

ΔΟΜΙΚΗ.—Τὰ «έτοιμα κελύφη» ὡς στοιχεῖον δομῆς*, ὑπὸ **B. E. Καζάκου.** Ἀνεκοινώθη διὰ τοῦ κ. Βασ. Αἰγινήτου.

Ἐν ποιᾷ τινι ἀναλογία πρὸς τὰς σιδηροπαγεῖς (ἐξ ὠπλισμένου σκυροδέματος) κελυφοειδεῖς κατασκευᾶς (τοῦ ὄρου τούτου θεσπισθέντος χαρακτηριστικῶς, ὡς ὑπογραμμίζοντος τὸ μικρὸν πάχος αὐτῶν ἐν συγκρίσει πρὸς τὰς λοιπὰς των διαστάσεις)—ἐν χρήσει διὰ τοιχώματα λεπτά, π.χ. κυλινδρικών δεξαμενῶν ἢ ἄλλων ἔργων, κυρίως δὲ διὰ στέγασιν κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μεγάλης ἐκτάσεως χώρων—κατασκευᾶς καθιερωθείσας, ὡς γνωστόν, ἰδίᾳ ἐν Γερμανίᾳ κατόπιν τῶν σχετικῶν ἐπιστημονικῶν ἀναζητήσεων καὶ δοκιμῶν διακεκριμένων ἐπιστημόνων Τεχνικῶν, ὡς τοῦ καθηγητοῦ Dischinger καὶ ἄλλων, διεπιστώθη ὑπὸ τοῦ ὑποφαινομένου μετὰ συναφῆ μελέτην καὶ ἔρευναν—στατικὴν καὶ κατασκευαστικὴν—εἰδικώτερον διὰ τὴν περίπτωσιν τῶν ὑπὸ μορφὴν τμήματος κυλινδρικῆς ἐπιφανείας κελυφῶν ὅτι εἶναι ἐφικτὴ ἢ πραγματοποιήσις κατασκευῶν ἐξ ἐτοιμῶν, ἐλαφρῶς κυρτῶν, κελυφοειδῶν πλακῶν, «ἐτοιμῶν κελυφῶν», σκυροκονιοπύκτων κυρίως.

Τὸ ἰδιαίτον καὶ ἴσως ἀξιοπρόσεκτον ὅσον ἀφορᾷ τὰ «έτοιμα κελύφη» (καὶ τὰς δι' αὐτῶν προβλεπομένας κατασκευᾶς), εἰς τὴν περίπτωσιν π.χ. παρασκευῆς των ἐκ σκυροκονιάματος (σκυροδέματος) εἶναι ὅτι: *στατικῶς μὲν* ἢ ἐπάρκειά των προκύπτει καὶ διαπιστοῦται ἐξ ὑπολογισμῶν ἀντοχῆς βάσει τῶν γνωστῶν ἀπλῶν μεθόδων ὑπολογισμοῦ τῶν κυλινδρικών θολωτῶν κατασκευῶν χωρὶς νὰ παρίσταται ἀνάγκη (ὡς πρὸς τὴν ὅλην διαμόρφωσιν ἢ τὸν ὑπολογισμόν) προσφυγῆς εἰς τὴν θεωρίαν τῶν κελυφῶν, *κατασκευαστικῶς* δὲ πλὴν τοῦ ἐφικτοῦ παραγωγῆς των καὶ ἐξ ἀπλοῦ ἀνθεκτικοῦ σκυροδέματος, *ἀόπλου*, διὰ τὰς προβλεπομένας πρὸς τὸ παρὸν διαστάσεις τῶν ἐτοιμῶν τεμαχίων, εἶναι ὡς ἐκ τοῦ μικροῦ των σχετικῶς βάρους καὶ εὐκόλως φορητὰ δι' ἐργατικῶν χειρῶν καὶ εὐχεροῦς προσεγγίσεως εἰς τὸ ἔργον, ἐν ᾧ συνάμα ἢ ἐκτέλεσις κατασκευῶν δι' αὐτῶν ἀνταποκρίνεται ἐν τινι μέτρῳ πρὸς τὰς εἰς ὅλας τὰς προηγμένας χώρας καθιερουμένας ὡς ἡμέραι με ἀλματικὸν ρυθμὴν μεθόδους ἐκτελέσεως τῶν ἔργων ἐξ ἐτοιμῶν κατὰ τὸ δυνατὸν μερῶν ἢ τμημάτων συναρμολογουμένων ἐπὶ τόπου, εἰς τὸ ἐργοτάξιον.

Ἄλλο, πιθανῶς ἀξιωματικόν, χαρακτηριστικὸν τοῦ «ἐτοιμοῦ» κελύφους» εἶναι τὸ ὅτι προσφέρεται τόσον ὡς βοηθητικὸν μέσον (τύπος, καὶ δὴ μόνιμος) εὐχεροῦς καὶ ταχυτάτης συναρμολογήσεως ἐν τῷ ἔργῳ ἐπακριβῶς, ὅσον καὶ ὡς φέρον στοιχεῖον κατασκευῆς.

* B. E. KAZAKOS: Die «fertiggebaute Schalen» als Bauelement.

Αἱ κύριαι διαστάσεις τῶν σκυροκονιοπήκτων «έτοιμῶν κελυφῶν» προβλέπονται μεταξύ τῶν ἀκολούθων ὁρίων :

Θεωρητικὸν ἄνοιγμα	α :	ἀπὸ 50	ἕως 160	ἑκατοστόμετρα (ἢ καὶ τι πλέον)
πάχος	δ :	» 2,3	» 3,5	» » » »
πλάτος	π :	» 20	» 100	»
βέλος	β :	» 2	» 8	» » » »

Παράδειγμα σκοπίμου ἀντιστοιχίας τῶν διαστάσεων

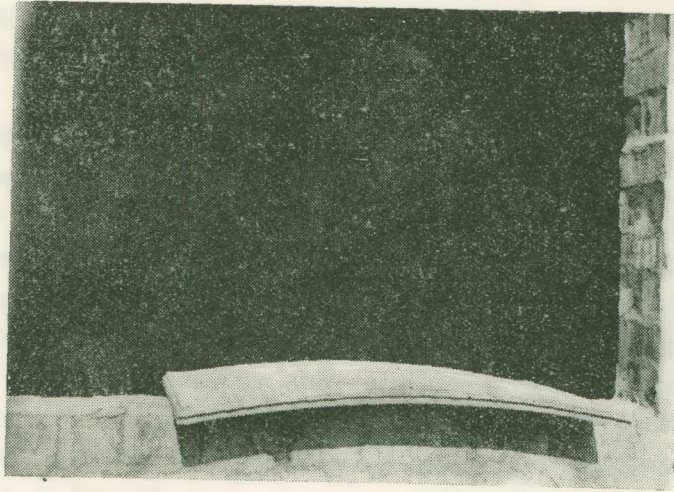
		α,	δ,	π
		α	δ	π
50 ἐκ. }	}	2,3 ἐκ. }	}	50 ἐκ.
ἕως 80 ἐκ. }				
80 ἐκ. }	}	2,5 ἐκ. }	}	33 ἐκ.
ἕως 140 ἐκ. }				
140 ἐκ. }	}	3,2 ἐκ. }	}	25 ἐκ.
ἕως 160 ἐκ. }				

Ἐπισημειωθῆ ὅτι, κατ' ἀναλογίαν πρὸς τὰ κανονικὰ ἢ πρότυπα, εἶναι ἐφικτὴ καὶ ἡ παραγωγή εἰδικῶν τύπων τεμαχίων «έτοιμῶν κελυφῶν», ἅτινα συντρέχουσιν εἰς τὴν ταχεῖαν καὶ οἰκονομικὴν ἐπὶ τόπου τῶν ἔργων κατασκευὴν ὑπερθύρων ὡς καὶ ἄλλων τμημάτων ἢ φερόντων στοιχείων κατασκευῆς (δομῆς)—εἰκ. 5.

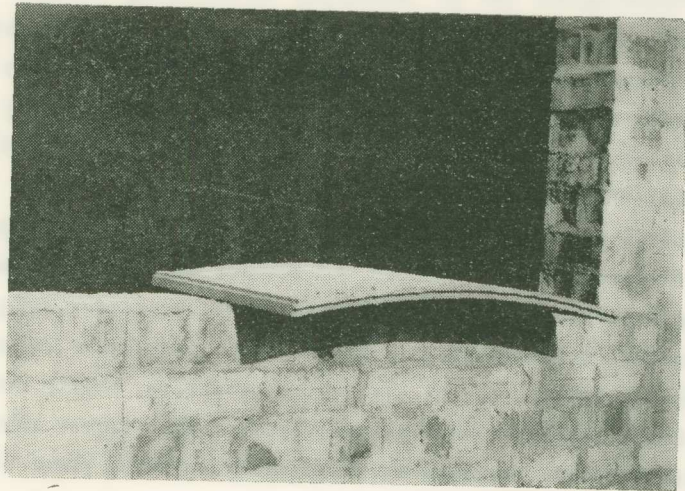
Ἡ εἰκὼν 1 δεικνύει κέλφος ἄνοιγματος (ἔξωτ.) 84 ἐκ., βέλους 4 ἐκ., πλάτους 50 ἐκ. καὶ πάχους 2,3 ἐκ.

Ἡ εἰκὼν 2 ἐμφαίνει μικρὸν ὑπόδειγμα (μοντέλλο) κατασκευῆς δι' «έτοιμῶν κελυφῶν» τοῦ ἀνωτέρου τύπου (εἰκ. 1). Ἐκαστὸν τῶν συνεχομένων (ἐν συνδέσει) τμημάτων—φατνωμάτων—τῆς στέγης συγκείμενον ἐκ συναρμολογημένων (κατὰ τὴν ἔννοιαν τοῦ πλάτους αὐτῆς) έτοιμῶν τεμαχίων στηρίζεται ἐπὶ σιδηροδοκίδων (ἐπιτεγίδων, διατομῆς διπλοῦ ταῦ συνολικοῦ ὕψους 6 ἐκ.) κατὰ τὸ κάτω πέλμα αὐτῶν, συνιστῶν ἐνιαῖον (ἀμφιαρθρωτὸν) κέλφος. Αἱ λόγῳ τῆς μικρᾶς κυρτότητος τῶν κελυφοειδῶν πλακῶν ὀριζόντιοι ὠθήσεις καθ' ἑκάστην μὲν τῶν διαμέσων στηρίξεων δύο διαδοχικῶν φατνωμάτων ἀλληλοαναιροῦνται (διὰ τὴν συνήθως δεκτὰς, εἰς παρομοίας κατασκευάς, περιπτώσεις φορτίσεως), καθ' ἑκατέραν δὲ τῶν ἀκροῶν στηρίξεων τῶν ἔξωτερικῶν φατνωμάτων παραλαμβάνονται ὑπὸ ἑλαφρῶν ὀριζον-

τίων συνδέσμων, δίκην ἀντιανεμίων, μεταφερόντων ταύτας εἰς τὰς κατὰ μῆκος τῆς στέγης σιδηροδοκοὺς (τεγίδας, διατομῆς [πί-συνολικοῦ ὕψους 10 ἐκ.] ὡς καὶ ἐν τῇ εἰκόνι 3 διακρίνεται. Τὰ ὑποστυλώματα εἶναι ξύλινα διατομῆς 7/12 ἐκ.



Εἰκὼν 1 (α)



Εἰκὼν 1 (β)

Σημειωτέον ὅτι εἰς παρομοίας στεγάσεις, ἐὰν δι' οἰονδήποτε λόγον κρίνεται σκόπιμος, εἶναι ἐφικτὴ μετὰ τὴν σκλήρυνσιν τοῦ σιμεντοκονιάματος τῶν ἀρμῶν—τόσον τῶν ἀρμῶν μετὰ τῶν συναρμολογημένων τεμαχίων, «ἐτοίμων κελυφῶν»,

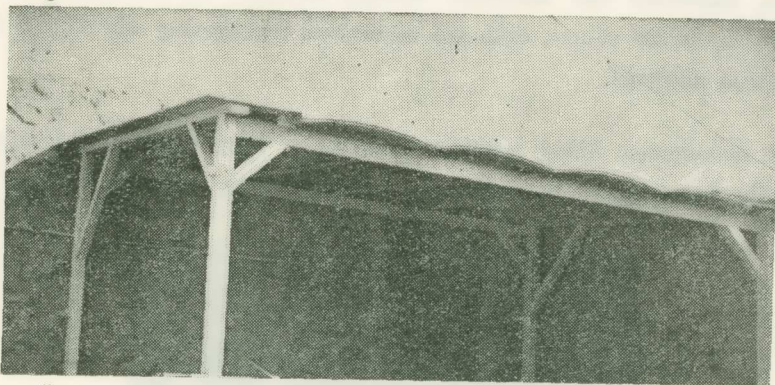
ὅσον καὶ τῶν μεταξὺ τῶν τελευταίων καὶ τῶν ἐφ' ὧν ἐδράζονται δοκίδων—ἢ ἐπὶ τῶν κελυφῶν διάστρωσις σκυροκονιάματος ἢ κισσηροκονιάματος ἢ ἄλλου τινὸς μίγματος μὲ μονωτικὰς διὰ τὴν θερμοκρασίαν ιδιότητας, ὡς κ. γ. προκειμένου περὶ στεγάσεως κλειστῶν χώρων, ἐφ' ὅσον δὲν προβλέπεται ὑπὸ τὴν στέγην ἰδιαιτέρα ὄροφῆ (συνήθως ἐλαφρά, φέρουσα τὸ ἴδιον μόνον αὐτῆς βάρους ἐκ τοῦ ὄροφοκονιάματος κυρίως, εὐκόλως δὲ στηριζομένη μέσῳ ἀναρτήρων εἰς τὰς δοκίδας τῆς στέγης) —εἰκ. 4.

Δὲν θὰ ἦτο ἐνδεχομένως ἄσκοπον νὰ παρατηρηθῆ ὅτι, ὡς καὶ ἐκ τῶν ἀνωτέρω προκύπτει, ἢ ἐν τῷ εἰρημένῳ συστήματι κατασκευῆς ποσότης σκυροκονιάματος, σιδήρου καὶ ξυλείας περιορίζεται εἰς ἐλάχιστα ὄρια, οὐ μὴν ἀλλὰ καὶ ἡ μᾶζα αὐτῆς ταύτης τῆς στέγης, ὡς μορφοῦται ἐκ κελυφῶν καὶ δοκίδων, εἶναι μηδαμινὴ ἔναντι τῆς οἴας θὰ προέκυπτεν ἐν περιπτώσει στέγης κατασκευαζομένης διὰ συνήθους σιδηροπαγοῦς πλακῶς. Τὸ ἐν λόγῳ προσὸν τῆς ὑπ' ὄψει κατασκευῆς δι' «ἐτοιμῶν κελυφῶν» φέρει πιθανώτατα αὐτὴν εἰς τὸ προσκίγιον τῶν ὑπὸ κρίσιν συστημάτων διὰ τὴν μόνιμον στέγασιν εἰς τὰς σεισμοπλήκτους περιοχάς, προκειμένου περὶ μονορόφων ἰδίᾳ οἰκιῶν. Τοῦτο δὲ ὄχι μόνον λόγῳ τοῦ ἐπιτυγχανομένου περιορισμοῦ τῆς μάζης αὐτῆς ταύτης τῆς πλακῶς (δίσκου) τῆς στέγης, ἀλλὰ καὶ λόγῳ τοῦ ἐμμέσως συμπαρομαρτοῦντος περιορισμοῦ μάζης τῆς ὅλης κατασκευῆς περιλαμβανομένων τῶν (ἐν καταλλήλῳ ἀντισεισμικῇ συνδέσει πρὸς τὴν στέγην καὶ πρὸς ἀλλήλα) τοιχωμάτων κλπ., ὡς ἐκ τοῦ οὕτω προκύπτοντος ὑποβιβασμοῦ τοῦ κέντρου μάζης καὶ τῶν ἐν τοιαύτῃ περιπτώσει ὀλιγότερον δυσμενῶν ἐκ τῶν δονήσεων συνεπειῶν, ἢ, ἐν ἄλλοις λόγοις, ὡς ἐκ τῆς μικροτέρας φορτίσεως τῶν στοιχείων τῆς ἀντισεισμικῆς κατασκευῆς ὑπὸ τῆς σεισμικῆς ἐνεργείας καὶ ἄρα οἰκονομικώτερης διαμορφώσεως αὐτῶν.

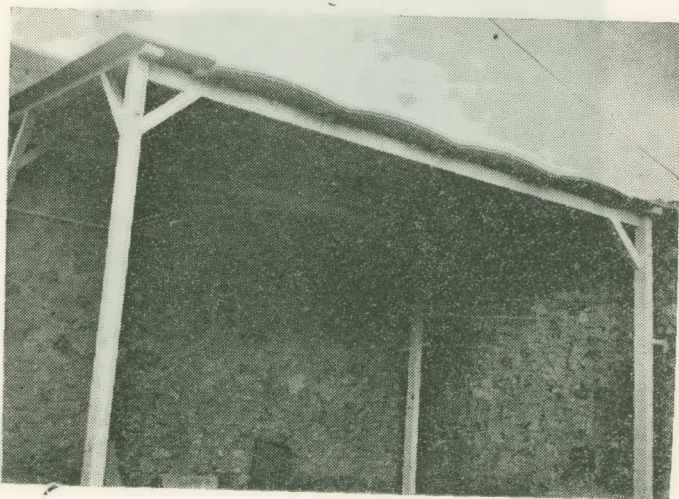
Πρὸς τοῦτοις ἢ ἐπιτυγχανομένη ἐξοικονόμησις σημαντικῆς ποσότητος ξυλείας ξυλοτύπων, ἀπαιτουμένων, ὡς γνωστόν, διὰ συνήθη σιδηροπαγῆ κατασκευήν, οὐ μὴν ἀλλὰ καὶ ἡ συντόμευσις τῶν ἐργασιῶν ἐκ τῆς ἐξοικονομήσεως τοῦ χρόνου συνθέσεως ξυλοτύπων, διαρκείας παραμονῆς των ἐν τῷ ἔργῳ μέχρις ἐπαρκοῦς σκληρύνσεως τοῦ σκυροκονιάματος κλπ., ὡς καὶ ἡ ταχυτάτη, ὡς ἐλέχθη, συναρμολόγησις τῶν «ἐτοιμῶν κελυφῶν» ἐπὶ τόπου τῶν ἔργων, καθισταμένων οὕτω ἐγκαιρότερον ἐτοιμοπαραδότων, φέρουσιν εἰς πλεονεκτικὴν πιθανῶς θέσιν τὸ ὑπ' ὄψει σύστημα δομῆς.

Μία ἄλλη δυνατότης χρησιμοποίησεως τῶν «ἐτοιμῶν κελυφῶν» ὑφίσταται εἰς τὰς περιπτώσεις καταστρωμάτων γεφυρῶν ἐκ σιδηροπαγῶν ἢ σιδηρῶν δοκῶν περιβαλλομένων διὰ σκυροκονιάματος (ἄπλισμένου ἢ μῆ), μορφομένων μεταξὺ αὐτῶν φατνωμάτων θολωτῶν μὲ μικρὸν κάτωθεν βέλος—εἰκ. 6 καὶ 8.

Εἰς τὰς κατασκευὰς τοῦ εἴδους τούτου, πρὸς οἰκονομίαν ξυλοτύπων, χρησιμοποιεῖται συνήθως μεταθετὸς τύπος (εἰς τὴν κάτω θολωτὴν ἐπιφάνειαν τοῦ φατώματος). Ἡ μέθοδος αὕτη προκειμένης ἐκτάσεώς τινος τῶν φατωμάτων ἄγει



Εἰκὼν 2 (α)



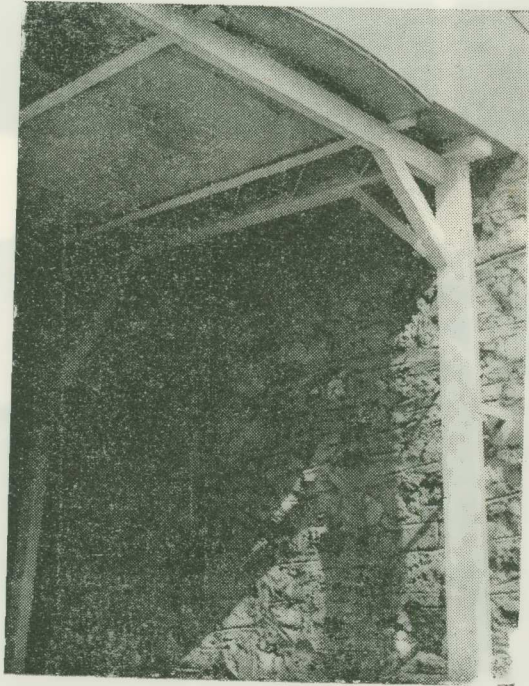
Εἰκὼν 2 (β)

βεβαίως εἰς τὴν ἐπιθυμητὴν οἰκονομίαν τύπων, ἀλλ' ἀπαιτεῖ περισσότερον χρόνον ἐκτελέσεως τῶν ἀντιστοίχων ἔργων.

Ἐνάλογος περίπτωσις προέκυψεν παρ' ἡμῖν εἰς τὴν κατασκευὴν τῆς ὁροφῆς τοῦ ἀπὸ πλατείας Ὀμονοίας εἰς σταθμὸν Ἀττικῆς κεκαλυμμένου ὁρύγματος (τῆς καλουμένης Σήραγγος Ἀθηνῶν), ἔνθα ἐγένετο διαμόρφωσις, ἐν σειρᾷ, θολίσκων σιδηροπαγῶν μεταξὺ σιδηροδοκῶν περιβαλλομένων διὰ σκυροκονιάματος (ὄπλισμέ-

νου). Τὰ ἀνοίγματα τῶν θολίσκων εἶναι ἐντὸς τῶν ἐν τῷ ἀνωτέρῳ πίνακι (παραδείγματος σκοπίμου ἀντιστοιχίας διαστάσεων) προβλεπομένων ὀρίων, εἰς τρόπον ὅστε, ἂν ἐχρησιμοποιοῦντο διὰ τὴν κάτωθεν ἐντύπισιν (ἐγκιβωτισμὸν) καί, τρόπον τινά, ἐπένδυσιν τῶν θολίσκων «ἔτοιμα κελύφη», δὲν θὰ προσέκυπτεν ἀπλῶς οἰκονομία εἰς ὑλικὸν τύπων, ἀλλὰ καὶ σημαντικὴ ἐπιτάχυνσις τῶν ἔργων (ἂν μὴ καὶ καλυτέρα ποιότης).

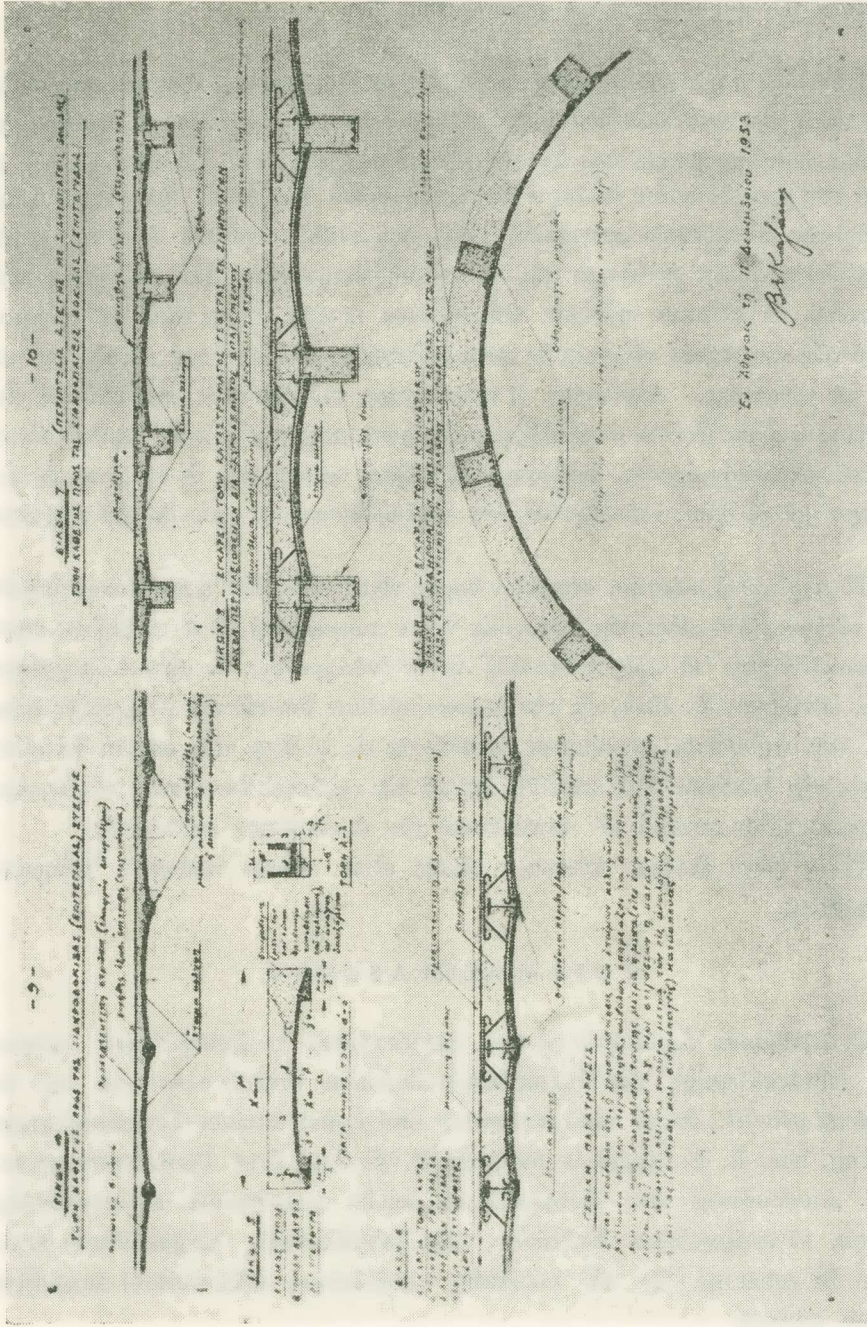
Δὲν ἀναφέρομεν ἄλλης φύσεως ἢ σημασίας ἔργα οἰκοδομικὰ ἢ τεχνικὰ ἐν γένει, ἐνθα ἡ χρησιμοποίησις «ἐτοιμῶν κελυφῶν» εἶναι ὠφελίμως ἐφικτή, μνημο-



Εἰκὼν 3

νεύομεν οὐχ' ἥττον τὴν περίπτωσιν κυλινδρικῶν θόλων κατὰ τὸ μᾶλλον ἢ ἥττον μικροῦ βέλους, κατασκευαζομένων ἐκ σιδηροδοκίδων ἢ σιδηροπαγῶν δοκίδων μετὰ κυρτῆς μεταξὺ αὐτῶν πλακὸς σκυροδέματος, ὠπλισμένου ἢ μὴ. Αἱ ἀποστάσεις τῶν δοκίδων, διηκουσῶν κατὰ τὴν ἔννοιαν τῆς γενετείρας τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας, εἶναι δυνατὸν νὰ ὀρίζονται ἐν ἀντιστοιχίᾳ πρὸς τὸ ἀνοίγμα τῶν χρησιμοποιηθησομένων «ἐτοιμῶν κελυφῶν»—εἰκ. 9.

Μία τοιαύτη περίπτωσις παρουσιάζεται εἰς τοὺς νάρθηκας τῶν ἐκκλησιῶν



Είκοτες 4, 5, 6, 7, 8 και 9

μὲ σταυροθόλια ἢ εἰς τὰς Βασιλικὰς (διαμόρφωσις ὀροφῶν τῶν ἀντιστοιχῶν τμημάτων τῶν μνημονευομένων τύπων ἐκκλησιῶν).

Τέλος καὶ ἡ κατασκευὴ κελυφοειδῶν στεγῶν διαμορφουμένων καὶ ὑπολογιζομένων κατὰ τὴν *περὶ κελυφῶν θεωρίαν* καθίσταται εὐχερεστέρα καὶ οἰκονομικώτερα διὰ τοὺς προεκτεθέντας λόγους (ἔξοικονομήσεως τοῦ ξυλοτύπου κλπ.), τῇ χρήσει τοῦ προτεινομένου ἐτοίμου κατασκευαστικοῦ στοιχείου, προκειμένου περὶ κυλινδρικών κελυφοειδῶν στεγάσεων μετὰ νευρώσεων σιδηρῶν ἢ σιδηροπαγῶν διηκουσῶν κατὰ τὴν γενέτειραν τῆς κυλινδρικῆς ἐπιφανείας. Καὶ ἐν τῇ περιπτώσει ταύτῃ τὰ «ἔτοιμα κελύφη» ἀπαρτίζοντα κυρίως τύπον (καὶ δὴ μόνιμον) μεταξὺ τῶν νευρώσεων τίθενται ἐν συναρμολογήσει καὶ συνδέσει μεταξύ των καὶ πρὸς τὰς νευρώσεις. Ἀκολουθεῖ ἡ τοποθέτησις τοῦ σχετικοῦ ὄπλισμοῦ καὶ εἴτα ἡ ἔγχυσις ἢ ρίψις (ἐφ' ὅσον προβλέπεται ἡ χρησιμοποίησις ριπτοῦ νωποῦ μίγματος) τοῦ σκυροκονιάματος, ἀναλόγως τοῦ τρόπου κατασκευῆς ἐν συνδυασμῶ πρὸς τὸ πάχος καὶ τὸ βέλος τοῦ ὄλου τελικῶς ἀποληφθησομένου κυλινδρικοῦ κελύφους.

Τὸ περὶ οὗ ἡ παροῦσα στοιχεῖον δομῆς εἶναι αὐτὸ καθ' ἑαυτὸ τόσον ἀπλοῦν, ὥστε νὰ διστάζη ὁ μελετητῆς μηχανικὸς νὰ τὸ παρουσιάσῃ ἢ νὰ προβῇ εἰς σχετικὴν ἀνακοίνωσιν. Ἡ πρὸς τοῦτο οὐχ' ἦιτον ἐνθάρρυνσις, ἀν μὴ καὶ ὑποχρέωσις αὐτοῦ, ὀφείλεται, ὡς εἶκός, εἰς τὴν διαπιστωθεῖσαν δυνατότητα ἐπωφελοῦς ἐφαρμογῆς τοῦ μνησθέντος συστήματος κατασκευῆς εἰς τὰ ἔργα του, καὶ δὴ ὄχι μόνον ὡς πρὸς τὴν δαπάνην, ἀλλὰ καὶ ὅσον ἀφορᾷ τὴν ταχύτητα ἐκτελέσεως αὐτῶν, πραγματοποιουμένου συνάμα τοῦ μονολιθικοῦ τῶν ἀντιστοιχῶν κατασκευῶν.

Τὸ ἐν λόγῳ ἐτοίμον στοιχεῖον δομῆς εἶναι προῖον καθαρῶς Ἑλληνικῆς προσπαθείας.

ZUSAMMENFASSUNG

In etwaigem Verhältnis zu den, insbesondere in Deutschland, verwendete schalenförmige Stahlbetonkonstruktionen *mittels Schalung auf der Baustelle gebaut*, ist es nach statischer und konstruktiver Untersuchungen von Ing. herr B. E. Kazakos festgestellt worden dass Baukonstruktionen unter Anwendung von fertiggebaute leicht gekrümmte schalenförmige Platten, «Fertiggebaute Schalen», aus fabrikmässig hergestelltem Beton (ohne Bewehrung, für die vorläufig vorgesehene stützweiten) ausgeführt werden können.

Die leicht tragbare «Fertiggebaute Schalen» sich auf der Baustelle

zwischen Trägern rasch zusammenfügen, entweder in der Fall der Kappen-
decken, oder der einbetonierten Stahl- und Stahlbetonträgern. Nach genü-
gender Erhärtung des Fugenmörtels, die sich ergebende einzige Schalen zum
Ertragen von Beton oder Stahlbeton, leicht Beton und derartige Baustoffe
fähig sind. Sämtliche Durchbildung und statische Berechnung der «Fertig-
gebaute Schalen» und der entsprechenden Baukonstruktionen sich zu-
grunde der bekannten Bausysteme der gewölbte Konstruktionen ausfüh-
ren lassen.

Die zwei Hauptkennzeichen des genannten Bauelements, d. h. die
Fertig- und *Leichtgekrümmte* Form sowie sein kleines Gewicht und die
Möglichkeit rascher Zusammenfügung auf der Baustelle, zur Bildung einzi-
ger, an die Stelle der Schalung setzende, Zweigelenkschalen, führen zur
bedeutsamen Ersparung von Schalungsholz, Bewehrungsstahl (am meisten
ausländische Materialien) und Bauzeit (tagelöhne usw) der Bauwerke,
entweder Dachkonstruktionen in Form gewöhnliches Daches und zylindrisch
gewölbter Decken, oder Fussböden und Brückenfahrbahnen usw herbei.

Die «Fertiggebaute Schalen» stellen ein Produkt von griechischer
Anstrengung vor.