



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Διαχείριση της Ωρίμανσης Μεγάλων Έργων Υποδομής με Γνώμονα τη
Βιωσιμότητα:**

Επισκόπηση Στρατηγικών και Αποτίμηση της Εφαρμογής τους στην Ελλάδα

Μεταπτυχιακός Φοιτητής: **Μαρία Μουζούρη**

Επιβλέπων Καθηγητής: **Μαρίνα Μαρινέλλη, Επίκουρη Καθηγήτρια, ΕΜΠ**

Ημερομηνία: **Φεβρουάριος 2025**

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο “Διαχείριση της Ωρίμανσης Μεγάλων Έργων Υποδομής με γνώμονα τη βιωσιμότητα: Επισκόπηση Στρατηγικών και αποτίμηση της εφαρμογής τους στην Ελλάδα”> εστιάζει στα Μεγάλα Έργα Υποδομής (ΜΕΥ) και την ενίσχυση της επιτυχίας και της βιωσιμότητάς τους. Αδιαμφισβήτητα, τα ΜΕΥ διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην οικονομική ανάπτυξη και την κοινωνική πρόοδο, ενώ έχουν και αυξημένη επίδραση και στο περιβάλλον. Την ίδια στιγμή όμως, αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις λόγω της πολυπλοκότητας, των μεγάλων χρονικών περιόδων υλοποίησης και της εμπλοκής πολλών ενδιαφερόμενων μερών. οι οποίες μπορούν να μετατρέψουν ένα ΜΕΥ από μια προγραμματισμένη επιτυχία σε αποτυχία. Πολλά από αυτά που κάνουν τα ΜΕΥ μοναδικά και δύσκολα διαχειρίσιμα είναι το αβέβαιο περιβάλλον, η ανάγκη διαχείρισης πολυάριθμων, ταυτόχρονων και πολύπλοκων δραστηριοτήτων με ταυτόχρονη τήρηση αυστηρών χρονοδιαγραμμάτων και περιορισμένων προϋπολογισμών.

Πρώτος στόχος αυτής της εργασίας είναι η αναγνώριση των κρίσιμων παραγόντων που καθορίζουν την επιτυχία των ΜΕΥ. Μετά από μια εκτενή ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, εντοπίστηκαν πέντε κριτήρια επιτυχίας που σηματοδοτούν ένα επιτυχημένο ΜΕΥ, ως εξής: η αποδοτικότητα κατά τη φάση υλοποίησης, η ικανοποίηση και η αξία που αποδίδεται στους χρήστες, η μακροπρόθεσμη επιχειρηματική βιωσιμότητα, ο κοινωνικός αντίκτυπος και η ικανοποίηση της ομάδας έργου.

Η έννοια της αποδοτικότητας στην υλοποίηση σχετίζεται με το παραδοσιακό τρίπτυχο του χρόνου, του κόστους και της ποιότητας, αναδεικνύοντας τον πολυδιάστατο χαρακτήρα ενός επιτυχημένου έργου. Η μακροπρόθεσμη επιχειρηματική αξία, αφορά στην ευθυγράμμιση των αποτελεσμάτων του έργου με τους στρατηγικούς οργανωτικούς στόχους ενώ ταυτόχρονα προϋποθέτει ότι το έργο συμβάλλει στην ανάπτυξη των συμμετεχόντων οργανισμών και την μακροπρόθεσμη οικονομική τους βιωσιμότητα. Η ικανοποίηση των χρηστών και η επίτευξη αξίας αντικατοπτρίζει την βελτίωση της ποιότητας ζωής τους, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα, μέσω της παροχής υπηρεσιών και οφελών που ανταποκρίνονται στις ανάγκες τους. Ο αντίκτυπος ενός ΜΕΥ στην κοινωνία είναι επίσης σημαντικός παράγοντας επιτυχίας. Τέλος, η ικανοποίηση της ομάδας έργου και των ενδιαφερόμενων μερών (stakeholders) οδηγεί σε βελτιωμένα επίπεδα συνεργασίας και καλύτερα αποτελέσματα.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ»

Επιπλέον, η εργασία αναδεικνύει την άμεση συσχέτιση μεταξύ της επιτυχίας του έργου και της βιωσιμότητας, τονίζοντας τη σημασία της ευθυγράμμισης της ανάπτυξης υποδομών με τους τρεις πυλώνες της αειφορίας (οικονομία, κοινωνία και περιβάλλον).

Ξεκινώντας με τον οικονομικό πυλώνα, η οικονομική βιωσιμότητα καθορίζεται από τη χρηματοοικονομική αποδοτικότητα, τη διαχείριση του κόστους και τη συνολική οικονομική βιωσιμότητα του έργου. Συνδέεται άμεσα και με τα πέντε κριτήρια επιτυχίας, καθώς η αποδοτικότητα στη φάση υλοποίησης εξασφαλίζει τον έλεγχο του κόστους, ενώ η ικανοποίηση και η αξία για τους χρήστες ενισχύουν τα οικονομικά οφέλη μέσω της υψηλότερης αποδοχής του έργου. Η μακροπρόθεσμη επιχειρηματική επιτυχία διασφαλίζει τη χρηματοοικονομική ανθεκτικότητα του έργου, ενώ ο θετικός κοινωνικός αντίκτυπος δημιουργεί ευρύτερα οικονομικά οφέλη μέσω βελτιωμένων υποδομών. Η ικανοποίηση της ομάδας ενισχύει την παραγωγικότητα και την καινοτομία, υποστηρίζοντας περαιτέρω την οικονομική βιωσιμότητα.

Προχωρώντας, η κοινωνική βιωσιμότητα επιτυγχάνεται όταν τα έργα βελτιώνουν την ευημερία της κοινωνίας μέσω της συμμετοχής των κοινοτήτων και της κάλυψης βασικών αναγκών. Συνδέεται στενά με την ικανοποίηση των χρηστών, καθώς τα ΜΕΥ πρέπει να εξυπηρετούν αποτελεσματικά το κοινό. Έργα που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τελικών χρηστών προσφέρουν καλύτερη χρηστικότητα, ασφάλεια και προσβασιμότητα. Ο κοινωνικός αντίκτυπος παίζει επίσης κρίσιμο ρόλο, καθώς μετρά τα ευρύτερα αποτελέσματα του έργου, όπως βελτιωμένες υποδομές και αυξημένη συμμετοχή της κοινότητας. Η ικανοποίηση της ομάδας συμβάλλει και αυτή στην κοινωνική βιωσιμότητα, δημιουργώντας ένα υγιές εργασιακό περιβάλλον και ισχυρότερες σχέσεις με τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα διασφαλίζεται όταν ελαχιστοποιούνται οι οικολογικές επιπτώσεις, χρησιμοποιούνται αποδοτικά οι πόροι και ενσωματώνονται πράσινες λύσεις στις κατασκευαστικές και λειτουργικές διαδικασίες. Συνδέεται κυρίως με την αποδοτικότητα στη φάση υλοποίησης, τον κοινωνικό αντίκτυπο και την ικανοποίηση των χρηστών. Η αποδοτική υλοποίηση μειώνει τη σπατάλη πόρων και τις αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ο κοινωνικός αντίκτυπος ενισχύει την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, συμβάλλοντας σε πιο βιώσιμες κοινότητες. Η ικανοποίηση των χρηστών αυξάνεται μέσω υποδομών που προσφέρουν καθαρότερες, ενεργειακά αποδοτικές και φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις.

Έπειτα, η εργασία εξετάζει στρατηγικές που μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις φάσεις του κύκλου ζωής του: στον προγραμματισμό, την φάση διαγωνισμού και ανάθεσης και τον σχεδιασμό. Σχετικά με την φάση προγραμματισμού, πρωταρχικός στόχος είναι η έννοια “Βέλτιστη Σχέση Αξίας - Κόστους” (Value for Money (VfM)). Για να επιτευχθεί αυτό, χρειάζεται να εφαρμοστούν στρατηγικές όπως η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής και η Ανάλυση Κόστους-Οφέλους προκειμένου να καθοδηγήσουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων σχετικά με τη σκοπιμότητα και την οικονομική βιωσιμότητα του έργου. Ο βιώσιμος σχεδιασμός θα πρέπει επίσης να ενσωματώνει ενδελεχή εφαρμογή Διαχείρισης Κινδύνων, για την αντιμετώπιση πιθανών αβεβαιοτήτων και μετριασμό των επιπτώσεών τους. Τέλος, η Σύμπραξη-Δημόσιου-Ιδιωτικού-Τομέα (ΣΔΙΤ), παρουσιάζεται ως μία επιλογή που μπορεί να έχει πολλά οφέλη τόσο για την οικονομία όσο και για την κοινωνία.

Συνεχίζοντας, η φάση της ανάθεσης αποτελεί κρίσιμο στάδιο στην υλοποίηση ΜΕΥ, καθώς καθορίζει τις προϋποθέσεις υπό τις οποίες θα πραγματοποιηθεί το έργο. Σε αυτή τη φάση, η επιλογή των κατάλληλων



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ»

αναδόχων, η διαμόρφωση διαδικασιών που διέπονται από την αρχή της διαφάνειας, καθώς και η ενσωμάτωση κριτηρίων βιωσιμότητας, διασφαλίζουν όχι μόνο την οικονομική αποδοτικότητα αλλά και την περιβαλλοντική και κοινωνική αξία του έργου. Κατά την φάση αυτή, απαιτείται αρχικά να διασφαλιστεί ότι τα κριτήρια ανάθεσης δεν περιορίζονται στην αρχή του χαμηλότερου κόστους και περιλαμβάνουν ποιοτικούς παράγοντες, όπως ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος, η ενεργειακή απόδοση, οι ανάγκες συντήρησης και η διασφάλιση ποιότητας. Παράλληλα, η ενσωμάτωση των κριτηρίων των Πράσινων Δημόσιων Συμβάσεων (Green Public Procurement - GPP) διασφαλίζει ότι οι απαιτήσεις βιωσιμότητας εντάσσονται στους όρους των συμβάσεων, ενώ παράλληλα η Έγκαιρη Εμπλοκή του Κατασκευαστή (Early Contractor Involvement - ECI) εξασφαλίζει την κατασκευασιμότητα καθώς και την αποδοτικότητα σε χρόνο και πόρους. Προσεγγίσεις όπως το σύστημα “μελέτη κατασκευή” και άλλα συνεργατικά σχήματα (π.χ. Integrated Project Development) ενισχύουν την ομαδικότητα, τη συνεργασία και την καινοτόμο σκέψη στην ομάδα του έργου, ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιούν τα λάθη σχεδιασμού και τις περιττές τροποποιήσεις στην κατασκευή.

Το στάδιο της μελέτης είναι εξίσου σημαντικό, καθώς καθορίζει όχι μόνο τη μακροπρόθεσμη λειτουργία, την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητα του έργου, αλλά και την επιρροή που θα έχει στο περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία. Σε αυτή την φάση πρέπει να παρθούν αποφάσεις σχετικά με τον σχεδιασμό του έργου οι οποίες περιλαμβάνουν την στρατηγική επιλογή τοποθεσίας, τις μεθόδους κατασκευής που θα χρησιμοποιηθούν, την σχολαστική επιλογή υλικών, την διαχείριση πόρων και ζητήματα συντήρησης προκειμένου να ενισχυθεί η αξία και η λειτουργικότητα του έργου. Στην λήψη αυτών των αποφάσεων, η Διαχείριση Αξίας (Value Management) αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επίτευξη οικονομικά αποδοτικών και λειτουργικών υποδομών. Επιπλέον, μαζί με την Διαχείριση Αξίας, η προσέγγιση του Target Value Design (TVD) παρέχει μια δομημένη μέθοδο που διασφαλίζει ότι οι στόχοι αξίας του έργου επιτυγχάνονται αποτελεσματικά και το τελικό αποτέλεσμα ανταποκρίνεται όχι μόνο στις ανάγκες των χρηστών αλλά και στους οικονομικούς περιορισμούς του έργου.

Μέσω μιας δομημένης προσέγγισης που στοχεύει στη μέγιστη απόδοση αξίας με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του κόστους, τα έργα μπορούν να διασφαλίσουν την αποδοτικότητα χωρίς εκπτώσεις στην ποιότητα. Η επιλογή της τοποθεσίας ή ο σχεδιασμός της διάταξης σε έργα όπως οι αυτοκινητόδρομοι, θα πρέπει να βασίζονται σε μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και αναπτυξιακών επιπτώσεων των εναλλακτικών επιλογών. Οι σχεδιαστικές προσεγγίσεις θα πρέπει να περιλαμβάνουν τη τυποποίηση του σχεδιασμού και την επιλογή μεθόδων κατασκευής που ισορροπούν μεταξύ κόστους, βιωσιμότητας και τεχνικής σκοπιμότητας. Επιπλέον, η σωστή επιλογή υλικών συμβάλλει σημαντικά στη μακροπρόθεσμη απόδοση του έργου, μειώνοντας τις ανάγκες συντήρησης, ελαχιστοποιώντας τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο και ενισχύοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα.

Τέλος, η αποτελεσματική διαχείριση των πληροφοριών καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου μέσω ψηφιακών εργαλείων, όπως η Μοντελοποίηση Πληροφοριών (Building Information Modeling (BIM)) και τα Ψηφιακά Δίδυμα (Digital Twins (DT)), βελτιώνουν τη διαχείριση δεδομένων, ενισχύουν τη λήψη αποφάσεων και απλοποιούν την εκτέλεση του έργου καθώς και τη μακροπρόθεσμη συντήρησή του. Οι προηγμένες ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να διευκολύνουν την παρακολούθηση της απόδοσης των υποδομών σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας προληπτική συντήρηση και μείωση του λειτουργικού



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ»

κόστους. Η χρήση αναλυτικών εργαλείων που βασίζονται στην Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και αισθητήρων που υποστηρίζονται από το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) μπορεί να βελτιστοποιήσει περαιτέρω τη συνολική αποδοτικότητα των υποδομών.

Στην συνέχεια, ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Ελλάδα σχετικά με τις διαδικασίες διαχείρισης Δημοσίων Συμβάσεων Κατασκευής. Στη φάση του προγραμματισμού, τα κυριότερα προβλήματα περιλαμβάνουν την ανακριβή τιμολόγηση των κατασκευαστικών εργασιών που βασίζεται σε παρωχημένα Περιγραφικά Τιμολόγια αλλά και τις πολύπλοκες και χρονοβόρες διαδικασίες που συχνά οδηγούν σε υπερβάσεις χρόνου. Παρουσιάζεται επίσης και η ανεπαρκής διαχείριση κινδύνων μέσα από παραδείγματα έργων στην Ελλάδα.

Η φάση της ανάθεσης χαρακτηρίζεται από υπερβολική εξάρτηση από το κριτήριο της χαμηλότερης τιμής, κάτι που συχνά υποβαθμίζει την ποιότητα. Παράλληλα, η έλλειψη εξειδίκευσης και αντικειμενικότητας στις επιτροπές αναθέσεων και η απουσία έγκαιρης εμπλοκής των κατασκευαστών καθυστερούν σημαντικά την υλοποίηση των έργων. Επιπλέον, οι περιορισμοί στην εφαρμογή της Πράσινων Δημόσιων Συμβάσεων (Green Public Procurement - GPP) δρουν ανασταλτικά για τη χρήση βιώσιμων υλικών και μεθόδων κατασκευής.

Τέλος, εξετάζεται η υιοθέτηση του Building Information Modeling (BIM) τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και στην Ελλάδα, καταδεικνύοντας την υστέρηση της χώρας στη χρήση ψηφιακών εργαλείων που θα μπορούσαν να βελτιώσουν τη διαχείριση πληροφοριών στις διαδικασίες των έργων.

Έτσι, παρέχεται μια σαφής εικόνα των θεσμικών, διαδικαστικών και πρακτικών εμποδίων που αντιμετωπίζει η Ελλάδα στην υλοποίηση ΜΕΥ και προτείνονται στρατηγικές βελτίωσης που θα ενισχύσουν την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα των δημόσιων έργων της χώρας.

Όσον αφορά την φάση του προγραμματισμού, τονίζεται η ανάγκη για τυποποίηση και εκσυγχρονισμό της διαδικασίας τιμολόγησης των έργων ώστε να αντικατοπτρίζει σύγχρονες τεχνολογίες και μεθόδους και να περιλαμβάνει εκτενή τεκμηρίωση των τιμών. Είναι επίσης αναγκαίο να απλοποιηθούν οι διαδικασίες προκειμένου να αποφεύγονται χρονικές καθυστερήσεις στην ολοκλήρωση των έργων. Στην φάση της ανάθεσης, απαιτείται μία στροφή από το κριτήριο της χαμηλότερης τιμής, στο κριτήριο της Πιο Συμφέρουσας από Οικονομική Άποψη Προσφοράς. Τέλος, κρίνεται αναγκαία μία ισχυρότερη θεσμική και πολιτική υποστήριξη για την υιοθέτηση των Πράσινων Δημοσίων Συμβάσεων. Όσον αφορά την φάση του σχεδιασμού, χρειάζεται να καθιερωθούν διαδικασίες αξιολόγησης κατασκευασσιμότητας ενώ απαιτείται επίσης ενίσχυση της επίβλεψης του έργου και δημιουργία μίας αυτόνομης αρχής που θα είναι αρμόδια για τον έλεγχο και την διασφάλιση της ποιότητας.

Συμπερασματικά, καθίσταται σαφές ότι τα μεγάλα έργα υποδομής αποτελούν θεμέλιο για τη βιώσιμη ανάπτυξη, έχοντας σημαντικό αντίκτυπο στην οικονομία, την κοινωνική πρόοδο και ευημερία αλλά και το περιβάλλον. Προκύπτει επίσης ότι η επιτυχία τέτοιων έργων δεν περιορίζεται μόνο στην επίτευξη χρηματοοικονομικών στόχων και χρονοδιαγραμμάτων αλλά περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα παραγόντων που περιλαμβάνουν οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές διαστάσεις. Για να θεωρηθεί ένα έργο ως επιτυχημένο απαιτείται να εγκαταλειφθούν οι παραδοσιακές προσεγγίσεις που εστιάζουν στην



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ»

εξοικονόμηση κόστους και να υιοθετηθούν στρατηγικές που ενσωματώνουν τη βιωσιμότητα σε όλες τις φάσεις του έργου. Η εφαρμογή ολοκληρωμένου προγραμματισμού, καινοτόμων στρατηγικών ανάθεσης, σχεδιασμού με βάση την αξία και προχωρημένης διαχείρισης κύκλου ζωής διασφαλίζει ότι τα ΜΕΥ συμβάλλουν θετικά στην οικονομική ανθεκτικότητα, την κοινωνική ευημερία ενώ δεν επιβαρύνουν υπέρμετρα το περιβάλλον. Σε αυτό το πλαίσιο, στην Ελλάδα υπάρχει ανάγκη για εκσυγχρονισμό των πρακτικών προγραμματισμού, ανάθεσης και σχεδιασμού μέσω ενός μακροπρόθεσμου στρατηγικού σχεδίου το οποίο θα εξασφαλίζει την μεγιστοποίηση της επίδοσης βιωσιμότητας των ΜΕΥ.