



ΕΛΛΗΝΙΚΟ
ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

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

ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΙΒΑΤΖΙΔΗΣ

A.M: 16066

Επιβλέπων: ΜΑΝΤΑΣ ΜΙΧΑΗΛ

Αθήνα, Μάρτιος 2026

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για τη στήριξή τους σε όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας.

Τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Μιχάλη Μαντά, για την πολύτιμη καθοδήγησή του στο απαιτητικό και συχνά πολύπλοκο μονοπάτι της έρευνας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Κώστα, τον Στέλιο και τον Γιάννη για τη συμβολή τους και τις επιστημονικές τους γνώσεις, οι οποίες υπήρξαν καθοριστικές ως μέλη της ομάδας ειδικών.

Περιεχόμενα

Γλωσσάριο	10
Περίληψη	12
Abstract	13
Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή	14
Κεφάλαιο 2 – Βιβλιογραφική έρευνα	16
2.1 Σκοπός βιβλιογραφικής έρευνας	16
2.2 Μεθοδολογική προσέγγιση Systematic Literature Review (SLR)	17
2.2.1 Μεθοδολογική βάση	17
2.2.2 Επισκόπηση Σταδίων	18
2.3 Προγραμματισμός (Planning)	19
2.3.1 Ορισμός Πεδίου και Προκαταρκτική Διερεύνηση	19
2.3.2 Διαμόρφωση Ερευνητικών Ερωτημάτων (RQ1–RQ4)	20
2.3.3 Πρωτόκολλο Ανασκόπησης (Review Protocol)	21
2.4 Υλοποίηση (Conducting)	22
2.4.1 Ημερολόγιο αναζήτησης (audit trail)	22
2.4.2 Διαλογή–επιλογή μελετών	24
2.4.3 Ιχνηλασιμότητα και εξαγωγή δεδομένων	24
2.5 Παρουσίαση αποτελεσμάτων της SLR	25
2.5.1 Θεματικός χάρτης (Scopus – citation network)	25
2.5.2 Τύπος MCDA (MADM–MODM)	26
2.5.3 Μέθοδοι κατάταξης και στάθμιση κριτηρίων	27
2.5.4 Πεδία κριτηρίων	28
2.5.5 Στάδιο μελέτης και τύπος δεδομένων (πίνακες)	29
2.6 Μέθοδος σύνθεσης	30
2.6.1 Πίνακας Μεθόδων × Κριτήρια εφαρμογής	30
2.6.2 Πίνακας Κλίμακας × Χαρακτήρας διαδικασίας	30
2.7 Θεματικές περιοχές	33
2.7.1 Συμβατικές ποσοτικές προσεγγίσεις	33
2.7.2 Συμμετοχικές προσεγγίσεις με έμφαση σε ποιοτικά δεδομένα	34
2.7.3 Υβριδικά ψηφιακά–συμμετοχικά μοντέλα	34
2.7.4 Κτιριακή κλίμακα	35
2.7.5 Κλίμακα αστικού σχεδιασμού	35
2.8 Συμπεράσματα βιβλιογραφικής έρευνας	37
Κεφάλαιο 3 – Μεθοδολογικό Πλαίσιο Εφαρμογής	39
3.1 Μεθοδολογικό πλαίσιο	40
3.1.1 Η συμμετοχική διάσταση της μεθοδολογίας	40
3.1.2 Η προμελέτη ως αφετηρία κρίσιμων παραδοχών	41
3.2 BIM – Παραγωγή και οργάνωση δεδομένων	42
3.2.0 Εισαγωγή στο BIM	42
3.2.1 Workflow μελέτης περίπτωσης: πρότυπο (template) Revit και εξαγωγή πινάκων για BoQ	43
3.2.2 Autodesk Revit ως εργαλείο παραμετρικής μοντελοποίησης και παραγωγής δεδομένων	44
3.2.3 LoD – Επίπεδα Ανάπτυξης Πληροφοριών στο BIM	45
3.2.4 Κοινό Περιβάλλον Δεδομένων (CDE) και (ISO 19650)	46
3.2.5 Δημιουργία Πινάκων Επιμέτρησης (Schedules) στο Revit	48
3.2.6 Δυναμική Ενημέρωση και περιορισμοί	49

3.3 – ΒοQ: Από το μοντέλο στην επιμέτρηση και στο κόστος	50
3.3.1 Ο ρόλος του ΒοQ στη διαδικασία κοστολόγησης	50
3.3.2 Εξαγωγή επιμετρήσεων από το μοντέλο BIM στο Revit	51
3.3.3 Πρότυπο ΒοQ	51
3.4 Στρατηγική Εφαρμογής της Μεθόδου Analytic Network Process (ANP)	52
3.4.1 Στάδια Εφαρμογής της ANP	53
3.4.2 Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου Σύγκρισης κατά Ζεύγη	62
Επιλογή και διαχείριση ομάδας εμπειρογνομόνων (expert panel):	62
3.4.3 Σύνοψη μεθόδου BIM–ΒοQ–ANP	63
Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή της μεθοδολογίας – Μελέτη περίπτωσης	64
4.0 Εισαγωγή	64
4.1 Περιγραφή της μελέτης περίπτωσης	64
4.2 Σενάρια όψης S1–S3	64
4.2.1 Σενάριο S1 Αναρτημένη όψη με εμφανή κάνναβο (Curtain Wall)	65
4.2.2 Σενάριο S2 – Όψη δομικού καννάβου (Grid Facade) με πλήρωση	65
4.2.3 Σενάριο S3 – Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων (Fixed Louvers)	65
4.3 Παραγωγή και οργάνωση ποσοτικών δεδομένων: BIM → Schedules → ΒοQ	65
4.3.1 Πίνακες επιμέτρησης (Schedules)	66
4.3.2 Μετατροπή σε ΒοQ	66
4.3.3 Οικονομικά στοιχεία: αρχικό κόστος κατασκευής και κόστος λειτουργίας/συντήρησης	67
4.4 Διαμόρφωση του δικτύου (ANP) με τη χρήση προγράμματος SuperDecisions	67
4.4.1 ΒΟCΡ και ερωτηματολόγια	68
4.4.2 Δίκτυο ANP: Κύριο και Δευτερεύον δίκτυο	70
4.5 Ερωτηματολόγια και ομάδες ειδικών	75
4.5.1 Ομάδα ειδικών και κατανομή ρόλων	75
4.5.2 Μορφή κρίσεων: κλίμακα 1–9	75
4.5.3 Δομή ερωτηματολογίων	76
4.5.4 Καταχώριση και έλεγχος συνέπειας μετά την παραλαβή	77
4.6 Υπολογισμοί και έλεγχοι αξιοπιστίας	78
4.6.1 Εισροές: BIM–ΒοQ και ερωτηματολόγια	78
4.6.2 Έλεγχος Συνοχής Κρίσεων (Ασυνέπεια)	78
4.6.3 Αποτελέσματα ανά κατηγορία κριτηρίων	80
4.6.4 Συνολική Κατάταξη	81
4.6.5 Ανάλυση Ευαισθησίας (ΒΟCΡ και CAPEX–ΟΡΕΧ)	83
4.7 Ανάλυση των αποτελεσμάτων	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Συμπεράσματα και μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας	87
5.1 Κύρια ευρήματα της έρευνας	87
5.2 Περιορισμοί της μεθοδολογίας	87
5.3 Κατευθύνσεις μελλοντικής έρευνας	87
5.4 Σύνοψη των τελικών ευρημάτων	88
Βιβλιογραφία	89
Παραρτήματα	93
Παράρτημα 1	94
Προκαταρκτική Έρευνα	94
Παράρτημα 2	97
Κατάλογος Βιβλιογραφίας	97
Παράρτημα 3	121
Επιλεγμένες Μελέτες	121
Παράρτημα 4	124
Πρότυπο Ερωτηματολόγιο	124

Παράρτημα 5	126
Ερωτηματολόγια	126
Σχέδια	148
Παράρτημα 6	154
Τεύχος ΒΟQ	154

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 – Θεματικός χάρτης Scopus – citation network	25
Εικόνα 2 – Ιδιότητες και παράμετροι οικοδομικού στοιχείου	43
Εικόνα 3 – Ιεραρχική δομή στοιχείων στο Revit	44
Εικόνα 4 – Shared Parameters στο Revit	44
Εικόνα 5 – Επίπεδα ανάπτυξης πληροφορίας LOD 100–500	45
Εικόνα 6 – Material Takeoff στο Revit	48
Εικόνα 7 – Γραμμική ιεραρχία AHP	51
Εικόνα 8 – Δικτυακή δομή με εσωτερικές και εξωτερικές αλληλεξαρτήσεις ANP	52
Εικόνα 9 – Παράθυρο αποτελεσμάτων supermatrix στο SuperDecisions	53
Εικόνα 10 – Κύριο δίκτυο ANP: GOAL – BOCR – ALTERNATIVES	71
Εικόνα 11 – Υποδίκτυο B_Benefits	71
Εικόνα 12 – Υποδίκτυο C_Costs	72
Εικόνα 13 – Υποδίκτυο O_Opportunities	73
Εικόνα 14 – Υποδίκτυο R_Risks	74
Εικόνα 15 – Συνολική σύνθεση Main Network (Normals)	81
Εικόνα 16 – Σύνθεση υποδικτύου O_Opportunities	82
Εικόνα 17 – Σύνθεση υποδικτύου B_Benefits	82
Εικόνα 18 – Σύνθεση υποδικτύου R_Risks	82
Εικόνα 19 – Σύνθεση υποδικτύου C_Costs	82

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1	– Πρωτόκολλο ανασκόπησης	23
Πίνακας 2	– Ημερολόγιο αναζήτησης	23
Πίνακας 3	– Στάδιο μελέτης εφαρμογής της MCDA	29
Πίνακας 4	– Τύπος δεδομένων στις μελέτες της SLR	29
Πίνακας 5	– Οικογένειες μεθόδων MCDA x ομάδες κριτηρίων	31
Πίνακας 6	– Κλίμακα εφαρμογής x χαρακτήρας διαδικασίας	31
Πίνακας 7	– Βασικά πεδία προτύπου BoQ και λειτουργία τους	51
Πίνακας 8	– Αντιστοίχιση θεματικών οικογενειών κριτηρίων στις κατηγορίες BOCR	55
Πίνακας 9	– Τύπος δεδομένων ανά θεματική οικογένεια κριτηρίων	56
Πίνακας 10	– Ενδεικτική κωδικοποίηση θεματικών συστοιχιών	56
Πίνακας 11	– Μεταβολή ερωτήματος ανά κατεύθυνση επιρροής	57
Πίνακας 12	– Πίνακας τριών στηλών για σχέσεις επιρροής συστοιχιών	58
Πίνακας 13	– Πρότυπο πίνακα ζευγικών συγκρίσεων στοιχείων	59
Πίνακας 14	– Πρότυπο πίνακα Cluster Weights Matrix	59
Πίνακας 15	– Γενική μορφή υπερπίνακα επιρροών	60
Πίνακας 16	– Χαρακτηρισμός οριακού υπερπίνακα ως προς την πολλαπλότητα ιδιοτιμών	61
Πίνακας 17	– Βασικά πεδία εξαγόμενου schedule από το Revit (ενδεικτική δομή CSV)	66
Πίνακας 18	– Πλαίσιο BOCR: κριτήρια, κόμβοι και υπεύθυνοι ρόλοι (από το μοντέλο)	69
Πίνακας 19	– Σύνοψη ελέγχων (πλήθος πινάκων και πίνακες προς επανέλεγχο)	78
Πίνακας 20	– Αναλυτικός κατάλογος inconsistency ανά πίνακα	79
Πίνακας 21	– Βάρη BOCR (από Project Manager)	80
Πίνακας 22	– Συνολική κατάταξη	81
Πίνακας 23	– Κατάταξη ανά BOCR	82
Πίνακας 24	– Switching points ανάλυσης ευαισθησίας ως προς τα βάρη BOCR	83

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 – Κατανομή μελετών ως προς τον τύπο MCDA (MADM–MODM)	26
Διάγραμμα 2 – Μέθοδοι αξιολόγησης / κατάταξης	27
Διάγραμμα 3 – Μέθοδοι στάθμισης κριτηρίων	27
Διάγραμμα 4 – Πεδία κριτηρίων στις μελέτες της SLR	28
Διάγραμμα 5 – Σχήμα σύνδεσης BIM–BoQ–ANP	39
Διάγραμμα 6 – Ρόλοι στη διαδικασία λήψης απόφασης	40
Διάγραμμα 7 – Διάγραμμα MacLeamy	41
Διάγραμμα 8 – Στάδια πληροφορίας στο CDE (WIP – Shared – Published – Archive)	46
Διάγραμμα 9 – Λειτουργία του CDE ως κεντρικού σημείου αναφοράς	47
Διάγραμμα 10 – Βασικές λειτουργίες 5D BIM στην κοστολόγηση	49
Διάγραμμα 11 – Ευαισθησία ως προς B_Benefits	84
Διάγραμμα 12 – Ευαισθησία ως προς R_Risks	84
Διάγραμμα 13 – Ευαισθησία ως προς C_Costs	84
Διάγραμμα 14 – Ευαισθησία ως προς O_Opportunities	84
Διάγραμμα 15 – Ευαισθησία ως προς C1_CAPEX	84
Διάγραμμα 16 – Ευαισθησία ως προς C2_OPEX	85

Γλωσσάριο:

- **4D** — διάσταση χρόνου / χρονοπρογραμματισμός (BIM)
- **5D** — διάσταση κόστους / κοστολόγηση (BIM)
- **AHP (Analytic Hierarchy Process)** — Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία (ιεράρχηση με ζευγικές συγκρίσεις)
- **ANP (Analytic Network Process)** — Αναλυτική Δικτυακή Διαδικασία (επέκταση του AHP με αλληλοσυσχετίσεις)
- **As-Built** — Υλοποιημένα σχέδια
- **audit trail** — ημερολόγιο καταγραφής ενεργειών
- **author-centric** — (οργάνωση βιβλιογραφικής επισκόπησης ανά συγγραφέα)
- **BEM (Building Energy Modeling)** — μοντελοποίηση ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίου
- **BIM (Building Information Modeling)** — Μοντελοποίηση Πληροφοριών Κτιρίου
- **BoQ (Bill of Quantities)** — Πίνακας Ποσοτήτων / Προμέτρηση – Προϋπολογισμός
- **BPS (Building Performance Simulation)** — προσομοίωση απόδοσης κτιρίου
- **CAD (Computer-Aided Design)** — Σχεδίαση με Υπολογιστή
- **CDE (Common Data Environment)** — Κοινό Περιβάλλον Δεδομένων
- **citation network** — δίκτυο παραπομπών / αναφορών
- **clusters** — ομάδες / συστάδες όρων ή θεμάτων (π.χ. θεματικοί χάρτες)
- **concept-centric** — εννοιοκεντρικός (η επισκόπηση οργανώνεται γύρω από έννοιες)
- **concept design** — στάδιο εννοιολογικού σχεδιασμού
- **concept matrix** — πίνακας/μήτρα εννοιών
- **Conducting** — στάδιο «Υλοποίηση» σε SLR
- **DOI (Digital Object Identifier)** — ψηφιακό αναγνωριστικό εγγράφου
- **EDMS (Electronic Document Management System)** — Ηλεκτρονικό Σύστημα Διαχείρισης Εγγράφων
- **Entropy** — εντροπία (ως βάση υπολογισμού βαρών για κριτήρια)
- **EWM (Entropy Weight Method)** — Μέθοδος Βαρών Εντροπίας
- **Excel** — Microsoft Excel, λογιστικά φύλλα
- **expert panel** — ομάδα ειδικών / εμπειρογνομόνων
- **filters** — φίλτρα (π.χ. περιορισμοί στις βάσεις δεδομένων)
- **GA (Genetic Algorithm)** — γενετικός αλγόριθμος
- **geometric primitives** — βασικά γεωμετρικά στοιχεία / οντότητες
- **GIS (Geographic Information System)** — Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών
- **ID** — αναγνωριστικός αριθμός (π.χ. σε βάση δεδομένων)
- **ISO 19650** — πρότυπο διαχείρισης πληροφοριών για BIM
- **keywords** — λέξεις-κλειδιά
- **LCA (Life Cycle Assessment)** — Ανάλυση Κύκλου Ζωής (περιβαλλοντική εκτίμηση)
- **LCC (Life Cycle Costing)** — Κοστολόγηση Κύκλου Ζωής
- **lines** — γραμμές (ως γεωμετρικές οντότητες)
- **LoD/LOD (Level of Development)** — Επίπεδο Ανάπτυξης ή Λεπτομέρειας (στο BIM)
- **MADM (Multi-Attribute Decision Making)** — λήψη απόφασης βάσει πολλών χαρακτηριστικών (για διακριτές επιλογές)
- **MODM (Multi-Objective Decision Making)** — λήψη απόφασης με πολλαπλούς στόχους (βελτιστοποίηση)
- **MAUT (Multi-Attribute Utility Theory)** — Θεωρία Χρησιμότητας Πολλαπλών Χαρακτηριστικών
- **MCDA (Multi-Criteria Decision Analysis)** — Πολυκριτηριακή Ανάλυση Αποφάσεων
- **MCDM (Multi-Criteria Decision Making)** — Πολυκριτηριακή Λήψη Αποφάσεων
- **NSGA-II (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm II)** — εξελιγμένος γενετικός αλγόριθμος πολλαπλών στόχων
- **NSGA-II/GA** — αναφορά σε συνδυασμό των προαναφερόμενων αλγορίθμων
- **parametric** — παραμετρική μοντελοποίηση
- **pairwise comparisons** — συγκρίσεις ανά ζεύγη

- **peer-reviewed journal articles** — άρθρα περιοδικών με επιστημονική κρίση
- **points** — σημεία (γεωμετρικές οντότητες)
- **post-occupancy surveys** — έρευνες μετά τη χρήση
- **Published** — στάδιο «Δημοσιευμένο/Έκδοση προς χρήση» (CDE)
- **query** — ερώτημα αναζήτησης
- **Revit** — Autodesk Revit (λογισμικό BIM)
- **Reporting** — στάδιο «Αναφορά & Τεκμηρίωση» (SLR)
- **SAW (Simple Additive Weighting)** — Απλή Προσθετική Στάθμιση
- **Schedules** — Πίνακες Επιμέτρησης ή Πληροφοριών (στο Revit)
- **Material Takeoff** — Εξαγωγή ποσοτήτων υλικών (στο Revit)
- **Scopus** — βάση βιβλιογραφικών δεδομένων (Scopus)
- **Shared** — στάδιο «Κοινή Χρήση» (CDE)
- **SLR (Systematic Literature Review)** — Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση
- **SuperDecisions** — λογισμικό AHP/ANP
- **template** — πρότυπο αρχείο ή μοντέλο (π.χ. πρότυπο στο Revit)
- **TOPSIS** — μέθοδος κατάταξης βάσει εγγύτητας στην ιδανική λύση
- **UTA (Utilités Additives)** — οικογένεια μοντέλων πρόσθετης χρησιμότητας
- **VIKOR** — μέθοδος συμβιβαστικής κατάταξης
- **Web of Science** — βάση βιβλιογραφικών δεδομένων (Web of Science)
- **workflow** — ροή εργασίας
- **Work Breakdown Structure (WBS)** — Δομή Ανάλυσης Εργασιών
- **Work in Progress (WIP)** — στάδιο «Υπό Εξέλιξη» (CDE)
- **WSM (Weighted Sum Model)** — Μοντέλο Σταθμισμένου Αθροίσματος
- **Choquet** — όρος “Choquet” (συναθροίσεις / μοντελοποίηση αλληλεπιδράσεων κριτηρίων)
- **fuzzy** — ασαφής, σχετικός με τη θολή λογική (fuzzy logic)
- **geometry-performance-MCDA** — ροή εργασίας «γεωμετρία-απόδοση-MCDA» (σε παραμετρικές ή υπολογιστικές προσεγγίσεις)

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εντάσσεται στο πεδίο της αρχιτεκτονικής πρακτικής, στη συνάντηση του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού με τα οικονομοτεχνικά δεδομένα του έργου και τα εργαλεία πολυκριτηριακής αξιολόγησης. Αντικείμενό της είναι η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του ψηφιακού μοντέλου BIM, των πινάκων επιμέτρησης και κόστους (BoQ) και της αξιολόγησης σχεδιαστικών λύσεων.

Σε αυτό το πλαίσιο, η εργασία προτείνει ένα μεθοδολογικό σχήμα που συνδέει το Building Information Modeling (BIM), το Bill of Quantities (BoQ) και την πολυκριτηριακή ανάλυση MCDA μέσω της μεθόδου Analytic Network Process (ANP). Το BIM λειτουργεί ως το πρωτογενές υπόβαθρο του έργου, το BoQ ως μηχανισμός επιμέτρησης και οικονομικής αποτύπωσης, και η ANP ως μέθοδος σύνθεσης ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων, καθώς και κατευθύνσεων που προκύπτουν από τη συμμετοχή ειδικών. Η επιλογή της ANP βασίζεται στη δυνατότητά της να αποτυπώνει αλληλεξαρτήσεις μεταξύ κριτηρίων, στοιχείο κρίσιμο για αρχιτεκτονικά προβλήματα όπου η μορφή, η τεχνική λογική, η συντήρηση, το κόστος και οι μελλοντικές δυνατότητες του έργου δεν λειτουργούν ανεξάρτητα.

Η έρευνα αναπτύσσεται σε δύο βασικούς άξονες. Ο πρώτος είναι η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση (SLR), η οποία εξετάζει τη χρήση μεθόδων MCDA στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και κατασκευή, με έμφαση στα είδη κριτηρίων και στα στάδια εφαρμογής, ενώ ο δεύτερος άξονας εστιάζει στην σύνθεση της προτεινόμενης μεθοδολογίας και την εφαρμογή της σε ένα αρχιτεκτονικό πρόβλημα.

Στόχος είναι να διερευνηθεί πώς το BIM, το BoQ και η ANP μπορούν να λειτουργήσουν συνδυαστικά ως εργαλείο υποστήριξης του σχεδιασμού, ενισχύοντας την τεκμηρίωση και τη συνοχή της διαδικασίας λήψης αποφάσεων.

Abstract

This thesis is situated within the field of architectural practice, at the intersection of architectural design, project-economic parameters, and multicriteria evaluation tools. Its primary focus is to investigate the relationship between the digital BIM model, Bills of Quantities and Costs (BoQ), and the assessment of alternative design solutions.

Within this context, the thesis proposes a methodological framework that integrates Building Information Modeling (BIM), the Bill of Quantities (BoQ), and multicriteria decision analysis (MCDA) through the Analytic Network Process (ANP) method. BIM serves as the foundational digital environment for the project, BoQ functions as the mechanism for measurement and economic representation, while ANP provides a means to synthesize both quantitative and qualitative data, as well as expert-driven directions, into a unified evaluation framework. The selection of ANP is justified by its capacity to capture interdependencies among criteria—a critical aspect in architectural problems, where form, technical rationale, maintenance, cost, and future potential are inherently interconnected.

The research unfolds along two principal axes. The first is a systematic literature review (SLR), which examines the application of MCDA methods in architectural and construction design, with emphasis on the types of criteria, stages of implementation, and the integration of qualitative and quantitative data. The second axis focuses on the synthesis of the proposed methodology and its application to an architectural case study, specifically the selection of a façade system for a six-storey office building.

The aim is to investigate how BIM, the BoQ, and ANP can operate in combination as a design support tool, strengthening the documentation and coherence of the decision-making process.

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή

Στην αρχιτεκτονική, ο σχεδιασμός δεν αφορά μόνο τη μορφή και τη χρήση του έργου, αλλά εξελίσσεται ως μια παραμετρική διαδικασία, μέσα στην οποία συνδέονται η μορφή, η κατασκευαστική λογική και η λειτουργία. Η διάσταση αυτή γίνεται ιδιαίτερα εμφανής στην προμελέτη, όπου οι βασικές παράμετροι του σχεδιασμού παραμένουν ακόμη ανοιχτές και, γι' αυτό, **κάθε χειρισμός μπορεί να επηρεάσει ουσιαστικά την εξέλιξη της μελέτης** (Al-Saggaf et al., 2022a, p. 631).

Παρ' όλα αυτά, στην πράξη οι αποφάσεις λαμβάνονται συχνά υπό **πίεση χρόνου, με ελλιπή πληροφόρηση και σε συνθήκες αυξημένης αβεβαιότητας** (Mohanta & Das, 2023a, p. 164). Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, **το κόστος τείνει συχνά να λειτουργεί ως το πιο άμεσο και κυρίαρχο κριτήριο**, ενώ οι λειτουργικές, τεχνικές, περιβαλλοντικές και αρχιτεκτονικές συνέπειες μιας επιλογής δεν εντάσσονται με την ίδια σαφήνεια στη διαδικασία αξιολόγησης. Έτσι, η απόφαση μετατοπίζεται συχνά προς ό,τι είναι πιο εύκολα μετρήσιμο, και όχι αναγκαστικά προς ό,τι είναι συνολικά προσφορότερο για το έργο. Μια λύση που εμφανίζεται αρχικά οικονομική μπορεί τελικά να συνεπάγεται **αυξημένες δυσκολίες συντήρησης, μικρότερη ανθεκτικότητα ή υποβάθμιση της χωρικής και περιβαλλοντικής ποιότητας**.

Η παρατήρηση αυτή αποτέλεσε την αφετηρία της παρούσας έρευνας. Η εργασία ξεκινά από ένα πρακτικό πρόβλημα της αρχιτεκτονικής: **Πώς μπορούν να υποστηριχθούν οι κρίσιμες σχεδιαστικές επιλογές μέσα από ένα πλαίσιο που να συνδέει τα δεδομένα του σχεδιασμού, την επιμέτρηση, το κόστος και την αξιολόγηση των εναλλακτικών;** Το ερώτημα αυτό γίνεται ακόμη πιο σύνθετο όταν το αντικείμενο των διαθέσιμων επιλογών, δεν είναι ένα μεμονωμένο τεχνικό στοιχείο, αλλά **ένα σύνθετο σύστημα**. Εκεί, η μορφή, η τεχνική συγκρότηση, η ενεργειακή συμπεριφορά, η επιμέτρηση, το κόστος και η εμπειρία του χρήστη δεν λειτουργούν ανεξάρτητα, αλλά **αλληλοσυσχετίζονται**.

Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση που προηγήθηκε έδειξε ότι **η πολυκριτηριακή ανάλυση αποφάσεων (MCDA) έχει ήδη αξιοποιηθεί ευρέως** στον αρχιτεκτονικό και κατασκευαστικό κλάδο, ιδίως σε προβλήματα όπου απαιτείται σύνθεση ποσοτικών και ποιοτικών κριτηρίων. Ταυτόχρονα, όμως, ανέδειξε και **ένα σαφές μεθοδολογικό κενό**: παρότι υπάρχουν επιμέρους προσεγγίσεις που συνδέουν ψηφιακά εργαλεία, προσομοιώσεις, επιδόσεις και κόστος, **εξακολουθεί να απουσιάζει ένα συνεκτικό workflow** που να ενσωματώνει, ήδη από την προμελέτη, το ψηφιακό μοντέλο, την επιμέτρηση, την οικονομική αποτύπωση και την πολυκριτηριακή αξιολόγηση μέσα στην ίδια λογική ακολουθία.

Η παρούσα εργασία τοποθετείται σε αυτό το μεθοδολογικό κενό. Στόχος της είναι να διερευνήσει **ένα πλαίσιο υποστήριξης λήψης αρχιτεκτονικών αποφάσεων**, το οποίο να συνδέει το ψηφιακό μοντέλο, την επιμέτρηση, το κόστος και την πολυκριτηριακή αξιολόγηση μέσα στην ίδια λογική ακολουθία. Για τον σκοπό αυτό εξετάζεται **ένα τριμερές σχήμα BIM-BoQ-ANP**. Το BIM λειτουργεί ως κοινό πληροφοριακό υπόβαθρο του έργου (Dermot Kehily et al., 2021, p. 9), το BoQ ως γέφυρα από το μοντέλο στην επιμέτρηση και στην οικονομική αποτύπωση (Nguyen et al., 2022a, p. 12), και το ANP ως η μέθοδος μέσω της οποίας μπορούν να οργανωθούν ποσοτικά δεδομένα και κρίσεις ειδικών. Η επιλογή της ANP συνδέεται με τη φύση του ίδιου του προβλήματος, καθώς επιτρέπει **τη μελέτη σχέσεων αλληλεξάρτησης μεταξύ κριτηρίων** σε περιπτώσεις όπου η αρχιτεκτονική απόφαση δεν αναπτύσσεται γραμμικά (Saaty, 2004, p. 2).

Η εργασία οργανώνεται γύρω από **μελέτη περίπτωσης που αφορά το σύστημα όψης κτιρίου γραφείων**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα εξετάζονται **τρία εναλλακτικά σενάρια όψης**, τα οποία διατηρούν κοινό αρχιτεκτονικό υπόβαθρο αλλά διαφοροποιούνται ως προς το σύστημα κελύφους. Η επιλογή αυτής της περίπτωσης επιτρέπει να εξεταστεί **ένα σύνθετο αρχιτεκτονικό ζήτημα**, όπου συνυφαίνονται τεχνικές, οικονομικές και ποιοτικές παράμετροι.

Η έρευνα επιδιώκει να διαμορφώσει **ένα οργανωμένο πλαίσιο τεκμηρίωσης στον τομέα των κτιριακών έργων**. Με αυτή την έννοια, απευθύνεται όχι μόνο στον αρχιτέκτονα, αλλά και σε μηχανικούς άλλων ειδικοτήτων, διαχειριστές έργου και γενικότερα σε όσους συμμετέχουν στη διαμόρφωση κρίσιμων επιλογών κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση.

Η δομή οργανώνεται σε **πέντε βασικά μέρη**. Αρχικά παρουσιάζεται η **συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση**, μέσα από την οποία προσδιορίζεται το **θεωρητικό και μεθοδολογικό υπόβαθρο της έρευνας**. Στη συνέχεια αναπτύσσεται το πλαίσιο εφαρμογής **BIM-BoQ-ANP** και περιγράφονται τα επιμέρους στάδιά του. Έπειτα ακολουθεί η **μελέτη περίπτωσης**, όπου η μεθοδολογία εφαρμόζεται σε πραγματικό πρόβλημα παραγωγής εναλλακτικών λύσεων. Τέλος, τα **συμπεράσματα** αποτιμούν τη συμβολή, τους περιορισμούς και τις προοπτικές του προτεινόμενου πλαισίου.

Κεφάλαιο 2 – Βιβλιογραφική έρευνα

2.1 Σκοπός βιβλιογραφικής έρευνας

Οι αποφάσεις στον αρχιτεκτονικό και αστικό σχεδιασμό διακρίνονται από υψηλή **πολυπλοκότητα**, καθώς κάθε επιλογή επηρεάζει ταυτόχρονα ένα σύνολο **αλληλεξαρτώμενων παραμέτρων**. Για παράδειγμα, μια μεταβολή στη διάταξη ενός κτιρίου μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή του απόδοση, το κόστος κατασκευής, τις περιβαλλοντικές του επιπτώσεις, τη λειτουργικότητά του, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο εντάσσεται στο κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον της περιοχής. Η ίδια η διαδικασία του σχεδιασμού είναι **παραμετρική** και απαιτεί την ενσωμάτωση ενεργειακών, οικονομικών, περιβαλλοντικών, λειτουργικών και κοινωνικοπολιτισμικών κριτηρίων, πάντα σε άμεση συνάρτηση με το χωρικό και κοινωνικό πλαίσιο του εκάστοτε έργου.

Η ανάγκη αυτής της σύνθετης προσέγγισης αποτυπώνεται στη θεωρητική συζήτηση περί αρχιτεκτονικής, όπως αναδεικνύεται από τον (Ching, 2007), σύμφωνα με τον οποίο το κτίριο νοείται ως **οργανικό σύστημα αλληλεπίδρασης μορφολογικών και χωρικών σχέσεων με το περιβάλλον του**. Παράλληλα, η θεωρία του τύπου του Norberg-Schulz επισημαίνει ότι η αρχιτεκτονική οφείλει να ενσωματώνει ποιοτικές και κοινωνικοπολιτισμικές διαστάσεις, το «**πνεύμα του τόπου**», καθιστώντας σαφές ότι κάθε σχεδιαστική επιλογή συγκροτείται εντός ενός **πολυεπίπεδου πλαισίου τόπου, τοπίου και κοινωνίας** (Norberg-Schulz, 1984).

Οι αποφάσεις του **αρχιτέκτονα** δεν βασίζονται μόνο σε τεχνικά κριτήρια, αλλά επηρεάζονται ουσιαστικά από τη δημιουργική και εν μέρει **υποκειμενική σύλληψη του χώρου**. Έννοιες όπως η έκταση του χώρου, η κλίμακα, η σχέση εσωτερικού-εξωτερικού και η διαχείριση του φωτός συγκροτούν ένα ενιαίο σύστημα σχέσεων που κατευθύνει τη μορφή και την υλικότητα του χώρου. Ωστόσο, ο σχεδιασμός απαιτεί παράλληλα την **ενσωμάτωση μετρήσιμων και αντικειμενικών παραμέτρων**, όπως ενεργειακή απόδοση, κατασκευαστικοί περιορισμοί και οικονομικές ή περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Η συνύπαρξη των δύο διαστάσεων του υποκειμενικού-δημιουργικού και μετρήσιμου-αντικειμενικού μετατρέπει την αρχιτεκτονική σε ένα δυναμικό διάλογο μεταξύ αυτών των δυο διαστάσεων, ενισχύοντας την ανάγκη για σαφές και δομημένο πλαίσιο λήψης αποφάσεων

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα **βιβλιογραφική επισκόπηση** επιχειρεί να εστιάσει σε μελέτες που το αντικείμενο τους είναι η εφαρμογή πολυκριτηριακών μεθόδων υποστήριξης αποφάσεων (**MCDA**) στον σχεδιασμό κτιρίων και, ευρύτερα, στον χώρο του δομημένου περιβάλλοντος. Η ανασκόπηση στοχεύει στην καταγραφή των κυριότερων πεδίων εφαρμογής που πλαισιώνουν την **MCDA**, αποσαφηνίζοντας τόσο τη σύνθεση ποιοτικών και ποσοτικών κριτηρίων όσο και τον χαρακτήρα της διαδικασίας αξιολόγησης (συμμετοχική ή βασισμένη σε γνώμη ειδικών). Για τον σκοπό αυτό διατυπώνονται τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα (**RQ1-RQ4**), τα οποία καθοδηγούν τόσο τη διαμόρφωση του πρωτοκόλλου της ανασκόπησης όσο και τη θεματική σύνθεση της έρευνας.

2.2 Μεθοδολογική προσέγγιση Systematic Literature Review (SLR)

2.2.1 Μεθοδολογική βάση

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση βασίστηκε στη μεθοδολογία **Systematic Literature Review (SLR)**, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις των (Tranfield et al., 2003) και ακολουθεί τρία στάδια ανάπτυξης (**Προγραμματισμός, Υλοποίηση, Αναφορά**).

Συμπληρωματικά, υιοθετήθηκαν οι οδηγίες των **Webster & Watson** (Webster & Watson, n.d., pp. xvi–xvii) για θεματική και εννοιοκεντρική σύνθεση των αποτελεσμάτων. Η επιλογή της συγκεκριμένης προσέγγισης επιτρέπει την επανάληψη της έρευνας καθώς και τη θεματική οργάνωση της, ώστε να αναδειχθούν **τάσεις, κενά και σχέσεις** με σκοπό τη συστηματική ανάλυση και παρουσίαση των αποτελεσμάτων. (Tranfield et al., 2003, p. 207).

Οι (Tranfield et al., 2003, p. 208) αναγνωρίζουν ότι, ιδιαίτερα σε πεδία όπως το management, η σύνθεση της βιβλιογραφίας δεν μπορεί να στηρίζεται αποκλειστικά σε στατιστικές αναλύσεις, λόγω της ετερογένειας των επιμέρους μελετών, η προσέγγισή τους παραμένει κυρίως στο επίπεδο του γενικού μεθοδολογικού πλαισίου. Ειδικότερα, ενώ αποσαφηνίζουν **τα βασικά στάδια** και τις **αρχές της συστηματικής ανασκόπησης**, δεν εξειδικεύουν τον τρόπο με τον οποίο τα ευρήματα μπορούν να οργανωθούν σε θεματικές ενότητες ή να συντεθούν εννοιολογικά γύρω από κεντρικούς άξονες ανάλυσης (Tranfield et al., 2003, pp. 214–218).

Σε αυτό ακριβώς το σημείο οι **Webster & Watson (2002)**, προτείνουν μια σαφή μεθοδολογική κατεύθυνση για **concept-centric literature review**. Οι συγγραφείς εισάγουν τη μετάβαση από την τυπικά author-centric σε concept-centric επισκόπηση και προτείνουν τη δημιουργία ενός concept matrix, στο οποίο οι μελέτες χαρτογραφούνται ως προς **τους βασικούς θεματικούς άξονες που τις διατρέχουν**. Η προσέγγιση αυτή προσφέρει ένα πρακτικό εργαλείο για την οργάνωση των ευρημάτων στο στάδιο της σύνθεσης, ενισχύοντας την ανάδειξη θεματικών, σχέσεων και ενδεχόμενων ερευνητικών κενών (Webster & Watson, n.d., pp. xvi–xviii).

2.2.2 Επισκόπηση Σταδίων

Η εφαρμογή της SLR όπως έχουμε αναφέρει, βασίστηκε σε αυστηρά προσδιορισμένο πρωτόκολλο, το οποίο εξειδικεύει τα στάδια της διαδικασίας, τα κριτήρια εισαγωγής και αποκλεισμού των πηγών (Tranfield et al., 2003).

ΣΤΑΔΙΟ 1 – ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ (Planning)

- Ορισμός πλαισίου και **ερευνητικών ερωτημάτων**
- Καθορισμός **στρατηγικής αναζήτησης** (βάσεις δεδομένων, keywords, filters)
- Διαμόρφωση **πρωτοκόλλου** (κριτήρια ένταξης/αποκλεισμού, χρονικό εύρος κ.λπ.)
- **Ημερολόγιο** (ενέργειες αναζήτησης και αποτελέσματα ανά βήμα)

ΣΤΑΔΙΟ 2 – ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ (Conducting)

- **Προκαταρκτικός έλεγχος**
- **Εξαγωγή δεδομένων** με δομημένο φύλλο καταγραφής Excel.
- **Ανάλυση και σύνθεση αποτελεσμάτων**
 - Ομαδοποίηση των μελετών σε **θεματικές κατηγορίες**
 - **Concept-centric σύνθεση** της βιβλιογραφίας (Webster & Watson, 2002)
 - Ανάδειξη τάσεων, σχέσεων και ερευνητικών κενών

ΣΤΑΔΙΟ 3 – ΑΝΑΦΟΡΑ & ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ (Reporting)

- **Διάγραμμα ροής** της διαδικασίας επιλογής των μελετών
- **Πίνακες** στοιχείων και θεματικών κατηγοριών
- **Παρουσίαση** και **σύνθεση** των ευρημάτων

2.3 Προγραμματισμός (Planning)

2.3.1 Ορισμός Πεδίου και Προκαταρκτική Διερεύνηση

Στο πρώτο στάδιο ορίστηκε το πεδίο της ανασκόπησης. Το πεδίο αφορά εφαρμογές μεθόδων **MCDA στον κατασκευαστικό και αρχιτεκτονικό κλάδο**, με έμφαση σε ζητήματα ποιότητας **σχεδιασμού, επιλογής υλικών, τεχνικών/περιβαλλοντικών παραμέτρων και χρήσης BOQ**. Πριν την επίσημη διαμόρφωση του πρωτοκόλλου ακολούθησε μια αρχική προκαταρκτική βιβλιογραφική διερεύνηση, η οποία είχε **τρεις στόχους**:

1. Χαρτογράφηση του πεδίου

Δηλαδή να αναγνωρίσει τι είδη μελετών δημοσιεύονται, σε ποιες εφαρμογές MCDA, με ποιες μεθοδολογικές προσεγγίσεις και ποιες θεματικές κυριαρχούν.

2. Προσανατολισμός της στρατηγικής αναζήτησης

Δηλαδή εντοπισμός κατάλληλων όρων, συνωνύμων και συνδυασμών λέξεων-κλειδιών για τη διαμόρφωση των αναζητήσεων στις βάσεις δεδομένων.

3. Διαμόρφωση ερευνητικών ερωτημάτων

Δηλαδή να στηρίξει τη διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων μέσα από τα πρώτα ευρήματα για τα είδη προβλημάτων, τα κριτήρια και τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις που εμφανίζονται στη βιβλιογραφία.

Η προκαταρκτική αυτή διερεύνηση βασίστηκε σε περίπου 30 πηγές, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για σκοπούς προσανατολισμού. Σκοπός τους δεν ήταν η εξαγωγή τελικών συμπερασμάτων, αλλά η αρχική αποσαφήνιση του πεδίου, η αναγνώριση της σχετικής ορολογίας και η υποστήριξη της επόμενης φάσης της μεθοδολογικής οργάνωσης.

Η αρχική χαρτογράφηση έδειξε ότι οι εφαρμογές της MCDA δεν περιορίζονται σε έναν μόνο τύπο έργου ή σε ένα συγκεκριμένο στάδιο. Οι (**Jato-Espino et al., 2014, p. 158**) καταγράφουν εφαρμογές σε έντεκα κατηγορίες κατασκευαστικών έργων, από κτίρια και γέφυρες έως οδικά, γεωτεχνικά, περιβαλλοντικά έργα και διαχείριση αποβλήτων, δείχνοντας ότι η μέθοδος χρησιμοποιείται σε πολύ διαφορετικά περιβάλλοντα. Αντίστοιχα, οι (**Penadés-Plà et al., 2016, pp. 1, 12–13**) δείχνουν ότι, ειδικά στον τομέα των γεφυρών, οι εφαρμογές της MCDA εκτείνονται σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής, από τον σχεδιασμό και την κατασκευή έως τη συντήρηση και την καθαίρεση. Οι πρώτες αυτές ενδείξεις ήταν χρήσιμες, επειδή επιβεβαίωσαν ότι το αρχικό ερευνητικό πεδίο ήταν ευρύ και εσωτερικά διαφοροποιημένο.

Παράλληλα, φάνηκε ότι οι μέθοδοι δεν εμφανίζονται με τον ίδιο τρόπο σε όλα τα πεδία. Στις περιπτώσεις όπου το πρόβλημα οργανώνεται ως επιλογή μεταξύ εναλλακτικών και τα κριτήρια μπορούν να αποτιμηθούν σχετικά ανεξάρτητα, κυριαρχούν συχνότερα μέθοδοι όπως **AHP, Fuzzy AHP, TOPSIS** και **PROMETHEE**. Αντίθετα, όταν τα κριτήρια παρουσιάζουν εντονότερες αλληλεξαρτήσεις, εμφανίζονται συχνότερα η **ANP** και συναφείς υβριδικές προσεγγίσεις. Χαρακτηριστικά, οι (**Penadés-Plà et al., 2016, pp. 1, 12–13**) επισημαίνουν ότι στη φάση της καθαίρεσης η **ANP** είναι καταλληλότερη, επειδή μπορεί να αποδώσει συσχετίσεις μεταξύ κριτηρίων όπως ο χρόνος, ο κίνδυνος και οι κοινωνικές επιπτώσεις. Η παρατήρηση αυτή λειτούργησε όχι ως τελικό εύρημα της ανασκόπησης, αλλά ως πρώτη μεθοδολογική ένδειξη ότι η επιλογή μεθόδου συνδέεται με τη δομή του ίδιου του προβλήματος.

Σε πιο κοντινές προς τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό εφαρμογές, η προκαταρκτική ανάγνωση έδειξε επίσης ότι η MCDA χρησιμοποιείται ήδη από πρώιμα στάδια για επιλογές υλικών και για συγκριτική αξιολόγηση κτιριακών λύσεων. Οι (Akadiri et al., 2013) χρησιμοποιούν **Fuzzy Extended AHP** για επιλογή βιώσιμων υλικών σε κτιριακό παράδειγμα, συνδυάζοντας ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα, ενώ οι (Medineckiene et al., 2015) συνδυάζουν **AHP** και **ARAS** για αξιολόγηση κτιρίων βάσει κριτηρίων τεχνικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών. Οι αναφορές αυτές δεν χρησιμοποιήθηκαν για να συναχθούν οριστικά συμπεράσματα, αλλά για να αποσαφηνιστεί ότι το πεδίο περιλαμβάνει διαφορετικές κλίμακες εφαρμογής, διαφορετικά είδη κριτηρίων και ποικίλους τρόπους σύνθεσής τους.

Με βάση αυτόν τον προσανατολισμό, το αρχικό ενδιαφέρον του θέματος εξειδικεύτηκε σταδιακά σε ερευνητικά ερωτήματα. Η τελική διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων και των όρων αναζήτησης παρουσιάζεται στις επόμενες ενότητες. Ο κατάλογος των πηγών της προκαταρκτικής διερεύνησης παρατίθεται στο **Παράρτημα 1** ως προπαρασκευαστικό σώμα αναφοράς.

2.3.2 Διαμόρφωση Ερευνητικών Ερωτημάτων (RQ1–RQ4)

Με βάση την αρχική διερεύνηση και τις ανάγκες χαρτογράφησης του πεδίου, διαμορφώθηκαν τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία αντανακλούν διακριτές πτυχές της χρήσης **MCDA**:

RQ1: Ποιες είναι οι κυρίαρχες εφαρμογές μεθοδολογιών MCDA στον κατασκευαστικό κλάδο και ποιες τάσεις αναδεικνύονται στη βιβλιογραφία;

RQ2: Ποιοι τύποι κριτηρίων χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές MCDA στον κατασκευαστικό κλάδο και ποιες θεματικές κατηγορίες κριτηρίων κυριαρχούν ή υποεκπροσωπούνται;

RQ3: Πώς κατανέμονται οι μέθοδοι ανά στάδιο μελέτης/κύκλου ζωής (Προμελέτη – Οριστική – Εφαρμογής – As-Built) και ποια στάδια καλύπτονται λιγότερο ή περισσότερο;

RQ4: Πώς ενσωματώνονται ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα στις εφαρμογές MCDA και πώς αντιμετωπίζεται η αβεβαιότητα των αποτελεσμάτων;

Τα ερευνητικά ερωτήματα καθόρισαν το πλαίσιο της αναζήτησης. Τα ευρήματα παρουσιάζονται πρώτα ανά RQ, ενώ στη συνέχεια, συντίθενται θεματικά. Για τη διασφάλιση της αναπαραγωγιμότητας της μεθοδολογίας, διαμορφώθηκε ένα αναλυτικό πρωτόκολλο ανασκόπησης.

2.3.3 Πρωτόκολλο Ανασκόπησης (Review Protocol)

Το πρωτόκολλο αποτυπώνει με σαφήνεια τις παραμέτρους της SLR και λειτουργεί ως οδηγός της διαδικασίας (Πίνακας 1 Πρωτόκολλο).

Περιλαμβάνει συνοπτικά:

Στόχο SLR: Εντοπισμός & ανάλυση εφαρμογών MCDA σε τεχνικά έργα, με έμφαση στη σχέση BOQ–Ποιότητα Σχεδιασμού.

Χρονικό εύρος: 2015–2025

Το διάστημα αυτό επιλέχθηκε καθώς αποτελεί ικανό βάθος χρόνου για εντοπισμό τάσεων και διαφοροποιήσεων.

Γλώσσα: Αγγλικά

Τύπος τεκμηρίων: Άρθρα σε peer-reviewed περιοδικά

Σε αντίθεση με τα συνέδρια ή τις τεχνικές αναφορές, τα περιοδικά περιλαμβάνουν πλήρως δοκιμασμένες μεθοδολογίες και αναλυτική τεκμηρίωση.

Βάσεις: Scopus, Web of Science

Λέξεις-κλειδιά αναζήτησης:

“(multi-criteria decision making OR MCDA OR MCDM) AND (architectural design)”

“(multi-criteria decision making OR MCDA OR MCDM) AND (bill of quantities OR BOQ)”

Κριτήρια

Ένταξης:

Εργασίες που εφαρμόζουν MCDA/MCDM σε τεχνικά έργα (υποδομές, κτιριακά, περιβάλλον). Μελέτες που περιλαμβάνουν: επιλογή υλικών, κατασκευή, βιωσιμότητα, κόστος, κοινωνικές/περιβαλλοντικές παράμετροι, διαγωνισμούς.

Κριτήρια Αποκλεισμού:

EXCL1: Από τίτλο ή περίληψη η μελέτη δεν σχετίζεται με το θέμα.

EXCL2: Το πλήρες κείμενο δεν καλύπτει τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, την αξιολόγηση ποιοτικών-ποσοτικών δεδομένων, όπως και φύλλα καταγραφής ποσοτήτων και κόστους BOQ.

EXCL3: Διπλότυπα / επικαλυπτόμενες δημοσιεύσεις.

2.4 Υλοποίηση (Conducting)

2.4.1 Ημερολόγιο αναζήτησης (audit trail)

Για κάθε βήμα της διαδικασίας τηρήθηκε αναλυτικό ημερολόγιο (Πίνακας 2 Ημερολόγιο).

Το ημερολόγιο περιλαμβάνει δύο αναζητήσεις:

1η Αναζήτηση:

Query: “Multi-Criteria Decision” AND “Architectural Design” AND English AND Articles AND 2015–2025

- Σύνολο αποτελεσμάτων: 145
- Μη προσβάσιμες πηγές: 12
- EXCL1 (τίτλος/περίληψη): 11
- EXCL2 (πλήρες κείμενο): 75
- EXCL3 (διπλότυπα): 3
- Τελικό σύνολο εγκεκριμένων: 43

2η Αναζήτηση:

Query: “Multi-Criteria Decision” AND “bill of quantities OR BOQ” AND English AND Articles AND 2015–2025

- Σύνολο αποτελεσμάτων: 3
- EXCL1: 1
- EXCL2: 0
- EXCL3: 0
- Τελικό σύνολο εγκεκριμένων: 2

Συνολικός αριθμός μελετών στο τελικό δείγμα: 45

Πρωτόκολλο (Key-Value)	
Key	Value
Στόχος SLR	Εντοπισμός & ανάλυση εφαρμογών MCDA σε τεχνικά έργα, με έμφαση στη σχέση BOQ-Ποιότητα Σχεδιασμού
Χρονικό εύρος	2015-2025
Γλώσσα	Αγγλικά
Τύπος τεκμηρίων	Άρθρα σε επιστημονικά περιοδικά με κριτές (peer-reviewed journal articles)
Βάσεις	Scopus, Web of Science (WoS)
Λέξεις-κλειδιά αναζήτησης	1. ("multi-criteria decision making" OR MCDA OR MCDM) AND ("architectural design") OR MCDA OR MCDM) AND ("bill of quantities" OR BOQ) 2. ("multi-criteria decision making"
Κριτήρια Ένταξης	Εργασίες που εφαρμόζουν MCDA/MCDM σε τεχνικά έργα (υποδομές, κτιριακά, κατοικία, περιβάλλον). Εξετάζουν σχέδια, επιλογές υλικών, κατασκευή, βιωσιμότητα, κόστος, κοινωνικούς/περιβαλλοντικούς παράγοντες ή διαδικασίες διαγωνισμών.
EXCL1	Από τον τίτλο ή την περίληψη προκύπτει ότι δεν σχετίζεται με το θέμα
EXCL2	Από την ανάγνωση του πλήρους κειμένου φαίνεται ότι δεν εξετάζει ούτε το σχεδιασμό ούτε την ποιότητα ούτε πίνακες ποσοτήτων
EXCL3	Διπλότυπες ή επικαλυπτόμενες δημοσιεύσεις
Αξιολογητές	1 (μονο-ερευνητής)
Διαφωνίες	N/A (δεν εφαρμόζεται λόγω ενός ερευνητή)

Πίνακας 1 Πρωτόκολλο

ID	Ημερομηνία Αναζήτησης	Βάση Δεδομένων	Query	Αποτελεσμάτων	Έρευνες που αφαιρέθηκαν Διπλότυπα ή μη προσβάσιμες μελέτες	Αριθμός αποκλεισμένων στη διαλογή (EXCL1)	Αριθμός αποκλεισμένων στο στάδιο πλήρους κειμένου EXCL2	Αριθμός αποκλεισμένων στο στάδιο πλήρους κειμένου EXCL3	Σύνολο	Σχόλια
1	31/08/2025	Scopus	"Multi-Criteria Decision" and "Architectural Design" and "English" and "Articles" and "2015-2025"	145	12	11	75	3	43	Εγκρίθηκε
2	31/08/2025	Scopus	"Multi-Criteria Decision" and "bill of quantities OR BOQ" and "English" and "Articles" and "2015-2025"	3			1		2	Εγκρίθηκε
								Σύνολο	45	

Πίνακας 2 Ημερολόγιο

2.4.2 Διαλογή–επιλογή μελετών

Η αξιολόγηση και η τελική επιλογή των μελετών πραγματοποιήθηκε από τον ερευνητή. Η επιλογή να διενεργηθεί η διαδικασία από έναν ερευνητή αποτελεί περιορισμό της παρούσας εργασίας, ο οποίος υπαγορεύεται από πρακτικούς λόγους

Η εξαγωγή δεδομένων έγινε σε **φύλλο καταγραφής**, στο οποίο κάθε μελέτη κωδικοποιήθηκε με βάση ένα σύνολο πεδίων που καλύπτουν τόσο βιβλιογραφικά στοιχεία όσο και μεθοδολογικές και εννοιολογικές διαστάσεις. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται τόσο για τη σύνδεση κάθε μελέτης με τα ερευνητικά ερωτήματα (RQ1–RQ4) όσο και για τη θεματική- εννοιολογική σύνθεση της βιβλιογραφίας.

Ο συνολικός κατάλογος της βιβλιογραφίας που προέκυψε από τη διαδικασία αναζήτησης παρατίθεται στο **Παράρτημα 2**, ενώ ο κατάλογος των μελετών που εντάχθηκαν στο τελικό δείγμα της ανασκόπησης παρατίθεται στο **Παράρτημα 3**.

Το φύλλο καταγραφής παρατίθεται στο ένθετο που ακολουθεί τη μελέτη.

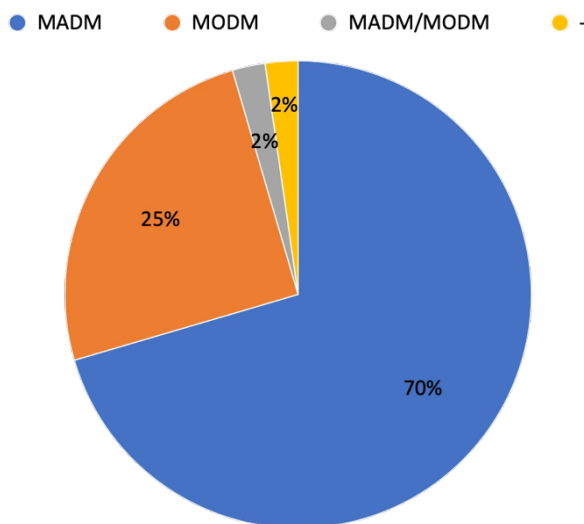
2.4.3 Ιχνηλασιμότητα και εξαγωγή δεδομένων

Για σκοπούς ιχνηλασιμότητας και τεκμηρίωσης, καταγράφηκαν για κάθε δημοσίευση τα εξής πεδία:

ID
Συγγραφέας (Έτος)
Τίτλος Μελέτης
Χώρα
Περιοδικό / Συνέδριο
DOI / Σύνδεσμος
Προέλευση
Τύπος Έργου
Τύπος δεδομένων
Μέθοδος Στάθμισης
Μέθοδος Κατάταξης
Υβριδική/Fuzzy (N/O)
MADM/MODM)
Μέθοδος Κανονικοποίησης Κριτηρίων
Ροή Δεδομένων & Τρόπος Επεξεργασίας
Ανεξαρτησία/Αλληλεξαρτήσεις
Ποιοτικό vs Ποσοτικό
Χρήση BOQ
Συμμετοχή ενδιαφερομένων
Ψηφιακά Εργαλεία (BIM/GIS/...)

2.5.2 Τύπος MCDA (MADM–MODM)

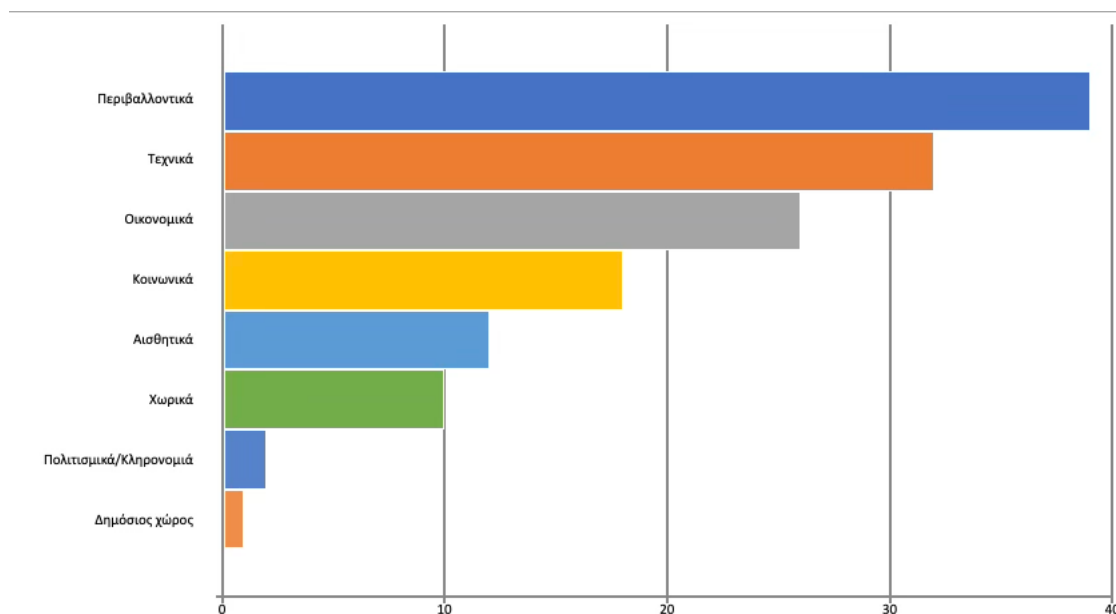
Το επόμενο διάγραμμα (Διάγραμμα 1) αποτυπώνει την κατανομή των μελετών ως προς τον τύπο εφαρμογής της πολυκριτηριακής ανάλυσης (MCDA). Στη μεγάλη πλειονότητα των περιπτώσεων κυριαρχεί η κατηγορία **MADM (70%)**, όπου οι εναλλακτικές λύσεις είναι συγκεκριμένες και διακριτές και ο στόχος είναι να συγκριθούν μεταξύ τους ώστε να προκύψει **κατάταξη ή επιλογή**. Σε μικρότερο βαθμό εμφανίζεται η κατηγορία **MODM (25%)**, όπου η MCDA εφαρμόζεται ως **μέθοδος βελτιστοποίησης**: το ζητούμενο δεν είναι μία μόνο «καλύτερη» λύση, αλλά η παραγωγή ενός συνόλου αποδεκτών επιλογών. Καθώς λοιπόν η κυρίαρχη χρήση αφορά την κατάταξη εναλλακτικών, το ενδιαφέρον μετατοπίζεται στο «πώς» παράγεται αυτή η κατάταξη: ποια μέθοδος επιλογής εφαρμόζεται και με ποιον τρόπο ορίζονται τα βάρη των κριτηρίων.



Διάγραμμα 1

2.5.4 Πεδία κριτηρίων

Το επόμενο διάγραμμα (Διάγραμμα 4) αποτυπώνει **ποια πεδία κριτηρίων** χρησιμοποιούνται συχνότερα. Η κατανομή είναι σαφής: τα **περιβαλλοντικά** κριτήρια εμφανίζονται με τη μεγαλύτερη συχνότητα, ακολουθούν τα **τεχνικά, οικονομικά** και **κοινωνικά**. Αντίθετα, τα **αισθητικά - χωρικά** και τα εμφανίζονται αισθητά λιγότερο, και οι κατηγορίες **πολιτισμικά/κληρονομιά** και **δημόσιος χώρος** οριακά. Συνολικά, το διάγραμμα αποδίδει μια κυρίαρχη τάση προς κριτήρια που είναι ευκολότερα **μετρήσιμα και υπολογίσιμα** (περιβάλλον-τεχνική επίδοση-κόστος), ενώ οι πιο **ποιοτικές** ή διαστάσεις του σχεδιασμού (αισθητική, ταυτότητα/κληρονομιά, δημόσιος χώρος) υποεκπροσωπούνται· αυτό είναι κρίσιμο, γιατί επηρεάζει το “τι” τελικά θεωρείται αξιολογήσιμο μέσα στα μοντέλα απόφασης.



Διάγραμμα 4

2.5.5 Στάδιο μελέτης και τύπος δεδομένων (πίνακες)

Τέλος οι δύο παραπάνω πίνακες (Πίνακας 3, Πίνακας 4) συνοψίζουν δύο βασικά χαρακτηριστικά των μελετών: **σε ποιο στάδιο εφαρμόζεται η MCDA και τι είδους δεδομένα χρησιμοποιεί**. Ως προς το στάδιο μελέτης, η εφαρμογή συγκεντρώνεται καθαρά στην **Προμελέτη** (36 εμφανίσεις, **83.72%**). Αυτό δείχνει ότι η MCDA αξιοποιείται κυρίως όταν οι αποφάσεις είναι ακόμη «ανοιχτές» και οι εναλλακτικές μπορούν να συγκριθούν έγκαιρα, πριν ο σχεδιασμός παγιωθεί. Αντίθετα, η χρήση στη **Λειτουργία/Αναβάθμιση** είναι περιορισμένη (4 εμφανίσεις, **9.3%**), ενώ τα υπόλοιπα στάδια εμφανίζονται σε μικρότερη συχνότητα (**2.33%** το καθένα).

Ως προς τον τύπο δεδομένων, οι περισσότερες μελέτες χρησιμοποιούν **μεικτά δεδομένα** (28 εμφανίσεις, **65.12%**), δηλαδή συνδυάζουν **ποσοτικές μετρήσεις** (π.χ. κόστος, ενέργεια, δείκτες επίδοσης) με **ποιοτικές αξιολογήσεις** (π.χ. απόψεις ειδικών ή χρηστών. Η εικόνα αυτή δείχνει ότι, στην πράξη, η MCDA σπάνια στηρίζεται μόνο σε ποσότητες ή μόνο σε ποιοτικά χαρακτηριστικά· συνήθως χρειάζεται και τα δύο, ώστε η αξιολόγηση να καλύπτει τόσο τις μετρήσιμες επιδόσεις όσο και τις επιλογές που δεν αποτυπώνονται εύκολα με δείκτες.

Συνολικά, η SLR δείχνει ότι η MCDA αξιοποιείται κυρίως ως εργαλείο **σύγκρισης εναλλακτικών στην προμελέτη**, με έμφαση σε **μετρήσιμα κριτήρια** (περιβαλλοντικά–τεχνικά–οικονομικά) και σε **μεικτά δεδομένα**. Παράλληλα, οι επιλογές σε κατάταξη και στάθμιση συγκλίνουν σε λίγες κυρίαρχες μεθόδους TOPSIS, AHP, αλλά παρατηρούνται και αποκλίσεις που σχετίζονται με το αν τα κριτήρια αντιμετωπίζονται ως **ανεξάρτητα** ή ως **αλληλεξαρτώμενα ANP**. Στην επόμενη ενότητα, τα ευρήματα αυτά οργανώνονται συνθετικά ώστε να προκύψει ένα συνεκτικό εννοιολογικό πλαίσιο για τις μεθοδολογικές επιλογές που αναδείχθηκαν.

Στάδιο Μελέτης	Σύνολο εμφανίσεων	% σειρών
Προμελέτη	36	83.72
Λειτουργία/Αναβάθμιση	4	9.3
Αποξήλωση	1	2.33
Αποτίμηση/παραδοτέα (ex-post)	1	2.33
Οριστική	1	2.33

Πίνακας 3

Τύπος δεδομένων	Σύνολο εμφανίσεων	%
Μεικτά	28	65.12
Ποσοτικά	12	27.91
Ποιοτικά	3	6.98

Πίνακας 4

2.6 Μέθοδος σύνθεσης

Η ανάλυση και σύνθεση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε άμεση σύνδεση με τις κατευθύνσεις που έχουν οριστεί μέσω των ερωτημάτων **(RQ1–RQ4)**. Βασική αρχή της προσέγγισης αυτής είναι ότι η σύνθεση οργανώνεται γύρω από **δύο θεμελιώδεις εννοιολογικούς άξονες**, οι οποίοι αποτυπώνουν **τι αξιολογείται** (κριτήρια) και **πώς αξιολογείται** (μέθοδοι MCDA) και συμπληρώνεται από έναν τρίτο άξονα χαρτογράφησης που αποτυπώνει χωρικά **που και σε πια κλίμακα** γίνεται η εφαρμογή.

Για τον σκοπό αυτό υλοποιούνται οι παρακάτω θεματικοί πίνακες

1. Πίνακας Μεθόδων × Κριτήρια εφαρμογής
2. Πίνακας Κλίμακα × Χαρακτήρας διαδικασίας

2.6.1 Πίνακας Μεθόδων × Κριτήρια εφαρμογής

Ο πρώτος και ο δεύτερος άξονας συνδυάζονται στον (Πίνακας 5) ο οποίος χαρτογραφεί τις **οικογένειες μεθόδων MCDA** ως προς τις κύριες θεματικές ομάδες. Οι ομάδες κριτηρίων οργανώνονται σε **τρεις κατηγορίες ποσοτικών παραμέτρων** (περιβαλλοντική και ενεργειακή απόδοση, κύκλος ζωής, κόστος και συντήρηση, τεχνική/δομική απόδοση και ανθεκτικότητα) και δύο κατηγορίες μεικτών–ποιοτικών παραμέτρων (λειτουργικότητα και χρήση, αρχιτεκτονική και κοινωνικό-πολιτισμική ενσωμάτωση).

Οι κύριες θεματικές MCDA που εντοπίζονται είναι οι εξής:

- **Προσθετικές μέθοδοι** (π.χ. SAW/WSM – Simple Additive Weighting / Weighted Sum Model),
- **Μέθοδοι προτιμήσεων** (π.χ. AHP – Analytic Hierarchy Process, και η επέκτασή του ANP που επιτρέπει αλληλεξαρτήσεις),
- **Μέθοδοι με αλληλεξαρτήσεις κριτηρίων** (π.χ. χρήση συναρτήσεων Choquet ή άλλων μη-γραμμικών μοντέλων συνολικής αξιολόγησης),
- **Πολυκριτηριακή βελτιστοποίηση** (συνδυασμός MCDA με αλγοριθμικές τεχνικές εύρεσης βέλτιστου σχεδιασμού),
- **Υβριδικά ψηφιακά workflows** (συνδυασμός MCDA με BIM, προσομοιώσεις, γενετικούς αλγορίθμους κ.λπ., όπως το πλαίσιο **BIM–MCDA**).

2.6.2 Πίνακας Κλίμακας × Χαρακτήρας διαδικασίας

Ο τρίτος άξονας αφορά το πλαίσιο εφαρμογής: την κλίμακα και τον χαρακτήρα της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Στον (Πίνακας 6) οι μελέτες χαρτογραφούνται ως προς:

- A. Κλίμακα εφαρμογής.** Για λόγους συνοπτικής παρουσίασης, ο πίνακας διακρίνει δύο βασικές κλίμακες:

1. **κλίμακα κτιρίου–κελύφους** (στην οποία έχουν ενταχθεί οι περιπτώσεις συγκροτήματος/γειτονιάς/κοινότητας, όταν ο βασικός φορέας σχεδιασμού είναι ένα ενιαίο κτιριακό ή μικρο-αστικό σύνολο),
2. **κλίμακα πόλης** (μελέτες στρατηγικού ή χωρικού σχεδιασμού σε ευρύτερες αστικές κλίμακες).

B. Χαρακτήρα διαδικασίας MCDA. Διακρίνονται τρεις κατηγορίες:

- 1. Ψηφιακή - αλγοριθμική:** κυριαρχούν κυρίως αριθμητικά δεδομένα, δεδομένα βελτιστοποίησης και υπολογισμοί χωρίς ουσιαστική συμμετοχή ενδιαφερομένων,
- 2. Συμμετοχική:** διαδικασίες όπου η MCDA χρησιμοποιείται κυρίως για συλλογική στάθμιση και προτιμήσεις,
- 3. Υβριδική ψηφιακή-συμμετοχική:** συνδυασμός ψηφιακών εργαλείων με ενεργή συμμετοχή ενδιαφερομένων.

Πίνακας 5

Οικογένεια μεθόδων	Υπο-οικογένεια / ρόλος	ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ			ΜΕΙΚΤΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ
		Περιβαλλοντική & Ενεργειακή Απόδοση	Κύκλος ζωής, Κόστος & Συντήρηση	Τεχνική / Δομική Απόδοση & Ανθεκτικότητα	Λειτουργικότητα & Χρήση	Αρχιτεκτονική & Κοινωνικο-πολιτισμική Ενσωμάτωση
Προσθετικές μέθοδοι - Μέθοδοι κατάταξης βάσει απόστασης-Μέθοδοι υπεροχής	SAW / weighted sum	5	3	4	0	4
	TOPSIS / VIKOR (distance-based ranking)	12	8	8	2	8
	Outranking (ELECTRE, PROMETHEE κ.λπ.)	1	1	1	0	0
Μέθοδοι προτιμήσεων	AHP (και fuzzy AHP) – ιεραρχική στάθμιση	16	11	15	5	4
	BWM (και παραλλαγές) – βέλτιστο/χειρότερο κριτήριο	5	3	3	1	3
Μέθοδοι με αλληλεξαρτήσεις	ANP – δίκτυο αλληλεξαρτώμενων κριτηρίων	2	0	1	0	1
	Choquet / fuzzy measures – συναθροίσεις με interactions	1	1	1	0	1
	DEX / QFD / rule-based αξιολογήσεις	3	3	2	1	2
Multi-Objective Optimization → MCDA	NSGA-II / GA + MCDA (Pareto front + τελική επιλογή)	3	3	3	0	0
	Άλλες MOO (MOPSO κ.λπ.) + MCDA	0	0	0	0	0
Ψηφιακά workflows (BIM / parametric + MCDA)	BIM-BoQ-LCA/LCC-MCDA	5	4	2	0	5
	Parametric / geometry-performance-MCDA	8	4	7	2	5

Πίνακας 6

Κλίμακα / Χαρακτήρας διαδικασίας	Ψηφιακή - αλγοριθμική	Συμμετοχική	Υβριδική ψηφιακή-συμμετοχική
Κλίμακα κτιρίου-κελύφους	13	16	10
Κλίμακα πόλης	0	4	2

Στον (Πίνακας 5), οι υψηλότερες εμφανίσεις εντοπίζονται στις στήλες της **περιβαλλοντικής και ενεργειακής απόδοσης**, του **κύκλου ζωής/κόστους και συντήρησης** και της **τεχνικής/δομικής απόδοσης και ανθεκτικότητας**. Οι μέθοδοι **AHP, TOPSIS/VIKOR** και οι πολυκριτηριακές βελτιστοποιήσεις (**NSGA-II/GA + MCDA**) χρησιμοποιούνται για τη συστηματική στάθμιση αυτών των κριτηρίων, ενώ οι **ροές BIM-BoQ-LCA/LCC-MCDA** και οι παραμετρικές προσεγγίσεις **geometry-performance-MCDA** συγκεντρώνουν σημαντικό αριθμό εμφανίσεων στις ίδιες κατηγορίες. Αυτό επιβεβαιώνει ότι οι ενεργειακοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες και το κόστος κύκλου ζωής όπως και η ανθεκτικότητα δεν αντιμετωπίζονται αποσπασματικά, αλλά εντάσσονται σε δομημένα MCDA πλαίσια που συνδέονται με ψηφιακά μοντέλα BIM. (Ο Πίνακας 5, Πίνακας 6), αποτυπώνει τις οικογένειες πολυκριτηριακών μεθόδων σε σχέση με τις ομάδες κριτηρίων.

Παράλληλα, οι στήλες **λειτουργικότητας & χρήσης** και **αρχιτεκτονικής & κοινωνικο-πολιτισμικής ενσωμάτωσης** δείχνουν μικρά, αλλά καθόλου αμελητέα πλήθη εμφανίσεων για το σύνολο των πηγών. Στις έρευνες αυτές κυριαρχούν μέθοδοι προτιμήσεων (**AHP/BWM**) και υβριδικά workflows (**ιδίως BIM-BoQ-LCA/LCC-MCDA και parametric-MCDA**), τα οποία επιτρέπουν την ενσωμάτωση ποιοτικών κριτηρίων σε μεθόδους με καθαρά ποσοτικά κριτήρια.

Ο (Πίνακας 6) αναδεικνύει το χωρικό αποτύπωμα αυτών των επιλογών.

Στην **κλίμακα κτιρίου-κελύφους** καταγράφονται 40 εμφανίσεις συνολικά (13 ποσοτικό - αλγοριθμικές, 16 συμμετοχικές και 10 υβριδικές ψηφιακές-συμμετοχικές). Η εικόνα αυτή δείχνει ότι το κτίριο δεν αποτελεί αποκλειστικά πεδίο τεχνικών προσεγγίσεων: οι συμμετοχικές και, κυρίως, οι υβριδικές πρακτικές εμφανίζονται, ιδίως όταν το κέλυφος συνδέεται με ζητήματα χρήσης, ποιότητας και αποδοχής από τους χρήστες.

Στην **κλίμακα πόλης**, ο (Πίνακας 6) ότι, οι λίγες μελέτες που εντοπίζονται συνδυάζουν ψηφιακά εργαλεία (BIM, GIS κ.α.) με τη συμμετοχή της κοινότητας. Αυτό σημαίνει ότι, σε αστικό επίπεδο ότι ενώ τα ποσοτικά δεδομένα (π.χ. από προσομοιώσεις ή GIS) μπορεί να είναι παρόντα, δεν κυριαρχούν. Η MCDA χρησιμοποιείται κυρίως για να δομήσει διαφανείς διαδικασίες λήψης αποφάσεων – με έμφαση στη συμμετοχή και τη συναίνεση των εμπλεκομένων.

Η ανάλυση δείχνει ότι το πεδίο οργανώνεται γύρω από δύο βασικές κατευθύνσεις, οι οποίες όμως πλαισιώνονται από μια τρίτη, εκτεταμένη υβριδική περιοχή. Στο ένα άκρο βρίσκονται οι **συμμετοχικές εφαρμογές σε αστική κλίμακα**, όπου η MCDA χρησιμοποιείται κυρίως για συλλογικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων (Berčič et al., 2024b, p. 787; De Feo et al., 2018, p. 150). Ενώ στο άλλο άκρο εντοπίζονται τα έντονα **ποσοτικά πλαίσια σε κλίμακα κτιρίου** και κελύφους, στα οποία τα ενεργειακά, περιβαλλοντικά και κοστολογικά κριτήρια συνδυάζονται με εξελιγμένους αλγόριθμους. (Moghtadernejad et al., 2020, p. 7; Nguyen et al., 2022b, pp. 2–3). Ανάμεσα στα δύο άκρα, και κυρίως στην **κλίμακα κτιρίου, αναπτύσσεται πλέον μια υβριδική ζώνη**, όπου ψηφιακά εργαλεία όπως το BIM, οι προσομοιώσεις και οι δείκτες LCA/LCC συνδυάζονται με διαδικασίες στάθμισης που μπορεί να στηρίζονται είτε σε γνώμη ειδικών είτε σε συμμετοχικές διαδικασίες.

2.7 Θεματικές περιοχές

Στην παρούσα υποενότητα παρουσιάζονται ενδεικτικές μελέτες που αποτυπώνουν τις βασικές θεματικές περιοχές της έρευνας και αναδεικνύουν τους ποικίλους τρόπους με τους οποίους εφαρμόζεται η πολυκριτηριακή ανάλυση σε διαφορετικές κλίμακες, μεθοδολογικά πλαίσια και πεδία λήψης αποφάσεων.

Η βιβλιογραφία διακρίνει δύο κύριες τάσεις. Από τη μία πλευρά βρίσκονται οι υπολογιστικές-ποσοτικές μέθοδοι, όπου η MCDA συνδέεται με ψηφιακά εργαλεία, όπως BIM και προσομοιώσεις, και αξιοποιείται για τη διαχείριση μετρήσιμων κριτηρίων, όπως ενέργεια, κόστος και χρόνος (Al-Saggaf et al., 2022b, p. 631,632; Nguyen et al., 2022b, p. 32). Από την άλλη πλευρά, υπάρχουν συμμετοχικές προσεγγίσεις, όπου η έμφαση δίνεται όχι μόνο στους υπολογισμούς, αλλά και στη διαφάνεια της διαδικασίας, στη συλλογική αξιολόγηση και στη συμμετοχή διαφορετικών εμπλεκομένων στη λήψη αποφάσεων (Berčič et al., 2024b, p. 786; De Feo et al., 2018, pp. 144–145). Ωστόσο, ο διαχωρισμός αυτός δεν εξαντλεί το φάσμα των προσεγγίσεων. Η βιβλιογραφία καταδεικνύει ενδιάμεσα, υβριδικά ψηφιακά-συμμετοχικών σχημάτων, όπου τα ψηφιακά δεδομένα αποτελούν κοινή βάση τεκμηρίωσης για συλλογική αξιολόγηση και λήψη αποφάσεων. Ενδεικτικά, οι Chen et al. αξιοποιούν το BIM ως φορέα γεωμετρικών και μη γεωμετρικών δεδομένων σε μια πολυκριτηριακή διαδικασία με τη συμμετοχή πολλών εμπλεκομένων, ενώ οι Horfe και McLeod συνδέουν τα αποτελέσματα προσομοιώσεων με συμμετοχικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε πρώιμο στάδιο σχεδιασμού (Z.-S. Chen et al., 2022, pp. 1–2; Horfe & McLeod, 2021, pp. 1–2).

Στις ακόλουθες υποενότητες οι μελέτες οργανώνονται σε δύο άξονες: αρχικά παρουσιάζονται συμβατικές-ποσοτικές, συμμετοχικές-ποιοτικές και ψηφιακά-συμμετοχικές μεθοδολογίες, ενώ εν συνεχεία εξετάζεται πώς διαφοροποιείται η εφαρμογή αυτών των μεθόδων ανάλογα με την κλίμακα, σε επίπεδο κτιρίου και πόλης.

2.7.1 Συμβατικές ποσοτικές προσεγγίσεις

Οι συμβατικές MCDA δίνουν έμφαση στην **ποσοτικοποίηση**: κάθε εναλλακτική αξιολογείται βάσει αριθμητικών δεικτών (ενέργεια, κόστος, χρόνος κ.λπ.), οι οποίοι συνδυάζονται με μαθηματικό τρόπο. Χρησιμοποιούνται τεχνικές όπως η **απλή πρόσθετη στάθμιση (SAW)**, η **ανάλυση ιεραρχικών προτιμήσεων (AHP/ANP)** ή πιο σύνθετες μέθοδοι.

Για παράδειγμα, ο **Al-Saggaf et al.** ανέπτυξαν ένα υπολογιστικό σύστημα που **αξιολογεί και ιεραρχεί εναλλακτικά σχέδια κτιρίων** βάσει **πολλαπλών δεικτών απόδοσης**, χρησιμοποιώντας τη μέθοδο **SAW** (Al-Saggaf et al., 2022b, p. 631). Στο πλαίσιο της εφαρμογής αυτής, ο βαθμός επίδρασης κάθε σχεδιαστικής επιλογής καθορίστηκε μέσω ερωτηματολογίων σε ειδικούς. Με αυτόν τον τρόπο μειώθηκε η μεροληψία και η διαδικασία αξιολόγησης απέκτησε μεγαλύτερη αντικειμενικότητα και αποδοχή. Αντίστοιχα, άλλες μελέτες ενσωματώνουν **αλγοριθμικά μοντέλα βελτιστοποίησης**: ο **Mohanta et al** ανέπτυξε ένα σύστημα λήψης αποφάσεων που ενσωματώνει **ενεργειακή προσομοίωση (BEM)** και τη μέθοδο **Best-Worst scenarios**, ώστε να αξιολογήσει **εναλλακτικούς συνδυασμούς δομικών στοιχείων κελύφους** με σκοπό να αναδείξει αυτούς με την καλύτερη απόδοση (Mohanta & Das, 2023b, p. 163).

Τα πλεονεκτήματα των ποσοτικών προσεγγίσεων είναι η **βελτιστοποίηση των επιδόσεων** μεταξύ των επιλεγμένων κριτηρίων. Για παράδειγμα, στο σχεδιασμό όψεων κτιρίων, η χρήση πολυκριτηριακών μεθόδων, επιδιώκει ένα ισορροπημένο αποτέλεσμα μεταξύ πολλών παραμέτρων (ενέργεια, άνεση, κόστος κ.λπ.). Εξελιγμένες μέθοδοι, όπως η **Choquet**, ενσωματώνουν την αλληλεξάρτηση μεταξύ των κριτηρίων. Όπως σημειώνουν οι Moghtadernejad et al., οι κοινές MCDA τεχνικές **δεν λαμβάνουν υπόψη την αλληλεπίδραση κριτηρίων**, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε σφάλματα και διπλομετρήσεις – η εφαρμογή της **Choquet** λύνει αυτό το πρόβλημα, επιτρέποντας τη ρητή μοντελοποίηση της συνέργειας ή επικάλυψης μεταξύ κριτηρίων (Moghtadernejad et al., 2020, p. 7). Συνολικά, οι προσεγγίσεις αυτές προάγουν μια «τεχνικο-

ορθολογική» οπτική, όπου ο αρχιτέκτονας/μηχανικός τεκμηριώνει την απόφαση μέσω αριθμητικών δεικτών, ενώ οι αξιακές προτιμήσεις αποτυπώνονται κυρίως στο επίπεδο της στάθμισης των κριτηρίων.

2.7.2 Συμμετοχικές προσεγγίσεις με έμφαση σε ποιοτικά δεδομένα

Στον αντίποδα, βρίσκεται η «**συμμετοχική**» προσέγγιση του σχεδιασμού, όπου η διαδικασία διευρύνεται ώστε να περιλαμβάνει πολλούς εμπλεκόμενους φορείς (πολίτες, τελικούς χρήστες, κοινότητες, επιτροπές κλπ.) και δίνει έμφαση στην **ποιοτική κρίση** και τις αξίες. Εδώ, η MCDA χρησιμοποιείται περισσότερο ως **εργαλείο διαφάνειας και συναίνεσης** παρά ως ένα σύστημα αλγοριθμικής βελτιστοποίησης. Η μελέτη των (De Feo et al., 2018) αποτελεί παράδειγμα συμμετοχικής MCDA σε αστική κλίμακα, η μελέτη αφορά εναλλακτικές χρήσεις σε ανενεργές περιοχές, όπου η αξιολόγηση συνδέεται ρητά με συμμετοχή ενδιαφερομένων (ερωτηματολόγια) και με τεχνική τεκμηρίωση (π.χ. εκτιμήσεις/δεδομένα κόστους και επιπτώσεων), ώστε η τελική επιλογή να είναι κοινωνικά αποδεκτή και όχι απλώς η τεχνικά βέλτιστη. (De Feo et al., 2018, p. 142,148).

Παρόμοια, στον χώρο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης, εμφανίζονται εργαλεία που ενσωματώνουν την ποιοτική αξιολόγηση των μελετών. Ο **Berčić et al. (2024)** εισήγαγαν τη μέθοδο **DEX** σε διαδικασία αρχιτεκτονικού διαγωνισμού, ακριβώς για να αντιμετωπίσουν τον υποκειμενικό χαρακτήρα της παραδοσιακής επιλογής. Το DEX είναι μια ποιοτική πολυκριτηριακή μέθοδος που χρησιμοποιεί **συμβολικές τιμές** (π.χ. “υψηλή/μέτρια/χαμηλή” αντί αριθμών) και λογικούς κανόνες αντί για αριθμητικά βάρη. (Berčić et al., 2024b, p. 787).

2.7.3 Υβριδικά ψηφιακά–συμμετοχικά μοντέλα

Η συμμετοχικότητα βέβαια, συνεπάγεται πιο σύνθετες και χρονοβόρες διαδικασίες. Όπως επισημαίνουν οι **Hopfe και McLeod**, τα συμμετοχικά σχήματα είναι εγγενώς **πολύπλοκα και απαιτητικά σε χρόνο** συγκριτικά με τα συμβατικά μοντέλα (αναθέτης-αρχιτέκτονας-εργολάβος), καθώς απαιτείται ενημέρωση του κοινού και συντονισμός πολλών φωνών (De Feo et al., 2018, p. 142,148). Ωστόσο, σύγχρονες προσεγγίσεις δείχνουν ότι η σωστή χρήση εργαλείων μπορεί να μετριάσει αυτά τα προβλήματα: «**τα εργαλεία δίνουν τη δυνατότητα στους πολίτες να ενεργούν συντονισμένα**», σημειώνει ο **Snyder (1999)** (Hopfe & McLeod, 2021, p. 2).

Συνοψίζοντας, οι συμβατικές-ποσοτικές και οι συμμετοχικές-ποιοτικές προσεγγίσεις αποτελούν τα δύο άκρα ενός ενιαίου φάσματος μεθοδολογιών. Οι πρώτες προσφέρουν ακρίβεια, βελτιστοποίηση και **επιστημονική τεκμηρίωση**, ενώ οι δεύτερες εξασφαλίζουν **συναίνεση, πολυφωνία και ενσωμάτωση της κοινής γνώμης**. Στην πράξη εμφανίζονται **υβριδικά μοντέλα** που επιδιώκουν τον συνδυασμό δύο προσεγγίσεων. Χαρακτηριστική είναι η μελέτη των (**Z.-S. Chen et al., 2022**) για ενεργειακή αναβάθμιση κοινοτικού συνόλου. Οι μελετητές ανέπτυξαν ένα πολυκριτηριακό πλαίσιο όπου μέσω **BIM το σύστημα παρέχει τα δεδομένα** (γεωμετρικά και μη-γεωμετρικά) για τις εναλλακτικές λύσεις, ενώ παράλληλα οι **διάφορες ομάδες ενδιαφερομένων** συμμετέχουν δίνοντας **προτιμήσεις** στις επιλογές. Με τη μέθοδο **Best–Worst Scenarios**, υπολογίζονται τα βάρη των κριτηρίων λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορετικές απόψεις, και εφαρμόζεται διαδικασία συναίνεσης μεταξύ των ομάδων. Το αποτέλεσμα είναι η κατάταξη των εναλλακτικών σεναρίων που συνδυάζει **τεκμηριωμένα στοιχεία** (π.χ. ενεργειακά δεδομένα από BIM) με τις **προτιμήσεις της κοινότητας** (Z.-S. Chen et al., 2022, p. 1). Παρόμοια, οι **Hopfe & McLeod**, στη μελέτη τους για τον σχεδιασμό ενός κοινοτικού κέντρου, έδειξαν ότι ο **συνδυασμός προσομοιώσεων** (ανάλυση ευαισθησίας - δείκτη ανθεκτικότητας) με **συλλογικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων** επέτρεψε στην κοινότητα να συμμετάσχει ουσιαστικά (Hopfe & McLeod, 2021, p. 2). Το υπόβαθρο δεδομένων λειτούργησε ως κοινή βάση για τη συζήτηση και τη σύγκριση επιλογών. Τέτοια παραδείγματα δείχνουν ότι η ενσωμάτωση ποσοτικών εργαλείων σε συνδυασμό με τη συμμετοχικότητα μπορεί να γεφυρώσει το χάσμα: **οι αποφάσεις αποκτούν τεχνική εγκυρότητα και κοινωνική νομιμοποίηση**.

2.7.4 Κτιριακή κλίμακα

Μια δεύτερη διάσταση σύγκρισης των πολυκριτηριακών μεθοδολογιών είναι η **κλίμακα εφαρμογής** τους. Άλλες προσεγγίσεις αναπτύσσονται στο επίπεδο του κτιρίου – και ειδικότερα του αρχιτεκτονικού κελύφους – ενώ άλλες στο επίπεδο της πόλης ή της κοινότητας, όπου υπεισέρχονται πιο έντονα κοινωνικοπολιτικές παράμετροι. Οι απαιτήσεις και οι προκλήσεις διαφέρουν σημαντικά ανά κλίμακα, επηρεάζοντας τόσο τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη όσο και τον τρόπο λήψης αποφάσεων.

Ο σχεδιασμός ενός κτιρίου (ή των επιμέρους στοιχείων του, όπως η πρόσοψη) συνιστά ένα **περιορισμένο πρόβλημα** με σαφή όρια. Συνήθως υπάρχει ένας μελετητής ή μια μικρή ομάδα ειδικών (π.χ. ο αρχιτέκτονας, ο πελάτης και οι μηχανικοί). Τα κριτήρια σε αυτή την κλίμακα είναι συχνά **τεχνικο-οικονομικά**: ενεργειακή απόδοση, κόστος κατασκευής ή κύκλου ζωής (LCC), στατική επάρκεια, λειτουργικότητα χώρων, αισθητική ποιότητα, άνεση χρηστών κ.ο.κ. Πολλά από αυτά μπορούν να ποσοτικοποιηθούν. Έτσι, οι πολυκριτηριακές μέθοδοι σε κλίμακα κτιρίου τείνουν να συνδέονται στενά με **ψηφιακά μοντέλα** – το **Building Information Modeling (BIM)** είναι κεντρικής σημασίας. Για παράδειγμα, η μελέτη των Nguyen et al. (2022) είναι ενδεικτική μιας έντονα αλγοριθμικής προσέγγισης: το BIM χρησιμοποιείται ως πλήρης βάση δεδομένων του έργου και η πολυκριτηριακή μέθοδος εφαρμόζεται πάνω σε εναλλακτικά χρονοδιαγράμματα (Nguyen et al., 2022b, p. 1,12). Ομοίως, οι **Chen et al.** αξιοποίησαν το **BIM** για να εισάγουν **γεωμετρικά και μη γεωμετρικά δεδομένα** σε ένα σύστημα για αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων. Εδώ η MCDA εντάσσεται κυρίως στα **πρώιμα στάδια του σχεδιασμού** (concept design), ώστε από νωρίς να συγκριθούν εναλλακτικές λύσεις.

2.7.5 Κλίμακα αστικού σχεδιασμού

Εδώ η πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων λαμβάνει χώρα σε ένα **ευρύτερο περιβάλλον** με περισσότερους εμπλεκόμενους (τοπικές κοινωνίες, φορείς πόλης, αρχές) και τα κριτήρια αποκτούν έντονα **στρατηγικό και συλλογικό χαρακτήρα**. Οι αποφάσεις μπορεί να αφορούν την επιλογή σεναρίων ανάπτυξης, χρήσεων γης, αστικών αναπλάσεων ή μεγάλων έργων που επηρεάζουν πολλούς εμπλεκόμενους φορείς. Σε αυτό το επίπεδο, τα κριτήρια συνήθως ευθυγραμμίζονται στους **τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας – κοινωνική αποδοχή/δικαιοσύνη, οικονομική βιωσιμότητα, περιβαλλοντική επίπτωση** – καθώς και πολιτικές προτεραιότητες (π.χ. συμμόρφωση με σχέδια πόλης, στόχους βιώσιμης ανάπτυξης). Η κλίμακα επιβάλλει μια πιο **ολιστική** ματιά καθώς εξετάζονται ευρύτερα **σενάρια και πολιτικές ανάπτυξης**. Για παράδειγμα, στη μελέτη των De Feo et al. ζητήθηκε η γνώμη της τοπικής κοινωνίας μέσω ερωτηματολογίων, ενώ ειδικοί αξιολόγησαν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η ισότιμη στάθμιση που επελέγη ήταν ενδεικτική μιας πολιτικής απόφασης: ήθελαν να δώσουν **ίδιο βάρος στην κοινωνική, οικονομική και περιβαλλοντική διάσταση**, αποφεύγοντας να υπαγορεύσουν μια «τεχνικά βέλτιστη» λύση.

Στο αστικό επίπεδο, η MCDA αποτελεί **κομμάτι μίας συμμετοχικής διαδικασίας**. Ένα ενδιαφέρον παράδειγμα είναι το **παιχνίδι EquiCity**, πρόκειται για ένα **ψηφιακό παιχνίδι** πολλαπλών χρηστών σχεδιασμένο να διευκολύνει προτάσεις συμμετοχικού σχεδιασμού για αστικές αναπλάσεις. Το παιχνίδι ενσωματώνει μηχανισμούς MCDA και ασαφούς λογικής, επιτρέποντας σε μια ομάδα χρηστών (π.χ. κατοίκων, επενδυτών, δημοτικών αρχών) να **«επιλέξουν» διαφορετικά σενάρια διαμόρφωσης ενός χώρου** και να δουν άμεσα τις επιπτώσεις κάθε επιλογής. Μέσα από πολλούς γύρους δοκιμών, το σύστημα **προσομοιώνει τα αποτελέσματα**: οι παίκτες κάνουν εναλλάξ κινήσεις (π.χ. επενδύοντας σε έναν τομέα ανάπτυξης) και το παιχνίδι εξισορροπεί αυτόματα τους στόχους, αποκαλύπτοντας τις επιπτώσεις που προκύπτουν. Όπως αναφέρουν οι δημιουργοί του, το EquiCity **δίνει τη δυνατότητα σε μια ομάδα να φτάσει σε μία συναινετική λύση**. Το ενδιαφέρον έγκειται στη δυνατότητά να συνυπολογίζει ταυτόχρονα τοπικά χαρακτηριστικά στοιχεία (π.χ. πολιτιστική κληρονομιά) με τις πιο **γενικές ποσοτικές παραμέτρους** (π.χ. ηλιασμός, ευρυχωρία), ώστε οι λύσεις να είναι τόσο τεχνικά όσο και κοινωνικά ισορροπημένες. Πρόκειται για μια προσέγγιση **αστικού προγραμματισμού** που θολώνει τα όρια μεταξύ παιχνιδιού και σοβαρού σχεδιαστικού εργαλείου,

φέρνοντας τις υπολογιστικές μεθόδους στο επίκεντρο της δημόσιας σφαίρας. (Nourian et al., 2024, p. 1,13).

Ένα άλλο πεδίο όπου η αστική κλίμακα και η MCDA συνδυάζονται είναι σε επίπεδο **κοινότητας** (Nourian et al., 2024, p. 1,13). Οι **Horfe & McLeod (2021)** εξέτασαν πώς μπορεί να επηρεαστεί μια κοινότητα μέσα από **συμμετοχικές αποφάσεις που στηρίζονται σε προσομοιώσεις κτιριακής απόδοσης**. Στο σχεδιασμό ενός κοινοτικού κέντρου μηδενικών εκπομπών, **η τοπική κοινότητα ενεπλάκη ενεργά από τα αρχικά στάδια**, συμμετέχοντας σε αποφάσεις για το κέλυφος και τα επιλεγμένα συστήματα. Οι μελετητές παρείχαν δεδομένα (BPS) και ανέλυσαν τα αποτελέσματα ως προς την ανθεκτικότητα (π.χ. σε μελλοντικά κλιματικά σενάρια), εισάγοντας την ως πρόσθετο κριτήριο επίδοσης απέναντι σε μελλοντικά κλιματικά σενάρια (Horfe & McLeod, 2021, p. 2). Έτσι, διαμορφώθηκε μια **τεκμηριωμένη βάση** δεδομένων πάνω στην οποία η κοινότητα μπορούσε να συζητήσει και να πάρει αποφάσεις. Το σημαντικό εύρημα ήταν ότι η ενσωμάτωση τέτοιων επιστημονικών εργαλείων **ενίσχυσε τον διάλογο**: οι κάτοικοι κατανόησαν καλύτερα τις τεχνικές πτυχές (π.χ. πώς επηρεάζει η μόνωση την ανθεκτικότητα) και οι ειδικοί κατανόησαν καλύτερα τις προτεραιότητες των κατοίκων, μια δυναμική διαδικασία που βελτίωσε τόσο τα ζητήματα αποφάσεων όσο και την **αίσθηση του «ανήκειν»** στην κοινότητα (Horfe & McLeod, 2021, pp. 2–3). Συγκρίνοντας τις δύο κλίμακες, διαφαίνεται ότι **υπήρχε μια τάση αντιστοιχίσης**: οι αποφάσεις σε κλίμακα κτιρίου λαμβάνονται από ειδικούς με εργαλεία ακριβή και ποσοτικά, ενώ σε κλίμακα πόλης δίνεται περισσότερο έμφαση σε συμμετοχικές διαδικασίες. Αυτό δεν είναι απόλυτο – για παράδειγμα, σε ορισμένες αστικές αποφάσεις εξακολουθούν να κυριαρχούν **τεχνοκρατικές προσεγγίσεις** (π.χ. επιλογές βασισμένες σε μοντέλα μεταφορών ή οικονομικής απόδοσης χωρίς διαβούλευση), ενώ σε επίπεδο κτιρίου υπάρχουν πλέον τάσεις για μεγαλύτερη **συμμετοχή χρηστών** (π.χ. μέσω post-occupancy surveys που τροφοδοτούν τον σχεδιασμό). Παρ’ όλα αυτά, οι μελέτες δείχνουν ότι **στην αστική κλίμακα είναι απαραίτητο το άνοιγμα της διαδικασίας**: όπως τονίζουν οι **De Feo et al.**, η δημιουργία συμμετοχικών διαδικασιών είναι κεντρική σε αστικές αναπλάσεις (De Feo et al., 2018, p. 143), αλλιώς οι λύσεις κινδυνεύουν να αποτύχουν κοινωνικά. Επίσης, οι αστικές αποφάσεις έχουν συχνά έντονο πολιτικό χαρακτήρα – π.χ. ένας διαγωνισμός για μία ανάπτυξη έχει επιτροπή με εκπροσώπους αρχών, πολίτες κ.λπ., και οι αποφάσεις επηρεάζουν πολιτικές (όπως σημειώνεται για τους αρχιτεκτονικούς διαγωνισμούς που επηρεάζουν εθνικές πολιτικές αρχιτεκτονικής). Αντίθετα, στην κλίμακα του κτιρίου το πλαίσιο είναι κατά κανόνα πιο τεχνικό/επαγγελματικό και η έμφαση μετατοπίζεται προς την τεχνική τεκμηρίωση (επιδόσεις, κόστη, συμμορφώσεις), καθώς οι συνέπειες της επιλογής αφορούν άμεσα τον πελάτη και τους χρήστες, όχι το σύνολο της πόλης.

Συνολικά, οι παραπάνω μελέτες δείχνουν ότι η διάκριση κτιρίου–πόλης δεν είναι απόλυτη: αρχές που συνδέονται παραδοσιακά με την αστική κλίμακα –διαφάνεια, συμμετοχικότητα, ολιστική αξιολόγηση– μπορούν να μεταφερθούν παραγωγικά στη κλίμακα του αρχιτεκτονικού κελύφους. Το ζητούμενο, και άρα το κεντρικό ερευνητικό κενό, είναι η ανάπτυξη ολοκληρωμένων πλαισίων MCDA τα οποία, από τα πρώιμα στάδια της προμελέτης, να συνδυάζουν τα τεχνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά δεδομένα με ρητή στάθμιση κριτηρίων, τεκμηριωμένη σύγκριση εναλλακτικών και δυνατότητα συμμετοχής των εμπλεκομένων. Ένα τέτοιο πλαίσιο καλείται να γεφυρώσει το χάσμα ανάμεσα στα αλγοριθμικά μοντέλα βελτιστοποίησης και στις συμμετοχικές διαδικασίες αστικού σχεδιασμού, ενσωματώνοντας στην αρχιτεκτονική προμελέτη την πλήρη σύνθετες εφαρμογές όπως αυτές της αστικής κλίμακας.

2.8 Συμπεράσματα βιβλιογραφικής έρευνας

Η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση διερεύνησε τον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζεται η πολυκριτηριακή ανάλυση (**MCDA**) στον αρχιτεκτονικό και αστικό σχεδιασμό. Η ανάλυση εστίασε στα είδη κριτηρίων, στα στάδια εφαρμογής της **MCDA**, στις μεθόδους αξιολόγησης και στάθμισης, καθώς και στον τρόπο συνδυασμού ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων. Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων επέτρεψε τη διατύπωση θεματικών αξόνων, την ανάδειξη συγκλίσεων και αποκλίσεων μεταξύ των μελετών, καθώς και τη χαρτογράφηση των κυρίαρχων τάσεων και των ερευνητικών κενών του πεδίου.

Ένα πρώτο και ιδιαίτερα σημαντικό εύρημα είναι ότι η πλειονότητα των μελετών της **SLR** συγκεντρώνεται στην **προμελέτη**, όπου εντοπίζονται 36 εμφανίσεις (83.72%). Η εικόνα αυτή δείχνει ότι η **MCDA** αξιοποιείται κυρίως σε στάδια όπου οι αποφάσεις παραμένουν ακόμη ανοιχτές και η σύγκριση εναλλακτικών μπορεί να επηρεάσει ουσιαστικά την εξέλιξη του σχεδιασμού. Παράλληλα, ως προς τον **τύπο δεδομένων**, υπερισχύουν τα **μεικτά δεδομένα** με 28 εμφανίσεις (65.12%), γεγονός που επιβεβαιώνει ότι στην πράξη η λήψη αποφάσεων δεν βασίζεται αποκλειστικά ούτε σε **μετρήσιμες επιδόσεις** ούτε σε καθαρά **ποιοτικά χαρακτηριστικά**, αλλά στη **σύνθεσή** τους.

Σε μεθοδολογικό επίπεδο, οι κυρίαρχες προσεγγίσεις συνδέονται κυρίως με μελέτες που αφορούν ενεργειακή και περιβαλλοντική επίδοση, κόστος κύκλου ζωής, συντήρηση και τεχνική/δομική ανθεκτικότητα (Du et al., 2023; Hu, 2019b, pp. 1–2). Στις μεθόδους αξιολόγησης/κατάταξης, επικρατούν η **TOPSIS** και οι προσεγγίσεις τύπου **Pareto**, ενώ στη στάθμιση κυριαρχεί η ιεραρχική μέθοδος **AHP**. Η επιλογή αυτών των εργαλείων είναι ενδεικτική της τάσης της βιβλιογραφίας να προτιμά μεθόδους που επιτρέπουν σαφή και εύκολα ερμηνεύσιμη κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων, καθώς και ιεραρχική ανάλυση των κριτηρίων (Andersen et al., 2019, pp. 35–36; Moghtadernejad et al., 2020, p. 1). Αντίθετα, μέθοδοι όπως η **ANP**, η **BWM**, η **Entropy/EWM** ή πιο σύνθετες οικογένειες όπως οι **MAUT/UTA** εμφανίζονται πιο περιορισμένα, γεγονός που δείχνει ότι μεθοδολογίες ικανές να διαχειριστούν πιο σύνθετες αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των κριτηρίων ή λιγότερο τυποποιημένες προτιμήσεις παραμένουν υποεκπροσωπημένες.

Ως προς τα κριτήρια, το corpus της ανασκόπησης δείχνει σαφή **υπεροχή** των μετρήσιμων περιβαλλοντικών, τεχνικών και οικονομικών παραμέτρων, ενώ οι αισθητικές, χωρικές, κοινωνικές και πολιτισμικές διαστάσεις **εμφανίζονται αισθητά λιγότερο**. Η υποεκπροσώπηση αυτή οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι οι αισθητικές, κοινωνικές και πολιτισμικές παράμετροι είναι πιο δύσκολο να οριστούν με σαφήνεια και να μετρηθούν αντικειμενικά, σε αντίθεση με τα τεχνικά ή οικονομικά κριτήρια (Andersen et al., 2019, p. 52; Berčić et al., 2024b, p. 786). Για τον λόγο αυτό, οι μελέτες που επιχειρούν να τις εντάξουν στη διαδικασία αξιολόγησης συχνά χρησιμοποιούν μεθόδους που βασίζονται στις προτιμήσεις των συμμετεχόντων, όπως η **AHP** ή η **BWM**, ή καταφεύγουν σε υβριδικές προσεγγίσεις που συνδυάζουν ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα (De Feo et al., 2018, p. 142; Mohanta & Das, 2023a, pp. 173–174).

Η θεματική σύνθεση δείχνει ότι το πεδίο οργανώνεται κυρίως γύρω από δύο βασικές προσεγγίσεις: αφενός τις **ποσοτικό-αλγοριθμικές εφαρμογές**, που κυριαρχούν σε μελέτες σχετικές με την τεχνική και ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, και αφετέρου τις **συμμετοχικές εφαρμογές**, που συναντώνται συχνότερα σε αστικό επίπεδο και σε διαδικασίες όπου δίνεται έμφαση στη διαφάνεια και στη συλλογική λήψη αποφάσεων (Berčić et al., 2024b, p. 786; De Feo et al., 2018, p. 142; Hu, 2019a, pp. 1–2). Ανάμεσα σε αυτές τις δύο κατηγορίες, και ιδιαίτερα στην **κλίμακα του κτιρίου και του κελύφους**, αναπτύσσεται μια ενδιάμεση, **υβριδική προσέγγιση**. Σε αυτό το πλαίσιο, τα ψηφιακά εργαλεία (όπως το **BIM**, οι **προσομοιώσεις** και οι **δείκτες LCA/LCC**) συνδυάζονται με τη **συμμετοχή ειδικών** ή/και ενδιαφερομένων (Z.-S. Chen et al., 2022, pp. 1–2; Mohanta & Das, 2023a, p. 163). Τέτοιες υβριδικές εφαρμογές συναντώνται κυρίως σε μελέτες όπου, εκτός από τα τεχνικά ή οικονομικά κριτήρια, λαμβάνονται υπόψη και παράγοντες όπως η χρήση, η λειτουργικότητα, η ποιότητα του χώρου και η αποδοχή από τους χρήστες (Al-Saggaf et al., 2022a, p. 631; Hopfe & McLeod, 2021, p. 5).

Συνολικά, η ανασκόπηση έδειξε ότι η **MCDA** εφαρμόζεται κυρίως στην προμελέτη, δηλαδή στο στάδιο όπου συγκρίνονται εναλλακτικές σχεδιαστικές λύσεις. Οι περισσότερες μελέτες δίνουν έμφαση κυρίως σε περιβαλλοντικά, τεχνικά και οικονομικά κριτήρια, ενώ οι κοινωνικές, αισθητικές και πολιτισμικές διαστάσεις εμφανίζονται πιο περιορισμένα. Επιπλέον, παρότι υπάρχουν προσπάθειες σύνδεσης της **MCDA** με ψηφιακά εργαλεία, όπως το BIM, **δεν έχει ακόμη διαμορφωθεί ένα ενιαίο πλαίσιο εφαρμογής που να ενσωματώνει με σαφή τρόπο τα δεδομένα του σχεδιασμού και την αξιολόγηση των εναλλακτικών.**

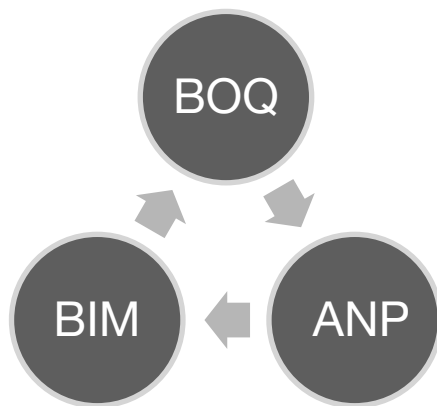
Κεφάλαιο 3 – Μεθοδολογικό Πλαίσιο Εφαρμογής

Η ενότητα που ακολουθεί βασίζεται στα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και οργανώνει τη μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί γύρω από το σχήμα **BIM-BoQ-MCDA**. Σε αυτό το σχήμα το **BIM** αποτελεί το σχεδιαστικό υπόβαθρο και η βάση των δεδομένων (Koutamanis, 2022, p. 179), το **BoQ** οργανώνει τα δεδομένα σε ένα κοινό οικονομικό λεξιλόγιο (Razali et al., 2016, p. 31) και η **MCDA** μέσω **ANP** συνθέτει τα κριτήρια και την τελική κατάταξη των αποτελεσμάτων (Saaty & Hall, 1999). Σκοπός του κεφαλαίου είναι να δείξει ότι BIM, το BoQ και η ANP συνδέονται σε ένα ενιαίο σχήμα αξιολόγησης των εναλλακτικών λύσεων (Διάγραμμα 5).

Το πρωτόκολλο μεθόδου αναπτύσσεται σε τρεις διακριτές φάσεις:

- **BIM (Revit):** Περιέχει όλα τα γεωμετρικά και τεχνικά δεδομένα του έργου σε ένα μοντέλο. Το μοντέλο αποτελεί σημείο αναφοράς για όλη τη διάρκεια της μελέτης. Οι επιμετρήσεις, ο χρόνος (4D) και το κόστος (5D) εξάγονται από το μοντέλο, οπότε κάθε αλλαγή αποτυπώνεται αυτόματα στον προϋπολογισμό (Dermot Kehily et al., 2021, p. 9).
- **BoQ (λογιστικά φύλλα/πίνακες):** Μετατρέπει τις ποσότητες του μοντέλου σε οικονομικούς όρους και τιμές, ώστε το κόστος να είναι διαχειρίσιμο και άμεσα συγκρίσιμο (Razali et al., 2016, p. 31).
- **MCDA με ANP (SuperDecisions):** Η μέθοδος ANP επιτρέπει τη στάθμιση των κριτηρίων και των εναλλακτικών με συγκρίσεις ανά ζεύγη. Το SuperDecisions υλοποιεί αυτή τη διαδικασία και υπολογίζει άμεσα τις προτεραιότητες και την τελική κατάταξη (Saaty, Thomas L., n.d., p. 1).

Κεντρική αρχή είναι η **ανατροφοδότηση** μέσα στο ίδιο σχήμα: τα δεδομένα επιστρέφουν στον σχεδιασμό, ώστε οι αναθεωρήσεις να είναι τεκμηριωμένες και συγκρίσιμες.



Διάγραμμα 5

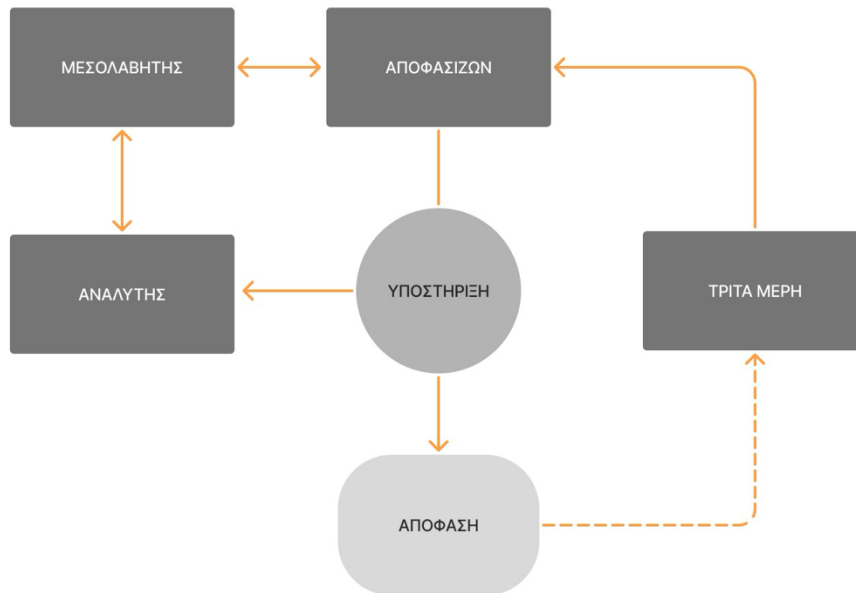
Η δομή του κεφαλαίου ακολουθεί την παρακάτω σειρά: αρχικά εισάγονται οι μεθοδολογικές αρχές, με έμφαση στη συμμετοχική διάσταση της διαδικασίας και στον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνονται οι κρίσιμες σχεδιαστικές παραδοχές στα πρώτα στάδια του έργου. Ακολουθεί παραγωγή/έλεγχος δεδομένων μέσω **BIM**, έπεται η μετατροπή των δεδομένων αυτών σε οικονομικά μεγέθη μέσω **BoQ**, και στη συνέχεια περιγράφεται η μοντελοποίηση του προβλήματος με **ANP** και το λογισμικό **SuperDecisions**. Τέλος, αναπτύσσεται το πρωτόκολλο εφαρμογής, που περιλαμβάνει τη μέθοδο συλλογής δεδομένων (data collection templates) και τη συγκρότηση **ομάδας ειδικών** (expert panel).

3.1 Μεθοδολογικό πλαίσιο

Το μεθοδολογικό πλαίσιο, διασφαλίζει ότι κάθε εναλλακτική αξιολογείται με βάση αξιόπιστα και συγκρίσιμα δεδομένα. Η διαδικασία βασίζεται στη συλλογή πληροφορίας, τον επιμερισμό του προβλήματος και τη σύνθεση σε στάδια που επιτρέπουν αναδράσεις όπου απαιτείται (Χάρης Δούκας et al., 2015, p. 8,13). Η αποτελεσματικότητα αυτής της προσέγγισης προϋποθέτει σαφείς ρόλους στη διαδικασία και ρητές παραδοχές από το αρχικό στάδιο, ώστε το πεδίο των επιλογών να είναι καθορισμένο και να αποφεύγονται ασάφειες.

3.1.1 Η συμμετοχική διάσταση της μεθοδολογίας

Η συμμετοχικότητα στη λήψη αποφάσεων προϋποθέτει την ενσωμάτωση διαφορετικών ειδικοτήτων στη διαδικασία αξιολόγησης. Σύμφωνα με τον Δούκα, οι φορείς διακρίνονται σε αποφασίζοντα (decision maker), αναλυτή/διευκολυντή (analyst or facilitator), μεσολαβητή (client) και τρίτα μέρη (third parties). Η αλληλεπίδραση διαμορφώνει ένα σύστημα υποστήριξης: οι προτιμήσεις του αποφασίζοντος συνδυάζονται με την τεχνική ικανότητα του αναλυτή και οδηγούν στη λήψη της τελικής απόφασης. Ο μεσολαβητής, ως εξουσιοδοτημένος σύμβουλος του αποφασίζοντος, διασφαλίζει την επικοινωνία, την επάρκεια των δεδομένων και την εποπτεία της διαδικασίας. Τα τρίτα μέρη ασκούν επιρροή μέσω απαιτήσεων ή περιορισμών και υφίστανται τις συνέπειες της τελικής επιλογής, κάτι που αποτυπώνεται στη διπλή κατεύθυνση εισροών/εκροών του διαγράμματος (Χάρης Δούκας et al., 2015, pp. 8–9) (Διάγραμμα 6).



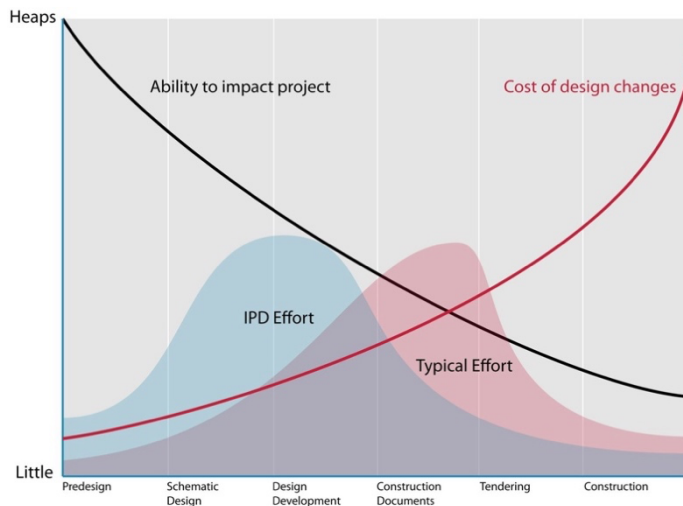
Διάγραμμα 6

3.1.2 Η προμελέτη ως αφετηρία κρίσιμων παραδοχών

Στην προμελέτη, ο **αποφασίζων** λειτουργεί με γνώμονα γενικές αρχές: οργανώνει τον χώρο και επιλέγει βασικές τυπολογίες και στρατηγικές για τις επιμέρους ειδικότητες. Σε αυτό το στάδιο, οι περισσότερες **αποφάσεις** στηρίζονται σε **συνοπτικές πληροφορίες** και **θεμελιώδεις κανόνες**.

Είναι κρίσιμο οι **αρχικές παραδοχές** να δηλώνονται με **σαφήνεια**, ώστε να μπορούν να ελεγχθούν προτού οι όποιες μεταβολές οδηγήσουν σε **δαπανηρές αλλαγές σχεδιασμού**. Πολλές κρίσιμες παράμετροι – όπως κανονισμοί, προδιαγραφές, οικονομικοί ή χωρικοί περιορισμοί – υπάρχουν μεν, αλλά συχνά είναι κατακερματισμένες ή δεν έχουν καταγραφεί επαρκώς. Αυτό οδηγεί στο να ενσωματώνονται οι κρίσιμες επιλογές στο σχέδιο ως γενικεύσεις, με αποτέλεσμα η προμελέτη να διαμορφώνει απλώς το λειτουργικό πλαίσιο και τις βασικές κατευθύνσεις για τη συνέχεια του σχεδιασμού (Koutamanis, 2022, p. 144).

Η σχέση αυτή μεταξύ σαφήνειας των παραδοχών και κόστους αλλαγών αναδεικνύεται χαρακτηριστικά και στο **διάγραμμα MacLeamy**, όπου διαφαίνεται πως όσο προχωρά το έργο, τόσο μειώνεται η δυνατότητα επέμβασης και αυξάνεται το κόστος κάθε τροποποίησης (Διάγραμμα 7).



Διάγραμμα 7

Πηγή: <https://www.danieldavis.com/img/macleamy-4wf2H5JgCH-1503w.jpeg>

Η **συμμετοχικότητα** και η **προμελέτη** αποκτούν καίριο ρόλο στο αρχικό στάδιο της μεθοδολογίας, εδώ τίθενται οι βασικές παραδοχές, διαμοιράζονται οι ρόλοι και οργανώνονται τα πρώτα δεδομένα. Αυτές οι επιλογές επηρεάζουν ουσιαστικά όλη την αλυσίδα που ακολουθεί: από το BIM και το BoQ μέχρι τη σύνθεση με ANP.

3.2 BIM – Παραγωγή και οργάνωση δεδομένων

3.2.0 Εισαγωγή στο BIM

Το **Building Information Modeling (BIM)** αποτελεί μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία για τη διαχείριση των δεδομένων σε όλο τον κύκλο ζωής ενός έργου, βασισμένη στο παραμετρικό ψηφιακό μοντέλο που ενοποιεί γεωμετρικά και πληροφοριακά δεδομένα από όλες τις ειδικότητες (Koutamanis, 2022, p. 181). Η βασική διαφορά σε σχέση με τις συμβατικές εφαρμογές CAD είναι ότι το BIM επιτρέπει την πλήρη συμβολική και παραμετρική αναπαράσταση της μελέτης. Ενώ στο CAD τα σύμβολα και τα δομικά στοιχεία του σχεδίου αναφέρονται κυρίως σε γραμμές, σημεία και γεωμετρικές οντότητες (lines, points, geometric primitives), στο BIM οι συμβολισμοί περιγράφουν δομικά στοιχεία ή χώρους του κτιρίου (Koutamanis, 2022, p. 73). Αυτός ο τρόπος αναπαράστασης μετατρέπει το μοντέλο σε φορέα πληροφορίας, διαθέσιμο προς, ανάλυση και αξιολόγηση από πολλαπλούς χρήστες και λογισμικά (Koutamanis, n.d., p. 2).

Η πρακτική εφαρμογή του BIM εκτείνεται στο συντονισμό μελετών, τον εντοπισμό ασυμβατοτήτων και αποκλίσεων των μελετών, τη παραγωγή ρεαλιστικών απεικονίσεων και προσομοιώσεων, καθώς και η σύνδεση με χρονοδιαγράμματα (4D) και προϋπολογισμούς (5D) (Dermot Kehily et al., 2021, p. 23). Κεντρικό ρόλο διαδραματίζει το **Κοινό Περιβάλλον Δεδομένων (CDE)**, όπως αυτό προδιαγράφεται στο ISO 19650, το οποίο διασφαλίζει την ενιαία ροή πληροφορίας και ιχνηλασιμότητα σε συνθήκες συνεργασίας μεταξύ ειδικοτήτων. (Dermot Kehily et al., 2021, p. 15).

Με αυτή τη βάση, στη συνέχεια αναλύεται πώς οργανώνεται πρακτικά η πληροφορία σε βήματα (workflow/CDE), πώς προκύπτουν τα ποσοτικά δεδομένα (schedules) σε πίνακες, και πώς αυτά επιτρέπουν την ομαλή μετάβαση από το μοντέλο στη σύνταξη BoQ και στην τελική αξιολόγηση.

3.2.1 Workflow μελέτης περίπτωσης: πρότυπο (template) Revit και εξαγωγή πινάκων για BoQ

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται η βασική δομή του **workflow** και του προτύπου εργασίας μέσω των οποίων οργανώνεται η πληροφορία στο **Revit**. Στο πλαίσιο αυτό, η οργάνωση της πληροφορίας και της ροής εργασίας μεταξύ των μελετητών αποκτά καθοριστική σημασία. Το **CDE** λειτουργεί ως το πλαίσιο οργάνωσης της πληροφορίας μεταξύ των μελετητών. Στην παρούσα μελέτη, τα πρότυπα αυτά αξιοποιούνται μόνο ως γενική αρχή, χωρίς εφαρμογή ψηφιακής πλατφόρμας **CDE** στην πράξη. Εφαρμόζεται, ωστόσο, η στοιχειώδης λογική των διακριτών σταδίων πληροφορίας (Work in Progress → Shared/Published → Archive) ως ελάχιστη ονομασίας, έκδοσης και αρχειοθέτησης (John Ford & Galliford Try, 2020).

Στο ίδιο πλαίσιο το **4D** και **5D** του **BIM** συμπληρώνουν το 3D μοντέλο με επιπλέον πληροφορία: το **4D** ενσωματώνει δεδομένα προγραμματισμού και χρονικής αλληλουχίας των εργασιών, επιτρέποντας την προσομοίωση της κατασκευαστικής διαδικασίας στον χρόνο, ενώ το **5D** ενσωματώνει οικονομικές παραμέτρους, με στόχο την αυτοματοποιημένη εξαγωγή ποσοτήτων και την παραγωγή αξιόπιστων μεγεθών κόστους (Dermot Kehily et al., 2021, pp. 16–17, 23)

Κεντρικό ζητούμενο της διαδικασίας είναι οι ποσότητες να εξαγονται από το ψηφιακό μοντέλο ως πίνακες (schedules), έτσι ώστε να μετατρέπονται σε BoQ. Για να επιτευχθεί αυτό, η κωδικοποίηση πρέπει να ενσωματώνει απευθείας στις παραμέτρους κάθε αντικειμένου, είτε με χρήση υφιστάμενου πεδίου είτε με προσθήκη κατάλληλης παραμέτρου από τον χρήστη. Με τον τρόπο αυτό, ο κωδικός ακολουθεί τη ροή των δεδομένων από το μοντέλο στους πίνακες επιμέτρησης διασφαλίζοντας τη συνέπεια και την ιχνηλασιμότητα (Εικόνα 2 Ιδιότητες και παράμετροι) (Dermot Kehily et al., 2021, pp. 23–26)

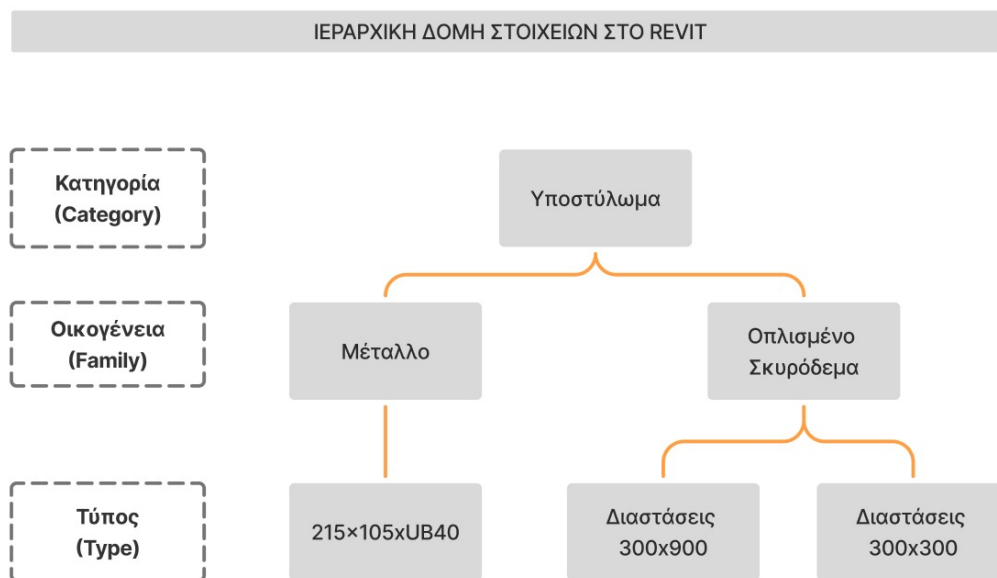


Identity Data	
Description	Rendered 215mm Concrete Block
Type Name	Rendered 215mm Concrete Block
Family Name	Basic Wall
Structural Material	Masonry Concrete Block
QSID	21 External Walls
Dimensions	
Width	240mm (215mm + 25mm Render)
Area	7.43m ²
Length	6750.00mm
Volume	1.782m ³
Constraints	
Base Constraint	Level 01
Base Offset	0
Unconnected Height	2700mm
Analytical Properties	
Heat Transfer Coefficient	6.791 W/(m ² K)
Thermal Mass	20.47KJ/K
Thermal Resistance	0.1593 (m ² K)/W
Fire Rating	60min
Structural	
Structural Usage	Non-Load Bearing
Strength	30N
System Properties	
GUID	uB12345tY87654345
Instance ID	3432542178

Εικόνα 2 Ιδιότητες και παράμετροι Οικοδομικού Στοιχείου

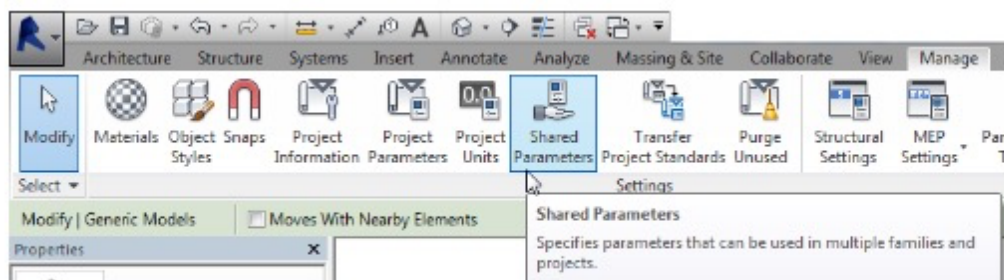
3.2.2 Autodesk Revit ως εργαλείο παραμετρικής μοντελοποίησης και παραγωγής δεδομένων

Το **Autodesk Revit** αποτελεί το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα BIM λογισμικού που ενσωματώνει πλήρως την παραμετρική λογική. Κάθε στοιχείο από το αρχιτεκτονικό η κατασκευαστικό λεξιλόγιο του έργου (τοιχος, θύρα), δομείται ως **Family (Οικογένεια)**, με ξεχωριστούς **Types (Τύπους)** και συγκεκριμένα **Parameters (Παραμέτρους)** που καθορίζουν τη γεωμετρία, τα υλικά και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά. Η τοποθέτηση των αντικειμένων γίνεται ως **Instances (Στιγμιότυπα)**, σε δομημένες **Categories (Κατηγορίες)**, διευκολύνοντας τον διαχωρισμό και την αναζήτηση μέσα στο μοντέλο (Εικόνα 3) (Dermot Kehily et al., 2021, pp. 24–26).



Εικόνα 3


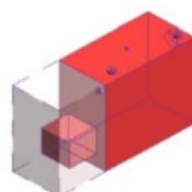



Η χρήση **Shared Parameters (Κοινών Παραμέτρων)** επιτρέπει την προσθήκη πληροφοριών που είναι απαραίτητες για την ονομασία, την επιμέτρηση και την εξαγωγή των δεδομένων σε πίνακες (**Schedules**) (Dermot Kehily et al., 2021, pp. 26–27). Όποια αλλαγή πραγματοποιείται σε αντικείμενο ή παράμετρο, ενημερώνεται αυτόματα σε όλες τις σχετικές **Views (Προβολές)** – **Floor Plans (Κατόψεις)**, **Sections (Τομές)**, **Elevations (Όψεις)** – και αντανακλάται αμέσως στους Schedules, εξασφαλίζοντας συνέπεια και έλεγχο (Εικόνα 4) (Koutamanis, 2022, p. 107).



Εικόνα 4

3.2.3 LoD – Επίπεδα Ανάπτυξης Πληροφοριών στο BIM

Η έννοια του *Level of Development (LoD)* χρησιμοποιείται για να δηλώσει το επίπεδο ωριμότητας και ακρίβειας της πληροφορίας που ενσωματώνεται στο BIM μοντέλο – δηλαδή **πόση** και **τι είδους** πληροφορία παρέχεται, και για ποιο σκοπό, στη συγκεκριμένη φάση του έργου (Koutamanis, 2022, p. 81)(Koutamanis, 2022). Οι διαβαθμίσεις τύπου LOD 200, 300 (Εικόνα 5) αποτελούν επίπεδα της πληροφορίας σε τεχνικές προδιαγραφές, που δηλώνουν τον αναμενόμενο βαθμό ανάπτυξης ή λεπτομέρειας στη δεδομένη φάση (Dermot Kehily et al., 2021, p. 43). Το LoD 200 αντιστοιχεί σε προμελετητικό επίπεδο, όπου ορίζεται η βασική γεωμετρία και η οργάνωση του μοντέλου, καλύπτοντας την ευρύτερη δομή και τα κύρια στοιχεία. Αντίστοιχα, το LoD 300 αφορά στοιχεία με επαρκή γεωμετρική και πληροφοριακή ακρίβεια ώστε να τροφοδοτούν άμεσα πίνακες επιμέτρησης και, κατ' επέκταση, τη σύνταξη BoQ (π.χ. Walls, Floors, Doors, Windows) (Dermot Kehily et al., 2021, p. 43).

LOD 100 Conceptual	LOD 200 Approximate geometry	LOD 300 Precise geometry	LOD 400 Fabrication	LOD 500 As-built
				
The Model Element may be graphically represented in the Model with a symbol or other generic representation , but does not satisfy the requirements for LOD 200. Information related to the Model Element (i.e. cost per square metre, etc.) can be derived from other Model Elements.	The Model Element is graphically represented in the Model as a generic system, object, or assembly with approximate quantities, size, shape, location, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.	The Model Element is graphically represented in the Model as a specific system, object, or assembly accurate in terms of quantity, size, shape, location, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.	The Model Element is graphically represented in the Model as a specific system, object, or assembly that is accurate in terms of quantity, size, shape, location, and orientation with detailing, fabrication, assembly, and installation information . Non-graphic information may also be attached to the Model Element.	The Model Element is a field verified representation accurate in terms of size, shape, location, quantity, and orientation. Non-graphic information may also be attached to the Model Element.

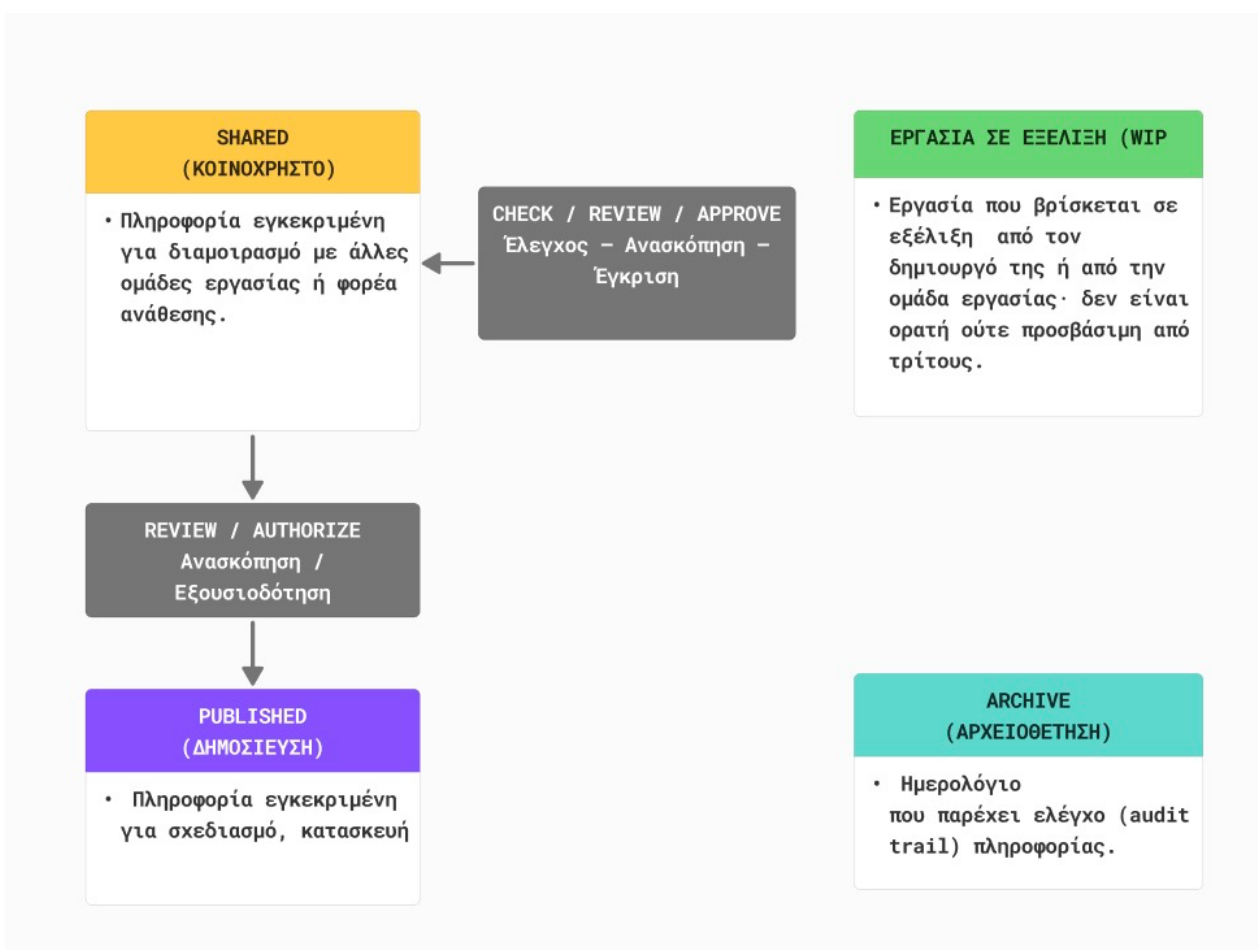
Εικόνα 5

(NATSPEC_BIM_LOD_Paper_131115, n.d., p. 5)

3.2.4 Κοινό Περιβάλλον Δεδομένων (CDE) και (ISO 19650)

Το πρότυπο ISO 19650 ορίζει το Κοινό Περιβάλλον Δεδομένων (CDE) ως τεχνική λύση για τη συλλογή, διαχείριση και διακίνηση της πληροφορίας (John Ford & Galliford Try, 2020, p. 9). Βασικός στόχος είναι να παρέχεται ένα ενιαίο σημείο αναφοράς που ελαχιστοποιεί τα διπλότυπα, ενισχύει τη συνεργασία και εξασφαλίζει την ιχνηλασιμότητα (John Ford & Galliford Try, 2020, p. 8).

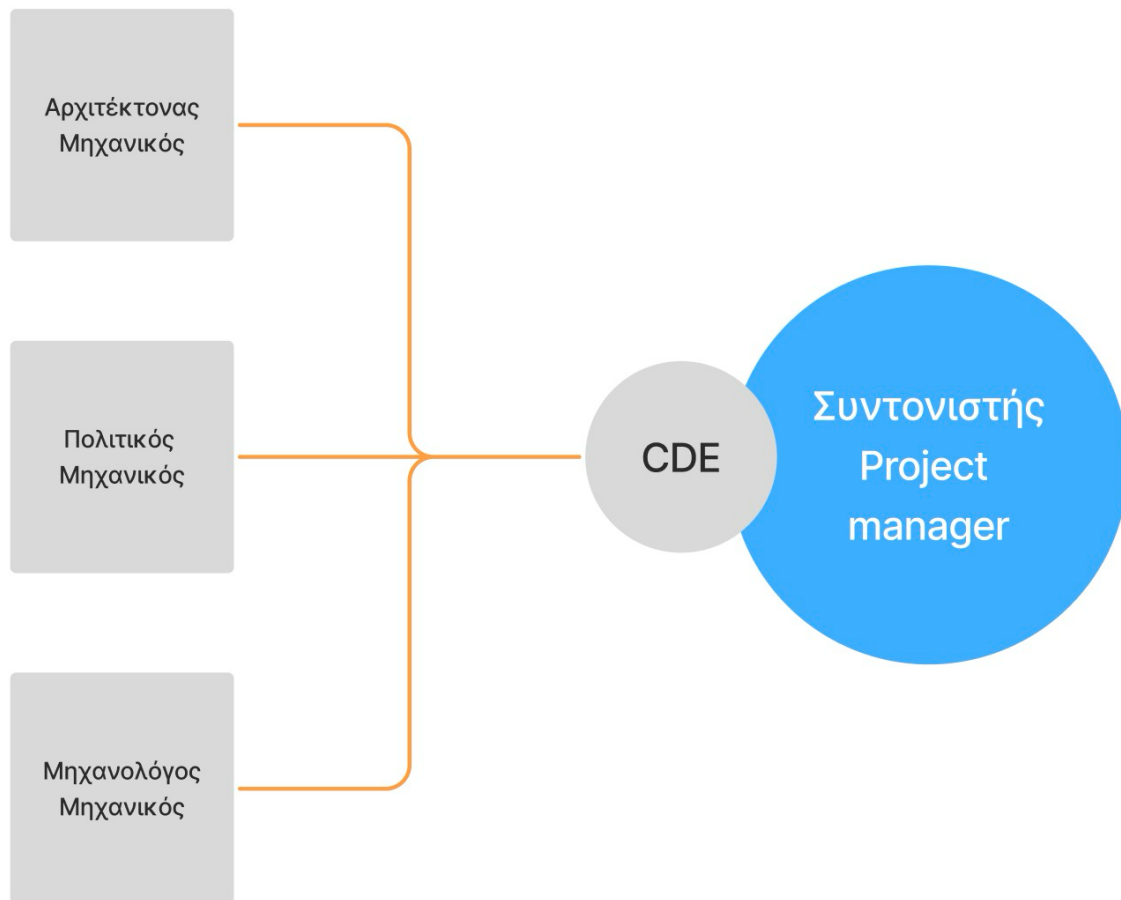
Η πληροφορία στο **CDE** διαρθρώνεται σε τέσσερα στάδια: **Work in Progress (WIP)**, **Shared**, **Published** και **Archive**, (Διάγραμμα 8) όπου κάθε στάδιο συνοδεύεται από αυστηρούς κανόνες ελέγχου, έγκρισης και ανάθεσης (John Ford & Galliford Try, 2020, pp. 11-13 17-20). Η αρχειοθέτηση και η παρακολούθηση των αναθεωρήσεων δημιουργούν μια πλήρη αλυσίδα τεκμηρίωσης (audit trail), που καταγράφει αναλυτικά την προέλευση, τις αλλαγές και τις εγκρίσεις κάθε πληροφορίας (John Ford & Galliford Try, 2020, p. 28).



Διάγραμμα 8

Στην πράξη, οι απαιτήσεις αυτές υλοποιούνται με ψηφιακές λύσεις **CDE** ή **EDMS** (Electronic Document Management System – σύστημα ηλεκτρονικής διαχείρισης εγγράφων, συχνά cloud), που υποστηρίζουν τη διακίνηση δεδομένων, τον έλεγχο εκδόσεων και τη διαχείριση σε επίπεδο χρήστη ή ομάδας (John Ford & Galliford Try, 2020, p. 9).

Το **CDE** (Διάγραμμα 9) λειτουργεί ως το κεντρικό σημείο αναφοράς για όλους τους μελετητές. Μόνο τα δεδομένα που έχουν περάσει στην κατάσταση Shared/Published θεωρούνται κατάλληλα για ανάλυση και κοστολόγηση. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται ως βάση για την παραγωγή πινάκων (schedules) και την εξαγωγή επιμετρήσεων, εξασφαλίζοντας έτσι ότι η κοστολόγηση στηρίζεται σε ενημερωμένα και ελεγμένα δεδομένα.

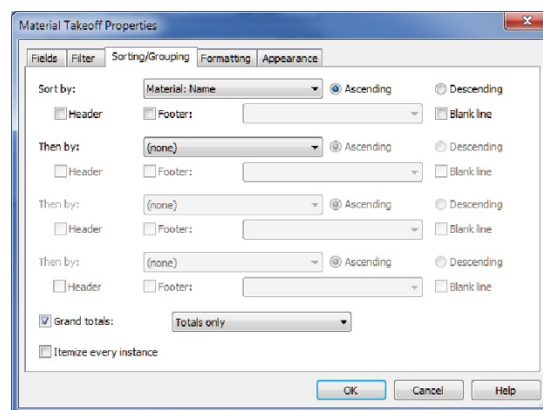


Διάγραμμα 9

3.2.5 Δημιουργία Πινάκων Επιμέτρησης (Schedules) στο Revit

Οι πίνακες επιμέτρησης (**schedules**) στο Revit χρησιμοποιούνται για την οργάνωση και εξαγωγή ποσοτικών δεδομένων από το παραμετρικό μοντέλο. Μέσα από αυτούς καταγράφονται στοιχεία όπως κατηγορία, οικογένεια, τύπος, επίπεδο, διαστάσεις, πλήθος, εμβαδά, υλικά και άλλα πεδία που είναι απαραίτητα για την ανάγνωση και επεξεργασία των δεδομένων του έργου (Βραγγάλος, Κ., 2016, π. 79).

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, τα **schedules** αποτελούν το βασικό μέσο εξαγωγής δεδομένων από το μοντέλο **BIM** προς το **BoQ**. Η επιλογή αυτή είναι συμβατή με τη λογική του 5D BIM, όπου οι ποσότητες που προκύπτουν από το μοντέλο δεν εντάσσονται αυτούσιες στον προϋπολογισμό, αλλά χρειάζονται οργάνωση και αντιστοίχιση με μια κατάλληλη δομή κωδικοποίησης και άρθρων. Οι Kehily et al. επισημαίνουν ότι οι ακατέργαστες BIM quantities πρέπει να φιλτραριστούν και να αντιστοιχηθούν στη δομή του cost plan ή του BoQ, είτε με επεξεργασία στο περιβάλλον του μοντέλου είτε με μεταγενέστερη επεξεργασία σε 5D περιβάλλον (Dermot Kehily et al., 2021, pp. 26–27).



Wall Material Takeoff			
Material	Area	Cost / SF	Total Material Cost
Fabric 2	121 SF	\$0.99	\$119.82
Finishes - Interior - Gypsum Wall Board	8056 SF	\$1.23	\$9908.24
Gypsum Wall Board	326 SF	\$1.20	\$390.86
Insulation / Thermal Barriers - Rigid Insulation	952 SF	\$0.75	\$713.66
Masonry - Brick	4383 SF	\$3.84	\$16832.40
Masonry - Concrete Masonry Units	1714 SF	\$3.00	\$5142.40
Metal - Furring	1860 SF	\$6.00	\$9961.76
Metal - Stud Layer	6030 SF	\$6.00	\$30178.93
Vapor / Moisture Barriers - Damp-proofing	930 SF	\$0.39	\$362.52
Vapor / Moisture Barriers - Vapor Retarder	3509 SF	\$0.40	\$1403.70
Wood - Sheathing - plywood	3475 SF	\$0.95	\$3301.61
	30156 SF		\$79316.99

Εικόνα 6

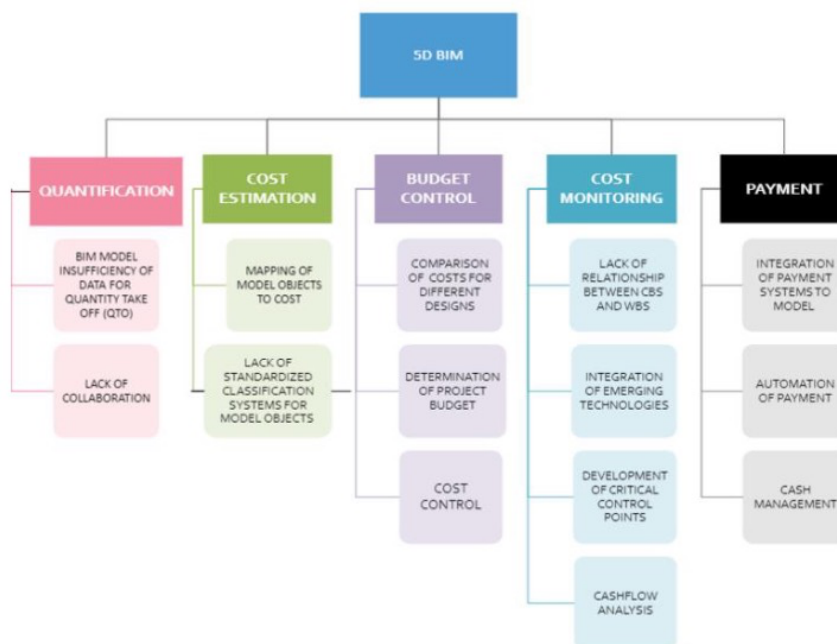
Ειδική κατηγορία schedules αποτελεί το **Materials Takeoff** (Εικόνα 6), το οποίο χρησιμοποιείται όταν ζητούμενο είναι η αναλυτικότερη καταγραφή των ποσοτήτων των υλικών που συναποτελούν ένα στοιχείο. Ο Βραγγάλος αναφέρει ρητά ότι η διαφορά μεταξύ της εξαγωγής λίστας αντικειμένων μέσω **Schedule/Quantity** και του **Material Takeoff** είναι ότι το δεύτερο οδηγεί σε ακριβέστερη καταγραφή όλων των υλικών που συγκροτούν το στοιχείο, με πεδία όπως **Material Name**, **Material Area** και, κατά περίπτωση, **Material Volume** (Βραγγάλος, Κ., 2016, pp. 82–83). Επομένως, στην παρούσα εργασία το Material Takeoff δεν αντιμετωπίζεται ως η κύρια μεθοδολογική επιλογή, αλλά ως ειδικό εργαλείο του Revit, χρήσιμο όταν απαιτείται ανάλυση σε επίπεδο υλικού.

Οι πίνακες αυτοί μπορούν να εξαχθούν σε υπολογιστικό φύλλο για περαιτέρω ταξινόμηση, ομαδοποίηση και αντιστοίχιση με τη δομή του **BoQ** (Βραγγάλος, Κ., 2016, π. 80), χωρίς όμως να αίρεται η ανάγκη ελέγχου τους πριν από την τελική κοστολόγηση. Η βιβλιογραφία του **5D BIM** επισημαίνει ότι οι ποσότητες που προκύπτουν από το μοντέλο δεν ταυτίζονται πάντοτε με τις ποσότητες που απαιτεί μια επιμέτρηση, καθώς ορισμένα μεγέθη είναι παράγωγα του μοντέλου και χρειάζονται πρόσθετη επεξεργασία, ενώ η λογική της επιμέτρησης δεν συμπίπτει πάντα με τη γεωμετρική οργάνωση του BIM μοντέλου (Dermot Kehily et al., 2021, π. 39,49).

3.2.6 Δυναμική Ενημέρωση και περιορισμοί

Κεντρική αρχή του **5D BIM** αποτελεί η αυτόματη και διαρκής ενημέρωση του προϋπολογισμού και του BoQ απευθείας από το ψηφιακό μοντέλο. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει η λειτουργία 5D αφορά τη σύνδεση των επιμετρήσεων του μοντέλου με οικονομικά στοιχεία, ώστε οι μεταβολές του σχεδιασμού να αντανakλώνται σε κοστολογικά μεγέθη. Σε ένα πλήρως ολοκληρωμένο περιβάλλον κάθε αλλαγή στο τρισδιάστατο μοντέλο ενημερώνει αυτόματα τις ποσότητες και τους σχετικούς υπολογισμούς κόστους (Dermot Kehily et al., 2021, π. 19). Η λογική αυτή δεν περιορίζεται στην εξαγωγή ποσοτήτων, αλλά εκτείνεται σε πολλαπλά επίπεδα: εκτίμηση κόστους, έλεγχο προϋπολογισμού, παρακολούθηση κόστους και, δυνητικά, υποστήριξη πληρωμών, όπως συνοψίζεται διάγραμμα.

Ωστόσο, η πρακτική υλοποίηση της πλήρους αυτοματοποίησης παραμένει ζητούμενο. Όπως επισημαίνεται, το BIM δεν προσφέρει «μαγικές λύσεις» ως προς τη δημιουργία αναλυτικού BoQ: απαιτείται πάντα ουσιαστική παρέμβαση από τον χρήστη, τόσο στον έλεγχο όσο και στη διαμόρφωση των αποτελεσμάτων. Η τελική επεξεργασία του BoQ προϋποθέτει τη μετατροπή των αυτοματοποιημένων επιμετρήσεων σε κατανοητή και αξιοποιήσιμη μορφή (όπως περιγραφές εργασιών, μονάδες μέτρησης, τιμές μονάδας). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η επικρατούσα πρακτική είναι οι ποσότητες να εξαγονται σε δομή συμβατή με το WBS (Work Breakdown Structure) και μετά να μεταφέρονται σε τυποποιημένο BoQ (Διάγραμμα 10)— διαδικασία που προσομοιώνει ψηφιακά τον παραδοσιακό τρόπο σύνταξης επιμετρήσεων (Dermot Kehily et al., 2021, π. 50).



Διάγραμμα 10

(Pishdad & Onungwa, 2024, π. 534)

3.3 – BoQ: Από το μοντέλο στην επιμέτρηση και στο κόστος

Το δεύτερο σκέλος του τριγώνου επικεντρώνεται στη μετατροπή των δεδομένων που εξάγονται από το **BIM**. Σε αυτό το πλαίσιο, το ενδιαφέρον στρέφεται στη σύνθεση του **BoQ** ως παραδοτέο: δηλαδή ενός πίνακα που συνδέεται ευθέως με το μοντέλο BIM και παράγει ποσοτικές εισροές για τη συνέχεια της αξιολόγησης.

3.3.1 Ο ρόλος του BoQ στη διαδικασία κοστολόγησης

Το **BoQ (Bill of Quantities)** είναι το επίσημο έγγραφο που καταγράφει αναλυτικά, ανά άρθρο εργασίας, όλες τις εργασίες και ποσότητες υλικών ενός έργου. Η καταγραφή αυτή χρησιμεύει ως κοινή βάση για την τιμολόγηση και την εκτίμηση κόστους για όλα τα στάδια της διαδικασίας. (Razali et al., 2016, p. 30).

Στο ελληνικό πλαίσιο των δημοσίων έργων, το **BoQ** εντάσσεται στα τεύχη δημοπράτησης και λειτουργεί ως κοινή βάση σύγκρισης των οικονομικών προσφορών. Ο ρόλος του είναι κυρίως προ-συμβατικός, καθώς «κλειδώνει» τον προϋπολογισμό και τα συμβατικά οικονομικά μεγέθη πάνω στα οποία τιμολογείται η προσφορά (Ν. 3669/2008, άρθρο 17). Παράλληλα, το πλαίσιο των δημοσίων συμβάσεων (ν. 4412/2016) οργανώνει τα έγγραφα της σύμβασης και τις τεχνικές προδιαγραφές, οι οποίες μπορούν να παραπέμπουν σε ΕΤΕΠ και πρότυπα ΕΛΟΤ, ώστε κάθε άρθρο του BoQ να συνδέεται με σαφείς απαιτήσεις ποιότητας και κανόνες μέτρησης (Ν. 3669/2008, άρθρο 154· Υ.Α. 244140/2023).

Κατά τη φάση της μελέτης και της δημοπράτησης, η δημιουργία του BoQ βασίζεται σε προμετρήσεις, δηλαδή στη συστηματική και αναλυτική αποτίμηση των επιμετρήσεων της μελέτης. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τον προσδιορισμό του αρχικού κόστους και τη διαμόρφωση του οικονομικού πλαισίου για τον διαγωνισμό. Στη φάση υλοποίησης, οι επιμετρήσεις λειτουργούν ως λεπτομερής καταγραφή των εκτελεσμένων και αποδεκτών εργασιών, παρέχοντας τεκμηριωμένη εικόνα για την τελική οικονομική αποτίμηση του έργου (Βασιλική Σ. Στρατήγη, 2015, pp. 21–22).

Επιπλέον, η προμελέτη συνοδεύεται από τεύχη οικονομικών στοιχείων (τιμολόγιο και προϋπολογισμό) που στηρίζονται στις προμετρήσεις, αναδεικνύοντας τον ρόλο του BoQ ως συνδετικού μηχανισμού μεταξύ σχεδιασμού και οικονομικής αποτύπωσης ήδη από τα αρχικά στάδια. (Βασιλική Σ. Στρατήγη, 2015, pp. 21–22).

Το BoQ υποστηρίζει τόσο την προ-συμβατική φάση (ως έγγραφο διαγωνισμού που επιτρέπει συγκρισιμότητα προσφορών πάνω σε κοινή βάση), όσο και τη μετα-συμβατική (αποτίμηση προόδου, μεταβολών και τελικών λογαριασμών), παρέχοντας συνεχή οικονομική δομή και ιχνηλασιμότητα (Razali et al., 2016, pp. 31–33)

3.3.2 Εξαγωγή επιμετρήσεων από το μοντέλο BIM στο Revit

Στο **BIM**, οι ποσότητες παράγονται από το ψηφιακό μοντέλο: κάθε στοιχείο φέρει ενσωματωμένες παραμέτρους, οι οποίες καθιστούν δυνατή τη δημιουργία πινάκων (schedules) που λειτουργούν και ως μέσα ελέγχου της πληροφορίας. Έτσι, το βάρος της επιμέτρησης μετατοπίζεται από τη χειροκίνητη επεξεργασία στη στρατηγική διαχείριση της δομής και της ακρίβειας του μοντέλου (Koutamanis, 2022, pp. 179–180).

Ειδικά στο **Revit**, οι εξαγόμενες ποσότητες (π.χ. επιφάνειες, όγκοι, τεμάχια) υπολογίζονται και ομαδοποιούνται μέσω εργαλείων όπως τα schedules και τα Material Takeoff. Η μέθοδος διασφαλίζει ότι κάθε ανανέωση του μοντέλου αντανakλάται αυτόματα στα δεδομένα, εξαλείφοντας την ανάγκη για επαναλαμβανόμενη χειροκίνητη επιμέτρηση και ενισχύοντας τη συνέπεια σε όλη τη διάρκεια του έργου (Βραγγάλος, Κ., 2016, pp. 80–83)

Η αξιοπιστία των **schedules** εξαρτάται τόσο από την ακρίβεια των παραμέτρων στο μοντέλο, όσο και από τους αλγορίθμους του λογισμικού ως προς τον τρόπο υπολογισμού (π.χ. επιφάνειες, ενώσεις, διαδοχικά στοιχεία). Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι ακόμη και μικρές διαφοροποιήσεις στον υπολογισμό των μεγεθών ή ελλείψεις στη μοντελοποίηση μπορούν να επηρεάσουν καθοριστικά την εκτίμηση και το τελικό κόστος. Συνεπώς, η εξαγωγή απαιτεί, έλεγχο για συστηματικές αστοχίες σχεδιασμού (Βραγγάλος, Κ., 2016, pp. 103–105).

Στην παρούσα μελέτη, οι πίνακες (Schedules/Material Takeoff) παράγονται αποκλειστικά εντός του περιβάλλοντος Revit. Η εξαγωγή τους σε υπολογιστικό φύλλο χρησιμοποιείται μόνο για μορφοποίηση και έλεγχο/διόρθωση της δομής του BoQ, χωρίς επανακαταχώριση επιμετρήσεων.

3.3.3 Πρότυπο BoQ

Το BoQ οργανώνεται ως πίνακας, όπου κάθε άρθρο περιγράφεται με σαφή δεδομένα: ποσότητα, μονάδα μέτρησης, τιμή και κανόνα μέτρησης. Το κόστος κάθε γραμμής προκύπτει με απλό τύπο (Ποσότητα × Τιμή Μονάδας), ενώ το συνολικό κόστος είναι το άθροισμα όλων των γραμμών. Έτσι, ο έλεγχος της κοστολόγησης γίνεται διαφανής και αναπαραγώγιμος.

Στα δημόσια έργα, η παραπομπή προδιαγραφής (**ETEP_Ref/ΕΛΟΤ**) αποτελεί βασικό πεδίο για κάθε άρθρο, διασφαλίζοντας ότι η μέτρηση και η αποτίμηση ακολουθούν συγκεκριμένους τεχνικούς κανόνες (Ν. 3669/2008, n.d., p. άρθρο 154). Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τα βασικά πεδία του προτύπου και τη λειτουργία τους ω (Πίνακας 7).

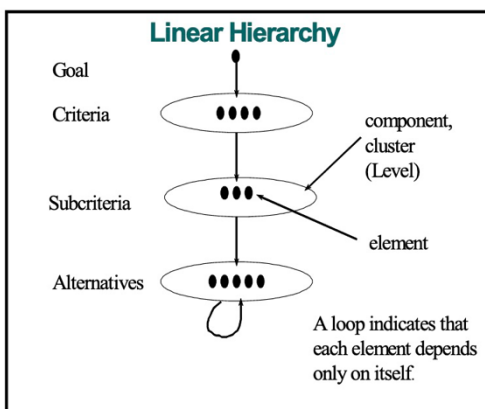
Πεδίο	Τύπος δεδομένων	Σκοπός/σχόλιο
BoQ_Code	Κείμενο	Κωδικοποίηση άρθρου
Work_Item_Description	Κείμενο	Περιγραφή εργασίας/αντικειμένου (
Work_Group (Ομάδα εργασιών)	Κείμενο	Ομαδοποίηση ομοειδών εργασιών (π.χ. “Αρχιτεκτονικά/Φ.Ο./ΗΜ”).
Category / System	Κείμενο	Κατηγορία/σύστημα για φίλτρα και ελέγχους.
Unit	Κείμενο	Μονάδα μέτρησης (m, m ² , m ³ , τεμ.).
Quantity	Αριθμητικό	Ποσότητα από schedule/Material Takeoff.
Rate (Unit Price)	Νομισματικό	Τιμή μονάδας (όπου απαιτείται για κοστολόγηση).
Line_Cost	Νομισματικό	Κόστος γραμμής (Quantity × Rate).
Model_Source_ID	Κείμενο	Αναφορά σε στοιχείο/τύπο/ID του μοντέλου για έλεγχο.
ETEP_Ref (ΕΤΕΠ/ΕΛΟΤ ΤΠ)	Κείμενο	Κωδικός/παραπομπή προδιαγραφής που ορίζει τεχνικές απαιτήσεις και κανόνα μέτρησης.
Revision / Date	Κείμενο	Έκδοση και ημερομηνία εξαγωγής για διαχείριση αλλαγών.

Πίνακας 7

3.4 Στρατηγική Εφαρμογής της Μεθόδου Analytic Network Process (ANP)

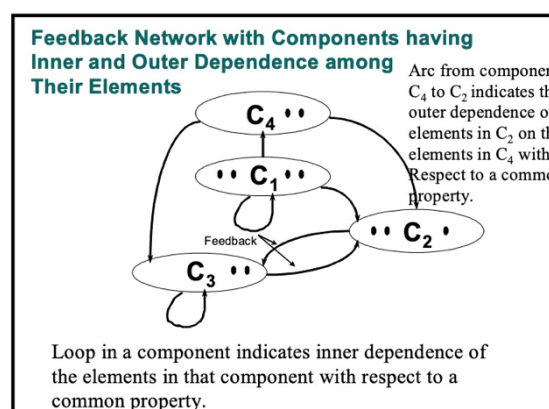
Η μέθοδος **ANP (Analytic Network Process)**, διατυπώθηκε από τον Thomas L. Saaty και αποτελεί γενίκευση της μεθόδου **AHP (Analytic Hierarchy Process)**. Σε αντίθεση την καθαρά ιεραρχική λογική της AHP, η ANP επιτρέπει την ανάλυση προβλημάτων στα οποία τα κριτήρια, τα υποκριτήρια και οι εναλλακτικές συνδέονται μέσω σχέσεων **αλληλεξάρτησης** και **ανατροφοδότησης**, και επομένως δεν μπορούν να αποδοθούν επαρκώς με γραμμική, **top-down δομή** (Saaty & Hall, 1999, pp. 1–2), (Saaty, 2004, pp. 129–130).

Η επιλογή της **ANP** προέκυψε από τον βασικό στόχο της παρούσας εργασίας, δηλαδή τη σύνδεση του ψηφιακού μοντέλου **BIM**, της οικονομικής και ποσοτικής αποτύπωσης μέσω **BoQ** και της αξιολόγησης εναλλακτικών λύσεων. Η **συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση** έδειξε ότι η διεθνής έρευνα έχει ήδη αναπτύξει επιμέρους κατευθύνσεις προς αυτήν την κατεύθυνση: ο (Nguyen et al., 2022b), σε εφαρμογή πάνω σε εναλλακτικά χρονοδιαγράμματα έργου, αναδεικνύουν το BIM ως οργανωμένη βάση δεδομένων για πολυκριτηριακή ανάλυση· οι (Z.-S. Chen et al., 2022) σε μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης, συνδέουν ψηφιακά δεδομένα με διαδικασία αξιολόγησης πολλών εμπλεκομένων. Αντίστοιχα οι (Horfe & McLeod, 2021), στη μελέτη τους για κοινοτικό κέντρο, δείχνουν πώς τα αποτελέσματα προσομοιώσεων μπορούν να τροφοδοτήσουν συμμετοχικές διαδικασίες λήψης αποφάσεων, ενώ οι (De Feo et al., 2018), σε συμμετοχική MCDA για εναλλακτικές χρήσεις ανενεργών περιοχών σε αστική κλίμακα, αναδεικνύουν τη σημασία της **διαφάνειας** και της **συλλογικής στάθμισης** στη δομή της διαδικασίας. Η βιβλιογραφία, επομένως, δεν στερείται μεθοδολογικών κατευθύνσεων· έχει ήδη αναπτύξει επιμέρους τεχνικές για τη σύνδεση ψηφιακών δεδομένων, αξιολόγησης εναλλακτικών και συμμετοχής διαφορετικών φορέων. Ωστόσο, δεν συγκλίνει πάντοτε σε ένα ενιαίο σχήμα ικανό να συνθέσει, με συνεκτικό τρόπο, ετερογενή δεδομένα και αλληλεξαρτώμενα κριτήρια. Το σημείο αυτό γίνεται ιδιαίτερα κρίσιμο, σε ζητήματα όπου μία επιλογή επηρεάζει καθοριστικά το σύνολο των υπολοίπων παραμέτρων. Σε αυτή την κατεύθυνση, οι (Moghtadernejad et al., 2020), εξετάζοντας πολυκριτηριακές μεθόδους για την αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων, επισημαίνουν ότι οι συνήθεις MCDA τεχνικές δεν αποδίδουν πάντοτε επαρκώς την επιρροή μεταξύ των κριτηρίων, ιδίως όταν μεταξύ τους αναπτύσσονται σχέσεις **αλληλεξάρτησης**. Υπό αυτή την έννοια, η σχετικά περιορισμένη παρουσία της **ANP** στο corpus της ανασκόπησης δείχνει ότι τα προβλήματα αυτά παραμένουν λιγότερο διερευνημένα.



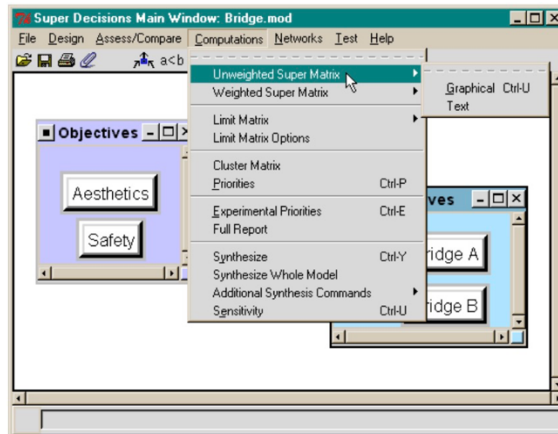
Εικόνα 8

(Saaty, Thomas L., n.d., pp. 5–6)



Εικόνα 7

Κεντρικό υπολογιστικό εργαλείο της ANP είναι ο υπερπίνακας (supermatrix), στον οποίο αποτυπώνονται οι προτεραιότητες που προκύπτουν από τις συγκρίσεις μεταξύ των στοιχείων κάθε δικτύου. (Saaty, 2008, p. 6). Ο υπερπίνακας οργανώνει όλα τα κριτήρια, τα υποκριτήρια και τις εναλλακτικές σε γραμμές και στήλες, επιτρέποντας τη συστηματική σύνθεση των αποτελεσμάτων. Μέσω υπολογισμών, προκύπτει ο λεγόμενος πίνακας ορίου (limit supermatrix), όπου οι τιμές σταθεροποιούνται και αποτυπώνουν τα συνολικά βάρη του συστήματος. (Saaty, 2008, p. 8).



Εικόνα 9

(Saaty, Thomas L., n.d., p. 8)

Για την υλοποίηση της μεθόδου, χρησιμοποιείται το λογισμικό **SuperDecisions**. Το πρόγραμμα επιτρέπει τη δημιουργία του **δικτύου συστοιχιών (clusters) και στοιχείων (elements/nodes)**, καθώς και τον καθορισμό των μεταξύ τους επιρροών, οργανώνοντας έτσι όλη τη δομή της ανάλυσης. (Adams & Saaty, 1999, pp. 1–2). Οι ζευγικές συγκρίσεις εισάγονται στην πλατφόρμα, η οποία υπολογίζει αυτόματα τον υπερπίνακα και τις οριακές τιμές, ενώ μπορεί να παράγει πλήρη αναφορά (full report) για το μοντέλο και τα αποτελέσματα (Adams & Saaty, 1999, p. 32).

3.4.1 Στάδια Εφαρμογής της ANP

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η διαδικασία εφαρμογής της ANP παρουσιάζεται ως διαδοχή **δώδεκα σταδίων**. Η διαδικασία ξεκινά με τον σαφή καθορισμό των κριτηρίων και των συστοιχιών του δικτύου. Για κάθε συστοιχία, καθώς και για τα στοιχεία που την αποτελούν, πραγματοποιούνται συγκρίσεις ανά ζεύγη. Τα αποτελέσματα των συγκρίσεων αυτών αποτυπώνονται στον υπερπίνακα (supermatrix), ο οποίος συγκεντρώνει όλη την κρίσιμη πληροφορία του συστήματος. Μέσα από επαναλαμβανόμενους υπολογισμούς στον υπερπίνακα, το σύστημα σταθεροποιείται και προκύπτει η τελική σειρά κατάταξης των επιλογών (Saaty & Hall, 1999, pp. 1–2).

Στάδια εφαρμογής:

1. Ορισμός κριτηρίων (criteria) και βασικών παραμέτρων (parameters)
2. Καταγραφή συστοιχιών (clusters) και στοιχείων (elements)
3. Αρίθμηση και οργάνωση συστοιχιών (clusters) και στοιχείων (elements)
4. Επιλογή κατεύθυνσης επιρροής (influence direction: affecting/affected)
5. Κατασκευή πίνακα σχέσεων συστοιχιών (cluster relationship matrix)
6. Ζευγικές συγκρίσεις συστοιχιών (pairwise comparisons of clusters, per criterion)
7. Ζευγικές συγκρίσεις στοιχείων (elements) εντός συστοιχιών (clusters)
8. Δημιουργία υπερπίνακα (supermatrix)
9. Υπολογισμός οριακών προτεραιοτήτων (limit supermatrix, limiting priorities)
10. Σύνθεση και στάθμιση προτεραιοτήτων (priority synthesis & weighting)
11. Επανάληψη για κάθε ιεραρχία ελέγχου (control hierarchy: benefits, costs, opportunities, risks)
12. Τελική σύνθεση και κατάταξη αποτελεσμάτων (final synthesis & ranking of alternatives)

Στάδια εφαρμογής:

Στάδιο 1: Ορισμός κριτηρίων (criteria) και βασικών παραμέτρων (parameters)

Το στάδιο αυτό ορίζει το εννοιολογικό πλαίσιο εντός του οποίου θα διεξαχθούν οι συγκρίσεις μεταξύ των εναλλακτικών. Όπως σημειώνουν οι Saaty και Hall (1999, p. 1), το αρχικό βήμα συνίσταται στην επιλογή των ιεραρχιών ελέγχου (control hierarchies) που θα χρησιμοποιηθούν, καθώς και στον σαφή προσδιορισμό των κριτηρίων και υποκριτηρίων που θα δομήσουν το πλαίσιο αξιολόγησης.

Στο πλαίσιο αυτό εισάγεται η έννοια **BOCR** (Benefits–Opportunities–Costs–Risks / Οφέλη–Ευκαιρίες–Κόστη–Κίνδυνοι), η οποία λειτουργεί ως βασικό σχήμα οργάνωσης. Η ομαδοποίηση αυτή συμβάλλει στη διάκριση των θετικών και αρνητικών συνεπειών κάθε επιλογής πριν από τη σύνθεση. Σημειώνεται ότι η μέθοδος δεν επιβάλλει την καθολική εφαρμογή και των τεσσάρων ιεραρχιών, εφόσον κάποια κατηγορία δεν μπορεί να ενσωματώσει κάποιο σχετικό κριτήριο, δύναται να παραληφθεί (Saaty & Hall, 1999, p. 2)

Στο παρόν στάδιο, η επιλογή των κριτηρίων προσεγγίζεται ως σύνθεση, προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις του προβλήματος. Η βιβλιογραφική επισκόπηση ανέδειξε τρεις τάσεις που καθοδηγούν τη σύνθεση αυτή.

Πρώτον, η χρήση MCDA εντοπίζεται κυρίως στα στάδια σχεδιασμού, όπου οι εναλλακτικές παραμένουν ακόμη ανοικτές και επιδέχονται σύγκριση πριν από τη δέσμευση κρίσιμων πόρων. Δεύτερον, στο επίπεδο κτιρίου και κελύφους υπερέχουν τα περιβαλλοντικά, τεχνικά και οικονομικά κριτήρια, ενώ οι παράμετροι αισθητικής, χωρικής εμπειρίας και κοινωνικής αποδοχής διατηρούν ιδιαίτερη σημασία και αποτιμώνται μέσω τεκμηριωμένης αξιολόγησης από ειδικούς.

Τρίτον, σε σύνθετες επιλογές που επηρεάζουν ταυτόχρονα τη λειτουργική οργάνωση, την κατασκευή και τη μελλοντική αξιοποίηση του έργου, η αξιολόγηση απαιτεί σύνθεση ποσοτικών δεδομένων και εξειδικευμένων κρίσεων από περισσότερες της μίας οπτικές.

Σύμφωνα με την SLR οι (Penadés-Plà et al., 2016, pp. 12–13) επισημαίνουν ότι τα κριτήρια και οι μέθοδοι διαφοροποιούνται ανάλογα με το στάδιο του κύκλου ζωής και τη δομή του προβλήματος. Αντίστοιχα, οι (Medineckiene et al., 2015, pp. 11–12) οργανώνουν την αξιολόγηση γύρω από τεχνικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές παραμέτρους, ενώ οι (Mohanta & Das, 2023a, pp. 163–163) αναδεικνύουν, ειδικά για το κέλυφος, τη σημασία της ενεργειακής επίδοσης και της συντηρησιμότητας στο πρώιμο στάδιο σχεδιασμού. Παράλληλα, οι (Berčić et al., 2024a, pp. 786–787) τονίζουν ότι η αρχιτεκτονική ποιότητα δεν εξαντλείται σε μετρήσιμους δείκτες, ενώ οι (P. Chen et al., 2024; Horfe et al., 2013) τεκμηριώνουν την ανάγκη συγκρότησης κοινής βάσης αξιολόγησης, όπου τα ψηφιακά δεδομένα συνδυάζονται με την κρίση των εμπλεκόμενων στα πρώιμα στάδια.

Υπό το φως των παραπάνω, τα κριτήρια της συγκεκριμένης εφαρμογής διαμορφώνονται αρχικά σε πέντε βασικά πεδία: **αρχιτεκτονικό–χωρικό, περιβαλλοντικό, τεχνικό, οικονομικό** και πεδίο **μελλοντικής βελτιστοποίησης**. Στη συνέχεια, τα πεδία αυτά εντάσσονται στη δομή του **BOCR**, ώστε να καταστεί διακριτή η αποτίμηση των θετικών επιδόσεων, των επιβαρύνσεων. Η αντιστοίχιση αυτή λειτουργεί ως φίλτρο για τη συγκρότηση του δικτύου αξιολόγησης: τα κριτήρια επίδοσης κατατάσσονται στα Οφέλη, τα οικονομικά μεγέθη στα Κόστη, οι δυνατότητες προσαρμογής και αναβάθμισης στις Ευκαιρίες, ενώ οι αβεβαιότητες που σχετίζονται με την εφαρμογή, τη λειτουργία και τη διάρκεια ζωής εντάσσονται στους Κινδύνους. Με τον τρόπο αυτό, το Στάδιο 1 συγκροτεί το εννοιολογικό και λειτουργικό πλαίσιο εντός του οποίου τα κριτήρια μετασχηματίζονται σε συστοιχίες και κόμβους του υπό εξέταση μοντέλου.

(Πίνακας 8).

Θεματική οικογένεια	BOCR	Δευτερεύουσα ερμηνεία	
Περιβαλλοντικά / ενεργειακά	Οφέλη	Κόστη	
Οικονομικά	Κόστη	Ευκαιρίες	
Τεχνικά (επίδοση/ανθεκτικότητα)	Οφέλη	Κίνδυνοι	
Λειτουργικότητα / χρήση	Οφέλη	Ευκαιρίες	
Κοινωνικά	Οφέλη	Ευκαιρίες / Κίνδυνοι	
Αισθητικά & χωρικά	Οφέλη	Ευκαιρίες	
Πολιτισμικά / κληρονομιά	Οφέλη	Ευκαιρίες	
Δημόσιος χώρος	Οφέλη	Ευκαιρίες	

Στάδιο 2: Προσδιορισμός Συστοιχιών και Στοιχείων

Η καταγραφή συστοιχιών (clusters) και στοιχείων (elements) αποτελεί τη δομή του συστήματος. Κάθε ομάδα (cluster) οργανώνεται έτσι ώστε τα στοιχεία της να έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά ή ρόλο, διευκολύνοντας τις συγκρίσεις (Saaty & Hall, 1999, pp. 2–3).

Σύμφωνα με την βιβλιογραφική επισκόπηση, οι ομάδες-clusters συχνά ταυτίζονται με τις βασικές θεματικές οικογένειες κριτηρίων που εμφανίζονται πιο συχνά στη βιβλιογραφία. Η διάκριση μεταξύ ποσοτικών και ποιοτικών τεκμηρίων είναι κρίσιμη: για τα περισσότερα περιβαλλοντικά, τεχνικά ή οικονομικά κριτήρια προκρίνονται μετρήσιμα/υπολογίσιμα στοιχεία, ενώ για κοινωνικά, αισθητικά ή χωρικά πεδία συνήθως υιοθετούνται ποιοτικές μεταβλητές (όπως στάσεις, εκτιμήσεις ή ποιοτικές αξιολογήσεις) (Πίνακας 9).

Πίνακας 9

Κριτήρια	Τύπος δεδομένων (ποσοτικό/ποιοτικό)			
Περιβαλλοντικά	Κυρίως ποσοτικό (μετρήσεις/υπολογισμοί)			
Τεχνικά	Κυρίως ποσοτικό (τεχνικοί δείκτες)			
Οικονομικά	Ποσοτικό (δαπάνες/δείκτες κόστους)			
Κοινωνικά	Ποιοτικό+ποσοτικό (κρίσεις/ερωτηματολόγια και δείκτες)			
Αισθητικά	Κυρίως ποιοτικό (κριτικές/αξιολογήσεις)			
Χωρικά	Κυρίως ποιοτικό (ποιοτικές αποτιμήσεις χώρου)			
Πολιτισμικά/Κληρονομιά	Κυρίως ποιοτικό (ερμηνευτικές/αξιακές κρίσεις)			
Δημόσιος χώρος	Κυρίως ποιοτικό (κρίσεις χρήσης/ποιότητας)			

Στάδιο 3: Οργάνωση και Συστοιχίες

Στο Στάδιο 3 εφαρμόζεται η κωδικοποίηση σε κάθε συστοιχία (cluster) και στοιχείο (element). Σύμφωνα με τον (Saaty & Hall, 1999, p. 2), κάθε cluster και κάθε στοιχείο αριθμείται και καταγράφεται, αυτή η ονοματοδοσία παραμένει αμετάβλητη σε όλα τα στάδια και για όλα τα κριτήρια. Με αυτό τον τρόπο, η ανάλυση γίνεται αξιόπιστη και αποτρέπονται ασυμβατότητες που θα μπορούσαν να προκύψουν στη δομή του υπερπίνακα, αφού κάθε στοιχείο έχει μοναδικό και αναγνωριστικό (Saaty & Hall, 1999, pp. 2–3).

Η συμβολική περιγραφή της διαδικασίας είναι απλή: έχουμε N συστοιχίες C_1, \dots, C_N και, για κάθε συστοιχία C_h , ένα πλήθος n_h στοιχείων $e(h_1), e(h_2), \dots, e(h_{n_h})$ (Saaty & Hall, 1999, p. 3) Ενδεικτική κωδικοποίηση θεματικών συστοιχιών (Πίνακας 10).

Πίνακας 10

Θεματική οικογένεια κριτηρίων	Ενδεικτικός κωδικός συστοιχίας
Περιβαλλοντικά / ενεργειακά	C1
Τεχνικά	C2
Οικονομικά	C3
Κοινωνικά	C4
Αισθητικά	C5
Χωρικά	C6
Πολιτισμικά / κληρονομιά	C7
Δημόσιος χώρος	C8

Στάδιο 4: Καθορισμός Επιρροών

Η πηγή επιρροής ορίζει τη λογική με την οποία θα γίνουν οι συγκρίσεις μεταξύ των στοιχείων του δικτύου. Η μέθοδος απαιτεί να διαλέξουμε αν οι ερωτήσεις θα τίθενται από την πλευρά του δέκτη (being influenced) ή της πηγής (influencing), πάντοτε ως προς συγκεκριμένο κριτήριο (Saaty & Hall, 1999, p. 2).

Αν η εστίαση είναι στον δέκτη (X), η ερώτηση είναι: «ποιοι παράγοντες επηρεάζουν περισσότερο τον X;». Αν η εστίαση είναι στην πηγή (X), η ερώτηση είναι: «ο X επηρεάζει περισσότερο ποια στοιχεία;». Η απόφαση αυτή δεν αλλάζει τα περιεχόμενα του μοντέλου αλλά καθορίζει τον τρόπο που θα διατυπωθούν οι ζευγικές συγκρίσεις (Πίνακας 11).

Πώς αλλάζει το ερώτημα ανά κατεύθυνση

Πίνακας 11

Ενδεικτικό cluster	Being influenced (δέκτης X) – ερώτημα σύγκρισης	Influencing (πηγή X) – ερώτημα σύγκρισης
Περιβαλλοντικά / ενεργειακά	«Ποια clusters επηρεάζουν περισσότερο τα περιβαλλοντικά/ενεργειακά στοιχεία (X);»	«Τα περιβαλλοντικά/ενεργειακά στοιχεία (X) επηρεάζουν περισσότερο ποια clusters;»
Τεχνικά	«Ποια clusters επηρεάζουν περισσότερο τα τεχνικά στοιχεία (X);»	«Τα τεχνικά στοιχεία (X) επηρεάζουν περισσότερο ποια clusters;»
Οικονομικά	«Ποια clusters επηρεάζουν περισσότερο τα οικονομικά στοιχεία (X);»	«Τα οικονομικά στοιχεία (X) επηρεάζουν περισσότερο ποια clusters;»
Κοινωνικά	«Ποια clusters επηρεάζουν περισσότερο τα κοινωνικά στοιχεία (X);»	«Τα κοινωνικά στοιχεία (X) επηρεάζουν περισσότερο ποια clusters;»
Αισθητικά	«Ποια clusters επηρεάζουν περισσότερο τα αισθητικά στοιχεία (X);»	«Τα αισθητικά στοιχεία (X) επηρεάζουν περισσότερο ποια clusters;»
Χωρικά	«Ποια clusters επηρεάζουν περισσότερο τα χωρικά στοιχεία (X);»	«Τα χωρικά στοιχεία (X) επηρεάζουν περισσότερο ποια clusters;»
Πολιτισμικά / κληρονομιά	«Ποια clusters επηρεάζουν περισσότερο τα πολιτισμικά/κληρονομιά στοιχεία (X);»	«Τα πολιτισμικά/κληρονομιά στοιχεία (X) επηρεάζουν περισσότερο ποια clusters;»
Δημόσιος χώρος	«Ποια clusters επηρεάζουν περισσότερο τον δημόσιο χώρο (X);»	«Ο δημόσιος χώρος (X) επηρεάζει περισσότερο ποια clusters;»

Στάδιο 5: Καταγραφή των Σχέσεων Επιρροών (Πίνακας τριών στηλών)

Για κάθε κριτήριο, δημιουργούμε έναν απλό πίνακα που δηλώνει μόνο αν υπάρχει ή όχι σχέση επιρροής μεταξύ των συστοιχιών. Η μεσαία στήλη περιέχει τη συστοιχία-στόχο, αριστερά αναγράφονται όσες την επηρεάζουν και δεξιά όσες επηρεάζει η ίδια. Δεν καταγράφεται η ένταση της σχέσης· μόνο η ύπαρξη ή απουσία επιρροής. Όπου δεν υπάρχει επιρροή, σημειώνεται ως μηδενική (Saaty & Hall, 1999, p. 2) (Πίνακας 12).

Πίνακας τριών στηλών για σχέσεις επιρροής συστοιχιών (ανά κριτήριο)

Πίνακας 12

Συστοιχίες που επηρεάζουν (<i>influencing clusters</i>)	Συστοιχία-στόχος (<i>target cluster</i>)	Συστοιχίες που επηρεάζονται (<i>influenced clusters</i>)
C2, C3	C1 Περιβαλλοντικά/ενεργειακά	C2, C3
C1, C3	C2 Τεχνικά	C1, C3
C1, C2	C3 Οικονομικά	C1, C2
—	C4 Κοινωνικά	—
—	C5 Αισθητικά	—
—	C6 Χωρικά	—
—	C7 Πολιτισμικά/κληρονομιά	—
—	C8 Δημόσιος χώρος	—

Στάδιο 6: Ζευγικές Συγκρίσεις Συστοιχιών

Στο στάδιο αυτό, οι ήδη καταγεγραμμένες επιρροές μεταξύ συστοιχιών μετατρέπονται σε αριθμητικά βάρη, πάντα ως προς ένα συγκεκριμένο κριτήριο ελέγχου. Οι συγκρίσεις γίνονται μόνο μεταξύ συστοιχιών που έχουν δηλωθεί ως σχετικές στον πίνακα, ενώ όπου δεν υπάρχει επιρροή το αντίστοιχο βάρος είναι μηδενικό (Saaty & Hall, 1999, p. 2).

Η σύγκριση εκφράζεται, με βάση την καθιερωμένη κλίμακα, πόσο ισχυρότερη θεωρείται μια συστοιχία σε σχέση με μια άλλη ως προς το υπό εξέταση κριτήριο. Ο αριθμός που αποδίδεται σε κάθε σύγκριση προσεγγίζει τον λόγο των σχετικών βαρών των δύο συστοιχιών. (Saaty & Hall, 1999, p. 9):

$$a_{ij} \approx \frac{w_i}{w_j}$$

Η κλίμακα 1–9 βοηθά να εκφράσουμε με σαφήνεια πόσο υπερτερεί κάτι σε σύγκριση με κάτι άλλο: 1 σημαίνει «ίσο», 9 σημαίνει «υπεροχή», τα ενδιάμεσα βήματα καλύπτουν όλες τις δυνατές διαβαθμίσεις. (Saaty, 2008, p. 3) :

$$a_{ij} \in \left\{ \frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \dots, \frac{1}{2}, 1, 2, \dots, 8, 9 \right\}$$

Οι κρίσεις οργανώνονται σε πίνακα ζευγικών συγκρίσεων $A = (a_{ij})$, όπου a_{ij} εκφράζει τον λόγο προτίμησης/επιρροής της εναλλακτικής i έναντι της j . Για να είναι ο πίνακας αμοιβαίος και θετικός, ισχύουν: $a_{ii} = 1$ (ουδετερότητα στη διαγώνιο), $a_{ji} = 1/a_{ij}$ (ιδιότητα αμοιβαιότητας) και $a_{ij} > 0$ (θετικότητα) (Saaty, 2001, p. 18):

$$A = (a_{ij}), a_{ii} = 1, a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}, a_{ij} > 0$$

Από τον πίνακα ζευγικών συγκρίσεων A , παράγεται το διάνυσμα προτεραιοτήτων/βαρών w — δηλαδή τα **βάρη συστοιχιών** για το συγκεκριμένο κριτήριο και τη συστοιχία-στόχο. Η αναλυτική μορφή της σχέσης είναι (Saaty & Hall, 1999, p. 18)

$$\sum_{\{j=1\}} a_{ij}w_j = \lambda_{\{max\}w_{\{i\}}}$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Η της τιμής a_{ij} προσεγγίζει τον λόγο των αντίστοιχων βαρών, δηλαδή:

$$a_{ij} \approx \frac{w_i}{w_j}$$

Πρότυπο (τυποποίηση του παραδείγματος του (Saaty & Hall, 1999, p. 18))

Πίνακας 13

Στοιχεία της C_p / Στοιχεία της C_p	e1	e2	...	en
e1	1	a_{12}	...	a_{1n}
e2	$1/a_{12}$	1	...	a_{2n}
...
en	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$...	1

Πρότυπο “Cluster Weights Matrix” (Saaty & Hall, 1999, p. 18))

Πίνακας 14

	C_1 (parent)	C_2 (parent)	C_3 (parent)	...
C_1	w_{11}	w_{12}	w_{13}	...
C_2	w_{21}	w_{22}	w_{23}	...
C_3	w_{31}	w_{32}	w_{33}	...
...

Στάδιο 7: Ζευγικές Συγκρίσεις Στοιχείων

Οι ζευγικές συγκρίσεις αποτελούν το στάδιο όπου οι επιμέρους μεταβλητές του συστήματος αξιολογούνται αριθμητικά. Συγκρίνονται, δηλαδή, τα στοιχεία μιας συστοιχίας ως προς την επίδρασή τους σε κάθε στοιχείο-στόχο άλλης συστοιχίας, σύμφωνα με το πώς ορίζει η δομή του δικτύου. Όλες οι συγκρίσεις πραγματοποιούνται αναφορικά με ένα σαφές κριτήριο ή υποκριτήριο της ανώτερης ιεραρχίας, ώστε να διασφαλίζεται η σταθερότητα και η συγκρισιμότητα των κρίσεων (Saaty & Hall, 1999, p. 2).

Ο μαθηματική formula είναι ίδια με το Στάδιο 6. Όπως στο Στάδιο 6 οι ζευγικές συγκρίσεις γίνονται μεταξύ συστοιχιών (clusters), έτσι στο Στάδιο 7 οι συγκρίσεις μεταφέρονται στο επίπεδο των στοιχείων (elements): συγκρίνονται στοιχεία εντός μιας συστοιχίας ως προς την επίδρασή τους σε συγκεκριμένο στοιχείο-στόχο άλλης (ή της ίδιας) συστοιχίας, και από αυτές προκύπτουν τα τοπικά βάρη που εισάγονται στον υπερπίνακα. (Saaty & Hall, 1999, p. 2,9).

Στάδιο 8: Κατασκευή του Υπερ-Πίνακα Επιρροών

Η κατασκευή του υπερπίνακα συνθέτει, όλα τα τοπικά βάρη που προέκυψαν από τις ζευγικές συγκρίσεις. Κάθε διάνυσμα προτεραιοτήτων που παράγεται από τις συγκρίσεις τοποθετείται ως στήλη, για ένα συγκεκριμένο κριτήριο ελέγχου (Saaty & Hall, 1999, p. 3).

Η δομή του υπερπίνακα περιέχει τα τοπικά βάρη που αποτυπώνουν πώς τα στοιχεία της συστοιχίας C_j επηρεάζουν τα στοιχεία της συστοιχίας C_i . Έτσι, αν υπάρχουν N συστοιχίες, ο υπερπίνακας έχει διαστάσεις ίσες με το συνολικό πλήθος όλων των στοιχείων και η μορφή του είναι (Saaty & Hall, 1999, pp. 3–4) (Πίνακας 15):

Πίνακας 15

	C1	C2	...	CN
C1	W11	W12	...	W1N
C2	W21	W22	...	W2N
...
CN	WN1	WN2	...	WNN

Στάδιο 9: Υπολογισμός Οριακών Προτεραιοτήτων (Limiting Priorities)

Σε αυτό το στάδιο, στόχος είναι να εξαχθούν τα στοιχεία που αντικατοπτρίζουν τη συνολική, συμπεριφορά του συστήματος, ανεξάρτητα από μεμονωμένες τοπικές συγκρίσεις. Η διαδικασία εφαρμόζεται σε υπερπίνακα που έχει σταθμιστεί (Saaty & Hall, 1999, pp. 2–3).

Ο υπολογισμός γίνεται με επαναλαμβανόμενο πολλαπλασιασμό του σταθμισμένου υπερπίνακα με τον εαυτό του. Αν ο υπερπίνακας είναι \tilde{W} , τότε υπολογίζονται οι διαδοχικές του δυνάμεις:

$$W^{(k)} = (\tilde{W})^k, k = 2, 3, \dots$$

και το οριακό αποτέλεσμα δίνεται από το όριο:

$$W^{(\infty)} = \lim_{k \rightarrow \infty} (\tilde{W})^k$$

Το $W^{(\infty)}$ εκφράζει τις τελικές, συνολικές προτεραιότητες όλων των στοιχείων ως προς το συγκεκριμένο κριτήριο, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις άμεσες και έμμεσες διασυνδέσεις (Saaty & Hall, 1999, σ. 2, 4).

Η μορφή του οριακού υπερπίνακα εξαρτάται από ιδιότητες του \tilde{W} , όπως αν είναι αναγώγιμος ή μη αναγώγιμος και κυκλικός ή μη κυκλικός. Οι διαφορές αυτές οδηγούν σε επιμέρους περιπτώσεις οριακής συμπεριφοράς που παρουσιάζονται αναλυτικά στην πηγή (Saaty & Hall, 1999, σ. 3–4) (Πίνακας 16).

Characterization of $W^{(\infty)}$ in Terms of Eigenvalue Multiplicity (Saaty & Hall, 1999, p. 4).

Πίνακας 16

	Non cyclic	Cyclic
Irreducible	$\lambda_{\max} = 1$ is a simple root	other eigenvalues with modulus = 1 (they occur in conjugate pairs)
Reducible	$\lambda_{\max} = 1$ is a multiple root	other eigenvalues with modulus = 1 (they occur in conjugate pairs)

Στάδιο 10: Σύνθεση Οριακών Προτεραιοτήτων (σταθμισμένος υπερ-πίνακας)

Σε αυτό το στάδιο, τα οριακά αποτελέσματα (Limiting Priorities) που έχουν υπολογιστεί για κάθε κριτήριο ελέγχου συνδυάζονται σε ένα ενιαίο τελικό αποτέλεσμα. Η διαδικασία είναι: κάθε υπερπίνακας σταθμίζεται με το αντίστοιχο βάρος του κριτηρίου και οι σταθμισμένοι υπερπίνακες αθροίζονται μεταξύ τους (Saaty & Hall, 1999, p. 2).

Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένας συνθετικός υπερπίνακας που ενσωματώνει όλα τα επιμέρους οριακά αποτελέσματα κάθε κριτηρίου. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται ξεχωριστά για καθεμία από τις τέσσερις ιεραρχίες ελέγχου (Οφέλη, Κόστη, Ευκαιρίες, Κίνδυνοι), έτσι ώστε να αποτυπώνονται και να συντίθενται όλες οι κρίσιμες διαστάσεις της ανάλυσης.

Στάδιο 11: Επανάληψη για Κάθε Ιεραρχία Ελέγχου

Σε αυτό το στάδιο, η σύνθεση που έγινε στα προηγούμενα βήματα επαναλαμβάνεται ξεχωριστά για κάθε μία από τις τέσσερις ιεραρχίες ελέγχου, με αποτέλεσμα να παράγονται τέσσερα ξεχωριστά σύνολα προτεραιοτήτων, ένα για κάθε άξονα αξιολόγησης (Saaty & Hall, 1999, pp. 1–2).

Τα τέσσερα αυτά αποτελέσματα διατηρούνται, ώστε να χρησιμοποιηθούν στο τελικό στάδιο για την οριστική κατάταξη.

Στάδιο 12: Τελική Σύνθεση και Κατάταξη Εναλλακτικών

Η τελική κατάταξη προκύπτει από τη σύνθεση των τεσσάρων αποτελεσμάτων—Οφέλη (Benefits), Κόστη (Costs), Ευκαιρίες (Opportunities), Κίνδυνοι (Risks). Η μέθοδος βασίζεται στον πολλαπλασιασμό των δεικτών Οφέλη και Ευκαιρίες και στη διαίρεση με το γινόμενο Κόστους και Κινδύνων. Η εναλλακτική με τη μεγαλύτερη τελική τιμή θεωρείται προτιμότερη. (Saaty & Hall, 1999, pp. 1–2).

$$B_i = p_i^{(B)} (\text{Οφέλη/Benefits})$$

$$O_i = p_i^{(O)} (\text{Ευκαιρίες/Opportunities})$$

$$C_i = p_i^{(C)} (\text{Κόστη/Costs})$$

$$R_i = p_i^{(R)} (\text{Κίνδυνοι/Risks})$$

ο συνολικός δείκτης κατάταξης για κάθε εναλλακτική ορίζεται από τον τύπο:

$$S_i = \frac{B_i \cdot O_i}{C_i \cdot R_i}, i = 1, \dots, q$$

3.4.2 Σχεδιασμός Ερωτηματολογίου Σύγκρισης κατά Ζεύγη

Το ερωτηματολόγιο στη μέθοδο ANP διατυπώνεται ως σύνολο ζευγικών συγκρίσεων. Η διατύπωση κάθε ερώτησης θα πρέπει να ακολουθεί σαφή και απλή μορφή, όπως «ποιο από τα δύο στοιχεία επηρεάζει περισσότερο ένα τρίτο». (Saaty, 2004, pp. 129–130). Η συμπλήρωση των απαντήσεων γίνεται με τη θεμελιώδη κλίμακα 1–9, όπου για κάθε προτίμηση χρησιμοποιείται αυτόματα το αντίστροφο όταν αλλάζει η φορά της κρίσης (Adams & Saaty, 1999, p. 22). Το πρότυπο ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο **Παράρτημα 4**.

Επιλογή και διαχείριση ομάδας εμπειρογνομόνων (expert panel):

Η αποτελεσματική εφαρμογή της ANP απαιτεί ομάδα εμπειρογνομόνων με επαρκή επιστημονική επάρκεια και διαφορετικές οπτικές, ώστε να καλύπτεται όλο το φάσμα των κρίσιμων διαστάσεων του προβλήματος (Saaty, 2001, p. 31). Το βασικό ζήτημα είναι η σύνθεση των απόψεων. Η βιβλιογραφία τεκμηριώνει ότι ο πιο ορθός τρόπος είναι το (σταθμισμένο) γεωμετρικό μέσο:

$$a_{ij}^{(G)} = \left(\prod_{k=1}^m a_{ij}^{(k)} \right)^{1/m}$$

όπου $a_{ij}^{(k)}$ είναι η κρίση του k-οστού ειδικού για το ζεύγος (i,j) και m το πλήθος των ειδικών (Saaty, 2001, σ. 31–32). (Saaty, 2001, p. 33). Η μεθοδολογία επιτρέπει επίσης διαφορετική στάθμιση, αν κάποιος ειδικός θεωρείται πιο έμπειρος:

$$a_{ij}^{(G)} = \prod_{k=1}^m (a_{ij}^{(k)})^{q_k}, \sum_{k=1}^m q_k = 1$$

Η ομάδα οφείλει να ελέγχει τη συνοχή των απαντήσεων πριν ολοκληρωθούν οι υπολογισμοί. Ένα μικρό επίπεδο ασυνέπειας είναι ανεκτό, ενώ υψηλή ασυνέπεια υποδεικνύει την ανάγκη στοχευμένης επανεξέτασης (Saaty, 2004, p. 132). Η διαδικασία αυτή υποστηρίζεται στο SuperDecisions μέσω εργαλείων ελέγχου ασυνέπειας και επισήμανσης των πιο ασυνεπών κρίσεων (Adams & Saaty, 1999, p. 22).

3.4.3 Σύνοψη μεθόδου BIM–BoQ–ANP

Η μεθοδολογία BIM–BoQ–ANP συνδέει δεδομένα, κόστος και αξιολόγηση σε μια καθαρή αλυσίδα. Αρχικά, το BIM παράγει ακριβή τεχνικά και ποσοτικά δεδομένα. Το BoQ μετατρέπει τις ποσότητες σε συγκρίσιμο οικονομικό μέγεθος για κάθε εναλλακτική. Η ANP συνθέτει τα στοιχεία αυτά σε δίκτυο κριτηρίων, επιτρέποντας αντικειμενική ιεράρχηση βάσει σαφών συγκρίσεων.

Αυτή η δομή διασφαλίζει ότι κάθε βήμα στηρίζεται στο προηγούμενο. Ο καθορισμός κατάλληλου επιπέδου ανάπτυξης του μοντέλου (LoD 300 και διαχείριση CDE) αποτελεί τη βάση για αξιόπιστο BoQ, το οποίο με τη σειρά του προσφέρει μια αντικειμενική βάση για τη σύγκριση οικονομικών και κατασκευαστικών προτάσεων. Η ANP λειτουργεί ως «γέφυρα» γιατί ενώνει, στο ίδιο πλαίσιο, ποσοτικά και ποιοτικά κριτήρια και οδηγεί σε μία ενιαία κατάταξη.

Στην επόμενη φάση, το Κεφάλαιο 4 εφαρμόζει το σχήμα αυτό σε συγκεκριμένο σενάριο μελέτης περίπτωσης, ώστε να αναδειχθούν πρακτικά τα κρίσιμα σημεία, να δοκιμαστούν οι παραδοχές και να αποσαφηνιστεί ο τρόπος λήψης αποφάσεων.

Κεφάλαιο 4: Εφαρμογή της μεθοδολογίας – Μελέτη περίπτωσης

4.0 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο 4 εφαρμόζει στην πράξη το μεθοδολογικό πλαίσιο μέσω της μελέτης περίπτωσης. Στις ενότητες που ακολουθούν, παρουσιάζονται το θέμα και τα εναλλακτικά σενάρια, ορίζονται τα **κριτήρια** και οι **ρόλοι**, και αναπτύσσεται η **ροή εργασίας (BIM→BoQ→ANP)**, μαζί με το στήσιμο του μοντέλου, τα ερωτηματολόγια και τους ελέγχους συνέπειας, και πληρότητας. Η ενότητα ολοκληρώνεται με την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, και την αποτίμηση της λύσης.

4.1 Περιγραφή της μελέτης περίπτωσης

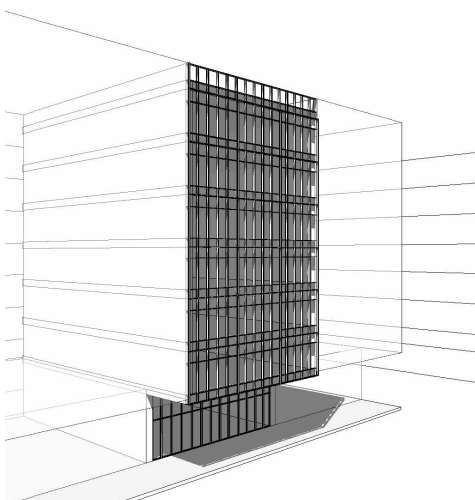
Η παρούσα μελέτη περίπτωσης έχει ως αντικείμενο τη διαμόρφωση της νότιας όψης ενός εξαώροφου κτιρίου γραφείων, η μελέτη ορίζεται στο στάδιο της προμελέτης. Η βασική ιδέα είναι να οριστεί το αρχιτεκτονικό πλαίσιο, πάνω στο οποίο θα συγκριθούν διαφορετικά συστήματα της πρότασης.

Στο πλαίσιο αυτό παραμένουν σταθερά η γεωμετρία, η διάταξη των χώρων και οι βασικές προδιαγραφές του κελύφους, ενώ μεταβάλλεται μόνο η δομή της όψης.

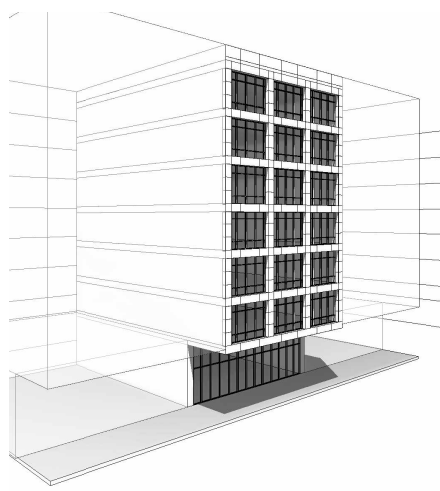
Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης επιλέχθηκε επειδή αποτελεί ένα χαρακτηριστικό και διαχειρίσιμο παράδειγμα κατάλληλο για να δοκιμαστεί η μεθοδολογία. Ο στόχος είναι να εντοπιστούν τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και πιθανά μειονεκτήματα ή περιορισμοί της προσέγγισης αυτής.

4.2 Σενάρια όψης S1–S3

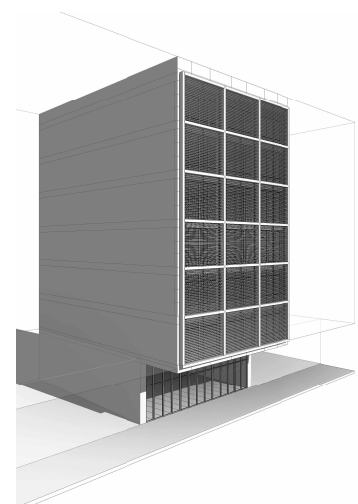
Οι λύσεις αποτυπώνονται στα σχέδια όψης των Σχέδιο 3, Σχέδιο 1, Σχέδιο 2



Σχέδιο 3



Σχέδιο 1



Σχέδιο 2

4.2.1 Σενάριο S1 Αναρτημένη όψη με εμφανή κάνναβο (Curtain Wall)

Η λύση οργανώνει τη νότια όψη ως «ελαφριά» επιδερμίδα υψηλής διαφάνειας, με σαφή ρυθμό κατακόρυφων/οριζόντιων στοιχείων που επιτρέπει καθαρή ανάγνωση της κατασκευαστικής λογικής. Κρίσιμο στοιχείο είναι η διάκριση δύο επιπέδων καννάβου: (α) πρωτεύων, εμφανής κάνναβος που ακολουθεί τον αρχιτεκτονικό/λειτουργικό κάνναβο και συγκροτεί τον βασικό ρυθμό της όψης, και (β) δευτερεύων κάνναβος που επιμερίζει τα πεδία πλήρωσης και διαμορφώνει τις μονάδες του υαλοπετάσματος (υαλοπίνακες/αδιαφανή ή ημιδιαφανή πάνελ) Σχέδιο 3.

4.2.2 Σενάριο S2 – Όψη δομικού καννάβου (Grid Facade) με πλήρωση

Σε αυτή τη λύση, το βάρος μετατοπίζεται από την «ελαφριά» εξωτερική επιδερμίδα στην έντονη, «βαριά» έκφραση του δομικού καννάβου. Η όψη συγκροτείται από σαφή διάκριση **πλαisiού (καννάβου)** και **πεδίων πλήρωσης**, ενισχύοντας την τεκτονική ανάγνωση και την ιεράρχηση των ανοιγμάτων Σχέδιο 1.

4.2.3 Σενάριο S3 – Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων (Fixed Louvers)

Η λύση προσθέτει **δεύτερο εξωτερικό φίλτρο σκίασης** μπροστά από το κύριο κέλυφος: σύστημα σταθερών οριζόντιων περσίδων σταθερής κλίσης, που στηρίζεται σε ανεξάρτητο μεταλλικό φορέα Σχέδιο 2.

4.3 Παραγωγή και οργάνωση ποσοτικών δεδομένων: BIM → Schedules → BoQ

Η ενότητα που ακολουθεί περιγράφει τη διαδικασία με την οποία οι ποσότητες των στοιχείων της όψης αντλούνται από το **BIM μοντέλο** και κατηγοριοποιούνται σε άρθρα του **BoQ**. Σκοπό είναι η σύνθεση του συνολικού κόστους κατασκευής για κάθε σενάριο (**S1-S3**).

Η ροή εργασίας είναι κοινή για όλα τα σενάρια και περιλαμβάνει:

- **Εξαγωγή** των επιμετρήσεων (schedules) από το Revit σε μορφή CSV
- **Ομαδοποίηση** των δεδομένων αυτών στα αντίστοιχα άρθρα του BoQ
- **Υπολογισμό κόστους** τόσο για κάθε άρθρο ξεχωριστά όσο και για το συνολικό κόστος κατασκευής ανά σενάριο.

4.3.1 Πίνακες επιμέτρησης (Schedules)

Τα schedules διατηρούν **κοινή λογική δομή πεδίων** στα τρία σενάρια, ώστε να είναι συμβατά με τη μετάβαση σε άρθρα BoQ (Πίνακας 17 Βασικά πεδία εξαγόμενου schedule από το Revit (ενδεικτική δομή CSV)).

Πεδίο (Ελληνικά)	Αντίστοιχη στήλη (EN / CSV)
Κατηγορία	Category
Οικογένεια	Family
Κατασκευαστής	Manufacturer / Manufacturer name
Περιγραφή	Family and Type (ή Description)
Πλήθος / Ποσότητα	Count (ή Quantity)
Μονάδα μέτρησης	Unit
Εμβαδόν (όπου απαιτείται)	Panel_Area_Calc (ή αντίστοιχο)
Μήκος (όπου απαιτείται)	Mullion_Length_Calc (ή αντίστοιχο)
Τιμή μονάδος	Cost / Unit Cost
Κόστος γραμμής	Total Cost Area / Total Cost Length (ή Line Total)
Κλειδί άρθρου	Article (ή ισοδύναμο πεδίο ομαδοποίησης)

Πίνακας 17 Βασικά πεδία εξαγόμενου schedule από το Revit (ενδεικτική δομή CSV)

4.3.2 Μετατροπή σε BoQ

Η κοστολόγηση κάθε σεναρίου βασίζεται στη συγκέντρωση των μεγεθών σε άρθρα του **BoQ** (Bill of Quantities). Τα δεδομένα που έχουν εξαχθεί από το **Revit** ως πίνακες επιμέτρησης (**schedules**) σε μορφή **CSV**, ομαδοποιούνται με βάση συγκεκριμένα πεδία που χαρακτηρίζουν κάθε άρθρο, όπως το όνομα του άρθρου, η κατηγορία ή το σύστημα, ο κατασκευαστής, η μονάδα μέτρησης, η τιμή μονάδας και, αν χρειάζεται, μια πιο αναλυτική περιγραφή.

Για κάθε άρθρο, οι ποσότητες όλων των σχετικών στοιχείων συνοψίζονται και το συνολικό κόστος του άρθρου υπολογίζεται με απλό τρόπο ως: **Ποσότητα × Τιμή μονάδας**.

Αυτή η μετατροπή στηρίζεται στη σωστή **οργάνωση και κωδικοποίηση των πεδίων** κατά το στάδιο μοντελοποίησης στο BIM. Έτσι, τα δεδομένα που εξάγονται είναι έτοιμα προς άμεση **ομαδοποίηση** στα άρθρα του BoQ. Με αυτό τον τρόπο, διατηρείται σαφής και συνεπής αντιστοιχία από το **αρχικό μοντέλο**, μέσω του schedule, ως το **τελικό άρθρο** του προϋπολογισμού.

Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι ότι κάθε σενάριο οδηγεί σε έναν συγκεκριμένο αριθμό άρθρων, που απεικονίζει τη δομή και την πολυπλοκότητα των επιμέρους συστημάτων του: ενδεικτικά, το S1 περιλαμβάνει **4 άρθρα**, το S2 **6 άρθρα** και το S3 **8 άρθρα**. Η διαφορά αυτή αντιστοιχεί στην ύπαρξη, για παράδειγμα, πρόσθετων επενδύσεων ή δεύτερης επιδερμίδας, όπως στο σενάριο S3.

Το αναλυτικό τεύχος BoQ παρατίθεται στο **Παράρτημα 6**

4.3.3 Οικονομικά στοιχεία: αρχικό κόστος κατασκευής και κόστος λειτουργίας/συντήρησης

Για τους σκοπούς της μελέτης, θα ακολουθήσουμε τη συγκεκριμένη προσέγγιση, ώστε αφενός να εξασφαλίσουμε τη συλλογή διαχειρίσιμων και αξιόπιστων δεδομένων από το Revit και αφετέρου να ενσωματώσουμε τις απαντήσεις των ειδικών από την διαδικασία αξιολόγησης.

Η οικονομική αξιολόγηση διαχωρίζει το **κόστος κατασκευής** από το **κόστος λειτουργίας/συντήρησης**. Στο λογισμικό **SuperDecisions**, αυτές οι κατηγορίες θα καταγραφούν ως CAPEX (Capital Expenditure - αρχικό κόστος κατασκευής) και OPEX (Operational Expenditure - λειτουργικό κόστος), με λατινικούς χαρακτήρες. Η χρήση των αγγλικών όρων (και χαρακτήρων) είναι απαραίτητη για τη συμβατότητα του λογισμικού και θα εξηγηθεί αναλυτικότερα στην ενότητα 4.4, όπου θα παρουσιαστεί ο τρόπος κατασκευής του δικτύου αξιολόγησης στο SuperDecisions.

Το κόστος κατασκευής προκύπτει απευθείας από τα άρθρα του **BoQ**: για κάθε σενάριο, το κόστος υπολογίζεται αθροιστικά ως **Ποσότητα × Τιμή μονάδας** για όλα τα άρθρα.

Οι συγκεντρωτικές τιμές του αρχικού κόστους κατασκευής (CAPEX) όπως προκύπτουν από το BOQ είναι:

S1: 103.528,20 €

S2: 134.063,80 €

S3: 238.693,20 €

Οι διαφορές αυτές αντικατοπτρίζουν τη διαφορετική δομή κάθε λύσης:

Στο **S1**, το κόστος συγκροτείται κυρίως από το σύστημα υαλοπετάσματος.

Στο **S2**, προστίθεται το κόστος επένδυσης όψης με υποσυστήματα πλήρωσης.

Στο **S3**, το υψηλότερο κόστος οφείλεται στην εισαγωγή πρόσθετου υποσυστήματος (δεύτερη επιδερμίδα με σταθερές περσίδες και ανεξάρτητο φορέα στήριξης).

Το λειτουργικό κόστος (**OPEX**) στην παρούσα μελέτη δεν εξάγεται απευθείας από το BoQ, καθώς σχετίζεται με παραμέτρους που σχετίζονται με τη διάρκεια χρήσης του συστήματος, όπως η ανθεκτικότητα, το προσδόκιμο ζωής και οι απαιτήσεις συντήρησης. Για τον λόγο αυτό, στο παρόν μοντέλο, το OPEX λαμβάνεται υπόψη έμμεσα, μέσω της αξιολόγησης παραμέτρων όπως η ανθεκτικότητα και η διάρκεια ζωής του συστήματος.

4.4 Διαμόρφωση του δικτύου (ANP) με τη χρήση προγράμματος SuperDecisions

Συνεχίζοντας από την ανάλυση των οικονομικών και τεχνικών δεδομένων της ενότητας 4.3, η παρούσα ενότητα περιγράφει πώς αυτά τα δεδομένα δομούνται σε ένα δίκτυο **ANP**. Στόχος είναι να διασφαλιστεί ότι όλα τα στοιχεία που αξιολογούνται –**οικονομικά, τεχνικά και ποιοτικά**– εντάσσονται με ακρίβεια στο μοντέλο.

Η δομή του δικτύου βασίζεται στις τέσσερις βασικές κατηγορίες αξίας (**BOCR: Οφέλη, Ευκαιρίες, Κόστη, Κίνδυνοι**). Κάθε κατηγορία αντιστοιχίζεται σε συγκεκριμένο επιστημονικό ρόλο (**αρχιτέκτονας, μηχανολόγος, πολιτικός μηχανικός, project manager**), ώστε οι αξιολογήσεις να προέρχονται από τους πιο κατάλληλους ειδικούς. Το δίκτυο ξεκινά με τον ορισμό του στόχου, τοποθετεί τις τέσσερις κατηγορίες **BOCR** ως κύριους κόμβους και εντάσσει τις εναλλακτικές λύσεις. Κάθε κατηγορία αναλύεται σε **υποδίκτυα επιμέρους κριτηρίων**. Οι σχέσεις επιρροής στο δίκτυο επιλέγονται βάσει σαφών αιτιακών συνδέσμων, διασφαλίζοντας ότι το τελικό μοντέλο παραμένει τόσο τεκμηριωμένο όσο και λειτουργικό για τις ανάγκες της μελέτης περίπτωσης

4.4.1 BOCR και ερωτηματολόγια

Σε κάθε κατηγορία του πλαισίου **BOCR (Οφέλη, Ευκαιρίες, Κόστη, Κίνδυνοι)**, τα κριτήρια που αξιολογούνται ορίζονται από το μοντέλο. Η επιλογή των κριτηρίων που εντάσσονται στο δίκτυο βασίζεται στα συμπεράσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και στη μεθοδολογική δομή που καθορίστηκε στο πρώτο στάδιο της έρευνας.

Η συστηματική ανασκόπηση (SLR) ανέδειξε ως βασικούς άξονες αξιολόγησης τις τεχνικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές παραμέτρους· στη συγκεκριμένη μελέτη, όμως, το πλαίσιο αυτό διευρύνεται ώστε να συμπεριλάβει και την αρχιτεκτονική διάσταση της υπό μελέτη όψης, καθώς η επιλογή της τυπολογίας της δεν επηρεάζει μόνο μετρήσιμες επιδόσεις, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο η λύση συγκροτείται μορφολογικά και βιώνεται χωρικά. Για τον λόγο αυτό, στο σκέλος των Οφελών εντάσσονται, πέρα από τα περιβαλλοντικά και τεχνικά κριτήρια, και αρχιτεκτονικά κριτήρια όπως: ο ρυθμός και η σύνθεσή της, η σχέση διαφάνειας και ιδιωτικότητας, η χωρική εμπειρία που παράγει στο όριο μέσα-έξω και η συνοχή της ως προς το κτίριο και το άμεσο περιβάλλον. Τα κριτήρια αυτά αντιμετωπίζονται ως ουσιώδεις παράμετροι της άμεσης επίδοσης της λύσης, επειδή η διαφορετική τυπολογία όψης μεταβάλλει τον βαθμό οπτικού φιλτραρίσματος, την αναγνωσιμότητα του συστήματος, την εμπειρία φωτός και θέας, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο η όψη εντάσσεται στο συνολικό αρχιτεκτονικό σύνολο.

Γι' αυτόν τον λόγο, η οργάνωση των κριτηρίων διακρίνει τέσσερις αλληλένδετες αλλά διακριτές περιοχές αξιολόγησης: την άμεση απόδοση, την οικονομική επιβάρυνση, τη μελλοντική δυναμική και τις βασικές αβεβαιότητες.

Συγκεκριμένα:

Οφέλη: Περιλαμβάνουν κριτήρια αρχιτεκτονικής, περιβαλλοντικής και τεχνικής επίδοσης, όπως ορίζονται στους αντίστοιχους κόμβους A1–A4, E1–E4 και T1–T4.

Ευκαιρίες: Αξιολογούν τη λειτουργικότητα, την προσαρμοστικότητα και τη δυνατότητα μελλοντικών αναβαθμίσεων, μέσω των κόμβων O1 και O2.

Κόστη: Εξετάζονται τόσο το αρχικό κόστος (CAPEX) όσο και το λειτουργικό κόστος (OPEX), με σαφή διάκριση ότι το CAPEX εισάγεται ως τιμή από τα άρθρα BoQ, ενώ το OPEX ενσωματώνεται μέσω της τεχνικής αξιολόγησης της ανθεκτικότητας και της διάρκειας ζωής του συστήματος.

Κίνδυνοι: Αξιολογούνται παράγοντες που αντιστοιχούν στους κόμβους R1–R4 (τεχνική αστοχία, καθυστέρηση χρονοδιαγράμματος, υπέρβαση κόστους, λειτουργία/συντήρηση). Ο κίνδυνος λειτουργίας και συντήρησης συνδέεται με τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος, και ειδικότερα με τη συντηρησιμότητα/πρόσβαση και τη διάρκεια ζωής του.

Τα ποσοτικά δεδομένα — όπως το αρχικό και λειτουργικό κόστος — προκύπτουν μέσω BIM και BoQ ώστε να διασφαλιστεί συγκρισιμότητα και αντικειμενικότητα των σεναρίων.

Τα ποιοτικά δεδομένα — όπως τα **οφέλη, οι ευκαιρίες και οι κίνδυνοι** — συλλέγονται μέσω δομημένων ερωτηματολογίων, τα οποία απαντώνται από ειδικούς ανά τομέα, ώστε κάθε κατηγορία κριτηρίου να αξιολογείται από τους πλέον αρμόδιους:

Πριν από την οριστικοποίηση των ερωτηματολογίων, σε συνεργασία με την ομάδα των ειδικών, διερευνήθηκαν οι αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των κόμβων, οι οποίες κρίθηκαν απαραίτητες για την αποτύπωση της σχέσης μεταξύ τεχνικών χαρακτηριστικών, κόστους και κινδύνου. Οι σχετικές προσαρμογές ενσωματώθηκαν στη δομή του δικτύου και αντικατοπτρίστηκαν στα αντίστοιχα ερωτηματολόγια, όπως θα αναλυθεί στην επόμενη ενότητα.

Οφέλη: Αξιολογούνται από **Αρχιτέκτονα, Μηχανολόγο και Πολιτικό Μηχανικό** (ανάλογα με τον τύπο του κριτηρίου).

Ευκαιρίες: Αξιολογούνται κυρίως από τον **Project Manager, με δυνατότητα συνεννόησης με τον Αρχιτέκτονα όπου απαιτείται**, σύμφωνα με το αντίστοιχο έντυπο.

Κόστη: Αξιολογούνται από τον **Project Manager**, καθώς εστιάζει στον κύκλο ζωής και τη διαχείριση του κόστους.

Κίνδυνοι: Εξετάζονται από τον **Πολιτικό Μηχανικό, τον Project Manager** αλλά και, όπου απαιτείται, από τον Μηχανολόγο, εστιάζοντας σε τεχνικά και οικονομικά ρίσκα.

Στις κατηγορίες των **Οφελών και των Ευκαιριών** ισχύει η αρχή «όσο περισσότερο, τόσο το καλύτερο», ενώ στις κατηγορίες **Κόστη και Κίνδυνοι** ισχύει «όσο λιγότερο, τόσο το προτιμότερο». Η αναλυτική αντιστοίχιση κριτηρίων, κόμβων και ρόλων παρουσιάζεται συνοπτικά στον (Πίνακας 18 Πλαίσιο BOCR: κριτήρια, κόμβοι και υπεύθυνοι ρόλοι (από το μοντέλο)).

BOCR	Περιγραφή	Κριτήρια	Κόμβοι (EN) που αξιολογούν S1-S3	Υπεύθυνος ειδικός (panel)
B_Benefits	Οφέλη (θετική επίδοση)	Αρχιτεκτονικά / Αισθητικά-χωρικά, Περιβαλλοντικά, Τεχνικά (ως θετική επίδοση)	A1_GridRhythm, A2_PrivacyTransparency, A3_SpatialExperience, A4_Integration; E1_ThermalPerformance, E2_DaylightAvailability, E3_GlareVisualComfort, E4_PublicSpaceImpact; T1_Constructability, T2_AirtightWatertight, T3_MaintainabilityAccess, T4_DurabilityServiceLife	Αρχιτέκτονας (A*), Μηχανολόγος (E*), Πολιτικός (T*)
O_Opportunities	Ευκαιρίες (μελλοντική δυνατότητα/αξία)	Λειτουργικότητα/χρήση, Αισθητικά & χωρικά (ως προστιθέμενη αξία), Οικονομικά (ως ευκαιρία)	O1_FlexibilityAdaptability; O2_UpgradePotential	Αρχιτέκτονας + Project Manager
C_Costs	Κόστη (επιβάρυνση)	Οικονομικά: κύκλος ζωής/κόστος & συντήρηση (BoQ/LCC λογική)	C1_CAPEX; C2_OPEX	Project Manager + Πολιτικός Μηχανικός
R_Risks	Κίνδυνοι (αβεβαιότητα/ρίσκο)	Τεχνικά (ως κίνδυνος), Κοινωνικά/Δημόσιος χώρος (ως κίνδυνος) – όπου εφαρμόζει	R1_TechnicalFailureRisk; R2_ScheduleDelayRisk; R3_CostOverrunRisk; R4_OperationsMaintenanceRisk	Πολιτικός Μηχανικός + Project Manager

Πίνακας 18 Πλαίσιο BOCR: κριτήρια, κόμβοι και υπεύθυνοι ρόλοι (από το μοντέλο)

4.4.2 Δίκτυο ANP: Κύριο και Δευτερεύον δίκτυο

Η ενότητα που ακολουθεί περιγράφει πώς εφαρμόζεται το δίκτυο, σύμφωνα με τη δομή του μοντέλου. Η ανάλυση χωρίζεται σε δύο μέρη—**το κύριο δίκτυο (main network / toplevel)** και **τα δευτερεύον υποδίκτυα (subnetworks / bottom level)**—ώστε να είναι ξεκάθαρο **πού** τοποθετείται κάθε τύπος δεδομένων και **σε ποιο επίπεδο** πραγματοποιούνται οι συγκρίσεις μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων.

Main network (toplevel): GOAL και BOCR

Στο ανώτερο επίπεδο του δικτύου καθορίζεται ο βασικός στόχος της ανάλυσης, δηλαδή ο κόμβος **GOAL_ChoseFacadeScenario** (Εικόνα 10).

Δημιουργούνται τέσσερις βασικοί άξονες αξιολόγησης (BOCR):

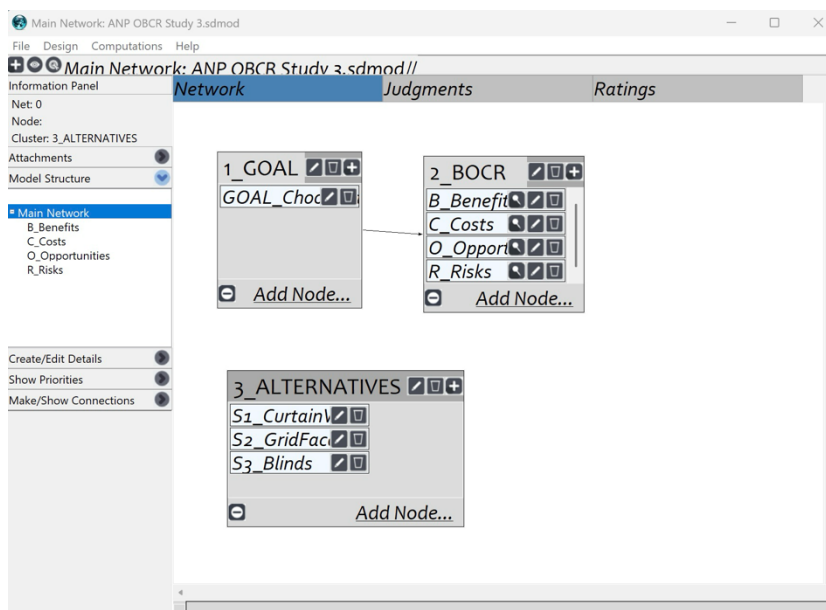
- Οφέλη (**B_Benefits**)
- Κόστη (**C_Costs**)
- Ευκαιρίες (**O_Opportunities**)
- Κίνδυνοι (**R_Risks**)

Εισάγονται οι τρεις εναλλακτικές λύσεις:

- **S1_CurtainWall**
- **S2_GridFacade**
- **S3_Blinds**

Σε αυτό το επίπεδο αποτυπώνεται μόνο η **σχετική βαρύτητα (στάθμιση)** μεταξύ των τεσσάρων αξόνων BOCR.

Τα επιμέρους κριτήρια **δεν** περιλαμβάνονται σε αυτό το επίπεδο.



Εικόνα 10

Οι αναλυτικές συγκρίσεις των εναλλακτικών λύσεων (S1–S3) πραγματοποιούνται στα επιμέρους υποδίκτυα (subnetworks).

Subnetwork **B_Benefits (Bottom level): A_Arch, E_Env, T_Tech και B_Control**

Το δίκτυο **B_Benefits** είναι στο κατώτερο επίπεδο (bottom level) (Εικόνα 11).

Περιλαμβάνει τις τρεις εναλλακτικές λύσεις: **S1_CurtainWall**, **S2_GridFacade**, **S3_Blinds**.

Η δομή οργανώνεται σε τρία clusters κριτηρίων μέσω του (**B_Control**):

- (α) αρχιτεκτονικά/χωρικά, μέσω των κόμβων A1–A4
- (β) περιβαλλοντικά, μέσω των κόμβων E1–E4
- (γ) τεχνικά, μέσω των κόμβων T1–T4

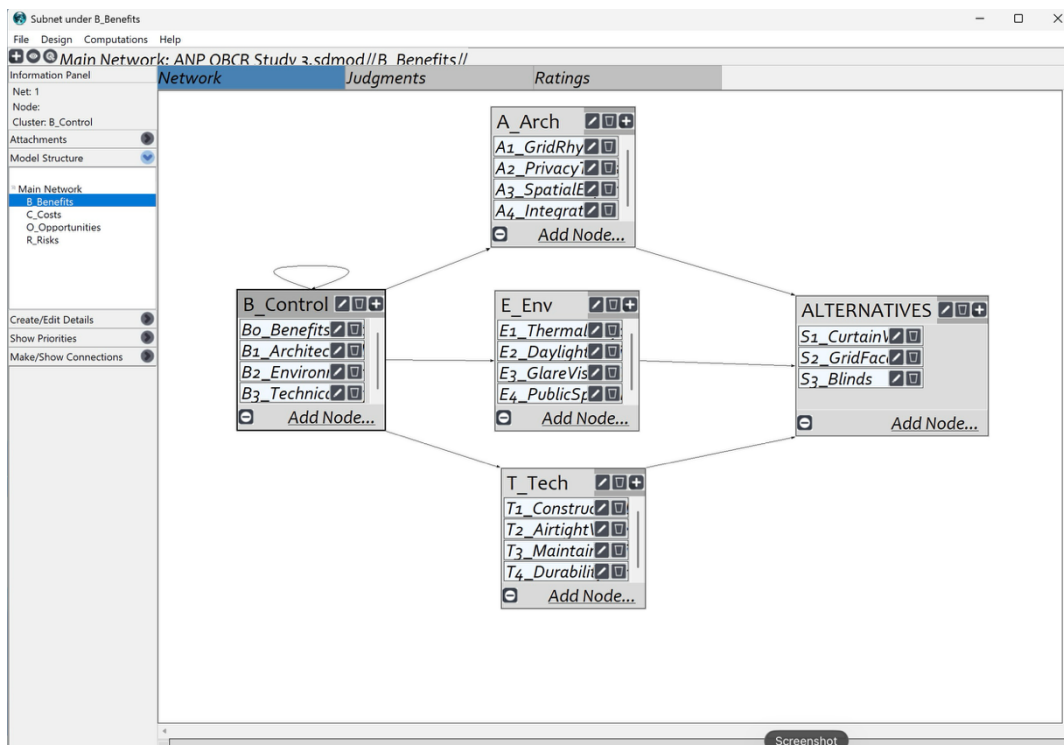
Cluster ελέγχου (**B_Control**):

Περιλαμβάνει τον κόμβο **B0_BenefitsControl** και τρεις οικογένειες:

- **B1_ArchitecturalQuality**
- **B2_EnvironmentalPerformance**
- **B3_TechnicalPerformance**
-

Η σύγκριση μεταξύ των εναλλακτικών (S1–S3) γίνεται σε επίπεδο κριτηρίου (**A***, **E***, **T***).

Η στάθμιση γίνεται στο επίπεδο των οικογενειών κριτηρίων (**B1–B3**) μέσω του control.



Εικόνα 11

Subnetwork C_Costs (Bottom level): CAPEX–OPEX και C_Control

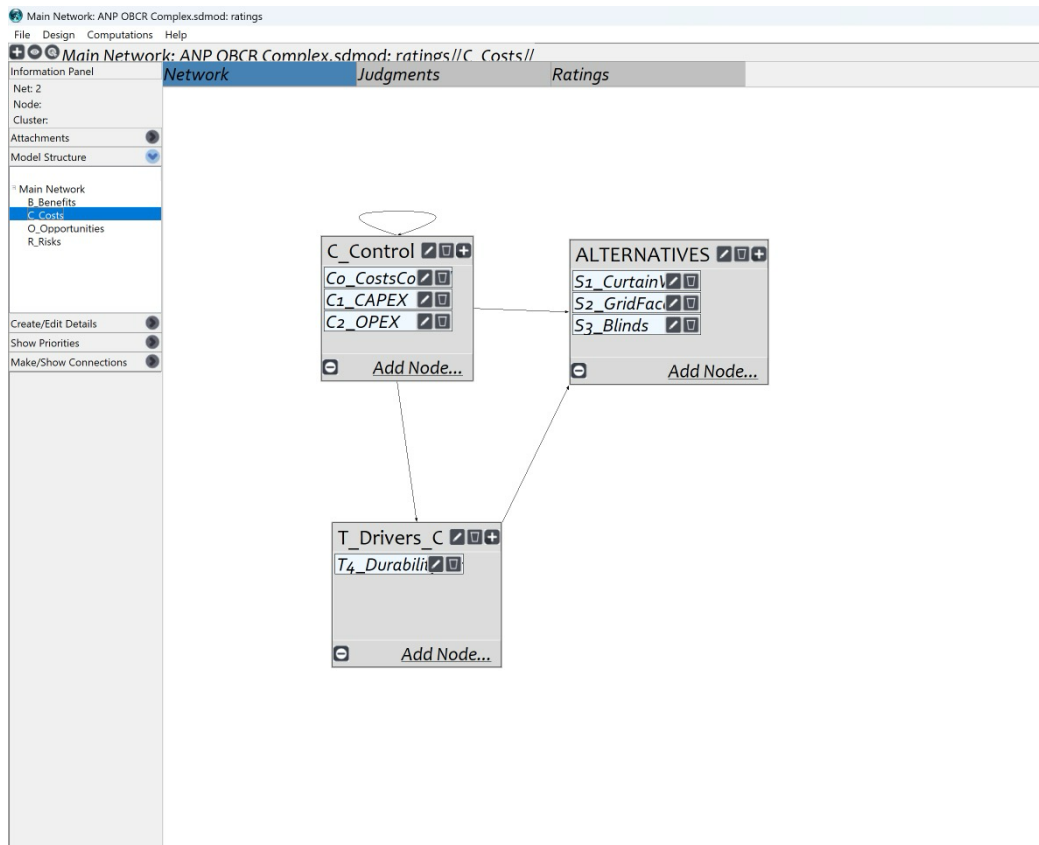
Το δίκτυο **C_Costs** βρίσκεται στο κατώτερο επίπεδο (bottom level) (Εικόνα 12).

Περιλαμβάνει τις εναλλακτικές λύσεις: **S1_CurtainWall**, **S2_GridFacade**, **S3_Blinds**. Διαθέτει cluster ελέγχου (**C_Control**) με τον κόμβο: **C0_CostsControl**.

Περιέχει δύο βασικούς κόμβους κόστους:

- **C1_CAPEX** (Αρχικό Κόστος)
- **C2_OPEX** (Κόστος λειτουργίας και συντήρησης)

Ο κόμβος **C1_CAPEX** συνδέεται με το αρχικό κόστος κατασκευής και τροφοδοτείται από τις ποσοτικές τιμές του BoQ. Ο κόμβος **C2_OPEX** αφορά το λειτουργικό κόστος και το κόστος συντήρησης και αποτιμάται έμμεσα μέσω των τεχνικών χαρακτηριστικών που επηρεάζουν τις ανάγκες λειτουργίας και συντήρησης, μέσω του κόμβου **T4_DurabilityServiceLife**.



Εικόνα 12

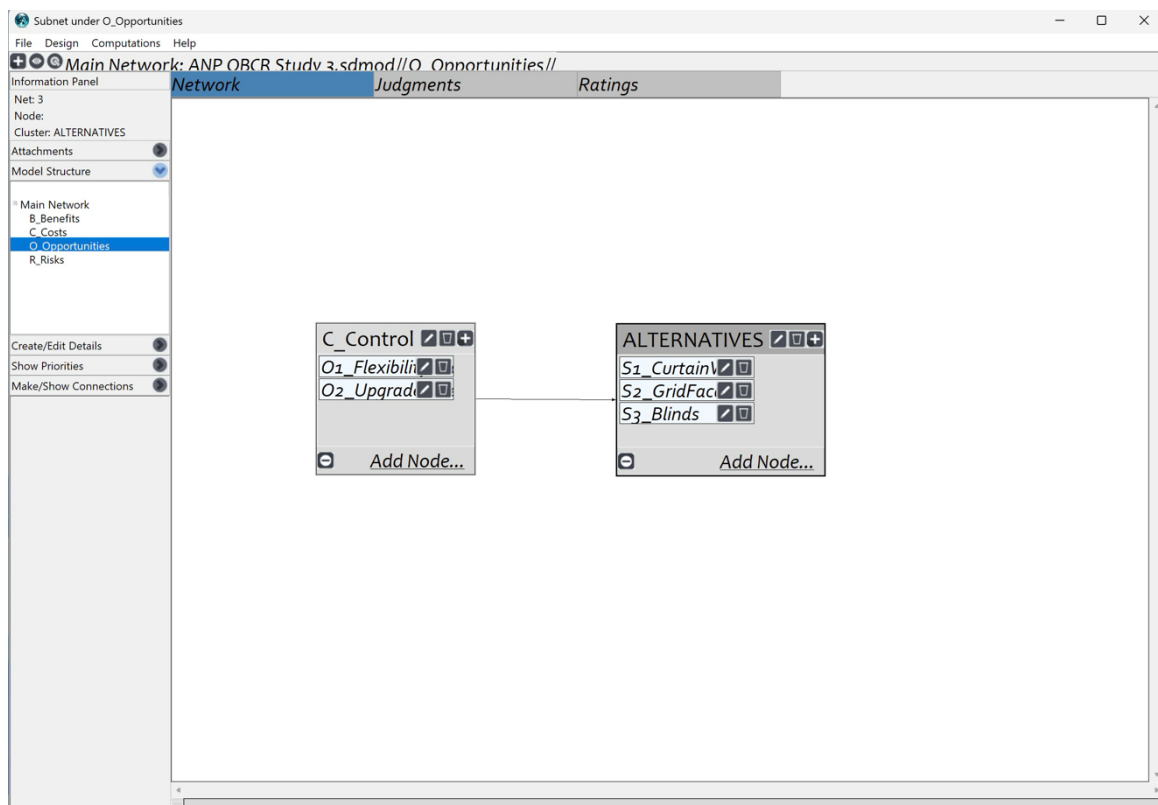
Subnetwork O_Opportunities (Bottom level): O1 και O

Το δίκτυο **O_Opportunities** βρίσκεται στο **κατώτερο επίπεδο (bottom level)** (Εικόνα 13).

Περιλαμβάνει τις εναλλακτικές λύσεις: **S1_CurtainWall**, **S2_GridFacade**, **S3_Blinds**.

Συγκρίνει τις εναλλακτικές ως προς δύο βασικούς κόμβους:

- **O1_FlexibilityAdaptability (Ευελιξία-Προσαρμοστικότητα)**
- **O2_UpgradePotential (Δυνατότητα μελλοντικής αναβάθμισης)**



Εικόνα 13

Subnetwork R_Risks (Bottom level):

Το δίκτυο **R_Risks** βρίσκεται στο κατώτερο επίπεδο (**bottom level**) (Εικόνα 14). Εστιάζει σε κινδύνους που σχετίζονται με:

Τεχνική αστοχία

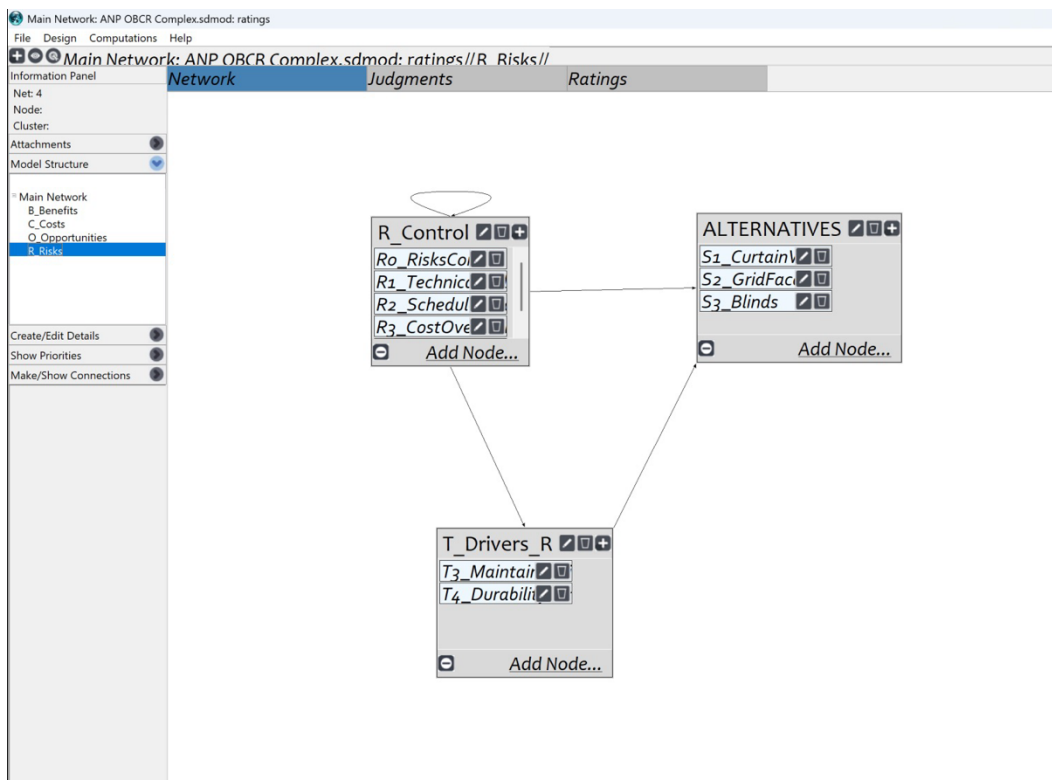
Χρονοδιάγραμμα (καθυστερήσεις)

Υπέρβαση κόστους

Λειτουργία/συντήρηση

Κατά την εφαρμογή, η στάθμιση των τύπων κινδύνου (**R1–R4**) βασίζεται στο ερωτηματολόγιο του **Project Manager (PM)**. Στη συνέχεια, οι άμεσες των σεναρίων **S1–S3** πραγματοποιούνται για τους κινδύνους που συνδέονται κυρίως με το χρονοδιάγραμμα και την οικονομική αβεβαιότητα, δηλαδή για τους κόμβους **R2_ScheduleDelayRisk** και **R3_CostOverrunRisk**.

Ο κόμβος **R4_OperationsMaintenanceRisk** αποδίδεται μέσω τεχνικών παραμέτρων που σχετίζονται με τη λειτουργία και τη συντήρηση του συστήματος. Ειδικότερα, συνδέεται με τους κόμβους **T3_MaintainabilityAccess** και **T4_DurabilityServiceLife**, ώστε ο κίνδυνος λειτουργίας και συντήρησης να αποτυπώνεται με βάση τη συντηρησιμότητα, την προσβασιμότητα και τη διάρκεια ζωής του συστήματος. Για τη τελευταία αξιολόγηση αξιοποιείται η γνώμη του **Πολιτικού Μηχανικού**.



Εικόνα 14

4.5 Ερωτηματολόγια και ομάδες ειδικών

Η ενότητα που ακολουθεί περιγράφει τη διαδικασία συλλογής απόψεων από ειδικούς μέσω **τυποποιημένων ερωτηματολογίων**. Οι απαντήσεις των ειδικών μετατρέπονται σε πίνακες **συγκρίσεων ανά ζεύγη**, όπου γίνεται σαφής αντιστοίχιση με τους αντίστοιχους κόμβους του μοντέλου και έλεγχος συνέπειας πριν από την τελική ανάλυση.

Τα πλήρη ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν για τις ζευγικές συγκρίσεις παρατίθενται στο **Παράρτημα 5**.

4.5.1 Ομάδα ειδικών και κατανομή ρόλων

Η επιτροπή των ειδικών αποτελείται από τέσσερις ειδικότητες:

- **Αρχιτέκτονας:** Αξιολογεί ποιοτικά κριτήρια αρχιτεκτονικής (A1–A4).
- **Μηχανολόγος Μηχανικός:** Ασχολείται με κριτήρια περιβαλλοντικής και οπτικής συμπεριφοράς (E1–E4).
- **Πολιτικός Μηχανικός:** Αξιολογεί τα τεχνικά και κατασκευαστικά κριτήρια (T1–T4) Παράλληλα, η τεχνική κρίση του αξιοποιείται και στο σκέλος του κινδύνου λειτουργίας και συντήρησης, μέσω της σχέσης των κόμβων **T3_MaintainabilityAccess** και **T4_DurabilityServiceLife** με τον κόμβο **R4_OperationsMaintenanceRisk**.
- **Project Manager (PM):** Βαθμολογεί την ομαδοποίηση των κριτηρίων BOCR σε συνεργασία με τις άλλες ειδικότητες στο ανώτατο επίπεδο, πραγματοποιεί συγκρίσεις για OPEX και ευκαιρίες (O1–O2) και διαχειρίζεται διοικητικούς/οικονομικούς κινδύνους (ιδίως R2–R3). Το **CAPEX** εισάγεται ως αριθμητικό δεδομένο, ενώ το λειτουργικό κόστος και ο κίνδυνος λειτουργίας/συντήρησης αποτυπώνονται βάσει των τεχνικών χαρακτηριστικών που τα επηρεάζουν.

4.5.2 Μορφή κρίσεων: κλίμακα 1–9

Κάθε ερώτηση στα ερωτηματολόγια αποτελεί μία σύγκριση **ανά ζεύγος (κριτηρίων ή σεναρίων)**, η οποία αξιολογείται με βάση **κλίμακα τιμών από 1 έως 9**. Η τιμή 1 σημαίνει ότι τα δύο στοιχεία θεωρούνται ισοδύναμα, ενώ οι τιμές από 2 έως 9 δηλώνουν προοδευτικά μεγαλύτερη υπεροχή του ενός έναντι του άλλου.

Η καταχώριση γίνεται με σταθερή κατεύθυνση:

Τιμές από 9 έως 2 στην αριστερή πλευρά δηλώνουν ότι υπερέχει το πρώτο στοιχείο της ερώτησης.

Τιμές από 2 έως 9 στη δεξιά πλευρά δηλώνουν ότι υπερέχει το δεύτερο στοιχείο της ερώτησης.

4.5.3 Δομή ερωτηματολογίων

Τα ερωτηματολόγια του **Αρχιτέκτονα** και του **Μηχανολόγου Μηχανικού** ακολουθούν κοινή δομή και περιλαμβάνουν συνολικά **18 ερωτήσεις**.

Οργανώνονται σε δύο ενότητες:

Κατηγορία Α (6 ερωτήσεις): αφορά τη στάθμιση των τεσσάρων κριτηρίων που ανήκουν στο αντίστοιχο cluster κάθε ειδικότητας, μέσω πλήρους σύγκρισης ανά ζεύγη.

Κατηγορία Β (12 ερωτήσεις): περιλαμβάνει συγκρίσεις μεταξύ των σεναρίων **S1, S2 και S3** για κάθε κριτήριο χωριστά, με τα ζεύγη **S1-S2, S1-S3, S2-S3**.

Το ερωτηματολόγιο του **Πολιτικού Μηχανικού** ακολουθεί την ίδια βασική λογική, αλλά περιλαμβάνει συνολικά **19 ερωτήσεις** και οργανώνεται σε **τρεις** ενότητες.

Οι δύο πρώτες αφορούν τη στάθμιση των τεχνικών κριτηρίων και τις συγκρίσεις των σεναρίων ως προς τα **T1-T4**, ενώ η τρίτη περιλαμβάνει μία συμπληρωματική σύγκριση μεταξύ των τεχνικών κόμβων **T3** και **T4** ως προς τον κόμβο **R4**, ώστε να αποδοθεί η συμβολή τους στον κίνδυνο λειτουργίας και συντήρησης.

Το ερωτηματολόγιο του **Project Manager (PM)** είναι διαρθρωμένο σε τέσσερις κατηγορίες:

Κατηγορία Α: Στάθμιση BOCR (6 ερωτήσεις)

Αφορά τις συγκρίσεις ανά ζεύγη μεταξύ των τεσσάρων αξόνων **Benefits, Opportunities, Costs, Risks** στο ανώτερο επίπεδο του μοντέλου.

Κατηγορία Β: Κόστη

Περιλαμβάνει τη στάθμιση μεταξύ **CAPEX** και **OPEX**. Οι συγκρίσεις του **CAPEX** μεταξύ των σεναρίων δεν συμπληρώνονται στο έντυπο, καθώς προκύπτουν από τις αντίστοιχες αριθμητικές τιμές. Το **OPEX** δεν ζητείται ως άμεση σύγκριση των σεναρίων, αλλά αποδίδεται μέσω τεχνικών παραμέτρων που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα, τη διάρκεια ζωής και τις ανάγκες συντήρησης του συστήματος.

Κατηγορία Γ: Ευκαιρίες (6 ερωτήσεις)

Περιλαμβάνει συγκρίσεις των σεναρίων για τους κόμβους **O1_FlexibilityAdaptability** και **O2_UpgradePotential**.

Κατηγορία Δ: Κίνδυνοι (12 ερωτήσεις)

Περιλαμβάνει, αφενός, τη στάθμιση μεταξύ των κινδύνων **R1-R4** και, αφετέρου, άμεσες συγκρίσεις των σεναρίων για τους κινδύνους που συνδέονται κυρίως με το χρονοδιάγραμμα και την οικονομική αβεβαιότητα, δηλαδή για τους κόμβους **R2_ScheduleDelayRisk** και **R3_CostOverrunRisk**. Ο κίνδυνος λειτουργίας και συντήρησης (**R4**) αποτυπώνεται μέσω των τεχνικών κόμβων **T3_MaintainabilityAccess** και **T4_DurabilityServiceLife** και δεν ζητείται ως άμεση σύγκριση των σεναρίων στο έντυπο του PM.

4.5.4 Καταχώριση και έλεγχος συνέπειας μετά την παραλαβή

Μετά την παραλαβή των συμπληρωμένων ερωτηματολογίων, οι απαντήσεις των ειδικών καταχωρίστηκαν στο περιβάλλον του **SuperDecisions**, ώστε να διαμορφωθούν οι πίνακες ζευγικών συγκρίσεων του μοντέλου. Παράλληλα με τις με τις απαντήσεις καταγράφηκαν και ορισμένες σύντομες παρατηρήσεις, οι οποίες λήφθηκαν υπόψη ως ερμηνευτικά. Ενδεικτική ήταν η επισήμανση του Πολιτικού Μηχανικού για το σενάριο S3, σύμφωνα με την οποία η λύση της δεύτερης επιδερμίδας εγείρει ζητήματα προσβασιμότητας ως προς την επιθεώρηση, τον καθαρισμό και τη συντήρηση. Η παρατήρηση αυτή συνδέεται με το κριτήριο T3 (Συντηρησιμότητα–Πρόσβαση) και, κατ' επέκταση, με την αποτίμηση του κινδύνου λειτουργίας και συντήρησης στο δίκτυο.

Μετά την καταχώριση και την αρχική επισκόπηση του υλικού, το επόμενο βήμα ήταν ο έλεγχος της συνοχής των απαντήσεων που είχαν εισαχθεί στο μοντέλο. Ο έλεγχος αφορά τη λογική συμφωνία ανάμεσα στις τρεις σχετικές συγκρίσεις. Για παράδειγμα, αν σε έναν πίνακα συγκρίσεων ισχύει ότι το S1 προτιμάται έναντι του S2 και το S2 προτιμάται έναντι του S3, τότε είναι λογικά αναμενόμενο το S1 να προτιμάται και έναντι του S3 με αντίστοιχη ένταση. Ο **δείκτης inconsistency** δείχνει πόσο αποκλίνει ο πίνακας από αυτή τη λογική συνοχή (Saaty, 2001, p. 17).

Κατά την εφαρμογή στο παρόν σύστημα πραγματοποιήθηκαν δύο βασικοί έλεγχοι. Πρώτον, ελέγχθηκε η πληρότητα των ερωτηματολογίων, ώστε να διαπιστωθεί ότι όλες οι απαιτούμενες συγκρίσεις είχαν απαντηθεί. Δεύτερον, ελέγχθηκε η τιμή **inconsistency** για κάθε πίνακα συγκρίσεων στο **SuperDecisions**, τόσο σε επίπεδο κριτηρίων όσο και σε επίπεδο εναλλακτικών λύσεων. Ως αποδεκτό όριο λήφθηκε η τιμή **0.10**, σύμφωνα με τη συνήθη πρακτική της μεθόδου AHP/ANP.

4.6 Υπολογισμοί και έλεγχοι αξιοπιστίας

Σε αυτή την ενότητα περιγράφεται η **διαδικασία παραγωγής και τεκμηρίωσης των αποτελεσμάτων**. Η πορεία ξεκινά από τη συλλογή των βασικών εισροών και καταλήγει στη σύνθεσή τους και στην τελική αξιολόγηση των σεναρίων. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον έλεγχο συνέπειας των δεδομένων, ώστε να διασφαλίζεται η αξιοπιστία της τελικής επιλογής.

4.6.1 Εισροές: BIM-BoQ και ερωτηματολόγια

Σε αυτό το στάδιο, είναι σημαντικό να αποσαφηνιστεί ότι το μοντέλο στηρίζεται σε δύο ανεξάρτητες πηγές.

Η πρώτη πηγή αφορά τα ποσοτικά δεδομένα που παράγονται από το BIM και οργανώνονται στο BoQ. Αυτά περιλαμβάνουν τις ποσότητες από τα schedules, την αντιστοίχιση σε άρθρα, τις μονάδες μέτρησης και, τέλος, τον υπολογισμό του αρχικού κόστους (CAPEX) για κάθε σενάριο. **Τα δεδομένα αυτά είναι αντικειμενικά, καθώς τα μεγέθη είναι μετρήσιμα.**

Η δεύτερη πηγή αφορά τα δεδομένα που προκύπτουν από τα ερωτηματολόγια. Σε αυτά περιλαμβάνονται οι **ζευγικές συγκρίσεις μεταξύ κριτηρίων ή υποκριτηρίων** και, όπου απαιτείται, η στάθμιση των πλεονεκτημάτων (BOCR merits). Επειδή αυτά τα δεδομένα προέρχονται από τις απαντήσεις των ειδικών και όχι από μετρήσεις, εντάσσονται στο μοντέλο μόνο εφόσον έχουν προηγηθεί έλεγχοι συνοχής των απαντήσεων.

4.6.2 Έλεγχος Συνοχής Κρίσεων (Ασυνέπεια)

Στο παρόν στάδιο δίδεται έμφαση στην αξιολόγηση της συνοχής των ζευγικών συγκρίσεων, δηλαδή στο βαθμό στον οποίο οι κρίσεις παραμένουν λογικά συνεκτικές. Συνολικώς εξετάστηκαν **27 πίνακες (matrices)**, οι οποίοι αντιστοιχούν σε **106 ζευγικές συγκρίσεις** (Πίνακας 19 - Σύνοψη ελέγχων (πλήθος πινάκων και πίνακες προς επανέλεγχο)).

Ομάδα / Ρόλος	Υποδίκτυο	Αριθμός πινάκων	Πίνακες προς επανέλεγχο (inconsistency > 0,10)	Παρατήρηση
Αρχιτέκτονας	A_Arch (A1-A4, ως προς εναλλακτικές)	4	0	Μέγιστη inconsistency 0,08247
Μηχανολόγος/Περιβάλλον	E_Env (E1-E4, ως προς εναλλακτικές)	4	2	Μετά τον επανέλεγχο: E2=0,01759 και E3=0,08247 (όλα ≤0,10).
Πολιτικός/Τεχνικό	T_Tech (T1-T4, ως προς εναλλακτικές)	4	0	Μέγιστη inconsistency 0,05156
Συνθετικές κρίσεις (Benefits control)	B_Control / B1-B3	4	1	Μετά τον επανέλεγχο: B2_EnvironmentalPerformance=0,09334 (≤0,10).
Project Manager	GOAL + C/O/R (και στάθμιση)	8	4	Μετά τον επανέλεγχο: O1=0,06239 και R1-R3=0,05156 (όλα ≤0,10).
Τεχνικές εξαρτήσεις και κόστους και λειτουργίας/συντήρησης	C_Costs + R_Risks	4	0	T4(C)=0,02365, T3(R)=0,05156, T4(R)=0,02365, R4(T3,T4)=0,00000

Πίνακας 19 - Σύνοψη ελέγχων (πλήθος πινάκων και πίνακες προς επανέλεγχο)

Ως πρακτικό όριο για τον στοχευμένο επανέλεγχο υιοθετήθηκε η τιμή ασυνέπειας (inconsistency) **>0,10**, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, όπου αναφέρεται ότι ιδανικά η ασυνέπεια δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το 0,10. Κατά την αρχική εξαγωγή των δεδομένων, επτά πίνακες υπερέβησαν το εν λόγω όριο (με μέγιστη τιμή 0,23074), με τις σημαντικότερες αποκλίσεις να εντοπίζονται κυρίως σε παραμέτρους περιβαλλοντικού ή οπτικού χαρακτήρα (E_Env) και σε επιμέρους δείκτες κινδύνου (R). Κατά την επικοινωνία με τους ειδικούς διαπιστώθηκε ότι μέρος της αρχικής ασυνέπειας οφειλόταν κυρίως σε δυσκολία κατανόησης και σαφήνειας ορισμένων ερωτήσεων. Αυτό αφορούσε κυρίως τις συγκρίσεις όπου η αλλαγή της εστίασης του ερωτήματος, σε συνδυασμό με τον τρόπο ανάγνωσης της κλίμακας, μπορούσε να οδηγήσει σε δυσκολία κατανόησης.

Στον παρόντα κύκλο εργασιών πραγματοποιήθηκε στοχευμένος επανέλεγχος αποκλειστικά στους πίνακες που εμφάνιζαν ασυνέπεια άνω του ορίου, με ελάχιστες και στοχευμένες τροποποιήσεις στα κρίσιμα ζεύγη. Έπειτα από τις διορθωτικές παρεμβάσεις, οι σχετικές τιμές υποχώρησαν εντός του αποδεκτού εύρους και κανένας πίνακας πλέον δεν παρουσιάζει ασυνέπεια > 0,10 (Πίνακας 20- Αναλυτικός κατάλογος inconsistency ανά πίνακα).

OBCR	Κόμβος	Inconsistency
B_Benefits	A1_GridRhythm	0,08247
B_Benefits	A2_PrivacyTransparency	0,03703
B_Benefits	A3_SpatialExperience	0,03703
B_Benefits	A4_Integration	0,03703
B_Benefits	B0_BenefitsControl	0,00000
B_Benefits	B1_ArchitecturalQuality	0,08816
B_Benefits	B2_EnvironmentalPerformance	0,09334
B_Benefits	B3_TechnicalFeasibility	0,00000
B_Benefits	E1_ThermalPerformance	0,09040
B_Benefits	E2_DaylightAvailability	0,01759
B_Benefits	E3_GlareVisualComfort	0,08247
B_Benefits	E4_PublicSpaceImpact [Π16-E1]	0,03703
B_Benefits	T1_Constructability [Π16-E2]	0,05156
B_Benefits	T2_AirtightWatertight [Π16-E2]	0,05156
B_Benefits	T3_MaintainabilityAccess	0,05156
B_Benefits	T4_DurabilityServiceLife	0,05156
C_Costs	C0_CostsControl	0,00000
C_Costs	C1_CAPEX	0,00000
C_Costs	T4_DurabilityServiceLife [Π16-E3]	0,02365
O_Opportunities	O0_OpportunitiesControl	0,00000
O_Opportunities	O1_FlexibilityAdaptability	0,06239
O_Opportunities	O2_UpgradePotential	0,08247
R_Risks	R0_RisksControl	0,09334
R_Risks	R1_TechnicalFailureRisk	0,05156
R_Risks	R2_ScheduleDelayRisk	0,05156
R_Risks	R3_CostOverrunRisk	0,05156
R_Risks	T3_MaintainabilityAccess [Π16-E4]	0,05156

Πίνακας 20- Αναλυτικός κατάλογος inconsistency ανά πίνακα

4.6.3 Αποτελέσματα ανά κατηγορία κριτηρίων

Η ανάλυση γίνεται αρχικά «**κατά οικογένεια**»: δηλαδή, εξετάζεται πώς κατατάσσονται τα σενάρια όταν αξιολογούνται μεμονωμένα ως προς κάθε κατηγορία (**B, O, C ή R**). Η στάθμιση BOCR που εφαρμόστηκε (**B = 0,375, O = 0,375, C = 0,125, R = 0,125**) αποτυπώνει το σαφές πλαίσιο προτεραιοτήτων: το τελικό αποτέλεσμα καθορίζεται κυρίως από την απόδοση που εξασφαλίζει κάθε λύση (**οφέλη**) και από τις νέες δυνατότητες που προσφέρει (**ευκαιρίες**). Αντιθέτως, το κόστος και ο κίνδυνος λειτουργούν κυρίως ως παράγοντες εξισορρόπησης: μπορούν να περιορίσουν τη κατάταξη μιας λύσης όταν οι σχετικές επιβαρύνσεις αυξάνονται, αλλά—με τα υφιστάμενα βάρη (C=0,125, R=0,125)—δεν διαμορφώνουν καθοριστικά το τελικό αποτέλεσμα (Πίνακας 21-Βάρη BOCR (από Project Manager)).

BOCR	Βάρος
B – Benefits	0,375
O – Opportunities	0,375
C – Costs	0,125
R – Risks	0,125

Πίνακας 21-Βάρη BOCR (από Project Manager)

4.6.4 Συνολική Κατάταξη

Η συνολική κατάταξη προκύπτει από τη σύνθεση του μοντέλου ANP στο σύνολό του. Στο SuperDecisions, επιλέγεται η διαδρομή **Results** → **Synthesize** → **New synthesis** → **Main Network**. Από το συγκεκριμένο παράθυρο αντλούνται οι τιμές Normal, πρόκειται για τις τελικές προτεραιότητες των εναλλακτικών λύσεων που παρουσιάζονται στον (Εικόνα 15), (Πίνακας 22 - Συνολική κατάταξη).

Πίνακας 22 - Συνολική κατάταξη

Σενάριο	Ideals	Normal	Raw	Θέση
S1_CurtainWall	0,631606	0,261824	0,551819	3
S2_GridFacade	0,780728	0,323640	0,682103	2
S3_Blinds	1,000000	0,414536	0,873675	1

Σύμφωνα με τη συνολική σύνθεση του μοντέλου, το **S3_Blinds** καταλαμβάνει την πρώτη θέση (**Normal = 0,414536**), ακολουθούμενο από το **S2_GridFacade (0,323640)** και το **S1_CurtainWall (0,261824)**. Η τελική αυτή κατάταξη δείχνει ότι, παρά το γεγονός ότι το S3 εμφανίζει μεγαλύτερη επιβάρυνση ως προς το κόστος και τον κίνδυνο, υπερέχει συνολικά λόγω της ισχυρής επίδοσής του στα οφέλη και, κυρίως, στις ευκαιρίες.

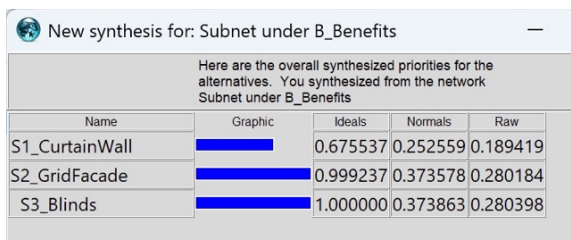
Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
S1_CurtainWall		0.631606	0.261824	0.551819
S2_GridFacade		0.780728	0.323640	0.682103
S3_Blinds		1.000000	0.414536	0.873675

Εικόνα 15

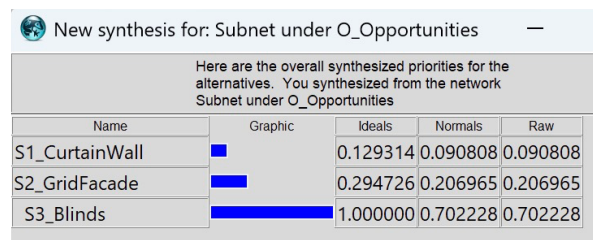
Η επιμέρους ανάγνωση των αξόνων **BOCR** δείχνει ότι η υπεροχή του S3 δεν προκύπτει από ομοιόμορφη κατανομή σε όλες τις κατηγορίες, αλλά από τη συνολική σύνθεση. Ειδικότερα, το S3 κατατάσσεται πρώτο στα Benefits και κυρίως στις Opportunities, ενώ το S1 ευνοείται στα Costs και Risks, δηλαδή στους άξονες όπου προτιμώνται χαμηλότερες επιβαρύνσεις. Το S2 διατηρεί ενδιάμεση θέση και λειτουργεί ως πιο ισορροπημένη λύση. Με δεδομένο ότι στο παρόν μοντέλο τα Benefits και οι Opportunities λαμβάνουν υψηλότερη βαρύτητα από τα Costs και Risks, η τελική σύνθεση ευνοεί το S3, καθώς τα συνολικά οφέλη και οι μελλοντικές δυνατότητές του αντισταθμίζουν τις αντίστοιχες επιβαρύνσεις (Πίνακας 23- Κατάταξη ανά BOCR).

BOCR	1ο	2ο	3ο	Σύντομη ανάγνωση (1-2 προτάσεις)
B – Benefits	S3	S2	S1	Το S3 κατατάσσεται πρώτα στα οφέλη (Normal = 0,373863), με το S2 σε σχεδόν ισοδύναμη θέση (0,373578) και το S1 σημαντικά χαμηλότερα (0,252559).
O – Opportunities	S3	S2	S1	Το S3 υπερέχει ξεκάθαρα (Normal = 0,702228), ακολουθούν τα S2 (0,206965) και S1 (0,090808).
C – Costs (χαμηλότερο = προτιμότερο)	S1	S2	S3	Η γραμμή κόστους ευνοεί το S1 (Normal = 0,364323), ακολουθεί το S2 (0,345797) και τελευταίο το S3 (0,289880).
R – Risks (χαμηλότερο = προτιμότερο)	S1	S2	S3	Στους κινδύνους, το S1 εμφανίζει τη μικρότερη επιβάρυνση (Normal = 0,549595), το S2 ακολουθεί (0,343929) και το S3 κατατάσσεται τελευταίο (0,106476).

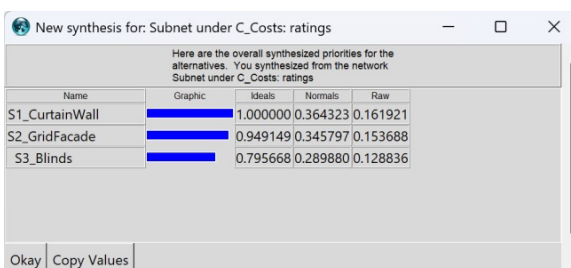
Πίνακας 23- Κατάταξη ανά BOCR



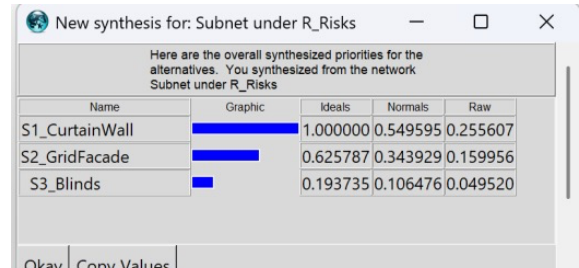
Εικόνα 16



Εικόνα 17



Εικόνα 18



Εικόνα 19

4.6.5 Ανάλυση Ευαισθησίας (BOCR και CAPEX-OPEX)

Η ανάλυση ευαισθησίας εφαρμόστηκε με στόχο τον έλεγχο της δυναμικής της τελικής κατάταξης με μεταβολές στη βαρύτητα επιμέρους παραμέτρων του μοντέλου. Στο πρόγραμμα SuperDecisions, μπορούμε να εξετάσουμε κάθε παράμετρο ξεχωριστά. Για κάθε αλλαγή στη βαρύτητα, το πρόγραμμα υπολογίζει ξανά τις συνολικές βαθμολογίες των εναλλακτικών λύσεων. Με τον τρόπο αυτό εντοπίζονται τα σημεία στα οποία αλλάζει η πρώτη θέση στην κατάταξη, δηλαδή οι τιμές της παραμέτρου (βαρύτητα κόμβου) στις οποίες μία εναλλακτική παύει να είναι πρώτη και αντικαθίσταται από άλλη.

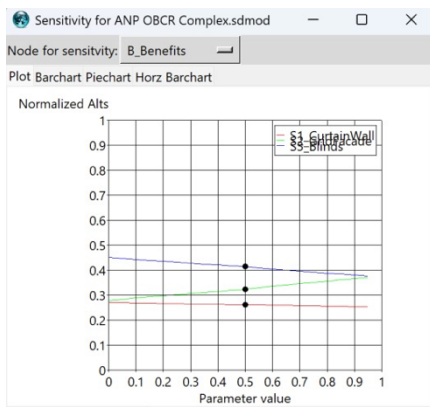
Ευαισθησία ως προς τα βάρη BOCR

Στο παράθυρο **Sensitivity** του SuperDecisions επιλέχθηκε διαδοχικά ως parameter ένας από τους κόμβους **B_Benefits, O_Opportunities, C_Costs, R_Risks**. Για κάθε παράμετρο, το πρόγραμμα παρήγαγε πίνακα της μορφής **Parameter value** → (**S1, S2, S3**), καταγράφοντας τις ανανεωμένες συνολικές προτεραιότητες για κάθε τιμή. Ως switching point θεωρήθηκε η πρώτη τιμή όπου άλλαξε η πρώτη θέση στην κατάταξη. Έτσι, κάθε γραμμή του πίνακα αντιστοιχεί σε έναν νέο επανυπολογισμό της κατάταξης με έμφαση σε μία μόνο κατηγορία (Πίνακας 24) (Διάγραμμα 11, Διάγραμμα 12, Διάγραμμα 13, Διάγραμμα 14).

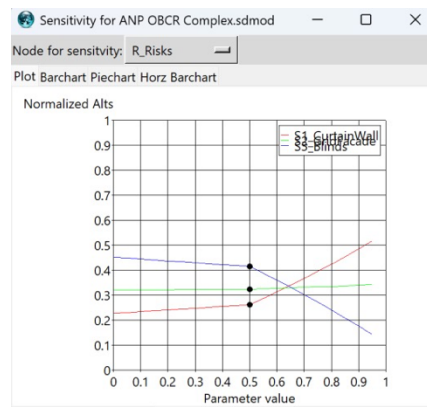
Πίνακας 24

Παράμετρος (merit)	Switching point (\approx)	Τι αλλάζει
B_Benefits	—	Η 1η θέση δεν αλλάζει: το S3 διατηρείται πρώτο σε όλο το εύρος.
O_Opportunities	$p \approx 0,19$	Για χαμηλές τιμές O προηγείται το S2, ενώ μετά το $p \approx 0,19$ η πρωτιά μεταβαίνει και σταθεροποιείται στο S3.
C_Costs	$p \approx 0,78$ (S3→S2), $p \approx 0,85$ (S2→S1)	Με αύξηση του βάρους του C , η πρώτη θέση μετακινείται διαδοχικά από το S3 στο S2 και στη συνέχεια στο S1 .
R_Risks	$p \approx 0,65$ (S3→S1)	Με αυξανόμενη βαρύτητα στο R , η πρωτιά περνά από το S3 στο S1 , με το S2 να παραμένει ενδιάμεσο.

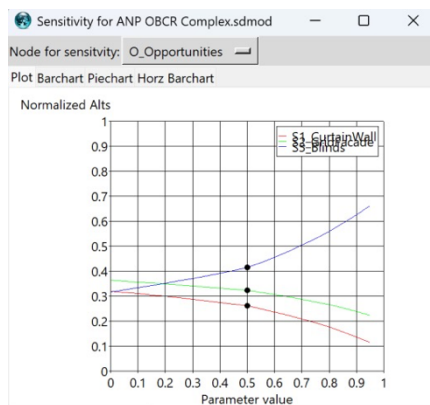
Η επιλογή του S3 παραμένει σταθερή στην πρώτη θέση όσον αφορά τα **Benefits**, αφού η σειρά δεν αλλάζει σε όλο το εύρος τιμών που εξετάσαμε. Αντίθετα, όταν η βαρύτητα στις **Ευκαιρίες (Opportunities)** μειώνεται πολύ, το S2 περνάει πρώτο. Επίσης, αν αυξήσουμε πολύ τη βαρύτητα στο **κόστος**, η πρώτη θέση μπορεί να αλλάξει πρώτα στο S2 και μετά στο S1. Αν, αντίθετα, αυξηθεί η βαρύτητα στον κίνδυνο, η πρωτιά περνά απευθείας από το S3 στο S1, με το S2 να παραμένει στη δεύτερη θέση. Τα switching points δείχνουν πού αλλάζει η κατάταξη και ότι το τελικό αποτέλεσμα εξαρτάται από τις προτεραιότητες που δίνουμε στο μοντέλο.



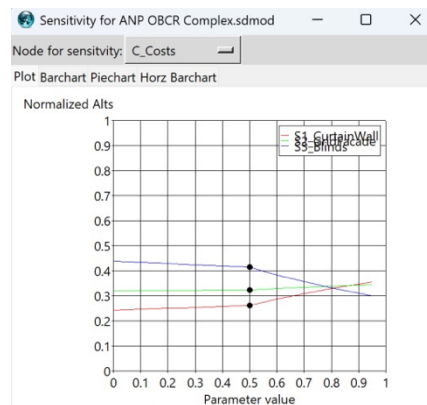
Διάγραμμα 11



Διάγραμμα 12



Διάγραμμα 13



Διάγραμμα 14

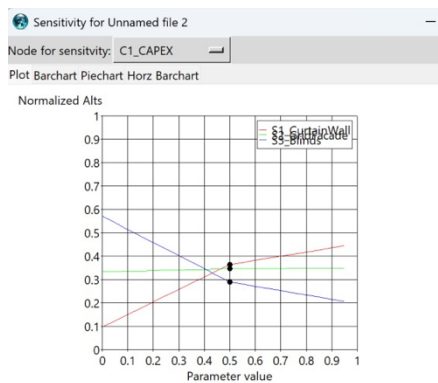
Ευαισθησία CAPEX–OPEX

Η δεύτερη ομάδα ελέγχων επικεντρώθηκε στο **υποδίκτυο C_Costs**, με στόχο τη διερεύνηση της ευαισθησίας της κατάταξης ως προς τη μεταβολή της σχετικής βαρύτητας μεταξύ του αρχικού κόστους κατασκευής (C1_CAPEX) και του λειτουργικού κόστους (C2_OPEX).

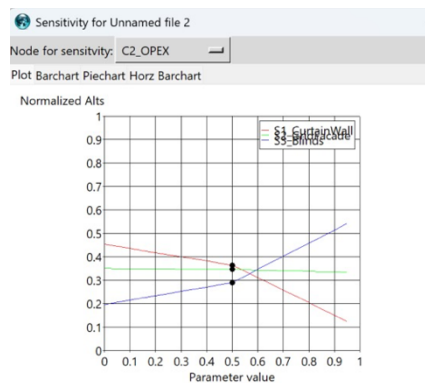
Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, η αύξηση της βαρύτητας στο **C1_CAPEX** οδηγεί σε διαδοχική μεταβολή της πρώτης θέσης. Σε περιοχές όπου η παράμετρος ρ έχει χαμηλές τιμές, υπερισχύει το **S3_Blinds**, καθώς η βαρύτητα του αρχικού κόστους αυξάνεται ($\rho \approx 0,40$), το προβάδισμα μεταφέρεται στο **S2_GridFacade**, ενώ για ακόμη υψηλότερες τιμές ($\rho \approx 0,46$), επικρατεί το **S1_CurtainWall**. Το εύρημα αυτό τεκμηριώνει ότι η ενίσχυση της σημασίας του αρχικού κατασκευαστικού κόστους βελτιώνει αισθητά τη σχετική κατάταξη του S1 (Διάγραμμα 15).

Αντίστροφα, όταν η έμφαση μετατοπίζεται στο λειτουργικό κόστος (**C2_OPEX**), το **S1_CurtainWall** διατηρεί αρχικά το προβάδισμα, ωστόσο καθώς αυξάνεται περαιτέρω η βαρύτητα του λειτουργικού κόστους ($\rho \approx 0,54$), το **S2_GridFacade** γίνεται το επικρατέστερο, και σε ακόμη μεγαλύτερες τιμές ($\rho \approx 0,60$) το **S3_Blinds** αναδεικνύεται στην κορυφή. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει πως όσο μεγαλύτερη σημασία αποδίδεται στη διαχρονική λειτουργική επιβάρυνση, τόσο περισσότερο ευνοείται το S3 (Διάγραμμα 16).

Συνοψίζοντας, διαπιστώνεται ότι η ιεράρχηση των εναλλακτικών λύσεων στο σκέλος του κόστους είναι δυναμική όσον αφορά τις προτεραιότητες που τίθενται ως προς το αρχικό έναντι του λειτουργικού κόστους. Η επικέντρωση στο αρχικό κόστος κατασκευής (CAPEX) ευνοεί σαφώς το S1, ενώ η έμφαση στο λειτουργικό κόστος (OPEX) προωθεί το S3, τονίζοντας έτσι την ανάγκη προσαρμογής των αποφάσεων με βάση τις στρατηγικές προτεραιότητες της εκάστοτε εφαρμογής.



Διάγραμμα 15



Διάγραμμα 16

Η ανάλυση ευαισθησίας αποκάλυψε σημεία μεταβολής της κατάταξης (rank reversal), δηλαδή συγκεκριμένες τιμές βαρών όπου αλλάζει η πρώτη θέση μεταξύ των εναλλακτικών. Η μεταβολή αυτή δεν εκδηλώνεται με τον ίδιο τρόπο σε όλους τους άξονες. Στα **Benefits** δεν εμφανίζεται ανατροπή της κατάταξης, καθώς το **S3 διατηρεί διαρκώς την πρωτιά**. Στις **Opportunities**, αντίθετα, η ανατροπή εμφανίζεται νωρίτερα ($p \approx 0,19$), όπου το **S2** μπορεί να **υπερισχύσει** του **S3**. Αντίστοιχες μεταβολές στα **Costs** και **Risks** παρατηρούνται μόνο με **σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση των βαρών**: $p \approx 0,78$ και $p \approx 0,85$ στο κόστος και $p \approx 0,65$ στον κίνδυνο.

Το εύρημα αυτό καταδεικνύει ότι η τελική κατάταξη είναι σχετικά σταθερή, διαμορφώνεται κυρίως **από τον άξονα που διαφοροποιεί τις λύσεις**. Παρά την ισοτιμία των βαρών σε **Benefits** και **Opportunities**, η πραγματική συνεισφορά τους στη διαμόρφωση του αποτελέσματος διαφέρει. Τα **Opportunities** αποτελούν το ευαίσθητο σημείο μεταβολής, καθώς εκεί το S3 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη εξάρτησή του. Αντιθέτως, το **κόστος** και ο **κίνδυνος** είναι οι μόνοι άξονες που μπορούν να επιφέρουν ριζική **ανατροπή υπέρ του S1**, απαιτώντας όμως **δραστική αύξηση της σχετικής τους βαρύτητας**. Συνεπώς, η ανάλυση ευαισθησίας αποκαλύπτει ότι **η φαινομενική συμμετρία στη στάθμιση δεν συνεπάγεται και συμμετρία στην επίδραση των αξόνων**. Η στάθμιση του μοντέλου δείχνει ότι η αξιολόγηση ευνοεί περισσότερο **τη μελλοντική προοπτική της λύσης**. Αντίθετα, μια μεγαλύτερη έμφαση στο κόστος και στον κίνδυνο θα μπορούσε να οδηγήσει σε διαφορετική κατάταξη.

4.7 Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Η συνολική σύνθεση του μοντέλου (**Main Network, Normals**) κατατάσσει πρώτο το **S3_Blinds (0,414536)**, δεύτερο το **S2_GridFacade (0,323640)** και τρίτο το **S1_CurtainWall (0,261824)**. Το πλαίσιο προτεραιοτήτων αποδίδει την υψηλότερη βαρύτητα στα **Benefits** και στις **Opportunities (B = 0,375, O = 0,375)**, ενώ τα **Costs** και τα **Risks** λαμβάνουν μικρότερη στάθμιση (**C = 0,125, R = 0,125**). Με αυτή τη διάταξη, το αποτέλεσμα είναι σε μεγάλο βαθμό αναμενόμενο, γιατί η τελική κατάταξη επηρεάζεται κυρίως από τα κριτήρια που έχουν το μεγαλύτερο βάρος. Τα βάρη αυτά προέκυψαν από τις ζευγικές συγκρίσεις του **Project Manager** στο επίπεδο των **BOCR**, όπου δόθηκε μεγαλύτερη σημασία στα **Benefits** και στις **Opportunities** και μικρότερη στα **Costs** και στα **Risks**.

Η επιμέρους ανάγνωση των αξόνων **BOCR** δείχνει επίσης ότι τα τρία σενάρια εμπεριέχουν διαφορετικές συνιστώσες. Το **S3** υπερέχει στα **Benefits** και κυρίως στις **Opportunities** και συνδέεται περισσότερο με την προοπτική απόδοσης και εξέλιξης της λύσης. Το **S1** υπερέχει στα **Costs** και στα **Risks**, εκφράζοντας μια πιο συντηρητική και οικονομικά ασφαλή κατεύθυνση ενώ το **S2** κινείται ενδιάμεσα, ως πιο ισορροπημένη επιλογή, χωρίς όμως να κυριαρχεί αποφασιστικά σε κάποιον επιμέρους άξονα.

Αν και η πρόταση **S3** συνοδεύεται από το υψηλότερο **CAPEX**, το αποτέλεσμα της ανάλυσης δεν **αντιστάφηκε υπέρ οικονομικότερων λύσεων**, παρά το γεγονός ότι το κόστος και η διαμόρφωση του **BOQ** απασχόλησαν μεγάλο μέρος της αξιολόγησης. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει πως, παρόλο που το κόστος συνιστούσε ουσιαστική βάση τεκμηρίωσης, στην τελική απόφαση λειτούργησε ως ένας από τους συνολικούς παράγοντες και όχι ως το μοναδικό ή κυρίαρχο κριτήριο καθορισμού της επιλογής.

Η ανάλυση ευαισθησίας δείχνει στη συνέχεια υπό ποιες συνθήκες μπορεί να αλλάξει η κατάταξη. Ως προς τα **Benefits (B)** δεν παρατηρείται μεταβολή της πρώτης θέσης και το **S3** διατηρεί σταθερά την πρωτιά. Αντίθετα, όταν μειώνεται αισθητά η βαρύτητα των **Opportunities**, η πρώτη θέση μπορεί να περάσει στο **S2 (O: $p \approx 0,19$)**. Με αύξηση της βαρύτητας του κόστους, η κορυφή μετακινείται διαδοχικά από το **S3** στο **S2** και στη συνέχεια στο **S1 (C: $p \approx 0,78$ και $p \approx 0,85$)**, ενώ με αύξηση της βαρύτητας του κινδύνου η μετάβαση είναι άμεση από το **S3** στο **S1 (R: $p \approx 0,65$)**. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι το **S3** παραμένει η κυρίαρχη λύση όσο το μοντέλο δίνει προτεραιότητα στα οφέλη και στις ευκαιρίες, ενώ το **S1** ενισχύεται όταν αυξάνεται η σημασία του κόστους και του κινδύνου. Το πιο κρίσιμο σημείο της ευαισθησίας εντοπίζεται, επομένως, στις **Opportunities** και όχι στα **Benefits**. Η τρέχουσα τιμή του **O (0,375)** δεν απέχει πολύ από το σημείο μετάβασης ($p \approx 0,19$), ενώ για να ανατραπεί η πρωτιά του **S3** μέσω του κόστους ή του κινδύνου θα απαιτούνταν πολύ εντονότερη μετατόπιση των προτεραιοτήτων. Αυτό σημαίνει η ανάλυση ευαισθησίας δείχνει ότι η τελική κατάταξη είναι σχετικά ανθεκτική σε μικρές μεταβολές των βαρών, αλλά μπορεί να αλλάξει όταν υπάρξει ουσιαστική ανακατανομή των προτεραιοτήτων, ιδίως υπέρ του κόστους ή του κινδύνου.

Τέλος, υπήρξε η επισήμανση του Πολιτικού Μηχανικού στο ερωτηματολόγιο για το **S3**, σχετικά με την ανάγκη επίλυσης του ζητήματος προσβασιμότητας και συντήρησης της «δεύτερης επιδερμίδας», θα πρέπει να εξεταστεί σε έναν επιπλέον κύκλο της μεθοδολογίας. Η παράμετρος αυτή μπορεί να επηρεάσει τόσο το κόστος (**C**), λόγω πιθανών πρόσθετων εργασιών ή συστημάτων πρόσβασης, όσο και τον κίνδυνο (**R**), ιδίως ως προς την υλοποίηση, τη λειτουργία και τη συντήρηση της επιλεγμένης λύσης. Αν η επιβάρυνση αυτή αποδειχθεί ουσιώδης και αποτυπωθεί σε νέα ζευγικά βάρη, θα μπορούσε να μεταβάλει την τελική κατάταξη, πιθανότατα ενισχύοντας το **S2**.

Συνολικά, η εφαρμογή της μεθοδολογίας στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης ανέδειξε ότι η τελική επιλογή δεν καθορίζεται αποκλειστικά από το ελάχιστο κόστος, αλλά αποτελεί συνάρτηση της στάθμισης πολλαπλών, ετερογενών κριτηρίων. Η επικράτηση του **S3** εμφανίζεται ισχυρή, πλην όμως όχι αδιαπραγμάτευτη: διατηρείται όσο το μοντέλο προσδίδει έμφαση στα οφέλη και, κυρίως, στις μελλοντικές ευκαιρίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Συμπεράσματα και μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας

Στα **αρχικά στάδια** της σύνθεσης, οι **στρατηγικές επιλογές** δεν αφορούν μόνο τη μορφή, αλλά καθορίζουν τη λογική της κατασκευής και της μελλοντικής λειτουργίας του έργου.

Το **κύριο πρόβλημα** εμφανίζεται όταν το κόστος αναδεικνύεται σε κυρίαρχο κριτήριο, παραμερίζοντας τεχνικές, περιβαλλοντικές και λειτουργικές παραμέτρους. Έτσι, οι αποφάσεις που βασίζονται αποκλειστικά σε **οικονομικά στοιχεία** αποδεικνύονται συχνά μακροπρόθεσμα **ανεπαρκείς ή μη βιώσιμες**.

5.1 Κύρια ευρήματα της έρευνας

Η **συστηματική ανασκόπηση** που προηγήθηκε έδειξε πώς εφαρμόζεται η **MCDA** στον **αρχιτεκτονικό σχεδιασμό** και ανέδειξε το βασικό **ερευνητικό κενό**. Συνοπτικά, η βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι η **MCDA** αναπτύσσεται είτε μέσω **ποσοτικών μεθόδων**, με χρήση **αριθμητικών δεδομένων** και προσομοιώσεων, είτε μέσω διαδικασιών που στηρίζονται σε **αξιολογήσεις ειδικών**. Στην κλίμακα του **κτιρίου**, οι δύο αυτές λογικές τείνουν να **συνδυάζονται**. Το βασικό **ερευνητικό κενό** ήταν ότι δεν υπάρχει ένα **ολοκληρωμένο και σταθερό πλαίσιο** που να συνδέει τα βασικά δεδομένα της προμελέτης με την αξιολόγηση των **εναλλακτικών λύσεων**.

Αυτή η διαπίστωση οδήγησε στην επιλογή του πλαισίου **BIM-BoQ-ANP**. Η λογική του αναπτύσσεται μέσω του **BOCR**, ώστε οφέλη, ευκαιρίες, κόστη και κίνδυνοι να εξετάζονται ως αλληλένδετες πλευρές στο ίδιο πλαίσιο. Έτσι, το προτεινόμενο πλαίσιο διαμορφώνει μια ενιαία διαδικασία που συνδέει τη συλλογή δεδομένων, την επιμέτρηση, την κοστολόγηση και την αξιολόγηση.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας έδειξε ότι η τελική επιλογή δεν ταυτίζεται αναγκαστικά με τη φθηνότερη λύση. Αντίθετα, εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ οφελών, ευκαιριών, κόστους και κινδύνων, δηλαδή από τη συνολική δομή του προβλήματος και από τις προτεραιότητες που δηλώνονται στο μοντέλο.

5.2 Περιορισμοί της μεθοδολογίας

Παράλληλα, η μεθοδολογία παρουσιάζει τρεις κύριους περιορισμούς. Πρώτον, εξαρτάται από την **ποιότητα** του BIM μοντέλου, καθώς **ασάφειες** στη δομή και στην **οργάνωση** των δεδομένων επηρεάζουν την **τελική αξιολόγηση**. Δεύτερον, η **αξιοπιστία** των απαντήσεων των ειδικών είναι καθοριστική, καθώς η ANP απαιτεί **σαφήνεια, συνέπεια** και **επαρκώς** τεκμηριωμένη συγκρότηση του panel αξιολόγησης. Τρίτον, όσο αυξάνονται οι αλληλεξαρτήσεις, τόσο αυξάνεται και η **πολυπλοκότητα**, γεγονός που απαιτεί σωστή ισορροπία ανάμεσα στην ανάλυση και στην πρακτική εφαρμογή (Saaty, 2004, pp. 129–132).

5.3 Κατευθύνσεις μελλοντικής έρευνας

Συνολικά, η εργασία εντοπίζει τρεις κατευθύνσεις που μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για τη μελλοντική έρευνα.

Πρώτον, προτείνεται η εφαρμογή του πλαισίου σε ευρύτερο φάσμα έργων και σε διαφορετικές κλίμακες, ώστε να φανεί αν μπορεί να εφαρμοστεί και σε περιπτώσεις πέρα από τη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης. Μια τέτοια διεύρυνση έχει ιδιαίτερη σημασία, επειδή μπορεί να δείξει ποια στοιχεία του μεθοδολογίας παραμένουν σταθερά και ποια χρειάζονται προσαρμογή όταν μεταβάλλονται παράμετροι όπως το πρόγραμμα, η πολυπλοκότητα του έργου ή η φύση των εμπλεκόμενων φορέων.

Δεύτερον, κρίνεται χρήσιμη η σύγκριση του πλαισίου με εναλλακτικές μεθόδους **MCDA**, όπως η **AHP** και η **TOPSIS**, ώστε να αποσαφηνιστούν ακριβέστερα τα ειδικά πλεονεκτήματα της **ANP**. Η σύγκριση αυτή έχει σημασία, επειδή δεν αρκεί να υποστηριχθεί θεωρητικά ότι η **ANP** είναι καταλληλότερη για προβλήματα με αλληλεξαρτήσεις· χρειάζεται να φανεί και στην πράξη σε ποιο βαθμό οι διαφορετικές μέθοδοι οδηγούν σε διαφορετικά αποτελέσματα, σε άλλο επίπεδο **διαφάνειας** ή σε διαφορετικές απαιτήσεις ως προς τα δεδομένα και τη συμμετοχή των ειδικών. Με αυτόν τον τρόπο, η μελλοντική έρευνα μπορεί να ενισχύσει όχι μόνο τη θεωρητική τεκμηρίωση της επιλογής της **ANP**, αλλά και τη συγκριτική αποτίμηση της πρακτικής της επάρκειας.

Τρίτον, προκύπτει η ανάγκη διερεύνησης της μεθόδου όχι μόνο σε περιβάλλοντα **BIM**, αλλά και σε άλλα παραμετρικά ή χωρικά συστήματα, όπως το **GIS**, σε συνδυασμό με **MCDA**, μέσα σε πιο σύνθετα περιβάλλοντα σχεδιασμού και λήψης αποφάσεων. Η προοπτική αυτή έχει ιδιαίτερη σημασία, επειδή επιτρέπει τη μετάβαση από το επίπεδο του μεμονωμένου κτιρίου σε σύνθετα χωρικά ή πολεοδομικά συστήματα, όπου η αξιολόγηση δεν περιορίζεται στην τεχνική ή οικονομική απόδοση ενός έργου, αλλά ενσωματώνει και παραμέτρους που σχετίζονται με τη θέση του μέσα σε ένα ευρύτερο πλαίσιο σχέσεων, και συλλογικότητας.

Ιδιαίτερη σημασία αποκτά, στο πλαίσιο αυτό, η μετάβαση από την **κλίμακα του κτιρίου** στην **κλίμακα της πόλης**. Η βιβλιογραφική επισκόπηση δείχνει ότι ο διαχωρισμός ανάμεσα στις δύο κλίμακες δεν είναι αυστηρός ή απόλυτος. Χαρακτηριστικό παραδείγμα, το **EquiCity** (Nourian et al., 2024), όπου πολυκριτηριακές μέθοδοι μπορούν να ενσωματωθούν ακόμη και σε σύνθετα και πολυπαραγοντικά περιβάλλοντα, όπου η αξιολόγηση δεν περιορίζεται στο κτίριο ως αυτόνομη οντότητα, αλλά εξετάζει και τη δυναμική του μέσα στο ευρύτερο χωρικό και κοινωνικό περιβάλλον.

Έτσι, αναδεικνύεται η ανάγκη για **διεπιστημονικές προσεγγίσεις**, ώστε οι σχεδιαστικές επιλογές να ανταποκρίνονται ταυτόχρονα σε λειτουργικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις.

5.4 Σύνοψη των τελικών ευρημάτων

Η εργασία έδειξε ότι οι κρίσιμες σχεδιαστικές επιλογές μπορούν να υποστηριχθούν συστηματικά από ένα πλαίσιο **BIM-BoQ-ANP**. Το πλαίσιο αυτό συνδέει **το ψηφιακό μοντέλο, την επιμέτρηση, την οικονομική αποτύπωση και την πολυκριτηριακή μέθοδο** μέσα στην ίδια διαδικασία λήψης αποφάσεων. Έτσι, η αξιολόγηση των εναλλακτικών στηρίζεται σε μία δομημένη ακολουθία δεδομένων, συγκρίσεων και σταθμίσεων.

Η μελέτη περίπτωσης **επιβεβαίωσε** στην πράξη αυτή τη δυνατότητα. Έδειξε, ειδικότερα ότι η τελική επιλογή δεν ταυτίζεται αναγκαστικά με τη φθηνότερη λύση και ότι η υπεροχή μιας εναλλακτικής εξαρτάται από τη σχέση μεταξύ οφελών, ευκαιριών, κόστους και κινδύνων. Με αυτή την έννοια, η διαδικασία δεν ανέδειξε μόνο **ποια λύση** υπερέρχει συνολικά, αλλά και **γιατί υπερέρχει**. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα έγκειται στο ότι η μέθοδος λειτουργεί ως ένα εργαλείο, ένα είδος «**ανάλογου**», που αποκαλύπτει με σαφήνεια τη δομή της διαδικασίας κατά την λήψη αποφάσεων. Με αυτόν τον τρόπο, γίνεται σαφές ότι η **μεταβολή** μιας παραμέτρου δεν επηρεάζει μόνο ένα μεμονωμένο κριτήριο, αλλά **αναδιατάσσει** τη συνολική σχέση μεταξύ τεχνικών, οικονομικών και ποιοτικών στοιχείων.

Βιβλιογραφία

Adams, W. J. L., & Saaty, R. (1999). *Super Decisions Software Guide*.

Akadiri, P. O., Olomolaiye, P. O., & Chinyio, E. A. (2013). Multi-criteria evaluation model for the selection of sustainable materials for building projects. *Automation in Construction*, 30, 113–125. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.10.004>

Al-Saggaf, A., Hegazy, T., Nasir, H., & Taha, M. (2022a). Computerized DSS for evaluating design performance of residential buildings using additive weighting approach. *Architectural Engineering and Design Management*, 18(5), 631–651. Scopus. <https://doi.org/10.1080/17452007.2021.1941740>

Al-Saggaf, A., Hegazy, T., Nasir, H., & Taha, M. (2022b). 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>

Andersen, S. C., Møller, K. L., Jørgensen, S. W., Jensen, L. B., & Birkved, M. (2019). Scalable and quantitative decision support for the initial building design stages of refurbishment. *Journal of Green Building*, 14(4), 35–56. Scopus. <https://doi.org/10.3992/1943-4618.14.4.35>

Berčič, T., Bohanec, M., & Ažman Momirski, L. (2024a). Integrating Multi-Criteria Decision Models in Smart Urban Planning: A Case Study of Architectural and Urban Design Competitions. *Smart Cities*, 7(2), 786–805. Scopus. <https://doi.org/10.3390/smartcities7020033>

Berčič, T., Bohanec, M., & Ažman Momirski, L. (2024b). Integrating Multi-Criteria Decision Models in Smart Urban Planning: A Case Study of Architectural and Urban Design Competitions. *Smart Cities*, 7(2), 786–805. <https://doi.org/10.3390/smartcities7020033>

Chen, P., Yu, J., Wu, Y., Wang, L., Guo, H., & He, Y. (2024). Development of preferred sizes for building-integrated lighting units (BILUs). *Building and Environment*, 263. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111879>

- Chen, Z.-S., Yang, L.-P., Rodríguez, R. M., Zhu, Z., Pedrycz, W., & Skibniewski, M. J. (2022). BIM-aided large-scale group decision support: Optimization of the retrofit strategy for existing buildings. *Applied Soft Computing*, 131, 109790.
<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109790>
- Ching, F. D. K. (2007). *Architecture: Form, space, & order* (3. ed). Wiley.
- De Feo, G., De Gisi, S., De Vita, S., & Notarnicola, M. (2018). Sustainability assessment of alternative end-uses for disused areas based on multi-criteria decision-making method. *Science of The Total Environment*, 631–632, 142–152.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.016>
- Dermot Kehily, Ruairi Hayden, Ross Griffi, & Elia González Salas. (2021). *BIM - Route for the QS into the 4D and 5D Digitised Workflow*.
- Du, J., Wang, W., Lou, T., & Zhou, H. (2023). Resilience and sustainability-informed probabilistic multi-criteria decision-making framework for design solutions selection. *Journal of Building Engineering*, 71. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.106421>
- Hopfe, C. J., Augenbroe, G. L. M., & Hensen, J. L. M. (2013). Multi-criteria decision making under uncertainty in building performance assessment. *Building and Environment*, 69, 81–90.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.07.019>
- Hopfe, C. J., & McLeod, R. S. (2021). Enhancing resilient community decision-making using building performance simulation. *Building and Environment*, 188, 107398.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107398>
- Hu, M. (2019a). Building impact assessment—A combined life cycle assessment and multi-criteria decision analysis framework. *Resources, Conservation and Recycling*, 150. Scopus.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104410>
- Hu, M. (2019b). Building impact assessment—A combined life cycle assessment and multi-criteria decision analysis framework. *Resources, Conservation and Recycling*, 150, 104410.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104410>

- Jato-Espino, D., Castillo-Lopez, E., Rodriguez-Hernandez, J., & Canteras-Jordana, J. C. (2014). A review of application of multi-criteria decision making methods in construction. *Automation in Construction*, 45, 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.05.013>
- John Ford & Galliford Try. (2020). *Information management according to BS EN ISO 19650* (1st ed.).
- Koutamanis. (n.d.). *BIM -Προϋποθέσεις και εφαρμογές*.
- Koutamanis, A. (2022). *Building Information - Representation and Management: Principles and foundations for the digital era*. TU Delft OPEN Publishing. <https://doi.org/10.5074/T.2022.001>
- Medineckiene, M., Zavadskas, E. K., Björk, F., & Turskis, Z. (2015). Multi-criteria decision-making system for sustainable building assessment/certification. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 15(1), 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.acme.2014.09.001>
- Moghtadernejad, S., Chouinard, L. E., & Mirza, M. S. (2020). Design strategies using multi-criteria decision-making tools to enhance the performance of building façades. *Journal of Building Engineering*, 30, 101274. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101274>
- Mohanta, A., & Das, S. (2023a). 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. Scopus. <https://doi.org/10.1080/17452007.2022.2094869>
- Mohanta, A., & Das, S. (2023b). 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>
- NATSPEC_BIM_LOD_Paper_131115*. (n.d.).
- Nguyen, D.-T., Chou, J.-S., & Tran, D.-H. (2022a). Integrating a novel multiple-objective FBI with BIM to determine tradeoff among resources in project scheduling. *Knowledge-Based Systems*, 235. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107640>

- Nguyen, D.-T., Chou, J.-S., & Tran, D.-H. (2022b). Integrating a novel multiple-objective FBI with BIM to determine tradeoff among resources in project scheduling. *Knowledge-Based Systems*, 235, 107640. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107640>
- Norberg-Schulz, C. (1984). *Genius loci: Towards a phenomenology of architecture*. Rizzoli.
- Nourian, P., Azadi, S., Bai, N., De Andrade, B., Abu Zaid, N., Rezvani, S., & Pereira Roders, A. (2024). EquiCity game: A mathematical serious game for participatory design of spatial configurations. *Scientific Reports*, 14(1), 10912. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61093-4>
- Penadés-Plà, V., García-Segura, T., Martí, J., & Yepes, V. (2016). A Review of Multi-Criteria Decision-Making Methods Applied to the Sustainable Bridge Design. *Sustainability*, 8(12), 1295. <https://doi.org/10.3390/su8121295>
- Pishdad, P., & Onungwa, I. O. (2024). Analysis of 5D BIM for cost estimation, cost control and payments. *Journal of Information Technology in Construction*, 29, 525–548. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.024>
- 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
- 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. (2008). *The Analytic Network Process*.
- Saaty, T. L., & Hall, M. (1999). *FUNDAMENTALS OF THE ANALYTIC NETWORK PROCESS*.
- Saaty, Thomas L. (n.d.). *TUTORIAL ON COMPLEX DECISION MODELS (ANP)*.

- 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>
- Webster, J., & Watson, R. T. (n.d.). *ANALYZING THE PAST TO PREPARE FOR THE FUTURE: WRITING A LITERATURE REVIEW*.
- Βασιλική Σ. Στρατήγη. (2015). *ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΕΣ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ ΕΡΓΟ ΜΕΣΑΙΑΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ*. ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ.
- Βραγγάλος, Κ. (2016). *Building Information Modeling (BIM): Περιγραφή, δυνατότητες και προοπτικές στην κατασκευαστική βιομηχανία*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.
- N. 3669/2008. (n.d.).
- Χάρης Δούκας, Παναγιώτης Ξυδώνας, & Ιωάννης Ψαρράς. (2015). *Πολυκριτηριακά συστήματα υποστήριξης αποφάσεων*.

Παραρτήματα

Παράρτημα 1
Προκαταρκτική Έρευνα

Παράρτημα 2
Κατάλογος Βιβλιογραφίας

Key	Item Type	Publication	Author	Title	Publication Title	ISSN	DOI	Abstract Note	Automatic Tags	ECQA1	ECQA2	ECQA3	Score	URI	Footnote				
15	journalarticle	2020	Shapiro, A., Nader, H., Jaberian, S.M., Jansen, S.J., Shakeri, M.	An Evolutionary Process-Based Approach to Multi-Criteria Decision Support for the Initial Building Design Stages of Buildings at early design stage	Journal of Building Engineering	2352-7102 (ISSN)	10.1016/j.jbe.2020.101364		<p>Architectural design is a complex process involving multiple stakeholders and conflicting objectives. This paper introduces an evolutionary process-based approach to multi-criteria decision support for the initial building design stages of buildings. The approach is based on the concept of a multi-criteria decision support system (MCDSS) that evolves over time as the design process progresses. The MCDSS is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The MCDSS is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The MCDSS is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The MCDSS is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The MCDSS is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The MCDSS is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team.</p>							<p>10.1016/j.jbe.2020.101364</p>	<p>https://doi.org/10.1016/j.jbe.2020.101364</p>		
16	journalarticle	2019	Anderson, S.C., Mader, K.L., Jaberian, S.M., Jansen, S.J., Shakeri, M.	Scalable and quantitative decision support for the initial building design stages of buildings	Journal of Green Building	1528-1010 (ISSN)	10.1080/15281010.2019.164435		<p>Architectural design is a complex process involving multiple stakeholders and conflicting objectives. This paper introduces a scalable and quantitative decision support system for the initial building design stages of buildings. The system is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The system is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The system is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The system is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The system is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team.</p>								<p>10.1080/15281010.2019.164435</p>	<p>https://doi.org/10.1080/15281010.2019.164435</p>	
17	journalarticle	2018	Avouf, R., Alkurgan, C., Fajfar, E., Corina M.G.	A new method for applying decision support systems (DSS) in the design of buildings	Energy and Buildings	0378-7799 (ISSN)	10.1016/j.enb.2018.02.031		<p>Architectural design is a complex process involving multiple stakeholders and conflicting objectives. This paper introduces a new method for applying decision support systems (DSS) in the design of buildings. The method is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The method is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The method is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The method is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The method is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team.</p>								<p>10.1016/j.enb.2018.02.031</p>	<p>https://doi.org/10.1016/j.enb.2018.02.031</p>	
18	journalarticle	2024	Bahar, N.	A systematic modeling approach for the integration of smart building and architectural design (SBAD) in the design of smart buildings	Applied Energy	0959-6526 (ISSN)	10.1016/j.apenergy.2024.124072		<p>Architectural design is a complex process involving multiple stakeholders and conflicting objectives. This paper introduces a systematic modeling approach for the integration of smart building and architectural design (SBAD) in the design of smart buildings. The approach is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The approach is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The approach is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The approach is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The approach is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team.</p>								<p>10.1016/j.apenergy.2024.124072</p>	<p>https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.124072</p>	
19	journalarticle	2024	Bahar, N.	A systematic modeling approach for the integration of smart building and architectural design (SBAD) in the design of smart buildings	Applied Energy	0959-6526 (ISSN)	10.1016/j.apenergy.2024.124072		<p>Architectural design is a complex process involving multiple stakeholders and conflicting objectives. This paper introduces a systematic modeling approach for the integration of smart building and architectural design (SBAD) in the design of smart buildings. The approach is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The approach is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The approach is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The approach is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The approach is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team.</p>								<p>10.1016/j.apenergy.2024.124072</p>	<p>https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2024.124072</p>	
20	journalarticle	2019	Cherani, A., Corina, C., Jaberian, S.M., Jansen, S.J., Shakeri, M.	A decision support system for multi-criteria decision support for the initial building design stages of buildings	Journal of Civil Engineering and Management	1528-1010 (ISSN)	10.1080/15281010.2019.164435		<p>Architectural design is a complex process involving multiple stakeholders and conflicting objectives. This paper introduces a decision support system for multi-criteria decision support for the initial building design stages of buildings. The system is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The system is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The system is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team. The system is designed to support decision-making at the early design stage, where the design team is still exploring various options and the design is highly uncertain. The system is based on a set of multi-criteria objectives that are defined by the design team.</p>								<p>10.1080/15281010.2019.164435</p>	<p>https://doi.org/10.1080/15281010.2019.164435</p>	

Key	Item Type	Publication Year	Author	Title	Publication Title	ISSN	DOI	Abstract/Note	Abstract/Type	EXCL1	EXCL2	EXCL3	EXCL4	EXCL5	EXCL6	URI	Enrich
37	journal article	2019	Lin, Q., Wang, D.	Feasibility of Green Performance in Green Building: A Case Study of Green Building in Shanghai	Journal of Building Engineering	2352-0222 (ISSN)	10.1016/j.jobe.2019.100408		Abstract: This paper aims to explore the feasibility of green performance in green building. The study is based on a case study of a green building in Shanghai. The results show that green performance is feasible in green building. The study also identifies the key factors that affect green performance in green building.						https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100408		
38	journal article	2020	Li, X., Wang, H., Zhang, C., et al.	Development and evaluation of housing energy efficiency rating system in China	Building and Environment	0360-1323 (ISSN)	10.1016/j.buildenv.2020.111898		Abstract: This paper presents a new housing energy efficiency rating system in China. The system is based on a comprehensive evaluation of the energy performance of buildings. The results show that the new system is more accurate and reliable than the existing systems.							https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.111898	
39	journal article	2020	Lu, W., Zhang, L., Liu, Y.	Evaluation of Urban Compact Utilization Strategy in China	Buildings	2075-5309 (ISSN)	10.3390/buildings1002719		Abstract: This paper evaluates the urban compact utilization strategy in China. The study is based on a case study of a city in China. The results show that the urban compact utilization strategy is effective in reducing urban sprawl and improving urban efficiency.							https://doi.org/10.3390/buildings1002719	
40	journal article	2019	Majumdar, D., Bhattacharya, S., et al.	A new model for green building design: A case study of a green building in India	Journal of Building Engineering	2352-0222 (ISSN)	10.1016/j.jobe.2019.100408		Abstract: This paper presents a new model for green building design. The model is based on a comprehensive evaluation of the energy performance of buildings. The results show that the new model is more accurate and reliable than the existing models.							https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100408	
41	journal article	2019	Majumdar, S., Ghosh, S., et al.	Multi-criteria decision-making method for green building design: A case study of a green building in India	Journal of Building Engineering	2352-0222 (ISSN)	10.1016/j.jobe.2019.100408		Abstract: This paper presents a multi-criteria decision-making method for green building design. The method is based on a comprehensive evaluation of the energy performance of buildings. The results show that the new method is more accurate and reliable than the existing methods.							https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100408	
42	journal article	2019	Majumdar, S., Ghosh, S., et al.	Development of the fuzzy membership function for green building design: A case study of a green building in India	Journal of Building Engineering	2352-0222 (ISSN)	10.1016/j.jobe.2019.100408		Abstract: This paper presents a fuzzy membership function for green building design. The function is based on a comprehensive evaluation of the energy performance of buildings. The results show that the new function is more accurate and reliable than the existing functions.							https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100408	

Key	Item Type	Public Item	Author	Title	Publication Title	ISSN	DOI	Abstract Note	Automatic Tips	EQCL1	EQCL2	EQCL3	EQCL4	URI	Format
115	Journal Article	2021	Nguyen, L.; Gupta, M.; Wilson, M.C.; Johnson, G.D.; Smith, E.C.; Campbell, J.; Wong, C.	Multi-criteria optimization for sustainable building design: factors and evaluation criteria of selection	Advanced Engineering Journal	111001849 (ISSN)	10.1016/j.aej.2019.07.004		Architectural design, Multi-criteria decision analysis, Sustainable design, Building design, Energy efficiency, Carbon footprint, Environmental impact, Building performance, Smart cities, Renewable energy, Green buildings, Urban planning, Building information modeling (BIM), Data analysis, Optimization algorithms, Decision support systems, Building simulation, Energy modeling, Building energy simulation, Building energy consumption, Building energy conservation, Building energy optimization, Building energy management, Building energy monitoring, Building energy control, Building energy regulation, Building energy integration, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2021111001849	Journal Article
116	Journal Article	2021	Morales, L.; Gomez, G.; Hernandez, J.; Lopez, M.	Multi-criteria optimization for sustainable building design: factors and evaluation criteria of selection	Journal of Cleaner Production	09596824 (ISSN)	10.1016/j.jclepro.2021.128115		Architectural design, Multi-criteria decision analysis, Sustainable design, Building design, Energy efficiency, Carbon footprint, Environmental impact, Building performance, Smart cities, Renewable energy, Green buildings, Urban planning, Building information modeling (BIM), Data analysis, Optimization algorithms, Decision support systems, Building simulation, Energy modeling, Building energy simulation, Building energy consumption, Building energy conservation, Building energy optimization, Building energy management, Building energy monitoring, Building energy control, Building energy regulation, Building energy integration, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959682421128115	Journal Article
117	Journal Article	2019	Maier, M.F.; Espinosa, E.; Hilde, N.; Hohn, L.; Wenzel, E.C.; Campbell, J.; Wong, C.	A systematic literature review of multi-criteria optimization for sustainable building design	Journal of Cleaner Production	09596824 (ISSN)	10.1016/j.jclepro.2019.03.114		Architectural design, Multi-criteria decision analysis, Sustainable design, Building design, Energy efficiency, Carbon footprint, Environmental impact, Building performance, Smart cities, Renewable energy, Green buildings, Urban planning, Building information modeling (BIM), Data analysis, Optimization algorithms, Decision support systems, Building simulation, Energy modeling, Building energy simulation, Building energy consumption, Building energy conservation, Building energy optimization, Building energy management, Building energy monitoring, Building energy control, Building energy regulation, Building energy integration, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095968241903114	Journal Article
118	Journal Article	2021	Nasouri, M.; Daghari, N.	Energy-based Pareto Optimization of Comfort: A Case Study of a Residential Building in Balnear, Iran	Journal of Thermal Science	10221119 (ISSN); 19202119 (ISSN)	10.1007/s11630-020-1933-5		Architectural design, Multi-criteria decision analysis, Sustainable design, Building design, Energy efficiency, Carbon footprint, Environmental impact, Building performance, Smart cities, Renewable energy, Green buildings, Urban planning, Building information modeling (BIM), Data analysis, Optimization algorithms, Decision support systems, Building simulation, Energy modeling, Building energy simulation, Building energy consumption, Building energy conservation, Building energy optimization, Building energy management, Building energy monitoring, Building energy control, Building energy regulation, Building energy integration, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S10221119202119	Journal Article
119	Journal Article	2018	Nasiri, E.; Vahidi, C.; Li, J.; Ahmadi, M.	Development and test application of the Pareto-based multi-criteria optimization design	Building and Environment	03601323 (ISSN)	10.1016/j.buildenv.2018.02.023		Architectural design, Multi-criteria decision analysis, Sustainable design, Building design, Energy efficiency, Carbon footprint, Environmental impact, Building performance, Smart cities, Renewable energy, Green buildings, Urban planning, Building information modeling (BIM), Data analysis, Optimization algorithms, Decision support systems, Building simulation, Energy modeling, Building energy simulation, Building energy consumption, Building energy conservation, Building energy optimization, Building energy management, Building energy monitoring, Building energy control, Building energy regulation, Building energy integration, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036013231802023	Journal Article
120	Journal Article	2021	Nguyen, L.; Gupta, M.; Wilson, M.C.; Johnson, G.D.; Smith, E.C.; Campbell, J.; Wong, C.	Multi-criteria optimization for sustainable building design: factors and evaluation criteria of selection	Journal of Cleaner Production	09596824 (ISSN)	10.1016/j.jclepro.2021.128115		Architectural design, Multi-criteria decision analysis, Sustainable design, Building design, Energy efficiency, Carbon footprint, Environmental impact, Building performance, Smart cities, Renewable energy, Green buildings, Urban planning, Building information modeling (BIM), Data analysis, Optimization algorithms, Decision support systems, Building simulation, Energy modeling, Building energy simulation, Building energy consumption, Building energy conservation, Building energy optimization, Building energy management, Building energy monitoring, Building energy control, Building energy regulation, Building energy integration, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959682421128115	Journal Article
121	Journal Article	2018	Chen, Q.	Intelligent building definition, factors and evaluation criteria of selection	Advanced Engineering Journal	111001849 (ISSN)	10.1016/j.aej.2019.07.004		Architectural design, Multi-criteria decision analysis, Sustainable design, Building design, Energy efficiency, Carbon footprint, Environmental impact, Building performance, Smart cities, Renewable energy, Green buildings, Urban planning, Building information modeling (BIM), Data analysis, Optimization algorithms, Decision support systems, Building simulation, Energy modeling, Building energy simulation, Building energy consumption, Building energy conservation, Building energy optimization, Building energy management, Building energy monitoring, Building energy control, Building energy regulation, Building energy integration, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement, Building energy innovation, Building energy research, Building energy development, Building energy implementation, Building energy evaluation, Building energy improvement.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2021111001849	Journal Article

Παράρτημα 3
Επιλεγμένες Μελέτες

Παράρτημα 4
Πρότυπο Ερωτηματολόγιο

Πρότυπο Ερωτηματολόγιο

Το template συγκεντρώνει όλα τα απαραίτητα βήματα για την καταγραφή και έλεγχο ζευγικών συγκρίσεων στη μέθοδο ANP.

A. Στοιχεία ερωτηματολογίου

Κωδικός συμπλήρωσης: _____
Ημερομηνία: ____ / ____ / ____
Ειδικός (ID): _____
Ρόλος/Ειδικότητα: _____
Έκδοση ερωτηματολογίου/μοντέλου: _____
Σχόλια: _____

B. Διατύπωση ερώτησης

Πρώτα, ορίζεις το κριτήριο ή κόμβο που θα χρησιμοποιηθεί ως σημείο αναφοράς: _____
Στη συνέχεια, διατυπώνεις την ερώτησή σου, επιλέγοντας μία από τις παρακάτω μορφές:
«Ως προς το κριτήριο/κόμβο _____, ποιο από τα δύο στοιχεία θεωρείς πιο σημαντικό ή κυρίαρχο;»
«Ως προς το κριτήριο/κόμβο _____, ποιο από τα δύο στοιχεία επηρεάζει περισσότερο το _____;»

Γ. Κλίμακα συγκρίσεων (Saaty 1–9)

1: ίση σημαντικότητα/επίδραση
3: μέτρια υπεροχή
5: ισχυρή υπεροχή
7: πολύ ισχυρή υπεροχή
9: απόλυτη (μέγιστη) υπεροχή
2, 4, 6, 8: ενδιάμεσες τιμές

Δ. Πίνακας καταγραφής

Για κάθε ζεύγος συμπληρώνεις τα παρακάτω:
Ζεύγος (E_i, E_j): _____
Κριτήριο/Κόμβος: _____
Τιμή: _____ (1–9 ή αντίστροφη τιμή 1/3...1/9)
Σύντομη αιτιολόγηση: _____ (Η αιτιολόγηση απαιτείται κυρίως όταν επιλέγεις ακραίες τιμές, δηλαδή 7–9 ή 1/7–1/9.)

Παράρτημα 5
Ερωτηματολόγια

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης εναλλακτικών σεναρίων όψης

Αντικείμενο: Νότια όψη κτιρίου γραφείων — στάδιο προμελέτης (3 σεσάρια: S1–S3)

1. Στοιχεία μελετητή

Όνοματεπώνυμο: _____

Ρόλος/Ειδικότητα: **Αρχιτέκτονας Μηχανικός**

Φορέας/Γραφείο: _____

Ημερομηνία: ____ / ____ / _____

2. Συνοπτική περιγραφή έργου

Η μελέτη αφορά τη διαμόρφωση της **νότιας όψης** ενός κτιρίου γραφείων στο στάδιο της **προμελέτης**. Η βασική αρχιτεκτονική ιδέα και ο λειτουργικός/δομικός **κάνναβος** που οργανώνει την όψη έχουν ήδη οριστεί από τον αρχιτέκτονα του έργου και θεωρούνται δεδομένα.

Σας ζητείται να αξιολογήσετε **τρεις εναλλακτικές λύσεις κελύφους (S1–S3)** που αναπτύσσονται πάνω στο ίδιο αρχιτεκτονικό υπόβαθρο: η γεωμετρία, ο κάνναβος και οι βασικές απαιτήσεις χρήσης παραμένουν κοινές, ενώ μεταβάλλεται μόνο η τυπολογία/σύστημα της όψης. Η σύγκριση γίνεται ως προς την **αρχιτεκτονική ποιότητα**, την **τεχνική/κατασκευαστική σαφήνεια**, την **ενεργειακή/περιβαλλοντική απόδοση** και το **κόστος**, με στόχο μια τεκμηριωμένη κατάταξη των σεναρίων. Το ερωτηματολόγιο συνοδεύεται από συνοπτικά σχέδια/διαγράμματα των τριών σεναρίων· παρακαλείστε να απαντήσετε με βάση την επαγγελματική σας κρίση, θεωρώντας ότι το επίπεδο πληροφωρίας αντιστοιχεί σε προμελέτη (όχι οριστική μελέτη λεπτομερειών). Η αξιολόγηση πραγματοποιείται από ομάδα τεσσάρων ειδικοτήτων: **Αρχιτέκτονα, Μηχανολόγο Μηχανικό, Πολιτικό Μηχανικό** και **Project Manager**, ώστε να αποτυπωθεί σφαιρικά η εικόνα των εναλλακτικών (ποιοτικά, τεχνικά/κατασκευαστικά, ενεργειακά/περιβαλλοντικά και οικονομικά).

Το ερωτηματολόγιο έχει **18** σύντομες ερωτήσεις. Σε κάθε ερώτηση συγκρίνετε **δύο** επιλογές και σημειώνετε (πχ. με X) **ένα μόνο** κελί στον πίνακα. Υπάρχουν **2** ενότητες: (A) πόσο σημαντικά είναι για εσάς τα 4 αρχιτεκτονικά υποκριτήρια και (B) ποιο από τα 3 σεσάρια υπερέχει σε κάθε υποκριτήριο.

Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης: **5–7 λεπτά**

3. Σύνοψη σεναρίων (S1–S3)

S1 — Αναρτημένη όψη με εμφανή κάνναβο (Υαλοπέτασμα)

Κωδικός : *S1_CurtainWall*

Σύντομη περιγραφή: «Ελαφριά» επιδερμίδα με σαφή ρυθμό κατακόρυφων/οριζόντιων στοιχείων και καθαρή ανάγνωση της κατασκευαστικής λογικής. Σχέδιο 1

S2 — Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση

Κωδικός : *S2_GridFacade*

Σύντομη περιγραφή: Η όψη εκφράζει τον φέροντα ρυθμό και αποκτά μεγαλύτερη «βαρύτητα», με σαφή διάκριση πλαισίου (καννάβου) και πεδίων πλήρωσης. Σχέδιο 2

S3 — Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων (σκίαση)

Κωδικός : *S3_Blinds*

Σύντομη περιγραφή: Σύστημα σταθερών οριζόντιων περσίδων ως δεύτερη επιδερμίδα, πάνω σε ανεξάρτητο μεταλλικό φορέα, μπροστά από το κύριο κέλυφος. Σχέδιο 3

4. Οδηγίες κλίμακας

Ζητούμενο: Σε κάθε ερώτηση συγκρίνετε δύο επιλογές (κριτήρια ή σενάρια) και σημειώνετε **ένα μόνο** κελί στον πίνακα.

- 1 = Ίση σημαντικότητα / Ίση προτίμηση
- 2–9 = Ένταση υπεροχής προς την πλευρά που υπερέχει
(2 = μικρή, 3 = μέτρια, 5 = ισχυρή, 7 = πολύ ισχυρή, 9 = ακραία· οι ενδιάμεσες τιμές 4/6/8 είναι μεταβατικές)

Μορφή απάντησης (σημειώστε ένα κελί ή το 0):

Σημείωση: Η **αριστερή** πλευρά του πίνακα (9→2) αντιστοιχεί στο **πρώτο** στοιχείο που αναφέρεται στην ερώτηση· η **δεξιά** πλευρά (2→9) στο **δεύτερο**.

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α (6 ερωτήσεις)

Σε κάθε ερώτηση επιλέγετε ποιο από τα δύο κριτήρια είναι **πο σημαντικό** για την τελική αξιολόγηση της όψης.

Κριτήρια:

A1 — Ρυθμός & σύνθεση όψης: άρθρωση οριζόντιων/κατακόρυφων, μέτρο, επανάληψη, συνολική σύνθεση και αναγνωσιμότητα του ρυθμού.

A2 — Διαφάνεια/ιδιωτικότητα & ένταση προβολής: βαθμός διαφάνειας, οπτική έκθεση των εσωτερικών χώρων, έλεγχος θέας/βλεμμάτων και ρύθμιση της οπτικής επαφής μέσα–έξω.

A3 — Χωρική εμπειρία: ποιότητα σε χαρακτηριστικά όπως φως, θέα και σχέση μέσα–έξω, αίσθηση βάθους/φίλτρου και επίδραση στην καθημερινή χρήση.

A4 — Ενσωμάτωση & συνοχή: συνοχή της όψης ως ενιαίας εικόνας, επιλογές υλικών/τονικότητας, και σχέση της λύσης με το σύνολο του κτιρίου και το άμεσο περιβάλλον.

Πρακτική υπενθύμιση: Στον πίνακα απάντησης, η **αριστερή** πλευρά (9→2) σημαίνει ότι υπερέχει το **πρώτο** κριτήριο της ερώτησης· η **δεξιά** (2→9) ότι υπερέχει το **δεύτερο**.

Ερώτηση 1 — A1 (Ρυθμός & σύνθεση όψης) έναντι A2 (Διαφάνεια/ιδιωτικότητα & ένταση προβολής)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 2 — A1 (Ρυθμός & σύνθεση όψης) έναντι A3 (Χωρική εμπειρία)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 3 — A1 (Ρυθμός & σύνθεση όψης) έναντι **A4** (Ενσωμάτωση & συνοχή)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 4 — A2 (Διαφάνεια/ιδιωτικότητα & ένταση προβολής) έναντι **A3** (Χωρική εμπειρία)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 5 — A2 (Διαφάνεια/ιδιωτικότητα & ένταση προβολής) έναντι **A4** (Ενσωμάτωση & συνοχή)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 6 — A3 (Χωρική εμπειρία) έναντι **A4** (Ενσωμάτωση & συνοχή)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β – Συγκρίσεις σεναρίων S1–S3 ανά υποκριτήριο (12 ερωτήσεις)

Σύντομη περιγραφή: Για κάθε κριτήριο (A1–A4) συγκρίνετε τα σενάρια **ανά ζεύγη** και δηλώνετε ποιο σενάριο είναι **αρχιτεκτονικά προτιμότερο** ως προς το συγκεκριμένο ζήτημα.

Υπενθύμιση σεναρίων:

- **S1** = Υαλοπέτασμα (αναρτημένη όψη με εμφανή κάρναβο)
- **S2** = Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση
- **S3** = Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων

B1 – Ως προς A1 (Ρυθμός & σύνθεση όψης)

B1.1 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B1.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B1.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B2 – Ως προς A2 (Διαφάνεια/ιδιωτικότητα & ένταση προβολής)

B2.1 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B2.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B2.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B3 – Ως προς A3 (Χωρική εμπειρία)

B3.1 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B3.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B3.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B4 – Ως προς A4 (Ενσωμάτωση & συνοχή)

B4.1 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B4.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B4.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

5. Σχόλια (προαιρετικά)

1–2 σύντομες παρατηρήσεις που εξηγούν τις πιο ισχυρές προτιμήσεις (τιμές 7–9) ή τυχόν επιφυλάξεις.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης εναλλακτικών σεναρίων όψης

Αντικείμενο: Νότια όψη κτιρίου γραφείων — στάδιο προμελέτης (3 σεσάρια: S1–S3)

1. Στοιχεία μελετητή

Όνοματεπώνυμο: _____

Ρόλος/Ειδικότητα: **Μηχανολόγος Μηχανικός**

Φορέας/Γραφείο: _____

Ημερομηνία: ____ / ____ / _____

2. Συνοπτική περιγραφή έργου

Η μελέτη αφορά τη διαμόρφωση της **νότιας όψης** ενός κτιρίου γραφείων. Η βασική αρχιτεκτονική ιδέα και ο λειτουργικός/δομικός **κάνναβος** που οργανώνει την όψη έχουν ήδη οριστεί από τον αρχιτέκτονα του έργου και θεωρούνται δεδομένα.

Σας ζητείται να αξιολογήσετε **τρεις εναλλακτικές λύσεις κελύφους (S1–S3)** που αναπτύσσονται πάνω στο ίδιο αρχιτεκτονικό υπόβαθρο: η γεωμετρία, ο **κάνναβος** και οι βασικές απαιτήσεις χρήσης παραμένουν κοινές, ενώ μεταβάλλεται μόνο η τυπολογία/σύστημα της όψης. Η συνολική σύγκριση της μελέτης γίνεται ως προς την **αρχιτεκτονική ποιότητα**, την **τεχνική/κατασκευαστική σαφήνεια**, την **ενεργειακή/περιβαλλοντική απόδοση** και το **κόστος**, με στόχο μια τεκμηριωμένη κατάταξη των σεναρίων.

Το παρόν ερωτηματολόγιο συμπληρώνεται από **Μηχανολόγο Μηχανικό** και εστιάζει στα ζητήματα **θερμικής συμπεριφοράς, φυσικού φωτισμού, θάμβωσης/οπτικής άνεσης και επιπτώσεων προς το εξωτερικό περιβάλλον** (π.χ. αντηλιά). Το επίπεδο πληροφoρίας αντιστοιχεί σε **προμελέτη**.

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται από ομάδα τεσσάρων ειδικοτήτων: **Αρχιτέκτονα, Μηχανολόγο Μηχανικό, Πολιτικό Μηχανικό** και **Project Manager**, ώστε να αποτυπωθεί σφαιρικά η εικόνα των εναλλακτικών.

Το ερωτηματολόγιο έχει **18** ερωτήσεις. Σε κάθε ερώτηση συγκρίνετε **δύο** επιλογές και σημειώνετε (π.χ. με X) **ένα μόνο** κελί στον πίνακα.

Υπάρχουν **2** ενότητες: (A) πόσο σημαντικά είναι για εσάς τα 4 κριτήρια και (B) ποιο από τα 3 σεσάρια υπερέχει σε κάθε κριτήριο.

Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης: **5–7 λεπτά**.

3. Σύνοψη σεναρίων (S1–S3)

S1 — Αναρτημένη όψη με εμφανή κάνναβο (Υαλοπέτασμα)

Κωδικός : *S1_CurtainWall*

Σύντομη περιγραφή: «Ελαφριά» επιδερμίδα με σαφή ρυθμό κατακόρυφων/οριζόντιων στοιχείων και καθαρή ανάγνωση της κατασκευαστικής λογικής. Σχέδιο 1

S2 — Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση

Κωδικός : *S2_GridFacade*

Σύντομη περιγραφή: Η όψη εκφράζει τον φέροντα ρυθμό και αποκτά μεγαλύτερη «βαρύτητα», με σαφή διάκριση πλαισίου (καννάβου) και πεδίων πλήρωσης. Σχέδιο 2

S3 — Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων (σκίαση)

Κωδικός : *S3_Blinds*

Σύντομη περιγραφή: Σύστημα σταθερών οριζόντιων περσίδων ως δεύτερη επιδερμίδα, πάνω σε ανεξάρτητο μεταλλικό φορέα, μπροστά από το κύριο κέλυφος. Σχέδιο 3

4. Οδηγίες κλίμακας

Ζητούμενο: Σε κάθε ερώτηση συγκρίνετε δύο επιλογές (κριτήρια ή σεσάρια) και σημειώνετε **ένα μόνο** κελί στον πίνακα.

1 = Ίση σημαντικότητα / ίση προτίμηση

2–9 = Ένταση υπεροχής προς την πλευρά που υπερέχει

(2 = μικρή, 3 = μέτρια, 5 = ισχυρή, 7 = πολύ ισχυρή, 9 = ακραία· οι ενδιάμεσες τιμές 4/6/8 είναι μεταβατικές)

Μορφή απάντησης (σημειώστε ένα κελί ή το 0):

Σημείωση: Η **αριστερή** πλευρά του πίνακα (9→2) αντιστοιχεί στο **πρώτο** στοιχείο που αναφέρεται στην ερώτηση· η **δεξιά** πλευρά (2→9) στο **δεύτερο**.

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α (6 ερωτήσεις)

Σε κάθε ερώτηση επιλέγετε ποιο από τα δύο κριτήρια είναι **πο σημαντικό** για την τελική αξιολόγηση της όψης από σκοπιά **ενεργειακής/θερμικής και οπτικής συμπεριφοράς**.

Κριτήρια:

E1 – Θερμική απόδοση: επίδραση του κελύφους σε ηλιακά κέρδη, θερμικά φορτία και θερμική άνεση στη νότια όψη.

E2 – Διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού: επάρκεια/διείσδυση φυσικού φωτισμού στους χώρους γραφείων.

E3 – Θάμβωση & οπτική άνεση: έλεγχος θάμβωσης και οπτικής δυσφορίας (ιδίως στη νότια όψη).

E4 – Επίδραση προς τον δημόσιο/αστικό χώρο: ανεπιθύμητες επιπτώσεις προς τα έξω (π.χ. αντηλία/οπτική όχληση) και συνολική συμπεριφορά της όψης ως προς το περιβάλλον.

Πρακτική υπενθύμιση: Στον πίνακα απάντησης, η αριστερή πλευρά (9→2) σημαίνει ότι υπερέρχει το **πρώτο** κριτήριο της ερώτησης· η δεξιά (2→9) ότι υπερέρχει το **δεύτερο**.

Ερώτηση 1 – E1 (Θερμική απόδοση) έναντι E2 (Διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 2 – E1 (Θερμική απόδοση) έναντι E3 (Θάμβωση & οπτική άνεση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 3 – E1 (Θερμική απόδοση) έναντι E4 (Επίδραση προς τον δημόσιο/αστικό χώρο)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 4 – E2 (Διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού) έναντι E3 (Θάμβωση & οπτική άνεση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 5 – E2 (Διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού) έναντι E4 (Επίδραση προς τον δημόσιο/αστικό χώρο)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 6 – E3 (Θάμβωση & οπτική άνεση) έναντι E4 (Επίδραση προς τον δημόσιο/αστικό χώρο)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β – Συγκρίσεις σεναρίων S1–S3 ανά κριτήριο (12 ερωτήσεις)

Σύντομη περιγραφή: Για κάθε κριτήριο (E1–E4) συγκρίνετε τα σενάρια **ανά ζεύγη** και δηλώνετε ποιο σενάριο είναι **προτιμότερο** ως προς το συγκεκριμένο ζήτημα, με βάση την επαγγελματική σας κρίση.

Υπενθύμιση σεναρίων:

S1 = Υαλοπέτασμα

S2 = Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση

S3 = Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσιδών

B1 – Ως προς E1 (Θερμική απόδοση)**B1.1** S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B1.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B1.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B2 – Ως προς E2 (Διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού)**B2.1** S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B2.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B2.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B3 – Ως προς E3 (Θάμβωση & οπτική άνεση)**B3.1** S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B3.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

B3.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B4 – Ως προς E4 (Επίδραση προς τον δημόσιο/αστικό χώρο)**B4.1** S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B4.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B4.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

5 Σχόλια (προαιρετικά)

1–2 σύντομες παρατηρήσεις που εξηγούν τις πιο ισχυρές προτιμήσεις (τιμές 7–9) ή τυχόν επιφυλάξεις.

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης εναλλακτικών σεναρίων όψης

Αντικείμενο: Νότια όψη κτιρίου γραφείων — στάδιο προμελέτης (3 σενάρια: S1–S3)

1. Στοιχεία μελετητή

Όνοματεπώνυμο: _____

Ρόλος/Ειδικότητα: **Πολιτικός Μηχανικός**

Φορέας/Γραφείο: _____

Ημερομηνία: ____ / ____ / _____

2. Συνοπτική περιγραφή έργου

Η μελέτη αφορά τη διαμόρφωση της **νότιας όψης** ενός κτιρίου γραφείων στο στάδιο της **προμελέτης**. Η βασική αρχιτεκτονική ιδέα και ο λειτουργικός/δομικός **κάνναβος** που οργανώνει την όψη έχουν ήδη οριστεί από τον αρχιτέκτονα του έργου και θεωρούνται δεδομένα.

Σας ζητείται να αξιολογήσετε **τρεις εναλλακτικές λύσεις κελύφους (S1–S3)** που αναπτύσσονται πάνω στο ίδιο αρχιτεκτονικό υπόβαθρο: η γεωμετρία, ο κάνναβος και οι βασικές απαιτήσεις χρήσης παραμένουν κοινές, ενώ μεταβάλλεται μόνο η τυπολογία/σύστημα της όψης. Η συνολική σύγκριση της μελέτης γίνεται ως προς την **αρχιτεκτονική ποιότητα**, την **τεχνική/κατασκευαστική σαφήνεια**, την **ενεργειακή/περιβαλλοντική απόδοση** και το **κόστος**, με στόχο μια τεκμηριωμένη κατάταξη των σεναρίων.

Το παρόν ερωτηματολόγιο συμπληρώνεται από **Πολιτικό Μηχανικό** και εστιάζει στην **τεχνική απόδοση** του κελύφους (κατασκευασσιμότητα, σφραγίσεις/αρμοί, συντήρηση–πρόσβαση, ανθεκτικότητα/διάρκεια ζωής). Το επίπεδο πληροφορίας αντιστοιχεί σε **προμελέτη**.

Η αξιολόγηση πραγματοποιείται από ομάδα τεσσάρων ειδικοτήτων: **Αρχιτέκτονα, Μηχανολόγο Μηχανικό, Πολιτικό Μηχανικό** και **Project Manager**, ώστε να αποτυπωθεί σφαιρικά η εικόνα των εναλλακτικών.

Το ερωτηματολόγιο έχει **19** ερωτήσεις. Σε κάθε ερώτηση συγκρίνετε **δύο** επιλογές και σημειώνετε (π.χ. με X) **ένα μόνο** κελί στον πίνακα.

Υπάρχουν 3 ενότητες: (Α) πόσο σημαντικά είναι για εσάς τα 4 τεχνικά κριτήρια, (Β) ποιο από τα 3 σενάρια υπερέχει σε κάθε κριτήριο και (Γ) σύγκριση τεχνικής αλληλεξάρτησης προς τον κόμβο κινδύνου λειτουργίας και συντήρησης. Ενδεικτικός χρόνος συμπλήρωσης: **5–7 λεπ**

3. Σύνοψη σεναρίων (S1–S3)

S1 – Αναρτημένη όψη με εμφανή κάνναβο (Υαλοπέτασμα)

Κωδικός : *S1_CurtainWall*

Σύντομη περιγραφή: «Ελαφριά» επιδερμίδα με σαφή ρυθμό κατακόρυφων/οριζόντιων στοιχείων και καθαρή ανάγνωση της κατασκευαστικής λογικής. Σχέδιο 1

S2 – Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση

Κωδικός : *S2_GridFacade*

Σύντομη περιγραφή: Η όψη εκφράζει τον φέροντα ρυθμό και αποκτά μεγαλύτερη «βαρύτητα», με σαφή διάκριση πλαισίου (καννάβου) και πεδίων πλήρωσης. Σχέδιο 2

S3 – Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων (σκίαση)

Κωδικός : *S3_Blinds*

Σύντομη περιγραφή: Σύστημα σταθερών οριζόντιων περσίδων ως δεύτερη επιδερμίδα, πάνω σε ανεξάρτητο μεταλλικό φορέα, μπροστά από το κύριο κέλυφος. Σχέδιο 3

4. Οδηγίες κλίμακας

Ζητούμενο: Σε κάθε ερώτηση συγκρίνετε δύο επιλογές (κριτήρια ή σεναρία) και σημειώνετε **ένα μόνο** κελί στον πίνακα.

- 1 = Ίση σημαντικότητα / ίση προτίμηση
- 2–9 = Ένταση υπεροχής προς την πλευρά που υπερέχει (2 = μικρή, 3 = μέτρια, 5 = ισχυρή, 7 = πολύ ισχυρή, 9 = ακραία· οι ενδιάμεσες τιμές 4/6/8 είναι μεταβατικές)

Μορφή απάντησης (σημειώστε ένα κελί ή το 0):

Σημείωση: Η **αριστερή** πλευρά του πίνακα (9→2) αντιστοιχεί στο **πρώτο** στοιχείο που αναφέρεται στην ερώτηση· η **δεξιά** πλευρά (2→9) στο **δεύτερο**.

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α (6 ερωτήσεις)

Σε κάθε ερώτηση επιλέγετε ποιο από τα δύο κριτήρια είναι **πο σημαντικό** για την τελική αξιολόγηση της όψης από τεχνική/κατασκευαστική σκοπιά.

Κριτήρια:

T1 – Κατασκευασσιμότητα: σαφήνεια και ευκολία κατασκευής/συναρμολόγησης, ανοχές, αλληλουχία εργασιών και ρίσκο σφαλμάτων εφαρμογής.

T2 – Αεροστεγανότητα–Υδατοστεγανότητα: αξιοπιστία σφράγισης σε αρμούς/συνδέσεις/διελεύσεις και περιορισμός διείσδυσης αέρα ή νερού.

T3 – Συντηρησιμότητα–Πρόσβαση: δυνατότητα επιθεώρησης, πρόσβασης και ασφαλούς συντήρησης/αντικατάστασης στοιχείων (π.χ. καθαρισμός, έλεγχος συνδέσεων).

T4 – Ανθεκτικότητα–Διάρκεια ζωής: αντοχή υλικών/συνδέσεων στο χρόνο και στο περιβάλλον (καιρός/χρήση), και προβλέψιμη συμπεριφορά στον κύκλο ζωής.

Πρακτική υπενθύμιση: Στον πίνακα απάντησης, η αριστερή πλευρά (9→2) σημαίνει ότι υπερέχει το **πρώτο** κριτήριο της ερώτησης· η δεξιά (2→9) ότι υπερέχει το **δεύτερο**.

Ερώτηση 1 – T1 (Κατασκευασσιμότητα) έναντι T2 (Αεροστεγανότητα–Υδατοστεγανότητα)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 2 – T1 (Κατασκευασσιμότητα) έναντι T3 (Συντηρησιμότητα–Πρόσβαση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 3 – T1 (Κατασκευασσιμότητα) έναντι T4 (Ανθεκτικότητα–Διάρκεια ζωής)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 4 – T2 (Αεροστεγανότητα–Υδατοστεγανότητα) έναντι T3 (Συντηρησιμότητα–Πρόσβαση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 5 – T2 (Αεροστεγανότητα–Υδατοστεγανότητα) έναντι T4 (Ανθεκτικότητα–Διάρκεια ζωής)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ερώτηση 6 – T3 (Συντηρησιμότητα–Πρόσβαση) έναντι T4 (Ανθεκτικότητα–Διάρκεια ζωής)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β – Συγκρίσεις σεναρίων S1–S3 ανά υποκριτήριο (12 ερωτήσεις)

Σύντομη περιγραφή: Για κάθε κριτήριο (T1–T4) συγκρίνετε τα σενάρια **ανά ζεύγη** και δηλώνετε ποιο σενάριο είναι **τεχνικά προτιμότερο** ως προς το συγκεκριμένο ζήτημα.

Υπενθύμιση σεναρίων:

- **S1** = Υαλοπέτασμα (αναρτημένη όψη με εμφανή κάρναβο)
- **S2** = Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση
- **S3** = Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων

B1 – Ως προς T1 (Κατασκευασσιμότητα)

B1.1 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B1.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B1.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B2 – Ως προς T2 (Αεροστεγανότητα–Υδατοστεγανότητα)

B2.1 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B2.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B2.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B3 – Ως προς T3 (Συντηρησιμότητα–Πρόσβαση)

B3.1 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B3.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B3.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B4 – Ως προς T4 (Ανθεκτικότητα–Διάρκεια ζωής)

B4.1 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B4.2 S1 (Υαλοπέτασμα) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

B4.3 S2 (Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση) έναντι S3 (Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ – Συμπληρωματική τεχνική εξάρτηση προς Risks

Διευκρίνιση

Οι τεχνικοί κόμβοι T3 και T4 και ως δομικοί drivers του κόμβου R4_OperationsMaintenanceRisk στο υποδίκτυο των Risks.

Η παρακάτω ερώτηση δεν συγκρίνει σενάρια, αλλά συγκρίνει δύο τεχνικά κριτήρια μεταξύ τους, ως προς το ποιο επηρεάζει περισσότερο τον κίνδυνο λειτουργίας και συντήρησης.

Γ1 – Ως προς τον R4 (Κίνδυνος λειτουργίας και συντήρησης), ποιο τεχνικό κριτήριο επηρεάζει περισσότερο;

T3 (Συντηρησιμότητα–Πρόσβαση) έναντι T4 (Ανθεκτικότητα–Διάρκεια ζωής)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

5. Σχόλια (προαιρετικά)

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης εναλλακτικών σεναρίων όψης

Αντικείμενο: Νότια όψη κτιρίου γραφείων — στάδιο προμελέτης (3 σεσάρια: S1–S3)

1. Στοιχεία μελετητή

Όνοματεπώνυμο: _____

Ρόλος/Ειδικότητα: **Project Manager (PM)**

Φορέας/Εταιρεία: _____

Ημερομηνία: _____

2. Συνοπτική περιγραφή έργου

Η μελέτη αφορά τη διαμόρφωση της **νότιας όψης** ενός κτιρίου γραφείων στο στάδιο της **προμελέτης**. Η βασική αρχιτεκτονική ιδέα και ο λειτουργικός/δομικός **κάνναβος** που οργανώνει την όψη έχουν ήδη οριστεί από τον αρχιτέκτονα του έργου και θεωρούνται δεδομένα.

Σας ζητείται να αξιολογήσετε **τρεις εναλλακτικές λύσεις κελύφους (S1–S3)** που αναπτύσσονται πάνω στο ίδιο υπόβαθρο: η γεωμετρία, ο κάνναβος και οι βασικές απαιτήσεις χρήσης παραμένουν κοινές, ενώ μεταβάλλεται μόνο η τυπολογία/σύστημα της όψης. Η αξιολόγηση θα συντεθεί με κρίσεις από **Αρχιτέκτονα, Μηχανολόγο Μηχανικό, Πολιτικό Μηχανικό και Project Manager**, ώστε να αποτυπωθεί σφαιρικά η εικόνα των εναλλακτικών.

Το παρόν ερωτηματολόγιο συμπληρώνεται από **Project Manager** και εστιάζει στη στάθμιση των αξόνων BOCR, στη σχετική βαρύτητα **CAPEX και OPEX**, στις ευκαιρίες που συνδέονται με ευελιξία και δυνατότητα **αναβάθμισης**, καθώς και στους βασικούς **κινδύνους** του έργου στο στάδιο της προμελέτης.

3. Σύνοψη σεναρίων (S1–S3)

S1 — Αναρτημένη όψη με εμφανή κάνναβο (Υαλοπέτασμα)

Κωδικός : *S1_CurtainWall*

Σύντομη περιγραφή: «Ελαφριά» επιδερμίδα με σαφή ρυθμό κατακόρυφων/οριζόντιων στοιχείων και καθαρή ανάγνωση της κατασκευαστικής λογικής. Σχέδιο 1

S2 — Όψη δομικού καννάβου με πλήρωση

Κωδικός : *S2_GridFacade*

Σύντομη περιγραφή: Η όψη εκφράζει τον φέροντα ρυθμό και αποκτά μεγαλύτερη «βαρύτητα», με σαφή διάκριση πλαισίου (καννάβου) και πεδίων πλήρωσης. Σχέδιο 2

S3 — Δεύτερη επιδερμίδα σταθερών περσίδων (σκίαση)

Κωδικός : *S3_Blinds*

Σύντομη περιγραφή: Σύστημα σταθερών οριζόντιων περσίδων ως δεύτερη επιδερμίδα, πάνω σε ανεξάρτητο μεταλλικό φορέα, μπροστά από το κύριο κέλυφος. Σχέδιο 3

4. Δεδομένα κόστους

Τα παρακάτω κόστη είναι σε **ευρώ (€)** και προέκυψαν από **εμπειρικές εκτιμήσεις** σε συνεννόηση με προμηθευτές. Χρησιμοποιούνται ως **δεδομένα εισόδου** στο μοντέλο (τιμές) για το κριτήριο **C1/CAPEX**.

Μεθοδολογικά, όπου οι συγκρίσεις αφορούν **CAPEX μεταξύ σεναρίων**, αυτές μπορούν να **παραχθούν απευθείας από τις τιμές** (χωρίς υποκειμενική κρίση) ώστε να αποφεύγεται διπλή μέτρηση. Οι ερωτήσεις κόστους που παραμένουν κρίσιμες για τον PM είναι: (α) η **στάθμιση CAPEX έναντι OPEX** και (β) οι εκτιμήσεις για **OPEX** (λειτουργία/συντήρηση), όπου δεν υπάρχει αντίστοιχο αριθμητικό δεδομένο.

Σενάριο	Συνολικό κόστος (€)
S1 – Αναρτημένη όψη	103528.2
S2 – Όψη δομικού καννάβου	134063.8
S3 – Περσίδες	238693.2

5. Οδηγίες κλίμακας

Σε κάθε ερώτηση συγκρίνετε **δύο** επιλογές και σημειώνετε (π.χ. με X) **ένα μόνο** κελί στον πίνακα.

- **1** = Ίση σημαντικότητα / ίση προτίμηση
- **2–9** = Ένταση υπεροχής προς την πλευρά που υπερέχει (2 μικρή, 3 μέτρια, 5 ισχυρή, 7 πολύ ισχυρή, 9 ακραία)

Σημείωση: Η **αριστερή** πλευρά του πίνακα (9→2) αντιστοιχεί στο **πρώτο** στοιχείο που αναφέρεται στην ερώτηση· η **δεξιά** (2→9) στο **δεύτερο**.

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Α – Στάθμιση BOCR (6 ερωτήσεις)

Διευκρίνιση

Εδώ ορίζετε, ως PM, ποια «οικογένεια» παραμέτρων είναι **πο σημαντική** για την τελική απόφαση στο στάδιο προμελέτης:

- **B (Benefits)** = Οφέλη
- **O (Opportunities)** = Ευκαιρίες
- **C (Costs)** = Κόστη
- **R (Risks)** = Κίνδυνοι

A1 – B (Οφέλη) έναντι C (Κόστη)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

A2 – B (Οφέλη) έναντι O (Ευκαιρίες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

A3 – B (Οφέλη) έναντι R (Κίνδυνοι)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

A4 – C (Κόστη) έναντι O (Ευκαιρίες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

A5 – C (Κόστη) έναντι R (Κίνδυνοι)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

A6 – O (Ευκαιρίες) έναντι R (Κίνδυνοι)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Β – Κόστη

Διευκρίνιση

Εδώ κρίνετε το οικονομικό σκέλος. Αρχικά σταθμίζετε τη σχετική βαρύτητα CAPEX και OPEX. Οι συγκρίσεις CAPEX μεταξύ σεναρίων προκύπτουν από τις αντίστοιχες αριθμητικές τιμές και δεν συμπληρώνονται στο παρόν έντυπο. Το λειτουργικό κόστος και οι ανάγκες συντήρησης λαμβάνονται υπόψη μέσω της τεχνικής αξιολόγησης της ανθεκτικότητας και της διάρκειας ζωής του συστήματος.

-
- **C1 (CAPEX)** = Αρχικό κόστος
- **C2 (OPEX)** = Κόστος λειτουργίας & συντήρησης

B1 – C1 (CAPEX) έναντι C2 (OPEX)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ως προς C1 (CAPEX) – χαμηλότερο CAPEX = προτιμότερο

B2 – S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου)

[ΤΙΜΗ / C1(CAPEX): ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ – ΔΕΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΝΕΤΑΙ]

B3 – S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S3 (Περσίδες)

[ΤΙΜΗ / C1(CAPEX): ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ – ΔΕΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΝΕΤΑΙ]

B4 – S2 (Όψη δομικού καννάβου) έναντι S3 (Περσίδες)

[ΤΙΜΗ / C1(CAPEX): ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΤΙΜΕΣ – ΔΕΝ ΣΥΜΠΛΗΡΩΝΕΤΑΙ]

Σημείωση για το C2 (OPEX)

Το C2 αφορά το κόστος λειτουργίας και συντήρησης. Η σχετική επίδραση των σεναρίων αποτυπώνεται μέσω της τεχνικής αξιολόγησης της ανθεκτικότητας και της διάρκειας ζωής του συστήματος· για τον λόγο αυτό δεν ζητείται στο παρόν έντυπο άμεση σύγκριση των σεναρίων ως προς το C2.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Γ – Ευκαιρίες (6 ερωτήσεις)

Διευκρίνιση

Εδώ κρίνετε τις «ευκαιρίες» ως **μελλοντική δυνατότητα/αξία**. Στις συγκρίσεις σεναρίων, **προτιμότερο** σημαίνει ότι το σενάριο **ανοίγει μεγαλύτερες δυνατότητες**.

- **O1** = Ευελιξία & προσαρμοστικότητα
- **O2** = Δυνατότητα αναβάθμισης

Ως προς O1 – Ευελιξία & προσαρμοστικότητα

G1 – S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Γ2 – S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Γ3 – S2 (Όψη δομικού καννάβου) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ως προς O2 – Δυνατότητα αναβάθμισης

Γ4 – S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Γ5 – S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Γ6 – S2 (Όψη δομικού καννάβου) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ Δ – Κίνδυνοι (15 ερωτήσεις)

Διευκρίνιση

Πρώτα ορίζετε ποιοι τύποι κινδύνου μετρούν περισσότερο μέσω της στάθμισης R1–R4. Έπειτα συγκρίνετε τα σενάρια μόνο για τους κινδύνους που συνδέονται άμεσα με το χρονοδιάγραμμα και την οικονομική αβεβαιότητα, δηλαδή για τα R2 και R3. Στις συγκρίσεις σεναρίων, προτιμότερο σημαίνει μικρότερος κίνδυνος.

-
- **R2** = Κίνδυνος καθυστέρησης χρονοδιαγράμματος
- **R3** = Κίνδυνος υπέρβασης κόστους

Στις συγκρίσεις σεναρίων, **προτιμότερο** σημαίνει **μικρότερος κίνδυνος**.

R0 – Στάθμιση κινδύνων (R1–R4)

- **R1** = Τεχνική αστοχία
- **R2** = Καθυστέρηση χρονοδιαγράμματος
- **R3** = Υπέρβαση κόστους
- **R4** = Λειτουργία & συντήρηση

Δ1 – R1 (Τεχνική αστοχία) έναντι R2 (Καθυστέρηση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ2 – R1 (Τεχνική αστοχία) έναντι R3 (Υπέρβαση κόστους)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ3 – R1 (Τεχνική αστοχία) έναντι R4 (Λειτουργία/Συντήρηση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ4 – R2 (Καθυστέρηση) έναντι R3 (Υπέρβαση κόστους)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ5 – R2 (Καθυστέρηση) έναντι R4 (Λειτουργία/Συντήρηση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ6 – R3 (Υπέρβαση κόστους) έναντι R4 (Λειτουργία/Συντήρηση)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ως προς R1 – Μικρότερος κίνδυνος Τεχνική αστοχία = προτιμότερο

Δ7 – S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ8 – S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ9 – S2 (Όψη δομικού καννάβου) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ως προς R2 — μικρότερος κίνδυνος καθυστέρησης = προτιμότερο

Δ10 — S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ11 — S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ12 — S2 (Όψη δομικού καννάβου) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ως προς R3 — μικρότερος κίνδυνος υπέρβασης κόστους = προτιμότερο

Δ13 — S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S2 (Όψη δομικού καννάβου)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ14 — S1 (Αναρτημένη όψη) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Δ15 — S2 (Όψη δομικού καννάβου) έναντι S3 (Περσίδες)

9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Σημείωση για το R4 (Λειτουργία & συντήρηση)

Ο κίνδυνος λειτουργίας και συντήρησης λαμβάνεται υπόψη στη στάθμιση των κινδύνων μέσω του R4. Η διαφοροποίηση των σεναρίων ως προς το ζήτημα αυτό αποτυπώνεται από την τεχνική αξιολόγηση της συντηρησιμότητας/πρόσβασης και της ανθεκτικότητας/διάρκειας ζωής· για τον λόγο αυτό δεν ζητείται εδώ άμεση σύγκριση των σεναρίων ως προς το R4.

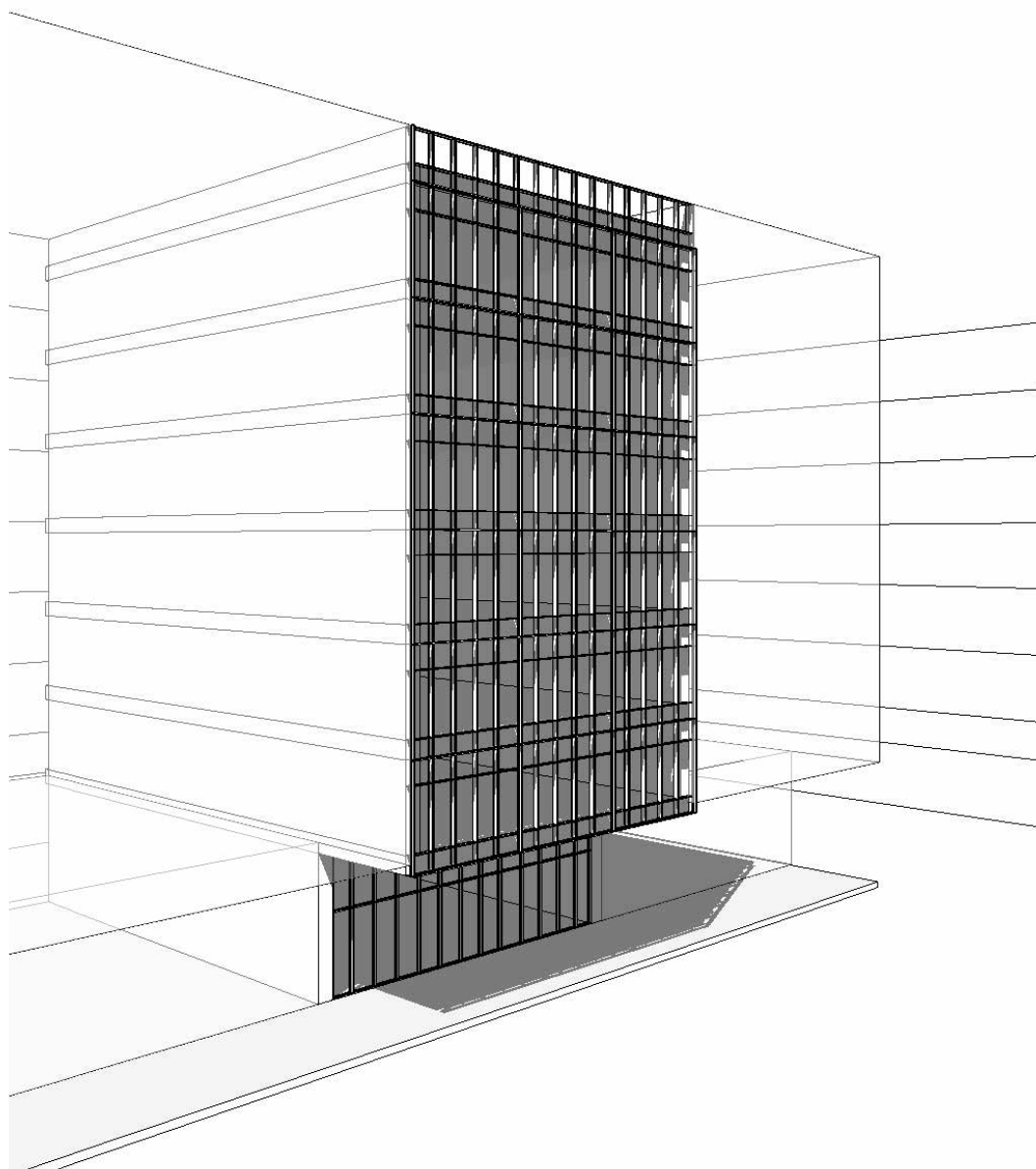
6. Σχόλια (προαιρετικά)

1–2 σύντομες παρατηρήσεις που εξηγούν τις πιο ισχυρές προτιμήσεις (τιμές 7–9) ή τυχόν επιφυλάξεις

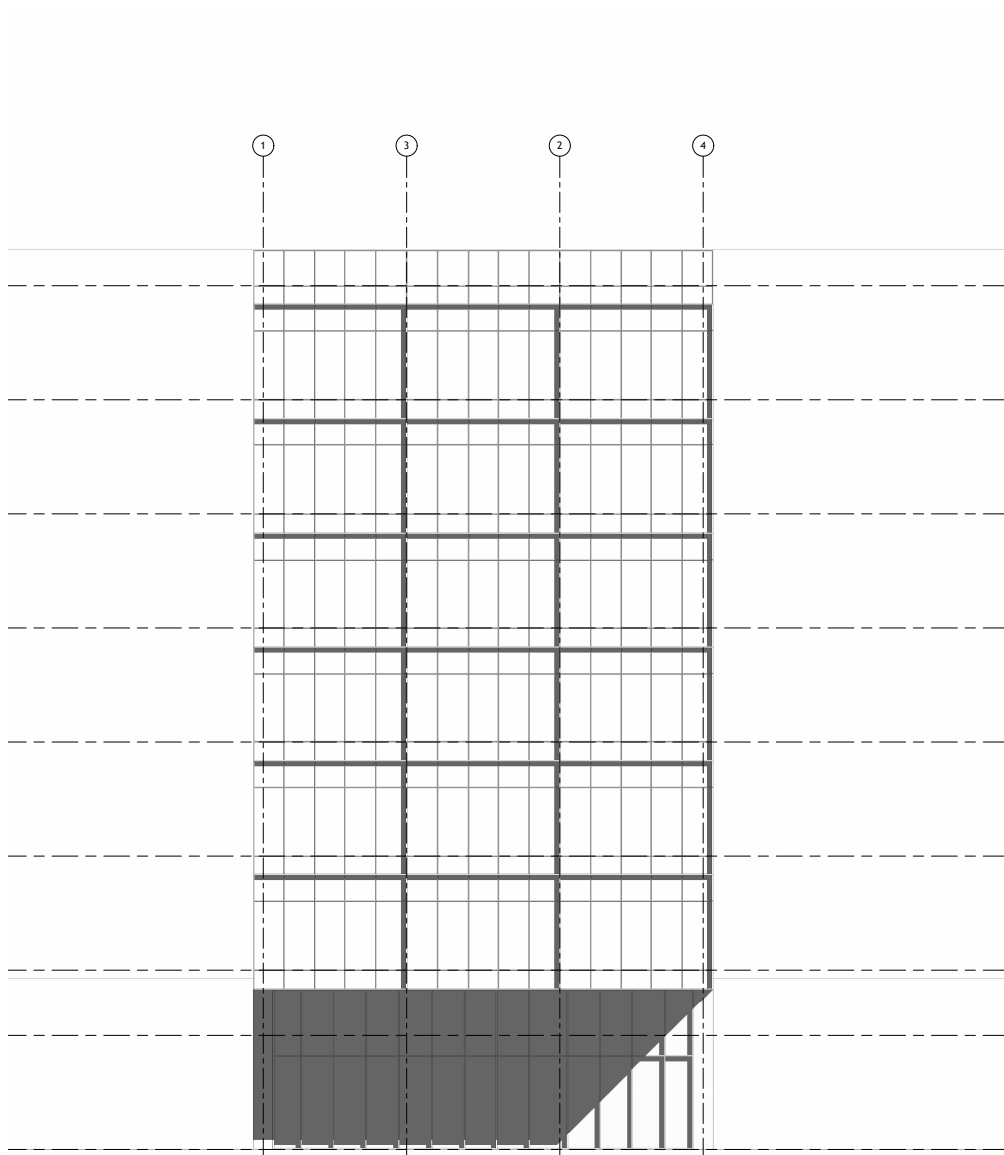
Σχέδια

Σχέδια αναφοράς για S1-S3

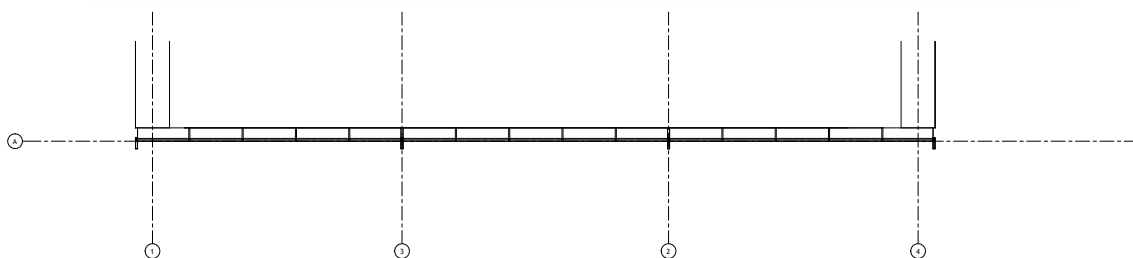
ΣΕΝΑΡΙΟ 1 ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΗ ΟΨΗ



Εικόνα 20_ Προοπτικό

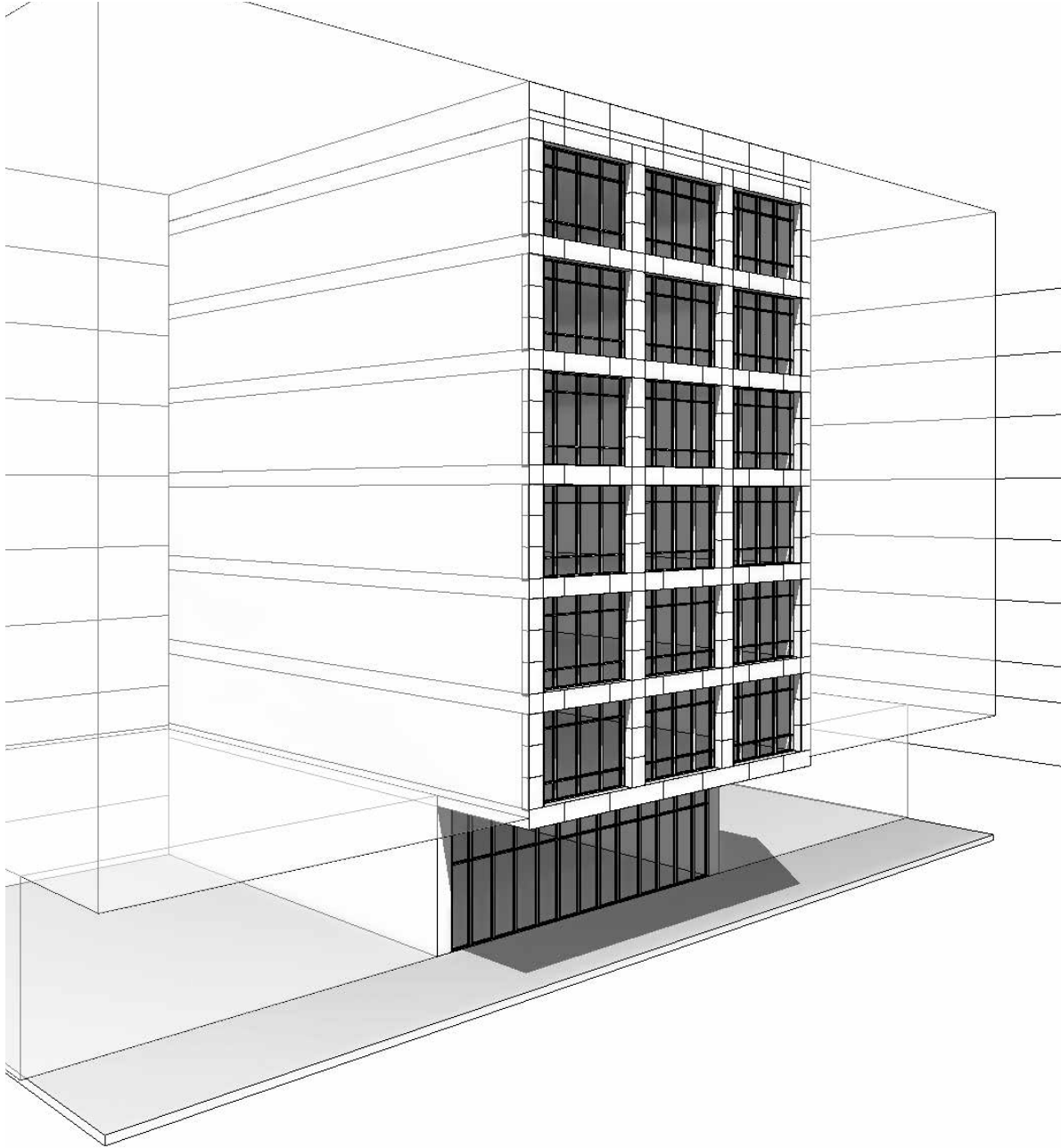


Εικόνα 21_Όψη



Εικόνα 22_Κάτοψη

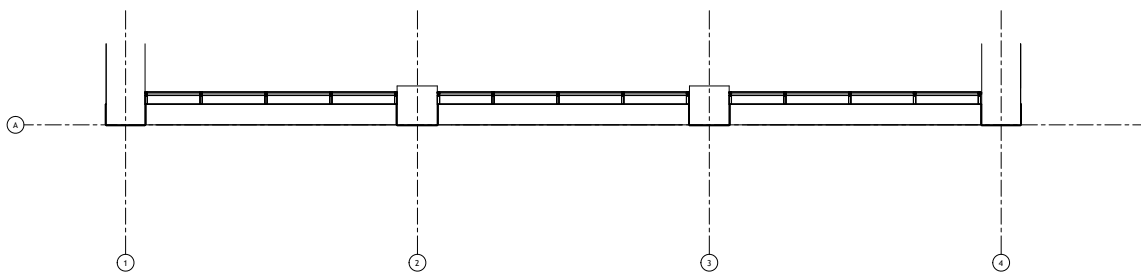
ΣΕΝΑΡΙΟ 2 ΟΨΗ ΔΟΜΙΚΟΥ ΚΑΝΝΑΒΟΥ ΜΕ ΠΛΗΡΩΣΗ ΑΠΟ ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ



Εικόνα 23_Προοπτικό

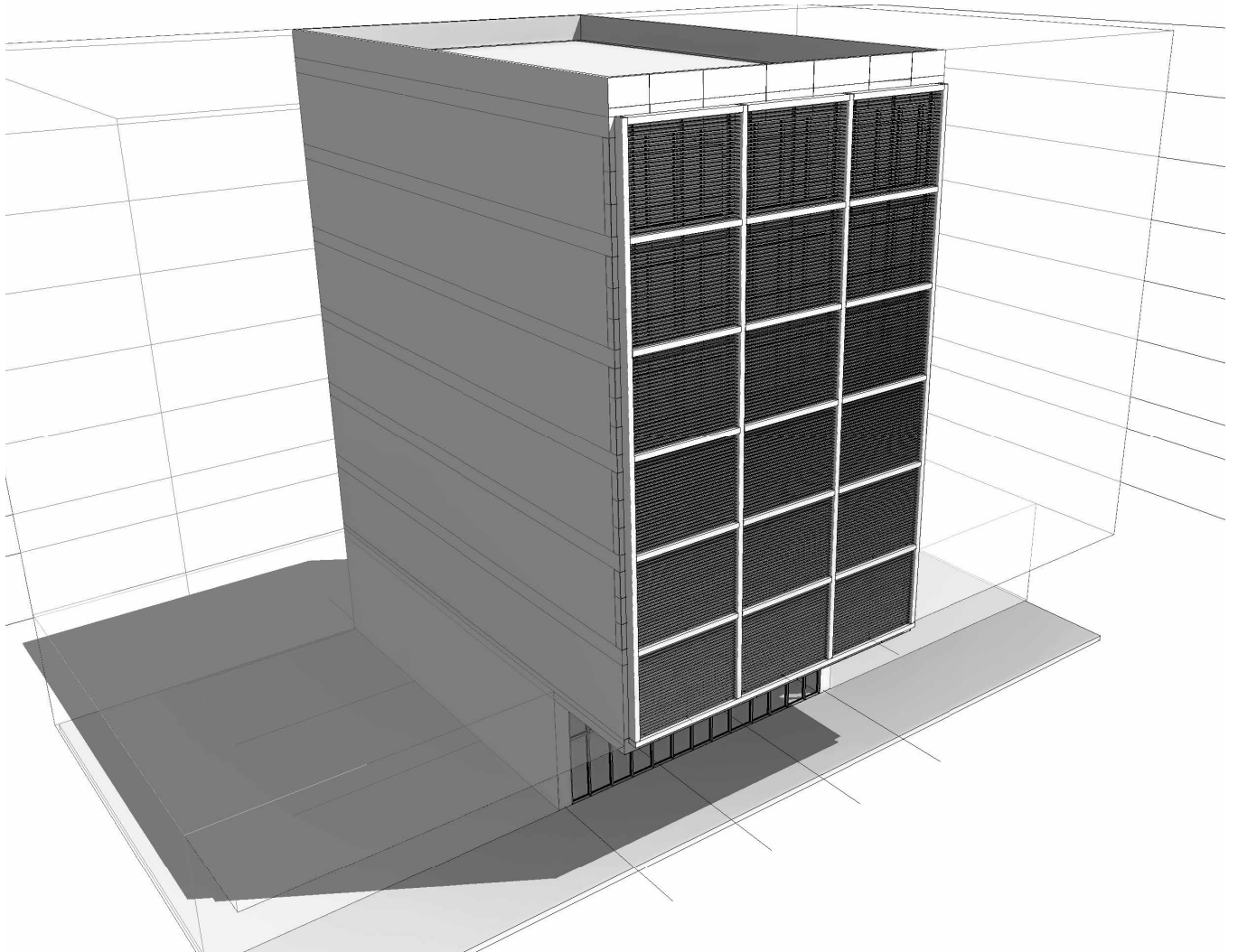


Εικόνα 24_Όψη

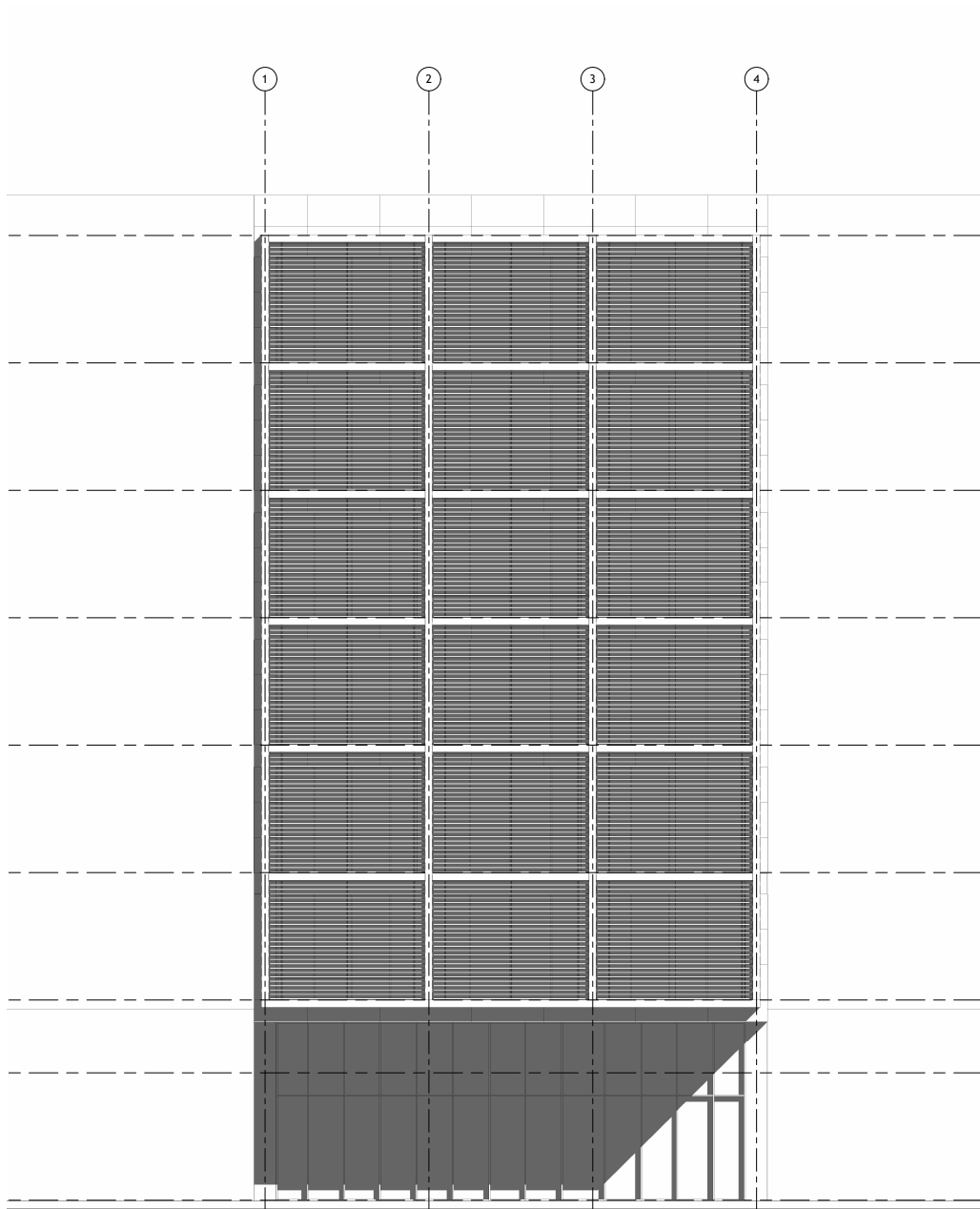


Εικόνα 25_Κάτοψη

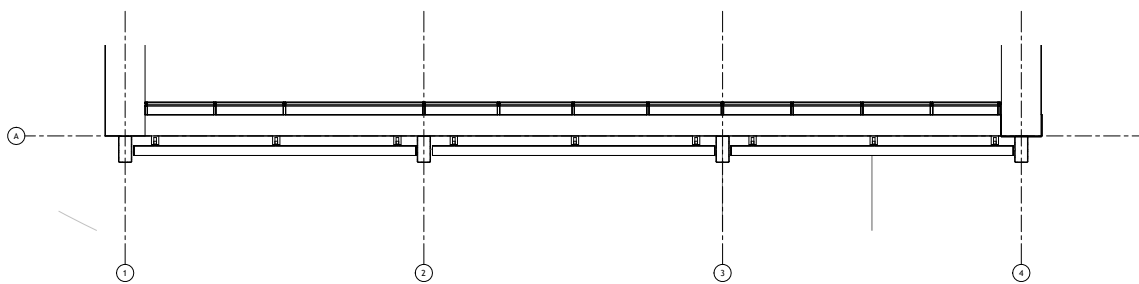
ΣΕΝΑΡΙΟ 3 ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΠΕΡΣΙΔΩΝ



Εικόνα 26_Προοπτικό



Εικόνα 27_Όψη



Εικόνα 28_Κάτοψη

Παράρτημα 6
Τεύχος ΒΟQ

ΣΕΝΑΡΙΟ S1 ΑΝΑΡΤΗΜΕΝΗ ΟΨΗ								
Άρθρο	Περιγραφή Εργασίας	Κατηγορία/Σύστημα	Κατασκευαστής	Μονάδα	Ποσότητα	Μερικό Κόστος	Συνολικό Κόστος	Σημειώσεις
Άρθρο 1								
Αναρτημένη όψη υαλοπετάσματος (Curtain Wall) ALUMIL SMARTIA M35, διπλό υαλοστάσιο και (ημιδιαφανή) πεδία απο διπλό υαλοστάσιο								
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Κατακόρυφο προφίλ τύπου M35003	ALUMIL	m	162.38	95.00	15,426.10	
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Οριζόντιο προφίλ τύπου M35007	ALUMIL	m	487.10	85.00	41,403.50	
	Υαλοπίνακας IGU	Οραλ/γαλακτερός ημιδιαφανής διπλός υαλοπίνακας (IGU)	ALUMIL	m ²	133.38	170.00	22,674.60	
	Υαλοπίνακας IGU	Διπλός υαλοπίνακας (IGU)	ALUMIL	m ²	171.60	140.00	24,024.00	
Υποσύνολο Άρθρο 1							103,528.20	
ΣΥΝΟΛΟ							103,528.20	

ΣΕΝΑΡΙΟ S2 – ΟΨΗ ΔΟΜΙΚΟΥ ΚΑΝΝΑΒΟΥ								
Άρθρο	Περιγραφή Εργασίας	Κατηγορία/Σύστημα	Κατασκευαστής	Μονάδα	Ποσότητα	Μερικό Κόστος	Συνολικό Κόστος	Σημειώσεις
Άρθρο 1								
Αναρτημένη όψη υαλοπετάσματος (Curtain Wall) ALUMIL SMARTIA M35, διπλό υαλοστάσιο και (ημιδιαφανή) πεδία απο διπλό υαλοστάσιο								
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Οραλ/γαλακτερός ημιδιαφανής διπλός υαλοπίνακας (IGU)	ALUMIL	m ²	36.43	170.00	6,193.10	
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Διπλός υαλοπίνακας (IGU)	ALUMIL	m ²	147.06	140.00	20,588.40	
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Κατακόρυφο προφίλ τύπου M35003	ALUMIL	m	389.26	95.00	36,979.70	
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Οριζόντιο προφίλ τύπου M35007	ALUMIL	m	132.36	85.00	11,250.60	
Υποσύνολο Άρθρο 1							75,011.80	
Άρθρο 2								
Αεριζόμενη επένδυση με πλάκες ινοτσιμέντου EQUITONE σε υποδομή αλουμινίου (βραχίονες-οδηγοί/ράγες), μηχανικά στερεωμένες (εμφανείς ή κρυφές στηρίξεις), με συνεχές διάκενο αερισμού πίσω από την επένδυση								
	Επένδυση Όψης	Πανέλο-Equitone-Pictura-PW841_3100-Rectified: 12mm	Equitone	m ²	161.85	320.00	51,792.00	
Υποσύνολο Άρθρο 2							51,792.00	
Άρθρο 3								
Εξωτερική τοιχοποιία/επένδυση ξηράς δόμησης Knauf με τιμεντοσανίδα AQUAPANEL® Outdoor 12,5 mm, βιδωτή σε μεταλλικό σκελετό (οδηγοί-ορθοστάτες) ανά 600 mm, με αρμολόγηση (ταινία-στόκος αρμών) και βασικό επίχρισμα/στρώση οπλισμού (υαλόπλεγμα) ως υπόβαθρο τελικού φινιρίσματος								
	Τοιχοποιία	Εξωτερικός τοίχος/όψη ξηράς δόμησης	Knauf	m	11.00	660.00	7,260.00	
Υποσύνολο Άρθρο 3							7,260.00	
ΣΥΝΟΛΟ							134,063.80	

ΣΕΝΑΡΙΟ S3 – ΠΕΡΣΙΔΕΣ (BLINDS)								
Άρθρο	Περιγραφή Εργασίας	Κατηγορία/Σύστημα	Κατασκευαστής	Μονάδα	Ποσότητα	Μερικό Κόστος	Συνολικό Κόστος	Σημειώσεις
Άρθρο 1								
Αναρτημένη όψη υαλοπετάσματος (Curtain Wall) ALUMIL SMARTIA M35, διπλό υαλοστάσιο και (ημιδιαφανή) πεδία απο διπλό υαλοστάσιο								
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Οραλ/γαλακτερός ημιδιαφανής διπλός υαλοπίνακας (IGU)	ALUMIL	m ²	40.65	170.00	6,910.50	
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Διπλός υαλοπίνακας (IGU)	ALUMIL	m ²	165.03	140.00	23,104.20	
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Κατακόρυφο προφίλ τύπου M35003	ALUMIL	m	205.62	95.00	19,533.90	
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Οριζόντιο προφίλ τύπου M35007	ALUMIL	m	315.14	85.00	26,786.90	
	Σύστημα υαλοπετάσματος ALUMIL M35	Οριζόντιο προφίλ τύπου M35007	ALUMIL	m	0.98	95.00	93.10	
Υποσύνολο Άρθρο 1							76,428.60	
Άρθρο 2								
Αεριζόμενη επένδυση με πλάκες ινοτσιμέντου EQUITONE σε υποδομή αλουμινίου (βραχίονες-οδηγοί/ράγες), μηχανικά στερεωμένες (εμφανείς ή κρυφές στηρίξεις), με συνεχές διάκενο αερισμού πίσω από την επένδυση								
	Επένδυση Όψης	Πανέλο-Equitone-Pictura-PW841_3100-Rectified: 12mm	Equitone	m ²	124.83	320.00	39,945.60	
Υποσύνολο Άρθρο 2							39,945.60	
Άρθρο 3								
Κοιλοδοκός ορθογωνικής διατομής (RHS) 200×400×t mm, χάλυβας S355J2H, κατά EN 10210-1 (θερμής έλασης) ή EN 10219-1 (ψυχρής διαμόρφωσης), κατασκευή/συγκολλήσεις/οπές κατά EN 1090-2, κλάση εκτέλεσης EXC2								
	Μεταλλικός Σκελετός	RHS 200×400		m	174.30	330.00	57,519.00	
Υποσύνολο Άρθρο 3							57,519.00	
Άρθρο 4								
Μονάδα σταθερών περσίδων αλουμινίου, κλίση 90°, 4,30×3,20 m, προκατασκευασμένη, με πλαίσιο/φορείς/συνδετικά/φινίρισμα, πλήρως τοποθετημένη								
	Περσίδες	Μονάδα σταθερών περσίδων αλουμινίου		Τεμ.	18.00	3,600.00	64,800.00	
Υποσύνολο Άρθρο 4							64,800.00	
ΣΥΝΟΛΟ							238,693.20	

