

ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

Σίδηρος και μπετόν-αρμέ

Νίκος Μπελαβίλας

Λέκτορας Σχολής Αρχιτεκτονικών Μηχανικών
Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

Το μπετόν-αρμέ¹ είναι ταυτισμένο με την ελληνική οικοδομή του 20ού αιώνα. Τα μυστικά του είναι γνωστά σε χιλιάδες μηχανικούς αλλά και τεχνίτες, στην Ελλάδα δε, των αρχών του 21ου αιώνα, η κατασκευή από μπετόν-αρμέ θεωρείται ο απλούστερος τρόπος για την οικοδόμηση ενός κτιρίου. Το ίδιο, θεωρούνται αυτονόητες, αν και πολύ πιο δύσκολες, οι κατασκευές από μέταλλο των μεγάλων τεχνικών έργων όπως είναι οι γέφυρες, οι μεγάλες στέγες, τα στάδια. Αυτά τα δύο υλικά, πρώτα ο σίδηρος από το τέλος του 19ου αιώνα και λίγο αργότερα, από τις αρχές του 20ού, το μπετόν-αρμέ, εισέβαλαν στον τομέα των κατασκευών εκτοπίζοντας τα πανάρχαια υλικά της οικοδομικής, την πέτρα και το ξύλο.

Η πρώτη χρήση δομικού σιδήρου στην Ελλάδα, πέρα από τους απλούς συνδέσμους με λάμες για ξύλινες στέγες ή τα κικκιδώματα, ταυτίζεται με τη βιομηχανική τυποποίησή του². Τα βιομηχανοποιημένα και τυποποιημένα σιδηρά δομικά υλικά αρχικά ήσαν υποστυλώματα και λάμες. Οι κολόνες από χυτοσίδηρο εμφανίστηκαν κατά τη δεκαετία του 1870. Σύντομα κυριάρχησαν ως βασικό στοιχείο του φέροντος οργανισμού σε βιομηχανικά κτίρια και σε εμπορικούς χώρους. Είχαν κυλινδρικές κοίλες διατομές, πέλμα ή πεπλατυσμένη βάση και επίσης πεπλατυσμένη απόληξη στη στέψη, πολλές φορές με κιονόκρανο. Εδράζονταν συνήθως σε ένα κυβικής μορφής μαρμάρινο ή κτισμένο με συμπαγή τούβλα θεμέλιο. Δεν γνωρίζουμε αν εισήχθησαν από την Ευρώπη ή αν πρωτοκατασκευάστηκαν εδώ. Η εμφάνισή τους πάντως συμπίπτει με τη μεγάλη διάδοσή τους στον ευρωπαϊκό χώρο. Όσες εντοπίζονται σήμερα έχουν κατασκευαστεί μεταξύ του τέλους της δεκαετίας του 1870 και των μέσων της δεκαετίας του 1900 στα χαμηλά των μηχανουργείων του Πειραιά, της Ερμούπολης και του Λαυρίου.

Χυτοσίδηροί στύλοι

Από το 1860, στο μηχανουργείο Γεωργίου Βασιλειάδη στον Πειραιά κατασκευάζονταν δεκάδες διαφορετικά προϊόντα, από πλοία μέχρι μηχανές και από ξύλινες καρέκλες μέχρι άρματα. Μετά το 1869 το μηχανουργείο στράφηκε στις μεταλλικές κατασκευές από χυτό και σφυρήλατο σίδηρο³. Αυτό το μηχανουργείο παρήγαγε τους μαντεμένιους στύλους οι οποίοι σε συστοιχίες χωρίζαν τα κλίτη των βιομηχανικών αιθουσών, στηρίζοντας τα ξύλινα ζευκτά των στεγνών τους ή τις οροφές των ισόγειων καταστημάτων σε πολυώροφα νεοκλασικά, απελευθερώνοντας έτσι τους χώρους από τους ενδιάμεσους τοίχους. Ενδεικτικό της μεγάλης διάδοσης των προϊόντων αυτών είναι οι στύλοι κατασκευασμένοι στο μηχανουργείο Βασιλειάδη υπάρχουν, εκτός από τα νεοκλασικά μέγαρα του Πειραιά, στο μέγαρο Πετρίτση της Ερμούπολης (1878) και στο ασπινοποείο Πατούλη στην Κέρκυρα (1891). Σε μέγαρα της Ερμούπολης, όπως αυτά των Αντωνίου Βαλμά και Παντελή Φουστάνου, σώζονται ίδιοι τεχνίτες και μορφές χυτοσίδηρα υποστυλώματα, κατασκευασμένα από

1. Ο μπετόν-αρμέ είναι ο συνδυασμός του σιδήρου με το σκυρόδεμα. Ο σίδηρος ενισχύει το σκυρόδεμα και το σκυρόδεμα προστατεύει τον σίδηρο από την οξείδωση. Ο μπετόν-αρμέ είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή κτιρίων, δρόμων, γέφυρων, κ.λπ. Ο μπετόν-αρμέ είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή κτιρίων, δρόμων, γέφυρων, κ.λπ. Ο μπετόν-αρμέ είναι ένα υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή κτιρίων, δρόμων, γέφυρων, κ.λπ.

1. Η κύρια αίθουσα του μηχανουργείου της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου. Διακρίνεται η συστοασία των κυλινδρικών χυτοσιδηρών υποστύλων που στηρίζουν την έλικνη στέγη. Το μηχανουργείο κατασκευάστηκε σε φάσεις την περίοδο 1875-1901 (φωτ.: Σ. Παπαδόπουλος, Β. Smith, 1996).



το συριανό μηχανουργείο του Σταύρου Μπαρμπέτα⁴. Είναι φανερό ότι με την ανάπτυξη του κλάδου των μηχανοκατασκευών, κυρίως σε πόλεις με λιμάνια και για τις ανάγκες την ναυτιλίας, τοπικά μηχανουργεία αντέγραψαν τα συγκεκριμένα προϊόντα και τα παρήγαγαν στα χυτηριά τους. Η εισαγωγή, αρχικά από τον Πειραιά ή την Ευρώπη, και η περιφερειακή παραγωγή τους στη συνέχεια, παρατηρείται την περίοδο εκείνη και σε άλλα προϊόντα, όπως μεταλλικές πρέσες ελαστριβείων που κατασκευάστηκαν σε μηχανουργεία του Βόλου, ή πρέσα υαλοურγεία αγγλικής κατασκευής η οποία αναπαράχθηκε σε μηχανουργείο της Ερμούπολης. Ανάλογης δομής χυτοσιδηρά υποστύλωματα (εικ. 1), πιο λπά από αυτά των νεοκλασικών μεγάλων, στηρίζουν τις στέγες του μηχανουργείου της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου (FEMA). Το συγκρότημα του μηχανουργείου άρχισε να κτίζεται το 1875 και ολοκληρώθηκε στην πλήρη του έκταση περί το 1901⁵. Οι στυλοί του πιθανόν να κατασκευάστηκαν στο χυτηριά του ίδιου του συγκροτήματος, δεδομένου ότι εκείνη την περίοδο παράγονταν σε αυτό μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας για τις ανάγκες του ίδιου του εργοστασίου⁶, όπως και ο εξοπλισμός των μεταλλείων.

Στο γύρισμα του αιώνα, ένας άλλος τύπος υποστύλωματος, με διατομή διπλού T ή διπλής κοιλοδοκού, μικρό πέλμα και μεγάλο ύψος διατομής χρησιμοποιήθηκε στις όψεις των ισόγειων εμπορικών καταστημάτων της οδού Ερμού, της οδού Αθηνάς και της οδού Αιάλου. Το στοιχείο αυτό κάλυπτε όλο το πλάτος της λιθόκτιστης τοιχοποιίας και αντικαθιστούσε τους πεσσούς, δίνοντας τη δυνατότητα δημιουργίας μεγάλων ανοιγμάτων για βιτρίνες. Όσοι στυλοί έχουν εντοπιστεί κατασκευάστηκαν στην Αθήνα και τον Πειραιά. Ορισμένοι σώζονται στα ισόγεια καταστήματα του ξενοδοχείου Τουριστ της οδού Ερμού (σήμερα πολυκατάστημα Φωκιάς), το οποίο κτίστηκε το 1904.

Δικτυώματα από ελασματοσιδηρό

Η τεχνική του ελασματοσιδηρού υπήρξε το αμέσως επόμενο βήμα. Η τεχνική της ελάσης του λειωμένου μετάλλου και η αλλαγή του κράματος για μεγαλύτερη αντοχή σε κάμψη επέτρεψαν να κατασκευαστούν φέροντα στοιχεία θεωρητικά α-περιόριστου μήκους και υψηλότερων ανοχιών. Με λάμες, ράβδους, δοκούς και στύλους διατο-

μίων T και διπλού T, συνδεδεμένων μεταξύ τους σε διατάξεις δικτυωμάτων, δημιουργήθηκαν κατασκευές εξ ολοκλήρου μεταλλικές, όπως στέγες μεγάλων αναγμάτων, γέφυρες οδοποιίας και σιδηροδρόμου, λιμενικές προβλήτες. Στη σιδηροδρομική γεφυροποιία και στις λιμενικές εγκαταστάσεις απαντούν τα πλέον προχωρημένα παραδείγματα. Ένα από αυτά ήταν η πρωτότυπη σύρμητη εσχάρα στο ναυπηγικό τμήμα του μηχανουργείου Βασιλειάδη, μήκους 356 ποδών, με την οποία σύρονταν στη στεριά πλοία εκτοπίσματος 3.500 τόνων⁷. Η εσχάρα κατασκευάστηκε περί το 1900 και διαλύθηκε το 1963.

Οι δεξαμενές υγρών ή αερίων, και δευτερευόντως οι λέβητες, κατασκευές με λαμαρίνες και μεταλλικά δικτυώματα, παρότι είχαν αποκλειστικά βιομηχανικές χρήσεις, σημάδεψαν τη μορφή των πόλεων με τις σγκώδεις διαστάσεις τους στους εξωτερικούς χώρους των εργοστασίων. Τα μεγάλα πλωτά αεριοφυλάκια του εργοστασίου φωταερίου στην Αθήνα είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, καθώς αποτέλεσαν τοπόσημα της εισόδου της πόλης. Το μοναδικό αεριοφυλάκιο που σώζεται στην αυθεντική του μορφή (1909) είναι έργο της εταιρείας Bonnet-Spazin της Λυών.

Οι διαστάσεις των τυπικών διόρυχτων στεγών των βιομηχανικών κτιρίων, μέχρι τις αρχές του 20ού αιώνα είχαν τους περιορισμούς που όριζε η χρήση του ξύλου. Τα μεγάλα βάρη της ξυλείας, οι παραμορφώσεις και τα περιορισμένα μήκη δεν άφηναν δυνατότητες για μεγάλα ανοίγματα. Με τους μεταλλικούς στύλους, οι οποίοι υποστηρίζουν τις βάσεις των ζευκτών, αντιμετώπιστηκε το πρόβλημα εν μέρει. Όμως η πυκνή διάταξη των στύλων μέσα στις αίθουσες δέσμευε τους χώρους. Η κατασκευή μεταλλικών στεγών, με ζευκτά δικτυωματικής μορφής και κάλυψή τους με λεπτά μεταλλικά φύλλα, αύξησε σημαντικά τα μεγέθη των χώρων και απελευθέρωσε το εσωτερικό τους. Ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος της ΓΕΜΑ στο Λαύριο στεγάστηκε με αυτόν τον τρόπο. Είναι μία από τις πρώτες εφαρμογές στην Ελλάδα στέγασης βιομηχανικής αίθουσας με μεταλλικό σκελετό. Η στέγη καλύπτει την κεντρική αίθουσα, επιφάνειας 1200 τ.μ. και έχει άνοιγμα ζευκτών 20 μ. Σχεδιάστηκε από το γραφείο Paul Bonnet της Λυών το φθινόπωρο του 1905. Αποτελείται από ελαφρά μεταλλικά ζευκτά και γείτες, υπερυψωμένο διαμηκή φωταγωγό και καλύπτεται από αλκαλική λαμαρίνα⁸. Ανάλογη στέγη, χωρίς φωταγωγό και με πιο βαριές διατομές από αυτές του σταθμού του Λαυρίου, κάλυψε την ίδια εποχή (1903) την κεντρική αίθουσα του πρώτου ατμοηλεκτρικού σταθμού παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος της Ελληνικής Ηλεκτρικής Εταιρείας στο Νέο Φάληρο⁹.

Στα αστικά αλλά και στα βιομηχανικά κτίρια ο σιδηρος αρχικά υποκατέστησε το ξύλο και την πέτρα. Έτσι η βασική αρχιτεκτονική των κτιρίων διατηρήθηκε. Στη συνέχεια όμως η αποκάλυψη των χαρακτηριστικών του, η βελτίωση των ανοιχτών και η εξέλιξη των μεθόδων υπολογισμού τους απογείωσε τη χρήση του ως δομικού στοιχείου και εντέλει άλλαξε τις μορφές και τη λογική της κατασκευής. Άλλες τεχνικές, δόνατο επί τη ναυπηγική ή τη γεφυροποιία, εφαρμόστηκαν πολλές φορές και στη συμβατική οικοδομική των κτιρίων.

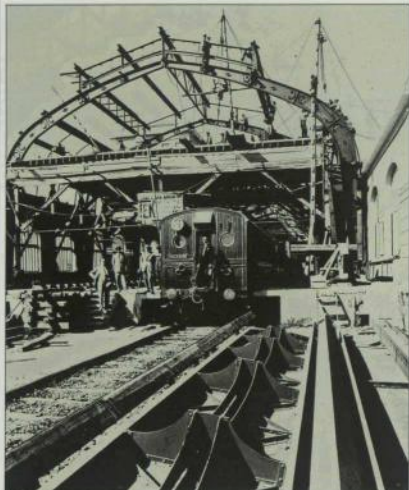


2. Αετιοφόρος της κατασκευής της σκάλας φέρουσας μεταλλωμάτων της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλικών Λαμαρίνας. Η μεταλλική σκάλα κατασκευάστηκε το 1888. Διακρίνεται η δομή του δεκτιμοστού με κυλινδρικούς στύλους, δοκούς διατομής διπλού T και διαγώνια αντιστήρια από ραβδούς που συνδέονται με δοκουλούς (φωτ.: Σ. Παπαδόπουλος, Β. Smith, 1998).

Η δημιουργία μεταλλικών στεγών με γυάλινη επικάλυψη, που επέτρεπε τη διάχυση του φωτός στο εσωτερικό των κτιρίων, αποτέλεσε μία από τις σημαντικές καινοτομίες η οποία άλλαξε, εκτός από τη φέρουσα δομή, και την αρχιτεκτονική των κτιρίων. Στο κέντρο της κάτοψης δημιουργήθηκαν αίθρια με άπλετο φως, προστατευμένα από τη βροχή και το κρύο. Τέτοια αίθρια βρίσκονται στην αίθουσα χορού των Ανακτόρων του Διαδόχου στην οδό Ηρώδου Αττικού, τα οποία σχεδιάστηκαν από τον Ερνέστο Τσίλλερ, και στο Δημοσίο Καπνεργοστάσιο της οδού Λενορμάν (1927), σχεδιασμένο από τον αρχιτέκτονα Ν. Γαβαλά.

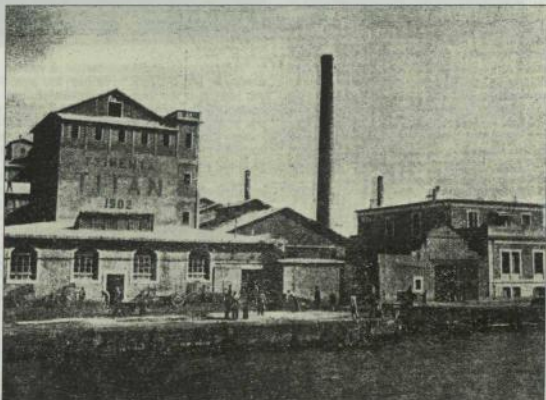
Η ιδέα του φωτισμού μέσω της στέγης βρήκε την καλύτερη έκφρασή της στην Ελλάδα, στην αίθουσα του θεατρικού σταθμού του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου στον Πειραιά. Το έργο σχεδιάστηκε από τους αρχιτέκτονες Μ. και Ι. Αερόλο (1920) και κατασκευάστηκε το 1929 (εκ. 3). Η νιμφοειδής στέγαση, με τα τριακρόφωτα τόξα και τη γυάλινη επικάλυψη, είναι το μοναδικό ελληνικό παράδειγμα το οποίο συνδυάζεται ισόσημα με τα μεγάλα ευρωπαϊκά αντίστοιχα¹⁰.

Σε ένα τελειώς διαφοροτικό τοπίο από αυτό των νεοκλασικών μεγάρων και των αστικών υπο-



3. Ο πειρατικός σταθμός του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου κατά την κατασκευή του το 1927. Σχεδιάστηκε από το αρχιτεκτονικό γραφείο του Μ. και Γ. Αρζάκι. Ο θόλος σφραγίζεται σε τριπλήρωτη πόση τα οποία εδράζονται σε μαρμάρια κυβικά θεμέλια και καλύπτεται με γυαλί (Αρχείο ΕΗΣ-ΗΣΑΠ από το Ω. Ελληνικό σιδηρόδρομο, Σύλλογος Φίλων του Σιδηροδρόμου και Εκδόσεις Μήλιος, Αθήνα χ.χ., σ. 26).

4. Το εργοστάσιο της ΑΕ Τσιμέντων «Τπάν» στην Ελευσίνα υπήρξε το πρώτο εργοστάσιο παραγωγής τοιμίντου. Η εταιρεία αποτέλεσε συνέχεια της «Κατζικειράκος, Ζαχαρίου και Σία» η οποία ιδρύθηκε το 1902. Η «Τπάν» ιδρύθηκε το 1910 (Γραμμάτσος Λεωνίδα Εκδοτικός οίκος 1821-1921, Εν Αθήναις 1923, τόμος Β1, σ. 137).



δομών, στο τοπίο των ορυχείων, η τεχνολογία των μεταλλικών κατασκευών αξιοποιήθηκε στο έπακρο στις μεταφορικές και λιμενικές υποδομές. Η σκάλα φόρτωσης του μεταλλεύματος στο λιμάνι του Λαυρίου (1888) είναι άλλο ένα εξαιρετικό τεχνικό επίτευγμα. Πρόκειται για μεταλλική κατασκευή θεμελιωμένη σε βάθρα λιθόκλιτα με πασσαλόπηξη στο βαθύ (εικ. 2). Η σκάλα έχει συνολικό μήκος 65 μ. και το επίπεδο φόρτωσης βρίσκεται 9 μ. πάνω από τη θάλασσα. Συγκροτείται από δύο συστοιχίες με 5 υποστυλώματα στην κάθε μία, δοκούς και διαγώνια αντανέμια¹¹. Έφερε σιδηρόδρομο και γερανούς φόρτωσης. Το πρότυπο της σκάλας του Λαυρίου μεταφέρθηκε στα δεκάδες νησιά όπου λειτουργούσαν μεταλλεία. Οι επτά περίτεχνες σκάλες φόρτωσης των μεταλλείων της Γαλλικής Εταιρείας «Σέρφος-Σπηλιόζελα», οι σκάλες στις Καμάρες της Σίφου, στα Λουτρά της Κύθνου, στην Αντίπαρο, στην Κίμωλο και τη Μήλο, όπου μόνο εκεί έχουν καταγραφεί 38 παράκτιες εγκαταστάσεις φόρτωσης μεταλλευμάτων με σκάλες, αποκαλύπτουν την έκταση που έλαβε η εφαρμογή της τεχνικής των μεταλλικών γεφυρών και προβόλων με δικτυώματα από ελασματοσίδηρο. Δείγματα ανάλογης τεχνικής αποτελούν και οι δύο γερανογέφυρες του προλιμένα στον Πειραιά, η μία εκ των οποίων σωζεται στο Κερατσίνι. Οι γέφυρες κατασκευάστηκαν το 1932.

Αυτές οι τεχνικές του μετάλλου προχώρησαν τόσο, ώστε το 1926-1929 το ελληνικό δημόσιο γεφύρωσε τα βουνά της Απεράθου και Κορώνου στα σμιρδιωρυχεία Νάξου με ένα ενσέριο σύστημα μεταφοράς του ορυκτού. Το καλώδιο από σιματόσσινο, μήκους 9 χλμ., στήριχθηκε σε 72 μεταλλικούς πυλώνες, τριγωνικής κάτοψης, δικτυωματικής μορφής με λάμες δια-

τομής Γ και κοχλιωτές συνδέσεις. Οι πυλώνες αυτοί είναι οι πρόδρομοι των πυλώνων μεταφοράς του ηλεκτρικού ρεύματος.

Οι πρώτες εφαρμογές του μπετόν-αρμέ

Το 1901 αποφασίστηκε η αντικατάσταση των δύο παλαιών ξύλινων γεφυρών του Κηφισού. Η μία βρισκόταν στη συμβολή του με την οδό Πειραιώς και η άλλη στην ακτή του Νέου Φαλήρου. Ο μηχανικός Ηλίας Αγγελόπουλος, ένας από τους τεχνικούς που σχεδίασαν την αναμόρφωση του λιμανιού του Πειραιά στο τέλος του 19ου αιώνα, πρόεδρος αργότερα του Τεχνικού Επιμελητηρίου και καθηγητής του Πολυτεχνείου, εισήγηθηκε την κατασκευή των γεφυρών με οπλισμένο σκυρόδεμα αντί για σιδηρό¹². Με την πρόταση του Αγγελόπουλου το κόστος του έργου –την κατασκευή του οποίου ανέλαβε η τεχνική εταιρεία του Σ. Αγαπητού¹³– μειώθηκε στο ήμισυ. Το έργο ολοκληρώθηκε με επιτυχία το 1902, ανοίγοντας έτσι ένα νέο κεφάλαιο στην ιστορία των κατασκευών στην Ελλάδα.

Η νέα τεχνική είχε δοκιμαστεί στη γεφυροποιία στην Αγγλία τον προηγούμενο χρόνο. Μέχρι τότε στην Ελλάδα, το ταίμεντο ήταν γνωστό ως είδος πολυτελείας¹⁴, όσο για το σιδηροπαγές κόνιαμα ή μπετόν-αρμέ ήταν άγνωστο¹⁵. Οι πειραματισμοί στον Κηφισό και η εισαγωγή του μπετόν-αρμέ στην Ελλάδα έγιναν σχεδόν ταυτόχρονα με την καθιέρωση της τεχνικής στον διεθνή χώρο. Ο Η. Αγγελόπουλος εισήγηθηκε την εισαγωγή και υλοποίησης τα πρώτα έργα, αλλά άλλοι μηχανικοί έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στην επιτυχή καθιέρωση της τεχνικής.

Ο πολιτικός μηχανικός Αλέξανδρος Ζαχαρίου ήταν ο άνθρωπος που βιομηχανοποίησε την παραγωγή του μπετόν-αρμέ διευρύνοντας τις εφαρμογές του και πρωτοστατώντας στην ίδρυση της ελληνικής τοιμενοβιομηχανίας. Από το 1899 είχε δημιουργήσει τη δική του τεχνική εταιρεία και το 1902 μαζί με τον Ανδρέα Χατζηκυριάκο ίδρυσαν την εταιρεία «Χατζηκυριάκος, Ζαχαρίου και Σία», η οποία εξελίχθηκε στην ΑΕ Τοιμένων «Τιτών». Το εργοστάσιο της «Τιτών» στην Ελευσίνα¹⁶ κατασκευάστηκε το 1910, δίπλα σε λατομείο και λιμάνι (εκ. 4). Επικεφαλής της εταιρείας τότε ήταν ο χημικός μηχανικός Νικόλαος Κανελλόπουλος. Το εργοστάσιο της «Τιτών» είναι ακόμη και σήμερα ένα από τα μεγάλα κέντρα παραγωγής τοιμέντου στην Ελλάδα. Στην Ελευσίνη η «Τιτών» παράγει τοιμέντο Πόρτλαντ πιστοποιημένο από γαλλικά και γερμανικά εργοστάσια¹⁷.

Το δεύτερο μεγάλο εργοστάσιο τοιμέντου κατασκευάστηκε στη Δραπετσώνα το 1911 από την Ανώνυμη Γενική Εταιρεία Τοιμένων (ΑΓΕΤ), ιδρυτής και διευθυντής του από το 1917 ήταν ο Α. Χατζηκυριάκος, ο οποίος αποχώρησε από την «Τιτών» το 1910. Το εργοστάσιο διέθετε λιμενικές εγκαταστάσεις στην ακτή και εναέριο σιδηρόδρομο μεταφορέας αδρανών από τα λατομεία της Νίκαιας. Η ΑΓΕΤ, το 1929, συγχωνεύτηκε με την ΑΕ Τοιμένων Βόλου «Ολυμπος». Είναι μία από τις μακροβιότερες ελληνικές βιομηχανίες¹⁸.

Ο Α. Ζαχαρίου στη συνέχεια, το 1920, ίδρυσε την Ανώνυμη Οικοδομική Εταιρεία «Τέκτων», αναλαμβάνοντας κυρίως έργα από μπετόν-αρμέ¹⁹. Η



5. Ένα από τα πρώτα κτίρια μπετόν-αρμέ στην Ελλάδα είναι ο κολινοβόμος Γεωργή-Νικολαόπουλος στον Πειραιά. Κατασκευάστηκε το 1910 από τον πολιτικό μηχανικό Αλέξανδρο Ζαχαρίου.

«Τέκτων» και η πρόγρονος της εταιρεία του Α. Ζαχαρίου κατασκεύασαν με μπετόν-αρμέ πολλά κτίρια, μεταξύ των οποίων το νέο κτίριο της Εθνικής Τράπεζας, της Τράπεζας Αθηνών, το Υπουργείο Γεωργίας²⁰, τους μολύβδινο-βαλίσμους με κελύφους οπλισμένου σκυροδέματος για την παρασκευή θειικού οξέος στο εργοστάσιο της Ανώνυμης Ελληνικής Εταιρείας Χημικών Προϊόντων και Λιπασμάτων (ΑΕΕΧΠΛ) στη Δραπετσώνα²¹, όπως και πολλά άλλα κτίρια στο ίδιο εργοστάσιο, το μεγάλο Σπυράκη (εκ. 6), το κτίριο Γενικών Αποθεμάτων και το μηχανοστάσιο των ελληνικών σιδηροδρόμων στον Πειραιά, το διυλιστήριο της εταιρείας Οίνων και Ονοπνευματικών στην Ελευσίνα. Το εργοστάσιο «Ηραίοτος» στα Φιρά της Σαντορίνης ήταν ένα από τα δύσκολα έργα της «Τέκτων». Κτίστηκε στο χείλος της καλντέρας και ήταν συνδεδεμένο με την ακτή. Άρχισε να κατασκευάζεται το 1920 και ολοκληρώθηκε γύρω στο 1928 με επιβλέποντα τον Ιωάννη Δοσδιδη²². Για τη λειτουργία του εργοστασίου δημιουργήθηκε ένα «κεκλιμένο» μήκους 200 μ. με κλίση 45°, στον γκρεμό της καλντέρας, που έφερε τα προϊόντα στην ακτή για φόρτωση. Το ίδιο «κεκλιμένο» χρησιμοποιεί για την ανέλιξη των μηχανών που έφθαναν σε βάρος έως και 7 τόνους, από τη θάλασσα μέχρι το επίπεδο του εργοστασίου.

Η μαζική παραγωγή

Στην οικία Αφεντούλη της οδού Σταδίου, εμφανίστηκε το 1906 η πρώτη κατασκευή μπετόν-αρμέ αστικής χρήσης. Σχεδιάστηκε και αυτή από τον Ηλίο Αγγελόπουλο²³. Ένα άλλο γνωστό αστικό κτίριο από μπετόν-αρμέ είναι ο κινηματογράφος και το ξενοδοχείο Σπλάντιν (1916), πάλι στην οδό Σταδίου²⁴. Στα πρώτα αστικά κτίρια, αλλά και σε κάποια βιομηχανικά, η εισαγωγή του μπετόν-αρμέ δεν γίνεται αντιληπτή με την πρώτη ματιά. Άκραια δείγματα το Υπουργείο Γεωργίας, οι μύλοι Γεωργή-Νικολαόπουλου (εκ. 5) ή το Μέγαρο Σπυράκη στον Πειραιά, όπου το μπετόν κρυβόταν πίσω από τις κλασικίζουσες όψεις. Το μπε-

τόν-αρμέ εκεί απλώς υποκατέστησε τα ξύλινα πατώματα και τους πεισούς. Οι κορνίζες, τα νεοκλασικά φουρούσια, τα εκλεκτικιστικά υπέρθυρα επαναλήφθηκαν με το νέο υλικό. Υπήρξαν διαφοροποιήσεις μόνο ως προς το ύψος των οικοδομών: οι μηχανικοί, αισθανόμενοι ασφάλεια με το μπετόν-αρμέ, δεν διάταξαν να τις ψήφωσαν πέντε και έξι ορόφους. Έτσι, σε εκείνη την πρώτη γενιά των κτιρίων από μπετόν-αρμέ δεν παρατηρείται καμία ουσιαστική αλλαγή σε σχέση με τα εκλεκτικιστικά ή νεοκλασικά λιθόκλιτα της προηγούμενης περιόδου. Ακόμη και το τεράστιο για τα μέτρα της τότε Αθήνας κτίριο του Μετοχικού Ταμείου Στρατού στις οδούς Σταδίου και Πανεπιστημίου, σχεδιασμένο από τους αρχιτέκτονες Β. Κασσάνδρα και Λ. Μπώνη (1928), ακολουθεί όλα τα χαρακτηριστικά ενός αναγεννημένου κλασικισμού²⁵ που επικράτησε στην Ευρώπη τη δεκαετία του 1920. Δέκα χρόνια αργότερα, οι ίδιοι αρχιτέκτονες, σχεδιάζοντας το κινηματοθέατρο Rex (1937) της οδού Πανεπιστημίου, είχαν διαφοροποιήσει το ύψος τους. Στην όψη του Rex βρισκόμαστε την έκφραση του αμερικανικού αρ ντεκό.

Οι νέες μορφές που γεννήθηκαν χάρη στο μπετόν-αρμέ φάνηκαν σύντομα στα βιομηχανικά κτίρια ειδικής χρήσης. Η τεχνολογία του ήλθε να καλύψει τις ανάγκες της βιομηχανίας, η οποία, από τις αρχές του 20ού αιώνα, πέραγε σε μια νέα φάση, με την ανάπτυξη μεγάλων συγκροτημάτων κυρίως χημικών εργοστασίων. Οι δομικές δυνατότητες του ξύλου, του λίθου και των συμβατικών κοινωμάτων, όπως και του σιδήρου στις προηγούμενες μορφές του, δεν μπορούσαν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις για μεγάλα ανοίγματα, μεγάλες φορτίσεις, υψηλές θερμοκρασίες ή διαβρώσεις από οξεία. Το μπετόν-αρμέ έλυσε πολλά από αυτά τα προβλήματα. Εξάλλου, το μπετόν-αρμέ κατασκευάζονταν στο εργοτάξιο, αποφεύγοντας τους περιορισμούς που έθετε η προκατασκευή των σιδηρών στοιχείων, οι ίδιες

οι πλάκες στέγασης γίνονταν ταυτόχρονα φορείς επί των οποίων μπορούσαν να πατηθούν ο εξοπλισμός και τα φορτία, ενώ η πλαστικότητα του υλικού επέτρεπε να κατασκευαστεί με την ίδια υποδομή οποιαδήποτε σχεδόν μορφή, με τη χρήση απλών ξυλοτύπων και χωρίς την ανάγκη βαριάς μηχανολογικής υποδομής. Έτσι ένα ολογύρισμο συνεργείο τεχνιτών με σχετικά ελαφρά εργαλεία έκτιζε κτίρια.

Οι υδατόπυργοι ή οι αποθήκες των οξέων στα Λιπάσματα Δραπετσώνας, που κατασκευάστηκαν από τον Α. Ζαχαρίου, είναι οι πρώτες τέτοιες κατασκευές. Ξέρουμε από τις παραδοσιακές δεαμεύσεις που επέβαλλαν οι προηγούμενες τεχνικές και μορφές. Οι παραβολικές στέγες των κτιρίων των Λιπασμάτων ήταν ένα προοίμιο γι' αυτό που επρόκειτο να ακολουθήσει.

Η απογείωση του μπετόν-αρμέ

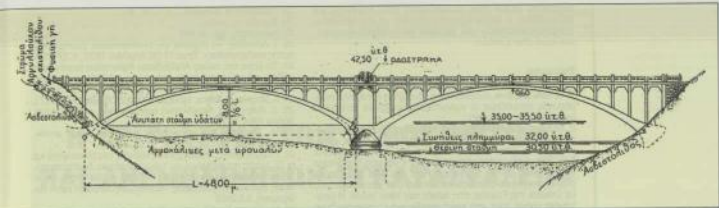
Στην Ελευσίνα, στο ανοικνευματοπίο «Κρόνος», ένας άλλος πολιτικός μηχανικός, ο Παύλος Σαντορίνης, μετέπειτα καθηγητής στην έδρα της Φυσικής Β' του ΕΜΠ, έκανε το επόμενο βήμα. Σχεδίασε τις μικητοειδούς μορφής πλάκες, οι οποίες κατασκευάστηκαν το 1923. Χάρη στη διάταξη του σιδηρού οπλισμού, οι πλάκες εκείνες δεν είχαν ανάγκη στήριξης σε δοκούς παρά μόνο σε στύλους²⁶. Ο Σαντορίνης, με τις μελέτες του, συγχρόνως τα βρήματα του με ό,τι πιο πρωτοποριακό συζητήσαν στον διεθνή χώρο για τις προοπτικές του μπετόν-αρμέ. Ο ίδιος, πειραματιζόμενος με τις ιδιότητες του υλικού, αλλά γνωρίζοντας καλά τις πειραματικές κατασκευές στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη, σχεδίασε μονιταρόσχημα στέγαστρα στην ακτή του Παλαιού Φαλήρου. Ο Σαντορίνης παρουσίασε τις δυνατότητες του μπετόν-αρμέ στο διεθνές συνέδριο της αποθέσεως του μοντέρνου κινήματος, το 4ο CIAM της Αθήνας, το 1933²⁷. Ο ίδιος αναφέρει ως πλέον σημαντικό στοιχείο των κατασκευών από μπετόν-αρμέ τη μονολιθικότητα καθώς και την απουσία αρμών, που έχουν οι άλλοι συμβατικοί τρόποι κατασκευής, η λιθοδομή, η ξυλοδομή, οι αποπιλινδοδομές, ακόμη και οι μεταλλικές κατασκευές. Αυτή η μονολιθικότητα, που μαζί με τη σχεδόν απεριόριστη πλαστικότητα υπήρξαν τα κύρια πλεονεκτήματα του νέου υλικού, ολοκληρώθηκαν με τη χύτευση ολόκληρου του κτιρίου στο εργοτάξιο. Μοναδική απαραίτητη προεργασία ήταν η κατασκευή ενός κλουπιού –του ξυλοτύπου–, και η προεργασία της κοπής και της συναρμολόγησης του σιδηρού οπλισμού σε ράβδους ή πλέγματα στο εργοτάξιο.

Η πλάκα με τη χωρική νευρώσεις, η δοκός και οι στύλοι αναφέρονται από τον Σαντορίνη ως βασικά στοιχεία της κατασκευής. Ο υπολογισμός της αντοχής, η υποταγή δηλαδή της κατασκευής σε μαθηματικές και όχι εμπειρικές μεθόδους υπολογισμού των απαραίτητων διαστάσεων που θα τις καθιστούσαν ασφαλείς, είχε ανακαλυφθεί. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1920 έγινε κατορθωτό να υλοποιηθούν περιπλοκές δομές, όπως θόλοι και μεμβράνες.

Στην Ελλάδα, οι συνθήκες είχαν ωριμάσει πλέον αρκετά για την οριστική υπέρβαση των παλαιών μεθόδων σχεδιασμού και κατασκευής



6. Το Μέγαρο Σπυράκης, στον Πειραιά είναι ένα από τα πρώτα αστικά κτίρια από μπετόν-αρμέ. Κατασκευάστηκε από την εταιρεία «Τέκτουρα» κατά τη δεκαετία του 1910. Παρά τη χρήση του νέου υλικού δεν παρατηρείται καμία ουσιαστική αλλαγή ως προς την αρχιτεκτονική από τα σύγχρονα του ύστερου νεοκλασικά, τα οποία κτιζόνταν με τις παλιές τεχνικές της πέτρας και του ξύλου.



κτιρίων. Εκτός από τη βιομηχανία, το μπετόν-αρμέ άρχισε να κυριαρχεί στη γεφυροποιία και στις λιμενικές εγκαταστάσεις. Η εντυπωσιακή γέφυρα της Κοκόβης στον Αλιάκμονα (εικ. 7), η οποία ολοκληρώθηκε το 1928, δείχνει την ώριμη μετάβαση στις νέες τεχνικές. Κατασκευάστηκε από μπετόν-αρμέ με δύο τόξα ανοίγματος 48 μ. το καθένα²⁸. Το σιλό στην Ηπείρωια προβλήτα του ΟΛΠ στον Πετραϊά ήταν ένα από τα τελευταία κτίρια μπετόν-αρμέ της εποχής του Μεσοπολέμου (εικ. 8). Πρόκειται για ένα νέο τύπο κτίριου το οποίο δημιουργήθηκε για την αποθήκευση και τη μεταφόρτωση των χυδίων σιτηρών. Το σιλό ολοκληρώθηκε το 1936. Ίδια σιλό μικρότερης κλίμακας κατασκευάστηκαν σε αρκετά λιμάνια, όπως στην Καβάλα, στον Βόλο κ.α.²⁹. Ο μονολιθικός πύργος του σιλού, με τις κυλινδρικές κυψέλες-αποθηκευτικούς χώρους, έφθασε σε ύψος 56,20 μ.³⁰. Τα τεχνικά του χαρακτηριστικά προσέκλυσαν το διεθνές ενδιαφέρον, ενώ ο όγκος του υπερέβη οποιαδήποτε άλλη κατασκευή του θαλάσσιου μετώπου, αλλάζοντας την όψη της ακτογραμμής.

Τα πρώτα τοιχωρά βήματα της βιομηχανίας, ακολουθήθηκαν και στην αστική αρχιτεκτονική. Είναι τότε που κτίρια-αθώβηοι στη νεότερη αρχιτεκτονική, με εξαιρετικές πρωτοτυπίες, κατασκευάζονται με ολόκληρο τον φέροντα οργανισμό από μπετόν-αρμέ.

Στο Φθισαίρειο Σωτηρία, κτίστηκαν, μεταξύ του 1932 και του 1940, ορισμένα από τα καλύτερα δείγματα του ελληνικού μοντερνισμού. Στα πενήντα του νοσοκομείου δημιουργήθηκαν πρωτόγνωρες συνθέσεις με καμπύλες, προβάλλουσες, όψεις-πετάσματα με στεγασμένους εξώστες και μεγάλα υαλοστάσια. Είναι κτίρια που δεν θα μπορούσαν να κτιστούν χωρίς την πλαστικότητα του μπετόν-αρμέ και τις επινοήσεις των αρχιτεκτόνων τους. Είναι το Λαϊκό Σανατόριο του Ι. Δεσποτόπουλου (1932-1937), το κτίριο των Μαγειρείων-Πλυτηρίων του Π. Γεωργακόπουλου (1937-1940), τα κτίρια «300 ανδρών» και «300 γυναικών» σε σχέδια του Π. Μεταξά και του Κ. Κιτσίκη (1937-1940), ο «Όικος αδελφών νοσοκόμων» σε σχέδια του Ι. Αντιωιάδη (1937-1940)³¹.

Οι ανατροπές επεκτάθηκαν καθώς το μπετόν-αρμέ, σε συνδυασμό με τη νέα νοοθεσία της κυβέρνησης Ε. Βενιζέλου για τις οικοδομές και την ορίζοντα ιδιοκτησία, γέννησαν την αθηναϊκή πολυκατοικία. Οι πολυκατοικίες με κορυφαίες την

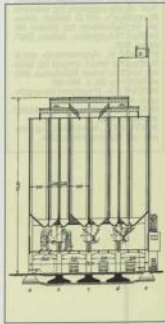
«μπε» πολυκατοικία στην πλατεία Εξαρχείων (1932) σε σχέδια του Κ. Παναγιωτάκου³² και την πολυκατοικία των Π. Μιχαηλίδη και Θ. Βαλεντή στην οδό Ζαΐμη (1934) είναι τα πρώιμα αντιπροσωπευτικά επώνυμα πρότυπα της ανώνυμης μετοπολεμικής έκρηξης. Το σύστημα δοκών επί στύλων, οι μαρκιζές και οι πρόβολοι, τα «έρκερ», οι εσοχές στα «ρετρέ», τα μεγάλα εσωτερικά και εξωτερικά ανοίγματα, η ελευθερία του καναβού που φέροντος οργανισμού και η σημειακή και όχι γραμμική θεμελίωση, που δεσμεύει τις χαράξεις στο κτίριο, τυποποιήθηκαν στα πρώτα σχέδια και στα εργοστάσια των κτιρίων από μπετόν-αρμέ. Αυτές οι επιλογές συγκρότησαν το συντακτικό που χρησιμοποιήθηκε μαζικά τα επόμενα χρόνια.

Δύο άλλες ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες κατηγορίες κτιρίων της πρώτης γενιάς του μπετόν-αρμέ είναι οι προσηφυγικές πολυκατοικίες της περιόδου 1932-1938, στη Στέγη Πατριδος, Δουρουγίου, Νίκαια, Αλεξάνδρας, με τις φρονιμοαναλιστικές συνθέσεις των αρχιτεκτόνων Κ. Λασκαρί, Δ. Κυριακού κ.ά.³³, όπως και τα σχολεία του κρατικού προγράμματος της δεκαετίας του 1930. Τα σχολεία της οδού Μιχαηλ. Βόδα (1931-1933) του Κ. Παναγιωτάκου, του Δ. Πικιώνη των Πευκίων (1932), της Γούβας (1933) σε σχέδια Κ. Παναγιωτάκου, του Ν. Μητρούκη (1932) στην οδό Κωλέττη, του Π. Καρανιώτη στην οδό Καλλιπέρης (1933), αλλά και του Μεσολλογγίου του Π. Γεωργακόπουλου (1931), της Ερμούπολης του Θ. Βαλεντή (1931)³⁴ αποτελούν πλέον μνημεία του ελληνικού μοντερνισμού.

Τα πρωτοποριακά κτίρια των σχολείων ή των προσηφυγικών πολυκατοικιών έμειναν χωρίς μιμητές. Αντίθετα οι αστικές πολυκατοικίες της δεκαετίας του 1930 καθιερώθηκαν ως ισχυρά πρότυπα. Η βασική τυπολογία της αρχιτεκτονικής τους και κυρίως η εργοστασιακή μέθοδος κατασκευής τους διατηρείται από τότε. Μισό αιώνα αργότερα, κατά τη δεκαετία του 1980, στα εργοστάσια εισήχθησαν νέες μέθοδοι, όπως η προπαρασκευή του σκυροδέματος και η πρώτη συναρμολόγηση του οπλισμού σε εργοστάσια και όχι επίτοπο, χωρίς όμως να αλλάξει η αλυσίδα της παραγωγής. Εν τω μεταξύ, το μπετόν-αρμέ ως δομικό υλικό, έφτασε σιγά-σιγά από τα ειδικωμένα εργοστήρια, όπως αυτά της «Τέκτων», και έγινε λαϊκό υλικό, όπως άλλοτε ήταν η πέτρα και το ξύλο. Η τεχνική της κατασκευής του είναι γνωστή και προσιτή σε κάθε μικρό εργολάβο ή οικοδόμο.

7. Κατασκευαστικό σχέδιο άψης της γέφυρας Κοκόβης στον Αλιάκμονα. Κατασκευάστηκε το 1928 από την Εταιρεία «Αδελφών Αυδή και Αθ. Ταχτατζής» της Θεσσαλονίκης. Η αρχική μελέτη προέβλεπε μία γέφυρα με 4 λίθινα τόξα, ανοίγματος 25 μ. Εν τέλει επιλέχθη η λύση των δύο τόξων, ανοίγματος 48 μ. από μπετόν-αρμέ (Έργο 53 (15.8.1927), σ. 101).

8. Κατασκευαστικό σχέδιο διαμήκου τμήμα του σιλού σιτηρών στο λιμάνι του Πετραϊά. Το σιλό κατασκευάστηκε το 1936 ες ολοκλήρου από μπετόν-αρμέ. Ο πύργος του έχει ύψος 56,20 μ. (Τεχνικό Χρονικό 174 (15.3.1939), σ. 226).



Ευχαριστώ θερμά τους συνδεδεμένους Νίκο Καλογερά και Μάρω Αδάμη, οι οποίοι ήταν την εφήμερα να μου διαθέσουν στοιχεία προσωπικών τους ερευνών για το πρώτο έργο μετάνομης στην Ελλάδα.

Σημειώσεις

1. Οι κυβερνημένοι ελληνικοί όρατοι βέτον-απέ με είναι σιδηροπλάσι ακιρόδωρα (ο παλιότερος όρος) και οπλισμένο σκυρόδεμα (ο νεότερος).
2. Το έργο από μηχανολόγο διαδόχους είναι ευρωπαϊκής χώρας κατά το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα. Οι κύριες εφαρμογές τους ήταν το κηλυβάδικο και τα διαστροφικά. Σπουδαία πρώια παραδείγματα είναι η γέφυρα Iron Bridge στην Αγγλία (1779), η γέφυρα Pont des Arts στο Παρίσι (1809), στέγες με φέρουσα κατασκευή από χυτοσίδηρο στο Le Creusot της Γαλλίας στις αρχές του 19ου αιώνα. Η εκτεταμένη χρήση τους στα πρώτα οικοδομικά έργα ενισχύεται στις τρεις τελευταίες δεκαετίες του 19ου αιώνα.
3. Β. Τσοκόπουλος, *Περασά, 1835-1870. Εισαγωγή στην ιστορία του ελληνικού Μοναστηραίου*, Εταιρεία της Οικονομικής και Κοινωνικής Ιστορίας της Ελλάδος, εκδ. Καστανιώτη, Αθήνα 1984, σ. 223.
4. Χρ. Αργυριανή/Αγγ. Φενερά, *Εργαστήριο-Σύρος, Ιστορικό-Οδοπορικό*, ΔΣΕΑ, Ολιός 1999, σ. 79.
5. Χρ. Αργυριανή/Ν. Μπελαβίνας (επιμ.), *Ιστορικός Βιομηχανικός εξοπλισμός στην Ελλάδα*, Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ-εκδόσεις Οδυσσέας, Αθήνα 1998, σ. 122.
6. Στο Ναυριο υπάρχει μηχανολογικός εξοπλισμός των μεταλλείων που έχει κατασκευαστεί εκεί, π.χ. ένας από τους τρόνους του μηχανουργείου κατασκευής 1895.
7. Γ. Κατήγματολης, *Το λιμάνι του Περασά στη διαδρομή των αιώνων*, Περασά 1996, σ. 114.
8. Αργυριανή/Μπελαβίνας, ό.π., σ. 85.
9. Στο ίδιο, σ. 81.
10. Το Crystal Palace του Λονδίνου, κατασκευασμένο εξ ολοκλήρου από σίδηρο και γυαλί, οι στεγασμένες με βόλους στο πάχος των κεντρικών σιδηροδρομικών σταθμών των ευρωπαϊκών πόλεων και οι στεγασμένες αγοράς όπως το Covent Garden στο Λονδίνο ή οι Halls στο Παρίσι χαρακτηρίζουν την εποχή της άνθησης της μεταλλουργίας και των τεχνικών του σιδήρου. Κορυφαίο και επλεκτικό έργο που λειτουργεί ως σύμβολο είναι ο πύργος του Gustave Eiffel στο Παρίσι (1889).
11. Αργυριανή/Μπελαβίνας, ό.π., σ. 131.
12. Ελίθη Καραστή, «Αξιοζώνος Ζαχαρίου. Κατ' ερώτην μηχανικός της ελληνικής βιομηχανίας», στο *Οι παλιές αυλές της Βιβλιοθήκης του Εθνικού Μετσώριου Πολυτεχνείου*, έκδοση ΕΜΠ, Αθήνα 1995, σ. 119-144.
13. Η επόμενη γιορτή κατασκευή από μετάνομης είναι το ταλένιο της Πετρας (1904), έργο και αυτό του Σ. Αναγνώτου. Βλ. σχετικά Α.Β. Γιαννιέρου, «Από την πράξη», *σδηροπλάσι ακιρόδωρα (βέτον-απέ)*, σ. 19. *Εν Βιβλίω*, Τυπογραφείο Εστία, 1915.
14. Το ταμπόν, πριν το 1900, ονομαζόταν γαλλικό χύμα ή γαλλική γη και πωλούνταν με τη σκιά. Βλ. σχετικά Ι.Θ. Ζάσσης «Η ελληνική τοιμενοποιία», *Έργα 52* (30 Ιουλίου 1927), σ. 82.
15. Ο πρώτος παραμορφώσιμος κατασκευών μετάνομης έγιναν το 1861 στην Τουλόν. Τότε κατασκευάζονταν πλάκες μετάνομης. Μέχρι το 1886 εδωθήκε η θεωρία του μετάνομης, ανακαλύφθηκε και υπολογίστηκε η σχέση σιδήρου σπέρου και σκυρόδεματος. Στη διεθνή Έκθεση στο Παρίσι το 1900, παρουσιάστηκε το περίεργο Ηιενόβιου για τη χρήση του μετάνομης. Η θεωρία και η τεχνική που περιγράφηκε τότε ουσιαστικά ισχύει μέχρι σήμερα. Το πρώτο κτίριο από μετάνομης-απέ κατασκευάστηκε στην Αγγλία το 1865 και στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1875. Επρόκειτο για παραμορφώσιμα κατασκευές κατοικιών. Στην ανακάλυψη του μετάνομης-απέ συνέβαλλαν αποφασιστικά δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι η ανακάλυψη του τεχνητού τοιμενού, το οποίο ονομάστηκε Πόρτλαντ λόγω της ομοιότητας που γκχι χρωμάτισε με το ομώνυμο αγγλικό πέτρωμα. Το ταμπόν Πόρτλαντ εφευρέθηκε το 1824 στο Αρσίν. Ο δεύτερος παράγοντας είναι η ανάπτυξη της μεταλλουργίας και ειδικότερα η χρήση του σιδήρου με αυστηρούς δομικούς υλικού από τα μέσα του 19ου αιώνα. Βλ. σχετικά Π.Α. Μυελής, *Η ασηθητική του μετάνομης*, Αθήνα 1964, σ. 11-12.
16. *Πανελλήνιον Λεϊκώμα Εκατονταετηρίδος 1821-1821*, Εν Αθήναις 1923, τόμ. Β1, σ. 139.
17. Στο ίδιο, σ. 140.
18. Μαργαρίτα Δρίτσα (επιμ.), *Ελληνικές επιχειρήσεις στον 20ο αιώνα, πρόσωπα και δραστηριότητες*, εκδ. Κέρκυρα, Αθήνα 1999, σ. 64-69.

19. *Πανελλήνιον Λεϊκώμα...*, ό.π., σ. 141.
20. Στο ίδιο, σ. 53-58.
21. Καλαράη, ό.π., σ. 134.
22. Ι. Δουζής, «Η θραϊκή γη, εγκαταστάσεις βιομηχανικής αυτής επεξεργασίας», *Έργα 70* (30 Απριλίου 1928), σ. 575-576.
23. Το έργο της οικίας Αλεξάνδρου Αρεντούλη περιγράφει ο ίδιος ο Αγγελόπουλος ως άβηρο του, το 1907, στο τεχνικό περιοδικό *Αρχιμήδης*.
24. Κ. Μήρας, *Α. Αθήνα, εκδόσεις Μέλισσα*, Αθήνα 1966, σ. 271.
25. Δ. Φυλιππίδης, *Νεοελληνική αρχιτεκτονική*, εκδ. Μέλισσα, Αθήνα 1984, σ. 168.
26. Α. Τσαλίκη, «Η μηχανοειδή σκεπή οι βέτον απέ», *Έργα 29* (1.1.1927), σ. 358.
27. Π. Σατοράκης, «Η σύγχρονη εξέλιξη του βέτον-απέ και οι δι' αυτής παρεχόμενα εις τον αρχιτέκτονα δυνατώσεις», *Τεχνικό Χρονικό* 44-46 (15.10.15.11.1933), σ. 1041-1048. Βλ. επίσης σχετικά, Ν. Καλογεράς, «Καινοτόμες σκέψεις», *εφ. Η Καθημερινή*, 8.5.2003.
28. Η γέφυρα Κοκλήθης στον Αλυμώνα κατασκευάστηκε το 1926-1928 από την Εταιρεία «Αδελφού Αυδή και Αθ. Ταχτοπόρος» της Θεσσαλονίκης. Η αρχική μελέτη πρόβλεπε για γέφυρα με 4 λίθινα τόξα, ανώγειος 25 μ. Εν τέλει επλέγη η λύση των δύο τόξων, ανώγειος 48 μ. από μετάνομης. Βλ. Αμ. Αυδή, «Η γέφυρα Κοκλήθης επί του Αλυμώνα», *Έργα 53* (15.8.1927), σ. 101-108.
29. Το σκίνο της Κιόβας του μίλου Γεωργίου Νικολαοπούλου, έργο του Α. Ζαχαρίου καταγράφηκε την ανακάλυψη το 2005.
30. Νικόλαος Ηείν, «Ελληνική τεχνική κίνηση», Το ελάν σπέρου του λιμάνος Πετρας», *Τεχνικό Χρονικό* 174 (15.3.1939), σ. 225-230, αναδημοσίευση από το *Die Bautechnik*, 1/1939, σ. 7.
31. Α. Πατισσαράκης, «Το Γουδί της Αθήνας; στρατόπεδο, νοσοκομείο και ιστορία της πόλης στον 20ο αιώνα», Διάλεξη στο Μουσείο της Πόλεως των Αθηνών, 2001.
32. Φυλιππίδης, ό.π., σ. 227.
33. Στο ίδιο, σ. 225.
34. Μ. Ζώνας (επιμ.), *Νεοελληνική εκπαίδευση 1830-1940*, εκδ. ΥΠΠΟ, Αθήνα 2001, σ. 18-19 και Β. Κολώνια, «Αρχιτεκτονική», στο Χ. Κατήγματολη (επιμ.), *Ιστορία της Ελλάδος του 20ού αιώνα*, Βιβλιόραμα, Αθήνα 2003, τόμ. Β2, σ. 480-485.

Innovations in Techniques and Materials: Iron and Reinforced Concrete

Nikos Belavinas

The use of reinforced concrete in Greece coincides with the intensive building activity in the country in the twentieth century, and its "secrets" are known to thousands of engineers as well as to craftsmen. Particularly in Greece of the early twenty-first century the use of reinforced concrete is considered the simplest way to erect a building, not to mention that the use of metal for the construction of big technical works (bridges, large roofs, stadiums), although much more difficult in application, is regarded as a matter of course. These two building materials, iron, from the end of the nineteenth century, and reinforced concrete, from the beginning of the twentieth, have penetrated the building sector: supporting stone and wood, the age long traditional building materials.

Iron as building element was used for the construction of factories and Neoclassical mansions around the end of the 1870's, while the technique of iron construction was continuously developing until about 1905, and can boast grand and bold applications mainly in industrial, harbor and rail works.

Reinforced concrete was introduced in Greece in 1901, was essentially established in the 1920's and was extensively used from then on until the World War II for the erection of hundreds of factories, hospitals, schools and urban blocks of flats of modernistic architecture.

Some of the avant-garde reinforced concrete buildings had no followers as opposed to the urban blocks of flats of the 1930's that became influential models. The basic typology of their architecture and particularly the *in situ* method of construction have remained unchanged since then. Meanwhile, reinforced concrete as building material transgressed the boundaries of specialized firms and came slowly at the disposal of every minor contractor or craftsman.

Βιβλιογραφία

- ΑΓΡΙΑΝΤΩΝΗ ΧΡ. ΜΠΕΛΑΒΙΝΑΣ Ν. (επιμ.), *Ιστορικός βιομηχανικός εξοπλισμός στην Ελλάδα*, Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ-εκδόσεις Οδυσσέας, Αθήνα 1998.
- ΔΡΙΤΣΑ Μ. (επιμ.), *Ελληνικές επιχειρήσεις στον 20ο αιώνα, πρόσωπα και δραστηριότητες*, εκδ. Κέρκυρα, Αθήνα 1999.
- ΚΑΛΑΡΑΗ Ε., «Αξιοζώνος Ζαχαρίου. Κατ' ερώτην μηχανικός της ελληνικής βιομηχανίας», στο *Οι παλιές αυλές της Βιβλιοθήκης του Εθνικού Μετσώριου Πολυτεχνείου*, έκδοση ΕΜΠ, Αθήνα 1995.
- ΚΟΛΩΝΙΑ Β., «Αρχιτεκτονική», στο Χ. Κατήγματολη (επιμ.), *Ιστορία της Ελλάδος του 20ού αιώνα*, Βιβλιόραμα, Αθήνα 2003, τόμ. Β2, σ. 480-485.
- ΜΥΕΛΗΣ Π.Α., *Η ασηθητική του μετάνομης*, Αθήνα 1964.
- ΜΥΕΛΗΣ Π.Α., *Α. Αθήνα, εκδόσεις Μέλισσα*, Αθήνα 1966.
- ΦΥΛΙΠΠΙΔΗΣ Δ., *Νεοελληνική αρχιτεκτονική*, εκδ. Μέλισσα, Αθήνα 1984.