130 ΧΡΟΝΙΑ ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ
ΜΗΤΕΡΑ–ΤΡΟΦΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Ιστορική αναδρομή στην ανάπτυξη των υποδομών της Ελλάδας 1887-2017

Αθήνα 2018

ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗΣ
Δημήτρης Κουτσογιάννης, Κοσμήτορας

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ
Διονύσης Ιωακείμ
Σπύρος Καβουνίδης
Δημήτρης Κουτσογιάννης
Χρήστος Κωστοπαναγιώτης
Λάζαρος Λαζαρίδης
Σέργιος Λαμπρόπουλος
Κωνσταντίνος Λυμπέρης
Παύλος Μαρίνος
Κωνσταντίνος Μέμος
Νικόλαος Μουτάφης
Σταμάτης Σταθόπουλος
Ιωάννης Στεφανάκος

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ
Αρετή Μιζάρα

ISBN 978-618-82612-5-9
Copyright © 2018 Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Ηρώων Πολυτεχνείου 9
Ζωγράφου, 157 80

Επιτροπή για την Ιστορία της Σχολής και τον Εορτασμό των 130 ετών της: Δ. Κουτσογιάννης (Συντονιστής-Κοσμήτορας), Ν. Λαγαρός (Αν. Καθηγητής), Δ. Βαμβάτσικος (Επ. Καθηγητής), Π. Δημητριάδης (υπ. δρ.), Φ. Σαργέντης (υπ. δρ.), Α. Παπαηλιού (Προϊσταμένη Γραμματείας), Μ. Οικονόμου (Γραφείο Κοσμητείας & Υπεύθυνη Οικονομικών), Κ. Κακουράτου (Μέλος Γραμματείας), Ρ. Σάγκα (Διοικητικός), Δ. Λιάτης (εθελοντής διπλ. της Σχολής)

Για τα έξοδα του εορτασμού των 130 χρόνων της, η Σχολή και το ΕΜΠ δεν μπορούσαν να διαθέσουν ούτε ευρώ από τον ελλειμματικό τους προϋπολογισμό. Καλύφθηκαν όμως από γενναιόδωρους χορηγούς που αναφέρονται σε ξεχωριστή σελίδα. Στους ομιλητές και τους χορηγούς απονεμήθηκαν αναμνηστικά μετάλλια φιλοτεχνημένα από τον γλύπτη, απόφοιτο και μέλος της Σχολής και της Οργανωτικής Επιτροπής Φοίβο Σαργέντη, ο οποίος επιμελήθηκε και το εξώφυλλο του παρόντος τόμου.

Την έκδοση του Τόμου χορήγησαν στη Σχολή οι **Εκδόσεις Κλειδάριθμος**. Θερμές ευχαριστίες στον εκδότη και διπλωματούχο της Σχολής Γιάννη Φαλδαμή.

Την επιμέλεια του Τόμου έκανε η Αρετή Μιζάρα, μέλος της Σχολής.

Το γενικό συντονισμό είχε ο Δημήτρης Κουτσογιάννης, Κοσμήτορας της Σχολής.

ΧΟΡΗΓΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΟΡΤΑΣΜΟ ΤΩΝ 130 ΕΤΩΝ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

Χρυσός χορηγός

Αργυρός χορηγός

Χορηγοί

Υποστηρικτές

Περιεχόμενα

130 ΧΡΟΝΙΑ ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ, ΜΗΤΕΡΑ – ΤΡΟΦΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ 1

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΥ ΕΜΠ 9
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 9
2 ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΔΡΥΣΗ ΜΕΧΡΙ ΤΟΝ Β΄ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΠΟΛΕΜΟ 10
3 ΚΑΤΟΧΗ, ΕΜΦΥΛΙΟΣ ΠΟΛΕΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΠΟΛΕΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 34
4 ΔΙΚΤΑΤΟΡΙΑ, ΣΧΕΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ ΑΕΙ ΚΑΙ ΔΙΚΤΑΤΟΡΙΑΣ 1967-1974 43
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 45

Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 47
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 47
2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΧΡΙ ΤΗΝ ΙΔΡΥΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΡΑΤΟΥΣ (1830) 48
3 19ΟΣ ΑΙΩΝΑΣ (1830) ΕΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ 20ΟΥ ΑΙΩΝΑ (1922) 54
4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ ΤΟΥ ΜΕΣΟΠΟΛΕΜΟΥ 1922 ΕΩΣ 1940-1950 67
5 ΜΕΤΑΠΟΛΕΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1950 ΕΩΣ 2017 87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 106

Η ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ . 109
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 109
2 ΕΤΣΙ ΑΡΧΙΣΑΝ ΟΛΑ 110
3 ΑΠΟ ΤΟΝ BENJAMIN CURR… 111
4 ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ 113
5 ΕΜΠ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ 114
6 ΩΦΕΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΤΟΥΣ ΠΜ 120
7 ΜΕΓΑΛΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ 122
8 Ο ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ ΣΗΜΕΡΑ 124
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 126

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ 127
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 127
2 ΠΑΛΙΕΣ ΙΣΤΟΡΙΕΣ ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ 129
3 ΣΗΡΑΓΓΕΣ 134
4 ΦΡΑΓΜΑΤΑ 141
5 ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΣ ΓΕΦΥΡΩΝ 148
6 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ 153
7 ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ 156
8 ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ 158
9 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ 162
10 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ - ΧΥΤΑ 168
11 ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ 169
12 ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ 175
13 ΕΠΙΜΥΘΙΟ 177
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 178

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (1887-2017) - ΓΕΦΥΡΕΣ 179
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 179
2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ 180
3 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ 185
4 ΓΕΦΥΡΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ 191
5 ΧΑΛΥΒΔΙΝΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΜΙΚΤΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ 207
6 ΚΡΕΜΑΣΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΩΤΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ 219
7 ΚΙΝΗΤΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ 227
8 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ 229
9 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ 231
10 ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ 232
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 233

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (1887-2017) - ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ 235
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 235

2 ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ’21 ΜΕΧΡΙ ΤΟΝ Χ. ΤΡΙΚΟΥΠΗ (1821–1882) 236
3 ΑΠΟ ΤΟΝ ΤΡΙΚΟΥΠΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΜΙΚΡΑΣΙΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ (1882–1922) 237
4 ΑΠΟ ΤΗ ΜΙΚΡΑΣΙΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗΝ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΚΗ ΚΑΤΟΧΗ (1922–1944) 238
5 ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΝΑΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΜΕΧΡΙ ΤΟ 1Ο ΚΠΣ (1944–1989) 240
6 ΑΠΟ ΤΟ 1Ο ΚΠΣ ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ (1989-2017) 246
7 Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ 262
8 ΤΟ ΠΡΟΣΕΧΕΣ ΜΕΛΛΟΝ 266
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 270

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΑΙ ΦΡΑΓΜΑΤΑ 273
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 273
2 ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ 274
3 1930 ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ 278
4 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΕΜΠ ΣΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ 279
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 280

ΠΕΡΙΔΙΑΒΑΙΝΟΝΤΑΣ ΤΗ ΛΙΜΕΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΣΤΗ ΝΕΟΤΕΡΗ ΕΛΛΑΔΑ 283
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 283
2 ΕΝΑ ΑΡΓΟΣΥΡΤΟ ΞΕΚΙΝΗΜΑ 285
3 Η ΠΡΩΤΗ ΛΙΜΕΝΙΚΗ ...ΤΡΙΑΙΝΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ 302
4 ΠΡΟΣΑΡΤΗΣΗ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ … ΛΙΜΕΝΩΝ 342
5 Η ΜΕΤΑΠΟΛΕΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 354
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 366

ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΗ ΣΗΜΕΡΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΝΕΑ ΓΝΩΣΗ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ 369
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 369
2 ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ 370
3 ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ 373
4 Η ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΧΡΙ ΠΡΟΣΦΑΤΑ 375
5 ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΩΝ 377
6 ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ 386
7 ΞΕΚΙΝΑ Η ΝΕΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ 389

8 ΕΡΓΑ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ. ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ 410
9 ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ 413
10 ΕΠΙΛΟΓΟΣ 415
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 415

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 419
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 419
2 ΤΟ ΞΕΚΙΝΗΜΑ 420
3 Η ΠΟΡΕΙΑ 421
4 ΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΙΔΡΥΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ 425
5 Η ΕΞΕΛΙΞΗ 426
6 ΕΙΔΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ 427
7 ΣΕΤΕΛ 428
8 ΜΕΛΛΟΝ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ 430
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 430

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ 431

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ 437
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ 445
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ 454
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4: ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ 457
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟΦΟΙΤΗΣΕΩΝ 475
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΔΙΔΑΚΤΟΡΩΝ 478
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ 485

130 ΧΡΟΝΙΑ ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ, ΜΗΤΕΡΑ–ΤΡΟΦΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

του Δημητρίου Κουτσογιάννη

Κοσμήτορα Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών είναι η πρώτη σχολή μηχανικών στην ιστορία της χώρας και η ίδρυσή της το 1887 σηματοδοτεί τη μετεξέλιξη του Πολυτεχνείου από σχολείο τεχνιτών σε ανώτατο ακαδημαϊκό ίδρυμα. Τότε το ταπεινό σχολείο μετονομάζεται σε «Σχολείον των Βιομηχάνων Τεχνών» και τρία χρόνια αργότερα, το 1890, η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών βγάζει τους πρώτους 13 διπλωματούχους της.

Στα πρώτα χρόνια της ακαδημαϊκής λειτουργίας του Πολυτεχνείου αποτελεί τη μόνη ανώτατη σχολή του. Περίπου μια δεκαετία αργότερα θα λειτουργήσει η μεταβατική Σχολή Μηχανουργών, ενώ στη συνέχεια (1914-17), με τις θεσμικές πρωτοβουλίες των μελών της (Άγγελου Γκίνη, Νίκου Κιτσίκη, Δημήτρη Λαμπαδάριου), η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών γίνεται η μητέρα – τροφός των άλλων σχολών του Ιδρύματος. Παράλληλα, το ίδρυμα αναγνωρίζεται ως τεχνολογικό πανεπιστήμιο με το όνομα Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ) και αποκτά ακαδημαϊκή οργανωτική δομή και λειτουργία. Μέχρι και τον μεσοπόλεμο η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών κυριαρχεί, με ποσοστό φοιτητών και αποφοίτων που ξεπερνά το 60 % στο σύνολο του ΕΜΠ. Αργότερα, η Σχολή θα αποτελέσει το πρότυπο πάνω στο οποίο θα δομηθούν τα ομόλογα Τμήματα των άλλων Πολυτεχνικών Σχολών της χώρας.

Οι απόφοιτοι της Σχολής θα αναπτύξουν υψηλού επιπέδου τεχνολογία στον τομέα των κατασκευών και των υποδομών στην Ελλάδα. Ως αποτέλεσμα της ιδιόμορφης οικονομικής ανάπτυξης της χώρας, με τις γνωστές φτωχές επιδόσεις στη βιομηχανική παραγωγή, οι τεχνολογικές δραστηριότητες που σχετίζονται με το επάγγελμα του πολιτικού μηχανικού ήταν διαχρονικά αυτές που αποτέλεσαν τη βαριά βιομηχανία της χώρας. Στην οικιστική και τουριστική ανάπτυξη, στις υπο-

δομές συγκοινωνιακών δικτύων, λιμανιών και αεροδρομίων, καθώς και υδραυλικών έργων, φραγμάτων και υδροηλεκτρικών, για την κάλυψη των αστικών, αγροτικών και ενεργειακών αναγκών, οι πολιτικοί μηχανικοί – απόφοιτοι της Σχολής θα αποτελέσουν τη σταθερή αναφορά της τεχνολογικής ανάπτυξης της χώρας. Η ίδια η Σχολή, μέσω των καθηγητών και επιστημόνων της, θα συμβάλει ουσιαστικά στη θεμελίωση, στον προγραμματισμό και στον σχεδιασμό των αναπτυξιακών δραστηριοτήτων της Ελλάδας. Παράλληλα, οι έλληνες πολιτικοί μηχανικοί, είτε ως μονάδες, είτε ως μέλη ελληνικών κατασκευαστικών εταιριών, θα επεκτείνουν τους ορίζοντές σε όλες τις ηπείρους, εξάγοντας ελληνική τεχνογνωσία.

Στη διάρκεια των 130 ετών λειτουργίας της, η Σχολή ενισχύει τη διεθνή παρουσία της, επεκτεινόμενη και στον ερευνητικό τομέα. Οι γεωφυσικές ιδιαιτερότητες της χώρας, όπως η σεισμογενής τεκτονική δομή, το πολύμορφο ανάγλυφο με την πληθωρική παρουσία νησιών, και το ποικιλόμορφο κλίμα, θα δώσουν το έναυσμα για τη σημαντική ανάπτυξη ανάλογων επιστημονικο-τεχνικών μεθοδολογιών παγκόσμιας αιχμής. Ως αποτέλεσμα της υψηλής ποιότητας της δουλειάς των καθηγητών και των φοιτητών της, προπτυχιακών και μεταπτυχιακών, η Σχολή τα τελευταία χρόνια βρίσκεται πολύ ψηλά στις διεθνείς κατατάξεις και σήμερα είναι η μόνη από όλες τις πανεπιστημιακές σχολές της χώρας που περιλαμβάνεται στις 50 κορυφαίες σε κατάλογο παγκόσμιας κατάταξης ανά αντικείμενο.

Η Σχολή στην ιστορία της των 130 ετών παραμένει πιστή στο αντικείμενο που καθορίστηκε με τον ιδρυτικό της Νόμο, να προετοιμάζει μηχανικούς «*διά τε τας δημοσίας και ιδιωτικάς ανάγκας καταλλήλους προς κατασκευήν οδών, γεφυρών, σιδηροδρόμων, υδραυλικών έργων και οικοδομών*». Αποτελεί και σήμερα κεντρική στρατηγική επιλογή της το να επιμείνει στον τεχνολογικό χαρακτήρα του προγράμματος σπουδών της και της έρευνάς της, παραμένοντας πιστή στο παραδοσιακό μοντέλο εκπαίδευσης, με παροχή ισχυρού θεωρητικού υποβάθρου

αλλά και ολοκληρωμένων τεχνολογικών γνώσεων, ώστε οι απόφοιτοι να είναι ικανοί να αντιμετωπίζουν επιτυχώς πραγματικά προβλήματα μηχανικού. Η Σχολή δεν ευνοεί τη διεθνώς διαδεδομένη σύγχρονη τάση παροχής γενικών επιστημονικών γνώσεων και δεξιοτήτων χωρίς εμβάθυνση και χωρίς αναφορά στην επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων.

Το παραδοσιακό πρότυπο των ενιαίων πενταετών σπουδών με δίπλωμα μεταπτυχιακού επιπέδου ανταποκρίνεται περισσότερο στις στρατηγικές επιλογές της Σχολής και γενικότερα του ΕΜΠ. Η επιλογή αυτή του ΕΜΠ έχει πρόσφατα θεσμοθετηθεί και ως Νόμος του κράτους. Ο στόχος του ισχυρού υποβάθρου των σπουδών εξυπηρετείται από έναν ισχυρό κορμό υποχρεωτικών θεωρητικών και τεχνολογικών μαθημάτων. Ο στόχος της εμβάθυνσης εξυπηρετείται από τη λειτουργία τεσσάρων επιμέρους κατευθύνσεων σπουδών στα τελευταία εξάμηνα, των κατευθύνσεων δομοστατικού, υδραυλικού, συγκοινωνιολόγου και γεωτεχνικού μηχανικού, καθώς και από την παροχή μιας σειράς εξειδικευμένων μαθημάτων επιλογής που απευθύνονται στους φοιτητές όλων των κατευθύνσεων, ώστε να υπάρχει αλληλεπίδραση και συνεργασία φοιτητών με διαφορετική κατεύθυνση σπουδών.

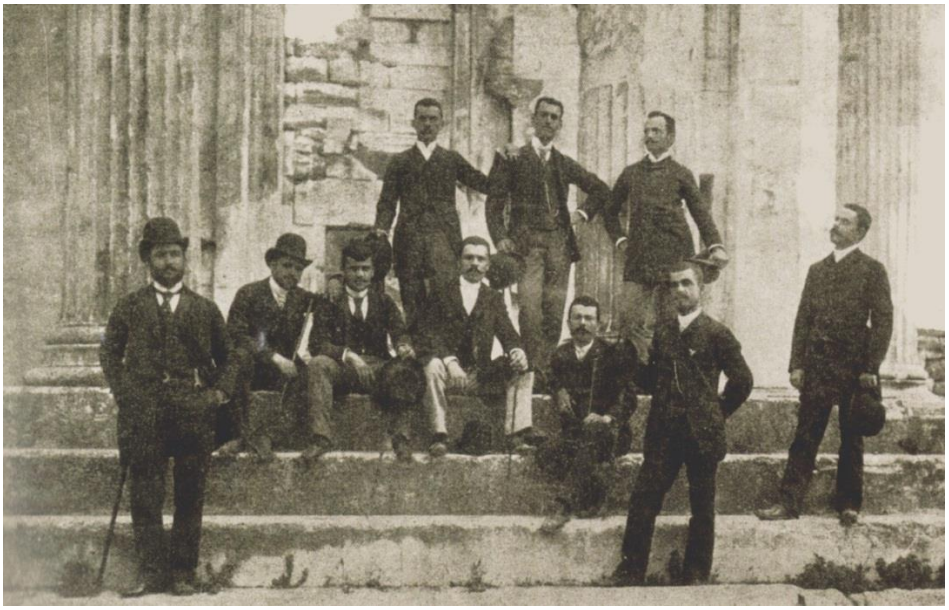
Η Σχολή, χωρίς να παραμελεί τη διεθνή της παρουσία και δραστηριότητα (όπως άλλωστε δείχνουν τα αποτελέσματα των διεθνών κατατάξεων) παραμένει στενά δεμένη με τις πραγματικές αναπτυξιακές ανάγκες της χώρας και εξακολουθεί να συμβάλλει στην κάλυψή τους. Παρά τη σημαντική πρόοδο των τελευταίων ετών σε έργα υποδομής, είμαστε ακόμη μακριά από την ολοκλήρωση ενός σύγχρονου πλαισίου υποδομών. Καθυστερήσεις εξακολουθούν να υπάρχουν στα σιδηροδρομικά δίκτυα, τα μεγάλα φράγματα και υδροηλεκτρικά έργα, και τα εγγειοβελτιωτικά και τα αντιπλημμυρικά έργα.

Ο επανασχεδιασμός, η συντήρηση, ενίσχυση, ανανέωση και διαχείριση υφιστάμενων κατασκευών και υποδομών αποτελούν σύγχρονα σημαντικά τεχνολογικά και επαγγελματικά πεδία, τα οποία θεραπεύονται στη Σχολή. Νέες προκλήσεις αποτελούν η ανάπτυξη και εφαρμογή νέων υλικών και τεχνικών στις κατασκευές, η χρήση ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων, η προστασία από φυσικούς κινδύνους (σεισμούς, πλημμύρες, ξηρασίες), οι δραστηριότητες προστασίας, αποκατάστασης και αναβάθμισης του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με την αντιρρυπαντική τεχνολογία, η χρήση της πληροφορικής και των έξυπνων συσκευών τόσο για την αποτελεσματικότερη διαχείριση των κατασκευών, όσο και για τη λειτουργία των υποδομών. Έμφαση έχει δοθεί στον στόχο της αρμονικής συνύπαρξης της ανάπτυξης με το περιβάλλον και την ανάδειξη και διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς.

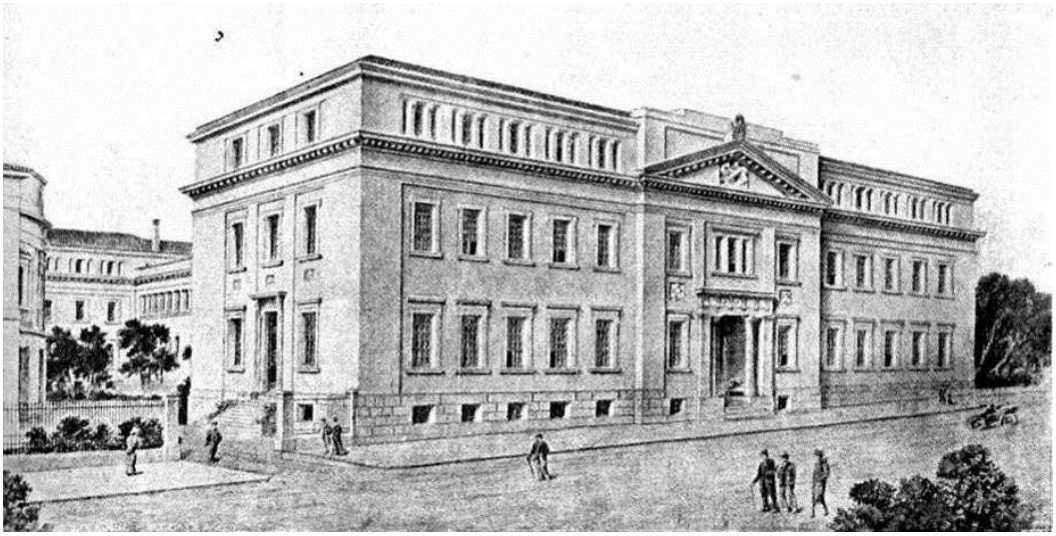
Οι νέες προκλήσεις εντάσσονται στο νέο πρόγραμμα σπουδών που καθιερώθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος (2017-18), στο μέτρο βέβαια του δυνατού, δεδομένης της οικονομικής κρίσης που αποστερεί από τη Σχολή την ανανέωση και τον εμπλουτισμό του προσωπικού της. Στις θετικές πλευρές της κρίσης εντάσσεται η ανάδειξη της εξωστρέφειας των αποφοίτων της Σχολής, η βελτίωση της διεθνούς αναγνώρισής τους, και η διεύρυνση του εύρους των δραστηριοτήτων τους που πλέον επεκτείνεται στη διαχείριση του φυσικού και δομημένου περιβάλλοντος στο σύνολό του. Ακόμη, το εύρος και το βάθος των σπουδών στη Σχολή επιτρέπει σε πολλούς από τους αποφοίτους της να απασχοληθούν στον ερευνητικό τομέα. Δεν είναι λίγοι οι απόφοιτοι της Σχολής που καταλαμβάνουν καθηγητικές θέσεις σε όλον τον κόσμο, σε αντικείμενα τεχνολογικά αλλά και θεωρητικά.

Μεσούσης της κρίσης, η Σχολή δεν έπαυσε να οραματίζεται ένα αισιόδοξο μέλλον για την ίδια, το προσωπικό της και τους αποφοίτους της, και να εργάζεται γι' αυτό. Το ένδοξο παρελθόν της αποτελεί πηγή έμπνευσης και γνώμονα αναφοράς και γι αυτό το μελετά και το τιμά. Το 2017 γιόρτασε ή συμπλήρωσε και γιόρτασε τα 130 χρόνια λειτουργίας της. Η λαμπρή τελετή των γενεθλίων της στις 2 Ιουλίου 2017 που πραγματοποιήθηκε στο Μουσείο Ακρόπολης συνέπεσε με την ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της κατάταξης Shanghai Ranking του 2017 που έδωσε στη Σχολή την έβδομη θέση παγκοσμίως. Οι εκδηλώσεις του εορτασμού συνεχίστηκαν με εκδήλωση στο Αμφιθέατρο της Σχολής αφιερωμένη στους φοιτητές της και την τιμητική ονομασία δύο κτηρίων της Σχολής σε ανάμνηση δύο παλιών καθηγητών της (Νίκου Κιτσίκη, Παύλου Σαντορίνη). Συνοδεύτηκαν με την δημιουργία Συνδέσμου αποφοίτων και φίλων της Σχολής με στόχο τη μονιμότερη συνεργασία επ' ωφελεία της Σχολής και των ανθρώπων της. Ολοκληρώνονται με την έκδοση του παρόντος αναμνηστικού Τόμου για τη συμβολή της Σχολής στις υποδομές της χώρας, καθώς και τη συγγραφή της ιστορίας της Σχολής και των καθηγητών που έχουν αναρτηθεί στον ιστότοπό της και ανανεώνονται.

Αθήνα Μάιος 2018



Τότε και τώρα. Πάνω: 10 από τους 13 πρώτους φοιτητές της Σχολής που αποφοίτησαν το 1890. Κάτω: σημερινοί προπτυχιακοί και μεταπτυχιακοί φοιτητές μαζί με καθηγητές της Σχολής στο συνέδριο της European Geosciences Union στη Βιέννη το 2018.



Τότε και τώρα. Πάνω: Προοπτικό (από την οδό Στουρνάρη) του κτηρίου Γκίνη που κατασκευάστηκε την περίοδο 1930-35, στο οποίο στεγαζόταν η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών το υπόλοιπο διάστημα του 20ου αιώνα μέχρι το 2003. Κάτω: Τα νέα κτήρια της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, όπου στεγάζεται η Σχολή από το 2003.

ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών
Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών
Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Υδραυλικής
Εργαστήριο Λιμενικών Έργων
Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας
Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής
Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής
Εργαστήριο Οδοποιίας
Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών

Τομέας Γεωτεχνικής
Εργαστήριο Εδαφομηχανικής
Εργαστήριο Θεμελιώσεων

Τομέας Προγραμματισμού και Διαχείρισης Τεχνικών Έργων
Εργαστήριο Δομικών Μηχανών και Διαχείρισης Τεχνικών Έργων

Εργαστήριο Προσωπικών Υπολογιστών (υπάγεται απευθείας στη Σχολή)

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΠΟ ΤΗΝ ΕΥΘΥΝΗ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων
Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση των Κατασκευών

Η σημερινή δομή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΥ ΕΜΠ

του Δημήτρη Λιάτη

Πολιτικού Μηχανικού

Διπλωματούχου της Σχολής ΠΜ ΕΜΠ (1978)

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών είναι πυρήνας, μητέρα και τροφός των άλλων σχολών του ΕΜΠ. Πυρήνας, κατά το μέγεθος της, όπως απορρέει διαχρονικά από το πλήθος των καθηγητών και σπουδαστών της ως προς το σύνολο του ιδρύματος, μητέρα και τροφός σχολή, καθόσον στα πρώτα χρόνια της ύπαρξής του ως ανώτατο εκπαιδευτικό ίδρυμα, το ΕΜΠ αποτελεί κατ' ουσίαν τη μόνη σχολή. Στο πέρασμα του χρόνου, για το Πολυτεχνείο η Σχολή ΠΜ στάθηκε το ασφαλές προγεφύρωμα για να ευδοκιμήσει και να ξεδιπλωθεί η δομή και η οντότητα των υπόλοιπων σχολών μέχρι να συμπληρωθεί το σώμα του Ιδρύματος, όπως το γνωρίσαμε μέσα στο τεχνολογικό γίγνεσθαι του εικοστού αιώνα. Το συνοπτικό ιστορικό που ακολουθεί περιλαμβάνει την περίοδο από την ίδρυση της Σχολής μέχρι και τη δικτατορία 1967-1974, χωρίς επέκταση στο χρόνο της μεταπολίτευσης.[1]

[1] Η επέκταση της ιστορικής αναφοράς για την σχολή ΠΜ του ΕΜΠ από το 1974 μέχρι το 2004, έτος τέλεσης της 2ης σύγχρονης Ολυμπιάδας στην Αθήνα, είναι εγχείρημα με πρόσθετες δυσκολίες. Ωστόσο αξίζει να αναφέρουμε επιγραμματικά τις κύριες δυσκολίες σε σχέση με την εν λόγω περίοδο. Οι νωπές σχετικά μνήμες της πρόσφατης περιόδου συνιστά αντικειμενικό εμπόδιο. Επίσης τα φαινόμενα υπερπολιτικοποίησης και κομματικοποίησης του σώματος των σπουδαστών στα πανεπιστήμια με προϊούσα την επέλαση του λαϊκισμού χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή. Ακόμα, το γεγονός της ένταξης της χώρας στην ΟΝΕ με τα απόνερα αυτής στην αναδιάταξη του χάρτη των εγχώριων κατασκευαστικών εταιριών έχει ειδική αξία. Τέλος, ο κατασκευαστικός οργασμός σε έργα υποδομής ενόψει της τέλεσης της Ολυμπιάδας του 2004 στην Αθήνα, όπου σημειώθηκε περιστασιακή ένταση απασχόλησης των μηχανικών, χωρίς δυστυχώς την αντίστοιχη σε βάθος κεφαλαιοποίηση αυτής της μεγάλης εθνικής ιστορικής ευκαιρίας, έχει κεφαλαιώδη σημασία. Για μια ακόμα φορά η Ελλάδα προσήλθε ασθμαίνουσα και αργοπορημένη στο ραντεβού για τον εκσυγχρονισμό με την ιστορία που ατυχώς στοίχισε περισσότερο από κάθε άλλη αντίστοιχη προηγούμενη ιστορική ασυνέπεια. Η ιστορική αμνησία τιμωρείται αυστηρά και έντοκα, αφού στο ιστορικό κόστος αθροίζονται όλες οι χαμένες ευκαιρίες του παρελθόντος. Η τεχνολογική ανάπτυξη εμπέ-

2 ΑΠΟ ΤΗΝ ΙΔΡΥΣΗ ΜΕΧΡΙ ΤΟΝ Β΄ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΠΟΛΕΜΟ

Η ίδρυση του Πολυτεχνείου ανάγεται στο μακρινό 1837 οπόταν αρχίζει ως «Κυριακάτικο Σχολείο των Τεχνών» και μετά από 50 χρόνια, το 1887, μετεξελίσσεται σε ανώτατο εκπαιδευτικό ίδρυμα. Η τεχνική εκπαίδευση στην Ελλάδα ξεκινάει τη μακρά της διαδρομή την 31η Δεκεμβρίου 1836 (12 Ιανουαρίου 1887 με το Νέο Ημερολόγιο), με το διάταγμα με τίτλο «Περί εκπαιδεύσεως εις την Αρχιτεκτονικήν», στο όνομα του Βασιλιά Όθωνα. Συνεστήθη σχολείο για δωρεάν διδασκαλία σε όσους επιθυμούν να μορφωθούν ως αρχιτεχνίτες (μαΐστορες) στην Αρχιτεκτονική κατά τις Κυριακές και εορτές. Τα εγκαίνια του σχολείου έγιναν στις 3 Μαΐου του 1837.

Επόμενος σταθμός στην εξέλιξη του Πολυτεχνείου και αφετηρία νέας περιόδου αποτελεί ο νόμος ΑΦΜΑ΄ (1541 με τη σύγχρονη αρίθμηση) της 27ης Μαΐου 1887 με τον οποίο το Σχολείο των Τεχνών μετονομάζεται σε «Σχολείο των Βιομηχάνων Τεχνών», κατά τον αντίστοιχο Γαλλικό όρο, Ecoles des arts industrielles. Με αυτό το νόμο, ορίζεται η ίδρυση δύο ανώτερων τεχνικών σχολών στο Σχολείο των Βιομηχάνων Τεχνών, της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών και της Σχολής Μηχανουργών, στις οποίες η φοίτηση θα είναι τετραετής και μίας κατωτέρας σχολής, της Σχολής των Γεωμετρών & Εργοδηγών, τριετούς φοίτησης. Από τις ανώτερες Σχολές, η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών λειτούργησε άμεσα και λειτουργεί αδιάκοπα ως σήμερα, ενώ η Σχολή Μηχανουργών αρχικά δεν είχε φοιτητές και αργότερα μετεξελίχθηκε στη Σχολή Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων.

Τα σημαντικά θεσμικά βήματα σχετικά με τη σύσταση, τη βαθμιαία δόμηση, τη συμπλήρωση και την εξέλιξη του Πολυτεχνείου, με τις σχολές του, ακόμα και το ιδρυτικό διάταγμα του 1836/7 αλλά και οι επακολουθήσαντες νόμοι, όλα σχεδόν θεσπίστηκαν σε καιρούς κοινωνικά και πολιτικά μεταβατικούς. Καρποί της εκάστοτε κρίσης.

- Ο νόμος 1541/1887 που ψηφίστηκε στο περιβάλλον της εκσυγχρονιστικής προσπάθειας του Χαριλάου Τρικούπη, αποτελεί το πρώτο βήμα για την αναβάθμιση του Πολυτεχνείου σε Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα και την ίδρυση της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών. Οι δύο επόμενοι νόμοι 388/1914 και 980/1917 ολοκλήρωσαν τη μεταρρύθμιση του 1887, ικανοποιώντας τις απόψεις που εξέθεσε το 1912 ο Άγγελος Γκίνης σε τόμο που

δωσε την παγκοσμοποίηση στον πλανήτη μας μετατρέποντας τον σε χωριό με εύκολες και άμεσες κοινωνικές διαδράσεις, γεγονός που δεν μας αφήνει επιλογή να το αρνηθούμε, γιατί απλούστατα υφίσταται παρά τη θέληση ενίων. Σε όσους τέλους επιμένουν να το αγνοούν, η πραγματικότητα και η ζωή επιφυλάσσουν μόνο σκληρές και αμείλικτες απαντήσεις.

εξέδωσε. Η θεσμική θεμελίωση της οντότητας του Πολυτεχνείου 1914-17 είναι ευτύχημα που πραγματοποιήθηκε μέσα στο κοινωνικό-πολιτικό πλαίσιο που συνθέτουν ο θρίαμβος των βαλκανικών πολέμων, ο εν συνεχεία σκληρός Α΄ Παγκόσμιος Πόλεμος, και η δοκιμασία του τότε εθνικού διχασμού του νεοελληνικού κράτους, «Βενιζέλος-Βασιλιάς».

- Η μεταρρύθμιση 1914-17, θα συμπληρωθεί με το νόμο 3940/1928, όταν υπάρχει πάλι βενιζελική κυβέρνηση μετά από μια ταραγμένη δεκαετία. Πρώτος πρύτανης θα εκλεγεί ο Δ. Λαμπαδάριος. Θα επακολουθήσει μια επίσης τυρβώδης δεκαετία.
- Μεσολαβεί η δικτατορία της 4ης Αυγούστου, έρχεται ο Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος και ως ευχάριστη έκπληξη υπό κατοχική κυβέρνηση, ο Ν. Κιτσίκης, θα δοκιμάσει να υλοποιήσει το όραμα του για το ΕΜΠ. Δημοσιεύονται οι δύο νόμοι, 139/1943 και ο ν. 1298/1944, οι οποίοι όμως δεν έμελλαν να εφαρμοστούν, καθώς ο εμφύλιος πόλεμος μετά την κατοχή έθαψε οράματα και ελπίδες.

2.1 Η προ-ακαδημαϊκή φάση του Πολυτεχνείου, κυριαρχούν οι στρατιωτικοί μηχανικοί

Στην προσπάθεια της να διαμορφωθεί ως κράτος δυτικού τύπου, με δομές διαφορετικές από το Οθωμανικό πρότυπο από το οποίο ως θραύσμα προέκυψε, η Ελλάδα θα έπρεπε να υλοποιήσει τα αναγκαία και απαραίτητα, για μια κρατική οντότητα, δημόσια έργα. Στην πεντηκονταετία 1837-1887, μακρά περίοδο κυοφορίας κατά μία έννοια της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών και εν συνεχεία των υπολοίπων σχολών του Πολυτεχνείου, το χώρο δραστηριοποίησης των μηχανικών, το engineering, το κάλυπταν οι στρατιωτικοί μηχανικοί, απόφοιτοι της Σχολής Ευελπίδων. Οι στρατιωτικοί μηχανικοί του Μηχανικού Σώματος ήταν το τεχνικό προσωπικό που διέθετε το νεοελληνικό κράτος για να προωθήσει το εγχείρημα των δημοσίων έργων σε αυτή την πρώτη περίοδο του ελεύθερου εθνικού βίου.

Η επαγγελματική ιδιότητα του μηχανικού σ' αυτό το διάστημα, καθώς και το δικαίωμα άσκησης του επαγγέλματος για την εκτέλεση των δημοσίων έργων και τη στελέχωση του τεχνικού τομέα των κρατικών υπηρεσιών, αναγνωριζόταν αποκλειστικά στους αποφοίτους της Σχολής Ευελπίδων, που είχαν καταταχθεί στο σώμα του Μηχανικού του Ελληνικού Στρατού.

Στους αποφοίτους της Στρατιωτικής Σχολής Ευελπίδων (ΣΣΕ), η οποία εκτός από στρατιωτικό εκπαιδευτικό θεσμό, πρακτικά αποτελούσε και την πρώτη ανώτερη τεχνική σχολή της χώρας, αναγνωρίσθηκε το δικαίωμα ανάδειξης στις ανώ-

τερες βαθμίδες της κρατικής μηχανής, ενώ οι απόφοιτοι του Σχολείου των Τεχνών προορίζονταν για μάστορες και αρχιτεχνίτες. Για την κατοχύρωση αυτής της διάκρισης υιοθετήθηκε ο αναγκαίος επιστημονικός προσανατολισμός στα προγράμματα της ΣΣΕ, στα οποία καθιερώθηκε εκτός από τα στρατιωτικά μαθήματα και η διδασκαλία των ανώτερων μαθηματικών αλλά και τεχνικών μαθημάτων, όπως καταμετρήσεις κτηρίων και μηχανών, στατική και μηχανική των στερεών και των ρευστών, οδοποιία, γεφυροποιία, αρχιτεκτονική κτλ.

Η θεσμική κατοχύρωση όπως αποτυπώνεται στα κατά καιρούς νομοθετήματα που διατρέχουν τις περιόδους Καποδίστρια, της αντιβασιλείας, της Βασιλείας Όθωνα και του Γεωργίου του Α΄, είναι η ακόλουθη:

- Τον Ιούλιο του 1829 συστήθηκε το Σώμα Αξιωματικών Οχυρωματοποιών και Αρχιτεκτόνων.
- Τον Απρίλιο του 1833 δημοσιεύθηκε το διάταγμα «περί σχηματισμού της Γραμματείας Εσωτερικών» και τον Οκτώβριο του ιδίου έτους, το διάταγμα «περί συστάσεως του Σώματος του Μηχανικού», για την εκτέλεση δημοσίων έργων.
- Το 1842 το σώμα αποτελούνταν από 31 αξιωματικούς, οι 16 εκ των οποίων ήταν Βαυαροί. Πρώτος Διοικητής του Σώματος ήταν ο Βαυαρός ταγματάρχης Anton Chech και μέλη του, ο λοχαγός Fr. Braker, οι υπολοχαγοί Λ. Σμολέσκης και M. Spich και οι ανθυπολοχαγοί Ad. Treser, Ed. Luft, J. Lamey και Fr. Muller. Το 1847 το Σώμα είχε 90 μέλη.

Με αυτό το θεσμικό πλαίσιο για τα δημόσια και ιδιωτικά έργα, πορεύτηκε το Ελληνικό κράτος μέχρι το 1878. Με την καθιέρωση του Συντάγματος το 1843 και μετά τη εκδίωξη των Βαυαρών από τη δημόσια διοίκηση, οι τεχνικές υπηρεσίες στελεχώθηκαν αποκλειστικά από Έλληνες αξιωματικούς του μηχανικού σώματος αποφοίτους της ΣΣΕ, πολλοί εκ των οποίων είχαν μετεκπαιδευτεί σε πολυτεχνικές σχολές της εσπερίας με κρατικές υποτροφίες. Χαρακτηριστικά πρόσωπα της περιόδου αυτής ήταν οι τέσσερις διευθυντές του Πολυτεχνείου, ο Γεράσιμος Μεταξάς, ο Δημήτριος Σκαλιστήρης, ο Δημήτριος Αντωνόπουλος και ο Αναστάσιος Θεοφιλάς, καθώς και ο Ε. Μανιτάκης διευθυντής δημοσίων έργων για 22 έτη στο Υπουργείο Εσωτερικών.

Το 1864 η διεύθυνση του Σχολείου ανατέθηκε στον τότε λοχαγό του Μηχανικού Δ. Σκαλιστήρη, στον οποίον ταυτόχρονα ανατέθηκε η διδασκαλία του μαθήματος της Στατικής και μετά το έτος 1869 δίδαξε στο Σχολείο και το μάθημα της Γεφυροροποιίας. Ο Σκαλιστήρης (1815-1883), προσέφερε πολλά με τις γνώσεις

του και τις υπηρεσίες του προς το Σχολείο των Τεχνών για μια περίπου δεκαετία (1864-1873).

Η ηγεμονία των στρατιωτικών μηχανικών στις υπηρεσίες του κράτους αλλά και στη διοίκηση του Πολυτεχνείου θα διαρκέσει μέχρι και τις αρχές του εικοστού αιώνα, οπότε αρχίζει βαθμιαία η αντικατάσταση τους από τους πρώτους μη στρατιωτικούς μηχανικούς, που ήταν απόφοιτοι του Σχολείου των Βιομηχάνων Τεχνών και των Πολυτεχνείων της αλλοδαπής.

2.2 Συνάφειες και συγγένειες με το επάγγελμα του ΠΜ

Μια άλλη κατηγορία διαφορετική από τους στρατιωτικούς μηχανικούς που δραστηριοποιήθηκε στην πεντηκονταετία 1830-1880 ήταν μια ομάδα αρχιτεκτόνων, ξένων και Ελλήνων, που είχαν σπουδάσει σε ευρωπαϊκές χώρες. Αρχιτέκτονες όπως, ο Στ. Κλεάνθης, ο Ε. Σάουμπερτ, οι Χριστιανός & Θεόφιλος Χάνσεν, ο Λ. Καυτατζόγλου, ο Π. Κάλκος, ο Ερνέστος Τσίλερ, άφησαν το δημιουργικό τους στίγμα στη διαμόρφωση της νεοκλασικής φυσιογνωμίας της Αθήνας του 19ου αιώνα.

Κατά τη δεκαετία του 1870, η ανάγκη εξασφάλισης διοικητικών δομών, γέννησε την ανάγκη υλοποίησης ενός γιγαντιαίου, για τα δεδομένα της περιόδου εκείνης, προγράμματος δημοσίων έργων, της γνωστής Τρικουπικής περιόδου. Εμπνευστής και εκτελεστής του προγράμματος ήταν ο Χαρίλαος Τρικούπης. Όμως για την υποστήριξη και εξυπηρέτηση αυτού του μεγαλεπήβολου στόχου δεν επαρκούσαν οι υφιστάμενες τεχνικές και διοικητικές δομές του κράτους και το διαθέσιμο τεχνικό προσωπικό. Για αυτό το λόγο το 1873 συστήθηκε στο Υπουργείο Εσωτερικών αυτοτελές Τμήμα Δημοσίων Έργων και επικεφαλής ορίστηκε ο Δ. Σκαλιστήρης, ο μέχρι τότε διευθυντής του Σχολείου των Βιομηχάνων Τεχνών, θέση από την οποία παραιτήθηκε.

Στη συνέχεια ως αναγκαίο θεσμικό συμπλήρωμα, το Φεβρουάριο του 1878 ψηφίστηκε ο νόμος ΧΠΗ «**Περί συστάσεως Σώματος Πολιτικών Μηχανικών**», (κατά αντιδιαστολή με τον όρο στρατιωτικών μηχανικών που μέχρι τότε υφίσταντο μόνοι στο χώρο των έργων).

Δυνάμει του νόμου ΧΠΗ/6-2-1878, συγκροτήθηκε αυτοτελής Υπηρεσία Δημοσίων Έργων, σύμφωνα με το γαλλικό πρότυπο διοικητικών υπηρεσιών, αναιρώντας τον υφιστάμενο συγκεντρωτικό μηχανισμό. Την ανασυγκρότηση ανέλαβε να υλοποιήσει το νεοϊδρυθέν Σώμα Πολιτικών Μηχανικών. Οι μηχανικοί θα έπρεπε να έχουν όχι μόνο θεωρητικές γνώσεις αλλά και πείρα να διευθύνουν από ένα απλό μεμονωμένο τεχνικό έργο μέχρι το συνολικό πρόγραμμα των έργων εθνικής εμβέλειας. Ο νόμος προέβλεπε ότι τα ανώτερα στελέχη θα είναι διπλωμα-

τούχοι μηχανικοί με απαιτούμενη επαγγελματική εμπειρία τουλάχιστον δέκα ετών. Η θεσμική κατοχύρωση σχέση ανάμεσα στον ακαδημαϊκό τίτλο (δίπλωμα) και τον επαγγελματικό τίτλο, καθόρισε τη φυσιογνωμία του επαγγέλματος του μηχανικού στην Ελλάδα. Το τεχνικό προσωπικό που υπηρετούσε στην Υπηρεσία Δημοσίων Έργων με πρώτο διευθυντή τον Δ. Σκαλιστήρη ήταν 64 μηχανικοί, οι 13 εκ των οποίων στο κεντρικό τμήμα της υπηρεσίας, και υπόλοιποι 51 στις περιφέρειες. Μετά τον Δ. Σκαλιστήρη που πέθανε το 1883, διευθυντής της Υπηρεσίας Δημοσίων Έργων έγινε ο Αναστάσιος Σούλης, που ήταν διπλωματούχος της Ecole Nationale des Ponts et Chaussées και καθηγητής στο Πολυτεχνείο.

2.3 Μεταφορά τεχνογνωσίας

Ο νόμος ΧΠΗ/ 6-2-1878 άφηνε διακριτική ευχέρεια στο ελληνικό δημόσιο να στελεχώσει την Υπηρεσία Δ.Ε., όχι μόνο με Έλληνες μηχανικούς με τα απαραίτητα προσόντα, αλλά να δύναται να προσλάβει και ξένους μηχανικούς. Έτσι δινόταν η ευχέρεια εισαγωγής τεχνογνωσίας από την αλλοδαπή. Το εγχείρημα αξιοποίησης των γνώσεων ξένων μηχανικών είχε επιχειρηθεί για πρώτη φορά κατά τη διακυβέρνηση Καποδίστρια, επίσης αργότερα κατά την περίοδο της αντιβασιλείας Όθωνα, καθώς επίσης και κατά το 1857 επί κυβέρνησης Βούλγαρη που είχε καλέσει το Γάλλο μηχανικό και Καθηγητή Ρ.Ε. Daniel για να αναλάβει την εκτέλεση έργων οδοποιίας στην Αθήνα στο πλαίσιο υλοποίησης ενός προγράμματος οδοποιίας και γεφυροποιίας. Η κίνηση όμως δεν ευοδώθηκε, λόγω ανεπάρκειας τεχνικών μέσων και τεχνικού προσωπικού.

Το 1862 μετά την έξωση του Όθωνα, δεν ανανεώθηκε η σύμβαση με τους Γάλλους. Με ξένο τεχνικό δυναμικό και τεχνικές εταιρίες έγινε και η σιδηροδρομική γραμμή Αθηνών-Πειραιώς κατά τη διετία 1867-1869 καθώς και οι πρώτες εργασίες αποξήρανσης της Κωπαΐδας το έτος 1867. Ουσιαστική όμως ώθηση στην εισαγωγή ξένου τεχνικού δυναμικού στην Ελλάδα θα πραγματοποιηθεί στη δεκαετία του 1880 με τις διατάξεις του νόμου ΧΠΗ της 6ης Φεβρουαρίου του 1878. Συγκεκριμένα το 1882, σε συνεργασία με τη γαλλική κυβέρνηση, η κυβέρνηση Τρικούπη αποφάσισε τη μετάκληση στην Ελλάδα μιας αποστολής Γάλλων μηχανικών της Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Έργο της γαλλικής αποστολής ήταν η αναδιοργάνωση των τεχνικών υπηρεσιών και η συμβολή της στα μεγάλα έργα που προγραμματίζονταν. Σύμφωνα με το διάταγμα της 10ης Ιανουαρίου του 1886 «περί των καθηκόντων της Γαλλικής Αποστολής», ανετίθεντο στην αποστολή η ευθύνη των γενικών μελετών των έργων. Ακολούθως η Υπηρεσία Δημοσίων Έργων του Υπουργείου Εσωτερικών προέβαινε σε έλεγχο της κατασκευής τους.

Το διάταγμα περιέγραφε τα καθήκοντα των ξένων μηχανικών: μελέτη έργων, σύνταξη προϋπολογισμών, επίβλεψη και επιστασία των έργων. Στη δεκαετή παραμονή της η Αποστολή, εκτός από τη μελέτη και κατασκευή των έργων, συνέβαλε αποφασιστικά στην εκπαίδευση των Ελλήνων μηχανικών και τεχνιτών πάνω στην εφαρμογή.

Η συμβολή της Αποστολής στην αναπροσαρμογή του θεσμικού πλαισίου περί δημοσίων έργων ήταν καίρια και έγινε σύμφωνα με το Γαλλικό κατασκευαστικό δίκαιο. Η επείσακτη τεχνογνωσία εσωτερικευόταν οργανικά στις κρατικές δομές και μετουσιωνόταν σε ενεργητική πρακτική τροφοδοτώντας αντιλήψεις και πρακτικές για τη διάδοση, την κατοχύρωση και της αναπαραγωγή της. Το ελληνικό κράτος εισάγοντας τη δυτική τεχνολογία στις κατασκευές, είτε με τη δραστηριότητα της γαλλικής αποστολής είτε με τη χρησιμοποίηση ελλήνων μηχανικών, αποφοίτων των γαλλικών Grandes Ecoles και άλλων ευρωπαϊκών πολυτεχνικών σχολών, πραγματοποιούσε σημαντική πρόοδο. Στην συνέχεια, κατά τη δεκαετία του 1860, το εγχείρημα μεταφοράς τεχνογνωσίας τονώθηκε με υποτροφίες για συμπληρωματικές σπουδές στο εξωτερικό σε αποφοίτους της Σχολής των Ευελπίδων, αλλά και του Πολυτεχνείου.

Το θέσπισμα της 26-8-1863 μετά το τέλος της βασιλείας του Όθωνα, περιορίζει τον καλλιτεχνικό προσανατολισμό του Σχολείου και προτάσσει τη διδασκαλία τεχνικών μαθημάτων. Την εποπτεία του Σχολείου των Τεχνών ασκούσε επταμελής εφορεία με ευρεία δικαιοδοσία. Η εφορία γνωμοδοτούσε, συνέτασσε προτάσεις προς το αρμόδιο Υπουργείο των Εσωτερικών στο οποίο υπαγόταν το Σχολείο και γενικά επεξεργαζόταν και εισηγούνταν κάθε αναγκαίο μέτρο για την ενίσχυση και την πρόοδο του Σχολείου.

2.4 Οι εθνικοί ευεργέτες

Κατά την περίοδο μετά τη δημοσίευση του Θεσπίσματος του 1863, πραγματοποιήθηκαν οι ευγενείς επιθυμίες για την ανέγερση «Λαμπρού Πολυτεχνείου» των εκ Μετσόβου Εθνικών Ευεργετών, Νικολάου Στουρνάρα, Ελένης & Μιχαήλ Τοσίτσα και Γεωργίου Αβέρωφ, επί τη βάσει των έξοχων σχεδίων του αρχιτέκτονα Λ. Καυτατζόγλου. Το ίδρυμα από το 1888 και εντεύθεν ονομάσθηκε, τιμής ένεκεν, «ΕΘΝΙΚΟΝ ΜΕΤΣΟΒΙΟΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΝ» (ΕΜΠ).

Στο όνομα ΕΜΠ, αποτυπώνεται το εθνικό διαμέτρημα του ιδρύματος, με το δεύτερο επίθετο (Μετσόβιο) να αποδίδει την εσαεί οφειλόμενη ευγνωμοσύνη προς τους τους εθνικούς ευεργέτες και «κτίστες» των λαμπρών οικοδομημάτων του ιδρύματος στο κέντρο της Αθήνας και τέλος με το ουσιαστικό «Πολυτεχνείο»

προσδιορίζεται η οντότητα και ταυτότητα του ιδρύματος μέσα στο ακαδημαϊκό στερέωμα σε εθνικά αλλά και οικουμενικά πλαίσια.

Ειρήσθω εν παρόδω ότι μέχρι τη μετεγκατάσταση το 1872 στα κτίρια του Πολυτεχνείου της οδού Πατησίων, η πρώτη στέγη του Σχολείου των Τεχνών από την ίδρυσή του το 1837 ήταν η οικία των Φαναριωτών αδελφών Γ. Βλαχούτση επί της οδού Πειραιώς 35. Στο αρχοντικό Βλαχούτση στεγάστηκαν κατά καιρούς η Βαυαρική Αντιβασιλεία Άρμασπεργκ (1835-1837), ακολούθως το Σχολείο των Τεχνών (1837-1872), μετέπειτα το Ωδείο Αθηνών (1872-1976) και μετά το 1976 μέχρι σήμερα, στεγάζεται η Δραματική Σχολή του Εθνικού Θεάτρου. Έτσι το κτήριο Βλαχούτση είναι ένα κατά κάποιο τρόπο όχημα εθνικής ιστορίας.

Από το Σχολείο των Τεχνών, μέχρι το 1890 (χρονιά που βγήκαν οι πρώτοι διπλωματούχοι πολιτικοί μηχανικοί), αποφοίτησαν περί τους 560, εκ των οποίων τα δύο τρίτα ήταν δομικού προσανατολισμού που προσέφεραν πολλές υπηρεσίας στην οικοδομούμενη πρωτεύουσα, την Αθήνα, αλλά και σε άλλες ελληνικές πόλεις. Άλλες ειδικότητες αποφοίτων εκ του Σχολείου, όπως εργοδηγοί ή μηχανουργοί αξιοποιήθηκαν σε υπηρεσίες του Στρατού και του Ναυτικού.

2.5 Τα νομικά βήματα

Με βάση το νόμο 388/1914 το «Σχολείον των Βιομηχάνων Τεχνών» μετονομάζεται σε «Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο» και αναγνωρίζεται ως ισότιμο προς το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Επίσης με το νόμο 388/1914 πέραν της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών που λειτουργούσε ήδη, προβλέπονται η ίδρυση της Σχολής των Μηχανολόγων (όπως μετονομάστηκε η Σχολή των Μηχανουργών), καθώς και η ίδρυση δύο άλλων σχολών, των Αρχιτεκτόνων και των «Ηλεκτρολόγων και Τηλεγραφομηχανικών». Οι ως άνω τέσσερις σχολές του ΕΜΠ χαρακτηρίζονται ανώτατες, με τετραετή διάρκεια σπουδών.

Στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο κατοχυρώνεται το προνόμιο να παρέχει αυτό και μόνον την ανώτατη τεχνική εκπαίδευση «ουδεμιάς άλλης σχολής αναγνωριζομένης ως ισοτίμου εν Ελλάδι». Το ΕΜΠ υπάγεται στην αρμοδιότητα του νεοσύστατου τότε Υπουργείου Συγκοινωνιών. Ο νόμος προέβλεπε επίσης και την ίδρυση Σχολείων Εργοδηγών (ΣΕΡ) προσαρτημένων στις αντίστοιχες ανώτατες σχολές.

Λόγω του επισυμβάντος όμως πολέμου και της ανώμαλης πολιτικής συγκυρίας στη χώρα (μια χώρα - 2 κυβερνήσεις), το σχήμα δεν εφαρμόστηκε το 1914. Εν τέλει η επαγγελθείσα μεταρρύθμιση υλοποιήθηκε ουσιαστικά με το νόμο 980/1917, ο οποίος έδωσε στο Πολυτεχνείο τη μορφή που είχε στη μετέπειτα περίοδο, σχεδόν μέχρι πρόσφατα.

Κατά το νόμο 980/1917 παραμένει η Σχολή των Πολιτικών Μηχανικών, η Σχολή των Μηχανολόγων μετονομάζεται σε Σχολή Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων, και το ΕΜΠ αποκτά τρεις νέες σχολές: Αρχιτεκτόνων, Χημικών Μηχανικών και Τοπογράφων Μηχανικών. Η διάρκεια σπουδών για τις σχολές των Πολιτικών Μηχανικών και των Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων ορίζεται σε πέντε έτη, για τις σχολές Αρχιτεκτόνων και Χημικών Μηχανικών θα είναι τέσσερα έτη και τρία έτη για τη Σχολή των Τοπογράφων Μηχανικών. Ο νόμος καθιέρωσε επίσης το θεσμό των Κοσμητόρων, επικεφαλής των Σχολών, και της Συγκλήτου.

Η Σχολή των Αρχιτεκτόνων και η Σχολή των Τοπογράφων Μηχανικών λειτούργησαν για πρώτη φορά τη χρονιά 1917-1918, ενώ η Σχολή των Χημικών Μηχανικών το επόμενο ακαδημαϊκό έτος 1918-1919. Με το νόμο 980/1917 ιδρύονται και τα προσαρτημένα στις αντίστοιχες σχολές, σχολεία εργοδηγών (ΣΕΡ), όπως τα προέβλεπε και ο νόμος 388/1914.

Τη μεταρρύθμιση της περιόδου 1914-1920 που ήταν τομή και σταθμό για το Πολυτεχνείο και τους Έλληνες μηχανικούς, την προώθησαν κατά κύριο λόγο, βενιζελικές κυβερνήσεις αυτής της περιόδου. Το θεσμικό πλαίσιο όμως που εισήγαγε η μεταρρύθμιση θα συμπληρωθεί με μια σειρά νομοθετημάτων κατά την πενταετία 1928-1933, όταν η πρώτη βενιζελική κυβέρνηση μετά τη Μικρασιατική καταστροφή, ευτύχησε να συμπληρώσει την τετραετία Με τα νομοθετήματα αυτά της πενταετίας 1928-1933, διευρύνθηκε η αυτοτέλεια του Ιδρύματος και ρυθμίστηκε η διοίκηση σύμφωνα με τα πανεπιστημιακά πρότυπα με την εισαγωγή των θεσμών του Πρύτανη (αντί του Διευθυντή), του Αντιπρύτανη και των συλλογικών οργάνων διοίκησης — μεταξύ αυτών, των συλλόγων καθηγητών των επιμέρους Σχολών (με τη σημερινή ορολογία, των Γενικών Συνελεύσεων των Σχολών) που για πρώτη φορά καθιερώνονται, δίνοντας έτσι αυτόνομη υπόσταση στις Σχολές.

Ευνοϊκή συγκυρία για την ευόδωση και την αίσια έκβαση της μεταρρύθμισης του 1917 ήταν η παρουσία στην ηγεσία του Υπουργείου Συγκοινωνίας του Αρκάδα πολιτικού Αλεξάνδρου Παπαναστασίου. Για τη συμβολή του Υπουργού Συγκοινωνίας Αλ. Παπαναστασίου σημειώνεται χαρακτηριστικά:

«Η μεταρρύθμισις αύτη υπήρξε τόσον γενναία υπέρ του Μετσοβίου Πολυτεχνείου και ικανοποίησε τόσον τον διευθυντήν και τους καθηγητάς, ώστε εχαρακτηρίσθη εν τω πλαισίω της όλης επαναστατικής πολιτικής καταστάσεως των χρόνων εκείνων, ως Επανάστασις του Παπαναστασίου, ή μονολεκτικώς «Παπανάστασις» όπως εν τω ενθουσιασμώ των την απεκάλεσαν ωρισμένοι καθηγηταί»[2]..

[2] Κ. Η. Μπίρης Ιστορία του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, ΕΜΠ, Αθήνα, 1957 (σ. 477).

Εάν η παρουσία στην πολιτική σκηνή διορατικών πολιτικών προσωπικοτήτων, όπως εν προκειμένω του Παπαναστασίου, είναι αναγκαία προϋπόθεση για την ευτυχή έκβαση μιας μεταρρύθμισης, το σκέλος της γνώσης που θα φωτίσει και θα διαμορφώσει το όραμα και θα ορίσει την κατεύθυνση της μεταρρύθμισης, είναι δικαιοδοσία, ευθύνη και χρέος των δασκάλων-επιστημόνων.

Η παρουσία στο Πολυτεχνείο καθηγητών, από τη θεσμοθέτηση του ΕΜΠ ως ανώτατου εκπαιδευτικού ιδρύματος (1917) μέχρι το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, όπως του Άγγελου Γκίνη, του Δημητρίου Λαμπαδαρίου, του Νικολάου Γεννηματά, του Νικολάου Κιτσίκη, και τόσων άλλων άξιων και φωτισμένων επιστημόνων και διδασκάλων, συνέβαλε στη δημιουργία και εμπέδωση των προδιαγραφών που κατέστησε το ΕΜΠ ένα από τα ευάριθμα ιδρύματα για τα οποία αυτή η χώρα δικαιούται να είναι περήφανη εν μέσω των πολιτισμένων χωρών κατά το υπόλοιπο $20^{ου}$ αιώνα.

Σε μια τέτοια συναρπαστική ιστορική φάση, όπου η Ελλάδα δοκίμαζε να ολοκληρώσει το γεωγραφικό της κορμό και να διασφαλίσει τα γεωπολιτικά της συμφέροντα, εν μέσω των πιέσεων και των δεινών που γέννησε η παγκόσμια σύρραξη του πρώτου πολέμου και η εκκόλαψη του δευτέρου, η παρουσία στο ΕΜΠ τόσων πολλών αστέρων του πνεύματος, μοιάζει με δώρο της ιστορικής μοίρας της Ελλάδας.

2.6 Επαγγελματικές ευκαιρίες Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανουργών

Στο μεγαλύτερο μέρος του $19^{ου}$ αιώνα, το επάγγελμα του μηχανικού απουσιάζει από τους πρώτους βιομηχανικούς θύλακες της χώρας, μόνο στις αρχές του $20^{ου}$ αιώνα εμφανίζονται Έλληνες μηχανικοί στη δευτερογενή παραγωγή. Η «Γραμματεία Εσωτερικών» αποσκοπεί στην τεχνική οργάνωση της δευτερογενούς παραγωγής σύμφωνα με το δυτικό βιομηχανικό μοντέλο. Οι προθέσεις όμως απέχουν από την πραγματικότητα της χώρας και θα περάσει καιρός πριν φανούν απτά αποτελέσματα. Η Τρικουπική εκσυγχρονιστική προσπάθεια και η ίδρυση του «Σχολείου των Βιομηχάνων Τεχνών» το 1887, εγγράφονται σ' αυτήν την τάση. Με τη μεταρρύθμιση του 1887 αντιμετωπίστηκαν κυρίως οι επαγγελματικές ευκαιρίες των μηχανικών σε σχέση με τις απαιτήσεις των τεχνικών υπηρεσιών του κράτους και όχι αναφορικά με τη βιομηχανία. Αυτό δείχνει η προτίμηση των σπουδαστών του Πολυτεχνείου προς τη Σχολή των Πολιτικών Μηχανικών, η ίδρυση της οποίας συμπαρέσυρε και την ίδρυση της Σχολής των Μηχανουργών.

Στην πρώτη δεκαετία λειτουργίας των δύο σχολών η προτίμηση των σπουδαστών είναι εξόφθαλμα ασύμμετρη: 123 πολιτικοί μηχανικοί, έναντι μόνο δέκα μηχανουργών, πράγμα που δικαιολογείται από τις περιορισμένες επαγγελματικές

ευκαιρίες για τους διπλωματούχους μηχανουργούς σε σύγκριση με την εξασφαλισμένη πορεία των πολιτικών μηχανικών στο κράτος και στα δημόσια έργα.

Η πρόωρη ίδρυσή της Σχολής των Μηχανουργών, σε συνδυασμό με το θεωρητικό προσανατολισμό της και την υποβάθμιση της πρακτικής εκπαίδευσης επέτειναν την εκκεντρότητα μεταξύ των Πολιτικών Μηχανικών και των Μηχανουργών. Χαρακτηριστικά ο Κ. Μπίρης σχολιάζει ότι, *«οι διπλωματούχοι μηχανουργοί ήταν ουδόλως ή ελάχιστα χρήσιμοι εις το πρακτικόν στάδιον»*. Επίσης σχετικά με το επαγγελματικό μέλλον των αποφοίτων της Σχολής των Μηχανουργών, ο Εμ. Γιαννόπουλος, καθηγητής της μεταλλουργίας σε άρθρο του στις 28 Αυγούστου του 1887 στην εφημερίδα «Ακρόπολη» έγραφε :

«Μόλις οι σπουδασταί του Σχολείου λάβωσι το πτυχίον των, τότε τους μεν φέροντας πτυχίον της Σχολής των Πολιτικών Μηχανικών ευθύς το Κράτος υιοθετεί διά του τμήματος των δημοσίων έργων, τους δε φέροντας το πτυχίον της Σχολής των Μηχανουργών το αυτό Κράτος αποκληροί, ουχί εκ κακοβουλίας, αλλ' ένεκεν ελλείψεως εργασίας. Ρίπτοντες τους νέους τούτους επιστήμονας εις την κοινωνικήν παλαίστραν προς ανεύρεσιν πόρων ζωής, έχοντας ως μόνην υποστήριξίν των το δίπλωμα και την απειρίαν των, θέλετε θαυμάσει πώς είχον την αυταπάρνησιν να αποφασίσωσιν επί τοσούτον χρόνον να αγωνισθώσιν, όπως επιστημονικώς εν τη μηχανουργία μορφωθώσιν».

Η σύνδεση των σπουδών στο Πολυτεχνείο με τη δευτερογενή παραγωγή παρέμενε το ζητούμενο. Η προτίμηση των σπουδαστών του Πολυτεχνείου στην ειδικότητα του πολιτικού μηχανικού είναι πρόδηλη. Η βιομηχανία στη συνείδηση της κοινωνίας δεν αποτελεί εναλλακτική προοπτική για την ανάπτυξη της χώρας, ούτε ελπιδοφόρα επαγγελματική προοπτική. Για τον πληθυσμό της υπαίθρου, που εγκαταλείπει τις αγροτικές ενασχολήσεις αναζητώντας καλύτερη τύχη στην πόλη, η εργασία στη βιομηχανία είναι μόνο προσωρινή λύση. Οι προσδοκίες για το μέλλον που ήταν είτε επιστροφή στο χωριό είτε ή υπερπόντια μετανάστευση, έλκονται από το στόχο επαγγελματικής αποκατάστασης σχετικής με την αυτοαπασχόληση.

Χαρακτηριστικά ο Κ. Μπίρης αναφέρει τον Αριστείδη Κωνσταντινίδη, τον πρώτο σπουδαστή που επέλεξε το 1889 να εγγραφεί στη Σχολή Μηχανουργών, όντας όμως ο μοναδικός σπουδαστής στη Σχολή, αναγκάστηκε να γραφτεί εν τέλει στη Σχολή των Πολιτικών Μηχανικών, και έτσι του έμεινε το απαξιωτικό παρωνύμιο (παρατσούκλι), ο «γύφτος». Φαίνεται λοιπόν ότι οι Έλληνες μηχανικοί δεν πήγαν στο πρώτο ραντεβού με τη βιομηχανία.

Στη διάρκεια της λειτουργίας του «Σχολείου των Βιομηχάνων Τεχνών», από το 1889 έως το 1914, έχουν αποφοιτήσει μόνο 49 διπλωματούχοι Μηχανουργοί.

Για την ίδια περίοδο οι διπλωματούχοι ξένων πολυτεχνείων στις ειδικότητες των ηλεκτρολόγων, των μηχανολόγων των χημικών, των μεταλλειολόγων και των ναυπηγών μηχανικών, φτάνουν τους 92.

Στην τεχνική επετηρίδα του 1934 αναφέρεται ότι, το 1920 στις βιομηχανίες απασχολούνται 28 μηχανικοί, στα μηχανουργεία και τις ναυπηγικές κατασκευές 23, στον ηλεκτρισμό 30, στους σιδηροδρόμους 37, στα μεταλλεία 19, στο κράτος και στους δήμους 26, σε τεχνικές εταιρείες 18, καθηγητές στο Πολυτεχνείο και στη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων είναι 13, ενώ σ' αυτό το διάστημα καριέρα στο εξωτερικό κάνουν 27.

Έλληνες διπλωματούχοι μηχανικοί στη βιομηχανία, αρχίζουν να εμφανίζονται κατά την πρώτη εικοσαετία του 20^{ου} αιώνα. Τα περισσότερα εργοστάσια συνέχιζαν να λειτουργούν χωρίς διπλωματούχους μηχανικούς παραγωγής ούτε καν ως διευθυντές.

2.7 Από τον Πολυτεχνικό Σύλλογο στο Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ)

Αποφασιστικό ρόλο στην αποσαφήνιση του επαγγέλματος του μηχανικού, σε σχέση με τον ακαδημαϊκό τίτλο έπαιξε η πορεία συγκρότησης των θεσμών συλλογικής εκπροσώπησης των μηχανικών.

Ο Πολυτεχνικός Σύλλογος ιδρύεται την 11^{η} Μαρτίου 1899 με πρώτο διευθυντή τον Α. Θεοφιλά. Οι πρωταγωνιστές εξέφρασαν την προτίμηση των μηχανικών και τη σχέση του επαγγέλματος τους με τις φυσικές και μαθηματικές επιστήμες. Δείγμα αυτής της προαίρεσης είναι η πρόσκληση στην ιδρυτική συνέλευση εκτός από τους πολιτικούς μηχανικούς, τους μηχανουργούς και τους αρχιτέκτονες και πτυχιούχων της φυσικομαθηματικής σχολής.

Με τον καιρό οι διπλωματούχοι του Πολυτεχνείου θεωρώντας επαρκές το επίπεδο των τεχνικών σπουδών για το επιστημονικό επίπεδο του επαγγέλματος τους, αξιολόγησαν ως μη επωφελή πλέον το συγχρωτισμό με τους πτυχιούχους της Φυσικομαθηματικής Σχολής στα όργανα επαγγελματικής εκπροσώπησης.

Το 1918 τεχνικοί υπάλληλοι των Ανωνύμων Εταιρειών ίδρυσαν το «Σωματείο των Ανωτέρων Τεχνικών Υπαλλήλων και Ιδιωτικών Επιχειρήσεων». Πρωταρχικός σκοπός της ίδρυσης και της λειτουργίας και του σωματείου ήταν «η αδελφική συνένωσις αλληλεγγύης και η υποστήριξις των μελών αυτού». Το Σωματείο επικουρούμενο από το Πολυτεχνείο προωθούσε την κατοχύρωση του επαγγέλματος στις ανώνυμες ιδιωτικές εταιρείες.

Το 1920 ιδρύθηκε ο «Σύνδεσμος Ελλήνων Μηχανικών» με στόχο επίσης την κατοχύρωση του επαγγέλματος και τη μελέτη επιστημονικών και τεχνικών ζητημάτων. Την ίδια περίοδο οι μηχανικοί αλλά και οι πτυχιούχοι των μαθηματικών

και φυσικών επιστημών, που ήταν μέλη της «Λέσχης Επιστημόνων», συνέστησαν το «Τεχνικόν Τμήμα της Λέσχης», του οποίου σκοπός ήταν «…η επιστημονική μελέτη των τεχνικών ζητημάτων της χώρας».

Βήμα υπέρβασης του οργανωτικού κατακερματισμού των φορέων συλλογικής εκπροσώπησης των μηχανικών, έγινε το 1920 με την ίδρυση της «Γενικής Ενώσεως των Ελλήνων Επιστημόνων Μηχανικών» (Γ.Ε.Ε.Μ.) που ήταν μια μορφή δευτεροβάθμιας οργάνωσης των υπαρχόντων τεχνικών συλλόγων. Στόχος αυτής της κίνησης ήταν η οργανωτική συνένωση όλων των μηχανικών σ' ένα σχήμα το οποίο θα εξέφραζε με ενιαίο τρόπο τα επαγγελματικά συμφέροντα των μηχανικών.

Το 1922 ιδρύθηκε ο Σύλλογος Αρχιτεκτόνων Διπλωματούχων Ανωτάτων Σχολών (ΣΑΔΑΣ)**.** Ο σύλλογος αποτέλεσε την πρώτη κλαδική επαγγελματική οργάνωση μηχανικών στην Ελλάδα με καταστατική στόχευση την ανάδειξη και την κατοχύρωση της θέσης των αρχιτεκτόνων στη μελέτη, την κατασκευή και την επίβλεψη κτηρίων και υποδομών και στον πολεοδομικό σχεδιασμό.

Χρειαζόταν όμως κάτι ακόμη, η θεσμική αναγνώριση και η ανάθεση σε μια ενιαία επαγγελματική οργάνωση των μηχανικών, με τη μορφή του νομικού προσώπου δημοσίου δικαίου, του ρόλου του προνομιακού τεχνικού συμβούλου του κράτους, υπερβαίνοντας τον οργανωτικό κατακερματισμό των μηχανικών.

Ο θεσμός, ο οποίος επρόκειτο να εκφράσει αυτή τη αναγκαιότητα στη συλλογική εκπροσώπηση των Ελλήνων μηχανικών, έγινε πραγματικότητα με το νομοθετικό διάταγμα της 1^{ης} Νοεμβρίου 1923 σύμφωνα με το οποίο ιδρύθηκε το Τεχνικό Επιμελητήριο της Ελλάδος, ως νομικό πρόσωπο δημοσίου δικαίου. Ο νόμος ψηφίσθηκε όταν υπουργός συγκοινωνιών ήταν ο Λουκάς Σακελλαρόπουλος, ενώ πρώτος πρόεδρος του Επιμελητηρίου ανέλαβε το 1925 ο Ηλίας Αγγελόπουλος.

2.8 Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο στο μεσοπόλεμο

Το Πολυτεχνείο στη διάρκεια του μεσοπολέμου παγιώνει τη φυσιογνωμία ιδρύματος-ελίτ. Στοιχεία της φυσιογνωμίας του ήταν οι εξαιρετικά υψηλές γνωστικές απαιτήσεις για την εισαγωγή και τη διάρκεια των σπουδών, και η σχετικά διευρυμένη διοικητική αυτοτέλεια που χαρακτήριζε το ίδρυμα μέσα στην ακαδημαϊκή κοινότητα. Η σχετική διοικητική αυτοτέλεια του, ήταν στενά συνδεδεμένη με το κοινωνικό και επιστημονικό προφίλ των καθηγητών, οι οποίοι ενίσχυαν και περιφρουρούσαν την αυτοτέλεια, ενώ ταυτόχρονα επωφελούνταν από αυτήν.

Τα χαρακτηριστικά αυτά διαμόρφωσαν ένα πρότυπο αξιοκρατίας το οποίο στηριζόταν στην αμάχητη αντικειμενικότητα της γνώσης των μαθηματικών αλλά

και στην εικόνα ενός ιδρύματος-θεσμού απρόσβλητου από τις μεροληψίες της πολιτικής.

Η θετική αυτή ιδιοτυπία συμπληρώνεται με τη θεσμική κατοχύρωση του απαιτητικού και κοινωνικά υπεύθυνου επαγγέλματος του μηχανικού. Τέλος η ανελαστική απαίτηση καταβολής ιδιαίτερα υψηλών διδάκτρων, ο περιορισμένος αριθμός σπουδαστών σε συνδυασμό με την κοινωνική τους προέλευση, συμπλήρωναν τις παραμέτρους του κύρους του.

Η διατήρηση και η συστηματική ιδεολογική υπεράσπιση της φυσιογνωμίας του αποτελούσαν τους παράγοντες εμπέδωσης του κοινωνικού του κύρους. Στην κατεύθυνση αυτή συνέβαλε και η παγίωση μιας συλλογικής συνείδησης σχετικά με το Πολυτεχνείο και το επάγγελμα του μηχανικού. Η ανοδική πορεία του ιδρύματος εκτός από την ευδοκίμηση του επαγγέλματος με την ανελικτική του πορεία ώθησε ομόρροπα και ολόκληρη τη χώρα. Πολλά κείμενα σε τεχνικά περιοδικά και στον ημερήσιο τύπο, στα επίσημα έγγραφα του ΕΜΠ και του ΤΕΕ ποικιλοτρόπως σφυρηλάτησαν την πεποίθηση ότι, εάν η Ελλάδα είχε να επιδείξει κάτι στο πεδίο των τεχνικών επιτευγμάτων και της τεχνολογικής ανάπτυξης, το όφειλε σε μεγάλο βαθμό στο Πολυτεχνείο και τους μηχανικούς.

Κατά τη διάρκεια του μεσοπολέμου στο ΕΜΠ διατυπώνονται νέες προτάσεις για την αναβάθμιση του επιστημονικού χαρακτήρα του ιδρύματος. Την ίδια εποχή αναδεικνύεται το νέο προφίλ μηχανικού, που δεν θα είναι πια μόνο τεχνικός, αλλά αξιωματούχος που προορίζεται να έχει λόγο στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας, ως διευθυντικό στέλεχος. Λίγο πριν η δίνη του πολέμου παρασύρει και την Ελλάδα το 1940, ολοκληρώνεται η διαδικασία εξομοίωσης του ΕΜΠ με το Εθνικό πανεπιστήμιο με το νόμο 2334/1940, της Μεταξικής κυβέρνησης περί «Υπαγωγής του ΕΜΠ εις την αρμοδιότητα του Υπουργείου Θρησκευμάτων και Εθνικής Παιδείας», δεδομένου ότι μέχρι τότε το ΕΜΠ υπαγόταν στο Υπουργείο Συγκοινωνίας.

2.9 Οι Σχολές

Η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών**,** ψυχή του Πολυτεχνείου, είχε πάντοτε τους περισσότερους σπουδαστές και καθηγητές. Η προοπτική των διπλωματούχων της Σχολής για ευδόκιμη επαγγελματική σταδιοδρομία στις υπηρεσίες του κράτους και στα δημόσια και ιδιωτικά έργα, την καθιστούσε έμβλημα των σπουδών στο Πολυτεχνείο. Είναι κοινός τόπος ότι η Σχολή ΠΜ παρήγαγε με σαφήνεια το αρχέτυπο του Έλληνα μηχανικού.

Οι καθηγητές της είναι άξιοι μνείας όπως, ο Δ. Πρωτοπαπαδάκης στην έδρα της σιδηροδρομικής, ο Ν. Κιτσίκης στην έδρα εφηρμοσμένης στατικής και σιδη-

ρών κατασκευών, ο Κ. Πανταζής στην έδρα των λιθίνων και ξυλίνων Γεφυρών, τοίχων αντιστηρίξεως και θεμελιώσεων, ο Α. Σίνος στην έδρα υδραυλικής και υδραυλικών έργων, ο Σ. Νομικός στην έδρα της οδοποιίας, ο Π. Παρασκευόπουλος στην έδρα του σιδηροπαγούς σκυροδέματος, ο Α. Ρουσόπουλος στην έδρα σιδηρών έργων και σιδηρών γεφυρών, ο Δ. Πίππας στην έδρα των λιμενικών έργων, ο Α. Σοφιανόπουλος στην έδρα τεχνικών υλικών και τεχνολογίας των δομησίμων υλών και ο Δ. Φωτιάδης διευθυντής του εργαστηρίου αντοχής υλικών., Οι καθηγητές αυτοί αποτελούσαν επί μακρόν τον κορμό του διδακτικού προσωπικού του ιδρύματος.

Η Σχολή των Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων ήταν η αμέσως επόμενη στην ιεραρχία του οργανισμού του Ε.Μ.Π. Η κυριαρχία του θεωρητικού προσανατολισμού στις σπουδές σε αντιδιαστολή με τις σοβαρές ελλείψεις της εργαστηριακής εκπαίδευσης αποτελούσαν κυρίαρχο ζήτημα στη διάρκεια του μεσοπολέμου, ιδιαίτερα στον κλάδο των μηχανολόγων. Για τον κλάδο των ηλεκτρολόγων, η ανάπτυξη της βιομηχανίας του ηλεκτρισμού και των τηλεπικοινωνιών διεύρυναν τις ευκαιρίες απασχόλησης. Το τμήμα των Μηχανολόγων της αεροπορίας προσανατολιζόταν κυρίως στη βιομηχανία συνδεδεμένη με τις ανάγκες του στρατού σε εξειδικευμένο τεχνικό προσωπικό και στα σχέδια ανάπτυξης αεροπορικής βιομηχανίας άμεσα συναρτημένη επίσης με στρατιωτικούς σκοπούς.

Κορμός του διδακτικού προσωπικού της Σχολής στο μεσοπόλεμο ήταν οι: Ι. Θεοφανόπουλος στην έδρα στοιχείων μηχανών και λεβήτων, ο Γ. Σαρρόπουλος καθηγητής θεωρίας και κατασκευής ηλεκτρικών μηχανών, ηλεκτρικών μετρήσεων και ηλεκτρικών σιδηροδρόμων, ο Α. Μιχαλόπουλος θεωρητικής μηχανολογίας, ο Α. Μελέγκοβιτς κατασκευής θερμοκινητήρων και υδροκινητήρων, ο Φ. Θεοδωρίδης εφηρμοσμένης μηχανικής, ο Κ. Στάμου κεντρικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενεργείας, μεταφοράς και διανομής, ο Κ. Γουναράκης θεωρητικής & γενικής ηλεκτροτεχνίας και ηλεκτρικής τηλεπικοινωνίας, ο Α. Παππάς στην έδρα της βλητικής και ο Τ. Βάθης διευθυντής του μηχανουργικού εργοστασίου.

Η Σχολή των Αρχιτεκτόνων είναι ειδική περίπτωση στο Πολυτεχνείο. Στα 20 πρώτα χρόνια λειτουργίας της η Σχολή αναζητούσε τη φυσιογνωμία ανάμεσα στα προαπαιτούμενα της εκπαίδευσης του μηχανικού και στα τρέχοντα στυλ της μορφολογίας και των λειτουργιών των κατασκευών. Αναζητήσεις και διαφωνίες ανάμεσα στο μοντέρνο, το κλασικό, το παραδοσιακό και τους ποικίλους εκλεκτικισμούς ήταν πηγή ταλάντευσης ανθρώπων και προγραμμάτων σπουδών. Στο μεσοπόλεμο τη φυσιογνωμία της Σχολής θα σφραγίσουν προσωπικότητες καθηγητών όπως ο Εμπράρ, ο Νικολούδης, ο Ορλάνδος, ο Εμ. Κριεζής και ο Δημ. Πικιώνης. Η διάρκεια των σπουδών, τετραετής στην αρχή, θα αυξηθεί στα πέντε χρόνια

μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 30, οπότε ξανάγινε τετραετής. Η πενταετής φοίτηση επαναθεσπίζεται στα τέλη της δεκαετίας του 1940. Η Σχολή ουσιαστικά επανιδρύεται με την εκλογή 6 καθηγητών το 1940-1941. Ο Κ. Κιτσίκης ειδικής κτηριολογίας, ο Α. Δημητρακόπουλος πολεοδομίας, ο Π. Μιχελής Αρχιτεκτονικής μορφολογίας και ρυθμολογίας, ο Ι. Δεσποτόπουλος αρχιτεκτονικών συνθέσεων, ο Ν. Χατζηκυριάκος στην έδρα του ελευθέρου σχεδίου, ο Ευαγγελίδης στην έδρα της γενικής ιστορίας της τέχνης.

Η συζήτηση σχετικά με τον προσανατολισμό της εκπαίδευσης και το χαρακτήρα του επαγγέλματος του αρχιτέκτονα αναζητώντας τα σημεία τομής ανάμεσα στο engineering και τις καλές τέχνες διήρκεσε επί μακρόν. Οι συζητήσεις για την ταυτότητα των σπουδών και το επάγγελμα του αρχιτέκτονα κατέληξαν σε υπόμνημα για την αναδιοργάνωση της Σχολής που συζητήθηκε σε δύο συνεδριάσεις της Συγκλήτου τον Οκτώβριο του 1942 με αφορμή την εκλογή των νέων καθηγητών.

Η Σχολή των Χημικών Μηχανικών ιδρύθηκε για να καλύψει τις ανάγκες σε ειδικευμένο τεχνικό προσωπικό στην αναπτυσσόμενη χημική βιομηχανία κατά την πρώτη εικοσαετία του 20^{ου} αιώνα. Οι σπουδές προσαρμόστηκαν εξαρχής στο στόχο και η Σχολή σύντομα απέκτησε εργαστηριακές υποδομές, που ποτέ όμως δεν ήταν όσο επαρκείς όσο απαιτούνταν. Ο ζυγός μεταξύ θεωρίας και πράξης στη Σχολή, έγερνε σταθερά υπέρ της πρώτης. Άλλο ζήτημα που αντιμετώπισε για πολύ καιρό, ήταν η εκπαίδευση μεταλλειολόγων και μεταλλουργών με την ίδρυση χωριστού τμήματος στη Σχολή. Οι καθηγητές που αποτέλεσαν το διδακτικό προσωπικό της Σχολής στο μεσοπόλεμο ήταν οι, Α. Βουρνάζος, ο Θ. Βαρούνης ο Η. Γούναρης, ο Κ. Βέης, ο Θ. Σταθόπουλος, ο Απ. Κουτσοκώστας, ο Σ. Χορς, ο Ι. Γαζόπουλος και ο Π. Ζαχαρίας στην έδρα της φυσικής χημείας.

Η Σχολή των Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών ήταν η μετεξέλιξη της Σχολής Τοπογράφων. Η Σχολή κατ' αρχάς ιδρύθηκε για την αντιμετώπιση των αυξημένων αναγκών τοπογράφησης και δημιουργίας κτηματολογίου που ανέκυψαν μετά την προσάρτηση των νέων χωρών. Ακολούθησε μία πορεία αναζήτησης, με πολύ μικρό αριθμό σπουδαστών, με μεταβαλλόμενη και ασταθή διάρκεια σπουδών, 2 ή 3 χρόνια κατά περίπτωση. Επίσης υπήρξαν σημαντικές παραβιάσεις σχετικά με τον κανόνα εισαγωγής με αυστηρές εξετάσεις και δυσκολίες με το πρόγραμμα σπουδών και το διδακτικό προσωπικό που προερχόταν σχεδόν εξ ολοκλήρου από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών. Η ύπαρξη της Σχολής ταυτίστηκε ουσιαστικά με την προσωπικότητα του Καθηγητή της Γεωδαισίας Δ. Λαμπαδάριου και οι επαγγελματικές προοπτικές των διπλωματούχων της, κατευθύνονταν κατά κύριο λόγο στις τεχνικές υπηρεσίες του κράτους και στο στρατό.

2.10 Οι Καθηγητές στο μεσοπόλεμο

Από το 1922 έως το 1941 στο ΕΜΠ κατείχαν έδρες και δίδαξαν περιοδικά 63 καθηγητές. Απ' αυτούς, οι 44 είχαν κάνει σπουδές μηχανικού, ενώ οι 22 ήταν διπλωματούχοι του Πολυτεχνείου, γεγονός που δείχνει ότι το ίδρυμα σε μεγάλο βαθμό είχε αποκτήσει τη δυνατότητα αναπαραγωγής του μεγαλύτερου μέρους του διδακτικού προσωπικού του.

Ο μέσος όρος ηλικίας τους το 1938 ήταν περίπου τα 53 έτη, ενώ ο μέσος όρος ηλικίας κατά τη στιγμή της εκλογής έφτανε περίπου τα 35 έτη. Ο πυρήνας του σώματος συγκροτήθηκε ουσιαστικά κατά τη περίοδο της βενιζελικής διακυβέρνησης. Οι 22 από τους 44 εκλέχτηκαν κατά το διάστημα 1916-1920.

Κεντρική διεκδίκηση του σώματος των καθηγητών για μακρά περίοδο, ήταν η απόλυτη εξομοίωσή τους με τους καθηγητές του Πανεπιστημίου και την ανώτατη βαθμίδα των δικαστικών, με τους οποίους υπήρχε διαφορά μισθολογικού και βαθμολογικού περιεχομένου. Η εξομοίωση αυτή θα επιτευχθεί μετά τον πόλεμο.

Σχετικά με τη διαμονή τους, από σωζόμενα στοιχεία αναφέρεται ότι, οι 31 καθηγητές κατοικούσαν στο κέντρο, στο Κολωνάκι, στα Εξάρχεια, την Κυψέλη και γύρω από τον άξονα της οδού Πατησίων και οι 4 στο Ψυχικό και στο Γαλάτσι. Τα στοιχεία δίνουν εικόνα για τους καθηγητές κλειστής σχετικά ομάδας ανθρώπων με χαρακτηριστικά κοινωνικής αφρόκρεμας (ελίτ). Η κοινωνική καταξίωση, οι υψηλές αμοιβές, το κύρος και η δύναμη, η δυνατότητα αυτοαναπαραγωγής του σώματος με κανόνες που όριζε το ίδιο, οι δυνατότητες πρόσβασης στις τρέχουσες διεθνείς επιστημονικές και τεχνικές πηγές γνώσης είναι χαρακτηριστικά που αντιστοιχούν στην κοινωνική ομάδα των καθηγητών. Επίσης αξίζει να αναφερθεί ότι οι σπουδές που οι περισσότεροι απ' αυτούς πραγματοποίησαν σε ευρωπαϊκά πολυτεχνεία και πανεπιστήμια αλλά και οι σχέσεις με επιστημονικές κοινότητες στο εξωτερικό, όντας μέλη διεθνών επιστημονικών ενώσεων και η συμμετοχή σε συνέδρια καθώς και η αρθρογραφία αρκετών σε επιστημονικά περιοδικά, ήταν πολύτιμα εφόδια.

Πέρα από την καθηγητική και επιστημονική ιδιότητα, η ανάδειξή τους σε θέσεις κλειδιά, κρατικών υπηρεσιών, υπηρεσιών κοινής ωφέλειας, χημικής βιομηχανίας και ιδιωτικών επιχειρήσεων, ήταν βασική πλευρά που συμπλήρωνε το κοινωνικο-επαγγελματικό προφίλ των καθηγητών. Έτσι αναδεικνύονταν σε σημαίνοντες παράγοντες του δημοσίου βίου, προαλειφόμενοι ενίοτε για ύπατα πολιτικά αξιώματα.

Χαρακτηριστικά ο καθηγητής της ηλεκτρολογίας Γ. Σαρρόπουλος θεωρεί τους καθηγητές των ανωτάτων τεχνικών ιδρυμάτων: *«ως κατ' εξοχήν διανοουμέ-*

νους της σύγχρονης κοινωνίας, οι οποίοι με το διδακτικό και συγγραφικό έργο τους δεν καλούνται απλώς να μεταφέρουν πρακτικές γνώσεις και τρόπους κατασκευής έργων αλλά να δημιουργήσουν έναν νέο τρόπο σκέψης στους σπουδαστές τους και στην κοινωνία στηριγμένο στον ορθολογισμό και τον πραγματισμό των εφαρμοσμένων επιστημών».

Κατά την πρώτη δεκαπενταετία της περιόδου του μεσοπολέμου που ήταν εποχή μεγάλων ιδεολογικών αναζητήσεων, πολλοί από τους καθηγητές του Πολυτεχνείου με προεξάρχοντες τους Γκίνη, Κιτσίκη και τον Λαμπαδάριο ταυτίστηκαν ιδεολογικά με τον βενιζελικό εκσυγχρονισμό στηρίζοντας την τεχνοκρατική συνιστώσα του και αναδεικνυόμενοι σε οργανικούς διανοούμενους του ελληνικού αστισμού.

Αργότερα, όταν τα καύσιμα του κοινοβουλευτισμού θα εξαντληθούν, και η αποτελεσματικότητα του θα εξαερωθεί, πολλοί εκ των ως άνω προσωπικοτήτων θα αναζητήσουν άλλους τρόπους για την υλοποίηση του τεχνοκρατικού ιδεώδους.

Ο Κιτσίκης και ο Ρουσόπουλος στην περίοδο 1931-1935, ο πρώτος ως πρόεδρος του ΤΕΕ και ο δεύτερος ως στέλεχος, διεκδικώντας την επαγγελματική κατοχύρωση και την ανάδειξη των μηχανικών σε ηγετική κοινωνική δύναμη της τεχνικής ανάπτυξης της χώρας, θα στραφούν προς την τεχνοκρατική ιδεολογία προκρίνοντας ως διέξοδο στα αδιέξοδα της πολιτικής το «τεχνικό κράτος» και την πολιτική πρωτοκαθεδρία των μηχανικών.

Κάποιοι άλλοι, όπως ο Γεωργικόπουλος, ο Σίνος και ο Πρωτοπαπαδάκης θα προτιμήσουν την υπαγωγή της τεχνολογίας στα ιδεώδη του έθνους, της φυλής και του ελληνικού πολιτισμού, ως την ελληνική εκδοχή του μοντερνισμού.

2.11 Οι σπουδαστές και η κοινωνική τους προέλευση

Η ετήσια κίνηση των σπουδαστών του ΕΜΠ κατά σχολή στην εικοσιπενταετία 1915-1940 διαγράφεται σταθερά ανοδική παρά τις κατά καιρούς αυξομειώσεις. Από τους 174 που φοιτούσαν το ακαδημαϊκό έτος 1916-17 στις δύο τότε λειτουργούσες σχολές, ο αριθμός των φοιτώντων έφτασε τους 565 το ακαδημαϊκό έτος 1938-1939 και τους 677 το 1939-40. Στο διάστημα 1915-40 από το Πολυτεχνείο αποφοίτησαν 2007 μηχανικοί. Εξ αυτών 1 043 Πολιτικοί Μηχανικοί, 314 Μηχανολόγοι και Ηλεκτρολόγοι, 214 Αρχιτέκτονες, 195 Χημικοί, 168 Τοπογράφοι και 26 Αγρονόμοι Τοπογράφοι.

Στο διάστημα από το 1929 μέχρι το 1937, το 71 % των σπουδαστών είχαν γονείς εμπόρους, ελεύθερους επαγγελματίες, δημοσίους υπαλλήλους και εισοδηματίες, γονείς δηλαδή με μεσοστρωματική κοινωνική προέλευση, που είχαν οικονομική ευρωστία συγκριτικά με τον υπόλοιπο πληθυσμό. Το 6.2 % είχαν γονείς βιο-

τέχνες και το 4.8 % εισοδηματίες. Το ποσοστό των σπουδαστών με γονείς αγρότες έφτανε το 10 % περίπου, ενώ αυτοί που είχαν εργατική καταγωγή ήταν μόλις το 1.5 %. Αυτά τα στοιχεία, σε σχέση με τα αντίστοιχα των φοιτητών του Πανεπιστημίου Αθηνών, παρουσιάζουν διαφορές, ενδεικτικές του ισχυρισμού ότι οι σπουδαστές του ΕΜΠ αποτελούσαν την ελίτ ως προς τις κοινωνικές καταβολές. Στο Πανεπιστήμιο κυριαρχούν επίσης τα μεσοστρώματα που διεκδικούσαν την κοινωνική αναπαραγωγή τους προσδοκώντας για τα παιδιά τους είτε μία θέση στη δημοσιουπαλληλία είτε ένα καλό ελεύθερο επάγγελμα.

2.12 Το ΕΜΠ, ανδρικό σχολείο – διανοητική αριστοκρατία

Ο χαρακτηρισμός ανδρικό σχολείο αποδεικνύεται από τον εξαιρετικά περιορισμένο αριθμό γυναικών που φοίτησαν και πήραν δίπλωμα μηχανικού σ' αυτό το διάστημα. Στο διάστημα 1919-1940 αντιστοιχούν κατά μέσον όρο 3.4 γυναίκες στο ετήσιο σύνολο των σπουδαστών· δίπλωμα πήραν 16 γυναίκες εκ των οποίων οι 10 αποφοίτησαν από την Αρχιτεκτονική Σχολή.

Ως προς τα περί διανοητικής ελίτ ο ισχυρισμός τεκμηριώνεται κατά κύριο λόγο από τις ιδιαίτερα υψηλές γνωστικές απαιτήσεις των υποψηφίων για την εισαγωγή τους, και κατά τη διάρκεια των σπουδών σε αντικείμενα μάλιστα που η συντριπτική πλειονότητα των αποφοίτων των γυμνασίων της χώρας απείχαν πολύ από το να έχουν κάποια ιδιαίτερη εξοικείωση από τη μαθητική σταδιοδρομία τους. Οι απαιτήσεις αυτές εκφράζονταν από την απαρέγκλιτη εφαρμογή επαναλαμβανόμενων εξεταστικών δοκιμασιών υψηλής δυσκολίας, καθόλο το φάσμα της σπουδαστικής πορείας, από την εισαγωγή μέχρι την αποφοίτηση, και οι οποίες ουσιαστικά έπαιζαν το ρόλο διαδοχικών φίλτρων επιλογής.

2.13 Οι εισαγωγικές εξετάσεις

Το θέμα των εισαγωγικών εξετάσεων απασχόλησε πολλές συνεδριάσεις της Συγκλήτου. Στις συνεδριάσεις εξετάστηκαν η υπέρμετρη δυσκολία των δοκιμασιών, η ασυμβατότητα των γνώσεων από τη μέση εκπαίδευση σε σχέση με τις απαιτήσεις των εισιτηρίων εξετάσεων, και οι αδικίες του συστήματος. Όλα αυτά αναιρούσαν την αντικειμενικότητα του μηχανισμού επιλογής.

Μέτρα βελτίωσης και εξορθολογισμού της δυσκολίας των απαιτήσεων ήταν ο συμψηφισμός της βαθμολογίας σε ορισμένα μαθήματα και εισαγωγή δεύτερου κύκλου εισαγωγικών εξετάσεων, ποτέ όμως δεν εξαλείφθηκε η δυσκολία των εξετάσεων και η αντικειμενικότητα της αξιολόγησης που αποτελούσαν τα θεμέλια της αξιοκρατίας και διασφάλιζαν το κύρος και τη φυσιογνωμία του Πολυτεχνείου ως σχολείου ελίτ για την εκπαίδευση των ευφυέστερων Ελλήνων.

Τα εξεταζόμενα μαθήματα στα μέσα της δεκαετίας του 30 ήταν η ελληνική γλώσσα/έκθεση ιδεών, η άλγεβρα, η γεωμετρία, η τριγωνομετρία, η φυσική και το σχέδιο για τους αρχιτέκτονες. Το βασικό μάθημα ήταν αδιαμφισβήτητα τα μαθηματικά, για τα οποία δεν ίσχυσαν ποτέ οι ευεργετικές διατάξεις που υιοθετήθηκαν κατά καιρούς στο σύστημα εισαγωγής.

Για την εισαγωγή στο ΕΜΠ ενδιαφερόταν μόνο μικρός αριθμός υποψηφίων από όλη τη χώρα. Η δυσκολία των εισαγωγικών εξετάσεων, η επίπονη προοπτική των σπουδών, η μακρά διάρκεια τους και οι δυσβάστακτες οικονομικές απαιτήσεις για το εγχείρημα των σπουδών, ήταν παράμετροι που αποθάρρυναν πολλούς από τους αποφοίτους των γυμνασίων της χώρας να επιχειρήσουν σπουδές στο ΕΜΠ.

Ο Πρύτανης Γεωργικόπουλος το 1939 εισηγήθηκε αλλαγές στο σύστημα εισαγωγής που αποσκοπούσαν στον περιορισμό της επιζήμιας συνήθειας των φροντιστηρίων. Η συστηματική φροντιστηριακή προετοιμασία μακράς διάρκειας, ενός και δύο ετών, έτεινε να γίνει καθεστώς για την πλειοψηφία των υποψηφίων σπουδαστών. Στις προταθείσες μεταρρυθμίσεις του 1939 με αλλαγές που διευκόλυναν την εισαγωγή, αντέδρασαν έντονα οι καθηγητές Κριτικός και Βασιλείου. Οι υψηλές απαιτήσεις ήταν στην πράξη μηχανισμός προεπιλογής αφήνοντας ελπίδες μόνο σε όσους αποφοίτους γυμνασίων διακρίνονταν για τις υψηλές επιδόσεις και ταυτόχρονα διέθεταν τα οικονομικά και κοινωνικά εφόδια για την περιπέτεια της εισαγωγής και των σπουδών στο ίδρυμα.

Τα στοιχεία μαρτυρούν ότι μεγάλο μέρος των σπουδαστών προερχόταν από τους αποφοίτους του πρακτικού λυκείου του Βαρβακείου, ακολουθούσαν οι απόφοιτοι του Πειραματικού σχολείου καθώς επίσης και του Κολεγίου Αθηνών. Από τις αρχές ήδη της δεκαετίας του 1930 συζητείται η επιβολή κλειστού αριθμού θέσεων κατά σχολή. Επιχειρείται έτσι μια πρώτη απάντηση στην απειλή του πληθωρισμού των διπλωματούχων μηχανικών. Ο καθορισμός του αριθμού των ετησίως εισαγομένων σύμφωνα με το νόμο 5334/32 αποτελούσε αρμοδιότητα της Συγκλήτου.

2.14 Οι προαγωγικές εξετάσεις

Οι προαγωγικές εξετάσεις γίνονταν τον Ιούνιο. Οι σπουδαστές εξετάζονταν στα μαθήματα της τάξης τους. Όσοι δεν είχαν καταβάλει τέλη εγγραφής και φοίτησης, αποκλείονταν από τις εξετάσεις. Επίσης αποκλείονταν όσοι δεν είχαν προσέλθει στις τακτικές και τις έκτακτες εξετάσεις στη διάρκεια του έτους και αυτοί που δεν είχαν πάρει βαθμό σχεδίων σε κάποιο μάθημα τουλάχιστον (5) πέντε. Αυτοί που αποτύγχαναν τον Ιούνιο σε τρία το πολύ μαθήματα, είχαν δικαίωμα επανεξέτασης

το Σεπτέμβριο. Εάν αποτύγχαναν σε περισσότερα υποχρεούνταν να παρακολουθήσουν και πάλι τα μαθήματα της ίδιας τάξης.

Οι τελειόφοιτοι σπουδαστές υποχρεούνταν σε προφορικές και γραπτές διπλωματικές εξετάσεις τον Ιούνιο ή τον Οκτώβριο. Στις προφορικές εξετάσεις εξετάζονταν τα μαθήματα που είχαν διδαχθεί στην τελευταία τάξη, ενώ στις γραπτές ήταν υποχρεωμένοι να απαντήσουν σε θέματα που λαμβάνονταν απ' την ύλη των μαθημάτων που είχαν διδαχθεί καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών.

Η αξιοκρατία και το τεχνοκρατικό ιδεώδες απαιτούσαν τη νομιμοποίηση της δυσκολίας και τη διατήρηση των υψηλών απαιτήσεων στις σπουδές. Στο πλαίσιο αυτό απορρίπτονταν και στηλιτεύονταν οι έξωθεν παρεμβάσεις για την αλλοίωση των αποτελεσμάτων των εξετάσεων όπως προκύπτει από τα πρακτικά της Συγκλήτου. Η στάση των Συγκλητικών είναι άτεγκτη και ομόθυμη εκφράζοντας την προσήλωση του Πολυτεχνείου στις αρχές της αξιοκρατίας και των υψηλών γνωστικών απαιτήσεων. Στις κατά καιρούς πιέσεις που ασκήθηκαν, και ήταν πολλές και ισχυρές, η απάντηση των καθηγητών ήταν σθεναρή και η στάση τους ανυποχώρητη.

Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ο καθηγητής Ν. Γεννηματάς συνήθιζε να σχίζει δημόσια τα μπιλιέτα στηλιτεύοντας τους παρεμβαίνοντες. Στις υψηλές γνωστικές απαιτήσεις των σπουδών, στη δυσκολία των εξετάσεων και στην τήρηση της αξιοκρατίας στηρίχτηκε η υπεροχή του Πολυτεχνείου έναντι των Στρατιωτικών Σχολών και της Φυσικομαθηματικής Σχολής.

2.15 Τα δίδακτρα

Το ακαδημαϊκό έτος 1929-30 και σύμφωνα με διάταξη του νόμου 3940 οι σπουδαστές υποχρεούνταν στην καταβολή ετήσιου τέλους εγγραφής 4 000 δραχμών. Οι τρεις πρώτοι κατά σειρά επιτυχίας προαγόμενοι κατά σχολή με βαθμό ανώτερο του 7.5 υποχρεούνταν να καταβάλουν 1 000 δραχμές. Οι σπουδαστές κατέβαλλαν ως εξέταστρα 200 δραχμές ανά μάθημα, εγγυήσεις για το χειρισμό οργάνων και τις ασκήσεις στα εργαστήρια, και ειδικό τέλος για τις διπλωματικές εξετάσεις. Περίπου 10 % εκ των σπουδαστών δικαιούνταν ατέλεια, ήταν κυρίως πρόσφυγες σπουδαστές στη δεκαετία του 1920, που παύει όμως στη δεκαετία του 1930. Οι πρόσφυγες σπουδαστές εκείνης της εποχής που κέρδιζαν την ατέλεια δεν ήταν εύποροι. Το γεγονός όμως ότι ανταποκρίνονται επαρκώς στις υψηλές γνωστικές απαιτήσεις κατά την εισαγωγή και κατά τη διάρκεια των σπουδών, άγει στο συμπέρασμα ότι τα πλεονεκτήματα του κοινωνικού κεφαλαίου που έφερναν μαζί τους οι ίδιοι και οι οικογένειές τους από τους τόπους της καταγωγής, ήταν πολύ-

τιμοι πόροι και τους επέτρεπαν να καταταγούν σε μία αριστοκρατική διανοητική κατηγορία.

Τα σπουδαστικά τέλη, που στο μεσοπόλεμο φτάνουν περίπου στο 41 % των συνολικών ετησίων ιδίων εσόδων του ιδρύματος, αποδεικνύει ότι αποτελούσαν ζωτικό μέρος των διαθέσιμων πόρων του ΕΜΠ εκτός από τεκμήριο κοινωνικής κατάταξης των σπουδαστών.

2.16 Παιδονομική διοίκηση, «παιδικές αταξίες», αριστερή κριτική

Η στρατιωτική παράδοση της εποχής του Θεοφιλά εγκαταλείφθηκε στις αρχές του 20ου αιώνα, στην εποχή του Α. Γκίνη, όταν το Πολυτεχνείο επρόκειτο να ανεβεί στην ανώτερη ακαδημαϊκή βαθμίδα. Ωστόσο αυτό το πνεύμα παρέμεινε ανθεκτικό και ενσωματώθηκε στην περίοδο μετά το 1914, στην ακαδημαϊκή ατμόσφαιρα, που αρχίζει να εμπνέεται από το τεχνοκρατικό ιδεώδες. Η διαχείριση των σπουδαστών έχει αυστηρούς κανόνες με τάξη και πειθαρχία. Υπήρχε επόπτης τάξεως που παρακολουθούσε τη συμπεριφορά των σπουδαστών και ενημέρωνε τακτά, με εκθέσεις του, την πρυτανεία. Η υποχρεωτική παρακολούθηση των μαθημάτων, η συστηματική εποπτεία και ο έλεγχος της συμπεριφοράς των σπουδαστών, οι απαγορεύσεις με τιμωρία τυχόν εκτροπών, η χορήγηση πιστοποιητικών ήθους μετά την αποφοίτηση αποτελούσαν μέρος του συστήματος. Οι περιορισμοί και η αυστηρότητα στη διάπλαση ανθρώπων αφιερωμένων στα ιδεώδη της επιστήμης και της τεχνικής, συνδεόταν ιδεολογικά με τον παραπάνω αυστηρό τρόπο.

Πειθαρχία και αξιοκρατία ήταν προαπαιτούμενα και για την κατάκτηση της επιστημονικής γνώσης και για τη διαμόρφωση μιας συλλογικής συνείδησης που θα υπηρετήσει και θα εφαρμόσει αποτελεσματικά το κοινωνικό περιεχόμενο της επιστήμης. Το Πολυτεχνείο συντελούσε στη δημιουργία ιθύνουσας πνευματικής τάξης για τη χώρα, διαπαιδαγωγημένης στο πνεύμα του πραγματισμού και του τεχνοκρατικού ιδεώδους, με σεβασμό σε ιεραρχίες, που δομούνταν στη βάση ρητών προδιαγραφών.

Όμως παρούσες στη διαδικασία αγωγής των σπουδαστών είναι και οι αρχές της θρησκευτικής και εθνικής διαπαιδαγώγησης, εκτός από τον κομμουνισμό και τη ριζοσπαστική αριστεροφροσύνη που ήταν το αντίπαλο δέος. Η απαίτηση συμμόρφωσης προς την εθνικο-θρησκευτική ρητορεία ήταν επιτακτική. Αυτό προκύπτει από τα πρακτικά της Συγκλήτου και του Συλλόγου των καθηγητών σ' όλη την περίοδο του μεσοπολέμου χωρίς να αμφισβητηθεί παρά μόνο σε μεμονωμένες περιπτώσεις. Αργότερα όμως, την περίοδο της κατοχής στο πλαίσιο των γενικότερων αναταράξεων, η εικόνα θα ανατραπεί εντυπωσιακά.

Στη δεκαετία του 1920 οι αποκλίσεις αφορούσαν αταξίες μαθητικού τύπου και συνοδεύονταν πάντοτε από αντίστοιχες κυρώσεις οι οποίες καταγράφονται στα πρακτικά. Μεμονωμένα περιστατικά χειροδικίας σε βάρος καθηγητών, αντιμετωπίζονταν με ομόθυμη αυστηρότητα. Σταχυολογούνται αντιπροσωπευτικές περιπτώσεις:

- Πρωτοετής σπουδαστής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών τιμωρήθηκε με τρίμηνη αποβολή επειδή αρνήθηκε να εξετασθεί στο μάθημα της ημέρας από τον καθηγητή Ν. Γεννηματά, απαντώντας στις παρατηρήσεις του ότι *«είμαστε φοιτητές και όχι μικρά παιδιά»*.
- Έξι τριτοετείς σπουδαστές της Σχολής των Πολιτικών Μηχανικών τιμωρήθηκαν με εξαήμερη αποβολή επειδή η τάξη τους το έσκασε ομαδικά από το μάθημα της υδραυλικής. Οι σπουδαστές απολογούμενοι στη Σύγκλητο είπαν ότι είχε καλό καιρό και ότι θέλησαν να περπατήσουν. Η Σύγκλητος, λαβούσα υπ' όψη της τη γραπτή δήλωση μεταμέλειας, τους απήλλαξε από την τιμωρία.
- Το 1920 η Σύγκλητος ανακαλύπτει ότι μεγάλο μέρος των σχεδίων που παρέδωσαν αρκετοί φοιτητές δεν είναι έργο δικό τους αλλά τα εκτέλεσαν κάποιοι σχεδιαστές εκτός Πολυτεχνείου επ' αμοιβή (σχεδιαστές στα Υπουργεία Γεωργίας, Συγκοινωνίας, της Χαρτογραφικής υπηρεσίας του στρατού, ιδιώτες, κτλ.) Μετά από ανάκριση, ο καθηγητής Γεωργικόπουλος υπέβαλε έκθεση που αποκάλυψε ολόκληρο κύκλωμα που εκτελούσε επ' αμοιβή τα σχέδια των σπουδαστών. Οι σπουδαστές που ενέχονται στο κύκλωμα τιμωρούνται αυστηρά. Κάποιοι χάνουν έτος και κάποιοι εξεταστική περίοδο.
- Σπουδαστής της Αρχιτεκτονικής αποβλήθηκε οριστικά από το Πολυτεχνείο επειδή δεν χαιρέτησε τον Κοσμήτορα της Σχολής Α. Ορλάνδο στο προαύλιο του Πολυτεχνείου. Όταν ο Ορλάνδος τον ρώτησε γιατί δεν τον χαιρετά αυτός απάντησε, *«πήγαινε στη δουλειά σου δεν έχω καμία σχέση μαζί σου»*.
- Σπουδαστής τιμωρήθηκε με οριστική αποβολή επειδή χειροδίκησε σε βάρος του καθηγητή Νομικού.
- Σπουδαστής της Σχολής Χημικών Μηχανικών χειροδίκησε σε βάρος του παρασκευαστή Θ. Σταυρόπουλου. Ο σπουδαστής συνελήφθη αντιγράφων από τον επιτηρητή Σταυρόπουλο. Ο παρασκευαστής του πήρε την κόλλα

και τον απέβαλε από την αίθουσα, τις επόμενες μέρες ο σπουδαστής πήγε στο γραφείο του και του επετέθη βίαια. Η Σύγκλητος τον τιμώρησε με αποβολή ενός έτους.

2.17 Οι οργανώσεις των σπουδαστών

Ομαδική διαμαρτυρία σπουδαστών, τις λίγες φορές που έγινε, είχε την ανοχή των αρχών του Πολυτεχνείου. Τέτοια περιστατικά αφορούσαν κυρίως θέματα σχετικά με την υπεράσπιση και την κατοχύρωση του προβαδίσματος του ΕΜΠ έναντι των στρατιωτικών σχολών, καθώς και την κατοχύρωση των επαγγελματικών δικαιωμάτων των μηχανικών, όταν το κλείσιμο του επαγγέλματος αποτελούσε στρατηγικό στόχο του Πολυτεχνείου και του ΤΕΕ.

Ο Σύλλογος των Σπουδαστών του ΕΜΠ ιδρύθηκε μόλις το 1930, το καταστατικό του συντάχτηκε από τη Σύγκλητο, ενώ οι συντεταγμένες αρμοδιότητές του περιορίζονταν κυρίως σε πολιτιστικές και ψυχαγωγικές δραστηριότητες, οι οποίες επίσης τελούσαν υπό την άμεση εποπτεία της Συγκλήτου.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1930 η πολιτική ρευστότητα και οι κοινωνικές αναταράξεις θα κάνουν αισθητή την παρουσία τους και στο Πολυτεχνείο. Η συμμόρφωση σε περιορισμούς θα διαταραχτεί από την εμφάνιση της αριστερής κριτικής, η οποία παρά το μικρό αριθμό σπουδαστών που ενέπνευσε, θα δώσει τον τόνο στα δύο χρόνια πριν την επιβολή της δικτατορίας της 4ης Αυγούστου. Αυτό το κλίμα θα ενισχυθεί στα χρόνια της κατοχής.

Πρέπει όμως να τονιστεί ότι η αμφισβήτηση ποτέ δεν άγγιξε τις αρχές του τεχνοκρατικού ιδεώδους. Η αριστερή κριτική διεκδικούσε κατά κύριο λόγο τη χαλάρωση των ασφυκτικών μέτρων εποπτείας, την περιστολή της ισχύος των πατερναλιστικών αρχών διοίκησης και την κατοχύρωση ενός χώρου έκφρασης για τους σπουδαστές. Την ίδια στιγμή ωστόσο εμφανιζόταν πρόθυμη να οικειοποιηθεί το τεχνοκρατικό ιδεώδες και εμφανιζόταν ως κατάλληλη να το διαχειρισθεί και να το κάνει αποδοτικό στο μέγιστο βαθμό.

- Το Μάρτιο του 1935 στο περιοδικό του Συλλόγου των σπουδαστών σπουδαστής της Δ΄ τάξης των Πολιτικών Μηχανικών δημοσίευσε άρθρο με τίτλο «Σκέψεις δια το Εστιατόριον» στο οποίο επικρίνονταν οι άσχημες συνθήκες σίτισης των σπουδαστών στο εστιατόριο. Η κριτική επεκτεινόταν και στην εποπτεύουσα εφορεία που είχε διορίσει η Σύγκλητος, αμφισβητώντας και τις προθέσεις και την ικανότητα της να εποπτεύσει αποτελεσματικά τη λειτουργία του εστιατορίου. Στη συνέχεια όταν σπουδαστές διαπληκτίστηκαν με τον εστιάτορα, υπήρξε άμεση αντίδραση καθώς η κί-

νηση χαρακτηρίστηκε έξωθεν υποκινούμενη. Ο συντάκτης του άρθρου αποβλήθηκε μέχρι το τέλος του έτους και οι υπόλοιποι εμπλεκόμενοι στη δημοσίευση και στα επεισόδια τιμωρήθηκαν με πολυήμερες αποβολές ενώ η κυκλοφορία του περιοδικού ανεστάλη.

- Στη συνεδρίαση της Συγκλήτου της 30ης Μαρτίου 1934 εκτός από την απαγόρευση του περιοδικού ετέθη και το θέμα της τιμωρίας μίας ομάδας σπουδαστών που είχαν υπογράψει ένα υπόμνημα διαμαρτυρίας για την παραπομπή σε δίκη του κομμουνιστή δημοσιογράφου Ν. Καρβούνη. Εν συνόλω στο πρακτικό εμφανίζονται 12 σπουδαστές να υπογράφουν το υπόμνημα. Όλοι οι υπογράφοντες, μεταμεληθέντες και μη, τιμωρήθηκαν με αποβολή από τα μαθήματα με την κατηγορία ότι η ενέργειά τους αυτή αποτελούσε ασέβεια προς τη δικαστική εξουσία.
- Το πιο σημαντικό πάντως απ' όλα όσα συνέβησαν αυτή την περίοδο από πλευράς σπουδαστών, ήταν η διαμαρτυρία για το διάταγμα που εισηγήθηκε η Σύγκλητος τον Οκτώβριο του 1934 και το οποίο έκανε πιο αυστηρές κάποιες ρυθμίσεις που αφορούσαν τη φοίτηση, τις βαθμολογίες και τις εξετάσεις. Η δημοσιοποίηση του σχεδίου προκάλεσε κινητικότητα, ο Σύλλογος των σπουδαστών ζήτησε την άδεια να πραγματοποιηθεί συγκέντρωση ενημέρωσης και διάφορες επιτροπές από τις σχολές επισκέφθηκαν τον Πρύτανη Δ. Πρωτοπαπαδάκη ζητώντας την ανάκληση του διατάγματος. Τα μέλη του Συλλόγου των σπουδαστών αναγκάστηκαν σε παραίτηση και οι προβάλλοντες το αίτημα απειλήθηκαν με τιμωρίες.
- Ομάδα σπουδαστών, παρακάμπτοντας τους κλητήρες, έφτασε στο αίθριο όπου σπουδαστής της Γ΄ τάξης των Πολιτικών Μηχανικών μιλώντας κατήγγειλε στους συγκεντρωμένους τον αυταρχισμό της Πρυτανείας, *«έως πότε θα καταδυναστεύεται παρά της Πρυτανείας η ελευθερία των σπουδαστών»*. Στη συγκέντρωση κατέφθασε ο Πρύτανης και η ομιλία του φοιτητή διακόπηκε απότομα. Μέσα στο κομφούζιο κάποιος σπουδαστής συνεπλάκη με έναν κηπουρό που προσπαθούσε να επιβάλει την τάξη. Ο Πρύτανης απέσπασε τον κηπουρό από τα χέρια του σπουδαστή και πιάνοντας τον από τη γραβάτα αναφώνησε έξαλλος, «*Τι κάνεις εκεί παιδί μου, είσαι τρελός, εδώ είναι Πολυτεχνείον, δεν είναι Πανεπιστήμιον, χρειάζεται σεβασμός, απαιτείται πειθαρχία*». Οι ανακρίσεις που επακολούθησαν απέδωσαν τα γεγονότα στους κομμουνιστές σπουδαστές, κατάλογος των οποίων παραδόθηκε στη Σύγκλητο. Ταυτόχρονα αποκαλύφθηκε η ύπαρξη δικτύου πα-

ρακολούθησης. Ο Σύλλογος διαλύθηκε και στους αναμιχθέντες σπουδαστές επιβλήθηκαν αυστηρές ποινές.

- Ανάμεσα στους αριστερούς σπουδαστές που παραπέμφθηκαν στη Σύγκλητο, ήταν και ο Π. Λαδόπουλος, μετέπειτα καθηγητής του ΕΜΠ, ο οποίος, όταν ρωτήθηκε τι δουλειά είχε αυτός σε κομμουνιστικές συγκεντρώσεις, απάντησε ότι μετείχε όχι μόνο γιατί τον έθιγε το Διάταγμα αλλά και γιατί δεν ήθελε να αφήσει τη δόξα της αντίστασης μόνο στους κομμουνιστές.
- Εκτεταμένα επεισόδια έγιναν επίσης μετά από απόλυση επτά καθηγητών, το Μάρτιο του 1935. Η αστυνομία παρενέβη μετά από πρόσκληση της Πρυτανείας με ιδιαίτερα βίαιο τρόπο.
- Μετά την επιβολή της δικτατορίας της 4ης Αυγούστου, όπως σ' όλα τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, λειτούργησε και στο ΕΜΠ τάγμα της ΕΟΝ. Ασφαλή τεκμήρια για τη μαζικότητα της οργάνωσης δεν υπάρχουν και οι εκτιμήσεις διίστανται. Πάντως μαζική παρουσία της φάλαγγας της ΕΟΝ του ΕΜΠ καταγράφεται στον εορτασμό της Εκατονταετηρίδας του ιδρύματος με σχετικό φωτογραφικό υλικό. Ο Ν. Κιτσίκης σε μεταγενέστερες τοποθετήσεις κατά την περίοδο της Κατοχής στη Σύγκλητο, στο Σύλλογο και τη Συνέλευση των καθηγητών, όταν πια χαρακτηρίζει ανοιχτά τη δικτατορία της 4ης Αυγούστου ως περίοδο πολιτικής ανωμαλίας, ανάμεσα σ' άλλα που επικαλείται για να υπερασπίσει την άποψη ότι το ΕΜΠ παρά το ανώμαλο των περιστάσεων παρέμεινε αλώβητο διατηρώντας την ανεξαρτησία και το κύρος του στον ύψιστο βαθμό, είναι και το γεγονός ότι το καθεστώς δεν κατάφερε να επιβάλει την υποχρεωτική κατάταξη των σπουδαστών στις γραμμές της ΕΟΝ.

3 ΚΑΤΟΧΗ, ΕΜΦΥΛΙΟΣ ΠΟΛΕΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΠΟΛΕΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Ο πόλεμος 1940-1944 και η επακολουθήσασα κατοχή της χώρας αναδιέταξαν τις δομές της κοινωνίας, διάβρωσαν υφιστάμενες σταθερές και άφησαν ερείπια και δυσκολίες στους επιζήσαντες του πολέμου. Η εικόνα ήταν γκρίζα και στο Πολυτεχνείο. Μετά τη λήξη της εμφύλιας διαμάχης 1944-1949, η κατάσταση της χώρας ήταν ακόμα χειρότερη με κατεστραμμένες σχεδόν όλες τις υποδομές, στην ύπαιθρο και στις πόλεις.

Κατά την πρώτη ακαδημαϊκή χρονιά του πολέμου, τον Οκτώβριο του 1940, η λειτουργία του ΕΜΠ διακόπηκε. Στη συνέχεια όμως το Ίδρυμα λειτούργησε υποτυπωδώς. Το 1940 κάποιοι χώροι του ιδρύματος λειτούργησαν ως νοσοκομείο.

Στη συνέχεια, τα μαθήματα άρχισαν να γίνονται με αρκετές όμως περικοπές μακριά από τις γνώριμες προπολεμικές συνθήκες ευταξίας του ιδρύματος. Κατά την πενταετία 1940-45 η συμμετοχή των σπουδαστών στα μαθήματα ήταν άτακτη, αρκετές απουσίες, μεγάλα διαλείμματα σπουδαστών, λόγω στράτευσης, είτε επειδή στρατολογήθηκαν σε αντιστασιακές ομάδες. Οι αίθουσες διδασκαλίας κρύες και μίζερες ο φωτισμός ισχνός και η θέρμανση ελλιπής, η διατροφή και η ένδυση δασκάλων και σπουδαστών, υποτυπώδης.

Με κυβερνητική εντολή της κατοχικής διοίκησης, το 1941, ο αριθμός των εισακτέων στο Πολυτεχνείο από 162 που πέτυχαν κανονικά, αυξήθηκε σε 334. Επί πλέον, μετά την οπισθοχώρηση από το Αλβανικό μέτωπο και το κλείσιμο της Σχολής Ευελπίδων, προστέθηκαν και οι 450 Ευέλπιδες που εγγράφτηκαν στο Πολυτεχνείο. Αυτή η αναγκαστική αύξηση του αριθμού των σπουδαστών επιβλήθηκε παρά τις αντιρρήσεις αρκετών καθηγητών. Το χειρότερο όμως πλήγμα προκλήθηκε από έναν καινούργιο νόμο που έκανε την εισαγωγή σπουδαστών στο ίδρυμα ευκολότερη, ενώ συγχρόνως ίσχυσαν και ρυθμίσεις για ευκολότερη προαγωγή από τάξη σε τάξη. Το γνώριμο υψηλό επίπεδο σπουδών του ιδρύματος κλονιζόταν, οι υψηλές προδιαγραφές ψαλιδίζονταν.

Στο χώρο των σπουδαστών η ατμόσφαιρα άλλαξε. Αντίθετα με την προπολεμική περίοδο η πολιτικοποίηση εμφανίστηκε και επεκτάθηκε σε αδιανόητο βαθμό για τα δεδομένα του ιδρύματος. Η έντονη διαμάχη ανάμεσα σε αριστερούς και δεξιούς για την επιβολή της ηγεμονίας στο Πολυτεχνείο ήταν καθημερινή. Οι σπουδαστές δημιούργησαν μέσα από συμμετοχικές διαδικασίες, ενώσεις και θεσμούς όπως, η Λέσχη, το Ταμείο Απόρων Σπουδαστών, ο Σύλλογος και άλλες επιτροπές αλληλεγγύης.

3.1 Η φιλόδοξη μεταρρύθμιση που θα ματαιωθεί

Κατά τη διετία 1939-1941 Πρύτανης του ΕΜΠ ήταν ο Ν. Κιτσίκης, ακολουθεί η διετία 1941-1943 της Πρυτανείας του Ιωάννη Θεοφανόπουλου και το Σεπτέμβριο του 1943 ο Ν. Κιτσίκης αναλάμβανε Πρύτανης για δεύτερη φορά κατά την οποία έμελλε να γεννηθεί αλλά και να σβήσει εν τω γεννάσθαι μια σημαντική προσπάθεια αναδιοργάνωσης των σπουδών.

Στην πρυτανική ομιλία του τον Σεπτέμβριο του 1943 ο Ν. Κιτσίκης μπροστά σε ένα ενθουσιώδες ακροατήριο, διατυπώνει τις σκέψεις του σχετικά με το μέλλον των σπουδών στο ίδρυμα. Διακηρύσσει την αναγκαιότητα να μη μετατεθεί μετά την απελευθέρωση ο ριζικός ανασχεδιασμός των σπουδών στο ΕΜΠ, αλλά να αρχίσει αμέσως η εφαρμογή.

Οι αλλαγές που επεδίωκε και εισηγήθηκε ο Ν. Κιτσίκης συνέκλιναν προς τον κοινό τόπο των αναζητήσεων του μεσοπολέμου. Ήταν απόψεις που είχαν προκύψει μέσα από έναν άτυπο διάλογο διαρκείας, ανάμεσα σε πολιτικούς, οικονομολόγους και μηχανικούς για την κατεύθυνση της οικονομικής ανάπτυξης της χώρας.

Οι εισηγήσεις του δεν περιορίστηκαν στις τεχνικές σπουδές και στο τεχνοκρατικό ιδεώδες που ενσάρκωνε την κοινωνική ηγεμονία των μηχανικών όπως την αντιλαμβανόταν ο ίδιος, συμπεριέλαβαν την αφοσίωση του στην ιδέα του έθνους, με έντονο ιδεολογικό χρώμα, ως αποτέλεσμα των συγκυριακών συσχετισμών της εποχής.

Είναι όμως ιδιαίτερα αξιοσημείωτο ότι το όραμα και οι διακηρύξεις του Πρύτανη Ν. Κιτσίκη είχαν και τη συγκατάθεση της Συγκλήτου του ΕΜΠ, οι δε κατοχικές κυβερνήσεις 1943-44 αποτύπωσαν θεσμικά τις προτάσεις του σε νόμους 935/1943 και 1493/1944. Αναφέρονται μεταξύ άλλων οι ακόλουθοι νόμοι:

- Νόμος 139/1943 «Περί κανονισμού δοκιμασίας των υποψηφίων δια τον επιστημονικόν τίτλον του διδάκτορος εις τας Ανωτάτας Σχολάς του Εθνικού Μ. Πολυτεχνείου»: καθόριζε τα σχετικά με την απονομή του επιστημονικού τίτλου του «Διδάκτορος – Μηχανικού του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου». Η απονομή γίνεται από τη Σχολή στην ειδικότητα της οποίας υπάγεται ο υποψήφιος.
- Νόμος 935/1943 «Περί συμπληρώσεως και ανασυγκροτήσεως των Ανωτάτων Σχολών του Ε. Μ. Πολυτεχνείου»: Μεταξύ άλλων προβλέπει για τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών τη δημιουργία δύο κατευθύνσεων (κλάδων) σπουδών μονοετούς διάρκειας: (α) Κατασκευαστών και Συγκοινωνιολόγων Μηχανικών και (β) Υδραυλικών Μηχανικών. Ο στόχος πίσω από τις κατευθύνσεις ήταν η καλύτερη προετοιμασία ανθρώπινου δυναμικού για εθνικές υποδομές, εγγειοβελτιωτικά και υδροηλεκτρικά έργα, ώστε να καταστεί η χώρα ενεργειακά αυτάρκης. Ο στόχος αυτός προέκυπτε από τη θέση ότι οι άφθονοι πόροι της χώρας, οι πρώτες ύλες, τα υδατικά και ενεργειακά αποθέματα, περίμεναν τους Έλληνες μηχανικούς να τα αξιοποιήσουν προς όφελος του έθνους. Όλη αυτή η κατασκευαστική κοσμογονία και παραγωγική ανανέωση της χώρας θα περνούσε μέσα από την αναδιοργάνωση των σπουδών στο ΕΜΠ.
- Νόμος 1298/1944 «Περί του ανωτέρου διδακτικού προσωπικού του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου»: Εισάγει το θεσμό των υφηγητών και των

εντεταλμένων υφηγητών και ορίζει ως απαραίτητο προσόν των υποψηφίων για θέση καθηγητού το διδακτορικό δίπλωμα.

- Νόμος 1493/1944 «Περί κωδικοποιήσεως και συμπληρώσεως των διατάξεων περί των ανωτάτων Σχολών Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων και Γενικών Εφηρμοσμένων Επιστημών του Εθνικού Μ. Πολυτεχνείου»: μεταξύ άλλων ίδρυε τη Σχολή Γενικών Εφηρμοσμένων Επιστημών, μεταπτυχιακού επιπέδου, που θα χορηγούσε διδακτορικά διπλώματα στις φυσικομαθηματικές επιστήμες και μελλοντικά στα οικονομικά και τη διοίκηση.

3.2 Η Σχολή Γενικών Εφηρμοσμένων Επιστημών στο ΕΜΠ, αφορμή διένεξης

Σε όλο το εγχείρημα της μεταρρύθμισης που προωθείται στο ΕΜΠ την περίοδο της κατοχής, η ίδρυση της Σχολής Γενικών Εφηρμοσμένων Επιστημών παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Στη νέα Σχολή θα γίνονταν δεκτοί διπλωματούχοι του ΕΜΠ και πτυχιούχοι των φυσικομαθηματικών σχολών των Πανεπιστημίων Αθηνών και Θεσσαλονίκης, με διάρκεια σπουδών το ένα έτος. Στόχος ήταν η παραγωγή από αυτή τη σχολή μιας επιστημονικής αριστοκρατίας που θα ηγείται στην πορεία αναδιάταξης των αξιακών προτεραιοτήτων της χώρας, πραγματώνοντας στη μεταπολεμική εποχή τις απωθημένες προσδοκίες πολλών γενεών.

Πιο συγκεκριμένα στη συνεδρία της Συγκλήτου της 17-9-1943 κατατέθηκε ως σκεπτικό για την προτεινόμενη μεταρρύθμιση ότι, «..., η προπολεμική κακοδαιμονία της χώρας οφειλόταν στην οικονομική της καχεξία, που με τη σειρά της οφειλόταν σε ανεπαρκή διαχείριση του φυσικού της πλούτου, την τεχνική υστέρηση καθώς και στην έλλειψη σχεδίου που με συντονισμένο τρόπο θα αξιοποιούσε τους πόρους, τις δυνατότητες, τους ανθρώπους και τα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή της επιστήμης και των νέων τεχνολογιών».

Οι μηχανικοί διεκδικώντας ηγεμονικό ρόλο για το επάγγελμα τους, θεώρησαν ότι ο εκσυγχρονισμός και ο εξορθολογισμός των πάντων αρκούν ως απαραίτητη και σταθερή βάση προόδου της χώρας. Μεσούσης της κατοχής στο ΕΜΠ αναπτύχθηκε ένα κύμα συναίνεσης, με τη φιλοδοξία να διεμβολιστεί η πολιτική διαίρεση της κοινωνίας σε αριστερά και δεξιά. Ατυχώς όμως στη σπουδή να προετοιμάσουν ένα φωτεινό μεταπολεμικό μέλλον, οι μηχανικοί υποβάθμισαν την κεντρική αντίθεση των καιρών, κατακτητές και συνεργάτες έναντι των αντιστασιακών, και πίστεψαν ότι θα θριαμβεύσει η επιστημονική αντικειμενικότητα και η τεχνολογική αποτελεσματικότητα έναντι όλων των άλλων παραμέτρων.

Οι συζητήσεις και τα επιχειρήματα κατά τη φάση πριν τη νομοθέτηση της ίδρυσης της υπόψη Σχολής, αναδεικνύουν την αντίθεση ακόμα και τη σύγκρουση

των αντιλήψεων περί καθαρής και εφαρμοσμένης επιστήμης και τεχνολογίας στην Ελλάδα κατά τη συγκεκριμένη εποχή. Ουσιαστικά αναζωπυρώθηκε η αντιπαράθεση «κλασικισμός- θετικισμός» με στόχο, να διεκδικήσουν και να εδραιώσουν οι αντίπαλοι την ηγεμονία τους στα ακαδημαϊκά πεδία και στα επαγγέλματα.

Η αντιπαράθεση ιδεολογίας και ιδεών ανάμεσα στο Πολυτεχνείο και το Πανεπιστήμιο μορφοποιήθηκε ύστερα από την απόφαση ίδρυσης της Σχολής Γενικών Εφηρμοσμένων Επιστημών. Από την πρώτη στιγμή αναπήδησαν αντιστάσεις και αντιπαλότητες κυρίως από τους καθηγητές του αδελφού ακαδημαϊκού ιδρύματος, του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστήμιου Αθηνών.

Η πλευρά του Πολυτεχνείου

Το Πολυτεχνείο με την ίδρυση της Σχολής Γενικών Εφηρμοσμένων Επιστημών έτεινε να γίνει ένα είδος υπερ-πανεπιστημίου. Η ίδρυση της νέας Σχολής δεν αποσκοπούσε μόνο στη διασφάλιση της ηγεμονίας του ΕΜΠ στο χώρο των θετικών επιστημών, ουσιαστικά ολοκλήρωνε την ανοδική μετακίνηση του ΕΜΠ που ξεκίνησε η μεταρρύθμιση του 1914 που μετέτρεψε το ίδρυμα από επαγγελματικό σχολείο σε Πανεπιστήμιο. Ως αποτέλεσμα αυτής της εξέλιξης το ΕΜΠ, από το 1940 και εντεύθεν, άλλαξε διοικητική υπαγωγή, από το υπουργείο Συγκοινωνίας στο Υπουργείο Παιδείας, ενώ θεσπίστηκε η δικαιοδοσία του να χορηγεί διδακτορικά διπλώματα.

Με τη νέα Σχολή οι εφαρμοσμένες και τεχνικές επιστήμες αναγορεύονταν το κατ' εξοχήν επιστημονικό πεδίο της σύγχρονης εποχής με τον κατ' εξοχήν αρμόδιο διαχειριστή το Πολυτεχνείο. Είναι χαρακτηριστική η αποστροφή του καθηγητή της Ηλεκτροτεχνίας στο ΕΜΠ, *«Η φυσική της σήμερον, η εμπνεόμενη από τας αρχάς της τεχνικής, είναι η τεχνική της αύριον, τοιούτου όμως είδους εμπνεύσεις μόνο η ατμόσφαιρα και το περιβάλλον του Πολυτεχνείου μπορεί να διεγείρει».*

Η τότε συχνή χρήση και ενίοτε κατάχρηση των όρων τεχνική επιστήμη, ή εφηρμοσμένη επιστήμη υποδήλωνε διττή κατεύθυνση, αφενός την απαλλαγή της επιστήμης από την αμιγώς θεωρητική αποστολή που της απέδιδαν οι κλασικιστές και τον ταυτόχρονο προσανατολισμό της στην αντιμετώπιση υπαρκτών υλικών αναγκών που αναδεικνύει η ζωή και αφετέρου ανατίμηση των τεχνικών γνώσεων απαλλαγμένων από την απαξιωτική σύγχυση με την κουλτούρα των εμπειρικών τεχνιτών και μαστόρων.

Η πλευρά του Πανεπιστημίου

Η αντίδραση του Πανεπιστημίου ήταν άμεση: Οι σύλλογοι των καθηγητών της Φιλοσοφικής και της Φυσικομαθηματικής Σχολής υπέβαλαν υπομνήματα διαμαρ-

τυρίας στην Πρυτανεία του Πανεπιστημίου, η οποία την 5η Αυγούστου του 1944 συγκάλεσε τη γενική συνέλευση των καθηγητών του Πανεπιστημίου Αθηνών. Το ύφος και των υπομνημάτων αλλά και το κλίμα που κυριάρχησε στη συνέλευση ήταν πολεμικό. Ο κοινός τόπος των θέσεων που παρουσιάστηκαν μέσα από την κριτική ήταν:

- Το Πολυτεχνείο με την ίδρυση της υπόψη Σχολής έτεινε να γίνει υπερπανεπιστήμιο. Αυτή η εξέλιξη παραβίαζε την καθιερωμένη πρωτοκαθεδρία του πανεπιστημίου έναντι του πολυτεχνείου και των θεωρητικών επιστημών έναντι των εφηρμοσμένων.
- Με την ίδρυση αυτής της Σχολής το Πολυτεχνείο επιχειρούσε να αλλάξει το χάρτη των επαγγελματικών δικαιωμάτων δίνοντας περισσότερες ευκαιρίες διεισδύοντας σε χώρους που ανήκαν στους πτυχιούχους του Πανεπιστημίου.
- Με την ίδρυση της υπόψη Σχολής Γενικών Εφηρμοσμένων Επιστημών στο ΕΜΠ ανατρεπόταν η κρίσιμη ιδεολογικής φύσης ιεραρχία, κατά την οποία οι πάσης φύσης υλικότητες υπαγόταν στην ανωτερότητα του πνεύματος. Η μεταρρύθμιση στο ΕΜΠ ανέτρεπε την κατεστημένη κλιμάκωση αξιών, αναδεικνύοντας την υλική παραγωγή ως ύψιστη εθνική προτεραιότητα. Οι καθηγητές του Πανεπιστημίου καταδίκαζαν τη νόσο της εποχής, την «τεχνικοκρατία» που ενώ αποθεώνει την τεχνική αποτελεσματικότητα κλείνει τα μάτια της μπροστά στην τραγική ηθική ανεπάρκεια της εποχής.
- Το Πολυτεχνείο είναι αναρμόδιο να χορηγεί διδακτορικά διπλώματα στις Φυσικές και Μαθηματικές Επιστήμες, γιατί – κατά τους ισχυρισμούς των καθηγητών του Πανεπιστημίου – δεν διαθέτει εργαστηριακές υποδομές, το πρόγραμμα σπουδών στα συγκεκριμένα πεδία δεν έχει την απαιτούμενη στάθμη για να δικαιούται την εκχώρηση τέτοιας δικαιοδοσίας και το διδακτικό προσωπικό δεν έχει τα κατάλληλα προς τούτο προσόντα.

Η απάντηση του Πολυτεχνείου

Στο Πολυτεχνείο, την 26η Αυγούστου 1944, συνήλθε η συνέλευση των καθηγητών για να απαντήσει στις αιτιάσεις του Πανεπιστημίου. Οι καθηγητές του Πολυτεχνείου μέσα σε κλίμα έντασης αλλά και συσπείρωσης και συμπαγούς ομοφωνίας, αναδιατύπωσαν και αποσαφήνισαν τις αρχές του τεχνοκρατικού ιδεώδους, σε σχέση με το Πολυτεχνείο αλλά και ευρύτερα σε σχέση με τη χώρα. Σχηματικά, το πόρισμα-απόσταγμα κατέληξε με τη διατύπωση ότι: *«Η Επιστήμη ή θα είναι ε-*

φαρμοσμένη και θα έχει συνάφεια με τις ανάγκες της κοινωνίας και της εποχής, ή δεν έχει νόημα να υπάρχει».

Στο Πολυτεχνείο η συζήτηση σχετικά με τη μεταρρύθμιση έγινε και κάλυψε την περίοδο από το Σεπτέμβριο του 1943 μέχρι και το καλοκαίρι του 1944. Διεξήχθη σε όλα τα όργανα του ΕΜΠ, στη Συνέλευση της ολομέλειας των καθηγητών του ιδρύματος, στο Σύλλογο των Τακτικών καθηγητών και στη Σύγκλητο. Τα 600 δακτυλογραφημένων σελίδων πρακτικά αποτύπωσαν όλο τον προβληματισμό. Το εγχείρημα προωθήθηκε στα αντιπροσωπευτικά όργανα στη βάση λεπτών ισορροπιών, και ασταθών και μεταβαλλόμενων συμμαχιών, έχοντας ως βάση την αφοσίωση της πλειονότητας του σώματος των Καθηγητών στις αρχές του τεχνοκρατικού ιδεώδους.

Ο πρωταγωνιστής, Ν. Κιτσίκης

Ενδιαφέρον έχει ο τρόπος διαχείρισης των προβαλλόμενων διαφωνιών στα προτεινόμενα μέτρα. Αδιαμφισβήτητος πρωταγωνιστής ήταν ο Ν. Κιτσίκης.

- Στους διστακτικούς που πρόβαλλαν ως εμπόδιο τις ακατάλληλες συνθήκες που επικρατούσαν λόγω κατοχής, απαντούσε ότι αυτή απεναντίας ήταν η ιδανικότερη συνθήκη για να περάσει η νομοθέτηση εύκολα, γρήγορα και σύμφωνα με την εισήγηση της Συγκλήτου.
- Κάποιοι καθηγητές προέβαλαν πολιτικές αντιρρήσεις, ότι δηλαδή οι αλλαγές δεν αφορούν μόνο το μέλλον του Πολυτεχνείου αλλά προεξοφλούν το μέλλον της χώρας στο πλαίσιο ενός πολιτικού συστήματος με κεντρικό προγραμματισμό και απορρίπτοντας το φιλελεύθερο μοντέλο οργάνωσης της οικονομίας και της κοινωνίας. Η απάντηση του Κιτσίκη έλεγε ότι το μοντέλο που ο ίδιος προτείνει συνενώνει την επιστήμη με την πολιτική. είναι πολύ καλύτερο και γι' αυτό θα επικρατήσει.
- Στους έχοντες επί μέρους επιφυλάξεις έδειχνε πρόθυμος να αλλάξει πολλά, αρκεί να μη θίγεται η ουσία.
- Σε όσους τον εγκαλούσαν ότι υπερβαίνει τη διοικητική δεοντολογία με αντιδημοκρατικούς χειρισμούς απαντούσε ότι: *«..., δεν εξελέγην Πρύτανις για να δρώ ως απλός προϊστάμενος διοικητικής υπηρεσίας*», «*Αποστολή μου είναι η αναδιοργάνωσις του Πολυτεχνείου η οποία δύναται να γίνει αφορμή της Ελληνικής ευημερίας*», και συνέχιζε, «*στόχοι τέτοιου βεληνεκούς, προϋποθέτουν ανάλογη διεύρυνση της διαχειριστικής αρμοδιότητας των εμπνευστών τους*».

Η σκέψη του Κιτσίκη αλλά και της πλειονότητας των καθηγητών του ΕΜΠ που στήριζαν τη μεταρρύθμιση υιοθετούσε τη συστηματική αξιοποίηση των φυσικών πόρων της χώρας με τις δυνατότητες που παρείχε η επιστήμη και η τεχνολογία. Αυτή η επιδίωξη έθετε ως προαπαίτηση τη διαμόρφωση και οργάνωση αντίστοιχου προσανατολισμού στην εκπαίδευση των μηχανικών, διαφορετικού από το ήδη υφιστάμενο πρόγραμμα και περιεχόμενο σπουδών. Αυτή η επιλογή επικαθόριζε με τρόπο ευθύ την πολιτική στόχευση. Η φιλοδοξία ήταν η μετακίνηση της χώρας από τη φτώχεια, την καθυστέρηση και την εξάρτηση, στην επάρκεια και την αυτάρκεια.

Με την αλλαγή στις σπουδές στο ΕΜΠ, οι μηχανικοί προορίζονταν για πρωταγωνιστές της μεταπολεμικής ανασυγκρότησης και της βιομηχανικής ανάπτυξης της χώρας, εκκινώντας άμεσα μέσα στις δύσκολες συγκεκριμένες συνθήκες, με την εφαρμογή όσων ρυθμίσεων ήταν αμέσως εφικτές και υλοποιήσιμες. Η λεπτή αίσθηση της χρονικής καταλληλότητας, της εισηγούμενης μεταρρύθμισης, είναι στοιχείο που δείχνει ότι ο Κιτσίκης είχε πλήρη συνείδηση του βάρους, της σπουδαιότητας αλλά και της ιστορικής συγκυρίας, όταν διατύπωνε το σχέδιο του.

Η ενσυνείδητη σπουδή του Ν. Κιτσίκη δείχνει τον ακραιφνή χαρακτήρα του ως μηχανικού: οι μικροελλείψεις θα θεραπεύονταν μέσα από τους επάλληλους κύκλους δοκιμών – σφαλμάτων και διορθώσεων (trials and errors), νέων πειραματισμών μέχρι την επίτευξη της επιθυμητής προσέγγισης, ως βέλτιστης λύσης-στόχου. Το μείζον για εκείνον θέμα την ώρα της Πρυτανικής του θητείας 1943-45, ήταν οι αλλαγές να θεσμοθετηθούν τότε και μάλιστα ταχύτατα, εν μέσω της κατοχικής στενότητας. Κάθε αργοπορία ή πλαδαρή θεώρηση για μια πιο «άνετη χρονοδιαγραμματική πορεία», ή μετάθεση για αργότερα, ήξερε κάλλιον παντός, ότι θα εξανεμιστεί από τις σαρωτικές απαιτήσεις της καθημερινότητας στη μεταπολεμική Ελλάδα. Οι ανάγκες επιβίωσης του πληθυσμού και επούλωσης σωρευμένων πληγών θα εξοβέλιζαν από το σχεδιασμό τις μεταρρυθμίσεις, οι οποίες θα έμοιαζαν περιττή πολυτέλεια στην πολιτική ατζέντα που θα κυριαρχούσε.

3.3 Πρώτη φορά τανκς στο Πολυτεχνείο. Η τραγική απώλεια τριών καθηγητών και το άδοξο τέλος της μεταρρύθμισης

Το τέλος της μεταρρυθμιστικής προσπάθειας και της διαμάχης που πυροδότησε έδωσε ο από μηχανής θεός του εμφυλίου πολέμου που, μετά την τραγική έκβαση της Δεκεμβριανής περιπέτειας, έκλεισε άρον-άρον το κεφάλαιο μεταρρύθμιση Κιτσίκη για το Πολυτεχνείο.

Η σύγκρουση που φούντωσε δριμεία και ανελέητη έδωσε τις χειρότερες απαντήσεις – λύσεις για τη χώρα και την ελληνική κοινωνία. Ακύρωσε τη μεταρρύθ-

μιση προσγειώνοντας την ακαδημαϊκή ατμόσφαιρα στο ΕΜΠ στην απλή διαδικασία της συμπλήρωσης των κενών σε καθηγητικό προσωπικό και την αργή και βασανιστική προσέλευση των σπουδαστών στις αίθουσες διδασκαλίας.

Οι πολιτικοί διαχωρισμοί και η εκρηκτικότητα της ιστορικής συγκυρίας, σκόρπισαν την όποια διαμορφωμένη ομοθυμία γύρω από το τεχνοκρατικό ιδεώδες στο ΕΜΠ. Η θύελλα του Δεκέμβρη του 1944 σάρωσε την τεχνοκρατική ομοθυμία το consensus που ευδοκίμησε για λίγο στο ΕΜΠ.

Την 6η Δεκεμβρίου 1944 θα γίνει η κατάληψη των κτηρίων του ΕΜΠ στην Πατησίων από το σπουδαστικό λόχο του ΕΛΑΣ «Λόρδος Βύρων» με «καπετάνιο» τον σπουδαστή της Σχολής Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων Γρηγόρη Φαράκο. Η κατάληψη θα κατασταλεί αυθημερόν από τα αγγλικά τεθωρακισμένα και το πεζικό μετά από μάχη που είχε αποτέλεσμα νεκρούς, τραυματίες και μεγάλες υλικές καταστροφές. Θα ακολουθήσει η σύλληψη, ομηρεία και εκτέλεση από τον ΕΛΑΣ τριών καθηγητών του ΕΜΠ, των Ι. Θεοφανόπουλου, Γ. Σαρρόπουλου και Σ. Κορώνη. Οι τρείς άξιοι καθηγητές σύρθηκαν από τη δίνη της εμφυλιοπολεμικής παράνοιας και έχασαν άδικα και αδικαιολόγητα τη ζωή τους. Επέμβαση με τανκς λοιπόν στο χώρο του ΕΜΠ στην Πατησίων, δεν έγινε πρώτη φορά το Νοέμβρη 1973, αλλά το Δεκέμβριο του 1944 και μάλιστα πιο αιματηρή από τη δεύτερη.

Το πέπλο της ένοχης βουβαμάρας που κάλυψε την τύχη τριών άτυχων καθηγητών, βάρυνε την ατμόσφαιρα στο Ίδρυμα και ενεργοποίησε διχαστικές πρακτικές που κατέληξαν σε απολύσεις καθηγητών από το ίδρυμα αλλά και σε ακόμα πιο αρνητικές επιπτώσεις γενικότερα. Ο Ν. Κιτσίκης και μαζί του οι καθηγητές Α. Παπαπέτρου, Ν. Κριτικός και Ι. Δεσποτόπουλος απολύθηκαν από το ίδρυμα το 1945, κατηγορούμενοι ως υποκινητές και συμμέτοχοι στην εξέγερση του 1944 στο Πολυτεχνείο.

Μετά την άδοξη έκβαση της μεταρρύθμισης Κιτσίκη για το Πολυτεχνείο, η συζήτηση στα επόμενα χρόνια θα μεταφερθεί εκτός ακαδημαϊκών πεδίων, λόγου χάριν στο 15νθήμερο Περιοδικό Ανταίος (1945-1949) για τη μελέτη των προβλημάτων της Ανοικοδόμησης, το οποίο ίδρυσε ο ίδιος.

3.4 Η περίοδος 1949-1960, μετά την κλαγγή των όπλων, η προσπάθεια ανασυγκρότησης της χώρας

Η μετεμφυλιακή πραγματικότητα στη χώρα είναι τραγική. Το ΕΜΠ κουβαλάει το ανοιχτό τραύμα της διάσπασης του τεχνοκρατικού μετώπου. Η μεταρρύθμιση που επιχειρήθηκε το 1943-1944 αναιρέθηκε και ακυρώθηκε κατά τη διετία 1945-1947. Το ΕΜΠ μπαίνει στη μεταπολεμική περίοδο με τις πέντε σχολές που είχε

λίγο προ του πολέμου, Πολιτικών Μηχανικών, Μηχανολόγων–Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Χημικών Μηχανικών και Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών.

Η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών εξακολουθεί να αποτελεί το σήμα κατατεθέν του Πολυτεχνείου. Οι σπουδαστές της διατηρούν την πρώτη θέση σε αριθμό ως προς το συνολικό αριθμό σπουδαστών στο ίδρυμα. Το 1950 από τους 999 σπουδαστές της Σχολής ΠΜ, φοιτούσαν οι 445 (44.5 %). Οι απόφοιτοι της Σχολής απορροφούνταν από τις τεχνικές υπηρεσίες του κράτους, ή ασκούσαν ελεύθερο επάγγελμα στον τομέα των δημοσίων έργων και την κατασκευή κατοικίας.

Στην τετραετία 1946-1950 εκλέχτηκαν 39 καθηγητές, πράγμα που δεν είχε συμβεί σε άλλη προηγούμενη περίοδο της ζωής του ΕΜΠ. Πολλές από τις έδρες που καλύφθηκαν, είχαν θεσμοθετηθεί με τη μεταρρύθμιση Κιτσίκη και ευτυχώς δεν καταργήθηκαν με την ακύρωση της μεταρρύθμισης. Πολλοί εκ των νεοεκλεγέντων καθηγητών αποτέλεσαν τον πυρήνα του ιδρύματος κατά την εικοσαετία 1950-1970.

Στη νέα μαζική ανανέωση του διδακτικού προσωπικού με την εκλογή των ως άνω 39 νέων καθηγητών, αντέδρασαν οι παλαιότεροι καθηγητές, για λόγους νόθευσης της αξιοκρατίας από τις βιαστικές διαδικασίες επιλογής, φοβούμενοι ότι έτσι θα αλλοιωθεί η φυσιογνωμία του ΕΜΠ.

Κατά την περίοδο 1950-1960 εκλέχτηκαν 20 καθηγητές, ενώ στα επτά χρόνια από το 1960 μέχρι το 1967, εκλέχτηκαν 25 νέοι καθηγητές.

4 ΔΙΚΤΑΤΟΡΙΑ, ΣΧΕΣΕΙΣ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ ΑΕΙ ΚΑΙ ΔΙΚΤΑΤΟΡΙΑΣ 1967-1974

Το καθεστώς της δικτατορίας 1967-1974, σε αμφότερες τις περιόδους του, την Παπαδοπουλική και την Ιωαννιδική μέχρι την κατάρρευση την 23η Ιουλίου 1974, επιδίωξε τη στήριξη του και από καθηγητές των Ανώτατων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων. Ο σκοπός προφανής, η ενίσχυση της εντύπωσης φιλολαϊκότητας και αποδοχής από μεγάλο φάσμα της ελληνικής κοινωνίας αλλά και την πνευματική ελίτ.

Από τη συμπόρευση ορισμένων εκ των καθηγητών ΑΕΙ με τη δικτατορία, ενδιαφέρουν ιδιαίτερα το πλήθος των περιπτώσεων, ο βαθμός στήριξης που κάποιος πνευματικός δάσκαλος παρέσχε προς το στρατοκρατικό καθεστώς και βέβαια το κίνητρο για την στάση εκάστου. Η ενεργή στήριξη προς ένα καθεστώς που εξ ορισμού περιόριζε τις ελευθερίες των πολιτών, και επηρέαζε δυσμενώς τις συνθήκες της εργασίας, σπουδών και έρευνας στα πανεπιστήμια, δεν είναι απλό λάθος για έναν ακαδημαϊκό δάσκαλο, είναι πράξη αυτοακύρωσης.

Η κατάρρευση της χούντας προκάλεσε θλιβερές ανθρώπινες τραγωδίες, νεκρούς, χιλιάδες «αγνοουμένων» και κατοχή του 40 % της μεγαλονήσου της Κύπρου από τα τουρκικά στρατεύματα. Η ιδιότυπη πτώση της δικτατορίας, χωρίς δηλαδή καθαρή ανατροπή από κάποια λαϊκή εξέγερση, όρισε εν μέρει και τον τρόπο της πολιτείας της διάδοχης εξουσίας.

Η νέα θεσμική τάξη στην Αθήνα υπό τον Κ. Καραμανλή, αναλαμβάνει να επανασυνδέσει τη χώρα με την ευρωπαϊκή κοινότητα, από όπου η χούντα δεν είχε θέση καθώς παραβίασε θεμελιώδεις αρχές του ευρωπαϊκού κεκτημένου. Με συνείδηση του γεγονότος ότι το στρατιωτικό καθεστώς δεν ανατράπηκε, ο Καραμανλής με λεπτούς χειρισμούς, προς αποφυγή μεγαλύτερων εθνικών περιπετειών, επεδίωξε αφενός τη θεσμική θεμελίωση ενός δημοκρατικού κράτους και αφετέρου βαθμιαία να απομακρύνει τα στελέχη του χουντικού καθεστώτος με τρόπο όμως «συνάδοντα» με τη συντελεσθείσα αλλαγή, αποφεύγοντας με συνέπεια άσκοπες και περιττές τριβές.

Η πορεία που ακολουθήθηκε, λελογισμένη και με δοσομετρικές ισορροπίες δεν επέτρεπε πολιτικές επιπολαιότητες έναντι των δυσεκτίμητων κινδύνων παλινδρόμησης της χώρας. Όσο αναγκαία ήταν η αποφυγή σκηνικού λαϊκών δικαστηρίων για τους χουντικούς στη δημόσια ζωή, άλλο τόσο απαραίτητη ήταν η κάθαρση του τοπίου από τα ερείσματα και τους φορείς της χουντικής πολιτείας, χωρίς φανατισμούς και αντεκδικήσεις για να διασφαλιστεί στέρεος βηματισμός στην περαιτέρω φάση του εθνικού βίου.

Η απαλλαγή του ακαδημαϊκού χώρου από τους καθηγητές που συνεργάστηκαν με τη χούντα ονομάστηκε «αποχουντοποίηση». Η κάθαρση επιχειρήθηκε με υπευθυνότητα και το βλέμμα στραμμένο στο μέλλον. Ανάγκη θωράκισης της μεταπολιτευτικής κοινωνίας, όχι τόσο ως τιμωρία των χουντικών, αλλά για να ακυρωθούν οι όροι αναπαραγωγής αντιδημοκρατικών δομών στο μέλλον.

Η σημασία της δικαίωσης των διωχθέντων από τη χούντα για το δημόσιο αίσθημα ήταν ηθικά κρίσιμη για τη συνοχή της κοινωνίας και ταυτόχρονα να εμπεδώσει την αίσθηση του χρέους φύλαξης των αξιών περαιτέρω εθνική διαδρομή. Η θεσμική μεθόδευση της υπόθεσης «αποχουντοποίηση» απείχε κατά το είδος και το εύρος της αποχουντοποίησης που επιδίωκαν οι φοιτητικοί σύλλογοι της εποχής, ενίοτε με αρκετή δόση υπερβολής.

Η κάθαρση τελικά των ΑΕΙ πέρασε μέσα από το Ειδικό Πειθαρχικό Συμβούλιο που συγκροτήθηκε για να κρίνει καθηγητές για τους οποίους υπήρχαν βάσιμες ενδείξεις και ενέπιπταν στις διατάξεις της Συντακτικής Πράξεως της 3ης Σεπτεμβρίου 1974, «περί αποκαταστάσεως της νομιμότητος εις τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα».

Το Ειδικό Πειθαρχικό τήρησε κατά γράμμα τις προϋποθέσεις της Συντακτικής Πράξεως και εξαρτούσε την απόδειξη της συνεργασίας των καθηγητών με τη χούντα αυστηρά από συγκεκριμένες ενέργειές, αφήνοντας στο απυρόβλητο απτές και καθημερινές αποδείξεις των σχέσεων που αρκετοί από αυτούς διατηρούσαν με το καθεστώς των συνταγματαρχών. Αρκετοί καθηγητές, λόγω «ελλιπών» ή «μη συμβατών» στοιχείων με τις διατάξεις της συντακτικής πράξεως, γλίτωσαν τη διαδικασία του Ειδικού Πειθαρχικού Συμβουλίου ή την ξεπέρασαν με μικρές «απώλειες».

Ενίοτε, οι αποφάσεις του Ειδικού Πειθαρχικού Συμβουλίου βρέθηκαν σε αντίθεση με τα βιώματα των φοιτητών που είχαν άμεσες παραστάσεις και εμπειρίες από τη χουντική συμπεριφορά καθηγητών, οι οποίοι είτε απαλλάσσονταν από κάθε κατηγορία, είτε «τιμωρούνταν» με ολιγόμηνη απομάκρυνση. Η περιορισμένη κάθαρση λόγω αμνησίας με την οποία αντιμετωπίστηκε το πρόσφατο παρελθόν, επέτρεψε σε κάποιους από τους κάποτε «απολυθέντες» χουντικούς, να τολμούν να διδάξουν αργότερα δεοντολογία, με τον τίτλο του καθηγητή.

Οι «σοβαρές» περιπτώσεις συνεργασίας με το καθεστώς της 21^{ης} Απριλίου, κατά τα προβλεπόμενα από τις διατάξεις της συντακτικής πράξεως «περί αποκαταστάσεως της νομιμότητας στα ΑΕΙ», αποδεικνύεται από τις ποινές που επιβλήθηκαν στους κρινόμενους καθηγητές, η παρουσίαση όμως εκφεύγει της παρούσης αναφοράς.

Δεν έλειψαν οι περιπτώσεις καθηγητών του ΕΜΠ που συνεργάστηκαν με τη χούντα. Οι περιπτώσεις εδώ είναι σχετικά «ελαφρύτερες», πράγμα που κατά κάποιο τρόπο, τιμά το ίδρυμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αντωνίου, Γ., Οι Έλληνες Μηχανικοί, Θεσμοί και Ιδέες 1900-1940, 486 σελίδες, Αθήνα, 2006.
2. Αντωνίου, Γ., Οι μηχανικοί στην πρώτη μεταπολεμική περίοδο 1950-1970: συνέχειες και τομές,, Σύγχρονα θέματα Vol.31, No.104, σελίδες 63-71, 2009. Αντωνίου, Γιάννης Μηχανικοί 1950-1970.
3. Ασημακόπουλος, Μ., Γ. Καλογήρου, Ν. Μπελαβίλας, και Θ.Π. Τάσιος, 170 Χρόνια Πολυτεχνείο. Οι μηχανικοί και η Τεχνολογία στην Ελλάδα – Α΄ Τόμος, 597 σελίδες, Αθήνα, 2007. (Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο στη διεύθυνση (http://old.ntua.gr/conf170).
4. Ασημακόπουλος, Μ., Γ. Καλογήρου, Ν. Μπελαβίλας, και Θ.Π. Τάσιος, 170 Χρόνια Πολυτεχνείο.Οι μηχανικοί και η Τεχνολογία στην Ελλάδα – Β΄ Τόμος, 331σελίδες, Αθήνα, 2007. (Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο στη διεύθυνση (http://old.ntua.gr/conf170).
5. Η Εκατονταετηρίς του ΕΜΠ, Τεχνικά Χρονικά, Αθήνα, 1939.

6. Καλαφάτη, Ε., και Γ. Ασημακοπούλου, Το Πολυτεχνείο Ευγνωμονούν, 423 σελίδες, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 2007. Το Πολυτεχνείο Ευγνωμονούν, Έκδοση του ΤΕΕ.
7. Κ. Η. Μπίρης Ιστορία του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, ΕΜΠ, Αθήνα, 1957.
8. Οδηγός σπουδών 1950-1951 - Εθνικόν Μετσόβιον Πολυτεχνείον, Αθήνα, 1950.
9. Οδηγός Σπουδών 1960 -1961 - Εθνικόν Μετσόβιον Πολυτεχνείον, Αθήνα, 1960.
10. Οδηγός Σπουδών 1974-1975 - Εθνικόν Μετσόβιον Πολυτεχνείον, Αθήνα, 1974.
11. Πρακτικά Συλλόγου Καθηγητών Σχολής ΠΜ (ετών 1930-1949).
12. Athens_Polytechnic_School_Uprising_1973.

Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

του Λάζαρου Λαζαρίδη

Πολιτικού Μηχανικού ΕΜΠ

Υδροεξυγιαντική Α.Ε.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από αρχαιοτάτων χρόνων, οι ανάγκες των ανθρώπων για υδροδότηση προς ικανοποίηση βασικών φυσικών και οικιακών αναγκών, η χρησιμοποίηση του νερού για άρδευση καλλιεργειών, η αντιπλημμυρική προστασία, η χρησιμοποίηση θαλάσσιων και ποτάμιων διαδρομών για μεταφορές και ταξίδια και η παραγωγή ενέργειας, ανάγκασαν την ανθρωπότητα να αντιμετωπίσει το θέμα του νερού από τα πρώτα βήματα της ύπαρξής της.

Ως εκ τούτου, δεν υπάρχει άλλος κλάδος της επιστήμης του Μηχανικού που να έχει τόσο πλούσια ιστορία, όσο αυτή του υδραυλικού επιστήμονα.

Το νερό όμως είναι φίλος, αλλά και εχθρός και ο άνθρωπος είναι υποχρεωμένος να κατανοήσει την ιδιαιτερότητά του, αλλά και τη «βίαιη» φύση του, για να γνωρίσει τα μυστικά του και να μπορέσει να το δαμάσει. Γι' αυτό, ένας υδραυλικός μηχανικός πρέπει να είναι πλήρης γνώστης της φύσης του και να λαμβάνει υπόψη του όλη τη γνώση και το ιστορικό σε κάθε περίπτωση που έχει συσσωρευτεί και πολλές φορές με θυσίες.

Υδραυλικά έργα στην αρχαιότητα έγιναν πριν χιλιάδες χρόνια στη χώρα μας και υπάρχουν αρκετά στοιχεία από τους μύθους, που περιγράφουν τις προσπάθειες ανθρώπων και θεών να τιθασεύσουν τις πλημμύρες ποταμών και να χρησιμοποιήσουν τα νερά για την επιβίωσή τους.

Είναι γνωστοί οι άθλοι του Ηρακλέους. Ο Ηρακλής υπήρξε, κατά τους μύθους, ήρωας της τεχνικής στην αρχαιότητα και οι άθλοι του συνδέονται με μεγάλης σημασίας έργα, που απήλλαξαν από κατακλυσμούς ποταμών και λιμνών με-

γάλες περιοχές της αρχαίας Ελλάδας. Ο Ηρακλής, επομένως, μπορεί να χαρακτηριστεί, με τη γενικότερη έννοια του όρου, ως «Υδραυλικός». Εκφράζει το έργο των πρώτων «Υδραυλικών Μηχανικών», τις περιπέτειες και τους αγώνες των ανθρώπων στην αρχαία εποχή για την επίτευξη μεγάλης έκτασης και σημασίας υδραυλικών έργων, είτε το πρόσωπό του είναι πραγματικό είτε συμβολικό, που το μετέφερε η παράδοση στη συνείδηση των ανθρώπων με τη μορφή του ήρωα «Ηρακλή». Εξ άλλου ορισμένες πράξεις και έργα του αρχαίου κόσμου έχουν περιβληθεί με το μανδύα του μύθου.

2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΧΡΙ ΤΗΝ ΙΔΡΥΣΗ ΤΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΚΡΑΤΟΥΣ (1830)

Στην Αρχαία Ελλάδα, αναφέρονται αποστραγγιστικά, αρδευτικά και αντιπλημμυρικά έργα, μεταξύ πολλών άλλων, στις λίμνες Κωπαΐδας, Στυμφαλίας, Φενεού, στην πεδιάδα του Αρκαδικού Ορχομενού, στην Τεγέα, στη Σπάρτη και στον Αχελώο στην Αιτωλοακαρνανία. Στον Αχελώο, πραγματοποιήθηκε η τιθάσευσή του και η εξυγίανση των γύρω περιοχών. Στους ιστορικούς χρόνους, αναφέρεται από το Στράβωνα ότι έγινε και απόπειρα αποξήρανσης της λίμνης Κωπαΐδας.

Θα αναφερθούν επιγραμματικά μερικά μόνο υδραυλικά έργα στην Ελλάδα από την κλασσική περίοδο (αρχαιότητα) μέχρι τη δημιουργία του ελληνικού κράτους (1830), που περιλαμβάνει και την ελληνιστική περίοδο, ρωμαιοκρατία, βυζαντινή περίοδο, τουρκοκρατία, με ενδιάμεση μικρή παρεμβολή της φραγκοκρατίας.

Στην Αρχαία Ελλάδα, τα πρώτα σημαντικά ευρήματα κατασκευών ανάγονται στους προϊστορικούς χρόνους, Μινωική και Μυκηναϊκή περίοδο, στην οποία εμφανίζονται και τα πρώτα υδραγωγεία, καθώς και αποχετευτικά συστήματα (π.χ. Θήρα, Κνωσός).

Είναι αδύνατο να αναφερθεί ένα άπειρο πλήθος υδραυλικών έργων της αρχαιότητας, γι' αυτό αναγράφονται μερικά μόνο στοιχεία για ορισμένα έργα, κατά το πλείστον γνωστά, για να δοθεί μια αχνή εικόνα της Ιστορίας τους, η οποία ξεκινά πριν από χιλιάδες χρόνια.

Ως πρώτο αρδευτικό και αποξηραντικό έργο αναφέρεται αυτό του έλους της λίμνης Λέρνης, νότια του Άργους, κοντά στους Μύλους (αρχαία Ίσια). Κατά το μύθο, τέρας ονομαζόμενο Ύδρα, γέννημα του Τυφώνα και της Έχιδνας, κατέστρεφε τη γύρω από τη λίμνη περιοχή μέχρι τις ακτές του Αργολικού κόλπου. Ο Ηρακλής (2^{ος} άθλος), σκοτώνοντας την Ύδρα, απάλλαξε την περιοχή από τις καταστροφές του τέρατος, από την καταστροφική, δηλαδή, επίδραση του έλους.

Στην αρχαία Κόρινθο η ύδρευση γινόταν από δύο κρήνες – δεξαμενές, την Πειρήνη και Γλαύκη, ενώ στην πεδιάδα της Κορινθίας (Ασωπού) έγιναν έργα αντιπλημμυρικά και αρδευτικά. Επιχειρήθηκε και η διάνοιξη της διώρυγας της Κορίνθου, τελικά κατασκευάσθηκε ο «δίολκος» για την εξυπηρέτηση των θαλάσσιων συγκοινωνιών μεταξύ Ποσειδωνίας και Ισθμίων.

Στην Αρκαδία παρουσιάζονται στοιχεία για την ύπαρξη έργων στην αρχαιότητα που απέβλεπαν στην αποξήρανση και αποστράγγιση λιμναζόντων υδάτων, στη διευθέτηση της κοίτης ποταμών, την άρδευση περιοχών και την ύδρευση οικισμών.

Στην πεδιάδα Φενεού, κατά τον Στράβωνα, τα εκτελεσθέντα έργα αποδίδονται στον Ηρακλή.

Στη λίμνη Στυμφαλία, ο Ηρακλής σκότωσε τις στυμφαλίδες όρνιθες, οι οποίες, κατά το μύθο, λυμαίνονταν τους καρπούς της χώρας. Ο μύθος δηλώνει ότι όρνιθες ήταν οι πλημμύρες του ποταμού «Στύμφαλου», η δε δημιουργία της λίμνης είχε καταστρεπτικές συνέπειες στην περιοχή και την υγεία των ανθρώπων.

Για τις Ελληνίδες νήσους, δηλαδή την Κρήτη, τις Κυκλάδες, τις Σποράδες, τις Ιονίους Νήσους, τη Δωδεκάνησο, την Κύπρο και λοιπούς νήσους του Αιγαίου Πελάγους, καθώς και για άλλες περιοχές της Αρχαίας Ελλάδας αναφέρονται στη συνέχεια επιγραμματικά ορισμένα υδραυλικά έργα της αρχαιότητας:

-Στην Κρήτη, το Υδραγωγείο και ο υπόνομος του Μίνωος στην Κνωσό. Στη Φαιστό είχε ληφθεί μέριμνα αντιπλημμυρικής προστασίας. Στο ανάκτορο Μαλίων απεκαλύφθη η «Ιερά Δεξαμενή» και στο Ζάκρο μεγάλη λιθόκτιστη κυκλική δεξαμενή.

-Το Ευπαλίνειο όρυγμα της Σάμου είναι έργο ύδρευσης του Μεγαρέως αρχιτέκτονα Ευπαλίνου και από τα πιο αξιομνημόνευτα έργα της αρχαίας εποχής.

Εικόνα 1 Ευπαλίνειο όρυγμα, Σάμος (Πηγή: Διαδίκτυο)

Αποτελείται από σήραγγα διαστάσεων 2.2 m × 2 m μήκους 1 035 m, που διανοίχτηκε αμφίστομα, δηλαδή από δύο μέτωπα. Κατασκευάστηκε μεταξύ 535 και 525 π.Χ.

-Στη Μακεδονία αναφέρονται έργα ύδρευσης – αποχέτευσης στην αρχαία Πέλλα και στην Βεργίνα Ημαθίας. Μεταξύ Αξιού και Στρυμόνα περιλαμβάνονται πλείστα έργα στην Αρχαιότητα. Στον Στρυμόνα, κατά το μύθο, ο Ηρακλής (δέκατος άθλος) εξέτρεψε τον ποταμό και πλημμύρισε την περιοχή γιατί οργίστηκε με ένα κακότροπο κτηματία. Στα Τενάγη Φιλίππων, τον 4^{ο} π.Χ. αιώνα, αποξηράνθηκε ένα μεγάλο μέρος της πεδιάδας που ήταν σκεπασμένο με έλη και υπάρχουν ευρήματα, τα οποία δίδουν πληροφορίες, από τις οποίες προκύπτει η προσωπική παρέμβαση του Μ. Αλεξάνδρου στα έργα της αποξήρανσης.

-Στη Δυτική Θράκη, ο μύθος αναφέρει ότι ο Ηρακλής κατασκεύασε έργα επικοινωνίας της θάλασσας με τη λίμνη Βιστωνίδα.

-Στη Θεσσαλία, ο Στράβων αναφέρει ότι στην πεδιάδα της Λάρισας οι αρχαίοι κατασκεύασαν αντιπλημμυρικά αναχώματα στον Πηνειό. Στην περιοχή των Τεμπών, ο Διόδωρος αναφέρει ότι ο Ηρακλής ανόρυξε διώρυγα για την αποχέτευση των νερών, που λίμναζαν στην περιοχή. Ο Ηρόδοτος αναφέρει, επίσης, ότι η Θεσσαλία ήταν λίμνη και τα έργα αποχέτευσης στα Τέμπη αποδίδονται, κατά το μύθο, στον Ηρακλή. Το έργο ήταν πραγματικό και ο Ηρακλής συμβολίζει την τεράστια προσπάθεια για την επίλυση των προβλημάτων.

-Στη Στερεά Ελλάδα, στον Αχελώο και τον Εύηνο, είχαν κατασκευαστεί έργα προστασίας, αντιπλημμυρικά και αρδευτικά. Στην Κωπαΐδα, οι Μινύες, με γνώσεις υδραυλικής, κατάφεραν περί το 1350 ~ 1300 π.Χ. να ολοκληρώσουν το έργο αποξήρανσής της. Τα έργα όμως αυτά καταστράφηκαν από διάφορα φυσικά αίτια και κοινωνικοπολιτικές συγκρούσεις.

Εικόνα 2 Ρωμαϊκό Υδραγωγείο Νικόπολης – υδατογέφυρα π. Λούρου (Πηγή: Διαδίκτυο)

-Στην περίοδο της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας, οι Ρωμαίοι κατασκεύασαν σπουδαία υδραυλικά έργα, όπως π.χ. τα υδραγωγεία για την Ύδρευση της Νικόπολης που αριθμούσε τότε 300 000 κατοίκους από τις πηγές Αγ. Γεωργίου. Το υδραγωγείο είχε συνολικό μήκος ~50 km στο οποίο περιλαμβάνεται σήραγγα και εντυπωσιακή υδατογέφυρα στον ποταμό Λούρο, αψιδωτής μορφής.

Εικόνα 3 Ρωμαϊκό Υδραγωγείο Ενθρόνου Λέσβου (Πηγή: Αρχείο Υδροεξυγιαντικής)

-Ρωμαϊκά Υδραγωγεία, κατάλοιπα των οποίων υπάρχουν, είναι επίσης τα Υδραγωγεία Μήθυμνας και Μυτιλήνης, των οποίων διατηρείται τμήμα στην περιοχή Ενθρόνου και τμήμα Ν.Δ. της Μόριας, σε απόσταση ~0.5 km, με εντυπωσιακές συστοιχίες αψίδων. Το μήκος των υδραγωγείων ξεπερνούσε τα 26 km.

-Στην Καβάλα, Υδραγωγείο το οποίο, σύμφωνα με τελευταίες μελέτες, ίσως είναι Ρωμαϊκό, αν και ανακατασκευάστηκε πολλές φορές και υπάρχει και η άποψη ότι πρόκειται για έργο του 1540 μ.Χ. (Τουρκοκρατία).

-Στην Πάτρα, υπάρχουν κατάλοιπα έργων ύδρευσης (πηγάδια, υπόγειοι αγωγοί) της Ρωμαϊκής εποχής, ενώ το υδραγωγείο, που μετέφερε το νερό ύδρευσης από τις πηγές Διακονιάρη, είχε υπόγεια αλλά και υπέργεια τμήματα.

-Στη Θεσσαλονίκη, το Ρωμαϊκό Υδραγωγείο Χορτιάτη, που τροφοδοτούσε με νερό την πόλη επί πολλούς αιώνες, πιθανότατα κατασκευάστηκε στις αρχές του $4^{ου}$ αιώνα μ.Χ., όταν διοικητής της πόλης ήταν ο Γαλέριος.

-Στη Χαλκίδα, το Ρωμαϊκό Υδραγωγείο που τροφοδοτούσε την πόλη, από το οποίο σώζονται αψίδες στήριξής του.

Στην Αττική, η οποία είναι μία φτωχή περιοχή σε βροχοπτώσεις, οι κάτοικοι αναγκάστηκαν από τους αρχαίους χρόνους να αναπτύξουν πρωτόγονα συστήματα συλλογής και διαχείρισης του νερού, τα οποία βέβαια εξελίσσονταν με το χρόνο. Αναφέρονται πηγές, κρήνες, πηγάδια, υδραγωγεία, δεξαμενές - ομβροδεξαμενές

και συστήματα ύδρευσης για να μην στερηθούν οι άνθρωποι εκείνης της εποχής το πολύτιμο αγαθό του «νερού», που ήταν απαραίτητο για τη ζωή και την ανάπτυξη της πόλης των Αθηνών.

Ο μύθος αναφέρει ότι η μόνιμη λειψυδρία στην Αττική οφείλεται στον θεό Ποσειδώνα, που την τιμώρησε, γιατί οι κάτοικοί της έδωσαν το όνομα της Αθηνάς στην πόλη τους, η οποία τους πρόσφερε ως δώρο το «ελαιόδεντρο», ενώ ο Ποσειδώνας τους πρόσφερε το «νερό».

Για τη διαχείριση του νερού στην Αττική οι Αρχαίοι Έλληνες δέχθηκαν τη «Νομοθεσία του Σόλωνα», η οποία, με μικρές τροποποιήσεις από τον Πεισίστρατο, ίσχυσε για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.

Το αρχαιότερο υδραγωγείο στο λεκανοπέδιο της Αθήνας ήταν το «Πελασγικό», το οποίο, με νερά του Υμηττού, ενίσχυε τις απορροές του Ιλισού ποταμού.

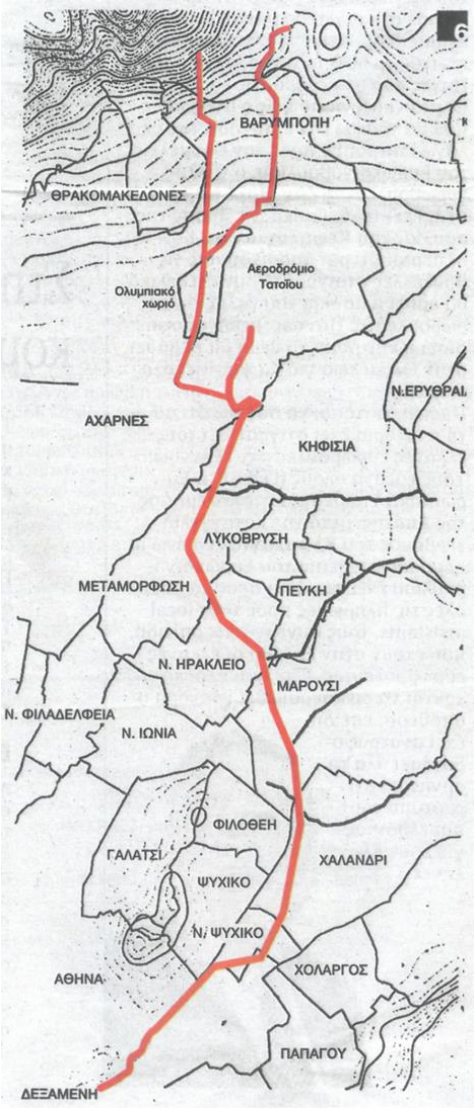
Μετά το «Πελασγικό» υδραγωγείο, κατασκευάστηκε το υδραγωγείο του Θησέα, που μετέφερε νερό από την Πεντέλη στην πόλη.

Αργότερα, περίπου το 540 - 530 π.Χ. ο Πεισίστρατος κατασκεύασε το «Πεισιστράτιο» υδραγωγείο, που ήταν υπόγειο, είχε μήκος 2.8 km και μετέφερε νερό από πηγές του Υμηττού σε δίκτυο που το διένειμε το νερό σε κρήνες.

Αναφέρονται επίσης στην αρχαιότητα (κλασσική περίοδος) και άλλα υδραγωγεία (Πνύκας, Θησείου, Λουτρού), ενώ κατασκευάστηκαν και δεξαμενές, όπως της Χαμοστέρνας και Πικροδάφνης. Οι κάτοικοι των Αθηνών, στην αρχαιότητα, εκτός από το νερό των ποταμών Κηφισού, Ιλισού, Ηριδανού, χρησιμοποιούσαν και νερό από διάφορες κρήνες, όπως η εννεάκρουνος, η κρήνη του Ασκληπιού, της Καλλιρρόης και της Κλεψύδρας, που πήγαζε από το βράχο της Ακρόπολης, ενώ υπήρχαν και πολλά πηγάδια, μερικά από τα οποία έχει εντοπίσει στην Αρχαία Αγορά η αρχαιολογική σκαπάνη.

Στην ελληνιστική περίοδο (323 π.Χ. έως 146 μ.Χ.) δε σημειώθηκαν μεταβολές στις επικρατούσες συνθήκες. Στην περίοδο που ακολούθησε, κατά τη Ρωμαιοκρατία, από τον 1^{ο} π.Χ. αιώνα και συγκεκριμένα το 86 π.Χ., που κυριεύτηκε η Αθήνα από τους Ρωμαίους, άρχισε η προσπάθεια για κατασκευή συστημάτων ύδρευσης. Τον 2^{ο} μ.Χ. αιώνα ο αυτοκράτορας Αδριανός κατασκεύασε το Αδριάνειο Υδραγωγείο και την Αδριάνεια Δεξαμενή. Το Υδραγωγείο, που κατασκευάστηκε μεταξύ 134 και 140 μ.Χ., αποτελεί το μεγαλύτερο έργο της πόλης των Αθηνών την περίοδο εκείνη και σκοπό είχε, κυρίως να εξυπηρετήσει τη ρωμαϊκή συνοικία (πύλη του Αδριανού), που βρίσκονταν στη σημερινή περιοχή του Ζαππείου, μεταξύ Καλλιμάρμαρου και Βουλής. Το Υδραγωγείο είχε συνολικό μήκος 25 km, ήταν υπόγειο (σε σήραγγα) και κατασκευάστηκε με απλά εργαλεία π.χ. σφυρί και καλέμι, συνέλεγε δε νερό κατά τη διαδρομή του με υδρομαστευτικά έργα (πηγάδια

και υπόγειες σήραγγες, μικρά υδραγωγεία που τροφοδοτούνταν από διάφορες πηγές). Ξεκινούσε από τους πρόποδες της Πάρνηθας (περιοχή Τατοΐου) και έφθανε μέχρι τη λιθόκτιστη Αδριάνειο Δεξαμενή, στο λόφο του Λυκαβηττού ~500 m^3.



Εικόνα 4 Αδριάνειο Υδραγωγείο (Πηγή: Εφημ. «Τα Νέα» 06/11/2017 ρεπ. Κ. Ροββά «Κατάδυση στο Αδριάνειο Υδραγωγείο»)

Το Αδριάνειο Υδραγωγείο λειτούργησε, μεταφέροντας νερό ύδρευσης στην Αθήνα, μέχρι την εποχή της Τουρκοκρατίας, οπότε εγκαταλείφθηκε. Μετά την

απελευθέρωση από τους Τούρκους το Υδραγωγείο επισκευάστηκε και τέθηκε σε λειτουργία.

Κατά τη διάρκεια της Τουρκοκρατίας δεν έγινε κανένα υδρευτικό έργο για την Αθήνα. Τουναντίον, μάλιστα, λόγω της ολιγωρίας των Τούρκων, έπεσαν σε αχρηστία και τα λειτουργούντα υδραγωγεία κατά την κατάληψη των Αθηνών 1456. Αναφέρονται μόνο, τις τελευταίες δεκαετίες της Τουρκοκρατίας, τα υδραγωγεία Χασεντή, Τσακουμάκου, Αγά, Γουδή, αλλά οι κάτοικοι των Αθηνών, για να καλύψουν τις ανάγκες τους, είχαν στραφεί στην ανόρυξη πηγαδιών στους κήπους των σπιτιών τους.

Σε ό,τι αφορά την αποχέτευση, στην Αθήνα δεν υπήρχε οργανωμένο σύστημα. Ανοιχτά παντορροϊκά δίκτυα αναφέρονται περί το 500 π.Χ. με αποδέκτη τον Ηριδανό, που ήταν αποδέκτης των περιοχών της Αρχαίας αγοράς, του Αρείου Πάγου και της Πνύκας. Βέβαια, τα ανοιχτά συστήματα ήταν εστίες μόλυνσης και προκαλούσαν σοβαρές επιδημίες. Πάντως, η χρήση ανοιχτών συστημάτων επικράτησε επί πολλούς αιώνες, μέχρις ότου χρησιμοποιήθηκαν οι απορροφητικοί βόθροι, οι οποίοι όμως εκκενώνονταν σε ανοιχτά ρέματα και, φυσικά, πάλι δεν αποφεύγονταν οι επιπτώσεις στη δημόσια υγεία και η μόλυνση των υπογείων υδροφορέων.

3 19ΟΣ ΑΙΩΝΑΣ (1830) ΕΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ 20ΟΥ ΑΙΩΝΑ (1922)

Η Ελλάδα, μετά την απελευθέρωσή της από τους Τούρκους και την ίδρυση του Ελληνικού Κράτους (1830), ήταν μία εντελώς καθημαγμένη χώρα, στην οποία η Κυβέρνηση Καποδίστρια μετά βίας κατόρθωνε να καλύψει τις στοιχειώδεις ανάγκες της. Δεν υπήρχε ουδεμία υποδομή και κανένα τεχνικό έργο, πλην ορισμένων μικρής σημασίας. Το κράτος ήταν σε άθλια κατάσταση, η οποία δυσχέραινε την προσπάθεια του για τη δημιουργία βασικών υποδομών. Οι πρώτες δημόσιες δαπάνες ήταν για την εισαγωγή σιτηρών και την κατασκευή σχολείων.

Οι πρώτοι «τεχνίτες» που ήταν αναγκαίοι για την κατασκευή των απαιτούμενων υποδομών εκπαιδεύονταν στο «Σχολείο των Τεχνών» και ήταν συνήθως μαθητές ηλικίας 11 έως 15 ετών. Την ευθύνη για τη δημιουργία υποδομών είχαν οι απόφοιτοι της στρατιωτικής «Σχολής Ευελπίδων» του κλάδου μηχανικών.

Μέχρι τότε (κατά την περίοδο 1830-1870), αν και το ενδιαφέρον των κυβερνήσεων ήταν να κατασκευαστούν έργα υποδομής, δεν υπήρχε ιδιωτικό ενδιαφέρον για την κατασκευή δημοσίων έργων. Το κράτος δεν μπορούσε με δικές του δυνάμεις να ξεπεράσει τις δυσκολίες, γι' αυτό η δραστηριότητά του στον τομέα ανάπτυξης των υποδομών ήταν πολύ υποτονική.

Όταν ο Χαρίλαος Τρικούπης έγινε πρωθυπουργός, οι υποδομές της χώρας ήταν ανύπαρκτες, αλλά η Ελλάς «ήθελε να ζήσει και θα ζήσει» σύμφωνα με το πρόγραμμά του.

Η αποκατάσταση και η πύκνωση του οδικού δικτύου ήταν σε προτεραιότητα τόσο στο 19^{ο} αιώνα, όσο και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Το οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο προώθησαν το εμπόριο, οδήγησαν σε οικονομική ανάπτυξη, αλλά επιτάχυναν την αστικοποίηση. Η κατασκευή, όμως, συγκοινωνιακών έργων στο ορεινό ανάγλυφο της χώρας είχε μεγάλο κόστος, γεγονός που αποτελούσε ανασταλτικό παράγοντα. Οι θαλάσσιες συγκοινωνίες έλυσαν το πρόβλημα των παραλιακών περιοχών.

Αναφερόμενοι στις υδραυλικές υποδομές, η αποξήρανση λιμνών και ελωδών εκτάσεων, αφενός απέδιδε εκτάσεις στην καλλιέργεια, αφετέρου είχε και θετικότατη επίδραση στην υγεία των κατοίκων, των αγροτικών κυρίως περιοχών της χώρας, που μαστίζονταν από πλήθος ασθενειών. Προς τούτο αναφέρονται χαρακτηριστικά σημαντικά έργα αυτής της εποχής.

3.1 Αποξήρανση της λίμνης Κωπαΐδας (Βοιωτικός Κηφισός)

Το Κωπαϊδικό ζήτημα τέθηκε ευθύς μετά τη δημιουργία του ελληνικού κράτους το 1833 από τον Βαυαρό φιλέλληνα, γνωστό ως Ειρηναίο Θείρσιο, ο οποίος συνέταξε το πρώτο συγκροτημένο σχέδιο. Το επόμενο σχέδιο εκπονήθηκε το 1846 από Γάλλους ειδικούς, με επικεφαλής το μηχανικό Σωβάζ (Sauvage) και είχε τα χαρακτηριστικά πλήρους τεχνικής μελέτης. Προέβλεπε την κατασκευή σήραγγας αποχέτευσης 5.5 km για την αποξήρανση της Κωπαΐδας προς τον όρμο της Λάρυμνας. Το σχέδιο αυτό δεν έγινε δεκτό και το 1879 οι Γάλλοι μηχανικοί (Revol και Morile) πρότειναν η αποξήρανση να γίνει με σήραγγα, μικρότερου μήκους, προς την Υλίκη. Το 1880 υπογράφεται σύμβαση μεταξύ Ελληνικής Κυβέρνησης και Γαλλικής Εταιρείας. Τα έργα άρχισαν το 1882 και τα εγκαίνια έγιναν το 1886. Το σύστημα απαγωγής των υδάτων της λίμνης είχε μήκος περίπου 38 km και αποτελείτο κυρίως από διώρυγες και από τη σήραγγα Καρδίτσας ή Ακραιφνίου, μήκους ~0.7 km.

Ένα έτος αφ' ότου αποξηράνθηκε η λίμνη, κατά το θέρος, με την καύση καλαμώνων πιθανόν, η τύρφη που αποτελούσε τον πυθμένα της λίμνης ανεφλέγη ή αυτοαναφλέγη. Η γαλλική εταιρεία που έκανε τη διάνοιξη της σήραγγας Καρδίτσας (Ακραιφνίου), είχε αρχίσει να κατασκευάζει ένα δίκτυο αποστράγγισης – αποχέτευσης, το οποίο έμεινε αβαθές μετά την αυτανάφλεξη της τύρφης, τη συνίζηση του πυθμένα και τον καταβιβασμό του κατά 3 έως 4 μέτρα. Η εταιρεία υπέστη μεγάλη ζημία και μετά ένα έτος εγκατέλειψε την περαιτέρω αξιοποίηση της

λίμνης και εκχώρησε τα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις της στην αγγλική εταιρεία «The Lake Copais Company Limited».

Εικόνα 5 Κωπαϊδικό πεδίο (Πηγή: Θανάσης Χρήστου «Το Κωπαϊδικό ζήτημα», 2002)

Η αγγλική εταιρεία άρχισε την κατασκευή των έργων αξιοποίησης της αποξηρανθείσας λίμνης, αρχικά του αποχετευτικού και στραγγιστικού δικτύου και συγχρόνως του κεντρικού συλλεκτήρα του δικτύου αυτού. Ο κεντρικός αυτός συλλεκτήρας θα έπρεπε να οδηγεί και τα νερά του Βοιωτικού Κηφισού προς τη σήραγγα Καρδίτσας. Έτσι τα έργα που κατασκευάστηκαν από τους Άγγλους, ήταν η μεγάλη Περιμετρική Διώρυγα, η τάφρος Μέλανος, η εσωτερική τάφρος μαζί με την κεντρική αποστραγγιστική τάφρο και ο συγκεντρωτικός αγωγός όλων αυτών που κατέληγε στη σήραγγα Καρδίτσας. Η αγγλική εταιρεία εκβάθυνε τις βασικές κύριες τάφρους, ώστε να αποκαταστήσει μια διοχετευτικότητα 150 m^3/s τουλάχιστον. Αλλά ο Βοιωτικός Κηφισός, με λεκάνη απορροής περίπου 2 000 km^2 μέχρι τη σήραγγα Καρδίτσας, έχει παροχή πολύ μεγαλύτερη. Έτσι, με τις κατακλύσεις δημιουργούνταν μόνιμα έλη και κατακλύζονταν περιοδικά καλλιεργούμενες εκτάσεις χιλιάδων στρεμμάτων.

Η ΒΟΟΤ πρότεινε τη λύση της άμεσης απαγωγής των πλημμυρών, την ανάσχεση των πλημμυρών σε τρείς ανάντη λεκάνες. Η ανάσχεση των πλημμυρών του Βοιωτικού Κηφισού έγινε με φράγμα από τρεις κινητές θυρίδες επίπεδες διοχετευτικότητας ~150 m^3/s.

Με την αποξήρανση της Κωπαΐδας έλαβαν οι ακτήμονες 120 000 στρέμματα και η ξένη εταιρεία 80 000 στρέμματα.

3.2 Υδραυλικά Έργα Πάμισου Μεσσηνίας

Το ελληνικό κράτος ανέλαβε, την εποχή των έργων της Κωπαΐδας, να κατασκευάσει αντιπλημμυρικά έργα επί του ποταμού Πάμισου της Μεσσηνίας. Οι ποταμοί Πάμισος και Νέδων διασχίζουν την πεδιάδα. Μία έκταση περίπου 15 000 στρ. κατακλύζονταν από τα πλημμυρικά νερά του Πάμισου και στις χαμηλές περιοχές δημιουργούνταν έλη. Στην αρχαία εποχή πρέπει να είχαν γίνει αποχετευτικά – αποστραγγιστικά έργα, αφού μια μάχη του Β΄ Μεσσηνιακού Πολέμου έγινε «παρά τη Μεγάλη Τάφρω».

Με νόμο του 1888 «Περί εκτελέσεως υδραυλικών έργων εν κοιλάδι Παμίσου» και τα Β.Δ. 1888, το νόμο 1893 «Περί αφομοιώσεως κατά το ποσόν των εισπραττόμενων φόρων εις το τελωνείον Καλαμών …προς εκτέλεσιν των υδραυλικών έργων Παμίσου», κλπ. σχετικά Διατάγματα (1898, 1964, 1907), κατέστη δυνατή η εκτέλεση αντιπλημμυρικών έργων, τα οποία βέβαια συνεχίστηκαν και πολύ αργότερα μέχρι το 1970.

3.3 Τα αντιπλημμυρικά – εξυγιαντικά έργα της Θεσσαλίας

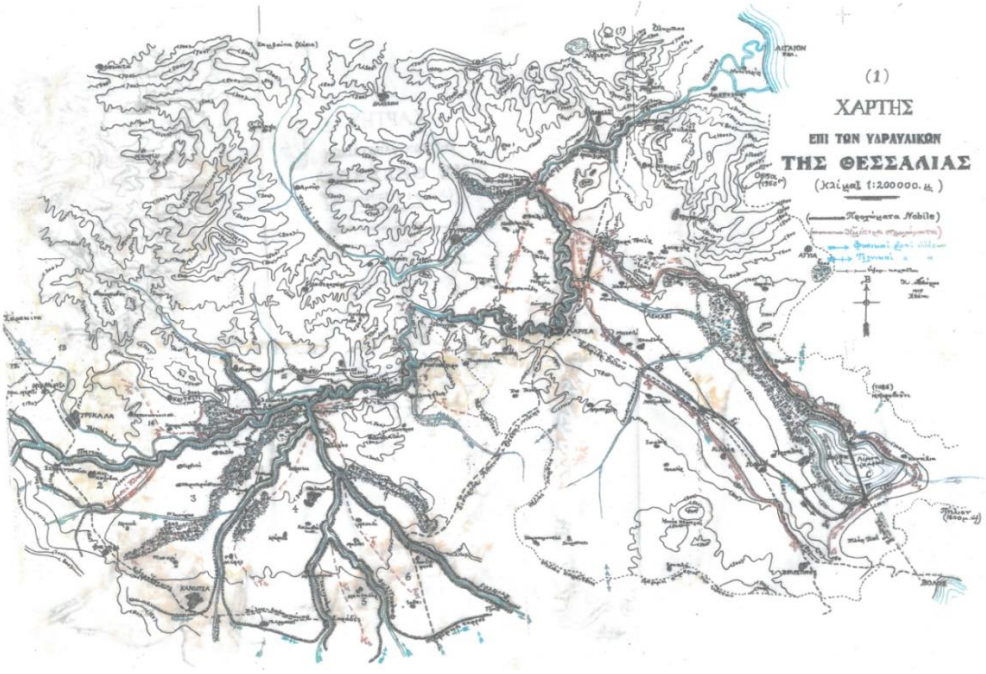
Μετά την προσάρτηση της Θεσσαλίας (1881), το θέμα των υδραυλικών έργων αποτέλεσε επί πολλές δεκαετίες αντικείμενο μελέτης ελλήνων και ξένων μηχανικών, λόγω της εξαιρετικής κοινωνικής και παραγωγικής του σημασίας. Το θέμα αυτό απασχόλησε κατά καιρούς τις κυβερνήσεις και ιδιαίτερα την κυβέρνηση Χαρ. Τρικούπη, η οποία έλαβε την πρώτη μελέτη το 1887 από γαλλική αποστολή, στην οποία ανέθεσε το θέμα αυτό. Ατυχώς, τα καταρτισθέντα τοπογραφικά διαγράμματα δεν υπήρξαν αξιόπιστα και με την έλλειψη υδρομετρικών, βροχομετρικών στοιχείων η μελέτη δεν ήταν δυνατό να τεθεί σε εφαρμογή. Τα διαγράμματα αυτά, που μεταφέρθηκαν στη Θεσσαλία για στρατιωτική χρήση, περιήλθαν στους Τούρκους το 1897 με τον ατυχή Ελληνοτουρκικό πόλεμο.

Το κράτος ήταν βέβαια σε πλήρη γνώση των τεράστιων ωφελειών που θα είχε η εκτέλεση υδραυλικών έργων στη Θεσσαλία, γι' αυτό αποφάσισε το 1900 τη συγκρότηση ειδικής επιτροπής, η οποία τοπογράφησε μέχρι το 1910 πλήρως την περιοχή μελέτης, με Έλληνες μηχανικούς, υπό τη διεύθυνση του ελβετού μηχανικού Siebar, ενώ συγχρόνως εγκατέστησε 32 υδρομετρικούς και βροχομετρικούς σταθμούς στην περιοχή.

Το 1911, η ελληνική κυβέρνηση ζήτησε από την ιταλική να ανατεθεί σε ειδικό μηχανικό η μελέτη των υδραυλικών έργων Θεσσαλίας. Η ιταλική κυβέρνηση επέ-

λεξε το μηχανικό Ιω. Νόμπιλε, ο οποίος, τον Ιούνιο 1911, άρχισε την εκπόνηση της μελέτης. Η μελέτη ουσιαστικά ήταν μία πλήρης προμελέτη, που βασίστηκε σε αξιόπιστα τοπογραφικά και στις μετρήσεις των 32 σταθμών μέτρησης παροχών και βροχών, την οποία περαίωσε τον Ιούλιο του 1913. Η μελέτη Nobile, πολύ συνοπτικά, προέβλεπε:

- Διευθετήσεις του π. Πηνειού και των συμβαλλόντων παραπόταμων, με πρόβλεψη αναχωμάτων και ευρεία κοίτη πλημμυρών.
- Κατασκευή συλλεκτήρων ορεινών και πεδινών υδάτων και διοχέτευση των υδάτων στους ποταμούς της περιοχής τους.
- Για την Κάρλα, αποξήρανσή της και διοχέτευση των υδάτων, με σήραγγα μήκους 11 km στον Παγασητικό κόλπο.



Εικόνα 6 Χάρτης υδραυλικών έργων Θεσσαλίας μελέτης Nobile (Πηγή: Αρχείο Κ. Παπαστεργίου)

Με τη μελέτη Nobile προβλέπονταν ότι οι καλυπτόμενες γαίες με νερά της λίμνης Κάρλας και οι ελώδεις, ολικής έκτασης 111.5 km^2 (111 500 στρ.), από τις οποίες οι 51.5 km^2 ανήκαν στο Κράτος, θα εξυγιαίνονταν και θα κατακλύζονταν μετά την κατασκευή των έργων 21.5 km^2. Οι ελώδεις εκτάσεις, 9 000 εκταρίων

(90 000 στρ.), προβλέπονταν να εξυγιανθούν και να αποδοθούν στην καλλιέργεια, κατά 6 000 εκτάρια στους ιδιώτες και κατά 3 000 εκτάρια στο κράτος. Προβλέπονταν επίσης η άρδευση 600 εκταρίων.

Η μελέτη εγκρίθηκε την 15η Δεκεμβρίου 1913 από το «Ανώτατο Συμβούλιο Δημοσίων Έργων Ιταλίας» μετά από εισήγηση των Τορν, Μπότο και Ρώση, μελών της επιτροπής. Το περιεχόμενο της εισήγησής τους έχει πολύ ενδιαφέρον για την εποχή που συντάχθηκε, αλλά είναι μακροσκελέστατο, γι' αυτό θα αναφερθεί μόνο ότι, για την περιοχή της Κάρλας, εξετάστηκαν δύο λύσεις. Η λύση που προκρίθηκε περιλαμβάνει, σύμφωνα και με τη διατύπωση της μελέτης: *«Κατασκευή λεκάνης μεσημβρινό-ανατολικώς της ομώνυμης λίμνης όπως συναθροίζονται εκεί τα ύδατα των ορεινών χαραδρών συλλεγόμενα υπό διωρύγων περιμετρικώς και εις την ανόρυξη σήραγγας 11 km εκβαλούσης εις τον κόλπον Βόλου δια σταθεράν εκροήν των χαμηλών υδάτων συναθροιζόμενων υπό επί τούτω δικτύου διωρύγων και δια την βαθμιαίαν εκροήν της λεκάνης δι ενός ρουφράκτου αποχετεύσεως».*

Η άλλη λύση προέβλεπε *«την κατασκευή ομοίας λεκάνης δια τα υψηλά ύδατα, τα συλλεγόμενα υπό των αυτών περιμετρικών διωρύγων και εις αντικατάστασιν της σήραγγος δι εγκαταστάσεως ανυψωτικής δια τα χαμηλά ύδατα, όπως ανυψώνονται ταύτα εις την λεκάνη, ής η λειτουργία κανονίζεται κατά τρόπον τοιούτον ώστε να ισοσταθμίζονται αι ετήσιες εισροαί με τας απωλείας τας οφειλόμενας εις την απορρόφησιν και την εξάτμισιν και τας τεχνικής προελεύσεως τοιαύτας δια της χρησιμοποιήσεως προς άρδευσιν του εναπομένοντος μέρους του εναποθηκευμένου ύδατος».* Η εναλλακτική έχει κάπως μια ομοιότητα με τις μελέτες και τα κατασκευασθέντα έργα πρόσφατα στην Κάρλα, με τη σημαντική διαφορά ότι η υφιστάμενη σήραγγα προς Παγασητικό κόλπο διατηρείται ως έργο ασφαλείας για τις υπερχειλίσεις που θα λαμβάνουν χώρα για πολύ υψηλές στάθμες της λίμνης. Επελέγη όμως τότε η λύση της σήραγγας. Η τελική απόφαση του Συμβουλίου Δημοσίων Έργων της Ιταλίας μετά από την εισήγηση της ανωτέρω επιτροπής που περιγράφεται λεπτομερώς έχει ως εξής:

«Αποφαίνεται ότι η μελέτη των έργων υδραυλικής αμύνης και εξυγιάνσεως της Θεσσαλίας καταρτισθείσα κατ' εντολήν της Ελληνικής Κυβερνήσεως υπό του πολιτικού μηχανικού, ιππότου Ιωάννου Βαπτιστού Nobile, αξιούται ευνοϊκής ψήφου εκ μέρους του Συμβουλίου τούτου. Ότι εκ των δύο μελετηθεισών λύσεων δια την εξυγίανσιν της λεκάνης της λίμνης Κάρλας είναι προτιμητέα εκείνη ήτις σκοπεί την ανόρυξιν σήραγγος με διέξοδον εις τον κόλπον του Βόλου.

Δια την ακρίβειαν της αντιγραφής
Ο Γενικός Γραμματεύς
E. GIORDANO»

Το ενδιαφέρον εξακολούθησε να είναι μεγάλο γι' αυτό το θέμα της αξιοποίησης της Θεσσαλικής πεδιάδας με έργα αντιπλημμυρικά – αποξηραντικά – εξυγίανσης ελωδών εκτάσεων. Έτσι μετά τη δημοσιοποίηση της έκθεσης της μελέτης Nobile από το Υπουργείο Συγκοινωνίας το 1914, έγιναν διάφορες συζητήσεις και προτάσεις μεταξύ των οποίων και των μηχανικών Κ. Στυλιανίδη και Βλάμου, το 1916. Η μελέτη Jackson πρότεινε την ανάσχεση μέρους των πλημμυρών με φράγματα επί του Πηνειού ή των παραποτάμων ή εντός δεξαμενών ανάσχεσης, όχι στην Κάρλα αλλά στα ανάντη.

Στη συνέχεια, λόγω των Βαλκανικών πολέμων (1912-13), του Α΄ Παγκοσμίου πολέμου (1917) και της μικρασιατικής καταστροφής 1922, δεν έγινε ουδεμία εργασία ή μελέτη μέχρι το 1932, πλην της μελέτης Jackson το 1919, οπότε ανετέθη στην εταιρεία «Boot» η αναθεώρηση των μελετών «Nobile» και «Jackson». Η μελέτη Jackson υπεβλήθη το 1920.

3.4 Έργα ύδρευσης στην Αττική (1830 έως 1922)

Με την επανάσταση του 1821 και κατά τη διάρκεια του απελευθερωτικού αγώνα σημειώθηκαν μεγάλες καταστροφές και στις υπάρχουσες τότε υποδομές των έργων ύδρευσης. Γι' αυτό μετά την απελευθέρωση η Δημογεροντία της Αθήνας θεώρησε ότι πρωταρχική τους φροντίδα ήταν να εφοδιάσει την πόλη με νερό, του οποίου η έλλειψη ήταν μεγάλη.

Τα πρώτα χρόνια μετά την απελευθέρωση από τους Τούρκους, για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας της Αθήνας, ανορύχθηκαν βαθιά φρέατα. Σε σχετική εισήγηση του υπουργού εσωτερικών Ε. Ρέπουλη, το 1912, αναφέρεται ότι «Το 1840 διηνοίχθη τοιούτον εν τη πεδιάδι εις βάθος 72 μέτρων και έτερον τοιούτον εν μέσω του Ελαιώνος, εις βάθος 80μέτρων». Ο Ελαιώνας βρίσκονταν στην Καλλιθέα.

Μετά την ανακήρυξη της Αθήνας ως πρωτεύουσας του κράτους το 1834 επιδεινώθηκε η κατάσταση, λόγω της αύξησης του πληθυσμού, σε ό,τι αφορούσε την επάρκεια του νερού ύδρευσης και την ποιότητά του. Επί τουρκοκρατίας, πριν την απελευθέρωση, η Αθήνα αριθμούσε 5 000 κατοίκους και αγνοούνταν η ύπαρξη του Αδριάνειου υδραγωγείου.

Το 1840 ανακαλύφθηκε, επί δημαρχίας Σπ. Βενιζέλου, κλάδος του Αδριάνειου υδραγωγείου και έκτοτε συνεχίστηκαν οι προσπάθειες καθαρισμού του. Το 1847 έγινε καθαρισμός και συντήρηση του τμήματος Αμπελοκήπων - Ψυχικού και οι εργασίες συνεχίστηκαν μέχρι το 1870, οπότε ανακαλύφθηκε το τμήμα του από τους Αμπελοκήπους μέχρι τη δεξαμενή του Λυκαβηττού. Το 1847, ο μηχανικός του Δήμου Σκαλιστήρης παροχέτευσε το νερό του Αδριάνειου σε δεξαμενές, που έφτιαξε στο Ψυχικό.

Το 1853, πριν την εμφάνιση χολέρας στην Αθήνα, το Δημοτικό Συμβούλιο αποφάσισε την επισκευή και καθαρισμό του Αδριάνειου Υδραγωγείου. Με τις εργασίες αυτές αυξήθηκε η παροχετευτικότητά του, αλλά το νερό έφθανε σε μια μικρή, ανεπαρκή δεξαμενή στους Αμπελόκηπους, η οποία παρουσίασε ρωγμές. Τα συμπληρωματικά έργα της 10ετίας 1860 αύξησαν την παροχετευτικότητα στο τμήμα Ψυχικού – Αμπελοκήπων σε 500-600 m^3/d. Με τις επισκευές του Αδριάνειου το 1870, η παροχή του έφθασε περίπου στα 3 000 m^3/d.

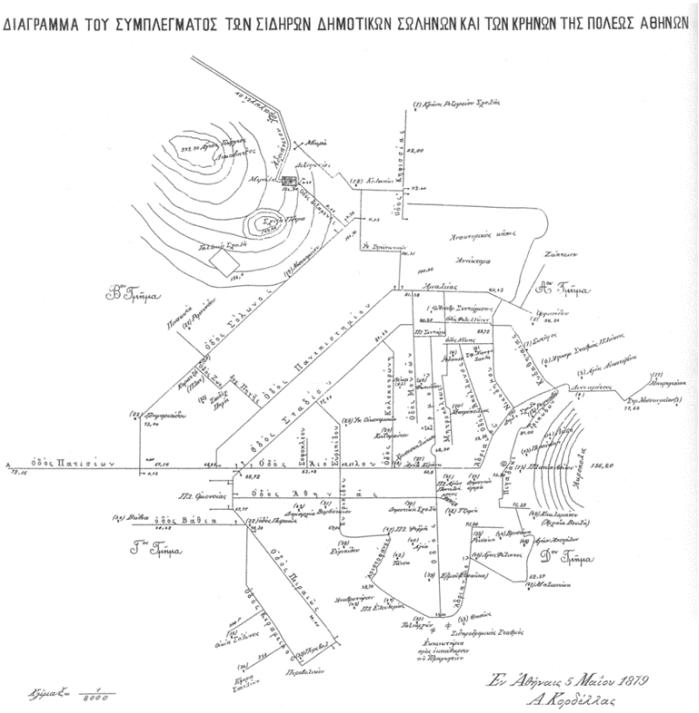
Τα επόμενα, όμως, τρία χρόνια το Αδριάνειο εγκαταλείφθηκε, με αποτέλεσμα να γίνουν εμφράξεις και να είναι αδύνατη η παροχέτευση νερού στη δεξαμενή Κολωνακίου (Αδριάνειος Δεξαμενή), που βρίσκονταν στο Λυκαβηττό και είχε όγκο 500 m^3. Μετά από καθαρισμό, αυξήθηκε η παροχή και η ποιότητα του μεταφερόμενου νερού. Αυξήθηκε επίσης και ο όγκος της δεξαμενής Λυκαβηττού σε 2 200 m^3, η οποία λειτούργησε μέχρι το 1940.

Στην Αθήνα τότε υπήρχαν οι κρήνες (βρύσες), που αποτελούσαν και τόπο συνάθροισης και κοινωνικών επαφών. Οι βρύσες χρονολογούνταν από την εποχή της Τουρκοκρατίας. Από τις δεξαμενές το νερό μεταφέρονταν με σιδηροσωλήνες και διανέμονταν σε Κρήνες.

Αναφέρεται, επίσης, ότι το 1873 υπήρχαν 1 383 ιδιωτικές παροχές σε κατοικίες και Δημοτικά καταστήματα και 55 κρήνες κατανεμημένες στα τέσσερα τμήματα της πόλης.

Μέχρι το 1877 έγιναν εργασίες καθαρισμού και συντήρησης του Αδριάνειου Υδραγωγείου, οι οποίες προχώρησαν μέχρι το Ηράκλειο, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η ημερήσια παροχετευτικότητά του σε 2 400 m^3 από 650 m^3, περίπου το 1860. Ταυτόχρονα, κατασκευάστηκε και το πρώτο δίκτυο (1872), ενώ, μέχρι το 1879, ο καθαρισμός του είχε επεκταθεί μέχρι την Πάρνηθα και η ημερήσια παροχή του αυξήθηκε σε 3 000 m^3.

Οι κάτοικοι της Αθήνας, από 5 600 πριν την απελευθέρωση, έφθασαν τους 33 000 το 1860, τους 47 000 το 1871, τους 69 000 το 1879 και το 1887 τους 105 000, δηλαδή η εξέλιξη της αύξησης του πληθυσμού ήταν ταχύτατη. Προς τούτο συνεχίστηκε ο καθαρισμός και η συντήρηση των διακλαδώσεών του για συλλογή των υδάτων Βαρυμπόμπης, Κηφισιάς και Πεντέλης με τις οποίες ολοκληρώθηκε το Αδριάνειο Υδραγωγείο.



Εικόνα 7 Διάγραμμα του Συμπλέγματος των σιδηρών δημοτικών σωλήνων και των κρηνών της Αθήνας (Πηγή: Αι Αθήναι εξεταζόμεναι υπό υδραυλικήν έποψιν, Ανδρ. Κορδέλλα, 1879)

Το Υδραγωγείο είχε μήκος περίπου 25 km, βρίσκονταν σε βάθος 10 έως 40 μέτρων και διατρήθηκε τμηματικά με φρέατα, που απείχαν μεταξύ τους 30 έως 40 μέτρα. Το Υδραγωγείο, κατά τη διάβασή του σε μαλακά πετρώματα, είναι επενδεδυμένο με μεγάλες πλάκες αψιδωτές ή με λιθοδομή. Στα σκληρά πετρώματα είναι απλά με λαξευμένες πλευρές, αρχίζει από την Πάρνηθα, διέρχεται μεταξύ Κουκουβάουνων και Ηρακλείου, συνεχίζει προς Χαλάνδρι, Αμπελόκηπους και καταλήγει στη δεξαμενή του Λυκαβηττού. Στην κύρια αρτηρία συνέβαλαν τα δευτερεύοντα υδραγωγεία Πάρνηθας, Βαρυμπόμπης, Κηφισιάς, Καλογρέζας, Χαλανδρίου, Χελιδονούς, Πεντέλης. Με τις ενισχύσεις αυτές, το καλοκαίρι του 1887, η ημερήσια παροχή έφθασε τα 3 600 m^3.

Το 1888, όμως, λόγω κακής συντήρησης του υδραγωγείου και λόγω της διάνοιξης φρεάτων για άρδευση, μειώθηκε η παροχή του στα 2 400 m^3/d, με αποτέλεσμα να υπάρξει λειψυδρία, αφού ο πληθυσμός της Αθήνας αυξήθηκε στις 133 000 κατοίκους. Μετά από αυτή τη λειψυδρία, ο Χαρ. Τρικούπης ανέθεσε την εκπόνηση προμελέτης στο Γάλλο μηχανικό E. Quellennec, της γαλλικής αποστο-

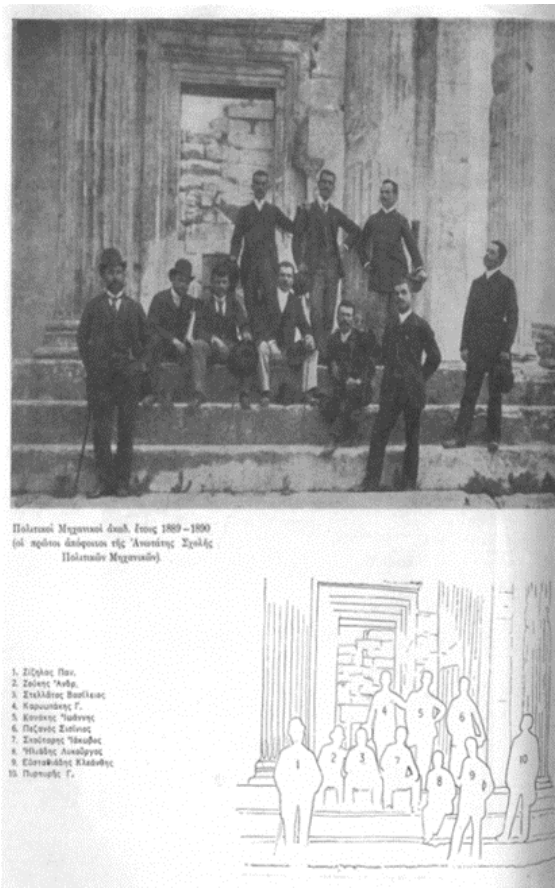
λής στην Ελλάδα, για την ενίσχυση της ύδρευσης Αθηνών με πρόβλεψη εξυπηρέτησης 280 000 κατοίκων.

Ο Quellennec πρότεινε (1890) τη μεταφορά νερών από τη λίμνη Στυμφαλία, με υδραγωγείο μήκους 145 km και εναλλακτικά μήκους 182 km. Τα ύδατα της Στυμφαλίας είχαν μεταφέρει οι Ρωμαίοι, για την ύδρευση της αρχαίας Κορίνθου, με υδραγωγείο 75 km. Την ίδια λύση, μεταφοράς νερών της Στυμφαλίας, είχε προτείνει το 1885 ο μηχανικός Δημοσίων Έργων Ηλίας Αγγελόπουλος. Η λύση αυτή εκ Στυμφαλίας προσέκρουσε σε έντονες αντιδράσεις λόγω του μεγάλου κόστους. Στη συνέχεια ο Quellennec, το 1890, πρότεινε αναθεώρηση της προταθείσας λύσης, λόγω νέων καταμετρήσεων της παροχής, η οποία βρέθηκε μικρότερη από την παροχή που έγινε παραδεκτή για το Υδραγωγείο. Προς τούτο πρότεινε διάφορες λύσεις π.χ. εκ λίμνης Φενεού ή των πηγών Κανδήλας (Λεβίδι) ή και συλλογής νερών με φράγματα. Η κυβέρνηση, με Νομοσχέδιο το 1890, δημοσίευσε σχέδιο σύμβασης για τη διοχέτευση υδάτων από τη Στυμφαλία και τελικά δεν προχώρησε κανένα από τα σχέδια αυτά, τα οποία παρέμειναν στα αρχεία του Υπουργείου, δεδομένου ότι παρήλθε και η ανομβρία. Το οξύ αυτό πρόβλημα της ύδρευσης Αθηνών – Πειραιώς, με την ανομβρία 1898-1899, αποτέλεσε και αντικείμενο μελέτης των Ελλήνων Τεχνικών εκείνης της εποχής, μέσω του Ελληνικού Πολυτεχνικού Συλλόγου. Το έτος 1899 έγιναν πολλές συζητήσεις και εκφράστηκαν σοβαρές αντιρρήσεις στον Πολυτεχνικό Σύλλογο για τη μελέτη Quellennec, που χαρακτηρίστηκε ως πολύ δαπανηρή και ανεφάρμοστη. Υπήρξαν και άλλες προτάσεις μεταφοράς νερών από Έλληνες και αλλοδαπούς μηχανικούς από διάφορες περιοχές κατά τα έτη 1899 και μετέπειτα.

Η συμμετοχή των Ελλήνων μηχανικών σε προτάσεις και διάλογο για το πρόβλημα ύδρευσης των Αθηνών είναι πλέον εμφανής, αφού ήδη από το 1890 αποφοίτησαν οι πρώτοι δεκατρείς (13) διπλωματούχοι Πολιτικοί Μηχανικοί από το «Σχολείον των Βιομηχανικών Τεχνών» και το 1899 οι πρώτοι τρείς (3) διπλωματούχοι της Σχολής Μηχανουργών. Αναφέρονται και πολλοί άλλοι μηχανικοί με σχετικές προτάσεις, οι οποίες εμφανίζονται, κυρίως, μέσω του Ελληνικού Πολυτεχνικού Συλλόγου.

Από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα είχε ήδη τεθεί το θέμα της αξιοποίησης του ελληνικού τεχνικού δυναμικού και του ρόλου του στην ανάπτυξη της χώρας. Ήδη, υπήρχε σημαντικός αριθμός Ελλήνων μηχανικών του Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών (Πολιτικών Μηχανικών), οι οποίοι από το 1890 και εντεύθεν, απέκτησαν και εμπειρίες, ώστε να χρησιμοποιηθούν για ένα στρατηγικό σχεδιασμό των έργων. Σημαντικό πρόσωπο στις προσπάθειες αυτές υπήρξε ο Νικόλαος Κιτσίκης, οποίος ήταν καθηγητής το 1916 και διετέλεσε και πρύτανης στο Εθνικό Μετσόβιο

Πολυτεχνείο (Ε.Μ.Π.), όπως μετονομάστηκε από το 1915 το «Σχολείον Βιομηχάνων Τεχνών».



Εικόνα 8 Πολιτικοί Μηχανικοί ακαδ. έτους 1889-1890 (Πηγή: Τεχνικά Χρονικά - Εκατονταετηρίδα Ε.Μ.Π., 1939)

Οι προτάσεις και οι διενέξεις, για την επίλυση του προβλήματος της ύδρευσης των Αθηνών – Πειραιώς, συνεχίστηκαν και μετά το 1900, μέχρι και το 1922, αφού στο μεταξύ, με την έκρηξη του Α΄ Παγκοσμίου πολέμου, διακόπηκαν και οι σκέψεις για τη διενέργεια διεθνούς διαγωνισμού. Στις αρχές του 1922 η Λέσχη Επιστημόνων οργάνωσε σειρά διαλέξεων προς εξέταση του θέματος της Ύδρευσης Αθηνών – Πειραιώς με τεχνητές λίμνες και σύγκρισή τους με εναλλακτικές λύσεις.

Μία από τις πλέον ενδιαφέρουσες προτάσεις ετέθη από τους μηχανικούς Γε-

νηδουνιά και Κτενά. Ο Γενηδουνιάς και Κτενάς υποστήριξαν με την πρότασή τους, την λύση ύδρευσης με την κατασκευή τεχνητής λίμνης πλησίον του οικισμού Μαραθώνα επί του χειμάρρου Χάραδρου.

3.5 Έργα αποχέτευσης στην Αθήνα (1830 έως 1922)

Σε ό,τι αφορά την αποχέτευση, μετά την ίδρυση του Ελληνικού Κράτους, περί το 1840, στην Αθήνα κατασκευάστηκε κλειστό παντορροϊκό σύστημα συλλογής ομβρίων και ακαθάρτων στις οδούς Κολοκοτρώνη, Ερμού, Αγ. Μάρκου και στην οδό Αδριανού προς το Θησείο, με αποδέκτη ρέμα της περιοχής Κεραμεικού.

Το 1858 σκεπάστηκε το ρέμα επί της οδού Σταδίου, μεταξύ Συντάγματος και Ομόνοιας. Ο παντορροϊκός αυτός αγωγός, καθώς και η κατασκευή και άλλων βασικών παντορροϊκών αγωγών καθώς και μικρότερων, σε άλλους δρόμους της Αθήνας, αφορά σε ένα, έστω, και στοιχειώδες δίκτυο, στο κέντρο της Αθήνας, τα λύματα του οποίου κατέληγαν στο ρέμα του Προφήτη Δανιήλ.

Το δίκτυο αυτό παρέμεινε επί πολλά έτη και το 1893 το συνολικό του μήκος ήταν, σύμφωνα με την ΕΥΔΑΠ, 11.5 km, ενώ οι ανάγκες εκείνη την εποχή απαιτούσαν δίκτυα 90 km, επειδή ο πληθυσμός της αυξήθηκε σημαντικά και οι ανάγκες ήταν οκταπλάσιες.

3.6 Το υδρευτικό πρόβλημα της Θεσσαλίας (1881 έως 1922)

Μετά την προσάρτηση της Θεσσαλίας, το 1881, η ύδρευση των οικισμών της Θεσσαλίας ήταν προβληματική. Οι κάτοικοι των πεδινών περιοχών υδρεύονταν από αβησσηνιακά φρέατα (τουλούμπες ή ημιαρτεσιανά) πηγάδια, πηγές, ποτάμια, με ανεπαρκείς συνήθως ποσότητες και, σε πλείστες περιπτώσεις, χαμηλής ή κακής ποιότητας.

Αναφέρονται συνοπτικά μερικά σχετικά θέματα και προσπάθειες επίλυσης των προβλημάτων για τους μεγαλύτερους οικισμούς όπως π.χ. της Λάρισας, Βόλου, Τρικάλων, Καρδίτσας το 1881 μέχρι την περίοδο του μεσοπολέμου.

Η Λάρισα, από την απελευθέρωση της Θεσσαλίας, προμηθεύονταν νερό ύδρευσης από τον Πηνειό, το οποίο στα νοικοκυριά καθαρίζονταν στοιχειωδώς από τα αιωρούμενα με καθίζηση, με την προσθήκη στυπτηρίας. Η επίλυση του προβλήματος της ύδρευσης και του ηλεκτροφωτισμού της Λάρισας, το 1911, ανατέθηκε στη γαλλική εταιρεία «Όμνιουμ», η οποία ανέλαβε να το επιλύσει με την κατασκευή των έργων και την εκμετάλλευση για 50 χρόνια. Αφού εκτέλεσε και λειτούργησε τις εγκαταστάσεις ηλεκτροφωτισμού, διέκοψε τις εργασίες ύδρευσης, λόγω των Βαλκανικών πολέμων.

Εικόνα 9 Ύδρευση Λάρισας μέχρι 1912-1913 (Πηγή: ΔΕΥΑΛ, 1991)

Ο Βόλος, επίσης, στερούνταν κεντρικού υδραγωγείου και δικτύου διανομής. Κάθε σπίτι είχε το δικό του πηγάδι ή φρέαρ (τουλούμπα), το οποίο, βέβαια, δεν ικανοποιούσε όλες τις ανάγκες του, ενώ δεν εξασφαλίζονταν και η ποιότητα του νερού, του οποίου η σκληρότητα έφθανε τους 25 γερμανικούς βαθμούς.

Εικόνα 10 Τουλούμπα από το σιδηρουργείο Γκλαβάνη στο Βόλο

Η ίδια κατάσταση επικρατούσε και στα Τρίκαλα, όπου στις αρχές της πρώτης δεκαετίας του 20^{ου} αιώνα, ανοίγονται τα πρώτα ημιαρτεσιανά (τουλούμπες). Μέχρι το 1922 η ύδρευση των Τρικάλων ήταν ανεπαρκής και μάλιστα παρατηρήθηκαν και καθυστερήσεις στην ανόρυξη των ημιαρτεσιανών, με αποτέλεσμα να παρουσιαστούν σοβαρές ελλείψεις νερού ύδρευσης.

30. Η θεμελίωση του αντλιοστασίου το 1935. Μέσα στο όρυγμα δεξιά, ο δήμαρχος Κ. Χατζημήτρος.

Εικόνα 11 Ύδρευση Καρδίτσας – Παπαράντζα (Πηγή: Ιστορία Ύδρευσης Καρδίτσας, ΔΕΥΑΚ, 2006)

Η Καρδίτσα επί Τουρκοκρατίας υδρεύονταν από τις πηγές «Παπαράντζα», που βρίσκονταν σε απόσταση περίπου 2.5 km νότια της πόλης. Το 1882, μετά την προσάρτηση της Θεσσαλίας, το τούρκικο υδραγωγείο μεταφοράς ήταν κτιστό, θολωτό και μέσα στην πόλη υπήρχε δίκτυο διανομής από πηλοσωλήνες που λειτούργησε μέχρι το τέλος του 19^{ου} αιώνα, αλλά με προβλήματα ως προς την επάρκεια, αλλά και την ποιότητά του. Από το 1901 και μετέπειτα, η Καρδίτσα απέκτησε υδραγωγείο από την «Παπαράντζα», με χυτοσιδερένιους σωλήνες και μέσα στην πόλη που σώζεται ακόμα σήμερα.

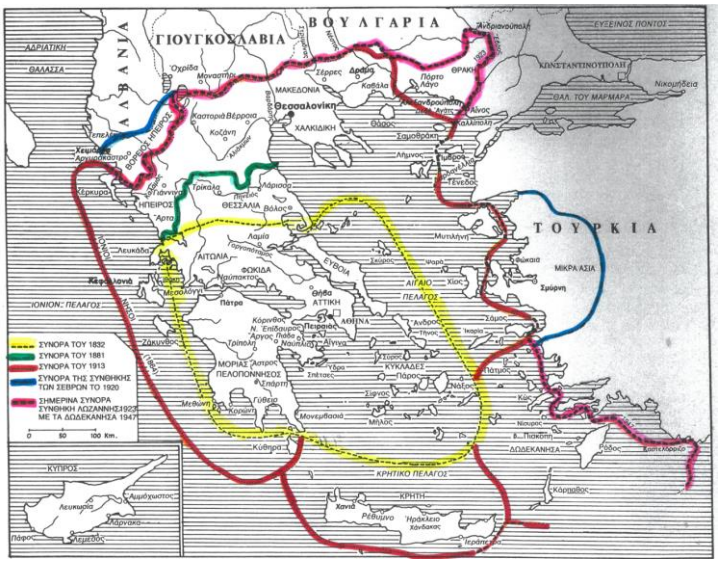
Μετά το 1920 οι Θεσσαλικές πόλεις Βόλου, Τρικάλων Φαρσάλων, στράφηκαν στη λύση των αρτεσιανών. Για τις λοιπές οικιακές ανάγκες, κυρίως πλυσίματος ρούχων κλπ., οι κάτοικοι των Θεσσαλικών πόλεων, αλλά και όλης της Ελλάδας, προσέφευγαν στην αλισίβα ή σταχτόνερο που παρασκεύαζαν με βρόχινο νερό, κατά προτίμηση, και στάχτη.

4 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ ΤΟΥ ΜΕΣΟΠΟΛΕΜΟΥ 1922 ΕΩΣ 1940-1950

Η κατάσταση της Ελλάδας, μετά τη δεκαετία 1910 και τη Μικρασιατική καταστροφή 1922 ήταν τραγική από οικονομικής άποψης, αφού ήδη είχε επιβληθεί και ο Διεθνής Οικονομικός Έλεγχος (Δ.Ο.Ε.), μετά την ήττα του Ελληνικού Στρατού

το 1897.

Η Ελλάδα, μετά τους Βαλκανικούς πολέμους και τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, με τη Συνθήκη των Σεβρών το 1920, περιέλαβε στην επικράτειά της τη Μακεδονία και την Ήπειρο, ενώ με τη συνθήκη της Λωζάννης το 1923, και τη Δυτική Θράκη και κατέληξε με την προσάρτηση και των Δωδεκανήσων το 1947, στα σημερινά της σύνορα.



Εικόνα 12 Ιστορικός χάρτης της Ελλάδας (Πηγή: Επισκόπηση Νεοελληνικής Ιστορίας, Ν.Σβορώνος)

Στη Θεσσαλία τα μεγάλα υδραυλικά έργα, τα οποία θα είχαν σημαντική συμβολή στην οικονομική ανάπτυξη της χώρας και στην εξυγίανση των ελωδών εκτάσεων καθυστερούσαν, παρά το γεγονός ότι είχε προσαρτηθεί στην Ελλάδα από το 1881. Το αποτέλεσμα ήταν ότι η ελονοσία αποδεκάτιζε τον αγροτικό πληθυσμό της Θεσσαλίας. Η μελέτη π.χ. του Nobile για τη Θεσσαλία, λόγω του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου αλλά και της Μικρασιατικής καταστροφής, δεν εφαρμόσθηκε μέχρι το 1922 και η μόνη ενέργεια που έγινε ήταν η ανάθεση στο μηχανικό Jackson (1919) της μελέτης των αντιπλημμυρικών έργων Θεσσαλίας, βάσει της μελέτης Nobile και των διατυπωθεισών, στο μεταξύ, απόψεων των Ελλήνων μηχανικών.

Μετά το 1922 η πολιτική αστάθεια και τα προβλήματα στέγασης και διατροφής των προσφύγων από την Μικρά Ασία ανέστειλαν πολλές προσπάθειες προώθησης των σχεδίων μελέτης και κατασκευής υδραυλικών έργων υποδομής. Πάντως έγιναν μερικές προσπάθειες για την προώθηση ορισμένων μεγάλων έργων

μετά το 1922, μέσα στη δεκαετία του 1920, μεταξύ των οποίων ήταν και το μεγάλο θέμα της λειψυδρίας των Αθηνών – Πειραιώς. Η λειψυδρία πήρε εκρηκτικές διαστάσεις, λόγω της μικρασιατικής καταστροφής και της ξαφνικής αύξησης του πληθυσμού της Αθήνας στους 800 000 κατοίκους.

Το 1923 ο μηχανικός Θ. Γεννηδουνιάς, προϊστάμενος του γραφείου μελετών Υδραυλικών έργων του Υπουργείου Συγκοινωνιών, παρουσίασε το σχέδιο της Ύδρευσης Αθηνών -Πειραιώς, με κατασκευή φράγματος και δημιουργία τεχνητής λίμνης στο χείμαρρο Χάραδρο του Μαραθώνα.

Η δημοπρασία, για την ύδρευση Αθηνών-Πειραιώς από τη λίμνη Μαραθώνα, έγινε με διεθνή διαγωνισμό, το 1923. Το έργο, τελικά, ανατέθηκε, με το σύστημα μελέτη – κατασκευή – χρηματοδότηση – λειτουργία στην εταιρεία Ulen and company, το 1925 και την εποπτεία του είχε η συσταθείσα τότε προς τούτο Ελληνική Εταιρεία Υδάτων (ΕΕΥ). Η κατασκευή του φράγματος και του ταμιευτήρα ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 1926 και ολοκληρώθηκε το 1929 και η παροχέτευση νερού στην Αθήνα – Πειραιά έγινε το 1931, όταν τελείωσαν όλα τα έργα μεταφοράς, περιλαμβανομένης της σήραγγας Μπογιατίου και των διυλιστηρίων Γαλατσίου.

Κατά τη δεκαετία του 1920, το Δεκέμβριο 1926, με το Π.Δ. 27/1926 έγινε η Σύσταση Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας», γεγονός σημαντικό για τον Τεχνικό κόσμο της χώρας. Οι ειδικότητες που εντάχθηκαν τότε ήταν: α) Πολιτικών Μηχανικών, β) Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, γ) Αγρονόμων – Τοπογράφων Μηχανικών, δ) Χημικών Μηχανικών, ε) Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών, ζ) Ναυπηγών Μηχανικών, η) Ηλεκτρονικών Μηχανικών.

Το 1929 και μετέπειτα, επί κυβερνήσεων Ελ. Βενιζέλου, επιδιώχθηκε, με σοβαρές και όχι πρόχειρες και προσωρινές λύσεις, να επιλυθούν τα μεγάλα προβλήματα ανάπτυξης της χώρας, όπως π.χ. το θέμα του σιταριού, με την εξυγίανση και απόδοση για καλλιέργεια εκτάσεων σε περιοχές της Θεσσαλίας, Ηπείρου, Μακεδονίας, Κρήτης κ.λπ.

Μερικά από αυτά τα έργα περιγράφονται στη συνέχεια συνοπτικά, με τα βασικά χαρακτηριστικά μεγέθη και το χαρακτήρα τους π.χ. αντιπλημμυρικό, εξυγιαντικό, αρδευτικό, ύδρευσης ή αποχέτευσης. Αναφέρονται, κυρίως, έργα που κατασκευάσθηκαν στη Θεσσαλία και στις πρόσφατα απελευθερωθείσες περιοχές της Ηπείρου και Μακεδονίας, διότι σ' αυτές έγιναν τα μεγαλύτερα και σημαντικότερα.

4.1 Υδραυλικά έργα Θεσσαλίας

Το Δεκέμβριο του 1929 υπεγράφη σύμβαση μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και

του Καρόλου Μπούτ, εκπροσώπου της εταιρείας «Henri Boot and sons Limited». Η σύμβαση αυτή κυρώθηκε με Νόμο το Μάρτιο 1930. Η σύμβαση προέβλεπε τη σύνταξη οριστικής μελέτης και προϋπολογισμού αντιπλημμυρικών, αποστραγγιστικών και αρδευτικών έργων στη Θεσσαλία, Ήπειρο, Κρήτη και Βοιωτικό Κηφισό, με υπεύθυνο μηχανικό το διεθνούς φήμης τότε υδραυλικό μηχανικό Macdonald, τεχνικό σύμβουλο της Αιγυπτιακής κυβέρνησης που μελέτησε και τη δεύτερη υπερύψωση του φράγματος Ασσουάν.

Στο Λονδίνο, υπό τον Macdonald, εργάστηκε ο Έλληνας μηχανικός Αριστοτέλης Γαλάνης, ο οποίος δημοσίευσε στα Τεχνικά Χρονικά, 15/08/1933 αριθ. 40, σχετική περιγραφή της μελέτης Boot. Στη δημοσίευση αυτή ο Αρ. Γαλάνης περιγράφει ότι: *«Διά της συμβάσεως του 1929 ανετέθη εις την Εταιρεία Boot ή σύνταξις οριστικών μελετών μετά των σχετικών προϋπολογισμών δια τας ακολούθους περιοχάς: Θεσσαλίαν - Βοιωτικόν Κηφισόν - Λούρον, Αχέροντα, Λίμνην Λαψίστης και έλη Μαργαρίτου εν Ηπείρω - Πεδιάδας Πλατανιά και Κούρνας εν Κρήτη. Συνεργεία Άγγλων και Ελλήνων μηχανικών και τοπογράφων εξετέλουν επί τρία συναπτά έτη τοπογραφικάς και χωροσταθμικάς εργασίας, προέβαινον εις ομβρομετρικάς και υδρομετρικάς παρατηρήσεις και καταμετρήσεις παροχών των διαφόρων ρευμάτων, ελάμβανον χρησίμους πληροφορίας εξ επιτοπίων πηγών. Η Ελληνική Κυβέρνησις έθεσεν εις την διάθεσιν της Εταιρείας τους χάρτας, σχέδια και υπομνήματα των δύο προηγούμενων μελετών και πάσας τάς όμβρομετρικάς και ύδρομετρικάς παρατηρήσεις, καταμετρήσεις παροχών και παρατηρηθείσας μεγίστας στάθμας πλημμύρας, από του 1903 και εντεύθεν».*

Η μελέτη Boot υπεβλήθη το 1934 και άρχισε η εκτέλεση ορισμένων έργων, μετά από γνωμάτευση επιτροπής, που συστήθηκε από το Τεχνικό Επιμελητήριο και αποτελείτο από τους Α. Σίνο Καθηγητή ΕΜΠ, Γ. Βοϊλα και Α. Γεωργαλά, αλλά υπήρξαν αντιρρήσεις από το Υπουργείο Γεωργίας, οπότε συστήθηκε και νέα επιτροπή από τους καθηγητές Α. Πρωτοπαπαδάκη, Α. Κοριζή, Κ. Πανταζή και Α. Σίνου, η οποία γνωμάτευσε και υπέβαλε το πόρισμά της τον Ιανουάριο 1935.

Βασικά έγινε δεκτή η μελέτη «Boot» σε ό,τι αφορούσε τα αντιπλημμυρικά έργα, με την παρατήρηση να γίνουν ορισμένες αναθεωρήσεις, που αφορούσαν στη συμπλήρωση των έργων στην πεδιάδα της Λάρισας και, σε ό,τι αφορούσε τα έργα του Υπουργείου Γεωργίας, να συνταχθεί πλήρης οικονομοτεχνική μελέτη για τον προσδιορισμό των ωφελειών. Ταυτόχρονα υπήρξε και παρέμβαση από τους πολιτικούς μηχανικούς Κλ. Στυλιανίδη και Γ. Χαλκιόπουλο, με προτάσεις για προτεραιότητα άρδευσης με υπόγεια νερά, λόγω του υψηλού τότε υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα. Επίσης, με κάποια προτεινόμενη λειτουργία του ταμιευτήρα Κάρλας για την αποχέτευση πλημμυρικών παροχών, μέσω της σήραγγας και πα-

ραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 35 GWh/έτος στην έξοδό της.

Σε ότι αφορά τα αντιπλημμυρικά Έργα Θεσσαλίας, οι προτάσεις της μελέτης είχαν σκοπό την προστασία 1 750 000 στρεμμάτων των νομών Καρδίτσας και Λάρισας από τα οποία:

Στο νομό Καρδίτσας:

Μόνιμα έλη	65 km^2
Κατακλυζόμενα κατ' έτος καλλιεργημένα εδάφη	535 km^2
Λοιπά εδάφη	490 km^2
Σύνολο	1 090 km^2

Στο νομό Λάρισας:

Μόνιμα έλη	47 km^2
Λίμνη Κάρλας	70 km^2
Κατακλυζόμενα κατ' έτος καλλιεργημένα εδάφη	183 km^2
Λοιπά εδάφη	360 km^2
Σύνολο	660 km^2

Η μελέτη Boot βασίστηκε σε γενικές αρχές στη μελέτη Nobile και προέβλεπε:

1. Την κατασκευή, στους ποταμούς Πηνειό και παραποτάμους, παράλληλων αναχωμάτων με πολύ ευρεία κοίτη πλημμυρών.
2. Κατασκευή συλλεκτήρων των ορεινών ρευμάτων, εγκιβωτισμό τους και κατευθείαν εισαγωγή τους στις κοίτες του ποταμού.
3. Κατασκευή συλλεκτήρα πεδινών υδάτων, με εκβολή του στον Πηνειό, κοντά στο Κουτσόχερο, 18 km δυτικά της Λάρισας.
4. Για την Κάρλα, ως ριζική λύση, προέβλεπε την αποξήρανσή της, με σήραγγα μήκους 11 km στον Παγασητικό κόλπο (πραγματοποιήθηκε το 1960). Προσωρινά προέβλεψαν εκτροπή μερικών ρευμάτων και περιφερειακούς συλλεκτήρες, ώστε, από την όλη λεκάνη απορροής των 1 550 km^2, να εκτρέπονται προς τον Πηνειό τα 450 km^2.

Τελικώς, με τα κατασκευασθέντα έργα, προστατεύθηκαν από τις πλημμύρες, μέχρι τον πόλεμο του 1940, περί τις 500 000 στρ. στο νομό Καρδίτσας και Λάρισας, ενώ αποξηράνθηκαν, σχεδόν πλήρως, έλη 100 000 στρ. Η Κάρλα, από τα 107 000 στρ. που κατέκλυζε, περιορίσθηκε περίπου σε 45 000στρ. Μετά τον πόλεμο, η Boot συνέχισε τα έργα μέχρι το 1952, οπότε αποσύρθηκε.

4.2 Υδραυλικά Έργα στην Ήπειρο

Με σύμβαση, το Δεκέμβριο 1929, ανετέθη στην αγγλική εταιρεία «Henry Boot Sons Ltd» η εκτέλεση υδραυλικών έργων στην Ήπειρο.

Τα εκτελεσθέντα έργα έγιναν στις περιοχές των λιμνών Παμβώτιδας και Λαψίστας Ιωαννίνων, με σκοπό να υποβιβάσουν τη στάθμη των λιμνών, που κάλυπταν επιφάνεια 20 000 στρεμμάτων και να διοχετεύσουν τα νερά στον π. Καλαμά, με σήραγγα μήκους ~4.1 km που κατασκευάστηκε σε δύο φάσεις, εκ των οποίων, την πρώτη φάση, μήκους ~1.4 km, κατασκεύασε η «Boot», μέχρι το 1940 και τη δεύτερη η Ελληνική Εταιρεία «Οδών και Οδοστρωμάτων» μετά το 1954.

Μετά την αποξήρανση των περιοχών με τα λιμνάζοντα ύδατα, έγινε η άρδευσή τους σε συνολική επιφάνεια περίπου 40 000 στρ. στις περιοχές Ροδοτόπι, Τούμπα, Μπισδουνίου – Κρ. Βρύση και Πετσάλης.

Επίσης έγιναν από την «Boot» υδραυλικά έργα στην πεδιάδα της Άρτας – Λούρου. Η πεδιάδα της Άρτας διασχίζεται από δύο ποτάμια, τον Άραχθο και τον Λούρο. Ο Άραχθος έχει λεκάνη απορροής ~2 000 km^2 και ο Λούρος έχει λεκάνη ~800 km^2. Τα δύο τόσο κοντινά ποτάμια παρουσιάζουν δύο ακραία παραδείγματα διαφορετικής υδρολογικής συμπεριφοράς. Ο Άραχθος, που στο μεγαλύτερο τμήμα της λεκάνης του αποτελείται από φλύσχη, αποδίδει, με πολύ μικρή υστέρηση, τις βροχές που δέχεται, με στερεοπαροχή μεγάλη από χονδρόκοκκο ασβεστολιθικό και πιο πολύ από λεπτόκοκκο μαργοαργιλικό. Είναι το θολό ποτάμι με τον έντονο χειμαρρικό χαρακτήρα. Ο Λούρος είναι το ρυθμισμένο ποτάμι, με λεκάνη απορροής ασβεστολιθική, που τροφοδοτείται από πηγές, τόσο της λεκάνης του, όσο και από τη γειτονική προς βορρά λεκάνη της Παμβώτιδας λίμνης (των Ιωαννίνων).

Μεταξύ των δύο ποταμών υπάρχουν άφθονες πηγές, οι οποίες βρίσκονται σε χαμηλά υψόμετρα και δημιουργούν έλη. Από αυτές μάλιστα, οι πηγές της Βόσσας, με παροχές της τάξεως των 3-5 m^3/s, είναι αλατούχες, με περιεκτικότητες από 400 έως 800 PPM χλωριούχων και έχουν εναλατώσει τεράστιες εκτάσεις, πολλές από τις οποίες έχουν τελείως αλκαλιωθεί.

Το πρόβλημα στην πεδιάδα της Άρτας ήταν πολλαπλό: Απαγωγή των πλημμυρών του Αράχθου με εγκιβωτισμό του, προστασία των πρανών του ποταμού στα ανάντη της πόλεως από τις έντονες διαβρώσεις και χρησιμοποίηση των θερινών παροχών του για άρδευση. Από το μέρος του Λούρου, εγκιβωτισμός του ποταμού, μέχρι την έξοδό του στον Αμβρακικό και συγκέντρωση των πηγών, με αποστράγγιση των ελών και απαγωγή τους στη θάλασσα. Τούτο όμως δεν ήταν δυνατόν, παρά μόνον με άντληση.

Με τα έργα που μελέτησε η Boot, προβλέπονταν να αρδεύονται 139 400 στρ. και να βελτιωθούν οι συνθήκες αποχέτευσης – αποστράγγισης άλλων 19 600 στρ., συνολικά 159 000 στρ. Τα έργα αυτά δημιούργησαν μερικές βασικές υδάτινες αρτηρίες βελτιώνοντας αρκετά την κατάσταση. Για εκείνη την εποχή ήταν σωτήρια, με τα μεταπολεμικά κριτήρια βέβαια, μακριά όμως από την έννοια του εγγειοβελτιωτικού έργου. Εκτός, όμως, των αυξημένων τεχνολογικών δυνατοτήτων που υπάρχουν σήμερα, όλα τα πιο πάνω έργα ήταν καθ' αυτά δύσκολα, γι' αυτό φαίνεται ότι ξανάρχισαν να μελετώνται από το τέλος του 1983.

4.3 Υδραυλικά Έργα Μακεδονίας

Η Μικρασιατική καταστροφή του 1922 είχε ως αποτέλεσμα την ανταλλαγή των πληθυσμών, η οποία δημιούργησε, εκτός από τα προβλήματα της στέγασης και διατροφής των προσφύγων, που υπολογίζονται σε 600 000 κατοίκους, και έντονο πρόβλημα ανεργίας, το οποίο θα έπρεπε να λυθεί σε ένα βαθμό με την αποκατάσταση σε γεωργικό κλήρο ενός σημαντικού μέρους των προσφύγων, ώστε να αποφευχθεί και η υπέρ συγκέντρωση προσφύγων στα αστικά κέντρα.

Έπρεπε επομένως, να δρομολογηθεί επειγόντως η εκτέλεση παραγωγικών έργων. Στην προσπάθεια όμως αυτή, υπήρξαν αντιδράσεις ακόμα και από ειδικούς, για διάφορους τεχνικούς, αλλά και οικονομικούς ενδοιασμούς περί την απόδοσή τους.

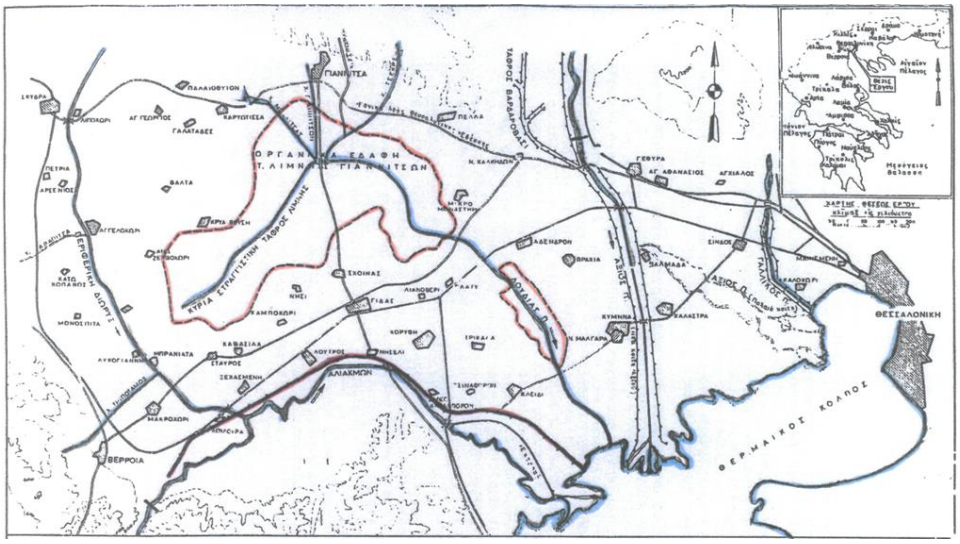
Οργανώθηκαν τότε από το Τεχνικό Επιμελητήριο σειρές σχετικών ομιλιών, στις οποίες έλαβαν μέρος επώνυμοι επιστήμονες της εποχής εκείνης, καθώς και καθηγητές του Πολυτεχνείου, όπως ο Σίνος, Γεωργικόπουλος, οι οποίοι ανέλαβαν να διαφωτίσουν την κοινή γνώμη ως προς τη σκοπιμότητα και την απόδοση των έργων.

Τα έργα άρχισαν να εκτελούνται στις πεδιάδες Θεσσαλονίκης, Σερρών και Δράμας, στις οποίες οι διασχίζοντες ποταμοί είχαν σχηματίσει μόνιμα έλη και λίμνες, που κάλυπταν πολύ μεγάλο μέρος της επιφάνειάς τους, με μόνιμες ή περιοδικές κατακλύσεις.

Η <u>πεδιάδα Θεσσαλονίκης</u> διαρρέεται από τους ποταμούς Γαλλικό, Αξιό και Λουδία από Βορρά και Β.Δ. και τον Αλιάκμονα από Δυτικά. Οι ποταμοί αυτοί, με τις πλημμύρες τους, δημιούργησαν τις λίμνες Αρτζάν – Αματόβου, τη λίμνη Γιαννιτσών και το έλος του Λουδία. Η εκτέλεση έργων στην πεδιάδα Θεσσαλονίκης ανετέθη στην εταιρεία Foundation το 1925 και προέβλεπε την κατασκευή έργων:

- Αποξήρανση των λιμνών Αρτζάν – Αματόβου, περίπου 55 000 στρ. και κατασκευή αποστραγγιστικού δικτύου μέσα σ' αυτή την περιοχή.

- Διευθέτηση των ποταμών Γαλλικού, Αξιού και Αλιάκμονα, με αναχώματα προστασίας των γειτονικών εκτάσεων.
- Κατασκευή περιμετρικής διώρυγας της λίμνης Γιαννιτσών για τη διοχέτευση των πλημμυρικών νερών στον Αλιάκμονα.
- Αποξήρανση της λίμνης Γιαννιτσών, με εκβάθυνση και διαπλάτυνση του π. Λουδία, ώστε να διοχετεύονται οι παροχές του στο Θερμαϊκό κόλπο και η κατασκευή αποστραγγιστικού και αρδευτικού δικτύου στην αποξηρανθείσα πεδιάδα.
- Εκτροπή της κοίτης του Αξιού, κατάντη της σιδηροδρομικής γραμμής μέχρι τη θάλασσα, ώστε να προστατευθεί από προσχώσεις ο λιμένας Θεσσαλονίκης.



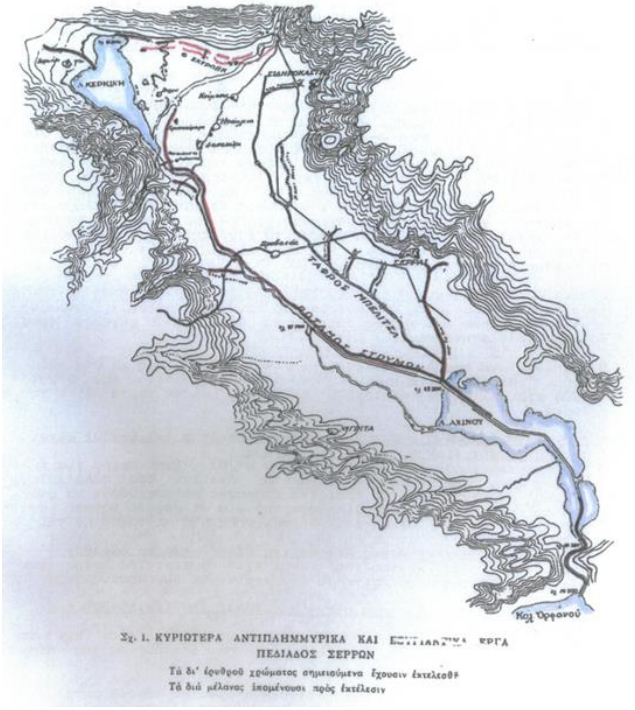
Εικόνα 13 Σκαρίφημα αντιπλημμυρικών – αποστραγγιστικών έργων στην πεδιάδα Θεσσαλονίκης τη δεκαετία 1920-1930 (Πηγή: Αρχείο Δ. Κωνσταντινίδη)

Η πεδιάδα Σερρών διαρρέεται από τον π. Στρυμόνα και από πλήθος χειμάρρων που συλλέγονται από τη φυσική τάφρο Μπελίτσα, που εκβάλει στο Στρυμόνα. Από το Στρυμόνα σχηματίστηκαν οι λίμνες Κερκίνη και Αχινού, η οποία δέχεται και τα νερά του π. Αγγίτη. Η εκτέλεση των υδραυλικών έργων στην πεδιάδα Σερρών ανατέθηκε το 1928 στην εταιρεία John Monx, Ulen and Co.

Τα έργα που εκτελέστηκαν ήταν:

- Εκτροπή του π. Στρυμόνα προς τη λίμνη Κερκίνη.

- Κατασκευή κατάντη νέας κοίτης Στρυμόνα.
- Κατασκευή αποστραγγιστικού δικτύου και διευθέτηση των πεδινών χειμάρρων.
- Κατασκευή πρωτεύοντος αρδευτικού δικτύου στην πεδιάδα Σερρών.



Εικόνα 14 Υδραυλικών έργα στην πεδιάδα Σερρών (Πηγή: Τεχνικά Χρονικά, 15/03/1933)

Στην πεδιάδα Δράμας, η οποία διαρρέεται από τους ποταμούς Νευροκοπίου και Αγγίτη και μικροχειμάρρους, το αποτέλεσμα ήταν να δημιουργηθούν τα τενάγη των Φιλίππων. Προς τούτο αποφασίσθηκε, στην πεδιάδα Δράμας, να γίνουν, με την ίδια ως άνω εταιρεία έργων πεδιάδας Σερρών, τα παρακάτω έργα:

- Η κατασκευή δικτύου τάφρων αποστράγγισης των τεναγών Φιλίππων.
- Η διευθέτηση πεδινών χειμάρρων.
- Η διευθέτηση του φαραγγιού του π. Αγγίτη.
- Η διευθέτηση της πεδινής κοίτης του Αγγίτη και η κατασκευή αρδευτικού δικτύου στην πεδιάδα Δράμας.

Οι ωφέλειες στις προηγούμενες πεδιάδες απεικονίζονται με τα πιο κάτω στοιχεία, που αναφέρονται στις εκτάσεις που προέκυψαν μετά την εκτέλεση των έργων.

Πεδιάδα Θεσσαλονίκης: Συνολική έκταση 2 200 000 στρ. καλλιεργήσιμης γης 900 000 στρ. μη αρδευόμενης. Από την υπόλοιπη έκταση 1 300 000 στρ., έκταση περίπου 500 000 στρ., παραδόθηκαν για καλλιέργειες από την αποξήρανση των λιμνών Αρτζάν – Αματόβο, Γιαννιτσών και το έλος Λουδία. Αν και έγιναν μελέτες για αρδευτικά έργα, τα έργα δεν προχώρησαν, ενώ θα μπορούσαν να αρδευτούν περίπου 800 000 στρ.

Πεδιάδα Σερρών: Συνολική έκταση 1 180 000 στρ., εκ των οποίων ~440 000 στρ. ήταν μη κατακλυζόμενα, ενώ η υπόλοιπη έκταση καλύπτονταν, μερικά ή ολικά, από έλη και λίμνες, πλην μιας έκτασης, 170 000 στρ. περίπου, που ήταν θαμνώδης.

Πεδιάδα Δράμας: Συνολική έκταση 380 000 στρ., μη κατακλυζόμενη 220 000 στρ., αποξηρανθείσα 116 000 στρ., προστατευόμενη 43 000 στρ. και αρδευόμενη 1 000 στρ.

Ανακεφαλαιωτικά, με τα εκτελεσθέντα έργα στη Μακεδονία, αποξηράνθηκαν ~900 000 στρ. προερχόμενα από λίμνες και έλη. Προστατεύθηκαν και παραδόθηκαν στην καλλιέργεια περίπου 1 130 000 στρ. και, επί συνολικής έκτασης περίπου 3 760 000 στρ., θα αρδεύονταν περίπου 1 600 000 στρ.

4.4 Το γενικότερο πρόβλημα ύδρευσης των πόλεων στην Ελλάδα

Μετά το 1922, η πληθυσμιακή αύξηση των αστικών περιοχών δημιούργησε την ανάγκη λήψης άμεσων μέτρων για την ύδρευση, κυρίως των πόλεων, εκτός των Αθηνών, της Θεσσαλονίκης, και των Πατρών, του Ηρακλείου Κρήτης, του Βόλου, της Λάρισας κ.λπ. Η ικανοποίηση των υδρευτικών αναγκών πραγματοποιούνταν μέχρι τότε από ημιαρτεσιανά, πηγάδια, φυσικές πηγές και νερά ποταμών.

Η ποιότητα των νερών, πολλές φορές, δεν ήταν η κατάλληλη προς πόση, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σοβαρές επιδημίες στους αστικούς πληθυσμούς. Εκτός της ύδρευσης και η αποχέτευση των πόλεων βρίσκονταν σε εμβρυακή κατάσταση και μέχρι τότε είχαν κατασκευαστεί μόνο κάποια έργα αντιπλημμυρικά, συλλογής και αποχέτευσης ομβρίων.

Έργα αποχέτευσης ακαθάρτων δεν υπήρχαν και ως εκ τούτου η διάθεσή τους γίνονταν είτε σε ορισμένους παντορροϊκούς αποδέκτες, είτε σε φυσικά ρέματα και ποτάμια, με αποτέλεσμα να υπάρχουν πλείστες όσες εστίες μόλυνσης των υδάτων και να προκαλούνται συχνές επιδημίες στους κατοίκους των περιοχών αυτών.

Την περίοδο του μεσοπολέμου και μέσα στη δεκαετία 1920-1931, με το

φράγμα Μαραθώνα, τα έργα μεταφοράς και τα διυλιστήρια Γαλατσίου, που αναφέρονται στη συνέχεια, υπήρξε μία μεγάλη ανακούφιση στο υδρευτικό πρόβλημα της Αθήνας και του Πειραιά.

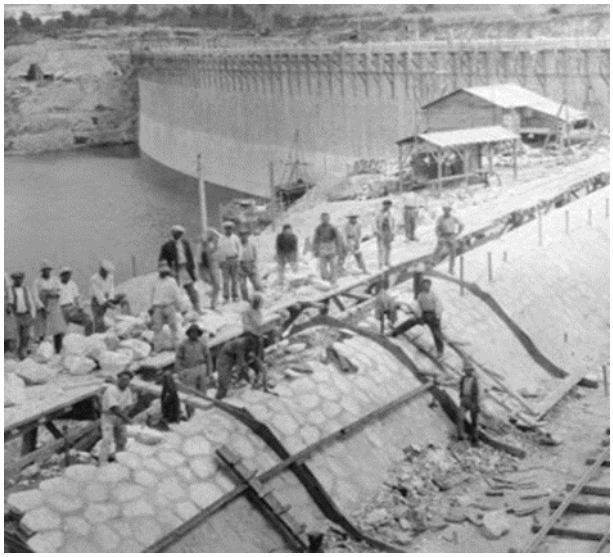
Εκτός, όμως, των Αθηνών, μόνο στη Λάρισα το 1931 περατώθηκαν σημαντικά έργα ύδρευσης, με νερά του Πηνειού και κατασκευή διυλιστηρίων, με τα οποία η Λάρισα υπήρξε πρωτοπόρος μαζί με την Αθήνα στην επεξεργασία επιφανειακών νερών, με έργα που κατασκευάστηκαν και λειτούργησαν οργανωμένα, παρείχαν δε εγγυημένα νερό καλής ποιότητας.

Χαρακτηριστικά στοιχεία αναφέρονται πιο κάτω για τα έργα Μαραθώνα και Λάρισας, καθώς και συνοπτικά στοιχεία για τη γενικότερη κατάσταση σε ορισμένες μεγάλες πόλεις της Ελλάδας, στην περίοδο του μεσοπολέμου και τη δεκαετία 1940-1950, ώστε να αποκτηθεί μία γενική εικόνα των συνθηκών ύδρευσης στην περίοδο αυτή.

4.5 Το φράγμα Μαραθώνα και τα έργα ύδρευσης

Τα έργα κατασκευής του φράγματος Μαραθώνα και τα έργα μεταφοράς και διανομής νερού στην Αθήνα – Πειραιά από την Εταιρεία «Ulen and company» εκτελέστηκαν από το 1925 έως το 1931. Τα προς κατασκευή έργα ήταν τα εξής:

- Κατασκευή φράγματος στον ποταμό Χάραδρο στον Μαραθώνα και δημιουργία τεχνητής λίμνης ~41 εκατομμυρίων κυβικών.
- Κατασκευή υδραγωγείου, μήκους ~21.5 km, στο οποίο περιλαμβάνεται και η σήραγγα Μπογιατίου, μήκους ~13.4 km.
- Κατασκευή εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού (διυλιστηρίων) στο Γαλάτσι.
- Δίκτυα διανομής νερού και διασύνδεσης των καταναλωτών με υδρομετρητές.
- Λοιπά έργα μεταφοράς και ανύψωσης του νερού στις δεξαμενές αποθήκευσης – ρύθμισης του νερού.
- Στα έργα εργάστηκαν περίπου εννιακόσια άτομα διαφόρων ειδικοτήτων, που διέμεναν σε σύγχρονο οικισμό στην περιοχή του έργου.



Εικόνα 15 Κατασκευή φράγματος Μαραθώνα (Πηγή: Ο κύκλος του νερού στην Αττική γη – ΕΥΔΑΠ)

Η έναρξη του έργου έγινε τον Οκτώβριο του 1926 με τις εκσκαφές θεμελίωσής του.

Το ύψος του φράγματος είναι 54 m, το μήκος στέψης του 285 m και το πάχος του στην κεντρική διατομή ξεκινούσε από 48 m και έφθανε στη στέψη 4.5 m. Η σήραγγα Μπογιατίου έχει διατομή περίπου 2.3 m πλάτος / 2.48 m ύψος.

Τα εγκαίνια έγιναν στην πύλη του Αδριανού στην Αθήνα, προς τιμήν του αυτοκράτορα Αδριανού, που κατασκεύασε το σημαντικότατο έργο για την εποχή του, που ξεδιψούσε την Αθήνα επί αιώνες.

4.6 Έργα ύδρευσης σε αστικά κέντρα της χώρας

Στη Θεσσαλονίκη την περίοδο του μεσοπολέμου, η ύδρευση της πόλης παρουσιάζει προβλήματα επάρκειας νερού, λόγω του ερχομού μεγάλου πλήθους προσφύγων το 1922. Με σκοπό την αντιμετώπιση της κατάστασης αυτής, κατασκευάστηκαν έργα ενίσχυσης της ύδρευσης, όπως γεωτρήσεις και δεξαμενές π.χ. στις περιοχές Καλοχωρίου και σε διάφορες περιοχές της Θεσσαλονίκης.

Σημειώνεται ότι η Οθωμανική Εταιρεία Ύδρευσης ιδρύθηκε το 1888. Μετά την απελευθέρωση της Θεσσαλονίκης το 1912 από τους Τούρκους, τα Υδραγωγεία Χορτιάτη, Ρεντζικίου και Λεμπέτ, που υδροδοτούσαν τη Θεσσαλονίκη μέχρι το 1939, περιήλθαν στο Δήμο, ο οποίος λειτούργησε έκτοτε, τα ενίσχυσε δε με γεωτρήσεις που έγιναν μέσα στην πόλη.

Εικόνα 16 Υδραγωγείο Χορτιάτη (Πηγή: Διαδίκτυο)

Μέχρι το 1939 κατασκευάστηκε το εσωτερικό δίκτυο της πόλης, με χυτοσιδηρούς σωλήνες. Το 1939, με τον Ν. 1563, συστάθηκε ο Οργανισμός Ύδρευσης Θεσσαλονίκης (ΟΥΘ), ο οποίος εξαγόρασε την «Οθωμανική Εταιρεία Υδρεύσεως Θεσσαλονίκης» και ανέλαβε τις λοιπές εγκαταστάσεις ύδρευσης του Δήμου.

Μετά το 1945, με τη λήξη του πολέμου, έγιναν σημαντικά έργα βελτίωσης των υφιστάμενων έργων, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες που προέκυπταν από την απότομη αύξηση του αστικού πληθυσμού, προέκυψαν, όμως, προβλήματα από τη βεβιασμένη κατασκευή έργων, χωρίς αξιόπιστες μελέτες.

Εικόνα 17 Καπάκι φρεατίου δικλείδας πυρκαγιάς – 1890 (Πηγή: Διαδίκτυο)

Στην Πάτρα, η ύδρευση στην αρχαιότητα πραγματοποιούνταν από τοπικές πηγές και πηγάδια. Στη ρωμαϊκή περίοδο και τους πρώτους βυζαντινούς χρόνους έγινε το μεγάλο έργο του υδραγωγείου «Καμάρες», που τροφοδοτούνταν από την πηγή «Νερομάνα» της περιοχής Ρωμανού. Αργότερα, στη δεκαετία 1870, ανακαινίστηκε ο υδραγωγός καμάρες και κατασκευάστηκε στο φρούριο η δεξαμενή 2 000 m^3.

Η πόλη τον 19ο αιώνα υδρεύονταν από δημόσιες κρήνες, ενώ υπήρξε και ένα δίκτυο από μολύβδινους σωλήνες, στο οποίο συνδέθηκαν, μέχρι το τέλος του αιώνα, 1 000 κατοικίες.

Η ενίσχυση της ύδρευσης έγινε το 1899 με τη μεταφορά νερού από τις πηγές «Βελουχίου», σε υψόμετρο +460 στη δυτική όχθη του χειμάρρου Χαράδρου.

Το 1928, στην περίοδο του μεσοπολέμου, έγινε νέα μελέτη ενίσχυσης της ύδρευσης από τις πηγές της Β.Δ. πλευράς του Παναχαϊκού όρους, με έργα μεταφοράς, δεξαμενές και δίκτυο διανομής. Στη συνέχεια, κατασκευάστηκαν και γεωτρήσεις με πομώνες, αντλιοστάσια και πρόσθετες δεξαμενές για την επίλυση των προβλημάτων ύδρευσης μέχρι τη δεκαετία 1960.

Στην πόλη της Πάτρας, τον 19ο αιώνα τη δεκαετία 1850, άρχισε η κατασκευή αγωγών αποχέτευσης ακαθάρτων, που η εκβολή τους κατέληγε στην παραλία Αγ. Νικολάου. Τον 20ο αιώνα το δίκτυο αποχέτευσης επεκτείνεται εκτός του κέντρου και στην κάτω και άνω πόλη, ενώ κατασκευάζονται και οι πρώτοι αγωγοί ομβρίων. Στη συνέχεια μέχρι και τη 10ετία 1920-1930 κανένα επί πλέον έργο δεν κατασκευάστηκε.

Στο Ηράκλειο Κρήτης η ύδρευση της πόλης ήταν πάντοτε προβληματική από την αρχαία εποχή.

Το 1668, στην ενετοκρατία με τον Φραγκίσκο Μοροζίνη, έγινε μεταφορά νερού στο Ηράκλειο από τις πηγές του φαραγγιού Αρχάνων με κτιστό αγωγό, που περιελάμβανε και υδατογέφυρες με καμάρες. Επί τουρκοκρατίας, επί Μουσταφά Πασά έγινε μεταφορά νερού από την πηγή Φοντάνα στο Ηράκλειο, σε κρήνες που κατασκευάστηκαν σε πολλές πλατείες, από τις οποίες διασώζονται ακόμα μερικές, εκ των οποίων γνωστή είναι η κρήνη Μοροζίνη (λιοντάρια). Τα υδραγωγεία αυτά κάλυψαν όλη την περίοδο της Τουρκοκρατίας μέχρι το 1898.

Μετά την απελευθέρωση της Κρήτης, την ύδρευση Ηρακλείου ανέλαβε ο Δήμος, τον οποίο απασχόλησε το αιώνιο πρόβλημα της λειψυδρίας από την πρώτη 20ετία του 20ου αιώνα. Αφού μελετήθηκαν διάφορες εναλλακτικές λύσεις, ζητήθηκαν γνώμες από καθηγητές του Πολυτεχνείου, όπως του Δημοσθένη Πρωτοπαπαδάκη (1908), του Άγγελου Γκίνη (1912), οι οποίες όμως δεν είχαν συνέχεια, ο δε Δ. Πρωτοπαπαδάκης επανήλθε με απόψεις για υδροληψία από τις πηγές Αστράκων και άλλες πηγές, όπως Μιλιαρά, Φοντάνα κλπ.

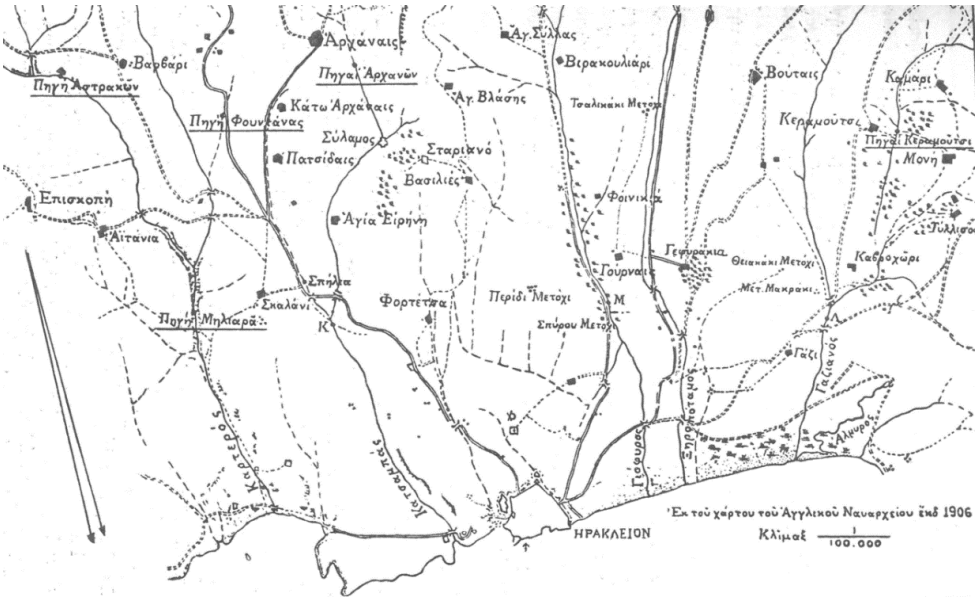
Το 1922, με την έλευση χιλιάδων προσφύγων από την Μικρά Ασία, η έλλειψη νερού αυξήθηκε και ανάγκασε το Δήμο, με δάνειο και με μελέτη του Καθηγητή ΕΜΠ Α. Σίνου, που τροποποίησε μελέτη του μηχανικού Λιμπρίτη, να κάνει υδροληψία από τις πηγές Αστράκων, μετά δε και την επίλυση των διαφορών με τους κατοίκους της περιοχής, να κατασκευάσει και να λειτουργήσει τα έργα (1929). Η

ποσότητα, όμως, του νερού δεν ικανοποιούσε τις ανάγκες των κατοίκων του Ηρακλείου και το αποτέλεσμα ήταν να αναζητηθούν και νέες πηγές υδροληψίας, όπως των πηγών Μιλιαρά, οι οποίες απαλλοτριώθηκαν και έγιναν τα έργα μεταφοράς σε δεξαμενή, το 1934.

Το πρόβλημα, βέβαια, της επάρκειας του νερού για το Ηράκλειο, λόγω και της έντονης λειψυδρίας σε υδρολογικά φτωχές περιόδους, δε λύθηκε και οι προσπάθειες για ενίσχυση της ύδρευσής του συνεχίστηκαν από το Δήμο. Ο πληθυσμός του Ηρακλείου το 1940 ήταν 39 550 και το 1951 ήταν 51 144 κάτοικοι.

Εἰκ. 31. - Στὴν εἰκόνα αὐτή, ποὺ τὴν πῆρε ὁ Gerola τὸ 1900, φαίνεται τὸ κτιστὸ ὑδραγωγεῖο Μοροζίνι. Περνοῦσε ἀπὸ τὴν ἀνατολικὴ πλευρὰ τοῦ προμαχώνα Βιτούρι, προχωροῦσε πάνω ἀπὸ τὶς ὑδατογέφυρες, ποὺ ἦταν πάνω ἀπὸ τὴν ἐξωτερικὴ Πύλη Λαζαρέτο (ἀπέναντι ἀπὸ τὸ ἄγαλμα Βενιζέλου).
(G. Gerola, Monumenti Veneti ecc. vol. I, σ. 405).

Εικόνα 18 (Πηγή: Ύδρευση του Ηρακλείου 828-1939, Στεργίου Γ. Σπανάκη)



Εικόνα 19 Χάρτης υδρολογικής περιφέρειας Ηρακλείου (Πηγή: Ύδρευση του Ηρακλείου 828-1939, Στ. Σπανάκης, 1981)

Τα Γιάννενα υδρεύονταν, επί Τουρκοκρατίας, με βρύσες που υπήρχαν σε διάφορα σημεία της πόλης και, όπως αναφέρεται, έπαιρναν τα νερά, πιθανόν, από παλαιό βυζαντινό υδραγωγείο, που υδροδοτούσε με κιούγκια (σωλήνες) το κάστρο. Η ύπαρξη του πολύ παλιού αυτού υδραγωγείου έχει διαπιστωθεί με ανάβλυση των νερών του σε διάφορα σημεία, όπου έγιναν μεταγενέστερα εκσκαφές για οικοδομές στην πόλη.

Μετά την απελευθέρωσή της πόλης, την περίοδο της δεκαετίας του 1930, έγινε το υδραγωγείο, που τροφοδοτούσε πληθυσμό 25 000 κατοίκων από τον υδροφορέα στην περιοχή της Κρύσας (+472), στους πρόποδες του όρους Μιτσικέλι. Από την «Κρύα» το νερό ανυψώνονταν, με άντληση, σε δεξαμενή φόρτισης, στο +56.4 και εκείθεν σε υψόμετρο +534. Το υδραγωγείο κατασκευάστηκε με χυτοσιδηρούς σωλήνες. Η ψηλότερη δεξαμενή φόρτισης ανατινάχτηκε το 1948 και δε λειτούργησε έκτοτε, αφού το υδραγωγείο, με καταθλιπτικό αγωγό, οδηγεί το νερό της «Κρύας» απευθείας στη δεξαμενή αποθήκευσης (+534).

Παλιότερα όλο το εσωτερικό δίκτυο διανομής της πόλης ήταν κατασκευασμένο με χυτοσιδηρούς σωλήνες. Αργότερα έγιναν βελτιώσεις και επεκτάσεις, με νέα έργα περαιτέρω ανύψωσης των νερών από τη δεξαμενή (+534) σε ψηλότερη δεξαμενή φόρτισης – αποθήκευσης (+595). Τα Γιάννενα συνεχίζουν να υδρεύονται, και μετά την περίοδο του μεσοπολέμου, από την «Κρύα» και με ενισχυτικές

γεωτρήσεις κλπ. έργα μεταφοράς και διανομής.

Στη Λάρισα, μετά το 1925, η εταιρεία «Όμνιουμ», η οποία είχε αναλάβει την κατασκευή των έργων ύδρευσης, δεν ανταποκρίθηκε στις υποχρεώσεις της για την κατασκευή των έργων ύδρευσης και κηρύχθηκε έκπτωτη. Νέα εταιρεία, από πολίτες της Λάρισας, εξαγόρασε τις εγκαταστάσεις ηλεκτροφωτισμού της «Όμνιουμ» και στη συνέχεια συστήθηκε Οργανισμός το 1927 προς σύναψη δανείου για την εκτέλεση των έργων. Τη μελέτη εκπόνησε ο καθηγητής του ΕΜΠ Αλ. Σίνος. Το 1930 έγιναν τα εγκαίνια των έργων και η Λάρισα απέκτησε ποιοτικά κατάλληλο νερό ύδρευσης, με την κατασκευή διυλιστηρίων νερού, που επεξεργάζονταν τα νερά του π. Πηνειού.

Εικόνα 20 Ο Ε. Βενιζέλος και ο Δ. Φασούλας (Διευθυντής της Εταιρίας) προσερχόμενοι στο υδραγωγείο (Πηγή: Η ύδρευση της Λάρισσας, ΔΕΥΑΛ 1991)

Στα Τρίκαλα, το 1924 η Δημοτική Αρχή προκηρύσσει διαγωνισμό για την ανόρυξη αρτεσιανών διότι τα ημιαρτεσιανά δεν εξασφάλιζαν ικανοποιητικές παροχές. Το 1928 – 1934 η Δημοτική Αρχή προμηθεύτηκε αντλητική μηχανή για άντληση από το ποτάμι και κάλυψη των αυξημένων αναγκών, που οφείλονταν στην αύξηση του πληθυσμού.

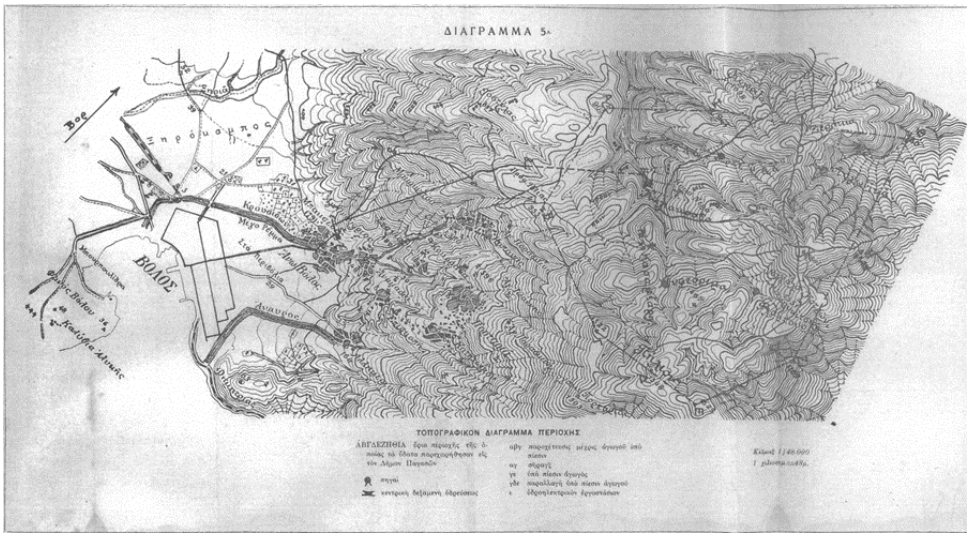
Στην Καρδίτσα, μετά το 1924, η δημοτική αρχή στράφηκε στη λύση των αρτεσιανών για την ενίσχυση της ύδρευσης, επειδή, όμως, η ικανοποίηση των ανα-

γκών δεν υπήρξε επαρκής, ανετέθη μελέτη στο γνωστό υδραυλικό μηχανικό της εποχής εκείνης Θ. Γενηδουνιά. Εκτελέστηκαν τρείς νέες γεωτρήσεις στην «Παπαράντζα» και τοποθετήθηκε αντλία, ώστε να εξασφαλιστεί παροχή ύδρευσης πολλαπλάσια εκείνης που αντλούνταν μέχρι τότε και έτσι αντιμετωπίστηκε το πρόβλημα της λειψυδρίας. Μέχρι το 1934, η πόλη διέθετε 120 δημοτικές κρήνες και 180 ιδιωτικές υδροληψίες. Το υδραγωγείο αυτό συνέχισε να λειτουργεί μέχρι και τη δεκαετία 1960, αφού στη συνέχεια η Καρδίτσα υδρεύεται με νερά της λίμνης Ν. Πλαστήρα, που επεξεργάζονται στα διυλιστήρια της πόλης και των πέριξ οικισμών. Στη δεκαετία 1930 έγιναν βελτιώσεις στο εσωτερικό δίκτυο ύδρευσης και το 1936 άρχισε η κατασκευή κεντρικών συλλεκτήρων ομβρίων. Η κάλυψη ανοιχτών αποδεκτών (αυλακάδων) ήταν απαραίτητη καθώς δημιουργούνταν εστίες μόλυνσης. Την ίδια περίοδο κατασκευάστηκε ο υδατόπυργος και έγινε συμπλήρωση – βελτίωση του δικτύου ύδρευσης μέχρι το 1939.

Εικόνα 21 Σχεδιάγραμμα (1938) του Δικτύου Ύδρευσης Καρδίτσας του 1901 – βρύσες, (Πηγή: ΔΕΥΑΚ 2006)

Ο Βόλος υδρεύονταν αποκλειστικά, από την εποχή της Τουρκοκρατίας, από ημιαρτεσιανά και πηγάδια, ενώ οι προτάσεις του Γ. Κοντοστάνου από το 1927,

για την αντιμετώπιση της λειψυδρίας, με παράλληλη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με νερά των πηγών του Πηλίου, δεν υλοποιήθηκαν. Ο Δήμος Παγασών, όπως ονομαζόταν ο Δήμος Βόλου, που ιδρύθηκε το 1892, μετά την προσάρτηση της Θεσσαλίας στην Ελλάδα, αριθμούσε τότε 5 000 κατοίκους και η ύδρευσή του ενισχύονταν από τις πηγές «Μάνα» Πορταριάς. Η ανάπτυξη της πόλης ήταν αλματώδης και το 1920 ο πληθυσμός της έφτασε τις 30 000, ενώ, μετά την εγκατάσταση των προσφύγων της Μικράς Ασίας, που δημιούργησαν τον Δ. Ν. Ιωνίας, έφθασε τις 42 000 το 1928.



Εικόνα 22 Το πρόβλημα ύδρευσης Βόλου (Πηγή: Άρθρο από τα Τεχνικά Χρονικά 01/05/1937, Γ. Κοντοστάνου)

Ο Βόλος, τη δεκαετία 1930, ήταν μία πόλη 50 000 κατοίκων και το κάθε σπίτι είχε το δικό του πηγάδι ή ημιαρτεσιανό (τουλούμπα). Η ικανοποίηση των αναγκών όμως δεν ήταν επαρκής. Υπήρξαν προτάσεις (Γ. Κοντοστάνος - Τεχν. Χρονικά, Μάιος 1937) για την υδροληψία από τις πηγές της Δυτικής πλευράς του Πηλίου, πηγές Καλιακούδας, που ήταν η σημαντικότερη, κλπ. πηγές (Λαγωνίκας, Ελατόρεμα, Φλάμπουρο, Γυφτόρεμα, κλπ.).

Η απότομη αύξηση του πληθυσμού είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σοβαρών προβλημάτων ύδρευσης. Η χρήση των νερών της «Μάνας» ατονεί και αναζητήθηκαν νέες πηγαίες εμφανίσεις (Καλιακούδα, Ελατόρεμα, Λαγωνίκα του Πηλίου), των οποίων το δικαίωμα εκμετάλλευσης για ύδρευση και ηλεκτροπαραγωγή παραχωρήθηκε με το Ν. 6093/1934 στο Δήμο Παγασών. Η χρήση, όμως, των νε-

ρών αυτών, λόγω αντιδράσεων των κατοίκων της περιοχής τους, θα γίνει πολύ αργότερα (1974), όταν ξεκίνησε η υδρομάστευση και η κατασκευή έργων μεταφοράς από τις πηγές «Καλιακούδας», που περατώθηκε το 1977 και της «Κουκουράβας» το 1981. Το πρόβλημα ικανοποίησης των αναγκών ύδρευσης υπήρχε έντονο μέχρι και το 1950, οι δε προσπάθειες επίλυσής του ξεκίνησαν από το 1945.

4.7 Περίοδος 1940-1950

Η περίοδος 1940-1950 περιλαμβάνει δύο χαρακτηριστικά χρονικά διαστήματα:

- την περίοδο 1940-1945, από τις παραμονές του πολέμου του 1940, την κατοχή 1941-1944 και τα Δεκεμβριανά, μέχρι τη συμφωνία της Βάρκιζας (1945) και
- την περίοδο 1945 -1950, η οποία χαρακτηρίζεται κυρίως, από την εμφύλια σύρραξη, με μικρά διαστήματα σχετικής ηρεμίας, στην αρχή μετά τη συμφωνία της Βάρκιζας και στο τέλος 1949 μέχρι τις αρχές του 1950.

Κατά την κατοχή και την εμφυλιοπολεμική περίοδο δεν κατασκευάστηκαν έργα υδραυλικών υποδομών, τουναντίον μάλιστα επήλθαν καταστροφές και στα υπάρχοντα, είτε από πολεμικές ενέργειες, είτε από εγκατάλειψη και κακή συντήρηση.

Οι Πολιτικοί Μηχανικοί, όμως, και γενικότερα οι Μηχανικοί συγκέντρωναν στοιχεία και εκπονούσαν μελέτες, ώστε να υπάρχει προετοιμασία για την ανάπτυξη της χώρας μετά την απελευθέρωσή της. Είναι χαρακτηριστική η συγκέντρωση υδρολογικών στοιχείων που έγινε μέσα στην κατοχή (1943-1944) από τους μηχανικούς Κίμωνα Αντωνόπουλο και Δημήτριο Στυλιανόπουλο, οι οποίοι εξέδωσαν το 1946, σε ένα τόμο, πολύτιμα στοιχεία μετεωρολογικών παρατηρήσεων και μετρήσεων, σε διάφορους σταθμούς της χώρας. Με τον επακολουθήσαντα, όμως, εμφύλιο, μέχρι το 1949, υπήρξε μία επιβράδυνση στην εφαρμογή των σχεδίων ανάπτυξης, παρά το γεγονός ότι, με πολλούς κινδύνους, οι Μηχανικοί επεδίδοντο στην ανοικοδόμηση και αποκατάσταση των συγκοινωνιακών και άλλων υποδομών.

Στο Πολυτεχνείο, το 1940, λειτουργούσαν πέντε ανώτατες Σχολές, Πολιτικών Μηχανικών, Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων, Αρχιτεκτόνων, Χημικών Μηχανικών και Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών και το Ακαδημαϊκό έτος 1940 φοιτούσαν 677 σπουδαστές. Την περίοδο της κατοχής, παρατηρείται έντονη πολιτικοποίηση των σπουδαστών, με συμμετοχή σε αντιστασιακές εκδηλώσεις και εντονότατες διαμάχες μεταξύ τους. Την ίδια περίοδο συνειδητοποιήθηκε ότι, με την απελευθέρωση, θα υπήρχε ένα νέο ξεκίνημα για το ίδρυμα. Η προοπτική αυτή

διεκδικούσε ένα νέο ρόλο για το Πολυτεχνείο, αλλά και για το επάγγελμα του Μηχανικού. Η τάση αυτή αποκτά την έκφρασή της από το 1943, όταν ανέλαβε πρύτανης ο Νικόλαος Κιτσίκης, ο οποίος προσπάθησε να εξασφαλίσει για το Πολυτεχνείο ένα κεντρικό ρόλο στην ανασυγκρότηση και ανάπτυξη της χώρας μετά την απελευθέρωση. Η προσπάθεια αυτή ενσωμάτωνε και αξιοποιούσε και τη μελετητική δουλειά, που είχε γίνει κατά τη διάρκεια του μεσοπολέμου από το Πολυτεχνείο και το ΤΕΕ.

5 ΜΕΤΑΠΟΛΕΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ 1950 ΕΩΣ 2017

5.1 Από το 1950 έως τη μεταπολίτευση 1974

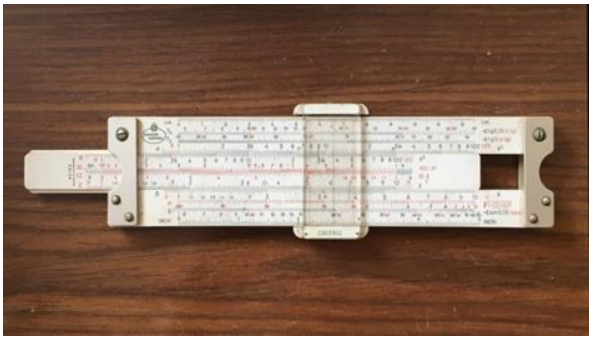
Το 1950 ήταν η αυγή μιας περιόδου, που ξεκίνησε μετά από μία 10ετία πολέμων και εμφύλιων σπαραγμών (1940-1949). Η χώρα μας, καθημαγμένη και ερειπωμένη, χωρίς υποδομές, εξέρχονταν από ένα παγκόσμιο πόλεμο και κατοχή 1940-1944 και από εμφύλιους σπαραγμούς (1944) και (1946-1949).

Εικόνα 23 Μεταπολεμική εικόνα Καλαβρύτων και Πειραιά (Πηγή: Διαδίκτυο)

Μετά τον πόλεμο αποκαταστάθηκαν μερικές βασικές συγκοινωνίες, όπως οι βασικές σιδηροδρομικές γραμμές και κάποιοι βασικοί οδικοί άξονες, αλλά η εμφύλια σύρραξη είχε ως αποτέλεσμα να είναι επισφαλής η επικοινωνία και η ανάπτυξη έργων υποδομής.

Από το 1950 το υπολογιστικό εργαλείο, για τη γρήγορη ανάπτυξη της χώρας, ήταν ο λογαριθμικός κανόνας, τον οποίο χρησιμοποίησαν και οι προηγούμενες γενιές μηχανικών, αφού επινοήθηκε και κατασκευάστηκε, όπως προκύπτει από ιστορικά στοιχεία, στις αρχές του 17^{ου} αιώνα και βελτιώθηκε στη συνέχεια. Με το λογαριθμικό κανόνα, την 10ετία του 1950 αλλά και του 1960, υπολογίστηκαν και σχεδιάστηκαν σοβαρά τεχνικά έργα, οικοδομικά, συγκοινωνιακά, υδραυλικά κλπ.

Ο λογαριθμικός κανόνας εγκαταλείφθηκε τελείως στις αρχές της 10ετίας 1970, όταν εμφανίστηκαν και τέθηκαν σε ευρεία χρήση τα μικρά κομπιουτεράκια. Από τις αρχές της 10ετίας 1970 μέχρι τις αρχές του 1980 η ταχεία εξέλιξη του υπολογιστή έφθασε στον πρόγονο των σημερινών προσωπικών υπολογιστών (P.C.), οι οποίοι αποτελούν την 4^{η} γενιά των ηλεκτρονικών υπολογιστών.



Εικόνα 24 Ο λογαριθμικός κανόνας (Πηγή: προσωπική συλλογή)

Ξετυλίγοντας, μεταπολεμικά, μία ιστορική διαδρομή ανάπτυξης της χώρας, θα αναφερθούν, πολύ συνοπτικά, μόνο μερικά χαρακτηριστικά στοιχεία σχετικά με την ανάπτυξη των υδραυλικών έργων υποδομής, αφού το πλήθος τους είναι τεράστιο στην περίοδο αυτή. Με τη σύντομή αυτή αναφορά δίδεται και μία γενική εικόνα της δραστηριότητας αλλά και της συμβολής των Μηχανικών στην ανάπτυξη των υδραυλικών υποδομών, στα πλαίσια της γενικότερης μεταπολεμικής ανάπτυξης της χώρας μας.

Εικόνα 25 Ενημερωτική πινακίδα σχεδίου Μάρσαλ (Πηγή: Διαδίκτυο)

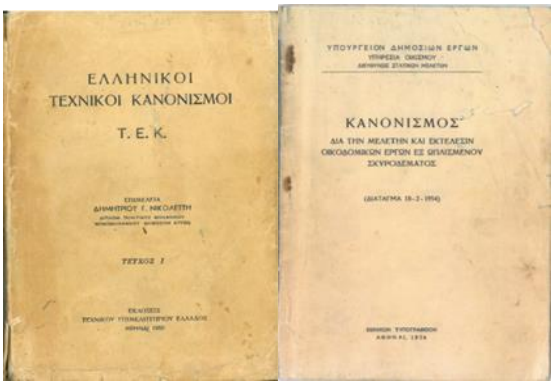
Με τη λήξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου ήταν αδήριτη ανάγκη η ταχεία ανάπτυξη της χώρας, ώστε να ακολουθήσει τις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες στην

ανασυγκρότησή της. Μετά το 1949 οργανώθηκαν αρκετές εργοληπτικές εταιρείες για την αποκατάσταση των ζημιών στα Δημόσια Έργα. Σημαντική υπήρξε και η συμπαράσταση, στο πλαίσιο του σχεδίου Μάρσαλ (Marshal), με τη συμμετοχή της AMAG, ενός αμερικάνικου οργανισμού, ώστε να αποκατασταθεί το οδικό δίκτυο με τα «επείγοντα έργα», όπως ονομάζονταν τότε. Πάντως, όλα τα έργα αυτά επιβλέπονταν από Έλληνες μηχανικούς και η AMAG είχε την υψηλή παρακολούθηση. Όταν η AMAG αποχώρησε, τα μηχανήματά της παραχωρήθηκαν στο ελληνικό κράτος και τελικά χρησιμοποιήθηκαν από τις ελληνικές κατασκευαστικές εταιρείες.

Clearing the Corinth Canal, April 9, 1948.

Εικόνα 26 Εργασίες καθαρισμού της Διώρυγας της Κορίνθου - 1948 (Πηγή: In Search of a Usable Past: The Marshall Plan and Postwar Reconstruction Today, Barry F. Machado)

Τη 10ετία 1950 συνεχίζεται με όλο και πιο έντονο ρυθμό η ανασυγκρότηση και η ανάπτυξη της χώρας. Πρωταρχικό μέλημα ήταν η ανασυγκρότηση των οδικών και σιδηροδρομικών δικτύων, ενώ παράλληλα άρχισε και η κατασκευή των λιμενικών έργων για τις θαλάσσιες συγκοινωνίες. Την ίδια 10ετία άρχισε η μελέτη και κατασκευή σημαντικών υδραυλικών έργων υποδομής, όπως υδρευτικών, αποχετευτικών, αρδευτικών, εξυγιαντικών κλπ. Υπήρχε έλλειψη επαρκών οδηγιών και προδιαγραφών, αλλά, χάρις στην ευσυνειδησία των μηχανικών και την εργατικότητά τους, τα έργα προχώρησαν και κατασκευάστηκαν αξιόπιστα.



Εικόνα 27 Τεχνικά συγγράμματα της μεταπολεμικής εποχής (Πηγή: προσωπική συλλογή)

Ιδιαίτερα οι Υπηρεσίες του Δημοσίου έπαιξαν πρωταγωνιστικό ρόλο στον προγραμματισμό, χρηματοδότηση, ανάθεση και επίβλεψη κατασκευής των έργων, σ' αυτή την πρώτη μεταπολεμική περίοδο. Αναφέρονται οι κανονισμοί του οπλισμένου σκυροδέματος 1954 και το σχέδιο αντισεισμικού κανονισμού 1955 που βοήθησε πάρα πολύ τους μηχανικούς στη μελέτη και κατασκευή των έργων. Μέχρι τότε σημαντικό βοήθημα ήταν το σύγγραμμα «Αντισεισμική κατασκευή» του Α. Ρουσόπουλου και οι εγκύκλιοι που εξέδιδαν τα αρμόδια Υπουργεία.

Σημαντική βοήθεια παρέσχε επίσης το ΤΕΕ, με τις οδηγίες του και με τα ενημερωτικά του δελτία, με τις επιστημονικές του εκδόσεις κλπ. δραστηριότητές του και αποτέλεσε το στήριγμά των μηχανικών στις δύσκολες εποχές.

Στη 10ετία του 1950, από το 1954 έως και το 1956, οι καταστροφικοί σεισμοί, ιδιαίτερα στα Ιόνια Νησιά και στη Μαγνησία, αλλά και σε μικρότερο βαθμό, στην Καρδίτσα και Λάρισα, δημιούργησαν τεράστιες ανάγκες σε μελέτη, επίβλεψη και κατασκευή αντισεισμικών κατασκευών. Στην περίοδο αυτή επανδρώθηκε και το ΚΕΔΕ, το οποίο παρέδωσε η AMAG στο Δημόσιο, όταν αποχώρησε, με νέα στελέχη, τα οποία ανέλαβαν τη λειτουργία του, αφού επιμορφώθηκαν στο εξωτερικό.

Στη 10ετία του 1950 υπήρξε, εκτός από την εντατική προσπάθεια αποκατάστασης των σεισμόπληκτων περιοχών (κατοικίες και υποδομές) και μεγάλη ανάπτυξη των Δημοσίων Έργων (οδικά, αρδευτικά, υδρευτικά κλπ.), ενώ, με την ίδρυση της ΔΕΗ (1950), άρχισε μεγάλη ανάπτυξη και των ενεργειακών έργων. Την ίδια περίοδο ξεκίνησε και η αντιπαροχή, η οποία έλυσε μεν προβλήματα στέγης του πληθυσμού (λόγω αστυφιλίας) στην πρωτεύουσα, στη Θεσσαλονίκη και στη συνέχεια στα υπόλοιπα επαρχιακά κέντρα, έδωσε δουλειά στο εργατικό δυναμικό της χώρας, δημιούργησε όμως και συνθήκες άναρχης ανάπτυξης και εξαφάνισε

ιστορικά κτίσματα. Η αύξηση του πληθυσμού πολλών μεγάλων αστικών κέντρων απαίτησε την ενίσχυση και επέκταση των δικτύων υποδομής ύδρευσης και αποχέτευσης, τα οποία δεν επαρκούσαν πλέον.

Εικόνα 28 Εγκατάσταση αγωγού Φ1000 – 1962 (Πηγή: ΕΡΤ3 - εκπομπή «Θεσσαλονίκη 1912-2012 - Ο αιώνας της Θεσσαλονίκης»)

Στις 10ετίες 1950 και 1960, υπήρξε μεγάλη δραστηριότητα και απασχόληση μεγάλου πλήθους Μηχανικών σε αναπτυξιακά έργα όπως π.χ. αρδευτικά, ύδρευσης, αποχέτευσης αλλά και ενεργειακά. Τα έργα των υδραυλικών υποδομών μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν σε πολύ μεγάλο βαθμό από Έλληνες μηχανικούς και ελληνικές κατασκευαστικές εταιρείες που συμμετείχαν επίσης στη μελέτη και επίβλεψη φραγμάτων, ταμιευτήρων και απέκτησαν στο θέμα αυτό σημαντική εμπειρία. Παράλληλα, κατάντη των ενεργειακών αυτών έργων, αναπτύχθηκαν και υδραυλικά έργα άρδευσης και ύδρευσης.

Η ΔΕΗ ήταν πρωτοπόρος στην αξιοποίηση του υδροενεργειακού δυναμικού της χώρας και η αρμόδια υπηρεσία υπήρξε το φυτώριο, στο οποίο οι Έλληνες Μηχανικοί απέκτησαν γνώσεις για το σχεδιασμό την επίβλεψη και λειτουργία μεγάλων φραγμάτων - ταμιευτήρων.

Τη 10ετία 1950 άρχισε ή συνεχίστηκε η κατασκευή μεγάλων εγγειοβελτιωτικών έργων (αντιπλημμυρικών, αποστραγγιστικών, αρδευτικών φραγμάτων – ταμιευτήρων και δικτύων). Τα ανωτέρω έργα μελετήθηκαν και εκτελέστηκαν κυρίως από Έλληνες μηχανικούς και ελληνικές κατασκευαστικές εταιρείες.

Μετά τη λήξη του εμφυλίου πολέμου, στις 10ετίες 1950 και 1960, εφαρμόστηκε ένα ευρύτατο πρόγραμμα, από τους τοπικούς φορείς και Υπηρεσίες, «μικρών και μεγάλων κοινωφελών έργων», με τα οποία κατασκευάστηκαν έργα ύδρευσης, αποχέτευσης ομβρίων, κοινοτικής οδοποιίας και μικρά έργα άρδευσης

σε πεδινές, αλλά και ορεινές περιοχές. Τα έργα αυτά βοήθησαν στην οργάνωση τεχνικών υπηρεσιών, με Έλληνες μηχανικούς και στη σημαντική βελτίωση των συνθηκών ζωής των κατοίκων της υπαίθρου, οι οποίοι στερούνταν και των στοιχειωδών έργων υποδομής.

ΚΑΤΑ ΤΟ ΠΡΟΣΕΧΕΣ ΕΤΟΣ 1961

ΠΟΙΑ ΝΕΑ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΘΑ ΓΙΝΟΥΝ ΕΙΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΝ ΜΑΣ

ΠΟΛΥΑΡΙΘΜΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

Εικόνα 29 Αναγγελία μικρών εγγειοβελτιωτικών έργων τη 10ετία 1960 (Πηγή: Εφημ. Γνώμη Τρικάλων)

Είναι δύσκολο να περιγράψει κανείς την πληθώρα των έργων πάσης κατηγορίας που μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν στις 10ετίες 1950 και 1960 με τη μεγάλη ή αποκλειστική συμμετοχή των Ελλήνων μηχανικών στη μελέτη και κατασκευή.

Πάντως θα πρέπει να αναφερθεί ιδιαίτερα το μεγάλο ενεργειακό έργο του φράγματος των Κρεμαστών στον Αχελώο, που δόθηκε σε λειτουργία το 1965. Κατασκευάστηκε από την Εταιρεία «KAISER Engineers & Construction», με υπεργολάβους ελληνικές εταιρείες και Έλληνες μηχανικούς.

Οι Έλληνες, όμως, μηχανικοί και φυσικά οι Πολιτικοί Μηχανικοί επέκτειναν τις δραστηριότητες και στο εξωτερικό, αποτέλεσμα της οικονομικής ενδυνάμωσης των ελληνικών τεχνικών εταιρειών και της τεχνογνωσίας που αποκτήθηκε ήδη με την κατασκευή πολύ μεγάλων τεχνικών έργων.

Στις 10ετίες 1960-1970 οι Έλληνες μηχανικοί μελέτησαν και κατασκεύασαν μεγάλα εγγειοβελτιωτικά έργα (αρδευτικά - αντιπλημμυρικά – αποχετευτικά – φράγματα - ταμιευτήρες) στον Έβρο, Κομοτηνή, Νέστο, Πεδιάδα Θεσσαλονίκης, Αλφειό, Πηνειό Ηλείας, Μεσσηνία, Κορινθία, Ταυρωπό Καρδίτσας, Κάρλα, Λάρισα, Τρίκαλα, Αχελώο, Ιωάννινα, Καλαμά, Αιτωλοακαρνανία, κλπ. Παράλληλα κατασκευάζονται εκατοντάδες μικρά εγγειοβελτιωτικά έργα, εκτιμώμενα σε 2.5 εκατ. στρέμματα και προγραμματίζονται πολλών εκατομμυρίων στρέμματα για

τις επόμενες 10ετίες.

Θα αναφερθούν πολύ συνοπτικά δύο από τα ανωτέρω μεγάλα έργα, για να αποκτηθεί μία εικόνα των προσπαθειών που έγιναν στην περίοδο μετά το 1950 για την ανάπτυξη του πρωτογενούς τομέα της Γεωργίας.

Εγγειοβελτιωτικά έργα Αχελώου: Το 1954 ανετέθησαν οι μελέτες αξιοποίησης των πεδιάδων κάτω Αχελώου. Πρόκειται για τις πεδιάδες κατάντη του φράγματος εκτροπής «Σπολάϊτας» (Στράτου) της Αιτωλοακαρνανίας για την άρδευση 450 000 στρεμμάτων σε περιοχές που φθάνουν μέχρι τις εκβολές του ποταμού Αχελώου και Ανατολικά μέχρι τον π. Εύηνο. Η μελέτη επέλυσε τα προβλήματα αναρρύθμισης ώστε να επαρκούν οι υδατικοί πόροι για την άρδευση των ανωτέρω περιοχών, αλλά και τα προβλήματα μεταφοράς του νερού στις νότιες περιοχές. Έτσι με τη σήραγγα Λυσιμαχίας 6.5 km περίπου, επετεύχθησαν οι ανωτέρω στόχοι, γιατί ταπεινώθηκε η στάθμη της λίμνης Λυσιμαχίας κατά ~4 m και της Τριχωνίδας επίσης κατά ~4 m, ώστε στην Τριχωνίδα να δημιουργείται αποθηκευτικός όγκος ~400 hm^3, για την εισροή χειμερινών νερών από τον Αχελώο και τη λεκάνη απορροής της.

Εικόνα 30 Οριζοντιογραφία βασικών αρδευτικών έργων κάτω Αχελώου (Πηγή: αρχείο Δ. Κωνσταντινίδη)

Η επικοινωνία των λιμνών Λυσιμαχίας-Τριχωνίδας έγινε με την ενωτική τά-

φρο η οποία ελέγχεται με θυροφράγματα. Οι κύριες διώρυγες μεταφοράς νερού έγιναν επενδεδμένες με σκυρόδεμα και τα δίκτυα με διώρυγες και καναλέτα.

Τα σωληνωτά δίκτυα υπό πίεση άρχισαν να μελετώνται στην Ελλάδα μετά τα μέσα περίπου της δεκαετίας 1960 (το 1963-64 έγινε η πρώτη μελέτη 4 000 στρ. στην περιοχή Καβάσιλων της πρώην λίμνης Γιαννιτσών).

Σήμερα στην Αιτωλοακαρνανία τα δίκτυα με διώρυγες και καναλέτα έχουν αντικατασταθεί σε ένα βαθμό από σωληνωτά υπό πίεση δίκτυα ώστε συνολικά να καλύπτεται έκταση 600 000 στρ. Οι επεκτάσεις και αντικαταστάσεις με σωληνωτά δίκτυα καλύπτουν το ήμισυ σχεδόν της συνολικής έκτασης των δικτύων άρδευσης.

Τα εγγειοβελτιωτικά έργα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης:

Στη Μακεδονίτικη γη περί το 1930 πραγματοποιούνταν τεράστιες προσπάθειες για την αξιοποίησή της. Στις πεδιάδες Θεσσαλονίκης, Σερρών, Δράμας, οι καλλιέργειες σιταριού αντικατέστησαν βάλτους και πλημμυρισμένες εκτάσεις που ήταν πηγή φτώχειας και ελονοσίας, χάρις στα αντιπλημμυρικά έργα. Έτσι με την Εθνική συμφορά του 1922, οι κυνηγημένοι, από τις πατρίδες τους, πρόσφυγες (210 000 περίπου το 1928 στο Νομό Θεσσαλονίκης), αναζήτησαν την επιβίωση και την ανάπτυξή τους, την οποία βρήκαν στη νέα τους πατρίδα. Η μεγαλύτερη και πλουσιότερη από τις άλλες ήταν η πεδιάδα Θεσσαλονίκης, η οποία μέσα σε πέντε χρόνια διπλασίασε την καλλιεργημένη έκτασή της με τα αντιπλημμυρικά – αποχετευτικά – αποστραγγιστικά έργα. Από 480 000 στρ. που καλλιεργούνταν πριν από τα έργα, τα εκτελεσθέντα έργα έδωσαν ~430 000 στρ. νέας καλλιεργήσιμης γης και περίπου 800 000 στρ. προστατεύτηκαν από τις πλημμύρες.

Ο στόχος όμως ήταν μεταπολεμικά να γίνουν αρδευτικά έργα ώστε να πολλαπλασιαστεί η απόδοση των καλλιεργούμενων εκτάσεων με ξηρικές καλλιέργειες. Τα αρδευτικά δίκτυα που μελετήθηκαν και αναπτύχθηκαν στην πεδιάδα Θεσσαλονίκης ήταν στις δύο όχθες του π. Αξιού και στα δυτικά κράσπεδα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης, ενώ η υδροληψία τους θα γίνονταν από τα δύο φράγματα του Αξιού και του Αλιάκμονα.

Η πεδιάδα Θεσσαλονίκης διαρρέεται από τους τρεις ποταμούς Αλιάκμονα, Αξιό, Γαλλικό. Οι περιοχές της χαρακτηρίζονται από τις εξής ζώνες: Αξιού, Αλιάκμονα, Βερμίου, Βαρδαρόβαση, Αρτζάν-Αματόβου, συνολικής έκτασης περίπου 1 050 000 στρεμμάτων. Σε σχετικό πρόγραμμα του τέως Υπουργείου Συντονισμού το 1955 οι ζώνες Αξιού και Αλιάκμονα προβλέπονταν να αναπτυχθούν σε 685 000 στρεμμάτων γεωργικής γης.

Τα πιο πάνω εγγειοβελτιωτικά έργα προϋπόθεταν και την κατασκευή των φραγμάτων Αλιάκμονα και Αξιού, σε θέσεις 5 km νοτιοανατολικά της Βέροιας

και 3 km βόρεια της οδού Θεσσαλονίκης - Γιαννιτσών - Βέροιας σε απόσταση 35 km από τη Θεσσαλονίκη. Τα φράγματα έχουν κατασκευασθεί και υδροδοτούν τα δίκτυα άρδευσης, ενώ από τον ταμιευτήρα του φράγματος Αλιάκμονα υδρεύεται και η Θεσσαλονίκη.

Οδεύοντας από τη 10ετία 1960 προς τη 10ετία 1970, η δραστηριότητα και η συμβολή των Πολιτικών Μηχανικών και γενικότερα των μηχανικών, στην ανάπτυξη της χώρας συνεχίζεται με έντονο ρυθμό με την κατασκευή μεγάλων έργων, όπως Εθνικών οδών, μεγάλων έργων ύδρευσης, άρδευσης κλπ., ενώ κατασκευάζονται πολύ μεγάλα έργα από τη ΔΕΗ, Υδροηλεκτρικά και Θερμοηλεκτρικά.

Ο κατασκευαστικός κλάδος της χώρας γενικότερα την περίοδο αυτή, είχε επεκταθεί πάρα πολύ και γενικά με επιτυχία σε Ασιατικές και Αφρικανικές χώρες.

Από το τέλος της 10ετίας 1960, κυρίως στη 10ετία 1970, παρουσιάζεται μία κάμψη στη δραστηριότητα των μεγάλων κατασκευαστικών εταιρειών, λόγω διαφόρων αιτιών, πετρελαϊκή κρίση, πόλεμοι κ.λπ., με αποτέλεσμα να υπάρξει μία κάμψη και στην εξέλιξη της κατασκευής υδραυλικών υποδομών.

5.2 Από τη μεταπολίτευση 1974 έως το 2017

Τα μεγαλύτερα έργα ύδρευσης στην Αττική εκτελέστηκαν μεταπολεμικά. Προπολεμικά, το 1929, κατασκευάστηκε το φράγμα, ο ταμιευτήρας Μαραθώνα, η σήραγγα Μπογιατίου και τα διυλιστήρια Γαλατσίου (1931). Μεταπολεμικά, λόγω της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού της Αθήνας, τα έργα ύδρευσής έπρεπε να ενισχυθούν.

Από το 1974 όλες τις αρμοδιότητες για την ύδρευση της Αθήνας ανέλαβε η ΕΕΥ.

Σήμερα το ενωτικό υδραγωγείο, Δαφνούλα – Βιλίζα τροφοδοτεί το διυλιστήριο Κιούρκων. Το υδραγωγείο Υλίκης λειτουργεί ως εφεδρικό, καθώς και οι γεωτρήσεις που λειτουργούσαν από διάφορους υδροφορείς. Προς τούτο έγινε η ενίσχυση της λίμνης Μαραθώνα με νερά της λίμνης Υλίκης (1959). Στην Υλίκη λειτουργούν και χερσαία αντλιοστάσια και το νερό οδηγείται με υδραγωγείο, μήκους περίπου 64 km στα διυλιστήρια Πολυδενδρίου και στη λίμνη Μαραθώνα. Η μέγιστη χωρητικότητα της Υλίκης είναι 594 hm^3 και η ικανότητα παροχής της διώρυγας είναι 750 000 m^3/d. Το καθεστώς των αρμοδιοτήτων ίσχυσε μέχρι το 1980, οπότε άλλαξε με το Ν. 1069/1980 και με την ίδρυση της ΕΥΔΑΠ, ως φορέα διαχείρισης τόσο της ύδρευσης, όσο και της Αποχέτευσης (καταργήθηκε και ο ΟΑΠ).

Εικόνα 31 Εγκαίνια των έργων ύδρευσης στην Υλίκη (Πηγή: ΕΥΔΑΠ)

Ακολούθησαν τα μεγάλα έργα Μόρνου (Φράγμα - Ταμιευτήρας - Υδραγωγείο), με χωρητικότητα ταμιευτήρα 780 hm^3 και μήκος υδραγωγείου 192 km (το έργο λειτούργησε το 1991). Το ύψος του φράγματος είναι 126 m.

Ακολούθησε στη συνέχεια το Φράγμα – Ταμιευτήρας Ευήνου, με χωρητικότητα ταμιευτήρα 140 hm^3 και ενωτική σήραγγα Ευήνου – Μόρνου περίπου 30km (λειτούργησε το 2001) και κάλυψε τις επί πλέον ανάγκες της μείζονος περιοχής της Πρωτεύουσας, οι οποίες εμφανίστηκαν στην περίοδο της μεγάλης λειψυδρίας 1989-1991, παρέχοντας, κατά μέσο όρο, περίπου 220 hm^3/year.

Η επικοινωνία μεταξύ των Υδραγωγείων Μόρνου – Υλίκης έγινε με το ενωτικό υδραγωγείο, το οποίο παρέχει ασφάλεια στη λειτουργία των μεγάλων δικτύων, σε περίπτωση διακοπής της λειτουργίας του ενός ή και τη δυνατότητα καλύτερης διαχείρισής τους και εναλλακτικών τρόπων εκμετάλλευσης.

Όλα τα νερά των υδραγωγείων επεξεργάζονται οι τέσσερεις εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού (διυλιστήρια) Γαλατσίου, Πολυδενδρίου, Αχαρνών, Ασπροπύργου, με συνολική ικανότητα 1.9 hm^3 την ημέρα.

Για την αποχέτευση της Αθήνας, δίδονται πιο κάτω επιγραμματικά μερικά χαρακτηριστικά στοιχεία της επικρατούσας κατάστασης και των βασικών έργων που έγιναν μεταπολεμικά:

Με μελέτη του Ιταλού Καθηγητή Fantoli (1929) κατασκευάστηκε ο Κεντρικός Αποχετευτικός Αγωγός (ΚΑΑ), ο οποίος λειτούργησε το 1959 ως παντορροϊκός και είχε την εκβολή του στη θάλασσα (στον Ακροκέραμο στο Κερατσίνι).

Τη 10ετία του 1950 ανέλαβε τη μελέτη και κατασκευή των δικτύων της Αθήνας η εταιρεία ΥΔΡΕΞ, ο δε Οργανισμός Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (ΟΑΠ) λειτούργησε στην 10ετία 1960 και 1970 μέχρι το 1980. Η ΥΔΡΕΞ είχε αναλάβει αρχικά το 1931 το έργο με την επωνυμία «Ελληνική Εταιρεία κατασκευής υπονό-

μων – Πειραιώς και Περιχώρων», την οποία άλλαξε το 1935. Το 1931 ανέλαβε τη μελέτη της κάλυψης του Ιλισού ποταμού, που αποτελούσε ένα επιτακτικό πρόβλημα για την Αθήνα, το οποίο επιζητούσε λύση ήδη από τα τέλη του 19ου αιώνα. Το 1936 η ΥΔΡΕΞ άρχισε την κατασκευή των έργων, με πολλές δυσκολίες. Εφαρμόστηκαν διάφορες διατομές κατά μήκος των πολλών χιλιομέτρων διευθέτησης σε διαμορφωμένες περιοχές. Κατά τη διάρκεια κατασκευής τον Οκτώβριο του 1937, μία μεγάλη πλημμύρα επέβαλε την ανάγκη για μεγαλύτερη παροχή σχεδιασμού. Οι εργασίες διακόπηκαν το 1940, λόγω του πολέμου και ξανάρχισαν το 1950. Το 1960, ενώ συνεχίζονταν η κατασκευή, έγινε αναθεώρηση της μελέτης, λόγω προσθήκης και ανακουφιστικού αγωγού στη λεωφόρο Μεσογείων, ώστε να αυξηθεί η ικανότητα διοχέτευσης πλημμυρικών παροχών.

Μετά το 1950, μελετήθηκε το χωριστικό σύστημα στην Αθήνα και έγιναν σημαντικά έργα βασικών συλλεκτήρων. Το 1963 υποβλήθηκε από τον ΟΑΠ προμελέτη για την αποχέτευση της περιοχής της Πρωτεύουσας για δίκτυα 20 000 εκταρίων, η οποία προέβλεπε χωριστικό σύστημα αποχέτευσης.

Εικόνα 32 Κατασκευή αγωγού εντός πόλεως 1953 (Πηγή: Διαδίκτυο)

Μετά το 1980, η ΕΥΔΑΠ προσέθεσε τον συμπληρωματικό ΚΑΑ (ΣΚΑΑ), ενώ μελέτησε και επεξέτεινε κατά εκατοντάδες χιλιόμετρα το δίκτυο. Οι Δήμοι, στη συνέχεια, ανέλαβαν την κατασκευή του δευτερευόντων δικτύων, ενώ η ίδια διαχειρίζεται το όλο σύστημα. Η ΕΥΔΑΠ έχει επίσης κατασκευάσει ολοκληρωμένο σύστημα αποχέτευσης στο Θριάσιο Πεδίο (Δήμοι Ελευσίνας, Μάνδρας, Μαγούλας, Ασπροπύργου), καθώς και εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Τα έργα αυτά προβλέπεται να καλύψουν τις ανάγκες περίπου 117 000 κατοίκων μελλο-

ντικά. Το σύστημα ομβρίων, πλην παντορροϊκών (στο κέντρο της Αθήνας), μετά το 1999, δεν ανήκει στην αρμοδιότητα της ΕΥΔΑΠ, αλλά σε διάφορους φορείς, όπως είναι οι κατά τόπους Δήμοι και το Υπ. Υποδομών.

Για την επεξεργασία των λυμάτων μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν δύο εγκαταστάσεις επεξεργασίας (ΕΕΛ) στην Ψυττάλεια (1994) και Μεταμόρφωση (1985), των οποίων τη Διαχείριση και την ευθύνη της λειτουργίας έχει η ΕΥΔΑΠ. Η λυματολάσπη υποβάλλεται σε ξήρανση από το 2007 και διατίθεται σε άλλους κλάδους π.χ. στην τσιμεντοβιομηχανία. Από το βιοαέριο, που εκλύεται κατά την επεξεργασία της, λειτουργεί, από το 2001, μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας.

Για την υδροδότηση της Θεσσαλονίκης χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι υδροφορείς, όπως ο υδροφορέας Καλοχωρίου, ο υδροφορέας Σίνδου, που χρησιμοποιούνταν σε έκτακτες περιπτώσεις λειψυδρίας, ο υδροφορέας της ευρύτερης περιοχής Αξιού και με υδρογεωτρήσεις άρχισε να χρησιμοποιείται και ο Αραβησσού. Το 1978 ολοκληρώθηκε το υδραγωγείο Αραβησσού από τον υδροφορέα της περιοχής Πάϊκου και αποτέλεσε τον κύριο υδροδότη της Θεσσαλονίκης και της Βιομηχανικής περιοχής (ΒΙ.ΠΕ.). Η πληθυσμιακή όμως αύξηση της Θεσσαλονίκης και η διαφαινόμενη ανεπάρκεια νερού των υφιστάμενων πηγών υδροδότησης, οδήγησε στην εξέταση της ιδέας που υπήρχε από παλιότερα για υδροδότηση από τον ποταμό Αλιάκμονα και σε θέση πλησίον της Βέροιας. Το αδιύλιστο νερό μεταφέρεται στις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Νερού (ΕΕΝ) στη Σίνδο, όπου προβλέφθηκε η κατασκευή του διυλιστηρίου σε Α΄ φάση 150 000 m^3/d και τελική 600 000 m^3/d.Η κατασκευή των έργων άρχισε το 1996 και η λειτουργία των ΕΕΝ ξεκίνησε το 2003. Το διυλισμένο νερό καταλήγει σε κεντρική δεξαμενή 75 000 m^3 και εκείθεν διανέμεται στις δεξαμενές Διαβατών, Ευόσμου, Πολίχνης. Νεάπολης, Βλασιάδου, Τούμπας, Καλαμαριάς και Β.Ι.Π.Ε.

Εικόνα 33 ΕΕΝ Θεσσαλονίκης (Πηγή: Διαδίκτυο)

Για την αποχέτευση της Θεσσαλονίκης εκπονήθηκε μελέτη τη δεκαετία 1970, η οποία προέβλεπε τη μεταφορά των λυμάτων σε δύο Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας των δυτικών και κεντρικών περιοχών (ΕΕΛΘ), στην περιοχή Σίνδου και των Ανατολικών στην περιοχή της «Αίνειας», στο Δήμο Θερμαϊκού. Για τα απόβλητα προβλέφθηκε η επεξεργασία στη μονάδα κατεργασίας αποβλήτων της βιομηχανικής περιοχής Θεσσαλονίκης (ΒΙ.ΠΕ.Θ).

Η ΕΕΛΘ παραλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος των αστικών λυμάτων. Το αρχικό στάδιο Ι ξεκίνησε το 1983 και ολοκληρώθηκε το 1992, ενώ το ΙΙ στάδιο έργων ξεκίνησε το 1985 και ολοκληρώθηκε το 2000 και του αγωγού διάθεσης το 2001 ανοιχτά στο Θερμαϊκό. Τα υπόλοιπα έργα «3^{ος} χωνευτής και συναφή έργα – κύρια έργα νερού χρήσης ΕΕΛ Θεσσαλονίκης» και η κατασκευή της μονάδας θερμικής ξήρανσης της αφυδατωμένης ιλύος της ΕΕΛΘ περαιώθηκαν το 2013. Η «Αίνεια» εγκαινιάστηκε το 1997 και επεξεργάζεται μέρος των λυμάτων του Δήμου Θερμαϊκού και βοθρολύματα από μεγάλο αριθμό βυτίων καθημερινά, ενώ, με την ολοκλήρωση των δικτύων, θα καλύψει και όλες τις τουριστικές περιοχές.

Στην υπόλοιπη χώρα, όπως προκύπτει από επίσημα στοιχεία, μεταπολεμικά και μέχρι το 1980, κατασκευάστηκαν τρία (3) μεγάλα φράγματα από τη ΔΕΗ τη 10ετία 1950, άλλα τρία (3) τη 10ετία 1960, δύο(2) από τη ΔΕΗ και ένα (1) από το Υπ. Δημοσίων Έργων και τη 10ετία 1970 άλλα τρία, ένα (1) από ΔΕΗ και δύο (2) από το Ελληνικό Δημόσιο. Με τα έργα αυτά ταμίευσης κατέστη δυνατή και η ανάπτυξη υδραυλικών έργων υποδομής κατάντη των φραγμάτων.

Από τα μέσα της 10ετίας 1980 προγραμματίζονται μεγάλα έργα, όπως αυτοκινητόδρομοι, υδροηλεκτρικά και θερμοηλεκτρικά έργα, η γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου κλπ. έργα υδραυλικών υποδομών, όπως αποχέτευσης ομβρίων και ακαθάρτων, υδραγωγείων και δικτύων διανομής, εγκαταστάσεων επεξεργασίας νερού και λυμάτων, αρδευτικών και αποχετευτικών.

Στη 10ετία 1990 γίνεται μια προσπάθεια για κατασκευή μεγάλων έργων, όπως του αεροδρομίου των Σπάτων, του μετρό Αθηνών, της γέφυρας Ρίου – Αντιρρίου, που δεν ευοδώθηκαν. Προχώρησε, όμως, το πρώτο τμήμα της «Αττικής Οδού», μήκους ~3.1 km, η οποία μέχρι τότε ονομάζονταν «Λεωφόρος Σταυρού – Ελευσίνας». Ξεκίνησε, επίσης, και η «Εγνατία Οδός» στη Βόρεια Ελλάδα. Τα έργα αυτά ανέλαβαν και εκτέλεσαν ελληνικές εταιρείες με Έλληνες μηχανικούς.

Η «Αττική Οδός», ανακούφισε κυκλοφοριακά την Αθήνα και γενικότερα την Αττική, και συνέβαλε σημαντικά στην ταχεία επικοινωνία των διαφόρων περιοχών της, με σημαντικό οικονομικό όφελος για τους χρήστες.

Το έργο μήκους 65 km εντάχθηκε στα αυτοχρηματοδοτούμενα και συγχρηματοδοτούμενα έργα, στα οποία είχε ενταχθεί και η γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου.

Εικόνα 34 Έργα Αττικής Οδού στον κόμβο Κηφισίας (Πηγή: Αρχείο Υδροεξυγιαντικής)

Εικόνα 35 Έργα ύδρευσης στον παράδρομο της Αττικής Οδού στο Μαρούσι (Πηγή: Αρχείο Υδροεξυγιαντικής)

Τις μελέτες του πολύ δύσκολου αυτού έργου της Αττικής Οδού ανέλαβαν και εκπόνησαν Έλληνες μελετητές, ενώ την κατασκευή έφερε σε πέρας κοινοπραξία ελληνικών εταιρειών, με άξιους και έμπειρους κατασκευαστές και με την αποφασιστική και δραστήρια καθοδήγηση έμπειρων και ικανών στελεχών. Η Αττική Οδός διαπέρασε εκτός της Αθήνας πολλούς Δήμους της Αττικής, με αποτελέσματα να διαμορφώσει νέες συνθήκες στην ανάπτυξή τους. Λεωφόροι βελτιώθηκαν σημαντικά και επεκτάθηκαν, όπως η Λεωφόρος Μαραθώνα, η Λεωφόρος προς Λαύριο, η Λεωφόρος Μαρκοπούλου – Βάρκιζας κλπ.

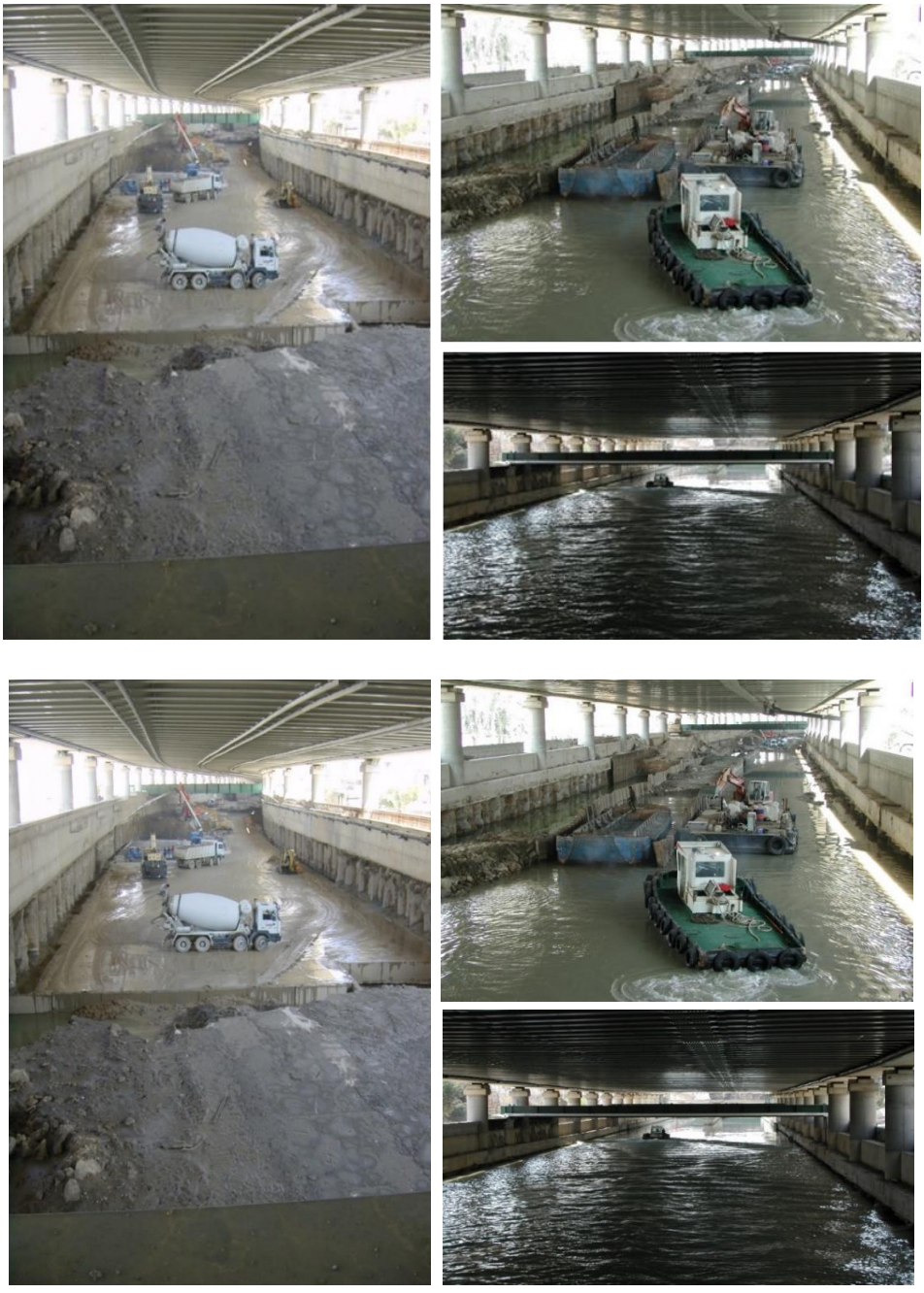
Η Αττική Οδός, όπως και τα προαναφερόμενα μεγάλα έργα, δεν πρέπει να χαρακτηρισθούν μόνο ως συγκοινωνιακά έργα. Τα συνοδά υδραυλικά έργα έλυσαν ή βελτίωσαν πολλά προβλήματα των εμπλεκόμενων κυρίως ρεμάτων – δικτύων ομβρίων και υπήρξαν σε πολλές περιπτώσεις μεγάλα και δυσχερή. Ιδιαίτερα, η Αττική Οδός είχε μεγάλη συμβολή στην οικονομία της χώρας αφού στη με-

λετητική και κατασκευαστική δραστηριότητα απασχολήθηκαν χιλιάδες εργαζόμενοι.

Για τους Ολυμπιακούς αγώνες 2004 κατασκευάστηκε ένα πλήθος αθλητικών εγκαταστάσεων και όχι μόνο, το οποίο μελέτησαν και εκτέλεσαν Έλληνες μηχανικοί και ελληνικές εταιρείες, σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

Εικόνα 36 Σήραγγα εκτροπής Ποδονίφτη (Αρχείο Υδροεξυγιαντικής)

Παράλληλα με τα Ολυμπιακά έργα κατασκευάστηκε και ένα σημαντικότατο υδραυλικό έργο υποδομής, η διευθέτηση του κάτω ρου Κηφισού, μήκους περίπου 3 km, που απάλλαξε τις χαμηλές περιοχές της Δυτικής Αθήνας από συχνές πλημμύρες και καταστροφές. Η διευθέτηση έγινε για παροχή πλημμύρας 1 400 m^3/s και συνοδεύτηκε με πλήθος παράπλευρων επεμβάσεων, ενώ άνωθεν, σε μεγάλο μήκος, κατασκευάστηκε λεωφόρος, η οποία συνδέει την παραλιακή λεωφόρο με την Αττική Οδό και την Εθνική Οδό Αθηνών Λαμίας. Το έργο μελετήθηκε και κατασκευάστηκε από Έλληνες μηχανικούς και ελληνικές εταιρείες, οι οποίες αντιμετώπισαν μεγάλες δυσκολίες και επέλυσαν ειδικά προβλήματα.



Εικόνα 37 Κατασκευή έργων κάτω ρου Κηφισού (Αρχείο Υδροεξυγιαντικής)

Εκτός όμως των μεγάλων έργων που έγιναν τα τελευταία περίπου τριάντα χρόνια (1980-2010) στην Αττική και Θεσσαλονίκη για τη βελτίωση των συνθηκών ύδρευσης, εκτελέστηκαν μεγάλα έργα σε πολλά διαμερίσματα της χώρας, με συλλογικά έργα, τα οποία περιλαμβάνουν, έργα συλλογής νερού, έργα καθαρισμού νερού (διυλιστήρια) και μεταφοράς του προς διανομή.

Αναφέρονται επιγραμματικά:

- Στη Ρόδο, το φράγμα Γαδουρά, ύψους 67 m, με εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού 60 000 m^3/d και προοπτική επέκτασης σε 120 000 m^3/d, καθώς και έργα μεταφοράς, που θα καλύψουν σχεδόν το σύνολο του νησιού. Ο ταμιευτήρας του φράγματος έχει συνολική χωρητικότητα περίπου 67.5 hm^3 και η ετήσια απόληψη προβλέπεται 18 hm^3 και μαζί με τις υδροληψίες από τα υπόγεια νερά και πηγές θα φθάνει σε 26.5 hm^3/year, ώστε να υδροδοτούνται και τα άνυδρα νησιά Χάλκης, Σύμης, Καστελόριζο.
- Στην Κρήτη, για το Ηράκλειο και τη μείζονα περιοχή του, το θέμα του μόνιμου προβλήματός του, από αιώνων, θα λάβει οριστικό τέλος με τα έργα του φράγματος Αποσελέμη και της σήραγγας μεταφοράς νερού από το οροπέδιο Λασιθίου για την ενίσχυση του ταμιευτήρα. Ήδη, το Ηράκλειο υδροδοτείται από το 2016, αλλά θα ικανοποιηθεί πλήρως η ύδρευσή του, καθώς και του Αγ. Νικολάου και των κατά μήκος οικισμών με την ολοκλήρωση των έργων από το Οροπέδιο Λασιθίου.

Εικόνα 38 Κατασκευή σήραγγας Οροπεδίου Λασιθίου (Πηγή: Αρχείο Υδροεξυγιαντικής)

- Τα διυλιστήρια νερού λειτουργούν για 105 000 m^3/d. Το ύψος του φράγματος είναι περίπου 65 m, η χωρητικότητα του ταμιευτήρα περίπου 28 hm^3 και η ετήσια απόληψη προβλέπεται περίπου 17.5 hm^3 όταν ολοκληρωθούν

τα έργα ενίσχυσης από το οροπέδιο Λασιθίου.

- Στην Πάτρα, η ενίσχυση της ύδρευσης προβλέπεται να ολοκληρωθεί από τα νερά του Παραπείρου, όπου κατασκευάστηκε το φράγμα – ταμιευτήρας Αστερίου. Ολοκληρώθηκε και το έργο μεταφοράς νερού, περίπου 31.5 km στα διυλιστήρια της Πάτρας. Η χωρητικότητα του ταμιευτήρα Αστερίου είναι 44 hm^3 και το ύψος του φράγματος είναι 77 m. Για την υδροδότηση της ΒΙ.ΠΕ. Πάτρας, αλλά και των οικισμών της ΒΔ Αχαΐας, έγινε και το φράγμα Βαλμαδούρας, από σκυρόδεμα, στον π. Πείρο, από όπου μεταφέρεται νερό στον ταμιευτήρα Αστερίου, με υδραγωγείο 10.5 km Έγινε, επίσης, και η ΕΕΝ (διυλιστήρια) Αστερίου, περίπου 34 500 m^3/d για τους ανωτέρω οικισμούς και τη ΒΙ.ΠΕ.
- Στη Λάρισα, τη 10ετία 1980 διαπιστώθηκε ότι ο Πηνειός δεν θα μπορούσε να εξασφαλίσει ποσοτικά και ποιοτικά κατάλληλο νερό ύδρευσης, αφού προβλέπονταν ότι θα υπήρχαν αυξημένες ανάγκες, λόγω της έντονης πληθυσμιακής αύξησης. Έτσι η Λάρισα στράφηκε στην εκτέλεση έργων υδροληψίας με γεωτρήσεις από τους υπόγειους προσχωματικούς υδροφορείς Γιάννουλης – Αμπελώνα τη 10ετία 1980 και αργότερα από τους καρστικούς υδροφορείς Κουτσοχείρου – Δαμασίου - Τυρνάβου εξασφάλισε επάρκεια κατάλληλου νερού για ύδρευση της πόλης και διέκοψε τη λειτουργία των διυλιστηρίων. Η μακροπρόθεσμη λύση όμως του προβλήματος ύδρευσης, σε περίπτωση αδυναμίας των υπόγειων υδροφορέων να καλύψουν τις συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες τους, θα είναι η υδροδότηση από επιφανειακά νερά (ταμιευτήρας/ες – διυλιστήρια – έργα μεταφοράς) και προς αυτή την κατεύθυνση στρέφονται και οι προσπάθειες της.
- Στο Βόλο και τη μείζονα περιοχή του η κάλυψη των αναγκών ύδρευσης συνεχίζεται από τις πηγές Δυτικού Πηλίου, Καλιακούδας – Ξηρακίων κλπ. Η υδροδότηση της μείζονος περιοχής Βόλου ενισχύεται σήμερα με τα νερά των υπόγειων υδροφορέων Βελεστίνου και της ευρύτερης περιοχής που γειτνιάζει με τον επαναδημιουργηθέντα ταμιευτήρα Κάρλας. Το πρόβλημα βέβαια της ενίσχυσης για την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών ύδρευσης παραμένει και μάλλον αναμένει τη λύση του από τα επιφανειακά νερά της Κάρλας – Αχελώου (Πηνειό) ή άλλων ταμιευτήρων που θα δημιουργηθούν στη μείζονα περιοχή.

Εκτός των έργων ύδρευσης και άρδευσης, που κατασκευάστηκαν ιδιαίτερα τις τέσσερεις τελευταίες δεκαετίες, μελετώνται και προβλέπεται να κατασκευαστούν σε όλη τη χώρα και έργα αποχέτευσης ομβρίων και ακαθάρτων, Εγκατα-

στάσεων Επεξεργασίας και διάθεσης νερού και λυμάτων, για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των αστικών πληθυσμών, για τα οποία έχουν γίνει μελέτες και αναμένεται η χρηματοδότησή τους ή κατασκευάζονται.

Μετά τους Ολυμπιακούς αγώνες 2004, η ύφεση στο χώρο των κατασκευών δημιούργησε προβλήματα, τα οποία αυξήθηκαν με το χρόνο, ήταν όμως διαχειρίσιμα.

Από το 2009-2010, η διεθνής οικονομική κρίση, που ξεκίνησε στην Αμερική το 2007, επέδρασε καταλυτικά στην οικονομία της χώρας, η οποία αναγκάστηκε να καταφύγει στα «Μνημόνια». Οι περιορισμοί που επιβλήθηκαν μηδένισαν την κατασκευαστική δραστηριότητα, που απορροφούσε και το μεγαλύτερο μέρος των εργαζομένων.

Σήμερα οι Πολιτικοί Μηχανικοί και γενικά οι μηχανικοί και πολλοί άλλοι επιστήμονες, μετά από μία περίοδο μεγάλης δραστηριότητας και πλήρους απασχόλησης, αντιμετωπίζουν σε μεγάλο βαθμό και πρόβλημα στοιχειώδους επιβίωσης. Η μετανάστευση χιλιάδων μηχανικών, σε μεγάλο ποσοστό έμπειρων, του μελετητικού και κατασκευαστικού τομέα, η οποία εντείνεται, λόγω της συνεχιζόμενης οικονομικής κρίσης, δημιουργεί εκρηκτική κατάσταση στον κλάδο. Η μετανάστευση ζημιώνει και τη χώρα, αφού χάνει τις εμπειρίες και τις γνώσεις των αξιόλογων αυτών επιστημόνων. Ζημιώνει, επίσης, σημαντικά και την Εθνική Οικονομία, η οποία δεν μπορεί να βρίσκεται συνεχώς σε ύφεση, με όλα τα καταστροφικά επακόλουθα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι μετά το 2010 και παρά τη δυσμενή οικονομική συγκυρία, επετεύχθη η αποπεράτωση μεγάλων υδραυλικών υποδομών, των οποίων η κατασκευή είχε ξεκινήσει τη δεκαετία του 2000, όπως π.χ. των έργων ύδρευσης της πόλης Ρόδου από το φράγμα Γαδουρά και των έργων ύδρευσης Ηρακλείου και Αγ. Νικολάου από το φράγμα Αποσελέμη.

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό συνεπώς να συνεχιστεί η κατασκευή έργων και ιδιαίτερα μεγάλων έργων υποδομής, τα οποία θα δημιουργήσουν την «ατμομηχανή» που θα οδηγήσει τη χώρα στην ανάπτυξη.

Στην προσπάθεια αυτή, η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π. μπορεί να προσφέρει με επιτυχία γνώση και εφόδια στον Έλληνα Πολιτικό Μηχανικό. Με την αδιαμφισβήτητη και διεθνώς αναγνωρισμένη ικανότητά της, μπορεί και πρέπει να προσφέρει εφαρμοσμένο ερευνητικό έργο και συμβουλευτικές υπηρεσίες σε ειδικά ή δύσκολα θέματα σχεδιασμού έργων, ώστε να ενισχύσει όχι μόνο την ταχεία ανάπτυξη των υποδομών αλλά και το δικό της ρόλο, ο οποίος είναι επιστημονικός και ερευνητικός.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αλτηγός, Ν., Ο Αξιός και η άρδευσις της πεδιάδας Θεσσαλονίκης, Τεχνικά Χρονικά Γεν. Έκδοσις 01-15/12/1957/αα 143-144, 1957.
2. Αρσενίου, Λ., και Τ. Πατουλιώτου, Η Ύδρευση της Λάρισας το χθες και το σήμερα, 104 σελίδες, Έκδοση Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης και Αποχέτευσης Λάρισας, Λάρισα, 1991.
3. Γαλάνης, Α., Μελέτη ΒΟΟΤ επί των υδραυλικών έργων Πηνειού, Βοιωτικού Κηφισού και Άρτας – Λούρου, Τεχνικά Χρονικά 15/08/1935/αρ.75, 1935.
4. Κείμενα από την Ιστορία Καρδίτσας – 1, «Έχει δε και ύδωρ θαυμαστό η Παπαράντζα», από την ιστορία της ύδρευσης στην Καρδίτσα 19ος-20ος αιώνας, Φωτ. Λέκκα, ΔΕΥΑΚ, 2006.
5. Δημητρίου - Γιωτοπούλου Μ., «Η μεταμόρφωση της Λάρισας: Από τη λασπούπολη στη σύγχρονη μεγαλούπολη». Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Λάρισας (Δ.Ε.Υ.Α.Λ.), 1991.
6. ΕΥΑΘ, Ιστορικά στοιχεία για την ΕΥΑΘ.
7. ΕΥΔΑΠ, Ο κύκλος του νερού στην Αττική γη, ΕΥΔΑΠ, Αθήνα, 2011.
8. Η Εκατονταετηρίς του ΕΜΠ, Τεχνικά Χρονικά, Αθήνα, 1939.
9. Ιστορική και Λαογραφική Εταιρεία των Θεσσαλών, Θεσσαλικά Χρονικά, Έκτακτη έκδοση για την πεντηκονταετηρίδα από την απελευθέρωση της Θεσσαλίας, 1935.
10. Καλαντζόπουλος, Τ., Το Ιστορικόν της Υδρεύσεως των Αθηνών, Βιβλιοθήκη ΤΕΕ, Αθήνα, 1964.
11. Καλλιγάς, Π., Ύδρευσης και Εξυγιαντικά έργα των Αθηνών, Αρχείο Ελληνικού Πολυτεχνειακού Συλλόγου 1898 - Αρχείο Τ.Ε.Ε. Π. Σακελλαρίου, 1906.
12. Κατσόγιαννος, Ν., Τρικαλινό Ημερολόγιο, Τόμος 21, Τρίκαλα, 2004-2005.
13. Κοντοστάνος, Γ., Το πρόβλημα της Ύδρευσης Βόλου και οι παρεχόμενες διαυτού δυνατότητες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, Τεχνικά Χρονικά 01/05/1937/ αρ. 129, 1937.
14. Κορδέλας, Α., Αι Αθήναι Εξεταζόμεναι υπό υδραυλικήν έποψιν, Τυπογραφείο Φιλοκαλίας, Αθήνησι, 1879.
15. Κοριζής, Α., και Α. Σίνος, Τα Υδραυλικά έργα της Θεσσαλικής Πεδιάδας, Εισηγητική Έκθεση επί των μελετών υπ. Γεωργίας – Τεχνικά Χρονικά 01/02/1935 /αρ. 75, 1935.
16. Κορρές, Μ., Η Ύδρευση των Αθηνών – Το Αδριάνειο Υδραγωγείο, Αφιέρωμα εφημερίδας Καθημερινή (Επτά Ημέρες) με τίτλο «Η ΥΔΡΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ», Αθήνα, 2002.
17. Κωνσταντινίδης, Δ., Τα Υδραυλικά έργα στην Ελλάδα, Αρχείο Δημ. Κωνσταντινίδη και παρουσιάσεις σε ημερίδες, 1994.
18. Λαζαρίδης, Λ., Από το λογαριθμικό Κανόνα στους Υπολογιστές - Ο πολιτικός Μηχανικός τη μεταπολεμική περίοδο έως και σήμερα, 130 χρόνια της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών – Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2017.
19. Λάμπρου, Ι., Αττικόν Ύδωρ, 230 σελίδες, Εκδόσεις Μπατσιούλας, Αθήνα, 2009.

20. Μειμάρης, Α., Δυνατότητες αξιοποίησης Ελληνικών πεδιάδων, Υπουργείο Συντονισμού, Αθήνα 1963.

21. Μπαρτζιούδης, Γ., Η βελτίωση της λειτουργίας, ως ταμιευτήρα άρδευσης, της λίμνης Κερκίνης ώστε να εξυπηρετεί και άλλες λειτουργίες, ΕΚΒΥ Αρχείο Μουσείου Γουλανδρή, Αθήνα, 1993.

22. Νεστορίδου, Ε., Η Ύδρευση των Αθηνών - Το υδρευτικό πρόβλημα και οι πρώτες μελέτες, Αφιέρωμα εφημερίδας Καθημερινή (Επτά Ημέρες) με τίτλο «Η ΥΔΡΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ», Αθήνα, 2002.

23. Νεστορίδου, Ε., Φράγμα Μαραθώνα, Αφιέρωμα εφημερίδας Καθημερινή (Επτά Ημέρες) με τίτλο «Η ΥΔΡΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ», Αθήνα, 2002.

24. Ντάσκας, Α., Τα εγγειοβελτιωτικά έργα στην Ελλάδα, Τεχνικά Χρονικά, Μάϊος- Ιούνιος 1989.

25. Παπαδήμος, Δ.Λ., Τα υδραυλικά έργα παρά τοις Αρχαίοις, τόμοι Β & Γ., Έκδοση ΤΕΕ, Αθήνα, 1979.

26. Παππάς, Α., Η Ύδρευση των Αθηνών, στην Αθήνα των νεότερων χρόνων», Αφιέρωμα εφημερίδας Καθημερινή (Επτά Ημέρες) με τίτλο «Η ΥΔΡΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ», Αθήνα, 2002.

27. Πρακτικά ημερίδας, Το υδροδοτικό πρόβλημα της Αθήνας, Τομέας Υδατικών Πόρων– ΕΜΠ, Αθήνα, 1994.

28. Σβορώνος, Ν.Γ., Επισκόπηση της Ελληνικής Ιστορίας – Ιστορικός χάρτης της Ελλάδας, Έκδόσεις Θεμέλιο, Αθήνα, 1976.

29. Σπανάκης, Σ., Η ύδρευση του Ηρακλείου: 838-1939, 155 σελίδες, Έκδοση ΤΕΕ/Τμήμα Ανατολικής Κρήτης, Ηράκλειο, 1981.

30. Σταϊνχαουερ, Γ. και Ό. Αποστολοπούλου-Κακαβογιάννη, Αττικής Οδού περιήγηση, 220 σελίδες, Εκδόσεις IDEA, Αθήνα, 2005.

31. Σύνδεσμος Τεχνικών Εταιριών Η΄ Τάξης, Τα θεμέλια του μέλλοντος:, οδοιπορικό από τον Μεσοπόλεμο στο 2000, Ο Ελληνικός Κατασκευαστικός Κλάδος. 177 σελίδες, ΣΤΕΗΤ, Αθήνα, 2002.

32. Τανούλας Τάσος, «Η Ύδρευση των Αθηνών - Καλλιρόη, Εννεάκρουνος Κλεψύδρα, Αφιέρωμα εφημερίδας Καθημερινή (Επτά Ημέρες) με τίτλο «Η ΥΔΡΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ», Αθήνα, 2002.

33. Τάσιος Θεοδόσιος, «Η Ύδρευση των Αθηνών - Από το Πεισιστράτιο στον Εύηνο», Αφιέρωμα εφημερίδας Καθημερινή (Επτά Ημέρες) με τίτλο «Η ΥΔΡΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ», Αθήνα, 2002.

34. ΤΕΕ - Τμήμα Ηπείρου, Ύδρευση πόλης Ιωαννίνων Έκθεση επιτροπής ΤΕΕ- Τμήματος Ιωαννίνων, 31-7-1980.

35. Τρίχα, Λ., Χαρίλαος Τρικούπης, 626 σελίδες, Εκδόσεις Πόλις, 2016.

36. Υδροεξυγιαντική, Προμελέτη ύδρευσης μείζονος περιοχής Βόλου, ΔΕΥΑΜΒ, 1993.

37. Υδροεξυγιαντική, Τεχνικός Σύμβουλος Ανασχεδιασμός και Αναδιευθέτηση κοίτης Κη-

φισού, ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΔΕ/ΕΣΕΑ, 2003.

38. Υδροεξυγιαντική, Τεχνικός Σύμβουλος Ύδρευσης Ηρακλείου – Αγ. Νικολάου από το Φράγμα Αποσελέμη, 2000 έως 2013.
39. Υδροεξυγιαντική, Τεχνικός Σύμβουλος Ύδρευσης Ρόδου από το Φράγμα Γαδουρά, 2001 ÷ 2014.
40. Υετός, Έργα ύδρευσης – αποχέτευσης Θεσσαλονίκης, αρχείο, 2017.
41. Υπουργείο Συντονισμού, Τα μεγάλα εγγειοβελτιωτικά έργα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης, Αθήναι 1955.
42. Χρήστου, Θ.Δ., Το Κωπαϊδικό ζήτημα και οι κοινωνικοί αγώνες για την επίλυσή του, 1805-1953, 400 σελίδες, Κέντρο Ανάπτυξης και Ανάπλασης Δυτικής και Νότιας Επαρχίας Θήβας, 2002.
43. Nobile, I., Επιτροπή Υδραυλικών έργων Θεσσαλίας – Μελέτη έργων αντιπλημμυρικών και εξυγιάνσεως, Εν Αθήναις Τύποις Π.Δ. Σακελλαρίου, 1914.

Η ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ*

του Κωνσταντίνου Λυμπέρη

τ. Επίκουρου Καθηγητή ΕΜΠ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάπτυξη του σιδηροδρόμου άλλαξε σημαντικά τη ζωή του ανθρώπου. Από την αρχή της ιστορίας του σιδηροδρόμου, εδώ και 280 χρόνια περίπου, υπήρξε δραματική συντόμευση των χρόνων μετακίνησης. Ο σιδηρόδρομος ώθησε τη βιομηχανική επανάσταση, αφού έθεσε την υποδομή της ανάπτυξης της βαριάς βιομηχανίας καθώς και ο ίδιος δημιούργησε τεράστια ζήτηση σε σίδηρο, ατσάλι και μηχανές. Η κατασκευή γεφυρών και σηράγγων αναπτύχθηκε για τη διέλευση των σιδηροδρομικών διαδρόμων μέσα από κοιλάδες και ορεινούς όγκους και όχι μόνο, αλλά και εντός πόλεων για τις ανάγκες των αστικών σιδηροδρόμων.

Ήδη τον 19^{ο} αιώνα διαπιστώθηκε και η στρατιωτική σημασία του νέου αυτού μεταφορικού μέσου.

Η έννοια του Πολιτικού Μηχανικού (ΠΜ) υπήρξε πολύ παλαιότερα ως μηχανικός κατασκευών από τον 12^{ο} και 13^{ο} αιώνα. Στους τότε τίτλους υπήρχε η λέξη Ingenieur – Engineer η οποία προήρχετο από τη λατινική λέξη ingenium που σημαίνει παραγωγικό πνεύμα, αντίληψη και άνθρωπο πλουσίου πνεύματος. Ο τίτλος αυτός δινόταν τότε σε ανθρώπους οι οποίοι γνώριζαν καλά την κατασκευή και χρήση πολεμικών μηχανών.

Αυτή η έννοια διατήρησε τη λέξη Ingenieur πολλούς αιώνες μετά και τη συνέδεσε με τη στρατιωτική τεχνική κατασκευής οχυρωμάτων, μέχρι που ο Johann

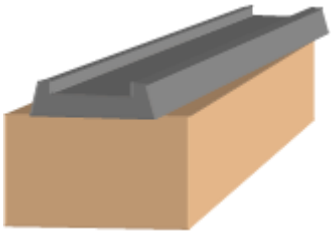
* Το κείμενο αυτό επιθυμώ να το αφιερώσω στη μνήμη του φίλου μου Καθηγητή Ματθαίου Καρλαύτη.

Rudolf Fäsch συμπλήρωσε το έτος 1735 στο πολεμικό – μηχανικό λεξικό του «*ο μηχανικός οφείλει να έχει επιστημονική γνώση στην αριθμητική ή στην ικανότητα υπολογισμών, στη γεωμετρία, στη γεωγραφία, στην τέχνη πολιτικών κατασκευών, στο πυροβολικό, στη μηχανική, στο σχέδιο και στην προοπτική, για να αντιμετωπίζει όλες τις περιπτώσεις που του παρουσιάζονται με δικές του γνώσεις και όχι να ''συμβουλεύεται άλλους''*». Έτσι εισήλθε κατά κάποιο τρόπο η έννοια του στρατιωτικού μηχανικού Ingenieurkorps ή Geniekorps ως στρατιωτικά τάγματα τεχνικών κατασκευών.

Παράλληλα στη Γαλλία δόθηκε ώθηση από το κράτος στην κατασκευή οδών και γεφυρών. Προς τούτο συγκροτούνται σε σώμα οι πολιτικοί μηχανικοί Corps des ingénieurs des ponts et chaussées. Ιδρύονται οι πρώτες σχολές για την εκπαίδευση νέων μηχανικών: Ecole des ponts et chaussées το 1747 (Σχολή Γεφυρών και Οδών) η Ecole du Génie Militaire το 1748 στη Mézières (Σχολή Πρωτοπόρων Στρατιωτικών Μηχανικών) και η Ecole des Mines το1783 (Σχολή Ορυκτού Πλούτου). Το 1794 ιδρύεται η Πολυτεχνική σχολή (École Polytechnique) συμπεριλαμβάνοντας και άλλες επιστήμες μηχανικών. Στη συνέχεια ιδρύονται και σε άλλα κράτη Πολυτεχνικές σχολές. (Bauingenieurwesen Wikipedia).

2 ΕΤΣΙ ΑΡΧΙΣΑΝ ΟΛΑ

Κατά τον 16^{ο} και 17^{ο} αιώνα στην Αγγλία, η ανάγκη για μεταφορά των ορυκτών από τα ορυχεία, οδήγησε στη στρώση ξύλινων διαδρόμων (με ξύλινες δοκούς), για να κινούνται οι άμαξες με τα βαριά φορτία ευκολότερα. Στη συνέχεια, οι ξύλινες δοκοί καλύφθηκαν με μέταλλο για να φθάσουμε στο 18^{ο} αιώνα όπου τοποθετήθηκαν οι πρώτες αυλακωτές σιδηροτροχιές.



Εικόνα1 Μπάρα από χυτοσίδηρο επί ξύλινης δοκού, 1767 στο Coalbrook dale Μεταλλουργείο, Αγγλία

Η πρώτη τέτοια «σιδηροτροχιά» κατασκευάσθηκε τη 18^{η} Νοεμβρίου 1767 και τοποθετήθηκε το ίδιο έτος (Dostal, 2004). Έτσι άρχισε να διαφαίνεται η στρώση του πρώτου σιδηρού δρόμου στα ορυχεία του Norfolk. Ο τύπος αυτός

προτιμήθηκε από πολλούς μηχανικούς της εποχής και το 1803 ο Woodhouse (Heusinger, 1877) επινόησε μία βελτιωμένη έκδοση κυτιοειδούς μορφής, η οποία έδινε τη δυνατότητα απευθείας τοποθέτησής της επί της επιφάνειας του διαδρόμου κάνοντας έτσι εντονότερη την εμφάνιση του σιδηρού δρόμου.

Συνάμα και με την εφεύρεση της ατμομηχανής (ο Isaac Newton ανακαλύπτει το 1680 τη δύναμη του ατμού, ο James Watt εφευρίσκει το 1764 την πρώτη αποδοτική ατμομηχανή και ο Άγγλος μηχανικός και εφευρέτης Richard Trevithick κατασκευάζει με επιτυχία το 1804 την πρώτη προς χρήση λοκομοτίβα), θεωρείται η Αγγλία, κατά την τότε βιομηχανική επανάσταση, ως η πατρίδα της μηχανοκίνητης λειτουργίας του σιδηροδρόμου.

Ως εκ τούτου, ο σιδηρόδρομος θεωρείται τόσο προϊόν καθώς και αναπόσπαστο τμήμα της βιομηχανικής επανάστασης.

3 ΑΠΟ ΤΟΝ BENJAMIN CURR…

Το 1776 ο Benjamin Curr στο διάδρομο Sheffield-ορυχεία, κατασκεύασε τον πρώτο διάδρομο με τροχιές από χυτοσίδηρο όπου προσδιόρισε τα τότε «φορεία» στο δεδομένο ίχνος. Αυτό συνέβη με την πρόσθεση χυτού περιθωρίου στην εξωτερική πλευρά των «σιδηροτροχιών» (Εικ. 2α). Δημιουργήθηκε έτσι ο διάδρομος σταθερής τροχιάς, όπου όλως περιέργως, από την πρωτόγονη αυτή κατασκευή προέκυψε το μέτρο του κανονικού εύρους των 4 ποδών και 8½ ιντσών που αντιστοιχεί σε 1 435 χιλιοστά, το οποίο παρέμεινε μέχρι σήμερα.

Μέχρι το 1793 το σύστημα αυτό, του κατά μήκος φορέα, ήταν αποκλειστικό στην κατασκευή των διαδρόμων σταθερής τροχιάς. Ήρθε όμως ο Outram να διευρύνει τη μέχρι τότε διατομή της «σιδηροτροχιάς» του B. Curr μήκους 3 ποδών με μία συνεχή νεύρωση προς τα κάτω, έτσι ώστε να στηρίζεται σημειακά κάθε 3 πόδια πάνω σε πέτρινα μπλόκια (Εικ. 2β), κάνοντας έτσι ένα αξιοπρεπές βήμα προς την πρόοδο της μορφής της γραμμής.

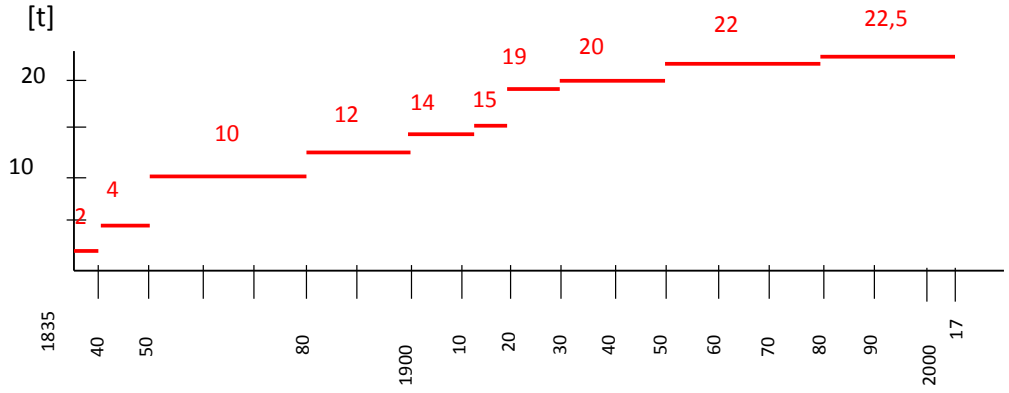
Εικόνα 2 α) Σιδηροτροχιά του B. J. Curr με τροχούς χωρίς όνυχα, β) Σιδηροτροχιά Outram διατομής κοιλιάς ψαριού σε διαμορφωμένες πέτρες (Πηγή: Dostal, 2004)

Συγχρόνως, τοπικές συνθήκες και τιμές των υλικών οδήγησαν τη φτωχή σε σίδηρο και πλούσια σε ξυλεία Αμερική στην κατασκευή ξύλινων σιδηροτροχιών φαρδιού πέλματος, η οποία στην αρχή εδραζόταν επί κατά μήκος φορέων. Την σιδηροτροχιά αυτή εισήγαγε στην Ευρώπη το 1829 ο Άγγλος μηχανικός Vignol και τη διαμόρφωσε στη μέχρι σήμερα (2017) μορφή της (Εικ. 3).

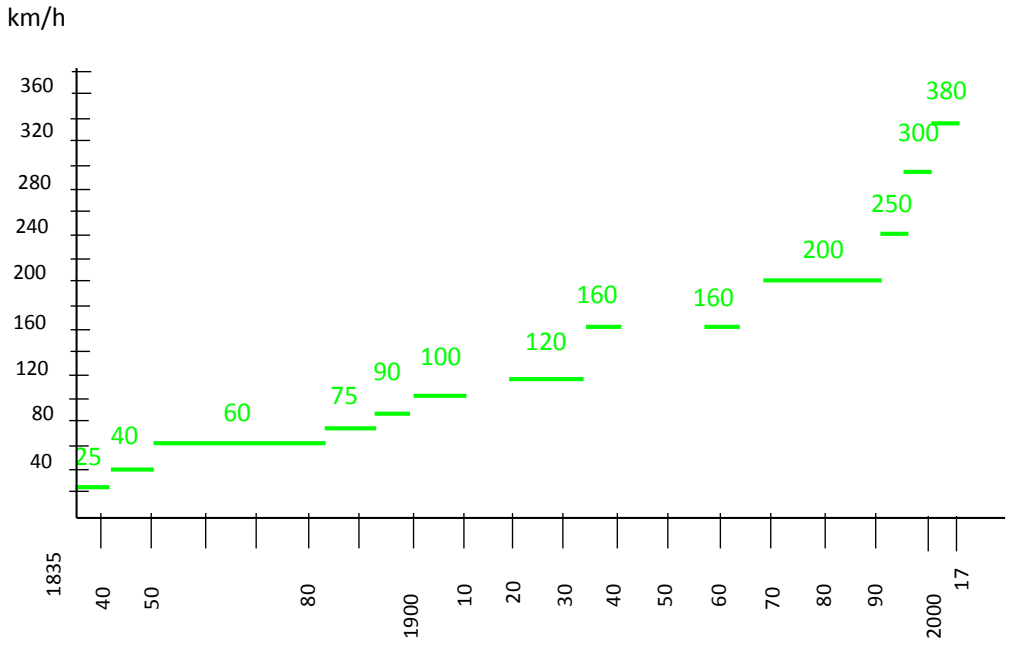
Εικόνα 3 Σιδηροτροχιά φαρδιού πέλματος

Από τις τελευταίες δεκαετίες του 19ου αιώνα και μετά επικράτησαν οι σιδηροτροχιές φαρδιού πέλματος και οι διπλής κεφαλής. Μέχρι το 1915 οι μεν πρώτες χρησιμοποιούντο αποκλειστικά στη Γερμανία, Ρωσία, Ελβετία, Αυστρία, Ιταλία και Βόρειο Αμερική. Αντίθετα, στην Αγγλία τοποθετούνταν μόνο σιδηροτροχιές διπλής κεφαλής, ενώ στη Γαλλία συναντούνται και οι δύο τύποι. Στη συνέχεια επεκράτησε η σιδηροτροχιά φαρδιού πέλματος αφού δια μέσου των ετών αποδείχθηκε ισχυρότερη, οικονομικότερη και ευκολότερη στην τοποθέτηση.

Σήμερα (2017) χρησιμοποιείται αποκλειστικά η σιδηροτροχιά φαρδιού πέλματος, βεβαίως με βελτιωμένη τεχνολογία παραγωγής, διαστάσεις και μηχανικές ιδιότητες προσαρμοσμένες στα σημερινά φορτία και ταχύτητες. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμη η αναφορά στην εξέλιξη των φορτίων και της ταχύτητας από το 1835 μέχρι σήμερα (Εικόνες 4 και 5).



Εικόνα 4 Εξέλιξη του αξονικού φορτίου από το 1835 μέχρι σήμερα (Πηγή: Lichtberger, 2003)



Εικόνα 5 Εξέλιξη της ταχύτητας από το 1835 μέχρι σήμερα (Πηγή: Lichtberger, 2003)

4 ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Σε ότι αφορά στην Επιστήμη των ΠΜ διεθνώς, επικράτησε το Civil Engineer ως συμπλήρωμα ή αντικατάσταση του στρατιωτικού μηχανικού, του οποίου η δραστηριότητα ήταν η πρωτοπορία στο άνοιγμα διαδρόμων. Η δραστηριότητα αυτή μεταβιβάστηκε κατά κάποιον τρόπο στην επιστημονική περιοχή του Πολιτικού Μηχανικού. Έτσι, από τα παραπάνω αναφερόμενα, ο σιδηρόδρομος αναπόφευκτα συνδέεται με τις ειδικότητες των πολιτικών μηχανικών, καθόσον η κατασκευή του απαιτεί τη βαθιά γνώση της κάθε ειδικότητας. Στον Πίνακα 1, μπορούμε να δούμε ένα έργο σιδηροδρομικής γραμμής πως συνδέεται με την επιστήμη του Πολιτικού μηχανικού.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι, η κατασκευή γραμμής αποτελεί μέρος της κατασκευής συγκοινωνιακών διαδρόμων, ανήκει στη γενικότερη περιοχή της συγκοινωνιακής επιστήμης, και ως εκ τούτου, και των ΠΜ. Περιλαμβάνει το σχεδιασμό και την κατασκευή όλης της Υποδομής (infrastruktur) του σιδηροδρομικού δικτύου.

Όμως για τη λειτουργία του ως μεταφορικό μέσο χρειάζεται και ο εξοπλισμός του, που είναι οι σταθμοί, τα οχήματα, η ηλεκτροκίνηση και η σηματοδότηση.

Πίνακας 1

Εργασίες	**Ειδικότητα που ανήκουν**
Χάραξη του διαδρόμου	Συγκοινωνιακής τεχνικής
Διαμόρφωση του διαδρόμου - η λεγόμενη υποδομή - αρχίζοντας από την εξυγίανση του εδάφους όπου απαιτείται, τα επιχώματα, οι προστατευτικές στρώσεις, τα ορύγματα, τα πρανή, οι τοίχοι αντιστήριξης	Γεωτεχνικής – Εδαφοτεχνικής – Δομοστατικής
Κατασκευή σηράγγων, κάθε είδους γεφυρών	Γεωτεχνικής – Εδαφοτεχνικής – Δομοστατικής
Στρώση επιδομής ήτοι σκυρόστρωση, στρωτήρες (τραβέρσες), σιδηροτροχιές (ράγες), σύνδεσμοι, μικρό υλικό, αλλαγές τροχιάς (κλειδιά), αρμοί διαστολής	Συγκοινωνιακής τεχνικής
Αποστράγγιση γραμμής, διευθέτηση υδάτινων ροών	Υδραυλικής
Διαχείριση έργου	Οργάνωσης εργοταξίου

Αυτό απαιτεί τη συνεργασία και των υπολοίπων τεχνικών Επιστημών ενός Πολυτεχνείου όπως:

- **Κτηριακά σταθμών**: Αρχιτέκτονες, Πολιτικοί μηχανικοί (δομοστατικοί – συγκοινωνιολόγοι), Μηχανολόγοι – Ηλεκτρολόγοι
- **Σιδηροδρομικά σταθμών**: Συγκοινωνιολόγοι, Ηλεκτρονικοί, Ηλεκτρολόγοι – Μηχανολόγοι
- **Οχήματα, Ηλεκτροκίνηση, Σηματοδότηση**: Ηλεκτρονικοί, Ηλεκτρολόγοι – Μηχανολόγοι
- **Υλικά**: Χημικοί μηχανικοί

Βεβαίως όλα τα παραπάνω με τη βαθιά γνώση των Μαθηματικών, της Φυσικής, της Τεχνικής μηχανικής, της Αντοχής υλικών και της Στατικής.

5 ΕΜΠ ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ

5.1 Ελληνικός Σιδηρόδρομος

Η ιστορία του ελληνικού σιδηρόδρομου συνοπτικά:

1835 Πρόταση από τον Γάλλο Φραγκίσκο Φεράλδη για την κατασκευή σιδηροδρομικής γραμμής Αθήνα – Πειραιά. Καμία ανταπόκριση.

1843	Πρόταση από τον Αλέξανδρο Ραγκαβή. Καμία ανταπόκριση.
1855	Πρώτη σοβαρή προσπάθεια από τον Αλέξανδρο Μαυροκορδάτο.
1869	Ολοκλήρωση γραμμής Αθήνα – Πειραιά μήκους 8.5 km με αφετηρία το Θησείο.
1882	Κατασκευή γραμμής Πύργου – Κατάκολου μήκους 13 km. Ίδρυση εταιρείας Σιδηροδρόμων Αττικής.
1882	Ο Χαρίλαος Τρικούπης αναθέτει σε αγγλικό όμιλο την κατασκευή σιδηροδρομικής γραμμής μήκους 700 km σε Θεσσαλία, Στερεά Ελλάδα και Πελοπόννησο.
1909	Η Ελλάδα έχει περίπου 1 600 km δίκτυο.
1859 – 1879	Πολλές προτάσεις Ελλήνων και ξένων για την κατασκευή σιδηροδρομικών γραμμών δεν είχαν ανταπόκριση.
1888 – 1929	Πολλές μελέτες Ελλήνων και ξένων για την κατασκευή σιδηροδρομικών γραμμών δεν είχαν ανταπόκριση.

Περισσότερα για την ιστορία του σιδηροδρόμου μπορεί να διαβάσει κανείς στο άρθρο της Αθανασίας Μαρκουλή «Ο Σιδηρόδρομος στη Λαυρεωτική του 19ου και 20ου αιώνα» καθώς και του Αργύρη Π. Πετρονώτη «Ιταλοί μηχανικοί και τεχνίτες στον ελλαδικό χώρο κατά τον 19ο αιώνα και το πρώτο μισό του 20ου» στη μνήμη του Evaristo de Chirico, στο τεύχος «170 χρόνια Πολυτεχνείο».

5.2 Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Από το κείμενο «180 χρόνια ΕΜΠ» με την αναφορά «…και κατά τη μεταπολεμική περίοδο η ανασυγκρότηση του οδικού και σιδηροδρομικού δικτύου ...», διαφαίνεται ότι αμέσως μετά την ίδρυση της Σχολής ΠΜ το έτος 1887, δεν υπήρχε μεγάλη σχέση της Σχολής με το σιδηρόδρομο. Σύμφωνα με ιστορικές στοιχεία, αναφέρεται ως Καθηγητής Σιδηροδρομικής και Μεταλλουργίας ο Ιωάννης Αργυρόπουλος (1889-1923), χωρίς να αποσαφηνίζεται ποια χρονική περίοδο διετέλεσε Καθηγητής της Σιδηροδρομικής.

Σαφής όμως αναφορά γίνεται για τον Καθηγητή Δημοσθένη Πρωτοπαπαδάκη, του οποίου η ακαδημαϊκή καριέρα ξεκινά με την εκλογή του το 1908 ως τακτικού Καθηγητού στο μάθημα της Σιδηροδρομικής στο «Σχολείο Βιομηχάνων Τεχνών» και η παρουσία του, μαζί με εκείνη του Ιωάννη Αργυρόπουλου, σηματοδοτεί την αναβάθμιση του κλάδου στο Ίδρυμα. Μετά την αλλαγή του 1914 (Ν. 388/1914) και τη μετονομασία του «Σχολείου» σε «Εθνικόν Μετσόβιον Πολυτεχνείον», ο Δ. Πρωτοπαπαδάκης ανέλαβε την έδρα της Σιδηροδρομικής ως τακτι-

κός καθηγητής στην έδρα Σιδηροδρομικής στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Διετέλεσε μέλος του Συμβουλίου των Δημοσίων Έργων και των Σιδηροδρόμων καθώς και Πρύτανης του ΕΜΠ την περίοδο 1934 - 1935.

Σπούδασε στην Ανώτατη Εθνική Σχολή Γεφυροδοποιών στη Γαλλία, απ' όπου αποφοίτησε το 1897, και εργάστηκε σε γαλλικές εταιρείες. Στο πλαίσιο αυτό ταξίδεψε στην Αιθιοπία με σκοπό την εκπόνηση σχετικής μελέτης για τη χάραξη του σιδηροδρομικού δικτύου της χώρας. Με την επιστροφή του στην Ελλάδα εργάστηκε στη χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής Μύλων – Καλαμών.

Πλην των παραπάνω αναφερομένων, ο Πρωτοπαπαδάκης έγινε σημείο αναφοράς στη διεθνή σιδηροδρομική βιβλιογραφία για τη συμβολή του στις αντιστάσεις w_r που υφίστανται τα σιδηροδρομικά οχήματα κατά την κίνησή τους στις καμπύλες με ακτίνα μικρότερη των 800 m με τη σχέση:

$$w_r = \frac{\mu \cdot (0,72 \cdot e + 0,47 \cdot a)}{r} [N / kN]$$

όπου

μ = συντελεστής τριβής μεταξύ τροχού και σιδηροτροχιάς

e = η απόσταση μεταξύ των δύο σιδηροτροχιών στο μέσο της κεφαλής των

α = η απόσταση μεταξύ αξόνων στο όχημα ή στο φορείο και

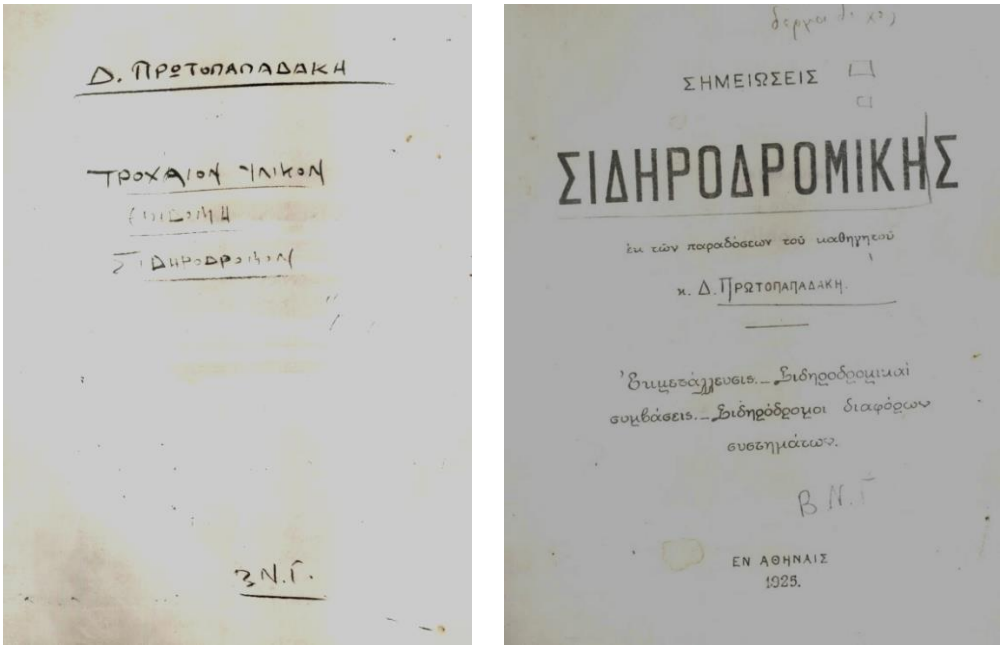
r = η ακτίνα της οριζοντιογραφικής καμπύλης

Η σχέση αυτή δίνει αποτελέσματα παραπλήσια με αυτή του Röckl που χρησιμοποιείται σήμερα.

Συνέγραψε επίσης δύο τόμους, όπως αυτοί διασώζονται μέχρι σήμερα, ένα αντίγραφο κατέχει ο συγγράφων, το οποίο διαφυλάσσει ως κόρη οφθαλμού (Εικ. 6).

Φαίνεται όμως, ότι στις αρχές του 20ου αιώνα άρχισαν οι τότε απόφοιτοι μηχανικοί του ΕΜΠ να εμπλέκονται στο σιδηρόδρομο. Ως τέτοιοι αναφέρονται:

- **Πανταζής Γεώργιος**, Πολιτικός μηχανικός, δίπλωμα Ε.Μ.Π. 1908. 1913-1921: Μηχανικός στη Σιδηροδρομική Εταιρεία «Lenz und Co», 1922: Μηχανικός ΣΕΚ., 1934: Αρχιμηχανικός μεταλλικών γεφυρών.
- **Πανταζής Κίμων**, Πολιτικός μηχανικός, δίπλωμα Ε.Μ.Π. 1904. Σύμβουλος Σιδηροδρόμων Ελληνικού Κράτους, Μέλος Συμβουλίου Δημοσίων Έργων, Διευθυντής Σιδηροδρόμων Υπουργείου Συγκοινωνίας, Τεχνικός σύμβουλος «Α.Ε. Ελληνικών Ηλεκτρικών Σιδηροδρόμων», 1915: Τακτικός καθηγητής στην έδρα «Λίθινων και ξύλινων γεφυρών, τοίχων αναστηρίξεως και θεμελιώσεων» του Ε.Μ.Π.



Εικόνα 6 Εξώφυλλα σημειώσεων καθ. Δημοσθένη Πρωτοπαπαδάκη (Πηγή: Προσωπική συλλογή)

- **Πάϊκος Γρηγόριος**, Πολιτικός μηχανικός, δίπλωμα Ε.Μ.Π. 1902. 1902-1903: Μηχανικός εταιρείας «Batignolles» (κατασκευή σιδηροδρομικής γραμμής Πειραιά-Λάρισας).
- **Κορωναίος Γεώργιος**, Πολιτικός μηχανικός., δίπλωμα Ε.Μ.Π. 1919. 1920-1924: Υπότροφος Ε.Μ.Π, σπουδές στην Technische Hochschule Berlin-Charlottenburg, ειδίκευση σε σιδηροδρομικά έργα στους Γερμανικούς Σιδηρόδρομους. 1927-1929: Μηχανικός Σ.Ε.Κ. (μελέτη σταθμών Θεσσαλονίκης, Αθηνών, σιδηροδρομικών εγκαταστάσεων Πειραιώς), Καθηγητής κέντρου εκπαίδευσης Σ.Ε.Κ.

Εδώ πρέπει να αναφερθεί ότι και άλλοι μηχανικοί της εποχής εκείνης καθώς και της νεότερης, απόφοιτοι του ΕΜΠ της Σχολής Μηχανολόγων, ασχολήθηκαν επαγγελματικά με τον ελληνικό σιδηρόδρομο και όχι μόνο (Πίνακας 2).

Το μάθημα της Σιδηροδρομικής ενισχύθηκε με την είσοδο της κατεύθυνσης του Συγκοινωνιολόγου, με το Πρόγραμμα σπουδών το ακαδημαϊκό έτος 1977-78.

Πίνακας 2

Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής (ΤΜΣΥ)		
Έργο	**Φορέας ανάθεσης**	**Υπεύθυνος**
Συνδυασμένες Μεταφορές στο Δίκτυο του ΟΣΕ στον Άξονα Ελλάδος-Ιταλίας	Ευρωπαϊκή Επιτροπή - DG VII, 1995 -1997	Αμπακούμκιν Κ. Καθηγητής
Διερεύνηση Χωρητικότητας και Μεταφορικής Ζήτησης στο Τμήμα Τιθορέα-Δομοκός της Γραμμής Αθήνα-Θεσσαλονίκη	ΟΣΕ ΑΕ, 1991 – 1992	Αμπακούμκιν Κ. Καθηγητής
Σύνταξη του Νέου Κανονισμού Επιδομής του Μετρικού Δικτύου Πελοποννήσου	ΟΣΕ ΑΕ, 2002 - 2004	Αμπακούμκιν Κ. Καθηγητής
IMPROVERAIL - Βελτιωμένες εφαρμοσμένες μέθοδοι για τη διαχείριση και οργάνωση της μεταφορικής χωρητικότητας των σιδηροδρομικών υποδομών και του τρόπου πρόσβασης σ' αυτές των σιδηροδρομικών επιχειρήσεων	TIS.PT & Διεθνής Ένωση Σιδηροδρόμων, 2001 – 2002	Τσαμπούλας Δ. Καθηγητής
Προσδιορισμός Χωρητικότητας (Ικανότητα Απόδοσης) και Τιμολόγησης στον Άξονα Προαστιακού Σιδηροδρόμου Μεταξύ Σταυρού και Αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος (Φάση Α)	ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΑΕ, 2002 – 2004	Τσαμπούλας Δ. Καθηγητής
Συμβολή στη Διαχείριση της Συντήρησης της Σιδηροδρομικής Υποδομής	ΟΣΕ ΑΕ, 2003 - 2005	Λοΐζος Ανδ. Καθηγητής
Εκπόνηση κανονιστικών κειμένων (εγχειριδίου) στρώσης – επιθεώρησης και συντήρησης – ανακαίνισης γραμμής	ΟΣΕ ΑΕ, 2006 - 2008	Σταθόπουλος Αντ Καθηγητής
Έρευνα για την Οργάνωση του Τομέα των Συνδυασμένων Μεταφορών και των Συμπληρωματικών Υπηρεσιών της Εφοδιαστικής Αλυσίδας	ΤΡΑΙΝΟΣΕ ΑΕ, 2011 - 2012	Μπαλλής Αθ. Αν. Καθηγητής
Διερεύνηση Θεμάτων για την Υποστήριξη της ΤΡΑΙΝΟΣΕ Α.Ε. στην Πιλοτική Εφαρμογή Υπηρεσιών Εφοδιαστικής Αλυσίδας στον Άξονα Αθήνα-Θεσσαλονίκη	ΤΡΑΙΝΟΣΕ ΑΕ, 2013 – 2014	Μπαλλής Αθ. Αν. Καθηγητής
Διερεύνηση Θεμάτων και Διατύπωση Πρότασης για τη Βελτίωση της Υποδομής του Εμπορευματικού Σιδηροδρομικού Σταθμού της ΤΡΑΙΝΟΣΕ Α.Ε. στη Θεσσαλονίκη	ΤΡΑΙΝΟΣΕ ΑΕ, 2015 – 2015	Μπαλλής Αθ. Αν. Καθηγητής
Άνω των 20 Διπλωματικών εργασιών	Εργαστήριο	Αμπακούμκιν

	Σιδηροδρομικής και Μεταφορών	Λυμπέρης Μπαλλής
2 Διδακτορικές Διατριβές	Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών	Αμπακούμκιν Λυμπέρης
Από άλλους Τομείς		
New concepts for turnouts in urban rail transit infrastructure (TURNOUTS)	ΕΕ, 2003	Γκαζέτας Γ. Καθηγητής
Ανάπτυξη νέας πρότυπης μεθοδολογίας υπολογισμού της καταπόνησης σιδηροδρομικής γέφυρας- Διερεύνηση και ανάλυση μεθόδων αντιμετώπισης της σεισμικής διαρρήξεως	Ο.Σ.Ε. 2004 - 2006	Γκαζέτας Γ. Καθηγητής
ΤΕΧΝΙΚΑ εκπονηθέντα σε ΤΜΗΜΑΤΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ στη Νέα Σιδηροδρομική Γραμμή Ελευσίνας – Κορίνθου.	Ο.Σ.Ε	Σαμπουτζάκης Ε. Καθηγητής
Σιδηροδρομικές γέφυρες στο Δίκτυο της Πελοποννήσου	Διπλωματική Εργασία Ταρναβά Αικατερίνης	Ερμόπουλος Ι. Καθηγητής

Νεότεροι Καθηγητές που δίδαξαν το μάθημα της σιδηροδρομικής στη Σχολή ΠΜ στο ΕΜΠ είναι οι:

Κορωναίος Νικόλαος, Γιώτης Απόστολος, Αμπακούμκιν Κωνσταντίνος.

Σήμερα (2017) το μάθημα της Σιδηροδρομικής διδάσκεται από τον Αναπληρωτή Καθηγητή **Αθανάσιο Μπαλλή**. Δυστυχώς έχει ανασταλεί το μάθημα «Ειδικά κεφάλαια της Σιδηροδρομικής» και έχει περιορισθεί το μάθημα της Σιδηροδρομικής λειτουργίας στο ευρύτερο μάθημα «Λειτουργία Δικτύων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς». Η ύλη που διδάσκεται είναι η εξής:

Γενικά περί του σιδηροδρόμου, Χάραξη σιδηροδρομικής γραμμής, Στρώση γραμμής, Υπολογισμός επιδομής, Γενικότητες περί έλξης, αποκλεισμού και σύνταξης δρομολογίων.

Κάποιες από τις ερευνητικές, μελετητικές και άλλες δραστηριότητες με αντικείμενο τον Σιδηρόδρομο που εκπονήθηκαν μετά το 1980 από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής.

5.3 Διδακτικά Βοηθήματα από το 1978 έως σήμερα

- Σιδηροδρομική Ι, ΙΙ, ΙΙΙ, Απ. Γιώτη, Αθήνα 1978
- Σιδηρόδρομοι, Κ. Αμπακούμκιν, Αθήνα 1985

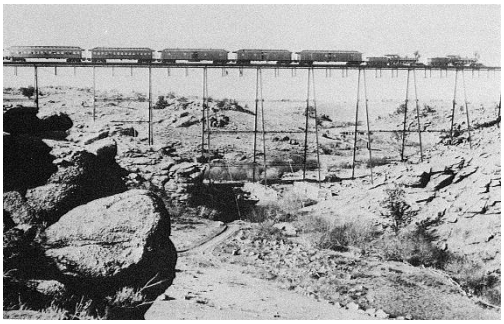
- Εφαρμοσμένη Σιδηροδρομική, Κ. Λυμπέρης, Αθήνα 2005
- Ειδικά Θέματα Σιδηροδρομικής, Κ. Αμπακούμκιν, Κ. Λυμπέρης, Αθήνα 2000
- Σιδηροδρομική Τεχνική – Θεωρία εφαρμογές από την επιδομή και τη χάραξη μέχρι το δρομολόγιο, Κ. Λυμπέρης, Αθήνα 2007
- Λειτουργία Δικτύων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, Κ. Λυμπέρης, Μ. Καρλαύτης, Αθήνα 2004
- Λυμένες ασκήσεις Σιδηροδρομικής, Κ. Λυμπέρης, Αθήνα 2007
- Σιδηροδρομική Θεωρία και Εφαρμογές, Τόμοι Ι, ΙΙ, Κ. Λυμπέρης, Αθήνα 2007

Επίσης ως διδακτικό βοήθημα, εντός του ΕΜΠ και περίπου κάτω από το κτήριο των Μεταλλικών Κατασκευών, έχει στρωθεί Σιδηροδρομική γραμμή με αλλαγές τροχιάς και διάφορα συστήματα επιδομής, δίνοντας την ευκαιρία στους σπουδαστές να έρθουν σε επαφή με τα υλικά της γραμμής. Υλικά για την κατασκευή διέθεσαν οι εταιρείες ΗΣΑΠ, Αττικό Μετρό και Άκτωρας Α.Ε., οι οποίες παρείχαν και βοήθεια κατά τη στρώση.

6 ΩΦΕΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ ΤΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ ΜΕ ΤΟΥΣ ΠΜ

Η επιστήμη του ΠΜ ωφελήθηκε από το σιδηρόδρομο στην εξέλιξη της κατασκευής των σηράγγων και των γεφυρών, αφού με την αύξηση της ταχύτητας των συρμών απαιτήθηκαν μεγαλύτερες διατομές σηράγγων και μεγαλύτερα μήκη γεφυρών με ιδιαίτερες συμπεριφορές λόγω της αυξημένης δυναμικής των συρμών (ταλαντώσεις, εκκίνηση, πέδηση) αφενός, και των δυνάμεων από τη μεταβολή της θερμοκρασίας αφετέρου. Συνεπώς και νέες μέθοδοι μελετών και κατασκευών, εξελίσσοντας έτσι το επιστημονικό κομμάτι των ειδικοτήτων αυτών. Αυτό φαίνεται στις εικόνες 7, 8 και 9.

Εικόνα 7 Γέφυρα Γοργοποτάμου (1945). Πηγή: [3]



Εικόνα 8 Wyoming (1869). Πηγή: [3]

Εικόνα 9 Μοντέρνα γέφυρα μεταξύ Τιθορέας – Δομοκού (Πηγή: Διαδίκτυο)

Στον τομέα των θεμελιώσεων, υπήρξε σημαντική εξέλιξη από την ιδέα του Emil Winkler το 1835 να θεωρήσει τη σιδηροδρομική γραμμή σαν δοκό απείρου μήκους επί ελαστικών στηρίξεων. Αργότερα το 1888, οι Zimmermann και Timoshenko επιβεβαίωσαν τη θεώρηση αυτή πειραματικά και υπολογιστικά, καταλήγοντας στο συμπέρασμα, ότι η θεωρία αυτή, μπορεί να εφαρμοστεί με μεγά-

λη προσέγγιση και στη γραμμή με εγκάρσιους στρωτήρες, ως μέθοδος υπολογισμού των εντατικών μεγεθών της σιδηροτροχιάς, με τη βοήθεια της ελαστικής γραμμής κάμψης. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιήθηκε και στο χώρο των θεμελιώσεων, όπου η καθίζηση **S(x)** ενός οποιουδήποτε σημείου **x** της επιφάνειας έδρασης της θεμελίωσης σχετίζεται ως $\mathbf{S(x) = p_{s(x)} / C_{b(x)}}$ όπου

$p_{s(x)}$ = η πίεση στην έδραση της θεμελίωσης στη θέση x και
$C_{b(x)}$ = ο Δείκτης Αντίδρασης Εδάφους (bending module) στη θέση x.

ενισχύοντας έτσι τη σχέση της σιδηροδρομικής γραμμής (επιδομή) και του σιδηροδρομικού διαδρόμου (υποδομή) με την επιστήμη του Πολιτικού Μηχανικού.

Επίσης αναπτύχθηκε σημαντικά η τεχνολογία των υλικών της σιδηροδρομικής γραμμής, δίνοντας έτσι μια ακόμη ώθηση στην έρευνα για τη διάρκεια ζωής ενός σιδηροδρομικού έργου από την οπτική γωνία του ΠΜ.

7 ΜΕΓΑΛΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΑ ΕΡΓΑ

Eurotunnel περίπου 4 m κάτω από το βυθό της Μάχης. Λειτουργία: 14-11-1994. Κόστος: 15 δις ευρώ, 11 νεκροί κατά την κατασκευή.

Εικόνα 10 Eurotunnel. Πηγή: [3]

Σήραγγα Yoshioka-Kaitei (Ιαπωνία), έως 240 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Κόστος: 4.5 δις ευρώ, 39 νεκροί – 700 τραυματίες κατά την κατασκευή. Μήκος 53.85 km, 2^{ο} μακρύτερο τούνελ με υποθαλάσσιο τμήμα μήκους 23.3 km.

Galleria di base del San Gottardo (Gotthard Base tunnel)**,** 2 500 m κάτω από την κορυφή Piz Vatriga της οροσειράς Gotthard στην Ελβετία. Κόστος:12.5 δις δολάρια. Μήκος 57.1 km, διάρκεια κατασκευής 17 χρόνια. Περίπου 260 εμπορικά τρένα και 65 επιβατικά διέρχονται από το τούνελ ημερησίως.

Εικόνα 11 Gotthard Base tunnel (57.1 km) (Πηγή: Διαδίκτυο)

Εικόνα 12 Pamban Railway Bridge στην Ινδία (~2 km). Πηγή: [3]

Εικόνα13 Δίδυμη σήραγγα Καλλιδρόμου (9 km) (Πηγή: Διαδίκτυο)

Εικόνα14 Σιδηροδρομική γέφυρα μεταξύ Τιθορέας – Δομοκού (Πηγή: Διαδίκτυο)

8 Ο ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ ΣΗΜΕΡΑ

Σήμερα, σε παγκόσμιο επίπεδο, ο σιδηρόδρομος φαίνεται ότι έχει φθάσει στα όριά του. Η μέγιστη λειτουργική ταχύτητα βρίσκεται στα 380 km/h με το κινέζικο τρένο CHR 380AJ, ενώ το παγκόσμιο ρεκόρ ταχύτητας το κατέχουν οι Γάλλοι με το AGV, 574.8 km/h.

Από την ταχύτητα των 600 km/h και άνω, κυριαρχούν με τα οχήματα μαγνητικής αιώρησης οι Ιάπωνες (MLU 604 km/h) και μετά οι Γερμανοί (Transrapid 550 km/h).

Στην Ελλάδα φιλοδοξούμε σε λειτουργική ταχύτητα 200 km/h με την περάτωση των έργων της γραμμής Αθήνα – Θεσσαλονίκη.

Η συμμετοχή των ΠΜ του ΕΜΠ στα έργα της ΕΡΓΟΣΕ και των συστημάτων Μετρό είναι σημαντική και εξαιρετικά επιτυχής, και με την εμπειρία που αποκτούν τους καθιστά ένα αξιόλογο δυναμικό της χώρας στον τομέα της Σιδηροδρομικής.

Σήμερα (2017), Έλληνες ΠΜ του ΤΜΣΥ του ΕΜΠ, με διπλωματική εργασία και διδακτορικό στο αντικείμενο της σιδηροδρομικής, απασχολούνται στο γερμανικό, στον ολλανδικό και στο νορβηγικό σιδηρόδρομο καθώς και στο Σιδηροδρομικό εργαστήριο στο Birmingham της Αγγλίας, όπου και διαπρέπουν. Επίσης απασχολούνται με επιτυχία στο σιδηροδρομικό τομέα σε χώρες της Ευρώπης με ιδιωτικές εταιρείες.

Θα πρότεινα, επειδή το μέλλον πανευρωπαϊκά ανήκει στο σιδηρόδρομο, να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στο μάθημα της σιδηροδρομικής, και να συνδεθεί με την παραγωγή όσο κι αν αυτό ακούγεται απόμακρο.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Αμπακούμκιν Κωνσταντίνο, μέλος της Επιτροπής της Διδακτορικής Διατριβής μου, όπου 24 χρόνια δίπλα του ως βοηθός του στο μάθημα Σιδηροδρομικής, απεκόμισα τα μέγιστα σε γνώσεις και στον τρόπο σκέψης, τους εκλιπόντες Καθηγητές Γιώτη Απόστολο και Φρατζεσκάκη Ιωάννη ως μέλη της Επιτροπής της Διδακτορικής Διατριβής μου, τον Καθηγητή κ. Κανελλαΐδη Γεώργιο για την ουσιαστική υποστήριξή του σε γενικότερες ακαδημαϊκές μου σκέψεις και συμπεριφορές, διπλωματικές εργασίες και Διατριβές, τον Καθηγητή κ. Σταθόπουλο Αντώνιο Δ/ντή Εργαστηρίου Μεταφορών και Σιδηροδρομικής για τη συνεργασία μας σε Ερευνητικά προγράμματα, καθώς και τους Αναπληρωτές Καθηγητές Μπαλή Αθανάσιο του ΤΜΣΥ και Κουρκουλή Σταύρο της Αντοχής Υλικών για την ουσιαστική και αμέριστη βοήθειά τους κατά την εκπόνηση της Διατριβής της κ. Γιαλαμά στην οποία ήμουν επιβλέπων, και τον εκλιπόντα καθηγητή Τσαμπούλα Δημήτριο για τη συνεργασία μας σε ερευνητικά προγράμματα με αντικείμενο το σιδηρόδρομο.

Να ευχαριστήσω θερμά τον Καθηγητή Γιαννή Γεώργιο για την τιμητική εκδήλωση που διοργάνωσε στο πρόσωπό μου το 2015.

Επίσης να ευχαριστήσω τον Πρύτανη του ΕΜΠ Καθηγητή Ιωάννη Γκόλια που με τίμησε με τον Πυρφόρο, σύμβολο του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω όλους τους σπουδαστές που παρακολούθησαν το μάθημά μου, τη Σιδηροδρομική και τα ειδικά κεφάλαια, όσους με προτίμησαν για την Διπλωματική τους εργασία, και όλους που με εμπιστεύεστε ακόμη, 3 χρόνια μετά τη συνταξιοδότησή μου, να υποστηρίζω άτυπα το μάθημα της Σιδηροδρομικής με όποιο τρόπο μπορώ, δίνοντάς μου την ευκαιρία να συμπληρώνω, σήμερα το 2017, 55 χρόνια στο Σιδηρόδρομο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ιστοσελίδα:Wikipedia, 2015.
2. Ιστοσελίδα: Wikipedia, Geschichte der Eisenbahn n Nordamerika).
3. Λυμπέρης, Κ., Σύγχρονες εξελίξεις στη Σιδηροδρομική Διεθνώς, Τιμητική διάλεξη ΕΜΠ, 2015.
4. Dostal, M., Das grosse Handbuch der Eisenbahn, Geramond Verlag, München, 128 Seiten, 2004.
5. Heusinger, E., Handbuch für spezielle Eisenbahntechnik - Band 1, Verlag von Wilhelm Engelmann, Leibzig, 1877.
6. Schröder, H., (Hrsg.), Grundbau – Taschenbuch Band I – 2, Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1971.
7. Schiemann, W., Schienenverkehrstechnik, 334 Seiten, Vieweg +Teubner Verlag, 2002.

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ - ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΙΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ*

του Σπύρου Καβουνίδη

Δρ. Πολιτικού Μηχανικού - Εδαφομηχανικού

Προέδρου και Διευθ. Συμβούλου της Έδαφος Α.Ε.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όταν πριν πάνω από 90 χρόνια ο Karl Terzaghi εξέδωσε το βιβλίο του Erdbaumechanik auf Bodenphysikalisher Grundlage μια νέα επιστήμη, αυτή της γεωτεχνικής μηχανικής, γεννήθηκε. Συνδυάζοντας τη μηχανική με τη γεωλογία και την υδραυλική, θεωρίες θραύσης και καταστατικούς νόμους τάσεων-παραμορφώσεων σε γεωλογικά υλικά οδήγησε στην επιστημονική εξέταση του εδάφους και των γεωϋλικών με θεωρία και πείραμα και εμπειρία.

Το έδαφος, στα έργα πολιτικού μηχανικού, έπαψε να αποτελεί ανεξέλεγκτο παράγοντα, το «κακό» έδαφος να αποδίδεται στο κακό το ριζικό μας και το «καλό» έδαφος σε θεϊκή εύνοια.

Όλες οι κατασκευές είναι πάνω στο έδαφος ή μέσα στο έδαφος ή και χρησιμοποιούν το έδαφος ως υλικό κατασκευής. Πλέον, στα μεγάλης κλίμακας έργα που έγιναν ή γίνονται στην Ελλάδα, ο ρόλος της γεωτεχνικής μηχανικής είναι κεντρικός.

Αν λοιπόν στο μεγαλύτερο μέρος του 20ου αιώνα στην Ελλάδα είχαμε την πρώιμη ιστορία της γεωτεχνικής μηχανικής, στα τέλη του και στις πρώτες δεκαετίες του 21ου αιώνα μπήκαμε με ιδιαίτερη ορμή στους σημαντικούς ιστορικούς της χρόνους. Είναι μια ιστορία που βιώνουμε καθημερινά στο γραφείο και στο ύπαιθρο, στο εργαστήριο και στον υπολογιστή. Και πάντα όλα μαζί σε συνδυασμό.

* Το παρόν κεφάλαιο αφιερώνεται στη μνήμη του πατέρα μου, Κώστα Καβουνίδη, αποφοίτου της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, το 1938.

Γιατί η γεωτεχνική μηχανική είναι και θεωρία και πράξη και πείραμα και εμπειρία και προσομοίωμα και τέχνη. Γι' αυτό την αγαπάμε. Η συντριπτική πλειοψηφία των γεωτεχνικών μηχανικών αγαπάει αυτό που κάνει. Το πρωτοαγάπησε σπουδάζοντάς το. Στο ΕΜΠ πρωτάρχισαν να διδάσκονται μαθήματα θεμελιώσεων στο μεσοπόλεμο, μετά τον πόλεμο και εδαφομηχανική. Το 1982 δημιουργήθηκε ο τομέας Γεωτεχνικής στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, το 2004 θεσπίστηκε, η κατεύθυνση γεωτεχνικού μηχανικού, ενώ ήδη από το 1998 έχει καθιερωθεί (μαζί με τη Σχολή Μεταλλειολόγων) το μεταπτυχιακό στο Σχεδιασμό και Κατασκευή Υπογείων Έργων.

Βρεθήκαμε μπρος σε ιστορίες μυστηρίου, μπρος στις κατολισθήσεις που πρέπει να βρούμε το δράστη και το κίνητρό του, δηλαδή τα αίτια και τους τρόπους δράσης τους, ώστε τα στοιχεία που μαζεύουμε -τα πειστήρια- να τα αξιοποιήσουμε με τους τρόπους που υποδεικνύουν οι επιστημονικές μας γνώσεις για να αποτρέψουμε την επανάληψη του «εγκλήματος» -της αστοχίας-. Συνήθως βέβαια η δράση είναι προληπτική. Για να μην συμβεί το «έγκλημα». Για να θεμελιωθούν ασφαλώς οι γέφυρες, για να στέκουν σταθερά τα πρανή. Για να υποστηριχτούν σωστά οι σήραγγες. Για να θεμελιωθούν με ασφάλεια τα κτίρια και να αντιστηριχθούν οι εκσκαφές. Για να διαστασιολογηθούν σωστά και με χρήση κατάλληλων υλικών τα φράγματα και τα επιχώματα. Για να επιστρωθούν καταλλήλως τα αεροδρόμια. Για να στέκουν ακλόνητοι οι λιμενοβραχίονες. Για να κατασκευαστούν σωστά οι χώροι απόθεσης απορριμμάτων και για να εντάξουμε τα έργα αρμονικά στο περιβάλλον. Για να προβλέψουμε πως μεταδίδεται ο σεισμός μέσα στο έδαφος και πως αλληλοεπιδρά με τις κατασκευές. Για να βελτιώσουμε το έδαφος και να αποτρέψουμε τη ρευστοποίηση.

Η γεωτεχνική μηχανική, ο νεότερος τομέας του πολιτικού μηχανικού, έχει τη γοητεία του, μα κυρίως, είναι απαραίτητος για το σχεδιασμό και την κατασκευή των έργων υποδομής με ασφάλεια και οικονομία.

Παρακάτω γίνεται αναφορά σε κάποια παλαιότερα, πρόσφατα ή σύγχρονα έργα υποδομής που, ειδικευμένοι στη γεωτεχνική, Πολιτικοί Μηχανικοί του ΕΜΠ είχαν τον κύριο ή σημαντικό ρόλο.

Λόγω του «νεαρού» της ηλικίας της Γεωτεχνικής Μηχανικής ως επιστήμης και ως τομέα και μάλιστα στην Ελλάδα, δεν έχουν περιληφθεί έργα με σημαντικά γεωτεχνικά αντικείμενα αν δεν έχουν πρόσφατες προεκτάσεις.

Επίσης πρέπει να ειπωθεί ότι το βασικό κριτήριο της παρουσίασης είναι να αναδειχθεί το εύρος των έργων με σημαντικό γεωτεχνικό αντικείμενο, δηλαδή, το εύρος υπερίσχυσε της εμβάθυνσης ή της ιεράρχησης βάσει κάποιας (αβέβαιης) αξιολόγησης της σημασίας.

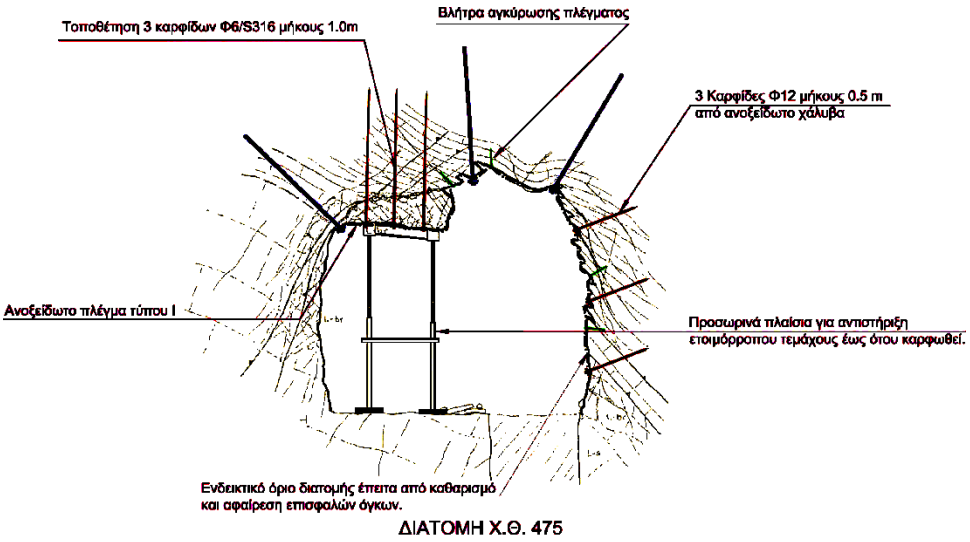
2 ΠΑΛΙΕΣ ΙΣΤΟΡΙΕΣ ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ

2.1 Ευπαλίνειο Υδραγωγείο

Το υδραγωγείο του Ευπαλίνου στη Σάμο, κατασκευασμένο τον 6^{ο} αιώνα π.Χ., έγινε αμέσως διάσημο για την αμφίστομη κατασκευή μιας σήραγγας μήκους 1 036 m χάρις στην περιγραφή του Ηροδότου. Μια σήραγγα πρόσβασης με γενικές διαστάσεις 1.8 × 1.8 m διανοίχθηκε ταυτόχρονα από τα δύο μέτωπα χρησιμοποιώντας για πρώτη φορά επιστημονικές μαθηματικές μεθόδους για το σχεδιασμό και την παρακολούθηση της όδευσης εξασφαλίζοντας τη συνάντηση των δύο μετώπων κάτω από το υψηλότερο σημείο του λόφου που διαπερνά. Στο πλάι της σήραγγας αυτής, χρησιμοποιώντας την ως οδηγό, διανοίχθηκε μια βαθιά τάφρος που στον πυθμένα της τοποθετήθηκαν οι πήλινοι αγωγοί μεταφοράς του νερού. Το έργο αυτό, που περιλαμβάνεται στην Παγκόσμια Κληρονομιά της UNESCO από το 1992, ανακηρύχθηκε το 2015 ως Διεθνές Τοπόσημο Σηραγγοποιίας από τη Διεθνή Ένωση Σηράγγων και Υπογείων Έργων (http://www.eupalinos-tunnel.gr/).

Η σήραγγα διανοίχθηκε σε σχηματισμούς που κυμαίνονται από εξαιρετικά ασθενείς (τεκτονισμένες λεπτοπλακώδεις αργιλόμαργες, ελαφρά συγκολλημμένα κορήματα) έως πολύ ισχυροί (μεσοστρωματώδεις άρρηκτοι ασβεστόλιθοι) και με συχνά έντονη παρουσία νερού. Αποτελεί ουσιαστικά ένα εξαιρετικό γεωτεχνικό έργο, πρωτοπόρο για την εφαρμογή μεθόδων τοπογράφησης κατά την κατασκευή, τον τρόπο αντιμετώπισης προβλημάτων διάνοιξης σε ασταθείς σχηματισμούς, την εφαρμογή μεθόδων μόνιμης υποστήριξης κτλ.

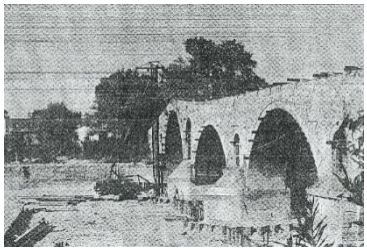
Το έργο αυτό αναστηλώθηκε σε τρεις περιόδους 1882-1884, 1971-1973 και 2013-2015. Η τελευταία αναστήλωση έγινε μετά από μια διεπιστημονική μελέτη και περιλάμβανε επισκευές στη μόνιμη επένδυση από λιθοδομή, υποστήριξη ασταθών περιοχών με χρήση ανοξείδωτων αγκυρίων βράχου διαφορετικών διαστάσεων, εφαρμογή αγκυρωμένων ανοξείδωτων ελαφρών διχτυωτών πλεγμάτων, βελτίωση της βραχομάζας με τσιμεντενέσεις, κατασκευή πλαισίων από ανοξείδωτο χάλυβα για δημιουργία διαδρόμων ασφαλούς διέλευσης σε προβληματικές περιοχές κλπ. Στη Φωτ. 2.1.1 φαίνεται σημερινή άποψη της επισκέψιμης πλέον, στοάς και στο Σχήμα 2.1.1 διατομή με ορισμένα από τα έργα υποστήριξης.



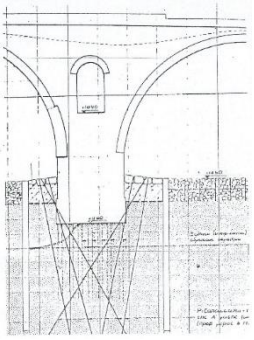
Σχήμα 2.1.1 Διατομή με ορισμένα από τα έργα υποστήριξης

Φωτ. 2.1.1 Μέτρα υποστήριξης

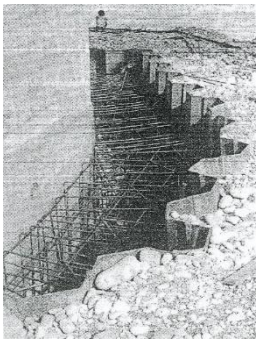
2.2 Το Γεφύρι της Άρτας



Φωτ. 2.2.1 Παλιά Γέφυρα Άρτας



Σχήμα 2.2.1 Σχηματική Τομή ενίσχυσης βάθρου Γέφυρας Άρτας



Φωτ. 2.2.2 Ενισχύσεις βάθρων σε παλιά Γέφυρα Άρτας

Γνωστή και πολυτραγουδισμένη η Παλιά Γέφυρα της Άρτας, χρειάστηκε τη μελέτη και την κατασκευή σημαντικών γεωτεχνικών έργων για να ανακτήσει την ευστάθειά της. Συγκεκριμένα εγκιβωτίστηκαν τα βάθρα με πασσαλοσανίδες (30 t) και ενισχύθηκε το υποκείμενο έδαφος με ριζοπασσάλους (700 m) και ενέσεις (300 m^3). Για την προστασία της κοίτης κατασκευάστηκαν διάφραγμα συγκρατήσεως κατάντη (900 m^2), συρματοκιβώτια (35 000 m^3) και χωματουργικές διευθετήσεις (200 000 m^3).

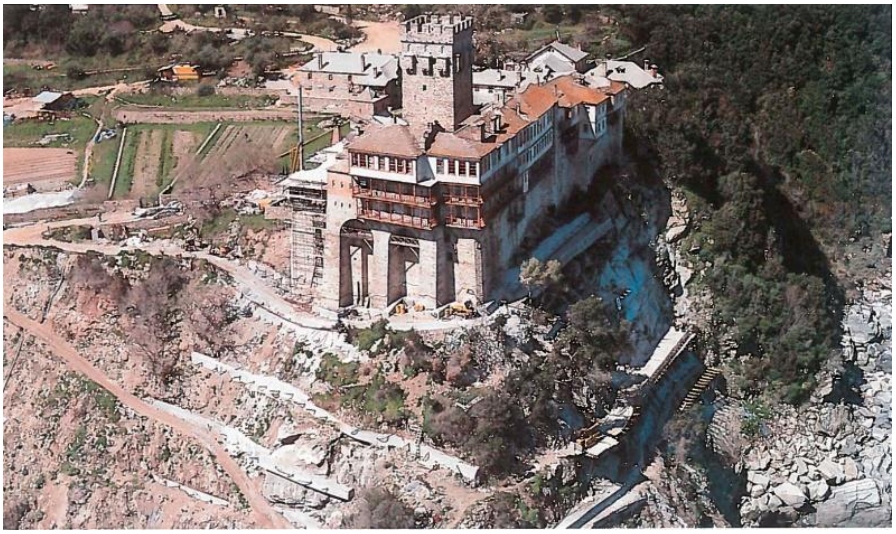
Στη Φωτ. 2.2.1 φαίνεται η (παλιά) εικόνα του γεφυριού και στη Φωτ. 2.2.2 παρουσιάζονται ενισχύσεις των βάθρων στη φάση κατασκευής. Εξ' άλλου στο Σχήμα 2.2.1 παρουσιάζονται σε τομή έργα ενίσχυσης βάθρου.

2.3 Η Μονή Σταυρονικήτα στο Άγιο Όρος

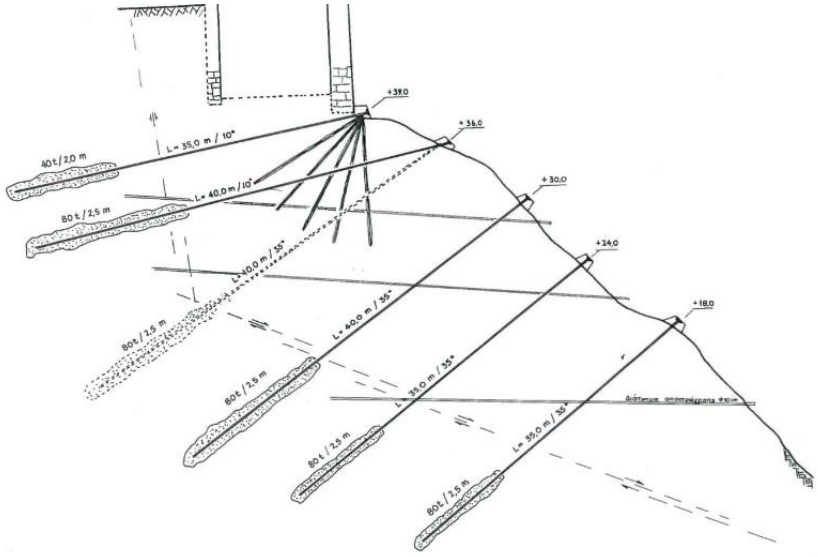
Ένα δείγμα της πολιτιστικής μας κληρονομιάς με ιστορία άνω των χιλίων ετών χρειάστηκε σύγχρονες γεωτεχνικές επεμβάσεις για να εξασφαλιστεί η ευστάθειά του. Ρωγματώσεις τόσο στην τοιχοποιία όσο και στο βραχώδες υπόβαθρο αποκαταστάθηκαν και παρακολουθήθηκαν ενοργάνως. Έγιναν γεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες και μελετήθηκε η υπάρχουσα -μειωμένη- ευστάθεια όσο και τα μέτρα για την αποκατάσταση αποδεκτής ευστάθειας. Το μέτρα περιελάμβαναν προεντεταμένες αγκυρώσεις, αγκυροδοκούς, μικροπασσάλους, αποστραγγιστικές διατρήσεις, τσιμεντενέσεις, ηλώσεις κ.α.

Άποψη της Μονής με τα στερεωτικά μέτρα φαίνεται στη Φωτ. 2.3.1. ενώ το Σχήμα 2.3.1 παρουσιάζει χαρακτηριστική τομή του νοτιοανατολικού πρανούς με

σχεδιασμένες τις γεωτεχνικές επεμβάσεις (αγκύρια, μικροπάσσαλοι, στραγγιστικές οπές).

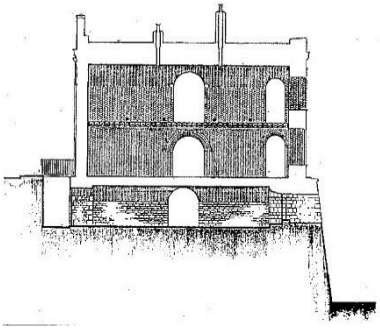


Φωτ. 2.3.1 Συνολική άποψη των στερεωτικών μέτρων στα πρανή της Ι. Μονής Σταυρονικήτα

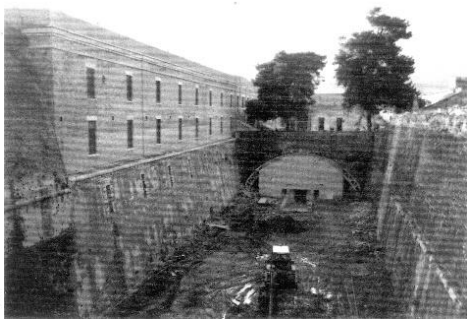


Σχήμα 2.3.1 Χαρακτηριστική τομή του νοτιοανατολικού πρανούς. Διακρίνονται τα μόνιμα προεντεταμένα αγκύρια, οι μικροπάσσαλοι και οι αποστραγγιστικές οπές

2.4 Αποκατάσταση Αγγλικών Στρατώνων Κέρκυρας



Σχήμα 2.4.1 Σχηματική Τομή Στρατώνων Κέρκυρας



Φωτ. 2.4.1 Φάση εργασιών ενίσχυσης εδάφους θεμελίωσης στους Στρατώνες Κέρκυρας

Βασικό έργο για την αποκατάσταση του ιστορικού κτιρίου των Αγγλικών Στρατώνων Κέρκυρας ήταν η, απαραίτητη, ενίσχυση του εδάφους θεμελίωσης που έγινε με σειρά τσιμεντενέσεων. Επί πλέον έγιναν έργα επισκευών σε τοίχους, δάπεδα, φρεάτια ανελκυστήρων κλπ.

2.5 Διώρυγα της Κορίνθου

Η διάνοιξη διώρυγας που ενώνει τον Σαρωνικό με τον Κορινθιακό Κόλπο αποτελούσε επιδίωξη από αρχαιοτάτων χρόνων. Τελικά κατασκευάστηκε τον 19^{ο} αιώνα και εγκαινιάστηκε το 1893, πολύ πριν η γεωτεχνική μηχανική υπάρξει και καθιερωθεί ως επιστημονικός τομέας.

Το μήκος της διώρυγας είναι 6 345 m το πλάτος της στο επίπεδο της θάλασσας 24.6 m και έχει βάθος 7.5-8 m (ιδέ Φωτ. 2.5.1). Τα εδαφικά υλικά που συνάντησε η εκσκαφή είναι κυρίως μάργες, ασβεστόλιθοι και κροκαλοπαγή και ψαμμίτες. Σχετικά πρόσφατα σ' αυτό το παλιό γεωτεχνικό έργο προστέθηκε ένα νέο έργο, αυτό της νέας οδικής γέφυρας. Η Φωτ. 2.5.2 παρουσιάζει τη γέφυρα αυτή στη φάση κατασκευής. Η θεμελίωση της νέας γέφυρας σε «επισφαλή» πρανή απαίτησε ιδιαίτερη μελετητική και κατασκευαστική προσπάθεια καθ' ότι πέραν των πρανών υπάρχει και το ιδιαίτερο πρόβλημα της έντονης σεισμικότητας της περιοχής. Χαρακτηριστική είναι η Φωτ. 2.5.3 από την τοποθέτηση εφεδράνου σεισμικής μόνωσης σε βάθρο της γέφυρας ενώ διακρίνονται και οι φρεατοπάσσαλοι αντιστήριξης.

Φωτ. 2.5.1 Εικόνα της Διώρυγας της Κορίνθου

Φωτ. 2.5.2 Η νέα οδική γέφυρα σε φάση κατασκευής

Φωτ. 2.5.3 Τοποθέτηση εφεδράνου σεισμικής μόνωσης

3 ΣΗΡΑΓΓΕΣ

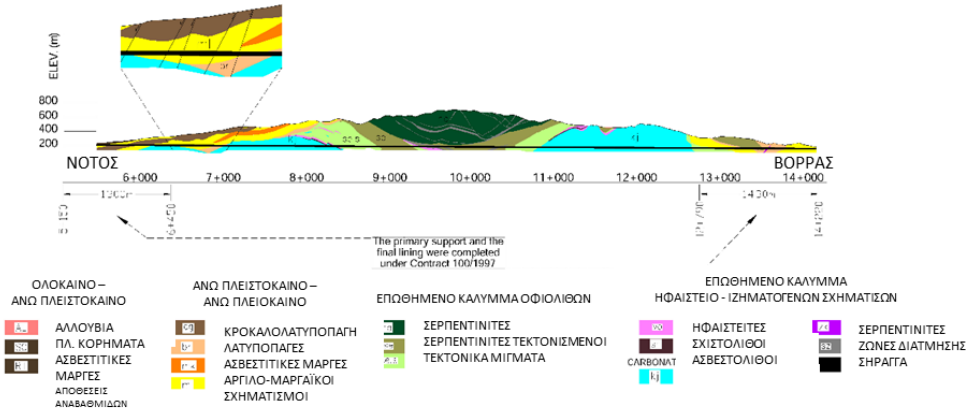
3.1 Σήραγγα Καλλιδρόμου

Η σήραγγα Καλλιδρόμου είναι μια δίδυμη σήραγγα του τμήματος της Νέας Σιδηροδρομικής γραμμής Τιθορέας - Λιανοκλαδίου, υποτμήματος της Ν.Δ.Σ.Γ.Υ.Τ. Αθήνας – Θεσσαλονίκης. Έχει σχεδιαστεί για ταχύτητα 250 km/h, ο κάθε κλάδος της έχει μήκος 9 034 m, η μεταξύ των κλάδων απόσταση είναι 35 m, η γενική της κατεύθυνση Β – Ν, έχει διατομή 58 m^2 και εξόδους διαφυγής ανά 500 m.

Η ευρύτερη περιοχή της σήραγγας γεωλογικά καλύπτεται από σχηματισμούς υποβάθρου της Πελαγονικής ζώνης των οποίων υπέρκεινται μεταλπικές αποθέσεις.

Το σύνολο των μεταλπικών αποθέσεων συνίσταται από (ιδέ γεωλογική κατά μήκος τομή στο Σχ. 3.1.1):

- Κροκαλο-λατυποπαγή, ασβεστιτικές μάργες, ανθρακικά κροκαλοπαγή και αργιλικές μάργες, Άνω πλειοκαινικής – Άνω πλειστοκαινικής ηλικίας
- Αποθέσεις αναβαθμίδων, πλευρικά κορήματα, υλικά κώνων κορημάτων και αλλουβιακές αποθέσεις Άνω πλειστοκαινικής – Ολοκαινικής ηλικίας



Σχήμα 3.1.1 Κατά μήκος τομή στη Σήραγγα Καλλιδρόμου

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασε το τμήμα διάνοιξης εντός των αργιλικών μαργών ανωπλειοκαινικής – ανωπλειστοκαινικής ηλικίας το οποίο εκτείνεται μεταξύ των χ.θ. 6+470 και 7+115 (από Νότια προς Βόρεια), με ύψος υπερκειμένων από 120 m έως 230 m.

Οι συνθήκες εντός του σχηματισμού αυτού ήταν πολύ δυσμενείς για τη διάνοιξη σήραγγας λόγω της αργιλικής του σύστασης μάλιστα με επικράτηση του μοντμοριλονίτη, της ανάπτυξης πλήθους στιλπνών και λείων επιφανειών χαμηλής διατμητικής αντοχής (slickensides), της εν γένει χαμηλής αντοχής του σε σχέση με την τάση υπερκειμένων και λόγω των συνθηκών υπόγειου νερού με την εμφάνιση διάσπαρτων ροών μέσα από τους πιο περατούς ορίζοντες σε ένα εν γένει χαμηλής περατότητας περιβάλλον.

Τα προσωρινά μέτρα υποστήριξης που εφαρμόστηκαν περιλάμβαναν εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 30 cm, μεταλλικά πλαίσια HEB 140, δομικό πλέγμα και αυτοδιατρυόμενα αγκύρια φορτίου θραύσης 300 kN και 600 kN. Οι εκσκαφές πραγματοποιήθηκαν σε τρία στάδια και η φάση A (top heading) περιλάμβανε

διεύρυνση στη θεμελίωση των πλαισίων (elephant foot) με κατασκευή μικροπασσάλων, ενίσχυση του μετώπου με τοποθέτηση αγκυρίων από υαλοΐνες (fiberglass) και προσωρινό ανάστροφο τόξο (invert) με διπλό πλέγμα. Μετρήθηκαν συγκλίσεις της τάξης των 70 cm που οδήγησαν σε επαναδιαμόρφωση της διατομής. Χαρακτηριστικό των υποβαθμισμένων γεωτεχνικών συνθηκών και των προβλημάτων που προέκυψαν κατά την κατασκευή ήταν η περί τη χ.θ. 6+625 κατάπτωση μήκους 40 m περίπου, η οποία οδήγησε σε προσωρινή διακοπή των εργασιών (ιδέ Φωτ. 3.1.1).

Φωτ. 3.1.1 Κατάρρευση οροφής στο δεξιό κλάδο στη Χ.Θ. 6+625

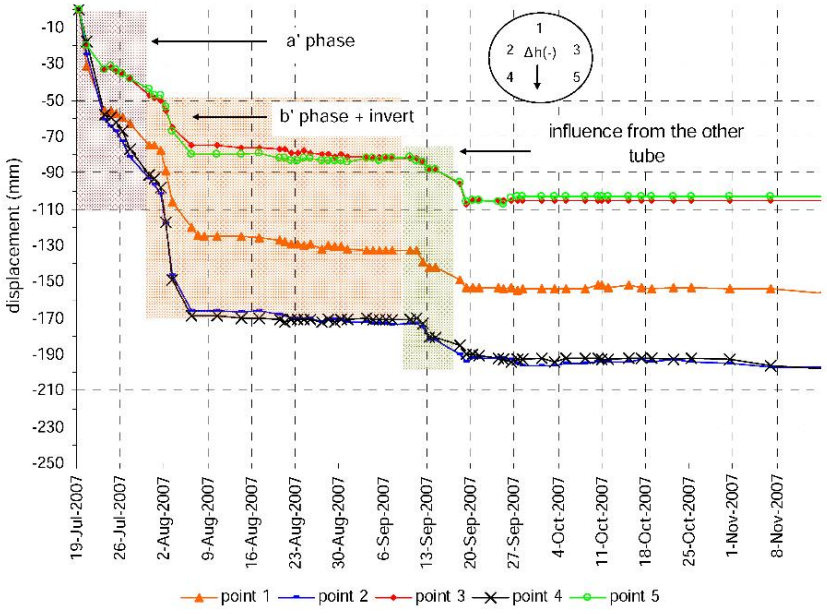
Φωτ. 3.1.2 Όψη δύσκαμπτης και διαρρέουσας υποστήριξης κατά τη φάση κατασκευής της σήραγγας

Μετά τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν συντάχθηκαν εκ νέου πιο λεπτομερείς γεωλογικές και γεωτεχνικές μελέτες βάσει των οποίων επιλέχθηκε η εφαρμογή ενός συνδυασμού δύσκαμπτης και διαρρέουσας υποστήριξης (Yielding –

Double Support) (Φωτ. 3.1.2). Η διαρροή επιτεύχθηκε με χρήση 10 αποσβεστήρων σύνθλιψης εντός του σκυροδέματος που επέτρεπαν συνολική σύγκλιση έως 1 m. Η εκσκαφή έγινε σε 2 φάσεις με βήμα 0.7 – 1 m και στην κάθε μια τοποθετούνταν 35 cm εκτοξευόμενου σκυροδέματος (30/37), 3 πλαίσια lattice girders ανά μέτρο μήκους, διπλό πλέγμα, αυτοδιατρυόμενα αγκύρια 12 m και υποστήριξη του μετώπου με αγκύρια από υαλοϊνες και βλήτρα προπορείας.

Τα συχνότερα προβλήματα, που προέκυψαν κατά τη διάνοιξη, ήταν αστοχίες του μετώπου και εισροή υδάτων, ενώ κατασκευαστική δυσκολία αποτέλεσε η εφαρμογή μεγάλου πάχους εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

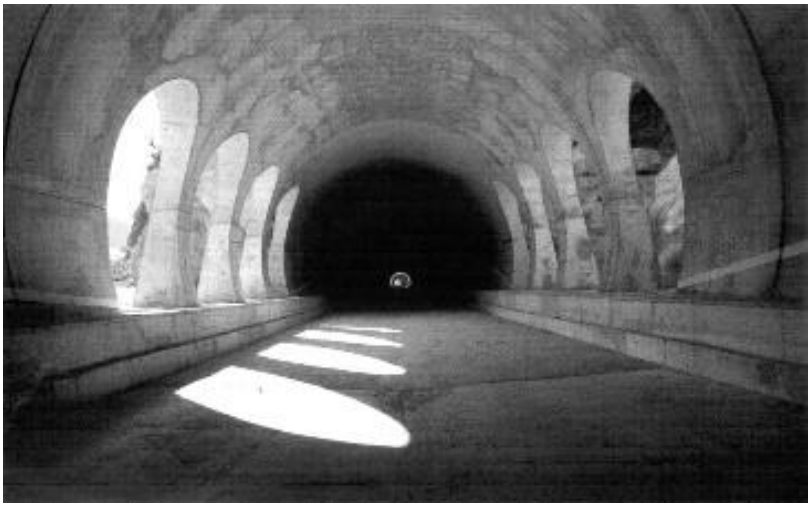
Από την ενόργανη παρακολούθηση, κατά τη διάνοιξη με τη μέθοδο δύσκαμπτης και διαρρέουσας υποστήριξης (Yielding – Double Support), παρατηρήθηκε ότι στη φάση Α (top heading) οι πλευρικές μετακινήσεις ήταν σχετικά μικρές (1 cm ανά ημέρα) σε σχέση με τις κατακόρυφες (3 cm ανά ημέρα). Μετά την ολοκλήρωση της προσωρινής υποστήριξης δεν παρατηρήθηκαν εκ νέου μετακινήσεις, όπως φαίνεται στο διάγραμμα (Σχ. 3.1.2) και η σήραγγα ολοκληρώθηκε επιτυχώς.



Σχήμα 3.1.2 Διάγραμμα κατακόρυφων μετακινήσεων

3.2 Σιδηροδρομική Σήραγγα στα Τέμπη

Φωτ. 3.2.1 Σήραγγα Τεμπών στη φάση κατασκευής

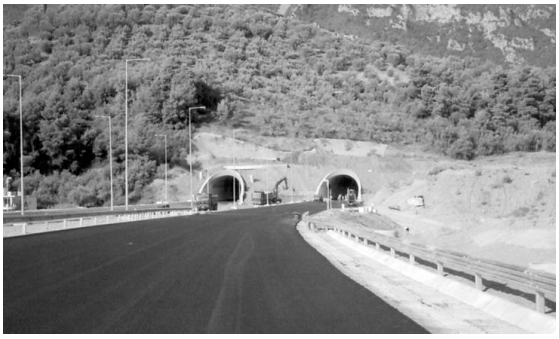


Φωτ. 3.2.2 Κατασκευασμένη Σήραγγα στα Τέμπη

Η σιδηροδρομική σήραγγα διπλής γραμμής, έχει τελική εσωτερική διάμετρο 12.2 m, μήκος 4 km και 1 km, διαδοχικές μικρού μήκους σήραγγες και cut&covers. Η βραχομάζα κυρίως παρουσιάζει ασβεστολιθικές φάσεις εκτός του τμήματος εξόδου (150 m) όπου παρουσιάζονται εξαλλοιωμένα υλικά (κροκαλο-

παγή και αργιλικά μίγματα). Οι φωτογραφίες 3.2.1 και 3.2.2 παρουσιάζουν τη σήραγγα στη φάση κατασκευής και περαιωμένη, αντίστοιχα.

3.3 Σήραγγα Διχαλορέματος Αυτοκινητοδρόμου Αθηνών - Λαμίας



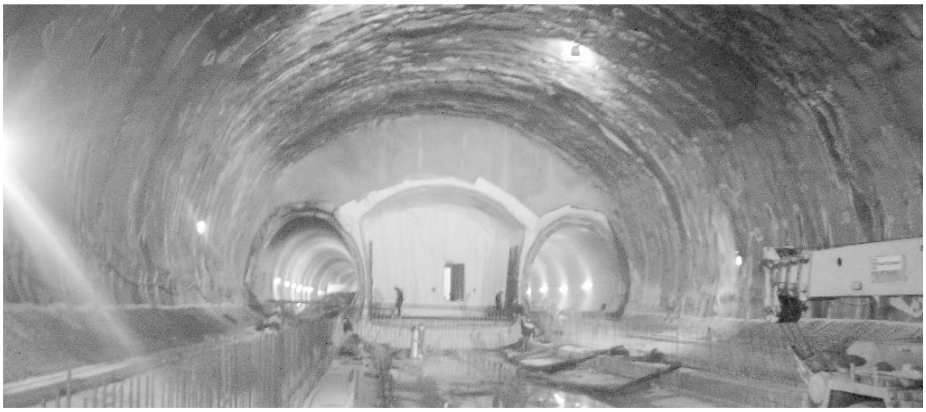
Φωτ. 3.3.1 Είσοδος δίδυμων σηράγγων περιοχής Αγ. Κωνσταντίνου

Φωτ. 3.3.2 Εσωτερικό κατασκευασμένης σήραγγας περιοχής Αγ. Κωνσταντίνου

Βρίσκεται εκεί που ο νέος αυτοκινητόδρομος Αθηνών-Λαμίας παρακάμπτει την παραλία Αγ. Κωνσταντίνου - Κ. Βούρλων. Πρόκειται για δίδυμες οδικές σήραγγες δύο λωρίδων, ολικού μήκους 2×650 m. Είναι σχετικά αβαθείς σήραγγες που κατασκευάστηκαν κυρίως για ασφαλή διέλευση σε ασταθή μάζα αλλά και για περιβαλλοντικούς λόγους αποφυγής ορύγματος σε περιοχή σημαντικών υδατικών πηγών. Διανοίχθηκαν σε μάργες και κροκαλοπαγή με συμβατικές μεθόδους, δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στη σεισμοτεκτονική ιδιαιτερότητα της περιοχής. Η

Φωτ. 3.3.1 δείχνει την είσοδο στην πλευρά του Αγ. Κωνσταντίνου ενώ η Φωτ. 3.3.2 παρουσιάζει το εσωτερικό κατασκευασμένου κλάδου.

3.4 Υπόγεια Caverna του Σταθμού «Αιγάλεω» του Μετρό της Αθήνας



Φωτ. 3.4.1 και 3.4.2 Φάσεις από την κατασκευή της Υπόγειας Caverna του Σταθμού Μετρό Αιγάλεω

Είναι υπόγεια διάνοιξη, μεγάλων διαστάσεων (110 m μήκος, 28 m πλάτος, 18 m ύψος) με μικρό ύψος υπερκείμενων εδαφών (8 m) που διανοίχθηκε σε μετρίως αποσαθρωμένο αθηναϊκό σχιστόλιθο. Η εκσκαφή ξεκίνησε από μεγάλο πλευρικό θάλαμο κι έγινε με μέθοδο τμηματικών εκσκαφών, με προηγούμενη εκείνη του κεντρικού μέρους του θόλου. Οι υποχωρήσεις στην επιφάνεια περιορίσθηκαν σε πραγματικά χαμηλές τιμές. Χαρακτηριστικές ποσότητες: εκσκαφή 42 000 m^3, εκτοξευόμενο σκυρόδεμα 3 800 m^3, χαλύβδινες δοκοί προπορείας 10 500 m, δικτυωτά μεταλλικά τόξα 260 t, έγχυτο σκυρόδεμα 6 000 m^3, χαλύβδινος οπλισμός

600 t, μονώσεις 7 500 m^2. Οι Φωτ. 3.4.1 και 3.4.2 δείχνουν φάσεις από την κατασκευή.

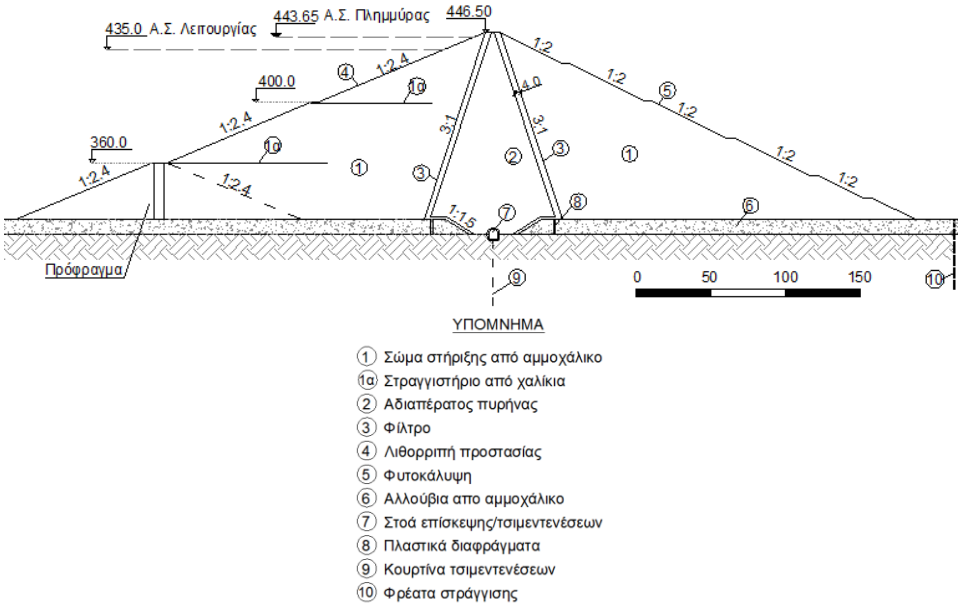
4 ΦΡΑΓΜΑΤΑ

4.1 Μόρνος

Το Φράγμα του Μόρνου (Φωτογραφία 4.1.1) κατασκευάσθηκε στο Νομό Φωκίδος, στην κοίτη του ποταμού Μόρνου. Ολοκληρώθηκε το 1979. Το μέγιστο ύψος του φράγματος του Μόρνου είναι 135 m. Το μέγιστο πλάτος στη βάση του είναι 595 m. Το πλάτος του φράγματος στη στέψη είναι 10 m και το συνολικό μήκος της στέψης 815 m. Το φράγμα εδράζεται σε σχηματισμούς του φλύσχη της Πίνδου. Τυπική διατομή του φράγματος παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.1.1. Για την κατασκευή του φράγματος χρησιμοποιήθηκαν τοπικά υλικά κυρίως από την κατακλυζόμενη λεκάνη του ταμιευτήρα.

Το φράγμα αποτελείται από αδιαπέρατο αργιλικό πυρήνα, μεταβατικές ζώνες φίλτρων εκατέρωθεν του πυρήνα, σώματα στήριξης από αμμοχάλικο ποταμού και προστατευτική λιθορριπή στην ανάντη παρειά από τους ασβεστολίθους που απαντώνται στο μέσον της λίμνης πάνω από τη μέγιστη στάθμη της.

Φωτ. 4.1.1 Απόψη του Φράγματος του Μόρνου



Σχήμα 4.1.1 Τυπική διατομή φράγματος Μόρνου

Σειρά γεωτεχνικών προβλημάτων έπρεπε να αντιμετωπισθούν για την ασφαλή κατασκευή του φράγματος. Οι τσιμεντενέσεις κουρτίνας για τη στεγάνωση της θεμελίωσης είχαν συνολικό μήκος 90.000 m περίπου, εκτάθηκαν σε βάθη πάνω από 120 m και κατασκευάσθηκαν μέσω στοών και σηράγγων τσιμεντενέσεων. Στην περιοχή του φράγματος έχουν κατασκευαστεί στοές και σήραγγες συνολικού μήκους περίπου 2 170 m.

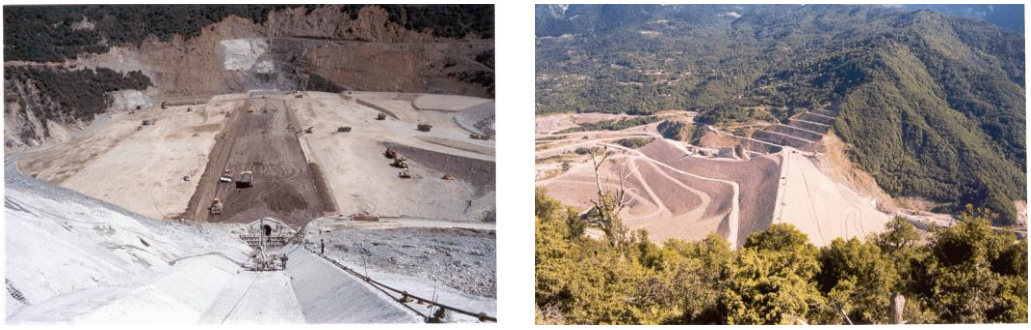
Για τη σταθεροποίηση μιας μεγάλης κατολίσθησης στο ανάντη δεξιό αντέρεισμα απαιτήθηκε η κατασκευή ενός εκτεταμένου σταθεροποιητικού αναβαθμού ποδός σε επαφή με το φράγμα.

Στην πλειονότητά του ο ταμιευτήρας του Μόρνου είναι στεγανός, πλην της περιοχής της κλιτύος του όρους «Πύρνος», περίπου 6 km ανατολικά του φράγματος, λόγω των διαπερατών καρστικών ασβεστολιθικών πετρωμάτων που δομούν την περιοχή αυτή. Στον Πύρνο κατασκευάσθηκε έργο στεγανοποίησης της επιφάνειας των ασβεστολίθων, συνολικού μήκους 3 km και μέσου πλάτους 100 m. Περιλαμβάνει συμπιεσμένο διαπερατό επίχωμα και στραγγιστικό φίλτρο που καλύπτεται από ασφαλτικό τάπητα στεγάνωσης (η μοναδική τέτοια εφαρμογή στην Ελλάδα). Στη βάση του επιχώματος έχει κατασκευαστεί στοά στράγγισης και επίσκεψης μήκους 3 000 m με τρεις εγκάρσιες σήραγγες διοχέτευσης των διηθήσεων προς τα καρστικά έγκοιλα του Πύρνου.

Στο φράγμα είναι εγκατεστημένα πολλά όργανα για τη γεωτεχνική παρακολούθησή του. Πρόσφατη επιθεώρηση ασφαλείας έδειξε ότι το φράγμα συμπεριφέρεται πολύ καλά με ελάχιστες καθιζήσεις μετά την κατασκευή (μέγιστη 65 cm) και μικρές διηθήσεις νερού.

4.2 Εύηνος

Το Φράγμα του Ευήνου άρχισε να κατασκευάζεται το 1992 στην Ορεινή Ναυπακτία. Τα έργα του φράγματος και της υδροληψίας, καθώς και τα μέτρα σταθεροποίησης των κατολισθήσεων που σημειώθηκαν ολοκληρώθηκαν την άνοιξη του 2001.

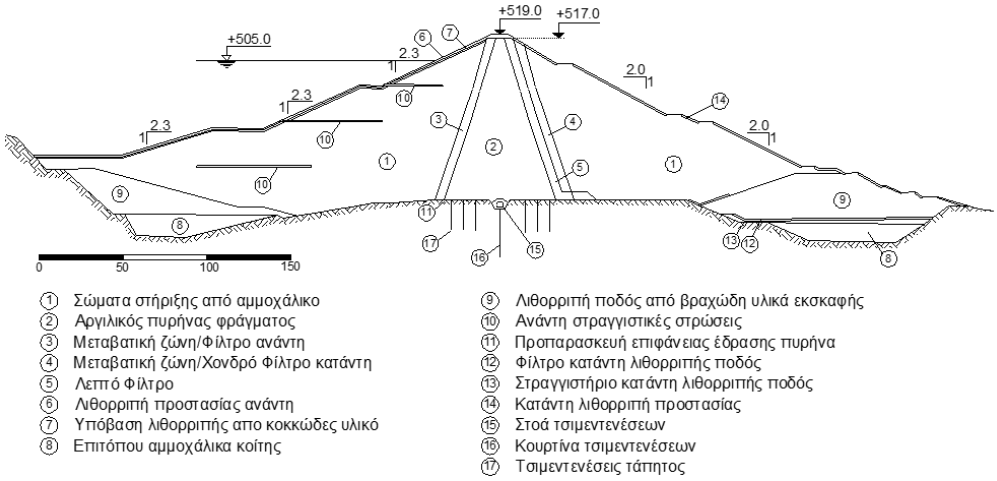


Φωτογραφία 4.2.1 Το φράγμα του Ευήνου σε φάσεις κατασκευής

Το φράγμα κατασκευάσθηκε σε καμπή του ποταμού λίγο ανάντη από την κανονική επαφή του φλύσχη της Πίνδου με τον υποκείμενο κρητιδικό ασβεστόλιθο. Η επιλογή του τύπου του φράγματος έγινε κυρίως λόγω γεωλογικών συνθηκών. Το φράγμα έχει ύψος 126 m και αποτελείται από ευρύ κεντρικό αργιλικό πυρήνα και κελύφη από αμμοχάλικα ποταμού και λιθορριπή ψαμμιτικού φλύσχη. Ο πυρήνας κατασκευάσθηκε από ιλυολιθικό φλύσχη με ειδική μέθοδο απόληψης. Τυπική διατομή του φράγματος (θεωρητική) παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.2.1. Το πλάτος του φράγματος στη στέψη είναι 10 m και το συνολικό μήκος της στέψης περίπου 600 m. Για τη σταθεροποίηση του αριστερού αντερείσματος κατασκευάσθηκε σταθεροποιητικός αναβαθμός σε επαφή με το φράγμα.

Για την επιτάχυνση της κατασκευής του φράγματος τοποθετήθηκε στοά τσιμεντενέσεων στην επαφή θεμελίωσης – πυρήνα στην ευρεία κοίτη και στο αριστερό αντέρεισμα του φράγματος. Στο δεξιό αντέρεισμα διανοίχθηκαν σήραγγες τσιμεντενέσεων. Οι τσιμεντενέσεις κουρτίνας εκτελέσθηκαν δια των στοών και σηράγγων ταυτόχρονα με την κατασκευή του αναχώματος. Το σύνολο του μήκους

των στοών και σηράγγων, πλην της εκτροπής – εκκένωσης και του υπερχειλιστή, είναι 1 722.5 m.



Σχήμα 4.2.1 Τυπική διατομή φράγματος Ευήνου (θεωρητική)

Κατά την κατασκευή του έργου ενεργοποιήθηκαν δύο κατολισθήσεις στα αριστερά πρανή του ταμιευτήρα. Η πρώτη μόλις ανάντη της περιοχής εισόδου του υπερχειλιστή (κατολίσθηση 1993 ή Αγ. Δημητρίου) και η δεύτερη 500 m ανάντη του άξονα του φράγματος (κατολίσθηση ΕΟ 24). Οι κατολισθήσεις σταθεροποιήθηκαν με μέτρα διευθέτησης της επιφανειακής απορροής με κατασκευή έργων σύλληψης και απαγωγής του νερού των ρεμάτων, αποστραγγιστικές σήραγγες μήκους ~700 m σε δύο κλάδους και αναχώματα ποδός. Επίσης στην κατολίσθηση 1993, στην κεντρική περιοχή της, διανοίχτηκαν 71 κατακόρυφα φρέατα στράγγισης. Στο φράγμα είναι εγκατεστημένα ποικίλα όργανα για τη γεωτεχνική παρακολούθησή του. Πρόσφατη επιθεώρηση ασφαλείας έδειξε ότι το φράγμα συμπεριφέρεται πολύ καλά με ελάχιστες καθιζήσεις μετά την κατασκευή (μέγιστη 29 cm στη στέψη) και μικρές διηθήσεις νερού.

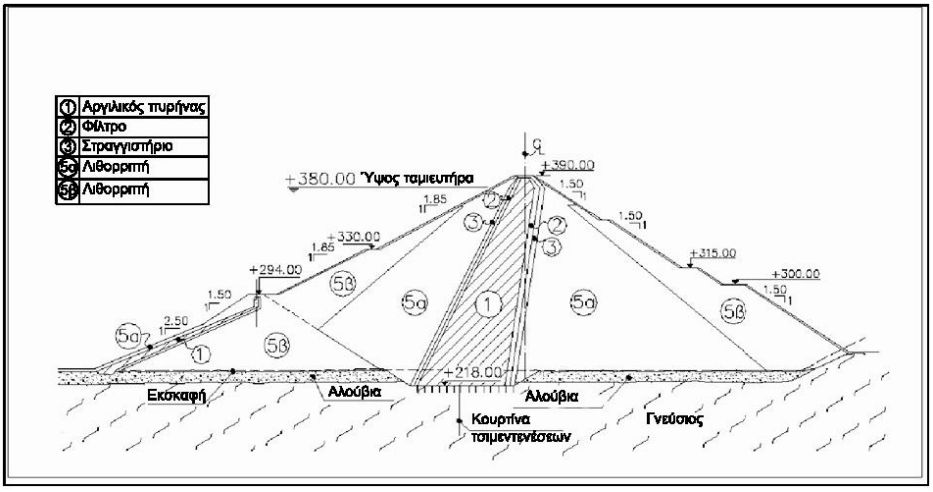
4.3 Φράγμα Θησαυρού και Βραχολίσθηση σε Λεκάνη Αποτόνωσης

Το λιθόρριπτο Φράγμα του Θησαυρού – Νέστου, ύψους 168 m από την επιφάνεια του εδάφους, μελετήθηκε τη δεκαετία του ’70 σε επίπεδο προμελέτης. Οι έρευνες που έγιναν περιέλαβαν πάνω από 100 γεωτρήσεις κατακόρυφες και κεκλιμένες συνολικού μήκους πάνω από 6 000 m, σεισμικές και γεωηλεκτρικές διασκοπήσεις

πάνω από 6 500 m, δεκάδες ερευνητικά φρέατα, 16 ερευνητικές στοές και εκατοντάδες εργαστηριακές δοκιμές σε βραχώδη και εδαφικά δείγματα.

Το υπόβαθρο στη θέση του Φράγματος αποτελείται κυρίως από γνεύσιο, γρανιτικό γνεύσιο και στρώσεις σχιστολίθου με μίκα ενώ υπάρχουν άφθονες πηγματικές φλέβες συχνά σχετιζόμενες με ρήγματα και ζώνες διάτμησης.

Η οριστική μελέτη εκπονήθηκε τη δεκαετία του ’80 τροποποιώντας τον αρχικό σχεδιασμό τόσο στο σύστημα εκχείλισης όσο και του σταθμού παραγωγής λόγω των στοιχείων που διαδοχικά αποκαλύπτονταν (όπως ασταθή πρανή κ.λπ.) με την πρόοδο του έργου και τα πορίσματα των πρόσθετων γεωερευνητικών εργασιών. Το Σχήμα 4.3.1 δείχνει τυπική διατομή του Φράγματος με την προβλεπόμενη διαζώνηση.



Σχήμα 4.3.1 Τυπική Διατομή του Φράγματος Θησαυρού

Να σημειωθεί ότι κατασκευάστηκε κουρτίνα τσιμεντενέσεων που έφτασε μέχρι βάθους 120 m από την επιφάνεια για τον έλεγχο της διήθησης ενώ στα αντερείσματα κατασκευάστηκαν τόσο στοές τσιμεντενέσεων όσο και στραγγιστικές για την στράγγιση ασταθών μαζών ανεβάζοντας το συνολικό μήκος των στοών σε περίπου 5 000 m. Η Φωτ. 4.3.1 παρουσιάζει μια γενική εικόνα του Φράγματος με τον ταμιευτήρα.

Ένα σημαντικό γεωτεχνικό πρόβλημα παρουσιάστηκε το 2008 όταν στο δεξιό αντέρεισμα κατάντη του Φράγματος εκδηλώθηκε κατολίσθηση σε πρανές ύψους περίπου 330 m με όγκο κατολισθημένων υλικών περίπου 335 000 m^3. Το βραχώδες πρανές δομείται από γρανιτογνεύσιους και γνεύσιους. Η κύρια μάζα της α-

στοχίας προήλθε από σφηνοειδή βραχολίσθηση με πολυεδρική και ασύμμετρη γεωμετρία (ιδέ Φωτ. 4.3.2).

Φωτ. 4.3.1 Το Φράγμα Θησαυρού

Φωτ. 4.3.2 Βραχολίσθηση σε δεξιό αντέρεισμα του Φράγματος

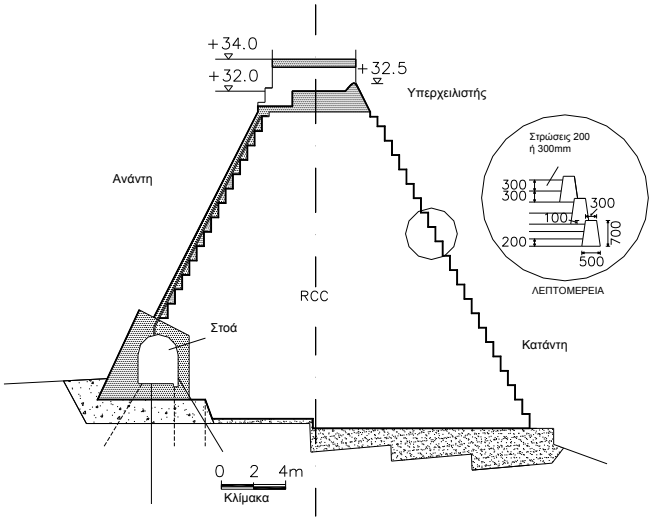
Για την αποκατάσταση μετά την απομάκρυνση των κατολισθημένων υλικών (που έφραζαν εν μέρει τη διατομή κατάντη του Φράγματος) αναδιαμορφώθηκε η γεωμετρία του πρανούς και έγιναν έργα άρσης της αστάθειας με αγκυρώσεις και στραγγίσεις.

4.4 Μαραθιά Μυκόνου

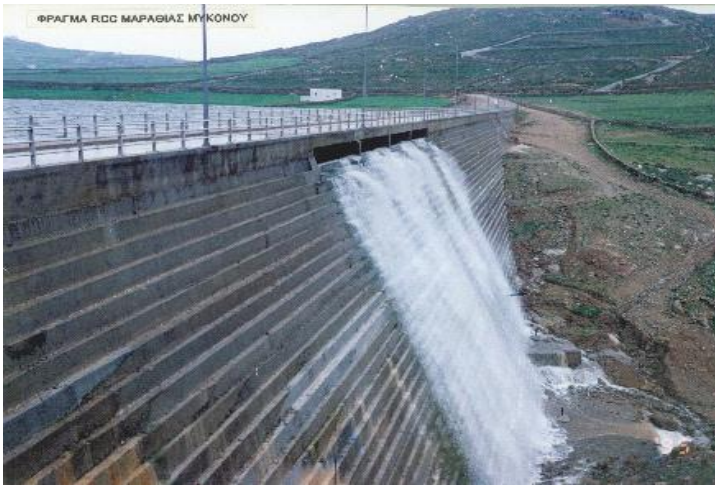
Το Φράγμα Μαραθιάς στη Μύκονο είναι το πρώτο φράγμα από κυλινδρούμενο σκυρόδεμα (RCC) που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα. Τα φράγματα RCC έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως ότι μπορούν να χρησιμοποιούν χαμηλής ποιότη-

τας αδρανή και μικρή περιεκτικότητα σε τσιμέντο της τάξεως των 70 έως 90 kg/m^3.

Το φράγμα Μαραθιάς έχει ύψος 30 m και αφού κατασκευάστηκε παρακολουθήθηκε ενοργάνως εντατικά και 3 έτη μετά την πλήρωση του ταμιευτήρα. (ιδέ Σχ. 4.4.1 και Φωτ. 4.4.1).



Σχήμα 4.4.1 Τομή του φράγματος Μαραθιάς στη θέση του υπερχειλιστή



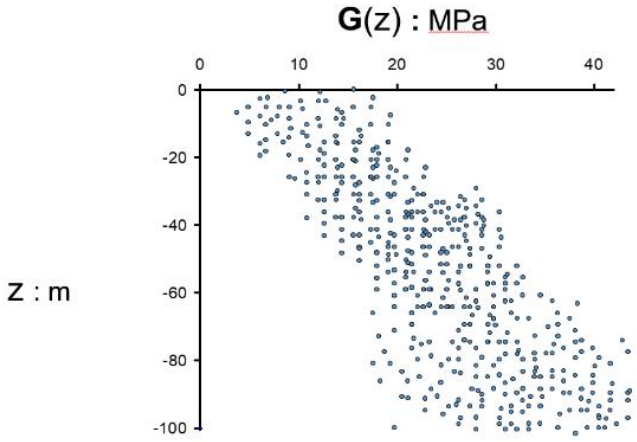
Σχήμα 4.4.1. Το φράγμα Μαραθιάς με λειτουργία του υπερχειλιστή

5 ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΣ ΓΕΦΥΡΩΝ

5.1 Ρίο - Αντίρριο

Η θεμελίωση της γέφυρας του Ρίου – Αντιρρίου είχε να αντιμετωπίσει μείζονα προβλήματα λόγω α) του μεγάλους βάθους της θάλασσας (περίπου 65 m) β) του χαλαρού/μαλακού εδάφους θεμελίωσης που είχε και μεγάλο πάχος και γ)του ισχυρού σεισμικού συντελεστή ($maxS_A$ = 1.2 g). Η λύση που δόθηκε προέβλεπε επιφανειακή θεμελίωση του κάθε πυλώνα με κυλινδρικό βάθρο διαμέτρου στη βάση 90 m σε διαστρωμένο αμμοχάλικο και ενίσχυση του εδάφους με χαλύβδινους σωλήνες διαμέτρου 2 m και μήκους 25 m.

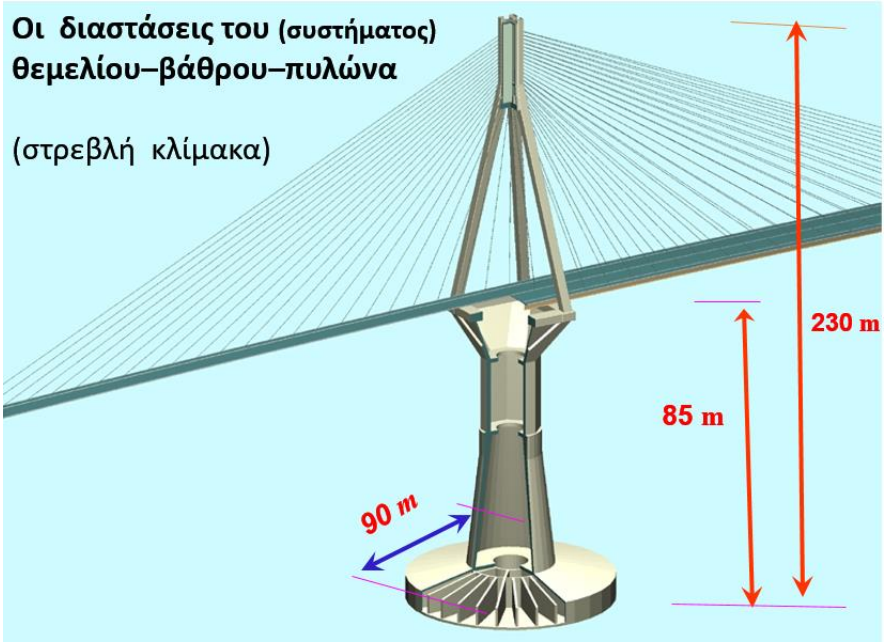
Το Σχήμα 5.1.1 δίνει τις μετρήσεις του μέτρου διάτμησης (G) με το βάθος με εμφανή τη διασπορά αλλά και την αύξηση με το βάθος.



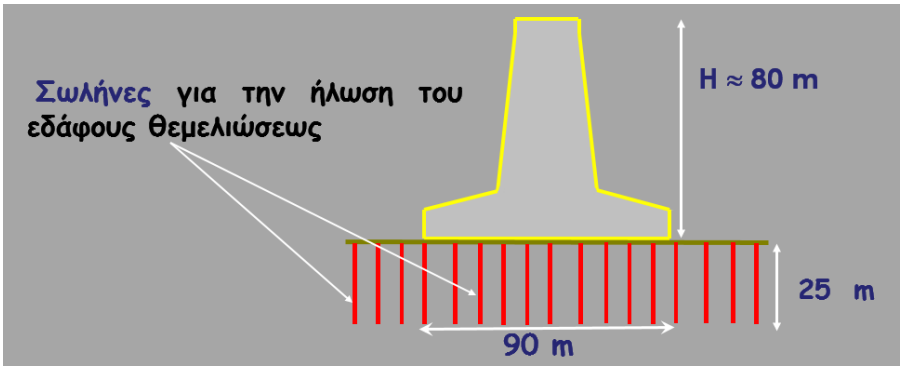
Σχήμα 5.1.1 Το εδαφικό προφίλ σε όρους μέτρου διάτμησης

Το Σχήμα 5.1.2 παρουσιάζει σχηματικά το σύστημα θεμελίου – βάθρου – πυλώνα ενώ στο Σχήμα 5.1.3 παρουσιάζονται σε τομή οι χαλύβδινοι σωλήνες που «ηλώνουν» το έδαφος θεμελίωσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, όπως προέκυψε από τις αναλύσεις, η συμβολή της στροφικής και μετακινησιακής ενδοσιμότητας του εδάφους (K_θ, K_H) στην ιδιοπερίοδο του βάθρου είναι τόσο σημαντική ώστε από αυτήν εξαρτάται το μέγεθος της επιτάχυνσης και άρα και το μέγεθος των αδρανειακών και υδροδυναμικών δυνάμεων. Τελικά δηλαδή απ' αυτήν εξαρτάται η αντισεισμική επάρκεια του βάθρου.



Σχήμα 5.1.2 Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος Θεμελίου – Βάθρου - Πυλώνα



Σχήμα 5.1.3 Θεμελίωση Βάθρου με ενίσχυση του εδάφους με χαλύβδινους σωλήνες

5.2 Γέφυρα Σερβίων

Κατασκευάστηκε στον Ποταμό Αλιάκμονα πριν από την πλήρωση του ταμιευτήρα του φράγματος Πολυφύτου (Φωτ. 5.2.1). Έχει μήκος περίπου 1350 m, 27 μεσόβαθρα και 2 ακρόβαθρα. Το ύψος των βάθρων είναι από 20 m έως 60 m. Τα επιχώματα πρόσβασης φτάνουν μέχρι ύψος 15 m.

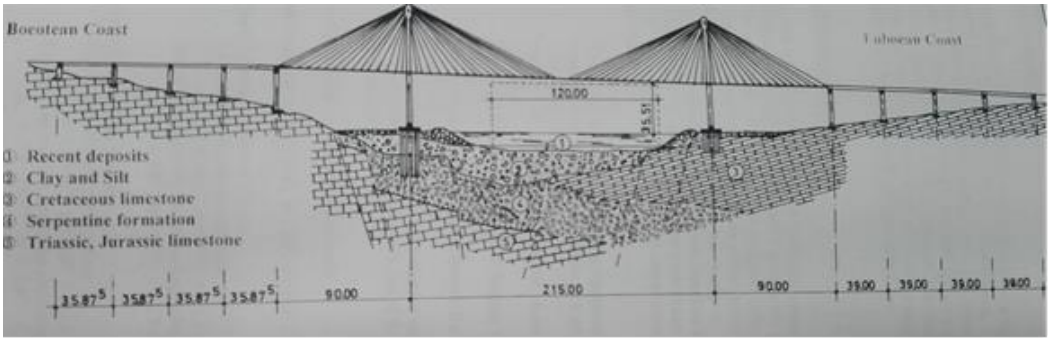
Φωτ. 5.2.1 Όψη της Γέφυρας των Σερβίων

Η γέφυρα είχε σχεδιαστεί με βάθρα επί πασσάλων, χωρίς τότε να έχει διαπιστωθεί η μεγάλη ευαισθησία (βαθμός ευαισθησίας 8) του εδάφους έδρασης που είναι μάργα με λόγο κενών περί το 2.70. Η μάργα ήταν έντονα προστερεοποιημένη -πράγμα που αρχικά δεν είχε διαπιστωθεί λόγω έντονης προστερεοποίησης έφθανε πρακτικά σε θραύση, με δείκτη C_c = 1.15. Με δειγματοληψία αδιατάρακτου δείγματος μορφής block προσδιορίστηκε εργαστηριακά η πραγματική σχέση φορτίων-υποχωρήσεων και έγινε επανασχεδιασμός ώστε τα επιχώματα να φτάνουν μέχρι ύψους 15 m περιορίζοντας το συνολικό μήκος της γέφυρας.

Η θεμελίωση των πασσάλων στη μάργα ήταν επικίνδυνη λόγω της απώλειας αντοχής του υλικού και προτάθηκε η έδραση με πέδιλα με αφαίρεση του επιφανειακού υλικού από αμμοϊλυώδη άργιλο (πάχους περίπου 6 m), σε μήκος περίπου 100 m και πλάτος 40 m, ώστε αφενός να αποφευχθεί η επίδραση από την πλήρωση της λίμνης και αφετέρου να εξασφαλιστούν συνθήκες μονοδιάστατης στερεοποίησης και να μειωθούν οι δευτερογενείς υποχωρήσεις. Αποφασίστηκαν ήπιες εκσκαφές για να μη διαταραχθεί το υλικό έδρασης και η έδραση των βάθρων να γίνει σε συμπυκνωμένο αμμοχάλικο ποταμού πάχους 5 m. Εξ άλλου η δοκιμή στερεοποίησης έδειξε ότι το γέμισμα της λίμνης δε δημιουργεί φαινόμενο θραύσης. Στη βαθιά κοίτη όπου το υπέδαφος ήταν σταθερό (αμμοχάλικο-βράχος-ασβεστόλιθος), τα υψηλά βάθρα θεμελιώθηκαν επί πασσάλων.

5.3 Νέα Γέφυρα Χαλκίδας (Ευρίπου)

Η Νέα Γέφυρα Χαλκίδας είναι καλωδιωτή γέφυρα πάνω από τον πορθμό του Ευρίπου στην Εύβοια, κοντά στη Χαλκίδα, τριών ανοιγμάτων (90 m-215 m-90 m), με δύο γέφυρες πρόσβασης τεσσάρων ανοιγμάτων η κάθε μία (36 m και 39 m) και δύο επιχώματα σε χαλαρές αποθέσεις. Η γεωτεχνική τομή παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.3.1:

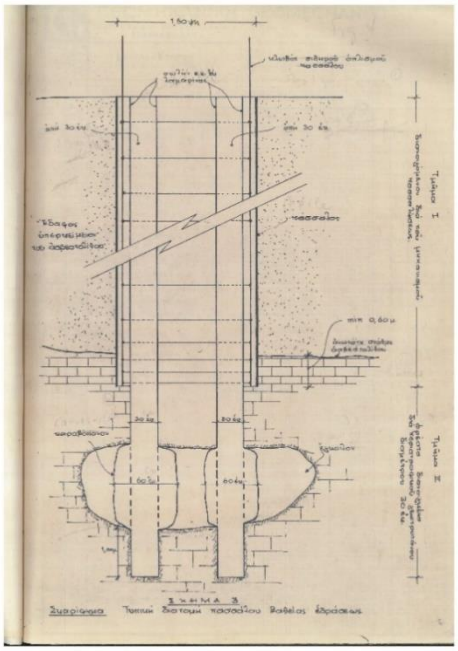


Σχήμα 5.3.1 Γεωτεχνική Τομή κατά μήκος της Νέας Γέφυρας Χαλκίδας

Η θεμελίωση των πυλώνων του κεντρικού τμήματος της γέφυρας έγινε επί φρεατοπασσάλων διαμέτρου Φ120 cm. Οι πάσσαλοι εδράζονται είτε σε οφιολίθους είτε σε κρητιδικούς ασβεστόλιθους. Για την έδραση των πασσάλων εντός των ασβεστολίθων, χρησιμοποιήθηκε κατά την εκτέλεση των γεωτρήσεων ειδικό μηχάνημα καταγραφής των παραμέτρων διάτρησης για την αποτύπωση των εγκοίλων (Enpasol). Η θεμελίωση των πυλώνων έγινε σε βάθος περίπου 30 m.

5.4 Γέφυρα Αχέροντα

Η γέφυρα για την οδό Πρέβεζας – Ηγουμενίτσας πάνω από τον ποταμό Αχέροντα είχε να αντιμετωπίσει στη θεμελίωσή της το πρόβλημα των σημαντικών -και εν πολλοίς απροσδιόριστης πυκνότητας και μεγέθους -καρστικών εγκοίλων. Με ειδική διαδικασία κατά την κατασκευή προσδιορίστηκαν, όπου υπήρχαν, οι θέσεις των εγκοίλων κάτω από κάθε βάθρο. Οι φρεατοπάσσαλοι της θεμελίωσης έφταναν μέχρι το βάθος του υγιούς ασβεστολίθου και ακολουθούσε διάνοιξη και σκυροδέτηση, πασσάλων μικρότερης διαμέτρου με χρήση ειδικού καραβόπανου για να συγκρατεί το σκυρόδεμα κατά τη διέλευση των πασσάλων μέσα από τα έγκοιλα. Σχηματική τομή παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.4.1.



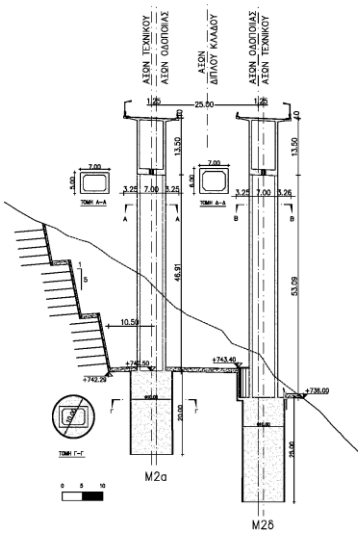
Σχήμα 5.4.1 Τομή φρεατοπασσάλου με πασσάλους μικρότερης διαμέτρου να διέρχονται μέσω εγκοίλου

5.5 Γέφυρα Βοτονοσίου

Η γέφυρα Βοτονοσίου αποτελεί δίδυμη οδογέφυρα της Εγνατίας Οδού, που γεφυρώνει τον ποταμό Μετσοβίτικο μεταξύ των σηράγγων Ανθοχωρίου και Βοτονοσίου. Πρόκειται για γέφυρα τριών ανοιγμάτων συνολικού μήκους 490 m, κατασκευασμένη με τη μέθοδο της προβολοδόμησης. Με κεντρικό άνοιγμα 230 m η γέφυρα καθίστατο, την περίοδο κατασκευής της, η δεύτερη μεγαλύτερη γέφυρα στην Ελλάδα (μετά τη γέφυρα του Ρίου των 560 m) και μία από τις 15 μεγαλύτερες παγκοσμίως, που κατασκευάσθηκαν με τη μέθοδο της προβολοδόμησης. Για τη θεμελίωση των μεσοβάθρων που τοποθετήθηκαν σε κοντινή γειτονία με απότομα φυσικά πρανή κατασκευάσθηκαν φρέατα διαμέτρου 10 m και μεγίστου βάθους 35 m, πληρωμένα με οπλισμένο σκυρόδεμα σε περιοχή που γεωλογικά δομείται από παχυστρωματώδεις ψαμμίτες της ζώνης Πίνδου, με παρεμβολές ιλυολιθικών ενστρώσεων μεταβαλλόμενου πάχους. Αποτέλεσε μια από τις πρώτες γέφυρες που θεμελιώθηκαν στη χώρα μας με φρέατα, λύση που εκ των υστέρων χρησιμοποιήθηκε και σε άλλες μεγάλων ανοιγμάτων γέφυρες αυτοκινητοδρόμων. Τα φρέατα θεμελίωσης της γέφυρας, ήταν από τις πρώτες περιπτώσεις έργων (πλην σηράγγων) όπου υπήρξε συνεχής επιτόπου παρουσία στο έργο του γεωτε-

χνικού μελετητή για την επιβεβαίωση κατά την κατασκευή των τεχνικογεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών που υιοθετήθηκαν στη μελέτη. Στη Φωτ. 5.5.1 φαίνεται τμήμα της γέφυρας Βοτονοσίου υπό κατασκευή και στο Σχήμα 5.5.1 παρουσιάζεται εν τομή θεμελίωση μεσοβάθρου σε απότομο πρανές.

Φωτ. 5.5.1 Τμήμα της Γέφυρας Βοτονοσίου σε φάση κατασκευής



Σχήμα 5.5.1 Τομή Θεμελίωσης Μεσοβάθρου

6 ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

6.1 Νέοι Λιμένες Ηγουμενίτσας και Πατρών

Έχει καταστεί πλέον δυνατή η θεμελίωση λιμενικών εγκαταστάσεων ακόμη και στα πιο δυσχερή από γεωτεχνικής άποψης υλικά πυθμένα όπως οι μαλακές (οργανικές) άργιλοι και ιλύες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν δύο (2) από τους σημαντικότερους λιμένες που κατασκευάστηκαν την τελευταία 20ετία στην Ελλάδα, ο Νέος Λιμένας Ηγουμενίτσας και ο Νέος Λιμένας Πατρών (ιδέ Φωτ. 6.1.1 του υπό κατασκευή Νέου Λιμένος Ηγουμενίτσας, Φωτ. 6.1.2 του υπό κατασκευή επιχώματος προφορτίσεως στον Νέο Λιμένα Πατρών και Φωτ. 6.1.3 ο κατασκευασμένος Νέος Λιμένας Πατρών).

Ιδιαίτερα δυσμενείς συνθήκες θεμελίωσης εμφανίζονται εξ αιτίας της παρουσίας ενός παχέος επιφανειακού στρώματος αποτελούμενου από πολύ μαλακές ως υδαρείς αργίλους και αμμοϊλύες εξαιρετικά χαμηλής διατμητικής αντοχής, που

δεν ήταν τεχνικά δυνατό ή οικονομικά συμφέρον να αντιμετωπιστεί με εκσκαφή και αντικατάσταση.

Στα δύο έργα επιλέχτηκε λύση βελτίωσης και ενίσχυσης του πυθμένα θεμελίωσης σε συνδυασμό με υιοθέτηση μίας ελαφριάς μορφής κρηπιδότοιχου από κυψελωτά κιβώτια/caissons. Διαδοχικά εκτελέστηκαν:

- Έμπηξη γεωσυνθετικών στραγγιστήριων σε βάθη 15-20 m για την επιτάχυνση της στερεοποίησης και αύξηση της διατμητικής αντοχής.
- Προφόρτιση της περιοχής των κρηπιδωμάτων με σταδιακά κατασκευαζόμενο επίχωμα, με στόχο αφ' ενός την ολοκλήρωση του μεγαλύτερου μέρους των καθιζήσεων προ της τοποθετήσεως των κυψελωτών κιβωτίων, αφ' ετέρου την βελτίωση των διατμητικών χαρακτηριστικών του στρώματος της μαλακής αργιλοϊλύος, πριν από την ολοκλήρωση της κατασκευής των κρηπιδοτοίχων.

Φωτ. 6.1.1 Απόψη του Νέου Λιμένα Ηγουμενίτσας (φάση κατασκευής)

Φωτ. 6.1.2 Κατασκευαζόμενο επίχωμα προφορτίσεως σε Νέο Λιμένα Πατρών

- Κατασκευή χαλικοπασσάλων προκειμένου να ενισχυθεί η αντοχή του ανώτερου τμήματος του στρώματος της μαλακής αργιλοϊλύος και να συμπυκνωθεί περαιτέρω το έδαφος θεμελίωσης.
- Αφαίρεση του επιχώματος προφόρτισης, τοποθέτηση των caissons, πλήρωση των πίσω κυψελών με αμμοχαλικώδες υλικό και ολοκλήρωση της κατασκευής.

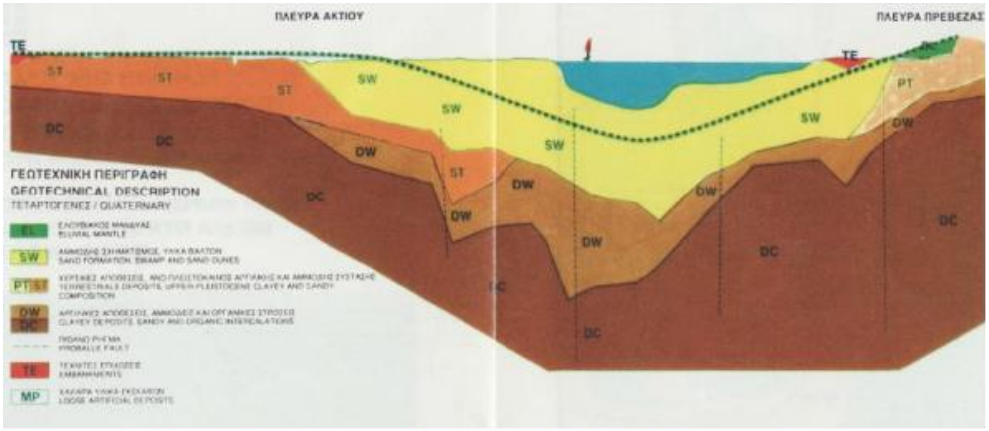
Φωτ. 6.1.3 Νέος Λιμένας Πατρών

6.2 Υποθαλάσσια Σήραγγα Πρέβεζας - Ακτίου

Η υποθαλάσσια σήραγγα Πρέβεζας - Ακτίου συνδέει το θαλάσσιο στενό που χωρίζει τη Στερεά Ελλάδα από την Ήπειρο στο άνοιγμα του Αμβρακικού κόλπου. Έχει συνολικό υποθαλάσσιο οδικό μήκος 910 m και μέγιστο βάθος 27 m κάτω από τη θάλασσα.

Οι ερευνητικές γεωτρήσεις του πυθμένα έγιναν με πλωτό γεωτρύπανο (Φωτ. 6.2.1). Η γεωλογική μηκοτομή φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί (Σχ. 6.2.1).

Φωτ.6.2.1 Πλωτό Γεωτρύπανο



Σχήμα 6.2.1 Γεωλογική μηκοτομή πυθμένα

Για την ασφαλή έδραση και αντισεισμική συμπεριφορά έγινε βελτίωση του εδάφους του θαλάσσιου πυθμένα σε όλο το μήκος της σήραγγας με τη χρήση χαλικοπασσάλων για την αποτροπή ρευστοποίησης του εδάφους. Στην περιοχή του έργου εντοπίσθηκε θέση με αποθέσεις ισομεγέθων κόκκων χαλικιών, η οποία αξιοποιήθηκε ως δανειοθάλαμος υλικού πλήρωσης των χαλικοπασσάλων. Η διάταξη των χαλικοπασσάλων ήταν σε κάνναβο 1.8×1.8 m, διαμέτρου 0.8 m.

7 ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΑ

7.1 Επέκταση Διαδρόμου Α/Δ Μακεδονίας

Προκειμένου να επεκταθεί ο Διάδρομος 10/28 του Αεροδρομίου της Θεσσαλονίκης (Μακεδονία) κατασκευάστηκε επίχωμα από κοκκώδη υλικά στη θάλασσα επί πολύ μαλακού πυθμένα (Φωτ. 7.1.1).

Το μέγιστο βάθος της θάλασσας ήταν 16 m. Προηγήθηκε εγκατάσταση κατακορύφων πλαστικών στραγγιστηρίων κάτω από την επιφάνεια του πυθμένα για την επιτάχυνση των καθιζήσεων και ηλεκτρικών πιεζομέτρων παλλόμενης χορδής για την παρακολούθηση της εκτόνωσης των πιέσεων πόρων με το χρόνο.

Το επίχωμα συμπυκνώθηκε με τη μέθοδο της βαθειάς δονητικής συμπύκνωσης από την επιφάνεια του επιχώματος όταν αυτό έφτασε πάνω από τη στάθμη της θάλασσας. Σε έξαλα τμήματα του επιχώματος στο διάδρομο και στον τροχοδρόμο εφαρμόστηκε κυλιόμενη προφόρτιση.

Κατά την κατασκευή του επιχώματος γίνονταν συστηματικές μετρήσεις επιφανειακών και εσωτερικών καθιζήσεων για τον προσδιορισμό της εξασθένησης

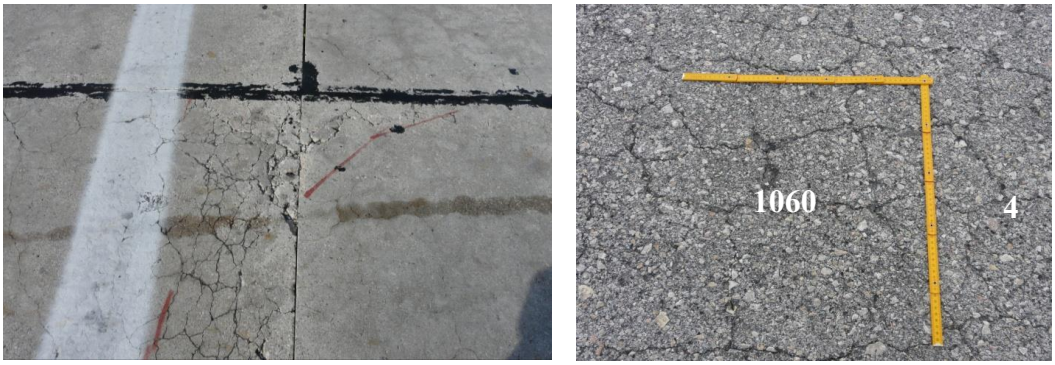
της ταχύτητας καθιζήσεως με το χρόνο σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά συμπιεστότητας των πολύ μαλακών υλικών του πυθμένα.

Φωτ. 7.1.1 Αεροδρόμιο Μακεδονία Επέκταση διαδρόμου 10/28 στη θάλασσα

7.2 Βελτιώσεις Περιφερειακών Αεροδρομίων

Αρκετά από τα περιφερειακά αεροδρόμια της χώρας χρειάζονται αναβάθμιση της περιοχής αεροπορικής κίνησης (airside). Η γεωτεχνική έρευνα είναι καθοριστική στην αποκάλυψη των αιτίων φθορών και καταπονήσεων στα υφιστάμενα οδοστρώματα και διά των κατάλληλων αναλύσεων και υπολογισμών στο σχεδιασμό των τυχόν απαιτούμενων έργων αποκατάστασης φθορών και καταπονήσεων. Σημειωτέον ότι και οι γεωτεχνικές έρευνες γίνονται υπό ιδιαίτερα αυστηρούς χρονικούς περιορισμούς για να μην παρεμποδίζεται η κίνηση αεροσκαφών και ο σχεδιασμός των έργων και αυτή η καθεαυτή η κατασκευή τους λαμβάνει υπόψη το κριτήριο της ελάχιστης δυνατής παρενόχλησης της κίνησης των αεροσκαφών.

Στη Φωτ. 7.2.1 διακρίνονται χαρακτηριστικές βαριές καταπονήσεις σε οδόστρωμα από σκυρόδεμα και σε οδόστρωμα από άσφαλτο (Φωτ. 7.2.1.α και 7.2.1.β αντίστοιχα). Στη Φωτ. 7.2.2 διακρίνεται γεωτρύπανο κατά τη διάνοιξη γεώτρησης τη νύχτα για να μην υπάρχει κίνηση αεροσκαφών.



(α) (β)

Φωτ. 7.2.1 Χαρακτηριστικές βαριές καταπονήσεις (α) σε οδόστρωμα από σκυρόδεμα και (β) σε οδόστρωμα από άσφαλτο

Φωτ. 7.2.2 Γεωτρύπανο κατά τη διάνοιξη γεώτρησης δίπλα από διάδρομο αποπροσγείωσης αεροσκαφών τη νύχτα για να μην υπάρχει κίνηση αεροσκαφών

8 ΕΠΙΧΩΜΑΤΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΩΝ

8.1 Επίχωμα Αυτ/μου ΠΑΘΕ από Ελαφρά Υλικά (EPS)

Κατασκευάστηκε κατά μήκος του Αυτ/μου ΠΑΘΕ, στην περιοχή του ημικόμβου Θερμοπυλών. Πρόκειται για την πρώτη και μεγαλύτερη εφαρμογή ελαφρών επιχωμάτων από διογκωμένη πολυστερίνη στην Ελλάδα και μία από τις μεγαλύτερες διεθνώς, σε συνολικό μήκος 1 030 m και ύψος έως 8.5 m.

Στην περιοχή αυτή προβλεπόταν επίχωμα από γαιώδη υλικά και βελτίωση της έδρασης με εξυγιαντική στρώση και χαλικοπασσάλους. Κατά την κατασκευή του επιχώματος, όταν το ύψος του έφθασε τα 4 m, έλαβε χώρα αστοχία σε μήκος 200 m περίπου, με καθίζηση ≈1 m και δημιουργία ρωγμής με άνοιγμα ≈2 m παράλληλα στον άξονα και σε απόσταση >10 m από το άκρο της στέψης (ιδέ Φωτ. 8.1.1). Η αστοχία οφειλόταν στην παρουσία αργίλου, υψηλής πλαστικότητας, πολύ μαλακής έως βάθος 15 m και ιδιαίτερα συμπιεστής έως βάθος ≈ 25 m.

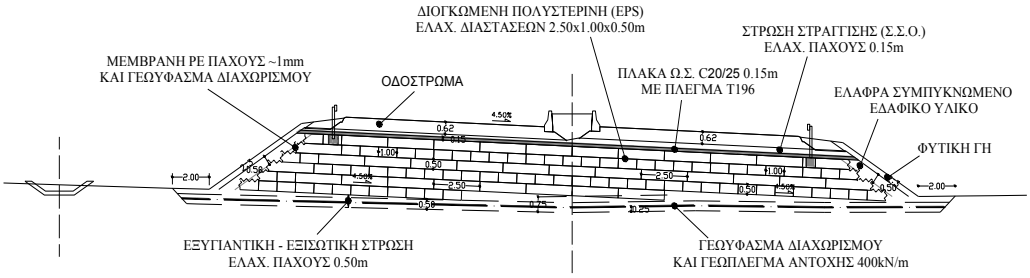
Ο σχεδιασμός των μέτρων αποκατάστασης έγινε με κριτήρια: α) Την ασφαλή έδραση του επιχώματος έναντι αστοχίας της μαλακής αργίλου, β) Τον περιορισμό των μετακατασκευαστικών καθιζήσεων σε ανεκτά μεγέθη <10 cm και γ) Την ανάγκη ταχείας ολοκλήρωσης και απόδοσης του έργου.

Φωτ. 8.1.1 Ρωγμή και Καθίζηση

Η λύση περιέλαβε τροποποίηση της οδοποιίας για τον περιορισμό του ύψους των επιχωμάτων και κατασκευή τους από προκατασκευασμένα τεμάχη διογκωμένης πολυστερίνης EPS 100, θλιπτικής αντοχής 100 kPa και ελαχίστων διαστάσε-

ων 1×2 m. Με κατάλληλη διάταξη των τεμαχών επί κεκλιμένης στρώσης έδρασης, περιορισμένου πάχους, επιτεύχθηκε προσαρμογή στις έντονες επικλίσεις της οδού. Τα πλευρικά πρανή καλύφθηκαν με γεωύφασμα και μεμβράνη πολυαιθυλενίου και η στέψη με πλάκα ελαφρά οπλισμένου σκυροδέματος, πάχους 15 cm (ιδέ Σχ. 8.1.1).

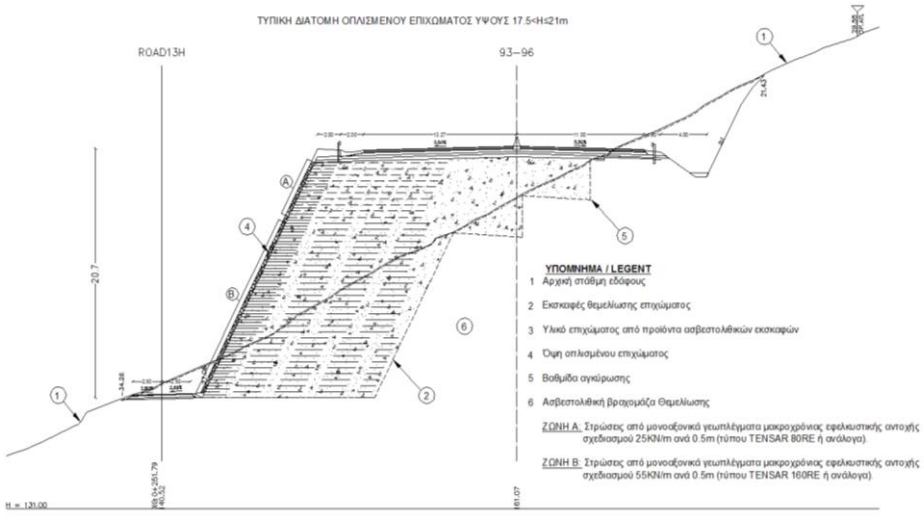
Οι μετρηθείσες υποχωρήσεις ήταν ομοιόμορφες, μεγέθους ≈ 1 cm, πολύ μικρότερες από τα όμορα τμήματα, όπου εφαρμόστηκαν άλλα μέτρα βελτίωσης.



Σχήμα 8.1.1 Ενδεικτική Τομή Επιχώματος EPS

8.2 Οπλισμένο Επίχωμα Ιόνιας Οδού

Ο αυτοκινητόδρομος της Ιονίας Οδού στο τμήμα της παράκαμψης Αμφιλοχίας, κατόπιν τεχνικο-οικονομικής βελτιστοποίησης της γεωμετρίας της χάραξης, οδήγησε στην απαίτηση κατασκευής οπλισμένου επιχώματος με απότομη εξωτερική κλίση πρανούς 63° (οριζ : κατ, 1:2) και μεγίστου ύψους 21 m. Η λύση με χωματουργικά έργα προκρίθηκε σε αντικατάσταση μεγαλύτερου κόστους κατασκευής τεχνικών έργων κατά μήκος περιοχής με απότομο ανάγλυφο όπου επικρατούν μέσο-παχυστρωματώδεις και κλαστικοί ασβεστολιθικοί σχηματισμοί. Η διαμόρφωση της όψης του επιχώματος πραγματοποιήθηκε με την τεχνική της περιτύλιξης (wrap-around facing) των γεωσυνθετικών οπλισμών που τοποθετήθηκαν σε προκαθορισμένα από τη γεωτεχνική μελέτη μήκη και πυκνότητες. Αντίστοιχη διακύμανση είχαν και οι τύποι σε ότι αφορά τη μακροχρόνια εφελκυστική αντοχή των μονοαξονικών γεωπλεγμάτων που προβλέφθηκαν καθ' ύψος της διατομής του οπλισμένου επιχώματος.



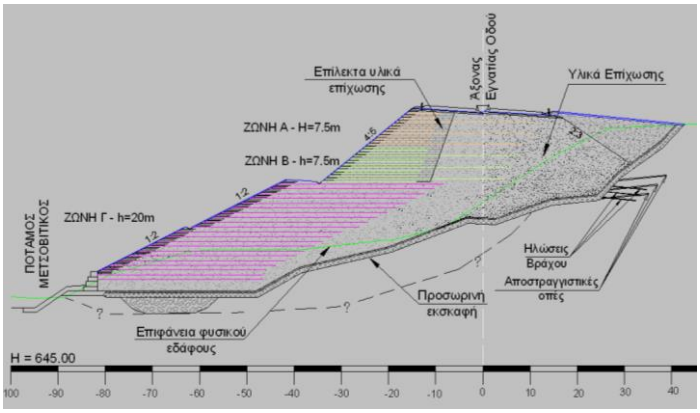
Σχήμα 8.2.1 Τυπική Διατομή του Οπλισμένου Επιχώματος στην Παράκαμψη Αμφιλοχίας

Φωτ. 8.2.1 Όψη του Οπλισμένου Επιχώματος με εμφανή την τεχνική περιτύλιξης των οπλισμών

8.3 Οπλισμένο Επίχωμα Εγνατίας Οδού

Η χάραξη της Εγνατίας οδού περί την περιοχή Μετσόβου, κατά θέσεις, περίπου παραλλήλως με τον ποταμό Μετσοβίτικο απαίτησε σε ορισμένα τμήματα τη μείωση του εύρους κατάληψης των χωματουργικών έργων. Λύση σε τέτοιες περιπτώσεις αποτέλεσαν τα οπλισμένα επιχώματα τα οποία έδωσαν τη δυνατότητα εφαρμογής αυξημένων κλίσεων, συγκριτικά με τις συνήθεις κλίσεις συμβατικών χωματουργικών έργων. Επιπλέον υποβοήθησαν στη χρησιμοποίηση υψηλών επι-

χωμάτων ιλυολιθικής προέλευσης με υλικά του φλύσχη της περιοχής τα οποία ενισχύθηκαν με γεωπλέγματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το 30 m συνολικού ύψους οπλισμένο επίχωμα στο οποίο έγινε εκτεταμένη εφαρμογή μονοαξονικών και διαξονικών γεωπλεγμάτων, ενώ περί τον πόδα η αντιδιαβρωτική προστασία του επιχώματος επιτεύχθηκε με χρήση λιθοπληρωμένων συρματοκιβωτίων (Serasanetti).



Σχήμα 8.3.1 Διατομή Οπλισμένου Επιχώματος

Φωτ. 8.3.1 Άποψη του Οπλισμένου Επιχώματος της Εγνατία Οδού. Στο βάθος διακρίνεται το cut and cover Σ1

9 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

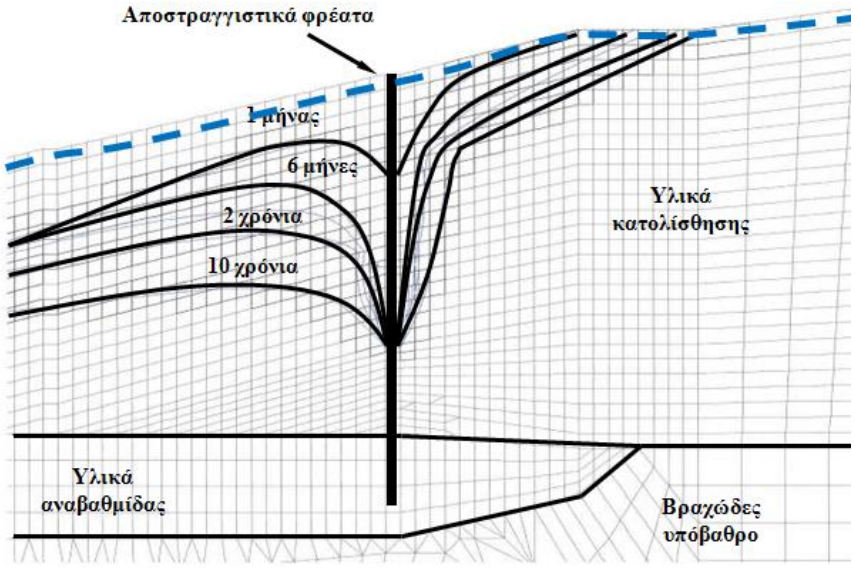
9.1 Διέλευση Εγνατίας Οδού μέσα από Παλιές Κατολισθήσεις

Η χάραξη της Εγνατίας Οδού περνάει αναγκαστικά -σε ορισμένες περιπτώσεις- μέσα από παλιές φυσικές κατολισθήσεις, δηλαδή κόβοντας πρανή που βρίσκονται

σε κατάσταση οριακής ισορροπίας. Τέτοια ήταν η περίπτωση του τμήματος 3.1 στο τμήμα Γιάννενα – Μέτσοβο κοντά στο Περιστέρι. Εκεί υπήρχε κίνηση της τάξεως των 2 cm/έτος μιας φυσικής κατολίσθησης που αφορούσε περί τα 10 εκατομμύρια κυβικά, μήκους περίπου 1000 m και μεγίστου βάθους 35 m.

Η κίνηση εσυντηρείτο από τη συνεχή διάβρωση ποδός από τον ποταμό Μετσοβίτικο. Στην περιοχή λόγω παλαιών κατολισθήσεων είχε καλυφθεί η παλαιά ποτάμια αναβαθμίδα με κοκκώδη, διαπερατά υλικά και είχε μετατοπιστεί η κοίτη του ποταμού. Έτσι ένα βασικό στοιχείο της αύξησης της ευστάθειας της οδού αποτέλεσε η κατασκευή κατακόρυφων φρεάτων μέχρι εντός της αναβαθμίδας τα οποία κατεβάζουν τη στάθμη του υπόγειου ορίζοντα και τα νερά απορρέουν μέσω της αναβαθμίδας. Η μείωση αυτή της πίεσης των πόρων πάνω από την επιφάνεια ολίσθησης οδηγεί σε σημαντική αύξηση της αντοχής που έχει ως συνέπεια σημαντικότατη αύξηση του συντελεστή ασφαλείας. Το Σχήμα 9.1.1 δείχνει το αναλυτικό προσομοίωμα με το διαδοχικό με το χρόνο καταβιβασμό της στάθμης.

Κατασκευάστηκαν 180 αποστραγγιστικά φρέατα μήκους 25-35 m μέχρι τη θαμμένη ποτάμια αναβαθμίδα εξασφαλίζοντας συντελεστή ασφαλείας περί το 1.30 έως 1.35.



Σχήμα 9.1.1 Αναλυτικό προσομοίωμα με το διαδοχικό με το χρόνο καταβιβασμό της στάθμης μετά τη διάνοιξη των αποστραγγιστικών φρεάτων στην κατολίσθηση του Τμήματος 3.1 της Εγνατίας Οδού

Εξ άλλου ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει και η σχετικά γειτονική περιοχή της Εγνατίας, η 2.4, όπου δύο αντίρροπες φυσικές ολισθήσεις συνέκλιναν από νότο και βορρά στον ποταμό Μετσοβίτικο. Η έρευνα, οι μετρήσεις και η μελέτη οδήγησε σε σειρά έργων όπως στραγγιστικά φρέατα, στραγγιστική στοά, μπαρέτες και πασσάλους και, ως ιδιαίτερο στοιχείο, την κάλυψη του ποταμού για περίπου 150 m με τεχνικό επί του οποίου τοποθετήθηκε επίχωμα ως αντίβαρο σταθεροποιητικό και των δύο αντίρροπων κατολισθήσεων (ιδέ Φωτ. 9.1.1).

Φωτ. 9.1.1 Τεχνικό κάλυψης Ποταμού Μετσοβίτικου στο Τμήμα 2.4 της Εγνατίας Οδού προς σταθεροποίηση των κατολισθήσεων διά του αντιβάρου που συνιστά η επίχωση του τεχνικού αυτού. Στιγμιότυπο από την κατασκευή με το ρου του ποταμού προσωρινά εκτραπέντα εντός του ενός φατνώματος του τεχνικού (αριστερά = νότιο φάτνωμα) για την κατασκευή του άλλου φατνώματος

9.2 Διέλευση Σ/Γ πάνω από την Κατολίσθηση στο Ικόνιο

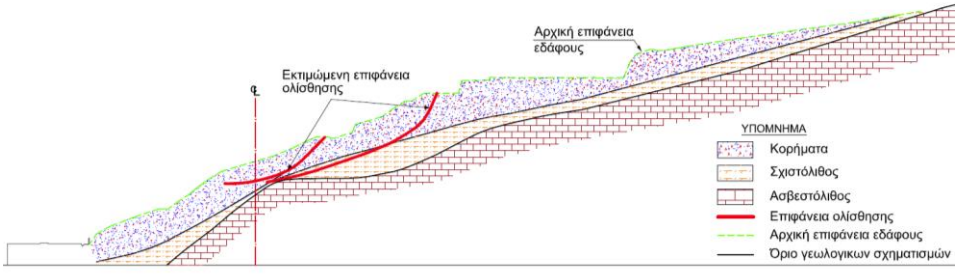
Κατά τη διάρκεια εκσκαφών για τη διαμόρφωση ορύγματος της Λεωφόρου Αιγάλεω εκδηλώθηκε κατολίσθηση το 1990. Ακολούθησαν μελέτες και έργα αλλά υπήρξε επανενεργοποίηση της κατολίσθησης καθώς και πλευρική διεύρυνση.

Τελικώς, προκειμένου να προχωρήσει η κατασκευή της Σιδηροδρομικής Γραμμής (σύνδεσης του Λιμένα του Ν. Ικονίου με το υπόλοιπο δίκτυο) και βάσει και των δεδομένων των γεωτεχνικών ερευνών και μελετών που εκτελέστηκαν προκρίθηκε η λύση της γεφύρωσης, ένθεν και ένθεν της κατολισθαίνουσας περιοχής, με σύμμικτη τοξωτή γέφυρα ανοίγματος 110 m. Στη Φωτ. 9.2.1 απεικονίζεται η γέφυρα στη φάση της κατασκευής της.

Η συγκεκριμένη περιοχή γεωτεχνικώς χαρακτηρίζεται από έντονο τεκτονισμό και πολλαπλές πτυχώσεις. Οι τεκτονικές κινήσεις και ιδιαίτερα οι εφιππεύσεις του σχιστόλιθου έχουν κατακερματίσει τους σχηματισμούς και έχουν δημιουργήσει μυλωνιτιωμένες ζώνες. Υπάρχουν κορήματα ασβεστολιθικής προέλευσης που επικάθηνται στον επωθημένο σχιστόλιθο. Η κατολίσθηση διέρχεται από τα ανώτε-

ρα στρώματα του σχιστόλιθου αμέσως κάτω από τα κορήματα. Σημειωτέον ότι δεν υπάρχει υπόγειος ορίζοντας σε βάθη που μπορεί να ενδιαφέρουν. Χαρακτηριστική διατομή στη θέση της κατολίσθησης παρουσιάζεται στο Σχήμα 9.2.1.

Φωτ. 9.2.1 Γέφυρα Σ/Γ πάνω από την κατολίσθηση σε φάση κατασκευής



Σχήμα 9.2.1 Διατομή σε Θέση Κατολίσθησης

9.3 Βελτιώσεις που Οδήγησαν σε Κατολισθήσεις

Ενίοτε η βελτίωση υπαρχουσών υποδομών προκαλεί προβλήματα που λύνονται από τη γεωτεχνική μηχανική. Τέτοιο ήταν αυτό της διαπλάτυνσης της Ε.Ο. Αθηνών-Θεσσαλονίκης στην Μαλακάσα. Η κατολίσθηση του 1995 που προκλήθηκε, αντιμετωπίστηκε μετά από έρευνα, αξιολόγηση και μελέτη ευστάθειας τριών δια-

στάσεων με σειρά έργων, το κυριότερο των οποίων ήταν το εκτεταμένο δίκτυο στραγγιστικών σηράγγων μια και το βασικότερο πρόβλημα ήταν ο ιδιαίτερα υψηλός υπόγειος ορίζοντας που εκδηλωνόταν ακόμα και με πηγές στην επιφάνεια. Στο Σχήμα 9.3.1 παρουσιάζεται σε οριζοντιογραφία η κατολίσθηση με την κάτοψη του υπόγειου δικτύου στοών, το Σχήμα 9.3.2 είναι τυπική τομή στραγγιστικής στοάς ενώ στη Φωτ. 9.3.1 φαίνεται ο πόδας της κατολίσθησης που έχει καταστρέψει μέρος της Ε.Ο., στην 9.3.2 η καταστροφή της Σ/Γ Αθήνας – Θεσσαλονίκης και στη Φωτ. 9.3.3 το μέτωπο της κατολίσθησης. Ενδιαφέρον έχει και η διερεύνηση για την επιρροή αντιβάρου στο συντελεστή ασφαλείας. Αυτή έγινε με τρόπο συναφή με αυτόν των γραμμών επιρροής. Το Σχήμα 9.3.3 παρουσιάζει διάγραμμα με την επίδραση επί διατομής ενός μετακινούμενου φορτίου προσδιορίζοντας έτσι από που ξεκινάει η θετική επίδραση ενός αντιβάρου και που είναι η μεγίστη.

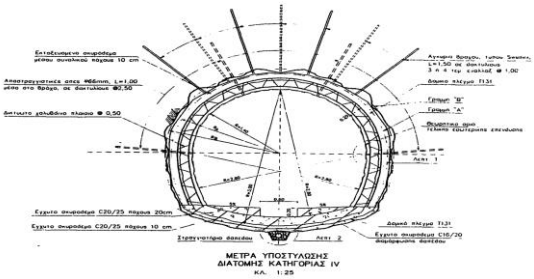
Ένα άλλο γνωστό πρόβλημα προκλήθηκε κατά τη βελτίωση της οδού Τρίπολης - Μεγαλόπολης στην Τσακώνα (ιδέ Φωτ. 9.3.4). Η τεράστια κατολίσθηση της Τσακώνας, μήκους σχεδόν 1000 m όπου μετακινήθηκαν περίπου 100 m περί τα 6 εκατομμύρια κυβικά, διερευνήθηκε και μελετήθηκε. Τα γεωτεχνικά στοιχεία υπέδειξαν τη δυνατότητα πρακτικώς «να παρακαμφθεί» η κατολίσθηση με γέφυρα - τη γνωστή γέφυρα της Τσακώνας- θεμελιώνοντας ακριβώς έξω από τα όρια της κατολίσθησης με ένα άνοιγμα τριακοσίων μέτρων. Η θεμελίωση των βάθρων χρειάστηκε ειδική εμπεριστατωμένη μελέτη. Χαρακτηριστικό σχήμα επίλυσης της θεμελίωσης του μεσοβάθρου με πεπερασμένα στοιχεία εμφαίνεται στο Σχήμα 9.3.4. Ο κεφαλόδεσμος πάχους 5 m συνδέει τέσσερα φρέατα μήκους 15 m και διαμέτρου 6 m το καθένα.

Φωτ. 9.3.1 Πόδας της κατολίσθησης που έχει καταστρέψει μέρος της Ε.Ο.

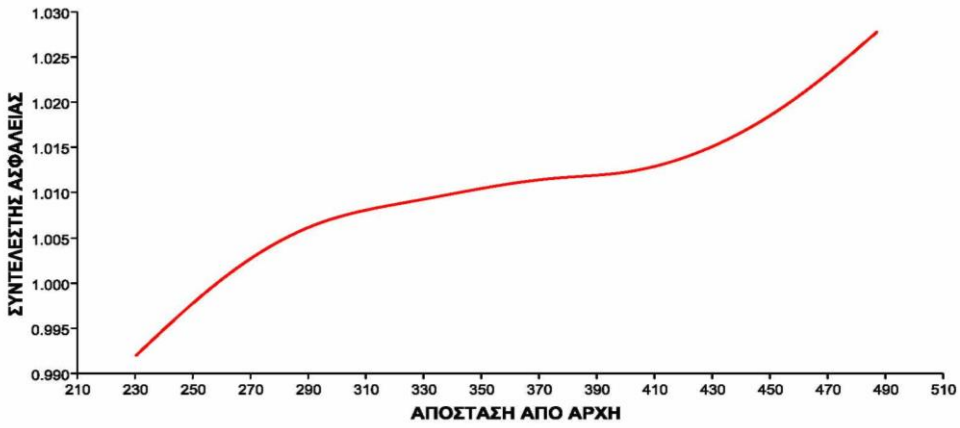
Φωτ. 9.3.2 Η καταστροφή της Σ/Γ Αθήνας – Θεσσαλονίκης

Σχήμα 9.3.1 Οριζοντιογραφία κατολίσθησης Μαλακάσας με την κάτοψη του υπόγειου δικτύου στοών

Φωτ. 9.3.3 Το μέτωπο της κατολίσθησης



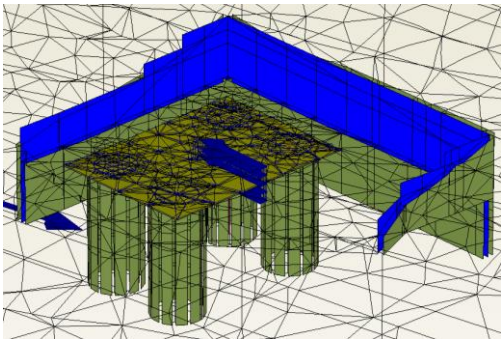
Σχήμα 9.3.2 Τυπική τομή στραγγιστικής στοάς



Σχήμα 9.3.3 Διάγραμμα με την επίδραση επί διατομής ενός μετακινούμενου φορτίου

Ένα ιδιαίτερο θέμα αποτέλεσε και η θεμελίωση προσωρινών πυλώνων για υποστήριξη της κατασκευής της γέφυρας. Η θεμελίωση έγινε «επιπλέουσα» πάνω από τη γραμμή ολίσθησης με τις μετακινήσεις λόγω της κατολίσθησης να συνεχίζονται και με εντονότατη ενόργανη παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο.

Φωτ. 9.3.4 Άποψη της Κατολίσθησης Τσακώνας



Σχήμα 9.3.4 Δίκτυο Πεπερασμένων Στοιχείων για τον Υπολογισμό της Θεμελίωσης του Μεσοβάθρου της Γέφυρας Τσακώνας

10 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ - ΧΥΤΑ

Η κατασκευή ΧΥΤΑ (Χώρων Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων), βασικών στοιχείων περιβαλλοντικής υποδομής, προϋποθέτει την εκπόνηση γεωτεχνικών μελετών και ελέγχων.

Συγκεκριμένα οι γεωτεχνικές μελέτες για ΧΥΤΑ συνήθως περιλαμβάνουν:

- Ελέγχους ευστάθειας πρανών εκσκαφών και αναχωμάτων
- Προδιαγραφές υλικών κατασκευής και των υλικών στεγάνωσης και τελικής κάλυψης
- Υπολογισμούς καθιζήσεων
- Αγκυρώσεις των μεμβρανών στεγάνωσης

Παραδείγματα ΧΥΤΑ εμφανίζουν οι παρακάτω φωτογραφίες 10.1 και 10.2 για τους ΧΥΤΑ Λήμνου και Λέσβου, αντίστοιχα.

Φωτ. 10.1 Κατασκευή Κεντρικού Χ.Υ.Τ.Α. Νήσου Λήμνου

Φωτ. 10.2 Κατασκευή Κεντρικού Χ.Υ.Τ.Α Νήσου Λήμνου

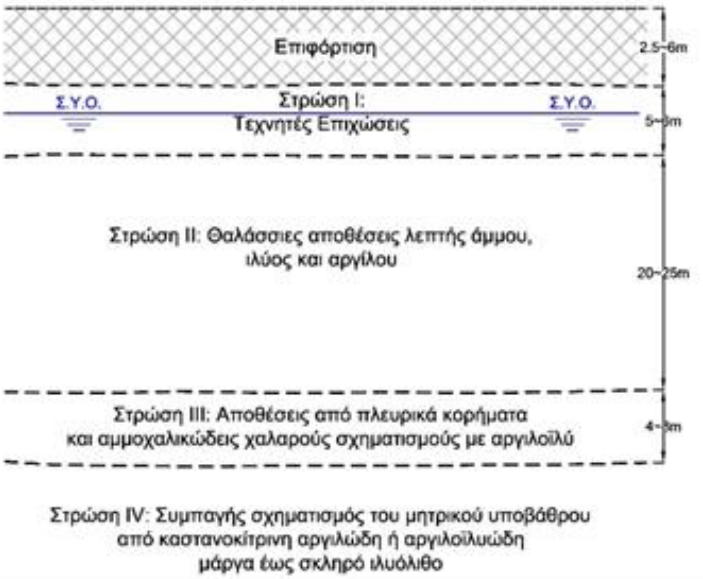
11 ΑΘΛΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ

11.1 Θεμελίωση Σταδίου Ειρήνης και Φιλίας (ΣΕΦ)

Η θεμελίωση του κτιριακού συγκροτήματος του Μεγάλου Κλειστού Γυμναστηρίου Ν. Φαλήρου (ΣΕΦ) απαιτούσε δραστική βελτίωση του εδάφους για την παρα-

λαβή των φορτίων των θεμελίων δεδομένου ότι πέρα των επιχώσεων του πυθμένα, σε ύψος 5 έως 6 μέτρων, οι θαλάσσιες αποθέσεις ήταν ιδιαίτερα συμπιεστές (Σχήμα 11.1.1). Έτσι για την αποφυγή των υποχωρήσεων, ιδιαίτερα των βαθιών στρώσεων, έγινε επιφόρτιση ύψους 2.5 έως 6 μέτρων και εφαρμογή δυναμικής συμπύκνωσης σε όλη την έκταση του χώρου.

Η επιφόρτιση παρέμεινε για χρονικό διάστημα 3 έως 12 μηνών και μετρήθηκαν σημαντικές υποχωρήσεις.



Σχήμα 11.1.1 Σχηματικό Προφίλ του Εδάφους

Η δυναμική συμπύκνωση είχε εξαιρετικά αποτελέσματα. Χρησιμοποιήθηκε βάρος 15 t από ύψος πτώσεως 20 m. Η συμπύκνωση έγινε σε τέσσερεις φάσεις. Η συνολική ενέργεια κατά κανόνα υπερέβαινε τα 200 tm/m^2 και ο κάνναβος και ο αριθμός κτύπων καθοριζόταν από τη συμπεριφορά σε υποχωρήσεις, κάθε διακεκριμένης ζώνης, με κριτήριο τη στρωματογραφία.

Το δακτυλιοειδές τμήμα της κάτοψης του κλειστού σταδίου που περιλαμβάνεται μεταξύ του ελλειπτικού περιγράμματος του στίβου και του εξωτερικού κυκλικού περιγράμματος θεμελιώθηκε επί πασσάλων. Η πασσάλωση περιελάμβανε 160 φρεατοπασσάλους διαμέτρου 1.3 m και βάθους 34 έως 38 m οι οποίοι εδράζονται εντός του μητρικού υποβάθρου. Το Στάδιο παρουσιάζεται στη Φωτ. 11.1.1 σε φάση κατασκευής.

Φωτ. 11.1.1 Το ΣΕΦ σε φάση κατασκευής μετά τη βελτίωση του εδάφους και την κατασκευή της θεμελίωσης

11.2 Βελτίωση Εδάφους Κλειστού Σταδίου Θέρμης

Φωτ. 11.2.1 Προφόρτιση με στραγγιστήρια για το Στάδιο Θέρμης

Εφαρμόσθηκε προφόρτιση με προκατασκευασμένα στραγγιστήρια για θεμελίωση νέου Σταδίου προς μείωση του κινδύνου ρευστοποίησης και αποφυγή υπερβολικών καθιζήσεων και αρνητικών τριβών πασσάλων και προς βελτίωση της φέρουσας ικανότητας του εδάφους. Το εμβαδόν της επιφάνειας που προφορτίστηκε ήταν 160 000 m^2, το ύψος επιφάνειας φόρτισης 8.5 m, το βάθος στραγγιστηρίων 26 m και το ολικό μήκος στραγγιστηρίων 1 500 km.

11.3 ΟΑΚΑ

Στο πλαίσιο διοργάνωσης των Ολυμπιακών Αγώνων Αθήνα 2004, οι υπάρχουσες εγκαταστάσεις στο Ολυμπιακό Αθλητικό Κέντρο της Αθήνας (ΟΑΚΑ) ενοποιήθηκαν αισθητικά, ενώ σε μικρή απόσταση κατασκευάστηκαν μεγάλης έκτασης και όγκου σύνθετες κατασκευές για την εξυπηρέτηση των τηλεοπτικών μεταδόσεων και της δημοσιογραφικής κάλυψης των αγώνων.

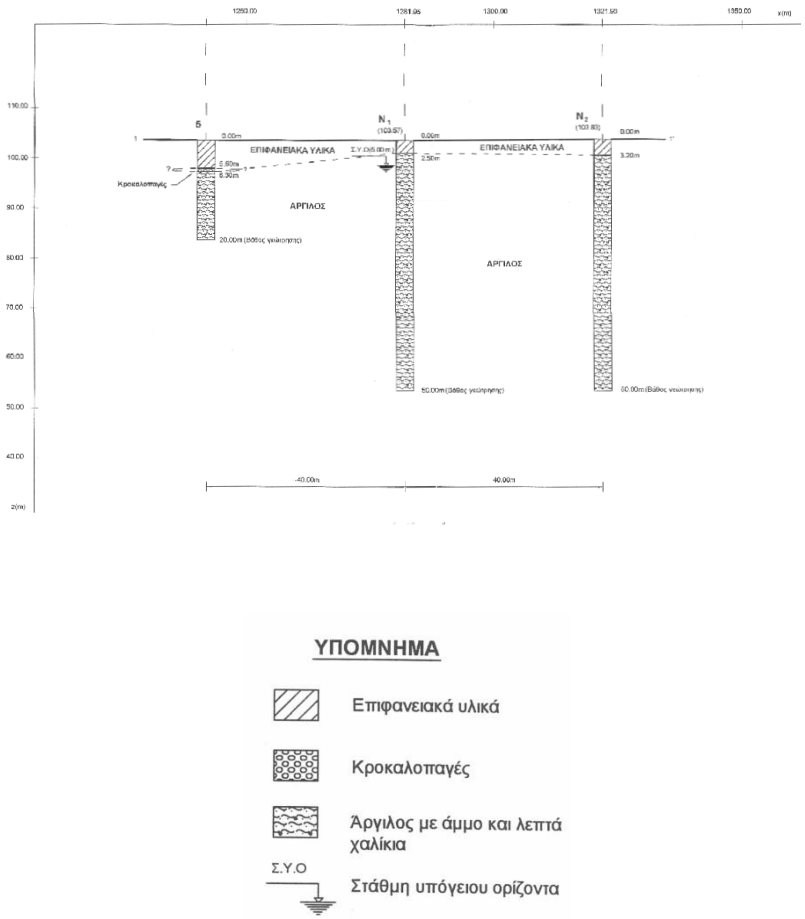
Ειδικότερα, η αισθητική ενοποίηση του ΟΑΚΑ περιλάμβανε τη (μερική) κάλυψη του Ολυμπιακού Σταδίου, την κάλυψη του Ποδηλατοδρομίου, την κατασκευή στεγάστρου στο χώρο της Αγοράς, κατασκευές στις εισόδους και στους σταθμούς λεωφορείων, την ολυμπιακή φλόγα, πεζογέφυρα, κλπ. Το Ολυμπιακό Κέντρο Ραδιοτηλεόρασης (International Broadcasting Center, IBC) και το Κέντρο Γραπτού Τύπου (Media Press Center, MPC) περιλάμβαναν διώροφους υπόγειους χώρους στάθμευσης.

Προκειμένου να θεμελιωθούν με ασφάλεια οι κατασκευές και για την αντιστήριξη των πρανών εκσκαφής των υπογείων χώρων εκτελέστηκαν συνολικά σαράντα (40) δειγματοληπτικές γεωτρήσεις με βάθη από 15 έως 70 m που συνοδεύονταν από εκτεταμένο πρόγραμμα επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών.

Από τις μετρήσεις των ανοικτών πιεζομέτρων και των πιεζομέτρων τύπου Casagrande βρέθηκε ότι η στάθμη του υπόγειου ορίζοντα κυμαίνεται από 4 έως 19 m περίπου από την επιφάνεια του εδάφους.

Στην περιοχή κυριαρχεί η άργιλος του Αμαρουσίου που σε ορισμένες θέσεις έχει πάχος μεγαλύτερο των 50 m. Είναι στιφρή έως σκληρή και κατά τόπους πολύ σκληρή (ημιβραχώδης), με χρώμα κυρίως καστανό έως ερυθρό· κατά τόπους παρουσιάζεται αμμώδης, με διάσπαρτα χαλίκια ποικίλου μεγέθους. Στην περιοχή, εκτός των πρώτων μέτρων όπου διατρήθηκαν υλικά επιχώσεων, εντοπίσθηκαν κατά τόπους μάργες και κροκαλοπαγή σε ημιβραχώδη έως βραχώδη μορφή. Σε περιορισμένες θέσεις εμφανίζονται συνεκτικές έως σκληρές, τεφρομέλαινες έως πρασινομέλαινες άργιλοι με οργανικές προσμίξεις, καθώς και ιλυόλιθος με λεπτές ενστρώσεις λιγνίτη.

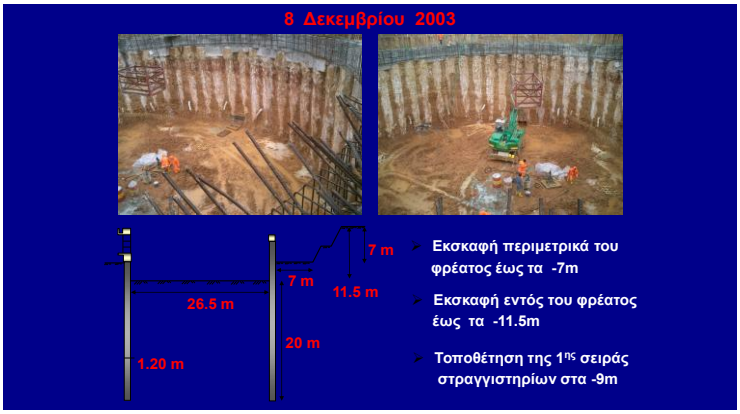
Το Σχήμα 11.3.1 παρουσιάζει γεωτεχνική τομή, τυπική της όλης περιοχής, από γεωτρήσεις που έγιναν στο χώρο του Κέντρου Γραπτού Τύπου (MPC).



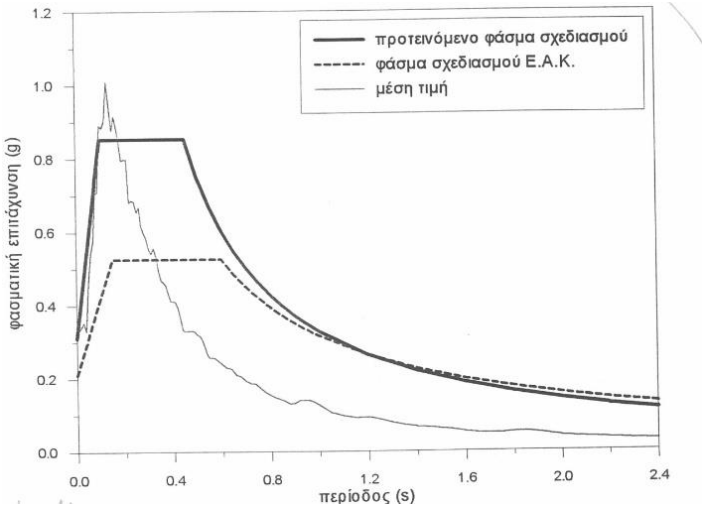
Σχήμα 11.3.1 Γεωτεχνική τομή στο χώρο του Κέντρου Γραπτού Τύπου

Στην ευρύτερη περιοχή πραγματοποιούνταν στο πρόσφατο παρελθόν εκτεταμένη και ανεξέλεγκτη εξόρυξη του λιγνίτη. Για τον εντοπισμό τυχόν υπόγειων στοών χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της σεισμικής τομογραφίας έως το βάθος των 80 m. Στη θέση εφαρμογής δεν ανιχνεύθηκαν ζώνες ή δομές που να υποδηλώνουν την ύπαρξη υπόγειων στοών ή κενών.

Ένα ενδιαφέρον τεχνικό θέμα ήταν η αντιστήριξη του (κυλινδρικού) Φρέατος Τελετής Έναρξης, διαμέτρου 26 m που έγινε με πασσάλους μήκους 33.7 m και με χρήση αγκυρίων και στραγγιστηρίων. Η Φωτ. 11.3.1 δείχνει τη φάση εκσκαφής με τοποθετημένους τους πασσάλους.



Φωτ. 11.3.1 Εκσκαφή φρέατος



Σχήμα 11.3.2 Σύγκριση προτεινόμενου φάσματος σχεδιασμού, φάσματος Ε.Α.Κ. και μέσης τιμής των αποτελεσμάτων των επιλύσεων

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην έρευνα για τη θεμελίωση των βάθρων του στεγάστρου «Calatrava» στο Ολυμπιακό Στάδιο βρέθηκε φερτό υλικό σε κάποιο βάθος πράγμα που οδήγησε στην αύξηση του αριθμού των προβλεπομένων πασσάλων θεμελίωσης του ΝΑ βάθρου.

Επίσης, λόγω της σπουδαιότητας των έργων, προσδιορίστηκε η συμπεριφορά της αργίλου υπό δυναμική φόρτιση με την εκτέλεση δοκιμών cross-hole και πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις εδαφικής απόκρισης, οι οποίες οδήγησαν στην πρόταση επιτάχυνσης και φάσματος σχεδιασμού σημαντικά μεγαλύτερων αυτών που προκύπτουν από την απ' ευθείας εφαρμογή του Αντισεισμικού Κανονισμού.

Το Σχήμα 11.3.2 παρουσιάζει το προταθέν φάσμα σχεδιασμού καθώς και το φάσμα βάσει ΕΑΚ. Είναι προφανής η αύξηση στο φάσμα σχεδιασμού εν σχέσει με αυτό του ΕΑΚ.

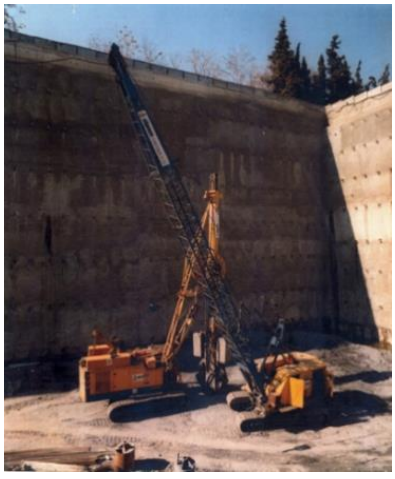
12 ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ

12.1 Μέγαρο Μουσικής

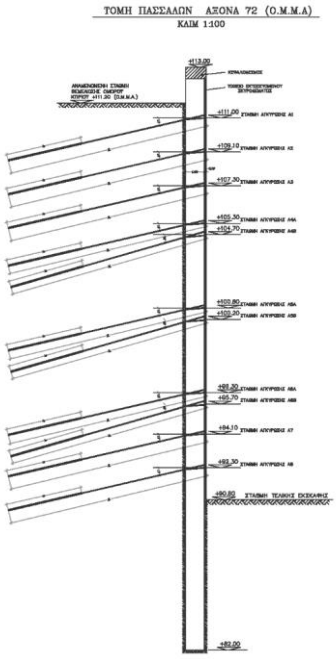
Το Μέγαρο Μουσικής αποτελεί βασική πολιτιστική υποδομή της Αθήνας. Ένα ιδιαίτερο θέμα, πέρα από τις αίθουσες και λοιπές κατασκευές που σε μεγάλο βαθμό είναι υπόγειες, αποτέλεσε η, αναγκαία, βαθειά εκσκαφή για την κατασκευή του υπογείου χώρου στάθμευσης.

Η βαθειά αυτή εκσκαφή αποτέλεσε σημαντικό μελετητικό και κατασκευαστικό θέμα.

Χρησιμοποιήθηκε η κλασσική μέθοδος «τοίχου Βερολίνου» (berlinoise) με πασσάλους, προεντεταμένα αγκύρια και τοιχία εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Οι πάσσαλοι ήταν διαμέτρου 800 mm και 1 000 mm. Στο Σχήμα 12.1.1 παρουσιάζεται τομή πασσάλου με τα προτεντεταμένα αγκύρια ενώ η Φωτογραφία 12.1.1 εμφανίζει την αρχική εκσκαφή με την προσωρινή αντιστήριξη κατά τη διάρκεια εργασιών για την (τοπική) πρόσθετη εκσκαφή. Η όλη εκσκαφή έγινε σε αθηναϊκό σχιστόλιθο και ήταν βάθους περί τα 33 m προς την πλευρά του Ναυτικού Νοσοκομείου και του ΕΑΤ-ΕΣΑ και περί τα 22 m προς το αρχικό Μέγαρο Μουσικής.



Φωτ. 12.1.1 Αντιστήριξη εκσκαφής χώρου στάθμευσης Μεγάρου Αθηνών σε φάση κατασκευής και αντιστήριξης με «μπαρέτες» πρόσθετης τοπικής εκσκαφής



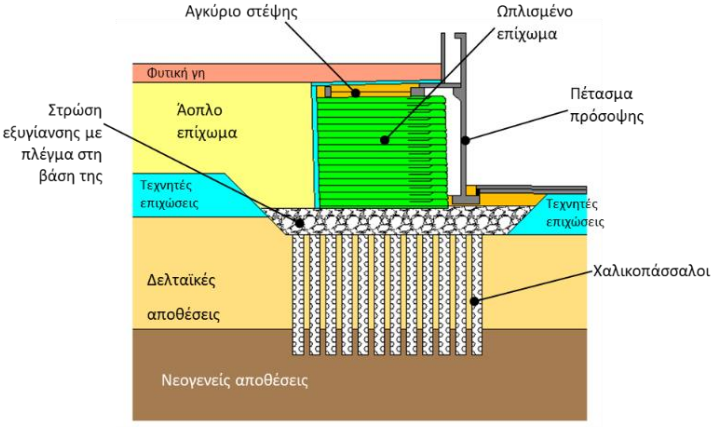
Σχήμα 12.1.1 Τομή πασσάλου με προεντεταμένα αγκύρια για προσωρινή αντιστήριξη εκσκαφής

12.2 Κέντρο Πολιτισμού Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος

Το Κέντρο Πολιτισμού του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος εδράζεται σε μία περιοχή που βρέθηκαν τεχνητές αποθέσεις, μαλακοί σχηματισμοί δελταϊκών αποθέσεων και ισχυρότεροι νεογενείς σχηματισμοί σε μεγαλύτερο βάθος. Απαιτήθηκε εκτεταμένη γεωτεχνική έρευνα με μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων, πενετρομετρήσεων, πρεσσιομετρικών γεωτρήσεων, δοκιμαστικών φρεάτων και δοκιμών άντλησης. Εκτός δε του κτιρίου του Κέντρου Πολιτισμού και του σχεδιασμού της θεμελίωσής του κατασκευάστηκε και υψηλό επίχωμα με άοπλο και οπλισμένο τμήμα, εξυγιαντική στρώση και χαλικοπασσάλους βελτίωσης ζώνης θεμελίωσης στη βάση του οπλισμένου τμήματος του επιχώματος (ιδέ Σχ. 12.2.1). Η ζώνη θεμελίωσης αποτελείται στο ανώτερο στρώμα από αμμώδη άργιλο, στη συνέχεια από ιλυώδη άμμο μέσης πυκνότητας ως τοπικά χαλαρή, ακολουθεί ιδιαίτερα μαλακή αμμώδης άργιλος και τέλος οι ισχυρότερες νεογενείς αποθέσεις.

Για όλα τα υλικά κατασκευής είχαν τεθεί αυστηρές προδιαγραφές για τις ιδιότητές τους. Μάλιστα προς επιβεβαίωση των τιμών της γωνίας διατμητικής αντοχής που είχαν καθοριστεί στα πλαίσια της μελέτης για τα χονδρόκοκκα υλικά κατασκευής του επιχώματος, χρησιμοποιήθηκε και ειδική συσκευή άμεσης διάτμησης μεγάλου μεγέθους για χονδρόκοκκα εδαφικά υλικά (ιδέ Φωτ. 12.2.1) διά της

οποίας επιβεβαιώθηκαν οι τιμές της γωνίας διατμητικής αντοχής των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν.



Σχήμα 12.2.1 Απλοποιημένη διατομή οπλισμένου επιχώματος Κέντρου Πολιτισμού Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος

Φωτ. 12.2.1 Μεγάλου μεγέθους συσκευή άμεσης διάτμησης που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της διατμητικής αντοχής των χονδρόκοκκων υλικών του οπλισμένου επιχώματος του Κέντρου Πολιτισμού του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος

13 ΕΠΙΜΥΘΙΟ

Όπως φαίνεται από την παράθεση και συνοπτική περιγραφή έργων υποδομής στην Ελλάδα η γεωτεχνική μηχανική τόσο στην έρευνα και μελέτη όσο και στην εφαρμογή της στην κατασκευή έπαιξε και παίζει εξαιρετικά σημαντικό ρόλο για τις υποδομές της Ελλάδας.

Η πιο πάνω παράθεση είναι προφανώς εξαιρετικά συνοπτική και ελλειπτική. Είναι εξαιρετικά συνοπτική για να χωρέσει, να φανεί, το εύρος των εφαρμογών της γεωτεχνικής μηχανικής. Και είναι ελλειπτική γιατί δεν μπορούσαν να περιληφθούν πολλά σημαντικά έργα υποδομής.

Σε όλα τα έργα είτε στη μελέτη είτε και στην κατασκευή τους η συμβολή των Ελλήνων Πολιτικών Μηχανικών αποφοίτων του ΕΜΠ με ειδίκευση στη γεωτεχνική μηχανική ήταν καίρια. Και συνεχίζει να είναι στα έργα που βρίσκονται σήμερα στο στάδιο της μελέτης ή της κατασκευής. Και είναι καίρια και σε έργα υποδομής έξω από τα ελληνικά σύνορα κυρίως στον ευρύτερο χώρο της βαλκανικής και της Μ. Ανατολής.

Το μέλλον θα απαιτεί συνέχεια σημαντικά έργα υποδομής. Σήμερα με τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών μπορούν με τη χρήση των μεγάλων δεδομένων (big data) να ανοίξουν νέοι ορίζοντες. Ιδιαίτερα σε θέματα γεωτεχνικής μηχανικής που συχνά είναι «κρυμμένα», χρησιμοποιώντας μαζική ενόργανη παρακολούθηση τόσο στην κατασκευή όσο και στη λειτουργία των έργων είναι δυνατόν να γίνονται τα έργα πιο οικονομικά και πιο ασφαλή. Η μαζική χρήση οργάνων παρακολούθησης/αισθητήρων σε συνδυασμό με την ταυτόχρονη καταγραφή και επεξεργασία μεγάλων δεδομένων (big data) δείχνουν το μέλλον στα έργα πολιτικού μηχανικού και ειδικότερα γεωτεχνικού μηχανικού. Πεδίον δόξης λαμπρόν και για την εναρμόνιση των σπουδών στο ΕΜΠ με τις διαφαινόμενες συνθήκες του μέλλοντος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Συνάδελφοι που συνέβαλαν με την παροχή στοιχείων διαφόρων έργων είναι οι:

Ντία Ανδρικοπούλου, Πάνος Βέττας, Ελένη Γεωργίου, Γιώργος Γκαζέτας, Αριστείδης Κοντογιάννης, Δημήτρης Κούμουλος, Δημήτρης Κουρούκλης, Νίκος Μουτάφης, Μιχάλης Μπαρδάνης, Γιώργος Ντουνιάς, Γιώργος Παπαχαραλάμπους, Σοφία Σακελλαρίου, Γιάννης Σιώρης, Ηλίας Σωτηρόπουλος, Λεωνίδας Σωτηρόπουλος, Σταύρος Τόλης, Γιάννης Φίκιρης, Κώστας Ψαλλίδας.

Επίσης σημαντική ήταν η συμβολή του προσωπικού της ΕΔΑΦΟΣ στην παρουσίαση του κεφαλαίου και ιδιαίτερα της κας Μαρίας Χρήστου καθώς και των κ.κ. Ρούλας Βάλβη, Αθανασίας Κόντου και Αναστασίας Ντουρούπη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Στοιχεία παρασχέθηκαν από τις εταιρίες ΓΕΩΜΗΧΑΝΙΚΗ Α.Τ.Ε., ΔΕΗ (ΔΑΥΕ) Α.Ε., ΕΔΑΦΟΣ Α.Ε., ΕΔΡΑΣΗ Χ. ΨΑΛΛΙΔΑΣ Α.Τ.Ε., ΕΡΓΟΣΕ Α.Ε., ΚΑΣΤΩΡ Ε.Π.Ε., ΟΤΜ Α.Τ.Ε., ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΣ και ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ Α.Ε., ΤΡΙΤΩΝ Ε.Π.Ε.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (1887-2017) - ΓΕΦΥΡΕΣ*

του Σταμάτη Σταθόπουλου

Δρ. Πολ. Μηχανικού ΕΜΠ – Μελετητή

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ [1]

Η γεφυροποιία είναι στενότατα συνδεδεμένη, από τα πρώτα βήματα του πολιτισμού, με την αέναη πάλη του ανθρώπου να αναπτύξει τις επικοινωνίες του, για λόγους εμπορικούς, στρατιωτικούς, πολιτισμικούς.

Προφανώς το μέγεθος των γεφυρών καθοριζόταν εκάστοτε από τα προς γεφύρωση κωλύματα, την υπάρχουσα τεχνογνωσία και μέσα, αλλά και από οικονομικο - στρατιωτικά κριτήρια· σε εποχές αυτοκρατοριών χρειάσθηκε να κατασκευασθούν οι μεγαλύτερες γέφυρες.

Στον γεμάτο από ιστορία ελληνικό χώρο, η γεφυροποιία έκανε τα πρώτα της βήματα ήδη στην περίοδο του μινωικού και μυκηναϊκού κράτους εξελισσόμενη συνεχώς μέχρι τις ημέρες μας.

Στον γράφοντα έλαχε η μεγάλη τιμή να προβεί σε μια «Ιστορική αναδρομή στην ανάπτυξη των γεφυρών της Ελλάδας» με έμφαση στην περίοδο 1887-2017, περίοδο της ελληνικής τεχνικής αναγέννησης που σημαδεύθηκε από την ίδρυση και συνεχή έκτοτε παραγωγική δραστηριότητα της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ.

Στην αναδρομή αυτή καταβλήθηκε μια προσπάθεια να αποτυπωθούν επιγραμματικά τα ορόσημα της ελληνικής γεφυροποιίας, ιδιαίτερα κατά τη μεταπο-

---

* Το παρόν κεφάλαιο αφιερώνεται στους μεγάλους δασκάλους μου στο ΕΜΠ (1958-1963) και στην οικογένειά μου, που στήριξε καθοριστικά την πλέον των 50 ετών τεχνική μου πορεία.

[1] Σημειώσεις: (α) Η αναγραφόμενη στα έργα χρονολογία αναφέρεται στο έτος ολοκλήρωσης της γέφυρας (β) Κατεβλήθη προσπάθεια να παρουσιασθούν στον περιορισμένο χώρο του παρόντος κεφαλαίου γέφυρες με ιστορικό ενδιαφέρον και γέφυρες-ορόσημα στην εξέλιξη της ελληνικής γεφυροποιίας· πέραν αυτών υπάρχουν και πολλές άλλες, εξ ίσου σημαντικές ή και σημαντικότερες, που πρέπει κάποια στιγμή να καταγραφούν συστηματικά.

λεμική περίοδο, μέσα στην οποία μια πλειάδα Μηχανικών, κατά κανόνα αποφοίτων του ΕΜΠ, πήρε τη χώρα από την πλήρη καταστροφή του πολέμου και την οδήγησε στις λαμπρές γέφυρες των ημερών μας, με κορωνίδα της γέφυρα του Ρίου-Αντιρρίου. Εσκεμμένα δεν θα αναφερθώ σε ονόματα, διότι οι περισσότεροι εξ αυτών βρίσκονται στη ζωή και είναι μάλιστα ενεργοί· αισθάνομαι όμως ηθικό χρέος να αναφερθώ σε 3 μεγάλες προσωπικότητες του ΕΜΠ, που σφράγισαν το χώρο όχι μόνον με το τεχνικό αλλά και με το επιστημονικό, διδακτικό και συγγραφικό τους έργο. Αναφέρομαι στους καθηγητές Ν. Κιτσίκη, ο οποίος εκλέχθηκε τακτ. καθηγητής σιδηρών γεφυρών και έργων εξ σιδηροπαγούς σκυροδέματος το 1916, σε ηλικία 29 ετών, τον Θ. Τάσιο, πρωτοπόρο στις προεντεταμένες γέφυρες και ανανεωτή της επιστήμης του σκυροδέματος στην Ελλάδα και τον Α. Κωστέα, θεμελιωτή των σιδηρών γεφυρών· και στους τρεις χρωστούμε πολλά.

2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

2.1 Αρχαιοελληνική, Κλασσική και Ελληνιστική Περίοδος (12ος π.Χ. αιών - 31 π.Χ.)

Η εκτυφλωτική λάμψη των αρχαιολογικών μας μνημείων επεσκίασε πλήρως τα τεχνικά έργα της τότε εποχής, τα οποία όμως υπάρχουν και δείχνουν ότι οι Έλληνες, πρωτογενώς, αλλά παίρνοντας και γνώσεις από τους Μεσοποτάμιους, ανέπτυξαν αξιόλογη τεχνική δραστηριότητα.

Στην Κρήτη έχουν εντοπισθεί μικροί λίθινοι οχετοί και γεφυρίδια μινωικής εποχής, στην περιοχή των ανακτόρων της Κνωσού. Στην Πελοπόννησο, το ισχυρό μυκηναϊκό κράτος, αναπτύσσοντας τους δρόμους του, ήταν υποχρεωμένο να γεφυρώσει με μικρούς λίθινους οχετούς τα διάφορα ρέματα της επικράτειάς του· έχουν εντοπισθεί περί τα 20 τέτοια μικρά τεχνικά, μερικά σε καλή κατάσταση ακόμη, όπως αυτό της Καζάρμας [7],[8] (Εικ. 1).

Κοινό χαρακτηριστικό των μινωικών και μυκηναϊκών γεφυρών υπήρξε το εκφορικό σύστημα δόμησης, με αδρομερώς επεξεργασμένους ογκώδεις λίθους (πρωτόλεια εκδοχή της σημερινής προβολοδόμησης).

Στους κλασσικούς χρόνους φαίνονται να αναπτύσσονται τρία κυρίως συστήματα δόμησης γεφυρών και συγκεκριμένα:

- Γέφυρες με λίθινα βάθρα και κατάστρωμα με ξυλοδοκούς, με αντιπροσωπευτικό παράδειγμα τη σωζόμενη μερικώς μέχρι και σήμερα γέφυρα Μαυροζούμαινας, κοντά στην αρχαία Μεσσήνη [7] (Εικ. 2), χρονολογούμενη στις αρχές του 4ου π.Χ. αιώνα.
- Γέφυρες με λίθινα βάθρα και κατάστρωμα με λιθοδοκούς, με αντιπροσω-

πευτικό παράδειγμα τη γέφυρα στη μικρασιατική Άσσο, στη βόρεια ακτή του Αδραμυτικού κόλπου [5] (Εικ. 3α), χρονολογούμενη στον 4ο π.Χ. αιώνα.

- Γέφυρες ξύλινες, επί ξυλίνων πασσάλων, με αντιπροσωπευτικό παράδειγμα τη γέφυρα Αμφίπολης, στις εκβολές του Στρυμόνα, μήκους 275 m [7] (Εικ. 3β)· η γέφυρα αναφέρεται στον Θουκυδίδη (Δ1Ο3), με την ευκαιρία της μάχης μεταξύ Σπαρτιατών και Αθηναίων το 422 π.Χ. Σώζονται 77 δρύινοι πάσσαλοι, κυκλικής και ορθογωνικής διατομής, με πελεκημένες αιχμές και πολλές φορές με σιδερένιο ρύγχος.

Οι Έλληνες Μανδροκλής και Άρπαλος αναφέρονται ως οι αρχιτέκτονες-μηχανικοί των λεμβόζευκτων γεφυρών στον Βόσπορο και τον Ελλήσποντο, στην εκστρατεία του Δαρείου προς Δακία (513-512 π.Χ.) και του Ξέρξη προς Ελλάδα [2] (481-480 π.Χ.). Αλλά και στο εκστρατευτικό σώμα του Μεγάλου Αλεξάνδρου πρέπει να υπήρχαν σημαντικοί γεφυροποιοί που κατασκεύασαν την πλωτή γέφυρα στον Ώξο ποταμό (~1 000 m) και τις ξύλινες σχεδίες, με τους φουσκωμένους με αέρα ασκούς, για τη διέλευση των μεγάλων και ορμητικών ποταμών του Αφγανιστάν και του Πακιστάν.

2.2 Ρωμαϊκή και Βυζαντινή Περίοδος

Οι γέφυρες της ρωμαϊκής εποχής είναι κατά κανόνα λίθινες, δομημένες με τον κλασσικό ημικυκλικό θόλο. Οι γέφυρες πρέπει να ήταν σε μεγάλο βαθμό προϊόν ελληνικών χεριών και Ελλήνων σχεδιαστών, όπως ο πολύ σημαντικός Απολλόδωρος ο Δαμασκηνός, επίσημος αρχιτέκτονας του αυτοκράτορα Τραϊανού, ο οποίος μεταξύ άλλων έκτισε και τη μεγάλη ρωμαϊκή γέφυρα στον Δούναβη (105 π.Χ.) και πιθανώς το Πάνθεον της Ρώμης.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα γεφυρών της εποχής, αποτελούν η πολύτοξη γέφυρα του Λουδία (Εικ. 5α), στο Κλειδί Ημαθίας, συνολικού μήκους ~190 m, με 8 έως 10 τόξα (σώζεται το 1), ελευθέρου ανοίγματος 17 m, και η μονότοξη γέφυρα στο Ξηροκάμπι Σπάρτης [7] (Εικ. 5γ), με ημικυκλικό τόξο διαμέτρου 7.5 m (σώζεται σε καλή κατάσταση)· μπορούν ακόμη να αναφερθούν η πολύτοξη γέφυρα στον πορθμό της Λευκάδας, εικαζόμενου μήκους 700 m και η τετράτοξη γέφυρα στον ελευσινιακό Κηφισό.

Οι Βυζαντινοί συνέχισαν την ανάπτυξη των γεφυρών, στηριζόμενοι προφανώς στις γνώσεις της ρωμαϊκής εποχής. Η γεφυροποιία εντάσσεται αρχικά στον τομέα των «Δημοσίων Έργων», σε υστερότερους όμως χρόνους συνδέεται και με την ιδιωτική πρωτοβουλία, κυρίως υπό μορφή δωρεών.

Οι βυζαντινές γέφυρες ήταν συνήθως ξύλινες ή λίθινες θολωτές, με τριγωνικής ή κυκλικής διατομής έμβολα, για την προστασία των βάθρων από την πίεση των νερών.

Από τις σωζόμενες μέχρι σήμερα γέφυρες αξίζουν ιδιαίτερης μνείας η πολύτοξη γέφυρα στον Σαγγάριο ποταμό, εποχής Ιουστινιανού (559-562 μ.Χ.), η γέφυρα στον ποταμό Afrin της Συρίας (Εικ.5β) και η γέφυρα Karamaraga στην Καππαδοκία· αρκετά μεταγενέστερες είναι οι γέφυρες της Μονεμβασιάς και της Καρύταινας στην Πελοπόννησο.

2.3 Οθωμανική Περίοδος

Κατά την περίοδο αυτή, ιδιαίτερα στο 2^{ο} μισό του 18ου αιώνα και ολόκληρο τον 19^{ο}, σηματοδοτείται μια εντυπωσιακή άνθηση στον τομέα των γεφυρών. Οι γέφυρες χρηματοδοτούνται από εκκλησιαστικούς πόρους και δωρεές Ελλήνων και Τούρκων προυχόντων. Κοινό χαρακτηριστικό των γεφυρών της εποχής η δόμησή τους με πέτρα και η μόρφωσή τους ως τόξων. Συνήθως κατασκευάζονται μονότοξες, με άνοιγμα μεταξύ 20 και 35 m, με μέγιστο καταγεγραμμένο 45 m στη γέφυρα του Κοράκου στον Αχελώο: το πλάτος τους ήταν 3 ÷ 4 m, επαρκές για μια άμαξα. Εντυπωσιακές είναι οι σωζόμενες γέφυρες της Κόνιτσας (Εικ. 4α) και της Πύλης (Εικ. 4β).

Στα μεγάλα ποτάμια εφαρμόσθηκαν και πολύτοξες γέφυρες, με χαρακτηριστικότερες τη γέφυρα της Άρτας στον Άραχθο, του Σπανού στον Βενέτικο, του Κομψάτου και του Καλογερικού.

Κατασκευαστές υπήρξαν οργανωμένα συνεργεία με έμπειρους πρωτομάστορες, οι οποίοι πρέπει να είχαν και στατικές γνώσεις· αναφέρονται, μεταξύ άλλων, ο Μανώλης, ο κυρ-Πέτρος (μηχανικός του Αλή Πασά), ο Ζιώγας Φρόντζος, ο Πασχάλης Ζούνης και ο Κώστας Μπέκας.

Έχουν καταγραφεί την περίοδο αυτή συνολικά 431 λίθινες γέφυρες, από τις οποίες οι 155 έχουν δυστυχώς καταστραφεί.

Στην ίδια περίοδο καταγράφονται στις ενετοκρατούμενες και αγγλοκρατούμενες περιοχές της χώρας σημαντικές λίθινες γέφυρες, πλέον προηγμένης τεχνολογίας, με κοινό χαρακτηριστικό την περίπου οριζόντια διαμόρφωση της στέψης τους. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ενετικές γέφυρες στο δρόμο από Ηράκλειο προς Αρχάνες, η χαραδρογέφυρα Κατουνίου στα Κύθηρα (13 τόξων, μήκους 82 m) και η αγγλική γέφυρα στο Αργοστόλι της Κεφαλλονιάς.

2.4 Νεοελληνική Περίοδος (1828 - 2010 μ.Χ.)

Μετά τη σταδιακή απελευθέρωση της Ελλάδας και την απόσπασή της από την

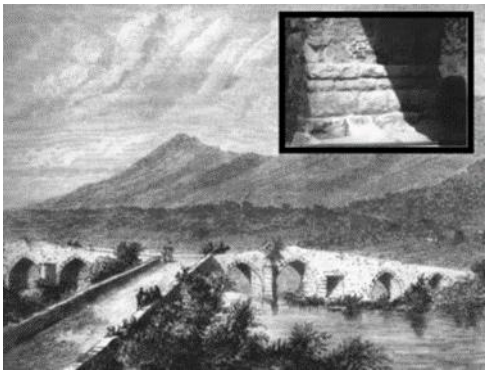
οθωμανική αυτοκρατορία (1821 – 1920), σημειώνεται μία έξαρση στην κατασκευή σιδηροδρομικών σιδηρών γεφυρών, εξαιρετικά προηγμένων για την εποχή τους, μερικές από τις οποίες όχι μόνον σώζονται μέχρι σήμερα, αλλά βρίσκονται υπό λειτουργία, παρά την παρέλευση πλέον των 100 ετών από την κατασκευή τους και τη συναφή κόπωση του υλικού, αλλά και την αύξηση του βάρους και της ταχύτητας των συρμών. Σώζονται πλέον των 75 γεφυρών, ανοίγματος μεγαλύτερου των 15 m, στο σύνολο του σημερινού ελληνικού κράτους [4],[5].

Την ίδια εποχή αναπτύσσονται, πάλι για τους σιδηροδρόμους, αξιολογότατες λίθινες πολύτοξες γέφυρες, σημαντικού μήκους· πολύ σημαντική είναι η σωζόμενη και σήμερα γέφυρα στο χωριό Μάναρι, 8 ανοιγμάτων, συνολικού μήκους 116 m, μέγιστου ανοίγματος 12.5 m, πλάτους 4.25 m και μέγιστου ύψους 20 m.

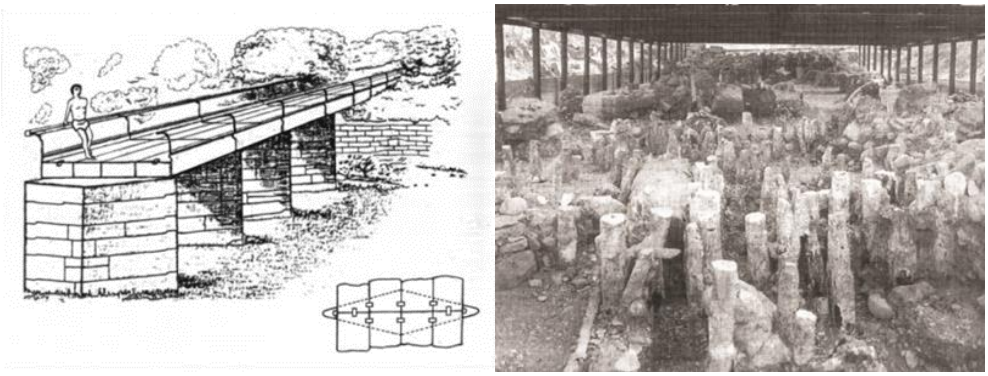
Μετά τους βαλκανικούς πολέμους η παραγωγή σιδηροδρομικών γεφυρών άρχισε να μειώνεται ραγδαία και μηδενίσθηκε μετά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο (Π.Π.). Στο διάστημα μεταξύ των δύο Π.Π. δεν σημειώνεται αξιόλογη δραστηριότητα στον τομέα των γεφυρών.

Μετά τον Β΄ Π.Π. και τις σημαντικές καταστροφές του, άρχισε στην Ελλάδα η κατασκευή σύγχρονων γεφυρών. Αρχικά και μέσα στο πλαίσιο της ανασυγκρότησης της χώρας, ανακατασκευάσθηκαν όλες οι μεγάλες χαλύβδινες σιδηροδρομικές γέφυρες [5]. Λίγο αργότερα αρχίζει θεαματικά να επιβάλλεται το οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα, ενώ ο χάλυβας, λόγω του κόστους του και της έλλειψης εγχώριας βιομηχανίας, πέρασε ουσιαστικά στο περιθώριο, για να επανέλθει μετά το 2000 και την είσοδο της χώρας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Εικόνα 1 Η κατάντη όψη της γέφυρας Καζάρμας (μήκος 12 m, πλάτος 5 m, ύψος 6 ÷ 7 m) (~1200 π.Χ.), ακατέργαστοι ασβεστόλιθοι (Πηγή: Γ. Δ. Μακρής)



Εικόνα 2 Γενική άποψη της τριπλής γέφυρας της Μαυροζούμαινας (γκραβούρα εποχής). Στην ένθετη εικόνα φαίνονται ευκρινώς τα σωζόμενα μέχρι και σήμερα τμήματα των αρχαίων βάθρων (4ος π.Χ. αιώνας) (Πηγή: Γ. Δ. Μακρής)



(α) (β)

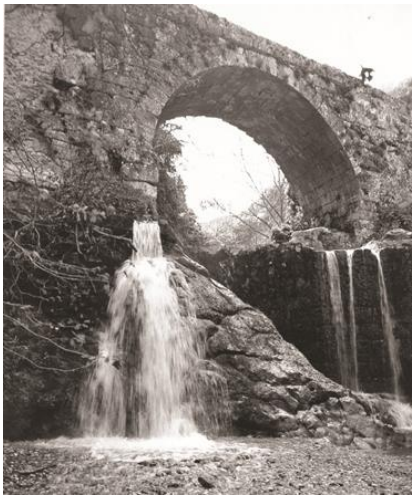
Εικόνα 3 (α) Αναπαράσταση της γέφυρας Άσσου (Πηγή: Τ.Ε.Ε.) (β) Ξύλινοι πάσσαλοι της αρχαίας γέφυρας Στρυμόνα στην Αμφίπολη, όπως σώζονται σήμερα (Πηγή: Γ. Δ. Μακρής)

(α) (β)

Εικόνα 4 (α) Γέφυρα Κόνιτσας στον Αώο ποταμό (1871), άνοιγμα 37 m (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (β) Γέφυρα Πύλης στον Πορταϊκό ποταμό (1515), άνοιγμα 28 m (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)

(α)

(β)



(γ)

Εικόνα 5 (α) Το σωζόμενο μέχρι σήμερα τόξο της πολύτοξης ρωμαϊκής γέφυρας στον ποταμό Λουδία (Πηγή: Κέντρο Μελέτης Πέτρινων Γεφυρών) (β) Η πρωτοβυζαντινή γέφυρα του ποταμού Afrin στη Συρία (Πηγή: Λ. Έβερτ) (γ) Μονότοξη λίθινη ρωμαϊκή γέφυρα στο Ξηροκάμπι Σπάρτης (Πηγή: Γ. Δ. Μακρής)

3 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

3.1 Υλικά

Σκυρόδεμα

Το υλικό, το οποίο κυριάρχησε απόλυτα μετά το Β΄ Π.Π. ήταν το σκυρόδεμα, στις διάφορες μορφές του (άοπλο, οπλισμένο, προεντεταμένο). Το άοπλο εφαρμόσθηκε σε μικρούς οχετούς, ανοίγματος μικρότερου των 6 m ενώ το οπλισμένο σε οδογέφυρες, ανοίγματος μικρότερου των 20 m κυρίως όμως για μεγαλύτερα ανοίγματα χρησιμοποιήθηκε το προεντεταμένο σκυρόδεμα.

Στην Ελλάδα, το σκυρόδεμα ακολούθησε αυστηρά τους γερμανικούς κανονισμούς και την εξέλιξή τους. Αρχικά και μέχρι το 1972, εφαρμόσθηκε η σειρά Β (Β160 έως Β600). Από το 1972 μέχρι το 1997 εφαρμόσθηκαν οι νέες κατηγορίες των γερμανικών κανονισμών, αρχικά η σειρά Bn και λίγο αργότερα η αναθεωρημένη σειρά Β (Β15 έως Β55). Από το 1997 και εφεξής το σκυρόδεμα ακολούθησε, καταρχήν στην κατασκευή, τον Ελληνικό Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος· σήμερα ισχύει η αναθεώρηση του 2016 με σκυρόδεμα C8/10 έως C50/60.

Με την εισαγωγή των Ευρωκωδίκων και στις μελέτες, ισχύει πλέον πλήρως ο ελληνικός κανονισμός, ο οποίος πρακτικά ταυτίζεται με τον ΕC 206.

Τα ελληνικά σκυροδέματα χρησιμοποιούσαν κατά κανόνα ασβεστολιθικά αδρανή, θραυστά ή συλλεκτά· σπανιότερα χρησιμοποιήθηκαν και σκληρότερα αδρανή, όπως γρανίτες και γνεύσιοι· ελαφρά αδρανή δεν χρησιμοποιήθηκαν ποτέ. Σχεδόν αποκλειστικά χρησιμοποιήθηκε τσιμέντο ελληνικής παραγωγής, τύπου Portland με ή χωρίς πρόσμικτο ποζουλάνης, μέσης αντοχής 28 ημερών 35 ή 45 MPa. Σήμερα τα τσιμέντα ανταποκρίνονται στα Ευρωπαϊκά πρότυπα ΕΝ 197-1 και ΕΝ 197-2.

Χάλυβας Σκυροδέματος

Στην παραγωγή των τεχνικών έργων χρησιμοποιήθηκαν τόσον χάλυβες εισαγωγής όσο και ελληνικοί (κυρίως). Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν λείοι χάλυβες St I, μέγιστης διαμέτρου ∅26 με όριο διαρροής 220 MPa· λίγο αργότερα άρχισε η εφαρμογή νευροχαλύβων (τύπου St III και St IV) με όρια διαρροής 400/420 και 500 MPa αντίστοιχα, συμβατών προς τους παλαιότερους γερμανικούς κανονισμούς· σήμερα χρησιμοποιούνται γενικά συγκολλήσιμοι χάλυβες υψηλής ολκιμότητας B500C και κατ' εξαίρεση χάλυβες χαμηλής ολκιμότητας B500A (μόνον για πλέγματα), σύμφωνα προς τους ευρωπαϊκούς κανονισμούς και τον Ελληνικό Κ.Τ.Χ.

Χάλυβας Προεντάσεως

Στην αμέσως μεταπολεμική περίοδο και για μεγάλο χρονικό διάστημα χρησιμοποιήθηκαν τένοντες προεντάσεως αποτελούμενοι από σύρματα ∅6, ∅7, ∅8 κατηγορίας μέχρι 1470/1670 (ψυχρής εξέλασης)· σε πολύ μικρότερη έκταση χρησιμοποιήθηκαν και ράβδοι Dywidag ∅26.5 και ∅32, κατηγορίας μέχρι 885/1 080· το υλικό εισαγόταν κατ' αποκλειστικότητα από το εξωτερικό.

Σε μεγάλη έκταση εφαρμόσθηκαν τα συστήματα προεντάσεως Freyssinet και Morandi, ενώ σε μικρότερη τα συστήματα Polensky & Zöllner, Leoba, CCL και άλλα. Η επιτρεπόμενη δύναμη τάνυσης των τενόντων δεν υπερέβαινε τα 1 200kN.

Κάθε σύστημα ακολουθούσε τις προδιαγραφές και τους ελέγχους που επέβαλλε η εγκριτική του απόφαση· ως προς τη μελέτη όμως ίσχυε γενικά ο κανονισμός DIN 4227. Οι τένοντες προκατασκευάζονταν, συνήθως επί τόπου του έργου, και ετοποθετούντο χειρωνακτικά και σπανιότερα με τη βοήθεια γερανού· ως εκ τούτου το μήκος και το βάρος τους έπαιζαν καθοριστικό ρόλο στο σχεδιασμό τους.

Από τη δεκαετία του 80 άρχισε σταδιακά η εφαρμογή συρματοσχοίνων 0.5΄΄ και 0.6΄΄, κατηγορίας μέχρι και 1 670/1 860, όπως επίσης και νεότερων συστημάτων προέντασης (VSL, Alga, Freyssinet, κλπ.). Σήμερα οι τένοντες μορφώνονται κατ' αποκλειστικότητα με συρματόσχοινα, τα οποία ενσυρματώνονται μετά τη σκυροδέτηση, με τη βοήθεια ειδικών προωθητικών μηχανών, επιτρέποντας έτσι την εφαρμογή μεγάλων μηκών (μέγιστο μήκος τένοντα στη γέφυρα Μετσόβου 250 m) [13].

Εξωτερική προένταση δεν έχει εφαρμοσθεί μέχρι σήμερα, κυρίως εκ του λόγου ότι δεν επιτρεπόταν από τους γερμανικούς κανονισμούς. Οι νέοι κανονισμοί όμως (Ευρωκώδικες, DIN FB) όχι μόνον την επιτρέπουν αλλά και την ευνοούν· ως εκ τούτου αναμένεται σύντομα η εφαρμογή της.

Χάλυβες κατασκευών

Οι χρησιμοποιούμενοι σήμερα στην Ελλάδα χάλυβες εισάγονται στο σύνολό τους από το εξωτερικό. Είναι κλάσεως S235, S275 και κυρίως S355 σύμφωνα προς το EN 10025. Στη γεφυροποιία χρησιμοποιούνται κυρίως σύνθετες διατομές, μορφούμενες με χαλυβδόφυλλα ηλεκτροσυγκολλούμενα μεταξύ τους με αυτόματες μηχανές· ελατές διατομές χρησιμοποιούνται λιγότερο, κατά κανόνα στα δευτερεύοντα μέλη των καταστρωμάτων.

Η αντιδιαβρωτική προστασία των μεγάλων χαλυβδοστοιχείων πραγματοποιείται με ολοκληρωμένα συστήματα βαφών, εποξειδικής και πολυουραιθανικής βάσης, πάχους 200 έως 500 μm, ανάλογα, σύμφωνα προς το EN 12944, προς τη διαβρωτικότητα του περιβάλλοντος, τον αναμενόμενο χρόνο ζωής και το επιτρεπτό επίπεδο φθοράς· σε μικρά δομικά στοιχεία εφαρμόζεται και η μέθοδος του βαθέως θερμού γαλβανίσματος (hot deep galvanization).

Αναρτήρες γεφυρών

Στις τρεις (μέχρι σήμερα) καλωδιωτές ελληνικές οδικές γέφυρες έχουν χρησιμοποιηθεί αναρτήρες με ανεξάρτητα παράλληλα γαλβανισμένα συρματόσχοινα· στη γέφυρα Ευρίπου, εποχής ~1990, εφαρμόσθηκε το παραδοσιακό σύστημα προστασίας με τσιμεντένεμα υπό πίεση, στις άλλες δύο (γέφυρες Ρίου και Αττικής Οδού)

εφαρμόσθηκε η εργοστασιακή προστασία των συρματοσχοίνων με γράσο μέσα σε περίβλημα PVC. Στις 2 σιδηροδρομικές τοξωτές γέφυρες Ικονίου και Εκκάρας, εφαρμόσθηκαν ολόσωμες ράβδοι ∅130 και ∅180 αντίστοιχα· στις μικρότερες πεζογέφυρες έχουν χρησιμοποιηθεί πλεκτά συρματόσχοινα κλειστού τύπου και ράβδοι τύπου Mc Alloy. Στην τοξωτή οδογέφυρα Τσακώνας, έχουν εφαρμοσθεί για την ανάρτηση του καταστρώματος πλεκτά γαλβανισμένα συρματόσχοινα κλειστού τύπου (galvanized locked coil strands), διαμέτρου ∅80 έως ∅100, εγγυημένου οριακού φορτίου (F_{GUTS}) 6 384 έως 10 096kN.

Τοιχοποιία

Η εφαρμογή της έχει πλέον ολοκληρωτικά εκλείψει ακόμη και σε μικρούς οχετούς, έχοντας αντικατασταθεί με άοπλο ή οπλισμένο σκυρόδεμα. Προπολεμικά και στους πρώτους μεταπολεμικούς χρόνους εφαρμόσθηκε για μικρό διάστημα, κυρίως σε βάθρα και τοίχους αντιστήριξης σιδηροδρομικών γεφυρών. Η οριακή αντοχή της, μετρούμενη σε κύβο 50 × 50 × 50 cm μετά από τη σκλήρυνση του κονιάματος 28 ημερών, κυμαινόταν σύμφωνα προς το DIN 1 055/55 μεταξύ 25 και 8 MPa (ανάλογα προς τους λίθους και τον τύπο της λιθοδομής). Η επιτρεπόμενη θλιπτική τάση ανερχόταν στο 1/5 της οριακής. Εφελκυστικές τάσεις επιτρέπονταν μόνον σε υπερστατικούς φορείς, εφόσον δεν υπερέβαιναν το 1/5 της αντίστοιχης θλιπτικής και το πολύ 0.5 MPa.

Εφέδρανα

Σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα (τουλάχιστον μέχρι το 2000), χρησιμοποιήθηκαν στις ελληνικές γέφυρες ελαστομεταλλικά εφέδρανα, τόσον τα απλά (τύπος 1 του γερμανικού κανονισμού 4141, μέρος 14) όσον και τα αγκυρωμένα (τύποι 2, 3, 4, 5 του ίδιου κανονισμού). Τα εφέδρανα αυτά, πέραν της μεταφοράς των φορτίων (κατακόρυφων και οριζόντιων), έπαιζαν και ένα ρόλο μονωτήρων της σεισμικής κίνησης, μειώνοντας έτσι τις αναπτυσσόμενες επί του καταστρώματος αδρανειακές δράσεις.

Τα εφέδρανα ακολουθούσαν στο σχεδιασμό και την παραγωγή τους το DIN 4141, Μέρος 14, κατασκευαζόμενα από συνθετικό ελαστικό (χλωροπρένιο), με ενσωματωμένες μεταλλικές πλάκες. Ο έλεγχός τους υπό τις λειτουργικές δράσεις γινόταν με βάση το DIN 4141, ενώ υπό τις σεισμικές ακολουθούσε τις Ελληνικές Οδηγίες Ε39/93 και Ε39/99.

Η ελληνική εμπειρία από την εφαρμογή των ελαστομεταλλικών εφεδράνων υπήρξε μέχρι σήμερα πολύ καλή, τόσον από πλευράς συμπεριφοράς έναντι σεισμού (δεν έχουν σημειωθεί αστοχίες, παρά τους συχνούς σεισμούς) όσον και από

πλευράς γήρανσης (παλαιά εφέδρανα, που αποξηλώθηκαν από κατεδαφισθείσες γέφυρες και ελέγχθηκαν στο εργαστήριο, απέδειξαν πολύ καλή συμπεριφορά, ύστερα από λειτουργία μεγαλύτερη των 20 ετών).

Παράλληλα προς τα παραπάνω μικρής σεισμικής απόσβεσης εφέδρανα, χρησιμοποιήθηκαν (σε αναβαθμίσεις γεφυρών) και εφέδρανα υψηλής απόσβεσης (HDBR)· η έλλειψη εμπειρίας και κάποιες αμφιβολίες ως προς τη μακροχρόνια συμπεριφορά τους δεν επέτρεψαν την ευρύτερη εφαρμογή τους.

Σε σιδηροδρομικές και μεγάλες οδικές γέφυρες χρησιμοποιούνται εφέδρανα εγκιβωτισμένου ελαστικού (pot-bearings), σταθερά ή ολισθαίνοντα, όπως επίσης και διατμητικές κλείδες ειδικής παραγγελίας. Τα τελευταία χρόνια άρχισαν να χρησιμοποιούνται και σφαιρικά εφέδρανα (FPS), απλής ή τριπλής καμπυλότητας, τα οποία (πέραν της παραλαβής κατακορύφων φορτίων) προσδίδουν στο κατάστρωμα ικανοποιητική ιδιοπερίοδο και ταυτόχρονα αποσβένουν τη σεισμική ενέργεια μέσω τριβής.

3.2 Προδιαγραφές και Κανονισμοί

Αμέσως μετά το Β΄ Π.Π. και για ένα μικρό διάστημα εφαρμόσθηκαν οι αμερικανικοί κανονισμοί AASHO 1944· από τη δεκαετία όμως του ’50 μέχρι και πρόσφατα, οι ελληνικές γέφυρες σχεδιάζονταν σύμφωνα προς τους γερμανικούς κανονισμούς στο σύνολό τους με μόνη εξαίρεση το DIN 4149, το οποίο αναφερόταν στους σεισμούς· αντ’ αυτού χρησιμοποιήθηκαν οι αντίστοιχοι ελληνικοί κανονισμοί και οδηγίες, με κυριότερη την οδηγία Ε39/99. Από το 2007, άρχισαν σταδιακά να χρησιμοποιούνται οι Ευρωκώδικες και τα γερμανικά FB. Ειδικότερα στις οδογέφυρες οι δράσεις περιγράφονταν στο DIN 1072 και σήμερα στο EN 1991. Συμπληρωματικά και για μεγάλο διάστημα εφαρμόσθηκαν οι γαλλικές οδηγίες ως προς τα φορτία πρόσκρουσης επί των στηθαίων ασφαλείας βαρέως τύπου BN4.

Σε έργα υψηλών απαιτήσεων ετέθησαν παράλληλα και πρόσθετες ειδικές δράσεις ή αρχές σχεδιασμού όπως:

- δυνατότητα καταστροφής ενός ή δύο διαδοχικών αναρτήρων σε αναρτημένα καταστρώματα, χωρίς γενικότερη επέκταση της βλάβης
- δυνατότητα αντικατάστασης αναρτήρα καλωδιωτών γεφυρών υπό σύγχρονη κυκλοφορία του 50% των κινητών
- φορτία πρόσκρουσης πλοίων επί των βάθρων συναρτώμενα προς την κινητική ενέργεια του πλοίου
- ειδικοί συρμοί βαρέων φορτίων
- πιθανή διαφορική καθίζηση μεταξύ διαδοχικών βάθρων ίση προς το 50%

της μέγιστης αναμενόμενης κάθε βάθρου

- γωνιακή στροφή θεμελιώσεων ίση προς 1/500 rad.

Η ανάλυση και διαστασιολόγηση των οδογεφυρών γινόταν σύμφωνα προς τα DIN 1072 (δράσεις οδογεφυρών), 1075 (σχεδιασμός γεφυρών από σκυρόδεμα), 1045 (άοπλο και οπλισμένο σκυρόδεμα), 4227 (προεντεταμένο σκυρόδεμα), 1054 (θεμελιώσεις), 4014 (έγχυτοι πάσσαλοι). Αντίστοιχα για τις μεταλλικές και σύμμικτες γέφυρες εφαρμόζονταν τα DIN 18800, 18809 κλπ. Από το 2007 άρχισαν σταδιακά να χρησιμοποιούνται οι Ευρωκώδικες EN-1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998 και τα DIN FB 101, 102, 103, 104.

Στις σιδηροδρομικές γέφυρες εφαρμοζόταν ο γερμανικός κανονισμός DS 804, συνοδευόμενος από τα DIN 1045, 4227, 1054, 4014, 18800, 18809. Το πρόσφατο ελληνικό σιδηροδρομικό δίκτυο σχεδιάσθηκε για το συρμό UIC 71 με ταχύτητα συρμών έως 220 km/h με συντελεστή κατηγοριοποίησης ν = 1.25.

Οι συνεχείς γέφυρες ελέγχονταν επίσης και με το συρμό τύπου SW. Σε ειδικές περιπτώσεις διέλευσης βαρέων συρμών, οι γέφυρες ελέγχονταν ακόμη και για το συρμό SSW.

Όλες οι ελληνικές πεζογέφυρες έχουν σχεδιασθεί με ένα ομοιόμορφο επιφανειακό φορτίο

$$p = 5.00 \geq 5.50 - 0.05\,\ell \geq 4.00\ \text{kN/m}^2$$

όπου ℓ το θεωρητικό μήκος του ανοίγματος.

Οι ταλαντώσεις τους, για τις οποίες δεν υπήρχε αναφορά στους κανονισμούς, ελέγχονταν με κριτήριο τη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο του καταστρώματος, η οποία όφειλε να είναι εκτός κάποιων ανεπιθύμητων για τη ψυχολογία του χρήστη ορίων.

Για μεγάλο χρονικό διάστημα, μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του ’80, οι σεισμικές δράσεις καθορίζονταν με βάση τον ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό του 1959, με εφαρμογή μικρών εδαφικών (πλασματικών) επιταχύνσεων, ισοδυνάμων στατικών αναλύσεων και περιορισμό των αναπτυσσομένων τάσεων των υλικών.

Από τα μέσα της δεκαετίας του ’80 άρχισαν να εφαρμόζονται οι σύγχρονες φασματικές αναλύσεις και να εισάγονται νέες έννοιες όπως ο συντελεστής μετελαστικής συμπεριφοράς, ο συντελεστής σπουδαιότητας, η περίοδος επαναφοράς κ.λπ. Το 1993 εκδόθηκε σ’ αυτό το πνεύμα η εγκύκλιος Ε 39/93, η οποία λίγο αργότερα αναθεωρήθηκε και ολοκληρώθηκε ως «Οδηγία Ε39/99». Με βάση την οδηγία αυτή και το νέο ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό ΕΑΚ 2000, σχεδιάσθηκε

ένα μεγάλο μέρος των σύγχρονων ελληνικών γεφυρών (ΠΑΘΕ, Εγνατία). Σε ειδικά έργα (γέφυρες Ρίου, Ισθμού κ.λπ.) οι απαιτήσεις σχεδιασμού προδιαγράφονταν στον Κανονισμό Μελέτης Έργου (ΚΜΕ). Σήμερα πλέον εφαρμόζεται κατ' αποκλειστικότητα ο Ευρωκώδικας ΕΝ8-2.

3.3 Κατασκευαστικές Μέθοδοι

Σχεδόν το σύνολο των παγκοσμίως γνωστών κατασκευαστικών μεθόδων και τύπων γεφυρών έχει εφαρμοσθεί στη χώρα, με εξαίρεση τις κλασσικές κρεμαστές γέφυρες (το 1987, στην 1η δημοπράτηση της γέφυρας Ρίου υπήρξαν προτάσεις με κρεμαστές γέφυρες, οι οποίες όμως δεν προχώρησαν), τις γέφυρες με προκατασκευασμένους σπονδύλους (σε στάδιο προμελέτης βρίσκεται μια τέτοια πρόταση για την αερογέφυρα της Περιφερειακής Θεσσαλονίκης) και η εξωτερική προένταση.

Υπάρχει στη χώρα αρκετός εξοπλισμός σε φορεία προβολοδομήσεων, εξοπλισμός προωθήσεων, εξειδικευμένα συστήματα ξυλοτύπων, γερανοί μεγάλης ανυψωτικής ικανότητας και κάποια προωθούμενα φορεία γεφυρών.

Στα επόμενα κεφάλαια δίνονται περισσότερα στοιχεία και παρουσιάζονται κάποιες χαρακτηριστικές γέφυρες-ορόσημα στην εξέλιξη της ελληνικής γεφυροποιίας· δυστυχώς ο περιορισμένος χώρος δεν επέτρεψε την παρουσίαση περισσοτέρων πολύ ενδιαφερουσών γεφυρών.

4 ΓΕΦΥΡΕΣ ΑΠΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

4.1 Γενικά

Οι γέφυρες από σκυρόδεμα, οπλισμένο ή προεντεταμένο, αποτελούν τη συντριπτική πλειοψηφία των ελληνικών γεφυρών. Η άφθονη πρώτη ύλη (αδρανή) και η ισχυρή ελληνική τσιμεντοβιομηχανία (σε αντιδιαστολή προς την έλλειψη μονάδων παραγωγής χάλυβα) ήσαν οι καθοριστικοί παράγοντες, οι οποίοι ανέδειξαν το σκυρόδεμα ως το κατ' εξοχήν υλικό γεφυροποιίας και οδήγησαν στην ανάπτυξη ισχυρών κατασκευαστικών εταιρειών.

Η πρώτη γέφυρα από οπλισμένο σκυρόδεμα ήταν η Σ.Γ. Βρύχωνα (αμφιέρειστη τοξωτή γέφυρα), που κατασκευάσθηκε το 1917 με μελέτη και επίβλεψη του ιταλού μηχανικού Evaristo de Chirico (Εικ. 6α)· για το έργο χρησιμοποιήθηκαν Ιταλοί τεχνίτες και πηλιορείτες κτίστες. Η γέφυρα, ύστερα από επισκευές, εξυπηρετεί και σήμερα την κυκλοφορία ενός μικρού βάρους τρένου της περιοχής. Η πρώτη γέφυρα από προεντεταμένο σκυρόδεμα, ανοίγματος 20 m, κατασκευάσθηκε επί του Κηφισού στην Αθήνα το 1954 (μελετητής Καθ. Θ. Τάσιος).

Έκτοτε, ένας μεγάλος αριθμός γεφυρών όλων των ειδών από οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα σχεδιάσθηκε και κατασκευάσθηκε από έλληνες μηχανικούς και ελληνικές τεχνικές εταιρίες, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη τεχνογνωσίας υψηλού επιπέδου, εκτεινόμενης σ' όλο το φάσμα των σχετικών έργων.

Εντυπωσιακές είναι, μεταξύ πολλών άλλων, οι προβολοδομημένες γέφυρες Μετσόβου, Βοτονοσίου, Αράχθου και Τατάρνας, η γέφυρα Κρυσταλλοπηγής, οι χαραδρογέφυρες στην παράκαμψη Καβάλας, οι σιδ. γέφυρες του τμήματος Λιανοκλάδι-Δομοκός κλπ.

4.2 Γέφυρες σκυροδετούμενες επί ικριωμάτων

4.2.1 Γενικά

Με την τεχνική αυτή κατασκευάσθηκαν κυρίως γέφυρες ανισοπέδων κόμβων με γεωμετρικά δύσκολη κάτοψη. Κατασκευάσθηκαν επίσης πλακογέφυρες εθνικής και επαρχιακής οδοποιίας, με ή χωρίς κενά, με κατάστρωμα σε μικρό σχετικά ύψος από το έδαφος, τάξεως μέχρι 20 m· για τη μείωση του ύψους και του κόστους των ικριωμάτων κατασκευάζονται συχνά επιχώματα ύψους έως και 10 m. Η σκυροδέτηση του καταστρώματος γίνεται σε μία φάση προκειμένου περί μικρών γεφυρών ή σταδιακά στις μεγάλες για τη μείωση του κόστους του απαιτούμενου εξοπλισμού. Με τη μέθοδο αυτή έχουν κατασκευασθεί γέφυρες μήκους μέχρι 300 m με μέγιστο άνοιγμα τάξεως 60 m.

4.2.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Γέφυρα Α.Κ. Π. Ράλλη στην Αθήνα

Γραμμική συνεχής, προεντεταμένη γέφυρα, 5 ανοιγμάτων των 52 m, συνολικού μήκους 260 m, καμπύλη σε κάτοψη (R=100, 350, 700 m). Το κατάστρωμα στο μεγαλύτερο μέρος της γέφυρας είναι διπλό με πλάτος 15.6 m, διχαζόμενο στο υπόλοιπο τμήμα σε δύο απλά πλάτους 8.6 m έκαστο (Εικ. 6β), κιβωτιοειδούς διατομής, πάχους 2.1 m. Η γέφυρα είναι μια εκ των πρώτων νεοελληνικών γεφυρών που κατασκευάσθηκε με συνεχές κατάστρωμα κατά φάσεις (1988).

Γέφυρες Α.Κ. Κουκακίου στην Αθήνα

Πρόκειται για δύο καμπύλες στο χώρο γέφυρες, μήκους καθεμιάς περίπου 200 m και πλάτους καταστρώματος 10.55 m (Εικ. 7α), υποδιαιρούμενες σε 3 υπογέφυρες εκ των οποίων οι 3 από τις 6 συμβατικά οπλισμένες και οι άλλες προεντεταμένες κατά τη διαμήκη έννοια˙ εγκάρσια προένταση καταστρώματος εφαρμόσθηκε μόνο στη μία. Η τυπική διατομή είναι κιβωτιοειδής τριών κυψελών, με λεπτό-

τοιχο καμπύλο κάτω πέλμα (Εικ. 7β) (1985).

Γέφυρα Α.Κ. Καισαριανής στην Αθήνα

Πρόκειται για γέφυρα ενός από τους πρώτους ανισόπεδους κόμβους στην Αθήνα, καμπύλη (R = 250 m) και λοξή σε κάτοψη, συνολικού μήκους ~80 m, 6 λωρίδων κυκλοφορίας.

Το κατάστρωμα αποτελείται από δύο συνεχείς προεντεταμένες κυκλικές δοκούς, διατομής 2/1.25 m σε απόσταση 13 m μεταξύ τους και μία αμφιπροέχουσα προεντεταμένη πλάκα, μεταβλητής διατομής με κεντρικό άνοιγμα 13 m και δύο προβόλους 5.5 m (Εικ. 7γ) (1983).

Γέφυρα Α.Κ. Ποσειδώνος στην Αθήνα

Η γέφυρα είναι μία από τις 11 οδογέφυρες, 3 κάτω διαβάσεις και 1 πεζογέφυρα ενός πολύπλοκου ανισόπεδου κόμβου. Η γέφυρα διέρχεται μερικώς πάνω από τον Κηφισό ποταμό, όντας σχεδόν ευθύγραμμη σε ένα μήκος 179 m και κυκλική στα υπόλοιπα 209 m. Αποτελείται από μία συνεχή κοίλη πλάκα πλάτους 20 m και πάχους 1.5 m, με κυκλικά κενά διαμέτρου 1 m, στηριζόμενη σε 13 βάθρα σχήματος V και δύο ακρόβαθρα μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων (2004).

4.2.3 Άλλες αξιόλογες γέφυρες

Παρά την στενότητα του χώρου, αξίζουν να αναφερθούν οι δίδυμες οδογέφυρες πάνω από τη Λ. Ποσειδώνος στο Ν. Φάληρο, η Α.Δ. επί της Ε.Ο. Αθήνας-Θεσσαλονίκης στον κόμβο της Σίνδου (τετρακυψελική κιβωτιοειδής διατομή πλάτους 23 m, συνολικού μήκους 234 m) και οι γέφυρες του Α/Κ Κ16 στη Θεσσαλονίκη.

4.3 Προκατασκευασμένες γέφυρες

4.3.1 Γενικά

Αποτελεί μέχρι και σήμερα το δημοφιλέστερο τύπο γεφυρών στην Ελλάδα, λόγω κυρίως του μικρού κόστους και της ταχύτητας κατασκευής. Εφαρμόσθηκε στην Ελλάδα σε μικρού και μέσου μήκους ανοίγματα (μέχρι 44 m). Η τυπική διατομή του καταστρώματος μορφώνεται με προεντεταμένες προκατασκευασμένες δοκούς, συνδεόμενες μεταξύ τους με την πλάκα καταστρώματος. Οι ακραίες δοκοί συνήθως τοποθετούνται στις παρυφές της διατομής, ώστε να διευκολύνουν τη σκυροδέτηση της πλάκας κυκλοφορίας, η οποία γίνεται πάνω σε πρόπλακες συνδεόμενες διατμητικά μαζί της ή πάνω σε γαλβανισμένα τραπεζοειδή χαλυβδόφυλ-

λα, πάχους 1 έως 1.5 mm.

Διαδοκίδες διατάσσονται κατά κανόνα μόνον πάνω από τις εδράσεις· η πλάκα κυκλοφορίας έχει πάχος περίπου 30-35 cm (περιλαμβανομένου και του πάχους της πρόπλακας). Συνήθως οι δοκοί προκατασκευάζονται επί τόπου του έργου για λόγους μεταφοράς· οπωσδήποτε όμως εφαρμόζονται και δοκοί εργοστασιακής κατασκευής. Η προένταση είναι συμβατική ή προένταση κλίνης αντίστοιχα.

Οι συνήθως εφαρμοζόμενες κατηγορίες σκυροδέματος είναι C30/37 έως C40/50 σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες ή B35 και B45 σύμφωνα με τα παλιά DIN· έχει εφαρμοσθεί όμως και κατηγορία C50/60 (γέφυρες προσβάσεων Ρίου). Η πλάκα κυκλοφορίας μορφώνεται συνήθως συνεχής τόσον για λόγους μείωσης των αρμών διαστολής όσον και βελτίωσης της σεισμικής συμπεριφοράς του καταστρώματος. Το μέγιστο μήκος αυτοτελούς τμήματος γέφυρας με προκατασκευή είναι της τάξεως των 250 m.

Η έδραση των δοκών επί των βάθρων πραγματοποιείται σήμερα κατά κανόνα με ελαστομεταλλικά αγκυρωμένα εφέδρανα τύπου 4 (αντικαταστάσιμα)˙ παλιότερα χρησιμοποιούνταν ελαστομεταλλικά εφέδρανα τύπου 5 και στις δεκαετίες του ’60 και ’70 επάλληλες λεπτές, ελαστομεταλλικές πλάκες πάχους 8 έως 12 mm, συνεργαζόμενες μεταξύ τους μόνον με την τριβή.

Το ίδιο βάρος των δοκών ανέρχεται μέχρι ~1 200 kN. Οι δοκοί τοποθετούνται με ειδική γερανογέφυρα ή με γερανούς.

Με τη μέθοδο της προκατασκευής έχουν κατασκευασθεί στη χώρα γέφυρες μέγιστου μήκους 2 540 m.

4.3.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Χαραδρογέφυρα επί της Ε.Ο. στην Παράκαμψη Καβάλας

Δίδυμη οδική χαραδρογέφυρα συνολικού μήκους κλάδων 270 m (7 ανοίγματα) και 345 m (9 ανοίγματα) (Εικ. 7δ). Η οριζοντιογραφία παρουσιάζει μία έντονη καμπυλότητα (R = 200 m), ενώ η μηκοτομή μεταβλητή κατά μήκος κλίση έως και 5.7%. Η εγκάρσια κλίση του καταστρώματος ποικίλλει κυμαινόμενη μεταξύ 2 έως 8%.

Εφαρμόσθηκαν δοκοί θεωρητικού ανοίγματος κυμαινόμενου μεταξύ 22.75 m και 43.5 m (οι μεγαλύτερες στην Ελλάδα).

Όλες οι παραπάνω ιδιαιτερότητες, λαμβανομένων μάλιστα υπόψη του ύψους των βάθρων (μέχρι και 43.5 m) και της θεμελίωσής τους (πραγματοποιήθηκε με φρέατα κυκλικής διατομής ∅ 6 m εντός πολύ σκληρών βραχωδών πετρωμάτων) κατέστησαν την κατασκευή της γέφυρας πολύ δυσχερή και χρονοβόρο. Η εγκα-

τάσταση των δοκών έγινε με φορείο (2001).

Γέφυρα Νέστου στο τμήμα 14.1.2 της Εγνατίας Οδού

Δίδυμη οδική ποταμογέφυρα συνολικού μήκους 456 m (Εικ. 7ε). Κάθε κλάδος αποτελείται από 12 ανοίγματα των 38 m· ανά 6 ενώνονται μεταξύ τους στις θέσεις των στηρίξεων με πλάκες συνέχειας, σχηματίζοντας δύο ανεξάρτητες υπογέφυρες των 228 m.

Η κατασκευή των δοκών έγινε επί τόπου του έργου, επί φορητής κλίνης παραγωγής (με συμβατική όμως προένταση). Η εγκατάσταση τους έγινε με γερανούς· το βάρος κάθε δοκού ήταν της τάξεως των 1 000 kN. Τα δεσπόζοντα στοιχεία σχεδιασμού του έργου ήταν το πολύ ασθενές έδαφος θεμελίωσης, υποκείμενο σε ρευστοποίηση σε περίπτωση ισχυρού σεισμού και η πολύ μεγάλη σεισμική επιτάχυνση, ίση προς 0.4 g στο επίπεδο του εδάφους. Για την αντιμετώπιση των γεωτεχνικών και σεισμικών αναγκών εφαρμόσθηκαν χαλικοπάσσαλοι ∅80 βάθους 20 m και εκτεταμένη σεισμική μόνωση (2009).

Βόρεια γέφυρα πρόσβασης της ζεύξης Ρίου-Αντιρρίου

Πρόκειται για τη γέφυρα που συνδέει τη ζεύξη Ρίου-Αντιρρίου με την Ιόνια Οδό. Έχει συνολικό μήκος 227.96 m, αποτελούμενη από 6 φατνώματα ανοίγματος 38.06 m. Η διατομή της είναι ενιαία και για τα 2 ρεύματα κυκλοφορίας, μορφώνεται με 8 δοκούς βάρους καθεμιάς ~1 000 kN και έχει συνολικό πλάτος 25.34 m.

Οι ιδιαιτερότητες οι οποίες δέσποσαν στο σχεδιασμό της ήταν η μεγάλη σεισμική επιτάχυνση, ίση προς 0.4 g στο επίπεδο του εδάφους και το υποκείμενο σε ρευστοποίηση μέχρι βάθους 20 m αμμώδες έδαφος. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων εφαρμόσθηκε εκτεταμένη σεισμική μόνωση με ελαστομεταλλικά εφέδρανα και υδραυλικούς αποσβεστήρες, η δε θεμελίωση πραγματοποιήθηκε επί σωληνωτών χαλυβδοπασσάλων ∅2, εμπεπηγμένων με κρούση στα αμμώδη στρώματα σε βάθος μέχρι και 38 m.

Η κατασκευή των δοκών έγινε κατά ιδιότυπο τρόπο, χωρίς γερανούς, με προκατασκευασμένο μεταλλότυπο μεταφερόμενο από δοκό σε δοκό (2003).

4.3.3 Άλλες αξιόλογες γέφυρες

Παρά τη στενότητα του χώρου, αξίζουν να αναφερθούν η οδογέφυρα Παναγιάς στο τμήμα 4.1.1 της Εγνατίας Οδού, θεμελιωμένη με βαθύτατα φρέατα μέσα σε μια έρπουσα εδαφόμαζα, οι γέφυρες πρόσβασης της ζεύξης Ευρίπου (από τις πρώτες αυτού του είδους), η κοιλαδογέφυρα της Τσακώνας μήκους ~480 m, η γέφυρα BR50 στον αυτοκινητόδρομο Ε65 (Εικ. 7στ) μήκους ~290 m και η γέφυ-

ρα σύνδεσης του 6ου προβλήτα ΟΛΘ, με την Ε.Ο. Θεσσαλονίκης-Αθήνας (Εικ. 7ζ), συνολικού μήκους 2 540 m και πλάτους 14.5 m (ανοίγματα των 31.75 m).

4.4 Γέφυρες με προώθηση

4.4.1 Γενικά

Η πολύ ενδιαφέρουσα αυτή κατασκευαστικά μέθοδος έχει μάλλον μικρή ιστορία εφαρμογής στην Ελλάδα. Η πρώτη εφαρμογή της έγινε το 1997 στη γέφυρα Λίσσου· έκτοτε κατασκευάσθηκε μεγάλος αριθμός οδικών και σιδηροδρομικών καταστρωμάτων, με μέγιστο μήκος ~520 m και μέγιστο άνοιγμα 56.3 m σ' ένα από αυτά, χρησιμοποιήθηκε και βοηθητικό σύστημα ανάρτησης. Η μέγιστη κατά μήκος κλίση, βασικό στοιχείο αυτής της τεχνικής, έφθασε το 5%.

Η τυπική διατομή των γεφυρών αυτών μορφώνεται γενικά κιβωτιοειδής, με μία αναλογία ροπών αντιστάσεως W_o / $W_u \simeq 2$. Χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο ευθύγραμμοι τένοντες (διπλάσιοι στο πάνω πέλμα σε σχέση προς το κάτω), που εξυπηρετούν τη φάση προώθησης, και συμπληρωματικά πρόσθετοι καμπυλόγραμμοι, μέσα στους κορμούς του κιβωτίου, που εξυπηρετούν τα πρόσθετα και τα φορτία κυκλοφορίας· εξωτερικοί τένοντες δεν έχουν εφαρμοσθεί στην Ελλάδα μέχρι στιγμής. Οι βασικοί τένοντες προέντασης έχουν μούφες ανά δύο σπονδύλους, ενώ τηρείται αυστηρά ο κανόνας της μη επέκτασης στην ίδια διατομή πέραν του 50% των τενόντων.

Η προώθηση πραγματοποιείται με ειδικούς υδραυλικούς προωθητήρες· η προσωρινή έδραση του καταστρώματος επί των βάθρων γίνεται πάνω σε ολισθαίνοντα φύλλα teflon. Δεν έχουν εφαρμοσθεί μέχρι στιγμής σε μπετονένιες γέφυρες προσωρινά βάθρα.

Η μόνιμη έδραση του καταστρώματος επί των βάθρων πραγματοποιείται με αγκυρωμένα (λόγω των σεισμικών δράσεων) ελαστομεταλλικά εφέδρανα. Παράγεται κατά κανόνα ένας σπόνδυλος μήκους 20-25 m ανά μία εβδομάδα. Οι συνήθεις κατηγορίες σκυροδέματος είναι C30/37 και C35/45.

4.4.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Γέφυρα ποταμού Λίσσου στο τμήμα Κομοτηνή-Μέστη της Εγνατίας Οδού

Η οδογέφυρα αυτή, μήκους 433 m, ~15 km ανατολικά της Κομοτηνής, αποτέλεσε την πρώτη γέφυρα στην Ελλάδα που κατασκευάσθηκε με τη μέθοδο της προώθησης (Εικ. 8). Η γέφυρα αποτελείται από δύο ανεξάρτητους κλάδους, συνολικού πλάτους 14.4 m έκαστος. Το κατάστρωμα είναι ένα ευθύγραμμο συνεχές κιβώτιο

11 ανοιγμάτων, σταθερού πάχους 2.75 m, με ανοίγματα μήκους: 29.56 + (3×37.05) + (6×44.35) + 26.5, με μία μικρή κατά μήκος κλίση της τάξεως του 0.7%. Ως ρύγχος προώθησης χρησιμοποιήθηκε μία ολόσωμη χαλυβδοδοκός μήκους 29.2 m (1997).

Γέφυρα Τ11 Αττικής Οδού, στη Δυτ. Περιφερειακή του Αιγάλεω

Η γέφυρα (Εικ. 9α) είναι καμπύλη σε κάτοψη (R = 1 000 m) με διαμήκη κλίση 1.4% αποτελούμενη από δύο ανεξάρτητους κλάδους συνολικού μήκους 411.36 m καθένας, πλάτους 12.03 m, 9 ανοιγμάτων, εκ των οποίων το μεγαλύτερο ίσο προς 56.30 m. Ο διαθέσιμος κατασκευαστικός εξοπλισμός επέβαλε την εφαρμογή ενός μονοκυψελικού κιβωτίου σταθερού πάχους ίσου προς 2.75 m, με αποτέλεσμα τη διαμόρφωση ενός λόγου πάχους/ανοίγματος ίσου προς 1/20.5, ασυνήθιστου για τη συγκεκριμένη τεχνολογία της προώθησης· για την ασφαλή προώθηση του καταστρώματος πάνω από το κεντρικό άνοιγμα, κατέστη απαραίτητη (για πρώτη και μοναδική φορά στη χώρα) η εγκατάσταση ενός προσωρινού συστήματος ανάρτησης (2002).

Σιδηροδρομική Γέφυρα ΣΓ12 στο Λιανοκλάδι

Σιδηροδρομική κοιλαδογέφυρα διπλής τροχιάς στην Κεντρική Ελλάδα (Εικ. 9β). Το κατάστρωμα της γέφυρας αποτελείται από ένα καμπύλο οριζοντιογραφικά συνεχές μονοκυψελικό κιβώτιο 5 ανοιγμάτων (36 + 3×45 + 36), πλάτους 13.9 m. Η γέφυρα κατασκευάσθηκε με τη μέθοδο της προώθησης, με τη βοήθεια χαλύβδινου ρύγχους μήκους 29 m. Λόγω της υψηλής σεισμικότητας της περιοχής εφαρμόσθηκε εκτεταμένη σεισμική μόνωση, αποτελούμενη από σφαιρικά εφέδρανα ολίσθησης/τριβής (FPS) και υδραυλικούς αποσβεστήρες ιξώδους συμπεριφοράς (2009).

4.4.3 Άλλες αξιόλογες γέφυρες

Με τη μέθοδο της προώθησης έχουν κατασκευασθεί η γέφυρα Μεγαλορέματος στο τμήμα 3.2 της Εγνατίας Οδού, η γέφυρα 22R στη Χ.Θ. 263 + 600 του ΠΑΘΕ, οι σιδηροδρομικές γέφυρες ΣΓ10 (ℓ=522 m), ΣΓ 11 (ℓ=297 m), ΣΓ 14 (ℓ=393 m), ΣΓ 15 (ℓ=436 m), ΣΓ25 (ℓ=207 m), ΣΓ26 (ℓ=400 m), ΣΓ27 (ℓ=207 m), ΣΓ28 (ℓ=342 m) στο τμήμα Λιανοκλάδι-Δομοκός.

4.5 Γέφυρες με προωθούμενο φορείο

4.5.1 Γενικά

Στο είδος αυτό της κατασκευής η εμπειρία στη χώρα δεν είναι μεγάλη, ακόμη και σήμερα, παρά το γεγονός ότι η πρώτη γέφυρα (Σ.Γ. Αχλαδόκαμπου) κατασκευάσθηκε περί το 1970, προφανώς λόγω του μεγάλου κόστους προμήθειας και διαχείρισης του εξοπλισμού, το οποίο αποσβένεται σε γέφυρες μήκους μεγαλύτερου των 700 m. Για ένα μεγάλο διάστημα, μέχρι το τέλος της δεκαετίας του ’90, δεν κατασκευάσθηκαν άλλες. Σήμερα υπάρχουν πάνω από 10 οδικά και σιδηροδρομικά καταστρώματα, μεταξύ αυτών και ένα (γέφυρα Κρυσταλλοπηγής) με πολύ ενδιαφέροντα τεχνικά στοιχεία. Με τη μέθοδο του προωθούμενου φορείου έχουν κατασκευασθεί γέφυρες μέγιστου μήκους μέχρι 850 m και μέγιστου ανοίγματος 55 m το σύνηθες άνοιγμα των γεφυρών που κατασκευάσθηκαν με τη μέθοδο αυτή είναι περί τα 50 m. Η ευρύτερα εφαρμοζόμενη διατομή είναι η κιβωτιοειδής, έχει όμως εφαρμοσθεί και η διατομή του διπλού Τ.

4.5.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Σιδηροδρομική Γέφυρα Αχλαδόκαμπου

Υπήρξε η πρώτη ελληνική γέφυρα που κατασκευάσθηκε με τη μέθοδο του προωθούμενου φορείου και ταυτόχρονα η πρώτη σιδηροδρομική προεντεταμένη γέφυρα. Η γέφυρα αποτελείται από 11 αμφιέρειστους φορείς (10×26.5 + 1×14.5), συνολικού μήκους 279.5 m, εδραζόμενους επί των 2 ακροβάθρων και 10 κιβωτιοειδών βάθρων μεταβλητού ύψους μέχρι και 60 m [11] (1970) (Εικ. 10α).

Η διατομή του φορέα είναι τύπου διπλού Ι, χωρίς διαδοκίδες μεταξύ των στηρίξεων.

Τα μεταβλητής διατομής βάθρα ανεγέρθησαν με ολισθαίνοντες ξυλοτύπους (1970).

Γέφυρα Κρυσταλλοπηγής στο τμήμα 1.18 της Εγνατίας Οδού

Δίδυμη οδική κοιλαδογέφυρα στην περιοχή της Ηγουμενίτσας (Εικ. 4ζ). Ο Α.Κ. της γέφυρας έχει συνολικό μήκος 638.2 m, αποτελούμενος από 12 ανοίγματα (44.17 + 10×54.99 + 44.17) και ο Δ.Κ. 847.8 m αποτελούμενος από 16 ανοίγματα (43.2 + 14×54.38 + 43.25) (Εικ. 10β). Και οι δύο κλάδοι της γέφυρας είναι έντονα καμπύλοι οριζοντιογραφικά.

Το κατάστρωμα των γεφυρών μορφώνεται με μία συνεχή προεντεταμένη κιβωτοειδή διατομή.

Υπήρξε μια από τις πρώτες ελληνικές γέφυρες με μονολιθική σύνδεση καταστρώματος και βάθρων· λόγω του σεισμού, τα 5 κεντρικά ανοίγματα συνδέονται μονολιθικά προς τα βάθρα ενώ τα υπόλοιπα εδράζονται μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων, ολισθαινόντων στη διαμήκη διεύθυνση και σταθερών στην εγκάρσια (2004).

Σιδηροδρομική Γέφυρα Τ12 στον Αξιό ποταμό

Σιδηροδρομική γέφυρα διπλής τροχιάς συνολικού μήκους 800 m (Εικ. 12α), επί του Αξιού. Το κατάστρωμα είναι συνεχές προεντεταμένο μονοκυψελικό κιβώτιο 18 ανοιγμάτων (40 + 16×45 + 40), σταθερού πάχους 3.6 m και πλάτους 13.9 m. Τα βάθρα είναι κυκλικοί, κοίλοι στύλοι με εξωτερική διάμετρο 4.5 m και πάχος τοιχώματος 50 cm, εδραζόμενα σε έγχυτους πασσάλους. Το μέγιστο ύψους βάθρου φθάνει τα 40 m.

Λόγω της σχετικά υψηλής σεισμικότητας (επιτάχυνση εδάφους 0.24 g), εφαρμόσθηκε σεισμική μόνωση συνιστάμενη από εφέδρανα μολύβδου (LRB) 1 200×1 200 mm με πυρήνα ∅250 mm και διαμήκεις υδραυλικούς αποσβεστήρες (F_{max} = 4 500 kN).

Η γέφυρα διαθέτει ειδικούς (εκτός σειράς παραγωγής) αρμούς διαστολής στα ακρόβαθρα, σχεδιασμένους για μετακινήσεις έως 500 mm. Η εγκάρσια μετακίνηση του καταστρώματος δεσμεύεται από διατμητικές κλείδες ικανότητας 4 000 kN, εγκατεστημένες στα δύο ακρόβαθρα, ολισθαίνουσες κατά τη διαμήκη έννοια (2008).

4.5.3 Άλλες αξιόλογες γέφυρες

Εκτός από τις παραπάνω, γνωστές στον γράφοντα, γέφυρες κατασκευασμένες με προωθούμενο φορείο είναι οι γέφυρες Γ1 και Γ2 στην Παράκαμψη Πάτρας και η σιδηροδρομική γέφυρα ΣΓ16 (ℓ=637 m) στο τμήμα Λιανοκλάδι-Δομοκός.

4.6 Γέφυρες με Προβολοδόμηση

4.6.1 Γενικά

Αποτελεί μία ευρύτατα διαδεδομένη τα τελευταία χρόνια κατασκευαστική μέθοδο, με σημαντικό αριθμό γεφυρών και ιδιαίτερα μεγάλα ανοίγματα. Ήδη περί το τέλος της δεκαετίας του 1960, σχεδιάσθηκε και κατασκευάσθηκε η γέφυρα Τατάρνας, μία εξαιρετικά τολμηρή για την εποχή της γέφυρα, κεντρικού ανοίγματος 196 m. Έκτοτε κατασκευάσθηκαν αρκετές γέφυρες, δύο από τις οποίες (γέφυρες Βοτονοσίου και Μετσόβου) έχουν πολύ μεγάλα κεντρικά ανοίγματα (230 m και

235 m αντίστοιχα), πολύ κοντά στο μέγιστο παγκοσμίως για γέφυρες αυτού του τύπου άνοιγμα των 260 m. Το μέγιστο μήκος γέφυρας κατασκευασμένης με τη μέθοδο αυτή ανέρχεται σε 1 036 m (γέφυρα Αράχθου).

Σε όλες τις ελληνικές γέφυρες η διατομή του καταστρώματος είναι η τυπική κιβωτιοειδής, με κατακόρυφα τοιχώματα. Το ύψος των διατομών φθάνει μέχρι και 13.5 m, με πάχος τοιχωμάτων 50 ÷ 60 cm και πάχος κάτω πλάκας στη γένεση μέχρι και 2.5 m. Ο λόγος ℓ/h στις στηρίξεις κυμαίνεται μεταξύ 17 και 20 και στην κλείδα μεταξύ 40 και 50.

Η συνήθης κατηγορία σκυροδέματος είναι C40/50 (~ B45 κατά DIN 1045) και κατ' εξαίρεση C50/60 (~B55 κατά DIN 1045), ενώ η κατηγορία χάλυβα προεντάσεως είναι St 1 570/1 760 και σπανιότερα 1 670/1 860. Σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα οι ελληνικές γέφυρες συνδέονται μονολιθικά με τους πυλώνες (για λόγους σεισμού). Η αποκατάσταση της συνέχειας των προβόλων στην κλείδα σχεδιάζεται σήμερα πάντα ως μονολιθική. Οι τένοντες διατάσσονται κατά κανόνα στην πάνω πλάκα και σπανιότερα στους κορμούς, τανυόμενοι διαδοχικά κατά την κατασκευή των σπονδύλων· τένοντες συνέχειας διατάσσονται απαραίτητα στην κάτω πλάκα του κεντρικού και των πλευρικών ανοιγμάτων, τανυόμενοι μετά την ολοκλήρωση του καταστρώματος.

Κατ' αποκλειστικότητα οι τένοντες ενσυρματώνονται πλέον μετά τη σκυροδέτηση μέσω ειδικών προωθητικών μηχανών. Οι αρμοί διακοπής διαμορφώνονται κατά κανόνα αδροί, ή τραχείς, χωρίς όμως ειδική οδόντωση· σε ιδιαίτερες περιπτώσεις έχουν διαμορφωθεί και οδοντωτοί αρμοί. Το μέγιστο μήκος σπονδύλων ανέρχεται σε 5 m, με βάρος νωπού σκυροδέματος μέχρι και 2.5 MN. Τα χρησιμοποιούμενα στην Ελλάδα φορεία είναι άνω διάβασης βάρους 600 ÷ 850 kN (περιλαμβανομένου και του ξυλοτύπου).

Η συνήθης αναλογία πλευρικού προς κεντρικό άνοιγμα είναι 0.6:1. Το ακραίο τμήμα των πλευρικών ανοιγμάτων σκυροδετείται σχεδόν πάντα επί ικριωμάτων· σε εξαιρετικά δύσβατα όμως εδάφη (γέφυρες Μετσόβου και Κατούνας) το πλευρικό άνοιγμα κατασκευάσθηκε εξ ολοκλήρου με το φορείο, με τη βοήθεια προσωρινού υποστυλώματος. Συχνά αποκαθίσταται η υψομετρία του καταστρώματος και ανακατανέμεται επί το ευμενέστερο η ένταση του φορέα με την ανύψωση του καταστρώματος, μέσω γρύλλων, στις θέσεις των ακροβάθρων (jacking). Απαραίτητο στοιχείο της έντεχνης κατασκευής είναι η μελέτη υπερυψώσεων· οι υπερυψώσεις υπολογίζονται με βάση ορισμένες βασικές παραδοχές ως προς τα υλικά και τη συμπεριφορά τους, τον ερπυσμό και τη συστολή ξήρανσης, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το χρονοδιάγραμμα κατασκευής του έργου. Οι παραδοχές αυτές ελέγχονται συνεχώς στη φάση κατασκευής και η μελέτη προσαρμόζεται

κατάλληλα. Η εμπειρία στη διαχείριση των υπερυψώσεων βρίσκεται σήμερα σε εξαιρετικά υψηλό επίπεδο, έτσι ώστε οι πρόβολοι να συναντιούνται στην κλείδα με διαφορά 10 - 20 mm.

Η κατασκευή της κλείδας γίνεται συνήθως με τη βοήθεια του φορείου. Το μήκος της κυμαίνεται μεταξύ 2 και 4 m. Μετά την ολοκλήρωση των δύο προβόλων αποτυπώνεται η υψομετρική τους διαφορά και, εφόσον είναι απαραίτητο, διορθώνεται με αντίβαρα ή με τη μέθοδο του νάρθηκα. Οι δύο πρόβολοι παγιώνονται μεταξύ τους με χαλυβδοδοκούς (π.χ. HEB 600), συρραπτόμενες με ράβδους Dywidag επί του καταστρώματος, οι οποίες εμποδίζουν τη σχετική κατακόρυφη κίνησή τους· για τη διαμήκη παγίωση των δύο ημιφορέων χρησιμοποιούνται οριζόντιοι χαλύβδινοι αποστάτες, σε συνδυασμό με την προσωρινή τάνυση 2 - 4 τενόντων στο κάτω πέλμα. Μετά την πλήρη παγίωση των δύο προβόλων σκυροδετείται η κλείδα, αφαιρούνται οι χαλυβδοδοκοί και αποτανύονται οι προσωρινοί τένοντες για να τανυθούν με τη σειρά τους οι τένοντες συνέχειας.

4.6.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Γέφυρα Τατάρνας

Υπήρξε η πρώτη ελληνική γέφυρα, που κατασκευάσθηκε με τη μέθοδο της προβολοδόμησης (1966-1970) [11]. Στην εποχή της είχε το 2° μεγαλύτερο άνοιγμα προβολοδομούμενης γέφυρας στον κόσμο (197 m), αμέσως μετά την πρωτοποριακή γέφυρα του Bendorf (206 m). Η γέφυρα έχει τρία ανοίγματα (98 + 197 + 155 m) (Εικ. 13). Το ένα εξ αυτών βρίσκεται σε κυκλικό τόξο μικρής ακτίνας, ενώ η υπόλοιπη είναι ευθύγραμμη. Η τυπική της διατομή είναι κιβωτιοειδής με κατακόρυφα τοιχώματα, με πλάτος 1.5 + 8 + 1.5 = 11 m. Τα βάθρα είναι κιβωτιοειδή, κοίλα, θεμελιούμενα επιφανειακά πάνω σε βραχώδες υπόβαθρο. Η γέφυρα σχεδιάσθηκε με την τεχνογνωσία της εποχής, δηλ. άρθρωση στην κλείδα και προένταση με ράβδους Dywidag ∅32 St 80/105 με μούφες σε κάθε σπόνδυλο· το μήκος των σπονδύλων ήταν 3.5 m (1970).

Γέφυρα Σερβίων

Η γέφυρα βρίσκεται πάνω σε μία τεχνητή λίμνη. Έχει συνολικό μήκος 1 339.2 m με κύριο άνοιγμα 100 m (41.15 + 22×42.30 + 2×71.15 + 2×100 + 25.51) (Εικ. 12β). Η γέφυρα κατασκευάσθηκε με μικτό σύστημα (προκατασκευασμένες δοκοί και προβολοδόμηση). Τελείως πρωτοποριακά για την εποχή, τα πέδιλα των βάθρων συρράφθηκαν με προεντεταμένα αγκύρια στον ασβεστόλιθο της περιοχής για την διασφάλιση του συστήματος έναντι ανατροπής.

Τα κοίλα βάθρα, μεταβλητού ύψους από 20 έως 55 m, κατασκευάσθηκαν με ολισθαίνοντα ξυλότυπο. Το κατάστρωμα κατασκευάσθηκε γενικά με προκατασκευασμένες προεντεταμένες δοκούς μήκους 40 m· στα μεγάλα ανοίγματα των 100 m εφαρμόσθηκε μια ιδιότυπη προβολοδόμηση (αναπτύχθηκαν πρόβολοι των 30 m από κάθε πλευρά των παρακείμενων βάθρων και το μεταξύ τους κενό γεφυρώθηκε με προκατασκευασμένες δοκούς 40 m (1975).

Γέφυρα Αράχθου στο τμήμα 2.3 της Εγνατίας Οδού

Η γέφυρα είναι μία από τις μεγαλύτερες σε μήκος γέφυρες στην Ελλάδα. Είναι ένα συνεχές πλαίσιο αποτελούμενο από 6 ανοίγματα των 142 m και 2 ακραία των 92 m, συνολικού μήκους 1 036 m (Εικ.14α). Το μέγιστο ύψος βάθρου είναι περίπου 80 m. Η γέφυρα βρίσκεται σε μία περιοχή μιας μελλοντικής τεχνητής λίμνης με βάθος νερού 60 m. Το πρώτα 6 βάθρα συνδέονται μονολιθικά με το κατάστρωμα, ενώ το $7^{ο}$ και τα δύο ακρόβαθρα έχουν ειδικά σφαιρικά εφέδρανα, ολισθαίνοντα στη διαμήκη διεύθυνση και τάκους σκυροδέματος οι οποίοι εμποδίζουν την πλευρική κίνηση του καταστρώματος. Η γέφυρα είναι εξοπλισμένη με διαμήκεις ιξώδεις σεισμικούς αποσβεστήρες ικανότητας 2.7 MN καθενός και μπορεί να δεχθεί συνολική μετακίνηση σχεδιασμού 1 410 mm. Τα βάθρα μορφώνονται ως δίδυμες λεπίδες με μεταβλητή διατομή 1.8×9 ÷ 1.8×7, εδραζόμενες σε ενιαίο κεφαλόδεσμο και ομάδα πασσάλων ∅1.5, βάθους 10 έως 20 m (2009).

Γέφυρα Μετσόβου στο τμήμα 3.2 της Εγνατίας Οδού

Δίδυμη οδική γέφυρα σε μία περιοχή εξαιρετικής φυσικής ομορφιάς, έντονα τεκτονισμένη,[13] (Εικ. 14β), συνολικού μήκους ~537 m και μέγιστου ανοίγματος 235 m. Το ύψος της από την κοίτη του ποταμού είναι περίπου 150 m. Η γέφυρα κατέχει το μεγαλύτερο άνοιγμα στην Ελλάδα ανάμεσα σε προβολοδομημένες γέφυρες και ένα από τα μεγαλύτερα παγκοσμίως.

Το κατάστρωμα είναι συνεχής, μονοκυψελικός, προεντεταμένος φορέας 4 ανοιγμάτων (44.78 - 117.87 - 235 - 140 m), μονολιθικά συνδεόμενος στο $2^{ο}$ και $3^{ο}$ μεσόβαθρο, ελεύθερα εδραζόμενος στο $1^{ο}$· στα ακρόβαθρα εδράζεται επί 2 ολισθαινόντων εφεδράνων και μιας κατά την διαμήκη έννοια ολισθαίνουσας εγκάρσιας διατμητικής κλείδας.

Οι ιδιαιτερότητες της γέφυρας ήσαν το πολύ μεγάλο κεντρικό άνοιγμα (235 m), το πολύ μεγάλο ύψος του $2^{ου}$ μεσοβάθρου της (~110 m), η δυσαναλογία στα ύψη μεταξύ $2^{ου}$ και $3^{ου}$ μεσοβάθρου, το πολύ μεγάλο ακραίο $4^{ο}$ άνοιγμα και οι δυσχερείς θεμελιώσεις στα βραχώδη πρανή του Μετσοβίτικου ποταμού, τον οποίο γεφυρώνει η γέφυρα.

Για πρώτη φορά στην Ελλάδα χρησιμοποιήθηκε σε προβολοδόμηση προσωρινό βάθρο (για την κατασκευή του μεγάλου 4^{ου} ανοίγματος). Το πολύ υψηλό 2^{ο} βάθρο έχει κοίλη διατομή, μεταβαλλόμενη παραβολικά στο κάτω τμήμα του και σταθερή στο πάνω, με τοιχώματα κλιμακούμενου πάχους. Τα 2 κεντρικά μεσόβαθρα θεμελιώνονται με κυκλικά φρέατα ∅12 m, βάθους 25 m.

Παρά τις τεχνικές δυσχέρειες λόγω των παραπάνω ιδιαιτεροτήτων η κατασκευή εξελίχθηκε ομαλά και η γέφυρα έκλεισε στην κλείδα της με απόλυτη ακρίβεια. Η γέφυρα κατέχει την 3^{η} θέση στον Ελληνικό χώρο από πλευράς ανοίγματος (2009).

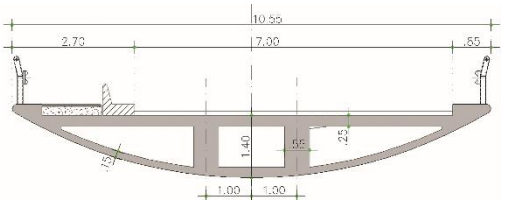
4.6.3 Άλλες αξιόλογες γέφυρες

Με τη μέθοδο της προβολοδόμησης έχουν κατασκευασθεί πολλές γέφυρες, μεγάλου μήκους και μεγάλου κεντρικού ανοίγματος. Αναφέρονται, μεταξύ άλλων, η γέφυρα Βοτονοσίου στο τμήμα 3.2 της Ε.Ο. (κεντρικό άνοιγμα 230 m, συνολικό μήκος 490 m), η οδογέφυρα και η Σ.Γ. του Ισθμού Κορίνθου (κεντρικό άνοιγμα 110 m), η γέφυρα Γ2 στο τμήμα 4.1.1 της Εγνατίας Οδού (κεντρικό άνοιγμα 160 m, συνολικό μήκος 350 m), η γέφυρα Γρεβενιώτικου (Εικ. 14γ) στο τμήμα 4.1.5 της Ε.Ο. (κεντρικά ανοίγματα 100 m, συνολικό μήκος 920 m), οι γέφυρες Τ9-Τ11 στο τμήμα 2.4 της Ε.Ο. (κεντρικό άνοιγμα 155 m, συνολικό μήκος 409 m), η καμπύλη σε κάτοψη γέφυρα Νέδοντα στην Περιφερειακή της Καλαμάτας (Εικ. 11β) (κεντρικό άνοιγμα 160 m, συνολικό μήκος 360 m), η γέφυρα Κατούνας στο τμήμα 2.3 της Ε.Ο. (κεντρικό άνοιγμα 132 m, συνολικό μήκος 289 m, εφαρμογή προσωρινής στήριξης), η γέφυρα Στέρνας στον αυτοκινητόδρομο Κορίνθου-Τρίπολης (κεντρικό άνοιγμα 110 m, συνολικό μήκος 240 m), η γέφυρα Παλιουριά στο φράγμα του Ιλαρίωνα (κεντρικό άνοιγμα 120 m, συνολικό μήκος 370.85), οι γέφυρες της ΔΕΗ στην Πλατανόβρυση κ.ά.

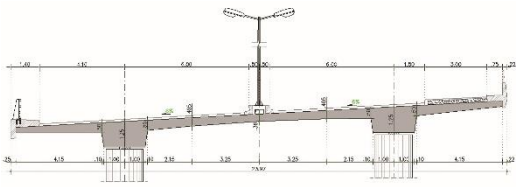
(α) (β)

Εικόνα 6 (α) Γέφυρα Βρύχωνα, η πρώτη γέφυρα στην Ελλάδα από οπλισμένο σκυρόδεμα (Πηγή: Δημ. Κέντρο Ιστορίας & Τεκμηρίωσης Βόλου, Φωτογραφικό Αρχείο Ζημέρη) (β) Γέφυρα ανισόπεδου κόμβου Πέτρου Ράλλη στην Αθήνα (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)

(α)



(β)



(γ)

(δ)

(ε)

(στ)

(ζ)

Εικόνα 7 (α) Γέφυρα ανισόπεδου κόμβου Κουκακίου στην Αθήνα (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (β) Τυπική διατομή γέφυρας ανισόπεδου κόμβου Κουκακίου (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (γ) Διατομή γέφυρας Καισαριανής στην Αθήνα (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (δ) Χαραδρογέφυρα Καβάλας στην Εγνατία Οδό (Πηγή: ΟΔΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΕ) ε) Γέφυρα Νέστου στην Εγνατία Οδό (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (στ) Γέφυρα BR50 στον αυτοκινητόδρομο Ε65 (Πηγή: ΤΕΡΝΑ ΑΕ) (ζ) Γέφυρα σύνδεσης 6ου προβλήτα Ο.Λ.Θ. με Ε.Ο. Θεσσαλονίκης – Αθηνών, μήκος 2 540 m με προκατασκευασμένες δοκούς L = 31.75 m (Πηγή: Ι. Μαυράκης)

Εικόνα 8 Γέφυρα Λίσσου, πρώτη εφαρμογή μεθόδου προώθησης στην Ελλάδα (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)

(α) (β)

Εικόνα 9 (α) Γέφυρα Τ11 στον Περιφ. της Αθήνας, 1η προώθηση με προσωρινή ανάρτηση (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (β) Σιδηροδρομική γέφυρα ΣΓ12 στο Λιανοκλάδι (Πηγή: ΚΑΝΩΝ ΑΕ)

(α) (β)

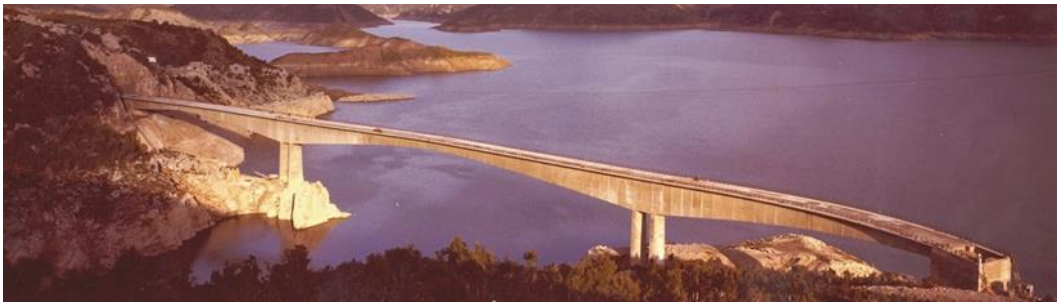
Εικόνα 10 (α) Σιδηροδρομική γέφυρα Αχλαδόκαμπου, 1η εφαρμογή μεθόδου προωθούμενου φορείου στην Ελλάδα (Πηγή: Ν. Χρονέας) (β) Γέφυρα Κρυσταλλοπηγής στην Εγνατία Οδό (Πηγή: DENCO ΑΕ)

(α) (β)

Εικόνα 11 (α) Σύμμικτη γέφυρα νότιας πρόσβασης ζεύξης Ρίου (Πηγή: Α.Σταθόπουλος-ΓΕΦΥΡΑ ΑΕ) (β) Γέφυρα ποταμού Νέδοντα (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)

(α) (β)

Εικόνα 12 (α) Σιδηροδρομική γέφυρα Τ12 στον Αξιό ποταμό (Πηγή: ΜΕΤΕ ΣΥΣΜ ΑΕ) (β) Οδική γέφυρα Σερβίων πάνω από την ομώνυμη τεχνητή λίμνη (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)



Εικόνα **13** Οδική γέφυρα Τατάρνας, 1η προβολοδόμηση στην Ελλάδα (Πηγή: Π. Ζωγραφίδης)

(α)

(β)

(γ)

Εικόνα 14 (α) Οδική γέφυρα Αράχθου στην Εγνατία Οδό (Πηγή: ΤΤΑ ΑΕ) (β) Οδική γέφυρα Μετσόβου στην Εγνατία Οδό (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (γ) Οδική γέφυρα Γρεβενιώτικου στην Εγνατία Οδό (Πηγή: ΤΤΑ ΑΕ)

5 ΧΑΛΥΒΔΙΝΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΜΙΚΤΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

5.1 Γενικά

Περί το τέλος του 19^{ου} αιώνα και τις αρχές του 20^{ου} σημειώνεται μία εκτεταμένη εφαρμογή σιδηρών γεφυρών στο σιδηροδρομικό δίκτυο της χώρας. Το μεγαλύτερο μέρος των γεφυρών αυτών ήταν δικτυωτές και ένα μικρότερο ολόσωμες· στο σύνολό τους οι γέφυρες ήταν ηλωτές. Το υλικό τους, όπως προέκυψε από ελέγχους σε υφιστάμενες και μάλιστα υπό λειτουργία ακόμη γέφυρες, ήταν πολύ καλής ποιότητας, ομοιογενές, χωρίς εσωτερικά ελαττώματα· το υλικό αυτό αβίαστα σήμερα θα μπορούσε να καταταγεί στην κατηγορία S235. Το συνηθέστερο στατικό σύστημα ήταν το αμφιέρειστο, με ανοίγματα μέχρι 80 m εφαρμόσθηκε όμως συχνά και το τολμηρό για την εποχή συνεχές σύστημα με συνήθη ανοίγματα 50 ÷ 60 m. Σποραδικά εφαρμόσθηκαν το αμφιπροέχον σύστημα με άνοιγμα μέχρι 120 m, το τριαρθρωτό με άνοιγμα μέχρι 80 m και το τόξο με ελκυστήρα [4],[5].

Οι γέφυρες κατασκευάσθηκαν στο πλαίσιο των μεγάλων επενδυτικών προγραμμάτων της εποχής Χ. Τρικούπη, από ευρωπαϊκούς επιχειρηματικούς ομίλους. Ο σχεδιασμός τους έγινε από ξένους μελετητές, η δε κατασκευή των χαλυβδοστοιχείων εξ ολοκλήρου στο εξωτερικό· ωστόσο η ανέγερση των γεφυρών εκτελέσθηκε από ελληνικές τεχνικές εταιρίες, οι οποίες ανδρώθηκαν ταχύτατα και ανέπτυξαν σημαντική τεχνογνωσία. Οι μελετητικές απαιτήσεις ήταν πρωτόλειες

και περιορίζονταν στην αρχή σε τεχνικές οδηγίες ενσωματούμενες στη σύμβαση κατασκευής μεταξύ του ελληνικού κράτους και του επιχειρηματικού ομίλου· λίγο αργότερα, μετά το 1891, άρχισαν να εφαρμόζονται οι γαλλικοί κανονισμοί της εποχής.

Μετά τους βαλκανικούς πολέμους η παραγωγή χαλυβδογεφυρών άρχισε να μειώνεται ραγδαία και μηδενίσθηκε μετά τον Α΄ Π.Π. Οι τελευταίες γέφυρες που κατασκευάσθηκαν ήταν στο μόλις απελευθερωθέν τμήμα Παπαπούλι-Πλατύ· στη Μακεδονία και τη Θράκη δεν υπήρξε καμία δραστηριότητα, δεδομένου ότι εκεί το ελληνικό κράτος παρέλαβε ακέραιο το δίκτυο των οθωμανικών σιδηροδρόμων.

Δυστυχώς, κατά το Β΄ Π.Π., καταστράφηκε το σύνολο σχεδόν των χαλυβδογεφυρών του σιδ. δικτύου, οι οποίες όμως ανακατασκευάσθηκαν ταχύτατα μετά την ομαλοποίηση της πολιτικής κατάστασης της χώρας. Σημαντικό ρόλο στην ανασυγκρότηση αυτή έπαιξε ο Α. Κωστέας, υφηγητής ΕΜΠ, Δ/ντής Μελετών και μετέπειτα Γεν. Δ/ντής στον ΟΣΕ, μια μεγάλη προσωπικότητα, που αβίαστα θα μπορούσε να χαρακτηρισθεί ως «η επιτομή του μηχανικού» με εξαιρετική θεωρητική και πρακτική εμπειρία στον τομέα των χαλυβδογεφυρών.

Ο Α. Κωστέας οργάνωσε τη Δ/νση Μελετών & Κατασκευών του ΟΣΕ, ανέπτυξε συνεργάτες και παρήγαγε πλούσιο συγγραφικό έργο (πάνω στο οποίο στηρίχθηκε για μεγάλο χρονικό διάστημα η διδασκαλία σιδηρών στο ΕΜΠ) και οργάνωσε μια εξαιρετικά ισχυρή υπηρεσία συντήρησης, η οποία κράτησε ζωντανό το δίκτυο και τις γέφυρες μέχρι τις μέρες μας.

Οι χαλύβδινες γέφυρες επανήλθαν στο προσκήνιο σχετικά πρόσφατα, υπό τη νεότερη πλέον μορφή των συμμίκτων γεφυρών, κυρίως σε οδικά αλλά και σιδηροδρομικά έργα. Η κατάργηση των δασμών, η μεγάλη ανάπτυξη των μεταφορών, η ευελιξία και η ταχύτητα κατασκευής ήταν παράγοντες, οι οποίοι ευνόησαν την ανάπτυξή τους.

Ο σχεδιασμός των γεφυρών αυτών γινόταν μέχρι πρόσφατα κατά κανόνα με το γερμανικό κανονισμό DIN 18800-1/81 και τα συμπληρώματά του· οι νέες γέφυρες σχεδιάζονται πλέον με βάση τον Ευρωκώδικα EN 1994 ή τη γερμανική εκδοχή του DIN FB 104. Χρησιμοποιούνται γενικά χάλυβες κατηγορίας S355, J_2, J_R, J_0 κατά EN 10025, διατμητικοί ήλοι τύπου Nelson, προεντεταμένοι κοχλίες 10.9 και σκυρόδεμα C30/37 σύμφωνα προς το EN 206 (~B35 σύμφωνα προς το DIN 1045).

5.2 Δοκιδωτές γέφυρες

5.2.1 Γενικά

Το κοινό χαρακτηριστικό όλων των σύγχρονων ελληνικών χαλυβδοκαταστρωμάτων είναι ο δοκιδωτός χαρακτήρας τους· πρόκειται περί καταστρωμάτων πολλαπλών συγκολλητών δοκών, τοποθετούμενων στην τελική τους θέση με γερανούς ή με τη μέθοδο της προώθησης. Από στατικής πλευράς έχουν επικρατήσει πλήρως τα υπερστατικά συστήματα, κυρίως οι συνεχείς δοκοί. Η σκυροδέτηση της πλάκας κυκλοφορίας γίνεται πάνω σε φέρουσες πρόπλακες ή τραπεζοειδή χαλυβδόφυλλα· σε ελάχιστες περιπτώσεις εφαρμόσθηκαν ειδικά φορεία σκυροδέτησης.

Συνήθως τοποθετούνται χαλύβδινες διαδοκίδες πάνω από τις στηρίξεις και ενδιάμεσες σε αποστάσεις μέχρι 8 m, για τη σταθεροποίηση του ζεύγματος κατά τη σκυροδέτηση· σχετικά πρόσφατα άρχισαν να εφαρμόζονται σε μικρά και μεσαία ανοίγματα μπετονένιες διαδοκίδες πάνω από τις στηρίξεις, αντί των χαλυβδίνων, προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα.

5.2.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Γέφυρα Αχελώου, επί του υπηρεσιακού δρόμου προς τον ΥΗΣ Μεσοχώρας

Η γέφυρα είναι μια από τις πρώτες σύμμικτες στη χώρα· έχει συνολικό μήκος 80 m, 2 λωρίδες κυκλοφορίας, 3.75 m η καθεμία και 2 πεζοδρόμια των 0.75 m (Εικ. 15α). Η γέφυρα σχεδιάσθηκε και για διέλευση του εξοπλισμού του σταθμού με ειδικά βαριά οχήματα των 200 t, πέραν της προβλεπόμενης για τη συνήθη χρήση κλάσης 60/30 t.

Το κατάστρωμα αποτελείται από τρεις ολόσωμες σύνθετες κύριες δοκούς, συνολικού ύψους 3.10 – 3.12 m, σε αξονικές αποστάσεις 3.25, συνδεόμενες μεταξύ τους με πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος συνολικού πάχους 25 cm χωρίς ενδιάμεσες διαδοκίδες. Οι κύριες δοκοί συνδέονται ανά 8 m με κατακόρυφους δικτυωτούς συνδέσμους ακαμψίας προς αποτροπή πλευρικού λυγισμού του άνω πέλματος στη φάση της ανέγερσης και σκυροδέτησης (Εικ. 15α).

Η συναρμολόγηση και η ανέγερση του καταστρώματος έγινε σε ξηρή καλοκαιρινή περίοδο με γερανούς δυναμικότητας 250 t (1993).

Γέφυρα Ποτείδαιας

Η οδογέφυρα Ποτείδαιας γεφυρώνει την ομώνυμη διώρυγα στο λαιμό της χερσονήσου Κασσάνδρας. Είναι συνεχής, ενός κλάδου με πλάτος 11.5 m, συνολικό μή-

κος 165.5 m και τρία ανοίγματα (44 - 77.5 - 44) (Εικ. 15β). Υπήρξε η πρώτη σύμμικτη γέφυρα στην Ελλάδα που κατασκευάσθηκε με τη μέθοδο της προώθησης.

Το κατάστρωμά της μορφώνεται με τρεις κύριες χαλύβδινες δοκούς διατομής διπλού ταυ (⌶) σταθερού ύψους 2.4 m, με μεταβλητά πλάτη / πάχη άνω και κάτω πελμάτων. Κάθε κύρια δοκός συντίθεται από 13 σπονδύλους συνδεδεμένους με προεντεταμένες κοχλιωτές συνδέσεις. Οι κύριες δοκοί συνδέονται μεταξύ τους με εγκάρσια δικτυωτά ή ολόσωμα διαφράγματα, ενώ στο άνω πέλμα διατάσσεται αντιανέμιος σύνδεσμος, απαραίτητος για την ευστάθεια του μεταλλικού φορέα κατά τη ανέγερσή του.

Η μέγιστη ταχύτητα προώθησης ήταν περί το 1 m/min. Η μέγιστη οριζόντια δύναμη έλξης που ασκήθηκε από το βαρούλκο για την υπερνίκηση των τριβών ανήλθε σε ~5.5% του συνολικού βάρους του μεταλλικού φορέα.

Λόγω του θαλασσίου περιβάλλοντος εφαρμόσθηκε ένα ιδιαίτερα αυστηρό σύστημα βαφής, εγγυημένης διάρκειας ζωής 20 ετών, συνολικού πάχους 550 μm (2001).

Γέφυρα Λεωφόρου Κηφισού

Οδική γέφυρα συνολικού μήκους ~1 400 m, θεωρητικού ανοίγματος 32.9 m πάνω από τον Κηφισό ποταμό στην Αθήνα (Εικ. 16γ). Η γέφυρα μορφώθηκε ως σύμμικτη για λόγους ταχύτητας κατασκευής και μείωσης των νεκρών βαρών (λόγω προβλημάτων θεμελίωσης). Η όλη γέφυρα υποδιαιρέθηκε σε 18 υπογέφυρες, με μέγιστο μήκος καθεμιάς ~100 m. Κάθε υπογέφυρα μορφώθηκε με δύο προεντεταμένες κύριες δοκούς διατεταγμένες παράλληλα προς τον ποταμό στις δύο όχθες του, εγκάρσιες χαλυβδοδοκούς ανά ~2.5 m (κάθετες επί τον άξονα ροής) και πλάκα κυκλοφορίας, ενεργού πάχους 0.2 m (Εικ. 16δ).

Η «τυπική» υπογέφυρα περιλαμβάνει τρία ανοίγματα των 25 m, γεφυρούμενα με τις κύριες διαμήκεις προεντεταμένες δοκούς διατομής 2.05×2 m, εδραζόμενες μέσω ελαστομεταλλικών εφεδράνων σε κυκλικής διατομής στύλους. Η αποκατάσταση της συνέχειας μεταξύ των εγκαρσίων χαλυβδοδοκών και των διαμήκων προεντεταμένων επετεύχθη με προεντεταμένους αγκυροκοχλίες κατηγορίας 10.9 και αναμονές (2004).

Νότια Γέφυρα πρόσβασης της ζεύξης Ρίου - Αντιρρίου

Πρόκειται για τη γέφυρα που συνδέει τη ζεύξη Ρίου-Αντιρρίου με την Ολυμπία Οδό. Έχει συνολικό μήκος 985 m, αποτελούμενη από 2 υπογέφυρες (379 m + 606 m). Στο μεγαλύτερο τμήμα της μορφώνεται ως δίδυμη σύμμικτη συνεχής γέφυρα, αποτελούμενη από επιμέρους ανοίγματα 28.5 έως 62 m ένα μό-

νο τμήμα της μήκους 80 m μορφώνεται ως πλακογέφυρα 4 ανοιγμάτων των 20 m (Εικ. 11α).

Η διατομή του σύμμικτου καταστρώματος μορφώνεται με 2 δοκούς μορφής διπλού ταυ (⊥), με διαδοκίδες ανά 8.3 m και πλάκα κυκλοφορίας πάχους 27 ÷ 29 cm. Είναι το μόνο κατάστρωμα στη χώρα κατασκευασμένο από χάλυβα S460. Η έδραση στα βάθρα πραγματοποιείται με ελαστομεταλλικά εφέδρανα και υδραυλικούς αποσβεστήρες.

Η θεμελίωση πραγματοποιείται γενικά επί φρεατοπασσάλων ∅1.8, βάθους 21 m, πλην ενός μικρού τμήματος (προς τη ζεύξη), όπου εφαρμόσθηκαν σωληνωτοί χαλυβδοπάσσαλοι ∅2, βάθους 43 m (2003).

5.2.3 Άλλες αξιόλογες γέφυρες

Εκτός από τις παραπάνω υπάρχει σήμερα στη χώρα σημαντικός αριθμός συμμίκτων δοκιδωτών καταστρωμάτων. Μεταξύ αυτών είναι η οδογέφυρα της Λεωφ. Κύμης (συνολικό μήκος 300 m, μέγιστο άνοιγμα 60 m) (Εικ. 16α,β), η Σ.Γ. του ΟΣΕ πάνω από τον Κηφισό ποταμό στην περιοχή Ρέντη της Αθήνας (συνολικό μήκος 436 m, μέγιστο άνοιγμα 34.5 m) (Εικ. 16ε), οι γέφυρες Τ8 και Τ10 στα τμήματα 2.3 και 2.4 της Εγνατίας Οδού, η γέφυρα Γ4 στο τμήμα 1.1.2 της Εγνατίας Οδού (συνολικό μήκος 187.75 m, μέγιστο άνοιγμα 68 m) (Εικ. 16στ), η σιδηροδρομική γέφυρα ΣΓ3Α στο τμήμα Λιανοκλάδι-Δομοκός (συνολικό μήκος ~250 m, μέγιστο άνοιγμα 25 m), οι γέφυρες στον υπερχειλιστή του ΥΗΣ Πουρνάρι ΙΙ και στον ταμιευτήρα του ΥΗΣ Λάδωνα, η Άνω Διάβαση στον κόμβο Καλοχωρίου (συνολικό μήκος 214 m, μέγιστο άνοιγμα 86 m) και άλλες.

5.3 Τοξωτές γέφυρες

5.3.1 Γενικά

Στην ύστερη οθωμανική περίοδο και την πρώτη περίοδο του νέου ελληνικού κράτους κατασκευάσθηκε ένας μεγάλος αριθμός πέτρινων θολωτών γεφυρών, βασιζόμενων κυρίως στην εμπειρία αλλά και κάποιες στατικές γνώσεις και διαίσθηση των αρχιμαστόρων (ιδέ και §2.3)· οι γέφυρες αυτές, αν και απλές στη σύλληψή τους, συνέβαλαν στην ανάπτυξη κατασκευαστικής εμπειρίας. Περί το τέλος του 19^{ου} αιώνα κατασκευάσθηκαν ένα υψηλής τεχνικής χαλύβδινο σιδηροδρομικό τριαρθρωτό τόξο ανοίγματος 80 m και ένα επίσης χαλύβδινο τόξο με ελκυστήρα, τα οποία δυστυχώς κατεστράφησαν κατά το Β΄ Π.Π. Έκτοτε ελάχιστες μόνον τοξωτές γέφυρες, μικρού και μεσαίου ανοίγματος, από οπλισμένο σκυρόδεμα κατασκευάσθηκαν στη χώρα (γέφυρα Κοσκάραγα στη Μάνη)· το κόστος κατασκευής

του προσωρινού ξυλοτύπου απεδείχθη σύντομα απαγορευτικό και έτσι ο τύπος αυτός σταδιακά έσβησε.

Πρόσφατα το τόξο ήρθε και πάλι στο προσκήνιο με τη μορφή χαλύβδινων τοξωτών γεφυρών με αναρτημένο (σύμμικτο) κατάστρωμα· ήδη υπάρχουν και λειτουργούν μια οδική και μια σιδηροδρομική γέφυρα, κατασκευάζεται μια ακόμη σιδηροδρομική ενώ υφίσταται και μια γέφυρα μεταφοράς δικτύων και 5 πεζογέφυρες.

5.3.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Γέφυρα Τσακώνας

Πρόκειται για μία ιδιαίτερη οδική γέφυρα, 4 λωρίδων κυκλοφορίας, συνολικού μήκους 490 m και μέγιστου ανοίγματος 300 m (Εικ. 17α)· το κύριο άνοιγμα διαμορφώνεται με δύο παράλληλα χαλύβδινα τόξα, συνδεόμενα μεταξύ τους με οριζόντιο σύνδεσμο τύπου Κ και ένα, αναρτώμενο από τα τόξα, σύμμικτο κατάστρωμα (Εικ. 17β). Η γέφυρα έχει σχεδιασθεί για να γεφυρώσει μία ήδη κατολισθημένη ορεινή περιοχή, τα πρανή της οποίας υπόκεινται δυνητικά σε μετακινήσεις τάξεως 0.2 m.

Τα τόξα, βέλους πάνω από το κατάστρωμα 45 m, είναι κιβωτιοειδή εξωτερικών διαστάσεων 1 600 × 2 800 mm, μορφούμενα με χαλυβδόφυλλα πάχους 70-120 mm στα πέλματα και 20 - 40 mm στους κορμούς· είναι εσωτερικά προσπελάσιμα καθ' όλο το μήκος τους (Εικ. 17γ).

Το κατάστρωμα αναρτάται από τα τόξα ανά 12 m με πλεκτά γαλβανισμένα συρματόσχοινα κλειστού τύπου ∅80 ÷ ∅100 και εδράζεται επί του φορέα πρόσβασης και του δεξιού ακροβάθρου με 4 αγκυρωμένα ελαστομεταλλικά εφέδρανα 900 × 900 × 198 και 8 αποσβεστήρες των 500 kN.

Εφαρμόσθηκαν γενικά χαλυβδόφυλλα S355J2. Η ανέγερση των τόξων έγινε με τη μέθοδο «heavy lifting» επί βοηθητικών πύργων ενώ η ανέγερση του καταστρώματος με γερανούς (2016).

Γέφυρα Ικονίου, στη Δυτική πλευρά του Αιγάλεω

Σιδηροδρομική γέφυρα, μονής τροχιάς, 7 αμφιερείστων ανοιγμάτων, καμπύλη σε κάτοψη, συνολικού μήκους 270 m (25 + 25 + 110 + 25 + 30 + 30 + 25) (Εικ. 18β). Το μεγάλο άνοιγμα των 110 m, το οποίο γεφυρώνει μία τοπική κατολίσθηση, μορφώνεται ως τόξο, ενώ τα λοιπά ανοίγματα μορφώνονται ως σύμμικτες κιβωτιοειδείς δοκοί. Έχουν σχεδιασθεί δύο παράλληλα μεταξύ τους κατακόρυφα παραβολικής μορφής τόξα με ελκυστήρα, με βέλος 18 m στο μέσον τους. Η δια-

τομή τους είναι κιβωτιοειδής ορθογωνική, σταθερού πλάτους 1 000 mm και μεταβλητού ύψους 1 200 ÷ 2 700 mm. Οι 2 ελκυστήρες των τόξων έχουν διατομή I ύψους 3000 mm και πλάτους πέλματος 850/1 250.

Το κατάστρωμα είναι εξ ολοκλήρου χαλύβδινο, με διαδοκίδες μορφής ⊥ ανά 2 400 mm, ύψους 1 100 mm. Η πλάκα του καταστρώματος είναι ορθότροπη (σπάνια περίπτωση στην Ελλάδα), με πάχος 25 mm και ενίσχυση με διαμήκη νεύρα ακαμψίας ανά 500 mm. Η ανάρτηση πραγματοποιείται με 2 × 10 ράβδους ∅130 mm διατεταγμένες ανά 9.6 m.

Τα τόξα συνδέονται μεταξύ τους με κιβωτιοειδούς διατομής αντηρίδες πλάτους 1 000 mm και διαγωνίους ∅298.5 / t=12.5 mm.

Η συναρμολόγηση του τόξου έγινε παραπλεύρως της τελικής του θέσης· μετά τη συναρμολόγηση το τόξο μεταφέρθηκε και ανυψώθηκε στην τελική του θέση με γρύλλους (2010).

Σιδηροδρομική γέφυρα Εκκάρας στο τμήμα Λιανοκλάδι-Δομοκός

Σιδηροδρομική κοιλαδογέφυρα διπλής τροχιάς συνολικού μήκους 406.70 m, αποτελούμενη από 3 ανεξάρτητα τοξωτά ζεύγματα με ελκυστήρα (125.4 - 148.2 - 125.4), αρθρούμενα αξονικά μεταξύ τους.

Κάθε ζεύγμα μορφώνεται με 2 κοίλης κυκλικής διατομής τόξα, πάχους 60/80 mm, ελαφρώς κεκλιμένα (1:10) ως προς την κατακόρυφο, συνδεόμενα μεταξύ τους με σωληνωτούς αποστάτες, και ένα σύμμικτο κατάστρωμα, μορφούμενο με 2 ακραίους κιβωτιοειδούς διατομής ελκυστήρες, χαλύβδινες διαδοκίδες ανά 3.8 m και ολόσωμη πλάκα κυκλοφορίας, πάχους 30÷44 cm.

Το θεωρητικό βέλος των τόξων είναι 25.08 mm στα 2 ακραία ζεύγματα και 29.64 mm στο κεντρικό.

Το κατάστρωμα αναρτάται αρθρωτά από τα τόξα με ράβδους ∅180 ανά 11.40 m.

Η έδραση των ζευγμάτων επί των βάθρων πραγματοποιείται πάνω σε εφέδρανα σεισμικής μόνωσης FPS, επικουρούμενη για την ανάληψη των σεισμικών δράσεων και από υδραυλικούς αποσβεστήρες.

Η κατασκευή του έργου είναι αρκετά σύνθετη. Το κατάστρωμά του διαμορφώνεται επί κλίνης στο έργο, με επιτόπου ηλεκτροσυγκολλούμενα προκατασκευασμένα χαλυβδοστοιχεία και πλάκα κυκλοφορίας από σκυρόδεμα· μετά την ολοκλήρωση ενός τμήματος, προωθείται στην οριστική του θέση με υδραυλικούς προωθητήρες, εδραζόμενο στα 2 μόνιμα μεσόβαθρα του έργου και σε 6 δικτυωτά προσωρινά. Μετά την ολοκλήρωση της προώθησης ανεγείρονται τα τόξα με γερανούς (κινούμενους επί του καταστρώματος), εδραζόμενα επί προσωρινών πύρ-

γων και ηλεκτροκολλούνται μεταξύ τους· στη συνέχεια απομακρύνονται οι πύργοι, τοποθετούνται οι αναρτήρες και αποξηλώνονται τα προσωρινά βάθρα που φέρουν το κατάστρωμα.

Το έργο βρίσκεται στο στάδιο της κατασκευής (προβλεπόμενη ολοκλήρωση 2018) (Εικ. 19β).

5.3.3 Άλλες αξιόλογες γέφυρες

Πέραν των παραπάνω γεφυρών υπάρχουν ακόμη στη χώρα μια τοξωτή γέφυρα αγωγών και ελαφράς κυκλοφορίας πάνω από τον Ισθμό της Κορίνθου (Εικ. 18α), ανοίγματος 110 m, τρεις πεζογέφυρες στον αυτοκινητόδρομο Αθήνα-Λαμία (Σεπόλια, Κ. Κηφισιά, Καμ. Βούρλα), μια στον αστικό ιστό της Θεσσαλονίκης και μια στον αυτοκινητόδρομο Τρίπολη-Καλαμάτα, στην είσοδο της Καλαμάτας (Εικ. 19α).

5.4 Δικτυωτές γέφυρες

5.4.1 Γενικά

Κατά την περίοδο κατασκευής του ελληνικού σιδηροδρομικού δικτύου σχεδιάσθηκαν και κατασκευάσθηκαν μεγάλες και εξαιρετικά τολμηρές για την εποχή τους δικτυωτές γέφυρες, μεταξύ αυτών η $1^{η}$ γέφυρα του Ισθμού, ανοίγματος 81.4 m (1893), η γέφυρα Αχλαδοκάμπου (συνολικό μήκος 253 m, μέγιστο άνοιγμα 72.5 m), η γέφυρα Αλφειού (6 ανοίγματα των 51.6 m), η γέφυρα Γοργοποτάμου (7 ανοίγματα των 29.12 m)(1906), η γέφυρα Ασωπού (συνολικό μήκος 180 m, μέγιστο άνοιγμα 80 m), η γέφυρα Μπράλου (συνολικό μήκος 323.5 m, μέγιστο άνοιγμα 120 m), οι γέφυρες στην Εκκάρα, συνολικού μήκους 120 m (6×20 m) και 80 m (4×20 m) (1906). Στον γράφοντα είναι ακόμη γνωστές οι δίδυμες οδογέφυρες επί του Ευρώτα, στην είσοδο της Σπάρτης (σώζεται η μια εξ αυτών) και η οδογέφυρα στο ρέμα της Κελεφίνας, επί της Ε.Ο. Τρίπολης-Σπάρτης, λίγο έξω από τη Σπάρτη.

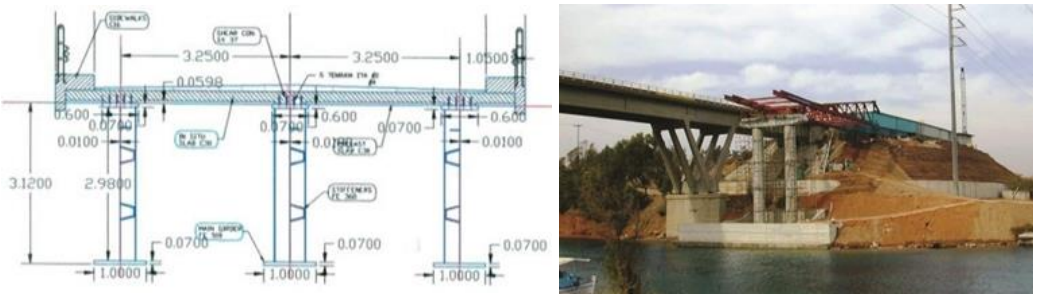
Δυστυχώς το σύνολο σχεδόν των γεφυρών αυτών καταστράφηκε στο Β΄ Π.Π.

Μετά τον πόλεμο είναι λίγες πλέον οι δικτυωτές γέφυρες, που κατασκευάσθηκαν στην Ελλάδα. Μεταξύ αυτών ξεχωρίζουν η οδική γέφυρα του Αλιάκμονα (Εικ. 19γ) στο δρόμο Λάρισα – Κοζάνη, αποτελούμενη από 3 αμφιέρειστα ζεύγματα των 50.40 m και κυρίως η οδική και σιδηροδρομική γέφυρα του Ισθμού Κορίνθου ανοίγματος ~80 m (Εικ. 19δ).

Οι τελευταίες δύο γέφυρες, παρότι βρίσκονται πολύ κοντά στο επίκεντρο του ισχυρότατου σεισμού του 1981, υπέστησαν ασήμαντες βλάβες· εξ αυτών η οδική

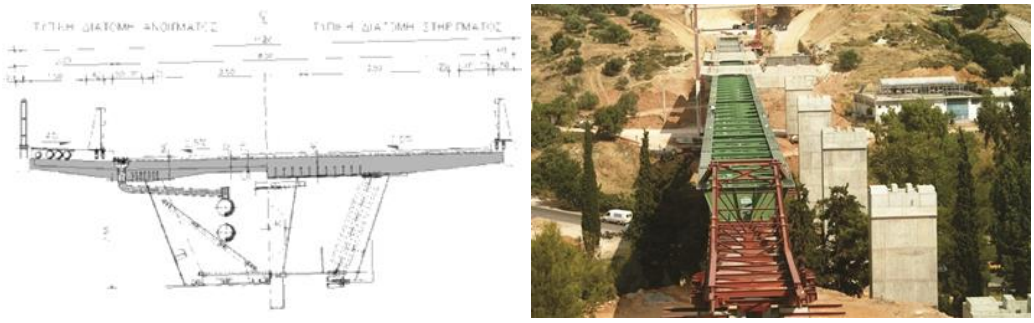
επισκευάσθηκε (αντικατάσταση εφεδράνων) και αναβαθμίσθηκε ελαφρώς, βρίσκεται δε και σήμερα υπό κυκλοφορία.

Επιδιορθώθηκαν επίσης και αναβαθμίσθηκαν (ή ανακατασκευάσθηκαν) αρκετές σιδηροδρομικές δικτυωτές γέφυρες, μερικές από τις οποίες λειτουργούν ακόμη χάρη στην πολύ καλή αρχική κατασκευή τους και την άριστη συντήρηση. Μεταξύ αυτών, σημαντικότερες είναι η γέφυρα Παπαδιάς (Εικ. 19ε), συνολικού μήκους 277 m (1×52 + 3×58 + 1×54) (1949), η γέφυρα Γοργοποτάμου (Εικ. 19στ), συνολικού μήκους 194 m (5×28 + 2×27) (1948), η γέφυρα Γαλλικού (Εικ. 20α), συνολικού μήκους 122.40 m (2×61.2 m) (1896), οι γέφυρες Αξιού (Εικ. 20β), συνολικού μήκους 286 m (8×32 + 1×30) και ~590 m (17×34.7) (1888 και 1931).



(α) (β)

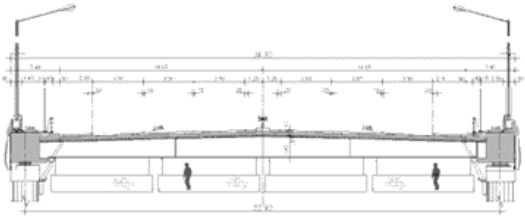
Εικόνα 15 (α) Τυπική διατομή γέφυρας Αχελώου (Πηγή: Φ. Καρυδάκης) (β) Οδογέφυρα Ποτείδαιας πάνω από την ομώνυμη διώρυγα. 1η προώθηση χαλυβδογέφυρας στην Ελλάδα (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)



(α) (β)

Εικόνα 16 (α-β) (α) Γέφυρα Λεωφόρου Κύμης κατά την προώθηση (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (β) Τυπική διατομή γέφυρας Λεωφόρου Κύμης (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)

(γ)



(δ)

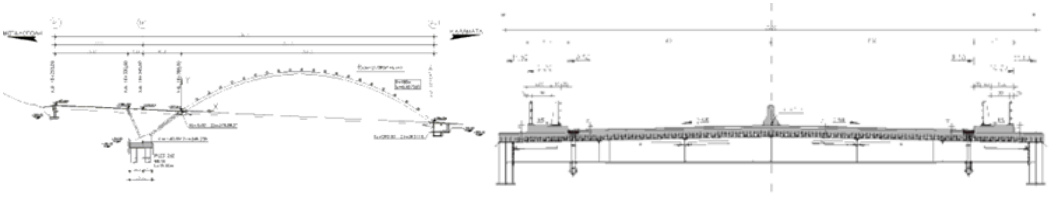
(ε)

(στ)

Εικόνα 16 (γ-στ) (γ) Γέφυρα Λεωφόρου Κηφισού. Διακρίνονται οι προεντεταμένες κύριες δοκοί (παράλληλα προς τον άξονα του ποταμού), οι εγκάρσιες χαλυβδοδοκοί και οι προεντεταμένοι κοχλίες συρραφής (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (δ) Τυπική διατομή γέφυρας Λεωφόρου Κηφισού (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (ε) Σιδηροδρομική γέφυρα στην Αθήνα (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (στ) Οδική γέφυρα Γ4 στην Εγνατία Οδό (Πηγή: ΤΤΑ ΑΕ)

(α)

Εικόνα 17 (α) Οδική γέφυρα Τσακώνας (Πηγή: ΤΕΡΝΑ ΑΕ)



(β) (γ)

Εικόνα 17 (β-γ) (β) και (γ) Κατά μήκος τομή και τυπική διατομή της οδικής γέφυρας Τσακώνας (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)

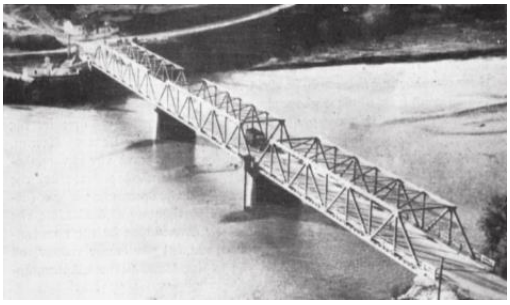
(α)

(β)

Εικόνα 18 (α) Τοξωτή γέφυρα στη διώρυγα της Κορίνθου (Πηγή: Δ. Μπαϊρακτάρης) (β) Σιδηροδρομική γέφυρα Ικονίου στη φάση κατασκευής (Πηγή: Α. Χρυσίνας)

(α)

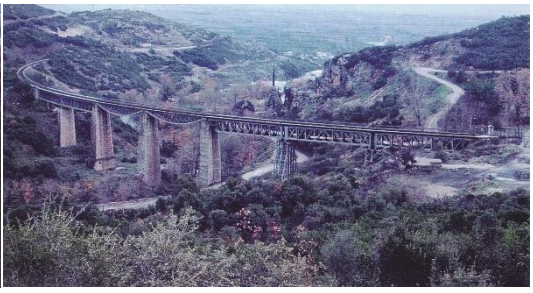
(β)



(γ)

(δ)

(ε)



(στ)

Εικόνα 19 (α) Πεζογέφυρα στην Καλαμάτα (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (β) Σιδηροδρομική γέφυρα Εκκάρας (φωτορεαλισμός- Πηγή: ΕΡΓΟΣΕ) (γ) Οδική γέφυρα Αλιάκμονα (Πηγή: Τ.Ε.Ε.) (δ) Παλαιά σιδηροδρομική γέφυρα στη διώρυγα της Κορίνθου (Πηγή: Τ.Ε.Ε.) (ε) Σιδηροδρομική γέφυρα Παπαδιάς (Πηγή: Τ.Ε.Ε.) (στ) Σιδηροδρομική γέφυρα Γοργοποτάμου (Πηγή: Τ.Ε.Ε.)

(α) (β)

Εικόνα 20 (α) Σιδηροδρομική γέφυρα στον Γαλλικό ποταμό (Πηγή: Τ.Ε.Ε.) (β) Σιδηροδρομική γέφυρα στον Αξιό ποταμό (Πηγή: Τ.Ε.Ε.)

6 ΚΡΕΜΑΣΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΩΤΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

6.1 Γενικά

Στις κρεμαστές γέφυρες δεν υπήρξε κάποια παράδοση και δεν υπάρχει ακόμη ουσιαστική εμπειρία στη χώρα μας.

Κάποιες απλές κρεμαστές γέφυρες για διάβαση πεζών και ζώων πρέπει να είχαν κατασκευασθεί παλαιότερα σε ορεινές περιοχές. Αναφέρεται η γέφυρα Τσιμόβου επί του ποταμού Αράχθου, ανοίγματος 50 m, κρεμαστή με χυτοσιδηρή αλυσίδα και ξύλινο κατάστρωμα (η γέφυρα πρέπει να κατασκευάσθηκε το 1930 και να καταστράφηκε στο Β΄ Π.Π.) και η γέφυρα Γκόγκου στο Καλαρρύτικο ποτάμι στην ίδια περιοχή, ανοίγματος 30 m (κατασκευή 1928).

Μεταπολεμικά κατασκευάσθηκε το 1961 επί του Πηνειού ποταμού μία κρεμαστή πεζογέφυρα 94 m, 3 ανοιγμάτων (20 + 54 + 20), με κατάστρωμα από προεντεταμένο σκυρόδεμα στα ακραία ανοίγματα, χαλυβδοδοκούς στο κεντρικό (Εικ. 25β) και αλυσίδα συντιθέμενη από χαλυβδοελάσματα.

Προσπάθεια κατασκευής μεγάλων κρεμαστών γεφυρών δεν ευδοκίμησαν. Κατά τον πρώτο διαγωνισμό για τη ζεύξη Ρίου – Αντιρρίου (1987) είχαν προταθεί δύο λύσεις με κρεμαστή γέφυρα, με άνοιγμα άνω των 1 000 m, οι οποίες όμως δεν προχώρησαν λόγω των ιδιαιτέρων δυσχερειών θεμελίωσης των πυλώνων (αντ' αυτών υλοποιήθηκε αργότερα η λύση των καλωδιωτής γέφυρας). Επίσης και στην Εγνατία Οδό, κοντά στο Μέτσοβο, προτάθηκε μία εξαιρετικής πρωτοτυπίας και αισθητικής κρεμαστή γέφυρα, ανοίγματος 551.5 m, η οποία επίσης δεν προχώρησε λόγω δυσχερειών αγκύρωσης των κυρίων καλωδίων και μεγάλου κόστους

(αντ' αυτής υλοποιήθηκε η λύση της προβολοδόμησης).

Από τη δεκαετία όμως του 1980, άρχισαν να σχεδιάζονται καλωδιωτές γέφυρες στην Ελλάδα με πρώτα παραδείγματα την πεζογέφυρα στην Πύλη Τρικάλων και την οδογέφυρα Ευρίπου. Σήμερα υπάρχουν 3 οδικές καλωδιωτές γέφυρες και 5 πεζογέφυρες, με σημαντικότερη όλων τη γέφυρα Ρίου - Αντιρρίου. Το μεγαλύτερο ελεύθερο άνοιγμα οδικής γέφυρας ανέρχεται σε 560 m και πεζογέφυρας σε 70.7 m. Εφαρμόσθηκαν τόσον σύμμικτα καταστρώματα, με προκατασκευασμένη ή επί τόπου σκυροδετούμενη την πλάκα κυκλοφορίας, όσον και ολόσωμα εκ σκυροδέματος.

Ως προς τους αναρτήρες έχουν εφαρμοσθεί:

- παράλληλα, ανεξάρτητα μεταξύ τους, συρματόσχοινα ∅5/8΄΄, με περίβλημα PVC και προστασία γράσου, εντός σωλήνων σκληρού πολυαιθυλενίου με εξωτερική ελίκωση
- παράλληλα γυμνά γαλβανισμένα συρματόσχοινα ∅5/8΄΄, εντός σωλήνων σκληρού πολυαιθυλαινίου με ειδική εξωτερική προστατευτική ταινία έναντι της ηλιακής ακτινοβολίας και εσωτερική προστασία με τσιμεντένεμα
- πλεκτά γαλβανισμένα συρματόσχοινα κλειστού τύπου
- ράβδοι τύπου Dywidag, με μούφες, χωρίς εξωτερική προστασία.

Στις δύο μεγαλύτερες γέφυρες (Ρίο και Εύριπος) απαιτήθηκε, λόγω ταλαντώσεων των αναρτήρων, η εγκάρσια σύνδεσή τους με ελαφρώς προεντεταμένα συρματόσχοινα· επιπλέον στη γέφυρα του Ρίου απαιτήθηκε και προσθήκη εξωτερικής απόσβεσης στη βάση ορισμένων από τους αναρτήρες. Η μέχρι σήμερα συμπεριφορά των ελληνικών καλωδιωτών γεφυρών είναι ιδιαίτερα καλή.

6.2 Χαρακτηριστικά παραδείγματα

Γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου [14]

Η γέφυρα διασχίζει τον Κορινθιακό Κόλπο κοντά στην Πάτρα στη Δυτική Ελλάδα. Αποτελείται από μία σειρά καλωδιωτών υπογεφυρών, συνολικού μήκους 2 252 m, και τις εκατέρωθεν δύο γέφυρες πρόσβασης συμβατικού τύπου.

Ένας ιδιαίτερος συνδυασμός εξαιρετικά δυσμενών φυσικών συνθηκών έκανε το έργο ιδιαίτερα δυσχερές: μεγάλο βάθος νερού, βαθιά στρώματα ασθενούς εδάφους, έντονη σεισμική δραστηριότητα, πολύ μεγάλες τεκτονικές μετακινήσεις, κίνδυνος πρόσκρουσης μεγάλων φορτηγών πλοίων και πετρελαιοφόρων.

Ο βυθός παρουσιάζει αρκετά απότομα πρανή σε κάθε πλευρά του στενού και ένα μεγάλο οριζόντιο πλάτωμα περί το κέντρο, σε βάθος από 60 έως 70 m. Δεν

εντοπίσθηκε βραχώδες υπόστρωμα μέχρι και το βάθος των 100 m. Πέραν των άλλων προβλημάτων εντοπίσθηκε και κίνδυνος ρευστοποίησης στη βόρεια ακτή, μέχρι βάθους 20 m.

Οι σεισμικές δράσεις προδιαγράφηκαν, για περίοδο επαναφοράς 2000 ετών. Η μέγιστη επιτάχυνση ελήφθη ίση προς 0.48 g, ενώ η μέγιστη φασματική προς 1.2 g, στο διάστημα μεταξύ 0.2 και 1 s.

Η γέφυρα σχεδιάσθηκε και έναντι τεκτονικών μετακινήσεων 2 m (σε κάθε διεύθυνση), όπως επίσης έναντι πρόσκρουσης πετρελαιοφόρου 180 000 dwt, πλέοντος με ταχύτητα 16 κόμβων.

Για να καταστεί δυνατή η κατασκευή της, χρειάσθηκε να αναπτυχθούν πρωτοποριακές τεχνικές· η αντοχή του βυθού βελτιώθηκε αισθητά με χαλύβδινα σωληνωτά ενθέματα ενώ το κατάστρωμα της γέφυρας διαμορφώθηκε αιωρούμενο καθ' όλο το μήκος του, προσφέροντας έτσι στις μάζες του τη μέγιστη σεισμική μόνωση.

Η γέφυρα (Εικ. 23) παρουσιάζει τρία κεντρικά ανοίγματα, μήκους 560 m, και δύο πλευρικά, μήκους 286 m, συνδεόμενη με τη ξηρά μέσω δύο γεφυρών προσβάσεως, μήκους 392 m στην πλευρά του Ρίου και 239 m στην πλευρά του Αντιρρίου.

Οι 4 πυλώνες, ύψους μέχρι 230 m από τον πυθμένα, εδράζονται επιφανειακά μέσω ενός μεγάλων διαστάσεων υποθαλάσσιου βάθρου, διαμέτρου στη βάση 90 και ύψους 65 m στο βαθύτερο σημείο (Εικ. 23γ).

Για την εξασφάλιση ικανοποιητικής διατμητικής αντοχής στα πρώτα 20 m του εδάφους, τα οποία είναι σχετικά ανομοιογενή και χαμηλών μηχανικών χαρακτηριστικών, το ανώτερο εδαφικό στρώμα του πυθμένα ενισχύθηκε με χαλύβδινα ενθέματα (σωλήνες ∅ 2 m, μήκους 25 ÷ 30 m, σε κάνναβο 7 ÷ 8 m) (Εικ. 23δ).

Το κατάστρωμα της γέφυρας πλάτους 27.2 m διαμορφώθηκε σύμμικτο, με δύο διαμήκεις χαλυβδοδοκούς ύψους 2.2 m, συνδεόμενες μεταξύ τους με εγκάρσιες διαδοκίδες ανά 4 m και μία πλάκα κυκλοφορίας από σκυρόδεμα, πάχους 25 έως 35 cm (Εικ.23β).

Το κατάστρωμα αναρτάται από 8 ομάδες 23 ζευγών αναρτήρων και είναι συνεχές αιωρούμενο καθ' όλο το μήκος των 2 252 m με αρμούς διαστολής μόνο στα δύο άκρα του. Στη διαμήκη διεύθυνση, είναι ελεύθερο να αναλαμβάνει όλες τις θερμικές και τεκτονικές κινήσεις, ενώ οι αρμοί επιτρέπουν παραμορφώσεις μέχρι 2.5 m υπό λειτουργικές συνθήκες και τεκτονικές κινήσεις μέχρι 5 m υπό το ακραίο σεισμικό γεγονός· στην εγκάρσια διεύθυνση συνδέεται με κάθε πυλώνα με 4 υδραυλικούς αποσβεστήρες ικανότητας καθενός 3 500 kN και μία οριζόντια χαλύβδινη αντηρίδα ικανότητας 10 000 kN (Εικ. 23ε).

Οι αναρτήρες διατάσσονται σε δύο κεκλιμένα επίπεδα· συντίθενται από 43 έως 73 παράλληλα γαλβανισμένα συρματόσχοινα με ανεξάρτητη ατομική προστασία εντός σωλήνα PVC.

Οι βάσεις των πυλώνων κατασκευάστηκαν σε δύο φάσεις κοντά στο Αντίρριο· κατασκευάστηκαν πρώτα τα πέδιλά τους εν ξηρώ σε μία δεξαμενή 230×100 m και στη συνέχεια ολοκληρώθηκαν τα κωνικά βάθρα εντός της θάλασσας, σε προσωρινή θέση. Μετά την ολοκλήρωση του κωνικού φρέατος οι ημιτελείς πυλώνες ρυμουλκήθηκαν στην τελική τους θέση και ποντίσθηκαν εδραζόμενα στον προενισχυμένο πυθμένα (Εικ. 23ζ)· στη θέση αυτή γέμισαν με νερό για την επιτάχυνση των αναμενόμενων σημαντικών καθιζήσεων (μεγέθους μεταξύ 0.2 και 0.3 m). Αυτή η προφόρτιση διατηρήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της κατασκευής του κορμού και της κεφαλής του πυλώνα, επισπεύδοντας τις καθιζήσεις.

Η κεφαλή των πυλώνων διαμορφώθηκε χαλύβδινη και τοποθετήθηκε με ένα τεράστιο πλωτό γερανό, ικανό να φθάσει σε ύψος 170 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας (Εικ. 23η).

Το σύμμικτο κατάστρωμα κατασκευάσθηκε με 12μετρους σπονδύλους, προκατασκευαζόμενους στο εργοτάξιο, περιλαμβανομένης και της από σκυρόδεμα πλάκας τους. Οι σπόνδυλοι τοποθετούνταν στην τελική τους θέση με ένα πλωτό γερανό (Εικ. 23στ) και κοχλιώνονταν στο προηγούμενο τμήμα, σύμφωνα προς την κλασική μέθοδο προβολοδόμησης. Μόνο οι αρμοί μικρού πλάτους, αρκετού όμως για να εξυπηρετήσει την παράθεση των ράβδων οπλισμού, σκυροδετήθηκαν επί τόπου.

Το κατάστρωμα ανεγέρθηκε ταυτόχρονα από δύο πυλώνες (συμμετρική προβολοδόμηση). Πέντε έως επτά σπόνδυλοι τοποθετούνταν κάθε εβδομάδα· συνολικά, η ανέγερσή του διήρκεσε 13 μήνες.

Για όλο το έργο απαιτήθηκαν περίπου 210 000 m^3 σκυροδέματος, 57 000 t χάλυβα σκυροδέματος, 28 000 t δομικού χάλυβα και 3 800 t αναρτήρων.

Η διαχείριση του έργου, κόστους ~800 εκατομμυρίων δολαρίων, πραγματοποιήθηκε μέσω ενός σχήματος παραχώρησης, με επικεφαλής τη γαλλική εταιρεία VINCI (2004).

Γέφυρα Ευρίπου[12]

Γεφυρώνει τον Νότιο Ευβοϊκό, 80km βόρεια της Αθήνας. Αποτελείται από μία καλωδιωτή γέφυρα, μήκους 395 m, η οποία συνδέεται με τη ξηρά με δύο γέφυρες πρόσβασης, 143.5 και 156 m (συνολικό μήκος 694.50 m) (Εικ. 21). Υπήρξε η πρώτη οδική καλωδιωτή γέφυρα που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα και είχε σημαντικά στοιχεία διεθνούς πρωτοπορίας, όπως η σύμμικτη κεφαλή των πυλώνων,

οι αγκυρώσεις των αναρτήρων επί του καταστρώματος και τέλος, το ίδιο το κατάστρωμα το οποίο διαμορφώθηκε με μια απλή ολόσωμη προεντεταμένη πλάκα πάχους 45 cm (ίσως το πιο λεπτό κατάστρωμα παγκοσμίως) (Εικ. 22α).

Εκτός από τα κανονιστικά φορτία κυκλοφορίας, ελήφθησαν υπόψη στο σχεδιασμό και ειδικές δράσεις, όπως η σχετικά υψηλή σεισμικότητα της περιοχής, η τεκτονική κίνηση μεταξύ των δύο ακτών, ο δυνατός αέρας, οι πολύ δύσκολες συνθήκες θεμελίωσης του ενός πυλώνα (βοιωτική ακτή) και η πρόσκρουση δεξαμενόπλοιου 15 000 dwt, πλέοντος με ταχύτητα 10 κόμβων.

Η κεντρική γέφυρα αποτελείται από 3 ανοίγματα 90 – 215 – 90 m, ελεύθερα εδραζόμενα σε δύο βάθρα και κυρίως αναρτώμενα από δύο κεντρικούς πυλώνες. Η στήριξη στα βάθρα επιτρέπει την ελεύθερη συστολοδιαστολή του καταστρώματος ενώ τη δεσμεύει εγκάρσια· αντίθετα, η σύνδεση μεταξύ του καταστρώματος και των δύο πυλώνων είναι μονολιθική.

Οι αναρτήρες διατάσσονται σε δύο κατακόρυφα επίπεδα, αγκυρούμενοι στην πλάκα καταστρώματος ανά 5.9 m. Η πλάκα είναι συμπαγής σταθερού πάχους 0.45 m σε όλο το μήκος της (εκτός της περιοχής των πυλώνων όπου το βάθος αυξάνεται γραμμικά σε 0.75 m). Είναι προεντεταμένη εγκάρσια με τετράκλωνους τένοντες ∅ 5/8΄΄ ανά 0.59 m. Διαμήκης προένταση της πλάκας εφαρμόσθηκε μόνο τοπικά στην κεντρική περιοχή της γέφυρας και στην περιοχή των βάθρων πρόβασης.

Οι αναρτήρες αποτελούνται από 7 έως 21 παράλληλα γαλβανισμένα συρματόσχοινα ονομαστικής διαμέτρου 0.6΄΄κατηγορίας 1 670/1 860 διατεταγμένα μέσα σε σωλήνες PVC, πληρούμενους με τσιμεντένεμα υπό πίεση· η φέρουσα ικανότητά τους κυμαίνεται μεταξύ 1 820 και 5 200 kN.

Οι στύλοι των δίδυμων πυλώνων έχουν μεταβαλλόμενες διαστάσεις από 4 m×4 m×0.5 m (στη βάση) έως 2.5 m×2.5 m×0.4 m (στην κορυφή) συνδεόμενοι εγκάρσια, κάτω από το κατάστρωμα και κάτω από την κεφαλή του πυλώνα.

Η κεφαλή των πυλώνων διαμορφώθηκε με 2 σύμμικτους δίσκους. Οι αναρτήρες εδράζονται επί οριζοντίων χαλυβδοδοκών, διατεταγμένων μεταξύ των δίσκων της κεφαλής, μεταφέροντας το φορτίο τους στο χαλύβδινο μανδύα των τελευταίων και από εκεί, μέσω αγκυρίων, στο σκυρόδεμα· η οριζόντια εφελκυστική συνιστώσα των αναρτήρων απάγεται από το χαλύβδινο μανδύα, αλληλοεξουδετερούμενη μεταξύ δύο συζυγών αναρτήρων.

Τα ύψη των πυλώνων είναι 88.35 m αριστερά και 84.26 m δεξιά.

Κάθε πυλώνας εδράζεται σε μια ομάδα 20 φρεατοπασσάλων ∅1.2 m, συνδεδεμένων με ένα κεφαλόδεσμο ύψους 5 m. Οι πυλώνες θεμελιώνονται σε ένα οφιολιθικό σύμπλεγμα (πυλώνας Μ5) ή σε ασβεστολιθικά στρώματα (πυλώνας Μ6)·

τα μήκη των πασσάλων ανέρχονται σε 30 και 15 m αντίστοιχα.

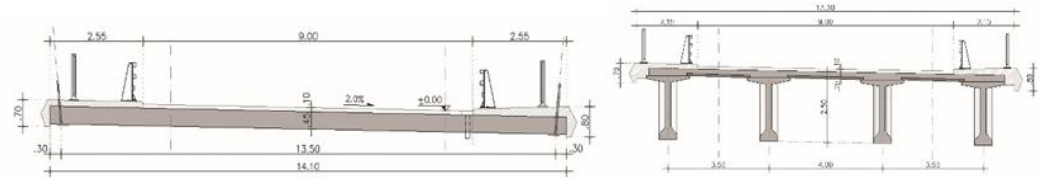
Οι γέφυρες πρόσβασης (Εικ. 22β) αποτελούνται από 4 ανοίγματα των 35.88 m στην ηπειρωτική ακτή και 39 m στη νησιωτική. Το κατάστρωμά τους μορφώνεται με προκατασκευασμένες προεντεταμένες δοκούς διατομής Ι, ύψους 2.25 m, πάχους κορμών 0.2 m και επί τόπου προεντεταμένη πλάκα καταστρώματος πάχους 0.25 m.

Τα δίδυμα βάθρα τους έχουν σχεδιασθεί ως πλαίσια με υποστυλώματα κοίλης ορθογωνικής διατομής, 2.5 m × 2.2 m × 0.3 m και δοκούς συμπαγούς διατομής 2.2 m×2.5 m, με επιφανειακή θεμελίωση (1993).

6.3 Άλλες αξιόλογες γέφυρες

Εκτός από τις παραπάνω 2 πολύ σημαντικές γέφυρες, υπάρχουν ακόμη στην Ελλάδα η πεζογέφυρα στην Πύλη Τρικάλων (Εικ. 24α) (υπήρξε η 1^{η} ελληνική καλωδιωτή γέφυρα, πολύ πρωτότυπη και τολμηρή για την εποχή της, μελετημένη και κατασκευασμένη εξ ολοκλήρου από ελληνικά χέρια, με συνολικό μήκος 102 m και μέγιστο άνοιγμα 54 m) (1981), η οδογέφυρα στα ΣΕΑ Παλλήνης (Εικ. 24β), πάνω από την Αττική Οδό (σύμμικτο κατάστρωμα ανοίγματος 58.30 m), η πεζογέφυρα Calatrava (Εικ. 25α) στη διασταύρωση Μεσογείων και Κατεχάκη (εξ ολοκλήρου χαλυβδοκατασκευή), η πεζογέφυρα του εργοστασίου Amstel επί του Κηφισού (σύμμικτο κατάστρωμα ανοίγματος 70.7 m) και η χαλύβδινη πεζογέφυρα στο λιμάνι του Πειραιά.

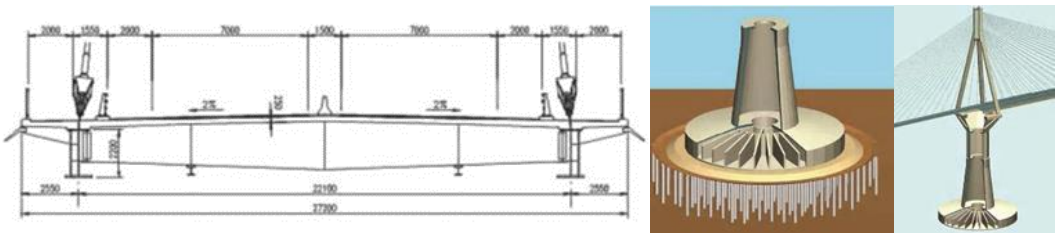
Εικόνα 21 Γέφυρα Ευρίπου, 80 km βόρεια της Αθήνας (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)



(α) (β)

Εικόνα 22 Τυπική διατομή κεντρικής γέφυρας (α) και γεφυρών πρόσβασης (β) Ευρίπου (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)

(α)



(β) (γ) (δ)

(ε) (στ)

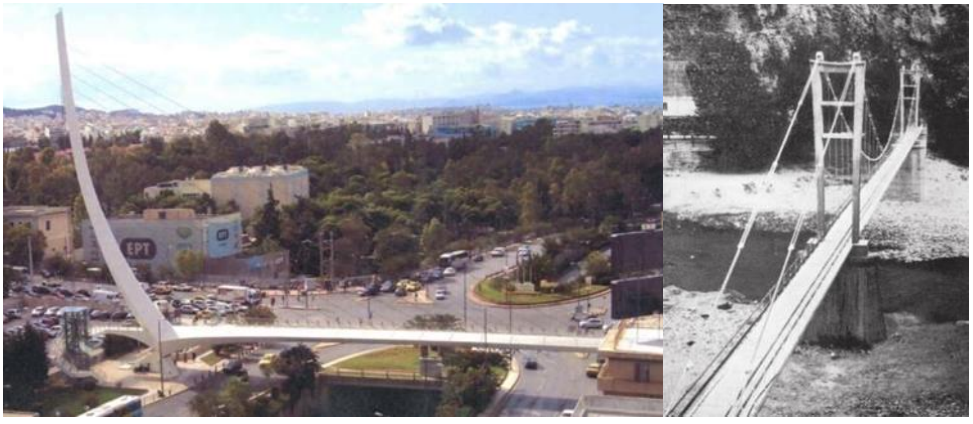
Εικόνα 23 (α-στ) Γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου (Πηγή: J. Combault – ΓΕΦΥΡΑ ΑΕ) (α) Γενική άποψη (β) Τυπική διατομή καταστρώματος (γ) Όψη/τομή πυλώνα (δ) Χαλύβδινα ενθέματα ενίσχυσης εδάφους θεμελίωσης (ε) Κατάστρωμα – Τυπικός σπόνδυλος (αριστ.) Λεπτομέρεια σύνδεσης με τους πυλώνες (δεξιά) (στ) Τοποθέτηση τυπικού σπονδύλου μήκους 12 m

(ζ) (η)

Εικόνα 23 (ζ-η) Γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου (Πηγή: J. Combault – ΓΕΦΥΡΑ ΑΕ) (ζ) Ρυμούλκηση από τη ξηρά στη θαλάσσια δεξαμενή (η) Τοποθέτηση χαλύβδινου πυρήνα κεφαλής πυλώνα

(α) (β)

Εικόνα 24 (α) Καλωδιωτή πεζογέφυρα επί του Πορταϊκού ποταμού στην Πύλη Τρικάλων (Πηγή: Κ. Πατραμάνης) (β) Γέφυρα ΣΕΑ Παλλήνης πάνω από την Αττική Οδό (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ)



(α) (β)

Εικόνα 25 (α) Χαλύβδινη πεζογέφυρα Calatrava στην Αθήνα (Πηγή: ΔΟΜΗ ΑΕ) (β) Κρεμαστή πεζογέφυρα στον Πηνειό ποταμό (Πηγή: Τ.Ε.Ε.)

7 ΚΙΝΗΤΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

Και στο είδος αυτό των γεφυρών δεν υπάρχει στη χώρα παράδοση και εμπειρία· υπάρχει όμως μία τέτοια γέφυρα με μεγάλη ιστορική διαδρομή και σημαντική τεχνική πρωτοτυπία, η παλαιά αστική γέφυρα Ευρίπου.

Η γέφυρα βρίσκεται μέσα στον αστικό ιστό της Χαλκίδας, γεφυρώνοντας τον πορθμό στο πολύ στενό τμήμα του, πλάτους σήμερα 40 m και βάθους 8.5 m.

Είναι πολύ πιθανό ότι κατά την αρχαιότητα το πλάτος του πορθμού στη θέση της γέφυρας ήταν πολύ μεγαλύτερο του σημερινού, δεδομένου ότι ο Ησίοδος (8^{ος} π.Χ. αιώνας) [3: στχ. 650] αναφέρει ότι πέρασε από τη Βοιωτία στην Εύβοια με πλοίο. Φαίνεται ότι αργότερα, περί το 411 π.Χ., οι Χαλκιδείς, για λόγους άμυνας, επίχωσαν τον πορθμό, σύμφωνα προς τα περιγραφόμενα από τον Διόδωρο τον Σικελιώτη [1: 13.47.3.1 έως 13.47.8.5] αφήνοντας μόνον ένα μικρό δίαυλο για τη ναυσιπλοΐα, πλήρως ελεγχόμενο με εκατέρωθεν πύργους, επί του οποίου εγκατέστησαν την πρώτη κινητή γέφυρα (ξύλινη), της οποίας μάλιστα αναφέρεται και μία πρώτη επισκευή το 378 π.Χ.

Η ύπαρξη της γέφυρας βεβαιώνεται από ιστορικούς και στις επόμενες ιστορικές περιόδους (εποχή Μ. Αλεξάνδρου, ελληνιστικοί χρόνοι, ρωμαϊκή και βυζαντινή περίοδος). Μάλιστα σύμφωνα προς γραπτές μαρτυρίες του ιστορικού Προκόπιου, στο σημείο αυτό λειτουργούσε κανονικά ξύλινη γέφυρα, η οποία εξυπηρετούσε τόσον την οδική κυκλοφορία όσον και τη ναυσιπλοΐα [10: 4.3.20].

Μετά την εγκατάσταση της Ενετοκρατίας στην Ελλάδα, ο πορθμός διευρύνεται αισθητά, εγκαθίσταται φρούριο στο κέντρο του και δημιουργούνται δύο γέφυρες εκατέρωθεν του φρουρίου· η γεφυροκατασκευή αυτή διατηρήθηκε στα βασικά της σημεία και κατά την οθωμανική περίοδο της χώρας.

Μετά την ανασύσταση του ελληνικού κράτους (1828) έγιναν διάφορες προσπάθειες εγκατάστασης πλέον σύγχρονης γέφυρας· η τελευταία γέφυρα, η οποία κατασκευάσθηκε το 1960, υφίσταται και λειτουργεί ακόμη (με κάποιες αναβαθμίσεις περί το 2000) εξυπηρετώντας ικανοποιητικά το σκοπό της.

Πρόκειται για μία συρταρωτή κυλιόμενη χαλυβδογέφυρα δύο βραχιόνων, ανοίγματος 40 m και πλάτους καταστρώματος 1.5 + 8 + 1.5 m (Εικ. 26).

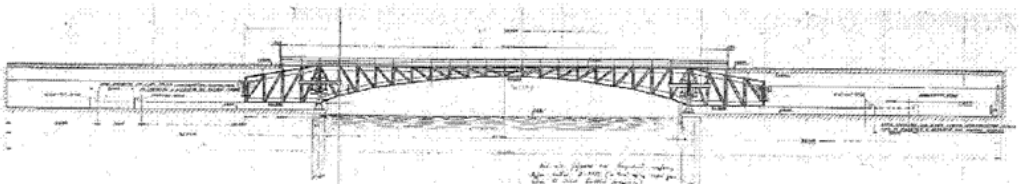
Εικόνα 26 Πανοραμική άποψη αστικής γέφυρας Ευρίπου (Πηγή: Θ. Τάσιος)

Σε θέση κλειστής γέφυρας οι δύο φορείς – πρόβολοι αρθρώνονται υδραυλικά στο κέντρο του πορθμού και πακτώνονται δεξιά και αριστερά στις θέσεις των κιβωτιοειδούς μορφής βάθρων, σχηματίζοντας έτσι ένα αμφίπακτο φορέα με άρθρωση στο μέσο του (όπως οι προβολοδομήσεις της 1ης περιόδου) (Εικ. 27).

Προκειμένου να ανοιχθεί η γέφυρα και να δοθεί ο πορθμός στη ναυσιπλοΐα, οι δύο πρόβολοι υποβιβάζονται υδραυλικά κατά 0.63 m και στη συνέχεια κυλίονται μηχανικά επί σιδηροτροχιών μέσα σε κιβωτιοειδείς σήραγγες από οπλισμένο σκυρόδεμα, οι οποίες αποτελούν τα βάθρα της γέφυρας, διαμορφώνοντας παράλληλα και τα κρηπιδώματα του πορθμού. Η γέφυρα, η οποία απετέλεσε ένα σημαντικό τεχνολογικό γεγονός στην εποχή της, ήταν επίτευγμα Ελλήνων μελετητών (Θ. Τάσιος, Ε. Μαλάκης) και κατασκευαστών (ΕΔΟΚ ΑΕ, ΒΙΟ ΑΕ).

Πέρα από την προαναφερθείσα γέφυρα υπάρχουν και άλλες δύο βυθιζόμενες γέφυρες στα 2 στόμια της διώρυγας Κορίνθου (Εικ. 28α), που εξυπηρετούν την κυκλοφορία των ελαφρών οχημάτων και των πεζών. Το άνοιγμα των γεφυρών αυτών φτάνει τα 38.60 m και το πλάτος τους τα 9 m. Οι γέφυρες βυθίζονται στη θάλασσα κατά τη διέλευση των πλοίων και ανυψώνονται πίσω στη μόνιμη θέση, για τη διέλευση πεζών και οχημάτων.

Υπάρχει τέλος άλλη μία πλωτή χαλυβδογέφυρα μεταξύ Λευκάδας και ηπειρωτικής Ελλάδας (Εικ. 28β), μήκους 70 m και πλάτους 11.8 m η οποία μπορεί να δεχθεί οχήματα μέχρι 600 kN. Η γέφυρα είναι χωρισμένη σε τρία τμήματα, ένα κεντρικό με μήκος 50 m και δύο πλευρικούς καταπέλτες 2×10 m. Για την εξυπηρέτηση μικρών σκαφών, οι δύο καταπέλτες ανυψώνονται υδραυλικά, ενώ για τη διέλευση μεγάλων πλοίων όλη η γέφυρα περιστρέφεται γύρω από τον κεντρικό κατακόρυφο άξονά της.



Εικόνα 27 Κατά μήκος τομή υφιστάμενης αστικής γέφυρας Ευρίπου (Πηγή: Θ. Τάσιος)

(α) (β)

Εικόνα 28 (α) Βυθιζόμενη γέφυρα ισθμού Κορίνθου (από Διαδίκτυο) (β) Πλωτή γέφυρα Λευκάδας ανοικτή για τη ναυσιπλοΐα (Πηγή: Διαδίκτυο)

8 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Η μορφολογία του ελληνικού εδάφους είναι πολυποίκιλη και σε ορισμένες ορεινές περιοχές ιδιαίτερα δυσχερής. Ως εκ τούτου έχουν εφαρμοσθεί σχεδόν όλοι οι γνωστοί τύποι θεμελίωσης. Η επιλογή του τύπου εξαρτήθηκε εκάστοτε από την τοπική μορφολογία του εδάφους, τις γεωτεχνικές συνθήκες αλλά και τις σεισμικές δράσεις· δεν είναι σπάνιος ο σχεδιασμός πασσάλων ακόμη και σε βραχώδη εδάφη προς αποτροπή της ανατροπής του βάθρου.

Ο πλέον απλός και φθηνός τύπος θεμελίωσης είναι η επιφανειακή, με μεμονωμένα πέδιλα σταθερού ή μεταβλητού πάχους· ο τύπος αυτός εφαρμόσθηκε κυρίως σε βραχώδη, ημιβραχώδη ή καλά συμπυκνωμένα αμμοχαλικώδη εδάφη.

Εξαιρετικά διαδεδομένη υπήρξε και η θεμελίωση με έγχυτους πασσάλους με αφαίρεση υλικού. Οι τρέχουσες διάμετροι είναι ∅100 και ∅120· κατ' εξαίρεση έχουν εφαρμοσθεί και διάμετροι ∅150 και ∅180. Τα μήκη πασσάλωσης έφθασαν μέχρι και 50 m. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις (προσβάσεις γέφυρας Ρίου) χρησιμοποιήθηκαν ως πάσσαλοι χαλυβδοσωλήνες, πληρούμενοι μερικώς με σκυρόδεμα.

Από πλευράς σχεδιασμού οι πάσσαλοι σχεδιάζονται ως πλήρως ελαστικά δομικά στοιχεία, μη επιτρεπομένου του σχεδιασμού πλαστικής άρθρωσης καθ' όλο

το μήκος τους· οπλίζονται όμως ως δυνητικές πλαστικές αρθρώσεις οι κεφαλές των πασσάλων στη σύνδεσή τους με τον κεφαλόδεσμο, όπως επίσης και οι εκατέρωθεν της διεπιφάνειας δύο διαφορετικών εδαφοτεχνικών σχηματισμών περιοχές (σε μήκος ±2∅). Οι πάσσαλοι οπλίζονται κατ' ελάχιστο με ποσοστό 1% της γεωμετρικής διατομής τους μέχρι βάθους 6∅ από τον κεφαλόδεσμο και 0.5% βαθύτερα. Οι διαμήκεις οπλισμοί περιβάλλονται με συνεχή σπείρα ελαχίστης διαμέτρου ∅10, η οποία στην περιοχή των δυνητικών πλαστικών αρθρώσεων ισχυροποιείται σημαντικά.

Ο σχεδιασμός των πασσάλων ακολουθούσε μέχρι πρόσφατα τους γερμανικούς κανονισμούς DIN 1054 και DIN 4014, όπως επίσης τις ελληνικές οδηγίες αντισεισμικού σχεδιασμού γεφυρών. Η φέρουσα ικανότητά τους υπολογιζόταν κατά αναλυτικό τρόπο, με βάση τους παραπάνω κανονισμούς ή και διεθνώς αναγνωρισμένες μεθοδολογίες και συχνά επαληθευόταν με δοκιμαστική φόρτιση. Από το 2007 ο σχεδιασμός ακολουθεί τους Ευρωκώδικες ή τα DIN FB.

Τα τελευταία χρόνια ανεπτύχθη σημαντικά η θεμελίωση με φρέατα, συνήθως συμπαγούς κυκλικής και σπανιότερα κοίλης ορθογωνικής διατομής, ιδιαίτερα σε δύσβατες ορεινές περιοχές. Ο τύπος αυτός θεμελίωσης προσφέρει αυξημένη αξιοπιστία στην πάκτωση ιδιαίτερα υψηλών βάθρων με σημαντικές οριζόντιες δυνάμεις και ροπές ανατροπής και επιπλέον προσαρμόζεται ευχερώς σε δύσβατα ορεινά εδάφη. Έχουν ήδη σχεδιασθεί και κατασκευασθεί με επιτυχία φρέατα διαμέτρου έως και 13 m, βάθους έως και 35 m, πλήρη ή με προφρέαρ. Η εκσκαφή των φρεάτων γίνεται συνήθως με εκρηκτικά, με ελεγχόμενη προρηγμάτωση της περιμετρικής ζώνης ώστε να περιορισθεί η διατάραξη της βραχομάζας στο εσωτερικό του. Τα μέτρα άμεσης υποστήριξης συνίστανται συνήθως σε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, περιμετρικούς χαλύβδινους δακτυλίους και απλά ή προεντεταμένα αγκύρια· σε ιδιαίτερα χαλαρά εδάφη σχεδιάζεται μία περιμετρική ασπίδα με μικροπασσάλους, συνδεόμενους μεταξύ τους με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.

Σε ορισμένες θεμελιώσεις χρησιμοποιήθηκαν και μικροπάσσαλοι, είτε ως ενθέματα για τη βελτίωση της αντοχής του εδάφους είτε ως εφελκυστικά στοιχεία για την αποτροπή της ανατροπής του βάθρου υπό τις αδρανειακές σεισμικές δυνάμεις (π.χ. γέφυρα Ευρίπου). Η διάμετρος των μικροπασσάλων είναι της τάξεως των 20 έως 30 cm, ο δε οπλισμός τους συμβατικός ή δομικός χάλυβας (σωλήνες ή διατομές I). Αντί μικροπασσάλων έχουν χρησιμοποιηθεί και προεντεταμένα μόνιμα αγκύρια, συμπαγούς κυκλικής διατομής, με εξωτερικό σπείρωμα, κατηγορίας 1 080/1 230, με αντιδιαβρωτικό σύστημα διπλής προστασίας (γέφυρα Μετσόβου).

Σε εξαιρετικές περιπτώσεις έχουν χρησιμοποιηθεί και τεχνικές βελτίωσης του

εδάφους με χαλύβδινα ενθέματα (γέφυρα Ρίου) ή χαλικοπασσάλους (γέφυρα Νέστου)· συχνότερα χρησιμοποιείται η τεχνική αντικατάστασης του εδάφους με κατάλληλα αμμοχαλικώδη υλικά.

9 ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ

Η μεγάλη σεισμικότητα του ελληνικού χώρου αποτελούσε πάντα ένα πρόβλημα στο σχεδιασμό των γεφυρών, το οποίο συνεχώς αύξανε με την αύξηση του μεγέθους τους και των απαιτήσεων σεισμικής κάλυψης.

Η εισαγωγή, στη δεκαετία του ’70, των ολόσωμων ελαστομεταλλικών εφεδράνων μεγάλου πάχους αποδέσμευσε σημαντικά τη σεισμική κίνηση του καταστρώματος απ’ αυτή του εδάφους και των βάθρων, μειώνοντας δραστικά τις αδρανειακές δυνάμεις, ταυτόχρονα όμως αύξησε τις μετακινήσεις του. Σε όρους φασματικής ανάλυσης η παρεμβολή των ελαστομεταλλικών εφεδράνων αύξησε την ιδιοπερίοδο του ταλαντούμενου καταστρώματος, μεταθέτοντας τη διέγερση προς τα δεξιά του διαγράμματος της φασματικής απόκρισης· τα ελαστομεταλλικά εφέδρανα συμπεριφέρονται πρακτικά πλήρως ελαστικά, δρώντας ως μονωτήρες του σεισμικού κραδασμού, χωρίς όμως απορρόφηση σεισμικής ενέργειας.

Με την αύξηση του μεγέθους των έργων φάνηκε ότι η αντιμετώπιση του σεισμικού προβλήματος σε γέφυρες μεγάλης μάζας και υψηλών βάθρων με μόνα τα ελαστικά εφέδρανα, δεν ήταν ικανοποιητική, λόγω των μεγάλων μετακινήσεων του καταστρώματος και των συναφών δευτερογενών συνεπειών (φαινόμενα $2^{ας}$ τάξεως, αντιοικονομικοί αρμοί)· φάνηκε πλέον ότι απαιτείται επιπρόσθετα η απορρόφηση κάποιου μέρους ή του συνόλου της σεισμικής ενέργειας, η οποία μπορεί να επιτευχθεί σήμερα αξιόπιστα μέσω αποσβεστήρων.

Περί το τέλος της δεκαετίας του ’90 και ιδιαίτερα μετά το 2000, άρχισε συστηματική εφαρμογή τέτοιων αποσβεστήρων στα έργα προς την κατεύθυνση αυτή βοήθησε ουσιαστικά και η αναθεώρηση του ελληνικού αντισεισμικού κανονισμού (2000), με την εισαγωγή σύγχρονων αντιλήψεων της αντισεισμικής μηχανικής (γραμμικές και μη γραμμικές δυναμικές αναλύσεις, βασιζόμενες σε φάσματα σχεδιασμού ή φυσικά και συνθετικά επιταχυνσιογραφήματα).

Από τα δοκιμασμένα διεθνώς συστήματα σεισμικής μόνωσης αυτά που εφαρμόσθηκαν ευρύτερα στη χώρα μας, ήταν οι υδραυλικοί αποσβεστήρες· σε μικρότερο βαθμό εφαρμόσθηκαν ελαστομεταλλικά εφέδρανα με πυρήνα μολύβδου (LRB), εφέδρανα ολίσθησης / τριβής (FPS) και ελαστο-μεταλλικά εφέδρανα υψηλής απόσβεσης.

Τα συστήματα σεισμικής μόνωσης σχεδιάσθηκαν για ένα διάστημα με βάση

τον ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό και τις ελληνικές οδηγίες σεισμικής μόνωσης· σήμερα σχεδιάζονται με βάση τον Ευρωκώδικα 8-2, ο οποίος έχει πρακτικά ενσωματώσει στο σύνολό τους τις ελληνικές οδηγίες.

Εκτιμάται ότι έχει εφαρμοσθεί σεισμική μόνωση σε πλέον από 20 γέφυρες.

10 ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΓΕΦΥΡΩΝ

Κατά την τελευταία δεκαπενταετία, άρχισε προοδευτικά και στην Ελλάδα η συστηματική παρακολούθηση των έργων οπτικά και μέσω οργάνων, με αντικειμενικό στόχο την καταγραφή των πραγματικών δράσεων επί του έργου και της απόκρισης του έργου στις δράσεις αυτές, έτσι ώστε αφενός μεν να προληφθούν απρόβλεπτες καταστάσεις, αφετέρου δε να διευκολυνθεί η συντήρηση.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει επιδειχθεί στην καταγραφή των σεισμικών κινήσεων, τόσον του ελευθέρου πεδίου όσον και των επιμέρους δομικών στοιχείων του έργου (π.χ. γέφυρες Ρίου, Ευρίπου, Τσακώνας), η οποία πραγματοποιείται μέσω επιταχυνσιογράφων. Οι ίδιοι επιταχυνσιογράφοι, με κατάλληλη ρύθμιση, καταγράφουν την απόκριση της γέφυρας και στις λοιπές δυναμικές δράσεις (άνεμος, φορτία κυκλοφορίας).

Βαθμηδόν έχουν αρχίσει να εγκαθίστανται ανεμόμετρα για τη μέτρηση της ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου (π.χ. γέφυρα Ρίου με ικανότητα καταγραφής ταχυτήτων μέχρι 50 m/s), αρμόμετρα για τη μέτρηση της πραγματικής συστολοδιαστολής του καταστρώματος, θερμόμετρα και υγρόμετρα για την καταγραφή των περιβαλλοντικών συνθηκών, θερμόμετρα έργου για την καταγραφή της θερμοκρασίας έργου κλπ.

Οι μικρομετακινήσεις των βάθρων σε περιοχές με φαινόμενα εδαφικού ερπυσμού (γέφυρα Παναγιάς) ή ευρύτερα γεωτεκτονικά (γέφυρα Ρίου) παρακολουθούνται ανελλιπώς γεωδαιτικά.

Πέραν αυτών σε ειδικές γέφυρες, όπως η γέφυρα Ρίου – Αντιρρίου, γίνονται ειδικές μετρήσεις, όπως π.χ. της δύναμης και της ιδιοσυχνότητας των αναρτήρων.

Η διαχείριση και αξιολόγηση των πληροφοριών γίνεται από το φορέα εκμετάλλευσης των έργων, μεταξύ αυτών και οι εταιρίες δημόσιου χαρακτήρα (Εγνατία Οδός Α.Ε. κ.λπ.).

Απαραίτητη προϋπόθεση για την έντεχνη επιθεώρηση και την αποτελεσματική συντήρηση των γεφυρών αποτελεί το «μητρώο του έργου», στο οποίο καταγράφονται με ακρίβεια τα στοιχεία του (όπως υλοποιήθηκαν) και τα καθοριστικά γεγονότα της κατασκευής του. Τέτοια μητρώα ανέπτυξε συστηματικά η ΕΟΑΕ στις γέφυρες της Εγνατίας Οδού αλλά και άλλες κατασκευαστικές υπηρεσίες και

οι εταιρίες παραχώρησης. Ευχής έργο θα ήταν η επέκταση της πρακτικής αυτής και σε παλαιότερα έργα ώστε να συγκροτηθεί ένα «εθνικό μητρώο έργων» κατά δύναμη αξιόπιστο. Με γνώμονα τη διευκόλυνση της επιθεώρησης και συντήρησης των γεφυρών, άρχισαν πλέον να αλλάζουν και οι αντιλήψεις στον σχεδιασμό τους. Ήδη οι οδηγίες διαμόρφωσης των ελληνικών γεφυρών (ΟΜΟΕ) επιβάλλουν τη δημιουργία διαδρόμων επίσκεψης κάτω από τους αρμούς συστολοδιαστολής, όπως επίσης τη δημιουργία χώρου για την επιθεώρηση και αλλαγή των εφεδράνων. Σύμφωνα προς τις ίδιες οδηγίες όλα τα κοίλα βάθρα πρέπει να είναι επισκέψιμα· η πρόσβαση εξασφαλίζεται συνήθως στην κεφαλή του βάθρου και η επίσκεψη στο εσωτερικό του πυλώνα εξυπηρετείται με απλά ή και σύνθετα κλιμακοστάσια (κατά κανόνα χαλύβδινα), ενώ σε εξαιρετικές περιπτώσεις και με ανελκυστήρα (γέφυρες Ρίου και Μετσόβου).

Τα καταστρώματα των γεφυρών είναι κατά κανόνα εξωτερικά επισκέψιμα με τη βοήθεια ειδικού καλαθοφόρου οχήματος· στο εσωτερικό τους, εφόσον είναι κιβωτιοειδή, οφείλουν να είναι προσπελάσιμα απ' άκρου σε άκρο. Σε ειδικές περιπτώσεις (γέφυρες Ρίου, Ευρίπου, Κηφισού) προβλέπεται ειδικό αναρτημένο φορείο, χειροκίνητο ή ηλεκτροκίνητο.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζονται από τον γράφοντα προς τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ για την ιδιαίτερα τιμητική της πρόσκληση να παρουσιασθεί η παραπάνω συμβολή στον Επετειακό της Τόμο. Ευχαριστίες εκφράζονται επίσης προς το ΤΕΕ και όλους τους Συναδέλφους για την παροχή πληροφοριακού και φωτογραφικού υλικού, όπως ακόμη στην συνεργάτιδά μου κα Α. Σακοπούλου, η οποία επιμελήθηκε με ιδιαίτερη φροντίδα την παρουσίαση του παρόντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Διόδωρος ο Σικελιώτης, Άπαντα, Εκδόσεις Κάκτος, Αθήνα, 1997-1998.
2. Ηρόδοτος, Ιστορίαι, Εκδόσεις Κάκτος, Αθήνα 1992.
3. Ησίοδος, Έργα και Ημέραι, Εκδόσεις Ζήτρος, 2005.
4. Κωστέας, Α.Δ., Ιστορική εξέλιξις της γεφύρας, Αθήνα, 1941.
5. Κωστέας, Α.Δ., Αι σιδηραί γέφυραι της Ελλάδος, Αθήνα,1972.
6. Κωστέας, Α.Δ., Σιδηρές Γέφυρες, Εκδόσεις ΤΕΕ, Αθήνα, 1978.
7. Μακρής, Γ.Δ., Οι γέφυρες στην αρχαία Ελλάδα, Εκδόσεις Αίολος, 2004.
8. Πρακτικά Β΄ Επιστημονικής Συνάντησης ΚΕ.ΜΕ.ΠΕ.Γ.
9. Πρακτικά Γ΄ Επιστημονικής Συνάντησης ΚΕ.ΜΕ.ΠΕ.Γ.
10. Προκόπιος, Περί κτισμάτων, Εκδόσεις Γεωργιάδη, Αθήνα 1996.

11. Σημαντικές ελληνικές κατασκευές, 7ο Συμπόσιο FIP, Εκδόσεις ΤΕΕ, 1974.

12. Σταθόπουλος, Σ., Γέφυρα Ευρίπου, 8ο Ελληνικό Συνέδριο Σκυροδέματος, Ξάνθη 1987.

13. Σταθόπουλος, Σ., Seifried, G., Κοτσανόπουλος, Π., Haug, H., Σταθόπουλος, Ε., Σπυρόπουλος, Ι., Σταθόπουλος, Κ., Γέφυρα Μετσόβου, S.E.I., Τεύχος 1, 2010.

14. Teyssandier, J.P., J. Combault and P. Morand, The Rion-Antirion Bridge Design and Construction, 12th World Conference on Earthquake Engineering. Auckland, New Zealand 2000.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (1887-2017) - ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ*

του Σέργιου Λαμπρόπουλου**

Ομότιμου Καθηγητή ΕΜΠ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Οδοποιία είναι συνυφασμένη με την ανάπτυξη οργανωμένων κοινωνιών και κρατικών δομών. Προϋποθέτει τη διαμόρφωση συλλογικών επιδιώξεων και τη διάθεση πόρων για την ανάπτυξη συστήματος μεταφορών που ικανοποιεί τους εκάστοτε στρατιωτικούς, εμπορικούς, πολιτιστικούς και λοιπούς σκοπούς.

Αν και οδοί είχαν κατασκευαστεί αποσπασματικά ήδη από την εποχή του χαλκού, οργανωμένα οδικά δίκτυα ανέπτυξαν οι αυτοκρατορίες για στρατιωτικούς και οικονομικούς λόγους, όπως η περσική αυτοκρατορία, η πρώτη κινεζική αυτοκρατορία, η ρωμαϊκή αυτοκρατορία (δείγμα του δικτύου της υπήρξε η τόσο σημαντική για τη Χώρα μας και τα Βαλκάνια αρχαία Εγνατία Οδός, σε διατηρούμενα μέχρι σήμερα τμήματα της οποίας, π.χ. Καβάλα, μπορεί κανείς να θαυμάσει το ανθεκτικό οδόστρωμα της 2000 χρόνια μετά), η βυζαντινή αυτοκρατορία κλπ. Δεν είναι εξάλλου τυχαίο ότι αμέσως μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο οι ΗΠΑ, που

* Το παρόν κεφάλαιο αφιερώνεται σε όσους συμπαρατάσσονται στον αγώνα για ασφαλείς, περιβαλλοντικά αποδεκτές, καλαίσθητες και ταχείες οδούς που αντέχουν στο χρόνο και αξίζουν τα λεφτά τους.

** Αποτελεί μεγάλη τιμή για εμένα η ανάθεση από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ της συγγραφής του κεφαλαίου του ανά χείρας συλλογικού τόμου το οποίο αναφέρεται στην Οδοποιία. Αν και δεν υπήρξα Καθηγητής της Οδοποιίας, ευτύχησα να υπηρετήσω την Οδοποιία επί πολλά έτη εργαζόμενος με διάφορες ιδιότητες σε σχετικούς φορείς του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα. Αναμφίβολα η συμμετοχή στα δρώμενα των τελευταίων δεκαετιών και η συνεπακόλουθη εμπειρία και μνήμη με διευκολύνουν να επικεντρωθώ στα ουσιώδη, όμως εγκυμονούν παράλληλα κίνδυνο απομάκρυνσης από την ακαδημαϊκή αντικειμενικότητα. Παρακαλώ τον αναγνώστη να με συγχωρήσει στην περίπτωση αυτή.

κλήθηκαν να παίξουν ηγετικό ρόλο στην παγκόσμια οικονομία και πολιτική, ανέπτυξαν το διαπολιτειακό σύστημα αυτοκινητοδρόμων (Interstate Highway System, USA) και η Ευρωπαϊκή Ένωση το 1990 δρομολόγησε την υλοποίηση του διευρωπαϊκού οδικού δικτύου (Trans European Road Network), προκειμένου να αυξήσουν την περιφερειακή συνοχή και να αναπτύξουν την οικονομία τους.

Στο κεφάλαιο αυτό αποτυπώνονται συνοπτικά τα στάδια της ανάπτυξης του οδικού δικτύου της Χώρας μας από τη δημιουργία του νεότερου ελληνικού κράτους μετά την επανάσταση του 1821, με έμφαση στις τελευταίες δεκαετίες, καθώς και η συμβολή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών σε αυτήν. Κρίθηκε σκόπιμη η αποφυγή αναφοράς ονομάτων μηχανικών, πλην των Ν. Κιτσίκη και Αθ. Ρουσόπουλου, ιστορικών προσωπικοτήτων που διετέλεσαν Καθηγητές της Σχολής και Πρυτάνεις του ΕΜΠ.

2 ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ’21 ΜΕΧΡΙ ΤΟΝ Χ. ΤΡΙΚΟΥΠΗ (1821–1882)

Κατά την απελευθέρωσή της, η Ελλάδα δεν διέθετε αμαξιτές οδούς ούτε σημαντικές γέφυρες. Υπήρχαν μόνο χωμάτινες ή λιθόστρωτες ημιονικές οδοί με κακή χάραξη και μικρά λιθόκτιστα τοξωτά γεφύρια.

Το 1828 κατασκευάστηκε στην Πελοπόννησο από το γαλλικό εκστρατευτικό σώμα υπό το στρατηγό (μετέπειτα στρατάρχη) Nicolas-Joseph Maison, κατά τους κανόνες της επιστήμης και της τέχνης, η πρώτη αμαξιτή οδός από την Πύλο μέχρι τη Μεθώνη, μήκους 10 km περίπου. Επί βασιλείας του Όθωνα αρχίζει κατά το 1835 η κατασκευή των κυριότερων οδών του κράτους, αλλά μέχρι το 1852 είχαν κατασκευαστεί με δυσκολία μόνον 145 km. Κατόπιν αυτού κρίθηκε αναγκαία η θέσπιση ειδικών νόμων για επιβολή προσωπικής εργασίας και οικονομική ενίσχυση και έτσι μέχρι το 1867 κατασκευάστηκαν επιπλέον 298 km νέων οδών [16].

Το 1865 με διάταγμα του Γεωργίου Α΄ επιβλήθηκαν υπεραστικά διόδια «*από Λαμίας εις Στυλίδα και τ’ ανάπαλιν... Επί των ιππασίμων φορτηγών και υποζυγίων κτηνών, των διαβαινόντων την από Λαμίας εις Στυλίδα και τ’ ανάπαλιν άγουσαν εθνικήν οδόν και έχουσαν έκτασιν δέκα εξ σταδίων και επέκεινα επιβάλλονται διόδια επί τριετίαν ως εξής: α) Επί εκάστου ιππασίμου ίππου ή ημιόνου λεπτά πέντε (5). β) Επί εκάστου ίππου ή ημιόνου φορτηγού ή εζευγμένου εις όχημα ή άμαξαν φορτηγόν, ως και επί καμήλου φορτηγού, λεπτά δέκα (10). γ) Επί εκάστου όνου λεπτά πέντε (5)*». Τα διόδια εισπράττονταν και τότε από ιδιώτη με παραχώρηση (συγκεκριμένα «ενοικιάζονταν» με δημοπρασία για μια τριετία). Δεν υπήρχε πρό-

βλεψη αναλογικής χρέωσης (… με το στάδιο) αλλά αναφέρεται ότι «*Τα διόδια ταύτα πληρώνονται και όταν τα ζώα εν μέρει διέλθωσι την οδόν*» [13].

Τον Απρίλιο του 1867 ψηφίστηκε ο νόμος ΣΚΣΤ΄ «Περί σχηματισμού πόρων Οδοποιίας και της δια Θαλάσσης Συγκοινωνίας», με τον οποίο συστήθηκε το «Ταμείο Εθνικής Οδοποιίας» (ΤΕΟ) με πόρους εκ των τελωνειακών δασμών, του εγγείου φόρου και των διοδίων. Το Δεκέμβριο του 1867 ψηφίστηκε ο νόμος ΣΞΓ΄ «Περί Οδοποιίας» που κατέταξε τις οδούς σε εθνικές, επαρχιακές και δημοτικές. Οι δαπάνες για τις εθνικές οδούς θα βάρυναν τους πόρους του ΤΕΟ, οι δαπάνες για τις επαρχιακές οδούς θα βάρυναν τις επαρχίες και την αναλογία του οδικού φόρου που είχε καθορισθεί, οι δαπάνες για τις δημοτικές οδούς θα βάρυναν για μεν τα απλά έργα την προσωπική εργασία των κατοίκων, για δε τα τεχνικά έργα τους πόρους του ΤΕΟ [15].

Το 1881 σε όλη τη χώρα υπήρχαν 1 771 km αμαξιτών δρόμων και από αυτά τα 667 βρίσκονταν στα Επτάνησα, κατασκευασμένα κυρίως από τους Άγγλους που τα κατείχαν [19].

3 ΑΠΟ ΤΟΝ ΤΡΙΚΟΥΠΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΜΙΚΡΑΣΙΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ (1882–1922)

Μετά μακρά περίοδο εναλλαγής βραχύβιων κυβερνήσεων, το 1882 ανέλαβε την πρωθυπουργία ο Χαρίλαος Τρικούπης. Ήταν η τρίτη πρωθυπουργία του αλλά ευτυχώς διήρκεσε τρία έτη, γεγονός που του επέτρεψε να δρομολογήσει τον τόσο αναγκαίο εκσυγχρονισμό του κράτους. Στο ευρύτερο πλαίσιο αυτής της εθνικής προσπάθειας εντάσσεται και η αναβάθμιση σε πανεπιστημιακό επίπεδο των σπουδών των «βαναύσων» τεχνών και η δημιουργία της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών το 1887.

Όσον αφορά στην οδοποιία, η κυβέρνηση προχώρησε στη σύναψη δανείου 20 εκατομμυρίων δραχμών με την Εθνική Τράπεζα και προώθησε την κατασκευή δικτύου εθνικών και άλλων οδών. Μέσα σε δέκα χρόνια, από το 1882 έως το 1892, το οδικό δίκτυο της χώρας, εξαιρουμένων των Επτανήσων, υπερτριπλασιάστηκε με την κατασκευή 2 600 km νέων οδών [19].

Κατασκευή Εθνικών, Επαρχιακών και Δημοτικών Οδών (1833-1892) – σε km		
1833-1881	Παλαιά Ελλάδα	1104
	Επτάνησα επί Αγγλοκρατίας	667
1882-1892	Επί Χ. Τρικούπη	2600
	Σύνολο	4371

Μετά το 1892 και για τα επόμενα τριάντα χρόνια ουσιαστικά δεν αναπτύχθηκε περαιτέρω το οδικό δίκτυο. Επακολούθησαν η πτώχευση του 1893, ο εθνικός εξευτελισμός του 1897 από την Τουρκία και τα σκληρά μέτρα από τους δανειστές σε βάρος της χώρας (Διεθνής Οικονομικός Έλεγχος, 1897), η επανάσταση του 1909 στο Γουδί, οι βαλκανικοί πόλεμοι (1912-1913), ο εθνικός διχασμός, ο Α΄ Παγκόσμιος Πόλεμος (1914-1918), η στη συνέχεια προσωρινή κατάκτηση εδαφών στη Μικρά Ασία από τον ελληνικό στρατό και τέλος η εθνική καταστροφή του 1922 με εισροή 1.5 εκατομμυρίων προσφύγων στην Ελλάδα.

4 ΑΠΟ ΤΗ ΜΙΚΡΑΣΙΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗΝ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΚΗ ΚΑΤΟΧΗ (1922–1944)

Μετά την εθνική καταστροφή του 1922 και τη σταθεροποίηση των συνόρων τέθηκε επιτακτικά το ζήτημα της ανάπτυξης οδικού δικτύου στο πλαίσιο της ανασυγκρότησης του διευρυμένου χωρικά και πληθυσμιακά κράτους της Ελλάδας και άρχισαν να υλοποιούνται σχετικές ενέργειες, π.χ. το 1925 το ελληνικό κράτος προμηθεύθηκε 100 οδοστρωτήρες.

Το έτος 1927 αποτέλεσε ορόσημο για τον εκσυγχρονισμό και την ανάπτυξη της οδοποιίας στην Ελλάδα. Δρομολογήθηκαν σημαντικές νομοθετικές και διοικητικές ρυθμίσεις που μεταξύ άλλων περιλάμβαναν την κατάταξη των οδών σε εθνικές, επαρχιακές και δημοτικές, τη δημιουργία εξειδικευμένων φορέων, τη θεσμοθέτηση και παράλληλη δέσμευση πόρων για την οδοποιία. Σύμφωνα με τους νόμους 3406 και 4098 το βάρος της κατασκευής και της συντήρησης των οδών κατανεμήθηκε σε νέους δημόσιους οργανισμούς, ως εξής [16]:

- Η κατασκευή και συντήρηση των εθνικών οδών ανατίθεται στο «Ταμείο Εθνικής Οδοποιίας» (ΤΕΟ), νομικό πρόσωπο δημοσίου δικαίου που εδρεύει στην Αθήνα. Το ΤΕΟ υπάγεται στο Υπουργείο της Συγκοινωνίας και διοικείται από επιτροπή ανωτέρων υπαλλήλων του υπουργείου με πρόεδρο τον Υπουργό. Πόροι του ΤΕΟ είναι κυρίως έσοδα από τη φορολογία της εισαγόμενης βενζίνης, ετήσια αρωγή του δημοσίου με εκατό τουλάχιστον εκατομμύρια επί μια δεκαετία, (πρόσθετη) φορολογία των χρηστών των εθνικών οδών και επιβαλλόμενα πρόστιμα λόγω φθορών. Ο προϋπολογισμός του ΤΕΟ αποτελεί παράρτημα του προϋπολογισμού του Υπουργείου της Συγκοινωνίας. Τον Ιανουάριο κάθε έτους, η επιτροπή συντάσσει πίνακα των έργων του επομένου έτους με σειρά προτεραιότητας. Όσον αφορά στη συντήρηση των εθνικών οδών η επιτροπή κατανέμει τις ανα-

γκαίες πιστώσεις κατά νομό. Με βάση τους πόρους του ΤΕΟ και την εγγύηση του κράτους, οι Υπουργοί των Οικονομικών και Συγκοινωνίας δύνανται να συνάπτουν δάνεια για την κατασκευή νέων εθνικών οδών, τα οποία βαρύνουν το ΤΕΟ.

- Η κατασκευή και συντήρηση των επαρχιακών οδών ανατίθεται στα κατά τόπους «Ειδικά Ταμεία Επαρχιακής Οδοποιίας», νομικά πρόσωπα δημοσίου δικαίου που εδρεύουν στις πρωτεύουσες των νομών. Οι πόροι κάθε Ταμείου προέρχονται από εισφορά του ΤΕΟ, ειδική πρόσθετη φορολογία επί των αμέσων φόρων από 2% έως 7%, πρόστιμα λόγω φθορών κλπ. Κάθε Ταμείο διοικείται από επιτροπή που αποτελούν ο νομάρχης, ο νομομηχανικός, ο οικονομικός έφορος, οι πρόεδροι των εμπορικών οργανώσεων, οι δήμαρχοι και δύο εκπρόσωποι του υπουργού. Στα ταμεία ανήκει κατ' εξαίρεση και η συντήρηση και δημοτικών οδών σε περίπτωση αδυναμίας δήμων. Ο προϋπολογισμός τους εγκρίνεται από τον Υπουργό της Συγκοινωνίας. Τον Ιανουάριο κάθε έτους οι επιτροπές συντάσσουν πίνακες έργων, που εγκρίνονται από τον Υπουργό. Κάθε επιτροπή δύναται να συνάπτει δάνεια με έγκριση του Υπουργού σε βάρος του Ταμείου.
- Η κατασκευή και συντήρηση των δημοτικών οδών βαρύνει τους δήμους και κοινότητες.
- Δημιουργείται «Ειδικό Ταμείο Μονίμων Οδοστρωμάτων Αθηνών» (ΕΤΜΟΑ) για Αθήνα, Πειραιά και περίχωρα, που διοικείται από επιτροπή αποτελούμενη από το διευθυντή δημοσίων έργων, το νομικό σύμβουλο του Υπουργείου Συγκοινωνίας, το διευθυντή τοπικής αυτοδιοίκησης του Υπουργείου Εσωτερικών, τους δημάρχους Αθηνών και Πειραιώς, τέσσερις υπαλλήλους των δημοσίων έργων, τον πρόεδρο του Ελεγκτικού Συνεδρίου κα. Πόροι του ΕΤΜΟΑ είναι: (1) Ειδικό τέλος από τα εισοδήματα από οικοδομές στην Αθήνα, Πειραιά, Φάληρο και Κηφισιά, που ορίσθηκε στο 10% του δημοσίου φόρου. (2) Ειδικό τέλος σε κάθε αυτοκίνητο που κυκλοφορεί στην Αθήνα, Πειραιά και περίχωρα, καθώς και στα τροχήλατα. (3) Ετήσια χορηγία του δημοσίου, ύψους ενός εκατομμυρίου τουλάχιστον. (4) Ειδική φορολογία σε κάθε όχημα που κυκλοφορεί στα εσωτερικά και εξωτερικά τμήματα των δημοσίων οδών Αθηνών, Πειραιώς και περιχώρων. Δεν υπάρχει πρόβλεψη αναλογικής χρέωσης αλλά αναφέρεται ότι «Παν όχημα υποχρεούται την καταβολή της φορολογίας, ανεξαρτήτως του μήκους της εκτελεσθησομένης διαδρομής». Οι διατάξεις περί ΕΤΜΟΑ εί-

ναι δυνατόν να επεκτείνονται και σε άλλες πόλεις μετά από αίτηση του δήμου της.

Το 1927 επίσης προκηρύχθηκε το μεγάλο έργο της ασφαλτόστρωσης των ελληνικών δρόμων (χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά άσφαλτος πετρελαίου). Η εταιρεία ΠΡΟΜΗΘΕΥΣ, με τη σύμπραξη των αγγλικών τραπεζικών οίκων Hambros και Erlanger και της εταιρίας πετρελαίων Shell, υπέγραψε τη σύμβαση του έργου και ξεκίνησε τη δημιουργία στην ελληνική επικράτεια δικτύου οδοποιίας με ασφαλτόστρωση («οδοποιία Μακρή»). Η αξία των έργων προϋπολογίστηκε σε 6 εκατ. λίρες. Τα έργα άρχισαν το 1928, ενώ τα έτη 1929 - 1930 εκπονήθηκε πρόγραμμα που αφορούσε στην κατασκευή δρόμων συνολικού μήκους 2 000 km Η πρώτη φάση περιελάμβανε τις οδούς: Θεσσαλονίκης – Καβάλας – Ξάνθης, Μεσολογγίου – Ναυπάκτου – Ιτέας – Αθήνας, Ιωαννίνων – Ηγουμενίτσας, Ιωαννίνων – Καλαμπάκας – Τρικάλων, τμήμα της οδού Ναυπλίου – Κατάκολου, Λάρισας – Φαρσάλων και Νέας Ορεστιάδας – (Καδίκιοϊ / Kadikoy). Η εταιρεία ΠΡΟΜΗΘΕΥΣ εφάρμοσε σύστημα υπεργολαβικής εκτέλεσης των έργων (δηλαδή λειτούργησε ως γενικός εργολάβος). Κατά τα έτη της εντατικής εργασίας έφτασε να δουλεύουν μέχρι 30 000 εργάτες ημερησίως [20].

Η κρίση του 1929 με το κραχ της Γουόλ Στριτ είχε παρενέργειες στην Ελλάδα. Η δραχμή δέχθηκε μεγάλες πιέσεις, τα συναλλαγματικά αποθέματα εξανεμίστηκαν και το 1932 ο πρωθυπουργός Ελευθέριος Βενιζέλος αναγκάστηκε να κηρύξει στάση πληρωμών, δηλαδή πτώχευση. Τα έργα οδοποιίας, όμως, συνεχίστηκαν με επιβράδυνση και ολοκληρώθηκαν σταδιακά. Το 1941 το οδικό δίκτυο είχε συνολικό μήκος 15 400 km και ήταν υπό κατασκευή άλλα 4 870 km, τα οποία δεν ολοκληρώθηκαν εξ αιτίας του πολέμου [6].

5 ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΠΟΛΕΜΙΚΗ ΑΝΑΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΜΕΧΡΙ ΤΟ 1ο ΚΠΣ (1944–1989)

Με την απελευθέρωση από τη Γερμανική κατοχή δρομολογήθηκε άμεσα η ανασυγκρότηση της κατεστραμμένης χώρας. Στο πλαίσιο του σχεδίου Μάρσαλ (Marshall), ο αμερικανικός οργανισμός AMAG συνέβαλε ουσιαστικά στην προσπάθεια αποκατάστασης του οδικού δικτύου με την υποστήριξη αμερικανικών δημόσιων και ιδιωτικών κεφαλαίων. Εισήγαγε τα πρώτα αμερικανικά μηχανήματα οδοποιίας στην Ελλάδα, τα οποία στη συνέχεια παραχώρησε στο ελληνικό κράτος και χρησιμοποιήθηκαν από Έλληνες κατασκευαστές.

Στο Υπουργείο Δημοσίων Έργων δημιουργήθηκε η Υπηρεσία Συντονισμού Έργων με επικεφαλής τον Κωνσταντίνο Δοξιάδη, ο οποίος αργότερα ως ιδιώτης δημιούργησε το ομώνυμο Γραφείο, που προέβαλε την τεχνική ικανότητα της χώρας διεθνώς. Θεσμοθετήθηκε η ίδρυση ανωνύμων τεχνικών εταιρειών και το 1949 το εργοληπτικό πτυχίο Ε΄ Τάξεως έργων ανασυγκρότησης, που αποσκοπούσε στο σχηματισμό κατασκευαστικών φορέων για την εκτέλεση έργων μεγάλης αξίας ή με απαίτηση ειδικής εμπειρίας [19].

Είναι προφανές ότι οι ελλείψεις στη νομοθεσία, στις προδιαγραφές και στην τεχνική εμπειρία μπορούσαν να καλυφθούν μόνο με τη διαρκή προσπάθεια και το μεράκι του λιγοστού τεχνικού ανθρώπινου δυναμικού, των στελεχών του Υπουργείου, των κατασκευαστών και των μελετητών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της προσπάθειας αποτελεί το τιμολόγιο εργασιών οδοποιίας, που ξεκίνησε να συντάσσεται μετά τον πόλεμο και εξακολουθεί να ισχύει μέχρι σήμερα, με τροποποιήσεις φυσικά.

Την περίοδο αυτή, υπάρχουν τεράστιες ανάγκες για απασχόληση Μηχανικών στο Δημόσιο. Ιδιαίτερα ο Κωνσταντίνος Καραμανλής, ο οποίος διετέλεσε Υπουργός Δημοσίων Έργων και στη συνέχεια Πρωθυπουργός, προσπάθησε να στελεχώσει τον κρατικό μηχανισμό με νέους Μηχανικούς, ώστε να προχωρήσει το μεγάλο αναπτυξιακό πρόγραμμα. Η κάλυψη όμως των αναγκών σε ανθρώπινο δυναμικό δεν ήταν εύκολη και γι' αυτό το λόγο δόθηκαν οικονομικά και άλλα κίνητρα για την προσέλκυσή τους. Και σε κάθε περίπτωση ήταν αναγκαία η βοήθεια των παλαιότερων στελεχών του Υπουργείου προκειμένου να καταστούν αποτελεσματικοί οι νέοι μηχανικοί σε σύντομο χρόνο.

Το 1957 δημιουργήθηκε στο Υπουργείο Εθνικής Αμύνης, και ειδικότερα στο Όπλο του Μηχανικού, η Στρατιωτική Υπηρεσία Κατασκευής Έργων Ανασυγκροτήσεως (ΣΥΚΕΑ), στην οποία υπάγονταν επτά Μικτές Ομάδες Μηχανημάτων Ανασυγκροτήσεως (ΜΟΜΑ) που έδρευαν στις πόλεις Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Ηράκλειο Κρήτης, Πάτρα, Λαμία, Λάρισα και Ιωάννινα [3]. Τις ΜΟΜΑ στελέχωναν αξιωματικοί και οπλίτες του Όπλου του Μηχανικού κυρίως, αλλά και σε μικρό ποσοστό αξιωματικοί από τα άλλα Όπλα του Στρατού, του Ναυτικού και της Αεροπορίας. Επίσης προσλήφθηκε μόνιμο ή με σύμβαση πολιτικό τεχνικό προσωπικό (μηχανικοί, σχεδιαστές, γραμματείς, οδηγοί, τεχνίτες, χειριστές μηχανημάτων, εργάτες κλπ.). Αποστολή των ΜΟΜΑ ήταν η εκτέλεση δημοσίων έργων, ιδίως στην ορεινή και νησιωτική Ελλάδα όπου και δεν υπήρχε ενδιαφέρον εργοληπτών, καθώς και μικρών κοινωφελών έργων τοπικού ενδιαφέροντος (Δήμων, Κοινοτήτων, Συλλόγων και Οργανισμών), ιδίως σε ακριτικές περιοχές.

Η αντίστροφη μέτρηση για τις ΜΟΜΑ άρχισε αμέσως μετά τη μεταπολίτευση με τις Επαγγελματικές Ενώσεις των εργοληπτικών εταιρειών να πιέζουν τις διαδοχικές κυβερνήσεις για την περικοπή των πιστώσεων προς τη ΣΥΚΕΑ. Τελικά, οι ΜΟΜΑ καταργήθηκαν το 1992 και μεγάλο μέρος του εξοπλισμού τους εκποιήθηκε σε ιδιώτες. Πρόσφατα ενεργοποιήθηκε παρεμφερής Υπηρεσία στο Υπουργείο Εθνικής Άμυνας, αλλά με πολύ περιορισμένο σκοπό και μέσα.

Από το 1957 ως το 1992, και όσον αφορά στην οδοποιία, οι ΜΟΜΑ κατασκεύασαν ή βελτίωσαν (χωματουργικές εργασίες, γέφυρες, τοίχοι αντιστήριξης, οχετοί, ασφαλτοστρώσεις κλπ.) περίπου 15 000 km οδών, ιδίως στην ορεινή και νησιωτική Ελλάδα [5].

Πέραν του ανωτέρω έργου τους, οι ΜΟΜΑ συνέβαλαν ουσιαστικά στην πρακτική κατάρτιση πληθώρας νέων αποφοίτων της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών που για μεγάλο μέρος της στρατιωτικής θητείας τους υπηρέτησαν σε αυτές ως Δόκιμοι / Έφεδροι Ανθυπολοχαγοί και Γραφείς Μηχανικού. Και είναι επίσης ιδιαίτερα σημαντικό ότι οι ΜΟΜΑ αποτέλεσαν σχολείο κατάρτισης για πλήθος χειριστών μηχανημάτων οδοποιίας και τεχνιτών.

Η περίοδος 1957-1962 επί πρωθυπουργίας Κωνσταντίνου Καραμανλή ήταν ιδιαίτερα σημαντική για την ανάπτυξη του εθνικού οδικού δικτύου της χώρας. Δρομολογήθηκαν πολλά έργα οδοποιίας, όπως οι εθνικές οδοί Αθηνών – Θεσσαλονίκης (τμήματα Λαμία – Λάρισα, Λάρισα – Τέμπη, Τέμπη – Κατερίνη, Κατερίνη – Θεσσαλονίκη), Θεσσαλονίκης – Καβάλας, Ιωαννίνων – Άρτας, Άρτας – Αντιρρίου, Πύργου – Κυπαρισσίας, Κυπαρισσίας – Καλαμάτας. Το 1961-1962 παραδόθηκαν στην κυκλοφορία 568 χιλιόμετρα νέων οδών, κυρίως εθνικών, και βελτιώθηκαν 174 χιλιόμετρα παλαιών [19].

Το 1961, και στο πλαίσιο προσπάθειας επιτάχυνσης της υλοποίησης έργων οδοποιίας, το Υπουργείο ανέθεσε σε 5 μελετητικά γραφεία τη μελέτη συνολικά 1 500 km εθνικών οδών ως εξής: κάθε ένα γραφείο θα εκπονούσε μέσα σε ένα έτος τη μελέτη 100 km οδών, με την ολοκλήρωση θα εκπονούσε μελέτη άλλων 100 km το δεύτερο έτος και με την ολοκλήρωση θα εκπονούσε μελέτη άλλων 100 km το τρίτο έτος. Παράλληλος έμμεσος στόχος ήταν η δημιουργία πυρήνα ισχυρών μελετητικών γραφείων. Οι μελέτες ολοκληρώθηκαν έγκαιρα [1]. Επρόκειτο για καινοτόμο αλλά πρωτόλεια διαδικασία εφαρμογής προθεσμιακής σύμβασης-πλαίσιο, που δυστυχώς δεν επαναλήφθηκε.

Ειδικότερα για την Αθήνα και την Αττική, ο Κωνσταντίνος Δοξιάδης παρουσίασε το 1962 το πλέον σημαντικό από σειρά Ρυθμιστικών Σχεδίων που εκπόνησε από το 1945 μέχρι το 1975, τα οποία πρότειναν και τους μελλοντικούς οδικούς

και λοιπούς συγκοινωνιακούς άξονες. Επίσης, το γραφείο Wilbur Smith and Associates εκπόνησε το 1964 το κυκλοφοριακό και το συγκοινωνιακό σχέδιο της ευρύτερης περιοχής, που επικαιροποιήθηκε το 1972-1974 σε συνεργασία με ελληνικό γραφείο μελετών. Σε αυτά τα σχέδια περιλαμβάνονται βασικοί άξονες που υλοποιήθηκαν μεταγενέστερα, όπως η Εθνική Οδός και η Αττική Οδός. Στην πορεία του χρόνου μέχρι σήμερα εκπονήθηκαν διαδοχικά Σχέδια για την Αττική.

Κατά τη διάρκεια της δικτατορίας της 21ης Απριλίου 1967, η έλλειψη πόρων ήταν εμφανής και τα έργα της επταετίας 1967-1974 ήταν κυρίως συμπληρωματικά όσων είχαν γίνει την προηγούμενη 15ετία. Με χρηματοδότηση της Παγκόσμιας Τράπεζας (World Bank), στο πλαίσιο της βοήθειας που παρείχε τότε σε χώρες που αντιμετώπιζαν σοβαρά οικονομικά προβλήματα, κατασκευάστηκαν οι εθνικές οδοί Κορίνθου – Πάτρας, Πάτρας – Πύργου και Λάρισας – Κοζάνης.

Το 1971 το δικτατορικό καθεστώς υπέγραψε σύμβαση ύψους 150 εκατ. δολαρίων με την αμερικανική εταιρεία Mac Donald για τη μελέτη, επίβλεψη και χρηματοδότηση της κατασκευής της Εγνατίας Οδού, η οποία δεν θα ήταν αυτοκινητόδρομος και στο δυτικό τμήμα θα διερχόταν από την Κόνιτσα και όχι το Μέτσοβο. Το 70% των κεφαλαίων θα κατέβαλε η Mac Donald και το 30% το ελληνικό δημόσιο. Η Mac Donald ολοκλήρωσε τη δημοπράτηση κατασκευής μόνο των τμημάτων Κλειδί – Βέροια και Στρυμόνας - Ν. Πέραμος, που κατασκεύασαν ελληνικές εταιρίες. Οι μελέτες προχώρησαν και σε άλλα τμήματα, ώστε να υπάρξει ολοκληρωμένη προμελέτη όλου του άξονα. Σημειωτέον, ότι στο δυτικό τμήμα η επίβλεψη της σύμβασης επέβαλε αλλαγή της χάραξης και διέλευση της οδού από την περιοχή Μετσόβου, καθώς και την πρόβλεψη κατασκευής αυτοκινητοδρόμου σε δεύτερη φάση. Η Mac Donald δημιούργησε μεγάλα χρέη προς τους Έλληνες συνεργάτες της και αποφάσισε να εγκαταλείψει το έργο. Τότε δημιουργήθηκε κοινοπραξία ελληνικών τεχνικών εταιριών με σκοπό την αποπεράτωση της σύμβασης, η οποία τροποποιήθηκε από «χρηματοδότηση – μελέτη – επίβλεψη» σε «μελέτη – κατασκευή». Μετά τη μεταπολίτευση του 1974, η κυβέρνηση διέκοψε τη σύμβαση [19].

Η αποτυχία της υλοποίησης του οριζόντιου άξονα Δύσης – Ανατολής στη Βόρειο Ελλάδα είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξή της Χώρας κατά μήκος του οδικού άξονα μορφής «S» Πάτρα – Αθήνα – Θεσσαλονίκη – Καβάλα και την απομόνωση Περιφερειών της.

Κατά τη δεκαετία 1971- 1980, το ποσοστό της δαπάνης για έργα οδοποιίας στις συνολικές δημόσιες επενδύσεις μειώθηκε κατά τρεις φορές και στο συνολικό προϋπολογισμό του κράτους κατά τέσσερεις φορές. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι

δαπάνες σε σταθερές τιμές για έργα οδοποιίας ήταν το 1980 το 47% εκείνων του 1974 [11].

Η πολιτική κατάσταση δεν επέτρεψε να καταστρωθούν αξιόπιστα μακροπρόθεσμα αναπτυξιακά σχέδια. Ακόμη και τα ετήσια προγράμματα δημοσίων επενδύσεων στην πορεία του έτους μειώνονταν. Η αβεβαιότητα ανάγκασε τις εταιρίες να προχωρήσουν σε μεγάλες εκπτώσεις στους διαγωνισμούς, γεγονός που λειτούργησε σε βάρος της ποιότητας των έργων. Στο τέλος της περιόδου 1970 – 1975 μάλιστα, όταν κυριάρχησε πλέον η κατάτμηση των έργων με προκήρυξη πολλών μικρών εργολαβιών, η κατάσταση χειροτέρευσε: οι κατασκευαστικές εταιρίες ήταν σε πολύ κακή κατάσταση και η ποιότητα των έργων πολύ χαμηλή [19].

Επισημαίνεται ότι από τη δεκαετία του ’50 ήδη είχαν νομοθετηθεί υπέρ του ΤΕΟ δύο πρόσθετοι οικονομικοί πόροι, πέραν της χρηματοδότησής του από τις δημόσιες επενδύσεις: πρώτον, ποσοστό 25% των δασμών επί της βενζίνης και, δεύτερον, διόδια σε εθνικούς δρόμους. Δυστυχώς και οι πόροι αυτοί στέρεψαν τη δεκαετία του 1970. Τα έσοδα από βενζίνη σταμάτησαν να αποδίδονται στο ΤΕΟ από το 1979, ενώ τα διόδια απέφεραν στο τέλος της δεκαετίας συνολικά καθαρά ετήσια έσοδα λιγότερα από 600 εκατομμύρια δραχμές, αφού παρέμεναν σταθερά από το 1970, παρ’ όλο που στο χρονικό αυτό διάστημα οι τιμές της βενζίνης, των εισιτηρίων των λεωφορείων κλπ. είχαν αυξηθεί 4 φορές. Αυτά οφείλονταν στο ότι και τους πρόσθετους αυτούς πόρους διαχειρίζονταν οι εκάστοτε Υπουργοί Οικονομικών και Δημοσίων Έργων, γεγονός που οδήγησε, πρώτον, στη συνεκτίμησή τους στα σχετικά κονδύλια των δημοσίων επενδύσεων και, δεύτερον, στη διαχρονική αναπροσαρμογή τους με κυρίαρχο κριτήριο την πολιτική συγκυρία. Με άλλα λόγια οι πρόσθετοι ειδικοί πόροι για την οδοποιία ουσιαστικά ενσωματώθηκαν στις ετήσιες πιστώσεις του προϋπολογισμού των δημοσίων επενδύσεων [11].

Την υπόψη περίοδο και εξ αιτίας των περιορισμένων δημοσίων επενδύσεων σε έργα υποδομής, πολλές τεχνικές εταιρίες προσπάθησαν να βρουν διέξοδο με ανάπτυξη δραστηριότητας στο εξωτερικό, στις χώρες της Μέσης Ανατολής και της Αφρικής. Ανεξάρτητα από τα όποια τελικά οικονομικά αποτελέσματα για κάθε μία, είναι σημαντικό ότι οι ελληνικές εταιρίες και τα στελέχη τους απέκτησαν μεγάλη διεθνή εμπειρία στη μελέτη, κατασκευή και διαχείριση τεχνικών έργων και ιδιαίτερα οδοποιίας.

Κατά την υλοποίηση των συμβάσεων κατασκευής των έργων στο εσωτερικό της Χώρας παρουσιάστηκαν σημαντικές χρονικές καθυστερήσεις και υπερβάσεις των προϋπολογισμών. Χαρακτηριστική είναι η άποψη υψηλόβαθμου στελέχους

του Υπουργείου Δημοσίων Έργων: «*Η διαπιστούμενη χρονική και οικονομική υπέρβαση οφείλεται κυρίως στην έλλειψη τεχνικώς αρτίων και ολοκληρωμένων μελετών (π.χ. έλλειψη εδαφοτεχνικών μελετών), στην πολλές φορές δημοπράτηση των έργων χωρίς να υπάρχουν εγκεκριμένες μελέτες, χωρίς να έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία απαλλοτριώσεων, δηλαδή χωρίς να έχουν καθορισθεί με πρωτόδικες ή εφετειακές αποφάσεις οι τιμές (που συνήθως είναι πολύ μεγαλύτερες από τις προεκτιμώμενες από τις τεχνικές υπηρεσίες), στη μη παράλληλη με τον προγραμματισμό εκτελέσεως των έργων ροή της χρηματοδοτήσεώς στην έλλειψη κατάλληλων πηγών λήψεως υλικών ιδιοκτησίας του Δημοσίου*» [10].

Οφειλόταν επίσης στη «*συστηματική υποεκτίμηση του κόστους των έργων (ιδίως στη φάση της λήψης απόφασης υλοποίησης τους), στη χαμηλού επιπέδου διαχειριστική ικανότητα του Υπουργείου και στην εξάρτησή της από τις προσωπικές απόψεις των Υπουργών και στελεχών, στην έλλειψη στρατηγικού σχεδιασμού (π.χ. στα έργα του οδικού άξονα Αθήνα – Θεσσαλονίκη δεν υπήρξε συνολική θεώρηση της μελέτης και κατασκευής, αλλά αποσπασματική κατά γεωγραφικό υποτμήμα), στην ανάθεση μελετών και με «κοινωνικά» κριτήρια, στην παθητική στάση του Υπουργείου έναντι τοπικών αιτημάτων κλπ. Χαρακτηριστικό είναι ότι ο εκάστοτε Υπουργός σχεδίαζε δικό του τύπο παρόδιων πινακίδων έργων για την ενημέρωση του κοινού*» [1].

Πολυμορφία προδιαγραφών, κανονισμών κλπ. υπήρχε ακόμη και στις διευθύνσεις του ίδιου φορέα. Πολλές φορές μάλιστα οι προδιαγραφές και οι κανονισμοί άλλαζαν από έργο σε έργο. Κυριαρχούσε αβεβαιότητα και σύγχυση με επιπτώσεις στην ποιότητα και στο κόστος των έργων. Πρέπει όμως παράλληλα να εξαρθεί η προσπάθεια στελεχών του Υπουργείου για τη συγγραφή και θεσμοθέτηση προδιαγραφών οδοποιίας (με βάση τις αμερικανικές κυρίως), μερικές από τις οποίες εφαρμόζονται (αναθεωρημένες) και σήμερα [19].

Η Κυβέρνηση Α. Παπανδρέου του 1981 επιχείρησε να αναμορφώσει το ρόλο του ΤΕΟ και να αυξήσει τη χρηματοδότηση των έργων Οδοποιίας. Τοποθετήθηκαν στη διοικούσα επιτροπή του (που μέχρι τότε απαρτιζόταν μόνο από δημοσίους υπαλλήλους) και ιδιώτες, αναμορφώθηκε το νομικό πλαίσιο λειτουργίας του, δρομολογήθηκε η δημιουργία Κέντρων Διοίκησης Αυτοκινητοδρόμων (ΚΔΑ), Σταθμών Εξυπηρέτησης Αυτοκινητιστών (ΣΕΑ) και Χώρων Στάθμευσης Αυτοκινήτων (ΧΣΑ). Επίσης, δημιουργήθηκε η θυγατρική ανώνυμη εταιρία «Ελληνικοί Αυτοκινητόδρομοι» με σκοπό την αναβάθμιση του οδικού δικτύου με ευέλικτες διαδικασίες και αναπροσαρμόστηκε «εύλογα» το ύψος των διοδίων [11]. Όμως, με τη νέα κυβέρνηση Παπανδρέου του 1985 και την πολιτική αστάθεια που επα-

κολούθησε ατόνησε η προσπάθεια και οι «Ελληνικοί Αυτοκινητόδρομοι» περιορίστηκαν στη συλλογή απορριμμάτων στον άξονα ΠΑΘΕ και αργότερα απορροφήθηκαν από το ΤΕΟ.

Αξιομνημόνευτη για την περίοδο αυτή είναι η μακροχρόνια έκδοση του περιοδικού «Ελληνικοί Δρόμοι» από την Οδική Ομοσπονδία Ελλάδος (ΟΔΟΜΕΛ), μια ιδιωτική επιστημονική ένωση προσώπων και φορέων, καθώς και η βραχυχρόνια έκδοση του περιοδικού «Ελληνικοί Αυτοκινητόδρομοι» από το ΤΕΟ. Οι εκδόσεις αυτές με τα εξειδικευμένα άρθρα τους, που εν πολλοίς μετέφεραν εμπειρίες από τη μελέτη, κατασκευή και διαχείριση σημαντικών έργων του εξωτερικού, συνέβαλαν στην επιμόρφωση των Ελλήνων μηχανικών οδοποιίας.

6 ΑΠΟ ΤΟ 1ο ΚΠΣ ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ (1989-2017)

Τα διαδοχικά Κοινοτικά Πλαίσια Στήριξης (ΚΠΣ) στόχευαν στην επίτευξη περιφερειακής και κοινωνικής συνοχής στην Ευρωπαϊκή Ένωση και περιλάμβαναν τη συγχρηματοδότηση έργων υποδομών στις ασθενέστερες οικονομικά χώρες με απευθείας διάθεση πόρων ενίσχυσης από τον Κοινοτικό Προϋπολογισμό και με δανεισμό με ευνοϊκούς όρους από την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων. Η χρηματοδότηση αυτή επέτρεψε την ταχεία ανάπτυξη του οδικού δικτύου της Χώρας μας, κυρίως του διευρωπαϊκού δικτύου αυτοκινητοδρόμων. Η Ελλάδα διαθέτει πλέον σήμερα το 2017, δηλαδή 30 χρόνια από την έναρξη των ΚΠΣ, περισσότερα από 2 000 χιλιόμετρα αυτοκινητοδρόμων, πολύ ικανοποιητικό μέγεθος για μικρή χώρα.

Οδικό Δίκτυο Ελλάδας το 2010 – σε km [25]	
Αυτοκινητόδρομοι	1 659
Κύριες / Εθνικές Οδοί	9 299
Δευτερεύουσες / Περιφερειακές Οδοί	30 864
Λοιπές Οδοί	75 600
Σύνολο	**117 422**

Η πορεία όμως υλοποίησης των έργων πέρασε από πολλές φάσεις γιατί ήταν εξαιρετικά δύσκολη η προσαρμογή της ελληνικής διοίκησης στα ευρωπαϊκά δεδομένα. Ακόμα και σήμερα η διοικητική και τεχνική δομή του αρμόδιου Υπουργείου και των Οργανισμών υπολείπεται σημαντικά από εκείνη άλλων μελών-κρατών.

Ενδεικτική είναι η αξιολόγηση του 1ου ΚΠΣ 1989 – 1993 όσον αφορά στο πρόγραμμα των οδικών αξόνων που έγινε για λογαριασμό της αρμόδιας Γενικής

Διεύθυνσης Περιφερειακής Πολιτικής της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και οδήγησε στα ακόλουθα συμπεράσματα: «*Ο προγραμματισμός των έργων συνάντησε πολλά προβλήματα: ανεπαρκείς μελέτες, καθυστερήσεις στις απαλλοτριώσεις, καθυστερήσεις στη μετακίνηση των δικτύων ΟΚΩ, προσφορές με απαράδεκτα χαμηλές εκπτώσεις κλπ. Η απορρόφηση των πόρων καθυστέρησε σημαντικά στο αρχικό στάδιο, μετά επιταχύνθηκε αλλά παρέμεινε κάτω από το προβλεπόμενο ετήσιο ποσό. Τα επιλεγέντα προς υλοποίηση έργα ήταν σημαντικά και θεωρείται ότι εξυπηρετούν το στόχο του ΚΠΣ αν και η εκτέλεση των περισσοτέρων δεν ολοκληρώθηκε*» [24].

Με επιχείρημα τα πορίσματα των αλλεπάλληλων αξιολογήσεων των διαδοχικών ΚΠΣ, η κοινοτική πλευρά επιμένει όλα αυτά τα χρόνια στην κατάστρωση εθνικού και περιφερειακών προγραμμάτων μεγάλης διάρκειας, στη σύνταξη αξιόπιστων Αναλύσεων Κόστους – Ωφελειών, στην αναβάθμιση των τεχνικών μελετών, στον ποιοτικό έλεγχο των εργασιών και στον εκσυγχρονισμό των διαδικασιών και διοικητικών δομών.

Το Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας δρομολόγησε τη σύνταξη Στρατηγικού Σχεδίου για την ανάπτυξη των συγκοινωνιακών υποδομών της Ελλάδας με ορίζοντα το 2010, το οποίο ολοκληρώθηκε το 1993 [21]. Απετέλεσε τη βάση για την ένταξη των έργων στα συγχρηματοδοτούμενα προγράμματα, τη χρηματοδότηση και κατασκευή τους, καθώς και για τα συναφή Σχέδια που εκπονήθηκαν για τα επόμενα ΚΠΣ.

Ανάλογες προσπάθειες μικρότερης εμβέλειας επιχειρήθηκαν και σε περιφερειακό επίπεδο, χωρίς μεγάλη επιτυχία. Ενδεικτικά, το 2010 εκπονήθηκε από το Υπουργείο Υποδομών Στρατηγικό Σχέδιο για την ανάπτυξη των υποδομών μεταφορών της ευρύτερης περιοχής Θεσσαλονίκης με χρονικό ορίζοντα το 2020 [22], αλλά δεν ακολούθησε η απαραίτητη περαιτέρω τεκμηρίωση και εξειδίκευση του.

Σημαντικά βήματα συντελέστηκαν και όσον αφορά στην εκπόνηση των μελετών. Ήδη από το 1988 και στο πλαίσιο της δημοπράτησης των πρώτων τμημάτων αναβάθμισης του ΠΑΘΕ σε αυτοκινητόδρομο, συντάχθηκαν από μελετητικά γραφεία σύγχρονος Κανονισμός Μελετών Έργου (ΚΜΕ), Πρότυπα Κατασκευής Έργου (ΠΚΕ), Τεχνική Συγγραφή Υποχρεώσεων (ΤΣΥ) και Τιμολόγιο Μελέτης. Τα κείμενα αυτά αναθεωρούνταν και εξειδικεύονταν ανά έργο. Το 2001 η Εγνατία Οδός ΑΕ εξέδωσε Οδηγίες Σύνταξης Μελετών Έργων Οδοποιίας (ΟΣΜΕΟ), οι οποίες περιλαμβάνουν τις κύριες απαιτήσεις για την εκπόνηση των βασικών κατηγοριών μελετών οδικού έργου (οδοποιία, γεωτεχνικά, τεχνικά, σήραγγες, υδραυλικά έργα και ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις). Παράλληλα, το Υπουργείο Υποδομών προχώρησε στην έκδοση Οδηγιών Μελετών Οδικών Έργων

(ΟΜΟΕ) που ισχύουν έκτοτε για όλη τη Χώρα. Δυστυχώς όμως, δεν έχει θεσμοθετηθεί η κατάλληλη από πλευράς σύνθεσης και προσόντων Μόνιμη Επιστημονική Επιτροπή προδιαγραφών οδοποιίας για την κατά διαστήματα αναθεώρηση/ανανέωση των ΟΜΟΕ, όπως συμβαίνει επιτυχώς με τον Αντισεισμικό Κανονισμό και τον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος.

Παρ' όλες τις ανωτέρω δράσεις, δεν έχει επιτευχθεί μέχρι σήμερα η επιδιωκόμενη σύγκλιση της Χώρας μας με τα κοινοτικά δεδομένα στον τομέα αυτό.

Από την πληθώρα των οδικών έργων που υλοποιήθηκαν την περίοδο αυτή, σημαντικότερα είναι τα οδικά έργα παραχώρησης πρώτης γενιάς, η Εγνατία Οδός και οι αυτοκινητόδρομοι παραχώρησης δεύτερης γενιάς.

Τα έργα παραχώρησης υπερβαίνουν το κλασικό κατασκευαστικό αντικείμενο, περιλαμβάνουν τη λειτουργία και τη διαχείριση της οδού από τον Ανάδοχο και επιβάλλουν αλλαγή φιλοσοφίας, δομών και τρόπου λειτουργίας. Η Αττική Οδός και η ζεύξη Ρίου – Αντιρρίου αποτέλεσαν την πρώτη γενιά των παραχωρήσεων. Η Αττική Οδός μάλιστα υλοποιήθηκε αποκλειστικά από ελληνικές εταιρίες.

6.1 Τα Οδικά Έργα Παραχώρησης Πρώτης Γενιάς

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 προγραμματίσθηκε η υλοποίηση με το σύστημα Μελέτη – Κατασκευή – Χρηματοδότηση – Εκμετάλλευση πέντε μεγάλων συγκοινωνιακών έργων στην Αττική: Περιφερειακός Δακτύλιος Αττικής, Δυτική Περιφερειακή Λεωφόρος Υμηττού, Σήραγγα Υμηττού στην Αργυρούπολη, επέκταση Λεωφόρου Κύμης και Ζεύξη Σαλαμίνας. Μόνον όμως τα δύο πρώτα δημοπρατήθηκαν, ως ενιαίο έργο παραχώρησης (Α΄ φάση διαγωνισμού το 1992, Β΄ φάση διαγωνισμού το 1994, κύρωση από τη Βουλή το 1996). Το Κατ' Αποκοπή Τίμημα (ΚΑΤ) ανήλθε στο ποσό των 432 δισεκατομμυρίων δραχμών, εκ των οποίων η Χρηματοδοτική Συμβολή του Δημοσίου αφορούσε στο ποσό των 143 δισεκατομμυρίων δραχμών πλέον 75 δισεκατομμύρια δραχμές για παράλληλα εκτός ΚΑΤ έργα. Αν και οι πρόδρομες εργασίες άρχισαν το 1997, η διαδικασία δανειοδότησης και το οικονομικό κλείσιμο του έργου ολοκληρώθηκε το 2000 (Έναρξη Παραχώρησης 2000, Λήξη παραχώρησης 2024).

Το έργο ολοκληρώθηκε και δόθηκε τμηματικά στην κυκλοφορία. Τον Μάρτιο του 2001 δόθηκαν τα τμήματα Λ. Κύμης – Μεταμόρφωση και Γέρακας – Αεροδρόμιο «Ελευθέριος Βενιζέλος», εν όψει έναρξης λειτουργίας του νέου Αεροδρομίου τον Μάρτιο 2001. Το υπόλοιπο έργο ολοκληρώθηκε τον Ιούλιο του 2004, εν όψει έναρξης των Ολυμπιακών Αγώνων, με πλήρη και έγκαιρη ανταπόκριση προς τις διεθνείς υποχρεώσεις της Χώρας.

Η **Αττική Οδός**, μήκους 52 km, διασχίζει το Θριάσιο πεδίο, τις πυκνοκατοικημένες περιοχές Λιοσίων, Ζεφυρίου, Μενιδίου, Μεταμόρφωσης, Ν. Ηρακλείου, Αμαρουσίου, Χαλανδρίου, Βριλησσίων, Γέρακα και Παλλήνης, μέρος της περιοχής των Μεσογείων και συνδέει 30 καποδιστριακούς Δήμους. Πρόκειται για αστικό αυτοκινητόδρομο, στο μεγαλύτερο τμήμα του με τρεις λωρίδες κυκλοφορίας και λωρίδα έκτακτης ανάγκης ανά κατεύθυνση. Στην κεντρική νησίδα έχει κατασκευαστεί σιδηροδρομική γραμμή [Ελευσίνα - Συγκοινωνιακό Κέντρο Αχαρνών (ΣΚΑ) – Αεροδρόμιο Σπάτων]. Υπάρχουν 28 ανισόπεδοι κόμβοι, οι οποίοι εξασφαλίζουν σύνδεση με τις κύριες οδικές αρτηρίες του Λεκανοπεδίου, τους αυτοκινητοδρόμους Αθηνών – Κορίνθου και Αθηνών – Θεσσαλονίκης και τις γύρω αστικές και βιομηχανικές περιοχές. Πλήθος ανισόπεδων διαβάσεων (125), πεζογεφυρών (120), γεφυρών ρεμάτων (21) και σιδηροδρομικών γεφυρών (48) αποκατέστησαν τα τοπικά δίκτυα. Επίσης διευθετήθηκαν υδάτινα ρέματα σε μήκος 22 km και κατασκευάστηκαν 40 km αγωγών ομβρίων για την αντιπλημμυρική προστασία των περιοχών ανάντη και κατάντη του αυτοκινητοδρόμου.

Η **Δυτική Περιφερειακή Λεωφόρος Υμηττού**, μήκους 13 km, είναι εγκάρσιος ορεινός αστικός αυτοκινητόδρομος και διοχετεύει την κυκλοφορία της Αττικής Οδού από και προς τη Λ. Κατεχάκη και τον Καρέα. Στο μεγαλύτερο μήκος του το έργο αποτελείται από σήραγγες με διάτρηση, σήραγγες με εκσκαφή και επανεπίχωση (cut&cover) και γέφυρες ή ημιγέφυρες.

Η κατασκευή αυτοκινητοδρόμων στο δομημένο ιστό της πόλης απετέλεσε δύσκολο εγχείρημα, αλλά και πρόκληση, διότι έπρεπε να αντιμετωπισθούν σημαντικά προβλήματα όπως:

- Να παραμείνει, κατά το δυνατόν, αδιατάρακτη η λειτουργία της πόλης κατά την κατασκευή με διατήρηση/ αποκατάσταση της λειτουργίας του εγκάρσιου οδικού δικτύου, των δικτύων ΟΚΩ (ύδρευσης, αποχέτευσης, όμβριων, ηλεκτρισμού, τηλεφώνων κλπ.) και των ρεμάτων.
- Να κατασκευασθεί η αρτηρία κατά τρόπο φιλικό, εξυπηρετικό και ωφέλιμο για τους παρόδιους (παράπλευρο δίκτυο, πεζογέφυρες, κόμβοι σύνδεσης, δημιουργία και απόδοση κοινοχρήστων χώρων προς τους παρόδιους κλπ.) προκειμένου το έργο να γίνει αποδεκτό και να προληφθούν αρνητικές αντιδράσεις.
- Να ενταχθεί αρμονικά στο περιβάλλον η αρτηρία, καθώς και οι συνδέσεις της, με ελαχιστοποίηση της όχλησης από τη λειτουργία της (θόρυβος, καυσαέρια κλπ.).

- Να περιορισθούν οι απαλλοτριώσεις γης και επικειμένων, δεδομένης της υψηλής αξίας των αστικών περιοχών.
- Να περιορισθούν οι οικονομικές και χρονικές επιπτώσεις των σημαντικών αρχαιολογικών ερευνών που προκάλεσε η κατασκευή του έργου στο Λεκανοπέδιο και ανέδειξαν πλήθος ευρημάτων.

Το έργο της **Ζεύξης Ρίου-Αντιρρίου** συνδέει τους αυτοκινητοδρόμους Ολυμπία Οδός και Ιόνια Οδός, ενώνει οδικά την Πελοπόννησο με τη Δυτική Στερεά Ελλάδα και την Ήπειρο και συμβάλλει στην οικονομική και πολιτιστική ανάπτυξη τους. Το έργο εντάχθηκε στο Διευρωπαϊκό Δίκτυο Μεταφορών ως τμήμα του αυτοκινητοδρόμου ΠΑΘΕ με απόφαση που ελήφθη κατά τη Σύνοδο Κορυφής στην Κέρκυρα τον Ιούνιο του 1994.

Το έργο περιλαμβάνει γεφύρωση με τρία διακριτά τμήματα, συνολικού μήκους 2 883 m, καθώς και οδικό τμήμα μήκους 651 m στην πλευρά του Αντιρρίου, όπου διαμορφώθηκε και ο σταθμός διοδίων. Η κυρίως γέφυρα, μήκους 2 252 m, είναι καλωδιωτή, ενώ η πρόσβαση του Ρίου είναι σύμμικτη και του Αντιρρίου με προκατασκευή. Το κατάστρωμα αποτελείται από 2 λωρίδες πλάτους 3.5 m και λωρίδα έκτακτης ανάγκης πλάτους 2 m ανά κατεύθυνση, κεντρικό στηθαίο ασφαλείας και πλευρικά πεζοδρόμια. Η κυρίως γέφυρα είναι σύνθετο τεχνικό έργο, εξαιρετικά δύσκολο στην κατασκευή του. Χρησιμοποιήθηκαν μέθοδοι κατασκευής εξεδρών ανοικτής θαλάσσης και οι μεγαλύτεροι πλωτοί γερανοί παγκοσμίως. Τεχνικά στοιχεία της παρουσιάζονται στο κεφάλαιο περί γεφυρών.

Ο διαγωνισμός προκηρύχτηκε το 1991, η Σύμβαση υπογράφηκε και κυρώθηκε από τη Βουλή το 1996 και τέθηκε σε ισχύ (έναρξη περιόδου Παραχώρησης) τον Δεκέμβριο του 1997. Το Κατ' Αποκοπή Τίμημα (ΚΑΤ) ανήλθε σε 240 δισεκατομμύρια δραχμές, εκ των οποίων τα 100 αφορούσαν στη Χρηματοδοτική Συμβολή του Δημοσίου.

Το πέρας της περιόδου μελέτης και κατασκευής είχε προβλεφθεί σε 7 έτη, ήτοι μέχρι τον Δεκέμβριο του 2004. Το έργο περατώθηκε τον Αύγουστο του 2004 (πριν την έναρξη των Ολυμπιακών Αγώνων και 4 μήνες πριν την προβλεπόμενη περάτωση) και η περίοδος παραχώρησης του λήγει το 2039.

Η διαχείριση των Συμβάσεων Παραχώρησης της Αττικής Οδού και της Γέφυρας Ρίου-Αντιρρίου από πλευράς Κυρίου του Έργου ανατέθηκε σε Ειδική Υπηρεσία Δημοσίων Έργων που συστάθηκε από το Υπουργείο (ΥΠΕΧΩΔΕ).

6.2 Το Δημόσιο Έργο της Εγνατίας Οδού και των Καθέτων Αξόνων της

Ο σύγχρονος αυτοκινητόδρομος Εγνατία Οδός έχει μήκος 670 km. Μαζί με τους κάθετους άξονες [Σιάτιστα – Καστοριά – Κρυσταλλοπηγή (Αλβανία), Θεσσαλονίκη – Σέρρες – Προμαχώνας (Βουλγαρία) και Αρδάνιο – Ορμένιο (Βουλγαρία) κλπ.] το έργο φτάνει συνολικά τα 1 000 km και είναι το μεγαλύτερο έργο της Χώρας μας.

Πρόκειται για εξαιρετικά σύνθετο τεχνικά έργο εξ αιτίας του ιδιαίτερα δυσχερούς εδαφικού ανάγλυφου και των γεωλογικών προβλημάτων. Κατά την κατασκευή του έπρεπε επίσης να αντιμετωπιστούν σοβαρές περιβαλλοντικές δυσκολίες, λόγω διέλευσης από πολλές οικολογικά ευαίσθητες περιοχές και αρχαιολογικούς χώρους. Αρκεί να σημειωθεί ότι η Εγνατία περιλαμβάνει 80 km γέφυρες μονού κλάδου, 100 km σήραγγες μονού κλάδου, 60 ανισόπεδους κόμβους και 700 km βοηθητικές οδούς εξυπηρέτησης.

Η **Εγνατία Οδός** αποτελούσε για δεκαετίες το μεγάλο όνειρο των Βορειοελλαδιτών για τη διασύνδεση της Ηπείρου, της Μακεδονίας και της Θράκης και την άρση της απομόνωσής τους. Η ένταξή της στα έργα προτεραιότητας των Διευρωπαϊκών Δικτύων Μεταφορών τη δεκαετία του ’90 επισφράγισε την Ευρωπαϊκή διάστασή της ως συνδετήριας οδού των αγορών της Ανατολής με τα μεγάλα βιομηχανικά κέντρα της Δύσης. Ως συλλεκτήριος άξονας Πανευρωπαϊκών Διαδρόμων, που οδεύουν από Βορρά προς Νότο, έχει μεγάλη γεωστρατηγική σημασία για τα Βαλκάνια και τη Νοτιοανατολική Ευρώπη.

Πολλά χρόνια μετά την αποτυχημένη προσπάθεια της δεκαετίας του 1970, στα πλαίσια του Β΄ ΚΠΣ έγινε νέα αρχή το 1994 και προγραμματίσθηκε η κατασκευή τμημάτων του άξονα συνολικού προϋπολογισμού 1 500 εκατομμύρια ευρώ. Τα επόμενα χρόνια εντάχθηκαν προοδευτικά και άλλα τμήματα του κυρίως άξονα καθώς και των λεγομένων καθέτων αξόνων στο πρόγραμμα κατασκευής και εξασφαλίσθηκε το σύνολο της αναγκαίας χρηματοδότησης από τους πόρους των διαδοχικών Κοινοτικών Πλαισίων Στήριξης (συνολικά 6 700 εκατομμύρια ευρώ: Κοινοτική επιδότηση 45%, Δάνειο Δημοσίου από Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (ΕΤΕπ) 40%, Δημόσιος Προϋπολογισμός 10%, Δάνειο της Εγνατία Οδός ΑΕ από εμπορική τράπεζα 5%).

Η Εγνατία Οδός ολοκληρώθηκε το 2009 και οι Κάθετοι Άξονες σταδιακά τα επόμενα χρόνια. Κατά μέσο όρο παραδίδονταν κάθε χρόνο στην κυκλοφορία πάνω από 60 χιλιόμετρα αυτοκινητοδρόμου και πολλά μικρότερα έργα, έντεχνα, ποιοτικά και με χαμηλό κόστος σε σχέση με αντίστοιχα διεθνή δεδομένα. Η ετήσια απορρόφηση ξεπέρασε μερικές φορές τα 700 εκατομμύρια ευρώ. Η χρονική

απόσταση Ηγουμενίτσας – Κήπων μειώθηκε από 11.5 ώρες σε 6.5 ώρες και οι Βορειοελλαδίτες ήλθαν πιο κοντά.

Η ταχεία πρόοδος του έργου και η εξασφάλιση όλων των αναγκαίων πιστώσεων ήταν αποτέλεσμα της λειτουργίας της «Εγνατία Οδός ΑΕ» (ΕΟΑΕ), στην οποία ανατέθηκε με νόμο το τέλος του 1995 η μελέτη, κατασκευή, λειτουργία και εκμετάλλευση του έργου για πενήντα έτη. Η δημιουργία της ΕΟΑΕ, κατά τα πρότυπα άλλων ευρωπαϊκών χωρών, ήταν προϊόν δύσκολων διαπραγματεύσεων της Ελληνικής και της Κοινοτικής πλευράς, που ζήτησε να προσληφθούν με διεθνείς διαγωνισμούς Project Manager, Construction Manager και Γενικός Διευθυντής. Η σύσταση της ΕΟΑΕ αποτέλεσε μεγάλη καινοτομία στη διαχείριση των ελληνικών δημοσίων έργων. Υπήρχαν πλέον οι απαραίτητες προϋποθέσεις για την επιτυχή υλοποίηση του μεγάλου έργου, δηλαδή αξιόλογη χρηματοδότηση και σύγχρονη δομή διοίκησης.

Η ΕΟΑΕ ανέλαβε την ευθύνη υλοποίησης του οδικού άξονα τον Φεβρουάριο του 1997. Τότε μεταβιβάστηκαν σε αυτήν από το ΥΠΕΧΩΔΕ τα σε εξέλιξη έργα του, τα οποία είχαν ελλείψεις στις μελέτες, κατασκευάζονταν με υπερβολικά χαμηλές τιμές και με αναποτελεσματική νοοτροπία επίβλεψης και ποιοτικού ελέγχου. Παράλληλα, το θεσμικό πλαίσιο εκπόνησης μελετών και εκτέλεσης έργων ήταν απαρχαιωμένο. Σχεδόν κανένας δεν πίστευε ότι θα υλοποιηθεί το έργο, συχνή ήταν η κακόπιστη κριτική και πάρα πολλοί ήταν αρνητικοί προς την Εταιρεία (Φωτογραφία πρωτοσέλιδου της εφημερίδας «Το Βήμα» της 28ης Απριλίου 1996).

ΤΟ ΒΗΜΑ

ΤΗΣ ΚΥΡΙΑΚΗΣ

Αποστολή στη Θράκη

Τι πραγματικά συμβαίνει στα σύνορα με την Τουρκία την ώρα όπου αρχίζει ο διάλογος

Εγνατία οδός
Via Egnatia

Κατά συνέπεια, προκειμένου να υλοποιηθεί το έργο έντεχνα και με ταχύτητα, για την ΕΟΑΕ ήταν μονόδρομος το να εισάγει καινοτομίες στη μελέτη, κατασκευή και λειτουργία των έργων και να εφαρμόσει σύγχρονα συστήματα διαχείρισής τους χωρίς να ξεχνά ότι η επιτυχία ενός νέου Φορέα δεν είναι εύκολη υπόθεση, αφού έχει απέναντι του όσους έχουν επωφεληθεί από τις παλαιές δομές.

Καινοτομίες της Εγνατία Οδός ΑΕ
Οδηγίες: Σύνταξης Μελετών Οδοποιίας, Σχεδιασμού Αποκατάστασης Τοπίου, Συντήρησης και Λειτουργίας Αυτοκινητοδρόμου
Συστήματα: Πληροφοριών Έργου, Κοστολόγησης, Παρακολούθησης Γεωτεχνικών Εργασιών, Διαχείρισης Συντήρησης Γεφυρών, Διαχείρισης Συντήρησης Αυτοκινητοδρόμου (RMMS), Διαχείρισης Οδοστρωμάτων, Ηλεκτρονικής Διαχείρισης Μελετών και Εγγράφων, Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)
Μελέτες: Προθεσμιακές Συμβάσεις, Ασφάλιση, Ελεγκτές, Πάνελ Ειδικών, Εξωτερικοί Σύμβουλοι
Συμβάσεις: Τεύχη Δημοπράτησης, Τιμολόγιο, Προδιαγραφές Κατασκευής. Συμβάσεις Προδρόμων Εργασιών, Συμβιβαστική Επίλυση Διαφορών
Παρατηρητήριο Αυτοκινητοδρόμου

Η ΕΟΑΕ είχε εξ αρχής συγκεκριμένη στρατηγική και μακροπρόθεσμο σχεδιασμό, π.χ. προετοίμασε έγκαιρα τη δημοπράτηση των έργων της με αποτέλεσμα να ενταχθούν όλα στο Γ΄ΚΠΣ σε βάρος ανταγωνιστικών προγραμμάτων. Εκμεταλλεύτηκε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις ευκαιρίες που της παρουσιάστηκαν και εξασφάλισε έγκαιρα όλες τις αναγκαίες πιστώσεις. Επέλεξε με αξιοκρατικά κριτήρια το προσωπικό της, καλλιέργησε το ομαδικό πνεύμα, τη συνεργασία και την ευελιξία και ανέπτυξε εκτεταμένο πρόγραμμα εκπαίδευσης στελεχών. Η υλοποίηση του έργου ήταν αποτέλεσμα συντονισμένης συλλογικής προσπάθειας.

Η συνολική θεώρηση ενός μεγάλου σε μήκος έργου από ένα εξειδικευμένο, ανεξάρτητο και ευέλικτο οργανισμό επέτρεψε τη λήψη ορθολογικών στρατηγικών αποφάσεων, που αφορούσαν τόσο στην κατασκευή και στη λειτουργία (π.χ. ομοιομορφία τεχνικών λύσεων), όσο και στην ταυτότητα της οδού (εντοπισμός, αξιολόγηση και ανάδειξη αρχαιολογικών χώρων και μνημείων, αρχιτεκτονική τοπίου κλπ.) [12].

Στο Γ΄ ΚΠΣ διαφοροποιήθηκε η σχέση της κοινοτικής πλευράς με την υλοποίηση των έργων. Ενώ στα Α΄ και Β΄ ΚΠΣ και οι δύο πλευρές, ελληνική και κοινοτική, ήταν συνυπεύθυνες και συνιδιοκτήτες των προγραμμάτων έργων, στο Γ΄ ΚΠΣ και μετέπειτα την αποκλειστική ευθύνη έχει η ελληνική πλευρά και η κοινοτική πλευρά ελέγχει. Δεδομένου ότι η ΕΟΑΕ είχε ιδρυθεί με πρόταση της κοινοτι-

κής πλευράς, ήταν αναμενόμενο να εγκαταλειφθούν προοδευτικά τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της (υπαγωγή στο δημόσιο τομέα, πολιτικός διορισμός διαχειριστών κλπ.). Παράλληλα, δεν εξασφαλίστηκαν επαρκείς πόροι για τη λειτουργία και συντήρηση της οδού από τον κρατικό προϋπολογισμό, ούτε και επιβλήθηκαν ουσιαστικά διόδια για λόγους μικροπολιτικούς, με αποτέλεσμα σήμερα να απαιτούνται μεγάλα ποσά για τη βαριά συντήρηση της οδού. Δεδομένου ότι αποτελεί μνημονιακή υποχρέωση η ιδιωτικοποίηση της Εγνατίας Οδού και των Καθέτων της, είναι προφανής ο μεγάλος κίνδυνος να συντελεστεί αυτή με δυσμενείς όρους για τη Χώρα μας.

6.3 Τα Οδικά Έργα Παραχώρησης Δεύτερης Γενιάς

Το 1999 η τότε Κυβέρνηση υπό την πίεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία επιζητούσε τη συμμετοχή και ιδιωτικών κεφαλαίων στη χρηματοδότηση της κατασκευής των μεγάλων έργων υποδομής, συναίνεσε στη δημοπράτηση των έργων κατασκευής των Μεγάλων Οδικών Αξόνων με Συμβάσεις Παραχώρησης [8]. Τα έργα της δεύτερης γενιάς παραχωρήσεων οδικών έργων ήταν:

- Ο **αυτοκινητόδρομος Αιγαίου,** τμήμα Ράχες – Κλειδί του άξονα ΠΑΘΕ (η κατασκευή αφορούσε στο τμήμα από Ευαγγελισμό μέχρι τη Σκοτίνα, μήκους 25 km με τις οδικές παρακάμψεις της κοιλάδας των Τεμπών και του Πλαταμώνα).
- Η **Ολυμπία Οδός** (αυτοκινητόδρομος), Ελευσίνα – Κόρινθος – Πάτρα – Πύργος – Τσακώνα (η κατασκευή αφορούσε στα τμήματα Κόρινθος – Πάτρα και Πάτρα – Πύργος – Τσακώνα).
- Ο **αυτοκινητόδρομος Μορέα**, Κόρινθος – Τρίπολη – Καλαμάτα και Λεύκτρο – Σπάρτη (η κατασκευή αφορούσε κυρίως στα τμήματα Τρίπολη – Καλαμάτα και Λεύκτρο – Σπάρτη και δευτερευόντως στην αναβάθμιση του τμήματος Κόρινθος – Τρίπολη).
- Η **Ιόνια Οδός** (αυτοκινητόδρομος), Αντίρριο – Ιωάννινα σε συνδυασμό με το τμήμα του άξονα ΠΑΘΕ Αθήνα – Σκάρφεια και το τμήμα Σχηματάρι – Χαλκίδα (η κατασκευή αφορούσε κυρίως στο τμήμα της Ιόνιας Οδού και δευτερευόντως στην αναβάθμιση των άλλων τμημάτων).
- Η **Κεντρική Οδός** (αυτοκινητόδρομος, τμήμα του Ευρωπαϊκού άξονα Ε65), Αλαμάνα – Εγνατία Οδός σε συνδυασμό με το τμήμα ΠΑΘΕ από Σκάρφεια μέχρι Ράχες (η κατασκευή αφορούσε στον Ε65).

- Η υποθαλάσσια αστική αρτηρία Θεσσαλονίκης.

Το έτος 2001 δημοσιεύθηκε η Προκήρυξη της Α΄ Φάσης που αφορούσε την υποβολή αίτησης εκδήλωσης ενδιαφέροντος για προεπιλογή των ενδιαφερομένων σχημάτων, η οποία ολοκληρώθηκε το έτος 2002. Αν και επρόκειτο να εφαρμοσθεί η διαδικασία του Ανταγωνιστικού Διαλόγου, αυτή κρίθηκε από το Δημόσιο ως επισφαλής νομικά και επιλέχθηκε τελικά η κλασσική διαδικασία ωρίμανσης των μελετών εκ μέρους του Δημοσίου για τον τεχνικό και οικονομικό προσδιορισμό της βέλτιστης λύσης [8].

Κατά τα έτη 2003 έως 2005 έγινε, σταδιακά για κάθε έργο, η ωρίμανση των μελετών προκειμένου να εκδοθούν τελικά οι Αποφάσεις Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα τοπογραφικά υπόβαθρα ήταν ορθοφωτοχάρτες, οι μελέτες Οδοποιίας ήταν σε επίπεδο Προωθημένης Αναγνωριστικής Μελέτης ή Προμελέτης μειωμένων απαιτήσεων, ενώ δεν εκπονήθηκαν μελέτες τεχνικών έργων με δεδομένη την ανάληψη του κατασκευαστικού κινδύνου από τους Παραχωρησιούχους [8]. Με βάση το Βασικό Σχεδιασμό και την Περιβαλλοντική Αδειοδότηση ακολούθησε η Β΄ Φάση Δημοπράτησης, η έγκριση από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, η κύρωση των συμβάσεων παραχώρησης με νόμο από τη Βουλή και η έναρξη των εργασιών το 2008 (Πίνακας 1).

Οι πέντε Συμβάσεις Παραχώρησης Αυτοκινητοδρόμων δομήθηκαν με την αξιωματική λογική ότι πρέπει να πληρώνει ο χρήστης και όχι ο φορολογούμενος. Στην πραγματικότητα ο χρήστης αποπληρώνει (με διόδια) το 70% περίπου του κόστους κατασκευής των έργων, ενώ το υπόλοιπο 30% αποτελεί Χρηματοδοτική Συμβολή (επιδότηση) του Δημοσίου (περιλαμβανομένης της ευρωπαϊκής συμμετοχής). Επίσης ο χρήστης αποπληρώνει (με διόδια) το κόστος της περιόδου λειτουργίας του έργου. Επισημαίνεται ότι το Δημόσιο είχε ήδη πληρώσει μεγάλο μέρος των έργων (π.χ. ΠΑΘΕ) που είχε κατασκευαστεί πριν την παραχώρηση.

Επί πλέον, στο πλαίσιο της Περιφερειακής Συνοχής της Χώρας και της συναφούς Κοινοτικής Πολιτικής, ο μεν χρήστης πληρώνει τη χρήση του αυτοκινητόδρομου στον οποίο κυκλοφορεί, αλλά το Δημόσιο, με το σύνολο των εσόδων από όλους τους αυτοκινητοδρόμους, αποπληρώνει και άλλα τμήματα του δικτύου των αυτοκινητοδρόμων. Δηλαδή, όλοι οι αυτοκινητόδρομοι θεωρήθηκαν ως ένα ενιαίο δίκτυο και ο χρήστης καταβάλλει το ίδιο χιλιομετρικό τέλος διοδίου σε κάθε τμήμα του. Πρόκειται για πολιτική αλληλοστήριξης (cross-subsidy) που εφαρμόστηκε κατά κόρον τις προηγούμενες δεκαετίες σε χώρες της νότιας Ευρώπης, προκειμένου να αναπτύξουν γρήγορα τα δίκτυα των αυτοκινητοδρόμων τους.

Πίνακας 1

ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ-ΔΡΟΜΟΙ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΙΚΗ ΣΥΜΒΟΛΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ (εκατ. €)	ΜΕΤΟΧΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ (εκατ. €)		ΔΑΝΕΙΑΚΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ (εκατ. €)				ΔΙΟΔΙΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (εκατ. €)
		Ίδια Κεφάλαια	Δευτερογενές Δάνειο	Κύριο Δάνειο	Δάνειο Χρηματοδοτικής Συμβολής Δημοσίου	Δάνειο ΦΠΑ	Άλλο Δάνειο	
Ιόνια Οδός	360	75	117	110	270	83		861
Αυτοκινητό-δρομος Αιγαίου	465	50	86	571	-	-	-	299
Ολυμπία Οδός	607	100	101	1186	365			944
Αυτοκινητό-δρομος Κεντρικής Ελλάδος (Ε65)	519	65	90	231	440	296	721	43
Αυτοκινητό-δρομος Μορέα	342	50	55	525	266	27	17	114
ΣΥΝΟΛΑ	2293	340	449	2623	1341	406	738	2261

Όμως, οι υπόψη πέντε Συμβάσεις Παραχώρησης Αυτοκινητοδρόμων παρουσίασαν σοβαρά εγγενή προβλήματα [23]:

- Προέβλεπαν την κατασκευή του δικτύου των αυτοκινητοδρόμων πολλών χιλιομέτρων σε εξαιρετικά μικρή χρονική περίοδο χωρίς ουσιαστικό λόγο. Αυτό αύξησε σημαντικά την ανάγκη δανειοδότησης των έργων (εμπροσθοβαρής φόρτιση του προγράμματος χρηματοδότησης).
- Προέβλεπαν την κατασκευή αυτοκινητόδρομου σε τμήματα όπου δεν ήταν αναγκαίο λόγω χαμηλού κυκλοφοριακού φόρτου, π.χ. Πύργος - Καλό Νε-

ρό – Τσακώνα. Αυτό είχε αυξήσει σημαντικά τους προϋπολογισμούς των έργων και συνεπώς τον αναγκαίο δανεισμό κεφαλαίων.

- Στην προσπάθεια μείωσης της ανάγκης αυξημένου δανεισμού, επέτρεψαν τη λειτουργία από τους Παραχωρησιούχους ανοικτού (μετωπικού) συστήματος διοδίων, γεγονός που οδηγεί σε υψηλές χρεώσεις για τους χρήστες που κατοικούν κοντά σε μετωπικούς σταθμούς διοδίων όπου δεν υπάρχει παράπλευρο δίκτυο. Επίσης, προέβλεπαν την πληρωμή διοδίων και σε μη ολοκληρωμένα τμήματα (π.χ. Κόρινθος – Πάτρα). Αυτά είχαν ως αποτέλεσμα αντιδράσεις των χρηστών, τη δημιουργία κινήματος πολιτών «δεν πληρώνω» και κοινωνική αναταραχή.
- Δεν ήταν επιτυχής ο διαχωρισμός των τμημάτων του δικτύου ανά σύμβαση. Αυτό οδήγησε σε ανισοβαρείς συμβάσεις από την άποψη των αναγκών δανεισμού (και συνεπώς αύξηση του συνολικού κινδύνου του προγράμματος παραχωρήσεων), π.χ. μικρός δανεισμός και μεγάλη επιστροφή χρημάτων στο Δημόσιο από την Ιόνια Οδό (περιλαμβάνει και το τμήμα του ΠΑΘΕ Αθήνα – Σκάρφεια), υψηλός δανεισμός και επιδότηση λειτουργίας για τον Ε65 (περιλαμβάνει και το τμήμα του ΠΑΘΕ Σκάρφεια – Πελασγία). Και δυστυχώς με την οικονομική κρίση ο κίνδυνος επαληθεύτηκε και ο Ε65 παρέμεινε ημιτελής.
- Προέβλεπαν δεσμεύσεις για το Δημόσιο οι οποίες ήταν αδύνατον να τηρηθούν, π.χ. απαλλοτρίωση και παράδοση των χώρων έργου σε 12 μήνες, περιβαλλοντικές αδειοδοτήσεις δανειοθαλάμων και εργοταξιακών εγκαταστάσεων σε 4 μήνες. Αυτό οδήγησε σε μεγάλες καθυστερήσεις και τελικά σε πολύ μεγάλες αποζημιώσεις των Παραχωρησιούχων από το Δημόσιο.
- Ύστερα από προσφυγές πολιτών, το ΣτΕ ακύρωσε τις Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις Περιβαλλοντικών Όρων στα τμήματα Σαμικό – Ζαχάρω της Ολυμπίας Οδού, Παλαιοβούνα της Ιόνιας Οδού και Οξύνεια – Εγνατία Οδός της Κεντρικής Οδού (Ε65). Αυτό οδήγησε σε ανατροπή του σχεδιασμού και καθυστερήσεις.
- Ο Βασικός Σχεδιασμός με τον οποίο δημοπρατήθηκαν όλα τα έργα (προκαταρκτική μελέτη, προμελέτη) έχρηζε πάρα πολλών βελτιώσεων που απαίτησαν πάνω από δύο έτη (2010-2012). Ο επανασχεδιασμός (re-engineering) με βάση τις αρχές Διαχείρισης της Αξίας (value management) οδήγησε σε πληθώρα απλούστερων και οικονομικότερων τεχνικών λύσεων

και στην ικανοποίηση τοπικών αναγκών που αρχικά δεν είχαν ληφθεί υπόψη [27].

Το 2010 κατέστη φανερό ότι είχε επέλθει μεταβολή των κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών σε σχέση με τις προβλέψεις κατά την έναρξη των παραχωρήσεων. Η οικονομική κρίση με τη συνεπαγόμενη μείωση της αγοραστικής δύναμης των πολιτών, οι αυξήσεις των τιμών των καυσίμων, των τιμών διοδίων και του ΦΠΑ, η αβεβαιότητα στον τομέα της εργασίας κλπ. δημιούργησαν συνθήκες που επέφεραν μεγάλη μείωση της κυκλοφορίας και επακόλουθα δραματική μείωση των εσόδων από τα διόδια. Συγχρόνως, η οικονομική κρίση οδήγησε σε υψηλά επιτόκια δανεισμού για τη Χώρα μας. Οι δανείστριες Τράπεζες αναζήτησαν την ευκαιρία να αποδεσμευθούν από τα έργα αυτά, διότι είχαν δεσμεύσει μεγάλα δανειακά κεφάλαια με χαμηλά επιτόκια. Τα ανωτέρω προβλήματα οδήγησαν στην αναστολή της χρηματοδότησης των έργων από τις δανείστριες Τράπεζες το 2^{ο} εξάμηνο του 2010.

Σύμφωνα με υψηλόβαθμο στέλεχος του Υπουργείου Υποδομών «*το βασικότερο λάθος ήταν ο υπερσχεδιασμός των έργων και η ένταξη σε αυτά οδικών τμημάτων στα οποία αναμένονταν πολύ χαμηλοί κυκλοφοριακοί φόρτοι ακόμα και για τα δεδομένα της περιόδου εκείνης. Πολύ σημαντικό λάθος επίσης ήταν το ότι δεν μελετήθηκε και προγραμματίστηκε εξ αρχής η κατασκευή από τους Παραχωρησιούχους των αναγκαίων παραλλαγών των δικτύων των ΟΚΩ [και των σιδηροδρομικών γραμμών] στις θέσεις εμπλοκής με τους υπό κατασκευή αυτοκινητοδρόμους*» [8].

Σύμφωνα με το ίδιο στέλεχος «*άλλη χαρακτηριστική περίπτωση ανατροπής προϋποθέσεων ήταν η μη [έγκαιρη] ολοκλήρωση της κατασκευής του τμήματος του αυτοκινητοδρόμου [Μορέα] Παραδείσια – Τσακώνα (Τρίπολη – Καλαμάτα) του οποίου η ανακατασκευή είχε προγραμματιστεί μέχρι το πέρας του 2009 [οπότε και έπρεπε σύμφωνα με την σύμβαση να παραδοθεί στον Παραχωρησιούχο]. Η διαχείριση του πολύπαθου αυτού έργου είχε περιέλθει στην ευθύνη του Υπουργείου Υποδομών όταν καταστράφηκε ολοσχερώς από την κατολίσθηση του Φεβρουαρίου του 2003 και αφού προηγουμένως βρισκόταν σε λειτουργία για δύο και πλέον έτη, 'ολοκληρωμένο' από την Περιφέρεια Πελοποννήσου. Στο υπόψη τμήμα μετά την ανάληψη της ευθύνης της μελέτης και κατασκευής από το Υπουργείο Υποδομών το έτος 2003 έγινε εκτεταμένος ανασχεδιασμός. Δυστυχώς λόγω της οικονομικής κρίσης, η ολοκλήρωση της κατασκευής επιτεύχθηκε τελικά το έτος 2016. Το κύριο μέρος της μελέτης ανασχεδιασμού και της ανακατασκευής του έργου χρηματοδοτήθηκε από Εθνικούς Πόρους*» [8]. Σημαντική καθυστέρηση επίσης υπήρξε και στην παράδοση του τμήματος Θερμοπύλες – Ράχες (Πέταλο του Μαλιακού) από το Δημόσιο

στον Παραχωρησιούχο της Κεντρικής Οδού. Οι καθυστερήσεις αυτές αποτέλεσαν αιτίες αποζημιώσεων.

Αμέσως μετά την αναστολή χρηματοδότησης επακολούθησαν διαπραγματεύσεις μεταξύ του Δημοσίου, των πέντε Παραχωρησιούχων και των δεκάδων Δανειστριών Τραπεζών. Έχοντας αποδεχθεί τη συμμετοχή των ίδιων Δανειστριών Τραπεζών και των ίδιων Μετόχων (Εταιρειών Παραχωρήσεων) σε πολλά από τα έργα, το Δημόσιο είχε συντείνει στη δημιουργία ενότητας συμφερόντων και διαπραγματευτικού μπλοκ εναντίον του, το μεγαλύτερο εγγενές πρόβλημα των Συμβάσεων. Ως πρώτο βήμα της προσπάθειας για την εξεύρεση λύσης που θα αποκαθιστούσε τη μακρόχρονη συμβατική ισορροπία και βιωσιμότητα των Συμβάσεων (Μακροπρόθεσμη Λύση), το Δημόσιο και κάθε Παραχωρησιούχος (με την αποδοχή των δανειστριών Τραπεζών) μονόγραψαν τον Ιούνιο του 2011 Πλαίσιο Συναντίληψης, το οποίο καθόριζε τις Αρχές που θα έπρεπε να τηρηθούν κατά τις διαπραγματεύσεις, όπως: ανακαθορισμός και συμφωνία επί των προβλέψεων εσόδων, επαναξιολόγηση των χρηματοδοτικών αναγκών του Έργου, οριστικοποίηση των Τεχνικών Λύσεων, Νέα Πολιτική Διοδίων (ηλεκτρονικά διόδια / διαλειτουργικότητα), κατάρτιση επικαιροποιημένου Χρηματοοικονομικού Μοντέλου κλπ.

Με βάση το Πλαίσιο Συναντίληψης και περαιτέρω συζητήσεις με τους Παραχωρησιούχους, η Γενική Γραμματεία Συγχρηματοδοτούμενων Δημοσίων Έργων συνέταξε πολυσέλιδη έκθεση την οποία υπέβαλε στα αρμόδια υπουργεία και Γενικές Διευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής [23]. Όμως, η Χώρα είχε περιέλθει σε πολιτική αστάθεια (κυβέρνηση Λ. Παπαδήμου και υπηρεσιακή κυβέρνηση) και μέχρι το μέσον του 2012 το μόνο που κατέστη δυνατόν ήταν η περαιτέρω επεξεργασία τεχνικών και οικονομικών θεμάτων.

Όταν μετά από εκλογές ανέλαβε η κυβέρνηση Α. Σαμαρά επανεκκίνησαν ουσιαστικά οι διαπραγματεύσεις και τελικά κυρώθηκε από τη Βουλή η αναθεώρηση των συμβάσεων παραχώρησης το 2013. Μεταξύ άλλων, η αναθεώρηση προέβλεπε τη μείωση του τεχνικού αντικειμένου της Ολυμπίας Οδού (κατά το τμήμα Πάτρα – Πύργος – Καλό Νερό – Τσακώνα) και της Κεντρικής Οδού – Ε65 (κατά τα τμήματα Αλαμάνα – Ξυνιάδα και Τρίκαλα – Εγνατία Οδός), βελτιστοποιήσεις τεχνικών λύσεων, χρονικές παρατάσεις, αποξένωση του Δημοσίου από τα εισπραττόμενα διόδια, μεγάλες αποζημιώσεις Παραχωρησιούχων και κατασκευαστών / πρόσθετη Χρηματοδοτική Συμβολή του Δημοσίου της τάξης του 1.1 δισεκατομμυρίων ευρώ [14] κλπ.

Δεδομένου όμως ότι δεν επιλύθηκαν στην ουσία τους εγγενή προβλήματα, όπως οι απαλλοτριώσεις, οι αρχαιολογικές έρευνες και οι μετακινήσεις δικτύων

ΟΚΩ, προέκυψαν και πάλι σημαντικές καθυστερήσεις και υπήρξε ανάγκη νέων παρατάσεων και μεγάλων αποζημιώσεων. Τελικά, τα έργα των αναθεωρημένων συμβάσεων των πέντε αυτοκινητοδρόμων ολοκληρώθηκαν στο τέλος του 2017.

Όσον αφορά στο έκτο έργο παραχώρησης, την υποθαλάσσια αστική αρτηρία Θεσσαλονίκης η σύμβαση παραχώρησης, ύψους 472 εκατομμυρίων ευρώ, υπεγράφη το 2006 αλλά δεν υλοποιήθηκε. Η αρμόδια αρχαιολογική υπηρεσία επεσήμανε καθυστερημένα ότι τον 7^{ο} αιώνα μ.Χ., οι Άβαροι είχαν επιτεθεί στα τείχη της Θεσσαλονίκης με στόλο μονοξύλων, τα οποία βυθίστηκαν και ενδεχομένως υπολείμματά τους βρίσκονται στον ιλυώδη πυθμένα του Θερμαϊκού. Κατά συνέπεια, δεν μπορούσε να εφαρμοστεί η τεχνική λύση της επικαθήμενης σήραγγας που προέβλεπε η Σύμβαση Παραχώρησης και το Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο (ΚΑΣ) αποφάσισε την κατασκευή υπόγειας σήραγγας με διάτρηση σε αρκετό βάθος, με αύξηση της δαπάνης κατά 150 εκατομμύρια ευρώ τουλάχιστον. Επειδή ανετράπησαν άρδην οι όροι της σύμβασης, ο Παραχωρησιούχος την κατήγγειλε, προσέφυγε σε διαιτησία και με απόφασή της δικαιώθηκε αποζημίωσης 110 εκατομμυρίων ευρώ εντόκως, η οποία μέχρι σήμερα δεν του έχει καταβληθεί.

6.4 Οδική Ασφάλεια

Ο ετήσιος αριθμός των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά υψηλός σε σύγκριση με τον αριθμό των ατυχημάτων σε άλλες Ευρωπαϊκές Χώρες, γεγονός που επιβάλλει την αναβάθμιση της οδικής υποδομής, το διαρκή έλεγχο της λειτουργικής ικανότητας των οχημάτων και τη συνεχή ενημέρωση, κατάρτιση και έλεγχο των οδηγών. Το 2011 εκπονήθηκε το τρίτο Στρατηγικό Σχέδιο (2011 – 2020) για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας από Ερευνητικό Επιστημονικό Προσωπικό του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ [7].

Όσον αφορά ειδικότερα στην ασφάλεια των υποδομών:

- Προσαρμόσθηκε η ελληνική νομοθεσία με το Π.Δ.230/Φ.Ε.Κ.264Α΄ του 2007 στην Κοινοτική Οδηγία 2004/54/ΕΚ σχετικά με τις ελάχιστες απαιτήσεις ασφαλείας για τις σήραγγες.
- Προσαρμόσθηκε η ελληνική νομοθεσία με το Π.Δ.104/Φ.Ε.Κ.237Α΄ του 2011 στην Κοινοτική Οδηγία 2008/96/ΕΚ για τη διαχείριση της ασφάλειας των οδικών υποδομών και ακολούθησε η Υπουργική Απόφαση Έγκρισης των Κατευθυντήριων Γραμμών για τη διαχείριση της ασφάλειας των οδικών υποδομών, η οποία δημοσιεύθηκε στην εφημερίδα της Κυβερνήσεως, Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 3134/27-11-12.

- Όσον αφορά στα έργα παραχώρησης, με απόφαση της Ε.Ε. κατέστη υποχρεωτική η διαδικασία της Επιθεώρησης Οδικής Ασφάλειας (Road Safety Audit) στις μελέτες των νέων έργων, πριν την παράδοση των νεοκατασκευασμένων έργων στην κυκλοφορία και στα ήδη λειτουργούντα οδικά τμήματα, καθώς και η εκπαίδευση, πιστοποίηση και περιοδική επιμόρφωση των Ελεγκτών Οδικής Ασφάλειας.
- Επίσης, συστάθηκε η Διεύθυνση Ασφάλειας Οδικών Υποδομών (ΔΑΟΥ) στο Υπουργείο Υποδομών.

Το 2016, οκτώ χρόνια μετά την έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2008/96/ΕΚ, εγκρίθηκε από το Υπουργείο Υποδομών το πρόγραμμα και το εκπαιδευτικό υλικό για την πιστοποίηση των ελεγκτών οδικής ασφάλειας. Το πρόγραμμα και το υλικό ήταν το αντικείμενο έργου που ανατέθηκε από το Υπουργείο Υποδομών στο Ινστιτούτο Βιώσιμης Κινητικότητας και Δικτύων Μεταφορών (Ι.ΜΕΤ.) του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ). Στη σύνταξη του εκπαιδευτικού υλικού και στη διαμόρφωση του προγράμματος συμμετείχαν επιστημονικό προσωπικό του ΕΜΠ και του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Μέχρι σήμερα δεν έχει οργανωθεί το πρόγραμμα εκπαίδευσης / πιστοποίησης για να προγραμματισθεί η διεξαγωγή ελέγχων οδικής ασφάλειας στις μελέτες και σε υφιστάμενες οδούς.

Με απόφαση του Υπουργείου Υποδομών το 2011 ανατέθηκε στην ΕΟΑΕ η εκπόνηση μελετών οδικής ασφαλείας στο εθνικό και επαρχιακό δίκτυο όλης της χώρας. Το 2015 η ΕΟΑΕ ολοκλήρωσε 60 Μελέτες Βελτίωσης Οδικής Ασφάλειας (ΜΕΒΟΑ) σε τμήματα συνολικού μήκους 13000 χιλιομέτρων περίπου, η εφαρμογή των οποίων θα βελτιώσει σημαντικά την υφιστάμενη κατάσταση. Μέχρι σήμερα όμως μόνο ένα πολύ μικρό τμήμα αυτών έχει υλοποιηθεί ή βρίσκεται σε φάση υλοποίησης.

6.5 Επιμύθιον

Είναι φανερό από την παραπάνω ιστορική ανασκόπηση ότι τόσο η προετοιμασία της δημοπράτησης των έργων οδοποιίας (μελέτες, αδειοδοτήσεις κλπ.) όσο και η διαχείριση της κατασκευής από τις υπηρεσίες του Υπουργείου Υποδομών και των άλλων φορέων, εξαιρουμένης της μικρής διάρκειας φωτεινής περιόδου της ΕΟΑΕ, υπολείπονται σημαντικά εκείνων που χαρακτηρίζουν ένα σύγχρονο ευρωπαϊκό κράτος [27].

Παρά τις όποιες προσπάθειες ικανών δημοσίων λειτουργών, καθώς και τις σχετικές επισημάνσεις που έγιναν στα συνέδρια και ημερίδες που οργάνωσαν το

ΤΕΕ και οι επαγγελματικοί σύλλογοι των μηχανικών, παραμένουν τα προβλήματα που υπήρχαν πριν από δεκαετίες. Δεν είναι τυχαίο ότι οι εργασίες κατασκευής του αυτοκινητοδρόμου Αμβρακία – Άκτιο μήκους 50 χιλιομέτρων που ξεκίνησαν το 2010 δεν έχουν ακόμα τελειώσει. Το έργο δημοπρατήθηκε σε τέσσερα υποτμήματα χωρίς ισοζύγιο χωματισμών, με ελλιπείς γεωτεχνικές έρευνες, χωρίς απευθείας σύνδεση με τον κόμβο Αμβρακίας της Ιόνιας Οδού κλπ.

Σε ημερίδα του ΤΕΕ το 2013, υψηλόβαθμο στέλεχος Διαχειριστικής Αρχής του ΕΣΠΑ διαπιστώνει τα ακόλουθα όσον αφορά στην υλοποίηση των προγραμμάτων συγχρηματοδοτουμένων έργων υποδομών: «*αισιόδοξος / φιλόδοξος αρχικός προγραμματισμός, αντιδράσεις τοπικών κοινωνιών, διολίσθηση χρονοδιαγραμμάτων λόγω και εξωτερικών παραγόντων (ενστάσεις, δικαστικές πρόσφυγες, αρχαιολογία κ.α.), προβλήματα αδειοδοτήσεων (περιβαλλοντικές, δανειοθαλάμων και άλλες), καθυστερήσεις στη συντέλεση των απαλλοτριώσεων και αδικαιολόγητα υψηλές τιμές, αργή εξέλιξη των διαδικασιών ωρίμανσης και δημοπράτησης έργων, αλλαγές στο σχεδιασμό έργων, χρονοβόρες διαδικασίες ελέγχων πληρότητας και ποιότητας μελετών, μεταβαλλόμενο εθνικό θεσμικό πλαίσιο κλπ.*» [4].

7 Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΕΜΠ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΟΔΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

Με συνοπτική διατύπωση, η συμβολή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ στην ανάπτυξη του οδικού δικτύου και των υποδομών της Χώρας γενικότερα συνίσταται στην παροχή σπουδών υψηλής επιστημονικής στάθμης και στην παραγωγή των Πολιτικών Μηχανικών που κλήθηκαν να καλύψουν τις ανάγκες της Χώρας και να στελεχώσουν τις δημόσιες πολιτικές και στρατιωτικές υπηρεσίες της, τα γραφεία μελετών και τις εργοληπτικές εταιρείες όλα αυτά τα χρόνια.

Στο πλαίσιο αυτό, η Σχολή συνέβαλε επιπροσθέτως στην κατάρτιση και επιμόρφωση των αποφοίτων της και άλλων μηχανικών με διαλέξεις και σεμινάρια. Την περίοδο της ανασυγκρότησης αμέσως μετά τη Γερμανική κατοχή, τα νεοδιορισθέντα στελέχη του Υπουργείου Δημοσίων Έργων, προκειμένου να καταστούν αξιόμαχα, παρακολουθούσαν στο Κεντρικό Εργαστήριο Δημοσίων Έργων πολύμηνα σεμινάρια με εκπαιδευτές Καθηγητές και Επιμελητές του Πολυτεχνείου, αλλά και τεχνίτες, ώστε να κατανοηθεί η διαδικασία των έργων σε όλο της το βάθος.

Στα νεότερα χρόνια, η Σχολή διοργάνωσε προγράμματα συστηματικών μεταπτυχιακών σπουδών, συμμετείχε σε άλλα διατμηματικά μεταπτυχιακά προγράμματα και προώθησε τη βασική έρευνα στην επιστήμη του Πολιτικού Μηχανικού με μεγάλο αριθμό διδακτορικών διατριβών. Επίσης, Καθηγητές και στελέχη της

Σχολής ανέλαβαν και εκπόνησαν μεγάλο αριθμό ερευνητικών προγραμμάτων που οδήγησαν στην αποτελεσματική αντιμετώπιση τεχνικών προβλημάτων στη Χώρα, αλλά και στην Ευρώπη, καθώς και στη συγγραφή πλήθους δημοσιεύσεων, οι οποίες σε συνδυασμό με τις δημοσιεύσεις των διδακτορικών διατριβών ανέδειξαν τη Σχολή σε αξιοζήλευτη διεθνώς θέση.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι στην περίπτωση φυσικών καταστροφών (π.χ. σεισμών) οι αρμόδιοι Καθηγητές της Σχολής παρέχουν άμεσα υποστήριξη στις αρμόδιες δημόσιες υπηρεσίες. Επίσης, Καθηγητές της Σχολής συμμετέχουν στο Τεχνικό Συμβούλιο – Τμήμα Μελετών του Υπουργείου Υποδομών και στο Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο του Υπουργείου Πολιτισμού, που και τα δύο διαδραματίζουν σημαίνοντα ρόλο στην υλοποίηση των οδικών έργων.

Όσον αφορά στην Οδοποιία ειδικότερα, τομή για την αναβάθμιση της ποιότητας των μελετών οδικών έργων και συνακόλουθα της κατασκευής τους, αποτέλεσαν οι Οδηγίες Μελετών Οδικών Έργων (ΟΜΟΕ), οι οποίες συντάχθηκαν με τη συμβολή και του Επιστημονικού Προσωπικού της Σχολής. Επίσης, εξέχουσα ήταν η συμβολή του Επιστημονικού Προσωπικού της Σχολής στη σύνταξη των τριών διαδοχικών Στρατηγικών Σχεδίων για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα (2001-2005, 2006-2010 και 2011-2020 [7]) και των προγραμμάτων έργων βελτίωσης οδικής ασφαλείας. Στον ερευνητικό τομέα εξέχουσα θέση, μεταξύ των πρωτοπόρων διεθνώς, έχει η εισαγωγή της θεώρησης της επίδρασης του ανθρώπινου παράγοντα στο σχεδιασμό των οδών (Designer's view – Driver's view) [26].

Για τη διδασκαλία του μαθήματος της Οδοποιίας στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, ο πρώτος Καθηγητής διορίστηκε το 1904 με γνωστικό αντικείμενο «Οδοποιία και Γεφυροποιία» και ο δεύτερος το 1919 με γνωστικό αντικείμενο «Οδοποιία». Μέχρι και τη δεκαετία του 1920 η διδασκαλία του μαθήματος της Οδοποιίας ήταν συνυφασμένη με εκείνη της Σιδηροδρομικής στο κοινό μάθημα «Σιδηροδρομική και Οδοποιία». Την δεκαετία του 1930, η Οδοποιία απογαλακτίστηκε από τη Σιδηροδρομική, αλλά συνδέθηκε με τη διδασκαλία των χωματουργικών εργασιών και των σηράγγων στο κοινό μάθημα «Χωματουργία, Οδοποιία, Σήραγγες». Τις δεκαετίες του 1940 και του 1950 διδάχτηκαν τα δύο ανεξάρτητα μαθήματα «Οδοποιία» και «Χωματουργία». Από τη δεκαετία του 1960 μέχρι σήμερα συνεχίζεται να διδάσκεται το μάθημα της «Οδοποιίας», ενώ η διδασκαλία της χρήσης των βαρέων χωματουργικών μηχανημάτων περιλαμβάνεται στο μάθημα «Δομικές Μηχανές και Κατασκευαστικές Μέθοδοι». Από τη δεκαετία του 1990 μέχρι σήμερα στο μάθημα της Οδοποιίας περιλαμβάνονται και τα αντικεί-

μενα της ασφάλειας του σχεδιασμού των οδών με έμφαση στον ανθρώπινο παράγοντα και ο έλεγχος οδικής ασφάλειας.

Το μάθημα της Οδοποιίας περιελάμβανε παλαιότερα και το γνωστικό αντικείμενο των οδοστρωμάτων. Λαμβάνοντας υπόψη τις επιστημονικές εξελίξεις, η Σχολή στις αρχές της δεκαετίας του 1990 προχώρησε στο διαχωρισμό του γνωστικού αντικειμένου της Οδοποιίας σε δύο αυτοτελή αντικείμενα: το Γεωμετρικό Σχεδιασμό των Οδών και τα Κατασκευαστικά στοιχεία της Οδοποιίας, που κυρίως αφορούσαν στα Οδοστρώματα, οπότε και δημιουργήθηκε αυτόνομο μάθημα διδασκαλίας Οδοστρωμάτων.

Το 1962 ιδρύθηκε το Εργαστήριο Οδοποιίας ΕΜΠ και δόθηκε η δυνατότητα εμπλουτισμού της διδασκαλίας των μαθημάτων μέσω της διεξαγωγής επιτόπου και εργαστηριακών δοκιμών και αναλύσεων. Ως συνέπεια της ταχείας διεθνούς εξέλιξης του αντικειμένου των Οδοστρωμάτων, το Εργαστήριο προοδευτικά μετεξελίχθηκε σε Εργαστήριο Οδοστρωμάτων στην πράξη. Το Εργαστήριο υποστηρίζει την εκπόνηση πολλών διπλωματικών εργασιών, διδακτορικών διατριβών και ερευνητικών προγραμμάτων, κυρίως όσον αφορά στη Μηχανική των Οδοστρωμάτων με έμφαση σε τεχνολογίες αιχμής.

Πρέπει ασφαλώς να εξαρθεί και η συμβολή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ στην ανάπτυξη της Μέσης και Ανώτερης Τεχνικής Εκπαίδευσης. Στο πλαίσιο του βενιζελικού εκσυγχρονισμού, ο Νόμος 388 του 1914 παράλληλα με την ίδρυση των Ανωτάτων Σχολών στο ΕΜΠ θεσμοθέτησε και την ίδρυση πέντε προσηρτημένων τεχνικών σχολείων μέσης βαθμίδας με διετή διάρκεια σπουδών, εκ των οποίων το Σχολείο Εργοδηγών και το Σχολείο Γεωμετρών υπάγονταν στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών. Τα δύο σχολεία λειτούργησαν το διάστημα 1916 – 17, αλλά με το Νόμο 980 του 1917 συμπτύχθηκαν στο Σχολείο Εργοδηγών Γεωμετρών. Το σχολείο είχε αρχικά την ονομασία «Προσηρτημένο Σχολείο ΕΜΠ», με το Νόμο 4785 του 1930 μετονομάστηκε σε «Σχολείο Εργοδηγών ΕΜΠ», με το Νόμο 1477 του 1938 μετονομάστηκε σε «Σχολή Εργοδηγών» και με το Νόμο 375 του 1941 μετονομάστηκε σε «Σχολή Πολιτικών Υπομηχανικών» τετραετούς φοίτησης.

Την πρώτη περίοδο της λειτουργίας του το προσηρτημένο σχολείο διοικούσε η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών και το διδακτικό προσωπικό του ήταν Καθηγητές της. Το 1919 απέκτησε δικό του διδακτικό προσωπικό, ενώ το 1923 θεσπίστηκε το πλαίσιο μιας σχετικής διοικητικής αυτονομίας του. Τον Διευθυντή πρότεινε ο Σύλλογος των διδασκόντων και διοριζόταν από τη Σύγκλητο του ΕΜΠ με τριετή θητεία. Οι Καθηγητές επιλέγονταν με διαδικασίες κανονικής εκλογής από τη Σύ-

γκλητο του ΕΜΠ και εθεωρούντο ισότιμοι με έκτακτο Καθηγητή του ΕΜΠ [2, 17].

Οι εκατοντάδες απόφοιτοι της Σχολής Υπομηχανικών (Εργοδηγών παλαιότερα) στελέχωσαν με επιτυχία τις Υπηρεσίες Δημοσίων Έργων του Υπουργείου Συγκοινωνίας, των Δήμων και δημόσιων οργανισμών, καθώς και τις εργοληπτικές εταιρείες της Χώρας. Ιδιαίτερα στον τομέα της Οδοποιίας την δεκαετία του 1960 Υπομηχανικοί στελέχωναν πάρα πολλά εργοτάξια.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ιδιαίτερα η εξέχουσα συμβολή δύο διακεκριμένων Καθηγητών της Σχολής στα τεχνικά έργα της Χώρας μας. Ο Νικόλαος Κιτσίκης, Καθηγητής το 1916 στα 29 του χρόνια, διετέλεσε δύο φορές Πρύτανης του Πολυτεχνείου. Διορίσθηκε Γενικός Διευθυντής Δημοσίων Έργων το διάστημα 1917 – 1920, επί υπουργίας Α. Παπαναστασίου. Τα ενδεικτικά αποσπάσματα από εισηγήσεις του 1931 που ακολουθούν αναδεικνύουν την προσπάθεια του για την αξιοποίηση του ελληνικού τεχνικού δυναμικού και την ανάγκη ορθολογικού στρατηγικού σχεδιασμού και προγραμματισμού των έργων με συνεκτίμηση του συνόλου των κοινωνικοοικονομικών παραμέτρων [9].

«*Παρά την γνώμην, ήτις εκράτησεν εις τας συνειδήσεις των Ελλήνων κυβερνητών της τελευταίας δεκαετίας και ήτις είχεν ως αποτέλεσμα την ανάθεσιν των μεγάλων τεχνικών έργων εις τους αλλοδαπούς, τα έργα ταύτα, εξαιρέσει ελαχίστων, ως το της υδρεύσεως Αθηνών, είναι συνήθως κατώτερα της στάθμης των σπουδών του Ελληνικού Πολυτεχνείου. Κατ' αντίθεσιν, δυσχερής αν όχι απροσπέλαστος δι΄ ημάς είναι η επιστημονική οικονομική οργάνωσις της εκτελέσεως των και γενικότερον ακόμη φυσικά η άλλωστε έχουσα ανάγκην όλως ειδικών οικονομικών γνώσεων και κατάλληλου επιστημονικής προδιαθέσεως σπουδή των εθνικοοικονομικών των συνεπειών. Τας δυσκολίας ταύτας επαυξάνει η έλλειψις στατιστικών στοιχείων εφοδίων*».

«*Έχω την πεποίθησιν ότι η Κυβέρνησις των Φιλελευθέρων, εις ην οφείλεται ήδη από της υπογραφής των συνθηκών η σύλληψις ευρύτερου σχεδίου κατασκευής μεγάλων έργων και γενικώς αναπτύξεως πλούτου της Χώρας, θ' αναγνωρίσει ότι … η εκτέλεσις των έργων τούτων υπήρξε συμπτωματική και ουχί κατ' εφαρμογήν προδιαγεγραμμένου λεπτομερειακού οικονομικού σχεδίου…*».

«*Ο τρόπος καθ' ον επελήφθημεν της εκτελέσεως των μεγάλων παραγωγικών έργων αποτελεί το κλασσικώτερον παράδειγμα ελλείψεως συντονισμού των διαφόρων Υπουργείων και Υπηρεσιών. Το Υπουργείο της Συγκοινωνίας από το 1917 άνευ ουδεμίας άλλης αρωγής ή προσφυγής εις τα φώτα άλλων υπηρεσιών συνέταξεν εκθέσεις και μελέτας, κατέστρωσε εν γένει το πρόγραμμα και επεδίωξε την εφαρμογήν*

αυτού χωρίς να εξετάσει τα γεωργικά και οικονομικά ζητήματα άτινα προκύπτουσιν εκ της εκτελέσεως τοιούτων έργων».

Ο Καθηγητής Αθανάσιος Ρουσόπουλος προέβαλε τον ανθρώπινο παράγοντα και την ακατάβλητη προσπάθεια του να δημιουργήσει, τη χαρά που δίνει η επινόηση και το αποτέλεσμα της κατασκευής (το «κατασκευάζειν») [18]. Άσκησε μεγάλη επίδραση στους τότε νέους Μηχανικούς και σπουδαστές του ΕΜΠ και όχι μόνο, ανέπτυξε την κοινωνική ευαισθησία τους και συνέβαλε στην ενίσχυση της προσπάθειας για τη δημιουργία των υποδομών της Χώρας:

«*Η μεγιστοτέρα του πνεύματος συναίσθησις είναι ότι εδημιουργήθη: η δημιουργία αυτού. Και ο μόνος και απ' αρχής προορισμός του είναι η συνέχισις της τοιαύτης υπερόχου πράξεως, η συνέχισις της Δημιουργίας, η Κατασκευή. Εάν η δημιουργία είναι η ικανότης του Θεού, η κατασκευή είναι η ικανότης του ανθρώπου. Κατασκευή είναι η αναζήτησις του Καλού. Κατασκευή είναι και η προσπάθεια την οποίαν καταβάλλει ο άνθρωπος ως καλλιτέχνης να συνδέση δια της διαισθήσεως και της διαχύσεως του ωραίου τα ασύνδετα στοιχεία της ζωής*».

«*Πράξις προς την οποίαν δεν συγκρίνεται ευκόλως άλλη πράξις είναι να αναλαμβάνη κανείς τα ωραία και πλαστικά υλικά, τα οποία παρέχει η φύσις, και υπό την οδηγήτριαν του πνεύματος πνοήν να μεταθέτη, τακτοποιή ή μεταμορφώνη αυτά, και να δομή εις όφελος πάσης γενικής ή ειδικής ευημερίας, και εις όφελος του Κάλλους, εκεί όπου δεν υπήρχε προηγουμένως η νέα μορφή. Και δύναται τότε με δικαίαν υπερηφάνειαν να επιδείξη ο άνθρωπος: Ιδού το έργον μου*».

«*Η σημερινή πρόοδος της θετικής γνώσεως και της θετικής επιστήμης ... μας παρέχουν την ικανότητα και μας επιβάλλουν το καθήκον να εξαφανίσωμεν την υλικήν αθλιότητα του κόσμου .... Η θετική γνώσις και η θετική δράσις πρέπει συνεπώς να εμφανισθή εν τη κοινωνία και να εφαρμοσθή ως κυρίαρχος κοινωνική λειτουργία, ως Κοινωνική Τεχνική*».

«*Κατασκευάζειν θα είναι η συναίσθησις της ανθρώπινης ισχύος – λαμπρόν έργον του ανθρωπίνου λογισμού. Χαίρειν θα είναι η συναίσθησις του παρ' ανθρώπω κάλλους – ανεκτίμητον δώρον της ανθρώπινης ποιήσεως. Μην υποτιμάτε τον δεύτερον αυτόν συντελεστήν, διότι διαποτίζει και γονιμοποιεί τον πρώτον, όπως ο πρώτος στηρίζει και υψώνει τούτον. Μην αμελήτε την αναγκαίαν αυτήν ισορροπίαν*».

8 ΤΟ ΠΡΟΣΕΧΕΣ ΜΕΛΛΟΝ

Κατά τη διάρκεια της περιόδου αναφοράς και ιδίως μετά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο η επιστήμη και η τεχνολογία εξελίχθηκαν με μεγάλη και συνεχώς επιταχυνό-

μενη ταχύτητα. Ενδεικτικά:

- Τα οχήματα έγιναν πολύ ταχύτερα και τα φορτηγά μεταφέρουν πολύ μεγαλύτερα φορτία, οδηγώντας στην ανάγκη μελέτης και κατασκευής ομαλών χαράξεων και οδοστρωμάτων με αυξημένες μηχανικές απαιτήσεις.
- Η ισχύς και οι δυνατότητες του μηχανικού εξοπλισμού για την κατασκευή των έργων έχουν βελτιωθεί θεαματικά (π.χ. δονητικός αναμοχλευτής προωθητή, υδραυλική σφύρα εκσκαφέα, κινητός σπαστήρας).
- Τα υλικά κατασκευής έχουν αναβαθμιστεί, π.χ. υψηλή αντοχή σκυροδέματος και σιδηρού οπλισμού, γεωυφάσματα, νέα υλικά οδοστρωμάτων.
- Οι τεχνικές μέθοδοι μελέτης και κατασκευής επιτρέπουν τη ζεύξη μεγαλύτερων ανοιγμάτων και τη διάνοιξη σηράγγων μεγαλύτερου μήκους.
- Έχουν επινοηθεί και γίνεται εκτεταμένη χρήση διαγνωστικών γεωλογικών μεθόδων και γεωτεχνικών εργασιών που επιτρέπουν την κατασκευή μεγάλων ορυγμάτων και επιχωμάτων (π.χ. οπλισμένη γη, οπλισμένα επιχώματα, βελτίωση εδαφών, αγκυρώσεις, αποστραγγίσεις).
- Έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι διάγνωσης και παρακολούθησης της συμπεριφοράς των τεχνικών έργων στο χρόνο (π.χ. γεφυρών, σηράγγων, ορυγμάτων, επιχωμάτων, οδοστρωμάτων), καθώς και τα αντίστοιχα μητρώα κατασκευασμένων έργων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται πλέον στη διαχείριση της συντήρησης των υφισταμένων οδών και οδοστρωμάτων.
- Έχουν αναπτυχθεί και υιοθετηθεί νέοι κανονισμοί, οδηγίες, προδιαγραφές και μέθοδοι μελέτης, κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης έργων οδοποιίας.
- Έχουν διαδοθεί ευρέως σύγχρονα συστήματα απεικόνισης εδαφικού ανάγλυφου και κατασκευών και χωρικού προσδιορισμού (πχ. GPS, drones, laser κλπ.), καθώς και συστημάτων καταγραφής και επεξεργασίας γεωγραφικών δεδομένων (π.χ. GIS).
- Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, το διαδίκτυο, τα έξυπνα τηλέφωνα κλπ. έχουν συντμήσει το χρόνο εκπόνησης και έχουν βελτιώσει την ποιότητα των μελετών. Σήμερα οι σπουδαστές αγνοούν το πόσο σημαντικοί ήταν στο παρελθόν ο λογαριθμικός κανόνας και οι πίνακες οδοποιίας Χατζηνικολή.

- Τεχνολογίες που βασίζονται στην τηλεματική μεταβάλλουν με ταχύτητα τον τρόπο οδήγησης των οχημάτων και υποκαθιστούν όλο και σε μεγαλύτερο βαθμό τον οδηγό.

Το προσεχές μέλλον της Οδοποιίας στη Χώρα μας θα εξαρτηθεί σε μεγάλο βαθμό από την ταχύτητα με την οποία οι πολίτες της θα υιοθετούν τις συναφείς παγκόσμιες εξελίξεις στην επιστήμη, τεχνολογία, οικονομία και εκπαίδευση.

Όσον αφορά στην ολοκλήρωση του βασικού οδικού δικτύου της Χώρας, υπολείπεται η κατασκευή σημαντικών έργων με κυριότερα: το Βόρειο Οδικό Άξονα Κρήτης, το Νότιο Οδικό Άξονα Κρήτης, τους αυτοκινητοδρόμους Αμβρακία – Άκτιο, Ελευσίνα – Θήβα και Πάτρα – Λαμία, τους κάθετους άξονες της Εγνατίας Οδού (Ιωάννινα – Κακαβιά, Χαλάστρα – Εύζωνοι, Ξάνθη – Εχίνος – Βουλγαρία), την υποθαλάσσια σύνδεση της Σαλαμίνας, την αναβάθμιση της Ανατολικής Περιφερειακής Θεσσαλονίκης και τις επεκτάσεις της Αττικής Οδού προς Λαύριο, Ραφήνα και Λεωφόρο Βουλιαγμένης.

Η έλλειψη δημόσιων πόρων οδηγεί αναγκαστικά στη δημοπράτηση νέων παραχωρήσεων, της λεγόμενης τρίτης γενιάς, που πέρα από τα νέα έργα (π.χ. σύνδεση Σαλαμίνας) θα περιλαμβάνει και ολοκληρωμένα ήδη έργα (π.χ. Εγνατία Οδός).

Με δεδομένη τη διαρκή ανάγκη για σύγκλιση και εναρμόνιση των οικονομιών και των διοικητικών δομών των μελών-κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και των δικτύων υποδομών τους, είναι αναγκαίο για τη Χώρα μας να προχωρήσει και στον τομέα της οδοποιίας σε σημαντικές μεταρρυθμίσεις.

Πρώτον, η διοικητική δομή και λειτουργία του Υπουργείου Υποδομών και των άλλων φορέων έργων οδοποιίας πρέπει να εκσυγχρονιστεί και απογαλακτιστεί από το πολιτικό σύστημα, να απλοποιηθεί το θεσμικό πλαίσιο, να συστηματοποιηθεί το πλαίσιο κανονισμών, προδιαγραφών, συμβατικών τευχών κλπ., να αναπτυχθούν βάσεις δεδομένων έργων υποδομής (σχέδια ως κατασκευάσθηκε, μητρώα οδών, γεφυρών, σηράγγων κλπ.) και να αναπτυχθούν συστήματα επεξεργασίας τους. Πρέπει να θεσμοθετηθεί το ταχύτερο Μόνιμη Επιστημονική Επιτροπή Προδιαγραφών Οδοποιίας, η οποία θα αποτελέσει όργανο συντονισμού, συνέχειας και επιτάχυνσης των προσπαθειών.

Δεύτερον, με δεδομένο το μακροχρόνιο περιορισμό στο ύψος των επενδύσεων του δημόσιου προϋπολογισμού, πρέπει να γίνει ευρέως αποδεκτή η ανάγκη εξεύρεσης πρόσθετων πόρων από τον ιδιωτικό τομέα για την υλοποίηση δημοσίων οδικών έργων με την μέθοδο της παραχώρησης. Αυτό προϋποθέτει την αξιωματική αποδοχή ότι ο χρήστης πρέπει να πληρώνει και την υιοθέτηση τεχνολογίας

που εξασφαλίζει τη δίκαιη αναλογική πληρωμή, δηλαδή την επιβολή διοδίων τελών ή χρονοχρέωσης ή πρόσθετου φόρου επί καυσίμων κλπ.

Τρίτον, ο σχεδιασμός των οδικών έργων πρέπει να συστηματοποιηθεί και συνδεθεί με την εκπόνηση αξιόπιστων προδρόμων μελετών και βάσεων δεδομένων (Αναλύσεων Κόστους – Ωφελειών / Αποτελεσματικότητας, Κυκλοφοριακών Μελετών, Στρατηγικών Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, Γεωλογικοί Χάρτες, Μητρώα Γεωτρήσεων κλπ.) και με την ουσιαστική χρήση τους στη λήψη αποφάσεων. Παράλληλα, η μελέτη των οδικών έργων πρέπει να υπόκειται στις αρχές του ασφαλούς συστήματος (safe system approach – safety over mobility), του ελέγχου οδικής ασφάλειας (road safety audit), της διαχείρισης της αξίας (value management, value planning, value engineering) και να ακολουθεί ευέλικτες πρακτικές (flexible design).

Τέταρτον, πρέπει να αυξηθούν οι δαπάνες για τη συντήρηση και λειτουργία του υφιστάμενου οδικού δικτύου σε βάρος των επενδύσεων για νέες οδούς. Η προοδευτική ανάπτυξη του δικτύου πρέπει επίσης να συμβαδίζει με την επίτευξη και διατήρηση υψηλού επιπέδου οδικής ασφάλειας που προϋποθέτει συνεχή εφαρμογή τεχνικών βελτίωσης (παρεμβάσεις οδικής ασφάλειας).

Πέμπτον και σημαντικότερον, οι ανωτέρω επιδιώξεις προϋποθέτουν τις αντίστοιχες μεταβολές τόσο στην παροχή της εκπαίδευσης των μηχανικών όσο και στις διαδικασίες επαγγελματικής κατάρτισης των στελεχών της διοίκησης και των ιδιωτικών φορέων. Όσον αφορά στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ (και στις συναφείς ειδικότητες) είναι αναγκαία η ανάπτυξη προγραμμάτων μεταπτυχιακών σπουδών που θα αφορούν στο σχεδιασμό και κατασκευή ασφαλών οδών, καθώς και στη λειτουργία, συντήρηση και εκμετάλλευση τους. Όσον δε αφορά στους σχετικούς δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς, απαιτείται η παροχή στα στελέχη τους προγραμμάτων διαρκούς κατάρτισης στις νέες επιστημονικές και τεχνολογικές προσεγγίσεις της οδοποιίας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ο συγγραφέας αισθάνεται την υποχρέωση να ευχαριστήσει θερμά τους κ.κ. Αμπακούμκιν Κ. (Ομότιμο Καθηγητή Σχεδιασμού Μεταφορικών Συστημάτων και Υποδομών ΕΜΠ), Κανελλαΐδη Γ. (Ομότιμο Καθηγητή Οδοποιίας ΕΜΠ), Κίτσο Δ. (τ. Προϊστάμενο της ΕΥΔΕ Παραχώρησης Αττικής Οδού και Γέφυρας Ρίου-Αντιρρίου), Λοΐζο Α. (Καθηγητή Οδοστρωμάτων ΕΜΠ), Σταθόπουλο Σ.(Σύμβουλο-Μελετητή) και Τονιόλο Π. (Σύμβουλο-Μελετητή). Οι παρατηρήσεις και προσθήκες τους συνέβαλαν ουσιαστικά στη βελτίωση και πληρότητα του κειμένου. Επίσης, την κα Βαράνου Α. (ΕΤΕΠ ΕΜΠ) για τη συνολική επιμέλεια του κειμένου και τον κ. Συριανό Γ. (Πρόεδρο ΣΤΕΑΤ) για την άδεια χρήσης αποσπασμάτων της έκδοσης [19]. Για τα τυχόν σφάλματα και παραλείψεις που παραμένουν ευθύνεται αποκλειστικά ο συγγραφέας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αμπακούμπκιν, Κ., Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ, συνέντευξη στον συγγραφέα, Σεπτέμβριος 2017.
2. Αντωνίου, Γ. και Καρέλλη Ρ., Η Μέση Τεχνική Εκπαίδευση στο ΕΜΠ. Από τα Προσαρτημένα Σχολεία στις Σχολές Υπομηχανικών 1914 – 1950, Διημερίδα «Μηχανικοί και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση», ΤΕΕ, 15-16 Απριλίου 2005.
3. Γενικό Επιτελείο Στρατού, Ιστορία του Μηχανικού, ΣΥΚΕΑ / ΜΟΜΑ, Αθήνα, 9 Σεπτεμβρίου 2017. [Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο στη διεύθυνση http://www.army.gr/default.php?pname=Article&art_id=93464& cat_id=14].
4. Γιώτη, Ε., Η Ανάπτυξη των Υποδομών Μεταφορών στην Ελλάδα με τη συμβολή των Ευρωπαϊκών Διαρθρωτικών Ταμείων, Διημερίδα ΤΕΕ «Έργα Μεταφορικών Υποδομών ως μοχλός ανάκαμψης και ανάπτυξης της Ελληνικής Οικονομίας», Αθήνα, 3 - 4 Ιουνίου 2013.
5. Δεμέτης, Χ., Όλα όσα πρέπει να ξέρετε για τις ΜΟΜΑ, News247. [Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο στη διεύθυνση http://news247.gr/eidiseis/amyna/ti-einai-oi-miktes-omades-mhxanhmatwn - πρόσβαση 15 Νοεμβρίου 2017].
6. Επιτροπή Συγκοινωνιών ΤΕΕ, μελέτη με θέμα: «Το Οδικό Δίκτυο της Ελλάδας», Τεχνικά Χρονικά, Τεύχος 253-255, Ιούλιος – Σεπτέμβριος 1945.
7. Κανελλαΐδης, Γ. (επιστημονικός υπεύθυνος), Γιαννής Γ., Βαρδάκη *Σ*., Λαΐου Α. και Βούλγαρη Χ., Ανάπτυξη Στρατηγικού Σχεδίου για τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας στην Ελλάδα 2011-2020, Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα, 2011.
8. Καρνέσης, Ι., Ο ρόλος του Μελετητικού – Συμβουλευτικού κλάδου στα έργα παραχώρησης, Συνέδριο Συνδέσμου Ελληνικών Γραφείων Μελετων «Ο Μελετητικός – Συμβουλευτικός κλάδος σε έναν κόσμο που αλλάζει», Θεσσαλονίκη, 29-30 Σεπτεμβρίου 2017.
9. Κιτσίκης, Ν., Ο επιστήμονας, ο άνθρωπος, ο πολιτικός, Εκδόσεις ΤΕΕ, Αθήνα, 1986.
10. Κοττεάκος, Γ., Εκτέλεση Δημόσιων Έργων, Συνέδριο ΤΕΕ «Οι κατασκευές στην Ελλάδα», τόμος 1, σελ. 44 - 58, Ιούνιος 1979.
11. Λαμπρόπουλος, Σ., Εθνικοί Δρόμοι: Το πρόβλημα και η λύση του, περιοδικό «Ελληνικοί Αυτοκινητόδρομοι», Τεύχος 1, 1985.
12. Λαμπρόπουλος, Σ., Μια δεκαετία παραγωγής και διάχυσης γνώσης, Συνέδριο ΑΠΘ και ΕΟΑΕ «Καινοτόμες Δράσεις, Έρευνα και Σύγχρονα Συστήματα Διαχείρισης», Θεσσαλονίκη, 2006.
13. Λιάλιος, Γ., Ιστορίες για διόδια από το 1865, Εφημερίς Καθημερινή, 16 Φεβρουαρίου 2014.
14. Λιάλιος, Γ., Βόμβα στις Συμβάσεις Παραχώρησης από το Ελεγκτικό Συνέδριο της ΕΕ, Εφημερίς Καθημερινή, 27 Ιουνίου 2015.
15. Μεγάλη Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια Π. Δανδράκη, Εκδοτικός Οργανισμός «Ο Φοίνιξ ΕΠΕ». Λήμμα «Ελλάδα/ Εθνική Οικονομία/ Συγκοινωνίαι/ Οδοποιία», Τόμος Ι΄, σελ. 815, έκδοση 1ου τεύχους 1926, 2ης έκδοσης 1956.

16. Μεγάλη Ελληνική Εγκυκλοπαίδεια Π. Δανδράκη, Εκδοτικός Οργανισμός «Ο Φοίνιξ ΕΠΕ». Λήμμα «Οδός», Τόμος ΙΗ΄, σελ. 696-702, έκδοση 1ου τεύχους 1926, 2ης έκδοσης 1956.

17. Μπαϊκούσης, Γ., Οι ρίζες και το οδοιπορικό της Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, Περιοδικό eΔοκός, Αθήνα, 2014.

18. Ρουσόπουλος, Α., Κατασκευάζειν και Χαίρειν – Προς Ουσιαστικόν Λογισμόν και Τάξιν, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα,1966.

19. Σύνδεσμος Τεχνικών Εταιριών Η΄ Τάξης, Τα θεμέλια του μέλλοντος:, οδοιπορικό από το Μεσοπόλεμο στο 2000, Ο Ελληνικός Κατασκευαστικός Κλάδος. 177 σελίδες, ΣΤΕΗΤ, Αθήνα, 2002.

20. Τσοκόπουλος, Β., Μεγάλα Τεχνικά Έργα στην Ελλάδα. Τέλη 19ου αιώνα - Αρχές 20ού αιώνα, Εκδόσεις Καστανιώτη, 1999.

21. Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας / Γραφεία Συμβούλων Μελετητών Δρόμος, ΟΕΜ και Α. Ρογκάν & συνεργάτες, Ελλάδα 2010: Στρατηγικό Σχέδιο Ανάπτυξης Συγκοινωνιακής Υποδομής της Χώρας, Μελέτη, Αθήνα,1993.

22. Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων / Γενική Γραμματεία Συγχρηματοδοτούμενων Δημοσίων Έργων, Στρατηγικό Σχέδιο Ανάπτυξης Υποδομών Μεταφορών της Ευρύτερης Περιοχής Θεσσαλονίκης 2020, 2010. [Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο στη διεύθυνση http://www.egnatia.eu/page/default.asp?la=1&id=3362 - πρόσβαση 15/11/2017].

23. Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων / Γενική Γραμματεία Συγχρηματοδοτούμενων Δημοσίων Έργων, Συμβάσεις Παραχώρησης Αυτοκινητοδρόμων: Προβλήματα και Προτάσεις, Σεπτέμβριος 2011. [Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο στη διεύθυνση http://users.ntua.gr/laser/Other_X%201.pdf].

24. European Union, CEC DG XVI-B / Booz-Allen & Hamilton / Giannopoulos, G. and Assimakis M., Thematic evaluation in transport, country report for Greece, 1993.

25. European Union Road Federation (ERF), Road Statistics Yearbook, 2016.

26. Kanellaidis, G., Human factors in highway geometric design, Journal of Transportation Engineering, 122(1), 59-66, 1996.

27. Marinelli, M., Fragkakis N. and Lambropoulos S., The Development of the Trans-European Transport Network in Greece: A review and critique, Conference CITC-8: Changing the field: Recent developments for the future of Engineering Construction, Thessaloniki, 2015.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΑΙ ΦΡΑΓΜΑΤΑ

του Νικόλαου Ι. Μουτάφη

τ. Λέκτορα ΕΜΠ

και Ιωάννη Π. Στεφανάκου

τ. Επίκουρου Καθηγητή ΕΜΠ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φράγματα, ως τεχνικά έργα «αναχαίτισης» υγρών ή στερεών υλικών, έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως για τη δημιουργία κλειστών λεκανών ταμίευσης νερού ή αποθήκευσης στερεών καθώς και για αντιπλημμυρική προστασία, και δευτερευόντως για την εκτροπή ποταμών και χειμάρρων, καθώς και για τη διαμόρφωση ηπιότερων κλίσεων τόσο του πυθμένα ρεμάτων (έλεγχος διάβρωσης) όσο και της στάθμης νερού κατά μήκος ποταμών (ναυσιπλοΐα).

Κατά την αρχαιότητα, στον ελληνικό χώρο, οι ανάγκες σε νερό των σχετικά μικρών οικισμών καλύπτονταν από φυσικές πηγές, πλησίον των οποίων αναπτύχθηκαν εξ ανάγκης οι οικισμοί. Ο κατ' εξοχήν ορεινός ελληνικός χώρος, με σχετικά πλούσια εμφάνιση πηγών, κυρίως στους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς, κάλυπτε ικανοποιητικά τις ανάγκες των οικισμών για ύδρευση και άρδευση και κατά συνέπεια αφού δεν υπήρχε ουσιαστική ανάγκη για ταμίευση, δεν κατασκευάστηκαν φράγματα για ταμίευση νερού. Ένας επί πλέον λόγος ήταν το σχετικά υψηλό κόστος κατασκευής τέτοιων έργων.

Υπήρχε όμως έντονος προβληματισμός για προστασία των οικισμών τόσο από τις πλημμυρικές παροχές χειμάρρων όσο και από τα φερτά τους, με επακόλουθο την ανάγκη εκτροπής της κοίτης των χειμάρρων (με εκσκαφές και αναχώματα εκτροπής) ή τη διαμόρφωση φραγμάτων συγκράτησης φερτών. Η αρχαιολογική σκαπάνη έχει εντοπίσει περιορισμένο αριθμό φραγμάτων καθοδηγητικών ή ανάσχεσης.

Η ανάγκη για ταμίευση νερού εμφανίστηκε αρχικά με τη βαθμιαία ή ραγδαία ανάπτυξη των οικισμών σε πόλεις και τη σημαντική αύξηση των κατοίκων τους, ενώ μεταγενέστερα προστέθηκε και η ανάγκη βελτίωσης των αρδεύσεων. Στον ελληνικό χώρο, φράγματα για ταμίευση νερού άρχισαν να κατασκευάζονται μετά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, αρχικά για ύδρευση και σταδιακά για υδροηλεκτρική παραγωγή και αρδεύσεις.

Το φράγμα Μαραθώνα ήταν το πρώτο φράγμα που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα, το 1930, με σκοπό να καλύψει τις επιτακτικές ανάγκες ύδρευσης της πόλης των Αθηνών. Μετά από μία νεκρή περίοδο 20 ετών, άρχισε δειλά τη δεκαετία του ’50, η κατασκευή φραγμάτων για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, με την υλοποίηση τριών φραγμάτων από σκυρόδεμα, δύο βαρύτητας (Λούρου και Λάδωνα) και ενός τοξωτού (Ταυρωπού). Από τη δεκαετία του ’60 άρχισε η κατασκευή γεωφραγμάτων με βαθμιαία αυξανόμενους ρυθμούς, ενώ από το 1980 άρχισε η κατασκευή και άλλων τύπων φραγμάτων, όπως κυλινδρούμενου σκυροδέματος, σκληρού επιχώματος κ.α., με αποτέλεσμα σήμερα (2017) να υπάρχουν και να λειτουργούν στον ελλαδικό χώρο περισσότερα από 150 φράγματα.

Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας ’60, ο σχεδιασμός, η μελέτη και η κατασκευή των φραγμάτων ήταν αντικείμενο αποκλειστικά αλλοδαπών μελετητικών γραφείων και κατασκευαστικών εταιριών (με ελάχιστες εξαιρέσεις). Το μεγάλο άλμα πραγματοποιήθηκε τη δεκαετία του ’70, όταν για πρώτη φορά μελετήθηκε φράγμα και υδροηλεκτρικό έργο (ΥΗΕ) από Έλληνες Μηχανικούς, με τη βοήθεια αλλοδαπών τεχνικών συμβούλων. Έκτοτε, πρακτικά όλα τα φράγματα που κατασκευάστηκαν στη χώρα σχεδιάστηκαν, μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν από ελληνικό ανθρώπινο δυναμικό, με εξαίρεση τον Η/Μ εξοπλισμό των ΥΗΕ.

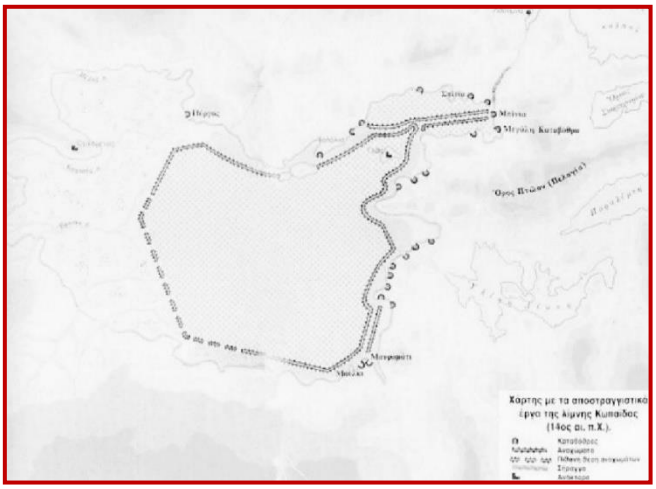
2 ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ

2.1 Αναχώματα διώρυγας Μινύων – Βοιωτία (~1400 π.Χ.)

Οι πρώτες αναφορές για κατασκευή καθοδηγητικών αναχωμάτων ανάγονται στην περίοδο ακμής των Μινύων (1500-1200 π.Χ.), για την αποστράγγιση και αντιπλημμυρική προστασία της «Κωπαΐτιδας» πεδιάδας (Εικόνα 1).

Οι Μινύες, πλούσιος ναυτικός λαός, είχαν εξαιρετικές γνώσεις μηχανικής και τεχνολογίας, με τις οποίες κατασκεύασαν και σημαντικά έργα αποστράγγισης και αντιπλημμυρικής προστασίας στη γνωστή πεδιάδα της Κωπαΐδας, πλησίον του Ορχομενού Βοιωτίας, από τα εισρέοντα νερά των ποταμών Μέλανα και Κηφισού. Στα έργα περιλαμβάνονται η διάνοιξη διώρυγας μήκους ~43 km και πλάτους

~40 m (Εικόνα 1), με καθοδηγητικά πλευρικά αναχώματα, που οδηγούσε ελεγχόμενα τα νερά στις υπάρχουσες καταβόθρες περιμετρικά της λεκάνης καθώς και σε τεχνητή επικλινή «καταβόθρα», μήκους 2.2 km, επειδή οι φυσικές καταβόθρες δεν επαρκούσαν.



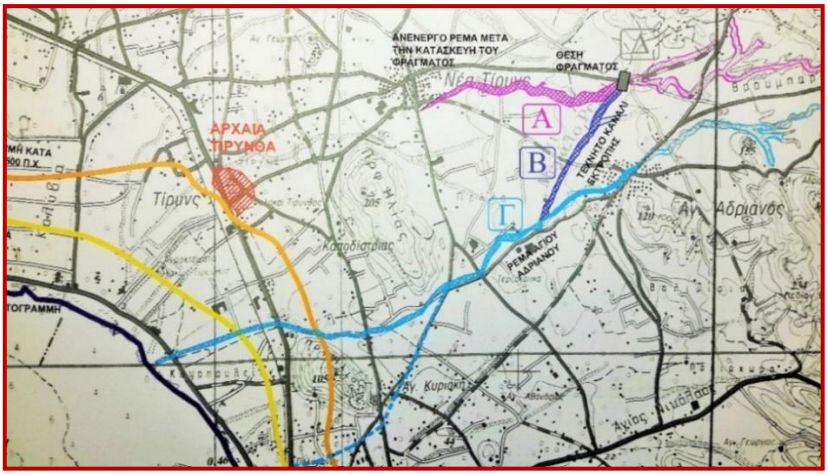
Εικόνα 1 Διώρυγα των Μινύων στη λεκάνη της Κωπαΐδας – Καταβόθρες (Πηγή: Διαδίκτυο)

Τα πλευρικά αναχώματα της διώρυγας, ύψους ~5 m αποτελούν τα πρώτα τεχνητά φράγματα συγκράτησης και καθοδήγησης νερού που έχουν διασωθεί στον ελληνικό χώρο.

2.2 Φράγμα Τίρυνθας - Αργολίδα (~1300 π.Χ.)

Ένα αιώνα αργότερα (Μυκηναϊκή περίοδος), η Ακρόπολη της Τίρυνθας, που είναι χτισμένη σε βραχώδη λόφο εγκλωβισμένο μεταξύ δύο κλάδων του χειμάρρου Τίρυνθας (με λεκάνη απορροής 30 km^2) και ο οικισμός περί την Ακρόπολη, αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα αφενός λόγω των πλημμυρών του χειμάρρου και αφετέρου λόγω της απόθεσης φερτών υλών στο λιμένα της πόλης, που δυσχεραίνουν την πρόσβαση πλοίων.

Τα προβλήματα αντιμετωπίστηκαν με εκτροπή του χειμάρρου Τίρυνθας (βλ. [Α] στην Εικόνα 2) προς γειτονικό χείμαρρο, γνωστός σήμερα ως χείμαρρος Αδριανού (βλ. [Γ] στην Εικόνα 2). Η εκτροπή επιτεύχθηκε με δύο σημαντικά τεχνικά έργα: α) την εκσκαφή και διαμόρφωση διώρυγας εκτροπής, μήκους ~1.5 km και όγκου εκσκαφής ~160 000 m^3 (βλ. [Β] στην Εικόνα 2) και την κατασκευή αναχώματος φράγματος, ύψους ~10 m, μήκους ~100 m και όγκου ~35 000 m^3 (βλ. [Δ] στην Εικόνα 2).



Εικόνα 2 Φράγμα Τίρυνθας – Εκτροπή χειμάρρου Τίρυνθας προς χείμαρρο Αδριανού. Πηγή: [8]

Το ανάχωμα του φράγματος κατασκευάστηκε με εδαφικά υλικά, ενδεχομένως από τα προϊόντα εκσκαφής της διώρυγας εκτροπής, και η ανάντη παρειά του προστατεύτηκε με ασύνδετη λιθοδομή, μικρό μέρος της οποίας σώζεται μέχρι σήμερα (Εικόνα 3).

(α) (β)

Εικόνα 3 (α) Ανάντη όψη φράγματος, (β) Λεπτομέρεια λιθοδομής προστασίας ανάντη παρειάς φράγματος. Πηγή: [8]

2.3 Φράγμα Αλυζίας – Αιτωλοακαρνανία (4ος - 3ος αιώνας π.Χ.)

Στην περιοχή Ξηρόμερο της Ακαρνανίας, κοντά στα χωριά Μύτικας και Κανδήλα, βρίσκονται τα ερείπια της αρχαίας πόλης Αλυζίας. Σε μικρή απόσταση από τα

ερείπιά της, βρίσκεται σφηνωμένο σε στενωπό του ρέματος Βάρνακα ένα λιθόθετο φράγμα ύψους 11 m, του οποίου η κατάντη παρειά έχει επενδυθεί με λίθους, ασβεστολιθικής προέλευσης, χαρακτηριστικής διάστασης 60-80 cm (Εικόνες 4α και 4β).

(α)

(β)

Εικόνα 4 Κατάντη παρειά φράγματος Αλυζίας με λιθόθετη επένδυση. Πηγή: [2], [4], [5]

Είναι εύλογο να θεωρηθεί ότι η χρηματοδότηση ενός τέτοιου έργου μπορεί να πραγματοποιήθηκε μόνο σε περίοδο ευημερίας της πόλης και άνθησης του εμπο-

ρίου. Μία τέτοια περίοδος είναι κατά τη διάρκεια του 4ου και 3ου αιώνα π.Χ. Εκτιμάται ότι το φράγμα ανυψώθηκε σε τρία διαφορετικά στάδια, για τη συγκράτηση των αδρομερών φερτών που ο χείμαρρος του Βάρνακα απόθετε στην πεδιάδα του Μύτικα, δυσκολεύοντας και εμποδίζοντας την καλλιέργειά της.

Το φράγμα της Αλυζίας αποτελεί το καλύτερα διατηρημένο τεχνικό έργο συγκράτησης φερτών υλών στον ελλαδικό χώρο. Το φράγμα έχει διατηρηθεί σε άριστη κατάσταση για περισσότερο από 2 000 χρόνια, λόγω της βαθμιαίας ανάπτυξης φυσικού υπερχειλιστή στο αριστερό αντέρεισμα, που απέτρεπε την υπερπήδηση του φράγματος.

3 1930 ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ

Από τον 1ο αιώνα π.Χ. μέχρι τη δεκαετία του ’20, δεν υπάρχουν ενδείξεις φραγμάτων στον ελλαδικό χώρο. Αναμφισβήτητα, θα έχουν κατασκευαστεί με ατομική πρωτοβουλία μικρά αναχώματα για ταμίευση νερού, προστασία από πλημμύρα κ.α., αλλά δεν υπάρχει καταγραφή τέτοιων μικρών έργων. Το πρώτο μεγάλο φράγμα που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα ήταν το φράγμα Μαραθώνα, για την ύδρευση της πόλης των Αθηνών και ολοκληρώθηκε το 1930. Πρόκειται για φράγμα βαρύτητας από σκυρόδεμα με τη χαρακτηριστική επένδυση από πεντελικό μάρμαρο. Ακολούθησαν τη δεκαετία του ’50 τα φράγματα Λούρου (βαρύτητας), Λάδωνα (αντηριδωτό) και Ταυρωπού (τοξωτό), από σκυρόδεμα, για υδροηλεκτρική παραγωγή [1]. Τα έργα αυτά σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν από αλλοδαπά γραφεία και εταιρίες.

Τη δεκαετία του ’60 τα φράγματα από σκυρόδεμα πρακτικά εγκαταλείφθηκαν με την επικράτηση των γεωφραγμάτων και την κατασκευή δύο μεγάλων έργων από τη ΔΕΗ, των Κρεμαστών και Καστρακίου στον ποταμό Αχελώο, αμφότερα για υδροηλεκτρική παραγωγή. Παράλληλα εκπονήθηκε η μελέτη και ολοκληρώθηκε η κατασκευή του φράγματος Πηνειού Ηλείας, για άρδευση του Ηλειακού κάμπου. Τα έργα της ΔΕΗ, που σχεδιάστηκαν από αλλοδαπά μελετητικά γραφεία και κατασκευάστηκαν από αλλοδαπές εταιρίες, διαδραμάτισαν πρωταρχικό ρόλο στον εξηλεκτρισμό της χώρας. Το φράγμα Πηνειού Ηλείας μελετήθηκε από ξένα γραφεία μελετών και κατασκευάστηκε από κοινοπραξία αλλοδαπής και ελληνικών εταιριών.

Η δεκαετία του ’70 αποτελεί ουσιαστικά τη μεταβατική περίοδο στο σχεδιασμό φραγμάτων, από τα ξένα μελετητικά γραφεία και τις κατασκευαστικές εταιρίες, στις ελληνικές. Το φράγμα του Πολυφύτου στον ποταμό Αλιάκμονα, μελε-

τήθηκε μεν από αλλοδαπούς, αλλά κατασκευάστηκε εξ ολοκλήρου από ελληνικές εταιρίες.

Στις αρχές του ’70, ένας έλληνας μηχανικός, απόφοιτος της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, ο Σταύρος Ν. Νικολάου, ανέλαβε για τη ΔΕΗ, την εκπόνηση της μελέτης και την επίβλεψη κατασκευής του ΥΗΕ Πουρναρίου στον ποταμό Άραχθο, με σύσταση γραφείου μελετών από έλληνες και αλλοδαπούς μηχανικούς. Το τολμηρό εγχείρημα πέτυχε και στο μελετητικό κλιμάκιο ανατέθηκαν οι μελέτες και άλλων ΥΗΕ και φραγμάτων, με αποτέλεσμα το κλιμάκιο να αποτελέσει το φυτώριο μεγάλου αριθμού ειδικευμένων στα φράγματα μηχανικών.

Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του ’70, η ΔΕΗ πρακτικά μονοπωλούσε την κατασκευή φραγμάτων. Όμως από το 1980 και μέχρι σήμερα έχουν εμπλακεί στη μελέτη και την κατασκευή φραγμάτων μεγάλος αριθμός φορέων του Δημοσίου, ΟΤΑ και εταιρίες, με αποτέλεσμα να υπάρχουν σήμερα στη χώρα σε λειτουργία, περισσότερα από 150 φράγματα.

Τη δεκαετία του ’60 συστάθηκε η Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων [1], που έγινε αποδεκτή ως μέλος στη Διεθνή Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, συμμετοχή που συνεχίζεται δραστήρια μέχρι σήμερα.

Η κρίση των τελευταίων ετών επηρέασε και την υλοποίηση φραγμάτων στη χώρα, με αποτέλεσμα αφενός την αναστολή των εργασιών σε μεγάλο αριθμό τέτοιων έργων, που παραμένουν επικίνδυνα ημιτελή και αφετέρου τη διακοπή των αναθέσεων νέων μελετών και νέων έργων προς κατασκευή, με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση του κλάδου.

4 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΕΜΠ ΣΤΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ

Τα φράγματα είναι κατά κανόνα πολυσύνθετα έργα, για το σχεδιασμό των οποίων απαιτείται η συνεργασία πολλών ειδικοτήτων μηχανικών, π.χ. ΠΜ, ΤΜ, ΗΜ, ΜΜ κ.α. Πρωταρχική παραμένει η συμβολή των ΠΜ, με όλες τις επιμέρους ειδικότητες, υδραυλικοί, γεωτεχνικοί, στατικοί κ.λπ.

Η συμβολή του ΕΜΠ στην υλοποίηση φραγμάτων είναι διττή: ***διδάσκοντες*** και ***απόφοιτοι*** διπλωματούχοι μηχανικοί.

Η ανάθεση διδασκαλίας σε γνώστες των ειδικών θεμάτων που σχετίζονται με τα φράγματα, η συνεχής ενασχόλησή τους με προβλήματα νομοθεσίας, συμβάσεων, σχεδιασμού, μελέτης και κατασκευής φραγμάτων, αποτελεί το θεμέλιο και την εγγύηση για την ορθή κατάρτιση των φοιτητών και την απόκτηση των ειδικών γνώσεων που απαιτούνται. Τα τελευταία περίπου 70 χρόνια υπάρχει έντονη, συνεχής και σοβαρή συμμετοχή του ΕΜΠ ως «δασκάλου» στην υλοποίηση

φραγμάτων. Ήδη από το 1953, ο Γεώργιος Καρακασσώνης διδάσκει τα φράγματα στο μάθημα των Υδραυλικών Έργων [3]. Το 1969, ο Σταύρος Νικολάου συνέχισε την διδασκαλία των φραγμάτων ως επιμέρους ενότητα στο μάθημα των Υδροδυναμικών Έργων, που διδασκόταν στο τελευταίο έτος σπουδών των ΠΜ [6].

Το δεύτερο βασικό στοιχείο συμμετοχής του ΕΜΠ στα φράγματα, είναι ο αριθμός των αποφοίτων του, που απέκτησαν στις Σχολές του εκτός από γνώσεις, την ικανότητα να ερευνούν, να προβλέπουν και να βρίσκουν τεχνικο-οικονομικές λύσεις στα θέματα που αναλαμβάνουν. Αρκετά χρόνια πριν από τότε που άρχισαν μαθήματα για φράγματα [3][6], απόφοιτοι του ΕΜΠ ασχολήθηκαν και διέπρεψαν στο σχεδιασμό και τη μελέτη τέτοιων τεχνικών έργων.

Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του Δημητρίου Μ. Σέχου (1890-1955), που το 1908 άρχισε τις σπουδές του στο ΕΜΠ και μετά την αποφοίτησή του διορίστηκε στο τότε Υπουργείο Συγκοινωνιών (Δημοσίων Έργων) και έφθασε μέχρι Γενικός Διευθυντής του. Στα χρόνια της θητείας του εκτελέστηκαν σημαντικά έργα, μεταξύ των οποίων η αποξήρανση των λιμνών Κωπαΐδας και Γιαννιτσών και το φράγμα του Μαραθώνα, στην υλοποίηση του οποίου είχε ενεργό συμμετοχή. Χειρόγραφο έργο του με τίτλο «Υδραυλική και Υδραυλικά – Λιμενικά Έργα», εκδόθηκε σε βιβλίο από τις Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ το 2000, μετά από επεξεργασία και τη φροντίδα της Διεύθυνσης Μηχανικού ΓΕΣ. Στο βιβλίο αυτό δίνονται στοιχεία για το σχεδιασμό φραγμάτων, αναφερόμενων στο κείμενο ως «φραγμάτων στερέωσης» σε ποταμούς, για έλεγχο των φερτών υλών και προστασία από διάβρωση [7].

Η συμβολή του ΕΜΠ μέσω των αποφοίτων του στο σχεδιασμό και υλοποίηση φραγμάτων στη χώρα μας υπήρξε και εξακολουθεί να είναι ιδιαίτερα σημαντική. Από τα 150 φράγματα που έχουν κατασκευαστεί στη χώρα, τα περισσότερα έχουν σχεδιαστεί και μελετηθεί από έλληνες μηχανικούς, στην πλειονότητα τους αποφοίτους του ΕΜΠ. Σημαντικό είναι ότι από τα φράγματα που σχεδίασαν έλληνες μηχανικοί, κανένα δεν έχει αστοχήσει. Στα λίγα που αστόχησαν ή εμφάνισαν σοβαρά προβλήματα δεν είχαν συμμετοχή έλληνες μηχανικοί.

Οι διδάσκοντες και οι απόφοιτοι της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ έχουν ανταποκριθεί με επιτυχία στην υλοποίηση φραγμάτων και υδροηλεκτρικών έργων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ελληνική Επιτροπή Μεγάλων Φραγμάτων, Large dams in Greece, Αθήνα, 1974.

2. Ζαρκαδούλας, Ν., Αρχαίο Φράγμα Αλυζίας, ΕΜΠ, Σχ. Πολ. Μηχ. Δ.Δ.Π.Μ.Σ., Μεταπτυχιακή διατριβή, 2004.

3. Καρακασσώνης, Γ. Υδραυλικά Έργα - Φράγματα, Αθήνα, 1960.

4. Μουτάφης, Ν. Ι., Ζαρκαδούλας Ν., Αρχαίο Φράγμα Αλυζίας, 2ο Διεθνές Συνέδριο Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας, Αθήνα 2005.

5. Μουτάφης, Ν.Ι., Κατασκευή του Αρχαίου Φράγματος της Αλυζίας, 5^{ο} Πανελλήνιο Συνέδριο Γεωτεχνικής και Γεωπεριβαλλοντικής Μηχανικής, Ξάνθη, 2006.

6. Νικολάου, Σ. Μαθήματα Υδροδυναμικών Έργων, Τεύχος Α, τεύχος Β, Σημειώσεις μαθήματος, 1973.

7. Σέχου, Μ. Υδραυλική και Υδραυλικά – Λιμενικά Έργα, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, 2000.

8. Φωτοπούλου, Λ., ΕΜΠ, Σχ. Πολ. Μηχ. Αρχαίο Φράγμα της Τίρυνθας, Δ.Δ.Π.Μ.Σ., Μεταπτυχιακή διατριβή, 2009.

ΠΕΡΙΔΙΑΒΑΙΝΟΝΤΑΣ ΤΗ ΛΙΜΕΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ ΣΤΗ ΝΕΟΤΕΡΗ ΕΛΛΑΔΑ

του Κωνσταντίνου Μέμου

Ομότιμου Καθηγητή ΕΜΠ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στόχος του ανά χείρας σημειώματος είναι η πλοήγηση του αναγνώστη σε μερικές από τις πλέον χαρακτηριστικές φάσεις της εξέλιξης της λιμενικής υποδομής της χώρας κατά τη διάρκεια ζωής της Σχολής και κάμποσο πιο πριν, μέχρι τότε που το Πολυτεχνείο ξεκίνησε τη διαδρομή του. Είναι προφανές, πως εδώ δεν μπορεί να καλυφθεί συστηματικά η χρονική εξέλιξη του συνόλου των έργων στους λιμένες της χώρας κατά τη διάρκεια των 130+ ετών. Έτσι το εν λόγω αφήγημα έχει τη μορφή ελεύθερου χρονικού που, αναγκαστικά, κινείται εκτός της αυστηρής δομής τεχνικού κειμένου. Παράλληλα, όπου ήταν δυνατό, αναφέρεται και η συμβολή της Σχολής μέσω των αποφοίτων και του προσωπικού της στην ανάπτυξη των λιμενικών υποδομών της χώρας. Επειδή οι λιμένες διαμορφώνονται μέσω της ισχυρής αλληλεπίδρασής τους με το γενικότερο κοινωνικό και οικονομικό γίγνεσθαι, έχουν να αφηγηθούν ένα αντικειμενικό περίγραμμα της ιστορίας της χώρας, αλλά ταυτόχρονα, δεν μπορούν να ιδωθούν ξέχωρα από την τελευταία. Για το λόγο αυτό, υπάρχουν στο κείμενο κάποιες σύντομες αναφορές στις εκάστοτε επικρατούσες γενικότερες συνθήκες στη χώρα.

Το κείμενο έχει χαλαρή χρονική αλληλουχία, που όμως ξεκινά πιο πριν από το 1887, χρονολογία αφετηρίας της Σχολής, τότε που λειτουργούσε ο προπομπός του Πολυτεχνείου: το Σχολείον των Τεχνών. Έτσι ο αναγνώστης θα μπορεί πιο εύκολα να μπει στο κλίμα στο οποίο βρέθηκαν και οι πρώτοι απόφοιτοί της, περί το 1890. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι το εν λόγω περιβάλλον, ας περιορισθούμε στα τεχνικά στοιχεία του, είναι πέραν από τις προσλαμβάνουσες ενός μεγάλου τμήματος της σύγχρονης κοινωνίας ιδιαίτερα της νέας γενιάς: οι πρώτοι πολιτικοί μηχανικοί σπούδαζαν χωρίς να έχουν στη διάθεσή τους ηλεκτρικό ρεύμα, αυτοκίνητα,

τηλέφωνα ή αμαξιτούς δρόμους! Το ταξίδι μας κατά τα πρώτα 60 χρόνια ζωής του νέου ελληνικού κράτους (Κεφ. 2) θα επικεντρωθεί στο πώς ξεκίνησαν και στη συνέχεια εξελίχθηκαν οι λιμένες και τα λιμενικά έργα στο διάστημα αυτό, καθώς και ποιοι τα δημιουργούσαν τη στιγμή που δεν υπήρχαν εγχώριοι πολιτικοί μηχανικοί. Θα γίνει ειδική αναφορά σε δύο σπουδαία «θαλάσσια» έργα της εποχής: στη ζεύξη του στενού του Ευρίπου και στη διάνοιξη του ισθμού της Κορίνθου (1893) που συνδέθηκε στενά με το προσωπικό της Σχολής και σφράγισε τον ηγετικό ρόλο του Πειραιά στη λιμενική υποδομή της Ελλάδος.

Στη συνέχεια (Κεφ. 3) παρουσιάζεται η ανάπτυξη λιμενικών έργων στους τρεις λιμένες που έπαιξαν πρωταγωνιστικό ρόλο στην τότε χώρα, κατά χρονική σειρά: Σύρα (Ερμούπολη), Πάτρα, Πειραιάς. Η αναφορά σε κάθε έναν από αυτούς καλύπτει διάστημα που εκτείνεται ως τη σύγχρονη εποχή, έτσι δημιουργούνται αναγκαστικά χρονικές επικαλύψεις μεταξύ τους και με το υπόλοιπο υλικό που παρατίθεται στις άλλες ενότητες. Ο λιμένας του Πειραιά είναι πολυσχιδής και εκτεταμένος. Ως εκ τούτου, η πλήρης περιγραφή του σε βάθος χρόνου δεν μπορεί να παρουσιασθεί με επάρκεια εδώ. Αντ' αυτής γίνεται αναφορά κυρίως στην εξέλιξη της βιομηχανικής και εμπορικής «καρδιάς» του λιμένα στην ακτή Βασιλειάδη –τμήματος της Ηετιωνείου ακτής– με τις μόνιμες δεξαμενές στο ΒΑ άκρο της, τις σιταποθήκες και την καρβουνόσκαλα, μέχρι την εποχή των εμπορευματοκιβωτίων. Η μετάλλαξη των λειτουργιών των λιμενικών αυτών εγκαταστάσεων σκιαγραφεί την εξέλιξη του λιμένα Πειραιά αν όχι των λιμενικών έργων και της βιομηχανικής πορείας της Ελλάδος γενικότερα.

Πέραν των τριών ως άνω λιμένων που βρίσκονταν εντός των συνόρων της «παλαιάς χώρας», θα γίνουν στο κεφάλαιο 4 συντομότερες αναφορές σε σημαντικούς λιμένες των νέων εδαφών που σταδιακά προσετίθεντο σε αυτήν, όπως του Βόλου, της Θεσσαλονίκης, του Ηρακλείου, της Αλεξανδρούπολης. Βέβαια δεν είναι δυνατόν να καλυφθούν εδώ όλοι οι σημαντικοί λιμένες της χώρας, πολύ δε περισσότερο οι μικρότερου μεγέθους.

Το κεφάλαιο 5 διατρέχει τη μεταπολεμική περίοδο μέχρι τις ημέρες μας και αναφέρεται συνοπτικά σε μερικά κύρια θέματα που επηρέασαν την εξέλιξη των λιμένων και των έργων τους στην Ελλάδα. Σε επίπεδο προσώπων σημειώνεται η ενασχόληση του προσωπικού της Σχολής στα λιμενικά έργα, με προέχουσες προσωπικότητες αυτές των Α. Γκίνη και Π. Πρωτοπαπαδάκη. Ομοίως και η ανάμειξη αποφοίτων του Πολυτεχνείου, οι οποίοι θα μονοπωλήσουν τον τομέα των λιμενικών έργων στη χώρα κατά τα πρώτα 80 έτη της ζωής της Σχολής, λόγω της αντίστοιχης υστέρησης στη δημιουργία και στελέχωση συναφών σχολών στην Ελλάδα. Κατά τα υπόλοιπα 50 πρόσφατα χρόνια της Σχολής γίνονται, όπως προστάζει

η δεοντολογία, μόνο απλές αναφορές στο εν ζωή προσωπικό και αποφοίτους της Σχολής που ασχολήθηκαν ή ασχολούνται με τα λιμενικά έργα. Έτσι ο χρονικογράφος του μέλλοντος θα έχει την ευκαιρία να παρουσιάσει ανεπηρέαστα το κομμάτι αυτό της προσφοράς της Σχολής στην ιστορία των λιμενικών έργων της Ελλάδος.

Ο βιαστικός αναγνώστης μπορεί να παραλείψει (κατά την πρώτη ανάγνωση…) τις ένθετες (και με μικρότερα στοιχεία) πιο λεπτομερείς αφηγήσεις για επί μέρους λιμένες και έργα. Το γενικό κύριο αφήγημα διαπερνάται οριζόντια από το χρόνο για όλη τη λιμενική υποδομή, σε αντίθεση με τις επί μέρους ένθετες ενδοσκοπήσεις όπου η χρονική εξέλιξη οδεύει μέχρι σήμερα, ώστε να παρουσιάζεται κατά το δυνατόν συνεκτικά το αντικείμενο του κάθε ένθετου κειμένου. Και βέβαια απολογούμαι εκ των προτέρων για τυχόν αβλεψίες και παραλείψεις.

Πεφιλημμένα θρέμματα χαίρετε σεις καυχήματα,
Ωκεανού, γενναία των θαυμασίων (Σπετζίας,
και της Ελλάδος γνήσια Ύδρας, Ψαρών) σκοπέλων,
τέκνα και πρωτοστάται όπου ποτέ δεν άραξε
Ελευθερίας φόβος κινδύνου
Ανδρέας Κάλβος (1792-1869) «Ο Ωκεανός»

2 ΕΝΑ ΑΡΓΟΣΥΡΤΟ ΞΕΚΙΝΗΜΑ

Ο ρόλος και η σημασία των λιμένων στη ζωή και ανάπτυξη της χώρας δεν μπορούν να υπερεκτιμηθούν. Η μορφολογία της Ελλάδος έχει χαρακτηριστικά που κατατάσσουν τη χώρα πολύ ψηλά στον αντίστοιχο πίνακα κρατών, τόσο σε Ευρωπαϊκό, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο αναφορικά με: (i) το μεγάλο μήκος ακτογραμμής ως προς την έκτασή της, και (ii) το μεγάλο πλήθος κατοικημένων νήσων και νησίδων. Τα χαρακτηριστικά αυτά οδηγούν στην ανάγκη λειτουργίας πολλών λιμενικών εγκαταστάσεων για την εξυπηρέτηση των κατοίκων και της οικονομίας της χώρας. Σήμερα, το Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας, που έχει την ευθύνη ανάπτυξης και λειτουργίας του συστήματος των εμπορικών λιμένων της χώρας, υπολογίζει –με βάση τα κριτήρια που έχει θέσει– το πλήθος των ελληνικών λιμένων μείζονος, εθνικού, ή διεθνούς ενδιαφέροντος σε 57, ενώ πολυάριθμοι είναι οι λιμένες τοπικής σημασίας. Σημαντικότεροι όλων είναι οι λιμένες Πειραιά και Θεσσαλονίκης. Συνέπεια του μεγάλου πλήθους των λιμενικών εγκαταστάσεων είναι ότι το μέγεθος και η κίνηση των περισσοτέρων εξ αυτών βρίσκονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τα αντίστοιχα παγκόσμια μεγέθη. Αυ-

τό οδηγεί διαχρονικά σε περιορισμό των διαθέσιμων πόρων ανά λιμένα για έργα υποδομής.

Μετά την απελευθέρωση από την τουρκική κατοχή και την ίδρυση του νέου ελληνικού κράτους το 1828, αλλά και την πρότερη υποχώρηση της πειρατείας στις ελληνικές θάλασσες, άρχισε η κάθοδος πληθυσμού από τα βουνά, που είχαν καταφύγει, σε πεδιάδες και παραθαλάσσιες περιοχές, εκεί όπου υπήρχαν «σκάλες» τις οποίες χρησιμοποιούσαν οι αλιείς. Μέσα από αυτή τη διαδικασία δημιουργήθηκαν πολλαπλά κέντρα πληθυσμού και στοιχειωδώς μερικοί λιμένες, βελτιώθηκαν οι «σκάλες», ενώ δεν υπήρχε ακόμα οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο στη χώρα. Τα τελευταία αυτά καθυστέρησαν αρκετά να αναπτυχθούν. Τούτο πιθανότατα οφείλεται στην αδιαφορία των μεγαλογαιοκτημόνων, που εξασκούσαν τότε δεσπόζουσα επιρροή στο κράτος, για την ανάπτυξη των μεταφορών και της εσωτερικής αγοράς γενικότερα. Ενδεικτικό της εν λόγω καθυστέρησης, είναι το γεγονός ότι μέχρι το 1865 οι θαλάσσιες είναι οι μοναδικές συγκοινωνίες στην Ελλάδα, ενώ χρειάστηκε πάνω από ένας αιώνας μετά την ίδρυση του νέου κράτους για να έχει η χώρα μόλις 250 km ασφαλτοστρωμένων δρόμων και 8 500 επιβατικά αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσεως! Έτσι για πολλές δεκαετίες μετά την απελευθέρωση, οι θαλάσσιες μεταφορές και συγκοινωνίες εξυπηρετούσαν τις εσωτερικές και εξωτερικές συνδέσεις, μέσω των αρχικών πενιχρών λιμενικών υποδομών. Οι τελευταίες βελτιώθηκαν σημαντικά μόνο μετά από παρέλευση τουλάχιστον μισού αιώνα.

Με την πόλη του **Ναυπλίου** να είναι έδρα της Κυβέρνησης άρχισε από πολύ νωρίς (1834) η κατασκευή προβλήτα στο φυσικό λιμένα του, που όμως έχει μικρά βάθη και προσβάλλεται από ανέμους του νότιου τομέα. Ουσιαστικά τα λιμενικά έργα επεκτείνονται μετά το νόμο του 1856 που επιτρέπει στο Δήμο Ναυπλιέων να επιβάλει φορολογία για εκβάθυνση του λιμένα, επισκευή του παλαιού προβλήτα και νέα κρηπιδώματα. Η φορολογία αυτή διαρκεί μέχρι το τέλος του 1866, οπότε ολοκληρώνεται η φάση αυτή εκτέλεσης των έργων.

> Το ίδιο έτος αποφασίζεται η ανάπτυξη του λιμένα που χρηματοδοτείται μέσω αναπροσαρμογής των τελών του λιμενικού Ταμείου. Τα έργα σχεδιάζονται και εκτελούνται μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1860 για να εξυπηρετήσουν τη μικρή, σε σχέση με αυτήν της Πάτρας ή του Πειραιά, κυρίως ακτοπλοϊκή κίνηση του λιμένα. Το 1881 ο λιμένας Ναυπλίου διακινεί μόλις το 1.3 % του συνόλου των ελληνικών εξαγωγών και το 2.5% των εισαγωγών. Η σταφίδα βρίσκεται και εδώ, όπως στην Πάτρα και το Κατάκολο, στην πρώτη θέση των εξαγωγών: 810 τόνοι το 1878, 860 τόνοι το 1882. Στη συνέχεια ο λιμένας χάνει το ρόλο που είχε παίξει μέχρι τη δεκαετία του 1880. Εν τούτοις το 1936 ιδρύεται στο Ναύπλιο ένα από τα τρία ναυτικά επιμελητήρια της χώρας, μαζί με αυτά της Σύρου και της Πάτρας. Σήμερα ο λιμένας διαθέτει κρηπίδωση σε μήκος 600 m με βάθος θαλάσσης 6 m, καθώς και χερσαία έκταση 50 στρεμμάτων.

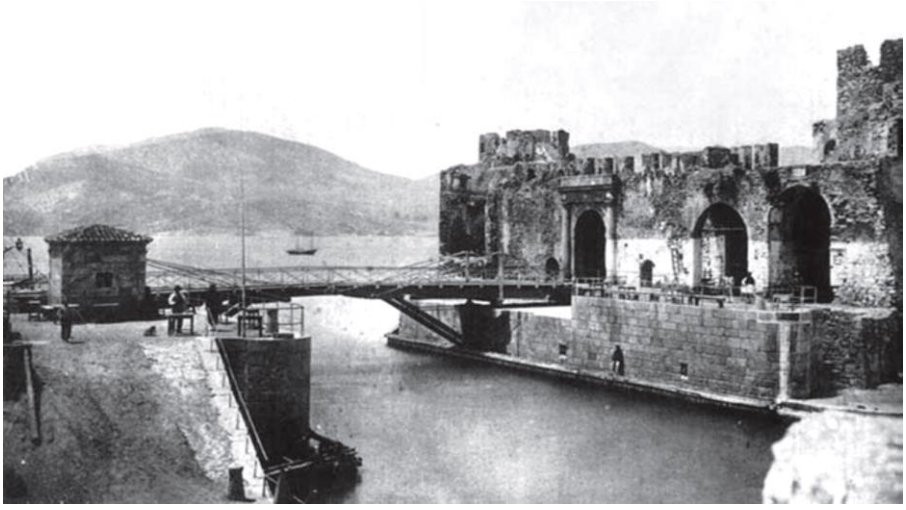
Μέχρι το τέλος της βασιλείας του ***Όθωνος*** (1833-1862) ο λιμένας του Πειραιά βρισκόταν υπό το λιμεναρχείο Ύδρας που δέσποζε στο Αιγαίο. Τα μικρά λιμενικά έργα που εκτελούντο, χρηματοδοτούντο από ειδική φορολόγηση πλοίων και εμπορευμάτων. Οι τεχνικοί που ενεπλέκοντο στην κατασκευή δεν είχαν ειδική κατάρτιση και μέσα. Το 1865 ιδρύονται λιμενικά Ταμεία τα οποία τα διαχειρίζονται οι κατά τόπου δήμοι και χρηματοδοτούν τα έργα –καθεστώς που διατηρήθηκε μέχρι το 1920. Η Εικόνα 1 δίνει μια αίσθηση των συνθηκών που επικρατούσαν στους λιμένες της εποχής (1876).

Εικόνα 1 Άποψη του λιμένα Πειραιά. Ξυλογραφία Th. Weber (1876) Πηγή: [8]

Ένα από τα πρώτα τεχνικά έργα που, μετά την εθνεγερσία, φρόντισε η ελληνική κυβέρνηση να προωθήσει, ήταν η **γεφύρωση του πορθμού του Ευρίπου**, δηλαδή της θαλάσσιας λωρίδας που χωρίζει τη νήσο Εύβοια από την Βοιωτία. Παρ' όλο που το έργο αυτό δεν είναι καθαρά «λιμενικό», σημαντικά στοιχεία του βρίσκονται σε άμεση αλληλεπίδραση με τη θάλασσα και τις ιδιαιτερότητές της στην περιοχή του στενού της Χαλκίδας. Μετά την απελευθέρωση η γεφύρωση βρισκόταν σε πολύ άσχημη κατάσταση, σύμφωνα με διηγήσεις περιηγητών όπως του ***J.A.Buchon*** το 1841, κατάσταση που δεν επέτρεπε τη διέλευση ιστιοφόρων με βύθισμα πάνω από 1 m περίπου ή πλάτος μεγαλύτερο των 12 m. Μετά τις αποτυχημένες απόπειρες του 1843 και του 1849 για τη διόρυξη του πορθμού μέσω χρηματοδότησης από την επιβολή διοδίων, το 1855 αρχίζουν τα έργα σύμφωνα με το νόμο του 1853 «Περί διορύξεως του πορθμού του Ευρίπου» με πρόβλεψη δη-

μόσιας χρηματοδότησης. Το έργο ήταν υψηλής εθνικής σημασίας, διότι ο αναγκαστικός περίπλους της Εύβοιας για την πλειονότητα των σκαφών ενείχε κινδύνους σε σχέση και με την άμυνα της τότε χώρας, η οποία είχε σύνορα λίγο βορειότερα από τη Λαμία.

Πιθανότατα η προμελέτη του έργου συντάχθηκε από μηχανικούς της μετεπαναστατικής (πρώτης) γαλλικής Αποστολής, ενώ ο μεταλλικός φορέας της γέφυρας κατασκευάσθηκε σε γαλλικό εργοστάσιο. Η γέφυρα εκείνη συντίθεται από δύο προβόλους που, για διευκόλυνση της διέλευσης σκαφών, μπορούν να περιστραφούν περί κατακόρυφο άξονα κατά 90° περίπου, μέχρις ότου διαταχθούν παράλληλα με τα παρακείμενα κρηπιδώματα. Πέραν της εγκατάστασης της καθαυτό γέφυρας, το έργο προέβλεπε τη διαπλάτυνση του πορθμού στα 21 m και την εκβάθυνσή του στα 6 m. Άλλες εργασίες περιελάμβαναν τον καθαρισμό του μη πλωτού τμήματος του πορθμού και κατασκευή πέτρινης γέφυρας σε αυτό, κατασκευή των ακροβάθρων της κύριας γέφυρας, κρηπιδοτοίχων στο νότιο και βόρειο λιμένα, κλπ. Αρχιμηχανικός του έργου (Εικ. 2) ήταν ο *Δημήτριος Σκαλιστήρης*, υπολοχαγός Μηχανικού, απόφοιτος της École des Ponts et Chaussées και μετέπειτα καθηγητής στο Πολυτεχνείο (Σχολείον των Τεχνών): Στατικής και Μηχανικής (1864), Γεφυροδοποιίας (1869). Ο σπουδαίος αυτός μηχανικός της «γαλλικής» ή «Οθωνικής» γέφυρας διετέλεσε πρώτος διευθυντής του Τμήματος Δημοσίων Έργων του Υπουργείου Εσωτερικών. Τα εγκαίνια του έργου έγιναν στις αρχές του 1858 παρουσία του βασιλικού ζεύγους.



Εικόνα 2 Η «Οθωνική» γέφυρα. Πηγή: [33]

Ως φαίνεται, η προστασία έναντι διάβρωσης της μεταλλικής γέφυρας δεν εμπόδισε τη γρήγορη αποσάθρωση μελών της από τη θαλάσσια διαβρωτική δράση με αποτέλεσμα η «γαλλική» γέφυρα να χρειασθεί να αντικατασταθεί μετά από 32 χρόνια λειτουργίας. Έτσι το 1890, που σηματοδοτεί την αποφοίτηση των πρώτων πολιτικών μηχανικών από τη Σχολή, η Οθωνική γέφυρα κατεδαφίζεται. Το νέο έργο (Εικ. 3) προβλέπει διεύρυνση του πορθμού στα 40 m και εκβάθυνσή του στα 8.5 m. Παράλληλα επιχωματώνεται ο προς Βοιωτία αβαθής πορθμός και η τρίτοξη λίθινη γέφυρα του 1857.

Εικόνα 3 Η νέα «ιταλική» γέφυρα. Πηγή: [33]

Η ανωδομή της νέας μεταλλικής γέφυρας ομοιάζει σε λειτουργία με την Οθωνική, μόνο που αυτή γίνεται χειροκίνητα, παρά το μεγάλο της άνοιγμα. Κατασκευάζεται στο Τορίνο, εξ ου και η επωνυμία της ως «ιταλική», ενώ τα πρώτα της τμήματα καταφθάνουν το 1895 στη Χαλκίδα. Η θεμελίωση των ακροβάθρων υλοποιείται με την τεχνική των καταδυομένων κωδώνων, που έρχονται από το εξωτερικό. Μετά την πρώτη ανάδοχο βελγική εταιρία που κηρύχθηκε έκπτωτη, ανέλαβαν το έργο οι κατασκευαστές *Λουδοβίκος Πετιμερμέ* (Louis Petitmermet), Γάλλος και *Καίσαρας Ρασπίνη* (C. Raspini), Ιταλός απόφοιτος του Πολυτεχνείου και εργαζόμενος μονίμως στην Ελλάδα. Οι εν λόγω μηχανικοί θα αναλάβουν επίσης, μεταξύ άλλων, έργα στο λιμένα Καλαμών και στη συνέχεια ένα μέρος της κατασκευής των μονίμων δεξαμενών του Πειραιά. Τα εγκαίνια της «ιταλικής» πλέον γέφυρας, που έμελλε να εξυπηρετήσει τη χερσαία σύνδεση της Εύβοιας επί διπλάσιο χρονικό διάστημα απ' ό,τι η «γαλλική», έγιναν τον Απρίλιο του 1896. Βέβαια λόγω του μεγάλου σχετικά μήκους της των 40 m τα επιτρεπόμενα φορτία ήταν μικρά.

Το 1963 εγκαινιάζεται η σημερινή συρταρωτή γέφυρα με προεντεταμένους φορείς οπλισμένου σκυροδέματος σε μια πρωτοπόρα εφαρμογή για την Ελλάδα της τεχνικής αυτής. Στη μελέτη καθοριστικό ρόλο είχε ακαδημαϊκό προσωπικό της Σχολής αντίστοιχης ειδικότητας, ιδίως ο *Θ. Τάσιος*, ο οποίος αργότερα (μέσα της δεκαετίας του 1970) θα κηδεμονεύσει μέχρι το 1978 την έδρα των λιμενικών έργων στο ΕΜΠ.

Συνολικά δέκα εννέα ναυτικοί δήμοι είχαν εκτελέσει λιμενικά έργα πριν το 1865, οι περισσότεροι των οποίων εξυπηρετούσαν μικρής σημασίας μεταφορικό έργο, όπως η Νάξος, η Θήρα, ο Πόρος, κλπ. Δημιουργείται έτσι κατά τη φάση αυτή ένα πρώτο δίκτυο λιμένων «εκ των κάτω» για την εξυπηρέτηση κρατικών αναγκών διακίνησης αγροτικών, κυρίως, προϊόντων. Οι ναυτικοί δήμοι διαχειρίζονται την εκτέλεση λιμενικών έργων με βάση την έκτακτη φορολογία που αναφέρθηκε προηγουμένως. Το «λιμενικό δίκτυο» περιλαμβάνει λιμένες εξωτερικού εμπορίου (Σύρος, Πάτρα, Πειραιάς, Κατάκολο), ακτοπλοΐας (Άνδρος, Τήνος, Θήρα, κλπ.), ή μικτής κίνησης (Χαλκίδα, Κυλλήνη, Κυπαρισσία, κλπ.).

Το **Κατάκολο** υπήρξε παλαιό αγκυροβόλιο όπου έβρισκαν προστασία από τους Ν, ΝΔ καιρούς τα καΐκια που παρέπλεαν τις δυτικές ακτές της Πελοποννήσου. Η ανάπτυξη του εμπορίου της σταφίδας στην Ηλεία, δημιουργεί δυναμική ανάπτυξης λιμενικής δραστηριότητας στον όρμο του Κατάκολου. Έτσι τον Αύγουστο του 1850 δημοσιεύεται διάταγμα επιβολής φόρων για κατασκευή προκυμαίας εκεί.

Τα πρώτα έργα αρχίζουν το 1857 και διαρκούν μία δεκαετία. Περιλαμβάνουν προσήνεμο μόλο μήκους 300 m σε βάθη έως 11 m που προστατεύει τον όρμο από το νοτιοδυτικό τομέα πελάγους, παράκτια κρηπίδωση και φάρο, όπου εγκαταστάθηκε φανός το 1865. Επίσης προβλέπεται ανόρυξη αρτεσιανού φρέατος για ανεφοδιασμό των πλοίων με πόσιμο νερό. Το Κατάκολο παρέμεινε σε όλο τον $19^{ο}$ αιώνα επίνειο της αγροτικής περιοχής της Ηλείας και ειδικότερα του Πύργου, χωρίς να μετατραπεί σε αστική πόλη-λιμάνι. Το 1878 ο λιμένας διακινεί το 17% (18 χιλ.τον.) της συνολικής εξαγωγής σταφίδας υπολειπόμενος μόνο του λιμένα Πατρών στο εν λόγω εμπόριο. Η σημαντική χερσαία διακίνηση αγροτικών προϊόντων προκαλεί κατά την περίοδο των μεγάλων δημοσίων έργων την κατασκευή το 1883 της σιδηροδρομικής σύνδεσης του λιμένα με τον Πύργο μήκους 13 km και επεκτείνεται ο προσήνεμος μόλος σε συνολικό μήκος 700 m. Κατά το 1893 η συμμετοχή του Κατάκολου στη διακίνηση της σταφίδας πέφτει στο 10% (15 χιλ.τον.).

Η Εικόνα 4 είναι από εκπαιδευτική επίσκεψη των σπουδαστών του Πολυτεχνείου, στους οποίους ο νομομηχανικός *Άγγελος Οικονόμου* επιδεικνύει τα υπό κατασκευή έργα.

Σήμερα ο λιμένας διαθέτει κρηπιδώματα σε μήκος 1 900 m με βάθη 0.5 m έως 8 m καθώς και χερσαία έκταση 38 στρεμμάτων.

Εικόνα 4 Επίσκεψη σπουδαστών στα έργα Κατάκολου (Πηγή: Ιστορικό αρχείο ΕΜΠ)

Ο όρμος της **Κυλλήνης** βρίσκεται στη δυτική ακτή της Πελοποννήσου, απέναντι από τη Ζάκυνθο, και μεταξύ των λιμένων Πατρών και Κατάκολου. Με νόμο

του 1859 καθιερώνεται έκτακτη φορολογία για βυθοκόρηση και κατασκευή προβλήτα.

> Τα έργα ξεκινούν και συνεχίζονται έως το 1866. Η εμπορική κίνηση είναι μικρή αλλά αναπτύσσεται: το 1878 οι εξαγωγές σταφίδας αντιπροσωπεύουν μόλις το 1.2 ‰ των συνολικών εξαγωγών ενώ το 1882 το 2 %. Έτσι κατά τη διάρκεια των μεγάλων δημοσίων έργων γίνονται αρκετές βελτιώσεις στο λιμένα με κύρια αυτή της επέκτασης του υπάρχοντος μόλου μήκους 270 m από φυσικούς ογκόλιθους, κατά 500 m με το σύστημα των κατακόρυφων μετώπων εκ τεχνητών ογκολίθων.

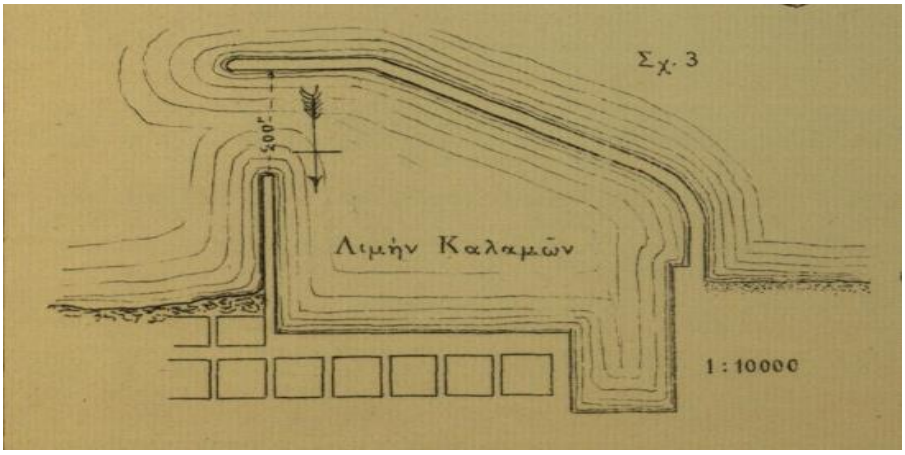
Ο λιμένας της Κυπαρισσίας λειτουργεί ως μία ακόμη έξοδος διοχέτευσης αγροτικών προϊόντων της τοπικής ενδοχώρας, με κύριο εκπρόσωπο τη σταφίδα, η καλλιέργεια της οποίας καλύπτει –στα μέσα του 19^{ου} αιώνα– την πεδινή ζώνη των βορειοδυτικών ακτών της Πελοποννήσου. Η διακίνηση καλύπτει εξωτερικό και εσωτερικό (π.χ. προς Πάτρα) εμπόριο. Το Μάϊο του 1862 δημοσιεύεται νόμος πρόσθετων φόρων για λιμενικά έργα στην Κυπαρισσία.

> Έτσι το 1865 αρχίζει η κατασκευή μόλου μήκους 50 m. Παράλληλα αυξάνεται η παραγωγή σταφίδας στην επαρχία Τριφυλίας, πρωτεύουσα της οποίας είναι η Κυπαρισσία. Το 1878 ξεπερνά τις 14 χιλ. τόνους και το 1892 φθάνει τις 19 χιλ. τόνους. Για προστασία μεγαλύτερου τμήματος του λιμένα και εξυπηρέτηση περισσότερων σκαφών κατασκευάζεται δεύτερος μόλος εκ λιθορριπών μήκους περίπου 300 m. Αργότερα, κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1880, έγιναν μερικά συμπληρωματικά έργα τα οποία ωστόσο δεν αντιμετώπισαν τα ανεπαρκή βάθη του λιμένα.

Μετά το 1865 οι έκτακτοι φόροι χρηματοδότησης των λιμενικών έργων ενοποιούνται και απλοποιείται η διαδικασία εφαρμογής τους. Ευνοείται επομένως η ανάπτυξη ενός ευρύτερου «λιμενικού συστήματος» που θα παρακολουθεί πιο ενεργά τις οικονομικές μεταβολές. Έτσι, πολύ περισσότεροι δήμοι (47) αναλαμβάνουν λιμενικά έργα κατά τη περίοδο των 20 ετών, έως τα μέσα της δεκαετίας του 1880, σε σύγκριση με αυτούς κατά τη μετεπαναστατική περίοδο. Στη νέα αυτή ομάδα λιμένων περιλαμβάνονται το Γαλαξίδι και η Στυλίδα (νόμος Οκτωβρίου 1866), η Καλαμάτα (νόμος Μαΐου 1868), το Μεσολόγγι (νόμος Νοεμβρίου 1869), το Αίγιο (νόμος Σεπτεμβρίου 1870), η Ελευσίνα (νόμος Οκτωβρίου 1879), το Αιτωλικό (νόμος Μαΐου 1882), κλπ.

Το έτος 1873 αποφασίζεται η κατασκευή του λιμένα της **Καλαμάτα**ς και μετά από μια δεκαετία περίπου, ο Γάλλος αρχιμηχανικός ***Ιλαρίων Πασκάλ*** (Hilarion Pascal) της γαλλικής αποστολής του 1882, και με συμμετοχή τού επικεφαλής της Rondel, παρουσιάζει τα αντίστοιχα σχέδια. Ο Πασκάλ, αρχιμηχανικός των λιμενικών έργων της Μασσαλίας αλλά και μελετητής του λιμένα της Κωνσταντινούπολης (1873), ασχολήθηκε με το σχεδιασμό πολλών λιμένων της χώρας κατά την παραμονή του στην Ελλάδα.

Εργολήπτες των έργων της Καλαμάτας είναι ο Αντώνιος Μάτσας και ο *Νικόλαος Βλάγκαλης*, ενώ επιβλέπων ο *Αντ. Πετσάλης*. Οι πρώτοι έρχονται σε διαφωνία (1885) με το λιμενικό Ταμείο γύρω από την εφαρμογή της μελέτης. Στην αντιδικία αυτή εμπλέκεται και ο επιθεωρητής δημοσίων έργων *Ν. Σολωμός*, αλλά και ο Rondel, με αποτέλεσμα τη διακοπή των εργασιών το 1886. Η ολοκλήρωση των έργων του πρώτου αυτού σχεδίου του λιμένα Καλαμάτας έγινε μετά από 15 έτη από την ανώνυμη τεχνική εταιρεία των Λ. Πετιμερμέ και Κ. Ρασπίνη. Στην Εικόνα 5 φαίνεται οριζοντιογραφία του λιμένα από τις πανεπιστημιακές σημειώσεις του Α. Γκίνη (1900).



Εικόνα 5 Σχέδιο του Γκίνη για τον λιμένα Καλαμάτας Πηγή: [5]

Νέα σχέδια παρουσιάζονται κατά το μεσοπόλεμο, η πρώτη φάση των οποίων υλοποιείται μέχρι το 1930, ενώ στη συνέχεια εκτελούνται συμπληρωματικά έργα από την εταιρεία θαλασσίων και υδραυλικών έργων ΕΡΘΑ. Σε αυτήν συμμετέχει ο απόφοιτος του Πολυτεχνείου *Ι. Λουκόπουλος*, ο οποίος ασχολήθηκε και με τα λιμενικά έργα Κατάκολου και Ναυπλίου. Κατά το 1946 οριστικοποιείται λίγο ως πολύ η σημερινή μορφή του λιμένα της Καλαμάτας. Κατά καιρούς έχουν πραγματοποιηθεί επισκευές ζημιών λόγω σεισμικής φόρτισης των κρηπιδοτοίχων.

Όπως αναφέρθηκε, τα λιμενικά έργα χρηματοδοτούνται κατά την περίοδο μετά το 1865 από τα έσοδα των αντίστοιχων δήμων που έχουν θεσμοθετηθεί για το σκοπό αυτό. Το κράτος συμπληρώνει το εγχείρημα με την επιδότηση κατασκευής τριών βυθοκόρων στα ναυπηγεία του Πόρου και την αγορά των μηχανών τους από το Λονδίνο. Όπως διαφαίνεται από την πιο πάνω συνοπτική σκιαγράφηση της κατασκευής των λιμενικών έργων κατά τη μετεπαναστατική περίοδο και για αρκετές δεκαετίες, αυτή γινόταν με πρόχειρα μέσα, η διάρκειά της χρόνιζε, δεν βασιζόταν σε γενικότερο σχεδιασμό και δεν γινόταν μέριμνα για τις οδικές προσπελάσεις, πολύ δε περισσότερο για τη συνολική θεώρηση οδικού και λιμενικού δικτύου. Η στοιχειώδης λιμενική υποδομή της χώρας μπορεί όμως να εξυπηρετεί την ιστιοφόρο ναυτιλία που εξακολουθεί να συμμετέχει με σημαντικά ποσοστά

επί της συνολικής, μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα. Επιπρόσθετα η υποδομή αυτή χρησίμευσε σε αρκετές περιπτώσεις, ιδίως στους σημαντικότερους λιμένες, ως ο πυρήνας πάνω στον οποίο «πάτησαν» οι μετέπειτα βελτιώσεις και επαυξήσεις των έργων.

Όταν η αστική τάξη κατέλαβε για πρώτη φορά την εξουσία δια του ***Χαρίλαου Τρικούπη*** (1875) και επειδή είχε συμφέρον για τη διάνοιξη της εσωτερικής αγοράς, επεδόθη -δια του κράτους- στην κατασκευή συγκοινωνιακών έργων, περιλαμβανομένων των λιμένων. Το έτος 1878 ιδρύεται το σώμα των πολιτικών μηχανικών για τη διαχείριση των δημόσιων έργων, σε αντικατάσταση των στρατιωτικών μηχανικών που από το 1829 επάνδρωναν τις κεντρικές τεχνικές υπηρεσίες του κράτους και από το 1833 τις διοικήσεις Μηχανικού σε κάθε νομό, κατ' αποκλειστικότητα δε μετά την εκδίωξη των Βαυαρών (1843). Ένας από τους πρώτους στρατιωτικούς μηχανικούς ήταν ο ***Εμμανουήλ Μανιτάκης*** (1809-1883), ο οποίος μυήθηκε στην παραγωγή λιμενικών και άλλων έργων από τον ***Gustave d' Eichtal***, διευθυντή δημοσίων έργων στο αρμόδιο τότε για τα έργα αυτά υπουργείο Εσωτερικών. Ο Μανιτάκης που έφθασε μέχρι το βαθμό του συνταγματάρχη του Μηχανικού, εξέδωσε το 1859 εμπεριστατωμένο «Εγχειρίδιον του Μηχανικού Σώματος» περί της εκτελέσεως των δημοσίων έργων. Πάντως από την ίδρυση του Πολυτεχνείου (1837) μέχρι το 1901 αξιωματικοί του Μηχανικού εξακολουθούν να διδάσκουν σε αυτό. Μετά την ίδρυση του σώματος των πολιτικών μηχανικών, οι τελευταίοι αφιερώνονται ως ευπατρίδες στην ανάπτυξη της χώρας. Πολλοί μηχανικοί της διασποράς επιστρέφουν στην πατρίδα για προσφορά έργου. Έτσι η τάξη αυτή των τεχνοκρατών, που όμως ασχολείται και με τα κοινά, αποκτά σαφή στοιχεία ελίτ τα οποία διατηρήθηκαν για σχεδόν ένα αιώνα.

Κατά τη δεκαετία του 1880 πραγματοποιείται η σημαντική συνεργασία κράτους και Εθνικής Τράπεζας που διευκολύνει τη χρηματοδότηση λιμενικών έργων. Έτσι οι ναυτικοί δήμοι έχουν τη δυνατότητα να αναλάβουν αρχικά ή συμπληρωματικά έργα ανάπτυξης των λιμένων τους. Ένα πρόσθετο θετικό σημείο είναι ότι πλέον οι δήμοι ενδιαφέρονται να εκτελέσουν τα έργα στο συντομότερο δυνατό διάστημα. Σημαντικό στοιχείο επίσης είναι ότι η ως άνω χρηματοδότηση προϋποθέτει ότι η επίβλεψη των έργων θα γίνεται από μηχανικούς της γαλλικής Αποστολής δημοσίων έργων, πράγμα που προσφέρει εχέγγυα ποιοτικής εκτέλεσης των λιμενικών κατασκευών. Η συνεργασία δημόσιου τομέα και Εθνικής Τράπεζας επιτρέπει, κατά το διάστημα 1882-1900, σε άλλους είκοσι νέους λιμένες να προστεθούν στο «λιμενικό δίκτυο» της χώρας, ενώ οι κυριότεροι λιμένες της χώρας (η Σύρος, η Πάτρα, ο Πειραιάς, το Κατάκολο, η Καλαμάτα) αναλαμβάνουν νέα έργα. Ήδη το δίκτυο περιλαμβάνει περί τους 60 λιμένες, ενώ στην ελληνική επι-

κράτεια έχουν προσαρτηθεί τα Ιόνια νησιά (1864) και η περιοχή Θεσσαλίας - Άρτας (1881). Η αποστολή του δικτύου έχει πλέον διευρυνθεί από το εξωτερικό εμπόριο, που διεκινείτο ήδη μέσω των σημαντικών λιμένων, έως την ακτοπλοΐα και τις ανταλλαγές στο εσωτερικό της χώρας, όπου συμμετέχουν και οι πολλοί μικρότερης σημασίας λιμένες. Παράλληλα ο Χ. Τρικούπης καλεί το 1882 τη γαλλική Αποστολή μηχανικών, κυρίως της École Nationale des Ponts et Chaussées, για να υποστηρίξουν την εκτέλεση δημοσίων έργων. Επικεφαλής είναι ο ***Alfred Rondel*** με τους ***A. Gotteland*** και ***Édouard Quellennec***. Ο Κελλνέκ (1859-1927) μηχανικός της Ponts et Chaussées και αρχιμηχανικός της διώρυγας του Σουέζ, ασχολήθηκε ιδιαίτερα με τα λιμενικά έργα της χώρας σε Πειραιά, Πάτρα, Βόλο, κλπ. Αρχικά η αποστολή είχε 6 μηχανικούς και 12 βοηθούς ,ενώ στη συνέχεια προστέθηκαν άλλοι 15 μηχανικοί και 7 σχεδιαστές. Η παραμονή της Αποστολής αυτής στην Ελλάδα διήρκεσε 10 χρόνια.

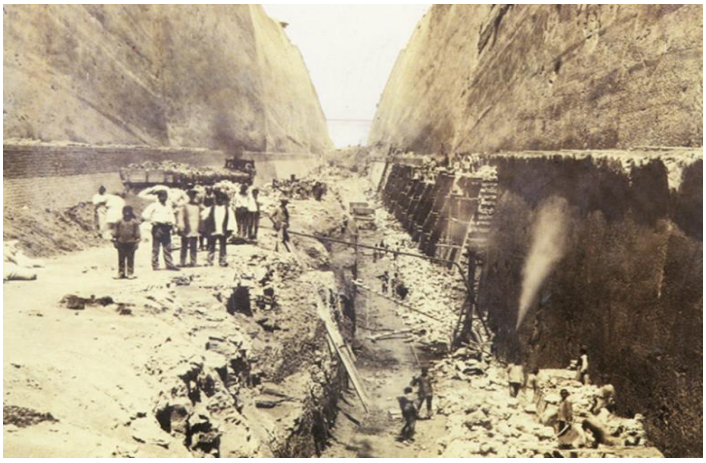
Η εμπορική ναυτιλία ήταν ήδη σε ακμή προ του 1821, ενώ παρατηρείται μεγάλη πρόοδος και μετά την απελευθέρωση. Οι θαλάσσιες μεταφορές εκτελούνται με την ιστιοφόρο ναυτιλία αποκλειστικά μέχρι το 1855 και παράλληλα με την ατμήρη μέχρι το 1875, οπότε η πρώτη αντικαθίσταται σταδιακά από τη δεύτερη. Ο συνολικός αριθμός των εμπορικών πλοίων ανέρχεται το 1830 σε 1 050 και αυξάνεται μέχρι το 1870 σε 5 833 για να υποχωρήσει το 1901 (λόγω απόσυρσης ιστιοφόρων) σε 1 321 με χωρητικότητα 467 χιλ.τον. και το 1918 σε 1 111 με χωρητικότητα 308 χιλ.τόν. Η ελληνική ιστιοφόρος ναυτιλία βοηθάει σημαντικά στην εξυπηρέτηση των θαλασσίων μεταφορών στο εσωτερικό της χώρας, αφού έχει χάσει τον κυρίαρχο ρόλο της στη Μεσόγειο από τα μέσα του 19^{ου} αιώνα. Η φύση των λιμενικών έργων που σχεδιάστηκαν ή πραγματοποιήθηκαν έως τη δεκαετία του 1880 συνδέεται άμεσα με τη δομή της εμπορικής μας ναυτιλίας, η οποία βέβαια συναρτάται και με το γενικότερο επίπεδο ανάπτυξης της χώρας. Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι αφ' ότου το πρώτο ατμόπλοιο της ελληνικής ναυτιλίας τέθηκε σε λειτουργία το 1860, η συμμετοχή της ατμήρους ναυτιλίας, σε όρους χωρητικότητας, αυξάνεται συνεχώς μέχρι του ποσοστού 62% επί της συνολικής κατά το 1918 παρά τις βαριές απώλειες που κατέγραψε κατά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Η σημαντική όμως αύξηση της εν λόγω συμμετοχής παρατηρείται από το 1890 (17.7 %) και μετά. Η τάση αυτή της μαζικής ναυπήγησης ατμόπλοιων σε Σύρο, Πόρο, Ύδρα, Γαλαξίδι, κ.α. αναπτύχθηκε υπερβολικά στη συνέχεια για να καταλήξει σε κατάρρευση επιχειρήσεων σε οξύτατη μορφή το 1929 κατά την έναρξη της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης, που παρέσυρε σε πτώχευση το ελληνικό Κράτος κατά το 1932. Η εξέλιξη της ελληνικής ναυτιλίας κατά την περίοδο 1840-1910 αποτυπώνεται ποσοτικά στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1 Η εξέλιξη της ελληνικής ναυτιλίας κατά την περίοδο 1840-1910						
Έτος	ΙΣΤΙΟΦΟΡΑ		ΑΤΜΟΠΛΟΙΑ		ΣΥΝΟΛΟ	
	Αριθμός πλοίων	Χωρητικότητα (τόνοι)	Αριθμός πλοίων	Χωρητικότητα (τόνοι)	Αριθμός πλοίων	Χωρητικότητα (τόνοι)
1840	837	94 000	-	-	837	94 000
1850	1 482	248 000	-	-	1 482	248 000
1860	1 212	234 000	1	150	1 213	234 150
1875	1 107	210 000	27	8 200	1 134	218 200
1892	1 292	213 000	103	60 400	1 395	273 400
1903	1 030	145 000	209	202 000	1 239	347 000
1911	760	102 000	347	384 000	1 107	486 000

Το χρονικό ορόσημο του 1887 σηματοδοτεί την ίδρυση της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών. Γίνεται σαφές, από τη γενική εικόνα της χώρας που σκιαγραφήθηκε προηγουμένως, ότι η Σχολή καλείται σε εκείνη την κρίσιμη περίοδο να αναλάβει την υλοποίηση των υποδομών της χώρας, που λίγο πριν έχει προωθήσει τα σύνορά της προς βορρά (Θεσσαλία – Άρτα) με τη συνθήκη της Κωνσταντινούπολης (1881). Η Σχολή δεν είχε άλλη επιλογή παρά να ανταποκριθεί. Την εποχή εκείνη ήταν η μόνη στον ελληνικό χώρο που εκπαίδευε πολιτικούς μηχανικούς –γεγονός που διατηρήθηκε για ένα κρίσιμο διάστημα 80 ετών, μέχρι να αρχίσουν να συνεισφέρουν ομοτέχνους με κάποιο υπόβαθρο στα λιμενικά έργα και άλλα Τμήματα Πολιτικών Μηχανικών της χώρας: πρώτοι απόφοιτοι από ΑΠΘ 1960, Πάτρα 1969, Ξάνθη 1978, Βόλο 1999. Η «μοναξιά» των αποφοίτων αλλά και των καθηγητών της Ανωτάτης Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, όπως η Σχολή μετονομάσθηκε το 1914, ήταν φυσικό να εκληφθεί ως ευκαιρία για χτίσιμο ενός καλύτερου επιπέδου ζωής στην Ελλάδα αλλά και ως χρέος κοινωνικής προσφοράς για τη συγκρότηση σύγχρονου κράτους. Το επάγγελμα του πολιτικού μηχανικού συνδεόταν βέβαια με εξασφαλισμένη απασχόληση –πλην των εμπόλεμων περιόδων– κατά το αρχικό αυτό διάστημα των 80 ετών του βίου της Σχολής.

Η ιδιαίτερα σύνθετη φύση του αντικειμένου των λιμένων και των λιμενικών έργων συνέβαλε ώστε οι καθηγητές της τότε έδρας να δραστηριοποιηθούν στην εκπόνηση μελετών, αλλά και στην κατασκευή των λιμενικών έργων της χώρας. Το έτος 1889 ιδρύεται η έδρα «Λιμενικών και Υδραυλικών Έργων» με (κατ' ουσίαν) πρώτο καθηγητή (1889-1891) τον ***Πέτρο Πρωτοπαπαδάκη*** (1860-1922), ο οποίος παρέλαβε την έδρα από τον ***Νικόλαο Σιδερίδη***, καθηγητή Σιδηροδρομικής

και Νομομηχανικό, που την κατείχε για λίγους μήνες μετά την ίδρυσή της. Ο Πρωτοπαπαδάκης με σπουδές σε μαθηματικά, φυσική, χημεία και αστρονομία σε Αθήνα και Παρίσι, διακρίθηκε μετά την επιστροφή του από το εξωτερικό ως καθηγητής στις σχολές Ευελπίδων και Ναυτικών Δοκίμων, καθώς και ως διευθυντής τεχνικών υπηρεσιών του δήμου Αθηναίων από το 1899, πέραν των δραστηριοτήτων του στο Πολυτεχνείο και στη διώρυγα της Κορίνθου. Όμως το ώριμο τμήμα του βίου του το αφιέρωσε στην πολιτική. Το 1902 εξελέγη βουλευτής Παροναξίας, και μετά από ταραχώδη πορεία στην πολυκύμαντη αρένα της τότε δημόσιας ζωής, εξετελέσθη με απόφαση του επαναστατικού στρατοδικείου το 1922, ως ένας εκ των υπαιτίων της μικρασιατικής καταστροφής. Η κατηγορία αυτή απορρίφθηκε από τον ***Ελευθέριο Βενιζέλο*** στη Βουλή το 1930. Ο ίδιος συνέβαλλε στην πραγματοποίηση του έργου-οράματος του Χ. Τρικούπη, δηλαδή της διάνοιξης του **ισθμού της Κορίνθου**, ως διευθυντής της τομής από το 1890 και στη συνέχεια ως εργολήπτης επισκευών της. Η κατασκευή της διώρυγας (1882-1893) ήταν έργο ιδιαίτερης τεχνικής τόλμης, κυρίως λόγω της απότομης κλίσης των πρανών της -της τάξης του 2.5:1- και των ελάχιστων τότε διαθέσιμων στοιχείων για τη φύση και τις τεχνικές ιδιότητες των γεωλογικών σχηματισμών της περιοχής. Η εκσκαφή της, σε μήκος 6.3 km, έγινε εν ξηρώ και παρήγαγε 12 εκατ. κ.μ. γαιωδών υλικών που μεταφέρθηκαν με εργοταξιακό τροχιόδρομο. Η Εικόνα 6 δίδει μια άποψη των εργασιών εκσκαφής.



Εικόνα 6 Εργασίες εκσκαφής του Ισθμού

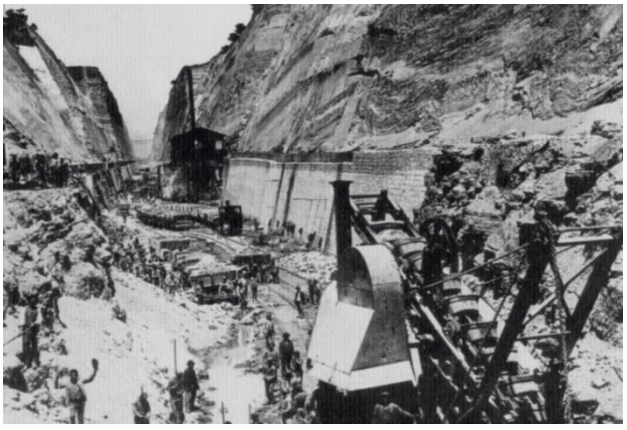
Η μακραίωνη ιστορία της τομής του ισθμού της Κορίνθου ξεκίνησε το 602 π.Χ. με τον τύραννο της Κορίνθου *Περίανδρο* να αποφασίζει την ένωση του Κορινθιακού με το Σαρωνικό κόλπο για αποφυγή του επικίνδυνου περίπλου της Πελοποννήσου, απόφαση

που όμως κατέληξε στην κατασκευή του Δίολκου. Δεύτερη προσπάθεια γίνεται από τον *Δημήτριο τον Πολιορκητή* το 307 π.Χ., ενώ στη συνέχεια Ρωμαίοι ηγεμόνες σχεδιάζουν εκ νέου την τομή του Ισθμού. Πιο σοβαρή ενέργεια ήταν αυτή του *Νέρωνα* ο οποίος εγκαινίασε τις εργασίες το 67 μ.Χ., που όμως παρά την ταχεία πρόοδο σε μήκος 700 m εγκαταλείφθηκαν μετά τη δολοφονία του. Οι επόμενες προσπάθειες του *Ηρώδη Αττικού* και των Βυζαντινών ήταν επίσης αναποτελεσματικές. Το 1687 οι Ενετοί μετά την κατάκτηση της Πελοποννήσου, σκέφθηκαν να συνεχίσουν τα έργα του Νέρωνα αλλά συνάντησαν σοβαρές δυσκολίες.

Ο πρώτος κυβερνήτης της σύγχρονης Ελλάδας *Ιωάννης Καποδίστριας* αποφασίζει (1830) να προχωρήσει το έργο για λόγους ασφαλείας και οικονομίας της ναυσιπλοΐας. Αναθέτει τη μελέτη στο Γάλλο μηχανικό *Βιρλέ ντ' Οστ*, που προϋπολογίζει το κόστος σε 40 εκατ. χρυσά φράγκα, ποσό δυσανάλογο για το ελληνικό κράτος. Τη δεύτερη χρονιά λειτουργίας της διώρυγας του Σουέζ (1869) η κυβέρνηση *Θρασύβουλου Ζαΐμη* ψηφίζει το νόμο «περί διορύξεως του Ισθμού της Κορίνθου» που περιλαμβάνει ευνοϊκές ρυθμίσεις για την ανάληψη του έργου από ιδιωτικές εταιρίες, οι οποίες θα έχουν στη συνέχεια προνόμιο εκμετάλλευσης της λειτουργίας της Διώρυγας. Μετά από μια αποτυχημένη σύμβαση με Γάλλους επιχειρηματίες (1870), που αδυνατούσαν να εξασφαλίσουν τραπεζική χρηματοδότηση λόγω της χρεωκοπίας της γαλλικής εταιρείας που είχε αναλάβει τη διάνοιξη του καναλιού του Παναμά, συστήνεται (1882) η «Διεθνής Εταιρεία της Θαλάσσιας Διώρυγας της Κορίνθου» από τον Ούγγρο στρατηγό *Στέφανο Τυρρ* (István Türr) υπασπιστή του βασιλιά της Ιταλίας *Βίκτωρα Εμμανουήλ Β΄* και αναλαμβάνει την εκτέλεση του έργου με δικαίωμα εκμετάλλευσης για 99 χρόνια. Το έργο βασίστηκε αρχικά πάνω στα σχέδια του Νέρωνα ενώ αρκετές γαλλικές εταιρείες συμμετείχαν στην κατασκευή του. Η έναρξη των εργασιών έγινε τον Απρίλιο του 1882 παρουσία του βασιλέα Γεωργίου Α΄ και πολλών επισήμων. Η Διώρυγα συνδέθηκε με το όνομα του εκσυγχρονιστή πρωθυπουργού Χαρίλαου Τρικούπη και το μεγαλεπήβολο πρόγραμμά του δημοσίων έργων. Η μελέτη του έργου έγινε από τον Ούγγρο *Μπ. Γκέρστερ* (Béla Gerster), αρχιμηχανικό της διώρυγας Φραγκίσκου στην Ουγγαρία, ενώ συνεργάσθηκαν αρχιτέκτονες και μηχανικοί από όλη την Ευρώπη. Η μελέτη ελέγχθηκε από τον αρχιμηχανικό της διώρυγας του Σουέζ *Daujats*. Μελετήθηκαν 3 εναλλακτικές χαράξεις και τελικά προκρίθηκε αυτή που είχε εφαρμόσει ο Νέρων. Για τη διάνοιξη χρησιμοποιήθηκαν πρωτότυποι εκρηκτικοί μηχανισμοί, δυναμίτιδα και άλλες εκρηκτικές ύλες από τα εργοστάσια της οικογένειας *Νόμπελ* στην Ιταλία και Γερμανία. Η κατασκευή του έργου απασχολούσε 1 800 άτομα. Οι εργασίες όμως σταματούν μετά από οκτώ περίπου χρόνια λόγω έλλειψης χρημάτων και χρεωκοπίας της εταιρίας του Τυρρ (1889).

Το 1890 η «Ελληνική Εταιρεία της Διώρυγας της Κορίνθου» υπό τον *Ανδρέα Συγγρό* διορίζει τον Πέτρο Πρωτοπαπαδάκη τεχνικό διευθυντή των έργων, θέση την οποία διατήρησε έως το 1893 παράλληλα με τις θέσεις του ως καθηγητής λιμενικών και υδραυλικών έργων (1889-1891) στο Πολυτεχνείο, στη Στρατιωτική Σχολή Ευελπίδων και στη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων. Για τη δράση του στα έργα της τομής του Ισθμού παρασημοφορήθηκε, ενώ κατά τη διετία 1894-1895 ανέλαβε και υλοποίησε τη στερέωση των επισφαλών τμημάτων των πρανών, πρόβλημα που, όπως θα αναφερθεί στη συνέχεια, ταλαιπωρεί τη Διώρυγα μέχρι το πρόσφατο παρελθόν. Την ίδια χρονιά (1890) ανατίθεται στην «Ελληνική Εταιρεία Εργοληψιών» του Α. Μάτσα η συνέχιση του έργου. Ο *Αντώνιος Μάτσας* ήταν απόφοιτος του πανεπιστημίου της Γάνδης (École du genie Civil et des Arts et Manufactures), όπου είχε αποσταλεί από το Υπουργείο των Εσωτερικών (εφημερίδα «Ήλιος» 11/10/1858). Έλαβε το 40% των μετοχών της «Ελληνικής Εταιρείας της Διώρυγας της Κορίνθου» ως μέρος της αμοιβής του για την

ολοκλήρωση της κατασκευής της διώρυγας. Επιπλέον ήταν μηχανικός κατασκευής λιμενικών έργων στο Ζογκουλδάκ του Ευξείνου Πόντου, στην Καλαμάτα και στο Καρλόβασι της Σάμου. Διετέλεσε διευθυντής μεταλλείων Σερίφου και Αταλάντης, γενικός διευθυντής ΣΠΑΠ και ΣΕΚ (σιδηρόδρομοι), υπουργός Συγκοινωνίας και μέλος του ανώτατου συγκοινωνιακού συμβουλίου. Στην Εικόνα 7 φαίνεται το εργοτάξιο με τις εργασίες επένδυσης των πρανών, την απαγωγή υλικών, κλπ.



Εικόνα 7 Εργοτάξιο της τομής του Ισθμού (Πηγή: ΑΕΔΙΚ)

Το εν λόγω τεχνικό και οικονομικό τόλμημα της τομής ολοκληρώνεται με τη βοήθεια 2 500 εργατών και των τελειότερων μηχανικών μέσων της εποχής. Τα εγκαίνια γίνονται τον Ιούλιο του 1893 παρουσία του βασιλικού ζεύγους, του πρωθυπουργού και άλλων επισήμων. Η Εικόνα 8 δείχνει ελαιογραφία του *Κωνσταντίνου Βολανάκη* (1837-1907) πατέρα της ελληνικής θαλασσογραφίας, για την τελετή των εγκαινίων της Διώρυγας.

Εικόνα 8 Τα εγκαίνια της Διώρυγας σε ελαιογραφία του Βολανάκη

Η διώρυγα συντόμευσε τη διαδρομή Ιταλίας – βορείου Αιγαίου κατά περίπου 90 ν. μίλια. Ακολουθεί ευθεία χάραξη και τέμνει το έδαφος του ισθμού μέχρι 79 m πάνω από

την επιφάνεια της θαλάσσης –ένα φημολογούμενο παγκόσμιο ρεκόρ. Το συνολικό μήκος της διώρυγας ανέρχεται σε 6 343 m εκ των οποίων τα 540 m καταλαμβάνονται από τους προλιμένες Ισθμίας (στο Σαρωνικό κόλπο) και Ποσειδωνίας (στον Κορινθιακό κόλπο). Το μέγιστο ασφαλές για τη ναυσιπλοΐα πλάτος της διώρυγας στην επιφάνεια της θάλασσας είναι 24.6 m και 21.3 m στον πυθμένα, που βρίσκεται σε βάθος 7.5 - 8 m. Λόγω των γεφυρών που έχουν κατασκευασθεί, το μέγιστο ασφαλές για τη ναυσιπλοΐα ύψος της διώρυγας ανέρχεται σε 52 m. Τα πρανή βρίσκονται υπό μέση κλίση περίπου 70° ενώ σε ορισμένες θέσεις σε σχεδόν κατακόρυφη θέση (κλίση 80°). Η Εικόνα 9 δείχνει διέλευση σκάφους κατά το έτος 1907.

Εικόνα 9 Διέλευση σκάφους 1907 (Πηγή: ΕΡΤ/sansimera)

Στην Εικόνα10 παρουσιάζεται στιγμιότυπο από εκπαιδευτική εκδρομή των σπουδαστών πολ. μηχανικών κατά το έτος 1912 με τον καθηγητή τους ***Νικόλαο Τριανταφυλλίδη*** (στο κέντρο) στη γέφυρα της διώρυγας. Ο Τριανταφυλλίδης (1858-1927) διετέλεσε καθηγητής οδοποιίας και γεφυροποιίας στο Πολυτεχνείο (1904-1927), ενώ υπηρέτησε και ως διευθυντής του κατά το έτος 1910.

Εικόνα 10 Επίσκεψη σπουδαστών στη Διώρυγα (Πηγή: Ιστορικό αρχείο ΕΜΠ)

Η ιζηματολογική και ανομοιόμορφη γεωλογική σύσταση των πρανών της διώρυγας προξένησε κατά καιρούς την κατάπτωση μεγάλων χωμάτινων όγκων με αποτέλεσμα το κλείσιμό της. Από το 1893 έως την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου (1940) η διώρυγα ήταν εκτός λειτουργίας για συνολικό διάστημα τεσσάρων περίπου ετών. Ήδη από τα εγκαίνια και για τέσσερις μήνες η διώρυγα παρέμεινε κλειστή στη ναυσιπλοΐα λόγω καταπτώσεων ασταθών πρανών. Διευθυντής της Διώρυγας κατά το διάστημα 1911-15 (εκτός των βαλκανικών πολέμων) ήταν ο μηχανικός *Χαράλαμπος Λάσκαρις* (1884-1957), απόφοιτος του πολυτεχνείου του Μονάχου (1909). Κατά τη διάρκεια της θητείας του στη Διώρυγα υπήρξαν περίοδοι εντάσεων με το προσωπικό. Από το 1917 μηχανικός έργων της διώρυγας είναι ο *Δημ. Πρόκος*, πολ. Μηχ. ΕΜΠ 1917. Ο Πρόκος διετέλεσε αργότερα (1925-28) αρχιμηχανικός της εταιρείας ΑΚΤΕ, η οποία ασχολήθηκε και με λιμενικά έργα.

Οι καταπτώσεις, που συνεχίστηκαν, προκαλούντο από τις υποσκαφές του πόδα των πρανών λόγω των ρευμάτων και κυματισμών που δημιουργούσαν τα πλοία κατά τη διέλευσή τους. Επίσης και από προσκρούσεις πλοίων μεγάλου, για τα δεδομένα, πλάτους. Μέσα στο 1923 41 χιλ. κ.μ. έπεσαν στη διώρυγα, η οποία χρειάσθηκε 2 χρόνια για να καθαρισθεί. Τα προβλήματα αυτά οδήγησαν σε εργασίες επένδυσης για την οποία απαιτήθηκαν 165 χιλ. κ.μ. λιθοδομής. Επενδύθηκαν έτσι οι παρειές της διώρυγας από τον πυθμένα μέχρι τη στάθμη +2 m σε μήκος περίπου 65% του συνολικού. Σοβαρές ζημιές υπέστη η διώρυγα και κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Τον Απρίλιο του 1941 οι Άγγλοι αποκρούοντας την εισβολή των Γερμανών προς την Πελοπόννησο ανατίναξαν την κύρια γέφυρα της διώρυγας. Τρία χρόνια αργότερα σοβαρή διακοπή της λειτουργίας του έργου προκλήθηκε κατά την αποχώρηση των Γερμανών από τη χώρα (1944), όταν οι τελευταίοι ανατίναξαν τα πρανή και απέρριψαν στη διώρυγα δεκάδες σιδηροδρομικά βαγόνια και συντρίμμια γεφυρών τα οποία μαζί με 60 χιλ. κ.μ. χωμάτων την απέκλεισαν. Οι εργασίες απόφραξης ξεκίνησαν τον Νοέμβριο του 1947 από το Μηχανικό του στρατού των ΗΠΑ (Army Corps of Engineers) και η διώρυγα επαναλειτούργησε το επόμενο έτος.

Το πρόβλημα της υποσκαφής των πρανών δεν θεραπεύθηκε πλήρως με την επένδυσή τους. Το ανεπαρκές εύρος της διώρυγας σε σχέση με τα διερχόμενα πλοία επέτεινε το εν λόγω πρόβλημα: η υποσκαφή επηρεάζει πλέον την επένδυση πρώτα –όπου αυτή υπάρχει– και μετά το γαιώδες πρανές. Πέραν από τη διέλευση των σκαφών άλλες αιτίες για την αστοχία των πρανών είναι η σεισμική επιβάρυνση (σεισμοί 1928, 1931, 1953, 1954, 1981), η ατμοσφαιρική διάβρωση κλπ. Η προϊούσα καταστροφή των κρηπιδωμάτων επένδυσης επί δεκαετίες έφτασε στο απροχώρητο κατά τη δεκαετία του 1980: περίπου το 45% της επένδυσης έχει τελείως καταστραφεί, τα υπόλοιπα βρίσκονται σε κατάσταση προχωρημένης διάβρωσης, ενώ ο ρυθμός αποκόλλησής της επιταχύνεται. Έτσι η ευστάθεια των γαιωδών πρανών βρίσκεται σε κίνδυνο, όπως φαίνεται και από την Εικόνα 11. Το 1984 συντάσσεται προμελέτη κατασκευής νέων κρηπιδωμάτων από την τεχνική υπηρεσία της Διώρυγας. Επίσης εκπονείται μελέτη εκβάθυνσης και διαπλάτυνσης της διώρυγας από ελληνικό μελετητικό γραφείο. Στη συνέχεια η Ανώνυμη Εταιρεία Διώρυγας Κορίνθου συγκροτεί τον Μάϊο του 1992 επταμελή επιτροπή εμπειρογνωμόνων για εκτίμηση της κατάστασης και υποβολή προτάσεων. Στην επιτροπή μετέχουν τρία μέλη από το ακαδημαϊκό προσωπικό της Σχολής. Προτείνεται ανακατασκευή των κρηπιδωμάτων και εγκατάσταση κατάλληλου συστήματος προσκρουστήρων που θα μπορεί να μετριάσει τη μεταφορά καταπονήσεων από ενδεχόμενες προσκρούσεις των πλοίων στο εδαφικό υλικό των πρανών, καθώς και άλλα μέτρα που επιτρέπουν παράλληλα μικρή επαύξηση του πλάτους της διώρυγας και μικρή εκβάθυνση μιας κεντρικής ζώνης κατά μήκος του άξονά της. Γίνεται μερική εφαρμογή

των προτάσεων της Επιτροπής.

Εικόνα 11 Προχωρημένη διάβρωση πρανούς της Διώρυγας

Από το 2001 η εκμετάλλευση της Διώρυγας έχει παραχωρηθεί για 30 έτη στην Sea Containers Services. Σήμερα η διώρυγα εξυπηρετεί περί τα 11 000 πλοία ετησίως, κυρίως τουριστικά όλων των εθνικοτήτων, αλλά λόγω του περιορισμένου πλάτους της έχει μικρή οικονομική σημασία. Τα πλοία διέρχονται με μονόδρομη διαδικασία ενώ τα μεγαλύτερα ρυμουλκούνται. Το μέγιστο πλάτος των διερχόμενων σκαφών ανέρχεται σε 17.6 m και το βύθισμά τους σε 7.3 m.

Η έναρξη της λειτουργίας της διώρυγας διευκόλυνε τη θαλάσσια επικοινωνία μεταξύ Αδριατικής και Ιονίου Πελάγους με το βόρειο Αιγαίο και τον Εύξεινο Πόντο. Σήμανε, όμως, και την οριστική αμφισβήτηση της εξέχουσας θέσης του λιμένα της Σύρου στις μέχρι τότε γραμμές ναυσιπλοΐας στο Αιγαίο. Έτσι αναδεικνύεται σταδιακά ο Πειραιάς από το 1900 και μετά, παράλληλα με την πληθυσμιακή εξέλιξη της Αθήνας, πρωτοπόρος του λιμενικού μας συστήματος, στη θέση των λιμένων Σύρας και Πατρών που πρωταγωνίστησαν για ένα μεγάλο διάστημα του 19^{ου} αιώνα.

Όπου βογγάει το πολυκάραβο λιμάνι
απ' άγριο κύμ' απλώνεται δαρμέν' η χώρα
και δε θυμάται μήτε σαν ονείρου πλάνη
τα πρωτινά μετάξια της τα πλουτοφόρα.
Κωστής Παλαμάς (1858-1943) «Πατρίδες»

3 Η ΠΡΩΤΗ ΛΙΜΕΝΙΚΗ ...ΤΡΙΑΙΝΑ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ

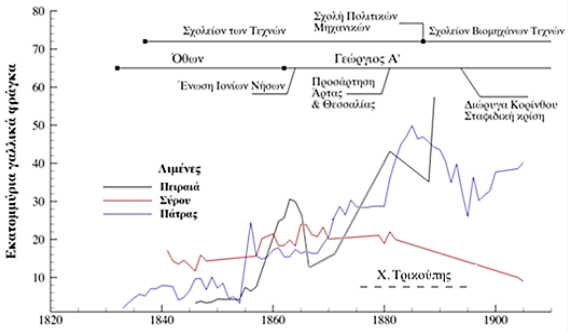
3.1 Ο λιμένας της Ερμούπολης

Ο λιμένας της Ερμούπολης υπήρξε ο πρώτος σημαντικός λιμένας του μετεπαναστατικού ελληνικού κράτους. Η νήσος Σύρος προστατευμένη με προνόμια της Πύλης σε συνδυασμό με τη γαλλική προστασία, που είχε ξεκινήσει με την ίδρυση μονής Γάλλων Καπουτσίνων το 1637, δεν γνώρισε όπως η υπόλοιπη χώρα τη στασιμότητα και τις καταστροφές, λόγω της οθωμανικής κυριαρχίας πριν και κατά την Επανάσταση. Μάλιστα υποδέχεται, σε ένα κλίμα προόδου και ανάπτυξης, συμπατριώτες από πολλές περιοχές του ελληνικού χώρου που αναγκάζονται να εγκαταλείψουν τις εστίες τους, λόγω των αντιποίνων των κατακτητών στην επανάσταση του 1821. Εξ αυτών οι σημαντικότερες ομάδες που συνέβαλλαν ουσιαστικά στη διαμόρφωση της κάτω πόλης (Ερμούπολης) και των πάσης φύσεως λιμενικών εγκαταστάσεων, προέρχονταν από τα νησιά του Αιγαίου και τη Μικρασία, ιδίως από τη Χίο, τα Ψαρά, την Κάσο, τη Σμύρνη. Με το υψηλό σχετικά επίπεδο μόρφωσης και την εμπειρία τους στη ναυτιλία και το διεθνές εμπόριο συνεργάστηκαν εύκολα με τους ντόπιους –φράγκικης προέλευσης– για να αναδείξουν την Ερμούπολη σε σημαντικό εμπορικό λιμένα που εξυπηρετούσε το σπουδαιότερο τότε βιομηχανικό, ναυτιλιακό και εμπορικό κέντρο του νεοσύστατου κράτους. «*Στη Σύρα ξαναγεννήθηκε η Ελλάδα*» είπε ο Ελ. Βενιζέλος.

Το διάγραμμα της Εικόνας 12, δίνει την ετήσια αξία του διακινούμενου εξωτερικού εμπορίου από τον λιμένα της Σύρας κατά τον μετεπαναστατικό 19ο αιώνα. Στο ίδιο διάγραμμα εμφανίζονται και οι αντίστοιχες επιδόσεις των λιμένων της Πάτρας και του Πειραιά, των δύο ανταγωνιστών της Σύρας κατά το ίδιο διάστημα. Οι λοιποί λιμένες της τότε χώρας εξυπηρετούν πολύ μικρότερη μεταφορική κίνηση.

> Ο λιμένας της Σύρου πριν το 1822, οπότε έφθασαν εκεί οι πρώτοι πρόσφυγες, ήταν απλώς ένας φυσικά προστατευμένος όρμος χωρίς τεχνικά έργα. Στη συνέχεια, ο ρυθμός πραγματοποίησης των λιμενικών έργων ακολούθησε αυτόν της ανάπτυξης του εμπορίου που ήταν εντυπωσιακός. Η Σύρος βρίσκεται, επιπλέον, σε κεντρική θέση των Κυκλάδων και στο σταυροδρόμι των θαλασσίων οδών του Μεσογειακού εμπορίου με την Κωνσταντινούπολη και τη Σμύρνη. Ήδη από τα προεπαναστατικά χρόνια στη ναυ-

τιλιακή καθομιλουμένη «Ελλάδα» σήμαινε «Σύρος». Έτσι, η Σύρα μετατράπηκε, μετεπαναστατικά, με γρήγορους ρυθμούς σε γενική αποθήκη μεταφόρτωσης εμπορευμάτων προς την ευρύτερη περιοχή της δυτικής Ασίας, της Μαύρης Θάλασσας και της Ελλάδας. Κατά την ανεξαρτησία η Ερμούπολη είναι πλέον ένα ολοκληρωμένο αστικό κέντρο που αριθμεί 13 800 κατοίκους το 1828 και 15 500 το 1832, πληθυσμός που ανεβαίνει σε 20 000 το 1853, σε 21 540 το 1879, ενώ σταδιακά μειώνεται σε 18 132 το 1907. Την ίδια περίοδο η Σύρος διαθέτει 3 000 (!) εμπορικούς οίκους, εκ των οποίων οι 200 κατέχουν σημαντικά για την εποχή κεφάλαια, ναυπηγείο, αλλά και σχολεία, τυπογραφεία, φιλολογική λέσχη, μουσείο, νοσοκομεία, θέατρο, καζίνο και όλα αυτά χωρίς βοήθεια από το κράτος που δεν είχε συσταθεί έως τότε (1832). Η Σύρα διατήρησε αξιόλογη παράδοση στα γράμματα και την παιδεία. Το 1833 λειτουργεί στην Ερμούπολη το πρώτο γυμνάσιο στον ελληνικό χώρο από τον αρχιμανδρίτη *Νεόφυτο Βάμβα*. Στο γυμνάσιο φοίτησαν πολλές γνωστές κατόπιν προσωπικότητες όπως ο Ανδρέας Συγγρός, ο Ελευθέριος Βενιζέλος, ο Κωνσταντίνος Βολανάκης, ο *Γιαννούλης Χαλεπάς*, ο *Δημήτριος Βικέλας*, ο *Αριστομένης Προβελέγγιος*, αλλά και ο καθηγητής λιμενικών έργων του Πολυτεχνείου Πέτρος Πρωτοπαπαδάκης (με απολυτήριο 5&18/19 στα 6) και ο πρύτανης του πανεπιστημίου Αθηνών και καθηγητής του Πολυτεχνείου *Κυπάρισσος Στέφανος* (1857-1917). Έτσι η Ερμούπολη γίνεται ουσιαστικά η πρωτεύουσα πόλη της Ελλάδας. Πάνω απ' όλα όμως η Ερμούπολη είναι πόλη που ζει γύρω από τα πλοία, τους επιβάτες, τα εμπορεύματα που διακινούνται στο λιμένα της. Η Σύρος είναι η έδρα μιας των πέντε (και κατόπιν τεσσάρων) ναυτικών περιφερειών της χώρας που ορίσθηκαν κατά το 1834. Περιλαμβάνει τις ακτές της ανατολικής Αττικής και της νοτιοδυτικής Εύβοιας νότια των στενών του Ευρίπου, καθώς και όλα τα νησιά των Κυκλάδων. Η συμμετοχή της περιφέρειας αυτής στη συνολική χωρητικότητα της εμπορικής ναυτιλίας της χώρας είναι η πιο σημαντική και ανέρχεται κατά τα έτη 1848, 1855, 1875 σε 47.6 %, 52.6 %, 40.8 % αντίστοιχα.



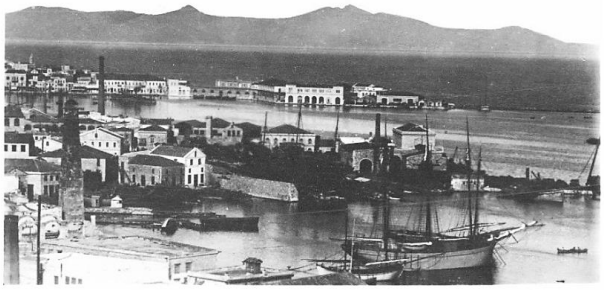
Εικόνα 12 Εξωτερικό εμπόριο των τριών λιμένων κατά τον 19ο αι.

Τη διαμόρφωση του φυσικού λιμένα της Σύρου, στη βορειο-ανατολική ακτή του νησιού, την ανέλαβαν οι άμεσα ενδιαφερόμενοι έμποροι. Έτσι, την ίδια αυτή εποχή (1832) κατασκευάσθηκαν μόλος και επιχωματώσεις στη βόρεια πλευρά του φυσικού λιμένα από πετρώδη υλικά φύρδην-μίγδην που συνέδεσαν την ακτή με το νησάκι του Αγίου Νικολάου στα ανατολικά της λεκάνης του αρχικού αυτού λιμένα. Εκεί οι ευπορότεροι πρόσφυγες έκτισαν ξύλινα παραπήγματα, μικρομάγαζα και εργαστήρια. Στις πρώτες αυτές επιχωματώσεις θεμελιώθηκε το 1834 το τελωνείο που κατασκευάστηκε κατά την περίοδο 1859-61 σε σχέδια του αρχιτέκτονα *Αλέξανδρου Γεωργαντά*. Το ε-

ντυπωσιακό αυτό κτήριο του τελωνείου (Εικ. 13) διαφημίσθηκε ως «ένα από τα μεγαλύτερα έργα του νεοσύστατου κράτους» ενώ η καθυστέρηση ολοκλήρωσής του οφείλεται κατά μεγάλο μέρος στις χαμηλές αντοχές του εδάφους θεμελίωσης.

Εικόνα 13 Τελωνείο Σύρας (Πηγή: logotypos.gr)

Συνέχεια και ενότητα με το τελωνείο αποτελούν οι αποθήκες μεταφόρτωσης, τεράστιο κτίσμα για τις τότε συνθήκες. Οι αποθήκες ευρίσκοντο κατά μήκος της αρχικής ακτογραμμής στο Νησάκι για πολλά χρόνια, πριν νέες επιχωματώσεις στη θέση αυτή απομακρύνουν την κρηπίδα προς το εσωτερικό της λιμενολεκάνης. Οι αποθήκες σχεδιάστηκαν από τον Βαυαρό αρχιτέκτονα *John Erlacher* ενώ ο *Wilhelm von Weiler*, Βαυαρός λοχαγός του μηχανικού, είχε την επίβλεψη της κατασκευής. Οι αποθήκες, που μπορούν να εντοπισθούν αριστερά του τελωνείου που βρίσκεται στο κέντρο της Εικόνας 14, υπέστησαν πολλές φθορές από βομβαρδισμούς και από την αφαίρεση της ξυλείας τους από το στρατό κατοχής (1943). Ο Erlacher σχεδίασε επίσης το φάρο επί της νησίδας Φανάρι εκτός του λιμένα, που εγκαινιάσθηκε κατά την άφιξη του Όθωνα στη Σύρο το 1834. Ο φάρος ύψους 30 m λειτούργησε μέχρι το 1847.



Εικόνα 14 Νεώριο εμπρός και παλαιός λιμένας στο βάθος, τέλη 19ου αιώνα (Πηγή: Ναυτικό Μουσείο Ελλάδος)

Ο Weiler είχε συντάξει επίσης τα σχέδια του λοιμοκαθαρτηρίου που ανεγέρθηκε στο Πηδάλι κατά το διάστημα 1839-42. Ο ορμίσκος αυτός βρίσκεται στα νότια του μεγάλου όρμου της Ερμούπολης απόμακρα από τον λιμένα και την πόλη. Παλαιότερα χρησιμοποιείτο για αραξοβόλι της ευρύτερης περιοχής. Τον αιώνα εκείνο όμως ήταν επιτακτική η ανάγκη ύπαρξης λοιμοκαθαρτηρίων και υγειονομείων στους μεγαλύτερους λιμένες για έλεγχο των μολυσματικών ασθενειών, ιδίως της χολέρας που ενδημούσε τότε σε Ανατολή, Τουρκία, Αίγυπτο. Τα εισερχόμενα μέσω του λιμένα άτομα έμεναν σε απομόνωση, συχνά πάνω από 7 ημέρες. Ανάλογες ήταν και οι απαιτήσεις σε εγκατα-

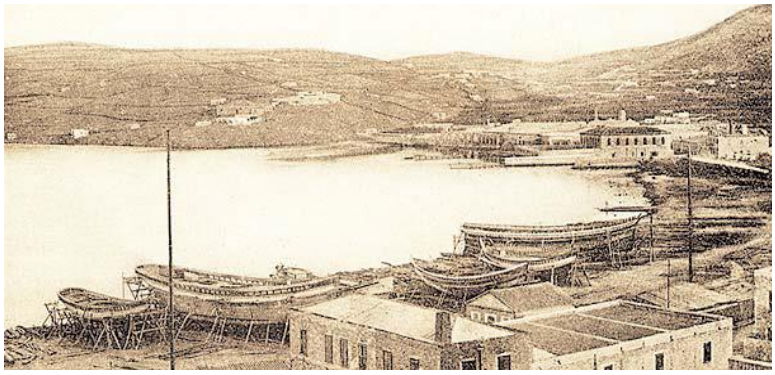
στάσεις: οι αρχικές στο Νησάκι και οι κατοπινές στον όρμο του Νεωρίου δεν επαρκούν και έτσι σχεδιάζονται οι πιο εκτεταμένες εγκαταστάσεις από τον Weiler στο Πηδάλι, όπως αναφέρθηκε (Εικ. 15). Όταν παρήλθε η ανάγκη λειτουργίας του λοιμοκαθαρτηρίου το κτίριο εγκαταλείπεται και στη συνέχεια χρησιμοποιείται ως καταφύγιο Κρητών προσφύγων κατά την επανάσταση του 1866-68 και κατόπιν ως φυλακές μέχρι τα τέλη του 19ου αιώνα

Εικόνα 15 Λαζαρέτο το 1867 (Πηγή: Ίδρυμα Αικ. Λασκαρίδη)

Σε στρατηγική θέση πίσω από το τελωνείο ιδρύθηκε το πρώτο τηλεγραφείο της Ελλάδος (1858) από την Société du Télégraphe Électrique Sous-marin. Το αγγλικό αυτό τηλεγραφείο διεχειρίζετο όλη την επικοινωνία της Μεγάλης Βρετανίας με την Κοινοπολιτεία και η σημασία του για τους Άγγλους παρέμεινε μεγάλη για πολλά χρόνια. Το ίδιο ίσχυσε για τους Συριανούς λόγω της εξασφάλισης που έδινε η απασχόληση στο τηλεγραφείο, το οποίο διέθετε 160 θέσεις υπαλλήλων. Το κτήριο στεγάζει σήμερα τη σχολή εμποροπλοιάρχων. Το 1859 γίνεται η πρώτη πόντιση τηλεγραφικού καλωδίου μεταξύ Σύρου-Πειραιά και Σύρου-Χίου.

Μια από τις κύριες δραστηριότητες που ανέπτυξαν οι πρόσφυγες σε άμεση σχέση με τον λιμένα της Ερμούπολης ήταν οι επισκευές και κατασκευές πλοίων. Αρχικά αναπτύχθηκαν προς τα νοτιοδυτικά του όρμου μικρής παραγωγικότητας μονάδες με κυριότερη αυτή του αγωνιστή της Επανάστασης *Πανταλέοντος Μάσχα*. Ο Χιώτης πρωτομάστορας Μάσχας κατασκεύασε τα πυρπολικά του Κανάρη και αναγνωρίσθηκε από τον Όθωνα ως πατέρας της ελληνικής ναυτιλίας. Εκείνη την περίοδο τα «συριανά» ιστιοφόρα (κοντά στα 4/5 του συνόλου της χώρας) κυριαρχούσαν στην ανατολική Μεσόγειο. Το 1840 η Σύρα διαθέτει 468 καράβια, επτά φορές περισσότερα από τον Πειραιά. Το 1854 ναυπηγείται το «Ασπίς», το πρώτο ατμόπλοιο που κατασκευάσθηκε σε ελληνικό ιδιωτικό ναυπηγείο. Το 1857 κατασκευάζεται η πρώτη ξύλινη αναβάθρα για την ανέλκυση πλοίων από το ναυπηγό *Νικόλαο Παγίδα*. Το ίδιο έτος ιδρύεται η πρώτη του είδους της «Ελληνική Ατμοπλοΐα» με συμμετοχή της κυβέρνησης και έδρα την Ερμούπολη. Η εταιρία συνδέει αρχικά με τρία ατμόπλοια ελληνικές πόλεις μεταξύ τους και με το εξωτερικό. Το 1866 αριθμεί 12 πλοία, εκ των οποίων το «Πανελλήνιο» παρέχει μεγάλες υπηρεσίες στην Κρητική εξέγερση του 1866. Ψυχή της εταιρίας ο *Ηλίας Κεχαγιάς* από την Άμφισσα που θα αφιερώσει τη ζωή του στην ανάπτυξη της ατμοπλοΐας. Στις εγκαταστάσεις της εταιρίας θα δημιουργηθεί το 1861 το πρώτο μεγάλο ατμοκίνητο σιδηρουργείο που κατεργάζεται σίδηρο εισαγωγής, το «Νεώριον και Μηχανουργείον Σύρου». Το 1866 ο δήμος της Ερμούπολης ιδρύει δημοτικό ναυπηγείο, που θα συ-

νεχίσει να λειτουργεί μαζί με τα άλλα ως την περίοδο της παρακμής στο τέλος του 19ου αιώνα. Στη θέση Ταρσανάς (Εικ. 16) έχουν μεταφερθεί από το 1860 οι μικρότερες ναυπηγοεπισκευαστικές μονάδες που συνεχίζοντας την παράδοση των Χιωτών πρωτομαστόρων, δείχνουν αξιόλογη δραστηριότητα μέχρι το τέλος του μεσοπολέμου. Εκεί ναυπηγούνται σκάφη έως 500 Dwt.



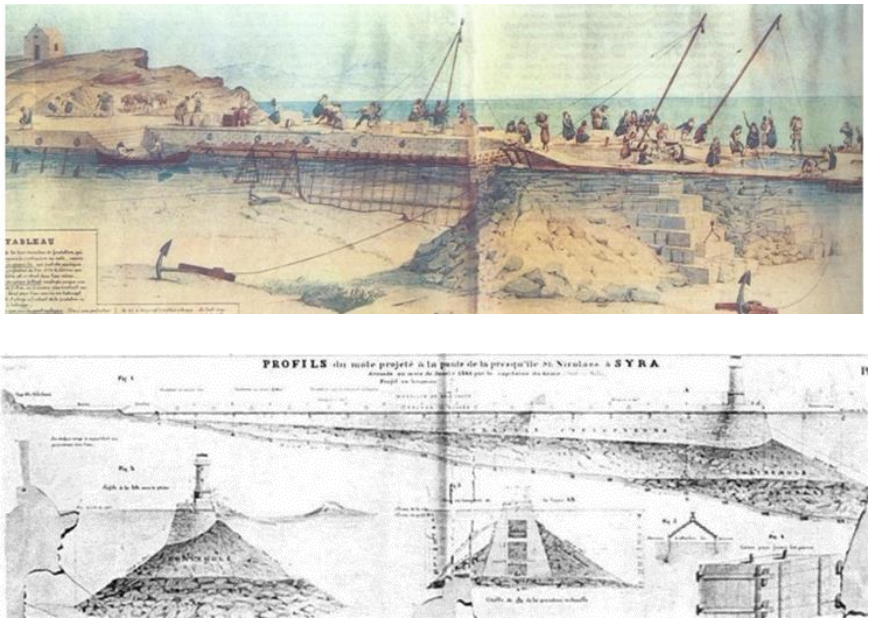
Εικόνα 16 Η θέση Ταρσανάς περί το 1920 Πηγή: [16]

Παράλληλα με τα ναυπηγεία άκμασαν στη Σύρο κατά τον 19ο αιώνα τα βυρσοδεψία, οι κυλινδρόμυλοι, τα χρωματουργεία, τα κλωστοϋφαντουργεία, τα σιδηρουργεία, τα σαπωνοποιεία. Το πρώτο βυρσοδεψείο το άνοιξε ο Χιώτης *Π. Καλουτάς* το 1829, ενώ ακολούθησαν σύντομα και άλλοι. Από τα πρώτα επτά βυρσοδεψεία της Ελλάδος τα έξι βρίσκονταν στην Ερμούπολη. Οι αποθήκες του λιμένα γέμιζαν με τόνους ακατέργαστων δερμάτων από Αγγλία και Ανατολή και σύντομα τα συριανά βυρσοδεψεία απέκτησαν τη φήμη των καλύτερων της Ανατολής. Το 1864 η Ερμούπολη διαθέτει εννέα εργοστάσια με 1 500 μόνιμους και 3 000 εποχικούς εργάτες. Στα ναυπηγεία απασχολούνται άλλοι 2 000 περίπου εργάτες που πληρώνονται 3πλάσια ημερομίσθια των λοιπών εργατών. Πάντως σε αυτό το χώρο των πρώτων βιομηχανικών εργατών των Κυκλάδων συναντάμε τα πρώτα κινήματα αναρχικών στα νησιά. Οι ομάδες αυτές διατηρούν δεσμούς με τους πρώτους αναρχικούς της Ελλάδος που δραστηριοποιούνται στην Πάτρα. Έτσι ιδρύεται από τους ναυπηγοεργάτες της Ερμούπολης το πρώτο εργατικό σωματείο (1879) την εποχή της μεγάλης νομισματικής κρίσης, όπου οι συναλλαγές γίνονται με ρώσικα κέρματα πράγμα που μειώνει σοβαρά την αγοραστική ικανότητα των εργατών. Ξεσπούν έτσι το ίδιο έτος οι πρώτες οργανωμένες απεργίες στο νεοσύστατο κράτος, στα ναυπηγεία και στη συνέχεια και στα βυρσοδεψεία της Ερμούπολης με σφοδρές συγκρούσεις και ένα νεκρό αστυνομικό. Η αναστάτωση στα ναυπηγεία κράτησε πάνω από 4 μήνες και είχε μεγάλη επιρροή στη λειτουργία τους αλλά και στη συριανή κοινωνία γενικότερα.

Αναφορικά με την εξέλιξη της λιμενικής υποδομής, ο Βαυαρός καθηγητής ιστορίας στο πανεπιστήμιο του Μονάχου *Fr. Thiersch*, που συνοδεύει τον Όθωνα στην Ελλάδα, προτείνει να επεκταθεί ο μόλος ώστε να προστατευθεί ο λιμένας και από άλλους ανέμους πέραν των βοριάδων. Οι Συριανοί ωστόσο δεν προχώρησαν στη σύναψη δανείου για την επέκταση του μόλου αλλά ήρθαν σε επαφή με το νεοδημιούργητο ελληνικό κράτος για χρηματοδότηση των λιμενικών έργων. Πράγματι με το βασιλικό διάταγμα του Όθωνα (1834) «Περί της κατασκευής των αποβαθρών της Σύρου» εγκρίνεται το σχέδιο γενικής διάταξης του λιμένα, που είχε εκπονηθεί από τον Erlacher σε συνεργα-

σία με τον Weiler.

Η χρηματοδότηση των έργων θα γινόταν από τους κατοίκους και συγκεκριμένα από την έκδοση τίτλων ιδιοκτησίας σε όσους είχαν κτίσει στις τρεις πρώτες σειρές οικοπέδων κατά μήκος της προκυμαίας. Πρόκειται για την πρώτη προσπάθεια του επίσημου ελληνικού κράτους να χρηματοδοτήσει λιμενικά έργα στη χώρα· η επόμενη προσπάθεια γίνεται δύο χρόνια αργότερα για τα λιμενικά έργα της Πάτρας και του Πειραιά. Έτσι στις αρχές της δεκαετίας του 1840 ο λιμένας, που εντοπίζεται στο ΒΑ μυχό της σημερινής λιμενολεκάνης, διαθέτει παράκτια κρηπιδώματα, αποθήκες, τελωνείο, ενώ προς τα νότια ταρσανάδες, καρνάγια, λοιμοκαθαρτήριο. Η Εικόνα 17 παρουσιάζει τις εργασίες κατασκευής του μόλου ως προέκτασης στο «Νησάκι», ενώ δίνονται η εκ των έσω όψη και η άνοψη του μόλου καθώς και σχέδιο του ακρομωλίου και άλλες λεπτομέρειες κατασκευής.

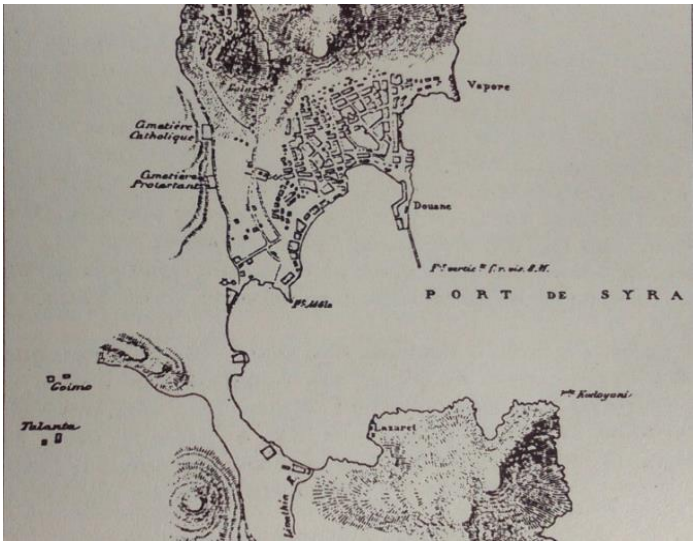


Εικόνα 17 Κατασκευή του μόλου στο «Νησάκι» σε σχέδια του Weiler, 1841 (Πηγή: logotypos.gr)

Εν τούτοις ο ως άνω τρόπος συλλογής πόρων φαίνεται ότι συνάντησε εμπόδια και γι' αυτό το 1849 νέος νόμος καθιερώνει έκτακτα τέλη «προς κατασκευήν προκυμαίας και καταρτισμόν του λιμένος Ερμουπόλεως», τα οποία προστίθενται στα τέλη αγκυροβολίας που εισπράττει το λιμενικό Ταμείο ήδη από τον Φεβρουάριο του 1834, ώστε να χρηματοδοτηθούν τα έργα. Σε όλο αυτό το διάστημα βέβαια η κίνηση των ιστιοφόρων στη Σύρα συνεχίζεται έντονη, αφού καλύπτονται οι βασικές απαιτήσεις τους, δηλαδή προστασία στο φυσικό όρμο και δυνατότητα εύκολου ανεφοδιασμού με πόσιμο νερό. Τα έργα που προβλέπει ο νόμος του 1849 είναι: α) κατασκευή μόλου για προστασία του λιμένα από το ΝΑ τομέα, β) εκβάθυνση (καθαρισμό) του λιμένα, γ) επισκευή του υφιστάμενου μόλου στα βόρεια, δ) εγκατάσταση ενός δεύτερου φάρου. Το δημόσιο Ταμείο μάλιστα διαθέτει πίστωση για άμεση έναρξη των ως άνω έργων. Το 1853 εγκαθίσταται νέος φάρος πάνω στο ερημονήσι Φανάρι στα ΝΑ της εισόδου του λιμένα. Ε-

πίσης έγινε βυθοκόρηση της λιμενολεκάνης, επισκευάσθηκε και επεκτάθηκε ο βόρειος μόλος κατά 106 m σε μέγιστο βάθος 17 m. Τα έργα αυτά ολοκληρώνονται το 1865 και το κόστος τους καλύφθηκε πλήρως από τα έσοδα του Ταμείου που χρηματοδότησε γενικά τα λιμενικά έργα κατά την περίοδο 1849-1865. Το 1873 μάλιστα εγκαταστάθηκε νέος φάρος στο ακρομώλιο της επέκτασης του βόρειου μόλου, που είχε αγορασθεί στο Παρίσι, όπως και όλοι οι φάροι της περιόδου εκείνης.

Κατά τη δεκαετία 1878-87 κατασκευάζονται λιμενικά έργα σύμφωνα με τα σχέδια του αρχιμηχανικού Πασκάλ. Μάλιστα ο Γάλλος πρόξενος στη Σύρο σημειώνει (1879) ότι «*... Η Σύρος... θα πρέπει... να εξασφαλίσει στα πλοία που την επισκέπτονται πλήρη ασφάλεια αγκυροβολίας... υλοποιώντας τα έργα... που έχουν σχεδιασθεί από πολύ καιρό*...» αναφερόμενος προφανώς στο νότιο μόλο του αρχικού σχεδίου. Φαίνεται όμως ότι και χωρίς τον τελευταίο η αγκυροβολία ήταν σχετικά ακίνδυνη ακόμη και για μεγάλα πλοία. Κατά την ως άνω περίοδο πραγματοποιείται εκβάθυνση στα παράκτια τμήματα, συμπληρώνονται τα κρηπιδώματα, επιμηκύνεται ο βόρειος μόλος και επεκτείνονται οι εγκαταστάσεις της «Ελληνικής Ακτοπλοΐας». Το διάγραμμα της Εικόνας 18 παρουσιάζει την κατάσταση του όρμου της Σύρου κατά το 1888.



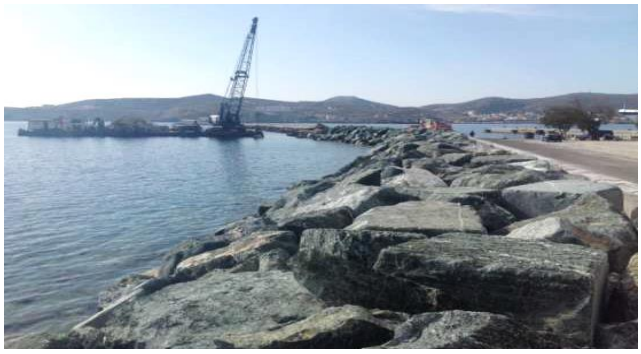
Εικόνα 18 Ο λιμένας της Σύρου το 1888 Πηγή: [28]

Προς το τέλος του 19ου αιώνα ο πληθυσμός και η λειτουργία της χώρας «ηπειρωτικοποιείται» με μείωση του νησιωτικού πληθυσμού λόγω μετανάστευσης προς τον Πειραιά. Ο λιμένας της Σύρου, μη διαθέτοντας ηπειρωτική ενδοχώρα, θα υποκύψει σταδιακά στη νέα κοινωνικο-οικονομική πραγματικότητα. Μετά το τέλος του Κριμαϊκού πολέμου (1853-56) εμφανίζονται αξιόλογοι λιμένες στη Μικρασία, ενώ παράλληλα αναπτύσσεται η ατμοπλοΐα. Στη συνέχεια, προωθείται στην Ελλάδα η από στεριάς μεταφορά των εμπορευμάτων μέσω σιδηροδρόμου, και ξεκινάει η αστικοποίηση του Πειραιά. Έτσι ο τελευταίος εξουσιάζει με τη σειρά του το εμπόριο των Κυκλάδων αλλά και τις διεθνείς θαλάσσιες μεταφορές αναλαμβάνοντας το ρόλο της Σύρου, ιδιαίτερα μετά την έναρξη λειτουργίας της διώρυγας της Κορίνθου το 1893. Η εν λόγω παρακμή της Σύρας είχε σαν παράπλευρη συνέπεια την εισροή στη συριανή κοινωνία

πολλών Πελοποννησίων που συντέλεσαν σε μια δεύτερη φάση βιομηχανικής ακμής από τη δεκαετία του 1880 έως τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Ανοίγουν δύο νέα γαλλικά σχολεία και ιδρύεται (1915) το Λύκειον των Ελληνίδων, που συνεχίζει τη δράση του μέχρι σήμερα. Η Μικρασιατική καταστροφή στέλνει στο νησί 7 000 πρόσφυγες, στην πλειοψηφία τους τεχνίτες, που δίνουν επί πλέον ώθηση στην πρόοδο της Ερμούπολης. Εκτός από τη βιομηχανία αναπτύσσονται τα γράμματα και οι τέχνες στον 20ο πλέον αιώνα, όπως από τη γενιά των Ροΐδη, Βικέλα, κλπ. κατά τον προηγούμενο. Η μεγάλη οικονομική κρίση περί το 1930 παρασύρει και τη ναυτιλία της Σύρου. Τον Ιούλιο του 1933 βρίσκονται ανενεργά στο λιμένα 58 πλοία!

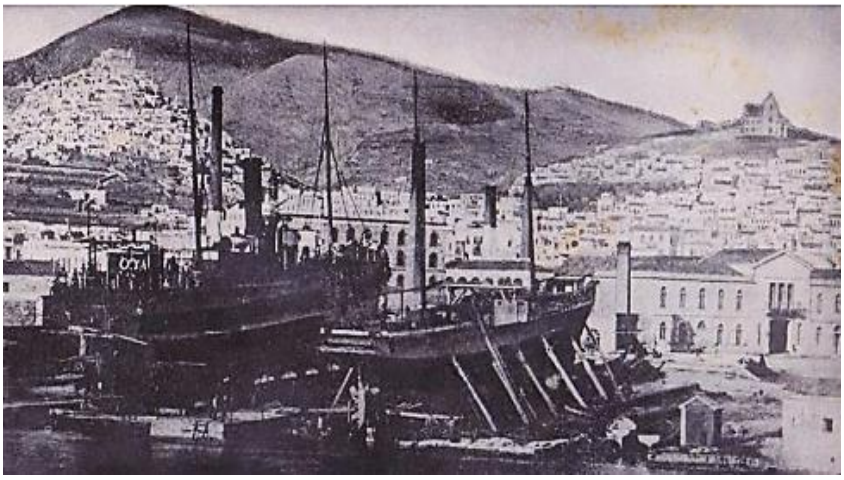
Η Σύρα μπαίνει σε δοκιμασία κατά την ιταλογερμανική κατοχή (1941-44) λόγω και των βλέψεων του Ιταλού δικτάτορα για το νησί που οδήγησε στον αποκλεισμό του από το ιταλικό ναυτικό. Αποτέλεσμα η δραματική μείωση του πληθυσμού από την πείνα σε αριθμό τριπλάσιο από αυτόν των Αθηνών (!). Έτσι δεν είναι υπερβολή να λεχθεί ότι οι Συριανοί, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους Έλληνες, «υποδέχθηκαν» τα γερμανικά στρατεύματα κατοχής σχεδόν ως ελευθερωτές –από το μακροχρόνιο αποκλεισμό εκ μέρους του ιταλικού στόλου που τόση δυστυχία και αφανισμό πληθυσμού είχε προκαλέσει στο νησί τους. Μετά τον πόλεμο σημειώνεται σημαντική εσωτερική μετανάστευση από τη Σύρο η οποία συγκρατήθηκε τελικά από την αναβίωση του Νεωρίου, κυρίως από το 1960 και μετά.

Κατά τη δεκαετία του 1960 κατασκευάστηκε προκυμαία στο Νησάκι μπροστά από το τελωνείο και τις αποθήκες, ενώ μέχρι το 1990 τα πλοία της γραμμής έδεναν στον παλαιό λιμένα εμπρός από το τελωνείο. Σήμερα ο λιμένας διαθέτει βόρειο προσήνεμο μόλο μήκους 460 m, νότιο μόλο 160 m και κρηπιδώματα συνολικού μήκους 1 010 m με βάθη 4.5 – 8 m που εξυπηρετούν κυρίως κρουαζιερόπλοια, σκάφη ακτοπλοΐας και αναψυχής, βοηθητικά σκάφη. Πρόσφατα (2014) ο προσήνεμος μόλος ενισχύθηκε, για ελαχιστοποίηση της κυματικής υπερπήδησης, με φυσικούς ογκολίθους και προστατευτικό τοιχίο στην εξωτερική πλευρά και σε μήκος σχεδόν 600 m περιλαμβανομένης της ανατολικής πλευράς της έκτασης «Νησάκι» (Εικ. 19).



Εικόνα 19 Πρόσφατη ενίσχυση του βόρειου μόλου (Πηγή: portofsyros.gr)

Η ιστορία του Νεωρίου (Εικ. 20) ξεκινάει, όπως προειπώθηκε, το 1861 με την ίδρυση του πρώτου μεγάλου ατμοκίνητου σιδηρουργείου από την «Ελληνική Ακτοπλοΐα». Μετά την τελειοποίηση του έργου η ανέλκυση ατμοπλοίου 700 τόνων μπορούσε να γίνει σε 6 ώρες από 150 εργάτες. Στις εγκαταστάσεις αυτές άρχισαν να επισκευάζονται και πλοία εκτός εταιρείας.



Εικόνα 20 Εγκαίνια «Νεωρείου» (Πηγή: Δήμος Σύρου)

Το 1873 προσκαλείται ο διευθυντής των λιμενικών έργων της Μασσαλίας Πασκάλ, ώστε να γνωματεύσει για την αναγκαιότητα και τα χαρακτηριστικά λιθόδμητης δεξαμενής ναυπηγοεπισκευής. Ο Πασκάλ τάσσεται υπέρ της κατασκευής μόνιμης δεξαμενής. Το 1881 η εταιρεία αγοράζει πλοία τελευταίας τεχνολογίας και αρχίζει (1882) η κατασκευή από τη γαλλική Companie des Forges et Chantiers νέας μεγάλης νεωλκού που ολοκληρώνεται το 1884 και η οποία μπορεί να δέχεται πλοία εκτοπίσματος έως 4 000 τόν. Το μοναδικό αυτό έργο καλύπτει τις ανάγκες όλης της λεκάνης ανατολικής Μεσογείου. Παράλληλα με τις ναυτιλιακές εργασίες το σιδηρουργείο εφοδιάζει την Ελλάδα με ατμομηχανές, ατμολέβητες, πιεστήρια, λέβητες σαπωνοποιΐας. Στο τορνευτήριο κατασκευάζονται χαλύβδινα πυροβόλα και στο χυτήριο πυρομαχικά για τη μεγάλη κρητική επανάσταση (1866-68). Αργότερα, μελέτη του *Joseph Rivabella* για κτιστή δεξαμενή προτείνει την τοποθέτησή της στη θέση «Πηδάλι». Αντίθετα ο Η. Αγγελόπουλος (βλ. §3.3) προτείνει τη θέση εντός της περιοχής του Νεωρίου, όπως και ο Πασκάλ παλαιότερα.

Όμως το ναυπηγείο της εταιρείας ξεκινάει πλέον κατασκευές πλοίων και αποτελεί «σχολείο» για τα ελληνόπουλα που ήθελαν να ασχοληθούν με το αντικείμενο. Αξιόλογα ιδιωτικά ναυπηγεία αναπτύσσονται επίσης στην περιοχή του Νεωρίου. Με τα χρόνια ο ανταγωνισμός οξύνεται και οι προκλήσεις γιγαντώνονται, ώσπου το 1899 η εταιρεία οδηγείται σε πτώχευση και διανομή της περιουσίας της στους μετόχους, μεταξύ των οποίων το Δημόσιο και η Εθνική Τράπεζα. Μετά από άκαρπες προσπάθειες συνεργασίας με το ναυπηγείο ΗΦΑΙΣΤΟΣ, ιδρύεται η «Νέα Ελληνική Ατμοπλοΐα» στην οποία περιέρχεται το εργοστάσιο που αρχίζει να εργάζεται ανεξάρτητα της Ατμοπλοΐας με το όνομα «ΝΕΩΡΙΟΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΑ ΣΥΡΟΥ» υπό τη διοίκηση του Γάλλου αρχιμηχανικού *Ardouen*. Σε αντίθεση με τη «Νέα Ελληνική Ατμοπλοΐα» η οποία έχασε δύο από τα πλοία της και κήρυξε πτώχευση το 1905, το Νεώριο βαδίζει πάλι γοργά το δρόμο της προόδου. Μάλιστα οι μέτοχοι του Νεωρίου αγοράζουν έξι από τα μεγαλύτερα ατμόπλοια της εποχής και διατηρούν 15 ατμοπλοϊκές γραμμές παρά τον ανταγωνισμό.

Στο Νεώριο κατασκευάζονται πλωτοί γερανοί ανυψωτικής ικανότητος 15 τόνων, πραγματοποιούνται επιμηκύνσεις ατμοφορτηγίδων, κατασκευάζονται ρυμουλκά πλοία,

καθώς επίσης εξαρτήματα των βιομηχανιών της Σύρου. Επίσης επισκευάζονται σοβαρά ρήγματα ατμόπλοιων και αντικαθίστανται έλικες που κατασκευάζονται στο χυτήριο του Νεωρίου. Κατά το τέλος του 19ου αιώνα το Νεώριο απασχολεί σε μόνιμη βάση 350 τεχνίτες ενώ η Ατμοπλοΐα 250 άτομα περίπου. Έτσι η Σύρος χάρις στο Νεώριο αποτελεί κατά τα πρώτα χρόνια του 20ου αιώνα αξιόλογο επισκευαστικό κέντρο όπου προσέρχονται πλοία κάθε εθνικότητας, εμπορικά και πολεμικά. Μάλιστα κατά τη διάρκεια του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου εξυπηρετήθηκαν 48 σκάφη του αγγλικού στόλου. Το 1909 το Νεώριο αλλάζει ιδιοκτήτες και αγοράζεται το διπλανό μηχανουργείο, ενώ οι εργασίες του συνεχίζονται έως το 1933 οπότε η κρίση στη ναυτιλία και ο ανταγωνισμός με άλλα επισκευαστικά κέντρα το αδρανοποιούν. Κατά τη διάρκεια της κατοχής οι κατακτητές λεηλατούν και καταστρέφουν τις εγκαταστάσεις. Στη συνέχεια (1956) το Νεώριο περιέρχεται από τον Κασιώτη εφοπλιστή ιδιοκτήτη *Μηνά Διακάκη* στους *αδελφούς Ρεθύμνη*, οι οποίοι αξιοποίησαν τις δυνατότητες του ναυπηγείου ξεπερνώντας την παρακμή που είχε εξαπλωθεί στη βιομηχανία γενικότερα. Είχε προηγηθεί (1950) η εξαγορά από τον Μηνά Ρεθύμνη του μηχανουργείου *Μπαρμπέτα* και ο εξοπλισμός του με σύγχρονα μηχανήματα από την Αμερική.

Η κυβέρνηση *Παπάγου* αξιοποιεί (1953) την κρατική πλωτή δεξαμενή και δημιουργεί νέους ορίζοντες ανάπτυξης της ναυπηγοεπισκευής στο Νεώριο. Έτσι το 1954 ξεκινούν οι εργασίες εκβάθυνσης τμήματος της λιμενολεκάνης για τις ανάγκες εγκατάστασης της πλωτής δεξαμενής. Επίσης δημοπρατούνται τα λιμενικά έργα παραβολής της δεξαμενής από συμπαγείς προκατασκευασμένους ογκολίθους από σκυρόδεμα και ανατίθενται στην εταιρεία «Παπαγιαννόπουλος και Σία». Η πλωτή δεξαμενή ρυμουλκείται από τον Πειραιά στον Τάραντα της Ιταλίας προς γενική επισκευή. Το μήκος της φθάνει τα 160 m το πλάτος της τα 33 m και έχει παραχωρηθεί στην Ελλάδα (1949) από τις γερμανικές επανορθώσεις. Το 1955 αρχίζει η λειτουργία της με πρώτο εμπορικό πλοίο που δεξαμενίσθηκε το τάνκερ «Κύπρος» 11 000 τόνων.

Παράλληλα στον ταρσανά κατασκευάζονται ακόμη εξαίρετα ξύλινα σκάφη από μερακλήδες του είδους, όπως από τους *αδελφούς Μαυρίκου*, πανελλήνιας φήμης. Την ίδια εποχή εκεί παραπέρα, άλλου είδους μερακλήδες εμφανίζονταν τα βράδια σε παραλιακό ουζερί: ο *Μάρκος Βαμβακάρης*, ο *Λευτέρης Ναουμίδης*, η *Μαίρη Κοκκίνου*... Στον σημερινό Ταρσανά εξακολουθούν να λειτουργούν μερικές επισκευαστικές και κατασκευαστικές μονάδες ξύλινων σκαφών.

Το 1969 ξεκινά η σύγχρονη ιστορία του Νεωρίου με την πώλησή του στους *αδελφούς Γουλανδρή*, γνωστούς εφοπλιστές από την Άνδρο, με την ονομασία «ΝΕΩΡΙΟΝ ΑΕ». Επενδύονται μεγάλα ποσά για αγορά σύγχρονου εξοπλισμού, γερανών 40 και 25 τόνων, καθώς και παραγγελία νέας δεξαμενής 75 000 τόνων στη Γερμανία. Επεκτείνονται οι προβλήτες, ανεγείρονται νέα κτίρια και μηχανουργεία και γενικά αλλάζει η κλίμακα των επισκευών. Η Πολιτεία κατασκευάζει το νότιο μόλο για προστασία του Νεωρίου. Αναπτύσσεται παράλληλα η ναυπήγηση μικρών μεταλλικών σκαφών, ενώ η εταιρεία επεκτείνεται και στον κατασκευαστικό τομέα αλλά και στην παραγωγή των πρώτων ηλεκτρικών αυτοκινήτων! Στις επιχειρήσεις της εταιρείας απασχολούνται συνολικά πάνω από 1 600 άτομα. Η παγκόσμια κρίση του ναυπηγοεπισκευαστικού κλάδου αναγκάζει τη διοίκηση να κηρύξει Lock Out στο εργοστάσιο το 1979 και το Νεώριο κρατικοποιείται. Σύντομα όμως καταλήγει σε εγκατάλειψη και υπερχρέωση ώσπου το 1994 μεταβιβάζεται ξανά σε επιχειρηματίες του χώρου της ναυπηγικής βιομηχανίας, οι οποίοι καταβάλλουν προσπάθεια και επενδύσεις για εκσυγχρονισμό και αύξηση της ανταγωνιστικότητας του Νεωρίου.

Σήμερα το Νεώριο (Εικ. 21), λειτουργώντας στο ίδιο σημείο από το 1861, διαθέτει

κρηπιδώματα συνολικού μήκους 1 800 m που εξυπηρετούνται από γερανούς των 40, 25 και 20 τόνων. Διαθέτει επίσης πλωτό γερανό ανυψωτικής ικανότητας 200 τόνων, πλωτή μονάδα υποδοχής αποβλήτων και 4 ρυμουλκά. Το Νεώριο έχει δύο πλωτές δεξαμενές και 3 νεωλκεία. Οι δύο δεξαμενές του έχουν ικανότητα 75 000 Dwt και 40 000 Dwt.

Εικόνα 21 Το Νεώριο κατά το πρόσφατο παρελθόν Πηγή: [16]

Πιο πρόσφατα (2002) το ναυπηγείο εμπλουτίσθηκε με την εγκατάσταση Synchro-Lift ανυψωτικής ικανότητας 2 500 τόνων. Το νέο σύστημα, από τα μεγαλύτερα της Μεσογείου, απευθύνεται κυρίως στην εξυπηρέτηση των γιωτ μήκους μέχρι 100 m. Η ναυπήγηση και μετασκευή κρουαζιερόπλοιων και σκαφών αναψυχής αποτελούσε το στρατηγικό στόχο του ιδιοκτήτη του Νεωρίου Νίκου Ταβουλάρη. Σε αυτήν εντάσσεται και η κατασκευή δύο κινητών προκατασκευασμένων υπόστεγων, απαραίτητων για την ανέγερση της ανωδομής των σκαφών αυτών. Σε κάθε περίπτωση το Νεώριο βρίσκεται σήμερα σε αναμονή για να γυρίσει μια καινούργια σελίδα στην πολυκύμαντη ιστορική διαδρομή του (Εικ. 22). Οι προβλέψεις είναι αισιόδοξες αφού μετά από αδράνεια 14 μηνών ξεκίνησαν οι επισκευές πλοίων τον Μάρτιο 2018 και μέσα σε ένα τρίμηνο έχουν επισκευασθεί περί τα 20 πλοία. Αυτά, κάτω από το νέο ιδιοκτησιακό καθεστώς που προωθείται υπέρ της ελληνοαμερικανικής εταιρείας ONEX, η οποία υπόσχεται και επενδύσεις ύψους 60 εκατ. ευρώ [12].

Εικόνα 22 Το Νεώριο σε φωτογραφία της 4/11/2017 (Πηγή: Φωτογραφία Κ. Μέμου)

3.2 Ο λιμένας της Πάτρας

Ένας ιδιαίτερος τύπος πόλης που συναντάται και στη νεότερη Ελλάδα είναι η πόλη-λιμένας. Πόλη με δομές που έχουν αναπτυχθεί γύρω από τη λειτουργία της ως βασικός κρίκος σύνδεσης με το διεθνές γίγνεσθαι μιας, απομονωμένης κατά τον 19ο αι. και τις αρχές του 20ου αι., ενδοχώρας. Πόλη με ανομοιογένεια στον πληθυσμό, που τον συνέδεαν κυρίως οικονομικές σχέσεις των μελών του και κοσμοπολίτικο χαρακτήρα λόγω και των επαφών της με άλλα εμπορικά κέντρα. Τέτοιες πόλεις-λιμένες όπως η **Πάτρα**, η Αλεξάνδρεια, η Σμύρνη, η Θεσσαλονίκη κ.α. άκμασαν στην ανατολική Μεσόγειο κατά τον 19ο αι. σε ένα σημαντικό βαθμό λόγω του εκβιομηχανισμού που συντελείται την εποχή εκείνη στη Δύση και παρασύρει σε ανοδική πορεία το παγκόσμιο εμπόριο.

Το εμπόριο της σταφίδας αποτελεί ένα υψηλό ποσοστό του εξωτερικού εμπορίου της χώρας για 40 περίπου χρόνια από τη δεκαετία του 1860 και μετά. Το εμπόριο αυτό είχε ήδη ξεκινήσει από τις αρχές του 19ου αιώνα σε περιοχές των βορείων ακτών της Πελοποννήσου και στην Πάτρα. Ο ***Πουκεβίλ*** (Francois Charles Hugues Laurent Pouqueville, 1770-1838) φιλέλληνας και Γάλλος πρόξενος στην Πάτρα, περιγράφει την άνω Πόλη (την τότε Πάτρα) του 1820 ως το κυριότερο εμπορικό κέντρο της Πελοποννήσου και συγκοινωνιακό κόμβο με την Τεργέστη, την Αγκώνα, τη Γένοβα, το Λιβόρνο, τη Μασσαλία: «*Όλο το εμπόριο της σταφίδας συγκεντρώνεται στον κόλπο της Πάτρας*». Το 1830 ο ***W.M.Leake*** αναφέρει «... *η γεωγραφική της θέση είναι τόσο ευνοϊκή για το εμπόριο με την Ευρώπη.... η παρουσία εκπροσώπων των ξένων κρατών, καθώς και η εξαγωγή της σταφίδας... έχουν συγκεντρώσει εδώ σχεδόν όλο το εμπόριο της Πελοποννήσου με την Ευρώπη, καθώς και το εμπόριο των νότιων ακτών της ηπειρωτικής Ελλάδας*». Έτσι το έτος 1836 αποφασίζεται επισήμως η δημιουργία λιμένα στην Πάτρα.

Σε όλη τη διάρκεια του 19ου αιώνα πρώτος εξαγωγικός λιμένας της χώρας, η Πάτρα, είναι ο κεντρικός δίαυλος διοχέτευσης του πολύτιμου αγροτικού προϊόντος στη διεθνή αγορά. Βρίσκεται βέβαια για το λόγο αυτό σε τακτική επαφή με τις μικρότερες κωμοπόλεις της περιοχής: Αίγιο, Πύργο, Μεσολόγγι, Γαλαξίδι, Άμφισσα. Με ελάχιστες μεταποιητικές δραστηριότητες κατά το πρώτο ήμισυ του αιώνα αυτού, ο ρόλος της σταφίδας είναι κυρίαρχος: κινητοποιεί το ανθρώπινο δυναμικό και τα διαθέσιμα κεφάλαια στην πόλη των Πατρών. Σταφιδαποθήκες και σταφιδεργοστάσια έχουν παραταχθεί κατά μήκος της παραλίας του λιμένα. Οι Πατρινοί κάνουν μια ιστορική επιλογή, δηλαδή να φυτέψουν εξ αρχής πεδιάδες και λόφους με αμπελώνες εγκαταλείποντας τις ελιές, μουριές και λοιπά δένδρα που άλλοτε ήταν ο μοναδικός τους πλούτος. Κατά τον πρώτο αιώνα της ανεξαρτησίας η σταφίδα καταλαμβάνει την πρώτη θέση με συμμετοχή 50% στις εξαγωγές γεωργικών προϊόντων –που με τη σειρά τους καλύπτουν το 75% του συνόλου των εξαγωγών της χώρας.

Έτσι τρεις δεκαετίες μετά το ζενίθ της ακμής του λιμένα της Σύρας (δεκαετία του 1860) κυριαρχεί στον ελλαδικό χώρο το άστρο του λιμένα Πατρών. Εδώ έχουμε τη νομοτελειακή επιβολή του όρου «ενδοχώρα» στην εξέλιξη των λιμένων. Η Σύρα ευδοκίμησε για αρκετό διάστημα του 19ου αι. λόγω της δυναμικής που διαμορφώθηκε κατά τις αρχές του αιώνα αυτού έναντι των άλλων λιμένων, αλλά δεν άντεξε διαχρονικά τον ανταγωνισμό λόγω κυρίως του μειονεκτήματος της ανεπαρκούς ενδοχώρας της. Ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1820, ο κυβερνήτης (1828-31) ***Ιωάννης Καποδίστριας*** (1776-1831) επιλέγει την Πάτρα ως πύλη εξόδου του μικρού ελληνικού κράτους προς τη δυτική Μεσόγειο. Από τότε η Πάτρα αναπτύχθηκε σταδιακά και μέχρι τις ημέρες μας σε θαλάσσια πύλη της Ελλάδας προς τη Δύση, αλλά και κατά τα μέσα του 19ου αιώνα ως πρώτο σκαλοπάτι προς την Ανατολή για τους ευρωπαίους ταξιδιώτες. Από την πύλη αυτή πέρασαν προϊόντα, όπως η σταφίδα, το κύριο εξαγωγικό προϊόν του ελληνικού κράτους κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα, αλλά και έλληνες μετανάστες προς την Αμερική και πρόσφυγες από τον Πόντο, τη Μικρά Ασία και άλλες περιοχές του ελληνισμού. Από το 1830 ως το τέλος του αιώνα η Πάτρα εμφανίζει τα χαρακτηριστικά μιας δυναμικής πόλεως-λιμένος σε πλήρη ανάπτυξη. Ο πληθυσμός αυξάνει σταθερά από το 1855 και μετά κυρίως λόγω μετεγκατάστασης πληθυσμού για ανεύρεση εργασίας από τις ορεινές περιοχές στους αμπελώνες και τις βιομηχανίες που αναπτύσσονται μέσα και γύρω από την πόλη. Είναι αποκαλυπτική η σύγκριση των πληθυσμιακών τάσεων μεταξύ των τριών πόλεων, οι λιμένες των οποίων σκιαγραφούνται στο παρόν κεφάλαιο 3, ως προς το ρόλο της δημογραφικής παραμέτρου στην ακμή ενός λιμένα. Ο Πίνακας 2 δίδει τη συμμετοχή (επί τοις εκατό)

των ως άνω πληθυσμών στο σύνολο της χώρας. Σε απόλυτους αριθμούς η πόλη των Πατρών είχε 15 400 κατοίκους το 1848, 51 932 το 1907, ενώ το 1928 έχει 61 278 και το 1951 87 570 κατοίκους.

Πίνακας 2 Πληθυσμός πόλεων ως προς σύνολο χώρας (%)			
Έτος	**Ερμούπολη**	**Πάτρα**	**Πειραιάς**
1853	16.9	13.4	4.6
1861	13.6	13.5	4.8
1889	5.0	7.6	7.7
1907	2.9	6.0	11.8

Κατά τις αρχές του 19ου αιώνα η Πάτρα δεν διέθετε λιμενικές εγκαταστάσεις πέραν ενός υποτυπώδους προβλήτα μικρού μήκους στη θέση του κατοπινού μόλου Αγίου Νικολάου.

Η εκπόνηση των σχεδίων της νέας πόλης ανατέθηκε από τον Καποδίστρια στον εκ Κερκύρας πολύπειρο λοχαγό του γαλλικού στρατού *Σταμάτη Βούλγαρη*. Ο Βούλγαρης σπούδασε μηχανικός στη στρατιωτική σχολή των Παρισίων και εκστράτευσε στην Ελλάδα με το επιτελείο του στρατηγού *Μαιζών* (1828) για να βοηθήσει στον αγώνα κατά του Ιμπραήμ που βρισκόταν ακόμη στην Πελοπόννησο. Μετά την απελευθέρωση της Πάτρας τον Οκτώβριο του 1828, φθάνει εκεί ο Βούλγαρης μαζί με τον Γάλλο αξιωματικό *Garnot* για να εκπονήσουν το πολεοδομικό σχέδιο της πόλης. Αναγνωρίζοντας τη σημασία του λιμένα για το μέλλον της Πάτρας προτείνει τη δημιουργία νέας πόλης σε επαφή με τη θάλασσα και σε συνέχεια της παλαιάς Άνω Πόλης, που είχε αναπτυχθεί γύρω από το κάστρο της Πάτρας. Έτσι η νέα πόλη ουσιαστικά καταλαμβάνει το πεδινό τμήμα της περιοχής, από τους πρόποδες του φρουρίου έως τη θάλασσα. Το σχέδιο του Βούλγαρη, που εκπονήθηκε εντός 50 ημερών, προέβλεπε παραλιακή ζώνη ως χώρο πρασίνου και περιπάτου, προσέφερε δε ο ίδιος τα έξοδα δενδροφύτευσης της ζώνης αυτής! Παρόλο που το σχέδιό του έγινε δεκτό μετ' επαίνων από τον Καποδίστρια (1829), υπέστη στην πορεία πολλές τροποποιήσεις. Ήδη από το 1858 η παραλιακή ζώνη οικοπεδοποιείται, ενώ αργότερα προβλέπεται η διέλευση της σιδηροδρομικής γραμμής κατά μήκος της παραλίας. Ο σιδηρόδρομος αποκλείει ακόμη περισσότερο την επικοινωνία της πόλης με το θαλάσσιο μέτωπο. Η θέση του φυσικού λιμένα της Πάτρας στον Πατραϊκό κόλπο διασφαλίζει περιορισμένη μόνο προστασία έναντι κυματισμών βόρειας και βορειοανατολικής προέλευσης και καθόλου σε μαΐστρο (ΒΔ). Μάλιστα το πολεοδομικό σχέδιο του Βούλγαρη (1829) περιλαμβάνει μόλο σε διάταξη Τ, ώστε να προφυλάσσεται ο λιμένας ανάλογα με τον επικρατούντα καιρό. Η επιδίωξη προστασίας του λιμένα διαφαίνεται και στο βασιλικό διάταγμα του Ιουνίου 1836 που επιτάσσει την κατασκευή μόλου μήκους 112 m «*ώστε να δημιουργεί ένα πραγματικό λιμάνι*» κατά τον γραμματέα Εσωτερικών *Δρόσο Μανσόλα*. Το 1839 κατασκευάζεται ένα πρώτο τμήμα 35 m ξύλινου μόλου, δύο χρόνια αργότερα επεκτείνεται κατά 20 m και το 1843 ο τότε προβλεπόμενος μόλος ολοκληρώνεται. Η όψη του από τη μεσημβρινή λιμενολεκάνη φαίνεται στο πιο κάτω σχέδιο του 1857.

Η αρχική ιδέα για τη δημιουργία προστατευμένης λιμενολεκάνης μέσω κεκαμμένου μόλου, δεν υλοποιήθηκε λόγω οικονομικής στενότητας. Επιπλέον, τα μικρά βάθη που προσέφερε στα σκάφη ο μόλος εκείνη την εποχή επιτρέπει την απευθείας εξυπηρέτηση

μόνο μικρών καραβιών. Τα μεγαλύτερα ιστιοφόρα αγκυροβολούν ανοιχτά στον Πατραϊκό κόλπο και τα εμπορεύματα διακινούνται προς-από τη χερσαία ζώνη μέσω μικρών φορτηγίδων, πρακτική συνηθισμένη σε πολλούς λιμένες της εποχής.

Λόγω της έκθεσης του ως άνω έργου σε βορειοδυτικό καιρό η λειτουργία του λιμένα περιοριζόταν στη βορειοανατολική πλευρά του μόλου όταν φυσούσε ισχυρός μαΐστρος. Έτσι, λίγα χρόνια μετά (1850), γίνεται λόγος για την κατασκευή νέου μόλου προς τα νότια ώστε να παίξει το ρόλο προστατευτικού έργου για τον αρχικό μόλο Αγίου Νικολάου, ο οποίος θα μπορούσε τότε να εξυπηρετεί καλύτερα τα πλοία κατά μήκος της νότιας πλευράς του. Αντί αυτού προτιμάται η ενίσχυση της πλευράς αυτής του υπάρχοντος μόλου με φυσικούς ογκολίθους. Ο ίδιος μόλος, του Αγ. Νικολάου, εφοδιάζεται αργότερα (1858) με φάρο, ο οποίος θα γίνει διαχρονικά το σύμβολο του λιμένα της Πάτρας, όπως φαίνεται στο σχέδιο (Εικ. 23) ντόπιου καλλιτέχνη του 1860.

Εικόνα 23 Λιθογραφία από E.Rey «Voyage pittoresque en Grèce» (Πηγή: Συλλογή Δ. Κοντομηνά)

Στη συνέχεια, ο μόλος επεκτείνεται σε συνολικό μήκος 203 m με εργασίες που διήρκεσαν μια δεκαετία. Κατά το 1868 ο εν λόγω λιμενοβραχίονας επεκτείνεται περαιτέρω κατά άλλα 100 m περίπου και στην κεφαλή του εγκαθίσταται νέος φάρος με αναλάμποντα φανό. Ο τότε μηχανικός του λιμένα γράφει για τα έργα αυτά «οι τοίχοι της αποβάθρας στηρίζονται πάνω σε ένα στρώμα σκυροδέματος, ύψους 1 m και πλάτους 1.9 m κατά μέσο όρο, που έχει τοποθετηθεί πάνω στα φυσικά πετρώματα, τα οποία αποτελούν το κυρίως σώμα του λιμενοβραχίονα». Το πλάτος έδρασης 1.9 m των κρηπιδοτοίχων (εγκάρσια στην κρηπίδα) φανερώνει πράγματι το μικρό βάθος των κρηπιδωμάτων για τις ανάγκες της εποχής. Από το 1864 ως το 1866 κατασκευάζονται στη νότια λιμενολεκάνη παράκτια αβαθή κρηπιδώματα μήκους 337 m από τη ρίζα του μόλου, κυρίως για προστασία της ακτής από διάβρωση. Τα εν λόγω έργα κατασκευάσθηκαν εν ξηρώ με τη βοήθεια διαφράγματος. Παρόμοιο έργο εκτελέσθηκε και προς βορρά του μόλου σε μήκος 38 m στα οποία προστέθηκαν κατά το διάστημα 1871-72 άλλα 118 m.

Έτσι, κατά το διάστημα 1839-1872 κατασκευάσθηκαν τα πρώτα λιμενικά έργα Πατρών που διευθύνθηκαν από μηχανικό του λιμένα Πατρών και από μέλος της πρώτης γαλλικής αποστολής δημοσίων έργων στην Ελλάδα. Επιγραμματικά, αυτά αποτελούνται από το μόλο Αγίου Νικολάου μήκους 303 m με τον εμβληματικό φάρο στην κεφαλή του και από παράκτια κρηπιδώματα σε μήκος 533 m. Από άποψη προστασίας του

λιμένα έναντι των κυματικών συνθηκών, η κατάσταση δεν είναι επίσης ικανοποιητική. Η συζήτηση που άνοιξε κατά την περίοδο αυτή για την προστασία του μόλου Αγίου Νικολάου μέσω μόλου μικρότερου μήκους στο νότιο πέρας του λιμένα καταδεικνύει – σε συνδυασμό και με τις ατυχείς περί βαθών επιλογές– την έλλειψη επαρκούς τεχνολογικού υποβάθρου περί των λιμενικών έργων. Όπως αναφέρθηκε, τα λιμενικά έργα που εκτελέσθηκαν έως το 1872 σύντομα αποδείχθηκαν ανεπαρκή από άποψη κατάλληλων βαθών για την εξυπηρέτηση των βυθισμάτων κυρίως των ιστιοφόρων της εποχής, τα οποία κάλυπταν το 98 % της συνολικής χωρητικότητας των πλοίων της ελληνικής ναυτιλίας κατά το ως άνω έτος. Το 1873 πραγματοποιείται καθαρισμός (βυθοκόρηση) του λιμένα. Εντούτοις το πρόβλημα των μικρών βαθών θα αντιμετωπισθεί σοβαρά στις αρχές της επόμενης δεκαετίας.

Εικόνα 24 Ο κεντρικός «μόλος» του λιμένα Πατρών Πηγή: [29]

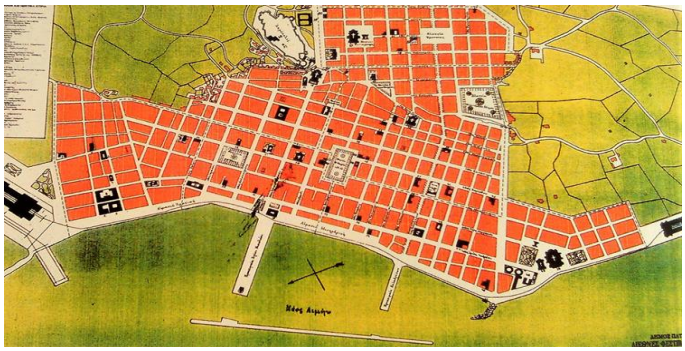
Οι εκλογές του 1875 φέρνουν επικεφαλής της κυβέρνησης της χώρας τον Χαρίλαο Τρικούπη (1832-1896), όπου παρέμεινε για 10 συνολικά έτη μέχρι το 1895 σε συχνές εναλλαγές κυρίως με τον *Αλέξανδρο Κουμουνδούρο* (1817-1883). Ο Χ. Τρικούπης έβαλε τη σφραγίδα του στην αναπτυξιακή πορεία της Ελλάδος και ιδίως στα δημόσια έργα. Η Πάτρα εξελίσσεται σε γεωγραφικό και οικονομικό κέντρο της δυτικής Ελλάδος και ο λιμένας της διακινεί στα μέσα της δεκαετίας του 1880 το μεγαλύτερο όγκο εξωτερικού εμπορίου από όλους τους ελληνικούς λιμένες.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1880 οι δημοτικές αρχές προσκαλούν τον Γάλλο αρχιμηχανικό της γαλλικής Αποστολής Δημοσίων Έργων Ι. Πασκάλ να καταρτίσει ένα σωστό σχέδιο γενικής διάταξης του λιμένα με βασικούς στόχους: (i) επίτευξη συνθηκών ηρεμίας στις λιμενολεκάνες, και (ii) επαρκή βάθη στο θαλάσσιο χώρο και τα κρηπιδώματα. Πράγματι κατά την περίοδο 1881-1889 εκτελέσθηκαν λιμενικά έργα τα οποία αρχικά ακολούθησαν ένα ολοκληρωμένο και ορθολογικό σχεδιασμό με βάση τη λιμενική τεχνική, όπως αποτυπώθηκε στα σχέδια του Πασκάλ.

Ως φαίνεται, τα σχέδια αυτά ως προς τη διάταξη των έργων του λιμένα περιλαμβάνονται στο πολεοδομικό σχέδιο (Εικ. 25) του αρχιτέκτονα *Σπυρίδωνα Τζέτζου* (1885). Ενδιαφέρον περιλαμβάνει η πρόβλεψη σιδηροδρομικής εξυπηρέτησης του προβλήτα-μόλου της οδού Νόρμαν, πρόβλεψη που περιλαμβάνεται και στα αναφερόμενα στη συνέχεια σχέδια του Κελλνέκ.

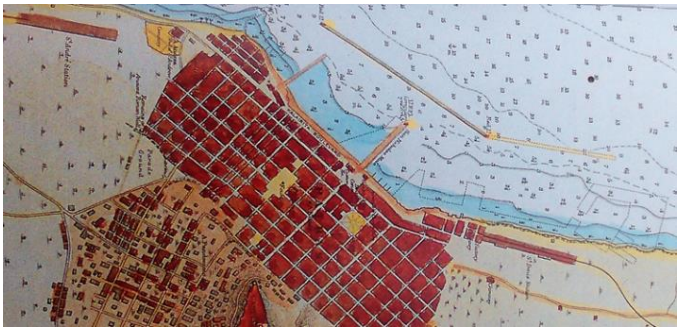
Η κατασκευή των έργων ανατέθηκε στη γαλλική εταιρεία του μηχανικού *Π. Μανιάκ* (Pierre Magnac). Τα έργα που εκτελέσθηκαν περιέλαβαν τη δημιουργία της κύριας λι-

μενολεκάνης νότια του μόλου Αγίου Νικολάου, την προς νότο οριοθέτησή της μέσω του μόλου Καλαβρύτων («γαλλικού» για προφανή λόγο) μήκους 232 m και την κατασκευή αποσπασμένου κυματοθραύστη εκ λιθορριπών μήκους 910 m (σε πρώτη φάση 500 m) σε βάθη έως 16.5 m Το εξωτερικό έργο απέχει από τους δύο μόλους, Αγ. Νικολάου και Καλαβρύτων, 156 m και 160 m αντιστοίχως, διαμορφώνοντας έτσι τις δύο εισόδους του (τότε) κεντρικού λιμένα. Έτσι επετεύχθη λίγο ως πολύ πιο πάνω στόχος (i), ενώ παρέμεινε η «πληγή» των αβαθών κρηπιδωμάτων του λιμένα Πατρών.



Εικόνα 25 Σχέδιο του Σπ. Τζέτζου 1885 (Πηγή: Αρχεία Δήμου Πατρέων)

Το 1889 υπεγράφη νέα σύμβαση με τον *Φραγκίσκο Σαιν* για την κατασκευή κρηπιδωμάτων με βάση ειδικό σχέδιο του αρχιμηχανικού της αποστολής Ε. Κελλνέκ, η οποία δεν υλοποιήθηκε λόγω των διενέξεων που προέκυψαν κατά την κατασκευή. Έτσι ο λιμένας παρέμεινε πάλι χωρίς ουσιαστικά να διαθέτει τα αναγκαία κρηπιδώματα σε βάθος, ιδίως κατά μήκος του κεντρικού μόλου. Εν τούτοις η γενική διάταξη των έργων έχει υλοποιηθεί, σε γενικές γραμμές, όπως προβλεπόταν από τον Πασκάλ. Αυτό προκύπτει από το διάγραμμα της Εικόνας 26 του αγγλικού Ναυαρχείου που καταγράφει την υφιστάμενη το 1893 κατάσταση καθώς και τα προβλεπόμενα έργα, πιθανότατα σύμφωνα με τα σχέδια του Κελλνέκ.



Εικόνα 26 Η Πάτρα με τον λιμένα της το 1893 (Πηγή: Αγγλικό Ναυαρχείο, έκδοση Α. Πάσχας)

Ένας σημαντικός αριθμός των έργων αυτών υλοποιήθηκαν μεταγενέστερα με αρκετές βέβαια τροποποιήσεις. Στον ίδιο χάρτη φαίνονται επίσης οι σιδηροδρομικοί σταθμοί επί της χερσαίας ζώνης: του Αγ. Διονυσίου στη γραμμή προς Κόρινθο και του Αγίου

Ανδρέου στη γραμμή προς Πύργο. Δεν υφίσταται ακόμη η μεταξύ τους σύνδεση, η οποία με την κατασκευή της στις αρχές του 20ου αιώνα απέκλεισε ακόμη περισσότερο την πόλη από το θαλάσσιο μέτωπό της. Και για να δυσκολέψουν ακόμη τα πράγματα, μεταφέρθηκε κεντρικότερα ο σταθμός Αγ. Διονυσίου, στη ρίζα και προς βορρά του μόλου Αγ. Νικολάου.

Έτσι το έτος 1889 σηματοδοτεί το ουσιαστικό πέρας της δεύτερης φάσης των λιμενικών έργων της Πάτρας. Κάποια μικρότερα έργα συνεχίσθηκαν όμως να υλοποιούνται μέχρι το 1896. Ο μόλος του Αγίου Νικολάου στις αρχές του 20ου αιώνα (Εικ. 27) έχει μήκος 281 m, λόγω των επιχώσεων στη ρίζα του, δεν έχουν όμως ολοκληρωθεί τα κρηπιδώματά του ενώ διαθέτει στο ακρομώλιο φάρο λευκού φωτός που φώτιζε σε αίθρια νύχτα σε απόσταση 12 ν.μ. Αντίστοιχα στο ακρομώλιο Καλαβρύτων έχει τοποθετηθεί φανός λιμένος πρασίνου φωτός με εμβέλεια 4 ν.μ. Στα δύο άκρα του κυματοθραύστη υπάρχουν σταθεροί φανοί λιμένος ερυθρός (ΝΔ) εμβέλειας 6 ν.μ. και πράσινος (ΒΑ) 4 ν.μ. Η κύρια (νότια) λιμενολεκάνη έχει πλέον βάθη που κυμαίνονται από 9 m στην είσοδό της έως 0.9 m σε ένα μεγάλο τμήμα των παράκτιων κρηπιδωμάτων συνολικού μήκους 980 m περίπου.

Εικόνα 27 Ο κεντρικός μόλος το 1905 Πηγή: [2]

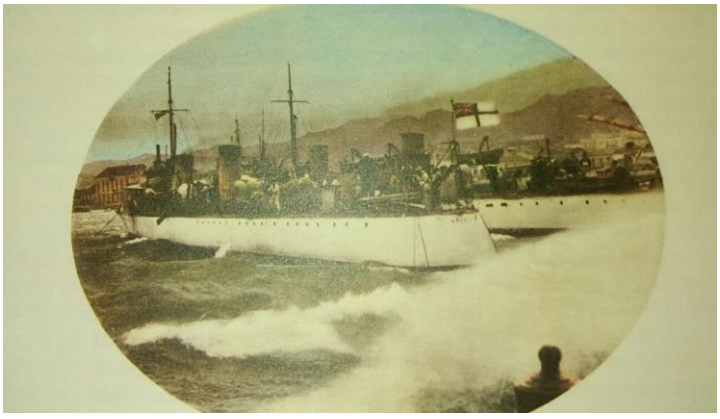
Σε όλο αυτό το διάστημα όμως, τα αβαθή κρηπιδώματα παραμένουν –και αυτό σε μια εποχή που σηματοδοτεί την αιχμή του εμπορίου της σταφίδας. Έτσι κατά τα τέλη του 19ου αι. τα πλοία δένουν σε απόσταση από τα κρηπιδώματα ή σε ξύλινες εξέδρες που στήνει ο κάθε έμπορος κατά το δοκούν κατά μήκος των αποβαθρών πράγμα που προσδίδει στο λιμένα άναρχη όψη και καθιστούν σχεδόν αδύνατο κάθε έλεγχο. Παράλληλα εξακολουθεί η παλαιότερη πρακτική μεσολάβησης των φορτηγίδων μεταξύ κρηπιδωμάτων και μεγαλύτερων πλοίων (Εικ. 28).

Εικόνα 28 Φόρτωση σταφίδας από τα βόρεια κρηπιδώματα, τέλος 19ου αι. Πηγή: [15]

Ένα άγνωστο στο ευρύ κοινό ευτυχές γεγονός συνδέεται με την προμήθεια των υλικών επίχωσης για τις ανάγκες των λιμενικών έργων της περιόδου αυτής. Συγκεκριμένα τα υλικά αυτά ελήφθησαν από ένα λόφο της άνω Πόλης –κοντά στην πλατεία Αγίου Γεωργίου. Κατά τις σχετικές εργασίες εκσκαφής του 1889 αποκαλύφθηκε τυχαία το αρχαίο Ρωμαϊκό Ωδείο, που χρονολογείται στα μέσα του 2ου αι. μ.Χ. –πριν από το Ηρώδειο των Αθηνών. Μετά τις αρχαιολογικές εργασίες αναστήλωσης και ανάδειξης του μνημείου, το τελευταίο παραδόθηκε στο κοινό το 1956 για εκδηλώσεις θεάτρου και μουσικής.

Κυρίαρχη δραστηριότητα στη ζωή του λιμένα είναι ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1880 η εξαγωγή σταφίδας. Η δεκαετία αυτή είναι η χρυσή δεκαετία του λιμένα, παρά τη βραδύτητα της Πολιτείας να υλοποιήσει κατάλληλη λιμενική υποδομή ώστε να στηριχθεί έγκαιρα η ανάπτυξη του εμπορικού χαρακτήρα του λιμένα. Παράλληλα με το εμπόριο της σταφίδας, αναπτύσσεται δραστηριότητα και σε άλλους τομείς του εξαγωγικού εμπορίου, αλλά και αξιόλογη βιομηχανική ανάπτυξη που έδινε ζωή και κίνηση στο λιμένα. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες του 19ου αιώνα λειτουργούν στην Πάτρα τρία εργοστάσια οινοποιίας (μεταξύ των οποίων η πρώτη οινοποιητική βιομηχανία της χώρας που ιδρύθηκε το 1857), 17 ατμοκίνητα εργοστάσια με 2 055 εργάτες, όπου κυριαρχούν τρεις μεγάλες αλευροβιομηχανίες, κλωστήρια, κιβωτιοποιεία, ξυλουργικά εργοστάσια, φανελλοποιεία (με 200 εργάτες), εργοστάσιο ψεκαστήρων, κλπ. Το 1887 η Πάτρα συνδέεται με την Αθήνα σιδηροδρομικά. Αυτό συμβάλλει στη χερσαία διακίνηση των προϊόντων και των πρώτων υλών που μέχρι τότε διενεργείτο δια θαλάσσης.

Μετά την ολοκλήρωση των έργων της φάσης αυτής 1881-1896, εκτός από την προβληματική κρηπίδωση, ορισμένα προβλήματα σημαντικής κυματικής αναταραχής εξακολουθούν να εμφανίζονται στο λιμένα, κυρίως στη βόρεια λιμενολεκάνη, όπως φαίνεται στην Εικόνα 29. Οι δυσλειτουργίες αυτές θα οδηγήσουν στη συνέχεια στην εκτέλεση της τρίτης και τελευταίας φάσης των λιμενικών έργων της Πάτρας, που περιγράφονται εν συντομία παρακάτω.



Εικόνα 29 Ο αγγλικός στόλος στη βόρεια λεκάνη σε ώρα τρικυμίας το 1903 Πηγή: [19]

Το πρόβλημα των αβαθών κρηπίδων οφείλεται κυρίως στην, λόγω έλλειψης πλωτών μέσων, κατασκευή των κρηπιδωμάτων «από στερηάς», δηλαδή προηγείται η κατασκευή του σώματος του προβλήτα και ακολουθεί η κατασκευή των κρηπιδοτοίχων με μηχανικά μέσα που κινούνται στο κατασκευασμένο σώμα. Εάν δεν προηγηθεί εκσκα-

φή σκάφης έδρασης των τοίχων στην επιθυμητή στάθμη τότε η κρηπίδωση καταλήγει ρηχή και συχνά άχρηστη για τη σωστή πλεύριση των σκαφών, των οποίων το βύθισμα αυξάνεται διαχρονικά.

Παρ' όλα αυτά η ναυτιλιακή κίνηση του λιμένα παρουσιάζει αυξητική τάση και κατά την έναρξη του 20ου αιώνα: 1900 3 865 σκάφη, 1901 5 192 σκάφη εκ των οποίων ατμόπλοια σε ποσοστό σχεδόν 40 %. Τα εμπορεύματα που διακινήθηκαν μέσω του τελωνείου Πατρών και ταυτίζονται σχεδόν με την κίνηση του λιμένα έχουν επίσης αυξητική τάση κατά την ίδια περίοδο (1900-1901), όπως φαίνεται στον Πίνακα 3. Δίδονται επίσης για σύγκριση τα έτη 1893-1894 στο απόγειο των εξαγωγών σταφίδας.

Πίνακας 3 Διακίνηση εμπορευμάτων μέσω του Τελωνείου Πατρών

	1893	**1894**	**1900**	**1901**
Εισαγωγή	13.6	16.9	20.4	28.2
Εξαγωγή	74.2	72.0	41.5	74.5
Σύνολο (χιλ. τον.)	87.8	88.9	61.9	102.7

Το τελωνείο διαθέτει διώροφες αποθήκες στη ρίζα και προς νότο του μόλου Καλαβρύτων με σκελετό οπλισμένου σκυροδέματος, μοντέρνα τότε τεχνολογία για την Ελλάδα. Τα σχέδια της αποθήκης, 1 000 τετ.μ. κάτοψης, είχε εκπονήσει ο Η. Αγγελόπουλος, ο οποίος υπήρξε πρωτοπόρος στην εισαγωγή της νέας αυτής τεχνολογίας στην Ελλάδα. Το νέο τελωνείο (Εικ. 30) άρχισε να λειτουργεί το 1907 αντικαθιστώντας το παλαιό, δίπλα στο μόλο Αγ. Νικολάου.

Ο λιμένας των Πατρών δεν εξυπηρετεί μόνο διακίνηση εμπορευμάτων κατά τη δύση του 19ου αιώνος. Η σταφιδική κρίση που ξεσπάει βίαια στα μέσα της δεκαετίας του 1890 ως κρίση υπερπαραγωγής, προκαλεί οικονομική και κοινωνική αποσταθεροποίηση και θέτει σε κίνδυνο την επιβίωση μεγάλων αγροτικών πληθυσμών. Έτσι ο λιμένας, που λειτούργησε ως πύλη εξόδου του σταφιδοκαρπού για ένα αιώνα, γίνεται τώρα πύλη εξόδου μεταναστευτικών πληθυσμών προς την Αμερική, εξόδου που ήδη είχε αρχίσει δειλά από το 1885. Η συντριπτική πλειοψηφία των πελοποννησίων μεταναστών χρησιμοποιεί για την αναχώρησή του τον λιμένα Πατρών. Σύμφωνα με στατιστική που δημοσιεύεται στην εφημερίδα «Νέος Αιών» ο αριθμός των μεταναστών φθάνει τους 4344 κατά την οκταετία 1885-1892 ενώ κατά τη δεκαετία 1893-1902 ξεπερνάει τις 28 000. Στη συνέχεια, η μέση ετήσια διακίνηση μεταναστών από τους λιμένες Πατρών και Πειραιά φθάνει τα 25 000 άτομα κατά το διάστημα 1902-1915, για να μειωθεί την περίοδο 1918-1924 σε 10 000 κατ' έτος. Έτσι από τους δύο αυτούς μεγάλους λιμένες θα διακινηθούν μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1920 πάνω από μισό εκατομμύριο μετανάστες! Η μαζική μετανάστευση πληθυσμών δεν έμελλε να χαρακτηρίζει μόνο την περίοδο γύρω από την αρχή του 20ου αιώνα. Ξαναεμφανίσθηκε με άλλες διαστάσεις και αίτια σε κατοπινά χρόνια, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

Εικόνα 30 Το νέο τελωνείο του λιμένα Πατρών Πηγή: [22]

Η υποδομή του λιμένα μεταλλάσσεται για να περιλάβει σταθμό απολύμανσης με κλιβάνους, ιατρεία, λουτρά. Την οργάνωση της μεγάλης φυγής ανέλαβαν πρακτορεία πολλά από τα οποία είχαν παίξει σημαντικό ρόλο κατά τη χρυσή περίοδο της σταφίδας, κυρίως σε επίπεδο μεταφορών, αντιπροσωπειών, παραγγελιών. Ένα από αυτά είναι το γραφείο των Μόρφυ & Υιός Κρωββ & Στήβενς (W. Morphy & Son – Crowe & Stevens), που πρακτορεύει την αυστριακή εταιρεία AUSTRO-AMERICANA με έδρα την Τεργέστη. Η εταιρεία ξεκίνησε τα δρομολόγια προς Αμερική το 1904 και κατέκτησε τη μεγαλύτερη προτίμηση στο ελληνικό μεταναστευτικό ρεύμα. Η Εικόνα 31 δείχνει επιβίβαση μεταναστών στο νεότερο ατμόπλοιο της εταιρείας, Kaizer Franz Josef I, στον λιμένα Πατρών, όπου είναι προφανής η έλλειψη κατάλληλων κρηπιδωμάτων πλεύρισης. Ακολούθησαν οι Hamburg-Amerika Linie, Cunard Lines και άλλες εταιρείες ελληνικών συμφερόντων από το 1907 και μετά.

Εικόνα 31 Επιβίβαση μεταναστών για Αμερική Πηγή: [2]

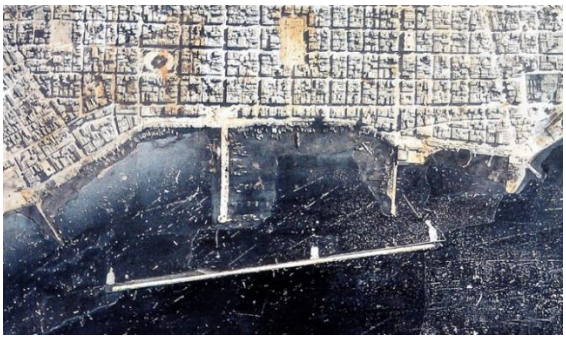
Η φωτογραφική κάρτα της Εικόνας 32 από τα τέλη της δεκαετίας του 1910 εμφανίζει τον κεντρικό βραχίονα με το φάρο και πιο μακριά τον κυματοθραύστη, έργα της δεύτερης φάσης, ενώ στη βόρεια λιμενολεκάνη βρίσκεται αγκυροβολημένο το ατμόπλοιο ΠΑΤΡΙΣ μήκους 135 m και εκτοπίσματος 4 390 τόνων. Το ΠΑΤΡΙΣ χρησιμοποιήθηκε ως υπερωκεάνιο μεταναστών από τον Απρίλιο του 1909 έως το 1920, οπότε επιτάχθηκε από την ελληνική κυβέρνηση για τις ανάγκες της μικρασιατικής εκστρατείας. Σκαρί του 1868, αναπαύεται πλέον στο βυθό του Αιγαίου πελάγους σε βάθος 50 m κοντά στη

Τζια μετά από ναυάγιο στην «ξέρα του Κούνδουρου».

Εικόνα 32 Επιστολική κάρτα του λιμένα Πατρών (Πηγή: Αρχείο Ξ. Παπαευθυμίου)

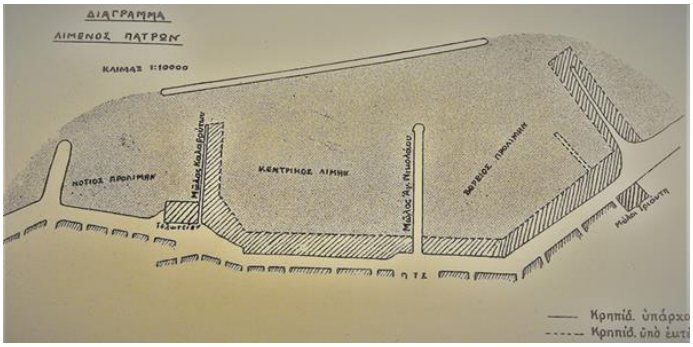
Παρά το ξέσπασμα της σταφιδικής κρίσης (1893) η επεξεργασία και εκμετάλλευση του σταφιδοκαρπού εξακολουθεί να αποτελεί μια από τις βασικές βιομηχανικές και εμπορικές δραστηριότητες της Πάτρας και κατά τις πρώτες δεκαετίες του 20ου αιώνα. Παρόμοια συνεχίστηκαν και αναπτύχθηκαν και άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως αλευροβιομηχανία, ζυθοποιία, σαπωνοποιία, κλωστοϋφαντουργία, χαρτοποιία (από τις μεγαλύτερες της Ελλάδος), κλπ. με αντίστοιχη αύξηση των αναγκών σε μεταφορικές υποδομές. Το 1910 η πόλη διέθετε σαράντα εργοστάσια και πολλές δεκάδες βιοτεχνίες. Ο λιμένας εξακολουθεί να προσελκύει μεγάλο τμήμα των εισαγωγών και εξαγωγών της χώρας –παρά την ανάπτυξη των λιμένων της Καλαμάτας και του Κατάκολου μετά το 1922. Ενδεικτικά, το έτος 1929 κατέπλευσαν στο λιμένα 3 194 ατμόπλοια και 1 848 ιστιοφόρα, συνολικής καθαρής χωρητικότητας 2.2 εκ. τόνων. Τα κορυφαία εισαγόμενα προϊόντα ήταν τα σιτηρά και οι γαιάνθρακες, ενώ τα εξαγόμενα η σταφίδα και το κρασί.

Η τρίτη φάση των λιμενικών έργων αναπτύσσεται από το 1927 και μετά, λόγω των εμπόλεμων καταστάσεων στις οποίες εμπλέκεται σταδιακά η χώρα (1912-1923): βαλκανικοί πόλεμοι, παγκόσμιος πόλεμος, μικρασιατική εκστρατεία. Το 1927 τίθεται εκ νέου το ζήτημα ενίσχυσης και εκσυγχρονισμού του λιμένα ιδιαίτερα δε ως προς τα κρηπιδώματα. Μέχρι τότε είχαν υλοποιηθεί επιπρόσθετα των έργων της δεύτερης φάσης οι μόλοι (στο ύψος της οδού) Νόρμαν και Αγίου Ανδρέου περί την αλλαγή του αιώνα, σύμφωνα με προηγούμενα σχέδια. Ο πρώτος λιμενοβραχίονας λειτουργεί και ως έργο προστασίας της βόρειας λεκάνης. Ο δεύτερος θα διαμορφώσει πρόσθετη νότια λεκάνη στη θέση του αρχαίου ρωμαϊκού λιμένα, η οποία σταδιακά αποκόπτεται από τη συμβατική λειτουργία του λιμένα και εξυπηρετεί τον αλιευτικό στόλο της περιοχής των Πατρών. Η έκταση των λιμενικών έργων που είχαν υλοποιηθεί έως το 1931 εμφανίζεται στην αεροφωτογραφία της Εικόνας 33.



Εικόνα 33 Αεροφωτογραφία 1931, Υπουργείο Συγκοινωνίας (Πηγή: Δημοτική βιβλιοθήκη Πατρών)

Μετά το 1930 και μέχρι την κήρυξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου ξεκίνησαν έργα εκβάθυνσης του λιμένα στα -9.5 m, κρηπίδωσης σε μήκος 1 400 m, διαπλάτυνσης του μόλου Καλαβρύτων σε 42 m, διαμόρφωσης του μόλου Άστιγγος –δίπλα σε αυτόν της οδού Νόρμαν– μήκους 120 m. Τα εν λόγω έργα φαίνονται στο σχέδιο των προς εκτέλεση έργων της Εικόνας 34 (η κατάσταση γύρω από το μόλο Νόρμαν δεν αποτυπώνεται ορθά). Μέχρι το τέλος του μεσοπολέμου ο λιμένας κατέχει τη 2η θέση σε κίνηση μετά τον Πειραιά και προ της Θεσσαλονίκης. Τα έργα υλοποιήθηκαν από την Τεχνική Εταιρεία Γενικών Κατασκευών ΚΟΡΟΒΕ και συνέβαλλαν στη διαπλάτυνση της παράκτιας χερσαίας ζώνης του λιμένα κατά 80 m. Στη μελέτη και εκτέλεση των έργων συμμετείχε ο μετέπειτα καθηγητής υδραυλικής και υδραυλικών έργων του Πολυτεχνείου *Ιωάννης Ρωμαΐδης*, εταίρος της ΚΟΡΟΒΕ, στην οποία διετέλεσε εταίρος από το 1927 και ο *Σπ. Κολλινιάτης*, πολ. Μηχ. ΕΜΠ 1914 και αρχιτέκτων (1918) του Technische Hochschule Berlin-Charlottenburg. Έτσι, κατά την τελευταία δεκαετία του μεσοπολέμου όλη η παραλιακή ζώνη των Πατρών είχε μετατραπεί σε ένα πολυάνθρωπο εργοτάξιο για την αναβάθμιση του λιμένα. Εν τούτοις η ολοκλήρωση των έργων, ιδίως στο βόρειο τμήμα της αρκτικής λεκάνης, έπρεπε να αναβληθεί για μετά το 1960, λόγω της εμπόλεμης κατάστασης στην οποία περιήλθε η χώρα κατά τη δεκαετία του 1940 και της συνεπακόλουθης υποχώρησης της όποιας οικονομικής της ευρωστίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αρκτική επέκταση του κυματοθραύστη μήκους περί τα 600 m η οποία εμφανίζεται ως πρόβλεψη στο χάρτη του βρετανικού ναυαρχείου του 1893 χρειάσθηκε ένα αιώνα για να υλοποιηθεί!



Εικόνα 34 Τα προς υλοποίηση λιμενικά έργα μετά το 1930 Πηγή:[27]

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο λιμένας των Πατρών δεν υπήρξε μόνο πύλη Ελλήνων προς την ξενιτειά στο γύρισμα του 19ου αιώνα, αλλά και σημείο εισόδου προσφύγων ποικίλων προελεύσεων. Κατά τα πρώτα μετεπαναστατικά χρόνια αποτέλεσε προορισμό μεταναστών από περιοχές του ελλαδικού χώρου που βρίσκονταν ακόμη υπό ξένη κατοχή, όπως από τα Ιόνια νησιά, την Ήπειρο, τη Μακεδονία, τη Χίο, τη Σμύρνη. Στη συνέχεια υπήρξαν πολλοί αλλοδαποί, κυρίως Άγγλοι και Γερμανοί που εγκαταστάθηκαν στην Πάτρα για επαγγελματικούς λόγους, ως αντιπρόσωποι ξένων εμπορικών οίκων. Οι πρώτοι πρόσφυγες φθάνουν από την Κρήτη μετά το αποτυχημένο κίνημα του 1841, ενώ μεγαλύτερος όγκος Κρητών καταφθάνει το 1867 λόγω της εμπόλεμης κατάστασης στη νήσο. Η Πάτρα αποτέλεσε τον κύριο προορισμό και των ιταλών πολιτικών προσφύγων του αποτυχημένου κινήματος του 1848 που είχε στόχο την απόκτηση συνταγματικών ελευθεριών και την ενοποίηση της χώρας τους. Οι πρόσφυγες αυτοί κατέφυγαν στα αγγλοκρατούμενα Ιόνια νησιά, ως ανεπιθύμητοι στις γειτονικές ευρωπαϊκές χώρες. Απ' εκεί εκδιώχθηκαν για να βρουν καταφύγιο στην Πάτρα, όπου παρ' όλες τις διεθνείς πιέσεις εγκαταστάθηκαν συνολικά 658 Ιταλοί –σε μια πόλη των 15 000 κατοίκων τότε. Ανάμεσά τους υπήρχαν στρατιωτικοί, διανοούμενοι και καλλιτέχνες. Χαρακτηριστική η περίπτωση του αξιωματικού και ζωγράφου *Βικέντιου Λάντσα*, ο οποίος έζησε για ένα χρονικό διάστημα στην Πάτρα και μετά έγινε καθηγητής του Σχολείου των Τεχνών, προπομπού του Πολυτεχνείου, αφήνοντας πλούσιο εικαστικό έργο.

Το επόμενο κύμα προσφύγων, αυτό από την Ήπειρο και Θεσσαλία έφθασε στο λιμένα το 1878, για να διαμορφώσει στα τέλη του 19ου αιώνα μαζί με τους υπόλοιπους ετερόχθονες Έλληνες και Ευρωπαίους ένα κοσμοπολίτικο χαρακτήρα που συνέβαλλε στην εξέλιξη της Πάτρας σε σημαντικό αστικό κέντρο. Στα ταραγμένα χρόνια των πρώτων δεκαετιών του 20ου αιώνα ο λιμένας της Πάτρας δέχεται, μαζί με αυτούς του Πειραιά και της Θεσσαλονίκης, τα κύματα των ελλήνων προσφύγων, αρχικά με την έναρξη του παγκόσμιου πολέμου και κατόπιν με τη μικρασιατική καταστροφή της Ιωνίας και του Πόντου (1922-1923), οπότε κατέφθασαν μέσω του λιμένα 33 000 πρόσφυγες εκ των οποίων 12 000 εγκαταστάθηκαν (1922) στην πόλη των Πατρών.

Η Ελλάδα βρέθηκε σε εμπόλεμη κατάσταση όλη τη δεκαετία του 1940. Κατά το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο ο λιμένας υπήρξε στρατιωτικός στόχος τόσο κατά τη διάρκεια του πολέμου όσο και κατά το πέρας του. Ευτυχώς σχέδια των κατακτητών για ανατίναξη των λιμενικών εγκαταστάσεων κατά την αποχώρησή τους ναυάγησαν χάρις στις επίπονες διαπραγματεύσεις του Σουηδού εκπροσώπου του Διεθνούς Ερυθρού Σταυρού *Χ. Ερενστρώλε* με τους Γερμανούς και τελικά με την ηρωϊκή παρέμβαση του πλοηγού *Ηλία Μιχαλόπουλου*, ο οποίος κατά την απελευθέρωση της πόλης απέτρεψε την καταστροφή του λιμένα εμποδίζοντας την ηλεκτροδότηση των εκρηκτικών υλών που είχαν τοποθετήσει οι Γερμανοί σε 400 περίπου φρεάτια κατά μήκος των κρηπιδωμάτων. Έτσι οι καταστροφές στον λιμένα Πατρών κατά τα εμπόλεμα έτη 1940-45 υπήρξαν πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες των λιμένων Πειραιά και Θεσσαλονίκης.

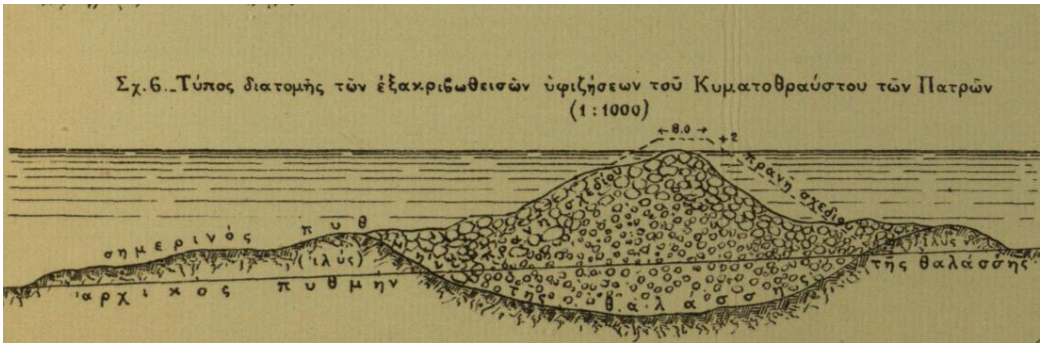
Το 1953 λειτουργούν στην Πάτρα 132 εργοστάσια με πάνω από 1 000 εργάτες και δεκάδες βιοτεχνίες και εργαστήρια. Η ανοδική πορεία της βιομηχανικής – βιοτεχνικής δραστηριότητας συνεχίζεται μέχρι το 1980 περίπου (με μια μικρή κάμψη κατά την περίοδο 1969-1973), οπότε αρχίζει σταδιακά η αποβιομηχάνιση για την πόλη που αριθμούσε τότε περί τις 2.5 χιλιάδες βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες με απασχολούμενους 16 000 εργάτες και τεχνίτες.

Μετά το 1950 ο λιμένας παρουσιάζει σημαντική ανάπτυξη της εμπορευματικής κίνησης ενώ μετά το 1960 αρχίζει αλματώδης αύξηση της επιβατικής κίνησης προς/από

την Ιταλία και τη δυτική Ευρώπη. Έτσι κατά το έτος 1977 η διακίνηση επιβατών εξωτερικού μέσω του λιμένα ανήλθε σε 406 000 άτομα (!). Παράλληλα αυξάνεται και η μεταφορά εμπορευμάτων προς/από το εξωτερικό με το σύστημα Roll on–Roll off (τροχήλατη μεταφορά φορτίων μεταξύ κρηπιδώματος και σκάφους). Το 1983 η εν λόγω κίνηση ανέρχεται σε 15 000 μετρικούς τόνους, ενώ το 1987 σε 50 000. Η αυξητική αυτή τάση συνεχίστηκε μέχρι το τέλος του 20ου αιώνα και πιο μετά. Κατά το έτος 1999 η διακίνηση εξωτερικού φθάνει τα 1 105 000 άτομα και τα 487 000 οχήματα (φορτηγά και ΙΧ). Κύριος προορισμός η Ανκώνα και ακολουθούν με διαφορά Βενετία, Πρίντεζι, Μπάρι, Τεργέστη. Τα αντίστοιχα στοιχεία για το 2003 είναι 1 250 000 επιβάτες και 550 000 οχήματα. Κατοχυρώνεται πλέον διαχρονικά ο χαρακτήρας του λιμένα ως η δυτική πύλη της Ελλάδας: θαλάσσιες επαφές που υπήρχαν από πολύ παλαιά, όπως αυτή του 18ου αιώνα με τη γραμμή Πάτρας – Ανκώνας, του 1828 και του 1830 με την τακτική γραμμή Πάτρας – Ιονίων νήσων – Ανκώνας – Πρίντεζι, κλπ.

Οι παραπάνω αυξητικές πιέσεις οδήγησαν ήδη από τη δεκαετία του 1980 σε σκέψεις μεταφοράς του λιμένα εκτός του αστικού ιστού ώστε να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για ανάπτυξη του νέου λιμένα. Μετά από ενδελεχή εξέταση εναλλακτικών θέσεων (Κάτω Αχαΐα, Ρίο, κλπ.) σε συνεργασία με τους τοπικούς φορείς, προκρίθηκε κατόπιν σχετικής μελέτης [6] η ακτή Δυμαίων, προς νότον κοντά στα όρια του δήμου Πατρέων. Η σχετική σύμβαση κατασκευής του έργου υπογράφηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1990 και η έναρξη λειτουργίας του νέου λιμένα πραγματοποιήθηκε κατά τις αρχές της παρούσης δεκαετίας.

Όπως και σε προηγούμενες φάσεις μελέτης και κατασκευής λιμενικών έργων στην Πάτρα, έτσι και στην πιο πρόσφατη απασχολήθηκαν απόφοιτοι και επιστημονικό προσωπικό της Σχολής, όπως για παράδειγμα στον αρχικό και στο λεπτομερή σχεδιασμό του νέου λιμένα, στη διαμόρφωση προτάσεων για αλλαγή χρήσεων στον παλαιό λιμένα, αλλά και μέσω ερευνητικών έργων στο πρόβλημα καθιζήσεων του νότιου ακρομωλίου του κυματοθραύστη του παλαιού λιμένα, στην κυματική αναταραχή στην ευρύτερη περιοχή του πατραϊκού κόλπου, κλπ. Ο σχεδιασμός του νέου λιμένα βασίσθηκε αρχικά στο σχέδιο γενικής διάταξης της μελέτης [6] του 1985, όπου προβλέφθηκε η «πριονωτή» διάταξη των κρηπιδωμάτων στο κύριο τμήμα του λιμένα, έτσι ώστε να μειωθεί η απόσταση του έργου προστασίας από την ακτή και επομένως το βάθος του και συνακόλουθα το κόστος του. Η λύση αυτή επελέγη διότι (i) η κλίση του πυθμένα είναι έντονη στην περιοχή και τα βάθη αυξάνονται σημαντικά προς τα ανοιχτά και (ii) το τμήμα αυτό του νέου λιμένα θα εξυπηρετεί αποκλειστικά πλοία RoRo τα οποία μπορούν να «δέσουν» σε κρηπιδώματα τέτοιας μορφής. Η κατασκευή αντιμετώπισε δυσκολίες κυρίως γεωτεχνικής φύσεως. Η παράκτια ζώνη των Πατρών παρουσιάζει εκτενείς αποθέσεις μαλακών σχηματισμών που δυσχεραίνουν τη θεμελίωση έργων. Το πρόβλημα επιτείνεται, εάν ληφθεί υπόψη και η σεισμικότητα της περιοχής. Έτσι, κατά τη θεμελίωση τόσο των χερσαίων όσο και των θαλασσίων έργων του νέου λιμένα χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονες τεχνικές εδαφικής βελτίωσης όπως με χαλικοπασσάλους, πρακτική που εφαρμόσθηκε και κατά μήκος της έδρασης του κυματοθραύστη σε βάθος 35 m. Αντίθετα, κατά την προηγούμενη κατασκευή τμημάτων του αποσπασμένου κυματοθραύστη του παλαιού λιμένα η θεμελίωση πραγματοποιήθηκε με εκτεταμένο «τάϊσμα» του πυθμένα με άμμο και λιθορριπές, έως ότου απομειωθούν οι καθιζήσεις και κριθεί ότι το πυθμενικό υλικό αντέχει να δεχθεί την ανωδομή του έργου. Η πρακτική αυτή, που έλαβε και το προσωνύμιο «υποπλέουσα θεμελίωση», προκάλεσε σοβαρή αύξηση του προϋπολογισμού του έργου λόγω αντίστοιχης αύξησης της διατομής του, όπως παρουσιάζεται εναργώς στο επόμενο σχέδιο του Γκίνη (Εικ. 35). Έτσι με τον καιρό εγκαταλείφθηκε υπέρ άλλων πιο δόκιμων τεχνικών.



Εικόνα 35 Υφιζήσεις στον κυματοθραύστη Πατρών Πηγή: [5]

Η αρχική πρόταση περί μεταφοράς του συνόλου της κίνησης του παλαιού λιμένα στο νέο δεν έγινε δυνατή. Σήμερα η κίνηση ακτοπλοΐας RoRo διεξάγεται από τον παλαιό λιμένα. Ο νότιος (νέος) λιμένας διαθέτει κρηπιδώματα μήκους 990 m που μπορούν να φιλοξενήσουν από 4 έως 11 σκάφη RoRo, καθώς και κυματοθραύστη μήκους 1 240 m. Προβλέπεται η λειτουργία 5^{ης} νηοδόχου σε επέκταση προς νότον του νέου λιμένα καθώς και η κατασκευή εμπορευματικού λιμενικού τομέα και εγκαταστάσεων ναυτιλιακού φυσικού αερίου. Θα απαιτηθεί συναφώς επέκταση του κυματοθραύστη κατά 200 m περίπου. Τόσο τα εσωτερικά όσο και τα εξωτερικά λιμενικά έργα έχουν κατασκευασθεί με τη βοήθεια κυψελωτών κιβωτίων, τεχνική σχετικά πρόσφατη για τα ελληνικά δεδομένα. Ο παλαιός (βόρειος) λιμένας διαθέτει πλέον 4 προβλήτες και κρηπιδώματα σε μήκος 2 350 m με βάθη 6.4-11.9 m. Βόρεια των λιμενικών αυτών εγκαταστάσεων έχει δημιουργηθεί χώρος αναψυχής και περιπάτου σε συνδυασμό με λιμένα τουριστικών σκαφών.

Η διακίνηση επιβατών από το νέο λιμένα κατά το προηγούμενο έτος ανήλθε σε 460 000, η κίνηση φορτηγών σε 180 000 και λοιπών οχημάτων σε 100 000, στοιχεία που δείχνουν μια στροφή στην προτίμηση των σύγχρονων ταξιδιωτών στις αεροπορικές μεταφορές. Η παρούσα εμπορευματική κίνηση του λιμένα – πέραν της διακίνησης με σκάφη RoRo– εντοπίζεται σχεδόν αποκλειστικά σε εισαγωγές προϊόντων και ανέρχεται σε χιλ. τόνους: 2014 232, 2015 234, 2016 251, δηλ. συνολική αύξηση 500% ως προς την αντίστοιχη κίνηση του 1987 και 350% ως προς τα επίπεδα κίνησης κατά τη χρυσή εποχή του εμπορίου της σταφίδας (δεκαετία 1880).

Η γενική διάταξη του σημερινού νέου λιμένα Πατρών φαίνεται στην Εικόνα 36.

Εικόνα 36 Ο νέος λιμένας Πατρών (Πηγή: Google Earth)

3.3 Ο λιμένας του Πειραιά

Ο Πειραιάς αρχίζει να υπάρχει λόγω της μεταφοράς της έδρας της ελληνικής Κυβέρνησης στην Αθήνα το 1834. Ιδρύεται τελωνείο και υπολιμεναρχείο που υπάγεται στο λιμεναρχείο της Ύδρας. Πέντε χρόνια αργότερα η πόλη αριθμεί μόλις 100 κατοίκους, το 1848 1 496, το 1872 16 000 περίπου και το 1889 34 527 κατοίκους με συνεχή αύξηση έκτοτε. Κατά τα μέσα της δεκαετίας του 1830, ο φυσικός λιμένας του μπορούσε να φιλοξενήσει μόνο τις βάρκες των γύρω ψαράδων. Οι πρώτοι κάτοικοί του φθάνουν (1835) από τα νησιά, κυρίως Χίο και Ύδρα, και την Πελοπόννησο. Διαμορφώνουν ένα κόσμο μικροεπιχειρηματιών σε αντίθεση με την Ερμούπολη των πλούσιων εμπόρων.

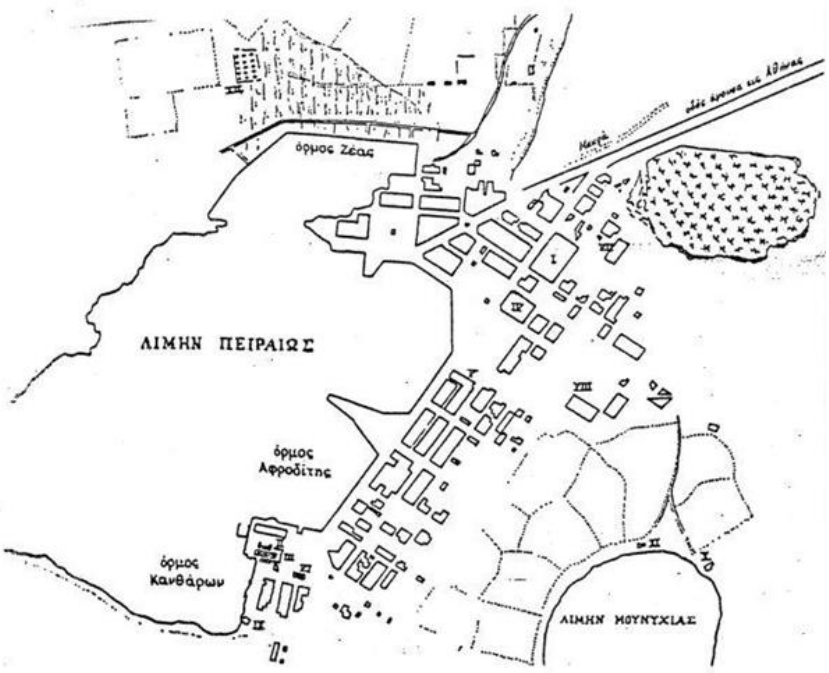
Η ναυτιλιακή κίνηση του Πειραιά συνδέεται στενά με την άμεση ενδοχώρα του, την Αθήνα. Η τακτική κίνηση εγκαινιάζεται το 1836 όταν το ατμόπλοιο του Όθωνα «Η Ανατολή» αναλαμβάνει την ταχυδρομική σύνδεση του Πειραιά με τη Σύρο, τη Σμύρνη και την Κωνσταντινούπολη. Η ταχυδρομική υπηρεσία εμπλουτίζεται στη συνέχεια με ξένες εταιρείες. Όμως ο Πειραιάς αναπτύσσεται κυρίως ως λιμένας ανεφοδιασμού της πρωτεύουσας, αλλά παράλληλα συμμετέχει με τη δική του παραγωγή στην οικοδόμηση της Αθήνας. Έτσι οι εισαγωγές αυξάνονται σε αξία με μέσο ετήσιο ρυθμό 8% στο διάστημα 1846-1880 και στο τέλος της περιόδου αυτής υπερβαίνουν αυτές της Σύρου και της Πάτρας. Επίσης η ναυτιλιακή κίνηση έχει εξαπλασιασθεί μεταξύ 1842 και 1863. Η γέννηση επομένως του λιμενικού συγκροτήματος του Πειραιά μπορεί να τοποθετηθεί στην αρχή της δεκαετί-

ας του 1860. Μέχρι τότε η δομή του εισαγωγικού εμπορίου παραπέμπει στις καταναλωτικές συνήθειες των εύπορων στρωμάτων μιας κοσμοπολίτικης πρωτεύουσας. Από το 1863 και μετά οι εισαγωγές δημητριακών κατακτούν δεσπόζουσα θέση. Στο εξαγωγικό εμπόριο σημαντική μερίδα κατέχει το βαμβάκι, κυρίως κατά τη δεκαετία του 1860 λόγω της έλλειψης που παρατηρείται διεθνώς ως αποτέλεσμα του αμερικανικού εμφυλίου πολέμου. Άλλα προϊόντα που εξάγονται από τον Πειραιά είναι μετάξι, κουκούλια, καπνά, μάλλινα, τυριά.

Για να στεγασθούν τα διακινούμενα εμπορεύματα κτίζονται αποθήκες και δίπλα σε αυτές κατοικίες, ενώ υιοθετείται σταδιακά κάποιο σχέδιο πόλεως. Η ευημερία του Πειραιά δίπλα στην Αθήνα επιβάλλει τη διαρρύθμιση του λιμένα, που μέσα στην περίοδο 1840-1880 θα μετατραπεί με συνεχή έργα σε λιμενικό συγκρότημα. Λόγω της έλλειψης όμως ενός μελετημένου σχεδίου οι ανάγκες «τρέχουν» γρηγορότερα από την υλοποίηση των έργων.

Ήδη με το διάταγμα του Οκτωβρίου 1835 επιβάλλεται τέλος επί των εισαγωγών για την αποξήρανση των ελών γύρω από τον λιμένα, την επισκευή του υδραγωγείου και την κατασκευή μόλου. Ο τύπος κατασκευής του μόλου θα εξαρτηθεί από το ποσόν που θα συλλέξει ο δήμος Πειραιώς. Επιπλέον ορίζεται η πρώτη επιτροπή διοίκησης του λιμένα. Η κατασκευή των έργων ανατίθεται στη διοίκηση του Μηχανικού του στρατού με βραχυπρόθεσμο στόχο τη διευκόλυνση ελλιμενισμού των μικρών σκαφών. Ένα επόμενο διάταγμα, του Αυγούστου 1848, παραχωρεί πρόσθετα τέλη στο Δήμο για την κατασκευή κρηπιδωμάτων και βυθοκορήσεις. Η διεύθυνση των έργων αυτών ανατίθεται σε τριμελή «Επιτροπεία» που αποτελείται από ένα μέλος του διοικητικού συμβουλίου του Δήμου, ένα εκπρόσωπο του Υπουργείου Εσωτερικών και τον αρχιμηχανικό των έργων. Από το 1848 έως το 1861 τα μέλη της επιτροπής ήταν ο *Léon Badin* (λιμενάρχης), ο *Αθ. Ζωγράφος* και ο *Θ. Ηπίτης*, υπολοχαγός του Μηχανικού.

Τα πρώτα λιμενικά έργα αρχίζουν στα μέσα της δεκαετίας του 1840 και διαρκούν μια πενταετία. Η όψη του λιμένα αλλάζει (βλ. Εικ. 37) με λάθη στις ονομασίες, πιθανόν από μαθητές της σχολής Ευελπίδων). Πράγματι, η λιμενολεκάνη έχει διευρυνθεί και καθαρισθεί από τα χαλαρά υλικά, ενώ έχουν κατασκευασθεί αρκετά κρηπιδώματα. Στις χερσαίες εγκαταστάσεις περιλαμβάνονται το κτίριο του Τελωνείου, που στεγάζει και άλλες υπηρεσίες, το λοιμοκαθαρτήριο και ιδιωτικές αποθήκες προς νότο. Εκείνη την εποχή (1852) η λιμενολεκάνη έχει διαστάσεις 1 040 × 1 120 m περίπου, ενώ η είσοδος έχει πλάτος 70 m. Εξυπηρετεί τακτικές γραμμές δύο ναυτιλιακών εταιρειών, των «Messagéries Maritimes» και του Αυστριακού Λόυδ. Τα ατμόπλοιά τους δένουν αρχικά κοντά στην ακτή Μιαούλη όπου τα βάθη είναι αποδεκτά. Σύντομα όμως η ακτή αυτή εφοδιάζεται με κρηπιδώματα μήκους 1 500 m. Τα έργα συνεχίζονται κάτω από την τεχνική εποπτεία των μηχανικών του Στρατού, κατασκευάζονται εξωτερικοί μόλοι προστασίας και τοποθετούνται φάροι στην είσοδο, που λειτουργούν με πετρέλαιο και προέρχονται από τη Μασσαλία. Το 1856 γίνονται έργα καθαρισμού με ατμοκίνητη μηχανική βυθοκόρο που κατασκευάσθηκε στον Πόρο. Το 1859 κατασκευάζεται νέο Τελωνείο, ενώ το λοιμοκαθαρτήριο μετατρέπεται σε αποθήκες.



Εικόνα 37 Σχέδιο του λιμένα Πειραιά, 1850 Πηγή: [23]

Στη δεκαετία του 1850 ιδρύεται προς βορράν του λιμένα το ατμοκίνητο καθεκλοποιείο-μηχανουργείο του εκ Κωνσταντινουπόλεως *Γεωργίου Βασιλειάδη* που θα ειδικευθεί, προς το τέλος της δεκαετίας, στις κατασκευές μηχανών (χυτήριο-λεβητοποιείο). Το μηχανουργείο αναπτύσσεται και η επιχείρηση αναδεικνύεται πρωτοπόρος στη βιομηχανία μηχανών και συναφών ειδών κάθε είδους. Κατά το τέλος του 19^{ου} αιώνα η πρόοδος των ελλήνων εφοπλιστών και της ελληνικής ατμοπλοΐας οδηγούν τη διοίκηση της εταιρείας στη μεταφορά της επιχείρησης (1901) σε παράκτια έκταση στο βορειο-δυτικό τμήμα του προλιμένα, όπου δίπλα θα κατασκευασθεί σε λίγα χρόνια ο μόλος Κράκαρη. Παράλληλα επεκτείνει τη δραστηριότητά της στο ναυπηγικό τομέα. Έτσι προστίθεται ναυπηγείο με μεταλλική εσχάρα, σημαντικό στοιχείο ενός λιμένα που μετέχει στη διεθνή ναυτιλιακή κίνηση. Η κανονική λειτουργία των εγκαταστάσεων αρχίζει το 1906, οπότε το συγκρότημα αποτελεί το μεγαλύτερο ναυπηγείο του Πειραιά. Ο θαλάσσιος χώρος εμπρός από την εσχάρα (slipway) είναι πιο λειτουργικός από τον αντίστοιχο των πλωτών δεξαμενών της Σύρου και η δεξαμενή μπορεί να εξυπηρετήσει πλοία εκτοπίσματος έως 3 500 τόνων.

Το τμήμα της Ητιώνειας ακτής του λιμένα μεταξύ του μόλου Κράκαρη και των κτιστών δεξαμενών παίρνει με τον καιρό το όνομα «ακτή Βασιλειάδη». Το ναυπηγείο με την ιδιότυπη ναυπηγική εσχάρα, που φαίνεται στην Εικόνα 38, λειτούργησε στη θέση αυτή μέχρι το 1963, αφού προηγουμένως (1950) απορροφήθηκε από την ΑΕΕΧΠΛ του *Μποδοσάκη* που λειτουργούσε εγκαταστάσεις κοντά στο ναυπηγείο («Λιπάσματα»).

Εικόνα 38 Το ναυπηγείο Βασιλειάδη σε λειτουργία Πηγή: [4]

Ο νόμος του Ιουνίου 1861 παρατείνει τους έκτακτους φόρους του νόμου του 1848 μέχρι το τέλος του 1870 και θέτει τον λιμένα υπό τον έλεγχο της δημοτικής Αρχής. Ορίζει επίσης τα νέα μέλη της «Εφορευτικής Επιτροπείας του λιμένος Πειραιώς»: *Δ. Μουτσόπουλος* (μεγαλέμπορος και τραπεζίτης της πόλης, μετέπειτα δήμαρχος 1866-1873), Αθ. Ζωγράφος, *S. Serbon*. Η νέα επιτροπή ασχολείται με τη συνέχιση των έργων βυθοκόρησης και παροχής πόσιμου νερού στα πλοία. Το 1868 εγκαθίσταται φάρος στον προβλήτα της ακτής Θεμιστοκλέους και αρχίζει η κατασκευή των κρηπιδωμάτων στη λιμενολεκάνη Αλών. Αργότερα οι κρηπιδώσεις επεκτείνονται προς την ακτή Μιαούλη, πίσω από το τελωνείο. Η οριζοντιογραφία του λιμένα κατά το 1870, όπως σχεδιάστηκε (πάλι με ανακριβή τοπωνύμια) από τον *Louis François Thuillier* (1848-1919) για τους Guides Joanne, παρουσιάζεται στην Εικόνα 39.

Η χερσαία ζώνη του λιμένα περιβάλλεται ακόμη από έλη προς τα βόρεια και βορειοανατολικά. Αυτά όμως δεν εμποδίζουν τη σιδηροδρομική σύνδεση με την πρωτεύουσα που υλοποιείται το 1869, μετά από πολλές μελέτες και μακρόχρονες διαπραγματεύσεις με Γάλλους και Άγγλους επιχειρηματίες ήδη από το 1857.

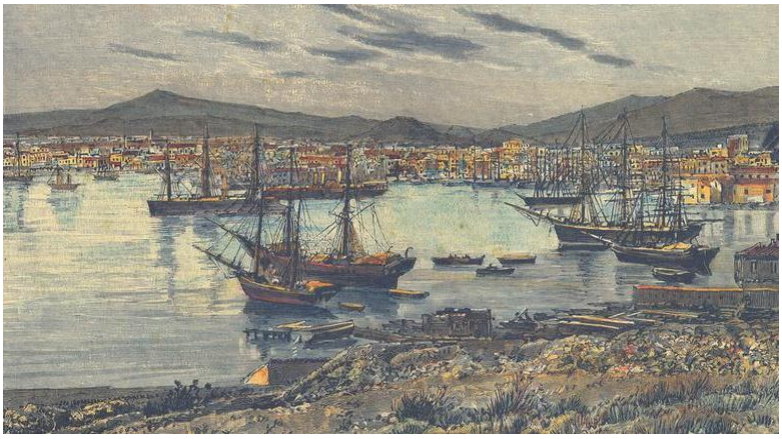
Εικόνα 39 Ο λιμένας Πειραιά περί το 1870 (Πηγή: Hachette, Paris)

Τα έσοδα του λιμενικού Ταμείου τριπλασιάζονται σε δέκα χρόνια (1860-1870) αντικατοπτρίζοντας τους ρυθμούς αύξησης της κίνησης που προχωρεί αυξητικά και στη συνέχεια: το 1907 τα έσοδα δίνουν μια μέση ετήσια αύξηση 11.4 % ως προς το 1870. Κατά τη δεκαετία του 1870 θα πραγματοποιηθούν οι μεγάλες λιμενικές διαρρυθμίσεις του Πειραιά, αφού σιγά-σιγά ο τελευταίος παίρνει τη θέση της Ερμούπολης, (βλ. αρχικό διάγραμμα κεφ. 3). Το 1872 αντικαθίσταται η χρήση πετρελαίου από φωταέριο για το φωτισμό του λιμένα. Κατά τα μέσα της δεκαετίας του 1870 η λιμενική Επιτροπή σχεδιάζει νέο καθαρισμό (βυθοκόρηση) μεγάλης κλίμακας. Επιλέγεται η αγορά μεγάλης βυθοκόρου 600 ίππων και δύο ρυμουλκών από την εταιρεία Forges et Chantiers της Μασσαλίας και το κόστος εγκρίνεται από την ελληνική κυβέρνηση τον Οκτώβριο του 1880. Τα έργα αρχίζουν αμέσως και σε ένα έτος τα 2/3 του λιμένα έχουν καθαρισθεί και αξιοποιείται έτσι η λιμενολεκάνη των Αλών. Μπορούν πλέον να ελλιμενίζονται στον Πειραιά και μεγαλύτερα σκάφη, όπως το πρώτο μεγάλο ατμόπλοιο χωρητικότητας 1 000 τόνων «Ιθάκη». Επίσης το λιμενικό Ταμείο χρηματοδοτεί το 1876 την κατασκευή πλωτού γερανού φορτοεκφόρτωσης εμπορευμάτων καθώς και μικρής βυθοκόρου.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1880 ο λιμένας ανταγωνίζεται σοβαρά την Ερμούπολη, κυρίως ως προς τις μεταφορές μεταφόρτωσης –το Αυστριακό Λόυδ μεταφέρει στον Πειραιά τη βάση των δραστηριοτήτων του. Η διάνοιξη του ισθμού της Κορίνθου που θα συντομεύσει κατά 90 ν. μίλια το ταξίδι από τη Μασσαλία στον Πειραιά ή τη Σμύρνη είναι προ των πυλών. Η προοπτική αυτή, που υλοποιείται το 1893, τροφοδοτεί την ανάπτυξη του λιμένα του Πειραιά και του εξασφαλίζει την πρωτοκαθεδρία ως το σημαντικότερο εισαγωγικό λιμάνι της χώρας, που βρίσκεται σε καθημερινή επαφή με τους κυριότερους λιμένες της Μεσογείου. Η μεγάλη εποχή του Πειραιά αρχίζει προς το τέλος του 19^{ου} αιώνα για να συνεχισθεί έως σήμερα.

Το 1882 φθάνει στην Ελλάδα η (δεύτερη) γαλλική Αποστολή δημοσίων έργων και στον Πειραιά βρίσκει ένα σημαντικό λιμενικό κέντρο. Λείπει όμως ένα σοβαρό σχέδιο γενικής διάταξης, όπου θα βασίζονταν τα μελλοντικά έργα. Το σχέδιο αυτό αναθέτει ο πρωθυπουργός Χ. Τρικούπης στον Γάλλο αρχιμηχανικό της διώρυγας του Σουέζ Édouard Quellennec, ειδικευμένο στα υδραυλικά έργα. Ο Κελλνέκ προτείνει τη διάνοιξη διώρυγας περιφερειακά και βόρεια της πόλης, η οποία θα μετετρέπετο έτσι σε νησίδα, ενώ κρηπιδώματα και αποθήκες θα κατασκευάζονταν κατά μήκος των οχθών της διώρυγας. Το εν λόγω σχέδιο, που θυμίζει αντίστοιχα σχέδια του 1864 για την Αλεξάνδρεια, δεν εφαρμόσθηκε λόγω του κόστους και της τολμηρότητάς του. Η εν λόγω γαλλική Αποστολή ετοιμάζει εξ άλλου σχέδιο για την εγκατάσταση του ναυστάθμου στη Σαλαμίνα με αποβάθρες και επισκευαστική δεξαμενή.

Το 1885 άρχισαν διαπραγματεύσεις με τον μεγάλο και έμπειρο σε συναφή έργα γαλλικό όμιλο «Hersent», για την κατασκευή, μεταξύ άλλων, μόνιμης ναυπηγοεπισκευαστικής δεξαμενής του Πειραιά. Παράλληλα εκπονείται από τον αρχιμηχανικό του δήμου Πειραιά *Ιωάννη Λαζαρίμο* (1886) το πρώτο σχέδιο λιμενικών διαρρυθμίσεων, ενώ τα έργα που προβλέπονται ξεκινούν το 1898 μετά από μακρές διαπραγματεύσεις. Ο Λαζαρίμος (1849-1913) διετέλεσε εκτός των άλλων και καθηγητής Τοπογραφίας στο Πολυτεχνείο (1878-1913), όπου συνέγραψε τα πρώτα εγχειρίδια τοπογραφίας -επιστήμης που είχε σπουδάσει στο Παρίσι με υποτροφία του ελληνικού κράτους. Μια όψη του λιμένα πριν την έναρξη των έργων δίδεται στην Εικόνα 40.

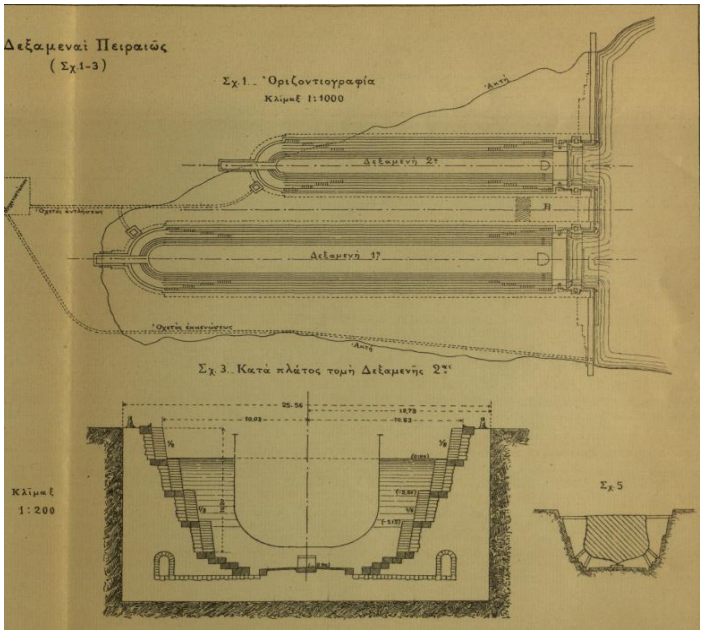


Εικόνα 40 Σχέδιο του λιμένα από τη νότια όχθη, 1897 (Πηγή: Ίδρυμα Αλέξανδρος Ωνάσης)

Η ουσιαστικότερη παρέμβαση του σχεδίου του ήταν η μέσω βυθοκορήσεων μετατόπιση της εισόδου του λιμένα κατά 800 m περίπου προς δυσμάς με την παράλληλη δημιουργία προλιμένα. Τότε κατασκευάζεται ο πρώτος (προσήνεμος) μόλος του λιμένα, ο μόλος Θεμιστοκλέους, ενώ στη συνέχεια (1907) ο δεύτερος, ο μόλος Βασ. Γεωργίου ή Κράκαρη. Ήδη ο ηλεκτρισμός χρησιμοποιείται για το φωτισμό του λιμένα, γίνεται η διαπλάτυνση του προβλήτα της Τρούμπας (1904) και αρχίζει ο εκβραχισμός του υφάλου στον προλιμένα (1908). Το 1911 αντικαθίσταται η Εφορευτική Επιτροπεία από 15μελή Επιτροπεία Λιμένος Πειραιώς όπου εκπροσωπούνται ενδιαφερόμενες για τον λιμένα τάξεις. Ανοίγει έτσι ο δρόμος για τη διοικητική αυτοτέλεια του σημαντικότερου πλέον λιμένα της χώρας.

Παρά τη διακοπή των διαπραγματεύσεων με την Hersent για τη μόνιμη δεξαμενή, αποφασίσθηκε (1891) στο πλαίσιο εκσυγχρονισμού των λιμενικών εγκαταστάσεων η υλοποίηση αρχικής πρότασης του Κελλνέκ για κατασκευή δύο τέτοιων δεξαμενών. Μέχρι τότε λειτουργούσαν στην Ελλάδα μόνο πλωτές δεξαμενές στη Σύρα και στο ναύσταθμο Σαλαμίνας. Η πρόταση υποστηρίχθηκε από τον πρόεδρο της σχετικής υποεπιτροπής της λιμενικής Επιτροπής *Ηλία Αγγελόπουλο* (1859-1932), ο οποίος παρουσίασε τα τεχνικά της στοιχεία στον «Αρχιμήδη» του Ελληνικού Πολυτεχνικού Συλλόγου (1899). Ο Αγγελόπουλος, απόφοιτος (1886) της ανώτατης γαλλικής σχολής Ponts et Chaussées, διετέλεσε νομομηχανικός (1886-1900), καθηγητής γεφυροποιίας στο Πολυτεχνείο (1897), διευθυντής υδραυλικών έργων του δήμου Αθηναίων (1886-1888), ενώ υπήρξε ο πρώτος πρόεδρος του ΤΕΕ (1925-27). Μετά τη θητεία του στη λιμενική επιτροπή Πειραιώς (1895-97) ίδρυσε και διηύθυνε (1900-1912) τεχνικό γραφείο μηχανικών και αρχιτεκτονικών έργων, όπου μεταξύ άλλων μελέτησε και επέβλεψε την κατασκευή των μονίμων δεξαμενών Πειραιά, καθώς και έργα στους λιμένες Βόλου, Σύρου, Πάτρας. Οι δύο δεξαμενές κατασκευάσθηκαν στο μυχό της Ηετιώνειας ακτής στη Δραπετσώνα. Η μεγάλη «του βασιλέως Γεωργίου Α΄» μέγιστων διαστάσεων 170 × 28 m και βάθους 11.4 m, ενώ η μικρή «της βασιλίσσης Όλγας» διαστάσεων 137 × 22 m και βάθους 10.2 m Ο Αγγελόπουλος συνεργάσθηκε για το έργο των λιθόκτιστων δεξαμενών με τον *Γεώργιο Χρυσοχόο* (1857-1908) πολιτικό μηχανικό του πολυτεχνείου Γάνδης στο Βέλγιο. Ο Χρυσοχόος βρίσκεται από το 1883 στην υπηρεσία δημοσίων έργων, τμηματάρχης λιμενικών και υδραυλικών έργων, από το 1890 νομομηχανικός ενώ κατά το διάστημα 1891-1904 καθηγητής «υδραυλικών και λιμενικών

έργων» στο Σχολείο των Βιομηχάνων Τεχνών. Το σχέδιο του Γκίνη (Εικ. 41)περιέχει την οριζοντιογραφία των δύο δεξαμενών και τυπική διατομή της μικρής δεξαμενής.

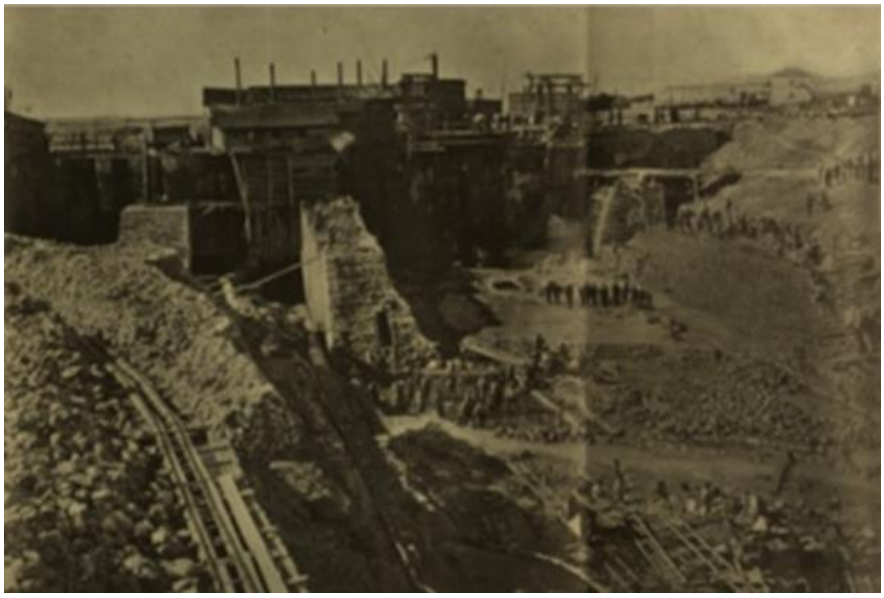


Εικόνα 41 Σχέδιο του Γκίνη για τις λιθόκτιστες δεξαμενές Πηγή: [5]

Η κατασκευή ξεκίνησε προς το τέλος του αιώνα και διήρκησε περί τα 13 χρόνια. Μετά το θάνατο του κατασκευαστή ***Περικλή Κυριακού*** (1854-1898), απόφοιτου σχολής τεχνολογίας της Μασσαλίας και καθηγητή της έδρας μηχανολογίας στο Πολυτεχνείο (1875-1898), το έργο ανέλαβε η Α.Τ.Ε. των Πετιμερμέ και Ρασπίνη ενώ την επίβλεψη για την περίοδο (1903-1910) είχε ο πολ. μηχανικός ***Γεώργιος Σούλης*** (1879-1957). Διευθυντής του έργου ήταν ο καθηγητής της Σχολής Α. Γκίνης, επιθεωρητής δημοσίων έργων. Λόγω οικονομικών δυσπραγιών έγινε στάση εργασιών κατά το 1906, η οποία αποτυπώνεται με την αποχώρηση των εργατών στην Εικόνα 42.

Στη συνέχεια, κατά την κατασκευή της κοιτόστρωσης της μεγάλης δεξαμενής γίνεται σοβαρή ζημιά (1909) η οποία ως φαίνεται οφειλόταν στη μεγάλη διαπερατότητα του εδαφικού υποβάθρου και τις αντίστοιχες υποπιέσεις στην κοιτόστρωση. Το ζήτημα έλαβε διαστάσεις και ο Αγγελόπουλος, που συμμετείχε στο έργο δια του τεχνικού γραφείου του, προτείνει (1910) την απομάκρυνση του Γκίνη από τη διεύθυνση του έργου των δεξαμενών. Οι δεξαμενές προβλέπονταν σε παράλληλη διάταξη και για την κατασκευή τους δημιουργήθηκε ενιαίο όρυγμα σε βάθος πάνω από 10 m από τη στάθμη θαλάσσης και ενιαίος τοίχος φραγής στη θέση της εισόδου των δεξαμενών. Οι τελευταίες εφοδιάστηκαν τελικά με τραπεζοειδή θυρόπλοια που μπορούσαν να απομονώσουν τον χώρο εργασίας των δεξαμενών από τη θάλασσα. Η τοποθέτηση και απομάκρυνσή τους γίνεται με ρυμουλκά. Οι κεκλιμένες εσωτερικές παρειές των δεξαμενών διαμορφώθηκαν από λιθοδομές βαρύτητας. Το δάπεδο κατασκευάσθηκε από λίθινες πλάκες με κλίση προς τη θάλασσα. Μεταξύ των δεξαμενών και προς την πλευρά της θάλασσας κατασκευάσθηκαν το αντλιοστάσιο και ο σταθμός ηλεκτρικού ρεύματος. Οι

χρόνοι απάντλησης των υδάτων ήταν 3 ώρες για τη μεγάλη και $1^{1/4}$ ώρα για τη μικρή δεξαμενή. Οι εγκαταστάσεις ολοκληρώθηκαν το 1912 και λειτούργησαν το 1913. Μετά τις καταστροφές του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου οι δεξαμενές επισκευάσθηκαν χωρίς βασικές αλλαγές, ενώ παραμένουν λειτουργικές έως σήμερα.

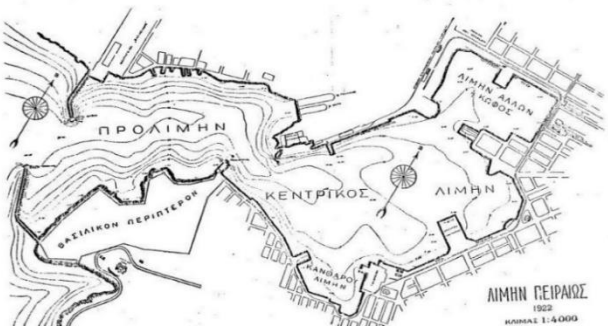


Εικόνα 42 Διακοπή εργασιών στις μόνιμες δεξαμενές 1906 Πηγή: [4]

Παράλληλα με τις δεξαμενές εκτελούνται και άλλα έργα στο λιμένα, έτσι ώστε κατά το 1907 να διαθέτει λιμενολεκάνη 1220 στρ. με βάθη 5-27 m, δύο προβλήτες, χερσαίους χώρους 170 στρ., κρηπιδώματα 4 000 m, μόλους, σιδηροδρομικό σταθμό, τελωνείο και αποθήκες συνολικού εμβαδού 14 στρ. Ο Πειραιάς διαθέτει πλέον τις πιο σύγχρονες εγκαταστάσεις από όλους τους άλλους ελληνικούς λιμένες. Από το 1911 και μέχρι την ίδρυση του ΟΛΠ η 3μελής επιτροπή για τα έργα του λιμένα αντικαθίσταται από πολυμελή «Επιτροπεία Λιμένος Πειραιώς». Αρχιμηχανικός του λιμένα κατά το διάστημα 1907-1932 είναι ο *Θεόδωρος Ματαράγκας*, απόφοιτος του πολυτεχνείου (ΕΤΗ) της Ζυρίχης (1889), ο οποίος ασχολήθηκε και με τα λιμενικά έργα του Βόλου και της Ύδρας. Το 1914 ο Ματαράγκας παρουσιάζει μελέτη διαρρύθμισης του λιμένα, όπως και οι *Ε. Kummer*, *Γκουαρλέρι*, Ν. Βλάγκαλης, *Γ. Παπαδόπουλος* πέραν των ήδη αναφερθέντων. Μια όψη των εσωτερικών κρηπιδωμάτων κατά το 1916 φαίνεται στην Εικόνα 43.

Το 1920 συντάσσονται ύστερα από διεθνή διαγωνισμό του υπουργείου Συγκοινωνίας νέα σχέδια διαρρύθμισης του λιμένα από τους ξένους οίκους P. MacAlpine & Sons, John Jackson Ltd, C.J.Wils & Sons Ltd και τους έλληνες μηχανικούς Α. Ζαχαρίου και Α. Γκίνη. Τρία έτη αργότερα παρουσιάζεται αντίστοιχο σχέδιο από τη λιμενική επιτροπή με πρόεδρο (1911-14, 1921-24, 1926-28) τον *Δημήτριο Καλλιμασιώτη* (Σύρος 1869 – Αθήνα 1929). Τα ως άνω σχέδια βασίστηκαν βέβαια στη διάταξη των κρηπιδωμάτων όπως ήταν διαμορφωμένη τότε και παρουσιάζεται σε σχέδιο του 1922 (Εικ. 44).

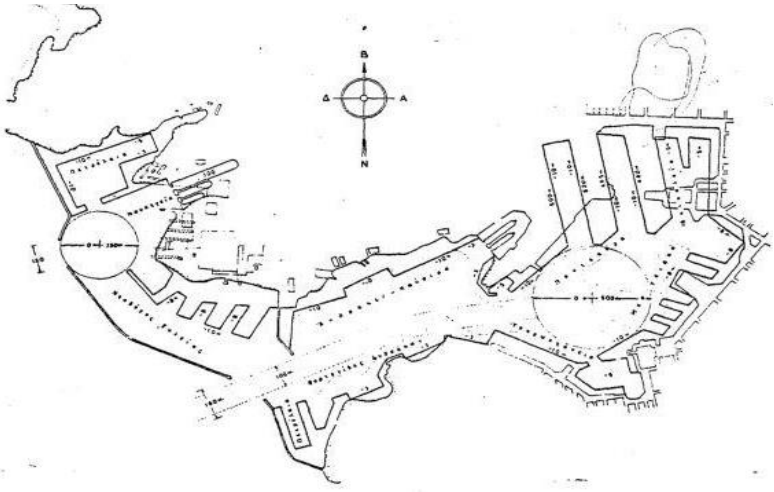
Εικόνα 43 Παράκτια κρηπιδώματα Πειραιά το 1916 (Πηγή: Πέτρος Ψαρράς)



Εικόνα 44 Ο λιμένας Πειραιώς κατά το 1922 Πηγή: [4]

Το σχέδιο Καλλιμασιώτη αφορούσε το σύνολο των λιμενικών έργων Πειραιώς και περιέλαβε, όπως υλοποιήθηκε κατά την πρώτη φάση μέχρι το 1931, 2 750 m νέων κρηπιδωμάτων (από τα 6 400 m που προέβλεπε το σχέδιο) σε βάθη 6 έως 10 m, 5 παράκτιες διώροφες αποθήκες σε συνεργασία με 21 ηλεκτροκίνητους γερανούς των 2 τον., 2 γερανογέφυρες εκφόρτωσης γαιανθράκων, αντίστοιχους χερσαίους χώρους, σύστημα υδροδότησης των σκαφών. Επίσης έγινε επέκταση του μόλου Θεμιστοκλέους και κατασκευάσθηκε βραχίονας στον όρμο Αγίου Γεωργίου. Για τις πιο πάνω εργασίες η κοινοπραξία χρησιμοποίησε πλωτό γερανό 100 τον., προκατασκευασμένους τεχνητούς ογκολίθους 60 τον., πλωτό εκσκαφέα, πλωτό εκβραχιστήρα, φορτηγίδες μεταφοράς βυθοκορημάτων. Με το ίδιο σχέδιο ξεκίνησε και ο μετασχηματισμός του πλησιέστερου όρμου προς τα δυτικά και εξωτερικά του κεντρικού λιμένα, του όρμου Αγ. Γεωργίου Κερατσινίου, σε λιμενική εγκατάσταση. Τα έργα ξεκινούν το 1924 από την Hersent και άλλες 3 γαλλικές εταιρείες που σχημάτισαν τον όμιλο «Enterprise des travaux du Port du Pirée», ενώ λίγα έτη αργότερα καταρτίζονται τέσσερα νέα σχέδια διαρρύθμισης από τον Quellennec (1926), τη λιμενική Επιτροπή, τον *Σακκαλή* και τον *Ησαΐα* (1929). Το φιλόδοξο σχέδιο του Quellennec, με το οποίο παρενέβη στην εξέλιξη του Προγραμμα-

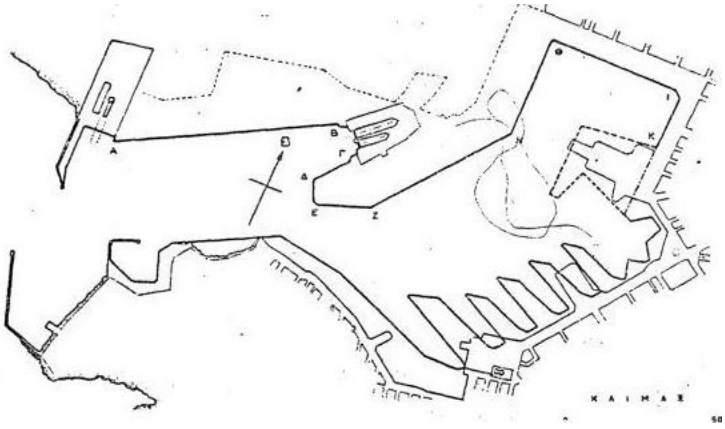
τικού Σχεδίου, προβλέπει λιμενικές εγκαταστάσεις εκτός του κεντρικού λιμένα στην παράκτια ζώνη από Κερατσίνι έως Πέραμα καθώς και στη ζώνη Πασαλιμάνι – Τουρκολίμανο – Φαληρικός όρμος. Σε γενικές γραμμές και οι δύο αυτές ζώνες τελικά λιμενοποιήθηκαν μετά από πολλές τροποποιήσεις του αρχικού σχεδίου, η μεν πρώτη με εμπορικό η δε δεύτερη με τουριστικό χαρακτήρα. Το σχέδιό του που αφορά την εσωτερική διαρρύθμιση του λιμένα παρουσιάζεται στην Εικόνα 45. Εξ άλλου η Hersent υποβάλλει (1930) σχέδια για λιμενικές διαρρυθμίσεις τόσο εντός όσο και εκτός των ορίων του φυσικού λιμένα, στους όρμους Φαλήρου και Κερατσινίου. Η για τον εσωτερικό λιμένα πρόταση διαρρύθμισης της εταιρείας παρατίθεται στο σχέδιο της Εικόνας 46.



Εικόνα 45 Τμήμα πρότασης Κελλνέκ 1926 Πηγή: [4]

Η ραγδαία εξέλιξη του λιμένα κατά την περίοδο του μεσοπολέμου επιβάλλει (1930) την ίδρυση αυτόνομου «Οργανισμού Λιμένος Πειραιώς» για τη διοίκηση του λιμένα. Στη συνέχεια (1932) αρχίζει η λειτουργία της Ελεύθερης Ζώνης με τελωνειακές και άλλες διευκολύνσεις στη διακίνηση των εμπορευμάτων. Την ίδια εποχή εμφανίζεται σχέδιο του Ιταλού μηχανικού καθηγητού *Enrico Coen Cagli* που αφορούσε τη νότιο-ανατολική ζώνη από την ακτή Τζελέπη ως το μόλο Θεμιστοκλέους καθώς και την περιοχή Δραπετσώνας. Ο Cagli, μελετητής του βιομηχανικού λιμένα της Βενετίας, προέβλεπε στο σχέδιό του και πολεοδομικής φύσεως παρεμβάσεις. Σε αυτό αντέδρασε ο *Αλέξανδρος Ζαχαρίου* που είχε εν τω μεταξύ υποβάλλει (1931) νέο τροποποιημένο σχέδιο της παλαιάς του (1920) πρότασης. Σε αυτό περιλαμβάνονται σκέψεις για λιμενικές επεκτάσεις προς τα δυτικά εκτός του κεντρικού λιμένα. Ο Ζαχαρίου, πολιτικός μηχανικός του Πολυτεχνείου της Ζυρίχης (1891) και δραστήριος επιχειρηματίας, ίδρυσε τεχνική εταιρεία περί το 1899 η οποία μετεξελίχθηκε (1920) στην «Ανώνυμο Οικοδομική Εταιρεία ο Τέκτων», τη μεγαλύτερη οικοδομική επιχείρηση του μεσοπολέμου. Το 1902 υπήρξε συνιδρυτής εταιρείας που θα μετεξελιχθεί (1911) στην τσιμεντοβιομηχανία «ΤΙΤΑΝ». Οι προτάσεις του Ζαχαρίου δημοσιεύθηκαν στα Τεχνικά Χρονικά και υποβλήθηκαν στον Ελευθέριο Βενιζέλο (1933), που δεν ήταν πρωθυπουργός τότε, αλλά δεν έγιναν δεκτές από τη λιμενική Επιτροπή, η οποία είχε τις δικές της προτάσεις.

Το ΤΕΕ με εισηγητή τον πολιτικό μηχανικό *Γεώργιο Βοΐλα* στήριξε περισσότερο (1933) το σχέδιο Cagli. Ο Βοΐλας με σπουδές στο πανεπιστήμιο του Λονδίνου είχε διατελέσει (1920-1931) αρχιμηχανικός κατασκευής λιμενικών έργων Ηρακλείου και ανάδοχος διαμόρφωσης των κρηπιδωμάτων του. Το όνομά του είχε συνδεθεί με τον ατυχή σχεδιασμό της θεμελίωσης της επέκτασης του κυματοθραύστη Πατρών (βλ. §3.2).



Εικόνα 46 Σχέδιο της Hersent για τη διαρρύθμιση του λιμένα 1930 Πηγή: [4]

Η ακτή Βασιλειάδη, κατά την ίδια εποχή, εξυπηρετούσε, εκτός των ναυπηγείων, τη φορτοεκφόρτωση γαιάνθρακα στην καρβουνόσκαλα, κυρίως για ανθράκευση ατμόπλοιων, τη διακίνηση ξυλείας και άλλων οικοδομικών υλικών. Πριν την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου εγκαινιάζεται (1937) η σιταποθήκη του λιμένα στη νοτιοανατολική πλευρά των μονίμων δεξαμενών. Η σιταποθήκη (σιλό σιτηρών) ήταν μια πολυώροφη κατασκευή που προβλεπόταν στο σχέδιο της λιμενικής επιτροπής Καλλιμασιώτη. Κατασκευάσθηκε μετά από διεθνή διαγωνισμό (1929) από τη Siemens-Bauunion σε συνεργασία με το μηχανικό *Νικόλαο Γαβαλά* και το γερμανικό εργοστάσιο μηχανών Hartmann. Το σιλό περιέχει 78 πύργους τετραγωνικής κάτοψης ύψους 27 m και συνολικής χωρητικότητας 20 000 τον. σιτηρών. Το έργο εκσυγχρόνισε την εκφόρτωση των σιτηρών που μέχρι τότε ξεφορτώνονταν χύδην επί των κρηπιδωμάτων του λιμένα Αλών. Εντούτοις ο Τύπος της εποχής νοσταλγεί τη «γραφικότητα που εξαφανίζεται» καθώς ο «Πειραϊκός λιμήν ενδύεται την μηχανικήν του πανοπλία». Και παραθέτει τα στοιχεία που καταργήθηκαν με την εγκατάσταση του σιλό: «οι σταράδες και ο γυναικόκοσμος με τα 'σκουπάκια' – τα σμήνη των περιστεριών που ετροφοδοτούντο από το εκχυνόμενο σιτάρι». Πριν την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου ο λιμένας διαθέτει 6 700 m κρηπιδωμάτων με βάθη έως 10 m, λιμενικά υπόστεγα και αποθήκες χωρητικότητας 20 000 τον. περίπου, σιταποθήκη παρόμοιας χωρητικότητας με ταινιόδρομο 300 t/h, δύο μόνιμες δεξαμενές και εσχάρα ανέλκυσης πλοίων, δύο γερανογέφυρες γαιανθράκων απόδοσης 150 t/h, 21 ηλεκτροκίνητους γερανούς 2-5 τόνων, δίκτυα ύδρευσης, ηλεκτροφωτισμού, τηλεφώνων, εργαστήριο επισκευών και συντήρησης μηχανημάτων.

Ο πόλεμος φέρνει καταστροφές και στο λιμένα του Πειραιά: το 1941 έκρηξη πλοίου με πυρομαχικά μέσα στο λιμένα επιφέρει εκτεταμένες ζημιές παράλληλα με αυτές των γερμανικών αεροπορικών επιδρομών (Εικ. 47). Το 1944 ο λιμένας βομβαρδίζεται και το ίδιο έτος ο στρατός κατοχής ανατινάσσει κατά την αποχώρησή του τις λιμενικές ε-

γκαταστάσεις. Ο καθαρισμός από τα ναυάγια αρχίζει το επόμενο έτος και ολοκληρώνεται με την ανοικοδόμηση του βομβαρδισμένου λιμενικού υπόστεγου (1955). Μέχρι τότε έχει γίνει σε περίοδο μιας δεκαετίας αποκατάσταση σημαντικού μηχανολογικού εξοπλισμού, κυρίως γερανών και περονοφόρων οχημάτων, λιμενικών κρηπιδωμάτων σε μήκος 2 000 m, των μόνιμων δεξαμενών, του σιλό και των αποθηκών. Τα έργα αποκατάστασης χρηματοδοτήθηκαν από την αμερικανική βοήθεια (σχέδιο Μάρσαλ), με κατασκευαστή την εταιρεία Steers-Grove. Οι επισκευές αυτές ήταν τμήμα μεγαλύτερου έργου που περιελάμβανε τις επισκευές των καταστροφών στους λιμένες Πειραιά, Βόλου, Θεσσαλονίκης καθώς και της διώρυγας Κορίνθου. Η διαχείριση άνηκε στο Corps of Engineers, Department of the Army των ΗΠΑ, στο Υπουργείο Δημοσίων Έργων και στον ΟΛΠ. Στη συνέχεια ολοκληρώνεται (1953) ο μεγάλος προβλήτας του όρμου Δραπετσώνας, ενώ έχουν αρχίσει τα εκτεταμένα έργα των ανατολικών κρηπιδωμάτων.

Εικόνα 47 Γερμανικοί βομβαρδισμοί λιμενικών έργων περί το μόλο Θεμιστοκλέους το 1941

Κατά την περίοδο 1957-59 εγκαινιάζονται προβλήτες και νηοδόχοι του κεντρικού λιμένα και της ακτής Βασιλειάδη που προσθέτουν 2 600 m νέων κρηπιδωμάτων, καθώς και 3 μεγάλα μεταλλικά υπόστεγα. Έτσι τα κρηπιδώματα φθάνουν τα 6 850 m, δηλ. λίγο επάνω από τα προ του πολέμου επίπεδα, ο μόλος Κράκαρη μήκους 280 m (όπως σήμερα) είναι εφοδιασμένος με ταινιόδρομο και ο νότιος μόλος έχει παρομοίως το σημερινό του μήκος των 480 m. Έτσι κατά το έτος 1960 ο κεντρικός λιμένας εμφανιζόταν, όπως στη φωτογραφία της Εικόνας 48. Ακολούθως αρχίζει η κατασκευή επιβατικών σταθμών (1959 & 1966) και μεγάλων αποθηκών καθώς και η διαρρύθμιση του λιμένα Ηρακλέους στον άγιο Γεώργιο Κερατσινίου. Το 1974 πραγματοποιείται η προμήθεια πλωτού γερανού 100 τόνων και την επόμενη δεκαετία 17 ηλεκτροκίνητων γερανών και 3 ρυμουλκών των 500 HP.

Πριν από πολλά χρόνια ο Ζαχαρίου είχε πει ότι η ακτή Βασιλειάδη είναι «*η κατ' εξοχήν κατάλληλος δια το εξωτερικόν και το μεγάλον εμπόριον*» (Τεχνικά Χρονικά 1933). Πράγματι αυτή η διαπίστωση έγινε σιγά-σιγά γενικώς αποδεκτή και έτσι το 1961 κατασκευάζονται δύο νέες μεγάλες αποθήκες στην ακτή αυτή και με την απομάκρυνση του ναυπηγείου Βασιλειάδη ο ρόλος της περιλαμβάνει την εξυπηρέτηση εμπορευματοκιβωτίων (Ε/Κ) με λειτουργία της πρώτης γερανογέφυρας εκεί το 1975, αφού προηγή-

θηκε (1970) ανακατασκευή της κρηπίδωσης στη θέση του ναυπηγείου. Δύο χρόνια πριν έχει αρχίσει στο νέο Ικόνιο η κατασκευή του προβλήτα Ι και το 1978 του (αρχικά) τραπεζοειδούς προβλήτα ΙΙ για εξυπηρέτηση εμπορευματοκιβωτίων. Τα έργα επέκτασης του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων της ακτής Βασιλειάδη ολοκληρώνονται το 1978 και αρχίζει η εξυπηρέτηση και Ε/Κ ψυγείων σε 240 θέσεις. Το 1980 τοποθετείται νέα γερανογέφυρα κρηπιδώματος και το 1986 ο σταθμός παραδίδεται σε πλήρη εκμετάλλευση οργανωμένος πλέον σε σύγχρονες βάσεις. Παράλληλα ενισχύεται ο μηχανικός εξοπλισμός του με νέα οχήματα στοιβασίας και μεταφοράς Ε/Κ, περονοφόρα και άλλα οχήματα.

Εικόνα 48 Γενική άποψη του κεντρικού λιμένα του Πειραιά κατά το έτος 1960

Εκείνη την εποχή είχε πλέον ωριμάσει στους ασχολούμενους με τα λιμενικά ζητήματα η βασική αρχή ότι λιμένας δεν είναι μόνο το θαλάσσιο τμήμα του αλλά και το χερσαίο –μάλιστα πολύ περισσότερο από το πρώτο ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις Ε/Κ. Αρχή που είχε διατυπώσει ο Ζαχαρίου πριν σχεδόν 50 χρόνια από τότε, αφού τη χρησιμοποίησε κατά τη κριτική του επί των σχεδίων του Cagli. Στην περίπτωση της ακτής Βασιλειάδη η περίσφιξή της από οικιστική περιοχή της Δραπετσώνας δημιουργούσε σοβαρά προβλήματα περιορισμού του ζωτικού χώρου και για τις δύο πλευρές. Επιπλέον αναπτύχθηκαν περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω των ανεπαρκών χερσαίων συνδέσεων διά μέσου του πολεοδομικού ιστού. Η εκπαιδευτική επίσκεψη της Σχολής που πραγματοποιήθηκε μερικές χρονιές στο σταθμό Ε/Κ της ακτής αυτής πρέπει να άφησε έντονο το στίγμα της στους φοιτητές ως προς το πρόβλημα των χερσαίων συνδέσεων των λιμένων, αφού το πούλμαν μεταφοράς τους περνούσε σε ελάχιστη απόσταση μεταξύ δύο σειρών χαμηλών οικίσκων της Δραπετσώνας για να προσεγγίσει το σταθμό Ε/Κ. Παρόμοια διαδρομή ακολουθούσαν βέβαια και οι νταλίκες μεταφοράς Ε/Κ. Έτσι οι ένοικοι των σπιτιών κατά μήκος της χερσαίας προσπέλασης του σταθμού ζούσαν κάθε λίγο ένα μικρό βουερό σεισμό κατά τη διέλευση των μεγάλων αυτών οχημάτων. Η έλλειψη ζωτικού χώρου επέβαλλε την ανάπτυξη σύγχρονου σταθμού Ε/Κ στο Νέο Ικόνιο και προδιέγραψε το βραχυχρόνιο της ζωής του αντίστοιχου σταθμού στην ακτή Βασιλειάδη.

Διαπιστώνοντας το πρόβλημα, η μελέτη [6] πρότεινε (1985) τη μεταφορά του σταθμού Ε/Κ με χρονικό ορίζοντα μέχρι το 1995. Πράγματι κατά το διάστημα 1994-95 γίνεται η μεταφορά των δύο γερανογεφυρών στον υπό διαμόρφωση σταθμό Ε/Κ του νέου Ικονίου. Ένα τμήμα βαθιών κρηπιδωμάτων έχει ολοκληρωθεί ήδη στον προβλήτα ΙΙ από το 1989. Εκεί η ανάπτυξη των χερσαίων λειτουργιών έγινε με περισσότερη άνεση και ορ-

θολογικό σχεδιασμό σε πιο ευρύχωρες εκτάσεις. Τα θέματα ασφαλείας όμως τόσο στην κίνηση των οχημάτων στοιβασίας όσο και των γερανογεφυρών δεν αντιμετωπίζονταν όπως σήμερα. Παράδειγμα: φοιτητές της Σχολής με τον καθηγητή τους πήραν την άδεια χειριστή γερανογέφυρας Ε/Κ και ανέβηκαν στο χειριστήριό του για να θαυμάσουν την πραγματικά υπέροχη θέα, πράγμα αδιανόητο σε ένα σύγχρονο container terminal. Η άλλοτε «βιομηχανική» ακτή Βασιλειάδη διαμορφώνεται κατάλληλα και διατίθεται πλέον στην ακτοπλοΐα. Οι απορροφητικοί κρηπιδότοιχοι της μελετώνται σε φυσικό προσομοίωμα στο εργαστήριο λιμενικών έργων της Σχολής –ο εν λόγω τύπος κρηπιδοτοίχων είχε εφαρμοσθεί παλαιότερα (1991) στο λιμένα της Ραφήνας από ακαδημαϊκό προσωπικό του ίδιου εργαστηρίου. Το 1993 παραδίδεται το υπόστεγο εκκένωσης Ε/Κ (CFS) επιφάνειας 20 στρ. στο σταθμό «Ελευθέριος Βενιζέλος», ο οποίος συνεχίζει να συμπληρώνεται με την κατασκευή των δυτικών κρηπιδωμάτων του. Το 1996 ολοκληρώνεται η σύνδεση του σταθμού Ε/Κ με το εθνικό οδικό δίκτυο.

Το 1992 εγκαινιάζεται ο νέος σταθμός επιβατών εξωτερικού στην ακτή Ξαβερίου και το 1996 το μέγαρο υπηρεσιών του ΟΛΠ. Το 1999 ο ΟΛΠ μετατρέπεται σε ανώνυμη εταιρεία και το 2002 παραχωρείται από το Δημόσιο το δικαίωμα χρήσης και εκμετάλλευσης των εγκαταστάσεων στον ΟΛΠ Α.Ε. για 40 έτη.

Κατά το πρόσφατο παρελθόν, στο πλαίσιο μεγαλόπνοου σχεδίου της Κίνας για αναβίωση του δρόμου που θα την ενώνει με την Ευρώπη και παράλληλα για την ενίσχυση της θέσης της στην παγκόσμιο ναυτιλία, η εταιρεία τακτικών γραμμών μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων Cosco δραστηριοποιείται στον Πειραιά στη βάση συμφωνίας παραχώρησης εγκαταστάσεων του λιμένα. Η κινεζική εταιρεία προβλέπεται να αυξήσει το ποσοστό του ΟΛΠ που κατέχει στο 61% τα επόμενα χρόνια. Η παρουσία της έχει μετατρέψει το σταθμό εμπορευματοκιβωτίων στο σημαντικότερο κέντρο μεταφόρτωσης της Μεσογείου. Το περασμένο έτος διακινήθηκαν από τον λιμένα 3.67 εκ. TEU από 1.37 εκ. TEU το 2007! Με την ολοκλήρωση του προβλήτα ΙΙΙ η συνολική ικανότητα του σταθμού Ε/Κ θα ξεπεράσει τα 7 εκατ. TEU. Μια γενική άποψη του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων του Πειραιά δίδεται στην Εικόνα 49.

Εικόνα 49 Ο σύγχρονος σταθμός εμπορευματοκιβωτίων στο Ικόνιο (Πηγή: news.in.gr)

Ίσως έτσι δικαιώνεται και η πρόταση της μελέτης [6] για στήριξη του Πειραιά στο ρόλο της διακίνησης Ε/Κ σε αντίθεση με τις κυκλοφορούσες τότε (1983) πιο ριζοσπαστικές προτάσεις να αναλάβει το ρόλο αυτόν κάποιος άλλος μικρότερος λιμένας της χώρας, χωρίς όμως επαρκή ενδοχώρα και σχετικές ναυτιλιακές και άλλες υπηρεσίες υποστήριξης της λειτουργίας του.

Σ' όλον τον κόσμο ξαστεριά, σ' όλον τον κόσμον ήλιος
και στα καημένα Γιάννενα μαύρο παχύ σκοτάδι·
τι εφέτος κάμαν τη βουλή οχτώ βασίλεια ανθρώποι
κ' εβάλανε τα σύνορα στης Άρτας το ποτάμι.
Δημώδες, 1881

4 ΠΡΟΣΑΡΤΗΣΗ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ... ΛΙΜΕΝΩΝ

Το έτος 1864 τα Ιόνια νησιά ενσωματώνονται στην Ελλάδα. Σε αυτά λειτουργούν αξιόλογοι λιμένες (Αργοστόλι, **Κέρκυρα**, Ζάκυνθος, Λευκάδα, κλπ.) που όμως υποφέρουν συχνά από ζημιές λόγω της έντονης σεισμικότητας της περιοχής. Από τους λιμένες των Ιονίων νήσων, αυτός της Κέρκυρας (Εικ. 50), αναπτύσσεται διαχρονικά λόγω κυρίως της λειτουργίας ναυτιλιακής γραμμής Πατρών-Ιταλίας που «έπιανε» και στην Κέρκυρα.

Εικόνα 50 Ο λιμένας της Κέρκυρας το 1928 (Πηγή: ΟΛΚΕ)

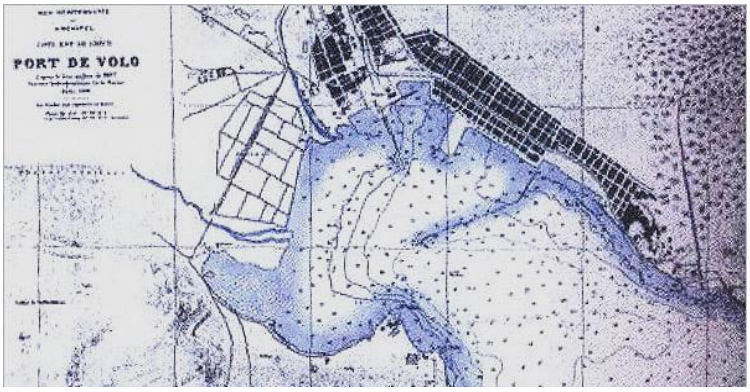
Στις αρχές του 21ου αιώνα η διοίκηση του λιμένα ανατέθηκε στον Οργανισμό Λιμένα Κέρκυρας όπως και σε άλλους εννέα λιμένες της χώρας, επιπρόσθετα των Πειραιώς και Θεσσαλονίκης. Ο λιμένας έχει ανακαινισθεί σχετικά πρόσφατα και

τα τουριστικά σκάφη προσεγγίζουν αρκετά το ιστορικό κέντρο της πόλης. Έτσι η Κέρκυρα κατέχει σήμερα μία από τις πρώτες θέσεις, μετά τον Πειραιά, στον τομέα της κρουαζιέρας και ο λιμένας λειτουργεί επί της ουσίας ως λιμένας αφετηρίας (home port).

Αμέσως μετά την προσάρτηση της Θεσσαλίας στο ελληνικό κράτος (1881) ιδρύεται το λιμενικό Ταμείο **Βόλου** και στη συνέχεια επιβάλλονται, όπως είχε γίνει και για πολλούς άλλους λιμένες στο παρελθόν, ειδικοί φόροι για εκτέλεση λιμενικών έργων. Εκείνη την εποχή ο Βόλος δεν διέθετε ουσιαστικά τεχνητό λιμένα. Η από το πέλαγος εμφάνιση του φυσικού λιμένα παρουσιάζεται στην Εικόνα 51 του 1890.

Εικόνα 51 Άποψη του φυσικού λιμένα Βόλου 1890 (Πηγή: Μουσείο Μπενάκη)

Η γαλλική τεχνική αποστολή του 1882 υπό τον αρχιμηχανικό Alfred Rondel αναλαμβάνει κατ' αρχήν (1885) τη μελέτη διευθέτησης των χειμάρρων που εμπλέκονται με τον λιμένα και τελικά αποτέλεσαν κεντρικό ζήτημα των έργων ανάπτυξής του. Η εκτροπή των χειμάρρων εκτός λιμένα ξεκίνησε το 1888 από τον γάλλο λιμενολόγο μηχανικό *Trebouville* με εργολαβία του *Θεοφάνη Πετρόχειλου*. Λόγω των δυσχερειών του έργου η λιμενική επιτροπή κάλεσε (1889) τον αρχιμηχανικό λιμενικών έργων της Μασσαλίας και μέλος της γαλλικής τεχνικής αποστολής Edouard Quellennec. Ο τελευταίος, κατά τη σύντομη παραμονή του στο Βόλο, μελέτησε επίσης τη θεμελίωση της σιδηροδρομικής γέφυρας του χειμάρρου Κραυσίδωνα για λογαριασμό των θεσσαλικών σιδηροδρόμων. Στη συνέχεια προσκλήθηκε (1890) ο μηχανικός *Minuit*, μέλος της ίδιας αποστολής, για εξέταση της πορείας των έργων. Παράλληλα έχει ξεκινήσει (1888) υπό τον Trebouville η τοπογραφική αποτύπωση για τη διαμόρφωση του νέου προβλήτα στο ΒΑ τμήμα του λιμένα, έργο γύρω από το οποίο διαμορφώνεται η πρόταση των Γάλλων τεχνικών (1890) για το σχέδιο διαρρύθμισης του λιμένα (Εικ. 52).

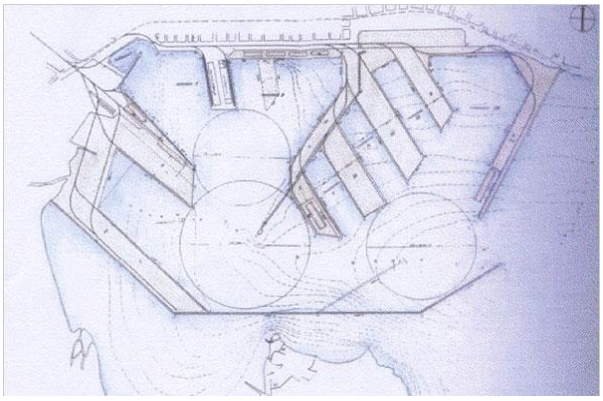


Εικόνα 52 Το σχέδιο των Γάλλων τεχνικών του 1890 (Πηγή: Bibliotheque Nationale Paris)

Τα έργα συνεχίσθηκαν με μηχανικό λιμένα τον *Αριστείδη Έσλιν*. Το 1908 ολοκληρώνεται η διευθέτηση του χειμάρρου Αναύρου, ενώ αυτή του Κραυσίδωνα καθυστέρησε κι άλλο. Με τα λιμενικά έργα του Βόλου ασχολήθηκε και ο πολιτικός μηχανικός Η. Αγγελόπουλος και ο μηχανικός λιμενικών έργων Θ. Ματαράγκας. Παράλληλα εκτελούνται έργα χερσαίων οδικών και σιδηροδρομικών συνδέσεων του λιμένα. Έτσι ο Βόλος αναδεικνύεται σημαντικό βιομηχανικό κέντρο ενώ αυξάνει σημαντικά ο πληθυσμός του, ιδίως μετά τη μικρασιατική καταστροφή (1922), πολύ πάνω από τους 5 χιλ. κατοίκους που είχε κατά την απελευθέρωση (1881). Οι χιλιάδες πρόσφυγες που μετανάστευσαν στην πόλη έδωσαν στο Βόλο πρόσθετη ώθηση στην οικονομική και πολιστιστική δραστηριότητα της περιοχής μέχρι τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Το 1939 ο λιμένας διακίνησε 250 χιλ. τόνους εμπορευμάτων και 50 χιλ. επιβάτες, καταλαμβάνοντας έτσι σπουδαία θέση στους λιμένες της χώρας μετά τον Πειραιά και τη Θεσσαλονίκη.

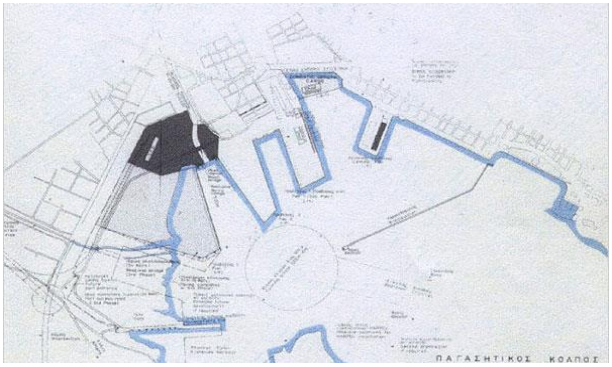
Κατά τη διάρκεια του πολέμου ο λιμένας υπέστη, όπως και άλλοι λιμένες της χώρας, σοβαρές ζημιές από βομβαρδισμούς. Η λιμενολεκάνη αχρηστεύτηκε από καταβυθίσεις πλοίων, ο σιδηροδρομικός προβλήτας καταστράφηκε όπως και κρηπιδώματα του κεντρικού προβλήτα, τμήμα του κυματοθραύστη, αποθηκευτικοί χώροι και κτίρια της χερσαίας ζώνης. Η αποκατάσταση των ζημιών ξεκίνησε το 1947 με μηχανικό λιμένα τον *Γ. Κοντοστάνο*. Το 1948 υπογράφηκε σύμβαση μεταξύ του λιμενικού Ταμείου, του υπουργείου δημοσίων έργων και της AMAG (American Mission for Aid to Greece) για την ανακαίνιση του λιμένα. Η σύμβαση προέβλεπε κυρίως την ολοκλήρωση της επισκευής των κρηπιδωμάτων και την κατασκευή υποστέγων και άλλων κτιρίων στη χερσαία ζώνη του λιμένα.

Στο πλαίσιο ανασυγκρότησης της χώρας μετά τον πόλεμο ανατέθηκε (1949) γενική τεχνικοοικονομική μελέτη διαρρύθμισης του λιμένα στον καθηγητή λιμενικών έργων του Πολυτεχνείου Δημοσθένη Πίππα. Ο τελευταίος σε συνεργασία με τον Γ. Κοντοστάνο και τις ελληνικές και αμερικανικές υπηρεσίες παρουσίασε πρόταση έργων (Εικ. 53), η οποία όμως αφ' ενός ήταν κλίμακας πολύ μεγαλύτερης των απαιτήσεων και αφ' ετέρου απέκοπτε τη δυτική πόλη από τη φυσική διέξοδό της προς τη θάλασσα. Επτά νέοι προβλήτες προτάθηκαν και εκτεταμένα εξωτερικά έργα που μάλλον προωρίζοντο για ακτομηχανική λειτουργία παρά για υδραυλική προστασία της λιμενολεκάνης. Το σχέδιο δεν εφαρμόσθηκε λόγω και του απαγορευτικού κόστους του, όμως το 1950 ξεκινά η ανέγερση υποστέγου και άλλων κτιρίων στον κεντρικό προβλήτα με εργολαβία της εταιρείας «Τεχνική Ένωσις».



Εικόνα 53 Το σχέδιο Πίππα για τη διαρρύθμιση του λιμένα Βόλου (Πηγή: ΟΛΒ)

Η αποβιομηχάνιση της περιοχής και η ανάπτυξη των χερσαίων μεταφορών επέφεραν την οριστική εγκατάλειψη του σχεδίου Πίππα. Αντ' αυτού η λιμενική επιτροπή ανέθεσε τεχνικοοικονομική μελέτη την οποία συνέταξαν (1966) οι πολεοδόμοι *Κωνσταντίνος Δοξιάδης*, *Αντώνης Τρίτσης* και *Ανδρέας Συμεών* σε συνεργασία με τον λιμενολόγο μηχανικό αγγλικής εταιρείας *E. Loewy*. Η πρόταση προέβλεπε συγκέντρωση της εμπορευματικής κίνησης στη δυτική πλευρά του κόλπου, ενώ ο κεντρικός προβλήτας αποδόθηκε στην κίνηση εσωτερικού και το τμήμα μεταξύ αυτού και του εξωτερικού μόλου στα σκάφη αναψυχής. Τα έργα δεν προχώρησαν γρήγορα, εν τούτοις το 1977 εγκαινιάζεται το σιδηροδρομικό πορθμείο Βόλου–Ταρτούς (Συρία), το οποίο δεν προσελκύει την αναμενόμενη κίνηση και αδρανοποιείται σύντομα. Παράλληλα το 1979 κατατίθενται προτάσεις ελληνικής τεχνικής εταιρείας για παραχώρηση για 25 έτη τμήματος του λιμένα και κατασκευή εκεί σταθμού εμπορευματοκιβωτίων. Παρόλο που οι προτάσεις εγκρίθηκαν αρχικά από τη λιμενική Επιτροπή, η υλοποίησή τους δεν προχώρησε λόγω της έναρξης (1983) της γενικότερης μελέτης σχεδιασμού των ελληνικών λιμένων [6]. Το σχέδιο της μελέτης αυτής (Εικ. 54), που απετέλεσε οδηγό για τη μέχρι σήμερα πορεία του λιμένα, προέβλεπε, σε δεύτερη φάση, την κατασκευή του τριγωνικού προβλήτα ΙΙΙ για εξυπηρέτηση εμπορευματοκιβωτίων, την απόδοση του ΒΑ τμήματος του λιμένα στην πόλη, καθώς και άλλες παρεμβάσεις.



Εικόνα 54 Πρόταση μελέτης [6] για την ανάπτυξη του λιμένα Βόλου (Πηγή: ΟΛΒ)

Το έτος 2001 το λιμενικό Ταμείο Βόλου έδωσε τη θέση του στον «Οργανισμό Λιμένα Βόλου Α.Ε.» ως φορέα διοίκησης και διαχείρισης του λιμένα με παραχώρηση των λιμενικών εγκαταστάσεων σε αυτόν μέχρι το έτος 2042. Πρόσφατα αναθερμάνθηκαν σχέδια συνδυασμένων μεταφορών του λιμένα με τους σιδηροδρόμους, παρά το ατυχές παρόμοιο εγχείρημα της δεκαετίας του 1980.

Η ελληνική κυβέρνηση έδωσε ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη και ασφάλεια της ναυσιπλοΐας. Έτσι το 1887 ιδρύεται ειδική επιτροπή Φάρων τη στιγμή που λειτουργούσαν ήδη 43 φάροι. Δύο χρόνια αργότερα η επιτροπή προτείνει την κατασκευή άλλων 73 φάρων και το 1893 λειτουργούν 69 ενώ 55 βρίσκονται υπό κατασκευή.

Κατά το έτος 1890, όταν αποφοίτησαν οι πρώτοι σπουδαστές του Πολυτεχνείου με γνώσεις λιμενικών έργων, είχαν κατασκευασθεί ή βρίσκονταν σε εξέλιξη έργα κυρίως μικρής κλίμακας σε 20 λιμένες, όπως μόλοι περιορισμένου μήκους από λιθορριπές, αβαθή κρηπιδώματα, κλπ. Μεγαλύτερης κλίμακας έργα εκτελούνταν στον Πειραιά (κρηπιδώματα εσωτερικού λιμένος και λιμένος Αλών, προσήνεμος μόλος), Καλαμάτα (προσήνεμος μόλος 600 m, κρηπιδότοιχος νηοδόχου, παραλιακά κρηπιδώματα), Κατάκολο (προσήνεμος μόλος 700 m), Πάτρα (κυματοθραύστης, μόλοι Καλαβρύτων, Αγ. Νικολάου), Κύμη (προσήνεμος μόλος 600 m), Κυλλήνη (μόλος με κατακόρυφο μέτωπο), Σύρο (προσήνεμος μόλος). Τα σημαντικότερα από τα λιμενικά αυτά έργα μελετήθηκαν από τον ειδικά μετακληθέντα Γάλλο λιμενολόγο Πασκάλ, αρχιμηχανικό των λιμενικών έργων της Μασσαλίας που κατασκευάζονταν τότε. Συνέβαλλαν επίσης στη μελέτη και κατασκευή των λιμενικών έργων της εποχής αυτής (1865-1890) έλληνες μηχανικοί που είχαν σπουδάσει στο εξωτερικό αλλά και αξιωματικοί του Μηχανικού. Η δραστηριότητα αυτή προκλήθηκε κυρίως από τις ανάγκες που δημιουργήθηκαν με την έλευση της ατμήρους ναυσιπλοΐας αλλά και από τις ευνοϊκές συνθήκες χρηματοδότησης των λιμενικών έργων που προέβλεπε ο νόμος ΡΚΘ' του 1865 «Περί λιμένων, προκυμαιών και φάρων», που ίσχυσε έως το 1920. Το έτος 1914 συγκροτείται υπουργείο Συγκοινωνίας με Τμήμα υδραυλικών και λιμενικών έργων. Στο υπουργείο αυτό υπάγονται τα δημόσια έργα και έτσι πρώτος υπουργός αναλαμβάνει ο ***Δημήτριος Διαμαντίδης*** με μεταπτυχιακές σπουδές στη Γαλλία και ειδίκευση στις συγκοινωνίες. Ο Διαμαντίδης ήταν απόφοιτος του Πολυτεχνείου (1891), νομομηχανικός και ασχολήθηκε με λιμενικά έργα. Το 1917 ιδρύεται Συμβούλιο Δημοσίων Έργων με μέλη, μεταξύ άλλων, καθηγητές των εδρών λιμενικών και υδραυλικών έργων.

Η απελευθέρωση μεγάλου τμήματος της βόρειας Ελλάδας από τους Οθωμανούς πραγματοποιήθηκε το 1912-13. Ο λιμένας της **Θεσσαλονίκης** (Εικ. 55) ήταν

ήδη σημαντικός θαλάσσιος κόμβος μεταφορών και εξυπηρετούσε ικανοποιητικά τη μεγάλης έκτασης φυσική του ενδοχώρα των Βαλκανίων. Προς το τέλος του 19ου αιώνα συνδεόταν με πολλούς γνωστούς λιμένες της Μεσογείου και με σιδηροδρομικές γραμμές προς το ευρωπαϊκό σιδηροδρομικό δίκτυο, προς Φλώρινα-Μοναστήρι και προς Αλεξανδρούπολη-Κωνσταντινούπολη.

Εικόνα 55 Ο λιμένας της Θεσσαλονίκης κατά το 1900 (Πηγή: Αρχείο ΟΛΘ)

Η σημερινή κεντρική προκυμαία της πόλης κατασκευάσθηκε σε μήκος 1.6 km στη θέση της παλαιάς παραλίας σύμφωνα με σχέδια του *Πολύκαρπου Βιτάλη* (1870) κατά το διάστημα 1870-82 από την Societé des Quais de Salonique. Στη συνέχεια διαμορφώθηκε ένα τμήμα του 1ου προβλήτα προς τα δυτικά. Στις αρχές του 20ου αι. συνάπτεται σύμβαση μεταξύ Τουρκίας και Γαλλίας για την κατασκευή και εκμετάλλευση για 40 χρόνια νέων έργων στον λιμένα. Έτσι η νεοσύστατη γαλλική εταιρεία Societé Anonyme Ottomane de Construction et Exploitation du Port du Salonique ολοκληρώνει μέχρι το 1904 τον 1ο προβλήτα, το κρηπίδωμα μεταξύ 1ου και 2ου προβλήτα, το ανατολικό κρηπίδωμα του 2ου προβλήτα, τμήμα του κυματοθραύστη, σιδηροδρομικό δίκτυο εξυπηρέτησης του λιμένα, αποθήκες επί του 1ου προβλήτα και άλλα δίκτυα υποδομής ((βλ. επόμενο σχέδιο). Αγοράσθηκαν επίσης οι πρώτοι γερανοί κρηπιδώματος. Τα σχέδια είναι του *Jules Robert* (1897) αλλά και προηγουμένως είχαν εκπονηθεί αντίστοιχες μελέτες από τον Helarion Pascal (1874) και τον *Louis Barret* (1872).

Λίγο πριν την απελευθέρωση ολοκληρώνεται η κατασκευή του τελωνείου, σχεδιασμένο από τον γνωστό αρχιτέκτονα *Alexandre Vallaury* (1850-1921) γεννημένο στην Κωνσταντινούπολη από λεβαντίνικη οικογένεια με σπουδές στη Γαλλία. Η κατασκευή των κτιρίων του τελωνείου ανατέθηκε στον ιταλοϊσραηλινής καταγωγής αρχιτέκτονα *Eli Modiano* με έντονη επαγγελματική δραστηριότητα στην πόλη.

Η ένωση της Θεσσαλονίκης με την ελεύθερη Ελλάδα βρήκε τον λιμένα της με κάποιες υποδομές, όμως με τον καθορισμό των συνόρων των κρατών κατά τη λήξη των βαλκανικών πολέμων (1913) η χερσαία λεκάνη επιρροής του λιμένα απομειώθηκε δραστικά και απότομα. Το τελευταίο αυτό γεγονός είχε αρνητική επίδραση στην ελκυστικότητα

του λιμένα και έτσι η ελληνική Κυβέρνηση ίδρυσε (1914) την «Ελευθέρα Ζώνη του λιμένος Θεσσαλονίκης» για αντιστροφή, κατά το δυνατόν, των αρνητικών επιπτώσεων της εγγύτητας των βορείων συνόρων της χώρας. Στο χώρο της Ζώνης αυτής υπήρχε απαλλαγή των εμπορευμάτων από τους εισαγωγικούς δασμούς και φόρους καθώς και άλλες διευκολύνσεις. Ευνοϊκότερες συνθήκες προσφέρθηκαν (1923) από τον λιμένα στις διαμετακομιστικές ροές εμπορευμάτων προς/από την (τότε) Γιουγκοσλαβία μέσω ειδικής Ελεύθερης Ζώνης στον προβλήτα #2 –καθεστώς που διατηρήθηκε για πάνω από 70 χρόνια. Η όψη της παλαιάς προκυμαίας από τον Λευκό Πύργο κοιτώντας προς τον προβλήτα #1 παρουσιάζεται σε φωτογραφία του 1918 (Εικ. 56).

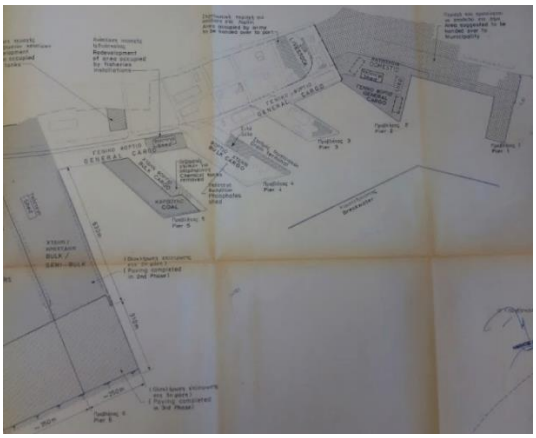
Εικόνα 56 Άποψη του λιμένα από τον Λευκό Πύργο, στο βάθος η επέκτασή του προς τα δυτικά

Η φωτογραφία της δεκαετίας του 1930 (Εικ. 57)αφορά την ίδια περιοχή με την προηγούμενη αλλά κοιτώντας προς την αντίθετη κατεύθυνση. Ως φαίνεται εξακολουθεί και τότε να διεξάγεται κάποια δραστηριότητα μικρών σκαφών στον παλαιό λιμένα.

Εικόνα 57 Ο παλαιός λιμένας κατά τη δεκαετία του 1930

Κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο οι εγκαταστάσεις του λιμένα καταστρέφονται σχεδόν

ολοσχερώς από τους αγγλικούς και αμερικανικούς βομβαρδισμούς αλλά και από τις επί τούτω ανατινάξεις των γερμανικών στρατευμάτων κατά την αποχώρησή τους. Μετά το τέλος του πολέμου αποκαθίστανται οι λιμενικές υποδομές και αρχίζει η επέκταση του λιμένα προς δυσμάς με την κατασκευή προβλητών, αποθηκευτικών χώρων, οδικών και σιδηροδρομικών συνδέσεων αλλά και με την αγορά σύγχρονου μηχανολογικού εξοπλισμού. Έτσι το 1946 κατασκευάζεται ο προβλήτας Λανκασάϊρ (#3), το 1962 ο προβλήτας Μπεχτσινάρ (#4), το 1966 ο προβλήτας #5. Το 1970 τη θέση του Λιμενικού Ταμείου παίρνει ο ΟΛΘ Α.Ε. και στη συνέχεια (1972) αρχίζει η κατασκευή του (πολύπαθου) προβλήτα #6, τμήμα του οποίου ολοκληρώνεται μετά από 17 χρόνια. Εκεί εγκαθίσταται ο σταθμός εμπορευματοκιβωτίων του λιμένα, ο οποίος διαθέτει σιδηροδρομική σύνδεση σε αντίθεση με τον αντίστοιχο σταθμό εμπορευματοκιβωτίων του Πειραιά. Στο σχεδιασμό των έργων του προβλήτα #6 συμμετείχαν ενεργά απόφοιτοι και παλαιότερο ακαδημαϊκό προσωπικό της Σχολής.



Εικόνα 58 Η διάταξη των προβλητών του λιμένα στην πρόταση της [6] (Πηγή: Αρχείο Κ. Μέμου)

Ο λιμένας της Θεσσαλονίκης βρίσκεται σε στρατηγική θέση για εξυπηρέτηση των μεταφορικών ροών της βαλκανικής χερσονήσου. Η προφανής αυτή αλήθεια, που στηρίζεται και στην ιστορική πραγματικότητα, είχε επισημανθεί ήδη από το 1985 στη μελέτη [6] με στόχο την προώθηση σχεδίων ανάπτυξης γύρω από αυτό το ρόλο του λιμένα. Στον απόηχο της εν λόγω μελέτης, σχέδιο της οποίας προηγείται, γίνονται κάποια έργα κατά τη δεκαετία του 1990, όπως η σημαντική αύξηση της αποθηκευτικής ικανότητας του λιμένα μέσω επιχωματώσεων στη ρίζα του προβλήτα #6 και η απ' ευθείας σύνδεση με το εθνικό οδικό δίκτυο με παράκαμψη της πόλης. Εντούτοις οι επενδύσεις σε λιμενικές υποδομές δεν υπήρξαν επαρκείς και ο προβλήτας #6 δεν επεξετάθη σε μεγαλύτερα βάθη όπως προβλεπόταν. Πρόσφατα παραχωρήθηκαν τα 2/3 του ΟΛΘ έως το έτος 2051 σε όμιλο γαλλογερμανικών συμφερόντων, επιχειρηματιών στο χώρο της ναυτιλίας και επενδυτών. Με τη συμφωνία αυτή προβλέπεται να επενδυθούν εκ μέρους του ομίλου €180 εκατ. σε λιμενικές υποδομές κατά την επόμενη επταετία.

Οι απόφοιτοι της πρώτης αυτής περιόδου της Σχολής έχοντας γνωστικά εφόδια της λιμενικής τέχνης ασχολούνται ως μελετητές ή κατασκευαστές λιμενικών έρ-

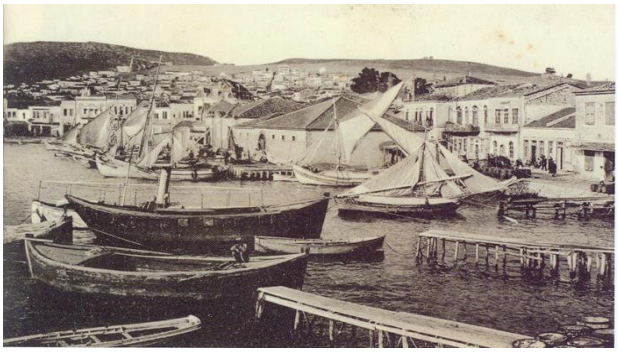
γων. Πολλοί εξ αυτών στο πλευρό μηχανικών της γαλλικής αποστολής υπό τον αρχιμηχανικό λιμενολόγο É. Quellennec.

Μετά τον Χρυσοχόο αναλαμβάνει (1904) ο ***Άγγελος Γκίνης*** την έδρα των λιμενικών έργων στο Πολυτεχνείο. Η εμβληματική προσωπικότητα του Γκίνη (1859-1927) σφράγισε τόσο το Πολυτεχνείο, του οποίου διετέλεσε διευθυντής σχεδόν επί εικοσαετία, όσο και τη Σχολή και το αντικείμενο των λιμενικών έργων. Με σπουδές σε Δρέσδη και Καρλσρούη, ασχολείται με τα λιμενικά έργα ήδη από το 1881 ως μελετητής και επιβλέπων (1882) στον λιμένα Μεσολογγίου. Καθηγητής γεφυροδοποιΐας (1898-1904), λιμενικών και υδραυλικών έργων (1904-1927), κατάρτισε μελέτες για λιμένες της Ελλάδος, η οποία επί των ημερών του έλαβε σταδιακά τη σημερινή της έκταση πλην Δωδεκανήσου. Τέτοιοι λιμένες ήταν του Πειραιά, της Πάτρας, των Χανίων καθώς και της Χίου, Πρεβέζης, Καβάλας, Κορίνθου, Χαλκίδας. Έγραψε το πρώτο τεχνικό πόνημα επί του αντικειμένου «Μαθήματα λιμενικών έργων» έκτασης 620 σελ. (εκδ.1915), όπου κανείς μπορεί να απολαύσει, εκτός των άλλων, λεπτομερή κατασκευαστικά σχήματα λιμενικών έργων και εγκαταστάσεων από λιμένες εντός και εκτός Ελλάδος. Θεωρώ πως ο Γκίνης μπορεί εύλογα να θεωρηθεί «πατήρ» των λιμενικών έργων στην Ελλάδα. Κατά τη διαδρομή του στο Μετσόβιο μέχρι το θάνατό του έδωσε αγώνες για τον εκσυγχρονισμό, εκδημοκρατισμό και ποιοτική αναβάθμιση του Ιδρύματος, στο πλαίσιο του βενιζελικού εγχειρήματος εκσυγχρονισμού της χώρας (1914-1923).

Παράλληλα αναβαθμίζεται σταδιακά και η ποιότητα παραγωγής των λιμενικών έργων. Παράδειγμα τα ενδελεχή τεύχη δημοπράτησης που εξέδωσε ο νομομηχανικός ***Αντ. Μαναράκης*** (1899), όπου περιλαμβάνονται, πέραν των τυπικών στοιχείων, προδιαγραφές και τρόποι εκτέλεσης των έργων. Εκεί καθορίζονται με λεπτομέρεια, μεταξύ άλλων οι αναλογίες πετρωμάτων και οι κλίσεις των πρανών κυματοθραυστών(!).

Μετά τους βαλκανικούς πολέμους τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου ενσωματώθηκαν στην Ελλάδα. Ο λιμένας της **Μυτιλήνης** έπαιζε σημαντικό ρόλο στη διακίνηση εμπορευμάτων μεταξύ της Λέσβου και των άλλων νήσων του Αιγαίου, της Μικρασίας και του Ευξείνου Πόντου, πολύ πριν την απελευθέρωση του νησιού (1912). Ο λιμένας αποτελείται ουσιαστικά από δύο λιμενολεκάνες που επικοινωνούσαν μεταξύ τους με δίαυλο από τους αρχαίους χρόνους. Ο βόρειος λιμένας ήταν ο κύριος πόλος της από θάλασσα σύνδεσης του νησιού μέχρι τον 19^{ο} αιώνα, οπότε σταδιακά το ρόλο αυτό ανέλαβε ο νότιος σημερινός λιμένας Μυτιλήνης. Στην Εικόνα 59 φαίνεται ο λιμένας και το τελωνείο στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Η λεκάνη του λιμένα σχεδόν διπλασιάσθηκε με προλιμένα και κατασκευή μόλου (1970) ενώ ακολούθησαν επιχωματώσεις (1997) και κατασκευή μαρίνας στο νότιο τμήμα του. Το 2007 ο λιμένας χαρακτηρίζεται από το κράτος ως λιμένας διεθνούς ενδιαφέροντος, μαζί με άλλους 15 λιμένες –τους σημαντικότερους της χώρας.



Εικόνα 59 Ο λιμένας της Μυτιλήνης με το τελωνείο στις αρχές του 20ου αι. (Πηγή: Συλλογή Ιγνάτη Σίμου)

Η Κρήτη ενσωματώνεται στην Ελλάδα το 1913 μετά από μια περίοδο αυτονομίας (1896-1913) και πολλές επαναστατικές προσπάθειες κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα. Ο λιμένας του Μεγάλου Κάστρου (Ηρακλείου) βρίσκεται να έχει τις ενετικές οχυρώσεις του σε σχετικά καλή κατάσταση, όπως είχαν επισκευασθεί από τους Τούρκους που κατείχαν το **Ηράκλειο** από το 1669. Μετά την ενσωμάτωση στην Ελλάδα γίνονται μελέτες για διαρρύθμιση και επέκταση του λιμένα που, πλέον, δεν μπορεί να εξυπηρετεί τα πλοία, λόγω των συνεχώς αυξανόμενων διαστάσεών τους. Η εικόνα του 1932 (βλ. Εικ. 60) υποδεικνύει με σαφήνεια την εν λόγω ανάγκη.

Εικόνα 60 Ο (ενετικός) λιμένας Ηρακλείου το 1932 (Πηγή: Π. Παπαχατζηδάκης)

Το έτος 1936 ξεκινούν οι σχετικές εργασίες, οι οποίες διακόπτονται λόγω της κήρυξης του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Κατά την αποχώρησή τους οι Γερμανοί σχεδιάζουν να ανατινάξουν τον λιμένα (1945), πράγμα που αποτρέπεται λόγω των χρημάτων που τους δόθηκαν μετά από έρανο των κατοίκων. Με την ανασύσταση του κράτους οι εργασίες συνεχίζονται και το 1960 ο λιμένας επεκτείνεται και αποκτά τρεις νέους προβλήτες και προσήνεμο μόλο αντίστοιχου μήκους. Το 1978 κατασκευάζεται τέταρτος προβλήτας προς τα ανατολικά και επεκτείνεται ο προσήνεμος μόλος. Η μελέτη [6] του 1985 προτείνει για τον λιμένα, μεταξύ άλλων, την κατασκευή ευρέος προβλήτα μεταξύ του τρίτου και του (τότε) τέταρτου, έργο που ξεκινά να κατασκευάζεται το 1989. Έτσι ο λιμένας σήμερα διαθέτει πέντε προβλήτες, επιπλέον των εγκαταστάσεων του παλαιού (ενετικού) λιμένα όπου εξυπηρετούνται αλιευτικά και τουριστικά σκάφη. Όμως τα ενετικά τείχη του παλαιού λιμένα κατά μήκος του προσήνεμου μόλου έχουν υποστεί σημαντικές φθορές από τη δράση των κυματισμών, οι οποίες απομειώνουν τη στατική τους επάρκεια σε επικίνδυνο βαθμό. Για το λόγο αυτό προσκλήθηκε (2004) μέλος του ακαδημαϊκού προσωπικού της Σχολής να προτείνει τρόπο προστασίας και να σχεδιάσει τα απαιτούμενα έργα. Η πρόταση περιελάμβανε ύφαλες κατασκευές σε επίκαιρες θέσεις ώστε να απορροφούν κυματική ενέργεια λόγω της θραύσης των κυμάτων που προκαλούν. Παράλληλα με τα λιμενικά έργα πραγματοποιήθηκε εκσυγχρονισμός του μηχανολογικού και λοιπού εξοπλισμού του λιμένα. Στους προβλήτες ΙΙΙ και IV λειτουργεί Ελεύθερη Ζώνη διακίνησης εμπορευμάτων, ενώ η διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων γίνεται κυρίως από τον προβλήτα V. Καύσιμα και τσιμέντα διακινούνται εκτός του κυρίως λιμένα. Το Ηράκλειο βρίσκεται στις πρώτες θέσεις της χώρας αναφορικά με την εξυπηρέτηση κρουαζιερόπλοιων.

Την έντονη εξωακαδημαϊκή απασχόληση των καθηγητών λιμενικών έργων του Πολυτεχνείου ακολούθησε και ο διάδοχος του Γκίνη κάτοχος της έδρας (1930-32) ***Chedal Anglay***, Γάλλος λιμενολόγος μηχανικός, διευθυντής της εταιρείας λιμενικών και υδραυλικών κατασκευών «Hersent», η οποία εκτέλεσε (1924-1931) πολλά από τα έργα του λιμένα Πειραιά, ιδίως στη λεκάνη Αλών, στο πλαίσιο του προγραμματικού σχεδίου του 1923, όπως αναφέρεται στην ενότητα 3.3 του παρόντος.

Το 1915 στην Ελλάδα εργάζονται 106 πολιτικοί μηχανικοί απόφοιτοι ξένων πολυτεχνείων, ενώ το 1934 ο αριθμός αυτός γίνεται 288. Την ίδια χρονιά (1934) το σύνολο των πολιτικών μηχανικών στην Ελλάδα ήταν 1 002. Μέχρι το πέρας του μεσοπολέμου αρκετοί απόφοιτοι του Πολυτεχνείου ασχολήθηκαν με τη μελέτη και κατασκευή των λιμενικών έργων της χώρας, τα οποία έργα συμπλήρωσαν ή αναβάθμισαν τα ήδη κατασκευασθέντα κατά την προ του 1890 χρονική περίοδο. Μερικοί από αυτούς, πέραν όσων αναφέρονται στο υπόλοιπο κείμενο, είναι οι ***Ι. Μοσχονάς*** (απόφοιτος 1888), ***Μ. Λυκούδης*** (απόφοιτος 1895, απασχόληση με λιμενικά έργα κατά το διάστημα 1895-1914), ***Π. Παπανδρόπουλος*** (απασχόληση με λιμενικά έργα 1900-1912), ***Α. Σακελλαρόπουλος*** (απόφοιτος 1896, διευθυντής θαλασσίων και υδραυλικών έργων, εργολήπτης από το 1905, ιδρυτής της εταιρείας ΕΡΘΑ το 1925), ***Ι. Οικονόμου*** (μηχανικός της εταιρείας Raspini et

Petitmermet), ***Α. Σάββας*** (λιμενικά έργα πολεμικού ναυστάθμου), ***Α. Καζάκος*** (διώρυγα Κορίνθου 1917, αρχιμηχανικός ΑΚΤΕ 1925-1928), ***Θ. Παπαθεοδώρου*** (ελεύθ. επαγγελματίας από το 1925), ***Π. Ντούλης*** (εργολήπτης δημοσίων έργων 1924-1929), ***Ι. Καψαλόπουλος*** (εργολήπτης 1924-1930), ***Κ. Ζάννος*** (ελεύθ. επαγγελματίας από το 1925), ***Π. Εμμανουηλίδης*** (σε κατασκευαστικές εταιρίες 1926-1929), ***Δ. Ορφανιτόπουλος*** (μηχανικός Α.Ε. θαλασσίων και υδραυλικών έργων ΕΡΘΑ από το 1926), ***Δ. Γούτος*** (από το 1928 με την ΕΡΘΑ, λιμενικά έργα Πρέβεζας, Βόλου, Καβάλας), ***Δ. Κλαυδιανός*** (μηχανικός της Hersent, λιμενικά έργα Αγ. Νικολάου), ***Β. Νικολάου*** (κυματοθραύστες Ιτέας, Ικαρίας), ***Π. Σαρρής*** (από το 1934 μελέτη και εκτέλεση λιμενικών έργων Ελευσίνας, Ερμιόνης), ***Ι. Στρατηγάκης*** (λιμενικά έργα Σκοπέλου). Επίσης ο ***Αλέξανδρος Σφήκας***, απόφοιτος του 1929, έκτοτε επιμελητής και αργότερα καθηγητής γεωδαισίας στο ΕΜΠ, απασχολήθηκε επαγγελματικά με μελέτες και επιβλέψεις λιμενικών, σιδηροδρομικών και οικοδομικών έργων. Ο Σφήκας διετέλεσε πρόεδρος του ΤΕΕ κατά το διάστημα 1970-1974.

Η Θράκη ενσωματώνεται στην ελληνική επικράτεια το 1920, περνώντας από τη βουλγαρική κυριαρχία κατά το διάστημα 1912-1920. Η πόλη της **Αλεξανδρούπολης** είχε περιέλθει στα χέρια των Ρώσων από το 1878 σύμφωνα με τη συνθήκη του Αγίου Στεφάνου, που υπογράφηκε μετά τον τερματισμό του ρωσοτουρκικού πολέμου (1876-1877).

Κατά τη ρωσική κατοχή εκπονήθηκε από μηχανικούς του ρωσικού στρατού το πολεοδομικό σχέδιο με βάση το οποίο χτίστηκε η πόλη στη θέση του μικρού ψαροχωρίου Δεδέ–Αγάτς. Σε αυτό είχε φθάσει ο σιδηρόδρομος ήδη από το 1871 και είχε μετατρέψει το μικρό οικισμό σε σημαντικό διαμετακομιστικό κόμβο και πόλο έλξης εμπόρων από πολλά σημεία της οθωμανικής επικράτειας. Αντίστοιχα αναπτύχθηκε και ο λιμένας του οικισμού. Έτσι το 1880 η Γαλλική Εταιρεία των Οθωμανικών Φάρων κατασκεύασε το φάρο–σύμβολο της πόλης για να εξυπηρετηθούν οι αυξημένες ανάγκες της ναυτιλιακής κίνησης που προκαλούντο από τις σιδηροδρομικές μεταφορές. Το τέλος του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου βρίσκει τον λιμένα με πλήθος σκαφών βυθισμένων από τους συμμαχικούς βομβαρδισμούς του 1915. Κατά το 1931 συντάσσεται μελέτη νέου προσήνεμου μόλου και μέχρι την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου ο μόλος κατασκευάζεται σε δύο φάσεις με συνολικό μήκος 430 m. Μετά τον πόλεμο ο λιμένας εντάσσεται (1949) στο πρόγραμμα του «Σχεδίου Μάρσαλ» για εκτέλεση έργων. Έτσι κατά το διάστημα 1950-53 επεκτείνεται ο προσήνεμος μόλος κατά 315 m, κατασκευάζεται υπήνεμος μόλος μήκους 525 m και προστίθεται η προφυλακτήρια ανωδομή και στους δύο μόλους.

Κατά την περίοδο 1964-1971 κατασκευάζονται τα παράκτια κρηπιδώματα της βόρειας ζώνης του λιμένα καθώς και ο κεντρικός προβλήτας. Στη συνέχεια (1975-1980) ο προσήνεμος μόλος επεκτείνεται σε δύο φάσεις κατά άλλα 205 m. Οι ως άνω αλλεπάλληλες επεκτάσεις του μόλου, τέσσερις μέσα σε 42 χρόνια, έχουν να κάνουν με την προσπάθεια μείωσης του προβλήματος των προσαμμώσεων του λιμένα από ιζήματα το οποίο φαίνεται να είναι ενδημικό στην περιοχή λόγω των φερτών που μεταφέρει στην παρά-

κτια ζώνη ο ποταμός Έβρος.

Η μελέτη σχεδιασμού των ελληνικών λιμένων [6] προτείνει (1985) την ενδυνάμωση του λιμένα στο ρόλο του ως διαμετακομιστικού κόμβου ροών προς τα ανατολικά Βαλκάνια και την ανατολική Ευρώπη, ως ενεργειακού κόμβου, αλλά και ως στηρίγματος της ακριτικής ζώνης της χώρας. Οι εν λόγω προτάσεις πιθανόν αποτέλεσαν τον καταλύτη για τα νέα μεγάλα έργα του λιμένα. Έτσι κατά την περίοδο 1994-2001 κατασκευάζονται τα έργα της Α΄, Β΄ και μέρους της Γ΄ φάσης με τα οποία επεκτείνεται ο προσήνεμος μόλος κατά άλλα (!) 1 200 m, κατασκευάζονται νέος υπήνεμος μόλος μήκους 700 m περίπου και προβλήτας διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων επιφανείας 130 στρεμμάτων. Δημιουργείται έτσι δεύτερη λιμενολεκάνη. Στη συνέχεια εκπονείται άλλη σειρά μελετών μεταξύ των οποίων και το γενικό σχέδιο ανάπτυξης με χρονικό ορίζοντα το έτος 2025. Σημειώνεται ότι στις πιο πάνω μελέτες από το 1983 και μετά συμμετείχαν ενεργά απόφοιτοι και ακαδημαϊκό προσωπικό της Σχολής.

Πριν δύο έτη ολοκληρώθηκε η εκβάθυνση τμήματος της ανατολικής λιμενολεκάνης σε βάθος 12 m, ενώ πραγματοποιήθηκε εκσκαφή εξωτερικού διαύλου ναυσιπλοΐας μήκους 3.5 km, πλάτους 160 m και βάθους 12.5 m. Πριν από ένα έτος ολοκληρώθηκαν επίσης οι εργασίες φωτοσήμανσης του εν λόγω διαύλου προσέγγισης του λιμένα. Η πρόβλεψη της ως άνω μελέτης [6] για ανάπτυξη ενεργειακού κόμβου στο λιμένα μοιάζει να επιβεβαιώνεται με τους πρόσφατους σχεδιασμούς για εγκατάσταση σταθμού επαναεριοποίησης υγροποιημένου φυσικού αερίου (LNG) στο λιμένα της Αλεξανδρούπολης, που παράλληλα θα ισχυροποιήσει τα σύνορα της χώρας.

Μέχρι την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου (1940) έχουν κατασκευασθεί οι μόνιμες δεξαμενές και άλλα έργα στον λιμένα Πειραιά, ο πολεμικός ναύσταθμος στη Σαλαμίνα, καθώς και έργα στους λιμένες Πάτρας, Καλαμάτας, Πρέβεζας, Βόλου, Καβάλας, Θεσσαλονίκης, Αλεξανδρούπολης και σε άλλους 35 περίπου λιμένες της τότε χώρας. Έτσι προς το τέλος του μεσοπολέμου είχαν εξοπλισθεί σε βασικά λιμενικά έργα 60 περίπου λιμένες της ηπειρωτικής και νησιωτικής χώρας.

Τους είδαμε ίσως δυο φορές κι έπειτα πήραν τα καράβια.
Φορτία κάρβουνο, φορτία γεννήματα, κι οι φίλοι μας
χαμένοι πίσω από τον ωκεανό παντοτινά.
Γιώργος Σεφέρης (1900-1971) «Μυθιστόρημα»

5 Η ΜΕΤΑΠΟΛΕΜΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Η έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου σηματοδότησε την προσωρινή διακοπή του σχεδιασμού και της εκτέλεσης λιμενικών έργων στη χώρα. Επιπρόσθετα, τόσο κατά τη διάρκεια των εχθροπραξιών, αλλά κυρίως κατά την αποχώρηση των στρατευμάτων κατοχής, τα υφιστάμενα τότε λιμενικά έργα υπέστησαν σημαντικές ζημιές από βομβαρδισμούς και από τις δύο πλευρές και ανατινάξεις από την πλευρά των γερμανικών δυνάμεων. Οι ζημιές ήταν εκτεταμένες σε πολλούς λιμένες, όπως του Βόλου, του Πειραιά, της Θεσσαλονίκης, του Ναυπλίου, της διώρυ-

γας Κορίνθου, κλπ. Πρόσθετη περιπλοκή υπήρξε από τα πολλά ναυάγια σε ζωτικές για τη λειτουργία ενός λιμένα θέσεις, όπως στις λιμενολεκάνες και στους διαύλους ναυσιπλοΐας. Η Εικόνα 61 δίνει ένα στιγμιότυπο των εργασιών απόφραξης της Διώρυγας που διήρκεσαν μέχρι το 1948.

Εικόνα 61 Μεταπολεμικές εργασίες απόφραξης της Διώρυγας

Το «πάγωμα» των έργων διήρκεσε κοντά μια δεκαετία, όσο και η εμπόλεμη κατάσταση της χώρας. Μετά την οδυνηρή αυτή περίοδο ακολούθησαν, όπως ήταν αναμενόμενο, τα έργα αποκατάστασης των ζημιών, ανέλκυσης των ναυαγίων και γενικά επαναφοράς των λιμένων στην προ του πολέμου κατάσταση. Μεγάλο μέρος της προσπάθειας αυτής καλύφθηκε οικονομικά από την American Mission for Aid to Greece (AMAG) του δόγματος Τρούμαν και σε μεγαλύτερη κλίμακα από το λεγόμενο σχέδιο ***Μάρσαλ*** (Marshall Plan), ενώ τεχνικά από το Σώμα μηχανικών του αμερικανικού στρατού (Corps of Engineers, US Army). Το σχέδιο αυτό προέβλεπε πέραν της αποκατάστασης των καταστροφών και αναβάθμιση των συνθηκών λειτουργίας μερικών λιμένων, καθώς και κατασκευή ιχθυοσκαλών. Μετά την αποκατάσταση των έργων ακολούθησε μια περίοδος αναζήτησης και σχεδιασμών σε λιμένες και λιμενικά έργα. Έτσι προβλέπεται η συμπλήρωση του ηλεκτρομηχανικού εξοπλισμού και η βελτίωση μεγάλων λιμένων, όπως Πειραιά, Θεσσαλονίκης, Βόλου, Αλεξανδρούπολης, των τεσσάρων αυτών από το σχέδιο Μάρσαλ, Ρεθύμνου, Λάγος, Πατρών. Σε πολλούς μικρότερους λιμένες, ιδιαίτερα των νήσων, ενεργούνται βυθοκορήσεις, κατασκευάζονται μόλοι και κρηπιδώματα για παραβολή πλοίων.

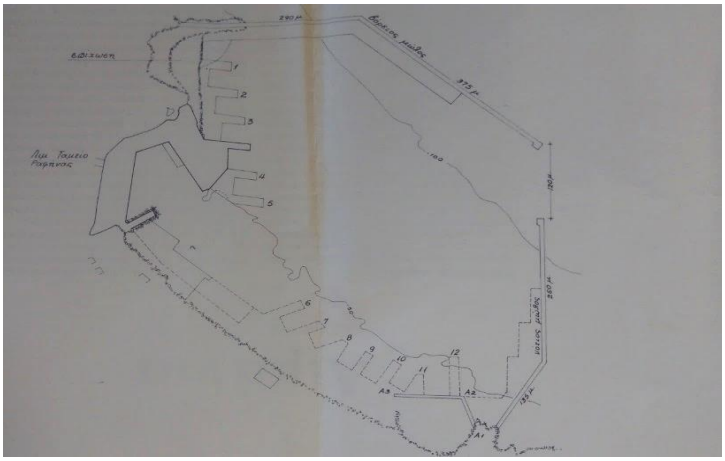
Το 1947 προσαρτάται η Δωδεκάνησος στην Ελλάδα. Το μεγαλύτερο νησί της Δωδεκανήσου, η **Ρόδος**, διαθέτει λιμένα με τρεις λιμενολεκάνες και μαρίνα. Ο χαρακτήρας του λιμένα είναι πλέον τουριστικός και ακτοπλοϊκός. Η Ρόδος λειτουργεί ως λιμένας αφετηρίας (home port) κρουαζιερόπλοιων με δυνατότητα ταυτόχρονης εξυπηρέτησης 8 πλοίων μήκους έως 250 m.

Η κάπως μειωμένη δραστηριότητα στην εκτέλεση λιμενικών έργων κατά τα πρώτα έτη μετά τη λήξη της εμπόλεμης περιόδου (1949), οφείλεται και στη σοβαρή απομείωση των εσόδων των λιμενικών Ταμείων και στην εκτέλεση των επεκτάσεων και συμπληρώσεων λιμενικών έργων μέσω της αναιμικής χρηματοδότησης από το πρόγραμμα δημοσίων επενδύσεων, που άρχισε να λειτουργεί μετά τη λήξη του σχεδίου Μάρσαλ (1952). Έτσι, κατά την επταετία 1952-59, δαπανήθηκαν ποσά για εκτέλεση λιμενικών έργων στη χώρα περίπου ισάξια με αυτά της μεταπολεμικής αμερικανικής βοήθειας ($17,3 εκατ.) που εισέρρευσαν κατά τη διάρκεια τριών περίπου ετών. Τα έργα της ως άνω επταετίας αφορούν σε αδρές γραμμές 5.5 km αποκατάσταση και επέκταση εξωτερικών λιμενικών έργων, 12 km αποκατάσταση και επέκταση κρηπιδωμάτων, αποκατάσταση των μονίμων δεξαμενών του Πειραιά, 3 εκ. κ.μ. βυθοκορήσεις διαύλων και νηοδόχοι, έργα ανωδομής, σιδηροδρομικές και οδικές συνδέσεις των λιμένων, ανυψωτικά μηχανήματα και γενικότερα ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό. Στη μεταπολεμική αυτή εποχή υπάρχουν 300 περίπου λιμένες και όρμοι με εγκατεστημένες λιμενικές και τελωνειακές αρχές, ενώ τα κανονικά δρομολόγια των επιβατηγών ατμόπλοιων καλύπτουν περί τους 150 λιμένες.

Η λιμενική υποδομή της χώρας εξακολουθεί να αναπτύσσεται και κατά το β΄ ήμισυ του 20^{ου} αιώνα αλλά πάλι με τους βραδείς ρυθμούς του παρελθόντος, ώστε ο όρος «εκσυγχρονισμός» χάνει τη σημασία του: οι εξελίξεις πλέον τρέχουν γρηγορότερα από την οπτική των κυβερνώντων. Αυτό σε μια εποχή όπου οι κύριοι λιμένες οφείλουν να είναι οντότητες με διεθνή προσανατολισμό. Έργα εκτελούνται κατά το διάστημα αυτό κυρίως στον Πειραιά, τον κυριότερο λιμένα στην επικράτεια, όπου παρατηρείται κάποια εξωστρέφεια και ψήγματα στρατηγικής στους σχεδιασμούς του –σε σύγκριση με τους άλλους λιμένες της χώρας. Σε αυτό συμβάλλει και η σχετική ευελιξία της διοίκησής του (ΟΛΠ) που, παρά το σφιχτό εναγκαλισμό του κράτους, δεν βρίσκεται στο σκληρό πυρήνα του δημοσίου και διατηρεί αξιόλογο τεχνικό προσωπικό στις υπηρεσίες του, μεταξύ των οποίων βρίσκεται, έως το πρόσφατο παρελθόν, ο ***Μανώλης Δασκαλάκης***. Συγγραφέας δίτομου πονήματος λιμενικών έργων, ο Δασκαλάκης διετέλεσε αρχιμηχανικός στο λιμενικό Ταμείο Ηρακλείου (1960-1973) πριν προσφέρει τις υπηρεσίες του στον ΟΛΠ ως προϊστάμενος κατασκευών θαλασσίων έργων. Ας σημειωθεί, ότι με το

νόμο του 1950 για την εξυγίανση του ΟΛΠ προβλέπεται ο καθηγητής των λιμενικών έργων του Πολυτεχνείου να είναι μέλος του ΔΣ του Οργανισμού –μετά την κατάργηση των εδρών στα πανεπιστήμια (1982) τη θέση αυτή κατέλαβε ο καθηγητής της ακτομηχανικής στη Σχολή.

Το 1952 άρχισε η ανάπτυξη του λιμένα Ηρακλέους, βορειοδυτικά του όρμου Δραπετσώνας, όπου το 1977 θα κατασκευασθεί ο μεγάλος μόλος. Στόχος της ανάπτυξης εγκαταστάσεων προς τα δυτικά είναι να αποσυμφορηθεί ο κεντρικός λιμένας από τα ειδικά φορτία. Στον τελευταίο εξακολουθούν να εκτελούνται έργα κρηπιδωμάτων και προβλητών στην ανατολική πλευρά αλλά και στην ακτή Βασιλειάδη, καθώς και χερσαίες ανωδομές. Οδηγός των έργων αυτών μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1950 ήταν το προγραμματικό σχέδιο που είχε εκπονηθεί από τον καθηγητή λιμενικών έργων του Πολυτεχνείου (1933-1971) ***Δημοσθένη Πίππα***. Το σχέδιό του βέβαια ήταν μεγαλεπήβολο και έτσι στη συνέχεια περιορίστηκε και τροποποιήθηκε κατ' επανάληψη. Ο Πίππας (1906-1987) συνέχισε την πρακτική των προκατόχων του στην τότε έδρα των λιμενικών έργων, αυτήν της ουσιαστικής επαγγελματικής ενασχόλησης με το γίγνεσθαι των έργων αυτών στη χώρα. Οι προτάσεις του όμως συνήθως ήταν υπερβολικές σε σχέση με τις ανάγκες και τις δυνατότητες του κράτους. Σαν να παρέπεμπαν στα σχέδια του Quellennec για τον Πειραιά και άλλους λιμένες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό του προγραμματικού σχεδίου της Ραφήνας (βλ. Εικ. 62) όπου είναι φανερή η αντιμετώπιση που αναφέρθηκε πιο πάνω. Χανόταν έτσι ζωτικός χρόνος για να έρθουν στο μέτρο της πραγματικότητας τα μεγαλεπήβολα σχέδια του καθηγητή από τα αρμόδια όργανα της Πολιτείας.



Εικόνα 62 Το προγραμματικό σχέδιο Πίππα για τον λιμένα Ραφήνας (Πηγή: Αρχείο Κ. Μέμου)

Επιπρόσθετα, έννοιες όπως της συνύπαρξης του λιμένα με την πόλη, των χερσαίων συνδέσεων, της οργάνωσης της χερσαίας ζώνης του λιμένα, αλλά και της μέριμνας για το περιβάλλον είχαν μικρή προτεραιότητα στους ασχολούμενους με τα λιμενικά έργα μηχανικούς της εποχής εκείνης, με ορισμένες εξαιρέσεις βεβαίως. Απτό παράδειγμα ο σφιχτός εναγκαλισμός του λιμένα Πειραιά, τόσο από αστική, όσο και από βιομηχανική δραστηριότητα κατά μήκος της περιμέτρου της λιμενικής ζώνης, κυρίως του κεντρικού λιμένα. Παρόμοια παραδείγματα υπήρχαν και σε άλλες πόλεις-λιμένες της χώρας, π.χ. στην Πάτρα.

Ο Πίππας, απόφοιτος της Σχολής (1925), αλλά και με σπουδές στο πανεπιστήμιο Αθηνών, σε Γερμανία και Γαλλία, υπήρξε ευρυμαθής και δεινός ρήτορας, ενώ υπουργοποιήθηκε τρεις φορές μεταξύ 1958 και 1967. Κατά την υπερ35ετή θητεία του ως καθηγητής λιμενικών έργων αρκέστηκε σε ελκυστικές μεν αλλά επιφανειακές ως προς το αντικείμενο διαλέξεις στο Πολυτεχνείο –γεγονός που είχε ως αποτέλεσμα να μεταφέρει στους σπουδαστές ελάχιστα από την ευρεία επαγγελματική του εμπειρία. Οι σπουδαστές διδάσκονταν πώς να υπολογίζουν τα βασικά έργα από τον επιμελητή του μαθήματος ***Γρ. Δρέττα***. Έτσι η παρακαταθήκη του Γκίνη στα λιμενικά έργα δεν κεφαλαιοποιήθηκε ούτε αναπτύχθηκε περαιτέρω προς μια θεωρητική θεμελίωση της έως τότε εμπειρικής περισσότερο τέχνης στην παραγωγή των εν λόγω έργων. Είναι βέβαιον πως η εμπειρία δύσκολα μεταδίδεται στους φοιτητές εάν δεν συνοδεύεται από βασικές γνώσεις της επιστήμης του μηχανικού στο αντίστοιχο αντικείμενο. Η τομή αυτή επιχειρήθηκε από τους (εν ζωή) διάδοχους των καθηγητών της «παλαιάς φρουράς»: ***Αδ. Ρογκάν***, ***Κ. Μουτζούρη*** (με ειδίκευση στην ακτομηχανική), ***Σ. Αζοράκο*** (με ειδίκευση στα έργα ανοικτής θαλάσσης), ***Β. Τσουκαλά*** (με ειδίκευση στην περιβαλλοντική θαλάσσια υδραυλική) και τον υπογράφοντα. Η ίδρυση το 1965 του εργαστηρίου Λιμενικών Έργων της Σχολής και η μετέπειξα ανάπτυξή του συνέβαλλαν σημαντικά στη διεξαγωγή εφαρμοσμένης έρευνας σε θέματα ακτομηχανικής και λιμένων αλλά και στην εξεύρεση πόρων. Ως προς το αντικείμενο της ακτομηχανικής αξίζει να προστεθεί ότι μελέτες για τη θαλάσσια στάθμη και τη διάβρωση ακτών είχε εκπονήσει ήδη από το 1908 και 1910, αντίστοιχα, ο μεταλλειολόγος μηχανικός ***Φωκίων Νέγρης*** (1848-1928), με σπουδές στην Πολυτεχνική σχολή των Παρισίων. Ο Νέγρης διετέλεσε διευθυντής των μεταλλουργείων Λαυρίου και πρώτος πρόεδρος της Ακαδημίας Αθηνών.

Η παράδοση ενασχόλησης του ακαδημαϊκού προσωπικού της Σχολής με τα λιμενικά έργα και εκτός των πανεπιστημιακών τειχών συνεχίστηκε τόσο από τους πιο πάνω καθηγητές (μέλη ΔΕΠ) όσο και, σε εντονότερο βαθμό, από το επιστημονικό βοηθητικό προσωπικό, με γνωστότερους εκπροσώπους τους Γρ. Δρέττα,

Ευστρ. Ανδριάνη, καθώς και τον ***Μ. Σπυριδάκη***. Δεν είναι τυχαίο ότι τα σημαντικότερα μελετητικά γραφεία λιμενικών έργων στη χώρα έως σήμερα, δημιουργήθηκαν κατά τις δεκαετίες 1960, 1970, 1990 από επιστημονικό προσωπικό που υπηρετούσε στο ΕΜΠ. Πέραν από το ως άνω προσωπικό του υδραυλικού τομέα της Σχολής θα πρέπει να περιληφθεί και τμήμα του ακαδημαϊκού προσωπικού του γεωτεχνικού και του συγκοινωνιακού τομέα στη θεραπεία του αντικειμένου των λιμενικών έργων.

Κατά την περίοδο 1950-1980 εκτελούνται έργα και σε άλλους σημαντικούς λιμένες, όπως για παράδειγμα στην Ηγουμενίτσα κατά το διάστημα 1958-1960 ως συνέπεια της έναρξης της γραμμής ferry-boat Πάτρα – Ηγουμενίτσα – Κέρκυρα – Πρίντεζι· στην Αλεξανδρούπολη κατά τις περιόδους 1950-53, 1964-71, 1975-80· στη Θεσσαλονίκη με την κατασκευή διαδοχικών προβλητών προς τα δυτικά έως και τμήματος του προβλήτα #6 μέχρι τις ημέρες μας.

Γίνεται φανερό από την πιο πάνω σκιαγράφηση της ιστορίας των λιμενικών έργων στη νεότερη Ελλάδα πως κατά το μεγαλύτερο μέρος του 19^{ου} αιώνα μηχανικοί που σχεδίαζαν και μελετούσαν τα σχετικά έργα ήταν ξένοι μηχανικοί: Βαυαροί, Γάλλοι, Ελβετοί, Ιταλοί, συνεπικουρούμενοι από αποφοίτους της στρατιωτικής Σχολής μηχανικών και από έλληνες μηχανικούς αποφοίτους πολυτεχνείων της Ευρώπης. Από την έναρξη του 20^{ου} αιώνα το ποσοστό των αλλοδαπών μηχανικών μειώνεται σταδιακά. Στην κατασκευή η τάση αυτή είναι πιο έντονη: ταχύτερα οι ελληνικές κατασκευαστικές εταιρείες έφθασαν σε επάρκεια εκτέλεσης λιμενικών έργων λόγω και της πρόσθετης εμπειρίας τους με αντίστοιχα έργα στο εξωτερικό, αρχικά στη μέση Ανατολή.

Το έτος 1983 ανατίθεται σε ελληνικό γραφείο μελετών σε σύμπραξη με αγγλικό γραφείο συμβούλων λιμενικών έργων το φιλόδοξο έργο του σχεδιασμού των ελληνικών λιμένων. Στόχος ήταν ο καθορισμός ρόλου σε κάθε ελληνικό λιμένα σύμφωνα με τις προβλέψεις μεταφορικού έργου σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Με βάση το ρόλο αυτό παρουσιάστηκαν σχέδια ανάπτυξης (master plans) για τους 15 σημαντικότερους λιμένες της χώρας. Η εν λόγω μελέτη [6] αποτέλεσε την αφετηρία γενικού σχεδιασμού ανά λιμένα και προγραμματισμού των λιμενικών έργων στη χώρα, βέβαια με επί μέρους τροποποιήσεις κατά καιρούς λόγω των μεταβαλλόμενων συνθηκών. Σε αυτήν, όπως και σε πολλές άλλες μελέτες λιμένων και λιμενικών έργων, συμμετείχαν μέλη του ακαδημαϊκού προσωπικού της Σχολής –αλλά και ο νυν πρύτανης, ο οποίος, έφεδρος τότε του ναυτικού, παρακολουθούσε με ζήλο, μαζί με συνάδελφό του, την πορεία της μελέτης με σχετική εντολή του Υπουργείου εμπορικής ναυτιλίας. Υπήρχε, όπως φαίνεται, η βούληση για μεταφορά και ανάπτυξη στο Υπουργείο της σχετικής τεχνογνωσίας ενός τόσο

σύνθετου αντικειμένου, που για πρώτη φορά αντιμετωπιζόταν στην Ελλάδα σε τέτοιο επίπεδο. Μετά την παράδοση της μελέτης (1985) σχετικά μεγάλες επενδύσεις σε λιμενικά έργα πραγματοποιήθηκαν στον Πειραιά, την Πάτρα, την Ηγουμενίτσα, την Αλεξανδρούπολη.

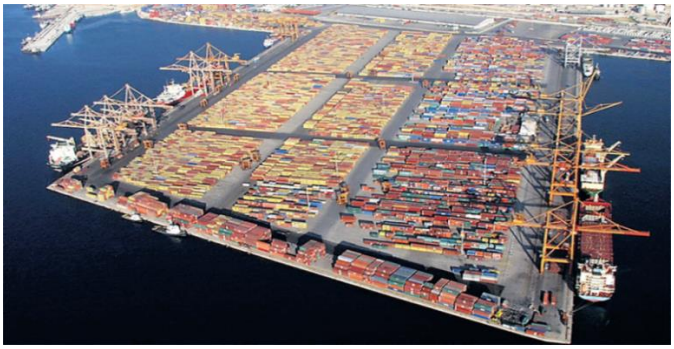
Μια από τις βασικές προτάσεις για τον Πειραιά ήταν και η μεταφορά του σταθμού εμπορευματοκιβωτίων (Ε/Κ) από την ακτή Βασιλειάδη, πρόταση που είχε διατυπωθεί και από άλλους μελετητές. Στην Εικόνα 63 φαίνεται η πρόταση αλλαγής χρήσης στην εν λόγω ακτή, η οποία στη συνέχεια εξυπηρέτησε επιβατηγό σταθμό ακτοπλοΐας.

Στο νέο Ικόνιο αποπερατώνεται (1997) ο προβλήτας ΙΙ Ε/Κ ενώ το 2010 ολοκληρώνεται η διαρρύθμιση του προβλήτα Ι σε σταθμό Ε/Κ και τίθεται σε λειτουργία. Σήμερα εκτελούνται έργα αναβάθμισης και διαμόρφωσης των προβλητών Ε/Κ ΙΙ και ΙΙΙ. Οι εν λόγω προβλήτες έχουν παραχωρηθεί από το 2008 στην κινέζικη COSCO Pasific Ltd, ενώ πέρυσι έγινε η πώληση του πλειοψηφικού πακέτου του ΟΛΠ Α.Ε. στην COSCO Shipping. Η ετήσια δυναμικότητα του σταθμού Ε/Κ της Cosco ανέρχεται σε διακίνηση 4.8 εκ. TEU με προοπτική τα 6.2 εκ. TEU μετά την ολοκλήρωση του προβλήτα ΙΙΙ. Η αντίστοιχη δυναμικότητα του προβλήτα Ι, που έχει παραμείνει στον ΟΛΠ, φθάνει το 1 εκ. TEU.

Εικόνα 63 Πρόταση για αλλαγή χρήσης στην ακτή Βασιλειάδη (Πηγή: Αρχείο Κ. Μέμου)

Οι προοπτικές του Πειραιά δείχνουν ευοίωνες με την ανάληψη δεσμεύσεων και πρωτοβουλιών από την Cosco για επενδύσεις σε λιμενικές υποδομές στους τομείς διακίνησης εμπορευματοκιβωτίων, κρουαζιέρας και ναυπηγικής βιομηχα-

νίας. Λόγω της δυναμικής αυτής η Ελλάδα σημείωσε κατά την περίοδο 2007-2016 τη δεύτερη μεγαλύτερη αύξηση σε διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων στην Ευρώπη, υπολειπόμενη μόνο του συστήματος του δέλτα των Ρήνου – Σκάλδη (Άμστερνταμ – Ρότερνταμ – Αμβέρσα). Η Εικόνα 64 παρουσιάζει τον προβλήτα εμπορευματοκιβωτίων ΙΙ στο νέο Ικόνιο σε πλήρη λειτουργία.



Εικόνα 64 Ο προβλήτας Ε/Κ ΙΙ του λιμένα Πειραιά (Πηγή: PortGraphic)

Στην Πάτρα κατασκευάστηκε νέος (νότιος) λιμένας για κίνηση οχηματαγωγών, ενώ συνεχίζονται κάποιες εργασίες επέκτασής του. Στην Ηγουμενίτσα κατασκευάσθηκε η λεγόμενη δυτική πύλη της Εγνατίας οδού προς το εξωτερικό που προβλέπεται να συνδεθεί με τον παλαιό λιμένα (τώρα κίνησης εσωτερικού) με παράκτια κρηπίδωση και αντίστοιχο χερσαίο χώρο. Στην Αλεξανδρούπολη κατασκευάσθηκαν εξωτερικά και εσωτερικά λιμενικά έργα που μεγέθυναν σημαντικά τον λιμένα. Ο τελευταίος αρχίζει να παίζει πλέον σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή δικτύωση της χώρας, δικαιώνοντας –έστω και με καθυστέρηση άνω των 30 ετών- τον αρχικό οραματισμό της μελέτης [6].

Το 2001 η διοίκηση των δέκα σημαντικότερων λιμένων της Ελλάδος, πέραν των Πειραιά και Θεσσαλονίκης, μετατρέπεται από τη μορφή λιμενικού Ταμείου, που είχε εισαχθεί το 1920, σε Οργανισμό λιμένος που λειτουργεί στο νομικό πλαίσιο ανώνυμης εταιρείας.

Παρόμοιας φύσεως μελέτες με αυτήν του 1985, εκπονήθηκαν στη συνέχεια από ελληνικά μελετητικά γραφεία για το σύστημα των λιμένων σκαφών αναψυχής στις ελληνικές θάλασσες. Όπως αναφέρθηκε σε άλλη θέση, η χώρα ως τουριστικός προορισμός είναι ιδιαίτερα ελκυστική σε πολλά επίπεδα, γεγονός που επιβεβαιώνεται από την αυξημένη ζήτηση εξυπηρέτησης σκαφών σε μαρίνες. Παρ' όλα αυτά η ταχύτητα του κράτους να προωθήσει τα σχετικά σχέδια ανάπτυξης

τέτοιων λιμένων υπήρξε διαχρονικά κατώτερη των περιστάσεων, με αποτέλεσμα εκτροπή της εν δυνάμει κίνησης προς γειτονικές κατευθύνσεις.

Κατά τη χρονική περίοδο που εξετάζουμε στο παρόν κεφάλαιο, ολοκληρώθηκε (2004) ένα σημαντικό έργο γεφυροποιίας με σοβαρές συνιστώσες θαλάσσιας μηχανικής, η **ζεύξη του στενού Ρίου-Αντιρρίου** (βλ. Εικ. 65). Η γεφύρωση Πελοποννήσου – Στερεάς Ελλάδος στη θέση του στενού υπήρξε όραμα του Χαρίλαου Τρικούπη, πρωθυπουργού της Ελλάδος από το 1875 με καταγωγή από την περιοχή του Μεσολογγίου. Το 1889 ο Τρικούπης μίλησε στο κοινοβούλιο για την ανάγκη του έργου αυτού, το οποίο έμελλε να κατασκευασθεί 115 χρόνια αργότερα!

Η χρηματοδότηση του έργου υλοποιήθηκε με την πρώτη στην Ελλάδα σύμβαση παραχώρησης σε ιδιώτες (ΓΕΦΥΡΑ Α.Ε.) για τη μελέτη, κατασκευή, χρηματοδότηση, συντήρηση και λειτουργία έργου υποδομής. Επικεφαλής της μελέτης και κατασκευής υπήρξε γαλλική εταιρεία σε συνεργασία με τρεις μεγάλες ελληνικές κατασκευαστικές εταιρείες. Η Σχολή συμμετείχε μέσω των αποφοίτων και του ακαδημαϊκού προσωπικού της κατά τις αρχικές φάσεις επιλογής του τύπου της γεφύρωσης αλλά και κατά τις μετέπειτα μελετητικές, κατασκευαστικές και εξειδικευμένες εργασίες και ελέγχους αρμοδιότητας πολιτικού μηχανικού.

Εικόνα 65 Η καλωδιωτή γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου από τα ΝΔ (Πηγή: Φωτογραφία Κ. Μέμου)

Η γέφυρα είναι καλωδιωτή πολλαπλών ανοιγμάτων με αβαθή θεμελίωση σε ενισχυμένο πυθμένα. Διαθέτει συνεχές κατάστρωμα μήκους 2 252 m (το μεγαλύτερο στον κόσμο τέτοιου τύπου) με πλήρη ανάρτηση, σύστημα σεισμικής απόσβεσης και αρμούς που μπορούν να παραλάβουν ασφαλώς σημαντικές μετατοπίσεις, της τάξεως των 2 m προς κάθε κατεύθυνση με ταυτόχρονη κλίση 1/500 των πυλώνων. Ο εξοπλισμός αυτός κρίθηκε αναγκαίος διότι η περιοχή του έργου παρουσιάζει σημαντική σεισμική δραστηριότητα και αρκετά ενεργά ρήγματα. Πρόσθετα δυσμενή στοιχεία είναι ότι το βάθος της θάλασσας στο στενό φθάνει τα 65 m, ο πυθμένας καλύπτεται από μεγάλου πάχους στρώση χαλαρών αλλούβιων, ενώ στην περιοχή πνέουν συχνά ισχυροί άνεμοι. Οι σχετικές παράμετροι σχεδιασμού του έργου, διάρκειας ζωής 120 ετών, ελήφθησαν:

σεισμός με περίοδο επαναφοράς 2 000 ετών και μέση ταχύτητα (10 λεπτών) του ανέμου στο επίπεδο του καταστρώματος 180 km/h, ενώ η κρίσιμη ταχύτητα για αστάθεια σε πτερυγισμό (flutter) υπερβαίνει τα 234 km/h (!). Επίσης η γέφυρα μπορεί να αντέξει σε πρόσκρουση δεξαμενόπλοιου 180 000 dwt, που ας σημειωθεί ότι στο προβλεπτό μέλλον ένα τέτοιου μεγέθους σκάφος δεν έχει κανένα λόγο να προσεγγίσει την εν λόγω θαλάσσια περιοχή.

Η θεμελίωση των πυλώνων έγινε σε βελτιωμένο πυθμένα κατά την άνω στρώση του, όπου «καρφώθηκαν» μεταλλικοί σωλήνες Ø2 m και μήκους 25-30 m, χωρίς σύνδεσή τους με τα βάθρα. Σε κάθε βάθρο αντιστοιχούν 110-200 τέτοια ενθέματα, τα οποία καλύπτονται από στρώση αμμοχάλικου πάχους 3 m. Τα πέδιλα θεμελίωσης των βάθρων από οπλισμένο σκυρόδεμα φθάνουν σε διάμετρο τα 90 m (Εικ. 66). Η μέθοδος κατασκευής της θεμελίωσης ακολούθησε αυτές των κατασκευών υπερπόντιας πλατφόρμας από σκυρόδεμα. Έτσι, κατασκευάζονται κατ' αρχήν τα πέδιλα θεμελίωσης ύψους 15 m που αναφέρθηκαν, σε ξηρά δεξαμενή διαστάσεων 200 × 100 × 14 m στην ακτή. Κατόπιν αυτά ρυμουλκούνται και τοποθετούνται σε πλωτή δεξαμενή. Εκεί κατασκευάζεται το άνω κωνικό τμήμα των θεμελίων, οπότε τα πέδιλα ρυμουλκούνται στην οριστική τους θέση, όπου ο πυθμένας έχει από πριν βελτιωθεί όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Ακολούθησε προφόρτιση για επιτάχυνση των καθιζήσεων.

Εικόνα 66 Ρυμούλκηση των βάσεων των βάθρων προς πόντιση (Πηγή: ΓΕΦΥΡΑ Α.Ε.)

Η ελληνική ναυτιλία υπήρξε σε όλο το διάστημα που καλύπτει το παρόν αφήγημα απαραίτητος τροφοδότης των εγκαταστάσεων ναυπηγοεπισκευής και συνακόλουθα των λιμένων, όπως διαπιστώνεται για τους δύο εκ των τριών πρώτων σημαντικών λιμένων της χώρας, Σύρο και Πειραιά. Το Νεώριο Σύρου εγκαινιάζεται το 1861, το ναυπηγείο Βασιλειάδη στον Πειραιά το 1901 και οι μόνιμες δεξαμενές το 1913. Αρκετά αργότερα ξεκινούν τα ναυπηγεία Σκαραμαγκά το 1956, της Ελευσίνας το 1962, της Χαλκίδας το 1971. Η ναυπηγοεπισκευαστική ζώνη Περάματος του ΟΛΠ αναπτύσσεται πλέον σε βασικό πόλο ναυπηγοεπισκευής με την επαναλειτουργία της πλωτής δεξαμενής των 40 χιλ.τον. και τον εμπλουτισμό

της Ζώνης με καινούργια δεξαμενή διπλάσιας δυναμικότητας. Αξίζει να προστεθεί ότι στο Πέραμα ναυπηγούνται μεγάλα σκάφη αναψυχής, άνω των 90 m, αλλά και παραδοσιακά ξύλινα σκάφη, όπως σε ελάχιστα πλέον σημεία της χώρας.

Η εμπορική ναυτιλία βρίσκεται διαχρονικά σε τροχιά προόδου –με τις αναμενόμενες υφέσεις κατά τις πολεμικές περιόδους της χώρας αλλά και κατά την παγκόσμια οικονομική κρίση των αρχών της δεκαετίας του 1930, όπως ήδη αναφέρθηκε. Κατά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο η εμπορική ναυτιλία μας υπέστη μεγάλη φθορά: ενδεικτικά σημειώνεται ότι από τα 65 επιβατηγά ατμόπλοια σώθηκαν μόλις τρία (!), ενώ χάθηκαν συνολικά περί τα 250 πλοία. Κατά τη μεταπολεμική περίοδο η ελληνική ναυτιλία αναπτύχθηκε ξανά με θαυμαστούς ρυθμούς. Το 1956 τα ελληνικής πλοιοκτησίας σκάφη ανέρχονται σε 2 425 με συνολική χωρητικότητα 10.4 εκ. Grt, κατατάσσοντας έτσι τη χώρα στην 3^{η} θέση παγκοσμίως. Σε αυτά εργάζονται 44 000 έλληνες ναυτεργάτες, παρ' όλο που τα περισσότερα σκάφη βρίσκονται υπό ξένη σημαία. Από το κλείσιμο της διώρυγας του Σουέζ (1967) και μετά η ναυτιλιακή βιομηχανία της χώρας παίζει κεντρικό ρόλο στην παγκόσμια σκηνή. Μέσα σε συνθήκες επιβράδυνσης της παγκόσμιας ανάπτυξης και ισχυρού ανταγωνισμού, μετά την ανθηρή περίοδο 2004-2008, κατορθώνει στις μέρες μας να βρίσκεται στην πρώτη θέση: οι έλληνες πλοιοκτήτες κατέχουν το μεγαλύτερο εμπορικό στόλο παγκοσμίως με 310 εκατ. Dwt (2017) με δεύτερη την Ιαπωνία με 225 εκατ. Dwt [34]. Ως προς το πλήθος των σκαφών, η Ελλάδα βρίσκεται στην 1^{η} θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση και παγκοσμίως στην 6^{η} θέση με 5 226 πλοία μέσης ηλικίας 10 έτη, ενώ πριν μόλις 15 χρόνια η ηλικία αυτή ήταν διπλάσια! Η ελληνική ναυτιλία διαπρέπει κυρίως στην αγορά δεξαμενοπλοίων και πλοίων γενικού φορτίου ενώ αυξάνεται συνεχώς η επιρροή της και στους τομείς των Ε/Κ, της κρουαζιέρας, αλλά και των φορτηγών μεταφοράς LNG ή LPG.

Η κρουαζιέρα είναι τομέας που κινητοποιεί πλέον και τις διοικήσεις αρκετών λιμένων της χώρας, επειδή υπάρχουν πράγματι σοβαρά περιθώρια προσέλκυσης κίνησης και ανάπτυξης προς την κατεύθυνση αυτή. Είναι φανερό ότι η χώρα είναι ιδιαίτερος τουριστικός προορισμός σε πολλά επίπεδα, πράγμα που ισχύει κατ' αναλογία και στις μαρίνες. Η ανάδειξη σε λιμένες αφετηρίας (αρχή και πέρας του ταξιδιού) λιμένων που σήμερα απλά δέχονται κρουαζιερόπλοια για στάση σημαίνει σημαντική αύξηση πόρων. Όμως κάτι τέτοιο προϋποθέτει την ύπαρξη πρόσθετων κριτηρίων εξυπηρέτησης που αυτή τη στιγμή μόνο ο Πειραιάς τα πληροί κατά κάποιο τρόπο. Εν τούτοις λειτουργούν επί της ουσίας ως λιμένες αφετηρίας κρουαζιέρας άλλοι τρεις λιμένες στη χώρα πέραν του Πειραιά: Κέρκυρα, Ρόδος, Ηράκλειο. Η μεγαλύτερη συνολική κίνηση επιβατών κρουαζιέρας των τελευταίων ετών παρατηρήθηκε το 2011 στον Πειραιά με 1 500 χιλ. περίπου. Κατά το 2016 ο

Πειραιάς εξυπηρέτησε 1 094 χιλ. επιβάτες κρουαζιέρας, η Κέρκυρα 749, η Ρόδος 315, το Ηράκλειο 239 χιλ. επιβάτες. Εκτός από τους προηγούμενους, αυξημένη κίνηση αυτού του είδους παρουσιάζουν και οι λιμένες Σαντορίνης με 784 χιλ. επιβάτες το 2016, η Μύκονος –με επαρκείς πλέον εγκαταστάσεις υποδοχής– 596 χιλ., το Κατάκολο 505 χιλ. επιβάτες κρουαζιέρας. Αυτό το είδος της κίνησης απαιτεί λιμενικά κρηπιδώματα που να μπορούν να δεχθούν μεγάλα σκάφη, κυρίως άνω των 300 m σε μήκος, καθώς και ποιοτικούς σταθμούς επιβατών.

Πέραν του τομέα της κρουαζιέρας η αξιοποίηση των ελληνικών λιμένων ψάχνει το δρόμο της γενικότερα. Οι επενδύσεις σε αναβάθμιση λιμένων και νέα λιμενικά έργα προγραμματίζεται να ανατεθούν σε τρίτους με αντάλλαγμα την παραχώρηση της διαχείρισης και εκμετάλλευσης των λιμένων. Το σχέδιο περιλαμβάνει κατ' αρχήν τους 10 Οργανισμούς Λιμένος: Πατρών, Ηρακλείου, Βόλου, Ελευσίνας, Κέρκυρας, Ηγουμενίτσας, Ραφήνας, Αλεξανδρούπολης, Καβάλας, Λαυρίου. Στη συνέχεια του καταλόγου υπάρχουν άλλοι 23 λιμένες και μαρίνες, που βρίσκονται, σε αντίθεση με τους προηγούμενους, στην κυριότητα της τοπικής αυτοδιοίκησης.

Από την αδρομερή περιγραφή που προηγήθηκε προκύπτει ότι:

- Τα λιμενικά έργα κατά τη νεότερη ιστορία της χώρας εκτελέσθηκαν στις διαδοχικές χρονικές περιόδους αρχικά από ξένους μηχανικούς ενώ σταδιακά η συμμετοχή των Ελλήνων ομοτέχνων διαρκώς αυξανόταν μέχρι πλήρους αυτοδυναμίας των τελευταίων κατά το δεύτερο ήμισυ του 20ου αιώνα. Η συμβολή της Σχολής στη διαδικασία αυτή υπήρξε καθοριστική.
- Η τέχνη σχεδιασμού και εκτέλεσης των λιμενικών έργων βελτιώνεται διαρκώς από την αρχικά ήμι-εμπειρική έως την πρόσφατη ολιστική επιστημονική θεώρηση. Παράλληλα βελτιώνεται και ο τεχνολογικός εξοπλισμός εκτέλεσης των έργων που επιτρέπει αρτιότερες κατασκευές.
- Παρατηρείται σημαντική βραδύτητα υλοποίησης των έργων. Το διάστημα που μεσολαβεί, πολλές φορές, μεταξύ σύλληψης και υλοποίησης λιμενικών έργων περιορίζει τη λειτουργικότητά τους σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα από το γενικώς αποδεκτό –με τελικό αποτέλεσμα την περιορισμένη απόδοσή τους.

Η Σχολή σε όλο το διάστημα της τελευταίας 30ετίας παίζει, όπως και κατά τα προηγούμενα από αυτήν 100 έτη, σημαντικό ρόλο στη μελέτη και κατασκευή των λιμενικών έργων της χώρας. Αυτό γίνεται τόσο μέσω των αποφοίτων, όσο και μέσω του ακαδημαϊκού προσωπικού της, το οποίο ενεργοποιείται και στον επαγγελ-

ματικό στίβο με την απαιτούμενη αυτοσυγκράτηση. Το εργαστήριο λιμενικών έργων παρέχει συναφείς υπηρεσίες σε Ελλάδα και Κύπρο. Παράλληλα αναπτύσσεται ο συγγενής κλάδος, αυτός της ακτομηχανικής ο οποίος υπηρετείται σημαντικά από το εργαστήριο. Τα πανεπιστήμια της χώρας που στεγάζουν τμήματα πολιτικών μηχανικών δραστηριοποιούνται ιδιαίτερα στο τελευταίο αυτό αντικείμενο, καθώς και στις αριθμητικές προσομοιώσεις στο παράκτιο περιβάλλον. Πέραν του σχεδιασμού παραδοσιακών λιμενικών εγκαταστάσεων και μελέτης λιμενικών έργων, η δραστηριότητα της Σχολής καλύπτει πλέον συναφείς ανάγκες της χώρας σε έργα τουριστικών και αλιευτικών λιμένων, θαλασσίων κατασκευών όπως αγκυροβολίων και ναυδέτων, καθώς επίσης σε ποντίσεις καλωδίων, υποθαλάσσιους αγωγούς, οργάνωση χερσαίας ζώνης λιμένος, περιβαλλοντικές θεωρήσεις, επισκευές ζημιών λιμενικών έργων από σεισμούς, κλπ.

Αγαπητέ αναγνώστη,

Ευελπιστώ το πόνημα τούτο να χρησιμεύσει ως έναυσμα για κάποιους, έστω, από το επερχόμενο προσωπικό των καθηγητών και των αποφοίτων της Σχολής, ώστε να εμπνευσθούν από τις επιδόσεις των παλαιότερων γενεών τόσο στην προώθηση της τεχνολογίας των λιμενικών έργων όσο και στην επίδειξη ευθύνης για κοινωνική προσφορά από κάθε θέση. Έτσι θα πραγματοποιηθεί πιο σίγουρα η περαιτέρω αναβάθμιση της λιμενικής υποδομής της χώρας σε ένα πλαίσιο καταξίωσης της δημιουργικής εργασίας και τελικά του τίτλου του **πολιτικού** μηχανικού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ακαδημία Αθηνών - ΚΕΙΝΕ, Νεοελληνικά Ιστορικά, Τόμος Πρώτος, Αθήνα, 2008.
2. Ανδρεόπουλος, Φ., Συλλογή, «Από την Austro Americana στην ¨Calydona¨ και το ¨Appia¨!», ΟΛΠΑ.
3. Αντωνίου, Γ., Οι Έλληνες Μηχανικοί:Θεσμοί και Ιδέες 1900-1940, Εκδόσεις Βιβλιόραμα, Αθήνα, 2006.
4. Αρχιμήδης, Τεχνικό περιοδικό, τεύχη ετών 1899-1938.
5. Γκίνης, Α., Μαθήματα λιμενικών έργων: πίνακες 22, ΕΜΠ, Αθήνα, 1915.
6. Γραφείο Δοξιάδη - Bertlin & Partners, Μελέτη σχεδιασμού των ελληνικών λιμένων, Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας, Αθήνα, 1985.
7. Δημητρόπουλος, Α., Σύρος: Οδηγός για τον Επισκέπτη, Κυκλαδικές Εκδόσεις, Αθήνα, 1993.
8. Ιστότοπος: www.neorionyachts.com
9. Ιστότοπος:PortEconomics
10. Εις Καλάμιος, Λιμήν Καλαμών:Ποία τα αίτια τα προκαλέσαντα την ενταύθα έλευσιν του κ. Σολωμού και τα μετά την έλευσιν αυτού λαβόντα χώραν, 74 σελίδες, τύποις Μ. Πολυμενάκη, Εν Καλάμαις, 1886.

11. Εφημερίδα, Η Καθημερινή, 21/2/1999, 13/8/2017.
12. Εφημερίδα, Το Βήμα, 18/6/2017, 23/7/2017,1/10/2017, 10/6/2018.
13. Κιτσίκης, Ν., και Ε.Κοκκινόπουλος, Το Εθνικόν Μετσόβιον Πολυτεχνείον, Τεχνική Επετηρίς της Ελλάδος, ΤΕΕ, Αθήνα 1935.
14. Κορδάτος, Γ., Ιστορία του Ελληνικού Εργατικού Κινήματος, Εκδότης Π. Καραβάκος, Αθήνα, 1956.
15. Κορύλλος, Χρ., Χωρογραφία της Ελλάδος, Τυπογραφείο Α. Κωνσταντινίδου, Εν Αθήναις, 1903.
16. Λειβαδάρα, Μ., Η διαμόρφωση της φυσιογνωμίας και της εξελικτικής πορείας της Ερμούπολης ως αστικού και βιομηχανικού κέντρου, Μεταπτ. Εργασία, Παν/μιο Αιγαίου, 2011.
17. Μαναράκης, Α.Μ, Οδηγός προς κατάρτισιν όρων συγγραφής υποχρεώσεων δι' έργα οικοδομικά, οδοποιΐας, υδραυλικά, λιμενικά, σιδηροδρομικά, Τυπογραφείο «Νομικής», Εν Αθήναις, 1899.
18. Μανιτάκης, Ε., Εγχειρίδιον του Μηχανικού Σώματος: ήτοι συλλογή νόμων, Β. διαταγμάτων, υπουργικών οδηγιών κλ. περί της διοικητικής υπηρεσίας του Σώματος τούτου, Εκ του Τυπογραφείου Κ. Αντωνιάδου, Εν Αθήναις, 1859.
19. Μαρασλής, Α.Α., Πάτρα 1900, 263 σελίδες, Έκδοση του ιδίου, Πάτρα, 1978.
20. Μορφωτική Εταιρία «Νέα Παγκόσμιος Εγκυκλοπαίδεια», Αθήναι, 1961.
21. «ΠΑΤΡΑ 2006» Συλλογικός τόμος υπό την αιγίδα της Πολιτιστικής Πρωτεύουσας της Ευρώπης, Σύγχρονοι Ορίζοντες, Αθήνα, 2005.
22. Παπαευθυμίου, Ξ., και Π.Φωτίου, Η Πάτρα στις αρχές του 20ού αιώνα, Typorama, Πάτρα, 2002.
23. Παρδάλη-Λαϊνού, Α., Η εξέλιξη του λιμανιού του Πειραιά και η επίδρασή του στην οικονομική ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής του Πειραιά από το 1835 έως το 1985, Διδ. Διατριβή, Πάντειο Πανεπιστήμιο, 1990.
24. Μηχανική Επιθεώρηση, τεύχη 1 & 2, 1887.
25. Σύνδεσμος Συριανών, Τριμηνιαίο Περιοδικό. [Διαθέσιμο στο Διαδίκτυο στη διεύθυνση http://www.synd.gr/archio-periodikon].
26. Προσωπική επικοινωνία με Ε. Ανδριάνη και Μ. Ρώτα.
27. Σαραφόπουλος, Ν., Ιστορικό Λεύκωμα Αχαϊκής Βιομηχανίας 1825-1975, 549 σελίδες, Επιστημονικό Πάρκο Πατρών, Πάτρα, 2008.
28. Συναρέλλη, Μ., Δρόμοι και λιμάνια στην Ελλάδα 1830-1880, 264 σελίδες, Πολιτιστικό Τεχνολογικό Ίδρυμα ΕΤΒΑ, 1989.
29. Σωτηρόπουλος, Λ., Πάτρα, το λιμάνι, Πάτρα, Έκδοση του ιδίου, Πάτρα, 1983.
30. Ταλιάνης, Δ., Λιμάνια της Ελλάδας, ΟΛΘ, Εκδόσεις Τοπίο, Αθήνα, 2004.
31. Τεχνικές Επετηρίδες, ΤΕΕ, 1932, 1934, 1937.
32. Τεχνική Επετηρίς, ΤΕΕ, 1935.
33. Τουμπανάρης, Κ., Ν. Μπελαβίλας, Θ. Τάσιος, Β. Μπογιατζής και Ε. Βουζαράς, 170 Χρόνια Πολυτεχνείο, άρθρα: ΕΜΠ, 2012.
34. UNCTAD, Review of Maritime Transport, 2017.

ΣΗΡΑΓΓΕΣ
ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΜΕ ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΗ ΣΗΜΕΡΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ
ΝΕΑ ΓΝΩΣΗ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

του Παύλου Γ. Μαρίνου

Ομότιμου Καθηγητή ΕΜΠ

---

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες η χώρα είχε να επιλύσει πλήθος προκλήσεων στο σχεδιασμό και να φθάσει στην επιτυχή ολοκλήρωση της κατασκευής ενός μεγάλου αριθμού έργων υποδομής, ανάμεσα στα οποία είναι και οι σήραγγες. Πρόκειται για έργα υψηλών τεχνικών προκλήσεων, λόγω των ιδιαίτερα δύσκολων και σύνθετων γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών και της τμήσης ορεινών όγκων:

- αιφνίδια εναλλαγή ισχυρών και ασθενών ζωνών,
- παρουσία χαμηλής αντοχής πετρωμάτων κάτω από υψηλή πίεση υπερκειμένων επιδεκτικών μεγάλων συγκλίσεων,
- παρουσία χαλαρών ζωνών, υδροφόρων ζωνών, υπόγειων κενών, περιοχών που μπορεί να κατολισθαίνουν, ιδιαίτερα στα στόμια των σηράγγων.

Η εκτίμηση αυτών των συνθηκών ήταν απαραίτητη και εφαρμόσθηκαν καινοτόμες ιδέες και μέθοδοι στο σχεδιασμό και στις κατασκευαστικές τεχνικές. Αλλά πάντα στις περιπτώσεις των μεγάλων σηράγγων και σηράγγων σε βάθος, αλλά όχι μόνο, παραμένουν ορισμένες αβεβαιότητες. Υπήρχε λοιπόν ο παράγοντας της διακινδύνευσης, ένας παράγοντας που ελέγχθηκε σωστά.

Να αναφερθεί εδώ, ότι ένα από τα βασικά εργαλεία στη μεθοδολογία του σχεδιασμού των σηράγγων είναι ο Γεωλογικός Δείκτης Αντοχής, που εξελίχθηκε

από τις εμπειρίες των σηράγγων της Εγνατίας Οδού, του Σιδηροδρόμου και του Μετρό της Αθήνας (Marinos & Hoek, 2000, Marinos V. et al, 2005, 2007). Ο δείκτης επιτρέπει την αξιόπιστη εκτίμηση της αντοχής και της παραμορφωσιμότητας της βραχομάζας για τις αριθμητικές αναλύσεις και έχει παγκόσμια πλέον εφαρμογή.

Η εξέλιξη των μηχανημάτων που επιτρέπουν ολομέτωπη διάνοιξη (TBM) σε ποικίλες εδαφικές συνθήκες ήταν και συνεχίζει να είναι θεαματική. TBMs χρησιμοποιήθηκαν, κάποιες φορές με δυσκολίες, αλλά οι σωστές γεωλογικές και γεωτεχνικές εκτιμήσεις οδήγησαν, στις περισσότερες των περιπτώσεων, σε σωστές επιλογές και ολοκλήρωση των έργων με επιτυχία.

Τα χρόνια αυτά ήταν η χρυσή εποχή των σηράγγων.

Στα επόμενα κεφάλαια επιχειρείται μια σύντομη παρουσίαση έργων σηράγγων της χώρας, υδραυλικών και συγκοινωνιακών, με ιδιαίτερη αναφορά για τις σήραγγες του αυτοκινητοδρόμου της Εγνατίας Οδού, τις επιλογές στο σχεδιασμό τους και την επιτυχημένη κατασκευή τους.

2 ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ έχει από το 1987 εντάξει το μάθημα των Σηράγγων στο πρόγραμμα σπουδών, ενώ με την εκτόξευση των μελετών και την κατασκευή των έργων αυτών μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1990, δημιουργείται το 1999 και σε συνεργασία με την Σχολή Μεταλλειολόγων, το Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα (ΔΠΜΣ) «Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπογείων Έργων» που συνεχίζεται με επιτυχία μέχρι σήμερα. Πλήθος στελεχών κρατικών εταιριών, μελετητικών γραφείων και κατασκευαστικών εταιριών εκπαιδεύτηκαν και είναι κάτοχοι του μεταπτυχιακού αυτού διπλώματος. Πολλοί απόφοιτοι στελεχώνουν μεγάλα ξένα γραφεία ή εργάζονται σε σημαντικά έργα του εξωτερικού.

«Αντικείμενο του Προγράμματος Σπουδών είναι η παροχή εξειδικευμένων γνώσεων υψηλής στάθμης σε σχετικά θέματα με το σχεδιασμό και την κατασκευή πάσης φύσεως υπογείων έργων. Τούτο επιτυγχάνεται μέσω σειράς μαθημάτων, που συνοδεύονται κατά περίπτωση από τις ανάλογες πρακτικές ασκήσεις εργαστηρίου και υπαίθρου, από ειδικές διαλέξεις και σεμινάρια και από την εκπόνηση μεταπτυχιακής εργασίας. Η αναγκαιότητα του προγράμματος προκύπτει από το γεγονός ότι η κατασκευή υπογείων έργων έχει λάβει τα τελευταία χρόνια μεγάλη έκταση παγκοσμίως και σήμερα, συντελούσης και της τεχνολογικής ανάπτυξης στα μέσα κατασκευής, αποτολμώνται και υλοποιούνται επιτυχώς υπόγεια έργα, που πριν μερικές δεκαετίες ήταν σχεδόν αδιανόητη ή οικονομικώς ασύμφορη η

πραγματοποίησή τους. Η εικόνα αυτή εύκολα μεταφέρεται και στον ελληνικό χώρο όπου, λόγω της γεωμορφολογίας, της ασύμμετρης πληθυσμιακής κατανομής και της ανισομερούς κατανομής των υδατικών πόρων και των υδατικών αναγκών αλλά και της οικονομικής ενίσχυσης από πόρους της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έχει αρχίσει να παρατηρείται μια έντονη τάση κατασκευής υπογείων έργων, η οποία προβλέπεται ότι, τα προσεχή έτη θα συνεχίσει να υφίσταται στην ίδια έκταση. Στο πρόγραμμα σπουδών, συνεργάζονται οι Σχολές Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών και Πολιτικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π.. Το πρόγραμμα φιλοδοξεί να παράσχει προς τον ενδιαφερόμενο Διπλωματούχο Μηχανικό τις ειδικές εκείνες προχωρημένες εξειδικευμένες γνώσεις, που θα τον βοηθήσουν για την καλύτερη και αποτελεσματικότερη υλοποίηση του αντικειμένου του προγράμματος στην πράξη».

Τα προσφερόμενα μαθήματα είναι:

- Τεχνική Γεωλογία Υπογείων Έργων
- Μέθοδοι Διερεύνησης του Υπεδάφους
- Προχωρημένη Μηχανική Πετρωμάτων
- Σχεδιασμός Υπογείων Έργων
- Οργάνωση και Διαχείριση Υπογείων Έργων
- Σχεδιασμός και Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Ειδικών Υπογείων Έργων
- Γεωτεχνικές Οργανομετρήσεις
- Υπολογιστικές Μέθοδοι Ανάλυσης Υπογείων Έργων
- Τεχνικές Διάνοιξης Υπογείων Έργων με Χρήση Εκρηκτικών Υλών
- Μέτρα Υποστήριξης Σηράγγων
- Μηχανική Όρυξη Σηράγγων
- Αβαθείς Σήραγγες. Αντιστηρίξεις, Καθιζήσεις στην Επιφάνεια του Εδάφους Στόμια
- Εξοπλισμός Εξόρυξης-Φόρτωσης-Μεταφοράς
- Αντισεισμικός Σχεδιασμός Υπόγειων και Επιφανειακών Γεωτεχνικών Κατασκευών
- Ηλεκτρομηχανολογικά Θέματα Σηράγγων – Αερισμός

- Πληροφοριακά Συστήματα Διαχείρισης Τεχνικών Έργων
- Διαχείριση του Κινδύνου σε θέματα Ασφάλειας και Υγείας

Επιπλέον, προβλέπεται Πρακτική άσκηση επτά ημερών σε υπό κατασκευή και σε ολοκληρωμένες σήραγγες σε όλη την Ελλάδα, με ασκήσεις προσδιορισμού του γεωλογικού μοντέλου, γεωτεχνικής αξιολόγησης, υπολογιστικών ασκήσεων και άλλες πεδίου, με την ενεργή συμμετοχή ξένων πανεπιστήμιων (Queens University, Canada, Royal Military College, Canada, Ponts et Chaussées, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).

Η Σχολή με τα στελέχη της έχει προσφέρει με νέα γνώση στο θέμα του σχεδιασμού σηράγγων και υπογείων έργων, με ερευνητικά προγράμματα και άμεση αξιοποίηση πληροφοριών από τα έργα. Έτσι ένας ιδιαίτερος αριθμός διδακτορικών διατριβών έχουν εκπονηθεί την τελευταία δεκαετία, των οποίων τα ερευνητικά αποτελέσματα τυγχάνουν γενικότερης αποδοχής και διεθνούς αναγνώρισης.

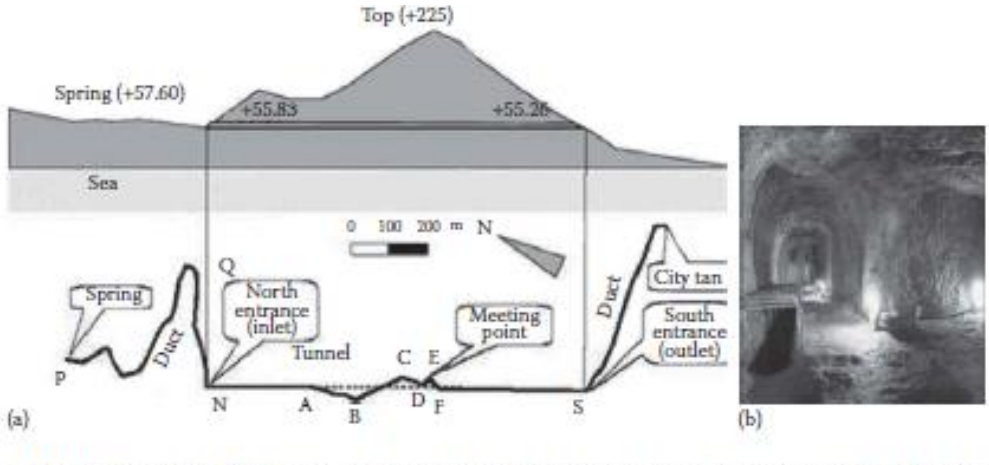
Εικόνα 1 Φοιτητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σηράγγων ΕΜΠ και μεταπτυχιακοί του ΑΠΘ μπροστά από τεκτονικά συντεθλιμμένο διατμημένο φλύσχη που παρουσιάζει συγκλίσεις στις σήραγγες. Περιοχή σήραγγας Ανήλιου (μήκος 2 000 m,υπερκείμενα 260 m). Η τομή δείχνει τη σύνθετη δομή της σήραγγας (Πηγή: Τομή από Μουρτζάς και Σωτηρόπουλος, 1999, και από στοιχεία Π. Μαρίνου)

3 ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΑΔΑ

Εκτός από τις μεταλλευτικές σήραγγες, όπως στο Λαύριο, την Σίφνο ή την Θάσο, σήραγγες στην Αρχαία Ελλάδα έδιναν λύσεις κυρίως σε υδραγωγεία επιδεικνύοντας τεχνικές γνώσεις και ικανότητες όχι βέβαια χωρίς σχέση με την πολιτισμική ανάπτυξη της εποχής.

Το αρχαίο υδραγωγείο των Αθηνών κατασκευάσθηκε κατά τον 4^{ο} αιώνα π.Χ., μετά από περίοδο ξηρασίας (από πηγές στον Υμηττό και συλλέγοντας υπόγεια νερά και στην πορεία του) και διακρίνεται για την πρωτοποριακή γεωλογική αντίληψη και το σχεδιασμό του. Περιλαμβάνει σήραγγα κατασκευασμένη μέσω συστοιχίας φρεάτων. Η σήραγγα είχε μήκος 7.5 km (Chiotis &Chioti, 2011).

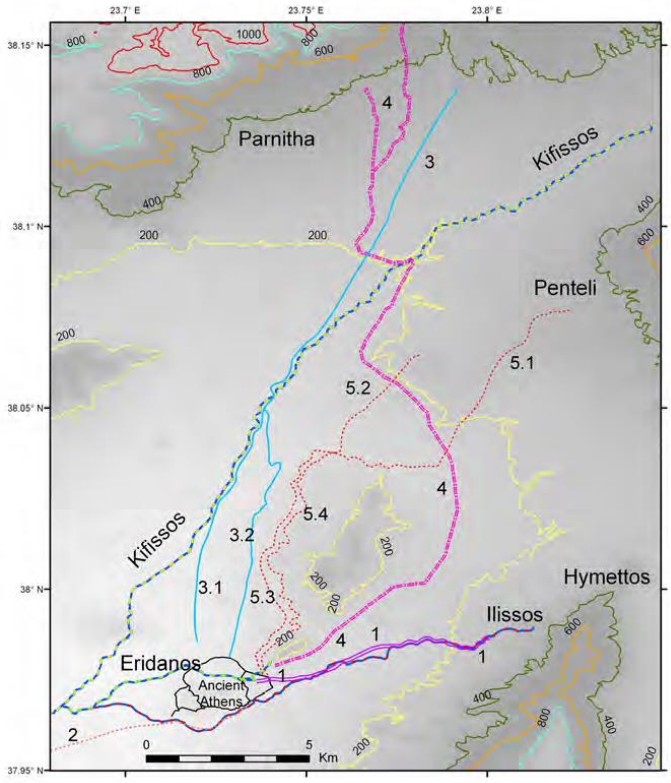
Περί το 550 π.Χ. κατασκευάζεται η σήραγγα του Ευπαλίνου στην Σάμο, για την ύδρευση του Πυθαγόρειου. Το «Αμφίστομον Όρυγμα», αποτελεί παγκόσμιο επίτευγμα της αρχαιότητας (Εικ. 2). Έχει μήκος 1 036 km, βρίσκεται κάτω από το όρος Κάστρο και μέσα σε συμπαγείς ασβεστόλιθους. Η συνάντηση των 2 τμημάτων έγινε με εξαιρετική ακρίβεια και απόκλιση λίγων δεκάδων εκατοστών τόσο οριζοντιογραφικά όσο και μηκοτομικά. Οι γνώσεις γεωμετρίας του Ευπαλίνου έχουν δοξαστεί (Zambas, 2016, Koutsoyiannis et al, 2008, Kienast, 2004).



Εικόνα 2 Η σήραγγα Ευπαλίνου, «Αμφίστομον Όρυγμα», 550 π.Χ. (Πηγή: Koutsoyiannis et al, 2008)

Το Αδριάνειο υδραγωγείο κατασκευασμένο μεταξύ ~125 μ.Χ. και 140 μ.Χ., εξ ίσου πρωτοποριακό, υπόγειο εξ ολοκλήρου, περιλαμβάνει 20 km σηράγγων στους πρόποδες της Πάρνηθας συλλέγει νερά από πηγές και τον υδροφόρο ορίζοντα κατά το διαδρομή του για να τα μεταφέρει στην Αθήνα. Η σήραγγα ευρίσκεται περί τα 25 m κάτω από την επιφάνεια, με εύρος 0.8-0.9 m και ύψος 1.6-1.8 m.

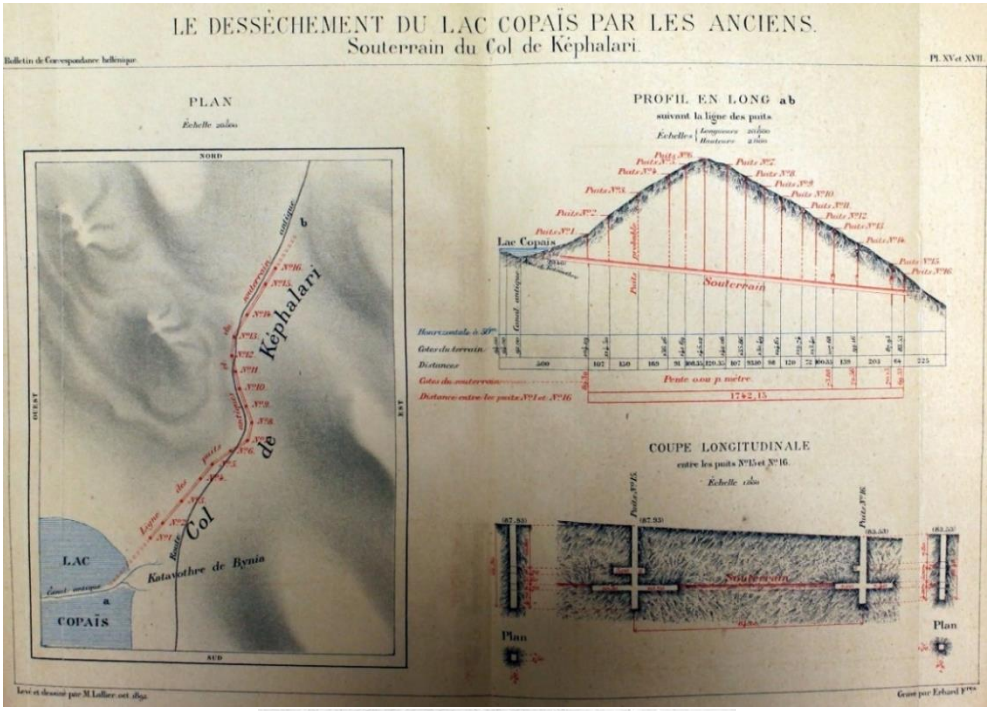
Η εκσκαφή έγινε μέσω ενδιάμεσων φρεάτων που αποτέλεσαν και υδρομαστευτικά έργα (Chiotis and Marinos 2012).



Εικόνα 3 Τα σημαντικότερα αρχαία υδραγωγεία των Αθηνών: (1) Υμηττού, (2) Μακρών Τειχών, (3) Αχαρνικός Οχετός, (4) Αδριάνειο, (5) Υστερορρωμαϊκό: 5.1 κλάδος Κηφισιάς, 5.2 κλάδος Ηρακλείου (Πηγή: Chiotis, 2011; Chiotis and Chioti, 2011)

Σήραγγες κατασκευάσθηκαν επίσης για αποστραγγίσεις. Για την αποστράγγιση της Κωπαΐδας οι Μινύες περί την 2^{η} χιλιετία π.Χ. (Μυκηναϊκή περίοδος) κατασκεύασαν τάφρους εκτροπής του Κηφισού και του Μέλανα ποταμού προς καταβόθρες (Knauss, 1995) αναπτύσσοντας για πολλούς εκεί τον πρώτο υδραυλικό πολιτισμό στην Ευρώπη. Αργότερα επιχειρήθηκε και πάλι η αποστράγγιση με μια σήραγγα που ξεκινά από την καταβόθρα Μπίνια και κατευθύνετο προς Λάρυμνα. Η σήραγγα Κεφαλαρίου είχε μήκος 2.2 km, αλλά δεν ολοκληρώθηκε (Εικ. 4). Περιλαμβάνει 16 πηγάδια κατασκευής ανά 100 m ορισμένα πάνω από 50 m βάθους, με εξόρυξη σε περιβάλλον συμπαγών ασβεστόλιθων. Υπάρχει διχογνωμία για το έτος κατασκευής της, αλλά μάλλον αποδίδεται στον Κράτη, αρχιμηχανικό

του Μεγάλου Αλεξάνδρου (Ε. Χιώτης προφορική πληροφορία και Kountouri et al, 2012).



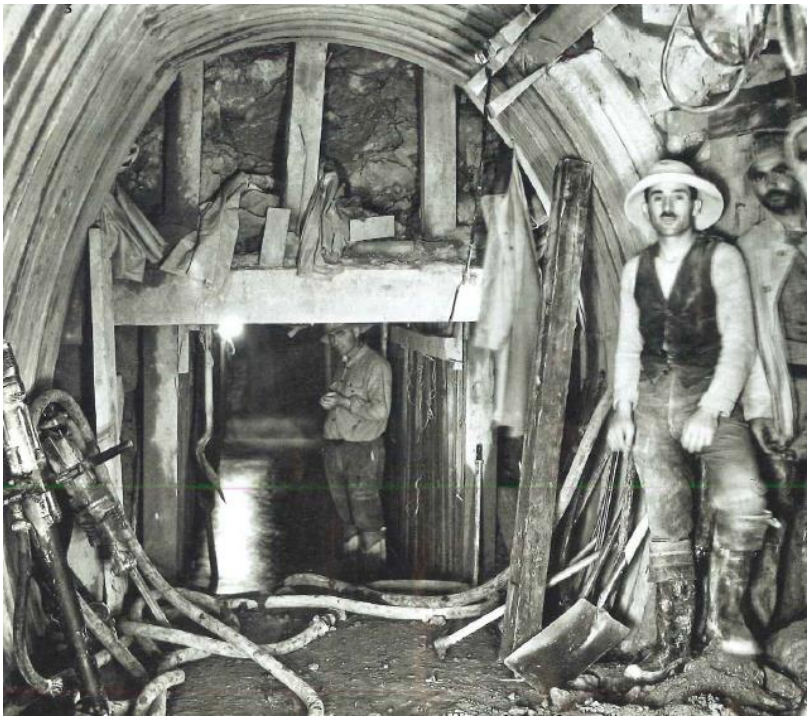
Εικόνα. 4 Η σήραγγα Κεφαλαρίου για την αποστράγγιση της Κωπαΐδας. Ημιτελής. Έργο εποχής Μ. Αλεξάνδρου (Πηγή: Kountouri et al, 2012)

Και βέβαια υπήρξαν και άλλα μικρότερα έργα σηράγγων σε υδραγωγεία**,** όπως π.χ. στην Περαχώρα Λουτρακίου (300 π.Χ.), στην πηγή Πειρήνη στον Ακροκόρινθο, στα Μέγαρα, στην Αίγινα, στη Νικόπολη (2 σήραγγες, η μία 500 m), στη Νάξο, Κνωσό και άλλα.

4 Η ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΜΕΧΡΙ ΠΡΟΣΦΑΤΑ

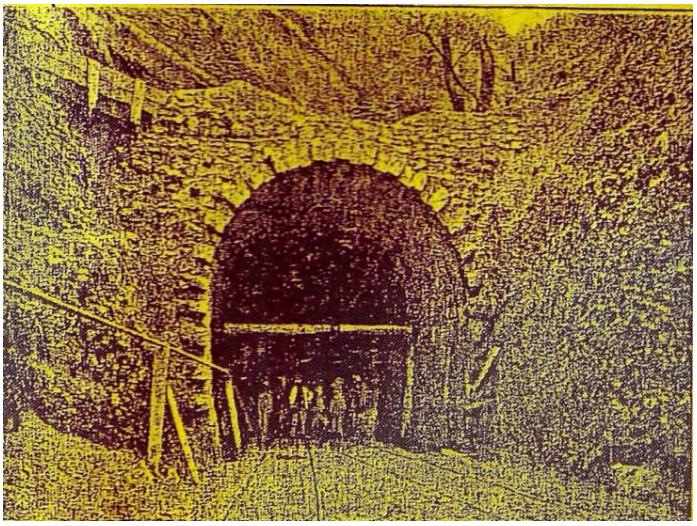
Μέχρι τη δεκαετία του 1980, οι σήραγγες αφορούν σε σιδηροδρομικά έργα, όχι πάντως με τη μετέπειτα ανάπτυξη τους, και σε υδροηλεκτρικά έργα με υπόγειους μεγάλους θαλάμους. Εδώ είναι και οι μεγάλες σήραγγες των νέων υδραγωγείων για την ύδρευση των Αθηνών. Η σήραγγα Μπογιατίου (Εικ. 5), μήκους 13.4 km, εύρους 2.6 m και ύψους 2.1 m, κατασκευάσθηκε στα τέλη του 1920 μεταφέροντας νερό από τον ταμιευτήρα του Μαραθώνα και ακολούθησαν μέσα στη δεκαε-

τία του 1970 και του 1990 τα υδραγωγεία Μόρνου και Ευήνου με σήραγγες κατασκευασμένες με εξελιγμένες μεθόδους. Σχετικώς σε επόμενες παραγράφους. Ελάχιστες οι οδικές σήραγγες αυτήν την περίοδο.



Εικόνα 5 Η σήραγγα Μπογιατίου από τον ταμιευτήρα Μαραθώνα, τέλη 1920. Χαρακτηριστική η μέθοδος εκσκαφής για αντιμετώπιση ασταθών σχηματισμών (κατά το κατάντη ήμισυ εδαφικού χαρακτήρα σχηματισμοί, κροκαλομιγείς, άργιλοι και παρόμοιοι) (Πηγή: Αρχείο ΕΥΔΑΠ)

Από τις σιδηροδρομικές σήραγγες αυτής της περιόδου αξίζουν ιδιαίτερης μνείας οι σήραγγες του ορεινού περάσματος του Μπράλου προς Λαμία, ανάμεσα στο Καλλίδρομο και την Οίτη, με τη μεγαλύτερη να έχει μήκος 2.1 km. Η αρχική σχεδίαση της σιδηροδρομικής γραμμής εκπονήθηκε το 1883. Η κατασκευή άρχισε το 1991 από Αγγλική εργολαβική εταιρία όπου συναντήθηκε πλήθος προβλημάτων από αστάθειες των πετρωμάτων και καταπτώσεις που την οδήγησαν σε τεράστια οικονομικά προβλήματα, με στάση των εργατών και τελικά την έκπτωσή της. Η ολοκλήρωση έγινε από την εταιρία Μπατινιόλ μεταξύ 1902 και 1904, μετά δέκα έτη από τη διακοπή της προηγούμενης εργολαβίας.



Εικόνα 6 Η σιδηροδρομική γραμμή στον Μπράλο και το στόμιο της σήραγγας Μπράλου (από ημερολόγιο Γ. Δροσίνη,1894). Με τη διάνοιξη σήμερα της σήραγγας του Καλλίδρομου, η γραμμή θα εξυπηρετεί τουριστικούς σκοπούς (Πηγή: Google)

5 ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΩΝ

5.1 Οι σήραγγες του υδαταγωγού Μόρνου Αθηνών

Ο υδαταγωγός Μόρνου Αθηνών, μήκους 188 km, άρχισε να κατασκευάζεται το 1969 και ολοκληρώθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1970. Στη διαδρομή του διασχίζει με 15 σήραγγες τους ορεινούς όγκους Γκιώνας, Παρνασσού, Κίρφης, Ελικώνα και Κιθαιρώνα. Οι εννέα σήραγγες, υπό πίεση έχουν συνολικό μήκος 62.1 km, με διάμετρο 3.6-4 m και οι 6 με ελεύθερη ροή, 8.7 km, με μέση διάμε-

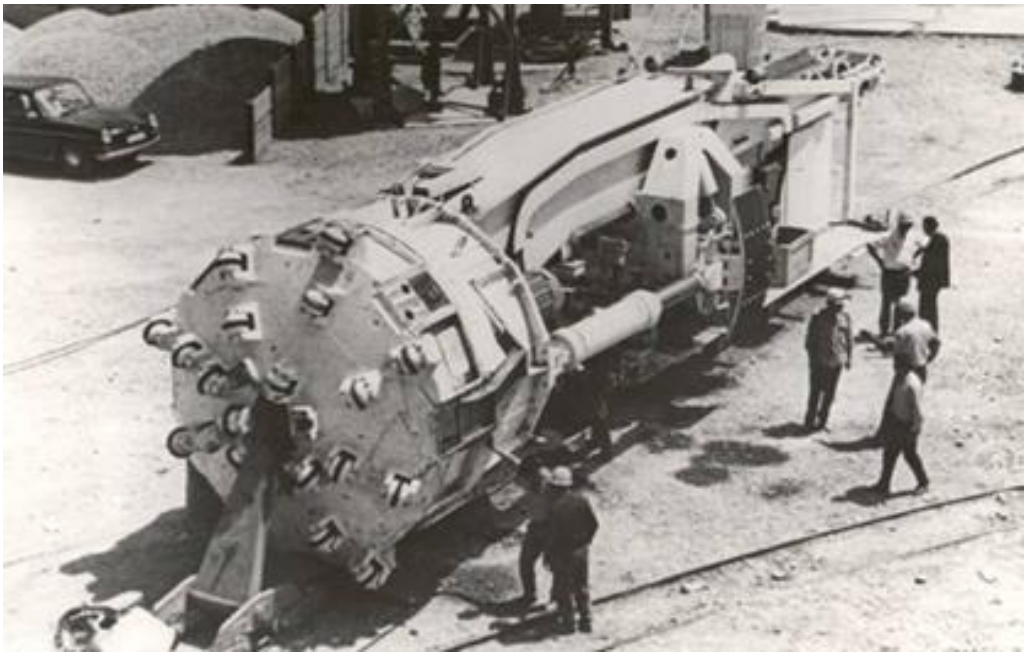
τρο 4 m. Οι μεγαλύτερες είναι της Γκιώνας (14 774 m), της Κίρφης (9 348 m) και του Κιθαιρώνα (11 009 m).

Στις μεγάλου μήκους σήραγγες της Γκιώνας και Κίρφης χρησιμοποιήθηκαν μηχανήματα ολομέτωπης κοπής (TBM). Η επιλογή του μηχανήματος, το σημαντικότερο θέμα σε μια μηχανοποιημένη κατασκευή σήραγγας, ήταν απόλυτα επιτυχής με τη σωστή αξιολόγηση των γεωλογικών συνθηκών. Η διάσχιση για 14.77 km της ορεινής μάζας της Γκιώνας, στο εσωτερικό της, ενός τεράστιου ορεινού όγκου κάτω από υπερκείμενα 1 700 m με έντονη καρστικοποίηση και με τις μεγάλες παράκτιες πηγές που τον αποστραγγίζουν, δημιουργούσε ερωτήματα για τη συνάντηση υπόγειων νερών, είτε μόνιμων, είτε πλημμυρικών, και τη μέθοδο κατασκευής που θα έπρεπε να επιλεγεί.

Εικόνα 7 Το υπόγειο υδρογεωλογικό καθεστώς της Γκιώνας και η σχέση με τη σήραγγα. Η έντονη καρστικοποίηση περιορίζεται ή εξαφανίζεται σε βάθος. (Η θέση του υδροφόρου ορίζοντα, η θέση και το μέγεθος υδροφόρων αξόνων-καρστικών αγωγών είναι ενδεικτικά) (Πηγή: Marinos, 1978)

Η προσεκτική υδρογεωλογική εκτίμηση με την κατανόηση της τεκτονικής/δομικής εξέλιξης της περιοχής, έδειξε ότι η καρστικοποίηση θα έπρεπε να είναι πολύ περιορισμένη στο επίπεδο της σήραγγας και το κύριο καρστικό επίπεδο βάσης να περιορίζεται σε βάθος πολύ πάνω από τη διέλευση της σήραγγας. Κάτι που επέτρεψε τη δυνατότητα μηχανοποιημένης μεθόδου που ήταν επιθυμητή

για τέτοιου μήκους σήραγγα και την επιλογή του ΤΒΜ, βράχου χωρίς ασπίδα, με τα δεδομένα τεχνολογίας της εποχής.



Εικόνα 8 Σήραγγα Γκιώνας, μήκους 14 774 m. Το πρώτο ΤΒΜ σε κατασκευή σήραγγας στην Ελλάδα. ΤΒΜ βράχου χωρίς ασπίδα. Έναρξη 22/4/1972 Το ΤΒΜ διέτρησε 9 429 m από το μέτωπο Άμφισσας σε 3.5 χρόνια περίπου Τα υπόλοιπα διανοίχθηκαν συμβατικά με D&B από το μέτωπο του Λιδορικίου (Πηγή: Αρχείο Π.Μ.)

Πράγματι η κατασκευή ολοκληρώθηκε με επιτυχία με μόνο δύο καρστικά περιστατικά να συναντηθούν που αντιμετωπίσθηκαν συμβατικά (γεφύρωση ή παράκαμψη). Δεν υπάρχουν πολλές σήραγγες στον κόσμο που να έχουν διασχίσει με επιτυχία ένα καρστικό βουνό σε τέτοιο βάθος και σε τέτοιο μήκος.

Στις άλλες πιο τελευταία κατασκευαζόμενες τότε σήραγγες του υδαταγωγού του Μόρνου (Κυριάκιου, Μοναστηρίου Θίσβης κ.α.) εφαρμόσθηκε συστηματικά η τεχνική της εφαρμογής ως βασικού στοιχείου της άμεσης-προσωρινής το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα με κατά περίπτωση αγκύρια ή ενσωμάτωση πλαισίων μόνο στα πιο ασθενή τμήματα, π.χ. στην παρουσία φλύσχη. Η συντηρητική εφαρμογή των αρχών του νεκρού φορτίου σιγά σιγά εγκαταλείπεται.

5.2 Η μεγάλη υδραυλική σήραγγα Ευήνου-Μόρνου

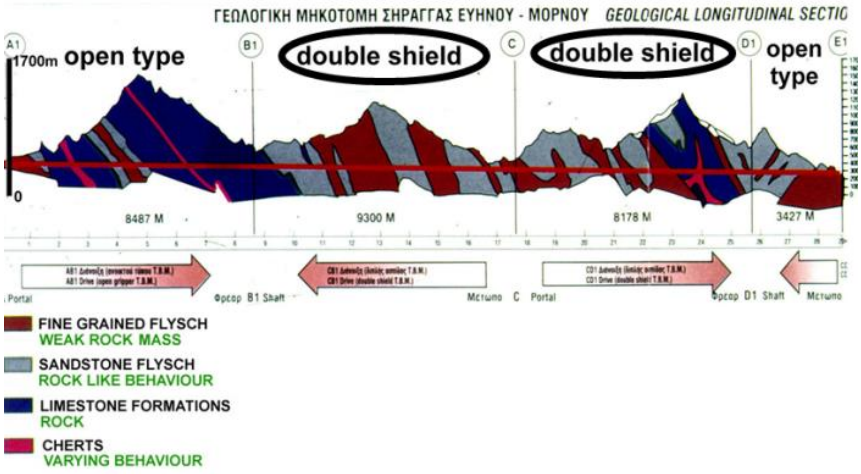
Με τη σήραγγα Ευήνου-Μόρνου, τα νερά του ταμιευτήρα του Εύηνου εκτρέπο-

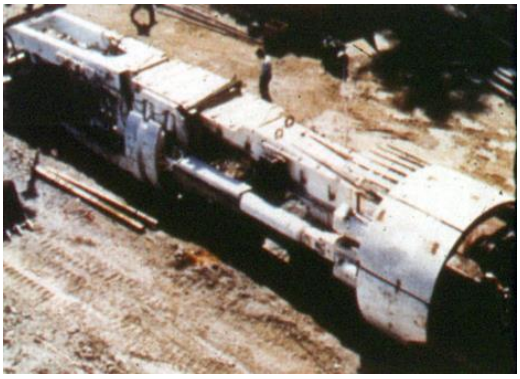
νται και διοχετεύονται στον ταμιευτήρα του Μόρνου, προς ενίσχυση των αποθεμάτων του. Η λειτουργία της σήραγγας γίνεται υπό πίεση με παροχή 27 m^3/s.

Η σήραγγα Ευήνου-Μόρνου έχει συνολικό μήκος 29 393 m και εσωτερική διάμετρο 3.5 m. Η διάνοιξη της σήραγγας ξεκίνησε το 1992 και ολοκληρώθηκε σε διάστημα δύο ετών, δύο μήνες πριν τη συμβατική υποχρέωση, γεγονός που συνιστά μεγάλη επιτυχία για την ολοκλήρωση σήραγγας μεγάλου μήκους κάτω από υψηλά υπερκείμενα και ιδιαίτερα δύσκολες γεωλογικές συνθήκες. Ήταν τότε η $3^η$ μεγαλύτερη σήραγγα που διανήγετο στον κόσμο. Η σήραγγα διασχίζει μια σειρά από πτυχές της γεωτεκτονικής ζώνης της Πίνδου με εναλλαγές ασβεστόλιθων καλής συμπεριφοράς και όχι καρστικοποιημένους, σχιστοκερατόλιθων με ποικίλλουσα συμπεριφορά και φλύσχη, πότε ψαμμιτικού και πότε ιλυολιθικού με ασταθείς βραχόμαζες και επιρρεπείς σε συγκλίσεις. Επί πλέον διατμημένες γεωλογικά ζώνες (Marinos,1998). Τα μέγιστα υπερκείμενα ήταν κατά περίπτωση από 800 ως 1 250 m. Η αξιόπιστη τεχνικο-γεωλογική ερμηνεία των σχηματισμών οδήγησε στη σωστή επιλογή των μηχανημάτων ολομέτωπης κοπής κατά περίπτωση τμήματος της σήραγγας με τις σωστές διατάξεις αντιμετώπισης των ιδιαίτερα ασταθών καταστάσεων.

Η διάνοιξη έγινε λοιπόν συγχρόνως από τέσσερα TBM, δύο από τα άκρα της σήραγγας (τμήματα A1B1 & E1D1) και δύο από ενδιάμεση πρόσβαση (τμήματα CB1 & CD1) (Εικ. 9). Τα δύο ακραία τμήματα όπου τα πετρώματα είχαν μέτρια ή καλή συμπεριφορά διανοίχτηκαν με TBM βράχου χωρίς ασπίδα και η αντιστήριξη ακολουθούσε με συμβατικά μέσα. Η διάμετρος εκσκαφής ήταν 4.2 m. Μετά την ολοκλήρωση της διάνοιξης ακολούθησε η μόνιμη επένδυση της σήραγγας με έγχυτο οπλισμένο σκυρόδεμα.

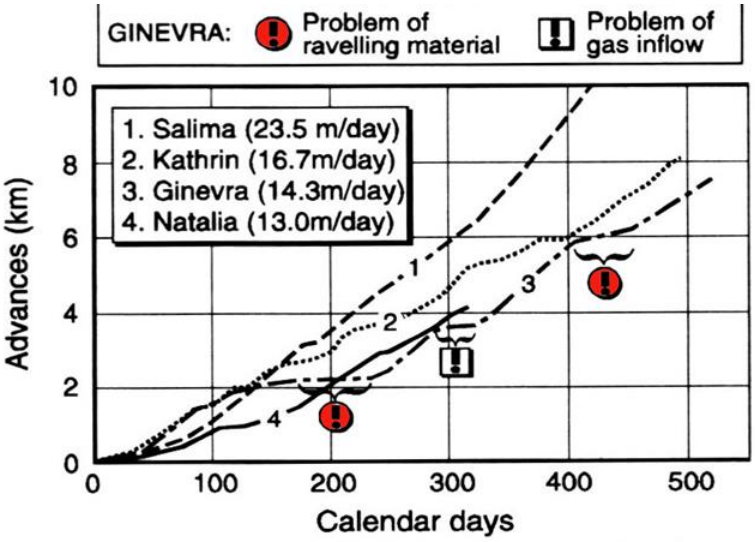
Τα δύο ενδιάμεσα τμήματα με εκτιμώμενη πτωχή ή πολύ πτωχή συμπεριφορά διανοίχτηκαν με δύο TBM με διπλή ασπίδα, και με διάταξη υπερεκσκαφής για αντιμετώπιση των συγκλίσεων, με σύγχρονη τοποθέτηση των προκατασκευασμένων δακτυλίων της μόνιμης επένδυσης. Η διάμετρος εκσκαφής ήταν 4.04 m. Το διάγραμμα της εικόνας 10 δείχνει την εξαιρετική πορεία της κατασκευής, με ελάχιστες διακοπές λόγω τοπικής παρουσίας μεθανίου (που μπορεί να συναντηθεί σε θύλακες στον φλύσχη σε βάθος) και «ρέοντος εδάφους» από το μέτωπο, που αντιμετωπίσθηκε με βελτίωση και ενίσχυση του.





Εικόνα 9 Η σήραγγα εκτροπής των υδάτων από τον ταμιευτήρα Ευήνου σε εκείνον του Μόρνου, μήκους 29 939 m. Γεωλογική μηκοτομή και η επιλογή των μηχανημάτων ολομέτωπης κοπής (Πηγή: Αρχείο Π.Μ.[1])

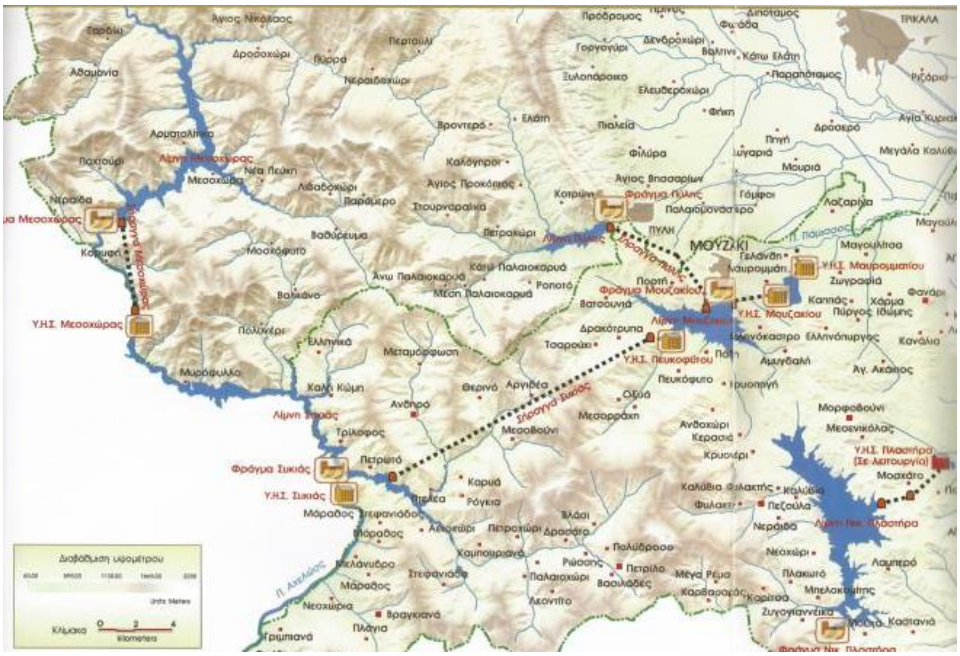
[1] Π.Μ.: Π.Μαρίνος



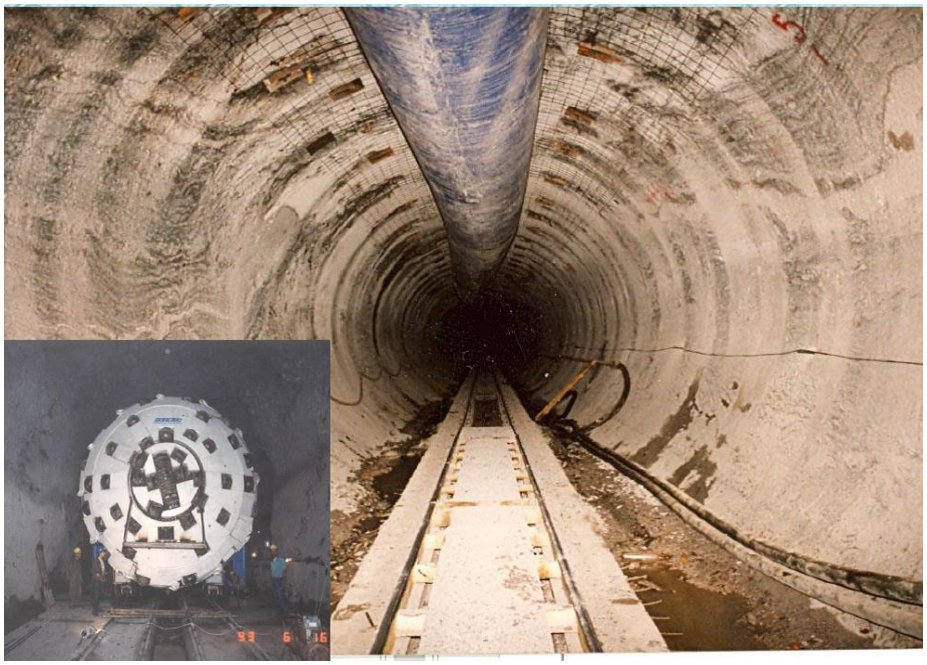
Εικόνα 10 Η πρόοδος της διάτρησης (σε ημερολογιακές ημέρες). Εξαιρετική. Η σήραγγα ολοκληρώθηκε σε 2 χρόνια, 6 μήνες πριν το συμβατικό χρόνο, διατρέχοντας πολύ δύσκολες γεωλογικές συνθήκες (Πηγή: Grandori et al, 1995)

5.3 Σήραγγα εκτροπής Αχελώου

Η σήραγγα, από το φράγμα Συκιάς του Αχελώου στο Πευκόφυτο της Θεσσαλίας, μήκους 17.5 km και εσωτερικής διαμέτρου 4.9 m ως 6 m, θα εκτρέψει ποσότητα νερού του ποταμού. Εκτός από τα άλλα θέματα (αποφάσεις Ανώτατου Δικαστηρίου για περιβαλλοντικούς λόγους) που δεν τις επιτρέπουν σήμερα να έχει ολοκληρωθεί πλήρως με την τελική της επένδυση, συνάντησε τοπικά δύσκολες γεωλογικές καταστάσεις. Από την πλευρά του Αχελώου επελέγη συμβατική διάνοιξη με εκρηκτικά, ενώ από την πλευρά της Θεσσαλίας μηχανοποιημένη. Η επιλογή του TBM, ενός μηχανήματος βράχου για ευσταθείς κατά την κοπή βραχόμαζες, χωρίς ασπίδα, (με την υποστήριξη να γίνεται συμβατικά πίσω από το μηχάνημα), δεν ήταν επιτυχημένη. Για την επιλογή υπήρξε πιθανώς υποεκτίμηση της έκτασης σε βάθος, ασθενούς φλύσχη, με άμεσες καταρρεύσεις ή συγκλίσεις, αλλά και της παρουσίας πλακωδών ασβεστόλιθων, που λόγω πτυχώσεων και των επί τόπου τάσεων, ευρίσκονται συχνά σε διάταξη που ευνοούν καταπτώσεις (Σφέικος & Μαρίνος, 2004). Οι στάσεις του μηχανήματος για την αντιμετώπιση των αστάθειών δημιούργησαν υπερβάσεις σε χρόνο και προϋπολογισμό και τελικά εγκαταλείφτηκε η χρήση του TBM για να συνεχισθεί η διάτρηση με συμβατικό τρόπο, χρησιμοποιούμενου και ενός ενδιαμέσου σημείου πρόσβασης από το παράθυρο Αγορασιάς.

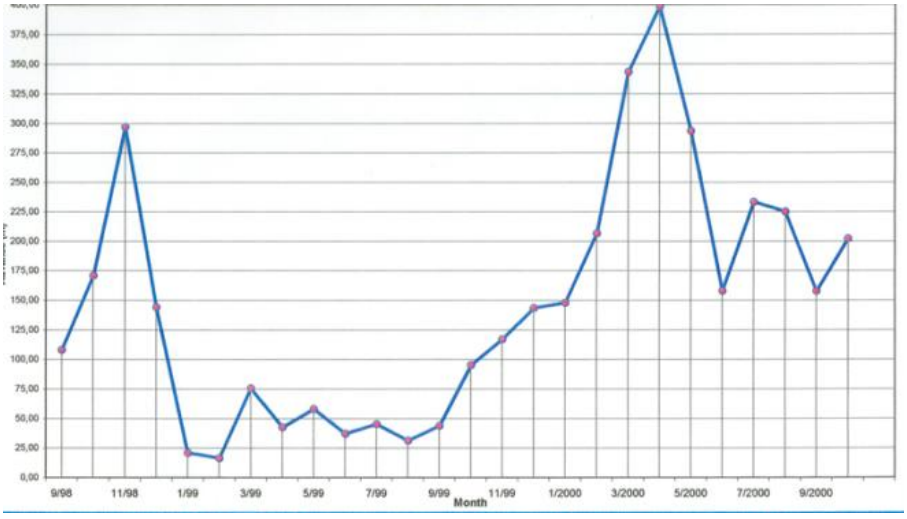


Εικόνα 11 Η εκτροπή μέρους των υδάτων του Αχελώου προς Θεσσαλία. Σήραγγα 17 500 m (Πηγή: Αρχεία Υπουργείου Δημοσίων Έργων)



(α)

(β)



(γ)

Εικόνα 12 (α) (β) (γ) Η σήραγγα εκτροπής του Αχελώου. Διάνοιξη με ΤΒΜ χωρίς ασπίδα. Καλή πρόοδος σε λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους με σφικτή δομή (άνω φωτογραφία). Καθυστερήσεις ή στάσεις λόγω καταρρεύσεων και συγκλίσεων όταν συναντάτο φλύσχης (στην κάτω φωτογραφία στοά για παράκαμψη του σταματημένου ΤΒΜ, και εκσκαφή συγκεκριμένου τμήματος της σήραγγας συμβατικά) (Πηγή: Αρχείο Π.Μ.)

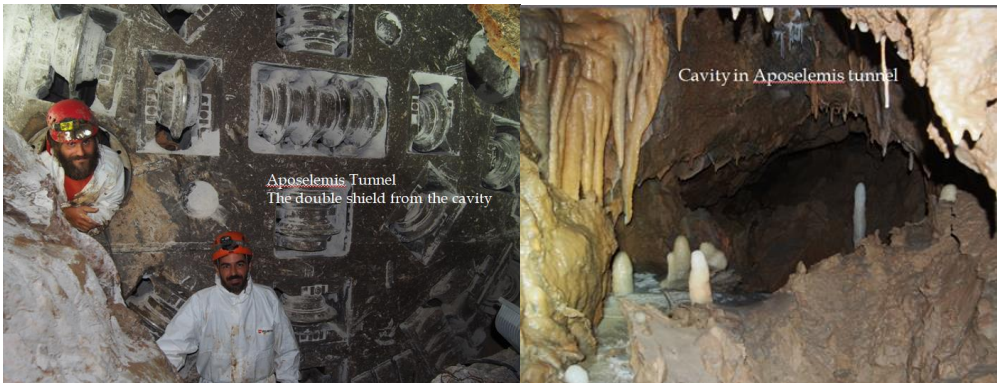
5.4 Η υδραυλική σήραγγα του Αποσελέμη Κρήτης. Σήραγγα με κλίση

Η σήραγγα που ολοκληρώθηκε στα τέλη του 2017 θα ενισχύει με νερά του οροπεδίου Λασιθίου τον ταμιευτήρα Αποσελέμη στην Κρήτη. Έχει κλίση 15 % και μήκος 3.4 km, διαμέτρου 4.1 m. Κατασκευάσθηκε χρησιμοποιώντας ΤΒΜ διπλής ασπίδας.

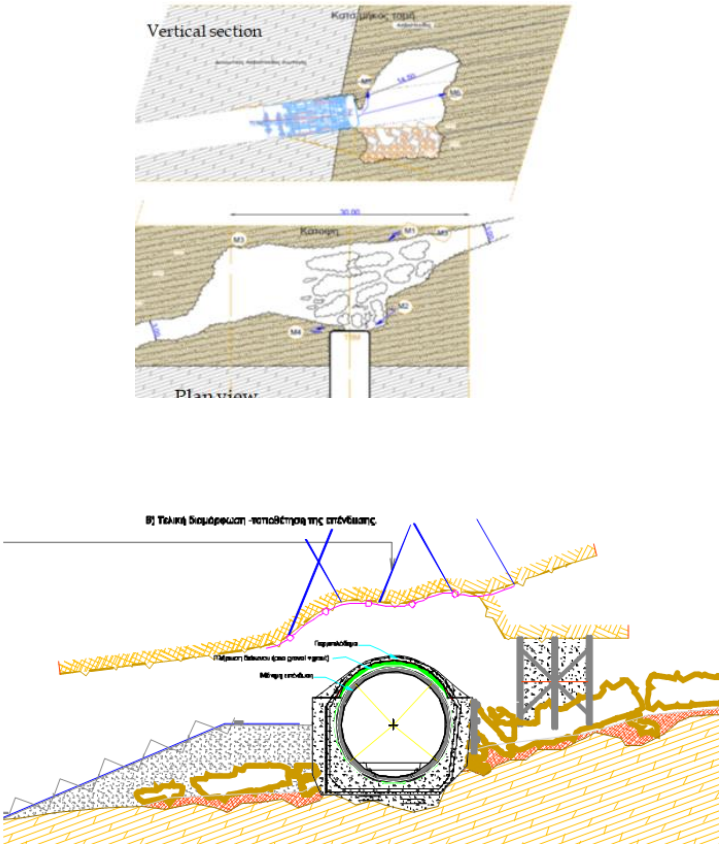
Εικόνα 13 Το ΤΒΜ διπλής ασπίδας για την με κλίση σήραγγα Αποσελέμη Κρήτης (Πηγή: Αρχείο εργοταξίου)

Η επιλογή ήταν επιτυχής λόγω παρουσίας τόσο ικανών πετρωμάτων (ασβεστόλιθοι), αλλά και τμημάτων ασθενών κερματισμένων ασβεστόλιθων, ζωνών ρηγμάτων και φυλλιτών.

Ένα κορυφαίο γεγονός στην πορεία της σήραγγας ήταν η συνάντηση ενός - πολύ μεγάλων διαστάσεων σπηλαίου στο εσωτερικό του βουνού. Έγινε ζεύξη του κενού, υποστήριξη του και στη συνέχεια ασφαλής διέλευση του ΤΒΜ. Μια επιτυχία. (Εικόνες 14 και15).



Εικόνα 14 Η κοπτική κεφαλή του ΤΒΜ «βλέποντας» το σπήλαιο στο εσωτερικό του βουνού σε 160 m βάθος (Πηγή: Αρχείο εργοταξίου και Π.Μ.)



Εικόνα 15 Σήραγγα Αποσελέμη. Το πέρασμα του TBM από το μεγάλο καρστικό σε βάθος κενό-σπήλαιο. Αριστερά το σπήλαιο σε τομή και οριζοντιογραφία. Δεξιά το κέλυφος που κατασκευάσθηκε και τα μέτρα υποστήριξης του σπηλαίου για την ασφαλή διέλευση του TBM και λειτουργία της σήραγγας. (για την κλίμακα να θεωρηθεί η διάμετρος της σήραγγας, 4 μέτρα) (Πηγή: Μέγας & Μαρίνος, 2017)

6 ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΕΣ ΣΗΡΑΓΓΕΣ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ

Στον άξονα Πελοποννήσου οι σήραγγες, κατ' αναλογία με τον αυτοκινητόδρομο, τέμνουν μορφολογικά αντερείσματα για τις απαιτήσεις των υψηλών ταχυτήτων, ή περνούν πίσω από περιοχές μεγάλων κατολισθήσεων, όπως η σήραγγα Παναγοπούλας, μήκους 4 400 m ή του Πλατάνου, 2 700 m. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο σχεδιασμός της τελευταίας στην περιοχή όπου διέρχεται και η οδική σήραγγα Παναγοπούλας. Οι σήραγγες Αιγίου και Τράπεζας έχουν μήκη 3 500 m και 2 700 m αντιστοίχως.

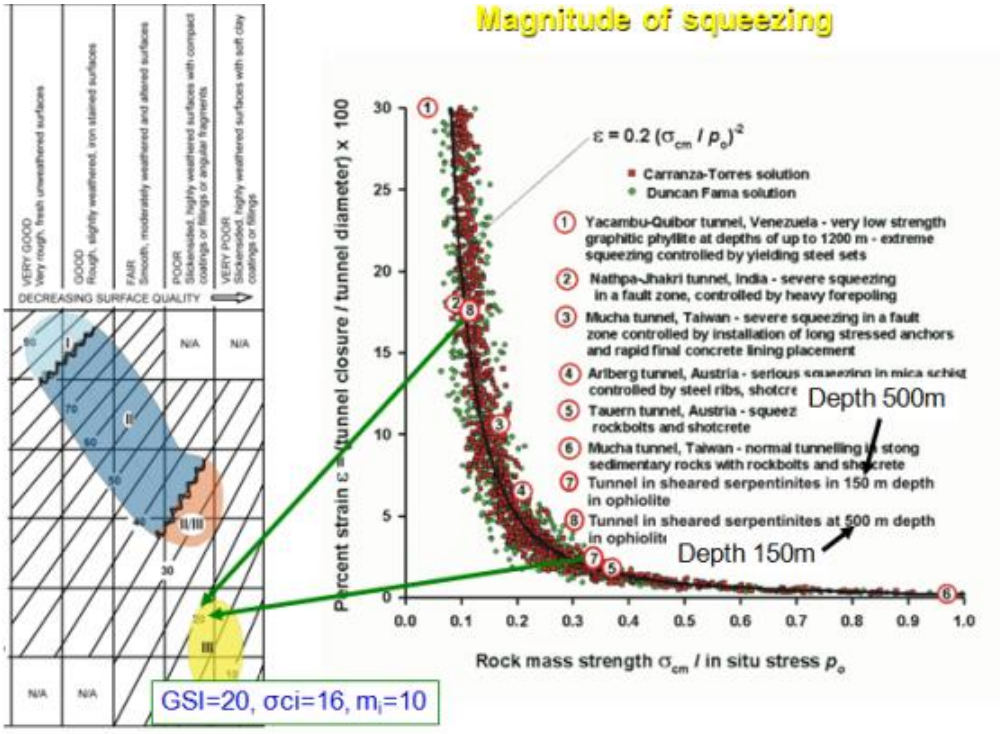
Εικόνα 16 Κατολίσθηση Παναγοπούλας μεταξύ Αιγίου και Πατρών, το 1971. Τόσο οι σήραγγες του σιδηροδρόμου όσο και του αυτοκινητοδρόμου διέρχονται σήμερα πίσω από την όλη αυτή ενεργό περιοχή (Πηγή: Φωτογραφία από εφημερίδα της εποχής)

Στη γραμμή Αθηνών Θεσσαλονίκης είχαν ήδη κατασκευασθεί τις προηγούμενες δεκαετίες η σήραγγα Αλιάρτου 1.4 km και Τεμπών (5 km) και στη σημερινή φάση ολοκλήρωσης κατασκευάσθηκε μια νέα σειρά σηράγγων, όπως του Πλαταμώνα (2.6 km), της Όρθρυος (6.3 km) του Καλλιδρόμου. Η κατασκευή της δίδυμης σήραγγα Καλλιδρόμου, 9.04 km, ξεκίνησε το 1998 και ολοκληρώθηκε τελικά το 2015, λόγω των ιδιαίτερα δυσμενών γεωλογικών συνθηκών. Οι σήραγγες έχουν σχεδιαστεί για 250 km/h με λειτουργική ταχύτητα 160-200 km/h.

Η σήραγγα διατρέχει από τον Νότο προς Βορρά μαργαϊκές αργίλους, οφιόλιθους, ασβεστόλιθους και μάργες. Οι άργιλοι φθάνουν σε υπερκείμενα 230 m και ήδη κάτω από μικρότερα υπερκείμενα εμφανίσθηκαν μεγάλες συγκλίσεις που δεν μπόρεσαν να ελεγχθούν και οδήγησαν σε κατάρρευση και της σήραγγας. Τελικά εφαρμόσθηκε με επιτυχία μια πολύ ισχυρή διατομή αλλά με δυνατότητα παραλαβής, ενδιαμέσως, παραμορφώσεων με μια μερική κατασκευή δύο δακτυλίων αρκούντως ισχυρών για διανομή των φορτίων του εδάφους μέχρι την ολοκλήρωση και το κλείσιμο της 18 m πίσω με την εκσκαφή της κάτω βαθμίδας (bench). Ένα συνδυασμό των αρχών μιας άκαμπτης και μιας ενδίδουσας υποστήριξης.

Οι οφιόλιθοι στη σήραγγα Καλλιδρόμου, είχαν, όπως μπορεί να συμβαίνει σε

αυτούς τους σχηματισμούς, ποικίλλουσα συμπεριφορά. Από ισχυρό πέτρωμα με ευστάθεια μπορεί να συναντώνται σε μορφή εξαιρετικά ασταθή όταν είναι σερπεντινιωμένοι και τεκτονικά διατμημένοι, φυλλοποιημένοι, έχοντας μικρή αντοχή και χαμηλό μέτρο παραμορφωσιμότητας. Οι συγκλίσεις στη δεύτερη περίπτωση μπορεί να γίνουν υπερβολικές μέχρι αστοχίας.



Εικόνα 17 Σήραγγα Καλλιδρόμου 9 km.Ποικιλία των οφιόλιθων με ακραίες συμπεριφορές ανάλογα με τη σερπεντινίωση και την τεκτονική σύνθλιψη που έχει υποστεί κατά τη γεωλογική τους ιστορία. Το διάγραμμα δείχνει την εκτίμηση των συγκλίσεων για τον ασθενή οφιόλιθο κάτω από 150 m και 500 m υπερκειμένων Πάνω από 15 % για τη δεύτερη περίπτωση (Πηγή: Marinos et al, 2005)

Τέτοιας συμπεριφοράς ζώνες συναντήθηκαν και αντιμετωπίσθηκαν μα επιτυχία, χωρίς αστοχίες ή καθυστερήσεις. Σε σήραγγες της Εγνατίας οδού ανάλογες καταστάσεις αντιμετωπίστηκαν με όχι βαριά και άκαμπτη αλλά πλήρως ενδίδουσα υποστήριξη.

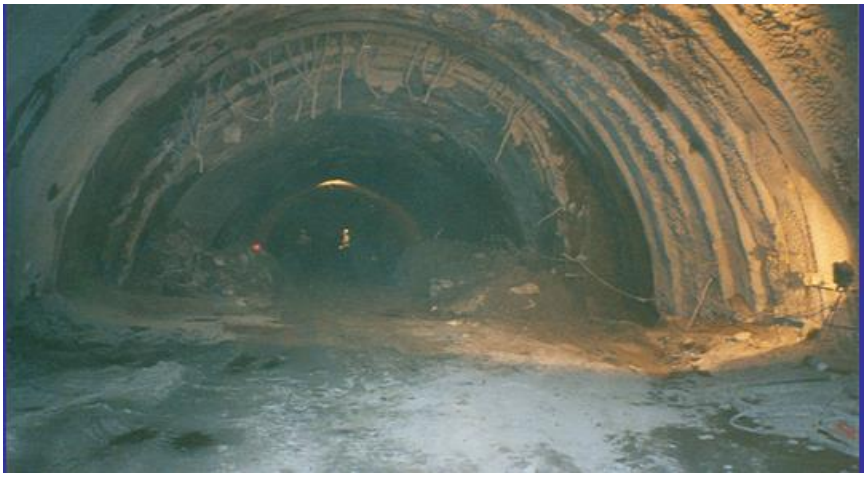
7 ΞΕΚΙΝΑ Η ΝΕΑ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΩΝ ΟΔΙΚΩΝ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

7.1 Οι πρώτες σήραγγες

Τα ορεινά εμπόδια, που επέβαλαν περιπορείες, έρχονται να τμήσουν σημαντικές σήραγγες που εγκαινιάζουν μια νέα περίοδο στα οδικά έργα της χώρας.

Η σήραγγα Αρτεμισίου («Θεόδωρου Κολοκοτρώνη») στην ΕΟ Κορίνθου Τριπόλεως, μήκους 1 400 m κατασκευάζεται στα τέλη του 1980 με ένα τότε κλάδο κυκλοφορίας Σήμερα η ΕΟ είναι αυτοκινητόδρομος με σειρά νέων σηράγγων δύο κλάδων: Στέρνας (960 m), Νεοχωρίου (760 m), Καλογερικού (750 m), Ραψομμάτη (1 370 m), Αγ. Φλώρου (250 m).

Η σήραγγα Τυμφρηστού («Παύλου Μπακογιάννη»), μήκους 1 400 m, με ένα κλάδο κυκλοφορίας, κατασκευάσθηκε στις αρχές του 1990, διασχίζοντας φλύσχη έντονα διατμημένο με ισχυρή παρουσία αργιλικού σχιστόλιθου Συνάντησε υπερβολικές δυσκολίες στην ολοκλήρωση της λόγω της εκδήλωσης σημαντικών συγκλίσεων που έφθασαν το 1 m περίπου.



Εικόνα 18 Φαινόμενα ισχυρής σύνθλιψης σε περιβάλλον ασθενούς διατμημένου φλύσχη, ως στη σήραγγα Τυμφρηστού (Πηγή: Αρχείο Π.Μ.)

Στα τέλη της δεκαετίας του 1980 άρχισε η κατασκευή της σήραγγας Μετσόβου, για την αντιμετώπιση του ορεινού δύσκολου περάσματος της Κατάρας, μήκους 3 600 m, δημιουργώντας υποχρεωτικό σημείο στη χάραξη της Εγνατίας οδού που η κατασκευή της, συνολικά ως ολοκληρωμένο έργο αυτοκινητοδρόμου, άρχισε τα επόμενα χρόνια. Το μέγιστο υπερκείμενο είναι 550 m περίπου. Σε μια πρώτη εργολαβία μεγάλες παραμορφώσεις εκδηλώθηκαν και καταρρεύσεις. Στη

δεύτερη για την προσωρινή αντιστήριξη χρησιμοποιήθηκαν σε ευρεία έκταση προεντεταμένες αγκυρώσεις υψηλής φέρουσας ικανότητας, λόγω των μεγάλων φορτίων της βραχομάζας. Οι εκσκαπτόμενοι γεωλογικοί σχηματισμοί ήταν κατά το ήμισυ φλύσχης (αργιλικοί σχιστόλιθοι, ιλυόλιθοι και ψαμμίτες), και κατά το άλλο ήμισυ, επικείμενοι με ισχυρή επώθηση, οφιόλιθοι (περιδοτίτες, σερπεντινίτες, γάββροι) και σχιστοκερατόλιθοι. Εξαιρετικά δύσκολες καταστάσεις. Η σήραγγα ολοκληρώθηκε στις αρχές του 1990. Η κατασκευή του δεύτερου κλάδου έγινε στα πλαίσια της συνολικής τελικής κατασκευής της Εγνατίας Οδού στις αρχές του 2000. Η ολοκλήρωση του κλάδου έγινε με πλήθος μετώπων από τις εγκάρσιες σήραγγες διαφυγής που κατασκευάσθηκαν από τον υπάρχοντα πρώτο κλάδο. Οι συγκλίσεις στους ασθενείς σχηματισμούς αντιμετωπίσθηκαν, όπου απαιτήθηκε, με ενδίδουσα υποστήριξη, όπως περιγράφεται σε επόμενη παράγραφο.

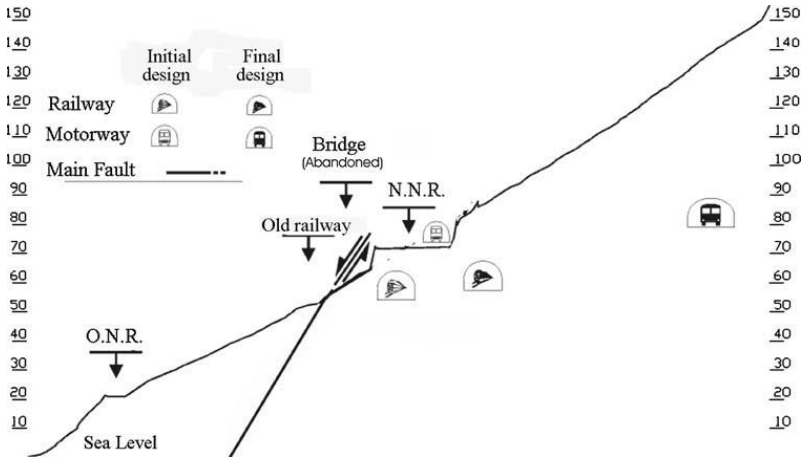
7.2 Σήραγγες παράκαμψης Πατρών

Οι 6 δίδυμες σήραγγες συνολικού μήκους 4.7 km, με την του Γηροκομείου τη μεγαλύτερου μήκους (820 m και διατομής 105 m^2), που ξεκίνησε η κατασκευή τους το 1996, ήταν και από τις πρώτες μεγάλες σήραγγες που είχαν να αντιμετωπίσουν ασθενείς σχηματισμούς όπως μάργες και αργιλικούς σχηματισμούς. Η του Γηροκομείου κατασκευάστηκε με ολομέτωπη εκσκαφή. Η μέθοδος τελικώς δεν υπερίσχυσε στο πλήθος των μετέπειτα σηράγγων που κατασκευάσθηκαν στη χώρα, για την περίπτωση ασθενών γεωλογικών σχηματισμών. Η άνω και κάτω ημιδιατομή (top heading και bench/invert) ήταν η κατεξοχήν εφαρμοσθείσα, όχι πάντα για καλύτερο έλεγχο της ευστάθειας του μετώπου και της εκσκαπτόμενης σήραγγας, αλλά και για λόγους καλύτερης διαχείρισης της κατασκευής σε δίδυμες σήραγγες. Σε μια από τη σήραγγα εφαρμόσθηκε η Νορβηγική μέθοδος του Barton εκτοξευόμενο σκυρόδεμα οπλισμένο με χαλύβδινες ράβδους (RRS). (Πληροφορίες Π. Μαρίνου, Μ. Καββαδά).

7.3 Οι σήραγγες τις Κακιάς Σκάλας

Δύο δίδυμες και μία μονή σήραγγα, συνολικού μήκους 4.5 km (1 690 m η μεγαλύτερη) διατρέχουν το εντυπωσιακό και απότομο ανάγλυφο της περιοχής του ληστή Σκίρωνα της μυθολογίας, στον αυτοκινητόδρομο προς Κόρινθο, που εντάσσει ευφυώς και την τότε Νέα Εθνική Οδό. Με τις σήραγγες αποφεύγεται σε μεγάλο βαθμό το ενεργό ρήγμα της Κακιάς Σκάλας με εκτιμώμενη σε πιθανό σεισμό μετακίνηση 40 cm, ενώ κατά την κατασκευή της σήραγγας δημιουργήθηκαν διευρύνσεις που παραμένουν πληρωμένες πίσω από τη μόνιμη επένδυση για την περίπτωση μετακινήσεων από δορυφόρα ρήγματα.

Εικόνα 19 Η περιοχή της Κακιάς Σκάλας (του ληστή Σκίρωνα της μυθολογίας). Το απότομο ανάγλυφο οφείλεται στην τεκτονική ενεργότητα της περιοχής. Η κατοπτρική επιφάνεια του κυρίου ρήγματος σημειώνεται ως (1) (Πηγή: Αρχείο Π.Μ.)



Εικόνα 20 Περιοχή Κακιάς Σκάλας. Σημειώνεται ο αρχικός και ο τελικός σχεδιασμός του αυτοκινητοδρόμου και του νέου σιδηροδρόμου, για την αποφυγή του κυρίου ενεργού ρήγματος. Για τον αυτοκινητόδρομο διατηρείται η NNR αλλά καταργείται ο σχεδιασμός μεγάλης γέφυρας και δημιουργείται η σημερινή σήραγγα. Αντιστροφή κατευθύνσεων κυκλοφορίας. NNR: Νέα Εθνική Οδός, ONR Παλαιά Εθνική Οδός. Τομή σχηματική (Πηγή: Rondoyianni & Marinos, 2008)

Οι σήραγγες έχουν μεγάλη διατομή με εμβαδόν κυμαινόμενο από 188 m^2 έως 238 m^2 για τη γραμμή εκσκαφής. Οι ασβεστολιθικοί σχηματισμοί που επικρατούν

διατρέχονται από έντονα κερματισμένες ζώνες, κατακλασίτες και ανοικτής δομής ρηξιγενή κορήματα με ογκολίθους και υπήρξε συχνή εφαρμογή δοκών προπορείας κατά την κατασκευή και κατά περίπτωση χρήση αγκυρίων άμεσης ενέργειας τύπου Swellex. Έγινε ειδική κατασκευή στην εκσκαφή των στομίων όταν η λοξή γωνία του άξονα της σήραγγας με το μέτωπο θα δημιουργούσε δυσκολίες στην εκσκαφή. Για την αποφυγή μαζικής εκσκαφής για τη δημιουργία στομίου δημιουργήθηκε από τον μελετητή ένα «ψευδο-στόμιο» από σκυρόδεμα δημιουργώντας πλήρη διατομή που εκσκάφτηκε με υδραυλική σφύρα. (Koronakis et al, 2004).

7.4 Οι σήραγγες του αυτοκινητοδρόμου Αθηνών-Θεσσαλονίκης

Ο αυτοκινητόδρομος περιλαμβάνει αριθμό διδύμων σηράγγων με συνολικό μήκος περί τα 35 km, με δεσπόζουσα τη σήραγγα των Τεμπών[2], μήκους 6 000 m, τη μεγαλύτερη των Βαλκανίων που μαζί με την άλλη σήραγγα Τεμπών, 2 000 m,αποφεύγει τα στενά. Η σήραγγα Τεμπών διανοίχθηκε συμβατικά. Το κύριο πέτρωμα ήταν κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι με λίγες παρεμβολές ασθενών φυλλιτών που όμως η δομή του ορεινού όγκου της Όσσας τους έφερνε κατά θέσεις σε παραοριζόντια θέση, ώστε να απαιτείται ισχυρότερη υποστήριξη. Λόγω της θέσης της σήραγγας δεν υπήρχε ιδιαίτερο θέμα καρστικών νερών, μονίμων ή πλημμυρικών.

Η σήραγγα Πλαταμώνα ακολουθεί με 2 700 m. Εδώ συναντήθηκε μία ετερογένεια σχηματισμών με παρουσία και χαοτικών σαθρών τεκτονικών γεωλογικών μιγμάτων με ασταθή συμπεριφορά. Κατασκευάσθηκε πιλοτική σήραγγα για την αντιμετώπιση πριν την τελική διάνοιξη. Ήταν η πιο δύσκολη σήραγγα του συγκεκριμένου τμήματος του έργου.

Οι 3 σήραγγες της Στυλίδας έχουν τη μεγαλύτερη 800 m και οι σήραγγες της Κνημίδας στα Καμένα Βούρλα τη μεγαλύτερη 2 500 m. Εδώ αποφεύγεται το ενεργό ρήγμα Αρκίτσας-Καμένων Βούρλων.

7.5 Οι σήραγγες αυτοκινητοδρόμου Κορίνθου-Πατρών

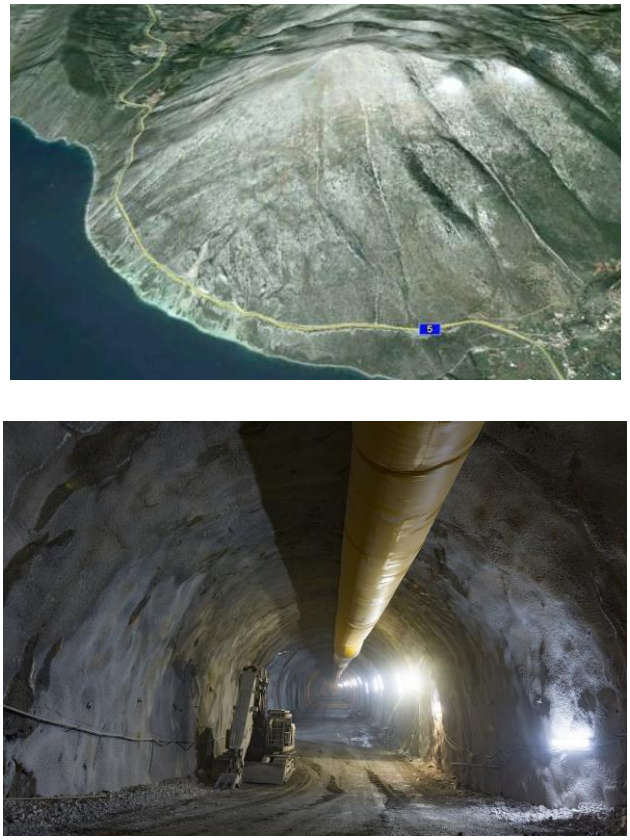
Ο δρόμος περιλαμβάνει 12 σήραγγες συνολικού μήκους 16 km, που διανοίχθηκαν ανάλογα με το γεωμορφολογικό ανάγλυφο η των περιορισμών από την οικιστική ανάπτυξη της βόρειας ακτής της Πελοποννήσου. Η σήραγγα Πλατάνου και Παναγοπούλας κατασκευάσθηκαν για την αποφυγή ενεργών ή λανθανουσών

[2] Σε σήραγγες Πατρών-Κορίνθου και Λάρισας-Θεσσαλονίκης έχουν δοθεί σήμερα, με τα εγκαίνια του αυτοκινητοδρόμου ονόματα τιμώντας πρόσωπα.

μεγάλων κατολισθήσεων. Οι σήραγγες έχουν λάβει υπόψη και την τμήση πιθανών ενεργών ρηγμάτων. Όλες οι σήραγγες έχουν διασχίσει με επιτυχία με τον κατάλληλο σχεδιασμό ποικιλία σχηματισμών, μετρίων ή πτωχών γεωτεχνικών ιδιοτήτων στις περισσότερες των περιπτώσεων, με μάργες στις ανατολικές και πλακώδεις ασβεστόλιθους με σχιστοκερατόλιθους και κροκαλοπαγή στις δυτικές.

7.6 Ιόνια Οδός. Σήραγγα Κλόκοβας

Η δίδυμη σήραγγα της Κλόκοβας, στην αρχή της Ιόνιας Οδού, μήκους 2.8 km τέμνει το όρος Κλόκοβα, μια αντικλινική ασβεστολιθική δομή, εγκαταλείποντας την περιπορεία του. Διανοίχθηκε το 2016 σε λιγότερο από ένα έτος. Ένα μόνο καρστικό συναντήθηκε που αντιμετωπίσθηκε επιτυχώς με πλήρωση και ενισχυμένη υποστήριξη.



Εικόνα 21 Η Κλόκοβα στην αρχή της Ιόνιας Οδού και η σήραγγα που την τέμνει. Εδώ ασβεστόλιθοι παχυπλακώδεις με απλά με μέσα υποστήριξης (Πηγή: Αρχείο Π.Μ.)

7.7 Οι σήραγγες της Εγνατίας Οδού-Σχεδιασμός σε μια ποικιλία βραχομαζών υπό δύσκολες γεωλογικές συνθήκες. (Marinos et al, 2005, Hoek et al, 2006)

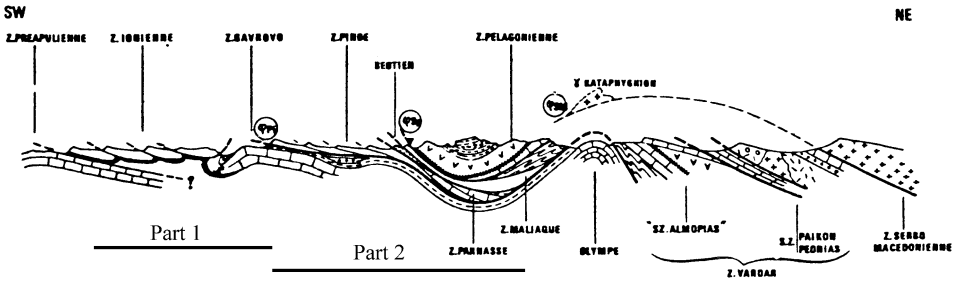
Στους ρωμαϊκούς χρόνους η Εγνατία ήταν η πρώτη ρωμαϊκή οδός που κατασκευάστηκε εκτός της Ιταλικής χερσονήσου και η πρώτη που διέσχιζε τη Βαλκανική χερσόνησο, από την Αδριατική έως τον Μαρμαρά και τη Μαύρη Θάλασσα.

Η Εγνατία Οδός υπήρξε έργο προτεραιότητας της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Με μήκος 680 km αποτελεί έναν βασικό μοχλό ανάπτυξης για όλες τις περιοχές που διατρέχει. Μαζί με τους 9 κάθετους άξονές της ανοίγει προοπτικές και αλλάζει τη ζωή σε πολλές περιοχές της Ελλάδας και ευρύτερα της νοτιοανατολικής Ευρώπης. Ο αυτοκινητόδρομος διατρέχει μια εξαιρετικά ποικίλη φυσική μορφολογία μεγάλης ομορφιάς.

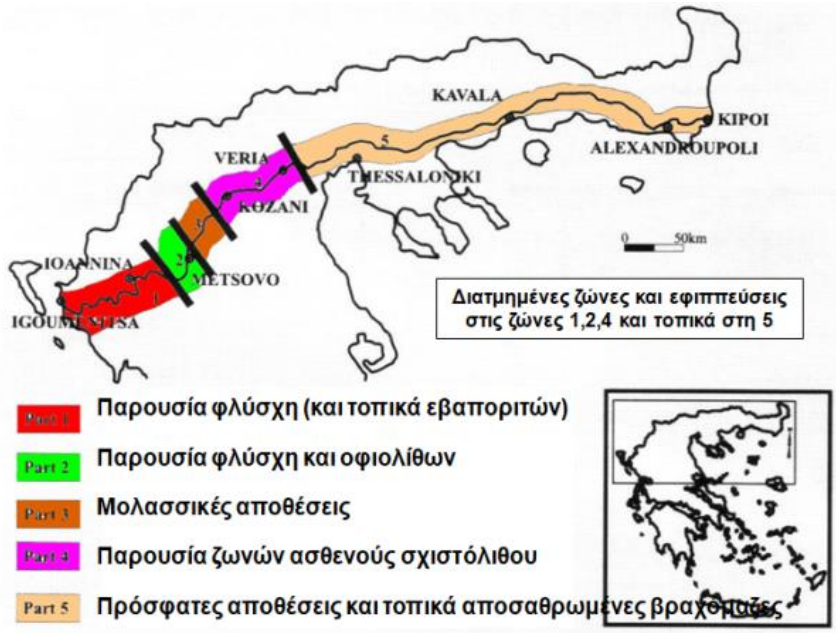
Η Εγνατία περιλαμβάνει 73 οδικές σήραγγες, συνολικού μήκους περίπου 100 km, το κόστος των οποίων άγγιξε το 35 % του συνολικού κόστους. Η πλειοψηφία τους είναι δίδυμες σήραγγες υπόγειας διάνοιξης, με συμβατικό τρόπο (με εκρηκτικά, με road header, με υδραυλική σφύρα, ή με εκσκαφείς αν το πέτρωμα είναι ασθενές ή χαλαρό-συνηθισμένη περίπτωση) ενώ κάποιες από αυτές κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο εκσκαφής και επανεπίχωσης. Δέκα πέντε από αυτές είναι μεγάλες με μήκος από 800 έως 4 600 m (σήραγγα «Λορέντζου Μαβίλη»-Δρίσκου, 4 563 m, Δωδώνης, 3 347 m). Εγκάρσιες σήραγγες διαφυγής στις δίδυμες ανά 400 μέτρα.

Εικόνα 22 Εγνατία Οδός. Έργο εθνικής και Ευρωπαϊκής σημασίας στην ανάπτυξη, τις επικοινωνίες και μεταφορές και στο πέρασμα προς Ασία (Πηγή: Χάρτης από φυλλάδιο της «Εγνατία ΑΕ»)

7.7.1 Το Γεωλογικό περιβάλλον



Εικόνα 23 Σχηματική τομή κατά μήκος των Ελληνικών Άλπεων (Πηγή: Aubouin, 1979, from Papanikolaou 2003)



Εικόνα 24 Κύριες γεωλογικές διαφοροποιήσεις και ασθενείς γεωλογικές καταστάσεις κατά μήκος της Εγνατίας Οδού (Πηγή: Marinos et al, 2006)

7.7.2 Βασικές αρχές

Από δύση προς ανατολή η Εγνατία μπορεί να διαιρεθεί στα παρακάτω τμήματα:

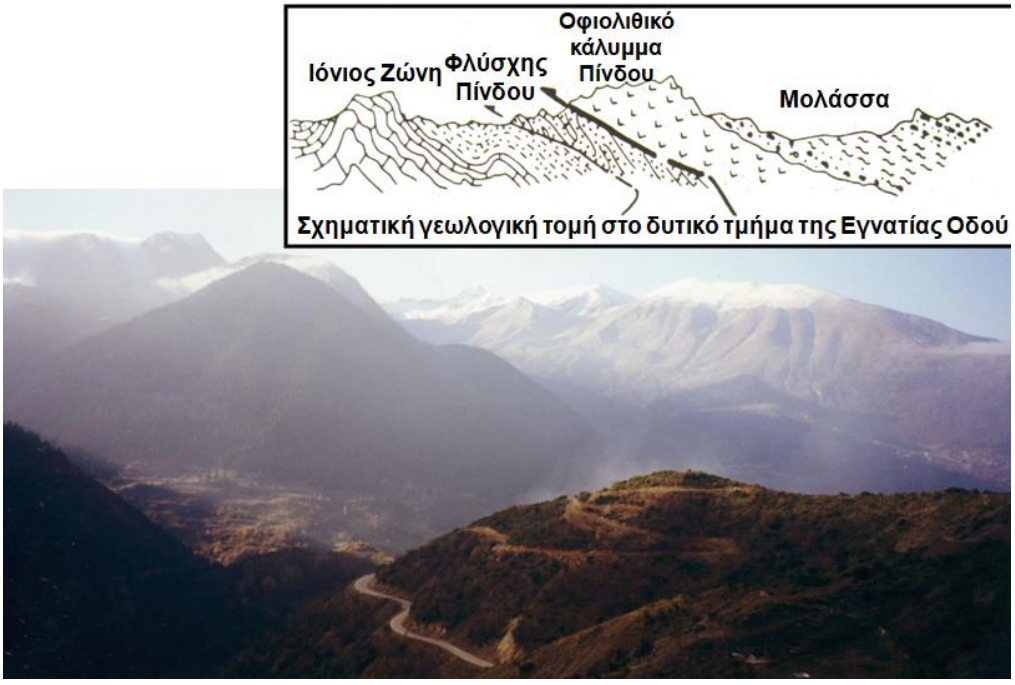
-Από την Ηγουμενίτσα έως τον ποταμό Μετσοβίτικο. Ιόνια Γεωτεκτονική Ενότητα.

Φλύσχης και εναλλαγές διαφόρων ανθρακικών σχηματισμών, κυρίως ασβεστόλιθων, με μικρές εμφανίσεις κερατόλιθων και πυριτικών σχιστόλιθων, είναι οι τυπικές βραχόμαζες.

Υπάρχουν επίσης τοπικές εμφανίσεις γύψων και διαπειρικών διεισδύσεων. Τα πετρώματα είναι πτυχωμένα, ενώ μεγάλης κλίμακας εφιππεύσεις, μεγάλα ρήγματα και ζώνες μυλωνιτίωσης εμφανίζονται στην περιοχή.

-Από τον ποταμό Μετσοβίτικο έως τη σήραγγα Μετσόβου. Γεωτεκτονική Ενότητα Πίνδου.

Η περιοχή δομείται κυρίως από φλύσχη σε διάφορες μορφές και χαρακτηρίζεται από έντονες πτυχώσεις και ισχυρή διάτμηση με πληθώρα εφιππεύσεων. Το εύρος της τεκτονικής παραμόρφωσης σε ορισμένες περιοχές υποβαθμίζει δραστικά την ποιότητα της βραχόμαζας.



Εικόνα 25 Το γεωλογικό μοντέλο στην Δυτική Ελλάδα (Πηγή: Αρχείο Π.Μ.)

-Από τη σήραγγα Μετσόβου έως την περιοχή της Παναγιάς. Τεκτονικό κάλυμμα οφιόλιθων Πίνδου.

Οι οφιόλιθοι αποτελούν την κυρίαρχη βραχόμαζα της περιοχής και παρουσιάζουν μεγάλη ετερογένεια, αναφορικά με το βαθμό σερπεντινίωσης τους και την

ύπαρξη ζωνών διάτμησης με τεκτονικά melanges. Βυθισμένος κάτω από το τεκτονικό κάλυμμα απαντάται επίσης ασθενής φλύσχης.

-Από την Παναγιά έως τη Σιάτιστα. Μολασσικό περιβάλλον.

Η περιοχή αποτελείται από μολασσικούς σχηματισμούς δηλαδή εναλλαγές παχυστρωματωδών κροκαλοπαγών, ψαμμιτών, ιλυολίθων και αργιλολίθων. Από πλευράς τεκτονικής η περιοχή είναι χαμηλής διαταραχής και αν και ασθενείς βραχόμαζες απαντώνται κατά τόπους, δεν υπάρχει δραματική απομείωση της γεωτεχνικής τους ποιότητας, λόγω της απουσίας σημαντικής τεκτονικής διάτμησης.

-Από τη Σιάτιστα έως τη Λευκόπετρα. Πελαγονική Γεωτεκτονική Ενότητα.

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από την επικράτηση ισχυρών πετρωμάτων, όπως μαρμάρων, γνευσίων και γρανιτών. Η ύπαρξη τεκτονικώς υποβαθμισμένων ζωνών λόγω ρηγμάτωσης είναι πολύ περιορισμένη τοπικά.

-Από τη Λευκόπετρα έως την Βέροια. Γεωτεκτονικές Ενότητες Αξιού και Αλμωπίας.

Φυλλίτες, ασβεστόλιθοι και οφιόλιθοι είναι οι τυπικές βραχόμαζες της περιοχής, ενώ εφιππεύσεις και ζώνες διάτμησης είναι οι κύριες τεκτονικές δομές.

-Από τον ποταμό Αλιάκμωνα στο Δέλτα του Αξιού και στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Ολόκληρη η περιοχή αποτελείται από πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις που συνήθως παρουσιάζουν ατελή συμπύκνωση.

-Περιοχή ανατολικά της Θεσσαλονίκης έως τα τουρκικά σύνορα. Η περιοχή δομείται από τη Σερβομακεδονική Μάζα και τη Μάζα της Ροδόπης.

Το υπόβαθρο αποτελείται από ισχυρά κρυσταλλικά μάρμαρα, γνεύσιους και γρανίτες. Τοπικά οι γνεύσιοι και οι γρανίτες εμφανίζονται αποσαθρωμένοι και διατρέχονται από ρήγματα με ζώνες διάτμησης εντός της βραχόμαζας. Η Εγνατία Οδός επίσης διασχίζει περιοχές νεότερων ιζημάτων, όπως μαργών και ψαμμιτών και περιοχές με μαλακά εδάφη πρόσφατης γεωλογικής ηλικίας.

7.7.3 Τεκτονικά ενεργές περιοχές

Αν και η τεκτονική δραστηριότητα της Βόρειας Ελλάδας δεν παρουσιάζει τα ίδια δυναμικά χαρακτηριστικά, όπως αυτά της Κεντρικής και Νότιας Ελλάδας, η Εγνατία διατρέχει ενεργές τεκτονικές ζώνες, όπως τις τάφρους Βόλβης-Λαγκαδά και Γρεβενών-Κοζάνης, καθώς και εν δυνάμει ενεργές δομές στις δυτικές περιοχές της χάραξης.

7.7.4 Οι γεωτεχνικά δύσκολες περιπτώσεις

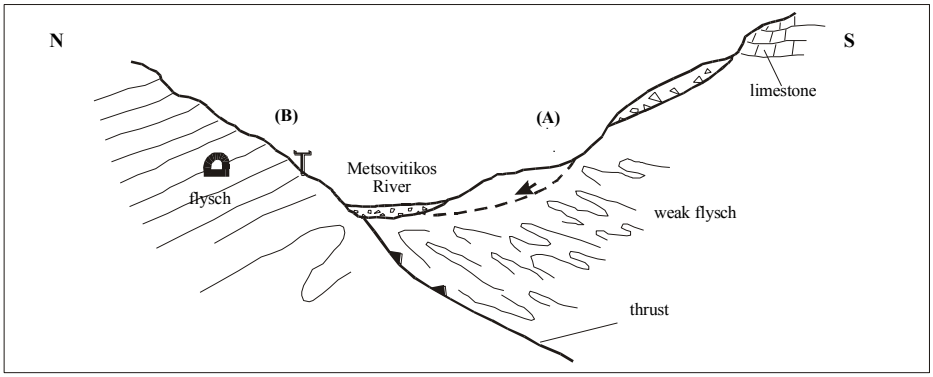
Σε πολλές περιπτώσεις οι καταστάσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως δη-

μιούργησαν πολύ δύσκολες συνθήκες, που απαίτησαν ειδικές έρευνες, καθώς και τη χρήση εξειδικευμένων μεθόδων σχεδιασμού. Η παράβλεψη τέτοιων καταστάσεων θα μπορούσε να οδηγήσει καταρχάς σε καθυστερήσεις, αλλά και σε αστοχίες, οι οποίες θα μπορούσαν να εκδηλωθούν όχι μόνο κατά την κατασκευή, όπου θα ήταν ευλόγως αντιμετωπίσιμες, αλλά και κατά την περίοδο λειτουργίας (κατολισθήσεις). Σε πολλές περιπτώσεις, ο έγκαιρος εντοπισμός δυνητικών προβλημάτων δικαιολόγησε δραστικές αλλαγές στην αρχική χάραξη, εκεί όπου το κόστος δεν ήταν απαγορευτικό και η ασφάλεια κατά τη λειτουργία δεν διακινδυνευόταν.

Κατά μήκος της Εγνατίας οι δύσκολες γεωτεχνικές περιπτώσεις κατηγοριοποιούνται ως ακολούθως:

- **Περιοχές με μεγάλης κλίμακας αστάθεια των πρανών**

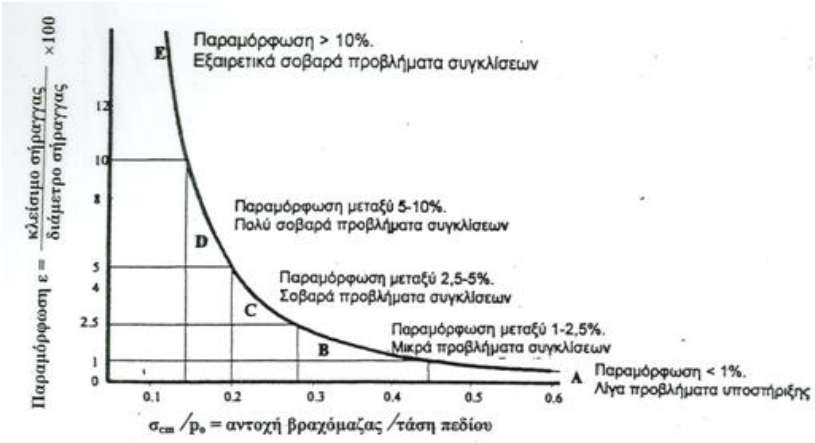
Η χωρική κατανομή των διάφορων γεωλογικών σχηματισμών και γεωτεκτονικών ενοτήτων έχει οδηγήσει σε γεωμορφολογικές δομές που δημιουργούν συνθήκες γενικευμένης αστάθειας πρανών σε κλίμακα ολόκληρης πλαγιάς. Τέτοιες καταστάσεις είναι ιδιαιτέρως σημαντικές για τη Δυτική Ελλάδα και την οροσειρά της Πίνδου. Για παράδειγμα, μάζες ισχυρών σχηματισμών (ασβεστόλιθων) έχουν επωθηθεί επί του μαλακού και «όλκιμου» φλύσχη. Ο ασβεστόλιθος καταλαμβάνει τα υψηλά τμήματα των πλαγιών των κοιλάδων, σχηματίζοντας απότομα πρανή που παράγουν κορήματα και καλύπτουν τον φλύσχη στα χαμηλότερα τμήματα των πρανών, ο οποίος είναι συν τοις άλλοις παραμορφωμένος και διατμημένος λόγω της εφίππευσης. Επιπροσθέτως, τα κορήματα επιτρέπουν στο νερό να κατεισδύει εντός των πτωχών μαζών του φλύσχη. Οι εδαφορροές, καθώς και παλαιές και νέες κατολισθήσεις είναι τυπικά φαινόμενα, συχνά σε εντυπωσιακή κλίμακα σε τέτοιες πλαγιές. Ακολούθως η εκδήλωση αυτής της αστάθειας του φλύσχη υποσκάπτει τις ασβεστολιθικές κορυφές των πλαγιών, προκαλώντας νέες καταπτώσεις ασβεστόλιθων που στη συνέχεια αποδυναμώνουν περαιτέρω τον φλύσχη. Ευρέως ασταθείς περιοχές, όπου ήταν δυνατόν, αποφεύχθηκαν μέσω αλλαγής χάραξης του αυτοκινητόδρομου στην απέναντι σταθερή πλαγιά της κοιλάδας, συχνά με χρήση σηράγγων και υψηλών γεφυρών. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της χάραξης Μετσόβου (Εικ. 26).



Εικόνα 26 Το πέρασμα από την περιοχή Μετσόβου. Η αρχική χάραξη (Α) επελέγη λόγω της εκεί ήπιας τοπογραφίας. Όμως αυτή οφείλεται σε σειρά σοβαρών παλαιών κατολισθήσεων σε φλύσχη, μη σταθεροποιημένων. Σταθεροποίηση θα απαιτούσε κυρίως μεγάλης κλίμακας αποστραγγιστικά έργα με κορμό αποστραγγιστική σήραγγα 5 km και φυσικά με παραμένουσα διακινδύνευση. Ή λύση ήταν η μετακίνηση της χάραξης στα βόρεια απότομα, αλλά σταθερά, πρανή του Μετσοβίτικου (Β) με σήραγγες που εναλλάσσονται με γέφυρες. Σκίτσο χωρίς κλίμακα (Πηγή: Marinos et al, 2006)

➢ Περιοχές κατασκευής σηράγγων αποτελούμενες από τεκτονισμένες και γενικώς ασθενείς βραχόμαζες ή βραχόμαζες που διατρέχονται από ζώνες διάτμησης

Ο σχεδιασμός, μετά την επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων, απαίτησε τη χρήση σύγχρονων μεθόδων. Μια αξιόπιστη αρχική εκτίμηση των πιθανών προβλημάτων μπορεί να γίνει με τη χρήση του λόγου της αντοχής της βραχόμαζας προς την επιτόπια τάση (Hoek & Marinos, 2000).

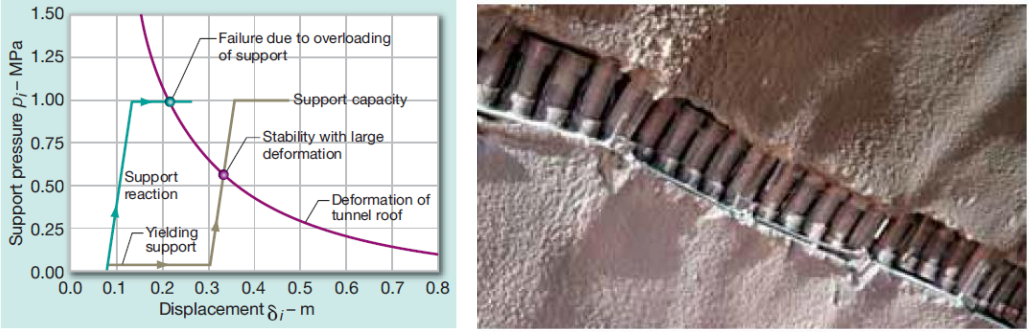


Εικόνα 27 Εκτίμηση μεγέθους σύγκλισης. Η αντοχή της βραχόμαζας (βράχος +ασυνέχειες και διαταραχές δομής) εκτιμάται μέσω του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής (Πηγή: Μετάφραση από Hoek & Marinos, 2000)

Ακολουθεί μια λεπτομερής αριθμητική ανάλυση της συμπεριφοράς της σήραγγας κατά την τμηματική εκσκαφή και υποστήριξη. Όμως, σε κάποιες περιπτώσεις εξαιρετικά ασθενών βραχομαζών, η δυνατότητα για θεωρητική ανάλυση είναι περιορισμένη και είναι εκεί που μία εύλογη τεχνική εκτίμηση και αξιοποίηση εμπειριών από αντίστοιχες περιπτώσεις είναι ιδιαιτέρως χρήσιμη στο σχεδιασμό. Σε περιπτώσεις αστάθειας μετώπου και υψηλών συγκλίσεων κρίθηκε απαραίτητη η χρήση ισχυρής υποστήριξης και εφαρμογής δοκών προπορείας και αγκυρίων μετώπου.

Ειδικότερα, για την αντιμετώπιση μεγάλων συγκλίσεων η σήραγγα έπρεπε να υπερεκσκαφθεί ώστε μετά και την εκδήλωση των παραμορφώσεων να παρέμενε αρκετός χώρος για την κατασκευή της τελικής επένδυσης. Η χρήση αυτής της μεθόδου γενικώς πέτυχε και σε πολύ λίγες περιπτώσεις απαιτήθηκε επανόρθωση της διατομής.

Στο θέμα της χρήσης βαριάς υποστήριξης υπήρξαν δύο εξαιρέσεις, ο δεύτερος κλάδος της σήραγγας Μετσόβου και η δίδυμη σήραγγα Παναγιάς, οι οποίες διανοίχθηκαν σε πτωχές βραχόμαζες και σε βάθη άνω των 600 m. Σε αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόστηκε ενδίδουσα υποστήριξη για τον έλεγχο των παραμορφώσεων. Η βασική αρχή της ενδίδουσας υποστήριξης είναι η υπερεκσκαφή της σήραγγας, η καθυστέρηση ενεργοποίησης της υποστήριξης οπότε παραλαμβάνεται ελεγχόμενα ένα ποσοστό των παραμορφώσεων και τέλος η ενεργοποίηση της άκαμπτης υποστήριξης. Στη σήραγγα Μετσόβου ο τύπος ενδίδουσας υποστήριξης που εφαρμόστηκε με επιτυχία ήταν αυτός των «stress controllers». Πράγματι, τα προβλήματα που είχαν παρουσιαστεί στον προηγουμένως κατασκευασθέντα κλάδο της σήραγγας 15 χρόνια νωρίτερα αποφεύχθηκαν πλήρως (Εικ. 28).



Εικόνα 28 Οι αρχές της ενδίδουσας υποστήριξης και «αποσβεστήρες τάσεων» (stress controllers) στο άνω τμήμα των πλευρών του κελύφους Εφαρμογή στη σήραγγα Μετσόβου (Πηγή: Hoek et al 2005)

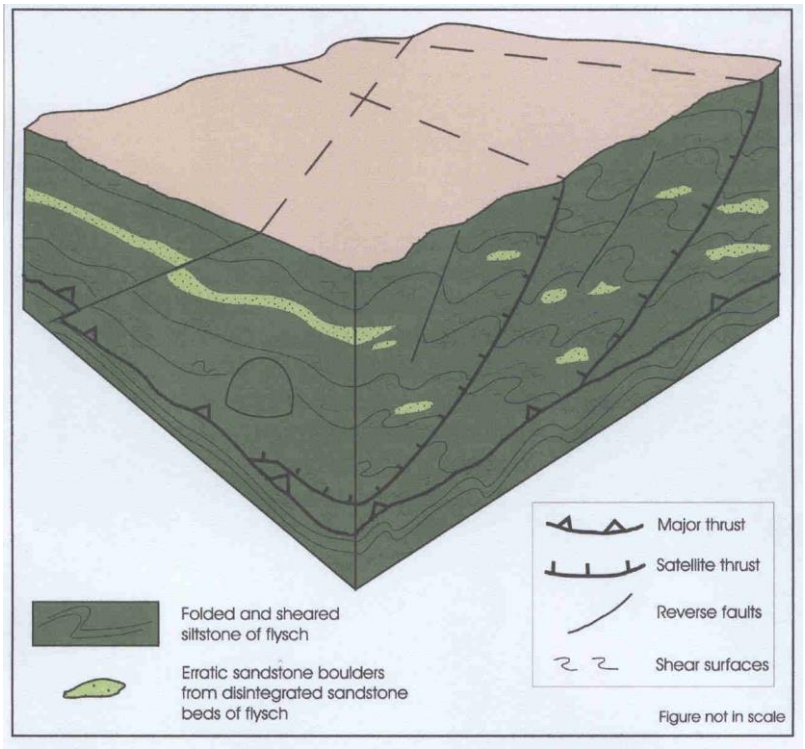
7.7.5 Διάνοιξη σήραγγας μέσω διαφορετικών βραχομαζών

Οι εδαφικές συνθήκες που συναντήθηκαν από τις σήραγγες της Εγνατίας Οδού και η επακόλουθη απόκρισή τους με τις εν δυνάμει να εκδηλωθούν αστοχίες, κατά τη διάνοιξη συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Τύποι βραχόμαζας και συνθήκες	**Απόκριση στην κατασκευή της σήραγγας και θέματα ευστάθειας**
Άστρωτοι ή στρωματώδεις ασβεστόλιθοι. Μάρμαρα	Απλές συνθήκες εκσκαφής. Λίγα προβλήματα ευστάθειας βαρυτικού τύπου.
Πληρωμένα καρστικά έγκοιλα	Κίνδυνος καταρρεύσεων. Διατρήσεις προπορείας και γεφύρωση με τοξοειδή ομπρέλα.
Ψαμμιτικός φλύσχης	Βαρυτικές κινηματικά ελεγχόμενες αστοχίες σε περιβάλλον χαμηλών τάσεων. Εξαρτώμενες από την τάση όταν ο λόγος αντοχής προς τάση είναι χαμηλός.
Ιλυολιθικός φλύσχης και αργιλικοί σχιστόλιθοι	Αστοχίες εξαρτώμενες από την τάση. Ο έλεγχος των παραμορφώσεων είναι η βασική ενέργεια. Κλειστό κέλυφος είναι τις περισσότερες φορές απαραίτητο. Μικρές αστοχίες μετώπου.
Διατμημένος και χαοτικός φλύσχης	Συνθήκες ισχυρών συγκλίσεων και αστοχίες μετώπου σε μεγαλύτερα βάθη (π.χ. >100 m). Ο έλεγχος των παραμορφώσεων είναι η βασική ενέργεια για την υποστήριξη. Ενδίδουσα υποστήριξη μπορεί να εφαρμοσθεί για μεγάλα βάθη.
Ισχυροί οφιόλιθοι (περιδοτίτες και γάββροι)	Δομικές αστοχίες, σοβαρότερες όταν οι ασυνέχειες είναι σερπεντινιωμένες. Το μέγεθος τεμαχών συνήθως ακανόνιστο, Συντηρητική προσέγγιση της υποστήριξης.
Διατμημένοι σερπεντινίτες και οφιολιθικά melanges	Συνθήκες ισχυρών συγκλίσεων σε μεγαλύτερα βάθη. Ο έλεγχος των παραμορφώσεων είναι ο βασικός στόχος.
Μολάσσες	Απλές συνθήκες υποστήριξης. Προβλήματα ευστάθειας βαρυτικού τύπου σε χαμηλές τάσεις. Υπό συνθήκες υψηλότερων τάσεων ψαθυρή θραύση μπορεί να εκδηλωθεί. Πτωχές γεωτεχνικές συνθήκες σε αποσαθρωμένα επιφανειακά στρώματα, προβλήματα ευστάθειας πρανών στα στόμια.
Γνεύσιοι, σχιστόλιθοι	Απλές συνθήκες υποστήριξης αν δεν είναι ισχυρά τεκτονισμένοι ή/και αποσαθρωμένοι. Δομικές αστοχίες.
Φυλλίτες	Διάνοιξη σε ασθενή βραχόμαζα. Προβλήματα παραμορφώσεων σε βαθιές σήραγγες.
Τεκτονικά λατυποπαγή σε ψαθυρούς βράχους κατακλασίτες	Ρέον έδαφος αν οι σχηματισμοί χαλαροί. Σε συνθήκες χαμηλών τάσεων η κρίσιμη ενέργεια είναι ο άμεσος περιορισμός π.χ. με βλήτρα προπορείας και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα

Μεγάλης έκτασης τεκτονικές ζώνες που παρήχθησαν από μεγάλες επωθήσεις

και δορυφόρες διατμήσεις μέσα στην επωθημένη μάζα είναι πολύ δύσκολο να αναλυθούν σε όρους αρχικού μοντέλου. Λόγω της γεωμετρικής πολυπλοκότητας και ετερογένειας είναι δύσκολο να εντοπιστούν επακριβώς οι ζώνες ασθενούς βραχόμαζας και συνεπώς μία συντηρητική προσέγγιση της υποστήριξης, καθώς και ένα αυστηρό πρόγραμμα κατασκευής είναι η ενδεδειγμένη λύση.



Εικόνα 29 Γεωλογικό μοντέλο σε τεκτονικά διατμημένη περιοχή με εξαιρετικά ασθενείς βραχόμαζες φλύσχη. Ζώνη Πίνδου επωθημένη επί της Ιόνιας Ζώνης. Το πέρασμα της σήραγγας Ανθοχωρίου (700 m μήκος, 90 m μόνο μέγιστο υπερκείμενο) από τη ζώνη της επώθησης με εκδήλωση συγκλίσεων που δύσκολα μπόρεσαν να ελεγχθούν (Πηγή: Marinos V et al, 2004)

7.7.6 Σχεδιασμός

- **Παράμετροι σχεδιασμού και μεθοδολογία**

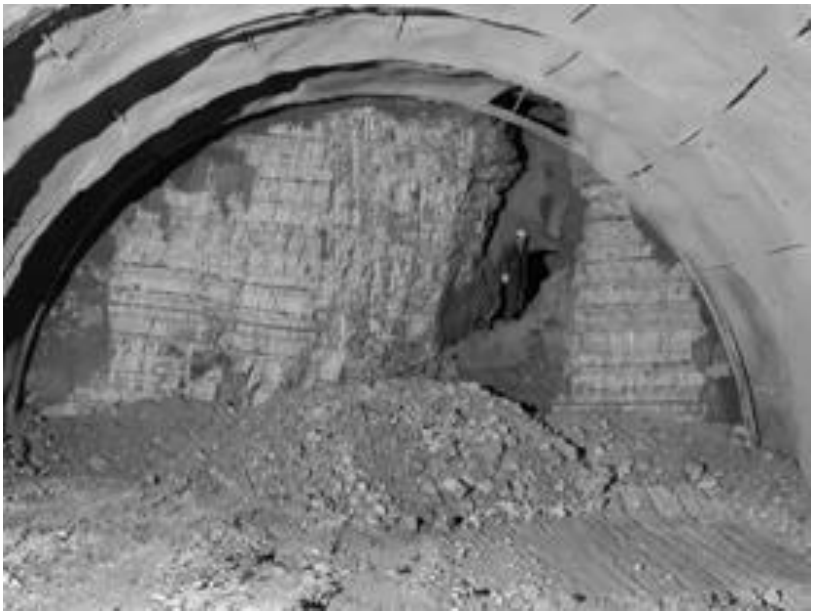
Η Εγνατία Οδός Α.Ε. ανέπτυξε διευκρινιστικές οδηγίες σχεδιασμού που καλύπτουν όλες τις πτυχές της μελέτης της σήραγγας. Ειδικότερα, για τη μελέτη της εκσκαφής και της προσωρινής υποστήριξης, τα στάδια που περιγράφονται στον Πίνακα 2 ήταν αυτά που προτάθηκαν (Kazilis & Aggistalis, 2005).

Στάδια	
1	Εκτίμηση της αντοχής και παραμορφωσιμότητας των γεωϋλικών κατά μήκος της σήραγγας. Χρήση αποδεκτών συστημάτων ταξινόμησης βραχόμαζας.
2	Υπολογισμός των παραμορφώσεων και της πλαστικής ζώνης κατά μήκος της σήραγγας χωρίς υποστήριξη. Χρήση αναλυτικών εξισώσεων λαμβάνοντας υπόψη το τασικό πεδίο και την αντοχή της βραχόμαζας.
3	Αρχική επιλογή κατηγοριών υποστήριξης βάσει εμπειρίας και εμπειρικών μεθόδων.
4	Υπολογισμός των παραμορφώσεων και της πλαστικής ζώνης κατά μήκος της σήραγγας λαμβάνοντας υπόψη τα μέτρα υποστήριξης. Χρήση αναλυτικών εξισώσεων λαμβάνοντας υπόψη το τασικό πεδίο, την αντοχή της βραχόμαζας και την πίεση υποστήριξης που παρέχει κάθε κατηγορία.
5	Εντοπισμός προβλημάτων. Μεγάλες παραμορφώσεις, αστάθεια μετώπου κλπ.
6	Χρήση αριθμητικών αναλύσεων για τον έλεγχο, επιβεβαίωση και τελική επιλογή των κατηγοριών υποστήριξης βάσει των αναμενόμενων τύπων αστοχίας. Χρήση κατάλληλου λογισμικού.
Σε περιπτώσεις ισχυρών βραχομαζών σε χαμηλά βάθη εξετάζεται η ανάλυση δομικώς ελεγχόμενων αστοχιών.	

Η κατάλληλη χρήση συστημάτων ταξινόμησης βραχόμαζας, κατά κύριο λόγο του Γεωλογικού Δείκτη Αντοχής GSI (Marinos & Hoek, 2000 και Marinos V. et al., 2005), επέτρεψε την ποσοτικοποίηση των «δύσκολων» γεωϋλικών για την εκτίμηση των γεωτεχνικών ιδιοτήτων και την επιλογή παραμέτρων σχεδιασμού. Πρέπει να σημειωθεί βέβαια ότι η εφαρμογή των ιδιοτήτων της βραχόμαζας από τις τιμές GSI απαιτεί τη θεώρηση ότι η βραχόμαζα συμπεριφέρεται ισότροπα, κάτι το οποίο είναι εύλογο για ασθενείς διατμημένες βραχόμαζες. Το GSI εφαρμόζεται με προσαρμογή εκεί όπου παρατηρείται σαφής ανισοτροπική συμπεριφορά μαζί με τα χαρακτηριστικά των εμμενουσών ασυνεχειών που δημιουργούν την ανισοτροπία. Πριν από αυτό το στάδιο απαιτείται η προετοιμασία μίας κοινής γεωλογικής/γεωτεχνικής αξιολόγησης, βασιζόμενη στην έρευνα υπεδάφους.

Τμήμα αυτής της κοινής γεωλογικής/γεωτεχνικής αξιολόγησης είναι ο προσδιορισμός και η περιγραφή των τεχνικο-γεωλογικών ενοτήτων κατά μήκος της σήραγγας. Ιδιαίτερα σημαντικός είναι ο προσδιορισμός των τεχνικο-γεωλογικών δυσκολιών και των γεωλογικών προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν, καθώς και εκείνων των γεωλογικών χαρακτηριστικών κατά μήκος της σήραγγας που παίζουν σημαντικό ρόλο ή ελέγχουν την εκσκαφή της σήραγγας. Ορισμένες φορές η περιγραφή αυτών των συγκεκριμένων γεωλογικών χαρακτηριστικών των γεωλογικών ενοτήτων είναι πέρα από το σκοπό των συνήθων συστημάτων ταξινόμησης

βραχόμαζας, αλλά παίζουν τον πιο σημαντικό ρόλο στη φιλοσοφία της μελέτης και της κατασκευής της σήραγγας. Για παράδειγμα, διατρήσεις προπορείας και οπλισμένα στοιχεία εφαρμόστηκαν κατά την εκσκαφή της σήραγγας Δωδώνης δια μέσου καρστικών κοιλοτήτων.



Εικόνα 30 Σήραγγα Δωδώνης Τοπική παρουσία καρστικών κενών πληρωμένων με άργιλο και ιλύ. που κατέρρευσε Στις περιπτώσεις αυτές η διάτρηση προπορείας είναι απαραίτητη (Πηγή: Αρχείο Π.Μ)

Επίσης στη σήραγγα Σ3 της Λευκόπετρας, δυτικά της Βέροιας, στην περίπτωση μίας χαλαρής φυλλιτικής βραχόμαζας με πληθώρα ανοικτών κενών εκτελέστηκε ενεμάτωση για την ισχυροποίηση του περιβάλλοντος εκσκαφής της σήραγγας και την αγκύρωση της εκεί ασταθούς μάζας.

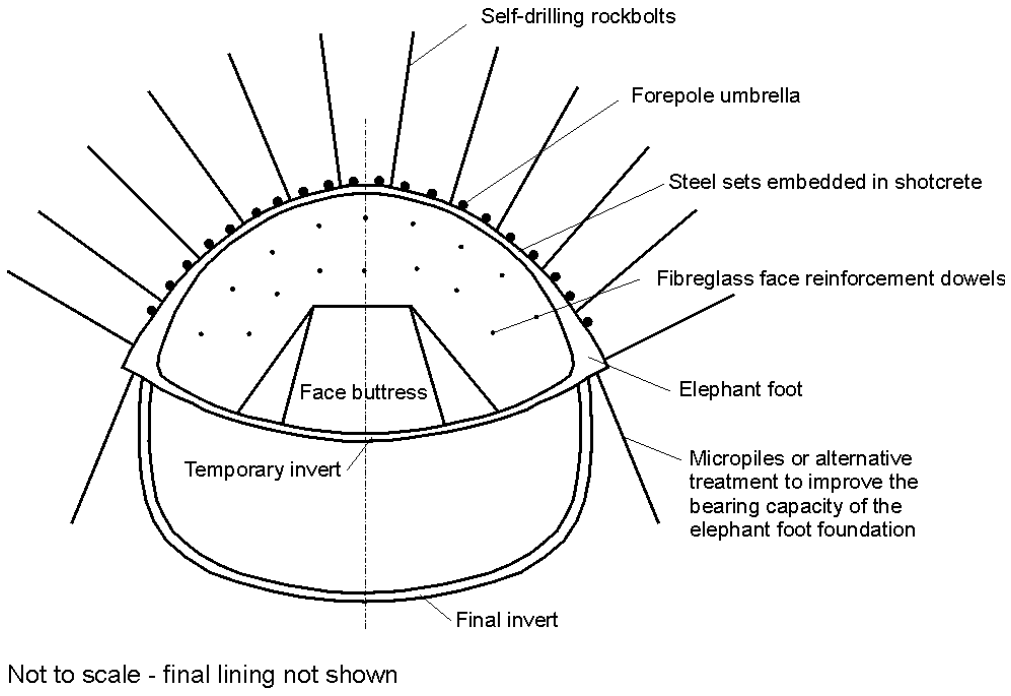
- **Προσωρινή υποστήριξη**

Οι σήραγγες της Εγνατίας είναι μεγάλης διατομής με εύρος 12 m ή εμβαδόν μετώπου περίπου 110 m^2. Εκτός από τις περιοχές των ισχυρών βραχομαζών, οι περισσότερες σήραγγες βρίσκονται σε δύσκολο γεωλογικό περιβάλλον και διανοίχθηκαν σε φάσεις για ασφάλεια (top heading and bench).

Ακόμα και με το μειωμένο εμβαδό του μετώπου εκσκαφής της Α΄ φάσης, πρόσθετα μέτρα εφαρμόστηκαν για την ενίσχυση του μετώπου. Βλήτρα ή δοκοί προπορείας, αγκύρια υαλονήματος στο μέτωπο, διατήρηση πυρήνα και άμεση

σφράγισή με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα είναι οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν σε διάφορους συνδυασμούς για τη σταθεροποίηση του μετώπου στις πτωχές βραχόμαζες.

Μετά τη σταθεροποίηση του μετώπου ακολουθεί η εφαρμογή της προσωρινής υποστήριξης, αποτελούμενη από αγκύρια, πλαίσια, ενσωματωμένα σε εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, κ.λπ., για τη σταθεροποίηση της σήραγγας. Μικροπάσσαλοι χρησιμοποιήθηκαν σε ορισμένες περιπτώσεις για να βοηθήσουν στη θεμελίωση του κελύφους. Η ακολουθία εφαρμογής της υποστήριξης και της εκσκαφής, καθώς και η υποστήριξη του, όταν απαιτείτο, προσωρινού ανάστροφου τόξου ήταν επίσης πολύ σημαντικοί παράγοντες για την ευστάθεια της σήραγγας στις φτωχές βραχόμαζες.



Εικόνα 31 Τυπική διατομή προσωρινής υποστήριξης για ασθενή βραχόμαζα με κατασκευή σε 2 οριζόντιες ημιδιατομές. Η ανάγκη, τα μεγέθη, οι ποσότητες και ο σχεδιασμός των διαφόρων στοιχείων προκύπτουν από αριθμητική ανάλυση και από βελτιστοποιήσεις με ενόργανη, αξιόπιστη παρακολούθηση. Σε ισχυρώς συνθλίβουσες καταστάσεις συνιστάται η εφαρμογή των αρχών ολισθαίνουσας (ενδίδουσας) υποστήριξης. Το βήμα προχώρησης εδώ δύσκολα ξεπερνά το 1 m την ημέρα (Πηγή: Marinos et al, 2006)

Εικόνες 32 & 33 Κέλυφος προσωρινής υποστήριξης με δοκούς προπορείας και αγκύρια μετώπου σε ασθενείς και τασικά εξαρτώμενες βραχόμαζες. Σήραγγα Δρίσκου (επάνω) και σήραγγα Ανηλίου (Πηγή: Αρχείο Π.Μαρίνου)

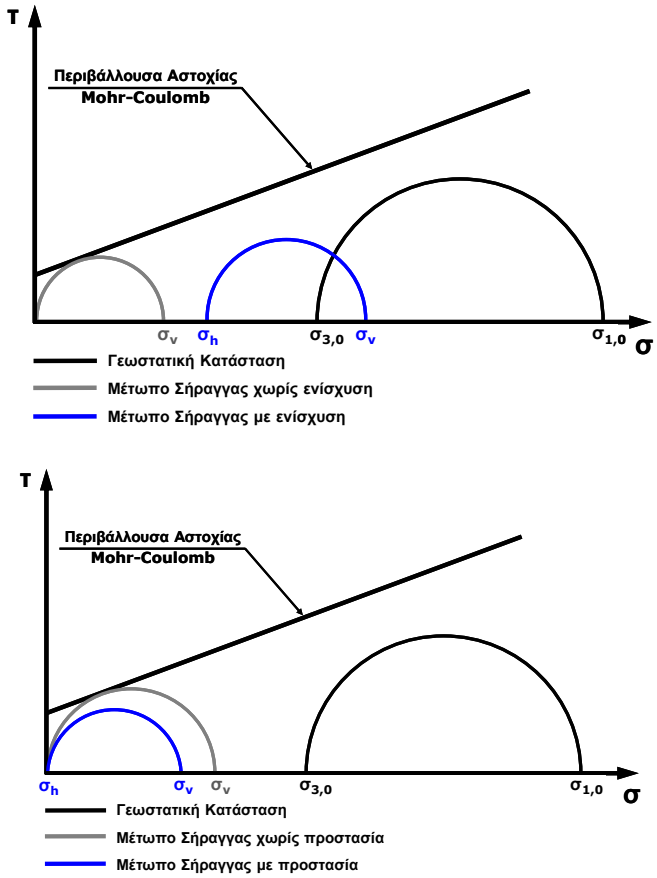
Στις περιπτώσεις πολύ ασθενών βραχομαζών και υψηλών υπερκειμένων ακόμα και η ευστάθεια της βραχόμαζας μεταξύ των διανοιγόμενων δίδυμων σηράγγων απαίτησε προσεκτική αξιολόγηση. Εμπειρικές μέθοδοι σχεδιασμού, βασισμένες σε ταξινομήσεις βραχόμαζας, ή και απλοποιημένες μέθοδοι (convergence-confinement) είχαν περιορισμένη εφαρμογή στο σχεδιασμό των σηράγγων, επειδή δεν επιτρέπουν τη συναξιολόγηση της τμηματικής εκσκαφής και της εφαρμογής των μέτρων υποστήριξης ή της ευστάθειας μετώπου. Επομένως ο σχεδιασμός σχεδόν όλων των σηράγγων της Εγνατίας οδού βασίστηκε τελικώς στη χρήση αριθμητικών μεθόδων.

Σε κάποιες κρίσιμες περιπτώσεις αξιοποιήθηκαν τρισδιάστατα αριθμητικά μοντέλα. Γενικώς αυτά τα μοντέλα εφαρμόστηκαν για να μελετηθούν συγκεκριμένα θέματα, όπως η αποτελεσματικότητα των δοκών προπορείας και να αντληθούν απλοποιήσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε δυσδιάστατα μοντέλα. Στις περισσότερες περιπτώσεις δισδιάστατα μοντέλα χρησιμοποιήθηκαν για τις μελέτες εφαρμογής.

Σε κάθε περίπτωση τα αποτελέσματα αυτών των αναλύσεων επιβεβαιώθηκαν από την αξιολόγηση των συγκλίσεων, καθώς και από παρατηρήσεις της απόκρισης της σήραγγας και των μέτρων υποστήριξης.

Οι υποστηρίξεις μετώπου Η ενίσχυση του μετώπου με γραμμικά στοιχεία (αγκύρια μετώπου) έχει σαν στόχο τη μείωση της αποτόνωσης των τάσεων μπροστά από το μέτωπο εκσκαφής και τη διατήρηση του πυρήνα προώθησης σε εντατική κατάσταση πιο κοντά στην ευμενή τριαξονική γεωστατική εντατική κατάσταση. Η επίδραση της ενίσχυσης μετώπου στην ευστάθεια του πυρήνα προώθησης, δείχνεται σχηματικά στην εικόνα 34 με τους κύκλους Mohr που αντιστοιχούν στην εντατική κατάσταση της περιοχής του μετώπου για μέτωπο εκσκαφής με και

χωρίς ενίσχυση. Ενώ ο κύκλος Mohr που αντιστοιχεί στο μέτωπο χωρίς ενίσχυση εφάπτεται στην περιβάλλουσα αστοχίας, η ενίσχυση του μετώπου μεταθέτει τον κύκλο δεξιότερα, μακριά από την περιβάλλουσα αστοχίας, καθιστώντας την εντατική κατάσταση του πυρήνα προώθησης τριαξονική και επομένως ευμενέστερη (Προυντζόπουλος, 2012).



Εικόνα 34 Κύκλοι Mohr της εντατικής κατάστασης μπροστά από το μέτωπο εκσκαφής για ένα ασθενές πέτρωμα χωρίς ενίσχυση στο μέτωπο εκσκαφής (ασταθές μέτωπο σήραγγας) και με ενίσχυση με αγκύρια εντός του πυρήνα προώθησης (ευσταθές μέτωπο σήραγγας), στην άνω εικόνα και με προστασία δοκών προπορείας πάνω από τον πυρήνα προώθησης (ευσταθές μέτωπο σήραγγας), στην κάτω εικόνα (Πηγή: Προυντζόπουλος, 2012)

Με την εφαρμογή διατάξεων προστασίας μετώπου, συνήθως μέσω ομπρέλας μεταλλικών δοκών προπορείας, επιδιώκεται η απομείωση της κατακόρυφης τάσης που φορτίζει τον πυρήνα προώθησης και η εκτροπή μέρους αυτής πίσω από το

μέτωπο, στο πρακτικά άκαμπτο κέλυφος της υποστήριξης της σήραγγας και μπροστά από το μέτωπο, στην αδιατάρακτη περιοχή του γεωϋλικού πέρα από τη ζώνη επιρροής της εκσκαφής. Η επίδραση της προστασίας μετώπου στην ευστάθεια του πυρήνα προώθησης, δείχνεται σχηματικά στην εικόνα 34. Ενώ ο κύκλος Mohr που αντιστοιχεί στο μέτωπο χωρίς προστασία εφάπτεται στην περιβάλλουσα αστοχίας, η διάταξη προπορείας μειώνει την επιβαλλόμενη κατακόρυφη τάση στον πυρήνα προώθησης και επομένως μειώνει τη διάμετρο του κύκλου, καθιστώντας την εντατική κατάσταση του πυρήνα προώθησης ευμενέστερη.

7.7.7 Τελική επένδυση

Ο σχεδιασμός της τελικής επένδυσης προϋποθέτει ότι η προσωρινή υποστήριξη υποβαθμίζεται με τον καιρό και καταλήγει να μην προσφέρει μόνιμη υποστήριξη. Επομένως η τελική επένδυση σχεδιάστηκε ώστε να φέρει το πλήρες φορτίο του υπεδάφους.

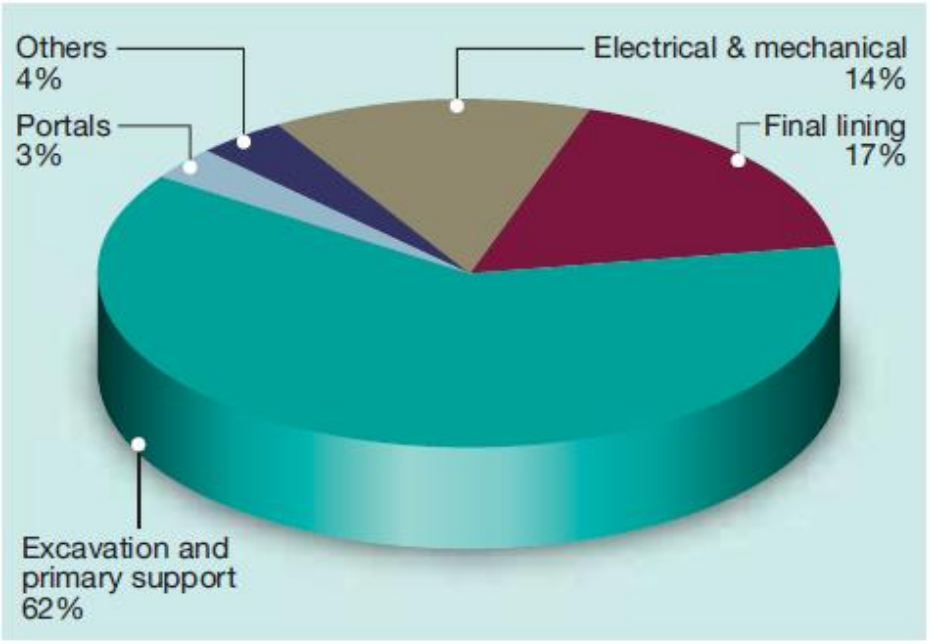
Μεταξύ της προσωρινής και μόνιμης υποστήριξης εφαρμόστηκε υδατοστεγανή μεμβράνη και αποστραγγιστική στρώση. Η αποστράγγιση βραχόμαζας που περιβάλλει τη σήραγγα, ναι μεν ελήφθη υπόψη στο σχεδιασμό, αλλά η τελική επένδυση σχεδιάστηκε έτσι ώστε να μπορεί να φέρει φορτίο νερού 5 m πάνω από τη στέψη. Τα φορτία νερού για την τελική επένδυση έλαβαν υπόψη τις τοπογραφικές, γεωλογικές, γεωτεχνικές και υδρογεωλογικές συνθήκες κάθε περιοχής. Επίσης λήφθηκαν υπόψη η σεισμικότητα, το ίδιον βάρος, θερμικά φορτία, συγκρούσεις και εκρήξεις οχημάτων, ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, καθώς και η κατασκευαστική ακολουθία.

Γενικώς ο σχεδιασμός της τελικής επένδυσης εκτελέστηκε με τη χρήση plane strain με συνδυασμό των ανωτέρω περιπτώσεων φόρτισης. Οι τάσεις που εφαρμόστηκαν στην τελική επένδυση λήφθηκαν από αριθμητικές αναλύσεις της εκσκαφής της σήραγγας και της εφαρμογής των μέτρων υποστήριξης.

Στις σήραγγες της Εγνατίας οδού συνήθως χρησιμοποιήθηκε σκυρόδεμα Β25 και το πάχος της τελικής επένδυσης κυμαίνεται από 0.3 έως 0.6 m.

7.7.8 Κόστος σηράγγων

Σύμφωνα με την πολιτική τιμολόγησης της Εγνατίας Οδού Α.Ε. το μέσο κόστος μίας μεγάλης οδικής σήραγγας, συμπεριλαμβανομένης της τελικής επένδυσης και των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων, κυμάνθηκε από 8 000 ευρώ ανά μέτρο σε καλές γεωτεχνικές συνθήκες έως 30 000 ευρώ ανά μέτρο σε πολύ πτωχές γεωτεχνικές συνθήκες. Για μικρότερες σήραγγες το μέσο κόστος κατασκευής ήταν περίπου 10 200 ευρώ ανά μέτρο.



Εικόνα 35 Εγνατία Οδός. Κατανομή συνολικού κόστους σηράγγων μέχρι τα τέλη του 2003 (Πηγή: Lambropoulos, 2005)

7.7.9 Μία πηγή δεδομένων για το μέλλον

Με την τεχνική και οικονομική βοήθεια της Εγνατίας Οδού Α.Ε., ο Γεωτεχνικός Τομέας της Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου δημιούργησε μια βάση δεδομένων με πληροφορίες που συλλέχθηκαν κατά τη φάση έρευνας υπεδάφους, μελέτης και κατασκευής όλων των σηράγγων της Εγνατίας Οδού (Μαρίνος Β et al, 2006, Marinos et al, 2012).

Αυτή η βάση δεδομένων, που λειτουργεί σε SQL Server, περιέχει δομημένα ψηφιακά στοιχεία όλων των γεωλογικών μοντέλων, ταξινομήσεων και χαρακτηριστικών βραχόμαζας, προσωρινής και μόνιμης υποστήριξης των σηράγγων, συμβατικές λεπτομέρειες, πρόοδο εκσκαφής, αποτελέσματα μετρήσεων συγκλίσεων και άλλων πληροφοριών γεωτεχνικής παρακολούθησης, καθώς και κόστος όλων των στοιχείων της σήραγγας.

Οι χρήστες αυτής της βάσης δεδομένων μπορούν να συσχετίσουν όλες τις σχετικές παραμέτρους. Αυτός ο όγκος των πληροφοριών που καλύπτει ένα μεγάλο πεδίο των τύπων βραχόμαζας έχει ήδη αποδώσει σημαντικές οδηγίες για έργα σηράγγων που ακολούθησαν.

8 ΕΡΓΑ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΩΝ. ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ

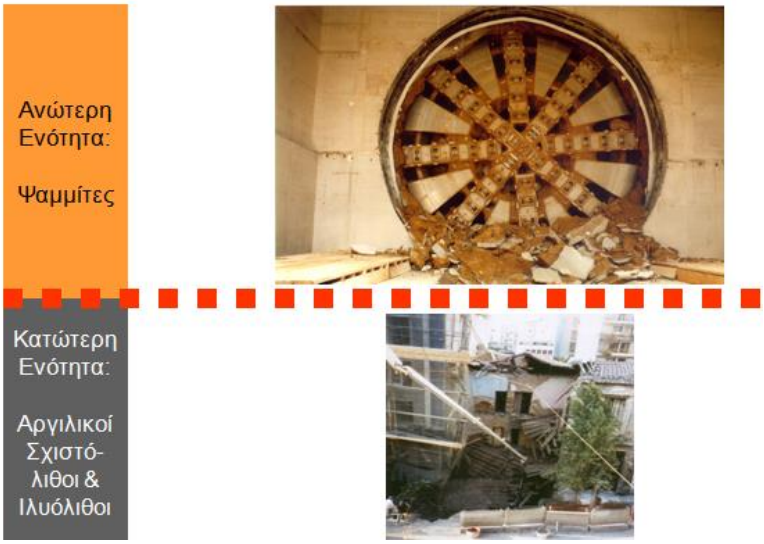
Το πρώτο έργο, το βασικό του μετρό της Αθήνας, ξεκίνησε, έστω και καθυστερημένα, το 1991. Περιελάμβανε δύο γραμμές συνολικού μήκους 18 km. Επελέγη η μέθοδος κατασκευής με μηχάνημα ολομέτωπης κοπής που εξασφαλίζει μεγαλύτερους ρυθμούς προόδου, και άμεσο έλεγχο και συγκράτηση καταπτώσεων και παραμορφώσεων, με περιορισμό των καθιζήσεων στο αστικό περιβάλλον και βέβαια λιγότερη όχληση στην πόλη. Η επιλογή όμως του τύπου του TBM δεν ήταν η ενδεδειγμένη.

Εικόνα 36 Το μηχάνημα ολομετώπου κοπής του βασικού έργου. TBM με ασπίδα. Διάμετρος 9.5 m (Πηγή: Φυλλάδιο της «Αττικό Μετρό»)

Επελέγη ένα μηχάνημα, με ασπίδα βέβαια, αλλά χωρίς δυνατότητα άσκησης ενεργής πίεσης στο μέτωπο για τη συγκράτηση άμεσα καταρρεόντων εδαφών, αν τέτοια εδάφη συναντιόνταν, και της ελεγχόμενης εκσκαφής και απομάκρυνσης τους (Εικ. 36). Και τέτοια εδάφη συναντήθηκαν σε πολλές θέσεις και από την αρχή του έργου.

Το υπέδαφος των Αθηνών, κάτω από το αρχαιολογικό στρώμα (πρόσφατες αποθέσεις), αποτελείται από τον λεγόμενο «Αθηναϊκό Σχιστόλιθο», μια σειρά από εναλλαγές μεταψαμμιτών και αργιλικών σχιστόλιθων με έντονη τεκτονική συμπίεση και διατμημένες ζώνες. Διακρίνονται δύο ενότητες, μια ανώτερη με επικράτηση μετα-ψαμμιτών και βραχώδη συμπεριφορά και μια κατώτερη με επικράτηση αργιλικών σχιστόλιθων και μετα-ιλυολίθων με εδαφική συμπεριφορά. Το συγκε-

κριμένο ΤΒΜ είχε πολύ καλή απόδοση εκσκάπτοντας στην ανώτερη ενότητα με μέγιστα ακόμη και 25 μέτρα την ημέρα (Εικ. 37). Η κατώτερη ενότητα όμως λόγω των πτυχώσεων και ρηγμάτων φθάνει συχνά σε θέσεις κοντά στην επιφάνεια, μέσα στη ζώνη διέλευσης της σήραγγας του μετρό. Επίσης υπάρχουν μέσα στο σχηματισμό και διατμημένοι και οφιολιθικοί φακοί.

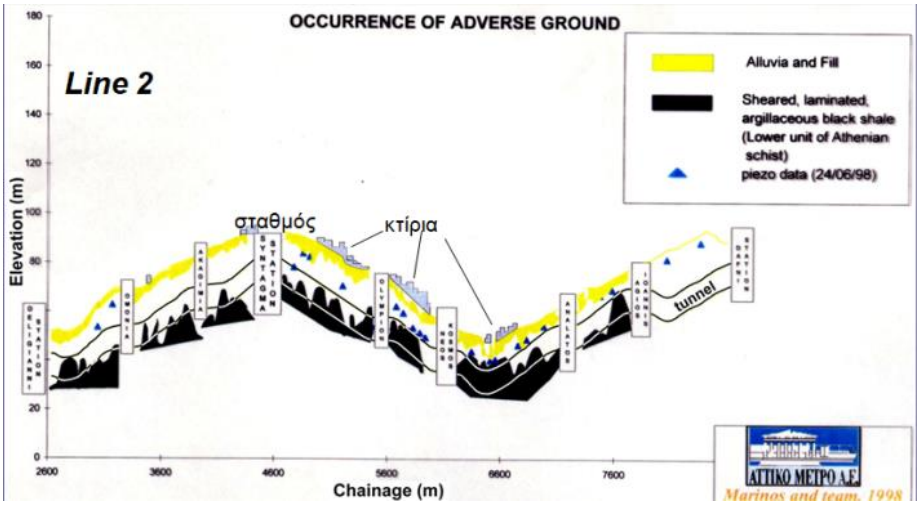


Εικόνα 37 Μετρό Αθηνών. Εκσκαφή στο βασικό έργο από το συγκεκριμένο ΤΒΜ. Πολύ καλή απόδοση στην ανώτερη, ψαμμιτική βραχώδους συμπεριφοράς ενότητα του «Αθηναϊκού Σχιστόλιθου». Αντιθέτως προβληματική συμπεριφορά στην κατώτερη με αργιλικούς σχιστόλιθους εδαφικής συμπεριφοράς ενότητα, με υπερεκσκαφές και καταρρεύσεις μέχρι την επιφάνεια (Πηγή: Π. Μαρίνος από διάλεξη της Ελληνικής Εταιρίας Εδαφομηχανικής, 2003)

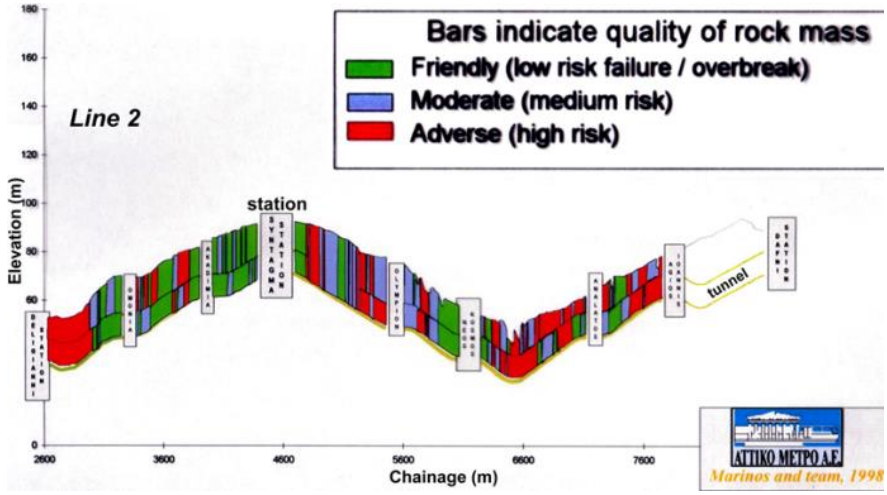
Οι εδαφικού χαρακτήρα σχηματισμοί ήταν αδύνατο να συγκρατηθούν από την κεφαλή του ΤΒΜ έχοντας μηδενικό χρόνο αυτουποστήριξης και έρρεαν μέσα από τα μεγάλα ανοίγματα του μηχανήματος προκαλώντας μεγάλες υπερεκσκαφές και καταρρεύσεις που σε αριθμό περιπτώσεων άνοιξαν κρατήρες στην επιφάνεια. Έπρεπε να είχε επιλεγεί ένα ΤΒΜ με δυνατότητα εξάσκησης πίεσης στο μέτωπο, ένα EPB (Earth Pressure Balance Εξισορρόπησης Εδαφικής Πίεσης – Εικόνα 41). Μηχανήματα EPB επελέγησαν στις επεκτάσεις του μετρό προς Ελληνικό, Πλακεντία και Πειραιά και η εκσκαφή των σηράγγων έγινε με απόλυτη επιτυχία.

Με το δεδομένο ότι το συγκεκριμένο ΤΒΜ υπάρχει, η λύση ήταν η αναγνώριση της παρουσίας των ζωνών με εδαφική συμπεριφορά μέσα στον Αθηναϊκό Σχιστόλιθο και η βελτίωση τους. Οι εικόνες 38 και 39 δείχνουν την εκτίμηση της

τεχνικο-γεωλογικής κατάστασης που έγινε ώστε να εκτελεσθούν οι απαραίτητες ενισχύσεις, ιδιαίτερα στις περιοχές που υπέρκεινται αστικές δομές, για την ασφαλή διέλευση του TBM (Marinos et al, 1998).

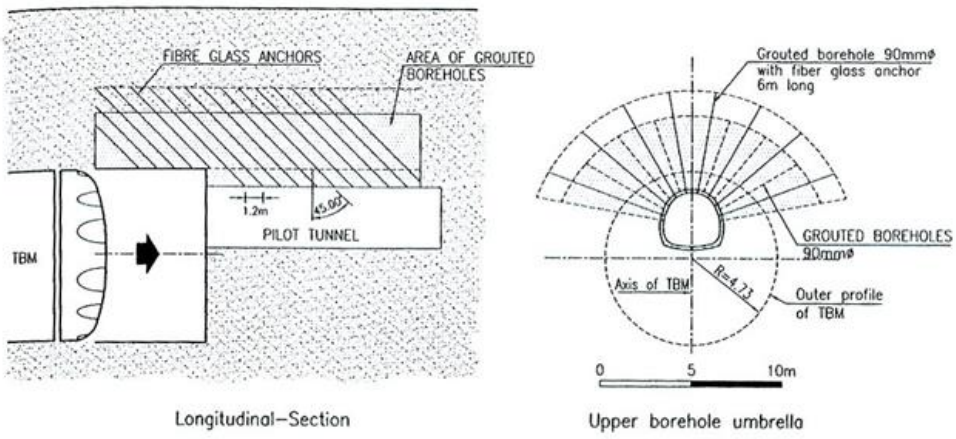


Εικόνα 38 Μετρό Αθηνών, βασικό έργο. Το γεωλογικό προσομοίωμα γεωτεχνικά προσανατολισμένο. Με μαύρο η κατώτερη ενότητα του «Αθηναϊκού Σχιστόλιθου» με πτωχή ασταθή συμπεριφορά (Πηγή: Π. Μαρίνος από διάλεξη της Ελληνικής Εταιρίας Εδαφομηχανικής, 2003)



Εικόνα 39 Μετρό Αθηνών, βασικό έργο. Εκτίμηση επικινδυνότητας ως προς τη δημιουργία υπερεκσκαφών από τη λειτουργία του συγκεκριμένου TBM (Πηγή: Π. Μαρίνος από διάλεξη της Ελληνικής Εταιρίας Εδαφομηχανικής, 2003)

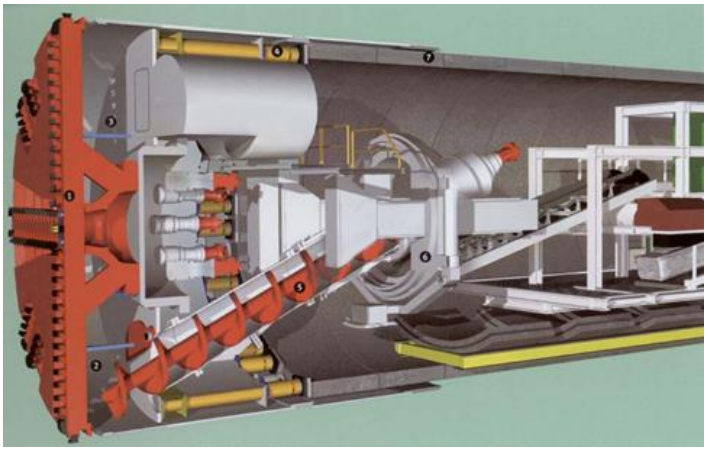
Η κατασκευή πιλοτικής σήραγγας μέσα στη διατομή της κύριας σήραγγας από τους ήδη διανοιγέντες σταθμούς πριν φθάσει το TBM για διερεύνηση και ενίσχυση με ενέσεις και αγκύρια υαλονήματος, ήταν εκτός άλλων η λύση για την ολοκλήρωση του έργου (Εικ. 40).



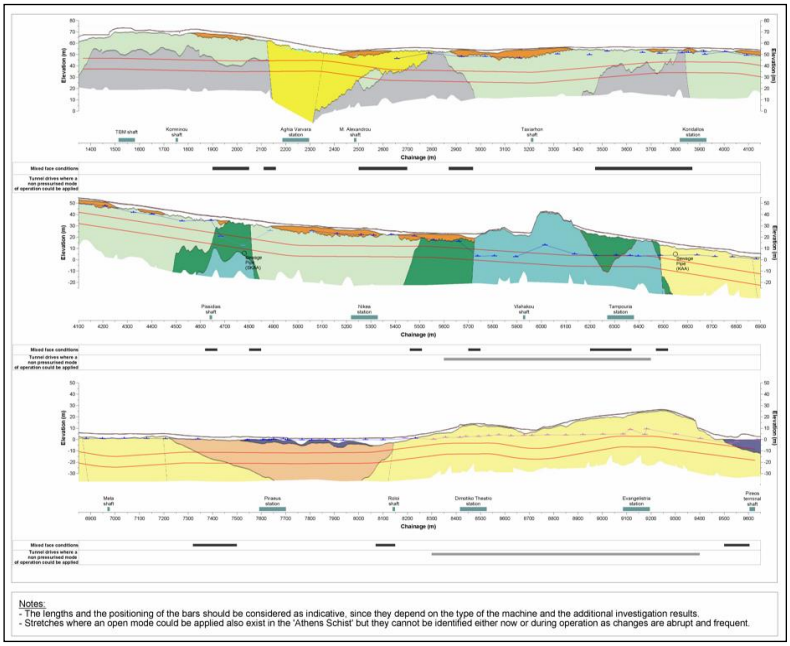
Εικόνα 40 Μετρό Αθηνών, βασικό έργο. Η πιλοτική σήραγγα για τη διερεύνηση και ενίσχυση των ασθενών ζωνών πριν τη διέλευση του συγκεκριμένου TBM (Πηγή: Αρχείο της «Αττικό Μετρό»)

9 ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ

Στις επεκτάσεις προς Ελληνικό και Πειραιά (όπου μόλις ολοκληρώθηκε η εκσκαφή, Ιανουάριος 2018), αναπτύσσονται επίσης σε τμήματα τους, οι αργιλικοί σχιστόλιθοι και ιλυόλιθοι της κατώτερης ενότητας του «Αθηναϊκού Σχιστολίθου» συχνά τεκτονικά διατμημένοι, αλλά και άλλοι σχηματισμοί με ελάχιστο χρόνο αυτουποστήριξης σε ένα μέτωπο 9 m. Η επιλογή του τύπου του TBM ήταν εδώ ορθή. Ένα EPB με εξάσκηση πίεσης στο μέτωπο (Marinos et al, 2009). Η απόδοση ήταν εξαιρετική. Περί τα 12 ως 15 μέτρα την ημέρα και, ανάλογα με το πέτρωμα, χωρίς καμμιά αστοχία και με ασήμαντες καθιζήσεις στην επιφάνεια (Πληροφορίες «Αττικό Μετρό»).



Εικόνα 41 Μηχάνημα ολομέτωπης κοπής ασπίδα και με πίεση εξισορρόπησης μετώπου (EPB). Διακρίνεται ο κλειστός θάλαμος και ο ατέρμων κοχλίας για την ελεγχόμενη απομάκρυνση του εκσκαπτομένου υλικού Παρόμοιο TBM χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία στις επεκτάσεις του Μετρό Αθηνών και στο Μετρό Θεσσαλονίκης (Πηγή: Αρχείο Π.Μαρίνου)



Εικόνα 42 Εκτίμηση των γεωλογικών συνθηκών στην επέκταση προς Πειραιά: «Αθηναϊκός Σχιστόλιθος» και με τις δύο ενότητες, οφιόλιθοι, ασβεστόλιθοι, μάργες και παράκτια ιζήματα. Επισημαίνονται τα τμήματα (κάτω γκρι ταινία) όπου εκτιμήθηκε ότι το EPB θα μπορούσε να προχωράει με «ανοικτό» τρόπο λειτουργίας. Στο υπόλοιπο τμήμα το μέτωπο εκτιμήθηκε ότι θα είναι ασταθές και η «κλειστή» λειτουργία απαραίτητη. Κλίμακες ύψους/μήκους διαφορετικές (Πηγή: Marinos et al 2009)

10 ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Σήραγγες, έργα σημαντικά για την ανάπτυξη των υποδομών της χώρας. Βασικά στοιχεία του τεχνικού πολιτισμού. Στην Ελλάδα αφομοιώσαμε και αναπτύξαμε τεχνογνωσία, για σημαντικές κατασκευές σε πολύ δύσκολο γεωλογικό περιβάλλον. Είμαστε αυτοδύναμοι. Αναπτύχθηκε ένα έμπειρο δυναμικό τεχνικών, στο οποίο συνέβαλε το ΕΜΠ. Και η τεχνογνωσία αυτή είναι εξαγώγιμη με πλήθος Ελληνικών εταιριών και μηχανικών που δραστηριοποιούνται ήδη σήμερα στο εξωτερικό, φορείς αυτής της τεχνογνωσίας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστίες εκφράζονται στον Δρ. Ε. Χιώτη για τις χρήσιμες πληροφορίες σχετικώς με τα αρχαία υδραγωγεία και στους Δρ. Β. Μαρίνο, Γ. Στούμπο και Δρ. Γ. Προυντζόπουλο, για τη βοήθειά τους σε κεφάλαια του παρόντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μαρίνος, Β., Κ. Κορκάρης, Γ. Προυντζόπουλος, Ν. Ρομοσιού, Π. Φορτσάκης, Κ. Μιρμίρης, Κ. Πετρουτσάτου, Δ. Κουμουτσάκος, Κ. Κιάμος, Σ. Λαζαρίδου, Γ. Πίτσας, Μ. Ρηγοπούλου, Π. Μαρίνος και Σ. Λαμπρόπουλος, Η δημιουργία γεωτεχνικής βάσης δεδομένων σηράγγων για την Εγνατία Οδό ΑΕ, Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωτεχνικής και Περιβαλλοντικής Μηχανικής, 3, 525-531, Ξάνθη, 2006.

2. Μέγας, Σ., και Π. Μαρίνος, Το καρστικό σπήλαιο στη σήραγγα Αποσελέμη, Εσωτερική έκθεση έργου, 2017.

3. Προυντζόπουλος, Γ., Διερεύνηση της ευστάθειας μετώπου εκσκαφής αβαθών σηράγγων, Διδακτορική Διατριβή, Τομέας Γεωτεχνικής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, Αθήνα, 2012..

4. Σφέικος, Α., και Π. Μαρίνος, Η συμπεριφορά του φλύσχη της Πίνδου κατά τη διάνοιξη σήραγγας, υπό την επίδραση ζώνης επώθησης. Παραμόρφωση και συμπεριφορά των πετρωμάτων. Εμπειρία από τη διάνοιξη της σήραγγας εκτροπής Αχελώου ποταμού προς Θεσσαλία, 10ο Διεθνές Συνέδριο της Ελληνικής Γεωλογικής Εταιρείας, XXXVI/4, 1843-1852, Θεσσαλονίκη, 2004.

5. Chiotis, E., Aqueducts and drainage works in the ancient Agora of Athens, In Giannikouri A, (ed), The Agora in the Mediterranean from Homeric to Roman times, Ministry of Culture, Athens, 165-180, 2011.

6. Chiotis, E., and P. Marinos, Geological aspects on the sustainability of ancient aqueducts of Athens, Bulletin of the Geological Society of Greece vol. XLVI, 16-38, 2012.

7. Chiotis, E., and L. Chioti, Industrial activities in the ancient Agora of Athens in the Late Roman times, In: Giannikouri A., (Ed), The Agora in the Mediterranean from Homeric to Roman time. Ministry of Culture, Athens, 181-196, 2011.

8. Grandori, R., M. Jaeger, F. Antonini and L.Vigl, Evinos-Mornos-Greece. Construction of a 30 km long hydraulic tunnel in less than 3 years under the most adverse geological conditions, Proceedings Rapid Excavation and Tunneling Conference-RETC, 747-767, 1995.

9. Hoek, E., and P. Marinos, Predicting tunnel squeezing problems in weak heterogeneous rock masses, part 1: estimating rock mass strength & part 2: estimating tunnel squeezing problems, Tunnels & Tunnelling International, November 32/11, 45-51 and December 32/12: 33-36, 2000.

10. Hoek, E., P. Marinos, N. Kazilis, G. Angistalis, N. Rahaniotis and V. Marinos, Greece's Egnatia highway tunnels, Tunnels & Tunnelling International, September 2006, 32-35, 2006.

11. Kazilis, N., and G. Aggistalis, Engineering Geology and design of primary support of road tunnels. Cases from the Egnatia roadway, Proceedings ITA World congress, Istanbul, Yerdem Y and Solek T eds, 283-289, Balkema publ, 2005.

12. Kienast, H. J., Το υδραγωγείο του Ευπαλίνου στη Σάμο, 60 σελίδες, Υπ. Πολιτισμού, ΤΑΠΑ, 2004.

13. Koronakis, N., P. Kontothanassis and J. Bournazos, Special design methods for construction of tunnel portals in areas with extremely steep Morphology, Proceedings of the 30th ITA-AITES World Tunnel Congress, Singapore, 2004.

14. Kountouri, E., N. Petrochilos, D. Koutsoyiannis, N. Mamassis, N. Zarkadoulas, A. Vött, H. Hadler, P. Henning and T. Willershäuser, A New Project of Surface Survey, Geophysical and Excavation Research of the Mycenaean Drainage Works of the North Kopais: The First Study Season, IWA Specialized Conference on Water & Wastewater Technologies in Ancient Civilizations, Istanbul, 2012.

15. Koutsoyiannis, D., N. Zarkadoulas, A. Aggelakis and G. Tchobanoglous, Urban water management in Ancient Hellas: Legacies and lessons, ASCE, JWater Resources Planning and Management, 134(10), 45-54, 2008.

16. Lambropoulos, S., Tunnelling on the Egnatia Odos motorway: Procedures adopted, managerial choices made and lessons learned, Long Tunnels Symposium, Taipei, Taiwan, 2005.

17. Marinos, P., Le régime des eaux souterraines dans un pays karstique et les galeries de la grande adduction d'eau d' Athènes, Water in Mining and Underground Works, SIAMOS 1978, I, 441-462, Granada, 2008.

18. Marinos, P., Variability of the behaviour of a chert sequence in the construction of a tunnel in the Pindos range, Greece, Proc. 7th International Congress IAEG, Balkema publ., 4323-4328, Lisbon, 1994.

19. Marinos, P., and E. Hoek, GSI: A geologically friendly tool for rock mass strength estimation, International Conference on Geotechnical & Geological Engineering (GeoEng 2000), Technomic publ., 1422-1442, Melbourne, 2000.

20. Marinos, P., E. Hoek, and V. Marinos, Variability of the engineering properties of rock masses quantified by the geological strength index: the case of ophiolites with special emphasis on tunneling, Bull. Eng. Geol. Env., 65: 129-142, 2006.

21. Marinos, P., V. Marinos, E. Hoek, Chapter on the Geological Strength Index (GSI) in the book «Underground Works under Special Conditions», by Romana, Perucho & Olalla, editors, 13-21.Taylor and Francis, London, 2007.

22. Marinos, P., E. Hoek, N. Kazilis, G. Agistalis, N. Rahaniotis and V. Marinos, The tunnels of Egnatia Highway. Design in a variety of rock masses under difficult geological conditions, Proceedings 5th Geotechnical Congress, Xanthi, 3, 517-524, 2006.

23. Marinos, P., A. Antoniou, M. Novack, M. Benissi, G. Rovolis, I. Papadatos and K. Agelidaki, TBM excavation in weak and heterogeneous rock masses for the Athens Metro, Proceedings of the 8th International Congress of IAEG, Balkema publ., 3513-3522, Vancouver, Canada, 1998.

24. Marinos, P., J. Blanke, M. Benissi, G. Rovolis, M. Novack, I. Papadatos, A. Antoniou and K. Angelidaki, Characterization of the «Athens Schist» for TBM excavation of the Athens Metro Tunnels; A Geological Assessment for Engineering Purposes, Proceedings of the 8th International Congress of the Geological Society of Greece, XXXII/4, 167-177, Patras, 1998.

25. Marinos, P., M. Novack, M. Benissi, G. Stoumpos, D. Papouli, M. Panteliadou, V. Marinos, K. Boronkay and K. Korkaris, Assessment of ground conditions with respect to mechanized tunnelling for the construction of the extension of the Athens Metro to the city of Piraeus, Bull. Eng. Geol. Environ., 68:17-26, 2009.

26. Marinos, V., P. Marinos and E. Hoek, The Geological Strength index: applications and limitations, Bull. Eng. Geol. Environ., 64: 55-65, 2005.

27. Marinos, V., G. Aggistalis and N. Kazilis, Engineering geological considerations in Tunnelling through major tectonic thrust zones – cases along the Egnatia Motorway, Northern Greece, Lecture notes in earth sciences: Engineering geology for infrastructure planning in Europe, eds: Hack R., Axxam R. & Charlier R., vol. 104, 527-537, Liege, 2004.

28. Marinos, V., G. Prountzopoulos, P. Fortsakis, K. Korkaris, D. Koumoutsakos and D. Papouli, Tunnel information and analysis system: A geotechnical database for tunnels, Journal of Geotechnical and Geological Engineering, special issue Information Technology for Geotechnical Engineering, 2012.

29. Papanikolaou, D., Geology of Greece, University of Athens publications, Athens, 2003.

30. Rondoyianni, T., and P. Marinos P, The Athens – Corinth highway and railway crossing a tectonically active area in Greece, Bull. Eng. Geol. Environ., 68:259-266, 2008.

31. Tsatsanifos, C., and I. Michalis, History of Tunnelling in Greece, Jubilee Volume, A. Anagnostopoulos 50 years of Service at the NTUA. NTUA, School of Civil Engineering, 2015.

32. Zambas, C., More light in the tunnel of Eupalinos, Mitteeilungen des Deutscen Archaologischen Instituts Athenische Abteilung, Band 131/132, 2016/17.

Οι φοιτητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σηράγγων του ΕΜΠ και το ΕΡΒ της επέκτασης προς Πειραιά (12 Φεβρουαρίου 2018 με την ολοκλήρωση του έργου. Φάση αποσυναρμολόγησης, έχουν αφαιρεθεί οι κοπτικοί δίσκοι) (Πηγή: Φωτογραφία Π.Μαρίνου)

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

του Διονύσιου Ιωακείμ

Δρ. Πολιτικού Μηχανικού ΕΜΠ

και Χρήστου Π. Κωστοπαναγιώτη

Πολιτικού Μηχανικού ΕΜΠ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε προσπάθεια αποτύπωσης του οράματος και της πορείας ανθρώπων που ξεκινάνε κάτι νέο και πρωτοποριακό, ίσως είναι καταδικασμένη να μείνει ανολοκλήρωτη και αποσπασματική. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν είναι δυνατό μέσα σε λίγες σελίδες να σκιαγραφηθεί μία τόσο σύνθετη ερευνητική και επιχειρηματική προσπάθεια 40χρόνων. Το χρονικό όμως της πορείας και της εξέλιξης του τεχνικού λογισμικού στην Ελλάδα, μέσα στο εκάστοτε πλαίσιο των τεχνολογικών και οικονομικών συνθηκών, είναι εφικτό - αν όχι απαραίτητο - να καταγραφεί, προκειμένου να γίνει ευρύτερα γνωστή η προσήλωση και η επιμονή στους στόχους αυτών που το ξεκίνησαν.

Στις σελίδες λοιπόν που ακολουθούν θα παρακολουθήσετε τη συναρπαστική αυτή πορεία του τεχνικού λογισμικού στην Ελλάδα. Πώς ξεκίνησε, πώς εξελίχθηκε, που έχει φτάσει σήμερα καθώς και ποιες είναι οι προοπτικές του. Θα γνωρίσετε τις επιχειρήσεις και τα πρόσωπα που 40 χρόνια τώρα, παρά το ότι αγωνίζονται υπό αντίξοες συνθήκες και με περιορισμένα μέσα, έχουν καταφέρει αφενός μεν να κερδίσουν την ανταπόκριση και την εμπιστοσύνη των Ελλήνων μηχανικών, αφετέρου δε να ανταγωνίζονται επάξια τα αντίστοιχα προγράμματα του εξωτερικού.

Να σημειωθεί πάντως πως έμφαση έχει δοθεί στην εξέλιξη των λογισμικών στατικής ανάλυσης και σχεδιασμού κτιριακών κατασκευών για τα οποία οι υπογράφοντες έχουν, λόγω ειδικότητας, πληρέστερη γνώση.

2 ΤΟ ΞΕΚΙΝΗΜΑ

Η αρχή έγινε γύρω στο 1979. Την εποχή εκείνη στο εξωτερικό αλλά και στο εσωτερικό αρχίζουν να καθιερώνονται οι μικροϋπολογιστές (Personal Computers). Ήταν υπολογιστές μικρότεροι σε μέγεθος και με περισσότερες δυνατότητες από τους τεράστιους υπολογιστές Mainframes που υπήρχαν μέχρι τότε, αλλά είχαν πολύ μεγάλο κόστος. Δειλά – δειλά λοιπόν κάποιες εταιρείες ξεκινούν να δημιουργούν λογισμικό βασισμένες σε αυτή την τεχνολογία. Ο Commodore 64 (Εικ. 1) ήταν ένας από τους πρώτους υπολογιστές στον οποίο στηρίχτηκαν για την ανάπτυξη του λογισμικού.

Εικόνα 1 Υπολογιστής Commodore 64

Ήταν τεχνολογίας 8 bit και λειτουργούσε σε μη γραφικό περιβάλλον, έδινε όμως τη δυνατότητα προγραμματισμού σε γλώσσα Basic. Η γλώσσα αυτή ήταν μια σχετικά απλή γλώσσα μεταξύ της $2^{ης}$ (Assembly) και της $3^{ης}$ γενιάς (FORTRAN) γλωσσών προγραμματισμού. Το αποθηκευτικό μέσο του Commodore 64, όπως και όλων των άλλων υπολογιστών της εποχής, ήταν αρχικά η κασέτα κασετοφώνου που βασιζόταν στη μαγνητική τεχνολογία. Εναλλακτικά μέσα αποθήκευσης ήταν οι δισκέτες (floppy disks) μονής ή διπλής επίστρωσης (single or double density). Για monitor μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μία οποιαδήποτε οθόνη τηλεόρασης. Το σύστημα συμπληρώνονταν από το απαραίτητο και ογκώδες πληκτρολόγιο.

Με βάση το υλικό αυτό, αρχικώς δημιουργήθηκαν μικρά προγράμματα για στατική και δυναμική ανάλυση μεμονωμένων στοιχείων (Δοκοί – Στύλοι) καθώς και για το σχεδιασμό τους υπό μονοαξονική κάμψη και διάτμηση. Ως θεωρητικό

υπόβαθρο, ειδικά για τη δυναμική ανάλυση, χρησιμοποιήθηκε η αντισεισμική μέθοδος του καθηγητή Α. Ρουσόπουλου [2]. Τέτοιου είδους προγράμματα ανέπτυξαν εκτός από τις εταιρείες και μεμονωμένοι «τολμηροί» μηχανικοί οι οποίοι με βάση απλές οδηγίες και χωρίς να έχουν ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού, τα προγραμμάτιζαν σε γλώσσα Basic. Μέχρι την εποχή εκείνη, η μεθοδολογία και πρακτική των Ελλήνων μηχανικών για τους υπολογισμούς κατά την εκτέλεση των μελετών, ήταν η χρήση πινάκων, η χρήση του λογαριθμικού κανόνα και φυσικά οι υπολογισμοί με το χέρι.

Το 1982 ήρθαν στην Ελλάδα οι προσωπικοί υπολογιστές Cromemco (Εικ. 2). Οι υπολογιστές αυτοί διέθεταν λειτουργικό σύστημα UNIX και επέτρεπαν τον προγραμματισμό σε γλώσσες προγραμματισμού δεύτερης και τρίτης γενιάς όπως η Basic και η Fortran.

Εικόνα 2 Υπολογιστής Cromemco

Λόγω της περιορισμένης εγκατεστημένης μνήμης RAM (640 Kbytes), για την επίλυση των φορέων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Composition – Decomposition (Σύνθεση – Αποσύνθεση). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή και με βάση το γεγονός ότι δεν επαρκούσε η μνήμη για να χωρέσει ολόκληρο το μητρώο της κατασκευής, γινόταν η κατάτμησή του (Decomposition) σε τμήματα τα οποία αποθηκεύονταν σε δισκέτες ή στο σκληρό δίσκο. Στη συνέχεια εκτελούνταν η αντιστροφή των επιμέρους αυτών τμημάτων και τέλος γινόταν εκ νέου η σύνθεση του συνολικού μητρώου (Composition).

3 Η ΠΟΡΕΙΑ

Η ραγδαία εξέλιξη στην τεχνολογία των υπολογιστών, ειδικά στο θέμα της μνήμης με την εισαγωγή της τεχνολογίας 16 bit, επέτρεψε και την αντίστοιχη εξέλιξη

στα λογισμικά. Το 1985 έγινε λοιπόν ένα πολύ σημαντικό βήμα: χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά τρισδιάστατο χωρικό πλαίσιο για την προσομοίωση κατασκευών. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων σε συνδυασμό με τη γραφική απεικόνιση του φορέα ήταν κάτι το επαναστατικό. Η όλη προσομοίωση βασίστηκε στη μέθοδο των Πεπερασμένων Στοιχείων (Finite Element Method), η οποία χρησιμοποιεί γραμμικά, επιφανειακά και στερεά στοιχεία για την προσομοίωση συνεχών μέσων. Στη περίοδο αυτή τα πεπερασμένα στοιχεία ήταν γραμμικά και χρησιμοποιήθηκαν αρχικά για την προσομοίωση φορέων στο επίπεδο, δηλαδή φορέων σε επίπεδη εντατική κατάσταση και στη συνέχεια η χρήση τους επεκτάθηκε και για εντατική κατάσταση φορέων στο χώρο.

Η βασική αρχή της μεθόδου προβλέπει το διαχωρισμό του συνεχούς μέσου-στοιχείου σε μικρά συστατικά στοιχεία τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με κόμβους που έχουν συγκεκριμένους βαθμούς ελευθερίας. Συνεπώς, τα μέλη ενός επίπεδου πλαισίου (Δοκοί, Στύλοι) διακριτοποιούνται με πεπερασμένα γραμμικά στοιχεία τα οποία συνδέονται μεταξύ τους. Με αυτό τον τρόπο το πρόβλημα επίλυσης του φορέα βάσει της μεθόδου των μετατοπίσεων, μετατρέπεται από ένα πρόβλημα που αφορά ένα συνεχές μέσο, σε ένα πρόβλημα που αφορά ένα αντίστοιχο διακριτοποιημένο και ως εκ τούτου και σε μία διακριτή διαδικασία υπολογισμού μετατοπίσεων των κόμβων και εντατικών μεγεθών των μελών.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα πολύ μεγάλου φορέα που επιλύθηκε με ένα από τα στατικά προγράμματα της εποχής και βασίστηκε στη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων, ήταν το εμπορικό κέντρο Cosmos στην Λ. Κηφισίας 125, το 1986 (Εικ. 3).

Εικόνα 3 Εμπορικό κέντρο Cosmos

Η στατική ιδιαιτερότητα του κτιρίου αυτού ήταν ότι παρά το μεγάλο του μήκος δεν υπήρχε αρμός διαστολής με αποτέλεσμα καθοριστική φόρτιση να είναι η θερμοκρασιακή μεταβολή. Η στατική επίλυσή του είχε συνολική διάρκεια περίπου 2 μήνες με τις απαραίτητες διακοπές για διορθώσεις και αποθήκευση του τεράστιου όγκου δεδομένων και αποτελεσμάτων!

Πρόσθετο παράδειγμα τμήματος μεγάλου έργου που μελετήθηκε με στατικό πρόγραμμα της εποχής ήταν τα βάθρα της νέας γέφυρας της Χαλκίδας, μιας καλωδιωτής γέφυρας που η κατασκευή της ξεκίνησε το 1985.

Πίσω στην εξέλιξη των υπολογιστών, πρωτοπόρα εταιρεία στην υιοθέτηση γραφικού περιβάλλοντος εργασίας ήταν η Apple με τον πρώτο Macintosh (Mac) που κυκλοφόρησε το 1984. Οι δύο ενσωματωμένες εφαρμογές MacWrite και MacPaint αναδείκνυαν με τον καλύτερο τρόπο τα πλεονεκτήματα του γραφικού περιβάλλοντος, ξεφεύγοντας από τη νοοτροπία της απρόσωπης γραμμής εντολών του λειτουργικού συστήματος DOS.

Το 1985 παρουσιάστηκαν από τη Microsoft τα πρώτα Windows 1.0, ένα νέο λειτουργικό σύστημα το οποίο περιλάμβανε και αυτό γραφικό διαδραστικό περιβάλλον και στη συνέχεια το 1987 ακολούθησαν τα Windows 2.0. Και τα δύο λειτουργικά βασιζόντουσαν σε αρχιτεκτονική 16-bit.

Την ίδια χρονιά παρουσιάζονται στην Ελλάδα οι οθόνες (monitors) Tektronix (Εικ. 4) οι οποίες είχαν ενσωματωμένη κάρτα γραφικών, γεγονός που τους επέτρεπε να έχουν υψηλότερες αναλύσεις. Λίγο αργότερα κάνουν την εμφάνισή τους και οι ψηφιοποιητές (Digitizers) που επέτρεπαν την ευκολότερη εισαγωγή των δεδομένων.

Εικόνα 4 Οθόνη Tektronix

Πραγματική καινοτομία πάντως αποτέλεσε η εμφάνιση του ποντικιού (mouse), το οποίο διευκόλυνε σημαντικά την εκτέλεση των λειτουργιών στο νέο γραφικό περιβάλλον καθώς και των εφαρμογών που εκτελούνταν μέσα σε αυτό.

Το 1987 η IBM παρουσιάζει επίσης τη νέα γενιά προσωπικών υπολογιστών (Εικ. 5) με νέες μεγαλύτερες μνήμες DRAM των 4MB. Εξελίχθηκαν επίσης σημαντικά οι κάρτες γραφικών κάτι που επέτρεψε και στα προγράμματα να παρουσιάζουν πιο πλούσια γραφικά, έστω και σε περιβάλλον DOS.

Εικόνα 5 Υπολογιστής IBM

Το 1990 κυκλοφόρησαν τα Windows 3.0 τα οποία ήταν και τα πρώτα που ήλθαν στην Ελλάδα και τα οποία διατίθεντο και σε έκδοση 32-bit. Την ίδια χρονιά ξεκίνησε και η προσαρμογή των λογισμικών στο νέο, ασύγκριτα πιο φιλικό, γραφικό λειτουργικό σύστημα.

Οι εταιρείες είτε προσάρμοσαν με πολύ βαθιές αλλαγές τα λογισμικά τους στο νέο περιβάλλον, είτε αναγκάστηκαν να τα σχεδιάσουν εξαρχής. Και στις δύο περιπτώσεις τα λογισμικά έγιναν πιο λειτουργικά και αξιόπιστα, με λιγότερα λάθη και «κολλήματα». Προστέθηκαν επίσης μενού και έγχρωμα εικονίδια με αποτέλεσμα το περιβάλλον εργασίας να καταστεί πολύ πιο εύχρηστο και λειτουργικό. Πλέον οι χρήστες δεν χρειαζόταν να πληκτρολογούν τα δεδομένα αλλά μπορούσαν να τα εισάγουν μέσα από γραφικές εντολές. Οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται είναι πλέον 4^{ης} γενιάς (αντικειμενοστραφείς γλώσσες) όπως η C++. Παράλληλα, οι νέες κάρτες γραφικών και οι μεγαλύτερες χωρητικότητες στη μνήμη επέτρεψαν τη μεγαλύτερη ταχύτητα στη διαδικασία ανάλυσης των φορέων, την καλύτερη παρουσίαση των αποτελεσμάτων καθώς και την ευχερέστερη επεξεργασία τους.

Από την άλλη πλευρά, η μεγάλη ζήτηση που υπήρχε από τους Έλληνες μηχανικούς, έκανε τις εταιρείες να οργανωθούν καλύτερα προσλαμβάνοντας προσωπικό με υψηλή επιστημονική κατάρτιση και ειδίκευση. Προσωπικό που ήταν απα-

ραίτητο για την ανάπτυξη τέτοιου είδους εξειδικευμένου λογισμικού. Παράλληλα δημιούργησαν και τμήματα υποστήριξης και εκπαίδευσης για τους νέους χρήστες.

Η διάθεση του λογισμικού γινόταν με δισκέτες ενώ η παράνομη αντιγραφή αποφευγόταν μέσω κλειδώματος των προγραμμάτων με δισκέτα – κλειδί η οποία έπρεπε να είναι παρούσα καθ' όλη τη διάρκεια χρήσης του προγράμματος. Η προστασία των προγραμμάτων από κακόβουλη αντιγραφή και αναπαραγωγή, αφού πέρασε από διάφορα στάδια (hasp σε παράλληλη θύρα και σε USB) έχει φθάσει πλέον σήμερα να είναι μέσω Internet, διαδικασία που αποτελεί και τον πλέον ασφαλή τρόπο προστασίας.

Το 1994 κυκλοφορεί από την Intel ο πρώτος επεξεργαστής Pentium-90 με αυξημένη ταχύτητα (4 000 000 πράξεις το δευτερόλεπτο) και πολλές νέες δυνατότητες. Παράλληλα το κόστος των προσωπικών υπολογιστών μειωνόταν ενώ η συνολική ισχύς τους αυξανόταν. Η ισχύς αυτή υπάκουε στο νόμο του Moore (1965) σύμφωνα με τον οποίο η υπολογιστική ισχύς διπλασιάζεται κάθε δεκαοχτώ μήνες. Συγκριτικά αναφέρουμε ότι η ισχύς του Pentium ήταν 70 φορές πιο μεγάλη από τον πρώτο επεξεργαστή αναφοράς CDC-6400 (1963).

Με το πέρασμα των χρόνων η πορεία των λογισμικών εξελίσσεται ομαλά. Οι εταιρείες διαθέτοντας υψηλό επίπεδο τεχνογνωσίας ενσωματώνουν όλες τις τεχνολογικές εξελίξεις τόσο σε επίπεδο λογισμικού (νέες γλώσσες προγραμματισμού και νέες βιβλιοθήκες γραφικών) όσο και σε επίπεδο υπολογιστών με τη χρήση νέων πιο ισχυρών και φθηνών επεξεργαστών.

Στις αρχές της δεκαετίας του 2000 η οικοδομική δραστηριότητα είναι έντονη και αντίστοιχα έντονη είναι και η ζήτηση όλων των ειδών τεχνικού λογισμικού για την εκτέλεση των μελετών. Υπάρχει πλέον μεταξύ των εταιρειών έντονος ανταγωνισμός. Με βάση τις ευοίωνες αυτές προοπτικές, κεφάλαια και πόροι επενδύονται προκειμένου τα προϊόντα τους να γίνουν πιο ανταγωνιστικά. Διοργανώνονται εκθέσεις με πολύ μεγάλη συμμετοχή από την πλευρά των μηχανικών.

4 ΤΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΙΔΡΥΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ

Οι εταιρείες διαθέτουν πλέον προσωπικό υψηλής επιστημονικής κατάρτισης για την ανάπτυξη και των πιο «απαιτητικών» τμημάτων του λογισμικού δηλαδή εκείνων που απαιτούν γερό θεωρητικό υπόβαθρο. Παράλληλα όμως ξεκινούν και οι πρώτες συνεργασίες με εκπαιδευτικά ιδρύματα όπως το ΕΜΠ και άλλα, προκειμένου αυτά να αναλάβουν τμήματα του λογισμικού προς ανάπτυξη. Ο στόχος είναι διπλός: αφενός μεν να αξιοποιηθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο η πολύ σο-

βαρή και αξιόλογη επιστημονική προσπάθεια που γίνεται στα ιδρύματα αυτά και αφετέρου να συνδεθεί και να εφαρμοστεί στην πράξη το ερευνητικό αυτό έργο με εμπορικά προγράμματα που θα το υλοποιούσαν κατάλληλα. Ένα άλλο επίσης σημαντικό πεδίο συνεργασίας ήταν η ανάθεση σε αυτά τα ιδρύματα της αξιολόγησης, του ελέγχου και της τεκμηρίωσης των λογισμικών με αποτέλεσμα την αύξηση του κύρους, της αξιοπιστίας και της επιστημονικής τους πληρότητας στα μάτια των Ελλήνων Μηχανικών. Ταυτόχρονα οι συνεργασίες αυτές αποτελούσαν και τον καλύτερο τρόπο διάδοσης του λογισμικού στους φοιτητές και τους σπουδαστές. Η διάθεση των προγραμμάτων γινόταν δωρεάν για όλη τη διάρκεια των σπουδών τους και η χρήση για την εκτέλεση των εργασιών τους αποτελούσε μια πρώτης τάξεως διαφήμιση.

Η πολυεπίπεδη συνέργεια των επιχειρήσεων με τις Πολυτεχνικές Σχολές συνεχίζεται μέχρι σήμερα με αμοιβαία οφέλη, με τελικό στόχο την προαγωγή της επιστημονικής γνώσης και την εφαρμογή και χρήση της στην καθημερινή πρακτική των μηχανικών.

5 Η ΕΞΕΛΙΞΗ

Η εισαγωγή των Ευρωκωδίκων το 2010 αποτέλεσε μία σημαντική αλλαγή για όλα τα στατικά λογισμικά. Η νομοθεσία προέβλεπε την παράλληλη εφαρμογή τους με τους ισχύοντες Ελληνικούς κανονισμούς (ΕΑΚ2000 και ΕΚΩΣ2000) και έτσι δόθηκε ο απαραίτητος χρόνος προκειμένου να μελετηθούν, να ενσωματωθούν και να ελεγχθούν. Παράλληλα οι εταιρείες διοργάνωναν ημερίδες – παρουσιάσεις για την ενημέρωση των μηχανικών.

Την ίδια περίοδο κάποιες εταιρείες, εκτιμώντας την αξία της εμπορικής εξωστρέφειας, άρχισαν δειλά – δειλά να εξετάζουν το ενδεχόμενο προώθησης των προϊόντων τους και σε χώρες του εξωτερικού και ειδικότερα της Ευρώπης, όπου η νομοθεσία που διέπει τις μελέτες είναι ίδια (Ευρωκώδικες) με τις απαιτούμενες βέβαια προσαρμογές βάσει των ιδιαιτεροτήτων της κάθε χώρας.

Στα αρχές της δεκαετίας του 2010 οι επεξεργαστές εξακολουθούσαν να υπακούουν στο νόμο του Moore. Μπορούσαν πλέον να εκτελούν δισεκατομμύρια λειτουργίες το δευτερόλεπτο. Την χρονική περίοδο 2010 ξεκίνησε επίσης να εφαρμόζεται και η τεχνολογία της παράλληλης επεξεργασίας (parallel computing), της δυνατότητας δηλαδή του υπολογιστή να εκτελεί πολλούς υπολογισμούς ταυτόχρονα. Ο πιο σημαντικός τρόπος υλοποίησης της τεχνολογίας αυτής ήταν μέσω των επεξεργαστών πολλαπλών πυρήνων (multi-core processors) οι οποίοι είχαν ακριβώς αυτή την ικανότητα. Έτσι, ένα μεγάλο και πολύπλοκο πρόβλημα «τεμα-

χιζόταν»σε μικρότερα τα οποία επιλύονταν ταυτόχρονα και φυσικά πιο γρήγορα.

Την ίδια στιγμή, αύξαναν με γεωμετρική πρόοδο και οι δυνατότητες των καρτών γραφικής απεικόνισης. Ένα κομμάτι των υπολογισμών μπορούσε πλέον να εκτελείται από την κάρτα, με αποτέλεσμα την ταχύτερη εκτέλεση των εντολών. Η υλοποίηση λοιπόν της παράλληλης επεξεργασίας κατέστη δυνατή τόσο με τη χρήση του ισχυρού επεξεργαστή όσο και της πάρα πολύ γρήγορης μνήμης της κάρτας γραφικών. Έτσι ένα κομμάτι των υπολογισμών εκτελούνταν πλέον από την κάρτα με αποτέλεσμα την ταχύτερη εκτέλεση των εντολών.

Φυσικά για την εκμετάλλευση όλων των παραπάνω δυνατοτήτων από τα τεχνικά λογισμικά, απαιτήθηκαν πολλές προσαρμογές στον κώδικα και στη δομή τους, προσαρμογές που έγιναν με επιτυχία και σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Έτσι βρίσκονταν πάντα στην αιχμή της τεχνολογίας με όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά (ευχρηστία, αξιοπιστία, ταχύτητα, πληρότητα, αυτονομία, μικρός χρόνος εκμάθησης) που κάνουν ένα λογισμικό ελκυστικό σε έναν απαιτητικό χρήστη.

Τα τελευταία χρόνια τα σύγχρονα λογισμικά έχουν ανέβει πλέον σε νέο επίπεδο τόσο με την ανάπτυξη καινούργιων αριθμητικών μεθόδων ανάλυσης και σχεδιασμού, χρησιμοποιώντας νέες γλώσσες προγραμματισμού τελευταίας γενιάς (C#), όσο και με την ενσωμάτωση νέων πρωτοποριακών αλγορίθμων όπως η βελτιστοποίηση των κατασκευών [3]. Η βελτιστοποίηση αποτελεί μία επαναληπτική διαδικασία, η οποία προτείνει αλλαγές στη γεωμετρία και τις διατομές έτσι ώστε ο τελικός φορέας να πληροί όλα τα κριτήρια ασφάλειας και ελέγχων των κανονισμών και παράλληλα να έχει σημαντικά μειωμένο κόστος κατασκευής συγκριτικά με την αρχική σχεδίαση.

Με την έλευση της τεχνολογίας «Cloud Computing» και τις αυξημένες ταχύτητες Internet, οι εταιρίες εξετάζουν νέους τρόπους εμπορικής διάθεσης των προϊόντων τους. Το τεχνικό λογισμικό είναι εκ φύσεως μία απαιτητική από άποψη πόρων του υπολογιστή εφαρμογή και ως εκ τούτου δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει με το σύστημα εξυπηρετητή – πελάτη (Client – Server) μέσα από φυλλομετρητή ιστοσελίδων (Web Browser). Θα μπορούσε όμως να υιοθετηθεί ένα υβριδικό σχήμα έτσι ώστε το τμήμα του προγράμματος που απαιτεί πόρους και ταχύτητα να εγκαθίσταται τοπικά, ενώ το αντίστοιχο υπολογιστικό να βρίσκεται κεντρικά σε Cloud Server με άμεση πρόσβαση από οποιοδήποτε υπολογιστή.

6 ΕΙΔΗ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Το πλέον γνωστό πρόγραμμα γενικής σχεδίασης που ήρθε στην Ελλάδα το 1986

ήταν το AutoCAD της εταιρείας Autodesk και χρησιμοποιήθηκε για αρχιτεκτονική σχεδίαση. Κάποιες εταιρείες ανέπτυξαν αρχικά εφαρμογές, κυρίως αρχιτεκτονικές, που λειτουργούσαν μέσα στο περιβάλλον του AutoCAD (add-ons). Τα πρώτα όμως αμιγώς Ελληνικά λογισμικά που αναπτύχθηκαν ήταν προγράμματα στατικής ανάλυσης και σχεδιασμού κτιριακών κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στην πορεία αναπτύχθηκαν και άλλα που κάλυπταν και τις υπόλοιπες ειδικότητες των μηχανικών. Έτσι σήμερα κυκλοφορούν στην αγορά τα παρακάτω είδη:

Αρχιτεκτονικά, στατικά, ηλεκτρομηχανολογικά, υδραυλικά, προγράμματα οδοποιίας και τοπογραφίας, ενεργειακών μελετών, υπολογισμού αμοιβών και προστίμων αυθαιρέτων, γεφυροποιίας, γενικά προγράμματα ανάλυσης κατασκευών, προγράμματα παρακολούθησης τεχνικών έργων και σύνταξης προϋπολογισμών για έργα του Δημοσίου.

7 ΣΕΤΕΛ

Με τη συμμετοχή σχεδόν όλων των Ελληνικών εταιρειών Τεχνικού λογισμικού της Ελλάδας, ιδρύθηκε το 1996 ο Σύνδεσμος Επιχειρήσεων Τεχνικού Ελληνικού Λογισμικού (ΣΕΤΕΛ). Σκοπός και στόχος του συνδέσμου είναι σύμφωνα με την ιδρυτική του διακήρυξη [1] :

«*Η προαγωγή του επιπέδου του Τεχνικού λογισμικού που αναπτύσσεται στην Ελλάδα, η συμβολή στην έρευνα και στην πρόοδο για την ανάπτυξη σε όλους τους τομείς του Τεχνικού λογισμικού, η συμβολή στην ποιοτική αναβάθμιση των προϊόντων και των υπηρεσιών των μελών του και του κλάδου και η προαγωγή των κοινών συμφερόντων των γνώσεων και της πληροφόρησης των μελών του.*

Η ευρύτερη πληροφόρηση των φορέων περί της χρησιμότητας, του μεγέθους και της σημασίας της προσφοράς των μελών του συνδέσμου στον τεχνικό κόσμο και η ανάπτυξη των σχέσεων του Συνδέσμου με τους φορείς (ΤΕΕ, ΥΠΕΚΑ).

Η προστασία και η κατοχύρωση των δικαιωμάτων πνευματικής και βιομηχανικής ιδιοκτησίας και η ενημέρωση των χρηστών για τις συνέπειες της προσβολής της πνευματικής ιδιοκτησίας των δημιουργών του.

Η τήρηση των αρχών δεοντολογίας και της εμπέδωσης του αλληλοσεβασμού των μελών μεταξύ τους».

Αξίζει να σημειωθεί πως ο ρόλος γενικά των εταιρειών αυτών είναι διττός: Υφίστανται ως εμπορικές επιχειρήσεις αλλά παράλληλα αποτελούν και «άτυπα» ερευνητικά κέντρα στα οποία, κατά τη διαδικασία ανάπτυξης του λογισμικού, υπάρχει ταυτόχρονα και ερευνητική δραστηριότητα για την οποία διατίθενται και

τα αντίστοιχα κεφάλαια από τις διοικήσεις τους.

Οι επιχειρήσεις - μέλη που ανήκουν στον ΣΕΤΕΛ είναι:

- 3DR Engineering Software
- 4M
- ACE-Hellas
- ALCONSOFT
- ANADELTA
- ART
- C.C.S.
- CADvanced
- Civiltech
- Cubus Hellas
- Ergon Iris
- Ergotech
- LH Λογισμική
- Multisoft
- SIMTEC
- TiSoft
- ΟΔΟΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΗ
- π-SYSTEMS
- ΤΟΛ

Ο ΣΕΤΕΛ με τη διοργάνωση εκθέσεων Τεχνικού Λογισμικού και τη σύσταση επιστημονικών ομάδων εργασίας για διάφορα θέματα που αφορούν την εφαρμογή των κανονισμών, συνέβαλε ουσιαστικά, αφενός μεν στη διάδοση των προγραμμάτων και αφετέρου στην επιτάχυνση της εφαρμογής των νέων κανονισμών (Ευρωκώδικες) προκειμένου το τεχνικό κανονιστικό πλαίσιο της Ελλάδας να είναι πλήρως εναρμονισμένο με το αντίστοιχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

8 ΜΕΛΛΟΝ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Η παραγωγή του τεχνικού λογισμικού αποτελεί μια πολύπλοκη διαδικασία και απαιτεί ένα συνδυασμό παραγόντων: δημιουργική σκέψη, επιχειρηματικό ένστικτο, προσήλωση, καλή οργάνωση των επιμέρους τμημάτων της επιχείρησης (ανάπτυξη, υποστήριξη, εκπαίδευση, εμπορική διαχείριση, marketing), διάθεση ανθρώπινων και οικονομικών πόρων, θέσπιση καθορισμένων στόχων και πάνω από όλα όραμα και προοπτική.

Η οικονομική κρίση που ταλανίζει τα τελευταία επτά χρόνια την Ελλάδα, έπληξε αναπόφευκτα και το χώρο αυτόν ως «παράπλευρη απώλεια» της κρίσης που έπληξε την οικοδομική δραστηριότητα. Οι επιχειρήσεις κλονίστηκαν και αναγκάστηκαν να αναδιοργανωθούν και να αναθεωρήσουν στόχους και προοπτικές. Το μέλλον του τεχνικού λογισμικού έχει καταστεί πλέον αβέβαιο. Παρ' όλα αυτά, οι άνθρωποι του χώρου, δεν εφησυχάζουν και δεν απογοητεύονται. Δίνοντας καθημερινά ένα δύσκολο αγώνα επιβίωσης και χωρίς καμία κρατική ή άλλη αρωγή, προσπαθούν και πετυχαίνουν να παράγουν λογισμικό υψηλής ποιότητας, ακολουθώντας πάντα τις τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις, ελπίζοντας σε μία γρήγορη οικονομική ανάκαμψη και προσδοκώντας ένα καλύτερο, ευοίωνο αύριο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ιστότοπος: www.setel.gr.
2. Ρουσόπουλου, Α., Αντισεισμικαί Κατασκευαί, Έκδοση ΤΕΕ, 1965.
3. Lagaros, N.D., A general purpose real-world structural design optimization computing platform, Structural and Multidisciplinary Optimization, Volume 49, pp 1047–1066, 2014.

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ

ΔΙΟΝΥΣΗΣ ΙΩΑΚΕΙΜ

Ο Δ. Ιωακείμ κατάγεται από το Βουτύρο Ευρυτανίας. Σπούδασε στην Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ από όπου απέκτησε το δίπλωμα του Πολιτικού Μηχανικού. Συνέχισε τις σπουδές του στις ΗΠΑ όπου πήρε το διδακτορικό του από το Πανεπιστήμιο του Cincinnati. Εργάστηκε ως μηχανικός στην εταιρεία πετρελαιοειδών Exxon για τη μελέτη μεγάλων τεχνικών έργων. Επέστρεψε στην Ελλάδα και ίδρυσε την ACE-Hellas, εταιρεία ανάπτυξης, εμπορίας και διάθεσης τεχνικού λογισμικού καθώς ηλεκτρονικών υπολογιστών. Σήμερα κατέχει τη θέση του προέδρου της εταιρείας η οποία παρέχει ολοκληρωμένες λύσεις στους μηχανικούς με κορυφαίο το πρόγραμμα στατικής και δυναμικής ανάλυσης κατασκευών Scada Pro. Έχει ασχοληθεί με την δημιουργία και ανάπτυξη τεχνικού λογισμικού καθώς και με την χάραξη της πετυχημένης στρατηγικής της εταιρείας στις αγορές του εξωτερικού. Έχει δημοσιεύσει επιστημονικά άρθρα σε περιοδικά του εξωτερικού και είναι ενεργό μέλος του Συνδέσμου Επιχειρήσεων Τεχνικού Ελληνικού Λογισμικού (ΣΕΤΕΛ).

ΣΠΥΡΟΣ ΚΑΒΟΥΝΙΔΗΣ

Ο Σ. Καβουνίδης είναι Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ (1968), με μεταπτυχιακές σπουδές MSc, Engineer's, και διδακτορικό από το Stanford University. Δίδαξε ως Lecturer Εδαφομηχανικής (1978-1980) στο Imperial College κυρίως τα μεταπτυχιακά μαθήματα «Στερεοποίηση Εδαφών» και «Μέθοδος των Πεπερασμένων Στοιχείων στην Εδαφομηχανική». Το 1989 διετέλεσε Γενικός Γραμματέας του Υπ. Εσωτερικών. Εργάστηκε σε γραφεία μελετών και ως ανεξάρτητος σύμβουλος σε θέματα εδαφομηχανικής και θεμελιώσεων. Το 1993 ίδρυσε (με τον Γ. Ντουνιά) την ΕΔΑΦΟΣ Α.Ε. της οποίας είναι Πρόεδρος και Δ/νων Σύμβουλος. Έχει ασχοληθεί με έρευνες και μελέτες εκατοντάδων έργων. Από το 1998 έως το 2005 διετέλεσε Πρόεδρος της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Εδαφομηχανικής και Γεωτεχνικής Μηχανικής και ήταν Πρόεδρος των Πανελλήνιων Συνεδρίων (2010, 2014) Γεωτεχνικής Μηχανικής. Έχει συγγράψει άνω των 100 δημοσιεύσεων σε διεθνή και ελληνικά επιστημονικά περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων. Έχει δώσει σειρά διαλέξεων και παρουσιάσεων στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Προσκλήθηκε και έδωσε το 2016 τη 10η Αθηναϊκή Διάλεξη Γεωτεχνικής Μηχανικής με θέμα: «Κατολισθήσεις στην Ελλάδα. Εδαφομηχανική στην Πράξη».

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΚΟΥΤΣΟΓΙΑΝΝΗΣ

Ο Δ. Κουτσογιάννης είναι Καθηγητής στην Υδρολογία και Ανάλυση Συστημάτων Υδραυλικών Έργων στο ΕΜΠ, Κοσμήτορας της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, Διευθυντής του Εργαστηρίου Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων, και πρώην Διευθυντής του Τομέα Υδατικών Πό-

ρων και Περιβάλλοντος. Επίσης είναι Αρχισυντάκτης (Co-Editor) του Hydrological Sciences Journal και μέλος της εκδοτικής επιτροπής του Hydrology and Earth System Sciences (και στο παρελθόν των Journal of Hydrology και Water Resources Research). Έχει τιμηθεί με το Διεθνές Βραβείο Υδρολογίας– Μετάλλιο Dooge (2014) από την International Association of Hydrological Sciences (IAHS) με την UNESCO και τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (WMO), και το Μετάλλιο Henry Darcy (2009) από την European Geosciences Union (EGU). Οι διακρίσεις του συμπεριλαμβάνουν την Lorenz Lecture της American Geophysical Union (AGU) (San Franscisco, ΗΠΑ, 2014) και την Union Plenary Lecture της International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) (Melbourne, Αυστραλία, 2011).

ΧΡΗΣΤΟΣ ΚΩΣΤΟΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Ο Χ. Κωστοπαναγιώτης κατάγεται από το Καρπενήσι Ευρυτανίας. Το 1980 ξεκίνησε τις σπουδές του στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ από όπου πήρε το πτυχίο του το 1985. Εργάστηκε σε πολλές εταιρείες και τεχνικά γραφεία ως μελετητής μηχανικός, ενώ το 1991 ξεκίνησε το δικό του γραφείο σχεδίασης και εκπόνησης στατικών μελετών. Το 1999 προσλήφθηκε στην εταιρεία ανάπτυξης τεχνικού λογισμικού ACE-Hellas όπου μέχρι σήμερα, κατέχει τη θέση του επικεφαλής του τμήματος ανάπτυξης λογισμικού. Έχει ασχοληθεί με τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του προγράμματος στατικής και δυναμικής ανάλυσης κτιριακών κατασκευών Scada Pro καθώς και με το πρόγραμμα ενεργειακών μελετών και επιθεωρήσεων Ecoline. Έχει επίσης δημοσιεύσει άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά του εξωτερικού.

ΛΑΖΑΡΟΣ ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ

Γεννήθηκε στην Καρδίτσα το 1931. Το 1950 εισήχθη πρώτος στην Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ και αποφοίτησε το 1955. Την περίοδο 1955-56 εργάστηκε στις σεισμόπληκτες περιοχές Μαγνησίας και στη συνέχεια στρατεύθηκε και υπηρέτησε στο Μηχανικό ως αξιωματικός έργου μέχρι το 1958. Ακολούθως εργάστηκε στην Υπηρεσία Μηχανικής Καλλιέργειας Μαγνησίας του Υπουργείου Γεωργίας (1968-59), και ως Προϊστάμενος ΤΥΔΚ Νομού Καρδίτσας (1959-64) όπου μελέτησε και επέβλεψε πληθώρα μικρών και μεγαλύτερων κοινωφελών έργων στις ορεινές και πεδινές περιοχές του Νομού. Από το 1964 μέχρι σήμερα εργάζεται με έδρα την Αθήνα και ασχολείται με την εκπόνηση μελετών (κυρίως Υδραυλικών) και επίβλεψη έργων, στα οποία περιλαμβάνονται μεγάλα έργα ύδρευσης, αποχέτευσης επεξεργασίας νερού και λυμάτων, αντιπλημμυρικά μεγάλων χειμάρρων και ποταμών, ταμίευσης νερών για ύδρευση – άρδευση με φράγματα, και διαχείρισης υδατικών πόρων. Στα επί εξήντα δύο έτη συνεχούς επαγγελματικής του ενασχόλησης έχει συμμετάσχει στην εκπόνηση τουλάχιστον 300 μελετών και στην επίβλεψη πάσης φύσεως έργων. Έχει διατελέσει μέλος του ΔΣ της ΔΕΗ επί τετραετία (1983-87), μέλος του ΔΣ του Συνδέσμου Μελετητών Υδραυλικών Έργων (ΣΜΥΕ) και ιδρυτικό μέλος της Εταιρείας Θεσσαλικών Μελετών (ΕΘΕΜ). Έχει κάνει πλήθος εισηγήσεων σε συνέδρια και ημερίδες, έχει δημοσιεύσει σχετικά άρθρα σε επιστημονικές εκδόσεις και είναι ο συγγραφέας της έκδοσης με τίτλο «Συμβολή στο σχεδιασμό των σωληνωτών υπό πίεση δικτύων» (Αθήνα 1977).

ΣΕΡΓΙΟΣ ΛΑΜΠΡΟΠΟΥΛΟΣ

Ο Σ. Λαμπρόπουλος γεννήθηκε στην Αθήνα το 1948. Αποφοίτησε από την Βαρβάκειο Πρότυπο Σχολή. Είναι διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ (1971) και πτυχιούχος Οικονομολόγος

Πανεπιστημίου Αθηνών (1977). Απέκτησε μεταπτυχιακό τίτλο MSc in Management Science στο Imperial College του Λονδίνου (1982) και διδακτορικό στο ΕΜΠ (1990). Υπηρέτησε τη στρατιωτική θητεία του στο Μηχανικό/ΣΥΚΕΑ/ΜΟΜΑ (1971-1973). Διετέλεσε διαδοχικά Εργολήπτης Ιδιωτικών και Δημοσίων Έργων (Δ' τάξης στην Οδοποιία, Υδραυλικά, Οικοδομικά και Γ' τάξης στα Λιμενικά, Ενεργειακά, 1980), Αντιπρόεδρος του Ταμείου Εθνικής Οδοποιίας (1982-1985), Τεχνικός Σύμβουλος της Γενικής Διεύθυνσης Μεταφορών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (1993-1995), Γενικός Διευθυντής της «Εγνατία Οδός Α.Ε.» για μια δεκαετία από την ίδρυσή της (1996-2006), Τεχνικός Σύμβουλος Εταιριών Παραχώρησης Αυτοκινητοδρόμων (2008-2009) και Γενικός Γραμματέας Συγχρηματοδοτούμενων Δημοσίων Έργων στο Υπουργείο Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων (2010-2012). Επίσης, διετέλεσε μέλος της Διοικούσας Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης Εταιρειών Παραχώρησης Αυτοκινητοδρόμων με Διόδια (ASECAP) (1983-1985), Πρόεδρος της Εθνικής Επιτροπής του Παγκόσμιου Οργανισμού Οδοποιίας (WRA – PIARC, 2001-2006), καθώς και Πρόεδρος του Τεχνικού Συμβουλίου ΕΜΠ (2012-2015) και Τεχνικός Σύμβουλος του Πρύτανη ΕΜΠ (2015-2017). Συμμετείχε ενεργά σε επιστημονικούς φορείς και δράσεις. Δίδαξε στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών επί 25 έτη (σε όλες τις βαθμίδες) με γνωστικό αντικείμενο «Δομικές Μηχανές και Διαχείριση της Κατασκευής Έργων Πολιτικού Μηχανικού». Από το 2015, είναι Ομότιμος Καθηγητής ΕΜΠ.

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΛΙΑΤΗΣ

Ο Δ. Λιάτης είναι διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ (1978) με ειδικότητα στην Πειραματική υδραυλική / Υδραυλικά έργα. Διετέλεσε Σύμβουλος Διαχείρισης (Project Manager) έργων (ΕΥΔΑΠ, ΔΕΠΑ) συγχρηματοδοτούμενα από το Τ.Σ. της Ε.Ε. και μη. Διαθέτει μεγάλη εμπειρία σε εκπόνηση μελετών Άρδευσης, Στράγγισης, Αποχέτευσης σε κατασκευή και λειτουργία υδραυλικών μοντέλων (Εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων, Ακροκέραμος/Ψυττάλεια) και εργοταξιακή εμπειρία εντός και εκτός Ελλάδας (Ιράκ, Γερμανία, Βουλγαρία, Ρωσία, FYROM). Είχε τη Διεύθυνση Κατασκευών σκυροδεμάτων, Χωματουργικών, Οδοποιίας, σωληνώσεων για μεγάλα έργα (Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων Αθήνας, Ψυτάλλεια 1987-1991) και τη Διεύθυνση έργου (απασχολούμενος από την Ολλανδική εταιρεία NEDECO) για μεγάλα αρδευτικά και στραγγιστικά έργα στο Ιράκ. Συμμετείχε επίσης στην Κατασκευή των νοσοκομείων της Λειβαδιάς και του Ιατρικού Διαβαλκανικού Κέντρου Θεσσαλονίκης).

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΛΥΜΠΕΡΗΣ

Ο Κ. Λυμπέρης είναι Διδάκτωρ του ΕΜΠ στη Σιδηροδρομική (1998) και τέως Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ. Διετέλεσε Επιστημονικός συνεργάτης στο Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών, του ΤΜΣΥ, της Σχολής ΠΜ του ΕΜΠ (1981-2000). Το διδακτικό του έργο συνοψίζεται ως εξής: 2000-2002: Συνδιδασκαλία του Μαθήματος «Σιδηρόδρομοι» (8ο εξάμηνο), «Σιδηροδρομικά δίκτυα Μητροπολιτικοί Σιδηρόδρομοι» (9ο εξάμηνο), «Ειδικά Κεφάλαια Σιδηροδρομικής» (9ο εξάμηνο), 2002-2014: Διδασκαλία του Μαθήματος «Σιδηρόδρομοι» (8ο εξάμηνο), συνδιδασκαλία του Μαθήματος «Λειτουργία Δικτύων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς» (9ο εξάμηνο), διδασκαλία του κατ' επιλογήν Μαθήματος «Ειδικά Κεφάλαια Σιδηροδρομικής» (9ο εξάμηνο), 1983-2000: Συνδιδασκαλία του Μαθήματος «Σιδηρόδρομοι» στην Σχολή Τεχνικής Εκπαίδευσης Αξιωματικών Μηχανικού (ΣΤΕΑΜΧ), 2000-2014: Διδασκαλία του Μαθήματος «Σιδηρόδρομοι» στην Σχολή Τεχνικής Εκπαίδευσης Αξιωματικών Μηχανικού (ΣΤΕΑΜΧ). Από το 1980 συμμετείχε σε πολλά από τα σιδηροδρομικά ερευνητικά προγράμματα του Τομέα Μ.Σ.Υ. Το 2001 του απονεμηθεί ο τίτλος Eurailing. ιn Railways από τον σύνδεσμο σιδηροδρόμων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το

2017 ορίστηκε Διευθυντής της Διεύθυνσης Εκπαίδευσης και Κατάρτισης Προσωπικού στη Σιδηροδρομική Ακαδημία του ΟΣΕ.

ΠΑΥΛΟΣ Γ. ΜΑΡΙΝΟΣ

Ο Π. Μαρίνος κατέχει Δίπλωμα Μηχανικού Μεταλλείων (ΕΜΠ 1966), Μεταπτυχιακό και Διδακτορικό Δίπλωμα στην Εφαρμοσμένη Γεωλογία από το Πανεπιστήμιο της Grenoble (1969). Εργάσθηκε για μεγάλες Γαλλικές και Ελληνικές μελετητικές και κατασκευαστικές εταιρείες μέχρι το 1977 και στη συνέχεια εξελέγη Καθηγητής στο ΔΠΘ. Από το 1988 υπήρξε καθηγητής Τεχνικής Γεωλογίας της Σχολής ΠΜ του ΕΜΠ και έχει διατελέσει Διευθυντής του Τομέα Γεωτεχνικής της Σχολής για πολλά χρόνια. Από το 2001 έως το 2004 και 2006-2008 διετέλεσε Διευθυντής του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Σήραγγες και Υπόγειες Κατασκευές». Σήμερα είναι ομότιμος καθηγητής ΕΜΠ. Διετέλεσε Επισκέπτης Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Grenoble (1987), Ecole des Mines de Paris (2003), EPFL, Πολυτεχνείο του Τορίνο. Προσκεκλημένος σε διαλέξεις στο MIT, Univ. of California-Berkeley, Georgia Tech, Virginia Tech, UCLA, Univ. of Texas-Austin, Northwestern University, Purdue, Univ. of Durham, Univ. of Coimbra, και άλλα. Έχει δημοσιεύσει πάνω από 320 εργασίες και ήταν ο κεντρικός ή προσκεκλημένος ομιλητής σε περισσότερα από 50 συνέδρια ή ειδικές εκδηλώσεις. Είναι αρχισυντάκτης του περιοδικού «Geotechnical and Geological Engineering» και επίσης μέλος της συντακτικής επιτροπής «Engineering geology», «Bulletin of the International Association of Engineering Geology and the Environment», «Environmental Earth Sciences», «Rock Mechanics» και «Environmental and Engineering Geosciences». Μέλος IAEG, AEG, Γεωλογικής Εταιρείας του Λονδίνου και Επίτιμο μέλος της Διεθνούς Ένωσης Υδρογεωλόγων (ΙΑΗ). Το 2010 εξελέγη «Jahns Distiguished Lecturer» και βραβεύθηκε από τη Γεωλογική Εταιρεία της Αμερικής και από την Ένωση Τεχνικής Γεωλογίας Αμερικής. Είναι επίτιμος διδάκτορας του ΔΠΘ (2014) και έχει ανακηρυχθεί ιππότης της κατηγορίας «Palmes Académiques» από τη Γαλλική Δημοκρατία (2014). Έχει διατελέσει Πρόεδρος της Διεθνούς Ένωσης Τεχνικής Γεωλογίας και Περιβάλλοντος, της Γεωλογικής Εταιρίας Ελλάδας και της Ελληνικής Εταιρείας Σηράγγων.

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΜΕΜΟΣ

Ο Κ. Μέμος κατέχει Δίπλωμα Πολιτικού Μηχανικού ΕΜΠ (1969), Πτυχίο Μαθηματικού Πανεπιστημίου Πατρών (1972), DIC, PhD από το Imperial College του Λονδίνου (1977). Διδάσκει στο ΕΜΠ επί 40 έτη θαλάσσια υδροδυναμική, λιμενικά έργα, διαχείριση παράκτιας ζώνης, κ.ά. Παράλληλα έχει ασχοληθεί σε ποικιλία λιμενικών, παράκτιων και υδραυλικών έργων. Είναι συγγραφέας 170 δημοσιεύσεων και κριτής διεθνών επιστημονικών περιοδικών. Έχει προσφέρει διοικητικό έργο στο ΕΜΠ από διάφορες θέσεις. Υπήρξε ακαδημαϊκός υπεύθυνος σε μεταπτυχιακό πρόγραμμα του ΕΑΠ. Είναι Fellow της ASCE, όπου διετέλεσε διευθυντής, μέλος του διοικητικού συμβουλίου και πρόεδρος του ελληνικού Τμήματος. Είναι μέλος των PIANC και IAHR, όπου προήδρευε της Committee on Maritime and Coastal Hydraulics. Είναι πρόεδρος της ΜΚΟ «Μηχανικοί της Γης». Διετέλεσε μέλος και προεδρεύων της ΑΔΙΠ. Του έχουν απονεμηθεί διακρίσεις, όπως το Unwin Prize του Imperial College, το Εμπειρίκειον Βραβείον, το David Hislop Award του Institution of Civil Engineers, London. Μετέχει στη σύνταξη των ευρωκωδίκων για τα παράκτια έργα.

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Ι. ΜΟΥΤΑΦΗΣ (1946-2018)

Ο Ν. Μουτάφης κατείχε BSc από τη Σχολή Πολ. Μηχ. του London University, MSc σε Soil Mechanics από το University of Aston in Birmingham και PhD σε Anisotropic Elasticity, από το University of Aston in Birmingham. Εργάστηκε σε διάφορα έργα της ΔΕΗ (επίβλεψη κατασκευής φραγμάτων και υδροηλεκτρικών έργων, εργοτάξια ΔΕΗ - Προϊστάμενος γεωτεχνικού τμήματος στη Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων - Διευθυντής Μελετών στη Διεύθυνση Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων). Διετέλεσε Λέκτορας στον Τομέα Υδατικών Πόρων της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, διδάσκων φράγματα και υδροηλεκτρικά έργα. Από το 1997 ήταν Σύμβουλος Μηχανικός σε Μελετητικά Γραφεία, Υπηρεσίες Δημόσιου Τομέα, Κατασκευαστικές Εταιρίες, φορείς λειτουργίας φραγμάτων και υδροηλεκτρικών έργων, στην Ελλάδα και στο εξωτερικό, σε θέματα φραγμάτων, υδροηλεκτρικών έργων, υπόγειων κατασκευών και υδραυλικών, οδικών και σιδηροδρομικών σηράγγων.

ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΣ

Ο Σ. Σταθόπουλος γεννήθηκε το 1940. Κατέχει Δίπλωμα Πολιτικού Μηχανικού (ΕΜΠ, 1963), Μεταπτυχιακές σπουδές στην Γερμανία (T.H. Stuttgart 1963-1964) και είναι Διδάκτωρ Πολιτικός Μηχανικός (ΕΜΠ, 1975). Διετέλεσε Επιμελητής στην Έδρα Στατικής του ΕΜΠ (1965-1972) και Ειδικός Επιστήμων στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του ΔΠΘ (1985–1987). Είναι Ιδρυτής της μελετητικής εταιρίας «Σ. Σταθόπουλος και Συνεργάτες» (1965-1980). Από το 1980 είναι Τεχνικός Διευθυντής και Εταίρος στην «ΔΟΜΗ ΟΕ», ενώ από το 2008 Πρόεδρος, Διευθύνων Σύμβουλος και Μέτοχος στην «ΔΟΜΗ Α.Ε.». Μέλος του Τ.Ε.Ε., Συλλόγου Πολ. Μηχ., Ελληνικού Τμήματος Σκυροδέματος, Ελληνικής Εταιρίας Έρευνας Σκυροδέματος (ΕΠΕΣ), ACI, IABSE, DafStb. Δύο φορές υποψήφιος για το βραβείο MAGNEL για τη Γέφυρα του Ευρίπου (1989-1993) και τη γενική συμβολή του στα Έργα της Εγνατίας Οδού (2003-2007). Κάτοχος του Βραβείου Εξεχόντων Τεχνικών Έργων από Σκυρόδεμα της FIB για τη Γέφυρα Ρίου-Αντιρρίου (2006). Κάτοχος του Βραβείου Επαγγελματικής Σταδιοδρομίας του Συνδέσμου Ελληνικών Γραφείων Μελετών (2006).

ΙΩΑΝΝΗΣ Π. ΣΤΕΦΑΝΑΚΟΣ

Ο Ι. Στεφανάκος είναι Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ (1970) με μεταπτυχιακές σπουδές στο Πανεπιστήμιο του Λονδίνου Imperial College (Τμήμα Πολ. Μηχ., D.I.C. 1975, MSc 1975, PhD 1978) και στο Πανεπιστήμιο La Verne Καλιφόρνιας (M.B.A. 2001). Υπήρξε Επιστημονικός Συνεργάτης (1971-1974 και 1979-1987) στην τότε Έδρα των Υδροηλεκτρικών Έργων της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ. Από το 1998 έως το 2014 διετέλεσε Λέκτορας και Επίκουρος Καθηγητής μερικής απασχόλησης στον Τομέα Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών. Εργάστηκε στη ΔΕΗ (1973-2003) σε διάφορες θέσεις (Μελετητής στο Κλιμάκιο Μελέτης Υδροηλεκτρικών Έργων - Μελετητής Υδραυλικών Ομοιωμάτων στην Αγγλία για την ΔΕΗ - Υπεύθυνος της Ομάδας Υδραυλικών Μελετών της Διεύθυνσης Ανάπτυξης Υδροηλεκτρικών Έργων - Προϊστάμενος του Τομέα Δομοστατικών & Υδραυλικών Μελετών - Προϊστάμενος του Τομέα Μελετών Έργων Πολιτικού Μηχανικού - Διευθυντής του Κλάδου Μελετών - Επιτελικός Διευθυντής Κλάδου στη Γεν. Δ/ση Παραγωγής). Το 2003 ήταν Σύμβουλος του Υπουργείου Ανάπτυξης. Από το 2003 και μέχρι σήμερα είναι Σύμβουλος Μηχανικός. Είναι μέλος Τ.Ε.Ε., ΣΠΜΕ, ICOLD, IAHR και IHA.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ (ΑΚΑΔ. ΕΤΟΣ 2017-18)

Τάσος Αβραάμ
Επίκουρος Καθηγητής: Ευστάθεια κατασκευών από χάλυβα
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Σαμψών Αζοράκος
Λέκτορας: Ένταξη με κλειστή διαδικασία
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Λιμενικών Έργων

Ανδρέας Ανδρεαδάκης
Καθηγητής: Ρύπανση υδάτων και επεξεργασία υγρών αποβλήτων
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας

Ιωάννης Βάγιας
Καθηγητής: Σχεδιασμός σιδηρών κατασκευών
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Δημήτριος Βαμβάτσικος
Επίκουρος Καθηγητής: Αξιοπιστία δομικών έργων από χάλυβα έναντι σεισμικών δράσεων
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Ελισσάβετ Βιντζηλαίου
Καθηγήτρια: Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος

Ελένη Βλαχογιάννη
Επίκουρη Καθηγήτρια: Κυκλοφοριακή ροή
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής
Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής

Εμμανουήλ Βουγιούκας
Λέκτορας: Αντισεισμικός σχεδιασμός και επισκευή / ενίσχυση κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος

Χαράλαμπος Γαντές
Καθηγητής: Μεταλλικές κατασκευές
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Νικόλαος Γερόλυμος
Αναπληρωτής Καθηγητής: Υπολογιστική γεωτεχνική
Τομέας Γεωτεχνικής
Εργαστήριο Εδαφοδυναμικής

Βασιλική Γεωργιάννου
Καθηγήτρια: Εργαστηριακές μέθοδοι εδαφομηχανικής
Τομέας Γεωτεχνικής
Εργαστήριο Εδαφοδυναμικής

Γεώργιος Γιαννής
Καθηγητής: Ασφάλεια και διαχείριση της οδικής κυκλοφορίας
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής
Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής

Γεώργιος Γκαζέτας
Καθηγητής: Εδαφομηχανική
Τομέας Γεωτεχνικής
Εργαστήριο Εδαφοδυναμικής

Ιωάννης Γκόλιας
Καθηγητής: Κυκλοφοριακή Τεχνική
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής
Εργαστήριο Κυκλοφοριακής Τεχνικής

Δημήτριος Δερματάς
Αναπληρωτής Καθηγητής: Γεωπεριβαλλοντική τεχνολογία με έμφαση στα υπόγεια νερά
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Υδραυλικής

Χρήστος Ζέρης
Αναπληρωτής Καθηγητής: Συμπεριφορά και σχεδιασμός κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος

Παύλος Θανόπουλος
Λέκτορας: Σχεδιασμός μεταλλικών κατασκευών με πειραματικές, αριθμητικές και αναλυτικές μεθόδους
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Μιχαήλ Καββαδάς
Αναπληρωτής Καθηγητής: Μηχανική Συμπεριφορά γεωϋλικών
Τομέας Γεωτεχνικής
Εργαστήριο Θεμελιώσεων

Βλάσιος Κουμούσης
Καθηγητής: Στατική και Δυναμική Ανάλυση των Κατασκευών
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών

Δημήτρης Κουτσογιάννης
Καθηγητής: Υδρολογία και ανάλυση συστημάτων υδραυλικών έργων
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων

Νικόλαος Λαγαρός
Αναπληρωτής Καθηγητής: Στατική - δυναμική ανάλυση και βέλτιστος σχεδιασμός κατασκευών
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών

Ανδρέας Λοΐζος
Καθηγητής: Οδοστρώματα οδών και αεροδρομίων
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής
Εργαστήριο Οδοποιίας

Χρήστος Μακρόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής: Υδρολογία και διαχείριση υδατικών πόρων με έμφαση στην υδροπληροφορική
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων

Συμεών Μαλαμής
Επίκουρος Καθηγητής: Ρύπανση και τεχνολογίες προστασίας υδάτινου περιβάλλοντος
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας

Δανιήλ Μαμάης
Καθηγητής: Επεξεργασία και διάθεση λυμάτων και ιλύος
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας

Νικόλαος Μαμάσης
Αναπληρωτής Καθηγητής: Τεχνική υδρολογία και υδρομετεωρολογία
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων

Χαράλαμπος Μουζάκης
Επίκουρος Καθηγητής: Πειραματική αντισεισμική τεχνολογία
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

Ευστράτιος Μπαδογιάννης
Επίκουρος Καθηγητής: Τεχνολογία σκυροδέματος και ανθεκτικότητα
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος

Αθανάσιος Μπαλλής
Αναπληρωτής Καθηγητής: Σχεδιασμός και λειτουργία τερματικών εγκαταστάσεων συγκοινωνιακών μέσων
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής
Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών

Ευάγγελος Μπαλτάς
Καθηγητής: Υδρολογία και ποσοτική διαχείριση υδατικών πόρων
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων

Γεώργιος Μπουκοβάλας
Καθηγητής: Γεωτεχνική, Εδαφοδυναμική
Τομέας Γεωτεχνικής
Εργαστήριο Θεμελιώσεων

Αικατερίνη Νάνου
Επίκουρη Καθηγήτρια: Υδραυλική επιφανειακών και υπόγειων νερών με έμφαση στην αλληλεπίδρασή τους
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Υδραυλικής

Μαρία Νεραντζάκη
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια: Στατική και δυναμική ανάλυση φορέων με συνοριακές μεθόδους
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών

Κωνσταντίνος Νουτσόπουλος
Επίκουρος Καθηγητής: Ανάλυση και προσομοίωση βιοχημικών διεργασιών στο υδάτινο περιβάλλον
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υγειονομικής Τεχνολογίας

Διονυσία Παναγούλια
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια: Υδρολογία, υδροκλιματικές διεργασίες και υδατικά συστήματα
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων

Μαρίνα Πανταζίδου
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια: Περιβαλλοντική γεωτεχνική
Τομέας Γεωτεχνικής
Εργαστήριο Θεμελιώσεων

Ιωάννης-Πάρις Παντουβάκης
Καθηγητής: Διαχείριση κατασκευής έργων Πολιτικού Μηχανικού
Τομέας Προγραμματισμού & Διαχείρισης Τεχνικών Έργων
Εργαστήριο Δομικών Μηχανών και Διαχείρισης Έργων

Αχιλλέας Παπαδημητρίου
Επίκουρος Καθηγητής: Γεωτεχνική μηχανική: Αριθμητικές μέθοδοι με έμφαση σε καταστατικές σχέσεις
Τομέας Γεωτεχνικής
Εργαστήριο Θεμελιώσεων

Βησσαρίων Παπαδόπουλος
Αναπληρωτής Καθηγητής: Στατική και δυναμική ανάλυση των κατασκευών με στοχαστικές μεθόδους
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών

Ηλίας Παπακωνσταντής
Λέκτορας: Πειραματικές και υπολογιστικές μέθοδοι στην Περιβαλλοντική υδραυλική
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Υδραυλικής

Παναγιώτης Παπανικολάου
Αναπληρωτής Καθηγητής: Πειραματική υδραυλική
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Υδραυλικής

Χριστίνα Πλατή
Επίκουρη Καθηγήτρια: Αξιολόγηση κατάστασης και υλικών οδοστρωμάτων
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής
Εργαστήριο Οδοποιίας

Ιωάννης Ραυτογιάννης
Αναπληρωτής Καθηγητής: Στατική - δυναμική ανάλυση και σχεδιασμός κατασκευών από χάλυβα και σύνθετα υλικά
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Ευάγγελος Σαπουντζάκης
Καθηγητής: Στατική και δυναμική ανάλυση φορέων
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών

Κωνσταντίνος Σπηλιόπουλος
Καθηγητής: Ανελαστική ανάλυση φορέων
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Στατικής και Αντισεισμικών Ερευνών

Κωνσταντίνος Σπυράκος
Καθηγητής: Σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών και αλληλεπίδρασή τους με το έδαφος
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

Αναστάσιος Στάμου
Καθηγητής: Υπολογιστικές μέθοδοι στην περιβαλλοντική ρευστομηχανική και στο σχεδιασμό συναφών υδραυλικών έργων
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Υδραυλικής

Κωνσταντίνος Τρέζος
Αναπληρωτής Καθηγητής: Συμπεριφορά και σχεδιασμός κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος με πιθανοτικές και προσδιορισμικές μεθόδους
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Οπλισμένου Σκυροδέματος

Γεώργιος Τσιαμπάος
Καθηγητής: Τεχνική γεωλογία με έμφαση στα έργα Πολιτικού Μηχανικού
Τομέας Γεωτεχνικής
Εργαστήριο Θεμελιώσεων

Βασιλική Τσουκαλά
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια: Θαλάσσια υδραυλική και λιμενικά έργα
Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Λιμενικών Έργων

Μιχαήλ Φραγκιαδάκης
Επίκουρος Καθηγητής: Σύγχρονες μέθοδοι αντισεισμικού σχεδιασμού και ανάλυσης
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

Παρασκευή Ψαράκη - Καλουπτσίδη
Καθηγήτρια: Σχεδιασμός αεροδρομίων
Τομέας Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής
Εργαστήριο Σιδηροδρομικής και Μεταφορών

Ιωάννης Ψυχάρης
Καθηγητής: Σεισμική συμπεριφορά και αντισεισμικός σχεδιασμός σύγχρονων κατασκευών, ιστορικών κτηρίων και αρχαίων μνημείων
Τομέας Δομοστατικής
Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ

Η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών στέκεται με ευγνωμοσύνη και σεβασμό απέναντι στους πάνω από 130 παλιούς καθηγητές της που στα 130 χρόνια ιστορίας της την οικοδόμησαν και την εξέλιξαν στη σημερινή της μορφή. Ο συγκεκριμένος κατάλογος με τα ονόματα και τα αντικείμενα των καθηγητών (με χρονολογική σειρά, σύμφωνα με το έτος ανάληψης καθηκόντων), καθώς και οι σελίδες με βιογραφικά στοιχεία των καθηγητών, αποτελούν ένα ελάχιστο δείγμα της ευγνωμοσύνης προς τους καθηγητές της Σχολής και μια προσπάθεια αντίστασης στη λήθη.

Το έτος ίδρυσης της Σχολής, στο πλαίσιο του «Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών», είναι το 1887. Ο κατάλογος περιλαμβάνει και καθηγητές του Πολυτεχνείου που είχαν αναλάβει καθήκοντα τα προηγούμενα χρόνια και ήταν εν ενεργεία το 1887. Δεν περιλαμβάνει τους παλιότερους, ούτε τους εν ενεργεία καθηγητές.

1863

Αναστάσιος Χρηστομάνος (1841-1906), Καθηγητής Φυσικής (1863-1906)

1864

Αριστείδης Βουσάκης (1831-1911), Καθηγητής Χημείας (1864-1904)

Γεώργιος Σούτσος (1824-92), Καθηγητής Κατωτέρων Μαθηματικών (1864-92)

1874

Αναστάσιος Σούλης (1836-1918), Καθηγητής Εφηρμοσμένης Μηχανικής (1874-1910)

1875

Περικλής Κυριακός (1854-98), Καθηγητής Μηχανολογίας (1875-98)

1878

Ιωάννης Λαζαρίμος (1849-1913), Καθηγητής Τοπογραφίας (1878-1913)

Κωνσταντίνος Μητσόπουλος (1844-1911), Καθηγητής Ορυκτολογίας (1878-1910)

1879

Στυλιανός Κωνσταντινίδης (1838-99), Καθηγητής Καλλιτεχνολογίας (1879-96)

1882

Απόστολος Αποστόλου (1842-1905), Καθηγητής Περιγραφικής Γεωμετρίας (1882-1905)

1883

Ιωάννης Κολλινιάτης (1857-1921), Καθηγητής Αρχιτεκτονικής (1883-1917)

Δημοσθένης Γονατάς (1841-1927), Καθηγητής Γεφυροποιίας (1883-95)

1884

Κυπάρισσος Στέφανος (1857-1917), Καθηγητής Ανωτέρων Μαθηματικών (1884-86 & 1891-1916)

1888

Ιωάννης Χατζηδάκις (1834-1921), Καθηγητής Θεωρητικής Μηχανικής (1888-1914)

Νικόλαος Χλωρός (?-1894), Καθηγητής Δασολογίας (1888-91 & 1882-95)

1889

Ιωάννης Αργυρόπουλος (1853-?), Καθηγητής Σιδηροδρομικής, Μεταλλουργίας (1889-1923)

Νικόλαος Ζούζουλας (?-?), Καθηγητής Λογιστικής (?-?)

Πέτρος Πρωτοπαπαδάκης (1858-1922), Καθηγητής Λιμενικών Έργων (1889-91)

Νικόλαος Γουναράκης (1853-1932), Καθηγητής Διοικητικού Δικαίου, Πολιτικής Οικονομίας (1889-91, 1908-10, 1911-17 & 1921-23).

1890

Ιωάννης Ραπτάκης (1860-1921), Καθηγητής Οικοδομικής και Γραφοστατικής (1890-1917 & 1920-1923)

1891

Γεώργιος Χρυσοχόος (1857-1908), Καθηγητής Υδραυλικών και Λιμενικών Έργων (1891-1904)

1896

Γεώργιος Μαλτέζος (1873-41), Καθηγητής Μηχανικής, Γενικής Μηχανολογίας (1896-1905, 1906-21, 1922-35, 1936-38)

1897

Ηλίας Ι. Αγγελόπουλος (1859-1932), Καθηγητής Γεφυροποιίας, Πρώτος Πρόεδρος του ΤΕΕ (1925-27)

1898

Άγγελος Σ. Γκίνης (1859-1928), Καθηγητής Γεφυροποιίας (1898-1904), Λιμενικών και Υδραυλικών έργων (1904-18) και Λιμενικών Έργων (1918-27), Διευθύνων ή Διευθυντής του Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών/ΕΜΠ (1910-14, 1914-20, 1923-28)

1904

Νικόλαος Τριανταφυλλίδης (1858-1927), Καθηγητής Οδοποιίας και Γεφυροποιίας (1904-27), Διευθυντής του Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών (1910)

1905

Νικόλαος Καρακατσανίδης (1852-1920), Καθηγητής Περιγραφικής Γεωμετρίας, Τοπογραφίας (1905-20)

1906

Κωνσταντίνος Μαλτέζος (1869-?), Καθηγητής Πειραματικής Φυσικής (1906-1938)

1908

Δημοσθένης Πρωτοπαπαδάκης (1873-1955), Καθηγητής Σιδηροδρομικής (1908-17 & 1920-48), Πρύτανης ΕΜΠ (1933-35)

1910

Αρίστιππος Κουσίδης (1871-?), Καθηγητής Εφηρμοσμένης Μηχανικής, Θεωρητικής Μηχανικής (1910-17 & 1920-22)

Θεόδωρος Σκούφος (1864-?), Καθηγητής Γεωλογίας-Ορυκτολογίας (1910-17 & 1920-22), Διευθυντής του ΕΜΠ (1922)

1913

Νικόλαος Γεννηματάς (1875-1932), Καθηγητής Κατωτέρων Μαθηματικών (1913-24), Καθηγητής Ανωτέρων Μαθηματικών και Θεωρητικής Μηχανικής (1924-32)

1916

Νικόλαος Κιτσίκης (1887-1978), Καθηγητής Εφηρμοσμένης Στατικής, Σιδηρών Γεφυρών και Έργων εκ Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος (1916-1945), Αντιπρύτανης και Πρύτανης ΕΜΠ (1937-45)

Δημήτριος Λαμπαδάριος (1887-1950), Καθηγητής Γεωδαισίας (1916-50), Πρύτανης ΕΜΠ (1928-33)

1917

Θεόδωρος Βαρούνης (1881-1952), Καθηγητής Χημείας (1917-47)

Ιωάννης Δοανίδης (1872-1954), Καθηγητής Γεωλογίας, Παλαιοντολογίας και Πετρογραφίας (1917-46)

Εμμανουήλ Α. Κριεζής (1880-?), Καθηγητής Γενικής Δομικής (1917-51)

Σπυρίδων Κορώνης (1883-1945), Καθηγητής Πολιτικής Οικονομίας και Στοιχείων Δικαίου (1917-1945)

1918

Ηλίας Γούναρης (1883-1954), Καθηγητής της Μεταλλευτικής και Μεταλλουργίας (Έκτακτος 1918-30, Τακτικός 1930-50)

Κωνσταντίνος Χ. Γεωργικόπουλος (1889-1969), Καθηγητής Τεχνικής Μηχανικής (1918-22) και Θεωρητικής Μηχανικής (1932-61)

Χρήστος Καραβάς (1883-1966), Καθηγητής Γαλλικής Γλώσσας (1918-64)

Κίμων Πανταζής (1883-1960), Καθηγητής Λιθίνων και Ξυλίνων Γεφυρών και Τοίχων Αντιστηρίξεως και Θεμελιώσεων (1918-54)

Περικλής Μ. Παρασκευόπουλος (1885-1966), Καθηγητής Εφαρμογών Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος (Έκτακτος 1918-30, Τακτικός 1930-55)

1919

Αλέξανδρος Γ. Σίνος (1884-1952), Καθηγητής Υδραυλικής και Υδραυλικών Έργων (1919-51), Πρύτανης ΕΜΠ (1935-37)

Σπυρίδων Π. Νομικός (1881-1957) Καθηγητής Οδοποιίας (Έκτακτος 1919-29, Τακτικός 1929-51)

Γεώργιος Ρεμούνδος (1878-1928), Καθηγητής Ανωτέρων Μαθηματικών (1919-28)

1920

Ιωάννης Χατσόπουλος (1891-1963), Καθηγητής Παραστατικής Γεωμετρίας (1920-62), Πρύτανης ΕΜΠ (1957-59)

1921

Κωνσταντίνος Γουναράκης (1893-1954), Καθηγητής Ηλεκτροτεχνίας (Έκτακτος 1921-30, Τακτικός 1930-54)

Αλέξανδρος Σ. Φωτιάδης (1892-1956), Καθηγητής του Εργαστηρίου Αντοχής των Υλικών (1921-47)

1922

Κωνσταντίνος Καραθεοδωρή (1873-1950), Καθηγητής Μαθηματικών και Μηχανικής (1922-24), Επίτιμος Καθηγητής ΕΜΠ (1930-50)

1923

Φρίξος Θεοδωρίδης (1892-?), Καθηγητής Εφηρμοσμένης Μηχανικής (1923-46)

1925

Αριστοτέλης Οικονόμου, Καθηγητής Ανωτέρων Μαθηματικών (Έκτακτος 1925-30, Τακτικός 1930-36)

1930

Αθανάσιος Ι. Ρουσόπουλος (1902-83), Καθηγητής Σιδηρών Έργων και Σιδηρών Γεφυρών (1930-58)

Αθανάσιος Σοφιανόπουλος (1886-1959), Καθηγητής Τεχνικών Υλικών (Έκτακτος 1930-41, Τακτικός 1941)

Chedal Anglay (?-?), Καθηγητής Λιμενικών Έργων (1930-32)

1931

Απόστολος Κουτσοκώστας (1890-1977), Καθηγητής Ειδικής Μηχανολογίας για Πολιτικούς Μηχανικούς (1931-60), Πρύτανης ΕΜΠ (1953-55)

1932

Νικόλαος Κριτικός (1894-1986), Καθηγητής Ανωτέρων Μαθηματικών (1933-46 & 1951-62)

1933

Φίλων Βασιλείου (1904-83), Καθηγητής Ανωτέρων Μαθηματικών (1933-66)

Δημοσθένης Α. Πίππας (1906-87) Καθηγητής Λιμενικών Έργων (1933-71), Πρύτανης ΕΜΠ (1955-57 & 1963-65)

1939

Γεώργιος Κορωναίος (1899 - 1980), Καθηγητής Τεχνικής Εκμεταλλεύσεων Έργων (1939-?), Πρύτανης ΕΜΠ (1949-51)

Αχιλλέας Παπαπέτρου (1907-?), Καθηγητής Πειραματικής Φυσικής (Έκτακτος 1931-43, Τακτικός 1944-46)

1947

Πέτρος Κριεζής (1914-?), Καθηγητής Εφηρμοσμένων Μαθηματικών (Έκτακτος 1947-61, Τακτικός 1961-77)

Αναστάσιος Παπασπύρος (1905-80), Καθηγητής Ανωτέρων Μαθηματικών (Έκτακτος 1947-56, Τακτικός 1956-69)

Παύλος Σαντορίνης (1893-1986), Καθηγητής Φυσικής (Έκτακτος 1947-56, Τακτικός 1956-64)

1948

Γεώργιος Καρακασσώνης (1909-54), Έκτακτος Μόνιμος Καθηγητής έδρας Αστικών και Αγροτικών Εξυγιάνσεων (1958-54)

Μάξιμος Μητσόπουλος (1897-1968), Καθηγητής Ορυκτολογίας & Πετρογραφίας (1948-1955)

1949

Σωτήριος Αγαπητίδης (1910-98), Καθηγητής Θεωρητικής και Εφηρμοσμένης Οικονομικής (Έκτακτος 1949-62, Τακτικός 1962-74)

Γεώργιος Κακριδής (1908-1959), Καθηγητής Θεωρητικής Ηλεκτροτεχνίας και Ειδικής Ηλεκτροτεχνίας για Πολιτικούς Μηχανικούς (1949-59)

Θεόδωρος Κουγιουμτζέλης (1906-?), Καθηγητής Φυσικής (Έκτακτος 1949-58, Τακτικός 1958-72)

Κωνσταντίνος Παλαιολόγος (1895 - 1957), Καθηγητής Φυσικής (1949-57)

1950

Κωνσταντίνος Παπαϊωάννου (1899-1979), Καθηγητής Εφηρμοσμένης Μηχανικής (1950-65)

Άγγελος Τριανταφύλλου (1895-1972), Καθηγητής Τεχνικών Σχεδιάσεων (1950-65)

1951

Αλέξανδρος Καλίνσκης (1904-67), Καθηγητής Θεωρητικής και Εφηρμοσμένης Υδραυλικής (Έκτακτος 1951-63, Τακτικός 1963-67)

Κωνσταντίνος Μυλωνάς (1916-?) , Καθηγητής Εργαστηρίου Αντοχής Υλικών (1951-55) και Μηχανικής (1975-83)

Βασίλειος Παπαθανασόπουλος (1901?-1970), Καθηγητής Τεχνικών Υλικών (Έκτακτος 1955-63, Τακτικός 1963-68)

1953

Ιωάννης Ρωμαΐδης (1893-1968), Καθηγητής Υδραυλικής και Υδραυλικών Έργων (Έκτακτος 1953-60, Τακτικός 1960-64)

1955

Ευάγγελος Παναγιωτουνάκος (1913-98), Καθηγητής Δομικής Μηχανικής & Στοιχείων Δομικών Έργων (1955-80), Πρύτανης ΕΜΠ (1976-79)

1956

Ευτύχιος Κοκκινόπουλος (1907-74), Καθηγητής Στατικής (Έκτακτος 1956-58, Τακτικός 1958-73), Πρύτανης ΕΜΠ (1967-69)

Δημήτριος Κορωναίος (1903-?), Καθηγητής Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος (1950-68)

Αντώνιος Λοΐζος (1916-1998), Καθηγητής Λιθίνων και Ξυλίνων Γεφυρών, Τοίχων Αντιστηρίξεως και Θεμελιώσεων (Έκτακτος 1956-64, Τακτικός 1964-84), Πρύτανης ΕΜΠ (1970-73)

Δημήτριος Χατζηνικολής (1891-1977), Έκτακτος Καθηγητής Οδοποιίας (1956-62)

1960

Περικλής Θεοχάρης (1921-99), Καθηγητής και Διευθυντής του Εργαστηρίου Αντοχής Υλικών (1960-88), Πρύτανης ΕΜΠ (1974-77)

1963

Λεωνίδας Μπιτσάκος (1908-?), Καθηγητής Θεωρητικής Μηχανικής (Έκτακτος 1963-69, Τακτικός 1969-73)

1964

Θεοδόσιος Τάσιος (γ. 1930), Καθηγητής Δομικής Μηχανικής και Στοιχείων Τεχνικών Έργων (1964-97)

1965

Παναγιώτης Λαδόπουλος (1914-2005), Καθηγητής Παραστατικής και Ανωτέρας Γεωμετρίας (1965-81)

1966

Νικόλαος Κορωναίος (γ. 1934), Καθηγητής Οδοποιίας (Έκτακτος 1966-74, Τακτικός 1974-83)

Παντελής Ρόκος (1911-95), Καθηγητής Ανωτέρων Μαθηματικών (1966-78)

1968

Χαράλαμπος Εφραιμίδης (1927 - 2012), Καθηγητής Ειδικής Μηχανολογίας (Έκτακτος 1968-74, Τακτικός 1974-94)

1969

Σταύρος Τριανταφυλλίδης (1913 - 97), Καθηγητής Υδρολογίας και Υδραυλικών Έργων (Έκτακτος 1969-73, Έκτακτος Μόνιμος 1973-79)

1970

Γεώργιος Νουτσόπουλος (1932-2008), Καθηγητής Θεωρητικής και Εφηρμοσμένης Υδραυλικής (1970-99), Πρύτανης ΕΜΠ (1988-91)

1972

Σταύρος Νικολάου (1920-2003), Καθηγητής Υδροδυναμικών Έργων (1969-82)

1973

Αντώνιος Κουνάδης (γ. 1937), Καθηγητής Στατικής και Σιδηρών Γεφυρών (Επικουρικός Καθηγητής 1973-83, Καθηγητής 1983-2004)

1974

Απόστολος Γιώτης (1928-2016), Καθηγητής Οδοποιίας (1974-96)

1975

Θεμιστοκλής Σ. Ξανθόπουλος (γ. 1936), Καθηγητής Υδρολογίας και Υδραυλικών Έργων (1975-2004), Πρύτανης ΕΜΠ (1997-2003)

1976

Αντώνιος Αρμενάκας (γ. 1924), Καθηγητής Στατικής (1976-91)

Δημήτριος Χριστούλας (1930-99), Καθηγητής Υγειονομικής Τεχνολογίας (1976-97)

1977

Κωνσταντίνος Αμπακούμκιν (γ. 1935), Καθηγητής Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής (Έκτακτος Καθηγητής 1977-82, Καθηγητής 1982-2002)

1982

Ανδρέας Αναγνωστόπουλος (γ. 1937), Καθηγητής Θεμελιώσεων (Επίκουρος Καθηγητής 1982-84, Αναπληρωτής Καθηγητής 1984-90, Καθηγητής 1990-2004)

Εμμανουήλ Αφτιάς (γ. 1942), Επίκουρος Καθηγητής στο αντικείμενο «Υδραυλικός και υδρολογικός σχεδιασμός με έμφαση στα αστικά υδραυλικά έργα» (Λέκτορας 1982-2001, Επίκουρος Καθηγητής 2001-09)

Ιωάννης Δημητρίου (γ. 1939), Αναπληρωτής Καθηγητής στην Πειρατική Υδραυλική (Λέκτορας 1982, Λέκτορας 1982-84, Επίκουρος Καθηγητής 1984-94, Αναπληρωτής Καθηγητής 1994-2006)

Παναγιώτης Καρύδης (γ. 1940), Καθηγητής Αντισεισμικής Τεχνολογίας (Έκτακτος 1982-87, Τακτικός 1987-2007)

Ιωάννης Κατσικαδέλης (γ. 1937), Καθηγητής στο αντικείμενο «Στατική και δυναμική ανάλυση γραμμικών και επιφανειακών φορέων. Ευστάθεια φορέων (Μέθοδοι αναλυτικές, σύγχρονες αριθμητικές, ενεργειακές)» (Λέκτορας 1982-84, Επίκουρος Καθηγητής 1984-87, Αναπληρωτής Καθηγητής 1987-91, Καθηγητής 1991-2004)

Αλεξάνδρα Κατσίρη (γ. 1945), Καθηγήτρια στη Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων (Λέκτωρ 1982-89, Επίκουρη Καθηγήτρια 1989-2001, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια 2001-09, Καθηγήτρια 2009-12) - (Από τις δύο πρώτες γυναίκες - μέλη καθηγητικού προσωπικού στη Σχολή)

Μαρία-Γερτρούδη Λάππα (γ. 1947), Λέκτωρ στον Τομέα Δομοστατικής (1982-2007) - (Από τις δύο πρώτες γυναίκες - μέλη καθηγητικού προσωπικού στη Σχολή)

Κωνσταντίνος Μέμος (γ. 1946), Καθηγητής στη Θαλάσσια Υδραυλική και τα Λιμενικά Έργα (Λέκτορας 1982-88, Επίκουρος Καθηγητής 1988-94, Αναπληρωτής Καθηγητής 1994-2004, Καθηγητής 2004-13)

Κωνσταντίνος Μουτζούρης (γ. 1949), Καθηγητής στην Ακτομηχανική (Λέκτορας 1982-83, Επίκουρος Καθηγητής 1983-88, Αναπληρωτής Καθηγητής 1988-94, Καθηγητής 1994-2016), Πρύτανης ΕΜΠ (2006-10)

Μάρκος Μπαναζούντας (γ. 1945), Επίκουρος Καθηγητής στον Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων (Λέκτορας 1982-85, Επίκουρος Καθηγητής 1985-2012)

Μανόλης Παπαδρακάκης (γ. 1948), Καθηγητής στη «Στατική και Δυναμική, Γραμμική και Μη Γραμμική Ανάλυση Φορέων με Έμφαση σε Λογισμικές Μεθόδους» (Λέκτορας 1982-87, Επίκουρος Καθηγητής 1987-91, Αναπληρωτής Καθηγητής 1991-96, Καθηγητής 1996-2015)

Κωνσταντίνος Συρμακέζης (γ. 1945), Καθηγητής στο αντικείμενο «Στατική και Δυναμική Ανάλυση Γραμμικών και Επιφανειακών Φορέων (Αναλυτικές, Αριθμητικές, Ενεργειακές Μέθοδοι)» (Λέκτορας 1982-84, Επίκουρος Καθηγητής 1984-87, Αναπληρωτής Καθηγητής 1987-2000, Καθηγητής 2000-12)

Ιωάννης Τζουβαδάκης (γ. 1949), Αναπληρωτής Καθηγητής στον Αρχιτεκτονικό Σχεδιασμό Κτηρίων και Αστικού Περιβάλλοντος (Λέκτορας 1982-93, Επίκουρος Καθηγητής 1993-2013, Αναπληρωτής Καθηγητής 2013-16)

Σπυρίδων Τσουκαντάς (γ. 1939), Επίκουρος Καθηγητής στο αντικείμενο «Οπλισμένο Σκυρόδεμα με Εφαρμογή στην Προκατασκευή» (Λέκτορας 1982-89, Επίκουρος Καθηγητής 1989-2006)

1984

Ευφροσύνη Καλκάνη (γ. 1943), Καθηγήτρια στο αντικείμενο «Υδροηλεκτρικά Έργα-Φράγματα-Συστήματα Παράγωγης Ενεργείας» (Επίκουρη Καθηγήτρια 1984-90, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια 1990-97, Καθηγήτρια 1997-2010)

Γεώργιος Μιχάλτσος (γ. 1944), Καθηγητής στον Σχεδιασμό Μεταλλικών Κατασκευών (Λέκτορας 1984-89, Επίκουρος Καθηγητής 1989-96, Αναπληρωτής Καθηγητής 1996-2002, Καθηγητής 2002-11)

1985

Πλούταρχος Γιαννόπουλος (γ. 1947), Αναπληρωτής Καθηγητής στο αντικείμενο «Συμπεριφορά και Σχεδιασμός Οπλισμένου Σκυροδέματος υπό Μονοτονική και Ανακυκλιζόμενη Ένταση» (1985-87 & 1989-2014)

Ιωάννης Ερμόπουλος (γ. 1944), Καθηγητής στο Σχεδιασμό Δομικών Έργων και Γεφυρών από Χάλυβα (Λέκτορας 1985-88, Επίκουρος Καθηγητής 1988-93, Αναπληρωτής Καθηγητής 1993-99, Καθηγητής 1999-2011)

Μαρία Μιμίκου (γ. 1949), Καθηγήτρια στην Επιφανειακή Υδρολογία (Αναπληρώτρια Καθηγήτρια 1985-87 & 1989-94, Καθηγήτρια 1994-2016)

Ιωάννης Φραντζεσκάκης (1930-2017), Καθηγητής Κυκλοφοριακής Τεχνικής (Αναπληρωτής Καθηγητής 1985-87, Καθηγητής 1989-97)

Γεώργιος Χριστοδούλου (γ. 1949), Καθηγητής στην Υδραυλική (Αναπληρωτής Καθηγητής 1985-87 & 1989-95, Καθηγητής 1995-2016)

1986

Βασίλειος Παπαδόπουλος (γ. 1946), Αναπληρωτής Καθηγητής στις Θεμελιώσεις (Λέκτορας 1986-90, Επίκουρος Καθηγητής 1990-2013)

1987

Γεώργιος Κανελλαΐδης (γ. 1946), Καθηγητής στην Οδοποιία (Λέκτορας 1987-91, Επίκουρος Καθηγητής 1991-95, Αναπληρωτής Καθηγητής 1995-2000, Καθηγητής 2000-13)

Παύλος Μαρίνος (γ. 1944), Καθηγητής στη Γεωλογία Τεχνικών Έργων Πολιτικού Μηχανικού (Αναπληρωτής Καθηγητής 1987-93, Καθηγητής 1993-2011)

Ιωάννης Πρωτονοτάριος (γ. 1946), Επίκουρος Καθηγητής στο αντικείμενο «Εδαφοδυναμική: δυναμική εδαφών και θεμελίων» (1987-2011)

Αντώνιος Σταθόπουλος (γ. 1948), Καθηγητής στον Σχεδιασμό Συστημάτων Μεταφορών (Λέκτορας 1987-91, Επίκουρος Καθηγητής 1991-96, Αναπληρωτής Καθηγητής 1996-2004, Καθηγητής 2004-15)

Λεωνίδας Σταυρίδης (γ. 1944), Καθηγητής στη Μόρφωση και Ανάλυση Δομικών Φορέων (Λέκτορας 1987-95, Επίκουρος Καθηγητής 1995-2004, Αναπληρωτής Καθηγητής 2004-11, Καθηγητής 2011)

Δημήτριος Τσαμπούλας (1950-2014), Καθηγητής στην Αξιολόγηση Συγκοινωνιακών Υποδομών (Λέκτορας 1987-93, Επίκουρος Καθηγητής 1993-2002, Αναπληρωτής Καθηγητής 2002-07, Καθηγητής 2007-14)

1988

Ιωάννης Παπαδημητράκης (γ. 1943), Καθηγητής στο αντικείμενο «Εφαρμοσμένη Υδρομηχανική και Περιβαλλοντική Ρευστομηχανική» (Επίκουρος Καθηγητής 1988-96, Αναπληρωτής Καθηγητής 1996-2009, Καθηγητής 2009-10)

Κίμων Χατζημπίρος (γ. 1949), Καθηγητής στο αντικείμενο «Οικοσυστήματα και διαχείριση περιβάλλοντος σε πλαίσιο ολοκληρωμένης ανάπτυξης» (Λέκτορας 1988-95, Επίκουρος Καθηγητής 1995-2008, Αναπληρωτής Καθηγητής 2008-13, Καθηγητής 2013-16)

1989

Γεώργιος Ιωαννίδης (γ. 1946), Καθηγητής στη Μόρφωση και Ανάλυση Μεταλλικών Κατασκευών (Λέκτορας 1989-93, Επίκουρος Καθηγητής 1993-2000, Αναπληρωτής Καθηγητής 2000-05, Καθηγητής 2005-13)

Ελισσαίος Κατσαραγάκης (γ. 1943), Επίκουρος Καθηγητής στον Τομέα Δομοστατικής (Λέκτορας 1989-2010)

1990

Μιχαήλ Κωτσοβός (γ. 1945), Καθηγητής στο αντικείμενο «Μηχανική συμπεριφορά και σχεδιασμός οπλισμένου σκυροδέματος» (Αναπληρωτής Καθηγητής 1990-97, Καθηγητής 1997-2012)

Μιχαήλ Χανδράκης (1928-2015), Επίκουρος Καθηγητής Τομέα Προγραμματισμού & Διαχείρισης Τεχνικών Έργων (Λέκτορας 1990-96)

1991

Σέργιος Λαμπρόπουλος (γ. 1948), Καθηγητής στο Αντικείμενο «Δομικές Μηχανές και Διαχείριση της Κατασκευής Έργων Πολιτικού Μηχανικού» (λέκτορας 1992-93, Επίκουρος Καθηγητής 1999-2008, Αναπληρωτής Καθηγητής 2008-2014, Καθηγητής 2014-15)

1998

Νικόλαος Μουτάφης (γ. 1946), Λέκτορας στο αντικείμενο «Σχεδιασμός και μελέτη υδροηλεκτρικών έργων» (1997-2013)

Ιωάννης Στεφανάκος (γ. 1947), Επίκουρος Καθηγητής στο αντικείμενο «Υδροηλεκτρικά έργα και φράγματα» (Λέκτορας 1998-2014)

1999

Αντώνιος Καλτσούνης (γ. 1947), Επίκουρος Καθηγητής στο αντικείμενο «Σχεδιασμός και Λειτουργία Οδών» (Λέκτορας 1999-2014)

2000

Ματθαίος Καρλαύτης (1969-2014), Καθηγητής στο αντικείμενο «Ανάλυση και Προγραμματισμός Μεταφορικών Συστημάτων» (Λέκτορας 2000-05, Επίκουρος Καθηγητής 2005-09, Αναπληρωτής Καθηγητής 2009-14)

Κωνσταντίνος Λυμπέρης (γ. 1947), Επίκουρος Καθηγητής στο αντικείμενο «Σχεδιασμός και Λειτουργία Σιδηροδρομικής Επιδομής» (Λέκτορας 2000-09, Επίκουρος Καθηγητής 2009-14)

Αγγελική Μπάκα (γ. 1950), Λέκτωρ στο αντικείμενο «Τεχνολογία και συμπεριφορά κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος» (2000-10)

2001

Κωνσταντίνος Ρόκος (γ. 1944), Λέκτορας στο αντικείμενο «Πρότυπα χωρικής αλληλεπίδρασης, αξιολόγησης και διαχείρισης υποδομών» (2001-11)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Ιστορική σημείωση:

Από το 1887, έτος ίδρυσής της στο πλαίσιο του «Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών», μέχρι το 1894, η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ήταν η μόνη σε λειτουργία Σχολή του Ιδρύματος και επομένως ο Διευθυντής του Σχολείου ταυτιζόταν με τον επικεφαλής της Σχολής. Το «Σχολείο» μετονομάστηκε σε «Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο» το 1914. Ο θεσμός του Κοσμήτορα ως επικεφαλής της Σχολής καθιερώθηκε το 1917, ενώ μέχρι το 1919 μόνο η Σχολή Πολιτικών Μηχανικών είχε Κοσμήτορα. Με το Νόμο 1268/1982 η Σχολή μετονομάστηκε σε Τμήμα και ο επικεφαλής της από Κοσμήτορας σε Πρόεδρο. Το 2002 το Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών ξαναπήρε την ιστορική του ονομασία της Σχολής, αλλά λειτουργώντας διοικητικά ως Τμήμα και έχοντας ως επικεφαλής Πρόεδρο. Με το Νόμο 4009/2011 επανήλθε η διοικητική δομή της Σχολής και ο επικεφαλής είναι και πάλι Κοσμήτορας.

Διευθυντές (Περίοδος «Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών» και λίγο πριν και μετά)

1879 **Αναστάσιος Θεοφιλάς**, Στρατιωτικός

1902 **Κωνσταντίνος Μητσόπουλος**, Καθηγητής Ορυκτολογίας

1910 **Νικόλαος Τριανταφυλλίδης**, Καθηγητής Οδοποιΐας και Γεφυροποιίας

1910 **Άγγελος Γκίνης**, Καθηγητής Λιμενικών και Υδραυλικών Έργων

Κοσμήτορες

1917 **Νικόλαος Καρακατσανίδης**, Καθηγητής Περιγραφικής Γεωμετρίας, Τοπογραφίας

1919 **Κωνσταντίνος Γεωργικόπουλος**, Καθηγητής Τεχνικής Μηχανικής

1921 **Εμμανουήλ Κριεζής**, Καθηγητής Γενικής Δομικής

1923 **Κίμων Πανταζής**, Καθηγητής Λιθίνων και Ξυλίνων Γεφυρών και Τοίχων Αντιστηρίξεως και Θεμελιώσεων (1918-54)

1924 **Αλέξανδρος Σίνος**, Καθηγητής Υδραυλικής και Υδραυλικών Έργων

1926 **Δημοσθένης Πρωτοπαπαδάκης**, Καθηγητής Σιδηροδρομικής

1928 **Νικόλαος Κιτσίκης**, Καθηγητής Εφηρμοσμένης Στατικής, Σιδηρών Γεφυρών και Έργων εκ Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος

1931 **Δημοσθένης Πρωτοπαπαδάκης**, Καθηγητής Σιδηροδρομικής

1932 **Γεώργιος Μαλτέζος**, Καθηγητής Γενικής Μηχανολογίας

1934 **Κίμων Πανταζής**, Καθηγητής Λιθίνων και Ξυλίνων Γεφυρών, Τοίχων Υποστηρίξεως και Θεμελιώσεων

1936 **Ηλίας Γούναρης**, Καθηγητής Μεταλλουργίας και Μεταλλευτικής

1938 **Σπυρίδων Νομικός**, Καθηγητής Χαράξεων Οδών και Σιδηροδρόμων

1942 **Περικλής Παρασκευόπουλος**, Καθηγητής Εφαρμογών Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος

1946 **Αλέξανδρος Σίνος**, Καθηγητής Πρακτικής Υδραυλικής και Υδραυλικών Έργων

1951 **Δημοσθένης Πίππας**, Καθηγητής Λιμενικών Έργων

1953 **Αθανάσιος Ρουσόπουλος**, Καθηγητής Σιδηρών Έργων και Σιδηρών Γεφυρών

1958 **Μάξιμος Μητσόπουλος**, Καθηγητής Ορυκτολογίας, Πετρογραφίας και Γεωλογίας

1958 **Κωνσταντίνος Γεωργικόπουλος,** Καθηγητής Θεωρητικής Μηχανικής

1960 **Δημοσθένης Πίππας**, Καθηγητής Λιμενικών Έργων

1961 **Ευτύχιος Κοκκινόπουλος**, Καθηγητής Στατικής

1965 **Ευάγγελος Παναγιωτουνάκος**, Καθηγητής Δομικής Μηχανικής και Στοιχείων Δομικών Έργων

1968 **Αντώνιος Λοΐζος**, Καθηγητής Λιθίνων και Ξυλίνων Γεφυρών, Τοίχων Αντιστηρίξεως και Θεμελιώσεων

1970 **Ευάγγελος Παναγιωτουνάκος**, Καθηγητής Δομικής Μηχανικής και Στοιχείων Δομικών Έργων

1973 **Αντώνιος Λοΐζος**, Καθηγητής Λιθίνων και Ξυλίνων Γεφυρών, Τοίχων Αντιστηρίξεως και Θεμελιώσεων

1974 **Ευάγγελος Παναγιωτουνάκος**, Καθηγητής Δομικής Μηχανικής και Στοιχείων Δομικών Έργων

1975 **Παντελής Ρόκος**, Καθηγητής Ανωτέρων Μαθηματικών

1979 **Θεοδόσιος Τάσιος**, Καθηγητής Δομικής Μηχανικής και Στοιχείων Τεχνικών Έργων

1981 **Γεώργιος Νουτσόπουλος**, Καθηγητής Θεωρητικής και Εφηρμοσμένης Υδραυλικής

Πρόεδροι

1984 **Θεμιστοκλής Ξανθόπουλος**, Καθηγητής Υδρολογίας και Υδραυλικών Έργων

1985 **Γεώργιος Νουτσόπουλος**, Καθηγητής Θεωρητικής και Εφηρμοσμένης Υδραυλικής

1986 **Απόστολος Γιώτης**, Καθηγητής Οδοποιίας

1989 **Χαράλαμπος Εφραιμίδης**, Καθηγητής Ειδικής Μηχανολογίας

1991 **Ιωάννης Φραντζεσκάκης**, Καθηγητής Μεταφορών

1993 **Απόστολος Γιώτης**, Καθηγητής Οδοποιΐας

1995 **Θεμιστοκλής Ξανθόπουλος**, Καθηγητής Υδρολογίας και Υδραυλικών Έργων

1997 **Κωνσταντίνος Μουτζούρης**, Καθηγητής Ακτομηχανικής

2001 **Ανδρέας Αναγνωστόπουλος**, Καθηγητής Θεμελιώσεων

2003 **Κωνσταντίνος Μουτζούρης**, Καθηγητής Ακτομηχανικής

2006 **Μαρία Μιμίκου**, Καθηγήτρια Επιφανειακής Υδρολογίας **(Πρώτη γυναίκα Πρόεδρος της Σχολής)**

2009 **Ιωάννης Γκόλιας**, Καθηγητής Κυκλοφοριακής Τεχνικής

Κοσμήτορες

2013 **Ιωάννης Γκόλιας**, Καθηγητής Κυκλοφοριακής Τεχνικής

2014 **Δημήτριος Κουτσογιάννης**, Καθηγητής Υδρολογίας και Ανάλυσης Συστημάτων Υδραυλικών Έργων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4: ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ*

Νικόλαος Γεννηματάς

(1875-1932, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1913-1932)

Γεννήθηκε στον Πειραιά και πήρε δίπλωμα από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών το 1885. Μέχρι το 1900 άσκησε το επάγγελμα του μηχανικού στην Ελλάδα και κατόπιν σπούδασε, ως υπότροφος του κράτους, δασολογία στο πανεπιστήμιο του Μονάχου, καθώς και ηλεκτρολογία, μαθηματικά και φιλοσοφία σε σχολές της Ευρώπης. Κατά τη διάρκεια του πολέμου του 1912-13 εργάζεται επιστημονικά στη Γερμανία και ενώ τα άρθρα του γίνονται δεκτά σε διεθνή μαθηματικά περιοδικά, σκέφτεται να επιστρέψει στην Ελλάδα για να καταταγεί στο στρατό, αλλά τον αποτρέπουν οι φίλοι του. Τελικώς θα επιστρέψει το 1913 αφού εκλεγεί στο ΕΜΠ καθηγητής κατωτέρων μαθηματικών, ενώ το 1924 γίνεται καθηγητής «των ανωτέρων μαθηματικών και της θεωρητικής μηχανικής» στο ΕΜΠ. Την περίοδο 1917-27 θα διδάξει επίσης μαθηματικά και μηχανική στην Ανωτάτη Δασολογική Σχολή της οποίας υπήρξε ο πρώτος διευθυντής, ενώ από το 1928 θα διδάξει θεωρητική μηχανική στη Σχολή Τεχνικής Εκπαιδεύσεως Αξιωματικών Πυροβολικού.

Το πλούσιο επιστημονικό του έργο αναγνωρίστηκε διεθνώς και κάλυψε ένα ευρύ φάσμα αντικειμένων, δασολογία, ηλεκτρολογία, μηχανική και μαθηματικά. Θεωρείται ο εισηγητής στην Ελλάδα της διανυσματικής ανάλυσης και γεωμετρίας, και των εφαρμογών τους στη μηχανική. Από τα νεανικά του χρόνια τον απασχόλησε η λογοτεχνία και ιδιαίτερα ποίηση και το ενδιαφέρον του αυτό θα τον συνοδεύσει μέχρι το τέλος της ζωής του.

Η προσήλωση του στις αρχές της αξιοκρατίας και των υψηλών γνωστικών απαιτήσεων, και η αντίστασή του στις παραβιάσεις τους θα μείνει παροιμιώδης. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ο Γεννηματάς συνήθιζε να σχίζει δημόσια τα μπιλιέτα στηλιτεύοντας τους παρεμβαίνοντες.

Η αφοσίωσή του στο ΕΜΠ θα μείνει μοναδική. Το 1932 σε ηλικία 57 ετών πέθανε στη Βιέννη και στη διαθήκη του εκφραζόταν η επιθυμία η καρδιά του να ενταφιασθεί στον περίβολο του Πολυτεχνείου. Η Σύγκλητος θα κάνει δεκτή την επιθυμία αυτή.

---

* Η συλλογή βιογραφικών στοιχείων των παλιών καθηγητών και η συγγραφή των βιογραφιών τους είναι υπό εκπόνηση. Παρατίθενται (με αλφαβητική σειρά) όσες συνοπτικές βιογραφίες έχουν ολοκληρωθεί.

Κωνσταντίνος Χ. Γεωργικόπουλος

(1889-1961, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1918-1961)

Γεννήθηκε στην Πάτρα όπου περάτωσε και τις εγκύκλιες σπουδές του. Στο διάστημα 1905-08 σπούδασε στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ. Κατά το διάστημα 1908-1915 σπούδασε στο Technische Hocheschule Munchen και πήρε δίπλωμα μηχανολόγου μηχανικού. Όταν επέστρεψε στην Ελλάδα διετέλεσε μηχανικός έλξεως των Θεσσαλικών σιδηροδρόμων (1916-17) και αργότερα γενικός γραμματέας του Υπουργείου Συγκοινωνίας (1920-22) και προϊστάμενος τεχνικών μελετών του Δήμου Αθηναίων (1930-32).

Εκλέχτηκε τακτικός καθηγητής στο ΕΜΠ της τεχνικής μηχανικής (1918-22) και στη συνέχεια της θεωρητικής μηχανικής. Διετέλεσε Κοσμήτορας της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών (1919-21 και 1958-60). Διετέλεσε Πρύτανης του ΕΜΠ κατά τη διετία 1937-1939 που συνέπεσε με τη συμπλήρωση της εκατονταετηρίδας από την ίδρυση του Πολυτεχνείου. Στην περίοδο 1927-28 διετέλεσε καθηγητής της σχολής εφαρμογής πυροβολικού. Στο διάστημα 1928-30 υπηρέτησε ως καθηγητής της φυσικομαθηματικής σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Έγραψε μελέτες, πραγματείες επί θεμάτων μηχανικής, φυσικομαθηματικών, μηχανολογίας κ.λπ.

Απόστολος Γιώτης

(1928-2016, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1974-1996)

Ο Απόστολος Γιώτης γεννήθηκε στην Αθήνα το 1928 και σπούδασε στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, απ' όπου πήρε το Δίπλωμα το 1951. Έκανε μεταπτυχιακές σπουδές στο TH München, απ' όπου πήρε Διδακτορικό Δίπλωμα (Dr.-Ing.) το 1956. Εργάστηκε ως μηχανικός στην Αθήνα σε διάφορες εταιρίες, ενώ ίδρυσε και το γραφείο μελετών «Γιώτης – Βασουνάκης». Παρείχε υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου προς το Υπουργείο ΠΕΧΩΔΕ για μεγάλα έργα της χώρας (Εγνατία Οδός, ΠΑΘΕ, κ.ά.) και εκπόνησε πολλές τεχνικές μελέτες και τεχνικές προδιαγραφές.

Το 1974 εξελέγη μόνιμος Επικουρικός Καθηγητής στην Έδρα Οδοποιίας της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, ενώ από το 1982 έγινε Τακτικός Καθηγητής και Διευθυντής του Εργαστηρίου Οδοποιίας, θέσεις που κατείχε μέχρι τον Αύγουστο του 1996, οπότε συνταξιοδοτήθηκε. Συνέγραψε ή συμμετείχε σε 30 επιστημονικές δημοσιεύσεις. Επέβλεψε πάνω από 300 διπλωματικές εργασίες και 5 διδακτορικές διατριβές.

Υπηρέτησε τη Σχολή από διάφορες διοικητικές θέσεις και επανειλημμένα: Διευθυντής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής (1986-87, 1989-90, 1992-93), Πρόεδρος της Σχολής (τότε Τμήματος, 1986-87, 1987-89, 1993-95) ή Αναπληρωτής Πρόεδρος (1989-91, 1991-93).

Υπήρξε μέλος του Διοικητικού Συμβουλίου του Ιδρύματος Κρατικών Υποτροφιών — ΙΚΥ (1992-1993) και μέλος της Επιτροπής του Διεπιστημονικού Κέντρου Αναγνώρισης Τίτλων Σπουδών

Αλλοδαπής — ΔΙΚΑΤΣΑ (1980-1993).

Ο Απόστολος Γιώτης, εκτός από τη σημαντική προσφορά του στην εκπαίδευση και στην επιστήμη, καθώς και τη διοικητική συμβολή του στην ηγεσία της Σχολής, συνέβαλε αποφασιστικά στην καθιέρωση των κατευθύνσεων σπουδών (1977), τομή που αποτελεί μία απ' τις σημαντικότερες στιγμές της μεταπολεμικής ιστορίας της Σχολής. Ήταν υπόδειγμα πανεπιστημιακού καθηγητή και ανθρώπου με ήθος και ήπιο χαρακτήρα.

Αγγελος Γκίνης

(1859-1928, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1898-1928)

Γόνος αριστοκρατικής οικογένειας, γεννήθηκε στις Σπέτσες, και σπούδασε στα Πολυτεχνεία της Καλσρούης και της Δρέσδης, απ' όπου πήρε δίπλωμα πολιτικού μηχανικού το 1881. Αμέσως μετά επέστρεψε στην Ελλάδα και εργάστηκε (1892-1920) ως μηχανικός σώματος δημοσίων έργων, νομομηχανικός και επιθεωρητής δημοσίων έργων. Διορίστηκε καθηγητής της Γεφυροποιίας στο Σχολείο Βιομηχάνων Τεχνών το 1898. Το 1904 ανέλαβε καθηγητής των λιμενικών και υδραυλικών έργων μέχρι το 1918, οπότε η έδρα χωρίστηκε σε δύο και ο Γκίνης παρέμεινε καθηγητής των λιμενικών έργων. Συνέταξε πολλές μελέτες δημόσιων έργων και τις μελέτες όλων σχεδόν των λιμένων της Ελλάδας.

Τον Δεκέμβριο του 1910, μετά την παραίτηση του προκατόχου του, ο Άγγελος Γκίνης ανέλαβε προσωρινά τη διεύθυνση του Πολυτεχνείου ως υποδιευθυντής, αλλά στη συνέχεια θα αναδειχθεί σε ηγέτη του ιδρύματος για πολλά χρόνια. Εμποτισμένος από το πνεύμα της γερμανικής παράδοσης στην οργάνωση των τεχνικών σπουδών θα συνδέσει την παρουσία του στη διεύθυνση με την ίδρυση νέων ανώτατων σχολών μηχανικών, με την απόπειρα διαμόρφωσης μιας πυραμίδας θεσμών τεχνικής εκπαίδευσης αλλά και εν γένει με το βενιζελικής έμπνευσης εγχείρημα εκσυγχρονισμού της χώρας. Ο οραματισμός και τα αλλεπάλληλα σχέδιά του για την αναδιοργάνωση του Ιδρύματος φαίνεται ότι προκάλεσαν αντιδράσεις και έτσι μέχρι το 1914 δεν θα πάρει επίσημα το αξίωμα του Διευθυντή.

Το 1912 εκδίδει φυλλάδιο με τον τίτλο «Τα του Σχολείου των Βιομηχάνων Τεχνών», στο οποίο σκιαγραφεί την υπάρχουσα κατάσταση του Σχολείου από την άποψη των υποδομών, των οικονομικών, του προγράμματος σπουδών, των εργαστηρίων, του διδακτικού προσωπικού κτλ. και εκθέτει τις σκέψεις του για τις προοπτικές και την αναγκαιότητα εξέλιξης του Πολυτεχνείου σε ανώτατο τεχνικό ίδρυμα. Στην κριτική που ασκεί στην υφιστάμενη δομή του ιδρύματος ξεκινά από το όνομα «Σχολείο Βιομηχάνων Τεχνών», το οποίο το χαρακτηρίζει ως «κακόηχο», προφανώς λόγω των συνειρμών που γεννούσε με το ταπεινό παρελθόν του σχολείου των τεχνιτών, ενώ αξιολογεί ανεπαρκή για την ανάπτυξη των τεχνικών επιστημών στην Ελλάδα και την ύπαρξη δυο μόνο ανωτάτων σχολών του Πολυτεχνείου. Σε επόμενο φυλλάδιο ο Γκίνης εισηγείται την ίδρυση του «Τεχνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου», το οποίο κατ' αρχάς θα περιελάμβανε τρεις ανώτατες σχολές, Πολιτικών Μηχανικών, Μηχανολόγων και Αρχιτεκτόνων και δύο μέσες, Εργοδηγών και Γεωμετρών. Τον Οκτώβριο του 1913 σε νέο υπόμνημά του, το οποίο προσυπέγραφε και ο Σύλλογος των Καθηγητών, ο Γκίνης επανέφερε το αίτημα για την αναδιοργάνωση του Πολυτεχνείου. Το υπόμνημα εκτός από τις σχολές Πολιτικών, Μηχανολόγων και Αρχιτεκτόνων πρότεινε και Σχολές

Χημικών, Μεταλλειολόγων και Δασολόγων. Πρότεινε ακόμη οι νέοι καθηγητές και ο Διευθυντής να εκλέγονται από το σύλλογο των διδασκόντων. Σχετικά με τη διοίκηση του Πολυτεχνείου πρότεινε ως ανώτερη διοικητική αρχή τη Σύγκλητο που θα περιελάμβανε τους υποδιευθυντές των σχολών (αντίστοιχους των σημερινών Κοσμητόρων) και τον Διευθυντή (αντίστοιχο του σημερινού Πρύτανη).

Το 1914 μια σειρά εξελίξεις στο πολιτικό και το θεσμικό πεδίο θα οδηγήσουν τελικά στην υλοποίηση των προτάσεων Γκίνη με την ψήφιση το Νοέμβριο του 1914 του νόμου 388, ο οποίος προέβλεπε την ίδρυση των Ανώτατων Σχολών. Με το πρώτο άρθρο του νόμου το Σχολείον Βιομηχάνων Τεχνών μετονομάζεται σε Εθνικόν Μετσόβιον Πολυτεχνείον και αναγνωρίζεται «ισότιμον με τα εν Αθήναις [Εθνικόν και Καποδιστριακόν] Πανεπιστήμια και ιεραρχικώς τίθεται αμέσως μετά τα Πανεπιστήμια ταύτα». Θα ακολουθήσει (με τη συμβολή του καθηγητή Νικολάου Κιτσίκη που κατείχε και τη θέση του Γενικού Διευθυντή Δημοσίων Έργων) η σύνταξη και ψήφιση ενός δεύτερου μεταρρυθμιστικού για το ΕΜΠ νόμου, του 980/1917, ο οποίος καθιέρωνε την πενταετή διάρκεια σπουδών στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών (ως τότε ήταν τετραετής), ίδρυε τις Σχολές Χημικών και Τοπογράφων Μηχανικών και οργάνωνε με ακαδημαϊκό τρόπο τη διοίκηση των Σχολών καθιερώνοντας το θεσμό των Κοσμητόρων, επικεφαλής των Σχολών, και της Συγκλήτου.

Αφού το 1914 γίνει και επίσημα Διευθυντής, ο Άγγελος Γκίνης εδραιώνοντας τη θέση του θα παραμείνει στην ηγεσία του ιδρύματος μέχρι το θάνατό του, το 1928, με μικρό διάλειμμα κατά το διάστημα 1920-1922, οπότε εξέπεσε του αξιώματος του Διευθυντή για πολιτικούς λόγους (μετά την ήττα του Βενιζέλου στις εκλογές του 1920 και την επιστροφή του Βασιλιά Κωνσταντίνου). Θα επανεκλεγεί πανηγυρικά μετά τη μικρασιατική καταστροφή, το 1922, και ξανά το 1925, παρ' ότι δηλώνει «κουρασθείς και γηράσας», ζητώντας από το Σύλλογο Καθηγητών να εκλέξει νεότερο καθηγητή στη θέση του Διευθυντή.

Το 1926 με τη συντακτική πράξη ίδρυσης της Ακαδημίας Αθηνών, ο Άγγελος Γκίνης θα είναι ένα από τα 39 πρώτα ιδρυτικά τακτικά μέλη. Απεβίωσε στην Αθήνα δυο χρόνια μετά. Τα πανεπιστημιακά συγγράμματα που εξέδωσε, όπως Οδοποιία, Γραφική Στατική, Αντίστασις της Ύλης, Λιμενικά Έργα, και άλλα θα συνεχίσουν να διδάσκονται και μετέπειτα. Το «Κτίριο Γκίνη» του κεντρικού συγκροτήματος του ΕΜΠ, επί της οδού Στουρνάρη (βάσει σχεδίων του αρχιτέκτονα Κωνσταντίνου Κιτσίκη, απόφοιτου της γερμανικής σχολής του Berlin-Charlottenburg, νεότερου αδελφού του καθηγητή της Σχολής Νίκου Κιτσίκη), ονομάσθηκε έτσι στη μνήμη του Άγγελου Γκίνη.

Ηλίας Γούναρης

(1883-1954, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1918-1951)

Γεννήθηκε στο Άργος. Σπούδασε κατ' αρχάς Πολιτικός Μηχανικός (απόφοιτος 1904) στο Πολυτεχνείο της Αθήνας (κατόπιν Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο). Στη συνέχεια σπούδασε Μεταλλειολογία στη Λιέγη του Βελγίου (απόφοιτος του Université École Spéciale des arts et manufactures et des mines de Liège 1907). Στην αρχή της καριέρας του υπηρέτησε από το 1908-1910 ως Ορυκτολόγος του Υπουργείου Οικονομικών και από το 1910-1917 ως Επιθεωρητής Μεταλλείων και Διευθυντής της υπηρεσίας Μεταλλείων του Υπουργείου Εθνικής Οικονομίας.

Από το 1918-1930 ήταν έκτακτος καθηγητής και από 12/2/1930 τακτικός Καθηγητής της Μεταλ-

λευτικής και Μεταλλουργίας στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, διδάσκων του μαθήματος «Μεταλλευτικά Έργα». Χρημάτισε και Κοσμήτορας της Σχολής κατά τη διετία 1936-1938. Δίδαξε επίσης Μεταλλουργία και Μεταλλογνωσία στις υπόλοιπες Σχολές του ΕΜΠ. Επεξεργάστηκε τους Νόμους περί Μεταλλείων. Χρημάτισε επίσης Γενικός Διευθυντής της ΑΕ «Λατομεία Ψυχικού», Γενικός Γραμματέας του Συνδέσμου Ελλήνων Βιομηχάνων και Βιοτεχνών και της Ενώσεως Μεταλλευτικών και Μεταλλουργικών Επιχειρήσεων, Σύμβουλος της ΑΕ Νέα Εταιρεία Διώρυγας Κορίνθου, καθώς και του Ελληνικού Πυριτιδοποιείου και Καλυκοποιείου. Έχει γράψει «Μεταλλευτική», «Μεταλλογνωσία και Μεταλλοτεχνία» που πρωτοεκδόθηκε το 1931 και επανεκδόθηκε ως «Μεταλλογραφία, Μεταλλογνωσία και Μεταλλοτεχνία» το 1948. Πολλές εργασίες του αφορούσαν σε στατιστικά στοιχεία της μεταλλευτικής-μεταλλουργικής δραστηριότητας της χώρας κατά το πρώτο μισό του 20ου αιώνα (1910-1950).

Χαράλαμπος Εφραιμίδης

(1927-2012, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1968-1994)

Καθηγητής (Έκτακτος 1968-74, Τακτικός 1974-94) στην έδρα της Ειδικής Μηχανολογίας (για την Σχολή Πολ. Μηχ.). Διπλωματούχος Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, Διπλωματούχος REEA Πολυτεχνείου του Άαχεν. Δρ. Μηχανικός Πολυτεχνείου Ανοβέρου. Υπότροφος των ιδρυμάτων Μποδοσάκη (1954) και Νιάρχου (1957).

Διετέλεσε Κοσμήτορας της Σχολής Π-Μ (1989-91). Ήταν αυτός που εισήγαγε το μάθημα της διαχείρισης του έργου και της οργάνωσης του εργοταξίου διδάσκοντας χρονικό και οικονομικό προγραμματισμό των εργασιών καθώς και προγραμματισμό συντήρησης των μηχανημάτων.

Δείγμα του εύρους των ενδιαφερόντων του είναι η ενασχόληση με, αντικειμενικό υπολογισμό κόστους τεχνικών έργων, εκπαίδευση χειριστών μηχανημάτων, τεχνική συμπυκνώσεως εδαφών και ασφαλτικών ταπήτων, τεχνολογία συγκροτημάτων παραγωγής αδρανών υλικών και σκυροδέματος, παραγωγή αδρανών από την ανακύκλωση παλαιών σκυροδεμάτων, υπόγεια λατομεία αδρανών υλικών.

Ανέπτυξε πρωτοποριακό σύστημα κωδικοποίησης και υπολογισμού του λειτουργικού κόστος των δομικών μηχανημάτων, προκειμένου να αποτελέσει τη βάση ενός νέου συστήματος αναλύσεων τιμών.

Το βιβλίο του «Λειτουργική και Οικονομική Ανάλυση των Μηχανημάτων Έργων», μια τρίγλωσση πραγματική εγκυκλοπαίδεια των χαρακτηριστικών, των επιδόσεων και των μεθοδολογιών κοστολόγησης όλων των συγχρόνων μηχανημάτων που χρησιμοποιούνται στα έργα, είναι το τελευταίο του βιβλίο το οποίο πρόλαβε να το τελειώσει, όχι όμως και να το εκδώσει.

Περικλής Θεοχάρης

(1921-1999, Καθηγητής στο εμπ 1960-1988)

Γεννήθηκε στην Αθήνα και ήταν γιος στρατιωτικού. Σπούδασε ηλεκτρολόγος-μηχανολόγος στο Πολυτεχνείο και διετέλεσε επισκέπτης ερευνητής στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο του Ιλινόις των ΗΠΑ. Ήταν διδάκτωρ των Πανεπιστημίων των Βρυξελλών και των Παρισίων. Το 1973 έγινε τακτικό μέλος της Ακαδημίας Αθηνών και το 1982 πρόεδρός της. Το 1974 έγινε πρύτανης του ΕΜΠ και αντιπρύτανης το 1977. Στην κυβέρνηση Εθνικής Ενότητας του 1974 υπηρέτησε ως υφυπουργός Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων από τις 9 Οκτωβρίου ως τις 22 Νοεμβρίου 1974. Πέθανε σε ηλικία 78 ετών και κηδεύτηκε από το Πρώτο Νεκροταφείο, το 1999.

Ματθαίος Καρλαύτης

(1969-2014, Καθηγητής στο ΕΜΠ 2000-2014)

Γεννήθηκε το 1969 στην Αθήνα. Με σπουδές στο University of Miami και Purdue University των ΗΠΑ εξελέγη Λέκτορας το 2000 στον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής. Εξελίχθηκε σε Επίκουρο Καθηγητή το 2005 και σε Αναπληρωτή Καθηγητή το 2009.

Από νεότατη ηλικία κέρδισε την εκτίμηση και τον θαυμασμό της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας για την ερευνητική του δραστηριότητα και το πλουσιότατο δημοσιευμένο έργο του σε πολλούς ερευνητικούς τομείς που σχετίζονται με τις μεταφορές και τις ποσοτικές μεθόδους ανάλυσης φυσικών και ανθρωπογενών διεργασιών. Συμμετείχε σε πολλά εθνικά, ευρωπαϊκά και διεθνή ερευνητικά προγράμματα και ήταν συν-συγγραφέας του διεθνούς best-seller βιβλίου *Statistical and Econometric Methods for Transportation Data Analysis* που αφορά τη στατιστική των μεταφορών και την οικονομετρία. Το δημοσιευμένο του έργο περιλαμβάνει περισσότερες από 350 εργασίες σε επιστημονικά περιοδικά, βιβλία, κεφάλαια σε βιβλία, πρακτικά συνεδρίων κ.ά., στις οποίες γίνονται περισσότερες από 5000 αναφορές (σύμφωνα με το Google Scholar). Για το έργο του τιμήθηκε με διάφορα βραβεία όπως είναι το *TRF (Transportation Research Forum) Paper of the year Award in Public Transportation* το 1998, και το *Walter L. Huber Civil Engineering Research Prize* από την ASCE το 2005.

Μεταξύ άλλων διετέλεσε Editor-in-Chief του *Transportation Research Part C*, European Editor του *ASCE Journal of Transportation Engineering*, Associate Editor του *ASCE Journal of Infrastructure Systems*, μέλος του Editorial Advisory Board του *Transportation Research Part E* και μέλος του Editorial Board πολλών διεθνών περιοδικών όπως είναι τα *Analytic Methods in Accident Research*, *Transportation, Modern Traffic and Transportation Engineering Research*, *Advances in Transportation Studies*, *Accident Analysis and Prevention, Transportation Letters*, και *IET Intelligent Transport Systems*.

Δίδαξε μαθήματα μεταφορών και ανάλυσης συστημάτων σε μεταπτυχιακό και προπτυχιακό επί-

πεδο και επέβλεψε μεταδιδακτορικές έρευνες, διδακτορικές διατριβές και περισσότερες από πενήντα διπλωματικές εργασίες. Παράλληλα, είχε ηγετική θέση στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα, και ήταν ένας πολυτάλαντος άνθρωπος και μια πολύπλευρη και ακτινοβόλος προσωπικότητα.

Ο Μαθιός Καρλαύτης ήταν ιδιαίτερα αγαπητός στους φοιτητές και τους συναδέλφους του, ένα σημαντικό κεφάλαιο αλλά και πραγματικό κόσμημα της Σχολής που συνεισέφερε σημαντικά στην εξωστρέφειά της. Με το πλούσιο έργο του συνετέλεσε σημαντικότητα στην άνοδο της Σχολής στην ομάδα των κορυφαίων 50 Σχολών Πολιτικών Μηχανικών παγκοσμίως.

Πέθανε ξαφνικά στην Κω στις 4 Ιουνίου 2014, λίγο πριν την έναρξη του επιστημονικού συνεδρίου που οργάνωνε με τίτλο *International Conference on Engineering and Applied Sciences Optimization* (OPTI 2014). Σε ένα παράξενο παιχνίδι της μοίρας, η επιτροπή αξιολόγησης για την εξέλιξή του στη βαθμίδα του Καθηγητή στο αντικείμενο *Ανάλυση και Προγραμματισμός Μεταφορικών Συστημάτων* είχε προγραμματιστεί να συνεδριάσει στις 6 Ιουνίου, μια μέρα πριν οι συγγενείς, οι φίλοι του και η Σχολή τού πουν το τελευταίο αντίο. Τα μέλη της επιτροπής, αν και συγκλονισμένα από τον θάνατό του, προχώρησαν στην αξιολόγησή του και αποφάσισαν ομόφωνα την προαγωγή του στη βαθμίδα του Καθηγητή, ως ελάχιστη, αν και καθυστερημένη, αναγνώριση της προσφοράς του στη Σχολή και την παγκόσμια επιστημονική κοινότητα, και ως ένδειξη της ευγνωμοσύνης της Σχολής για τη συνεισφορά του.

Νικόλαος Κιτσίκης

(1887-1978, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1916-1945)

Γεννήθηκε στο Ναύπλιο και σπούδασε πολιτικός μηχανικός στο ΕΜΠ, απ' όπου απεφοίτησε το 1907, πρώτος στην τάξη του. Πήρε την υποτροφία του Αβερωφείου κληροδοτήματος, κατόπιν διαγωνισμού και συνέχισε με σπουδές ειδίκευσης στη στατική και τις σιδηρές κατασκευές (1908-12) στη Γερμανία, στα Πολυτεχνεία (Technische Hochschulen) του Βερολίνου και της Δρέσδης, και στη Γαλλία, στην École Nationale des Ponts et Chaussées, στο Collège de France και στο Πανεπιστήμιο της Σορβόννης, στο Παρίσι. Στο τελευταίο παρακολούθησε μαθήματα φιλοσοφίας και μαθηματικών του μεγάλου γάλλου μαθηματικού Henri Poincaré. Παράλληλα με τις σπουδές του και μετά από αυτές εργάστηκε ως μηχανικός στη γερμανική εταιρεία Kammerrichwerke στο Βερολίνο (1911-1913). Το 1913 επέστρεψε στην Ελλάδα εθελοντικά για να πάρει μέρος ως απλός στρατιώτης στην πρώτη γραμμή στους Βαλκανικούς πολέμους.

Υπήρξε Νομομηχανικός Πρεβέζης (1913-14) και στη συνέχεια Πρεμετής, κατόπιν τεχνικός σύμβουλος Γενικής Διοικήσεως Μακεδονίας, μηχανικός σιδηροδρόμων Θεσσαλίας (1914-15) και αρχιμηχανικός του Δήμου Παγασών Βόλου (1915-16).

Το 1916, σε ηλικία 29 ετών, εξελέγη μεταξύ τεσσάρων συνυποψηφίων του τακτικός καθηγητής Καθηγητής Εφηρμοσμένης Στατικής, Σιδηρών Γεφυρών και Έργων εκ Σιδηροπαγούς Σκυροδέματος του ΕΜΠ. Είναι ο δημιουργός του επιστημονικού κλάδου της στατικής, αλλά θα αναδειχθεί σε έντονα δυναμική προσωπικότητα και θα χαράξει την ιστορία του Πολυτεχνείου και του κλάδου των μηχανικών όσο κανείς άλλος.

Την περίοδο 1917-1920, επί Κυβέρνησης Ελευθερίου Βενιζέλου, διορίσθηκε Γενικός Διευθυντής Δημοσίων Έργων στο Υπουργείο Συγκοινωνίας (που είχε ιδρυθεί το 1914 αποσπώμενο από το Υπουργείο Εσωτερικών) με υπουργό τον (κατοπινό πρώτο πρωθυπουργό της Β Ελληνικής Δημοκρατίας) Αλέξανδρο Παπαναστασίου. Η περίοδος ήταν από τις λαμπρότερες για τον τεχνικό κλάδο και είχε χαρακτηριστικά αποκληθεί «Παπανάστασις», σε αναγνώριση του Παπαναστασίου ως προστάτη και ο αναμορφωτή του Πολυτεχνείου. Ως Γενικός Διευθυντής Δημοσίων Έργων ο Κιτσίκης είχε αποφασιστική συμβολή στη σύνταξη και ψήφιση του μεταρρυθμιστικού για το ΕΜΠ νόμου 980/1917, ο οποίος καθιέρωνε την πενταετή διάρκεια σπουδών στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών (ως τότε ήταν τετραετής), ίδρυε τις Σχολές Χημικών και Τοπογράφων Μηχανικών και οργάνωνε με ακαδημαϊκό τρόπο τη διοίκηση των Σχολών καθιερώνοντας το θεσμό των Κοσμητόρων, επικεφαλής των Σχολών, και της Συγκλήτου. Στην περίοδο αυτή ο Κιτσίκης επιχειρεί μια περισσότερο οργανική σύνδεση του Πολυτεχνείου με το Υπουργείο Συγκοινωνίας, που τότε ήταν το εποπτεύον για το ΕΜΠ υπουργείο, όχι μόνο από τη σκοπιά της διοικητικής εποπτείας, αλλά και απ' αυτήν της θεσμικής κατοχύρωσης ρόλου επιστημονικού συμβούλου στο ΕΜΠ για τον σχεδιασμό της πολιτικής του Υπουργείου. Έτσι, με τον νόμο 972α/1917 καθιερώθηκε η ex officio συμμετοχή των καθηγητών των Σχολών Πολιτικών Μηχανικών και Αρχιτεκτόνων του ΕΜΠ στο Συμβούλιο των Δημοσίων Έργων, το ύπατο συμβουλευτικό όργανο του Υπουργείου.

Παράλληλα, την περίοδο αυτή, ο Κιτσίκης βοήθησε στη μετάκληση στην Ελλάδα γνωστών Ελλήνων μηχανικών του εξωτερικού και συνέβαλε στην ανοικοδόμηση (μετά τη φωτιά) της Θεσσαλονίκης. Μετά την παραίτησή του από την Γενική Διεύθυνση Δημοσίων Έργων, υπήρξε τεχνικός διευθυντής της αγγλικής εταιρείας McAlpine (1921-28) που κατασκεύασε το λιμάνι του Ηρακλείου (και προς τιμήν του ανηγέρθη στο λιμάνι το άγαλμά του το 2003), τεχνικός σύμβουλος της αμερικανικής εταιρείας Foundation που μελέτησε τα αντιπλημμυρικά και αποξηραντικά έργα της πεδιάδας Θεσσαλονίκης, και επί οκταετία τεχνικός σύμβουλος του Οργανισμού Λιμένος Πειραιώς (1937-45).

Το 1928 ο Κιτσίκης θα εκλεγεί Κοσμήτορας της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών και ως συγκλητικός, σε συνεργασία με τον τότε πρύτανη Δημήτριο Λαμπαδάριο (1928-1933) προερχόμενο από τη Σχολή Αγρονόμων-Τοπογράφων Μηχανικών, θα πρωτοστατήσει σε νέες μεταρρυθμίσεις για το ΕΜΠ. Τα αποτελέσματα εντατικών διαβουλεύσεων στη Σύγκλητο θα αποτυπωθούν με την ψήφιση του νόμου 3940/1929 που θεσπίζει το ΕΜΠ ως τεχνικό σύμβουλο του κράτους (είτε αφού ερωτηθεί είτε αυτεπαγγέλτως διά των επιστημόνων του) και καθιερώνει τους θεσμούς του Πρύτανη (μετονομάζοντας έτσι τον Διευθυντή), του Αντιπρύτανη (του αρχαιότερου των Κοσμητόρων) και των συλλογικών οργάνων διοίκησης —μεταξύ αυτών, των συλλόγων καθηγητών των επιμέρους Σχολών (με τη σημερινή ορολογία, των Γενικών Συνελεύσεων των Σχολών) που για πρώτη φορά καθιερώνονται, δίνοντας έτσι αυτόνομη υπόσταση στις Σχολές. Θα ακολουθήσει η ψήφιση του νόμου 5334/1932 που ολοκληρώνει το πλαίσιο διοίκησης του ΕΜΠ, καθορίζοντας μεταξύ άλλων ότι και ο Αντιπρύτανης εκλέγεται από τον σύλλογο των καθηγητών.

Αυτές οι αλλαγές, που διεύρυναν την αυτοτέλεια του ΕΜΠ και ενίσχυσαν το ακαδημαϊκό του προφίλ αλλά και τη δημοκρατική λειτουργία του, ανήκαν ουσιαστικά στο σώμα προτάσεων του Κιτσίκη. Όμως δύο από τις προτάσεις του αυτής της περιόδου δεν έγιναν αποδεκτές από το σώμα των καθηγητών και συνακόλουθα δεν νομοθετήθηκαν. Η πρώτη ήταν η μετονομασία του Πολυτεχνείου σε «Τεχνικό Πανεπιστήμιο» που απορρίφτηκε από την πλειοψηφία του Συλλόγου με το σκεπτικό ότι η μετονομασία απεμπολεί ένα μεγάλο μέρος της παράδοσης που δημιούργησε η μακρόχρονη ύπαρξη του Πολυτεχνείου, την ίδια στιγμή που στην Ευρώπη και στην Αμερική πολλές τεχνικές σχολές πανεπιστημιακού επιπέδου συνεχίζουν να κρατούν στον τίτλο τους τη λέξη Πολυτεχνείο. Παρόλα αυτά, στον απόηχο αυτής της πρότασης η Αγγλική ονομασία του ΕΜΠ από το

1935 και μετά θα γίνει «National Technical University of Athens». Η δεύτερη πρόταση που συνάντησε αντιδράσεις ήταν η μεταβίβαση της αρμοδιότητας εποπτείας του ΕΜΠ από το Υπουργείο Συγκοινωνίας στο Υπουργείο Παιδείας με βασικό επιχείρημα ότι έτσι θα ξεκαθάριζε ολοσχερώς το ζήτημα της ακαδημαϊκής φυσιογνωμίας του ιδρύματος. Ωστόσο, οι αντιρρήσεις αυτές θα καμφθούν το 1940 επί πρυτανείας Κιτσίκη και το Πολυτεχνείο θα υπαχθεί τελικά στο Υπουργείο Παιδείας.

Με το σύνταγμα του 1927 της Α Ελληνικής Δημοκρατίας καθιερώθηκε ο νεότευκτος θεσμός της Γερουσίας και ο Κιτσίκης εκλέγεται παμψηφεί γερουσιαστής του τεχνικού κόσμου, εκπροσωπώντας το ΕΜΠ και το νεότευκτο Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ) για δύο τριετείς περιόδους (1929 και 1932, όπου τη δεύτερη περίοδο, μέχρι το 1935, ήταν και Αντιπρόεδρος του σώματος).

Το 1931 και πάλι το 1935 θα εκλεγεί με συντριπτική πλειοψηφία Πρόεδρος του ΤΕΕ. Η προεδρία του θα μείνει ιστορική και ο ίδιος θα εξελιχθεί σε εμβληματική ηγετική προσωπικότητα του τεχνικού κόσμου. Τις διαλέξεις για την ανάπτυξη της χώρας που οργάνωσε το 1931 ως Πρόεδρος του το ΤΕΕ στην Αρχαιολογική Εταιρεία με ομιλητές τον ίδιον και πάνω από 50 διαπρεπείς Έλληνες τεχνικούς και οικονομολόγους, παρακολουθούσε τακτικά ο πρωθυπουργός Ελευθέριος Βενιζέλος και το Υπουργικό Συμβούλιο. Εκδόθηκαν σε τόμο 2000 σελίδων, με τον γενικό τίτλο «Η οικονομική έρευνα των μεγάλων τεχνικών ζητημάτων», θέτοντας τις βάσεις για όλα τα μετέπειτα ελληνικά αναπτυξιακά προγράμματα.

Από το 1931 έγινε ο ιδρυτής και εκδότης των «Τεχνικών Χρονικών», συντελώντας με το μοναδικό αυτό τεχνικό περιοδικό στην προαγωγή των επιστημών μηχανικού στην Ελλάδα.

Το 1935, ύστερα από το αποτυχημένο κίνημα του Πλαστήρα, ο Κιτσίκης απολύθηκε από το Πολυτεχνείο και το Τεχνικό Επιμελητήριο και καταργήθηκε η Γερουσία. Επανήλθε όμως μετά από ένα εξάμηνο με την παμψηφεί επανεκλογή του στην καθηγητική έδρα.

Το 1936 αναγορεύθηκε doctor honoris causa του Πολυτεχνείου του Βερολίνου «για τις πολυάριθμες εξαίρετες επιστημονικές εργασίες του».

Το 1937 εξελέγη αντιπρύτανης και παρέμεινε στην κορυφή του ΕΜΠ ως το 1945 ως αντιπρύτανης και στη συνέχεια πρύτανης. Στην περίοδο της δικτατορίας απειλήθηκε (από τον διαβόητο Μανιαδάκη) με εξορία, την οποία τελικά απέφυγε χάρη σε παρεμβάσεις του Γεωργικόπουλου. Την περίοδο της κατοχής έλαβε μέρος στην Εθνική Αντίσταση, συνελήφθη και φυλακίσθηκε δύο φορές, από τους Ιταλούς και ύστερα τους Γερμανούς. Κατάφερε ωστόσο, τα οκτώ χρόνια της διεύθυνσής του να είναι χρόνια εξαιρετικής ακμής για Πολυτεχνείο, παρά το γεγονός ότι ήταν χρόνια δικτατορίας και κατοχής.

Παρά το ανώμαλο των περιστάσεων, το ΕΜΠ παρέμεινε αλώβητο διατηρώντας την ανεξαρτησία και το κύρος του στον ύψιστο βαθμό. Χαρακτηριστικό είναι το γεγονός ότι, εν μέσω κατοχής, το ΕΜΠ με την πρυτανεία Κιτσίκη και με αποφάσεις της Συγκλήτου, προχώρησε σε δύο σημαντικές νομοθετημένες μεταρρυθμίσεις. Με την πρώτη (νόμος 935/1943) προβλέφθηκε για τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών η δημιουργία δύο κατευθύνσεων (κλάδων) σπουδών μονοετούς διάρκειας: (α) Κατασκευαστών και Συγκοινωνιολόγων Μηχανικών και (β) Υδραυλικών Μηχανικών. Με τη δεύτερη (νόμος 1493/1944) ιδρυόταν, μεταξύ άλλων, η Σχολή Γενικών Εφηρμοσμένων Επιστημών, μεταπτυχιακού επιπέδου που θα χορηγούσε διδακτορικά διπλώματα στις φυσικομαθηματικές επιστήμες. Και οι δύο αυτές μεταρρυθμίσεις θα αναιρεθούν το 1946 με τον με την πραξη του Υπουργικού Συμβουλίου 295/1946. Θα περάσουν 34 χρόνια πριν επανιδρυθούν κατευθύνσεις στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών (1977) και 55 χρόνια πριν επανιδρυθεί η Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών (με το ΠΔ 202, 3-6 Σεπτ.1999 επί Πρυτανείας Θ. Ξανθόπουλου),

αυτή τη φορά ως προπτυχιακή σχολή, και πριν ιδρυθούν μεταπτυχιακά προγράμματα δικαιώνοντας απόλυτα και στις δύο περιπτώσεις τον οραματιστή και πρωτοπόρο Κιτσίκη.

Το 1945 ο Κιτσίκης απολύθηκε από το ΕΜΠ (μαζί με τους Α. Παπαπέτρου, Ν. Κριτικό και Ι. Δεσποτόπουλο) με την κατηγορία της συμμετοχής ή υποκίνησης στην εξέγερση στο ΕΜΠ τον Δεκέμβριο του 1944. Πρόκειται για την κατάληψη των κτηρίων του ΕΜΠ στην Πατησίων στις 6 Δεκεμβρίου 1944 από τον σπουδαστικό λόχο του ΕΛΑΣ «Λόρδος Βύρων» με «καπετάνιο» τον σπουδαστή της Σχολής Μηχανολόγων-Ηλεκτρολόγων Γρηγόρη Φαράκο. Η κατάληψη θα κατασταλεί αυθημερόν από τα αγγλικά τεθωρακισμένα και το πεζικό μετά από μάχη που είχε αποτέλεσμα νεκρούς, τραυματίες και μεγάλες υλικές καταστροφές, ενώ θα ακολουθήσει η σύλληψη, ομηρεία και εκτέλεση από τον ΕΛΑΣ τριών καθηγητών του ΕΜΠ, των Ι. Θεοφανόπουλου, Γ. Σαρρόπουλου και Σ. Κορώνη.

Παρόλη τη μετέπειτα απουσία του από το ΕΜΠ, το όραμά του Κιτσίκη θα παραμείνει ζωντανό και οι μη εκπληρωμένες ή καταργημένες προτάσεις του θα υλοποιηθούν στο σύνολό τους στο υπόλοιπο μισό του 20ού αιώνα. Ο ίδιος στη συνέχεια έγινε πρόεδρος του Ελληνοσοβιετικού Συνδέσμου (1945-49), ιδρυτής με τον Οικονομολόγο Δημήτριο Μπάτση του επιστημονικού περιοδικού «Ανταίος» (1945-51) και γενικός γραμματέας της Επιστημονικής Εταιρείας Νεοελληνικών Προβλημάτων με τον τίτλο «Επιστήμη-Ανοικοδόμηση» (ΕΠΑΝ). Εξελέγη βουλευτής της ΕΔΑ το 1956, το 1958, το 1961, το 1963 και το 1964 στην περιφέρεια Δήμου Αθηναίων. Στις δημοτικές εκλογές του 1964 στην Αθήνα κατέλαβε την πρώτη θέση αλλά λόγω του εκλογικού νόμου δήμαρχος εξελέγη ο Γ. Πλυτάς. Μετά το πραξικόπημα της 21ης Απριλίου εξορίσθηκε στην Γυάρο. Τον Ιούλιο του 1978 κηδεύτηκε στο Πρώτο Νεκροταφείο της Αθήνας με δημόσια δαπάνη.

Έγραψε πολλές τεχνικές, οικονομικές, φιλοσοφικές και πολιτικές μελέτες, όπως: «Η θετικιστική θεωρία της γνώσεως κατά Ερνστ Μαχ», 1916, «Στατική» δύο τόμοι, 1937, «Φωτοδιαγνωστική της εντατικής καταστάσεως» 1938, «Η φιλοσοφία της νεώτερης φυσικής», 1947, «Η θύελλα της Κοινής Αγοράς», 1962.

Ευτύχιος Κοκκινόπουλος

(1908-1974, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1945?-1972)

Γεννήθηκε στην Ερμούπολη Σύρου. Σπούδασε Πολιτικός Μηχανικός στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (απόφοιτος 1929). Την περίοδο 1930-33 ήταν μηχανικός της τεχνικής εταιρείας «Δ. Καψαμπέλης και Σια». Από το 1932 ήταν συντάκτης των Τεχνικών Χρονικών και των εκδόσεων του ΤΕΕ. Διετέλεσε επιμελητής του ΕΜΠ (1932-44) και υφηγητής (1944-45). Έγινε τακτικός καθηγητής το 1958 ενώ υπήρξε Διευθυντής του Εργαστηρίου Αντοχής των Υλικών (1955-59).

Το 1956, ανέλαβε την Έδρα Στατικής και ήταν Διευθυντής του αντίστοιχου Εργαστηρίου μέχρι το 1972. Το κρίσιμο για τη χώρα χρονικό διάστημα 1966-1970 (?) ήταν Πρύτανης του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με αξιοσημείωτη δημοκρατική στάση. Χρημάτισε επίσης διευθυντής τεχνικών έργων του ιδρύματος (1954-58) και μέλος του συμβουλίου δημοσίων έργων. Υπήρξε ιδρυτικό μέλος της Ελληνικής Επιστημονικής Εταιρείας Εδαφομηχανικής και Θεμελιώσεων (ΕΕΕΕΘ). Έγραψε τα συγγράμματα: Ύβωση λεπτών πλακών (1944), Πολλαπλώς αόριστα συστήματα (1946), Το μυστικό του φωτός (1955), Εισαγωγή στην ατομική φυσική (1957), Προβλήματα ελαστικότητας (1959), Προσεγγιστικός δυναμικός αντισεισμικός υπολογισμός πολυώροφων συστη-

μάτων (1962), Πειραματικός προσδιορισμός έντασης και δεικτών αντισεισμικών κατασκευών (1963) κ.ά.

Δημήτριος Λαμπαδάριος

(1887-1950, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1916-1950)

Γεννήθηκε στην Αθήνα το 1887 όπου και ολοκλήρωσε τις εγκύκλιες σπουδές. Το 1910 έγινε διπλωματούχος πολιτικός μηχανικός ΕΜΠ. Εργάστηκε ως μηχανικός στην ανοικοδόμηση νέων κτηρίων. Επίσης διετέλεσε συνεργάτης του μηχανικού Schneider σε μελέτες και κατασκευές μεταλλικών και σιδηροπαγών έργων. Κατά τα έτη 1913-1915 μετέβη ως υπότροφος του Αβερωφείου κληροδοτήματος του ΕΜΠ για μεταπτυχιακές σπουδές στο Πολυτεχνείο και Γεωδαιτικό Ινστιτούτο της Δρέσδης. Κατά τη διετία 1915-1916 εργάστηκε στην Ομοσπονδιακή Τοπογραφική Υπηρεσία της Ελβετίας, ακολούθως στη χάραξη της σιδηροδρομικής γραμμής Surbthal της Βέρνης εργαζόμενος για το Υπουργείο σιδηροδρόμων της Ελβετίας και τέλος εργάστηκε και στο αστεροσκοπείο της Ζυρίχης. Το 1916 ήταν προϊστάμενος συνεργείων σχεδίου πόλεως Θεσσαλονίκης. Στο διάστημα 1916-18 εργάστηκε ως μηχανικός έργων, οικοδομικών, αρχιτεκτονικών και γεφυροποιίας. Από το 1918 τοποθετήθηκε προϊστάμενος τοπογραφικής υπηρεσίας Υπουργείου Συγκοινωνίας. Το 1924 ήταν μόνιμος αντιπρόσωπος της Ελλάδος στη διεθνή επιτροπή μετρήσεως τόξου μεσημβρινού της Γης.

Το 1916 έγινε τακτικός καθηγητής γεωδαισίας στο ΕΜΠ. Την περίοδο 1928-1933 ήταν αρχικά Διευθυντής και εν συνεχεία ο Πρώτος Πρύτανις του ΕΜΠ. Το 1928 ήταν πρόσεδρο μέλος και από το 1933 τακτικό μέλος της Ακαδημίας Αθηνών. Το 1929 έγινε τακτικό μέλος του Γερμανικού Αρχαιολογικού Ινστιτούτου του Βερολίνου.

Σταύρος Νικολάου

(1920-2003, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1969-1982)

Σπούδασε στο ΕΜΠ στα δύσκολα χρόνια της Κατοχής, εργαζόμενος συγχρόνως σαν εργάτης, για να εξοικονομήσει τα προς το ζην, στα Ναυπηγεία του Περάματος. Ολοκλήρωσε τις σπουδές του και εργάστηκε στην Αμερική στη μελέτη και την κατασκευή φραγμάτων και υδροηλεκτρικών έργων. Επέστρεψε στην Ελλάδα, καθώς διαισθάνθηκε πόσο εθνικά και οικονομικά ωφέλιμος ήταν για τον τόπο ο Τομέας της παραγωγής υδροηλεκτρικής ενεργείας. Εργάστηκε στην κατασκευή του φράγματος Κρεμαστών και ακολούθως εξελέγη καθηγητής του ΕΜΠ στην Έδρα των Υδροδυναμικών Έργων. Παράλληλα, το 1972 ίδρυσε στη ΔΕΗ το Κλιμάκιο Μελέτης Υδροηλεκτρικών έργων με σκοπό τη μελέτη και την κατασκευή τέτοιων έργων από ελληνικά χέρια. Μέσα σε 3 χρόνια πέτυχε να αρχίσει η κατασκευή του πρώτου ελληνικής κατασκευής υδροηλεκτρικού έργου, του φράγματος Πουρναριού στον Άραχθο, το οποίον τελείωσε και άρχισε να παράγει ενέργεια μέσα σε 4 χρόνια. Ακολούθησε η μελέτη και η κατασκευή πολλών άλλων έργων (Σφηκιά & Ασώματα

στον Αλιάκμονα, Στράτος στον Αχελώο, Πηγές Αώου κ.ά.) μέχρι το 1981. Δημιούργησε μια ομάδα Ελλήνων συνεργατών, στην οποία μετέδωσε τις γνώσεις του αλλά και εκείνες γνωστών συμβούλων τους οποίους κατά καιρούς προσκαλούσε. Όμως ξαναέφυγε απ' την Ελλάδα απογοητευμένος και συνέχισε να εργάζεται μέχρι το τέλος της ζωής στου στις ΗΠΑ και στο Περού.

Ο καθηγητής Νικολάου ήταν υπόδειγμα ακέραιου ανθρώπου και αγνού πατριώτη. Οι φοιτητές του τον θυμούνται σαν ενθουσιώδη, πολυμαθή, μεθοδικό, απαιτητικό, χαλκέντερο και σκληρό, φωνακλά και αθυρόστομο.

Γεώργιος Νουτσόπουλος

(1932-2008 - καθηγητής στο ΕΜΠ 1970-1999)

Γεννήθηκε το 1932 στο Δίλοφο του Ζαγοριού και μαθήτευσε στη Ζωσιμαία Σχολή Ιωαννίνων. Με σπουδές στο MIT, εξελέγη νωρίς (1970) καθηγητής στο ΕΜΠ, στην έδρα της Θεωρητικής και Εφαρμοσμένης Υδραυλικής.

Υπηρέτησε το Ίδρυμα από διάφορες διοικητικές θέσεις: Διευθυντής του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων (1985-87) (σημερινή ονομασία «Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος»), Κοσμήτορας της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών (1981-84) ή Πρόεδρός της (1985-86) και Πρύτανης του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (1988-91). Συνέβαλε αποφασιστικά (μαζί με τους Θεοδόσιο Τάσιο και Απόστολο Γιώτη) στην καθιέρωση των κατευθύνσεων σπουδών (1977), τομή που αποτελεί μία απ' τις σημαντικότερες στιγμές της μεταπολεμικής ιστορίας της Σχολής. Υπήρξε από τους θεμελιωτές του νεοϊδρυθέντος Πολυτεχνείου Κρήτης και του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης.

Στη διάρκεια των ετών 1989-1990 διετέλεσε δύο φορές υπουργός Μεταφορών και Επικοινωνιών στις υπηρεσιακή κυβέρνηση υπό τον Ιωάννη Γρίβα και στην οικουμενική κυβέρνηση υπό τον Ξενοφώντα Ζολώτα.

Ο Γ. Νουτσόπουλος εισήγαγε στη Σχολή τη σύγχρονη επιστημονική προσέγγιση στη Μηχανική των Ρευστών και την Υδραυλική, έχοντας ο ίδιος οργανώσει και εμπνεύσει τη διδασκαλία από τη θέση του καθηγητή και του διευθυντή του Εργαστηρίου Εφαρμοσμένης Υδραυλικής, η μεγάλη αίθουσα πειραμάτων του οποίου από το 2000 ονομάζεται προς τιμήν του «Γεώργιος Νουτσόπουλος». Αφοσιωμένος στο καθήκον της επιστήμης, δίδαξε γενιές μαθητών, πολλοί από τους οποίους σήμερα είναι καθηγητές σε Πανεπιστήμια στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Ο Γ. Νουτσόπουλος έζησε βίο απλό και αδέκαστο, υπήρξε υπόδειγμα πολίτη και ακαδημαϊκού δασκάλου, ήταν ανοιχτός προς όλους και γενναιόδωρος, με σπάνιο ήθος και απόλυτη αίσθηση του δικαίου.

Κίμων Πανταζής

(1883-1960, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1918-1954)

Κατάγεται από το Μονοδένδρι Ζαγορίου. Πήρε το δίπλωμα Πολιτικού Μηχανικού του ΕΜΠ το 1904. Στη συνέχεια έκανε μεταδιπλωματικές σπουδές στα Πολυτεχνεία Μονάχου και Βερολίνου. Μετά την ολοκλήρωση των σπουδών του, στο διάστημα 1908-1915 εργάστηκε ως μηχανικός οικοδομικών, μεταλλικών και σιδηροδρομικών έργων στην Γερμανία. Μετά την επάνοδο στην Ελλάδα το 1915 διετέλεσε Διευθυντής των Σιδηροδρόμων Υπουργείου Συγκοινωνίας και τεχνικός σύμβουλος της «Α.Ε. Ελληνικών Ηλεκτρικών Σιδηροδρόμων». Διετέλεσε επίσης μέλος του Δ. Σ. των κρατικών σιδηροδρόμων και του Συμβουλίου Δημοσίων Έργων. Συνέβαλε ως σύμβουλος των Εθνικών Σιδηροδρόμων στην κατασκευή του υπόγειου σιδηροδρόμου από την Πλατεία Ομονοίας μέχρι την Πλατεία Αμερικής. Συνέγραψε αρκετές μελέτες.

Το 1918 έγινε τακτικός καθηγητής των «Λίθινων & Ξύλινων γεφυρών, τοίχων αντιστήριξης και θεμελιώσεων» στο ΕΜΠ. Διετέλεσε κοσμήτορας της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών το 1923 και το 1933-34. Επίσης την ίδια περίπου περίοδο διετέλεσε πρόεδρος της διαχειριστικής επιτροπής του ΕΜΠ. Ολοκλήρωσε την υπηρεσία του στο ΕΜΠ το 1954.

Δημοσθένης Α. Πίππας

(1906-1987, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1933-1971)

Γεννήθηκε στην Άνδρο. Σπούδασε μαθηματικά στο Εθνικό Πανεπιστήμιο. Το 1925 αποφοίτησε από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ και το 1927 διορίστηκε επιμελητής στην έδρα «Εφηρμοσμένης στατικής και σιδηρών κατασκευών». Το 1929 έφυγε με υποτροφία του Αβερώφειου κληροδοτήματος, στο Αμβούργο, στη Δουγκέρκη, στη Μασσαλία και στο Βερολίνο, όπου το 1932 αναγορεύτηκε διδάκτωρ τεχνικών επιστημών. Στις 10-01-1933 εκλέχτηκε καθηγητής στην έδρα «Λιμενικών Έργων» του ΕΜΠ. Απεχώρησε από το ΕΜΠ το 1971. Διετέλεσε πρύτανης τη διετία 1955-1957 καθώς και τη διετία 1963-1965. Δίδαξε και στην Σχολή Τεχνικής Εκπαίδευσης Αξιωματικών Μηχανικού. Δημοσίευσε εργασίες και διατριβές και θεωρητικές μελέτες σε ποικίλα λιμενικά τεχνικο-οικονομικά προβλήματα.

Συμμετείχε ως υπουργός Συγκοινωνιών και Δημοσίων Έργων στις υπηρεσιακές κυβερνήσεις Γεωργακόπουλου και Κωνσταντίνου Δόβα ενώ διετέλεσε υπουργός Δημοσίων Έργων στις κυβερνήσεις Παρασκευόπουλου.

Πέτρος Πρωτοπαπαδάκης

(1858-1922, Καθηγητής στο Σχολείο Βιομηχάνων Τεχνών 1889-1891)

Γεννήθηκε στην Απείρανθο Νάξου και σπούδασε μηχανικός στην Ecole Polytechnique και την Ecole Nationale Supérieure des Mines. Επέστρεψε στην Ελλάδα και εργάστηκε ως μηχανικός του Δήμου Αθηναίων, καθηγητής στις στρατιωτικές σχολές Ευελπίδων και Ναυτικών Δοκίμων, και Διευθυντής των Έργων Τομής του Ισθμού της Κορίνθου. Πρωτοστάτησε στην ίδρυση του Πολυτεχνικού Συλλόγου (1899), του πρώτου συλλογικού οργάνου μηχανικών πριν τη δημιουργία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (1923), και υπήρξε γενικός γραμματέας στο πρώτο Διοικητικό Συμβούλιό του. Εργάστηκε επίσης ως ελεύθερος επαγγελματίας μηχανικός αποκτώντας αρκετά μεγάλη περιουσία για την εποχή. Ανάμεσα στα κτίρια που κατασκεύασε συγκαταλέγεται και το Μέγαρο Μιχαήλ Μελά και το παλαιό Ταχυδρομείο.

Το διάστημα 1889-91 ήταν Καθηγητής Λιμενικών και Υδραυλικών Έργων στο Σχολείο Βιομηχάνων Τεχνών.

Το 1902 εξελέγη για πρώτη φορά βουλευτής Κυκλάδων και αποτέλεσε μέλος της κοινοβουλευτικής ομάδας του Δ. Γούναρη, την αποκαλούμενη «Ιαπωνική» (1907). Χρημάτισε δυο φορές υπουργός Οικονομικών (1915, 1921) και πρωθυπουργός το 1922. Μετά τη μικρασιατική καταστροφή δικάστηκε στη γνωστή Δίκη των Εξ, καταδικάστηκε σε θάνατο και τουφεκίστηκε στο Γουδί στις 28 Νοεμβρίου 1922.

Το 2008 ο εγγονός του Μιχαήλ Πρωτοπαπαδάκης, πρώην ευρωβουλευτής και υπουργός, ζήτησε την επανάληψη της διαδικασίας της Δίκης των Εξ. Το 2010 ο Άρειος Πάγος ακύρωσε την απόφαση, μετά από συζήτηση της υπόθεσης και αξιολόγηση των νέων στοιχείων που προσκομίστηκαν. Σύμφωνα με σκεπτικό της απόφασης του Αρείου Πάγου, οι τότε δικασθέντες δεν διέπραξαν τα αδικήματα για τα οποία είχαν κατηγορηθεί.

Αδελφός του Πέτρου Πρωτοπαπαδάκη ήταν ο Δημοσθένης Πρωτοπαπαδάκης, Καθηγητής Σιδηροδρομικής, δύο φορές Κοσμήτορας της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών (1926-28 και 1931-32) και Πρύτανης του ΕΜΠ (1933-35).

Παντελής Ρόκος

(1911-1995), Καθηγητής στο ΕΜΠ 1966-1978)

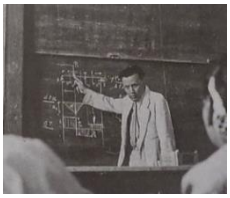
Γεννήθηκε στο Αγρίνιο. Σπούδασε Μαθηματικά στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, απ' όπου απεφοίτησε το 1937. Παρακολούθησε (1937-39) τα σεμινάρια των καθηγητών του Πολυτεχνείου Ν. Κριτικού και Φ. Βασιλείου καθώς και το σεμινάριο στο Πανεπιστήμιο Αθηνών του Π. Ζερβού. Κατά τη

διάρκεια των ετών 1939-41 δίδαξε στη μέση εκπαίδευση. Μεταξύ των ετών 1950-60 διετέλεσε καθηγητής στο Αμερικάνικο Κολλέγιο του Ψυχικού. Παράλληλα (1953-61) εργάσθηκε ως βοηθός στο ΕΜΠ. Το 1954 ανακηρύχθηκε διδάκτορας του Πανεπιστημίου Αθηνών για τη διατριβή του «Γενικεύσεις θεωρημάτων ομομορφισμού & ισομορφισμού εις γενικάς Αλγέβρας και Αλγεβροδακτυλίους».

Το 1961 εκλέχθηκε καθηγητής στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, όπου παρέμεινε μέχρι το 1966, οπότε εκλέχθηκε καθηγητής στο Ε. Μ. Πολυτεχνείο, στην έδρα Ανωτέρων Μαθηματικών Β. Με την επικράτηση της δικτατορίας το 1967, τέθηκε σε διαθεσιμότητα και στη συνέχεια απολύθηκε από τη θέση του, όπου επέστρεψε μετά τη μεταπολίτευση. Έλαβε πρόσκληση από το Πανεπιστήμιο Κλερμόν-Φερρόν, όπου δίδαξε από 1970 μέχρι το 1975. Επέστρεψε στη θέση του στο Ε. Μ. Πολυτεχνείο το 1975, απ' όπου και συνταξιοδοτήθηκε το 1980. Διετέλεσε Κοσμήτορας στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών.

Ο Π. Ρόκος άφησε σπουδαίο ερευνητικό έργο που αναφέρεται στην αφηρημένη Άλγεβρα και για την εκπαίδευση των σπουδαστών έγραψε τα βιβλία «Γραμμική Άλγεβρα» (1964), «Περί σειρών» (1967) και « Ανώτερα Μαθηματικά» (1976-78, 4 τόμοι). Επίσης δημοσίευσε άρθρα μαθηματικού περιεχομένου σε εγκυκλοπαίδειες και συνέβαλε ουσιαστικά στα σεμινάρια που είχε οργανώσει το Υπουργείο Παιδείας (1963-65) για τη μετεκπαίδευση των καθηγητών και επιθεωρητών της μέσης εκπαίδευσης στα σύγχρονα μαθηματικά.

Έχει παρουσιάσει πλούσια δράση και σε διάφορους άλλους τομείς, στην πολιτική, στο κίνημα για την ειρήνη, στο Κ.Μ.Ε. (Κέντρο Μαρξιστικών Ερευνών) κ.ά. Για την αντιστασιακή του δράση το 1985 του απονεμήθηκε τιμητικό μετάλλιο από την κυβέρνηση της Τσεχοσλοβακίας. Πέθανε στην Αθήνα το Μάιο του 1995. Κατόπιν επιθυμίας της συζύγου του Ντόρας, στις 12 Ιουνίου 1997 το Πρυτανικό Συμβούλιο αποφάσισε την καθιέρωση χρηματικού βραβείου στη μνήμη του απονεμόμενο κάθε έτος σε φοιτητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, που έχει επιτύχει την υψηλότερη βαθμολογία στα Μαθηματικά των τεσσάρων πρώτων εξαμήνων.



Αθανάσιος Ι. Ρουσόπουλος

(1902-1983, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1930-1958)

Γεννήθηκε στην Αθήνα. Έγινε διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός του ΕΜΠ το 1923. Στο διάστημα 1924-30 εργάστηκε ως αρχιμηχανικός της τεχνικής εταιρίας «Δ. Καψαμπέλης & Σια». Τη διετία 1931-33 διατέλεσε τεχνικός διευθυντής και στη συνέχεια διευθύνων τεχνικός σύμβουλος του Αυτόνομου Οργανισμού Σεισμοπαθών Κορινθίας. Το 1934 εκλέχτηκε πρόεδρος των Πολιτικών Μηχανικών στο ΤΕΕ.

Το 1930 εκλέχτηκε έκτακτος καθηγητής και το 1934 τακτικός καθηγητής στην έδρα «Σιδηρών έργων και σιδηρών γεφυρών» ενώ ταυτόχρονα δίδασκε και εφηρμοσμένη στατική. Διετέλεσε Κοσμήτορας της Σχολής ΠΜ κατά το διάστημα 1953-1958. Οι Επιστημονικές εργασίες του περιλαμβάνουν πρωτότυπες μελέτες σε ποικίλα πολύπλοκα στατικά προβλήματα, κυρίως σε πολλαπλώς αόριστα ολόσωμα συστήματα, λεπτομερή διερεύνηση και γενική επίλυση του αντισεισμικού προβλήματος, επίλυση της γενικής περίπτωσης έκκεντρης φόρτισης σιδηροπαγούς σκυροδέματος κ.ά.

Παύλος Σαντορίνης

(1893-1986, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1947-1964)

Γεννήθηκε στην Οδησσό της Ρωσίας. Μαθήτευσε (1905-1908) στο φημισμένο Λύκειο Concordia της Ζυρίχης. Σπούδασε στην Ελβετία, στο Ομοσπονδιακό Πολυτεχνείο της Ζυρίχης (1912-1917), και το 1917 έλαβε δίπλωμα πολιτικού μηχανικού του Πολυτεχνείου της Ζυρίχης και το 1918 πτυχίο φυσικής του Πανεπιστημίου της Ζυρίχης. Μεταξύ των Καθηγητών του ήταν και ο A. Einstein. Το 1933 έλαβε πτυχίο φυσικής από το Πανεπιστήμιο Αθηνών και το 1934 διδακτορικό δίπλωμα Φυσικών και Μαθηματικών Επιστημών από το ίδιο πανεπιστήμιο. Το 1936 εκλέχτηκε Υφηγητής της Εφαρμοσμένης Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών. Εργάστηκε σε μελετητικές εταιρείες και επιχειρήσεις (1919-22), στο Υπουργείο Γεωργίας (Διευθυντής Κατασκευών Στερεάς Ελλάδας, 1930-46) και στο Γενικό Επιτελείο Στρατού (Ερευνητής Ηλεκτρονικών Όπλων στην Αν. Διοίκηση Αντιαεροπορικής Αμύνης, 1936-40).

Εκλέχτηκε Καθηγητής στην έδρα της Φυσικής του ΕΜΠ (έκτακτος το 1946, τακτικός από το 1956 έως το 1964). Εκλέχτηκε επίσης παμψηφεί το 1950, Έκτακτος Καθηγητής στην Έδρα Υδροδυναμικών Έργων ΕΜΠ, θέση την οποία τελικώς δεν αποδέχθηκε ώστε να διατηρήσει τη θέση του στην Έδρα της Πειραματικής Φυσικής. Διετέλεσε ακόμη και καθηγητής Φυσικής στην Ανωτάτη Γεωπονική Σχολή (1947-1964). Το 1965 ανακηρύχθηκε ομότιμος καθηγητής του ΕΜΠ και της Ανωτάτης Γεωπονικής Σχολής. Πέθανε το 1986 στην Αθήνα.

Ο Παύλος Σαντορίνης, μιλούσε Αγγλικά, Γερμανικά, Γαλλικά, Ιταλικά και Ρωσικά. Υπήρξε πολυσχιδής επιστήμονας και ερευνητής σε πολλές περιοχές της επιστήμης και τεχνολογίας, όπως φυσική, υδραυλική, ηλεκτρονική, φυσικοί ενεργειακοί πόροι, κατασκευές από σκυρόδεμα κ.ά. Έμεινε στην ιστορία κυρίως για τις επινοήσεις και ευρεσιτεχνίες του. Μεταξύ 1919-1925 μελέτησε και εκτέλεσε πολλές πρωτοποριακές κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η σημαντικότερη και πλέον εμβληματική από αυτές είναι το εργοστάσιο οινοπνευματωδών ΚΡΟΝΟΣ στην Ελευσίνα (φωτογραφία), όπου χρησιμοποίησε σκαφοειδούς μορφής μυκητοειδείς πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος. Έγινε περισσότερο γνωστός τις παραμονές του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, για την επινόηση και ιδιόχειρη κατασκευή του λεγόμενου «ελληνικού ραντάρ», εμβέλειας 150 km. Ασχολήθηκε επίσης με τη φιλοσοφική ερμηνεία βασικών θεμάτων της σύγχρονης φυσικής —για παράδειγμα το 1968 πρότεινε μια θεωρία ισόνομης συγκυριαρχίας του παράγοντα «πνεύμα» ως τέταρτου παράγοντα του σύμπαντος παράλληλα με το φυσικό συνεχές χώρος - χρόνος - ύλη. Εκπροσώπησε το ΕΜΠ σε πολλά διεθνή επιστημονικά συνέδρια, ενώ δημοσίευσε πολλές εργασίες σε διεθνή επιστημονικά περιοδικά σε μια εποχή που τέτοιες δημοσιεύσεις δεν ήταν τόσο συνηθισμένες για Έλληνες επιστήμονες. Αναφέρονται περί τις 350 επιστημονικές εργασίες, 5 από τις οποίες σε θέματα υδραυλικής και 10 σε θέματα ειδικών κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Τιμήθηκε με διάφορα βραβεία, μετάλλια και παράσημα, ενώ υπήρξε μέλος διάφορων επιστημονικών οργανώσεων, όπως π.χ. Fellow της Ακαδημίας Επιστημών της Ν. Υόρκης.

Νικόλαος Τριανταφυλλίδης

(1858-1927, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1904-1927)

Γεννήθηκε στο Βουκουρέστι και σπούδασε αρχιτέκτονας και πολιτικός μηχανικός στο Πολυτεχνείο της Δρέσδης. Υπηρέτησε στην Υπηρεσία Δημοσίων Έργων, απ' όπου αποσύρθηκε με το βαθμό του Νομομηχανικού. Πρωτοστάτησε στην ίδρυση του Πολυτεχνικού Συλλόγου (1899), του πρώτου συλλογικού οργάνου μηχανικών πριν τη δημιουργία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (1923), και υπήρξε αντιπρόεδρος στο πρώτο Διοικητικό Συμβούλιό του.

Το 1904 διορίστηκε καθηγητής Οδοποιίας και Γεφυροποιίας του Σχολείου Βιομηχάνων Τεχνών, θέση που διατήρησε και μετά τη μετονομασία σε Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείου μέχρι το θάνατό του το 1927. Διετέλεσε και Διευθυντής του Σχολείου για μικρό διάστημα το 1910, παραιτούμενος για λόγους ευθιξίας μετά το ξέσπασμα ενός διαχειριστικού σκανδάλου στα οικονομικά της ιδιαιτέρας περιουσίας του Πολυτεχνείου (σκάνδαλο που οδήγησε στην αυτοκτονία τον γραμματέα του ιδρύματος Α. Μαυρίδη). Χρημάτισε επίσης Διευθυντής της Εταιρίας Σιδηροδρόμων Αθηνών-Πειραιώς (ΣΕΠ) και Διευθυντής Δημοσίων Έργων στο Υπουργείο Συγκοινωνίας (1917-18). Ήταν ο πρώτος που συστηματοποίησε τα μαθήματα της οδοποιίας και γεφυροποιίας σε επιστημονικές βάσεις και συνέγραψε διδακτικά έργα οδοποιίας, χωματουργίας κ.ά. Πέθανε στην Αθήνα.

Ιωάννης Φραντζεσκάκης

(1930-2017, Καθηγητής στο ΕΜΠ 1985-1997)

Ο Γιάννης Φραντζεσκάκης έκανε τις γυμνασιακές σπουδές του στη Βαρβάκειο Σχολή και κατόπιν, το 1948, εισήχθη ως φοιτητής στη Σχολή μας, απ' όπου αποφοίτησε το 1953. Την περίοδο 1963-64 ειδικεύτηκε σε θέματα Κυκλοφοριακής Τεχνικής στο Bureau of Highway Traffic του Πανεπιστημίου Yale των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής και το 1971 πήρε το διδακτορικό δίπλωμά του με άριστα από την Πολυτεχνική Σχολή του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Παράλληλα, μέχρι το 1971 εργαζόταν στην εταιρία μελετών Δοξιάδη, ενώ στη συνέχεια ίδρυσε δύο μελετητικές εταιρίες στον κλάδο των Συγκοινωνιακών και Κυκλοφοριακών Μελετών. Σε αυτές ήταν υπεύθυνος για μεγάλο αριθμό μελετών και ερευνών στην Ελλάδα, την Ευρώπη, τη Μέση Ανατολή, την Αφρική, και τις ΗΠΑ. Πόλεις όπως η Λάρισα και η Αθήνα στην Ελλάδα, αλλά και η νέα πόλη και πρωτεύουσα του Πακιστάν Islamabad, η πρωτεύουσα της Σαουδικής Αραβίας Riyadh και το ακμαίο Dubai στα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα φέρουν τη σφραγίδα του Γιάννη Φραντζεσκάκη στην αστική ανάπτυξή τους.

Η σχέση του με τη Σχολή έγινε πιο στενή το 1980, όταν διορίστηκε Ειδικός Επιστήμονας. Το 1985 έγινε Αναπληρωτής Καθηγητής Κυκλοφοριακής Τεχνικής, το 1989 εξελέγη Καθηγητής, θέση που διατήρησε μέχρι το 1997, ενώ το 1998 έγινε Ομότιμος Καθηγητής του ΕΜΠ. Την περίοδο 1991-

93 διετέλεσε Πρόεδρος της Σχολής. Επίσης υπηρέτησε ως Διευθυντής του Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής, με τέσσερις θητείες τη δεκαετία του 1990, καθώς και ως Διευθυντής του Εργαστηρίου Κυκλοφοριακής Τεχνικής. Ήταν Επιστημονικός Υπεύθυνος σε πολλά ερευνητικά έργα σε θέματα Μεταφορών και Κυκλοφοριακής Τεχνικής. Δημοσίευσε εργασίες σε επιστημονικά περιοδικά και έδωσε διαλέξεις και παρουσιάσεις σε επιστημονικά συνέδρια στην Ελλάδα, την Κύπρο και αλλού. Συνέγραψε 8 βιβλία όπου το τελευταίο του που κυκλοφόρησε τον Νοέμβριο του 2012 με τίτλο «Εμπειρίες 1958-2012 Ενός Έλληνα Συγκοινωνιολόγου» έγινε ιδιαίτερα δημοφιλές και εκτός του κύκλου των μηχανικών. Ήταν ιδρυτικό μέλος και πρώτος πρόεδρος του Συλλόγου Ελλήνων Συγκοινωνιολόγων και ισόβιο μέλος του Institute of Transportation Engineers των ΗΠΑ.

Δημήτριος Χριστούλας

(1930-1999, Καθηγητής ΕΜΠ 1976-1997)

Γεννήθηκε στην Καρδίτσα και σπούδασε στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, από όπου έλαβε και το διδακτορικό του δίπλωμα. Πρωτοστάτησε στην εισαγωγή του αντικειμένου της Υγειονομικής Τεχνολογίας στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών και υπήρξε ο ιδρυτικός Διευθυντής του ομώνυμου εργαστηρίου (1981), πτέρυγα του οποίου από το 2000 ονομάζεται προς τιμήν του «Δημήτριος Χριστούλας». Επίσης στήριξε έμπρακτα την εισαγωγή της περιβαλλοντικής διάστασης στις σπουδές του Πολιτικού Μηχανικού. Ήταν ο πρώτος Διευθυντής του Τομέα Υδατικών Πόρων, Υδραυλικών και Θαλάσσιων Έργων (1983-85) (σημερινή ονομασία «Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος»). Παράλληλα με τη διδακτική και ερευνητική του δραστηριότητα, σημαντική ήταν η συμβολή του σε μεγάλα τεχνολογικά έργα, όπως στα έργα επεξεργασίας των λυμάτων του λεκανοπεδίου της Αθήνας, στην Ψυττάλεια.

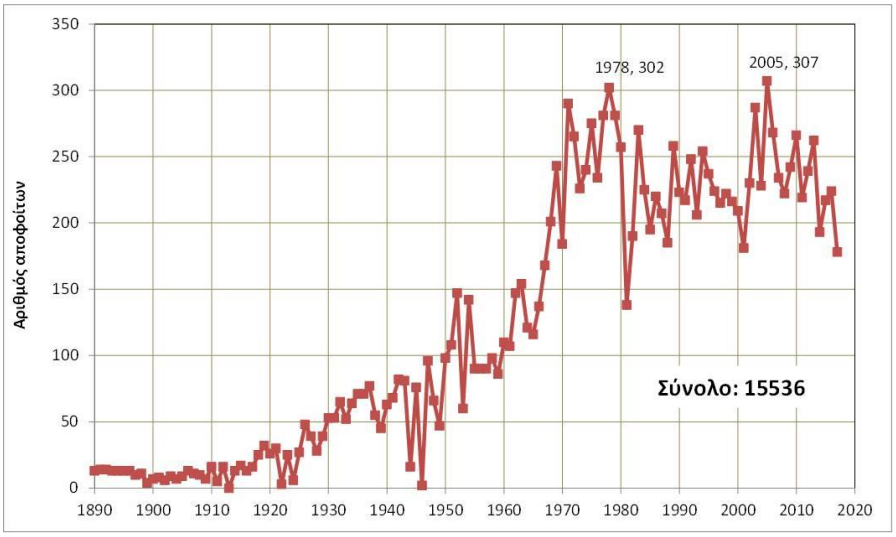
Την κρίσιμη περίοδο της έμμονης ξηρασίας και λειψυδρίας στην Αθήνα χρημάτισε Πρόεδρος της ΕΥΔΑΠ (1989-93) και πρωτοστάτησε στη μελέτη και λήψη σοφών διαχειριστικών μέτρων που με εξαιρετική επιτυχία απέτρεψαν την αστοχία του υδροδοτικού συστήματος της Αθήνας, αλλά και εκμοντέρνισαν το σύστημα που έκτοτε δεν έχει αντιμετωπίσει πρόβλημα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟΦΟΙΤΗΣΕΩΝ

Α. Στατιστικά Στοιχεία Αποφοιτήσεων Διπλωματούχων*

Έτος→ ↓Δεκαετία	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Σύνολο
1890	13	14	14	13	13	13	13	10	11	4	118
1900	7	8	6	9	7	9	13	11	10	7	87
1910	16	5	16	-	13	17	13	16	25	32	153
1920	26	30	3	25	6	27	48	39	28	39	271
1930	53	53	65	52	64	71	71	77	55	45	606
1940	63	68	82	81	16	76	2	96	66	47	597
1950	98	108	147	60	142	90	90	90	98	86	1 009
1960	110	107	147	154	121	116	137	168	201	243	1 504
1970	184	290	265	226	240	275	234	281	302	281	2 578
1980	257	138	190	270	225	195	220	207	185	258	2 145
1990	223	217	248	206	254	237	224	215	222	216	2 262
2000	209	181	230	287	228	307	268	234	222	242	2 408
2010	266	219	239	262	193	217	224	178			1 798
Γεν. Σύνολο											15 536

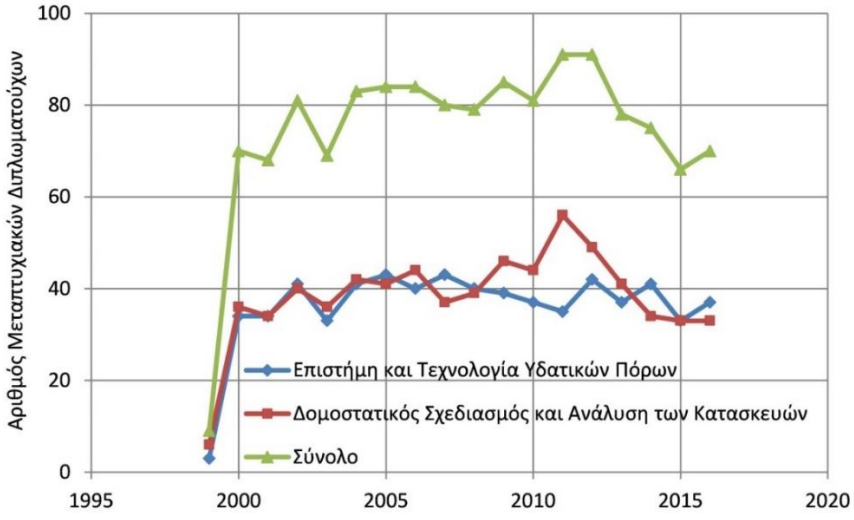
* Πηγές: (1) 1890-1949 Οδηγός Σπουδών ΕΜΠ 1950. (2) 1950-74: Αρχείο Διεύθυνσης Σπουδών ΕΜΠ. (3) 1975-σήμερα: Αρχείο Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ



Τελειόφοιτοι (τεταρτοετείς) φοιτητές (ή μαθητές, όπως ονομάζονταν τότε) της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών φωτογραφίζονται μπροστά στο Ερεχθείο το 1890. Την ίδια χρονιά θα αποφοιτήσουν και θα αποτελέσουν (μαζί με άλλους τρεις) τους πρώτους (13) διπλωματούχους της Σχολής. Όλοι είναι άνδρες και θα περάσουν 42 χρόνια πριν η Σχολή βγάλει την πρώτη διπλωματούχο της (Φρόσω Καρύδη, 1932). (Η φωτογραφία δημοσιεύτηκε στα Τεχνικά Χρονικά, Επετειακό τεύχος «Η εκατονταετηρίς του Ε. Μ. Πολυτεχνείου», το 1939 και αναδημοσιεύτηκε στο λεύκωμα «Το Πολυτεχνείον Ευγνωμονούν» του ΤΕΕ και ΕΜΠ το 2007).

Β. Στατιστικά Στοιχεία Αποφοιτήσεων Μεταπτυχιακών Διπλωματούχων

Έτος	ΜΔΕ: Επιστήμη και Τεχνολογία Υδατικών Πόρων	ΜΔΕ: Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση των Κατασκευών	Σύνολο
1999	3	6	9
2000	34	36	70
2001	34	34	68
2002	41	40	81
2003	33	36	69
2004	41	42	83
2005	43	41	84
2006	40	44	84
2007	43	37	80
2008	40	39	79
2009	39	46	85
2010	37	44	81
2011	35	56	91
2012	42	49	91
2013	37	41	78
2014	41	34	75
2015	33	33	66
2016	37	33	70
Σύνολο	653	691	1 344



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6: ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΔΙΔΑΚΤΟΡΩΝ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ

Έτος	Α/Α	Επώνυμο	Όνομα	Πατρώνυμο	Τομέας
1945	1	Καλογεράς	Άγγελος	Νικόλαος	
1946	2	Μολιώτης	Παναγιώτης	Δημήτριος	
	3	Τριανταφυλλίδης	Κωνσταντίνος	Τριαντάφυλλος	
1948	4	Λοΐζος	Αντώνιος	Ανδρέας	
	5	Παπαθανασόπουλος	Βασίλειος	Κωνσταντίνος	
	6	Φλωράς	Δημήτριος	Λάζαρος	
1949	7	Αγγελόπουλος	Ιωάννης	Κωνσταντίνος	
1950	8	Κουρεμέτης	Αντώνιος	Μιχαήλ	
	9	Παναγιωτουνάκος	Ευάγγελος	Δημήτριος	
1952	10	Νομικός	Πέτρος	Σπυρίδων	
	11	Σωτηριάδης	Μιχαήλ	Κοσμάς	
1953	12	Καλίνσκης	Αλέξανδρος	Ανδρέας	
1955	13	Αργυρόπουλος	Πραξιτέλης	Αχιλλεύς	
	14	Ιωαννίδης	Πέτρος	Ιωάννης	
	15	Σκοπετέας	Παρασκευάς	Σταύρος	
	16	Χατζηνικολής	Δημήτριος	Ιωάννης	
1956	17	Καρύδη	Ευφροσύνη	Γεώργιος	*Πρώτη γυναίκα Δρ
1957	18	Παπαδημητρίου	Κωνσταντίνος	Ανδρέας	
	19	Τριανταφυλλίδης	Σταύρος	Αλέξανδρος	
	20	Γκρός	Γεώργιος	Ροβέρτος	
	21	Χωραφάς	Νικόλαος	Δημήτριος	
1958	22	Τάσιος	Θεοδόσιος	Παναγιώτης	
1959	23	Κορωναίος	Νικόλαος	Γεώργιος	
1962	24	Μπιτσάκος	Λεωνίδας	Ιωάννης	
	25	Αγγελίδης	Σωκράτης	Μιχαήλ	
1963	26	Παπαδάκης	Κωνσταντίνος	Νικόλαος	
1964	27	Κορωναίος	Αιμίλιος	Γεώργιος	
	28	Κόμης	Δημόκριτος	Αντώνιος	
	29	Μαρκέτος	Ευάγγελος	Γεράσιμος	
1965	30	Φέρτης	Δημήτριος	Γεώργιος	
	31	Σχοινάς	Ανδρέας	Ηρακλής	
1966	32	Σπυρόπουλος	Παναγιώτης	Ιωάννης	
1967	33	Δελούκας	Σωτήριος	Αλέξανδρος	
	34	Νικολάου	Σταύρος	Νικόλαος	
	35	Θεριανός	Ανδρέας	Δημήτριος	
	36	Βάλβης	Περικλής-Γεώργιος	Ζαφείρης	

	37	Οικονόμου	Αρίσταρχος	Σπυρίδων	
1968	38	Παραθύρας	Κωνσταντίνος	Βασίλειος	
	39	Γαλιδάκης	Νικόλαος	Ιωάννης	
	40	Καρύδης	Παναγιώτης	Γρηγόριος	
1969	41	Οικονόμου	Χρήστος	Μιχαήλ	
	42	Αναγνωστόπουλος	Ανδρέας	Γεώργιος	
	43	Γκαβογιάννης	Παναγιώτης	Αθανάσιος	
	44	Μπαϊρακτάρης	Δημήτριος	Εμμανουήλ	
1970	45	Μήτπας	Ιωάννης	Δημήτριος	
	46	Χριστούλας	Δημήτριος	Γεώργιος	
1972	47	Elabd	Galal	Mohamed	
1971	48	Κουνάδης	Αντώνιος	Νικόλαος	
1972	49	Βαρκαράκης	Κωνσταντίνος	Ιωάννης	
	50	Συρμακέζης	Κωνσταντίνος	Αλβύζος	
	51	Βενέτης	Χρήστος	Αρης	
1973	52	Αθανασούλας	Χρήστος	Αλφέδρος	
	53	Δρέπας	Γρηγόριος	Χρήστος	
	54	Αντωνόπουλος	Ιωάννης	Ανδρέας	
1974	55	Κατσικαδέλης	Ιωάννης	Θεόδωρος	
	56	Αμπακούμκιν	Κωνσταντίνος	Γεώργιος	
1976	57	Σταθόπουλος	Σταμάτιος	Νικόλαος	
	58	Ανδριόλας	Δημήτριος	Βασίλειος	
	59	Lycurgus	Nicholaw	Charles	
	60	Βασιλείου	Γεώργιος	Χρήστος	
1977	61	Μιχάλτσος	Γεώργιος	Θεόδωρος	
	62	Ρουσόπουλος	Αλέξανδρος	Αθανάσιος	
1978	63	Παναγιωτουνάκος	Δημήτριος	Ευάγγελος	
	64	Γαλάνης	Ιωάννης	Βασίλειος	
1979	65	Δημητρίου	Ιωάννης	Δημήτριος	
	66	Λογοθέτης	Λεωνίδας	Αντώνιος	
1980	67	Πρασιανάκης	Ιωάννης	Νικόλαος	
	68	Μιμίκου	Μαρία	Αναστάσιος	
	69	Παπανικολάου	Γεώργιος	Χριστόφορος	
1981	70	Καζαντζάκης	Ιωάννης	Γεώργιος	
	71	Στεφανής	Κωνσταντίνος	Γεώργιος	
	72	Μηλιός	Ιωάννης	Γεώργιος	
1982	73	Κοεμτζόπουλος	Γεώργιος	Αγησίλαος	
	74	Τσουκαντάς	Σπυρίδων	Γεώργιος	
	75	Καραγιαννόπουλος	Νικόλαος	Γεώργιος	
1984	76	Κανελλαΐδης	Γεώργιος	Κωνσταντίνος	ΜΣΥ
	77	Παπαδόπουλος	Βασίλειος	Πάρης	Γεωτεχνικής
1985	78	Ερμόπουλος	Ιωάννης	Χαρίλαος	Δομοστατικής
	79	Γιαννόπουλος	Παναγιώτης	Χρήστος	ΥΠΥΘΕ
	80	Οικονόμου	Αντώνιος	Φώτης	Δομοστατικής
1986	81	Σταυρίδης	Λεωνίδας	Θεόδωρος	Δομοστατικής
	82	Βιντζηλαίου	Ελισάβετ	Νικόλαος	Δομοστατικής
	83	Σταθόπουλος	Αντώνιος	Γεώργιος	ΜΣΥ

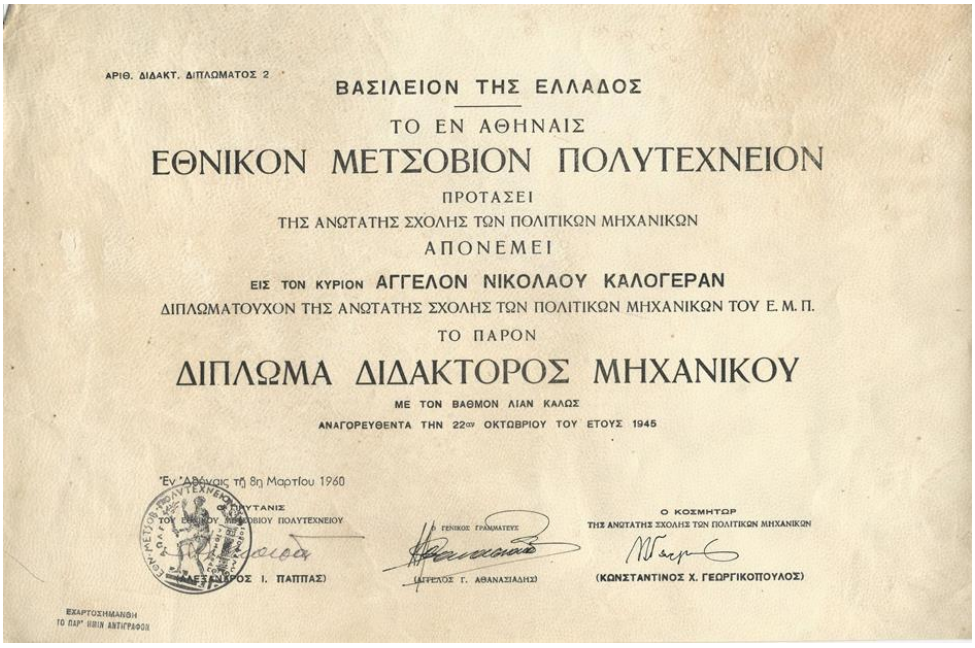
1988	84	Ιωαννίδης	Γεώργιος	Ιωάννης	Δομοστατικής
	85	Κατσαραγάκης	Ελισσαίος	Σταύρος	Δομοστατικής
	86	Κουτσογιάννης	Δημήτριος	Νικόλαος	ΥΠΥΘΕ
1989	87	Στάμου	Αναστάσιος	Ιωάννης	ΥΠΥΘΕ
	88	Βαμβακερίδου	Λυδία	Κωνσταντίνος	ΥΠΥΘΕ
1990	89	Νάνου	Αικατερίνη	Ιωάννης	ΥΠΥΘΕ
1991	90	Λιάκος	Σπυρίδων	Νικόλαος	ΥΠΥΘΕ
	91	Λαμπρόπουλος	Σέργιος	Λάμπρος	ΠΔΤΕ
	92	Σαπουντζάκης	Ευάγγελος	Ιωάννης	Δομοστατικής
	93	Χατζηθεοδώρου	Γεώργιος	Χρήστος	ΠΔΤΕ
1992	94	Αποστολόπουλος	Χαράλαμπος	Αργύρης	Γεωτεχνικής
	95	Νερατζάκη	Μαρία	Σπυρίδων	Δομοστατικής
	96	Κυπραίος	Νικηφόρος	Γεώργιος	ΥΠΥΘΕ
1993	97	Βασιλόπουλος	Ηλίας	Παύλος	ΥΠΥΘΕ
	98	Παναγούλια	Διονυσία	Γρηγόριος	ΥΠΥΘΕ
1995	99	Μπαλής	Αθανάσιος	Θεοχάρης	ΜΣΥ
1996	100	Lu	Yong Wang-Ying	Wang-Ying	Δομοστατικής
	101	Zhang	Guofeng	Renqiang	Δομοστατικής
	102	Μπαλτάς	Ευάγγελος	Αστερίου	ΥΠΥΘΕ
1997	103	Σοφιανόπουλος	Δημήτριος	Νικόλαος	Δομοστατικής
	104	Ziad A.S.	El-Taha	El-Okaili	ΠΔΤΕ
	105	Μαμάσης	Νικόλαος	Παναγιώτης	ΥΠΥΘΕ
	106	Μποσδογιάννη	Αγγελική	Δημήτριος	ΥΠΥΘΕ
	107	Μωρέτη	Μαρίνα-Ντορίνα-Μαρία	Λουδοβίκος-Κάρολος-Σπυρίδων	Δομοστατικής
1998	108	Μιχαηλίδης	Οδυσσέας	Φίλιππος	Γεωτεχνικής
	109	Ταϊγανίδης	Ιωάννης	Βασίλειος	ΜΣΥ
	110	Μπάκα	Αγγελική	Νικόλαος	Δομοστατικής
1999	111	Σοφοκλέους	Αρης	Ανδρέας	Δομοστατικής
	112	Παπαδημητρίου	Αχιλλέας	Γεώργιος	Γεωτεχνικής
	113	Παπαδόπουλος	Βησσαρίων	Σπυρίδων	Δομοστατικής
2000	114	Κανδύλας	Χρήστος	Βασίλειος	Δομοστατικής
	115	Τσομπανάκης	Ιωάννης	Εμμανουήλ	Δομοστατικής
	116	Χατζηκωνσταντίνου	Γεώργιος	Ιωάννης	ΥΠΥΘΕ
	117	Μουζάκης	Χαράλαμπος	Παναγιώτης	Δομοστατικής
	118	Αστερής	Παναγιώτης	Γεώργιος	Δομοστατικής
	119	Λαγαρός	Νικόλαος	Δημήτριος	Δομοστατικής
2002	120	Παπαντωνόπουλος	Κωνσταντίνος	Λουκάς	Δομοστατικής
	121	Ψαράκη-Καλουπτσίδη	Παρασκευή	Κωνσταντίνος	ΜΣΥ
2003	122	Σόκολης	Δημήτριος	Παναγιώτης	Δομοστατικής
	123	Νουτσόπουλος	Κωνσταντίνος	Γεώργιος	ΥΠΥΘΕ
	124	Χαρμπής	Δήμος	Χρήστος	Δομοστατικής
	125	Γιώτης	Αριστοφάνης	Ιωάννης	Δομοστατικής
	126	Αντωνίου	Ανδρέας	Αντώνης	Γεωτεχνικής
	127	Γερόλυμος	Νικόλαος	Άγγελος	Γεωτεχνικής
	128	Τσιάτας	Γεώργιος	Χρήστος	Δομοστατικής
2004	129	Τζανής	Κυριάκος	Αναστάσιος	ΥΠΥΘΕ
	130	Μπονατάκη	Ευαγγελία	Θεοχάρης	Δομοστατικής
	131	Μαντζιάρας	Ιωάννης	Δημήτριος	ΥΠΥΘΕ

	132	Δήμου	Χρήστος	Κωνσταντίνος	Δομοστατικής
	133	Φραγκάκης	Ιωάννης	Παναγιώτης	Δομοστατικής
	134	Τσέκερης	Θεόδωρος	Νικόλαος	ΜΣΥ
	135	Κωνσταντακόπουλος	Θεόδωρος	Γεώργιος	Δομοστατικής
2005	136	Στεφάνου	Γεώργιος	Σέργιος	Δομοστατικής
	137	Αβραάμ	Τάσος	Παναγιώτης	Δομοστατικής
	138	Αναστασόπουλος	Ιωάννης	Χρήστος	Γεωτεχνικής
	139	Εγγλέζος	Δημήτριος	Νικόλαος	Γεωτεχνικής
	140	Καλλαντζής	Αλέξανδρος	Χαράλαμπος	ΠΔΤΕ
	141	Κατσάκου	Μάρθα	Κωνσταντίνος	ΜΣΥ
	142	Κουρετζής	Γεώργιος	Παναγιώτης	Γεωτεχνικής
2006	143	Μουρούτης	Ζαχαρίας	Σπυρίδωνος	Δομοστατικής
	144	Τσομώκος	Αργύριος	Ιωάννης	Γεωτεχνικής
	145	Βλαχογιάννη	Ελένη	Ιωάννης	ΜΣΥ
	146	Βουγιούκας	Εμμανουήλ	Αριστείδης	Δομοστατικής
	147	Θώμος	Γεώργιος	Κωνσταντίνος	Δομοστατικής
	148	Φραγκιαδάκης	Μιχαήλ	Μαρίνος	Δομοστατικής
	149	Ανδριανόπουλος	Κωνσταντίνος	Ιωάννης	Γεωτεχνικής
	150	Κωτσοβός	Γεράσιμος	Μιχαήλ	Δομοστατικής
	151	Rabab	Jouni	Mohamad	ΜΣΥ
	152	Θανόπουλος	Παύλος	Σωτήριος	Δομοστατικής
	153	Σταματόπουλος	Γεώργιος	Νικόλαος	Δομοστατικής
2007	154	Λεμονής	Μηνάς	Ελευθέριος	Δομοστατικής
	155	Σαρόγλου	Χαράλαμπος	Ιορδάνης	Γεωτεχνικής
	156	Σπυρόπουλος	Ιωάννης	Ζήσης	Γεωτεχνικής
	157	Λυκίδης	Γεώργιος	Χρήστος	Δομοστατικής
	158	Μαρίνος	Βασίλειος	Παύλος	Γεωτεχνικής
	159	Ρεπαπής	Κωνσταντίνος	Χρήστος	Δομοστατικής
	160	Ψαρράς	Λεμονής	Δημήτριος	Δομοστατικής
	161	Πνευματικός	Νικόλαος	Γρηγόριος	Δομοστατικής
	162	Μώκος	Βασίλειος	Γεώργιος	Δομοστατικής
	163	Γιαννακού	Αμαλία	Κωνσταντίνος	Γεωτεχνικής
2008	164	Ευστρατιάδης	Ανδρέας	Ευστράτιος	ΥΠΠΕΡ
	165	Δρόσος	Βασίλειος	Αθανάσιος	Γεωτεχνικής
	166	Πετρουτσάτου	Κλεοπάτρα	Δημήτριος	ΠΔΤΕ
	167	Χαρωνίτης	Γεώργιος	Μιχαήλ	ΜΣΥ
	168	Μπελόκας	Γεώργιος	Απόστολος	Γεωτεχνικής
2009	169	Βαλσαμής	Αλέξανδρος	Ιωάννης	Γεωτεχνικής
	170	Ταφλαμπάς	Ιωάννης	Μενέλαος	Δομοστατικής
	171	Ανδρέου	Παναγιώτης	Σταύρος	Γεωτεχνικής
	172	Γαβαλάκη	Ευγενία	Απόστολος	ΥΠΠΕΡ
	173	Παπακωνσταντής	Ηλίας	Γεώργιος	ΥΠΠΕΡ
	174	Πλατή	Χριστίνα	Σπυρίδων	ΜΣΥ
	175	Χαραλαμπάκης	Αριστοτέλης	Ευστράτιος	Δομοστατικής
	176	Ντουρακόπουλος	Ιωάννης	Ανδρέας	Δομοστατικής
	177	Πλεύρης	Ευάγγελος	Εμμανουήλ	Δομοστατικής
	178	Σπιθάκης	Μύρωνας	Ευάγγελος	Δομοστατικής

	179	Μαλαμής	Συμεών-Αλέξανδρος	Φοίβος	ΥΠΠΕΡ
	180	Κουρκουλής	Ράλλης	Στέφανος	Γεωτεχνικής
	181	Κεπαπτσόγλου	Κωνσταντίνος	Λάζαρος	ΜΣΥ
2010	182	Μαρινέλλη	Αικατερίνη	Κυριάκος	Δομοστατικής
	183	Παπαδημητρίου	Ελεονώρα	Δημήτριος	ΜΣΥ
	184	Ρόζος	Ευάγγελος	Κωνσταντίνος	ΥΠΠΕΡ
	185	Καραμήτρος	Δημήτριος	Κωνσταντίνος	Γεωτεχνικής
	186	Δημητρίου	Λουκάς	Ιωάννης	ΜΣΥ
	187	Παπαχρηστίδης	Αριστείδης	Γεώργιος	Δομοστατικής
	188	Παπαβασιλείου	Βασίλειος	Χριστόφορος	ΜΣΥ
	189	Παναγιωτάκης	Ηρακλής	Λεωνίδας	ΥΠΠΕΡ
	190	Φωτεινόπουλος	Παναγιώτης	Γεώργιος	ΥΠΠΕΡ
2011	191	Γελαγώτη	Φανή	Μιχάλης	Γεωτεχνικής
	192	Μαρνέρη	Ματίνα	Νικόλαος	ΥΠΠΕΡ
	193	Παπαγεωργίου	Αθανάσιος	Βασίλειος	Δομοστατικής
	194	Παναγόπουλος	Ιωάννης	Νικόλαος	ΥΠΠΕΡ
	195	Χριστοφόρου	Ζωή	Δημήτριος	ΜΣΥ
	196	Αδάμη	Χρυσή-Ελπίδα	Νικόλαος	Δομοστατικής
	197	Μαγείρου	Γεώργιος	Ευάγγελος	Δομοστατικής
	198	Μάρκου	Γεώργιος	Ανδρέας	Δομοστατικής
	199	Τριανταφύλλου	Σάββας	Παύλος	Δομοστατικής
	200	Καρυδάκης	Φαίδωνας	Σόλων	Δομοστατικής
	201	Μητροπούλου	Χαρίκλεια	Χαράλαμπος	Δομοστατικής
	202	Καράπιπα	Λουτσία	Δημήτριος	Δομοστατικής
	203	Μπαμπούσκος	Νικόλαος	Γεώργιος	Δομοστατικής
	204	Μπάτσος	Δημήτριος	Βασίλειος	Δομοστατικής
	205	Βασιλοπούλου	Ισαβέλλα	Γρηγόριος	Δομοστατικής
2012	206	Φωτόπουλος	Φώτης	Σταύρος	ΥΠΠΕΡ
	207	Σπανουδάκη	Αικατερίνη	Εμμανουήλ	ΥΠΠΕΡ
	208	Φορτσάκης	Πέτρος	Ιωάννης	Γεωτεχνικής
	209	Γαρίνη	Ευαγγελία	Κωνσταντίνος	Γεωτεχνικής
	210	Σταθάτος	Αλέξανδρος	Παύλος	Δομοστατικής
	211	Δαμικούκα	Ιωάννα	Παναγιώτης	ΥΠΠΕΡ
	212	Δημόπουλος	Χριστόφορος	Αθανάσιος	Δομοστατικής
	213	Μπάκας	Νικόλαος	Παναγιώτης	Δομοστατικής
	214	Προυντζόπουλος	Γεώργιος	Κωνσταντίνος	Γεωτεχνικής
	215	Φραγκάκης	Νικόλαος	Παναγιώτης	ΠΔΤΕ
	216	Βενέτης	Ιωάννης	Κωνσταντίνος	Δομοστατικής
	217	Κωτσοβού	Γρηγορία	Μιχαήλ	Δομοστατικής
	218	Χαλούλος	Ιωάννης	Κωνσταντίνος	Γεωτεχνικής
2013	219	Αδαμάκος	Θεόδωρος	Παναγιώτης	Δομοστατικής
	220	Κάρλος	Βασίλειος	Ηλίας	Δομοστατικής
	221	Μαρινέλλη	Μαρίνα	Κυριάκος	ΠΔΤΕ
2014	222	Βογιατζάκη	Ηλίτσα	Λεωνίδας	Δομοστατικής
	223	Τσίπηρας	Βασίλειος	Ιωάννης	Δομοστατικής
	224	Βαρτζιώτης	Δημήτριος	Πέτρος	Δομοστατικής
	225	Γιαντσή	Θεοδώρα	Ευστράτιος	ΥΠΠΕΡ
	226	Γιώτης	Γεώργιος	Στέφανος	ΜΣΥ

	227	Καλοχαιρέτης	Κωνσταντίνος	Ελευθέριος	Δομοστατικής
	228	Κρεμμύδα	Γεωργία	Δημήτριος	Δομοστατικής
	229	Μηλιώτη	Χριστίνα	Παναγιώτης	ΜΣΥ
	230	Πνευματικού	Αναστασία	Μάρκος	ΜΣΥ
	231	Παπαλεξίου	Σίμωνας-Μιχαήλ	Δημήτριος	ΥΠΠΕΡ
	232	Γιαλαμά	Τατιάνα-Ιωάννα	Ιωάννης	ΜΣΥ
	233	Γιοβάνης	Δημήτριος	Γεώργιος	Δομοστατικής
	234	Δημητριάδη	Βασιλική	Ελευθέριος	Γεωτεχνικής
	235	Καλός	Αλέξανδρος	Νικόλαος	Γεωτεχνικής
	236	Παλιεράκη	Βασιλική	Απόστολος	Δομοστατικής
	237	Γιαννακός	Σπυρίδων	Κωνσταντίνος	Γεωτεχνικής
	238	Ζαφειράκος	Αθανάσιος	Σαράντης	Γεωτεχνικής
	239	Αποστόλου	Μάριος	Ευάγγελος	Γεωτεχνικής
	240	Γεωργιουδάκης	Εμμανουήλ	Στάματιος	Δομοστατικής
	241	Καραταράκης	Αλέξανδρος	Εμμανουήλ	Δομοστατικής
	242	Κωνσταντίνου	Μαρία	Κώστα	Γεωτεχνικής
	243	Σφήκας	Ιωάννης	Πέτρος	Δομοστατικής
	244	Ζαχαρενάκη	Αθανασία	Εμμανουήλ	Δομοστατικής
	245	Σταυρουλάκης	Γεώργιος	Μιχαήλ	Δομοστατικής
	246	Καμπίτσης	Ανδρέας	Ευάγγελος	Δομοστατικής
2015	247	Μέτσης	Παναγιώτης	Ιωάννης	Δομοστατικής
	248	Σάββας	Δημήτριος	Νικηφόρος	Δομοστατικής
	249	Στάθη	Χρυσάνθη	Γεώργιος	Δομοστατικής
	250	Χονδρός	Μιχαήλ	Κυριάκος	ΥΠΠΕΡ
	251	Μανωλά	Μαρίνα- Μυρτώ	Στυλιανός	Δομοστατικής
	252	Μανιατάκης	Χαρίλαος	Αντώνιος	Δομοστατικής
	253	Παναγιώτου	Κων/νος	Δημήτριος	Δομοστατικής
	254	Abdelmegeed	Mohamed	Mostafa	Δομοστατικής
	255	Λώλη	Μαριάννα	Δημητράκ	Γεωτεχνικής
	256	Παπαντωνίου	Παναγιώτης	Γεώργιος	ΜΣΥ
	257	Θεοφιλάτος	Αθανάσιος - Ιωάννης	Θωμάς	ΜΣΥ
	258	Μερτζάνης	Φώτης	Σταύρος	ΜΣΥ
	259	Νικηφοράκης	Ιωάννης	Κων/νος	ΥΠΠΕΡ
	260	Τασιοπούλου	Παναγιώτα	Ανδρέας	Γεωτεχνικής
	261	Τύραλης	Χρήστος	Βασίλειος	ΥΠΠΕΡ
2016	262	Κόκκινος	Οδυσσέας	Απόστολος	Δομοστατικής
	263	Μαρκόνης	Ιωάννης	Νικόλαος	ΥΠΠΕΡ
	264	Κοσσίδα	Μαγδαληνή	Παναγιώτης	ΥΠΠΕΡ
	265	Κουτίβα	Ιφιγένεια	Νικόλαος	ΥΠΠΕΡ
	266	Πιερή	Στέλλα - Παναγιώτα	Κωνσταντίνος	Δομοστατικής
	267	Δίκαρος	Ιωάννης	Χαράλαμπος	Δομοστατικής
	268	Μπαρδάνης	Μιχαήλ	Εμμανουήλ	Γεωτεχνικής
	269	Αστερίου	Παύλος	Ιωάννης	Γεωτεχνικής
	270	Μαραβάς	Αλέξανδρος - Παναγιώτης	Κωνσταντίνος	ΠΔΤΕ
	271	Πάνας	Αντώνιος	Θεόδωρος	ΠΔΤΕ
	272	Γεωργούλη	Κωνσταντίνα	Γεώργιος	ΜΣΥ

	273	Σιταρένιος	Παναγιώτης	Χρήστος	Γεωτεχνικής
	274	Παύλου	Δημοσθένης	Ηλίας	ΜΣΥ
	275	Μελισσιανός	Βασίλειος	Ελευθέριος	Δομοστατικής
	276	Δούγκα	Γεωργία	Αναστάσιος	Δομοστατικής
	277	Κλωνάρης	Γεώργιος	Θεόδωρος	ΥΠΠΕΡ
2017	278	Γεωργίου	Παναγιώτης	Βασίλειος	ΜΣΥ
	279	Μεταλληνός	Αναστάσιος	Σπυρίδων	ΥΠΠΕΡ
	280	Δημακογιάννη	Δανάη	Ιωάννης	Δομοστατικής
	281	Παγώνη	Ιωάννα	Παναγιώτης	ΜΣΥ
	282	Γκιμούσης	Ηλίας	Αθανάσιος	Δομοστατικής
	283	Κανδρής	Κυριάκος	Κωνσταντίνος	Γεωτεχνικής
	284	Τσάτσης	Αγγελος	Κωνσταντίνος	Γεωτεχνικής
	285	Τσιάπας	Ιωάννης	Ζήκος	Γεωτεχνικής
	286	Μανιταράς	Θεόφιλος - Ιωάννης	Δημήτριος	Δομοστατικής
	287	Τσιππσής	Ιωάννης	Νικόλαος	Δομοστατικής
	288	Γκιοτσαλίτης	Κωνσταντίνος	Εμμανουήλ	ΜΣΥ
	289	Μπαρμπουνάκης	Εμμανουήλ	Νικόλαος	ΜΣΥ
	290	Τζιβάκος	Κωνσταντίνος	Πέτρος	Γεωτεχνικής
	291	Χριστίδης	Κωνσταντίνος	Ιωάννης	Δομοστατικής
	292	Δημητριάδης	Παναγιώτης	Γεώργιος	ΥΠΠΕΡ
	293	Στεργιοπούλου	Άλκηστις	Βασίλειος	ΥΠΠΕΡ



ΑΡΙΘ. ΔΙΔΑΚΤ. ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ 2

ΒΑΣΙΛΕΙΟΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΤΟ ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ

ΕΘΝΙΚΟΝ ΜΕΤΣΟΒΙΟΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΝ

ΠΡΟΤΑΣΕΙ

ΤΗΣ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΑΠΟΝΕΜΕΙ

ΕΙΣ ΤΟΝ ΚΥΡΙΟΝ ΑΓΓΕΛΟΝ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΚΑΛΟΓΕΡΑΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΟΝ ΤΗΣ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΥ Ε. Μ. Π.

ΤΟ ΠΑΡΟΝ

ΔΙΠΛΩΜΑ ΔΙΔΑΚΤΟΡΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

ΜΕ ΤΟΝ ΒΑΘΜΟΝ ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ

ΑΝΑΓΟΡΕΥΘΕΝΤΑ ΤΗΝ 22ΑΝ ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 1945

Ἐν Ἀθήναις τῇ 8ῃ Μαρτίου 1960

Ο ΠΡΥΤΑΝΙΣ
ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΜΕΤΣΟΒΙΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ

(ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ Ι. ΠΑΠΠΑΣ)

ΓΕΝΙΚΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΥΣ

(ΑΓΓΕΛΟΣ Γ. ΑΘΑΝΑΣΙΑΔΗΣ)

Ο ΚΟΣΜΗΤΩΡ
ΤΗΣ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΤΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

(ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Χ. ΓΕΩΡΓΙΚΟΠΟΥΛΟΣ)

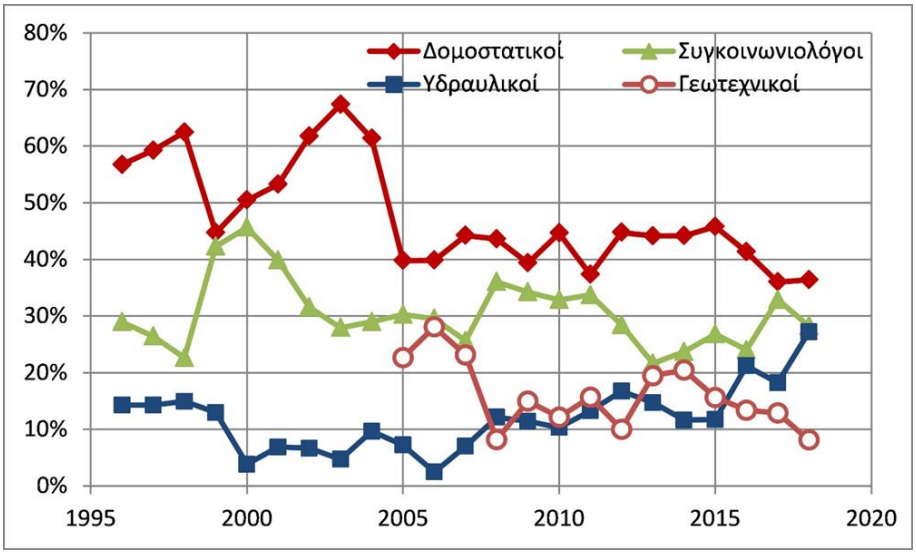
ΕΞΑΡΤΟΣΗΜΑΝΘΗ
ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΙΔΙΟΝ ΑΝΤΙΓΡΑΦΟΝ

Το πρώτο διδακτορικό δίπλωμα της Σχολής

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7: ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

Αναγράφεται ο αριθμός των φοιτητών του εβδόμου εξαμήνου που επέλεξαν την αντίστοιχη κατεύθυνση σε κάθε ακαδημαϊκό έτος.

	Δομοστατικοί	Υδραυλικοί	Συγκοινωνιολόγοι	Γεωτεχνικοί	Σύνολο
1995-96	143	36	73	0	252
1996-97	112	27	50	0	189
1997-98	138	33	50	0	221
1998-99	93	27	88	0	208
1999-00	105	8	95	0	208
2000-01	139	18	104	0	261
2001-02	176	19	90	0	285
2002-03	200	14	83	0	297
2003-04	197	31	93	0	321
2004-05	121	22	92	69	304
2005-06	112	7	83	79	281
2006-07	107	17	62	56	242
2007-08	133	37	110	25	305
2008-09	100	29	87	38	254
2009-10	121	28	89	33	271
2010-11	93	33	84	39	249
2011-12	107	40	68	24	239
2012-13	102	34	50	45	231
2013-14	110	29	59	51	249
2014-15	82	21	48	28	179
2015-16	74	38	43	24	179
2016-17	81	41	74	29	225
2017-18	103	77	80	23	283


80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
1995
2000
2005
2010
2015
2020
Δομοστατικοί
Συγκοινωνιολόγοι
Υδραυλικοί
Γεωτεχνικοί