορισθή εις πολυ με-
 γάλα άνοιγματα, καθ' όσον, ως ήδη ελέχθη, χάρι εις τήν προέτασιν,



Σχ. 2.16

Τοξωτός φορέας με ύπερψωμύνας στήριξης



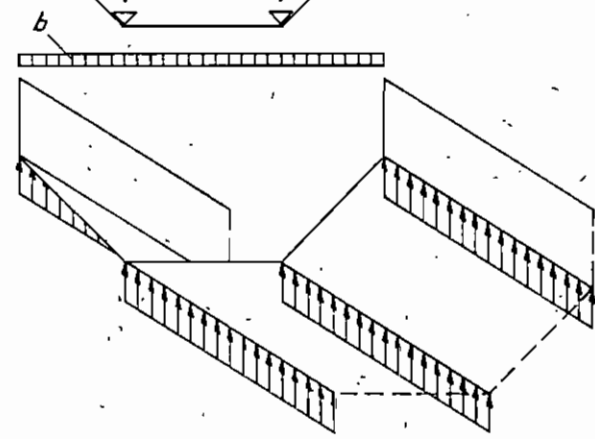
δυναμικά μεχρι και 30 m καθύπτινται δι' αμφιπέριτων προκατασκευα-
 σμένων δοκών. Είς τα σχ. 2.15, 2.16, 2.17 δίδονται έπιπέδια χαρα-
 κτηριστικά μορφα κατασκευασθέντων τοξωτών φορέων.

2.4. ΕΠΙΘΑΛΗΑΚΟΙ ΦΟΡΕΣ ΕΝ ΤΩ ΧΩΡΩ

Παραλλήλως προς την παραδοσιακήν μορφήν σκέλετου έξ έπι μέρους
 έπιπέδων παραλλήλων γραμμικών φορέων ήρχισεν μετασχηματίζε με αλ-
 ζοντα ρυθμόν ή χροήσις νέων μορφών έξ έπιφανεϊακών φορέων, τών όποι-
 ων αι πρώται έφαρμογαι άνδρλονται εις την περίοδον του Μεσοπολέμου.
 Αι μορφα άντα άνδρλονται να ύπαρθούν εις τρεις κατηγορίας : α) τας πτυ-
 χωτάς κατασκευάς, β) τα κελύφη και γ) τας άνηρημένας όροφάς :

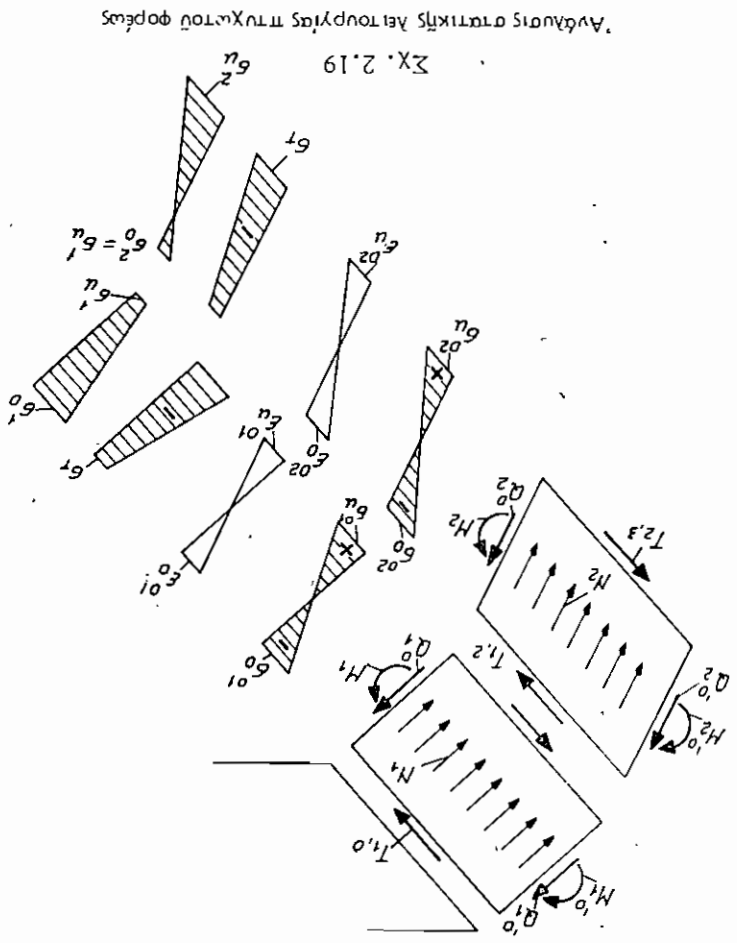
2.4.1. Πτυχωτά κατασκευαι

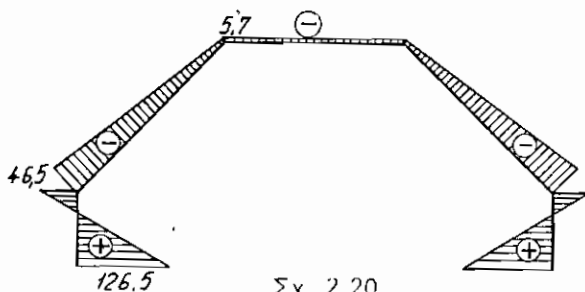
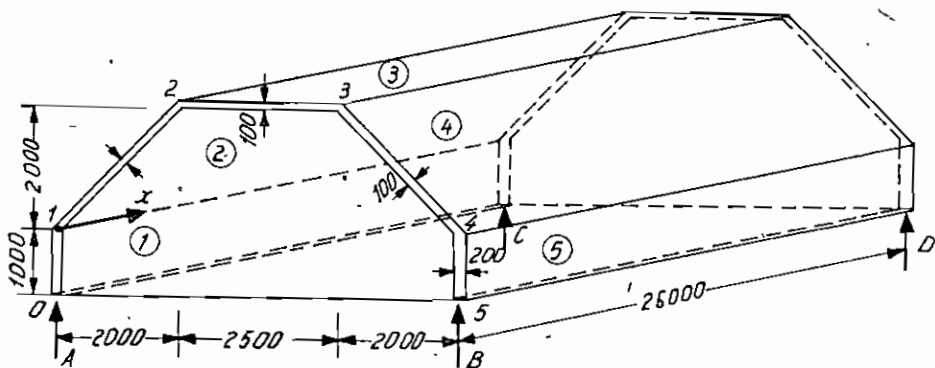
Ός γνωστόν, αι πτυχωτάι κατασκευαι άνοτελούν μορφας εν τώ χώ-



Σχ. 2.18
 Σχηματική μεταφορά των
 μορφαών εις την πτυχω-
 τήν κατασκευήν.

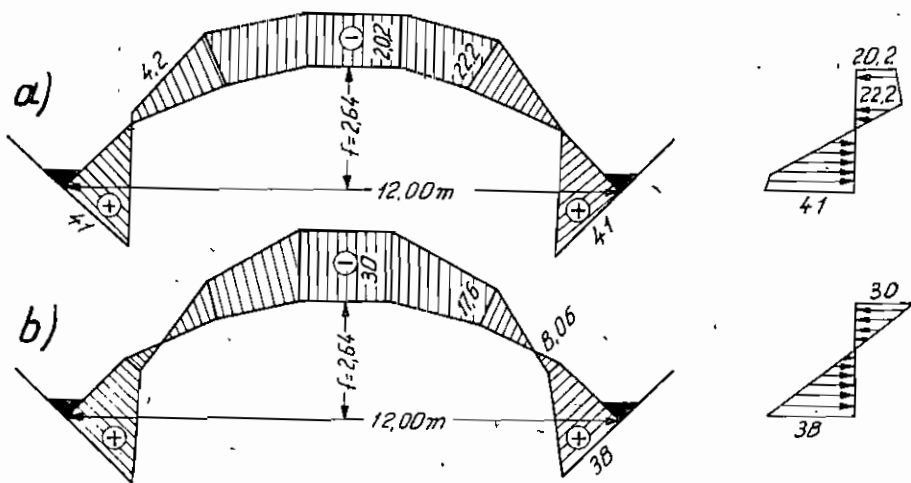
ρώ σνπιθιμίνσ είν επιπίνων επιφανείων, αί όποια λειτουργούν τόσον
 ώς παλάκες όσον και ώς δίσκοι και τήν παρααβήν των φορτίων (σχ.2.18).
 Τά επιφανειακά φορτία μεταφέρονται μέσω καμπτικών ροπών ώς τέλειον-
 σα και παρά τήν άκμήν σνσδέσων των πακών και έκειθεν παρααβάνων-
 και άναλόγηνα είν δυνάμεις όπως τού επιπίνου τούτων. Έπειδή
 έκαστος των εν λόγω δίσκων είν άπορχωμίνος είν σνπεργασίαν μετ
 των λοιπών δίσκων, αί όποια σνσθέτουν τόν πτυχών φορέα, έπεται
 ότι εκ τής διατυπώσων των σνσθηκών σνμβιβαστότων διαμήκων και πα-
 ραποφορτώσων παρά τήν άκμήν τούτων σνσθηκών κατανομή των όρθων
 T , αί όποια σνσθέτουν τήν σνσθηκή κατανόμη των όρθων και δυνάμεις
 επι τής ενιαίας διατομής του πτυχών φορέων (σχ.2.19). Όύτω, ό υπό
 φορηλήν δοκο πτυχών φορέων με εν λόγω παρπαλάκων και σνσδεσών
 και τήν λειτουργία των όρθων και διατομικών εν τούτοις εν τής





Σχ. 2.20

Διάγραμμα όρθων τάσεων $N_x = \sigma_x d$ εις τὸ μέσον ἐπιμήκους πτυχωτοῦ φορέως



Σχ. 2.21

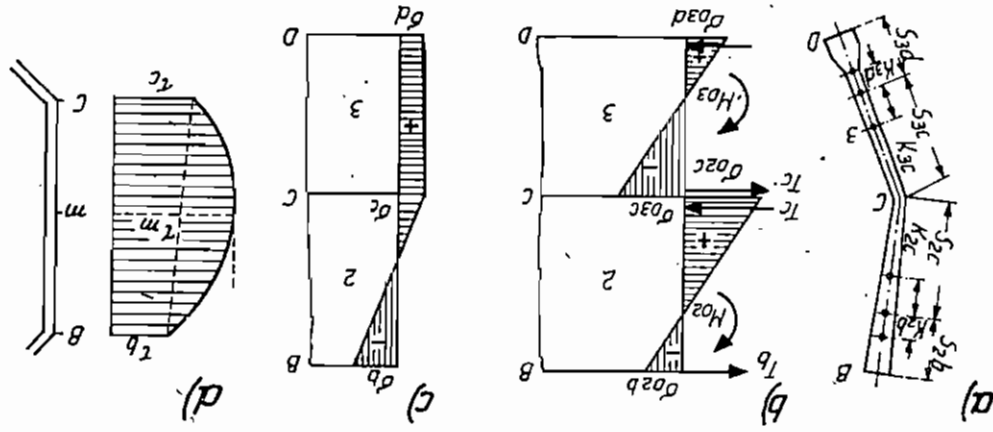
Συγκριτικά διαγράμματα όρθων τάσεων εις πτυχωτὸν φορέα

- a) Ὑπολογισμὸς κατὰ Wlassow
- b) Ὑπολογισμὸς ὡς ὀλοσώμου δοκοῦ

πτοτοίχου έγκρασιώς άπαραμορφώτου δοκού (σ.χ. 2.20) [18]. Η τοιαύτη η λειτουργία είναι τόσον εντονωτέρα όσον μεγαλυτέρος είναι ο λόγος l/l_1 του μήκους προς το πάχος (σ.χ. 2.21) του φορέως. Πάτως προς παραβάσιν των έστι τά όρια του φορέως άναπτυσσομένην διατηρητικόν τάδεον άπαραιτείται ή διαταξίς τυμπάκων ή πολυαυλικών πάσιων με μορφήν άντιστοιχούν της διατομής του πτυχωτού φορέως.

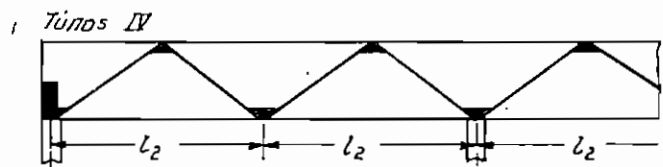
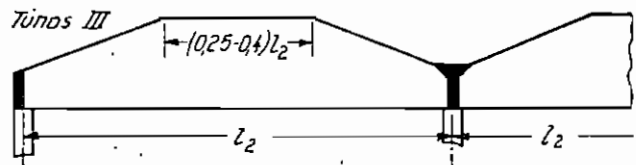
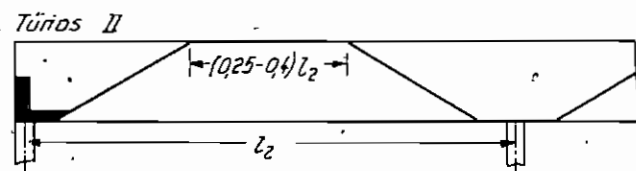
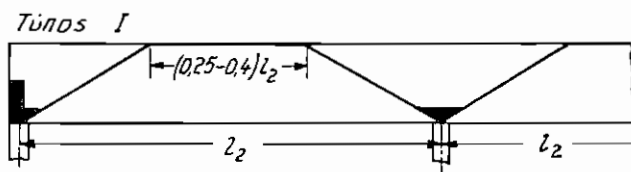
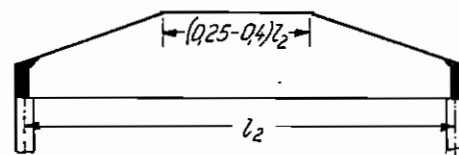
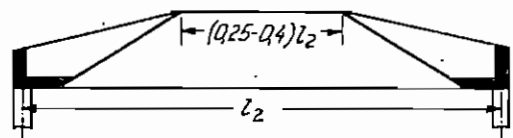
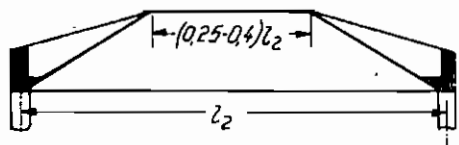
Ο ύπόλοιπος των πτυχωτών φορέων διεξάγεται εις άσφορών με-θόδων [19], [20], [21], έκστη των όποιων παρυσιάει βαθμίδ άκρίβει-ας εξάρτημένον εκ των άπλοπομπικών παραδοχών επί των όποιων στήριξεται.

Η άκρυστέρα μεθόδος εις την άντιμετώπιον των πτυχωτών κα-τασκευών με παραβάσιν άκμής συνίσταται εις την διασπασίον του προ-βάηματος εις δύο φάσεις. Ούτω, κατ' άρχήν ύπό την προϋπώθεσιν ότι ο φορέυς παρυσιάει ηνδενικώς ύποχωρήσει εις τάς άκμής ύπολογίξεται ούτος κατ' την έγκρασιάν διεύθυνσιν ως μία συνεχής πλάξ (σ.χ. 2.18). Αί εκ του ύπολογισμού τουτου προκύπτουσα άντιδράσεις, άλλά με άν-τίθετον πρόσημον, άναμπαδάνονται ως γραμμικά φορτία κατ' μήκος των άκμων άναλόγηνα εις κατ' την διεύθυνσιν των έστι την άκμήν συγκλί-νόντων επιπέδων άποτελούν τάς φορτίσεις τουτου εις διεύθεραν φά-σιν κατ' την όριαν άμοιρούνται αι στήριξίσεις. Είς την διεύθεραν φάσιν γίνεται ή παραδοχή ότι τα έπιπέδα κατ' μήκος των άκμων παρυσιάδουσιν άρρωτήν συδεσιν μετ' έστίν, όποτε ή μόνη άναπτυσσομένη άλόγισυ-εργασίας των άνωστως είναι ή διατηρητική πολ. I κατ' μήκος έκαστης άκμής συνημογής (σ.χ. 2.22). Εκ της διατυπώσεως των συνθηκών συ-ψ-



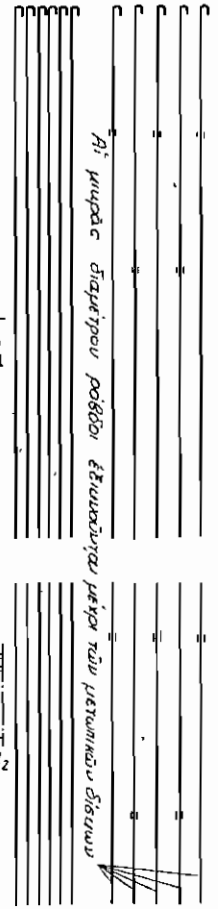
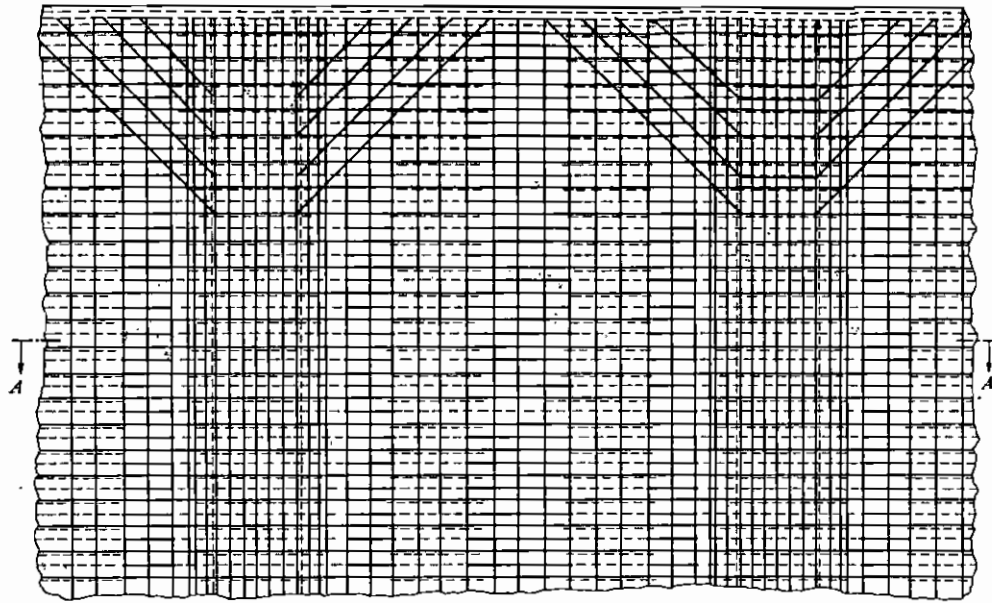
Σ.χ. 2.22

Υπολογισμός έντάσεως πτυχωτού πρισματικού φορέως (α) Διαιρούση φορέως, β) Θεμελιώδες σύστημα, γ) Διά- γρυσμα όρθών έντάσεων, δ) Διάγρυσμα διατηρητ. έντάσεων

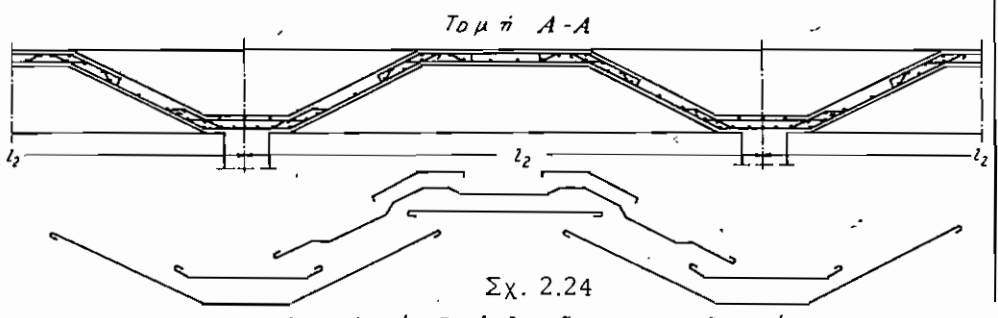


Σχ. 2.23

Χαρακτηριστικοί τύποι πτυχωτών κατασκευών



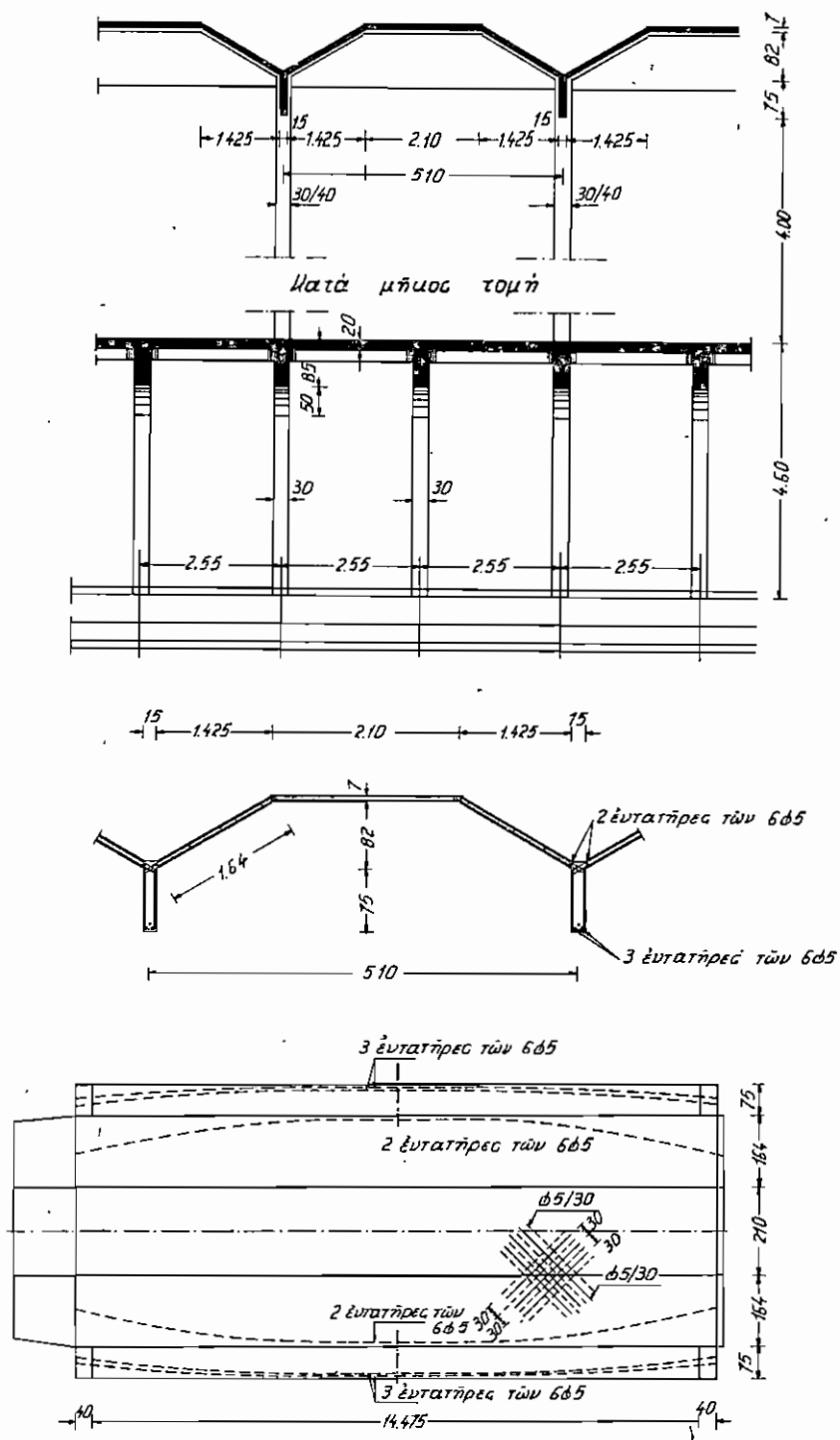
Αι μικρές διαμέτρους ροβόλι έπιβαλλόντων μέγισ τών μεταπηκτών διαστάων



Τομή Α-Α

Σχ. 2.24

Ισοπική διάταξις όπλισμών πτυχωτού φορέως



Σχ. 2.25

Αίθουσα του σιδηροδρομικού σταθμού Pellegrino εις Μιλάνον

θηκών, θα ήβουτο τις να υποθέση ότι η κατάσταση μεμβράνης παρουν-
 στέσει μεγάλας αποκλίσεις από την πραγματικώς δηλωσσομένην έστα-
 τικήν κατάσταση. Τοιο έμως δέν συμβαίνει, διότι τά έν τή πρόσει Χρη-
 σιοποιοιμένα κελύφη φ' ένός πάληρου κανοποιοιητικώς τάς προαναφερ-
 θείσας συνθήκας, φ' έτέρου λόγου μικρού πάχους — συνήθως 6 έως 8 cm —
 έμφανίζουσαν μικράν ακαμψίαν και τοιοιούτο πότως αι τυχόν ένταναίοντα
 πομαί άποβέβησσονται τάχα έως, ώστε τό μέγιστον τάση του κελύφους να
 παραμείνη έλθέσθου ποτώ. Διά τάς παραδοχάς τής παραγματοποιήσεως
 τής έντασεως μεμβράνης κατάσταση τή πρόβληημα έντασεως
 του κελύφους έστωεπικώς στατικώς έρσιμείνον και ούτως διαχωρίζεται τό
 προβλήημα τής παραμορφώσεως, ές άκροβίβος συμβάθει εις τοις έστωεπι-
 κώς στατικώς έρσιμείνους δικτυώτους φορείς, ένθα διά τής παραδοχής άρ-
 θρωτικής έσοστατικόν [24].

Τά κελύφη δύνανται γενικώς να καταταγούν εις δύο όμωδες, ήτοι τά
 άπλής και πύλοτης και τά δίπλής και πύλοτης.

2.4.2.2. Κελύφη άπλής και πύλοτης

Η πάθος συνήθης έν τή πρόσει μορφή κελύφων άπλής και πύλοτης
 είναι τά κελύφη τά τοιαύτα ά ποιοί Χρησιοποιοιούνται προς κάλυψιν
 βιομηχανικών χώρων, είτε ως συμμετρικά συνεχή (σ.Χ. 2.1), είτε ως άσυμ-
 μετρα συνιστώμενα προιοιηδούς μορφής όροφήν (σ.Χ. 2.26). Πέραν τών
 δύο τούτων βασικών μορφών, ούχι σπανίως, Χρησιοποιοιούνται κελύφη
 ύπό μορφήν τμήματος κελύφου όσώς τοποθετημένου (σ.Χ. 2.27) ή ύπό
 μορφήν κωνοειδούς (σ.Χ. 2.28) ή ύπό μορφήν κωνικού τμήματος.
 Όλαί αι άνωτέρας μορφαι, προκειμένου να διατηρήσονται ό άραματόρ-
 ποτων τής έπιφανείας τών, συνθήκη να άραματίζονται διά τήν άνηλασμένην
 ποτών έντασην, άπαίτεται ό πως εις τά όρια τών φέρουσών έντασεών. Η ά-
 ναγκη αύτη έκδηλώνεται στατικώς διά τής έμφανισείσεως διά τήν κατάστασι-
 μεμβράνης τάσεων εις τά όρια του κελύφους, παράμα τό όποιον συνεπα-
 γεται τήν άναγκην ύπαρξείσεως άκμαίων άκμαίων άκμαίων στροχιείων ίκανών να
 παραλάβου τάς τάσεις τάυτας.

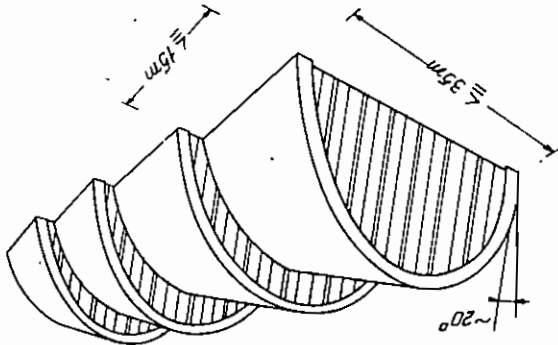
Κατωτέρα θα γίνη για κάπως λεπτομερέτερα άνάστα τών κελύφω-
 ν

1) Συμμετρικά κελύφη

Τά συμμετρικά κελύφη διαποιοιούνται εις έπιμήκη και
 βραχέα. Είς τά έπιμήκη κελύφη ό λόγος l/b είναι μεγαλύτερος ή τό
 πολύ ίσο προς 2 (σ.Χ. 2.29) [25].
 Είς τό σ.Χ. 2.29 παριστάται έν τυπικόν έπιμήκες κελύφου κελύ-
 φος. Εκ του κελύφους τούτου άπεπαθή τό εις τό σ.Χ. 2.30 παριστώμε-

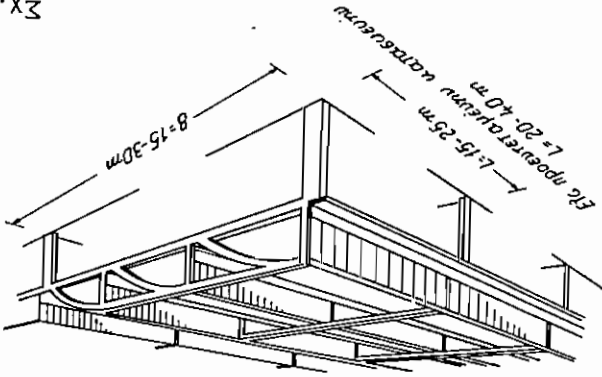
Καμίανα κυλιθρικά τμήματα

Σχ. 2.27



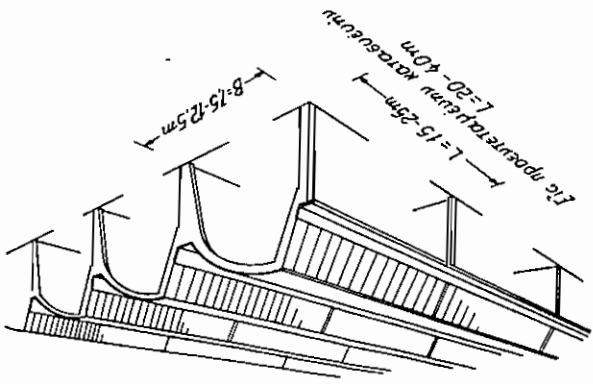
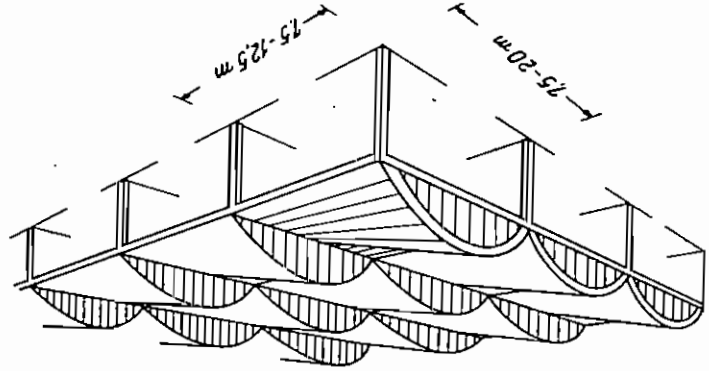
Κυλιθρικά κέληνη συνιστώσα πρινοειδή όροφηνη

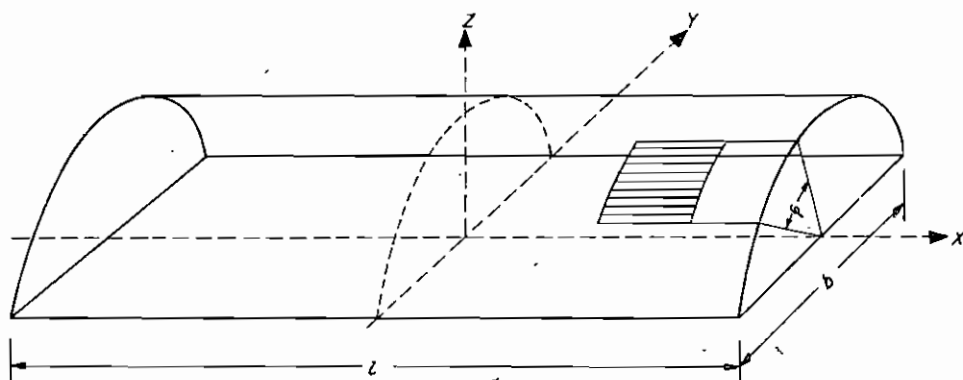
Σχ. 2.26



Κυνοειδή κέληνη. Το εδύγραμμον πέρας Χρησι-
μέλει ως έλκυστήρ του έπιπέδου κέληφους

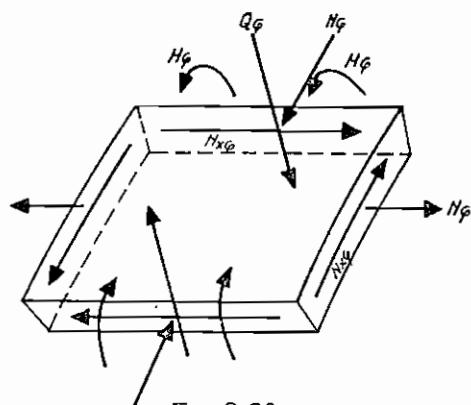
Σχ. 2.28





Σχ. 2.29

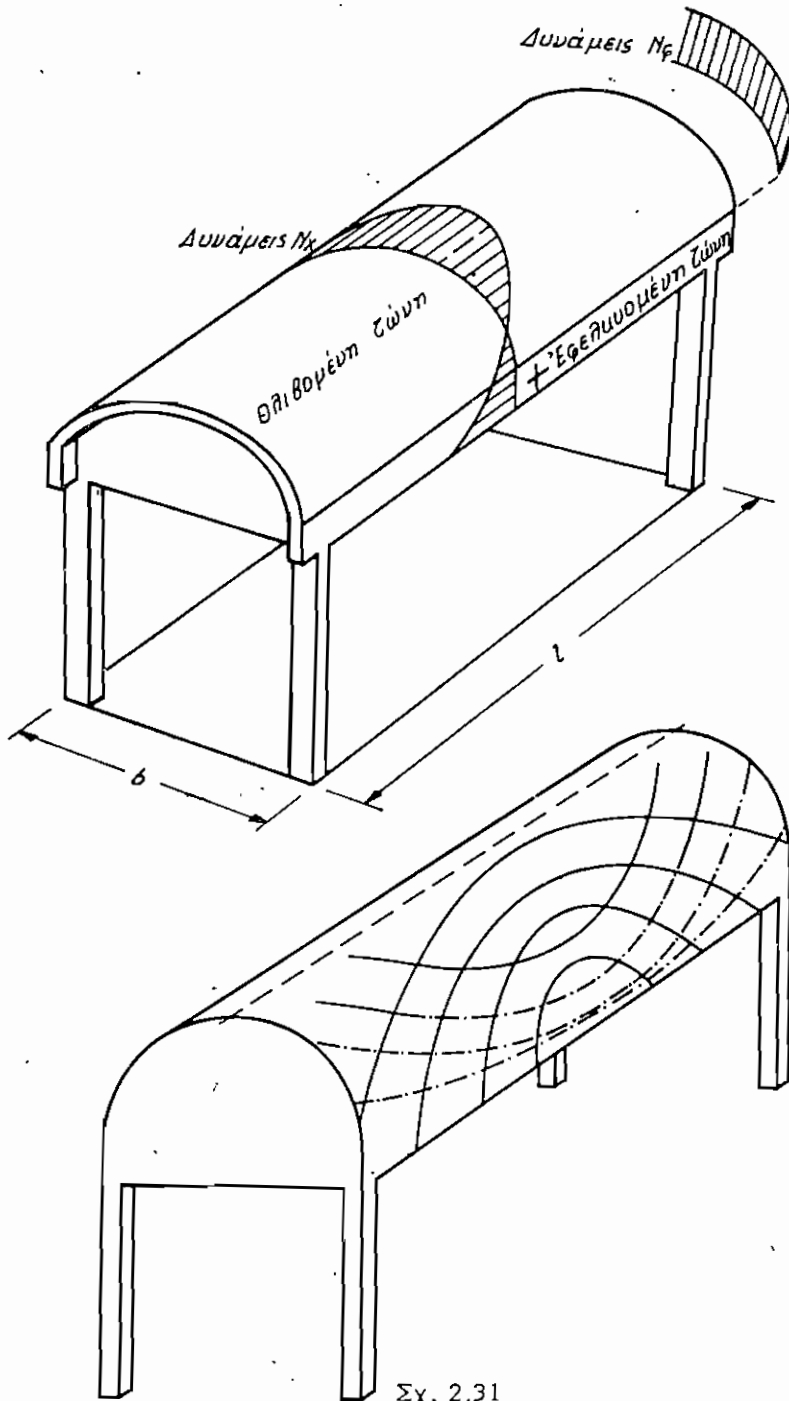
Σχηματική παράσταση επίμηκους κυλινδρικού κελύφους



Σχ. 2.30

Φορτία διατομής άπειροστου στοιχείου κυλινδρικού κελύφους

νον άπειροστον στοιχείον. Αποδεικνύεται ότι αι σημαντικώτεροι επί του στοιχείου αναπτυσσόμενοι έσωτερικοί δυνάμεις-λόγω έξωτερικής φορτίσεως είναι αι N_x , N_ϕ και $N_{x\phi}$, πέραν δέ τούτων εις περιοχάς πλησίον τής άκροδοκού αι M_ϕ και Q_ϕ προερχόμενοι εκ διαταράξεως τών άκρων. Ο προσδιορισμός τών έσωτερικών τούτων δυνάμεων αποτελεί άντικείμενον τής θεωρίας τών κελυφών, ύφίσταται δέ πρòς τούτο έκτεταμένη βιβλιογραφία εμπλουτισμένη ως επί τò πλεϊστον διά βοηθητικών πινάκων [26], [27], [28]. Ο Gibson [29] δίδει αριθμητικές τιμάς τών άνωτέρω μεγεθών διά μεγάλο φάσμα περιπτώσεων. Χαρακτηριστικόν πάντως τής στατικής λειτουργίας τών επίμηκων κυλινδρικών κελυφών είναι ότι ταύτα, έν συνδυασμῶ πρòς τās άκροδοκούς των, εμφανίζουσι διανομήν



Σχ. 2.31

Διανομή των N_x και N_φ εις έν επίμηκες κυλινδρικών κέλυφος και τροχιαί τάσεων αΐτου.

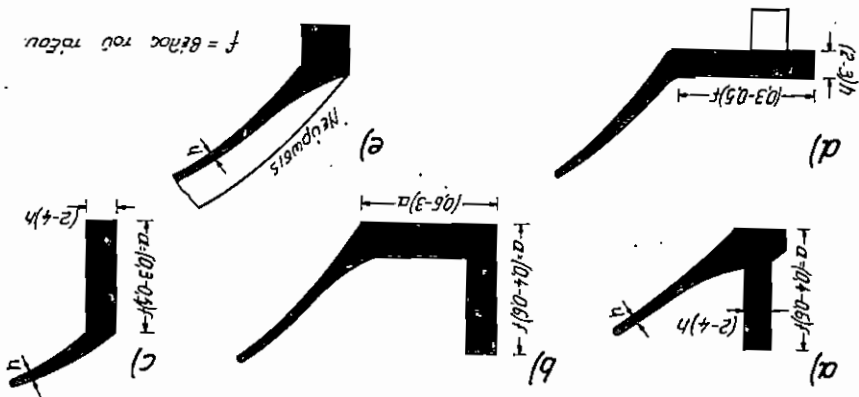
γ) Συνετήρας μετά πτερυγίων προς παραλάβην διαμητρικών τάσεων και των καμπτικών ροπών M_{ϕ} συνδεσίων του κελύφους μετά των άκρων δοκών (σχέδιον ΙΧ θέσις 3).

β) Εσχάραν όπλισμών με πάχος διαμέτρου ϕ 5 έως ϕ 10 άνα άποστάσις 15 έως 20 cm προς δημιουργίαν ώπλισμένης κατασκευής. Διά πλάκη κελύφους άνω των 8 cm τοποθετούνται δύο εσχάραι του άνωτέρου τύπου για εις έκαστην έπιφάνεια (σχέδιον VI, θέσις 3).

ε) Όπλισμός σχήματος Γ παρά την στρώσιβν επί των τυμπάνων

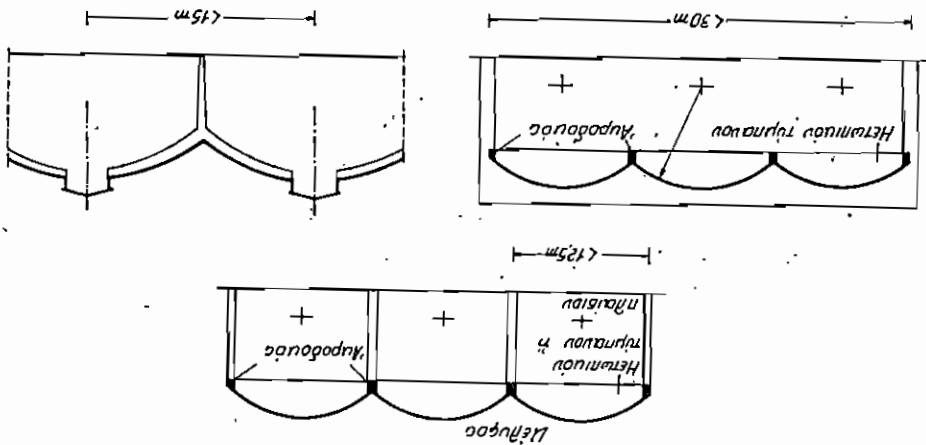
Διαμορφώσις άκροδοκών

ΣΧ. 2.33



Χαρακτηριστικοί τύποι κελυφικών συμμετρικών κελύφων

ΣΧ. 2.32



προς παραβάσθην τυχόν ἀρνητικῶν ποτῶν (σχεδίων X, θέσις Θ).

Αἱ μέγιστα ἀναπτυσσόμενα τᾶσις ἐλακτισμοῦ εἰς τὸ σκυρόδεμα εἰς στά-

βιον I δὲν πρέπει νὰ εἶναι μεγαλύτερα τοῦ $2\sigma_{bz}$, ἐνθα σ_{bz} ἢ εἰς ἐφα-

κυστὸν ἀντοχή τοῦ σκυροδέματος.

Τὰ ἀκραία τύπωνα, πρὸς ὑπολογισμόν, φορτίζονται μὲ τὸ ἴδιον αὐ-

τῶν βάρος καθὼς καὶ μὲ τὰς διατηρικὰς ποδὲς τὰς ὁποίας μεταβιβάζει

εἰς αὐτὰ τὸ κέλυφος (σχ. 2.34).

Ὅταν ὁ λόγος b/l (σχ. 2.35) τοῦ ἀνοίγματος τοῦ κελύφους πρὸς

τὴν ἀπόστασιν τῶν τοξωτῶν γραμμικῶν φορέων εἶναι μεγαλύτερος τοῦ

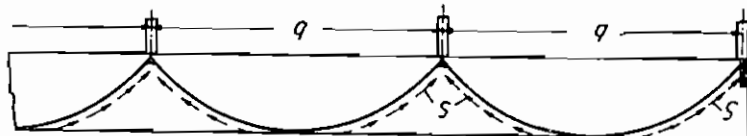
2, τότε οἰκιστέον ἐπιβραχέων κελύφων. Τὰ κελύφη ταῦτα διαμορφού-

μενα κατὰ τὴν γραμμικὴν τῶν πείσεων χρησιμεύουν διὰ τὴν ἐπικάλυψιν

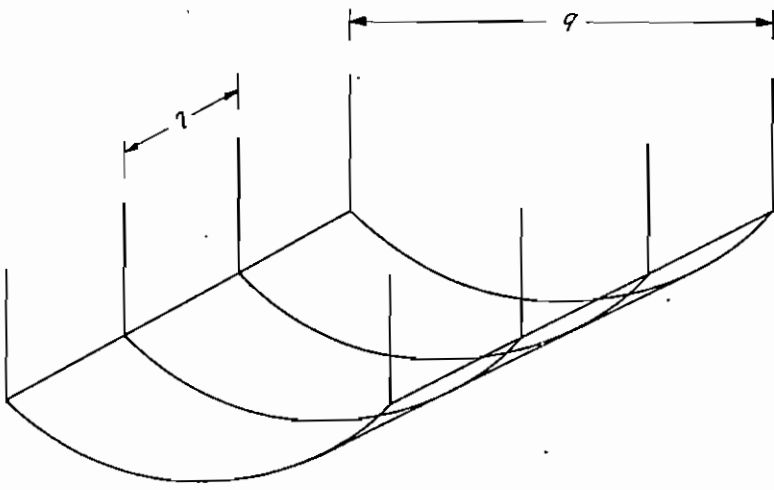
κώπων μεγάλων ἀνοίγματος καὶ μεγάλου ἐλευθεροῦ ὕψους. Μέχρι τοῦδε

κατὰ κενόθεσησιν αἰθουσῶν αὐτοῦ τοῦ τύπου τοῦ ἀνοίγματος 150 m. Αἱ

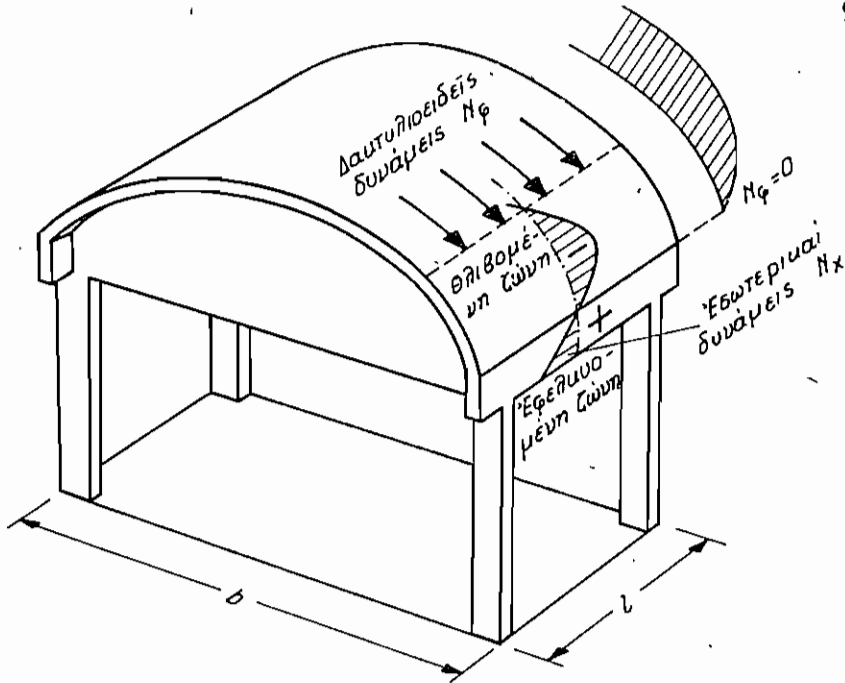
ἀποστάσεις τῶν τοξωτῶν πλάσιων κυμαίνονται μεταξὺ 10 καὶ 15 m ἐνῶ



Σχηματικὴ παράστασις τῶν εἰς τὸ τύπωνον μεταβιβαστέων διατηρικῶν συσκευῶν

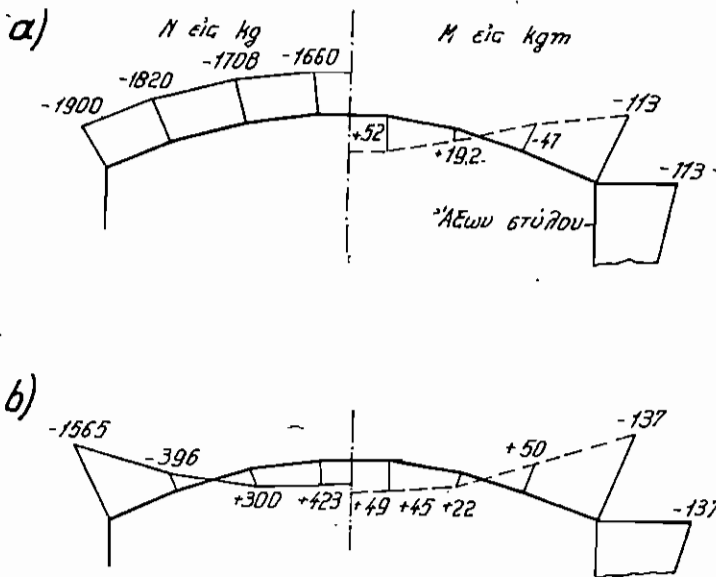


Σχηματικὴ παράστασις βραχέος κελύφους



Σχ. 2.36

Στατική λειτουργία βραχέος κελύφους



Σχ. 2.37

- Διάγραμμα M και N εις τὸ πλαίσιον βραχέος κελύφους
- Μεταβίβασις φορτίων ὑπὸ τὴν παραδοχὴν λειτουργίας τοῦ κελύφους ὡς πλακόσ,
 - Μεταβίβασις φορτίων ὑπὸ μορφήν $N_{x\phi}$.

Τὸ πᾶχος τοῦ κελύφους κυμαίνεται μετὰ 6 καὶ 12 cm. Τὸ βῆλος f τῶν βραχέων κελύφων ἐκλέγεται πάλιν μετὰ 1/7 b.

Ἡ στατική λείτουργία τῶν κελύφων τούτων εἶναι ἐντελῶς διέφορος τῶν μακρῶν κελύφων. Εἰς αὐτὰ διακρίνονται δύο περίοχαί με διαφόρου τύπου ἐντάσιον. Οὕτως εἰς τὴν περίοχον τῆς κορυφῆς τοῦ κελύφους ἀναπύσσονται διακτινιστικῆς δυνάμεις συνθλαστικῆς φύσεως. Αἱ δυνάμεις αὗται παραγναμθάνονται ὑπὸ τῆς ἰσχύος ἀποτέλουμένης ἐκ τῆς ἀκροδοκοῦ καὶ τῆρους τοῦ κελύφους καὶ μεταφέρονται εἰς τὰ τοξωτὰ πλάγια (σφ. 2.36). Οὕτως, τὸ κέλυφος παραμένει ἐν πόλῳ εἰς ἐλευθέρῳ ποσῶν ἐν ἀντιθέσει πρὸς τὴν παραδοσιακὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ πρὸ βῆματος ἢ ὁποῖα συνίσταται εἰς τὴν ἀντιμετώπισιν τοῦ κελύφους πλάκας καμπυλωμένης κατὰ τὴν μίαν διεύθυνσιν.

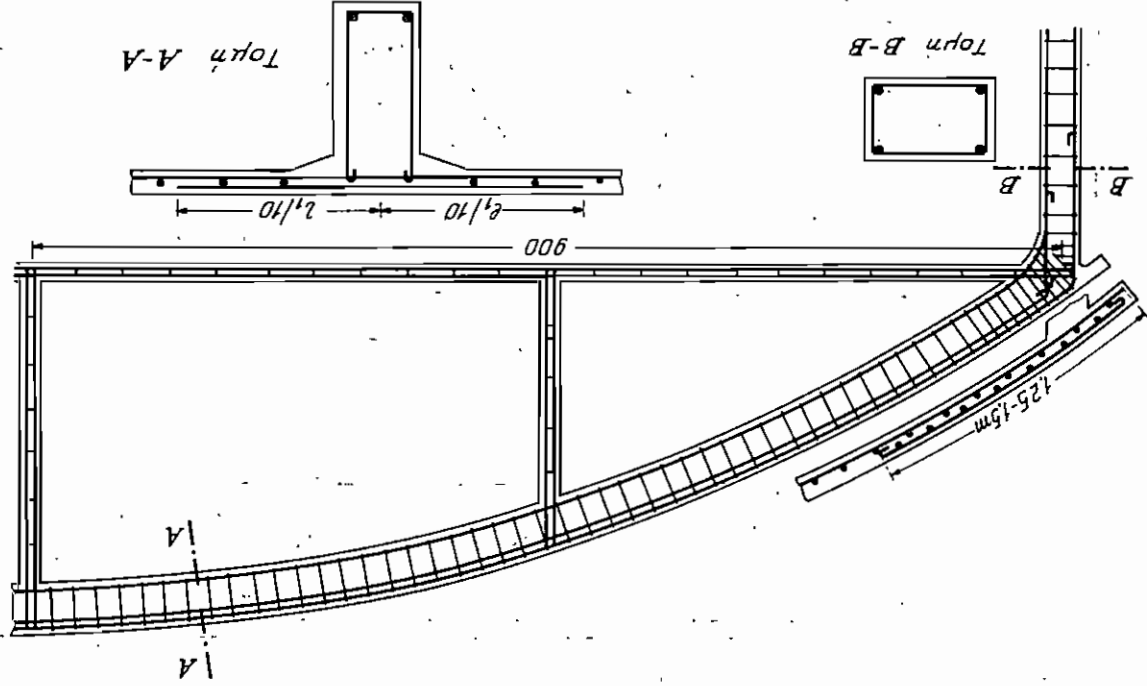
Ἐκταμένην σείρα περιλαμβάνει ἀπὸ 95-96% τῶν φορτίων μεταφέρονται ἐκ τοῦ κελύφους εἰς τὰ τοξωτὰ διατηρητικῶν ποσῶν, ἢ τοι εἰς ἀντιορύγιαν μεμβρανῆς καὶ ἠὲ 4-5% εἰς κἀμψέως. Ἡ τοιαύτη μεταφορὰ τῶν φορτίων εἰς τὰ πλάγια διηγουμένη ἐντατικῶν κατὰ τῶν εἰς τὰ τοξωτὰ πλάγια ἐλαφρῶς διέφορον ἐκείνης ἢ ὅποια ποσὸν κερτα εἰς τὴν φέρησος ὅτι τὰ φορτία μεταφέροντο εἰς αὐτὰ ὑπὸ μορφήν κατακορυφῶν τεμνωσῶν (σφ. 2.37). Εἰς περιπτώσιν ὑπερξέως εἰς τὴν κορυφήν τοῦ κελύφους φανού φωτισμοῦ, ἡ κελύφωτὴ λείτουργία καταστρέφεται, ὅποτε ἡ λείτουργία τοῦ κελύφους προσεγγίζει περισσότερον πρὸς τὴν λείτουργίαν καμπυλωμένης πλάκας. Εἰς τὸ σφ. 2.38 φαίνεται τὸ Sachnowski [12] εἰς βῆμα μίαν ἐνδοκέρουσα προσεγγιστικὴ μεθόδος ὑπολογισμοῦ, τὸσον τοῦ κελύφους, ὅσον καὶ τῶν τοξωτῶν ποσῶν. Εἰς τὸ σφ. 2.38 διέβεται ἡ

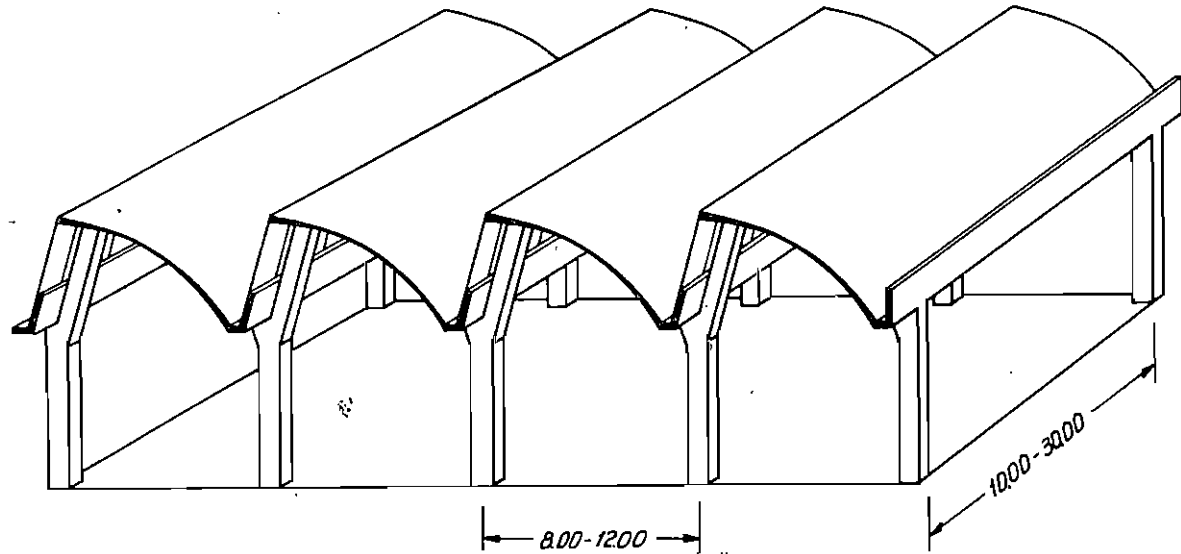
ii) Πριονοειδῆς κελύφωτα ὀροφαί

Αἱ ὀροφαί αὗται ὑπὸ μορφήν μακρῶν ἀσυμμετρῶν κυλινοειδῶν κελύφων ἐπιπέδων εὐρείων ἐφαρμογῶν ὡς ἐπικάλυψις βιομηχανικῶν αἰθουσῶν. Ἦς καὶ τὰ συμμετρικά κυλινοειδῶ κελύφωτα εἰς τὰ ὀροφαί τῶν ἐνδοκέρουσων. Εἰς τὸ ἔκω ὀροφιστικῆς τὸ κέλυφος εἰς τὴν ἀντιορύγιαν ἐνδοκέρουσων κατὰ τὸν κῆρον τοῦ κελύφους, ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν ἀντιορύγιαν μετὰ 6 καὶ 8 cm. Εἰναι ὀνυατῶν εἰς εἰδικὰς κατασκευὰς ὁμοῦ κελύφωτων ἐπιτυγχάνεται ἡ διηγουμένη ἐλευθέρων χῶρων διαστάσεων 20 x 20 Ἔως 30 x 30 m (σφ. 2.40).

Διατάξεις οπλισμών εις βραχίον κελύφους εν συνδυασμῳ
πρὸς τὸ στρεψίλον πλάσιον

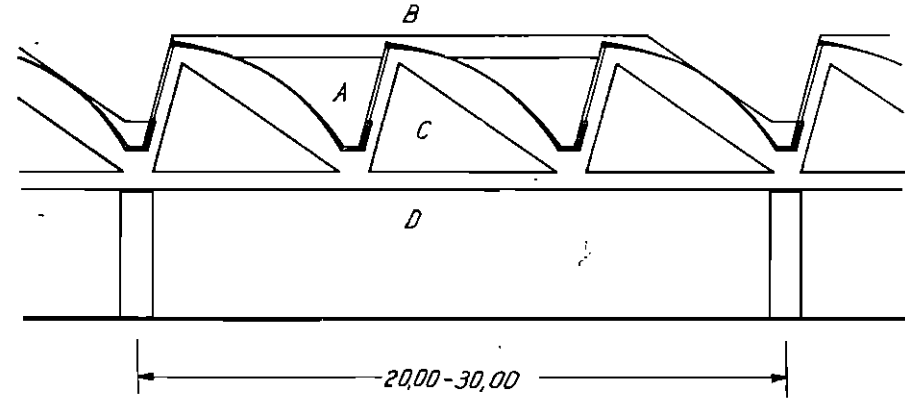
Σχ. 2.38





Σχ. 2.39

Διαμόρφωσις πριονωτής ὀροφῆς διὰ κυλινδρικῶν κελυφῶν

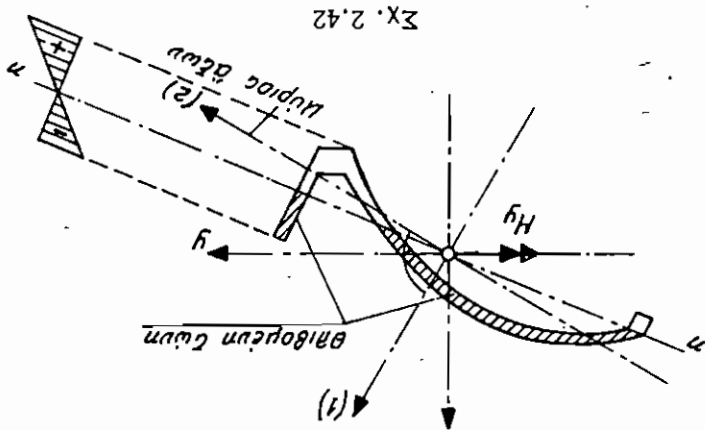


Σχ. 2.40

Πριονωτή ὀροφή μετ' ὑπερῶν πλαισίων κοινῶν διὰ τρία κελύφη

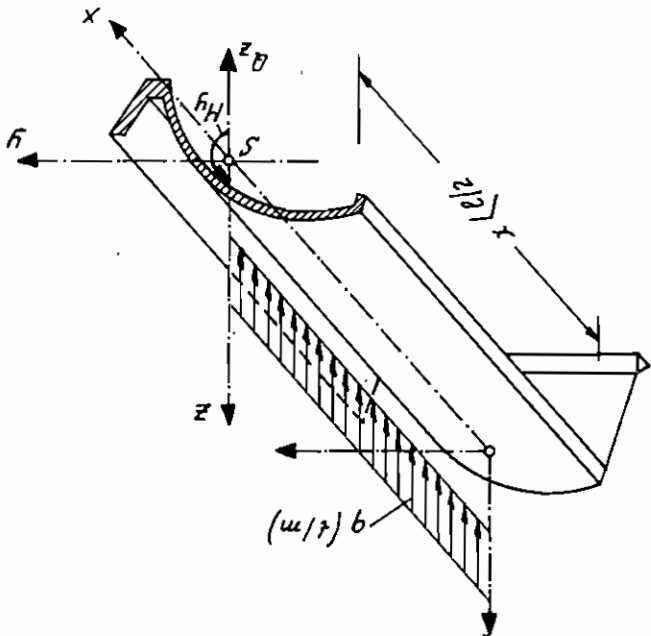
Η στατική λειτουργία των κελύφων προνοείται μερικές φορές κατά την εναρξη δία της θεωρίας του κελύφους ως διφασμένου δοκού (σχ.2.41). Η διατομή του κελύφους μετὰ των άκροδοκών λόγω της άσυντητου μορφής της ύφιστάται λοξήν κάμψιν, επί πάθων δέ, λόγω της μη δτελεύσεως του έπιπέδου φορτίσεως δία του κέντρου διατήσεως της διατομής ύψιστάται έπιπόνησι και εις στρέψιν (σχ.2.42). Δία τήν συνθήην περιπτασιν τής ύπαρξεως όρθοστατων μετὰ τών διαδοχικών κελύφων ή έκ στρέψεως έπιπόνησις άφεται δία άμοιβαίας άντιστήριξεως των μεθ' άλλων

Όμοι τείρι διατομής άσυντητου κελύφους



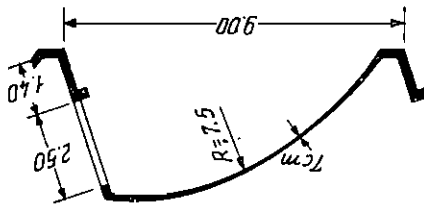
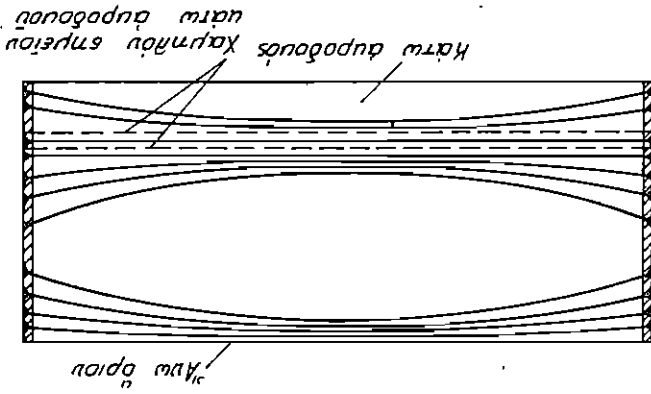
Άνάλυσις τής στατικής λειτουργίας άσυντητου κελύφους

ΣΧ. 2.41



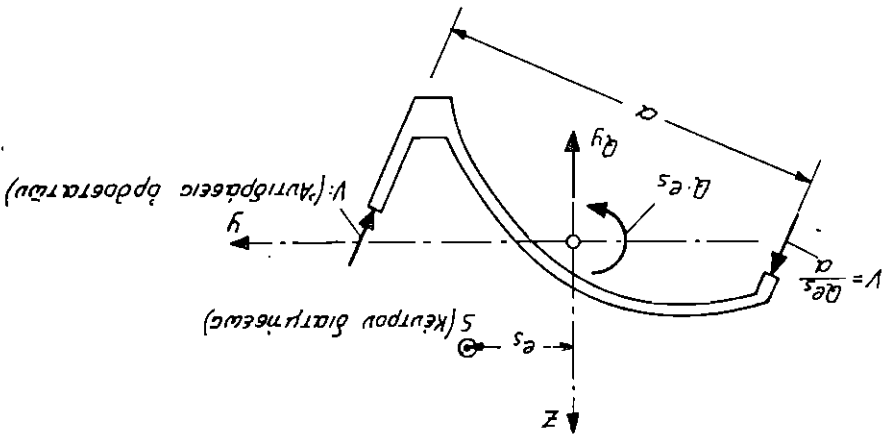
Διτάξις εντασιών προεφ' ἑαυτοῦ εἰς πριονωτὴν ὀροφήν
ἐκ κυλινδρικοῦ κελύφους

Σχ. 2.44



Ποτὴ στέψεως διατομῆς δουλιέτρον κυλινδρικοῦ κελύφους
καὶ παραστάθῃ τῶν M καὶ N δι' ἀντιδράσεων ὀδοστῶν

Σχ. 2.43



ὀρθοστατῶν (σχ. 2.43). Τόσον ἢ ἄνω ἀκροδοκὸς ὅσον καὶ τὸ κάτω τμῆμα τῆς κάτω ἀκροδοκοῦ τελοῦν ὑπὸ ἐλκυσμὸν ἐνῶ τὸ σύνολον σχεδὸν τοῦ κελύφους ὑπὸ σύνθλιψιν (σχ. 2.42). Οἱ κύριοι ὀπλισμοὶ διατάσσονται κατὰ τὰς τροχιάς τῶν ἐφελκυστικῶν τάσεων (σχ. 2.44).

2.4.2.3. Κελύφη διπλῆς καμπυλότητος

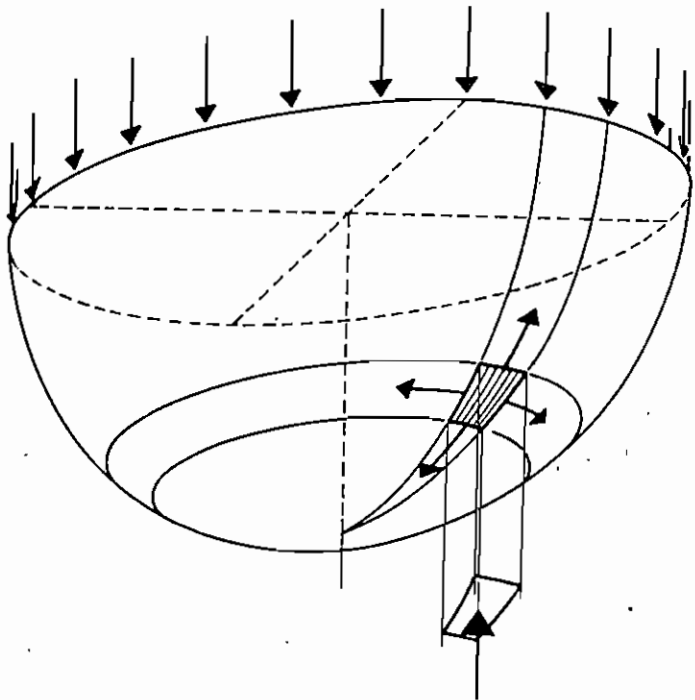
Τὰ κελύφη διπλῆς καμπυλότητος διακρίνονται εἰς αὐτὰ τὰ ὁποῖα ἔχουν θετικὴν καμπυλότητα Gauss (τροῦλλοι) καὶ εἰς αὐτὰ τῶν ὁποίων ἢ καμπυλότης εἶναι ἀρνητικὴ (ὑπερβολικὰ παραβολοειδῆ). Τόσον ἢ μία, ὅσον καὶ ἡ ἄλλη κατηγορία ἔχουν τὸ χαρακτηριστικὸν ὅτι λόγῳ τῆς διπλῆς καμπυλότητος παρουσιάζουν ταχεῖαν ἀπόσβεσιν τυχὸν παρουσιάζομένης ἀνωμαλίας τῆς ἐντάσεως εἰς μικρὰν ἀπόστασιν ἐκ τῆς περιοχῆς, ἐνθα ἐνεφανίσθη αὕτη. Οὕτω, τὸ σύνολον σχεδὸν τοῦ κελύφους, πέραν μιᾶς περιμετρικῆς λωρίδος παρὰ τὰς στηρίξεις τελεῖ εἰς κατάστασιν μεμβράνης.

Πέραν τούτου, λόγῳ τοῦ μὴ ἀναπτυκτοῦ τῆς ἐπιφανείας τῶν εἶναι δυνατὸν πολλάκις καὶ ἄνευ ἀκραίων ἐνισχύσεων νὰ διατηροῦν τὴν λειτουργίαν μεμβράνης. Παρ' ὅλα τὰ ἀνωτέρω πλεονεκτήματα, τὰ κελύφη διπλῆς καμπυλότητος παρουσιάζουν λίαν ὑψηλὸν κόστος κατασκευῆς, λόγῳ δυσκόλου ξυλοτύπου, μὲ ἀποτέλεσμα νὰ χρησιμοποιοῦνται σπανίως καὶ μόνον δι' εἰδικῆς φύσεως μνημειακὰ ἔργα, ὡς κλειστὰ στάδια, αἰθουσαι ἐκθέσεων, θέατρα, ἀμφιθέατρα κλπ.

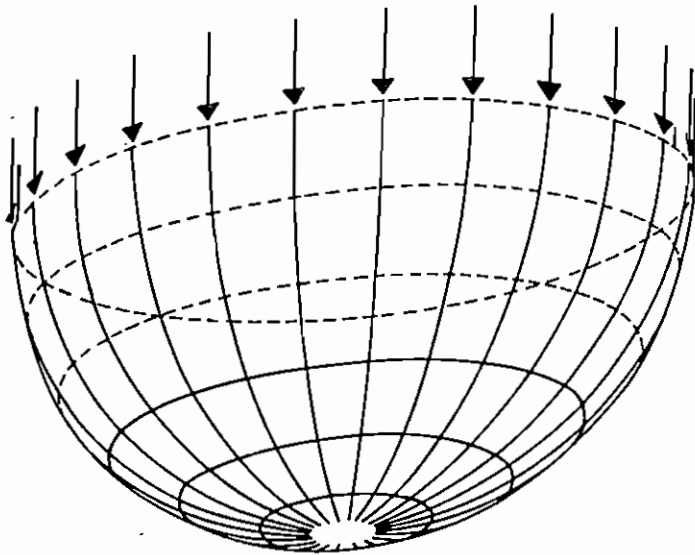
ii) Κελύφη θετικῆς καμπυλότητος Gauss

Τὰ κελύφη ταῦτα στρέφουν τὰ κυρτὰ τῶν πρὸς τὴν φόρτισιν. Ἔχουν διαφόρους γεωμετρικὰς μορφὰς μορφοῦμενα ὡς τμήματα σφαίρας, ἔλλειψοειδοῦς ἐκ περιστροφῆς, παραβολοειδοῦς ἐκ περιστροφῆς ἢ ἐπιφανειῶν ἐκ μεταφορᾶς. Ἡ πλέον συνήθης μορφή εἶναι τὰ ἐκ περιστροφῆς συμμετρικὰ κελύφη καὶ περισσότερον πάντων τὸ σφαιρικόν. Τὰ ἐκ περιστροφῆς κελύφη, λόγῳ συμμετρίας, διὰ κατακόρυφον συμμετρικὴν φόρτισιν ἐμφανίζουν ἐσωτερικὰς δυνάμεις μόνον κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν μεσημβρινῶν καὶ τῶν δακτυλίων (σχ. 2.45). Καὶ αἱ μὲν ἐσωτερικὰ δυνάμεις μὲ διεύθυνσιν τοὺς μεσημβρινοὺς εἶναι θλιπτικαὶ ἀπὸ τῆς κορυφῆς μέχρι τῆς γενέσεως τοῦ κελύφους, αἱ δὲ δακτυλιοειδεῖς εἶναι μέχρι μιᾶς ζενιθίας ἀποστάσεως 40° περίπου θλιπτικαί, πέραν δὲ ταύτης ἐφελκυστικαί. Ὁ ὀριζόντιος κύκλος πέραν τοῦ ὁποίου καθίστανται ἐφελκυστικαὶ αἱ δακτυλιοειδεῖς ἐσωτερικὰ δυνάμεις εἶναι γνωστὸς ὡς ἄρμος θραύσεως. Συνήθως, τὰ σφαιρικὰ κελύφη, τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται εἰς τὰς κατασκευὰς ἀποτελοῦν τμῆμα σφαίρας ἀποτμηθὲν ἄνω τοῦ ἄρμου θραύσεως καὶ οὕτω, ἐν τῷ συνόλῳ τελοῦν ὑπὸ σύνθλιψιν. Τὸ πάχος τῶν κυμαίνεται μεταξὺ 5 ἕως 10 cm, διὰ διαμέτρους δὲ βάσεως ἄνω τῶν 60 m, πρὸς ἐξασφάλισιν

a)



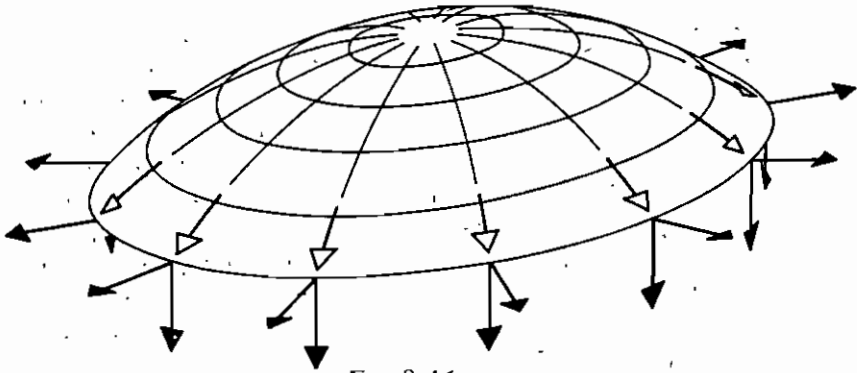
b)



----- *Lamellas*
 ———— *θηγεις*

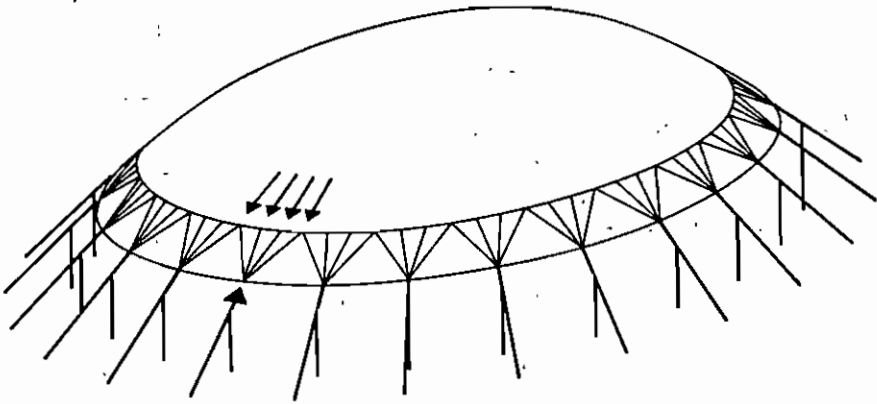
2 X . 2.45

ΕΥΓΡΑΜΜΗ ΚΑΤΩΣΤΑΣΙΣ ΜΕΓΕΘΩΝ ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ.
 α) Φορτία δια του ής απεικονιστοῦ στοίχειου
 β) Τροχιαί τῶν τάσεων



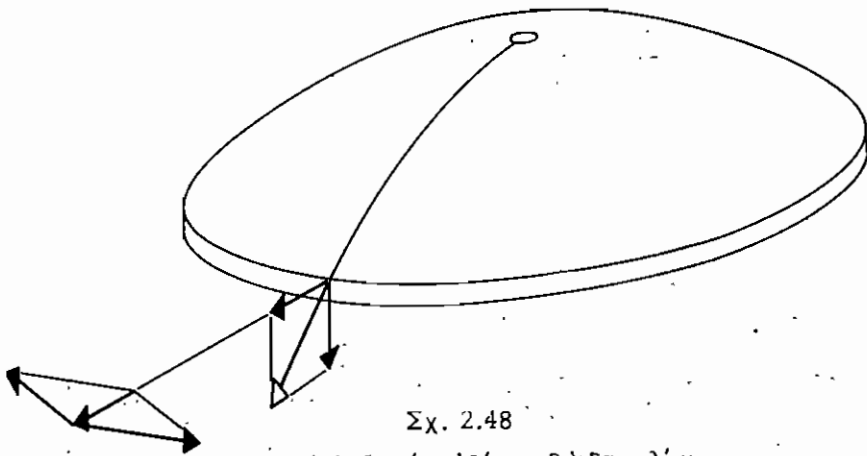
Σχ. 2.46

ΰθησεις εἰς τὸ ὄριον τοῦ κελύφους κατὰ τὴν διάθυσιν τῶν μεσημβρινῶν



Σχ. 2.47

Στατικὸν μὶορῶμα τοῦ Palazzetto dello Sport, Ρώμη (Νορβί)

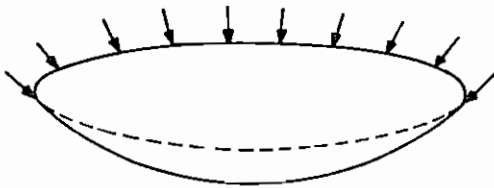


Σχ. 2.48

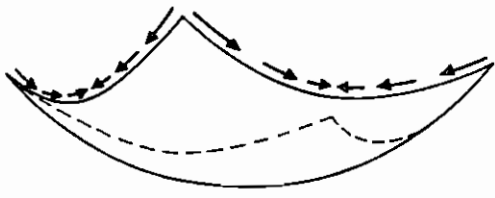
Παραλαβὴ ὀριζοντίων ὠθησεων διὰ βακτυλίου

Ένα τριβώδες, πρέπει να φέρονται νεφώδεις ακαμψίας. Οι διαστάσεις
 της κελύφης ταύτα διατάσσονται κατά την διεύθυνση των όριζωντων κύ-
 κλων και των μεσημβρινών. Ένδικως, η έντασις των κελύφων ταύτων δέ-
 παρυσταίσει σοβαρά προβλήματα γὰρ τῆς περιφερειακῆς δύναμης παρὰ τὴν
 στήθιν. Εἰς τὴν ἴσην ταύτην, ἀναλόγως τοῦ τύπου στήθινος, εἰμφο-
 υφίσταται καὶ ἀλλήλιος πορτῆς ἐντατικαὶ καταστάσεις. Χαρακτηριστικὸν πάλ-
 τως τῆς στήθινος τῶν κελύφων εἶναι ὅτι πρέπει νὰ εἶναι εἰς θέσει νὰ
 παρὰ ἀνάβη τὰς ὀριζωντιοῦς ὠθήσεως, αἱ ὁποῖα δημιουργοῦνται ὑπὸ τῶν
 κατὰ τοὺς μεσημβρινούς διευσθυνομένων ἐσωτερικῶν δυνάμεων (σ. 2.46)
 Τοῦτο εἰς τὴν ἀναδεύσει εἰς τὴν διετάξεως ἰσοῦς διευσθυνομένων στήθινος
 κατὰ τὴν ἐφαπτομένην τῶν μεσημβρινῶν (σ. 2.47), ὁποῦτε δημιουργοῦνται
 ἐντατικὴ καταστάσις ἀπὸ ἀναβῆν σὺν ἄλλοις ποσῶν ἐκ διετάξεως τῶν κ-
 κλων, εἰτε διὰ διετάξεως περιφερειακῶν κελύφων πορτέταμένων καὶ
 στήθινος διὰ κατακόρυφων ὑποστήθινος (σ. 2.48). Ἡ διετάξις
 διακλύσει ἀνευ πορτέτασως τοῦτο δημιουργοῦται σοβαρά προβλήματα δια-
 ταρτάξως, ὅσοι ἢ μὲν διὰ μέρους τοῦ κελύφους παρὰ τὴν στήθινος τεῖναι
 νὰ βραχυνοῦν ἀνάλογως θάλασσιν διακλύσειν τῶν κελύφων τῶν ἀματιομένων ἐν
 διακλύσει νὰ ἀσῆθῃ ἀνάλογως τῶν ἐθῆσεων τῶν ἀματιομένων ἐν αὐτοῦ
 ἐκ μέρους τοῦ κελύφους. Ἡ πορτέτασις τοῦ διακλύσειν αἰρεῖ τὴν ἀσυμφο-
 νίαν ταύτην μὲ ἀποτέλεσμα νὰ περιοφίσσεται σημευτικῶς αἱ διετάρτάξεις
 τῶν κλων.

Κατὰ τὰ τελευταία ἐτη ἀπέκρησαν ἰοιαιτέραν σημασίαν διὰ τὴν πρᾶ-
 ξιν προῶλοι ἐπὶ ὀρθολογικῆς βάσεως. Ἡδη ἀπὸ τοῦ 1931 εἶχε καταδει-
 χθῆ περιματικῶς ἡ δυναότης κατασκευῆς τοιοῦτων ἐργῶν [30]. Ἐν τοῦ-

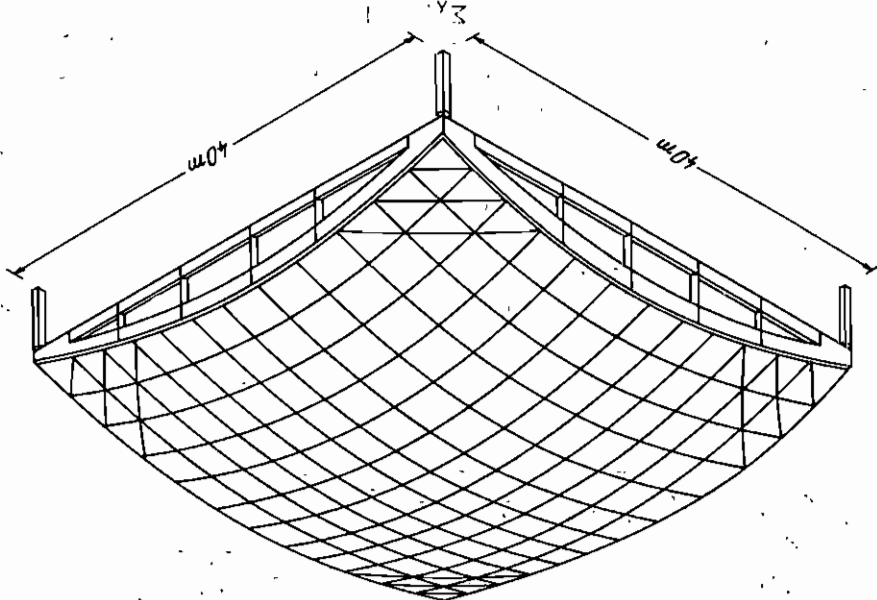


Ζυγκρικὴ ἀπεικόνισις τῆς
 στατικῆς λειτουργίας ἐνός
 σφαιρικοῦ ἐπὶ κυκλικῆς βά-
 σεως κελύφους καὶ ἐνός ἐπὶ
 ὀρθολογικῆς τοιοῦτου



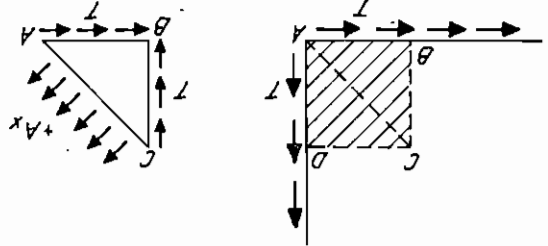
Σχ. 2.49

Διάρθρωση ορθογώνιων και εναρτημένων ελαστικών κελύφους επί τετραγωνικών βάσεων

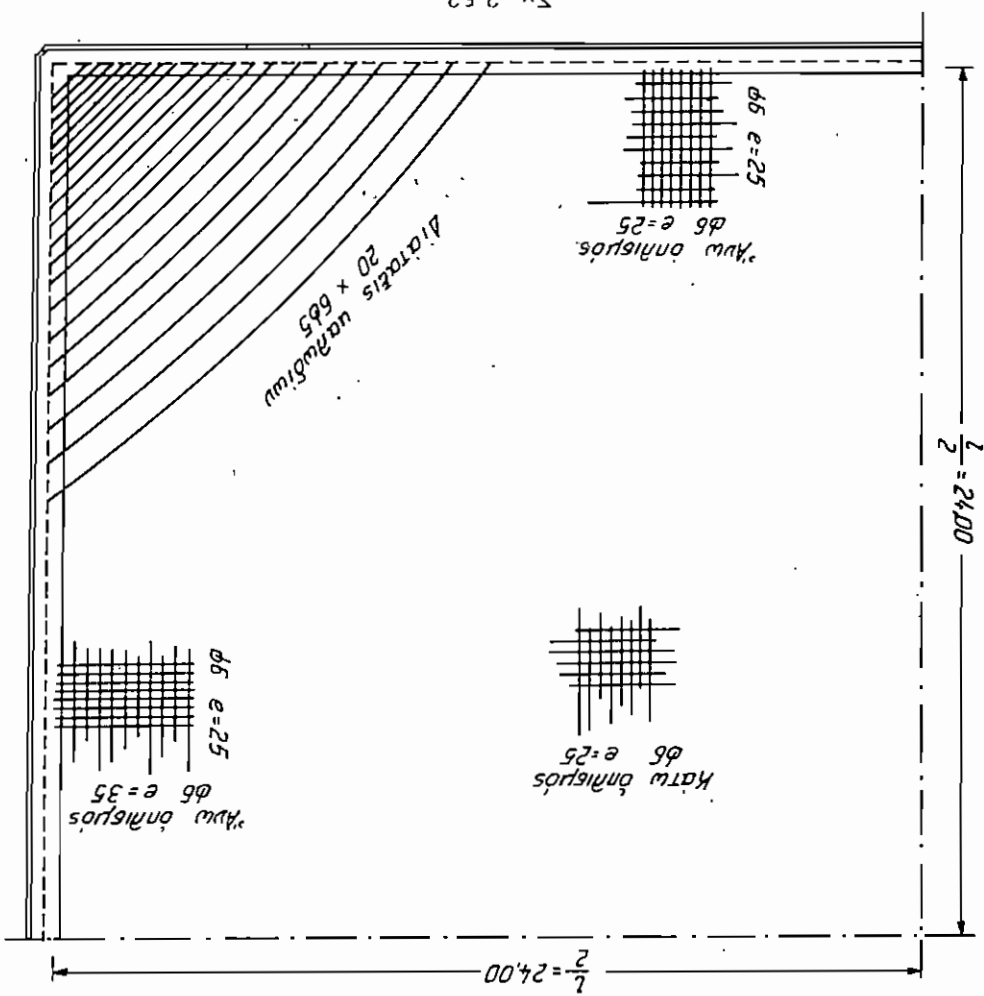


Τόσις εκκυσμού κατά την διεύθυνση των διαγώνιων

ΣΧ. 2.50



Τοις, μόνον κατά τα τελευταία έτη, χάρις εις την προέβτασιν, έπετεύχθη ή έφαρμογή των εις μεγάλα άνογίματα. Η στατική λειτοργία ένός τοιούτου κελύφους διαφέρει βασικώς από την λειτοργίαν ένός συμμετρικώς εκπεριστροφής εδρασίμενου. Το σχ. 2.49 καθιστά σαφή την διαφορά ταυ-την. Το εκπεριστροφής κελύφος άναπτύσσει άδώς συμμετρίας στηνίξέως συμμετρικήν έντασιν συγκειμένην εν τώ συνόλῳ άπό θλιπτικής τάσεως. Το επί όρθογωνικής καύφους, άντιθέτως, άδώς άδυναμίας στηνίξέ-ως κατά την έφαπτομένην των μεσημβριών, δύναται να μεταφέρει τόπος-τια του επί των άκροδοκών μόνον διά διατηρητικών δύναμεων. Τοτό-τέχει ως συνεπείαν την άλλοίωσιν της έντατικής: κατ'αστάσεως και κρύβως την έμφανισιν έφακυστικής τάσεων εντός του κελύφους κατά την διευ-θυσιν των όριζοντίων κύκλων παρὰ τας γωνίας στηνίξέως (σχ.2.50). Διά καταλληλῆου προεντάσεως του κελύφους (σχ. 2.51) άρροται αι άνωτέρω

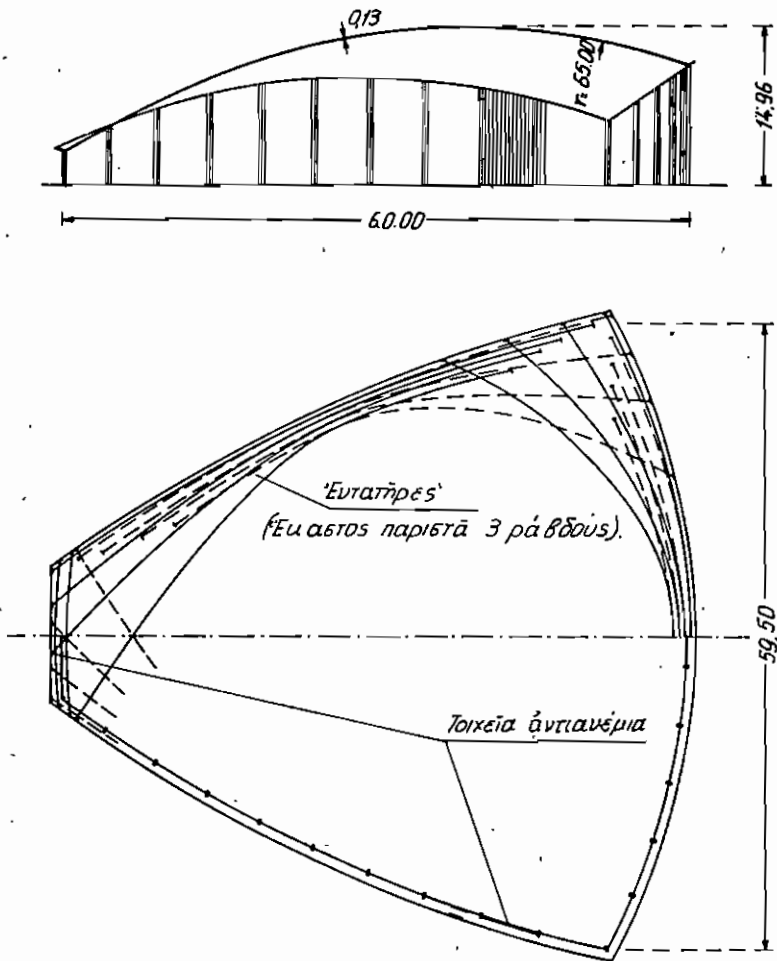


Άθροισμα εκθέσεων II εις Βεληφιδίων

ΣΧ. 2.52

εφελακυστικά τάσεις. Το αυτό συμβαίνει και με τās ἀκροδοκοῦς αὐτοῖς ἐφελκυστικά τὰς ἐντονοὺς ἐφελακυσμὸν (σχ. 2.51). Εἰς τὰ σχ. 2.52 καὶ σχ. 2.53, β-Γονται δύο χαρακτηριστικά κατασκευὰ τοῦ τύπου τούτου.

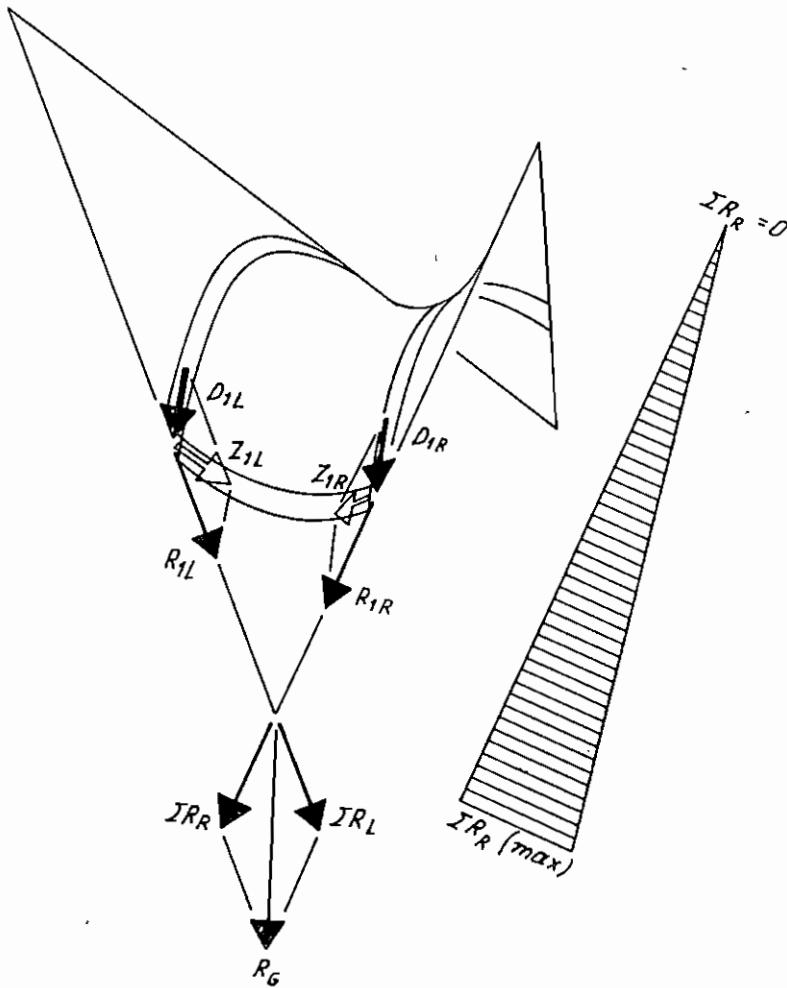
ii) Κελεύθη ἀρνητικῆς καμπύλῃτος Gauss
 Κατὰ τὰ τελευταία ἐτη, χάρις εἰς τὴν προέβασιν, ἔχουν εἰσαχθῆ εἰς τὰς κατασκευὰς καὶ κελεύθη ἀρνητικῆς καμπύλῃτος. Χαρακτηριστικὸν τούτων εἶναι ὅτι παρουσιάζουν κατὰ τὴν μίαν μὲν



Σχ. 2.53

Τὸ μέγα ἀμφιθέατρον τοῦ Πανεπιστημίου τοῦ Ἀμβούργου

κυρίαν διεύθυνσιν, ἔνθα αἱ τομαὶ ἔχουν μορφήν τόξου, τάσεις συνθλίψεως, κατὰ τὴν ἑτέραν δὲ κυρίαν διεύθυνσιν ἔνθα αἱ τομαὶ ἔχουν μορφήν ἀλύσου τάσεις ἐφέλκυσμοῦ (σχ. 2.54). Πρὸς παραλαβὴν τῶν τάσεων τούτων χρησιμοποιεῖται, ὡς ἐπὶ τὸ πλεῖστον, προέντασις. Ἡ πλέον συνήθης μορφή, ἣ ὁποία χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς κατασκευὰς εἶναι τὸ ὑπερβολικὸν παραβολοειδὲς με εὐθύγραμμα ὄρια (σχ. 2.54). Τοῦτο ἔχει τὸ χαρακτηριστικὸν ὅτι κατὰ μῆκος τῶν ὀρίων ἀναπτύσσει διατμητικὰς μόνον τάσεις παραλαμβανομένας δι' ἀκροδοκῶν. Εἰς τὰ σχ. 2.55 καὶ σχ. 2.56 δίδον-



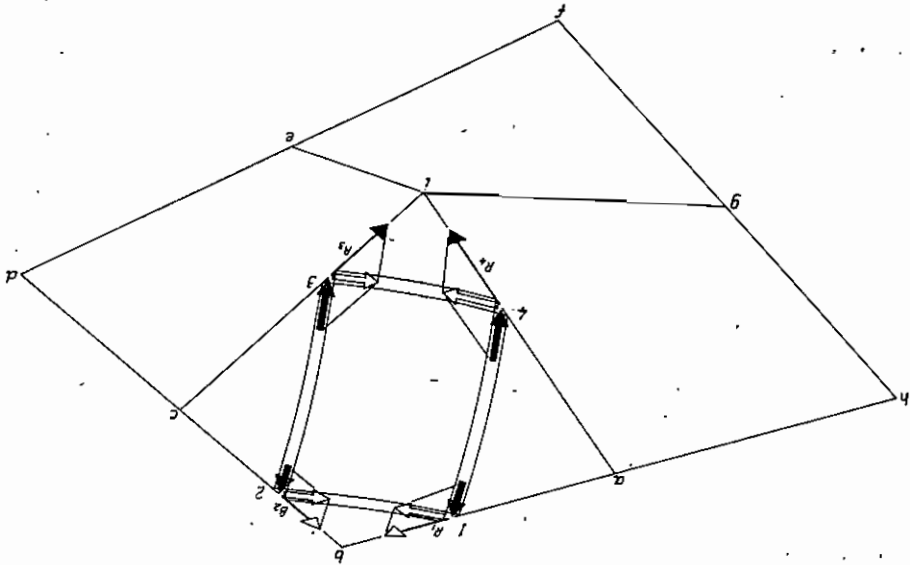
Σχ. 2.54

*Ανάλυση της στατικής λειτουργίας ενός υπερβολικού παραβολοειδούς

ται δύο κλασσικοί συνδυασμοί των κελυφών τούτων χρησιμοποιούμενοι προς κάλυψη χώρων τετραγωνικής κατόψεως. Ειδικώς εις τὰς ακροδοκούς του κελύφους του σχ. 2.55 απαιτείται ή τοποθέτησις έλκυστήρων εις την σύνδεσίν των μετά των στύλων προς παραλαβήν των εκ των διατημητικών ρωών δημιουργουμένων ώθήσεων.

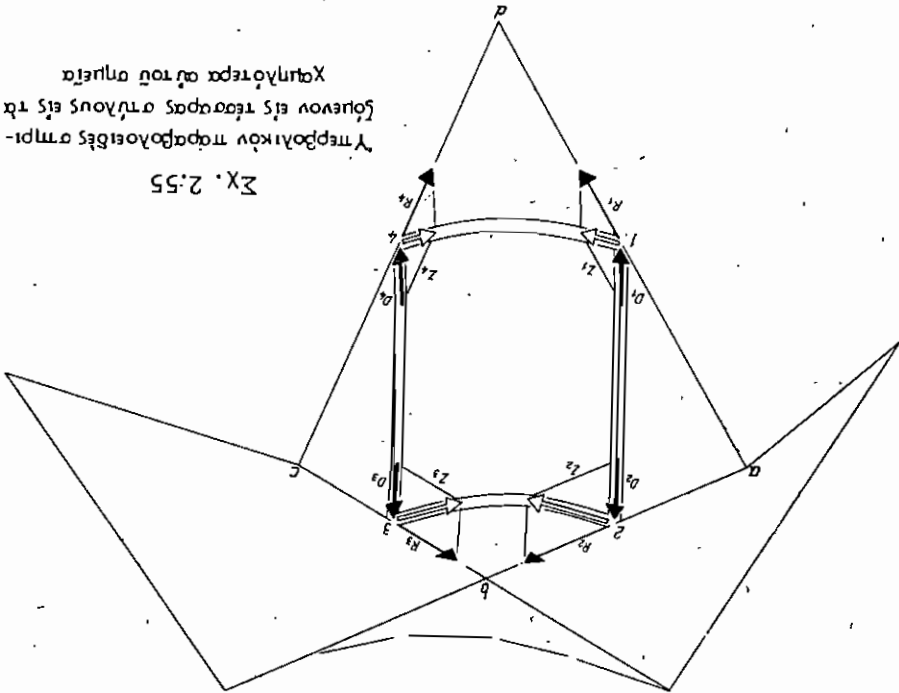
Υπερολογικόν παραβολοειδές στήριξιόν εν υποστώλῳ
 εἰς τὸ κέντρον συμμετρίας ?

ΣΧ. 2.56



Υπερολογικόν παραβολοειδές στήρι-
 ξόμενον εἰς τέσσαρας στήλους εἰς τὴν
 συμμετρίαν αὐτοῦ

ΣΧ. 2.55

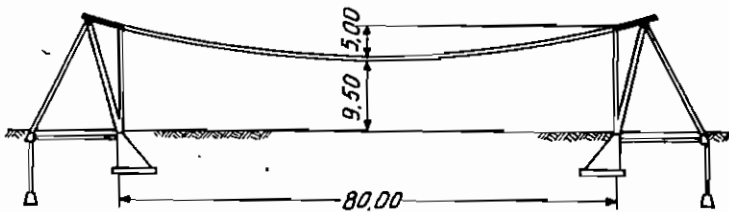


2.4.3. Άνηρτημένα όροφαί

Άνηρτημένα όροφαί είχαν κατασκευασθῆ εἰς Γαλλίαν ἤδη πρὸ τοῦ Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Αἱ ἀνωτέρω όροφαί κατασκευασθεῖσαι μὲ χαλαρὰ καλώδια ἀναρτήσεως παρουσιάζουν σοβαρὰ προβλήματα στεγανώσεως [31]. Ἡ εἰσαγωγή τῆς προεντάσεως ἐπέτρεψε τὴν ἄρσιν τῶν ἀνωτέρω προβλημάτων. Ἡ στατική λειτουργία τῶν φορέων τούτων εἶναι ἰδιαιτέρως σαφής, ὅταν ἡ κατὰ τὴν σχοινοκαμπύλην διαμορφωμένη ἀπλῆς καμπυλότητος ἐπιφάνειά των δὲν παρεμποδίζεται πλευρικῶς κατὰ τὴν παραμόρφωσίν της. Τότε, ὁ φορεὺς δὲν φέρει πλευρικῶς δίσκους ἀκαμψίας, ὁπότε δὲν δύναται νὰ γίνῃ λόγος περὶ λειτουργίας κελύφους. Μία τοιαύτη όροφή εἶναι σχετικῶς εὐκαμπτος δι' ἀσύμμετρον φόρτισίν της ἐξ ἀνέμου ἢ ἐκ μονοπλεύρου χιόνος. Ὡς ἐκ τούτου, πρὸς ἀποφυγὴν ρηγματώσεως, προεντείνεται ἡ όροφή κεντρικῶς καὶ κατὰ τὴν ἐγκαρσίαν διεύθυνσιν.

Ἡ στατική ἀντιμετώπισις τῶν ἔργων τούτων γίνεται διὰ τῆς θεωρίας δευτέρας τάξεως. Αἱ μέγισται μεταβολαὶ καμπυλότητος εἰς τὰ ἔργα ταῦτα προέρχονται ἐκ τῆς πιέσεως καὶ τῆς ἀναρροφήσεως τοῦ ἀνέμου. Ἐπειδὴ ἡ δυναμικὴ δράσις τῆς ἀνεμοφορτίσεως μόνον προσεγγιστικῶς δύναται νὰ ἀντιμετωπισθῆ λογιστικῶς, διεξάγεται συνήθως πειραματικὸς ἔλεγχος εἰς δοκιμαστικούς ἀγωγούς ἀέρος.

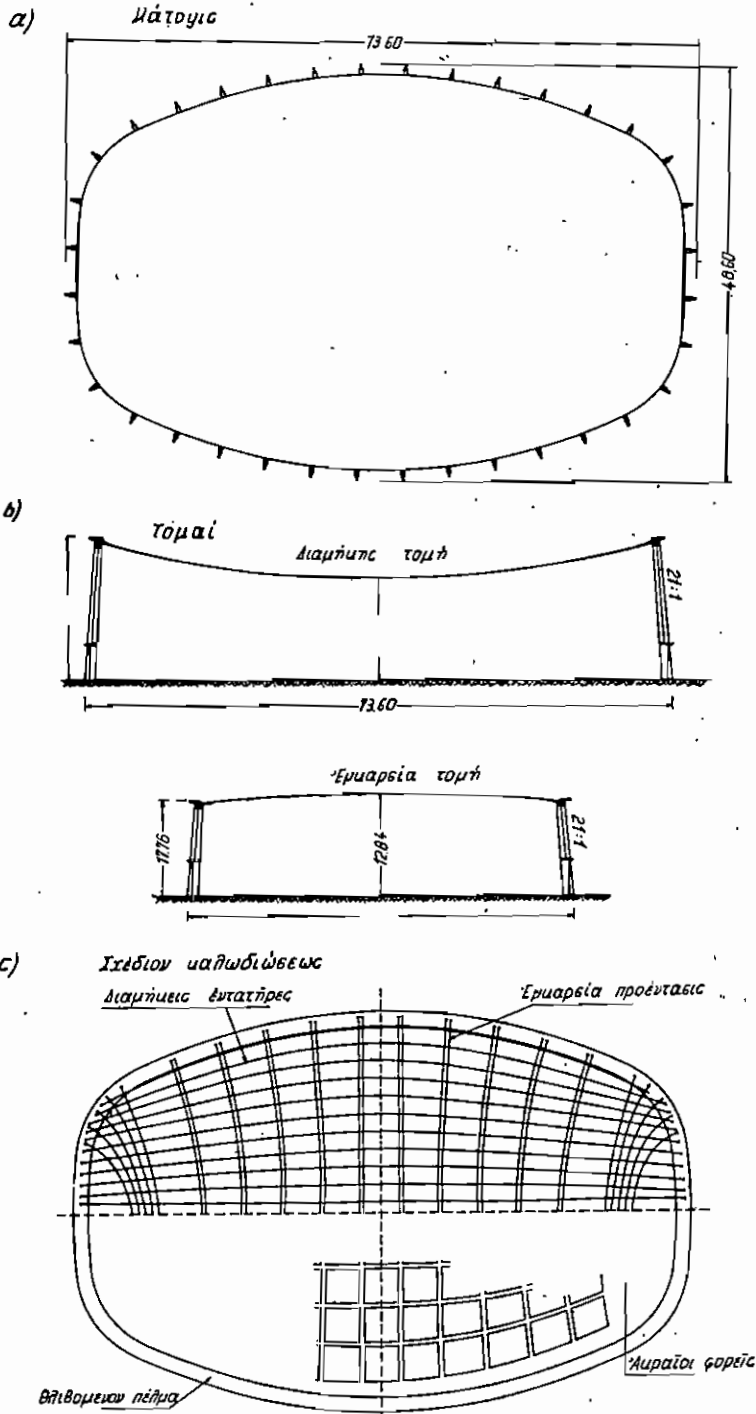
Ἡ φύσις τῶν ἔργων τούτων καὶ τὰ ἀνοίγματα εἰς τὰ ὁποῖα χρησιμοποιοῦνται — φθάνουν μέχρι 150 m — ἀπαιτοῦν λίαν ὑψηλῆς στάθμης τεχνολογικὸν δυναμικὸν κατὰ τὴν κατασκευὴν των.



Σ.χ. 2.57

Άνηρτημένη όροφή εἰς Dortmund

Εἰς τὰ σχ. 2.57 καὶ 2.58 δίδονται δύο χαρακτηριστικοὶ τύποι κατασκευασθειῶν ἀνηρτημένων όροφῶν.



Σχ. 2.58

Ἡ αἴθουσα Schwazwaldhalle τῆς Καρλσρούης (Dyckerhoff und Widmann)
 α) Κάτοπις, β) Τομαί, γ) Σχέδιον καλωδιώσεως

● ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

1. ΠΑΡΑΒΟΛΙΚΟΝ ΤΟΞΟΝ ΜΕΘ' ΕΛΚΥΣΤΗΡΟΣ

Κατωτέρω δίδεται ή μόρφωσις, ό στατικός ύπολογισμός, ό ύπολογισμός όπλισμών και τά σχέδια κατασκευής του σκελετού του μιās βιομηχανικής αίθούσης διαστάσεων $25,50 \times 149,25$ m με κυρίους φορείς παραβολικά τόξα μεθ' έλκυστήρων.

i) Φορτία - ύλικά κατασκευής - Έδαφος θεμελιώσεως

α) Φορτία

Χιών : $0,80 \cdot 125 = 100 \text{ kg/m}^2$ (πάχος χιόνος 80 cm)
 Άσφ. μόνωσις : = 20 "
 Άνεμος : $W = c q = 1,2 \cdot 80 = 96$ "
 Σεισμ. συντελεστής: $\epsilon = 0,06$

β) Υλικά κατασκευής

Σκυρόδεμα άνωδομής: B 225
 Σκυρόδεμα θεμελίων : B 160
 Χάλυψ άνωδομής : St III Ηα, St IV b (πλέγματα)
 Χάλυψ θεμελίων : St I
 Έλκυστήρος : St I

γ) Έδαφος θεμελιώσεως

Βάθος θεμελιώσεως : = 2.0 m
 Έπιτρ. τάσις εδάφους: $\sigma_{εδ} = 1,5 \text{ kg/cm}^2$

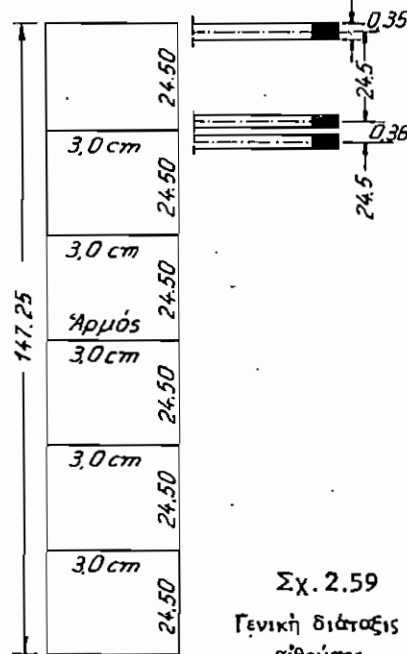
ii) Γενική διάταξις φέροντος σκελετού

Η όλη έπιφάνεια θα καλυφθή δια παραβολικών τόξων άνά αποστάσεις 3,50 m, επί των οποίων θα εδράζεται ή πλάξ έπι-καλύψεως. Θα διαταχθούν άρμοί συστολής-διαστολής άνά 24.5 m (σχ. 2.59). Συνεπώς, από άρμού εις άρμόν θα κατασκευασθούν 8 πλαίσια.

Έκλέγεται :

Πάχος b_0 δοκού πλαισίου 30 cm
 " b ύποστρωμάτων 35 cm

Έπίσης διατάσσονται κατά μήκος διαδοκίδες, άφ' ένός μόν εις τας κεφαλές των ακραίων ύποστρωμάτων, άφ' έτέρου δέ εις τά άκρα του κεντρικού φωταγωγού. Τέ-



Σχ. 2.59
 Γενική διάταξις
 αίθούσης

λας ή πλάξ επικαλύψεως διατάσσεται εις τὸ κάτω πέλμα τῆς παραβολικῆς δοκοῦ.

iii) Ὑπολογισμὸς πλακὸς ἐπὶ καλύψεως

α) Π λ ά ξ

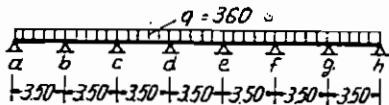
$$\text{Φορτία: } d = 10 \text{ cm, } h = 8,5 > \frac{4}{5} \cdot \frac{3,50}{35} = 8,0 \text{ cm}$$

$$\text{ἴδιον βάρος } 0,10 \cdot 2,400 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{χιών } 125 \cdot 0,80 = 100 \text{ "}$$

$$\text{ἀσφαλτ. ἐπίστρωση } = 20 \text{ "}$$

$$q = 360 \text{ kg/m}^2$$



Ἡ πλάξ ἐπιλύεται διὰ καθολικὴν φόρτισιν, καθ' ὅσον ἐνταῦθα περίπτωσις ἐναλλακτικῶν φορτίσεων τῶν ἀνοιγμάτων ὑπὸ χιόνος δὲν ὑφίσταται. Οὕτω (βλ. Β.Κ. 1962, σελ. 247):

$$M_b = M_g = -0,211 \cdot 0,36 \cdot \frac{3,5^2}{2} = -0,463 \text{ tm} < M_{\text{πρακτ.}} = -0,55 \text{ tm}$$

$$M_c = M_f = -0,155 \cdot \text{ " } \text{ " } = -0,340 \text{ tm} < M_{\text{πρακτ.}} = -0,365 \text{ "}$$

$$M_d = M_e = -0,169 \cdot \text{ " } \text{ " } = -0,370 \text{ tm} > M_{\text{πρακτ.}} = -0,365 \text{ "}$$

$$V_a = 1,75 \cdot 0,36 - \frac{0,463}{3,50} = 0,63 - 0,13 = 0,500 \text{ t}$$

$$V_b^r = 1,75 \cdot 0,36 + \frac{0,46 - 0,34}{3,50} = 0,63 - 0,035 = 0,595 \text{ t}$$

Ροπαὶ ἀνοιγμάτων

$$M_{ab} = \frac{0,500^2}{2 \cdot 0,36} = +0,35 \text{ tm} > 0,36 \frac{3,50^2}{14,22} = 0,31 \text{ tm}$$

$$M_{bc} = -0,463 + \frac{0,595^2}{2 \cdot 0,36} = -0,463 + 0,493 = 0,030 \text{ tm} < 0,36 \frac{3,5^2}{24} = 0,183 \text{ tm}$$

Ροπαὶ στηριγμάτων

$$M_b^{\pi} = -0,9 \cdot 0,550 = -0,495 \text{ tm} \text{ (ἀκραῖαι στηρίξεις)}$$

$$M_{c,d,e} = -0,9 \cdot 0,370 = -0,330 \text{ tm} \text{ (λοιπαὶ στηρίξεις)}$$

Ὑπολογισμὸς τοῦ ὀπλισμοῦ (ὀπλισμὸς διὰ πλεγμάτων St IVb, $\sigma_{b,e} = 80/2600$)

$$\text{Ἐνοιγμα } ab \text{ καὶ } gh: k_h = \frac{8,50}{\sqrt{0,35}} = 14,4, \quad 50/2600, \quad k_e = 0,42$$

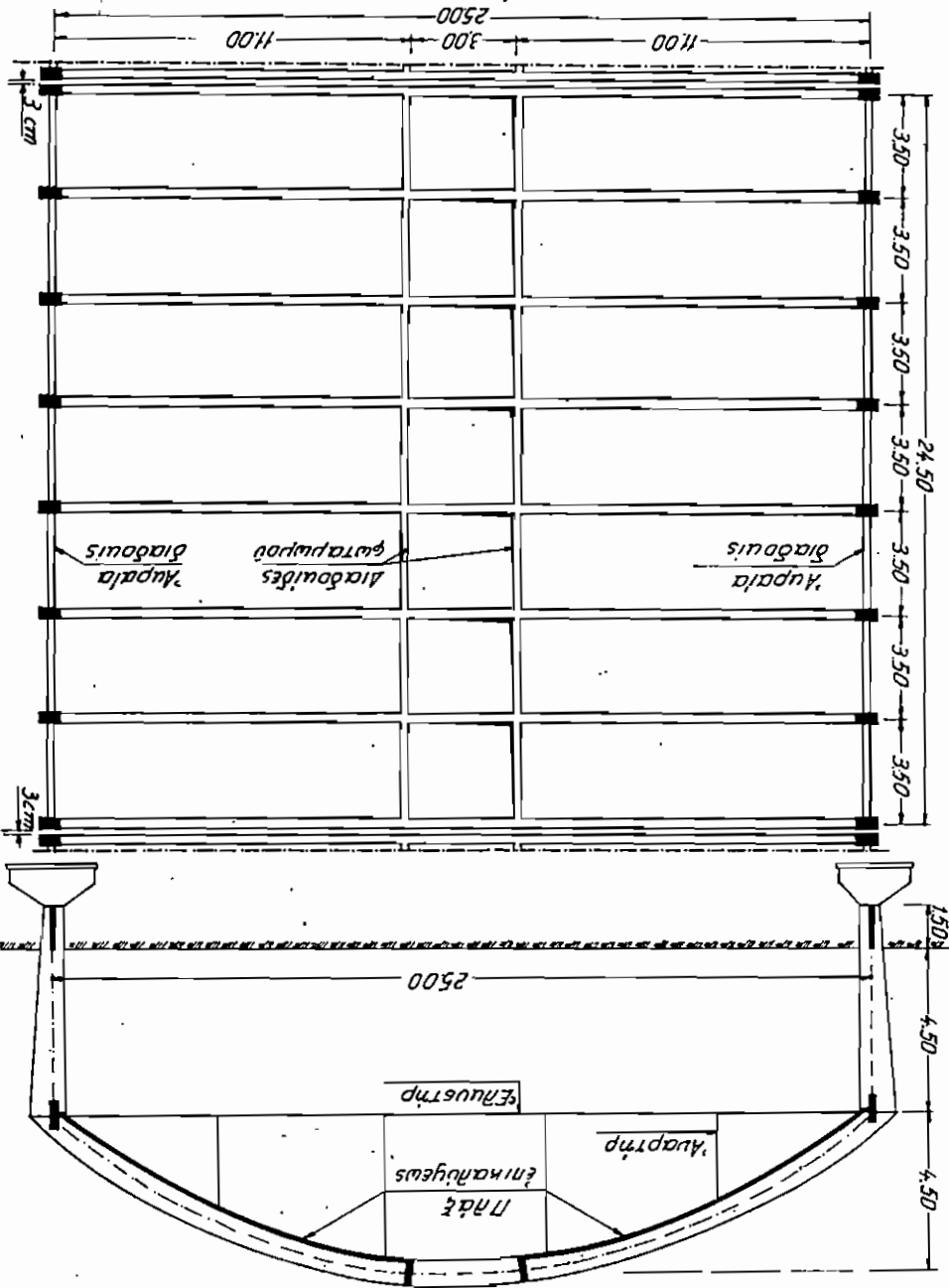
$$f_e = 0,42 \cdot \frac{0,35}{0,085} = 1,73 \text{ cm}^2$$

$$2 \cdot 0,92 \text{ (2C92} = 1,84 \text{ cm}^2), \text{ (πλέγμα } 150 \cdot 250 \cdot 4,2)$$

Λοιπὰ ἀνοίγματα

$$k_h = \frac{8,5}{\sqrt{0,183}} = 20, \quad \sigma_{b,e} = 30/2600, \quad k_e = 0,40$$

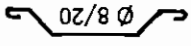
Σχ. 2.60
 Τομή και κλίση της αβύθου



$$f_e = 0.40 \frac{0.183}{0.085} = 0.86 \text{ cm}^2, \quad 0.92 (0.92 \text{ cm}^2)$$

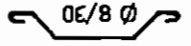
Άρτια σμπίγματα

$$k_h = \frac{8.5}{8.5} = \frac{\sqrt{0.495}}{0.703} = 12.1, \quad \sigma_{b,e} = 60/2400, \quad k_e = 0.42$$

$$f_e = 0.42 \frac{0.495}{0.085} = 2.45 \text{ cm}^2$$


Νοτιά σμπίγματα

$$k_h = \frac{8.5}{8.5} = \frac{\sqrt{0.33}}{0.575} = 14.8, \quad \sigma_{b,e} = 50/2400, \quad k_e = 0.42$$

$$f_e = 0.42 \frac{0.33}{0.085} = 1.63 \text{ cm}^2$$


Παράρτησες:

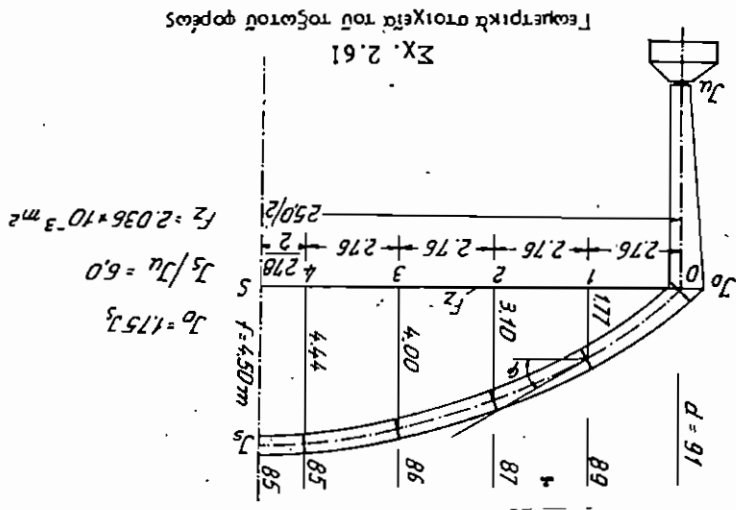
1. Πέραν των ως άνω δηλωμένων αντοχών πρέπει να ελεγχθεί η αντοχή της πλάκας και κατά μήκος των εδράσεων αυτής επί των διδοκίμων δηλωμένων εκ πλεγμάτων Ο92.
2. Διά την εύκολον τοποθέτησιν των δηλωμένων κων πέλματος επί των εδράσεων δύνατον να αποκοπούν οι έγκρητοι πάβλοι των πλεγμάτων, όπου απαιτείται.

β) Διδοκίμες φωνάλεων

Αυται φονίονται διά του ίδιου αντων βάρους, λωπίδος πάκός 50 cm και εκ του επιπέδματος του φωνάλεω (υάλων). Διατομή 20/85 (ήτοι τό ατό ύπος μετά του τόσον $d = \frac{30}{L} = 85 \text{ cm}$) και δηλωτός 4 Ø 14 κων υπολογισμού.

iv) Παράβολων πάκων μεθ' έγκρητος

α) Στατικόν σύστημα - Τεμετρικά και μηχανικά στοιχεία πάκων



Ἐφ' ὅσον πρόκειται περὶ ἐδάφους θεμελιώσεως μετρίως ποιότητος προτιμᾶται ἡ κατασκευὴ διαρθρωτοῦ πλαισίου, πρὸς ἀποφυγὴν δευτερογενῶν τάσεων ἐν αὐτῷ ἐξ ὑποχωρήσεως τῶν στηρίξεων. Ἡ ὅλη διάταξις τοῦ πλαισίου δεικνύεται εἰς τὸ σχ. 2.61.

α.1) Ἐξίσωσις ἄξονος παραβολικῆς δοκοῦ

$$y = \frac{4f}{L^2} \cdot x(L-x) = \frac{4 \cdot 4.5}{25^2} \cdot x(25-x) = 0.0288 \cdot x(25-x)$$

$$y' = tg \phi = 0.0288(25.00 - 2x)$$

Τῇ βοήθειᾳ τῶν ὡς ἄνω ὀχέσεων, ὡς καὶ τῶν

$$\eta\mu\phi = \frac{y'}{\sqrt{1+y'^2}}, \quad \sigma\upsilon\nu\phi = \frac{1}{\sqrt{1+y'^2}}$$

θα ὑπολογίσωμεν περαιτέρω τὰ στοιχεῖα τῶν διατομῶν τῆς παραβολικῆς δοκοῦ.

α.2) Διατομαί

Καθορίζεται διὰ τὴν κλειδὰ τοῦ τόξου:

$$b_0 = 30 \text{ cm} \quad \text{καὶ} \quad d = \frac{1}{30} \cdot 25 = 85 \text{ cm},$$

ὁπότε

$$J_s = 0.04 \cdot 0.90 \cdot 0.85^3 = 22.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

Ἐπίσης λαμβάνομεν διὰ τὸ ὑποσύλωμα

$$J_0 = 1.75 J_s = 38.5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4, \quad \text{ἢτοι} \quad b/d = 35/110$$

Ἡ καθ' ὕψος μεταβολὴ τῶν διατομῶν τοῦ στυλοῦ εἶναι γραμμικὴ, λαμβάνεται δὲ παρὰ τὴν κρῆρσιν

$$b/d = 35/50, \quad \text{ὅτε} \quad J_u = 3.65 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$$

Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὰς διατομαὶς τοῦ τόξου λαμβάνεται μορφολογικὴ συνάρτησις αὐτῶν

$$\zeta_x = \frac{J_s}{J_x \cos \phi} \equiv 1, \quad \text{ὁπότε} \quad d(x) = \frac{d(s)}{\sqrt{\sigma\upsilon\nu\phi}}$$

Εἰς τὸν πίνακα 2.2 ἐγένετο ὁ ὑπολογισμὸς πάντων τῶν γεωμετρικῶν στοιχείων τῶν διατομῶν τοῦ τόξου.

ΠΙΝΑΞ 2.2

Γεωμετρικὰ στοιχεῖα διατομῶν τόξου

Διατομαί	x	y	$y' = tg \phi$	$\eta\mu\phi$	$\sigma\upsilon\nu\phi$	$d(x)$
0	0	0	0.720	0.585	0.813	91.00
1	2.76	1.77	0.560	0.490	0.875	89.00
2	5.52	3.10	0.400	0.372	0.930	87.20
3	8.28	4.00	0.243	0.234	0.970	86.00
4	11.04	4.44	0.084	0.084	1.000	85.00
5	12.50	4.50	0	0	1.000	85.00

Τέλος, απαιτείται και ο προκαθορισμός της διατομής του έλκυστήρος. Ούτος εκλέγεται εκ $2\phi 36$ ($F_z = 20,36 \text{ cm}^2$). Η εκλογή αυτή γίνεται ούτως ώστε ο έλκυστήρ να δύναται να παραλάβη το 75% περίπου της οριζοντίας ώθησεως του τόξου, θεωρουμένου άμφιπάκτου, ήτοι:

$$F_z \sigma_e = 0,75 q \frac{L^2}{8f},$$

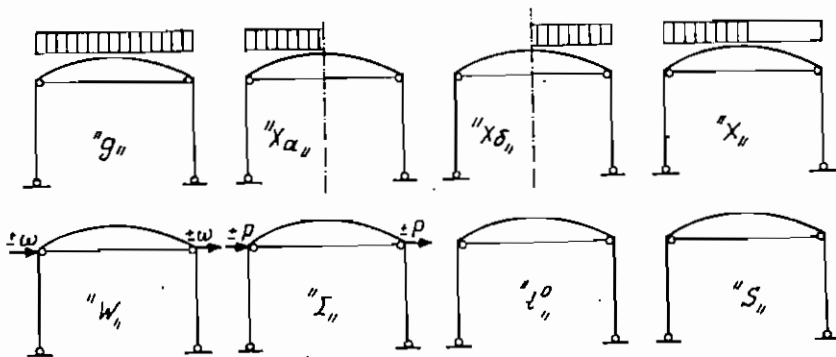
ένθα q = μόνιμον φορτίον τόξου (βλ. περαιτέρω).

β) Έντατική κατάσταση πλαισίου

Θα μελετηθή η έντατική κατάσταση του πλαισίου συνεπεία των κάτωθι φορτίσεων:

- α. - Ίδιου βάρους ["g"]
- β. - Χιόνος (άριστεράς - δεξιάς - καθολικής) ["X_α", "X_δ", "X"]
- γ. - Ανέμου [\pm "W"]
- δ. - Σεισμού [\pm "Σ"]
- ε. - Μεταβολής θερμοκρασίας κατά $\pm 20^\circ$ ["I"]
- στ. - Συστολής πήξεως ["s"]

Αί ως άνω φορτίσεις εμφανίζονται παραστατικώτερον εις τὰ κάτωθι σκαριφήματα:



Έκ τών φορτίσεων τούτων αί ύπ' αριθμόν α και β, β₁, β₂ ελήφθησαν κατά προσέγγισιν ομοίομορφοι πρός διευκόλυνσιν των υπολογισμών, διότι η απόκλισις είναι από πρακτικής απόψεως ασήμαντος.

Επίσης, παρατηρούμεν ότι εκ των φορτίσεων τούτων άρκει να μελετηθοῦν αί ύπ' αριθμόν α, β, γ και ε, διότι τὰ έντατικά μεγέθη των υπολοίπων δύνανται να προκύψουν εξ αυτών βάσει της αρχής της έπαλληλίας.

β.1) Έντατική κατάσταση πλαισίου συνεπεία "g"

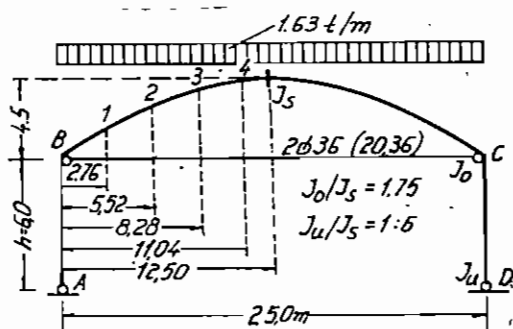
Φορτία: Έκ πλακόσ $260 \cdot (3,50 - 0,30) = 830 \text{ kg/m}$

Έκ διαδοκίδων $2,30 \cdot 1/25 = 90 \text{ "}$

Ίδιον τόξου $\frac{27,0 \cdot 0,30 \cdot 0,88 \cdot 2400}{25} = 685 \text{ "}$

Έλκυστήρ, άναρτήρες κλπ. $\approx 25 \text{ "}$

$g = 1630 \text{ kg/m}$



Σχ. 2.52

Διάγραμμα φορτίσεως

Έπίλυσις πλαισίου κατά την μέθοδον Cross [32], [33]

Δείκται άκαμψία : Παραβ. δοκός: $K_{BC} = 12EJ_s/l$ (συμμετρία)
 Στύλος : $K_{BA} = 24.2 EJ_u/h \cdot K_{AB} = 7.4 EJ_u/h$
 $K_{BA(\text{μονοπ.})} = 18.3 EJ_u/h$
 Συντελεσται μεταβιβάσεως: Παραβ. δοκός: $\gamma_{BC} = +1/3$
 Στύλος : $\gamma_{BA} = -0.274, \gamma_{AB} = -0.892$

Συντελεσται διανομής :

$$\begin{aligned} \text{Κόμβος } B \quad K_{BC} &= \frac{12 \cdot 1.0}{25} = 0.480 & \nu_{BC} &= \frac{0.480}{0.988} = 0.49 \\ K_{BA} &= \frac{18.3}{6.6} = 0.508 & \nu_{BA} &= \frac{0.508}{0.988} = 0.51 \\ \lambda \Sigma K &= 0.988 \end{aligned}$$

Φόρτισις α

Ροπαί πακτώσεως - Ώθήσεις

$$M_B = 0, \quad \vec{H}_B = q \frac{l^2}{8f} = 1.63 \frac{25^2}{8 \cdot 4.5} = +28.2 \text{ t} = -\vec{H}_C$$

Συνεπώς, δι' άπαραμόρφωτον έλκυστήρα προκύπτει :

$$Z_a = +28.2 \text{ t}$$

Φόρτισις β

Θεωρούμεν ιδεατήν επίμήκυνσιν του έλκυστήρος κατά

$$\delta = \frac{4}{45} \cdot \frac{Lf^2}{EJ_s} = \frac{4}{45} \cdot \frac{25 \cdot 4.5^2}{E_b J_s} = \frac{44.9}{E_b J_s},$$

όπότε :

$$\vec{H}_B = -1.0 \text{ και } M_r = +\frac{2}{3} f = \frac{2}{3} \cdot 4.5 = +3.00.$$

Διά την μετακίνησην ταύτην αἱ δρῶσαι ροπαὶ πακτώσεως τοῦ στύλου εἶναι :

εἰς στῦλον ἀμφίπακτον

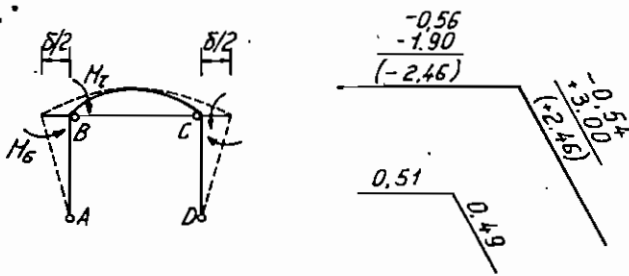
$$M_{AB} = -K_{AB} (1 + \gamma_{AB}) \cdot \frac{\delta/2}{h} = -7.4 \cdot 1.892 \cdot \frac{EJ_u}{6.0^2} \cdot \frac{44.9}{2EJ_s} = -1.45 \text{ tm}$$

$$M_{BA} = -K_{BA} (1 + \gamma_{BA}) \cdot \frac{\delta/2}{h} = -24.2 \cdot 1.274 \cdot \frac{EJ_u}{6.0^2} \cdot \frac{44.9}{2EJ_s} = -3.20 \text{ ''}$$

εἰς στῦλον μονόπακτου εἰς B (ὡς ἐν πρόκειμένῳ)

$$M_{\sigma} = M_{BA}^{\mu} = M_{BA} + M_{AB} \gamma_{AB} = -3.20 + 1.45 \cdot 0.892 = -3.20 + 1.30 = -1.90 \text{ tm}$$

Ἐφαρμογὴ τῆς μεθόδου



Ἀλλοίωσις τῆς ὠθήσεως

$$\Delta M_B = -\Delta M_C = -0.54, \quad \Delta H = -\frac{0.625}{f} (\Delta M_B - \Delta M_C)$$

$$= -\frac{0.625}{4.5} (-0.54 - 0.54) = +0.15 \text{ t}$$

$$\text{Πραγματικὴ ὠθσις} \quad \vec{H}_B = -1.00 + 0.15 = -0.85 \text{ t}$$

$$\text{Τάσις ἔλκυστήρος} \quad Z_b = -0.85 - \frac{2.46}{6.0} = -0.85 - 0.41 = -1.26$$

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω ὁ συντελεστὴς ἀναγωγῆς

$$c = \frac{L Z_a}{E_z F_z \delta - L Z_b} = \frac{L Z_a}{\frac{E_z}{E_b} \frac{F_z}{J_s} \cdot 44.9 - L Z_b}$$

ἤτοι

$$c = \frac{25.0 \cdot 28.2}{10 \cdot \frac{2.036}{22.0} \cdot 44.9 + 25.0 \cdot 1.26} = \frac{730}{41.4 + 31.5} = 10.0$$

$$\text{Συνεπῶς :} \quad M_B = 0 + 10.0 \cdot 2.46 = +24.60 \text{ tm}$$

$$Z = +28.20 - 10.00 \cdot 1.26 = +15.60 \text{ t}$$

$$H_A = \frac{24.60}{6.0} = 4.10 \text{ t}$$

$$V_A = \frac{1}{2} \cdot 25.0 \cdot 1.63 = 20.35 \text{ t}$$

και εν συνεχεία:

Ροπαι κλιμακως τόξου

$$M_1 = +20.35 \cdot 2.76 - 4.10 \cdot 7.77 - 15.6 \cdot 1.77 - 1.63 \frac{2.76^2}{2} =$$

$$= +56.10 - 31.85 - 27.60 - 6.20 = -9.55 \text{ tm} = M_1'$$

$$M_2 = +20.35 \cdot 5.52 - 4.10 \cdot 9.10 - 15.60 \cdot 3.10 - 1.63 \frac{5.52^2}{2} =$$

$$= +112.00 - 37.30 - 48.40 - 24.90 = +1.40 \text{ tm} = M_2'$$

$$M_3 = +20.35 \cdot 8.28 - 4.10 \cdot 10.0 - 15.60 \cdot 4.00 - 1.63 \frac{8.28^2}{2} =$$

$$= +168.50 - 41.00 - 62.40 - 55.90 = +9.20 \text{ tm} = M_3'$$

$$M_4 = +20.35 \cdot 11.04 - 4.10 \cdot 10.44 - 15.60 \cdot 4.44 - 1.63 \frac{11.04^2}{2} =$$

$$= +225.00 - 42.80 - 68.30 - 99.50 = +14.40 \text{ tm} = M_4'$$

$$M_5 = +20.35 \cdot 12.50 - 4.10 \cdot 10.50 - 15.60 \cdot 4.50 - 1.63 \frac{12.5^2}{2} =$$

$$= +254.00 - 42.00 - 70.20 - 127.00 = +14.80 \text{ tm} = M_5'$$

Ορθαι δυνამεις τόξου

$$N_B = (H+Z) \cos \phi + V_A \eta \mu \phi =$$

$$= (4.10 + 15.60) \cdot 0.813 + 20.35 \cdot 0.585 = 16.00 + 11.90 = 27.90 \text{ t}$$

$$N_1 = (H+Z) \cos \phi_1 + \eta \mu \phi_1 (V_A - x \cdot 1.63)$$

$$= 19.70 \cdot 0.875 + 0.490 (20.35 - 4.50) = 17.25 + 7.75 = 25.00 \text{ t} = N_1'$$

$$N_2 = 19.70 \cdot 0.930 + 0.372 (20.35 - 9.00) = 18.30 + 4.23 = 22.53 \text{ t} = N_2'$$

$$N_3 = 19.70 \cdot 0.970 + 0.234 (20.35 - 13.5) = 19.10 + 1.60 = 20.70 \text{ t} = N_3'$$

$$N_4 = 19.70 \cdot 1.000 + 0.084 (20.35 - 18.0) = 19.70 + 0.20 = 19.90 \text{ t} = N_4'$$

$$N_5 = 19.70 \cdot 1.000 + 0 (\dots\dots\dots) = 19.70 + 0 = 19.70 \text{ t}$$

Τέμνουσαι δυνάμεις τόξου

$$Q_B = (V_A - x \cdot 1.63) \cos \phi_B - (H+Z) \eta \mu \phi_B =$$

$$= (20.35 - 0) \cdot 0.813 - 19.70 \cdot 0.585 = 16.50 - 11.50 = +5.00 \text{ t} = -Q_C$$

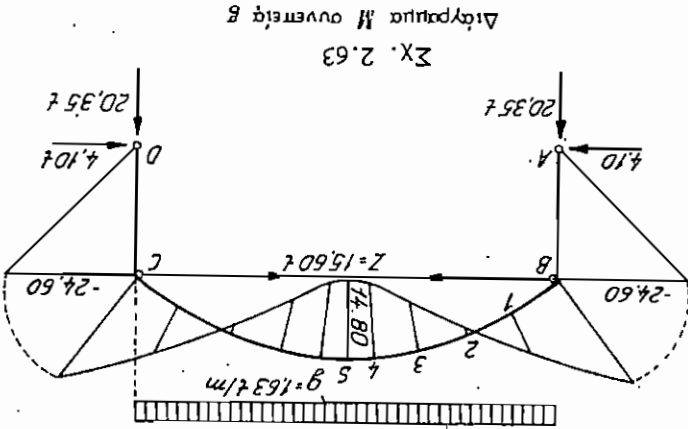
$$Q_1 = (20.35 - 4.50) \cdot 0.875 - 19.70 \cdot 0.490 = 13.90 - 9.65 = +4.25 \text{ t} = -Q_1'$$

$$Q_2 = (20.35 - 9.00) \cdot 0.930 - 19.70 \cdot 0.372 = 10.55 - 7.35 = +3.20 \text{ t} = -Q_2'$$

$$Q_3 = (20.35 - 13.50) \cdot 0.970 - 19.70 \cdot 0.234 = 6.65 - 4.60 = +2.05 \text{ t} = -Q_3'$$

$$Q_4 = (20.35 - 18.00) \cdot 1.000 - 19.70 \cdot 0.084 = 2.35 - 1.65 = +0.70 \text{ t} = -Q_4'$$

$$Q_5 = (20.35 - 20.35) \cdot 1.000 - 19.70 \cdot 0 = 0 - 0 = 0$$

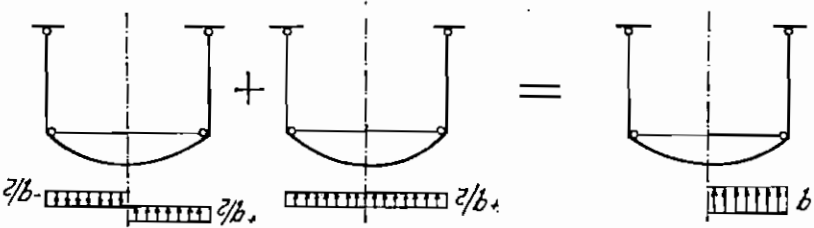


Διάγραμμα M σφαιρείς B
ΣΧ. 2.63

β.2) Έντατική κατάσταση πασσάλου σφαιρείς "Xα"

φορτίων $+q = 3.5 \cdot 100 = 350 \text{ kg/m}$

Τό ως άνω διωρισμένων φορτίων δρά επί του ημίσφαιρος φορέως. Προς διευκόλυνση των υπολογισμών ανστέλλεται η φόρτιση εις συμμετρικήν και άντισυμμετρικήν :



Συμμετρική φόρτιση

Τά έντατικά μέγεθη της μορτίσεως ταύτης προκύπτουν εκ των άντιστοιχείων σφαιρείς "β", τη βοήθειά του σφαιρείς άνσέωςης

$$c = \frac{q/2}{175} = \frac{1630}{175} = 0,1065,$$

ήτοι :

- Τόσις έκκυστήριος: $Z = +0,1065 \cdot 15,60 = +1,675$
- $M_B = -0,1065 \cdot 24,60 = -2,64 \text{ tm}$
- $M_1 = -0,1065 \cdot 9,55 = -1,03$ " = M_1^c
- $M_2 = +0,1065 \cdot 1,40 = +0,15$ " = M_2^c
- $M_3 = +0,1065 \cdot 9,20 = +0,99$ " = M_3^c
- $M_4 = +0,1065 \cdot 14,40 = +1,55$ " = M_4^c
- $M_5 = +0,1065 \cdot 14,80 = +1,59$ " = M_5^c

- Όρθαι δυνάμεις:

$$\begin{aligned} V_A &= -0.1065 \cdot 20.35 = -2.18 \text{ t} = V_D \\ N_B &= -0.1065 \cdot 27.90 = -3.00 \text{ ''} = N_C \\ N_1 &= -0.1065 \cdot 25.00 = -2.68 \text{ ''} = N'_1 \\ N_2 &= -0.1065 \cdot 22.53 = -2.42 \text{ ''} = N'_2 \\ N_3 &= -0.1065 \cdot 20.70 = -2.22 \text{ ''} = N'_3 \\ N_4 &= -0.1065 \cdot 19.90 = -2.12 \text{ ''} = N'_4 \\ N_5 &= -0.1065 \cdot 19.70 = -2.10 \text{ ''} = N'_5 \end{aligned}$$

- Τέμνουσαι δυνάμεις:

$$\begin{aligned} H_A &= -0.1065 \cdot 4.10 = -0.44 \text{ t} = -H_D \\ Q_B &= -0.1065 \cdot 5.00 = +0.53 \text{ ''} = -Q_C \\ Q_1 &= +0.1065 \cdot 4.25 = +0.45 \text{ ''} = -Q'_1 \\ Q_2 &= +0.1065 \cdot 3.20 = +0.34 \text{ ''} = -Q'_2 \\ Q_3 &= +0.1065 \cdot 2.05 = +0.22 \text{ ''} = -Q'_3 \\ Q_4 &= +0.1065 \cdot 0.70 = +0.07 \text{ ''} = -Q'_4 \\ Q_5 &= = 0 \end{aligned}$$

Άντισυμμετρική φόρτιση

Κατά την φόρτιση ταύτην μηδενίζεται προφανώς η τάση του άκυστήρος, οι δὲ κόμβοι B, C του πλαισίου μετατοπίζονται δεξιά κατά δ.

Φόρτιση α (κόμβοι B, C άμετατόπιστοι)

1. Συντελεσται διανομής:

$$\begin{aligned} k_{BC}^* &= \frac{2}{3} \cdot q \cdot \frac{1}{25} = 0.240 \text{ ,} & v_{BC} &= \frac{0.240}{0.748} = 0.32 \\ k_{BA} &= \frac{18.3}{6.6} = \frac{0.508}{0.748} \text{ ,} & v_{BA} &= \frac{0.508}{0.748} = 0.68 \end{aligned}$$

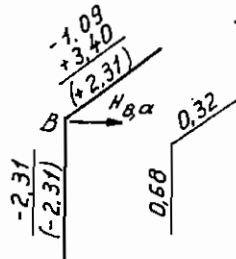
2. Δρῶσαι ροπαί πακτώσεως - Όθήσεις

$$\begin{aligned} M_{BC} &= M_{CB} = +2 \frac{q}{2} \frac{L^2}{64} = +0.35 \frac{25^2}{64} = +3.40 \text{ tm} \\ H_{B,a}^o &= H_{C,a}^o = 0. \end{aligned}$$

3. Έφαρμογή τῆς μεθόδου Cross

$$\begin{aligned} \Delta M_B &= \Delta M_C = -1.09 \\ \Delta H &= \frac{0.625}{f} (-1.09 + 1.09) = 0 \end{aligned}$$

Συνεπῶς ἡ μετατοπίζουσα τὴν κεφαλήν



* Λόγω άντισυμμετρικῆς φορτίσεως καὶ πρὸς ἔφαρμογὴν τῆς μεθόδου Cross ἐπὶ τοῦ ἡμίσεος φορέως λαμβάνομεν τὰ 2/3 τῆς τιμῆς τοῦ δείκτη ἀκαμψιάς τῆς παραβολικῆς ράβδου (βλ. Α. Σιμοπούλου, "Έρευνα τῆς δοκού ροπῆς ἀδρανείας", Β, σελ. 39).

του σύλου δύναναις

$$H_{B,a} = \frac{2,31}{6,0} = \overrightarrow{0,387}$$

Φόρτισις b (ιδεατή μετατόπισις τῶν κόμβων B, C δεξιὰ κατὰ δ)

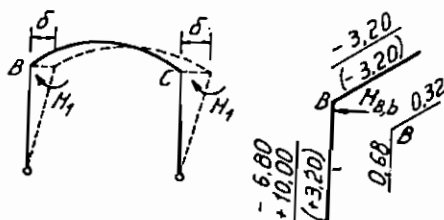
Ἐν προκειμένῳ αἱ ὁρῶσαι ροπαὶ πακτώσεως τοῦ τόξου εἶναι μηδέν, τῶν δὲ σῦλων λαμβάνονται $M_1 = +10,0$ tm.

-Ἐφαρμογὴ τῆς μεθόδου Cross

$$\Delta M_B = \Delta M_C = -3,20$$

$$\Delta H = \frac{0,625}{J} (-3,20 + 3,20) = 0$$

$$H_{B,b} = \frac{3,20}{6,0} = \overleftarrow{0,533}$$



$$\text{Συντελεστὴς ἀναγωγῆς } c = \frac{0,387}{0,533} = 0,725$$

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω διὰ τὴν ἀντισυμμετρικὴν φόρτισιν προκύπτει:

$$M_B = -2,31 + 0,725 \cdot 3,20 = -2,31 + 2,31 = 0$$

$$H_B = 0, \quad H_A = 0$$

$$V_A = -V_D = \frac{1}{25} \cdot 0,175 \cdot 12,5 \cdot 12,5 = 1,09 \text{ t } \uparrow$$

καὶ ἐν συνεχείᾳ:

-Ροπαὶ κάμψεως τόξου

$$M_B = \quad \quad \quad = 0 \quad \quad = M_C$$

$$M_1 = +1,09 \cdot 2,76 - 0,175 \cdot \frac{2,76^2}{2} = 3,00 - 0,66 = +2,36 \text{ tm} = -M'_1$$

$$M_2 = +1,09 \cdot 5,52 - 0,175 \cdot \frac{5,52^2}{2} = 6,00 - 2,67 = +3,33 \text{ tm} = -M'_2$$

$$M_3 = +1,09 \cdot 8,28 - 0,175 \cdot \frac{8,28^2}{2} = 9,00 - 6,00 = +3,00 \text{ tm} = -M'_3$$

$$M_4 = +1,09 \cdot 11,04 - 0,175 \cdot \frac{11,04^2}{2} = 12,00 - 10,70 = +1,30 \text{ tm} = -M'_4$$

$$M_5 = +1,09 \cdot 12,50 - 0,175 \cdot \frac{12,50^2}{2} = 13,60 - 13,60 = 0$$

-Ὅρθαι δυνάμεις τόξου

$$V_A = -1,09 \text{ t } \uparrow, \quad V_D = +1,09 \text{ t } \downarrow \text{ (ἐλκίουσα)}$$

$$N_B = -V_A \text{ ημ } \phi_B = -1,09 \cdot 0,585 = -0,64 \text{ t} = -N_C$$

$$N_1 = -(V_A - xq/2) \text{ ημ } \phi_1 = -(1,09 - 2,76 \cdot 0,175) \cdot 0,49 = -0,60 \text{ t} = -N'_1$$

$$N_2 = -(1,09 - 5,52 \cdot 0,175) \cdot 0,372 = -(1,09 - 0,97) \cdot 0,372 = -0,04 \text{ t} = -N'_2$$

$$N_3 = -(1,09 - 8,28 \cdot 0,175) \cdot 0,234 = -(1,09 - 1,45) \cdot 0,234 = +0,08 \text{ t} = -N'_3$$

$$N_4 = -(1,09 - 11,04 \cdot 0,175) \cdot 0,084 = -(1,09 - 1,93) \cdot 0,084 = +0,07 \text{ t} = -N'_4$$

$$N_5 = 0$$

—Τέμνουσαι δυνάμεις τόξου

$$H_A = H_D = 0$$

$$Q_B = +V_A \cos \phi_B = +1.09 \cdot 0.813 = +0.89 \text{ t} = Q_C$$

$$Q_1 = (V_A - x \cdot q/2) \cos \phi_1 = (1.09 - 2.76 \cdot 0.175) = +0.52 \text{ t} = Q'_1$$

$$Q_2 = (1.09 - 5.52 \cdot 0.175) \cdot 0.93 = +0.11 \text{ t} = Q'_2$$

$$Q_3 = (1.09 - 8.28 \cdot 0.175) \cdot 0.97 = -0.35 \text{ t} = Q'_3$$

$$Q_4 = (1.09 - 11.04 \cdot 0.175) \cdot 1.00 = -0.84 \text{ t} = Q'_4$$

$$Q_5 = (1.09 - 12.50 \cdot 0.175) \cdot 1.00 = -1.09 \text{ t} = Q'_5$$

Τέλος, η έντατική κατάσταση του πλαισίου λόγω "Χ_α" θα προκύψει δι' άθροίσεως τών αντίστοιχών έντατικών μεγεθών τής συμμετρικής και άντισυμμετρικής φορτίσεως.

—Ροπαι κάμψεως συνέπεια "Χ_α"

$$M_B = -2.64 + 0 = -2.64 \text{ tm}$$

$$M_C = -2.64 + 0 = -2.64 \text{ tm}$$

$$M_1 = -1.03 + 2.36 = +1.33 \text{ "}$$

$$M'_1 = -1.03 - 2.36 = -3.39 \text{ "}$$

$$M_2 = +0.15 + 3.33 = +3.48 \text{ "}$$

$$M'_2 = +0.15 - 3.33 = -3.18 \text{ "}$$

$$M_3 = +0.99 + 3.00 = +3.99 \text{ "}$$

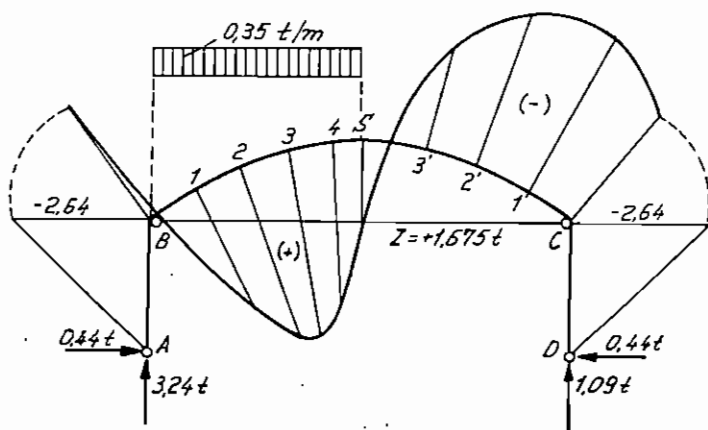
$$M'_3 = +0.99 - 3.00 = -2.01 \text{ "}$$

$$M_4 = +1.55 + 1.30 = +2.85 \text{ "}$$

$$M'_4 = +1.55 - 1.30 = +0.25 \text{ "}$$

$$M_5 = +1.59 - 0 = +1.59 \text{ "}$$

$$M'_5 = +1.59 + 0 = +1.59 \text{ "}$$



Σχ. 2.64

Διάγραμμα M συνέπεια "Χ_α"

- Όρθαι δυνάμεις συνεπεία "Χ_α"

$$V_A = -2.18 - 1.09 = -3.27 \text{ t}$$

$$N_B = -3.00 - 0.64 = -3.64 \text{ t}$$

$$N_1 = -2.68 - 0.60 = -3.28 \text{ t}$$

$$N_2 = -2.42 - 0.04 = -2.46 \text{ t}$$

$$N_3 = -2.22 + 0.08 = -2.14 \text{ t}$$

$$N_4 = -2.12 + 0.07 = -2.05 \text{ t}$$

$$N_5 = -2.10 + 0 = -2.10 \text{ t}$$

$$V_D = -2.18 + 1.09 = -1.09 \text{ t}$$

$$N_C = -3.00 + 0.64 = -2.36 \text{ t}$$

$$N'_1 = -2.68 + 0.60 = -2.08 \text{ t}$$

$$N'_2 = -2.42 + 0.04 = -2.38 \text{ t}$$

$$N'_3 = -2.22 - 0.08 = -2.30 \text{ t}$$

$$N'_4 = -2.12 - 0.07 = -2.19 \text{ t}$$

$$N'_5 = -2.10 - 0 = -2.10 \text{ t}$$

- Τέμνουσαι δυνάμεις συνεπεία "Χ_α"

$$H_A = -0.44 - 0 = -0.44 \text{ t}$$

$$Q_B = +0.53 + 0.89 = +1.42 \text{ t}$$

$$Q_1 = +0.45 + 0.52 = +0.97 \text{ t}$$

$$Q_2 = +0.34 + 0.11 = +0.45 \text{ t}$$

$$Q_3 = +0.22 - 0.35 = -0.13 \text{ t}$$

$$Q_4 = +0.07 - 0.84 = -0.77 \text{ t}$$

$$Q_5 = 0 - 1.09 = -1.09 \text{ t}$$

$$H_D = +0.44 + 0 = +0.44 \text{ t}$$

$$Q_C = -0.53 + 0.89 = +0.36 \text{ t}$$

$$Q'_1 = -0.45 + 0.52 = +0.07 \text{ t}$$

$$Q'_2 = -0.34 + 0.11 = -0.23 \text{ t}$$

$$Q'_3 = -0.22 - 0.35 = -0.57 \text{ t}$$

$$Q'_4 = -0.07 - 0.84 = -0.91 \text{ t}$$

$$Q'_5 = 0 - 1.09 = -1.09 \text{ t}$$

β.3) Έντατική κατάσταση πλαισίου συνεπεία "Χ_δ"

Αύτη προκύπτει εκ τής ήδη εξετασθείσης συνεπεία "Χ_α" ως κάτωθι:

- Ροπαί κάμψεως συνεπεία "Χ_δ"

$$M_B = -2.64 \text{ tm}$$

$$M_1 = -3.39 \text{ "}$$

$$M_2 = -3.18 \text{ "}$$

$$M_3 = -2.01 \text{ "}$$

$$M_4 = +0.25 \text{ "}$$

$$M_5 = +1.59 \text{ "}$$

$$M_C = -2.64 \text{ tm}$$

$$M'_1 = +1.33 \text{ "}$$

$$M'_2 = +3.48 \text{ "}$$

$$M'_3 = +3.99 \text{ "}$$

$$M'_4 = +2.85 \text{ "}$$

$$M'_5 = +1.59 \text{ "}$$

- Όρθαι δυνάμεις συνεπεία "Χ_δ"

$$V_A = -1.09 \text{ t} \quad V_D = -3.27 \text{ t}$$

$$N_B = -2.36 \text{ t} \quad N_C = -3.64 \text{ t}$$

$$N_1 = -2.08 \text{ t} \quad N'_1 = -3.28 \text{ t}$$

$$N_2 = -2.38 \text{ t} \quad N'_2 = -2.46 \text{ t}$$

$$N_3 = -2.30 \text{ t} \quad N_3 = -2.14 \text{ t}$$

$$N_4 = -2.19 \text{ t} \quad N'_4 = -2.05 \text{ t}$$

$$N_5 = -2.10 \text{ t} \quad N'_5 = -2.10 \text{ t}$$

- Τέμνουσαι δυνάμεις συνεπεία "Χ_δ"

$$H_A = -0.44 \text{ t} \quad H_D = +0.44 \text{ t}$$

$$Q_B = -0.36 \text{ t} \quad Q_C = -1.42 \text{ t}$$

$$Q_1 = -0.07 \text{ t} \quad Q'_1 = -0.97 \text{ t}$$

$$Q_2 = +0.23 \text{ t} \quad Q'_2 = -0.45 \text{ t}$$

$$Q_3 = +0.57 \text{ t} \quad Q'_3 = +0.13 \text{ t}$$

$$Q_4 = +0.91 \text{ t} \quad Q'_4 = +0.77 \text{ t}$$

$$Q_5 = +1.09 \text{ t} \quad Q'_5 = +1.09 \text{ t}$$

β.4) Έντατική κατάσταση πλαισίου συνεπεία "X"

Αύτη θα προκύψει δι' άθροίσεως τών έντατικών μεγεθών τών περιπτώσεων (β.2) και (β.3), ήτοι

Ροπαί κάμψεως συνεπεία "X"

$$M_B = M_C = -2.64 - 2.64 = -5.28 \text{ tm}$$

$$M_1 = M'_1 = +1.33 - 3.39 = -2.06 \text{ "}$$

$$M_2 = M'_2 = +3.48 - 3.18 = +0.30 \text{ "}$$

$$M_3 = M'_3 = +3.99 - 2.01 = +1.98 \text{ "}$$

$$M_4 = M'_4 = +2.85 + 0.25 = +3.10 \text{ "}$$

$$M_5 = \quad = +1.59 + 1.59 = +3.18 \text{ "}$$

- Όρθαί δυνάμεις συνεπεία "X"

$$V_A = V_D = -3.27 - 1.09 = -4.36 \text{ t}$$

$$N_B = N_C = -3.64 - 2.36 = -6.00 \text{ "}$$

$$N_1 = N'_1 = -3.28 - 2.08 = -5.36 \text{ "}$$

$$N_2 = N'_2 = -2.46 - 2.38 = -4.84 \text{ "}$$

$$N_3 = N'_3 = -2.14 - 2.30 = -4.44 \text{ "}$$

$$N_4 = N'_4 = -2.05 - 2.19 = -4.24 \text{ "}$$

$$N_5 = \quad -2.10 - 2.10 = -4.20 \text{ "}$$

- Τέμνουσαι δυνάμεις συνεπεία "X"

$$H_A = -H_D = -0.44 - 0.44 = -0.88 \text{ t}$$

$$Q_B = -Q_C = +1.42 - 0.36 = +1.06 \text{ "}$$

$$Q_1 = -Q'_1 = +0.97 - 0.07 = +0.90 \text{ "}$$

$$Q_2 = -Q'_2 = +0.45 + 0.23 = +0.68 \text{ "}$$

$$Q_3 = -Q'_3 = -0.13 + 0.57 = +0.44 \text{ "}$$

$$Q_4 = -Q'_4 = -0.77 + 0.91 = +0.14 \text{ "}$$

$$Q_5 = -1.09 + 1.09 = 0$$

- Τόσις έλκυστήρος συνεπεία "X"

$$Z = +1.675 + 1.675 = +3.35 \text{ t}$$

β.5) Έντατική κατάσταση πλαισίου συνεπεία άνέμου "±W"

Φορτία

$$\text{Πίεσις άνέμου: } W = c q = 1.2 \cdot 80 = 96 \text{ kg/m}^2 \text{ (} h > 8 \text{ m) (κατά DIN 1055-φυλ.4)}$$

Συνεπώς:

$$\text{Δύναμις ἐπὶ τόξου} : 3.50 \cdot 4.50 \cdot 0.096 = 1.51 \text{ t}$$

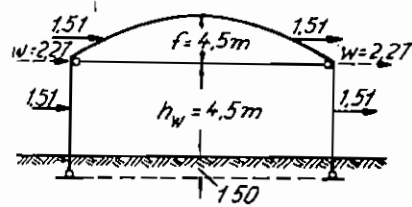
$$\text{Δύναμις μεταξὺ στύλων} : 3.50 \cdot 4.50 \cdot 0.096 = 1.51 \text{ t}$$

καὶ ἐν συνεχείᾳ:

Δύναμις ἐπὶ κόμβων B, C (πίεσις-ὑποπίεσις)

$$W = 1.5 \cdot 1.51 = 2.27 \text{ t}$$

Διὰ τὴν ὡς ἄνω ἀντισυμμετρικὴν φόρτισιν ἡ ἐντατικὴ κατάσταση τοῦ πλαισίου προσδιορίζεται εὐκόλως κατὰ Cross ὡς κάτωθι:



Φόρτισις a' (κόμβοι B, C ἀμετατόπιστοι)

$$\text{Δρῶσαι ροπαὶ πακτώσεως: } M_B^o = M_C^o = 0$$

$$\text{Ὁθήσεις: } H_B^o = H_C^o = 0$$

$$\text{Μετατοπίζουσα δύναμις κεφαλῆς στύλων } H_{B,a} = -H_{C,a} = \overrightarrow{2.27} \text{ t}$$

Φόρτισις b (μετατόπισις κόμβων B, C δεξιὰ κατὰ δ)

Αὕτη ἐμελετήθη ἤδη καὶ εὐρέθη:

$$H_{B,b} = H_{C,b} = \overleftarrow{0.533} \text{ t}$$

$$\text{Συνεπῶς ὁ συντελεστὴς ἀναγωγῆς } c' = \frac{2.27}{0.533} = +4.26$$

$$\text{καὶ } M_B = +4.26 \cdot 3.20 = +13.60 \text{ tm} = -M_C$$

$$H_A = \frac{13.60}{6.0} = \overleftarrow{2.27} \text{ t} = H_D$$

$$V_A = + \frac{2 \cdot 2.27 \cdot 6.0}{25.0} = +1.09 \text{ t} = -V_D$$

$$Z = 0 \text{ (ἀντισυμμετρικὴ φόρτισις).}$$

Τῇ βοηθείᾳ τῶν ἀνωτέρω ὑπολογίζονται τὰ ἐντατικὰ μεγέθη τοῦ πλαισίου ὡς κάτωθι:

Ροπαὶ κάμψεως πλαισίου συνεπεῖα " $\pm W$ "

$$M_B = \pm 13.60 \text{ tm} = -M_C$$

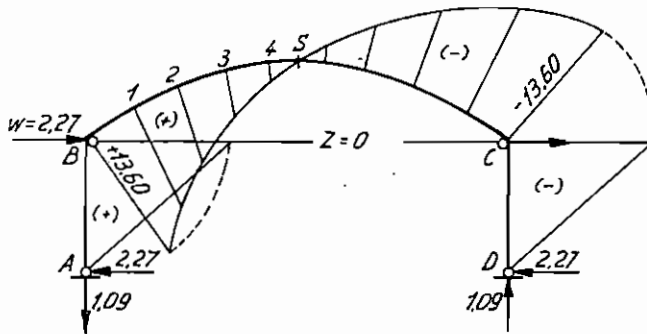
$$M_1 = \pm (2.27 \cdot 6.0 - 1.09 \cdot 2.76) = \pm (13.60 - 3.00) = \pm 10.60 \text{ tm} = -M'_1$$

$$M_2 = \pm (2.27 \cdot 6.0 - 1.09 \cdot 5.52) = \pm (13.60 - 6.00) = \pm 7.60 \text{ " } = -M'_2$$

$$M_3 = \pm (2.27 \cdot 6.0 - 1.09 \cdot 8.28) = \pm (13.60 - 9.00) = \pm 4.60 \text{ " } = -M'_3$$

$$M_4 = \pm (2.27 \cdot 6.0 - 1.09 \cdot 11.04) = \pm (13.60 - 12.00) = \pm 1.60 \text{ " } = -M'_4$$

$$M_5 = \pm (13.60 - 1.09 \cdot 12.5) = \pm (13.60 - 13.60) = 0$$



Σχ. 2.65

Διάγραμμα τών M συνεπεία "+W"- Όρθαι δυνάμεις πλαισίου συνεπεία " $\pm W$ "

$$\begin{aligned}
 V_A &= \pm 1.09 \text{ t} & & = -V_D \\
 N_B &= \pm 1.09 \cdot 0.585 = \pm 0.64 \text{ t} & & = -N_C \\
 N_1 &= \pm 1.09 \cdot 0.490 = \pm 0.53 \text{ " } & & = -N'_1 \\
 N_2 &= \pm 1.09 \cdot 0.372 = \pm 0.40 \text{ " } & & = -N'_2 \\
 N_3 &= \pm 1.09 \cdot 0.234 = \pm 0.25 \text{ " } & & = -N'_3 \\
 N_4 &= \pm 1.09 \cdot 0.084 = \pm 0.09 \text{ " } & & = -N'_4 \\
 N_5 &= \pm 1.09 \cdot 0 = 0
 \end{aligned}$$

- Τέμνουσαι δυνάμεις πλαισίου συνεπεία " $\pm W$ "

$$\begin{aligned}
 H_A &= \pm 2.27 \text{ t} \\
 Q_B &= \mp 1.09 \cdot 0.813 = \mp 0.89 \text{ t} = +Q_C \\
 Q_1 &= \mp 1.09 \cdot 0.875 = \mp 0.95 \text{ " } = +Q'_1 \\
 Q_2 &= \mp 1.09 \cdot 0.930 = \mp 1.01 \text{ " } = +Q'_2 \\
 Q_3 &= \mp 1.09 \cdot 0.970 = \mp 1.06 \text{ " } = +Q'_3 \\
 Q_4 &= \mp 1.09 \cdot 1.000 = \mp 1.09 \text{ " } = Q'_4 \\
 Q_5 &= \mp 1.09 \cdot 1.09 \text{ t}
 \end{aligned}$$

β.6) Έντατική κατάσταση πλαισίου συνεπεία σεισμοῦ "Σ"

Φορτία

Συντελεστής σεισμικής επίταχύνσεως $\varepsilon = 0.06$

Διὰ τὰς φορτίσεις "g" + "X" λαμβάνομεν :

$$q = 1.63 + 0.35 = 1.98 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned} \text{"Αντίδρασις έφ' έκάστου στύλου: } & 1,98 \cdot 12,5 = 24,85 \text{ t} \\ \text{"Ίδιον βάρος έκάστου στύλου: } & \approx \frac{8,15 \text{ t}}{33,00 \text{ t}} \end{aligned}$$

Συνεπώς, ή επί τών κόμβων B, C του πλαι-
πλαισίου δρώσα όριζόντιος συνιστώσα σεισμού:

$$P = 0,06 \cdot 33,0 = 1,98 \text{ t} \approx 2,0 \text{ t}$$

Μετά ταύτα ή έντατική κατάσταση του πλαισι-
σίου προσδιορίζεται βάσει τής άνπστοίχου λόγω
άνέμου τής βοηθεία του συντελεστού άναγωγής

$$c = \frac{2,0}{2,27} = 0,88 \text{ ,}$$

ήτοι :

- Ροπαί κάμψεως πλαισίου συνεπεία "Σ"

$$M_B = \pm 0,88 \cdot 13,60 = \pm 12,00 \text{ tm} = -M_C$$

$$M_1 = \pm 0,88 \cdot 10,60 = \pm 10,20 \text{ " } = -M'_1$$

$$M_2 = \pm 0,88 \cdot 7,60 = \pm 6,70 \text{ " } = -M'_2$$

$$M_3 = \pm 0,88 \cdot 4,60 = \pm 4,05 \text{ " } = -M'_3$$

$$M_4 = \pm 0,88 \cdot 1,60 = \pm 1,40 \text{ " } = -M'_4$$

$$M_5 = 0$$

- Όρθαι δυνάμεις πλαισίου συνεπεία "Σ"

$$V_A = \pm 0,88 \cdot 1,09 = \pm 0,96 \text{ t} = -V_D$$

$$N_B = \pm 0,88 \cdot 0,64 = \pm 0,56 \text{ t} = -N_C$$

$$N_1 = \pm 0,88 \cdot 0,53 = \pm 0,47 \text{ t} = -N'_1$$

$$N_2 = \pm 0,88 \cdot 0,40 = \pm 0,35 \text{ t} = -N'_2$$

$$N_3 = \pm 0,88 \cdot 0,25 = \pm 0,22 \text{ t} = -N'_3$$

$$N_4 = \pm 0,88 \cdot 0,09 = \pm 0,08 \text{ t} = -N'_4$$

$$N_5 = 0$$

- Τέμνουσαι δυνάμεις πλαισίου συνεπεία "Σ"

$$H_A = \pm 0,88 \cdot 2,27 = \pm 2,00 \text{ t} = H_D$$

$$Q_B = \pm 0,88 \cdot 0,89 = \mp 0,78 \text{ t} = Q_C$$

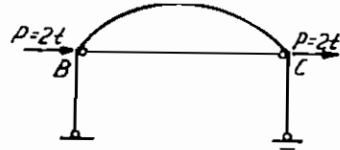
$$Q_1 = \mp 0,88 \cdot 0,95 = \mp 0,84 \text{ t} = Q'_1$$

$$Q_2 = \mp 0,88 \cdot 1,01 = \mp 0,89 \text{ t} = Q'_2$$

$$Q_3 = \mp 0,88 \cdot 1,06 = \mp 0,93 \text{ t} = Q'_3$$

$$Q_4 = \mp 0,88 \cdot 1,09 = \mp 0,96 \text{ t} = Q'_4$$

$$Q_5 = \mp 0,88 \cdot 1,09 = \mp 0,96 \text{ t}$$



β.7) Έντατική κατάσταση πλαισίου συνεπεία μεταβολής της θερμοκρασίας " $\pm t$ "

Φορτία, θεωρούμε κατά τον Κανονισμόν ομοιόμορφον αύξομείωσιν της θερμοκρασίας κατά $\pm 20^\circ$.

Πρόκειται περί συμμετρικής φορτίσεως του πλαισίου, του οποίου την έντατική κατάσταση προσδιορίζομεν κατά Cross ως κάτωθι:

Φόρτισις a (κόμβοι B, C πλαισίου μετατόπιστοι)

1. Ροπαί πακτώσεως - Ώθήσεις*

$$\begin{aligned} M_{BC} = -M_{CB} &= -\frac{15}{2} \frac{EJ_s}{f} \cdot a \cdot t \quad (a=10^{-3}, E=21 \cdot 10^5 \text{ t/m}^2) \\ &= -\frac{15}{2} \frac{21 \cdot 10^5 \cdot 22 \cdot 10^{-3}}{4.5} \cdot 10^{-3} \cdot 20 = -15.40 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{BC} = -H_{CB} &= +\frac{45}{4} \cdot \frac{EJ_s}{f^2} \cdot a \cdot t \\ &= +\frac{45}{2} \cdot \frac{21 \cdot 10^5 \cdot 22 \cdot 10^{-3}}{4.5^2} \cdot 10^{-3} \cdot 20 = +5.13 \text{ t} \end{aligned}$$

2. Συντελεστές διανομής: Έχουν ήδη προσδιορισθῆ.

3. Έφαρμογή της μεθόδου Cross

*Αλλοίωσις της ώθήσεως

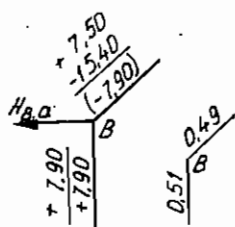
$$\Delta M_B = +7.50, \quad \Delta M_C = -7.50$$

$$\Delta H = -\frac{0.625}{4.5} \cdot (7.50 + 7.50) = -2.08 \text{ t}$$

$$H_{BC} = +5.13 - 2.08 = +3.05$$

Μετατοπίζουσα δύναμις κόμβου B

$$\begin{aligned} H_{B,a} &= +3.05 + \frac{7.90}{6.0} = 3.05 + 1.32 = \\ &= 4.37 \text{ t} = Z_a \end{aligned}$$



Φόρτισις b (άμοιβαία μετατόπισις κόμβων B, C κατά δ)

Κατά την ὡς ἄνω μετακίνησιν αἰρέθη

$$M_{BC} = +2.46 \text{ tm}, \quad Z_b = -1.26$$

*Άρα συντελεστής ἀναγωγῆς:

$$c = \frac{25 \cdot 4.37}{41.4 + 31.5} = \frac{109}{72.9} = 1.50,$$

ὁπότε:

$$M_{BC} = -7.90 + 1.5 \cdot 2.46 = -4.20 \text{ tm} = M_{CB},$$

$$Z = +4.37 - 1.5 \cdot 1.26 = +2.48 \text{ t},$$

* Βλ. Α. Σιμοπούλου, "Έρευνα της δοκού μεταβλητής ροπής αδρανεΐας", τόμ. Β', σ. 40.

$$H_A = \frac{4.20}{6.0} = 0.70 \text{ t} = -H_D,$$

$$V_A = V_D = 0.$$

Τῆ βοηθεῖα τῶν ἀνωτέρω στοιχείων προκύπτουν :

— Ροπαὶ κάμψεως πλαισίου συνεπειᾶ $t = \pm 20^\circ$

$$M_B = \pm 0.70 \cdot 6.0 = \pm 4.20 \text{ tm}$$

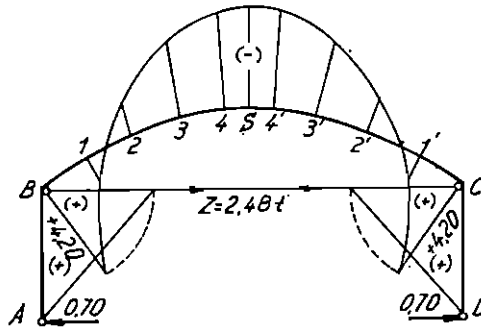
$$M_1 = \pm 0.70 \cdot 7.77 \mp 2.48 \cdot 1.77 = \pm 5.44 \mp 4.39 = \pm 1.05 \text{ tm}$$

$$M_2 = \pm 0.70 \cdot 9.10 \mp 2.48 \cdot 3.10 = \pm 6.37 \mp 7.69 = \mp 1.32 \text{ ''}$$

$$M_3 = \pm 0.70 \cdot 10.00 \mp 2.48 \cdot 4.00 = \pm 7.00 \mp 9.93 = \mp 2.93 \text{ ''}$$

$$M_4 = \pm 0.70 \cdot 10.44 \mp 2.48 \cdot 4.44 = \pm 7.31 \mp 11.00 = \mp 3.69 \text{ ''}$$

$$M_5 = \pm 0.70 \cdot 10.50 \mp 2.48 \cdot 4.50 = \pm 7.35 \mp 11.15 = \mp 3.80 \text{ ''}$$



Σχ. 2.66

Διάγραμμα ροπῶν κάμψεως πλαισίου διὰ $t = +20^\circ$

— Ὄρθαι δυνάμεις πλαισίου συνεπειᾶ $t = \pm 20^\circ$

$$V_A = 0$$

$$N_B = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0.813 = \mp 1.45 \text{ t}$$

$$N_1 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0.875 = \mp 1.55 \text{ t}$$

$$N_2 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0.930 = \mp 1.65 \text{ t}$$

$$N_3 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0.970 = \mp 1.73 \text{ t}$$

$$N_4 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 1.000 = \mp 1.78 \text{ t}$$

$$N_5 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 1.000 = \mp 1.78 \text{ t}$$

— Τέμνουσαι δυνάμεις πλαισίου συνεπειᾶ $t = \pm 20^\circ$

$$H_A = \pm 0.70$$

$$Q_B = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0.585 = \mp 1.04 \text{ t}$$

$$Q_1 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0.490 = \mp 0.87 \text{ t}$$

$$Q_2 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0.372 = \mp 0.66 \text{ t}$$

$$Q_3 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0.234 = \mp 0.42 \text{ t}$$

$$Q_4 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0.084 = \mp 0.15 \text{ t}$$

$$Q_5 = \mp (2.48 - 0.70) \cdot 0 = 0$$

στ) Έντατική κατάσταση πλαισίου συνεπεία συστολής πήξεως του σκυροδέματος

Φορτία: Η λόγω συστολής πήξεως του σκυροδέματος προκαλούμενη έντατική κατάσταση εις τὸ πλαίσιον ἰσοδυναμεί· κατά τὸν Κανονισμόν πρὸς πτώσιν (ὁμοιόμορφον) τῆς θερμοκρασίας αὐτοῦ κατὰ $.15^\circ$. Συνεπῶς, ὁ προσδιορισμὸς τῆς ὑπ' ὄψιν έντατικῆς καταστάσεως δύναται νὰ προκύψῃ ἐκ τῆς προηγουμένης τῆ βοηθεία τοῦ συντελεστοῦ ἀναγωγῆς :

$$c = \frac{15}{20} = 0.75 ,$$

ἤτοι

- Ροπαὶ κάμψεως πλαισίου συνεπεία συστολής πήξεως ($\iota = -15^\circ$)

$$M_B = +0.75 \cdot 4.20 = -3.15 \text{ tm}$$

$$M_1 = -0.75 \cdot 1.05 = -0.79 \text{ "}$$

$$M_2 = +0.75 \cdot 1.32 = +0.99 \text{ "}$$

$$M_3 = +0.75 \cdot 2.93 = +2.20 \text{ "}$$

$$M_4 = +0.75 \cdot 3.69 = +2.77 \text{ "}$$

$$M_5 = +0.75 \cdot 3.80 = +2.85 \text{ "}$$

- Ὄρθαι δυνάμεις πλαισίου συνεπεία συστολής πήξεως ($\iota = -15^\circ$)

$$V_A = 0$$

$$N_B = +0.75 \cdot 1.45 = +1.09 \text{ t}$$

$$N_1 = +0.75 \cdot 1.55 = +1.16 \text{ t}$$

$$N_2 = +0.75 \cdot 1.65 = +1.24 \text{ t}$$

$$N_3 = +0.75 \cdot 1.73 = +1.30 \text{ t}$$

$$N_4 = +0.75 \cdot 1.78 = +1.34 \text{ t}$$

$$N_5 = +0.75 \cdot 1.78 = +1.34 \text{ t}$$

- Τέμνουσαι δυνάμεις πλαισίου συνεπεία συστολής πήξεως ($\iota = -15^\circ$)

$$H_A = -0.75 \cdot 0.70 = -0.52 \text{ t}$$

$$Q_B = +0.75 \cdot 1.04 = +0.78 \text{ t}$$

$$Q_1 = +0.75 \cdot 0.87 = +0.65 \text{ t}$$

$$Q_2 = +0.75 \cdot 0.66 = +0.50 \text{ t}$$

$$Q_3 = +0.75 \cdot 0.42 = +0.31 \text{ t}$$

$$Q_4 = +0.75 \cdot 0.15 = +0.11 \text{ t}$$

$$Q_5 = 0$$

γ) Περιβάλλουσα ι

Μετά τον υπολογισμόν τῆς ἐντατικῆς καταστάσεως τοῦ πλαισίου, λόγω τῶν ἐπὶ μέρους φορτίσεων, προβαίνομεν εἰς τὴν σύνταξιν τοῦ διαγράμματος τῆς περιβαλλούσης τῶν ροπῶν κάμψεως, μετὰ τῶν ἀντιστοίχων τιμῶν τῶν μεγεθῶν N , Q . Ὁ υπολογισμὸς οὗτος ἐγένετο εἰς τὸν ἀκολουθοῦντα πίνακα ἐφ' ἑνὸς μὲν ἀνευ σεισμοῦ καὶ ἐφ' ἑτέρου μετὰ σεισμοῦ. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἐλήφθη ὑπ' ὄψιν τὸ ἥμισυ τῆς ἀνεμοπιέσεως (βλ. Ἀντισ. Κανονισμόν, ἄρθρ. 6 §9), τὰ δὲ κατακόρυφα φορτία "g", "X" ἠϋξήθησαν κατὰ

$$3 \epsilon = 3 \cdot 0.06 = 0.18$$

(βλ. Ἀντισ. Κανον., ἄρθρ. 6 § 8).

δ) Ὑπολογισμὸς τοῦ ὀπλισμοῦ.

Ὁ υπολογισμὸς τοῦ ὀπλισμοῦ ἐκάστης διατομῆς διεξάγεται κανονικῶς βάσει τῶν φορτίων αὐτῆς M , N ἀνευ σεισμοῦ καὶ ἐν συνεχείᾳ ἐλέγχεται ἡ μορφωθεῖσα διατομὴ βάσει τῶν ἀντιστοίχων φορτίων μετὰ σεισμοῦ. Αἱ ἀναπτυσσόμεναι τάσεις δὲν πρέπει, ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει, νὰ ὑπερβαίνουν τὰς ἐπιτρεπομένας πλέον τοῦ 20%, κατὰ τὸν Κανονισμόν (ἄρθρ. 6 § 11).

Ἐνταῦθα, πρὸς ἀποφυγὴν διπλοῦ υπολογισμοῦ ἐκάστης διατομῆς, θὰ συγκρίνωμεν προηγουμένως τὰ μεγέθη N , M πρὸς τὰ ἀντίστοιχα $M_{\sigma/1.2}$ καὶ $N_{\sigma/1.2}$. Οὕτω ἐὰν μὲν

$$M > M_{\sigma/1.2} \quad , \quad N > N_{\sigma/1.2}$$

ὁ υπολογισμὸς τοῦ ὀπλισμοῦ θὰ γίνῃ βάσει τῶν M , N , ἐὰν δὲ

$$M < M_{\sigma/1.2} \quad , \quad N < N_{\sigma/1.2}$$

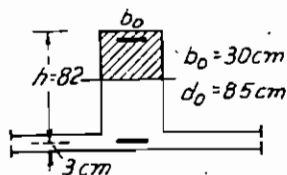
βάσει τῶν M_{σ} , N_{σ} . Τέλος, ἐὰν

$$M > M_{\sigma/1.2} \quad , \quad N < N_{\sigma/1.2} \quad \text{ἢ} \quad M < M_{\sigma/1.2} \quad , \quad N > N_{\sigma/1.2}$$

ὁ διπλοῦς υπολογισμὸς τῆς διατομῆς δὲν δύναται νὰ ἀποφευχθῇ.

δ.1) Τόξον

Διατομὴ κλειδὸς s



Ἐπιτρεπόμεναι τάσεις $\sigma_{b,e} = 90/2400 \text{ kg/cm}^2$

Φορτία

$$\max M = +24.03 \text{ tm}, \quad \max M_{\sigma} = +27.90 \text{ tm}$$

$$\min M = -20.78 \text{ tm}, \quad \min M_{\sigma} = -25.03 \text{ tm}$$

ΠΙΝΑΞ 2.3

Υπολογισμός περιβαλλουσών πλαισίου

Διατομή	Ίδιον βάρος "g"	Χιόν			Άνεμος		Θερμο- κρασία "±t"	Συστολή πήξεως "S"
		"X _α "	"X _β "	"X"	"W _α "	"W _β "		
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
A	M	0	0	0	0	0	0	0
	N	-20.35	-3.27	-1.09	-4.36	+1.09	-1.09	0
	Q	- 4.10	-0.44	-0.44	-0.88	+2.27	-2.27	± 0.70
Bu	M	-24.60	-2.64	-2.64	-5.28	+13.60	-13.60	± 4.20
	N	-20.35	-3.27	-1.09	-4.36	+ 1.09	-1.09	0
	Q	- 4.10	-0.44	-0.44	-0.88	+ 2.27	-2.27	± 0.70
Br.	M	-24.60	-2.64	-2.64	-5.28	+13.60	-13.60	± 4.20
	N	-27.30	-3.64	-2.36	-6.00	+0.64	-0.64	∓ 1.45
	Q	+ 5.00	+1.42	-0.36	+1.06	-0.89	+0.89	∓ 1.04
1	M	- 9.55	+1.33	-3.39	-2.06	+10.60	-10.60	± 1.05
	N	-25.00	-3.28	-2.08	-5.36	+0.53	-0.53	∓ 1.55
	Q	+ 4.25	+0.97	-0.07	-0.90	-0.95	+0.95	∓ 0.87
2	M	+ 1.40	+3.48	-3.18	+0.30	+7.60	-7.60	∓ 1.32
	N	-22.53	-2.46	-2.38	-4.84	+0.40	-0.40	∓ 1.65
	Q	+ 3.50	+0.45	+0.23	+0.68	-1.01	+1.01	∓ 0.66
3	M	+ 9.20	+3.99	-2.01	+1.98	+4.60	-4.60	∓ 2.93
	N	-20.70	-2.14	-2.30	-4.44	+0.25	-0.25	∓ 1.73
	Q	+ 2.05	-0.13	+0.57	+0.44	-1.06	+1.06	∓ 0.42
4	M	+14.40	+2.85	+0.25	+3.10	+1.60	-1.60	∓ 3.69
	N	-19.90	-2.05	-2.19	-4.24	+0.09	-0.09	∓ 1.78
	Q	+ 0.70	-0.77	+0.91	+0.14	+1.09	+1.09	∓ 0.15
s	M	+14.80	+1.59	+1.59	+3.18	0	0	∓ 3.80
	N	-19.70	-2.10	-2.10	-4.20	0	0	∓ 1.78
	Q	0	-1.09	+1.09	0	-1.09	+1.09	0

ΠΙΝΑΞ 2.3 (συνέχεια)

Περιβάλλουσα δυναμικού σεισμού				Σεισμός "±Σ"	1.18 · "g"	1.18 · "χ"	$\frac{1}{2}(14/W^2)$	Περιβάλλουσα μετά σεισμού			
max A		min						max B		min	
(9)		(10)		(11)	(12)	(13)	(14)	(15)		(16)	
1,5,7,8	0	0	1,4,6,7,8	0	0	0	0	11, 12, 14	0	0	7,8,11,12, 13,14
	-19.26	-25.80		±0.96	-24.00	-5.15	±0.55		-22.49	-30.66	
	-3.05	-8.47		±2.00	-4.83	-1.04	±1.14		-1.51	-10.23	
1,5,7,8	-9.95	-50.83	1,4,6,7,8	±12.00	-29.00	-6.23	±6.80	7,8,11,12,14	-9.15	-61.38	7,8,11,12, 13,14
	-19.26	-25.83		±0.96	-24.00	-5.15	±0.55		-22.49	-30.66	
	-3.05	-8.47		±2.00	-4.83	-1.04	±1.14		-1.51	-10.23	
1,5,7,8	-9.95	-50.83	1,4,6,7,8	±12.00	-29.00	-6.23	±6.80	7,8,11,12,14	-9.15	-61.38	7,8,11,12, 13,14
	-27.62	-32.00		±0.56	-33.00	-7.10	±0.32		-32.48	-38.44	
	+3.85	+8.77		±0.78	+5.90	+1.25	±0.45		+4.41	+10.20	
1,5,7,8	+1.31	-24.05	1,4,6,7,8	±10.20	-11.25	-2.43	±5.30	7,8,11,12,14	+4.51	-36.22	7,8,11,12, 14
	-24.86	-28.18		±0.47	+29.50	-6.33	±0.27		-29.15	-33.86	
	+3.08	+7.62		±0.84	+5.00	+1.06	±0.48		+3.46	+8.90	
1,4,5,7,8	+11.61	-6.53	1,6,7,8	±6.70	+1.65	+0.35	±3.80	7,8,11,12,14	+14.81	-9.18	7,8,11,12, 14
	-24.08	-24.58		±0.35	-26.60	-5.70	±0.20		-28.86	-27.56	
	+4.03	+4.05		±0.89	+3.78	+0.80	±0.50		+4.35	+5.01	
1,4,5,7,8	+20.91	+3.87	1,6,7,8	±4.05	+10.85	+2.34	±2.30	7,8,11,12,13,14	+24.67	+3.77	7,8,11,12,14
	-21.86	-21.38		±0.22	-24.40	-5.25	±0.13		-26.27	-25.18	
	+2.16	+3.00		±0.93	+2.42	+0.52	±0.53		+2.21	+3.77	
1,4,5,7,8	+25.56	+11.88	1,6,7,8	±1.40	+17.00	+3.66	±0.80	7,8,11,12,13,14	+29.32	+13.88	7,8,11,12,14
	-20.90	-20.43		±0.08	-23.50	-5.00	±0.05		-25.25	-24.07	
	0	+1.75		±0.96	+0.82	+0.17	±0.55		-0.26	-2.29	
1,4,7,8	+24.03	+13.85	1,7,8	0	+17.50	+3.75	0	7,8,11,12,14,13	+27.90	+16.55	7,8,11,12,14
	-20.78	-20.14		0	-23.20	-4.95	0		-25.03	-23.64	
	0	0		±0.96	0	0	±0.55		+1.51	-1.51	

$$\text{Εἶναι } M > \frac{M_{\sigma}}{1,2} = \frac{27,9}{1,2} = 23,20$$

$$N = \frac{N_{\sigma}}{1,2} = \frac{25,03}{1,2} = 20,80$$

Συνεπῶς

$$e_m = \frac{24,03}{20,78} = 1,16 \text{ m}, \quad e_{m/d} = \frac{1,16}{0,85} = 1,36 \text{ μεγάλη ἔκκεντρότης}$$

Ἄρα

$$M_e = 20,78 (1,36 + 0,395) = 36,3 \text{ tm}$$

$$k_h = \frac{82}{\sqrt{\frac{36,3}{0,30}}} = 7,45, \quad k_e = 0,47, \quad k'_e = 0,21$$

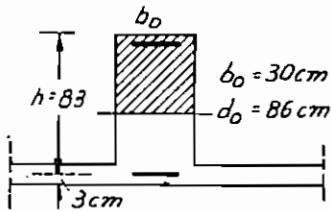
$$F_e = 0,47 \frac{36,3}{0,82} - \frac{20,78}{2,4} = 20,80 - 8,65 = 12,15 \text{ cm}^2, \quad 6 \text{ } \emptyset 16$$

$$F'_e = 0,21 \frac{36,3}{0,82} = 9,30 \text{ cm}^2 < \frac{4}{1000} 30 \cdot 85 = 10,20 \text{ cm}^2, \quad 4 \text{ } \emptyset 18$$

Διατομή 4

Ὡς ἡ διατομή κλειδός (περίπου τὰ αὐτὰ φορτία).

Διατομή 3



Φορτία

$$\max M = +20,91 \text{ tm}, \quad \max M_{\sigma} = +24,67 \text{ tm}$$

$$\min N = -21,86 \text{ t}, \quad \min N_{\sigma} = -26,27 \text{ t}$$

$$\text{Εἶναι } M > \frac{24,67}{1,2} = 20,60 \text{ tm}$$

$$N = \frac{26,27}{1,2} = 21,86 \text{ t}$$

Συνεπῶς

$$e_m = \frac{20,91}{1,2} = 0,96, \quad e_{m/d} = \frac{0,96}{0,86} = 1,12$$

$$M_e = 21,86 (0,96 + 0,40) = 29,70 \text{ tm}$$

$$k_h = \frac{83}{\sqrt{\frac{29,7}{0,30}}} = \frac{83}{9,95} = 8,35, \quad k_e = 0,47, \quad k'_e = 0,02$$

$$F_e = 0,47 \frac{29,70}{0,83} - \frac{21,86}{2,4} = 16,8 - 9,1 = 7,7 \text{ cm}^2, \quad 4 \text{ } \emptyset 16$$

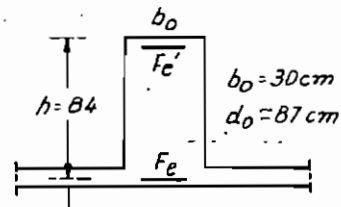
$$F'_e = 0,02 \frac{29,70}{0,83} = 0,7 \text{ cm}^2 \quad \text{ὑπάρχοντα} \quad 4 \text{ } \emptyset 18$$

Διατομή 2

Φορτία

$$\max M = +11,61 \text{ tm}, \quad \max N = -24,08$$

$$\min M = -6,53 \text{ tm}, \quad \min N = -24,58$$



$$\max M_{\sigma} = + 14.81 \text{ tm} , \quad \max N_{\sigma} = -28.86 \text{ t}$$

$$\min M_{\sigma} = - 9.18 \text{ " } , \quad \min N_{\sigma} = -27.56 \text{ t}$$

- Βάσει θετικής ροπής κάμψεως ($M < \frac{14.81}{1.2} = 12.4$, $N \approx \frac{N_{\sigma}}{1.2}$)

$$M = 12.40 \text{ tm} , \quad N = 24.10 \text{ t} , \quad \text{έπ. } \sigma_{b,e} = 90/2400$$

Έκκεντρότης

$$e_m = \frac{12.40}{24.10} = 0.515 \text{ m} , \quad M_e = 24.10 (0.515 + 0.405) = 22.2 \text{ tm}$$

$$k_h = \frac{84}{\sqrt{\frac{22.2}{0.30}}} = \frac{84}{8.6} = 9.75 > 8.4 , \quad k_e = 0.47$$

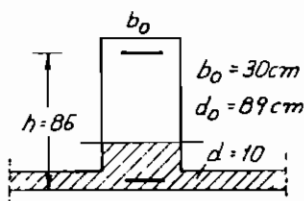
$$F_e = 0.47 \cdot \frac{22.2}{0.84} - \frac{24.1}{2.4} = 12.4 - 10.0 = 2.4 \text{ cm}^2$$

Τίθενται άνω 4 ϕ 18 (ύπάρχοντα), κάτω 4 ϕ 16 (ύπάρχοντα).

- Βάσει άρνητικής ροπής κάμψεως

Προφανώς λόγω μικρότερης ροπής έπαρκούν οι προηγούμενοι όπλισμοί.

Διατομή 1



Φορτία

$$\max M = + 1.31 \text{ tm} , \quad \max N = -24.86 \text{ t}$$

$$\min M = -24.05 \text{ " } , \quad \min N = -28.18 \text{ t}$$

$$\max M_{\sigma} = + 4.51 \text{ tm} , \quad \max N_{\sigma} = -29.15 \text{ t}$$

$$\min M_{\sigma} = -36.22 \text{ tm} , \quad \min N_{\sigma} = -33.86 \text{ t}$$

- Βάσει άρνητικής ροπής κάμψεως

$$M = -24.05 < - \frac{36.22}{1.2} = -30.2 \text{ tm} , \quad N = -28.18 \approx \frac{33.86}{1.2} = -28.2 \text{ t}$$

$$\text{Έκκεντρότης } e_m = \frac{30.2}{28.2} = 1.07 \text{ m} , \quad M_e = 28.2 (1.07 + 0.41) = 41.8 \text{ tm}$$

$$\text{Συνεργαζόμενον πλάτος } b = 12 \cdot 10 + 30 = 150 \text{ cm} , \quad \frac{b}{b_0} = \frac{150}{30} = 5$$

Κατόπιν δοκιμών λαμβάνομεν :

$$\sigma_{b,e} = 50/2400 , \quad k_x = 0.24 , \quad k_h = 13.5$$

$$\frac{d}{h k_x} = \frac{10}{86 \cdot 0.24} = 0.48 , \quad \lambda = 0.79 , \quad b_i = 0.79 \cdot 150 = 1.19 \text{ m}$$

$$k_h = \frac{86}{\sqrt{\frac{41.8}{1.19}}} = 14.5 \approx 13.5 , \quad k_e = 0.45$$

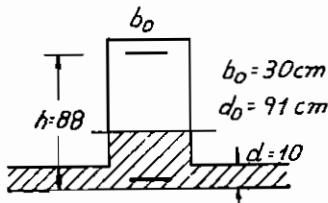
$$F_e = 0.45 \cdot \frac{41.8}{0.86} - \frac{28.2}{2.4} = 22.00 - 11.6 = 10.4 \text{ cm}^2 , \quad 4 \phi 18$$

Κάτω τίθενται ως προηγούμεως 4 ϕ 16.

— Βάσει θετικής ροπής κάμψεως

Λόγω μικρών ροπών τίθενται οί προηγουμένως υπολογισθέντες δπλασμοί άνευ υπολογισμοῦ.

Διατομή Βγ



Φορτία

$$\begin{aligned} \max M &= -9.95 \text{ tm}, & \max N &= -27.62 \text{ t} \\ \min M_{\sigma} &= -50.83 \text{ ''}, & \min N &= -32.00 \text{ t} \\ \min M_{\sigma} &= -61.38 \text{ ''}, & \min N_{\sigma} &= -38.44 \text{ t} \\ \max M_{\sigma} &= -9.15 \text{ ''}, & \max N_{\sigma} &= -32.48 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\text{Εἶναι } \frac{M_{\sigma}}{1.2} = \frac{61.38}{1.2} = 51.2 \text{ tm} > 50.83 \text{ tm}$$

$$\frac{N_{\sigma}}{1.2} = \frac{38.44}{1.2} = 32.1 \text{ t} > 32.00 \text{ ''}$$

Συνεπῶς

$$e_m = \frac{51.2}{32.1} = 1.59 \text{ m}, \quad M_e = 32.10 (1.59 + 0.42) = 64.50 \text{ tm}$$

Κατόπιν δοκιμῶν ἐκλέγομεν

$$\sigma_{b,e} = 70/2400, \quad k_x = 0.30, \quad k_h = 10.2$$

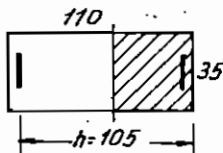
$$h \cdot k_x = 88 \cdot 0.30 = 26.4, \quad \frac{10}{26.4} = 0.38, \quad \lambda = 0.69,$$

$$b_i = 0.69 \cdot 150 = 103 \text{ cm}$$

$$k_h = \frac{88}{\sqrt{\frac{64.5}{1.03}}} = 11.1 \approx 10.2, \quad k_e = 0.46$$

$$F_e = 0.46 \cdot \frac{64.5}{0.88} - \frac{32.1}{2.4} = 33.8 - 13.4 = 20.4 \text{ cm}^2 \quad 4\phi 18 + 3\phi 20$$

Διατομή Βυ



Φορτία ὑπολογισμοῦ

$$M = -51.2 \text{ tm}, \quad N = -25.8 \text{ t}$$

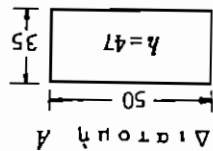
$$e_m = \frac{51.2}{25.8} = 2.0 \text{ m},$$

$$M_e = 25.8 (2.0 + 0.50) = 64.5 \text{ tm}$$

$$k_h = \frac{105}{\sqrt{\frac{64.5}{0.35}}} = 7.8, \quad k_e = 0.47, \quad k_e' = 0.13$$

$$F_e = 0.47 \cdot \frac{64.5}{1.05} - \frac{25.8}{2.4} = 28.8 - 10.8 = 18.0 \text{ cm}^2 \quad 4\phi 16 + 3\phi 20$$

$$F_e' = 0.13 \cdot \frac{64.5}{1.05} = 8.0 \text{ cm}^2 \quad 4\phi 16$$



Φορτία υπολογισμού

$$N = -25.8 \text{ t}, \quad Q = -8.47 \text{ t}, \quad M = 0$$

Θέτουμε όνει υπολογισμού

$$F_e = F_e' = 0.004 F_b = 0.004 \cdot 35 \cdot 50 = 7.0 \text{ cm}^2, \quad 4\phi 16$$

Διαμητική τάση: $\tau = \frac{8.470}{7.0} = 5.9 \text{ cm}^2 < 7.0 \text{ kg/cm}^2$

(Διά λοβούς οπλισμού βάττε εις διακόρφωσιν ἀρβώσεως).

8.2) Τάεγχοσ διατομήσ ἀκκοστήποσ

Εξάλεμη διατομή εκ 2φ36 ($F_z = 20.36 \text{ cm}^2$) - σι 1

Δυναμική εκκοστήποσ: Λόγφ $R = 15.60 \text{ t}$

" $X = 3.35 \text{ t}$

18.95 t

$$\sigma = \frac{18.95}{20.36} = 0.935 \text{ t/cm}^2 < 1.4$$

8.3) Διακόρφωσιν ἀρβώσεωσ και μεβίλου

Αρθρωσιν

Εκλέγουμεν πλάκα εκ μαλακού μολύβου 30·20, πύχουσ 30 mm. Επίτησ τοποθετομεν λοβούσ οπλισμούσ εκ 4φ16 (8.0 cm²). Στς γωστώσ

$$\frac{F_u}{F_e} = 0.081, \quad \text{έπιτρ. } \sigma_u = 100 \text{ kg/cm}^2$$

Φορτία: Άνευ ορειμού $N = 25.80 + 4.0$ (1.8.στυλίου) $\approx 30.0 \text{ t}$, $H = 8.47 \text{ t}$

Μετὰ ορειμού $N = 34.66 \text{ t}$, $H = 10.23 \text{ t}$

$$N > \frac{N_e}{34.66} = \frac{1.2}{34.66} = 28.9 \text{ t}$$

$$H \approx \frac{H_e}{10.23} = \frac{1.2}{10.23} = 8.5 \text{ t}$$

Συνεπεί, φορτία υπολογισμού:

$N = 30.0 \text{ t}$, $H = 8.50 \text{ t}$

Δυναμική παραλλαμνομένη υπό του μολύβου

$$N_u = \frac{n_u N}{n_u + F_e/F_u} = \frac{0.081 \cdot 30.0}{0.081 + 8.0/600} = 26.7 \text{ t}$$

$$\sigma_u = \frac{26 \cdot 700}{600} = 44.5 \text{ kg/cm}^2 < 100$$

Δυναμική οπλισμούσ

$$N_e = 30.00 - 26.7 = 3.3 \text{ t}, \quad H = 8.5 \text{ t}$$

$$\max \sigma_e = \sigma_{eN} + \sigma_{eH} = \left(\frac{3 \cdot 30}{8.0} + \frac{8 \cdot 5/2}{8.0/2} \right) \cos 45^\circ = 1.475 \cdot 0.76 = 1.04 \text{ t/cm}^2 < 1.4$$

Πέδιλον

Φορτία: $N = 30.0 \text{ t}$

Γδ. βάρος = $\frac{3.0}{33.0} \text{ t}$

Διαστάσεις πεδίου ως εἰς σχ. 2.67.

Ροπή παρὰ τὸν ἀρμόν ἐδάφους:

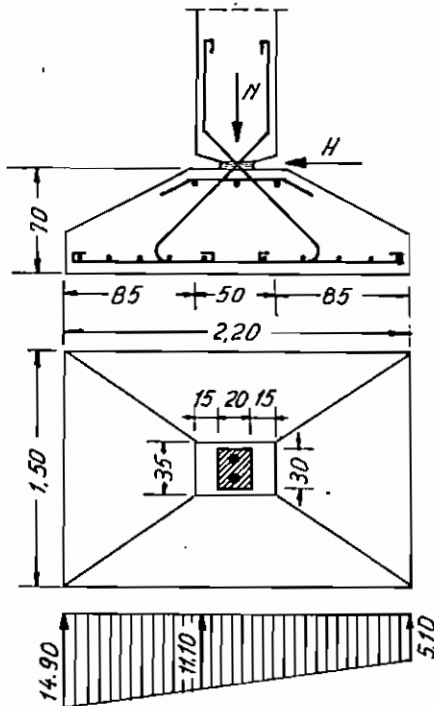
$$M = 8.50 \cdot 0.70 = 5.95 \text{ tm}, \quad e_m = \frac{5.95}{33.0} = 0.18 \text{ m}$$

Τάσεις

$$\sigma = - \frac{33.0}{1.5 \cdot 2.2} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0.18}{2.2} \right) = \begin{cases} -14.9 \\ -5.1 \end{cases} \text{ t/m}^2 < 1.3 \cdot 15.0 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{\text{παρ}} = 5.10 + 9.8 \cdot \frac{1.35}{2.20} = 5.10 + 6.0 = 11.1 \text{ t/m}^2$$

$$M_{\text{παρ}} = 11.1 \cdot 1.50 \cdot \frac{0.85}{2} + 3.80 \cdot 1.50 \cdot \frac{0.85^2}{3} = 6.00 + 1.40 = 7.4 \text{ tm}$$



Σχ. 2.67

Διαμόρφωση πεδίου

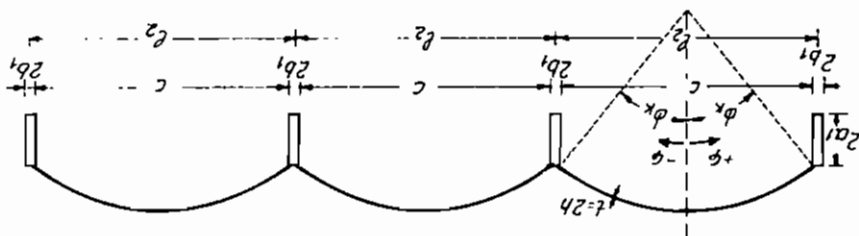
Τα λοιπά γεωμετρικά στοιχεία λαμβάνονται εκ των Πινάκων Gibson [29], οι οποίοι παρέχουν τις εσωτερικές δυνατόεις δι' εύρη φάσμα περιπτώσεων. Ούτω, τα γεωμετρικά στοιχεία του κελύφους M 18, το οποίο είναι μακρύτερον του υπό μελέτην, μόνον κατά 4' και εκ του οποίου θα ληφθούν τα στατικά μέγεθη, έχει τα εξής γεωμετρικά στοιχεία:

Μήκος κελύφους $L = 20,00$ m
 Πλάτος κελύφους $l_2 = 10,00$ m
 Γωνία $\phi_k = 40^\circ$

!) Γεωμετρικά στοιχεία

Κατά πλάτος τομή του κελύφους

ΣΧ. 2.68



(σΧ. 2.68).

Κατωτέρω δίδεται η μέριμνα, ο στατικός υπολογισμός, ο υπολογισμός δηλ. των κελύφων και τα σχέδια κατασκευής μιας κελύφης της όροφης αποτελούμενης από τρία κυλινδρικά συμμετρικά κελύφη συνεχῆ κατά πλάτος διαστάσεων $20 \cdot 10$ m

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΜΜΕΤΡΙΚΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Παρατηρήσις: Κατά την διαμήκη διεύθυνσιν δὲν ἐγένετο ἀνελαστικὸς εἰς σημείον δι-
 ὅτι ἀνὰ ἐκδοτήν ἐλόγηται ἀπὸ κέρου εἰς κέρου κατασκευάζονται συμμετρικῶς διαστά-
 γνηντα διαμήκη τοιχεῖα καλύπτοντα τονδραχιστον ἐν φάτωνμα μετὰ τῶν στύλων ὅσο
 διαδοχικῶν τόξων.

Τὰς διαστάσεις: Λόγῃ μικρῶν κατακρούσεων φορτίων παραλείπεται ὁ υπολογι-
 σμός τούτων.
 Κατά τὴν ἐπεσον διεύθυνσιν θέτομεν $10 \text{ } \phi \text{ } 14$ δυνε υπολογισμοῦ.

$$\sqrt{\frac{7.4}{0.35}} = 4.6, \quad k_n = \frac{4.0}{65} = 14.1, \quad k_c = 0.79$$

$$F_c = 0.79 \frac{7.4}{0.65} = 9.0 \text{ cm}^2$$

$7 \text{ } \phi \text{ } 14$

$a_1 = 0.61 \text{ m (2')}$
 $b_1 = 0.10 \text{ m (0.33')}$
 $t = 2h = 7.5 \text{ cm (0.25')}$
 $C = 9.80 \text{ m (32.1')}$
 $R = 9.80/2 \sin \phi_k = 7.60 \text{ m (25')}$

ii) Μονάδες

Επειδή οι πίνακες Gibson είναι ανεταγμένοι εις Άγγλοαξονικούς μονάδας, δίνονται κατωτέρω οι σχέσεις μετασχηματισμού εις μετρικόν σύστημα:

$1' = 0.305 \text{ m}$
 $1 \text{ lb} = 0.453 \text{ kg}$
 $1 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 0.138 \text{ kg} \cdot \text{m}$
 $1 \text{ lb}/\text{ft} = 1.490 \text{ kg}/\text{m}$
 $1 \text{ lb}/\text{ft}^2 = 4.880 \text{ kg}/\text{m}^2$

iii) Φορτία υπολογισμοί

"Βίον βάρος: $0.075 \cdot 2.400 = 180 \text{ kg}/\text{m}^2$
 Μόσχος " 25
 Χιονοφόρτιος " 70

Σύνολον: $275 \text{ kg}/\text{m}^2$ ή $56 \text{ lb}/\text{ft}^2$

iv) Πιλοίτης δάκτυλ

Σκυρόδεμα: B 225
 Χάλυψ: S1 III Rp

S1 IVb (πλέγματα)

v) Στατικές υπολογισιμίδες άκραιοι κελύφους

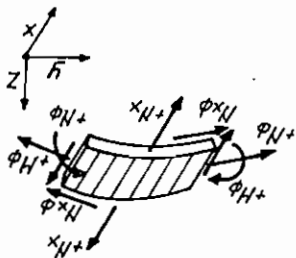
Εκ των Πινάκων Gibson λαμβάνονται οι έσω-τερικοί συντελεστές N_x , N_ϕ , M_ϕ εις το μέσον του άνοιγματος και οι $N_{x\phi}$ παρά της στρίψεως (σχ. 2.69) εις ά διαφόρους τιμίδ της γωνίας ϕ . Τα στα-τικά ταύτα μέθην μεταβλάσσονται κατά μήκος του κελύφους βάσει των σχέσεων (σχ. 2.70)

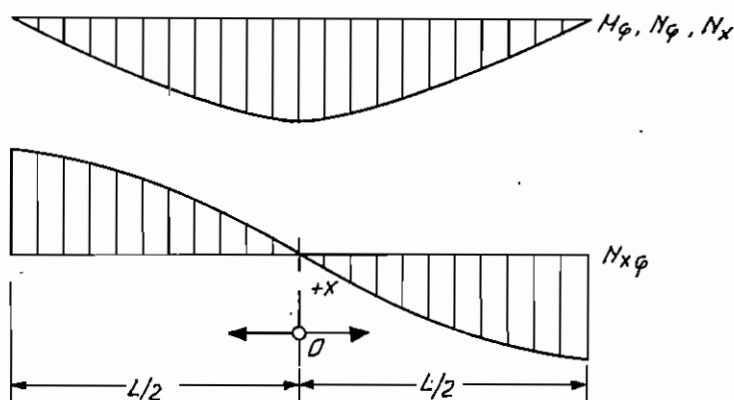
$N_x = N_{x0} \cos kx$
 $N_\phi = N_{\phi 0} \cos kx$
 $M_\phi = M_{\phi 0} \cos kx$
 $N_{x\phi} = N_{x\phi 0} \sin kx$

εθθα $h = \frac{T}{\pi}$ και x ή τεταγμένη μετρούμενη από το μέσον του άνοιγματος.

Φορτία διατομής κελύφους

ΣΧ. 2.69





Σχ. 2.70

Μεταβολαί τῶν M_ϕ , N_ϕ , N_x , $N_{x\phi}$ κατὰ μήκος τοῦ κελύφους

Εἰς τὸν πίνακα 2.4 δίδονται τὰ μεγέθη ταῦτα.

ΠΙΝΑΞ 2.4

Ἐσωτερικαὶ δυνάμεις ἀκραίου κελύφους

ϕ	M_ϕ		N_ϕ		N_x		$N_{x\phi} (x=L/2)$	
	lb·ft/ft	kgm/m	lb/ft	kg/m	lb/ft	kg/m	lb/ft	kg/m
+ 40°	67.0	30	- 198.1	- 295	-1108.2	- 1.650	-5745.7	-8.500
- 40°	- 538.4	- 240	107.5	159	7977.3	11.800	3890.6	5.800
+ 30°	188.7	85	-1076.7	-1590	-7305.9	-10.850	-4845.6	-7.200
- 30°	214.1	96	569.5	- 840	- 579.7	- 860	4564.4	6.800
+ 20°	- 43.3	- 19	-1734.5	-2560	-9610.6	-14.250	-3139.9	-4.650
- 20°	242.2	106	-1281.6	-1900	-5923.3	- 8.800	3874.9	5.720
+ 10°	- 249.1	-112	-2081.3	-3090	-9832.5	-14.600	-1216.6	-1.800
- 10°	- 19.5	- 9	-1826.6	-2710	-8441.0	-12.500	2431.3	3.600
0°	-241.2	-108	-2106.2	-3140	-9391.7	-14.000	670.8	1.000
0°	-241.2	-108	-2106.2	-3140	-3391.7	-14.000	670.8	1.000

vi) Στατικός υπολογισμός μεσαίου κελύφους

Εκ των πινάκων Gibson προκύπτουν διά τὸ ἑσωτερικὸν κέλυφος τὰ εἰς τὸν πίνακα 2.5 διατεταγμένα μεγέθη.

ΠΙΝΑΞ 2.5
Ἐσωτερικαὶ δυνάμεις μεσαίου κελύφους

ϕ	M_{ϕ}		N_{ϕ}		N_x		$N_{x\phi} (x=L/2)$	
	lb·ft/ft	kgm/m	lb/ft	kg/m	lb/ft	kg/m	lb/ft	kg/m
$\pm 40^\circ$	-452.5	-204	29.7	44	8146.4	12,100	4083.1	-6020
$\pm 30^\circ$	175.2	79	-683.3	-1050	-1147.4	-1,700	-4715.7	-7000
$\pm 20^\circ$	161.2	73	-1409.8	-2080	-7152.5	-10,600	-3849.6	-5700
$\pm 10^\circ$	-53.3	-24	-1922.5	-2850	-10187.7	-15,100	-2109.6	-3120
0°	-160.9	-72	-2104.8	-3100	-11057.4	-16,300	0	0

vii) Ὑπολογισμὸς ὄπλισμῶν κελύφους

Προκειμένου νὰ γίνη ἀντιληπτὴ ἡ διάταξις τῶν ὀπλισμῶν εἰς τὸ κέλυφος, εἶναι σκόπιμον ὅπως ἀξιολογηθοῦν τὰ δεδομένα τοῦ πίνακος 2.5.

α) Μέσον ἀνοίγματος ($x=0$)

Κατὰ μῆκος τῆς τομῆς ταύτης αἱ $N_{x\phi}$ εἶναι μηδενικαὶ καὶ ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει αἱ N_x καὶ N_{ϕ} συμπίπτουν μὲ τὰς κυρίας δυνάμεις, ἤτοι:

$$N_1 = N_x$$

$$N_2 = N$$

$$\theta = 0$$

Συνεπῶς, εἰς τὴν τομὴν ταύτην διατάσσεται διαμῆκης ὀπλισμὸς καθοριζόμενος βάσει τῆς σχέσεως

$$F_e = \frac{N_x}{\sigma_e},$$

ἐπὶ πλέον δὲ καὶ ἐγκάρσιος ὀπλισμὸς πρὸς κάλυψιν τῆς ἐπιπονήσεως ἐκ τῆς N_{ϕ} καὶ M_{ϕ} .

β) Στήριξις ($x=L/2$)

Κατὰ μῆκος τῆς τομῆς ταύτης ἔχομεν $N_x=0$ καὶ $N_{\phi}=0$, ἤτοι ἔχομεν καθαρὰν διάτμησιν καὶ συνεπῶς αἱ κύρια δυνάμεις ἔλκυσμοῦ καὶ συνθλίψεως ἐμφανίζονται κατὰ γωνίαν 45° καὶ ἔχουν τιμὰς ἴσας πρὸς τὴν $N_{x\phi}$, ἤτοι:

$$N_1 = N_{x\phi}$$

$$N_2 = -N_{x\phi}$$

$$\theta = \pi/4$$

Προς κάλυψιν, ὄθεν, τῆς ἁοστῆς συνδέσεως ἐλάκουον N_1 διατάσσεται διαγώνιος ὀπίσθιος ὑπολογισμός εἰς 45° ὡς πρὸς τὸν διαμήκη ἄξονα τοῦ κελύφους ὑπολογιστέως ἐκ τῆς σχέσεως

$$F_{es} = \frac{N_{x\phi}}{\sigma_e}$$

Παραλλήλως ἐλέγχεται καὶ ἡ μέγιστη τάσις ἐπέκτασιον τοῦ σκυροδέματος, ἢ ὅποια δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίῃ τῆς ἐπιτρεπόμενης κατὰ τὰ γινώσται.

γ) Τέταρτον ἀνοίγματος ($x = L/4$)

Εἰς τὰς θέσεις τούτας ὑφίσταται τὸσον $N_{x\phi}$ καὶ N_ϕ καὶ N_x . Βλέπειται μετὰ τὸν ἄξονα καὶ τὰν γινώσταιν τῶν ὑποδοριῶν κερῶν τῶν ἄξωνων ὑποδοριῶν-τα αἱ N_1 , N_2 καὶ θ . Εἰς τὸ σχέδιον VI δίδονται αἱ τιμαὶ τῶν μεγεθῶν τούτων διὰ ἀμφότερα τὰ κελύφη εἰς τὰς τρεῖς ἀνωτέρω χαρακτηριστικὰς τοιαύτας.

δ) Ὁπίσθιοι

Ὁπίσθιοι ὑπολογίζονται διὰ τὸ μετρίον κελύφος, τοῦ ὁποίου ἡ ἔντασις εἶναι ὑπομενέσται.

δ.1) Διαγώνιος ὀπίσθιος

Εἰς τὴν ὑπομενέσταιν

$$F_{es} = \frac{8.500}{2.400} = 3.55 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Τίθεται $\phi 12/25$ (4.52) ①

$$r = \frac{N_{x\phi}}{b} = \frac{8.500}{100 \cdot 7.5} = 11.3 \text{ kg/cm}^2 < 18$$

δ.2) Διαμήκης ὀπίσθιος

Μέγιστον εἰς τὴν περιοχὴν τῆς μεστίας ἀκροδοκοῦ καὶ εἰς πλάτος 1.00 m

$$F_e = \frac{12.100}{2.400} = 5.05 \text{ cm}^2$$

Τίθεται $2\phi 14 + 3\phi 12$ (3.1+3.4) ②

δ.3) Ἐγκάρσιος ὀπίσθιος

$$\text{μὲν } M_\phi = -240 \text{ kgm/m ταυτοχρόνως } N_\phi = +159 \text{ kg/m}$$

$$d = 12 \text{ (ἀόγη τομικὴ ἐνισχύσεως σ.χ. 2.74)}$$

$$M_e = M - N_e = 0.24 - 0.159 \cdot 0.075 = 0.23 \text{ tm}$$

$$k_h = \frac{\sqrt{0.23}}{10} = 21, \quad \sigma_b = 34$$

$$F_e = 0.44 \cdot \frac{0.10}{0.24} + \frac{2.4}{0.16} = 105 + 0.07 = 1.12 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Τίθεται $\phi 8/20$ (2.51) ③

δ.4) Διαμήκης ὀπίσθιος εἰς τὴν συνδέσειν μετὰ τὸ ὑπόπλευρον

$$M_x = \frac{P}{4} N_\phi$$

ἐνθα N_ϕ ἡ τιμὴ ταυτῆς διὰ $\phi = 0$ καὶ $x = L/4$, ὅπου $N_\phi \cos \frac{\pi}{4} = N_{\phi 0} \cdot 0.707 = -2.22$

$d = 2t$ τὸ πάχος τοῦ κελύφους, ἴσῳι 12 cm λόγω τοπικῆς ἐνισχύσεως (σχ.2.75).

$$M_x = \frac{0,12}{3,56} \cdot 2,22 = 0,075 \text{ tm/m.} \quad \text{Τίθεται } \emptyset 8/20 \quad \textcircled{4}$$

δ.5) Ὑπλισμὸς λοιπῆς ἐπιφανείας

$$\max |M_\phi| = 0,112 \text{ tm/m,} \quad \min N_\phi = -3,14 \text{ t/m}$$

$$M_e = 0,112 + 3,14 \cdot 0,03 = 0,112 + 0,095 = 0,21 \text{ tm/m}$$

$$k_h = \frac{6,5}{\sqrt{0,21}} = 14,2, \quad \sigma_b = 50$$

$$F_e = 0,45 \cdot \frac{0,21}{0,065} - \frac{3,14}{2,4} = 1,45 - 1,31 = 0,14 \text{ cm}^2.$$

Τίθεται πλέγμα T 131 (ἄνω καὶ κάτω) $\textcircled{5}$

viii) Ἐλεγχος τοῦ κελύφους εἰς λυγισμὸν

$$\min N_x = -14,600,$$

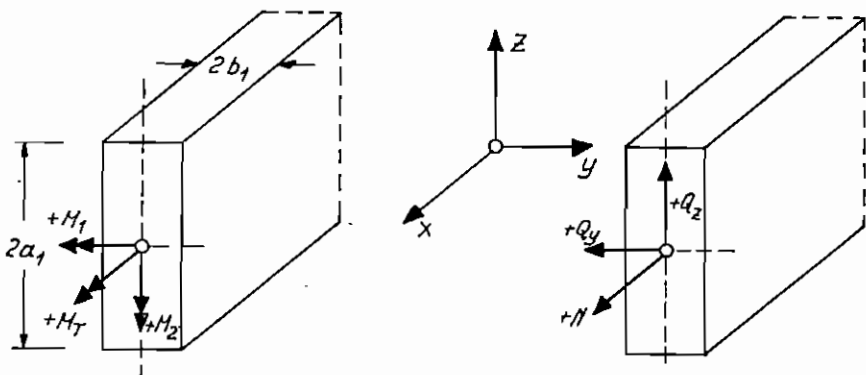
$$\sigma_x = \frac{14,600}{100 \cdot 7,5} = -19,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{επ}} = \frac{1}{V} \frac{\sigma_w}{1 + \frac{5 \cdot \sigma_w R}{E_b t}} = \frac{1}{4} \cdot \frac{225}{1 + \frac{5 \cdot 225 \cdot 760}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 7,5}} = \frac{1}{4} \cdot \frac{225}{1,53} = 37,0 > 19,5$$

ix) Ὑπολογισμὸς ἐξωτερικῆς ἀκροδοκοῦ

α) Φορτία διατομῆς

Ἐκ τῶν πινάκων Gibson λαμβάνονται τὰ φορτία διατομῆς τῆς δοκοῦ εἰς τὸ μέσον αὐτῆς ($x=0$) καὶ ἡ τιμὴ τοῦ φορτίου—ροπῆς στρέψεως M_3 εἰς τὸ ἄκρον τῆς. Ἐχομεν:



Σχ. 2.71

Φορτία διατομῆς δοκοῦ

$$M_1 = 100.393 \text{ lb}\cdot\text{ft} = 13.800 \text{ kgm}$$

$$M_2 = 1.194 \text{ lb}\cdot\text{ft} = 164 \text{ kgm}$$

$$M_3 = -164 \text{ lb}\cdot\text{ft} = -74 \text{ kgm/m (φορτίον ροπή ανά μέτρον μήκους)}$$

$$N_0 = 128.024 \text{ lb} = 57.800 \text{ kg}$$

Αἱ M_1, M_2, M_3, N κατὰ μήκος τοῦ ἄξονος τῆς δοκοῦ μεταβάλλονται συμφώνως πρὸς τὰς σχέσεις

$$M_{1x} = M_1 \cos kx$$

$$M_{2x} = M_2 \cos kx$$

$$M_{3x} = M_3 \cos kx$$

$$N_x = N_0 \cos kx$$

$$\text{ἔνθα } k = \frac{\pi}{L}$$

Οὕτω, ἡ τιμὴ τῆς ροπῆς στρέψεως τῆς δοκοῦ προκύπτει ἐκ τῆς σχέσεως

$$M_{rx} = \int_0^x M_3 \cos kx = M_3 \frac{1}{k} \sin kx.$$

Τέλος ἡ τέμνουσα Q_x τῆς δοκοῦ κατὰ μήκος τοῦ ἄξονός της προκύπτει βάσει τῆς ὑπὸ τοῦ Gibbson διδομένου προσεγγιστικοῦ τύπου

$$Q_{z,x} = \frac{1}{k} (N_{\phi_0} \sin \phi_k - g) \sin kx,$$

ἔνθα g τὸ ἴδιον βῆρος τῆς δοκοῦ ἀνὰ μέτρον μήκους.

Ἐπὶ τῆς βάσει τῶν ἀνωτέρω τύπων καὶ τῶν ἐκ τῶν πινακῶν ληφθεισῶν τιμῶν προκύπτουν τὰ εἰς τὸ σχ. 2.72 διδόμενα διαγράμματα M_y, M_z, M_r, N, Q κατὰ μήκος τοῦ ἄξονος τῆς δοκοῦ.

Ὑπολογισμὸς ὀπλισμοῦ

Προσδιορίζεται ἡ διανομὴ τῶν ὀρθῶν τάσεων ὑπὸ τὴν προϋπόθεσιν ὅτι ἡ διατομὴ τελεῖ εἰς στάδιον I καὶ ἀκολούθως καλύπτεται τὸ διάγραμμα τοῦτο δι' ὀπλισμῶν.

Διατομὴ $x=0$.

$$\text{Διαστάσεις διατομῆς } 20 \cdot 120 \text{ cm}$$

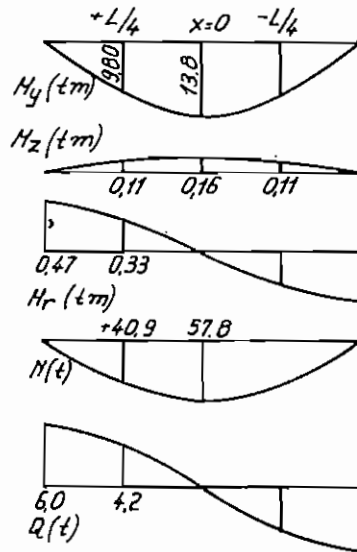
$$\text{Ἐμβαδὸν } : F = 20 \cdot 120 = 2400 \text{ cm}^2$$

$$\text{Ροπή Ἀντιστάσεως: } W_y = \frac{1}{6} \cdot 20 \cdot 120^2 = 48 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

$$\text{" " " : } W_z = \frac{1}{6} \cdot 120 \cdot 20^2 = 8 \cdot 10^3 \text{ "}$$

Φορτία διατομῆς:

$$M_y = 13.8 \text{ tm}, \quad M_z = 0.16 \text{ tm}, \quad N = 57.8 \text{ t}$$



Σχ. 2.72

Διαγράμματα τῶν M_y, M_z, M_r, N, Q τῆς δοκοῦ

$$\sigma_{extr} = \frac{N}{F} \pm \frac{M_y}{W_y} \pm \frac{M_z}{W_z}$$

$$\sigma_{max} = 24 + 29 + 2 = 55 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{min} = 24 - 29 - 2 = -7 \text{ kg/cm}^2$$

Ουδέτερος άξων

$$y_n = -24 \cdot \frac{10}{2} = -120 \text{ cm}$$

$$z_n = 24 \cdot \frac{60}{29} = 50 \text{ cm}$$

Κατόπιν τούτου σχεδιάζεται τὸ διάγραμμα σ_x (σχ. 2.73) καὶ ὑπολογίζονται οἱ ὀπλισμοὶ

$$F_1 = 10 \cdot 20 \cdot 51/2,400 = 4,2 \text{ cm}^2 \quad 4\phi 16 \quad (8.0)$$

$$F_2 = 20 \cdot 20 \cdot 43/2,400 = 7,2 \text{ cm}^2 \quad 3\phi 16 + 1\phi 14 \quad (7.5)$$

$$F_3 = 20 \cdot 20 \cdot 33/2,400 = 5,5 \text{ cm}^2 \quad 3\phi 14 + 1\phi 12 \quad (5.5)$$

$$F_4 = 20 \cdot 20 \cdot 24/2,400 = 4,0 \text{ cm}^2 \quad 4\phi 12 \quad (4.5)$$

$$F_5 = 20 \cdot 20 \cdot 14/2,400 = 2,3 \text{ cm}^2 \quad 1\phi 12 + 3\phi 10 \quad (3.5)$$

$$F_6 = 20 \cdot 20 \cdot 5/2,400 = 0,8 \text{ cm}^2 \quad 1\phi 10 + 2\phi 8 \quad (1.8)$$

Διατομὴ $x = L/4$

Ἀπαιτεῖται μείωσις τοῦ εἰς τὴν διατομὴν $x=0$ ὑπολογισθέντος ὀπλισμοῦ κατὰ 30%. Ἐν τούτοις, κρατεῖται ὁ αὐτὸς ὀπλισμὸς διὰ λόγους κατασκευαστικούς.

Ἐλεγχος εἰς διάτμησην

$$r_Q = \frac{Q}{bz} = \frac{6,000}{20 \cdot \frac{7}{8} \cdot 115} = 3,0 \text{ kg/cm}^2 < 7,0$$

Ἐλεγχος εἰς στρέψιν

$$r_M = V_r \frac{3M_x}{b^2 d} = 1118 \cdot \frac{3 \cdot 47000}{20^2 \cdot 120} = 3,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$r_Q + r_M = 3,0 + 3,3 = 6,3 < 9,0 \text{ kg/cm}^2$$

χ) Ὑπολογισμὸς ἐσωτερικῆς ἀκροδοκοῦ

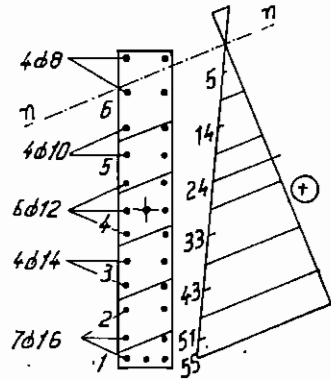
Λαμβάνονται ἐκ τῶν πινάκων διὰ τὸ μέσον αὐτῆς $x=0$:

$$M_1 = 29,428 + 31,688 = 61,116 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 8,434 \text{ kgm} = 8,43 \text{ tm}$$

$$N = 86,688 + 90,979 = 177,667 \text{ lb} = 80,483 \text{ kg} = 80,5 \text{ t}$$

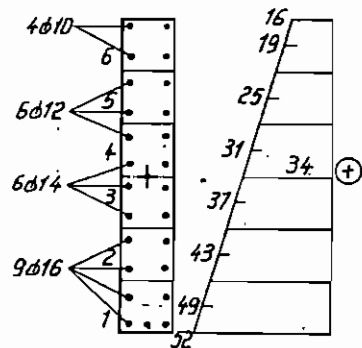
Ἐπὶ πλέον, παρὰ τὴν στήριξιν

$$Q = \frac{20}{\pi} [(0,16 + 0,04) \cdot 0,64 - 0,76] = 4,0 \text{ t}$$



Σχ. 2.73

Διάγραμμα σ_x ἀκροίς δοκοῦ



Σχ. 2.74

Διάγραμμα σ_x μεσαίης δοκοῦ

(Δέν ελέγχεται διάτμησις).

Υπολογισμός όπλισμοῦ (διατομή 20·120)

$$\frac{N}{F} = \frac{80 \cdot 500}{2.400} = 34 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{M_y}{W_y} = \frac{843}{48} = 18 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_1 = 20 \cdot 20 \cdot 49/2400 = 8.2 \text{ cm}^2 \quad 5\emptyset 16 \quad (10.0)$$

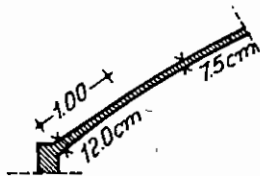
$$F_2 = 20 \cdot 20 \cdot 43/2400 = 7.2 \text{ cm}^2 \quad 4\emptyset 16 \quad ((8.0)$$

$$F_3 = 20 \cdot 20 \cdot 37/2400 = 6.2 \text{ cm}^2 \quad 4\emptyset 14 \quad (6.2)$$

$$F_4 = 20 \cdot 20 \cdot 31/2400 = 5.2 \text{ cm}^2 \quad 2\emptyset 14 + 2\emptyset 12 \quad (5.4)$$

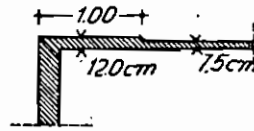
$$F_5 = 20 \cdot 20 \cdot 25/2400 = 4.2 \text{ cm}^2 \quad 4\emptyset 12 \quad (4.5)$$

$$F_6 = 20 \cdot 20 \cdot 19/2400 = 3.2 \text{ cm}^2 \quad 4\emptyset 10 \quad (3.1)$$



Σχ. 2.75

Ενίσχυσις παρά την άκροδοκόν



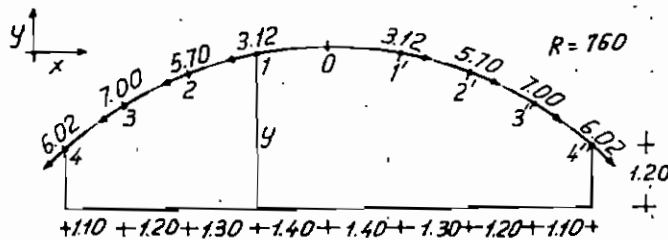
Σχ. 2.76

Ενίσχυσις παρά τὸ τύμπανον

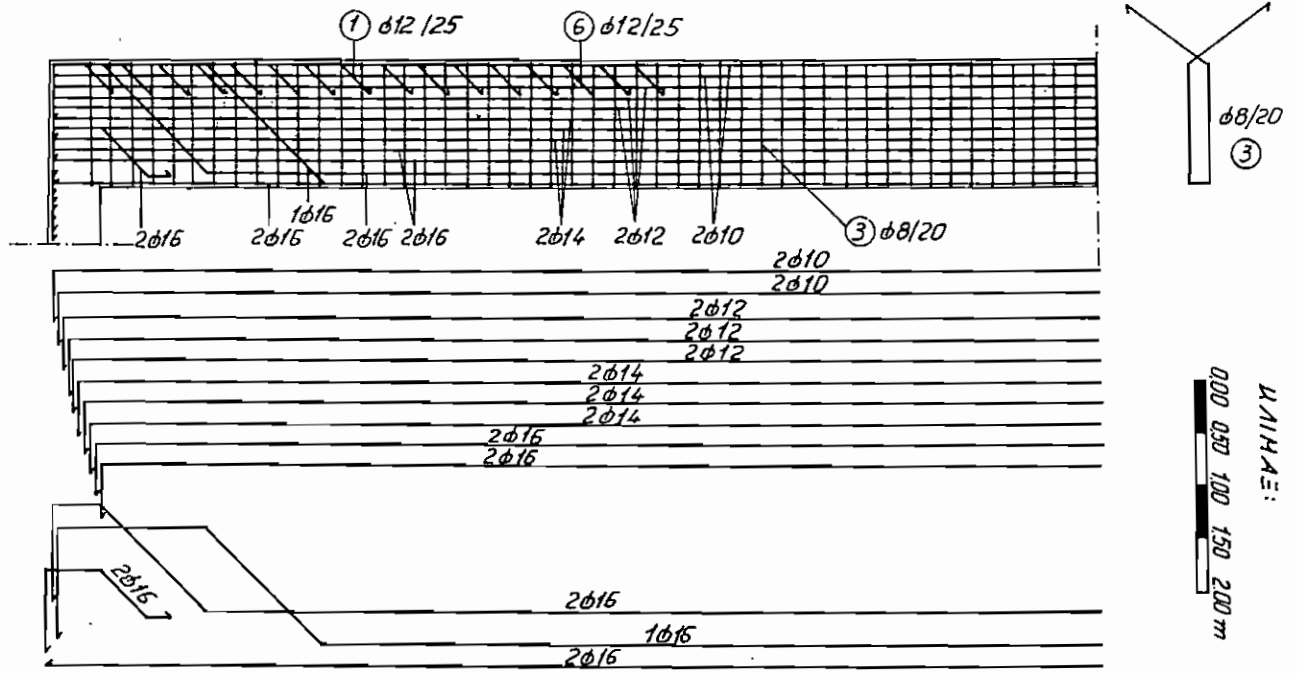
χι) Ὑπολογισμὸς τυμπάνων

Τὰ τύμπανα ἀπολογίζονται ὡς συνεχεῖς δοκοὶ σταθερᾶς ροπῆς ἀδρανείας φορτιζόμεναι διὰ τῶν φορτίων $N_{\alpha\phi}$ τοῦ κελύφους καὶ τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους. Ἡ παραδοχὴ τῆς σταθερᾶς ροπῆς (εὐμενέστερα τῆς πραγματικότητος διὰ τὰ ἀνοίγματα), καλύπτεται ἐκ τοῦ ὅτι ὁ τιθέμενος τελικῶς όπλισμὸς διὰ κατασκευαστικούς λόγους εἶναι μεγαλύτερος τοῦ ὑπολογιζομένου.

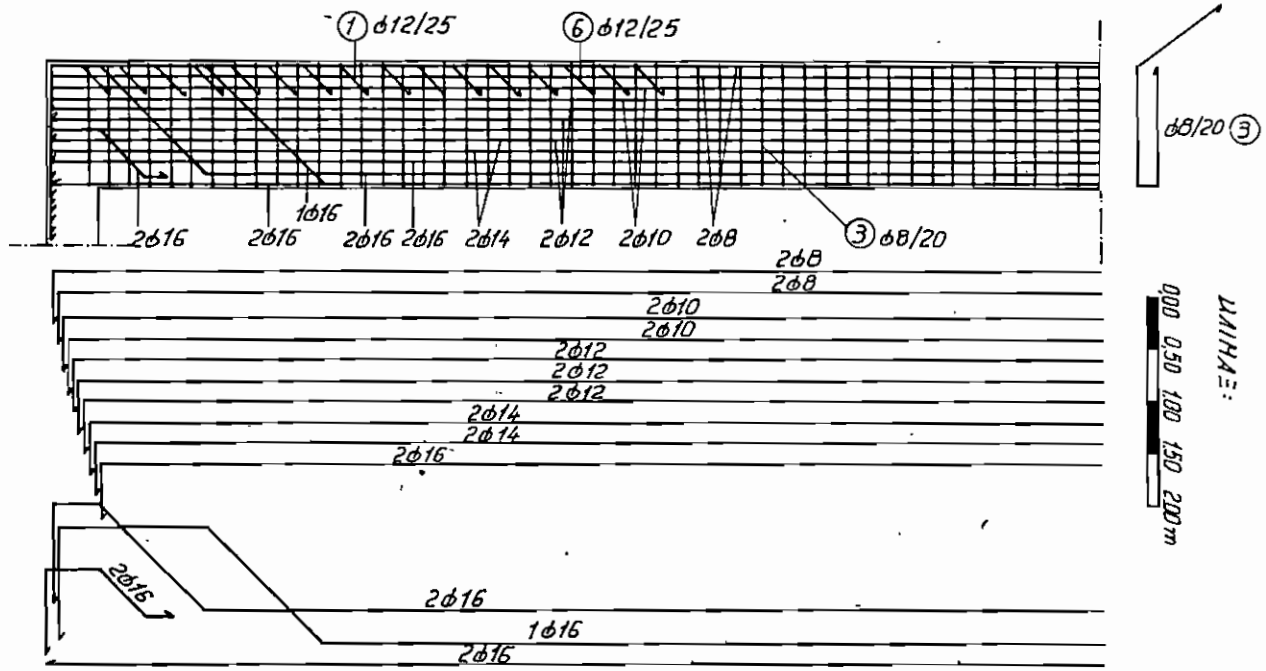
Χάριν ἀπλουστεύσεως ὁ ὑπολογισμὸς τῆς φορτίσεως διεξάγεται διὰ τὸ μεσαῖον κέλυφος.



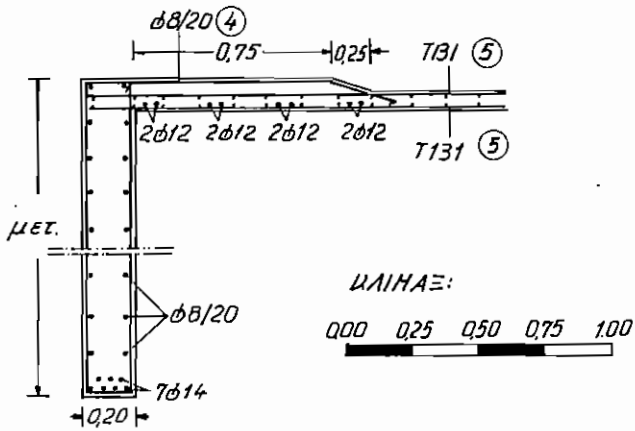
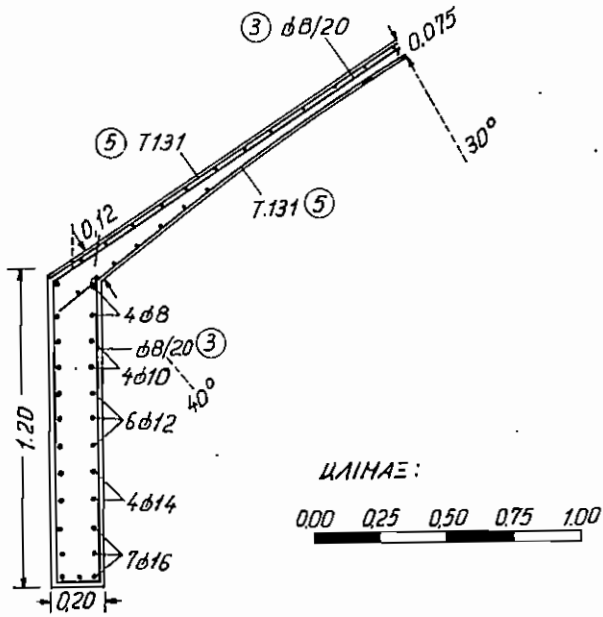
Ἐκ τῶν φορτίων $N_{\alpha\phi}$ πολλαπλασιαζομένων ἐπὶ τὸ μήκος τόξου τῶν 10° ὑπολογίζονται τὰ φορτία εἰς τὰ διακεκριμένα σημεῖα 4, 3, 2, 1, 0, 1', 2', 3, 4' κατὰ τὰς δύο κυρίας διαθύνσεις x καὶ y . Ἀκολουθῶν, ἐκ τῆς συνθέσεως τῶν P_x προκύπτει ἢ εἰς τὴν ἐκάστην διατομὴν ὀρθὴ δύναμις N (έλκυσμός), ἐκ δὲ τῶν P_y μετὰ τὴν προσθήκην τοῦ ἰδίου βάρους.



ΣΧΕΔΙΟΝ VII
ΑΚΡΑΙΑ ΔΟΚΟΣ

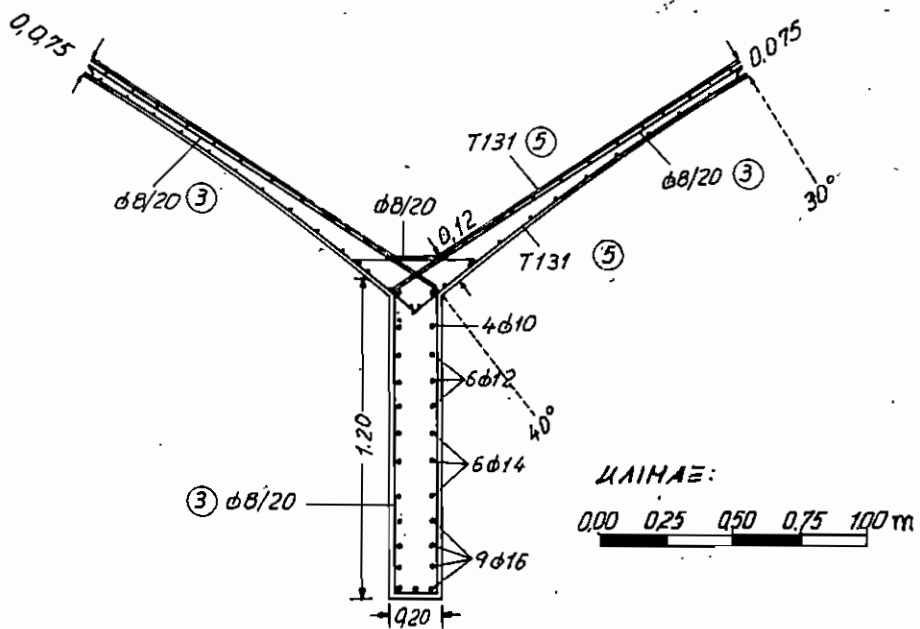
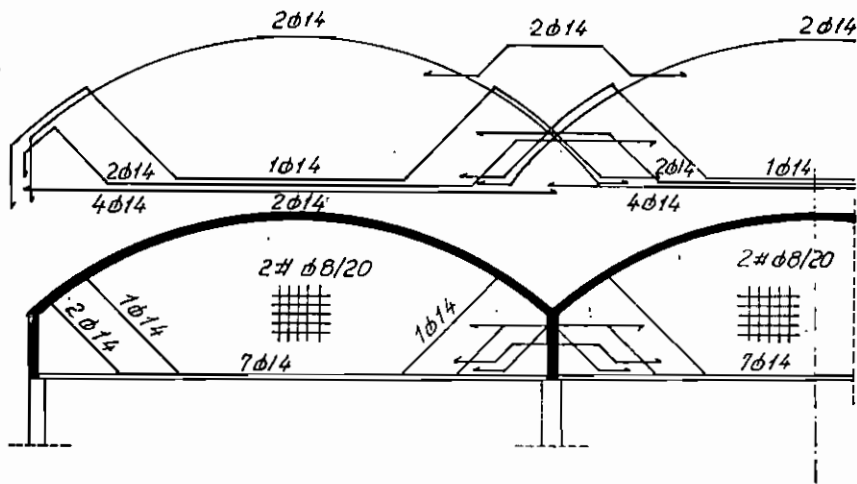


ΣΧΕΔΙΟΝ VIII
 ΜΕΣΑΙΑ ΔΟΚΟΣ



ΣΧΕΔΙΟΝ ΙΧ

ΧΑΡΑΣΤΗΡΙΣΤΙΚΑΙ ΤΟΜΑΙ ΚΕΛΥΦΟΥΣ
ΠΑΡΑ ΤΑΣ ΑΚΡΟΔΟΚΟΥΣ



ΣΧΕΔΙΟΝ Χ

ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΥΜΠΑΝΩΝ

ρους τὸ διάγραμμα τῶν ροπῶν κάμψεως

$$P_{ix} = N_{x\phi} \pi R \frac{l}{18} \cos \phi$$

$$P_{iy} = N_{x\phi} \pi R \frac{l}{18} \sin \phi + \frac{S_{i-1} + S_i}{2} \gamma \cdot 0,48 \quad (\text{πάχος τυμπάνου } 0,20)$$

ΠΙΝΑΞ 2.6

Προσδιορισμός τῶν P_{ix}, P_{iy}, N

$N_{x\phi}$	P_i	P_{ix}	P_{iy}	ἰδ. βάρος	P_{iy}	N
4-4'	4.00	3.10	2.60	0.60	3.20	3.1
3-3'	9.30	8.00	4.60	1.20	5.80	11.1
2-2'	7.50	7.00	2.60	1.60	4.20	18.1
1-1'	4.10	4.00	0.70	1.70	2.40	22.1
0	\emptyset	\emptyset	\emptyset	1.90	1.90	22.1

Ροπαὶ πακτώσεως

Μεσαίου (ἀμφίπακτον)

$$5,80 \cdot 1,10 \cdot 0,89 = 5,68$$

$$4,20 \cdot 2,30 \cdot 0,77 = 7,43$$

$$2,40 \cdot 3,60 \cdot 0,64 = 5,53$$

$$1,90 \cdot 2,50 \cdot 0,50 = \underline{2,38}$$

$$\underline{\underline{21,02 \text{ m}}}$$

Ἀκραίου (μονόπακτον)

$$1,5 \cdot 5,8 \cdot 1,1 \cdot 0,89 = 8,51$$

$$1,5 \cdot 4,2 \cdot 2,3 \cdot 0,77 = 11,15$$

$$1,5 \cdot 2,4 \cdot 3,6 \cdot 0,64 = 8,31$$

$$1,5 \cdot 0,95 \cdot 5,0 \cdot 0,50 = \underline{3,56}$$

$$\underline{\underline{31,53 \text{ m}}}$$

$$M_{\sigma\tau\eta\rho} = 21,02 + (31,53 - 21,02) \cdot \frac{0,75}{0,75 + 0,5} = 21,02 + 4,18 = 25,20 \text{ tm}$$

Ἐλεγχος εἰς θέσιν μεγίστης ροπῆς (σημείον 1 ἀκραίου ἀνοίγματος)

$$\max M = (5,8 + 4,2 + 2,4 + 0,95) \cdot 3,60 - 5,8 \cdot 2,5 - 4,2 \cdot 1,3 - 0,36 \cdot 25,20 =$$

$$= 19,0 \text{ tm}$$

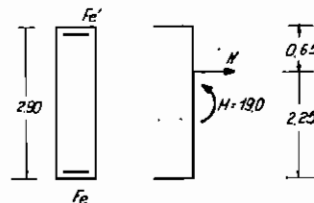
$$N = 22,1 \text{ εἰς ὕψος } \frac{3,1 \cdot 1,2 + 8,0 \cdot 2,0 + 72,6 + 4 \cdot 2,9}{22,1} = \frac{3,71 + 16,0 + 18,2 + 16,6}{22,1} = 2,25 \text{ m}$$

$$M = 19,0 - 22,1 \cdot 0,80 = 19,0 - 17,6 = 1,4 \text{ tm}$$

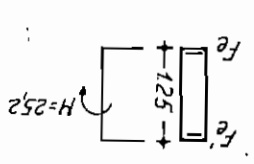
$$e = \frac{1,4}{22,1} = 0,063 \text{ m}$$

$$F_e = \frac{22,1}{2,4} \cdot \frac{1,40 + 0,06}{2 \cdot 1,4} = 4,8 \text{ cm}^2$$

$$F_e' = \frac{22,1}{2,4} \cdot \frac{1,40 - 0,06}{2 \cdot 1,40} = 4,4 \text{ cm}^2$$



Τίθενται εις τα νύμματα οπλισμός 7 Ø 14 κάρτα 2 Ø 14 άνω 2 Ø 14 πρόθετα εις το στήριγμα, επί πλάτους 0,46 μ. του μεγάλου ύψους διατήρησάρα Ø 8/20.



$$F_e = 0,46 \cdot \frac{1,25}{25,2} = 9,3 \text{ cm}^2$$

$$k_e = 0,46$$

$$k_h = \frac{\sqrt{\frac{0,20}{25,2}}}{120} = 10,7, \quad \sigma_b = 65$$

Έλεγχος εις θέσει ελαχίστης ποσής (στήριγμα)

ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 3.

ΕΙΔΙΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΙ

3.1. ΓΕΝΙΚΑ

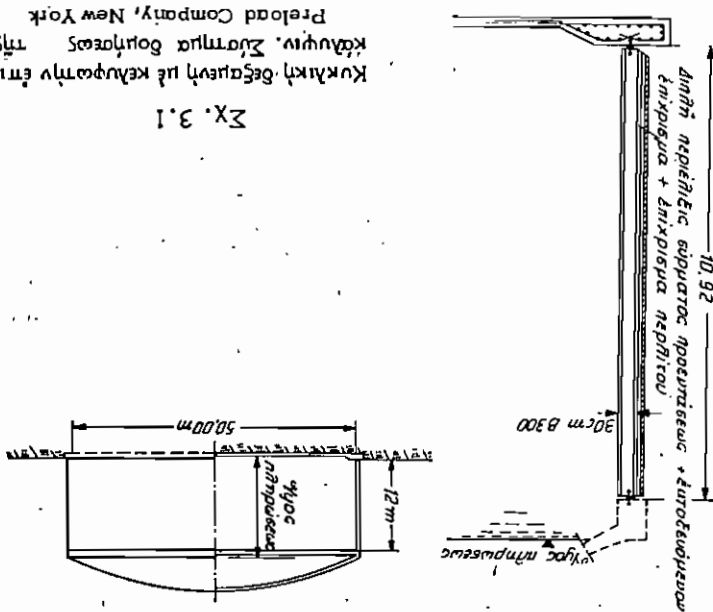
Ἡ κατηγορία αὕτη περιλαμβάνει εἰδικῆς φύσεως ἔργα τῶν ὁποίων ἡ ἀντιμετώπισις ἀπαιτεῖ, ἀφ' ἑνὸς μὲν γνῶσιν τῶν εἰδικῶν λειτουργικῶν στόχων τοὺς ὁποίους καλοῦνται ταῦτα νὰ ἐκπληρώσουν, ἀφ' ἑτέρου δὲ τῶν εἰδικῶν στατικῶν καὶ κατασκευαστικῶν προβλημάτων μὲ τὰ ὁποῖα εἶναι ἕκαστον τούτων συνδεδεμένον. Ἡ φύσις καὶ οἱ στόχοι τοῦ παρόντος δὲν ἐπιτρέπουν τὴν ἔστω καὶ ἐπιφανειακὴν ἐνασχόλησιν μὲ ὅλον τὸ φάσμα τῶν ἔργων τούτων, ἕκαστον τῶν ὁποίων ἀποτελεῖ ἀντικείμενον εἰδικῆς βιβλιογραφίας, ἢ εφαρμοζομένη δὲ ἐκάστοτε μέθοδος κατασκευῆς ἀντικείμενον πολλὰκις διπλωμάτων εὐρεσιτεχνίας.

Οὕτω, ἐξ ὅλου τοῦ φάσματος τὸ ὁποῖον περιλαμβάνει ὕδατοδεξαμενάς, ὕδατοπύργους, δεξαμενάς καθαρισμοῦ, δεξαμενάς σήψεως, silos, πύργους ψύξεως, καπνοδόχους, πύργους τηλεοράσεως, φράγματα, θωράκια πίεσεως πυρηνικῶν ἀντιδραστήρων κ.λ.π. θὰ ἀσχοληθῶμεν μὲ τὰ πλεόν συχνὰ κατὰ τὴν ἀποψίν μας ἀπαντῶμενα, ἤτοι τὰς ὕδατοδεξαμενάς, τοὺς ὕδατοπύργους καὶ τὰ silos.

3.2. ΔΕΞΑΜΕΝΑΙ ΚΑΙ ΥΔΑΤΟΠΥΡΓΟΙ

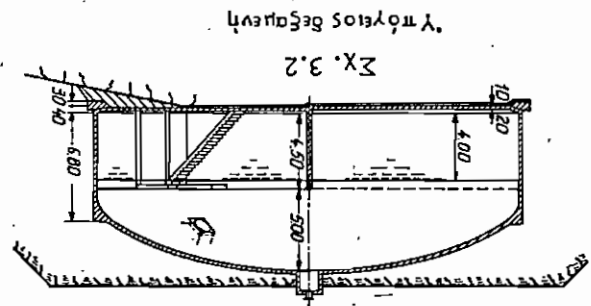
3.2.1. Γενικά

Ἀπὸ τὰ πρῶτα ἔτη ἐμφανίσεως τοῦ ὠπλισμένου σκυροδέματος ἐχρησιμοποίηθη τοῦτο εἰς τὴν κατασκευὴν δεξαμενῶν. Αὗται χρησιμοποιοῦνται κατὰ κύριον λόγον διὰ τὴν ἀποθήκευσιν ὕδατος, δὲν εἶναι ὅμως σπανία ἡ χρησιμοποίησις των διὰ τὴν ἀποθήκευσιν οἴνου, οἴνοπνεύματος, ὄξους, ὀρυκτελαίων κ.λ.π. Εἰς περίπτωσιν ἀποθηκεύσεως ρευστῶν, τὰ ὁποῖα ἐπιδροῦν χημικῶς ἐπὶ τοῦ σκυροδέματος λαμβάνονται εἰδικὰ μέτρα προστασίας τούτου, ὡς ἐπενδύσεις διὰ μεταλλικῶν φύλλων ἢ διὰ κεραμικῶν πλακιδίων ἐφυσλωμένων, συνηθέστερον δὲ ἐπαλείψεις δι' εἰδικῶν ἐποξειδικῶν ρητινῶν. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη προεντεταμέναι δεξαμεναὶ ἐκ σκυροδέματος εὖρον χρῆσιν καὶ εἰς τὴν ἀποθήκευσιν ἐλαφρῶν καυσί-



Σχ. 3.1

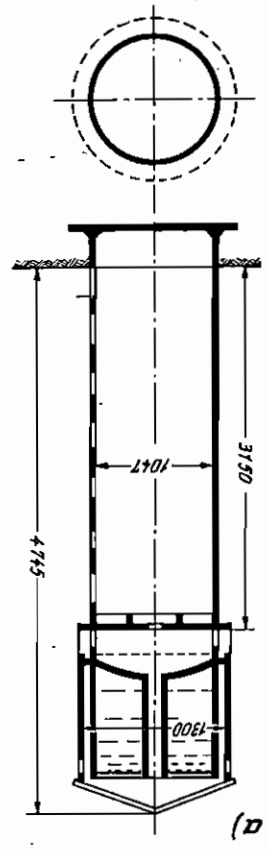
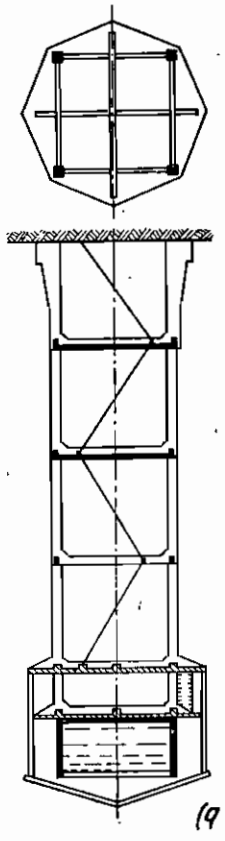
Κυκλική δεξαμενή με κελύφωτην επί κάλυψιν. Συστημα διατήσεως της Preload Company, New York



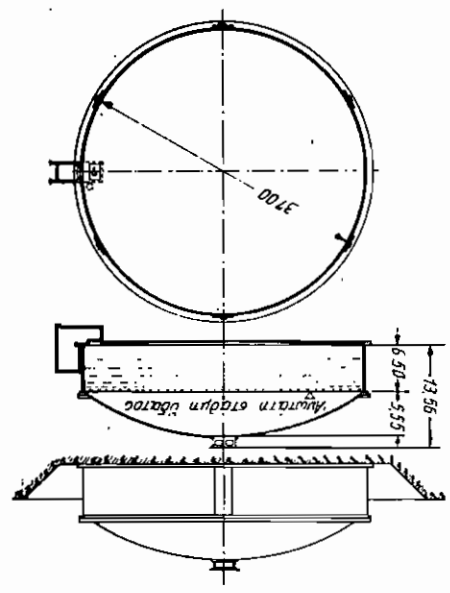
Σχ. 3.2

β) Επίτοιχοι (σχ. 3.3) και τάλος
 γ) Νά κείνται εἰς ὄρισεμένον ὕψος ἀπὸ τῆς ἐπιφανείας τοῦ ἐδάφους τῆς
 ριζόμεναι ἐπὶ εἰδικῶς διαμορφωμένου σκελετοῦ (σχ. 3.4) πρὸς ἔξω-
 σφάλασιν ὑψηλῆς πιεσομετρικῆς γραμμῆς, ὅποτε καθύστεται ὁ α -
 τὸ πύργου.
 Αἱ δύο πρῶται κατηγορίαι παρουσιάζουν κοινὰ προβλήματα μετὰ
 ὅποια θὰ ἀσχοληθῶμεν κατωτέρω. Ἡ τρίτη κατηγορία, πέραν τῶν προ-
 βλημάτων τῶν δύο πρῶτων, παρουσιάζει πρόσθετα προβλήματα στήρι-
 ξεως καὶ κατασκευῆς, τὰ ὅποια καὶ θὰ μελετηθῶν ἀνεξαρτήτως.

Σχ. 3.4
Υδατοπυργός



Σχ. 3.3
Επίγεια βεσσηνή

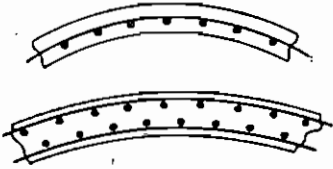


3.2.2. Κυκλικαί δεξαμεναι

3.2.2.1. Κατασκευαστική διαμόρφωσις και υπολογισμός ωπλισμένων δεξαμενών

Τὰ τοιχώματα τῶν κυκλικῶν δεξαμενῶν ἐπιπονοῦνται κυρίως δι' ἄξονικῶν δακτυλιοειδῶν δυνάμεων καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀπαιτεῖται σχετικῶς μικρὸν πάχος. Πρακτικῶς ἡ στέψις τούτων δὲν κατασκευάζεται κάτω τῶν 10—12 cm. Ἡ εἰδικὴ διὰ τὴν μελέτην τῶν δεξαμενῶν συσταθεῖσα ἐπιτροπὴ τοῦ Α.Σ.Ι. [37] συνιστᾷ ὅπως τὸ πάχος τῶν δεξαμενῶν μὴ εἶναι μικρότερον τῶν 20 cm δι' ὀριζοντίως μόνον προεντεταμέναις δεξαμενάς. Εἰς μικράς δεξαμενάς τὸ πάχος τοῦ τοιχώματος διατηρεῖται σταθερὸν καθ' ὅλον τὸ ὕψος τῆς δεξαμενῆς. Εἰς μεγάλας δεξαμενάς αὐξάνεται τὸ πάχος γραμμικῶς μετὰ τοῦ βάρους.

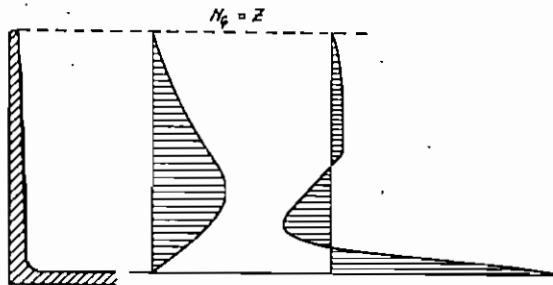
Οἱ ὀπλισμοὶ τῶν τοιχωμάτων ἀποτελοῦνται κατὰ κύριον λόγον ἀπὸ ὀριζοντίας ράβδους τοποθετημένας κατὰ κλειστοὺς δακτυλίους, δευτερευόντως δὲ ἀπὸ κατακόρυφους ράβδους (σχ. 3.5). Τὰ μήκη παραθέσεως τῶν ὀριζοντίων ράβδων ἀνέρχονται εἰς 50 d , αἱ διὰ παραθέσεως δὲ ἐπιμηκύνσεις δέον ὅπως μετατοπίζονται ἑλικοειδῶς, ὥστε εἰς ἑκάστην κατακόρυφον τομὴν νὰ μὴ ὑφίστανται πλέον τῆς μιᾶς παραθέσεως ἀνὰ πέντε τεμνομένους δακτυλίους. Αἱ ὀριζόντιοι ράβδοι παραλαμβάνουν τὰς δακτυλιοειδεῖς ἄξονικὰς δυνάμεις τὰς ἀναπτυσσομένας ἕνεκα τῶν ὑδροστατικῶν πιέσεων. Αὗται αὐξάνουν γραμμικῶς μετὰ τοῦ βάρους μέχρι τὰ 2/3 περίπου τούτου, ἀκολουθῶς δὲ μειοῦνται μέχρι μηδενισμοῦ λόγω τῆς στερεᾶς συνδέσεως τοῦ τοιχώματος πρὸς τὸν πυθμένα (σχ. 3.6). Οἱ ὀπλισμοὶ υπολογιζόμενοι διὰ τὴν μεγίστην ἐπιπόνησιν διατηροῦνται μὲ τὴν αὐτὴν πυκνότητα μέχρι τοῦ πυθμένος, ἐνῶ πρὸς τὴν στέψιν ὑφίστανται μείωσιν.



Σχ. 3.5

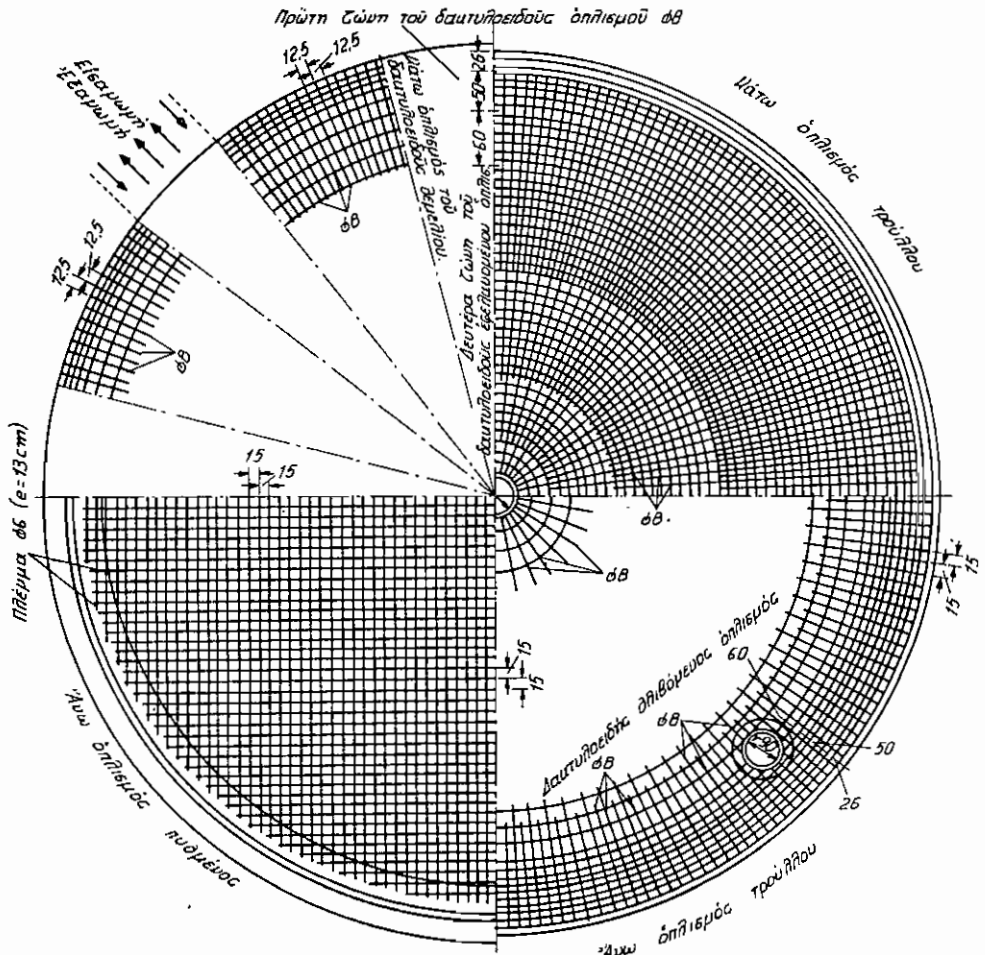
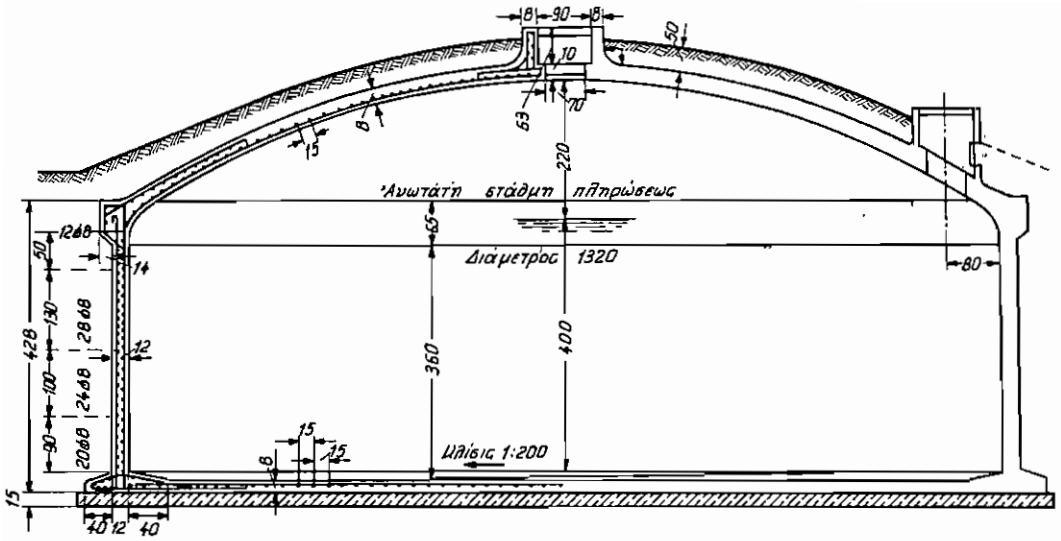
Διάταξις ὀπλισμῶν εἰς τοίχωμα δεξαμενῆς

Οἱ ὀπλισμοὶ υπολογιζόμενοι διὰ τὴν μεγίστην ἐπιπόνησιν διατηροῦνται μὲ τὴν αὐτὴν πυκνότητα μέχρι τοῦ πυθμένος, ἐνῶ πρὸς τὴν στέψιν ὑφίστανται μείωσιν.



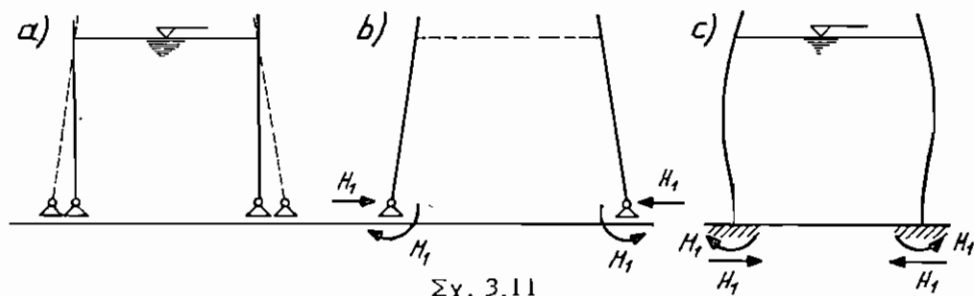
Σχ. 3.6

Διαγράμματα N_{ϕ} καὶ M_{χ} εἰς τὰ τοιχώματα κυκλικῆς δεξαμενῆς



Σχ. 3.9

α σχέδια κυκλικής δεξαμενής με κελυφωτή επίκάλυψη



Σχ. 3.11

Στατική έρμηνεία τών δημιουργουμένων διαταράξεων εἰς τὴν πᾶκτωσιν

- Παραμορφώσεις καταστάσεως μεμβράνης
- Υπεράριθμα μεγέθη
- Τελική κατάσταση ρορέως

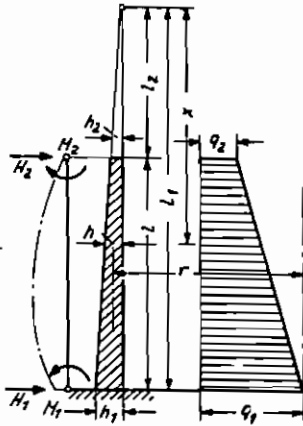
$$\begin{aligned} \delta_{1,1} M_1 + \delta_{1,2} H_1 &= \delta_{1,g} , \\ \delta_{2,1} M_1 + \delta_{2,2} H_2 &= \delta_{2,g} . \end{aligned} \quad (3.2)$$

Τὰ μεγέθη $\delta_{i,k}$ προκύπτουν ἐκ τῶν κατωτέρω σχέσεων

$$\left. \begin{aligned} \delta_{1,1} &= \frac{l}{1 - 1.25 \frac{s_1}{l_1}} s_1 , \\ \delta_{1,2} = \delta_{2,1} &= \frac{l}{1 - 1.25 \frac{s_1}{l_1}} \cdot \frac{s_1^2}{2} , \\ \delta_{2,2} &= \frac{l - 0.25 \frac{s_1}{l_1}}{1 - 1.25 \frac{s_1}{l_1}} \cdot \frac{s_1^3}{2} , \\ \delta_{1,g} &= \frac{s_1^4}{4l} \left(g_1 \frac{h_2}{h_1} - g_2 \right) , \\ \delta_{2,g} &= \frac{s_1^4}{4} g_1 . \end{aligned} \right\} \quad (3.3)$$

ἐνθα (σχ. 3.12):

- r : ἡ ἀκτίς τοῦ κελύφους,
- b : τὸ μεταβλητὸν πᾶχος τοῦ κελύφους,
- h_1 & h_2 : αἱ ἀκραῖαι τιμαὶ τοῦ πᾶχους,
- Z : αἱ δακτυλιοειδεῖς δυνάμεις ἐλκυσμοῦ,



Σχ. 3.12

Συμβολισμοί δια τὸν ὑπολογισμόν τῶν τοιχωμάτων κυκλικῆς δεξαμενῆς

- Z_0 : αἱ δακτυλιοειδεῖς δυνάμεις ἐλκυσμοῦ ἔνεκα καταστάσεως μεμβράνης,
 H : ἡ τέμνουσα,
 H_1, H_2 : αἱ ἀκραῖαι τιμαὶ τῆς τεμνούσης,
 M : αἱ καμπτικαὶ ροπαὶ εἰς τὸ ἐπίπεδον τῶν μεσημβρινῶν,
 M_1, M_2 : αἱ τιμαὶ τῆς M εἰς τὰ ὅρια τοῦ κελύφους,
 g : ἡ ὀριζοντιὰ φόρτισις,
 g_1, g_2 : αἱ ἀκραῖαι τιμαὶ τῆς ὀριζοντιοῦ φόρτισεως,
 s_1 : ἀκαμπία τοῦ κάτω ἄκρου τοῦ κελύφους.

$$s_1 = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{h_1^2 r^2}{3}} = 0.76 \sqrt{h_1 r} \quad (3.4)$$

Αἱ τιμαὶ τῶν M καὶ Z καθ' ὕψος τοῦ κελύφους δίδονται ὑπὸ τῶν σχέσεων :

$$\begin{aligned} M &= M_1 n_1 + (M_1 + s_1 H_1) n_2 \\ Z &= Z_0 + \frac{4r}{s_1} [M_1 \delta_{1,2} n_2 - (M_1 \delta_{1,2} + H_1 \delta_{2,2}) n_1], \end{aligned} \quad (3.5)$$

ἔνθα :

$$\begin{aligned} n_1 &= e^{-\frac{x}{s_1}} \cos \frac{x}{s_1} \\ n_2 &= e^{-\frac{x}{s_1}} \sin \frac{x}{s_1} \end{aligned} \quad (3.6)$$

τοῦ x μετρουμένου ἐκ τοῦ πύθμενος δεξαμενῆς.

Μετὰ τὸν ὑπολογισμόν τῶν δυνάμεων Z καὶ τῶν ροπῶν M γίνεται ἐλεγχος ἀντοχῆς τοῦ τοιχώματος. Κατ' ἀρχὴν ὑπολογίζεται ἡ ἀπαιτουμένη διατομὴ ὀπλισμοῦ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν δακτυλίων εἰς διάφορα βᾶθη. Αὕτη προσδιορίζεται διὰ τῆς σχέσεως

$$F_e \geq \frac{Z}{\sigma_e} \quad (3.7)$$

Πάντως, ἀνεξαρτήτως τοῦ προκύπτοντος ἀποτελέσματος ἡ διατομὴ F_e δὲν πρέπει νὰ εἶναι μικρότερα τοῦ $0.01 F_e$ (ιδὲ Τόμον I, § 1.3.7.4), ὥστε τὰ ἐξ ἐρπυσμοῦ καὶ συστολῆς ἐκ πήξεως ρήγματα νὰ εἶναι μικρότερα τοῦ 0.1 mm. Ἀκολούθως ἐλέγχονται αἱ εἰς τὸ σκυρόδεμα ἀναπτυσσόμεναι τάσεις ἐλκυσμοῦ κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν δακτυλίων βάσει τῆς σχέσεως

$$(3.8) \quad \sigma_{bz} = \frac{F_b + nF_e}{Z}$$

Η άνωτέρω άνωπαρασώμενη τάσις πρέπει να είναι μικρότερα της τάσεως θραύσεως επί έλλακτισμού του σκυροδέματος διηρημένης διά του συντελεστού άσφαλείας n_z , ό όμοιος λαμβάνεται συνήθως ίσος προς 1.30. Ούτω πρέπει να ληφούται ή σκέσις

$$(3.9) \quad \sigma_{bz} \leq \frac{1.30}{\beta_z}$$

Η τιμή της β_z δίδεται συμπόλως προς τας "Συστάσεις" της C. E. B. υπό της σκέσεως

$$(3.10) \quad \beta_z = 0.57 \sqrt{(\beta_w)^2}$$

έμβα

β_z : ή έφελάκυστική άντοχή του σκυροδέματος και
 β_w : ή κυβική άντοχή εις σύνθλιψιν αυτού.

Μετά τόν άνωτέρω έλέγχον υπολογίζεται ή άπαιτούμενη διάτομή ό-

παισμού κατά τήν διεύθυνσιν των γεινέριπων προς κάλυψιν της έκ κάμ-ψέως επιτονησεως. Ο υπολογισμός ούτος διεξάγεται εις στάδιον II κατά τήν λωστέα. Ακολουθώς διεξάγεται έλέγχος εις ηηλμάτωσιν. Προς τούτο υπολογίζονται αι άναπτυσσόμεναι τάσεις έλακτισμού εις στάδιον I βάσει της σκέσεως

$$\sigma_{bz}^{max} = \frac{F_i}{N} + \frac{F_i}{M}$$

Η έκ της άνωτέρω σκέσεως προκύπτουσα τάσις άκμής πρέπει να εί-ναι μικρότερα του β_z - συντελεστής άσφαλείας $n_z = 1.0$. Η έκλογή του πάχους του τοιχώματος γίνεται κατά τήν φάσιν της προμελέτης με κριτήριον τας διακτυλίσεις διυλάμεις.

$$Z = \gamma x^2 r$$

Προς τούτο επιλύονται τήν σκέσιν (3.8) ως προς F_b λαμβάνομεν

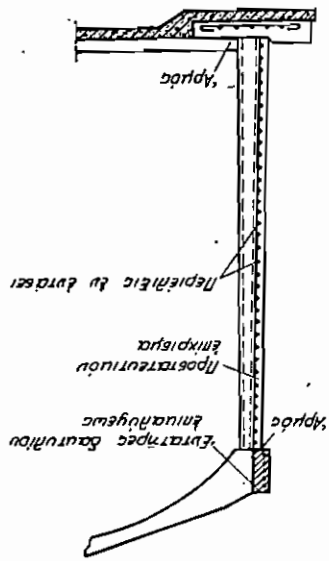
$$(3.11) \quad F_b = \frac{1 - n \sigma_{bz} \frac{Z}{F_e}}{1 - n \sigma_{bz} \frac{Z}{F_e}} \cdot Z$$

Έχοντες όμως υπό όψιν διισχυρόδως πρέπει να ληφούται και ή σκέσις

$$F_e \leq \frac{\sigma}{Z}$$

και είσάγοντες τήν τιμήν ταύτην εις τήν (3.11) λαμβάνομεν

Σχ. 3.13
 Ζητήματα κρησάσεως πρὸς τὰ
 ὅρια διὰ περιπέσειος



Διὰ τῆς προεπιδείξεως τοῦ κυλινδρικοῦ τοιχώματός τὸν δεξιάμενόν διὰ διακτύλι- εἶδος τοποθετημένον ἐν ταῖς ἀφύδασι αἰ τῆς ὑπόστασεως πρὸς τὸν ἄνω ὅριον ἀποτέ- λεσμα ἂν μὴ ὑφίσταται κινδύνος πηγυ- τώσεως τῆς δεξιάμενης. Οὕτω τὸ ἀπαιτοῦ- μένον πᾶχος τῆς δεξιάμενης προκύπτει διὰ τῆς καταστάσεως καθ' ἣν ἡ δεξιάμενη εἶναι κενὴ καὶ περιοπίσσεια περὶ τοῦ εἰς τὸ 1/4 τοῦ διὰ πλάτους ἀπαιτούμενου. Ἐν τούτοις, δὲν χρῆσιμοποιούνται πᾶχη μι- κρότερα τῶν εἰς τὴν προηγούμενην πα- ράγραφον δοθέντων. Ἡ προεπίσσεια τῶν τοιχώματων ἐπιτυγχάνεται διὰ τῶν ἀκο- λουθῶν μεθόδων :

α) Διὰ τῆς συσκευῆς περιπέσειος ὅρι- οῦ πρὸς τὸν ἄνω ὅριον καὶ ἐν συσκευῆσι ἐπιπέσειος διὰ ἐκτοξευόμενον σκυρόδεμα-

3.2.2. Κατασκευαστικὴ διαμόρφωσις καὶ ὑπολογισμός

Ἡτοι εἶναι ἀνάλογον τῆς ἀκτίως τῆς δεξιάμενης. Ἐνεκα τούτου, ἀπὸ τίνος τῆς ἰσχύος r καὶ ἐφεξῆς προκύπτουν πᾶχη τοιαύτη, ὅρακόν τῃ 50 cm, ὅστε ἡ κατά τὴν γεινέσιον κᾶψις ἂν μετὰ τῆς ἀπαγορευτικῆς διὰ τὸ ἔργον. Ἄνω εἰς τὸ δώτερον πρὸβλημα εἴδωσεν ἡ προεπίσσεια.

$$h = k \gamma x' r$$

(3.14)

Οὕτω, τὸ ἀπαιτούμενον πᾶχος τῆς δεξιάμενης ἴσων πρὸς

$$k = 0.0055 \quad [m^2/l]$$

Π.Χ. εἰς Β 225 . Στ 1 , $n = 10$

$$k = \frac{\beta_z}{1.30 - n \frac{\beta_z}{\sigma_e}} \quad [m^2/l] \quad (3.13)$$

ἔνθα

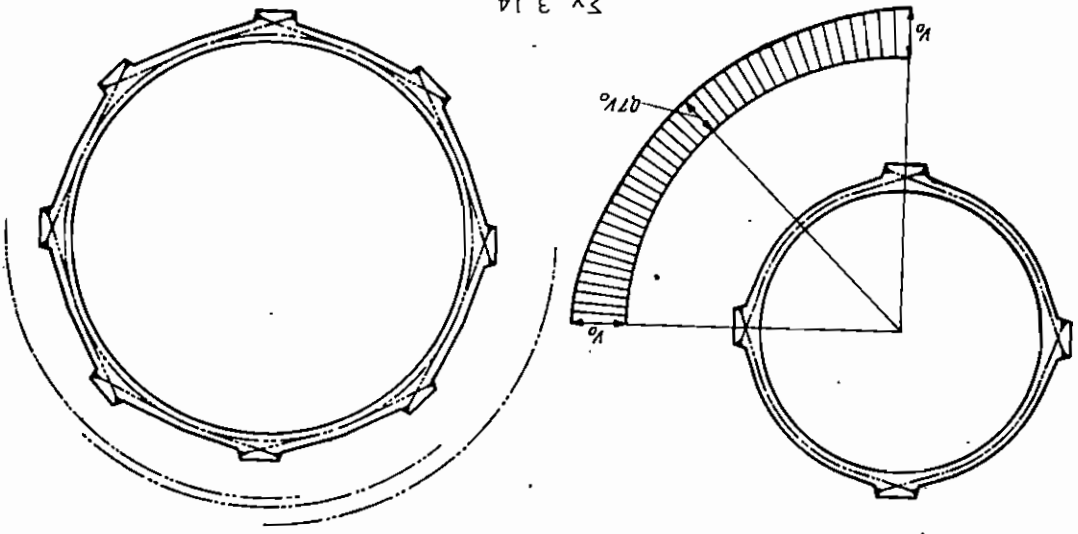
$$h = \frac{1 - n \frac{\sigma_{bz}}{\sigma_e}}{1.30 - n \frac{\beta_z}{\sigma_e}} Z = k Z, \quad (3.12)$$

τος (μέθος Β. Β. Η. V.). Εἰς τὴν μέθοδον ταύτην Χρησιμοποιοῦνται σφαι-
 ματα $\varnothing 4$ mm St 140/160 προεντεθειμένα μετὰ δυνάμιν 1000 - 1100

kg (σχ. 3.13).
 β) Διὰ προεντδσεως καλῶδων εἰς σωλήνας ἐσωματωμένους ἐντὸς
 τοῦ σκυροδέματος. Ἡ προέντασις αὐτὴ γίνεται μετὰ τὴν σκλήρυνσιν, αἱ
 δὲ κεφαλῆαι ἀγκυρώσεως ἐπιτοκονται διατεταγμένα ἐπὶ εἰδικῶν προεσο-

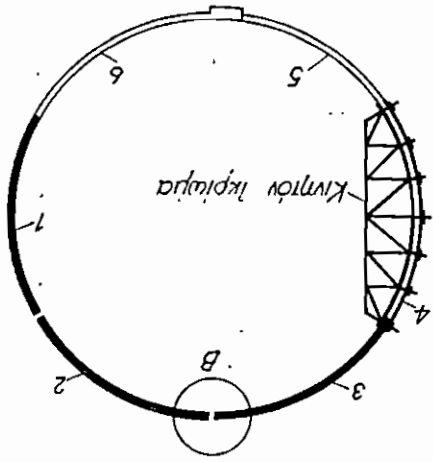
χῶν (σχ. 3.14).
 γ) Διὰ δομημένης τῆς δεξαμενῆς κατὰ τομεῖς με ἐσωματωμένους ἐντὸς
 αὐτῶν τοῦς σωλήνας τῶν καλῶδων καὶ ἐν συνεχείᾳ προεντδσεως ἐκώστου
 τομεῖς ἐν συνδυσασμῷ πρὸς τὸν προηγούμενως δομηθέντα καὶ προεντα-

θέντα δι' ἐπιηκύνσεως τῶν καλῶδων (μέθος Dywida, σχ. 3.15).



Σχ. 3.14

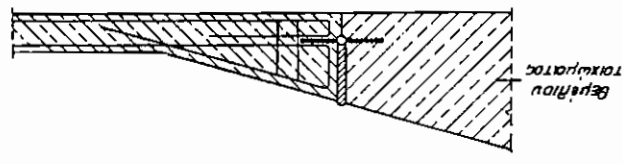
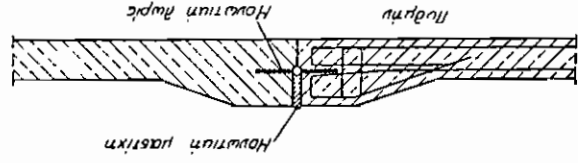
Προέντασις δεξαμενῆς ἐς εἰδικῶς ἐνημορπυνηθέντων προεσοχῶν



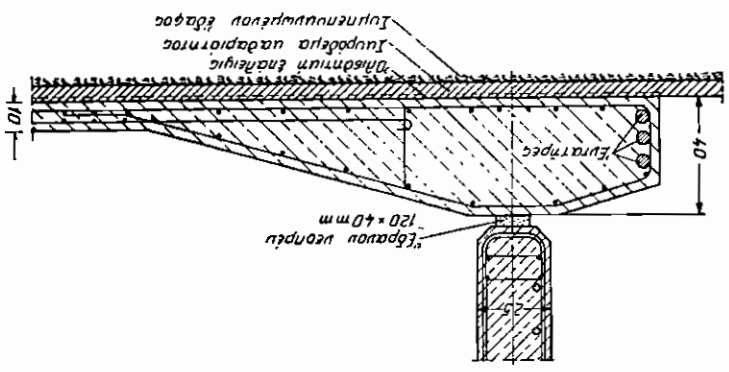
Σχ. 3.15

Προέντασις δεξαμενῆς κατὰ τομεῖς

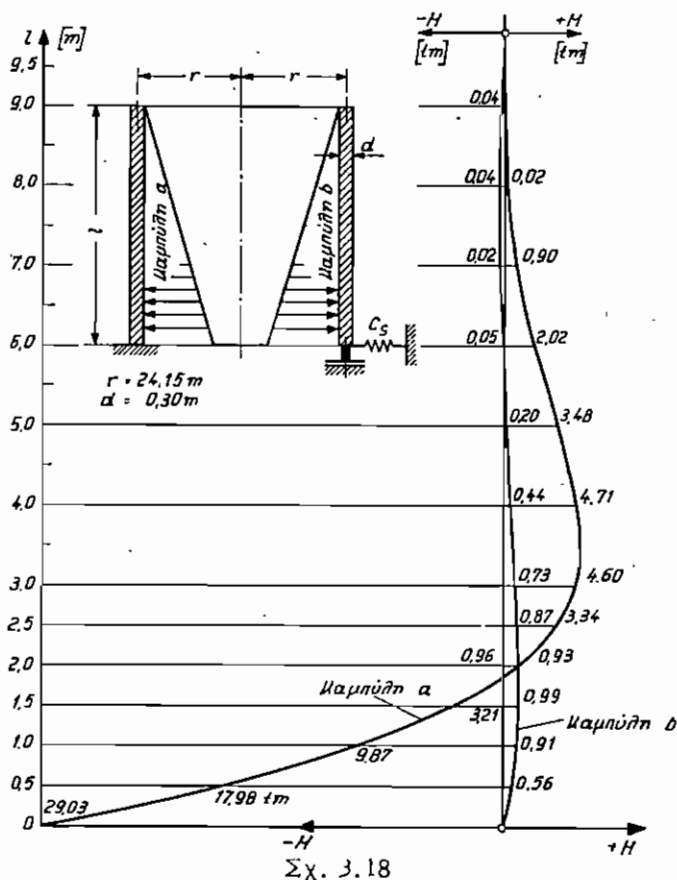
Αί εκ τών εσωτερικών πιέσεων και της προεντάσεως προκαλούμενοι
 ποταί κλίψεως κατά την διεύθυνσιν των γυνετιρίων παραλαμβάνονται
 δια κατακόρυφου χαλάρου θηλασμού διατασσομένου επ' άμφοτέρων των
 παρειών των τοιχωμάτων άνα άποστάσεως 10-20 cm.
 Ο πύθην των προεντεταμένων δεξαμενών κατασκευάζεται ως και
 των θηλασμένων. Είς περίπτωσιν πού μεγάλων δεξαμενών προς έσα-
 σφάλαν των έργων εκρηγνάντων λόγω συστολής διατάσσονται στεγανοί
 άρμολοί (σχ. 3.16).
 Η συνδεσις του πύθηνος της δεξαμενής προς τὸ τοίχωμα γίνεται
 δια κρημνῶν δι' ὀμοσώμου συνδέσεως είτε δια παρεμβολῆς κρημνῶν ἢ
 σχ. 3.17. Δια δεξαμενῶν διαμέτρου άνω των 25-30 m προτιμάται ἡ
 δευτέρα λύσις διὰ τὸν κτῶθι λόγους :
 α) Τὰ τοιχώματα της δεξαμενής λόγω προεντάσεως και πάληρῶσεως
 ταύτης δι' ὑποὺ ὑφίστανται δξονικὰς παραμορφώσεis αἱ ὁποῖαι ὀημι-



Σχ. 3.16 Ἄρμολοί εἰς τὸν πύθηνά της δεξαμενής



Σχ. 3.17 Διαμόρφωσις κρημνῶν πύθηνος καὶ τοιχωμάτων



Ροπές M_x εἰς τοίχωμα δεξαμενῆς διαμέτρου 40 m

α) Πεπακτωμένον τοίχωμα εἰς τὸν πυθμένα

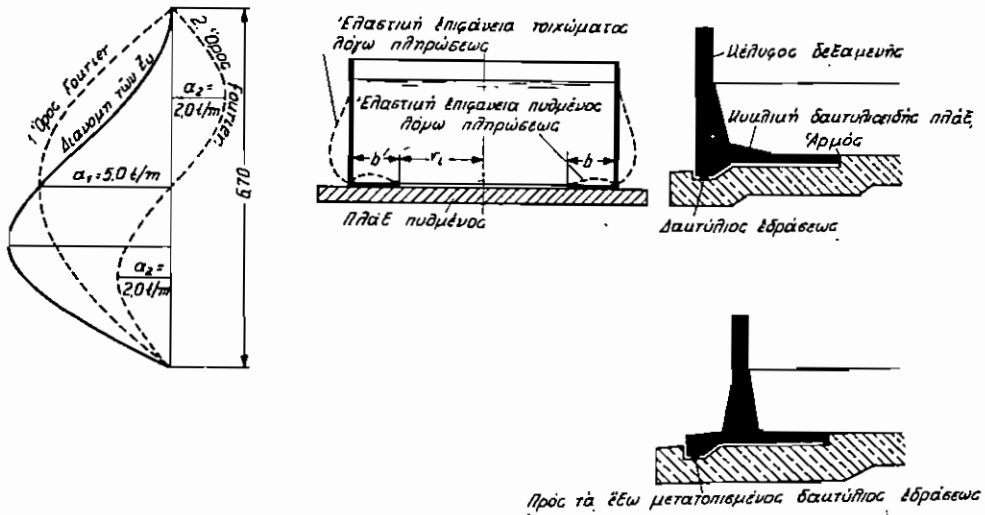
β) Ὀλισθαίνουσα ἀθροῦσις με $H = 1.5$ t/m

οιργοῦν σοβαρὰς ροπὰς κάμψεως, ὅταν ἡ διάμετρος ὑπερβαίῃ τὰ 25–30 m.

β) Ἡ θερμοκρασία τοῦ πυθμένους διαφέρει συνήθως τῆς τῶν τοιχωμάτων με ἀποτέλεσμα νὰ δημιουργοῦνται αὐτεντατικά καταστάσεις ὅταν δὲν ὑφίσταται ἄρμος.

Ἡ διάταξις ἄρμου δημιουργεῖ βεβαίως ἄρκετὰ τεχνολογικά προβλήματα εἰς τὴν φάσιν τῆς κατασκευῆς πλὴν ὅμως βελτιώνει τὰ μέγιστα τὴν στατικήν λειτουργίαν (σχ. 3.18). Ὁ Buyer K. [38] ἐπέτυχε εἰς ὀλόσωμον σύνδεσιν πυθμένους καὶ τοιχώματος διὰ καταλλήλου δημιουργίας ἐλαστικῆς πακτώσεως καὶ διανομῆς καθ' ὕψος τῶν δυνάμεων προεντάσεως τὴν δημιουργίαν λίαν εὐνοϊκῆς ἐντατικῆς καταστάσεως (σχ. 3.19) [39].

Ἡ ἐπικάλυψις τῶν προεντεταμένων δεξαμενῶν ἐπιτυγχάνεται κατὰ τὸν αὐτὸν τρόπον ὡς καὶ τῶν ὤπλισμένων.



Σχ. 3.19

Διαμόρφωση κατασκευαστικής πακτώσεως κατά Beyer

- Κατανομή προεντάσεως καθ' ύψος
- Ελαστική επιφάνεια δεξαμενής πεπληρωμένης
- Διαμόρφωση πύθμενος παρά τὸ τοίχωμα

Ὁ ὑπολογισμὸς τῶν προεντεταμένων δεξαμενῶν διεξάγεται διὰ τῆς θεωρίας τῶν κελυφῶν ὡς καὶ τῶν ὠπλισμένων, ἀλλὰ κεχωρισμένως διὰ τὰς ἑξῆς καταστάσεις:

- Υδροστατικαὶ πιέσεις
- Προεντάσεις.

Ἡ ἐκ προεντάσεως ἔντασις ὀφείλεται εἰς τὰ δημιουργούμενα ἀντιφορτία

$$p' = - \frac{V}{r} \quad (3.15)$$

ἀντιθέτου διευθύνσεως πρὸς τὰς ὑδροστατικὰς πιέσεις. Εἰς περίπτωσιν διατάξεως ἁρμοῦ ἐκ νεοπρέν εἰς τὴν συναρμογὴν κελύφους πρὸς τοίχωμα ἡ προέχουσα ἔντατική κατάσταση εἶναι ἡ τῆς μεμβράνης.

Μετὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῶν φορτίων διατομῆς ἀκολουθοῦν οἱ ἔλεγχοι ἀντοχῆς. Οὗτοι περιλαμβάνουν:

- Ἐλεγχον εἰς κατάστασιν λειτουργίας

Ὁ ἔλεγχος οὗτος πρέπει νὰ δώσῃ, διὰ τὴν πλήρη δεξαμενὴν, τάσεις ἔλκυσμοῦ μικροτέρας τοῦ μηδενὸς κατὰ τὴν ὀριζόντιον διεύθυνσιν καὶ κάτω τοῦ $\frac{\beta_z}{1.30}$ κατὰ τὴν κατὰκόρυφον. Διὰ τὴν δεξαμενὴν κενὴν τὰς συνθλίψεως τοῦ σκυροδέματος κάτω τῆς ἐπιτρεπομένης εἰς κεντρικὴν θλίψιν κατὰ τὴν ὀριζόντιον διεύθυνσιν καὶ τὰς ἐλκυσμοῦ κάτω τοῦ.

$\frac{1.30}{\beta_z}$ κατά την κατακόρυφον εκκλίση.

β) Έλεγχον εις ρηγμάτωσι

Κατά τὸν ἔλεγχον τοῦτον θὰ πρέπει διὰ τὸν συνδυασμὸν $V + s + k + 1.30P$ νὰ μὴ ἀναπτύσσωνται τάσις ἐλακτομοῦ μεγαλύτεραι τῶν β_z .

γ) Έλεγχον εις θραύσει

Κατὰ τὸν ἔλεγχον τοῦτον θὰ πρέπει ὁ συνδυασμὸς $1.75P (V + s + k)$ νὰ εἶδη τὰσις χάλυβος ποσότητος κατὰ τοῦ ὅριου διαρροῆς του (ἀκριβέστερον μὴ κινῶσι κατὰ τοῦ 5%).

Ἡ ἐλάχιστη τῆς διατομῆς τοῦ ἀπαιτουμένου χάλυβος ποσότητος γίνονται ἐκ τῆς καταστάσεως λειτουργίας καὶ ἐκ τῆς καταστάσεως θραύσεως διὰ τὴν ἐν τῶσι μεμβράνης. Οὕτω ἔχομεν

$$(3.16) \quad F_z \geq \frac{\sigma}{Z} \quad \eta \quad F_z \geq \frac{\beta_{0.2}}{1.75Z}$$

Ἐκ τῶν δύο ποσοτήτων ἐκλέγεται ἡ μεγαλύτερα.

Τὸ πάχος τοῦ τοιχώματος ἐκλέγεται ἐκ τῆς συνθήκης, κατὰ τὴν ὁποῖαν ἡ δεξιὰ μεν κενὴ δὲν πρέπει νὰ ἐπιτινῶνται ἕνεκα ποσότητος μετὰ σεις συνθλίψεως μεγαλύτερας τῶν ἐπιτρεπομένων. Οὕτω ἔχομεν

$$(3.17) \quad \sigma_{\text{αν}} = \frac{F^b}{V} = \frac{F^b}{\sigma_z F_z} \leq \sigma_{\text{επιτρ.}}^b$$

Λαμβανόμενου ὑπ' ὄψιν ὅτι

$$F^b = "I" h$$

ἔπεται

$$(3.18) \quad h \geq \frac{\sigma_{\text{επιτρ.}}^b}{\sigma_z F_z}$$

Τὸ ἐκ τῆς ἀνωτέρω σχέσεως προκύπτου πάχος δὲν πρέπει νὰ λαμβάνεται μικρότερον τῶν ὁριακῶν τιμῶν τῶν δοθεισῶν εἰς τὴν ἀρχὴν τῆς ποσότητος γίνουμένης παραγράφου.

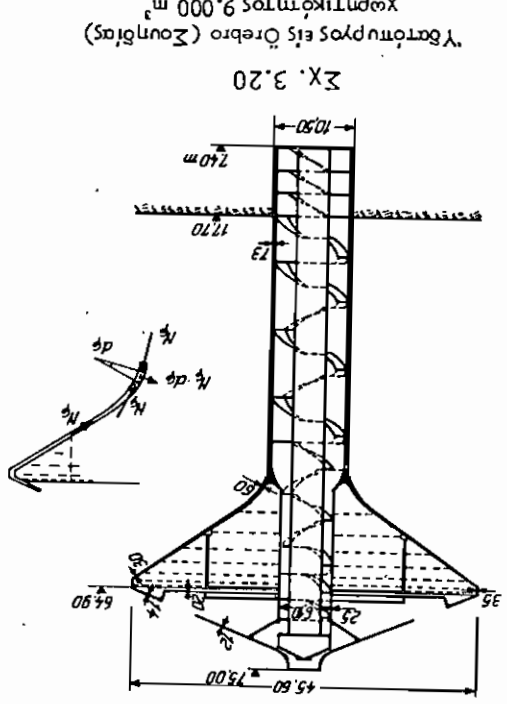
Καθίστους θεωροῦμεν σκόπιμον ὅπως τονώσωμεν ὅτι κατὰ τὴν φάσιν τῆς ποσότησεως ἀπαιτεῖται ἡ τήρησις ποσότητεῶν ποσότητων ποσότησεως, ὥστε νὰ ἀποφευχθῶσι καὶ καθ' ἕνα τῶν τοιχώματων. Ἐν τῶσι τοιαύται διαταραχῆς κατὰ τὴν φάσιν ποσότησεως.

3.2.3. Ὑδατόπυργοι

Οἱ ὑδατόπυργοι ἀποτελοῦν ὑδατοδεξαμενὰς στηρίξιμους ἐπὶ εἰδικῶν σκελετῶν ἐκ πητῶν εἰς ἀρκετὸν ὕψος ἀπὸ τοῦ ἐδάφους. Τὸ σῦνθεσις κυκλῶμα λειτουργίας τοῦτων εἶναι τὸ ἀκόλουθον: Τὸ ὕδωρ φθάνει εἰς τὸς δεξαμενὰς ἀποθηκείσεως καὶ εἰς αὐτῶν δι' ἀντλήσεως καὶ πίσεως με-

ταφεται εις τον υδατοπηγον, εκθειν δε διαμεται δια φου- κης ποτης εις το δίκτυον ύπερ- σεις υπεσθεραν πιστιν λδωγ του ύπου εις το όμοιον ευρι- σκεται. Ο ύδατοπηγος ειχον ποικιλην χωρητικότητα αναδω- γως των αναγκων των όποιων καθυλονται να καθυλουν. Κατα τα τελευταία ετη κατασκευασθη- σαν υδατοπηγοι χωρητικότητος 9000m³ (αχ. 3.20) [39] και παλον.

Ο ύδατοπηγος δια χωρη- τικότητα ανω των 100 - 150m³ κατασκευάζονται παντα με κυ- κλικην διατομήν. Από πλευρας ύπολοιου και διατάξως ό- πασιων παρουσίδων τα αυτα άκριβως προβλήματα ως και α! κανονικα δεξαμενα. Περαν του- ταν, όμως, παρυσιδων και ειδικα προβλήματα αναφερόμενα εις τον ύπολοιου στρη- ζοντος φορως και εις την κατα-



σκευην τουτου και της δεξαμενης, ειδικως εις ύψηλους υδατοπηγους. Το φερον σκευημα, φερον το ύπος του υδατοπηγου δεν ειαι μεγαλον, δε- ποταλεται εκ 4 ως 12 στύλων συντιθειμενων εις εν πασιον εν τω χω- ρω (αχ. 3.4b). Εις ηγρους με μεγαλο ύπος το φερον σκευημα διαμορ- φουται εις ανα διατάξωδους διατομησ πυρηνα μετα η ανευ νευρωσων, εις την κορυφην του όμοιου κατασκευάζεται ο υδατοπηγος (αχ. 3.4α).

Κατα τον ύπολοιου των υδατοπηγων προκύπτουν τα ακόλου- θα ειδικα προβλήματα:

(α) Εις περιπτώσιν εδρωσως του τοιχώματος της δεξαμενης επι στύ- λων αυτη λειτούργει κατα την κατακόρυφον, ως μια ύψικομος δοκος. Η περιών δυναμικων. Περαν όμως της εκ κληψως επιπλονησως υφίσταται αυτη λδωγ της και πιστιν λδωγ της επιπλονησιν και εις στρηψιν. Α! δυνα- πισσομένην ποτα! καθυψως, στρηψως και τεινοσσαι δυναμεις δια δια- φορον κρηθρον στύλων δδονται εις τον Πίνακα 3.1.

(β) Εις περιπτώσιν ύψηλων υδατοπηγων (έχουν κατασκευασθη και 138.00 m ύπουσ) απαιτείται όπως δια την βδων του ύργου δια της θεωριασ συνυπολογισθων ανα ποτα! εις την βδων του ύργου δια της θεωριασ δευτερας τάξως λαμβανόμενης υπ' όψει και της ελαστικης παραμορφώ- σως του εδρωσους υπερίσων. Κατωτέρω δδεται προσεγγιστικη

ΤΙΝΑΞ 3.1

Ποταί και τέλινουσαι εις τόν δοκτύλιον εδράσεως

Αριθμός στυλίου	Φορτίον από στυλίου	Μείωση τέλινουσαι	Καμπτική ποταί		Μείωση ποταί	Μείωση στυλίου καί δίατοιης μεγίστης P- Στρέψεως
			Εις τόν κεντρικόν μεταξύ 2 στυλίων	Υπερδυνα των στυλίων		
4	P/4	+0.01762 P _r	-0.03215 P _r	0.00530 P _r	19° 21'	
6	P/6	+0.00750 P _r	-0.01482 P _r	0.00151 P _r	12° 44'	
8	P/8	+0.00416 P _r	-0.00827 P _r	0.00063 P _r	9° 33'	
12	P/12	+0.00190 P _r	-0.00365 P _r	0.00018 P _r	6° 21'	

Θεωρούμεν κατ' αρχήν ότι τὸ σύνολον τῶν φορτίων εἶναι σύγκει-
 τρωμένον εἰς τὸ κέντρον βάρους τῆς δεξιάμενης (α.χ. 3.21) [39]. Ἡ μετατό-
 πις f τοῦ κέντρος τοῦ ὑδροσταθμοῦ ἐκ τῆς κατακόρυφου ἐνέκα τοῦ ὀ-
 ρισμοῦ τοῦ φορτίου H συντίθεται ἐκ τῶν ἐξῆς ἐπιπέδων βῆδων :

i) Τοῦ βῆδου τοῦ ποκαλουμενοῦ ἐκ τῆς ἐλαστικῆς παραμορφώσεως
 τοῦ πυρήνος στηρίξεως λόγω H . Αὕτη ἰσούται πρὸς

$$f_1 = \frac{3EI}{h^3} H.$$

iii) Τοῦ βῆδου τοῦ ποκαλουμενοῦ ἐκ τῆς ἐλαστικῆς παραμορφώσεως
 τοῦ πυρήνος στηρίξεως λόγω ἐκκεντροῦ δράσεως τῆς G (δευτερογενεῖς
 ποταί). Αὕτη ἰσούται πρὸς

$$f_2 = \frac{20}{9} \frac{EI}{Ch^2} f.$$

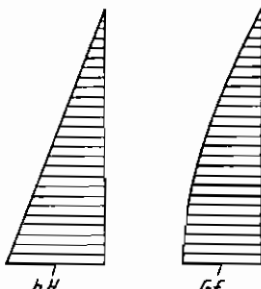
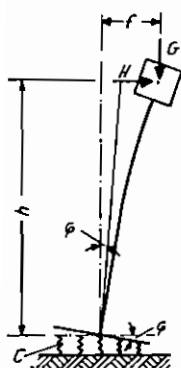
Ἡ δυνάμεισ ἀξέως ποκαλῦνται βῆσαι τῆς παραδοχῆς ὅτι ὁ παραμορφώσις
 ἔξω ἀκρολουμενὴ καμπύλην τῆς βῆδου. Τοῦτο δὲν ἀπέχει σημαντικῶς
 τῆς πραγματικότητος, καθ' ὅσον κύριον αἴτιον παραμορφώσεως τοῦ εἴ-
 ναι ἡ H .

iii) Τοῦ βῆδου τοῦ ποκαλουμενοῦ ἐκ τῆς μετατοπίσεως τῆς κεφαλῆς
 τοῦ πυρήνος λόγω κινήσεως ἀπολύτως στερεοῦ φειλομένης εἰς τὴν στρο-
 φὴν ϕ τοῦ θεμελίου. Τὸ βῆδος τοῦτο ἰσούται πρὸς

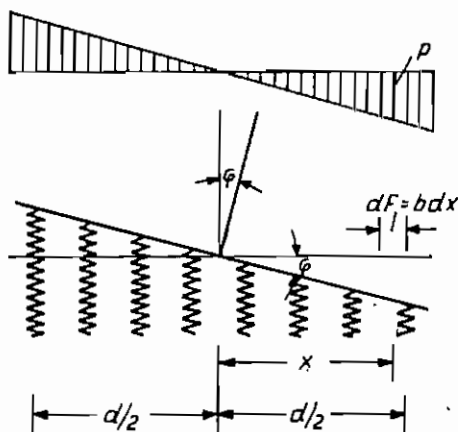
$$f_3 = \phi h.$$

Τὸ ἄθροισμα τῶν ἀνωτέρω ἐπιπέδων βῆδων δίδει τὴν τιμὴν τῆς μετατο-
 πίσεως τοῦ κέντρον βάρους τῆς δεξιάμενης. Οὕτω ποκαλῦνται:

$$f = \frac{3EI}{h^3} H + \frac{20}{9} \frac{EI}{Ch^2} f + \phi h. \quad (3.19)$$



Σχ. 3.21



Σχ. 3.22

Προσδιορισμός της υπό τοῦ εδάφους
ἀναλαμβανομένης ροπῆς

ΠΙΝΑΞ 3.2

Ἐλατηριακὴ σταθερὰ εδάφους (Bettungsnummer)

1)	Ἐλαφρὰ τύρφη - φυτικὴ γῆ	:	0.5 + 1.0	kg/cm ³
2)	Βαρεῖα τύρφη - λεπτὴ ἄμμος	:	1.0 + 1.5	"
3)	Ἀποθέσεις ἀνάμικτοι ἐκ Humus ἄμμου, χαλίκων	:	2.0 + 2.0	"
4)	Ἀργιλικὰ εἰδήματα κεκορεσμένα	:	2.0 + 3.0	"
5)	Ἀργιλικὰ εἰδήματα ὑφυγρα	:	4.0 + 5.0	"
6)	" " ξηρά	:	6.0 + 8.0	"
7)	" " ξηρά, σκληρά	:	10.0	"
8)	Ἄμμος μετ' ὀλίγων λίθων	:	8.0 + 12.0	"
9)	" μετὰ πολλῶν λίθων	:	10.0 + 12.0	"
10)	Λεπτοὶ χάλικες με λεπτὴν ἄμμον	:	8.0 + 10.0	"
11)	Μέσης λεπτότητος χάλικες με λεπτόκοκκον ἄμμον	:	10.0 + 12.0	"
12)	Μέσης λεπτότητος χάλικες με χονδρὴν ἄμμον	:	12.0 + 15.0	"
13)	Χονδρόκοκοι χάλικες με χονδρὴν ἄμμον	:	15.0 + 20.0	"
14)	Χονδρόκοκοι χάλικες με ὀλίγην ἄμμον καλῶς συμπυκνωμένοι	:	20.0 + 23.0	"

Αφ' ετέρου, η ροπή των εξωτερικών φορτίων ως προς τον άκρην έδαφος ισούται με την ροπή των διαπυκνωμένων τάσεων έδαφους. Ούτω προκύπτει (σχ. 3.22)

$$hH + Gf = 2 \int_0^{h/2} p x dx = \phi Cl, \quad (3.20)$$

ένθα

l : η ροπή δόρανας της επιφάνειας του πέλλου,
 G : η έλαστική σταθερά του έδαφους (Beitragziffer) λαμβάνο-
 μένη εκ του πίνακος 3.2 [39].

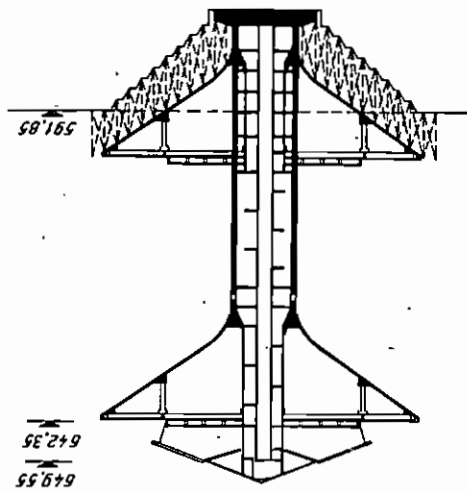
Επιλύοντες την (3.20) ως προς ϕ και εισάγοντες την τιμήν ταύτην εις την (3.19) λαμβάνομεν :

$$f = \frac{Cl \left[1 - \left(\frac{20}{9} \frac{Gh^2}{EI} + \frac{Cl}{Gh} \right) \right]}{h^2} H \quad (3.21)$$

Με γνώστην πλέον την τιμήν της f προσδιορίζονται οι ποσότητες των άκρων έδαφους διά της σχέσεως

$$M = hH + Gf, \quad (3.22)$$

όσον και εις οιοδήποτε έτερον σημείον του άξονος του πύργου.
 γ) Έσχάτως εις τους ύψηλους ύδατοπύργους εφαρμόζεται όδυναμικός άντιστοιχισμός ύπαλογισμός [6].
 β) Ο ύπολογισμός της διατομής του πυρήνους διεξάγεται ως έάν έπρόκειτο περί διατομής ύποσταλώματος με διακυλίσειή διατομήν.



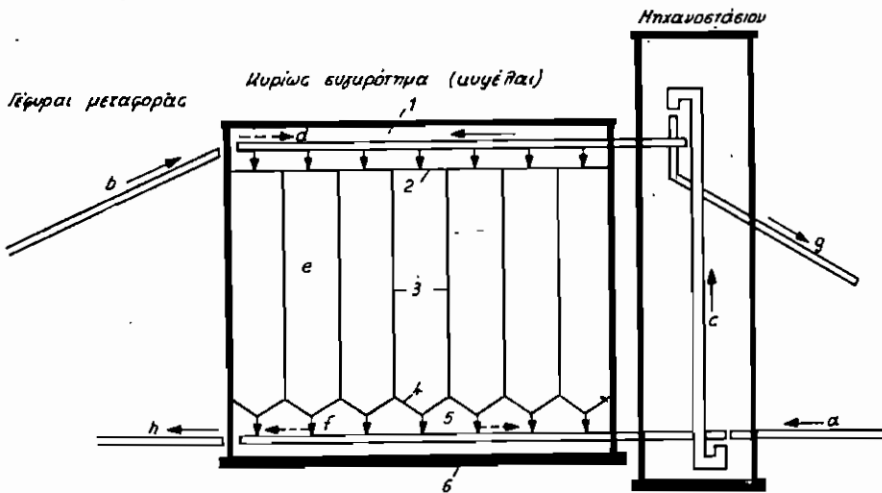
Υδατοπύργος εις Ριζοθή
 ΣΧ. 3.23
 12.000 m³

Ἀπὸ πλευρᾶς κατασκευῆς οἱ ὑδατόπυργοι παρουσιάζουν λίαν σοβαρὰ προβλήματα. Εἰς μικρὰ ὕψη κατασκευάζεται πλήρης ἰκρίωμα καθ' ὅλον τὸ ὕψος τοῦ ἔργου. Εἰς περίπτωσιν, ὅμως, ὑψηλῶν ὑδατοπύργων τοῦτο δὲν εἶναι πρακτικῶς ἐφικτὸν καί, ὡς ἐκ τούτου, κατασκευάζεται ὁ πυρῆν δι' ὀλισθαίνοντος ξυλοτύπου καὶ ἐν συνεχείᾳ δομεῖται ἡ δεξαμενὴ δι' ἰκρίωματος ἀναρτωμένου ἐκ τοῦ πυρῆνος. Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἀνεπτύχθησαν νέαι μέθοδοι κατασκευῆς, κατὰ τὰς ὁποίας ἡ δεξαμενὴ κατασκευάζεται εἰς τὸ ἔδαφος καί, ἐν συνεχείᾳ, δι' ἐδικῶν ὑδραυλικῶν πιεστηρίων ἀνυψοῦται καὶ συνδέεται μὲ τὸν πυρῆνα εἰς τὴν προβλεπομένην θέσιν (σχ. 3.23).

3.3. SILOS

3.3.1. Γενικά

Τὰ Silos ἀποτελοῦν ἀποθηκευτικούς χώρους καθ' ὕψος ἐπεκτεινομένους, εἰς τοὺς ὁποίους ἀποθηκεύονται χύδην κοκκώδη ἢ εἰς κατάστασιν παιπάλης εὐρισκόμενα ἀγαθὰ, ὡς δημητριακά, ἄλευρον, σιμέντον, ζωοτροφία, σάκχαρις, κλπ. Χαρακτηριστικὸν τούτων εἶναι ὅτι πληροῦνται ἐκ τῶν ἄνω καὶ ἐκκενοῦνται δι' ἐδικῶν μαστῶν ἐκ τοῦ πυθμένος δι' ἐλευθέρως ροῆς. Πρὸς τοῦτο, περιλαμβάνουν ἐδικὸν πύργον μηχανοστασίου καὶ σειρὰν ἠλεκτρικῶς λειτουργουσῶν ἐγκαταστάσεων διὰ τῶν ὁποίων γίνεται ἡ κατακόρυφος καὶ ὀριζόντιος διακίνησις τοῦ προϊόντος καθὼς καὶ ἡ κατὰ βούλησιν ἀποθήκευσις εἰς ἐκάστην κυψέλην. Οὕτω, τὸ



Σχ. 3.24

Διάγραμμα λειτουργίας Silo

προϊόν παραλαμβανόμενον διὰ γεφύρας ἀνατροπῆς ἢ δι' ἀκροπνευματικοῦ συστήματος ἀναρροφήσεως (σχ. 3.24 α) μεταφέρεται κατακορύφως διὰ καθοφόρου ἀνελκυστήρος (σχ. 3.24 β). Ἐν συνεχείᾳ δι' ὀριζοντίου ἀλυσσομεταφορέως μεταφέρεται εἰς ἐκάστην κυψέλην ἀναλόγως προτιμήσεως διὰ τηλεχειρισμοῦ (σχ. 3.24 δ). Ἐκ τῶν μαστῶν τῶν κυψελῶν (σχ. 3,24, 4) τὸ προϊόν ἐκκενοῦται δι' ἐλευθέρας ροῆς ἐπὶ ὀριζοντίου ἀλυσσομεταφορέως εἰς τὸ ὑπόγειον καὶ δι' αὐτοῦ μεταφέρεται πρὸς χρήσιν ἢ πρὸς φόρτωσιν (σχ. 3.24 ε).

Τὰ Silos παρουσιάζουν πλεῖστα πλεονεκτήματα ἔναντι τῶν ὀριζοντίων ἀποθηκῶν, τόσο ἀπὸ πλευρᾶς κόστους διακινήσεως, ὅσον καὶ ἀπὸ πλευρᾶς βαθμοῦ συντηρήσεως τοῦ ἀποθηκευμένου προϊόντος. Ἀλλὰ καὶ ἀπὸ πλευρᾶς κόστους κατασκευῆς ἀνὰ τόννον ἀποθηκευμένου προϊόντος κατὰ τὴν ἀποψίν μας εἶναι, τὰ ὑψηλὰ ἰδίως Silos (ἄνω τῶν 30 m), οἰκονομικώτερα τῶν ὀριζοντίως ἀνεπτυγμένων ἀποθηκῶν ἀρκεῖ τὸ ἔδαφος νὰ δύναται νὰ φέρῃ τὰ φορτία ἄνευ βαθεΐας διὰ πασσάλων θεμελιώσεως.

Ἀπὸ πλευρᾶς ὑλικοῦ κατασκευῆς χρησιμοποιεῖται τὸ ὠπλισμένον σκυρόδεμα, τὸ προεντεταμένον σκυρόδεμα, καὶ ὁ χάλυψ. Τὰ ἐκ μπετόν Silos εἶναι περισσότερον διαδεδομένα τῶν μεταλλικῶν, καθ' ὅσον τὰ μεταλλικὰ ἔχουν ὑψηλὸν κόστος συντηρήσεως.

Κατὰ τὸν προγραμματισμὸν καὶ γενικὴν μελέτην ἐνὸς Silo συνεκτιμῶνται αἱ ἑξῆς παράμετροι [40]:

α) Ἡ ἀπαιτούμενη χωρητικότης.

β) Ὁ ἀπαιτούμενος κατ' ἐλάχιστον ἀριθμὸς κυψελῶν.

γ) Ἡ μορφή τῶν κυψελῶν καὶ τῶν μαστῶν ἐν σχέσει πρὸς τὰς φυσικὰς ιδιότητες τοῦ πρὸς ἀποθήκευσιν προϊόντος (δυσχερῆς—εὐχερῆς ροή).

δ) Ἡ ἀντοχὴ τοῦ ἔδαφους.

ε) Αἱ τεχνολογικαὶ δυνατότητες πρὸς κατασκευὴν τοῦ ἔργου.

Γενικῶς τὰ Silos ἀποτελοῦν συνδυασμὸν πολυπλόκου μηχανολογικοῦ καὶ οἰκοδομικοῦ σχεδιασμοῦ.

Ἀπὸ πλευρᾶς οἰκοδομικῆς εἶναι ἐκ τῶν πλέον πολυπλόκων ἔργων, τόσο κατὰ τὴν μελέτην, ὅσον καὶ κατὰ τὴν κατασκευὴν. Πράγματι, ἀπὸ πλευρᾶς φορτίων εἶναι ἐκ τῶν βαρυτέρων κτηρίων ἀνὰ m^3 κατασκευῆς πεπληρωμένης δι' ὠφελίμων φορτίων, πράγμα τὸ ὁποῖον δημιουργεῖ σοβαρότατα προβλήματα ἀντοχῆς κυψελῶν καὶ θεμελιώσεως. Ἀλλὰ καὶ ἀπὸ κατασκευαστικῆς πλευρᾶς ἡ ἔλλειψις ἐνδιαμέσων ἐπιπέδων: ἐργασίας δημιουργεῖ σοβαρὰ προβλήματα ἀσφαλείας προσωπικοῦ καὶ ὑποστηρίξεως ἰκριωμάτων· τὰ προβλήματα ταῦτα ὠδήγησαν εἰς τὴν ἀνάπτυξιν εἰδικῆς μεθόδου δομήσεως τὴν δόμησιν δι' ὀλισθαίνοντος ξυλοτύπου, ἥτις ἀκολούθως ἐπεξετάθη εἰς ὅλα τὰ ἔργα μὲ μορφήν πύργου—καπνοδόχοι, πύργοι τηλεοράσεως, ὑψηλὰ βάρθρα, πυρῆνες κλιμακοστάσιων κλπ.

3.3.2. Κατασκευαστική διαμόρφωση

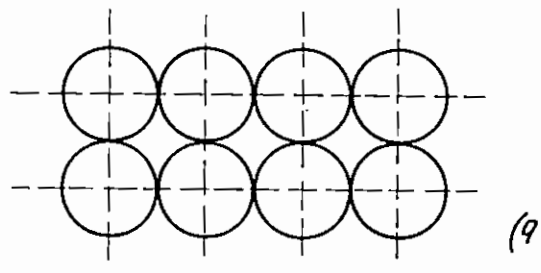
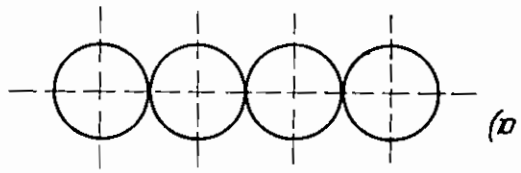
Έκαστον Silo περιλαμβάνει (σχ. 3.25):

- α) τας κυψέλας,
- β) τους μαστούς,
- γ) την επικαλύψιν των κυψέλων,
- δ) την επικαλύψιν του όρθου των άνωσσομεταφορέων όρφοης,
- ε) τους στύλους στήριξης,
- ς) την θεμελίωσιν και
- η) τὸ μηχάνοστανόιον.

Κατάρτω θά γίνῃ μία σύντομος περιγραφή ἑκάστου τῶν άνωτέρω στοιχείων ἀπὸ πάλυρας μορφολογικῆς κριτικῆς.

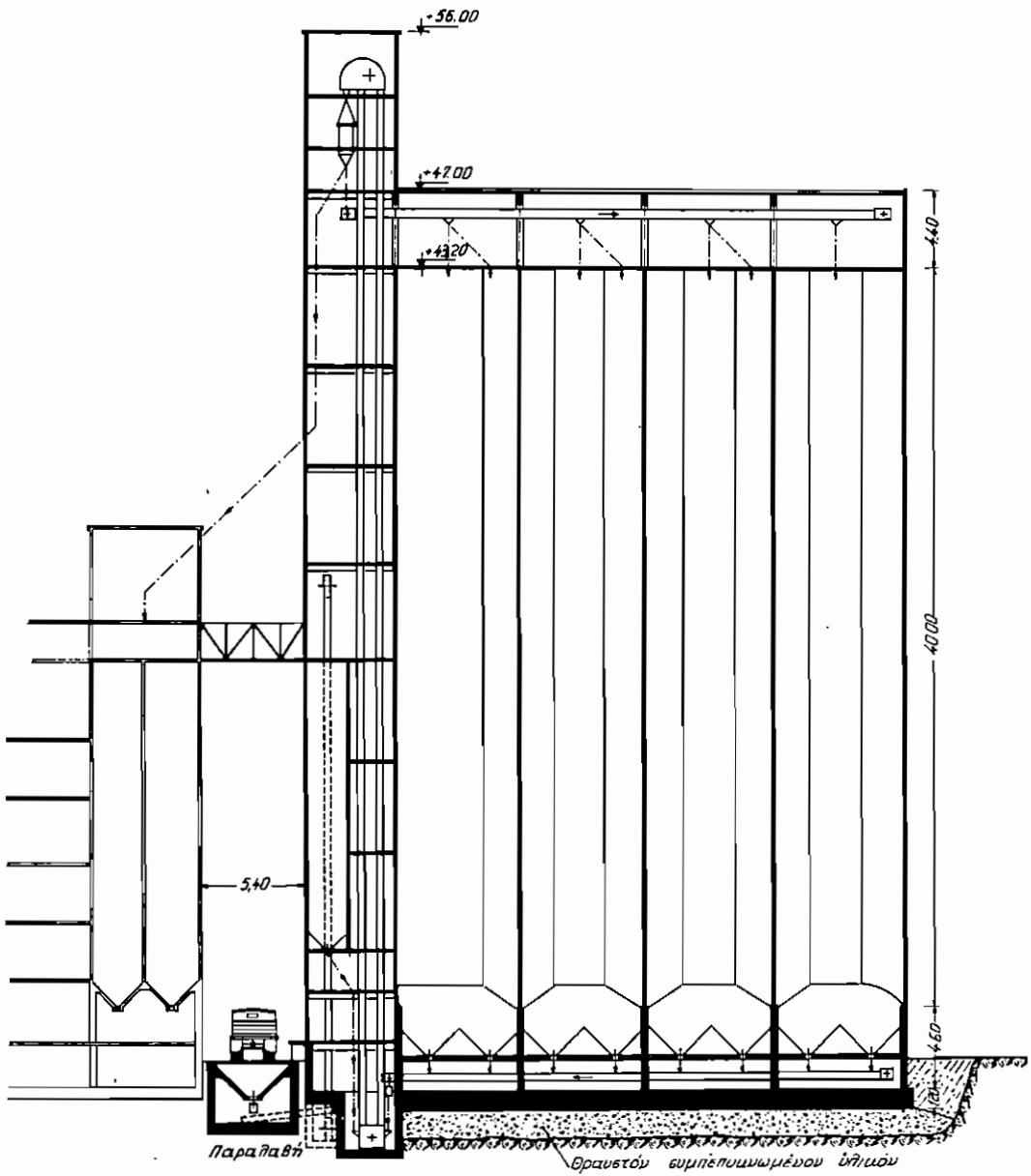
α) Κυψέλα

Ἀπὸ πάλυρας μορφεῆς αἱ κυψέλας μεμωμένα ἀποτελοῦν τὸ ἀνάλοστορον και τὸ οἰκονομικώτερον Silo. Τὸ ἀποθηκευόμενον προϊόν προκαλεῖ ὀφίσκοντας πίεσεῖς p_4 ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῆς κυψέλης καθὼς και δυνάμεις τριβῆς p_5 , εἰς δὲ τὸν πυθμένα κατακόρυφους πίεσεῖς p_6 . Ἀποδεικνύεται ὅτι ἀπὸ τινος βάρους και ἐφεξῆς αἱ p_4 και p_6 παραινέουν σταθεραὶ ἀνεξαρτήτως τοῦ ὕψους τοῦ Silo. Οὕτω, ἡ κυψέλη ἐπιπυνεταῖ κατὰ βάσιν διὰ σταθερῶν δυνάμεων ἑλκυσμοῦ διακυψέλης μορφεῆς ἀνευ ποσῶν και, συνεπῶς, παρῆχει τὴν μείωσιν οἰκονομικῶν εἰς χάλυβα και σκυρόδεμα. Πράγματι, ὅπου δὲν ἀπαιτεῖται ὁ διαχωρισμὸς τοῦ προϊόντος ἀναλόγως ποσότητος κατασκευάζεται μία μόνον μεγάλη κυκλικὴ κυψέλη, συνήθως προεντεταμένη, ὡς συμβαίνει εἰς τὰ Silos σακχαρώσεως ἢ σιμῆντων. Συνήθως ὅμως ἡ ἀνάγκη διαχωρισμοῦ τοῦ προϊόντος ἐπιβάλλει τὴν κατασκευὴν μεγάλου ἀριθμοῦ κυψέλων, ὅποτε αὐταὶ εἰτε διατάσσονται εἰς μίαν σειράν (σχ. 3.26α) εἰτε εἰς δύο σειρὰς ὁ-



Σχ. 3.26

Διτάξις κυψέλων κυκλικῆς διατομῆς
 α) Μία σειρά
 β) Δύο σειραὶ μετ' ἄλληλων
 Χρῆται τῶν ἐνδείξεων δηλοῦσιν ὅτι κυψέλας



Σχ. 3.27

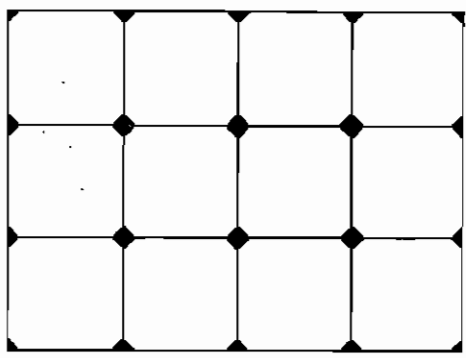
Κάτοψις κυψελών σίλο 17.000 t

πότε χρησιμοποιούνται και οι μεταξὺ αὐτῶν ἐπιπέδοι κυψέλαι (σχ. 3.26b), εἴτε γίνεται συνδυασμὸς κυκλικῶν καὶ ὀκταγωνικῶν κυψέλων ὡς τοῦ σχ. 3.27. Ὁ τελευταῖος οὗτος συνδυασμὸς παρᾶχει λίαν οἰκονομικὴν λύσιν, ὁ στατικὸς ὅμως ὑπολογισμὸς καθίσταται λίαν ποδῶντακος. Πᾶν τῆς κυκλικῆς μορφῆς κυψέλων κατασκευάζονται καὶ τετραγωνικαί, εἴσα- γωνικαί ἢ καὶ ὀκταγωνικαί τοιαῦται (σχ. 3.28).

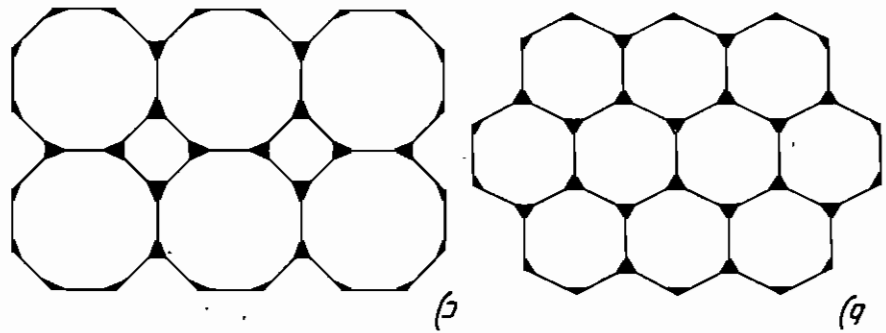
Διὰ κυλιόμενους μεθωμένους κυψέλας προτιμῶνται μεγάλαι διήμετροι κυλιόμενα συνήθως μετὰ 6 καὶ 12 m. Προετοιμῶνται κυλιόμενα κυψέλαι κατσκευάζονται μετὰ διημέτρους 12 ἔως 40 m. Διὰ τετραγωνικῆς διατομῆς κυψέλας ἢ βεῖστον διαστάσις παρῶνται κυλιόμενα μετὰ 3.5 καὶ 4.5 m. Εἰς τὰ μικτὰ σφαιρικοῦ κωνικοῦ τύπου καὶ ὀκταγώνων (σχ. 3.27) ἢ εὐνοικότερον διαστάσις κυλιόμενα περὶ τὰ 6.0 m.

Ἡ βεῖστον διαμέτρος κυψέλης ἐξαρτᾶται σημαντικῶς καὶ ἐκ τῆς εὐχ- πείας ποτῆς ἐκδοτοῦ προτιμῶντος. Οὕτω διὰ τὰ δημητριακὰ ἢ βεῖστον δια- μέτρος εἶναι 6.0 m διὰ σιμῆντων 8 ἔως 10 m δι' ἀνθρακὰ εἰς κόβιν 10 ἔως 13 m κ.ο.κ.

Ἀπὸ παρῶν ὕψους, τὸ κόστος τῆς ἀνωδομῆς ἀνά m³ σφελίου ἕω- ρου καθίσταται μικρότερον, ὅσον τὸ ὕψος τῶν κυψέλων αὐξάνει. Ἐν τού- τοις, ἄνω ἐπιπέδων ὕψους τὰ εἰς τὸ ἕδος θεμελιώσεως μετὰ ἐπιπέδων



α)



β)

γ)

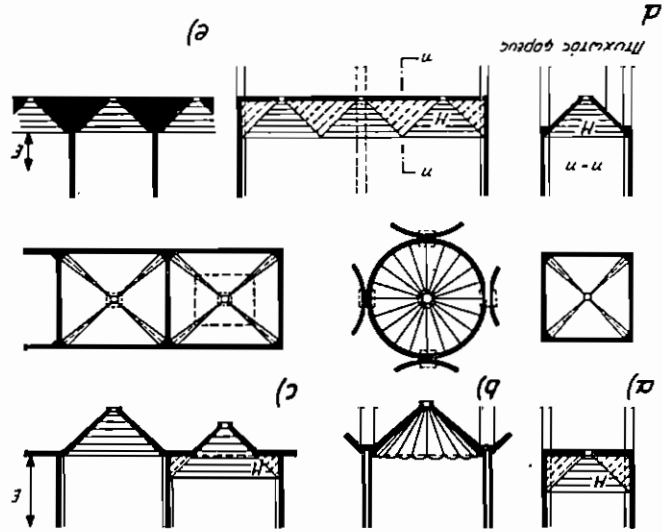
σχ. 3.27. Ζιὰ τὰ τετραγωνικὰ, ἐξάγωνικὰ καὶ ὀκταγωνικὰ κυψέλας

φορτία καθίστατο ὑπὲρ τὴν περαιοτέρω ἀρξὴν ἐν προβλήματι κτήν. Πράγματι, ἐν ἀρξῇ ὑπὲρ τοῦ ὅτι τὸ μικτόν φορτίον κυψέλης ἀλφίτου δὲ δὴμητρια-κὼν ἀνέρχεται εἰς $1 \div 1.9 \text{ t/m}^2$, ἐπιταί ὅτι δὲ ὕψος κυψέλης 25 m φθά-νοὺν εἰς τὸ ἔδαφος ἄνω τῶν 30 t/m², ἥτοι ὅσα φορτία ἐπιτίθεται ἔδαφος τῶν βίβλας κτήριον κατακοιτίας τριακοῦταφορτόν. Ὅσον ἐκ τούτου, τὸ ὕψος τῶν κυψέλων περαιοτέρω μετὰ 25 καὶ 40 m, σπαιώσ βε-καί εἰς ἰδιαιτέ-ρωσ καλῆς ποιότητος ἔδαφιν ὑπερβαίνει τὰ ὄρια ταῦτα. Τὸ ὕψος, πάντως, τοῦ Silo θὰ πρέπει νὰ ὑπολογισθῆται κατὰ 10 μέτρα μετὰ ὑ-περκειμένου τῶν ὕψους τῶν κυψέλων, ἄλλω τὸ ὑποκειμένου καὶ ὑπερκειμένου ὀρόφου κυκλικοφωρίας. Τέλος, τὸ ὕψος τοῦ μνηχανοστασίου εἶναι ἀκόμη με-γαλῦτερον διὰ λειτουργικὸν λόγους. Εἰς τὰς ἀρξέδαι XI καὶ XII δίδονται αἱ καθόψεις καὶ αἱ τομαὶ τῶν κυψέλων τῶν Silos "Μύλοι Μακεδονίας Α.Ε."

Τὸ πᾶχος τῶν τοιχωμάτων τῶν κυψέλων διατηρεῖται σταθερόν καθ' ὅλον τὸ ὕψος τοῦ ἔργου καὶ μεῖοῦται καθ' ὕψος μόνον ὁ δὴμητρια. Τὸ πᾶχος τοῦτο κυμαίνεται συνήθως μετὰ 15 καὶ 25 cm, ἐκλέγεται δὲ βε-σῆ ἐμπειρικῶν τύπων, σχεῖν ἐχόντων ἐν πολλοῖς μὲ τὸ εὔρος τῶν ἐπι-τροπομένων νερύχοισιν πηγάτων ὡς θὰ ἴδωμεν κατωτέρω.

β) Π υ θ η ν

Ο πυθὴν τῶν Silos διαμορφοῦται κατὰ τοιοῦτον τρόπον, ὥστε νὰ ἐπιπέτη τὴν ἄνωθεν ἐλευθερῶν ποτῶν διὰ τῶν στοιχείων ἐκπορῆ τῶν κυ-ψέλων.



Σχ. 3.29
 Διαμορφώσεις τῶν Silo

Εἰς Silos μικρῶν διαστάσεων τὰ κεκλιμένα ἐπίπεδα πρὸς δημιουργίαν τοῦ μαστοῦ ἐκροῆς διαμορφοῦνται δι' ἀόπλου σκυροδέματος διαστρωμένου ἐπὶ τῆς ἐπίπεδου πλακὸς πυθμένος (σχ. 3.29 α). Εἰς Silos μεγαλυτέρων διαστάσεων ὁ μαστὸς δημιουργεῖται ὑπὸ μορφήν κολούρου κώνου ἢ κολούρου πυραμίδος (σχ. 3.29 β, γ). Τέλος, πολὺ συχνά, πρὸς ἀπλοποίησιν τοῦ ξυλοτύπου ὁ μαστὸς διαμορφοῦται ἐξωτερικῶς συνεχῆς διὰ πολλὰς διαδοχικὰς κυφέλας ὑπὸ μορφήν πτυχωτῆς κατασκευῆς ἐκ δύο κεκλιμένων ἐπιπέδων, ἐν συνεχείᾳ δὲ ἐσωτερικῶς διαμορφοῦνται δι' ἀόπλου σκυροδέματος τὰ σημεῖα ἐκροῆς ὑπὸ μορφήν κολούρου τετραγωνικῆς πυραμίδος (σχ. 3.29 δ, ε).

γ) Ἐπικάλυψις κυφελῶν

Ἡ ἐπικάλυψις τῶν κυφελῶν ἀποτελεῖ ἀπὸ πλευρᾶς κατασκευῆς λίαν δυσχερῆ ἐργασίαν καθ' ὅσον δὲν ὑφίσταται ἐπίπεδον στηρίξεως εἰς μικρὰν ἀπόστασιν διὰ τὴν κατασκευὴν ἰκρίωματος. Ὡς ἐκ τούτου ἡ ἐπικάλυψις τῶν κυφελῶν διαμορφοῦται διὰ χαλυβδίνων φορέων καὶ προκατεσκευασμένων πλακῶν.

δ) Ἐπικάλυψις ὀρόφου ἄνω ἀλυσομεταφορέως

Αὕτη οὐδὲν τὸ ἰδιαιτέρον παρουσιάζει καθ' ὅσον ἀποτελεῖ μίαν πλάκα μετὰ δοκῶν τῆς ὁποίας τὸ ἰκρίωμα κατασκευῆς στηρίζεται ἐπὶ τῆς πλακὸς ἐπικαλύψεως τῶν κυφελῶν. Ἐξωτερικῶς στηρίζεται ἐπὶ τοῦ ἐξωτερικοῦ τοιχείου τῶν κυφελῶν, τὸ ὁποῖον ἐπεκτείνεται ἄνω τῶν κυφελῶν μέχρι τῆς πλακὸς ταύτης (Σχέδια XI, XII), ἐσωτερικῶς δὲ εἰς στύλους ἐδραζομένους εἰς τὰ σημεῖα ἀλληλοτομίας τῶν ἐσωτερικῶν τοιχείων τῶν κυφελῶν.

ε) Στύλοι στηρίξεως

Ἡ διάταξις τῶν στύλων στηρίξεως τῶν κυφελῶν ἐξαρτᾶται ἐκ τῆς μορφῆς τούτων, τοῦ σχήματος διατάξεώς τῶν καὶ τῶν χρησιμοποιουμένων συστημάτων ὀριζοντίου μεταφορᾶς. Εἰς τετραγωνικὰς κυφέλας τὰ ὑποστύλωματα διατάσσονται εἰς τὰς ἀλληλοτομίας τῶν τοιχείων, ἐνῶ εἰς κυκλικὰς εἰς τὰ σημεῖα συναρμογῆς αὐτῶν μεταξὺ των (σχ. 3.30). Τέλος, οὐχὶ σπανίως, ἀντὶ στύλων διατάσσονται συνεχεῖς τοῖχοι ἐξ ὠπλισμένου σκυροδέματος ὑπὸ μορφήν πεσσῶν (Σχέδια XI, XII). Ἡ τοιαύτη διάταξις ἐπαυξάνει τὴν ἀκαμψίαν τοῦ συστήματος θεμελιώσεως – ἀνωδομῆς.

ζ) Θεμελίωσις

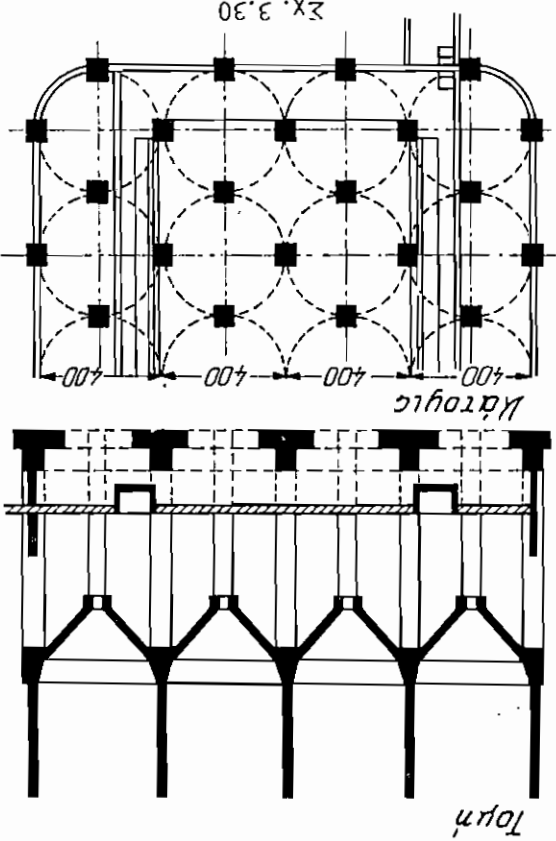
Ἡ θεμελίωσις ἐνὸς Silo εἶναι ἐν ἐκ τῶν σημαντικωτέρων προβλημάτων τὰ ὁποῖα ὀφείλει νὰ ἀντιμετωπίσῃ ὁ μελετητής. Τὸ μέγεθος τῶν φορτίων καὶ ἡ ἀνάγκη κατασκευῆς τοῦ ἔργου λίαν συχνὰ εἰς ἐδάφη κακῆς ποιότητος, ὡς τὰ ἐδάφη παρὰ τοὺς λιμένας, δημιουργοῦν πολὺπλοκα προβλήματα. Δὲν εἶναι σπάνια αἱ περιπτώσεις καταστροφῆς Silos λόγῳ θραύ-

Τὸ μηχάνημα κατασκευάζεται συγχρόνως με τὰς κυψέλας δι' ὅλι-
 σθαιίνουτος βυλίου, ἐν συνεχείᾳ δὲ κατασκευάζονται τὰ ἐπιπέδα τῶν
 ἐπὶ μέρους ὀρθῶν (σ.Χ. 3.25).

η) Τὸ μηχάνημα

λειτουργεῖ διὰ τὰ γενικῆς κοίτης ὀρθῶσως (σ.Χ. 3.25).
 ἢ ἀπλοῦς ἀλίκου ποταμοῦ καλῶς συμπυκνωμένου καὶ ἐν συνεχείᾳ θημε-
 ἀντικαταστάσας τοῦ κακῆς ποιότητος στρώματος διὰ θραυστοῦ ὑλικοῦ
 στῆλης θημελίωσως, τότε προσφύγομεν εἰς τὴν βέλτιστον ἐδόξους δι'
 εὐρησκῶντα ὀλίγα μόνον μέτρα (2.0—3.0) κτάω τῆς προβλεπομένης
 νικῆς κοίτης ὀρθῶσως ἢ διὰ πασσάλων. Ὅταν τὰ ὑλικά στρώματα ἐδόξους
 ἐδοφοτεχνικοῦ, ὅς γὰρ θημελίωσως εἰς τὰ μεγάλα Silos ἐκλέγεται ἢ γε-
 ῖρενα καὶ ἀξιολόγησι τῶν προκλυπτότων ἀποτελεσμάτων ὑπὸ ἐπιπέδου
 ἐνδὸς τοιοῦτου ἐργου ἀπαιτεῖται ὁπωσδήποτε συστηματικὴ γαίωτεχνικὴ
 λίκου ὀρθῶσως καὶ ἐκ τούτου, προκειμένου ἢ γίνῃ ἢ μέγιστη
 μεθῆται καταμετρεῖται εἰς μέγαν ἐμβαδὸν ἐπιφάνειαν, ὁμοιογενῶσως
 σῶσ ἐδόξους. Πέραν τούτου, λόγῳ τοῦ μεγάλου φορτίου, τὸ ὄριον ση-

Διάγραμμα στύλων εἰς τὰς ἀλληλοτομίας κυκλικῶν κυψέλων



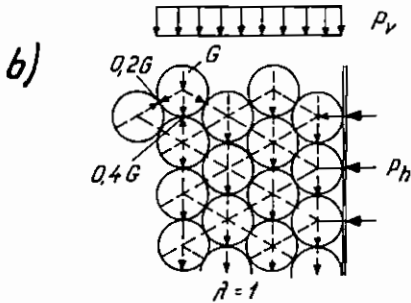
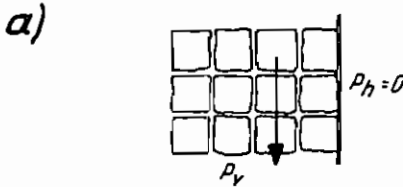
3.3.3. Φορτία ύπολογισμού

Πλήν του ίδιου βάρους και των φορτίων εκ σεισμού και ανέμου, διὰ τὰ ὁποῖα ἰσχύουν ὅ,τι καὶ διὰ τὰ λοιπὰ ἔργα μεγάλου ὕψους, τὸ Silo ὑφίσταται λίαν σοβαρὰς ἐπιπονήσεις λόγῳ τοῦ ἐν αὐτῷ ἀποθηκευμένου προϊόντος. Ὁ ὑπολογισμὸς τῶν ἐπιπονήσεων τούτων ἀπετέλεσεν ἀντικείμενον ἐκτεταμένων ἐρευνῶν [41], [42], [43], [44], [45], καθ' ὅσον εἶναι πρωταρχικῆς σημασίας διὰ τὴν ἀντοχὴν τῶν κυφελῶν καὶ τοῦ πυ-

θμῆνος ὁ καθορισμὸς τῆς φύσεως καὶ τῆς ἐντάσεως τῶν ἀσκουμένων ὑπὸ τοῦ ἀποθηκευμένου προϊόντος πιέσεων.

Ὁ ὑπολογισμὸς τῶν πιέσεων στηρίζεται κατὰ βᾶσιν εἰς τὴν θεωρίαν τῶν Janssen [41] καὶ Koepen [42] διατυπωθεῖσαν τὸ πρῶτον τὸ 1895 καὶ ἐν συνεχείᾳ προσαρμοσθεῖσαν διὰ καταλλήλων συντελεστῶν εἰς πειραματικὰ δεδομένα.

Πρὸς ποιοτικὴν ἐρμηνείαν τῶν ἀσκουμένων ὠθήσεων θεωρήσωμεν σειρὰν κύβων ἀλληλοεδραζομένων, ἐντάσεως φορτίου p_v (σχ. 3.31 α). Εἰς τὴν περίπτωσιν ταύτην ἢ εἰς τὸ τοίχωμα τοῦ Silo ἀσκουμένη πίεσις p_h θὰ ἦτο μηδενικὴ, καὶ συνεπῶς ὁ λόγος



Σχ. 3.31

Ποιοτικὴ ἐρμηνεία τῶν ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τῶν κυφελῶν ἀσκουμένων πιέσεων

$$\lambda = \frac{p_h}{p_v} = 0.$$

Ἄφ' ἑτέρου, ἐὰν ἀντὶ κύβων εἴχωμεν κυλίνδρους μὲ μηδενικὸν συντελεστήν τριβῆς, φορτιζομένους διὰ φορτίου ἐντάσεως p_v (σχ. 3.31 b) θὰ ἀνεπτύσσωντο ἐπὶ τοῦ τοιχώματος τοῦ Silo τάσεις p_h ἴσαι πρὸς p_v καί, συνεπῶς, ὁ λόγος λ θὰ ἐλάμβανε τὴν τιμὴν 1, ἥτοι

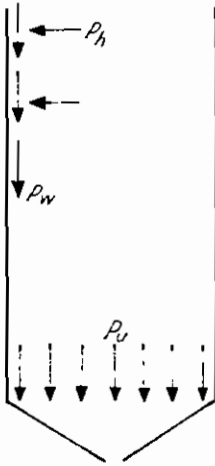
$$\lambda = \frac{p_h}{p_v} = 1.$$

Εἰς τὴν περίπτωσιν φυσικῶν κοκκῶδων ὑλικῶν τὸ λ κυμαίνεται μεταξὺ τῶν τιμῶν 0 καὶ 1 πέραν δὲ τῶν p_h ἀναπτύσσονται ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων καὶ δυνάμεις τριβῆς p_w , τῶν ὁποίων ὁ λόγος πρὸς τὴν p_h ἰσοῦται μὲ τὸν συντελεστὴν τριβῆς μ μεταξὺ τοιχώματος καὶ ὑλικου, ἥτοι

$$\mu = \frac{p_w}{p_h} \quad (3.23)$$

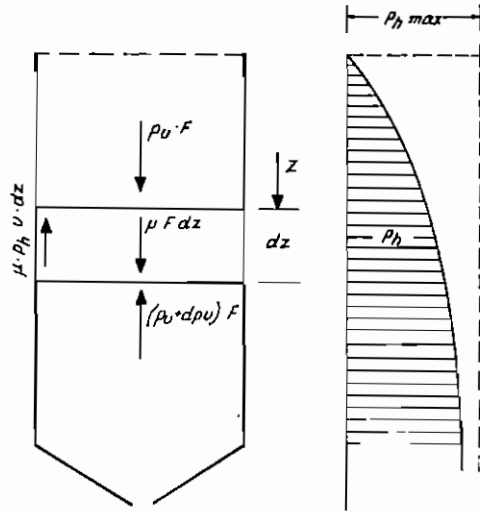
Οὕτω, συνοπτικῶς, εἰς τὴν κυψέλην ἑνὸς Silo ἐνεργοῦν τρεῖς ὁμάδες πιέσεων, αἱ p_h , p_v καὶ p_w (σχ. 3.32).

Προκειμένου νὰ ὑπολογίσωμεν τὰς πιέσεις ταύτας στηριζόμεθα εἰς τὴν παραδοχὴν ὅτι οἱ λόγοι λ καὶ μ εἶναι σταθεροὶ καθ' ὅλον τὸ ὕψος τοῦ Silo. Διατυπώνωμεν νῦν (σχ. 3.33) τὴν συνθήκην ἰσοροπίας κατὰ



Σχ. 3.32

Πιέσεις ἀσκούμεναι ἐπὶ τῶν τοιχωμάτων τοῦ Silo



Σχ. 3.33

Συνθήκαι ἰσοροπίας ἀπειροστής ζώνης ὑλικοῦ ἐντὸς κυψέλης Silo

τὴν κατακόρυφον τῶν δυνάμεων τῶν ἀσκουμένων ἐπὶ στοιχειώδους ζώνης ὑλικοῦ τῆς κυψέλης ὕψους dz . Ἐχομεν

$$p_v F + \gamma F dz = (p_v + dp_v) F + \mu p_h U dz, \quad (3.24)$$

ἔνθα

γ : τὸ εἰδικὸν βάρος τοῦ ὑλικοῦ,

F : τὸ ἐμβαδὸν τῆς κυψέλης,

U : ἡ ἐσωτερικὴ περίμετρος τῆς κυψέλης.

Λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν ὅτι

$$p_h = \lambda p_v,$$

ἢ (3.24) γίνεται

$$dp_v = \left(\gamma - \mu \lambda \frac{U}{F} p_v \right) dz. \quad (3.25)$$

Ὁλοκληροῦντες τὴν (3.25) καὶ λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν ὅτι διὰ $z=0$ $p_v=0$ προκύπτει ὅτι

$$\left. \begin{aligned} p_v &= \frac{\gamma}{\mu \lambda} \frac{F}{U} \left(1 - e^{-\frac{z}{z_0}}\right) \\ p_h &= \lambda p_v = \frac{\gamma}{\mu} \frac{F}{U} \left(1 - e^{-\frac{z}{z_0}}\right) \\ p_w &= \mu p_h = \frac{\gamma F}{U} \left(1 - e^{-\frac{z}{z_0}}\right) \end{aligned} \right\} \quad (3.25)$$

ἐνθα

$$z_0 = \frac{F}{U \mu \lambda} \quad (3.27)$$

Αἱ τιμαὶ τῶν λ καὶ μ κατὰ Koepen εἰδίδονται ἴσαι πρὸς

$$\begin{aligned} \lambda &= \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\rho}{2}\right) \\ \mu &= \tan \delta = \tan \frac{3}{4} \rho \end{aligned}$$

Κατόπιν ἐκτεταμένων πειραμάτων καὶ μετρήσεων ἐπὶ κατασκευασθέντων ἔργων προέκυψαν τὰ ἑξῆς συμπεράσματα:

α) Κατὰ τὴν πλήρωσιν τῆς κυψέλης (στατική φόρτισις) ἡ θεωρία Janssen-Koepen δίδει ἱκανοποιητικὰ ἀποτελέσματα.

β) Κατὰ τὴν ἐκκένωσιν, ὅμως, τῆς κυψέλης ἀναπτύσσονται πολύπλοκοι δυναμικαὶ καταστάσεις αἱ ὁποῖαι συντελοῦν εἰς τὴν αὔξησιν τῶν p_v , p_h , p_w εἰς τὸ 2—3 πλάσιον, πολλάκις τῶν κατὰ Janssen προκυπτόντων μεγεθῶν, οὕτω σήμερον οἱ ἰσχύοντες Κανονισμοί, ἐκκινοῦντες ἐκ τῶν αὐτῶν ἐξισώσεων (3.25), δίδουν διαφόρους τιμὰς διὰ τὰ λ καὶ μ διὰ τὴν φάσιν πληρώσεως καὶ τὴν φάσιν ἐκκενώσεως τῆς κυψέλης.

Οὕτω, ὁ Γερμανικὸς Κανονισμὸς φορτίσεως DIN 1055 Bl. 6 [46] καθορίζει τὰ κάτωθι:

Ὁ συντελεστὴς μ καθορίζεται βάσει τῆς σχέσεως

$$\tan \delta = \mu = \frac{p_w}{p_h}$$

τοῦ δ λαμβανομένου ἐκ τοῦ Πίνακος 3.3.

Ὁ συντελεστὴς $\lambda = p_h/p_v$ λαμβάνεται σταθερὸς καθ' ὅλον τὸ ὕψος τῆς κυψέλης καὶ ἴσος πρὸς

$$\lambda_f = 0.50$$

διὰ τὴν πλήρωσιν, καὶ

$$\lambda_e = 1.00$$

διὰ τὴν ἐκκένωσιν.

ΠΙΝΑΞ 3.3

Γωνία τριβής υλικού πλήρωσεως – τοιχώματος

Υλικόν πλήρωσεως	Γωνία τριβής εἰς °	
	Πλήρωσις δ_f	Ἐκκένωσις δ_e
Κοκκῶδες με μέσην διάμετρον κόκκου $> 0.2 \text{ mm}$	0.75 ρ	0.60 ρ
Εἰς κατάστασιν παιπάλης με μέσην διάμετρον κόκκου $< 0.06 \text{ mm}$	1.00 ρ	1.00 ρ

ΠΙΝΑΞ 3.4

Κρίσιμοι περιπτώσεις φορτίσεως

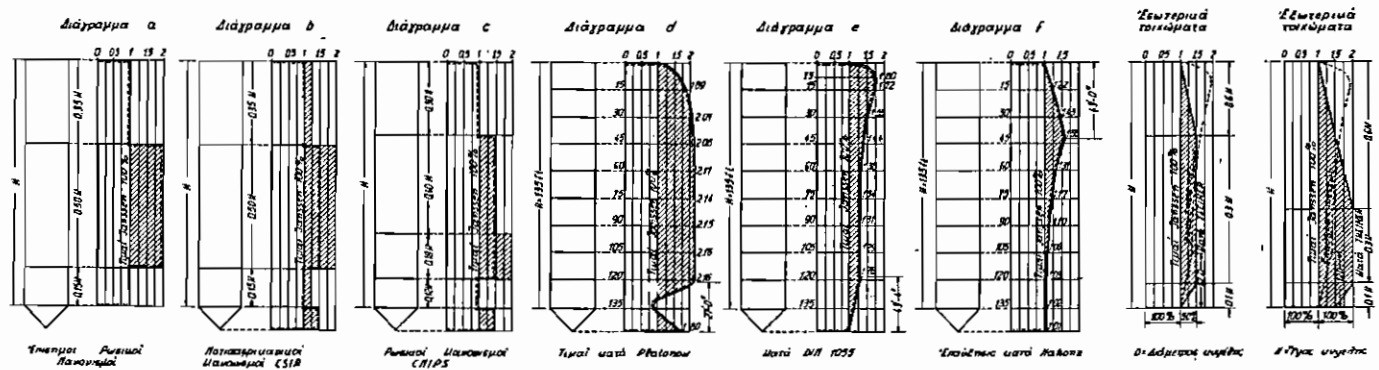
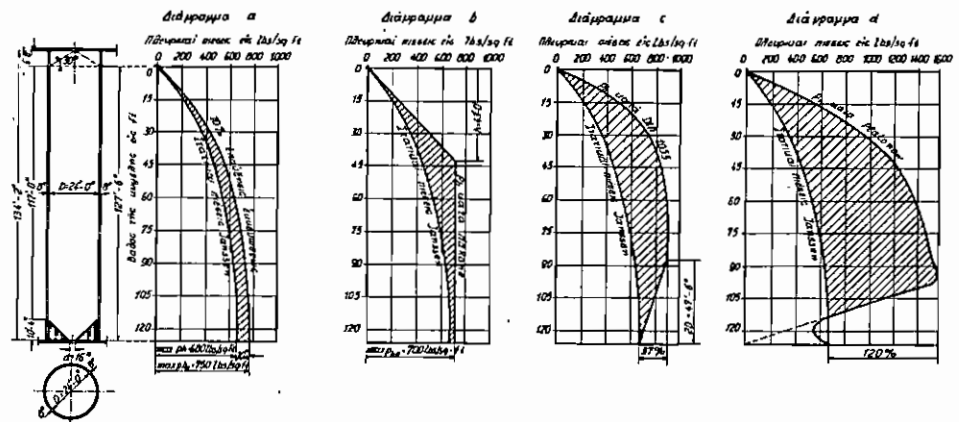
Φορτίον	Κοκκῶδες υλικόν		Υλικόν εἰς παιπάλην	
	Πεπερασμένον βάθος	Ἄπειρον βάθος	Πεπερασμένον βάθος	Ἄπειρον βάθος
p_v	Πλήρωσις	Πλήρωσις	Πλήρωσις	Πλήρωσις
p_h	Ἐκκένωσις	Ἐκκένωσις	Ἐκκένωσις	Πλήρωσις = Ἐκκένωσις
p_w	Ἐκκένωσις	Πλήρωσις = Ἐκκένωσις	Ἐκκένωσις	Πλήρωσις = Ἐκκένωσις

Γενικῶς, αἱ καθοριστικαὶ περιπτώσεις φορτίσεως κατὰ τὴν πλήρωσιν καὶ ἐκκένωσιν ἐμφαίνονται εἰς τὸν Πίνακα 3.4. Ἐν τούτοις, εἶναι δυνατὸν νὰ ὑπάρξουν ἀλλαγαὶ ὅταν ληφθοῦν καὶ ἕτεροι ὑπὸ τοῦ Κανονισμοῦ καθοριζόμενα αὐξήσεις ἢ μειώσεις εἰς εἰδικὰς περιπτώσεις.

Ἐπειδὴ κατὰ τὴν κίνησιν τοῦ υλικοῦ ἐντὸς τῶν κυψελῶν δημιουργοῦνται θόλοι ἐκ τῆς καταρρέυσεως τῶν ὁποίων προκαλοῦνται δυναμικαὶ κατακόρυφοι ἐπιπονήσεις, ὁ Κανονισμὸς ἐπιβάλλει τὴν ἐπαύξησιν τῶν κατακορύφων φορτίων τῶν μαστῶν εἰς $2p_v$ με ὀριακὴν ὁμῶς τιμὴν τὴν γz .

Τέλος, ἀσχολεῖται με ἕτερα λεπτομερειακὰ καὶ εἰδικὰ θέματα τῶν ὁποίων ἡ παράθεσις ἐκφεύγει τῶν στόχων τοῦ παρόντος.

Κλείοντες τὰ περὶ πιέσεων κρίνομεν σκόπιμον ὅπως παραθέσωμεν εἰς τὸ σχ. 3.34 διαφόρους μορφὰς τοῦ διαγράμματος p_h κατὰ τὴν ἐκκένω-



Σχ. 3.34

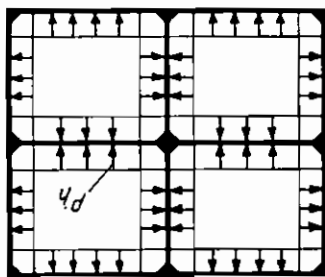
Πλευρικοί ώθησεις των κυφελών κατά την πλήρωση και την εκκένωση
 α) Σύγκριση Διαφόρων θεωριών
 β) Ποσοστιαία αναγωγή των πιέσεων κατά την έκροση ως προς τας στατικές τοιούτας.

σιν εἰς ποσοστιαίαν ἀναλογία τῶν p_h κατὰ τὴν πᾶληρωσιν διὰ τὰ κα-
ταστῆθι δυνάτη μὴ ἀγκρίσις τῶν διαφῶρων ἀποψῶων αἱ ὁποῖαι ἐπικρα-
τοῦν σήμερον διευθῶς ἐπὶ τοῦ θέματος [45].

3.3.4. Στατικὸς ὑπολογισμὸς — διατάξις ὀπλισμῶν

α) Κ υ ψ ε λ α ι

Ὅς ὀρίσονται φῶρσις τῶν τοιχωμάτων τοῦ Silo εἰσάγεται ἡ p_h κα-
τὰ τὴν ἐκκλῶσιν. Πρὸς τοῦτο ἀποτελεῖται μὴ αἰσῶνη ὑψους 1.0 m, ὁποῦτε
προκύπτει ἐν κλίσει τῶν πλαιοῦν (σ.χ. 3.35) ἐν ἰσορροπῇ. Ἡ ἐντασις τοῦ



Σ.χ. 3.35

Στατικὸν ὑπόψωμα ὑπόλο-
γισμοῦ κυψέλων

διαμορφωμένας ὡς μικτῆς μορφῆς κυψέλαι (σ.χ. 3.27). Ἡ δυσμενέστερα ἐ-
πιπόνησις ἐνδὸς Silo μὲ ὀρθογωνικὰς ἀπὸ πᾶλευσας κμψέλωσ ἀνοί-

Αἱ ὀρθογωνικαὶ κυψέλαι καὶ γενι-

κώτερον αἱ πολυγωνικαί, πᾶλην τῆς Z,

ὑφίστανται καὶ κμψιν. τὸ αὐτὸ συμ-

βαίνει καὶ μετὰς κυκλικὰς, ὅταν εἶναι
μεταξὺ τῶν συνδεόμενα ἢ, ὅταν εἶναι

$$Z = p_h r.$$

ἴσην πρὸς

ὑφίσταται μόνον ἀξονικὴν ἐπιπόνησιν

καὶ ἐντασις εἶναι ἀπηλαγμένη ποτῶν καὶ

εἰς ἐκδαστὴν ἐξ αὐτῶν δημιουργουμένη

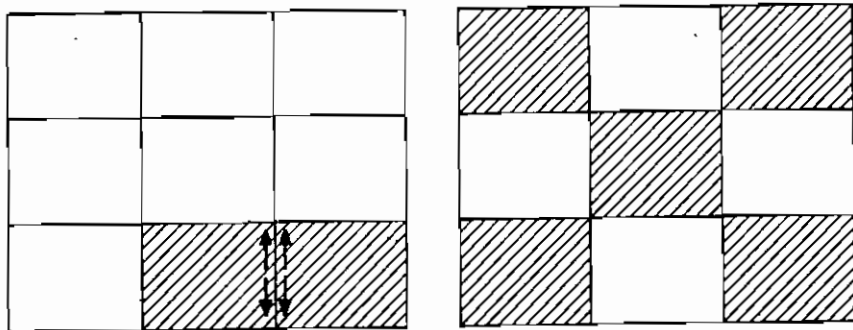
ἀπὸ ἀνεξαρτήτου κυψέλας κυκλικὰς, ἢ

γλωσσῶν. Ἐφ' ὅσον τὸ Silo ἀποτελεῖται

πλαιοῦ τοῦτο ὑπολογίζεται κατὰ τὰ

προκύπτει ἐν κλίσει τῶν πλαιοῦν (σ.χ. 3.35) ἐν ἰσορροπῇ. Ἡ ἐντασις τοῦ

Σ.χ. 3.26



Συνδυασμοὶ δυσμενέστερων φῶρσιῶν

α) Δυσμενέστερα ποταὶ κμψῶσ παρὰ τὰ ἀνοίγματα τοιχωμάτων πᾶληρωσ κυψέλωσ
β) Δυσμενέστερα ποταὶ κμψῶσ παρὰ τὴν ἀσπίδισιν ὅου διαδοχικῶσ περὶληρωμέ-
των κυψέλωσ ὡς καὶ δυσμενέστερα N εἰς τὸ μεταξὺ τοῦτων τοιχωμά.

γμάτων προκύπτει διὰ πεσσοειδή διάταξιν τῆς φορτίσεως (σχ. 3.35α), ἐνώ ἡ δυσμενεστέρα ἐπιπόνησις ἀπὸ πλευρᾶς κάμψεως παρὰ τὰς στηρίξεις καὶ ἀξονικῆς ἐπιπονήσεως ἐνδιαμέσου τοιχώματος (σχ. 3.35β) διὰ φορτίσεως τῶν διαδοχικῶν κυφελῶν ἀνὰ δύο.

Πληροφορικῶς ἀναφέρεται ὅτι αἱ κυφέλαι δέον ὅπως ὑπολογισθοῦν καὶ διὰ θερμοκρασιακὴν διαφορὰν μεταξὺ ἐσωτερικῆς καὶ ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας τῶν τοιχωμάτων. Αὕτη, εἰς περίπτωσιν μὴ ὑπάρξεως εἰδικῆς μωνώσεως, λαμβάνεται συνήθως ἴση πρὸς [40]

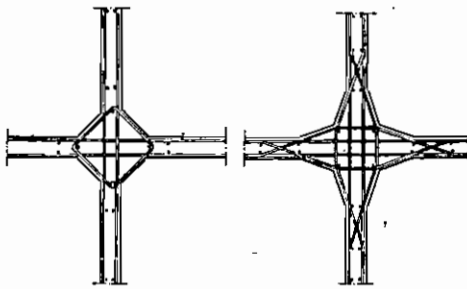
$$\Delta t = \frac{l}{3} (t_{\epsilon\sigma} - t_{\epsilon\xi}),$$

ἐνθα

$t_{\epsilon\sigma}$: ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐσωτερικοῦ χώρου, καὶ

$t_{\epsilon\xi}$: ἡ θερμοκρασία τοῦ ἐξωτερικοῦ χώρου.

Ὁ ἐκ τοῦ στατικοῦ ὑπολογισμοῦ προκύπτων ὀριζόντιος ὄπλισμός διατάσσεται εἰς ἀμφοτέρας τὰς ὀριακὰς ἐπιφανείας τοῦ τοιχείου τῆς κυφέλης. Συνιστᾶται ὅπως ἡ διατομὴ τοῦ ὀριζοντίως διανεμημένου ὄπλισμοῦ μὴ εἶναι μικρότερα τοῦ 2.5‰ τῆς διατομῆς τοῦ σκυροδέματος. Ἡ διάμετρος τῶν ράβδων δὲν πρέπει νὰ ὑπερβαίῃ τὰ 16 mm. Αἱ ράβδοι πρέπει νὰ προβλέπωνται ἀνευ πολλῶν κάμψεων, νὰ ἔχουν μῆκη μικρότερα τῶν 6.0 m, μῆκη ἐπικαλύψεως ἀνω τοῦ 60 d καὶ αἱ ἐπιμηκύνσεις διὰ παραθέσεως νὰ ἐναλλάσσονται ὡς καὶ εἰς τὰς δεξαμενάς. Ἡ ἐλευθέρᾳ ἀπόστασις μεταξὺ τῶν ράβδων κυμαίνεται μεταξὺ 10 + 20 cm. Τέλος, λαμβάνεται ἰδιαίτερα μέριμνα διὰ



Σχ. 3.37

Διαμόρφωσις κόμβων κυφελῶν

τὴν ἐξασφάλισιν τῶν συνδέσεων παρὰ τοὺς κόμβους δι' ἐπαρκοῦς ὄπλισμοῦ καὶ καταλλήλων ἐνισχύσεων (σχ. 3.37). Πέραν τῶν ὀριζοντίων, διατάσσονται καὶ κατακόρυφοι ὄπλισμοὶ διαμέτρου $\varnothing 8 - \varnothing 12$, διατεταγμένοι ἀνὰ 30 - 35 cm. Ἡ διατομὴ τούτων δὲν πρέπει νὰ ὑπολείπεται τοῦ 1.5‰ διὰ τὰ ἐσωτερικὰ τοιχώματα καὶ τοῦ 2‰ διὰ τὰ ἐξωτερικὰ [40].

Τὰ τοιχώματα τῶν κυφελῶν ἐπιπονοῦνται ἐπίσης, λόγῳ τῆς ἐδράσεως τῶν εἰς μεμονωμένα στηρίγματα ὡς ὑψίμορφοι δοκοί. Περί τῆς λειτουργίας ταύτης ἐγένετο ἤδη λόγος εἰς τὸν ἴσον I τοῦ παρόντος. Εἰς τὰ σημεῖα πάντως συνδέσεως τῶν ὑποστύλων πρὸς τὸ τοίχωμα τοῦ Silo πρέπει νὰ καταβάλλεται ἰδιαίτερα μέριμνα διὰ τὴν ὁμαλὴν εἰσαγωγὴν τῶν φορτίων εἰς τὸ ὑποστύλωμα.

Ὡς πρὸς τὸ πάχος τῶν τοιχωμάτων τῶν κυφελῶν πρέπει νὰ παρατηρήσωμεν ὅτι πρέπει νὰ ἐκλεγῇ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε νὰ δύνα-

Η διανομή των φορτίων εκάστης γάκας εις τὰς γράμμιας στρηβίσεως

$$M^s = - \frac{p l^2}{8}$$

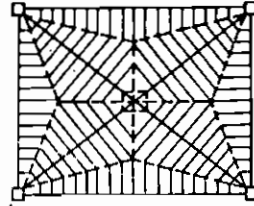
ή δε ποπή στρηβίσεως τῆς ποπῆς

$$M^u = \frac{p l^2}{30}$$

ὀρθογωνικῆν συστηρικῶς διεσφωμένην κἀτοψιν μαστοῦ (σχ. 3.38) αἱ τέσσαρες λοξαὶ τριγωνικαὶ γάκαι ἐπιτορυοῦν ὡς πεπαικτωμένα κατὰ τὰ τρία πέτρα τοῦ τῶν. Δι' ἰσοπλεύρου γάκας ἡ ποπή α-voιγματος ποκκῆται τῆς ποπῆς (σχ. 3.39):

Διασφωμένη συστηρικῶν μαστῶν

Σχ. 3.38



Οἱ μαστοὶ φορτίζονται διὰ τῆς p_u καὶ τοῦ ἰδίου αὐτῶν βάρους. Δι'

β) Μαστοὶ

$$W = \gamma h F - p_u h F$$

πῶς

τὸ βᾶρος τοῦ ὑλικοῦ παρηλώσεως μετὶ τὴν συσφωμένην τῶν p_u . Συνε-
 τῶν μετῶ τοῦ ὑλικοῦ παρηλώσεως. Ἡ συσφωμένη W τοῦτων ἰσοῦται με-
 ἰσταμένην W τῶν βυβάμεων τριβῆς τῶν ἀκουμένων ἐπὶ τῶν τοιχωμά-
 βᾶρος τοῦ τοιχείου, τὰ φορτία τῶν γάκων ἐπικαλύψεως καὶ τὴν συ-
 κρισιμοτέραν τομῆν (παρὰ τὸν πυθμένα). Αὕτη ἐπιβαρῶν τὸ ἴδιον
 Τέλος, τὰ τοιχώματα τοῦ Silo πρέπει νὰ ἐλεγχθοῦν καὶ εἰς κατακό-
 λικὸν ὕψος τῆς κυψέλης εἰς m .
 εἴθια d τὸ πᾶχος εἰς m , D ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος εἰς m καὶ H τὸ ὀ-

$$d \geq 10 + 2.5 \frac{H-6}{12}$$

$$d \geq 10 + 2.5 \frac{3}{D-3}$$

β) Κυλινδρικά κυψέλαι

εἴθια d τὸ πᾶχος εἰς m καὶ b τὸ μήκος τῆς μεγαλύτερας πλευρᾶς εἰς m .

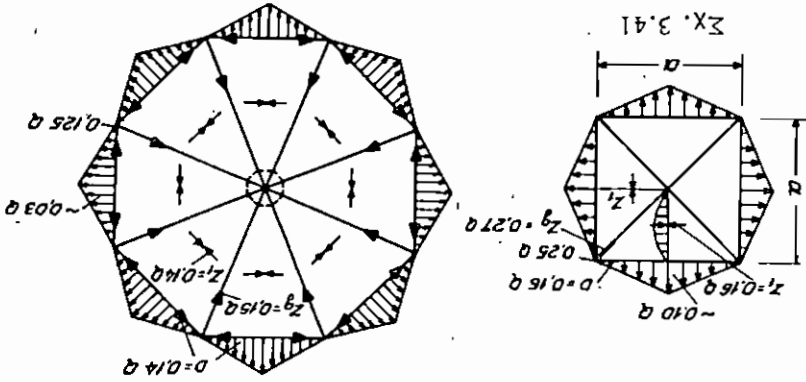
$$d \geq 4b$$

α) Πολυγωνικαὶ κυψέλαι

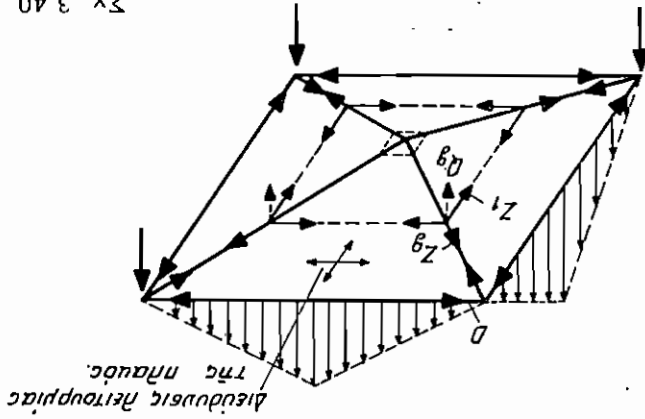
κατῶθι συστάσεις:

Silos ἐπιτορῆ τοῦ ACI (American Concrete Institute) ἔχει κἀναι τὰς
 πιτῶσαι δὲν πρέπει νὰ εἶναι μικρότερον τῶν 15 cm. Ἡ σχετικὴ δὲ τὰ
 ται νὰ παραβάβῃ τὰς βυσφωμένης τῶν ἐπιτορῶσεων. Ἐν πάσῃ, ὅμως, τε-

Τίτλοι συνδέσεων ελκυστησών εις τετραγωνικήν
καὶ ὀκταγωνικήν κυψέλην.

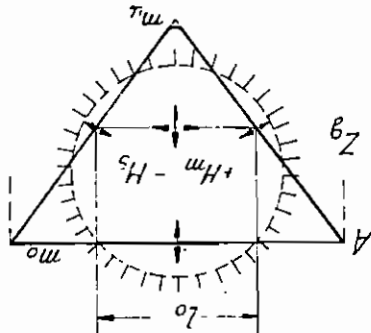


ΣΤΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΠΥΛΩΤΩΝ
ΦΟΡΕΩΣ ΠΥΛΩΤΩΝ
ΣΧ. 3.40



Προσδιορισμός ποσών κάμψης πλάκων
Διεύθυνεις βέτονας
της πλάκας.

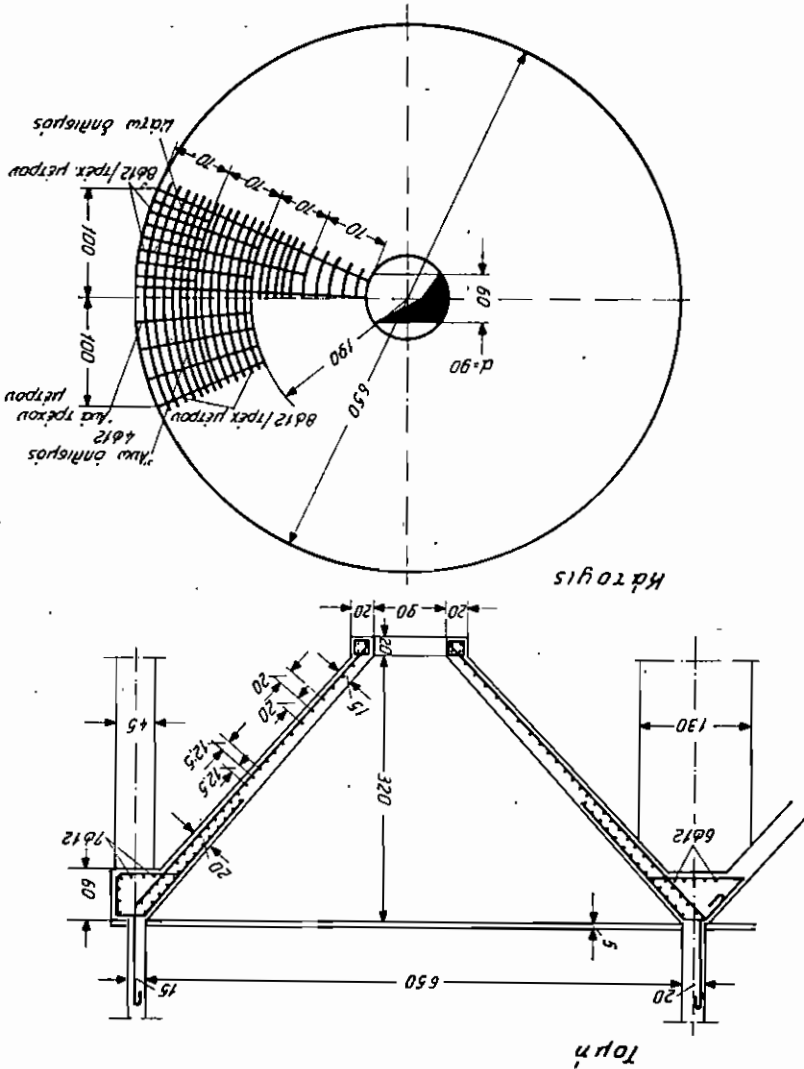
ΣΧ. 3.39



γίνονται δια διαίρεσης της επιφάνειας των δια των διχοτόμων των γωνιών (σ.χ. 3.38). Ακολούθως, τὸ ὄλον σύστημα θεωρούμενον ὅτι συντίθεται ἐξ ἄρθρωτων στοιχείων ὡς δίκτυος ἐν τῷ χώρῳ φορέυσι πρὸ-λογίζεται δια ἐν λόγῳ φορτίσις ἀκμῶν (σ.χ. 3.40). Αἱ τιμαὶ τῶν πρὸ-κυπτοσῶν συνάμειαν ἐγκυμοῦ δια μίαν τετραγωνικὴν καὶ μίαν ὀκτα-γωνικὴν κυψέλην δίδονται εἰς τὸ σ.χ. 3.41. Οἱ ὀπλίμοι τῶν μαστῶν διατάσσονται κατὰ τρόπον ἐξαφαινοῦτα τὰς μεταξὺ τῶν ἐπιμέρους πλάκων συνδέει, καθὼς καὶ τὴν συνδέειν τοῦ μαστοῦ μετὰ τοῖς τοίχῳ

Διατάξις ὀπλίμοι ἐἰς κωνικὸν μαστὸν

Σ.χ. 3.42



Τὰ λοιπὰ στοιχεῖα κατασκευῆς ἐνὸς Silo οὐδὲν τὸ διαίτηρον παρουν-
οῖδόν και ὡς ἐκ τούτου παρελθαί η̄ περὶ αὐτὰ ἐνασχοῦμαι.

3.3.5. Κατασκευή

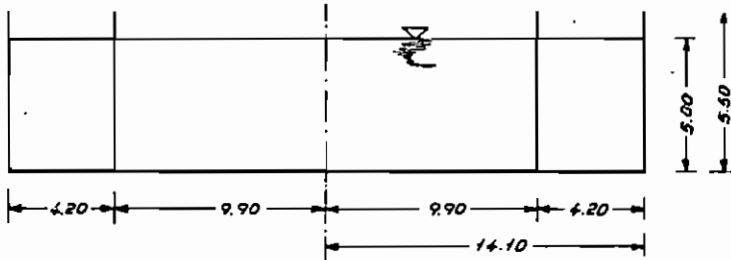
Τὸ σημαντικώτερον στοιχεῖον κατασκευῆς ἐνὸς Silo εἶναι ἡ δόμησις τῶν τοιχωμάτων τῶν κυψέλων. Ἴπὸς τούτου, χρησιμοποιοῦνται διάσπα-
νοντες ἐνδοῦπιποι διὰ τῶν ὁμοίων ἐπιτρέπεται ἡ κατασκευὴ 2.0—4.0 m ὕψους ἔργου ἀνὰ 24 ὥρων. Τὰ συστήματα ταῦτα (σχ. 3.43) συντιθέονται ἀπὸ δύο ἐνδοῦπιπους ἢ σιδηροῦπιπους ὕψους 1.20 m, οἱ ὅποιοι συγκρα-
τοῦνται εἰς σταθερὰν μεταξὺ τῶν ἀπόστασιν. Τῆ βονθεῖα μεταλλικῶν παλαισίων. Ἐπὶ τῶν παλαισίων τούτων στερεώνονται ἡ ἑσωτερικὴ και ἑξωτερικὴ ἐξέδρα ἐργασίας καθὼς ἐπισης και τὰ ἀνηρημένα ἱκρίωματα. Τὰ παλαια ταῦτα τοποθετοῦνται ἀνὰ 2.0 m περίπου και παρὰ τὰς διασταυρώσεις τῶν τοιχείων. Τὸ ὄλον σύστημα τῆ βονθεῖα στυλπονοσμε-
νου ὑδραυλικῶν συστημάτων ἀναρριχᾶται ἐπὶ κατακόρυφον χαλυβδίνων πῆδων διαμέτρου 30 mm, αἱ ὁποῖα τοποθετοῦνται ἀνὰ μῖα εἰς ἕκαστον μεταλλικὸν παλαισιον. Ἡ ἀναρριχῆσις γίνεεται κατὰ 10—20 cm ἀνὰ ὥ-
ραν, οὕτως ὥστε τὸ ὑπὸ τὸν ἐνδοῦπιπον ἀποκαλυπτόμενον σκυρόδεμα μετὰ 8 ὥρων περίπου ἀπὸ τῆς ἐρχοῦσῶς του να ἐχῆ ἡδῆ ἀρχιῶει νὰ σκῆ-
ρῦνεται, ὥστε νὰ δύναιται νὰ φέρῃ τὸ ἶδιον αὐτοῦ βῆρος και τὸ βῆρος του ἐπ' αὐτοῦ ἐρχυθέντος ἡδῆ σκυρόδεματος. Τὰ λοιπὰ φορτία, ἡτοι ἐν-
δοῦπιπος, ἐξέδρα ἐργασίας, ὑλικά, προσωπικὸν κλπ. μεταφέρονται διὰ τῶν πῆδων ἀναρριχῆσῶς εἰς τὴν βῆσιν του Silo. Ἡ διαίτρωσις του σκυρόδεματος γίνεεται ἐπιμετρικῶς και κατὰ στρώσεις τῶν 10 + 15 cm. Ἴπὸς ἀποφυγῆν, ἀνασκηκῶσῶς του νεοερχυθέντος σκυρόδεματος ὑπὸ του ἐνδοῦπιπου κατὰ τὴν φάσιν νὰ ἰσθῆσῶς πρέπει τὸ ἶδιον αὐτοῦ βῆρος νὰ εἶναι μεταλλίτερον τῶν δυνάμεων τριβῆς τῶν ἀναπτυσσόμενων μεταξὺ σκυρόδεματος και ἐνδοῦπιπου. Ἴπὸς τούτο τὸ πᾶχος του τοιχωμάτων πρέπει νὰ εἶναι τουλάχιστον 15 cm.

Ἡ ὄλη ἐργασία διεξάγεται ἐπὶ 24 ὥρων βῆσῶς, ἐπιτρέπεται δὲ δια-
κοπὴ τῶν ἐργῶν διὰ λίαν σοβαροῦς λόγους, καθ' ὅσον ὑφίσταται κιν-
δυνος νὰ κολλῆσῃ ὁ ἐνδοῦπιπος ἐπὶ του σκυρόδεματος και κατὰ τὴν ἐπά-
νᾳ ἡντιν τῆς ἰσθῆσῶς νὰ ὑπάρσῃ ἀποκολλῆσις ὁρατῆ ὡς πῆγμα ὁρι-
ζόντιον μεταξὺ του διαδοχικῶν στρώσῶων. Ἐν πάσῃ περιπτώσει, εἰς πε-
ρίτρωσιν διακοπῆς ἐργασίας λαμβάνονται εἰδικὰ μέτρα, τὰ ὁποῖα συνι-
στᾶται εἰς μικρομετρητοσμοίσις τῶν ἐνδοῦπιπου πῆρος τὰ ἀνὰ ὁμοίωσῶν
Χρονικὰ διαστήματα πῆρος ἀποφυγῆν τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέντων κινδύνων
καθὼς διὰ τῆς ἰσθῆσῶς του ὁ ἐνδοῦπιπος ἀποκαλύπτει τὸ σκυρό-
δεμα κατὰ τῶν του, συνῆργεῖον ἐπὶ τῶν ἀνηρητῶνων ἱκρίωμάτων πο-
σῶν τῶν τοιχωμά-
των τούτων.

● ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

ΚΥΚΛΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΕΞ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Κατωτέρω δίδεται η μόρφωσις, ο στατικός υπολογισμός, ο υπολογισμός όπλισμών και τα σχέδια κατασκευής μιάς κυκλικής δεξαμενής διαμέτρου 28,20 m και ύψους 5,50 m, χωρητικότητας δέ 3.000 m³ (σχ. 3.44).



Σχ. 3.44

Τομή κυκλικής δεξαμενής

i) Τεχνικά στοιχεία

Η κυκλική δεξαμενή αποτελείται εκ δύο θαλάμων ομοκέντρων χωρητικότητας έκαστον 1.500 m³, ήτοι συνολικού όγκου 2 · 1.500 = 3.000 m³.

Ύψος ύδατος : 5,00 m

Ύψος δεξαμενής : 5,50 m

Ποιότης σκυροδέματος: B 225

Ποιότης χάλυβος : S: I

Μεγίστη επιτρεπόμενη τάσις εδάφους: $\sigma_{εδ} = 0,80 \text{ kg/cm}^2$

ii) Βιβλιογραφία

a) Karl. Beyer: Die Statik in Stahlbetonbau.

b) K. W. Sachnowski: Stahlbeton Konstruktionen.

c) Beton Kalender.

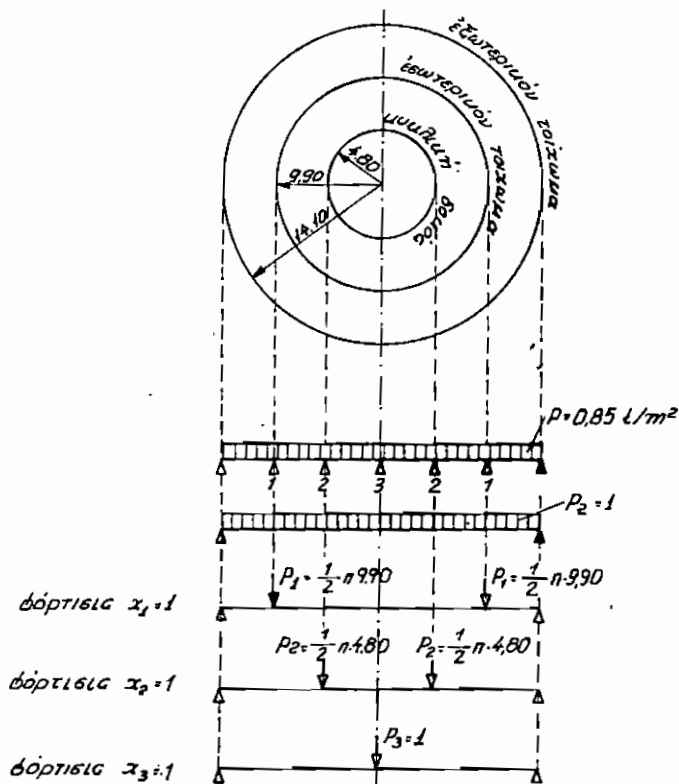
iii) Πλάξ επικάλυψης

Η πλάξ υπολογίζεται ως ελευθέρως εδραζομένη εις τὰ τοιχώματα τών θαλάμων εις έσωτερικήν κυκλικήν δοκόν και εις κεντρικόν στύλον.

Διά τόν υπολογισμόν τής συνεχούς κυκλικής πλακός χρησιμοποιούμεν τούς Πίνακας 63 και 64 τού Karl Beyer.

Συμβολισμοί

$$\rho = \frac{r}{a}, \quad \beta = \frac{b}{a}, \quad N = \frac{EK^3}{12(1-\mu^2)}$$



Σχ. 3.45

Στατικόν μόρφωμα πλακός επικάλυψως

$$\Phi_0 = 1 - \rho^4, \quad \Phi_1 = 1 - \rho^3, \quad \Phi_2 = \rho^2 \ln \rho, \quad \Phi_3 = \ln \rho, \quad \Phi_4 = \frac{1}{\rho^2} - 1$$

r = ή ακτινική απόστασις τυχόντος σημείου,

b = ή ακτινική απόστασις τῶν μοναχικῶν δυνάμεων,

a = ή ακτινική απόστασις τοῦ ἐξωτερικοῦ ἄκρου.

Σ τ α θ ε ρ α ῖ

$$d = 15 \text{ cm}, \quad h = 13 \text{ cm}, \quad E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu = \frac{1}{6} = 0,1666, \quad 1 - \mu = 0,833, \quad \mu^2 = 0,02778, \quad 1 - \mu^2 = 0,97222$$

$$N = \frac{E \cdot 0,16^3}{12 \cdot 0,97222} = 10^{-6} \cdot E \cdot 351,10$$

$$a = 14,10, \quad a^2 = 198,80, \quad a^3 = 2803,22, \quad a^4 = 39525,40$$

Φορτία πλακός επικαλύψεως

$$\text{Ίδιον βάρος } 0.15 \cdot 2400 = 360 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Μόνωσις έκ Βετοσελ } = 290 \text{ "}$$

$$\text{Κινητόν } = 200 \text{ "}$$

$$\text{Σύνολον } 850 \text{ kg/m}^2$$

α) Όμοιόμορφος φόρτισις ($p = 1 \text{ t/m}^2$)

Υπολογίζομεν τὰς βυθίσεις $w_{1,p}$, $w_{2,p}$, $w_{3,p}$ ἀντιστοίχως εἰς τὰς θέσεις 1, 2, 3 δι' ὁμοιόμορφον φορτίον $p_2 = 1 \text{ t/m}^2$.

Εἰς τὴν θέσιν 1 ἔχομεν:

$$\rho = \frac{9.90}{14.10} = 0.70$$

$$\Phi_1 = 1 - \rho^2 = 1 - 0.49 = 0.51, \quad \Phi_0 = 1 - \rho^4 = 1 - 0.24 = 0.76$$

$$E w_{1,p} = \frac{\rho a^4 E}{64 N (1 + \mu)} [2(3 + \mu)\Phi_1 - (1 + \mu)\Phi_0] = 3.531 \cdot 10^6$$

Εἰς τὴν θέσιν 2 ἔχομεν:

$$\rho = \frac{4.80}{14.10} = 0.34$$

$$\Phi_1 = 1 - 0.34^2 = 1 - 0.1156 = 0.884, \quad \Phi_0 = 1 - 0.34^4 = 0.98664$$

$$E w_{2,p} = 1.507 \cdot 10^6 (2 \cdot 3.1666 \cdot 0.8844 - 1.1666 \cdot 0.98664) = 6.706 \cdot 10^6$$

Εἰς τὴν θέσιν 3 ἔχομεν

$$\rho = 0, \quad \Phi_1 = 1, \quad \Phi_0 = 1$$

$$E w_{3,p} = 1.507 \cdot 10^6 (6.3332 - 1.1666) = 7.786 \cdot 10^6$$

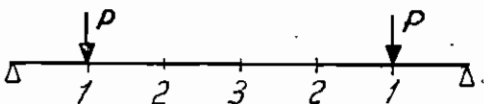
Διὰ $\rho = 0.85 \text{ t/m}^2$ προκύπτει:

$$E w_{1,p} = 3.531 \cdot 0.85 \cdot 10^6 = 3.001 \cdot 10^6$$

$$E w_{2,p} = 6.706 \cdot 0.85 \cdot 10^6 = 5.700 \cdot 10^6$$

$$E w_{3,p} = 7.786 \cdot 0.85 \cdot 10^6 = 6.618 \cdot 10^6$$

β) Φόρτισις X_1 ($P = \pi \cdot 9.90/2$)



$$\beta = \frac{9.90}{14.10} = 0.70, \quad \beta^2 = 0.49, \quad \ln \beta = -0.3566$$

$$a^2 b = 198.80 \cdot 9.90 = 1968.12$$

$$K_1 = (3 + \mu)(1 - \beta^2) + 2(1 + \mu)\beta^2 \ln \beta = 3.1666 \cdot 0.51 - 2.3332 \cdot 0.49 \cdot 0.3566 = 1.207$$

$$K_2 = (1-\mu)(1-\beta^2) - 2(1+\mu) \ln \beta = 0,835 \cdot 0,51 + 2,332 \cdot 0,3566 = 1,257.$$

Διά την έντὸς τῆς περιφερείας φορτίσεως περιοχὴν ἰσχύει :

$$w = \frac{Pa^2b}{8N(l+\mu)} [(K_1 - K_2) + K_2 \Phi_1]$$

Ἐπομένως εἰς τὴν θέσιν 1 ἔχομεν

$$\Phi_1 = 1 - \rho^2 = 0,51$$

$$Ew_{1,1} = \frac{1968,12 \cdot 10^6}{2\pi \cdot 9,90 \cdot 8 \cdot 351,10 \cdot 1,1666} [1,207 - 1,257 + 0,641] = 0,0057 \cdot 10^6 \text{ } \ell/\text{m}$$

Εἰς τὴν θέσιν 2 ἔχομεν

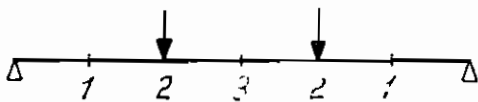
$$\rho = \frac{4,80}{14,10} = 0,34, \quad \Phi_1 = 1 - \rho^2 = 0,8844$$

$$Ew_{2,1} = \frac{1968,12 \cdot 10^6}{2\pi \cdot 9,90 \cdot 8 \cdot 351,10 \cdot 1,1666} [-0,050 + 1,111] = 0,0102 \cdot 10^6$$

Εἰς τὴν θέσιν 3 ἔχομεν

$$\rho = 0, \quad \Phi_1 = 1, \quad Ew_{3,1} = 0,0116 \cdot 10^6$$

γ) Φόρτισις X_2 ($P = \pi \cdot 4,80/2$)



$$\beta = \frac{4,80}{14,10} = 0,34, \quad \beta^2 = 0,1156, \quad \ln \beta = -1,0789$$

$$a^2 b = 198,80 \cdot 4,80 = 954,24$$

Διά τὴν ἐκτὸς τῆς περιφερείας φορτίσεως περιοχὴν ἰσχύει :

$$w = \frac{Pa^2b}{8N(l+\mu)} \left[[(3+\mu) - (1-\mu)\beta^2] \Phi_1 + 2(1+\mu)\beta^2 \Phi_3 + 2(1+\mu)\Phi_2 \right]$$

Εἰς τὴν θέσιν 1 ἔχομεν

$$\rho = \frac{9,90}{14,10} = 0,70,$$

$$\Phi_1 = 1 - \rho^2 = 0,51, \quad \Phi_3 = -0,3566, \quad \Phi_2 = \rho^2 \ln \rho = 0,49(-0,3566) = -0,1747$$

καὶ ἀντικαθιστῶντες εἰς τὴν ἀνωτέρω σχέσιν λαμβάνομεν :

$$Ew_{1,2} = 0,01026 \cdot 10^6 \text{ } \ell/\text{m}$$

Εἰς τὴν θέσιν 2 ἔχομεν

$$\rho = \frac{4,80}{14,10} = 0,34, \quad \Phi_1 = 0,8844$$

$$K_1 = (3+\mu)(1-\beta^2) + 2(1+\mu)\beta^2 \ln \beta = 2.509$$

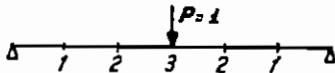
$$K_2 = (1-\mu)(1-\beta^2) - 2(1+\mu) \ln \beta = 3.253$$

$$Ew_{2,2} = 0.02059 \cdot 10^6 \text{ t/m}$$

Εἰς τὴν θέσιν 3 ἔχομεν

$$Ew_{3,2} = 0.02422 \cdot 10^6 \text{ t/m}$$

β) Φόρτισις X_3 ($P=1.0 \text{ t}$)



Εἰς τὴν θέσιν 1 ἔχομεν

$$\rho = 0.70, \quad \Phi_1 = 0.51, \quad \Phi_2 = 0.49 (-0.3566) = -0.174$$

$$w = \frac{Pa^2}{16\pi N} \left[\frac{3+\mu}{l+\mu} \Phi_1 + 2\Phi_2 \right]$$

καὶ

$$Ew_{1,3} = 0.0114 \cdot 10^6 \text{ t/m}$$

Εἰς τὴν θέσιν 2 ἔχομεν

$$\rho = 0.34, \quad \Phi_1 = 0.8844, \quad \Phi_2 = 0.1156 (-1.0789) = -0.1247$$

$$Ew_{2,3} = 0.0236 \cdot 10^6 \text{ t/m}$$

Εἰς τὴν θέσιν 3 ἔχομεν

$$\rho = 0, \quad Ew_{3,3} = 0.0298 \cdot 10^6$$

Διαιρούμετες διὰ 10^6 ὅλας τὰς βυθίσεις καὶ μηδενίζοντες αὐτὰς εἰς τὰς θέσεις 1, 2, 3 σχηματίζομεν τὸ κάτωθι σύστημα μὲ ἀγνώστους τὰς ἀντιδράσεις X_1, X_2 καὶ X_3 .

$$Ew_{1,1} X_1 + Ew_{1,2} X_2 + Ew_{1,3} X_3 + Ew_{1,p} = 0$$

$$Ew_{2,1} X_1 + Ew_{2,2} X_2 + Ew_{2,3} X_3 + Ew_{2,p} = 0$$

$$Ew_{3,1} X_1 + Ew_{3,2} X_2 + Ew_{3,3} X_3 + Ew_{3,p} = 0$$

$$0.0057 X_1 + 0.0102 X_2 + 0.0114 X_3 + 3.001 = 0$$

$$0.0102 X_1 + 0.02059 X_2 + 0.0236 X_3 + 5.700 = 0$$

$$0.0116 X_1 + 0.02420 X_2 + 0.0298 X_3 + 6.618 = 0$$

Ἐκ τῆς ἐπιλύσεως τοῦ ὁποῦ προκύπτει:

$$X_1 = -280.41 \text{ t}$$

$$X_2 = -122.17 \text{ t}$$

$$X_3 = -13.70 \text{ t}$$

Ὅτω αἱ ὁμοιόμορφως κατανεμημένοι ἀντιδράσεις λαμβάνουν τὰς ἀκολουθοῦσας τιμὰς:

$$P_1 = \frac{-280.41}{2\pi \cdot 9.90} = -4.508 \text{ t/m}, \quad P_2 = \frac{-122.17}{2\pi \cdot 4.80} = -4.050 \text{ t/m}.$$

ΠΙΝΑΞ 3.5. Συντελεστές $\Phi_0, \Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$

	Διά $\rho =$												
	1.000	0.925	0.851	0.776	0.702	0.612	0.522	0.432	0.340	0.255	0.170	0.085	0.000
Φ_0	0	0.269	0.476	0.638	0.758	0.861	0.926	0.966	0.987	0.996	1.000	1.000	1.000
Φ_1	0	0.145	0.276	0.398	0.508	0.626	0.728	0.814	0.885	0.935	0.971	0.993	1.000
Φ_2	0	-0.067	-0.117	-0.153	-0.174	-0.184	-0.177	-0.156	-0.124	-0.089	-0.051	-0.017	$-\infty$
Φ_3	0	-0.078	-0.162	-0.254	-0.354	-0.491	-0.651	-0.840	-1.079	-1.367	-1.772	-2.465	$-\infty$
Φ_4	0	0.169	0.381	0.661	1.032	-1.674	2.676	4.376	7.695	14.384	33.484	141.857	∞

ΠΙΝΑΞ 3.6. Προσδιορισμός M_r, M_i, Q_r δια φόρτιση p

Φορτία Διατομής	Διά $\rho =$												
	1.000	0.925	0.851	0.776	0.702	0.612	0.522	0.432	0.340	0.255	0.170	0.085	0.000
M_r [tm]	0	4.849	9.230	13.310	16.988	20.934	24.346	27.222	29.594	31.268	32.472	33.208	33.442
M_i [tm]	17.594	19.886	21.966	23.899	25.642	27.511	29.127	30.489	31.609	32.401	32.971	33.320	33.436
Q_r [t]	-6.000	-5.550	-5.106	-4.656	-4.212	-3.672	-3.132	-2.592	-2.040	-1.530	-1.020	-0.510	-0.000

ΠΙΝΑΞ 3.7. Προσδιορισμός M_r, M_i, Q_r δια φόρτιση P_1

Φορτία Διατομής	Διά $\rho =$												
	1.000	0.925	0.801	0.776	0.702	0.612	0.522	0.432	0.340	0.255	0.170	0.085	0.000
M_r	0	-2.801	-5.954	-9.650	-13.925	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015
M_i	-9.477	-10.741	-11.950	-13.969	-13.969	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015
Q_i	3.154	3.409	3.706	4.065	4.493	0	0	0	0	0	0	0	0

ε) Ὑπολογισμὸς ροπῶν καὶ τεμνουσῶν δυνάμεων

Χωρίζομεν τὴν κυκλικὴν πλάκα εἰς 12 τμήματα μὲ ἀκτινικὰ ἀποστάσεις καὶ ἀντιστοιχοῦντα ρ ὡς κατωτέρω:

r : 14.10	13.05	12.00	10.95	9.90	8.63	7.63	9.09	4.80	3.60	2.40	1.20	0.0
ρ : 1.000	0.925	0.851	0.776	0.702	0.612	0.522	0.432	0.340	0.255	0.170	0.085	0.0

Τὰ ἀντίστοιχα Φ διὰ τὰ διάφορα ρ δίδονται εἰς τὸν πίνακα 3.5.

Υπολογίζομεν διὰ τὰς διαφόρους φορτίσεις τὰς ροπὰς καὶ τεμνούσας δυνάμεις καὶ ἐν συνεχείᾳ ἐπαλληλίζομεν ταύτας.

ε.1) Φόρτισις $p = 0.85 \text{ t/m}^2$ (Πίναξ 3.6)

$$M_r = \frac{p a^2}{16} (3 + \mu) \Phi_1$$

$$M_t = \frac{p a^2}{16} [2(1 - \mu) + (1 + 3\mu)\Phi_1]$$

$$Q_r = -\frac{p a}{2} \rho$$

ε.2) Φόρτισις $P_1 = -4.508$ (Πίναξ 3.7)

$$\Delta\iota\acute{\alpha} \rho \leq \beta \quad M_r = M_t = \frac{P b}{4} K_2, \quad Q_r = 0$$

$$\Delta\iota\acute{\alpha} \rho \geq \beta \quad M_r = \frac{P b}{4} [(1 - \mu)\beta^2 \Phi_4 - 2(1 + \mu)\Phi_3]$$

$$\beta = 0.70 \quad M_r = \frac{P b}{4} [-(1 - \mu)\beta^2 \Phi_4 + 2(1 - \mu)(1 - \beta^2) - 2(1 + \mu)\Phi_3]$$

$$Q_r = -P \frac{\beta}{\rho}$$

ε.3) Φόρτισις $P_2 = -4.050$ (Πίναξ 3.8)

$$\beta = 0.34$$

ε.4) Φόρτισις $P_3 = -13.70$ (Πίναξ 3.9)

$$M_r = -\frac{P}{4\pi} (1 + \mu)\Phi_3$$

$$M_t = \frac{P}{4\pi} [(1 - \mu) - (1 + \mu)\Phi_3]$$

$$Q_r = -\frac{P}{2\pi a \rho}$$

ε.5) Ἐπαλληλίᾳ (Πίναξ 3.10)

ΠΙΝΑΞ 3.8. Προσδιορισμός των M_r , M_t , Q_r δια φόρτισιν P_2

Φορτία Διατομής	Διά $\rho =$												
	1,000	0,925	0,801	0,776	0,702	0,612	0,522	0,432	0,340	0,255	0,170	0,085	0,000
M_r	0	-0,965	-2,012	-3,184	-4,494	-6,346	-8,629	-11,566	-15,809	-15,809	-15,809	-15,809	-15,809
M_t	-7,154	-7,960	-8,814	-9,727	-10,686	-11,936	-13,285	-14,634	-15,809	-15,809	-15,809	-15,809	-15,809
Q_r	1,377	1,488	1,616	1,773	1,961	2,248	2,638	3,187	0	0	0	0	0

ΠΙΝΑΞ 3.9. Προσδιορισμός M_r , M_t , Q_r δια φόρτισιν P_3

Φορτία Διατομής	Διά $\rho =$												
	1,000	0,925	0,851	0,776	0,702	0,612	0,522	0,432	0,340	0,255	0,170	0,085	0,000
M_r	0	-0,099	-0,206	-0,323	-0,450	-0,624	-0,828	-1,068	-1,372	-1,739	-2,254	-3,135	$-\infty$
M_t	-0,908	-1,007	-1,114	-1,231	-1,358	-0,1533	-1,736	-1,977	-2,288	-2,647	-3,162	-4,044	$-\infty$
Q_r	0,155	0,167	0,182	0,199	0,220	0,253	0,296	0,358	0,455	0,607	0,910	1,821	$+\infty$

ΠΙΝΑΞ 3.10. Υπολογισμός Q_r

Φορτία Διατομής	Διά $\rho =$												
	1,000	0,925	0,851	0,776	0,702	0,612	0,522	0,432	0,340	0,255	0,170	0,085	0,000
$Q_{r,p}$	6,000	-5,550	-5,106	-4,656	-4,212	-3,672	-3,132	-2,592	-2,040	-1,530	1,020	-0,510	0,000
$Q_{r,1}$	3,154	3,409	3,706	4,065	4,493 0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
$Q_{r,2}$	1,377	1,438	1,616	1,733	1,961	2,248	2,638	3,187	0	0	0	0	0
$Q_{r,3}$	0,155	0,167	0,182	0,199	0,220	0,253	0,296	0,358	0,455	0,607	0,910	1,821	$+\infty$
Q_r	-1,134	-0,486	0,398	1,341	2,462 -2,031	-1,171	-0,198	0,953	-1,585 2,465	-0,923	-0,110	1,311	$+\infty$

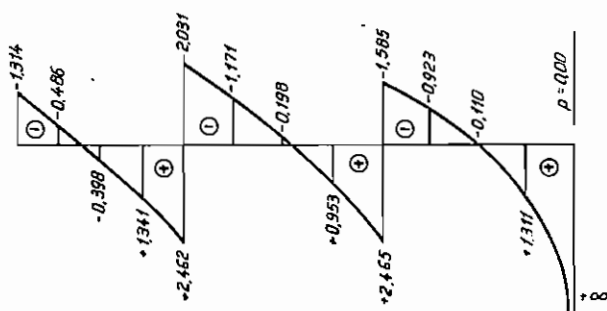
ΠΙΝΑΞ 3.11. Υπολογισμός M_r

Φορτία Διατομής	Διά $\rho =$												
	1.000	0,925	0,851	0,776	0,702	0,612	0,522	0,432	0,340	0,255	0,170	0,085	0,000
$M_{r,p}$	0	4.849	9.230	13.310	16.988	20.934	24.346	27.222	29.593	31.268	32.472	33.208	33.442
$M_{r,1}$	0	-2.801	-5.954	-9.650	-13.925	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015
$M_{r,2}$	0	-0.965	-2.012	-3.184	-4.494	-6.346	-8.629	-11.566	-15.809	-15.809	-15.809	-15.809	-15.809
$M_{r,3}$	0	-0.099	-0.206	-0.323	-0.450	-0.624	-0.828	-1.068	-1.372	-1.739	-2.254	-3.135	$-\infty$
M_r	0.000	0.984	1.058	0.153	-1.181	-0.051	0.874	-0.573	-1.603	-0.295	0.394	0.249	$-\infty$

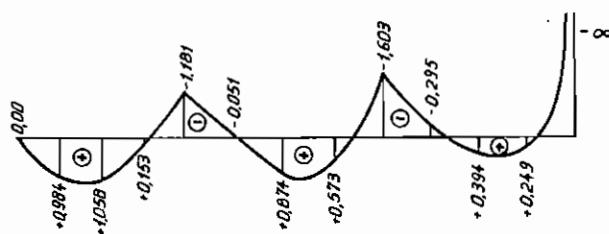
ΠΙΝΑΞ 3.12. Υπολογισμός M_t

Φορτία Διατομής	Διά $\rho =$												
	1.000	0,925	0,851	0,776	0,702	0,612	0,522	0,432	0,340	0,255	0,170	0,085	0,000
$M_{t,p}$	17.594	19.886	21.966	23.899	25.642	27.511	29.127	30.498	31.809	32.401	32.971	33.320	33.436
$M_{t,1}$	-9.477	-10.741	-11.950	-13.064	-13.969	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015	-14.015
$M_{t,2}$	-7.154	-7.960	-8.814	-9.727	-10.686	-11.939	-13.285	-14.634	-15.809	-15.809	-15.809	-15.809	-15.809
$M_{t,3}$	-0.908	-1.007	-1.114	-1.231	-1.358	-1.533	-1.736	-1.977	-2.288	-2.647	-3.162	-4.044	$-\infty$
M_t	0.055	0.178	0.088	-0.123	-0.371	0.024	0.091	-0.128	-0.503	-0.070	-0.015	-0.548	$-\infty$

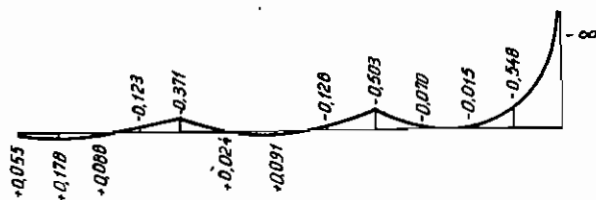
ε.6) Διαγράμματα πλακός επικάλυψης



Σχ. 3.46
Διάγραμμα Q_r



Σχ. 3.47
Διάγραμμα M_r



Σχ. 3.48
Διάγραμμα M_r

στ) Υπολογισμός εις κάμψιν
ΠΙΝΑΞ 3.13

Έλεγχος τάσεων ακυροδέματος — υπολογισμός διατομής όπλισμών λόγω M_z

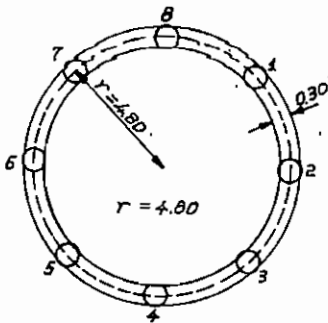
α/α	M_z [tm]	b [m]	d [cm]	h [cm]	k_h	σ_b [kg/cm ²]	F_e [cm ²]	Όπλισμός	
								άνω	κάτω
0	0.000	1.00	15	12	—			#Ø10/10	#Ø10/10
1	-0.548	1.00	15	12	16.3	30	3.60	#Ø10/10	#Ø10/10
2	-0.015	1.00	15	12	99.0	< 30	—	—	Ø 6/25
3	-0.070	1.00	15	12	45.0	< 30	—	Ø 8/15	Ø 6/25
4	-0.503	1.00	15	12	17.0	30	3.20	Ø 8/15	Ø 6/25
5	-0.128	1.00	15	12	33.5	< 30	—	Ø 8/15	Ø 6/25
6	+0.091	1.00	15	12	40.0	< 30	0.85	—	Ø 6/25
7	+0.024	1.00	15	12	78.0	< 30	—	Ø 6/12	Ø 6/25
8	-0.371	1.00	15	12	19.7	< 30	2.40	Ø 6/12	Ø 6/25
9	-0.123	1.00	15	12	34.0	< 30	—	Ø 6/12	Ø 6/25
10	+0.088	1.00	15	12	40.5	< 30	—	—	Ø 6/25
11	+0.178	1.00	15	12	28.4	< 30	1.20	—	Ø 6/25
12	+0.055	1.00	15	12	52.0	< 30	—	—	Ø 6/25

ΠΙΝΑΞ 3.14

Έλεγχος άντοχής του ακυροδέματος — υπολογισμός όπλισμών λόγω M_r

	M_r	b	d	h	k_h	σ_b	F_e	Άνοί- γματος	Σ τ η ρ ί ξ ει ς	
									Υπάρχοντα	Πρόσθετα
0	-∞	1.00	15	13	—			#Ø10/10	# Ø 10/10	—
1	+0.249	1.00	15	13	26.0	< 30	1.54	4Ø10/m	—	—
2	+0.394	1.00	15	13	20.7	< 30	2.56	4Ø10/m	—	—
3	-0.295	1.00	15	13	24.0	< 30	1.85	4Ø10/m	—	—
4	-1.603	1.00	15	13	10.2	60	10.80	—	5Ø10/m	9Ø10/m
5	+0.573	1.00	15	13	17.0	30	3.30	7Ø10/m	—	—
6	+0.874	1.00	15	13	14.0	40	5.12	7Ø10/m	—	—
7	-0.051	1.00	15	13	57.0	< 30	1.60	7Ø10/m	—	—
8	-1.181	1.00	15	13	11.9	45	6.90	—	8 Ø 10/m	1 Ø 10/m
9	+0.153	1.00	15	13	33.0	< 30	2.00	9Ø10/m	—	—
10	+1.058	1.00	15	13	12.6	45	6.50	9Ø10/m	—	—
11	+0.984	1.00	15	13	13.2	40	5.90	9Ø10/m	—	—
12	0.000	1.00	15	13	—			—	5 Ø 10/m	—

iv) Κυκλική δοκός πλακός επικαλύψεως



$$n = 8$$

$$d = 0.40$$

Σχ. 3.49
Δακτύλιος έδράσεως

Φορτία

α) Έκ πλακός επικαλύψεως $P_2 = 4.050 \text{ t/m}$

β) Ίδιον βάρος δοκού $0.3 \cdot 0.4 \cdot 2.4 = 0.300 \text{ t/m}$

$$P = 4.350 \text{ t/m}$$

Υπολογισμός κατά Sachnowski (Πίναξ 3.1 παρόντος)

$$Q = 2\pi a P = 2 \cdot 3.14 \cdot 4.80 \cdot 4.35 = 131.13 \text{ t}$$

Υπολογισμός ροπών :

Ροπαι στηρίξεων : $M_{\sigma\tau} = -0.00827 Qr = -0.00827 \cdot 131.13 \cdot 4.80 = -5.20 \text{ tm}$

Ροπαι άνοιγμάτων : $M_{\alpha\nu} = 0.00416 Qr = 0.00416 \cdot 131.13 \cdot 4.80 = +2.62 \text{ tm}$

Ροπαι στρέψεως : $M_t = 0.00063 Qr = 0.00063 \cdot 131.13 \cdot 4.80 = 0.40 \text{ tm}$

Τέμνουσαι δυνάμεις στηριγμάτων

$$Q_{max} = \pm \frac{P}{16} = \pm \frac{131.13}{16} = \pm 8.19 \text{ t}$$

Όπλισμός άνοιγμάτων

$$M = 2.62 \text{ tm}, \quad d = 40, \quad h = 36, \quad b = b_0 + 12d = 210, \quad b/b_0 = 7 > 5$$

$$F_e = \frac{M}{(h+d/2)\sigma_e} = \frac{2.62}{(36-7.5) \cdot 1.4} = 6.70 \text{ cm}^2.$$

Θέτομεν $4\emptyset 16$

Όπλισμός στηριγμάτων

$$M = -5.20 \text{ tm}, \quad M' = -5.20 + 0.15 \cdot 8.19 = -5.20 + 1.20 = -4.00 \text{ tm}$$

$$k_h = \frac{36}{\sqrt{4.00/0.30}} = 9.9, \quad k_e = 0.82$$

$$F_e = \frac{4.00}{0.36} \cdot 0.82 = 9.10 \text{ cm}^2, \quad \sigma_{b/e} = 60/1400$$

Υπάρχουν $4\emptyset 16$ + πρόσθετα $2\emptyset 12$
Συνδετήρες $\emptyset 6/20$

*Έλεγχος στρέψεως

$$\frac{d}{b} = \frac{40}{30} = 1.33, \quad \psi = 4.52, \quad M_t = 0.40 \text{ tm}$$

$$\max r_t = \frac{\psi M_t}{F d} = \frac{4.52 \cdot 40,000}{30 \cdot 40 \cdot 30} = 5 \text{ kg/cm}^2 \leq \text{έπιτρ. } r_t$$

Δεν απαιτείται όπλισμός στρέψεως.

*Έλεγχος διατμήσεως

$$Q = 8.190 \text{ kg}, \quad \tau_0 = \frac{8.190}{7/8 \cdot 30 \cdot 36} = 8.7 \text{ kg/cm}^2 > 7 \text{ kg/cm}^2$$

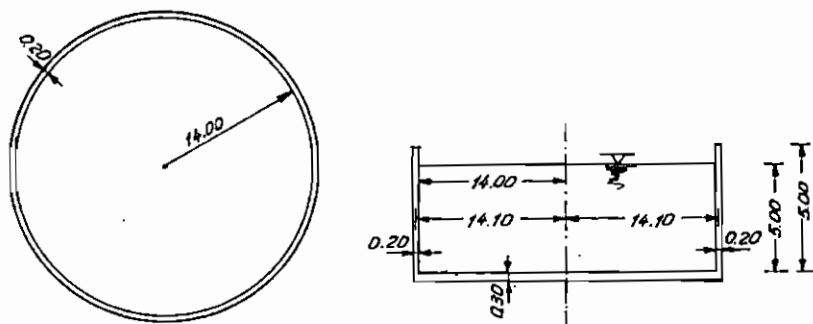
$$F_{e_s} = 6.70 + 9.10 = 15.80 \text{ cm}^2$$

$$\text{Συνδετ. } \emptyset 6/20 \text{ τεμ. } 10 \quad f_{e_B} = 5.70$$

$$\text{Υπάρχοντα } 2\emptyset 16 + 2\emptyset 12 = 8.90$$

$$14.60 \approx f_{e_s}$$

ν) Υπολογισμός εξωτερικού κυλίνδρου δεξαμενής



Σχ. 3.50

Γεωμετρικά στοιχεία εξωτερικού τοιχώματος

α) Επίλυσις κατὰ Sachnowski (πρβλ. §3.2.2.1 παρόντος Τόμου)

$$\text{Διὰ } h_1 = h_2 = 0.20$$

$$s_1 = 0.76 \sqrt{h_1 r} = 0.76 \sqrt{0.20 \cdot 14.1} = 1.28$$

Λαμβάνοντες υπ' όψιν ότι $l_1 = l_2 \Rightarrow \infty$, έχομεν

$$\delta_{1,1} = \frac{1}{1 - 1.25 \frac{s_1}{l_1}} \cdot s_1 = s_1 = 1.28$$

$$\delta_{1,2} = \delta_{2,1} = \frac{1}{1 - 1.25 \frac{s_1}{l_1}} \cdot \frac{s_1^2}{2} = \frac{1.28^2}{2} = 0.820$$

$$\delta_{2,2} = \frac{1 - 0.25 \frac{s_1}{l_1}}{1 - 0.25 \frac{s_1}{l_1}} \cdot \frac{s_1^3}{2} = \frac{s_1^3}{2} = 1.050$$

Διὰ $g_1 = \gamma(l - 0.50)$ καὶ $g_2 = 0$ ἔχομεν

$$\delta_{1,g} = \frac{s_1^4}{4l} (g_1 \frac{h_2}{h_1} - g_2) = \frac{s_1^4}{4l} \cdot g_1 = \frac{1.28^4}{4 \cdot 5.50} \cdot 5.00 = 0.61$$

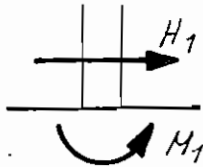
$$\delta_{2,g} = \frac{s_1^4}{4} g_1 = \frac{1.28^4}{4} \cdot 5.00 = 3.45$$

Αἱ ἐξισώσεις ἐλαστικότητος δίδονται ἐκ τοῦ τύπου (ὡς κατωτέρω):

$$\delta_{1,1} M_1 + \delta_{1,2} H_1 = \delta_{1,g}$$

$$\delta_{2,1} M_1 + \delta_{2,2} H_1 = \delta_{2,g}$$

ἔνθα M_1 καὶ H_1 ἡ ροπή καὶ ἡ τέμνουσα παρὰ τὸν πυθμένα ὡς ἐμφαίνεται κατωτέρω:



Ἀντικαθιστῶντες ἔχομεν

$$1.280 M_1 + 0.820 H_1 = 0.61$$

$$0.820 M_1 + 1.050 H_1 = 3.45$$

καὶ δι' ἐπιλύσεως προκύπτει

$$M_1 = -3.22 \text{ tm/m} \quad \text{καὶ} \quad H_1 = 5.80 \text{ t/m}$$

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω προσδιορίζεται ἡ ροπή M καὶ ἡ δύναμις δακτυλίου Z ὡς κατωτέρω:

$$M = M_1 n_1 + (M_1 + s_1 H_1) n_2$$

$$Z = Z_0 + \frac{4r}{s_1^4} [M_1 \delta_{1,2} n_2 - (M_1 \delta_{1,1} + H_1 \delta_{2,2}) n_1]$$

ἔνθα $Z_0 = gr = (5-x) \cdot 14.10$ ἡ δακτυλοειδής δύναμις ἐκ καταστάσεως μεμβράνης.

Βάσει τῶν ἀνωτέρω σχέσεων καὶ τῶν βοηθητικῶν τιμῶν n_1 καὶ n_2 ἐκ τοῦ Πίνακος τοῦ Sachnowski (σελ. 820) καταρτίζομεν τοὺς πίνακας (3.15 καὶ 3.16) ὑπολογισμοῦ τῶν M καὶ Z λαμβάνοντες $x=0$ εἰς τὴν πάκτωσιν

$$M = -3.22 n_1 + (-3.22 + 1.28 \cdot 5.80) n_2 = -3.22 n_1 + 4.20 n_2$$

$$Z = Z_0 + \frac{2 \cdot 14.10}{1.28^2} (-4.20 n_1 - 3.22 n_2) = Z_0 - 71.5 n_1 - 55.0 n_2$$

ΠΙΝΑΞ 3.15
Υπολογισμός της Z

(1)	2	3	4	5	6	7	8
ϕ	$x = s_1 \phi$ $= 1.28 \phi$	$Z_0 = 14.1$ $(5 - x)$	n_1	n_2	$71.50 n_1$	$55.0 n_2$	Z $(3) - (6) - (7)$
0.00	0.00	70.50	1.00	0.00	+ 71.50	0.00	-1.00
0.50	0.64	61.50	0.53	0.29	+ 38.00	+16.00	7.50
1.00	1.28	52.50	0.19	0.31	+ 13.60	+17.00	21.90
1.50	1.92	43.50	0.01	0.22	+ 0.71	+12.10	30.69
2.00	2.55	34.50	-0.05	0.12	- 3.55	+ 6.40	31.65
2.50	3.20	25.40	-0.06	0.04	- 4.30	+ 2.20	27.50
3.00	3.85	16.20	-0.04	0.00	- 2.87	+ 0.00	19.07
3.50	4.50	7.05	-0.02	-0.01	- 1.42	- 0.55	9.02
4.00	5.10	0.00	-0.01	-0.01	- 0.71	- 0.55	0.00

ΠΙΝΑΞ 3.16
Υπολογισμός των M

1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ	$x = 1.28 \phi$	$M_0 = 0$	n_1	n_2	$-3.22 n_1$	$+ 4.20 n_2$	$M = (6) + (7)$
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	-3.22	0.00	- 3.22
0.50	0.64	0.00	0.53	0.29	-1.71	1.22	- 0.49
1.00	1.28	0.00	0.19	0.31	-0.61	1.30	+ 0.69
1.50	1.92	0.00	0.01	0.22	-0.03	0.93	+ 0.90
2.00	2.55	0.00	-0.05	0.12	+0.16	0.50	+ 0.66
2.50	3.20	0.00	-0.06	0.04	+0.19	0.16	+ 0.35
3.00	3.85	0.00	-0.04	0.00	+0.13	0.00	+ 0.13
3.50	4.50	0.00	-0.02	-0.01	+0.06	-0.04	+ 0.02
4.00	5.10	0.00	-0.01	-0.01	+0.03	-0.04	0.00

Ζώνη III (ἀπὸ $x = 2,56 \div 3,85$)

$$Z = 27,50 \text{ t}$$

$$F_e = \frac{27,50}{1,40} = 19,80 \text{ cm}^2$$

$$18\emptyset 12 (9\emptyset 12 + 8\emptyset 12), F_e = 20,40$$

$$\sigma_{bz} = \frac{27,500}{100 \cdot 20 + 10 \cdot 20,40} = \frac{27,500}{2,204} = 12,4 \text{ kg/cm}^2 < \frac{\beta_z}{1,30} = 16.$$

Ζώνη IV (ἀπὸ 3,85 + 5,10)

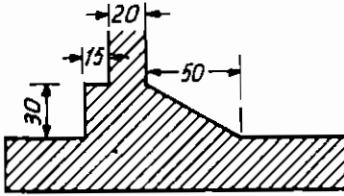
$$Z = 19,07 \text{ t}$$

$$F_e = \frac{19,07}{1,40} = 13,60 \text{ cm}^2$$

$$12\emptyset 12 (6\emptyset 12 + 6\emptyset 12), F_e = 13,50 \text{ cm}^2$$

β.2) Ὑπολογισμὸς κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν γενετειρῶν

Διατομή παρὰ τὴν πᾶκτωσιν



$$d = 20 + 15 + 15 = 50 \text{ cm}$$

$$M = 3,22 \text{ tm}$$

$$N = -3,66 \text{ t}$$

$$e = e' = 22 \text{ cm}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$M_e = 3,22 + 3,66 \cdot 0,22 = 3,22 + 0,81 = 4,03 \text{ tm}$$

$$k_h = 45 : \sqrt{4,03} = 22, \quad \sigma_b < 30, \quad k_e = 0,78$$

$$F_e = \frac{4,03}{0,45} \cdot 0,78 - \frac{3,66}{1,40} = 7,00 - 2,60 = 4,40 \text{ cm}^2$$

Τίθενται $\emptyset 10/14$

Διατομή εἰς τὸ πέρασ τῆς ἐνισχύσεως

$$M = 3,22 - 0,30 H_1 = 3,22 - 0,30 \cdot 5,80 = 3,22 - 1,74 = 1,48 \text{ tm}$$

$$N = -3,66 \text{ tm}$$

$$d = 20 \text{ cm}, \quad h = 17 \text{ cm}, \quad e = e' = 8,5 \text{ cm}$$

$$\epsilon = \frac{c}{d} = \frac{1,48}{3,66 \cdot 0,20} = 2,05 \text{ μεγάλη ἐκκεντρότης}$$

$$M_e = 1,48 + 3,60 \cdot 0,085 = 1,48 + 0,31 = 1,79 \text{ tm}$$

$$k_h = 17 : \sqrt{1,79} = 12,8, \quad \sigma_b = 45 \text{ kg/cm}^2, \quad k_e = 0,80$$

$$F_e = 0,80 \frac{1,79}{0,17} - \frac{3,66}{1,40} = 8,40 - 2,60 = 5,80 \text{ cm}^2$$

Τίθενται $\emptyset 10/14$ (5.61)

Οἱ ὀπλισμοὶ οὗτοι $\emptyset 10/14$ διήκουν ἀπὸ τοῦ πυθμῆνος μέχρι ὕψους 1,00 m καὶ εἶναι τοποθετημένοι εἰς τὴν ἐσωτερικὴν παρεῖαν. Εἰς τὴν ἐξωτερικὴν τοιαύτην τίθενται $\emptyset 8/15$.

Έλεγχος εἰς ρηγμάτωσιν

Ἄγνοοῦντες εἰς τὸν ὑπολογισμὸν τῶν γεωμετρικῶν μεγεθῶν τὴν ἐπίρροην τοῦ ὀπλισμοῦ εἰς τὸ μέρος τῆς ἀσφαλείας. Ἔχομεν :

$$\sigma_{bz} = + \frac{M}{W_b} - \frac{N}{F_b}$$

$$W_b = \frac{bd^2}{6} = \frac{20^2}{6} \cdot 100 = 6.66 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$$

$$F_b = bd = 20 \cdot 100 = 2 \cdot 10^3 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{bz} = \frac{1.48 \cdot 10^5}{6.66 \cdot 10^3} - \frac{3.66 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3} = 22 - 1.8 = 20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{bz} = 20 \text{ kg/cm}^2 < \beta_z = 21$$

Διατομή $x = 1.92 \text{ m}$

$$M = 0.90 \text{ tm}$$

$$N = -2.60 \text{ t}$$

$$d = 0.20 \text{ m}, \quad h = 0.17 \text{ m}, \quad e = e' = 8.5 \text{ cm}$$

$$\epsilon = \frac{c}{d} = \frac{0.90}{2.60 \cdot 0.20} = 1.70 \text{ μεγάλη ἐκκεντρότης}$$

$$M_e = 0.90 + 0.085 \cdot 2.60 = 0.90 + 0.22 = 1.12 \text{ tm}$$

$$F_e = 0.80 \frac{1.12}{0.17} - \frac{2.60}{1.40} = 5.30 - 1.85 = 3.45 \text{ cm}^2$$

Τίθενται $\emptyset 8/15$ (3.40 cm^2)

Οὗτος ὁ ὀπλισμὸς τίθεται κατακορύφως καθ' ὄλην τὴν ἐξωτερικὴν παρειάν.

Έλεγχος εἰς ρηγμάτωσιν

$$\sigma_{bz} = \frac{0.90 \cdot 10^5}{6.66 \cdot 10^3} - \frac{2.60 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3} = 13.50 - 1.30 = 12.2 \text{ kg/cm}^2 < \beta_z$$

Έλεγχος εἰς διάτμησιν (εἰς τὸ τέλος τῆς ἐνισχύσεως)

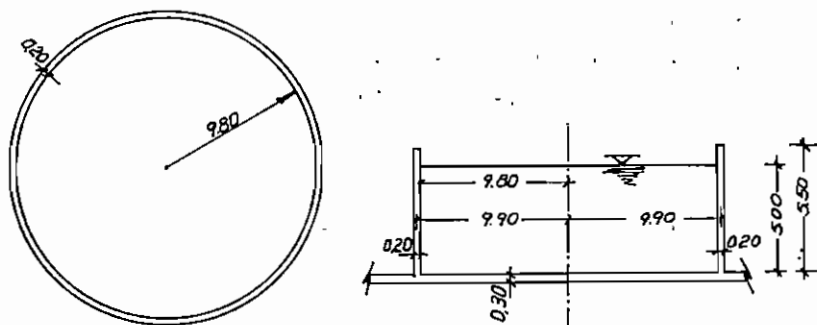
$$H = 5.80 \text{ t}, \quad \max \tau = \frac{5800}{\frac{7}{8} \cdot 17.5 \cdot 100} = \frac{5.80}{1.52} = 3.70 < 6 \text{ kg/cm}^2$$

vii) Ὑπολογισμὸς ἐσωτερικοῦ κυλίνδρου δεξαμενῆς

α) Ἐπίλυσις κατὰ Sachnowski

$$s_1 = 0.76 \sqrt{h_1 r} = 0.76 \sqrt{0.20 \cdot 9.90} = 1.07$$

Λαμβάνοντες ὑπ' ὄψιν ὅτι $l_1 = l_2 \Rightarrow \infty$ ἔχομεν



Σχ. 3.52

Γεωμετρικά στοιχεία έσωτερικού τοιχείου δεξαμενής

$$\delta_{1,1} = \frac{1}{1 - 1,25 \frac{s_1}{l_1}} \cdot s_1 = s_1 = 1,07$$

$$\delta_{1,2} = \delta_{2,1} = \frac{1}{1 - 1,25 \frac{s_1}{l_1}} \cdot \frac{s_1^2}{2} = \frac{s_1^2}{2} = \frac{1,07^2}{2} = 0,572$$

$$\delta_{2,2} = \frac{1 - 0,25 \frac{s_1}{l_1}}{1 - 1,25 \frac{s_1}{l_1}} \cdot \frac{s_1^3}{2} = \frac{s_1^3}{2} = \frac{1,07^3}{2} = 0,612$$

έκ του τύπου (3.3).

Διά $g_1 = \gamma (l - 0,50)$ και $g_2 = 0$ έχουμε

$$\delta_{1,g} = \frac{s_1^4}{4l} (g_1 \frac{h_2}{h_1} - g_2) = \frac{s_1^4}{4l} g_1 = \frac{1,07^4}{4 \cdot 5,50} \cdot 5,00 = 0,30$$

$$\delta_{2,g} = \frac{s_1^4}{4} g_1 = \frac{1,07^4}{4} \cdot 5,00 = l \delta_{1,g} = 5,50 \cdot 0,30 = 1,65$$

Αντικαθιστώντες εις τας εξισώσεις ελαστικότητας τας τιμας των $\delta_{i,k}$ και $\delta_{i,g}$ λαμβάνομεν :

$$1,070 M_1 + 0,572 H_1 = 0,30$$

$$0,572 M_1' + 0,612 H_1 = 1,65$$

ένθα M_1 και H_1 η ροπή και η τέμνουσα παρά τον πυθμένα ως έμφαίνεται κατωτέρω

Ἐκ τῆς ἐπιλύσεως τοῦ συστήματος προκύπτει :

$$M_1 = -2,318 \text{ tm/m} \quad \text{καὶ} \quad H_1 = 4,862 \text{ t/m}$$

Κατόπιν τῶν ἀνωτέρω προσδιορίζεται ἡ ροπή M καὶ ἡ δύναμις δακτυλίου Z ὡς κατωτέρω :

$$M = M_1 n_1 + (M_1 + s_1 H_1) n_2$$

$$Z = Z_0 + \frac{4r}{s_1^4} [M_1 \delta_{1,2} n_2 - (M_1 \delta_{1,2} + H_1 \delta_{2,2}) n_1]$$

$$\text{ὅπου } Z_0 = r\gamma = \gamma(5-x) = 9,90 \cdot (5-x).$$

Βάσει τῶν ἀνωτέρω σχέσεων καὶ τῶν βοηθητικῶν τιμῶν n_1 καὶ n_2 ἐκ τοῦ πίνακος τοῦ Sachnowski καταρτίζομεν τοὺς κατωτέρω πίνακας ὑπολογισμοῦ τῶν M καὶ Z λαμβάνοντες $x=0$ εἰς τὴν πᾶκτωσιν

$$M = -2,318 n_1 + (-2,318 + 1,07 \cdot 4,862) n_2 = -2,318 n_1 + 2,884 n_2$$

$$Z = Z_0 + \frac{2 \cdot 9,90}{1,07^2} [-2,318 n_2 - (-2,318 + 1,07 \cdot 4,862) n_1] =$$

$$= Z_0 - 49,87 n_1 - 40,08 n_2 \text{ ,,}$$

ΠΙΝΑΞ 3.17

Διάγραμμα δακτυλιοειδῶν δυνάμεων Z

1	2	3	4	5	6	7	8
ϕ	$x=s_1\phi$ $=1,07\phi$	$Z_0=9,9 \cdot$ $(5-x)$	n_1	n_2	$-49,87n_1$	$-40,08n_2$	$Z =$ $(3)+(6)+(7)$
0,00	0,00	49,50	1,0000	0,0000	-49,87	0,00	-0,37
0,50	0,53	44,25	0,5323	0,2908	-25,54	-11,65	+6,06
1,00	1,07	38,91	0,1988	0,3096	-9,91	-12,41	+16,59
1,50	1,60	33,66	0,0158	0,2226	-0,79	-8,92	+23,95
2,00	2,14	28,31	-0,0564	0,1231	+2,81	-4,93	+26,19
2,50	2,67	23,07	-0,0658	0,0491	+3,28	-1,97	+24,38
3,00	3,21	17,72	-0,0493	0,0070	+2,46	-0,28	+19,90
3,50	3,75	12,37	-0,0283	-0,0106	+1,41	+0,42	+14,20
4,00	4,28	7,13	-0,0120	-0,0139	+0,60	+0,56	+8,29
4,50	4,82	1,78	-0,0023	-0,0109	+0,11	+0,44	+2,33
5,00	5,35	-	0,0020	-0,0065	-0,11	+0,26	+0,16
5,50	5,88	-	0,0029	-0,0029	-0,14	+0,12	-0,02

Λόγω τῆς μικρᾶς τιμῆς τῆς ροπῆς πακτώσεως ἡτις τυγχάνει τῆς αὐτῆς τάξεως μὲν τὴν τοῦ ἐξωτερικοῦ τοιχώματος, παρέλκει ὁ ὑπολογισμὸς καὶ σχεδίασις τοῦ διαγράμματος M

πιθεμένου του αυτού κατακόρυφου όπλισμού ως είς τὸ ἐξωτερικὸν τοίχωμα. Κατόπιν τούτου ὑπολογίζονται μόνον αἱ τιμαὶ τοῦ διαγράμματος Z εἰς τὸν πίνακα 3.17.

β) Ἐλεγχος τάσεων καὶ ὀπλισμῶν συνεπεία Z ($d = 0,20\text{ m}$)

Δυνάμεις δακτυλίων

Ζώνη I (ἀπὸ 0,00 + 1,00 m) $Z = 16,59\text{ t}$

$$F_e = \frac{16,59}{1,4} = 11,80\text{ cm}^2 \quad 10\emptyset 12 = 5\emptyset 12 + 5\emptyset 12' (11,40)$$

$$\sigma_{bz} = \frac{Z}{F_b + nF_e} = \frac{16590}{100 \cdot 20 + 10 \cdot 11,40} = 5,50\text{ kg/cm}^2$$

Ζώνη II (ἀπὸ 1,00 + 2,00 m) $Z = 26,19\text{ t}$

$$F_e = \frac{26,19}{1,4} = 18,70\text{ cm}^2 \quad 16\emptyset 12 = 8\emptyset 12 + 8\emptyset 12 (18,20)$$

$$\sigma_{bz} = \frac{Z}{F_b + nF_e} = \frac{26190}{100 \cdot 20 + 10 \cdot 18,20} = \frac{26190}{2,273} = 11,40\text{ kg/cm}^2$$

Ζώνη III (ἀπὸ 2,00 + 3,00 m) $Z = 24,38\text{ t}$

$$F_e = \frac{24,38}{1,4} = 17,40\text{ cm}^2 \quad 16\emptyset 12 = 8\emptyset 12 + 8\emptyset 12 (18,20)$$

$$\sigma_{bz} = \frac{Z}{F_b + nF_e} = \frac{24,380}{2,273} = 10,60\text{ kg/cm}^2$$

Ζώνη IV (ἀπὸ 3,00 + 4,00 m) $Z = 14,20\text{ t}$

$$F_e = \frac{14,20}{1,4} = 10,05\text{ cm}^2 \quad 10\emptyset 12 = 5\emptyset 12 + 5\emptyset 12 (11,40)$$

$$\sigma_{bz} = \frac{Z}{F_b + nF_e} = \frac{14200}{2000 + 150} = \frac{14200}{2150} = 6,60\text{ kg/cm}^2$$

Ζώνη V (ἀπὸ 4,00 + 5,00 m) $Z = 2,43\text{ t}$

$$F_e = \frac{2,43}{1,4} = 1,75\text{ cm}^2 \quad 6\emptyset 10 = 3\emptyset 10 + 3\emptyset 10$$

$$\sigma_{bz} = \frac{2430}{2000 + 360} = 1,00\text{ kg/cm}^2$$

Ζώνη VI (ἀπὸ 5,00 + 5,50 m)

Τίθενται $4\emptyset 10 = 2\emptyset 10 + 2\emptyset 10$

vii) Πλάξ θεμελιώσεως

Ἡ πλάξ θεμελιώσεως διαμορφοῦται ὡς ἡ πλάξ ἐπικαλύψεως. Πρόκειται δηλαδὴ στατικῶς περὶ τῆς αὐτῆς πλακὸς ὡς ἡ τῆς ἐπικαλύψεως, ἡ ὁποία ὑφίσταται τὰς ἐξῆς ἐπιπονήσεις:

α) Έκ του ίδιου βάρους της δεξαμενής υψίσταται κάμψιν. (Τὰ φορτία καταλήγουσιν εἰς τὰς γρομμίδας στήριξέως τῆς πλάκας, ἐκ τοῦ ἐδάφους δὲ ἀκοῦνται ὁμοιόμορφοι ἀντιπίεσις).

β) Ἐκ τῶν ποτῶν πακτώσεως M_1 τῶν τοιχωμάτων καὶ ἐκ τοῦ H_1 υψίσταται κάμψιν καὶ ἐφακυσμὸν.

Ἡ πλάξ θεμελίωσης δὲν υψίσταται σοβαρῶν κάμψιν ἐκ τοῦ βάρους τοῦ ὕδατος, ἐφ' ὅσον γίνῃ κατὰ συντηκνωσὶς τοῦ ὑποθῆν θεμελίωσιν ἐδάφους. Οἱ στόχοι τοῦ παρόντος δὲν ἐπιτρέπουσιν ἀνεπιτηρή ἐξέτασιν τῆς πλάκας θεμελίωσης. Περιορισθῆθαὶ ὡς ἐκ τοῦτου εἰς τὴν παροχὴν ἡν ἔχει τὸν σχεδίων κατασκευῆς διὰ τὴν πλῆρη τῆρα τοῦ παρόντος.

4.2. ΟΡΙΣΜΟΙ

4.2.1. Καθορισμός του όρου "προκατεσκευασμένο στοιχείο"

Υπό τον όρο "προκατεσκευασμένα στοιχεία" νοούμεν τεμάχια έξ απόπλου ή ώπλισμένου σκυροδέματος τὰ όποια δέν κατασκευάζονται εις τήν θέσιν εις τήν όποίαν θά χρησιμοποιηθοϋν. Αυτό σημαίνει ότι ή θέσις σκληρύνσεως, είναι διάφορος από τήν θέσιν χρησιμοποιήσεως του στοιχείου. Συνεπώς ή χαρακτηριστική διαφορά μεταξύ προκατεσκευασμένου, και χυτου επί τόπου στοιχείου, είναι ότι εις τό πρώτον αντί μεταφοράς νωπου σκυροδέματος δέον όπως γίνη μεταφορά έτοιμου σκληρυθέντος στοιχείου.

Έκ τών άνωτέρω καθίσταται σαφές ότι οϋδένα ρόλον παίζει πόσον μεγάλη είναι ή απόσταση μεταφοράς του προκατεσκευασμένου. Τοϋτο δύνανται να παραχθῆ είτε μακράν του τόπου χρησιμοποιήσεως εις μονίμους βιομηχανικές εγκαταστάσεις, είτε εις κινητόν εργοστάσιον εγκατεστημένον παρά τόν τόπον συναρμολογήσεως.

4.2.2. Είδη προκατεσκευασμένων στοιχείων

Τὰ προκατεσκευασμένα στοιχεία δύνανται να διαιρεθοϋν εις διαφόρους κατηγορίας αναλόγως:

- α) του τρόπου παραγωγής,
- β) τών χρησιμοποιουμένων υλικών,
- γ) του βαθμού τυποποιήσεώς των,
- δ) του μεγέθους τών στοιχείων και
- ε) του τρόπου χρησιμοποιήσεώς των.

Η άνωτέρω διαίρεσις, καιτοι έγκυμονει κινδύνους δημιουργίας τεχνητών όρίων τὰ όποια εις τήν πραγματικότητα δέν υπάρχουν, κρίνεται έν τούτοις άπαραίτητος δια τήν συστηματικήν μελέτην του όλου θέματος.

4.2.2.1. Διαίρεσις αναλόγως του τρόπου παραγωγής

Αναλόγως του τρόπου παραγωγής των τὰ προκατεσκευασμένα δύνανται να είναι "εργοστασιακής παραγωγής" ή "εργοταξιακής" τοιαύτης. Η εργοστασιακή παραγωγή δύνανται να γίνη είτε εις μόνιμον εργοστάσιον, είτε εις κινητόν εγκατεστημένον επί τόπου του έργου φθάνει να πληροϋνται συνθήκαι εργοστασιακής παραγωγής (βλ. § 1.6.1).

Όλα τὰ προκατεσκευασμένα τών όποίων ή παραγωγή δέν πληροί εργοστασιακής συνθήκας θεωροϋνται ως εργοταξιακώς παραγόμενα.

4.2.2.2. Διαίρεσις αναλόγως του υλικού

- α) Προκατεσκευασμένα στοιχεία από άοπλον, ώπλισμένον ή προεντεταμένον σκυρόδεμα.

Τὰ προκατεσκευασμένα δύνανται, ως και αι επί τόπου χυταί κατα-

σκευαί, ἢ εἶναι ἀποπλᾶ, ὡπλισμένα ἢ προευνεταμένα. Τὰ προκατασκευαστικὸν ὀπλισμὸν ἀπαραιτήτων διὰ τὴν μεταφορὰν καὶ συναρμογῶν ἐν πρῶτῃ ἐν προκατασκευαστέων στοιχείων ἐν τῷ συνόλῳ ἢ εἰς ὀρισμένα σημεῖα ἢ ἀπαιτεῖται διὰ τὸ τοιοῦτο διότι ἰσχυρὸν διὰφο- γίαν τοῦ ἔργου δὲν ἀπαιτεῖται ὀπλισμὸς καὶ τοιοῦτο διότι ἰσχυρὸν διὰφο- ροὶ ἀπαιτήσεως ἐνσχέσει πρὸς τὰς ἐπιτελεστέων τῶν κατὰ τὰ στάδια συναρμογῶν καὶ λειτουργίας.

Ἡ προευνετασις δύνανται ἢ προσαχθῆναι εἰς μεμονωμένα στοιχεῖα ἢ καὶ εἰς συνδυασμὸν περιεσσοτέων τοιοῦτων.

Εἰς τὴν πρῶτην ἐπιπτασιν εἶναι δυνάτη τὸσον ἢ προευνετασις εἰς κλί- νην, ὅσον καὶ ἢ προευνετασις τὴν σκλήρυνσιν τοῦ σκυροδέματος. Κα- τὰ τὴν προευνετασιν πρὸς τῆς σκλήρυνσιν (εἰς κλίνην) τὸ προκατασκευα- σμένον στοιχεῖον κατὰ τὸ στάδιον τῆς συναρμογῶν ὀρισμένης ἔχει τὴν τελετικὴν αὐτοῦ ἀντεντατικὴν κατάρτασιν.

Ἡ προευνεταστικὴν μετὰ τὴν σκλήρυνσιν τοῦ σκυροδέματος, πα- ρέχουσαν τὴν δυνάμητα πρὸς ἀπορρογῆς τῆς προευνετασῆς μετὰ τὴν συναρμογῶν τοῦ στοιχείου.

Κατὰ τὴν ἐφαρμογὴν τῆς προευνετασῆς πρὸς συνδεσιν περιεσσοτέων προκατασκευαστέων στοιχείων, ἔκαστον τοῦτων εἶναι ἀποπλᾶ ἢ ἀπλᾶς ὡπλισμένον. Ἡ προευνετασις εἰς τὴν ἐπιπτασιν αὐτὴν συντελεεῖ εἰς τὴν συνδεσιν τοῦτων, ἀλλὰ καὶ εἰς τὴν μεταφορὰν τῶν ἐξωτερικῶν φορτίων εἰς τὰς στηρίξεις.

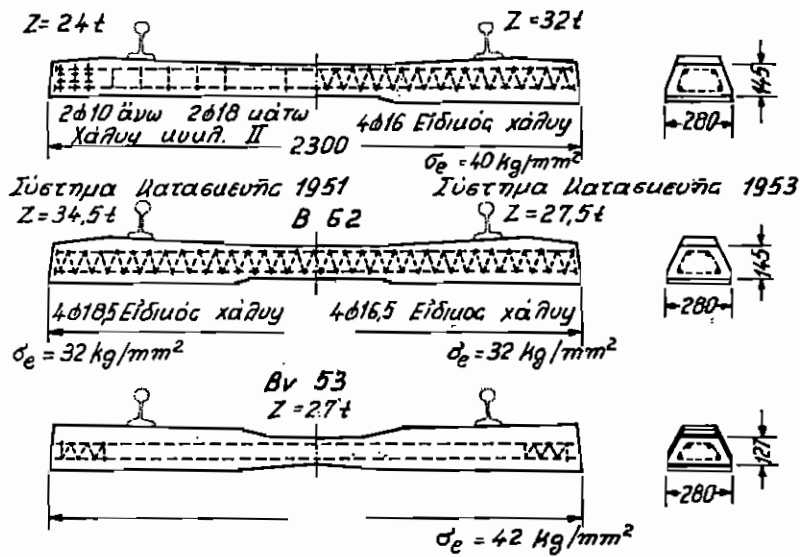
β) Ἡ προκατασκευασμένα στοιχεῖα ἐκ διαφόρων τύπων σκυροδέματος Ἄναλόγως τοῦ σκοποῦ τὸν ὁποῖον ἐξυπηρετοῦν δύνανται τὰ προκα- τεσκευασμένα ἢ ἀπαρξῶν διὰ βάρους σκυροδέματος, κοινὸν σκυροδέμα- τος ἢ ἔλαφρον σκυροδέματος.

Στοιχεῖα ἐκ βάρους σκυροδέματος. Χρησιμοποιοῦνται κυ- ρίως εἰς τὴν κατασκευὴν λιμενοβραχίδων καὶ εἰς τὴν κατασκευὴν κτηρι- ῶν παρηλικῶν ἀντιδραστηρίων, πρὸς προστασίαν ἐκ τῶν ἀκτινοβολιῶν. Ἄναλόγως τῶν χρησιμοποιουμένων ἀδρανῶν δύνανται ἢ φθασοῦν εἰς ἔνδεικόν βᾶρος σκυροδέματος 4 kg/dm³.

Στοιχεῖα ἐκ κοινὸν σκυροδέματος. Εἶναι τὰ πλεον εὐρέως Χρησιμοποιούμενα στοιχεῖα καὶ κατασκευάζονται ἐκ σκυροδέματος κατη- B 225, B 300, B 450 καὶ B 600.

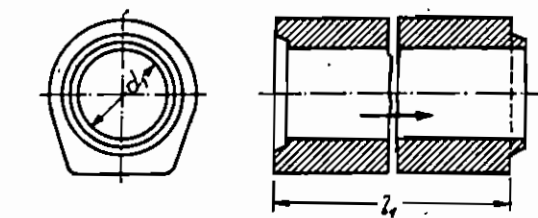
Κατόπιν ἰδιαιτέρας φροντίδος εἰς τὴν κοκκομετρικὴν σύνθεσιν τῶν ἀδρανῶν, εἰς τὸν ὅρομετρικὸν συντελεστήν, τὴν συμπίκνωσιν καὶ τὴν συντηρησιν εἶναι δυνάτην ἢ ἐπιτελεστέων εἰς ὑψηλότεραι τῶν.

Στοιχεῖα ἐξ ἔλαφρον σκυροδέματος. Κατὰ τὰ τελευταία ἐτη ἀνεπτυχθῆσαν ὀργανῆ τὰ ὁποῖα ἐπιτρέπουσιν τὴν κατασκευὴν σκυρο- δέματος ἔλαφρον, καταλλήλου διὰ φέροντα στοιχεῖα κατηγορίας μετρί- B 300. Τὸ εἰδικὸν βᾶρος τοῦ σκυροδέματος τοῦτων κυμαίνεται διὰ B 225

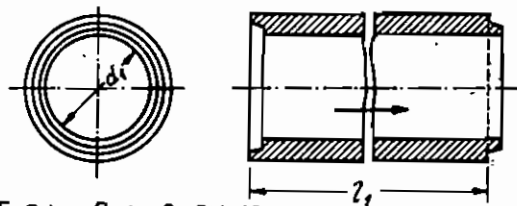


Σχ. 4.1

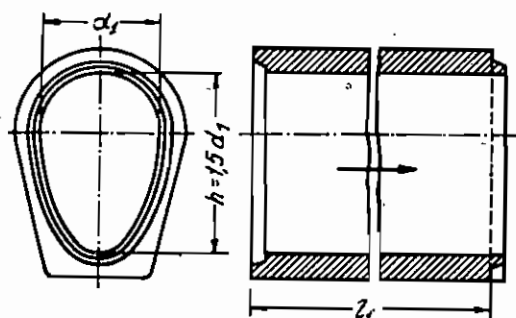
Στρωτήρες γερμανικών σιδηροδρόμων [50]



Σωλήν A $d_1 \times l_1$ DIN 4032



Σωλήν B $d_1 \times l_1$ DIN 4032



Σωλήν C $d_1 \times h = l_1$ DIN 4032

Σχ. 4.2

Διαστάσεις σωλήνων εκ σκυροδέματος κατά DIN 4032

περί το 1.4 t/m³ και δια Β 300 μετρή 1.5-1.6 t/m³.

4.2.2.3. Διαίρεσις ἀναλόγως τῶν βαθμῶν τυποποιήσεως τῶν διαστάσεων. Οὕτως διακρίνομεν τὰ τυποποιημένα βάσει ποδιῶν φησι, τὰ τυποποιημένα βάσει παραγωγῆς, καὶ τὰ μὴ τυποποιημένα στοιχεία.

α) Τυποποιημένα βάσει ποδιῶν

Τὰ προκατεσκευασμένα θέρουνται ὡς τυποποιημένα βάσει ποδία γραφῆς, ὅταν αἱ διαστάσεις τῶν καὶ αἱ χαρακτηριστικαὶ τῶν ἰδιότητες καθορίζονται βάσει εἰδικῆς προδιαγραφῆς (DIN, ASTM κλπ.). Τοῦτο συμβαίνει κυρίως εἰς εἰδικὰ τεμάχια ἐκ μέρους, ὡς σφηντοῖχοι, σφῆνη-ρες, σωλήνες (σχ. 4.1, 4.2), ἴστοι κλπ.

β) Τυποποιημένα στοιχεία· ἀλόγως παραγωγῆς

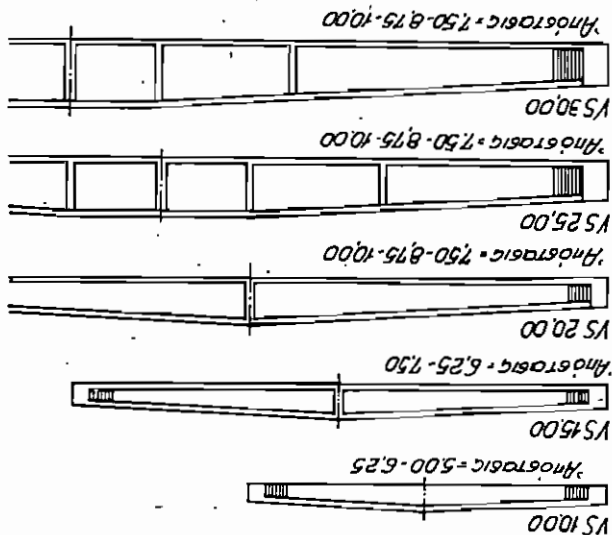
Αἱ διαστάσεις τῶν στοιχείων τούτων τυποποιεῦνται ὑπὸ τοῦ κατασκευαστοῦ τῶν πρὸς ἐπιτεῦσιν βιομηχανικῆς παραγωγῆς μετρίων κό-

στος.

Ἡ τυποποίησις αὕτη ἐμφανίζεται ὑπὸ δυο μορφαίς :

!) Ἡ βιομηχανία παράγει στοιχεία σταθερῶν διαστάσεων καὶ διατο-

μῶν καὶ ὡς ἐκ τούτου τὸ ἐργὸν δέον ὅπως προσαρμῶσθῃ ἰσοφωλογικῶς



Σχ. 4.3

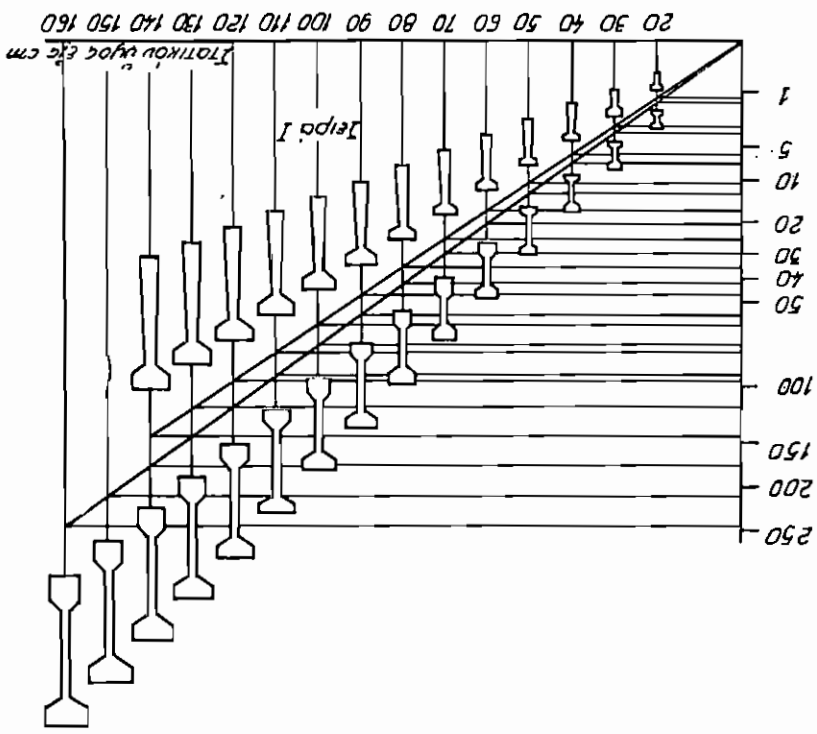
Τυποποιημένα σωκτὰ τῆς ἐταρείας Stahlbeton - Fertigung GmbH

γ) Μη τυποποιημένα προκατασκευάσιμα στοιχεία
 Τα στοιχεία ταυτά σχεδιάζονται και παράγονται δι' εν. συσκευασίες
 Τά ανάλογως της φύσεως του έργου δυνατόν να παραχθούν εις
 μεγάλων όριθμών τυμημάτων, τὰ όποια συνσφραμολόγουμενα δημι-

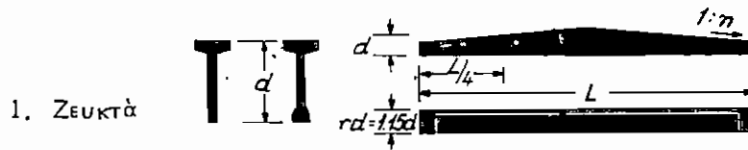
Κατωτέρω παρατίθενται αι τυμικαι μορφαι προκατασκευασμένων δο-
 μικών στοιχείων (μεταβλήτη τυποποίησης - σ.χ. 4.5, 4.6, 4.7) τής έται-
 ρείας Dyckerhoff & Widmann [52].
 Η τυποποίησης εκ μέρους των βιομηχανικών έχει λάβει κατά τά τελευταία
 έτη μεγάλην έκτασιν, ώστε να δυνατόν αι τις να παραγγείλη βρασει κατα-
 λου συσκευασίμενα προφίλ εκ πτερόν, ως συμβαίνει με τά προφίλ εκ χαλ-

Τυποποιημένα προφίλ της εταιρείας Imbau, Leerkursen

Σ.χ. 4.4



!!) Η βιομηχανία παράγει στοιχεία με μεταβλήτην διατομήν, έντος βε-
 βαιώς περιωρισμένων όρίων και ούτω ο εκάδων τὸ έργον δυνατόν να
 εκλέξη την κατάλληλον δια τὸ έργον διατομήν (σ.χ. 4.4) (μεταβλήτη τυ-
 ποποίησης).

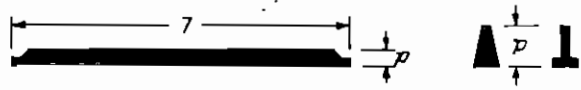


Φόρτισις	Απόστασις ζευκτών a (m)	Ύψος d (cm) δι' ανοίγματα L (m)						
		10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
Gasbeton $d = 15 - 20$ cm 2 στρώσεις ασφαλτοπάνου 3 cm θύμος Χιτών 75 kg/m^2	4	50	65	80	95	110	125	145
	5	60	75	90	110	125	140	155
	6	70	85	100	115	130	145	160
Gasbeton $d = 12,5$ cm 2 στρώσεις ασφαλτοπάνου 3 cm θύμος Τεγίδες Χιτών 75 kg/m^2	5	55	70	85	100	120	135	150
	7,5	70	85	105	120	140	155	175
	10	80	100	120	140	155	175	190
Αμιαντολαμαρίνες Μόνωσις Τεγίδες Χιτών 75 kg/cm^2	5	50	65	85	100	115	125	140
	7,5	65	80	95	110	125	140	150
	10	75	90	105	120	135	150	165

Σχ. 4.5α

Τυποποιημένα ζευκτά της Dyckerhoff und Widmann

2. Τετρίτες



Φόρτις όροφης	d (cm)	Ανοίγματα τετρίτων L (m)
8 cm πάχος έλαση, σκυροδ. Μόνο της 2 στρώσεις άφαιρούμενου Χύμα 75 kg/m ²	25	6 - 5
	30	7 - 5
	35	8 - 5
	45	9 - 5
Άμεσοτάξιες Μόνο της Χύμα 75 kg/m ²	25	7 - 5
	30	8 - 5
	35	9 - 5
	45	10 - 5

ΣΧ. 4.5β

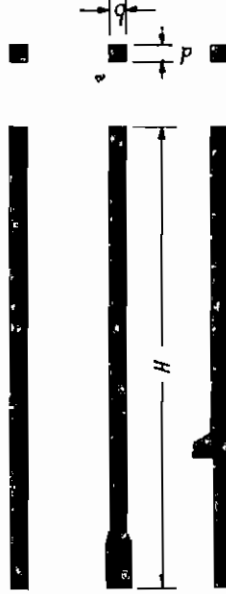
Τυποποιήσεις τετρίτες της Dyckerhoff and Widmann

Υποστυλώματα αθλοστάσιων

Απόσταση σεκτών < 6.0 m	"Υψος αθλοστάσιου Η (m)				"Υψος αθλοστάσιου Η (m)			
	6.0	8.0	10.0	12.0	6.0	8.0	10.0	12.0
Απόσταση σεκτών > 6.0 m	30/30				35/35			
Έως 12.5							40/40	
12.5 έως 17.5								40/50
17.5 έως 22.5								
22.5 έως 30								45/60

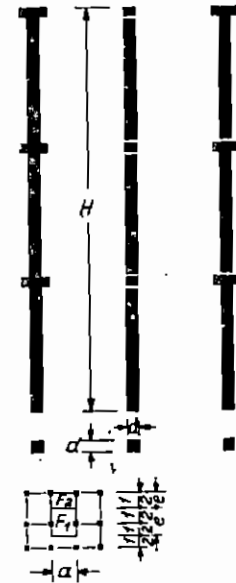
Σχ. 4.6α

Υποστηρίγματα υποστυλωμάτων αθλοστάσιων της Dyckerhoff and Widmann



Υποστυλώματα πολυωρόφων κατασκευών

Επιφάνεια φορτίσεως $F (m^2)$		10			20			40			60			
Ωφέλιμο φορτίον (Mr/m^2)		0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5	0,5	1,0	1,5	
Αριθμός ορόφων	1													
	2	$d/b = 25/30 \text{ cm}$												
	3							40/40						
	4	30/30								40/50				
	5										50/55			



Σχ. 4.6β

Τυποποιημένα υποστυλώματα πολυωρόφων κατασκευών της Dyckerhoff und Widmann

Στοιχεία πλακών



Όφελιμον φορτίον p (κρ/μ ²)	Άνοιγμα L (m)				
	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5
350	$d = 10$ cm	$d = 18$ cm			
500	10	18			
750	10	18	$d = 35$ cm	$d = 50$ cm	
1000	12				
1500	15				$d = 60$ cm
	Πλάκες	Πλακοδοκοί			

Σχ. 4.7 α

Τυποποιημένα στοιχεία πλακών της Dyckerhoff und Widmann



Σφάλμα ποσότητος p (kp/m ²)	$L = 5.0$ m			$L = 7.5$ m			$L = 10.0$ m		
	5.0	7.5	10.0	5.0	7.5	10.0	5.0	7.5	10.0
350	55	55	65	55	65	75	65	75	75
500	50	60	70	60	70	80	70	80	90
750	55	65	75	65	75	85	75	85	95
1000	60	70	80	70	80	90	80	90	100
1500	70	80	90	80	90	100	90	100	110

Σχ. 4.7β

Τυποποιημένα δοκοί της Dyckerhoff und Widmann

οργάνων των φέρωντα σκελετών ή να παραχθούν εις εν μόνον άυτίργαμον. Είς τήν τελευτήαν περιπτωσις πρόκειται περί βαρέων στοιχείων, τών ό- ποίων ή θέσις σννερμολογήσεως εύρισκείται εις ηεγάλων ύψος ή ύπεράνω ύψου κωλύματα, και ώς εκ τούτου σνμψέρει ή προκατασκευή του εις τό- εδωφοσ παρ ά τήν θέσιν σννερμολογήσεως και ή εν σννείξ άνύψωσις τών. Καθώς γίνεται άντιλήπτον ή περίπτωσις άυτή είναι ή πλέων έδωφέου- σα οίκονομικώς έφ' όσον πρόκειται περί ή ή τυποποιήσων στοιχείων. Πάντως ό άυξών ρυθμός βιομηχανοποιήσεως τής κατασκευής έξ άναγκής έ- σήμειρον τάς βιομηχανίας προκατασκευών να στρέφουν τό κέντρον βάρουσ τής προσπαθείας τών εις τήν άύστηρήν τυποποιήσιν. Βάσει προ- διαγραφήν, του άναχίτουσ όιά τό ηεγαλύτερον ηέρος τής παραγωγής τών, πρόσ πώσι του κότους παραγωγής.

4.2.2.4. Διαίρεσις άναλόγως ποφής και ηεγέθουσ

Η διαίρεσις άναλόγως ποφής και ηεγέθουσ δέν είναι δυνάτη εις σφεής κατηγορίας καθ' όσον έν βιομηκόν στοιχείον, π.χ. μία όκος, δύνάται να άποτελή ύπερθρον ή δύνάται να άποτελή ποφές άδισάθουσις ηεγάλου άνοίγματος. Έν τούτοις σννθίξεται να γίνεται λόγος περί ηικρών και ηεγάλων στοιχείων. Μικρά θεωρύνται τά στοιχεία τών όποιων ή ηετα- ποφά και ή σννερμολογήσις δύνάται να γίνη ή σννήθη ηέσα, ήτοι κοινά ποφής άύτοκίνητα, και κοινούσ οίκονομικούσ γερανούσ. Τά στοιχεία ταύτα δέν ώπως ηέ ένουν βάρουσ ηεγαλύτερον τών 500 kg.

Τοιαύτα στοιχεία είναι π.χ. πάκες έπικαλύψεωσ, τεγίδεσ, πάκεσ δα- πέων κλπ. Μεγάλα θεωρύνται τά στοιχεία τών όποιων ή ηεταποφά και σννερμολογήσις άπαιτεί έδωικά ηέσα, ήτοι έδωικάσ παλατόπουασ, βάρεισ άύ- τοκινήτουσ γερανούσ, παλασιωτουσ γερανούσ κλπ.

Τήσ κατασκευήσ τήσ δωμουμένησ όι έπιπέδων ηινάκων (Tafelbauten) — οί τοίχοι και αι πάκεσ είναι προκατασκευασμένα στοιχεία — σκόπιμον είναι να τάς διατάξωμεν εις ιδιαιτέραν κατηγορίαν, καθ' όσον έκαστοσ πίναξ (όϊκος ή πάξ) έχει τάς διαστάσεισ του άναχίτουσ ένός ύψου. Τά έργα ηέ τοιούτουσ σκελετούσ σκελετούσ όνομήσων "κατασκευήσ όιά ηεγάλων ηινάκων", ή χρήσι δέ τούτων χαρακτηρίζεται ώσ "βαρεία προκατασκευή".

4.2.2.5. Διαίρεσις άναλόγως του τώπου χρησιμοποίη- σέωσ

α) Χρησιμοποίησις εις παρήψωσ σννερμολογήσων έργα

Τά έργα ταύτα ένουν φέρωντα σκελετόν έξ άναχίτουσ εκ προκατασκευα- σμένων στοιχείων. Είς τήν κατηγορίαν άυτήν ύπάγουντα και τά έργα τών όποιων ή ηεμελίωσις είναι εκ σκυροδέματοσ χυτού έπι τόπου. Είς τά έργα τής κατηγορίας άυτήσ τό έπι τόπου χυτόν σκυροδέμα χρησιμεύει ηό-

σφαγή και πόνον ή κατάστασις μετά την συναρμολόγησιν εινα ή τε-
λακή τοιαύτη ή όχι. Εάν μεσολάβουν μέχρη της τελικής και άλκιαι έβδα-
μεσοι ένταρκταί και καταστάσεις, βέον όπως ληφθή ή ύμ ό έρωσι και ό έρωσιμός,

άκομη και εις άπληγίμενα στοιχεία (πβλ. § 4.3.2.2).
Είς τόν στατικόν υπόλογισμόν βέον όπως ελέγχωνται έπίσης τά ση-
μεία έδρασεως ώς και τά σημεία συνδρασεως τών έπι έρωσι στοιχείων. Κα-
τά τόν έλεγχόν τών έδρασεων και τών συνδρασεων προκύπτει τó έρωτη-
μα έπι τού έπιπτετου μέγέθους τών άνοχών εις τας διαστάσεις τών
στοιχείων και τó έρωτημα έπι τού βάθμους έπιρροής τών άνοχών τού-
των έπι της άνωτης τού έρωσι (πβλ. § 4.3.2.5).

Είς τά έργα εκ προκατασκευασμένων στοιχείων άπαιτείται έλεγχος έυ-
σταθείας τούτων και ό ή άφ' ένός μέν τού έρωσι εν τώ συνολώ άφ' έτέρου
δέ ένός έκαστου δομικού στοιχείου. Οί έλεγχοι ευσταθείας εις τά έργα
ταυτα ειναί διαφόρους σημασίας καθ' όσον, λόγω τού ή ή όλοσώμου της
κατασκευής ειναί λίαν εύπαθή εις τόν τώμα τούτων.
Συχνά παρά βλαβών ή άπαιτήσεων άπαιτούνται άπό μικρότερα πο-
κατασκευασμένα τεμάχια ύψίσταται έπιπνοήσεις αί όποια άπαιτούν
στατικήν συνεργασίαν μετ' ας τών. Πρός τούτο άπαιτούνται κατά άληθίνοι
κατασκευαστικάί διατάξεις παρ' ά τά άκρα των, ώς και όχητικά στοιχείας
έλεγχος.

Αί διαφοροι ένταρκταί καταστάσεις λόγω άποθηκεύσεως, μεταφορας,
συναρμολογήσεως και λειτουργίας εν τώ έρωσι, βέον όπως ελέγχωνται με
την ατύτην ποσοχήν καθ' όσον βλάβαι τινές κατά τήν μεταφοράν ή την
συναρμολόγησιν δύνανται να εκδηλωθούν κατά τήν φάσιν λειτουργίας
και να προκατασκευασμένων στοιχείων κατά τας διαδοχικάς φάσεις
άπό ό ή ης, συνιστάται όπως παραάληθώς πρòς τήν συντάξι των στοι-
τικών μελέτης ένός στοιχείου συντάσσεται και ίσχητική περιγραφή άναφε-
ρουσα λέπτομέρως τόν τώμα μετ' αφορας, άναρτήσεως και συναρμολο-
γήσεως του. Η περιγραφή ατύτη συνδρασευ ή τó στοιχείον εις όλας τας
φάσεις και βέον όπως α ή εν ατύτη άναφερόμεναί όδηγία τηρούνται άπα-
ρεκκλίτως υπό τού Μηχανικού κατασκευής.

4.3.2.2 Μεταβολή έντασεως ένεκα έρωσιμου

Κατά τόν στατικόν έλεγχόν τών προκατασκευασμένων στοιχείων βέον
όπως λην σαφής διακρίσις μετ' ας τών στοιχείων τών όποιων
τό στατικόν ύστρημα βέν προκείται να μεταβληθή κατά τήν έντάξι των
εις τήν κατασκευήν (π.χ. άμφοτέρωτοι προκατασκευασμένοι δοκοί παρ-
ά μένουσαί άμφοτέρωτοι και μετά τήν συναρμολόγησιν) και έκείνων τά ό-
ποια συνδρασευ μετέπρα βέον υστατικά βίβροπον (π.χ. δια-
δοχικάί άμφοτέρωτοι δοκοί συνδρασευ εις ήλιαν συνή). Είς τήν βετέ-

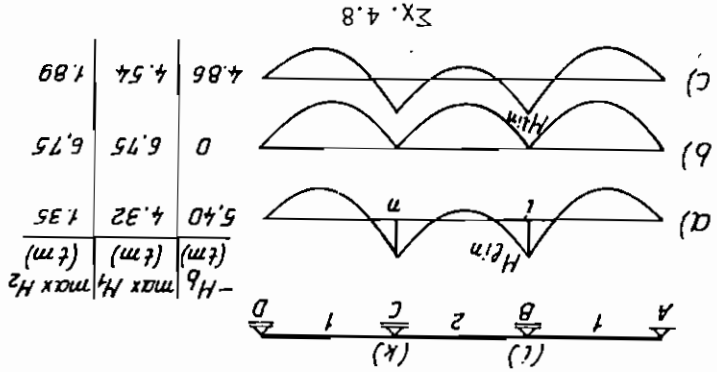
Βεβαίως τα άνωτέρω ίσχύουν μόνον δια τα πρό της συνδέσεως του στοιχείου βρωτα φορτία, καθ' όσον πάντα τα λοιπά, τα προσσώμενα μετά την συνδέσειν, βρουν επί του στατικώς άρπίστου συστήματος. Λαμβανόμενον υπ' όψιν ότι δια ταχίαια συναρμολογούμενα έντός 10 ήμερών από της έντυπίσεως των, όποτε το M_{min} ισούται προς 90% επίπνου της M_{ik} και ότι τα πρό της συναρμολογήσεως προσσώμενα φορτία (ίδιον βάρος) είναι μικρά εν σχέσει προς τα τεχνικώς βρωτα επί του φορέως, έπεται ότι γενικώς τα προκατασκευάμενα στοιχεία, έφ' όσον πρόκειται να συναρμολογηθούν εν εις στατικώς άρπίστον φορέα, επιτρέπεται όπως

έβα ϕ ο συντελεστής έπνυσην δια τον χρονον συνδέσεως του στοι-

$$M_{min} = M_{ik} (1 - e^{-\phi})$$

προκύπτει εκ της σχέσεως
 ον μετά την συναρμολογήσειν και συνδέσειν του φορέως ή ποτή M_{min} θα και M_{min} την ποτήν ή όποια θα άναπτύχθη τεχνικώς ενς το άυτό σήμερον? της όκοου?, ή ένν κατασκευάετο ο φορέυς χυτός επί τόπου εν καλώςμεν M_{min} την ποτήν ή όποια θα άνεπίσσετο ενς το ά-

- α. Διάγραμμα ποτών δια όοησειν επί έυλότυπον
- β. Διάγραμμα M_{0in} κατά την συναρμολογήσειν
- γ. Διάγραμμα M_{min} μετά την έπιρροήν του έπνυσην.



νον από άμφερίστους όκοους.
 Προς τουτο θεωρήσαμεν ένν άπεστατικόν φορέα (σχ.4.8) συντιθέμενων στοιχείων κατά τον χρονον της άκμάπτου συνδέσεως των. τα, ήτοι όσον μικροτέρας ήλικίας είναι το σκυρόδεμα των προκατασκευά- άπεστατικόν συστήματος όσον μεγαλύτερα περιθώρια έπνυσην ύφίσταν- πτουμεν ύπεράριθμοι δυνάμεις τέινουν τόσον περισσότερον προς τάς του νην του συνθέτου (στατικώς άρπίστου) φορέως και ή τεχνικώς ποκυ- παν επίπτωσει ή στατική λείπουρη του συστήματος τέινει προς έκει-

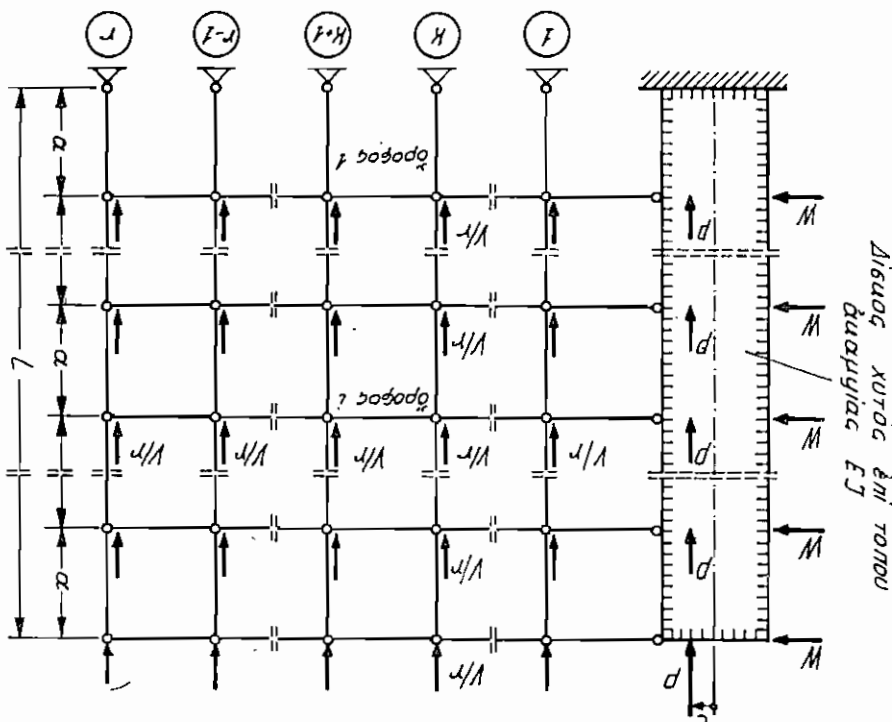
υπολογίζονται ως στοιχειά του φορέως τούτου, δι' άπαντα τά φορτία μόνον όταν πρόκειται να παραμείνουν επί μακρόν χρόνον τά στοιχειά συναρμολογητά άπαιτείται ό άνωτέρω έκτεθείς υπολογισμός.

4.3.2.3. Εύσταθία α

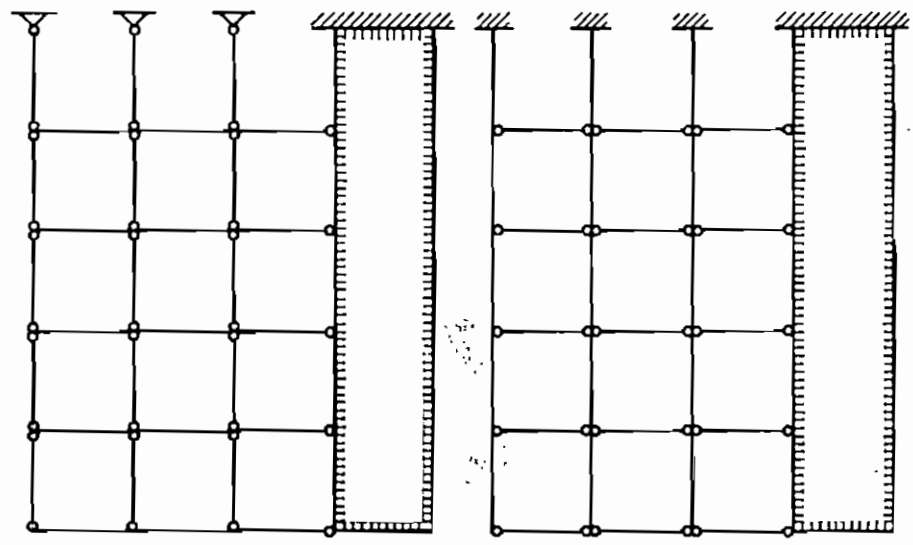
Έως εις τά χυτά επί τούτου έργα έξ ώ παλαιώνου σκυροδέματος δέν προ- κύπτουν σοβαρά προβλήματα εύσταθείας παρά ανάλυτων προβλημάτων άλυ- σμού, εις τά προκατασκευασμένα έργα έμφανίζονται σοβαρότατα προβλήματα, τά όποια άπαιτούν όπως κατά τήν διατύπωσιν των συνθηκών ισόρρο- πίας ληφθούν υπ' όψιν και αι έπιρροαι των παραμορφώσεων του φορέ- ως (θεωρία 2. τάξης).

α) Εύσταθία του φορέως εν τώ χώρῳ

Πρώτη φορτίς του ηλατέωτος έργα εκ προκατασκευασμένων στοι- χείων, είναι ή δημιουργία φορέως τουλάχιστον στατικός ώρισμένου. Τού- το δέν είναι άπλόον, καθ' όσον λόγω της άρθρωτης συνδέσεως τωστοι- χείων ή εύσταθεια είναι άμφίβλος. Σύνθηθος δημιουργούνται στοιχειά χυτά επί τούτου, υπό μορφήν παλαιών ή τοιχείων λειτούργούντων ως διακών επί των όποιων στέρεύται ή όλη κατασκευή. Τά στοιχειά ταύτα

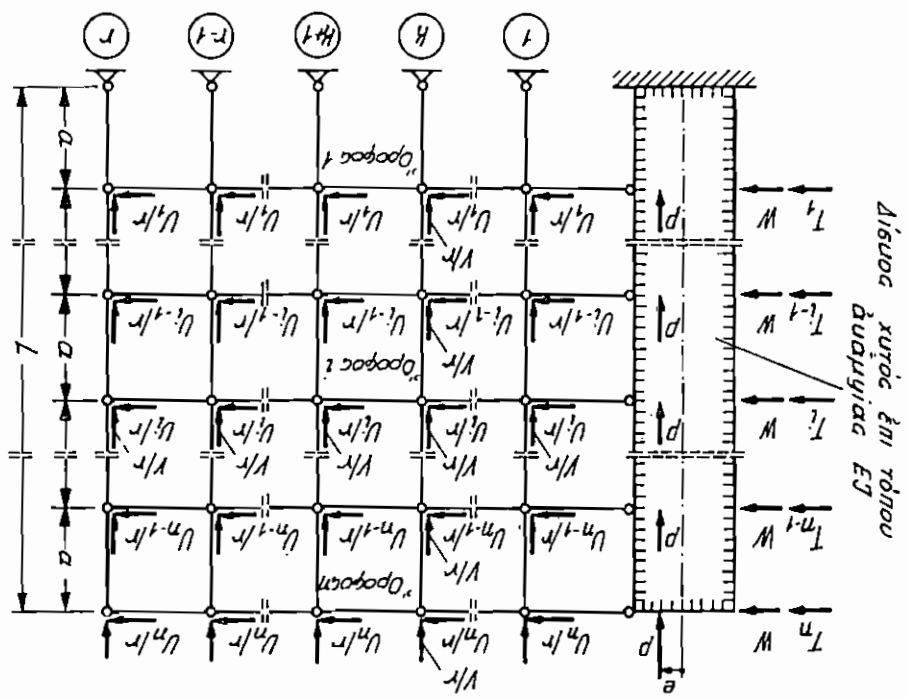


ΣΧ. 4.9
Μικτόν σύστημα με διακών άκαμψίας



Σχ. 4.10

Φρονούμενα τα του όμοιου ή εστθβεια ελέγχεται προσημαστικός ός η του σχ.4.9



Σχ. 4.11

Απόστα όριζόντιοι δύναμεις

ἄποτέλεσόν τῶν περιστασιασῶν φόρων τὸ κλιμακωτότατον, τοὺς ἕωρον κί-
 νησῶν τῶν ἀνελακυστηρίων, ἢ ἀπλῶς τὸν πύρην τοῦ ἔργου. Τὰ στοιχεῖα
 ταῦτα δέον ὄπως ἔχουσιν τὴν συναρτότητα καὶ φέρουσιν τὰς εἰς αὐτὰ μεταβί-
 βησῶν ὁρίσων τῶν συνάμεικτων ἐξωφερικῶν φορτῶν (ἀμεικτοῦ, σπειροῦς)
 καθῶς καὶ ἐνδεκάδευτερογενῶν συνάμεικτων ποσῶν ἀπὸ τὴν παρὰ-
 μέρωσιν τοῦ ὄρου ἔργου (θεωρία 2. τᾶς 2).
 Διὰ τὴν περιπτώσιν τῶν σχ. 4.9, 4.10, 4.11 προκύπτουσιν τύποι ὅ-
 μοιολογισμοῦ καὶ ἐκείνοι διὰ τὰς ὁρίσων τῶν συνάμεικτων, τὰς δὲ ὁρῶσας εἰς τὸ ὅ-
 πως ἐκστῶν ὁρόφου, λαμβανόμενων ὅτι ὁψιν καὶ τῶν δευτερογενῶν ἐ-
 πίπουσιν [47].
 Οὕτως ἔχομεν :

$$H_i = U_i + T_i \approx \frac{1.306}{l} \left[\left\{ 1 + \frac{(n-i)^n (l+n-i)^n}{(n-i)^n (l+n-i)^n} \right\} \right] + \left[\frac{n}{e} p \left\{ \frac{l}{l} + \frac{(n+1/2)^n}{(n-i)^n (l+n-i)^n} \right\} \right] + \varepsilon$$

ἐνθα

H_i : ἡ συνολικὴ δὲ ὁρῶσα ὁρίσων τῶν ἀμεικτῶν παγίων εἰς τὸν ὅ-
 ρον
 U_i : ἡ δὲ ὁρῶσα ἐκστῶν τῶν ὁρόφου ἢ τῶν ἀναπτύσσεται ἄλογῶς
 ὁρίσων τῶν μεταποσῶν τῶν ὁρόφου,
 T_i : αἱ ἰσοαὶ ὁρίσων τῶν ἀμεικτῶν ἀπὸ προκαλυπτοῦ τὴν αὐτὴν
 ἐντακτὴν κατὰ τὴν εἰς τὸν ἀκμαστῶν δίσκον μετὰ φορτῶν
 ἢ λαμβανόμενης ὅτι ὁψιν τῶν δὲ ὁρῶσας τῶν εἰς θεωρίαν 2.
 τᾶς 2.

$m = \frac{A}{P}$ (m) ἡ ὁρῶσα ἀκμαστῶν δίσκου πρὸς φορτῶν ἀπὸ τῶν
 ὁρίσων τῶν μεταποσῶν τῶν ὁρόφου,

$$v_{ki} = \frac{v^2}{2.84}$$

$$\sigma = \frac{P}{A} + L \left(\frac{v}{2} \right)^2$$

$$T_i = L \cdot \sigma$$

Ἐκ τῶν ἀνωτέρω σχέσεων προκύπτει ὅτι αἱ δὲ ὁρῶσας παγίων εἰ-
 και συνδεθῶσιν ἡ ἕνα ἡ ἄλλη τῶν φορτῶν καὶ τῶν δὲ ὁρῶσων τοῦ
 πύρην καὶ κατασκευῆς τῶν κατασκευῶν.

Συστήματα με πολύ μεγάλην τιμήν του E_f ως τα συστήματα τα δο-
 μοίμενα δια μέγαλων πινάκων δὲν ἀπαιτοῦν ἐλαχίστον βάρει θέσειας 2.
 τδξως. Ο συντελεστής a εἶναι λίαν χαρρακτικὸς δια τὴν ἐστία-
 θεαν του συστήματος. Συστήματα με τιμήν του a μεγαλύτεραν του 4.5
 δέον ὄπως ἀποφεύγωται.
 Ἐκ τῶν ἀνωτέρω ἐκτεθέτων προκύπτει ὅτι τὰ προκατασκευασμένα
 ἔργα ἔχουν μικρότερον συντελεστήν ἀφαιρείας ἔναντι τῶν χυτῶν ἐπι τό-
 που τοιούτων, καθ' ὅσον τὰ τελευταία, λόγῳ του μονολιθικοῦ τῆς κα-
 τσκευῆς, παρουσιάζουν πρόσθετον ἀφαιρείαν μετὰ ἀπορροπῆν ὑπὸ πιῶ-
 κατὰ τὴν ὑπολογισμόν. Ἐναντι του ἀνωτέρω μειονοεκρημάτων τὰ προκα-
 κατασκευασμένα παρουσιάζουν τὸ πλεονέκτημα τῆς ἡλεγκμένης ποιότητος τῆς
 κατασκευῆς λόγῳ ἔργοστασιακῆς παραγωγῆς.

β) Εὐστάθεια στοιχείων

Τὰ προκατασκευασμένα στοιχεία ἄρχῳ του μικροῦ πάχους τῶν δια-
 τομῶν των παρουσιάζουν ἐντονα πορβλήματα στρεβλώσεως του ἄνω
 πέλματος, τῶσον κατὰ τὴν ἀνυψωσὶν των ὅσον κατὰ τὴν σνάρμο-
 λόγησιν των. Τὰ πορβλήματα αὐτὰ εἶναι ἀνδρόγα μετὰ τῶν σδηρητῶν
 κατασκευῶν, ἔχουν δὲ μελέτηθῆν διαστάσιον I (μη διεργρημένη) ὅ-
 πὸ του Lebelie [48], [49].
 Ἐνίκως, κατὰ τὴν ἀνδρησὶν τῶν προκατασκευῶν δέον ὄπως
 λαμβάνεται ἰδιαιτέρα φροντίς, ἵνα ἡ ἀνυψωσὶς των γίνετα κατὰ τοιοῦ-
 τον τρόπον, ὥστε τὸ ἐπιπέδον συμμετρίας τῆς διατομῆς νὰ παραμῆνῃ κα-
 τακόρπον.

4.3.2.4. Αἰτιουργία τῶν πινάκων ὡς δίσκων

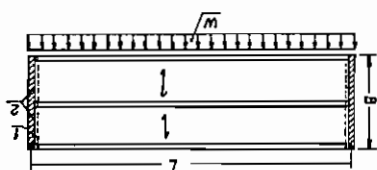
Πολὺν συχὰ ἀπαιτεῖται ἡ ἐξασφάλισις τῆς σνερψίας τῶν στοιχείων
 ἐκ τῶν ὀσιων σντήθηται μετὰ πλάξ (συνήθεις διαστάσεις στοιχείων 0.50-
 2.0 ἔως 4.00 m) πρὸς δημιοουργίαν ἐπιπέδων φορέων δυνάμενων νὰ φέρη
 ὀρισμῶν τοιούτων λειτουργία δύνάται νὰ διαίρηθῆν εἰς δύο σφεῖς περὶ τῶ-
 σεις: α) εἰς τὴν περὶ τῶν λειτουργία τῆς πλάκας ὡς δίσκου
 ἔχει ὡς σκοπὸν τὴν ἀσῆσιν τῆς ἀκαμψίας ἐτέρων στοιχείων καὶ β) εἰς
 τὴν περὶ τῶν κων ἢ ἡ χρησιμεύει εἰς τὴν μετφορὰν ὀρισμῶν φορ-
 τῶν εἰς τὰ ἀκαμπτα κατακόρπον στοιχία του ἔργου.
 Εἰς τὴν περὶ τῶν ἀκαμπτων ἡ ἀκαμπτος δύνδεις τῶν στοιχείων ἐπι-
 τυγχάνετα δια καταλήλων κατασκευαστικῶν διαστάξων ἄνευ προσθ-
 του στατικοῦ ὑπολογισμοῦ. Εἰς τὴν δευτέραν περὶ τῶν ἀπαιτεῖται στα-

τικὸς ἐλαχίστος.
 Σκοπὸς ἀσῆσιν τῆς ἀκαμψίας ἐσντηρηεῖται μετὰ πλάξ εἰς περὶ τῶν σν-
 σνδῶσεως τῆς π.χ. μετὰς φερούσας ταύτην δοκοῦς πρὸς μεῖωσιν του
 κινδύνου στρεβλώσεως του ἄνω πέλματος τῆς δοκοῦ. Τρόπος τοιαύτης
 σνδῶσεως ἐμφαίνεται εἰς τὸ σχ. 4.12.

Συνήθως περιπτώσεις λειτουργίας της πλάκας ως δίσκου είναι, εκείνη, καθ' ην η πλάξ μεταφέρει τα οριζόντια φορτία των άμφιαρθρωτών στύλων, εις τὰ άκαμπτα στοιχεία της κατασκευής (σχ. 4.13). Ανάλογως του λόγου των πλεύρων του θημιουργουμένου δίσκου και των προς μεταφοράν φορτίων αϋξάνεται ο εις τὸ σχ. 4.10 ἐμφαινόμενος όπλισμός, ιδίως ό διατρέχων τὴν πλάκα καθ' ὄσον τὸ μήκος, ἐπι πλέον δὲ γίνεται προσεκτικὴ πλῆρωσις τῶν ἄρμων διασυνθετικοῦ ὑλικοῦ. Τέλος, περιμετρικῶς

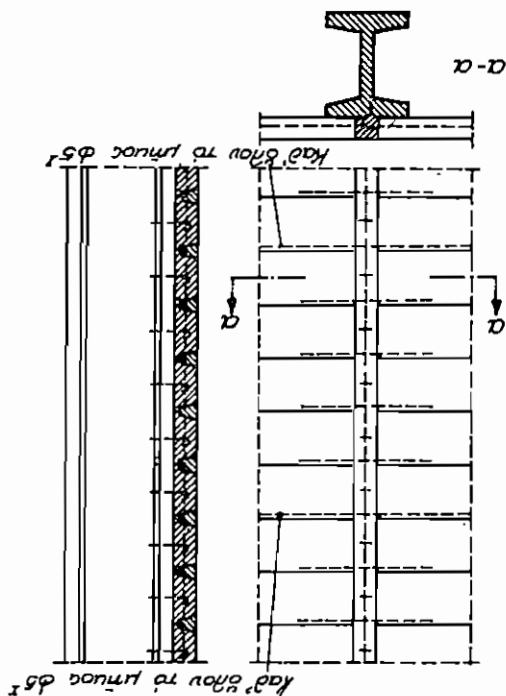
Μεταφορά των οριζοντιών δυνάμεων δια των πλάκων εις τους τοίχους

Σχ. 4.13



Κατασκευαστικός όπλισμός μιας πλάκας παρά τὴν σύνδεσιν μετ' ἑνα πέδιμα δόκου

Σχ. 4.12



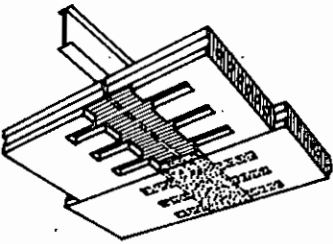
Της πακός κατασκευάζεται έγχυτος δακτύλιος ώπλισμένος. Ο έλεγχος των δίσκων τούτων γίνεται βάσει της σχέσεως [58]

$$w_p L^2 \leq \frac{8}{1} \frac{v}{dB^2} B_z$$

ένθα

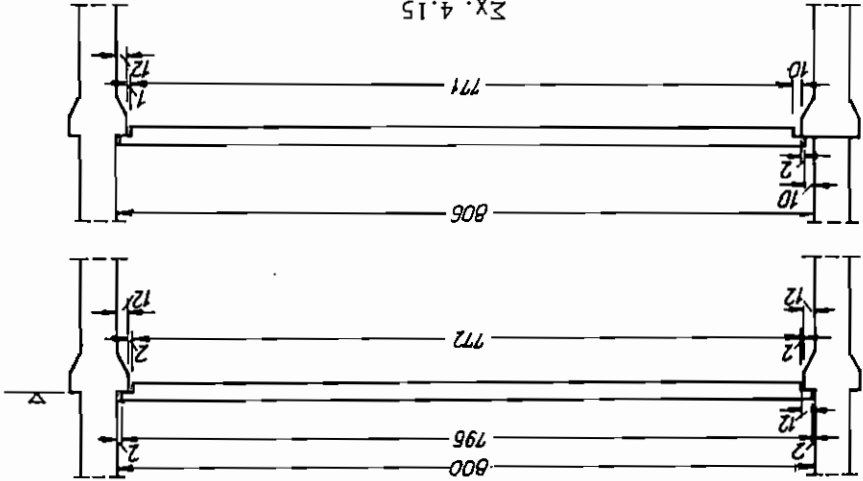
- w_p : φόρτιο τού δίσκου εις l/m,
- L : μήκος τού δίσκου,
- d : πάχος τού δίσκου,
- B : πάχος τού δίσκου,
- B_z : άνοχη τού σκυοδέματος εις έλκυισμόν,
- v : συντελεστής άσφαλείας, όστις δέον όπως είναι μεγαλύτερος τού 4.5.

Εις τού σχ. 4.14 παρέχεται ή κατασκευαστική διάμορφωσις προς έπιτεύξιν λειτουργίας δίσκου της φίμπας DBP, ή-τις άνεπιύχθη εις τού έργαστήριον ώπλισ-μενου σκυοδέματος τού Darmstadt. Κατά τά τελευταία έτη ή έξασφάλισις της λειτουργίας των πακών ως δίσκων εις τήν κατασκευήν αθουσών έπαυσε να είναι τόσον άπαραίτητος, καθ' όσον οι στυλοι πακούνται εις τά πάλματα δι' άπλών κατασκευαστικών διατάξεων και



Σχ. 4.14

Κατασκευαστική διάμορφωσις τού στυλιόματος DBP



Επαληθία σφαιμάτων λόγω κατασκευής και συναρμογής.

οὕτω φέρουν αὐτοὶ τὴν ἀνεμοφόρτισιν ἢ τὸν σεισμόν.

4.3.2.5. Ἐπιρροὴ τῶν ἀνοχῶν εἰς τὰς διαστάσεις

Κατὰ τὴν προκατασκευὴν ἀπαιτεῖται ἰδιαιτέρα προσοχὴ εἰς τὰς ἀνοχὰς ὡς πρὸς τὰς διαστάσεις, καθ' ὅσον πέραν τῶν προκυπτουσῶν δυσχερεῶν μονταρίσματος καὶ κακοτεχνιῶν, προκύπτουν καὶ στατικῶς λίαν συχνὰ ἀνεπίτρεπτοι ἐντατικά καταστάσεις, ὡς προκύπτει ἐκ τοῦ σχ. 4.15.

4.4. ΣΤΑΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΙΣ ΕΡΓΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ

4.4.1. Βιομηχανικὰ μονώροφοι αἶθουσαι

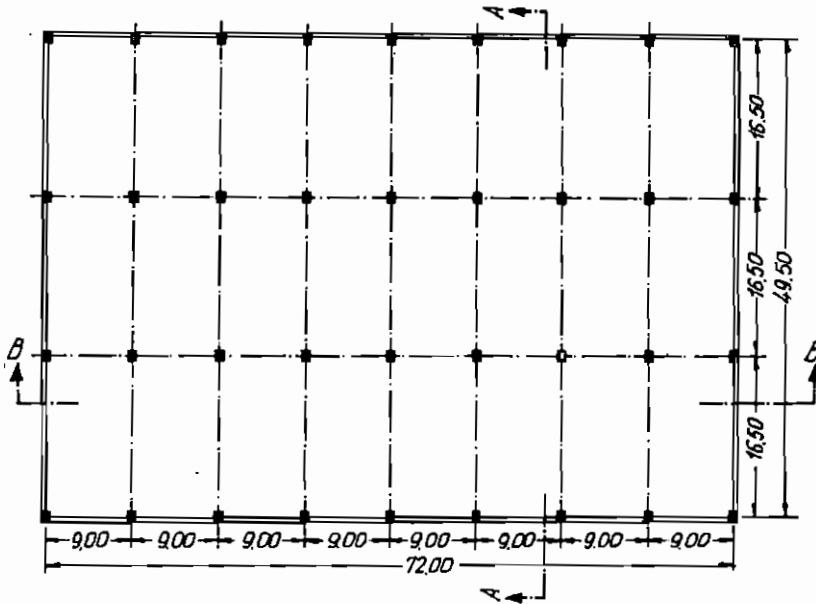
Εἰς τὰς βιομηχανικὰς κατασκευὰς τὰ προκατεσκευασμένα στοιχεῖα χρησιμοποιοῦνται εἴτε εἰς ἐξ ὀλοκλήρου συναρμολογημένα ἔργα εἴτε εἰς μερικῶς τοιαῦτα. Εἰς τὰ ἔργα εἰς τὰ ὁποῖα γίνεται μερικὴ μόνον χρῆσις προκατεσκευασμένων στοιχείων, τὰ μὲν μεγάλα τεμάχια κατασκευάζονται χυτὰ ἐπὶ τόπου, τὰ δὲ μικρὰ προκατασκευάζονται. Κατωτέρω παρέχονται ὀρισμένοι μορφαὶ συχνὰ χρησιμοποιούμεναι.

4.4.1.1. Μονώροφοι αἶθουσαι μὲ ἐπίπεδον ὀροφὴν καὶ φορεῖς ὑπὸ μορφὴν δοκῶν

Αὐτοῦ τοῦ εἶδους αἶθουσαι εἰς μεγάλα ἀνοίγματα κατεσκευάζοντο σχεδὸν ἀποκλειστικῶς ἀπὸ χάλυβα. Λόγῳ τοῦ μεγάλου ὕψους τῆς κατασκευῆς ἢ χρησιμοποίησις χυτοῦ σκυροδέματος ἐπὶ τόπου τοῦ ἔργου ἦτο πολὺ δαπανηρὰ. Εἰς τὰς αἰθούσας ταύτας τὸ ὠφέλιμον φορτίον εἶναι πολὺ μικρὸν (χιῶν, μόνωσις) καὶ ὡς ἐκ τούτου τὸ ἴδιον βᾶρος τῆς ὀροφῆς εἶναι τὸ κυρίως δρῶν φορτίον. Καθίσταται ὅθεν σαφές ὅτι τοῦτο ἀπετέλει ἕνα πρόσθετον λόγον ἀποφυγῆς τοῦ σκυροδέματος, ὡς ὑλικοῦ κατασκευῆς. Ἡ κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη ἐπιτευχθεῖσα βελτίωσις τῶν ὑλικῶν κατασκευῆς (B 450, B 600, προέντασις, ἐλαφρὸν σκυροδέμα μέχρι B 300) ἐμείωσεν τὸ ἴδιον βᾶρος τῶν ἔργων τούτων καὶ παρέσχε τὴν δυνατότητα κατασκευῆς τῶν ἐκ προκατεσκευασμένων στοιχείων.

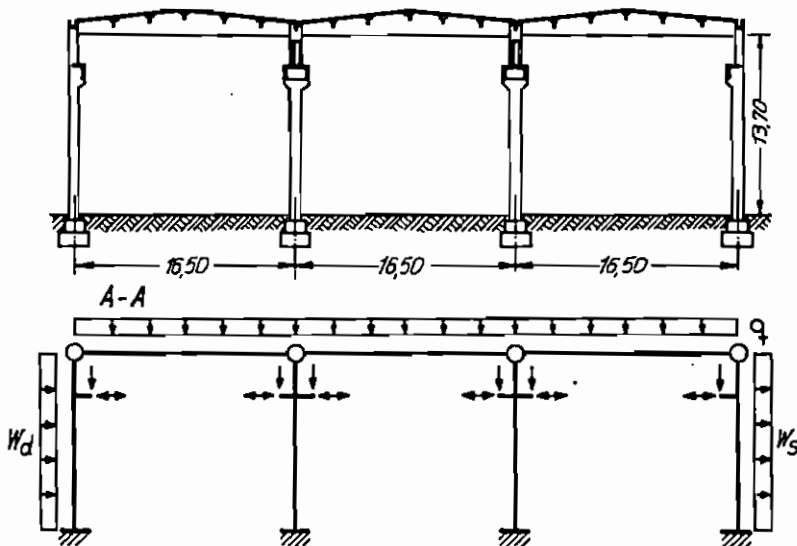
Ἡ συστηματικὴ μελέτη πρὸς ἐπίτευξιν ἀπλῶν τρόπων συναρμολογήσεως παρέσχε τὴν δυνατότητα μειώσεως τοῦ κόστους τούτων καὶ κατέστησεν οὕτω τὴν κατασκευὴν αὐτοῦ τοῦ τύπου οἰκονομικῶς συναγωνισίμον.

Τὰ σχήματα 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 παρέχουν τὰς λεπτομερεῖας μιᾶς τοιαύτης αἰθούσης. Χαρακτηριστικὸν ταύτης εἶναι ἡ κατασκευὴ τῶν σπύλων ὡς ὀλοσώμων στοιχείων τὰ ὁποῖα πακτοῦνται ἐντὸς τοῦ πεδίου.



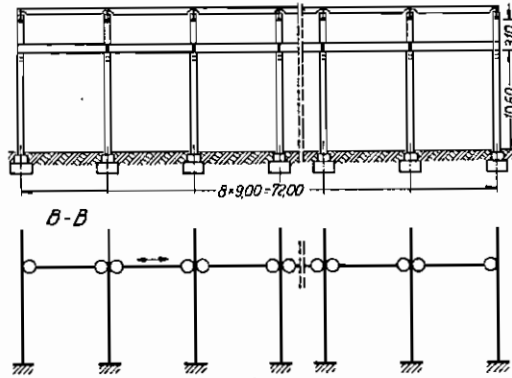
Σχ. 4.16

Κάτοψις αίθουσας



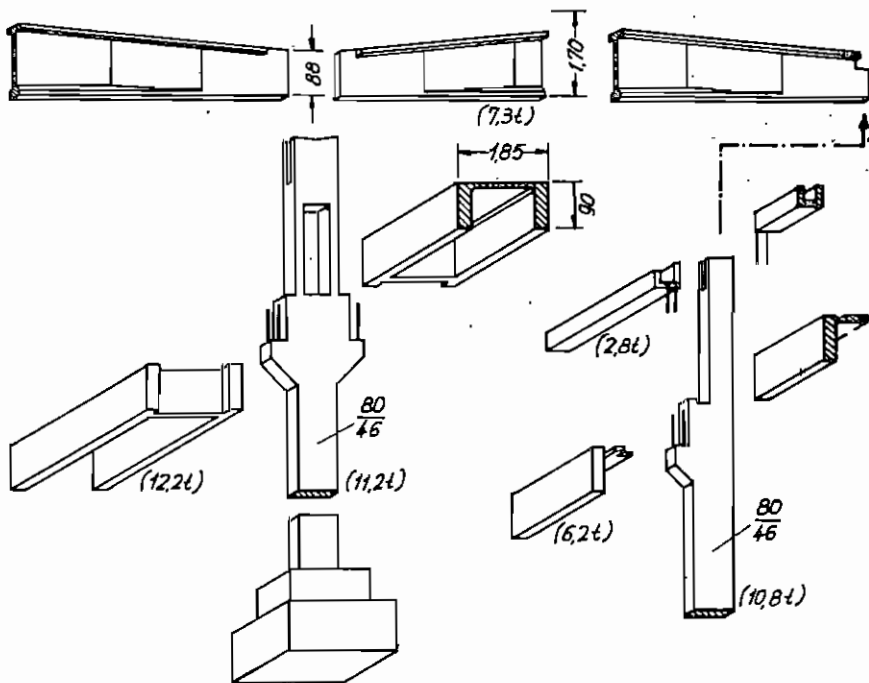
Σχ. 4.17

Τομή Α-Α και στατικό σύστημα αίθουσας σχ. 4.16



Σχ. 4.18

Κατά μήκος τομή αίθουσας σχ. 4.16 (έσωτερική σειρά στύλων)



Σχ. 4.19

Λεπτομέρειαι συνδέσεως αίθουσας σχ. 4.16

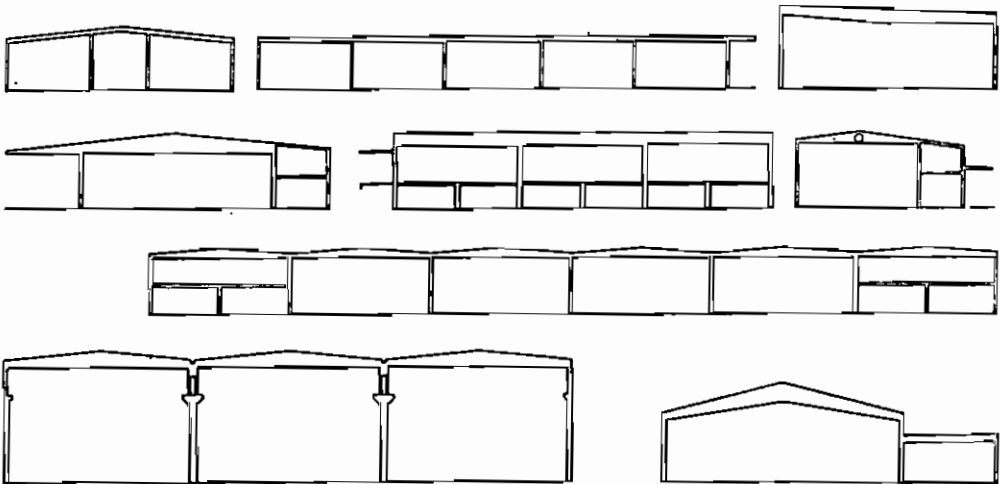
Οὕτω, δὲν ἀπαιτεῖται ἕτερον στοιχεῖον ἀκαμψίας διὰ τὴν εὐστάθειαν τῆς κατασκευῆς. Τὸ ἀνωτέρω σύστημα κατασκευῆς θεωρεῖται σήμερον τὸ ἀπλούστερον καὶ οἰκονομικώτερον πάντων δι' ἀνοίγματα μέχρι 30 m.

Εἰς τὰ σχ. 4.20 καὶ 4.21 δίδονται συστήματα προκατασκευῆς τοῦ αὐτοῦ τύπου ἀναπτυχθέντα ὑπὸ τῆς Dyckerhoff & Widmann τῶν ὁποίων ἡ δόμησις ἐπιτυγχάνεται διὰ τῶν δομικῶν στοιχείων τῶν δοθέντων ἤδη εἰς τὰ σχ. 4.5, 4.6, 4.7. Τέλος εἰς τὸ σχ. 4.22 δίδεται ἡ σειρά συναρμο-λογήσεως μιᾶς τοιαύτης αἰθούσης. Χαρακτηριστικὸν τῶν αἰθουσῶν τούτων εἶναι ὅτι οἱ στῦλοι πακτοῦνται εἰς τὰ θεμέλια λειτουργοῦντες ὡς πρόβολοι διὰ τὰς ὀριζοντίους φορτίσεις.

Ἐν τούτοις ὑπάρχουν πλεῖστα ὅσαι λύσεις διάφοροι τῶν ἀνωτέρω. Οὕτω εἰς τὸ σχ. 4.23 δίδεται ἡ κατασκευαστικὴ διάταξις ἑνὸς τριαρθρωτοῦ συστήματος. Τὸ σύστημα τοῦτο πέραν τῶν δυσχερειῶν μεταφορᾶς, παρουσιάζει καὶ σοβαρώτατα προβλήματα εὐσταθείας, κατὰ τὸ στάδιον συναρμο-λογήσεως.

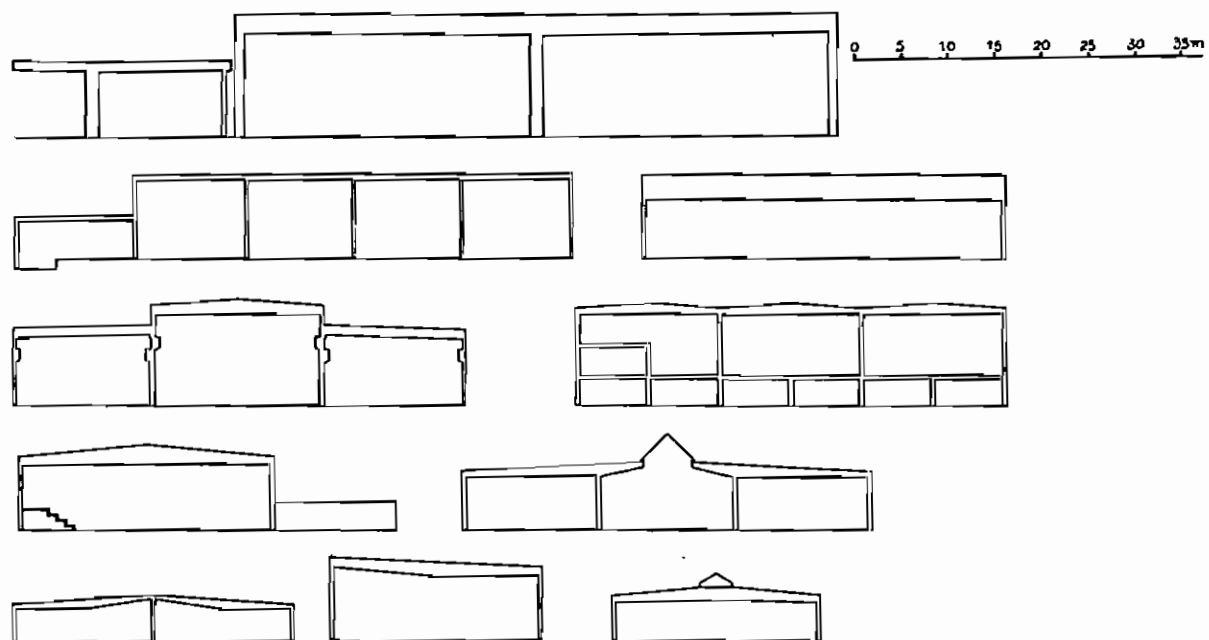
Εἰς αἰθούσας μὲ μικρὸν ὕψος καὶ μεγάλα ἀνοίγματα κατασκευάζονται τὰ πλαίσια χυτὰ ἐπὶ τόπου, αἱ δὲ διαδοκίδες προσκομίζονται προκατε-σκευασμένα (σχ. 4.24). Εἰς τὰς πλείστας τῶν περιπτώσεων τούτων τὰ χυτὰ ἐπὶ τόπου τμήματα, χρησιμοποιοῦνται καὶ πρὸς διέλευσιν τῶν γραμ-μῶν ἐνεργείας.

0 5 10 15 20 25 30 35m



Σχ. 4.20

Μορφαὶ αἰθουσῶν τῆς Dyckerhoff & Widmann

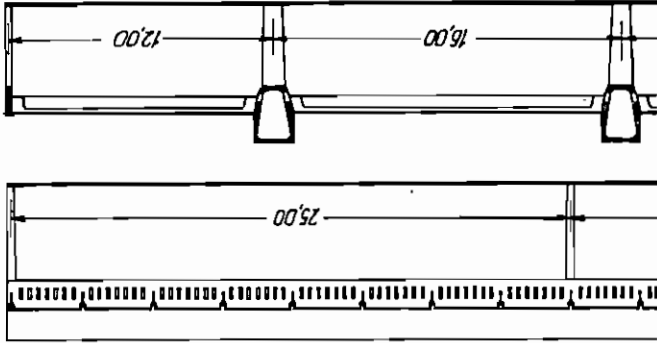


Σχ. 4.21

Μορφαί αίθουσών της Dyckerhoff & Widmann

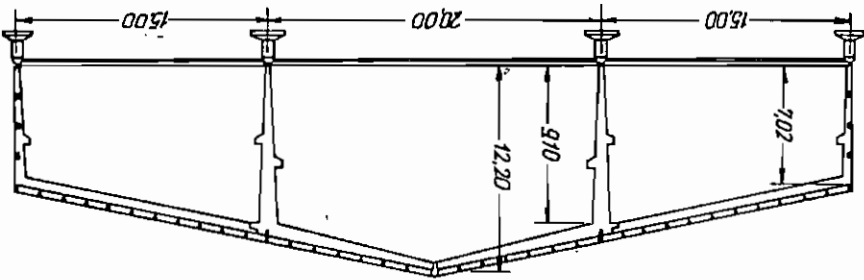
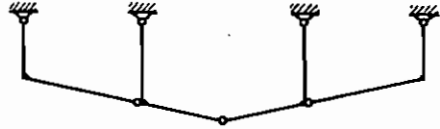
Κατά πάρος και κατά μέγιστο τομή αθούσης με πλάγια χυτά επί τόπου

Σχ. 4.24



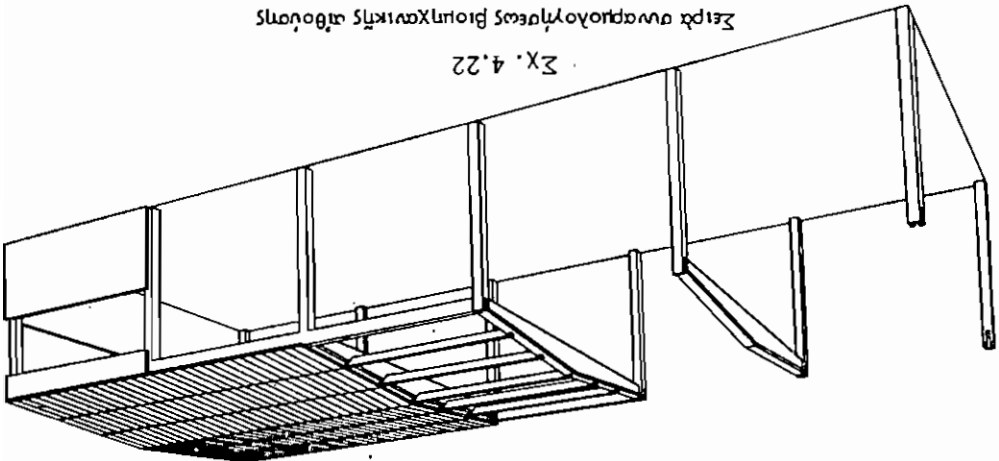
Τομή αθούσης και στατικών συστημάτων με τριυφθέρων φορέα

Σχ. 4.23



Ζεύξα συναρμολογησών βιομηχανικής αθούσης

Σχ. 4.22

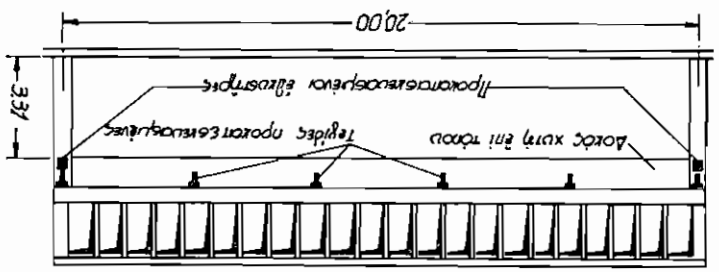


4.4.1.2. Αίθουσα με πριονωτήν όροφήν

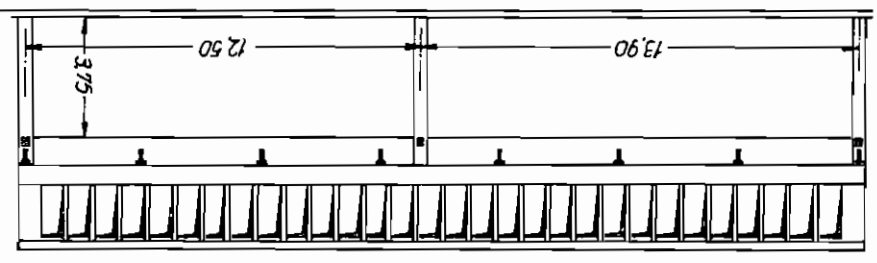
Αι αίθουσαι αύται λόγω των μορφολογικών και των λειτουργικών των πανεκτετημάτων χρησιμποιούνται ήσαν συχνά, και ώς εκ τούτου άπαιτούχθησαν διάφοροι τύποι τοιούτων όροφών προκατασκευασμένων, ός και εις τας αίθουσας με έπιπέδον όροφήν ύψίστανται δύο μέθοδοι κα- τασκευής :

- α) τής περικτής χρησιμποιήσεως προκατασκευασμένων στοιχείων και
- β) τής καθολικής χρησιμποιήσεως τοιούτων.

Όροστάια προκατασκευαμένα



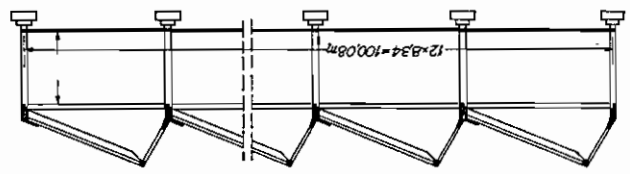
α)



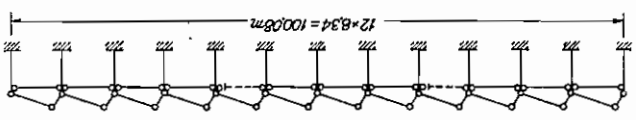
β)

ΣΧ. 4.25

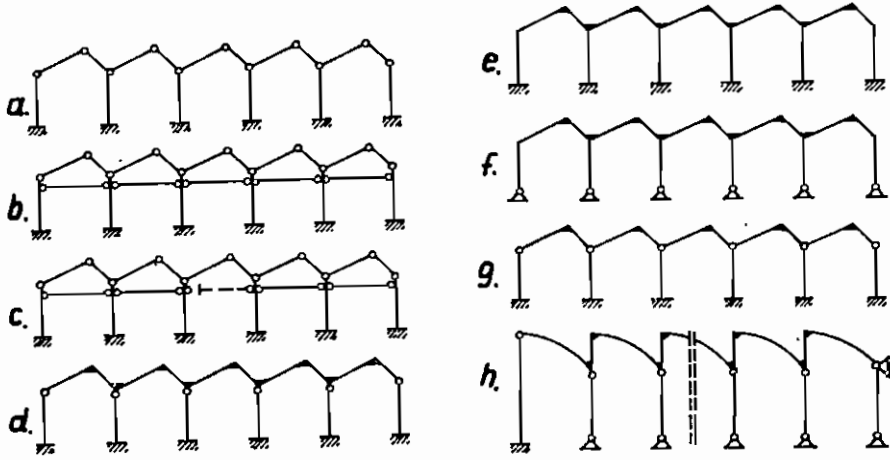
- α. Αίθουσα με όροφήν τύπου Sched ενός άνοιγματος (Stribitz).
- β. Αίθουσα δύο άνοιγμάτων εις Herbslein



ΣΧ. 4.26



Κατά μήκος τομή και στατικόν σύστημα αίθουσας ΣΧ. 4.25 α



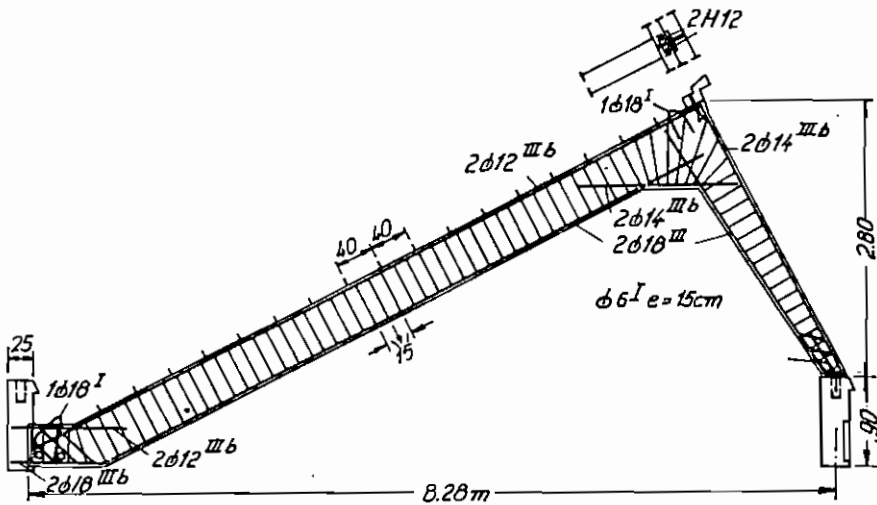
Σχ. 4.28

Διάφορα στατικά συστήματα πριονωτής όροφης



Σχ. 4.29

Φορείς με σταθεράν γωνίαν

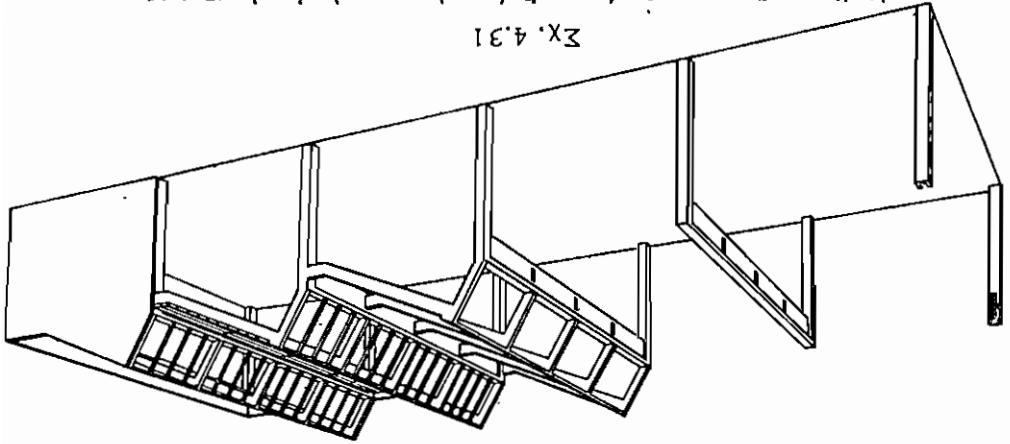


Σχ. 4.30

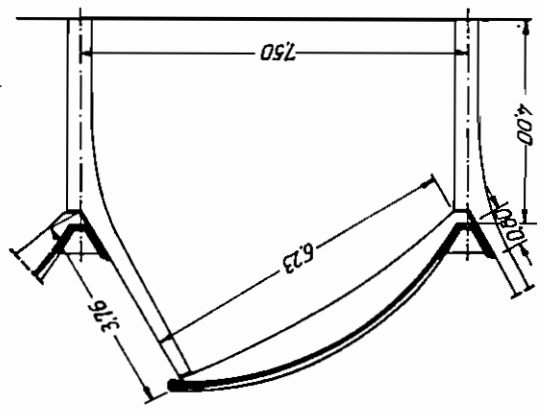
Γωνία Sched του έργου VDO (Ph, Holzmann A.G)

Εἰς τὴν πρῶτην μέθοδον εἶναι δυνατόν νὰ κατασκευασθῶν τὰ ὑπο-
 στύλαια, αἱ δοκοὶ-ὑδοροδοί, καὶ αἱ δοκοὶ στῆψεως ἐκ τοῦ ἡλίου ἐπι-
 τόπου σκευοπέλατος, τὰ δὲ λοιπὰ στοιχεῖα ἦτοι τὸ φέρον πλάγιον τοῦ
 ὑλοσυσταίου, αἱ ἄξαι διαδοκίδες, οἱ ἄκκοστροφοὶ καὶ τὰ στοιχεῖα τῶν πλά-
 κῶν ἐκ προκατασκευασμένων στοιχείων. Ἐκ τούτων αἱ ἄξαι διαδοκίδες,
 τὰ πλάγια τῶν παρὰθύρων καὶ οἱ ἄκκοστροφοὶ τῶν ἄκρων, τοποθετοῦν-
 ται πρὸ τῆς ἐντυπώσεως τοῦ σκευοπέλατος εἰς τὰ πρὸς ἄνω ἡμισυ τῆς
 πρὸς δημιουργίαν ἀκμάτου φορέως (σ. 4.25, 4.26, 4.27).
 Τὰ χρησιμοποιοῦμενα στατικά συστήματα, ἀνεξαρτήτως τῆς μεθόδου
 κατασκευῆς, δυνατόν νὰ ἐνταχθῶν εἰς τὰ ἑν ἢ δύο ἐπιπέδα 4.28 ἐπιπέδα.
 Εἰς περίπτωσηί χρησιμοποιοῦμεν φορέας στῆψης ὑπὸ μορφῆν γωνίας (σ. 4.29) ἢ ἐφαρμοσμένην κατασκευαστικὴν διάταξιν ἐπιπέδα εἰς τὸ σ. 4.30.
 Εἰς τοὺς φορέας τοῦτους αἱ κῦραι δοκοὶ κατασκευάζονται ἡλίου ἐπι-
 τῶν.

Κατὰ τὴν δευτέραν μέθοδον (καθολικὴν χρησιμοποιοῦσιν προκατασκευ-
 αμένων στοιχείων) δυνατόν τὰ ὑποστύλαια νὰ πακτωθῶν εἰς τὸ



Ἀνάσας τῆς συνημοσύνης αἰθούρας μετὰ πρῶτην ὀροφήν (D & W)



Τοιῆ σκευοπέλατος ἀντιθέτου ἐκ δύο μετὰ ἀλλήλων προκατε-
 σκευασμένων στοιχείων

πέδιλον, αἱ δοκοὶ - ὑδρορροαὶ νὰ στερεωθοῦν ἐπὶ τῶν στύλων, καὶ ἐπ' αὐτῶν νὰ συναρμολογηθοῦν αἱ διαδοκίδες σχήματος Λ. Ἡ διάταξις αὕτη ἐμφάνεται εἰς τὸ σχ. 4.31. Τέλος εἰς τὸ σχ. 4.32 δίδεται ἡ κατασκευαστικὴ διαμόρφωσις στῆγης πριονωτῆς συντιθεμένης ἐκ δύο μόνων στοιχείων, τὸν στῦλον καὶ τὴν καμπύλην πλάκα ἐπικαλύψεως (κέλυφος κυλινδρικόν).

4.4.1.3 Αἶθουσαι μὲ ὀροφὴν ἐκ κελυφῶν ΗΡ (ὑπερβολοειδῆ ἐκ περιστροφῆς)

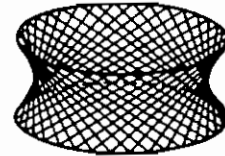
Αἱ ὀροφαὶ τῶν αἰθουσῶν τούτων συντίθενται ἐκ κελυφωτῶν. στοιχείων μεγάλης ἐπιφανείας προερχομένων ἐξ ὑπερβολοειδῶν ἐκ περιστροφῆς. Τὰ κελύφη ταῦτα εἶναι γνωστὰ ὑπὸ τὸν ὄρον " κελύφη τύπου ΗΡ ". Κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη εὐρίσκουν μεγάλην ἐφαρμογὴν εἰς τὰς βιομηχανικὰς κατασκευάς, καὶ τοῦτο διότι εἶναι πρόσφορα τόσο ἀπὸ στατικῆς ὅσον καὶ ἀπὸ κατασκευαστικῆς πλευρᾶς.

Τὸ εἰς τὸ σχ. 4.33 παριστάμενον στοιχεῖον δὲν φέρει οὔτε διαμήκεις οὔτε ἐγκαρσῖας ἐνισχύσεις καὶ ὡς ἐκ τούτου ἀπλοποιεῖται τόσο ἡ κατασκευὴ του ὅσον καὶ ἡ μεταφορὰ του. Τὰ κελύφη ταῦτα παρέχουν τὴν



Σχ. 4.33

Μορφή κελύφους τύπου ΗΡ



Σχ. 4.34

Γενέτειρες κελύφους ΗΡ

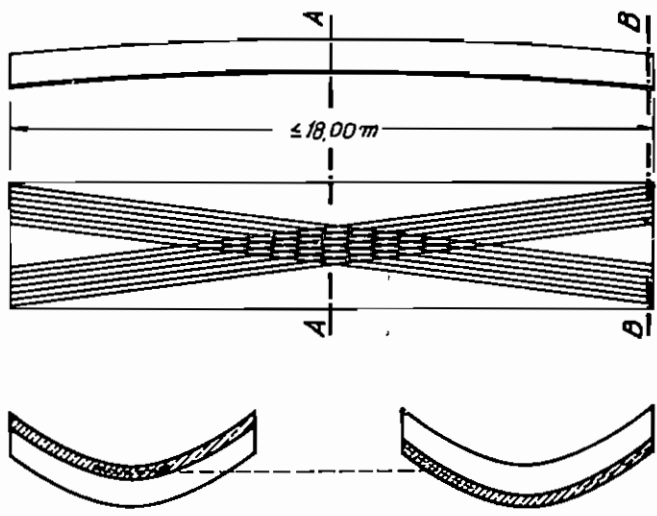
δυνατότητα τῆς ἀνέτου προεντάσεως των εἰς κλίνην καθ' ὅσον περιέχουν δύο ὁμάδας διασταυρουμένων γενετειρῶν (σχ. 4.34).

Οἱ τένοντες οἴτινες τοποθετοῦνται κατὰ τὴν διεύθυνσιν τῶν γενετειρῶν τούτων εἰς μὲν τὸ μέσον τοῦ κελύφους εὐρίσκονται εἰς τὸ χαμηλότερον σημεῖον τῆς διατομῆς, εἰς δὲ τὰ ἄκρα τούτου περίπου εἰς τὸ ὕψος τοῦ κέντρου βάρους ταύτης (σχ. 4.35). Τὰ στοιχεῖα ταῦτα κατασκευάζονται συνήθως εἰς τὰς ἐξῆς διαστάσεις: Πλάτος 2.33 m, μῆκος μέχρι 18 m καὶ πάχος 5 cm. Χρησιμοποιοῦνται ὡς στοιχεῖα ὀροφῶν ποικίλης μορφῆς (σχ. 4.35).

Ἐφ' ὅσον χρησιμοποιηθοῦν ἐλκυστήρες (σχ. 4.36, σχ. 4.37) δύναται τὸ ἀνοιγμα νὰ φθάσῃ μέχρι 30 m.

4.4.1.4 Αἶθουσαι ἐκ μὴ τυποποιημένων στοιχείων

Ὡς ἤδη ἐλέχθη δι' ὠρισμένα εἰδικῆς φύσεως ἔργα, κρίνεται πολλάκις

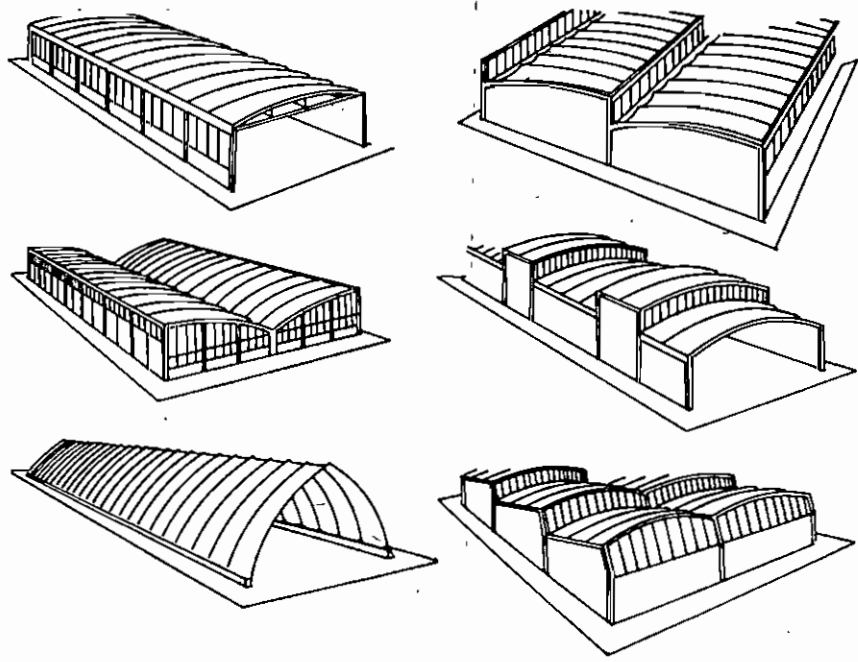


ΤΟΜΗ Α-Α

ΤΟΜΗ Β-Β

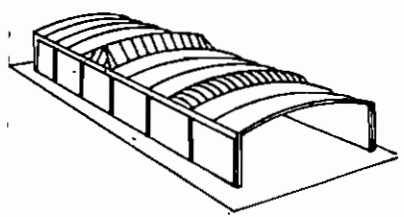
Σχ. 4.35

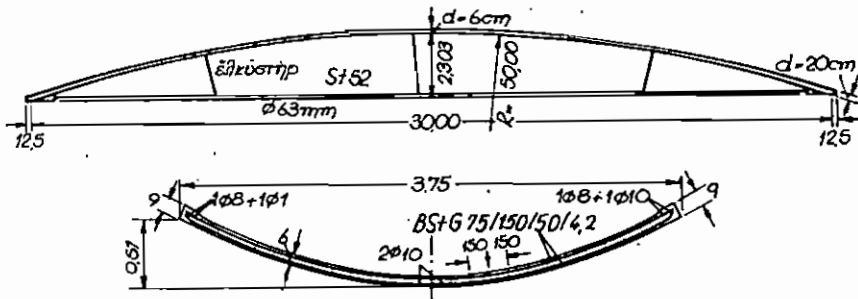
Διάταξις ένταπών εις κέλυφος ΗΡ



Σχ. 4.36

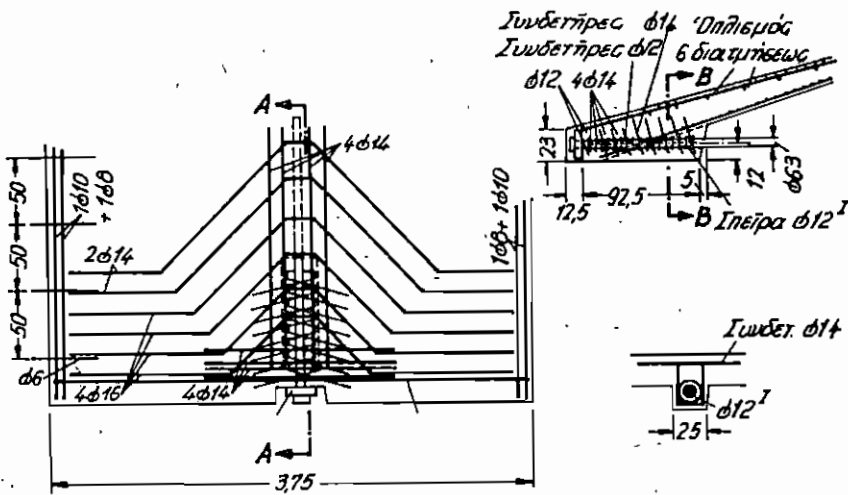
Δυνατότητες χρήσεως στοιχείων ΗΡ





Σχ. 4.37

Διαμήκης και έγκαρσία τομή κελύφους ΗΡ μεθ' ελαστήρος



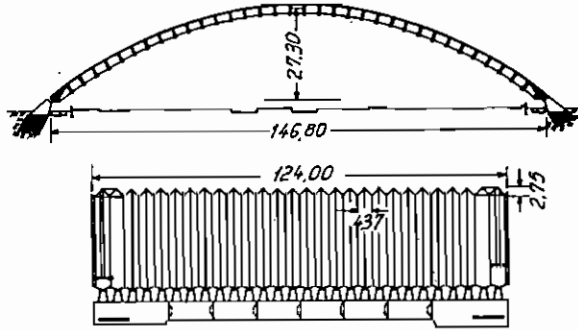
Σχ. 4.38

Όπλισμός του κελύφους του σχ. 4.37 παρά την στήριξιν

σύμφωρος ή προκατασκευή, όποτε τα δομικά στοιχεία σχεδιάζονται αποκλειστικώς δια τó υπό μελέτην έργον.

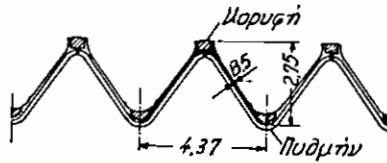
Είς τα σχ. 4.39 και 4.40 δίδονται αί τομαί δύο αίθουσών κατασκευασθεισών δι' ειδικώς δι' αύτάς μελετηθέντα τεμάχια [54], [55].

Τέλος, είς τα σχ. 4.41, 4.42, 4.43 και 4.44 παρέχονται αί τομαί και αί κατασκευαστικά λεπτομέρειαί τής αποθήκης δεμάτων του σιδηροδρομικού σταθμού του Μονάχου, τής μεγαλυτέρας μέχρι του 1969 είς άνοιγμα κατασκευής έκ προκατεσκευασμένων στοιχείων [53]. Είς την κατασκευήν ταύτην ύπήρξεν τόσον διαμήκης όσον και έγκαρσία διαίρεισις είς προκατεσκευασμένα στοιχεία συνδεθέντα κατά την κυρίαν διεύθυνσιν λειτουργίας (τόξον) δια προεντάσεως.



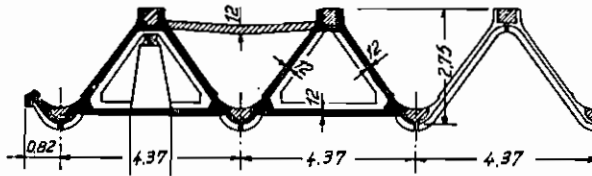
Σχ. 4.41

Κατά μήκος και κατά πλάτος τομή άποθήκης δεμάτων Μονάχου



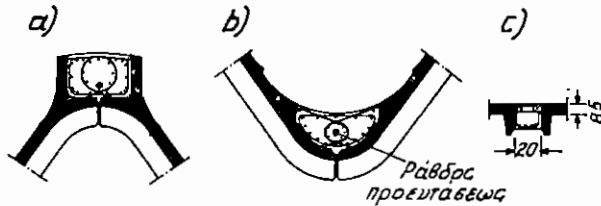
Σχ. 4.42

Διατομή κανονικού τόξου



Σχ. 4.43

Διατομή μετωπικού τόξου



Σχ. 4.44

Λεπτομέρειαι συνδέσεως

α) Σύνδεσις κορυφής β) Σύνδεσις πυθμένος γ) Έγκαρσία σύνδεσις

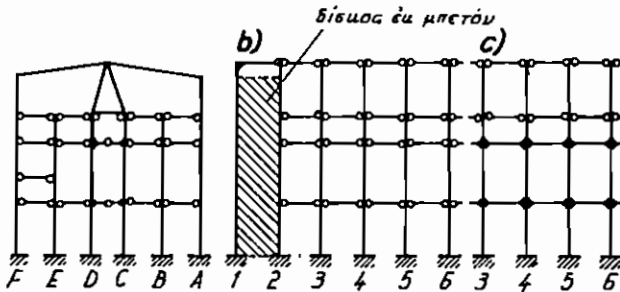
4.4.2. Πολυώροφοι κατασκευαί με φέροντα σκελετόν

Εἰς πολυώροφους κατασκευὰς με φέροντα σκελετόν ἢ πλαισιακὴ σύνδεσις τῶν ἐπὶ μέρους στοιχείων καίτοι μὴ ἀδύνατος εἶναι ἀρκετὰ δύσκολος καὶ ἀπαιτεῖ προσθέτους σοβαρὰς δαπάνας. Ὡς ἐκ τούτου, ἐπιδιώκεται ἢ παραλαβὴ τῶν ὀριζοντίων δυνάμεων, διὰ τῶν ἀκάμπτων στοιχείων τῆς κατασκευῆς ὡς τὰ κλιμακοστάσια, τὰ φρεάτια τῶν ἀνεγκυστήρων, μεμονωμένα τοιχεῖα κλπ. τὰ ὁποῖα κατασκευάζονται χυτὰ ἐπὶ τόπου, καὶ ἀποτελοῦν τὸν πυρήνα τῆς κατασκευῆς. Ἡ τοιαύτη διάταξις ἐξ ἄλλου ἐκφράζει καὶ τὸ πνεῦμα ὄλων τῶν συγχρόνων πολυώροφων κατασκευῶν, ἀνεξαρτήτως προκατασκευῆς ἢ ὄχι, συμφώνως πρὸς τὸ ὁποῖον ἐπιδιώκεται, τὰ μὲν λεπτὰ κατακόρυφα στοιχεῖα νὰ παραλαμβάνουν μόνον κατακόρυφα φορτία, αἱ δὲ ὀριζόντιοι δυνάμεις νὰ παραλαμβάνωνται ὑπὸ πυρήνων καταλλήλως διατεταγμένων.

Εἰς τὰ προκατεσκευασμένα ἔργα ἀπαιτεῖται ὅπως ληφθῆ ἰδιαιτέρα πρόνοια ὥστε νὰ εἶναι δυνατὴ ἢ μεταβίβασις τῶν ὀριζοντίων δυνάμεων μέσω τῶν πλακῶν εἰς τοὺς πυρήνας. Τοῦτο σημαίνει ὅτι πρέπει νὰ λαμβάνεται ἰδιαιτέρα πρόνοια πρὸς δημιουργίαν δίσκων ὀλοσώμων εἴτε διὰ συνδέσεως τῶν ἐπὶ μέρους στοιχείων τῆς πλακῶς εἴτε διὰ κατασκευῆς τμήματος τούτων ὡς χυτῶν ἐπὶ τόπου.

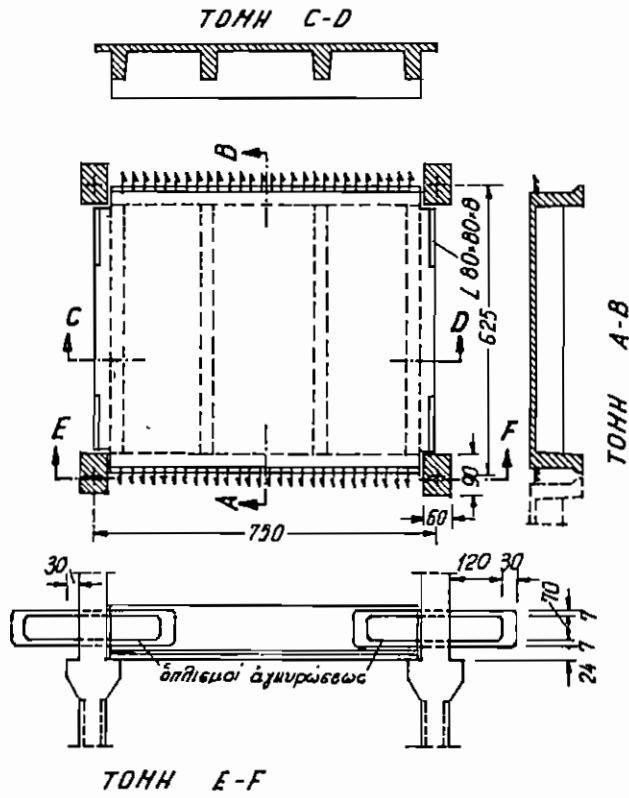
Εἰς τὰ σχ. 4.45, 4.46 δίδονται αἱ κατασκευαστικαὶ λεπτομέρειαι μιᾶς κατασκευῆς τῆς ὁποίας ὁ σκελετὸς συντίθεται ἐν μέρει ἀπὸ τοιχεῖα καὶ ἐν μέρει ἀπὸ ὑποστυλώματα, τὰ ὁποῖα ἔχουν προέλθῃ ἐκ τῆς ἀκάμπτου συνδέσεως ἐπὶ μέρους στοιχείων εἰς ὕψος 1 m περίπου ὑπεράνω τοῦ δαπέδου ἐκάστου ὀρόφου. Εἰς τὸ σχ. 4.47 παρέχεται τὸ φέρον σύστημα ἐνὸς σκελετοῦ διαμορφωθέντος διὰ στοιχείων σχήματος Η συνδεδεμένων ἀκάμπτως εἰς τὸ μέσον τοῦ ὕψους τῶν ὀρόφων (ροπαὶ μηδενικαὶ λόγφ ἀνέμου καὶ σεισμοῦ).

Εἰς τὰ σχ. 4.48, 4.49, 4.50 ἐμφαίνονται αἱ κατασκευαστικαὶ λεπτομέρειαι καὶ τὸ στατικὸν σύστημα ἑξαρόφου κτηρίου τοῦ ὁποίου τὸ ὑ-



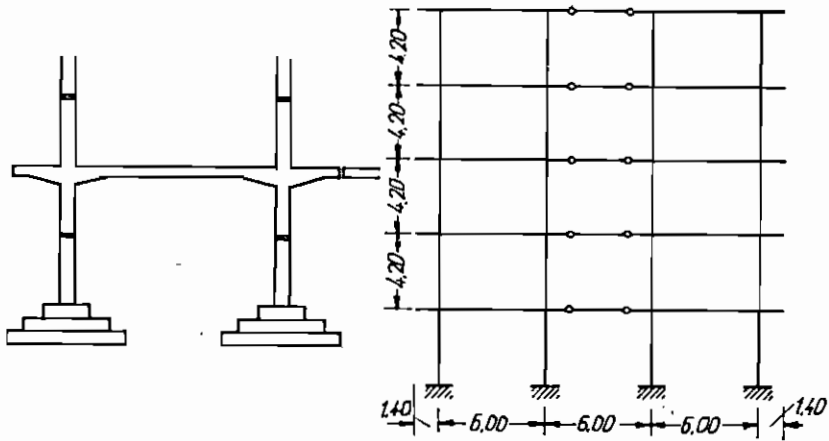
Σχ. 4.45

Στατικὸν σύστημα πολυώροφου κτηρίου



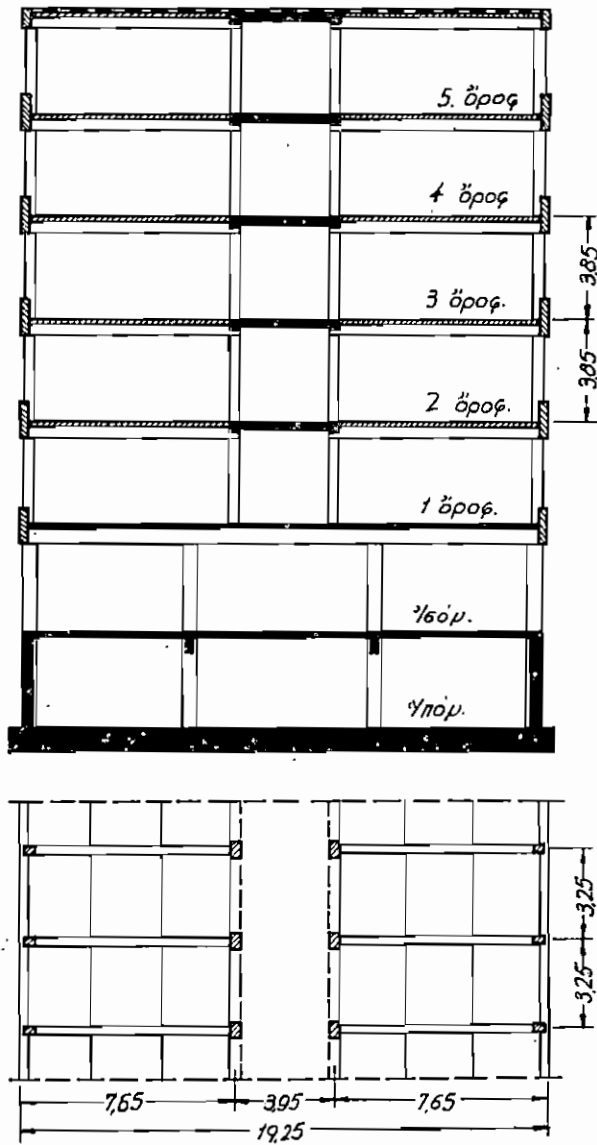
Σχ. 4.46

Ἀγκύρωσις πλακὸς κτηρίου σχ. 4.45



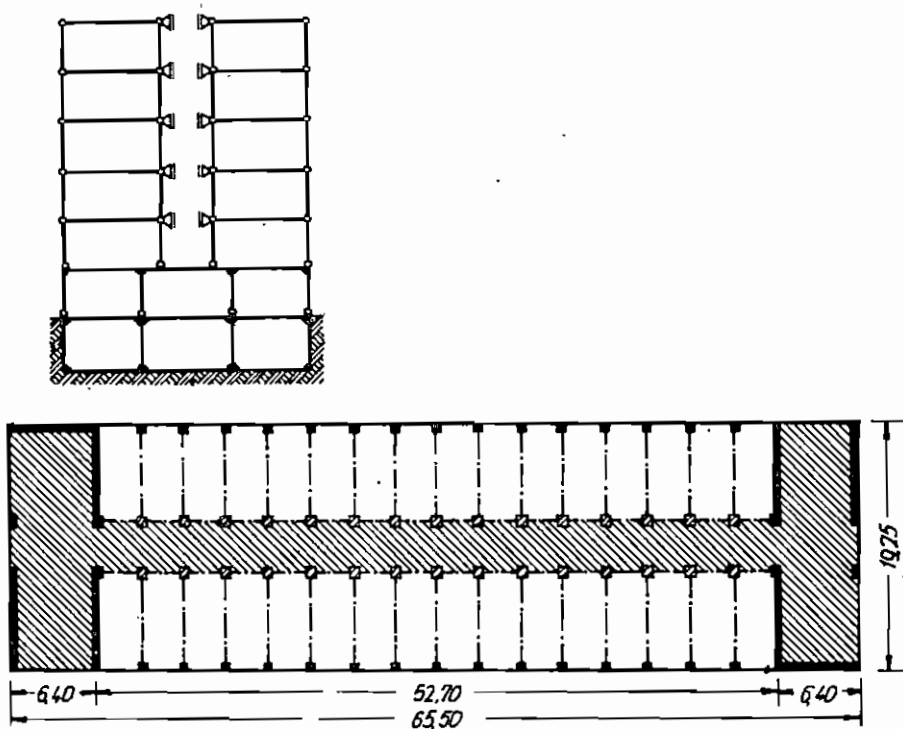
Σχ. 4.47

Πλαισιωτή κατασκευή με στοιχεῖα σχήματος Η



Σχ. 4.48

Κάτοψις και τομή πολυώροφου προκατεσκευασμένου κτηρίου



Σχ. 4.50

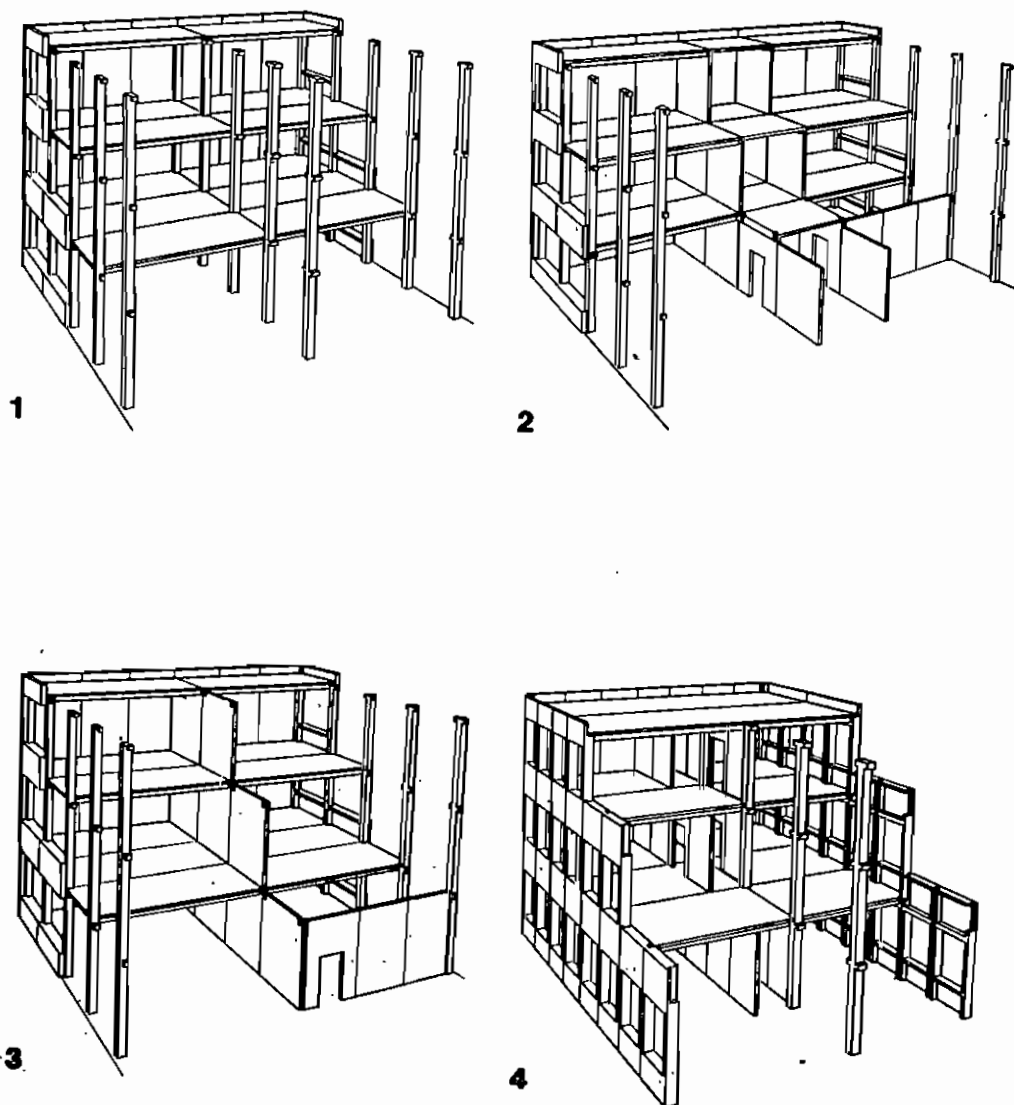
Στατικό σύστημα του κτηρίου του σχ. 4.48

πόγειον και ισόγειον κατεσκευάσθησαν χυτά επί τόπου, τὸ δὲ υπόλοιπον κτήριο συνηρμολογήθη ἐπὶ δύο φερόντων πυρήνων συνδεδεμένων μεταξύ των διὰ μιᾶς πλακός, ὑπὸ μορφὴν ταινίας, χυτῆς ἐπὶ τόπου.

Κατωτέρω εἰς τὰ σχ. 4.51 καὶ 4.52 παρέχεται ἡ γενικὴ διάταξις τῶν συστημάτων δομῆσεως πολυώροφων κατασκευῶν τῆς Dyckerhoff & Widmann.

4.4.3. Πολυώροφοι κατασκευαὶ δι' ἐπιπέδων πινάκων (βαρεῖα προκατασκευή)

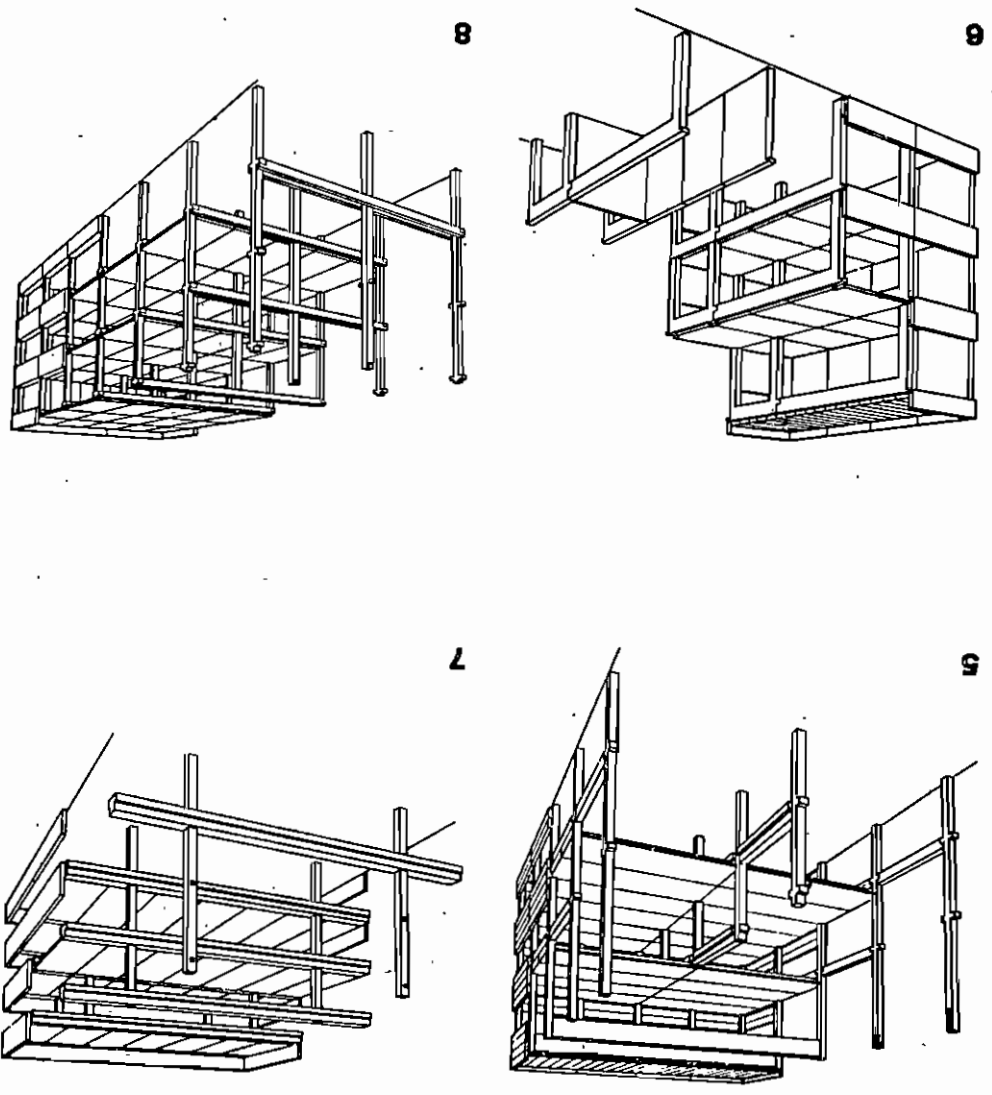
Αἱ κατασκευαὶ δι' ἐπιπέδων πινάκων εὐρίσκουν ἐφαρμογὴν εἰς τὴν ἀνέγερσιν κατοικιῶν, διδασκηρίων, δημοσίων κτηρίων κλπ. εἰς ρυθμὸν αὐξοῦντα κατὰ τὰ τελευταῖα ἔτη. Ἡ ἀνέγερσις τῶν κτηρίων τούτων βάσει προγραμματισμοῦ μετὸ σύστημα τῆς πανταχόθεν ἐλευθέρως δομῆσεως, ἥτις ἐπιτρέπει τὴν χρησιμοποίησιν τοῦ αὐτοῦ κανάβου διὰ μεγάλου ἀριθμὸν κτηρίων παρέσχε τὴν δυνατότητα ἀναπτύξεως βιομηχανιῶν, πα-



Σχ. 4.51

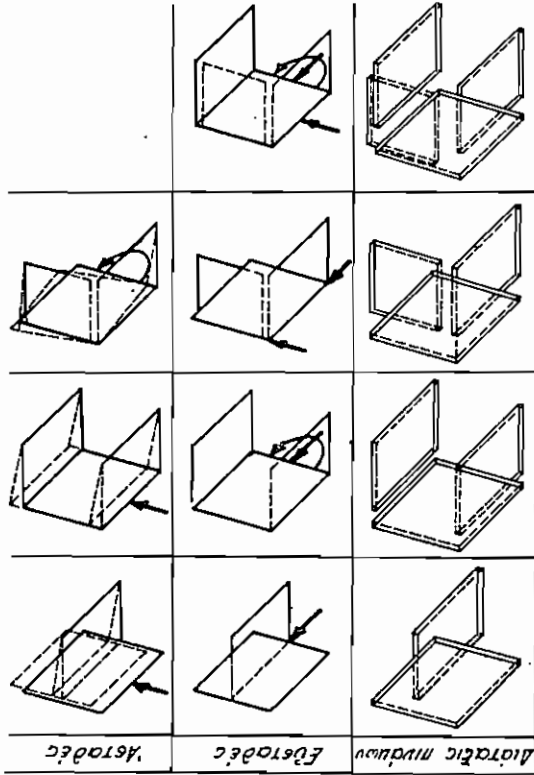
Προκατεσκευασμένα πολυώροφα κατασκευαί
τῆς Dyckerhoff & Widmann

Σχ. 4.52



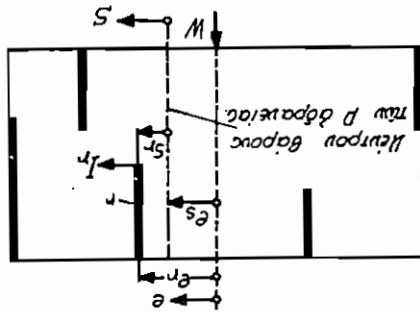
Λογική και ευσταθή συστήματα εκ πινάκων

ΣΧ. 4.54



Αντικείμενο διατάξης τοιχείων

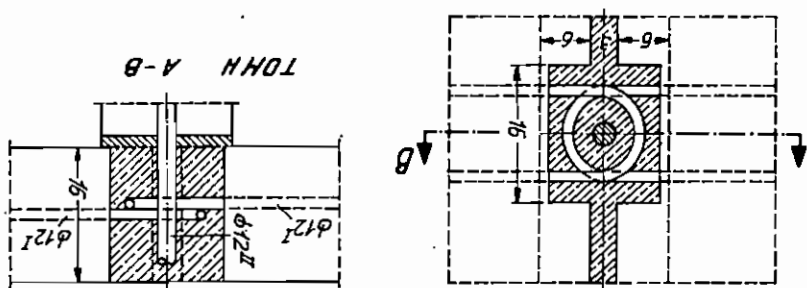
ΣΧ. 4.53



Μπορεί μετά των κατακόρυφων στοιχείων μετά των οποίων είναι συνδεδεμένοι εσταθές συστήμα. Είς τὸ σχ. 4.54 παρέρχονται διάφορα συστήματα μὴ εσταθῆ, ὡς καὶ ἐν εσταθῆς τοιοῦτον. Ἀνεξαρτήτως ὅμως τῶν ἐπιφύσεων στατικῆ ευστάθεια τοῦ ἔργου, ἀπαιτεῖται ὅπως τὰ στοιχεῖα τῶν πλάκων συνδένονται εἰς τὴν ἐξωτερικὴν ἐπιπέδον τοῦ κτηρίου τοιαύτως ὡς ἐν σχ. 4.55 δι' ὀπλισμῶν, καθὼς ἐπισημ. καὶ διὰ περιμετρικοῦ δακτυλίου ἀγκυρώσεως (σχ. 4.56, 4.57).

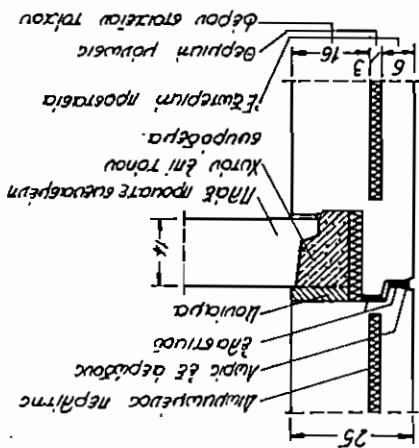
Ἀντολίερα τοπικῆς ἀγκυρώσεως

Σχ. 4.57



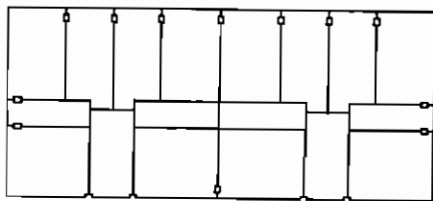
Ἀντολίερα ἐπιπέδικης ἀγκυρώσεως

Σχ. 4.56

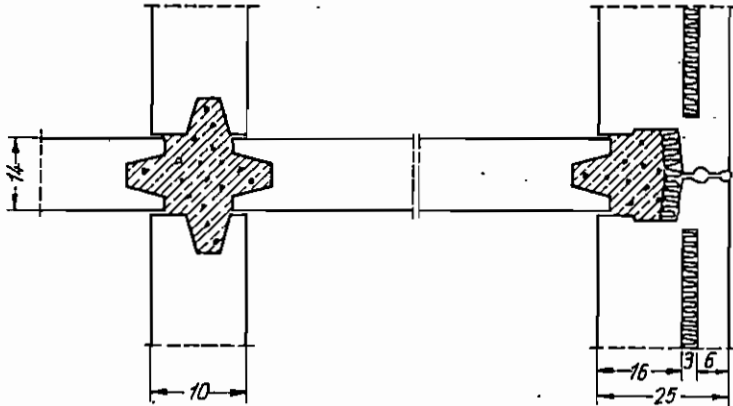


Ἐπιπέδικη καὶ τοπικὴ ἀγκυρώσεως
στοιχείων

Σχ. 4.55



Τέλος οί τοίχοι δέον ὅπως συνδέωνται κατὰ τὴν κατακόρυφον ἔννοιαν εἰς τὴν ἐπιφάνειαν ἐπαφῆς, εἴτε δι' ἀπλοῦ κονιάματος εἴτε καὶ δι' ὀπλισμῶν (σχ. 4.58).



Σχ. 4.58

Κατακόρυφος σύνδεσις τοιχείων.

Εἰς τὰ σχ. 4.59, 4.60, 4.61 καὶ 4.62 παρέχονται αἱ κατασκευαστικαὶ λεπτομέρειαι τοῦ συστήματος "Maydl - Austrija" ἐκπροσωπούμενον ἐν Ἑλλάδι ὑπὸ τῆς "Προδομὴ Ε.Π.Ε." [57]. Τέλος εἰς τὸ σχ. 4.63 παρέχονται αἱ λεπτομέρειαι τῶν κόμβων τοῦ συστήματος ὅπερ ἀνέπτυξεν ἡ Dyckerhoff & Widmann.

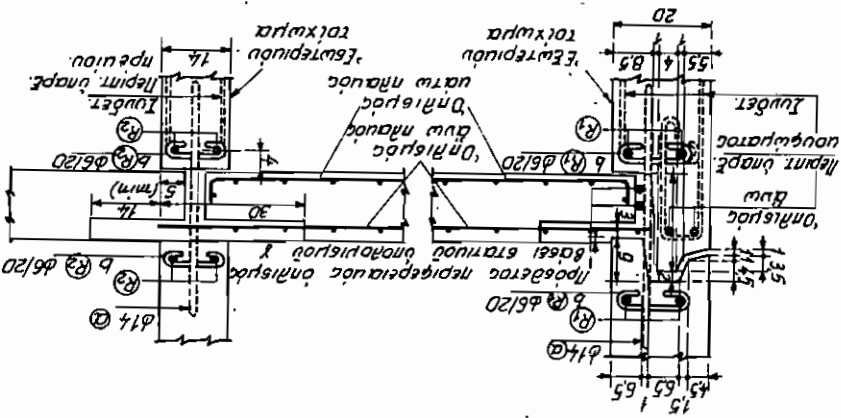
Εἰς τὸ παρὸν κεφάλαιον κρίνεται σκόπιμον ὅπως ἀναφερθοῦν καὶ οἱ ὑπὸ τοῦ Κανονισμοῦ ἐπιβαλλόμενοι ἑλεγχοὶ ἀπὸ πλευρᾶς εὐστάθειας καὶ τάσεων. Οὕτω, δέον ὅπως ἐλέγχεται ἡ εὐστάθεια τῆς ὅλης κατασκευῆς καὶ τῶν μελῶν ταύτης ἔναντι κατακορύφων καὶ ὀριζοντίων φορτίων.

Τὰ τεμάχια τῶν ὀροφῶν δέον ὅπως συναρμολογοῦνται εἰς κλειστοὺς δίσκους πρὸς μεταβίβασιν ὀριζοντίων δυνάμεων.

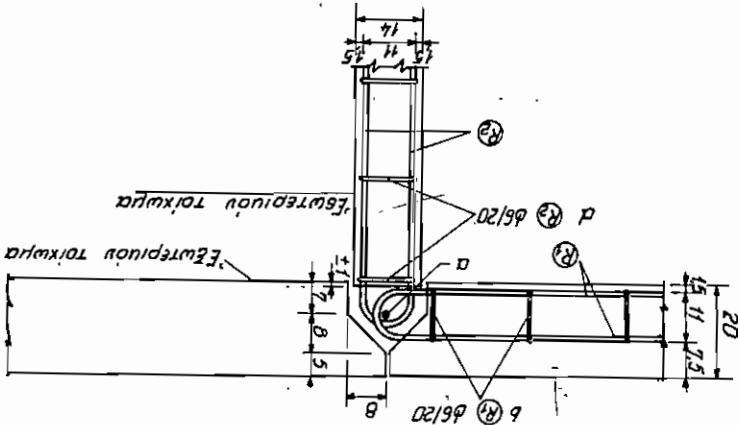
Κατὰ τὸν ἑλεγχον τῶν τάσεων τῶν ὡς ἀντιανεμίων δρῶντων τοιχωμάτων, δέον ὅπως λαμβάνωνται ὑπ' ὄψιν ροπαὶ ἐξ ἀνέμου ἀλλὰ καὶ αἱ κατὰ τὴν ἰδίαν διεύθυνσιν ἐνεργοῦσαι ροπαὶ, ἐξ ἐκκέντρου κατακορύφου φορτίσεως. Τὰ ὀριζόντια φορτία, δέον ὅπως κατανέμονται εἰς τὰ ἐπὶ μέρους στοιχεῖα, ἀναλόγως τῆς ἀκαμψίας των ὡς ἀνωτέρω ἐγένετο.

Διὰ κτήρια κατοικιῶν μὲ ἐξ τὸ πολὺ ὀρόφους καὶ ὕψος ὀρόφου ≤ 3.00 m, περίπου δὲ συμμετρικὴν διάταξιν τῶν τοιχείων (ἐκκεντρότης μεταξὺ τοῦ ἄξονος τῶν φορτίων καὶ τοῦ ἐλαστικοῦ κέντρου $\leq b_w/10$, ἐνθα b_w τὸ πλάτος τοῦ κτηρίου), δύναται νὰ παραλειφθῇ ὁ ἑλεγχος παραλαβῆς τοῦ ἐξ ἀνέμου φορτίου, ἐὰν αἱ ὀροφαὶ ἀποτελοῦν ἐνιαῖον κλειστόν δίσκον, καὶ ἐὰν προκύπτουν διὰ τὴν οἰκοδομὴν τιμαὶ $\Sigma J/b_w$, αἱ

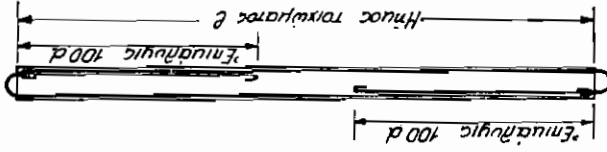
α) Τομή από ύψος



β) Οπίσθια τομή

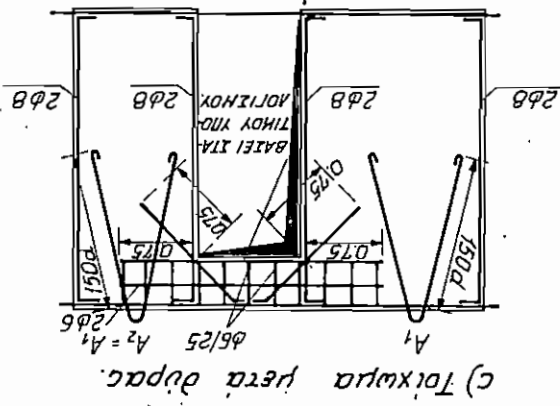
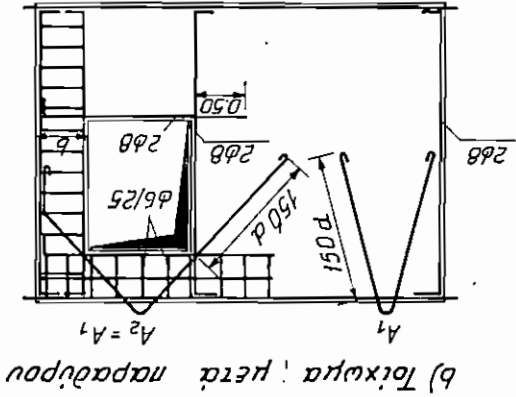
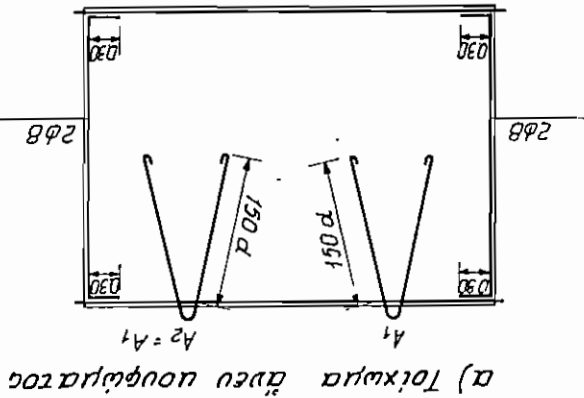


γ) Μετρούμετα διαστάσεις εν υατογει όντησων



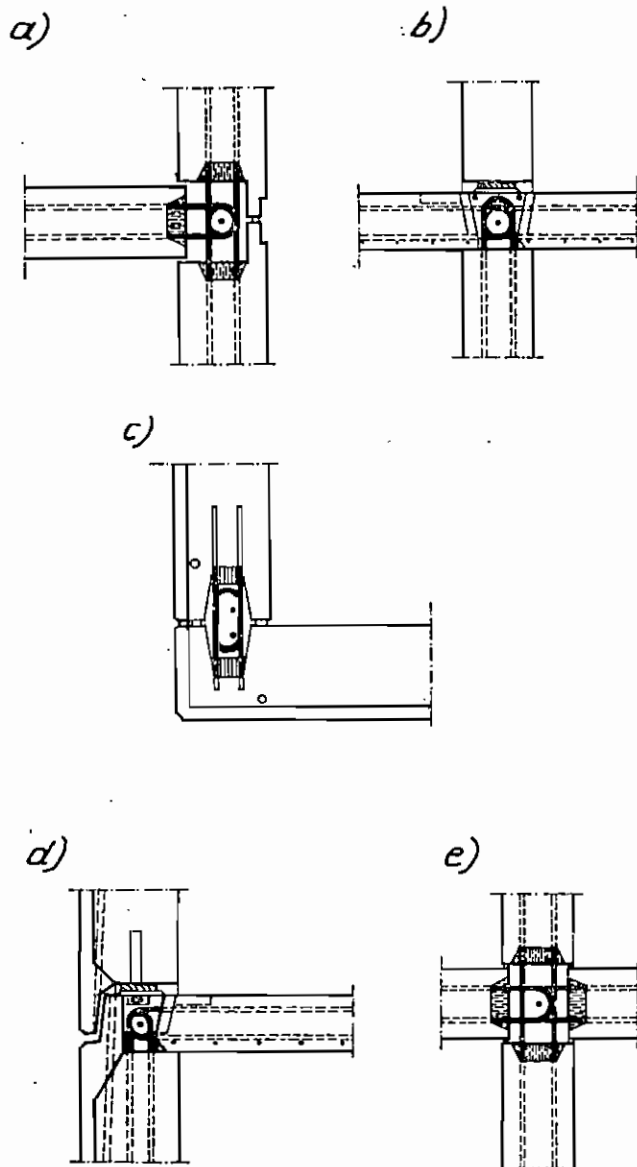
ΣΧ. 4.59

Όταν όμοιο είς άφροσ ενώσσεισ πλάστων και τοίχων



Σχ. 4.60

Ομάριοι και διττός ούτων εις τοίχιατα



Σχ. 4.63

Κόμβοι συνδέσεως συστήματος Dwywidag

πάνη και άφραγή συναρμολόγησι. Μετά τήν τοποθέτησιν έκκαστου στοιχείου, δέον όπως τούτο είναι άφραγές, άνευ βροθητήρων στοιχείων, ώστε να καταστή δυνατόν ή συνάρμολόγησώς έτέρων στοιχείων. Τα στοιχεία δέον όπως ή επιφανείσιν σιδηροπαλάσιμους πο-

έξέχοντα κατά μέγαρα μήκη καθ' όσον δυχεραίνετα ή συναρμολόγησις. Επίσης δέον όπως μή προκύπτη ή άδύκη κάμψωσις ποεξέχοντων όπαλιπών μετά τήν συναρμολόγησιν καθ' όσον όδηγούν σχεδόν πάντοτε εις ζημίας του προκατασκευάσμενου στοιχείου.

Η σειρά συναρμολόγησώς είναι επίσης ιδιαιτέσως σημασία. Είναι άναγκασιόν όπως ή συναρμολόγησις γίνεταί κατόπιν όσως ή συναρμολόγησις δυνάτουν τά τρέπον ώστε να είναι δυνατόν να έπακολωθήσουν εις τά σημεία συνδέσώς έργασία μετά τήν συναρμολόγησιν, ως π.χ. συγκολλησίσις, έγχυσις κοκκώδους, συνδέσις διά κοχλίων κλπ. Τέλος, αί συνδέσις δέον όπως γίνεταί κατά τρόπον μή άλλοιωθώντα τάς παραδοχάς λείπουσας στοιχείων.

Παράδειγμα προς άποψη ήν άποτελεί ή εις τό σ.χ. 4.64 εικόνησιν επιπίτωσις εις τήν όποιαν ό παλάσιμος ένώ έπιτοθετήη διά τήν λείπουσιν των πακκων ως δίσκων, συντελεί εις τήν βροηούργιαν συνοχούς υπέρ τήν δοκόν πακκός, και ως εκ τούτου είναι άνεπαρκής παλέων.

4.5.2. Ειδικοί συνδέσις και μέσα συνδέσώς

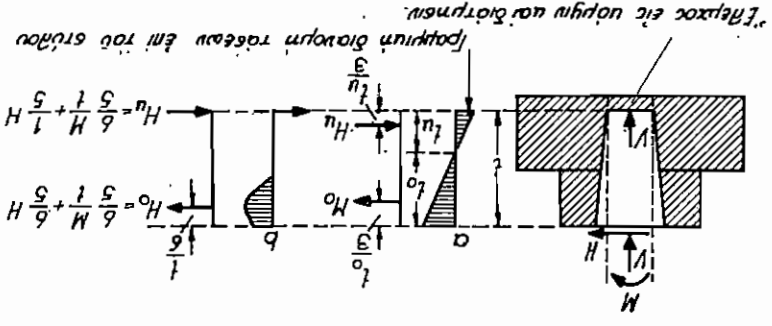
4.5.2.1. Ένωσιμιάσιν προκατασκευάσμενων στοιχείων εις ακυρόβεμα χυτόν επί τόπου

Η άπλουστέρη συνδέσις ένός προκατασκευάσμενου στοιχείου προς παραβλήν όρθών τεμνουσών και ποτών κάμψωσις είναι ή άκυρόβωσις του, ή βροηεία ποεξέχουσών πέδων όπαλιπών εις χυτόν επί τόπου ακυρόβεμα. Τούτο συμβαίνει εις άπείσως τάς μήκη καθ' όλοκλήριαν προκατασκευάσμενός κατάσχευός, εις τάς όποιας ό προκύπτων φορέυς δυνάμει-θα να έπιπέμην ότι είναι μονοαθιτικός. Τα μήκη άκυρόβωσώς των όπαλιπών υπολογίζοντα ως και εις τάς έξώπαλιπών ακυρόβείατος κατάσχευός. Τό σ.χ. 4.27 άποτελεί παράδειγμα τοιαύτης συνδέσώς.

4.5.2.2. Συνδέσις δι' ένωσιν ώσως ύποστύλιματ ός εις τό θεμέλιον

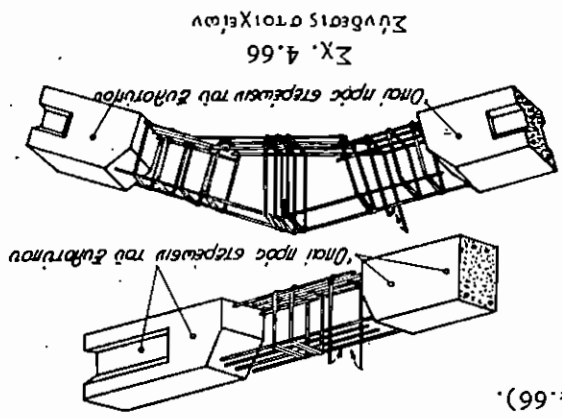
Εις τάς κατάσχευός δομουμένης καθ' όλοκλήριαν ή προκατασκευάσμενα

να στοιχεία και ιδίως εις μονοπόρους τοιαύτας τὰ υποστύλῳματα πα-
 κούνται ἐντὸς τοῦ πέλῳου δι' ἐνοφηνώσεως. Πρὸς τούτο τὸ πέλῳον
 φέρει ὀπὴν σφηνοειδῆ τῆς ὀπίας αὐτῆς πάλω αὐτῆς εἰς τὴν κῶα πάλω αὐτῆς
 ἐπίπτον κατὰ 10 cm μεγάλυτερας ἀπὸ τὰς πάλω αὐτῆς τοῦ υποστύλῳματος.
 Τὸ υποστύλῳμα τίθεται ἐντὸς τῆς ὀπίας καὶ υποβάσταζόμενον ἐνοφη-
 νούται, διὰ σφηνῶν, ἐν συσχεσίᾳ βε, τὸ κενὸν πάλω αὐτῆς διὰ λειπτοῦ
 σκυροδέματος. Πρὸς διευκόλυνσιν τῆς συναρμολογήσεως, τοποθετοῦνται
 εἰς τὸν πύθωνα τῆς ὀπίας πάλω μετὰ ἀλλήλικη, ἢ τεμάχιον νεοπρέν. Ὁ ὑπο-
 λογισμὸς τῆς πακτώσεως γίνετα διὰ διανομῆν τῶν βυψώσεων ὡς ἐν σχ.
 4.65. Ἡ διανομῆ τούτου σχ. 4.65 ἔχει ἐπαληθευθῆ πειραματικῶς εἰς τὸ Πτο-
 λυτεύειον τῆς Δρῆδης.

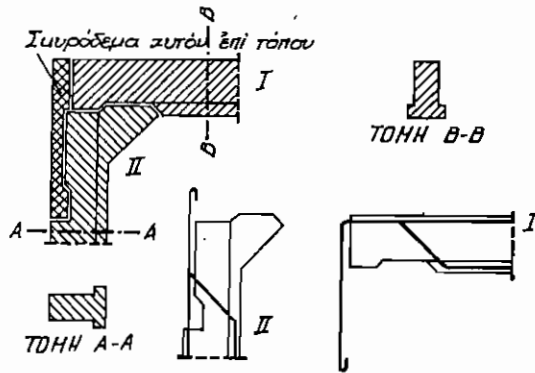


ΣΧ. 4.65
 Πάκτως ὑποστύλῳματος εἰς πέλῳον

4.5.2.3. Συμβεσεις διὰ παραθεσεως ὀπῶν
 Αἱ συμβεσεις αὐτοῦ τοῦ εἶδους ἀπαιτοῦν τὴν ἐγγυσιν σκυροδέματος
 μετὰ τὴν προκατασκευῶν στοιχείων καὶ δι' εἰς τὰς περιοχὰς, ὅ-
 που δημιουργεῖται ἢ παρὰθεσεως τῶν ἐκ τῶν στοιχείων προεξέχοντων ὀ-
 πῶν (σχ. 4.66).



ΣΧ. 4.66
 Συμβεσεις στοιχείων



Σχ. 4.67

Σύνδεσις προκατασκευασμένων στοιχείων με έγχυσιν σκυροδέματος μόνον εις την έφελκυσμένην περιοχήν τής συνδέσεως

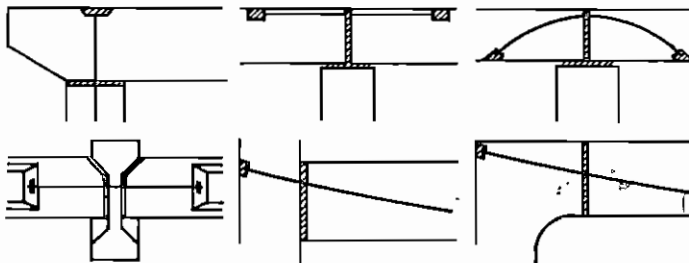
Πρὸς μείωσιν τοῦ πρὸς έγχυσιν ἐπὶ τόπου σκυροδέματος ἀφίενται πρὸς έγχυσιν μόνον αἱ εἰς έλκυσμὸν έπιτιπουόμεναι περιοχαὶ τῆς συνδέσεως (σχ. 4.66).

Εἰς τὴν αὐτὴν κατηγορίαν συνδέσεων ὑπάγονται καὶ αἱ τοιαῦται διὰ βρόχων ὡς τοῦ σχ. 4.67.

Ἡ μήκη ἀγκυρώσεως καθορίζονται ὑπὸ τοῦ DIN 1045.

4.5.2.4. Σύνδεσις διὰ προεντάσεως

Ἡ σύνδεσις αὐτοῦ τοῦ τύπου χρησιμοποιεῖται συνεχῶς καὶ περισσό-
τερον εἰς τὰς πλέον έτεροκλήτους συνδέσεις (σχ. 4.68), καθ' ὅσον διὰ τῆς
προεντάσεως ἀναπτύσσονται δυνάμεις συνθλίψεως, καὶ οὕτω δύναται ἡ
σύνδεσις νὰ παραλάβῃ δυνάμεις έλκυσμοῦ μέχρι τοῦ ὕψους τῶν δυνάμε-
ων συνθλίψεως ἐκ προεντάσεως, ἀνευ ἀδρανοῦς ὀπλισμοῦ ἀγκυρώσεως.
Εἰς τὰς συνδέσεις αὐτὰς δέον ὅπως λαμβάνεται ἰδιαιτέρα πρόνοια εἰς τὴν



Σχ. 4.68

Σύνδεσις διὰ προεντάσεως

πλήρωσιν τῶν ἀρμῶν δι' ἰσχυρᾶς σιμεντοκονίας ἢ λεπτοῦ σκυροδέματος πρὸ τῆς προεντάσεως. Τελευταίως χρησιμοποιοῦνται ἀντὶ κονιάματος, ἐποξειδικὰ κόλλα.

4.5.2.5. Σύνδεσις διὰ συγκολλήσεως

Διὰ τὰς συνδέσεις ταύτας τῶν ὀπλισμῶν ἰσχύουν οἱ περιορισμοὶ τοῦ DIN 1045. Εἰς τὴν Ἀνατολικὴν Γερμανίαν ἐπιτρέπεται ἡ συγκόλλησις οὐχὶ μόνον δι' ἠλεκτρολλήσεως, ἀλλὰ καὶ δι' ὀξυγονοκολλήσεως.

4.5.2.6. Ἄοπλοι συνδέσεις

Αἱ συνδέσεις διὰ κονιάματος ἀνεὺ ὀπλισμοῦ εἶναι αἱ πλέον συχνὰ χρησιμοποιούμεναι. Αὗται δύνανται νὰ παραλάβουν δυνάμεις συνθλίψεως καὶ διατμητικὰς τοιαύτας. Αἱ ἐπιτρεπόμεναι δυνάμεις συνθλίψεως δι' ἀρμούς μέχρι 3 cm ἀνέρχονται εἰς 50 kg/cm², αἱ δὲ ἐπιτρεπόμεναι τάσεις διατμήσεως εἰς 2 kg/cm².

Εἰς περίπτωσιν ὑπάρξεως συγχρόνως καὶ ὀρθῆς δυνάμεως αἱ Ζ δύνανται νὰ ληφθοῦν ἠϋξημένα, ἐφ' ὅσον ἡ ἐπαύξησις αὕτη δικαιολογῆται πειραματικῶς.

4.5.2.7. Ἐδρασις ἐν ξηρῷ

Ἡ ἔδρασις αὐτοῦ τοῦ τύπου χρησιμοποιεῖται συνεχῶς καὶ περισσότερον. Εἰς περίπτωσιν ὑπάρξεως μεγάλων φορτίων, διατάσσονται χαλύβδινα πλάκες ὡς ἔδρανα.

Ἡ ἀνωτέρω τύπου ἔδρασις εὐρίσκει μεγάλην χρῆσιν καὶ εἰς τὰ προκατεσκευασμένα ἔργα δι' εὐμεγέθων πινάκων.

4.6. ΠΑΡΑΓΩΓΗ – ΜΕΤΑΦΟΡΑ – ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΙΣ

4.6.1. Παραγωγή

Ὁ ὅρος "προκατεσκευασμένον στοιχεῖον" εἶναι στενὰ συνδεδεμένος μετὰ τὴν ἰδέαν τῆς βιομηχανικῆς παραγωγῆς. Ἐν τούτοις, ὁ ἀνωτέρω συνδυασμὸς δὲν εἶναι πάντοτε ἀπαραίτητος. Ὑπάρχει ἡ δυνατότης τὰ προκατεσκευασμένα στοιχεῖα νὰ παραχθοῦν εἴτε "ἐργοταξιακῶς" εἴτε ἐργοστασιακῶς". Εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἰσχύουν οἱ κανονισμοὶ DIN 1045 καὶ DIN 4227, οἱ ὅποιοι ἰσχύουν καὶ διὰ τὸ χυτὸν ἐπὶ τόπου σκυρόδεμα. Εἰς τὴν δευτέραν περίπτωσιν ἰσχύουν οἱ κανονισμοὶ DIN 4225 οἱ ὅποιοι προβλέπουν μεγαλυτέρας ἐπιτρεπομένας τάσεις πλὴν ὁμῶς ἀπαιτοῦν καὶ εἰδικὰς συνθήκας παραγωγῆς.

Αἱ συνθήκαι τὰς ὁποίας πρέπει νὰ πληροῖ ἔν "ἐργοστάσιον" προκατεσκευασμένων εἶναι αἱ ἀκόλουθοι :

Τὸ ἐργοστάσιον δέον ὅπως διευθύνεται ὑπὸ εἰδικοῦ Μηχανικοῦ γνωρίζοντος καλῶς τὰ προβλήματα κατασκευῆς μπετόν ὡς καὶ τὰ προβλήματα προκατασκευῆς. Οὗτος εἶναι ὑπεύθυνος διὰ τὴν ποιότητα τῶν τεμαχίων τὰ ὁποῖα ἐξέρχονται τοῦ ἐργοστασίου. Διὰ τὴν παραγωγὴν δέον ὅπως χρησιμοποιοῦνται γενικῶς εἰδικευμένα στελέχη.

Οἱ χῶροι παραγωγῆς δέον ὅπως εἶναι ἐστεγασμένοι καὶ εἰς περίπτωσιν χαμηλῶν ἐξωτερικῶν θερμοκρασιῶν, δέον ὅπως εἶναι καὶ πλευρικῶς κλειστοί. Οἱ χῶροι οὗτοι δέον ὅπως μὴ ἔχουν θερμοκρασίαν μικροτέραν τῶν 5° διὰ Β 450 καὶ 10° διὰ Β 600. Οἱ χῶροι παραγωγῆς δέον ὅπως ἔχουν ἐπαρκεῖς διαστάσεις ὥστε τὰ παραγόμενα στοιχεῖα νὰ δύνανται νὰ παραμένουν ἐντὸς τοῦ χώρου μέχρι σκληρύνσεως.

Ἐν ἐργοστάσιον προκατεσκευασμένων δέον ὅπως ἔχει τουλάχιστον τὰς ἐξῆς ἐγκαταστάσεις :

α) Ἀποθηκευτικοὺς χώρους διὰ σιμέντον καὶ ἀδρανῆ εἰς διαφόρους διαβαθμίσεις.

β) Ἀναμικτῆρα βιαίας ἀναμίξεως μετ' αὐτομάτου ζυγιστηρίου καὶ αὐτομάτου τροφοδότου ὕδατος με ἀκρίβειαν $\pm 3\%$.

γ) Μηχανικὰς ἐγκαταστάσεις συμπυκνώσεως.

δ) Χώρους ἀποθηκέυσεως τῶν προκατεσκευασμένων στοιχείων κατὰ κατηγορίας.

ε) Ἐγκαταστάσεις ὀρθῆς διατηρήσεως τῶν τεμαχίων μέχρι πλήρους σκληρύνσεως.

στ) Κατάλληλα μέσα ἀνυψώσεως καὶ μεταφορᾶς.

ζ) Πλήρες ἐργαστήριον ἐλέγχου τῆς ποιότητος τοῦ σκυροδέματος καὶ τοῦ σιμέντου.

Εἰς τὸ ἐργοστάσιον δέον ὅπως τηρῆται ἡμερολόγιον παραγωγῆς. Εἰς περίπτωσιν παραγωγῆς στοιχείων ἐκ Β 450 ἢ Β 600 δέον ὅπως ἡ ποιότης τοῦ σκυροδέματος ἐλέγχεται ὑπὸ κρατικοῦ ἐργαστηρίου.

Εἰς τὸ σχ. 4.69 παρέχεται ἡ διάταξις ἐνὸς ἐργοστασίου προκατεσκευασμένων ἡμερησίας παραγωγῆς 1.000m^3 , εἰς δὲ τὸ σχ. 4.70 ἡ διάταξις ἐνὸς μεταφερομένου ἐργοστασίου ἐν συνδυασμῶ πρὸς τὸ ἀνεγειρόμενον ἔργον.

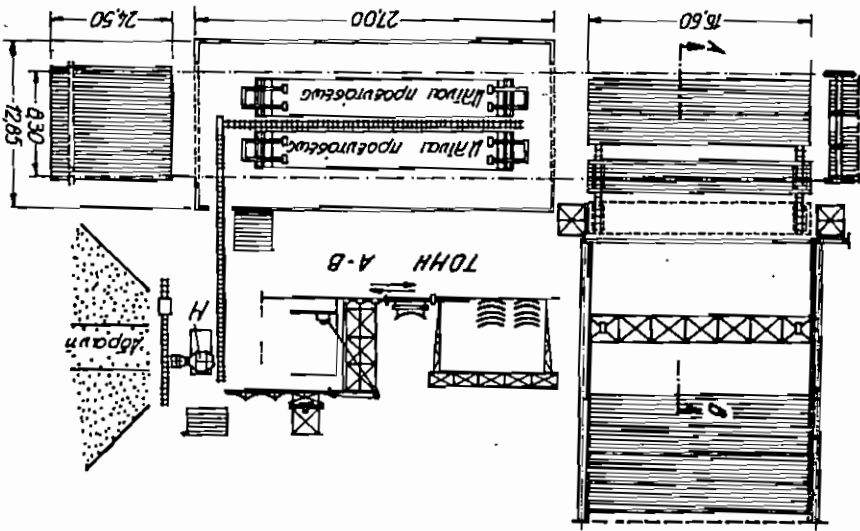
Ἀπὸ πλευρᾶς τεχνικῆς τῆς παραγωγῆς ὑφίστανται τρεῖς μέθοδοι διάφοροι ἀλλήλων.

α) Ἡ ἐν στάσει παραγωγή ἔνθα οἱ τύποι μεταλλικοὶ ἢ ἐκ ξύλου εὐρίσκονται εἰς σταθερὰν θέσιν ἐν τῷ ἐργοστασίῳ καὶ τὸ προσωπικὸν ἐργαζόμενον περὶ αὐτούς, ἐντυπίζει καὶ συμπυκνώνει τὸ στοιχεῖον ὅπερ καὶ παραμένει ἐπὶ τόπου μέχρι σκληρύνσεως ἰκανῆς πρὸς μεταφορὰν (σχ. 4.70).

β) Ἡ ἐν σειρᾷ παραγωγή τῇ βοηθειᾷ μεταφορικῶν μέσων καθ' ἣν τὰ συνεργεῖα εὐρίσκονται ἐν στάσει, τὸ δὲ μεταφερόμενον στοιχεῖον ἔρχεται πρὸ αὐτῶν καὶ ἕκαστος ἐκτελεῖ τὴν ἐργασίαν διὰ τὴν ὁποῖαν εἶναι τεταγμένος (σχ. 4.71). Ἡ παραγωγή αὐτοῦ τοῦ τύπου ἀπαιτεῖ πολλά μηχανα-

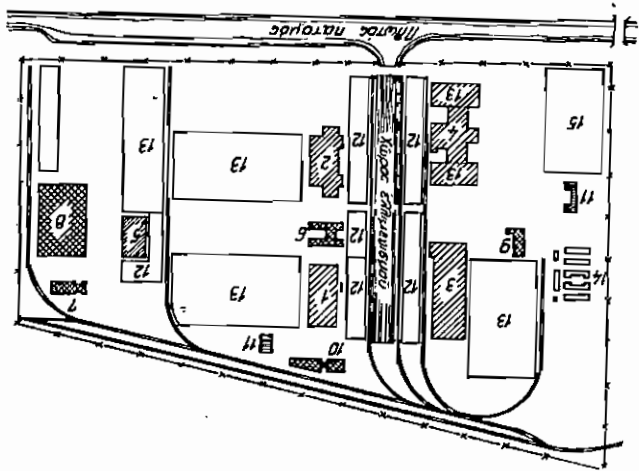
Κινητόν εργοστάσιον παραγωγής προκατασκευασμένων

Σχ. 4.70

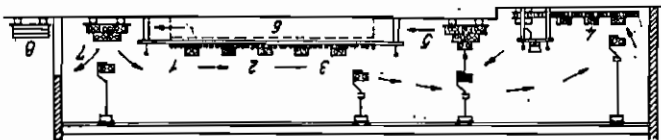


- Διάξεις εργοστασίου παραγωγής προκατασκευασμένων (Παραγωγή 1000 m²/ήμερον)
- 1-5 : Τμήματα βασικής παραγωγής
 - 6-10 : Βοηθητικά τμήματα
 - 11 : Χώροι διοικήσεως και κοινωνικών υπηρεσιών
 - 12 : Αποθήκη πρώτων υλών
 - 13 : Αποθήκη ετοιμών στοιχείων
 - 14 : Κατοικία
 - 15 : Αθλητικά εγκαταστάσεις
 - 16 : Πάρκο κανάλι

Σχ. 4.69



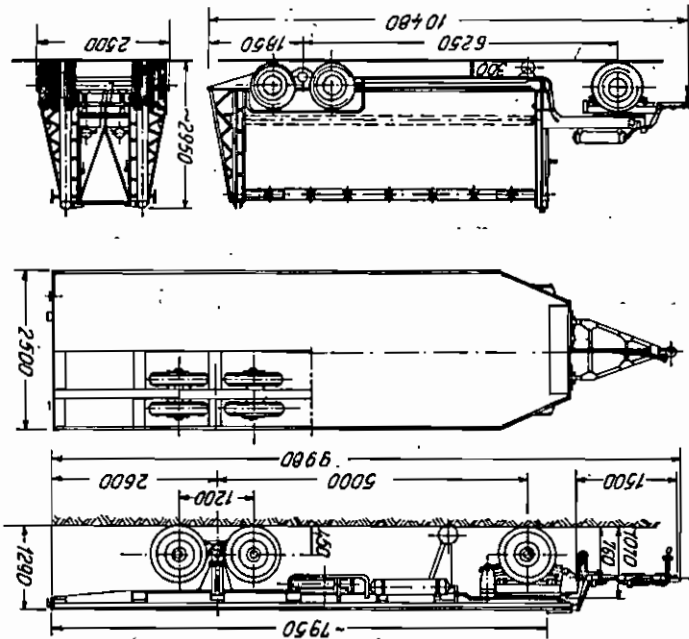
νικά μέσα και συνεπώς μεγάλην επέδραση.
 γ) Αυτόματα τοποθετημένη παραγωγή ή τις χαρακτηρισίζεται από τα πολλά μηχανικά μέσα τα οποία εκτελούν αυτόματα κατά καθωρισμένην σειράν την τοποθέτησιν του διατάξιμου, την έντυπσιν, την συμπύκνωσιν και την σκλήρυνσιν του σκυροδέματος.



ΣΧ. 4.71

Εν σειρά παραγωγή

Γενικώς ερείβη το σκυρόδεμα έχει μεγάλην χρονον σκλήρυνσεως ά-
 παρτεται όπως δια τεχνικών μέσων βραχύνεται ούτος. προς επίσηυσιν
 της παραγωγής. Τούτο επιτυγχάνεται διά θερμοηλεκτρικών πλάκων δι' ά-
 τού η δια χημικών κενού. Ούτως, περιορίζεται ο χρόνος σκλή-
 ρυνσεως δι' άνωχός μέχρι Β 160 εις 4 περίπου ώρας.



ΣΧ. 4.72

Πλατφόρμα μεταφοράς επιπέδων πλάκων

4.6.2. Μεταφορά και συναρμολόγησης

Ἡ μεταφορὰ καὶ ἡ συναρμολόγησις τῶν ἐτοιμῶν τμημάτων γίνεται διὰ ποικίλων μεταφορικῶν μέσων ἀπὸ τὰ πλέον ἀπλᾶ ἕως τὰ πλέον πολυπλοκά. Διὰ μεγάλα τεμάχια σχεδιάζονται εἰδικαὶ πλατφόρμαι μεταφορᾶς ὡς τοῦ σχ. 4.72 καταλλήλου διὰ τὴν μεταφορὰν μεγάλων πινάκων. Διὰ τὴν συναρμολόγησιν χρησιμοποιοῦνται γερανοὶ ἐπὶ τροχιᾶς, αὐτοκίνητοι καὶ γερανοὶ ὑπὸ μορφήν πλαισίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Engel, Hein.: Senkrechte Tragsysteme, Stuttgart 1967.
- [2] Πενέλης, Γ.: Μαθήματα σιδηροπαγούς σκυροδέματος. Τόμος Ι, Θεσσαλονίκη 1973.
- [3] Henn, W.: "Industriebau", Band 2. Verlag G. Callwey, München 1961.
- [4] Coull, A. – Stafford, S.: "Tall buildings" Pergamon press, London, 1967.
- [5] Σιμόπουλος, Αχ.: Κανονισμοί μελετών τεχνικών έργων, Θεσσαλονίκη 1970.
- [6] Κοκκινόπουλος, Ε.: Μεθοδολογίαί και εφαρμογαί δυναμικού άντισταστικού ύπολογισμού, 'Αθήναι 1971.
- [7] Ρουσόπουλος, Α.: 'Αντιστασμικά κατασκευαί, 'Αθήναι 1956.
- [8] Penelis, G.: Die Knickung räumlicher mehrstöckiger Rahmenträger "Der Bauingenieur", 1971, H: 11.
- [9] Roussopoulos, A.: Theory of elastic Complexes, Elsevier Publishing company, New York, 1965.
- [10] Βαλαλάς, Δ.: Μαθήματα εδαφομηχανικής και θεμελιώσεων, εφαρμογαί. Θεσσαλονίκη 1971.
- [11] Graudenz, H.: Momenten – Einflusszahlen für Durchlaufträger mit beliebigen Stützweiten. Springer – Verlag, Berlin 1960.
- [12] Sachnowski, K.: Stahlbeton Konstruktionen. V.E.B. Verlag, Berlin, 1956.
- [13] 'Ιγνατιάκης Χρ. – Στυλιανίδης Κοσμ.: Οίκονομοτεχνική βελτιστοποίησις κατόψεως δι' άμφιπάκτων πλαισίων σχήματος Π, 'Ανακοίνωσις, 1. 'Ελληνικόν Συνέδριον Σκυροδέματος 1973.
- [14] Παυλίδου, Μ.: Γραμμικός Προγραμματισμός, Θεσ/νίκη 1972.
- [15] Ridha R.A. & Wrighi R.N.: Minimum cost of frames. Journal of Structural division A.S.C.E., August 1967.
- [16] Sattler, K.: "Das Durchbiegungsverfahren" zur Lösung von Stabilitätsproblemen. Bautechn 1953, S. 288.

- [17] Penelis, G.: Die Kinckung räumlicher einstöckiger Rahmen-träger. "Der Bauingenieur", 1968, H. 7.
- [18] Mlosch, P.: Beton Taschenbuch, Band V, VEB Verlag, Berlin, 1969.
- [19] Girkmann, K.: Flächentragwerke. 6. Aufl. Wien, Springer - Verlag, 1963.
- [20] Born, I.: Faltwerke, ihre Theorie und Berechnung, Stuttgart, Wittwer-Verlag, 1954.
- [21] Wlassow, W. S.: Allgemeine Schalentheorie und ihre Anwendung in der Technik Berlin, Akademie-Verlag, 1958.
- [22] Born, J.: Schalen, Faltwerke, Rippenkuppeln und Hängedächer, Band 3, Werner-Verlag, Düsseldorf, 1964.
- [23] Novozhilov, V.: The theory of thin shells, P. Noordhoff Ltd-Groningen - the Netherlands 1959:
- [24] Πενέλης, Γ.: 'Η έντατική κατάσταση μεμβράνης κελυφών με άκτινικήν συμμετρίαν, Διατριβή επί διδασκαλίας, Θεσσαλονίκη, 1965.
- [25] Joedicke, J.: Schalenbau, Karl Krämer Verlag, Stuttgart, 1962.
- [26] Flüge, W.: Statik und Dynamik der Schalen, Wien, Springer-Verlag, 1957.
- [27] Ludgren, H.: Cylindrical shells, The Danish Technical press, Copenhagen, 1951.
- [28] Holand, I.: Design of Circular Cylindrical Shells, Oslo 1957.
- [29] Gibson, J.: Computer analysis of Cylindrical shells, E. & F.N. SPON LTD., London, 1961.
- [30] Dischinger, Fr.: Die Rotationsschale mit unsymmetrischer Form und Belastung, Bauingenieur, Nr 35-36/1935.
- [31] Franz, G.: Hallen, Beton-Kalender 1971 Band II, Wilhelm Ernst & Sohn-Verlag, Berlin.
- [32] Σιμόπουλος, Αχ.: Έρευνα της δοκού μεταβλητής ροπής άδρανείας, Τόμος Β.
- [33] Σιμόπουλος, Αχ.: Γενικοί τύποι ύπολογισμού συνεχών δοκών και πλαισίων, Τόμος Α.
- [34] Lea F.M.: The Chemistry of Cement and Concrete, London 1956.
- [35] Bogue, R.H.: The Chemistry of Portland cement 2. Edition, New York, 1955.

- [36] Leonhardt, Fr.: Öl- und Treibstoffbehälter aus Beton, Bu. Stb. 1961, Heft 2.
- [37] Σπυρόπουλος, Π.: Προεντεταμένον σκυρόδεμα, 'Αθήναι 1972.
- [38] Buyer, K.: Neue Bauart vorgespannter kreiszylindrischer Wasserbehälter Bu. St., 1954, Heft 12.
- [39] Born, J.: Massivbauwerke des städtischen Tiefbaues, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1963.
- [40] Σπυρόπουλος, Π.: Σιλό, 'Αθήναι 1970.
- [41] Janssen, H. A.: Versuche über Getreidedruck in Silozellen, Zeitschrift des V.D.I. 1895.
- [42] Koenen, M.: Berechnung des Seiten und Bodendruckes in Silozellen Zentralblatt der Bauverwaltung, 1896.
- [43] Platonov, P. – Kovtun, A.: The Pressure of Grain on Silo Walls, Mukomolno Elewatornaja Promyschlenost V, 25, No 12, Dec. 1959.
- [44] Reimbert, M. & A.: Silos, Bauverlag G.M.B.H., Berlin, 1961.
- [45] Theimer, O.: Failures of reinforced concrete grain Silos, A.S.M.E. publication, 1969.
- [46] DIN 1055, Blatt 6, 1965, Beton-Kalender 1970 Band I, Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn Berlin,
- [47] Beck, H. Das Bauen mit Beton – und Stahlbetonfertigteilen. B. K. 1967, Band II.
- [48] Leonhardt, F.: Spannbeton für die Praxis. W. Ernst & Sohn.
- [49] Lebellet, Stabilité élastique des poutres en béton précontraint à l'égard du déversement lateral. Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics 12 (1959). Nr. 141 S. 779.
- [50] Meier, H.: La traverse allemande en béton précontraint. Extrait du Bulletin de l'Association Internationale du Congrès des Chemins de fer (Mars 1957).
- [51] Dywidag – Montagebau, Brücken.
- [52] Dywidag – Montagebau, Geschossbauten und Hallen.
- [53] Bomhard, H.: Konstruktion und Bau der Paketumschlaghalle in München. Vortrag auf dem Betontage 1967 in Berlin.
- [54] Dywidag – Berichte 4 – 1963.
- [55] Dywidag – Berichte 5 – 1965.
- [56] Dywidag – Berichte 3 – 1968.

- [57] ΠΡΟΔΟΜΗ Ε.Π.Ε.: Σύστημα "MAYDL - AUSTRIA", 'Αθήναι, Νοέμβριος 1970.
- [58] Lewicki, B.: Hochbauten aus grossformatigen Fertigteilen.
- [59] Vorläufige Richtlinien für Bauten aus grossformatigen Wand - und Deckentafeln.