



Πρόγραμμα Σπουδών: Διαχείριση Τεχνικών Έργων (ΔΧΤ)

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

«Πολυκριτηριακές μέθοδοι στην αξιολόγηση προμηθευτών -
υπεργολάβων σε Τεχνικά Έργα»

«Κωνσταντίνος Δεληγιάννης»

Επιβλέπων καθηγητής: «Γεώργιος Αρετούλης»

Αθήνα, Μάρτιος 2023

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής 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.



«Πολυκριτηριακές μέθοδοι στην αξιολόγηση προμηθευτών -
υπεργολάβων σε Τεχνικά Έργα»

«Κωνσταντίνος Δεληγιάννης»

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής / Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

«Αρετούλης Γεώργιος»

«Επίκουρος Καθηγητής, Αριστοτέλειο
Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης»

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

«Κηρυττόπουλος Κωνσταντίνος»

«Καθηγητής, Εθνικό Μετσόβιο
Πολυτεχνείο»

Αθήνα, Μάρτιος 2023

Περίληψη

Η επιτυχής παράδοση ενός κατασκευαστικού έργου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τον ανάδοχο που θα αναλάβει το έργο, και ως εκ τούτου, η σωστή επιλογή του αναδόχου είναι μείζονος σημασίας. Στον δημόσιο τομέα, η μέθοδος σύναψης συμβάσεων είναι ως επί το πλείστον μια διαγωνιστική διαδικασία, κατά την οποία ο ανάδοχος με τη χαμηλότερη τιμή προσφοράς επιλέγεται στο τελικό στάδιο επιλογής αφού περάσει από τεχνικές και εμπορικές αξιολογήσεις. Ωστόσο, είναι προφανές ότι η επιλογή του εργολάβου στο τελικό στάδιο μόνο με βάση τη χαμηλότερη τιμή δεν αποφέρει την καλύτερη παράδοση του έργου. Η προμήθεια βέλτιστης αξίας, η οποία δίνει έμφαση στην ποιότητα, την αποδοτικότητα/αποτελεσματικότητα, τη σχέση ποιότητας/τιμής και το πρότυπο απόδοσης, συνιστά βασική έννοια στην επιλογή αναδόχου. Ωστόσο, ο τρόπος προσδιορισμού της καλύτερης τιμής είναι περίπλοκος και δύσκολος με την ύπαρξη πολλαπλών κριτηρίων, πολλαπλών φορέων λήψης αποφάσεων, αβεβαιότητας και κινδύνου που σχετίζονται με την ελλιπή πληροφόρηση, ανακριβή δεδομένα και ασάφεια στη λήψη αποφάσεων. Ως αποτέλεσμα, η υποκειμενική κρίση των πολλαπλών κριτηρίων, η ανακρίβεια στη μέτρηση των χαρακτηριστικών του εργολάβου και η αβεβαιότητα συχνά δημιουργούν ασάφεια στην αξιολόγηση της απόδοσης του εργολάβου. Η διπλωματική εργασία συνιστά βιβλιογραφική ανασκόπηση και η μελέτη επικεντρώνεται σε επίπεδο κύριου εργολάβου – υπεργολάβου, συμβάλλοντας στον τομέα των πρακτικών επιπτώσεων και καθοδήγησης για τους προμηθευτές. Η παρούσα διατριβή προτείνει ένα νέο πλαίσιο για την αξιολόγηση και την επιλογή προμηθευτή - υπεργολάβου, προσδιορίζοντας κριτήρια επιλογής του αναδόχου που δεν αφορούν την τιμή, αλλά την ποιότητα στην επιλογή του υπεργολάβου. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η τιμή εξακολουθεί να είναι πιθανότατα το πιο σημαντικό κριτήριο αξιολόγησης και επιλογής στην επιλογή υπεργολάβου.

Λέξεις – Κλειδιά

Πολυκριτηριακή ανάλυση, αξιολόγηση προμηθευτή / υπεργολάβου, κατασκευαστικός τομέας

«Methods of multiple criteria in the evaluation of suppliers - subcontractors in Technical Projects »

«Konstantinos Deligiannis»

Abstract

The successful delivery of a construction project is highly dependent on the contractor who undertakes the project, and therefore, selecting the right contractor is of paramount importance. In the public sector, the procurement method is mostly a competitive process, where the contractor with the lowest bid price is selected in the final selection stage after passing technical and commercial evaluations. However, it is obvious that selecting the contractor at the final stage only on the basis of the lowest price does not result in the best project delivery. Best value procurement, which emphasizes quality, efficiency/effectiveness, value for money and performance standard, is a key concept in contractor selection. However, how to determine the best price is complex and difficult with multiple criteria, multiple decision-makers, uncertainty and risk associated with incomplete information, inaccurate data and ambiguity in decision-making. As a result, subjective judgment of multiple criteria, inaccuracy in measuring contractor characteristics, and uncertainty often create ambiguity in contractor performance evaluation. The thesis is a literature review and the study focuses on the main contractor – subcontractor level, contributing to the area of practical implications and guidance for suppliers. This thesis proposes a new framework for supplier-subcontractor evaluation and selection, specifying contractor selection criteria that do not concern price, but quality in subcontractor selection. The results confirm that price is still probably the most important evaluation and selection criterion in subcontractor selection.

Keywords

Multi-criteria decision making, supplier/contractor selection, supplier/contractor evaluation, construction,

Περιεχόμενα

Περίληψη	v
Abstract.....	vi
Περιεχόμενα.....	vii
Κατάλογος Εικόνων.....	ix
Κατάλογος Πινάκων	x
Συνομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xi
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Σύντομη περιγραφή του αντικειμένου.....	1
1.2 Ερευνητικό πρόβλημα.....	3
1.3 Σκοπός.....	5
1.4 Οργάνωση.....	5
2. Πολυκριτηριακές μέθοδοι για την επιλογή υπεργολάβου	7
2.1 Πολυκριτηριακή ανάλυση ή ανάλυση πολλαπλών χαρακτηριστικών	7
2.2 Τεχνικές λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων.....	10
2.2.1 Τεχνικές Ενιαίας Λήψης Αποφάσεων	10
2.2.1.1 Μέθοδος οργάνωσης κατάταξης προτιμήσεων για αξιολογήσεις εμπλουτισμού (PROMETHEE).....	10
2.2.1.2 Διαδικασία Αναλυτικών Δικτύων (ANP).....	12
2.2.1.3 Τεχνική για την προτίμηση παραγγελίας με βάση την ομοιότητα με μια ιδανική λύση (TOPSIS)	13
2.2.1.4 Ανάλυση Περιβάλλοντος Δεδομένων (DEA).....	14
2.2.1.5 Άλλες τεχνικές λήψης αποφάσεων.....	14
2.2.1.6 Διαδικασία Αναλυτικής Ιεραρχίας (AHP).....	17
3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	21
3.1 Επιπτώσεις της επιλογής αναδόχου στην επιτυχία των έργων	21
3.2 Κριτήρια επιλογής αναδόχου.....	26
4. Αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτών	29
4.1 Προεπιλογή (Prequalification and shortlisting)	31
4.2 Κριτήρια αξιολόγησης και επιλογής.....	32
4.2.1 Κριτήρια πολλαπλής επιλογής.....	37
4.2.2 Τελική τιμή.....	37

4.2.3 Βαθμολόγηση (Scoring).....	39
5. Σύνοψη – Συμπεράσματα	42
5.1 Συμπεράσματα	42
5.2 Συστάσεις.....	43
Βιβλιογραφία.....	44

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 3-1 Μεθοδολογία αξιολόγησης προσφορών (Πηγή: Mateus et al., 2010)..... 31

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 Σύνοψη έρευνας για τους παράγοντες επιτυχίας ενός έργου.....	22
Πίνακας 2.2 Σύνοψη κριτηρίων επιλογής εργολάβου.....	27
Πίνακας 3-1 Προτεινόμενα κριτήρια επιλογής και αξιολόγησης	34
Πίνακας 3-2 Έρευνα κριτηρίων επιλογής εργολάβων και ερευνητική προοπτική.....	36

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

Ακολουθούν κάποια παραδείγματα:

ΔΕ	Διπλωματική Εργασία
ΕΑΠ	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
ΘΕ	Θεματική Ενότητα
ΠΕ	Πτυχιακή Εργασία
ΠΣ	Πρόγραμμα Σπουδών
ΣΥΝ	Συντονιστής

1. Εισαγωγή

1.1 Σύντομη περιγραφή του αντικειμένου

Το θέμα της αξιολόγησης και της επιλογής αναδόχου είναι ένα δύσκολο και απαιτητικό έργο που ενέχει αβεβαιότητες και πολλαπλά προβλήματα λήψης αποφάσεων. Σε αυτές τις περιπτώσεις, τα άτομα καλούνται να προβούν σε κρίσεις και συμβιβασμούς μεταξύ ανταγωνιστικών στόχων με περιορισμένους πόρους (Watt et al., 2009). Στον κατασκευαστικό τομέα, το έργο μπορεί να αποκτήσει την καλύτερη δυνατή αξία μέσω των ειδικών γνώσεων και εξειδίκευσης των προμηθευτών (Beach et al., 2005) και οι υπερβολάβοι συνεισφέρουν έως και το 90% της αξίας ενός κατασκευαστικού έργου (Hinze & Tracey, 1994). Η αξιολόγηση των προμηθευτών θα πρέπει να παρέχει μια αντικειμενική αξιολόγηση των ικανοτήτων των εργολάβων να προσφέρουν σε όλες τις διαστάσεις της αξίας του έργου: κόστος, ποιότητα και χρόνος (Watt et al., 2009). Ως ένα εγγενώς πολύπλοκο και μοναδικό πεδίο, η παράδοση κατασκευαστικού έργου περιλαμβάνει πολλούς συμμετέχοντες (Singh & Tiong, 2006), όπου οι υπερβολάβοι βοηθούν έμμεσα τον κύριο ανάδοχο στην παροχή του τελικού προϊόντος, για το οποίο είναι τελικά υπεύθυνος ο κύριος ανάδοχος (Hartmann & Caerteling, 2010).

Η κατάλληλη μέθοδος σύναψης συμβάσεων έχει αντίκτυπο στην επιτυχία του έργου (Naoum & Egbu, 2016), ενώ η επιτυχία του κατασκευαστικού έργου σχετίζεται στενά με τη διαχείριση των κινδύνων του έργου, από τους οποίους η επιλογή αναδόχου είναι αναμφισβήτητα ένας από τους πιο σημαντικούς (Cheaitou et al., 2018). Έτσι, οι εργολάβοι διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στην απόδοση του έργου (Cheaitou et al., 2018; Alzahrani & Emsley, 2013) και η επιλογή του κατάλληλου εργολάβου για το έργο αποτελεί την πιο κρίσιμη πρόκληση για κάθε αγοραστή (Singh & Tiong, 2006). Ο μηχανισμός επιλογής προμηθευτή κατέχει σημαντική θέση στην πρακτική των προμηθειών, αλλά το θέμα έχει κερδίσει σχετικά λίγη προσοχή από την ακαδημαϊκή κοινότητα (Lundberg & Bergman, 2017).

Ο κατασκευαστικός κλάδος ως βιομηχανία που βασίζεται σε έργα, χαρακτηρίζεται από ένα περιβάλλον σημαντικής πολυπλοκότητας, αβεβαιότητας και κατακερματισμού της εφοδιαστικής αλυσίδας με ανταγωνιστικές βραχυπρόθεσμες σχέσεις (Fearne & Fowler 2006). Επιπλέον, το δυναμικό περιβάλλον λειτουργίας μπορεί να είναι σημαντικό στην επιλογή εργολάβου (Holt et. al., 1995). Σύμφωνα με αναφορές, έχουν υπάρξει πολλές

περιπτώσεις αποτυχίας εργολάβων λόγω οικονομικών προβλημάτων, κακής απόδοσης ή ατυχημάτων που προέκυψαν λόγω έλλειψης επαρκών κριτηρίων ασφάλειας στα εργοτάξια (Singh & Tiong, 2006). Η επιλογή ανίκανου εργολάβου μπορεί να οδηγήσει σε καθυστερήσεις, διαφωνίες (Ng & Skitmore, 2001) και τελικά σε μόνιμη βλάβη του μητρώου επιδόσεων των κύριων εργολάβων (Hartmann & Caerteling, 2010). Η επιλογή υπεργολάβου με βάση τη συνολική ικανότητα εκτέλεσης αντί της τελικής τιμής προσφοράς και μόνο είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχή παράδοση του έργου (Mbachu, 2008).

Προηγουμένως, η τελική τιμή και το κόστος της προσφοράς αποτελούσαν τον κύριο παράγοντα διάκρισης στην αξιολόγηση και επιλογή του αναδόχου (Cheaitou et al., 2018; Kog & Yaman, 2014; Watt. et al., 2009; Vassallo, 2007; Waara & Bröchner, 2006), αν και έχει αναφερθεί στροφή του κατασκευαστικού κλάδου προς τη χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης για την αξιολόγηση και επιλογή αναδόχου (Waara & Bröchner, 2006; Wong et al., 2000). Ο κατασκευαστικός τομέας έχει υποφέρει από κακή ποιότητα που προκαλείται από λανθασμένες μεθόδους επιλογής εργολάβων και υπεργολάβων, χωρίς περιεκτικά κριτήρια ποιότητας (Latham, 1994).

Η διασφάλιση της ποιότητας στις προμήθειες είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο έργο, όταν η ποιότητα είναι δύσκολο να επαληθευτεί (Lundberg & Bergman, 2017) και η εμπειρία στην εφαρμογή κριτηρίων ποιότητας στον κατασκευαστικό τομέα είναι ελάχιστη (Vassallo, 2007). Η ποιότητα εξακολουθεί να είναι ένα ασαφές θέμα που είναι δύσκολο να μετρηθεί και να χρησιμοποιηθεί στη διαδικασία επιλογής αναδόχου (Yasamis et al., 2002). Παραδοσιακά, η ποιότητα αντιμετωπίζεται με τον καθορισμό ελάχιστων απαιτήσεων που επιβάλλονται στους προμηθευτές που υποβάλλουν προσφορές και με την ανάθεση της σύμβασης στον προμηθευτή που επιθυμεί να συμφωνήσει στο καθιερωμένο επίπεδο ποιότητας ενώ υποβάλλει τη χαμηλότερη προσφορά (Lorentziadis, 2010; Vassallo, 2007). Όποια και αν είναι η επιρροή πίσω από την αξιολόγηση και την επιλογή προμηθευτή, ο επιλεγμένος ανάδοχος εξαρτάται πάντα από τις προτιμήσεις στα κριτήρια αξιολόγησης και τα βάρη που χρησιμοποιούνται από τον αγοραστή (Watt et al., 2009).

Παρόλο που η ακαδημαϊκή βιβλιογραφία έχει ασχοληθεί με το θέμα της μεθόδου επιλογής προμηθευτή και των κριτηρίων επιλογής από πολλαπλές οπτικές γωνίες, σύμφωνα με τους Lundberg & Bergman (2017), υπάρχει έλλειψη ερευνών που γεφυρώνουν τους αφηρημένους κανόνες βαθμολόγησης με τις πρακτικές εφαρμογές της επιλογής προμηθευτή. Το πρόβλημα με τις προτεινόμενες εννοιολογικές μεθόδους είναι ότι το

επίπεδο πολυπλοκότητας είναι συνήθως αρκετά υψηλό και λόγω της πληθώρας των μεθόδων, η επιλογή μεταξύ τους είναι κάθε άλλο παρά ξεκάθαρη. Οι μέθοδοι πολυκριτηριακής ανάλυσης επιβάλλουν μια πειθαρχημένη δομή κριτηρίων και των βαρών σημαντικότητάς τους για τον προσδιορισμό της προτιμότερης επιλογής. Επιτρέπουν την επιλογή του πιο αξιόπιστου και ικανού εργολάβου, εξαλείφοντας τις αδυναμίες της υπερβολικής εξάρτησης από υποκειμενικές μεθόδους, τη χαμηλότερη προσφορά και την αβεβαιότητα στη λήψη αποφάσεων.

1.2 Ερευνητικό πρόβλημα

Για να υποστηρίξουν τους πελάτες στην επιλογή των πιο ικανών εργολάβων, οι ερευνητές έχουν αναπτύξει διαφορετικές μεθόδους αξιολόγησης και επιλογής (Fong & Choi, 2000; Holt, 1998; San Cristóbal, 2012), με τις περισσότερες να παρουσιάζουν σημαντικές παραλλαγές, υπερβολική εμπιστοσύνη στη χαμηλότερη προσφορά και υποκειμενικές μεθόδους (Holt, 1998). Σχετικά ζητήματα όπως η έλλειψη κατανόησης των πρακτικών σύναψης συμβάσεων και οι αδυναμίες των παραδοσιακών μεθόδων επιλογής δεν εγγυώνται μια ποιοτική διαδικασία επιλογής αναδόχου. Στη συνέχεια, αναφέρονται τα πιο σημαντικά προβλήματα:

Πρόβλημα 1: Έλλειψη κατανόησης του τρόπου σύναψης συμβάσεων έργων Μελέτης, Προμήθειας και Κατασκευής (Engineering – Procurement – Construction -EPC)

Η έλλειψη ξεκάθαρης άποψης σχετικά με τις προμήθειες στα κατασκευαστικά έργα οδηγεί σε κακή αλληλεπίδραση με τους προμηθευτές στα στάδια της μελέτης και της προμήθειας (Ruparathne & Hewage, 2015). Επιπλέον, ένας μεγάλος αριθμός εργολάβων για περιορισμένο αριθμό έργων και το αβέβαιο περιβάλλον της κατασκευαστικής βιομηχανίας οδηγεί σε έντονο ανταγωνισμό μεταξύ των εργολάβων. Επομένως, η ορθή κρίση των προσφορών με τη χρήση ενός καλά δομημένου πλαισίου επιλογής αναδόχου είναι απαραίτητη για την επιλογή του καταλληλότερου εργολάβου.

Πρόβλημα 2: Μειονεκτήματα στην τρέχουσα διαδικασία επιλογής

Τόσο στο δημόσιο όσο και στον ιδιωτικό τομέα δίνεται έμφαση στο πλαίσιο σύναψης συμβάσεων με στόχο την επίτευξη οικονομικής αποδοτικότητας (value for money) (Oyegoke et al., 2009; Ruparathne & Hewage, 2015). Ωστόσο, η χρήση της χαμηλότερης προσφοράς προκαλεί προβλήματα στην παράδοση του έργου (π.χ. υπερβάσεις κόστους, καθυστερήσεις, κακή απόδοση) (Abdelrahman et al., 2008; Darvish et al., 2009; San

Cristóbal, 2012; Walraven & de Vries, 2009). Οι εργολάβοι σε μια ασταθή κατασκευαστική αγορά παραθέτουν απεγνωσμένα μια χαμηλή τιμή προσφοράς για να παραμείνουν στην επιχείρηση, το οποίο μπορεί να είναι επικίνδυνο, ειδικά όταν ο εργολάβος είναι υπεύθυνος τόσο για το σχεδιασμό όσο και για την κατασκευή.

Τα μειονεκτήματα στις διαδικασίες επιλογής βάσει προσόντων περιλαμβάνουν υψηλή υποκειμενικότητα στην επιλογή και μειωμένο ανταγωνισμό. Αυτό είναι λιγότερο κοινωνικά βιώσιμο, καθώς οι νέες επιχειρήσεις θα δυσκολευτούν να εισέλθουν στην αγορά απλώς και μόνο επειδή δεν έχουν εμπειρία.

Επιπλέον, οι τρέχουσες στρατηγικές παρουσιάζουν επίσης εγγενή προβλήματα (π.χ. είναι χρονοβόρες, έχουν υψηλό κόστος, ακαδημαϊκή φύση κ.λπ.). Η αποτελεσματικότητα της αξιολόγησης με τη χρήση τέτοιων μεθόδων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις δεξιότητες, την εμπειρία και τη γνώση των υπευθύνων λήψης αποφάσεων (Mahdi et al., 2002).

Πρόβλημα 3: Έλλειψη ερευνών σχετικά με τα κριτήρια επιλογής για την ικανοποίηση της ανάγκης υιοθέτησης πολυκριτηριακών μεθόδων

Σύμφωνα με τους Fong & Choi (2000), μια αντικειμενική προσέγγιση που βασίζεται στον καλύτερο συνδυασμό πολλαπλών κριτηρίων εκτός από την τιμή για την αξιολόγηση της συνολικής απόδοσης του αναδόχου είναι σημαντική στη διαδικασία επιλογής αναδόχου. Ο San Cristóbal (2012) τονίζει την ανάγκη υιοθέτησης μιας προσέγγισης πολλαπλών κριτηρίων για την επιλογή αναδόχου. Ωστόσο, οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή ενός εργολάου και η σχετική σημασία των κριτηρίων έχουν ελάχιστα διερευνηθεί (Watt et al., 2010).

Πρόβλημα 4: Αποτυχία καταγραφής της υποκειμενικότητας, της αβεβαιότητας και της ανακρίβειας στην πολυκριτηριακή αξιολόγηση

Η υποκειμενικότητα, η αβεβαιότητα και η ανακρίβεια που υπάρχουν στις αξιολογήσεις χαρακτηριστικών του εργολάβου και η περιγραφική φύση των αποφάσεων χωρίς σαφώς καθορισμένα όρια σε σχέση με την απόδοση του εργολάβου προσθέτουν ασάφεια στην διαδικασία αξιολόγησης της απόδοσης του αναδόχου. Αυτή η ασάφεια στην επιλογή αναδόχου αποτελεί σημαντική πρόκληση για τους υπεύθυνους λήπτες αποφάσεων.

Αν και υπάρχει άφθονη διαθέσιμη βιβλιογραφία σχετικά με άλλες κοινές μεθόδους παράδοσης έργων (π.χ. σχεδιασμός-προσφορά-κατασκευή, μελέτη-κατασκευή, κ.λπ.), πολύ λίγα έχουν γίνει για να δοθεί μια εικόνα για την επιλογή εργολάβου ή για να

αντιμετωπιστεί η ασαφής φύση στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Θα πρέπει να παρουσιαστεί ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτών/υπεργολάβων για τον εντοπισμό των καταλληλότερων και για την παροχή της καλύτερης σχέσης ποιότητας/τιμής για τα κατασκευαστικά έργα.

1.3 Σκοπός

Σκοπός της διατριβής είναι ο προσδιορισμός των κριτηρίων που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση και επιλογή των προμηθευτών-υπεργολάβων. Επιπλέον, η προτεινόμενη διατριβή αποσκοπεί στο να συμβάλει στον τομέα της αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτών-υπεργολάβων με βάση την ποιότητα στις κατασκευές, προτείνοντας ένα πλαίσιο για μια τέτοια μέθοδο.

Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί στο πώς μπορεί να συμπεριληφθεί η ποιότητα στην επιλογή υπεργολάβων στον κατασκευαστικό τομέα. Με την εξέταση της προηγούμενης βιβλιογραφίας, δημιουργείται ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτών με βάση την ποιότητα. Κατά κάποιον τρόπο, η παρούσα διατριβή στοχεύει στη σύνδεση της ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας και των πρακτικών που χρησιμοποιούνται.

1.4 Οργάνωση

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο συνιστά το εισαγωγικό κεφάλαιο της παρούσας διατριβής. Περιλαμβάνει μια επισκόπηση του θέματος, τη διατύπωση του προβλήματος, το πεδίο εφαρμογής, τον σκοπό, καθώς και το περίγραμμα της εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στις πολυκριτηριακές μεθόδους για την αξιολόγηση υπεργολάβου. Το τρίτο κεφάλαιο παρέχει μια συνοπτική παρουσίαση των μελετών που έχουν διεξαχθεί στον τομέα της επιλογής αναδόχου.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελείται από τη θεωρία αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτή. Αυτό το κεφάλαιο βασίζεται στη διαδικασία αξιολόγησης προσφορών των Mateus et. al. (2010). Αρχικά, αξιολογείται η προεπιλογή προμηθευτή, και στην συνέχεια παρουσιάζονται τα κριτήρια αξιολόγησης και επιλογής. Εν κατακλείδι, διεξάγεται ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτή προσαρμοσμένων στην ποιότητα.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, συνοψίζονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα της διπλωματικής εργασίας.

2. Πολυκριτηριακές μέθοδοι για την επιλογή υπεργολάβου

2.1 Πολυκριτηριακή ανάλυση ή ανάλυση πολλαπλών χαρακτηριστικών

Η επιλογή αναδόχου αποτελεί ένα σύνθετο πρόβλημα λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων (multi-criteria decision making - MCDM) στο οποίο οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων αξιολογούν τα χαρακτηριστικά του αναδόχου για την παράδοση του έργου με βάση έναν μεγάλο αριθμό κριτηρίων απόφασης (Plebankiewicz, 2012; Singh & Tiong, 2005). Μεταξύ των γνωστών πολυκριτηριακών μεθόδων, η πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων αποσκοπεί στη χρήση ενός συνόλου κριτηρίων για ένα πρόβλημα απόφασης (Cheng & Li, 2004). Η αυξημένη πολυπλοκότητα των έργων και οι υψηλότερες απαιτήσεις καθιστούν αναγκαία τη χρήση πολυκριτηριακών μεθόδων λήψης αποφάσεων για την επιλογή αναδόχου (San Cristóbal, 2012).

Διάφορες μορφές της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποφάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση μιας ολοκληρωμένης αξιολόγησης Διακρίνονται ευρέως σε Ανάλυση Πολλαπλών Στόχων (Multi-Objective Analysis - MOA) και σε Ανάλυση Πολλαπλών Χαρακτηριστικών (Multi-Attribute Analysis - MAA) (Cheng & Li, 2004; Holt et al., 1994a). Σύμφωνα με τους Holt et al. (1994a) η MOA είναι μια τεχνική επίλυσης προβλημάτων όπου οι στόχοι δεν είναι προκαθορισμένοι, επομένως η συγκέντρωση δεδομένων υψηλής ποιότητας και η τέλεια λύση είναι πρακτικά αδύνατες. Η MAA που βασίζεται σε προκαθορισμένους στόχους έχει ανώτερη χρήση.

Η MAA αναφέρεται μερικές φορές ως Πολυκριτηριακή Ανάλυση (Multi-Criteria-Analysis - MCA) επειδή οι λέξεις «κριτήριο» και «χαρακτηριστικό» χρησιμοποιούνται συχνά ως συνώνυμες στη βιβλιογραφία. Το χαρακτηριστικό αναφέρεται ως μετρήσιμο κριτήριο. Οι ορισμοί των κριτηρίων και των χαρακτηριστικών που δίνονται από τους Holt et al. (1994a) χρησιμοποιούνται στην παρούσα διατριβή.

- Κριτήρια: μέτρα αποτελεσματικότητας - τα θεμελιώδη στοιχεία οποιασδήποτε πολυκριτήριας ανάλυσης αποφάσεων. Μπορούν να εμφανιστούν είτε ως στόχοι (πελάτης) είτε ως χαρακτηριστικά (ανάδοχος)
- Χαρακτηριστικά: παράμετροι απόδοσης που παρέχουν τα μέσα για την αξιολόγηση μιας επιλογής απόφασης σε σχέση με έναν στόχο.

Όλες οι προσεγγίσεις πολυκριτηριακής ανάλυσης καθιστούν τις επιλογές και τη συμβολή τους στα διαφορετικά κριτήρια και απαιτούν την άσκηση κρίσης (Dodgson et al., 2009).

Ωστόσο, διαφέρουν ως προς τον τρόπο, με τον οποίο συνδυάζουν τα δεδομένα. Οι τεχνικές πολυκριτηριακής ανάλυσης παρέχουν συνήθως ένα ρητό σύστημα σχετικής στάθμισης για διαφορετικά κριτήρια. Ο κύριος ρόλος αυτών των τεχνικών είναι να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες που έχουν οι λήπτες αποφάσεων στο χειρισμό μεγάλων ποσοτήτων σύνθετων πληροφοριών με συνεπή τρόπο.

Οι τεχνικές πολυκριτηριακής ανάλυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό μιας μόνο προτιμώμενης επιλογής, για την κατάταξη των επιλογών, για την κατάρτιση περιορισμένου αριθμού επιλογών για μετέπειτα λεπτομερή αξιολόγηση ή απλώς για τη διάκριση των αποδεκτών από τις μη αποδεκτές πιθανότητες. Η πολυκριτηριακή ανάλυση είναι ένας τρόπος εξέτασης πολύπλοκων προβλημάτων που χαρακτηρίζονται από οποιοδήποτε μείγμα νομισματικών και μη νομισματικών στόχων, με διάσπαση του προβλήματος σε πιο διαχειρίσιμα κομμάτια. Με αυτόν τον τρόπο, η πολυκριτηριακή ανάλυση παρέχει διαφορετικές οδούς για την κατανομή ενός σύνθετου προβλήματος, τη μέτρηση του βαθμού στον οποίο οι επιλογές επιτυγχάνουν τους στόχους, τη στάθμιση των στόχων και τη συναρμολόγηση των κομματιών. Αυτή η συστημική διαδικασία βελτιώνει σημαντικά τη διαδικασία αξιολόγησης και κατά συνέπεια την πιθανή επιτυχία του έργου (Enshassi et al., 2013).

Μια διαδικασία πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων (MCDM) ακολουθεί συνήθως την παρακάτω σειρά:

1. Προσδιορισμός στόχων
 - Οι στόχοι πρέπει να είναι συγκεκριμένοι, μετρήσιμοι, συμφωνημένοι, ρεαλιστικοί και χρονικά εξαρτώμενοι.
2. Προσδιορισμός επιλογών για την επίτευξη των στόχων
 - Επιλογές (π.χ. πιθανοί εργολάβοι)
3. Προσδιορισμός των κριτηρίων που θα χρησιμοποιηθούν για τη σύγκριση των επιλογών
 - Τα κριτήρια πρέπει να αντικατοπτρίζουν την απόδοση στην επίτευξη των στόχων.
 - Κάθε κριτήριο πρέπει να είναι μετρήσιμο, να μπορεί να αξιολογηθεί πόσο καλά αναμένεται να αποδώσει μια συγκεκριμένη επιλογή σε σχέση με το κριτήριο.
4. Ανάλυση των επιλογών
 - Στάδια βαθμολόγησης και στάθμισης των προτιμήσεων

- Οι προτιμήσεις μπορούν να μετρηθούν και να υπολογιστούν κατά μέσο όρο.

5. Επιλογή

- Τελικό στάδιο της διαδικασίας λήψης αποφάσεων είναι η πραγματική επιλογή μεταξύ των εναλλακτικών.

Ο προσδιορισμός των κατάλληλων κριτηρίων και υποκριτηρίων (όπως στο βήμα 3) με βάση τα οποία μετράται η απόδοση των αναδόχων και η αξιολόγηση των επιπέδων απόδοσης (με βαθμολόγηση) αποτελούν σημαντικές δραστηριότητες στο πλαίσιο της πολυκριτηριακής ανάλυσης. Η πολυκριτηριακή ανάλυση αποσκοπεί είτε στην εξεύρεση της μοναδικής καταλληλότερης επιλογής είτε στην κατάρτιση μιας λίστας επιλογών για μετέπειτα, πιο λεπτομερή διερεύνηση. Ωστόσο, οι ανθρώπινες κρίσεις μπορεί να μην λειτουργούν πάντα καλά, ειδικά όταν πρόκειται για πολύπλοκα προβλήματα. Οι άνθρωποι είναι προκατειλημμένοι στις αξιολογήσεις τους για εναλλακτικές λύσεις (εργολάβοι) που συνδέονται περισσότερο με οικεία, πρόσφατη, αξέχαστη ή επιτυχημένη εμπειρία. Οι τεχνικές πολυκριτηριακής ανάλυσης έχουν σχεδιαστεί για να βοηθήσουν στην υπέρβαση αυτών των περιορισμών επιβάλλοντας μια πειθαρχημένη δομή κριτηρίων και των βαρών σημαντικότητάς τους.

Η ανάπτυξη ενός πίνακα επιδόσεων, όπου μια γραμμή περιγράφει μια επιλογή και κάθε στήλη περιγράφει την απόδοση των επιλογών σε σχέση με κάθε κριτήριο, είναι ένα σημαντικό βήμα. Οι τεχνικές πολυκριτηριακής ανάλυσης συνήθως εφαρμόζουν αριθμητική ανάλυση σε έναν πίνακα επιδόσεων σε δύο στάδια: (α) βαθμολόγηση και (β) στάθμιση. Πρώτον, σε κάθε επιλογή εκχωρείται μια αριθμητική βαθμολογία στην κλίμακα δύναμης προτίμησης για κάθε κριτήριο. Η χρήση μιας μέτρησης κλίμακας διαστήματος επιτρέπει μια πλήρη εφαρμογή πολυκριτηριακής ανάλυσης. Δεύτερον, αποδίδονται αριθμητικά βάρη για κάθε κριτήριο με τις σχετικές αποτιμήσεις κάθε κριτηρίου. Η σχετική σημασία ή η βαρύτητα ενός κριτηρίου υποδεικνύει την προτεραιότητα που αποδίδεται σε αυτό το κριτήριο από τις τεχνικές λήψης αποφάσεων, δεδομένου ότι οι χαμηλές βαθμολογίες σε ένα κριτήριο μπορεί να αντισταθμιστούν από υψηλές βαθμολογίες σε ένα άλλο.

2.2 Τεχνικές λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων

Οι τεχνικές λήψης αποφάσεων που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση του προβλήματος επιλογής αναδόχου ποικίλουν ως προς τον τύπο και την εφαρμογή. Ωστόσο, η έρευνα στον τομέα των τεχνικών λήψης αποφάσεων για την επιλογή αναδόχου βρίσκεται σε εξέλιξη. Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται μια επισκόπηση των τεχνικών λήψης αποφάσεων μαζί με τύπους και παραδείγματα.

2.2.1 Ενιαίες Τεχνικές Λήψης Αποφάσεων

Οι ενιαίες τεχνικές λήψης αποφάσεων (single decision-making techniques) χρησιμοποιούνται εκτενώς σε πολλούς ερευνητικούς τομείς, όπως η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, η διαχείριση κατασκευών κ.λπ.. Ωστόσο, η επιλογή της τεχνικής λαμβάνει χώρα με βάση την εφαρμογή και την επιθυμητή ανάλυση (Mardani et al, 2015).

2.2.1.1 Μέθοδος οργάνωσης κατάταξης προτιμήσεων για αξιολογήσεις εμπλουτισμού (PROMETHEE)

Τα τρέχοντα χρόνια, έχουν προταθεί πολυάριθμες πολυκριτηριακές μέθοδοι λήψης αποφάσεων (MCDA) για να βοηθήσουν στην επιλογή των καλύτερων συμβιβαστικών εναλλακτικών. Η ανάπτυξη των μεθόδων MCDA έχει ενθαρρυνθεί όχι μόνο από την ποικιλία των πραγματικών προβλημάτων πολλαπλών κριτηρίων, αλλά και από την επιθυμία των ειδικών να προτείνουν βελτιωμένες τεχνικές λήψης αποφάσεων (Wiecek et al., 2008). Μία από τις πιο πρόσφατες μεθόδους MCDA που αναπτύχθηκαν είναι η μέθοδος «The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations» (PROMETHEE) που αναπτύχθηκε από τον Brans το 1982 (Vincke & Brans, 1985).

Η PROMETHEE είναι μια μέθοδος υπεροχής για ένα πεπερασμένο σύνολο εναλλακτικών επιλογών που πρέπει να βαθμολογηθούν και να επιλεγούν μεταξύ κριτηρίων, τα οποία είναι συχνά αντικρουόμενα. Η PROMETHEE είναι επίσης μια αρκετά απλή μέθοδος αξιολόγησης στη σύλληψη και εφαρμογή σε σύγκριση με τις άλλες πολυκριτηριακές μεθόδους (Brans et al., 1986). Έτσι, η χρήση της μεθόδου PROMETHEE αυξάνεται σημαντικά χρόνο με το χρόνο, καθώς αυξάνεται ο αριθμός των ειδικών που εφαρμόζουν τη μέθοδο PROMETHEE σε πρακτικά προβλήματα της πραγματικής ζωής και των ερευνητών που ασχολούνται με τη μέθοδο PROMETHEE (Behzadian et al., 2010).

Η μέθοδος PROMOTHEE εφαρμόζεται σε πέντε κύρια στάδια (Sabaei et al., 2015). Στο πρώτο στάδιο, ορίζεται μια συνάρτηση προτίμησης, η οποία παρουσιάζει την προτίμηση των υπευθύνων λήψης αποφάσεων για μια ενέργεια σε σχέση με μια άλλη ενέργεια. Το δεύτερο στάδιο ασχολείται με τη σύγκριση της προτεινόμενης εναλλακτικής σε ζεύγη με τη συνάρτηση προτίμησης. Στο τρίτο στάδιο, δημιουργείται ένας πίνακας αξιολόγησης από τα αποτελέσματα αυτών των συγκρίσεων ως η προβλεπόμενη τιμή κάθε κριτηρίου για κάθε εναλλακτική. Η κατάταξη ολοκληρώνεται στα δύο τελικά στάδια: το τέταρτο στάδιο περιλαμβάνει την εφαρμογή της μεθόδου PROMOTHEE I για μερική κατάταξη και στη συνέχεια το πέμπτο στάδιο περιλαμβάνει τη μέθοδο PROMOTHEE II για την πλήρη κατάταξη των εναλλακτικών. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν απαιτείται κανονικοποίηση των βαθμολογιών. Αντίθετα, το βάρος θα πρέπει να ορίζεται ξεχωριστά καθώς οι τεχνικές στάθμισης δεν αποτελούν μέρος της μεθόδου (Fülöp, 2005). Η Διαχείριση Περιβάλλοντος είναι ένα από τα πιο δημοφιλή θέματα όπου χρησιμοποιούνται οι μέθοδοι PROMETHEE. Υπάρχουν αρκετοί συγκεκριμένοι τομείς στη Διαχείριση Περιβάλλοντος που χρησιμοποιούν μεθόδους PROMETHEE όπως: (α) Εκτίμηση Κύκλου Ζωής, (β) Διαχείριση Αποβλήτων, (γ) χωροταξικός σχεδιασμός και (4) Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Geldermann & Rentz, 2005; Queiruga et al., 2008; Diakoulaki & Karangelis, 2007, Beynon & Wells, 2008). Επιπλέον, η μέθοδος PROMETHEE χρησιμοποιήθηκε σε πολλές δημοσιευμένες εργασίες με θέμα την Επιχειρηματική και Χρηματοοικονομική Διοίκηση. Οι περισσότερες από αυτές τις εργασίες επικεντρώνονταν στις βασικές πτυχές της ανάλυσης επενδύσεων, της μέτρησης της απόδοσης, της γενικής διαχείρισης και της διαχείρισης χαρτοφυλακίου (Albadvi et al., 2007; Kalogeras et al., 2005; Bilsel et al., 2006; Baourakis et al., 2002).

Η Χημεία είναι ένα νέο και κοινό θέμα στις εφαρμογές PROMETHEE και σημαντικός αριθμός δημοσιεύσεων έχει δημοσιευτεί σε αυτό το θέμα. Οι δημοσιεύσεις αυτές επικεντρώνονται στην αξιολόγηση και την κατάταξη χημικών υλικών και δειγμάτων στα πειραματικά πεδία (Zhang et al., 2006; NI et al., 2007). Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, ένας σημαντικός αριθμός εργασιών υποστήριξε άλλες πτυχές εφαρμογής των μεθόδων PROMETHEE όπως: γεωργία, σχεδιασμός, ιατρική, εκπαίδευση, αθλητισμός και κυβέρνηση (Özerol & Karasakal, 2007; Coelho & Bouillard, 2005).

2.2.1.2 Διαδικασία Αναλυτικής Δικτύωσης

Μία από τις ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνικές λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων είναι η Διαδικασία Αναλυτικής Δικτύωσης (Analytic Hierarchy Process - ANP). Οι επτά στήλες της Διαδικασίας Αναλυτικής Ιεραρχίας (Analytical Hierarchy Process - AHP) διαδραματίζουν το ρόλο του αρχικού σημείου για τη Διαδικασία Αναλυτικής Δικτύωσης (ANP). Η ANP παρέχει ένα γενικό πλαίσιο για την ταξινόμηση των αποφάσεων χωρίς να λαμβάνει υπόψη οποιεσδήποτε υποθέσεις σχετικά με την ανεξαρτησία των στοιχείων υψηλότερου επιπέδου από τα στοιχεία χαμηλότερου επιπέδου και σχετικά με την ανεξαρτησία των στοιχείων σε ένα επίπεδο (Cheng et al., 2005). Στην πραγματικότητα, η ANP χρησιμοποιεί ένα δίκτυο που δεν χρειάζεται προδιαγραφές επιπέδου όπως στην ιεραρχία. Η ANP είναι μια ευεργετική μέθοδος για την εκτίμηση και την αναπαράσταση μιας ποικιλίας ανταγωνιστών με τις αλληλεπιδράσεις τους και τη σχετική ισχύ τους που πρέπει να εφαρμοστεί στη λήψη αποφάσεων (Cheng & Li, 2004). Η ANP είναι ένα ζεύγος δύο βασικών μερών. Το πρώτο μέρος αποτελείται από ένα δίκτυο κριτηρίων και υποκριτηρίων, το οποίο ελέγχει την αλληλεπίδραση (Bayazit, 2006). Το δεύτερο μέρος είναι ένα δίκτυο επιρροών μεταξύ των συστατικών (Saaty, 2001). Το δίκτυο διαφέρει από κριτήριο σε κριτήριο και για κάθε κριτήριο ελέγχου υπολογίζεται ένας διαφορετικός υπερ-πίνακας. Τέλος, καθένας από αυτούς τους υπερ-πίνακες σταθμίζεται με βάση τη σημασία του κριτηρίου ελέγχου του και τα αποτελέσματα αθροίζονται μέσω της πρόσθεσης όλων των κριτηρίων ελέγχου (van Staden, 1999).

Ο κατασκευαστικός τομέας είναι ένα από τα πιο κοινά θέματα όπου εφαρμόζεται η διαδικασία ANP. Για παράδειγμα, ένα σύστημα ANP αναπτύχθηκε για την ακριβή αξιολόγηση του αντίκτυπου των παραγόντων αλληλεξάρτησης μεταξύ των προβλημάτων διακινδύνευσης στις κατασκευές (Lu et al., 2007). Επιπλέον, πολλές τεχνολογίες υπόγειων κατασκευών εκτελέστηκαν χρησιμοποιώντας την ANP ως πολυκριτηριακή μέθοδο σύγκρισης (Bobylen, 2011). Ομοίως, η ANP εφαρμόστηκε στην αξιολόγηση προσφορών κατασκευής προκειμένου να επιλεγεί ο πλησιέστερος πλειοδότης στο ιδανικό (Wang et al., 2009; Hong-yan, 2011). Αν και η μέθοδος ANP εφαρμόστηκε εκτενώς στον κατασκευαστικό τομέα, έχει επίσης εφαρμοστεί με επιτυχία σε πολλούς άλλους τομείς όπως: (1) Βελτίωση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (2) Σχεδιασμός Προϊόντος (3) Όραμα Στρατηγικής Υπηρεσίας (4) Επιλογή Έργων Έρευνας και Ανάπτυξης (5) Ανάπτυξη λειτουργιών ποιότητας (6) Έργα μεταφοράς (7) Επιλογή εργαλείων μηχανών (Agarwal &

Shankar, 2002; Karsak et al., 2003; Lee & Kim, 2001; Meade & Presley, 2002; Partovi, 2001, Shang et al., 2004; Yurdakul, 2004).

2.2.1.3 Τεχνική για την Ταξινόμηση κατά Προτίμηση με Ομοιότητα προς την Ιδανική Λύση (TOPSIS)

Η μέθοδος «Technique for Order Preference by Similarity to a Ideal Solution» (TOPSIS) παρουσιάστηκε από τους Hwang & Yoon το 1981 (Chen & Hwang, 1992). Η TOPSIS είναι μια πολυκριτήρια μέθοδος λήψης αποφάσεων που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό λύσεων από ένα πεπερασμένο σύνολο εναλλακτικών (Jahanshahloo et al., 2006). Ως αναγνωρισμένη κλασική μέθοδος MCDM, η TOPSIS έχει κερδίσει μεγάλη προσοχή από ερευνητές και ειδικούς και η παγκόσμια προσοχή στη μέθοδο TOPSIS έχει αυξηθεί ιδιαίτερα (Behzadian et al., 2012).

Η βασική αρχή της μεθόδου TOPSIS είναι ότι η επιλεγμένη εναλλακτική πρέπει να βρίσκεται στην «μεγαλύτερη απόσταση» από την αρνητική-ιδανική λύση και στη «μικρότερη απόσταση» από τη θετική ιδανική λύση (Taylan et al., 2014). Στη μέθοδο TOPSIS, η ιδανική εναλλακτική λύση καθορίζεται από τις καλύτερες δυνατές χαρακτηριστικές τιμές, και ως εκ τούτου, είναι συνήθως μια «δημιουργημένη» εναλλακτική. Ομοίως, η αρνητική-ιδανική εναλλακτική είναι επίσης μια δημιουργημένη εναλλακτική που εδραιώνεται από τις χειρότερες δυνατές χαρακτηριστικές τιμές. Η σχετική εγγύτητα (ομοιότητα) κάθε εναλλακτικής με την ιδανική εναλλακτική αξιολογείται με βάση τις αποστάσεις της τόσο από την ιδανική όσο και από την αρνητική-ιδανική εναλλακτική (Baykasoglu et al., 2009). Η μέθοδος TOPSIS εισάγει δύο κύρια σημεία ως αναφορά. Ωστόσο, δεν λαμβάνει υπόψη τη σχετική σημασία των αποστάσεων μεταξύ αυτών των σημείων (Orpicovic & Tzeng, 2004).

Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών στον πραγματικό κόσμο, όπου η μέθοδος TOPSIS εμπλέκεται όλο και περισσότερο για την ταξινόμηση σε διαφορετικά πεδία και σε ορισμένες συγκεκριμένες περιοχές. Η μέθοδος TOPSIS χρησιμοποιήθηκε σε πολλούς τομείς όπως: (α) Σχεδιασμός, μηχανική και συστήματα παραγωγής, (β) Χημική Μηχανική, (γ) Διαχείριση Ενέργειας, (δ) Διαχείριση Υγείας, Ασφάλειας και Περιβάλλοντος, (ε) Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας και logistics, (στ) Διοίκηση Επιχειρήσεων και Μάρκετινγκ, (ζ) Διαχείριση Υδάτινων Πόρων, (η) Διαχείριση Ανθρώπινου Δυναμικού και (θ) Άλλα θέματα επίσης (Athanasopoulos et al., 2009;

Ramezani et al., 2011; Aalami et al., 2010; Aiello et al., 2008; Alimoradi et al., 2011; Amiri et al., 2009; Afshar et al., 2010; Boran et al., 2010).

2.2.1.4 Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (DEA)

Η Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων (Data Envelopment Analysis - DEA) είναι ένα μη παραμετρικό εργαλείο μέτρησης παραγωγικής απόδοσης που αναπτύχθηκε για εφαρμογές που περιλαμβάνουν πολλαπλές εισροές και πολλαπλές εκροές. Η DEA αναπτύχθηκε αρχικά από τους Charnes et al. το 1978, οι οποίοι πρότειναν μια νέα μέθοδο που συνδέει και μετατρέπει πολλαπλές εισροές και εκροές σε έναν ενιαίο δείκτη απόδοσης (Seiford, 1996). Αυτή η μέθοδος καθιερώνει πρώτα ένα αποτελεσματικό σύνορο σχεδιασμένο από ένα σύνολο μονάδων λήψης αποφάσεων (decision-making units - DMUs) που εμφανίζουν βέλτιστες πρακτικές και στη συνέχεια εκχωρεί το επίπεδο αποτελεσματικότητας σε άλλες μη συνοριακές μονάδες ανάλογα με τις αποστάσεις τους από το αποτελεσματικό σύνορο (Liu et al., 2013). Η βασική ιδέα δημιούργησε στη συνέχεια ένα ευρύ φάσμα ποικιλιών στον υπολογισμό της απόδοσης.

Σήμερα, πολλά μοντέλα απόδοσης DEA, όπως: το Variable>Returns-to-Scale (VRS), το Constant Returns to Scale (CRS), τα Slacks-Based μέτρα και το Free Disposal Hull (FDH), κ.λπ. είναι διαθέσιμα για διάφορους τύπους υπολογιστικών απαιτήσεων (Liu et al., 2013). Έχει επίσης εφαρμοστεί σε πολλά βιομηχανικά και μη βιομηχανικά υπόβαθρα, όπως: τράπεζες, εκπαίδευση, νοσοκομεία κ.λπ. (Emrouznejad et al., 2008).

2.2.1.5 Άλλες τεχνικές λήψης αποφάσεων

Άλλες μέθοδοι λήψης αποφάσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1:

Πίνακας 2-1 Σύνοψη των ενιαίων τεχνικών λήψης αποφάσεων

Συνοτομογραφία	Μέθοδος	Περιγραφή
AHP	Analytical hierarchy process	Δομημένη τεχνική για την ανάλυση προβλημάτων MCDM σύμφωνα με μια κλίμακα σύγκρισης κατά ζεύγη
ANP	Analytical network process	Γενίκευση της μεθόδου AHP που επιτρέπει την ύπαρξη αλληλεξαρτήσεων μεταξύ των κριτηρίων
COPRAS	Complex proportional assessment	Η σταδιακή μέθοδος είχε ως στόχο να ταξινομήσει ένα σύνολο εναλλακτικών λύσεων ανάλογα με τη σημασία και το βαθμό χρησιμότητάς τους
DEA	Data envelopment analysis	Μη παραμετρικό σύστημα για τη μέτρηση της αποτελεσματικότητας ενός συνόλου πολλαπλών μονάδων λήψης αποφάσεων
-	Delphi	Επαναληπτική μέθοδος σχεδιασμένη για την επίτευξη της πιο αξιόπιστης συναίνεσης από μια ομάδα εμπειρογνομόνων που απαντούν σε μια σειρά ερωτηματολογίων
DRSA	Dominance-based rough set approach	Παραγωγή της θεωρίας ακατέργατων συνόλων που επιτρέπει τον ορισμό ενός προβλήματος MCDM μέσω μιας σειράς κανόνων εξαγωγής συμπερασμάτων του τύπου «αν... τότε»
ELECTRE	Elimination et choix traduisant la realite	Ομάδα τεχνικών που απευθύνονται στην υπεροχή ενός συνόλου εναλλακτικών λύσεων, προσδιορίζοντας τους δείκτες συμφωνίας και ασυμφωνίας τους
FSS	Fuzzy sets	Επέκταση της παραδοσιακής έννοιας των ευκρινών συνόλων, η οποία δηλώνει ότι η υπαγωγή ενός στοιχείου σε ένα σύνολο μπορεί να ποικίλλει εντός του διαστήματος [0,1]
GST	Grey system theory	Φιλοσοφία χειρισμού δεδομένων σύμφωνα με τις πληροφορίες που περιέχουν, από μαύρο (καμία πληροφορία) έως άσπρο (πλήρης πληροφορία)
GT	Game theory	Τομέας των εφαρμοσμένων μαθηματικών που μελετά την αλληλεπίδραση των επίσημων δομών για τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων
HOQ	House of quality	Διάγραμμα σε σχήμα σπιτιού που μετατρέπει τις απαιτήσεις των χρηστών σε κριτήρια σχεδιασμού ποιότητας μέσω ενός πίνακα σχέσεων και ενός πίνακα συσχέτισης
IFSS	Intuitionistic fuzzy sets	Εκτός από τον βαθμό συνάφειας ενός στοιχείου σε ένα σύνολο που προτείνεται από τα ασαφή σύνολα, τα Διαισθητικά Ασαφή Σύνολα (IFS) εξετάζουν επίσης, τον βαθμό μη συνάφειας του (διστακτικότητα)
MAUT	Multi-attribute utility theory	Μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τη λήψη αποφάσεων μέσω της σύγκρισης των αξιών χρησιμότητας μιας σειράς χαρακτηριστικών ως προς τον κίνδυνο και την αβεβαιότητα.
MAVT	Multi-attribute value theory	Τεχνική αντιστάθμισης που μετατρέπει τα χαρακτηριστικά που διαμορφώνουν ένα πρόβλημα

		MCDM σε μία ενιαία τιμή μέσω των συναρτήσεων αξίας (value functions)
MCS	Monte carlo simulations	Μη ντετερμινιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εύρεση κατά προσέγγιση λύσεων σε σύνθετα προβλήματα με πειραματισμό με τυχαίους αριθμούς
MEW	Multiplicative exponential weighting	Συγκεντρωτικό σύστημα βαθμολόγησης στο οποίο οι εναλλακτικές αξιολογούνται με βάση το σταθμισμένο γινόμενο των χαρακτηριστικών τους
MIVES	Modelo integrado de valor para evaluaciones sostenibles	Ένθετη μεθοδολογία που συνδυάζει δύο έννοιες όπως MCDA και Value Engineering για τη σύνθεση οποιουδήποτε τύπου κριτηρίων σε έναν δείκτη αξίας
PROMETHEE	Preference ranking organization method for enrichment of evaluations	Οικογένεια μεθόδων κατάταξης που βασίζονται στην επιλογή μιας συνάρτησης προτίμησης για κάθε κριτήριο που διαμορφώνει ένα πρόβλημα MCDM
SAW	Simple additive weighting	Τεχνική που αποσκοπεί στον προσδιορισμό μιας σταθμισμένης βαθμολογίας για κάθε εναλλακτική, προσθέτοντας τις συνεισφορές κάθε χαρακτηριστικού πολλαπλασιαζόμενες με τα βάρη τους
SIR	Superiority and inferiority ranking	Μέθοδος που χρησιμοποιεί έξι γενικευμένα κριτήρια για να καθορίσει τις προτιμήσεις ενός υπεύθυνου λήψης αποφάσεων προσδιορίζοντας τις ροές υπεροχής και κατωτερότητας
SMAA	Stochastic multiobjective acceptability analysis	Μεθοδολογία που καθορίζει τον δείκτη αποδοχής μιας εναλλακτικής ως την ποικιλία των μετρήσεων που την καθιστούν προτιμώμενη
TOPSIS	Technique for order of preference by similarity to ideal solution	Τεχνική που βασίζεται στην ιδέα ότι η καλύτερη εναλλακτική λύση σε ένα πρόβλημα MCDM είναι αυτή που είναι πιο κοντά στην ιδανική λύση του
UT	Utility theory	Μέθοδος μέτρησης του βαθμού επιθυμίας που παρέχεται από υλικά ή/και άυλα κριτήρια μέσω των συναρτήσεων χρησιμότητάς τους
UTA	Utilities additives	Μεθοδολογία που χρησιμοποιεί γραμμικό προγραμματισμό για τη βελτιστοποίηση της χρήσης συναρτήσεων χρησιμότητας ώστε να αντικατοπτρίζονται σωστά οι προτιμήσεις των υπευθύνων λήψης αποφάσεων
VIKOR	Visekriterijumska Optimizacija I kompromisno redenje	Μέθοδος για τον προσδιορισμό της συμβιβαστικής λίστας κατάταξης ενός συνόλου εναλλακτικών επιλογών σύμφωνα με το μέτρο εγγύτητας στην ιδανική λύση

Πηγή: Jato-Espino et al, 2014

2.2.1.6 Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP)

Η μέθοδος Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process - AHP) χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Thomas Saaty το 1971-1975 (Saaty & Tran, 2007). Αυτή η μέθοδος παρουσιάστηκε ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων (MCDM) σε πολλούς τομείς. Οι μέθοδοι MCDM χρησιμοποιούν μια δομημένη και λογική προσέγγιση για τη μοντελοποίηση περίπλοκων προβλημάτων λήψης αποφάσεων (Kalbar et al., 2012). Από την ανάπτυξή της και λόγω της απλότητας και της ευελιξίας της, η AHP είναι μια από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μεθόδους MCDM (Martin & Daim, 2012; Karasakal & Aker, 2017). Τα μοντέλα AHP εξαρτώνται από μια συγκριτική κρίση των εναλλακτικών και των κριτηρίων (Grady et al., 2015). Ως εκ τούτου, η AHP αποτελεί ένα κατάλληλο εργαλείο για την αξιολόγηση σύνθετων εναλλακτικών πολλαπλών κριτηρίων, συμπεριλαμβανομένης της υποκειμενικής κρίσης (Huang et al., 2008). Καθώς τα προβλήματα επιλογής έργων περιλαμβάνουν συνήθως πολλά ιεραρχικά κριτήρια με πολλές εναλλακτικές λύσεις και μια ομάδα επαγγελματιών με διαφορετικές κρίσεις, τα μοντέλα AHP έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για τη βελτίωση της επιλογής έργων σε περιβάλλοντα έρευνας και ανάπτυξης (Grady et al., 2015).

Η διαδικασία AHP περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

1. Διάσπαση του προβλήματος απόφασης σε μια ιεραρχία απλούστερων υποπροβλημάτων,
2. Κρίσεις κατά ζεύγη των βαρών κριτηρίων σε σχέση με τον στόχο με κλίμακα 9 βαθμών,
3. Διάταξη των βαρών των κριτηρίων (ταύτιση ιδιοδιανύσματος με τη μέγιστη ιδιοτιμή).

Ομοίως, όταν τα κριτήρια είναι ποιοτικά, εκτελούνται κατά ζεύγη κρίσεις εναλλακτικών λύσεων σε σχέση με ένα συγκεκριμένο κριτήριο. Αυτό επιτρέπει στον υπεύθυνο λήψης αποφάσεων να προσδιορίζει αξιολογήσεις ανάλογα με μεμονωμένα κριτήρια (προτεραιότητες εναλλακτικών) και συνθετικές συνολικές βαθμολογίες ως σταθμισμένο άθροισμα κλασματικών αξιολογήσεων (Jaskowski et al., 2010).

Μία από τις πρώτες εφαρμογές της AHP στον κατασκευαστικό τομέα έλαβε χώρα από τους Skibniewski & Chao (1992), οι οποίοι υποστήριξαν τα οφέλη που θα μπορούσε αυτή

η τεχνική να προσφέρει στις τεχνικές και οικονομικές εκτιμήσεις. Αργότερα, διεξήχθη μια μελέτη στην οποία η AHP εφαρμόστηκε σε μια μέθοδο λήψης αποφάσεων για την αξιολόγηση του προβλήματος της προεπιλογής εργολάβου (Al-Harbi, 2001). Ομοίως, άλλα μοντέλα επιλογής εκτελέστηκαν για να δημιουργήσουν μια κατάταξη προτίμησης για την προεπιλογή εργολάβων (Topcu, 2004; Abudayyeh et al., 2007). Αργότερα, καταβλήθηκε τεράστια προσπάθεια στη διαδικασία επιλογής αναδόχου με τη χρήση της μεθόδου AHP ως μαθηματικού εργαλείου για την υποβοήθηση της διαδικασίας επιλογής (Jaskowski et al., 2010; Wang et al., 2013; Mazaheri-Zadeh & Najj-Azimi, 2015; Chiang et al., 2017).

Εκτός από την προεπιλογή και την επιλογή αναδόχου, υπάρχουν και άλλες εφαρμογές, στις οποίες η AHP χρησιμοποιήθηκε για επιλογή και αξιολόγηση. Για παράδειγμα, η ανάπτυξη μοντέλων σύναψης συμβάσεων, η αξιολόγηση προηγμένης κατασκευαστικής τεχνολογίας, η διαδικασία καθορισμού προϋπολογισμού για έργα κατασκευής δημόσιων κτιρίων, η επιλογή μεθόδου κατασκευής, η εκτίμηση κινδύνου για κοινοπραξίες κατασκευών, η επιλογή εξοπλισμού και συναρμολόγησης κτιρίου, η προσφορά με την καλύτερη τιμή, η ανάπτυξη μοντέλου για τον υπολογισμό της βαθμολογίας νοημοσύνης συστήματος των βασικών συστημάτων ελέγχου κτιρίων στα ευφυή κτίρια (Lin et al., 2008; Pan, 2008; Skibniewski & Chao, 1992; Abudayyeh et al., 2007; Goldenberg & Shapira, 2007; Nassar et al., 2003; Lai et al., 2008; Hsueh et al., 2007; Wong et al., 2008).

2.2.2 Υβριδικές Τεχνικές Λήψης Αποφάσεων

Όταν μια μεμονωμένη τεχνική λήψης αποφάσεων δεν επαρκεί για την επίλυση ενός προβλήματος λήψης αποφάσεων λόγω αδυναμίας της τεχνικής, πολυπλοκότητας του προβλήματος ή οποιουδήποτε άλλου λόγου, οι ερευνητές έχουν διερευνήσει τον συνδυασμό μεμονωμένων τεχνικών λήψης αποφάσεων προκειμένου να αναπτυχθούν υβριδικές τεχνικές λήψης αποφάσεων που ξεπερνούν τις αδυναμίες των επιμέρους τεχνικών. Σε αυτή την ενότητα, παρουσιάζεται μια σύντομη περιγραφή των υβριδικών τεχνικών λήψης αποφάσεων.

2.2.2.1 Συνδυασμοί Διαδικασίας Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP).

Εκτός από όσα προαναφέρθηκαν για τη μέθοδο AHP στη βιβλιογραφία, οι πρώτες επεκτάσεις της μεθόδου AHP αναπτύχθηκαν το 1983 από τους van Laarhoven και

Pedrycz, στις οποίες συνδύασαν τη θεωρία ασαφών συνόλων με την AHP. Ένας από τους κοινούς συνδυασμούς με τη μέθοδο AHP είναι η θεωρία ασαφών συνόλων. Η θεωρία ασαφών συνόλων είναι μια μέθοδος που επιτρέπει την αναπαράσταση σε αριθμητική μορφή των γλωσσικών προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των σχέσεων μεταξύ στοιχείων δεδομένων (Jaskowski et al., 2010).

Η θεωρία των ασαφών συνόλων μπορεί να μοντελοποιήσει αποτελεσματικά την κρίση, να αντιμετωπίσει τις αβεβαιότητες και θα μπορούσε να εφαρμοστεί για την αντιμετώπιση της ανακριβούς και υποκειμενικής φύσης άλλων μοντέλων για την επίτευξη ενός πιο αξιόπιστου πλαισίου (Chou et al., 2013). Αν και η θεωρία ασαφών συνόλων παρουσιάζει αδυναμία στην ταξινόμηση των σχετικών βαρών των κριτηρίων απόφασης, εναλλακτικά μια από τις πιο ακριβείς και απλές μεθόδους για την ταξινόμηση των σχετικών βαρών είναι η μέθοδος AHP (Hosny et al., 2013). Κατά συνέπεια, ο συνδυασμός Fuzzy-AHP συνιστά μια ισχυρή μεθοδολογία που εκμεταλλεύεται όλα τα πλεονεκτήματα της θεωρίας ασαφών συνόλων και της AHP. Στην ασαφή επέκταση της μεθόδου AHP, η διαδικασία προσδιορισμού βαρών ή υπολογισμού διανυσμάτων των προτεραιοτήτων με βάση πίνακες σύγκρισης κατά ζεύγη είναι ένα πολύπλοκο υπολογιστικό πρόβλημα (Arslan, 2008).

Η μέθοδος Fuzzy-AHP έχει εφαρμοστεί ευρέως και σε διάφορους τομείς. Για παράδειγμα, η μέθοδος Fuzzy-AHP εφαρμόστηκε στην αποκατάσταση αυτοκινητοδρόμων για να ιεραρχηθούν οι δραστηριότητές της σύμφωνα με την περιβαλλοντική εγκυρότητα (Filippo et al., 2007). Επίσης, προτάθηκε ένα μοντέλο Fuzzy-AHP για τη μέτρηση της καταλληλότητας πολλών μεθόδων κατασκευής γεφυρών (Pan, 2008). Επιπρόσθετα, αναπτύχθηκε μια μεθοδολογία Fuzzy-AHP για την προεπιλογή εργολάβων, η οποία είναι σε θέση να αντιμετωπίσει την ασάφεια και την ανακρίβεια που ενέχουν οι γλωσσικές κρίσεις (Jaskowski et al., 2010).

Ωστόσο, υπάρχουν αρκετοί συνδυασμοί μεταξύ AHP και άλλων μεθόδων MCDM. Για παράδειγμα, ο συνδυασμός AHP-MIVES προτάθηκε για την αξιολόγηση του πιο βιώσιμου σχεδιασμού για την κατασκευή σχολείων στην Καταλονία (Pons & Aguado, 2012). Επιπλέον, αναπτύχθηκε ένας συνδυασμός AHP-Fuzzy-PROMETHEE για τον υπολογισμό της κρίσιμης διαδρομής των κατασκευαστικών έργων (San Cristobal, 2013). Επίσης, καθιερώθηκε μια μέθοδος AHP-VIKOR για την ανάληψη της διαδικασίας υποβολής προσφορών των κατασκευαστικών έργων (Liu & Yan, 2007). Επιπλέον, ολοκληρώθηκε η αξιολόγηση της καταλληλότητας διαφορετικών ανασκαφών σε βραχосήραγγες χρησιμοποιώντας μια μέθοδο συνδυασμού AHP-Fuzzy-TOPSIS

(Golestanifar et al., 2011). Τελευταίος αλλά εξίσου σημαντικός, ένας συνδυασμός AHP-ELECTRE-Fuzzy εφαρμόστηκε για τη μελέτη της επιλογής τοποθεσίας έργων κατασκευής ξηρού λιμένα (Ka, 2011).

3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες επιτυχίας ή αποτυχίας για τα κατασκευαστικά έργα είναι ο ανάδοχος. Ως αποτέλεσμα, καταβάλλεται τεράστια προσπάθεια από τους ερευνητές να μελετήσουν σε βάθος τους παράγοντες που ισχύουν για την επιλογή του αναδόχου και ποιοι παράγοντες επηρεάζουν περισσότερο και έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα με αποτέλεσμα την τελική επιλογή του αναδόχου. Επιπλέον, εφαρμόστηκαν πολλές επιστημονικές τεχνικές βασισμένες σε μαθηματική μοντελοποίηση και άλλες μεθόδους για την επίλυση του προβλήματος επιλογής εργολάβου και την απόδοση των καλύτερων αποτελεσμάτων. Ωστόσο, δεν υπάρχει συμφωνημένο σύνολο παραγόντων για την επιλογή των αναδόχων ούτε η βέλτιστη τεχνική επίλυσης του προβλήματος επιλογής αναδόχου, καθώς αυτοί εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τους νόμους και τους κανονισμούς κάθε χώρας και κάθε τεχνική επίλυσης έχει τις δικές της αδυναμίες. Σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζεται ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για να καλύψει τις επιπτώσεις της επιλογής αναδόχου στην επιτυχία του έργου, τα κριτήρια για την επιλογή αναδόχου και τις τεχνικές επιλογής αναδόχου.

3.1 Επιπτώσεις της επιλογής αναδόχου στην επιτυχία των έργων

Ο πιο κοινός ορισμός για την επιτυχία του έργου είναι το «σιδηρούν τρίγωνο» (iron triangle), σύμφωνα με το οποίο ένα επιτυχημένο έργο είναι αυτό που παραδίδεται εγκαίρως, εντός του προϋπολογισμού καθώς και σύμφωνα με τις προδιαγραφές (Jafari, 2013; Alzahrani & Emsley, 2013). Στην περίπτωση αυτή, οι παράγοντες επιτυχίας του έργου είναι ο χρόνος, το κόστος και η ποιότητα. Ωστόσο, ορισμένοι ερευνητές πιστεύουν ότι οι παράγοντες επιτυχίας ποικίλλουν από έργο σε έργο με βάση το μέγεθος, την πολυπλοκότητα και τη μοναδικότητα (Jafari, 2013). Σύμφωνα με το PMBOK 5th Edition, η επιτυχία του έργου μετριέται με την τήρηση των κριτηρίων και των βασικών γραμμών που έχουν θέσει τα ενδιαφερόμενα μέρη όσον αφορά το χρόνο, το κόστος, την ποιότητα, το εύρος κ.λπ.

Οι Toor & Ogunlana (2010) ανέφεραν ότι ορισμένες μελέτες αποκαλύπτουν ότι τα κριτήρια για την αξιολόγηση της επιτυχίας του έργου είναι: η τεχνική απόδοση, η αποτελεσματικότητα της εκτέλεσης, οι διαχειριστικές και οργανωτικές επιπτώσεις, η προσωπική ανάπτυξη και η ικανότητα του κατασκευαστή και η επιχειρηματική απόδοση.

Άλλοι έχουν ορίσει τους παράγοντες επιτυχίας του έργου ως εκείνους που έχουν τεθεί για να υποστηρίξουν τους ενδιαφερόμενους φορείς του έργου να ολοκληρώσουν έργα με τα πιο επιθυμητά αποτελέσματα (Alzahrani & Emsley, 2013). Επιπλέον, η βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι τα κατασκευαστικά έργα κινούνται προς την κατεύθυνση να μην εξαρτώνται από τα παραδοσιακά μέτρα - σιδηρούν τρίγωνο - σε μια πιο πρακτική προσέγγιση των σημερινών προκλήσεων που συνδυάζουν ποσοτικά και ποιοτικά μέτρα (Toor & Ogunlana, 2010).

Μια σύνοψη της έρευνας που έχει διεξαχθεί σχετικά με τους παράγοντες επιτυχίας ενός έργου παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.1:

Πίνακας 3. 1 Σύνοψη έρευνας για τους παράγοντες επιτυχίας ενός έργου

Χώρα	Θέμα	Βασικά κριτήρια	Αναφορά
Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	Παράγοντες ικανοποίησης πελατών	Χρόνος, Κόστος, Ποιότητα, Προσανατολισμός στον πελάτη, δεξιότητες επικοινωνίας, απάντηση σε καταγγελίες	Ahmed & Kangari, (1995)
Χονγκ Κονγκ	Παράγοντες επιτυχίας έργου για έργα σχεδιασμού-κατασκευής	Δέσμευση ομάδας έργου, αρμοδιότητες του αναδόχου, αξιολόγηση κινδύνου και ευθύνης, ικανότητες του πελάτη, ανάγκες των τελικών χρηστών, περιορισμοί που επιβάλλονται από τους τελικούς χρήστες	Chan et al., (2001)
Ηνωμένο Βασίλειο	Κρίσιμοι παράγοντες για την επιτυχία του έργου	Επιτυχία διαχείρισης έργου, επιτυχία σε ένα μεμονωμένο έργο, συνέπεια στην επιτυχία του έργου	Cooke-Davies, (2002)
Βιετνάμ	Παράγοντες επιτυχίας	Ανεση, επάρκεια, δέσμευση, επικοινωνία	Nguyen et al., (2004)
Αυστραλία	Κριτήρια επιτυχίας διαχείρισης έργου	Χρόνος, κόστος, προδιαγραφές ποιότητας/συνάντησης, συνεργασία, διαδικασία διαχείρισης έργου· κέρδος, υψηλό επίπεδο εργασίας, επίτευξη του πεδίου εφαρμογής. Τα μέλη της ομάδας είναι ικανοποιημένα, διαχείριση κινδύνων, αλλαγή & διαχείριση αλλαγών, επανάληψη εργασίας, τήρηση προτύπων, ασφάλεια, προσωπική ανάπτυξη, συνεχιζόμενες σχέσεις, περιβαλλοντικά	Collins & Baccarini, (2004)
Κίνα	Δείκτες επιτυχίας του	Κόστος, χρόνος, ποιότητα, σχέση/guanxi, συνολική επιτυχία	Wang & Huang, (2006)

	έργου		
Ηνωμένες Πολιτείες	Παράγοντες στις ομοσπονδιακές προμήθειες σχεδιασμού-κατασκευής	Ρύξι, τεχνικός, προσόντα, πρόγραμμα, διαχείριση έργου	Gransberg & Barton, (2007)
Γκάνα	Δυνητικά κριτήρια επιτυχίας	Κόστος έργου, ποιότητα έργου, ικανοποίηση πελάτη/πελάτη, διάρκεια του έργου, μέτρα υγείας και ασφάλειας, περιβαλλοντική επίπτωση, περιορισμός κινδύνου, μεταφορά τεχνολογίας	Ahadzie et al., (2008)
Αυστραλία	Χαρακτηριστικά έργου	Έγκαιρη παράδοση του έργου, συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές ποιότητας, πληρούν τις απαιτήσεις ασφαλείας, ασφάλεια τοποθεσίας, ευελιξία σε κρίσιμες δραστηριότητες, διαθεσιμότητα προσωπικού, παρόμοια εργασιακή εμπειρία, συνολική εμπειρία, τιμή προσφοράς και εκτιμήσεις, χαρακτηριστικό ευθύνης ελαττωμάτων	Doloi, (2009)
Ταϊλάνδη	Βασικοί Δείκτες Απόδοσης	Στην ώρα, υπό προϋπολογισμό, αποτελεσματικότητα (χρήση πόρων), ασφάλεια, πληροί τις προδιαγραφές, χωρίς ελαττώματα (υψηλή ποιότητα κατασκευής), συμμορφώνεται με τις προσδοκίες των ενδιαφερομένων, Κάνοντας το σωστό (αποτελεσματικότητα, ελαχιστοποιούσε την κατασκευαστική επιδείνωση, τις διαφωνίες και τις συγκρούσεις	Toor & Ogumlana, (2010)
Ηνωμένο Βασίλειο	Χαρακτηριστικά επιτυχίας του έργου	Οικονομικά χαρακτηριστικά, χαρακτηριστικά διαχείρισης, τεχνικά χαρακτηριστικά, Ιδιότητα προηγούμενης εμπειρίας, προηγούμενα χαρακτηριστικά απόδοσης, χαρακτηριστικά οργάνωσης, περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά, χαρακτηριστικά υγείας και ασφάλειας, ποιοτικά χαρακτηριστικά, χαρακτηριστικά πόρων	Alzahrani & Emsley, (2013)

Αν και υπάρχουν διαφορετικές απόψεις από τη βιβλιογραφία σχετικά με τους παράγοντες που αξιολογούν την επιτυχία του έργου, όλες οι μελέτες και έρευνες συμφωνούν ότι ο

ανάδοχος συμβάλλει σημαντικά σε οποιοδήποτε κατασκευαστικό έργο και έχει τη δύναμη είτε να κάνει το έργο επιτυχία είτε αποτυχία.

Λόγω του κύριου ρόλου που διαδραματίζει ο ανάδοχος σε ένα κατασκευαστικό έργο, η επιλογή αυτών των οντοτήτων είναι ζωτικής σημασίας στη λήψη αποφάσεων διαχείρισης και ιδιοκτήτη (Semaan & Salem, 2017). Η απαιτούμενη διαδικασία επιλογής των εργολάβων επηρεάζει ακριβώς την επιτυχία του έργου της κατασκευής και την επίτευξη των καθορισμένων στόχων, επομένως αυτή η διαδικασία επιλογής θεωρείται κρίσιμο μέρος του κύκλου ζωής του έργου για τον ιδιοκτήτη και τον διαχειριστή του έργου (Nieto-Morote & Ruz-Vila, 2012). Η επιλογή του εργολάβου ως κύριου παίκτη ενός έργου θεωρείται ότι είναι το πιο σημαντικό μυαλό στην προοπτική του ιδιοκτήτη. Σε αυτόν τον κλάδο, η επιλογή του σωστού εργολάβου που μπορεί να παρέχει τις απαιτήσεις και τις προδιαγραφές που χρειάζεται ο ιδιοκτήτης στο κατάλληλο επίπεδο είναι μια σημαντική πρόκληση για τον πελάτη στην αρχή του κύκλου ζωής του έργου (Kog & Yaman, 2016). Ο κύριος στόχος αυτής της διαδικασίας επιλογής είναι η επίτευξη όλων των προδιαγραφών εντός αποδεκτών ανοχών, η μείωση του κινδύνου και η προσθήκη αξίας στον πελάτη, στον ανάδοχο και σε όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη. Παραδοσιακά, δημόσια έργα δημοπρατούνται, όπως αυτοκινητόδρομοι, λιμάνια, δρόμοι, φράγματα κ.λπ. Οι εργολάβοι διαδραματίζουν τον κύριο ρόλο σε τέτοια έργα. Η επιλογή των εργολάβων μπορεί να περιλαμβάνει έρευνα μιας εταιρείας των προηγούμενων έργων τους, τις επιτυχίες, τις αποτυχίες τους και οποιοσδήποτε άλλες πτυχές που θα πείσουν τον ιδιοκτήτη να επιλέξει ανάδοχο (Kog & Yaman, 2016; Darvish et al., 2009).

Στη συνέχεια, λόγω της κρισιμότητας της επιλογής των αναδόχων, αυτή η σωστή επιλογή των κατάλληλων ενδιαφερομένων συμπεριλαμβανομένων των συμβούλων είναι πολύ κρίσιμος παράγοντας για την επίτευξη καλής απόδοσης του έργου και τη συνολική επιτυχία σε ένα έργο (Lam et al., 2009). Η αναζήτηση κατάλληλου αναδόχου για οποιοδήποτε έργο είναι ζωτικής σημασίας για την εξασφάλιση της βεβαιότητας ότι το έργο θα ολοκληρωθεί όπως αναμένεται, όσον αφορά το κόστος, το χρόνο, την ποιότητα και άλλους συναφείς παράγοντες, ακόμη και θέματα ασφάλειας και περιβάλλοντος. Στη συνέχεια, ο σωστός ανάδοχος μπορεί να οριστεί ως εταιρεία που έχει την ικανότητα να επιτύχει αυτούς τους στόχους και λαμβάνοντας υπόψη τους παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως (Afshar et al., 2017).

Σύμφωνα με τους Alhazmi & McCaffer (2000), η επιλογή των κατάλληλων εργολάβων αυξάνει τις πιθανότητες ένα έργο να είναι επιτυχές, να πληροί τις προδιαγραφές, τους

στόχους και τους σκοπούς του ιδιοκτήτη του έργου και να διατηρεί τους παράγοντες χρόνου, κόστους και ποιότητας εντός αποδεκτών ορίων. Ως εκ τούτου, είναι πράγματι εξαιρετικά σημαντικό να επιλέγεται με σύνεση ένας εργολάβος (Huang, 2011). Και πάλι, όπως προαναφέρθηκε, μία από τις ζωτικές διαδικασίες στον κύκλο ζωής του κατασκευαστικού έργου και η πιο απαραίτητη διαδικασία είναι η επιλογή των κατάλληλων εργολάβων. Η επιλογή του κατάλληλου και κατάλληλου αναδόχου αυξάνει τις πιθανότητες επιτυχίας και μειώνει τον κίνδυνο και τις αβεβαιότητες ενός έργου (Plebankiewicz, 2010).

Ωστόσο, αρκετά άρθρα έχουν δείξει στη μελέτη τους ότι ακόμη και ένας εδραιωμένος, έμπειρος ανάδοχος μπορεί να εξακολουθεί να αντιμετωπίζει υψηλούς κινδύνους λόγω της φύσης των έργων. Τα έργα στη φύση είναι παρόμοια αν και μοναδικά. Με αυτά, η πιθανότητα αποτυχίας είναι ακόμα υψηλή. Είναι μια διακεκριμένη αλήθεια στην κατασκευή ότι περιέχει πολλές αβεβαιότητες και κινδύνους και η επιτυχία του έργου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συνετή χρήση των πόρων. Επιπλέον, τα κατασκευαστικά έργα είναι μοναδικά, κατακεραματισμένα και πολύπλοκα σε σύγκριση με άλλους κλάδους. Συνεπώς, οι ενδιαφερόμενοι πρέπει να ασχοληθούν με μεγάλη προσοχή για την επίτευξη των στόχων. Αντίστοιχα, η στενή σύνδεση και οι αυστηρές διαδικασίες μεταξύ του αναδόχου και του πελάτη που είναι οι βασικοί παίκτες αυτού του κλάδου αναμένεται για την επίτευξη των στόχων του έργου (Kog & Yaman, 2016).

Κατά συνέπεια, είναι απολύτως απαραίτητο και εξαιρετικά σημαντικό ο ιδιοκτήτης να έχει έναν αυστηρό μηχανισμό στην επιλογή ενός εργολάβου που είναι ικανός και αξιόπιστος να χειριστεί το έργο για την επίτευξη του στόχου επιτυχίας. Ωστόσο, η επιλογή εργολάβων δεν είναι άσκοπη δουλειά. Το ιστορικό αποτυχιών και καθυστερήσεων σε μεγάλα έργα σε όλο τον κόσμο έχει υπογραμμίσει τη σημασία αυτής της πρακτικής (Semaan & Salem, 2017). Επί του παρόντος, στον κατασκευαστικό κλάδο, οι ιδιοκτήτες αντιμετωπίζουν σταθερά διάφορους κινδύνους και απρόβλεπτες επιλογές εργολάβων, οι οποίες επηρεάζουν το συνολικό επίπεδο απόδοσης της διαδικασίας επιλογής αναδόχων. Αυτό είναι ένα διευθετημένο ζήτημα για την επίτευξη προκαθορισμένων στόχων και επιτυχίας έργων (Lam et al., 2009; Trivedi et al., 2011). Η προσέλκυση για τη μείωση των αποτυχιών και των κινδύνων ως προεπιλογή στη διαδικασία επιλογής εκτελείται συχνά για την αξιολόγηση της ικανότητας των αναδόχων πριν από τη συμπερίληψή τους στην προσφορά (Jaskowski et al., 2010; Zavadskas & Vilutienė, 2006).

Προκειμένου να διασφαλιστεί η πρόσληψη επιλέξιμου αναδόχου και να μειωθεί ο κίνδυνος του έργου, τόσο οι διαδικασίες επιλογής όσο και αξιολόγησης είναι εξαιρετικά σημαντικοί παράγοντες σε οποιαδήποτε διαδικασία προεπιλογής. Αυτή είναι κρίσιμη διαδικασία για την ταυτόχρονη επιτυχή επίτευξη προδιαγραφών χρόνου, κόστους και ποιότητας των έργων (Hosseini Nasab & Mirghani Ghamsarian, 2015). Εκτός από αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, η ανεύθυνη επιλογή ανάδοχου αυξάνει τον κίνδυνο δυσαρέσκειας ενός πελάτη, το κόστος, ο χρόνος και η ποιότητα θα είναι εκτός αποδεκτού ορίου. Επιπλέον, κακή κληρονομιά όχι μόνο στον ανάδοχο που κατασκευάζει ένα έργο, αλλά και στον πελάτη που θα έχει κακή φήμη ότι δεν επιλέγει σωστά έναν ανάδοχο για τα έργα του (Doloi, 2009).

Ως εκ τούτου, η ζωτική διαδικασία στον κύκλο ζωής του κατασκευαστικού έργου και η πιο απαραίτητη διαδικασία είναι η επιλογή των κατάλληλων εργολάβων. Όταν πρόκειται για επιρροές στην επιτυχία και τους στόχους του έργου, οι εργολάβοι στον κατασκευαστικό κλάδο είναι οι ηγέτες. Άρα, η επιλογή αυτών των εταιρειών είναι ζωτικής σημασίας στη διαδικασία και τον κύκλο ζωής ενός έργου (Huang, 2011).

3.2 Κριτήρια επιλογής αναδόχου

Για τον δημόσιο τομέα, ο παραδοσιακός τρόπος προμήθειας που χρησιμοποιείται για μεγάλο χρονικό διάστημα και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται είναι η χαμηλότερη προσφορά, ή με άλλα λόγια ανταγωνιστική προσφορά (Waara & Bröchner, 2006). Ωστόσο, η έρευνα είναι βήματα μπροστά από την πρακτική στην εφαρμογή άλλων κριτηρίων εκτός της τιμής στην τελική επιλογή των αναδόχων. Ο χαρακτηρισμός των «κριτηρίων εκτός τιμής» έχει χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή άλλων κριτηρίων που λαμβάνονται υπόψη εκτός από το κριτήριο της τιμής (Zavadskas et al, 2008; Waara & Bröchner, 2006).

Η φύση των κριτηρίων επιλογής αναδόχου είναι ότι περιγράφονται σε δύο κατηγορίες, ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια. Παρόλο που τα ποιοτικά κριτήρια δεν ποσοτικοποιούνται εύκολα με αριθμητικές τιμές, συνήθως συνδυάζονται με τις ποσοτικές και δίνεται αριθμητική αναπαράσταση με βάση το μοντέλο που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή δεδομένων (Lam & Yu, 2011).

Αυτά τα κριτήρια εκτός τιμής θεωρούνται κύρια κριτήρια και αποτελούνται από υποκριτήρια στα οποία η αξιολόγηση αυτών των υποκριτηρίων καθορίζει τα χαρακτηριστικά των κύριων κριτηρίων (Alzahrani & Emsley, 2013). Ωστόσο, ορισμένοι

ερευνητές εξέτασαν μόνο τα κύρια κριτήρια στην ανάλυσή τους για τη διαδικασία επιλογής αναδόχου για να διευκολύνουν την ανάλυση (Idrus et al., 2011).

Είναι σημαντικό ότι στην παρούσα διατριβή διεξήχθη μια περιεκτική ανασκόπηση σχετικά με τα μη τιμολογιακά κριτήρια που χρησιμοποιούνται για να ενσωματωθούν στο κριτήριο τιμής για τον τύπο προσφοράς με τη χαμηλότερη τιμή ανάθεσης της σύμβασης και η σύνοψη αυτής της συνολικής επισκόπησης παρουσιάζεται στον Πίνακα 3.2.

Πίνακας 3.2 Σύνοψη κριτηρίων επιλογής εργολάβου

ID	Κριτήρια Επιλογής Αναδόχου (CSC)	Αναφορές
1	Εμπειρία	(Semaan & Salem, 2017), (Marzouk, 2008), (Wang et al., 2013), (Zavadskas et al., 2008), (San Cristóbal, 2012), (Bendaña et al., 2008), (Idrus et al., 2011), (Mazaheri-Zadeh & Najj-Azimi, 2015), (YILMAZ & ERGONUL, 2011), (Doloi et al., 2011), (Alzahrani & Emsley, 2013), (Doloi, 2009)
2	Φήμη	(Semaan & Salem, 2017), (Vahdani et al., 2013), (Wang et al., 2013), (Ibadov, 2015), (Nassar & Hosny, 2013), (Mazaheri-Zadeh & Najj-Azimi, 2015), (Watt et al., 2010)
3	Προηγούμενα Έργα	(Semaan & Salem, 2017), (Zavadskas et al., 2008), (Alzahrani & Emsley, 2013)
4	Οικονομική Κατάσταση	(Vahdani et al., 2013), (Marzouk, 2008), (Huang, 2011), (Wang et al., 2013), (Ibadov, 2015), (San Cristóbal, 2012), (Idrus et al., 2011), (Mazaheri-Zadeh & Najj-Azimi, 2015), (Doloi et al., 2011), (Alzahrani & Emsley, 2013), (Doloi, 2009)
5	Τεχνική Ικανότητα	(Vahdani et al., 2013), (Huang, 2011), (Wang et al., 2013), (Ibadov, 2015), (San Cristóbal, 2012), (Bendaña et al., 2008), (Idrus et al., 2011), (Mazaheri-Zadeh & Najj-Azimi, 2015), (Alzahrani & Emsley, 2013), (Watt et al., 2010)
6	Ικανότητα διαχείρισης	(Vahdani et al., 2013), (Marzouk, 2008), (Huang, 2011), (Wang et al., 2013), (San Cristóbal, 2012), (Bendaña et al., 2008), (Idrus et al., 2011), (YILMAZ & ERGONUL, 2011), (Alzahrani & Emsley, 2013), (Watt et al., 2010), (Doloi, 2009)
7	Υγεία και ασφάλεια	(Vahdani et al., 2013), (Marzouk, 2008), (Huang, 2011), (San Cristóbal, 2012), (Idrus et al., 2011), (Nassar & Hosny,

		2013), (YILMAZ & ERGONUL, 2011), (Doloi et al., 2011), (Alzahrani & Emsley, 2013)
8	Εμπειρία Προσωπικού	(Marzouk, 2008), (Chou et al., 2013), (Bendaña et al., 2008)
9	Προηγούμενες αποτυχημένες συμβάσεις	(Marzouk, 2008), (Doloi, 2009)
10	Διαχείριση και Έλεγχος Ποιότητας	(Huang, 2011), (Wang et al., 2013), (Zavadskas et al., 2008), (Bendaña et al., 2008), (Mazaheri-Zadeh & Naji-Azimi, 2015), (YILMAZ & ERGONUL, 2011), (Alzahrani & Emsley, 2013), (Doloi, 2009)
11	Τρέχων φόρτος εργασίας, ικανότητα και πρόοδος	(Huang, 2011), (Idrus et al., 2011), (Doloi et al., 2011), (Watt et al., 2010)
12	Ικανότητες οργάνωσης	(Wang et al., 2013), (Ibadov, 2015), (YILMAZ & ERGONUL, 2011), (Alzahrani & Emsley, 2013), (Watt et al., 2010)
13	Επικοινωνία & Σχέσεις	(Wang et al., 2013), (Zavadskas et al., 2008), (Idrus et al., 2011), (Doloi et al., 2011), (Watt et al., 2010), (Doloi, 2009)
14	Χρόνος Ολοκλήρωσης Κατασκευής	(Chou et al., 2013), (Zavadskas et al., 2008), (San Cristóbal, 2012), (Bendaña et al., 2008), (Idrus et al., 2011), (Nassar & Hosny, 2013)
15	Εγγυήσεις	(Zavadskas et al., 2008)
16	Πόροι	(Bendaña et al., 2008), (Doloi et al., 2011), (Alzahrani & Emsley, 2013)
17	Κίνδυνοι	(Bendaña et al., 2008)
18	Κομμάτι/Προηγούμενη απόδοση	(Wang et al., 2013), (Idrus et al., 2011), (YILMAZ & ERGONUL, 2011), (Doloi et al., 2011), (Alzahrani & Emsley, 2013), (Watt et al., 2010)
19	Εφαρμογή Τεχνολογίας	(Idrus et al., 2011), (Nassar & Hosny, 2013), (Watt et al., 2010)
20	Πολιτικές Θεωρήσεις	(Idrus et al., 2011)
21	Δυνατότητα προγραμματισμού και ελέγχου	(Nassar & Hosny, 2013), (Mazaheri-Zadeh & Naji-Azimi, 2015)
22	Εξοπλισμός/Δυνατότητα εγκατάστασης	(Nassar & Hosny, 2013), (Mazaheri-Zadeh & Naji-Azimi, 2015), (YILMAZ & ERGONUL, 2011)
23	Προσωπικό	(Huang, 2011), (YILMAZ & ERGONUL, 2011)
24	Διαχείριση/Προστασία Περιβάλλοντος	(Nassar & Hosny, 2013), (YILMAZ & ERGONUL, 2011), (Alzahrani & Emsley, 2013)
25	Συγκεκριμένο έργο	(Doloi, 2009)
26	Ευκαμψία	(Doloi, 2009)

4. Αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτών

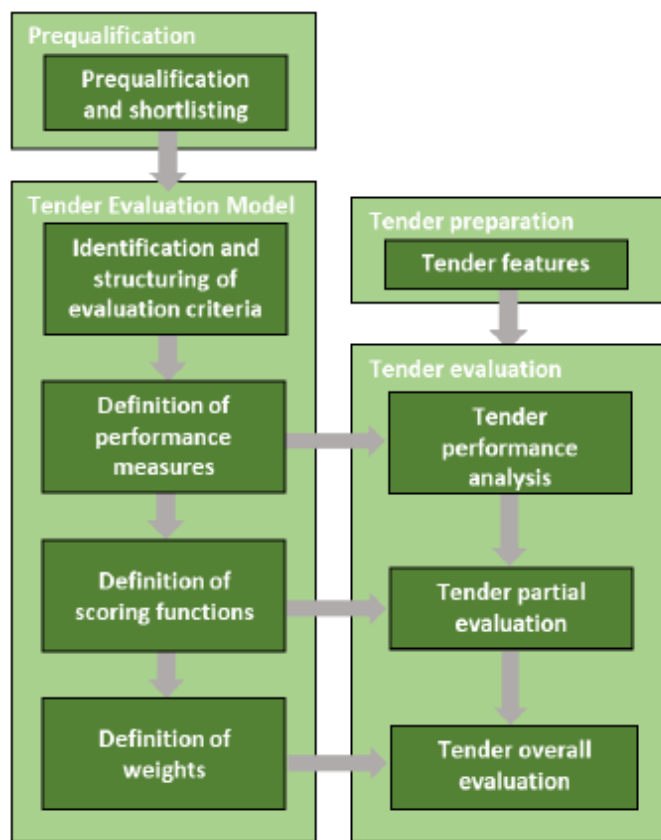
Τόσο ο ιδιωτικός όσο και ο δημόσιος τομέας προμηθεύονται παρόμοια αγαθά και υπηρεσίες (Tadelis, 2012) και υπάρχει έντονη ομοιότητα στα κριτήρια επιλογής εργολάβων μεταξύ του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα (Wong et. al., 2000). Έτσι, περιλαμβάνεται και η βιβλιογραφία και η έρευνα για τις δημόσιες συμβάσεις. Ο δημόσιος αγοραστής λέγεται ότι περιορίζεται από νόμους και κανονισμούς, ενώ ένας ιδιώτης αγοραστής έχει μεγαλύτερη ευελιξία να χρησιμοποιήσει άλλα κριτήρια εκτός από την τιμή στην αξιολόγηση και την επιλογή προμηθευτή του (Kog & Yaman, 2014; Tadelis, 2012), αν και σύμφωνα με τους Mateus et. al. (2010), ο δημόσιος αγοραστής έχει ουσιαστική ελευθερία στην επιλογή προμηθευτή μέσω της προσεκτικής χρήσης κανόνων στάθμισης και βαθμολόγησης. Η διάκριση μεταξύ μιας μεθόδου επιλογής και των κριτηρίων επιλογής είναι ότι μια μέθοδος επιλογής είναι το πλήρες σύστημα που χρησιμοποιεί κριτήρια επιλογής (de Araujo et al., 2017).

Κατά την επιλογή προμηθευτή, τόσο οι ιδιώτες όσο και οι δημόσιοι αγοραστές αντιμετωπίζουν την πρόκληση της αξιολόγησης των προσφορών (Alsugair 1999) και σε πολλές περιπτώσεις, ο αγοραστής ενδιαφέρεται για άλλα χαρακτηριστικά εκτός από την τιμή (Asker & Cantillon, 2008). Για παράδειγμα, οι ανησυχίες για την ποιότητα του αγαθού ή της υπηρεσίας που προμηθεύεται συχνά επηρεάζουν την τελική απόφαση (Asker & Cantillon, 2010). Οι προμήθειες με άλλους παράγοντες εκτός από την τιμή συνεπάγονται τη μετάβαση προς μια πιο περίπλοκη προμήθεια (Asker & Cantillon, 2010). Ενώ ο ιδιώτης αγοραστής μπορεί να βάλει στη μαύρη λίστα προμηθευτές που δεν προσφέρουν ικανοποιητικό επίπεδο ποιότητας, ο δημόσιος αγοραστής συνήθως δεν έχει αυτή τη δυνατότητα και είναι υποχρεωμένος να επιλέξει την προσφορά με την υψηλότερη βαθμολογία (ή τη χαμηλότερη τιμή) καθιστώντας απαραίτητη μια καλά σχεδιασμένη μέθοδο αξιολόγησης της προσφοράς (Bergman & Lundberg, 2013).

Η διαδικασία υποβολής προσφορών με πολλούς πλειοδότες είναι μια δαπανηρή διαδικασία για όλους τους εμπλεκόμενους συμμετέχοντες, στην οποία ο πελάτης επιβαρύνεται με έξοδα για την εξέταση και ανάλυση των προσφορών και ο ανάδοχος για την προετοιμασία και την υποβολή προσφορών (Ng & Skitmore, 2001). Η χρήση πολλαπλών κριτηρίων καταναλώνει τους πόρους των προμηθειών του αγοραστή καθώς και τους πόρους του πλειοδότη (Waara & Bröchner, 2006) και η συμμετοχή των ανεπιτυχών προσφορών σε διαγωνισμό αυξάνει το κόστος το οποίο τελικά θα επιστρέφει

στον πελάτη (Kumaraswamy, 1996). Ωστόσο, το κόστος συναλλαγής που προκύπτει από την προσπάθεια προσδιορισμού του έργου, της διαδικασίας προμήθειας, της παρακολούθησης και της επίλυσης συμβατικών συγκρούσεων είναι δύσκολο να μετρηθεί (Waara & Bröchner, 2006). Ακόμη και η ίδια η μέθοδος επιλογής επηρεάζεται από το κόστος συναλλαγής, το οποίο σημαίνει ότι οι πιο περίπλοκοι κανόνες βαθμολόγησης δημιουργούν περισσότερο κόστος στις φάσεις αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτή σε σύγκριση με μια πιο απλή επιλογή με βάση την τελική τιμή προσφοράς (Lundberg & Bergman 2017).

Οι Mateus et. al. (2010), διερεύνησαν μια κατάλληλη μέθοδο αξιολόγησης προσφορών, τη διατύπωση κανόνων βαθμολόγησης και συναρτήσεων στάθμισης ικανών να αποτυπώσουν τις προτιμήσεις του αγοραστή. Χρησιμοποιούν μια ροή διαδικασίας για να απεικονίσουν διαφορετικά τμήματα αξιολόγησης των προσφορών, που παρουσιάζονται στην Εικόνα 3.1. Απεικονίζονται τα απαραίτητα βήματα και τη δομή της αξιολόγησης των προσφορών, καθώς και η λογική σειρά των διαφορετικών βημάτων από τα κριτήρια αξιολόγησης έως τη βαθμολόγηση και τη συνάρτηση στάθμισης και τελικά την αξιολόγηση και την επιλογή των προσφορών. Εξαίρεση αποτελεί η συγχώνευση του ορισμού των μέτρων απόδοσης και των συναρτήσεων βαθμολόγησης, καθώς είναι εγγενώς τόσο κοντά το ένα στο άλλο. Όσον αφορά στην αξιολόγηση του αναδόχου, την επιλογή αναδόχου ή τους κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας, δεν έχει καθιερωθεί ή συμφωνηθεί καμία μέθοδος (de Araujo, 2017; Kog & Yaman, 2014) ούτε καθολικοί παράγοντες (Alzahrani & Emsley, 2013).



Εικόνα 4-1 Μεθοδολογία αξιολόγησης προσφορών (Πηγή: Mateus et al., 2010)

4.1 Προεπιλογή

Ορισμένη βιβλιογραφία προσεγγίζει την επιλογή προμηθευτή μέσω της προεπιλογής ως μια μέθοδο σχηματισμού ενός συνόλου ειδικευμένων προμηθευτών που έχουν εγκριθεί για συμμετοχή σε διαγωνισμούς (Ng & Skitmore, 2001), ως έναν τρόπο εφαρμογής συγκεκριμένων απαιτήσεων του έργου (Kumaraswamy, 1996) ή ως τρόπο εξάλειψης (απομάκρυνσης) προμηθευτών κατώτερης ποιότητας (Yasamis et al., 2002; Mbachu, 2008). Σύμφωνα με τους Hatush & Skitmore (1997, 20), η προεπιλογή προμηθευτή είναι: *«μια διαδικασία πριν από την υποβολή προσφορών που χρησιμοποιείται για τη διερεύνηση και την αξιολόγηση των ικανοτήτων των εργολάβων να εκτελέσουν ικανοποιητικά μια σύμβαση, εάν τους ανατεθεί».*

Τα χαρακτηριστικά των εργολάβων, δηλαδή τα κριτήρια επιλογής, μπορούν να μετρηθούν μόνο κατά τη διάρκεια των σταδίων προεπιλογής ή τελικής αξιολόγησης των προσφορών (Alsugair, 1999; Wong et. al., 2000) και μέσω της προεπιλογής, οι ικανότητες

αξιολογούνται πριν από την έκδοση σχεδίων έργου, προδιαγραφών ή άλλων εγγράφων προσφοράς του έργου (Alsugair, 1999). Οι Ng & Skitmore (2001), υποστηρίζουν ότι τα κριτήρια προεπιλογής των προμηθευτών πρέπει να συνάδουν με τα κριτήρια αξιολόγησης καθώς και με τις πρακτικές επιλογής, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο όγκος της εργασίας κατά την επιλογή προμηθευτή. Σύμφωνα με τους Holt et. al. (1995) οποιαδήποτε εναλλακτική προσέγγιση επιλογής προμηθευτή θα πρέπει να περιλαμβάνει την προεπιλογή στη διαδικασία επιλογής. Ένα άλλο πιο εξειδικευμένο μέτρο είναι η χρήση προεπιλογής εργολάβου για συγκεκριμένο έργο, η οποία σύμφωνα με τον Kumaraswamy (1996, 273) είναι κατάλληλο μέτρο με «*έργα ασυνήθιστου εύρους, πολυπλοκότητας, αξίας, τεχνολογικών απαιτήσεων, επιπέδων ποιότητας ή χρονικών περιορισμών ή με ειδικές μορφές χρηματοδότησης ή σύμβασης*».

Οι Yasamis et. al. (2002), προωθούν τη χρήση παραγόντων ποιότητας ως μέρος της προεπιλογής. Για την προεπιλογή οι Holt et. al. (1995), και οι Waara & Bröchner (2006), προτείνουν τη χρήση συστημάτων διασφάλισης ποιότητας ως κριτήριο για τη συμμετοχή σε διαγωνισμό, το οποίο στην πράξη θα μπορούσε να είναι μια πιστοποίηση ISO 9001. Η χρήση συστημάτων ποιότητας στην επιλογή εργολάβων αναφέρθηκε επίσης από τον Holt (1998). Στα δειγματοληπτικά δεδομένα των Waara & Bröchner (2006), ήταν χαρακτηριστικό να απονέμεται μέγιστος βαθμός ποιότητας σε εργολάβο με πιστοποιημένο σύστημα διασφάλισης ποιότητας από τρίτο μέρος, η δεύτερη υψηλότερη βαθμολογία για μη πιστοποιημένο και ούτω καθεξής. Σύμφωνα με πληροφορίες, οι επαγγελματίες χρησιμοποιούν πιστοποιήσεις ποιότητας και τα εφαρμοζόμενα συστήματα ποιότητας ως κριτήρια στην αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτών, ενώ η ακαδημαϊκή βιβλιογραφία προτείνει την εξέταση της πολιτικής ποιοτικού ελέγχου και των αρχείων ποιότητας εργασίας (Watt et. al., 2009). Ωστόσο, σύμφωνα με τον Mbachhu (2008) στη φάση προεπιλογής, η ποιότητα εργασίας των υπερβολάβων, δηλαδή η ικανότητα συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές και η ελαχιστοποίηση των επανεργασιών, θεωρήθηκε το πιο σημαντικό κριτήριο μεταξύ των κύριων εργολάβων.

4.2 Κριτήρια αξιολόγησης και επιλογής

Οι Watt et. al. (2009), διερεύνησαν τα κριτήρια αξιολόγησης και επιλογής εργολάβων με βάση τη συνολική βιβλιογραφική ανασκόπηση που συμπληρώθηκε με μια διερευνητική

έρευνα από τον τομέα της άμυνας και των κατασκευών. Κατέληξαν σε 8 κατηγορίες κριτηρίων επιλογής: οργανωτική εμπειρία, φόρτος εργασίας και ικανότητα, τεχνογνωσία στη διαχείριση έργων, προηγούμενες επιδόσεις έργων, εταιρική θέση – κύρος της εταιρείας, σχέσεις πελάτη-προμηθευτή, τεχνική εμπειρογνωμοσύνη – τεχνογνωσία και μέθοδος κατασκευής ή τεχνική λύση.

Αργότερα οι Watt et. al. (2010), ανέφεραν ότι οι προηγούμενες επιδόσεις του έργου, η τεχνική εμπειρογνωμοσύνη και η τιμή προσφοράς έχουν μεγάλη σημασία μεταξύ των επαγγελματιών σε πολλούς τομείς της βιομηχανίας. Σύμφωνα με τους Wong et. al. (2000) η χρήση ειδικών κριτηρίων έργου έχει αυξηθεί μεταξύ των επαγγελματιών και εντόπισαν 15 κριτήρια για συγκεκριμένα έργα που χρησιμοποιούνται τόσο σε δημόσιες όσο και σε ιδιωτικές κατασκευές, δηλώνοντας ότι η επιλογή του αναδόχου βασίστηκε στην αξία αντί για τη χαμηλότερη τιμή. Ο όρος αξία ερμηνεύτηκε ως θετικά χαρακτηριστικά των εργολάβων σε θέματα τεχνικών και διαχειριστικών ικανοτήτων, υγείας και ασφάλειας, οικονομικών χαρακτηριστικών, παραγωγής και ανθρώπινων πόρων και προηγούμενων επιδόσεων (Wong et al., 2000).

Σύμφωνα με τους Singh & Tiong (2006), οι αναθέτουσες αρχές δίνουν μεγάλη αξία στις ικανότητες των εργολάβων να αντιμετωπίζουν και να επιλύουν μεγάλο εύρος κατασκευαστικών προβλημάτων και ως εκ τούτου πολλές μεταβλητές που σχετίζονται με την εμπειρία αναφέρθηκαν ως κρίσιμα κριτήρια επιλογής (critical selection criteria - CSC). Ο Alsugair (1999) έδωσε έμφαση στη γνώση και την εμπειρία των τεχνικών και οικονομικών δυνατοτήτων του εργολάβου. Οι μεταβλητές που σχετίζονται με προηγούμενη εμπειρία, την αξιοπιστία της επωνυμίας, την αναφορά και την τιμή αναφέρθηκαν επίσης από τον Harald (2013) για την διασφάλιση της μη επαληθεύσιμης ποιότητας. Ο Harald (2013) τονίζει ότι οι κύριοι εργολάβοι επικεντρώνονται στις προηγούμενες επιδόσεις των υπεργολάβων, στην ικανότητα να παραμείνουν εντός του προϋπολογισμού, στην οικονομική κατάσταση και στις υφιστάμενες διαδικασίες διαχείρισης ποιότητας, συνεχίζοντας ότι για έναν νέο υπεργολάβο, οι αναφορές από παρόμοια είδη έργων που έγιναν για αξιόπιστους κύριους εργολάβους είναι απαραίτητες, να επιλεγεί ως υπεργολάβος.

Για τα κριτήρια επιλογής υπάρχει μια ποικιλία διαφορετικών καταχωρίσεων. Διαφορετικά σύνολα κριτηρίων επιλογής αναδόχων χρησιμοποιούνται από διαφορετικούς ερευνητές και οργανισμούς-πελάτες για την αξιολόγηση των ικανοτήτων των εργολάβων, βασίζοντας την αξιολόγησή τους σε κριτήρια επιλογής (Singh & Tiong, 2006). Στον

Πίνακα4.1 συνοψίζονται τα κοινά κριτήρια επιλογής που έχουν προταθεί. Χρησιμοποιούνται μόνο γενικά θέματα όπως τα οικονομικά, η προηγούμενη απόδοση ή η προσφερόμενη τιμή αντί των αρχικών πιο ειδικών ερμηνειών τους για να συνοψίσουν πολλά διαφορετικά κριτήρια που ερμηνεύουν λίγο πολύ το ίδιο πράγμα.

Πίνακας 4-1 Προτεινόμενα κριτήρια επιλογής και αξιολόγησης

Author(s)	Selection / Evaluation criteria									
	Technical Expertise	Financial	Managerial Experience	Past Project Performance	Quoted price	Similar project experience	Quality	Workload and Capacity	Company reputation	Health & Safety
Abbasianjahromi <i>et. al.</i> (2018)	x	x	x		x	x	x		x	x
Alsugair (1999)	x	x	x							
Alzahrani & Emsley (2013)		x		x		x	x	x	x	
de Araujo <i>et. al.</i> (2017)		x	x		x	x	x			
Harald (2013)				x		x	x			
Hartmann & Caerteling (2010)	x				x		x			
Hartmann <i>et. al.</i> (2009)	x				x		x			
Hatush & Skitmore (1997)	x	x	x							x
Jennings & Holt (1998)		x		x	x	x			x	
Kumaraswamy (1996)	x	x	x			x		x		
Singh & Tiong (2006)	x	x	x	x	x	x				
Proverbs <i>et. al.</i> (1997)					x		x	x		
Waara & Bröchner (2006)	x			x			x			
Watt <i>et. al.</i> (2009)	x	x	x	x		x		x	x	

Watt <i>et. al.</i> (2010)	x		x	x	x					
Wong <i>et. al.</i> (2000)	x	x	x	x				x		x
	10	9	8	8	7	7	7	5	3	2

Κατά τον προσδιορισμό και την κατασκευή κριτηρίων αξιολόγησης, ορισμένα από τα κριτήρια είναι διαχειρίσιμα μέσω ρητρών συμβολαίου (π.χ. προδιαγραφές, σχέδια και άλλες ελάχιστες ή μέγιστες απαιτήσεις) (Mateus *et. al.*, 2010). Συνήθως, αφού πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις, η επιλογή του προμηθευτή βασίζεται μόνο στην τιμή (Asker & Cantillon, 2008). Καθώς υπάρχουν πράγματι καταχωρίσεις, δεν απαντούν στο ερώτημα πώς πρέπει να χρησιμοποιηθούν αυτά τα κριτήρια, ποια μπορούν να προτιμηθούν έναντι κάποιων άλλων ή πώς πρέπει να αξιολογούνται, να βαθμολογούνται ή να σταθμίζονται; Συνολικά, η επιλογή αναδόχου χρειάζεται μια μετάβαση από τις αντιδραστικές και στατικές αξιολογήσεις που ελέγχουν τις τεχνικές και οικονομικές δυνατότητες σε μια προληπτική και δυναμική αξιολόγηση που οδηγεί σε βελτιωμένη ποιότητα (Yasamis *et. al.*, 2002).

Οι Hartmann & Caerteling (2010) υποστηρίζουν ότι η πλειονότητα των προηγούμενων ερευνών επικεντρώθηκε στην επιλογή του κύριου εργολάβου από πελάτες κατασκευών και όχι σε επίπεδο κύριου εργολάβου – υπεργολάβου. Αυτό είναι επίσης ελκυστικό στον Πίνακα 3.2, όπου παρατίθεται η προοπτική της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιείται σε αυτή τη μελέτη. Για να αντιμετωπιστεί η κυριαρχία της προοπτικής πελάτη – κύριου εργολάβου, δόθηκε μεγαλύτερη έμφαση στην εύρεση σχετικής βιβλιογραφίας που εστιάζει στην προοπτική κύριου εργολάβου – υπεργολάβου.

Πίνακας 4-2 Έρευνα κριτηρίων επιλογής εργολάβων και ερευνητική προοπτική

Author(s)	Public / Private	Perspective	Type of criteria
Abbasianjahromi et. al. (2018)	Unstated	Main contractor → Subcontractor	Selection criteria / Framework
Alsugair (1999)	Both	Client → Main contractor	Selection criteria
Alzahrani & Emsley (2013)	Unstated	Client → Main contractor	Success factors
de Araujo et. al. (2017)	Unstated	Literature review	Selection criteria
Griffith & Headley (1997)	Unstated	Main contractor → Subcontractor	Procurement method selection
Harald (2013)	Unstated	Main contractor → Subcontractor	Selection criteria
Hartmann & Caerteling (2010)	Private	Main contractor → Subcontractor	Selection criteria
Hartmann et. al. (2009)	Private	Main contractor → Subcontractor	Selection criteria
Hatush & Skitmore (1997)	Unstated	Client → Main contractor	Selection criteria
Holt et. al. (1995)	Unstated	Client → Main contractor	Selection practices
Jennings & Holt (1998)	Private	Main contractor → Client	Selection criteria
Kumaraswamy & Matthews (2000)	Unstated	Main contractor → Subcontractor	Partnering criteria
Kumaraswamy (1996)	Public	Client → Main contractor	Selection criteria
Mbachu (2008)	Both	Main contractor → Subcontractor	Selection criteria
Singh & Tiong (2006)	Both	Client → Main contractor	Selection criteria
Proverbs et. al. (1997)	Private	Main contractor → Subcontractor	Selection criteria
Waara & Bröchner (2006)	Public	Client → Main contractor	Selection criteria
Watt et. al. (2010)	Unstated	Client → Main contractor → Subcontractor	Selection criteria
Watt et. al. (2009)	Both	Client → Main contractor	Selection criteria
Wong et. al. (2000)	Both	Client → Main contractor	Selection criteria
Yasamis et. al. (2002)	Unstated	Client → Main contractor	Quality criteria

4.2.1 Κριτήρια πολλαπλής επιλογής

Η χρήση κριτηρίων πολλαπλής επιλογής απαιτεί από τον αγοραστή να αποφασίσει σχετικά με μια διαδικασία αξιολόγησης των μη τιμολογιακών κριτηρίων (Waara & Bröchner, 2006). Σύμφωνα με τους Bergman & Lundberg (2013) υπάρχουν μόνο δύο μέθοδοι επιλογής προμηθευτή: η χαμηλότερη τιμή ή οικονομικά πιο συμφέρουσα προσφορά (Economically Most Advantageous Tender – EMAT). Η EMAT, που μερικές φορές αναφέρεται και ως MEAT, χρησιμοποιείται συχνά στη βιβλιογραφία για τις δημόσιες συμβάσεις (π.χ. Cheaitou et. al., 2018; Bergman & Lundberg, 2013; Mateus et al., 2010). Όταν προσδιορίζεται ποια προσφορά είναι η πιο συμφέρουσα από οικονομική άποψη, χρησιμοποιείται συνήθως μια μέθοδος άθροισης, όπως το σταθμισμένο άθροισμα (Mateus et al., 2010). Η EMAT μπορεί ευρύτερα να είναι ένας συνδυασμός μη τιμολογιακών παραγόντων και παραγόντων τιμής στην αξιολόγηση των προτάσεων (Lorentziadis, 2010). Με αυτόν το τρόπο, η EMAT δεν περιορίζεται μόνο στην ποιότητα και την τιμή, αλλά μπορεί επίσης να περιλαμβάνει άλλα κριτήρια που θεωρούνται σημαντικά από τον αγοραστή. Καθώς συνήθως αξιολογούνται πολλαπλά κριτήρια, το ερώτημα αφορά κατά βάση τις ανταλλαγές αξίας, στις οποίες η απόφαση βασίζεται σε αξιολογικές κρίσεις (εκτιμήσεις αξιών) για το πόσα είναι διατεθειμένος να εγκαταλείψει κάποιος για να επιτύχει κάτι σε αντάλλαγμα (Keeney, 2002).

4.2.2 Τελική τιμή

Αν και η χρήση κριτηρίων πολλαπλής επιλογής έχει αυξηθεί στην επιλογή εργολάβων κατασκευών (Waara & Bröchner, 2006; Wong et al. 2000; Jennings & Holt, 1998), ορισμένες έρευνες εξακολουθούν να δείχνουν ότι οι κύριοι εργολάβοι δεν είναι πρόθυμοι να συμβιβαστούν στην τιμή (Hartmann & Caerteling, 2010) και απρόθυμοι να πληρώσουν πριμοδότηση τιμής για ήδη αξιόπιστους προμηθευτές (Harald, 2013). Επιπλέον, προηγούμενες μελέτες δείχνουν ότι η τιμή προσφοράς είναι κυρίαρχη και στην τελική απόφαση επιλογής αναδόχου, παρά την ανάγκη για πρακτικές επιλογής πολλαπλών κριτηρίων (multicriteria selection practices - MCS) (Wong et al., 2000) και την παρότρυνση να αυξηθεί η ποιότητα ως σημαντικό χαρακτηριστικό επιλογής (Latham, 1994; Proverbs et al., 1997).

Οι κύριοι εργολάβοι έχουν πράγματι υιοθετήσει προσεγγίσεις πολλαπλών κριτηρίων στην επιλογή υπεργολάβου, αλλά η τελική επιλογή εξακολουθεί να κυριαρχείται από την τιμή

(Harald, 2013; Hartmann & Caerteling, 2010; Hartmann et al., 2009). Οι Hartmann & Caerteling (2010) ερευνήσαν τη σημασία της τιμής ως κριτήριο επιλογής και τον αντίκτυπό της στη δημιουργία μακροχρόνιων σχέσεων μεταξύ του κύριου εργολάβου και του υπεργολάβου. Τα ευρήματά τους υποδηλώνουν ότι η συμφέρουσα προσφορά (ως προς τη χαμηλή τιμή) αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τους υπεργολάβους να κερδίσουν μια αρχική προσφορά και να κερδίσουν εμπιστοσύνη μέσω παρατεταμένης σχέσης. Τα ευρήματά τους δείχνουν επίσης ότι οι κύριοι εργολάβοι προτιμούν πράγματι τη χαμηλότερη προσφορά στην επιλογή υπεργολάβου, αλλά ταυτόχρονα δεν είναι πρόθυμοι να συμβιβαστούν με την ποιότητα εάν η τιμή είναι σε ελκυστικό επίπεδο, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με προηγούμενες έρευνες που υποδηλώνουν μεγαλύτερη στροφή προς τα κριτήρια πολλαπλής επιλογής. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν από τον Harald (2013), καθώς διαπίστωσε ότι οι κύριοι εργολάβοι αξιολογούν τη χαμηλή τιμή ως μεγάλης σημασίας στην επιλογή υπεργολάβου. Σύμφωνα με τον Harald (2013), οι πιο ευαίσθητοι στην ποιότητα αγοραστές ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν μια προσαύξηση της τιμής για τους προμηθευτές ώστε να εξασφαλίσουν ένα συγκεκριμένο επίπεδο ποιότητας, όταν η κατώτερη ποιότητα ήταν πιθανό να προκαλέσει οικονομικές απώλειες. Ακόμη και έτσι, οι αγοραστές δεν ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν πριμοδότηση σε προμηθευτές με ήδη φημισμένη ποιότητα (Harold 2013). Αποτελέσματα που κυριαρχούν στην τιμή αναφέρθηκαν επίσης από προηγούμενη έρευνα του Hartmann (2009), καθώς και από τους Proverbs et. al. (1997).

Ωστόσο, η χαμηλότερη τιμή δεν είναι πάντα μια «κακή» μέθοδος επιλογής και είναι αναμφισβήτητη η μέθοδος επιλογής σε ασφαλή περιβάλλοντα με χαμηλή αβεβαιότητα ως προς την τιμή και την ποιότητα (Bergman & Lundberg, 2013). Στη φάση ανάθεσης υπεργολαβίας, η ανταγωνιστική προσφορά (δηλαδή η τιμή) ήταν το πιο σημαντικό κριτήριο για τους κύριους εργολάβους κατά την ανάθεση μιας υπεργολαβίας (Mbachu, 2008). Όμως, όταν αυξάνεται η ποιότητα άλλων διαστάσεων των προδιαγραφών ή των απαιτήσεων, ο προμηθευτής χαμηλού κόστους δεν παραμένει απαραίτητα ο προμηθευτής με το χαμηλότερο κόστος (Asker & Cantillon, 2008). Ωστόσο, η χρήση τόσο της τιμής όσο και της ποιότητας στην επιλογή προμηθευτή μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα των προμηθειών, αν και συνήθως αποτελεί πιο σύνθετη προσέγγιση (Bergman & Lundberg, 2013).

4.2.3 Βαθμολόγηση (Scoring)

Ένας κανόνας βαθμολόγησης ενεργοποιεί τη μερική αξιολόγηση της προσφοράς για κάθε κριτήριο (Mateus et al., 2010). Όταν χρησιμοποιείται ένας κανόνας βαθμολόγησης, ο αγοραστής ανακοινώνει τη μέθοδο κατάταξης των προσφορών, αναθέτοντας τη σύμβαση στον πλειοδότη με την υψηλότερη βαθμολογία (Asker & Cantillon, 2008). Για την απονομή βαθμολογίας σε έναν προμηθευτή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μέθοδοι (de Boer et al., 2006). Η συνάρτηση βαθμολόγησης μπορεί να είναι είτε αυξανόμενη είτε φθίνουσα. Όπως για παράδειγμα η βελτίωση της ποιότητας είναι λογικό να ανταμείβεται με υψηλότερη βαθμολογία, ενώ μια αύξηση στην τιμή, μια φθίνουσα κλίμακα μπορεί να είναι πιο επαρκής (Mateus et al., 2010).

Ο κανόνας βαθμολόγησης είναι επίσης είτε απόλυτος είτε σχετικός. Σε περίπτωση σχετικής μοριοδότησης, οι βαθμολογίες ορίζονται συγκρίνοντας την απόδοση της προσφοράς με άλλες προσφορές που υποβλήθηκαν (Mateus et al. 2010). Η σχετική βαθμολόγηση αναφέρεται επίσης ως ενδογενής μέθοδος βαθμολόγησης (Bergman & Lundberg 2013). Προτείνεται η χρήση απόλυτων πλεονεκτημάτων όταν τα κριτήρια αξιολόγησης είναι εύκολο να επαληθευτούν, αλλά όταν ο αγοραστής έχει ατελή γνώση του εύρους των τιμών που αναφέρονται στα κριτήρια εκτός τιμής, τα σχετικά πλεονεκτήματα είναι προτιμότερα (Waara & Bröchner 2006). Σε ορισμένες περιπτώσεις, ένα σύστημα έκπτωσης για το ποσό προσφοράς με βάση την προηγούμενη καλή απόδοση των αναδόχων έχει χρησιμοποιηθεί στην αξιολόγηση προσφορών (Kumaraswamy 1996) ως μέτρο προσαρμογής και ως μηχανισμός φήμης.

Για άλλη επιλογή εκτός από την τιμή, χρησιμοποιείται λεπτομερές αίτημα για προσφορά που καθορίζει ελάχιστα πρότυπα, μικρό σύνολο πιθανών προμηθευτών ή διαδικασίες διαπραγμάτευσης (Asker & Cantillon 2008). Σύμφωνα με τους Asker & Cantillon (2010) οι δημοπρασίες βαθμολόγησης αποδίδουν καλύτερα αποτελέσματα στην σύλληψη σημαντικών κριτηρίων επιλογής σε σύγκριση με τη διαπραγμάτευση με έναν προμηθευτή τη φορά (διαπραγμάτευση), κάτι που είναι δημοφιλές μεταξύ των επαγγελματιών.

Όσον αφορά την αξιολόγηση της ποιότητας, μια μέθοδος επιλογής προμηθευτή χρειάζεται συνήθως έναν κανόνα βαθμολόγησης, ο οποίος εκχωρεί αριθμητικές τιμές σε διαφορετικά επίπεδα ποιότητας σε μια επιλεγμένη διάσταση. ή μετατρέπει τιμές τιμής ή ποιότητας σε άλλη κλίμακα (αναφέρεται είτε βαθμολογία τιμής είτε βαθμολογία ποιότητας) (Bergman & Lundberg 2013). Για λόγους σαφήνειας προς τους προμηθευτές, τα γενικά γενικά

θέματα ποιότητας και τιμής καλό είναι να αποδομηθούν περαιτέρω σε πιο συγκεκριμένα υποκριτήρια (Mateus et. al. 2010). Για κάθε στόχο υπό αξιολόγηση, πρέπει να πραγματοποιείται ένα σαφές μέτρο που να δείχνει σε ποιο βαθμό επιτυγχάνεται (Keeney 2002). Για ποιοτικά ή διακριτά μέτρα απόδοσης Mateus et. al. (2010) προτείνουν μια άμεση αξιολόγηση ή μεθοδολογία MACBETH.

Για πρακτικούς λόγους, η μεθοδολογία MACBETH θα αγνοηθεί σε αυτή τη μελέτη, καθώς μπορεί να μην είναι τόσο διαισθητική για τους επαγγελματίες. Στην άμεση αξιολόγηση, οι μετρήσεις απόδοσης κατατάσσονται από το πιο προτιμώμενο στο λιγότερο προτιμώμενο επίπεδο ($L4 > L3 > L2 > L1$), μετά το οποίο η πιο προτιμώμενη μέτρηση ($L4$) βαθμολογείται με 100 βαθμούς και η λιγότερο ελκυστική ($L1$) 20 βαθμοί. Μια διαφορά βαθμολογίας μεταξύ δύο επιπέδων απόδοσης (π.χ. $L1$ και $L2$ στον πίνακα 3) αντιπροσωπεύει τη διαφορά στην ελκυστικότητα μεταξύ των δύο επιπέδων. Σε άλλα μέτρα απόδοσης, οι τιμές εκχωρούνται σύμφωνα με τις προτιμήσεις του αγοραστή. Για παράδειγμα, στο $L2$ μπορεί να δοθεί βαθμολογία 40 και στο $L3$ με βαθμολογία 80, υπονοώντας ότι μια βελτίωση από $L1$ σε $L2$ θεωρείται τόσο ελκυστική όσο μια βελτίωση από $L3$ σε $L4$ (20 πόντους), αλλά αντίθετα αυξάνεται από $L2$ σε $L3$ (40 πόντους) θεωρείται δύο φορές πιο ελκυστικό. (Mateus et. al. 2010)

Οι Lundberg και Bergman (2017) εξέτασαν το πρόβλημα της επιλογής μεταξύ της χαμηλότερης τιμής και των πιο περίπλοκων κανόνων βαθμολογίας, υπό την αβεβαιότητα ποιότητας και τιμής. Τα ευρήματά τους υποδηλώνουν ότι οι κανόνες βαθμολόγησης είναι πιο πιθανοί όταν ο αγοραστής λειτουργεί υπό συνθήκες αβέβαιης ποιότητας ή τιμής, ενώ χρησιμοποιεί τη μέθοδο της χαμηλότερης τιμής κάθε φορά που τα προϊόντα είναι τυποποιημένα και η ποιότητα είναι επαληθεύσιμη. Όταν σημαντικές πτυχές ποιότητας είναι μη επαληθεύσιμες και η απειλή της συρρίκνωσης της ποιότητας από τον προμηθευτή είναι πιθανή, ο αγοραστής μπορεί να μην θέλει να αποκαλύψει πλήρως τον κανόνα βαθμολόγησης στους προμηθευτές. Με αυτόν τον τρόπο, ο αγοραστής μπορεί να χρησιμοποιήσει μηχανισμό φήμης για να ανταμείψει την καλή ποιότητα απόδοσης σε παρατηρήσιμη αλλά μη επαληθεύσιμη ποιότητα. (Lundberg & Bergman 2017).

Τελικά, υπάρχουν δύο εναλλακτικές μέθοδοι βαθμολόγησης όποτε η ποιότητα εφαρμόζεται ως κριτήριο επιλογής: τιμή-προς-ποιότητα ή ποιότητα-προς-τιμή. Η βαθμολόγηση μόνο για την ποιότητα θεωρείται μια ειδική περίπτωση βαθμολόγησης τιμής-ποιότητας, καθώς τεχνικά δεν μετρά την ποιότητα σε χρηματική, αλλά σε εικονιστική κλίμακα. (Bergman & Lundberg 2013).

Όταν χρησιμοποιείται ποιότητα σε τιμή, (1) η υπέρβαση ποιότητας σε σύγκριση με τις ελάχιστες απαιτήσεις ποιότητας πρέπει να αφαιρείται από την τιμή προσφοράς ή (2) η τιμή του κενού ποιότητας σε σχέση με το απαιτούμενο επίπεδο ποιότητας (ή το προτιμώμενο μέγιστο επίπεδο ποιότητας) μπορεί να προστεθεί στην τιμή προσφοράς. Και στις δύο περιπτώσεις η μέθοδος επιλογής προμηθευτή ονομάζεται βαθμολογία ποιότητας σε τιμή ή χαμηλότερη τιμή προσαρμοσμένη στην ποιότητα. (Bergman & Lundberg 2013). Ως πρώτο βήμα στη βαθμολόγηση ποιότητας προς τιμή, η χρηματική αξία της ποιότητας που προσφέρεται από τους πλειοδότες ορίζεται ή βασίζεται στη διαφορά ποιότητας σε σύγκριση με μια ελάχιστη ή μέγιστη ποιότητα. Με άλλα λόγια, οι χρηματικές αξίες διαφορετικών κριτηρίων ποιότητας συνδυάζονται μαζί και στη συνέχεια αφαιρούνται ή προστίθενται στην τιμή προσφοράς. Σε ένα δεύτερο βήμα, αυτή η τιμή συνδυάζεται με την αρχική τιμή προσφοράς.

5. Σύνοψη – Συμπεράσματα

5.1 Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελέτησε τη διαδικασία αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτή/υπεργολάβου, δηλαδή την ανταγωνιστική προσφορά, και ως αποτέλεσμα προτείνεται η ενίσχυση της ανταγωνιστικής προσφοράς με την εκ νέου εφαρμογή των μη τιμολογιακών κριτηρίων βαθμολόγησης και πάλι στην τελική επιλογή αναδόχου. Αυτό επιτεύχθηκε μέσω του προτεινόμενου νέου πλαισίου για την επιλογή του καλύτερου υποψηφίου αναδόχου βάσει συνδυασμού βαθμολογιών τιμολογιακών και μη τιμολογιακών κριτηρίων.

Βασικά, το πρόβλημα επιλογής εργολάβου μελετήθηκε από όλες τις πλευρές. Πρώτον, αποκαλύφθηκε ότι η επιτυχία του έργου σχετίζεται ουσιαστικά με τη σωστή επιλογή του αναδόχου. Δεύτερον, τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν εκτός από τα κριτήρια τιμής για την τελική επιλογή του αναδόχου εξετάστηκαν και αναλύθηκαν διεξοδικά. Τα πιο σημαντικά και αποτελεσματικά κριτήρια εκτός τιμής ήταν η φήμη, η εμπειρία, η ικανότητα διαχείρισης, η οικονομική σταθερότητα, η τεχνική ικανότητα, η διαχείριση ποιότητας και ο έλεγχος και η επικοινωνία και οι σχέσεις.

Οι πρακτικές επιπτώσεις αυτής της μελέτης είναι η αναδιαμόρφωση της τελικής επιλογής των αναδόχων σύμφωνα με τη διαδικασία υποβολής προσφορών. Η εκ νέου εφαρμογή των βαθμολογιών των μη τιμολογιακών κριτηρίων που προέκυψαν από την τεχνική αξιολόγηση των εργολάβων και πάλι στην τελική επιλογή μπορεί να αποφέρει καλύτερη επιλογή αναδόχου, καθώς ο επιλεγμένος ανάδοχος έχει ισορροπία μεταξύ των βαθμολογιών των κριτηρίων τιμής και μη τιμολογιακών κριτηρίων, γεγονός που προβλέπεται να οδηγήσει σε καλύτερη παράδοση του έργου. Επιπλέον, ο προσδιορισμός των σημαντικότερων μη τιμολογιακών κριτηρίων για την επιλογή αναδόχου καθιερώνει ένα σύνολο μη τιμολογιακών κριτηρίων που επαληθεύεται από τη βιβλιογραφία. Είναι ενδιαφέρον ότι αυτό το σύνολο μη τιμολογιακών κριτηρίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τεχνική αξιολόγηση των εργολάβων και για τη διερεύνηση συγκεκριμένα της επίδρασης αυτών των κριτηρίων στα αποτελέσματα επιλογής αναδόχου.

5.2 Συστάσεις

Είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί ότι για την αξιολόγηση προμηθευτών/υπεργολάβων οι διαφορές στις τιμές μεταξύ των εναλλακτικών (εργολάβων) πρέπει να είναι σχετικά μικρές, έτσι ώστε η βαρύτητα των μη τιμολογιακών κριτηρίων τιμής να μπορεί να παίζει ρόλο στη διαδικασία επιλογής. Διαφορετικά, και γνωρίζοντας ότι το κριτήριο της τιμής έχει τεράστιο βάρος σε σύγκριση με τα μη τιμολογιακά κριτήρια, το κριτήριο της τιμής θα είναι πάντα κυρίαρχο. Η προτεινόμενη προσέγγιση στην παρούσα εργασία θα είναι πολύ χρήσιμη στις περιπτώσεις που οι τιμές των αναδόχων είναι κοντά μεταξύ τους, τότε τα μη τιμολογιακά κριτήρια θα έχουν αντίκτυπο στην τελική επιλογή.

Βιβλιογραφία

- Aalami, H., Moghaddam, M. and Yousefi, G. (2010). Modeling and prioritizing demand response programs in power markets. *Electric Power Systems Research*, 80(4), pp.426-435.
- Abbasianjahromi H., Sepheri M. & Abbasi O. (2018). A Decision-Making Framework for Subcontractor Selection in Construction Projects. *Engineering Management Journal*. Vol. 30, Issue 2, pp. 141 – 152.
- Abdelrahman, M., Zayed, T., & Elyamany, A. (2008). Best-Value Model Based on Project Specific Characteristics. *Journal of Construction Engineering and Management*, 134(3), 179-188. doi: doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:3(179)
- Abudayyeh, O., Zidan, S., Yehia, S. and Randolph, D. (2007). Hybrid Prequalification-Based, Innovative Contracting Model Using AHP. *Journal of Management in Engineering*, 23(2), pp.88-96.
- Afshar, A., Mariño, M., Saadatpour, M. and Afshar, A. (2010). Fuzzy TOPSIS Multi-Criteria Decision Analysis Applied to Karun Reservoirs System. *WaterResourcesManagement*, 25(2), pp.545-563.
- Afshar, M., Alipouri, Y., Sebt, M. and Chan, W. (2017). A type-2 fuzzy set model for contractor prequalification. *Automation in Construction*, 84, pp.356-366.
- Agarwal, A., and Shankar, R. (2002). Analyzing alternatives for improvement in supply chain performance. *WorkStudy*, 51(1), 32–38.
- Ahadzie, D., Proverbs, D.G., & Olomolaiye, P. (2008). Towards developing competency-based measures for construction project managers: Should contextual behaviours be distinguished from task behaviours? *International Journal of Project Management*, 26, 631-645.
- Ahmed, S.M., & Kangari, R. (1995). Analysis of Client-Satisfaction Factors in Construction Industry. *Journal of Management in Engineering*, 11, 36-44.
- Ahola T., Laitinen E., Kujala J. & Wikström K. (2008). Purchasing strategies and value creation in industrial turnkey projects. *International Journal of Project Management*. Vol. 26, Issue 1, pp. 87 – 94.
- Aiello, G., Enea, M., Galante, G. and La Scalia, G. (2008). Clean Agent Selection Approached by Fuzzy TOPSIS Decision-Making Method. *FireTechnology*, 45(4), pp.405-418.

- Albadvi, A., Chaharsooghi, S. and Esfahanipour, A. (2007). Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE. *European Journal of Operational Research*, 177(2), pp.673-683.
- Albano G., Cesi B. & Iozzi A. (2017). Public procurement with unverifiable quality: The case for discriminatory competitive procedures. *Journal of Public Economic*. Vol. 145, pp. 14 – 26.
- Al-Harbi, K. (2001). Application of the AHP in project management. *International Journal of Project Management*, 19(1), pp.19-27.
- Alhazmi, T. and McCaffer, R. (2000). Project Procurement System Selection Model. *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(3), pp.176-184.
- Alimoradi, A., Yussuf, R. and Zulkifli, N. (2011). A hybrid model for remanufacturing facility location problem in a closed-loop supply chain. *International Journal of SustainableEngineering*, 4(1), pp.16-23.
- Alsugair A. (1999). Framework for Evaluating Bids of Construction Contractors. *Journal of Management in Engineering*. Vol. 15, Issue 2, pp. 72 – 78.
- Alzahrani J. & Emsley M. (2013). The impact of contractors' attributes on construction project success: A post construction evaluation. *International Journal of Project Management*. Vol. 31, Issue 2, pp. 313 – 322.
- Amiri, M., Zandieh, M., Soltani, R. and Vahdani, B. (2009). A hybrid multi-criteria decision-making model for firms competence evaluation. *Expert Systems withApplications*, 36(10), pp.12314-12322.
- Arslan, T. (2008). A hybrid model of fuzzy and AHP for handling public assessments on transportation projects. *Transportation*, 36(1), pp.97-112.
- Asker J. & Cantillon E. (2008). Properties of scoring auctions. *RAND Journal of Economics*. Vol. 39, Issue 1, pp. 69 – 85.
- Asker J. & Cantillon E. (2010). Procurement when price and quality matter. *RAND Journal of Economics*. Vol. 41, Issue 1, pp. 1 – 34.
- Athanasopoulos, G., Riba, C. and Athanasopoulou, C. (2009). A decision support system for coating selection based on fuzzy logic and multi-criteria decision making. *Expert Systems withApplications*, 36(8), pp.10848-10853.
- Bajari P., Houghton S. & Tadelis (2014). Bidding for Incomplete Contracts: An Empirical Analysis of Adaptation Costs. *The American Economic Review*. Vol. 104, Issue 4, pp. 1288 – 1319.

- Baourakis, G. & Kourgiantakis, M., & Migdalas, A. (2002). The impact of e-commerce on agro-food marketing: The case of agricultural cooperatives, firms and consumers in Crete. *British Food Journal*. 104. 580-590. 10.1108/00070700210425976.
- Bayazit, O. (2006). Use of analytic network process in vendor selection decisions. *Benchmarking: An International Journal*, 13(5), pp.566-579.
- Baykasoglu, A., Ozbay, E., Gogus, M. and Oztas, A. (2009). Contractor selection with Multi Criteria Decision Support tools. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 4(2), p.174.
- Beach R., Webster M. & Campbell K. M. (2005). An Evaluation of Partnership development in the construction industry. *International Journal of Project Management*, Vol. 23, pp. 611 – 621.
- Behzadian, M., Kazemzadeh, R., Albadvi, A. and Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200(1), pp.198-215.
- Behzadian, M., KhanmohammadiOtaghsara, S., Yazdani, M. and Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), pp.13051-13069.
- Bendaña, R., del Caño, A. and Pilar de la Cruz, M. (2008). Contractor selection:fuzzy-control approach. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 35(5), pp.473-486.
- Bergman M. & Lundberg S. (2013). Tender evaluation and supplier selection methods in public procurement. *Journal of Purchasing & Supply Management*. Vol. 19, Issue 2, pp. 73 – 83.
- Beynon, M., & Wells, P. (2008). The lean improvement of the chemical emissions of motor vehicles based on preference ranking: A PROMETHEE uncertainty analysis. *Omega*. 36. 384-394. 10.1016/j.omega.2006.04.015.
- Bilsel, R.U., Buyukozkan, G., Ruan, D. (2006). A fuzzy preference ranking model for a quality evaluation of hospital web sites. In. *J. Intell. Syst.* 21(11), 1181–1197.
- Bobylev, N. (2011). Comparative analysis of environmental impacts of selected underground construction technologies using the analytic network process. *Automation in Construction - AUTOM CONSTR.* 20. 1030-1040. 10.1016/j.autcon.2011.04.004.

- Boran, F.E., Menlik, T., Boran, K. (2010). Multi-criteria Axiomatic Design Approach to Evaluate Sites for Grid-connected Photovoltaic Power Plants: A Case Study in Turkey. *Energy Sources Part B*, 5, 290–300.
- Brans, J.P., & Vincke, P. (1985). Preference ranking organization method for enrichment evaluations. *Management Science*, 31.
- Brans, J.P., Vincke, P., Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research* 24(2), 228-238.
- Chan, F.T.S., Ip, R.W.L., Lau, H. (2001). Integration of expert system with analytic hierarchy process for the design of material handling equipment selection system. *Journal of Materials Processing Technology* 116 (2-3), 137-145.
- Cheaitou A., Larbi R. & Housani B.A. (2018). Decision making framework for tender evaluation and contractor selection in public organizations with risk considerations. *Socio-Economic Planning Sciences*. [Article in press]. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2018.02.007>
- Chen, S.J., Hwang, C.L. (1992) *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Berlin: Springer-Verlag.
- Cheng, E. and Li, H. (2004). Contractor selection using the analytic network process. *Construction Management and Economics*, 22(10), pp.1021-1032.
- Cheng, E., Li, H. and Yu, L. (2005). The analytic network process (ANP) approach to location selection: a shopping mall illustration. *Construction Innovation*, 5(2), pp.83-98.
- Chiang, F., F. Yu, V. and Luarn, P. (2017). Construction Contractor Selection in Taiwan Using AHP. *International Journal of Engineering and Technology*, 9(3), pp.211-215.
- Chou, J., Pham, A. and Wang, H. (2013). Bidding strategy to support decision-making by integrating fuzzy AHP and regression-based simulation. *Automation in Construction*, 35, pp.517-527.
- Coelho, R. and Bouillard, P. (2005). A multicriteria evolutionary algorithm for mechanical design optimization with expert rules. *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, 62(4), pp.516-536.
- Collins, A., & Baccarini, D. (2004). Project success - A survey. *Journal of Construction Research*. 5. 211-231. 10.1142/S1609945104000152.

- Cooke-Davies, T. (2002) The “Real” Success Factors on Projects. *International Journal of Project Management*, 20, 185-190. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(01\)00067-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(01)00067-9).
- Darvish, M., Yasaei, M. and Saeedi, A. (2009). Application of the graph theory and matrix methods to contractor ranking. *International Journal of Project Management*, 27(6),pp.610-619.
- de Araujo M. C. B., Alencar L., H., & Mota C. M. M. (2017). Project procurement management: A structured literature review. *International Journal of Project Management*. Vol 35, pp. 353 – 377.
- de Boer L., Linthorst M., Schotanus F. & Telgen J. (2006). An analysis of some mistakes, miracles and myths in supplier selection. Paper presented at 15th Annual IPSERA Conference 2006, San Diego, United States.
- Diakoulaki, D. & Karangelis, F.. (2007). Multi-criteria decision analysis and cost-benefit analysis of alternative scenarios for the power generation sector in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 11. 716-727. 10.1016/j.rser.2005.06.007.
- Dodgson, J., Spackman, M., Pearman, A., & Phillips, L. (2009). Multi-criteria analysis: a manual. Enshassi, A., Mohamed, S., & Modough, Z. (2013). Contractors’ Selection Criteria:Opinions of Palestinian Construction Professionals. *International Journal of Construction Management*, 13(1), 19-37. doi:10.1080/15623599.2013.10773203
- Doloi, H. (2009). Analysis of pre-qualification criteria in contractor selection and their impacts on project success. *Construction Management and Economics*, 27(12), pp.1245-1263.
- Doloi, H., Iyer, K. and Sawhney, A. (2011). Structural equation model for assessing impacts of contractor's performance on project success. *International Journal of Project Management*, 29(6), pp.687-695.
- Emrouznejad, A., Parker, B. and Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-Economic Planning Sciences*, 42(3), pp.151-157.
- Errasti A., Beach R., Oyarbide A. & Santos J. (2007). A process for developing partnerships with subcontractors in the construction industry: An empirical study. *International Journal of Project Management*, Vol. 25, pp. 250 – 256.

- Fearne, A., Fowler, N. (2006). Efficiency versus effectiveness in construction supply chains: the danger of “lean” thinking in isolation. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 11, Issue 4, pp. 283 – 287.
- Filippo, S., Martins Ribeiro, P. and Kahn Ribeiro, S. (2007). A Fuzzy Multi-Criteria Model applied to the management of the environmental restoration of paved highways. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(6), pp.423-436.
- Fong, P. S.-W., & Choi, S. K.-Y. (2000). Final contractor selection using the analytical hierarchy process. *Construction Management and Economics*, 18(5), 547-557. doi: 10.1080/014461900407356
- Fülöp, J. (2005). *Introduction to Decision Making Methods*.
- Geldermann, J. and Rentz, O. (2005). Multi-criteria Analysis for Technique Assessment: Case Study from Industrial Coating. *Journal of Industrial Ecology*, 9(3), pp.127-142.
- Goldenberg, M. and Shapira, A. (2007). Systematic Evaluation of Construction Equipment Alternatives: Case Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(1), pp.72-85.
- Golestanifar, M., Goshtasbi, K., Jafarian, M. and Adnani, S. (2011). A multi-dimensional approach to the assessment of tunnel excavation methods. *International Journal of RockMechanics and Mining Sciences*, 48(7), pp.1077-1085.
- Grady, C., He, X. and Peeta, S. (2015). Integrating social network analysis with analytic network process for international development project selection. *Expert Systems with Applications*, 42(12), pp.5128-5138.
- Gransberg, D.D. and Barton, R.F. (2007). “Analysis of Federal Design-Build Request for Proposal Evaluation Criteria.” *Journal of Management in Engineering*, 23(2), 105-111.
- Griffith A. & Headley J. (1997). Using a weighted score model as an aid to selecting procurement methods for small building works. *Construction Management and Economics*. Vol. 15, Issue 4, pp. 341 – 348.
- Harald B. (2013). Choice of subcontractor in markets with asymmetric information: reputation and price effects. *Journal of Business & Industrial Marketing*. Vol. 28, Issue 1, pp. 60 – 71.

- Hartmann A. & Caerteling J. (2010). Subcontractor procurement in construction: the interplay of price and trust. *Supply Chain Management: An International Journal*. Vol. 15, Issue 5, pp. 354 – 362.
- Hartmann A., Yean Yng Ling F. & Tan J. (2009). Relative Importance of Subcontractor Selection Criteria: Evidence from Singapore. *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 135, Issue 8, pp. 826 – 832.
- Hatush Z. & Skitmore M. (1997). Criteria for contractor selection. *Construction Management and Economics*. Vol. 15, Issue 1, pp. 19 – 38.
- Hinze J. & Tracy A. (1994). The contractor-subcontractor relationship: the subcontractors' views. *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 2, Issue 1, pp. 274 – 287.
- Holt G. (1998). Which contractor selection methodology? *International Journal of Project Management*. Vol. 16, Issue 3, pp. 153 – 164.
- Holt G., Olomolaiye P. & Harris F. (1995). A Review of Contractor Selection Practice in the U.K. Construction Industry. *Building and Environment*. Vol. 30, Issue 4, pp. 553 – 561.
- Holt, G. D. (1998). Which contractor selection methodology? *International Journal of Project Management*, 16(3), 153-164. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(97\)00035-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(97)00035-5)
- Holt, G. D., Olomolaiye, P. O., & Harris, F. C. (1994a). Applying multi-attribute analysis to contractor selection decisions. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 1(3), 139-148. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0969-7012\(94\)90003-5](http://dx.doi.org/10.1016/0969-7012(94)90003-5)
- Hong-yan, Y. (2011). The Construction Project Bid Evaluation Based on Gray Relational Model. *ProcediaEngineering*, 15, pp.4553-4557.
- Hosny, O., Nassar, K. and Esmail, Y. (2013). Prequalification of Egyptian construction contractors using fuzzy-AHP models. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 20(4), pp.381-405.
- Hosseini Nasab, H. and MirghaniGhamsarian, M. (2015). A fuzzy multiple-criteria decision-making model for contractor prequalification. *Journal of Decision Systems*, 24(4), pp.433-448.
- Hsueh, S., Perng, Y., Yan, M. and Lee, J. (2007). On-line multi-criterion risk assessment model for construction joint ventures in China. *Automation in Construction*, 16(5), pp.607-619.

- Huang, C., Chu, P. and Chiang, Y. (2008). A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. *Omega*, 36(6), pp.1038-1052.
- Huang, X. (2011). An Analysis of the Selection of Project Contractor in the Construction Management Process. *International Journal of Business and Management*, 6(3).
- Ibadov, N. (2015). Contractor Selection for Construction Project, with the Use of Fuzzy Preference Relation. *ProcediaEngineering*, 111, pp.317-323.
- Idrus, A., Sodangi, M. and Amran, M. (2011). Decision Criteria for Selecting Main Contractors in Malaysia. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 3(12): 1358-1365.
- Ireland P. (2004). Managing appropriately in construction power regimes: understanding the impact of regularity in the project environment. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 9, Issue 5, pp. 372 – 382.
- Jafari, A. (2013). A contractor pre-qualification model based on the quality function deployment method. *Construction Management and Economics*, 31(7), pp.746-760.
- Jahanshahloo, G., Lotfi, F. and Izadikhah, M. (2006). An algorithmic method to extend TOPSIS for decision-making problems with interval data. *Applied Mathematics and Computation*, 175(2), pp.1375-1384.
- Jaskowski, P., Biruk, S. and Bucon, R. (2010). Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment. *Automation in Construction*, 19(2), pp.120-126.
- Jato-Espino, D., Castillo-Lopez, E., Rodriguez-Hernandez, J. and Canteras-Jordana, J. (2014). A review of application of multi-criteria decision making methods in construction. *Automation in Construction*, 45, pp.151-162.
- Jennings P. & Holt G. (1998). Prequalification and multi-criteria selection: a measure of contractors' opinions. *Construction Management and Economics*. Vol. 16, pp. 651 – 660.
- Ka, B. (2011). Application of Fuzzy AHP and ELECTRE to China Dry Port Location Selection. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 27(2), pp.331-353.
- Kalbar, P., Karmakar, S. and Asolekar, S. (2012). Technology assessment for wastewater treatment using multiple-attribute decision-making. *Technology in Society*, 34(4), pp.295-302.

- Kalogeras, N., Baourakis, G., Zopounidis, C. and van Dijk, G. (2005). Evaluating the financial performance of agri-food firms: a multicriteria decision-aid approach. *Journal of FoodEngineering*, 70(3), pp.365-371.
- Karasakal, E. and Aker, P. (2017). A multicriteria sorting approach based on data envelopment analysis for R&D project selection problem. *Omega*, 73, pp.79-92.
- Karsak, E. E., Sozer, S., and Alptekin, S. E. (2003). Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. *Computers & Industrial Engineering*, 44(1), 171–190.
- Keeney R. (2002). Common mistakes in making value trade-offs. *Operations research*. Vol. 50, Issue 6, pp. 935 – 945.
- Kog F. & Yaman H. (2014). A meta classification and analysis of contractor selection and prequalification. *Procedia Engineering*. Vol 85, pp. 302 – 310.
- Kog, F. and Yaman, H. (2016). A multi-agent systems-based contractor pre-qualification model. *Engineering, Construction and ArchitecturalManagement*, 23(6), pp.709-726.
- Kumaraswamy M. & Matthews J. (2000). Improved Subcontractor Selection Employing Partnering Principles. *Journal of Management in Engineering*. Vol. 16, Issue 3, pp. 47 – 57.
- Kumaraswamy M. (1996). Contractor Evaluation and Selection: A Hong Kong Perspective. *Building and Environment*. Vol. 31, Issue 3, pp. 273 – 282.
- Lai, Y., Wang, W. and Wang, H. (2008). AHP- and simulation-based budget determination procedure for public building construction projects. *Automation in Construction*, 17(5), pp.623-632.
- Lam, K., & Yu, C. (2011). A multiple kernel learning-based decision support model for contractor pre-qualification. *Automation in Construction*, 20(5), 531-536.
- Lam, K., Palaneeswaran, E. and Yu, C. (2009). A support vector machine model for contractor prequalification. *Automation in Construction*, 18(3), pp.321-329.
- Latham M. (1994). Constructing the team – Joint Government / Industry review of procurement and contractual arrangements in the U.K. construction industry. Final report, H.M.S.O., London.
- Lee, J. W., & Kim, S. H. (2001). An integrated approach for interdependent information system project selection. *International Journal of Project Management*, 19(2), 111–118.

- Lin, C., Wang, W. and Yu, W. (2008). Improving AHP for construction with an adaptive AHP approach (A3). *Automation in Construction*, 17(2), pp.180-187.
- Liu, H., Yan, T. (2007). Bidding-evaluation of construction projects based on VIKOR method, *International Conference on Automation and Logistics*, pp. 1778–1782.
- Liu, J., Lu, L., Lu, W. and Lin, B. (2013). Data envelopment analysis 1978–2010: A citation-based literature survey. *Omega*, 41(1), pp.3-15.
- Lorentziadis P. (2010). Post-objective determination of weights of the evaluation factors in public procurement tenders. *European Journal of Operational Research*. Vol. 200, pp. 261 – 267.
- Lu, S.T., Lin, C.W., Ko, P.H. (2007). Application of analytic network process (ANP) in assessing construction risk of urban bridge project, *Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control*, 2007, pp. 169–172.
- Lundberg S. & Bergman M. A. (2017). Tendering design when price and quality is uncertain. *International Journal of Public Sector Management*. Vol. 30, Issue 4, pp. 310 – 327.
- Mahdi, I. M., Riley, M. J., Fereig, S. M., & Alex, A. P. (2002). A multi-criteria approach to contractor selection. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 9(1), 29-37. doi: 10.1108/eb021204
- Mardani, A., Jusoh, A., Nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N., & Valipour, A. (2015). Multiple criteria decision-making techniques and their applications—a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*. 28. 516-571.
- Martin, H. and Daim, T. (2012). Technology roadmap development process (TRDP) for the service sector: A conceptual framework. *Technology in Society*, 34(1), pp.94-105.
- Marzouk, M. (2008). A superiority and inferiority ranking model for contractor selection. *Construction Innovation*, 8(4), pp.250-268.
- Mateus R., Ferreira J. & Carriera J. (2010). Full disclosure of tender evaluation models: Background and application in Portuguese public procurement. *Journal of Purchasing & Supply management*. Vol. 16, Issue, pp. 206 – 215.
- Mazaheri-Zadeh, Y. and Naji-Azimi, Z. (2015). Identification and Evaluation of Parameters Influencing the selection of Finance Project Contractors of Mashhad

- Water and Wastewater Company Using an AHP and Fuzzy Pramty. *Current World Environment*, 10(Special-Issue1), pp.184-192.
- Mbachu J. (2008). Conceptual framework for the assessment of subcontractors' eligibility and performance in the construction industry. *Construction Management and Economics*. Vol 26, Issue 5 pp. 471 – 484.
- Meade, L. M., & Presley, A. (2002). R&D project selection using the analytic network process. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1), 59–66.
- Naoum, S. G., & Egbu, C. (2016). Modern selection criteria for procurement methods in construction: a state-of-the-art literature review and a survey. *International Journal of Managing Projects in Business*, 9(2), 309-336. <http://dx.doi.org/10.1108/IJMPB-09-2015-0094>.
- Nassar, K. and Hosny, O. (2013). Fuzzy clustering validity for contractor performance evaluation: Application to UAE contractors. *Automation in Construction*, 31, pp.158-168.
- Nassar, K., Thabet, W. and Beliveau, Y. (2003). A procedure for multi-criteria selection of building assemblies. *Automation in Construction*, 12(5), pp.543-560.
- Ng T. & Skitmore M. (2001). Contractor Selection Criteria: A Cost-Benefit Analysis. *IEEE Transactions on Engineering Management*. Vol. 48, Issue 1, pp. 96 – 106.
- Nguyen, D.L., Ogunlana, S.O., & Thi Xuan Lan D. (2004). A study on project success factors in large construction projects in Vietnam. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 11(6): 404-413.
- Ni, Y., Zhang, L., Churchill, J. and Kokot, S. (2007). Application of high performance liquid chromatography for the profiling of complex chemical mixtures with the aid of chemometrics. *Talanta*, 72(4), pp.1533-1539.
- Nieto-Morote, A. and Ruz-Vila, F. (2012). A fuzzy multi-criteria decision-making model for construction contractor prequalification. *Automation in Construction*, 25, pp.8-19.
- Opricovic, S. and Tzeng, G. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), pp.445-455.
- Oyegoke, A. S., Dickinson, M., Khalfan, M. M. A., McDermott, P., & Rowlinson, S. (2009). Construction project procurement routes: an in - depth critique.

- International Journal of Managing Projects in Business*, 2(3), 338-354.
doi:10.1108/17538370910971018
- Özerol, G. and Karasakal, E. (2007). A Parallel between Regret Theory and Outranking Methods for Multicriteria Decision Making Under Imprecise Information. *Theory and Decision*, 65(1), pp.45-70.
- Pan, N. (2008). Fuzzy AHP approach for selecting the suitable bridge construction method. *Automation in Construction*, 17(8), pp.958-965.
- Partovi, F. Y. (2001). An analytic model to quantify strategic service vision. *International Journal of Service Industry Management*, 12(5), 476–500.
- Plebankiewicz, E. (2010). Construction contractor prequalification from polish clients' perspective. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(1), pp.57-64.
- Plebankiewicz, E. (2012). A fuzzy sets based contractor prequalification procedure. *Automation in Construction*, 22, 433-443. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2011.11.003>
- PMBOK 5th Edition , Rose, K.H. (2013), A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)—Fifth Edition. *Proj Mgmt Jrnl*, 44: e1-e1. <https://doi.org/10.1002/pmj.21345>
- Pons, O. and Aguado, A. (2012). Integrated value model for sustainable assessment applied to technologies used to build schools in Catalonia, Spain. *Building and Environment*, 53, pp.49-58.
- Proverbs D. G., Holt G. D. & Olomolaiye P. O. (1997). Factors influencing the choice of concrete supply methods. *Building research and information*. Vol. 25, Issue 3, pp. 176 – 184.
- Queiruga, D., Walther, G., González-Benito, J. and Spengler, T. (2008). Evaluation of sites for the location of WEEE recycling plants in Spain. *WasteManagement*, 28(1), pp.181-190.
- Ramezani, M., Bashiri, M. and Atkinson, A. (2011). A goal programming-TOPSIS approach to multiple response optimization using the concepts of non-dominated solutions and prediction intervals. *Expert Systems with Applications*, 38(8), pp.9557-9563.
- Ruparathne, R., & Hewage, K. (2015). Review of Contemporary Construction Procurement Practices. *Journal of Management in Engineering*, 31(3), 04014038. doi: doi:10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000279

- Saaty, T. and Tran, L. (2007). On the invalidity of fuzzifying numerical judgments in the Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling*, 46(7-8), pp.962-975.
- Saaty, T.L. (2001). Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process. In: Schmoldt, D.L., Kangas, J., Mendoza, G.A., Pesonen, M. (eds) *The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making. Managing Forest Ecosystems*, vol 3. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9799-9_2
- Sabaei, D., Erkoyuncu, J. and Roy, R. (2015). A Review of Multi-criteria Decision Making Methods for Enhanced Maintenance Delivery. *Procedia CIRP*, 37, pp.30-35.
- San Cristóbal, J. (2012). Contractor Selection Using Multicriteria Decision-Making Methods. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(6), 751-758. doi: doi:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000488
- San Cristobal, J. (2013). Critical Path Definition Using Multicriteria Decision Making: PROMETHEE Method. *Journal of Management in Engineering*, 29(2), pp.158-163.
- Seiford, L. (1996). Data envelopment analysis: The evolution of the state of the art (1978-1995). *Journal of Productivity Analysis*, 7(2-3), pp.99-137.
- Semaan, N. and Salem, M. (2017). A deterministic contractor selection decision support system for competitive bidding. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 24(1), pp.61-77.
- Shang, J. S., Tjader, Y., & Ding, Y. (2004). A unified framework for multicriteria evaluation of transportation projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 51(3), 300–313.
- Singh D. & Tiong R. (2006). Contractor Selection Criteria: Investigation of Opinions of Singapore Construction Practitioners. *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 132, Issue 9, pp. 998 – 1008.
- Singh, D., & Tiong, R. (2005). A Fuzzy Decision Framework for Contractor Selection. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(1), 62-70. doi: doi:10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:1(62)

- Skibniewski, M. and Chao, L. (1992). Evaluation of Advanced Construction Technology with AHP Method. *Journal of Construction Engineering and Management*, 118(3), pp.577-593.
- Tadelis S. (2012). Public procurement design: Lessons from the private sector. *International Journal of Industrial Organization*. Vol. 30, pp. 297 – 302.
- Taylan, O., Bafail, A.O., Abdulaal, R.M.S., Kabli, M.R. (2014) Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies. *Applied Soft Computing* 17: 105–116.
- Toor, S. and Ogunlana, S. (2010). Beyond the ‘iron triangle’: Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects. *International Journal of Project Management*, 28(3), pp.228-236.
- Topcu, Y. (2004). A decision model proposal for construction contractor selection in Turkey. *Building and Environment*, 39(4), pp.469-481.
- Vahdani, B., Mousavi, S., Hashemi, H., Mousakhani, M. and Tavakkoli-Moghaddam, R. (2013). A new compromise solution method for fuzzy group decision-making problems with an application to the contractor selection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 26(2), pp.779-788.
- van Laarhoven, P. and Pedrycz, W. (1983). A fuzzy extension of Saaty's priority theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1-3), pp.229-241.
- Vassallo J. M. (2007). Implementation of Quality Criteria in Tendering and Regulating Infrastructure Management Contracts. *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 133, Issue 8, pp. 553 – 561.
- Waara F. & Bröchner J. (2006). Price and Nonprice Criteria for Contractor Selection. *Journal of Construction Engineering and Management*. Vol. 132, Issue 8, pp. 797 – 804.
- Walraven, A., & de Vries, B. (2009). From demand driven contractor selection towards value driven contractor selection. *Construction Management and Economics*, 27(6), 597-604. doi: 10.1080/01446190902933356
- Wang, J., Xu, Y. and Li, Z. (2009). Research on project selection system of pre-evaluation of engineering design project bidding. *International Journal of Project Management*, 27(6), pp.584-599.

- Wang, W., Yu, W., Yang, I., Lin, C., Lee, M. and Cheng, Y. (2013). Applying the AHP to support the best-value contractor selection – lessons learned from two case studies in Taiwan. *Journal of Civil Engineering and Management*, 19(1), pp.24-36.
- Watt D. J., Kayis B. & Willey K. (2009). Identifying key factors in the evaluation of tenders for projects and services. *International Journal of Project Management*. Vol. 27, pp. 250 – 260.
- Watt D. J., Kayis B. & Willey K. (2010). The relative importance of tender evaluation and contractor selection criteria. *International Journal of Project Management*. Vol. 28, pp. 51 – 60.
- Wiecek, M., Matthiasehrgott, Fadel, G. and Ruifigueira, J. (2008). Multiple criteria decision making for engineering. *Omega*, 36(3), pp.337-339.
- Wong C., Holt G. & Cooper P. (2000). Lowest price or value? Investigation of UK Construction clients' tender selection process. *Construction Management and Economics*. Vol. 18, pp. 767 – 774.
- Wong, J., Li, H. and Lai, J. (2008). Evaluating the system intelligence of the intelligent building systems. *Automation in Construction*, 17(3), pp.284-302.
- Yasamis F., Arditi D. & Mohammadi J. (2002). Assessing contractor quality performance. *Construction Management and Economics*. Vol. 20, Issue 3, pp. 211 – 223.
- Yilmaz, A. and Ergonul, S. (2011). Selection of Contractors for Middle-Sized Projects in Turkey. *International Journal of Project Management* 29 (2011) 687–695.
- Yurdakul, M. (2004). AHP as a strategic decision-making tool to justify machine tool selection. *Journal of Materials Processing Technology*, 146(3), 365–376.
- Zavadskas, E. and Vilutienė, T. (2006). A multiple criteria evaluation of multi-family apartment block's maintenance contractors: I—Model for maintenance contractor evaluation and the determination of its selection criteria. *Building and Environment*, 41(5), pp.621-632.
- Zavadskas, E., Turskis, Z. and Tamošaitiene, J. (2008). Contractor selection of construction in a competitive environment. *Journal of Business Economics and Management*, 9(3), pp.181-187.
- Zhang, G., Ni, Y., Churchill, J. and Kokot, S. (2006). Authentication of vegetable oils on the basis of their physico-chemical properties with the aid of chemometrics. *Talanta*, 70(2), pp.293-300.

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.