

# ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΕ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

## Σιδηρος και μπετόν-αρμέ

**Νίκος Μπελαβίλας**

Λέκτορας Σχολής Αρχιτεκτονών Μηχανικών  
Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου

Το μπετόν-αρμέ<sup>1</sup> 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 σιδηρος 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.

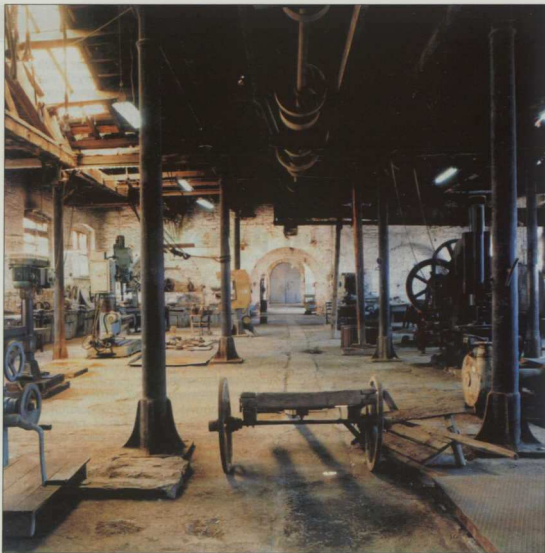
**Η** πρώτη χρήση δομικού σιδήρου στην Ελλάδα, πέρα από τους απλούς συνδέσμους με λάμες για ξύλινες στέγες ή τα κικκλιδώματα, ταυτίζεται με τη βιομηχανική τυποποίησή του<sup>2</sup>. Τα βιομηχανοποιημένα και τυποποιημένα σιδηρά δομικά υλικά αρχικά ήσαν υποσυλώματα και λάμες. Οι κολόνες από χυτοσίδηρο 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 χητήρια 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 άρσπρα. Μετά το 1869 το μηχανουργείο στράφηκε στις μεταλλικές κατασκευές από χυτό και σφυρήλατο σίδηρο<sup>3</sup>. Αυτό το μηχανουργείο παρήγαγε τους μαυτεμένους στύλους οι οποίοι σε συστοιχίες χώριζαν τα κλίτη των βιομηχανικών αιθουσών, στηρίζοντας τα ξύλινα ζευκτά των στεγών 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 ότι στύλοι κατασκευασμένοι στο μηχανουργείο Βασιλειάδη υπάρχουν, εκτός από τα νεοκλασικά μέγαρα του Πειραιά, στο μέγαρο Πετρίτση της Ερμούπολης (1878) και στο οσπινωποείο Πατούλη στην Κέρκυρα (1891). Σε μέγαρα της Ερμούπολης, όπως αυτά των Αντωνίου Βαλιμά και Παντελή Φουστάνου, σώζονται ίδιας τεχνικής και μορφής χυτοσιδηρά υποσυλώματα, κατασκευασμένα από

<sup>1</sup> Αποφασιστικό για την επιλογή της ονομασίας «μπετόν-αρμέ» ήταν ο αρχιτέκτονας Γεώργιος Μπαλαμάς. Ο οριστικός ορισμός του μπετόν-αρμέ έγινε με απόφαση της Επιτροπής Σπουδών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, 1928. Ο ορισμός αυτός είναι: «μπετόν-αρμέ: ονομάζεται ο συνδυασμός του σιδήρου με το μπετόν, που αποτελείται από άμμο, σκυρόδεμα και νερό». Ο ορισμός αυτός είναι ο ίδιος με τον ορισμό που δίνει ο Νίκος Μπελαβίλας στο βιβλίο του «Ο σιδηρος στην Ελλάδα», 1978.

1. Η κύρια αίθουσα του μηχανουργείου της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου. Διακρίνεται η συστοιχία των κυλινδρικών χυτοσιδηρών υποστλωμάτων που στηρίζουν την ξύλινη στέγη. Το μηχανουργείο κατασκευάστηκε σε φάσεις την περίοδο 1875-1901 (φωτ.: Σ. Παπαδόπουλος, Β. Smith, 1998).



το συριανό μηχανουργείο του Σταύρου Μπαρμπέ-<sup>4</sup>. 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 παρήγαν στα χωριά 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 υαλορυγείων αγγλικής κατασκευής η οποία αναπαράχθηκε σε μηχανουργείο της Ερμούπολης. Ανάλογης δομής χυτοσιδηρά υποστλώματα (εικ. 1), πιο λτά από αυτά των νεοκλασικών μεγάρων, στηρίζουν τις στέγες του μηχανουργείου της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλείων Λαυρίου (ΓΕΜΛ). Το συγκρότημα του μηχανουργείου άρχισε να κτίζεται το 1875 και ολοκληρώθηκε στην πλήρη του έκταση περί το 1901<sup>5</sup>. Οι στύλοι του πιθανόν να κατασκευάστηκαν στο χωριό του ίδιου του συγκροτήματος, δεδομένου ότι εκείνη την περίοδο παράγονταν σε αυτό μηχανήματα υψηλής τεχνολογίας για τις ανάγκες του ίδιου του εργοστασίου<sup>6</sup>, όπως και ο εξοπλισμός των μεταλλείων.

Στο γύρισμα του αιώνα, ένας άλλος τύπος υποστλώματος, 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 στύλοι έχουν εντοπιστεί κατασκευάστηκαν στην Αθήνα και τον Πειραιά. Ορισμένοι σώζονται στα ισόγεια καταστήματα του ξενοδοχείου Τουριστ της οδού Ερμού (σήμερα πολυκατάστημα Φωκάς), το οποίο κτίστηκε το 1904.

### Δικτυώματα από ελαματοσιδηρό

Η τεχνική του ελαματοσιδηρού υπήρξε το αμέσως επόμενο βήμα. Η τεχνική της έλασης 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-

μών T και διπλού T, συνδεδεμένων μεταξύ τους σε διατάξεις δικτυωμάτων, δημιουργήθηκαν κατασκευές εξ ολοκλήρου μεταλλικές, όπως στέγες μεγάλων ανοιγμάτων, γέφυρες οδοποιίας και σιδηροδρόμου, λιμενικές προβλήτες. Στη σιδηροδρομική γεφυροποιία και στις λιμενικές εγκαταστάσεις απαντούν τα πλέον προχωρημένα παραδείγματα. Ένα από αυτά ήταν η πρωτότυπη σύρριμη εσχάρα στο ναυπηγικό τμήμα του μηχανουργείου Βασιλειάδη, μήκους 356 ποδών, με την οποία σύρονταν στη στεριά πλοία εκπομπήματος 3.500 τόνων<sup>7</sup>. 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 διατάξεις 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 διόριχτων 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 παρομορφώσεις και τα περιορισμένα μήκη δεν άφηναν δυνατότητες για μεγάλα ανοίγματα. Με τους μεταλλικούς στύλους, οι οποίοι υποστήριζαν 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 ΓΕΜΛ 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 Λιέγης το φθινόπωρο του 1905. Αποτελείται από ελαφρά μεταλλικά ζευκτά και γείδες, υπερυψωμένο διαμηκή φωταγωγό και καλύπτεται από αλακωπή λαμαρίνα<sup>8</sup>. 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 Φάληρο<sup>9</sup>.

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 αντοχών και η εξεύρεση των μεθόδων υπολογισμού τους απογειώσε τη χρήση του ως δομικού στοιχείου και εντέλει άλλαξε τις μορφές και τη λογική της κατασκευής. Άλλες τεχνικές, δάνεια από τη ναυπηγική ή τη γεφυροποιία, εφαρμόστηκαν πολλές φορές και στη συμβατική οικοδομική των κτιρίων.

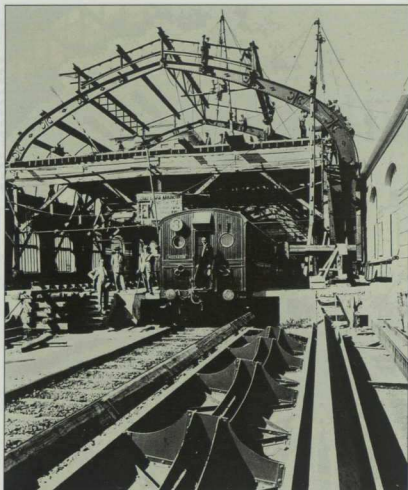


2. Λεπτομέρεια της κατασκευής της σκόλης φόρτισης μεταλλωμάτων της Γαλλικής Εταιρείας Μεταλλικών Λαυρίου. Η μεταλλική σκόλη κατασκευάστηκε το 1888. Διακρίνεται η δομή του δικτυώματος με κυλινδρικούς στύλους, δοκούς διατομής διπλού T και διαγώνια αντανάξη από ραβδούς που συνδέονται με δακτυλίους (φωτ.: 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 Λένορμαν (1927), σχεδιασμένο από τον αρχιτέκτονα Ν. Γαβαλά.

Η ιδέα του φωτισμού μέσω της στέγης βρήκε την καλύτερη έκφρασή της στην Ελλάδα, στην αίθουσα του θεματικού σταθμού του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου στον Πειραιά. Το έργο σχεδιάστηκε από τους αρχιτέκτονες Μ. και Ι. Αεζλό (1920) και κατασκευάστηκε το 1929 (εικ. 3). Η ινιμιωύδης στέγαση, με τα τριαρθρωτά τόξα και τη γυάλινη επικάλυψη, είναι το μοναδικό ελληνικό παράδειγμα το οποίο συνδυάζει τα ισόσημα με τα μεγάλα ευρωπαϊκά αντίστοιχα<sup>10</sup>.

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

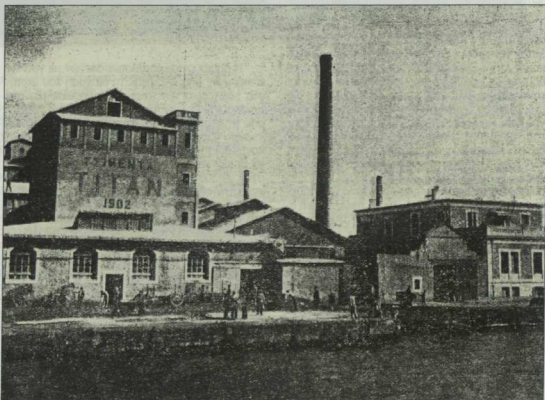


δομών, στο τοπίο των ορυχείων, η τεχνολογία των μεταλλικών κατασκευών αξιοποιήθηκε στο έπακρο στις μεταφορικές και λιμενικές υποδομές. Η σκάλα φόρτωσης του μεταλλεύματος στο λιμάνι του Λαυρίου (1888) είναι άλλο ένα εξαιρετικό τεχνικό επίτευγμα. Πρόκειται για μεταλλική κατασκευή θεμελιωμένη σε βάρρα λιθόκλιτα με πασσαλόπληξη 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 συστολιές με 5 υποστυλώματα στην κάθε μία, δοκούς και διαγώνια αντανέμια<sup>11</sup>. 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 «Σέρφως-Σπηλιάζελα», οι σκάλες στις Καμάρες της Σίφνου, 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 στην Πειραιά, η μία εκ των οποίων σώζεται 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 σμριατσόκονο, μήκους 9 χιλμ., στήριχθηκε σε 72 μεταλλικούς πυλώνες, τριγωνικής κάτοψης, δικτυωματικής μορφής με λάμες δια-

3. Ο θερματικός σταθμός του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου κατά την κατασκευή του το 1927. Σχεδιάστηκε από το αρχιτεκτονικό γραφείο του Μ. και Ι. Αζαίου. Ο θόλος σπριζίζεται σε τριερθράτα τόξα τα οποία εδράζονται σε μαρμάρινα κυβικά θεμέλια και καλύπτεται με γυαλί (Αρχείο ΕΗΣ/ΕΣΑΠ από το Οι Ελληνικοί σιδηρόδρομοι, Σύλλογος Φίλων του Σιδηρόδρομου και Εκδόσεις Μίλητος, Αθήνα χ.χ., σ. 28).

4. Το εργοστάσιο της ΑΕ Τσιμέντων «Τπάν» στην Ελευσίνα υπήρξε το πρώτο εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου. Η εταιρεία αποτέλεσε συνέχεια της «Χατζηκυριακός, Ζαχαρίου και Σία» η οποία ιδρύθηκε το 1902. Η «Τπάν» ιδρύθηκε το 1910 (Πανελλήνιον Λεξικόνον Εκατονταετηρίδος 1821-1921, Εν Αθήναις 1923, τόμος Β1, σ. 137).





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, εισηγήθηκε την κατασκευή των γεφυρών με οπλισμένο σκυρόδεμα αντί για σίδηρο<sup>12</sup>. Με την πρόταση του Αγγελόπουλου το κόστος του έργου –την κατασκευή του οποίου ανέλαβε η τεχνική εταιρεία του Σ. Αγαπητού<sup>13</sup>– 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 πολυτελείας<sup>14</sup>, όσο για το σιδηροπαγές κόνιαμα η μπετόν-αρμέ ήταν άγνωστο<sup>15</sup>. 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 εισηγήθηκε 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 τοιμεντοβιομηχανίας. Από το 1899 είχε δημιουργήσει τη δική του τεχνική εταιρεία και το 1902 μαζί με τον Ανδρέα Χατζήκυριακο ίδρυσαν την εταιρεία «Χατζήκυριακός, Ζαχαρίου και Σία», η οποία εξελίχθηκε στην ΑΕ Τοιμεντών «Τιπάν». Το εργοστάσιο της «Τιπάν» στην Ελευσίνα<sup>16</sup> κατασκευάστηκε το 1910, δίπλα σε λατομείο και λιμάνι (εικ. 4). Επικεφαλής της εταιρείας τότε ήταν ο χημικός μηχανικός Νικόλαος Κανελλόπουλος. Το εργοστάσιο της «Τιπάν» είναι ακόμη και σήμερα ένα από τα μεγάλα κέντρα παραγωγής τοιμεντού στην Ελλάδα. Στην Ελευσίνα η «Τιπάν» παρήγαγε ταίμεντο Πόρτλαντ πιστοποιημένο από γαλλικά και γερμανικά εργοστάσια<sup>17</sup>.

Το δεύτερο μεγάλο εργοστάσιο τοιμεντού κατασκευάστηκε στη Δραπετσώνα το 1911 από την Ανώνυμη Γενική Εταιρεία Τοιμεντών (ΑΓΕΤ). Ιδρυτής και διευθυντής του από το 1917 ήταν ο Α. Χατζήκυριακός, ο οποίος αποχώρησε από την «Τιπάν» το 1910. Το εργοστάσιο διέθετε λιμενικές εγκαταστάσεις στην ακτή και εναέριο σιδηρόδρομο μεταφορών αδρανών από τα λατομεία της Νίκαιας. Η ΑΓΕΤ, το 1929, συγχωνεύθηκε με την ΑΕ Τοιμεντών Βόλου «Ολυμπος». Είναι μία από τις μακροβιότερες ελληνικές βιομηχανίες<sup>18</sup>.

Ο Α. Ζαχαρίου στη συνέχεια, το 1920, ίδρυσε την Ανώνυμη Οικοδομική Εταιρεία «Τέκτων», αναλαμβάνοντας κυρίως έργα από μπετόν-αρμέ<sup>19</sup>. Η



«Τέκτων» και η πρόγνοση της εταιρείας του Α. Ζαχαρίου κατασκεύασαν με μπετόν-αρμέ πολλά κτίρια, μεταξύ των οποίων το νέο κτίριο της Εθνικής Τράπεζας, της Τράπεζας Αθηνών, το Υπουργείο Γεωργίας<sup>20</sup>, τους μολύβινοους θαλάμους με κελύφους οπλισμένου σκυροδέματος για την παρασκευή θειικού οξέος στο εργοστάσιο της Ανώνυμης Ελληνικής Εταιρείας Χημικών Προϊόντων και Λιπασμάτων (ΑΕΕΧΠΑ) στη Δραπετσώνα<sup>21</sup>, όπως και πολλά άλλα κτίρια στο ίδιο εργοστάσιο, το μεγάλο Σπυράκη (εικ. 6), το κτίριο Γενικών Αποθηκών και το μηχανοστάσιο των ελληνικών σιδηροδρόμων στον Πειραιά, το διυλιστήριο της Εταιρείας Οίνων και Οινοπνευμάτων στην Ελευσίνα. Το εργοστάσιο «Ηφαίστος» στα Φηρά της Σαντορίνης ήταν ένα από τα δύσκολα έργα της «Τέκτων». Κτίστηκε στο χείλος της καλντέρας και ήταν συνδεδεμένο με την ακτή. Αρχισε να κατασκευάζεται το 1920 και ολοκληρώθηκε γύρω στο 1928 με επιβλέποντα τον Ιωάννη Δοσινίδη<sup>22</sup>. 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» χρησιμοποιεσε για την ανέλκυση 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 Ηλία Αγγελόπουλο<sup>23</sup>. Ένα άλλο γνωστό αστικό κτίριο από μπετόν-αρμέ είναι ο κινηματογράφος και το ξενοδοχείο Σπλέντιντ (1916), πάλι στην οδό Σταδίου<sup>24</sup>. Στα πρώτα αστικά κτίρια, αλλά και σε κάποια βιομηχανικά, η εισαγωγή του μπετόν-αρμέ δεν γίνεται αντιληπτή με την πρώτη ματιά. Ακραία δείγματα του Υπουργείου Γεωργίας, οι μύλοι Γεωργή-Νικολετσπούλου (εικ. 5) ή το Μέγαρο Σπυράκη στον Πειραιά, όπου το μπετόν κρυβόταν πίσω από τις κλασικίζουσες όψεις. Το μπε-

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

τόν-αρμέ εκεί απλώς υποκατέστησε τα ξύλινα πατώματα και τους πεσσούς. 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 δίσταζαν να τις ψώσουν 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. Μπόνη (1928), ακολουθεί όλα τα χαρακτηριστικά ενός ανανεωμένου κλασικισμού<sup>25</sup> 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 κωνομιάτων, 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 έβλεπε 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 ολοκληρωμένο 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. Ξέφυγαν από τις παραδοσιακές δεσμεύσεις 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

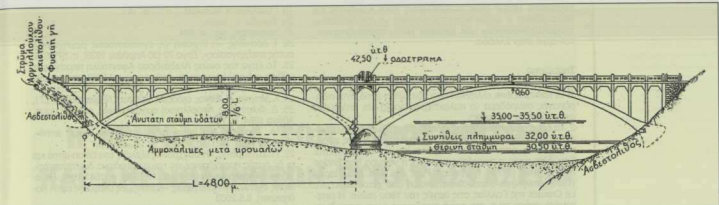
Στην Ελευσίνα, στο ανοικτονεομαρσιόπειο «Κρόνος», ένας άλλος πολιτικός μηχανικός, ο Παύλος Σαντορίνης, μετέπειτα καθηγητής στην έδρα της Φυσικής Β' του ΕΜΠ, έκανε το επόμενο βήμα. Σχεδίασε τις μικροτεριετούς μορφής πλάκες, οι οποίες κατασκευάστηκαν το 1923. Χάρη στη διάταξη του σιδηρού οπλισμού, οι πλάκες εκείνες δεν είχαν ανάγκη στήριξης σε δοκούς παρά μόνο σε στύλους<sup>26</sup>. Ο Σαντορίνης, με τις μελέτες του, συγχρόνως τα βρήματα του με ό,τι πιο πρωτοποριακό συζήτησαν 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 μονιτοροσκήμια 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 1933<sup>27</sup>. 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 οπτοπλινθοδομές, 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 καλουπιού – του ξυλοτύπου –, και η προεργασία της κοπής και της συναρμολόγησης του σιδηρού οπλισμού σε ράβδους ή πλέγματα στο εργοτάξιο.

Η πλάκα με ή χωρίς 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 Σπυράκη, στον Πειραιά είναι ένα από τα πρώτα αστικά κτίρια από μπετόν-αρμέ. Κατασκευάστηκε από την εταιρεία «Τέκτων» κατά τη δεκαετία του 1910. Παρά τη χρήση του νέου υλικού δεν παρατηρείται καμία ουσιαστική αλλαγή ως προς την αρχιτεκτονική από τα σύγχρονα του ύστερα νεοκλασικά, τα οποία κτιζόνταν με τις παλιές τεχνικές της πέτρας και του ξύλου.





7. Κατασκευαστικό σχέδιο όψης της γέφυρας Κατάλης στον Αλιόκωμο, από την Εταιρεία «Αδελφοί Αυδή και Αθ. Ταχτατζής» της Θεσσαλονίκης. Η αρχική μελέτη προέβλεπε μία γέφυρα με 4 λίθινα τόξα, ανοίγματα 25 μ. Εν τέλει επιλέχθηκε λύση των δύο τόξων, ανοίγματα 48 μ. από μεπτόν-αρμέ (Έργα 53 (15.8.1927), σ. 101).

κτιρίων. Εκτός από τη βιομηχανία, το μεπτόν-αρμέ άρχισε να κυριαρχεί στη γεφυροποιία και στις λιμενικές εγκαταστάσεις. Η εντυπωσιακή γέφυρα της Κοκόβης στον Αλιόκωμο (εικ. 7), η οποία ολοκληρώθηκε το 1928, δείχνει την ώριμη μετάβαση στις νέες τεχνικές. Κατασκευάστηκε από μεπτόν-αρμέ με δύο τόξα ανοίγματος 48 μ. το καθένα<sup>26</sup>. Το σλό στην Ηπειρώνα προβλήτα του ΟΛΠ στον Πειραιά ήταν ένα από τα τελευταία κτίρια μεπτόν-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 σλό ολοκληρώθηκε το 1936. Ίδια σλό μικρότερης κλίμακας κατασκευάστηκαν σε αρκετά λιμάνια, όπως στην Καβάλα, στον Βόλο κ.α.<sup>29</sup>. Ο μονολιθικός πύργος του σλό, με τις κυλινδρικές κυμβέλες-αποθηκευτικούς χώρους, έφθασε σε ύψος 56.20 μ.<sup>30</sup>. Τα τεχνικά του χαρακτηριστικά προσέκλυαν το διεθνές ενδιαφέρον, ενώ ο όγκος του υπερέβη οποιαδήποτε άλλη κατασκευή του θαλάσσιου μετώπου, αλλάζοντας την όψη της ακτογραμμής.

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

Στο Θθισιατρείο Σωτηρία, κτίστηκαν, μεταξύ του 1932 και του 1940, ορισμένα από τα καλύτερα δείγματα του ελληνικού μοντερνισμού. Στα περίπτερα του νοσοκομείου δημιουργήθηκαν πρωτόγνωρες συνθέσεις με καμπύλες, προβάλλουσες, μίσεις-πετάσματα με στεγασμίονες εξώστες και μεγάλα υαλοστάσια. Είναι κτίρια που δεν θα μπορούσαν να κτιστούν χωρίς την πλαστικότητα του μεπτόν-αρμέ και τις επινοήσεις των αρχιτεκτόνων τους. Είναι το Λαϊκό Σανατόριο του Ι. Δεσποτόπουλου (1932-1937), το κτίριο των Μαγειρείων-Πλυντηρίων 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. Αντωνιάδη (1937-1940)<sup>31</sup>.

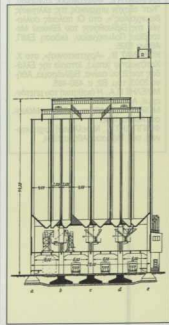
Οι αναρτικές επεκτάθηκαν καθώς το μεπτόν-αρμέ, σε συνδυασμό με τη νέα νοοθεσία της κυβέρνησης Ε. Βενιζέλου για τις οικοδομές και την οριζόντια ιδιοκτησία, γέννησαν την αθηναϊκή πολυκατοικία. Οι πολυκατοικίες με κορυφαίες την

«μπλε» πολυκατοικία στην πλατεία Εξαρχείων (1932) σε σχέδια του Κ. Παναγιωτάκου<sup>32</sup> και την πολυκατοικία των Π. Μιχαηλίδη και Θ. Βαλεντί στην οδό Ζαΐμη (1934) είναι τα πρώιμα αντιπροσωπευτικά επώνυμα πρότυπα της ανώνυμης μεταπολεμικής έκρηξης. Το σύστημα δοκών επί στόλων, οι μαρκίζες και οι αόρατοι, τα «έρκερ», οι εσοχές στα «ρετρέρ», τα μεγάλα εσωτερικά και εξωτερικά ανοίγματα, η ελευθερία του καννιβόου 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 μεπτόν-αρμέ. Αυτές οι επιλογές συγκρότησαν το συντακτικό που χρησιμοποιήθηκε μαζικά τα επόμενα χρόνια.

Δύο άλλες ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες κατηγορίες κτιρίων της πρώτης γενιάς του μεπτόν-αρμέ είναι οι προσφυγικές πολυκατοικίες της περιόδου 1932-1938, στη Στέγη Πατριδός, Δουρουγίου, Νίκαια, Αλεξάνδρας, με τις φωνηονομαστικές συνθέσεις των αρχιτεκτόνων Κ. Λάσκαρι, Δ. Κυριακού κ.ά.<sup>33</sup>, 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 Πευκακίων (1932), της Γούβας (1933) σε σχέδια Κ. Παναγιωτάκου, του Ν. Μητρούκη (1932) στην οδό Κωλέττη, του Π. Καραντινού στην οδό Καλλιπέρης (1933), αλλά και του Μεσολλογίου του Π. Γεωργακόπουλου (1931), της Ερμούπολης του Θ. Βαλεντί (1931)<sup>34</sup> αποτελούν πλέον μνημεία του ελληνικού μοντερνισμού.

Τα πρωτοποριακά κτίρια των σχολείων ή των προσφυγικών 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 επί οπίστη, χωρίς όμως να αλλάξει η αλυσίδα της παραγωγής. Εν τω μεταξύ, το μεπτόν-αρμέ ως δομικό υλικό, έφυγε σιγά-σιγά από τα ειδικωμένα εργοστήρια, όπως αυτά της «Έκτων», και έγινε λαϊκό υλικό, όπως άλλοτε ήταν η πέτρα και το ξύλο. Η τεχνική της κατασκευής του είναι γνωστή και προσιτή σε κάθε μικρό εργοστάσιο ή οικοδόμο.

8. Κατασκευαστικό σχέδιο διαμορφώσεως τμήμα του σλό σιτηρών στο λιμάνι του Πειραιά. Το σλό κατασκευάστηκε το 1936 εξ ολοκλήρου από μεπτόν-αρμέ. Ο πύργος του έχει ύψος 56.20 μ. (Τεχνικά Χρονικά 174 (15.3.1939), σ. 225).



Ειχαριστώ θερμά τους συναδέλφους Νικο Καλογερά και Μάρω Αδάμη, οι οποίοι είχαν την ευγένεια να μου διαθέσουν στοιχεία προσωπικών τους ερευνών για τα πρώτα έργα μετάνομις στην Ελλάδα.

#### Σημειώσεις

1. Οι καθεμρινοί ελληνικοί όροι του βέτον-απρέ είναι σιδηροπλάσι σκυρόδεμα (ο παλιότερος όρος) και οπλισμένο σκυρόδεμα (ο νεότερος).
2. Τα έργα από χυτοσίδηρο διαδόθηκαν στις ευρωπαϊκές χώρες κατά το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα. Οι κύριες εφαρμογές τους ήταν τα κυκλιώματα και τα σιδηρόγατα. Σπουδαία πρώιμα 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 κοινά οικοδομικά έργα εντοπίζεται στις τρεις τελευταίες δεκαετίες του 19ου αιώνα.
3. Β. Τσοκόπουλος, *Περαία, 1835-1870. Εισαγωγή στην ιστορία του ελληνικού Μαντεσέρ*, Εταιρεία της Οικονομικής και Κοινωνικής Ιστορίας της Ελλάδας, εκδ. Καστανιώτη, Αθήνα 1984, σ. 225.
4. Χρ. Αργιαντώνη/Αγγ. Φενερίδη, *Εργούπολη-Σύρος, Ιστορικό Οδοποιείο*, Δ.Ε.ΑΕ, Οίκος 1999, σ. 79.
5. Χρ. Αργιαντώνη/Ν. Μπελαβίλας (επιμ.), *Χρονιάς Βιομηχανικής εξοπλισίας στην Ελλάδα*, Πανεπιστημιακές εκδόσεις ΕΜΠ-εκδόσεις Οδυσσέας, Αθήνα 1998, σ. 122.
6. Στο Λαυρίο σώζεται μηχανολογικός εξοπλισμός των μεταλλείων που έχει κατασκευαστεί εκεί, π.χ. ένας από τους τρόνους του μηχανουργείου κατασκευής 1895.
7. Γ. Χατζημανώλης, *Το λιμάνι του Περαία στη διαδρομή των αιώνων*, Περαία 1996, σ. 114.
8. Αργιαντώνη/Μπελαβίλας, *ό.π.*, σ. 85.
9. Στο ίδιο, σ. 81.
10. The Crystal Palace του Λονδίνου, κατασκευασμένο εξ ολοκλήρου από σίδηρο και γυαλί, οι στεγασμένες με θόλους αποθήκες των κεντρικών σιδηροδρομικών σταθμών των ευρωπαϊκών πόλεων και οι στεγασμένες αγορές όπως το Covent Garden στο Λονδίνο ή οι Hailes στο Παρίσι χαρακτηρίζουν την εποχή της άνθησης της μεταλλουργίας και των τεχνικών του σιδηρού. Κορυφαίο και επιδεικτικό έργο που λειτουργεί ως σύμβολο είναι ο πύργος του Gustave Eiffel στο Παρίσι (1889).
11. Αργιαντώνη/Μπελαβίλας, *ό.π.*, σ. 131.
12. Ελένη Καραφίτη, «Αλεξάνδρος Ζαχαρίου, "Κατ' εροχόν βιομηχανίας της ελληνικής βιομηχανίας"», στο *Οι παλιές συλλογές της Βιβλιοθήκης του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου*, έκδοση ΕΜΠ, Αθήνα 1995, σ. 119-144.
13. Η επόμενη γνωστή κατασκευή από μετάνομις είναι το τελεώνα της Πάτρας (1904), έργο και αυτό του Σ. Αναγνώστου. Βλ. σχετικά Α.Β. Γιάννου, «Από την πράξη», *σιδηροδρομική οικονομία (βέτον-απρέ) ...*, Εν Αθήναις, Τυπογραφία Εροτία, 1915.
14. Το τοιμέον, πριν το 1900, ονομαζόταν γαλλικό χύμα ή γαλλική γη και πωλούνταν με τη σκιά. Βλ. σχετικά Ι.Θ. Ζάσσος «Η ελληνική τοιμενοποιία», *Έργα 52* (30 Ιουλίου 1927), σ. 92.
15. Ο πρώτος πειραματισμός κατασκευών μετάνομις έγινε το 1861 στην Τουλόν. Τότε κατασκευάστηκαν πλάκες μετάνομις. Μέχρι το 1866 ερωδοθήκε η θεωρία του μετάνομις, ανακαλύφθηκε και υπολογίστηκε η σχέση σιδηρού οπλισμού και σκυρόδεματος. Στη διεθνή Έκθεση στο Παρίσι το 1900, παρουσιάστηκε το πορίσμα Hennepin για τη χρήση του μετάνομις. Η θεωρία και η τεχνική που περιγράφηκε τότε ουσιαστικά ισχύει μέχρι σήμερα. Τα πρώτα κτίρια από μετάνομις-απρέ κατασκευάστηκαν στην Αγγλία το 1865 και τις Ηνωμένες Πολιτείες το 1875. Επρόκειτο για πειραματικές κατασκευές κατοικιών. Στην ανακάλυψη του μετάνομις συνέβαλλαν αποφασιστικά δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι η ανακάλυψη του τεχνικού τοιμενοτού, το οποίο ονομάστηκε Πόρτλαντ λόγω της ομοιότητας που γκρι χρώματος με το ομώνυμο αγγλικό πέτραμα. Το τοιμέον Πόρτλαντ εφευρέθηκε το 1824 στο Αρσίν. Ο δεύτερος παράγοντας είναι η ανάπτυξη της μεταλλουργίας και ειδικότερα η χρήση του σιδηρού ως αυτοελαστικού δοκού υλικού από τα μέσα του 19ου αιώνα. Βλ. σχετικά Π.Α. Μιχαήλ, *Η ασηθητική του μετάνομις*, Αθήνα 1954, σ. 11-12.
16. *Πανελλήνιον Λεϊκωμα Εκατονταετηρίδος 1821-1921*, 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. Κέκρυρα, Αθήνα 1999, σ. 64-69.

19. *Πανελλήνιον Λεϊκωμα...*, *ό.π.*, σ. 141.
20. Στο ίδιο, σ. 53-58.
21. Καραφίτη, *ό.π.*, σ. 134.
22. Ι. Δασινός, «Η θρησκεία της εγκαταστάσεως Βιομηχανικής αυτής επεξεργασίας», *Έργα 70* (30 Απριλίου 1928), σ. 575-576.
23. Το έργο της οικίας Αλεξάνδρου Αφεντούλη περιγράφει ο ίδιος ο Αγγελόπουλος ως άβροτο του, το 1907, στο τεχνικό περιοδικό *Αρχιμήδης*.
24. Κ. Μήρης, *Αι Αθήναι*, εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα 1966, σ. 271.
25. Δ. Φυλιππίδης, *Νεοελληνική αρχιτεκτονική*, εκδ. Μέλισσα, Αθήνα 1984, σ. 188.
26. Α. Τσαλίκη, «Η μικροτομής σκεπή εκ βέτον απρέ», *Έργα 29* (15.1.1927), σ. 358.
27. Π. Σαντορίνης, «Η σύγχρονη εξόχλη του βέτον-απρέ και οι δι' αυτής παρεχόμενοι εις τον αρχιτεκτονικό δυνατώτες», *Τεχνικά Χρονικά 44-46* (15.10-15.11.1933), σ. 1041-1048. Βλ. επίσης σχετικά Ν. Καλογεράς, «Καινοτόμες σκεπές», *εφ. Η Καθημερινή*, 8.5.2003.
28. Η γέφυρα Κοκόθης στον Αλιάκμονα κατασκευάστηκε το 1926-1928 από την Εταιρεία «Αδελφικοί Αυδή και Αθ. Ταχτατόης» της Θεσσαλονίκης. Η αρχική μελέτη πρόβλεπε για γέφυρα με 4 λιθό τόξα, ανοίγματα 25 μ. Εν τέλει επελέγη η λύση των δύο τόξων, ανοίγματα 48 μ. από μετάνομις-απρέ. Βλ. Αυδή, «Η γέφυρα Κοκόθης επί του Αλιάκμονος», *Έργα 53* (15.8.1927), σ. 101-108.
29. Το σκάφος της Κορίνθου του μίλου Γεωργίου Νικολακόπουλου, έργο του Α. Ζαχαρίου κατασκευάστηκε την ανοικτή του 2005.
30. Nicolaus Hein, «Ελληνική τεχνική κίνησης, Το ελάν σιδηρού του λιμένα Περαίας», *Τεχνικά Χρονικά 174* (15.3.1939), σ. 225-230, αναδημοσίευση από το *Die Bautechnik*, 1/1939, σ. 7.
31. Α. Παπαστεφανίου, «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. Ζάννος (επιμ.), *Νεοελληνικά εκπαιδευτήρια 1830-1940*, εκδ. ΥΠΠΟ, Αθήνα 2001, σ. 18-19 και Β. Κολώνιας, «Αρχιτεκτονική», στο Χ. Καπζησιώφ (επιμ.), *Ιστορία της Ελλάδας του 20ού αιώνα*, Βιβλιόραμα, Αθήνα 2003, τόμ. Β2, σ. 480-485.

## Innovations in Techniques and Materials: Iron and Reinforced Concrete

Nikos Belavilas

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, but 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: superceding 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./ΜΠΕΛΑΒΙΛΙΑΣ 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. Κέκρυρα, Αθήνα 1999.
- ΚΑΛΑΒΑΤΗ Ε., «Αλεξάνδρος Ζαχαρίου, "Κατ' εροχόν βιομηχανίας της ελληνικής βιομηχανίας"», στο *Οι παλιές συλλογές της Βιβλιοθήκης του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου*, έκδοση ΕΜΠ, Αθήνα 1995.
- ΚΟΛΩΝΙΑΣ Β., «Αρχιτεκτονική», στο Χ. Καπζησιώφ (επιμ.), *Ιστορία της Ελλάδας του 20ού αιώνα*, Βιβλιόραμα, Αθήνα 2003, τόμ. Β2, σ. 480-485.
- ΜΙΧΑΗΛ Π.Α., *Η ασηθητική του μετάνομις*, Αθήνα 1954.
- ΜΗΡΗΣ Κ., *Αι Αθήναι*, εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα 1966.
- ΦΥΛΙΠΠΙΔΗΣ Δ., *Νεοελληνική αρχιτεκτονική*, εκδ. Μέλισσα, Αθήνα 1984.