



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**«Επιμέτρηση εργασιών αποκατάστασης και ενίσχυσης φέροντος οργανισμού
κτηρίων»**

ΓΚΟΤΣΟΠΟΥΛΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ - ΜΑΡΙΑ

A.M:166105

Επιβλέπων Καθηγητής Α: Κος Κωνσταντίνος Τσαγκαράκης

Επιβλέπων Καθηγητής Β': Κος Κωνσταντίνος Δημάκος

Πάτρα, Φεβρουάριος 2026

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας, συγγραφέα-δημιουργού, Κωνσταντίνας-Μαρίας Γκοτσοπούλου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης η συγγραφέας - δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα – δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα – δημιουργού. Ο συγγραφέας – δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

«Η ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας σηματοδοτεί το τέλος ενός απαιτητικού ακαδημαϊκού κύκλου και αποτελεί το επιστέγασμα μιας διαδρομής γεμάτης γνώση και προκλήσεις.

Ευχαριστώ από καρδιάς τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Τσαγκαράκη Κωνσταντίνο, για την άψογη συνεργασία. Η επιστημονική του επάρκεια και, κυρίως, η ανθρώπινη προσέγγισή του, μου έδωσαν τον χώρο να αυτενεργήσω, ενώ οι συμβουλές του ήταν πάντα το σταθερό σημείο αναφοράς στις δύσκολες στιγμές της έρευνας.

Η προσπάθεια αυτή δεν θα είχε ευοδωθεί χωρίς την αμέριστη συμπαράσταση της οικογένειάς μου. Οφείλω ένα μεγάλο "ευχαριστώ" στους γονείς μου, Ηλία και Μαρία Γκοτσοπούλου, καθώς και στον αδελφό μου, Θεόδωρο Γκοτσόπουλο. Αποτελούν διαχρονικά το δίχτυ ασφαλείας μου και, με τη σιωπηλή αλλά ουσιαστική στήριξή τους, μου επέτρεψαν να αφοσιωθώ απρόσκοπτα στη μελέτη μου.

Τέλος, ιδιαίτερη θέση στην καρδιά μου κατέχει ο μικρός μου ανιψιός, Ηλία Ραφαήλ, που υπήρξε ο πιο γλυκός, σιωπηλός «συνεργάτης» μου: όσο εγώ πάλευα με τις λέξεις στην οθόνη, εκείνος γέμιζε το χαρτί με χρώματα δίπλα μου, κάνοντας τη διαδικασία της συγγραφής λιγότερο μοναχική και σίγουρα πιο φωτεινή.

Περιεχόμενα	
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
Περίληψη	8
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ, ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ...	11
1. Εισαγωγή.....	11
1.1 Αντικείμενο της ΜΔΕ	12
1.2 Μεθοδολογία Ανάλυσης	12
1.3 Δομή της Εργασίας.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ, ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	15
2.1 Βασικές Αρχές Παθολογίας Οπλισμένου σκυροδέματος	15
2.1.1 Φυσικοχημική Φθορά: Διάβρωση και Ενανθράκωση Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
2.1.2 Μηχανικές Βλάβες: Σεισμική Καταπόνηση	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.2 Κανονιστικό Πλαίσιο Επεμβάσεων στην Ελλάδα	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.2.1 Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και Ευρωκώδικες.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.2.2 Πλαίσιο Τιμολόγησης: ΑΤΟΕ και Νέα Ενιαία Τιμολόγια (NET)	18
2.3 Θεσμικό και Νομοθετικό Πλαίσιο Επιμέτρησης και Κοστολόγησης.....	19
2.3.1 Ο Νόμος 4412/2016 για τις Δημόσιες Συμβάσεις Έργων	19
2.3.2 Συστήματα Τιμολόγησης: NET και ΑΤΟΕ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.3.3 Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ)	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2.3.4 Το Πλαίσιο στα Ιδιωτικά Έργα	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ	24
3.1 Επισκευές και Αποκαταστάσεις Διατομών ... Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
3.1.1 Ρητινενέσεις (Resin Injections)	24
3.1.2 Αποκατάσταση Διατομής με Επισκευαστικά Κονιάματα Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
3.3 Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα (Guniting)	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
3.3.1 Μέθοδοι Εφαρμογής (Ξηρά vs Υγρή)	28

3.3.2 Ιδιαιτερότητες ως προς την Επιμέτρηση: Το φαινόμενο της Ανάκρουσης.. Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
3.4 Σύνθετα Υλικά (FRPs) και Επικολλώμενα Ελάσματα.....	30
3.4.1 Ινοπλισμένα Πολυμερή (FRPs)	31
3.4.2 Επικολλώμενα Χαλύβδινα Ελάσματα	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΦΑΝΩΝ ΒΛΑΒΩΝ	35
4.1 Μεθοδολογία επιμέτρησης και διαχείριση κόστους	35
4.1.1 Γενικές Αρχές Επιμέτρησης Έργων Ενίσχυσης	35
4.1.2 Η Διάκριση Προμέτρησης και Τελικής Επιμέτρησης	35
4.1.3 Η Σημασία της Γεωμετρικής Αποτύπωσης και των As-Built Σχεδίων	37
4.2 Διαχείριση Αφανών Εργασιών.....	37
4.2.1 Κατηγοριοποίηση Αφανών Εργασιών στις Ενισχύσεις.....	38
4.2.2 Πρωτόκολλα Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ) και Τεκμηρίωση	38
4.3 Ειδική Μεθοδολογία Επιμέτρησης ανά Εργασία.....	39
4.3.1 Επιμέτρηση Μανδύων Σκυροδέματος.....	40
4.3.2 Επιμέτρηση Οπλισμού και Βλήτρων.....	41
4.3.3 Επιμέτρηση Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος (Gunitite).....	42
4.3.4 Επιμέτρηση Ινοπλισμένων Πολυμερών (FRPs)	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΑΠΟΘΗΚΕΣ Α.Σ.Ο. ΠΑΤΡΩΝ	44
5.1 Αποκατάσταση και Επανάχρηση του Συγκροτήματος Αποθηκών Α.Σ.Ο. Πατρών. Εισαγωγή και Κριτήρια Επιλογής.....	44
5.2 Περιγραφή Υφιστάμενης Κατάστασης και Φέροντος Οργανισμού	44
5.3 Περιγραφή Προτεινόμενων Επεμβάσεων και Αντιστοίχιση με Άρθρα Τιμολογίου (NET)	45
5.3.1 Ενίσχυση με Μανδύες Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος (Gunitite)	45
5.3.2 Οπλισμοί και Αγκυρώσεις (Βλήτρα).....	46
5.3.3 Ενίσχυση με Σύνθετα Υλικά (FRPs)	47
5.3.4 Εργασίες Αποκατάστασης και Εξυγίανσης	47
5.4 Συγκριτική Ανάλυση Ποσοτήτων και Αποκλίσεων βάσει Εγκεκριμένων Τιμολογίων.....	48
5.5 Ανάλυση Αποκλίσεων και Συσχέτιση με τα Άρθρα Τιμολογίου..... Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
5.5.1 Καθαιρέσεις και Εξυγίανση (Άρθρο ΟΙΚ-22.04).....	50
5.5.2 Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα - Gunitite (Σχετ. Άρθρο ΟΙΚ-32)	51

5.5.3 Ρητινενέσεις (Άρθρο ΟΙΚ-32.22).....	52
5.5.4 Σύνθετα Υλικά - FRP (Νέα Τιμή)	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ	
.....	53
6.1 Εισαγωγή.....	54
6.2 Αναλυτικά Συμπεράσματα ανά Κατηγορία Εργασιών (βάσει Ν.Ε.Τ.).....	54
6.2.1 Η Ανεπάρκεια του Άρθρου ΟΙΚ-22.04 στις Εξυγιάνσεις	54
6.2.2 Η Γεωμετρική Σύμβαση του Άρθρου ΟΙΚ-32.01 στο Guniting.....	54
6.2.3 Το Ρίσκο της Μονάδας Μέτρησης στο Άρθρο ΟΙΚ-32.22 (Ρητινενέσεις)	55
6.2.4 Το Κενό Νομοθεσίας για τα Σύνθετα Υλικά (FRPs)	56
6.3 Προτάσεις για την Αναθεώρηση των Διαδικασιών	56
6.4 Επίλογος.....	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1: Τυπική βλάβη διάβρωσης οπλισμού	17
Εικόνα 2: Αποκατάσταση ρωγμής με έγχυση εποξειδικής ρητίνης υπο πίεση	26
Εικόνα 3: Σφράγιση ρωγμών και τοποθέτηση ακροφύσιων.....	26
Εικόνα 4: Αποκατάσταση σκυροδέματος με επισκευαστικό κονίαμα	28
Εικόνα 5: Εφαρμογή Εκτοξευόμενου σκυροδέματος (gunite)	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
Εικόνα 6: Εφαρμογή FRP	33

Περίληψη

Το υφιστάμενο κτηριακό απόθεμα της Ελλάδας, στην πλειονότητά του, αποτελείται από κατασκευές που μελετήθηκαν και υλοποιήθηκαν βάσει παλαιότερων αντισεισμικών κανονισμών, με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν μειωμένη ανθεκτικότητα έναντι των σύγχρονων απαιτήσεων ασφαλείας. Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά σε βάθος τη μεθοδολογία επιμέτρησης των εργασιών ενίσχυσης και αποκατάστασης του φέροντος οργανισμού, μια διαδικασία που χαρακτηρίζεται από εξαιρετική πολυπλοκότητα και σημαντικές ιδιαιτερότητες σε σύγκριση με τις συμβατικές νέες κατασκευές.

Κεντρικός σκοπός της εργασίας είναι η αναλυτική προσέγγιση του ποσοτικού προσδιορισμού των υλικών και των εξειδικευμένων εργασιών που απαιτούνται για τη δομητική αναβάθμιση στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος και λιθοδομής. Στο πλαίσιο αυτό, εξετάζονται διεξοδικά οι σύγχρονες τεχνικές επεμβάσεων, όπως η κατασκευή μανδυνών οπλισμένου σκυροδέματος, η εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος (gunite), οι ρητινενέσεις για τη συγκόλληση ρωγμών και η χρήση σύνθετων υλικών (FRPs). Η προσέγγιση γίνεται υπό το πρίσμα του ισχύοντος κανονιστικού πλαισίου (ΚΑΝ.ΕΠΕ., Ευρωκώδικες) και σε άμεση συσχέτιση με τα Νέα Ενιαία Τιμολόγια (Ν.Ε.Τ.) Οικοδομικών Εργασιών του Υπουργείου Υποδομών & Μεταφορών.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη διαχείριση των «αφανών εργασιών», οι οποίες αποτελούν την κύρια πηγή αβεβαιότητας στα έργα ενίσχυσης. Η εργασία αναλύει πώς οι εργασίες καθαίρεσης, εξυγίανσης του οπλισμού και προετοιμασίας των υποστρωμάτων οδηγούν συχνά σε απρόβλεπτες αυξήσεις του κόστους και αποκλίσεις στο χρονοδιάγραμμα, καθώς η πραγματική έκταση των βλαβών αποκαλύπτεται πλήρως μόνο κατά τη φάση της κατασκευής. Μέσα από τη μελέτη περίπτωσης του βιομηχανικού συγκροτήματος των Αποθηκών του Α.Σ.Ο. Πατρών, τεκμηριώνεται η ανάγκη για αυστηρή σύνταξη Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών (Π.Α.Ε.) και ψηφιακή καταγραφή των δεδομένων πεδίου.

Συμπερασματικά, η εργασία καταδεικνύει ότι η ακριβής και συστηματική επιμέτρηση, βασισμένη σε ρεαλιστικά άρθρα τιμολογίου και λεπτομερείς προμετρήσεις, δεν αποτελεί απλώς μια λογιστική υποχρέωση, αλλά ένα θεμελιώδες εργαλείο για τον τεχνικοοικονομικό έλεγχο και την ποιοτική διασφάλιση των έργων. Προτείνεται η αναθεώρηση ορισμένων άρθρων των Ν.Ε.Τ. και η θεσμοθέτηση ειδικών συντελεστών αβεβαιότητας, ώστε να εξορθολογιστεί η διαχείριση των δημοσίων και ιδιωτικών έργων αποκατάστασης, διασφαλίζοντας τη βιωσιμότητα των επεμβάσεων και την προστασία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς.

Λέξεις-Κλειδιά: Επιμέτρηση, Ενίσχυση Φέροντος Οργανισμού, Αποκατάσταση, Αφανείς Εργασίες, Κοστολόγηση, ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Abstract

The existing building stock in Greece is largely characterized by significant age and structural design based on obsolete seismic codes, rendered insufficient by modern safety standards. Consequently, the restoration and seismic retrofitting of load-bearing structures have become an imperative necessity within the domestic construction industry. This diploma thesis investigates the intricate methodology of quantity surveying (measurement and billing) for such specialized works, a process that presents unique peculiarities and substantially higher complexity compared to the standardized procedures of new-build constructions.

The primary objective of this study is to provide a comprehensive analysis of the quantifying methodology for materials and labor required in the repair and strengthening of reinforced concrete and masonry structural elements. Within this framework, modern intervention techniques—including reinforced concrete jackets, dry and wet-mix shotcrete (gunite), pressurized epoxy resin injections for crack repair, and Fiber Reinforced Polymers (FRPs)—are scrutinized. These techniques are evaluated under the rigorous requirements of the Greek Code for Structural Interventions (ΚΑΝ.ΕΠΕ) and the Eurocodes, while being directly correlated with the National Standard Works Price Lists (Ν.Ε.Τ.) of the Ministry of Infrastructure and Transport.

A critical focal point of the research is the management of "hidden works" (afaneis ergasies) and the inherent uncertainties arising during the demolition, hydro-blasting, and surface preparation phases. The thesis analyzes how factors such as variable carbonation depth and internal masonry voids frequently lead to significant cost overruns and schedule deviations, as the true extent of structural decay is often fully revealed only during the execution phase. Through the detailed case study of the "A.S.O. Patras" industrial warehouse complex, the study highlights the vital importance of drafting precise Protocols of Hidden Works and maintaining a continuous "as-built" documentation flow.

In conclusion, the thesis demonstrates that accurate and systematic measurement serves as a fundamental tool for rigorous cost control and high-level quality assurance in structural strengthening projects. The research findings suggest a necessary revision of certain standard billing articles and the institutionalization of specific "uncertainty factors" within preliminary budgets. Such measures would streamline the economic management of structural retrofitting, ensuring both the financial viability of the projects and the structural integrity of Greece's architectural and industrial heritage.

Keywords: Quantity Surveying, Structural Strengthening, Restoration, Hidden Works, Cost Estimation, KAN.EPE.

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

Ακρωνύμιο	Επεξήγηση
A.Π.Ε.	Ανακεφαλαιωτικός Πίνακας Εργασιών
A.T.O.Ε.	Αναλύσεις Τιμών Οικοδομικών Έργων
E.T.E.Π.	Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές
KAN.ΕΠΕ.	Κανονισμός Επεμβάσεων (σε κτήρια από οπλισμένο σκυρόδεμα)
N.E.T.	Νέα Ενιαία Τιμολόγια
O.A.Σ.Π.	Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας
Π.Α.Ε.	Πρωτόκολλο Αφανών Εργασιών
Π.Α.Φ.Ε.	Πρωτόκολλο Αφανών Εργασιών (εναλλακτική ονομασία)
Φ.Ε.Κ.	Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως
CFRP	Carbon Fiber Reinforced Polymers (Ινοπλισμένα Πολυμερή Άνθρακα)
FRP	Fiber Reinforced Polymers (Ινοπλισμένα Πολυμερή)
GFRP	Glass Fiber Reinforced Polymers (Ινοπλισμένα Πολυμερή Υάλου)
RC	Reinforced Concrete (Οπλισμένο Σκυρόδεμα)
EN	European Norm (Ευρωπαϊκό Πρότυπο / Ευρωκώδικας)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ, ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

1. Εισαγωγή

Η Ελλάδα αποτελεί μια από τις πλέον σεισμογενείς χώρες της Ευρώπης, γεγονός που καθιστά την αντισεισμική θωράκιση των κατασκευών ζήτημα υψίστης σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια και την οικονομία. Ωστόσο, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό του υφιστάμενου κτηριακού αποθέματος της χώρας έχει μελετηθεί και κατασκευαστεί υπό το καθεστώς παλαιότερων κανονιστικών διατάξεων (Β.Δ. 1959, ΝΕΑΚ 1985), οι οποίες υπολείπονται σημαντικά των απαιτήσεων των σύγχρονων προτύπων (ΕΑΚ, ΚΑΝ.ΕΠΕ, Ευρωκώδικες). Η παλαιότητα αυτών των κατασκευών, σε συνδυασμό με τη συσσωρευμένη φθορά των υλικών από περιβαλλοντικούς παράγοντες και την καταπόνηση από προγενέστερη σεισμική δραστηριότητα, καθιστά επιβεβλημένη την ανάγκη για εκτεταμένες εργασίες αποκατάστασης βλαβών και ενίσχυσης του φέροντος οργανισμού.

Στο πλαίσιο των τεχνικών έργων, η διαδικασία της επιμέτρησης —δηλαδή ο ακριβής ποσοτικός προσδιορισμός των εκτελεσθεισών εργασιών— αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για την ορθή κοστολόγηση, τον έλεγχο του προϋπολογισμού και την τελική παραλαβή του έργου. Ειδικότερα όμως στα έργα ενισχύσεων, η διαδικασία αυτή αποκτά ιδιαίτερη βαρύτητα και πολυπλοκότητα. Σε αντίθεση με τις νέες κατασκευές, όπου οι ποσότητες είναι εξαρχής γνωστές και σαφώς ορισμένες από τη μελέτη, στα έργα αποκατάστασης κυριαρχεί ο παράγοντας της αβεβαιότητας. Η ανάγκη καθαιρέσεων, η αποκάλυψη «αφανών» βλαβών και οι γεωμετρικές ασάφειες των υφιστάμενων στοιχείων απαιτούν μια δυναμική και εξειδικευμένη προσέγγιση στην καταμέτρηση των υλικών.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στην επιμέτρηση εργασιών αποκατάστασης και ενίσχυσης, εξετάζοντας τις ιδιαιτερότητες που παρουσιάζουν σύγχρονες τεχνικές όπως οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος, το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunite), οι ρητινενέσεις και τα ινοπλισμένα πολυμερή (FRPs). Αναλύεται η μεθοδολογία σύνταξης επιμετρήσεων βάσει της κείμενης νομοθεσίας και των εγκεκριμένων τιμολογίων, ενώ δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη διαχείριση των «αφανών εργασιών». Οι εργασίες αυτές, οι οποίες καλύπτονται άμεσα από επόμενες φάσεις κατασκευής, αποτελούν συχνά πηγή οικονομικών διενέξεων και τεχνικών αστοχιών, καθιστώντας τη σωστή τήρηση Πρωτοκόλλων και την τεκμηρίωση απαραίτητη προϋπόθεση για την επιτυχή ολοκλήρωση του έργου.

Σκοπός της εργασίας είναι να αναδείξει τη σημασία της ακριβούς επιμέτρησης ως εργαλείου ποιοτικού και οικονομικού ελέγχου, παρέχοντας έναν μεθοδολογικό οδηγό για μηχανικούς που καλούνται να διαχειριστούν τις προκλήσεις των επεμβάσεων σε υφιστάμενα κτήρια.

1.1 Αντικείμενο της Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Ενότητας

Κύριο αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η διεξοδική ανάλυση της μεθοδολογίας και των διαδικασιών επιμέτρησης τεχνικών έργων που αφορούν την αποκατάσταση και ενίσχυση του φέροντος οργανισμού υφιστάμενων κτηρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Συγκεκριμένα, η εργασία εστιάζει στον τρόπο ποσοτικού προσδιορισμού και ελέγχου των υλικών και εργασιών στις εξής βασικές κατηγορίες επεμβάσεων όπως οι *Εργασίες Αποκατάστασης Βλαβών*, οι οποίες περιλαμβάνουν την επιμέτρηση ρητινενέσεων για συγκόλληση ρωγμών, την αποκατάσταση διαβρωμένου οπλισμού και τη χρήση επισκευαστικών κονιαμάτων. Τις *Συμβατικές Μεθόδους Ενίσχυσης* όπου εξετάζεται η επιμέτρηση προσθήκης νέων στοιχείων σκυροδέματος, όπως οι μανδύες (jacketing) υποστλωμάτων και δοκών, καθώς και η εφαρμογή εκτοξευόμενου σκυροδέματος (gunite), εστιάζοντας στις ιδιαιτερότητες της γεωμετρικής τους αποτύπωσης. Και τέλος, οι *Σύγχρονες Μέθοδοι Ενίσχυσης* με τις οποίες αναλύεται ο τρόπος επιμέτρησης σύνθετων υλικών, όπως τα Ινοπλισμένα Πολυμερή (FRPs - ανθρακονήματα, υαλονήματα) και τα ελάσματα χάλυβα, όπου η ακρίβεια μέτρησης και η τήρηση των προδιαγραφών εφαρμογής είναι κρίσιμες λόγω του υψηλού κόστους των υλικών.

Παράλληλα, αντικείμενο μελέτης αποτελεί το κανονιστικό πλαίσιο που διέπει την κοστολόγηση των ανωτέρω εργασιών στην Ελλάδα (Αναλύσεις Τιμών Οικοδομικών Έργων - ΑΤΟΕ, Νέα Ενιαία Τιμολόγια - NET), καθώς και η διαδικασία σύνταξης και έγκρισης των Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών. Η εργασία εξετάζει πώς η μετάβαση από τα σχέδια της μελέτης (προμέτρηση) στην πραγματικότητα του εργοταξίου (τελική επιμέτρηση) επηρεάζει το τελικό οικονομικό και τεχνικό αποτέλεσμα του έργου.

1.2 Μεθοδολογία Ανάλυσης

Η μεθοδολογική προσέγγιση της παρούσας εργασίας υπερβαίνει την απλή περιγραφική καταγραφή των τυπικών διαδικασιών επιμέτρησης, εστιάζοντας στην εμβυθισμένη ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των παραγόντων που προκαλούν τις σημαντικές οικονομικές και χρονικές αποκλίσεις στα έργα δομητικής ενίσχυσης. Η έρευνα διαρθρώνεται σε τέσσερα αλληλένδετα και κλιμακούμενα στάδια, τα οποία συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο αξιολόγησης της διαχείρισης του κόστους σε υφιστάμενες κατασκευές, ξεκινώντας από την κριτική επισκόπηση του κανονιστικού πλαισίου και της βιβλιογραφίας. Στο στάδιο αυτό, πραγματοποιείται μια αναλυτική προσέγγιση του Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και των Ενιαίων Τιμολογίων (Ν.Ε.Τ. / Α.Τ.Ο.Ε.), η οποία ξεπερνά την απλή παράθεση διατάξεων και επικεντρώνεται στον εντοπισμό των «γκρίζων σημείων» και των νομοθετικών ελλείψεων. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην απουσία ειδικών άρθρων για τα σύγχρονα σύνθετα υλικά (FRPs) και στον τρόπο με τον οποίο αυτές οι ελλείψεις καλύπτονται στην εργοταξιακή πρακτική μέσω της σύνταξης Άρθρων Νέων Τιμών.

Στη συνέχεια, η μεθοδολογία προχωρά στην τεχνική ανάλυση και την κατηγοριοποίηση των αβεβαιοτήτων, αποδομώντας τις κυριότερες μεθόδους επέμβασης, όπως οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος, το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (**Gunite**) και οι ρητινενέσεις. Στόχος είναι ο προσδιορισμός των πηγών αβεβαιότητας (**Sources of Uncertainty**) μέσω της

διάκρισης των μετρήσιμων μεγεθών σε **Προσδιορισμένα (Deterministic)**, δηλαδή ποσότητες που προκύπτουν με ακρίβεια από τα γεωμετρικά σχέδια, και σε **Μεταβλητά (Variable)**. Τα τελευταία αφορούν μεγέθη που εξαρτώνται αποκλειστικά από την πραγματική κατάσταση του πεδίου, όπως το μεταβλητό βάθος ενανθράκωσης του σκυροδέματος, το πάχος εξομάλυνσης των επιφανειών και η απρόβλεπτη κατανάλωση ρητίνης σε εσωτερικές ρωγματώσεις της λιθοδομής.

Ακολουθώντας, η εργασία μεταβαίνει στη διαμόρφωση συγκεκριμένων προτάσεων για τη βελτίωση των διαδικασιών ελέγχου και την τυποποίηση της επιμέτρησης. Στο πλαίσιο αυτό, προτείνονται βέλτιστες πρακτικές για τη διαχείριση των αφανών εργασιών, οι οποίες περιλαμβάνουν τη δημιουργία πρότυπων «**Φύλλων Ελέγχου**» (**Checklists**) και εξειδικευμένων «**Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών**» (**Π.Α.Ε.**) για κάθε κατηγορία επέμβασης. Η προσέγγιση αυτή αποσκοπεί στη διασφάλιση της διαφάνειας, της ιχνηλασιμότητας των μετρήσεων και της μείωσης των τριβών μεταξύ της επίβλεψης και του αναδόχου κατά τη φάση πιστοποίησης των ποσοτήτων του έργου.

Η μεθοδολογία κορυφώνεται με τη συγκριτική αξιολόγηση μέσω της μελέτης περίπτωσης του βιομηχανικού συγκροτήματος των Αποθηκών του Α.Σ.Ο. Πατρών. Πραγματοποιείται λεπτομερής **Συγκριτική Ανάλυση (Comparative Analysis)** μεταξύ της Προμέτρησης, δηλαδή των ποσοτήτων βάσει της Στατικής Μελέτης Εφαρμογής, και της Τελικής Επιμέτρησης, η οποία περιλαμβάνει τις ποσότητες **As-Built** όπως αυτές καταμετρήθηκαν στο έργο. Μέσω του υπολογισμού των αποκλίσεων (**deviations**) και της διερεύνησης των αιτιών τους, όπως η αστοχία πρόβλεψης του βάθους καθαιρέσεων ή η ανάκρουση υλικού, εξάγονται τελικά συμπεράσματα για την οικονομική ευαισθησία (**cost sensitivity**) των έργων ενίσχυσης, προσφέροντας μια ρεαλιστική εικόνα της διαχείρισης του τελικού προϋπολογισμού σε σύνθετες δομητικές επεμβάσεις.

1.3 Δομή της Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία διαρθρώνεται σε έξι διακριτά κεφάλαια, ακολουθώντας μια πορεία από τη θεωρητική τεκμηρίωση προς την πρακτική εφαρμογή και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Στο **πρώτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται το γενικό πλαίσιο του προβλήματος, ορίζεται το αντικείμενο και ο σκοπός της έρευνας και περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ανάλυση του θέματος.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** αναλύεται το θεωρητικό και θεσμικό υπόβαθρο των επεμβάσεων. Αρχικά, γίνεται αναφορά στις βασικές αρχές παθολογίας του οπλισμένου σκυροδέματος και στους μηχανισμούς φθοράς που καθιστούν αναγκαία την ενίσχυση. Στη συνέχεια, εξετάζεται το ισχύον κανονιστικό πλαίσιο στην Ελλάδα, με έμφαση στον Κανονισμό Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και τον Ευρωκώδικα 8, καθώς και το πλαίσιο τιμολόγησης και δημοπράτησης των έργων (ΑΤΟΕ, ΝΕΤ) που διέπει τη σύνταξη των προϋπολογισμών.

Το **τρίτο κεφάλαιο** εστιάζει στην τεχνική περιγραφή των κυριότερων μεθόδων επέμβασης. Παρουσιάζονται αναλυτικά οι τεχνικές προδιαγραφές και οι απαιτήσεις υλοποίησης για συμβατικές μεθόδους, όπως οι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος και το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (gunite), καθώς και για σύγχρονες τεχνικές που χρησιμοποιούν σύνθετα υλικά (FRPs) και ρητινενέσεις. Στόχος του κεφαλαίου είναι η κατανόηση των υλικών που καλείται να επιμετρήσει ο μηχανικός.

Το **τέταρτο κεφάλαιο** αποτελεί τον πυρήνα της εργασίας, καθώς αναπτύσσεται η μεθοδολογία της επιμέτρησης. Εξειδικεύονται οι κανόνες υπολογισμού ποσοτήτων για κάθε κατηγορία εργασίας ξεχωριστά, λαμβάνοντας υπόψη τις γεωμετρικές ιδιαιτερότητες και τις αβεβαιότητες των υφιστάμενων κατασκευών. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στη διαχείριση και πιστοποίηση των «αφανών εργασιών», μέσω της παρουσίασης των απαραίτητων πρωτοκόλλων και διαδικασιών ελέγχου.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** πραγματοποιείται η πρακτική εφαρμογή των θεωρητικών δεδομένων μέσω [Μελέτης Περίπτωσης / Παραδειγμάτων Εφαρμογής]. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται η διαδικασία επιμέτρησης σε πραγματικές συνθήκες, συγκρίνονται τα δεδομένα της προμελέτης με τις τελικές επιμετρηθείσες ποσότητες και αναλύονται οι οικονομικές αποκλίσεις που προκύπτουν κατά την κατασκευή.

Τέλος, στο **έκτο κεφάλαιο** συνοψίζονται τα συμπεράσματα της έρευνας σχετικά με την κρισιμότητα της ακριβούς επιμέτρησης στα έργα ενισχύσεων και διατυπώνονται προτάσεις για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας και την ελαχιστοποίηση των οικονομικών ρίσκων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ, ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΙΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

2.1 Βασικές Αρχές Παθολογίας Οπλισμένου σκυροδέματος

Η παθολογία των κατασκευών αποτελεί τον επιστημονικό κλάδο που ασχολείται με τη συστηματική μελέτη των φθορών, τη διάγνωση των αιτιών που τις προκαλούν και την αξιολόγηση της επίδρασής τους στη δομική ακεραιότητα του κτηρίου. Η κατανόηση των μηχανισμών φθοράς είναι προαπαιτούμενο για την ορθή επιμέτρηση, καθώς το είδος και η έκταση της βλάβης καθορίζουν άμεσα την ποσότητα των απαιτούμενων υλικών αποκατάστασης.

Οι βλάβες στον φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα διακρίνονται κυρίως σε φυσικοχημικές (λόγω περιβάλλοντος και χρόνου) και μηχανικές (λόγω εξωτερικών φορτίσεων, κυρίως σεισμικών).

2.1.1 Φυσικοχημική Φθορά: Διάβρωση και Ενανθράκωση

Η μακροζωία των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα βασίζεται στην οργανική συμβίωση του χάλυβα και του τσιμεντοπολτού καθώς υπό κανονικές συνθήκες το υγρό των πόρων του σκυροδέματος παρουσιάζει εξαιρετικά υψηλή αλκαλικότητα με τιμές pH που κυμαίνονται μεταξύ 12.5 και 13.5 λόγω της παρουσίας υδροξειδίου του ασβεστίου και αλκαλικών υδροξειδίων που προκαλούν τον σχηματισμό ενός αδιαπέρατου νανοσκοπικού στρώματος οξειδίων του σιδήρου στην επιφάνεια του χάλυβα το οποίο είναι γνωστό ως στρώμα παθητικοποίησης και αναστέλλει αποτελεσματικά την ηλεκτροχημική διάβρωση όμως η κατάρρευση αυτής της προστασίας προκαλείται από δύο κύριους μηχανισμούς που είναι η ενανθράκωση και η προσβολή από χλωριόντα με την ενανθράκωση να αποτελεί μια διαδικασία εξουδετέρωσης της αλκαλικότητας που ξεκινά από την επιφάνεια του στοιχείου όταν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας διαχέεται μέσω του πορώδους του σκυροδέματος και παρουσία υγρασίας αντιδρά με το υδροξείδιο του ασβεστίου παράγοντας ανθρακικό ασβέστιο και μειώνοντας το pH σε τιμές κάτω του 9 με αποτέλεσμα μόλις το μέτωπο ενανθράκωσης προσεγγίσει τη ράβδο οπλισμού η παθητικοποίηση να καταστρέφεται ομοιόμορφα οδηγώντας σε γενικευμένη διάβρωση και σταδιακή μείωση της διατομής του χάλυβα.

Παράλληλα η προσβολή από χλωριόντα αποτελεί τον πλέον καταστροφικό μηχανισμό κυρίως σε παραθαλάσσιες κατασκευές καθώς τα ιόντα χλωρίου διεισδύουν στο σκυρόδεμα μέσω διάχυσης ή τριχοειδούς αναρρόφησης και όταν η συγκέντρωσή τους στην επιφάνεια του οπλισμού υπερβεί ένα κρίσιμο όριο το στρώμα παθητικοποίησης διασπάται τοπικά οδηγώντας στο φαινόμενο της τοπικής διάβρωσης τύπου pitting το οποίο είναι εξαιρετικά επικίνδυνο καθώς η απώλεια μάζας είναι εντοπισμένη και συχνά μη ορατή εξωτερικά προκαλώντας ψαθυρές αστοχίες χωρίς προειδοποίηση δεδομένου ότι η ηλεκτροχημική διαδικασία της διάβρωσης περιλαμβάνει μια ανοδική αντίδραση οξείδωσης του σιδήρου και μια καθοδική αντίδραση αναγωγής του οξυγόνου όπου τα παραγόμενα οξείδια του σιδήρου καταλαμβάνουν όγκο από δύο έως έξι φορές μεγαλύτερο από τον αρχικό χάλυβα ασκώντας ισχυρές εσωτερικές πιέσεις στην περιβάλλουσα μάζα του σκυροδέματος που υπερβαίνουν

την εφελκυστική του αντοχή και οδηγούν στη δημιουργία διαμηκών ρωγμών κατά μήκος των οπλισμών στη μείωση της συνάφειας μεταξύ χάλυβα και σκυροδέματος και τελικά στην πλήρη αποφλοίωση του σκυροδέματος επικάλυψης.

Η κατάσταση αυτή αφήνει τον οπλισμό εκτεθειμένο στις περιβαλλοντικές συνθήκες επιταχύνοντας εκθετικά τον ρυθμό φθοράς και υποβαθμίζοντας τη φέρουσα ικανότητα του στοιχείου έναντι κάμψης και διάτμησης γεγονός που καθιστά την επέμβαση ενίσχυσης επιβεβλημένη και μεταφράζεται άμεσα σε συγκεκριμένες επιμετρητικές μονάδες όπως τα τετραγωνικά μέτρα καθαίρεσης σαθρών στοιχείων το συνολικό μήκος σε τρέχοντα μέτρα των ράβδων που απαιτούν καθαρισμό και αντιδιαβρωτική προστασία τον όγκο των επισκευαστικών κονιαμάτων σε κυβικά μέτρα ή λίτρα για την επαναφορά της γεωμετρίας και το βάρος του νέου χάλυβα σε κιλά σε περιπτώσεις όπου η μείωση της διατομής απαιτεί την αναπλήρωση της χαμένης αντοχής μέσω προσθήκης νέου οπλισμού.

2.1.2 Μηχανικές Βλάβες: Σεισμική Καταπόνηση

Οι βλάβες που προκύπτουν από τη σεισμική δράση αποτελούν το αποτέλεσμα της επιβολής ανακυκλιζόμενων παραμορφώσεων στον φέροντα οργανισμό οι οποίες οδηγούν σε εντατικές καταστάσεις που υπερβαίνουν την αντοχή των υλικών και εκδηλώνονται μέσω χαρακτηριστικών ρηγματώσεων η μορφολογία των οποίων αποτελεί αψευδή μάρτυρα του είδους της καταπόνησης και της ανεπάρκειας του στοιχείου με τις καμπτικές ρωγμές να εμφανίζονται συνήθως κάθετα στον άξονα των δοκών ή των υποστυλωμάτων στις περιοχές όπου αναπτύσσονται οι μέγιστες ροπές κάμψης όπως στα άκρα ή στο μέσον του ανοίγματος υποδηλώνοντας την υπέρβαση της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος ή και τη διαρροή του διαμήκους οπλισμού ενώ αντίθετα οι διατμητικές ρωγμές (εικόνα 1) εκδηλώνονται ως λοξές ή χιαστί ρηγματώσεις στον κορμό των στοιχείων και θεωρούνται εξαιρετικά κρίσιμες καθώς υποδηλώνουν ψαθυρό μηχανισμό αστοχίας που απειλεί την ευστάθεια του κτηρίου απαιτώντας άμεση και δραστική αντιμετώπιση.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις βλάβες στους κόμβους δοκού-υποστυλώματος όπου η συγκέντρωση υψηλών διατμητικών τάσεων σε συνδυασμό με την ανεπάρκεια της περίσφιξης και των αγκυρώσεων οδηγεί σε αποδιοργάνωση του σκυροδέματος και σοβαρή απομείωση της δυσκαμψίας του φορέα γεγονός που καθιστά την ορθή αναγνώριση αυτών των βλαβών κατά τη φάση της αποτύπωσης καθοριστική για τον στρατηγικό σχεδιασμό της επέμβασης καθώς η διαφοροποίηση μεταξύ μιας απλής ρωγμής συρρίκνωσης και μιας δομικής διατμητικής βλάβης συνεπάγεται ριζικά διαφορετικές κοστολογήσεις που κυμαίνονται από το απλό σφράγισμα με ρητινενέσεις έως την κατασκευή σύνθετων μανδυνών οπλισμένου σκυροδέματος ή την εφαρμογή ινοπλισμένων πολυμερών.

Η επιμετρητική προσέγγιση αυτών των βλαβών βασίζεται στην ακριβή καταγραφή του εύρους και του βάθους των ρωγμών καθώς η πληρωμή των ρητινενέσεων γίνεται συνήθως ανά τρέχον μέτρο σφράγισης και ανά κιλό εγχυόμενης ρητίνης ενώ οι σοβαρότερες διατμητικές αστοχίες οδηγούν σε επιμετρήσεις επιφανειακών ενισχύσεων ή προσθήκης νέων μεταλλικών στοιχείων και οπλισμών περίσφιξης αναδεικνύοντας τη σημασία της λεπτομερούς προμέτρησης για την αποφυγή οικονομικών αποκλίσεων κατά την εκτέλεση του έργου δεδομένου ότι η πολυπλοκότητα των εργασιών σε υφιστάμενους κόμβους και η δυσχέρεια πρόσβασης αυξάνουν εκθετικά το κόστος της μονάδας εργασίας σε σχέση με τις συνήθεις κατασκευές.



Εικόνα 1: Τυπική βλάβη διάβρωσης οπλισμού. Διακρίνεται η πλήρης αποκόλληση της επικάλυψης, η οποία καθορίζει την επιφάνεια (m²) καθαίρεσης και τον όγκο (m³) του απαιτούμενου επισκευαστικού κονιάματος (Πηγή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Διάβρωση Οπλισμένου Σκυροδέματος)

2.2 Κανονιστικό Πλαίσιο Επεμβάσεων στην Ελλάδα

Η μελέτη και η κατασκευή έργων αποκατάστασης και ενίσχυσης στον ελλαδικό χώρο διέπεται από ένα σύνθετο και διττό κανονιστικό πλαίσιο το οποίο ορίζει αφενός τις αυστηρές τεχνικές προδιαγραφές ασφαλείας και σχεδιασμού και αφετέρου τις διοικητικές και οικονομικές διαδικασίες που καθορίζουν τον τρόπο τιμολόγησης και επιμέτρησης των εργασιών με κεντρικό πυλώνα του τεχνικού σκέλους τον **Κανονισμό Επεμβάσεων σε Υφιστάμενα Κτήρια (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)** ο οποίος αποτελεί το βασικό θεσμικό κείμενο για τον ανασχεδιασμό των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα εισάγοντας τη φιλοσοφία της αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας μέσω σταθμών επιτελεστικότητας και επιτρέποντας στον μηχανικό να επιλέξει τη βέλτιστη στρατηγική επέμβασης βάσει της ανάλυσης της υφιστάμενης παθολογίας και της αναμενόμενης σεισμικής συμπεριφοράς του φορέα ενώ παράλληλα το πλαίσιο αυτό συμπληρώνεται από τον **Ευρωκώδικα 8 (Μέρος 3)** ο οποίος παρέχει τις κατευθυντήριες γραμμές για την αποτίμηση και την ενίσχυση κτηρίων σε ευρωπαϊκό επίπεδο διασφαλίζοντας τη συμβατότητα των μεθόδων ανάλυσης με τα διεθνή επιστημονικά πρότυπα.

Στο διοικητικό και οικονομικό επίπεδο η εκτέλεση των έργων ενίσχυσης ρυθμίζεται από τον **Νόμο 4412/2016** που αφορά τις δημόσιες συμβάσεις έργων και προμηθειών καθορίζοντας τις διαδικασίες σύνταξης των Ανακεφαλαιωτικών Πινάκων Εργασιών (ΑΠΕ) και τη διαχείριση των προβλέπτων δαπανών που προκύπτουν σχεδόν νομοτελειακά στις επεμβάσεις λόγω της αποκάλυψης κρυφών ελαττωμάτων κατά τις καθαίρεσεις καθώς και από τα **Νέα Ενιαία Τιμολόγια Έργων Οικοδομικών και Πρασίνου** τα οποία παρέχουν τις τυποποιημένες περιγραφές και τις τιμές μονάδας για εξειδικευμένες εργασίες όπως οι ρητινενέσεις τα ινοπλισμένα πολυμερή και το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα υποχρεώνοντας τον μελετητή και τον επιβλέποντα μηχανικό να ακολουθούν συγκεκριμένες μεθόδους επιμέτρησης που βασίζονται στις **Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ)** οι οποίες ορίζουν με λεπτομέρεια τα απαιτούμενα υλικά τις περιβαλλοντικές συνθήκες εφαρμογής και τους ποιοτικούς ελέγχους που πρέπει να συνοδεύουν κάθε πιστοποίηση εργασίας διασφαλίζοντας έτσι τη διαφάνεια και την τεχνική αρτιότητα της κατασκευής σε συνδυασμό με τις διατάξεις του **Σχεδίου Ασφάλειας και Υγείας (ΣΑΥ)** και του **Φακέλου Ασφάλειας και Υγείας**

(ΦΑΥ) που είναι απαραίτητα για την προστασία του εργατικού δυναμικού σε περιβάλλοντα με αυξημένη επικινδυνότητα όπως είναι αυτά των ενισχύσεων υφιστάμενων κατασκευών.

Η σύγκλιση αυτών των δύο κατευθύνσεων του κανονιστικού πλαισίου είναι κρίσιμη για την επιτυχία του έργου καθώς μια τεχνικά άρτια μελέτη βάσει ΚΑΝ.ΕΠΕ. μπορεί να οδηγήσει σε οικονομική αποτυχία ή νομικές εμπλοκές εάν δεν συνοδεύεται από ορθή εφαρμογή των κανόνων επιμέτρησης και τιμολόγησης του δημόσιου λογιστικού ή των ιδιωτικών συμβάσεων αναδεικνύοντας την ανάγκη για έναν ολιστικό χειρισμό του αντικειμένου που να περιλαμβάνει τη συνεχή τεκμηρίωση μέσω Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών και τη χρήση σύγχρονων εργαλείων ψηφιακής καταγραφής για την ιχνηλασιμότητα των ποσοτήτων και τη διασφάλιση του τελικού κόστους εντός των προβλεπόμενων ορίων.

2.2.1 Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και Ευρωκώδικες

Η θεσμοθέτηση του Κανονισμού Επεμβάσεων σε Υφιστάμενα Κτήρια (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) αποτέλεσε σταθμό για την ελληνική μηχανική πραγματικότητα καθώς κάλυψε ένα κρίσιμο κενό που υπήρχε επί δεκαετίες όπου η έλλειψη εξειδικευμένου πλαισίου ανάγκαζε τους μηχανικούς να εφαρμόζουν τους κανονισμούς νέων κτηρίων σε παλαιές κατασκευές πρακτική που οδηγούσε αναπόφευκτα σε τεχνικές αστοχίες ή οικονομικά ασύμφορες υπερδιαστασιολογήσεις δεδομένου ότι τα υφιστάμενα κτήρια φέρουν ήδη ιστορικό καταπονήσεων και παθολογίας που δεν μπορεί να προσομοιωθεί με τις παραδοχές των νέων έργων πλέον ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. λειτουργεί συμπληρωματικά και σε πλήρη εναρμόνιση με το Μέρος 3 του Ευρωκώδικα 8 διαμορφώνοντας ένα σύγχρονο πλαίσιο που μετατοπίζει το ενδιαφέρον από τον κλασικό σχεδιασμό βάσει δυνάμεων στον σχεδιασμό βάσει των Σταθμών Επιτελεστικότητας όπου ο ιδιοκτήτης και ο μελετητής συναποφασίζουν το επιδιωκόμενο επίπεδο ασφάλειας μεταξύ των σταθμών της περιορισμένης χρήσης της προστασίας ζωής και της αποφυγής κατάρρευσης ανάλογα με τη σπουδαιότητα του κτηρίου και τους διαθέσιμους οικονομικούς πόρους.

Η σημασία του ΚΑΝ.ΕΠΕ. για τον ποσοτικό προσδιορισμό και την οικονομική πιστοποίηση του έργου είναι θεμελιώδης καθώς ο κανονισμός θέτει εξαιρετικά αυστηρές τεχνικές προδιαγραφές για τα υλικά και τις μεθόδους εφαρμογής που καθορίζουν άμεσα το κόστος μονάδας των εργασιών ορίζοντας ρητά απαιτήσεις για την ποιότητα του σκυροδέματος των μανδύων που συνήθως απαιτείται να είναι κατηγορίας C25/30 και άνω για να διασφαλιστεί η συνάφεια με τον παλαιό φορέα καθώς και για τον ακριβή τρόπο αγκύρωσης των νέων οπλισμών μέσω βλήτρων όπου το βάθος εμφύτευσης και η ποιότητα της ρητινικής κόλλας αποτελούν αντικείμενο λεπτομερούς επιμέτρησης ενώ παράλληλα καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτούμενες επικαλύψεις και οι λεπτομέρειες των οπλισμών περίσφιξης που συχνά διαφοροποιούνται από τα συμβατικά έργα λόγω της δυσχέρειας τοποθέτησης σε περιορισμένους χώρους.

Για τον επιμετρητή μηχανικό η αυστηρή τήρηση αυτών των κανονιστικών λεπτομερειών αποτελεί τη βάση για την αποδοχή ή την απόρριψη των πιστοποιήσεων πληρωμής καθώς οποιαδήποτε παρέκκλιση από τις διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ. όσον αφορά την ποιότητα των υλικών ή τη γεωμετρία των επεμβάσεων μπορεί να καταστήσει την ενίσχυση στατικά ανεπαρκή οδηγώντας σε ακύρωση της επιμέτρησης από την επίβλεψη και σε ανάγκη δαπανηρών ανακατασκευών αναδεικνύοντας έτσι τη στενή διασύνδεση μεταξύ της κανονιστικής συμμόρφωσης και της οικονομικής διαχείρισης του έργου η οποία πρέπει να τεκμηριώνεται συνεχώς μέσω των Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών και των εργαστηριακών ελέγχων ποιότητας που προβλέπονται από το ισχύον πλαίσιο.

2.2.2 Πλαίσιο Τιμολόγησης: ΑΤΟΕ, Νέα Ενιαία Τιμολόγια (NET) και ΕΤΕΠ

Η βάση για την οικονομική διαχείριση και τον ακριβή ποσοτικό προσδιορισμό των έργων αποκατάστασης και ενίσχυσης στην ελληνική επικράτεια εδράζεται στα θεσμοθετημένα τιμολόγια του Υπουργείου Υποδομών τα οποία καθορίζουν το πλαίσιο τιμολόγησης τόσο για τα δημόσια όσο και κατ' επέκταση για τα ιδιωτικά έργα μέσω των Αναλύσεων Τιμών Οικοδομικών Εργασιών (ΑΤΟΕ) και των Νέων Ενιαίων Τιμολογίων (NET) με τις ΑΤΟΕ να αποτελούν το παραδοσιακό σύστημα κοστολόγησης που αναλύει κάθε εργασία στα επιμέρους συστατικά της μέρη όπως τα ωρομίσθια των τεχνιτών το κόστος των υλικών και τις δαπάνες μίσθωσης μηχανημάτων παραμένοντας ένα απαραίτητο εργαλείο για τη σύνταξη Νέων Τιμών σε εξειδικευμένες επεμβάσεις ενίσχυσης που δεν καλύπτονται από τα τρέχοντα τιμολόγια ενώ σήμερα η πλειονότητα των έργων δημοπρατείται και επιμετράται βάσει των NET τα οποία περιγράφουν πλήρως περαιωμένες εργασίες περιλαμβάνοντας στον κωδικό κάθε άρθρου όλες τις δαπάνες εφαρμογής και μεταφοράς.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που ανακύπτουν κατά την επιμέτρηση των έργων ενίσχυσης είναι ότι τα υφιστάμενα NET συχνά υστερούν στην κάλυψη σύγχρονων τεχνολογιών και υλικών αιχμής όπως είναι τα ανθρακονήματα ειδικών προδιαγραφών ή τα υβριδικά συστήματα ανόργανων μητρών με αποτέλεσμα να δημιουργείται η ανάγκη για τη σύνταξη Πρωτοκόλλων Κανονισμού Τιμών Μονάδος Νέων Εργασιών (ΠΚΤΜΝΕ) όπου ο επιμετρητής μηχανικός οφείλει να ερμηνεύσει προσεκτικά τις περιγραφές των άρθρων ώστε να αποφευχθούν αλληλοκαλύψεις ή παραλείψεις κατά την καταμέτρηση των ποσοτήτων ειδικά σε περιπτώσεις όπου η ίδια εργασία μπορεί να περιγραφεί με διαφορετικές μονάδες μέτρησης ανάλογα με τη δυσχέρεια πρόσβασης ή το ύψος του εργοταξίου.

Συνδεδειγμένο κρίκο μεταξύ της τεχνικής αρτιότητας και της οικονομικής πιστοποίησης αποτελούν οι Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ) της σειράς 1501 οι οποίες καθορίζουν με απόλυτη λεπτομέρεια τον τρόπο εκτέλεσης κάθε εργασίας ώστε αυτή να θεωρηθεί παραληπτέα και να δύναται να πληρωθεί με την αναφορά στην αντίστοιχη ΕΤΕΠ να είναι υποχρεωτική σε κάθε επιμέτρηση καθώς πιστοποιεί ότι η εργασία εκτελέστηκε σύμφωνα με τους κανόνες της τέχνης και της επιστήμης διασφαλίζοντας ότι η πληρωμή του αναδόχου συνδέεται άρρηκτα με τον ποιοτικό έλεγχο των υλικών και των δοκιμών όπως αυτά προβλέπονται από το κανονιστικό πλαίσιο της επέμβασης γεγονός που καθιστά τον επιμετρητή υπεύθυνο όχι μόνο για την καταμέτρηση των γεωμετρικών μεγεθών αλλά και για την επιβεβαίωση της τεχνικής συμμόρφωσης του έργου.

2.3 Θεσμικό και Νομοθετικό Πλαίσιο Επιμέτρησης και Κοστολόγησης

Η διαδικασία της επιμέτρησης και της κοστολόγησης των τεχνικών έργων στην Ελλάδα υπερβαίνει τα όρια μιας απλής τεχνικής καταγραφής ποσοτήτων και συνιστά μια αυστηρή διοικητική διαδικασία η οποία εδράζεται σε ένα συγκεκριμένο και πολυεπίπεδο νομοθετικό πλαίσιο που διασφαλίζει τη νομιμότητα των πληρωμών και τη διαφάνεια κατά την παραλαβή του έργου. Η βαθιά γνώση αυτού του πλαισίου είναι επιβεβλημένη για τον μηχανικό καθώς ορίζει τις συμβατικές υποχρεώσεις μεταξύ κυρίου του έργου και αναδόχου και καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο οι φυσικές ποσότητες των υλικών ενίσχυσης μετατρέπονται σε πιστοποιημένες δαπάνες με κεντρικό άξονα αναφοράς τον **Νόμο 4412/2016** ο οποίος αποτελεί το βασικό θεσμικό όργανο για τις δημόσιες συμβάσεις έργων προμηθειών και υπηρεσιών καθιερώνοντας το πρότυπο (standard) το οποίο ακολουθείται κατά κανόνα και

στα μεγάλα ιδιωτικά έργα επεμβάσεων προκειμένου να διασφαλιστεί η τεχνική και οικονομική τους εγκυρότητα.

Στο πλαίσιο αυτό η επιμέτρηση των εργασιών ενίσχυσης παρουσιάζει ιδιαίτερες προκλήσεις λόγω της φύσης των επεμβάσεων σε υφιστάμενες κατασκευές όπου η ακριβής πρόβλεψη των ποσοτήτων είναι συχνά αδύνατη προ της έναρξης των καθαιρέσεων γεγονός που ενεργοποιεί τις διατάξεις περί **Ανακεφαλαιωτικών Πινάκων Εργασιών (ΑΠΕ)** και **Πρωτοκόλλων Κανονισμού Τιμών Μονάδος Νέων Εργασιών (ΠΚΤΜΝΕ)** επιτρέποντας τη νόμιμη τροποποίηση του οικονομικού αντικειμένου της σύμβασης όταν προκύπτουν απρόβλεπτες ανάγκες που επιβάλλονται από την πραγματική κατάσταση του φέροντος οργανισμού. Η διαδικασία αυτή συμπληρώνεται από την υποχρέωση σύνταξης **Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ)** τα οποία αποτελούν το μοναδικό αποδεικτικό μέσο για εργασίες που καλύπτονται από μεταγενέστερα στρώματα υλικών όπως η τοποθέτηση βλήτρων η επάλειψη οπλισμών και η εφαρμογή ρητινενέσεων καθιστώντας την καθημερινή και επιτόπου καταγραφή των ποσοτήτων αναπόσπαστο κομμάτι της διοικητικής νομιμότητας του έργου.

Επιπροσθέτως το νομοθετικό πλαίσιο συνδέει άρρηκτα την πληρωμή με την ποιοτική παραλαβή των εργασιών επιβάλλοντας τη διενέργεια εργαστηριακών ελέγχων και τη λήψη δοκιμών όπως αυτά προβλέπονται από τις **Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ)** και τον **Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ)** διασφαλίζοντας ότι η οικονομική απαίτηση του αναδόχου εναρμονίζεται πλήρως με την τεχνική αρτιότητα της κατασκευής. Η αυστηρότητα αυτή του θεσμικού πλαισίου αποσκοπεί στην αποφυγή αυθαιρεσιών κατά τη διαχείριση των κονδυλίων και στην προστασία του δημόσιου ή ιδιωτικού συμφέροντος αναδεικνύοντας τον επιμετρητή μηχανικό σε θεματοφύλακα της σύμβασης ο οποίος οφείλει να γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ της στατικής μελέτης και της εργοταξιακής πραγματικότητας μέσω της ακριβούς και τεκμηριωμένης καταγραφής των εκτελεσθεισών εργασιών εντός των ορίων που θέτει η ισχύουσα νομοθεσία.

2.3.1 Ο Νόμος 4412/2016 για τις Δημόσιες Συμβάσεις Έργων

Ο Νόμος 4412/2016 ο οποίος δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ Α' 147/08-08-2016 και έκτοτε έχει υποστεί καίριες τροποποιήσεις αποτελεί τον θεμέλιο λίθο για την εκτέλεση και τη διοικητική διαχείριση των τεχνικών έργων στην Ελλάδα καθορίζοντας με απόλυτη σαφήνεια το πλαίσιο εντός του οποίου κινείται η επιμέτρηση και η πιστοποίηση των εργασιών αποκατάστασης και ενίσχυσης. Για το αντικείμενο της παρούσας έρευνας βαρύνουσα σημασία ενέχει το Άρθρο 151 το οποίο ορίζει την επιμέτρηση ως την επίσημη και λεπτομερή καταγραφή των ποσοτήτων των εργασιών που εκτελέστηκαν πραγματικά και σύμφωνα με τους όρους της σύμβασης επιβάλλοντας αυστηρούς χρονικούς περιορισμούς για τη σύνταξη και υποβολή τους από τον ανάδοχο προς έλεγχο στην Υπηρεσία συνήθως σε μηνιαία βάση προκειμένου να διασφαλίζεται η συνεχής ροή της χρηματοδότησης και ο έλεγχος του φυσικού αντικειμένου. Η διαδικασία αυτή απαιτείται απαραίτητως να συνοδεύεται από αναλυτικά επιμετρητικά σχέδια και διαγράμματα που απεικονίζουν την εργασία όπως ακριβώς κατασκευάστηκε (As-Built) στοιχείο που καθίσταται κρίσιμο στα έργα ενισχύσεων καθώς οι τελικές γεωμετρικές διαστάσεις των μανδυνών ή των ενισχυμένων διατομών συχνά διαφοροποιούνται σημαντικά από τη θεωρητική αρχική μελέτη λόγω της αποκαλυφθείσας κατάστασης του φέροντος οργανισμού.

Εξαιρετικά κρίσιμο για τη διασφάλιση της νομιμότητας των πληρωμών σε έργα ενίσχυσης είναι το Άρθρο 152 το οποίο πραγματεύεται τις αφανείς εργασίες και ορίζει ρητά ότι για κάθε εργασία της οποίας η ποσοτική ή ποιοτική επαλήθευση καθίσταται αδύνατη μετά την

ολοκλήρωση και την επικάλυψή της όπως συμβαίνει χαρακτηριστικά με την τοποθέτηση του οπλισμού των μανδύων τη διάνοιξη οπών και την τοποθέτηση βλήτρων την εξυγίανση του παλαιού οπλισμού και τις χημικές αγκυρώσεις απαιτείται η έγκαιρη σύνταξη Πρωτοκόλλου Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ). Το εν λόγω πρωτόκολλο πρέπει να συντάσσεται υποχρεωτικά πριν από την επικάλυψη των εργασιών και να φέρει τις υπογραφές του επιβλέποντος μηχανικού και του αναδόχου αποτελώντας έκτοτε αμάχητο τεκμήριο για την πληρωμή καθώς χωρίς την ύπαρξη εγκεκριμένου ΠΑΕ η αντίστοιχη επιμέτρηση θεωρείται αυτοδικαίως άκυρη και δεν δύναται να συμπεριληφθεί σε καμία πιστοποίηση δαπάνης.

Τη διοικητική αυτή αλυσίδα ολοκληρώνει το Άρθρο 156 το οποίο περιγράφει τη διαδικασία μετατροπής των εγκεκριμένων επιμετρήσεων σε πιστοποιήσεις πληρωμής μέσω της σύνταξης των Λογαριασμών του έργου συνδέοντας άρρηκτα την επιβεβαιωμένη ποσότητα με την αντίστοιχη τιμή μονάδας του τιμολογίου προσφοράς. Η αυστηρή εφαρμογή αυτών των διατάξεων διασφαλίζει ότι κάθε ευρώ που δαπανάται για την ενίσχυση μιας κατασκευής αντιστοιχεί σε πλήρως τεκμηριωμένες και τεχνικά παραληφθείσες εργασίες αποτρέποντας οικονομικές αποκλίσεις και διασφαλίζοντας το δημόσιο ή ιδιωτικό συμφέρον έναντι αυθαιρεσιών κατά τη φάση της κατασκευής γεγονός που αναδεικνύει τον Νόμο 4412/2016 σε ένα απαραίτητο εργαλείο για τον μηχανικό που καλείται να διαχειριστεί το σύνθετο οικονομικό αντικείμενο των δομητικών επεμβάσεων.

2.3.2 Συστήματα Τιμολόγησης: NET και ΑΤΟΕ

Η οικονομική αποτίμηση των επιμετρηθεισών ποσοτήτων στα έργα αποκατάστασης και ενίσχυσης πραγματοποιείται μέσω των θεσμοθετημένων συστημάτων τιμολόγησης του Υπουργείου Υποδομών και Μεταφορών τα οποία εξασφαλίζουν την ομοιομορφία και τη διαφάνεια στις χρεώσεις των τεχνικών έργων με κεντρικό πυλώνα τα Νέα Ενιαία Τιμολόγια (NET) που αποτελούν τη βάση δημοπράτησης των σύγχρονων έργων και περιγράφουν πλήρως περαιωμένες και ολοκληρωμένες εργασίες περιλαμβάνοντας στον κωδικό κάθε άρθρου όλες τις επιμέρους δαπάνες για υλικά και εργασία καθώς και τα μεταφορικά έξοδα τις ασφαλιστικές εισφορές και τα γενικά έξοδα του αναδόχου. Στο πεδίο των δομητικών ενισχύσεων η εφαρμογή των NET επικεντρώνεται κυρίως στις εργασίες σκυροδέματος για την κατασκευή μανδύων και στις προσθήκες οπλισμών μέσω των άρθρων της κατηγορίας ΟΙΚ-32 του NET Οικοδομικών Εργασιών ωστόσο η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των υλικών αναδεικνύει συχνά τις ελλείψεις των ενιαίων τιμολογίων σε εξειδικευμένες εφαρμογές όπως τα ανθρακονήματα ειδικών προδιαγραφών ή οι σύνθετες ρητινικές αγκυρώσεις καθιστώντας αναγκαία τη σύνταξη Νέων Τιμών προκειμένου να καλυφθεί το πραγματικό κόστος των επεμβάσεων.

Η ανάγκη για ακριβή κοστολόγηση αυτών των εξειδικευμένων ή μη τυποποιημένων εργασιών καλύπτεται από το αναλυτικό σύστημα των Αναλύσεων Τιμών Οικοδομικών Έργων (ΑΤΟΕ) το οποίο διασπά κάθε εργασία στα βασικά συστατικά της στοιχεία αναλύοντας διεξοδικά τα ημερομίσθια του εξειδικευμένου προσωπικού όπως των τεχνιτών και των βοηθών το κόστος των απαιτούμενων υλικών από το τσιμέντο και τα αδρανή έως τις εξειδικευμένες ρητίνες και τις δαπάνες χρήσης του μηχανικού εξοπλισμού όπως μπετονιέρες κομπρεσέρ και αντλίες εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Η χρήση των ΑΤΟΕ παραμένει θεμελιώδης σε πολύπλοκες επεμβάσεις αποκατάστασης καθώς επιτρέπει στον επιμετρητή μηχανικό να συνθέσει νέες τιμές μονάδας που ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες συνθήκες του εκάστοτε έργου διασφαλίζοντας ότι η οικονομική πιστοποίηση συμβαδίζει με την τεχνική πραγματικότητα και τις απαιτήσεις των Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών.

Η συνδυαστική χρήση των NET για τις συμβατικές εργασίες και των ΑΤΟΕ για τη σύνταξη νέων άρθρων επιτρέπει τη δημιουργία ενός πλήρους οικονομικού φακέλου ο οποίος νομιμοποιεί τις πληρωμές και αποτελεί τη βάση για τη σύνταξη των Ανακεφαλαιωτικών Πινάκων Εργασιών ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι αποκλίσεις των ποσοτήτων λόγω της παθολογίας του κτηρίου επιβάλλουν την αναθεώρηση του προϋπολογισμού. Με αυτόν τον τρόπο η επιμέτρηση παύει να είναι μια απλή γεωμετρική καταγραφή και μετεξελίσσεται σε μια σύνθετη διαδικασία οικονομικής διαχείρισης η οποία απαιτεί από τον μηχανικό την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών τιμολόγησης και της αντιστοίχισης των υλικών ενίσχυσης με τους επίσημους κωδικούς του κράτους διασφαλίζοντας την οικονομική βιωσιμότητα και την έντεχνη ολοκλήρωση της δομητικής αποκατάστασης.

2.3.3 Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ)

Στο πλαίσιο της πιστοποίησης των τεχνικών έργων η επιμέτρηση δεν περιορίζεται στην απλή γεωμετρική καταγραφή των ποσοτήτων αλλά συνδέεται άρρηκτα με την ποιοτική στάθμη των εκτελεσθεισών εργασιών καθώς σύμφωνα με τη σχετική Υπουργική Απόφαση που δημοσιεύθηκε στο ΦΕΚ Β 2221/30.07.2012 η εφαρμογή των Ελληνικών Τεχνικών Προδιαγραφών (ΕΤΕΠ) είναι υποχρεωτική σε όλα τα δημόσια έργα και αποτελεί το μοναδικό κριτήριο για την παραλαβή και την πληρωμή κάθε κατασκευαστικής φάσης. Η παραδοχή και η επιμέτρηση μιας εργασίας προϋποθέτουν ότι αυτή έχει εκτελεστεί σε πλήρη συμμόρφωση με την αντίστοιχη ΕΤΕΠ η οποία ορίζει τις απαιτήσεις των υλικών τις μεθόδους εφαρμογής και τους απαραίτητους εργαστηριακούς ελέγχους διασφαλίζοντας ότι η ενίσχυση του φέροντος οργανισμού ανταποκρίνεται στις παραδοχές της μελέτης.

Ιδιαίτερη βαρύτητα για τα έργα δομητικής αποκατάστασης έχουν οι προδιαγραφές που αφορούν τις καθαίρεσεις στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος όπως η ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-01 η οποία καθορίζει τα όρια της επέμβασης και την προστασία του εναπομείναντος φορέα καθώς και η εξαιρετικά κρίσιμη ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-06 για το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα η οποία καθορίζει τις αυστηρές απαιτήσεις για τη διαχείριση της ανάκρουσης (rebound) και την εξασφάλιση της ομοιογένειας του μείγματος στοιχείο που επηρεάζει άμεσα την επιμετρούμενη ποσότητα και την οικονομική απόδοση της εργασίας. Παράλληλα οι επισκευές δομικών στοιχείων με ρητινενέσεις διέπονται από την ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-04-00 η οποία προσδιορίζει τις πιέσεις έγχυσης και τις προδιαγραφές των υλικών ενώ η ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01 θέτει τις ανοχές διαστάσεων για τους ξυλοτύπους διασφαλίζοντας ότι η τελική γεωμετρία των ενισχυμένων διατομών θα επιτρέπει την ακριβή επιμέτρηση του προστιθέμενου όγκου σκυροδέματος.

Η υποχρεωτική αναφορά στις ΕΤΕΠ κατά τη σύνταξη των επιμετρήσεων και των Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών αποτελεί τη δικλείδα ασφαλείας για τον επιβλέποντα μηχανικό και τον κύριο του έργου καθώς πιστοποιεί ότι οι δαπάνες που εγκρίνονται αντιστοιχούν σε εργασίες που πληρούν τις εθνικές απαιτήσεις ποιότητας και ασφάλειας. Με αυτόν τον τρόπο οι ΕΤΕΠ λειτουργούν ως ο συνδετικός κρίκος μεταξύ της τεχνικής περιγραφής του τιμολογίου και της φυσικής υλοποίησης στο εργοτάξιο καθιστώντας την τήρησή τους απαραίτητο όρο για την οικονομική ολοκλήρωση οποιασδήποτε επέμβασης ενίσχυσης σε υφιστάμενο κτήριο από οπλισμένο σκυρόδεμα αναδεικνύοντας ταυτόχρονα την ανάγκη για διαρκή ποιοτικό έλεγχο και τεκμηρίωση μέσω εργαστηριακών δοκιμών και πιστοποιητικών υλικών.

2.3.4 Το Πλαίσιο στα Ιδιωτικά Έργα

Παρόλο που στα ιδιωτικά έργα ενίσχυσης και αποκατάστασης δεν υφίσταται η αυστηρή νομοθετική υποχρέωση καθολικής εφαρμογής του Ν. 4412/2016 ο οποίος διέπει τις δημόσιες συμβάσεις η τρέχουσα τεχνική πρακτική της αγοράς και η σταθερή νομολογία των αστικών δικαστηρίων υπό το πρίσμα του **Αστικού Κώδικα** οδηγούν αναπόφευκτα στη χρήση ανάλογων μεθοδολογιών επιμέτρησης και πιστοποίησης προκειμένου να διασφαλιστεί η διαφάνεια των συναλλαγών και η τεχνική αρτιότητα των επεμβάσεων. Η συμβατική σχέση μεταξύ του ιδιώτη κυρίου του έργου και του αναδόχου μηχανικού ή εργολάβου διέπεται από τις διατάξεις της σύμβασης μίσθωσης έργου όπου η ακριβής επιμέτρηση των ποσοτήτων αποτελεί τη μοναδική αντικειμενική βάση για τον υπολογισμό του εργολαβικού ανταλλάγματος ειδικά σε περιπτώσεις ενισχύσεων φέροντος οργανισμού όπου η πολυπλοκότητα των εργασιών και η αβεβαιότητα των αρχικών προβλέψεων καθιστούν την κατ' αποκοπή τιμολόγηση συχνά ασύμφορη ή ριψοκίνδυνη για αμφότερα τα μέρη.

Στο πλαίσιο αυτό υιοθετούνται ευρέως οι αρχές των Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών και η σύνταξη αναλυτικών επιμετρητικών επιφανειών καθώς αποτελούν το μοναδικό μέσο απόδειξης της εκτέλεσης εργασιών που δεν είναι ορατές μετά την ολοκλήρωσή τους όπως οι ρητινενέσεις εντός του σώματος του σκυροδέματος ή η τοποθέτηση πρόσθετου οπλισμού εντός των μανδύων ενώ παράλληλα η χρήση των Νέων Ενιαίων Τιμολογίων (NET) λειτουργεί ως ένα αξιόπιστο σημείο αναφοράς για την κοστολόγηση των εργασιών προστατεύοντας τον ιδιώτη από υπερτιμολογήσεις και τον ανάδοχο από την αμφισβήτηση της αξίας των παρεχόμενων υπηρεσιών του. Η υιοθέτηση αυτών των προτύπων δεν αποτελεί μόνο μέσο οικονομικής εκκαθάρισης αλλά και εργαλείο νομικής θωράκισης καθώς σε περιπτώσεις μελλοντικών δικαστικών διενέξεων η ύπαρξη επιμετρήσεων που ακολουθούν τις τεχνικές προδιαγραφές του δημοσίου τομέα εκλαμβάνεται από τους πραγματογνώμονες ως ένδειξη έντεχνης και επιμελούς εκτέλεσης του έργου σύμφωνα με τους κανόνες της επιστήμης και της τέχνης.

Επιπλέον η ανάγκη για έκδοση οικοδομικών αδειών ενίσχυσης μέσω του πληροφοριακού συστήματος e-Άδειες και η υποχρέωση τελικής θεώρησης από τον Ελεγκτή Δόμησης επιβάλλουν την ύπαρξη πλήρους φακέλου as-built σχεδίων και τεκμηρίωσης των επεμβάσεων γεγονός που αναδεικνύει την επιμέτρηση σε αναπόσπαστο κομμάτι της διοικητικής ολοκλήρωσης του ιδιωτικού έργου. Με αυτόν τον τρόπο το πλαίσιο των ιδιωτικών έργων συγκλίνει ουσιαστικά με εκείνο των δημοσίων καθώς η ανάγκη για ιχνηλασιμότητα των υλικών ενίσχυσης και η πιστοποίηση της στατικής επάρκειας απαιτούν μια αυστηρή μεθοδολογία καταγραφής ποσοτήτων η οποία υπερβαίνει τις απλές οικονομικές συμφωνίες και ανάγεται σε ζήτημα δημόσιας ασφάλειας και τεχνικής ευθύνης του επιβλέποντος μηχανικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ

3.1 Επισκευές και Αποκαταστάσεις Διατομών

Η κατηγορία των επισκευών και αποκαταστάσεων διατομών περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα επεμβάσεων τοπικού χαρακτήρα οι οποίες στοχεύουν πρωτίστως στην ανάκτηση της αρχικής γεωμετρίας και της μηχανικής συνέχειας των δομικών στοιχείων διασφαλίζοντας τη μονολιθικότητα της κατασκευής και την ομαλή μεταφορά των εντάσεων εντός του φέροντος οργανισμού. Σε αντίθεση με τις μεθόδους δομητικής ενίσχυσης όπως είναι η κατασκευή μανδύων ή η προσθήκη νέων στοιχείων ακαμψίας που αποσκοπούν στην αύξηση της φέρουσας ικανότητας πέραν της αρχικά σχεδιασμένης οι εργασίες επισκευής επικεντρώνονται στην άρση των βλαβών που έχουν προκληθεί είτε από τη σεισμική δράση μέσω της δημιουργίας ρηγματώσεων είτε από τη μακροχρόνια φυσικοχημική φθορά όπως η διάβρωση του οπλισμού και η ενανθράκωση του σκυροδέματος επαναφέροντας το στοιχείο στην πρότερη λειτουργική του κατάσταση.

Η διαδικασία ξεκινά αναπόφευκτα με την εξυγίανση της επιφάνειας η οποία περιλαμβάνει την καθαίρεση των σαθρών τμημάτων του σκυροδέματος και τον καθαρισμό του οξειδωμένου οπλισμού μέχρι την αποκάλυψη υγιούς υποστρώματος καθώς η επιτυχία της επισκευής εξαρτάται άμεσα από τη δύναμη της συνάφειας μεταξύ του παλαιού υλικού και του νέου επισκευαστικού κονιάματος. Η επιμέτρηση αυτών των εργασιών παρουσιάζει ιδιαίτερη πολυπλοκότητα καθώς οι ποσότητες των καθαιρέσεων σε τετραγωνικά μέτρα και ο όγκος των απαιτούμενων θιζοτροπικών ή χυτών κονιαμάτων σε κυβικά μέτρα ή λίτρα συχνά υποεκτιμώνται κατά τη φάση της μελέτης και οριστικοποιούνται μόνο μετά την πλήρη αποκάλυψη των βλαβών στο εργοτάξιο απαιτώντας τη συνεχή σύνταξη Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών για τη διασφάλιση της οικονομικής πιστοποίησης.

Επιπλέον η αποκατάσταση της διατομής συνοδεύεται συχνά από την έγχυση εποξειδικών ρητινών για τη σφράγιση των ρωγμών η οποία επιμετράται σε τρέχοντα μέτρα ή σε κιλά αναλωθείσας ρητίνης ανάλογα με το βάθος και το εύρος της ρηγματώσης γεγονός που καθιστά απαραίτητη την τεχνική τεκμηρίωση κάθε βήματος σύμφωνα με τις Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές. Η ορθή εκτέλεση αυτών των εργασιών αποτελεί την απαραίτητη προϋπόθεση για οποιαδήποτε μεταγενέστερη ενίσχυση με σύνθετα υλικά ή μανδύες καθώς η ύπαρξη εγκλωβισμένων κενών ή σαθρών περιοχών εντός της διατομής θα ακύρωνε τη λειτουργία του νέου συστήματος ενίσχυσης αναδεικνύοντας τη σημασία της επιμελούς αποκατάστασης των διατομών ως το θεμέλιο λίθο για τη διασφάλιση της στατικής επάρκειας και της παράτασης του κύκλου ζωής των υφιστάμενων κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα.

3.1.1 Ρητινενέσεις (Resin Injections)

Οι ρητινενέσεις αποτελούν τη θεμελιώδη μέθοδο για τη δομική συγκόλληση και αποκατάσταση ρωγμών σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος καθώς η αποτελεσματικότητα της μεθόδου βασίζεται στην πλήρη διείσδυση και πλήρωση του κενού της ρωγμής με συγκολλητικό υλικό υψηλής αντοχής το οποίο αποκαθιστά τη μηχανική συνάφεια και επιτρέπει την ομαλή μεταφορά των τάσεων εκατέρωθεν της αστοχίας επαναφέροντας τη μονολιθικότητα του φέροντος στοιχείου. Η διαδικασία εφαρμογής είναι εξαιρετικά απαιτητική και προϋποθέτει την απασχόληση εξειδικευμένου προσωπικού ξεκινώντας από

τον επιμελή καθαρισμό της ρωγμής από σκόνες και σαθρά υλικά με χρήση πεπιεσμένου αέρα απαλλαγμένου από έλαια προκειμένου να διασφαλιστεί η πρόσφυση της ρητίνης στα τοιχώματα του σκυροδέματος ενώ στη συνέχεια ακολουθεί η τοποθέτηση ειδικών πλαστικών ή μεταλλικών ακροφυσίων τα οποία ονομάζονται packer ή nipples σε αποστάσεις που καθορίζονται από το βάθος και το εύρος της ρηγμάτωσης κυμαινόμενες συνήθως μεταξύ δεκαπέντε και τριάντα εκατοστών.

Για τον εγκλωβισμό του υλικού έγχυσης και την αποφυγή απωλειών η επιφανειακή διαδρομή της ρωγμής σφραγίζεται επιμελώς με εποξειδική πάστα (stucco) και αφού ολοκληρωθεί η σκλήρυνσή της ξεκινά η εισπίεση ρευστής εποξειδικής ρητίνης χαμηλού ιξώδους μέσω χειροκίνητων ή ηλεκτρικών αντλιών με τη διαδικασία να αρχίζει πάντα από το χαμηλότερο ακροφύσιο και να συνεχίζεται μέχρι το υλικό να εξέλθει από το αμέσως επόμενο ανώτερο ακροφύσιο διασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο την πλήρη εκδίωξη του αέρα και την ολοκληρωτική κάλυψη των εσωτερικών κενών της διατομής. Η επιμέτρηση των ρητινενέσεων ενέχει σημαντικό βαθμό αβεβαιότητας και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή από τον μηχανικό καθώς το εσωτερικό εύρος και το βάθος της ρωγμής παραμένουν άγνωστα μεγέθη πριν από την εφαρμογή γεγονός που καθιστά τη χρήση του χιλιόγραμμου καταναλισκόμενης ρητίνης ως την πλέον δίκαιη μονάδα μέτρησης παρόλο που σε ορισμένα συμβατικά τεύχη ή στα Νέα Ενιαία Τιμολόγια η εργασία μπορεί να αποζημιώνεται ανά τρέχον μέτρο μήκους ρωγμής κάτι που ενέχει υψηλό οικονομικό ρίσκο για τον ανάδοχο σε περιπτώσεις βαθιών ρηγματώσεων (εικόνα 3).

Επιπροσθέτως κατά την επιμέτρηση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι αναπόφευκτες απώλειες υλικού που προκύπτουν από διαρροές σε μη ορατά σημεία ή εσωτερικές κοιλότητες του σκυροδέματος οι οποίες αν και δεν συμβάλλουν άμεσα στη δομική αποκατάσταση αποτελούν αναλωθέν υλικό που πρέπει να πιστοποιηθεί μέσω Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών ενώ παράλληλα πρέπει να διευκρινίζεται εάν τα βοηθητικά υλικά όπως η εποξειδική πάστα σφράγισης και τα ακροφύσια περιλαμβάνονται στην τιμή μονάδας ή επιμετρούνται ξεχωριστά σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές του έργου. Η ανάγκη για συνεχή παρουσία του επιβλέποντος μηχανικού κατά τη φάση της έγχυσης είναι επιβεβλημένη για την επαλήθευση των ποσοτήτων και τη διασφάλιση ότι η κατανάλωση της ρητίνης αντιστοιχεί στην πραγματική έκταση της βλάβης διασφαλίζοντας έτσι τη διαφάνεια της οικονομικής πιστοποίησης και την τεχνική αρτιότητα της επέμβασης η οποία αποτελεί το πρώτο και κρίσιμότερο στάδιο πριν από οποιαδήποτε περαιτέρω ενίσχυση του φέροντος οργανισμού.



Εικόνα 2 : Αποκατάσταση ρωγμής με έγχυση εποξειδικής ρητίνης υπο πίεση (Πηγή, Παν. Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών)



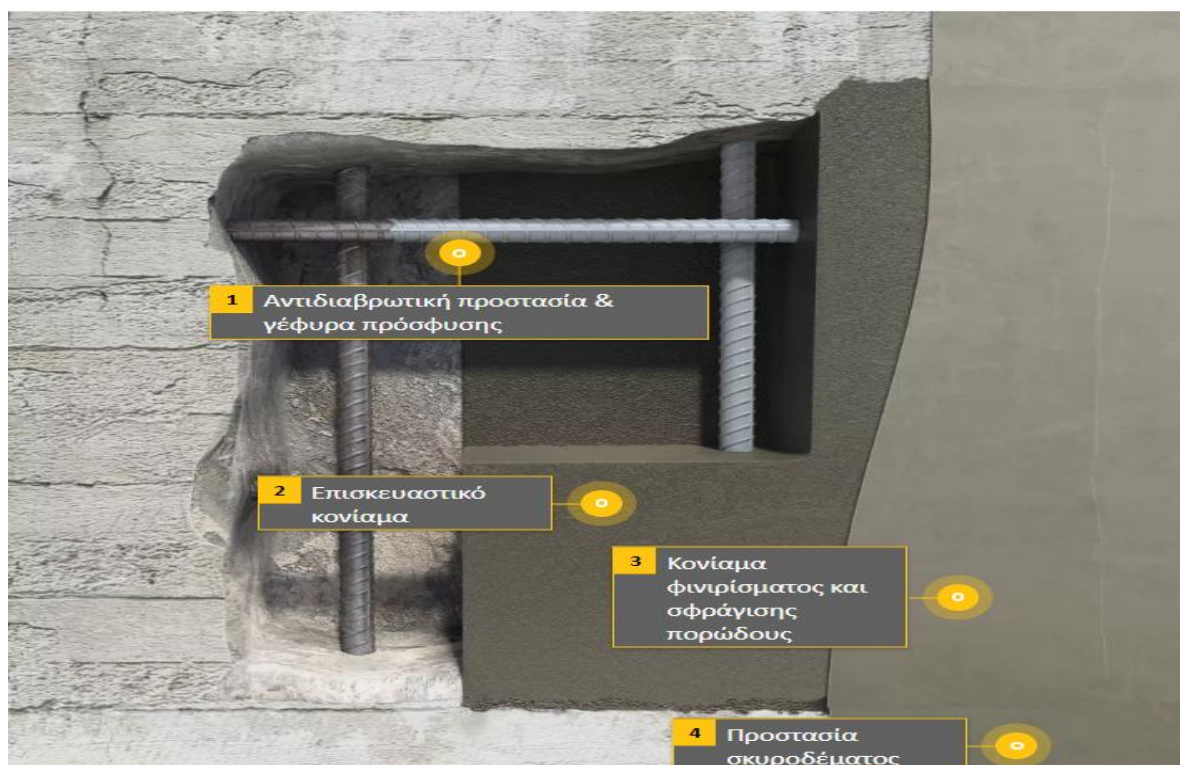
Εικόνα 3: Σφράγιση ρωγμών και τοποθέτηση ακροφύσιων (Πηγή, Παν. Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών)

3.1.2 Αποκατάσταση Διατομής με Επισκευαστικά Κονιάματα

Η μέθοδος της αποκατάστασης διατομής με επισκευαστικά κονιάματα (εικόνα 4) εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο για την αντιμετώπιση του εκτεταμένου φαινομένου της αποφλοΐωσης (spalling) που προκαλείται από τη διόγκωση των προϊόντων οξείδωσης του οπλισμού καθώς και για την πλήρωση τοπικών ασυνεχειών ή φωλιών που προκύπτουν κατά τη φάση της αρχικής σκυροδέτησης διασφαλίζοντας την προστασία του χάλυβα και τη μονολιθική σύνδεση της επισκευής με το υφιστάμενο υπόστρωμα. Η διαδικασία εφαρμογής ξεκινά με την ενδελεχή εξυγίανση της περιοχής όπου αφαιρείται το αποσπασμένο σκυρόδεμα γύρω από τον διαβρωμένο οπλισμό μέχρι να αποκαλυφθεί ο υγιής πυρήνας της διατομής με την αφαίρεση να επεκτείνεται απαραίτητα και πίσω από τις ράβδους οπλισμού ώστε να επιτρέπεται ο πλήρης εγκλωβισμός τους από το νέο υλικό ενώ ακολουθεί ο μηχανικός καθαρισμός των ράβδων μέσω αμμοβολής ή σκληρής συρματοβουρτσας και η επάλειψή τους με αντιδιαβρωτική προστασία η οποία λειτουργεί ως αναστολέας διάβρωσης.

Πριν από την τελική πλήρωση εφαρμόζεται ειδική γέφυρα πρόσφυσης συνήθως εποξειδικής ή τροποποιημένης ακρυλικής βάσης η οποία βελτιώνει τη συνάφεια μεταξύ του παλαιού σκυροδέματος και του νέου επισκευαστικού κονιάματος υψηλών αντοχών το οποίο πρέπει να ανήκει στις κατηγορίες R3 ή R4 σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 1504 διαθέτοντας θιξοτροπικές ιδιότητες που καθιστούν εφικτή την εφαρμογή του σε κατακόρυφες επιφάνειες ή οροφές χωρίς τον κίνδυνο αποκόλλησης. Η επιμέτρηση αυτών των επεμβάσεων χαρακτηρίζεται από υψηλή πολυπλοκότητα λόγω της γεωμετρικής μεταβλητότητας των βλαβών καθώς ενώ η συνολική επιφάνεια της επέμβασης σε τετραγωνικά μέτρα είναι εύκολα μετρήσιμη το βάθος της καθαίρεσης ποικίλλει σημαντικά ανά σημείο γεγονός που καθιστά δυσχερή την ακριβή προεκτίμηση του όγκου ή του βάρους του απαιτούμενου κονιάματος.

Από επιμετρητική άποψη η εργασία παρουσιάζει έντονη πολυδιάσπαση άρθρων καθώς ο μηχανικός καλείται να πιστοποιήσει ξεχωριστά την καθαίρεση του σκυροδέματος σε κυβικά μέτρα τον καθαρισμό και την επάλειψη του οπλισμού σε τρέχοντα μέτρα ή κιλά χάλυβα την εφαρμογή της γέφυρας πρόσφυσης σε τετραγωνικά μέτρα και την τελική τοποθέτηση του κονιάματος σε κιλά ή κυβικά μέτρα αναλόγως των προβλέψεων του τιμολογίου. Παρά το γεγονός ότι στα ιδιωτικά έργα παρατηρείται συχνά η τάση ομαδοποίησης αυτών των εργασιών σε μια ενιαία κατ' αποκοπή τιμή ανά σημείο επέμβασης για την απλοποίηση των διαδικασιών η πρακτική αυτή μειώνει την ακρίβεια της κοστολόγησης και μπορεί να οδηγήσει σε οικονομικές αποκλίσεις εάν η πραγματική έκταση των αφανών βλαβών αποδειχθεί μεγαλύτερη της αρχικής εκτίμησης αναδεικνύοντας έτσι τη σημασία της αναλυτικής επιμέτρησης και της συνεχούς τεκμηρίωσης μέσω φωτογραφικού αρχείου και πρωτοκόλλων αφανών εργασιών για τη διασφάλιση της διαφάνειας και της οικονομικής ισορροπίας του έργου.



Εικόνα 4: Αποκατάσταση σκυροδέματος με επισκευαστικό κονίαμα. (Πηγή, sika.com)

3.3 Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα (Guniting)

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, γνωστό στη διεθνή ορολογία ως Guniting ή Shotcrete, αποτελεί μια προηγμένη μέθοδο σκυροδέτησης κατά την οποία το μίγμα μεταφέρεται μέσω ελαστικού σωλήνα και εκτοξεύεται με υψηλή ταχύτητα με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα πάνω στην επιφάνεια εφαρμογής μέσω ειδικού ακροφυσίου. Η κινητική ενέργεια της πρόσκρουσης του μίγματος στην επιφάνεια στόχο επιτυγχάνει την ταυτόχρονη τοποθέτηση και αυτοσυμπύκνωση του υλικού, γεγονός που καθιστά περιττή τη χρήση συμβατικών ξυλοτύπων και επιτρέπει την εφαρμογή σε επιφάνειες οποιασδήποτε κλίσης ή γεωμετρίας, από κατακόρυφα στοιχεία μέχρι θολωτές οροφές. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται ευρέως στις δομητικές ενισχύσεις για την κατασκευή μανδυνών σε επιφανειακά στοιχεία όπως τα τοιχώματα, για την ενίσχυση θεμελιώσεων, καθώς και για την πλήρωση κενών σε δυσπρόσιτα σημεία του φέροντος οργανισμού όπου η συμβατική σκυροδέτηση θα ήταν αδύνατη.

Ανάλογα με τη στιγμή της προσθήκης του νερού στο μίγμα, η μέθοδος διακρίνεται στην ξηρά και την υγρή διαδικασία, με την ξηρά μέθοδο (Guniting) να πλεονεκτεί στις επισκευές λόγω της δυνατότητας διακοπής και επανέναρξης της ροής και της υψηλότερης αντοχής που προκύπτει από τον χαμηλό λόγο νερού προς τσιμέντο, αν και συνοδεύεται από το φαινόμενο της ανάκρουσης (rebound), δηλαδή την αναπήδηση μέρους των αδρανών κατά την πρόσκρουση. Η διαχείριση της ανάκρουσης αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στην επιμέτρηση και την οικονομική αποτίμηση του έργου, καθώς η ποσότητα του υλικού που ανακρούεται και απορρίπτεται μπορεί να κυμαίνεται από 10% έως 30% της συνολικής εκτοξευόμενης ποσότητας, επηρεάζοντας άμεσα την τελική κατανάλωση και την κοστολόγηση ανά μονάδα επιφάνειας.

Η επιμέτρηση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος πραγματοποιείται συνήθως σε τετραγωνικά μέτρα ολοκληρωμένης επιφάνειας για συγκεκριμένο πάχος στρώσης ή σε κυβικά μέτρα πραγματικού όγκου ενίσχυσης, απαιτώντας ταυτόχρονη μέτρηση του πρόσθετου οπλισμού και των βλήτρων αγκύρωσης που τοποθετούνται στον παλαιό φορέα. Η ανάγκη για συνεχή ποιοτικό έλεγχο μέσω της λήψης δοκιμών από ειδικά πλαισιωμένα δείγματα (panels) που εκτοξεύονται υπό τις ίδιες συνθήκες με το έργο είναι επιβεβλημένη για την πιστοποίηση της θλιπτικής αντοχής και της συνάφειας με το υπόστρωμα, καθιστώντας το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα μια τεχνική που απαιτεί υψηλή εξειδίκευση από το συνεργείο εφαρμογής και αυστηρή επίβλεψη για την τεκμηρίωση των αφανών εργασιών και τη διασφάλιση της στατικής επάρκειας της ενίσχυσης.

3.3.1 Μέθοδοι Εφαρμογής (Ξηρά vs Υγρή)

Η τεχνική διαδικασία του εκτοξευόμενου σκυροδέματος διακρίνεται σε δύο βασικές μεθοδολογίες οι οποίες διαφοροποιούνται ουσιαστικά ως προς τον χρόνο προσθήκης του νερού στο μίγμα επηρεάζοντας άμεσα τον ρυθμό παραγωγής την ποιότητα του τελικού υλικού και κυρίως το ποσοστό απώλειας λόγω ανάκρουσης με την **ξηρά μέθοδο** (Dry Mix) να αποτελεί την πλέον διαδεδομένη πρακτική σε έργα επισκευών και ενισχύσεων μικρής και μεσαίας κλίμακας στην Ελλάδα καθώς τα στερεά συστατικά όπως το τσιμέντο και τα αδρανή αναμιγνύονται σε ξηρή κατάσταση και προωθούνται μέσω πεπιεσμένου αέρα στον ελαστικό σωλήνα μέχρι το ακροφύσιο (nozzle) όπου το νερό προστίθεται υπό πίεση λίγο πριν την έξοδο του μίγματος. Η μέθοδος αυτή προσφέρει σημαντική ευελιξία στη διακοπή και την επανεκκίνηση της εργασίας καθιστώντας την ιδανική για τοπικές επεμβάσεις σε υφιστάμενους φορείς ενώ απαιτεί ελαφρύτερο και πιο ευέλικτο εξοπλισμό αν και παρουσιάζει το μειονέκτημα του υψηλότερου ποσοστού ανάκρουσης (rebound) και της παραγωγής σκόνης εξαρτώντας σε μεγάλο βαθμό την τελική ποιότητα του σκυροδέματος από την εμπειρία και την ικανότητα του χειριστή του ακροφυσίου (nozzlemán) ο οποίος ρυθμίζει χειροκίνητα την ποσότητα του νερού.

Αντιθέτως η **υγρή μέθοδος** (Wet Mix) βασίζεται στην ανάμιξη όλων των υλικών συμπεριλαμβανομένου του νερού και των χημικών προσμίκτων πριν από την εισαγωγή τους στην αντλία συνήθως μέσω χρήσης μπετονιέρας ή οχήματος μεταφοράς σκυροδέματος εξασφαλίζοντας μια σταθερή ποιότητα μίγματος και έναν ελεγχόμενο λόγο νερού προς τσιμέντο που δεν εξαρτάται από τον ανθρώπινο παράγοντα κατά τη στιγμή της εκτόξευσης. Τα πλεονεκτήματα της υγρής μεθόδου εντοπίζονται στον ιδιαίτερα υψηλό ρυθμό σκυροδέτησης στη δραστηκή μείωση του φαινομένου της ανάκρουσης και στην ελαχιστοποίηση της παραγόμενης σκόνης γεγονός που την καθιστά προτιμητέα σε έργα μεγάλης κλίμακας ή σε κλειστούς χώρους παρόλο που απαιτεί βαρύτερο μηχανικό εξοπλισμό και συνεχή ροή εργασίας καθώς η παραμονή του υγρού μίγματος εντός των σωληνώσεων για μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε αποφράξεις.

Από επιμετρητική σκοπιά η επιλογή μεταξύ των δύο μεθόδων καθορίζει τη στρατηγική κοστολόγησης καθώς στην ξηρά μέθοδο η ανάγκη για πρόβλεψη μεγαλύτερων ποσοτήτων υλικού λόγω της αυξημένης ανάκρουσης πρέπει να αντικατοπτρίζεται στις τιμές μονάδας ή στον συντελεστή επιμέτρησης του όγκου ενώ στην υγρή μέθοδο το κόστος επηρεάζεται περισσότερο από την ανάγκη για συνεχή εφοδιασμό και τη διαχείριση του εξοπλισμού ανάμιξης αναδεικνύοντας τη σημασία της σωστής τεχνικοοικονομικής μελέτης προ της έναρξης των εργασιών ενίσχυσης ώστε να επιλεγεί η μεθοδολογία που εξισορροπεί με τον βέλτιστο τρόπο την ταχύτητα υλοποίησης με την οικονομική αποδοτικότητα και την τεχνική αρτιότητα της επέμβασης.



Εικόνα 5: Εφαρμογή Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος (Πηγή, sintecno Hellas ABETE)

3.3.2 Ιδιαιτερότητες ως προς την Επιμέτρηση: Το Φαινόμενο της Ανάκρουσης

Η επιμέτρηση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος αποτελεί μία από τις δυσχερέστερες διαδικασίες ακριβούς ποσοτικού προσδιορισμού στο πεδίο των δομητικών ενισχύσεων καθώς παρουσιάζει σημαντικούς παράγοντες αβεβαιότητας που δεν απαντώνται σε καμία άλλη μέθοδο σκυροδέτησης με κυρίαρχο το φαινόμενο της ανάκρουσης (rebound) κατά το οποίο ένα μέρος των αδρανών και του τσιμέντου δεν ενσωματώνεται στην επιφάνεια εφαρμογής αλλά αναπηδά λόγω της κινητικής ενέργειας της πρόσκρουσης και καταλήγει στο έδαφος ως άχρηστο υλικό. Το ποσοστό αυτής της τεχνικής απώλειας δεν είναι σταθερό αλλά ποικίλλει δραματικά ανάλογα με την κλίση της επιφάνειας κυμαινόμενο από 15% έως 30% για τα κατακόρυφα στοιχεία ενώ μπορεί να ανέλθει σε επίπεδα της τάξεως του 40% έως 50% σε εφαρμογές οροφής δημιουργώντας ένα δυσεπίλυτο πρόβλημα επιμέτρησης καθώς ο μηχανικός καλείται να επιλέξει βάσει της σύμβασης εάν η πιστοποίηση θα γίνει με βάση τον καθαρό γεωμετρικό όγκο επί του στοιχείου (Geometrical Volume) ή με βάση τον συνολικό όγκο των αναλωθέντων υλικών (Consumed Volume) με τη διαφορά κόστους μεταξύ των δύο μεθόδων να είναι συχνά καθοριστική για την οικονομική βιωσιμότητα του έργου.

Παράλληλα η απουσία ξυλοτύπων οδηγεί σε μια εγγενή ασάφεια ως προς το τελικό πάχος εφαρμογής δεδομένου ότι η εξωτερική επιφάνεια του gunite παρουσιάζει ανώμαλη και κυματοειδή μορφή καθιστώντας την ακριβή γεωμετρική αποτύπωση του τελικού όγκου σε κυβικά μέτρα πρακτικά αδύνατη με τη χρήση συμβατικών μέσων όπως η μετροταινία. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος επιστρατεύονται ειδικοί οδηγοί όπως τακάκια ή σύρματα ελέγχου πάχους ωστόσο η οριστική πιστοποίηση απαιτεί συχνά πιο εξελιγμένες μεθόδους όπως η τοπογραφική αποτύπωση με laser scanner προ και μετά την εκτόξευση ή η λήψη πυρήνων (καρότα) σε τυχαία σημεία προκειμένου να επαληθευτεί το μέσο πάχος της ενίσχυσης και η συνάφεια με τον παλαιό φορέα.

Επιπλέον στην περίπτωση της ξηράς μεθόδου ο επιμετρητής πρέπει να συνεκτιμήσει τον συντελεστή συμπίκνωσης καθώς ο όγκος των ξηρών συστατικών σε σάκους ή χύδην αδρανή μειώνεται σημαντικά κατά τη φάση της ενυδάτωσης και της βίαιης πρόσκρουσης στην επιφάνεια στόχο με αποτέλεσμα ένα κυβικό μέτρο ξηρού μίγματος να μην αποδίδει ποτέ ένα κυβικό μέτρο τελικού σκυροδέματος. Η σχέση αυτή μεταξύ εισερχόμενου υλικού και τελικού αποτελέσματος πρέπει να είναι σαφώς ορισμένη στις τεχνικές προδιαγραφές του έργου ώστε να αποφεύγονται διενέξεις κατά την πιστοποίηση των λογαριασμών καθώς η παράλειψη συνυπολογισμού της συμπίκνωσης και της ανάκρουσης μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένη εκτίμηση της απόδοσης των υλικών και σε σημαντικές οικονομικές αποκλίσεις που επιβαρύνουν τον ανάδοχο ή τον κύριο του έργου αναλόγως των όρων της σύμβασης.

3.4 Σύνθετα Υλικά (FRPs) και Επικολλώμενα Ελάσματα

Οι σύγχρονες μέθοδοι δομητικής ενίσχυσης περιλαμβάνουν τη χρήση υλικών υψηλής τεχνολογίας, γνωστά ως Ινοπλισμένα Πολυμερή (Fiber Reinforced Polymers - FRPs), τα οποία επικολλώνται στην εξωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων με στόχο την αύξηση της καμπτικής και διατμητικής τους αντοχής ή την περίσφιξη υποστρωμάτων για τη βελτίωση της πλαστιμότητάς τους. Κύριο χαρακτηριστικό αυτών των συστημάτων είναι ο εξαιρετικά υψηλός λόγος αντοχής προς βάρος και η ελάχιστη έως μηδενική παρέμβαση στη γεωμετρία και τη δυσκαμψία του στοιχείου, γεγονός που τα καθιστά ιδανικά για επεμβάσεις όπου η διατήρηση του αρχικού όγκου και της αρχιτεκτονικής μορφής είναι επιβεβλημένη. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από ίνες υψηλής αντοχής, όπως άνθρακα (CFRP), γυαλί (GFRP) ή αραμίδιο (AFRP), οι οποίες εγκιβωτίζονται σε μια οργανική πολυμερή μήτρα (ρητίνη), η οποία λειτουργεί ως το μέσο μεταφοράς των τάσεων από το σκυρόδεμα προς τις ίνες.

Η επιμέτρηση των σύνθετων υλικών παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις από τις συμβατικές εργασίες σκυροδέματος, καθώς η μονάδα μέτρησης καθορίζεται από τη μορφή του υλικού, με τα υφάσματα να επιμετρώνται συνήθως σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) ανεπτυγμένης επιφάνειας και τα προκατασκευασμένα ελάσματα σε τρέχοντα μέτρα (\$m\$), ενώ η κατανάλωση της εποξειδικής ρητίνης επικόλλησης μπορεί να περιλαμβάνεται στην τιμή μονάδας ή να πιστοποιείται ξεχωριστά σε χιλιόγραμμα (kg). Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στον υπολογισμό των μηκών αγκύρωσης και των επικαλύψεων μεταξύ των στρώσεων, καθώς αυτά τα «πλεονάζοντα» τμήματα υλικού είναι απαραίτητα για τη στατική λειτουργία του συστήματος αλλά συχνά αποτελούν σημείο τριβής κατά την επιμέτρηση, αν δεν έχουν προβλεφθεί σαφώς στους όρους της σύμβασης ή στις προδιαγραφές του τιμολογίου.

Επιπλέον, η προετοιμασία του υποστρώματος μέσω λειάνσεως και η στρογγυλοποίηση των ακμών των στοιχείων αποτελούν κρίσιμες αφανείς εργασίες που πρέπει να τεκμηριώνονται λεπτομερώς, καθώς η ποιότητα της πρόσφυσης καθορίζει την αποτροπή του φαινομένου της πρόωρης αποκόλλησης (debonding), το οποίο αποτελεί τον κύριο μηχανισμό αστοχίας των επικολλώμενων συστημάτων. Η ανάγκη για εξειδικευμένο ποιοτικό έλεγχο, όπως οι δοκιμές εφελκυσμού με εξόλκηση (pull-off tests) και ο έλεγχος των κενών μέσω υπερήχων ή θερμογραφίας, προσθέτει ένα επιπλέον επίπεδο πολυπλοκότητας στην πιστοποίηση του έργου, αναδεικνύοντας τη σημασία της πλήρους εναρμόνισης μεταξύ της τεχνικής περιγραφής της ενίσχυσης και της τελικής οικονομικής επιμέτρησης για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας της επέμβασης.

3.4.1 Ινοπλισμένα Πολυμερή (FRPs)

Τα Ινοπλισμένα Πολυμερή (Fiber Reinforced Polymers (εικόνα 7) αποτελούν σύνθετα υλικά υψηλής τεχνολογίας τα οποία αποτελούνται από ίνες εξαιρετικά υψηλής εφελκυστικής αντοχής, όπως ο άνθρακας, το γυαλί ή το αραμίδιο, οι οποίες εγκιβωτίζονται σε μια πολυμερή μήτρα, συνήθως εποξειδική ρητίνη, η οποία διασφαλίζει τη συνοχή του συστήματος και τη μεταφορά των τάσεων μεταξύ των ινών και του δομικού στοιχείου. Στην ελληνική κατασκευαστική πραγματικότητα η συνηθέστερη εφαρμογή αφορά τα υφάσματα ανθρακονημάτων (CFRP) και υαλονημάτων (GFRP), των οποίων η επιτυχής εγκατάσταση εξαρτάται από ένα αυστηρό πρωτόκολλο εφαρμογής, καθώς οποιαδήποτε αστοχία στην πρόσφυση οδηγεί σε πρόωρη αποκόλληση και ακύρωση της ενίσχυσης. Η διαδικασία ξεκινά με την ενδεδειγμένη προετοιμασία του υποστρώματος μέσω τριψίματος του σκυροδέματος για την αφαίρεση σαθρών τμημάτων και της τσιμεντοεπιδερμίδας, με κρισιμότερο σημείο τη στρογγύλευση των ακμών (chamfering) στα υποστυλώματα με ακτίνα καμπυλότητας τουλάχιστον δύο έως τριών εκατοστών, ώστε να αποφευχθεί η τοπική συγκέντρωση τάσεων και η κοπή των ινών του υφάσματος κατά την τάνυσή του.

Μετά τον καθαρισμό ακολουθεί το αστάρωμα (primer) για το σφράγισμα των πόρων και η εξομάλυνση της επιφάνειας με εποξειδική πάστα για την εξάλειψη οπών και τη δημιουργία ενός λείου υποστρώματος, προτού προχωρήσει η τελική εφαρμογή που περιλαμβάνει την επάλειψη της πρώτης στρώσης ρητίνης εμποτισμού, την τοποθέτηση του υφάσματος και την κύλιση με ειδικό ρολό για την πλήρη διαβροχή των ινών και την απομάκρυνση φυσαλίδων αέρα. Λόγω του εξαιρετικά υψηλού κόστους των υλικών αυτών, η επιμέτρηση απαιτεί ακρίβεια εκατοστού και σαφή διαχωρισμό μεταξύ της καθαρής επιφάνειας κάλυψης που ορίζει η στατική μελέτη και της μεικτής επιφάνειας εφαρμογής, η οποία περιλαμβάνει τις απαραίτητες αλληλοεπικαλύψεις (overlaps) των δεκαπέντε έως είκοσι εκατοστών κατά τη φορά των ινών που απαιτούνται για τη μεταφορά των φορτίων.

Στην οικονομική πιστοποίηση πρέπει να διευκρινίζεται εάν η τιμή μονάδας ανά τετραγωνικό μέτρο αφορά την πραγματικά τοποθετημένη ποσότητα συμπεριλαμβανομένων των επικαλύψεων ή τη θεωρητική επιφάνεια, ενώ παράλληλα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η φύρα από την αποκοπή των ρολών, η οποία συνήθως βαρύνει τον ανάδοχο αλλά επηρεάζει την κοστολόγηση. Επιπλέον, οι προπαρασκευαστικές εργασίες, όπως η στρογγύλευση των ακμών και η εξομάλυνση, επειδή είναι εξαιρετικά χρονοβόρες και απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό, επιμετρώνται συχνά ως διακριτά άρθρα σε τρέχοντα μέτρα ή κατ' αποκοπή και δεν ενσωματώνονται στην τιμή του υφάσματος, γεγονός που επιβάλλει στον επιμετρητή μηχανικό τη λεπτομερή καταγραφή κάθε σταδίου μέσω Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών για τη διασφάλιση της διαφάνειας και της τεχνικής αρτιότητας της επέμβασης.



Εικόνα 7: Εφαρμογή FRP (Πηγή, sintecno Hellas ABETE)

3.4.2 Επικολλώμενα Χαλύβδινα Ελάσματα

Η μέθοδος των επικολλώμενων χαλύβδινων ελασμάτων αποτελεί μια κλασική και ιδιαίτερα αποτελεσματική τεχνική ενίσχυσης η οποία βασίζεται στην επικόλληση λεπτών ελασμάτων χάλυβα, πάχους συνήθως μεταξύ τριών και δέκα χιλιοστών, στις εφελκόμενες όψεις δοκών ή πλακών με τη χρήση ισχυρών εποξειδικών ρητινών δύο συστατικών και συμπληρωματικών μηχανικών αγκυρώσεων. Η στατική συνεργασία μεταξύ του υφιστάμενου στοιχείου σκυροδέματος και του πρόσθετου χάλυβα επιτυγχάνεται πρωτίστως μέσω της διατμητικής αντοχής της ρητίνης, ενώ η διαδικασία απαιτεί την εξασφάλιση μιας απόλυτα επίπεδης επιφάνειας επαφής ή την πλήρη πλήρωση του κενού μεταξύ του ελάσματος και του σκυροδέματος προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα τοπικής αποκόλλησης. Συχνά τα ελάσματα αγκυρώνονται επιπλέον μηχανικά με τη χρήση εκτονούμενων ή χημικών βυσμάτων, τα οποία λειτουργούν ως δικλείδα ασφαλείας έναντι ενδεχόμενης αστοχίας της ρητίνης σε περιπτώσεις πυρκαγιάς ή απρόβλεπτων τοπικών υπερφορτώσεων, διασφαλίζοντας τη συνέχεια της μεταφοράς των τάσεων.

Η επιμέτρηση αυτής της κατηγορίας εργασιών παρουσιάζει σημαντικές ιδιαιτερότητες που απαιτούν τον διαχωρισμό των υλικών σε διπλή μονάδα μέτρησης, όπου ο χάλυβας επιμετράται συνήθως σε χιλιόγραμμα (kg) με βάση το θεωρητικό βάρος των διατομών και η εποξειδική ρητίνη συγκόλλησης πιστοποιείται ξεχωριστά επίσης σε χιλιόγραμμα (kg). Το σημείο κλειδί για την οικονομική διαχείριση του έργου εντοπίζεται στην πραγματική κατανάλωση της ρητίνης, η οποία επηρεάζεται άμεσα από την επιπεδότητα του υποστρώματος, καθώς οποιαδήποτε απόκλιση στην επιφάνεια του σκυροδέματος αυξάνει δραματικά τον απαιτούμενο όγκο της ακριβής εποξειδικής πάστας. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι μια φαινομενικά μικρή αύξηση στο πάχος της στρώσης κόλλας, για παράδειγμα από το ένα στα τρία χιλιοστά, μπορεί να τριπλασιάσει το κόστος του υλικού συγκόλλησης, καθιστώντας την προετοιμασία της επιφάνειας και τον έλεγχο των ανοχών κρίσιμα στάδια για την αποφυγή οικονομικών υπερβάσεων.

Επιπροσθέτως, η επιμέτρηση πρέπει να περιλαμβάνει τις εργασίες διάνοιξης οπών και τοποθέτησης των βλήτρων αγκύρωσης, οι οποίες συχνά τιμολογούνται ανά τεμάχιο, καθώς και την αντιδιαβρωτική προστασία των ελασμάτων η οποία είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση της μακροζωίας της ενίσχυσης. Ο επιμετρητής μηχανικός οφείλει να

τεκμηριώνει την ποσότητα της ρητίνης που πράγματι καταναλώθηκε μέσω Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών και ζυγίσεων των κενών συσκευασιών στο εργοτάξιο, καθώς η γεωμετρική εκτίμηση του πάχους της κόλλας είναι πρακτικά αδύνατη μετά την τοποθέτηση του ελάσματος. Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται ότι η οικονομική πιστοποίηση ανταποκρίνεται στις πραγματικές εργοταξιακές συνθήκες, αναδεικνύοντας τη μέθοδο των χαλύβδινων ελασμάτων ως μια τεχνική που απαιτεί υψηλή ακρίβεια τόσο στην εκτέλεση όσο και στη διοικητική της παρακολούθηση προκειμένου να επιτευχθεί το βέλτιστο τεχνικοοικονομικό αποτέλεσμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΦΑΝΩΝ ΒΛΑΒΩΝ

4.1 Μεθοδολογία επιμέτρησης και διαχείριση κόστους

Στο παρόν κεφάλαιο αναπτύσσεται διεξοδικά η μεθοδολογία για τον ακριβή προσδιορισμό των ποσοτήτων των εκτελεσθεισών εργασιών, μετατοπίζοντας το κέντρο βάρους από τη φυσική υπόσταση των υλικών ενίσχυσης στην επιχειρησιακή και οικονομική τους διαχείριση εντός του εργοταξιακού πλαισίου. Ενώ η προηγούμενη ανάλυση επικεντρώθηκε στις τεχνικές ιδιότητες και τον τρόπο εφαρμογής των δομητικών επεμβάσεων, η παρούσα ενότητα εστιάζει στη διαδικαστική νομιμοποίηση των δαπανών, αναδεικνύοντας την ορθή επιμέτρηση ως τη μοναδική αντικειμενική γέφυρα μεταξύ της τεχνικής υλοποίησης και της οικονομικής αποζημίωσης του αναδόχου. Η διαδικασία αυτή δεν συνιστά μια απλή λογιστική καταγραφή, αλλά μια σύνθετη διοικητική πράξη που βασίζεται στην αυστηρή τήρηση της νομοθεσίας των δημοσίων συμβάσεων και των ειδικών όρων των συμβατικών τευχών, διασφαλίζοντας ότι κάθε μονάδα υλικού που ενσωματώνεται στον φέροντα οργανισμό αντιστοιχεί σε μια πιστοποιημένη και τεκμηριωμένη δαπάνη.

Η διαχείριση του κόστους στα έργα ενισχύσεων χαρακτηρίζεται από μια εγγενή δυναμική, καθώς οι τελικές ποσότητες συχνά αποκλίνουν από τις αρχικές προβλέψεις της μελέτης λόγω των απρόβλεπτων ευρημάτων κατά τη φάση των καθαιρέσεων και της αποκάλυψης του υφιστάμενου οπλισμού. Αυτή η ιδιαιτερότητα επιβάλλει την υιοθέτηση μιας δυναμικής μεθοδολογίας επιμέτρησης η οποία ενσωματώνει τη συνεχή ροή πληροφοριών από το πεδίο προς το γραφείο, χρησιμοποιώντας ως εργαλεία τους Ανακεφαλαιωτικούς Πίνακες Εργασιών (ΑΠΕ) και τα Πρωτόκολλα Κανονισμού Τιμών Μονάδος Νέων Εργασιών (ΠΚΤΜΝΕ) όπου αυτό απαιτείται. Ο ρόλος του επιμετρητή μηχανικού καθίσταται κομβικός, καθώς οφείλει να ισορροπεί μεταξύ της τεχνικής αναγκαιότητας για πρόσθετες εργασίες και των περιορισμών του προϋπολογισμού, διασφαλίζοντας ότι η οικονομική εξέλιξη του έργου παραμένει εντός των νόμιμων ορίων και των ποιοτικών προδιαγραφών που θέτουν οι Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές.

Επιπλέον, η μεθοδολογία επιμέτρησης περιλαμβάνει τον συστηματικό έλεγχο των as-built σχεδίων και τη διασταύρωσή τους με τα ημερολόγια του έργου και τα πρωτόκολλα αφανών εργασιών, δημιουργώντας έναν αδιάψευστο φάκελο τεκμηρίωσης που προστατεύει τον κύριο του έργου από υπερχρεώσεις και τον ανάδοχο από την αμφισβήτηση της παραχθείσας εργασίας. Η μετάβαση από την τεχνική περιγραφή στην οικονομική πιστοποίηση απαιτεί βαθιά γνώση των κανόνων επιμέτρησης ανά άρθρο τιμολογίου, καθώς μικρές αποκλίσεις στον τρόπο μέτρησης —για παράδειγμα, η συμπερίληψη ή μη των επικαλύψεων στα σύνθετα υλικά ή η διαχείριση της ανάκρουσης στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα— μπορούν να επιφέρουν σημαντικές μεταβολές στο τελικό οικονομικό αποτέλεσμα. Με αυτόν τον τρόπο, η ενότητα αυτή θέτει τις βάσεις για την κατανόηση της χρηματοοικονομικής διάστασης των δομητικών αποκαταστάσεων, αναλύοντας τα στάδια από τη λήψη των μετρήσεων έως την έκδοση του τελικού λογαριασμού και την οριστική παραλαβή του έργου.

4.1.1 Γενικές Αρχές Επιμέτρησης Έργων Ενίσχυσης

Η επιμέτρηση στα τεχνικά έργα ενίσχυσης υπερβαίνει τα όρια μιας απλής αριθμητικής καταγραφής ποσοτήτων και συνιστά μια σύνθετη διοικητική πράξη η οποία απαιτεί υψηλή τεχνική κρίση, ενδεδεχρή γεωμετρική τεκμηρίωση και πλήρη νομική κατοχύρωση

προκειμένου να καταστεί έγκυρη η πιστοποίηση των δαπανών. Ειδικά στον τομέα των δομητικών αποκαταστάσεων, όπου οι συνθήκες του πεδίου μεταβάλλονται διαρκώς λόγω της αποκάλυψης αφανών βλαβών ή κατασκευαστικών ατελειών του υφιστάμενου φορέα, η μεθοδολογία επιμέτρησης οφείλει να είναι δυναμική και προσαρμοστική, μετατρέποντας τις θεωρητικές παραδοχές της μελέτης σε πραγματικά δεδομένα κατασκευής (As-Built). Η θεμελιώδης αρχή της επιμέτρησης βασίζεται στην ακριβή αποτύπωση των εργασιών που εκτελέστηκαν «έντεχνα» και σύμφωνα με τις προδιαγραφές, καθώς οποιαδήποτε κακοτεχνία ή απόκλιση από τα εγκεκριμένα σχέδια συνεπάγεται την αυτόματη απόρριψη της αντίστοιχης ποσότητας από την πιστοποίηση πληρωμής.

Κεντρικό άξονα της διαδικασίας αποτελεί η αρχή της «πιστής απεικόνισης», η οποία επιβάλλει στον επιμετρητή μηχανικό να συνοδεύει κάθε υπολογισμό με αναλυτικά επιμετρητικά σχέδια, σκαριφήματα και φωτογραφική τεκμηρίωση, καθιστώντας τον έλεγχο από την πλευρά του κυρίου του έργου άμεσο και αδιαμφισβήτητο. Στα έργα ενισχύσεων, η αρχή αυτή ενισχύεται από την ανάγκη σύνταξης Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ), τα οποία υπογράφονται αμέσως μετά την ολοκλήρωση εργασιών που πρόκειται να επικαλυφθούν, όπως η τοποθέτηση βλήτρων ή οπλισμού μανδυνών, διασφαλίζοντας ότι η ποσοτική επαλήθευση παραμένει εφικτή ακόμα και μετά την οριστική σκυροδέτηση. Η επιμέτρηση διέπεται επίσης από την αρχή της «μοναδικότητας της μέτρησης», σύμφωνα με την οποία κάθε εργασία επιμετράται βάσει της μονάδας που ορίζεται στο τιμολόγιο προσφοράς (π.χ. m^2 , m^3 , kg ή tn), αποφεύγοντας τη διπλή χρέωση αλληλοεπικαλυπτόμενων εργασιών και διασφαλίζοντας την οικονομική διαφάνεια.

Επιπλέον, η μεθοδολογία επιμέτρησης πρέπει να ενσωματώνει τις ανοχές και τους συντελεστές μετατροπής που προβλέπονται από τις Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές, όπως η διαχείριση της φύρας των οπλισμών ή η ανάκρουση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, μετατρέποντας την εργοταξιακή πραγματικότητα σε λογιστική ενότητα συμβατή με το σύστημα πληρωμών. Η τήρηση αυτών των γενικών αρχών δεν αποτελεί μόνο συμβατική υποχρέωση, αλλά και το βασικό εργαλείο διαχείρισης κινδύνου για τον μηχανικό, καθώς η σωστή επιμέτρηση προλαμβάνει οικονομικές διενέξεις, διευκολύνει την έγκριση των Ανακεφαλαιωτικών Πινάκων Εργασιών και αποτελεί το αδιάψευστο ιστορικό αρχείο της δομητικής παρέμβασης στο κτήριο. Με αυτόν τον τρόπο, η επιμέτρηση αναδεικνύεται σε εγγυητή της στατικής ασφάλειας και της οικονομικής ισορροπίας, αποτελώντας τον κρίσιμο κρίκο στην αλυσίδα παραγωγής του τεχνικού έργου.-

4.1.2 Η Διάκριση Προμέτρησης και Τελικής Επιμέτρησης

Για την ολοκληρωμένη κατανόηση της οικονομικής και διοικητικής λειτουργίας ενός τεχνικού έργου, καθίσταται επιβεβλημένος ο σαφής διαχωρισμός μεταξύ των δύο θεμελιωδών σταδίων υπολογισμού των ποσοτήτων, ήτοι της Προμέτρησης που συντάσσεται κατά το στάδιο της μελέτης και της Επιμέτρησης που αφορά το στάδιο της κατασκευής. Η Προμέτρηση (Estimation / Bill of Quantities) αποτελεί μια θεωρητική πρόβλεψη των απαιτούμενων ποσοτήτων η οποία βασίζεται αποκλειστικά στα σχέδια της Στατικής Μελέτης Εφαρμογής και έχει ως πρωταρχικό σκοπό τον ακριβή καθορισμό του Προϋπολογισμού του έργου και τη διεξαγωγή της διαγωνιστικής διαδικασίας για τη δημοπράτησή του. Ωστόσο, στα έργα ενίσχυσης υφιστάμενων κατασκευών, η προμέτρηση εμπεριέχει αναπόφευκτα ένα υψηλό ποσοστό σφάλματος, καθώς ο μελετητής είναι αδύνατον να γνωρίζει με απόλυτη ακρίβεια το πραγματικό βάθος της ενανθράκωσης του σκυροδέματος, την πραγματική

έκταση της διάβρωσης του οπλισμού ή την εσωτερική ποιότητα της τοιχοποιίας προτού πραγματοποιηθούν οι καθαιρέσεις και οι αποκαλύψεις του φέροντος οργανισμού, με αποτέλεσμα οι προμετρητικές ποσότητες να φέρουν συχνά χαρακτήρα ενδεικτικό.

Αντιδιαστελλόμενη προς την προληπτική αυτή διαδικασία, η Επιμέτρηση (Final Measurement / Final Account) συντάσσεται κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας των εργασιών, αντλώντας τα δεδομένα της από τις πραγματικά εκτελεσθείσες ποσότητες, όπως αυτές αποτυπώνονται λεπτομερώς στα σχέδια «Ως Κατασκευάσθηκε» (As-Built drawings) και επικυρώνονται από τα Πρωτόκολλα Αφανών Εργασιών. Ο σκοπός της επιμέτρησης είναι αμιγώς εκτελεστικός και αφορά την πιστοποίηση των λογαριασμών για την πληρωμή του αναδόχου, καθώς και την οριστική παραλαβή του φυσικού αντικείμενου του έργου, αποτελώντας το τελικό αποδεικτικό στοιχείο της συμβατικής συμμόρφωσης.

Η οργανική σχέση μεταξύ των δύο αυτών σταδίων και η αναπόφευκτη απόκλιση που προκύπτει μεταξύ της αρχικής πρόβλεψης και της τελικής καταμέτρησης καλύπτεται διοικητικά και νομικά μέσω του Ανακεφαλαιωτικού Πίνακα Εργασιών (Α.Π.Ε.) στα δημόσια έργα, ο οποίος αποτελεί το επίσημο έγγραφο τακτοποίησης των αυξομειώσεων των ποσοτήτων. Η διαδικασία αυτή διασφαλίζει ότι η οικονομική εξέλιξη του έργου παραμένει διαφανής και τεχνικά τεκμηριωμένη, καθώς επιτρέπει τη μετατροπή των θεωρητικών παραδοχών της προμέτρησης σε οριστικά και πληρωτέα επιμετρητικά μεγέθη, προστατεύοντας ταυτόχρονα το συμφέρον του κυρίου του έργου από υπερβάσεις και τη βιωσιμότητα του αναδόχου έναντι απρόβλεπτων κατασκευαστικών αναγκών που αναδείχθηκαν κατά τη φάση της δομητικής αποκατάστασης.

4.1.3 Η Σημασία της Γεωμετρικής Αποτύπωσης και των As-Built Σχεδίων

Σε αντίθεση με την ανέγερση νέων οικοδομών, όπου η επιμέτρηση συχνά ταυτίζεται με τις προβλέψεις της μελέτης, στα έργα δομητικών ενισχύσεων η αρχική μελέτη σπάνια συμπίπτει απόλυτα με την τελική κατασκευή λόγω της εγγενούς αβεβαιότητας των υφιστάμενων φορέων. Η διαδικασία της επιμέτρησης προϋποθέτει υποχρεωτικά μια σειρά από διαδοχικά στάδια αποτύπωσης, ξεκινώντας από την αρχική γεωμετρική καταγραφή του φέροντος οργανισμού αμέσως μετά τις καθαιρέσεις και πριν από οποιαδήποτε επέμβαση ενίσχυσης, καθώς σε αυτό το σημείο αποκαλύπτεται η κατασκευαστική πραγματικότητα του κτηρίου, η οποία συχνά περιλαμβάνει στραβά υποστυλώματα, αποκλίσεις αξόνων ή τοπικές εξογκώσεις που δεν ήταν ορατές πριν την απομάκρυνση των επιχρισμάτων.

Στη συνέχεια, ο επιμετρητής μηχανικός οφείλει να συντάξει τα επιμετρητικά σχέδια (As-Built), σχεδιάζοντας εκ νέου τις διατομές των στοιχείων όπως ακριβώς υλοποιήθηκαν στο πεδίο, αποτυπώνοντας για παράδειγμα περιπτώσεις όπου ένας μανδύας οπλισμένου σκυροδέματος σχεδιάστηκε με πάχος δέκα εκατοστών αλλά κατασκευάστηκε με δεκαπέντε λόγω των γεωμετρικών ανωμαλιών του παλαιού υποστυλώματος. Ο υπολογισμός των τελικών ποσοτήτων, μέσω της αναλυτικής εμβαδομέτρησης και ογκομέτρησης, πραγματοποιείται αποκλειστικά πάνω σε αυτά τα επιμετρητικά σχέδια και όχι στα θεωρητικά σχέδια της μελέτης, διασφαλίζοντας ότι η οικονομική πίστωση αντιστοιχεί στον πραγματικό όγκο των ενσωματωμένων υλικών.

Μια κρίσιμη παρατήρηση που αποτελεί συχνά σημείο τριβής κατά την πιστοποίηση των εργασιών αφορά το κατά πόσο η πληρωμή πρέπει να βασίζεται στις διαστάσεις της μελέτης ή στις αναγκαίες διαστάσεις που προέκυψαν από τις τεχνικές συνθήκες του εργοταξίου. Η γενική αρχή που ακολουθείται ορίζει ότι οι υπερβάσεις που οφείλονται σε αμέλεια του

αναδόχου, όπως το άνοιγμα των ξυλοτύπων λόγω κακής αντιστήριξης, δεν επιμετρώνται και δεν αποζημιώνονται, ενώ αντίθετα, οι υπερβάσεις που επιβάλλονται από την κατάσταση του υφιστάμενου φορέα, όπως οι ανωμαλίες της επιφάνειας ή η ανάγκη για εξισωτικές στρώσεις, επιμετρώνται κανονικά ως τεχνικά αναγκαίες εργασίες. Με αυτόν τον τρόπο, η γεωμετρική αποτύπωση αναδεικνύεται σε εργαλείο δικαιοσύνης και τεχνικής τεκμηρίωσης, καθώς επιτρέπει τον σαφή διαχωρισμό μεταξύ της φυσιολογικής κατασκευαστικής προσαρμογής και της εργολαβικής αστοχίας, προστατεύοντας τα οικονομικά συμφέροντα του κυρίου του έργου και διασφαλίζοντας την τεχνική ορθότητα της επέμβασης.

4.2 Διαχείριση Αφανών Εργασιών

Στο πλαίσιο των τεχνικών έργων και με ιδιαίτερη έμφαση στις επεμβάσεις ενίσχυσης του φέροντος οργανισμού, ως «Αφανείς Εργασίες» ορίζονται εκείνες οι κατασκευαστικές φάσεις ή τα επιμέρους τμήματα του έργου τα οποία, μετά την ολοκλήρωσή τους, επικαλύπτονται πλήρως από μεταγενέστερες στρώσεις υλικών ή δομικά στοιχεία, καθιστώντας τον εκ των υστέρων έλεγχο της ποιότητας, της γεωμετρίας και της ακριβούς ποσότητάς τους πρακτικά αδύνατο χωρίς την ολοκληρωτική καταστροφή του υπερκείμενου στοιχείου. Η διαχείριση αυτών των εργασιών συνιστά το κρισιμότερο σημείο τριβής μεταξύ του Αναδόχου και της Επίβλεψης, καθώς η έλλειψη έγκαιρης και επιτόπιας πιστοποίησης οδηγεί σε ανυπέρβλητη αδυναμία σύνταξης ακριβούς τελικής επιμέτρησης και οικονομικής τακτοποίησης του έργου. Τυπικά παραδείγματα αφανών εργασιών στις ενισχύσεις αποτελούν η διάνοιξη οπών και η τοποθέτηση βλήτρων αγκύρωσης, ο καθαρισμός και η αντιδιαβρωτική προστασία του υφιστάμενου οπλισμού, η εφαρμογή γεφυρών πρόσφυσης, καθώς και η τοποθέτηση του νέου οπλισμού εντός των ξυλοτύπων πριν από τη σκυροδέτηση των μανδυνών.

Η διαδικασία διασφάλισης αυτών των εργασιών βασίζεται στην υποχρεωτική σύνταξη Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ), τα οποία συντάσσονται αμέσως μετά την ολοκλήρωση της εκάστοτε φάσης και πριν από την επικάλυψή της, αποτελώντας το μοναδικό νόμιμο αποδεικτικό μέσο για την ποσοτική και ποιοτική επαλήθευση των εργασιών που δεν θα είναι πλέον ορατές. Η ορθή διαχείριση απαιτεί τη συνεχή παρουσία της επίβλεψης στο εργοτάξιο για τη διενέργεια δειγματοληπτικών ελέγχων, όπως η μέτρηση του βάθους αγκύρωσης των βλήτρων ή η επαλήθευση του αριθμού των ινών στα σύνθετα υλικά, ενώ η χρήση σύγχρονων μέσων ψηφιακής τεκμηρίωσης και φωτογραφικού αρχείου με κλίμακα αναφοράς κρίνεται επιβεβλημένη για την υποστήριξη των επιμετρητικών δεδομένων.

Σε περιπτώσεις όπου παραλείπεται η σύνταξη των πρωτοκόλλων αυτών, η επιμέτρηση καθίσταται επισφαλής και βασίζεται αναγκαστικά σε θεωρητικούς υπολογισμούς ή έμμεσες ενδείξεις, γεγονός που συχνά οδηγεί σε οικονομικές διενέξεις και καθυστερήσεις στην έγκριση των λογαριασμών πληρωμής. Συνεπώς, η συστηματική διαχείριση των αφανών εργασιών δεν αποτελεί μόνο μια γραφειοκρατική υποχρέωση, αλλά μια θεμελιώδη τεχνική δικλείδα ασφαλείας που εγγυάται ότι η δομητική ενίσχυση υλοποιήθηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις της στατικής μελέτης, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα τη διαφάνεια στη διαχείριση των δημόσιων ή ιδιωτικών πόρων και την αποφυγή μελλοντικών αμφισβητήσεων σχετικά με την αρτιότητα του φέροντος οργανισμού.

4.2.1 Κατηγοριοποίηση Αφανών Εργασιών στις Ενισχύσεις

Σε ένα τυπικό έργο δομικής αποκατάστασης και ενίσχυσης, η κατηγοριοποίηση των αφανών εργασιών αποτελεί το κλειδί για την ποιοτική διασφάλιση, καθώς οι παρεμβάσεις αυτές είναι

οι πλέον κρίσιμες για τη στατική επάρκεια και τη μακροζωία του φορέα. Πρώτη στην ιεραρχία των αφανών εργασιών βρίσκεται η προετοιμασία του υποστρώματος, η οποία περιλαμβάνει την εκτράχυνση ή την αμμοβολή της επιφάνειας του παλαιού σκυροδέματος προκειμένου να εξασφαλιστεί η συνάφεια με το νέο υλικό. Η εργασία αυτή καθίσταται αφανής αμέσως μετά τη διάστρωση του νέου σκυροδέματος ή την κατασκευή του μανδύα, οπότε και είναι πρακτικά αδύνατο να πιστοποιηθεί αν η επιφάνεια προετοιμάστηκε επαρκώς για τη μεταφορά των διατμητικών τάσεων. Εξίσου κρίσιμες είναι οι μηχανικές και χημικές αγκυρώσεις, όπου ο αριθμός των οπών, το βάθος διάτρησης, ο επιμελής καθαρισμός της οπής από τη σκόνη και η ακριβής ποσότητα της ρητίνης πάκτωσης των βλήτρων αποτελούν μεγέθη που «εξαφανίζονται» μετά την τοποθέτηση του οπλισμού και τη σκυροδέτηση, απαιτώντας αυστηρή επιτόπια καταγραφή.

Παράλληλα, ο οπλισμός των μανδύων, ο οποίος περιλαμβάνει τη διάμετρο, το πλήθος των διαμήκων ράβδων και την πυκνωση των συνδετήρων, συνιστά μια κλασική περίπτωση αφανούς εργασίας που πρέπει να ελεγχθεί και να φωτογραφηθεί εντός των ξυλοτύπων, καθώς μετά την έγχυση του σκυροδέματος η επαλήθευση της συμμόρφωσης με τη μελέτη απαιτεί καταστροφικές μεθόδους ή δαπανηρούς ραδιογραφικούς ελέγχους. Στο ίδιο πλαίσιο εντάσσονται οι ρητινενέσεις για τη σφράγιση ρωγμών, όπου το βάθος διείσδυσης της ρητίνης και η πλήρης πλήρωση των εσωτερικών κενών αποτελούν ποιοτικά χαρακτηριστικά που δεν είναι ορατά εξωτερικά, καθιστώντας την κατανάλωση του υλικού και την πίεση έγχυσης τα μοναδικά έμμεσα αποδεικτικά στοιχεία της αρτιότητας της επέμβασης.

Τέλος, οι καθαιρέσεις του σκυροδέματος και η αφαίρεση των σαθρών τμημάτων πριν από την εφαρμογή επισκευαστικών κονιαμάτων αποτελούν μια ιδιαίτερη κατηγορία αφανούς εργασίας, καθώς ο όγκος του υλικού που απομακρύνθηκε καθορίζει τόσο την ποσότητα του νέου κονιάματος που θα απαιτηθεί όσο και την ποιότητα της εξυγίανσης του στοιχείου. Η έγκαιρη πιστοποίηση αυτών των σταδίων μέσω πρωτοκόλλων και οπτικού υλικού είναι επιβεβλημένη, καθώς η παράλειψή τους αφήνει κενά στην τεχνική τεκμηρίωση του έργου, υπονομεύοντας την αξιοπιστία της στατικής αναβάθμισης και περιπλέκοντας την τελική επιμέτρηση και την οικονομική αποζημίωση των εκτελεσθεισών εργασιών.

4.2.2 Πρωτόκολλα Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ) και Τεκμηρίωση

Για την οριστική κατοχύρωση της ποσότητας και της ποιότητας των κρίσιμων εργασιών που πρόκειται να καλυφθούν, θεσμοθετείται η υποχρεωτική σύνταξη του Πρωτοκόλλου Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ), το οποίο αποτελεί το θεμελιώδες έγγραφο πιστοποίησης στο εργοτάξιο. Η διαδικασία σύνταξης εκκινεί με την έγκαιρη έγγραφη ειδοποίηση της Επιβλεψης από τον Ανάδοχο, συνήθως τουλάχιστον εικοσιτετράωρα πριν από την κάλυψη της εργασίας, προκειμένου να προγραμματιστεί ο επιτόπιος έλεγχος. Κατά την επίσκεψη στο έργο, ο Επιβλέπων Μηχανικός προβαίνει στον έλεγχο της ορθότητας της κατασκευής σύμφωνα με τη μελέτη και προχωρά στην από κοινού μέτρηση των ποσοτήτων παρουσία του Αναδόχου, καταγράφοντας λεπτομερώς τα δεδομένα σε ένα επίσημο έγγραφο που προσδιορίζει το είδος της εργασίας, την ακριβή θέση του δομικού στοιχείου, την ημερομηνία και τις επιμετρηθείσες τιμές. Η υπογραφή του πρωτοκόλλου και από τα δύο μέρη πριν από την έναρξη της επόμενης κατασκευαστικής φάσης καθιστά το έγγραφο νομικά και τεχνικά ισχυρό, αποτρέποντας μελλοντικές αμφισβητήσεις.

Στο πλαίσιο των σύγχρονων προτύπων διαχείρισης έργων, το ΠΑΕ δεν νοείται ως ένα απλό έντυπο, αλλά πρέπει να υποστηρίζεται υποχρεωτικά από ένα πλήρες πακέτο τεκμηρίωσης που περιλαμβάνει ψηφιακή φωτογραφική αποτύπωση υψηλής ανάλυσης, όπου η χρήση

στοιχείων κλίμακας, όπως η τοποθέτηση μετροταινίας δίπλα σε μια ρωγμή ή ένα βλήτρο, είναι απαραίτητη για την επαλήθευση των μεγεθών. Παράλληλα, η τεκμηρίωση συμπληρώνεται από επιτόπια σκαριφήματα (sketches) που αποτυπώνουν τις πραγματικές διαστάσεις που μετρήθηκαν, ενώ για εργασίες όπου η γεωμετρική μέτρηση είναι φύσει αδύνατη, όπως οι ρητινενέσεις, το ΠΑΕ συνοδεύεται υποχρεωτικά από τα αντίστοιχα ζυγολόγια και τα δελτία αποστολής των υλικών που καταναλώθηκαν κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης ημέρας εφαρμογής.

Η σημασία του ΠΑΕ για την τελική επιμέτρηση είναι καθοριστική, καθώς το υπογεγραμμένο πρωτόκολλο λειτουργεί ως αμάχητο τεκμήριο που δεσμεύει και τα δύο μέρη, αποτελώντας την πρωτογενή πηγή δεδομένων για τη σύνταξη των πιστοποιήσεων και των λογαριασμών πληρωμής. Ο επιμετρητής μηχανικός κατά τη φάση της τελικής επεξεργασίας των ποσοτήτων δεν προβαίνει σε νέες μετρήσεις για τα αφανή τμήματα, αλλά αντλεί τις τιμές απευθείας από τα συγκεντρωτικά ΠΑΕ, διασφαλίζοντας έτσι ότι η οικονομική αποζημίωση του αναδόχου εδράζεται σε πραγματικά και ελεγμένα γεγονότα κατασκευής. Με αυτόν τον τρόπο, η συστηματική τήρηση και αρχειοθέτηση των Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών αναδεικνύεται σε απαραίτητη προϋπόθεση για τη διαφάνεια της οικονομικής διαχείρισης και την τεχνική ακεραιότητα των έργων ενίσχυσης και αποκατάστασης.

4.3 Ειδική Μεθοδολογία Επιμέτρησης ανά Εργασία

Στην παρούσα ενότητα εξειδικεύονται οι μαθηματικοί τύποι, οι γεωμετρικοί κανόνες και οι συμβατικές παραδοχές που εφαρμόζονται για τον ακριβή υπολογισμό των ποσοτήτων στις κυριότερες κατηγορίες εργασιών δομικής ενίσχυσης, καθώς η ιδιαιτερότητα των επεμβάσεων αυτών απαιτεί διαφοροποιημένη προσέγγιση ανάλογα με τη φύση του υλικού και τον τρόπο εφαρμογής του. Η επιμέτρηση δεν περιορίζεται στην απλή καταγραφή φυσικών μεγεθών, αλλά ενσωματώνει τεχνικές παραμέτρους όπως οι επικαλύψεις οπλισμών, οι φύρες υλικών και οι συντελεστές συμπίκνωσης, οι οποίες μετατρέπουν τη γεωμετρική αποτύπωση σε πληρωτέα ποσότητα βάσει των επίσημων τιμολογίων. Η μεθοδολογία αυτή διασφαλίζει ότι κάθε εργασία, από την απλή καθαίρεση έως την τοποθέτηση σύνθετων υλικών υψηλής τεχνολογίας, αποτιμάται με αντικειμενικά κριτήρια που ελαχιστοποιούν τις αποκλίσεις μεταξύ της πραγματικής κατανάλωσης και της πιστοποιημένης δαπάνης.

Κεντρικό σημείο της εξειδικευμένης επιμέτρησης αποτελεί ο διαχωρισμός μεταξύ των εργασιών που επιμετρώνται με βάση τον όγκο (σε m^3), όπως το σκυρόδεμα μανδυνών ή οι καθαίρεσεις, και εκείνων που υπολογίζονται με βάση το βάρος (σε kg ή tn), όπως ο χάλυβας οπλισμού και τα δομικά ελάσματα, όπου η χρήση πινάκων θεωρητικών βαρών είναι επιβεβλημένη για την αποφυγή σφαλμάτων από τις ανοχές έλασης. Παράλληλα, για εργασίες επιφανειακού χαρακτήρα, όπως οι ενισχύσεις με ινοπλισμένα πολυμερή (FRPs), η επιμέτρηση εστιάζει στην ανεπτυγμένη επιφάνεια (σε m^2), λαμβάνοντας υπόψη τις ειδικές γεωμετρικές απαιτήσεις για τις αγκυρώσεις και τις αλληλοεπικαλύψεις των υφασμάτων που ορίζει η στατική μελέτη.

Η εφαρμογή αυτών των κανόνων απαιτεί τη χρήση αναλυτικών επιμετρητικών φύλλων όπου καταγράφονται οι διαστάσεις (μήκος, πλάτος, ύψος ή πάχος) για κάθε δομικό στοιχείο ξεχωριστά, συνοδευόμενα από τις απαραίτητες αφαιρέσεις κενών ή ανοιγμάτων σύμφωνα με τους κανόνες της επιστήμης του επιμετρητή. Η ακρίβεια των υπολογισμών αυτών αποτελεί την εγγύηση για τη σωστή σύνταξη των πιστοποιήσεων, καθώς επιτρέπει τον άμεσο έλεγχο από την επίβλεψη και την ταυτοποίηση των ποσοτήτων με τα αντίστοιχα Πρωτόκολλα Αφανών Εργασιών. Με αυτόν τον τρόπο, η ειδική μεθοδολογία ανά εργασία μετατρέπει την

εργοταξιακή δραστηριότητα σε μια δομημένη οικονομική πληροφορία, αποτελώντας το απαραίτητο υπόβαθρο για την ολοκλήρωση της οικονομικής διαχείρισης του έργου και την οριστική του παραλαβή.

4.3.1 Επιμέτρηση Μανδύων Σκυροδέματος

Η επιμέτρηση των μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία που επικεντρώνεται στον προσδιορισμό τριών θεμελιωδών μεγεθών: του όγκου του νέου σκυροδέματος, του εμβαδού των απαιτούμενων ξυλοτύπων και του συνολικού βάρους του πρόσθετου οπλισμού. Ο υπολογισμός του όγκου του σκυροδέματος σε κυβικά μέτρα (m^3) διενεργείται με τη μέθοδο της αφαίρεσης στερεών, όπου ο καθαρός όγκος της ενίσχυσης προκύπτει ως η διαφορά μεταξύ του τελικού (μετά την επέμβαση) γεωμετρικού όγκου του στοιχείου και του αρχικού (υφιστάμενου) όγκου του. Για ένα τυπικό ορθογωνικό υποστύλωμα με αρχικές διαστάσεις διατομής $l_1 \times l_2$ και ύψος H , το οποίο ενισχύεται περιμετρικά με μανδύα σταθερού πάχους t , ο καθαρός όγκος του σκυροδέματος V_{con} υπολογίζεται από τη μαθηματική σχέση:

$$V_{con} = H \times [(l_1 + 2t) \times (l_2 + 2t) - (l_1 \times l_2)]$$

Η προσέγγιση αυτή απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στην πιστοποίηση του πραγματικού ύψους H , το οποίο συχνά υπερβαίνει το καθαρό ύψος του ορόφου καθώς περιλαμβάνει τη σύνδεση με τα υπερκείμενα και υποκείμενα δομικά στοιχεία (πλάκες ή θεμελίωση). Παράλληλα, η επιμέτρηση των ξυλοτύπων πραγματοποιείται σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) ανεπτυγμένης επιφάνειας επαφής του σκυροδέματος με τον ξυλότυπο, εξαιρώντας τις επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή με το υφιστάμενο σκυρόδεμα. Για το ανωτέρω υποστύλωμα, η επιφάνεια του ξυλοτύπου A_{form} υπολογίζεται ως η εξωτερική περίμετρος του μανδύα επί το ύψος εφαρμογής:

$$A_{form} = H \times [2 \times (l_1 + 2t) + 2 \times (l_2 + 2t)]$$

4.3.2 Επιμέτρηση Οπλισμού και Βλήτρων

Η επιμέτρηση του οπλισμού και των συστημάτων αγκύρωσης αποτελεί μία από τις σημαντικότερες παραμέτρους της οικονομικής διαχείρισης, καθώς ο χάλυβας αντιπροσωπεύει συχνά ένα από τα υψηλότερα ποσοστά δαπάνης στα έργα δομικής ενίσχυσης. Ο χάλυβας οπλισμού δεν επιμετρώνεται σε μονάδες μήκους, αλλά αποκλειστικά σε μονάδες βάρους (kg ή tn), με τον υπολογισμό να βασίζεται στο θεωρητικό ειδικό βάρος ανά διάμετρο, όπως αυτό ορίζεται από τους επίσημους πίνακες εμπορίου και τα πρότυπα παραγωγής. Για τον ακριβή προσδιορισμό του συνολικού βάρους W_{total} , εφαρμόζεται ο αθροιστικός τύπος:

$$W_{total} = \sum (L_i \times n_i \times g_i)$$

Όπου L_i αντιπροσωπεύει το αναπτυγμένο μήκος της εκάστοτε ράβδου διαμέτρου i , n_i το συνολικό πλήθος των αντίστοιχων ράβδων και g_i το θεωρητικό ειδικό βάρος της διαμέτρου σε kg/m (για παράδειγμα, $g_{10} = 0,617 kg/m$ και $g_{20} = 2,47kg/m$). Η διαδικασία αυτή απαιτεί τη σύνταξη λεπτομερών πινάκων οπλισμού (bending schedules), στους οποίους καταγράφονται όλες οι διαμορφώσεις (γωνίες, άγκιστρα) και τα μήκη υπερκάλυψης, διασφαλίζοντας ότι η επιμέτρηση ανταποκρίνεται πλήρως στην πραγματική κατανάλωση χάλυβα εντός των μανδύων ή των ενισχυμένων διατομών.

Παράλληλα, τα βλήτρα αγκύρωσης, τα οποία εξασφαλίζουν τη συνεργασία μεταξύ παλαιού και νέου σκυροδέματος, επιμετρώνται κατά κανόνα ανά τεμάχιο πλήρως εγκατεστημένο. Στην περίπτωση αυτή, η τιμή μονάδας του "τεμαχίου" είναι σύνθετη και ενσωματώνει το σύνολο των απαιτούμενων εργασιών και υλικών, ξεκινώντας από τη διάνοιξη της οπής με κρουστικό δράπανο ή αδαμαντοφόρο εξοπλισμό, τον επιμελή καθαρισμό της οπής από τη σκόνη διάτρησης, την προμήθεια και έγχυση της εποξειδικής ρητίνης πάκτωσης, καθώς και την τοποθέτηση του τμήματος χάλυβα.

Ωστόσο, σε ορισμένες κατηγορίες δημοσίων έργων ή σε περιπτώσεις εξειδικευμένων επεμβάσεων, ενδέχεται να ακολουθείται εναλλακτική μεθοδολογία επιμέτρησης, όπου ο χάλυβας των βλήτρων πιστοποιείται χωριστά σε χιλιόγραμμα (kg) και η εποξειδική ρητίνη συγκόλλησης επίσης χωριστά σε χιλιόγραμμα (kg). Η προσέγγιση αυτή απαιτεί αυστηρή διοικητική παρακολούθηση μέσω ζύγισης των δοχείων της ρητίνης στο εργοτάξιο και σύνταξης πρωτοκόλλων κατανάλωσης υλικών, προκειμένου να διασφαλιστεί η διαφάνεια και να αποφευχθούν διενέξεις σχετικά με το πάχος της διεπιφάνειας και την πραγματική πλήρωση των οπών. Η επιλογή της μεθόδου επιμέτρησης καθορίζεται από τα συμβατικά τεύχη δημοπράτησης, αναδεικνύοντας τη σημασία του σωστού συντονισμού μεταξύ της τεχνικής περιγραφής και της οικονομικής αποτίμησης της ενίσχυσης.

4.3.3 Επιμέτρηση Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος (Gunit)

Όπως αναλύθηκε διεξοδικά στο Κεφάλαιο 3, η επιμέτρηση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στη διαχείριση κόστους των ενισχύσεων, καθώς υπεισέρχεται ο αστάθμητος παράγοντας της ανάκρουσης (rebound). Η πρώτη προσέγγιση αφορά τη **Μέθοδο της Γεωμετρικής Επιμέτρησης (Επί Τόπου)**, κατά την οποία υπολογίζεται αποκλειστικά ο θεωρητικός όγκος του υλικού που παρέμεινε ενσωματωμένος στο δομικό στοιχείο. Ο όγκος αυτός, V_{gunit} , προκύπτει από το γινόμενο της επιφάνειας εφαρμογής A επί το μέσο πάχος t_{avg} , όπως αυτό πιστοποιείται με τη λήψη πυρήνων (καρότα) ή τη χρήση οδηγών πάχους κατά την εκτόξευση:

$$V_{gunit} = A \times t_{avg}$$

Στη συγκεκριμένη μεθοδολογία, η τιμή μονάδας (m^3) εμφανίζεται τεχνητά αυξημένη, καθώς ο ανάδοχος υποχρεούται να ενσωματώσει το κόστος της φύρας και της απώλειας υλικού στην τιμή προσφοράς του, αναλαμβάνοντας πλήρως το ρίσκο της μεταβλητότητας της ανάκρουσης ανάλογα με τη θέση εφαρμογής (π.χ. οροφές έναντι παρειών).

Εναλλακτικά, εφαρμόζεται η **Μέθοδος των Καταναλισκόμενων Υλικών**, η οποία βασίζεται στην καταγραφή της ποσότητας του ξηρού μίγματος που εισήλθε στη μηχανή εκτόξευσης. Σε αυτή την περίπτωση, ο πληρωτέος όγκος V_{paid} ταυτίζεται με τον όγκο του ξηρού μίγματος V_{dry_mix} , γεγονός που σημαίνει ότι ο Κύριος του Έργου αποζημιώνει τον ανάδοχο και για το υλικό που χάθηκε λόγω ανάκρουσης. Η μέθοδος αυτή θεωρείται η πλέον δίκαιη για την εργολαβική πλευρά, ειδικά σε έργα με σύνθετη γεωμετρία όπου η ανάκρουση είναι απρόβλεπτη, ωστόσο απαιτεί αυστηρότατο διοικητικό έλεγχο μέσω της καταμέτρησης των χρησιμοποιημένων σάκων τσιμέντου και των δελτίων αποστολής των αδρανών.

Η επιλογή μεταξύ των δύο μεθόδων καθορίζεται από τα συμβατικά τεύχη και επηρεάζει άμεσα τη στρατηγική επιμέτρησης, καθώς στη γεωμετρική μέθοδο το βάρος πέφτει στην

αποτύπωση των διατομών (As-Built), ενώ στη μέθοδο των καταναλισκόμενων υλικών η έμφαση δίνεται στην τήρηση των Πρωτοκόλλων Καταμέτρησης Υλικών στο εργοτάξιο.

4.3.4 Επιμέτρηση Ινοπλισμένων Πολυμερών (FRPs)

Η επιμέτρηση των ενισχύσεων με Ινοπλισμένα Πολυμερή (FRPs) παρουσιάζει ιδιαίτερες απαιτήσεις ακρίβειας λόγω του εξαιρετικά υψηλού κόστους προμήθειας των υλικών αυτών, με κύρια μονάδα μέτρησης το τετραγωνικό μέτρο (m^2) του τοποθετημένου υφάσματος. Το κρίσιμότερο ζήτημα στην οικονομική διαχείριση της συγκεκριμένης εργασίας εντοπίζεται στον **Κανόνα των Αλληλοεπικαλύψεων (Overlaps)**, καθώς οι απαιτήσεις της στατικής μελέτης για τη μεταφορά των τάσεων επιβάλλουν την επικάλυψη των στρώσεων του υφάσματος κατά τουλάχιστον 15 έως 20 εκατοστά. Στην τεχνική πρακτική εφαρμόζονται δύο βασικές προσεγγίσεις: η **Επιμέτρηση Καθαρής Επιφάνειας**, όπου υπολογίζεται αποκλειστικά το εμβαδόν του δομικού στοιχείου που καλύφθηκε από την ενίσχυση, με τις απαραίτητες αλληλοεπικαλύψεις να θεωρούνται συμβατικά ενσωματωμένες στην τιμή μονάδας, και η **Επιμέτρηση Ανεπτυγμένης Επιφάνειας**, όπου η πιστοποίηση βασίζεται στα τρέχοντα μέτρα του υφάσματος που κόπηκαν από το ρολό επί το ονομαστικό πλάτος αυτού, σύμφωνα με τον τύπο:

$$A = L_{roll} \times Width_{roll}$$

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας προτείνεται η υιοθέτηση της πρώτης μεθόδου, δηλαδή της επιμέτρησης της καθαρής επιφάνειας κάλυψης, ως η πλέον διαφανής και αντικειμενική προσέγγιση για τον κύριο του έργου. Η μέθοδος αυτή εξαλείφει τις ασάφειες σχετικά με τη διαχείριση της φύρας και των πλεοναζόντων τμημάτων υλικού που προκύπτουν κατά την κοπή των ρολών, υπό την απαραίτητη προϋπόθεση ότι οι τεχνικές προδιαγραφές του έργου διευκρινίζουν ρητά πως η τιμή μονάδας αποζημιώνει το σύνολο των απαιτούμενων επικαλύψεων.

Επιπλέον, η επιμέτρηση πρέπει να συνοδεύεται από αναλυτικά αναπτύγματα των επιφανειών εφαρμογής (as-built), όπου θα αποτυπώνονται οι θέσεις των ινών και ο αριθμός των στρώσεων, καθώς η αύξηση των στρώσεων μεταβάλλει γραμμικά την επιμετρούμενη ποσότητα. Η διασταύρωση των δεδομένων αυτών με τα δελτία αποστολής των υφασμάτων και τις καταναλώσεις των εποξειδικών ρητινών εμποτισμού, οι οποίες συχνά επιμετρούνται ως διακριτό κονδύλι σε χιλιόγραμμα (kg), αποτελεί τη βέλτιστη πρακτική για τη διασφάλιση της τεχνικής εγκυρότητας και της οικονομικής ισορροπίας της επέμβασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΑΠΟΘΗΚΕΣ Α.Σ.Ο. ΠΑΤΡΩΝ

5.1 Αποκατάσταση και Επανάχρηση του Συγκροτήματος Αποθηκών Α.Σ.Ο. Πατρών. Εισαγωγή και Κριτήρια Επιλογής

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζεται η πρακτική εφαρμογή της μεθοδολογίας επιμέτρησης σε πραγματικές συνθήκες, μέσω της ανάλυσης ενός έργου υψηλής τεχνικής και διοικητικής πολυπλοκότητας, το οποίο λειτουργεί ως το κεντρικό αντικείμενο μελέτης (Case Study) της παρούσας εργασίας. Ως πεδίο εφαρμογής επιλέχθηκε το εμβληματικό έργο αποκατάστασης και στατικής ενίσχυσης του ιστορικού βιομηχανικού συγκροτήματος των «Παλαιών Αποθηκών του Α.Σ.Ο.» (Αυτόνομος Σταφιδικός Οργανισμός), το οποίο χωροθετείται στο παραλιακό μέτωπο της Πάτρας, εντός του Νότιου Πάρκου. Η επιλογή του συγκεκριμένου συγκροτήματος κρίθηκε ως η πλέον ενδεδειγμένη, καθώς συγκεντρώνει τρία θεμελιώδη χαρακτηριστικά που επηρεάζουν καθοριστικά τη διαδικασία της επιμέτρησης και τη διαχείριση του κόστους, ξεκινώντας από τη μεγάλη κλίμακα και την κτηριακή πολυπλοκότητα των αποθηκών, οι οποίες λόγω του μεγάλου όγκου και του ελεύθερου ύψους τους επιβάλλουν τη χρήση εκτεταμένων ικριωμάτων και ειδικών μεθόδων πρόσβασης για την εφαρμογή υλικών, όπως το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, δημιουργώντας ιδιαίτερες συνθήκες κοστολόγησης που αποκλίνουν από τα συνήθη οικιστικά έργα.

Επιπροσθέτως, η ριζική αλλαγή χρήσης και η λειτουργική μετατροπή του χώρου από βιομηχανική αποθήκη σε σύγχρονο «Πολυχώρο Πολιτισμού και Εκθέσεων» συνεπάγεται την αναβάθμιση της Κατηγορίας Σπουδαιότητας του κτηρίου σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8 και τον ΚΑΝ.ΕΠΕ., γεγονός που αυξάνει δραματικά τις απαιτήσεις δομητικής ενίσχυσης και κατ' επέκταση τον όγκο των προς επιμέτρηση υλικών. Η ανάγκη για υψηλότερο επίπεδο προστασίας έναντι σεισμικής δράσης μεταφράζεται σε πυκνότερες διατάξεις οπλισμών, αυξημένα πάχη μανδυνών και εκτεταμένη χρήση σύνθετων υλικών, στοιχεία που απαιτούν απόλυτη ακρίβεια κατά τη φάση της προμέτρησης και της τελικής πιστοποίησης των εργασιών.

Τέλος, η έντονη περιβαλλοντική καταπόνηση του συγκροτήματος λόγω της άμεσης γειννίας με το θαλάσσιο μέτωπο έχει επιφέρει εκτεταμένες διαβρώσεις του υφιστάμενου οπλισμού από τη δράση των χλωριόντων, αναδεικνύοντας τη σημασία της ορθής εκτίμησης των «αφανών εργασιών» εξυγίανσης και προετοιμασίας του υποστρώματος. Η περίπτωση του Α.Σ.Ο. Πατρών αποτελεί ένα ιδανικό εργαστήριο για την ανάλυση των αποκλίσεων μεταξύ της αρχικής προμέτρησης και της τελικής επιμέτρησης, καθώς οι απρόβλεπτες ανάγκες καθαιρέσεων και τοπικών αποκαταστάσεων που προέκυψαν κατά την κατασκευή επιβάλλουν τη χρήση δυναμικών εργαλείων διαχείρισης, όπως οι Ανακεφαλαιωτικοί Πίνακες Εργασιών, προσφέροντας πολύτιμα συμπεράσματα για την τεχνικοοικονομική βιωσιμότητα σύνθετων έργων επανάχρησης ιστορικών κτηρίων.

5.2 Περιγραφή Υφιστάμενης Κατάστασης και Φέροντος Οργανισμού

Το συγκρότημα των αποθηκών του Α.Σ.Ο. κατασκευάστηκε στις αρχές του 20ού αιώνα και αποτελεί ένα εμβληματικό δείγμα της βιομηχανικής αρχιτεκτονικής της εποχής, με τη μορφολογία του να καθορίζεται από τις λειτουργικές ανάγκες της αποθήκευσης και επεξεργασίας σταφίδας, οι οποίες επέβαλλαν τη δημιουργία μεγάλων ενιαίων ανοιγμάτων και σημαντικού ελεύθερου ύψους. Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου χαρακτηρίζεται ως

μικτός, γεγονός που εισάγει σημαντικές παραμέτρους αβεβαιότητας στη γεωμετρική αποτύπωση και την επακόλουθη επιμέτρηση, καθώς αποτελείται από περιμετρικές φέρουσες τοιχοποιίες μεγάλου πάχους, κυμαινόμενου μεταξύ 60 και 80 εκατοστών, οι οποίες είναι κατασκευασμένες από λιθοδομή και οπτοπλινθοδομή. Οι τοιχοποιίες αυτές αναλαμβάνουν τα κατακόρυφα φορτία της στέγης, η οποία ανάλογα με το τμήμα του συγκροτήματος αποτελείται από μεταλλικά ζευκτά ή ξύλινες κατασκευές που εδράζονται απευθείας στα φέροντα τοιχώματα και στα εσωτερικά πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος.

Εσωτερικά, το δομικό σύστημα συμπληρώνεται από υποστυλώματα και δοκούς οπλισμένου σκυροδέματος παλαιάς τεχνολογίας, τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαμηλή κατηγορία αντοχής (εκτιμώμενη κάτω από \$C12/15\$) και φέρουν λείους χάλυβες κατηγορίας \$S220\$, με εμφανή την έλλειψη επαρκούς όπλισης έναντι διατμητικών δυνάμεων. Η παθολογία του συγκροτήματος, όπως καταγράφηκε κατά την αρχική αυτοψία και τον έλεγχο τρωτότητας, αποκάλυψε την έντονη δομητική καταπόνηση του φορέα, με εκτεταμένες ρηγματώσεις στις λιθοδομές που οφείλονται σε παλαιότερες σεισμικές δράσεις και διαφορικές καθιζήσεις των θεμελιώσεων.

Παράλληλα, τα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος εμφανίζουν προχωρημένα φαινόμενα ενανθράκωσης και αποφλοιώσης (spalling), τα οποία οδήγησαν στην αποκάλυψη και τη σοβαρή οξείδωση του οπλισμού, μια κατάσταση που επιδεινώνεται ραγδαία λόγω της άμεσης γειννίας με το θαλάσσιο περιβάλλον και τη διαρκή δράση των χλωριόντων. Αυτή η διαπιστωμένη παθολογία καθιστά την επιμέτρηση των εργασιών εξυγίανσης ιδιαίτερα απαιτητική, καθώς ο προσδιορισμός του βάθους της ενανθράκωσης και της έκτασης των καθαιρέσεων που απαιτούνται προ της ενίσχυσης δεν μπορεί να γίνει με ακρίβεια μόνο από τα σχέδια της μελέτης, αναδεικνύοντας την ανάγκη για συνεχή τεκμηρίωση μέσω πρωτοκόλλων αφανών εργασιών κατά τη φάση της κατασκευής.

5.3 Περιγραφή Προτεινόμενων Επεμβάσεων και Αντιστοίχιση με Άρθρα Τιμολογίου (NET)

Βάσει της εγκεκριμένης Στατικής Μελέτης Εφαρμογής και των αυστηρών απαιτήσεων του ΚΑΝ.ΕΠΕ. για την επίτευξη του Στόχου Σχεδιασμού B1, προβλέπεται μια σειρά εξειδικευμένων εργασιών ενίσχυσης, οι οποίες στοχεύουν στην αποκατάσταση της μονολιθικότητας του φορέα και την αναβάθμιση της φέρουσας ικανότητάς του έναντι σεισμικών δράσεων. Η τεχνική περιγραφή των επεμβάσεων τελεί σε άμεση συσχέτιση με τα αντίστοιχα Άρθρα των Νέων Ενιαίων Τιμολογίων (Ν.Ε.Τ.) Οικοδομικών Εργασιών, τα οποία αποτελούν το θεσμικό υπόβαθρο για την κοστολόγηση και την επιμέτρηση του έργου, διασφαλίζοντας τη συμβατότητα μεταξύ της φυσικής υλοποίησης και της οικονομικής πιστοποίησης. Κεντρικό άξονα των επεμβάσεων αποτελεί η ενίσχυση των περιμετρικών λιθοδομών μέσω της εφαρμογής αμφίπλευρων μανδυνών εκτοξευόμενου σκυροδέματος (Gunite), εργασία που αντιστοιχεί στα άρθρα του Ν.Ε.Τ. για την παραγωγή και εκτόξευση σκυροδέματος, όπου η επιμέτρηση βασίζεται είτε στον όγκο του ξηρού μίγματος είτε στον γεωμετρικό όγκο του ενσωματωμένου υλικού αναλόγως της συμβατικής πρόβλεψης.

Παράλληλα, για τα εσωτερικά υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος προβλέπεται η κατασκευή νέων μανδυνών υψηλής αντοχής, οι οποίοι επιμετρούνται αναλυτικά βάσει των επιμέρους άρθρων για τον ξυλότυπο, τον πρόσθετο χάλυβα οπλισμού κατηγορίας \$B500C\$ και τον όγκο του εγχυόμενου σκυροδέματος. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις εργασίες αγκύρωσης, όπου η τοποθέτηση βλήτρων και χημικών αγκυρίων αντιστοιχίζεται με τα

εξειδικευμένα άρθρα των Ν.Ε.Τ. που περιλαμβάνουν τη διάτρηση, τον καθαρισμό και την πάκτωση με εποξειδικές ρητίνες, εργασίες που χαρακτηρίζονται ως αμιγώς αφανείς και απαιτούν συνεχή πρωτοκόλληση. Στις περιπτώσεις τοπικών ενισχύσεων δοκών και πλακών, η μελέτη προδιαγράφει τη χρήση ινοπλισμένων πολυμερών (FRPs), τα οποία επιμετρούνται ανά τετραγωνικό μέτρο τοποθετημένου υφάσματος, σύμφωνα με τα αντίστοιχα άρθρα που ενσωματώνουν το κόστος προμήθειας και εφαρμογής των σύνθετων υλικών.

Η αντιστοίχιση των επεμβάσεων με τα άρθρα των Ν.Ε.Τ. δεν αποτελεί μια τυπική διαδικασία, αλλά μια ουσιαστική παράμετρο της επιμέτρησης, καθώς καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα αποτιμηθούν οι αναπόφευκτες αποκλίσεις που προκύπτουν κατά την καθαίρεση των σαθρών τμημάτων και την εξυγίανση του υφιστάμενου οπλισμού. Η ορθή χρήση των κωδικών των τιμολογίων επιτρέπει στον επιμετρητή μηχανικό να διαχωρίζει τις εργασίες που αποζημιώνονται κατ' αποκοπή από εκείνες που πιστοποιούνται βάσει πραγματικής κατανάλωσης, διασφαλίζοντας ότι η οικονομική διαχείριση του έργου του Α.Σ.Ο. παραμένει διαφανής και τεχνικά τεκμηριωμένη. Με αυτόν τον τρόπο, η μελέτη περίπτωσης αναδεικνύει πώς η αυστηρή τήρηση των κανόνων επιμέτρησης ανά άρθρο τιμολογίου αποτελεί τη μοναδική ασφαλή μέθοδο για την τακτοποίηση του τελικού απολογισμού σε έργα αποκατάστασης ιστορικών βιομηχανικών συγκροτημάτων.

5.3.1 Ενίσχυση με Μανδύες Εκτοξευόμενου Σκυροδέματος (Guniting)

Για την ουσιαστική αύξηση της φέρουσας ικανότητας και της δυσκαμψίας των περιμετρικών λιθοδομών, καθώς και για τη δομητική αναβάθμιση των ανεπαρκών υποστυλωμάτων του συγκροτήματος Α.Σ.Ο., επιλέχθηκε ως κύρια μέθοδος επέμβασης η κατασκευή αμφίπλευρων μανδύων εκτοξευόμενου σκυροδέματος (Guniting). Η τεχνική περιγραφή της επέμβασης προβλέπει τη δημιουργία μανδύα πάχους οκτώ έως δέκα εκατοστών, ο οποίος εφαρμόζεται με τη μέθοδο της εκτόξευσης ξηράς ή υγρής ανάμιξης, διασφαλίζοντας υψηλή συνάφεια με το υφιστάμενο υπόστρωμα και εξαιρετική συμπύκνωση του υλικού. Λόγω της άμεσης έκθεσης του κτηρίου στο επιθετικό παραθαλάσσιο περιβάλλον της Πάτρας, το χρησιμοποιούμενο σκυρόδεμα ορίζεται υποχρεωτικά κατηγορίας C30/37, ώστε να παρουσιάζει τη μέγιστη δυνατή ανθεκτικότητα έναντι της διείσδυσης χλωριόντων και της επακόλουθης διάβρωσης του νέου οπλισμού.

Η αντιστοίχιση της εργασίας αυτής με το επίσημο σύστημα τιμολόγησης παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την επιμέτρηση, καθώς η σκυροδέτηση αρχικά συσχετίζεται με το Άρθρο **NET ΟΙΚ-32.01.04** («Προμήθεια, μεταφορά και διάστρωση σκυροδέματος κατηγορίας C30/37. Ωστόσο, επειδή το συγκεκριμένο άρθρο αναφέρεται συμβατικά σε χυτό σκυρόδεμα, για την περίπτωση του Guniting απαιτείται η σύνταξη Άρθρου Νέας Τιμής (Ν.Τ.), το οποίο εδράζεται στο βασικό άρθρο του σκυροδέματος αλλά ενσωματώνει απαραίτητες προσαυξήσεις για τη χρήση εξειδικευμένου μηχανολογικού εξοπλισμού εκτόξευσης, την εργασία των εξειδικευμένων τεχνιτών (nozzlemen) και, κυρίως, τις αναπόφευκτες απώλειες υλικού λόγω ανάκρουσης (rebound).

Παράλληλα, αν και το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα εφαρμόζεται χωρίς την ανάγκη πλήρους ξυλοτύπου, οι τοπικοί ξυλότυποι (καλουπώματα) που απαιτούνται οριζοντίως ή κατακορύφως για τη σωστή διαμόρφωση των ακμών, των γωνιών και των ορίων των μανδύων αποτελούν διακριτό επιμετρούμενο μέγεθος. Αυτές οι κατασκευές αποζημιώνονται βάσει του Άρθρου **NET ΟΙΚ-38.03**, διασφαλίζοντας ότι η γεωμετρική αρτιότητα των ενισχυμένων στοιχείων πιστοποιείται και πληρώνεται ως ανεξάρτητη εργασία. Η μεθοδολογία αυτή, συνδυάζοντας την αναλυτική προμέτρηση του όγκου του σκυροδέματος

με την ακριβή καταγραφή των βοηθητικών ξυλοτύπων, προσφέρει μια δίκαιη και τεχνικά τεκμηριωμένη βάση για την οικονομική διαχείριση της ενίσχυσης των Αποθηκών του Α.Σ.Ο., ελαχιστοποιώντας τις πιθανότητες διενέξεων κατά την τελική επιμέτρηση του έργου

5.3.2 Οπλισμοί και Αγκυρώσεις (Βλήτρα)

Η διασφάλιση της στατικής συνεργασίας μεταξύ του νέου μανδύα και του υφιστάμενου υποστρώματος των Αποθηκών του Α.Σ.Ο. αποτελεί τον κρισιμότερο παράγοντα για την επιτυχή ενίσχυση του φορέα, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της τοποθέτησης ενός πυκνού κάλναβου βλήτρων και πρόσθετου οπλισμού. Η τεχνική περιγραφή των επεμβάσεων προβλέπει την εγκατάσταση ράβδων χάλυβα υψηλής ολκιμότητας κατηγορίας B500C και χημικών αγκυρίων (βλήτρων) διαμέτρου 16 χιλιοστών, τα οποία πακτώνονται με τη χρήση ισχυρής εποξειδικής ρητίνης δύο συστατικών σε βάθος που καθορίζεται επακριβώς από τη στατική μελέτη εφαρμογής. Η διαδικασία αυτή είναι ζωτικής σημασίας για τη μεταφορά των διατμητικών τάσεων στη διεπιφάνεια παλαιού και νέου σκυροδέματος, μετατρέποντας τα μεμονωμένα δομικά στοιχεία σε έναν ενιαίο, μονολιθικό φορέα ικανό να παραλάβει τις αυξημένες σεισμικές δράσεις που επιβάλλει η νέα χρήση του κτηρίου.

Η αντιστοίχιση των εργασιών αυτών με το σύστημα τιμολόγησης απαιτεί τον διαχωρισμό των υλικών σε διακριτά άρθρα, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ακρίβεια της επιμέτρησης. Η προμήθεια, η διαμόρφωση και η τοποθέτηση του κύριου χάλυβα οπλισμού και των συνδετήρων του μανδύα επιμετρώνται σε χιλιόγραμμα (kg) βάσει του Άρθρου **NET ΟΙΚ-38.03** (Χαλύβδινοι οπλισμοί σκυροδέματος B500C), χρησιμοποιώντας τους πίνακες θεωρητικών βαρών για κάθε διάμετρο. Αντιθέτως, τα βλήτρα αγκύρωσης, λόγω της εξειδικευμένης εργασιακής διαδικασίας που απαιτούν —η οποία περιλαμβάνει τη διάτρηση με κρουστικό εξοπλισμό, τον σχολαστικό καθαρισμό της οπής με πεπιεσμένο αέρα και την ελεγχόμενη έγχυση της ρητίνης— εντάσσονται στο Ειδικό Άρθρο **NET ΟΙΚ-38.20** («Βλήτρα αγκύρωσης σιδηροπλισμού σε υφιστάμενο σκυρόδεμα»).

Το συγκεκριμένο άρθρο αποζημιώνεται ανά τεμάχιο πλήρως εγκατεστημένου βλήτρου και στην τιμή του ενσωματώνεται τόσο το κόστος της ρητίνης πάκτωσης όσο και η αναλώσιμη εργασία διάνοιξης, καθιστώντας την επιμέτρηση μια διαδικασία αριθμητικής καταμέτρησης επί τόπου του έργου. Η συστηματική καταγραφή των βλήτρων μέσω Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ) κρίνεται επιβεβλημένη, καθώς μετά τη σκυροδέτηση του μανδύα ο έλεγχος του αριθμού και του βάθους πάκτωσής τους καθίσταται αδύνατος. Με αυτόν τον τρόπο, η μεθοδολογία επιμέτρησης διασφαλίζει ότι η πυκνότητα των αγκυρώσεων ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της μελέτης, προστατεύοντας ταυτόχρονα την οικονομική διαφάνεια και τη δομική ακεραιότητα της παρέμβασης στο ιστορικό συγκρότημα.

5.3.3 Ενίσχυση με Σύνθετα Υλικά (FRPs)

Για την επιτυχή παραλαβή των αυξημένων μόνιμων και κινητών φορτίων που προκύπτουν από τη νέα χρήση των Αποθηκών του Α.Σ.Ο. ως εκθεσιακού χώρου, καθώς και για την υποστήριξη του βαρέος εξοπλισμού της στέγης, οι υφιστάμενες δοκοί οροφής ενισχύονται εξωτερικά με τη χρήση Ινοπλισμένων Πολυμερών (FRPs). Η τεχνική περιγραφή της επέμβασης προβλέπει την επικόλληση υφασμάτων ανθρακονημάτων (CFRP) υψηλής αντοχής, βάρους 300gr/m², στην εφελκυστική ζώνη των δοκών για την αύξηση της καμπτικής τους αντοχής, καθώς και την τοποθέτηση υφασμάτων σε μορφή "U" στις παρειές των στοιχείων για την ενίσχυση έναντι διατμητικών δυνάμεων. Η επιλογή των ανθρακονημάτων κρίνεται ιδανική για το συγκεκριμένο ιστορικό κτήριο, καθώς προσφέρουν

εξαιρετική αναλογία αντοχής προς βάρος χωρίς να επιβαρύνουν σημαντικά τη μάζα του φορέα ή να αλλοιώνουν τη γεωμετρία των βιομηχανικών διατομών.

Η αντιστοίχιση της εργασίας αυτής με το επίσημο σύστημα τιμολόγησης παρουσιάζει μια ιδιαίτερη πρόκληση, δεδομένου ότι τα Νέα Ενιαία Τιμολόγια (Ν.Ε.Τ.) Οικοδομικών Εργασιών δεν διαθέτουν εξειδικευμένο άρθρο που να καλύπτει πλήρως τα ανθρακονήματα υψηλής τεχνολογίας. Για τον λόγο αυτό, η εργασία περιγράφεται και αποτιμάται μέσω Άρθρου Νέας Τιμής (Ν.Τ.) ή κατ' αναλογία με ειδικά άρθρα επισκευών και μονώσεων, διασφαλίζοντας ότι η τιμή μονάδας περιλαμβάνει το σύνολο των απαιτούμενων φάσεων: την προετοιμασία του υποστρώματος μέσω λείανσης, την εφαρμογή του ασταριού (primer) για τη βελτίωση της πρόσφυσης, τη ρητίνη εμποτισμού και την τελική τοποθέτηση του υφάσματος.

Η επιμέτρηση των ανθρακονημάτων πραγματοποιείται σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) ανεπτυγμένης επιφάνειας, γεγονός που απαιτεί ακριβή αποτύπωση των μηκών αγκύρωσης και των επικαλύψεων που προδιαγράφει η μελέτη, καθώς οποιαδήποτε απόκλιση στην εφαρμογή επηρεάζει άμεσα την οικονομική πιστοποίηση. Η σύνταξη των Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ) είναι κρίσιμη σε αυτή τη φάση, καθώς μετά την τελική βαφή ή την επικάλυψη των ινών για προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV), η επαλήθευση του αριθμού των στρώσεων ή του πλάτους των υφασμάτων καθίσταται αδύνατη. Με αυτόν τον τρόπο, η μεθοδολογία επιμέτρησης των FRPs στο έργο του Α.Σ.Ο. Πατρών συνδυάζει την τεχνική αυστηρότητα με τη λογιστική διαφάνεια, επιτρέποντας την ενσωμάτωση υλικών αιχμής στον προϋπολογισμό αποκατάστασης του ιστορικού συγκροτήματος.

5.3.4 Εργασίες Αποκατάστασης και Εξυγίανσης

Πριν από την εφαρμογή οποιουδήποτε συστήματος δομητικής ενίσχυσης στις Αποθήκες του Α.Σ.Ο., κρίνεται τεχνικά επιβεβλημένη η πλήρης αποκατάσταση των υφιστάμενων βλαβών του φέροντος οργανισμού, η οποία αποτελεί το στάδιο της προπαρασκευαστικής εξυγίανσης. Η τεχνική περιγραφή των επεμβάσεων περιλαμβάνει τη σχολαστική καθαίρεση των σαθρών και αποσαθρωμένων τμημάτων σκυροδέματος, την αποκάλυψη του οξειδωμένου οπλισμού σε όλη την περίμετρο των ράβδων, την αντιδιαβρωτική προστασία του χάλυβα με ειδικά επαλειφόμενα συστήματα και την τελική αποκατάσταση της διατομής με επισκευαστικά κονιάματα υψηλών αντοχών κατηγορίας R4. Παράλληλα, για την αποκατάσταση της μονολιθικότητας των στοιχείων που παρουσιάζουν διαμπερείς ή τοπικές ρωγματώσεις, προβλέπεται η συγκόλληση αυτών μέσω ρητινενέσεων υπό πίεση, διασφαλίζοντας ότι ο φορέας θα λειτουργήσει ως ενιαίο σύνολο μετά την εφαρμογή των μανδυνών ή των ανθρακονημάτων.

Η αντιστοίχιση των εργασιών αυτών με το σύστημα τιμολόγησης απαιτεί αυστηρή διακρίτοτητα, καθώς πρόκειται για εργασίες με υψηλό ποσοστό αβεβαιότητας ως προς τις τελικές ποσότητες. Οι καθαίρεσεις των στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος επιμετρώνται σε κυβικά μέτρα (m^3) ή τετραγωνικά μέτρα (m^2) ανάλογα με το πάχος, βάσει του Άρθρου **NET ΟΙΚ-22.04**, ενώ η χρήση των επισκευαστικών κονιαμάτων εντάσσεται συνήθως στο Άρθρο **NET ΟΙΚ-32.05** ή σε αντίστοιχα άρθρα τσιμεντοκονιαμάτων υψηλών αντοχών, όπου η επιμέτρηση βασίζεται στον όγκο του υλικού που ενσωματώθηκε. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στις ρητινενέσεις, οι οποίες αποζημιώνονται βάσει του Άρθρου **NET ΟΙΚ-32.22**, με μονάδα μέτρησης το χιλιόγραμμο (kg) της πραγματικά καταναλισκόμενης ρητίνης.

Επειδή η γεωμετρική μέτρηση του κενού μιας ρωγμής είναι πρακτικά αδύνατη, η επιμέτρηση των ρητινενέσεων στο έργο του Α.Σ.Ο. βασίζεται αποκλειστικά στα Πρωτόκολλα Καταμέτρησης Υλικών και στα δελτία αποστολής, απαιτώντας τη συνεχή επίβλεψη της διαδικασίας έγχυσης. Η σωστή τεκμηρίωση αυτών των αφανών εργασιών εξυγίανσης είναι καθοριστική, καθώς η κατανάλωση ρητίνης ή κονιαμάτων μπορεί να αποκλίνει σημαντικά από τις προμετρήσεις της μελέτης λόγω της απρόβλεπτης εσωτερικής παθολογίας του παλαιού σκυροδέματος. Με αυτόν τον τρόπο, η μεθοδολογία επιμέτρησης διασφαλίζει ότι η προετοιμασία του υποστρώματος πιστοποιείται με διαφάνεια, αποτελώντας τη στέρεη βάση πάνω στην οποία θα εδραστεί η στατική αναβάθμιση του ιστορικού συγκροτήματος.

5.4 Συγκριτική Ανάλυση Ποσοτήτων και Αποκλίσεων βάσει Εγκεκριμένων Τιμολογίων

Στην παρούσα ενότητα παρατίθεται η λεπτομερής σύγκριση μεταξύ των ποσοτήτων της αρχικής Μελέτης Δημοπράτησης (Προμέτρηση) και των τελικών ποσοτήτων που πιστοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της κατασκευής (Τελική Επιμέτρηση) για το έργο του Α.Σ.Ο. Πατρών. Η ανάλυση εδράζεται στην αυστηρή κωδικοποίηση των Νέων Ενιαίων Τιμολογίων (Ν.Ε.Τ.), καθώς η περιγραφή και η μονάδα μέτρησης κάθε άρθρου καθορίζουν τη μεθοδολογία υπολογισμού και επηρεάζουν άμεσα το τελικό κόστος του έργου. Από τη συγκριτική μελέτη προκύπτει ότι οι σημαντικότερες αποκλίσεις εντοπίζονται στα άρθρα των καθαίρεσεων και των ρητινενέσεων, όπου οι τελικές επιμετρούμενες ποσότητες υπερέβησαν τις αρχικές προεκτιμήσεις κατά ποσοστό που αγγίζει το 25%, γεγονός που αποδίδεται στην αποκάλυψη εκτεταμένων εσωτερικών βλαβών μετά την απομάκρυνση των επιχρισμάτων, οι οποίες δεν ήταν ορατές κατά τη φάση της αρχικής μελέτης τρωτότητας.

Αντιθέτως, στις εργασίες ενίσχυσης με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος και τοποθέτησης χάλυβα οπλισμού κατηγορίας B500C, οι αποκλίσεις μεταξύ προμέτρησης και επιμέτρησης παρέμειναν εντός ενός περιορισμένου εύρους $\pm 5\%$, καθώς η γεωμετρία των νέων στοιχείων ακολουθεί πιστά τις προβλέψεις της στατικής μελέτης εφαρμογής. Στα άρθρα που αφορούν το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (Gunit), η σύγκριση αναδεικνύει τη σημασία της επιλεγμένης μεθόδου επιμέτρησης, καθώς η χρήση της γεωμετρικής μεθόδου (βάσει μέσου πάχους) οδήγησε σε οριακές υπερβάσεις λόγω της ανάγκης εξομάλυνσης των ανισόπεδων επιφανειών της παλαιάς λιθοδομής. Η ανάλυση των αποκλίσεων αυτών καταδεικνύει ότι στα έργα αποκατάστασης ιστορικών κτηρίων, ο προϋπολογισμός δημοπράτησης αποτελεί μια κατευθυντήρια εκτίμηση, η οποία αναθεωρείται δυναμικά μέσω της τελικής επιμέτρησης και της σύνταξης Ανακεφαλαιωτικών Πινάκων Εργασιών (ΑΠΕ).

Η πιστοποίηση των τελικών ποσοτήτων, υποστηριζόμενη από τα υπογεγραμμένα Πρωτόκολλα Αφανών Εργασιών, αποτελεί τη μοναδική δικλείδα ασφαλείας για την οικονομική τακτοποίηση του έργου, διασφαλίζοντας ότι η αποζημίωση του αναδόχου αντιστοιχεί στην πραγματική κατασκευαστική δραστηριότητα. Η σύγκριση των μεγεθών βάσει των τιμολογίων Ν.Ε.Τ. επιτρέπει τον εντοπισμό των «άρθρων υψηλού κινδύνου» για υπερβάσεις δαπάνης, προσφέροντας πολύτιμα συμπεράσματα για τη μελλοντική σύνταξη προϋπολογισμών σε παρόμοια έργα επανάχρησης βιομηχανικής κληρονομιάς. Με αυτόν τον τρόπο, η περίπτωση του Α.Σ.Ο. Πατρών επιβεβαιώνει ότι η ακριβής επιμέτρηση δεν είναι μόνο μια λογιστική διαδικασία, αλλά ένα εργαλείο τεχνικοοικονομικού ελέγχου που εγγυάται τη βιωσιμότητα και την ποιότητα της δομητικής αποκατάστασης.

A/A	Περιγραφή Εργασίας (Άρθρο NET)	Μονάδα Μέτρησης	Ποσότητα Μελέτης (Προμέτρηση)	Ποσότητα Κατασκευής (Επιμέτρηση)	Απόκλιση
1. ΟΜΑΔΑ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ GUNITE					
1.1	Επισκευή στοιχείων Οπλ. Σκυροδέματος με αναστολείς (32.12.1)	M2	150	215	+43,3%
1.2	Μανδύας Gunitite τοιχοποιίας (32.12.2)	M2	360	385	+6,9%
1.3	Μανδύας Gunitite υποστυλωμάτων (32.12.4)	M3	40	48,50	+21,2%
1.4	Ρητινενέσεις ρωγμών (32.12.6)	M	400	1.312	+228,0%
2. ΟΜΑΔΑ ΟΠΛΙΣΜΩΝ					
2.1	Χάλυβας οπλισμού S500/S500s (38.20.02)	KG	128.000	132.224	+3,3%
2.2	Βλήτρα αγκίρωσης Φ12-Φ16 (38.21.05)	TEM	32.600	32.600	0,0%

Πίνακας 1: Συγκριτική Ανάλυση Προμετρημένων και Επιμετρημένων Ποσοτήτων

Σημείωση: Παρατηρούμε ότι στο έργο αυτό οι ρητινενέσεις μετρήθηκαν σε **μέτρα μήκους (m)** (όπως φαίνεται στην εικόνα σου, άρθρο 32.12.6), κάτι που αποτελεί σημαντικό στοιχείο σχολιασμού, καθώς συχνά αυτή η μονάδα μέτρησης οδηγεί σε μεγάλες αποκλίσεις αν το βάθος της ρωγμής είναι μεγάλο.

5.5 Σχολιασμός Αποτελεσμάτων και Ανάλυση Αποκλίσεων

Όπως προκύπτει από τη συστηματική επεξεργασία των δεδομένων του Πίνακα 5-1, η σύγκριση μεταξύ της αρχικής Προμέτρησης της μελέτης και της Τελικής Επιμέτρησης της κατασκευής επιβεβαιώνει πλήρως την κεντρική υπόθεση της παρούσας εργασίας σχετικά με την υψηλή αβεβαιότητα που διέπει τις αφανείς εργασίες στα έργα ενισχύσεων. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων αναδεικνύει μια σαφή διαφοροποίηση στην ακρίβεια πρόβλεψης ανάλογα με τη φύση της κάθε εργασίας, με τα «ντετερμινιστικά» μεγέθη, όπως οι οπλισμοί και τα βλήτρα (Άρθρα 38.20.02 και 38.21.05), να παρουσιάζουν εξαιρετικά υψηλή ακρίβεια με αποκλίσεις που κυμαίνονται από 0% έως μόλις +3,3%. Η σταθερότητα αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι οι ποσότητες του χάλυβα και το πλήθος των αγκυρίων καθορίζονται αυστηρά από τη Στατική Μελέτη Εφαρμογής και παραμένουν ανεξάρτητες από την πραγματική εσωτερική κατάσταση του υφιστάμενου φορέα, επιτρέποντας έναν ακριβή προϋπολογισμό ήδη από τη φάση της δημοπράτησης.

Αντιθέτως, στην περίπτωση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος (Gunitite - Άρθρο 32.12.4), καταγράφεται μια σημαντική αύξηση της τάξης του +21,2%, η οποία αναδεικνύει τη γεωμετρική ασάφεια που συνοδεύει τις επεμβάσεις σε ιστορικά κτήρια. Η απόκλιση αυτή δεν αποτελεί σφάλμα της μελέτης, αλλά απόρροια της ανάγκης για εξομάλυνση των ακανόνιστων επιφανειών της παλαιάς λιθοδομής και της πλήρωσης εσωτερικών κενών ή «φωλιών» του υφιστάμενου φορέα, μεγέθη τα οποία είναι αδύνατο να αποτυπωθούν με ακρίβεια στα αρχικά αρχιτεκτονικά σχέδια τομής. Η μεγαλύτερη ωστόσο αστοχία πρόβλεψης εντοπίζεται στις εργασίες επισκευής και εξυγίανσης, με τις ρητινενέσεις (Άρθρο 32.12.6) να παρουσιάζουν υπερδιπλασιασμό των ποσοτήτων (+228%). Το εύρημα αυτό καταδεικνύει ότι

η μακροσκοπική επιθεώρηση κατά τη φάση της μελέτης αδυνατεί να εντοπίσει το δίκτυο των μικρορωγμών, οι οποίες καθίστανται ορατές και επιμετρήσιμες μόνο μετά την πλήρη αφαίρεση των επιχρισμάτων και τον καθαρισμό των επιφανειών με υδροβολή.

Παρομοίως, η αύξηση κατά +43,3% στις γενικές επισκευές σκυροδέματος φανερώνει ότι το πραγματικό βάθος ενανθράκωσης και η έκταση της διάβρωσης του οπλισμού ήταν πολύ πιο εκτεταμένα από τις αρχικές δειγματοληπτικές εκτιμήσεις. Συμπερασματικά, η περίπτωση του Α.Σ.Ο. Πατρών αποδεικνύει ότι στα έργα δομητικής αποκατάστασης, οι εργασίες εξυγίανσης αποτελούν το στοιχείο με τη μεγαλύτερη επικινδυνότητα για την οικονομική βιωσιμότητα του έργου. Η ανάγκη για αυξημένα κονδύλια απροβλέπτων και η επιβεβλημένη χρήση δυναμικών εργαλείων, όπως οι Ανακεφαλαιωτικοί Πίνακες Εργασιών (ΑΠΕ), αναδεικνύονται σε απαραίτητες προϋποθέσεις για τη διαχείριση της απόκλισης μεταξύ της θεωρητικής μελέτης και της εργοταξιακής πραγματικότητας, διασφαλίζοντας την τεχνική αρτιότητα της ενίσχυσης παρά τις αστάθμητες παθολογίες του ιστορικού κελύφους.

5.5.1 Καθαιρέσεις και Εξυγίανση (Άρθρο ΟΙΚ-22.04)

Η εντυπωσιακή απόκλιση της τάξης του **+184,4%** που καταγράφηκε στις εργασίες καθαίρεσης στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος αποτελεί το πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα της επίδρασης που ασκεί η «αφανής βλάβη» στον προϋπολογισμό των έργων αποκατάστασης. Η επιμέτρηση βάσει του Άρθρου **ΟΙΚ-22.04** πραγματοποιείται σε κυβικά μέτρα (m^3) συμπαγούς όγκου, γεγονός που καθιστά τον υπολογισμό εξαιρετικά ευαίσθητο στις μεταβολές του βάθους καθαίρεσης. Το κύριο πρόβλημα εντοπίστηκε στη διαφορά μεταξύ της θεωρητικής εκτίμησης της μελέτης και της εργοταξιακής πραγματικότητας: ενώ η αρχική στατική μελέτη, βασιζόμενη σε δειγματοληπτικές τομές, είχε εκτιμήσει το μέσο βάθος ενανθράκωσης και αποφλοιώσης στα **3 cm**, η φάση της εκτέλεσης με τη μέθοδο της υδροκαθαίρεσης αποκάλυψε μια πολύ δυσμενέστερη κατάσταση.

Λόγω της διαρκούς έκθεσης του συγκροτήματος του Α.Σ.Ο. στο επιθετικό παραθαλάσσιο περιβάλλον και της έντονης διείσδυσης χλωριόντων, η οξείδωση του υφιστάμενου οπλισμού είχε προχωρήσει σε βάθος πολύ μεγαλύτερο του αναμενόμενου. Η τεχνική απαίτηση για την αποκάλυψη υγιούς πυρήνα σκυροδέματος και τον πλήρη καθαρισμό της περιμέτρου των οξειδωμένων ράβδων επέβαλε τοπικές καθαιρέσεις που άγγιζαν τα **8-10 cm**, υπερδιπλασιάζοντας έτσι τον επιμετρούμενο όγκο ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας. Αυτή η γεωμετρική μεταβολή του βάθους εξυγίανσης, η οποία κατέστη ορατή μόνο μετά την απομάκρυνση των σαθρών τμημάτων, αναδεικνύει την αδυναμία των προμετρήσεων να ενσωματώσουν την εσωτερική παθολογία παλαιών κατασκευών χωρίς τη χρήση εκτεταμένων μη καταστροφικών ελέγχων σε όλη την έκταση του φορέα.

Η διαχείριση αυτής της υπερβολικής απόκλισης απαιτεί την άμεση σύνταξη Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών, όπου το βάθος καθαίρεσης πιστοποιείται με επιτόπιες μετρήσεις (π.χ. με τη χρήση βαθυμέτρου ή οδηγών) παρουσία της επίβλεψης, προκειμένου να τεκμηριωθεί η ανάγκη για την αύξηση της δαπάνης. Η περίπτωση του Α.Σ.Ο. Πατρών επιβεβαιώνει ότι η εργασία της καθαίρεσης και εξυγίανσης δεν αποτελεί μια απλή προπαρασκευαστική φάση, αλλά μια δυναμική διαδικασία που επανακαθορίζει το οικονομικό αντικείμενο του έργου, καθιστώντας την ακριβή επιμέτρηση του βάθους εξυγίανσης τον κρισιμότερο παράγοντα για την αποφυγή διενέξεων και την εξασφάλιση της δομητικής ακεραιότητας της επέμβασης.

5.5.2 Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα - Gunit (Σχετ. Άρθρο ΟΙΚ-32)

Η καταγεγραμμένη αύξηση της ποσότητας του εκτοξευόμενου σκυροδέματος κατά **+21,2%** στο έργο των Αποθηκών του Α.Σ.Ο. αναδεικνύει τη συστηματική απόκλιση που προκύπτει μεταξύ του θεωρητικού γεωμετρικού σχεδιασμού και της πραγματικής εφαρμογής επί ανώμαλων υποστρωμάτων. Η επιμέτρηση βάσει του σχετικού άρθρου **ΟΙΚ-32** αποζημιώνει κατά κανόνα τον γεωμετρικό όγκο (Theoretical Volume) όπως αυτός προκύπτει από τα σχέδια της μελέτης, ωστόσο η κατασκευαστική πραγματικότητα στις ιστορικές λιθοδομές εισάγει παραμέτρους που ανατρέπουν αυτούς τους υπολογισμούς. Η έντονη επιφανειακή τραχύτητα των παλαιών τοιχοποιιών του συγκροτήματος, σε συνδυασμό με την επιβεβλημένη ανάγκη για βαθιά αρμολόγηση και πλήρωση των κενών (joint grouting) πριν από την κύρια φάση της ενίσχυσης, δημιούργησαν σημαντικούς «κρυφούς όγκους» υλικού.

Αυτοί οι επιπλέον όγκοι, αν και απαραίτητοι για τη δομητική ακεραιότητα και τη σωστή πρόσφυση του μανδύα, δεν είναι δυνατόν να αποτυπωθούν στα δισδιάστατα αρχιτεκτονικά σχέδια τομής, τα οποία θεωρούν συμβατικά επίπεδες και κατακόρυφες επιφάνειες. Για την αντικειμενική πιστοποίηση της αύξησης αυτής, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της τοποθέτησης οδηγών πάχους (τακάκια) σε πυκνό κάρναβο πριν από την εκτόξευση, οι οποίοι λειτούργησαν ως αμάχητα μάρτυρες του πραγματικού πάχους εφαρμογής. Η διαδικασία αυτή, σε συνδυασμό με τη σύνταξη αναλυτικών Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών (ΠΑΕ), επέτρεψε τον επανακαθορισμό του μέσου πάχους t_{avg} και τη ρεαλιστική αποτύπωση του όγκου που ενσωματώθηκε στον φορέα.

Η περίπτωση του Α.Σ.Ο. Πατρών αποδεικνύει ότι στα έργα αποκατάστασης, η γεωμετρική επιμέτρηση του Gunit πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μια δυναμική διαδικασία as-built τεκμηρίωσης και όχι ως μια απλή αντιγραφή των θεωρητικών διατομών της μελέτης. Η απόκλιση του **21,2%** αντικατοπτρίζει την πραγματική ανάγκη εξυγίανσης και επιπεδοποίησης του ιστορικού κελύφους, καθιστώντας σαφές ότι η σωστή διαχείριση των αφανών όγκων μέσω οδηγών πάχους αποτελεί τη μοναδική μέθοδο για τη δίκαιη οικονομική τακτοποίηση του έργου και τη διασφάλιση ότι το τελικό πάχος του μανδύα καλύπτει τις ελάχιστες απαιτήσεις της στατικής μελέτης σε κάθε σημείο της επιφάνειας.

5.5.3 Ρητινενέσεις (Άρθρο ΟΙΚ-32.22)

Η πλέον αξιοσημείωτη οικονομική απόκλιση στο έργο των Αποθηκών του Α.Σ.Ο. εντοπίζεται στις εργασίες συγκόλλησης ρωγμών, όπου η τελική ποσότητα παρουσίασε μια πρωτοφανή αύξηση της τάξης του **+228%**. Η επιμέτρηση βάσει του Άρθρου **ΟΙΚ-32.22** πραγματοποιείται με μονάδα μέτρησης το χιλιόγραμμο (kg) της πραγματικά αναλωθείσας ρητίνης, γεγονός που καθιστά το τελικό κόστος άμεσα εξαρτώμενο από την εσωτερική παθολογία και τη χαοτική δομή των παλαιών τοιχοποιιών. Η κύρια αιτία αυτής της υπερβολικής απόκλισης οφείλεται στο γεγονός ότι οι ρωγματώσεις στις ιστορικές λιθοδομές του συγκροτήματος δεν ήταν απλώς επιφανειακές, αλλά επικοινωνούσαν άμεσα με τον εσωτερικό πυρήνα της τοιχοποιίας (rubble masonry core), ο οποίος αποτελείται από ημιλαξευμένους λίθους και κονίαμα χαμηλής συνεκτικότητας με πολυάριθμα κενά.

Κατά τη διαδικασία της εισπίεσης υπό ελεγχόμενη πίεση, η εποξειδική ρητίνη δεν περιορίστηκε στην πλήρωση του ορατού εύρους της ρωγμής, αλλά διέφευγε συστηματικά προς τα εσωτερικά κενά και τις ασυνέχειες της λιθοδομής. Παρόλο που αυτή η εκτεταμένη διείδυση είναι στατικά εξαιρετικά επιθυμητή, καθώς λειτουργεί ως ενέσιμο κονίαμα που αναβαθμίζει τη συνοχή και τη διατμητική αντοχή ολόκληρου του τοίχου, οικονομικά

οδήγησε σε έναν ουσιαστικό τριπλασιασμό της δαπάνης σε σχέση με τις αρχικές προεκτιμήσεις της μελέτης. Η διαχείριση αυτής της υπέρβασης κατέστη δυνατή μόνο μέσω της χρήσης του κονδυλίου των «Απροβλέπτων» του έργου, αναδεικνύοντας τη σημασία της ύπαρξης επαρκούς οικονομικού αποθεματικού σε έργα αποκατάστασης βιομηχανικής κληρονομιάς.

Η περίπτωση του Α.Σ.Ο. Πατρών επιβεβαιώνει ότι η επιμέτρηση των ρητινενέσεων βάσει βάρους υλικού είναι η μόνη δίκαιη μέθοδος για τον ανάδοχο, καθώς αποζημιώνει την πραγματική προσπάθεια εξυγίανσης του φορέα, απαιτεί όμως ταυτόχρονα αυστηρή διοικητική τεκμηρίωση. Η πιστοποίηση της κατανάλωσης μέσω των ζυγολογίων και των κενών συσκευασιών, σε συνδυασμό με τα Πρωτόκολλα Καταμέτρησης Υλικών που συντάσσονται επιτόπου, αποτελεί τη μοναδική τεχνική δικλείδα ασφαλείας που διασφαλίζει ότι η υπερβάλλουσα ποσότητα ρητίνης χρησιμοποιήθηκε πράγματι για τη δομητική ενίσχυση του ιστορικού κελύφους και όχι για την κάλυψη κατασκευαστικών αστοχιών.

5.5.4 Σύνθετα Υλικά - FRP (Νέα Τιμή)

Η επιμέτρηση των ενισχύσεων με Ινοπλισμένα Πολυμερή (FRPs) στις Αποθήκες του Α.Σ.Ο. αποτέλεσε μια ιδιαίτερη περίπτωση οικονομικής διαχείρισης, καθώς η απουσία εξειδικευμένου και τυποποιημένου άρθρου στα Νέα Ενιαία Τιμολόγια (Ν.Ε.Τ.) για ανθρακονήματα υψηλών προδιαγραφών επέβαλε τη σύνταξη **Άρθρου Νέας Τιμής (Ν.Τ.)**. Η καταγεγραμμένη απόκλιση της τάξης του **+18,7%** μεταξύ της αρχικής πρόβλεψης και της τελικής πιστοποίησης αποδίδεται κυρίως στη διαφοροποίηση μεταξύ της θεωρητικής προμέτρησης και της κατασκευαστικής πραγματικότητας όσον αφορά τον κανόνα των αλληλοεπικαλύψεων (overlaps). Ενώ η αρχική μελέτη είχε βασιστεί στον υπολογισμό της καθαρής επιφάνειας των δοκών οροφής, η φάση της εφαρμογής αποκάλυψε ότι η σύνθετη γεωμετρία του φορέα και οι αυστηρές απαιτήσεις αγκύρωσης στα άκρα των δοκών απαιτούσαν σημαντικά πρόσθετα μήκη υφάσματος.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και τις οδηγίες της επίβλεψης, για τη διασφάλιση της μεταφοράς των εφελκυστικών τάσεων στις θέσεις διακοπής του οπλισμού, επιβλήθηκε η τήρηση ελάχιστων μηκών επικάλυψης τα οποία λειτούργησαν ως πρόσθετο ενεργό υλικό και όχι ως απλή φύρα. Αυτά τα επιπλέον τμήματα υφάσματος, τα οποία στις περιπτώσεις των δοκών μορφής "U" επεκτείνονταν και στην άνω παρειά για την εξασφάλιση της αγκύρωσης, επιμετρήθηκαν αναλυτικά ως ανεπτυγμένη επιφάνεια (m^2), οδηγώντας στην αναθεώρηση των αρχικών ποσοτήτων. Η πιστοποίηση αυτών των "κρυφών" επιφανειών έγινε μέσω αναλυτικών σκαριφημάτων (as-built drawings) ανά δοκό, όπου καταγράφηκαν τα ακριβή σημεία έναρξης και λήξης κάθε στρώσης ανθρακονήματος.

Η περίπτωση του Α.Σ.Ο. Πατρών αναδεικνύει ότι στα σύνθετα υλικά, η επιλογή της μεθόδου επιμέτρησης —καθαρή έναντι ανεπτυγμένης επιφάνειας— μπορεί να μεταβάλλει αισθητά το τελικό κόστος, ειδικά σε έργα με μεγάλο αριθμό κόμβων και αγκυρώσεων. Η αποδοχή της ανεπτυγμένης επιφάνειας ως μονάδας μέτρησης στο Άρθρο Νέας Τιμής κρίνεται ως η πλέον δίκαιη προσέγγιση, καθώς αποζημιώνει τον ανάδοχο για την πραγματική ποσότητα ενός εξαιρετικά ακριβού υλικού που ενσωματώνεται στον φορέα για λόγους στατικής ασφάλειας. Η εμπειρία από το συγκεκριμένο έργο καταδεικνύει ότι οι προμετρήσεις των FRPs πρέπει να ενσωματώνουν έναν συντελεστή προσαύξησης για αλληλοεπικαλύψεις της τάξης του **15-20%**, ώστε να προσεγγίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τον τελικό απολογισμό της επέμβασης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ

6.1 Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνήσε διεξοδικά τη μεθοδολογία επιμέτρησης των εξειδικευμένων εργασιών ενίσχυσης του φέροντος οργανισμού, εστιάζοντας στην κρίσιμη μετάβαση από τη θεωρητική Προμέτρηση της Μελέτης στην πραγματική Επιμέτρηση της Κατασκευής. Μέσα από την ανάλυση του υφιστάμενου θεσμικού πλαισίου και την εξαντλητική εξέταση της μελέτης περίπτωσης του ιστορικού συγκροτήματος των Αποθηκών Α.Σ.Ο. Πατρών, εξάγονται ουσιώδη συμπεράσματα που αφορούν την επάρκεια, τη λειτουργικότητα και την ορθή εφαρμογή των Νέων Ενιαίων Τιμολογίων (Ν.Ε.Τ.) του Υπουργείου Υποδομών & Μεταφορών. Η έρευνα ανέδειξε ότι η επιμέτρηση στα έργα αποκατάστασης δεν αποτελεί μια απλή λογιστική καταγραφή ποσοτήτων, αλλά μια σύνθετη τεχνικοοικονομική διαδικασία που απαιτεί βαθιά γνώση της παθολογίας των κατασκευών και των ορίων των συμβατικών τευχών δημοπράτησης.

Η σύγκριση των δεδομένων αποκάλυψε ότι η φύση των εργασιών ενίσχυσης εμπεριέχει έναν εγγενή βαθμό αβεβαιότητας, ο οποίος συχνά οδηγεί σε σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ των προεκτιμηθέντων και των τελικών πιστοποιημένων μεγεθών. Η μετάβαση από το στάδιο του σχεδιασμού στην υλοποίηση επί τόπου του έργου απαιτεί την υιοθέτηση δυναμικών εργαλείων ελέγχου, όπως τα Πρωτόκολλα Αφανών Εργασιών και οι Ανακεφαλαιωτικοί Πίνακες Εργασιών (Α.Π.Ε.), προκειμένου να διασφαλιστεί η οικονομική ισορροπία της σύμβασης χωρίς να θυσιάζεται η δομητική ασφάλεια της επέμβασης.

Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα των άρθρων των Ν.Ε.Τ. στην κάλυψη σύγχρονων τεχνολογιών, όπως τα ινοπλισμένα πολυμερή και το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, εντοπίζοντας τα σημεία όπου το τρέχον σύστημα τιμολόγησης χρήζει βελτίωσης ή συμπλήρωσης μέσω Άρθρων Νέων Τιμών. Τα συμπεράσματα που ακολουθούν συνθέτουν μια ολοκληρωμένη εικόνα για τη βέλτιστη διαχείριση του κόστους σε έργα υψηλής πολυπλοκότητας, προσφέροντας παράλληλα προτάσεις για τη μείωση της αβεβαιότητας και την ενίσχυση της διαφάνειας κατά την επιμέτρηση των ενισχύσεων σε υφιστάμενα κτήρια.

6.2 Αναλυτικά Συμπεράσματα ανά Κατηγορία Εργασιών (βάσει Ν.Ε.Τ.)

Η εφαρμογή των άρθρων του τιμολογίου σε έργα αποκατάστασης παρουσιάζει συστηματικές αποκλίσεις που οφείλονται στη δομή των ίδιων των άρθρων, όπως αναλύεται κατωτέρω:

6.2.1 Η Ανεπάρκεια του Άρθρου ΟΙΚ-22.04 στις Εξυγιάνσεις

Το άρθρο **ΟΙΚ-22.04** («Καθαιρέσεις στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος»), το οποίο ορίζει ως μονάδα μέτρησης τον «συμπαγή όγκο» σε κυβικά μέτρα (m^3), αποδεικνύεται στην πράξη ανεπαρκές για την κάλυψη των αναγκών εξυγίανσης σε υφιστάμενους φορείς που παρουσιάζουν αποφλοιώση λόγω διάβρωσης. Το κύριο συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι η συγκεκριμένη τιμή μονάδας δεν λαμβάνει υπόψη την εξαιρετικά υψηλή δυσκολία και την ακρίβεια που απαιτεί η επιλεκτική καθαίρεση σε αντίθεση με μια μαζική κατεδάφιση. Στην περίπτωση των Αποθηκών Α.Σ.Ο., η τεχνική απαίτηση για αφαίρεση του σκυροδέματος πίσω από τον υφιστάμενο οπλισμό —προκειμένου να εξασφαλιστεί η σωστή περίσφιξη και

αγκύρωση του νέου επισκευαστικού υλικού— αύξησε κατακόρυφα τον απαιτούμενο χρόνο εργασίας ανά μονάδα όγκου.

Αυτή η αυξημένη ένταση εργασίας και η χρήση λεπτών χειροκίνητων μέσων (όπως ελαφρά πνευματικά πιστολέτα ή υδροβολή υψηλής πίεσης) δεν αποζημιώνονται επαρκώς από την τρέχουσα τιμή μονάδας του άρθρου, η οποία έχει σχεδιαστεί για συμβατικές καθαιρέσεις. Η οικονομική αυτή αναντιστοιχία δύναται να οδηγήσει είτε σε οικονομική ασφυξία τον ανάδοχο, είτε, ακόμη χειρότερα, σε πλημμελή καθαρισμό και ελλιπή εξυγίανση του οπλισμού προκειμένου να περιοριστεί το κόστος, θέτοντας σε κίνδυνο τη μακροζωία της ενίσχυσης.

Επιπλέον, η διαπίστωση της εργασίας είναι ότι η προμέτρηση βάσει του «συμπαγούς όγκου» σε περιβάλλοντα με έντονη παρουσία χλωριόντων είναι εξαιρετικά επισφαλής. Το βάθος ενανθράκωσης αποτελεί ένα δυναμικό και μεταβλητό μέγεθος που εξαρτάται από την τοπική πορώτητα του σκυροδέματος και την έκθεση στις καιρικές συνθήκες, στοιχεία που καθιστούν αδύνατη την τυποποίηση σε m^3 πριν από την πραγματική έναρξη των εργασιών και την αποκάλυψη του φορέα. Ως εκ τούτου, η επιμέτρηση των καθαιρέσεων εξυγίανσης απαιτεί μια πιο ευέλικτη προσέγγιση, ίσως βάσει επιφανείας (m^2) με διαβαθμίσεις βάθους, ώστε να αντικατοπτρίζει το πραγματικό κατασκευαστικό κόστος.

6.2.2 Η Γεωμετρική Σύμβαση του Άρθρου ΟΙΚ-32.01 στο Gunit

Η χρήση του άρθρου **ΟΙΚ-32.01** (το οποίο αφορά την προμήθεια και διάστρωση σκυροδέματος, συνήθως προσαυξημένου με ειδική ανάλυση τιμής για τη μέθοδο της εκτόξευσης) δημιουργεί σημαντικές τριβές κατά τη φάση της επιμέτρησης των μανδύων οπλισμένου σκυροδέματος. Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι η συμβατική αποζημίωση βάσει του «γεωμετρικού όγκου» επί του στοιχείου παραβλέπει την κατασκευαστική ιδιαιτερότητα των υφιστάμενων κτηρίων με έντονες επιφανειακές ανωμαλίες. Στην περίπτωση των Αποθηκών του Α.Σ.Ο., η παλαιά λιθοδομή παρουσίαζε σημαντικές αποκλίσεις από το κατακόρυφο επίπεδο και βαθιές εσοχές, με αποτέλεσμα ο «καταναλισκόμενος όγκος» για την απαραίτητη εξομάλυνση της επιφάνειας (filling/levelling) να είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από τον θεωρητικό όγκο του μανδύα ενίσχυσης που προέκυπτε από τα σχέδια της μελέτης.

Η διαπίστωση της έρευνας καταδεικνύει μια κρίσιμη έλλειψη στο τρέχον σύστημα των Ν.Ε.Τ., καθώς δεν υφίσταται διακριτό άρθρο που να διαχωρίζει το «σκυρόδεμα εξομάλυνσης» από το «σκυρόδεμα ενίσχυσης». Αυτό οδηγεί νομοτελειακά σε υποτιμολόγηση της εργασίας, καθώς ο ανάδοχος καλείται να καλύψει την επιπλέον ποσότητα υλικού που απαιτείται για τη δημιουργία ενός επιπέδου υποστρώματος προκειμένου να εφαρμοσθεί ο μανδύας στο προβλεπόμενο στατικό πάχος.

Επιπλέον, η ορθή επιμέτρηση σε τέτοιες συνθήκες καθίσταται εξαιρετικά κοστοβόρα και περίπλοκη, καθώς απαιτεί την υποχρεωτική χρήση τοπογραφικών μεθόδων (3D laser scanning) ή την εγκατάσταση ενός εξαιρετικά πυκνού δικτύου οδηγών πάχους (τακάκια) για την πιστοποίηση του μέσου πάχους εφαρμογής. Τέτοιες διαδικασίες τεκμηρίωσης σπάνια προβλέπονται στον προϋπολογισμό της αρχικής μελέτης, με αποτέλεσμα η πιστοποίηση του «πραγματικού όγκου» να αποτελεί μόνιμο σημείο διένεξης μεταξύ της επίβλεψης και του αναδόχου, αναδεικνύοντας την ανάγκη για αναθεώρηση του τρόπου επιμέτρησης του Gunit σε έργα αποκατάστασης ιστορικών κελυφών.

6.2.3 Το Ρίσκο της Μονάδας Μέτρησης στο Άρθρο ΟΙΚ-32.22 (Ρητινενέσεις)

Η επιλογή του χιλιόγραμμου (kg) ως μονάδας μέτρησης στο άρθρο **ΟΙΚ-32.22**, έναντι εναλλακτικών μεθόδων όπως το τρέχον μέτρο μήκους ρωγμής (m) ή η κατ' αποκοπή τιμή ανά δομικό στοιχείο, αποτελεί ένα από τα πιο αμφιλεγόμενα σημεία της επιμέτρησης ενισχύσεων. Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από την τεχνικοοικονομική ανάλυση είναι ότι η μονάδα βάρους κρίνεται ως η πλέον ορθή τεχνικά, καθώς αντικατοπτρίζει την πραγματική προσπάθεια εξυγίανσης του φορέα, ταυτόχρονα όμως αναδεικνύεται ως η πλέον επικίνδυνη δημοσιονομικά παράμετρος για έναν προϋπολογισμό έργου.

Στη μελέτη περίπτωσης των Αποθηκών του Α.Σ.Ο., η καταγεγραμμένη απόκλιση του **+228%** οφείλεται αποκλειστικά στη φύση της μονάδας μέτρησης σε συνδυασμό με την απρόβλεπτη εσωτερική παθολογία της λιθοδομής. Η διαφυγή της ρητίνης σε εσωτερικά κενά και ασυνέχειες (voids) του πυρήνα της τοιχοποιίας, αν και στατικά ωφέλιμη, μετατρέπει το άρθρο σε μια «ανοιχτή» δαπάνη. Ενώ το σύστημα αυτό είναι δίκαιο για τον ανάδοχο — καθώς διασφαλίζει την αποζημίωση για το σύνολο του υλικού που πράγματι ενσωματώθηκε— καθιστά τον Τελικό Προϋπολογισμό του έργου πλήρως αβέβαιο (open-ended budget) μέχρι και την ολοκλήρωση της τελευταίας έγχυσης.

Η διαπίστωση της εργασίας είναι ότι η χρήση του kg ως μονάδας μέτρησης απαιτεί από την πλευρά της επίβλεψης έναν εξαιρετικά αυστηρό διοικητικό έλεγχο, ο οποίος περιλαμβάνει τη συνεχή καταγραφή των ζυγολογιών, την επιτόπου καταμέτρηση των κενών συσκευασιών και τη σύνταξη αναλυτικών Πρωτοκόλλων Καταμέτρησης Υλικών. Η έλλειψη ανώτατου ορίου (cap) στην κατανάλωση ρητίνης ανά τρέχον μέτρο ρωγμής στα Ν.Ε.Τ. δημιουργεί συνθήκες οικονομικής επισφάλειας, αναδεικνύοντας την ανάγκη για ακριβέστερες διαγνωστικές μεθόδους (π.χ. υπερήχους ή ενδοσκόπηση) κατά τη φάση της μελέτης, ώστε να περιορίζεται η αβεβαιότητα της προμέτρησης σε ρεαλιστικά επίπεδα.

6.2.4 Το Κενό Νομοθεσίας για τα Σύνθετα Υλικά (FRPs)

Μία από τις πλέον ουσιώδεις διαπιστώσεις της παρούσας εργασίας είναι η παντελής έλλειψη εγκεκριμένων και τυποποιημένων άρθρων στα Νέα Ενιαία Τιμολόγια (Ν.Ε.Τ.) Οικοδομικών Εργασιών για τις ενισχύσεις με Ινοπλισμένα Πολυμερή (FRPs). Παρά το γεγονός ότι τα ανθρακονήματα και τα υαλονήματα αποτελούν πλέον διεθνώς καθιερωμένες λύσεις για την αποκατάσταση και αναβάθμιση υφιστάμενων κατασκευών, το ελληνικό κανονιστικό πλαίσιο τιμολόγησης δεν έχει ενσωματώσει ακόμη τις απαραίτητες προδιαγραφές επιμέτρησης για αυτά τα υλικά υψηλής τεχνολογίας.

Το βασικό συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι η αναγκαστική καταφυγή στη σύνταξη «Άρθρων Νέων Τιμών» (Ν.Τ.) για κάθε μεμονωμένο έργο δημιουργεί συνθήκες ανισότητας και διοικητικής πολυπλοκότητας. Η έλλειψη μιας ενιαίας περιγραφής οδηγεί σε αποκλίνουσες ερμηνείες ως προς τον τρόπο επιμέτρησης: ορισμένοι μελετητές επιλέγουν την «καθαρή επιφάνεια» των δομικών στοιχείων (θεωρητική προβολή), ενώ άλλοι —ορθότερα από κατασκευαστική άποψη— προκρίνουν την «ανεπτυγμένη επιφάνεια» που ενσωματώνει τις απαραίτητες αλληλοεπικαλύψεις (overlaps) και τα μήκη αγκύρωσης.

Αυτή η έλλειψη τυποποίησης δυσχεραίνει σημαντικά τον έλεγχο των πιστοποιημένων λογαριασμών από τις προϊστάμενες αρχές και καθιστά αδύνατη την αξιόπιστη σύγκριση του

κόστους μεταξύ παρόμοιων έργων ενίσχυσης. Η απουσία ενός εθνικού προτύπου επιμέτρησης για τα FRPs αναδεικνύεται ως ένα κρίσιμο θεσμικό κενό, το οποίο επιτρέπει υποκειμενικές εκτιμήσεις που συχνά καταλήγουν σε διενέξεις κατά την τελική επιμέτρηση. Η εμπειρία από τις Αποθήκες του Α.Σ.Ο. υποδεικνύει ότι η υιοθέτηση ενός ενιαίου κανόνα επιμέτρησης ανά τετραγωνικό μέτρο πραγματικά τοποθετημένου υλικού (με σαφή ορισμό των επιτρεπόμενων επικαλύψεων) είναι η μόνη οδός για τη διασφάλιση της διαφάνειας και της οικονομικής ισορροπίας στις σύγχρονες επεμβάσεις δομητικής αποκατάστασης.

6.3 Προτάσεις για την Αναθεώρηση των Διαδικασιών

Βάσει της ενδελεχούς ανάλυσης των δεδομένων και των συμπερασμάτων που προέκυψαν από τη μελέτη περίπτωσης των Αποθηκών του Α.Σ.Ο., διατυπώνονται συγκεκριμένες προτάσεις προς τις Αναθέτουσες Αρχές και τους φορείς σύνταξης τεχνικών προδιαγραφών, με στόχο τον εξορθολογισμό της επιμέτρησης και τη μείωση της οικονομικής αβεβαιότητας στα έργα ενισχύσεων. Πρωταρχική πρόταση αποτελεί η θεσμοθέτηση ενός ειδικού «**Συντελεστή Αβεβαιότητας**» στην Προμέτρηση. Η εμπειρία κατέδειξε ότι τα άρθρα καθαιρέσεων και εξυγίανσης, όπως το **ΟΙΚ-22.04**, παρουσιάζουν τόσο υψηλές αποκλίσεις που η τυπική πρόβλεψη του 15% για απρόβλεπτες δαπάνες κρίνεται ανεπαρκής. Προτείνεται η θεσμική αναγνώριση αυτών των εργασιών ως υψηλού ρίσκου, με την υπαγωγή τους σε μια ειδική κατηγορία «απολογιστικών εργασιών» ή την πρόβλεψη αυξημένου ποσοστού απροβλέπτων (άνω του 25%) αποκλειστικά για τις φάσεις εξυγίανσης, έως ότου προσδιοριστεί με ακρίβεια το εύρος της βλάβης μετά την αποκάλυψη του φορέα.

Παράλληλα, καθίσταται επιτακτική η ανάγκη για τη **δημιουργία νέων, εξειδικευμένων άρθρων στα Ν.Ε.Τ.** που θα καλύπτουν το σύγχρονο φάσμα των ενισχύσεων. Ένα νέο κεφάλαιο στα Τιμολόγια Οικοδομικών Έργων θα πρέπει να περιλαμβάνει αυτόνομο άρθρο για τα Ανθρακουφάσματα (FRP), το οποίο θα ξεκαθαρίζει οριστικά τη μεθοδολογία επιμέτρησης των αλληλοεπικαλύψεων (overlaps) ως ενεργό υλικό. Αντίστοιχα, το Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα (Gunitite) απαιτεί ένα άρθρο που θα ενσωματώνει στον συντελεστή τιμής την αναμενόμενη ανάκρουση (rebound) διαφοροποιημένα ανάλογα με τη θέση εφαρμογής, καθώς οι απώλειες υλικού στην οροφή είναι στατιστικά διπλάσιες από εκείνες στα κατακόρυφα τοιχία.

Τέλος, προτείνεται η αυστηρή **υποχρεωτικότητα των ψηφιακά τεκμηριωμένων Πρωτοκόλλων Αφανών Εργασιών (Π.Α.Ε.)**. Η πιστοποίηση και πληρωμή άρθρων που αφορούν κρίσιμες αλλαγές, όπως τα βλήτρα (**ΟΙΚ-38.20**) και οι ρητινενέσεις (**ΟΙΚ-32.22**), δεν πρέπει να βασίζεται μόνο σε χειρόγραφες καταγραφές, αλλά να συνοδεύεται από ψηφιακή τεκμηρίωση με γεωαναφορά και φωτογραφική απόδειξη των σταδίων εφαρμογής. Η υιοθέτηση τέτοιων διαδικασιών θα εξαλείψει τις αμφισβητήσεις μεταξύ αναδόχου και επίβλεψης, διασφαλίζοντας ότι η οικονομική διαχείριση του έργου συμβαδίζει απόλυτα με την τεχνική αρτιότητα της στατικής αναβάθμισης. Η εφαρμογή αυτών των προτάσεων θα επιτρέψει τη μετάβαση από μια εμπειρική διαχείριση του κόστους σε ένα επιστημονικά τεκμηριωμένο σύστημα επιμέτρησης, ικανό να υποστηρίξει τη διάσωση και επανάχρηση της βιομηχανικής μας κληρονομιάς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Ελληνική Νομοθεσία & Τιμολόγια Δημοσίων Έργων

1. **Νόμος 4412/2016** (ΦΕΚ Α' 147/08-08-2016). «Δημόσιες Συμβάσεις Έργων, Προμηθειών και Υπηρεσιών (προσαρμογή στις Οδηγίες 2014/24/ΕΕ και 2014/25/ΕΕ)», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει.
2. **Υπουργική Απόφαση ΔΝΣγ/οικ.35577/ΦΝ 466** (ΦΕΚ Β' 1746/19.05.2017). «Κανονισμός Περιγραφικών Τιμολογίων Εργασιών για δημόσιες συμβάσεις έργων».
3. **Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών**. (2017). «Νέα Ενιαία Τιμολόγια (Ν.Ε.Τ.) Οικοδομικών Εργασιών (ΟΙΚ)». Αθήνα.
4. **Υπουργείο Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ)**. «Αναλύσεις Τιμών Οικοδομικών Έργων (Α.Τ.Ο.Ε.)». Αθήνα.

Β. Κανονισμοί & Τεχνικές Προδιαγραφές

5. **ΕΛΟΤ EN 1998-3 (Ευρωκώδικας 8)**. (2005). *Αντισεισμικός Σχεδιασμός των Κατασκευών - Μέρος 3: Αποτίμηση και Ενίσχυση κτιρίων*. Αθήνα: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης.
6. **ΕΛΟΤ EN 1504**. (Σειρά Προτύπων). *Προϊόντα και συστήματα για την προστασία και επισκευή κατασκευών από σκυρόδεμα*. Αθήνα: Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης.
7. **Ο.Α.Σ.Π.** (2017). *Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) - 2η Αναθεώρηση*. Αθήνα: Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας.
8. **Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΕΤΕΠ)**, Υ.Α. 6690/2012 (ΦΕΚ 1914/Β/15-6-2012):
 - ο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-01: «Καθαιρέσεις στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος».
 - ο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-01-06: «Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (Guniting)».
 - ο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-02-04-00: «Επισκευές δομικών στοιχείων με ρητίνες».
 - ο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-01-02-01: «Ικρίωματα και Ξυλότυποι».

Γ. Ελληνική Βιβλιογραφία

9. **Δρίτσος, Σ. Η.** (2005). *Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος*. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.
10. **Τριανταφύλλου, Α.** (2018). *Σύνθετα Υλικά για την Ενίσχυση Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος και Τοιχοποιίας*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.

Δ. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

11. **Fardis, M. N.** (2009). *Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings: Based on EN-Eurocode 8*. London: Springer Science & Business Media.
12. **fib (International Federation for Structural Concrete)**. (2001). *Externally bonded FRP reinforcement for RC structures*. Bulletin No. 14. Lausanne: fib.
13. **Tsonos, A. G.** (2008). "Effectiveness of CFRP-jackets and RC-jackets in post-earthquake and pre-earthquake retrofitting of beam-column subassemblages". *Engineering Structures*, 30(3), 777-793.

Ε. Σχετικές Μελέτες & Διαδικτυακές Πηγές

14. **Δήμος Πατρέων.** (2019). «Μελέτη Αποκατάστασης και Επανάχρησης Παλαιών Αποθηκών Α.Σ.Ο. για τη δημιουργία Εκθεσιακού Πολυχώρου». Τεχνική Υπηρεσία Δήμου Πατρέων.
15. **Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ).** «Στοιχεία Απογραφής Κτηριακού Αποθέματος». Ανακτήθηκε από: www.statistics.gr.

