

## **Ο ρόλος του Συμβούλου Ακουστικής στην ενσωμάτωση των συστημάτων αειφορίας στον Αρχιτεκτονικό Σχεδιασμό των κτιρίων**

**Ioannis Timagnis<sup>1</sup>, Theodoros Timagenis<sup>2</sup>,  
Alexandra Timageni<sup>3</sup>, Dimitris Timagenis<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Architect Engineer – Acoustic Design Consultant | PhD(c) Acoustics | MSc Architectural and Environmental Acoustics | MArch, Ba (Hons) Arch | NTUA School of Architecture Acoustics Lab | WELL International Committee Advisor (Sound),

<sup>2</sup> Architect Engineer – Acoustic Design Consultant, MSc UCL | NTUA

<sup>3</sup> Architect Engineer | NTUA

<sup>4</sup> Architect Engineer | MYD PoliMi | NTUA

5 K. Palaiologou st., Piraeus, Greece | tel. 210 4119545  
www.timagenis-acoustics.com,  
athens@timagenis-acoustics.com

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

*Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί σε ευρεία κλίμακα, στην Ελλάδα η πιστοποίηση κτιρίων σύμφωνα με προδιαγραφές συστημάτων αειφορίας.*

*Μέχρι στιγμής στην Ελλάδα έχουν γίνει πιστοποιήσεις κτιρίων με βάση τα κριτήρια που ορίζονται από WELL, LEED και BREAM.*

*Οι πιστοποιήσεις διαβαθμίζονται σε Platinum, Gold, Silver και basic Certified.*

*Η διαδικασία επίτευξης του απαιτούμενου σκορ (score) το οποίο θα οδηγήσει στην εξασφάλιση της επιθυμητής πιστοποίησης, περιλαμβάνει την ικανοποίηση συγκεκριμένων προδιαγραφών που αφορούν στο εσωτερικό περιβάλλον των υπό εξέταση κατασκευών, δηλ. στην ποιότητα του αέρα, στην ανακύκλωση, στα χρησιμοποιούμενα υλικά και άλλα. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνεται και η ακουστική / ηχομόνωση / ηχοπροστασία των κτιρίων και των κτιριακών εγκαταστάσεων.*

*Στην παρούσα εργασία εξετάζονται τόσο οι απαιτήσεις ακουστικής, ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας των συστημάτων αειφορίας όσο και ο τρόπος ενσωμάτωσης αυτών στις ελληνικές κατασκευές, μέσω θεωρητικής ανάλυσης και εφαρμοσμένων παραδειγμάτων εργασίας.*

## ***The role of the Acoustic Consultant in the correct integration of sustainability systems during the Architectural Design process***

### **ABSTRACT**

*In the recent years, the certification of buildings according to various sustainability systems has been extensively developed in Hellas.*

*So far, numerous Hellenic buildings have been certified based on WELL, LEED, and BREAM standards.*

*The certification levels range from Platinum to Gold, Silver, and “basic Certified”. Attaining these certifications requires meeting specific criteria related to the building's internal environment, including air quality, recycling practices, and materials used. Among these criteria, room acoustics, sound insulation, and soundproofing of buildings and their mechanical systems are also crucial.*

*The present paper, discusses the acoustic requirements of these sustainability systems and their practical integration into the architectural design process, by providing a theoretical framework followed by an analysis of applied examples from various, related to the subject matter, projects.*

**Key Words:** Acoustics, Sound, WELL, LEED , BREEAM

### **Εισαγωγή | Πως φθάσαμε εδώ ;**

Τα συστήματα<sup>1</sup> αξιολόγησης βιωσιμότητας όπως το **WELL (WELL Building Standard)**, το **BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology)** και το **LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)** ξεκίνησαν ως απάντηση στις περιβαλλοντικές προκλήσεις στα τέλη του 20<sup>ού</sup> αιώνα. Με την αυξανόμενη παγκόσμια ευαισθητοποίηση για την κλιματική αλλαγή, την εξάντληση των πόρων και την περιβαλλοντική υποβάθμιση, η κατασκευαστική βιομηχανία αναγνώρισε την ανάγκη για τυποποιημένες πρακτικές που θα μείωναν το οικολογικό της αποτύπωμα.

Ταυτόχρονα με την βιοκλιματική τους σημασία τα συστήματα αειφορίας εξυπηρετούν και έναν σημαντικό πρακτικό σκοπό. Λειτουργούν (όταν εφαρμόζονται

---

<sup>1</sup> **Πρότυπο:** Διεθνώς συμφωνημένες επιστημονικές μέθοδοι και προδιαγραφές μετρήσεων από τον ανεξάρτητο μη κυβερνητικό & μη ιδιωτικό φορέα ISO (Προφερόμενο ως ΑΪΣΟ – από την Ελληνική λέξη «Ίσον»).

**Σύστημα:** Απλοποιημένες προδιαγραφές σχεδιασμού (τιμές στόχοι μελέτης) και εύχρηστες (μη επιστημονικές) διαδικασίες μετρήσεων που έχουν συνταχθεί από φορείς ιδιωτικής πρωτοβουλίας με την καθοδήγηση ειδικών ανά θέμα (ακουστική, φωτισμός, διαχείριση πόρων νερού κλπ).

στην πραγματικότητα) ως ένα κοινό οριζόντιο και κατακόρυφο<sup>2</sup> παγκόσμιο σύστημα κατάταξης, καταγραφής και κοινοποίησης της βιοκλιματικής απόδοσης και της αρχιτεκτονικής τεχνολογίας των κτηρίων, ανεξαρτήτως της γεωγραφικής τους τοποθεσίας. Αυτή η παγκοσμιοποιημένη προσέγγιση επιτρέπει σε αγοραστές ή επενδυτές οι οποίοι δεν είναι εξοικειωμένοι με τις ιδιαιτερότητες της εκάστοτε τοπικής αγοράς να μπορούν να γνωρίζουν επακριβώς την ποιότητα και την απόδοση του κτηρίου για το οποίο ενδιαφέρονται. Με αυτόν τον τρόπο, τα συστήματα αειφορίας διευκολύνουν τη λήψη αποφάσεων, ενισχύοντας τη διαφάνεια και την εμπιστοσύνη στη διεθνή αγορά ακινήτων, ενώ ταυτόχρονα προάγουν πρότυπα που συνδέονται με την αειφόρο ανάπτυξη και την καινοτομία στην κατασκευαστική τεχνολογία.

Μέσα στο ευρύτερο παγκόσμιο πλαίσιο εξέλιξης και βελτίωσης του δομημένου περιβάλλοντος, στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχει υιοθετηθεί η εφαρμογή των τριών κύριων εθελοντικών συστημάτων αειφορίας, (WELL, BREEAM και LEED), σε πολυάριθμα κτήρια. Ως εκ τούτου, η παρούσα εργασία εξετάζει τα προαναφερθέντα ζητήματα, εστιάζοντας στα θέματα ακουστικής - ηχομόνωσης - ηχοπροστασίας. Συγκεκριμένα, συζητούνται τόσο μέσω θεωρητικής ανάλυσης όσο και μέσω εφαρμοσμένων παραδειγμάτων εργασίας η γενική φιλοσοφία λειτουργίας των συστημάτων αειφορίας, οι τεχνικές τους απαιτήσεις και, κυρίως, ο τρόπος ενσωμάτωσής τους στην ελληνική πραγματικότητα.

## 1. Γενική διάρθρωση | Στρατηγική συστημάτων αειφορίας

Για την εξασφάλιση της επιθυμητής πιστοποίησης όλα τα συστήματα αειφορίας, περιλαμβάνουν την ικανοποίηση συγκεκριμένων προδιαγραφών (κριτηρίων) για κάθε μελετητικό τομέα (κατηγορίες) που αφορούν κυρίως το εσωτερικό περιβάλλον των υπό εξέταση κατασκευών, (δηλ. στην ποιότητα του αέρα, στην ανακύκλωση των απορριμμάτων, στα χρησιμοποιούμενα υλικά της κατασκευής εν γένη) καθώς και τις πολιτικές χρήσεων του κτηρίου (δηλαδή εάν προσφέρει υγιεινά γεύματα στους εργαζόμενους, εάν διαθέτει σηματοδότηση των ονομάτων των χώρων, εάν διαθέτει θέσεις στάθμευσης για ποδήλατα κ.α.). Για κάθε κριτήριο που ικανοποιείται, το κτήριο αποκομίζει βαθμούς, οι οποίοι, μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής, συνθέτουν ένα συνολικό σκορ. Ανάλογα με το τελικό αυτό σκορ, το κτήριο κατατάσσεται σε διαφορετικές βαθμίδες, οι οποίες αναλύονται διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο.

Μεταξύ των θεμάτων ποιότητας των εσωτερικών χώρων, περιλαμβάνεται και η ακουστική - ηχομόνωση - ηχοπροστασία των κτιρίων και των κτιριακών εγκαταστάσεων (κατηγορία) η οποία συμπεριλαμβάνει μετρήσιμους δείκτες (κριτήρια) όπως: η ηχομονωτική απόδοση των χωρισμάτων εσωτερικών χώρων, ο χρόνος αντήχησης των κλειστών χώρων, η στάθμη θορύβου που παράγεται από την λειτουργία των μηχανημάτων κ.α. Κατά κανόνα όσον αφορά τα θέματα ακουστικής -

---

<sup>2</sup> Δηλαδή τόσο για κάθε μελετητικό αντικείμενο (ακουστική, φωτισμός, εξοικονόμηση νερού, προσβασιμότητα, γενικό ενεργειακό αποτύπωμα κ.α.) όσο και για την αναλυτική απόδοση των δομικών στοιχείων ανά κατηγορία (για την ακουστική: ηχομονωτική ικανότητα, ποιότητα εσωτερικού ακουστικού περιβάλλοντος, στάθμες θορύβου βάθους κ.α.)

ηχομόνωσης – ηχοπροστασίας η γενική λογική και των τριών συστημάτων είναι ο διαχωρισμός τους σε δύο στάδια – φάσεις, ήτοι:

### 1.1 Στάδιο σχεδιασμού [ Documentation Review ]

Σε αυτό στάδιο, οι ομάδες του έργου υποβάλλουν λεπτομερή τεκμηρίωση (πιστοποιητικά ακουστικής απόδοσης για τις ακριβείς λεπτομέρειες των δομικών στοιχείων και ακουστικών διατάξεων (λ.χ. ηχοαπορροφητικές Ψ/Ο), που προβλέπονται από την αρχιτεκτονική μελέτη). Ο στόχος της ανασκόπησης τεκμηρίωσης (documentation review) είναι να δείξει αναλυτικά ποια κριτήρια πρόκειται να καλύψει / υλοποιήσει η μελέτη. Η ανασκόπηση πραγματοποιείται από τους ιδιωτικούς φορείς του εξωτερικού (**IWBI** ή **GBCI** ή **BREEAM**) με βάση τα κατά δήλωση στοιχεία του Συμβούλου Αειφορίας, όπως αυτός τα εισάγει στην ηλεκτρονική πλατφόρμα του κάθε συστήματος. Τα σχόλια που συνήθως επιστέφονται σε αυτό το στάδιο αφορούν κυρίως στην πληρότητα των στοιχείων που δηλώνονται (λ.χ. εάν συμπεριλαμβάνεται ο αριθμός των εγγράφων που αναφέρονται).

### 1.2 Στάδιο επαλήθευσης [ Performance Verification ]

Το δεύτερο στάδιο είναι η επαλήθευση της δηλούμενης απόδοσης, η οποία πραγματοποιείται όταν το κτήριο έχει ολοκληρωθεί και είναι σε πλήρη λειτουργία. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει επιθεωρήσεις για έλεγχο ταύτισης της υπάρχουσας κατάστασης με τα υποβληθέντα σχέδια και μετρήσεις της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος του κτηρίου, όπως η ποιότητα του αέρα, η ποιότητα του νερού, τα επίπεδα φωτισμού και η θερμική άνεση, μεταξύ άλλων, αλλά και η ακουστική και ηχομόνωση. Εντούτοις μια κύρια διαφορά που θα πρέπει να σημειωθεί είναι το ότι για την απόκτηση της βεβαίωσης βιοκλιματικού σχεδιασμού κατά WELL & κατά BREEAM η επιτόπια επαλήθευση του υλοποιημένου αποτελέσματος με εκτέλεση φυσικών μετρήσεων (Performance Verification) είναι υποχρεωτική<sup>3</sup>. Στην μεν περίπτωση του WELL αυτές εκτελούνται από ειδικούς που επιλέγονται από την IWBI ενώ στην περίπτωση του BREEAM οι ηχομετρήσεις παραλαβής δύναται να εκτελεστούν και από τους μελετητές μόνον (όπως προβλέπεται από τον οδηγό του BREEAM) υπό την προϋπόθεση ότι αποδείξουν πως διαθέτουν επίσημη μετεκπαίδευση στο αντικείμενο της Κτηριακής Ακουστικής & Ηχομόνωσης (Subject Matter Experts)<sup>4</sup>. Αντιθέτως, στην περίπτωση του LEED, μέχρι και σήμερα<sup>5</sup>, όχι

<sup>3</sup> Εφόσον επιλεγθεί η ικανοποίηση κριτηρίων ακουστικής – ηχομόνωσης – ηχοπροστασίας από τον ΚτΕ

<sup>4</sup> Δηλαδή εποπτευόμενη μεταπτυχιακή ειδικότητα (Master's Expert) στο αντικείμενο– όχι βεβαιώσεις παρακολούθησης σεμιναρίων ή μετεκπαιδεύσεις σε τομείς μη σχετικούς με την κτηριακή ακουστική & ηχομόνωση – όχι ελεύθερη ή εποπτευόμενη έρευνα (δηλ. ελεύθερες δημοσιεύσεις ή διδακτορικό)

<sup>5</sup> Κατά τον χρόνο σύνταξης του παρόντος, έχει επισήμως ανακοινωθεί από την GBCI ότι προβλέπεται μελλοντική τροποποίηση, πιθανώς στην έκδοση LEED v.5, με την εισαγωγή διαδικασίας επιβεβαίωσης βασίζομενης στην απόδοση (performance - based) πριν την

μόνον δεν υφίσταται υποχρέωση επιτόπιας επαλήθευσης, αλλά η απόκτηση της βεβαίωσης αιεφορίας (όσον αφορά τα υπό συζήτηση θέματα) μπορεί να ληφθεί εξ’ εγγράφων απλώς υποβάλλοντας τα πιστοποιητικά εργαστηριακής απόδοσης (ακόμα και εάν αυτά υποβληθούν στο στάδιο της προμελέτης), κύριο παράγοντα που καθιστά την επιλογή του LEED έναντι του WELL & του BREEAM, προτιμητέα από τους Συμβούλους Αιεφορίας και του Project Managers, παγκοσμίως.

Συνοψίζοντας επομένως η λογική εφαρμογής των συστημάτων αιεφορίας αφορά στην δημιουργία ενός κανονιστικού πλαισίου λειτουργικότητας, το οποίο δεν διερευνά την ποιότητα και τα χαρακτηριστικά της αρχιτεκτονικής σύνθεσης του κτηρίου, αλλά επικεντρώνεται αποκλειστικά στην τυποποίηση των χώρων, την αποδοτική χρήση των ενεργειακών τους πόρων θέτοντας τεχνοκρατικές και μονοσήμαντες προδιαγραφές (κριτήρια) καθώς και την περιγραφή των πολιτικών λειτουργίας του κτηρίου. Κοινή βάση όλων των συστημάτων είναι η συλλογή «πόντων» οι οποίοι στο τέλος της κατασκευής σηματοδοτούν το «Σκορ του κτηρίου», όπως ενδεικτικά φαίνεται κατωτέρω για την περίπτωση του συστήματος WELL.

Certification Matrix																											
WELL Building Standard v1: New and Existing Buildings																											
Project: _____																											
Location: _____																											
Updated By: _____																											
Date: _____																											
AIR			NOURISHMENT			COMFORT																					
Y	?	N	F	01	Air Quality Standards*	F	38	Fruits And Vegetables*	F	72	Accessible Design	Y	?	N													
			F	02	Smoking Ban*	F	39	Processed Foods*	F	73	Ergonomics: Visual And Physical*																
			F	03	Ventilation Effectiveness	F	40	Food Allergies*	F	74	Exterior Noise Intrusion*																
			F	04	VOC Reduction	F	41	Hand Washing*	F	75	Interiorly Generated Noise*																
			F	05	Air Filtration*	F	42	Food Contamination*	F	76	Thermal Comfort*																
			F	06	Microbe And Mold Control*	F	43	Artificial Ingredients*	F	77	Odor Comfort																
			F	07	Construction Pollution Management	F	44	Nutritional Information*	F	78	Reverberation Time*																
			F	08	Healthy Entrance*	F	45	Food Advertising*	F	79	Sound Masking*																
			F	09	Cleaning Protocol	F	46	Safe Food Preparation Materials*	F	80	Sound Reducing Surfaces																
			F	10	Pesticide Management	F	47	Serving Sizes*	F	81	Sound Barriers																
			F	11	Fundamental Material Safety	F	48	Special Diets*	F	82	Individual Thermal Control*																
			F	12	Moisture Management	F	49	Responsible Food Production	F	83	Radiant Thermal Comfort																
			F	13	Air Flush	F	50	Food Storage*																			
			F	14	Air Infiltration Management	F	51	Food Production*																			
			F	15	Increased Ventilation	F	52	Mindful Eating																			
			F	16	Humidity Control*																						
			F	17	Direct Source Ventilation*																						
			F	18	Air Quality Monitoring And Feedback*																						
			F	19	Operable Windows*																						
			F	20	Outdoor Air Systems																						
			F	21	Displacement Ventilation																						
			F	22	Rest Control*																						
			F	23	Advanced Air Purification*																						
			F	24	Combustion Minimization*																						
			F	25	Toxic Material Reduction																						
			F	26	Enhanced Material Safety																						
			F	27	Antimicrobial Activity For Surfaces																						
			F	28	Cleanable Environment*																						
			F	29	Cleaning Equipment*																						
					TOTAL																						
WATER			LIGHT			FITNESS			MIND																		
Y	?	N	F	30	Fundamental Water Quality*	F	53	Visual Lighting Design*	F	84	Health And Wellness Awareness*																
			F	31	Inorganic Contaminants*	F	54	Circadian Lighting Design*	F	85	Integrative Design																
			F	32	Organic Contaminants*	F	55	Electric Light Glare Control	F	86	Post-Occupancy Surveys																
			F	33	Agricultural Contaminants*	F	56	Solar Glare Control*	F	87	Beauty And Design 1*																
			F	34	Public Water Additives*	F	57	Low-Glare Workstation Design*	F	88	Biophilia I - Quantitative*																
			F	35	Periodic Water Quality Testing	F	58	Color Quality	F	89	Adoptable Spaces*																
			F	36	Water Treatment*	F	59	Surface Design	F	90	Healthy Sleep Policy																
			F	37	Drinking Water Promotion*	F	60	Automated Shading And Dimming Control	F	91	Business Travel																
					TOTAL	F	61	Right To Light*	F	92	Building Health Policy																
						F	62	Daylight Modeling	F	93	Workplace Family Support																
						F	63	Daylighting Fenestration*	F	94	Self-Monitoring																
									F	95	Stress And Addiction Treatment																
									F	96	Abuse																
									F	97	Material Transparency*																
									F	98	Organizational Transparency*																
									F	99	Beauty And Design II*																
									F	100	Biophilia II - Quantitative*																
									F	101	Innovation Feature I																
									F	102	Innovation Feature II																
									F	103	Innovation Feature III																
									F	104	Innovation Feature IV																
									F	105	Innovation Feature V																
SUMMARY																											
Y	?	N	Preconditions (41 possible)																								
0	0	0	Current status: Silver (pending preconditions)																								
0	0	0	Optimizations (29 possible) *																								
Requirements														Results													
Preconditions: Must meet all preconditions.														41 preconditions not yet met.													
Optimizations: 0 needed for Silver, 24 for gold, 48 for platinum														Current status: Silver (pending preconditions)													
* Pending onsite post-occupancy Performance Verification testing.																											

Σχήμα 1.1 Well Score Card

απονομή της βεβαίωσης αιεφόρου απόδοσης του κτηρίου. Ωστόσο, βάσει της υπάρχουσας γνώσης των συγγραφέων, μέχρι στιγμής (τέλος 2024) κανένα κτήριο στην Ελλάδα δεν έχει λάβει βεβαίωση LEED μέσω επιτόπιων ηχομετρήσεων από ανεξάρτητους ελεγκτές.

## 2. Τα κύρια συστήματα αειφορίας | Ανασκόπηση

Ειδικότερα, πέραν της γενικής προσέγγισης που αναλύθηκε προηγουμένως, κάθε ένα από τα προαναφερθέντα συστήματα αειφορίας διακρίνεται από τη δική του μεθοδολογία εφαρμογής. Επιπλέον, οι στόχοι και οι επιδόσεις που απαιτούνται διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος του κτηρίου (όπως γραφεία, σχολεία, κατοικίες κ.ά.) αλλά και με την υποχρεωτικότητα επίτευξής τους (λ.χ. η ικανοποίηση ακουστικών στόχων δεν είναι υποχρεωτική – προαπαιτούμενη από κανένα σύστημα αειφορίας εκτός από το LEED για σχολικά κτήρια). Ωστόσο, καθώς ο στόχος της παρούσας μελέτης δεν είναι η απλή παρουσίαση των συστημάτων αειφορίας— (πληροφορία ήδη ευρέως διαθέσιμη στους επίσημους οδηγούς των συστημάτων), αλλά η εξέταση των μεθόδων αποτελεσματικής ενσωμάτωσης των ακουστικών απαιτήσεων αυτών των συστημάτων στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, η ανασκόπηση επικεντρώνεται στη γενική στρατηγική λειτουργίας των συστημάτων. Με τον τρόπο αυτό, αναδεικνύονται οι διαφορές στη φιλοσοφία και τον τρόπο εφαρμογής τους<sup>6</sup>

### 2.1 BREEAM

Το BREEAM, που κυκλοφόρησε το 1990 στο Ηνωμένο Βασίλειο, ήταν το πρώτο σύστημα αυτού του είδους, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της βιωσιμότητας των κτιρίων ως προς την ικανότητα τους να ξεπερνούν τις εκάστοτε εθνικές προδιαγραφές και ταυτόχρονα να μην επιβαρύνουν το υφιστάμενο περιβάλλον στο οποίο εντάσσονται. Η δομή του βασίζεται **στην επιτόπου του Έργου απόδειξη ότι το υλοποιημένο κτήριο παρουσιάζει ακουστική και ηχομονωτική απόδοση υψηλότερη από την ελάχιστη υποχρεωτική της χώρας στην οποία εφαρμόζεται (Local National Standards)**. Για τις περιπτώσεις όπου η εκάστοτε νομοθεσία δεν προβλέπει κάποια προδιαγραφή τότε ο μελετητής θα πρέπει να ικανοποιήσει τις τιμές στόχους που ορίζονται από το BREEAM (λ.χ. για την Ελλάδα, ο χρόνος αντήχησης που δεν ορίζεται στην Ελληνική Νομοθεσία). Τα επίπεδα κατάταξης του κτηρίου (ανάλογα με το τελικό συνολικό σκορ) παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

BREEAM rating	% score
Outstanding ★★★★★	≥85
Excellent ☆★★★★	≥70
Very good ☆☆★★★	≥55
Good ☆☆☆★★	≥45
Pass ☆☆☆☆★	≥30
Unclassified ☆☆☆☆☆	<30

Σχήμα 2.2 Επίπεδα κατάταξης BREEAM

<sup>6</sup> ΣΣ: Αν και ευνόητο, η ικανοποίηση των απαιτήσεων των συστημάτων αειφορίας δεν δικαιολογεί αποκλίσεις προς τα κάτω από τις καθορισμένες προδιαγραφές του ΕΚΚ.

## 2.2 LEED

Το LEED ακολούθησε το 1998, αναπτυγμένο στις Ηνωμένες Πολιτείες από το U.S. Green Building Council (USGBC), για να προωθήσει τον βιώσιμο σχεδιασμό και την κατασκευή κτιρίων, στοχεύοντας στη δημιουργία ενός απλοποιημένου τυπολογίου πολύπλευρων στόχων προς επίτευξη από τους μελετητές. Όσον αφορά την ακουστική οι τιμές στόχοι είναι κατά κανόνα ελαστικότεροι ή ίσοι σε σχέση με τον Ελληνικό Κτηριοδομικό Κανονισμό και υποδεέστεροι της Κατηγορίας Α αυτού.

Τα επίπεδα κατάταξης του κτηρίου (ανάλογα με το τελικό συνολικό σκορ) παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:



Σχήμα 2.2 Επίπεδα κατάταξης LEED

## 2.3 WELL

Το WELL (International Well Building Institute), που εισήχθη το 2014, εστιάζει ολιστικά στην σχέση του ανθρώπου με το δομημένο περιβάλλον. Περιλαμβάνει 10 κατηγορίες (Concepts) που πρέπει να καλυφθούν για την απόκτηση της βεβαίωσης αειφορίας: Αέρας, Νερό, Διατροφή, Φως, Κίνηση, Θερμική Άνεση, Ακουστική Άνεση, Υλικά, Νους και Κοινότητα. Το κτήριο μπορεί να αποκτήσει το μέγιστο 100 βαθμούς από όλες τις ανωτέρω κατηγορίες, καθώς και 10 επιπλέον βαθμούς "καινοτομίας" (innovation) που απονέμονται για εξαιρετικές λύσεις που υπερβαίνουν τις βασικές απαιτήσεις του WELL μέσω δημιουργικών και αποτελεσματικών καινοτομιών και συγκεκριμένα:

- Σχεδιασμό Φωτισμού για τον Κιρκάδιο Ρυθμό (Circadian Lighting Design),
- Ενσωμάτωση Σχεδιασμού Βιοφιλίας (Biophilic Design Integration)
- Στοιχεία Σχεδιασμού για Σωματική Δραστηριότητα (Active Design Elements)
  - Πρωτοβουλίες για Υγιεινή Διατροφή (Healthy Food Initiatives)
  - Συστήματα Παρακολούθησης Ποιότητας Αέρα (Air Quality Monitoring)
  - Υποστήριξη Ψυχικής Υγείας (Mental Health Support)

Τα επίπεδα κατάταξης του κτηρίου (ανάλογα με το τελικό συνολικό σκορ) παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:



Σχήμα 2.2 Επίπεδα κατάταξης WELL

### 3. Η Ελληνική Πραγματικότητα | Σύντομα Case Studies

Η υιοθέτηση των συστημάτων αειφορίας στην Ελλάδα, όπως περιγράφηκαν παραπάνω, παραμένει προαιρετική. Ωστόσο, όπως είναι ευνόητο η εφαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας (Νόμος 1650/86 άρθρο 14, Ελληνικός Κτηριοδομικός Κανονισμός (ΕΚΚ) ΥΑ Α5/3010, ΥΑ 7034/1298, ΠΔ 1180/81, ΠΔ 149/2006, , κ.α) είναι υποχρεωτική.

Εντούτοις ειδικά για τον ΕΚΚ άρθρο 22, παρόλο που όπως αναφέρεται και εντός αυτού αν και η συμμόρφωση με το άρθρο 22 του ΕΚΚ είναι υποχρεωτική (για όλα τα νέα και ανακαινιζόμενα κτίρια), αξιοσημείωτο είναι ότι, η υποβολή αντίστοιχης μελέτης ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας στα γραφεία δόμησης δεν είναι επίσης υποχρεωτική. Αυτό το παράδοξο συχνά παρερμηνεύεται, ακόμη και από επαγγελματίες του κλάδου, ως ένδειξη μη υποχρεωτικότητας των προδιαγραφών του άρθρου 22. Μάλιστα, συνοδεύεται από εσφαλμένες ερμηνείες, όπως η θεωρία ότι το άρθρο 22 βρίσκεται σε «αναστολή» ή ότι μπορεί να εφαρμοσθεί μερικώς ή επιλεκτικά.

Αυτή η παρεξηγημένη προσέγγιση των θεμάτων ηχομόνωσης στα κτίρια έχει συχνά ως αποτέλεσμα την πρόκληση αντιπαραθέσεων, πολλές φορές με νομικές διαστάσεις, ανάμεσα σε κατασκευαστές και ιδιώτες, κυρίως σε περιπτώσεις αντιπαροχών<sup>7</sup>.

Επιπλέον, αυτή η νοοτροπία δεν είναι ανεπηρέαστη όσον αφορά την εφαρμογή των συστημάτων αειφορίας στην Ελλάδα. Αν και τα κτίρια που σχεδιάζονται σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα αειφορίας, όπως τα WELL, LEED και BREEAM, συνήθως τηρούν με ακρίβεια τις επιστημονικές αρχές της ακουστικής, υπάρχουν πολλές περιπτώσεις, ακόμη και εμβληματικά έργα, στα οποία τα συστήματα αειφορίας δεν εφαρμόζονται όπως προβλέπεται. Οι αιτίες μπορεί να ποικίλλουν, από έλλειψη εξειδικευμένης επιστημονικής γνώσης μέχρι την πεποίθηση ότι «ο έλεγχος

<sup>7</sup> Κατά κανόνα, οι κατασκευαστές βγαίνουν ζημιωμένοι από αυτές τις αντιπαραθέσεις, αφού κατά την κρίση των δικαστών (αναμενόμενο είναι ότι) το αντικειμενικό σημείο αναφοράς είναι τα (νομικά) όρια ακουστικής – ηχομόνωσης – ηχοπροστασίας που αναφέρονται μέσα σε αυτόν.



συμμόρφωσης δεν θα πραγματοποιηθεί ποτέ, και συνεπώς δεν θα υπάρξουν συνέπειες από την απόκλιση της τεκμηρίωσης από την πραγματική κατάσταση του έργου»

Οι συγγραφείς του παρόντος άρθρου απορρίπτουν κατηγορηματικά αυτές τις προσεγγίσεις, καθώς θεωρούν ότι υπονομεύουν τη σωστή εφαρμογή των αειφόρων πρακτικών. Για την πληρέστερη κατανόηση των παραπάνω ζητημάτων, παρουσιάζονται στη συνέχεια συγκεκριμένες περιπτώσεις έργων που έχουν υλοποιηθεί από τους συγγραφείς, με στόχο την ολοκληρωμένη ανάλυση των παραγόντων που καθορίζουν την επιτυχή εφαρμογή των συστημάτων αειφορίας, αλλά και την προώθηση ενός επικοινωνιακού διαλόγου σχετικά με την ορθή εφαρμογή τους.

### 3.1 Το κτήριο γραφείων με την πρώτη Ακουστική μελέτη & ικανοποίηση του συστήματος WELL στην Ελλάδα

Η ακουστική μελέτη αφορά στην μετατροπή π. κτιρίου της ΕΤΕ επί της οδού Χρυσοσπηλιωτίσσης 9 [αρχιτέκτονες Urban Soul Project] σε κτίριο διοίκησης της εταιρείας Prodea και η οποία ανετέθη στους συγγραφείς στις αρχές του 2019.

Στην συνέχεια και μετά από επέκταση της αρχικής σύμβασης, ανατέθηκε και η ακουστική μελέτη που αφορούσε στην ειδική ακουστική μελέτη για την πιστοποίηση ολόκληρου του κτιρίου με το σύστημα **WELL**.

Η βεβαίωση αειφορίας WELL αποδόθηκε στο κτίριο μετά από προέλεγχο επί των σχεδίων και των Εργαστηριακών Πιστοποιητικών και στην συνέχεια την επιτόπια από την IWBI επαλήθευση με την διενέργεια εκτεταμένων ηχομετρήσεων (P.V. Test).

Εκ των ανωτέρω ελέγχων δεν προέκυψε ανάγκη διόρθωσης των ακουστικών προτάσεων και οι πόντοι της ακουστικής αποδόθηκαν με επιτυχία ήδη από την αρχή.

Η ακουστική μελέτη που συντάχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος WELL για το συγκεκριμένο κτίριο έχει ήδη καθιερωθεί ως πρότυπο και χρησιμοποιείται ευρέως για την εκπόνηση παρόμοιων μελετών, τόσο στην Ελλάδα όσο και σε άλλες χώρες. Πολλοί επαγγελματίες στον τομέα της ακουστικής έχουν αρχίσει να υιοθετούν **τη μεθοδολογία της χρωματικής κωδικοποίησης των δομικών στοιχείων, μια μεθοδολογία που έχει κατοχυρωθεί στον Οργανισμό Πνευματικής Ιδιοκτησίας<sup>8</sup>** εδώ και αρκετά χρόνια και εφαρμόζεται από τους συγγραφείς ήδη πριν από την ένταξή της στο WELL.



Σχήμα 3.1 Πρόσοψη κτιρίου Prodea

<sup>8</sup> Αριθμός Πιστοποιητικού 3579



Σχήμα 3.2 Εσωτερική άποψη



Σχήμα 3.3 Αίθουσα συνεδριάσεων



Σχήμα 3.3 Γραφεία ανοικτού τύπου



Σχήμα 3.4 Κάτοψη τυπικού ορόφου

3.2 BREEAM value engineering με εγχώρια παραγωγή και πιστοποίηση ηχοαπορροφητικών πλακών σε κτήριο διεύθυνσης δημόσιας εταιρείας

Η ακουστική μελέτη αφορά στο κτήριο του Δημοσιογραφικού Οργανισμού Λαμπράκη (ΔΟΛ) [αρχιτέκτονες decaARCHITECTURE] επί της Χρ. Λαδά, το οποίο μεταβιβάστηκε σε Γερμανική εταιρεία και η οποία είχε σκοπό να μετατρέψει το κτήριο σε «HUB» πολλαπλών χρήσεων.

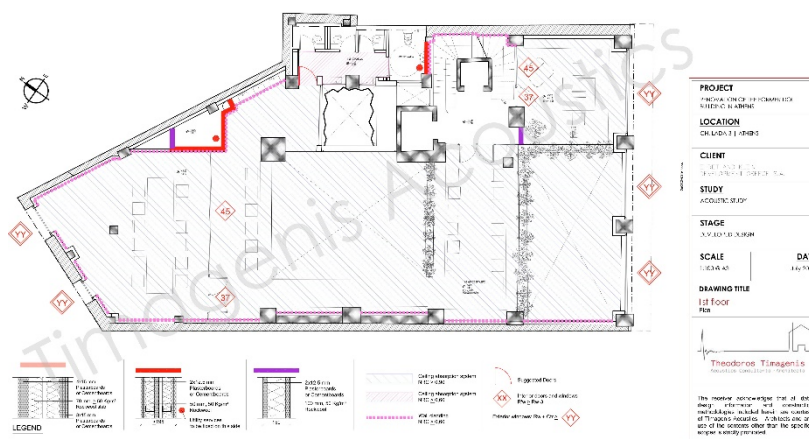
Το 2022, ανατέθηκε στους συγγραφείς η σύνταξη ακουστικής μελέτης η οποία θα έπρεπε πέραν του ΕΚΚ να ικανοποιεί και τα κριτήρια του συστήματος αειφορίας BREEAM.

Οι προδιαγραφές που τέθηκαν από το νέο ιδιοκτήτη, ήταν ιδιαίτερα αυστηρές δεδομένου ότι το κτήριο όντας σε θορυβώδες περιβάλλον θα έπρεπε να εξυπηρετήσει ποικιλία μη μόνιμων χρηστών και χρήσεων και ως εκ τούτου η αρχιτεκτονική μελέτη διαμόρφωσε ευέλικτους και ενοποιημένους χώρους.

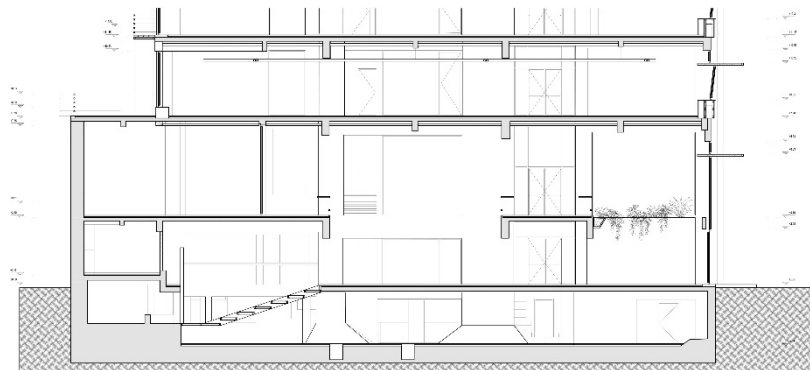
Κατά τον χρόνο της συγγραφής, το κτήριο βρίσκεται στο τελικό στάδιο ολοκλήρωσης της κατασκευής του. Σύμφωνα με τις μέχρι τώρα ηχομετρήσεις, ανταποκρίνεται πλήρως στις προδιαγραφές του Κ.τ.Ε., καθώς και στις απαιτήσεις του BREEAM. Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου έργου ήταν η (έπειτα από μέριμνα του Αναδόχου), κατασκευή και η εγχώρια (εντός Ελλάδος) Εργαστηριακή Πιστοποίηση της ηχοαπορροφητικής ικανότητας των πλακών Tektalan, οι οποίες, έχουν ήδη γίνει αποδεκτές σε επίπεδο τεκμηρίωσης από τον εκπρόσωπο του BREEAM.



Σχήμα 3.5 Πρόσοψη κτιρίου ΔΟΛ



Σχήμα 3.6 Κάτοψη τυπικού ορόφου



Σχήμα 3.7 Απόσπασμα εγκάρσιας τομής

### 3.3 Το αυχές παράδειγμα LEED σε πολυδύναμο κτηρίου εκμάθησης τεχνών

Το τελευταίο παράδειγμα αφορά σε μελέτη ανέγερσης «πολυδύναμου κέντρου τεχνών», στο οποίο διδάσκονται καλλιτεχνικά μαθήματα, όπως μουσική, χορός, ζωγραφική, γλυπτική και άλλα. Ωστόσο, όπως αποδείχθηκε στη συνέχεια, το κτίριο τελικά προοριζόταν να στεγάσει συμβατικές σχολικές αίθουσες, για χρήση κατά τις ώρες επέκτασης του κανονικού σχολικού προγράμματος, παρά τις αρχικές επίσημες ανακοινώσεις που τόνιζαν ότι οι χώροι δεν θα λειτουργούσαν ως παραδοσιακοί χώροι διδασκαλίας.

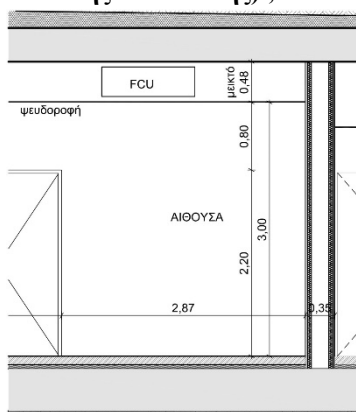
Στην σχετική σύμβαση για την ανάθεση της ακουστικής μελέτης και της μελέτης LEED δεν υπήρχε αναφορά στους πραγματικούς σκοπούς του νέου κτιρίου. Το ανωτέρω γεγονός δημιούργησε εξ' αρχής σύγχυση κατά την σύνταξη των μελετών, τα οποία – στο τέλος – συνοψίζονται στην άρνηση καθορισμού επί των σχεδίων των πραγματικών χρήσεων των αιθουσών και στη επιμονή αντί γνησίων πιστοποιητικών ακουστικής απόδοσης των διαφόρων οικοδομικών στοιχείων (π.χ. Ψ/Ο) να «δημιουργηθούν διαγράμματα» που να ταιριάζουν με τα όσα λέει ο Σύμβουλος Αειφορίας αφού όπως ειπώθηκε «*κανείς δεν πρόκειται να τα ελέγξει*».

Στο ανωτέρω έργο, οι συγγραφείς αποφάσισαν να διακόψουν τη συνεργασία και να αποχωρήσουν από το Έργο, παρά του ότι όλα τα υπόλοιπα παραδοτέα της ακουστικής μελέτης είχαν ολοκληρωθεί και υποβληθεί και παρά την ενημέρωση που έλαβαν ότι η συμβατικά οφειλόμενη αμοιβή τους θα καταβαλλόταν μόνο εάν συναινούσαν στην υπογραφή εγγράφων που θα τους δίνονταν, με εργαστηριακά δεδομένα, τα οποία δεν είχαν βασιστεί σε πραγματικές μετρήσεις.

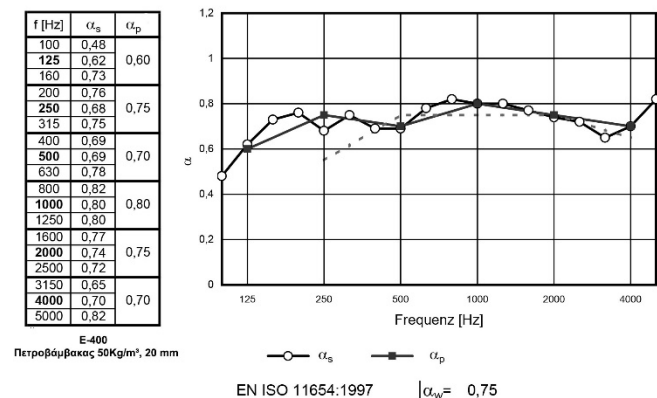
Λαμβάνοντας υπόψιν τα ανωτέρω, ευνόητο είναι ότι καθοριστικό λόγο για την ουσιαστική εφαρμογή συστημάτων αειφορίας, διαδραματίζει η ύπαρξη διαφανούς και ειλικρινούς συνεργασίας. Με γνώμονα τις αρχές αυτές είναι δεδομένο ότι το Έργο θα οδηγηθεί στην επιτυχή ολοκλήρωση ακόμη και εάν χαρακτηρίζεται από πολλαπλές τεχνικές απαιτήσεις. Όπως στα παραδείγματα της μετατροπής του κτιρίου της Prodea και του κτιρίου του ΔΟΛ, η τεχνική ικανότητα, ο επαγγελματισμός και η αποτελεσματικότητα του διαχειριστή του κάθε Έργου (Project Manager), οδήγησαν σε άρτια αποτελέσματα και σε μια διάφανη και αγαστή συνεργασία μεταξύ όλων των

μερών. Αντίθετα, σε περιπτώσεις όπου επικρατούν πρακτικές παραπληροφόρησης και απόπειρες παράκαμψης των καθορισμένων διαδικασιών, όπως στο τρίτο έργο, ανακύπτουν προβλήματα δυσλειτουργίας και δημιουργίας έντασης μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών. Σε τέτοιες περιπτώσεις, ο σύμβουλος οφείλει να επιδείξει όχι μόνο την επιστημονική του επάρκεια και εξειδίκευση, αλλά και το ακέραιο ήθος του, λειτουργώντας ως πρότυπο ακαδημαϊκής αριστείας και επαγγελματικής ηθικής.

**Εξάλλου, ποια σοβαρή εταιρεία με μακρά και επιτυχημένη παρουσία στον κατασκευαστικό τομέα θα επιθυμούσε να συνεργάζεται με σύμβουλο ακουστικής ο οποίος παραποιεί αποτελέσματα ή εκδίδει ανυπόστατα πιστοποιητικά, υποβαθμίζοντας έτσι το ίδιο το Έργο (και συνεπακόλουθα την πολύχρονη επιστημονική βάση του πεδίου της ακουστικής) ;**



Σχήμα 3.8 Απόσπασμα τομής τυπικής αίθουσας διδασκαλίας



Σχήμα 3.9 Απόσπασμα διαφημιστικού φυλλαδίου, το οποίο επιβλήθηκε από τον Project Manager παρά την ασυμβατότητά του με το LEED. Η δήλωση απόδοσης λάμβανε ως παραδοχές διάκενο 40 cm χωρίς H/M, εντός αυτού. Στο έργο το αληθινό διάκενο ήταν 48 cm και υπήρχε πληθώρα H/M εξοπλισμού εντός του διακένου, παράγοντες για τους οποίους δεν υπήρχαν μετρητικά δεδομένα. Το ανωτέρω θεωρήθηκε αντιεπιστημονικό και αντιδεολογικό από τους συγγραφείς, οι οποίοι αποχώρησαν από το έργο

#### 4. Η ευθύνη του συμβούλου ακουστικής

Όπως έχουν αναφέρει οι Τιμαγένης Θ., Τιμαγένης Ι. (2018) « [...] σε ένα Έργο δημιουργούνται πάντοτε ερωτήματα αρχών και επιλογών που πρέπει να αντιμετωπίσει ο επαγγελματίας ακουστικός, αν θέλει η συμβολή του να είναι πράγματι αποτελεσματική και πιο συγκεκριμένα ποιόν δηλαδή πρόκειται να εξυπηρετήσει [...]» Έτσι λοιπόν και στην περίπτωση των συστημάτων αειφορίας: Τον Project Manager από τον οποίον ενδέχεται ο ακουστικός να μην προσληφθεί ξανά στο μέλλον εάν δεν «νουθετηθεί» και παραμείνει ταγμένος στους κανόνες της επιστήμης του; Τον ΚτΕ ο οποίος πολλές φορές επηρεάζεται λανθασμένα από τον σύμβουλο αειφορίας λόγω του ο σύμβουλος καθοδηγεί την γραφειοκρατική (και όχι την τεχνικά ουσιαστική) διαδικασία της απόκτησης βεβαίωσης αειφορίας ; Ή τελικά τους, μακροπρόθεσμα, χιλιάδες των χρηστών του έργου οι οποίοι θα είναι οι αποδέκτες των αποτελεσμάτων της πραγματικής ή μη εφαρμογής των κανόνων του εκάστοτε συστήματος αειφορίας;

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπόψη τα όσα αναλύθηκαν στις προηγούμενες σελίδες της παρούσας μελέτης, δύναται να υποστηριχθεί ότι **η αποτελεσματική εφαρμογή των συστημάτων αειφορίας** προϋποθέτει την απαλλαγή όλων των εμπλεκόμενων φορέων σε ένα έργο (δηλαδή του Διευθυντή Έργου και του ΚτΕ και της μελετητικής ομάδας) **από προσχηματικές ή ανεπαρκείς προσεγγίσεις**, οι οποίες βασίζονται σε πρακτικές υποβολής πλασματικών ή παραποιημένων ακουστικών συντελεστών και παραμέτρων μέρους ή ολόκληρου του Έργου. Τέτοιες προσεγγίσεις συχνά απορρέουν **είτε από τη νοοτροπία της «πολιτικής ορθότητας» με σκοπό τη διατήρηση καλού κλίματος συνεργασίας, είτε από την προσπάθεια απλοποίησης της διαδικασίας για τη διευκόλυνση του Project Management**. Αντίθετα, η συγκέντρωση των προσπαθειών όλων των συμμετεχόντων θα πρέπει να επικεντρώνεται στην **εκπλήρωση των αρμοδιοτήτων τους, όπως έχουν οριστεί από τον Κύριο του Έργου**, και ειδικότερα στην υλοποίηση των προδιαγραφών των συστημάτων αειφορίας μέσω της τεχνοοικονομικής και χρονικής αξιολόγησης όλων των παραγόντων του έργου (Value Engineering).

Εδώ, ο/η επαγγελματίας σύμβουλος ακουστικής διαδραματίζει καταλυτικό ρόλο, καθότι τελικά εκείνος / εκείνη είναι που φέρει αφενός το βάρος του να μην υποκύψει στις πιέσεις κατασκευής πλασματικών δεδομένων αλλά και στο να διατηρήσει τις μεθόδους και αρχές της επιστήμης της ακουστικής στο ακέραιο. Ειδικά για το τελευταίο ο Σύμβουλος Ακουστικής, θα πρέπει πάντα να θυμάται ότι με το να υπογράφει μελέτες οι οποίες συμπεριλαμβάνουν μη υπαρκτά ή κατασκευασμένα<sup>9</sup> δεδομένα, δεν αποτελεί μόνον θέμα ηθικό ή επαγγελματικής ευθύνης, αλλά και σοβαρής υποβάθμισης της ίδιας της επιστήμης, καθιστώντας έτσι αχρείαστη ακόμα και την ειδικότητα του Συμβούλου Ακουστικής<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> Άνευ μετρήσεων ή κατά δήλωση των προμηθευτών δεδομένα

<sup>10</sup> Αφού, για την υπογραφή μελετών που δεν αντιπροσωπεύουν την πραγματικότητα ή δεν περιλαμβάνουν αληθή δεδομένα η ύπαρξη του ειδικού δεν είναι απαραίτητη.

## 5. Το δίπολο πρόβλεψη – ένταξη | Πρακτικοί κανόνες εφαρμογής

Λαμβάνοντας υπόψη τις έννοιες και τις αρχές που αναπτύχθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, οι συγγραφείς παρουσιάζουν έναν συνοπτικό πρακτικό οδηγό με στόχο τη διευκόλυνση της υλοποίησης και της εφαρμογής θεμάτων που αφορούν την ακουστική, την ηχομόνωση και την ηχοπροστασία στο πλαίσιο των συστημάτων αειφορίας.

### 5.1 Κρυφά κόστη

Στα κτήρια που επιδιώκουν πιστοποίηση μέσω συστημάτων αειφορίας, όπως LEED, BREEAM ή WELL, παρατηρείται συχνά αυξημένη χρήση ειδικά κατασκευασμένων (custom made) δομικών στοιχείων. Η πρακτική αυτή προκύπτει από την επιδίωξη των αρχιτεκτονικών μελετών να δημιουργήσουν μοναδικά και αισθητικά ελκυστικά κτήρια, τα οποία δεν μπορούν να υλοποιηθούν πάντοτε με τη χρήση τυποποιημένων δομικών στοιχείων. Ωστόσο, αυτή η επιλογή συχνά **συνοδεύεται από αυξημένα «κρυφά κόστη», τα οποία δεν γνωστοποιούνται εξ αρχής στον ΚτΕ**. Ορισμένοι σύμβουλοι αειφορίας, στην προσπάθειά τους να εξασφαλίσουν νέες αναθέσεις έργων, υποβαθμίζουν αυτά τα κόστη, παρουσιάζοντας μια χαμηλότερη συνολική εκτίμηση του κόστους απόκτησης της πιστοποίησης.

Ένα παράδειγμα είναι τα κουφώματα (θύρες και παράθυρα), των οποίων ο δείκτης ηχομόνωσης έναντι αερόφερτου θορύβου εξαρτάται από τις διαστάσεις. Αν, για παράδειγμα, ένα παράθυρο είναι πιστοποιημένο για συγκεκριμένο μέγεθος (π.χ. 1.25 x 1.50 m), η πιστοποίηση αυτή δεν είναι κατάλληλη για μεγαλύτερες προσόψεις με υάλινα στοιχεία, όπως διαστάσεων 2,5 m x 2,5 m. Αυτές οι ιδιαιτερότητες οδηγούν στην ανάγκη προσαρμογής και πιστοποίησης των δομικών στοιχείων για την επίτευξη των προδιαγραφών.

### 5.2 Σχεδιαστικοί περιορισμοί

Οι πιστοποιήσεις LEED και WELL επιβάλλουν αυστηρές απαιτήσεις για την ακουστική και την ηχομόνωση, οι οποίες μπορούν να δυσχεράνουν τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Η διασφάλιση της άνεσης και της υγείας των χρηστών απαιτεί τον έλεγχο θορύβου, αντήχησης και ηχομόνωσης, κάτι που συχνά επιβάλλει τη χρήση εξειδικευμένων υλικών και μεθόδων κατασκευής. Αυτές οι προσαρμογές, όπως αυξημένο πάχος τοίχων και ειδικά υλικά, περιορίζουν την ευελιξία στον σχεδιασμό. Επιπλέον, ο έλεγχος θορύβου από εξωτερικές πηγές και συστήματα HVAC μπορεί να επηρεάσει τη διάταξη και την αισθητική του κτιρίου, περιορίζοντας τις δημιουργικές επιλογές των αρχιτεκτόνων.

Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό τόσο ο Κύριος του Έργου (ΚτΕ) όσο και η ομάδα των αρχιτεκτόνων να ενημερώνονται από την πρώτη συνάντηση ότι η εφαρμογή των ακουστικών προδιαγραφών σύμφωνα με τα πρότυπα WELL, LEED & BREEAM πρέπει να ακολουθείται πιστά. Αυτό μπορεί, δυστυχώς, να οδηγήσει σε ορισμένες



παραχωρήσεις από πλευράς αισθητικής καθώς η βασική προτεραιότητα αυτών των συστημάτων είναι η λειτουργικότητα, η άνεση των χρηστών και η εξοικονόμηση όρων, παρά η αισθητική λειτουργία του χώρου. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο διαφορετικά κτήρια που έχουν επιτύχει LEED ή WELL ή BREEAM έχουν παρόμοιο εσωτερικό σχεδιασμό. Για τις περιπτώσεις που κάποιος θα ήθελε να ξεφύγει από την «αισθητική τυποποίηση» που οδηγεί η εφαρμογή των συστημάτων αειφορίας, τότε αυτό σημαίνει αύξηση τους κόστους κατασκευής της τάξεως έως και 40% αφού για τις περιπτώσεις bespoke design εκτελούνται εργαστηριακές πιστοποιήσεις από την αρχή για όλες τις σχετικές με το WELL & LEED ιδιότητες των υλικών.

### 5.3 Ανάλυση ευθύνης

Όπως είναι γνωστό η ακουστική διέπεται από ένα σύμπλεγμα μετρήσιμων παραμέτρων. Δεδομένης και της ραγδαίας εξέλιξης των δυνατοτήτων του μετρητικού εξοπλισμού υπάρχει απόλυτη δυνατότητα να μετρηθεί με υψηλότερη ακρίβεια το τελικό αποτέλεσμα ενός υλοποιημένου Έργου. Ως εκ τούτου ο επαγγελματίας σύμβουλος ακουστικής δεν θα πρέπει να «ενδίδει» σε πιέσεις κατασκευής μετρητικών δεδομένων ή επικύρωσης ανυπόστατων εγγράφων, ακόμα και ένα αυτό (αδίκως) του στερήσει μέρος ή ολόκληρη την αμοιβή τού. Ενδεικτικά, οι συγγραφείς **μόνον κατά το έτος 2024** κληθήκαν σε 3 κτήρια προκειμένου να διερευνήσουν τον λόγο για τον οποίο υφίσταντο παράπονα θορύβου από τους χρήστες που μίσθωναν τα κτήρια (δηλαδή όχι τον ΚτΕ) παρά το γεγονός ότι όλα τα κτήρια διέθεταν LEED με βαθμούς στην κατηγορία ακουστικής. Τα πορίσματα των ελέγχων ανέδειξαν τα ακόλουθα:

- Στην πρώτη περίπτωση δεν υφίστατο σύμβουλος ακουστικής (παρόλο που το εν λόγω σύστημα στις οδηγίες του υποχρεώνει την ύπαρξη του) διότι ο σύμβουλος αειφορίας «έκρινε» (!) ότι η υποβολή των διαφημιστικών φυλλαδίων ήταν αρκετή για να στηριχθεί όλη η κατασκευή και όλη η απόκτηση της βεβαίωσης απόδοσης αειφορίας.
- Στην δεύτερη περίπτωση η μελέτη ακουστικής «διέθετε την δικλείδα» ότι τα κουφώματα του εξωτερικού κελύφους (!) «μπορούν να αποδώσουν ή περισσότερο ή λιγότερο από την δήλωση του προμηθευτή» και έτσι δεν είχε ζητηθεί ποτέ πιστοποιητικό ηχομόνωσης για το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε.
- Στην τρίτη περίπτωση η μελέτη ακουστικής για τα θέματα ακουστικής – ηχομόνωσης ήταν ανύπαρκτη και είχε υπογραφεί δήλωση τήρησης των  $R_w$  από το ίδιο τον αντιπρόσωπο της ξένης εταιρίας των χωρισμάτων, ενώ όταν κατά τον αρχικό έλεγχο ρωτήσαμε ποιο ήταν το δωμάτιο πιλότος η απάντηση του εισαγωγέα των χωρισμάτων ήταν πως «δοκίμιο που μετρήθηκε στο εργοταξιακό Mock-Up αντικαταστάθηκε για τεχνικούς λόγους και δεν είναι πια διαθέσιμο»
- Στο σημείο αυτό επισημαίνεται ότι όλα τα συστήματα αειφορίας περιλαμβάνουν στις προϋποθέσεις συμμετοχής τους (terms & conditions) τον ρητό και απαρέγκλιτο όρο **ότι ο σύμβουλος ακουστικής, υπογράφοντας την μελέτη του ότι φέρει πλήρη ευθύνη για την ακρίβεια και την αξιοπιστία των δεδομένων που δηλώνει ή/και χρησιμοποιεί.**

#### 5.4 Χρονοδιάγραμμα

Δεδομένης της πολυπλοκότητας των παραμέτρων που θέτουν τα συστήματα αειφορίας, η απόκτηση Εργαστηριακών Πιστοποιητικών για τα δομικά συστήματα είναι απαραίτητη στο στάδιο του σχεδιασμού, σύμφωνα και με τα τρία συστήματα. Αυτή η διαδικασία πρέπει να ολοκληρώνεται πριν την εκπόνηση της μελέτης εφαρμογής, διασφαλίζοντας έτσι και τη μελέτη ακουστικής. Ακόμα και αν δεν ανατεθεί η επίβλεψη της κατασκευής, ο Σύμβουλος Ακουστικής είναι πλήρως καλυμμένος, αφού η μελέτη του ευθυγραμμίζεται με τα πιστοποιημένα δομικά συστήματα (matching certificates to the design). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για το LEED, στο οποίο οι επιτόπιες επαληθεύσεις δεν είναι υποχρεωτικές μέχρι τώρα. Ο σύμβουλος εξασφαλίζει έτσι, την εξ' εγγράφων ικανοποίηση των παραδοτέων του LEED, χωρίς τον κίνδυνο να επηρεαστεί η μελέτη του από σφάλματα ή αλλαγές που δεν έχουν εγκριθεί κατά το στάδιο της κατασκευής.

#### 5.5 Σύγκρουση προδιαγραφών

Συχνά, σύμβουλοι αειφορίας, χρησιμοποιώντας ως πρόσχημα μικρή οικονομική επιβάρυνση, πείθουν τον Κύριο του Έργου (ΚτΕ) ότι θα επωφεληθεί εάν επιτύχει ταυτόχρονα τις προδιαγραφές δύο συστημάτων αειφορίας, όπως το LEED και το WELL. Ωστόσο, πέρα από το ότι στην πραγματικότητα, όπως προκύπτει από συζητήσεις των συγγραφέων με άλλες ειδικότητες (π.χ. συμβούλους Η/Μ εγκαταστάσεων), το κόστος της κατασκευής μπορεί να αυξηθεί ακόμα και έως ~35%, ενώ υπάρχουν ιδιαίτερες συγκρούσεις, ειδικά στα θέματα που αφορούν την ακουστική, την ηχομόνωση και την ηχοπροστασία, κατά την παράλληλη εφαρμογή των προδιαγραφών αυτών των συστημάτων. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα σύγκρουσης είναι τα διαφορετικά όρια που θέτουν τα δύο συστήματα για τον χρόνο αντήχησης. Συγκεκριμένα, στις περιπτώσεις αιθουσών μουσικής & παραστατικών τεχνών, το **LEED** (ορθά) δεν ορίζει χρόνο αντήχησης καθότι (όπως είναι γνωστό) για τις περιπτώσεις αυτές ο χρόνος αντήχησης είναι συνάρτηση του όγκου της αίθουσας και του είδους χρήσης αυτής. Αντιθέτως το **WELL**, καθορίζει έναν μέγιστο χρόνο αντήχησης για όγκους αιθουσών έως και 570 m<sup>3</sup> ο οποίος όμως είναι ακατάλληλος για περιπτώσεις αιθουσών κλασσικής μουσικής (λ.χ σύμφωνα με το διαδεδομένο μοντέλο του Harris στο οποίο εκ των πραγμάτων μια αίθουσα μουσικής με όγκο 570 m<sup>3</sup> δεν μπορεί να υποστηρίξει καθόλου χρήσεις σχετικές με μουσική).

For projects in which the room types listed in the table cumulatively make up at least 10% of occupiable project area, the following requirements are met:

a. Reverberation time is within the ranges shown in the following table:

Room Type	Room Volume, v (cubic meters)	Reverberation Time, t (seconds) <sup>5,9,10</sup>
Areas for learning	v < 280 m <sup>3</sup>	t ≤ 0.6
Areas for lectures	280 m <sup>3</sup> ≤ v ≤ 570 m <sup>3</sup>	0.5 ≤ t ≤ 0.8
Areas for conferencing	v > 570 m <sup>3</sup>	0.6 ≤ t ≤ 1.0
Areas with regularly used PA systems	N/A	t ≤ 1.5
Areas for dining	N/A	t ≤ 1.0
Areas for fitness	v < 280 m <sup>3</sup>	0.7 ≤ t ≤ 0.8
	280 m <sup>3</sup> ≤ v ≤ 570 m <sup>3</sup>	0.8 ≤ t ≤ 1.1
	v > 570 m <sup>3</sup>	1.0 ≤ t ≤ 1.8
Areas for music rehearsal	v < 280 m <sup>3</sup>	t ≤ 1.1
	280 m <sup>3</sup> ≤ v ≤ 570 m <sup>3</sup>	1.0 ≤ t ≤ 1.4

Verified by: Performance Test, Technical Document (Individual)

Σχήμα 5.1 Προδιαγραφές RT<sub>60</sub> βάσει WELL

Table 2. Reverberation time requirements

Room type	Application	T60 (sec), at 500 Hz, 1000 Hz, and 2000 Hz
Hotel/motel	Individual room or suite	< 0.6
	Meeting or banquet room	< 0.8
Office building	Executive or private office	< 0.6
	Conference room	< 0.6
	Teleconference room	< 0.6
	Open-plan office without sound masking	< 0.8
	Open-plan office with sound masking	0.8
Courtroom	Unamplified speech	< 0.7
	Amplified speech	< 1.0
Performing arts space	Drama theaters, concert and recital halls	Varies by application
Laboratories	Testing or research with minimal speech communication	< 1.0
	Extensive phone use and speech communication	< 0.6
Church, mosque, synagogue	General assembly with critical music program	Varies by application
Library		< 1.0
Indoor stadium, gymnasium	Gymnasium and natatorium	< 2.0
	Large-capacity space with speech amplification	< 1.5

Σχήμα 5.2 Προδιαγραφές RT<sub>60</sub> βάσει LEED

Η ταυτόχρονη επιδίωξη πιστοποίησης μέσω δύο συστημάτων αειφορίας, όπως LEED και WELL, συχνά αποδεικνύεται ανούσια και οικονομικά ασύμφορη. Οι συγγραφείς, βάσει εμπειρίας από αντίστοιχες μελέτες, έχουν διαπιστώσει ότι τα κτήρια που συμμορφώνονται με τον κτηριοδομικό κανονισμό κατηγορίας A προσφέρουν υψηλότερη ποιότητα από ό,τι οι προδιαγραφές των συστημάτων αειφορίας. Επιπλέον, η επίτευξη των στόχων ακουστικής, ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας προσθέτει ελάχιστους πόντους σε σύγκριση με άλλες κατηγορίες, όπως ο φωτισμός, η σωστή σηματοδότηση και η ποιότητα αέρα. Δεδομένης, επομένως της ελάχιστης συμβολής των πόντων ακουστικής στο σύνολο επίτευξης ενός συστήματος αειφορίας, η επίτευξη του LEED και του WELL δεν εξαρτάται απόλυτα από την επίτευξη των ακουστικών στόχων. Ενίοτε λοιπόν, η προσπάθεια συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές και των δύο συστημάτων καθίσταται περιττή, επιβαρύνοντας άσκοπα το κόστος της κατασκευής. Ως εκ τούτου, είναι πιο οικονομικό και πρακτικό να μην επιδιώκεται η ταυτόχρονη εφαρμογή των συστημάτων, όσον αφορά τα θέματα ακουστικής.

### 5.6 Επίβλεψη

Οι σύμβουλοι αειφορίας παραμένουν στο Έργο ακόμα και μετά την ολοκλήρωση του και συγκεκριμένα έως και την επίτευξη της πιστοποίησης. Αυτό μάλιστα προβλέπεται από όλα τα συστήματα αειφορίας καθότι φέρουν την ευθύνη για την οργάνωση, τον συντονισμό και την επίτευξη της διαδικασίας. Ως εκ τούτου για τις περιπτώσεις που ο ΚτΕ δεν αναθέτει την επίβλεψη της κατασκευής στον σύμβουλο ακουστικής, θα πρέπει να του γνωστοποιείται πως ο σύμβουλος αειφορίας θα πρέπει να παρέχει στον σύμβουλο ακουστικής, ρητή βεβαίωση η οποία θα περιλαμβάνεται μέσα στην μελέτη ακουστικής με την οποία (ο σύμβουλος αειφορίας) θα γνωστοποιεί πως έχει λάβει γνώση για το γεγονός ότι στον μελετητή ακουστικής δεν έχει ανατεθεί η επίβλεψη του Έργου και πως είναι ή δεν είναι σύμφωνος με αυτό. Συνδυαστικά με το #3 ανωτέρω αυτό υποστηρίζει την διαφάνεια στην εκτέλεση των καθηκόντων του Συμβούλου Ακουστικής

### 5.7 Επανελέγχος επαλήθευσης

Κατά τις τελευταίες συναντήσεις των διεθνών τεχνικών επιτροπών όλων των συστημάτων αειφορίας, αποφασίστηκε η ενεργοποίηση της διαδικασίας επανελέγχου των πιστοποιημένων κτηρίων στο προσεχές διάστημα. Οι μέχρι στιγμής προτάσεις περιλαμβάνουν την εκ νέου διενέργεια μετρήσεων μετά από ~4 - 5 χρόνια χρήσης, με στόχο την επιβεβαίωση ότι συνεχίζουν να τηρούνται οι προδιαγραφές απόδοσης που ίσχαν κατά τον αρχικό έλεγχο. Παρά το γεγονός ότι αυτό ενδέχεται να φαίνεται παράδοξο, στην πράξη έχουν παρατηρηθεί περιπτώσεις όπου σύμβουλοι αειφορίας ή

Project Managers προετοιμάζουν το έδαφος την -μετά τον έλεγχο- τροποποίηση δομικών στοιχείων τα οποία ήταν απαραίτητα για την εξασφάλιση της βεβαίωσης αειφορίας ή την τοποθέτηση δομικών στοιχείων που πληρούν τις προδιαγραφές LEED / WELL / BREEAM μόνο σε ορισμένα<sup>11</sup> τμήματα του κτηρίου, για λόγους μείωσης κόστους. Ο/Η Σύμβουλος Ακουστικής οφείλει να ενημερώνει έγκαιρα τον ΚτΕ σχετικά με αυτές τις πρακτικές, προκειμένου να τον προστατεύει από τυχόν αρνητικές συμβουλές που δίνονται «για χάριν ευκολίας», οι οποίες ενδέχεται να επηρεάσουν την ακουστική απόδοση και επομένως να οδηγήσουν στην μελλοντική αφαίρεση της βεβαίωσης αειφορίας.

## 6. Βιβλιογραφία

- [1] Τιμαγένης Θ., Τιμαγένης Ι, Ο ρόλος του συμβούλου ακουστικής - Προβληματισμοί και εμπειρίες από την ακουστική μελέτη και την κατασκευή του Πολιτιστικού Κέντρου του Ιδρύματος Σταύρος Νιάρχος, Συνέδριο Ακουστική 2018, ΕΛΙΝΑ, Πάτρα 2018
- [2] Hongisto, V. *A review of the effects of noise on productivity and well-being.* Journal of Environmental Psychology. 2017; 51: 116-123.
- [3] <https://www.iso.org/standards.html>
- [4] <https://www.breeam.com>
- [5] <https://www.usgbc.org/leed>
- [6] <https://www.wellcertified.com>
- [7] V.O Knudsen C.M Harris, *Le projet acoustique en architecture*, Dunod, Paris, 1957.

---

<sup>11</sup> Σημειώνεται ότι σύμφωνα με τις προβλεπόμενες διαδικασίες, κατά τον φυσικό έλεγχο των κτηρίων, οι επιτόπιες επαληθεύσεις της ακουστικής απόδοσης πραγματοποιούνται σε όλη την έκταση του κτηρίου μέσω δειγματοληπτικών ή τυχαίων ελέγχων.