

# Η Κοστολόγηση Τεχνικών Έργων στη Φάση της Προσφοράς ως Εργαλείο Αποτελεσματικής Διοίκησης Τεχνικών Έργων

Γιουβαντζικόγλου Ελένη

Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια ΔΧΤ/ΣΘΕΤ, ΕΑΠ

giouvantzikoglou.eleni@gmail.com,  
std169463@ac.eap.gr

Μαρία Μπακατσάκη

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια, ΔΧΤ/ΣΘΕΤ, ΕΑΠ

maria.bakatsaki@ac.eap.gr

**Περίληψη** – Στην παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία διερευνάται η διαδικασία κοστολόγησης τεχνικών έργων κατά τη φάση της υποβολής προσφοράς, με στόχο την ανάδειξη της ως δυναμικού εργαλείου λήψης αποφάσεων που θωρακίζει τη διοίκηση του έργου έναντι οικονομικών αστοχιών, αντί απλής στατικής λογιστικής καταγραφής. Μέσω συνδυασμού εκτεταμένης βιβλιογραφικής επισκόπησης σε διεθνή πρότυπα κοστολόγησης και ανάλυσης κινδύνου με τη συστηματική αξιοποίηση επαγγελματικής εμπειρίας από πραγματικά τεχνικά έργα, προσδιορίζονται οι κρίσιμες παράμετροι που διασφαλίζουν την ακρίβεια των προϋπολογισμών προσφοράς. Αναπτύσσεται μεθοδολογικό πλαίσιο τριών σταδίων —προσδιορισμός κρίσιμων παραμέτρων, συλλογή και αξιολόγηση τεchnικοοικονομικών δεδομένων, ανάλυση αποκλίσεων μεταξύ αρχικής εκτίμησης και τελικού κόστους υλοποίησης— το οποίο τεκμηριώνεται θεωρητικά μέσω αντιστοίχισης με ευρήματα πραγματικών, δημοσιευμένων μελετών και μέσω αριθμητικής επίδειξης του μαθηματικού του μηχανισμού. Τα ευρήματα αναμένεται να συμβάλουν στη χαρτογράφηση των κυριότερων παραγόντων υπέρβασης κόστους, ιδίως υπό τις σημερινές συνθήκες ανατιμήσεων υλικών, και στη διαμόρφωση ενός πρότυπου μοντέλου κοστολόγησης προσφοράς προς όφελος τεχνικών εταιρειών, project managers και φορέων υλοποίησης έργων.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Κοστολόγηση τεχνικών έργων, Φάση προσφοράς, Ανάλυση κινδύνου, Υπέρβαση κόστους, Ανατιμήσεις υλικών

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φάση της προσφοράς αποτελεί το κρίσιμότερο σημείο του κύκλου ζωής ενός τεχνικού έργου από οικονομικής άποψης, καθώς σε αυτήν καθορίζεται μια δεσμευτική τιμή για ένα αντικείμενο που δεν έχει ακόμη κατασκευαστεί, συχνά με ελλιπή ή μεταβαλλόμενα δεδομένα σχεδιασμού (Nia κ.ά., 2023· Arditi κ.ά., 2002). Παρά το γεγονός ότι η κοστολόγηση κατασκευαστικών έργων αποτελεί αντικείμενο συστηματικής έρευνας εδώ και δεκαετίες (Hegazy & Moselhi, 1995· Hamilton & Westney, 2002), η βιβλιογραφία εστιάζει κατά κύριο λόγο στον έλεγχο κόστους κατά το στάδιο της κατασκευής, με σχετικά περιορισμένη προσοχή στην προληπτική διαχείριση της φάσης της προσφοράς υπό συνθήκες έντονης οικονομικής αστάθειας.

Ως αποτελεσματική διοίκηση τεχνικών έργων νοείται, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, η ικανότητα της διοίκησης να ολοκληρώσει το έργο εντός των τριών περιορισμών του «σιδηρού τριγώνου» —χρόνου, κόστους και ποιότητας— (Barnes, 2007) διασφαλίζοντας

παράλληλα την οικονομική βιωσιμότητα της κατασκευαστικής επιχείρησης. Η τελευταία αυτή διάσταση είναι καθοριστική για τη στόχευση της εργασίας, σε συνέχεια της κριτικής του Atkinson (1999) ότι τα τρία κριτήρια του τριγώνου είναι ανεπαρκή ως μέτρο επιτυχίας: ένα έργο μπορεί να παραδοθεί εμπρόθεσμα και τεχνικά άρτια και, παρ' όλα αυτά, να αποβεί ζημιογόνο για τον ανάδοχο, εφόσον η τιμή με την οποία αναλήφθηκε ήταν εξαρχής υποεκτιμημένη. Από τις τρεις αυτές διαστάσεις, η παρούσα εργασία εστιάζει στη διάσταση του κόστους και, ειδικότερα, στο στάδιο στο οποίο αυτή καθορίζεται δεσμευτικά: τη φάση της προσφοράς.

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάδειξη της κοστολόγησης στη φάση της προσφοράς ως δυναμικού εργαλείου διοίκησης έργου, μέσω του προσδιορισμού των παραμέτρων εκείνων που διασφαλίζουν την ακρίβεια των προϋπολογισμών, τη βιωσιμότητα της κατασκευαστικής επιχείρησης και την έγκαιρη ολοκλήρωση των έργων, με ιδιαίτερη έμφαση στην επίδραση των πρόσφατων ανατιμήσεων υλικών.

Η συνεισφορά της εργασίας στην υπάρχουσα γνώση εντοπίζεται στη σύνθεση τεσσάρων διακριτών ρευμάτων της βιβλιογραφίας —ολοκλήρωση κόστους-χρονοδιαγράμματος, σύγχρονες μεθόδους κοστολόγησης, διαχείριση αβεβαιότητας/κινδύνου και το φαινόμενο των ανατιμήσεων— σε ένα ενιαίο, εφαρμόσιμο πλαίσιο, κατάλληλο για χρήση από μικρομεσαίες τεχνικές επιχειρήσεις που δεν διαθέτουν εξειδικευμένη υπολογιστική υποδομή.

Η επικαιρότητα του θέματος ενισχύεται από τη σημερινή οικονομική συγκυρία, κατά την οποία οι τιμές βασικών δομικών υλικών (χάλυβας, σκυρόδεμα, καύσιμα) παρουσιάζουν έντονη και δυσπρόβλεπτη μεταβλητότητα, καθιστώντας τις παραδοσιακές, στατικές μεθόδους κοστολόγησης ανεπαρκείς για τη διασφάλιση ρεαλιστικών προϋπολογισμών προσφοράς. Η ανάγκη αυτή καθιστά ιδιαίτερα επίκαιρη τη διερεύνηση μηχανισμών δυναμικής αναπροσαρμογής τιμών ήδη από το στάδιο σύνταξης της προσφοράς.

## II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Ακολουθείται συνδυαστική μεθοδολογία θεωρητικής και εμπειρικής διερεύνησης. Αρχικά, πραγματοποιείται

εκτενής βιβλιογραφική επισκόπηση σε διεθνή πρότυπα κοστολόγησης και ανάλυσης κινδύνου (π.χ. Nieto-Morote & Ruz-Vila, 2011· Curto κ.ά., 2024), από την οποία προκύπτουν οι κρίσιμες παράμετροι κοστολόγησης. Στη συνέχεια, περιγράφεται διαδικασία συλλογής και αξιολόγησης τεχνικοοικονομικών δεδομένων από επίσημα τιμολόγια εργασιών, προσφορές προμηθευτών και ιστορικά στοιχεία ολοκληρωμένων έργων, με διαβάθμιση της αξιοπιστίας τους ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης της εκτίμησης (Nichols, 2007). Οι κατηγορίες κόστους που προκύπτουν, μαζί με τον αντίστοιχο κίνδυνο απόκλισης, συνοψίζονται στον Πίνακα 1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. ΚΡΙΣΙΜΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ

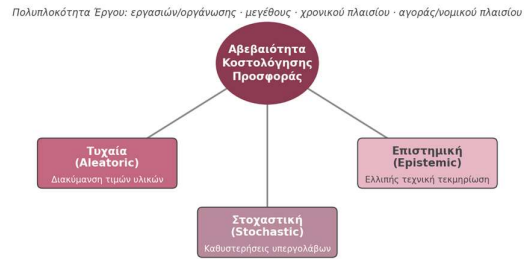
| Κατηγορία Κόστους       | Κίνδυνος Απόκλισης   |
|-------------------------|----------------------|
| Άμεσο κόστος υλικών     | Υψηλός (ανατιμήσεις) |
| Εργατικά                | Μέτριος              |
| Υπεργολαβίες            | Υψηλός               |
| Γενικά έξοδα            | Υψηλός αν εμπειρικό  |
| Αποθεματικό απροβλέπτων | Πολύ υψηλός          |

Τέλος, αναπτύσσεται μοντέλο ανάλυσης αποκλίσεων που συγκρίνει, ανά κατηγορία κόστους  $i$ , το εκτιμηθέν κόστος προσφοράς ( $C_{εκτ,i}$ ) με το πραγματικό κόστος υλοποίησης ( $C_{πραγ,i}$ ) μέσω του δείκτη  $\Delta i$  (%) =  $[(C_{πραγ,i} - C_{εκτ,i}) / C_{εκτ,i}] \times 100$ , εμπνευσμένο από προσεγγίσεις ανάλυσης δεδουλευμένης αξίας υπό αβεβαιότητα (Desse & Jekale Mengesha, 2024) και μοντελοποίησης αλληλεξαρτήσεων κονδυλίων κόστους (Khodakarami & Abdi, 2014). Το μοντέλο επικυρώνεται σε θεωρητικό επίπεδο, μέσω αντιστοίχισης των κρίσιμων παραμέτρων του με ευρήματα ήδη δημοσιευμένων εμπειρικών μελετών από διαφορετικές χώρες, και μέσω αμιγώς αριθμητικής επίδειξης του μηχανισμού του, εν αναμονή της πλήρους εμπειρικής εφαρμογής του σε πραγματικό έργο.

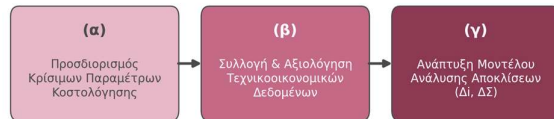
Επιπλέον, ορίζεται συνθετικός δείκτης απόκλισης έργου  $\Delta \Sigma$ , ως σταθμισμένος μέσος όρος των επιμέρους  $\Delta i$  με βάρη το ποσοστό συμμετοχής κάθε κατηγορίας στο συνολικό κόστος προσφοράς:  $\Delta \Sigma$  (%) =  $\sum (w_i \times \Delta i)$ . Ο δείκτης αυτός επιτρέπει τη συνολική αποτίμηση της απόδοσης μιας προσφοράς με ένα ενιαίο μέγεθος, διευκολύνοντας τη διαχρονική σύγκριση μεταξύ διαφορετικών έργων της ίδιας επιχείρησης. Η ταξινόμηση των παραγόντων αβεβαιότητας που λαμβάνονται υπόψη παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, ενώ η συνολική ροή της προτεινόμενης μεθοδολογίας αποτυπώνεται στο Σχήμα 2.

Οι συμβολισμοί του μοντέλου έχουν την ακόλουθη σημασία:  $i$  είναι η κατηγορία κόστους (υλικά, εργατικά, υπεργολαβίες, γενικά έξοδα, απρόβλεπτα)·  $\Sigma$  προσφ ο συνολικός προϋπολογισμός της προσφοράς·  $C_{εκτ,i}$  το εκτιμηθέν κόστος της κατηγορίας  $i$  στην προσφορά και  $C_{πραγ,i}$  το πραγματικό κόστος της κατά την υλοποίηση·  $w_i = C_{εκτ,i} / \Sigma$  η βαρύτητα της κατηγορίας στον προϋπολογισμό·  $\Delta i$  η ποσοστιαία απόκλιση της κατηγορίας  $i$ , με θετική τιμή να δηλώνει υπέρβαση και αρνητική υστέρηση δαπάνης· και  $\Delta \Sigma$  ο συνθετικός δείκτης απόκλισης του έργου, ο οποίος εκφράζει τη συνολική ποσοστιαία απόκλιση επί του προϋπολογισμού

προσφοράς και συγκρίνεται απευθείας με το ποσοστό του εργολαβικού οφέλους.



Σχήμα 1. Ταξινόμηση παραγόντων αβεβαιότητας στην κοστολόγηση προσφοράς.



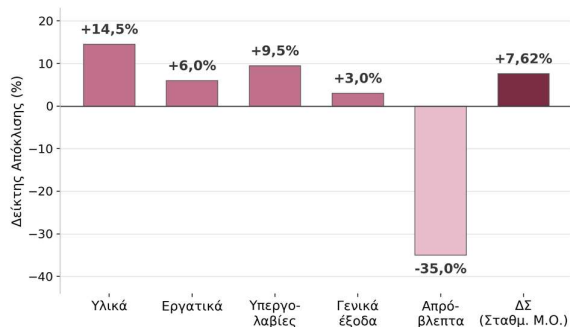
Σχήμα 2. Ροή της προτεινόμενης τριμερούς μεθοδολογίας.

### III. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ / ΠΡΟΣΛΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την ολοκλήρωση της βιβλιογραφικής ανάλυσης προκύπτει ότι οι κυριότερες κατηγορίες αιτιών υπέρβασης κόστους εντάσσονται σε τρεις άξονες: μεθοδολογικές αδυναμίες (π.χ. χρήση σταθερών, μη τεκμηριωμένων ποσοστών γενικών εξόδων και απροβλέπτων), αιτίες αγοράς (κυρίως η απρόβλεπτη μεταβλητότητα τιμών υλικών) και αιτίες διαδικασίας (περιορισμένος χρόνος σύνταξης προσφοράς, ελλιπής τεχνική τεκμηρίωση). Η αντιστοίχιση του μοντέλου με πραγματικά ευρήματα από τη διεθνή βιβλιογραφία, καθώς και η αριθμητική επίδειξη του δείκτη απόκλισης, αναδεικνύουν την κατηγορία των υλικών ως εκείνη με τη δυνητικά μεγαλύτερη επίδραση στον συνθετικό δείκτη  $\Delta \Sigma$ , εύρημα που η μελλοντική εμπειρική εφαρμογή του μοντέλου σε πραγματικά έργα αναμένεται να επιβεβαιώσει ποσοτικά. Η αντιστοίχιση των κατηγοριών κόστους του προτεινόμενου μοντέλου με ευρήματα δημοσιευμένων εμπειρικών μελετών παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.

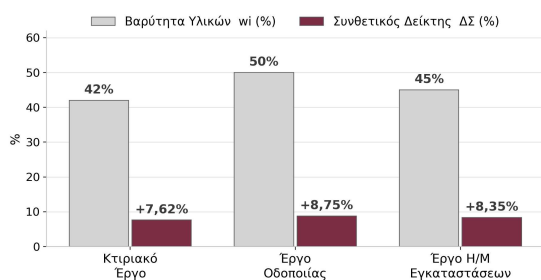
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΣΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΚΟΣΤΟΥΣ ΜΕ ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

| Κατηγορία Κόστους       | Ενδεικτική Πηγή                                           |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Υλικά / ανατιμήσεις     | Curto κ.ά. (2024)· Ammar κ.ά. (2026)                      |
| Εργατικά                | Hegazy & Moselhi (1995)· Arif κ.ά. (2015)                 |
| Υπεργολαβίες            | Han κ.ά. (2025)                                           |
| Γενικά έξοδα            | Chao (2010)· Effat κ.ά. (2026)                            |
| Αποθεματικό απροβλέπτων | Nieto-Morote & Ruz-Vila (2011)· Khodakarami & Abdi (2014) |



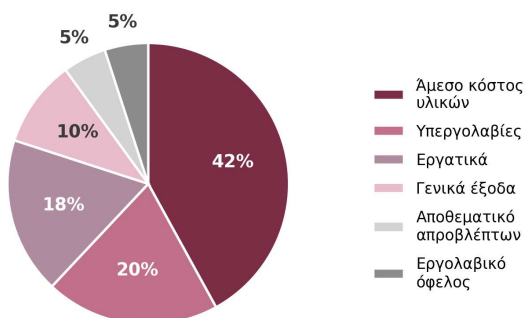
**Σχήμα 3.** Ενδεικτική αριθμητική επίδειξη αποκλίσεων ανά κατηγορία κόστους.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 3, όταν η κατηγορία υλικών —η οποία τυπικά συμμετέχει με το μεγαλύτερο ποσοστό στον προϋπολογισμό προσφοράς— εμφανίζει και τη μεγαλύτερη ποσοστιαία απόκλιση, η επίδρασή της στον συνθετικό δείκτη ΔΣ είναι δυσανάλογα μεγάλη σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες. Το εύρημα αυτό, αν επιβεβαιωθεί εμπειρικά, ενισχύει το επιχείρημα υπέρ δυναμικής, αντί σταθερής, αναπροσαρμογής τιμών ειδικά στην κατηγορία των υλικών.



**Σχήμα 4.** Ενδεικτική σύγκριση του συνθετικού δείκτη ΔΣ σε τρεις παραλλαγές τύπου έργου (κτιριακό, οδοποιίας, Η/Μ).

Η σύγκριση του Σχήματος 4, καθαρά αριθμητικού/θεωρητικού χαρακτήρα, υποδεικνύει ότι έργα με μεγαλύτερη σχετική βαρύτητα υλικών, όπως τα έργα οδοποιίας, είναι εκ κατασκευής περισσότερο εκτεθειμένα σε αποκλίσεις λόγω ανατιμήσεων, εύρημα συνεπές με τη διεθνή βιβλιογραφία για την ιδιαίτερη ευαισθησία των έργων υποδομής στην ακρίβεια αρχικής εκτίμησης.



**Σχήμα 5.** Ενδεικτική ποσοστιαία κατανομή κόστους ανά κατηγορία.

Στη βάση αυτή, αναμένεται να προταθεί πλαίσιο βέλτιστων πρακτικών που περιλαμβάνει: τη συστηματική τήρηση ιστορικών δεδομένων κόστους, τη χρήση δυναμικού (αντί σταθερού) συντελεστή αναπροσαρμογής τιμών υλικών συνδεδεμένου με δείκτες αγοράς, και την ενσωμάτωση ρητής, έστω απλοποιημένης, ανάλυσης κινδύνου στον υπολογισμό του αποθεματικού απροβλέπτων. Η υποκείμενη ποσοστιαία κατανομή κόστους, επί της οποίας υπολογίζονται οι αποκλίσεις των Σχημάτων 3 και 4, παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.

#### IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία αναδεικνύει τη φάση της προσφοράς ως στρατηγικό, και όχι απλώς λογιστικό, στάδιο της διοίκησης τεχνικών έργων, του οποίου η ορθή διαχείριση θωρακίζει την οικονομική βιωσιμότητα τόσο του έργου όσο και της κατασκευαστικής επιχείρησης. Το προτεινόμενο τριμερές μεθοδολογικό πλαίσιο (προσδιορισμός παραμέτρων – συλλογή δεδομένων – ανάλυση αποκλίσεων), τα στοιχεία συμβολής του οποίου αναλύονται στην εργασία, αποσκοπεί στη διαμόρφωση ενός λειτουργικού «πρότυπου μοντέλου κοστολόγησης προσφοράς», κατάλληλου προς αξιοποίηση από τεχνικές εταιρείες, project managers και φορείς υλοποίησης έργων στην ελληνική αγορά, ιδίως υπό τις σημερινές συνθήκες οικονομικής αστάθειας. Η εμπειρική επικύρωση του μοντέλου σε πραγματικό έργο αποτελεί το επόμενο στάδιο της έρευνας.

Ως μελλοντική έρευνα προτείνονται η εφαρμογή του πλαισίου σε δείγμα πραγματικών, ολοκληρωμένων έργων διαφορετικών κατηγοριών (κτιριακά, οδοποιίας, Η/Μ εγκαταστάσεων), η διεξαγωγή έρευνας με δομημένα ερωτηματολόγια σε μηχανικούς και project managers ελληνικών τεχνικών εταιρειών —όστε να ιεραρχηθούν οι κρίσιμες παράμετροι κοστολόγησης και να καταγραφούν οι πρακτικές που εφαρμόζονται στην ελληνική αγορά— καθώς και η διερεύνηση της δυνατότητας ενσωμάτωσης απλών εργαλείων μηχανικής μάθησης στην ελληνική αγορά τεχνικών έργων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.** ΣΥΝΟΨΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

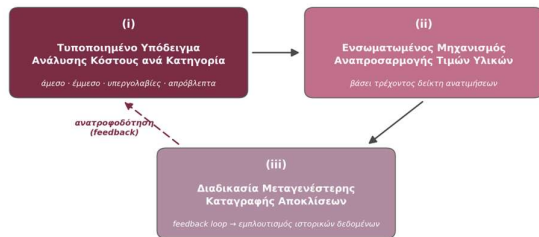
| Στρατηγική                                     | Αναμενόμενο Όφελος            |
|------------------------------------------------|-------------------------------|
| Τήρηση ιστορικών δεδομένων κόστους             | Ακρίβεια εκτιμήσεων           |
| Δυναμικός συντελεστής αναπροσαρμογής τιμών     | Μείωση απόκλισης υλικών       |
| Ρητή, απλοποιημένη ανάλυση κινδύνου            | Ρεαλιστικό αποθεματικό        |
| Πρώιμη εμπλοκή τεχνικού προσωπικού             | Βελτίωση συνολικής ακρίβειας  |
| Πλήρης τεκμηρίωση έμμεσου κόστους υπεργολαβίων | Μείωση απόκλισης υπεργολαβιών |

Οι στρατηγικές του Πίνακα 3 δεν είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους· η τήρηση ιστορικών δεδομένων τροφοδοτεί τόσο τον δυναμικό συντελεστή αναπροσαρμογής όσο και την ανάλυση κινδύνου, ενισχύοντας τη συνολική συνέργεια του προτεινόμενου πλαισίου κοστολόγησης.

Συνολικά, η παρούσα ΜΔΕ επιδιώκει να μεταφέρει την ακαδημαϊκή συζήτηση γύρω από την κοστολόγηση τεχνικών έργων από το στάδιο της κατασκευής προς το

προγενέστερο και κρίσιμότερο στάδιο της προσφοράς, συμβάλλοντας τόσο στη διεθνή βιβλιογραφία όσο και στην καθημερινή πρακτική των ελληνικών τεχνικών επιχειρήσεων.

Τα δομικά στοιχεία του προτεινόμενου «πρότυπου μοντέλου κοστολόγησης προσφοράς», όπως προκύπτουν από τη σύνθεση αυτή, αποτυπώνονται στο Σχήμα 6.



**Σχήμα 6.** Δομικά στοιχεία του προτεινόμενου «πρότυπου μοντέλου κοστολόγησης προσφοράς».

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η συγγραφέας ευχαριστεί θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα. Μαρία Μπακατσάκη για την καθοδήγηση και την στήριξη κατά την εκπόνηση της ΜΔΕ.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Ammar, T., Abdel-Monem, M. S., & El-Dash, K. M. (2026). Using factor analysis and regression technique to predict cost overrun in road network construction projects. *Scientific African*, 31, e03172.
- Arditi, D. A., Alnajjar, A., & Vingert, N. (2002). Construction cost estimating support system. *Cost Engineering*, 44(10), 17–25.
- Arif, F., Lodi, S. H., & Azhar, N. (2015). Factors influencing accuracy of construction project cost estimates in Pakistan: Perception and reality. *International Journal of Construction Management*, 15(1), 59–70.
- Atkinson, R. (1999). Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, it's time to accept other success criteria. *International Journal of Project Management*, 17(6), 337–342.
- Barnes, M. (2007). Some origins of modern project management: A personal history. *PM World Today*, 2(11).
- Chao, L. (2010). Estimating project overheads rate in bidding: DSS approach using neural networks. *Construction Management and Economics*, 28(3), 287–299.
- Curto, D., Acebes, F., Gonzalez-Varona, J. M., & Poza, D. (2024). Impact of aleatoric, stochastic and epistemic uncertainties on project cost contingency reserves. *arXiv preprint*.
- Desse, E. M., & Jekale Mengesha, W. (2024). Predicting construction cost under uncertainty using grey-fuzzy earned value analysis. *Heliyon*, 10(6), e27662.
- Effat, A., Hosny, O. A., & Dorra, E. M. (2026). An artificial neural network model for predicting the indirect cost of construction projects in Egypt. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 698, 339–353.
- Hamilton, A. C., & Westney, R. E. (2002). Cost estimating best practices. *AACE International Transactions*, EST021–EST025.
- Han, S., Lee, S., & Woo, S. (2025). A model for reflecting subcontractor's indirect costs in the estimated price of public construction project. *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 41(10), 349–357.
- Hegazy, T. M., & Moselhi, O. E. S. (1995). Elements of cost estimation: a survey in Canada and the United States. *Cost Engineering*, 37(5), 27–33.
- Khodakarami, V., & Abdi, A. (2014). Project cost risk analysis: A Bayesian networks approach for modeling dependencies between

cost items. *International Journal of Project Management*, 32(7), 1233–1245.

- Nia, S. B., Taheri, M., & Jamalpour, R. (2023). Achieving realistic cost estimates in building construction projects. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 12(3), 81–90.
- Nichols, G. D. (2007). More about cost estimating process analyzer projects. *Control (Chicago, Ill)*, 20(4), 63–65.
- Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. (2011). A fuzzy multi-criteria decision-making model for construction projects risk assessment. *International Journal of Project Management*.