

# Από το Έγγραφο στη Δομή: Ποσοτική και Ποιοτική Ανάλυση τεχνικών προδιαγραφών για τον Αρχιτεκτονικό Σχεδιασμό

**Αϊβατζίδης Ιωάννης**

Μεταπτ. Φοιτητής ΔΧΤ/ΣΘΕΤ, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, ΕΑΠ  
«Διαχείριση Τεχνικών Έργων»  
jannisaivatzidis@gmail.com · [std160666@ac.eap.gr](mailto:std160666@ac.eap.gr)

**Μαντάς Μιχαήλ**

Επιβλέπων · Μέλος ΣΕΠ ΔΧΤ/ΣΘΕΤ, Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, ΕΑΠ  
«Διαχείριση Τεχνικών Έργων»  
mantas.michail@ac.eap.gr

**Περίληψη** - Η παρούσα εργασία τοποθετείται στο πεδίο της αρχιτεκτονικής πρακτικής, στο μεταίχμιο μεταξύ σχεδιασμού, διαχείρισης κόστους και χρήσης πολυκριτηριακών εργαλείων. Εστιάζει στη φάση της προμελέτης, όπου οι αποφάσεις σχετικά με τη μορφή, τη λειτουργικότητα και τη δομική λογική παραμένουν ανοιχτές και κρίσιμες για την τελική διαμόρφωση του έργου. Η στάθμιση των παραμέτρων αυτών συχνά επισκιάζεται από την κυριαρχία του κόστους, οδηγώντας σε μονοδιάστατες αποφάσεις που στερούνται ευρύτερης τεκμηρίωσης και ενδέχεται να μειώσουν τη βιωσιμότητα ή λειτουργικότητα του έργου μακροπρόθεσμα.

Λαμβάνοντας ως αφετηρία τις συνθήκες αβεβαιότητας και πολυπλοκότητας που χαρακτηρίζουν τα πρώιμα στάδια της μελέτης η παρούσα εργασία εισηγείται ένα μεθοδολογικό πλαίσιο. Το πλαίσιο αυτό συνδυάζει το Building Information Modeling (BIM), το Bill of Quantities (BoQ) και την πολυκριτηριακή ανάλυση με τη μέθοδο Analytic Network Process (ANP).

Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η ιχνηλασιμότητα και η ακρίβεια τόσο των τεχνικών όσο και των ποσοτικών στοιχείων, τα οποία λειτουργούν ως σταθερό σημείο αναφοράς σε όλη τη διάρκεια της μελέτης.

**Λέξεις-κλειδιά:** BIM, BoQ, ANP, MCDA, BOCR, SLR, CDE, LoD 300, architectural design, early design, façade design, decision-making, sensitivity analysis

## I. Εισαγωγή

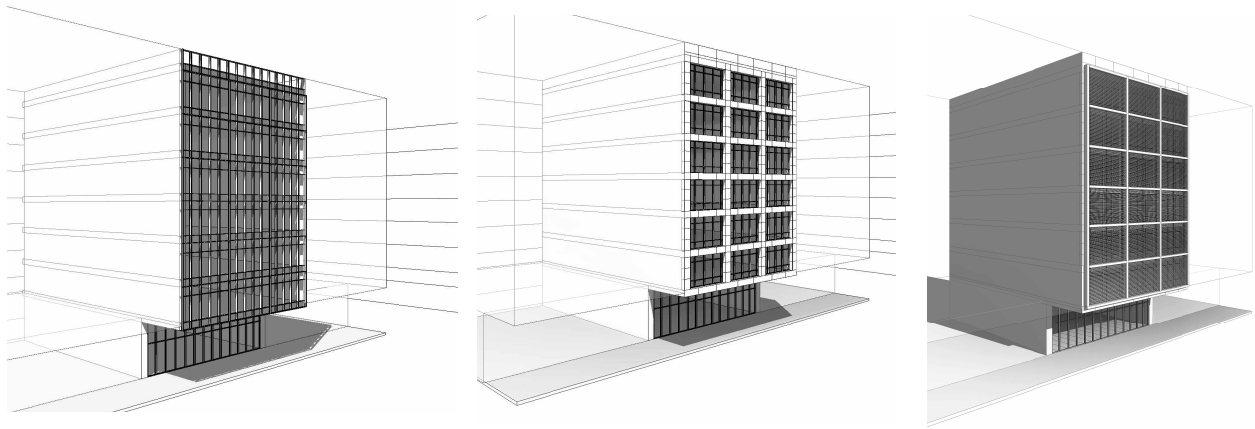
Το στάδιο της προμελέτης στην αρχιτεκτονική αποτελεί τη φάση εκείνη, στην οποία λαμβάνονται αποφάσεις που δεν περιορίζονται απλώς στη μορφολογική προσέγγιση του έργου, αλλά διέπουν εξίσου την κατασκευαστική του λογική, τη λειτουργική του απόδοση και τη συνολική επίδοσή του ως σύστημα (Al-Saggaf et al., 2022, p. 631-632). Ωστόσο, σε αυτό το

πρώιμο στάδιο, οι αποφάσεις λαμβάνονται συχνά υπό πίεση χρόνου, και ελλιπή πληροφόρηση (Mohanta & Das, 2023, p. 163-164). Κατά συνέπεια, η διαδικασία λήψης αποφάσεων τείνει να εστιάζει σε ό,τι καθίσταται πιο εύκολα μετρήσιμο — συνήθως στο άμεσο, αρχικό κόστος — παρακάμπτοντας συχνά άλλες σημαντικές παραμέτρους που θα εξασφάλιζαν τη συνολική βελτιστοποίηση και βιωσιμότητα του έργου.

Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε κατέδειξε ότι η πολυκριτηριακή ανάλυση MCDA έχει ήδη ευρεία εφαρμογή στον αρχιτεκτονικό και κατασκευαστικό σχεδιασμό. Η χρήση της εντοπίζεται πρωτίστως σε καταστάσεις όπου απαιτείται σύγκριση εναλλακτικών λύσεων, με το 83,72% των εφαρμογών να επιβεβαιώνει τα πρώιμα στάδια χρήσης της. Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι το 65,12% των ερευνών αξιοποιεί μεικτά δεδομένα, συνδυάζοντας ποσοτικές μετρήσεις και ποιοτικές κρίσεις για πιο σφαιρική αξιολόγηση.

Ωστόσο, παρά τη μερική ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων, αξιολόγησης επιδόσεων και κόστους, διαπιστώνεται ένα σημαντικό μεθοδολογικό κενό, απουσιάζει μια συνεκτική μεθοδολογική ροή που να ενώνει οργανικά το ψηφιακό μοντέλο, τη διαδικασία επιμέτρησης, την αποτύπωση του κόστους και την πολυκριτηριακή αξιολόγηση σε ένα ενιαίο και λειτουργικό workflow.

Η παρούσα εργασία εστιάζει ακριβώς σε αυτό το μεθοδολογικό κενό, προτείνοντας ένα πλαίσιο BIM-BoQ-ANP για την αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων. Η επιλογή της μεθόδου ANP είναι στρατηγική· επιλέγεται επειδή προσφέρει τη δυνατότητα ανάλυσης σύνθετων προβλημάτων, όπου τα κριτήρια, τα υποκριτήρια και οι εναλλακτικές σχετίζονται μεταξύ τους μέσω αλληλεξάρτησης και δυναμικής ανατροφοδότησης. Αυτό διαφοροποιεί σημαντικά τη μεθοδολογική προσέγγιση,



Εικόνα 1

καθώς υπερβαίνει τη γραμμική ιεραρχία της ανάλυσης και υιοθετεί ένα σύστημα αλληλεπιδράσεων, όπως αναδεικνύουν οι Saaty & Hall (1999, σσ. 1-2) και Saaty (2004, σσ. 129-130).

## II. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία αναπτύχθηκε σε δύο αλληλένδετους άξονες. Ο πρώτος ήταν η Systematic Literature Review, η οποία οργανώθηκε σύμφωνα με τις κατευθύνσεις των Tranfield, Denyer και Smart για τον σχεδιασμό, την υλοποίηση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης (Tranfield et al., 2003, p. 207). Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στις βάσεις Scopus και Web of Science για το διάστημα 2015-2025 και κατέληξε σε τελικό δείγμα 45 μελετών. Η ανάλυση έδειξε ότι το 83,72% των εφαρμογών εντοπίζεται στην προμελέτη και ότι το 65,12% των μελετών χρησιμοποιεί μεικτά δεδομένα, δηλαδή συνδυάζει ποσοτικές μετρήσεις με ποιοτικά χαρακτηριστικά.

Η σύνθεση των ευρημάτων ανέδειξε τρεις βασικές τάσεις. Πρώτον, κυριαρχούν περιβαλλοντικά, τεχνικά και οικονομικά κριτήρια, ενώ αισθητικές, χωρικές και κοινωνικοπολιτισμικές παράμετροι εμφανίζονται σαφώς πιο περιορισμένα. Δεύτερον, στις μεθόδους στάθμισης και κατάταξης υπερισχύουν η AHP και η TOPSIS, ενώ η λογική των αλληλεξαρτήσεων εμφανίζεται σαφώς λιγότερο συχνά στη βιβλιογραφία. Η ANP, παρότι λιγότερο διαδεδομένη, είναι καταλληλότερη για πολυπαραγοντικά αρχιτεκτονικά προβλήματα, όπου μια μεταβολή σε μία παράμετρο μπορεί να επηρεάσει ταυτόχρονα περισσότερες από μία διαστάσεις του συστήματος. Τρίτον, η βιβλιογραφία δείχνει ισχυρή παρουσία ψηφιακών εργαλείων και workflows στον σχεδιασμό, γεγονός που επιβεβαιώνει τον κεντρικό ρόλο του παραμετρικού σχεδιασμού και της ψηφιοποίησης.

Ο δεύτερος άξονας ήταν η ανάπτυξη και εφαρμογή του πλαισίου BIM-BoQ-ANP. Η επιλογή αυτού του σχήματος προέκυψε από το ίδιο το εύρημα της SLR: παρότι η βιβλιογραφία δείχνει επιμέρους συνδέσεις μεταξύ

ψηφιακών εργαλείων, επιδόσεων και κόστους, δεν εμφανίζει ακόμη ένα συνεκτικό workflow που να ενοποιεί το ψηφιακό μοντέλο, την επιμέτρηση, την οικονομική αποτύπωση και την πολυκριτηριακή αξιολόγηση με μια μη ιεραρχική λογική. Το BIM, το BoQ και η ANP συνδέονται ακριβώς επειδή αντιστοιχούν σε διαδοχικά και αλληλένδετα στάδια της ίδιας διαδικασίας.

Το BIM συγκροτεί το πληροφοριακό υπόβαθρο του έργου και παράγει γεωμετρικά, τεχνικά και ποσοτικά δεδομένα (Turk, 2016, pp. 275-276). Η λογική του 4D και 5D BIM καθιστά δυνατή τη σύνδεση του τρισδιάστατου μοντέλου με χρόνο και κόστος, ενώ το επίπεδο ανάπτυξης LoD 300 παρέχει επαρκή ακρίβεια ώστε το μοντέλο να τροφοδοτεί αξιόπιστα schedules και, κατ' επέκταση, BoQ (Dermot Kehily et al., 2021, pp. 16-17, 23, 43). Παράλληλα, το Common Data Environment οργανώνει την πληροφορία σε στάδια ελέγχου, κοινής χρήσης, δημοσίευσης και αρχειοθέτησης, διασφαλίζοντας ιχνηλασιμότητα και συνέπεια (John Ford & Galliford Try, 2020, pp. 9-13).

Το BoQ αποτελεί το καθοριστικό ενδιάμεσο στάδιο της οικονομικής ανάλυσης. Δεν περιορίζεται σε έναν απλό κατάλογο, αλλά λειτουργεί ως δομή μέσω της οποίας τα δεδομένα που παράγει το BIM μετασχηματίζονται σε συγκρίσιμα στοιχεία κόστους και σε ένα κοινό οικονομικό λεξιλόγιο για όλες τις εναλλακτικές. Οι ποσότητες που προκύπτουν από τα schedules δεν ενσωματώνονται απευθείας στον προϋπολογισμό, απαιτούν έλεγχο, ταξινόμηση και αντιστοίχιση με κατάλληλη δομή άρθρων, μονάδων μέτρησης και τιμών (Dermot Kehily et al., 2021, σσ. 25-27). Με αυτόν τον τρόπο, το BoQ δεν αποδίδει μόνο το αρχικό κόστος, αλλά εξασφαλίζει και ιχνηλασιμότητα ανάμεσα στο μοντέλο, στην επιμέτρηση και στην τελική οικονομική *αποτίμηση*. Επομένως, οργανώνει σε κοινό πλαίσιο τις ποσότητες, τις μονάδες μέτρησης και τις οικονομικές τιμές κάθε εναλλακτικής επιλογής,

επιτρέποντας τη διαφανή και ελέγξιμη σύγκριση των διαφόρων σεναρίων (Razali et al., 2016, σσ. 30–33).

Βάσει των παραπάνω, η ANP οργανώνει τα δεδομένα σε δίκτυο κριτηρίων και εναλλακτικών, το οποίο μπορεί να υλοποιηθεί στο περιβάλλον SuperDecisions (Adams & Saaty, 1999/2003, pp. 1–2). Το υπό διερεύνηση πρόβλημα δεν εξελίσσεται γραμμικά· μια μεταβολή σε οποιαδήποτε παράμετρο μπορεί να επιδρά ταυτόχρονα σε τεχνικές, λειτουργικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές διαστάσεις. Σε αντίθεση με τη ιεραρχική προσέγγιση της AHP, η ANP επιτρέπει την καταγραφή σχέσεων αλληλεξάρτησης και ανατροφοδότησης μεταξύ κριτηρίων και εναλλακτικών, καθιστώντας την καταλληλότερη για τη διερεύνηση σύνθετων συστημάτων (Saaty, 1999, pp. 1–2; Saaty, 2004, pp. 129–131).

Η επιλογή της ANP βασίζεται στη φύση του ίδιου του προβλήματος. Στη μελέτη περίπτωσης, η όψη εξετάζεται ως σύστημα στο οποίο μορφή, τεχνική συγκρότηση, συντήρηση, κόστος, απόδοση και δυνατότητες μελλοντικής προσαρμογής είναι αλληλένδετα. Συνεπώς, η τελική αξιολόγηση δεν θα μπορούσε να στηριχθεί σε μια απλή ιεραρχική παρουσίαση ανεξάρτητων κριτηρίων. Η ANP διευκολύνει την ενσωμάτωση τόσο των ποσοτικών δεδομένων που προκύπτουν από το BIM-BoQ, όσο και των εμπειριστωμένων αξιολογήσεων των ειδικών, προσφέροντας ένα σαφές και αξιόπιστο μοντέλο ανάλυσης που βασίζεται σε στοιχεία και τεκμηριωμένες κρίσεις.

Για τη μελέτη περίπτωσης, το δίκτυο συγκροτήθηκε στη λογική BOCR — Benefits, Opportunities, Costs, Risks — ώστε η τελική σύνθεση να αποτιμά τη σχέση οφελών, μελλοντικών δυνατοτήτων, κόστους και κινδύνων σε ένα ενιαίο σχήμα αξιολόγησης (Saaty & Hall, 1999, p.2).

### III. Αποτελέσματα

Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόστηκε συγκριτικά σε τρία εναλλακτικά σεναρία επιλογής συστήματος όψης για κτίριο γραφείων. Οι εισροές του μοντέλου αντλήθηκαν από δύο κύριες πηγές: τα ποσοτικά δεδομένα που προέκυψαν από BIM-BoQ και τα ποιοτικά δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίων ζευγικών συγκρίσεων. Τα ποιοτικά δεδομένα δεν προήλθαν από μετρήσεις, αλλά από τεκμηριωμένες απόψεις, οι οποίες εστίασαν στην αποτίμηση αρχιτεκτονικών, τεχνικών, περιβαλλοντικών παραμέτρων των εναλλακτικών συστημάτων, καθώς και στη στάθμιση του πλαισίου BOCR. Οι κρίσεις αυτές

εισήχθησαν στο λογισμικό SuperDecisions και ελέγχθηκαν ως προς τη συνοχή τους πριν από την τελική σύνθεση. Σε περιπτώσεις εντοπισμένης ασυνέπειας, ακολούθησε στοχευμένος επανέλεγχος των πινάκων, διασφαλίζοντας ότι το μοντέλο τροφοδοτήθηκε με συνεκτικές και αξιόπιστες εκτιμήσεις (Saaty, 2001, p. 17).

Για τη διασφάλιση της συγκρισιμότητας μεταξύ των εναλλακτικών, διατηρήθηκαν αμετάβλητες τόσο η γεωμετρία όσο και η διαρρύθμιση των χώρων και τα βασικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτιρίου, με μοναδική μεταβλητή τη μορφολογική διάρθρωση της όψης. Το πρώτο σενάριο (S1) αφορά αναρτημένη όψη με εμφανή κάρναβο (Curtain Wall), το δεύτερο (S2) όψη δομικού καννάβου με πλήρωση (Grid Facade), ενώ το τρίτο (S3) αφορά δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων (Fixed Louvers) (Εικόνα 1).

Σε επίπεδο αξιολόγησης, το πλαίσιο BOCR οργανώνει τα ετερογενή δεδομένα του προβλήματος σε τέσσερις κύριες διαστάσεις: τα Benefits αποτιμούν τα άμεσα πλεονεκτήματα της κάθε λύσης, οι Opportunities εστιάζουν στη λειτουργικότητα, την προσαρμοστικότητα και τη δυνατότητα μελλοντικών αναβαθμίσεων, τα Costs αφορούν τόσο το αρχικό όσο και το λειτουργικό κόστος, ενώ τα Risks καλύπτουν ζητήματα τεχνικής αστοχίας, καθυστερήσεων, υπέρβασης κόστους και προκλήσεων λειτουργίας ή συντήρησης. Μέσω αυτής της προσέγγισης, η σύγκριση των εναλλακτικών δεν περιορίζεται σε μία μόνο παράμετρο, αλλά διαμορφώνεται ως πολυπαραγοντική αποτίμηση της συνολικής απόδοσης κάθε λύσης (Saaty & Hall, 1999, p. 2).

Η ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων βασίστηκε σε πληροφορίες που αντλήθηκαν από το BIM μοντέλο μέσω schedules, οι οποίες μετατράπηκαν σε προμέτρηση και προϋπολογισμό εργασιών (BoQ) για κάθε σενάριο. Όσον αφορά το αρχικό κόστος κατασκευής, το S1 εμφανίζει τη χαμηλότερη δαπάνη (103.528,20 €), ακολουθεί το S2 (134.063,80 €), ενώ το S3 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή (238.693,20 €). Το λειτουργικό κόστος δεν προσδιορίστηκε άμεσα από το BoQ, αλλά ενσωματώθηκε μέσω δεικτών που σχετίζονται με τη διάρκεια ζωής, την ανθεκτικότητα και τις απαιτήσεις συντήρησης και λειτουργίας κάθε συστήματος.

Η τελική συνθετική ανάλυση του κυρίου δικτύου κατέταξε πρώτο το S3\_Blinds (Normal = 0,414536), δεύτερο το S2\_GridFacade (0,323640) και τρίτο το S1\_CurtainWall (0,261824). Η κατάταξη αυτή

Here are the overall synthesized priorities for the alternatives. You synthesized from the network Main Network: ANP OBCR Complex.sdm0d: ratings

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
S1_CurtainWall		0.631606	0.261824	0.551819
S2_GridFacade		0.780728	0.323640	0.682103
S3_Blinds		1.000000	0.414536	0.873675

Εικόνα 2

αντανακλά τόσο τις σταθμίσεις του μοντέλου όσο και το προφίλ επιδόσεων των επιμέρους συστημάτων: τα Benefits και οι Opportunities έλαβαν βάρος 0,375 το καθένα, ενώ τα Costs και τα Risks 0,125. Ειδικότερα, το S3 υπερέχει στους άξονες των Benefits (0,373863) και κυρίως των Opportunities (0,702228), ενώ το S1 πλεονεκτεί σε ό,τι αφορά το κόστος (0,364323) και τον κίνδυνο (0,549595). Συνεπώς, το S3 δεν υπερέχει σε όλα τα κριτήρια. Κατατάσσεται όμως πρώτο, γιατί με βάση τις προτεραιότητες του μοντέλου τα συνολικά οφέλη και οι μελλοντικές δυνατότητές του κρίθηκαν σημαντικότερα από το μεγαλύτερο κόστος και τις επιβαρύνσεις που το συνοδεύουν (Εικόνα 2).

#### IV. Συμπεράσματα

Η μελέτη περίπτωσης επιβεβαίωσε ότι, η τελική κατάταξη δεν μπορεί να αποδοθεί ως γραμμική επιλογή μεταξύ μεμονωμένων παραμέτρων. Αντίθετα, συγκροτείται ως σύνθεση αλληλεξαρτώμενων τεχνικών, λειτουργικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών δεδομένων, των οποίων η σημασία μεταβάλλεται ανάλογα με τη δομή προτεραιοτήτων του BOCR.

Η εργασία διαμορφώνει ένα συνεκτικό σχήμα αξιολόγησης, όπου το ψηφιακό μοντέλο, η επιμέτρηση, η οικονομική αποτύπωση και η συμμετοχή ειδικών εντάσσονται σε μία ενοποιημένη διαδικασία. Εντός αυτού του πλαισίου, η ανάλυση της μελέτης περίπτωσης ανέδειξε ότι η υπεροχή μιας λύσης δεν προκύπτει από τη μονοδιάστατη υπεροχή της σε όλες τις κατηγορίες, αλλά διαμορφώνεται από τη θέση της σε ένα πολυπαραγοντικό, σταθμισμένο σύστημα σχέσεων, όπου συνυπολογίζονται τα οφέλη, οι ευκαιρίες, το κόστος και οι ενυπάρχοντες κίνδυνοι.

Η μέθοδος επιτρέπει να ελέγχονται οι παραδοχές πάνω στις οποίες στηρίζεται η τελική επιλογή και να καθίστανται ρητοί οι όροι υπό τους οποίους αυτή προκύπτει. Έτσι, το προτεινόμενο σχήμα δεν λειτουργεί μόνο ως μέθοδος αξιολόγησης, αλλά ως εργαλείο τεκμηρίωσης και επανεξέτασης του σχεδιασμού ήδη από την προμελέτη, πριν οι επιλογές παγιωθούν και το κόστος των αλλαγών αυξηθεί. Παράλληλα, μπορεί να αποτελέσει βάση για περαιτέρω εφαρμογές σε άλλες κτιριακές τυπολογίες και διαφορετικές κλίμακες έργου, για σύγκριση με άλλες μεθόδους MCDA, όπως η AHP και η TOPSIS, καθώς και για διερεύνηση της διασύνδεσης BIM, GIS και MCDA σε πιο σύνθετα περιβάλλοντα σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων.

#### Βιβλιογραφία

**Adams, W. J. L., & Saaty, R. (1999).** *Super Decisions software guide.*

**Al-Saggaf, A., Hegazy, T., Nasir, H., & Taha, M. (2022).** Computerized DSS for evaluating design performance of

residential buildings using additive weighting approach. *Architectural Engineering and Design Management*, 18(5), 631–651.  
<https://doi.org/10.1080/17452007.2021.1941740>

**Ford, J., & Galliford Try. (2020).** *Information management according to BS EN ISO 19650 (1st ed.).*

**Dermot Kehily, Ruairi Hayden, Ross Griffi, & Elia González Salas. (2021).** BIM - Route for the QS into the 4D and 5D Digitised Workflow.  
<https://doi.org/10.21427/adnw-0f66>

**Mohanta, A., & Das, S. (2023).** Decision support system for the early stage of green building envelope design considering energy and maintainability. *Architectural Engineering and Design Management*, 19(2), 163–182.  
<https://doi.org/10.1080/17452007.2022.2094869>

**Razali, A., Tajudin, A., & Tajuddin, A. F. A. (2016).** *Importance and functions of bills of quantities in the construction industry: A content analysis.*

**Saaty, T. L. (2001).** Fundamentals of the analytic hierarchy process. In D. L. Schmoldt, J. Kangas, G. A. Mendoza, & M. Pesonen (Eds.), *The analytic hierarchy process in natural resource and environmental decision making* (Vol. 3, pp. 15–35). Springer Netherlands.  
[https://doi.org/10.1007/978-94-015-9799-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-015-9799-9_2)

**Saaty, T. L. (2004).** Fundamentals of the analytic network process—Dependence and feedback in decision-making with a single network. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(2), 129–157. <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0158-y>

**Saaty, T. L. (1999).** Fundamentals of the analytic network process. Paper presented at the Fifth International Symposium on the Analytic Hierarchy Process (ISAHP 1999), Kobe, Japan.

**Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003).** Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222.  
<https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>

**Turk, Ž. (2016).** Ten questions concerning building information modelling. *Building and Environment*, 107, 274–284.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.08.001>