



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
(Δ.Π.Μ.Σ.) "ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ"
1η ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Περιβαλλοντικός
ανασχεδιασμός κτηρίου εκπαίδευσης.
Μελέτη περίπτωσης:
Νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της
Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών &
Φυσικών Επιστημών
(Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.) Ε.Μ.Π.
στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου»

Σταυροπούλου Αθανασία
Αρχιτέκτων Μηχανικός, Ε.Μ.Π.

Μεταπτυχιακή Εργασία η οποία υποβάλλεται
για μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για το
Διεπιστημονικό – Διατμηματικό
Δίπλωμα Ειδίκευσης
του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου
"Περιβάλλον και Ανάπτυξη"

**Περιβάλλον
και
Ανάπτυξη**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:
Τριάντη Ευφροσύνη
Εντ. καθ. Πανεπιστημίου Πατρών

Τριμελής Επιτροπή:
Εντ. Καθηγήτρια: Τριάντη Ε.
Αν. Καθηγητής: Τζουβαδάκης Ι.
Αν. Καθηγήτρια: Σωτηροπούλου Α.

Αθήνα, Οκτώβριος 2016

Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία υποβάλλεται για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για το Διεπιστημονικό – Διατμηματικό Δίπλωμα Ειδίκευσης του Δ.Π.Μ.Σ. του Ε.Μ.Πολυτεχνείου ‘Περιβάλλον και Ανάπτυξη’.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα. Τριάντη Ευφροσύνη, εντεταλμένη καθηγήτρια της σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πατρών, για την πολύτιμη συμβολή της στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Παράλληλα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους αναπληρωτές καθηγητές Ε.Μ.Π. κ. Τζουβαδάκη Ιωάννη, και κα. Σωηροπούλου Αλεξάνδρα, μέλη της κριτικής επιτροπής, τους διοικητικούς υπαλλήλους της γραμματείας της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών & Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.) για τη συνεργασία και τη βοήθειά τους, καθώς και την Τεχνική Υπηρεσία του Ε.Μ.Π., για την παραχώρηση του απαραίτητου υλικού τεκμηρίωσης (τεχνική περιγραφή και σχέδια).

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς τη συμφοιτήτρια και συνάδελφο Ξιζή Σταυρούλα, Αρχιτέκτονα Μηχανικό Πανεπιστημίου Πατρών, για τη σημαντική βοήθειά της στην έγκαιρη ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, και τέλος, τον Παπαδόπουλο Ζήση, συνοδοιπόρο ζωής, για την αμέριστη συμπαράστασή του καθ’ όλη τη διάρκεια αυτής της προσπάθειας.

Σταυροπούλου Νάνσυ

Αρχιτέκτων Μηχανικός, Ε.Μ. Π.

Πρόλογος

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό πως η ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας στον χώρο ασκεί ολοένα και μεγαλύτερη επίδραση στο κλίμα. Με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής πιο έκδηλες από ποτέ, προβάλλει ολοένα και περισσότερο αναγκαία η εφαρμογή του ολοκληρωμένου και αξιοβίωτου περιβαλλοντικού σχεδιασμού του χώρου, δομημένου και μη, που σέβεται και εξασφαλίζει ποιοτικές συνθήκες ζωής, τόσο για τις τωρινές όσο και για τις μελλοντικές γενιές. Ο κτηριακός τομέας αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή τελικής ενέργειας, με τα κτήρια να ευθύνονται για το 40% της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, γεγονός που αναδεικνύει την αναγκαιότητα ανακαίνισης του υφιστάμενου κτηριακού αποθέματος, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και την εξασφάλιση ποιοτικών συνθηκών διαβίωσης, με τρόπους συμβατούς προς τα πρότυπα της αειφόρου και αξιοβίωτης κοινωνίας.

Στο πλαίσιο αυτό, αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας αποτελεί ο περιβαλλοντικός ανασχεδιασμός του νέου κτηρίου αιθουσών διδασκαλίας της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.) στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, με σκοπό τη διερεύνηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο μπορούν να ενσωματωθούν οι αρχές του βιοκλιματικού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού, εκ των υστέρων σε ένα υφιστάμενο κτήριο. Καθώς, σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα κτήρια που ανήκουν και στεγάζουν υπηρεσίες και δραστηριότητες της κεντρικής δημόσιας διοίκησης, νέα και υφιστάμενα, οφείλουν να αποτελέσουν το παράδειγμα, η ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων εκπαίδευσης είναι καθοριστικής σημασίας, καθώς ο εκπαιδευτικός τους ρόλος οφείλει πλέον να προάγει τις αρχές και τις αξίες ενός νέου τρόπου ζωής, ο οποίος αντιλαμβάνεται την αναγκαιότητα υιοθέτησης πρακτικών φιλικών προς το περιβάλλον σε όλες τις εκφάνσεις του.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	i
Περιεχόμενα.....	iii
Πίνακας Εικόνων	vi
Πίνακας Διαγραμμάτων	x
Πίνακας Πινάκων.....	xxviii
Περίληψη	1
Abstract.....	3
Εισαγωγή	5
Μεθοδολογική προσέγγιση.....	8
ΜΕΡΟΣ 1 ^ο :	13
Κλιματική αλλαγή.....	13
Διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα.....	18
Κτηριακός τομέας.....	21
Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	28
Συστήματα πιστοποίησης κτηρίων	36
Πιστοποίηση LEED.....	36
Παραδείγματα κτηρίων με πιστοποίηση LEED στην Ελλάδα	38
Συμπεριφορά χρηστών και συστήματα BEMS.....	49
ΜΕΡΟΣ 2 ^ο :	55
Εισαγωγή	55
Γενικά στοιχεία για τη Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.....	55
Το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	56
Κτηριολογικό πρόγραμμα - περιγραφή χώρων.....	58
Τεχνική περιγραφή.....	62
Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κελύφους.....	62
Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του εσωτερικού χώρου	63
Εγκαταστάσεις κλιματισμού & αερισμού	63
Εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού	64
Βιοκλιματικά στοιχεία του κτηρίου.....	65
Εξυπηρετήσεις ΑΜΚ.....	66
Μετρήσεις Φυσικού Φωτισμού	68

Εισαγωγή	68
Μετρήσεις Φυσικού Φωτισμού	69
Σημεία μέτρησης.....	69
Παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων φυσικού φωτισμού	77
Μετρήσεις Θερμοκρασίας & Σχετικής Υγρασίας	105
Εισαγωγή	105
Χώροι τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρων.....	106
Επικρατούσες/εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.....	109
Παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων.....	111
Ερωτηματολόγια	127
Εισαγωγή	127
Επιλογή του δείγματος της έρευνας.....	127
Δομή του ερωτηματολογίου	127
Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας	128
ΒΑ χώρος γραμματείας – τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών	129
ΝΔ χώρος γραμματείας – τμήμα προπτυχιακών σπουδών.....	145
Ενεργειακή προσομοίωση.....	162
Εισαγωγή	162
Διαχωρισμός του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. σε θερμικές ζώνες	162
Παράμετροι προσομοίωσης στο πρόγραμμα EnergyPlus.....	166
Παρουσίαση αποτελεσμάτων της ενεργειακής προσομοίωσης.....	179
Μέση ημερήσια θερμοκρασία & σχετική υγρασία αέρα ανά θερμική ζώνη.....	179
Εξωτερικές συνθήκες	180
Κέρδη & απώλειες θερμότητας λόγω παραθύρων ανά θερμική ζώνη.....	234
Ανάγκες σε θέρμανση ή/και ψύξη ανά θερμική ζώνη.....	252
Κέρδη θερμότητας από χρήστες, τεχνητό φωτισμό & ηλεκτρικό εξοπλισμό	265
Προτάσεις	268
Εισαγωγή	268
Η φιλοσοφία δόμησης των προτεινόμενων επεμβάσεων	268
Οι προτεινόμενες επεμβάσεις	269
Φυσικός αερισμός - δροσισμός	272
Ηλιοπροστασία	342

Ανεμοπροστασία	370
Οπτική άνεση.....	371
Άλλες επεμβάσεις	373
Συμπεράσματα	380
Επίλογος.....	385
Παράρτημα.....	xxxv
Πηγές.....	xl

Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1: Σχετική συνεισφορά ανά τομέα δραστηριότητας στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για το έτος 2010	20
Εικόνα 2: Πεδία εφαρμογής των αρχών της βιομίμησης στο αστικό περιβάλλον	32
Εικόνα 3: Το Eastgate Centre (Harare, Zimbabwe), άποψη (πάνω αριστερά) και τομή (κάτω). Φωλιά τερμιτών, τομή (πάνω δεξιά)	35
Εικόνα 4: Karella Office Park_ πανοραμική άποψη	39
Εικόνα 5: Karella Office Park_ άποψη του αιθρίου εισόδου	41
Εικόνα 6: Karella Office Park_ κατασκευαστική τομή του κτηριακού κελύφους.....	41
Εικόνα 7: EREN Athens Offices_πρόσοψη	43
Εικόνα 8: EREN Athens Offices_άποψη του εσωτερικού αιθρίου	44
Εικόνα 9: Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς»_άποψη από ψηλά	46
Εικόνα 10: Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς»_άποψη των φυτεμένων δωματίων.....	47
Εικόνα 11: Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς».....	48
Εικόνα 12: Τα κτήρια της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. στην Πολυτεχνειούπολη Ε.Μ.Π.	56
Εικόνα 13: Το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	57
Εικόνα 14: Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. - κάτοψη ισόγειου [επίπεδο_0].....	59
Εικόνα 15: Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. - κάτοψη α' ορόφου [επίπεδο_I]	60
Εικόνα 16: Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. - κάτοψη β' ορόφου [επίπεδο_II]	61
Εικόνα 17: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του ισόγειου_I.....	71
Εικόνα 18: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του ισόγειου_II.....	72
Εικόνα 19: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του ισόγειου_III	73
Εικόνα 20: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του α' ορόφου_I.....	74
Εικόνα 21: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του α' ορόφου_II.....	75
Εικόνα 22: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του α' ορόφου_III	76
Εικόνα 23: Φωτομετρικές καμπύλες στο ισόγειο [επίπεδο_0] στις 10:00π.μ.	78
Εικόνα 24: Φωτομετρικές καμπύλες στο ισόγειο [επίπεδο_0] στις 13:00μ.μ.	79
Εικόνα 25: Φωτομετρικές καμπύλες στο ισόγειο [επίπεδο_0] στις 16:00μ.μ.	80
Εικόνα 26: Φωτομετρικές καμπύλες στον α' όροφο [επίπεδο_I] στις 10:00π.μ.	81
Εικόνα 27: Φωτομετρικές καμπύλες στον α' όροφο [επίπεδο_I] στις 13:00μ.μ.	82
Εικόνα 28: Φωτομετρικές καμπύλες στον α' όροφο [επίπεδο_I] στις 16:00μ.μ.	83
Εικόνα 29: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισόγειου στις 10:00π.μ._I	84
Εικόνα 30: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισόγειου στις 13:00μ.μ._I.....	85
Εικόνα 31: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισόγειου στις 16:00μ.μ._I.....	86
Εικόνα 32: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισόγειου στις 10:00π.μ._II.....	87
Εικόνα 33: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισόγειου στις 13:00μ.μ._II.....	88

Εικόνα 34: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 16:00μ.μ._II.....	89
Εικόνα 35: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 10:00π.μ._III	90
Εικόνα 36: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 13:00μ.μ._III	91
Εικόνα 37: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 16:00μ.μ._III	92
Εικόνα 38: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 10:00π.μ._I.....	93
Εικόνα 39: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 13:00μ.μ._I.....	94
Εικόνα 40: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 16:00μ.μ._I.....	95
Εικόνα 41: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 10:00π.μ._II.....	97
Εικόνα 42: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 13:00μ.μ._II.....	98
Εικόνα 43: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 16:00μ.μ._II.....	99
Εικόνα 44: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 10:00π.μ._III	100
Εικόνα 45: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 13:00μ.μ._III	101
Εικόνα 46: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 16:00μ.μ._III	102
Εικόνα 47: Αισθητήρες καταγραφής θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας	106
Εικόνα 48: [Επίπεδο_0]: Χώροι τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρων	107
Εικόνα 49: [Επίπεδο_I]: Χώροι τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρων.....	108
Εικόνα 50: Επίπεδο 0_κεντρικός χώρος: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου	112
Εικόνα 51: Επίπεδο 0_αίθουσα διδασκαλίας [001]: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου	114
Εικόνα 52: Επίπεδο I_αίθουσα διδασκαλίας [101]: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου	116
Εικόνα 53: Επίπεδο I_αίθουσα διδασκαλίας [103]: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου	118
Εικόνα 54: Επίπεδο I_χώρος κεντρικής εισόδου: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου.	120
Εικόνα 55: Επίπεδο I_αίθουσα διδασκαλίας [105]: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου	122
Εικόνα 56: Επίπεδο I_αίθουσα διδασκαλίας [107]: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου	124
Εικόνα 57: [Επίπεδο_II]: ΒΑ χώρος γραμματείας – τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών	129
Εικόνα 58: [Επίπεδο_II]: ΝΔ χώρος γραμματείας – τμήμα προπτυχιακών σπουδών	145
Εικόνα 59: ΝΔ άποψη του κτηρίου (Google SketchUp + Open Studio).....	164
Εικόνα 60: ΒΑ άποψη του κτηρίου (Google SketchUp + Open Studio).....	164
Εικόνα 61: ΝΔ άποψη του κτηρίου (Google SketchUp).....	165
Εικόνα 62: ΒΑ άποψη του κτηρίου (Google SketchUp).....	165
Εικόνα 63: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη της αίθουσας διδασκαλίας [001].....	181

Εικόνα 64: [Επίπεδο_I]: Τρισδιάστατη κάτοψη των αιθουσών διδασκαλίας [101], [103], [105], [106], [107] & [108]	184
Εικόνα 65: [Επίπεδο_II]: Τρισδιάστατη κάτοψη των χώρων διοίκησης [ΝΔ χώρος: τμήμα προπτυχιακών] & [ΒΑ χώρος: τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών]	194
Εικόνα 66: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη του κεντρικού πυρήνα	198
Εικόνα 67: [Επίπεδο_I]: Τρισδιάστατη κάτοψη του κεντρικού πυρήνα	198
Εικόνα 68: [Επίπεδο_II]: Τρισδιάστατη κάτοψη του κεντρικού χώρου του β' ορόφου	199
Εικόνα 69: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη των γραφείων [001], [002] & [003]	203
Εικόνα 70: [Επίπεδο_I]: Τρισδιάστατη κάτοψη των γραφείων [102] & [103]	203
Εικόνα 71: [Επίπεδο_I]: Τρισδιάστατη κάτοψη της αίθουσας συνεδριάσεων	212
Εικόνα 72: [Επίπεδο_II]: Τρισδιάστατη κάτοψη της αίθουσας εκδηλώσεων	214
Εικόνα 73: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη του κυλικείου	216
Εικόνα 74: [Επίπεδο_I]: Τρισδιάστατη κάτοψη του ΒΔ, κεντρικού & ΝΑ κλιμακοστασίου	218
Εικόνα 75: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη του ΒΔ & ΝΑ διαδρόμου	224
Εικόνα 76: [Επίπεδο_I]: Τρισδιάστατη κάτοψη του ΒΔ & ΝΑ διαδρόμου	224
Εικόνα 77: [Επίπεδο_II]: Τρισδιάστατη κάτοψη του ΝΑ διαδρόμου	225
Εικόνα 78: [Τομή κατά μήκος]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και δροσισμό του εσωτερικού χώρου	273
Εικόνα 79: [Επίπεδο_0]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και δροσισμό του εσωτερικού χώρου	273
Εικόνα 80: [Επίπεδο_I]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και δροσισμό του εσωτερικού χώρου	274
Εικόνα 81: [Επίπεδο_II]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και δροσισμό του εσωτερικού χώρου	274
Εικόνα 82: [Τομή στον κεντρικό πυρήνα- ηλιακό χώρο]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και τον δροσισμό του εσωτερικού χώρου	276
Εικόνα 83: Άποψη της αίθουσας διδασκαλίας [001] στο ισόγειο της νοτιοδυτικής όψης του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	317
Εικόνα 84: Η προτεινόμενη φύτευση στη βορειοανατολική πλευρά του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	319
Εικόνα 85: Η πρόταση διαμόρφωσης του εξωτερικού χώρου του β' ορόφου από την ομάδα σχεδιασμού (β' φάση κατασκευής)	320
Εικόνα 86: ΝΔ άποψη του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. με την προτεινόμενη διαμόρφωση των φυτεμένων δωματίων	321
Εικόνα 87: Συστήματα σκίασης για νότιες όψεις	342
Εικόνα 88: Συστήματα σκίασης για ανατολικές και δυτικές όψεις	343

Εικόνα 89: Συστήματα σκίασης για νοτιοανατολικές και νοτιοδυτικές όψεις.....	343
Εικόνα 90: Ηλιακό διάγραμμα στη θέση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	344
Εικόνα 91: Ηλιακές τροχιές κατά τη διάρκεια του έτους [ΒΑ όψη]	345
Εικόνα 92: Ηλιακές τροχιές κατά τη διάρκεια του έτους [ΝΔ όψη]	345
Εικόνα 93: Μελέτη ηλιασμού στις 21/3 [εαρινή ισημερία]	346
Εικόνα 94: Μελέτη ηλιασμού στις 21/6 [θερινό ηλιοστάσιο].....	346
Εικόνα 95: Μελέτη ηλιασμού στις 21/9 [φθινοπωρινή ισημερία]	347
Εικόνα 96: Μελέτη ηλιασμού στις 21/12 [χειμερινό ηλιοστάσιο]	347
Εικόνα 97: Η νοτιοδυτική όψη του κτηρίου όπως είναι σήμερα.....	349
Εικόνα 98: Τα προτεινόμενα σκίαστρα για τον κεντρικό πυρήνα-ηλιακό χώρο, για την αίθουσα διδασκαλίας [001] και για τους γραφειακούς χώρους [001], [002] & [003] στο ισόγειο της νοτιοδυτικής πλευράς του κτηρίου.....	349
Εικόνα 99: Προσομοίωση του ηλιασμού του κεντρικού πυρήνα στις 21/4 (ώρα 15:30), όπως είναι σήμερα.....	350
Εικόνα 100: Προσομοίωση του ηλιασμού του κεντρικού πυρήνα στις 21/4 (ώρα 15:30), μετά την προσθήκη του προτεινόμενου σκιάστρου.....	350
Εικόνα 101: ΝΔ άποψη του αρχικού τρισδιάστατου μοντέλου προσομοίωσης.....	351
Εικόνα 102: ΝΔ άποψη του τρισδιάστατου μοντέλου προσομοίωσης με τα προτεινόμενα σκίαστρα.....	351
Εικόνα 103: Τομή_ενδεικτική φύτευση της βορειοανατολικής πλευράς για προστασία από τον άνεμο.....	370
Εικόνα 104: Άποψη του εσωτερικού διαδρόμου κίνησης στη νοτιοανατολική πτέρυγα του επιπέδου Ι.....	371
Εικόνα 105: Αυτοσχέδιος τρόπος σκίασης στο κλιμακοστάσιο της νοτιοανατολικής πλευράς του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.....	372
Εικόνα 106: Ενδεικτική απεικόνιση ενός συστήματος αβαθούς γεωθερμίας σε κατοικία....	376
Εικόνα 107: Ο ημιυπαίθριος χώρος στην ΝΔ πλευρά του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.....	378

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Συμμετοχή των κτηρίων του οικιακού και τριτογενούς τομέα στην τελική κατανάλωση ενέργειας ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2012.	21
Διάγραμμα 2: Οι τάσεις της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και του ΑΕΠ στην Ευρώπη.....	22
Διάγραμμα 3: Ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε κανονικές κλιματικές συνθήκες για το 2012.	23
Διάγραμμα 4: Ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/m ²) των κτηρίων ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2012.	23
Διάγραμμα 5: Εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου για το χρονικό διάστημα 6/4-13/4.....	109
Διάγραμμα 6: Εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου για το χρονικό διάστημα 14/4-21/4.....	110
Διάγραμμα 7: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στον κεντρικό χώρο του ισογείου [επίπεδο_0]	112
Διάγραμμα 8: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [001]	114
Διάγραμμα 9: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [101]	116
Διάγραμμα 10: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [103]	118
Διάγραμμα 11: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στον κεντρικό χώρο εισόδου [επίπεδο_I].....	120
Διάγραμμα 12: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [105]	122
Διάγραμμα 13: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [107]	124
Διάγραμμα 14: Αξιολόγηση του επιπέδου θερμικής άνεσης στον ΒΑ χώρο της γραμματείας	130
Διάγραμμα 15: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τη θερμοκρασία στον ΒΑ χώρο της γραμματείας.....	130
Διάγραμμα 16: Αξιολόγηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας.....	131
Διάγραμμα 17: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την κίνηση του αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας.....	132

Διάγραμμα 18: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον BA χώρο της γραμματείας.....	132
Διάγραμμα 19: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον BA χώρο της γραμματείας [II]	133
Διάγραμμα 20: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον BA χώρο της γραμματείας [III].....	133
Διάγραμμα 21: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον BA χώρο της γραμματείας.....	134
Διάγραμμα 22: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον BA χώρο της γραμματείας [II]	135
Διάγραμμα 23: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον BA χώρο της γραμματείας [III].....	135
Διάγραμμα 24: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον BA χώρο της γραμματείας [IV].....	136
Διάγραμμα 25: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον BA χώρο της γραμματείας [V].....	136
Διάγραμμα 26: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον BA χώρο της γραμματείας.....	137
Διάγραμμα 27: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον BA χώρο της γραμματείας [II]	138
Διάγραμμα 28: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον BA χώρο της γραμματείας [III]	138
Διάγραμμα 29: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον BA χώρο της γραμματείας [IV].....	139
Διάγραμμα 30: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον BA χώρο της γραμματείας [V].....	139
Διάγραμμα 31: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον BA χώρο της γραμματείας	140
Διάγραμμα 32: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον BA χώρο της γραμματείας [II]	141
Διάγραμμα 33: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον BA χώρο της γραμματείας [III].....	141
Διάγραμμα 34: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς το επίπεδο της θερμικής άνεσης στον BA χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο	142
Διάγραμμα 35: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον BA χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο	143

Διάγραμμα 36: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς το επίπεδο της θερμικής άνεσης στον ΒΑ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο	143
Διάγραμμα 37: Αξιολόγηση του επιπέδου θερμικής άνεσης στον ΝΔ χώρο της γραμματείας	146
Διάγραμμα 38: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τη θερμοκρασία στον ΝΔ χώρο της γραμματείας	146
Διάγραμμα 39: Αξιολόγηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας.....	147
Διάγραμμα 40: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την κίνηση του αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας.....	148
Διάγραμμα 41: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας.....	148
Διάγραμμα 42: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [II]	149
Διάγραμμα 43: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [III]	149
Διάγραμμα 44: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας.....	150
Διάγραμμα 45: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [II]	151
Διάγραμμα 46: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [III]	151
Διάγραμμα 47: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [IV].....	152
Διάγραμμα 48: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [V]	152
Διάγραμμα 49: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας.....	153
Διάγραμμα 50: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [II]	154
Διάγραμμα 51: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [III]	154
Διάγραμμα 52: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [IV].....	155
Διάγραμμα 53: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [V]	155

Διάγραμμα 54: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον ΝΔ χώρο της γραμματείας	156
Διάγραμμα 55: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [II]	157
Διάγραμμα 56: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [III].....	157
Διάγραμμα 57: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς το επίπεδο της θερμικής άνεσης στον ΝΔ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο	158
Διάγραμμα 58: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο	159
Διάγραμμα 59: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς το επίπεδο της θερμικής άνεσης στον ΝΔ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο	160
Διάγραμμα 60: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος χώρου κατά τη διάρκεια του έτους	180
Διάγραμμα 61: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους	182
Διάγραμμα 62: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους	182
Διάγραμμα 63: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους	185
Διάγραμμα 64: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους	185
Διάγραμμα 65: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους	186
Διάγραμμα 66: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους	186
Διάγραμμα 67: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους	188
Διάγραμμα 68: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους	188
Διάγραμμα 69: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους	189
Διάγραμμα 70: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους	189
Διάγραμμα 71: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους	191

Διάγραμμα 72: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους	191
Διάγραμμα 73: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους	192
Διάγραμμα 74: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους	192
Διάγραμμα 75: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους.....	195
Διάγραμμα 76: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους.....	195
Διάγραμμα 77: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους	196
Διάγραμμα 78: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους	196
Διάγραμμα 79: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον κεντρικό πυρήνα του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους	200
Διάγραμμα 80: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον κεντρικό πυρήνα του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους	200
Διάγραμμα 81: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους.....	201
Διάγραμμα 82: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους.....	201
Διάγραμμα 83: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους.....	204
Διάγραμμα 84: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους.....	204
Διάγραμμα 85: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους.....	205
Διάγραμμα 86: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους.....	205
Διάγραμμα 87: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους.....	206
Διάγραμμα 88: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους.....	206
Διάγραμμα 89: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [102] κατά τη διάρκεια του έτους.....	209

Διάγραμμα 90: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους.....	209
Διάγραμμα 91: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους.....	210
Διάγραμμα 92: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους.....	210
Διάγραμμα 93: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	213
Διάγραμμα 94: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	213
Διάγραμμα 95: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	215
Διάγραμμα 96: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	215
Διάγραμμα 97: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους.....	217
Διάγραμμα 98: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους.....	217
Διάγραμμα 99: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο ΒΔ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους.....	219
Διάγραμμα 100: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο ΒΔ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους.....	219
Διάγραμμα 101: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο κεντρικό κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους.....	220
Διάγραμμα 102: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο κεντρικό κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους.....	220
Διάγραμμα 103: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο ΝΑ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους.....	221
Διάγραμμα 104: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο ΝΑ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους.....	221
Διάγραμμα 105: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του ισογείου κατά τη διάρκεια του έτους.....	226
Διάγραμμα 106: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του ισογείου κατά τη διάρκεια του έτους.....	226
Διάγραμμα 107: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του ισογείου κατά τη διάρκεια του έτους.....	227

Διάγραμμα 108: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του ισογείου κατά τη διάρκεια του έτους	227
Διάγραμμα 109: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	229
Διάγραμμα 110: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	229
Διάγραμμα 111: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	230
Διάγραμμα 112: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	230
Διάγραμμα 113: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	232
Διάγραμμα 114: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	232
Διάγραμμα 115: Θερμικά κέρδη & απώλειες λόγω παραθύρων συνολικά στο κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους	235
Διάγραμμα 116: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στις [ΒΑ] αίθουσες διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους	237
Διάγραμμα 117: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στις [ΒΑ] αίθουσες διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους	237
Διάγραμμα 118: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στις [ΝΔ] αίθουσες διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους	238
Διάγραμμα 119: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στις [ΝΔ] αίθουσες διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους	238
Διάγραμμα 120: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στις αίθουσες διδασκαλίας του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους	239
Διάγραμμα 121: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στις αίθουσες διδασκαλίας του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους	239
Διάγραμμα 122: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον [ΒΑ] χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους	240
Διάγραμμα 123: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον [ΒΑ] χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους	240
Διάγραμμα 124: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους	241
Διάγραμμα 125: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους	241

Διάγραμμα 126: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους χώρους διοίκησης του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους	242
Διάγραμμα 127: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους χώρους διοίκησης του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους.....	242
Διάγραμμα 128: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους.....	243
Διάγραμμα 129: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους.....	243
Διάγραμμα 130: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	244
Διάγραμμα 131: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	244
Διάγραμμα 132: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους κεντρικούς χώρους του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους.....	245
Διάγραμμα 133: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους κεντρικούς χώρους του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους.....	245
Διάγραμμα 134: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους [BA] γραφειακούς χώρους κατά τη διάρκεια του έτους.....	246
Διάγραμμα 135: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους [BA] γραφειακούς χώρους κατά τη διάρκεια του έτους.....	246
Διάγραμμα 136: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους [ΝΔ] γραφειακούς χώρους κατά τη διάρκεια του έτους.....	247
Διάγραμμα 137: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους [ΝΔ] γραφειακούς χώρους κατά τη διάρκεια του έτους.....	247
Διάγραμμα 138: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους γραφειακούς χώρους του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους.....	248
Διάγραμμα 139: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους γραφειακούς χώρους του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους.....	248
Διάγραμμα 140: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	249
Διάγραμμα 141: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	249
Διάγραμμα 142: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	250
Διάγραμμα 143: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	250

Διάγραμμα 144: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους	251
Διάγραμμα 145: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους	251
Διάγραμμα 146: Ενεργειακές απαιτήσεις του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. για θέρμανση κατά τη διάρκεια του έτους	253
Διάγραμμα 147: Ενεργειακές απαιτήσεις του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. για ψύξη κατά τη διάρκεια του έτους.....	253
Διάγραμμα 148: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [BA] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους	255
Διάγραμμα 149: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [BA] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους.....	255
Διάγραμμα 150: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [ΝΔ] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους	256
Διάγραμμα 151: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [ΝΔ] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους.....	256
Διάγραμμα 152: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [BA] & [ΝΔ] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους	257
Διάγραμμα 153: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [BA] & [ΝΔ] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους	257
Διάγραμμα 154: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των χώρων διοίκησης κατά τη διάρκεια του έτους.....	258
Διάγραμμα 155: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των χώρων διοίκησης κατά τη διάρκεια του έτους.....	258
Διάγραμμα 156: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των κεντρικών χώρων κατά τη διάρκεια του έτους.....	259
Διάγραμμα 157: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των κεντρικών χώρων κατά τη διάρκεια του έτους.....	259
Διάγραμμα 158: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [BA] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους.....	260
Διάγραμμα 159: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [BA] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους.....	260
Διάγραμμα 160: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [ΝΔ] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους.....	261
Διάγραμμα 161: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [ΝΔ] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους.....	261

Διάγραμμα 162: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [BA] & [ΝΔ] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους.....	262
Διάγραμμα 163: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [BA] & [ΝΔ] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους.....	262
Διάγραμμα 164: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	263
Διάγραμμα 165: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	263
Διάγραμμα 166: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	264
Διάγραμμα 167: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	264
Διάγραμμα 168: Συνολικά εσωτερικά θερμικά κέρδη από τους χρήστες, τον τεχνητό φωτισμό & τον ηλεκτρικό εξοπλισμό στο κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους	265
Διάγραμμα 169: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	278
Διάγραμμα 170: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	279
Διάγραμμα 171: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	279
Διάγραμμα 172: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	280
Διάγραμμα 173: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	281
Διάγραμμα 174: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	281
Διάγραμμα 175: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	282
Διάγραμμα 176: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	283

Διάγραμμα 177: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	283
Διάγραμμα 178: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	284
Διάγραμμα 179: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	285
Διάγραμμα 180: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	285
Διάγραμμα 181: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	286
Διάγραμμα 182: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	287
Διάγραμμα 183: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	287
Διάγραμμα 184: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	288
Διάγραμμα 185: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	289
Διάγραμμα 186: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	289
Διάγραμμα 187: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	290
Διάγραμμα 188: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	291
Διάγραμμα 189: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	291

Διάγραμμα 190: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	292
Διάγραμμα 191: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [BA] χώρο της γραμματείας στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	293
Διάγραμμα 192: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [BA] χώρο της γραμματείας στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	293
Διάγραμμα 193: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [BA] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	294
Διάγραμμα 194: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	295
Διάγραμμα 195: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	295
Διάγραμμα 196: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	296
Διάγραμμα 197: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον κεντρικό πυρήνα στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	297
Διάγραμμα 198: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον κεντρικό πυρήνα στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	297
Διάγραμμα 199: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	298
Διάγραμμα 200: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	299
Διάγραμμα 201: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	299
Διάγραμμα 202: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	300
Διάγραμμα 203: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [001] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	301
Διάγραμμα 204: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [001] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	301

Διάγραμμα 205: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	302
Διάγραμμα 206: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [002] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	303
Διάγραμμα 207: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [002] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	303
Διάγραμμα 208: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	304
Διάγραμμα 209: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [003] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	305
Διάγραμμα 210: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [003] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	305
Διάγραμμα 211: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	306
Διάγραμμα 212: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [102] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	307
Διάγραμμα 213: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [102] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	307
Διάγραμμα 214: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [102] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	308
Διάγραμμα 215: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [103] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	309
Διάγραμμα 216: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [103] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	309
Διάγραμμα 217: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	310
Διάγραμμα 218: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	311
Διάγραμμα 219: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	311
Διάγραμμα 220: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	312
Διάγραμμα 221: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού .	313

Διάγραμμα 222: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	313
Διάγραμμα 223: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	314
Διάγραμμα 224: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο κυλικείο στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	315
Διάγραμμα 225: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο κυλικείο στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	315
Διάγραμμα 226: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	316
Διάγραμμα 227: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση των δωματίων.....	323
Διάγραμμα 228: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση των δωματίων.....	323
Διάγραμμα 229: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	325
Διάγραμμα 230: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	325
Διάγραμμα 231: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	326
Διάγραμμα 232: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	326
Διάγραμμα 233: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	327
Διάγραμμα 234: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	327
Διάγραμμα 235: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	328
Διάγραμμα 236: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	328
Διάγραμμα 237: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	329
Διάγραμμα 238: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	329

Διάγραμμα 239: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	330
Διάγραμμα 240: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	330
Διάγραμμα 241: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	331
Διάγραμμα 242: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	331
Διάγραμμα 243: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	332
Διάγραμμα 244: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	332
Διάγραμμα 245: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [ΒΔ] διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	333
Διάγραμμα 246: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [ΒΔ] διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	333
Διάγραμμα 247: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [ΒΔ] διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	334
Διάγραμμα 248: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [ΒΔ] διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	334
Διάγραμμα 249: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας [προπτυχιακό τμήμα σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	335
Διάγραμμα 250: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας [προπτυχιακό τμήμα σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	335
Διάγραμμα 251: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	336
Διάγραμμα 252: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	336
Διάγραμμα 253: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [ΒΑ] χώρο της γραμματείας [μεταπτυχιακό τμήμα σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	337
Διάγραμμα 254: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [ΒΑ] χώρο της γραμματείας [μεταπτυχιακό τμήμα σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	337

Διάγραμμα 255: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [BA] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	338
Διάγραμμα 256: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [BA] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	338
Διάγραμμα 257: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [ΝΔ] διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	339
Διάγραμμα 258: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [ΝΔ] διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος	339
Διάγραμμα 259: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [NA] διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	340
Διάγραμμα 260: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [NA] διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος.....	340
Διάγραμμα 261: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη των εξωτερικών σκιάστρων	353
Διάγραμμα 262: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη των εξωτερικών σκιάστρων	353
Διάγραμμα 263: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	355
Διάγραμμα 264: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου	355
Διάγραμμα 265: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου	356
Διάγραμμα 266: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	356
Διάγραμμα 267: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του κεντρικού πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	357
Διάγραμμα 268: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του κεντρικού πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου	357
Διάγραμμα 269: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου	358
Διάγραμμα 270: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου	358
Διάγραμμα 271: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	359

Διάγραμμα 272: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	359
Διάγραμμα 273: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	360
Διάγραμμα 274: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	360
Διάγραμμα 275: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	361
Διάγραμμα 276: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	361
Διάγραμμα 277: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	362
Διάγραμμα 278: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	362
Διάγραμμα 279: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του γραφείου [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	363
Διάγραμμα 280: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του γραφείου [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	363
Διάγραμμα 281: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	364
Διάγραμμα 282: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	364
Διάγραμμα 283: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	365
Διάγραμμα 284: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	365
Διάγραμμα 285: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του γραφείου [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	366
Διάγραμμα 286: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του γραφείου [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	366
Διάγραμμα 287: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	367
Διάγραμμα 288: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	367
Διάγραμμα 289: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου.....	368

Διάγραμμα 290: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου	368
Διάγραμμα 291: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του γραφείου [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου	369
Διάγραμμα 292: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του γραφείου [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου	369

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 1: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα (σε Kt CO ₂ eq) για το διάστημα 1990-2000	18
Πίνακας 2: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα (σε Kt CO ₂ eq) για το διάστημα 2001-2010	18
Πίνακας 3: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα για το διάστημα 1990-2009 ..	19
Πίνακας 4: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα στην Ελλάδα (σε Kt CO ₂ eq) για το διάστημα 2001-2010	20
Πίνακας 5: Θεσμικό πλαίσιο – εναρμόνιση με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες.....	26
Πίνακας 6: Ταξινόμηση κατασκευαστικών στοιχείων της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και της βλάστησης με βάση τη βιοκλιματική τους λειτουργία.....	29
Πίνακας 7: Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα προσαρμογής από το φυτικό και το ζωικό βασίλειο.....	31
Πίνακας 8: Παραδείγματα από τη φύση για τον φωτισμό, το φιλτράρισμα και την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και πιθανές εφαρμογές τους σε κτήρια	33
Πίνακας 9: Η βαθμολογία που συγκέντρωσε το συγκρότημα γραφείων Karella Office Park στις επιμέρους κατηγορίες αξιολόγησης κατά LEED.	42
Πίνακας 10: Η βαθμολογία που συγκέντρωσε το συγκρότημα γραφείων ‘EREN Athens Offices’ στις επιμέρους κατηγορίες αξιολόγησης κατά LEED.	45
Πίνακας 11: Η βαθμολογία που συγκέντρωσε το ‘Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς»’ στις επιμέρους κατηγορίες αξιολόγησης κατά LEED.	48
Πίνακας 12: Κτηριακές παράμετροι και προβλεπόμενες συνέπειες για τη χρήση της ενέργειας σε πανεπιστημιακά κτήρια	49
Πίνακας 13: Παραδοχές για τις εσωτερικές συνθήκες υπολογισμού των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου.....	64
Πίνακας 14: Παραδοχές για τις εξωτερικές συνθήκες υπολογισμού των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου.....	64
Πίνακας 15: Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m ²) κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.....	68
Πίνακας 16: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του ισογείου_I.....	71
Πίνακας 17: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του ισογείου_II	72
Πίνακας 18: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του ισογείου_III.....	73
Πίνακας 19: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του α’ ορόφου_I.....	74
Πίνακας 20: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του α’ ορόφου_II	75
Πίνακας 21: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του α’ ορόφου_III.....	76

Πίνακας 22: Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων	106
Πίνακας 23: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας για τον κεντρικό χώρο του ισογείου [επίπεδο_0]	113
Πίνακας 24: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [001].....	115
Πίνακας 25: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [101].....	117
Πίνακας 26: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [103].....	119
Πίνακας 27: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στον χώρο της κεντρικής εισόδου [επίπεδο_I]	121
Πίνακας 28: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [105].....	123
Πίνακας 29: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [107].....	125
Πίνακας 30: Συγκριτικός πίνακας διαπιστώσεων για τις γενικές συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης στη γραμματεία μεταπτυχιακών σπουδών της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	144
Πίνακας 31: Συγκριτικός πίνακας διαπιστώσεων για τις γενικές συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης στη γραμματεία προπτυχιακών σπουδών της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.....	160
Πίνακας 32: Οι θερμικές ζώνες στις οποίες χωρίστηκε το υπό μελέτη κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. για τις ανάγκες της ενεργειακής προσομοίωσης	163
Πίνακας 33: Τα δομικά υλικά του υπό μελέτη κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	170
Πίνακας 34: Στάθμη γενικού φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού κτηρίου αναφοράς για τις χρήσεις των θερμικών ζωνών του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	174
Πίνακας 35: Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών / εξοπλισμού ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.....	174
Πίνακας 36: Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνίζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.....	175
Πίνακας 37: Μεταβλητές για τις οποίες ζητείται η προσομοίωση.....	178
Πίνακας 38: Μεταβλητές σχετικά με το σύστημα θέρμανσης & ψύξης	178
Πίνακας 39: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος χώρου κατά τη διάρκεια του έτους.....	180
Πίνακας 40: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους	183

Πίνακας 41: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους	187
Πίνακας 42: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους	187
Πίνακας 43: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους	190
Πίνακας 44: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους	190
Πίνακας 45: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους	193
Πίνακας 46: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους	193
Πίνακας 47: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους.....	197
Πίνακας 48: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους.....	197
Πίνακας 49: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον κεντρικό πυρήνα του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους.....	202
Πίνακας 50: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους	202
Πίνακας 51: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους	207
Πίνακας 52: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους	207
Πίνακας 53: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους	208
Πίνακας 54: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [102] κατά τη διάρκεια του έτους	211
Πίνακας 55: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους	211
Πίνακας 56: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους.....	212

Πίνακας 57: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους	214
Πίνακας 58: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους	216
Πίνακας 59: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο ΒΔ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους	222
Πίνακας 60: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο κεντρικό κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους	222
Πίνακας 61: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο ΝΑ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους.....	223
Πίνακας 62: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του ισογείου κατά τη διάρκεια του έτους.....	228
Πίνακας 63: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του ισογείου κατά τη διάρκεια του έτους	228
Πίνακας 64: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους.....	231
Πίνακας 65: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	231
Πίνακας 66: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους	233
Πίνακας 67: Συνολική επιφάνεια παραθύρων ανά θερμική ζώνη.....	234
Πίνακας 68: Θερμικά κέρδη & απώλειες λόγω παραθύρων συνολικά στο κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους.....	235
Πίνακας 69: Ενεργειακές απαιτήσεις του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. για θέρμανση & ψύξη κατά τη διάρκεια του έτους.....	252
Πίνακας 70: Συνολικά εσωτερικά θερμικά κέρδη από τους χρήστες, τον τεχνητό φωτισμό & τον ηλεκτρικό εξοπλισμό στο κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους	266
Πίνακας 71: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	278
Πίνακας 72: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	280
Πίνακας 73: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	282
Πίνακας 74: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	284

Πίνακας 75: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	286
Πίνακας 76: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	288
Πίνακας 77: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	290
Πίνακας 78: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	292
Πίνακας 79: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [BA] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	294
Πίνακας 80: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	296
Πίνακας 81: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	298
Πίνακας 82: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	300
Πίνακας 83: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	302
Πίνακας 84: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	304
Πίνακας 85: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	306
Πίνακας 86: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [102] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	308
Πίνακας 87: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού.....	310
Πίνακας 88: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	312
Πίνακας 89: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	314
Πίνακας 90: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού	316
Πίνακας 91: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση των δωμαίων.....	324
Πίνακας 92: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση των δωμαίων.....	324

Πίνακας 93: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη των εξωτερικών σκιάστρων	354
Πίνακας 94: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη των εξωτερικών σκιάστρων.....	354

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας αποτελεί ο περιβαλλοντικός ανασχεδιασμός του νέου κτηρίου αιθουσών διδασκαλίας της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.) στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο μπορούν να ενσωματωθούν οι αρχές του βιοκλιματικού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού, εκ των υστέρων σε ένα υφιστάμενο κτήριο. Για τις ανάγκες τεκμηρίωσης της συγκεκριμένης μελέτης, αρχικά αναπτύσσεται το θεωρητικό υπόβαθρο με βάση το οποίο τεκμηριώνεται η αναγκαιότητα αλλαγής του τρόπου προσέγγισης του σχεδιασμού του δομημένου χώρου, ενώ στη συνέχεια αναλύεται η μελέτη περίπτωσης.

Ειδικότερα, όσον αφορά τη θεωρητική τεκμηρίωση της μελέτης, αρχικά γίνεται αναφορά στην κλιματική αλλαγή, στις επιπτώσεις του φαινομένου, καθώς και σε στοιχεία σχετικά με τον κτηριακό τομέα και τη συμβολή του στην όξυνση του φαινομένου. Παρουσιάζονται οι στόχοι και οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με την αναγκαιότητα ανακαίνισης του υφιστάμενου κτηριακού αποθέματος, καθώς και τα νέα κτήρια, ενώ παράλληλα, αναπτύσσονται ζητήματα που αφορούν τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και την έννοια της βιομίμησης. Επίσης, παρέχονται πληροφορίες σχετικά με την ολιστική προσέγγιση αξιολόγησης των συστημάτων πιστοποίησης κτηρίων, με ενδεικτική αναφορά στο σύστημα LEED και στα παραδείγματα πιστοποιημένων κτηρίων στην Ελλάδα. Τέλος, επισημαίνεται η σημασία της συμπεριφοράς των χρηστών των κτηρίων σε ζητήματα εξοικονόμησης ενέργειας, και η συμβολή της σύγχρονης τεχνολογίας, όπως είναι τα συστήματα BEMS, προς αυτή την κατεύθυνση.

Όσον αφορά τη μελέτη περίπτωσης, αρχικά παρουσιάζεται η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του κτηρίου, ενώ προκειμένου να αξιολογηθεί η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες μελέτες και έρευνες πεδίου. Σε αυτές περιλαμβάνονται αφενός, μετρήσεις των φυσικών παραμέτρων που καθορίζουν τις συνθήκες του θερμικού και οπτικού περιβάλλοντος, όπως μετρήσεις της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας και των επιπέδων φυσικού φωτισμού, με τα κατάλληλα όργανα μετρήσεων, και αφετέρου, η συμπλήρωση ερωτηματολογίων από

τους ίδιους τους χρήστες του κτηρίου. Παράλληλα, θεωρήθηκε εξίσου απαραίτητη η εκτίμηση του ενεργειακού ισοζυγίου του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε., μέσω κατάλληλου προγράμματος ενεργειακής προσομοίωσης, ώστε να μελετηθεί η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου, τόσο στο σύνολό του όσο και των επιμέρους χώρων του. Τέλος, με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν, διατυπώνονται οι προτεινόμενες επεμβάσεις για τον περιβαλλοντικό ανασχεδιασμό του υπό μελέτη κτηρίου, η ενσωμάτωση των οποίων πιστεύεται ότι θα συμβάλλει σημαντικά τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο και στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης που επικρατούν στους εσωτερικούς χώρους.

Abstract

The subject of this masters thesis is the environmental redesign of the ‘new building of the School of Applied Mathematical and Physical Science’ (S.E.M.F.E.) situated in the Campus of the National Technical University of Athens, Greece, which is located in the municipality of Zografou. The aim of this thesis is to explore the extent to which principles of bioclimatic and environmental design can be incorporated into an existing building. For documentation purposes, the current work is organized into two main sections: the theoretical background, which states the necessity of changing the design approach of the built environment, followed by the case study.

Regarding the theoretical documentation of the study, emphasis is given on the phenomenon of climate change and its effects, followed by data on the building sector and its contribution to the intensification of the phenomenon. It also presents the European Union objectives and directives on energy efficiency and building renovation strategies, while, issues related to bioclimatic design and biomimicry are also discussed. Moreover, information is provided on the holistic assessment of buildings’ certification systems, such as LEED system, followed by examples of certified buildings in Greece. Finally, it highlights the importance of occupants’ behaviour in energy saving issues, and the contribution of modern technology, such as BEMS systems towards this direction.

Regarding the case study, general information is given on the case study building and its location, as well as its construction, the materials used, etc. In order to assess the quality of the indoor environment, field studies were conducted that included monitoring of the physical parameters that determine the conditions of the thermal and visual comfort of the indoor environment. For this purpose, measurements of temperature, relative humidity and natural lighting levels were performed via the use of thermodynamic temperature and humidity data loggers and photometers. A field survey was also conducted through questionnaires in order to obtain information about the indoor conditions through building users. Moreover, an energy simulation analysis was performed, as it was necessary to estimate the energy performance of the building. Finally, taking into account the results obtained, energy saving and comfort improvement suggestions are made.

Εισαγωγή

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό πως η ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας στον χώρο ασκεί ολοένα και μεγαλύτερη επίδραση στο κλίμα. Από τη Βιομηχανική Επανάσταση και έπειτα, η αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών σε μεγάλη κλίμακα, η πληθυσμιακή αύξηση σε συνδυασμό με την αύξηση του βιοτικού επιπέδου, τα καταναλωτικά πρότυπα, η συνεχής αύξηση της ζήτησης ενέργειας και η εξάρτησή της από μη ανανεώσιμες και ρυπογόνες πηγές, ασκούν ολοένα και εντονότερες πιέσεις στο περιβάλλον - φυσικό, δομημένο και ανθρωπογενές.

Μέσα στη νέα αυτή πραγματικότητα, με τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής πιο έκδηλες από ποτέ, προβάλλει ολοένα και περισσότερο αναγκαία η εφαρμογή του ολοκληρωμένου και αξιοβίωτου σχεδιασμού και της ανάπτυξης, του σχεδιασμού που προωθεί τη συλλειτουργία μιας διεπιστημονικής ομάδας ερευνητών, σε συνεργασία με τους φορείς ανάπτυξης και την κοινωνία, αρμονικά και ισότιμα, έτσι ώστε η ανάπτυξη να σέβεται και να εξασφαλίζει ποιοτικές συνθήκες ζωής, τόσο για τις τωρινές όσο και για τις μελλοντικές γενιές.

Η έννοια της βιώσιμης ή «αιεφόρου» ανάπτυξης (Sustainable development), άλλωστε, όπως αυτή διατυπώθηκε το 1987 στην Έκθεση της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (Brundtland Commission, 1987), εξ ορισμού, περιγράφει την αναγκαιότητα της οικολογικής και ορθολογικής διαχείρισης των διαθέσιμων πόρων σε συνάρτηση με την έννοια του χρόνου, θέτοντας στόχους και προοπτικές για τις μελλοντικές γενιές.

Σύμφωνα με δεδομένα για το έτος 2012, ο κτηριακός τομέας αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή τελικής ενέργειας, με τα κτήρια να ευθύνονται για το 40% της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης και για το 55% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ειδικότερα σε ο,τι αφορά την Ελλάδα, η καθοριστική εξάρτηση του ελληνικού συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας από τον λιγνίτη, καταδεικνύει το μέγεθος του προβλήματος και αναδεικνύει την αναγκαιότητα συνειδητής αλλαγής προς μια νέα πραγματικότητα.

Μέσα στο πλαίσιο αυτό, οι προκλήσεις που διαμορφώνονται σήμερα ως προς την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων, αφορούν στην αναγκαιότητα ανακαίνισης του υφιστάμενου κτηριακού αποθέματος, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος, με τρόπους συμβατούς προς τα πρότυπα της αειφόρου και αξιοβίωτης κοινωνίας, εισάγοντας, παράλληλα, την έννοια των κτηρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (net Zero Energy Buildings-nZEB), όσον αφορά τις νέες κατασκευές.

Για τον σκοπό αυτό, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδώσει μια σειρά από οδηγίες που αφορούν τον κτηριακό τομέα και την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, αναγνωρίζοντας τον κρίσιμο ρόλο που έχει το υφιστάμενο κτηριακό απόθεμα ως προς τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, καλώντας τα κράτη μέλη να αυξήσουν το ποσοστό των ανακαινιζόμενων κτηρίων. Η επισήμανση πως στα μέτρα περαιτέρω βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι κλιματολογικές και τοπικές συνθήκες, καθιστά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, δηλαδή την προσέγγιση εκείνη της αρχιτεκτονικής, η οποία αφορά στην προσαρμογή των κτηρίων και του δομημένου περιβάλλοντος γενικότερα, στο κλίμα και στα χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής, πιο επίκαιρο από ποτέ.

Ταυτόχρονα, η ιδιαίτερη αναφορά που γίνεται στις οδηγίες αυτές, και κατ' επέκταση στους νόμους με τους οποίους αυτές έχουν ενσωματωθεί στο ελληνικό δίκαιο, καθιστά σαφές πως τα κτήρια που ανήκουν και στεγάζουν υπηρεσίες και δραστηριότητες της κεντρικής δημόσιας διοίκησης, νέα και υφιστάμενα, οφείλουν να αποτελέσουν το παράδειγμα στην προσπάθεια αφύπνισης και ευαισθητοποίησης σε ζητήματα εξοικονόμησης ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν όλα τα παραπάνω, αντικείμενο της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, είναι ο περιβαλλοντικός ανασχεδιασμός του νέου κτηρίου αιθουσών διδασκαλίας της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.) στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου με σκοπό τη διερεύνηση του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο μπορούν να ενσωματωθούν οι αρχές του βιοκλιματικού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού, εκ των υστέρων σε ένα υφιστάμενο κτήριο. Έτσι, οι προτεινόμενες επεμβάσεις δεν περιορίζονται μόνο σε βιοκλιματικά κριτήρια αλλά ενσωματώνουν έννοιες και αρχές που αφορούν σε μια ευρύτερη προσέγγιση των ζητημάτων του περιβάλλοντος. Τέλος, η επιλογή του συγκεκριμένου

κτηρίου οφείλεται αφενός στον δημόσιο χαρακτήρα του και αφετέρου, στο γεγονός ότι τα κτήρια εκπαίδευσης, όλων των βαθμίδων, μπορούν και πρέπει να αποτελέσουν το παράδειγμα, καθώς ο εκπαιδευτικός τους ρόλος οφείλει πλέον να ενσωματώνει τις αρχές και τις αξίες ενός νέου τρόπου ζωής, ο οποίος αντιλαμβάνεται την αναγκαιότητα υιοθέτησης πρακτικών φιλικών προς το περιβάλλον σε όλες τις εκφάνσεις του.

Μεθοδολογική προσέγγιση

Η παρούσα διπλωματική εργασία διαρθρώνεται σε δύο [2] μέρη. Το πρώτο μέρος αφορά σε γενικότερα ζητήματα που σχετίζονται με το περιβάλλον και την αναγκαιότητα αλλαγής του τρόπου προσέγγισης του σχεδιασμού του δομημένου χώρου και ειδικότερα, του κτηριακού τομέα, ενώ το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει τη μελέτη περίπτωσης.

Πιο αναλυτικά, το [1^ο] **πρώτο μέρος** της εργασίας, το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες και στοιχεία από δευτερογενείς πηγές, όπως άρθρα, επιστημονικές εργασίες, διδακτορικές διατριβές, δημοσιεύσεις και διαδικτυακούς τόπους, διαρθρώνεται στις ακόλουθες ενότητες:

[Κλιματική αλλαγή]: αναπτύσσεται η έννοια της κλιματικής αλλαγής, οι επιπτώσεις του φαινομένου, καθώς και οι άξονες αντιμετώπισής του, οι οποίοι κινούνται στο δίπολο μετριασμός και προσαρμογή, και επισημαίνεται η αναγκαιότητα αλλαγής προς την ολοκληρωμένη προσέγγιση του σχεδιασμού και των γενικότερων ζητημάτων του περιβάλλοντος.

[Διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα]: παρουσιάζεται η εξέλιξη των εκπομπών των αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου για την περίοδο 1990-2010, καθώς το 1990 αποτελεί το έτος βάσης - αναφοράς, σύμφωνα με το οποίο οριοθετούνται και ποσοτικοποιούνται οι στόχοι για τον περιορισμό των εκπομπών και για την εξοικονόμηση ενέργειας.

[Κτηριακός τομέας]: περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την τελική κατανάλωση ενέργειας των κτηρίων του οικιακού και τριτογενή τομέα σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, και παρατίθενται οι στόχοι της ευρωπαϊκής πολιτικής μέσα από τις αντίστοιχες οδηγίες, για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και την ενεργειακή ασφάλεια με χρονικό ορίζοντα το 2020, καθώς και οι νόμοι με τους οποίους οι οδηγίες αυτές έχουν ενσωματωθεί στο ελληνικό δίκαιο.

[Βιοκλιματικός σχεδιασμός]: διατυπώνεται μια γενική προσέγγιση του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των αρχών που πραγματεύεται, ενώ παράλληλα αναπτύσσεται η έννοια της βιομιμητικής (biomimicry), του επιστημονικού πεδίου που ασχολείται με

τον τρόπο με τον οποίο οι ζωντανοί οργανισμοί έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντός τους.

[Συστήματα πιστοποίησης κτηρίων]: γίνεται αναφορά στα διάφορα συστήματα αξιολόγησης και πιστοποίησης κτηρίων που έχουν αναπτυχθεί παγκοσμίως, ενώ παράλληλα, παρουσιάζεται ενδεικτικά το σύστημα πιστοποίησης LEED, καθώς και τα παραδείγματα των πιστοποιημένων κτηρίων με βάση το συγκεκριμένο σύστημα στην Ελλάδα.

[Συμπεριφορά χρηστών και συστήματα BEMS]: αναπτύσσονται ζητήματα που αφορούν την παρουσία και τη συμπεριφορά των χρηστών των κτηρίων και σχετίζονται με την τελική ζήτηση ενέργειας, ενώ γίνεται αναφορά στη συμβολή της σύγχρονης τεχνολογίας, όπως είναι η ενσωμάτωση συστημάτων BEMS, στην εξοικονόμηση ενέργειας που δύναται να επιτευχθεί στα κτήρια.

Το [2^ο] **δεύτερο μέρος** της εργασίας περιλαμβάνει στοιχεία από δευτερογενείς πηγές, όσον αφορά την τεχνική περιγραφή και τα σχέδια του υπό μελέτη κτηρίου, τα οποία παραχωρήθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Ε.Μ.Π., ενώ το υπόλοιπο μέρος βασίζεται σε πρωτογενή στοιχεία, τα οποία συγκεντρώθηκαν μέσω των επιτόπιων μετρήσεων, της έρευνας πεδίου αλλά και της ενεργειακής προσομοίωσης, που διενεργήθηκαν για τις ανάγκες τεκμηρίωσης της παρούσας μελέτης.

Πιο συγκεκριμένα, το δεύτερο μέρος της εργασίας περιλαμβάνει τις ακόλουθες ενότητες:

[Γενικά στοιχεία για τη Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.]: παρέχονται γενικές πληροφορίες για τη Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών του Ε.Μ. Πολυτεχνείου, όπως το έτος ίδρυσης της σχολής, τους τομείς ειδίκευσης, το διδακτικό και διοικητικό προσωπικό, καθώς και τον αριθμό των προπτυχιακών και μεταπτυχιακών φοιτητών και των υποψηφίων διδασκόντων.

[Το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.]: περιλαμβάνει τα απαραίτητα στοιχεία για την κατανόηση και αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης του υπο μελέτη κτηρίου, όπως είναι η θέση του, το κτηριολογικό πρόγραμμα και η διάρθρωση του κτηριακού όγκου, καθώς και οι χρήσεις των χώρων. Περιλαμβάνεται, επίσης, η τεχνική περιγραφή του κτηρίου, στην οποία

παρουσιάζονται τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κελύφους και των εσωτερικών χώρων, οι εγκαταστάσεις κλιματισμού και αερισμού, τα συστήματα τεχνητού φωτισμού, καθώς και τα βιοκλιματικά στοιχεία που εντοπίζονται.

[Μετρήσεις Φυσικού Φωτισμού]: περιγράφονται αναλυτικά τα απαραίτητα βήματα προκειμένου να καταγραφούν, και στη συνέχεια να αξιολογηθούν τα επίπεδα φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου. Για τις ανάγκες της συγκεκριμένης μελέτης πεδίου, αρχικά προσδιορίστηκε το πλήθος και η θέση των απαιτούμενων σημείων μέτρησης σε κάθε χώρο, και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε φωτόμετρο χειρός, ώστε να καταγράφει η ένταση του φυσικού φωτός στις 10:00π.μ., στις 13:00μ.μ. και στις 16:00μ.μ., δηλ. καθ' όλη τη διάρκεια του ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου για κάθε χώρο. Τέλος, αφού αποτυπωθούν οι μετρήσεις στις αντίστοιχες κατόψεις με τη μορφή φωτομετρικών καμπυλών, ακολουθεί η ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

[Μετρήσεις Θερμοκρασίας & Σχετικής Υγρασίας]: περιλαμβάνει τη διαδικασία που απαιτείται, προκειμένου να καταγραφούν οι συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στους εσωτερικούς χώρους του υπό μελέτη κτηρίου, την αποτύπωσή τους, καθώς και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων για κάθε χώρο ξεχωριστά. Για την καταγραφή των συγκεκριμένων μεγεθών, τα οποία επηρεάζουν σημαντικά τις συνθήκες άνεσης σε έναν χώρο, χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακοί αισθητήρες, οι οποίοι κατέγραψαν τις τιμές των μεγεθών αυτών για το διάστημα μίας τυπικής εβδομάδας, ενώ στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων λήφθηκαν υπόψιν και οι επικρατούσες συνθήκες του εξωτερικού χώρου.

[Ερωτηματολόγια]: παρουσιάζεται η έρευνα πεδίου, προκειμένου να καταγραφεί η άποψη των ίδιων των χρηστών του κτηρίου για τις συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης που επικρατούν στους εσωτερικούς χώρους κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Παρέχονται πληροφορίες σχετικά με την επιλογή του δείγματος της έρευνας και τη δομή του ερωτηματολογίου, ενώ μετά την επεξεργασία των δεδομένων και την κατάλληλη ομαδοποίησή τους, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τον ΒΑ και ΝΔ χώρο της γραμματείας στον β' όροφο του κτηρίου, στους οποίους στεγάζονται τα τμήματα μεταπτυχιακών και προπτυχιακών σπουδών, αντιστοίχως.

[Ενεργειακή προσομοίωση]: περιγράφονται αναλυτικά τα απαραίτητα στοιχεία για την εκτίμηση του ενεργειακού ισοζυγίου του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε., μέσω κατάλληλου προγράμματος ενεργειακής προσομοίωσης, ώστε να μελετηθεί η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου, τόσο στο σύνολό του όσο και των επιμέρους χώρων του. Παρατίθενται στοιχεία σχετικά με τον διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες, καθώς και οι απαιτούμενες παράμετροι προσομοίωσης, όπως η τοποθεσία, τα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας των χώρων, τα υλικά και οι κατασκευαστικές δομές του κελύφους, οι χρήστες, τα φωτιστικά σώματα και ο ηλεκτρικός εξοπλισμός, κ.ά. Τέλος, ακολουθεί η παρουσίαση και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων, τόσο για το σύνολο του κτηρίου όσο και για τους επιμέρους χώρους του.

[Προτάσεις]: παρουσιάζονται οι προτεινόμενες επεμβάσεις για τον βιοκλιματικό και περιβαλλοντικό ανασχεδιασμό του κτηρίου. Αρχικά, επισημαίνεται η φιλοσοφία δόμησης των προτάσεων και ακολουθεί η περιγραφή κάθε μιας από αυτές, οι οποίες ταξινομούνται, με βάση τη συμβολή τους στην εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της βελτίωσης των αντίστοιχων συνθηκών άνεσης. Έτσι, περιλαμβάνονται μέτρα για τη βελτίωση του φυσικού αερισμού ή/και δροσισμού του κτηρίου, επεμβάσεις για την ηλιοπροστασία ή/και την προστασία από τον άνεμο, προτάσεις για τη βελτίωση της οπτικής άνεσης, καθώς και επεμβάσεις που σχετίζονται με την εξοικονόμηση ή/και την παραγωγή ενέργειας στο υπό μελέτη κτήριο. Για λόγους περαιτέρω τεκμηρίωσης της παρούσας μελέτης, πραγματοποιούνται ενεργειακές προσομοιώσεις ενδεικτικά για κάποιες από τις προτεινόμενες επεμβάσεις, προκειμένου να προσδιοριστεί και ποσοτικά η συμβολή τους στον περιβαλλοντικό ανασχεδιασμό του υπό μελέτη κτηρίου.

[Συμπεράσματα]: αποτελεί μια σύνοψη της μελέτης, στην οποία παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη του κτηρίου, ενώ παράλληλα τίθενται προβληματισμοί για περαιτέρω έρευνα.

ΜΕΡΟΣ 1^ο

ΜΕΡΟΣ 1^ο :

Κλιματική αλλαγή

Ο όρος «κλιματική αλλαγή», σύμφωνα με τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Μεταβολές (UNFCCC, 1992), χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη μεταβολή του κλίματος που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή των μετεωρολογικών συνθηκών σε παγκόσμιο επίπεδο, διακρίνοντας τον όρο από τη φυσική μεταβλητότητα του κλίματος, η οποία συντελείται σταδιακά και εκτείνεται σε μεγάλη χρονική διάρκεια.

Αν και οι παράμετροι που χαρακτηρίζουν το κλίμα διαχρονικά έχουν υποστεί σημαντικές διακυμάνσεις, ωστόσο από τη Βιομηχανική Επανάσταση και έπειτα, η ένταση της ανθρώπινης δραστηριότητας στον χώρο ασκεί ολοένα και μεγαλύτερη επίδραση στο κλίμα. Η αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων, η αποψίλωση των δασών σε μεγάλη κλίμακα, η πληθυσμιακή αύξηση σε συνδυασμό με την αύξηση του βιοτικού επιπέδου και τα καταναλωτικά πρότυπα που έχουν επιβληθεί, η συνεχής αύξηση της ζήτησης ενέργειας και η εξάρτησή της από μη ανανεώσιμες και ρυπογόνες πηγές, ασκούν ολοένα και εντονότερες πιέσεις, λειτουργώντας επιβαρυντικά για το περιβάλλον - φυσικό, δομημένο και ανθρωπογενές.

Αν και το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» - το οποίο αποτελεί την κυριότερη αιτία της κλιματικής αλλαγής, είναι ένα φυσικό φαινόμενο, απαραίτητο για την ύπαρξη και την επιβίωση της ζωής στον πλανήτη, εντούτοις, το πρόβλημα ανακύπτει από την αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων που οφείλονται στις ανθρωπογενείς δραστηριότητες, οι οποίες ελευθερώνουν, άμεσα ή έμμεσα, σημαντικά επιπρόσθετα ποσά αερίων, εντείνοντας έτσι το φαινόμενο και θερμαίνοντας τον πλανήτη πέρα από το εύρος των φυσιολογικών διακυμάνσεων.

Το πιο ευρέως παραγόμενο αέριο του θερμοκηπίου είναι το CO₂. Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται κυρίως ως αποτέλεσμα της καύσης των ορυκτών καυσίμων. Η παραγωγή ενέργειας, ο κτηριακός τομέας, η βιομηχανία και οι μεταφορές απαιτούν στο σύνολό τους μεγάλα ποσά ενέργειας, που παράγονται από τη χρήση συμβατικών πηγών, όπως ο λιγνίτης και το πετρέλαιο. Ειδικά για την Ελλάδα, ο λιγνίτης αποτελεί

σήμερα τον βασικό πρωτογενή ενεργειακό πόρο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ο οποίος συνεισφέρει σε μεγάλο βαθμό σε ρύπους. Λόγω κυρίως της καύσης ορυκτών καυσίμων, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ο τομέας με τις σημαντικότερες αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, τόσο σε τοπικό επίπεδο όσο και σε παγκόσμιο. Συνεπώς, η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, κυρίως αυτών που συνδέονται με τη συμβατική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είναι επιτακτική απαίτηση των σύγχρονων κοινωνιών.

Άλλα αέρια του θερμοκηπίου παράγονται σε μικρότερες ποσότητες σε σχέση με το CO₂, εντούτοις έχουν εξίσου σημαντική επίδραση επειδή παγιδεύουν θερμότητα πιο αποδοτικά. Το μεθάνιο (CH₄) είναι το δεύτερο πιο σύνηθες αέριο του θερμοκηπίου, οι αυξημένες εκπομπές του οποίου οφείλονται κατά κύριο λόγο στην κτηνοτροφία και στην αύξηση της κατανάλωσης κρέατος και γαλακτοκομικών σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι χλωροφθοράνθρακες (CFCs) και άλλα βιομηχανικά αέρια που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος της γήινης ατμόσφαιρας καταργούνται σταδιακά, αλλά αντικαθίστανται μερικώς από φθοριούχα αέρια, τα οποία μπορούν να ενισχύσουν σημαντικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τέλος, το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) προέρχεται από λιπάσματα και νιτρικά οξέα στη βιομηχανία και από την καύση ορυκτών καυσίμων.

Όσον αφορά στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, οι εκτιμήσεις βασίζονται στα διαφορετικά σενάρια που αναπτύσσονται από κυβερνήσεις και επιστήμονες, προκειμένου να προσεγγιστεί ο τρόπος και ο βαθμός με τον οποίο το μέχρι σήμερα διαμορφωμένο μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης θα επηρεάσει τη ζωή στον πλανήτη. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα σενάρια αυτά, η κλιματική αλλαγή, ως συνέπεια της ανθρώπινης δραστηριότητας, αφορά στην περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας, γεγονός που συνεπάγεται άνοδο της στάθμης της θάλασσας καθώς και επιπτώσεις στην ένταση και τη συχνότητα των καιρικών φαινομένων.

Σύμφωνα με την 4η Έκθεση Αξιολόγησης της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Αλλαγή του Κλίματος (IPCC, 2007), οι τομείς που αναμένεται να επηρεαστούν άμεσα και πιο έντονα είναι οι εξής:

- (i) τα **οικοσυστήματα**, τα οποία θα κληθούν να προσαρμοστούν ή/και να αναζητήσουν νέα περιβάλλοντα προκειμένου να εξασφαλίσουν νερό και τροφή,

γεγονός που θα επηρεάσει όχι μόνο τη δομή αλλά και τη γεωγραφική τους κατανομή, ενώ προβλέπεται παράλληλα, αύξηση του κινδύνου εξαφάνισης ορισμένων ειδών κατά 20-30%.

(ii) η **τροφή**, με τις επιπτώσεις να διαφοροποιούνται ανάλογα με την αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας. Έτσι, αύξηση κατά 1-3°C, αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής στα μεσαία και μεγάλα γεωγραφικά πλάτη, ενώ για τις ξηρές και τις τροπικές περιοχές προβλέπεται μείωση, γεγονός που συνεπάγεται και αντίστοιχες μετακινήσεις πληθυσμών.

(iii) το **νερό**, το οποίο προβλέπεται ότι θα μειωθεί στα μεσαία γεωγραφικά πλάτη και στις ξηρές περιοχές, ενώ ακόμα και στις περιοχές με μεγάλη ετήσια απορροή, η εμφάνιση ακραίων βροχοπτώσεων αναμένεται να οδηγήσει σε αύξηση των πλημμυρικών φαινομένων, επιφέροντας σημαντικές οικονομικές και κοινωνικές αλλαγές σε επίπεδο φυσικής υποδομής των κοινωνιών.

(iv) οι **παράκτιες περιοχές**, οι οποίες προβλέπεται πως θα αντιμετωπίσουν κίνδυνο διάβρωσης και υποβάθμισης του παράκτιου περιβάλλοντός τους, τόσο λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας όσο και των πλημμυρικών φαινομένων, με τους κατοίκους στις εκβολές των ποταμών στην Ασία και την Αφρική, καθώς και των μικρών νησιών να συγκαταλέγονται στους πιο ευπαθείς πληθυσμούς.

(v) η **βιομηχανία και οι οικισμοί** κοντά σε παράκτιες περιοχές, καθώς αναμένεται πως η κλιματική αλλαγή θα δημιουργήσει δυσμενείς συνέπειες για τους πληθυσμούς εκείνους, των οποίων η οικονομία στηρίζεται σε φυσικούς πόρους που εξαρτώνται από το κλίμα, όπως ο τουρισμός.

(vi) η **υγεία και η ποιότητα ζωής**, καθώς εκτιμάται ότι αφενός, τα ακραία καιρικά φαινόμενα θα αυξήσουν τους τραυματισμούς και τους θανάτους (με πιο ευπαθείς ομάδες τα παιδιά και τους ηλικιωμένους), και αφετέρου, λόγω της κλιματικής αλλαγής, θα δημιουργηθούν αρνητικές συνθήκες που θα ευνοήσουν τόσο τη μετάδοση ασθενειών όσο και την αύξηση της επικινδυνότητάς τους.

Τα μέτρα αντιμετώπισης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής διαφοροποιούνται και εξειδικεύονται, ανάλογα με τον τομέα στον οποίο αυτές εντοπίζονται, καθώς και με την ένταση που αναμένεται να τον επηρεάσουν. Ωστόσο, θα μπορούσε κανείς να

διακρίνει δύο βασικούς άξονες προς την κατεύθυνση της διαχείρισης του προβλήματος, τον μετριασμό και την προσαρμογή. Με τον όρο “**μετριασμός**” (mitigation) νοείται το σύνολο των δράσεων, οι οποίες στοχεύουν στον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων, είτε μέσω της μείωσης των εκπεμπόμενων αερίων και της διατήρησής τους σε επίπεδα που δεν απειλούν την ομαλή μετάβαση και προσαρμογή στις επερχόμενες μεταβολές, είτε μέσω της αύξησης των δυνατοτήτων απορρόφησης και αποθήκευσης των αερίων, που είναι υπεύθυνα για την κλιματική αλλαγή (IPCC, 2007). Ο όρος “**προσαρμογή**” (adaptation) αναφέρεται σε όλες εκείνες τις ενέργειες και παρεμβάσεις στα φυσικά και ανθρωπογενή συστήματα, ως αντίδραση στις επιπτώσεις που επέρχονται ή πρόκειται να επέλθουν λόγω της μεταβολής του κλίματος (IPCC, 2007), περιλαμβάνοντας και τις βραχυπρόθεσμες θετικές επιπτώσεις του φαινομένου, όπως είναι π.χ. οι μεγαλύτερης διάρκειας καλλιεργητικές περιόδους ή/και η αύξηση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων σε ορισμένες περιπτώσεις.

Σε κάθε περίπτωση, οι επιπτώσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι μερικές μόνο από τις πιθανές συνέπειες μιας νέας πραγματικότητας, η οποία έχει ήδη κάνει την εμφάνισή της, καθιστώντας σαφές πως είναι πλέον επιτακτική η ανάγκη αλλαγής της τρέχουσας νοοτροπίας και αναζήτησης νέων προτύπων, στο πλαίσιο ενός αξιοβίωτου και ποιοτικού τρόπου ζωής. Η ανάγκη αειφορικής αξιοποίησης των περιβαλλοντικών πόρων, όπως το κλίμα, η τοπογραφία, η βλάστηση, η διαχείριση του νερού και των αποβλήτων, και υιοθέτησης πρακτικών φιλικών προς το περιβάλλον, όπως η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και η πρόβλεψη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, απαιτεί μια νέα, ολιστική προσέγγιση.

Μέσα στη νέα αυτή πραγματικότητα προβάλλει ολοένα και περισσότερο αναγκαία η εφαρμογή του ολοκληρωμένου και αξιοβίωτου σχεδιασμού του χώρου, του σχεδιασμού που προωθεί τη συλλειτουργία μιας διεπιστημονικής ομάδας ερευνητών, σε συνεργασία με τους φορείς ανάπτυξης και την κοινωνία, αρμονικά και ισότιμα, έτσι ώστε η ανάπτυξη του χώρου να σέβεται και να εξασφαλίζει ποιοτικές συνθήκες ζωής τόσο για τις τωρινές όσο και για τις μελλοντικές γενιές. Με τη συμμετοχή και τη συνεργασία των τοπικών κοινωνιών και των επιστημόνων που κατέχουν την τεχνογνωσία για να προτείνουν λύσεις ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες και προοπτικές, διασφαλίζει κανείς ότι η τελική επιλογή θα είναι ευρύτερα αποδεκτή και δεν θα υπάρξουν

μελλοντικές αντιπαραθέσεις, ενστάσεις ή αντιδράσεις, συμβάλλοντας παράλληλα στην ολοκληρωμένη διαχείριση του χώρου σε βάθος χρόνου.

Η έννοια της **βιώσιμης** ή «**αειφόρου**» **ανάπτυξης** (Sustainable development), όπως αυτή διατυπώθηκε το 1987 στην Έκθεση της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (Brundtland Commission, 1987), εξ ορισμού, περιγράφει την αναγκαιότητα της οικολογικής και ορθολογικής διαχείρισης των διαθέσιμων πόρων σε συνάρτηση με την έννοια του χρόνου, θέτοντας στόχους και προοπτικές για τις μελλοντικές γενιές. Συνεπώς, ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός, ενσωματώνοντας τις αρχές αυτές, δεν μπορεί παρά να απαιτεί σχεδιασμό που εφαρμόζει μακροπρόθεσμες στρατηγικές, οι οποίες εντάσσονται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο υπερτοπικού χαρακτήρα, καθώς και διαδικασίες που προϋποθέτουν την ευρύτερη συμμετοχή των πολιτών, έτσι ώστε το αποτέλεσμα να είναι καθολικά αποδεκτό από το σύνολο της κοινωνίας. Μέσα από τη διαδικασία του συμμετοχικού σχεδιασμού και της διαβούλευσης, οι πολίτες ενημερώνονται, νιώθουν συμμετοχοί στα κοινωνικά δρώμενα, συναισθάνονται την κοινωνική ευθύνη και αντιλαμβάνονται τη σημασία και την αναγκαιότητα της ουσιαστικής αλλαγής προς μια νέα πραγματικότητα. Η νέα αυτή θεώρηση δεν περιλαμβάνει μόνο πρακτικές που αφορούν στον σχεδιασμό του χώρου, αλλά πρόκειται για έναν γενικότερο τρόπο ζωής και συμπεριφοράς που ενσωματώνει τέτοιες αρχές σε όλες τις εκφάνσεις του.

Διαχρονική εξέλιξη των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα

Σύμφωνα με την έκθεση ‘Climate change, annual inventory submission under the convention and the Kyoto Protocol for greenhouse and other Gases for the years 1990-2010’ του ΥΠΕΚΑ (Ministry of Environment, 2012), το σύνολο των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ελλάδα, εξαιρουμένου του τομέα “χρήσεις γης, αλλαγή χρήσεων γης και δασοπονία” (LULUCF), ανήλθε το 2010 στους 118,3 εκατ. τόνους ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα, έναντι 105 εκατ. τόνων το 1990, σημειώνοντας αύξηση 12,67%. Ωστόσο, η αύξηση έως το 2006 σε σύγκριση με το έτος βάσης του Πρωτοκόλλου του Κιότο ήταν 24,4% (οι εκπομπές αερίων το έτος βάσης έχουν προσδιοριστεί στους 105 εκατ. τόνους), έναντι στόχου για αύξηση το πολύ έως 25% μέχρι το 2008-2012.

Πίνακας 1: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα (σε Kt CO₂ eq) για το διάστημα 1990-2000

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
A. GHG emissions per gas (excluding LULUCF)											
CO ₂	83301.00	83016.87	84718.81	84064.68	86338.80	88800.09	88917.19	93763.23	98871.77	99068.26	103210.17
CH ₄	10321.96	10276.63	10397.23	10369.93	10554.04	10580.86	10810.16	10716.54	10950.65	10865.81	10817.83
N ₂ O	10281.00	9979.05	9825.67	8962.02	8767.50	9033.48	9262.34	9042.57	8986.12	8898.09	8571.72
HFC	935.06	1106.82	908.39	1609.35	2150.52	3304.78	3844.18	4138.19	4638.51	5453.41	4345.18
PFC	163.37	164.17	161.21	96.98	60.37	53.97	46.14	107.67	133.04	90.32	105.09
SF ₆	3.07	3.16	3.26	3.35	3.45	3.59	3.68	3.73	3.78	3.87	3.99
Total	105005.46	104545.70	106004.57	105096.30	107875.68	109776.76	112883.09	117771.03	123383.07	123379.76	127053.98
B. GHG emissions/removals from LULUCF											
CO ₂	-2571.00	-2657.11	-2958.90	-3213.84	-2937.17	-3274.50	-2857.52	-2742.97	-3057.28	-3216.25	-2935.72
CH ₄	26.90	16.76	50.13	39.99	39.20	19.61	15.50	28.31	67.64	6.05	95.19
N ₂ O	2.73	1.70	5.09	4.06	3.99	1.99	1.57	2.87	6.86	0.61	9.66
Total	-2541.37	-2638.65	-2903.68	-3209.80	-2893.99	-3252.80	-2840.46	-2711.79	-2982.78	-3209.58	-2838.87

Πηγή: Ministry of Environment, 2012

Πίνακας 2: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα (σε Kt CO₂ eq) για το διάστημα 2001-2010

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A. GHG emissions per gas (excluding LULUCF)										
CO ₂	105589.73	105216.19	109351.32	109635.71	113407.80	111928.39	114442.27	110707.29	104472.44	97468.85
CH ₄	10028.24	10047.00	10073.90	10113.24	10148.37	10189.71	10032.42	9988.42	9731.05	9794.61
N ₂ O	8395.15	8313.59	8236.60	8244.17	7942.56	7728.75	7911.16	7514.51	7058.04	7357.59
HFC	3964.27	4130.47	3930.35	4014.57	4086.28	2229.07	2574.46	2956.54	3356.11	3557.92
PFC	71.16	69.14	72.47	68.99	69.89	66.35	76.22	89.12	69.87	101.61
SF ₆	4.06	4.25	4.25	4.47	6.45	8.37	9.92	7.53	5.26	6.14
Total	128032.61	127780.65	131668.89	132081.14	135661.35	132150.62	135046.45	131263.40	124692.77	118286.73
B. GHG emissions/removals from LULUCF										
CO ₂	-2786.57	-3079.29	-2766.77	-2965.92	-2896.74	-2957.87	-2383.65	-2751.34	-2836.79	-2649.58
CH ₄	15.37	2.49	3.40	8.53	4.90	9.64	167.23	20.26	20.94	7.06
N ₂ O	1.56	0.25	0.35	0.87	0.50	0.98	16.97	2.06	2.13	0.72
Total	-2769.64	-3076.55	-2763.02	-2956.53	-2891.34	-2947.25	-2199.45	-2729.02	-2813.72	-2641.81

Πηγή: Ministry of Environment, 2012

Όσον αφορά στην εκατοστιαία κατανομή των εκπομπών των έξι αερίων θερμοκηπίου, το 2009 το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) κατέχει το μεγαλύτερο μερίδιο (85,1%). Ακολουθούν με μικρότερα ποσοστά συμμετοχής το μεθάνιο (CH₄) και το υποξείδιο του αζώτου (N₂O), με 7,1% και 5,6% αντίστοιχα (Πίνακας 3).

Πίνακας 3: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στην Ελλάδα για το διάστημα 1990-2009

Emissions (Mt CO₂-eq)

GHG	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
CO ₂	83,3	86,8	103,2	113,4	114,4	110,1	104,3
CH ₄	9,8	10,0	9,9	9,2	9,0	8,8	8,7
N ₂ O	10,1	8,9	8,4	7,8	7,8	7,1	6,9
HFC	0,9	3,3	4,3	4,0	2,1	2,5	2,6
PFC	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0
SF ₄	0	0	0	0	0	0	0
Total	104,4	109,1	126	134,5	133,4	128,6	122,5

Breakdown by gas (%)

GHG	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
CO ₂	79,8	79,6	81,9	84,4	85,8	85,7	85,1
CH ₄	9,4	9,1	7,9	6,8	6,7	6,8	7,1
N ₂ O	9,7	8,2	6,7	5,8	5,8	5,5	5,6
HFC	0,9	3	3,4	2,9	1,6	1,9	2,1
PFC	0,3	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0
SF ₄	0	0	0	0	0	0	0
Total	100	100	100	100	100	100	100

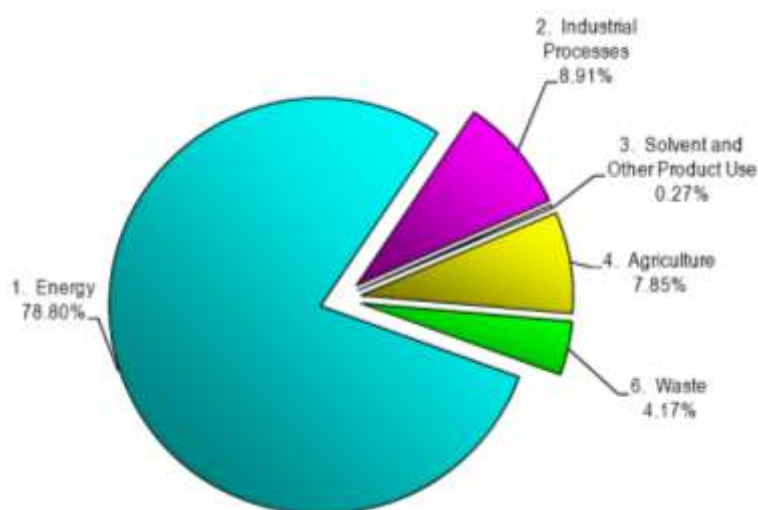
Index of emissions (base year = 100)

GHG	1990	1995	2000	2005	2007	2008	2009
CO ₂	100	104,2	123,9	136,1	137,4	132,2	125,3
CH ₄	100	102,0	101,8	94	92,1	90,1	89,5
N ₂ O	100	87,9	83,3	76,8	76,9	69,9	67,8
HFC		100	131	121,3	64,3	76,1	78,8
PFC		100	176,8	85,2	70,2	88,7	42,1
SF ₄		100	111,3	180	276,7	210	140
Total	100	104,4	120,7	128,7	127,8	123,2	117,4

Πηγή: *iea.org*, 2011

Ως προς την προέλευση των εκπομπών αερίων, οι δραστηριότητες που έχουν σχέση με την ενέργεια αποτελούν τη μεγαλύτερη πηγή αερίων του θερμοκηπίου με ποσοστό 78,8% (93,2 εκατ. τόνοι ισοδύναμου CO₂). Από αυτές τις δραστηριότητες, οι περισσότεροι ρύποι εκπέμπονται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από δημόσιους φορείς (38,4%), από τις μεταφορές (18,1%) —κυρίως οδικές (15,4%)—και

τα νοικοκυριά (7,2%). Συνεπώς, ο εκσυγχρονισμός του ενεργειακού σχεδιασμού και η ανάπτυξη φιλικών προς το περιβάλλον μορφών ενέργειας πρέπει να αποτελέσουν βασικές προτεραιότητες της εθνικής ενεργειακής στρατηγικής. Δεύτερη σε σπουδαιότητα πηγή αερίων του θερμοκηπίου μετά την ενέργεια είναι οι βιομηχανικές διεργασίες (8,91%), ενώ ακολουθούν η γεωργία (7,85%) και τα απόβλητα (4,17%). (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Σχετική συνεισφορά ανά τομέα δραστηριότητας στις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για το έτος 2010

Πηγή: *Ministry of Environment, 2012*

Πίνακας 4: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ανά τομέα στην Ελλάδα (σε Kt CO₂ eq) για το διάστημα 2001-2010

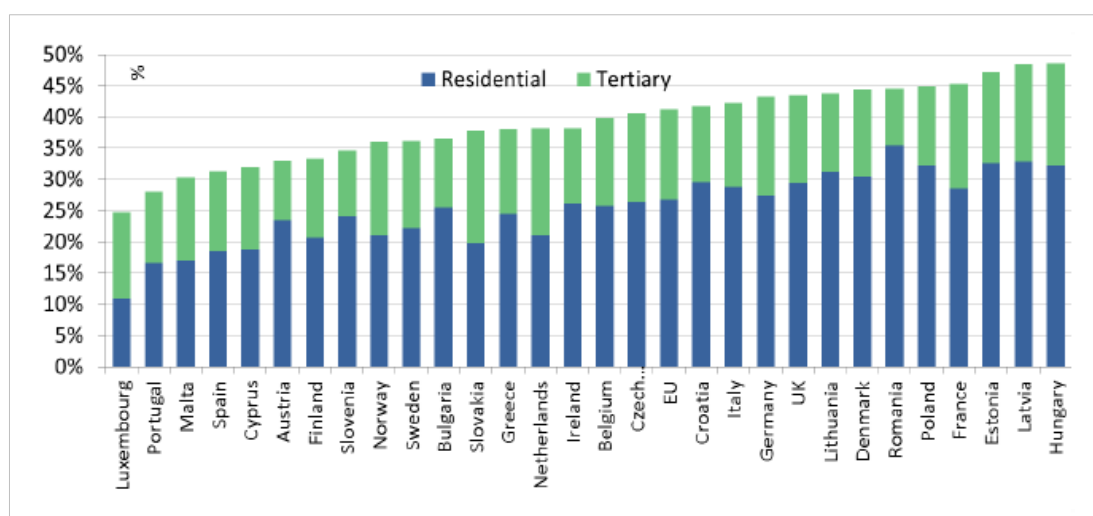
Year	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Energy	99603.51	99419.00	103379.12	103652.91	106842.82	105592.36	108195.62	104915.56	100491.25	93212.74
Industrial processes	13328.58	13379.86	13299.66	13374.00	13998.88	11754.72	12014.76	11887.28	10262.74	10542.02
Solvents	304.28	305.13	305.93	306.75	309.29	311.92	313.41	314.13	315.60	316.17
Agriculture	9859.75	9828.56	9764.65	9847.87	9555.08	9388.59	9603.27	9223.42	8939.37	9282.22
Waste	4936.49	4848.11	4919.53	4899.62	4955.28	5103.03	4919.39	4923.01	4683.80	4933.57
Total 1)	128032.61	127780.65	131668.89	132081.14	135661.35	132150.62	135046.45	131263.40	124692.77	118286.73
LULUCF	-2769.64	-3076.55	-2763.02	-2956.53	-2891.34	-2947.25	-2199.45	-2729.02	-2813.72	-2641.81
Index per sector										
Energy	128.46	128.22	133.33	133.68	137.79	136.18	139.54	135.31	129.60	120.21
Industrial processes	131.95	132.46	131.67	132.40	138.59	116.37	118.95	117.69	101.60	104.37
Solvents	98.68	98.96	99.22	99.48	100.31	101.16	101.64	101.88	102.36	102.54
Agriculture	85.86	85.59	85.03	85.76	83.21	81.76	83.63	80.32	77.85	80.83
Waste	88.56	86.97	88.25	87.90	88.89	91.54	88.25	88.32	84.02	88.50
Total 2)	121.93	121.69	125.39	125.79	129.19	125.85	128.61	125.01	118.75	112.65

Πηγή: *Ministry of Environment, 2012*

Κτηριακός τομέας

Σύμφωνα με την έκθεση ‘Τάσεις και πολιτικές για την ενεργειακή απόδοση στον οικιακό και τριτογενή τομέα’ (‘Energy efficiency trends and policies in the Household and Tertiary Sectors’), η οποία βασίζεται στις βάσεις δεδομένων του προγράμματος ODYSSEE-MURE, τα κτήρια ευθύνονται για το 40% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας και για το 55% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση (δεδομένα για το έτος 2012). Ο κτηριακός τομέας είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής τελικής ενέργειας, ενώ ακολουθούν οι μεταφορές με 32%, η βιομηχανία με 26% και ο αγροτικός τομέας με 2%.

Στο διάγραμμα1 παρουσιάζεται το ποσοστό της συμμετοχής των κτηρίων του οικιακού και τριτογενούς τομέα στην κατανάλωση τελικής ενέργειας ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το ίδιο έτος (2012). Όπως προκύπτει, κατά μέσο όρο στις 28 χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, τα δύο τρίτα της κατανάλωσης τελικής ενέργειας αφορούν τα κτήρια κατοικιών, με τις αναλογίες όμως να διαφοροποιούνται ανά χώρα.

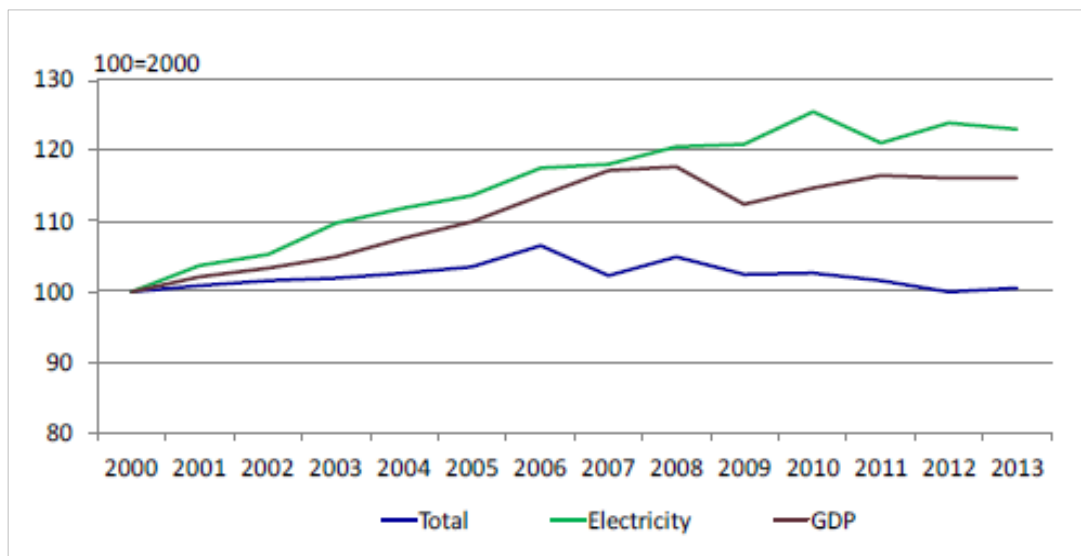


Διάγραμμα 1: Συμμετοχή των κτηρίων του οικιακού και τριτογενούς τομέα στην τελική κατανάλωση ενέργειας ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2012.

πηγή: ODYSSEE-MURE, 2015

Όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων, από το 2008 κι έπειτα παρατηρείται μείωση με ρυθμό 0,9%/έτος, μετά την αύξηση κατά 0,6%/έτος, η οποία σημειώθηκε στο διάστημα 2000-2008. Η τάση αυτή δεν μπορεί να αποδοθεί πλήρως στην οικονομική ύφεση, καθώς η συρρίκνωση του ΑΕΠ στην Ευρώπη ήταν μικρότερη (-0,3%/έτος). Η κατανάλωση ηλεκτρισμού, μετά τη ραγδαία αύξηση που σημείωσε

μέχρι το 2008, με ρυθμό αντίστοιχο με το ΑΕΠ, έχει παραμείνει σχεδόν σταθερή (Διάγραμμα 2).

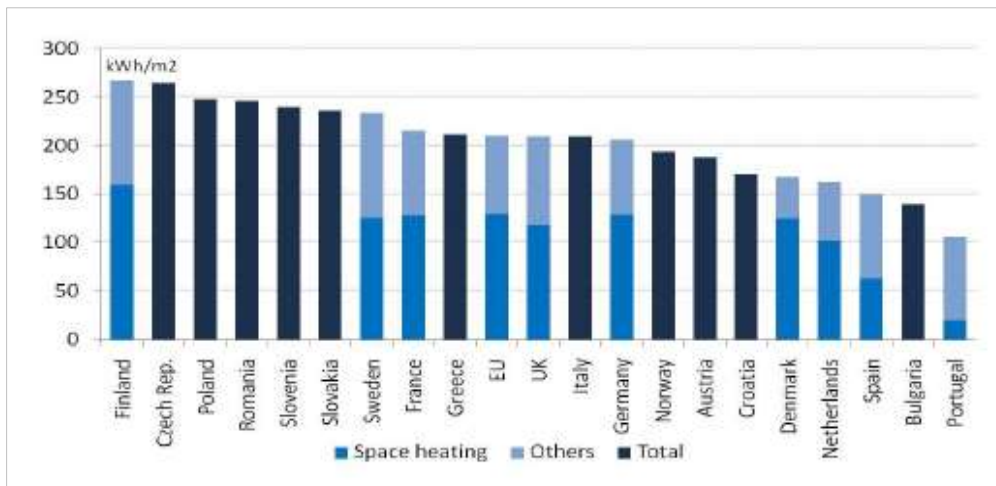


Διάγραμμα 2: Οι τάσεις της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και του ΑΕΠ στην Ευρώπη

πηγή: ODYSSEE-MURE, 2015

Σύμφωνα με την ίδια έκθεση, όσον αφορά τη μέση κατά κεφαλήν κατανάλωση των κτηρίων για το 2012, αυτή ανέρχεται σε 0,9toe σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, με εύρος που κυμαίνεται από 0,3-0,4toe/άτομο για τη Μάλτα και την Πορτογαλία έως 1,6toe για τη Φινλανδία και 2toe/άτομο για το Λουξεμβούργο.

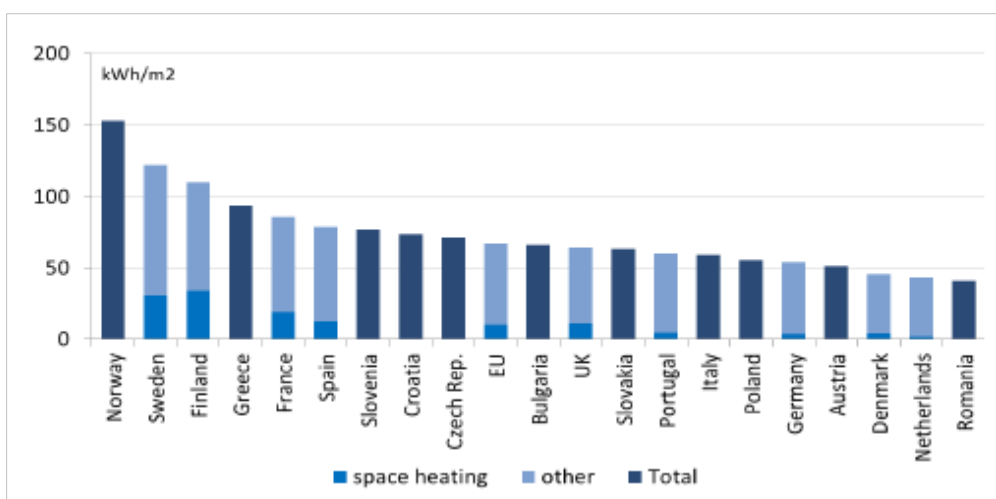
Στο διάγραμμα που ακολουθεί αποτυπώνεται η ετήσια ειδική κατανάλωση ανά m^2 για όλους τους τύπους κτηρίων ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με τη μέση τιμή να κυμαίνεται για το 2012 στις 210 kWh/ m^2 . Όπως προκύπτει από το συγκεκριμένο διάγραμμα, υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις ευρωπαϊκές χώρες, οι οποίες μπορούν να ερμηνευθούν μερικώς αφενός, από τις διαφορετικές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χώρα, στοιχείο που καθορίζει και διαφοροποιεί τις αντίστοιχες ανάγκες θέρμανσης και ψύξης, και αφετέρου από παραδοχές κατά τη στατιστική επεξεργασία των αντίστοιχων δεδομένων.



Διάγραμμα 3: Ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε κανονικές κλιματικές συνθήκες για το 2012.

πηγή: ODYSSEE-MURE, 2015

Σημαντικές διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις χώρες παρατηρούνται, επίσης, και σε σχέση με την ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά m^2 (Διάγραμμα 3), με τις υψηλότερες τιμές να παρατηρούνται στις Σκανδιναβικές χώρες (Νορβηγία, Σουηδία, Φινλανδία) και στη Γαλλία, κυρίως λόγω των υψηλών αναγκών σε θέρμανση, ενώ οι εξίσου υψηλές τιμές ηλεκτρικής ενέργειας που παρατηρούνται στην Ελλάδα και την Ισπανία αφορούν την κάλυψη αναγκών ψύξης. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στο συγκεκριμένο διάγραμμα περιλαμβάνονται στοιχεία για τις χώρες που διαθέτουν δεδομένα σε επίπεδο επιφάνειας χώρου, τόσο για κτήρια κατοικιών όσο και για κτήρια άλλης χρήσης.



Διάγραμμα 4: Ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/m^2) των κτηρίων ανά χώρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2012.

πηγή: ODYSSEE-MURE, 2015

Μέσα στο γενικότερο πλαίσιο αντιμετώπισης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και της συνειδητής αλλαγής προς μια νέα πραγματικότητα, που αφορά σε έναν ουσιαστικότερο τρόπο ζωής και συμπεριφοράς, οι προκλήσεις που διαμορφώνονται σήμερα ως προς την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων αφορούν:

- στην αναγκαιότητα ανακαίνισης των υφιστάμενων κτηρίων με στόχο την ενεργειακή τους αναβάθμιση και την εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού τους περιβάλλοντος, με τρόπο συμβατό προς τα πρότυπα της αειφόρου και βιώσιμης κοινωνίας. Ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στα δημόσια κτήρια, αφενός γιατί αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό του κτηριακού αποθέματος, συμβάλλοντας σημαντικά στην κατανάλωση ενέργειας, και αφετέρου γιατί θα αποτελέσουν παράδειγμα για τα υπόλοιπα κτήρια. Παράλληλα, απαιτείται η βελτίωση των συνθηκών του αστικού περιβάλλοντος μέσω κατάλληλων αναπλάσεων, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα πιο ευνοϊκό μικροκλίμα στις πόλεις, συμβάλλοντας σημαντικά στην περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας.
- στην αντιμετώπιση της συνεχούς αύξησης των αναγκών ψύξης των κτηρίων, ως αποτέλεσμα τόσο της κλιματικής αλλαγής και της αύξησης της θερμοκρασίας, όσο και του τρόπου δόμησης των κτηρίων και της παραγωγής του δομημένου χώρου, οι οποίοι, αγνοώντας τις φυσικές παραμέτρους του κλίματος και τις τοπικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής, ακολούθησαν πρότυπα και αρχές μέσα στο πλαίσιο της παγκόσμιας κοινωνίας της αφθονίας, του καταναλωτισμού και της τυποποίησης, αποσυνδέοντας τα κτήρια από τα ιδιαίτερα δεδομένα του τόπου και αναζητώντας εκ των υστέρων λύσεις σε υπερδιαστασιοποιημένα συστήματα και ενεργοβόρες ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.
- στην ενσωμάτωση συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, όχι μόνο στα κτήρια αλλά και στο ευρύτερο δομημένο περιβάλλον, καθώς η χρήση τους αφενός είναι φιλική προς το περιβάλλον και ανεξάντλητη και αφετέρου, συντελεί στη μείωση της ζήτησης συμβατικών καυσίμων για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών, εξοικονομώντας ενέργεια και συμβάλλοντας στη μείωση των εκπομπών των αερίων που ευθύνονται για την καταστροφή του περιβάλλοντος. Η ένταξη τέτοιων συστημάτων στο αστικό περιβάλλον συνεπάγεται τη μεταφορά της παραγωγής ενέργειας πιο κοντά στα σημεία

ζήτησης και κατανάλωσης, γεγονός που συντελεί παράλληλα και στη μείωση των προβλημάτων που σχετίζονται με τη μεταφορά και τη διανομή ενέργειας, όπως είναι η μείωση της απόδοσης λόγω απωλειών αλλά και το αυξημένο κόστος των αντίστοιχων δικτύων.

Πιο συγκεκριμένα, οι στόχοι που τέθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο της πολιτικής σχετικά με την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και την ενεργειακή ασφάλεια, στο Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Μαρτίου του 2007, με χρονικό ορίζοντα το έτος 2020, είναι γνωστοί ως στόχοι 20-20-20 και αποβλέπουν:

- στην εξοικονόμηση πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας κατά 20% σε σχέση με το 1990 μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης,
- στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% σε σχέση με το ίδιο έτος αναφοράς, και
- στην αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ύψος 20% (ΥΠΕΚΑ, 2016).

Για τις ανάγκες επίτευξης των παραπάνω στόχων, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει εκδώσει μια σειρά από οδηγίες που αφορούν τον κτηριακό τομέα και την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, τις οποίες τα κράτη-μέλη έχουν ενσωματώσει στις εθνικές νομοθεσίες τους, αναλαμβάνοντας την υποχρέωση να θεσπίσουν και να υλοποιήσουν μέτρα, σύμφωνα με τους στόχους που τίθενται κάθε φορά. Στον Πίνακα 5 καταγράφονται οι νόμοι βάσει των οποίων η ελληνική νομοθεσία έχει εναρμονιστεί με τις αντίστοιχες Ευρωπαϊκές οδηγίες.

Ειδικότερα, η Οδηγία 2010/31/ΕΕ (Οδηγία 2010/31/ΕΕ, 2016), η οποία ενσωματώθηκε στο εθνικό δίκαιο με τον νόμο 4122/2013 (ΦΕΚ 42/19-2-2013), εκτός από την αναγκαιότητα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου κτηριακού αποθέματος στην Ευρώπη, εισάγει την έννοια των κτηρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (nZEB). Πιο συγκεκριμένα, όπως επισημαίνεται στο άρθρο 9 (παρ. 1) της Οδηγίας, θα πρέπει:

α) έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020 όλα τα νέα κτήρια να αποτελούν κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, και

Πίνακας 5: Θεσμικό πλαίσιο – εναρμόνιση με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες

Ευρωπαϊκό πλαίσιο	Εθνικό πλαίσιο
	1980: Κανονισμός Θερμομόνωσης 2000: Κανονισμός ορθολογικής Χρήσης & Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ)
Οδηγία 2002/91	2008: Ν. 3661/2008 2010: Ν. 3851/2010 2010: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ) 2010: Π.Δ. Ενεργειακών Επιθεωρητών
Οδηγία 2006/32	2008: Υ.Α. για τα δημόσια κτήρια 2008: 1° ΕΣΔΕΑ 2010: Ν. 3855/2010 2011: Υ.Α. για τις ESCOs 2011: 2° ΕΣΔΕΑ
Οδηγία 2010/31	2013: Ν. 4122/2013
Οδηγία 2012/27	2015: Ν. 4342/2015

πηγή: cres, 2016

β) μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2018 τα νέα κτήρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους να αποτελούν κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

Ως κτήρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας (net Zero Energy Buildings) ορίζονται ‘τα κτήρια με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση.... Η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να συνίσταται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές, περιλαμβανομένης της παραγομένης επιτόπου ή πλησίον του κτηρίου’ (Οδηγία 2010/31/ΕΕ , άρθρο 2).

Η Οδηγία 2012/27/ΕΕ (2012/27/ΕΕ, 2016) για την ενεργειακή απόδοση, σε συνέχεια της προηγούμενης οδηγίας, αναγνωρίζει τον κρίσιμο ρόλο που έχει το υφιστάμενο κτηριακό απόθεμα, θεωρώντας το ‘τον μοναδικό τομέα με τις μεγαλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας’, και καλεί τα κράτη μέλη να αυξήσουν το ποσοστό των ανακαινιζόμενων κτηρίων, καθορίζοντας ένα ετήσιο ποσοστό ανακαίνισης των κτηρίων που ανήκουν σε δημόσιους φορείς, το οποίο στο άρθρο 5 (παρ. 1) ανέρχεται στο 3% ‘του συνολικού εμβαδού δαπέδου θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτηρίων που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβάνονται από την κεντρική δημόσια διοίκηση’.

Η ιδιαίτερη αναφορά που γίνεται και στις δύο παραπάνω οδηγίες, και κατ' επέκταση στους νόμους με τους οποίους οι οδηγίες αυτές έχουν ενσωματωθεί στο ελληνικό δίκαιο, καθιστά σαφές πως τα κτήρια που ανήκουν και στεγάζουν υπηρεσίες και δραστηριότητες της κεντρικής δημόσιας διοίκησης, νέα και υφιστάμενα, οφείλουν να αποτελέσουν παράδειγμα στην προσπάθεια αφύπνισης και ευαισθητοποίησης σε ζητήματα εξοικονόμησης ενέργειας και προστασίας του περιβάλλοντος.

Προς την κατεύθυνση αυτή, όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, μπορούν και οφείλουν να συνδράμουν και τα κτήρια εκπαίδευσης, όλων των βαθμίδων, δημόσια και ιδιωτικά, καθώς ο εκπαιδευτικός τους ρόλος δεν περιορίζεται μόνο στα προγράμματα σπουδών και στην παροχή γνώσεων, αλλά οφείλει πλέον να ενσωματώνει τις αρχές και τις αξίες οι οποίες προάγουν ένα νέο τρόπο ζωής που αντιλαμβάνεται την αναγκαιότητα υιοθέτησης πρακτικών φιλικών προς το περιβάλλον σε όλες τις εκφάνσεις του.

Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Όσον αφορά τα κτήρια, οι έννοιες του μετριασμού και της προσαρμογής είναι αλληλένδετες. Η εξοικονόμηση ενέργειας (μετριασμός) προκύπτει μέσα από την προσαρμογή τους, σε όλο τον κύκλο ζωής τους, στις εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες, γεγονός που καθιστά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό πιο επίκαιρο από ποτέ. Όπως επισημαίνεται και στην Οδηγία 2010/31/ΕΕ, *‘στα μέτρα για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τόσο οι κλιματολογικές όσο και οι τοπικές συνθήκες καθώς και οι κλιματικές συνθήκες σε εσωτερικούς χώρους...’* (Οδηγία 2010/31/ΕΕ, 2016).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί την προσέγγιση εκείνη της αρχιτεκτονικής, η οποία αφορά στην προσαρμογή των κτηρίων και του δομημένου περιβάλλοντος γενικότερα, στο κλίμα, στα χαρακτηριστικά και στους πόρους μιας περιοχής, με τρόπο αειφορικό, έτσι ώστε να εξασφαλιστούν επιθυμητές συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης με τις ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Μιλώντας κανείς για τους πόρους ενός τόπου, αναφέρεται σε όλα εκείνα τα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος – το πράσινο, το νερό, τον άνεμο και τον ήλιο, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν στα πλαίσια της αειφορικής προσέγγισης και του οικολογικού σχεδιασμού (Τζανακάκη, 2012).

Η κατάλληλη χρήση της βλάστησης, με την επιλογή αειθαλών και φυλλοβόλων φυτών σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό αλλά και τη διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων, έχει σημαντικά οφέλη στην εξοικονόμηση ενέργειας, πέρα από τη δεδομένη αισθητική αξία.

Αντίστοιχα, η διαχείριση του νερού, τόσο με τη συλλογή του νερού της βροχής και την επαναχρησιμοποίησή του, τη μείωση της αλόγιστης κατανάλωσής του αλλά και την εκμετάλλευση του φαινομένου της εξάτμισης για τη μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου, αποτελεί σημαντική παράμετρο για την υγιή και βιώσιμη ανάπτυξη.

Ακόμα, σημαντικά πλεονεκτήματα παρουσιάζει και η ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σχεδιασμό, καθώς είναι φιλικές προς το περιβάλλον, συμβάλλοντας παράλληλα στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε σύγκριση με τις συμβατικές πηγές. Η ηλιακή, η αιολική και η γεωθερμική ενέργεια, η

υψηλή θερμική αδράνεια του εδάφους καθώς και η παραγωγή ενέργειας από τη χρήση βιομάζας, αποτελούν μορφές ενέργειας οι οποίες, σε συνδυασμό με τις κατάλληλες αρχιτεκτονικές πρακτικές, μπορούν να δώσουν λύσεις συμβατές με τις σύγχρονα ενεργειακά δεδομένα.

Πίνακας 6: Ταξινόμηση κατασκευαστικών στοιχείων της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και της βλάστησης με βάση τη βιοκλιματική τους λειτουργία

Βιοκλιματική λειτουργία	Παραδοσιακά στοιχεία	Βλάστηση
1. Αερισμός	Διαμπερής αερισμός Φαινόμενο καμινάδας Συλλέκτης αύρας/πύργοι ανέμου Φεγγίτης	
2. Δροσισμός	Δροσισμός μέσω εξάτμισης Θερμική αδράνεια / θερμική μάζα Εξωτερικές επιφάνειες: υλικά, χρώμα, ανάγλυφο	Αναρριχώμενα φυτά – κατακόρυφη διάταξη παράλληλα στον τοίχο (δυτικά)
3. Σκιασμός και ηλιοπροστασία με πρόσθετα στοιχεία	Πατζούρια Πέργκολα Προεξοχές από το κέλυφος και την	Αναρριχώμενα φυτά – οριζόντια διάταξη σε πέργκολα (νοτιοανατολικά)
4. Σκιασμός και ηλιοπροστασία ενσωματωμένα στη μάζα του κτηρίου	Αίθριο, αυλή Ημιπαιθριοι (λότζια, στοά κλπ) Βεράντα, μπαλκόνι	
5. Θερμομόνωση / θερμική αδράνεια	Θερμική μάζα / πέτρα – χώμα Ημιυπόσκαφες / υπόσκαφες κατασκευές Στρώσεις από φύκια / καλάμια / τσατμάδες	
6. Θέρμανση	Νότιος προσανατολισμός ανοιγμάτων Νότια αυλή - βεράντα (λιακωτό - λιακός) Χαγιάτι	Φυλλοβόλα φυτά στον νότιο προσανατολισμό
7. Φυσικός φωτισμός	Ανοίγματα οροφής	
8. Διαχείριση υδάτων	Δεξαμενές Διαβάθμιση δωματίων, υδρορροές Αυλάκια	
9. Προστασία από τους ανέμους	Μικρά ανοίγματα στον Βορρά Διαμόρφωση μικροκλίματος Εκμετάλλευση κλίσης εδάφους	"Πετάσματα βλάστησης" – αειθαλή δυνατά φυτά κάθετα στη διεύθυνση του ανέμου π.χ. κυπαρίσσια
10. Προστασία από την υγρασία	"Κουτούντος" : στενός διάδρομος (κενό αέρα) ανάμεσα στο χώμα και τον τοίχο "Σοφάς" : ξύλινο υπερυψωμένο επίπεδο για ύπνο – εμποδίζει την άμεση επαφή με το έδαφος	

πηγή: Σιατίτσα, 2007

Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η αξιοποίηση των εγγενών πόρων και των χαρακτηριστικών ενός τόπου, θεωρείται αναγκαία και απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία ενός αξιοβίωτου δομημένου περιβάλλοντος, ενώ αποτελεί πρακτική ευρέως διαδεδομένη στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική –όχι μόνο της Ελλάδας, όταν ακόμα ο άνθρωπος συμβίωνε αρμονικά με τη φύση και αναζητούσε στο περιβάλλον τα όρια της ύπαρξής του.

Με τρόπο αντίστοιχο, φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί διαθέτουν ή έχουν αναπτύξει μηχανισμούς συμπεριφοράς ή/και δομικά χαρακτηριστικά, προκειμένου να προσαρμοστούν και να επιβιώσουν στο περιβάλλον τους, τα οποία σε πολλές περιπτώσεις θα μπορούσαν να αποτελέσουν πηγή γνώσης για χειρονομίες συμβατές με τα βιοκλιματικά πρότυπα (Πίνακας 7).

Ενδεικτικά, στους τρόπους με τους οποίους η βιοκλιματική αρχιτεκτονική υιοθετεί στοιχεία από τη φύση θα μπορούσε να αναγνωρίσει κανείς:

- τον τρόπο με τον οποίο τα φυτά αξιοποιούν την ηλιακή ακτινοβολία: η βέλτιστη αξιοποίηση έγκειται στο φαινόμενο του ηλιοτροπισμού, δηλαδή του τρόπου που αυτά στρέφονται προς τον ήλιο -αντίστοιχα με τον κατάλληλο προσανατολισμό και την κλίση που πρέπει να έχουν τα διάφορα παθητικά ηλιακά συστήματα, ώστε να εξασφαλίσουν τη μέγιστη απόδοση.
- την επιλογή της θέσης που επιλέγουν τα ζώα εν γένει, για την κατασκευή της φωλιάς τους: καθορίζεται κυρίως από τις ευνοϊκές συνθήκες ως προς τον άνεμο και τον ήλιο, πέρα από ζητήματα ασφάλειας, ενώ σε πολλές περιπτώσεις, οι φωλιές κατασκευάζονται μέσα στο έδαφος- με αντίστοιχο τρόπο δομούνται τα κτήρια και τα οικιστικά σύνολα της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, ενώ οι υπόσκαφες κατασκευές εκμεταλλεύονται το έδαφος ως πηγή θερμικής προστασίας ή/και ψύξης, ανάλογα με τα ζητούμενα κάθε εποχής.
- την επιλογή των υλικών για την κατασκευή της φωλιάς: καθορίζεται από τα διαθέσιμα στο άμεσο περιβάλλον υλικά, υλικά φυσικά που μπορούν να μεταφερθούν εύκολα και γρήγορα. Η επιλογή τοπικών υλικών αποτελεί θεμελιώδη αρχή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, τόσο ως προς την αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων όσο και ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας από τη μείωση του κόστους μεταφοράς (ενσωματωμένη ενέργεια).

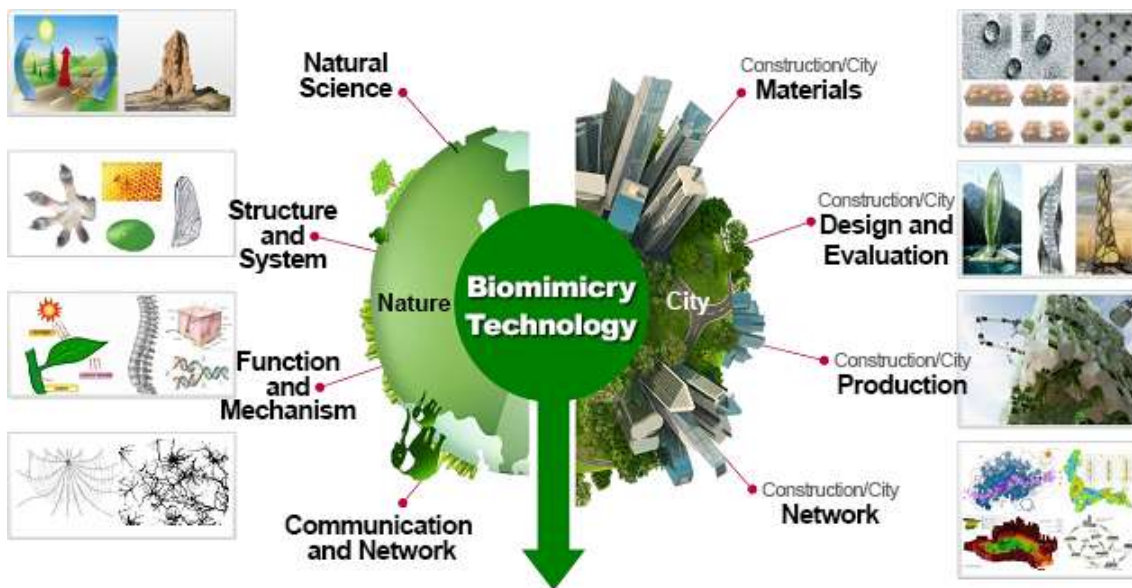
- τον τρόπο προσαρμογής των φυτών σε περιοχές με περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού: μπορούν να αποθηκεύουν το νερό σε περιόδους που αυτό είναι διαθέσιμο, ενώ ταυτόχρονα, διαθέτουν μικρής επιφάνειας φύλλα ώστε να περιορίζουν το φαινόμενο της διαπνοής. Με αντίστοιχο τρόπο, η βιοκλιματική προσέγγιση αφενός προτείνει τρόπους εξοικονόμησης στη χρήση του νερού, και αφετέρου προωθεί τη συλλογή, τη διαχείριση και την αξιοποίηση του νερού της βροχής.

Πίνακας 7: Αντιπροσωπευτικά παραδείγματα προσαρμογής από το φυτικό και το ζωικό βασίλειο.

Μέσο	Φυτά	Ζώα
Ψύξη	Τα φυτά χάνουν θερμότητα μέσω της διαδικασίας της διαπνοής, κατά την οποία μεταφέρουν νερό από το χώμα γύρω από τις ρίζες τους προς τα φύλλα, το οποίο στη συνέχεια εξατμίζεται μέσω εξειδικευμένων ανοιγμάτων, τα οποία ονομάζονται στόματα (Gibson, 1996), (Batanouny,2001).	Οι ιδρωτοποιοί αδένες πολλών θηλαστικών βοηθούν στη ρύθμιση της θερμοκρασίας μέσω του εξατμιστικού δροσισμού (BI, 2008).
Μόνωση επιδερμίδας	Παχιά εξωτερικά στρώματα και κυρτώδης επικάλυψη, τα οποία μειώνουν τα θερμικά κέρδη (Earlham Collage,2006).	Η παχιά γούνα και το πυκνό τρίχωμα ορισμένων ζώων, δεν τα προστατεύουν μόνο από τον κρύο χειμώνα, αλλά και από τη ζέστη του καλοκαιριού (Shenbrot et al, 1999), (Costa, 1995).
Μόνωση επιδερμίδας	Κύτταρα στα φύλλα τα οποία μπορούν να απορροφούν και να αποθηκεύουν την υγρασία, δημιουργώντας ένα μονωτικό στρώμα (Batanouny,2001).	Ο χρωματισμός αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα για τη μείωση της απορρόφησης θερμότητας, γι' αυτό και στις έρημους απαντώνται πιο ανοιχτόχρωμα ζώα (Earlham Collage,2006).
Αποφυγή υπερθέρμανσης	Πυκνά μικρά φύλλα, αγκάθια και τριχίδια αντί για μεγάλα φύλλα: μειώνουν την επιφάνεια που είναι εκτεθειμένη στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία και προστατεύουν τα φυτά από τα θερμικά κέρδη, επιτρέποντας παράλληλα στον φρέσκο αέρα να διέρχεται ανάμεσά τους (Gibson,1996), (Springuel, 2006), (Batanouny, 2001).	
Συγκράτηση νερού	Οι ρηχές, ακτινικές ρίζες, που εκτείνονται οριζόντια, μεγιστοποιούν την απορρόφηση νερού από την επιφάνεια (Springuel, 2006).	Διαφορετικά ζώα υιοθετούν διαφορετικούς μηχανισμούς προκειμένου να παράγουν επαρκή ποσότητα νερού. Π.χ. η σαύρα της άμμου έχει υγροσκοπικό δέρμα, ώστε να μπορεί να απορροφά την υγρασία που εμπεριέχεται στον αέρα.

πηγή: Nour Eldin. et al, 2016

Η έννοια της προσαρμογής δεν αποτελεί μια νέα έννοια σε ο,τι αφορά τη φύση και τα οικοσυστήματά της. Η βιομιμητική (biomimicry) αποτελεί ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον πεδίο για τους επιστήμονες, οι οποίοι, μέσα από τον τρόπο με τον οποίο οι ζωντανοί οργανισμοί έχουν αναπτύξει μηχανισμούς προσαρμογής στις μεταβαλλόμενες συνθήκες του περιβάλλοντός τους, αναζητούν λύσεις σε πολύπλοκα ζητήματα της ανθρώπινης ύπαρξης και ζωής (wikipedia.org,2016).



Εικόνα 2: Πεδία εφαρμογής των αρχών της βιομίμησης στο αστικό περιβάλλον

πηγή:..lgcnblog, 2016

Η κατανόηση τέτοιων μηχανισμών μπορεί να βρει εφαρμογή σε τεχνολογίες που σχετίζονται με τα κελύφη των κτηρίων, όπως είναι η τρισδιάστατη εκτύπωση, η τεχνολογία των υλικών καθώς και οι νέες δυνατότητες στα λογισμικά προσομοίωσης κτηρίων. Η μελέτη των Lopez *et al* (2015), εξετάζοντας τις στρατηγικές προσαρμογής των φυτών στα διαφορετικά κλίματα ως αποτέλεσμα της εξέλιξής τους κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών, δίνει έμφαση στα ‘ενεργά’ υλικά (active materials), τα οποία χάρη στα δομικά και φυσικά χαρακτηριστικά τους, μπορούν να προσαρμόζονται στις περιβαλλοντικές αλλαγές χωρίς μεγάλες απαιτήσεις ενέργειας.

Η μελέτη της Badarnah (2016) εστιάζει στους τρόπους διαχείρισης του φωτός που έχουν αναπτύξει οι ζωντανοί οργανισμοί για λόγους επιβίωσης, επικοινωνίας και διαχείρισης ενέργειας, θεωρώντας πως μπορούν να αποτελέσουν πηγή έμπνευσης για την ανάπτυξη και την εφαρμογή νέων συστημάτων ελέγχου και αξιοποίησης του φωτός στα κτήρια (Πίνακας 8).

Πίνακας 8: Παραδείγματα από τη φύση για τον φωτισμό, το φιλτράρισμα και την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και πιθανές εφαρμογές τους σε κτήρια

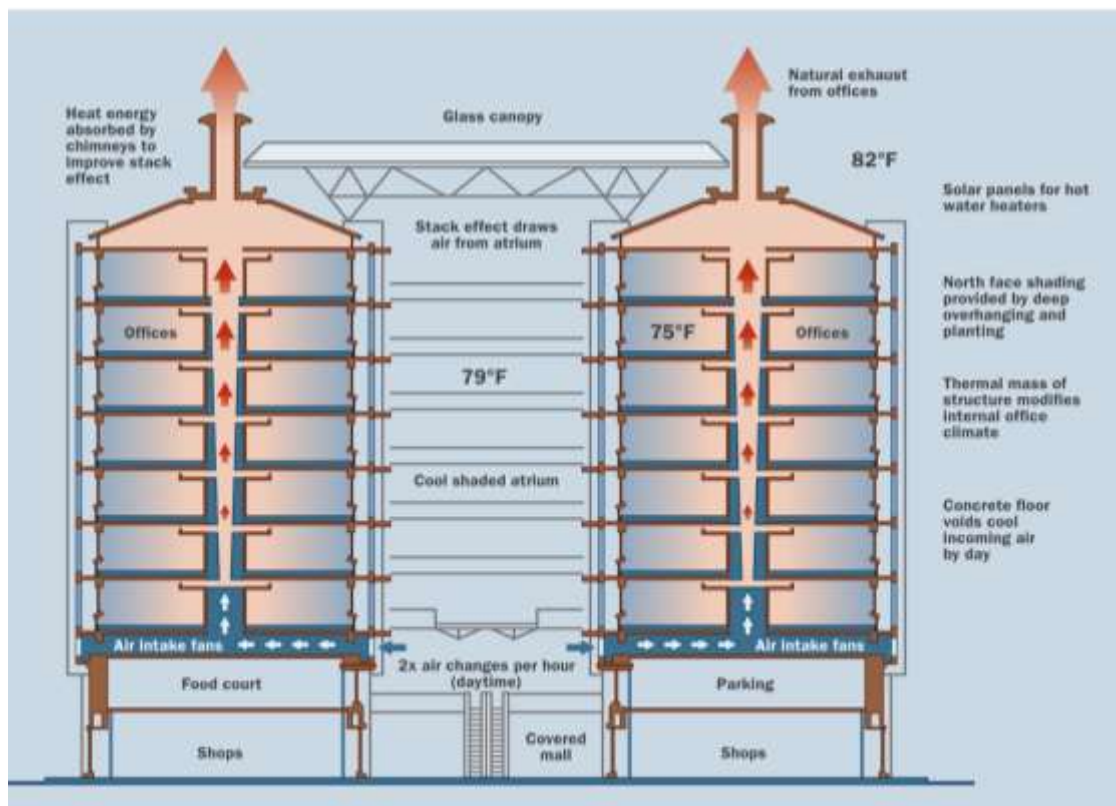
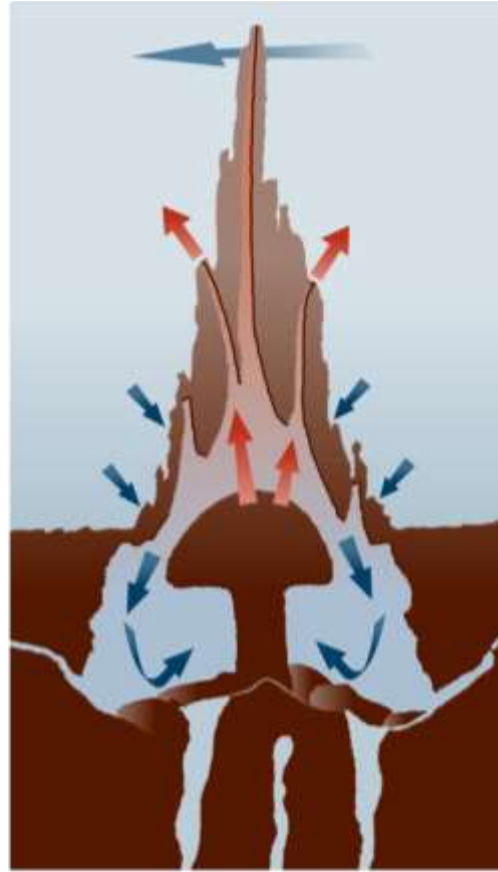
Λειτουργία	Διαδικασία	Παράγοντας	Pinnacles	Μηχανισμός	Εφαρμογή
Φωτισμός	Μετάδοση	Δομή	Venus flower-basket	Η διακριτή ιεραρχική διάταξη της δομής παρέχει, εκτός από την αξιοσημείωτη μηχανική απόδοση, ένα αποτελεσματικό δίκτυο για την κατανομή του φωτός (Sundar et al, 2003), (Aizenberg et al, 2005)	Φωτισμός
	Αντανάκλαση	Δομή	Butterfly wing	Διαθρωτικός χρωματισμός με παρεμβολή πολλαπλών φίλμ (Sun et al, 2013). Η ιεραρχική νανοδομή των κλιμάκων, με τις στενά συνδεδεμένες κορυφές με τα οριζόντια ελάσματα και τις μικρο-πλευρές, αντανακλά σε μεγάλο ποσοστό συγκεκριμένα μήκη κύματος (Kinoshita et al, 2002)	
			Black-billed magpie	Διαθρωτικός χρωματισμός με παρεμβολή λεπτού φίλμ (Sun et al, 2013). Ένα εξαγωνικό πλέγμα παράλληλων μικρο-καναλιών αέρα στον φλοιό (μια λεπτή μεμβράνη της κερατίνης) των μικρών δοντιών αντανακλά το κίτρινοπράσινο φως (Vigneron et al, 2006)	
	Διασκόρπιση	Δομή	Amphibians	Τα πολλαπλά στρώματα φιλτράρουν, διασκορπίζουν και απορροφούν ορισμένα μήκη κύματος και οδηγούν σε ένα πρασινωπό χρώμα (Bagnara et al, 2007)	
Φιλτράρισμα	Μετάδοση	Προσανατολισμός	Cuttlefish	Η παράλληλη ευθυγράμμιση των φωτούποδοχέων και ορθογώνια διάταξή τους πιστεύεται ότι χρησιμεύουν ως ένα σύστημα ανάλυσης πόλωσης (Shashar et al, 1996)	Μείωση της θάμβωσης
	Διασκόρπιση	Διανομή	Canopy-storey plants	Τα μικρά φύλλα (αντί για μεγάλα) που κατανέμονται σε διάφορα επίπεδα επιτρέπουν τη διείσδυση της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας ανάμεσα στα φύλλα (Horn, 1971)	Μείωση της έντασης
		Μορφή	Silver ragwort	Οι τριχωτές επιφάνειες διασκορπίζουν το φως και μειώνουν την πρόσπτωση του φωτός (Gu et al, 2005)	
Αξιοποίηση	Διακοπή	Διανομή	Sunflower	Η διάταξη των σπόρων με βάση την ακολουθία Fibonacci οδηγεί σε μια αποτελεσματική πυκνή και συμπαγή δομή που μεγιστοποιεί την ηλιακή έκθεση (Ridley, 1982), Takaki et al, 2003)	Παραγωγή ενέργειας & Σκίαση
			Canopy-storey plants	Χαλαρή και πολυεπίπεδη κατανομή των φύλλων (Horn, 1971)	
			Under-storey plants	Πυκνή και μονοστρωματική κατανομή των φύλλων (Horn, 1971)	
			Προσανατολισμός	Cornish Mallow	
	Αντανάκλαση	Δομή	Lobster's compound eye	Σφαιρικό διοργανώνονται πλατεία σωλήνες αντανακλούν το φως και να επικεντρωθεί το σε ένα κομβικό σημείο στον αμφιβληστροειδή (Land, 1978)	
	Διάθλαση	Δομή	Fly's compound eye	Η εξαγωνική διάταξη των ομματιδίων κατευθύνει το διαθλούμενο φως προς μια συγκεκριμένη περιοχή (Greiner et al, 2004)	
	Απορρόφηση	Δομή	Butterfly	Παραλλαγές στα πάχη μεμβράνης μπορεί να οδηγήσει σε 96% απορρόφηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (Miaoulis, Heilman, 1998)	Παραγωγή ενέργειας
		Βαφή	Chlorophyll	Οι χλωροφύλλες απορροφούν το φως για τη φωτοσύνθεση (Sims, Gamon, 2002)	

πηγή: *Badarnah, 2016*

Σύμφωνα με τους Letchford *et al* (2016), η υιοθέτηση της γεωμετρίας του κάκτου Saguaro στον σχεδιασμό κτηρίων μεγάλου ύψους, παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες τόσο σε ό,τι αφορά τα ισχυρά φορτία ανεμοπίεσης, όσο και σε σχέση με την εξοικονόμηση του κατασκευαστικού κόστους και του κόστους των υλικών, ενώ μπορεί να συμβάλει και στην εξοικονόμηση ενέργειας, μέσω του αυτοσκιασμού και της διαχείρισης των τοπικών ρευμάτων αέρα που προκύπτουν λόγω του σχήματός του.

Παράδειγμα κτηρίου που έχει ενσωματώσει αρχές βιομίμησης στον σχεδιασμό του αποτελεί το 'Eastgate Centre' του Mick Pearce στην πόλη Harare της Ζιμπάμπουε (Εικόνα 3). Πρόκειται για ένα μικτής χρήσης συγκρότημα γραφείων και εμπορικών χώρων, το οποίο μιμείται τον τρόπο που χτίζουν τις φωλιές τους οι τερμίτες προκειμένου να εξασφαλίσει ένα θερμικά σταθερό εσωτερικό περιβάλλον (Zari,2007; Nour ElDin. *et al*, 2016).

Τα παραπάνω είναι μερικά μόνο παραδείγματα στα οποία μπορεί κανείς να αναζητήσει συσχετισμούς με τις πρακτικές τόσο της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής όσο και των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος. Η παρατήρηση της φύσης και των μηχανισμών προσαρμογής των στοιχείων της στο περιβάλλον αλλά και στις αλλαγές που συντελούνται σ' αυτό, αποτελεί μια ανεξάντλητη πηγή προβληματισμού, ικανή να οδηγήσει στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για τη δημιουργία ενός ποιοτικά δομημένου και αξιοβίωτου χώρου, που αξιοποιεί με τον βέλτιστο τρόπο του διαθέσιμους πόρους.



Εικόνα 3: Το Eastgate Centre (Harare, Zimbabwe), άποψη (πάνω αριστερά) και τομή (κάτω). Φωλιά τερμιτών, τομή (πάνω δεξιά)

foe.co.uk, 2016

[35]

Συστήματα πιστοποίησης κτηρίων

Στο πλαίσιο του γενικού ενδιαφέροντος και της ανησυχίας για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα, έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα αξιολόγησης και πιστοποίησης κτηρίων παγκοσμίως, τα οποία έχουν ως σκοπό την εκτίμηση της ενεργειακής και περιβαλλοντικής συμπεριφοράς των κτηρίων καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους. Τα πιο γνωστά είναι το LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) του United States Building Council (USGBC), το BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) του Building Research Establishment Global Limited, το SBTool του International Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE), και το CASBEE που αναπτύχθηκε από το Japan Sustainable Building Consortium (JSBC) το 2004 (Suzer, 2015).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικά οι κατηγορίες αξιολόγησης ενός από αυτά, προκειμένου να γίνει αντιληπτός ο τρόπος προσέγγισης των αρχών και της ολοκληρωμένης προσέγγισης που οφείλουν να ενσωματώνουν τα κτήρια, νέα και υφιστάμενα, ώστε να ανταποκρίνονται επιτυχώς στις σύγχρονες ενεργειακές και περιβαλλοντικές προκλήσεις.

Πιστοποίηση LEED

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα συστήματα πιστοποίησης είναι το σύστημα LEED. Η περιβαλλοντική αξιολόγηση ενός κτηρίου που περιλαμβάνεται στο συγκεκριμένο πρόγραμμα, αφορά στον τρόπο διαχείρισης της ενέργειας και των υλικών, καθώς και στις επιπτώσεις στο περιβάλλον, που προκύπτουν στο σύνολο του κύκλου ζωής του κτηρίου, δηλαδή από τη μελέτη, την κατασκευή, τη λειτουργία και την αποδόμησή του, καθώς και των στοιχείων που διαμορφώνουν τον περιβάλλοντα χώρο.

Οι κατηγορίες βαθμολόγησης της πιστοποίησης είναι οι εξής:

- **Ολοκληρωτική διαδικασία**, η οποία, αν και δεν βαθμολογείται, αναφέρεται στον τρόπο συνεργασίας των ομάδων που συμμετέχουν στον σχεδιασμό του έργου, η αρμονική συνύπαρξη των οποίων συμβάλλει σημαντικά στη δημιουργία κτηρίων υψηλής απόδοσης και χαμηλού κόστους.

- **Τοποθεσία και Μεταφορές**, η οποία προωθεί τη δόμηση σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, οι οποίες έχουν πρόσβαση σε δημόσιες συγκοινωνίες και μέσα μαζικής μεταφοράς.
- **Διαχείριση πόρων και αποβλήτων**, που προωθεί την επιλογή και τη χρήση των πόρων με αειφορικό τρόπο, καθώς και τη διαχείριση των αποβλήτων με τρόπο που συμβάλλει στη μείωσή τους.
- **Διαχείριση υδάτινων πόρων**, η οποία αφορά στη διαχείριση του νερού με τρόπο που συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίησή του, τόσο στον εσωτερικό όσο και στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου, καθώς και στη μείωση της τελικής κατανάλωσης και της σπατάλης που ενδεχομένως να προκύπτει.
- **Ενέργεια και ατμόσφαιρα**, η οποία προωθεί την υιοθέτηση καινοτόμων πρακτικών που έχουν ως στόχο την αποδοτικότερη διαχείριση της ενέργειας σε ένα κτήριο.
- **Αειφορία περιβάλλοντος χώρου**, η οποία αφορά στον περιβάλλοντα χώρο και προωθεί εκείνες τις πρακτικές που έχουν ως στόχο τη μείωση των επιπτώσεών του στο περιβάλλον και στα υδατικά αποθέματα.
- **Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος**, η οποία ευνοεί κτήρια που διαθέτουν τα στοιχεία εκείνα που συνιστούν ένα υγιές και άνετο εσωτερικό περιβάλλον, και αξιοποιούν με βέλτιστο τρόπο τον φυσικό φωτισμό και τη θέα.
- **Καινοτομία**, η οποία περιλαμβάνει τις μεθόδους αειφόρου σχεδιασμού που δεν κατατάσσονται και δεν περιλαμβάνονται στις υπόλοιπες κατηγορίες βαθμολόγησης.
- **Regional Priority**, η οποία αφορά στον βαθμό συμβολής στην αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προτεραιοτήτων που θέτει η εκάστοτε γεωγραφική ή διοικητική αρχή.
- Το **Σύστημα Neighborhood Development** περιλαμβάνει τρεις επιπλέον κατηγορίες βαθμολόγησης, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:
- **Αποδοτικές Μεταφορές και Μετακινήσεις**, κατηγορία η οποία προωθεί τον σχεδιασμό μιας περιοχής, ο οποίος δίνει έμφαση στους πεζούς, περιλαμβάνει

ανοιχτούς κοινόχρηστους χώρους και διαθέτει αποδοτικά Μέσα Μαζικής Μεταφοράς.

- **Σχεδιασμός Γειτονιάς και υποδειγματική γειτονιά**, η οποία πριμοδοτεί τις γειτονιές που διαθέτουν δίκτυα πεζοδρόμων που ευνοούν την κίνηση των πεζών και παρουσιάζουν καλή διασύνδεση με τις γειτονικές περιοχές.
- **Πράσινες υποδομές και κτήρια**, κατηγορία που αναφέρεται στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ιδιωτικών και δημόσιων κτηρίων της γειτονιάς, τόσο κατά την κατασκευή όσο και κατά τη λειτουργία τους, ευνοώντας εκείνα τα κτήρια που έχουν τη μικρότερη δυνατή αρνητική επίδραση στο περιβάλλον.

Παραδείγματα κτηρίων με πιστοποίηση LEED στην Ελλάδα

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα κτήρια που έχουν πιστοποιηθεί μέχρι στιγμής στην Ελλάδα, σύμφωνα με τις προϋποθέσεις του συστήματος πιστοποίησης LEED. Πρόκειται για το συγκρότημα γραφείων ‘Karella Office Park’ στην Παιανία Αττικής, το κτήριο γραφείων ‘EREN Athens Offices’ στο κέντρο της Αθήνας, καθώς και το ‘Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς»’ του Ελληνοαμερικανικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Κολλεγίου Αθηνών – Κολλεγίου Ψυχικού) στην περιοχή του Ψυχικού. Με βάση τη βαθμολογία που συγκέντρωσαν σε κάθε επιμέρους κατηγορία αξιολόγησης, τα συγκεκριμένα κτήρια ταξινομήθηκαν στις κατηγορίες Gold, Silver και Platinum LEED, αντιστοίχως.

➤ **[Karella Office Park]**

Το συγκρότημα γραφείων Karella Office Park στην Παιανία Αττικής, είναι πιστοποιημένο κατά LEED, ενσωματώνοντας χαρακτηριστικά που, τόσο κατά τον σχεδιασμό, όσο και κατά την κατασκευή και τη λειτουργία του, το κατατάσσουν στην κατηγορία GOLD, συγκεντρώνοντας συνολικά 64/110 βαθμούς.



Εικόνα 4: Karella Office Park_πανοραμική άποψη

Πηγή: kokkinoukourkoulas, 2016

Πιο συγκεκριμένα, οι **credit categories** για τις οποίες βαθμολογήθηκε ήταν οι εξής (Πατσιούρας, 2012):

- **αειφορία περιβάλλοντος χώρου**, στην οποία συγκέντρωσε 16/26, κυρίως για την επιλογή της χρήσης της φύτευσης τόσο ως εργαλείου βελτίωσης του μικροκλίματος, όσο και για τη θερμική προστασία των κτηρίων. Για τον σκοπό αυτό, τόσο ο περιβάλλον χώρος όσο και το δώμα είναι φυτεμένα με φυτά τοπικής προέλευσης, ενώ προκειμένου το δώμα να μπορεί να φιλοξενήσει δραστηριότητες αναψυχής για τους εργαζόμενους, έχει διαμορφωθεί ως επί το πλείστον με χαμηλή βλάστηση.

Στην κατηγορία αυτή αξιολογήθηκαν επίσης το γεγονός ότι το συγκρότημα διαθέτει τις απαιτούμενες θέσεις στάθμευσης, καθώς και το ότι έχει προβλεφθεί τρόπος μετακίνησης των εργαζομένων από και προς τον σταθμό του Προαστιακού Σιδηροδρόμου.

- (ii) **ενέργεια και ατμόσφαιρα**, με βαθμολογία 8/35. Στην εξοικονόμηση ενέργειας συμβάλλει σημαντικά το σύστημα σκίασης από περσίδες αλουμινίου, αφενός γιατί περιορίζει τα ηλιακά θερμικά κέρδη και επομένως, τις ανάγκες για

ψύξη, και αφετέρου, γιατί αξιοποιεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο το φυσικό φως για τον φωτισμό του εσωτερικού χώρου. Το συγκρότημα διαθέτει επίσης σύστημα ανίχνευσης παρουσίας μέσω αισθητήρων, έτσι ώστε να διακόπτεται η λειτουργία του τεχνητού φωτισμού σε έναν χώρο, όταν αυτός δεν χρησιμοποιείται.

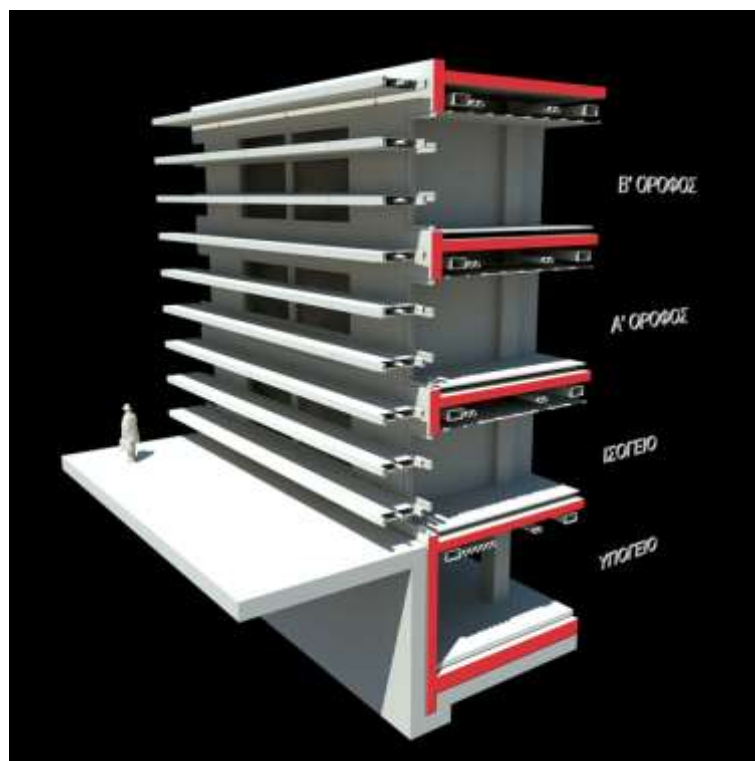
- (iii) **διαχείριση υδάτων**, στην οποία απέσπασε τη μέγιστη βαθμολογία της κατηγορίας (10/10), καθώς ενσωματώνει ένα καινοτόμο σύστημα διαχείρισης του νερού, τόσο στον εσωτερικό όσο και στον περιβάλλοντα χώρο, ενώ στην εξοικονόμηση του νερού συμβάλλει σημαντικά η επιλογή του φυτικού υλικού, το οποίο είναι τοπικής προέλευσης και έχει χαμηλές απαιτήσεις σε νερό.
- (iv) **διαχείριση πόρων και αποβλήτων**, στην οποία συγκέντρωσε 8/14, αφενός γιατί επιλέχθηκαν κυρίως ανακυκλωμένα υλικά για την κατασκευή του συγκροτήματος, τα οποία αγοράστηκαν από τοπικούς προμηθευτές σε ποσοστό 50%, και αφετέρου γιατί το 85% των αποβλήτων που προέκυψαν κατά την κατασκευή είτε επαναχρησιμοποιήθηκε είτε ανακυκλώθηκε.
- (v) **ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος**, με βαθμολογία 12/15. Για την εξασφάλιση της ποιότητας στον εσωτερικό χώρο, έμφαση δόθηκε στη χρήση χρωμάτων και επιχρισμάτων με χαμηλή περιεκτικότητα σε πτητικά οργανικά στοιχεία.
- (vi) **καινοτομία**, στην οποία συγκέντρωσε 6/6, κυρίως λόγω των καινοτόμων συστημάτων που ενσωματώθηκαν τόσο στην κατασκευή όσο και στη λειτουργία του, όπως το σύστημα διαχείρισης του νερού, το οποίο έχει ήδη αναφερθεί, και
- (vii) **regional priority**, με βαθμολογία 4/4.

Όπως επισημαίνεται στην επίσημη ιστοσελίδα των αρχιτεκτόνων του κτηρίου: 'Στόχος είναι το κτήριο αυτό να πληροί όλες τις συνθήκες μείωσης κατανάλωσης ενέργειας τόσο κατά την διάρκεια της κατασκευής του όσο και κατά τη λειτουργία του, βάσει των κανόνων που υπαγορεύονται από την πιστοποίηση LEED. Η ίδια λογική εφαρμόζεται στον σχεδιασμό του περιβάλλοντος χώρου: επιλέχθηκαν κατά κόρον αυτόχθονα φυτά από την λεκάνη της Μεσογείου που είναι ανθεκτικά στην ξηρασία και χρειάζονται λιγότερο νερό' (kokkinoukourkoulas, 2016).



Εικόνα 5: Karella Office Park_ άποψη του αιθρίου εισόδου

Πηγή: kokkinoukourkoulas, 2016



Εικόνα 6: Karella Office Park_ κατασκευαστική τομή του κτηριακού κελύφους

Πηγή:kokkinoukourkoulas, 2013

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η βαθμολογία που συγκέντρωσε το συγκρότημα γραφείων 'Karela Office Park' στις επιμέρους κατηγορίες αξιολόγησης του συστήματος πιστοποίησης LEED.

Πίνακας 9: Η βαθμολογία που συγκέντρωσε το συγκρότημα γραφείων Karela Office Park στις επιμέρους κατηγορίες αξιολόγησης κατά LEED.

1000006119, ATHENS, Attiki		KARELA OFFICE PARK		GOLD, AWARDED MAR 2013	
LEED BD+C: New Construction (v2009)					
SUSTAINABLE SITES	AWARDED: 16 / 26	MATERIAL & RESOURCES	CONTINUED		
SSc1 Site selection	1 / 1	MRc6 Rapidly renewable materials	1 / 1		
SSc2 Development density and community connectivity	0 / 5	MRc7 Certified wood	1 / 1		
SSc3 Brownfield redevelopment	0 / 1				
SSc4.1 Alternative transportation - public transportation access	8 / 6	INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY	AWARDED: 12 / 15		
SSc4.2 Alternative transportation - bicycle storage and changing rooms	1 / 1	EQc1 Outdoor air delivery monitoring	1 / 1		
SSc4.3 Alternative transportation - low-emitting and fuel-efficient vehicles	1 / 3	EQc2 Increased ventilation	1 / 1		
SSc4.4 Alternative transportation - parking capacity	0 / 2	EQc3.1 Construction IAQ Mgmt plan - during construction	1 / 1		
SSc5.1 Site development - protect or restore habitat	0 / 1	EQc3.2 Construction IAQ Mgmt plan - before occupancy	1 / 1		
SSc5.2 Site development - maximize open space	0 / 1	EQc4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants	1 / 1		
SSc6.1 Stormwater design - quantity control	1 / 1	EQc4.2 Low-emitting materials - paints and coatings	1 / 1		
SSc6.2 Stormwater design - quality control	1 / 1	EQc4.3 Low-emitting materials - flooring systems	1 / 1		
SSc7.1 Heat island effect - nonroof	1 / 1	EQc4.4 Low-emitting materials - composite wood and agrifiber products	1 / 1		
SSc7.2 Heat island effect - roof	1 / 1	EQc5 Indoor chemical and pollutant source control	1 / 1		
SSc8 Light pollution reduction	1 / 1	EQc6.1 Controlability of systems - lighting	0 / 1		
		EQc6.2 Controlability of systems - thermal comfort	1 / 1		
WATER EFFICIENCY	AWARDED: 10 / 10	EQc7.1 Thermal comfort - design	1 / 1		
WEc1 Water efficient landscaping	4 / 4	EQc7.2 Thermal comfort - verification	1 / 1		
WEc2 Innovative wastewater technologies	2 / 2	EQc8.1 Daylight and views - daylight	0 / 1		
WEc3 Water use reduction	4 / 4	EQc8.2 Daylight and views - views	0 / 1		
ENERGY & ATMOSPHERE	AWARDED: 8 / 39	INNOVATION	AWARDED: 6 / 6		
EAc1 Optimize energy performance	3 / 19	Idc1 Innovation in design	5 / 5		
EAc2 On-site renewable energy	1 / 1	Idc2 LEED Accredited Professional	1 / 1		
EAc3 Enhanced commissioning	2 / 2				
EAc4 Enhanced refrigerant Mgmt	2 / 2	REGIONAL PRIORITY	AWARDED: 4 / 4		
EAc5 Measurement and verification	0 / 3	RPc1 Optimize energy performance	1 / 1		
EAc6 Green power	0 / 2	RPc3 Enhanced commissioning	0 / 1		
		RPc5 Measurement and verification	0 / 1		
MATERIAL & RESOURCES	AWARDED: 8 / 14	WEc1 Water efficient landscaping	1 / 1		
MRc1.1 Building reuse - maintain existing walls, floors and roof	0 / 3	WEc2 Innovative wastewater technologies	1 / 1		
MRc1.2 Building reuse - maintain interior nonstructural elements	0 / 1	WEc3 Water use reduction	1 / 1		
MRc2 Construction waste Mgmt	2 / 2				
MRc3 Materials reuse	0 / 2	INTEGRATIVE PROCESS CREDITS	AWARDED: 0 / 3		
MRc4 Recycled content	2 / 2	IPc100 Passive Survivability and Functionality During Emergencies	REQUIRED		
MRc5 Regional materials	2 / 2	IPc98 Assessment and Planning for Resilience	REQUIRED		
		IPc99 Design for Enhanced Resilience	REQUIRED		
		TOTAL	64 / 110		
		40-59 Points CERTIFIED	50-59 Points SILVER	60-79 Points GOLD	80+ Points PLATINUM

Πηγή: usgbc.org, 2016

➤ **[EREN Athens Offices]**

Το κτήριο γραφείων EREN Athens Offices βρίσκεται στο κέντρο της Αθήνας και είναι πιστοποιημένο κατά LEED, ενσωματώνοντας χαρακτηριστικά που το κατατάσσουν στην κατηγορία SILVER, συγκεντρώνοντας συνολικά 56/110 βαθμούς.



Εικόνα 7: EREN Athens Offices_πρόσοψη

Πηγή: usgbc.org, 2016

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα του U.S. Green Building Council, πρόκειται για την ανακαίνιση ενός πενταώροφου κτηρίου εννέα διαμερισμάτων κατασκευασμένο το 1967, και τη μετατροπή του σε ένα σύγχρονο κτήριο γραφείων. Διατηρήθηκε ο σκελετός του κτηρίου, καθώς και οι περισσότεροι εσωτερικοί τοίχοι, οι οποίοι ενσωματώθηκαν στη νέα χρήση.

Η ανακαίνιση και η επανάχρηση της κατασκευαστικής δομής συνέβαλε στην ελαχιστοποίηση του οικολογικού αποτυπώματος του κτηρίου. Για τον ίδιο σκοπό, ένα μεγάλο μέρος των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή του κτηρίου είναι τοπικής προέλευσης, στοιχείο που συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της ενσωματωμένης ενέργειας των υλικών και κατ' επέκταση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Παράλληλα, έμφαση έχει δοθεί στην αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού

τόσο μέσω του σχεδιασμού της πρόσοψης, όσο και μέσω του αιθρίου, το οποίο λειτουργεί ως συμπληρωματική πηγή φωτισμού στο εσωτερικό του κτηρίου.



Εικόνα 8: EREN Athens Offices_άποψη του εσωτερικού αιθρίου

Πηγή: usgbc.org, 2016

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η βαθμολογία που συγκέντρωσε το κτήριο γραφείων 'EREN Athens Offices' στις επιμέρους κατηγορίες αξιολόγησης του συστήματος πιστοποίησης LEED.

Πίνακας 10: Η βαθμολογία που συγκέντρωσε το συγκρότημα γραφείων 'EREN Athens Offices' στις επιμέρους κατηγορίες αξιολόγησης κατά LEED.

1000033533, Athens, Attiki		EREN Athens Offices		SILVER, AWARDED JUN 2014	
LEED BD+C: New Construction (v2009)					
SUSTAINABLE SITES	AWARDED: 23 / 26	MATERIAL & RESOURCES	CONTINUED		
SSc1 Site selection	1 / 1	MRc6 Rapidly renewable materials	0 / 1		
SSc2 Development density and community connectivity	5 / 5	MRc7 Certified wood	0 / 1		
SSc3 Brownfield redevelopment	0 / 1				
SSc4.1 Alternative transportation - public transportation access	8 / 6	INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY	AWARDED: 11 / 15		
SSc4.2 Alternative transportation - bicycle storage and changing rooms	1 / 1	EQc1 Outdoor air delivery monitoring	0 / 1		
SSc4.3 Alternative transportation - low-emitting and fuel-efficient vehicles	1 / 3	EQc2 Increased ventilation	1 / 1		
SSc4.4 Alternative transportation - parking capacity	2 / 2	EQc3.1 Construction IAQ Mgmt plan - during construction	1 / 1		
SSc5.1 Site development - protect or restore habitat	1 / 1	EQc3.2 Construction IAQ Mgmt plan - before occupancy	0 / 1		
SSc5.2 Site development - maximize open space	1 / 1	EQc4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants	1 / 1		
SSc6.1 Stormwater design - quantity control	1 / 1	EQc4.2 Low-emitting materials - paints and coatings	1 / 1		
SSc6.2 Stormwater design - quality control	0 / 1	EQc4.3 Low-emitting materials - flooring systems	1 / 1		
SSc7.1 Heat island effect - nonroof	1 / 1	EQc4.4 Low-emitting materials - composite wood and agrifiber products	0 / 1		
SSc7.2 Heat island effect - roof	1 / 1	EQc5 Indoor chemical and pollutant source control	0 / 1		
SSc8 Light pollution reduction	0 / 1	EQc6.1 Controllability of systems - lighting	1 / 1		
		EQc6.2 Controllability of systems - thermal comfort	1 / 1		
WATER EFFICIENCY	AWARDED: 4 / 10	EQc7.1 Thermal comfort - design	1 / 1		
WEc1 Water efficient landscaping	2 / 4	EQc7.2 Thermal comfort - verification	1 / 1		
WEc2 Innovative wastewater technologies	0 / 2	EQc8.1 Daylight and views - daylight	1 / 1		
WEc3 Water use reduction	2 / 4	EQc8.2 Daylight and views - views	1 / 1		
ENERGY & ATMOSPHERE	AWARDED: 3 / 39	INNOVATION	AWARDED: 6 / 6		
EAc1 Optimize energy performance	1 / 19	IDc1 Innovation in design	5 / 5		
EAc2 On-site renewable energy	1 / 1	IDc2 LEED Accredited Professional	1 / 1		
EAc3 Enhanced commissioning	0 / 2				
EAc4 Enhanced refrigerant Mgmt	0 / 2	REGIONAL PRIORITY	AWARDED: 3 / 4		
EAc5 Measurement and verification	1 / 3	RPc1 Optimize energy performance	0 / 1		
EAc6 Green power	0 / 2	RPc3 Enhanced commissioning	0 / 1		
		RPc5 Measurement and verification	1 / 1		
MATERIAL & RESOURCES	AWARDED: 8 / 14	WEc1 Water efficient landscaping	1 / 1		
MRc1.1 Building reuse - maintain existing walls, floors and roof	2 / 3	WEc2 Innovative wastewater technologies	0 / 1		
MRc1.2 Building reuse - maintain interior nonstructural elements	0 / 1	WEc3 Water use reduction	1 / 1		
MRc2 Construction waste Mgmt	1 / 2				
MRc3 Materials reuse	0 / 2	INTEGRATIVE PROCESS CREDITS	AWARDED: 0 / 3		
MRc4 Recycled content	1 / 2	IPc100 Passive Survivability and Functionality During Emergencies	REQUIRED		
MRc5 Regional materials	2 / 2	IPc98 Assessment and Planning for Resilience	REQUIRED		
		IPc99 Design for Enhanced Resilience	REQUIRED		
		TOTAL	56 / 110		
		40-59 Points CERTIFIED	50-59 Points SILVER	60-79 Points GOLD	80+ Points PLATINUM

Πηγή: usgbc.org, 2016

➤ **Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς»**

Το Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς» βρίσκεται στην περιοχή του Ψυχικού Αττικής και είναι πιστοποιημένο κατά LEED, συγκεντρώνοντας συνολικά 83/110 βαθμούς, γεγονός που το κατατάσσει στην κατηγορία PLATINUM, την ανώτερη κατηγορία πιστοποίησης του συγκεκριμένου συστήματος αξιολόγησης κτηρίων.



Εικόνα 9: Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς»_άποψη από ψηλά

Πηγή: usgbc.org, 2016

Το νηπιαγωγείο του Ελληνοαμερικανικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος είναι το πρώτο κτήριο στην Ελλάδα που βραβεύθηκε με Platinum και το πρώτο στον κόσμο σχολικό κτήριο (εκτός των ΗΠΑ), που βραβεύεται με την ανώτατη αυτή αναγνώριση αριστείας του U.S. Green Building Council (haef.gr, 2016).

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα του U.S. Green Building Council, (usgbc,2016), Πρόκειται για ένα διώροφο κτήριο που περιλαμβάνει αίθουσες διδασκαλίας, κουζίνα και τραπεζαρία, γραφειακούς χώρους και βιβλιοθήκες, καθώς και δύο υπόγεια επίπεδα για τους χώρους στάθμευσης και τις Η/Μ εγκαταστάσεις.

Το νηπιαγωγείο αποτελεί υπόδειγμα κτηρίου που ενσωματώνει αρχές εξοικονόμησης ενέργειας τόσο στον σχεδιασμό όσο και στην κατασκευή του. Ο σχεδιασμός αξιοποιεί τα ανοίγματα, όπως και τα επτά μικρά αίθρια, τόσο για τον φυσικό φωτισμό όσο και για

τον αερισμό του κτηρίου, συντελώντας με τον τρόπο αυτό στη μείωση των απαιτούμενων φορτίων για φωτισμό και στη δημιουργία εσωτερικών χώρων υψηλής ποιότητας.

Το κτήριο διαθέτει επίσης ένα εκτενές φυτεμένο δώμα σε όλη την επιφάνεια της οροφής του, σε μια προσπάθεια απρόσκοπτης ενσωμάτωσής του στο υφιστάμενο περιβάλλον, ενισχύοντας την τοπική βιοποικιλότητα. Παράλληλα, γίνεται συλλογή του βρόχινου νερού, το οποίο στη συνέχεια αξιοποιείται τόσο για άρδευση όσο και για βοηθητική χρήση στους χώρους υγιεινής.



Εικόνα 10: Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς»_άποψη των φυτεμένων δωμαίων

Πηγή: usgbc.org, 2016



Εικόνα 11: Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς»

Πηγή: usgbc.org, 2016

Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 11) παρουσιάζονται οι βαθμολογίες τις οποίες συγκέντρωσε το συγκεκριμένο κτήριο στις επιμέρους κατηγορίες αξιολόγησης του συστήματος πιστοποίησης LEED.

Πίνακας 11: Η βαθμολογία που συγκέντρωσε το 'Πρότυπο Νηπιαγωγείο «Ιωάννης Μ. Καρράς»' στις επιμέρους κατηγορίες αξιολόγησης κατά LEED.

1000031210, Athens, Attiki		HAEF Preschool and Kindergarten		PLATINUM, AWARDED OCT 2014	
LEED BD+C: Schools (v2009)					
1	SUSTAINABLE SITES	AWARDED: 23 / 24	4	INDOOR ENVIRONMENTAL QUALITY	AWARDED: 16 / 19
	SSc1 Site selection	1/1		EQc1 Outdoor air delivery monitoring	1/1
	SSc10 Joint use of facilities	1/1		EQc10 Mold prevention	1/1
	SSc2 Development density and community connectivity	4/4		EQc2 Increased ventilation	0/3
	SSc3 Brownfield redevelopment	0/1		EQc3.1 Construction IAQ Mgmt plan - during construction	1/3
	SSc4.1 Alternative transportation - public transportation access	4/4		EQc3.2 Construction IAQ Mgmt plan - before occupancy	1/3
	SSc4.2 Alternative transportation - bicycle storage and changing rooms	1/1		EQc4 Low-emitting materials	3/4
	SSc4.3 Alternative transportation - low-emitting and fuel-efficient vehicles	2/2		EQc5 Indoor chemical and pollutant source control	0/3
	SSc4.4 Alternative transportation - parking capacity	2/2		EQc5.1 Controllability of systems - lighting	1/3
	SSc5.1 Site development - protect or restore habitat	1/1		EQc5.2 Controllability of systems - thermal comfort	1/3
	SSc5.2 Site development - maximize open space	1/1		EQc7.1 Thermal comfort - design	1/3
	SSc6.1 Stormwater design - quality control	1/1		EQc7.2 Thermal comfort - verification	1/3
	SSc6.2 Stormwater design - quantity control	1/1		EQe8.1 Daylight and views - daylight	3/3
	SSc7.1 Heat island effect - material	1/1		EQe8.2 Daylight and views - views	1/1
	SSc7.2 Heat island effect - roof	1/1		EQe9 Enhanced acoustical performance	1/3
	SSc8 Light pollution reduction	1/1			
	SSc9 Site master plan	1/1			
2	WATER EFFICIENCY	AWARDED: 11 / 11	5	INNOVATION	AWARDED: 6 / 6
	WEc1 Water efficient landscaping	4/4		Idc1 Innovation in design	4/4
	WEc2 Innovative wastewater technologies	2/2		Idc2 LEED Accredited Professional	1/3
	WEc3 Water use reduction	4/4		Idc3 The school as a teaching tool	1/3
	WEc4 Process water use reduction	1/1			
3	ENERGY & ATMOSPHERE	AWARDED: 14 / 14	6	REGIONAL PRIORITY	AWARDED: 4 / 4
	EAc1 Optimize energy performance	8/19		EPc1 Optimize energy performance	1/3
	EAc2 On-site renewable energy	2/3		EPc2 Enhanced commissioning	0/3
	EAc3 Enhanced commissioning	2/2		EPc3 Measurement and verification	0/3
	EAc4 Enhanced refrigerant Mgmt	1/1		WEc1 Water efficient landscaping	1/3
	EAc5 Measurement and verification	1/2		WEc2 Innovative wastewater technologies	1/3
	EAc6 Green power	0/2		WEc3 Water use reduction	1/3
4	MATERIAL & RESOURCES	AWARDED: 9 / 13	7	INTEGRATIVE PROCESS CREDITS	AWARDED: 0 / 3
	MRc1.1 Building reuse - maintain existing walls, floors and roof	0/2		IPc100 Passive Survivability and Functionality During Emergencies	REQUIRED
	MRc1.2 Building reuse - maintain interior nonstructural elements	0/1		IPc101 Assessment and Planning for Resiliency	REQUIRED
	MRc2 Construction waste Mgmt	2/2		IPc102 Design for Enhanced Resiliency	REQUIRED
	MRc3 Materials reuse	1/2			
	MRc4 Recycled content	2/2			
	MRc5 Recycled materials	2/2			
	MRc6 Rapidly renewable materials	1/1			
	MRc7 Certified wood	1/1			
TOTAL		83 / 110			
			40-49 Points CERTIFIED	50-59 Points SILVER	60-79 Points GOLD
					80+ Points PLATINUM

Πηγή: usgbc.org, 2016

Συμπεριφορά χρηστών και συστήματα BEMS

Στις συνήθεις πρακτικές που εφαρμόζονται κατά την ενεργειακή αναβάθμιση των υφιστάμενων κτηρίων περιλαμβάνονται μέτρα που σχετίζονται αφενός, με το κτηριακό κέλυφος, το οποίο αποτελεί την ‘επιδερμίδα’ των κτηρίων και καθορίζει, μέσω της κατασκευής του, τις ανταλλαγές ενέργειας με το περιβάλλον, και αφετέρου, με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις που διαθέτουν τα κτήρια. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι παράμετροι και ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζεται η ενεργειακή κατανάλωση σε κτήρια πανεπιστημίων (Chung and Rhee, 2014).

Πίνακας 12: Κτηριακές παράμετροι και προβλεπόμενες συνέπειες για τη χρήση της ενέργειας σε πανεπιστημιακά κτήρια

Παράμετροι	Τύπος δεδομένων	Προβλεπόμενη επίδραση στη χρήση ενέργειας
Χρήση χώρων	Αίθουσα διδασκαλίας, γραφείο, εργαστήριο, κοινόχρηστος χώρος, άλλο	Ένα πανεπιστήμιο έχει μια πληθώρα κτηρίων και χώρων με μοναδικά λειτουργικά χαρακτηριστικά (Davis ,Nutter, 2010). Συνήθως, αυτά αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες χρήσης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας (Dall’O’ , Sarto, 2013), (Yu et al, 2011).
Ηλικία	Έτος	Τα παλαιότερα κτήρια μπορεί να είναι λιγότερο αποδοτικά από άποψη θερμικής απόδοσης (Dall’O’ , Sarto, 2013).
Προσανατολισμός	Αζιμούθιο	Ο προσανατολισμός μπορεί να επηρεάσει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που λαμβάνεται.(Dall’O’ , Sarto, 2013)
Σχήμα	SVR (Surface to Volume Ratio)	Η αύξηση της εξωτερικής επιφάνειας οδηγεί σε αυξημένες απώλειες θερμότητας λόγω μετάδοσης (Hawkins et al, 2012).
Επιφάνεια ανοιγμάτων	WWR (Window to Wall Ratio)	Οι επιφάνειες των ανοιγμάτων μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στην κατανάλωση ενέργειας, αν και μεγάλες επιφάνειες ανοιγμάτων παρέχουν μεγαλύτερη δυνατότητα διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας (Dall’O’ et al, 2012), (Dall’O’ , Sarto, 2013).
Σκίαστρα	Εφαρμόσιμα ή όχι	Τα σκίαστρα ελέγχουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που λαμβάνεται από το κτήριο (Pacheco et al, 2012).
Εξοπλισμός ψύξης & θέρμανσης	Τύπος HVAC	Τα συστήματα HVAC και οι αποδόσεις τους ποικίλουν ανάλογα με το έτος κατασκευής τους (Trčka, Hensen, 2010), (Chidiac et al, 2011). Η διαχείριση και η βελτιστοποίηση των συστημάτων HVAC μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας (Mata et al, 2009).
Φωτισμός	Φωτιστικά σώματα, συστήματα ελέγχου	Το μέγιστο ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται στα κτήρια εκπαίδευσης καταναλώνεται από το σύστημα φωτισμού (Mahlia et al, 2011), (Cabrera, Zareipour, 2013), (Stefano, 2000).

πηγή: Chung and Rhee, 2014

Εντούτοις, ανάμεσα στις παραμέτρους τις οποίες θα πρέπει να λαμβάνει κανείς υπ' όψιν του σε ό,τι αφορά το ενεργειακό ισοζύγιο ενός κτηρίου, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι χρήστες του, τόσο με την παρουσία τους όσο και με τη συμπεριφορά τους. Καθώς ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που καταναλίσκεται σ' ένα κτήριο αφορά τις συνθήκες λειτουργίας του, το πλήθος των χρηστών ενός χώρου και οι επιλογές τους επηρεάζουν καθοριστικά την τελική ζήτηση ενέργειας και την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος (Yang *et al*, 2015).

Η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτήριο μπορεί να επιτευχθεί τόσο μέσω της ενεργειακής αναβάθμισης του κτηριακού κελύφους και των επιμέρους συστημάτων του, όσο και μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας που προκύπτει από τις συνθήκες κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του (Gul and Patidar, 2014). Ειδικότερα στις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες οι παρεμβάσεις στο κέλυφος των κτηρίων είναι περιορισμένες, όπως σε διατηρητέα και ιστορικά κτήρια, η συμπεριφορά των χρηστών είναι καταλυτική ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί. Αντίστοιχα, και σε νεότερα κτήρια τα οποία έχουν κατασκευαστεί με τους σύγχρονους αυστηρότερους κανονισμούς θερμομόνωσης, η περαιτέρω προσπάθεια μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας εστιάζεται στα εσωτερικά θερμικά κέρδη και τους χρήστες (Chung and Rhee, 2014). Έρευνες δείχνουν πως περισσότερη από τη μισή ενέργεια που καταναλώνεται σε ένα κτήριο, αφορά τις ώρες μη λειτουργίας του και οφείλεται στην άσκοπη χρήση του ηλεκτρικού εξοπλισμού (Gul and Patidar, 2014).

Αν και η μελέτη της συμπεριφοράς των χρηστών των κτηρίων και ο συσχετισμός της με την ενεργειακή κατανάλωση έχει απασχολήσει αρκετά την επιστημονική κοινότητα, εν τούτοις η κατανόηση και η ερμηνεία των παραγόντων που καθορίζουν ακόμα και απλές επιλογές, όπως το άνοιγμα και το κλείσιμο των παραθύρων, αποτελεί μια πολυσύνθετη διαδικασία (Fabi *et al*, 2012), η οποία εξαρτάται από παράγοντες όπως είναι η ηλικία του χρήστη, το φύλο, η υπευθυνότητά του, κ.ά. (Yang *et al*, 2015).

Η δυσκολία της μοντελοποίησης της συμπεριφοράς των χρηστών εξηγεί το χάσμα που παρατηρείται ανάμεσα στην προβλεπόμενη και στην πραγματική κατανάλωση ενέργειας. Οι Chang et Hong (2013) κατέδειξαν πως η ασυμφωνία αυτή οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στη στοχαστική προσέγγιση των μοτίβων συμπεριφοράς των χρηστών (Yang *et al*, 2015).

Οι μέθοδοι που ακολουθούνται προκειμένου να συλλεχθούν στοιχεία σχετικά με τη συμπεριφορά των χρηστών περιλαμβάνουν τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων, καθώς και συνεντεύξεις με ανθρώπους που ασχολούνται με τη διαχείριση των κτηρίων και μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις καθημερινές δραστηριότητες και τα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας τους. Άλλες μέθοδοι περιλαμβάνουν τη χρήση αισθητήρων που βασίζονται στις ραδιοσυχνότητες και στην ανίχνευση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων, σε πληροφορίες από κάμερες υπερύθρων, υπερήχων, βιντεοκάμερες και κάμερες ασφαλείας, αλλά και αισθητήρες CO₂, ενώ και οι νεότερες τεχνολογίες του GPS, των δικτύων WLAN και Bluetooth μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση της παρουσίας και τον προσδιορισμό του αριθμού των χρηστών ενός κτηρίου (Yang *et al*, 2015).

Αν και η καταγραφή του αριθμού των χρηστών ενός χώρου ή/και ενός κτηρίου αποτελεί σημαντικό στοιχείο, εν τούτοις δεν εξασφαλίζει σε καμία περίπτωση περαιτέρω πληροφορίες σχετικά με τα μοτίβα συμπεριφοράς τους, τα οποία είναι αυτά που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας και καθορίζουν το δυναμικό εξοικονόμησης που μπορεί να επιτευχθεί από τη λειτουργία του κτηρίου. Ειδικότερα για κτήρια που στεγάζουν πλήθος διαφορετικών δραστηριοτήτων, όπως είναι τα κτήρια της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, η μελέτη τέτοιων μοτίβων αποτελεί μια σύνθετη διαδικασία, καθώς οι χρήστες τους συγκεντρώνουν περισσότερο χαρακτηριστικά 'επισκέπτη', παρά μόνιμου χρήστη, γεγονός που καθιστά ακόμα πιο δύσκολη την εν λόγω διαδικασία.

Η ανάπτυξη και η ενσωμάτωση συστημάτων BEMS (Building Energy Management Systems), έχει σημαντικά πλεονεκτήματα σε τέτοιες περιπτώσεις. Ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης επιτρέπει τον έλεγχο της λειτουργίας των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών συστημάτων ενός κτηρίου, καθώς και την ανάλυση των δεδομένων που προκύπτουν από τη λειτουργία τους. Το στοιχείο αυτό έχει πολλαπλά οφέλη τόσο σε επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας, όσο και επιλογής μέτρων ενεργειακής αναβάθμισης, καθιστώντας εφικτή τη δυνατότητα παρακολούθησης των ενεργειακών καταναλώσεων των κτηρίων.

Κατά την επιλογή ενός τέτοιου συστήματος, ο μελετητής θα πρέπει να εξετάσει αφενός την αναγκαιότητα ενσωμάτωσής του στον σχεδιασμό και αφετέρου τα χαρακτηριστικά των χρηστών και τις απαιτήσεις τους από τον βαθμό ελέγχου, στοιχεία που θα

προσδιορίσουν την όποια επιλογή ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή του λειτουργία. Η μελέτη των Gul and Patidar (2014) αναφορικά με τη σχέση ανάμεσα στην καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια και στις δραστηριότητες των χρηστών του πανεπιστημιακού κτηρίου Heriot-Watt στο Εδιμβούργο της Σκωτίας, έδειξε πως η μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας προέκυπτε από τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Το σύστημα BMS, το οποίο ρύθμιζε τη λειτουργία τους, μη λαμβάνοντας υπόψιν το πραγματικό χρονοδιάγραμμα των δραστηριοτήτων των επιμέρους χώρων του πανεπιστημίου, παρέμενε ενεργοποιημένο ακόμα και απουσία χρηστών.

Το παραπάνω καθιστά σαφές πως απαιτείται συνεχής ανατροφοδότηση και επαναπροσδιορισμός των συνθηκών σχεδιασμού σύμφωνα με τα πραγματικά χαρακτηριστικά λειτουργίας των κτηρίων. Προς αυτή την κατεύθυνση κινείται η ανάπτυξη της πλατφόρμας CAMP-IT, ενός καινοτόμου συστήματος ενεργειακής διαχείρισης που απευθύνεται σε campus Πανεπιστημίων, το οποίο, αξιοποιώντας τις σύγχρονες τεχνολογίες: (α) διαχειρίζεται με ενεργειακά αποδοτικό τρόπο τα πανεπιστημιακά κτήρια και τους ελεύθερους χώρους μέσα στις πανεπιστημιούπολεις, (β) παρακολουθεί τα ενεργειακά φορτία και πραγματοποιεί ενεργειακές αναλύσεις, τόσο για τα επιμέρους κτήρια, όσο και για το σύνολο της πανεπιστημιούπολης, (γ) αλληλεπιδρά τόσο με τα συστήματα BEMS κάθε κτηρίου, όσο και με τους χρήστες μέσω ερωτηματολογίων και e-mails, (δ) βελτιστοποιεί τη συνολική στρατηγική βασιζόμενο στα ιστορικά δεδομένα, και (ε) εφαρμόζει μια ολιστική μεθοδολογία προσέγγισης του χώρου της πανεπιστημιούπολης, η οποία αντιλαμβάνεται τα κτήρια και τους ελεύθερους χώρους ως ενιαίο σύνολο. Η πιλοτική εφαρμογή της πλατφόρμας στο campus του Πολυτεχνείου της Κρήτης είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος λόγω της αλληλεπίδρασης με τους χρήστες των κτηρίων, καθώς και τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, η οποία κυμαινόταν από 15-30%, ανάλογα με την εποχή του χρόνου (Kolokotsa *et al*, 2016).

Συμπεραίνει λοιπόν κανείς πως η σύγχρονη τεχνολογία, μέσω των συστημάτων που διαθέτει, είναι σε θέση να συμβάλλει καθοριστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας και να δώσει λύσεις σύμφωνα με την αειφορική προσέγγιση. Η εφαρμογή και η ενσωμάτωση συστημάτων και μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια, δεν επαρκεί χωρίς τη δέσμευση των χρηστών για την υιοθέτηση και την επιλογή ορθών πρακτικών χρήσης

τους. Αυτό που απαιτείται είναι αφενός η δέσμευση του χρήστη σε έναν τρόπο ζωής που αντιλαμβάνεται την αναγκαιότητα υιοθέτησης μιας υπεύθυνης και υγιούς συμπεριφοράς απέναντι στο περιβάλλον, γεγονός που περιλαμβάνει την αλλαγή της μέχρι τώρα εδραιωμένης νοοτροπίας, και αφετέρου η στήριξή του μέσα από χρηματοδοτικά προγράμματα, ώστε να μπορέσει -ακόμα και σε δύσκολες οικονομικά εποχές, να συμβάλει προς αυτή την κατεύθυνση.

ΜΕΡΟΣ 2^ο

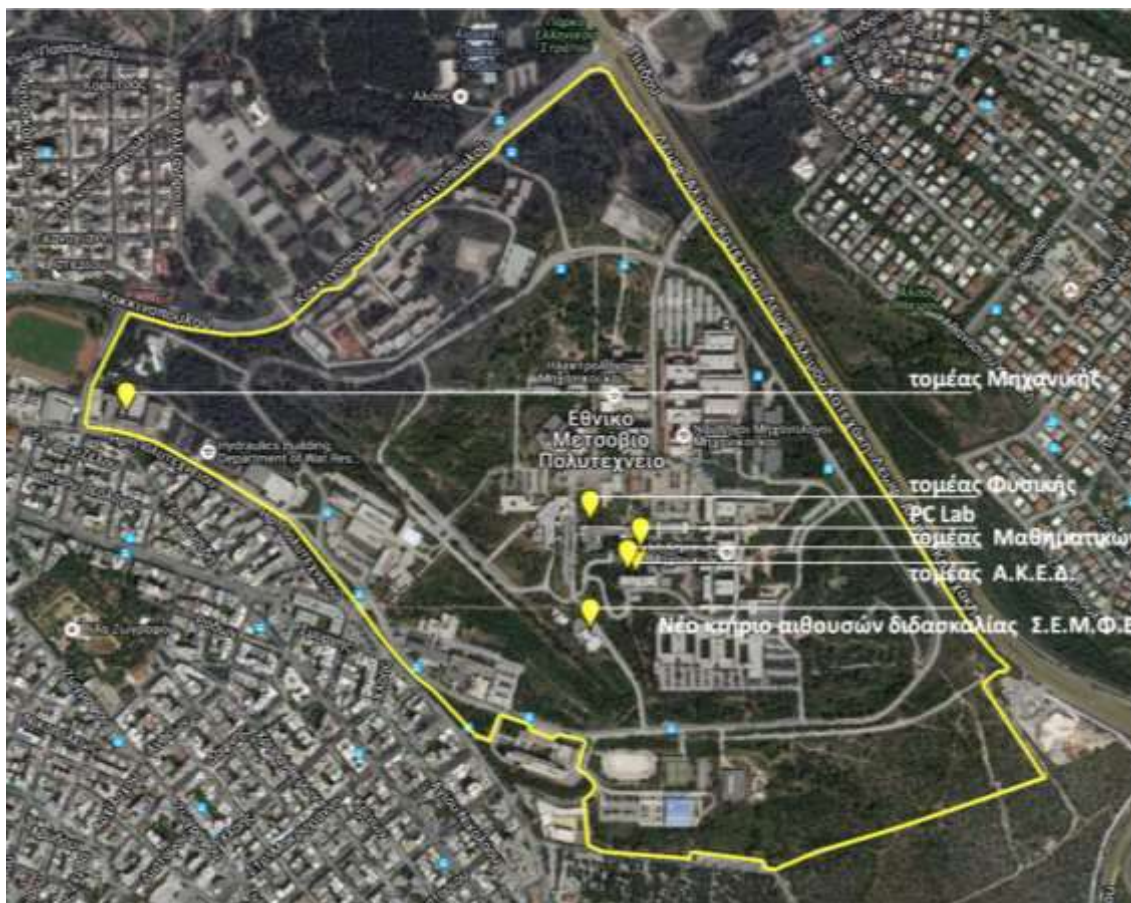
ΜΕΡΟΣ 2^ο :

Εισαγωγή

Γενικά στοιχεία για τη Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Η Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών ιδρύθηκε το 1999, οπότε και λειτούργησε ως αυτόνομη σχολή, και ειδικεύεται σε 4 τομείς: (i) Φυσικής, (ii) Μαθηματικών, (iii) Μηχανικής και (iv) Ανθρωπιστικών, Κοινωνικών Επιστημών & Δικαίου (Α.Κ.Ε.Δ.), προσφέροντας ένα ευρύτατο πεδίο γνώσεων στα αντίστοιχα επιστημονικά πεδία. Σύμφωνα με τον οδηγό σπουδών της σχολής, η Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. προσφέρει εκπαιδευτικό έργο τόσο σε προπτυχιακό όσο και σε μεταπτυχιακό επίπεδο μέσω της συμμετοχής ή/και του συντονισμού σε διάφορα μεταπτυχιακά προγράμματα. Τέλος, σημαντική είναι και η ερευνητική δραστηριότητα όλων των τομέων της Σχολής, η οποία σε πολλές ερευνητικές περιοχές γίνεται σε συνεργασία τόσο με άλλους τομείς του Ε.Μ.Π. όσο και με άλλα ιδρύματα της Ελλάδας και του εξωτερικού. Όπως αναφέρεται στην επίσημη ιστοσελίδα της σχολής, η Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. *«σήμερα αριθμεί 130 μέλη Δ.Ε.Π., υποστηρίζεται από 44 Διοικητικούς Υπαλλήλους, 11 μέλη Ε.Τ.Ε.Π., 11 μέλη Ε.Ε.Δ.Ι.Π., έχει 1.600 προπτυχιακούς φοιτητές, 450 μεταπτυχιακούς φοιτητές και 183 υποψήφιους διδάκτορες»* (semfe.ntua,2016).

Το συγκρότημα των κτηρίων της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. αποτελείται από τα κτήρια Φυσικής, Μαθηματικών, Μηχανικής, Α.Κ.Ε.Δ., από το εργαστήριο Προσωπικών Υπολογιστών και από το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας, στο οποίο στεγάζεται και η γραμματεία της Σχολής. Όλα τα παραπάνω κτήρια βρίσκονται στο κέντρο της Πολυτεχνειούπολης, εκτός από το κτήριο του τομέα της Μηχανικής, το οποίο βρίσκεται στο βορειοδυτικό άκρο της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου (Εικόνα 12).



Εικόνα 12: Τα κτήρια της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. στην Πολυτεχνειούπολη Ε.Μ.Π.

Πηγή: *map.ntua*, 2016, ίδια επεξεργασία

Το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. βρίσκεται στον δρόμο που οδηγεί από τον περιφερειακό οδικό δακτύλιο της Πολυτεχνειούπολης προς το κτήριο Διοίκησης του Ε.Μ.Π. (Εικόνα 13), δίπλα στον Ιερό Ναό Τριών Ιεραρχών, και διατάσσεται παράλληλα με τον οδικό άξονα, παρουσιάζοντας απόκλιση από τον άξονα Β-Ν κατά 41° προς τα δυτικά. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι όψεις του κτηρίου, και επομένως οι εσωτερικοί του χώροι, να παρουσιάζουν σύνθετο προσανατολισμό.

Η αρχιτεκτονική διάρθρωση του κτηρίου είναι ευανάγνωστη, όπως αρμόζει σε ένα δημόσιο κτήριο που προορίζεται να εξυπηρετήσει εκπαιδευτικές λειτουργίες: πρόκειται για ένα ορθογωνικής κάτοψης – σε πρώτη ανάγνωση- κτήριο, το οποίο διατρέχεται από έναν επιμήκη άξονα-χώρο κίνησης, εκατέρωθεν του οποίου διατάσσονται οι επιμέρους χώροι. Αν και ο κτήριο αναπτύσσεται σε τρία επίπεδα, λόγω της κλίσης του εδάφους,

από την πλευρά του δρόμου (Βορειοανατολική όψη), όπου και τοποθετείται η κεντρική είσοδος, το κτήριο είναι διώροφο, αποκαλύπτοντας όμως την ύπαρξη ενός ακόμα επιπέδου, σε χαμηλότερη στάθμη, τόσο μέσω της υπερυψωμένης -σε σχέση με τον δρόμο- εισόδου, όσο και μέσω της ενσωμάτωσης ενός ημικυκλικής μορφής κενού, το οποίο καλύπτει παράλληλα ανάγκες φυσικού φωτισμού των υποκείμενων χώρων. Η Νοτιοδυτική όψη αναπτύσσεται σε τρία διακριτά επίπεδα, με το διπλού ύψους υαλοπέτασμα να ‘διασπά’ τον κάνναβο τόσο της κάτοψης όσο και της όψης, σηματοδοτώντας τον εσωτερικό χώρο στάσης που περικλείει και επιτρέποντας την απρόσκοπτη θέα προς τον κατάφυτο χώρο της Πολυτεχνειούπολης.



Εικόνα 13: Το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Πηγή: map.ntua, 2016, ίδια επεξεργασία

Κτηριολογικό πρόγραμμα - περιγραφή χώρων

- **ισόγειο [επίπεδο 0]:**

Ο χώρος του ισογείου, όπως φαίνεται στην αντίστοιχη κάτοψη περιλαμβάνει τον κεντρικό χώρο της νοτιοδυτικής εισόδου, ο οποίος αποτελεί την κάτω στάθμη του κεντρικού πυρήνα του κτηρίου, μία αίθουσα διδασκαλίας 80 θέσεων [αίθουσα διδασκαλίας_001], το εντευκτήριο ΔΕΠ, γραφειακούς χώρους, τον χώρο Η/Μ εγκαταστάσεων, χώρους υγιεινής, τους άξονες κατακόρυφης κίνησης (τρία κλιμακοστάσια και δύο ανελκυστήρες), καθώς και τους απαραίτητους διαδρόμους κυκλοφορίας (Εικόνα 14).

- **α' όροφος [επίπεδο Ι]:**

Στο επίπεδο του α' ορόφου [επίπεδο_Ι], περιλαμβάνεται ο χώρος της βορειοανατολικής εισόδου, η οποία αποτελεί την άνω στάθμη του κεντρικού πυρήνα του κτηρίου και την κύρια είσοδό του, δύο αίθουσες διδασκαλίας 88 και 108 θέσεων [αίθουσες διδασκαλίας_101, 103], τέσσερις αίθουσες διδασκαλίας 40 θέσεων [αίθουσες διδασκαλίας_105,106,107,108], οι οποίες ομαδοποιούνται ανά δύο, μία αίθουσα συνεδριάσεων του Δ.Σ., γραφειακοί χώροι, οι χώροι υγιεινής, οι διάδρομοι κυκλοφορίας, οι ανελκυστήρες και τα κλιμακοστάσια, τόσο στον κεντρικό χώρο της εισόδου όσο και στα δύο άκρα των διαδρόμων κυκλοφορίας (Εικόνα 15).

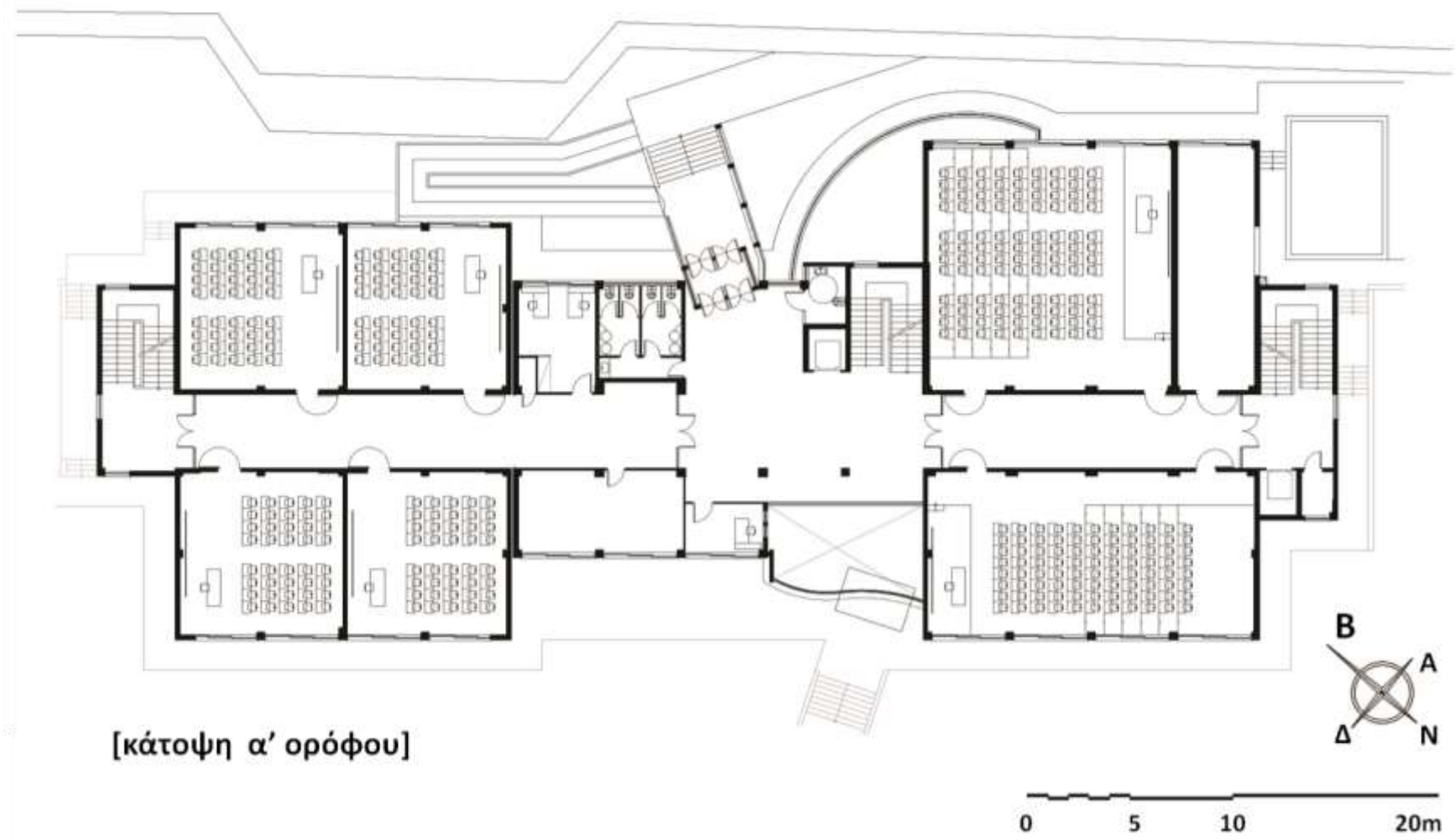
- **β' όροφος [επίπεδο ΙΙ]:**

Η στάθμη του β' ορόφου [επίπεδο_ΙΙ], περιλαμβάνει τον κεντρικό χώρο εισόδου, ο οποίος λειτουργεί και ως χώρος εκτόνωσης της αίθουσας εκδηλώσεων χωρητικότητας 92 ατόμων, τους απαραίτητους βοηθητικούς χώρους της αίθουσας, τους γραφειακούς χώρους της γραμματείας, η οποία χωρίζεται σε προπτυχιακό και μεταπτυχιακό τμήμα, με ξεχωριστούς γραφειακούς χώρους για τον προϊστάμενο και τον κοσμήτορα της σχολής, χώρο συναλλαγής με το κοινό, καθώς και χώρους για τα φωτοτυπικά μηχανήματα και τον server, κουζίνακι, χώρους υγιεινής, διαδρόμους κίνησης, και τους άξονες κατακόρυφης επικοινωνίας (ανελκυστήρες και κλιμακοστάσια)(Εικόνα 16).



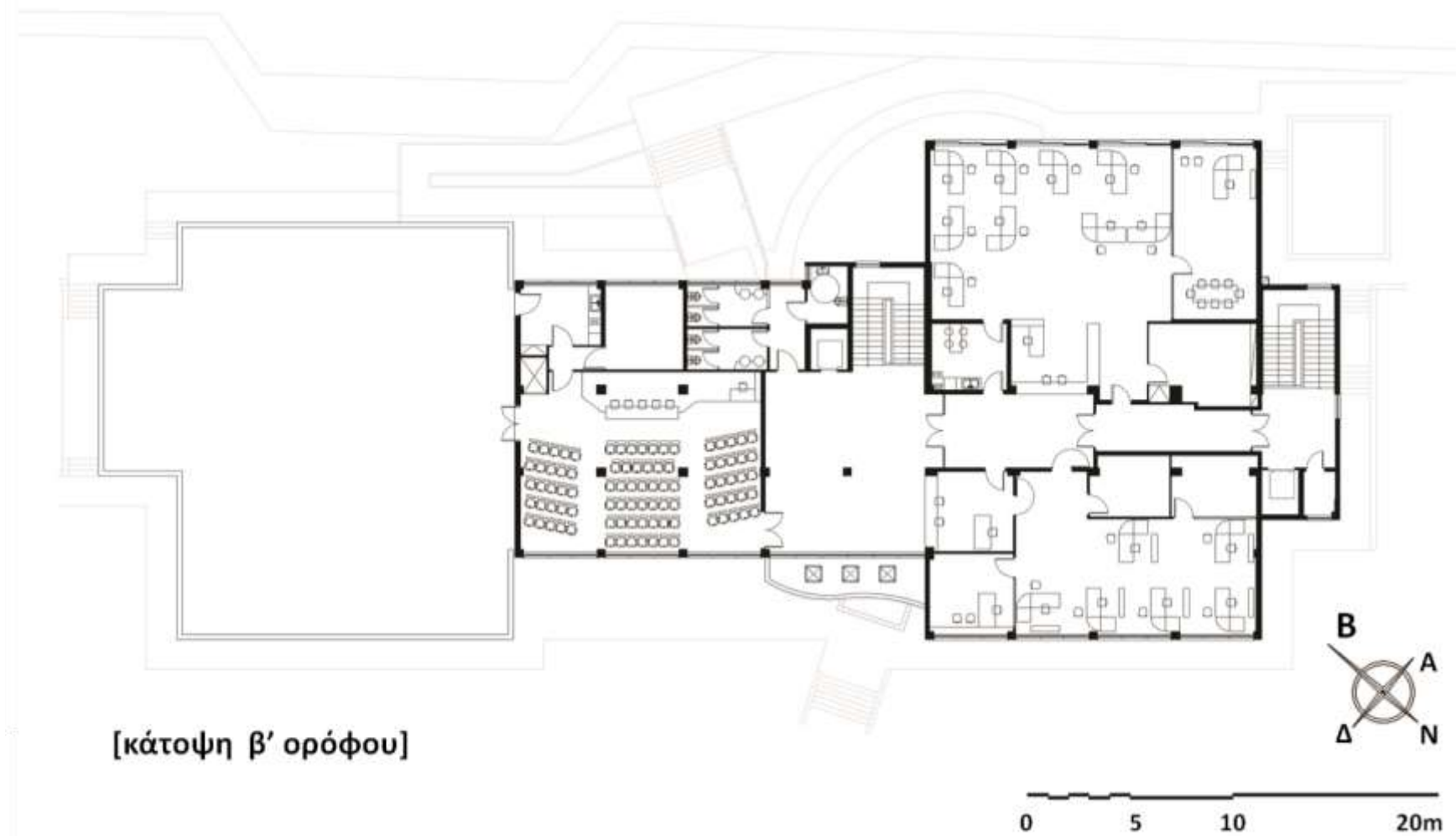
Εικόνα 14: Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. - κάτοψη ισογείου [επίπεδο_0]

Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Ε.Μ.Π., ίδια επεξεργασία



Εικόνα 15: Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. - κάτοψη α' ορόφου [επίπεδο Ι]

Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Ε.Μ.Π., ίδια επεξεργασία



Εικόνα 16: Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. - κάτοψη β' ορόφου [επίπεδο_II]

Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Ε.Μ.Π., ίδια επεξεργασία

Τεχνική περιγραφή

Η παρούσα ενότητα περιλαμβάνει τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κατασκευής καθώς και στοιχεία σχετικά με τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. Όλες οι πληροφορίες που παρατίθενται έχουν αντληθεί από τις τεχνικές εκθέσεις της μελετήτριας εταιρείας, οι οποίες παραχωρήθηκαν από το τμήμα Μελετών της διεύθυνσης Τεχνικών Υπηρεσιών του Ε.Μ.Π.

Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κελύφους

Σύμφωνα με τις παραπάνω εκθέσεις, πρόκειται για ένα κτήριο συμβατικής κατασκευής, με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα και εξωτερικές τοιχοποιίες από διπλή οπτοπλινθοδομή με διάκενο, συνολικού πάχους 30cm, η οποία φέρει θερμομονωτική πλάκα εξηλασμένης πολυστερόλης τύπου WALLMATE της DOW, πάχους 5cm τουλάχιστον. Οι τοιχοποιίες επιχρίονται εξωτερικά σε τρεις διαστρώσεις συνολικού πάχους 35mm, με την τελική επιφάνεια να είναι τριπτή. Τέλος, τόσο η υπόβαση του κτηρίου, όσον αφορά τους θερμαινόμενους χώρους, όσο και το δώμα, το οποίο είναι μη βατό και επισκέψιμο, φέρουν μόνωση από πλάκες εξηλασμένης πολυστερόλης πάχους 5cm.

Όσον αφορά τα εξωτερικά κουφώματα του κτηρίου, έχουν τοποθετηθεί δίφυλλα, επάλληλα, συρόμενα και μονόφυλλα, ανοιγόμενα ή σταθερά παράθυρα από αλουμίνιο, βαμμένα ηλεκτροστατικά με βαφή πούδρας, τα οποία φέρουν δίδυμους θερμοηχομονωτικούς, διαφανείς υαλοπίνακες πάχους 6mm ο καθένας, με ενδιάμεσο κενό. Ειδικότερα, τα παράθυρα των γραφειακών χώρων στο άνω μέρος τους είναι περιστρεφόμενα περί οριζόντιο άξονα, ενώ οι ισόγειοι χώροι του κτηρίου διαθέτουν δίδυμους υαλοπίνακες εκ των οποίων ο εξωτερικός είναι τύπου Laminated (Triplex) και αποτελείται από δύο υαλοπίνακες πάχους 3mm ο καθένας και ενδιάμεση ειδική μεμβράνη 0,76mm. Για λόγους ασφαλείας, τα παράθυρα του ισόγειου, όπου είναι προσβάσιμα, φέρουν σιδηρά κάγκελα.

Τέλος, αναφορικά με τις θύρες των εισόδων του κτηρίου, έχουν επιλεγεί δίφυλλες ή μονόφυλλες θύρες χωρίς υαλοστάσιο, με κάσες από ειδικές στραντζαριστές διατομές λαμαρίνας, ενώ τα θυρόφυλλα αποτελούνται από στραντζαριστά πλαίσια με διάκενα που πληρούνται με πετροβάμβακα πάχους 4cm.

Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του εσωτερικού χώρου

Οι εσωτερικές τοιχοδομές του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. αποτελούνται από μπατική πλινθοδομή πάχους 20cm σε όλους τους κύριους χώρους του κτηρίου και φέρουν τριπτά επιχρίσματα, ενώ στους χώρους των W.C., οι τοιχοποιίες εσωτερικής διαίρεσης αποτελούνται από απλές δρομικές οπτοπλινθοδομές, επενδεδυμένες με κεραμικά πλακίδια διαστάσεων 20x20.

Όσον αφορά τα δάπεδα του εσωτερικού χώρου, αυτά διαφοροποιούνται αναλόγως του χώρου και της χρήσης που φιλοξενείται μέσα σ' αυτόν. Έτσι, για τα δάπεδα των εισόδων και τους διαδρόμους κυκλοφορίας έχει επιλεγεί μάρμαρο, διαστάσεων 40x40 και πάχους 2cm, ενώ τα κλιμακοστάσια επιστρώνονται με μονοκόμματα μάρμαρα πάχους 3cm για τα πατήματα και 2cm για τα ρίχτια. Στα δάπεδα των γραφειακών χώρων, των αιθουσών διδασκαλίας και της αίθουσας εκδηλώσεων στον β' όροφο έχουν τοποθετηθεί δάπεδα από επισκληρημένο Linoleum πάχους 2,5mm πάνω σε υπόστρωμα γαρμπιλωμωσαϊκού πάχους 3,5cm. Η τελική επιφάνεια των χώρων υγιεινής σε όλα τα επίπεδα έχει διαμορφωθεί από κεραμικά αντιολισθηρά πλακίδια, ενώ οι χώροι Η/Μ εγκαταστάσεων και οι αποθήκες διαθέτουν βιομηχανικά δάπεδα από σκυρόδεμα.

Τέλος, σε όλους τους κύριους χώρους του κτηρίου έχουν τοποθετηθεί ψευδοροφές από πλάκες ορυκτών ινών, στις οποίες έχει ενσωματωθεί ο Η/Μ εξοπλισμός (φωτιστικά σώματα, στόμια κλιματισμού, πυραυλιχενυτές, κ.λ.π.), ενώ οι ψευδοροφές στους χώρους υγιεινής είναι από λωρίδες αλουμινίου.

Εγκαταστάσεις κλιματισμού & αερισμού

Το σύστημα κλιματισμού και αερισμού του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. αποτελείται από δύο αερόψυκτους ψύκτες νερού (ο πρώτος καλύπτει το ισόγειο και τον α' όροφο και ο δεύτερος τον β' όροφο), έναν λέβητα κεντρικής θέρμανσης, fan coils δαπέδου και αντλίες-κυκλοφορητές νερού. Συμπληρώνεται με δύο κλιματιστικές μονάδες προκλιματισμού του αέρα (μία για το ισόγειο και τον α' όροφο και μία για τον β' όροφο) και δίκτυα αεραγωγών προσαγωγής και απόρριψης. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζονται οι παραδοχές για τις εσωτερικές (Πίνακας 13) και τις εξωτερικές συνθήκες (Πίνακας 14) για τον υπολογισμό των απαιτούμενων ψυκτικών και θερμικών φορτίων του κτηρίου, σύμφωνα με τις υποδείξεις και τα κλιματικά στοιχεία των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421/86, 2423/86 και 2425/86.

Πίνακας 13: Παραδοχές για τις εσωτερικές συνθήκες υπολογισμού των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου

Χώρος	Θερμοκρασία		Σχετική Υγρασία		Αερισμός
	Χειμώνας	Καλοκαίρι	Χειμώνας	Καλοκαίρι	
Γραφεία	20°C	26°C	45%	50%	20m ³ /h·άτομο
Αίθουσες	20°C	26°C	45%	50%	17m ³ /h·άτομο
Διάδρομοι - Κλιμακοστάσια	20°C	26°C	45%	50%	1 εναλλαγή/h
w.c.	-	-	-	-	60m ³ /h· λεκάνη

Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Ε.Μ.Π.

Πίνακας 14: Παραδοχές για τις εξωτερικές συνθήκες υπολογισμού των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου

Θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου (DB)		Σχετική Υγρασία (RH)	
Χειμώνας	Καλοκαίρι	Χειμώνας	Καλοκαίρι
0°C	35,7°C	68%	39%

Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Ε.Μ.Π.

Ειδικότερα, η παραγωγή ψυχρού νερού για τις ανάγκες των εγκαταστάσεων κλιματισμού του κτηρίου καλύπτεται από δύο αερόψυκτους ψύκτες νερού, ψυκτικού μέσου R-134a, θερμοκρασίας νερού 7/12°C. Ο πρώτος ψύκτης έχει ψυκτική ισχύ 211 KW και καλύπτει το ισόγειο και τον α' όροφο, ενώ ο δεύτερος με ψυκτική ισχύ 147KW καλύπτει τις ανάγκες του β' ορόφου. Αντίστοιχα, οι ανάγκες του κτηρίου σε θερμότητα με τη μορφή θερμού νερού θερμοκρασίας 85-90°C γίνονται από έναν λέβητα χυτοσιδηρό, θερμαντικής ικανότητας 175KW, ο οποίος αρχικά κάλυπτε τις ανάγκες μόνο του ισογείου και του α' ορόφου, ενώ με κατάλληλη μετατροπή καλύπτει και τον β' όροφο (293KW), εγκατεστημένο στο λεβητοστάσιο του κτηρίου.

Εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού

Αναφορικά με τις εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού, τα φωτιστικά σώματα που χρησιμοποιούνται είναι φθορίου υψηλής απόδοσης, με ballast χαμηλής κατανάλωσης, ώστε να εξασφαλίζουν τις απαιτούμενες συνθήκες οπτικής άνεσης με τον βέλτιστο οικονομοτεχνικό τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, στους κύριους χώρους του κτηρίου έχουν τοποθετηθεί φωτιστικά σώματα ψευδοροφής με διπλή παραβολική περσίδα από ματ

αλουμίνιο, τα οποία στους γραφειακούς χώρους και την αίθουσα εκδηλώσεων είναι ισχύος 4x18W, ενώ στις αίθουσες διδασκαλίας και τους διαδρόμους έχουν ισχύ 2x36W. Ο τεχνητός φωτισμός στους μηχανολογικούς χώρους εξασφαλίζεται με στεγανά φωτιστικά φθορισμού 2x36W IP 65, ενώ οι χώροι υγιεινής διαθέτουν φωτιστικά σώματα σποτ χωνευτής τοποθέτησης, με γυάλινο κάλυμμα, στεγανά IP 44 για δύο συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού 2x18W, και επίτοιχα στεγανά φωτιστικά σώματα φθορισμού 1x18W, πάνω από τους νιπτήρες.

Όσον αφορά τους λαμπτήρες, οι λαμπτήρες φθορισμού των φωτιστικών σωμάτων των γραφείων είναι τύπου TLD 84, με θερμοκρασία χρώματος 4000°C και απόδοσης 96lm/W της PHILIPS.

Το κτήριο διαθέτει επίσης σύστημα φωτισμού ασφαλείας, με φωτιστικά σώματα συνεχούς λειτουργίας για τη σήμανση των οδεύσεων διαφυγής και των εξόδων κινδύνου, με ενσωματωμένη μονάδα συσσωρευτή που επιτρέπει τη λειτουργία τους για 1,5 ώρα, σε περίπτωση διακοπής της παροχής ρεύματος από τη ΔΕΗ. Για τον φωτισμό ασφαλείας χρησιμοποιούνται αυτόνομα φωτιστικά φθορισμού με λαμπτήρες 10W, που φέρουν ενδεικτικό βέλος κατεύθυνσης ή εξόδου.

Τέλος, ο εξωτερικός φωτισμός του κτηρίου, περιλαμβάνει φωτιστικά σώματα κορυφής, επί ιστού ύψους 3,5m με λαμπτήρες Hg υψηλής πίεσης και ισχύος 125W.

Βιοκλιματικά στοιχεία του κτηρίου

Η αρχιτεκτονική μελέτη του κτηρίου, εκτός από την εξυπηρέτηση των λειτουργικών αναγκών και την κάλυψη του κτηριολογικού προγράμματος, λαμβάνει υπ' όψιν βασικές βιοκλιματικές αρχές που σχετίζονται με τον προσανατολισμό και την αξιοποίησή του, ενσωματώνοντας στοιχεία σχετικά με την ηλιοπροστασία ή/και τον ηλιασμό του εσωτερικού χώρου, καθώς και τον έλεγχο του φυσικού αερισμού του.

Όσον αφορά τις ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, στη νοτιοδυτική πλευρά του κτηρίου, τα ανοίγματα του ισογείου φέρουν εσωτερικά ρολλά ηλιοπροστασίας, ενώ στον α' και β' όροφο η σκίαση επιτυγχάνεται με εξωτερικά σταθερά οριζόντια σκίαστρα. Εσωτερικά, τόσο στη νοτιοδυτική όσο και στη βορειοανατολική πλευρά, οι γραφειακοί χώροι διαθέτουν κινητές οριζόντιες περσίδες (στόρια), ενώ στις αίθουσες διδασκαλίας έχουν τοποθετηθεί υφασμάτινες ρολοκουρτίνες συσκότισης ανοιχτού χρώματος.

Στα στοιχεία που συνεισφέρουν στη βιοκλιματική συμπεριφορά του κτηρίου συγκαταλέγεται και ο κεντρικός πυρήνας, με το διπλού ύψους υαλοπέτασμα να επιτρέπει αφενός τον ηλιασμό, ο οποίος είναι ιδιαίτερα επιθυμητός τους χειμερινούς μήνες, και αφετέρου, τον φυσικό φωτισμό του εσωτερικού χώρου. Εντούτοις, ο χώρος δεν διαθέτει καμίας μορφής σκίαση, παρά το γεγονός ότι η αρχιτεκτονική μελέτη προβλέπει τέτοια στοιχεία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία προβλημάτων θερμικής καταπόνησης του κτηρίου τους καλοκαιρινούς κυρίως μήνες, καθώς και προβλημάτων θάμβωσης, λόγω του νοτιοδυτικού προσανατολισμού του υαλοπετάσματος. Επιπροσθέτως, αν και η οροφή του χώρου φέρει ανοίγματα, το γεγονός ότι αυτά είναι σταθερά και όχι ανοιγόμενα, όπως προβλεπόταν αρχικά, εντείνει ακόμα περισσότερο τη θερμική επιβάρυνση του χώρου.

Τέλος, οι ανεμοφράκτες στους χώρους εισόδου του κτηρίου, συμβάλλουν στην προστασία από τις ανεπιθύμητα ρεύματα αέρα. Ωστόσο, το γεγονός ότι οι πόρτες της βορειοανατολικής εισόδου παραμένουν συνεχώς ανοιχτές, καθιστά την όποια προσπάθεια ελέγχου του ανεπιθύμητου αερισμού μη αποτελεσματική.

Εξυπηρετήσεις ΑΜΚ

Θα ήταν παράλειψη να μην γίνει αναφορά στο γεγονός πως στο συγκεκριμένο κτήριο έχουν προβλεφθεί εξυπηρετήσεις για άτομα μειωμένης κινητικότητας τόσο στον εξωτερικό όσο και στον εσωτερικό χώρο. Πιο συγκεκριμένα, το κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. διαθέτει κατάλληλα διαμορφωμένη ράμπα, μέσω της οποίας εξασφαλίζεται η μετάβαση από το επίπεδο του δρόμου στην υπερυψωμένη είσοδο του α' ορόφου. Στον εσωτερικό χώρο, η πρόσβαση στα διαφορετικά επίπεδα του κτηρίου γίνεται μέσω των ανελκυστήρων, οι οποίοι έχουν διαστασιολογηθεί κατάλληλα με βάση τις οδηγίες σχεδιασμού για άτομα με αναπηρίες, ενώ σε όλους τους ορόφους έχουν προβλεφθεί ειδικά διαμορφωμένοι και εξοπλισμένοι χώροι υγιεινής.

Μετρήσεις Φυσικού Φωτισμού

Μετρήσεις Φυσικού Φωτισμού

Εισαγωγή

Ένα μεγάλο ποσοστό της ενέργειας που καταναλώνεται σε ένα κτήριο αφορά τον τεχνητό φωτισμό και τη χρήση των φωτιστικών σωμάτων από τους χρήστες. Η σπατάλη ενέργειας οφείλεται κυρίως στην απουσία του σωστού σχεδιασμού, όχι μόνο των ίδιων των φωτιστικών εγκαταστάσεων, αλλά και των κτηρίων, καθώς σε πολλές περιπτώσεις δεν λαμβάνεται υπ' όψιν η δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού και της πορείας του ήλιου, παράμετρος που θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Επιπροσθέτως, εκτός από την αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, συχνά παρατηρείται ακατάλληλη κατανομή του φυσικού φωτισμού στον χώρο, προκαλώντας είτε φαινόμενα φωτορύπανσης, όπως είναι η είσοδος του φωτός σε χώρους όπου αυτό δεν είναι επιθυμητό και η θάμβωση, είτε/και φαινόμενα ανεπαρκούς φωτισμού του χώρου, οπότε και απαιτείται η χρήση συστημάτων τεχνητού φωτισμού, ώστε να εξασφαλιστούν οι επιθυμητές συνθήκες οπτικής άνεσης και ασφάλειας, όπως αυτές ορίζονται από τα αντίστοιχα Πρότυπα και τις Οδηγίες.

Πίνακας 15: Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m^2]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Εκπαίδευσης	νηπιαγωγεία	300	9,6	0,8
	πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση	300	9,6	0,8
	τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	16,0	0,8
Γραφείων	γραφεία	500	16,0	0,8
Συνάθροισης κοινού	διάδρομοι & άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	200	6,4	0,5

Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

Μετρήσεις Φυσικού Φωτισμού

Προκειμένου να αξιολογηθούν οι συνθήκες οπτικής άνεσης που επικρατούν στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κρίθηκε απαραίτητη η πραγματοποίηση επιτόπιων μετρήσεων των επιπέδων του φυσικού φωτισμού. Για τις ανάγκες της μελέτης πεδίου, αρχικά προσδιορίστηκε το πλήθος και η θέση των απαιτούμενων σημείων μέτρησης σε κάθε χώρο, και στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε φωτόμετρο χειρός τύπου Smart Sensor AR823, το οποίο καταγράφει την ένταση του φωτός σε μονάδες Lux.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις 28 Μαρτίου 2016, λίγες ημέρες μετά την εαρινή ισημερία (21 Μαρτίου), οπότε και επικρατούσαν σταθερές συνθήκες ηλιοφάνειας καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, στοιχείο που αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση, έτσι ώστε να μην υπάρξουν στρεβλώσεις ως προς τις πραγματικές συνθήκες κατανομής του φυσικού φωτισμού. Για τον ίδιο λόγο και προκειμένου να προκύψει μια σφαιρική εικόνα των επιπέδων φυσικού φωτισμού που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο καθ' όλη τη διάρκεια του ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στις 10:00π.μ., στις 13:00μ.μ. και στις 16:00μ.μ. της ίδιας ημέρας.

Από τις τιμές που προέκυψαν και την εφαρμογή γραμμικής παρεμβολής, δημιουργήθηκαν οι φωτομετρικές καμπύλες φυσικού φωτισμού για το ισόγειο και τον πρώτο όροφο του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Σημεία μέτρησης

Προκειμένου να προσδιοριστεί το πλήθος των απαιτούμενων σημείων μέτρησης χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης **Room Index [R.I.]**, σύμφωνα με τον τύπο:

$$\text{Room Index} = \frac{\alpha * \beta}{(\alpha + \beta)(H - h)}$$

όπου:

α : μήκος χώρου

β : πλάτος χώρου

H: ελεύθερο ύψος χώρου

h: ύψος επιπέδου μέτρησης

Ανάλογα με τις τιμές που παίρνει ο δείκτης R.I., προκύπτει ο αριθμός των απαιτούμενων σημείων μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα:

για: **R.I. < 1** => **4** σημεία,

1 < R.I. < 2 => **9** σημεία,

2 < R.I. < 3 => **16** σημεία,

R.I. > 3 => **25** σημεία,

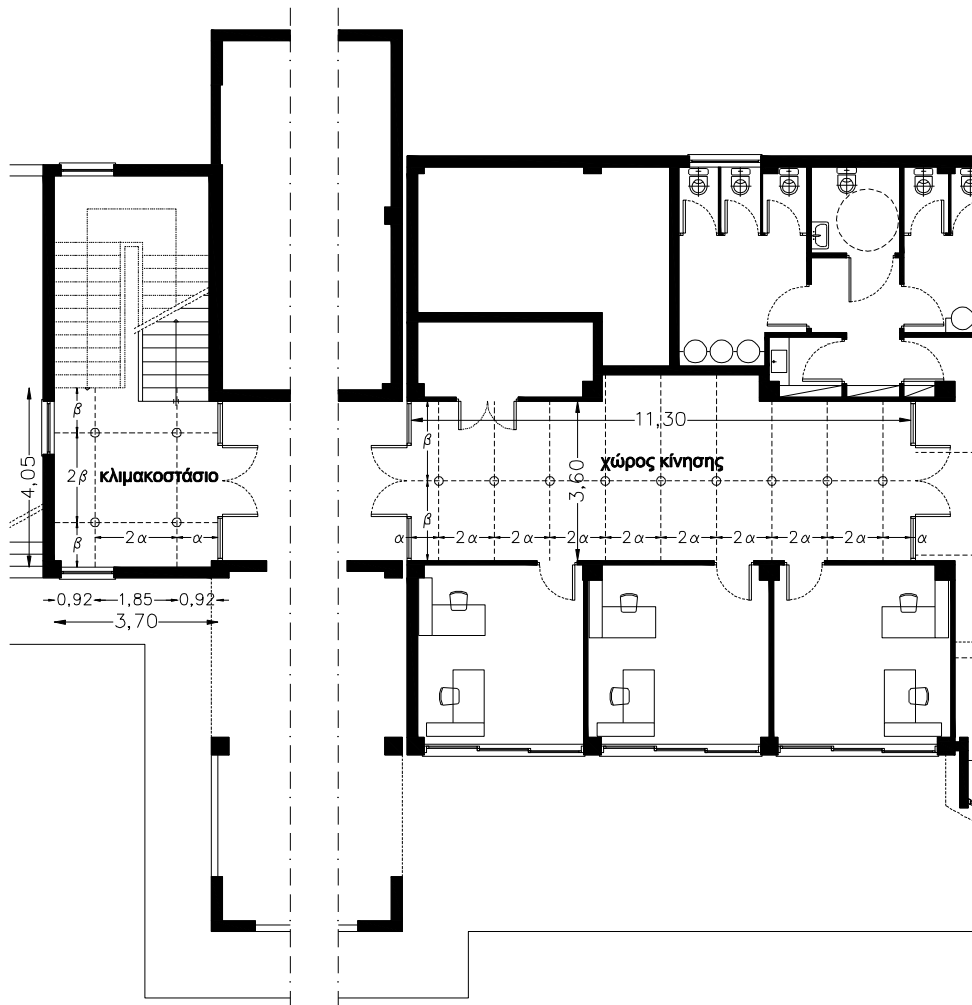
τα οποία κατανέμονται ισομερώς στις δύο διαστάσεις του χώρου (π.χ. 2x2 ή 3x3, προκειμένου για 4 ή 9 απαιτούμενα σημεία, αντιστοίχως).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί πως σε περιπτώσεις όπου ένας χώρος είναι επιμήκης, όπως για παράδειγμα οι διάδρομοι κίνησης, ο δείκτης παρουσιάζει αδυναμίες ως προς τη δημιουργία του καννάβου και την κατανομή των σημείων στον χώρο. Στην περίπτωση αυτή, κρίθηκε ορθότερο τα απαιτούμενα σημεία μέτρησης να κατανεμηθούν ισομερώς κατά μήκος μόνο της μεγάλης διάστασης του άξονα κίνησης, και όχι ως προς τις δύο διαστάσεις του.

Επιπροσθέτως, για τις αίθουσες διδασκαλίας 101 και 103 στον α' όροφο (επίπεδο_I) του κτηρίου, αν και σύμφωνα με τον δείκτη R.I. υπολογίστηκαν 16 απαιτούμενα σημεία μέτρησης, εντούτοις θεωρήθηκε πως η δημιουργία καννάβων 24 (6x4) και 25 (5x5) σημείων, αντίστοιχα, προσεγγίζει πιο αντιπροσωπευτικά την εικόνα των πραγματικών συνθηκών φυσικού φωτισμού που επικρατούν σε κάθε έναν από τους προαναφερθέντες χώρους.

Στις εικόνες που ακολουθούν (Εικόνα 17 - Εικόνα 22) αποτυπώνεται ο κάνναβος των σημείων για κάθε χώρο στον οποίο πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις φυσικού φωτισμού, όπως προέκυψαν με την εφαρμογή του Room Index, σύμφωνα με τις διαστάσεις του και με ύψος επιπέδου μέτρησης ίσο με 0,80m.

[Επίπεδο_0]:



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

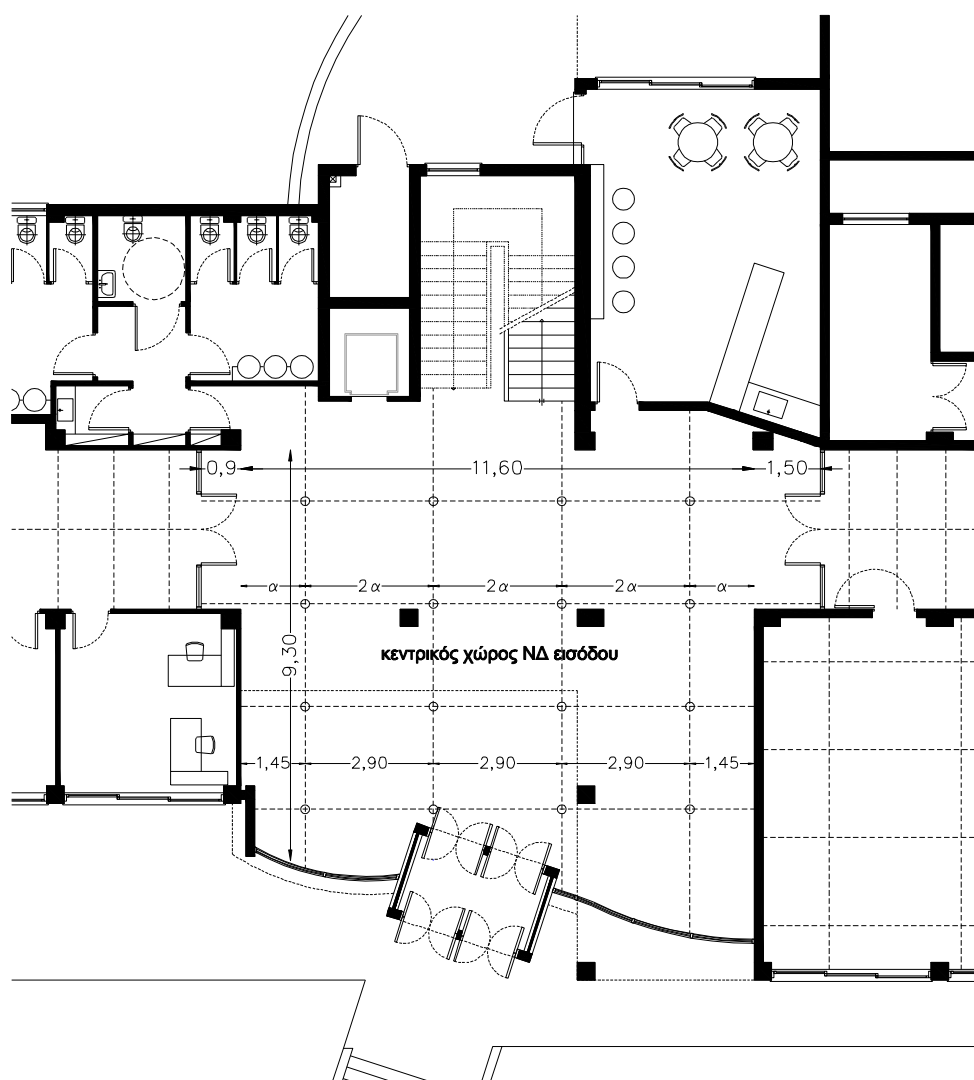
Εικόνα 17: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του ισογείου_I

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 16: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του ισογείου_I

ισόγειο	μήκος [α]	πλάτος [β]	ύψος χώρου [H]	ύψος μέτρησης [h]	Room Index [R.I.]	πλήθος σημείων [N]
κλιμακοστάσιο_01	3,70	4,05	2,90	0,80	0,92	4
χώρος κίνησης_01	11,30	3,60	2,90	0,80	1,30	9

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

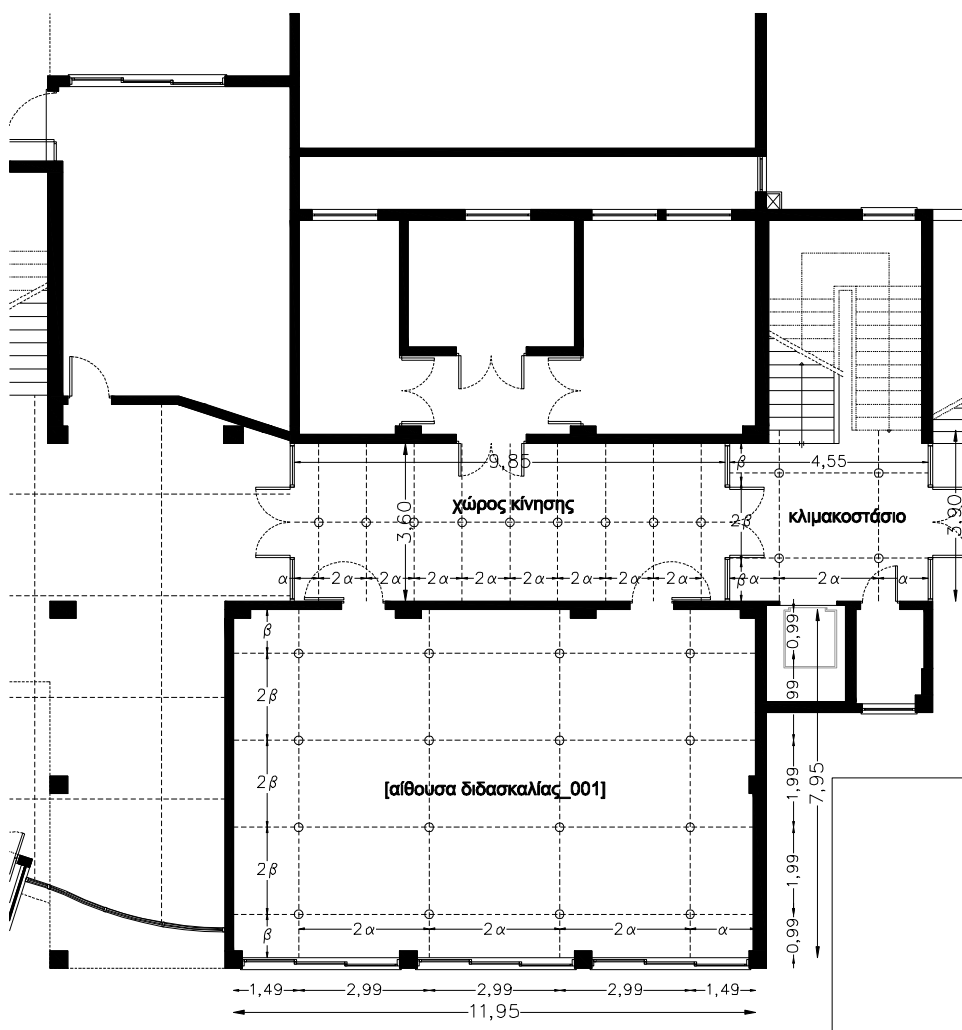
Εικόνα 18: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του ισογείου_II

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 17: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του ισογείου_II

ισόγειο	μήκος [α]	πλάτος [β]	ύψος χώρου [H]	ύψος μέτρησης [h]	Room Index [R.I.]	πλήθος σημείων [N]
κεντρικός χώρος ΝΔ εισόδου	11,60	9,30	2,90	0,80	2,46	16

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

Εικόνα 19: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του ισογείου_III

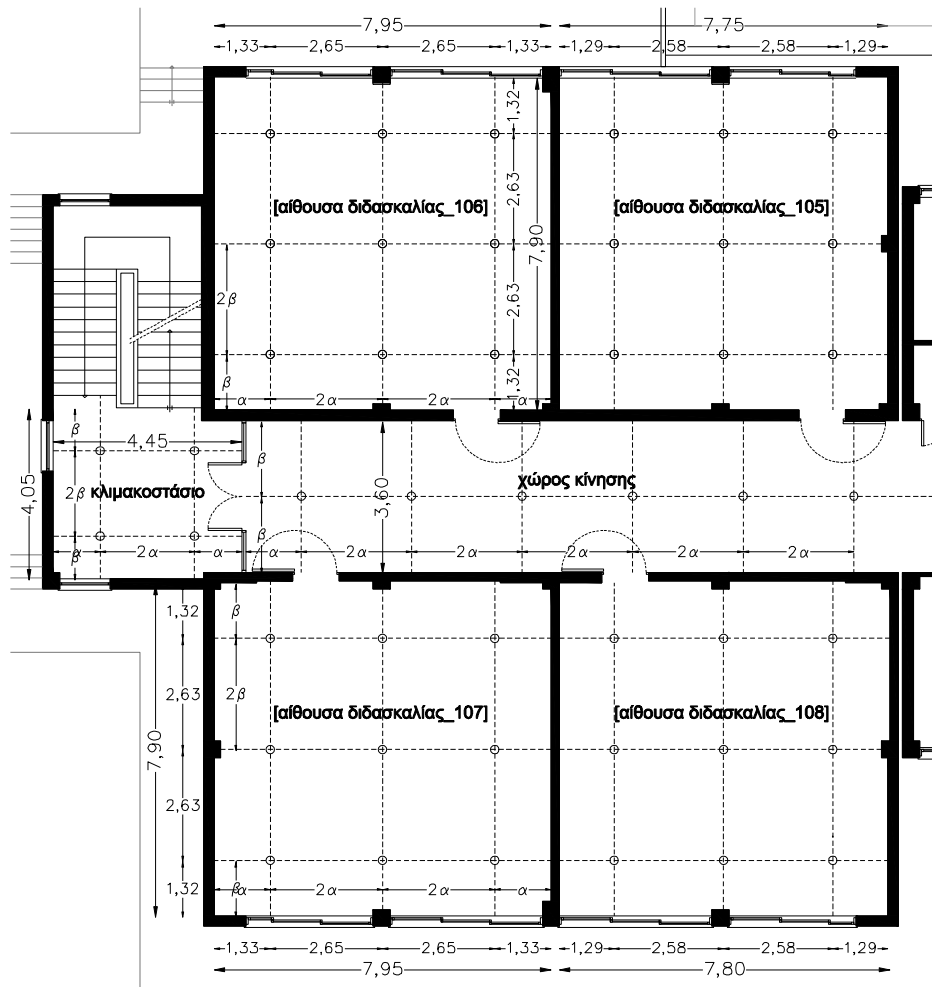
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 18: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του ισογείου_III

ισόγειο	μήκος [α]	πλάτος [β]	ύψος χώρου [H]	ύψος μέτρησης [h]	Room Index [R.I.]	πλήθος σημείων [N]
χώρος κίνησης_02	9,85	3,60	2,90	0,80	1,26	9
κλιμακοστάσιο_02	4,55	3,90	2,90	0,80	1,00	4
αίθουσα διδασκαλίας_001	11,95	7,95	3,00	0,80	2,17	16

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

[Επίπεδο_I]:



ΚΑΤΟΨΗ Α' ΟΡΟΦΟΥ

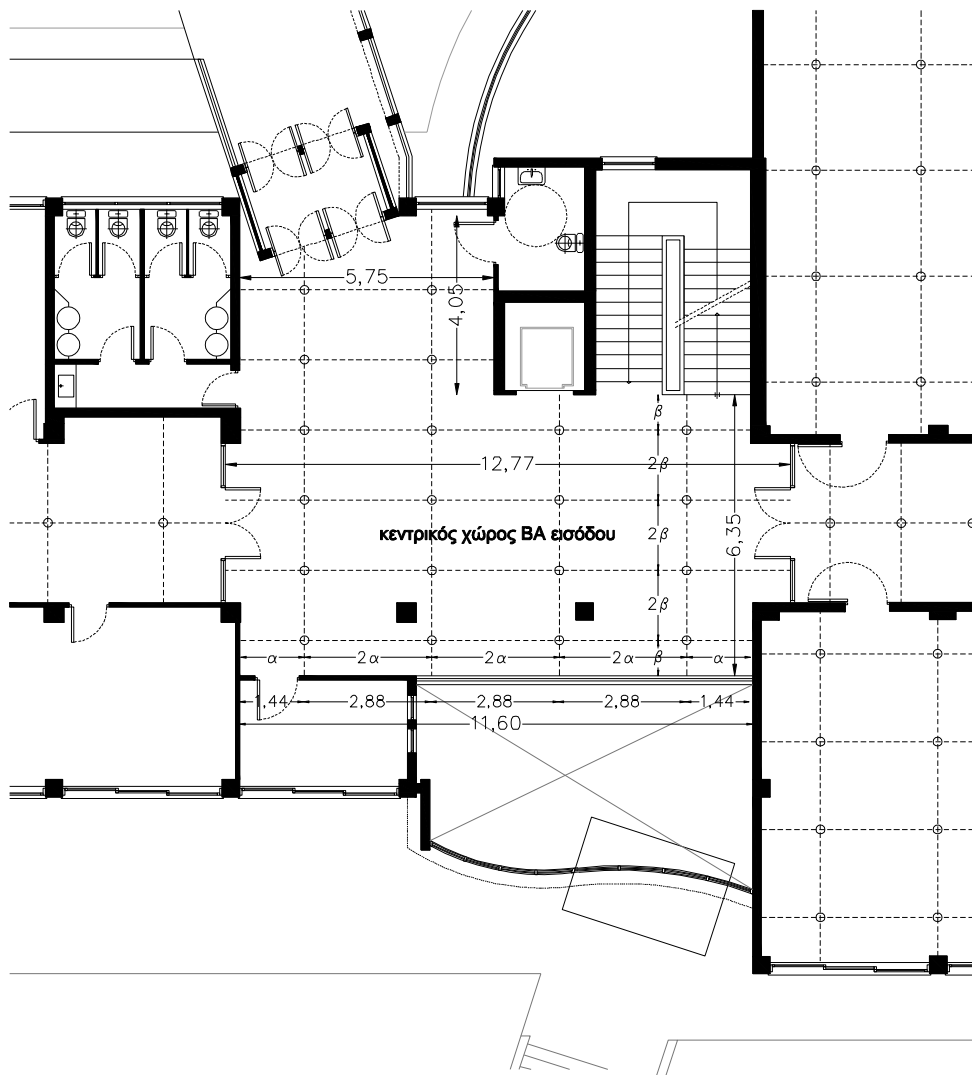
Εικόνα 20: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του α' ορόφου_I

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 19: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του α' ορόφου_I

α' όροφος	μήκος [α]	πλάτος [β]	ύψος χώρου [H]	ύψος μέτρησης [h]	Room Index [R.I.]	πλήθος σημείων [N]
αίθουσα διδασκαλίας_105	7,75	7,90	3,00	0,80	1,78	9
αίθουσα διδασκαλίας_106	7,95	7,90	3,00	0,80	1,80	9
κλιμακοστάσιο_01	4,45	4,05	2,90	0,80	1,00	4
χώρος κίνησης_01	22,9	3,60	3,00	0,80	1,41	9
αίθουσα διδασκαλίας_107	7,95	7,90	3,00	0,80	1,80	9
αίθουσα διδασκαλίας_108	7,80	7,90	3,00	0,80	1,78	9

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



ΚΑΤΟΨΗ Α' ΟΡΟΦΟΥ

Εικόνα 21: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του α' ορόφου_II

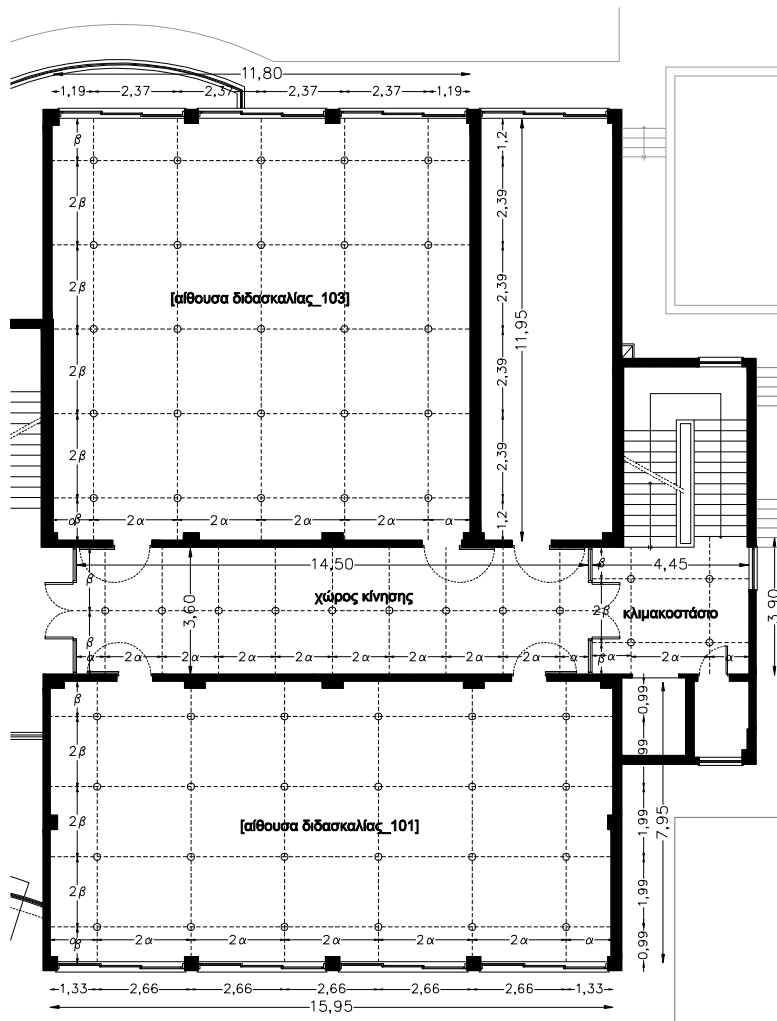
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 20: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του α' ορόφου_II

α' όροφος	μήκος [α]	πλάτος [β]	ύψος χώρου [H]	ύψος μέτρησης [h]	Room Index [R.I.]	πλήθος σημείων [N]
κεντρικός χώρος ΒΑ εισόδου	11,60	6,35	3,00	0,80	1,87	9*

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

* Λόγω της γεωμετρίας του κεντρικού χώρου της ΒΑ εισόδου επιλέχθηκαν 16 σημεία για τις μετρήσεις φυσικού φωτισμού.



ΚΑΤΟΨΗ Α' ΟΡΟΦΟΥ

Εικόνα 22: Σημεία μετρήσεων του φυσικού φωτισμού στην κάτοψη του α' ορόφου_III

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 21: Υπολογισμός σημείων μέτρησης στην κάτοψη του α' ορόφου_III

α' όροφος	μήκος [α]	πλάτος [β]	ύψος χώρου [H]	ύψος μέτρησης [h]	Room Index [R.I.]	πλήθος σημείων [N]
αίθουσα διδασκαλίας_101	15,95	7,95	3,00	0,80	2,41	16*
κλιμακοστάσιο_02	4,45	3,90	2,90	0,80	0,99	4
χώρος κίνησης_02	22,90	3,60	3,00	0,80	1,41	9
αίθουσα διδασκαλίας_103	11,80	11,95	2,90	0,80	2,83	16*

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

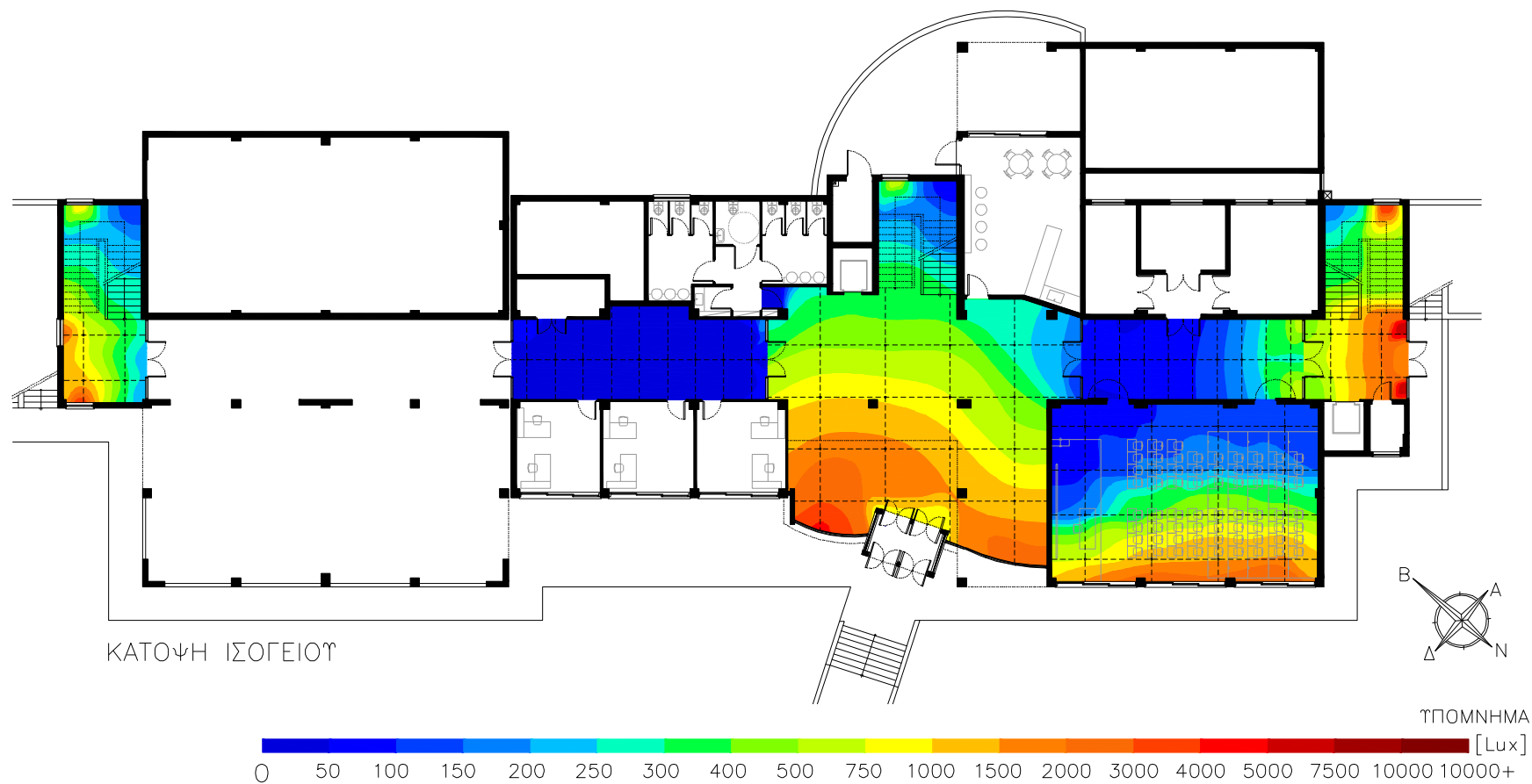
* Λόγω της γεωμετρίας των αιθουσών διδασκαλίας [101] και [103] επιλέχθηκαν 24 (6x4) και 25 (5x5) σημεία, αντιστοίχως, για τις μετρήσεις φυσικού φωτισμού.

Παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων φυσικού φωτισμού

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων φυσικού φωτισμού που πραγματοποιήθηκαν στο ισόγειο και τον α' όροφο του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. Αρχικά παρουσιάζονται οι κατόψεις ανά επίπεδο, στις οποίες αποτυπώνονται οι φωτομετρικές καμπύλες για κάθε ένα από τα χρονικά διαστήματα στα οποία πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, προκειμένου να δοθεί μια γενική άποψη των επιπέδων φυσικού φωτισμού που επικρατούν στο κτήριο, καθώς και του τρόπου που αυτά μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια λειτουργίας του, ενώ στη συνέχεια, εξετάζονται οι συνθήκες οπτικής άνεσης που επικρατούν σε κάθε χώρο ξεχωριστά, με βάση τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού, όπως αυτά καθορίζονται από την TOTEE.

Γενικά, μπορεί να ειπωθεί πως τα επίπεδα φυσικού φωτισμού εξαρτώνται σημαντικά από τη θέση κάθε χώρου στο κτήριο, από τον προσανατολισμό του, από τη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων του, καθώς και από την ύπαρξη εσωτερικών ή εξωτερικών σταθερών ηλιοπροστατευτικών διατάξεων ή/και εμποδίων (π.χ. δέντρων ή γειτονικών κατασκευών), που εκούσια ή ακούσια μειώνουν την εισερχόμενη, άμεση ή έμμεση, ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται ο εκάστοτε χώρος. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινιστεί πως κατά τη διάρκεια των μετρήσεων τόσο τα συστήματα τεχνητού φωτισμού που διαθέτει κάθε χώρος, όσο και τα κινητά συστήματα ηλιοπροστασίας (ρολλοκουρτίνες συσκότησης) δεν βρίσκονταν σε λειτουργία, ενώ και οι θύρες εισόδου παρέμεναν κλειστές, ώστε να μην επηρεαστούν οι μετρήσεις από τις συνθήκες που επικρατούν στους όμορους χώρους. Το τελευταίο γίνεται εύκολα αντιληπτό στα σχέδια που ακολουθούν, καθώς δεν υπάρχει ομαλή διαβάθμιση των επιπέδων φυσικού φωτισμού που καταγράφηκαν ανάμεσα στους χώρους (π.χ. ανάμεσα στις αίθουσες διδασκαλίας και τους διαδρόμους), παρά μόνο αν τα ενδιάμεσα όρια διαμορφώνονται από φωτοδιαπερατά υλικά (π.χ. οι θύρες που απομονώνουν τους άξονες κίνησης από τα κλιμακοστάσια).

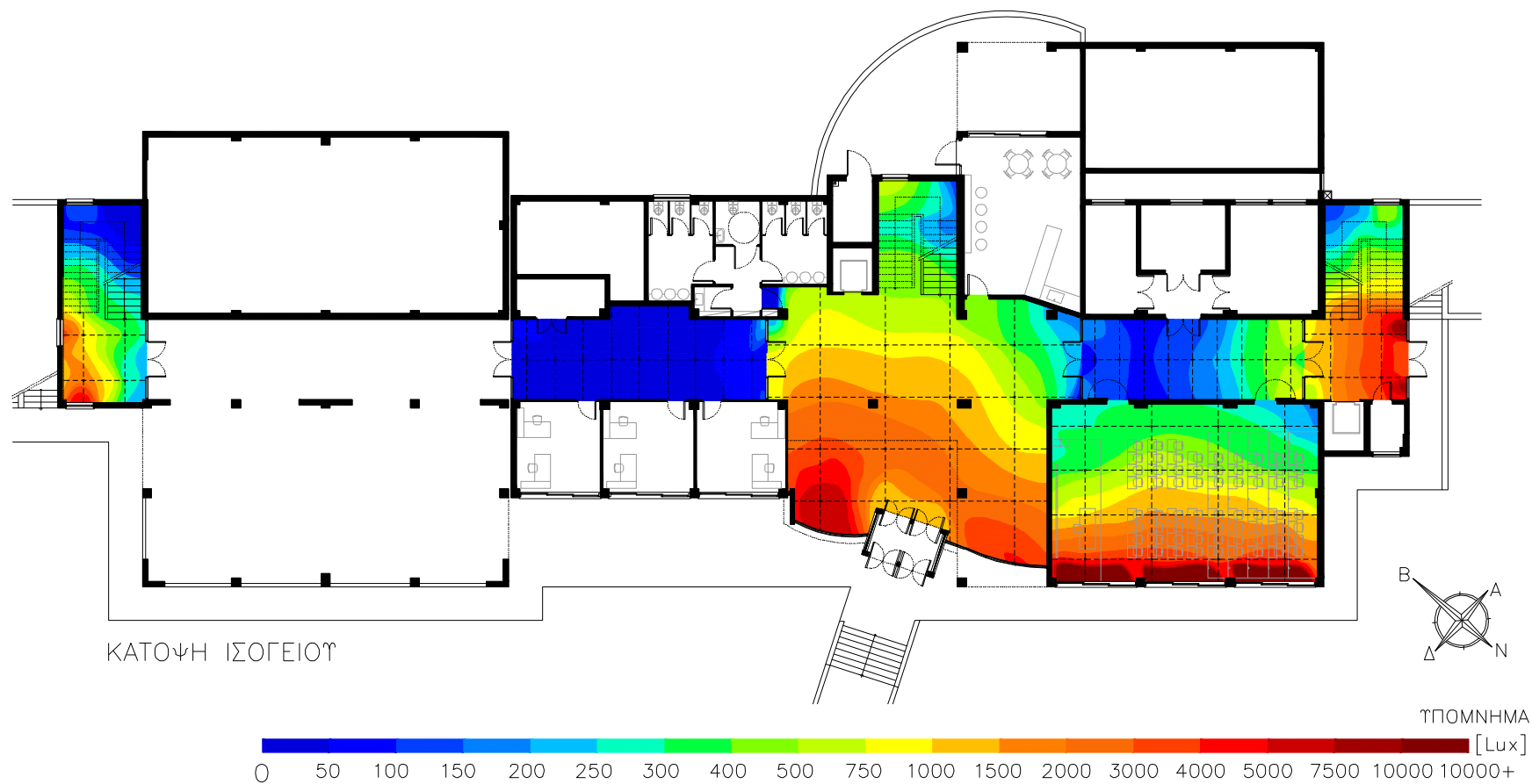
[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 10:00π.μ.]



Εικόνα 23: Φωτομετρικές καμπύλες στο ισόγειο [επίπεδο_0] στις 10:00π.μ.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

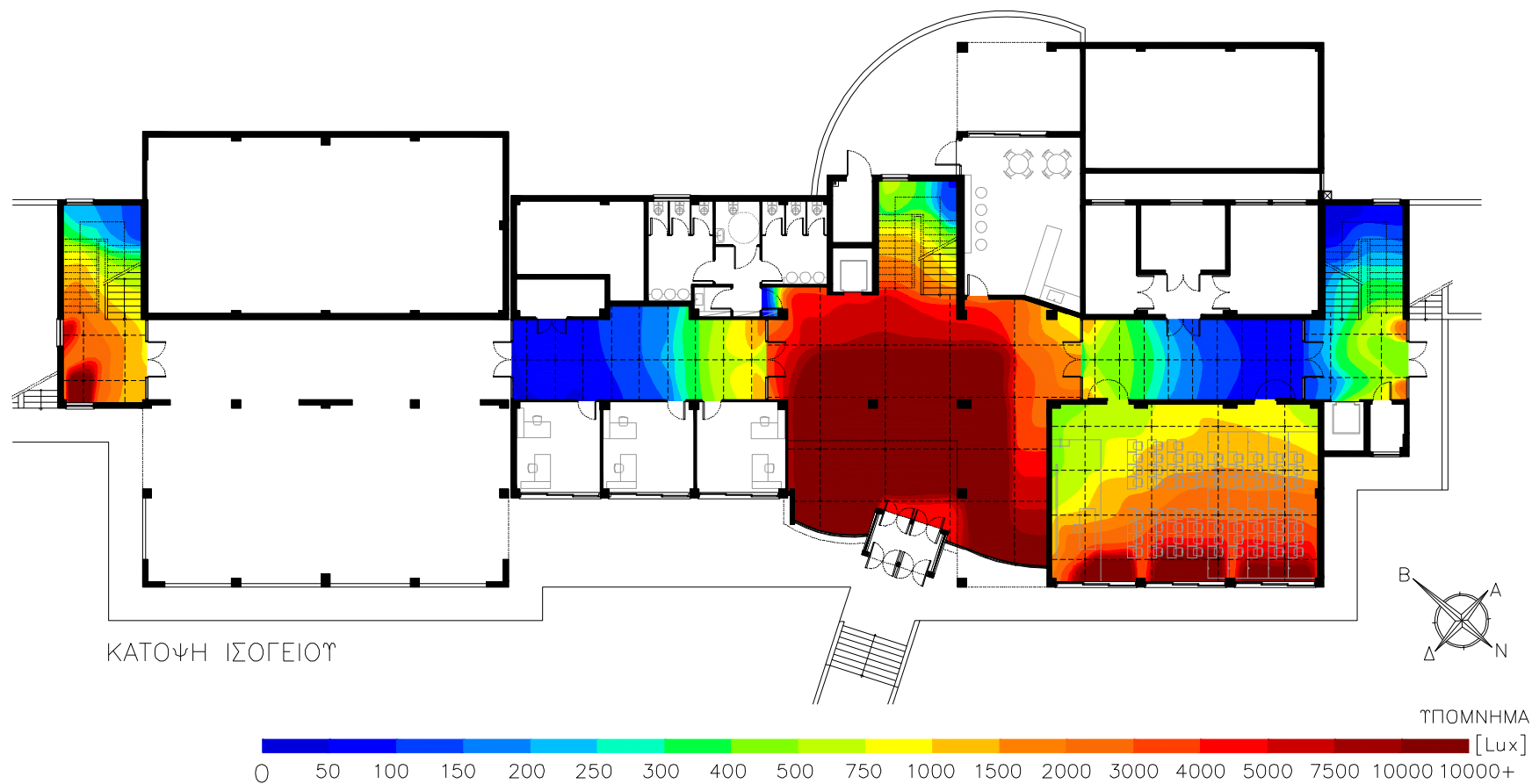
[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 13:00μ.μ.]



Εικόνα 24: Φωτομετρικές καμπύλες στο ισόγειο [επίπεδο_0] στις 13:00μ.μ.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

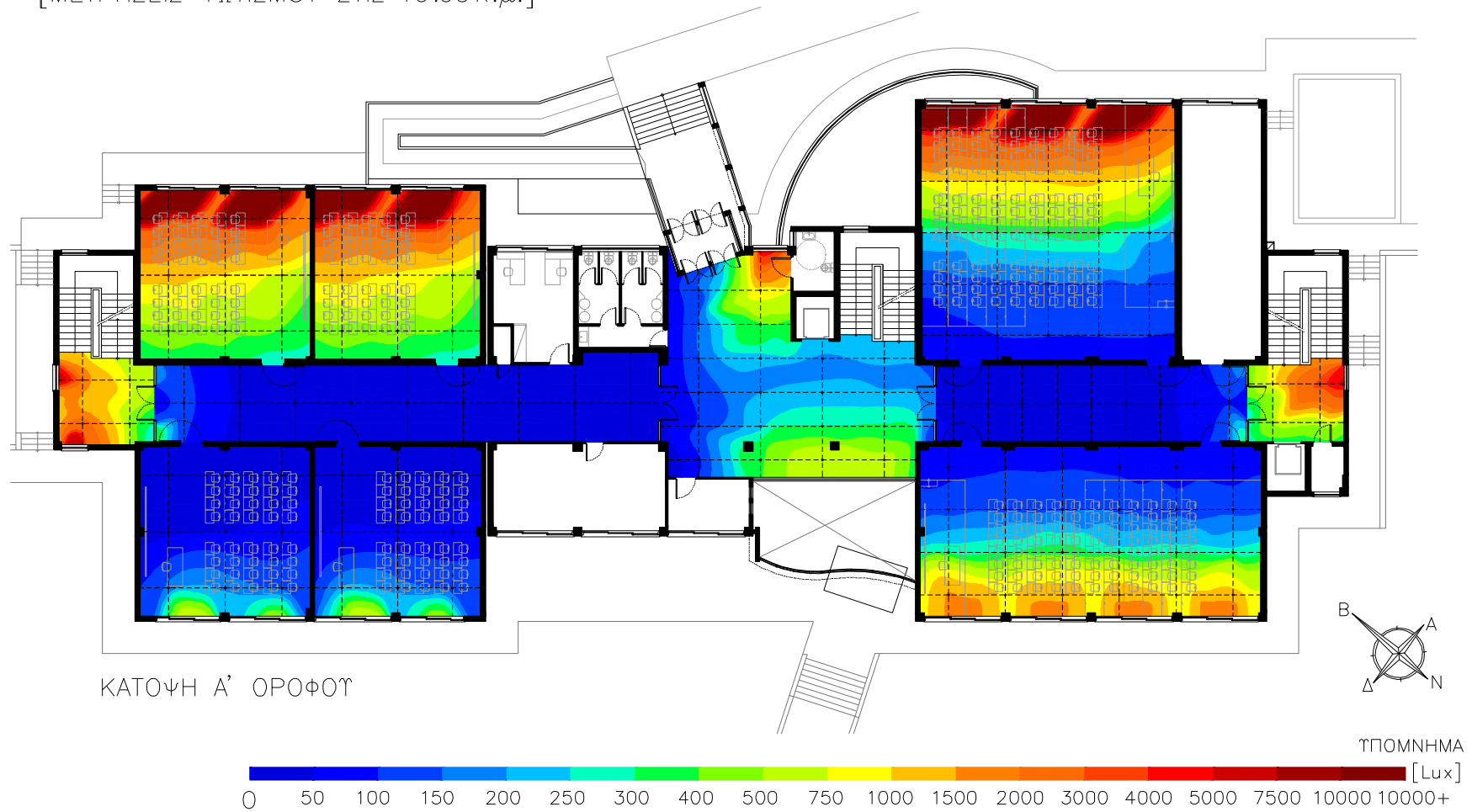
[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 16:00 μ.μ.]



Εικόνα 25: Φωτομετρικές καμπύλες στο ισόγειο [επίπεδο_0] στις 16:00 μ.μ.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

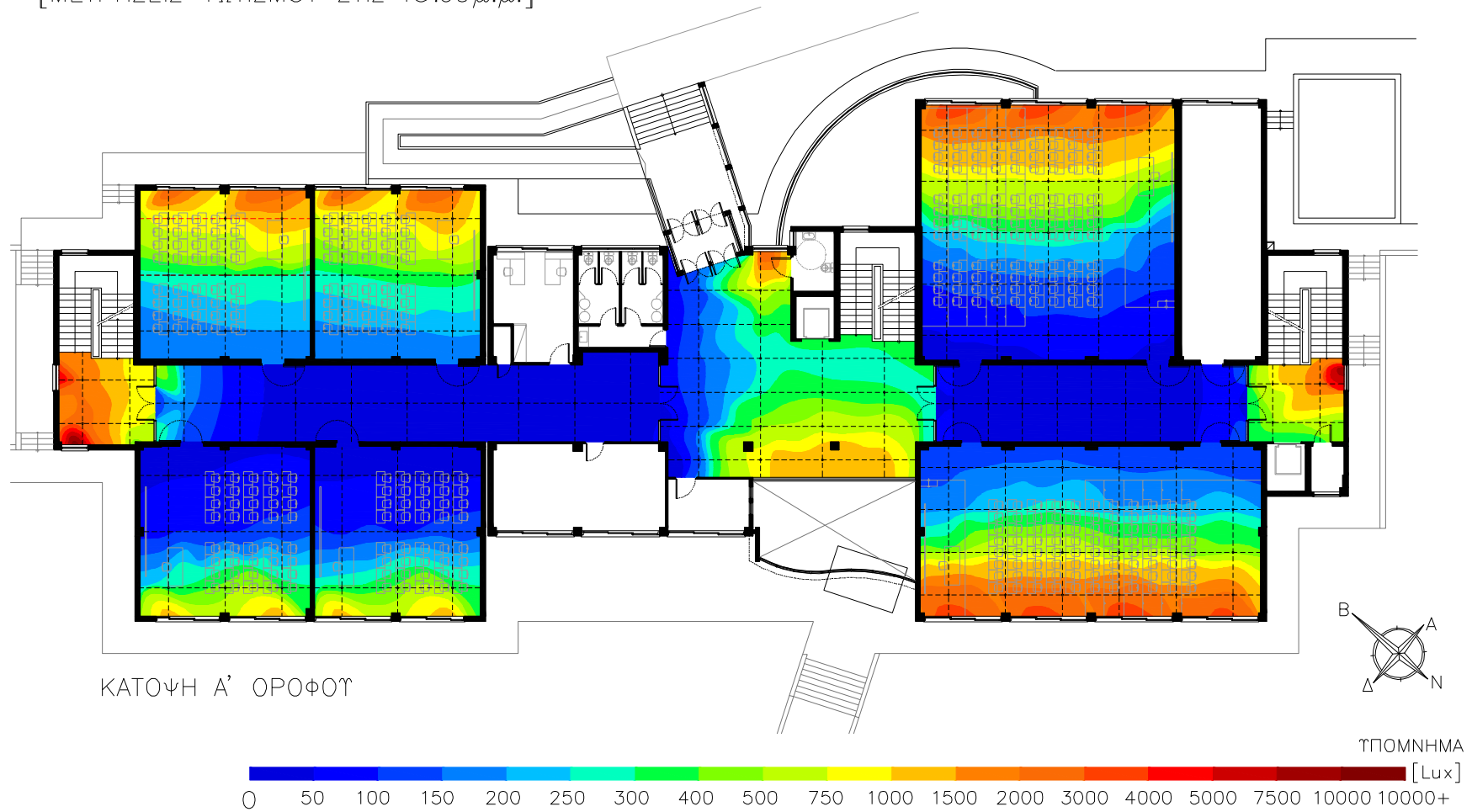
[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 10:00π.μ.]



Εικόνα 26: Φωτομετρικές καμπύλες στον α' όροφο [επίπεδο_I] στις 10:00π.μ.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

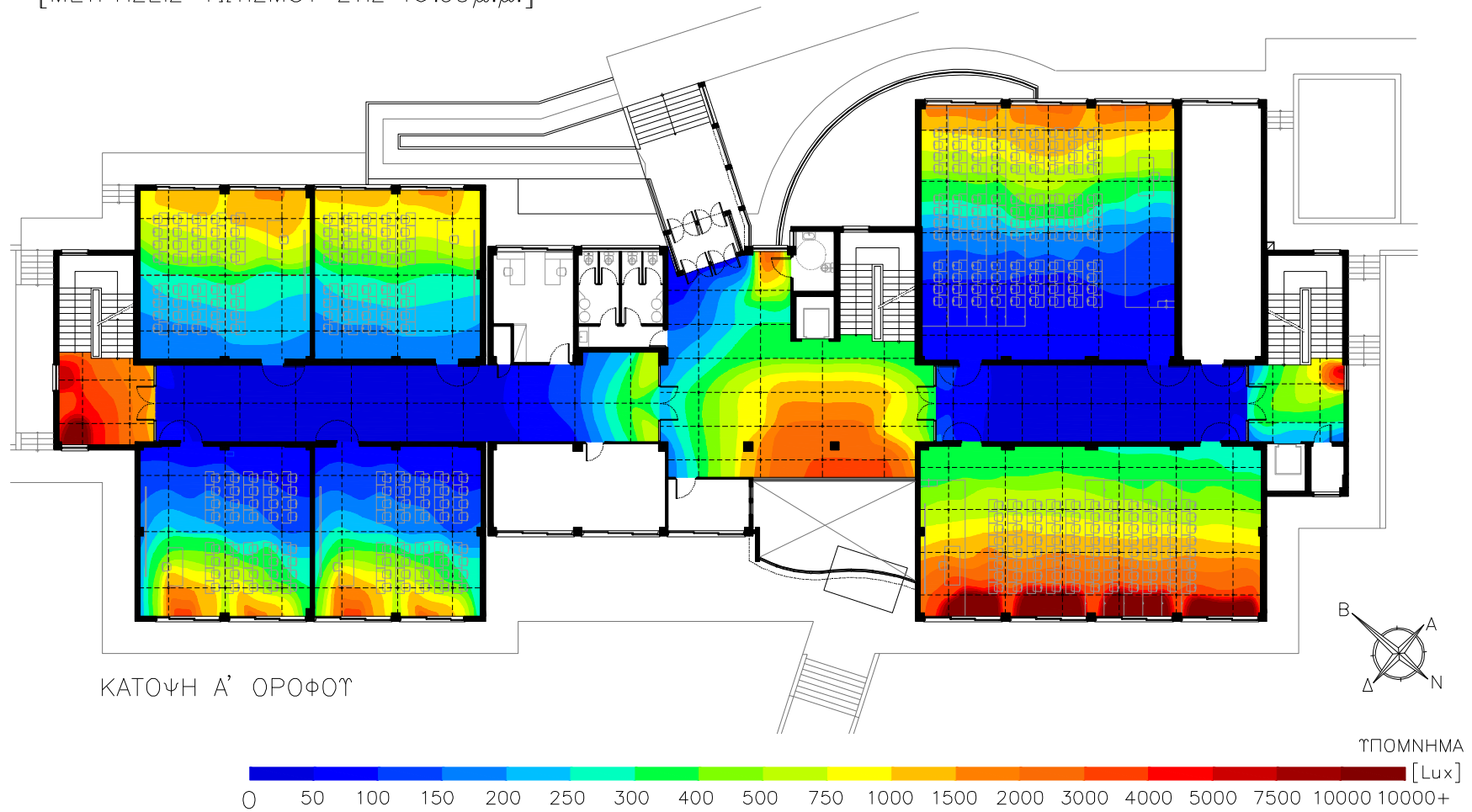
[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 13:00 μ.μ.]



Εικόνα 27: Φωτομετρικές καμπύλες στον α' όροφο [επίπεδο_I] στις 13:00μ.μ.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

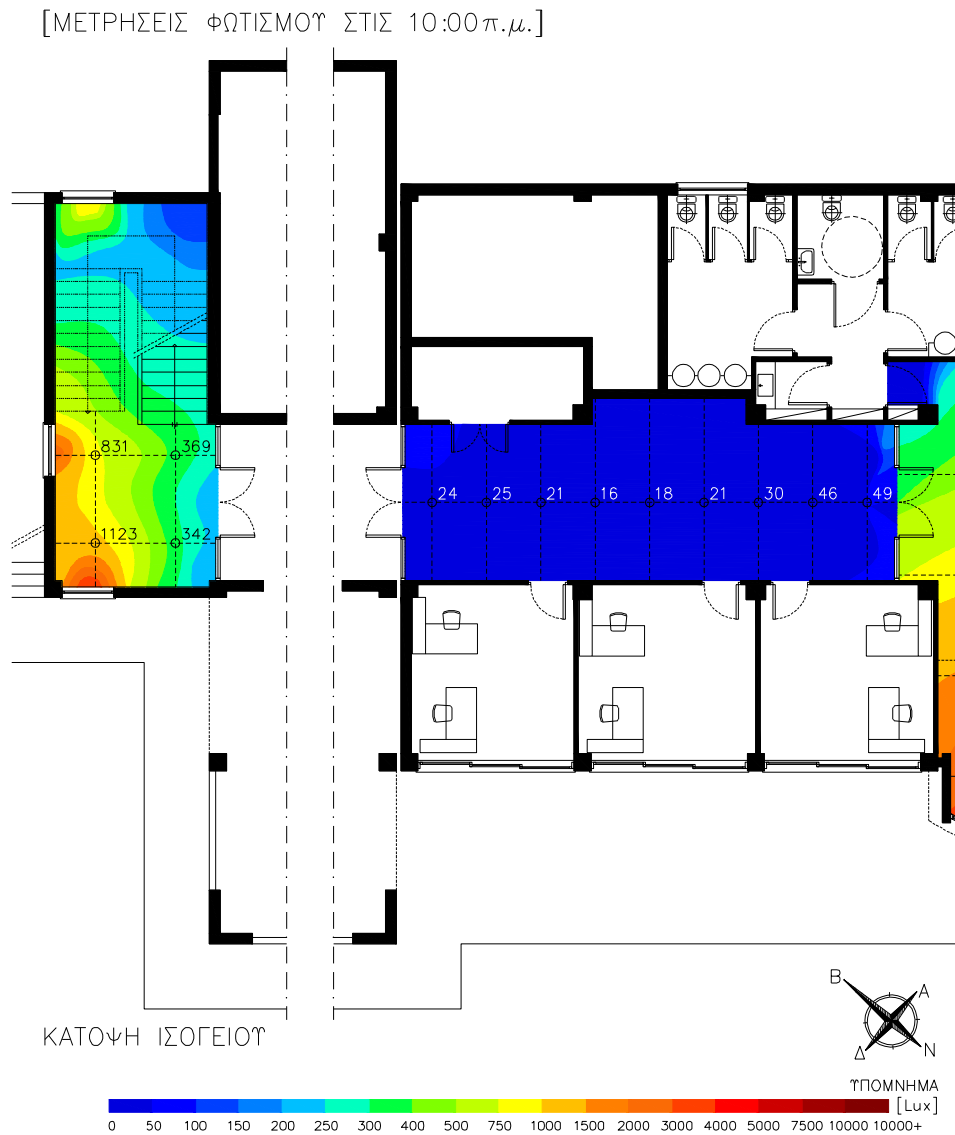
[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 16:00 μ.μ.]



Εικόνα 28: Φωτομετρικές καμπύλες στον α' όροφο [επίπεδο_I] στις 16:00μ.μ.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- **επίπεδο 0 ΒΔ κλιμακοστάσιο & διάδρομος:**

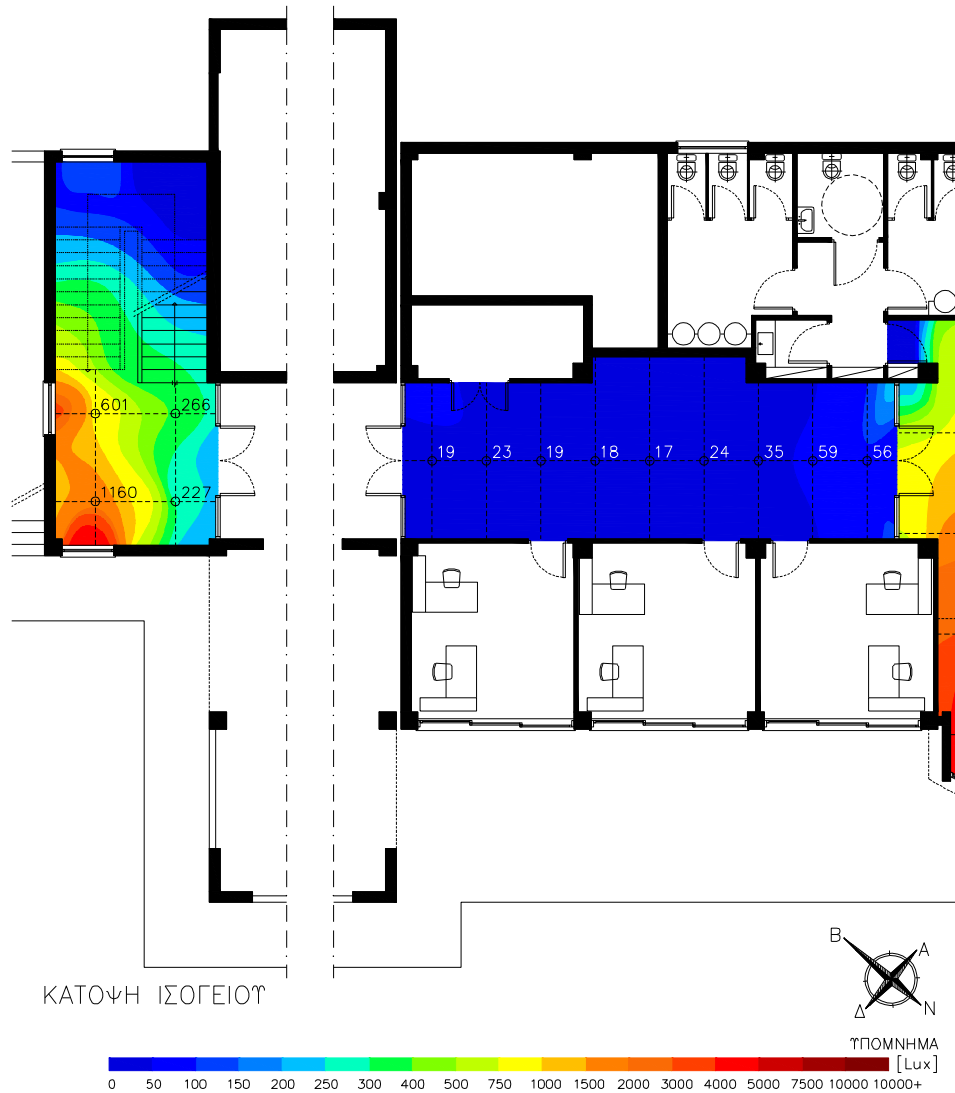


Εικόνα 29: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 10:00π.μ.Ι

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Στο βορειοδυτικό κλιμακοστάσιο του κτηρίου, στο επίπεδο του ισογείου, οι τιμές που καταγράφονται στις 10:00π.μ. κυμαίνονται από 342 έως 1123 lux (Εικόνα 29), στις 13:00μ.μ. από 227 έως 1160 lux (Εικόνα 30) και στις 16:00μ.μ. μεταξύ 1290 και 25100 lux (Εικόνα 31), με ακόμα υψηλότερες τιμές να εντοπίζονται κοντά στα ανοίγματα που διαθέτει ο χώρος. Λόγω της θέσης και του προσανατολισμού, το επίπεδο οπτικής άνεσης στον χώρο κατά τις δύο πρώτες μετρήσεις θεωρείται επαρκές, ενώ κατά την τρίτη μέτρηση, οι υψηλές τιμές που καταγράφηκαν, καθιστούν απαραίτητη την

[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 13:00 μ.μ.]



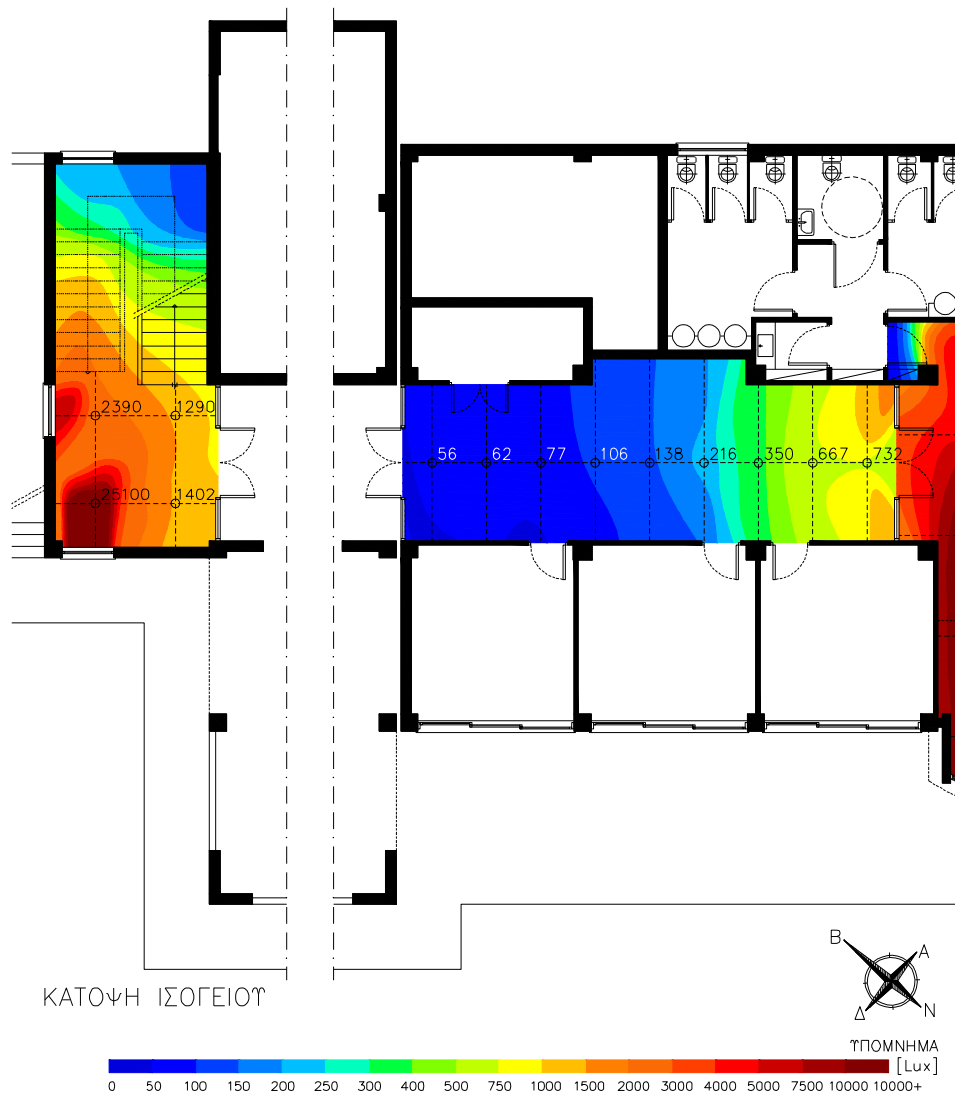
Εικόνα 30: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 13:00μ.μ.Ι

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

προσθήκη ηλιοπροστατευτικής διάταξης, εσωτερικά ή εξωτερικά, στο νοτιοδυτικό άνοιγμα του χώρου, για την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης.

Όσον αφορά τον διάδρομο κίνησης, οι τιμές που καταγράφονται κυμαίνονται μεταξύ 16 και 49 lux στις 10:00π.μ.(Εικόνα 29) και από 17 έως 59 lux στις 13:00μ.μ. (Εικόνα 30), τιμές που απέχουν πολύ από το όριο των 200 lux που καθορίζεται από την ΤΟΤΕΕ για τους διαδρόμους και τους κοινόχρηστους βοηθητικούς χώρους (Πίνακας 15). Κατά την

[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 16:00 μ.μ.]



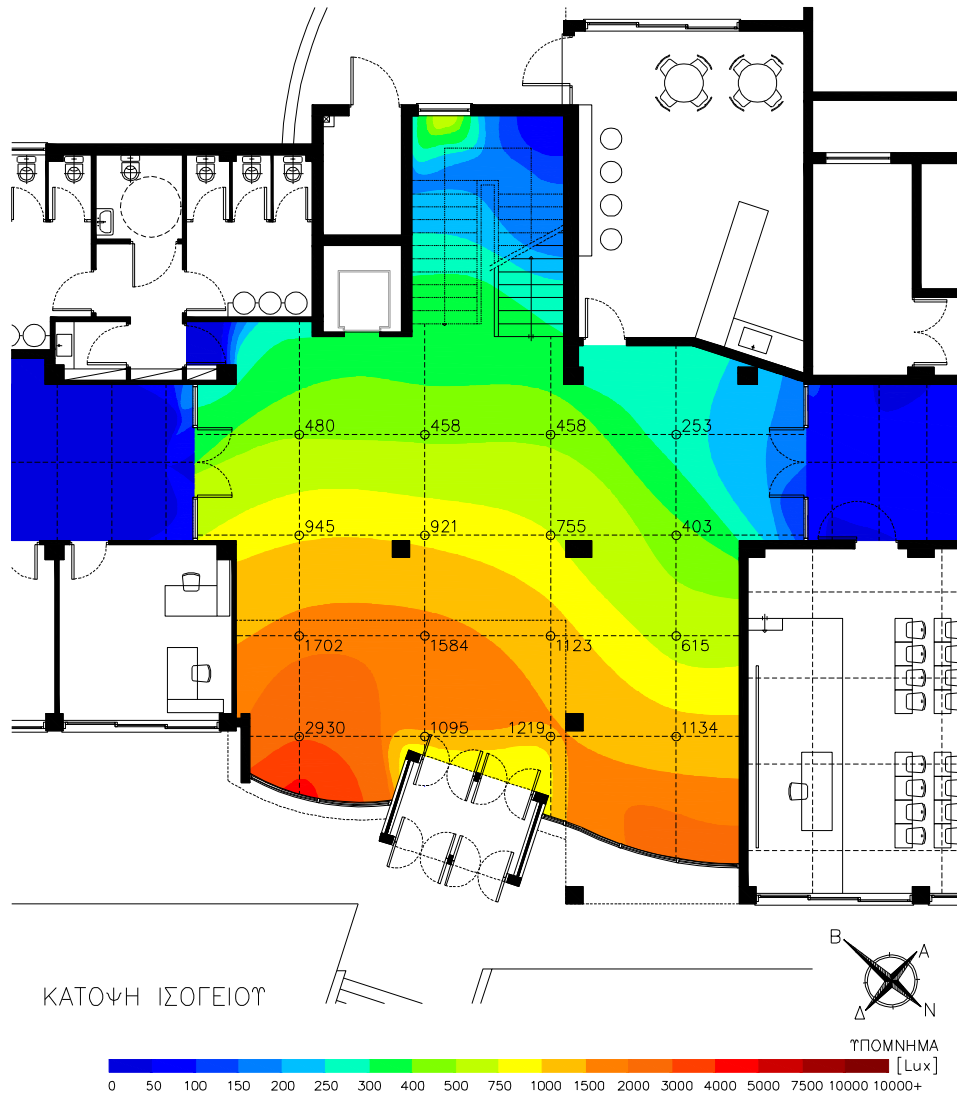
Εικόνα 31: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 16:00μ.μ.Ι

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

τρίτη μέτρηση, οι τιμές φυσικού φωτισμού κυμαίνονται από 56 έως 732 lux (Εικόνα 31), με τις τιμές να ξεπερνούν τα 200 lux από το μέσον του διαδρόμου και μέχρι τον κεντρικό χώρο της ΝΔ εισόδου. Όπως και στις δύο προηγούμενες μετρήσεις, έτσι και εδώ, η χρήση του τεχνητού φωτισμού θεωρείται αναγκαία, προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτούμενες συνθήκες οπτικής άνεσης.

- **επίπεδο 0 κεντρικός χώρος ΝΔ εισόδου:**

[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 10:00π.μ.]

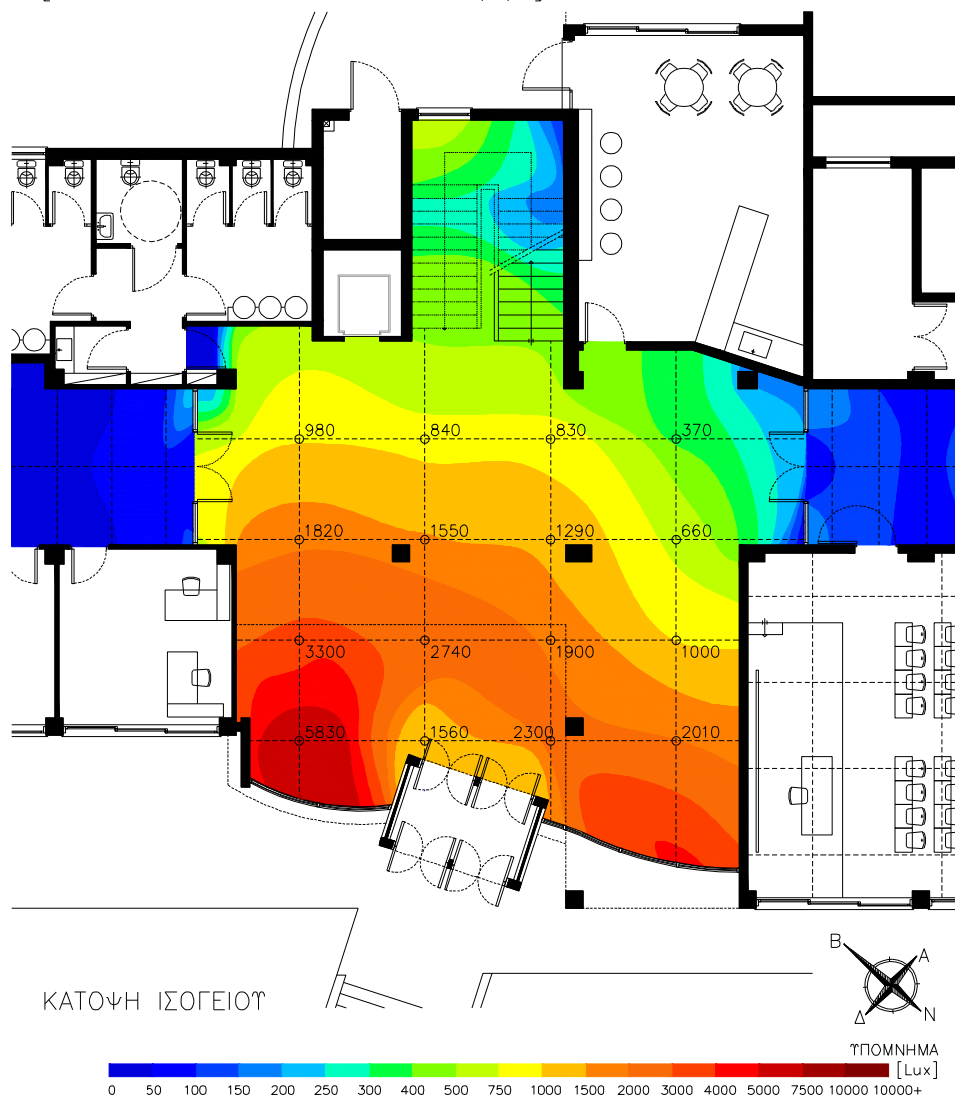


Εικόνα 32: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 10:00π.μ. II

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Στον κεντρικό χώρο της νοτιοδυτικής εισόδου του κτηρίου που βρίσκεται στο επίπεδο του ισογείου, οι τιμές που καταγράφονται στις 10:00π.μ. κυμαίνονται από 253 έως 2930 lux (Εικόνα 32), στις 13:00μ.μ. από 370 έως 5830 lux (Εικόνα 33), ενώ στις 16:00μ.μ. μεταξύ 2920 και 62100 lux (Εικόνα 34), τιμές οι οποίες ξεπερνούν κατά πολύ τις ελάχιστες απαιτήσεις φυσικού φωτισμού, σύμφωνα με τις οδηγίες της TOTEE. Λόγω του μεγάλου ύψους του ναλοπετάσματος και του προσανατολισμού του, το επίπεδο οπτικής άνεσης στον χώρο κατά τις δύο πρώτες μετρήσεις θεωρείται επαρκές, χωρίς να τίθενται ζητήματα θάμβωσης.

[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 13:00 μ.μ.]

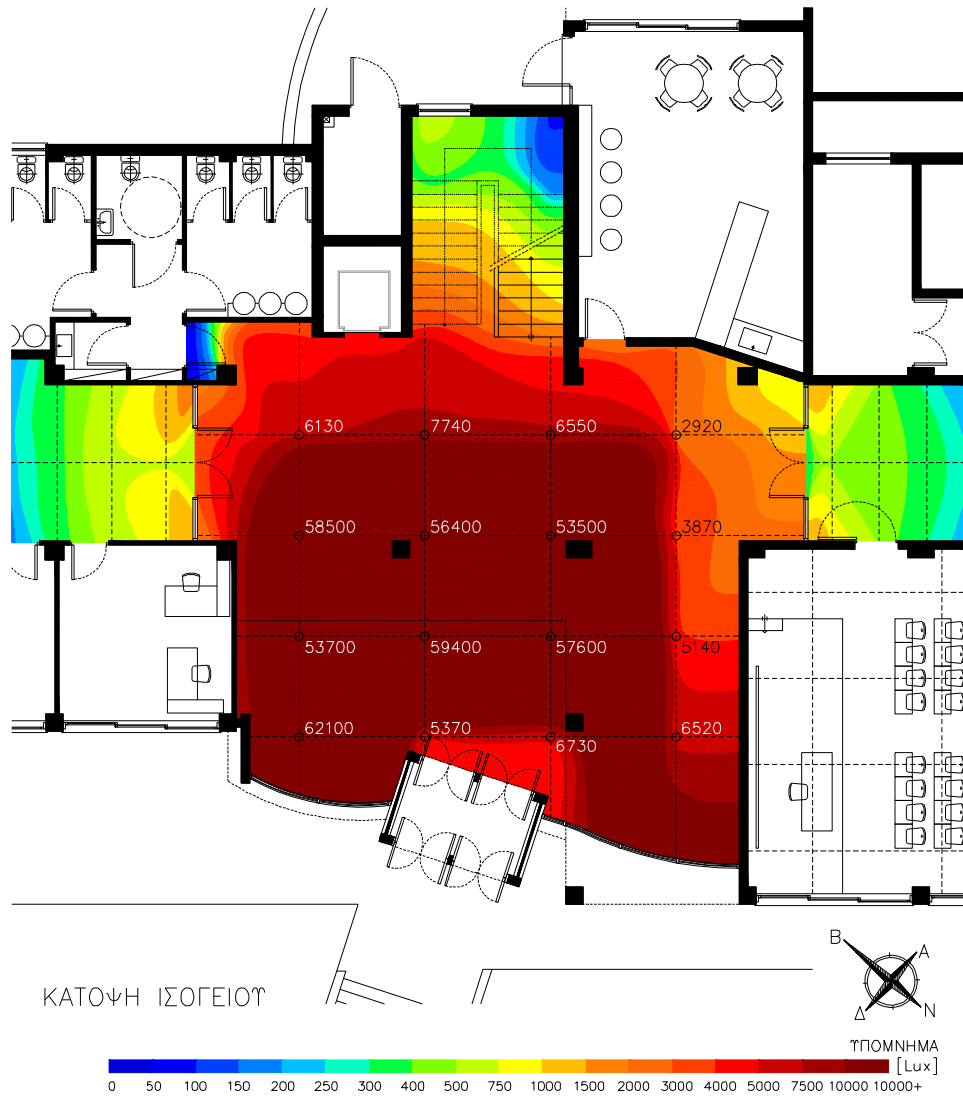


Εικόνα 33: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 13:00μ.μ. II

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Ωστόσο, κατά την τρίτη μέτρηση, οι υψηλές τιμές που καταγράφηκαν σε όλη την έκταση του χώρου, καθιστούν αναγκαία την προσθήκη ηλιοπροστατευτικών διατάξεων, στο νοτιοδυτικό άνοιγμα του χώρου, οι οποίες θα συμβάλλουν παράλληλα στην αποφυγή τόσο φαινομένων θάμβωσης όσο και υπερθέρμανσης του χώρου.

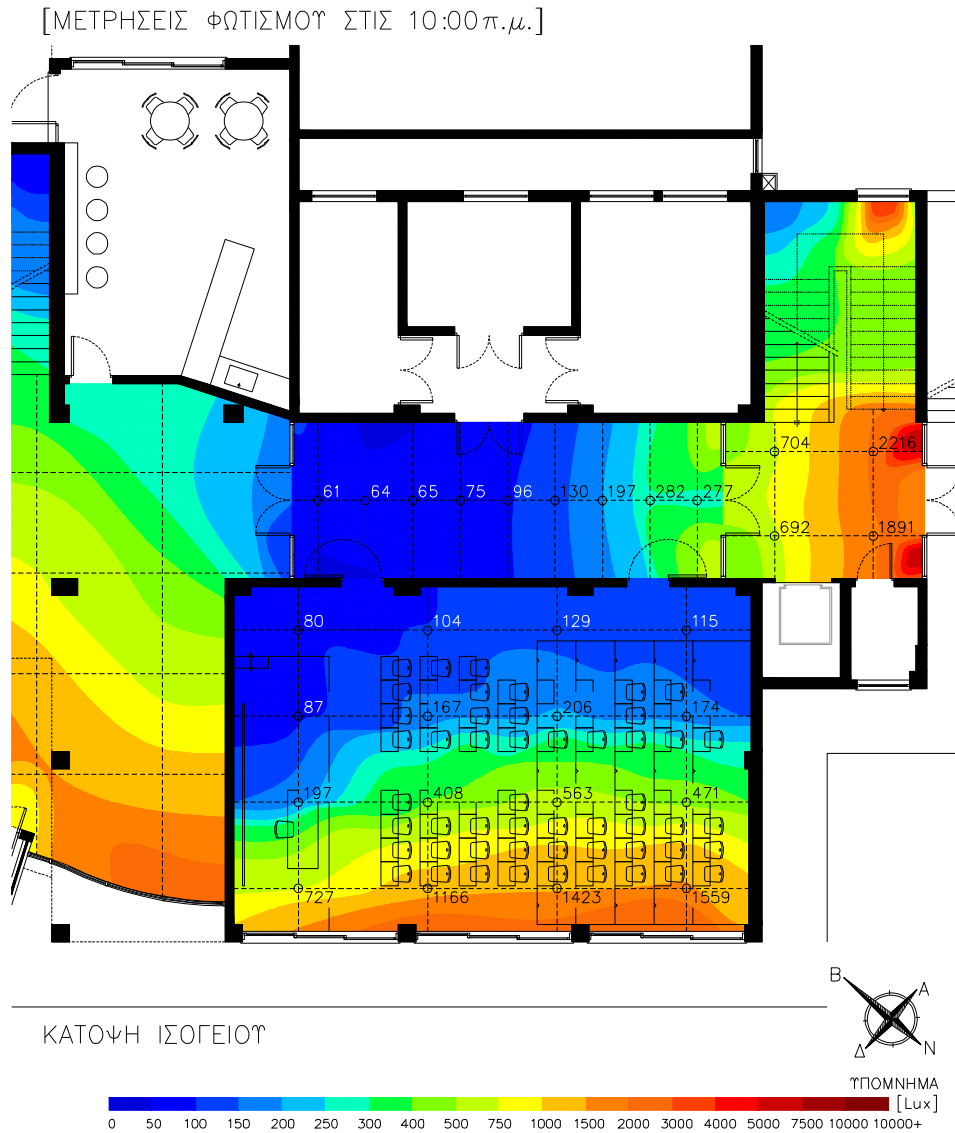
[ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΙΣ 16:00 μ.μ.]



Εικόνα 34: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 16:00μ.μ. II

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

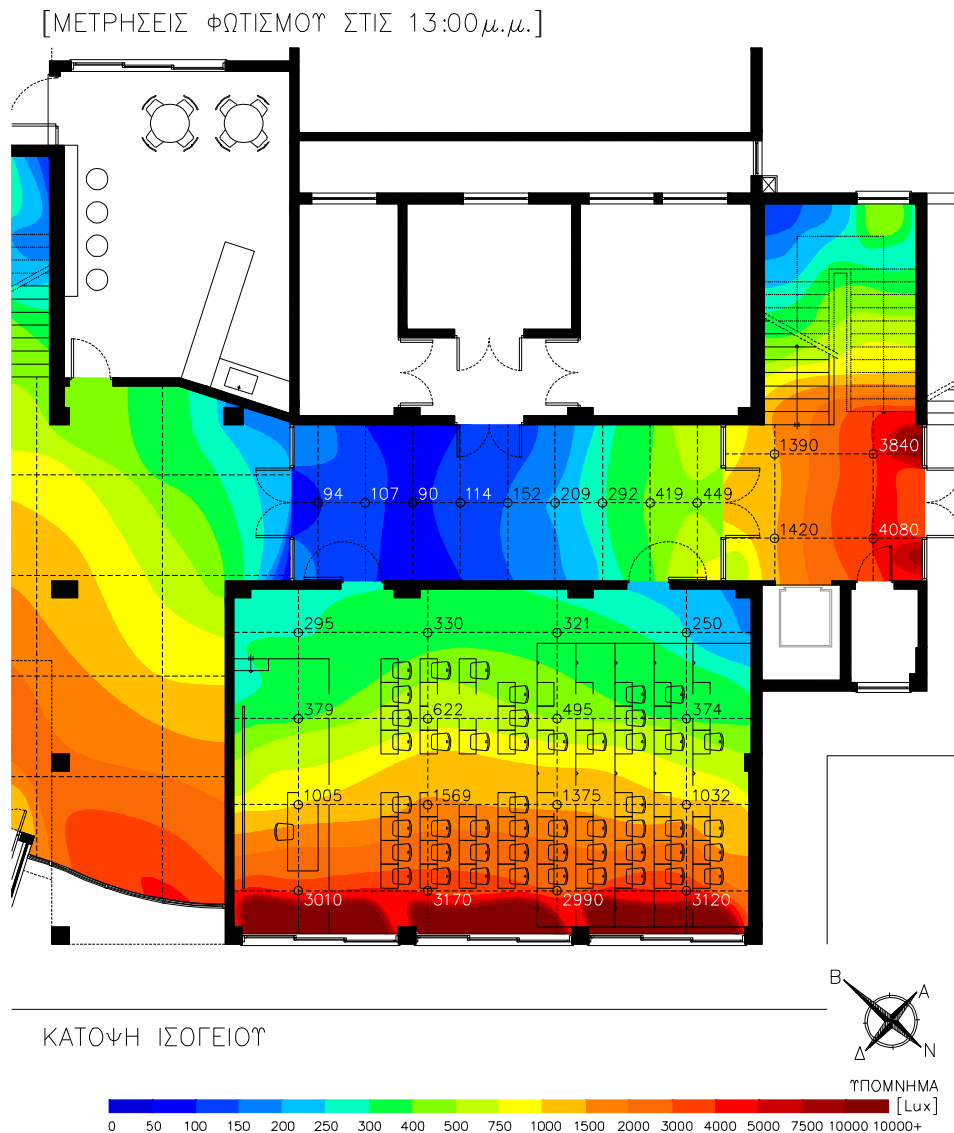
- **επίπεδο 0 αίθουσα διδασκαλίας [001], διάδρομος & ΝΑ κλιμακοστάσιο :**



Εικόνα 35: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 10:00π.μ_III

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Όσον αφορά την αίθουσα διδασκαλίας 001, παρατηρείται ανομοιογενής κατανομή του φυσικού φωτισμού στον χώρο, με τις τιμές της στάθμης φυσικού φωτισμού σε περισσότερες από τις μισές θέσεις στις 10:00π.μ.(Εικόνα 35) να βρίσκονται χαμηλότερα από το απαιτούμενο όριο, το οποίο ανέρχεται σε 500 lux (Πίνακας 15). Οι τιμές που καταγράφονται ξεκινούν από 80 lux και φτάνουν τα 1559 lux κοντά στα παράθυρα. Η εικόνα βελτιώνεται κατά τη δεύτερη μέτρηση στις 13:00μ.μ. (Εικόνα 36), με την ελάχιστη τιμή να αγγίζει τα 250 lux και τη μέγιστη να φτάνει τα 3170 lux, ενώ κατά την τρίτη μέτρηση (Εικόνα 37) οι τιμές που καταγράφονται κυμαίνονται από 568 lux έως 54900 lux. Ωστόσο, η ανομοιογενής κατανομή του φυσικού φωτισμού καθώς

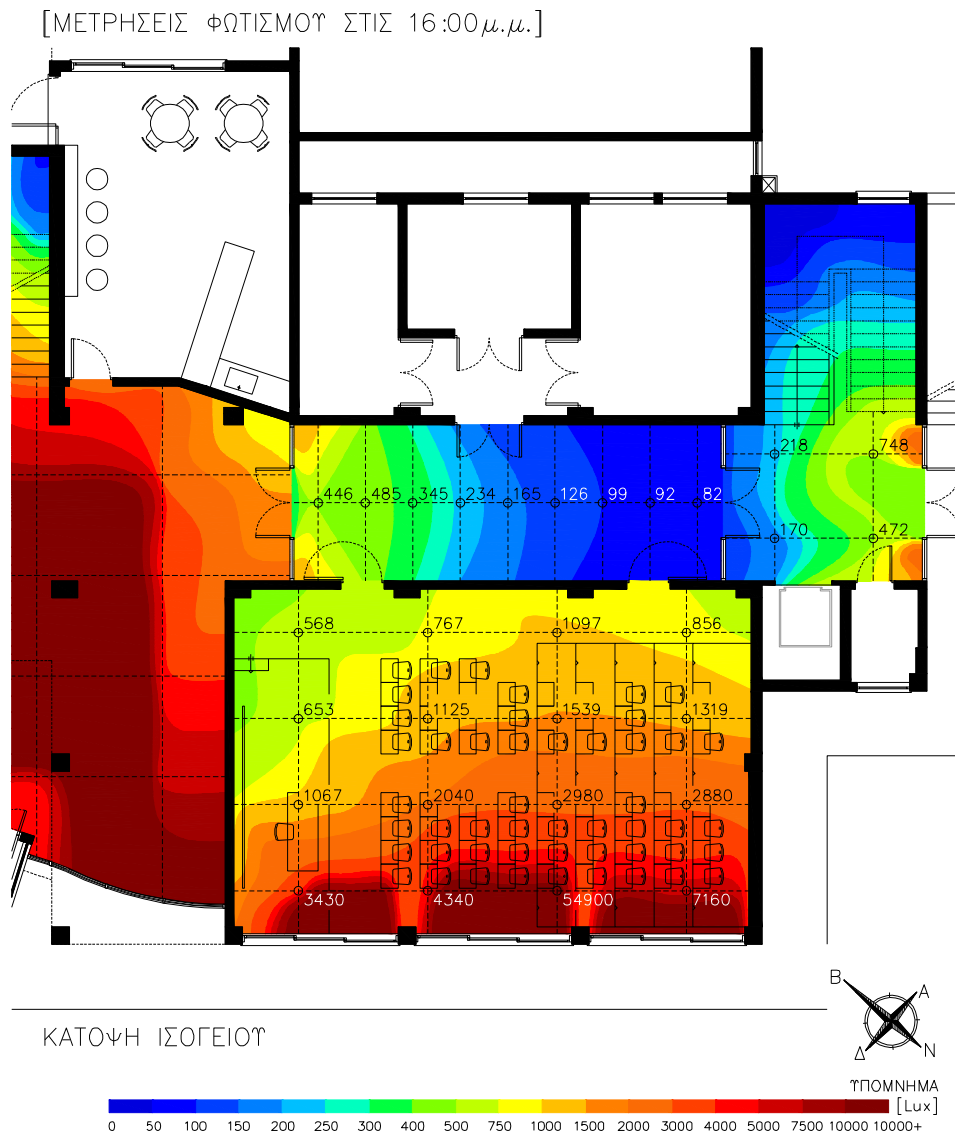


Εικόνα 36: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 13:00μ.μ_III

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

και η άμεσα εισερχόμενη ακτινοβολία στην αίθουσα κατά τις απογευματινές ώρες, αιτιολογούν τη συνεχή χρήση των εσωτερικών ρολών ηλιοπροστασίας που διαθέτει ο χώρος, καθώς και των φωτιστικών σωμάτων, ώστε να εξασφαλιστούν τα απαιτούμενα επίπεδα οπτικής άνεσης.

Όσον αφορά τον διάδρομο κίνησης, οι τιμές φυσικού φωτισμού κυμαίνονται από 61 έως 282 lux στις 10:00π.μ., μεταξύ 90 και 449 lux στις 13:00μ.μ. και από 82 έως 485 lux στις 16:00μ.μ. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, η χρήση του τεχνητού φωτισμού είναι και εδώ απαραίτητη, προκειμένου να υπάρχει ομοιογενής κατανομή στον χώρο.

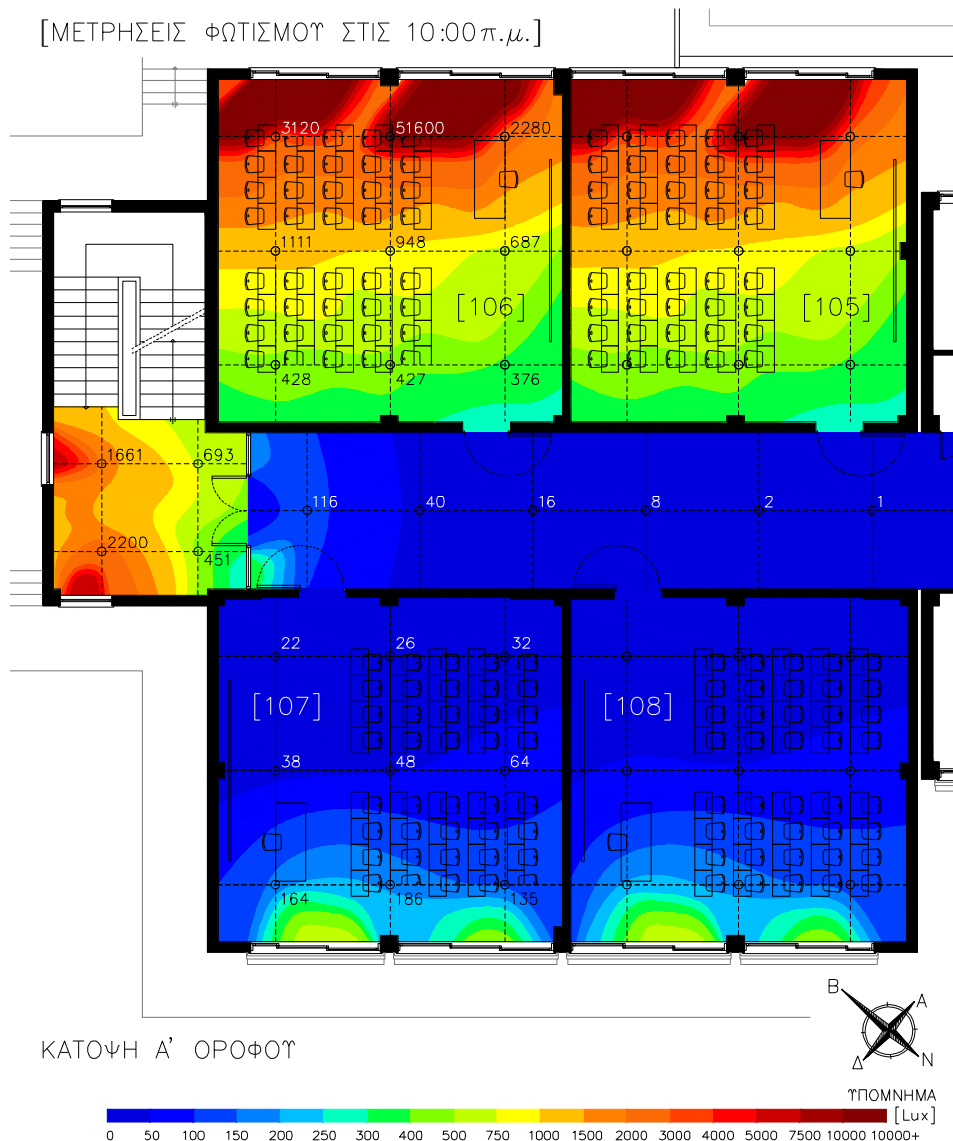


Εικόνα 37: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του ισογείου στις 16:00μ.μ_III

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Τέλος, στο κλιμακοστάσιο που βρίσκεται στη νοτιοανατολική πλευρά του ισογείου του κτηρίου, τα επίπεδα φυσικού φωτισμού είναι υψηλότερα κατά τις δύο πρώτες μετρήσεις, οπότε και παίρνουν τιμές από 692 lux έως 2216 lux στις 10:00π.μ., και από 1390 lux έως 4080 lux στις 13:00μ.μ., ενώ κατά την τρίτη μέτρηση στις 16:00μ.μ. οι στάθμες φυσικού φωτισμού ελαττώνονται σημαντικά, παίρνοντας τιμές μεταξύ 170 και 748 lux. Συνεπώς, το επίπεδο οπτικής άνεσης στον χώρο του κλιμακοστασίου θεωρείται επαρκές, χωρίς απαιτήσεις σκίασης, καθώς η κλίμακα ανόδου βρίσκεται σε απόσταση από τα υαλοστάσια εκατέρωθεν της εξωτερικής θύρας.

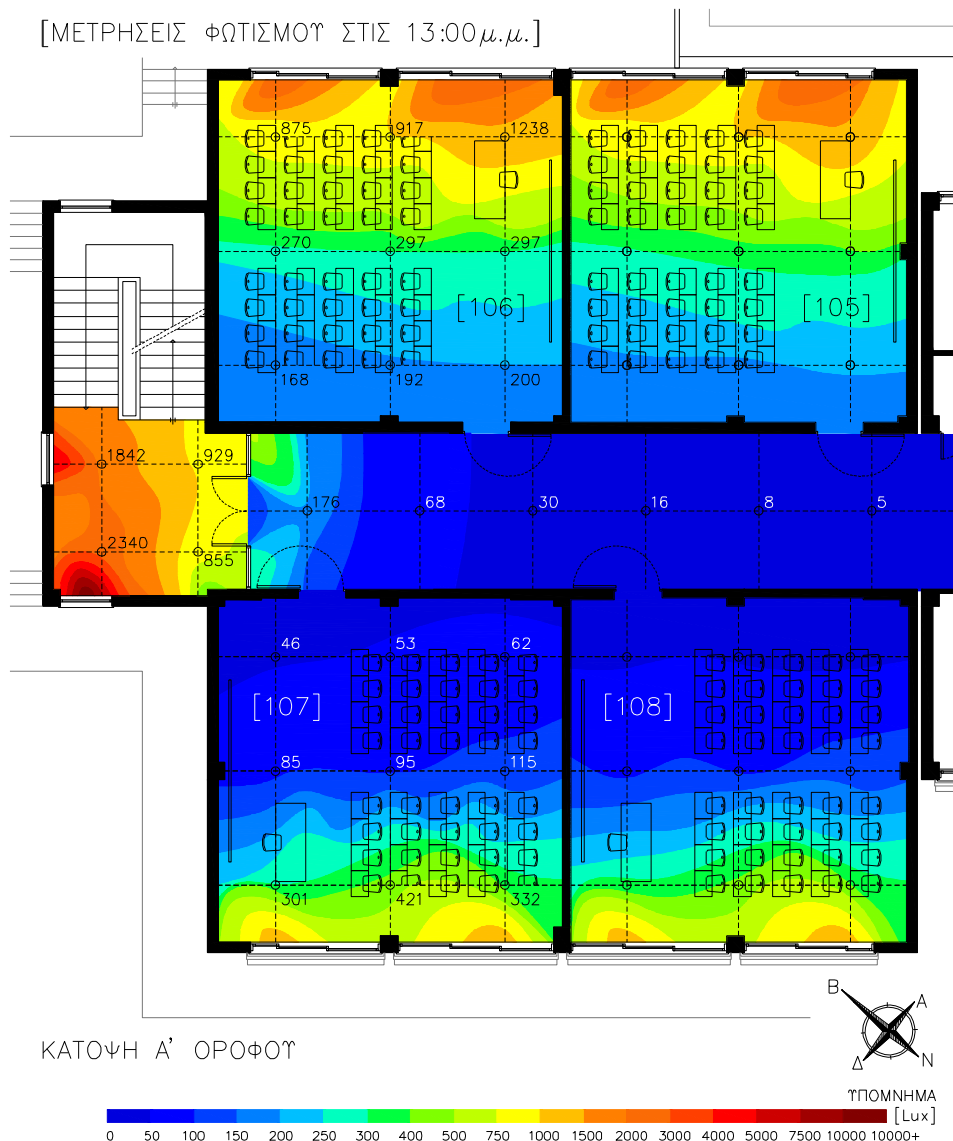
- **επίπεδο I αίθουσες διδασκαλίας [105], [106] & [107], [108]:**



Εικόνα 38: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 10:00π.μ. I

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Όσον αφορά τις αίθουσες διδασκαλίας [105] και [106], που βρίσκονται στην βορειοανατολική πλευρά του α' ορόφου του κτηρίου, οι υψηλότερες τιμές παρατηρούνται κατά την πρώτη μέτρηση, με τις μέγιστες τιμές να σημειώνονται κοντά στα ανοίγματα που διαθέτει κάθε χώρος, φτάνοντας τα 51600 lux, και τις ελάχιστες τιμές κοντά στην πόρτα εισόδου να αγγίζουν τα 376 lux (Εικόνα 38). Λόγω του προσανατολισμού των ανοιγμάτων και της διάταξης των θέσεων στην αίθουσα, η άμεση ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στον χώρο δημιουργεί προβλήματα θάμβωσης, γι' αυτό και απαιτείται η χρήση του εξοπλισμού σκίασης (ρολλοκουρτίνες)

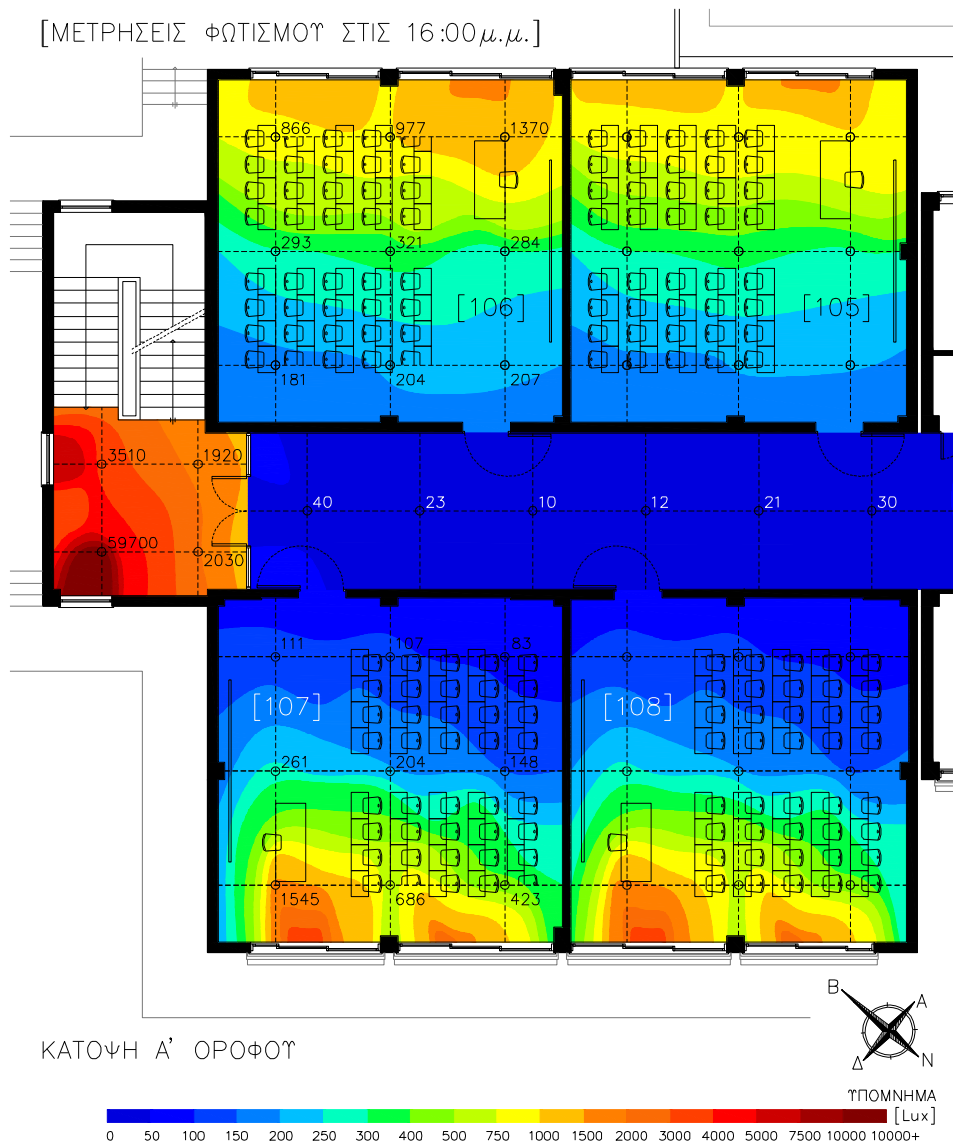


Εικόνα 39: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 13:00μ.μ. I

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

κατά τις πρωινές ώρες. Κατά τη δεύτερη και την τρίτη μέτρηση παρατηρούνται παρόμοιες συνθήκες οπτικής άνεσης, με τις τιμές να κυμαίνονται από 168 έως 1238 lux στις 13:00μ.μ., και μεταξύ 181 και 1370 lux στις 16:00μ.μ. Καθώς η συνιστώμενη στάθμη φυσικού φωτισμού για τις αίθουσες διδασκαλίας της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης ανέρχεται στα 500 lux, κρίνεται απαραίτητη η χρήση του τεχνητού φωτισμού κατά τις ώρες διεξαγωγής των μαθημάτων.

Αναφορικά με τις αίθουσες διδασκαλίας [107] και [108] που βρίσκονται στη νοτιοδυτική πλευρά του α' ορόφου, η εικόνα αντιστρέφεται, με τα επίπεδα οπτικής



Εικόνα 40: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 16:00μ.μ. I

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

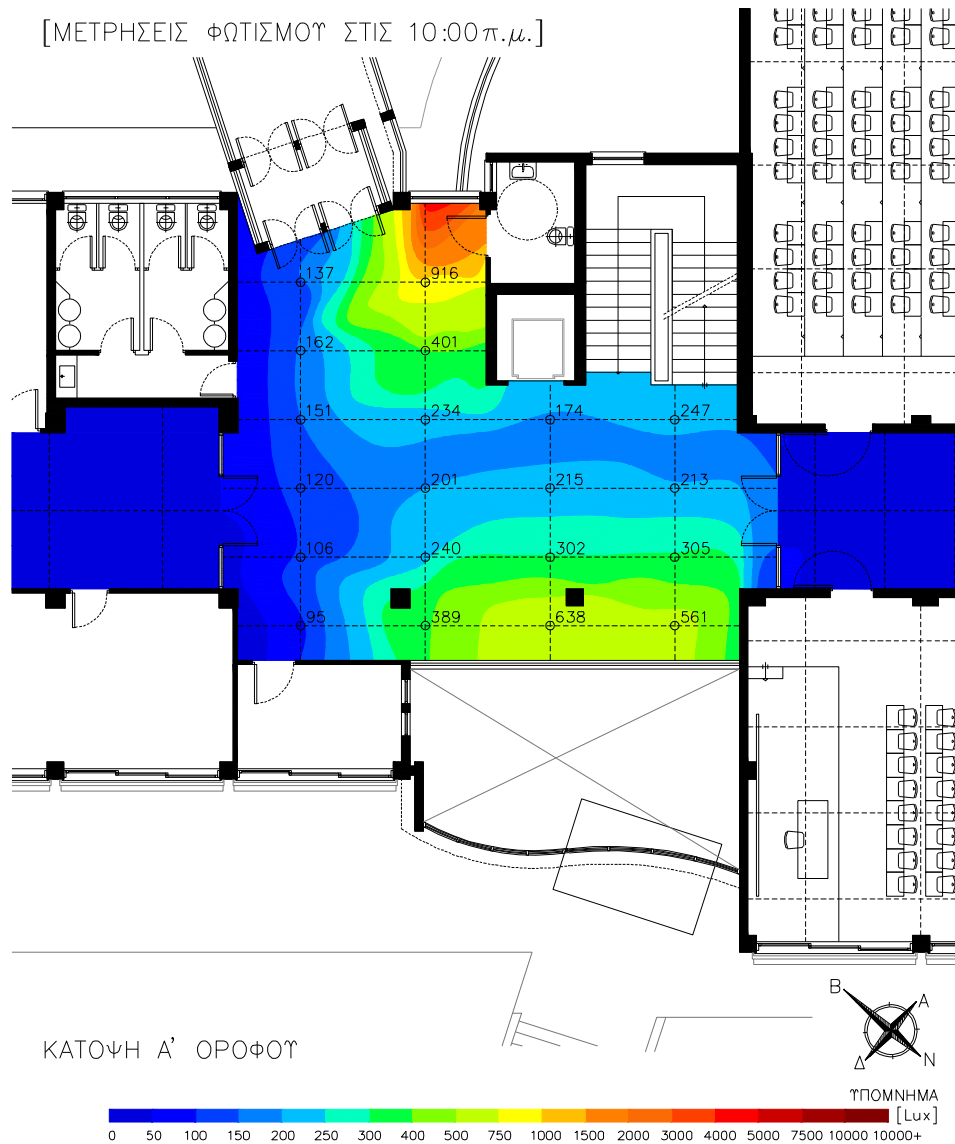
άνεσης να κυμαίνονται σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας των αιθουσών, τόσο λόγω του προσανατολισμού τους, όσο και λόγω της εξωτερικής σταθερής οριζόντιας σκίασης που διαθέτουν τα ανοίγματά τους. Πιο συγκεκριμένα, οι μετρήσεις στις 10:00π.μ. κυμαίνονται από 22 έως 186 lux (Εικόνα 38), στις 13:00μ.μ. μεταξύ 46 και 421 lux (Εικόνα 39), ενώ στις 16:00μ.μ., φτάνουν τα 1545 lux κοντά στα παράθυρα των αιθουσών (Εικόνα 40). Συνεπώς, καθώς οι τιμές του φυσικού φωτισμού είναι πολύ χαμηλότερες από ο,τι ορίζεται στην ΤΟΤΕΕ σχετικά με τα επιτρεπόμενα επίπεδα φυσικού φωτισμού για τη δεδομένη χρήση, απαιτείται η χρήση τεχνητού

φωτισμού κατά τις ώρες διδασκαλίας στις εν λόγω αίθουσες. Επιπροσθέτως, η αντικατάσταση της εξωτερικής οριζόντιας σκίασης με ένα σύστημα οριζόντιας και κατακόρυφης σκίασης, η οποία ενδείκνυται στην περίπτωση του νοτιοδυτικού προσανατολισμού, θα συνεισφέρει σημαντικά στην αποφυγή των φαινομένων θάμβωσης που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια των απογευματινών μαθημάτων του εαρινού εξαμήνου.

Όσον αφορά το βορειοδυτικό κλιμακοστάσιο του α' ορόφου, ο χώρος είναι ιδιαίτερα φωτεινός, καθώς διαθέτει ανοίγματα που εξασφαλίζουν τιμές φυσικού φωτισμού οι οποίες κυμαίνονται από 451 έως 2200 lux στις 10:00π.μ., μεταξύ 855 και 2340 lux στις 13:00μ.μ., και από 1920 έως 59700 lux στις 16:00μ.μ. Όπως προκύπτει από τις παραπάνω τιμές, ο φωτισμός κατά τις δύο πρώτες μετρήσεις είναι ομοιογενής, χωρίς μεγάλες διαφοροποιήσεις, ενώ οι υψηλές τιμές που σημειώνονται κατά την τρίτη μέτρηση κοντά στο νοτιοδυτικό παράθυρο δημιουργούν φαινόμενα θάμβωσης λόγω της φοράς ανόδου της κλίμακας. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η σκίαση του ανοίγματος με κατάλληλης μορφής ηλιοπροστατευτική διάταξη.

Τέλος, τα επίπεδα φυσικού φωτισμού στον εσωτερικό διάδρομο ο οποίος εξασφαλίζει την πρόσβαση στις αίθουσες διδασκαλίας [105], [106], [107] και [108] από τον κεντρικό χώρο της ΒΑ εισόδου, βρίσκονται πολύ χαμηλότερα από το όριο των 200 lux και στις τρεις μετρήσεις, καθώς πρόκειται για έναν άξονα κίνησης μεγάλου μήκους, χωρίς ανοίγματα. Αν και τα υαλοστάσια που βρίσκονται εκατέρωθεν των θυρών που απομονώνουν τον διάδρομο, τόσο από τον κεντρικό πυρήνα όσο και από το ΒΔ κλιμακοστάσιο, συνεισφέρουν στην ενίσχυση των επιπέδων φωτισμού στον συγκεκριμένο χώρο, ωστόσο το χαμηλό επίπεδο οπτικής άνεσης που επικρατεί, καθιστά αναγκαία τη χρήση των φωτιστικών σωμάτων καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του κτηρίου.

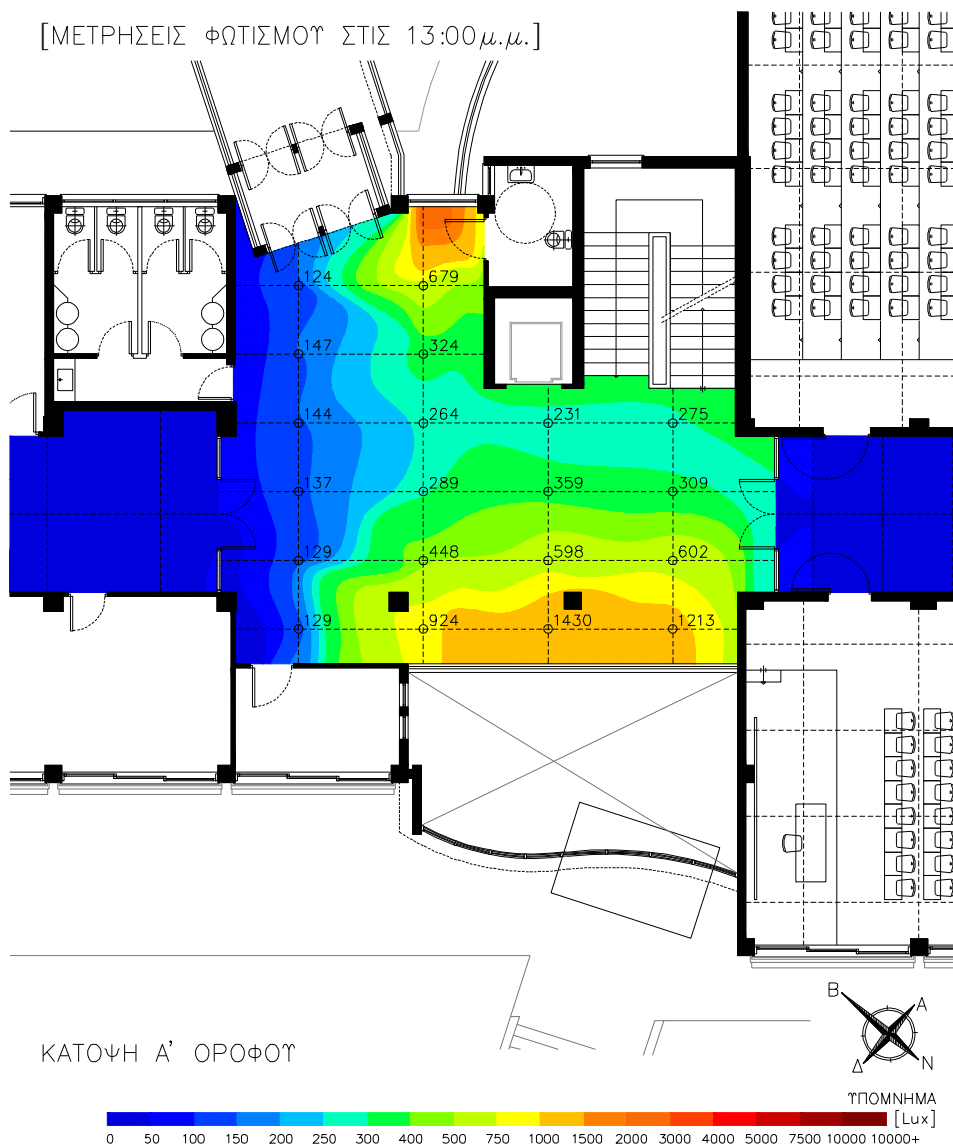
- **επίπεδο I κεντρικός χώρος ΒΑ εισόδου:**



Εικόνα 41: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 10:00π.μ_II

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

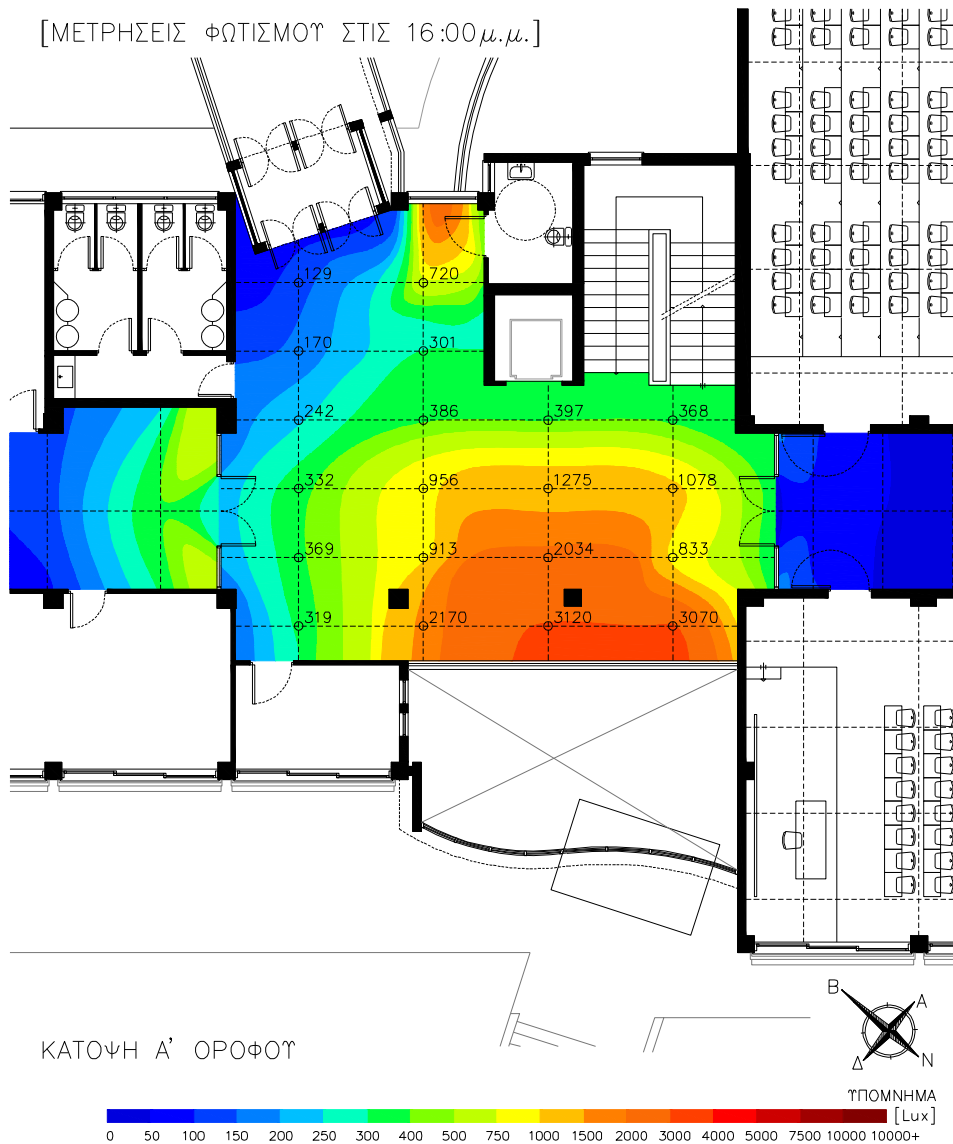
Στον κεντρικό χώρο της βορειοανατολικής εισόδου του κτηρίου, οι τιμές που καταγράφονται στις 10:00π.μ. κυμαίνονται από 95 έως 916 lux (Εικόνα 41), στις 13:00μ.μ. από 124 έως 1430 lux (Εικόνα 42), ενώ στις 16:00μ.μ. μεταξύ 129 και 3120 lux (Εικόνα 43). Αν και ο χώρος δεν διαθέτει μεγάλα ανοίγματα, εντούτοις το μεγάλο ύψους υαλοπέτασμα στη νοτιοδυτική πλευρά, συμβάλλει σημαντικά στα υψηλά επίπεδα της στάθμης φυσικού φωτισμού που καταγράφονται στον συγκεκριμένο χώρο. Οι οριακά χαμηλές τιμές που παρατηρούνται δεν εγείρουν ζητήματα ενίσχυσης του φωτισμού με τεχνητά μέσα, καθώς έχουν σημειακό χαρακτήρα.



Εικόνα 42: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 13:00μ.μ. II

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

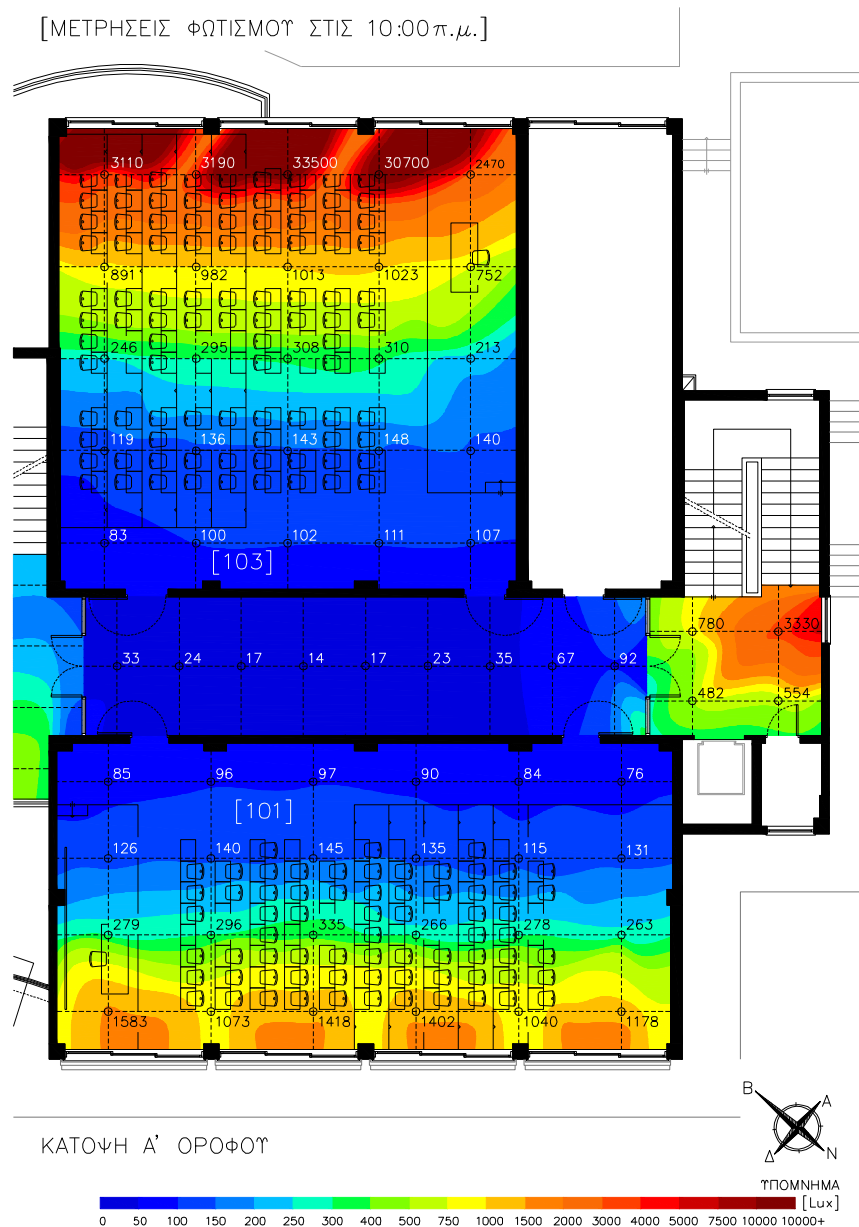
Αξίζει να αναφερθεί πως η μία από τις δύο πόρτες της κεντρικής εισόδου παραμένει συνεχώς ανοιχτή, με αποτέλεσμα τα επίπεδα φυσικού φωτισμού να ενισχύονται ακόμη περισσότερο.



Εικόνα 43: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 16:00 μ.μ. II

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

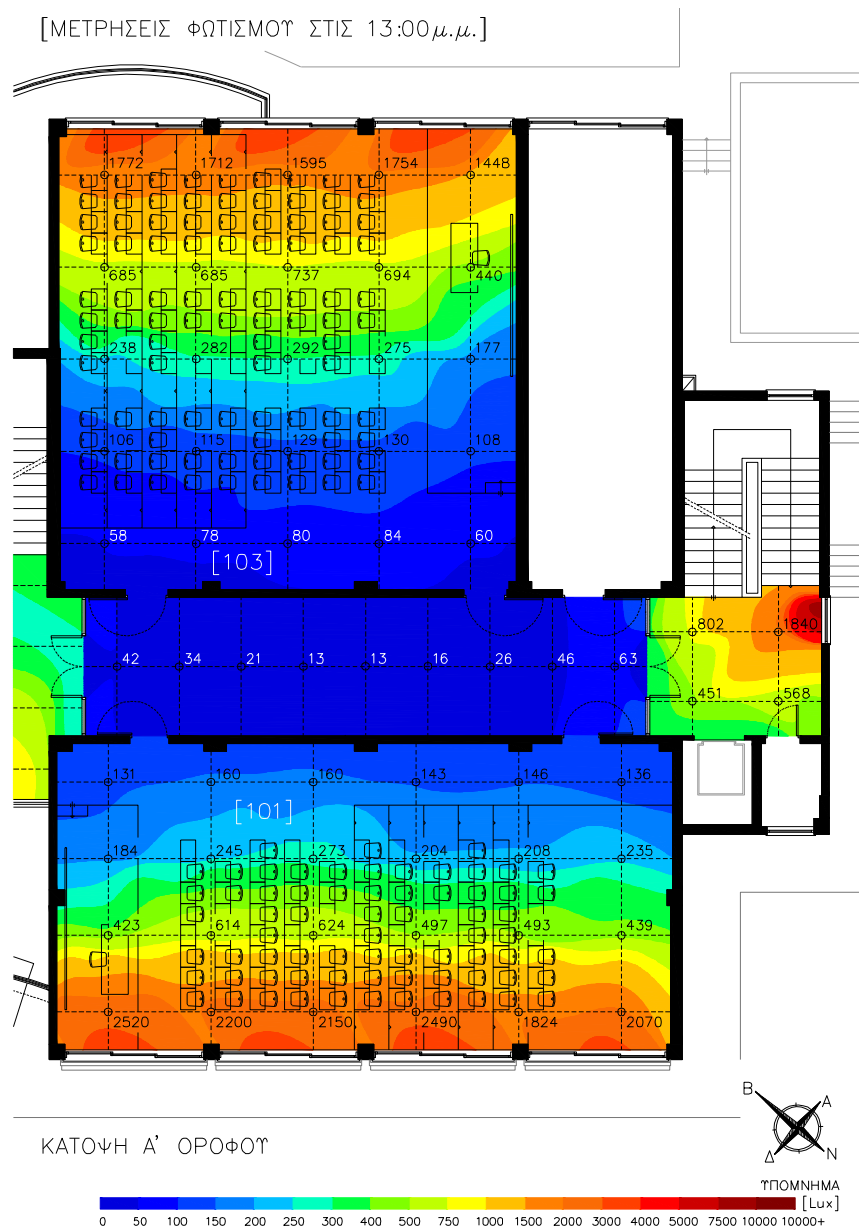
- **επίπεδο I αίθουσες διδασκαλίας [101 & 103]:**



Εικόνα 44: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 10:00π.μ. III

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Όσον αφορά την αίθουσα διδασκαλίας [101], λόγω του νοτιοδυτικού προσανατολισμού των ανοιγμάτων που διαθέτει, οι υψηλότερες τιμές φυσικού φωτισμού, όπως και στις αίθουσες [107] και [108], σημειώνονται κατά την τρίτη μέτρηση, με μέγιστη τιμή ίση με 79300 lux (Εικόνα 46). Λόγω της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται ο χώρος από το μεσημέρι και μετά, απαιτείται η χρήση των εσωτερικών ρολλών ηλιοπροστασίας, προκειμένου να αποφευχθούν προβλήματα θάμβωσης. Κατά τις πρωινές ώρες, τα επίπεδα φυσικού φωτισμού κυμαίνονται από 76 έως 1583 lux, με τις

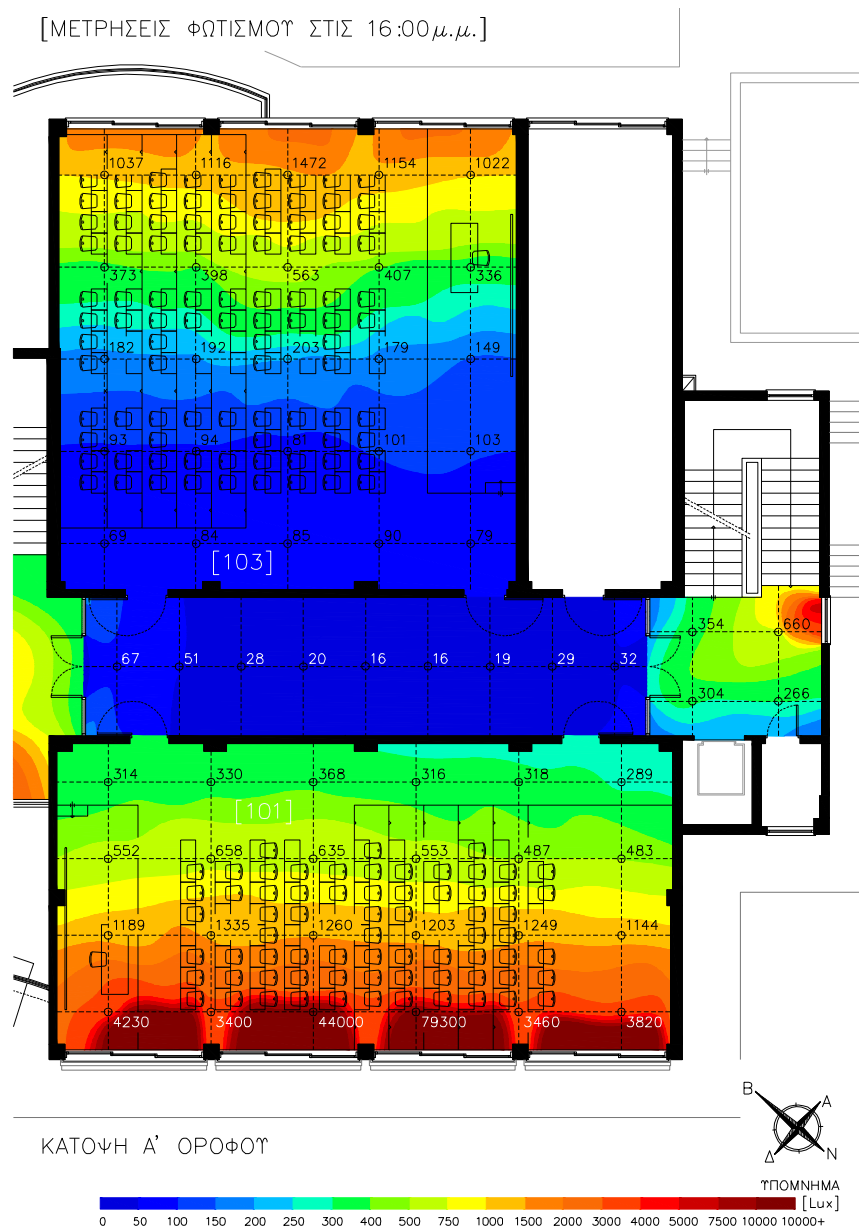


Εικόνα 45: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 13:00μ.μ.ΙΙΙ

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

ελάχιστες τιμές που αφορούν τον κύριο χώρο διδασκαλίας να ανέρχονται στα 115 lux (Εικόνα 44), ενώ κατά τη δεύτερη μέτρηση, στις 13:00μ.μ., οι τιμές κυμαίνονται από 131 έως 2520 lux (Εικόνα 45). Σε κάθε περίπτωση, οι συνθήκες οπτικής άνεσης που επικρατούν στον χώρο λόγω του φυσικού φωτισμού κρίνονται μη ικανοποιητικές, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη χρήση των φωτιστικών σωμάτων.

Η αίθουσα διδασκαλίας [103], αντιθέτως, παρουσιάζει τα υψηλότερα επίπεδα φυσικού



Εικόνα 46: Φωτομετρικές καμπύλες στην κάτοψη του α' ορόφου στις 16:00μ.μ. III

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

φωτισμού κατά την πρώτη μέτρηση, με τιμές που κυμαίνονται από 83 έως 33500 lux (Εικόνα 44), στοιχείο αναμενόμενο λόγω του βορειοανατολικού προσανατολισμού της αίθουσας. Ωστόσο, παρά τις υψηλές αυτές τιμές, το επίπεδο οπτικής άνεσης δεν είναι επαρκές, καθώς, λόγω του μεγάλου βάθους του χώρου, οι τιμές είναι χαμηλότερες από το όριο των 500 lux στο μεγαλύτερο τμήμα της αίθουσας και κατά τις τρεις μετρήσεις. Συνεπώς, όπως και στις αίθουσες [105] και [106], έτσι και εδώ, απαιτείται η χρήση του εσωτερικού εξοπλισμού σκίασης (ρολλοκουρτίνες) για τη αποφυγή προβλημάτων

θάμβωσης στις θέσεις που βρίσκονται κοντά στα παράθυρα. Εναλλακτικά, προτείνεται η προσθήκη εξωτερικής κατακόρυφης ηλιοπροστατευτικής διάταξης, η οποία θα αποτρέψει την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στον εσωτερικό χώρο, χωρίς να εμποδίζει τον αερισμό του χώρου, όπως συμβαίνει με τις εσωτερικές ρολλοκουρτίνες.

Όσον αφορά τον εσωτερικό διάδρομο ανάμεσα στις αίθουσες διδασκαλίας [101] και [103], οι τιμές φυσικού φωτισμού βρίσκονται πολύ χαμηλότερα από το όριο των 200 lux και στις τρεις μετρήσεις. Πιο συγκεκριμένα, οι τιμές που καταγράφονται κυμαίνονται από 14 έως 92 lux στις 10:00π.μ., μεταξύ 13 και 63 lux στις 13:00μ.μ., και από 16 έως 67 lux στις 16:00μ.μ. Επομένως, η χρήση των φωτιστικών σωμάτων κρίνεται αναγκαία καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του κτηρίου, ώστε να εξασφαλιστούν οι απαιτούμενες συνθήκες οπτικής άνεσης για τη συγκεκριμένη χρήση.

Τέλος, σχετικά με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού που επικρατούν στο νοτιοανατολικό κλιμακοστάσιο του α' ορόφου, ο χώρος είναι ιδιαίτερα φωτεινός, παίρνοντας τιμές από 482 έως 3330 lux στις 10:00π.μ., μεταξύ 451 και 1840 lux στις 13:00μ.μ., και από 266 έως 660 lux στις 16:00μ.μ. Αξίζει να σημειωθεί πως, κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, το άνοιγμα του χώρου καλυπτόταν από μια πρόχειρη, αυτοσχέδιας μορφής σκίαση, η οποία επηρέασε σημαντικά τις τιμές που καταγράφηκαν. Παράλληλα, όμως, καταδεικνύει την ανάγκη ηλιοπροστασίας του εν λόγω ανοίγματος, καθώς αποσκοπεί στο να περιορίσει τη θάμβωση που προκαλείται λόγω της φοράς ανόδου της κλίμακας. Για το λόγο αυτό, προτείνεται η σκίαση του συγκεκριμένου ανοίγματος με κατάλληλη ηλιοπροστατευτική διάταξη.

Μετρήσεις Θερμοκρασίας & Σχετικής Υγρασίας

Μετρήσεις Θερμοκρασίας & Σχετικής Υγρασίας

Εισαγωγή

Η θερμική άνεση αποτελεί σημαντική παράμετρο κατά τον σχεδιασμό ή/και την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων, αφενός γιατί εξασφαλίζει τις απαιτούμενες συνθήκες για την υγιή διαβίωση των χρηστών και αφετέρου, επειδή έχει άμεση επίδραση στην ενεργειακή τους κατανάλωση.

Αν και το αίσθημα της θερμικής άνεσης έχει σε μεγάλο βαθμό υποκειμενικό χαρακτήρα, καθώς εξαρτάται από παραμέτρους που διαφοροποιούνται ανάλογα με το εκάστοτε δείγμα των χρηστών ενός χώρου, όπως είναι οι βιολογικοί (π.χ. το φύλο και η ηλικία των χρηστών του χώρου, οι συνήθειες τους, η επιφάνεια του σώματος, το βάρος και η κατάσταση της υγείας τους) και οι ατομικοί / προσωπικοί παράγοντες (π.χ. το είδος της ένδυσης και των δραστηριοτήτων των χρηστών), εντούτοις επηρεάζεται σημαντικά από φυσικές παραμέτρους, η γνώση και η μελέτη των οποίων αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τον σωστό σχεδιασμό των κτηρίων, έτσι ώστε να δημιουργούν και να εξασφαλίζουν ποιοτικές συνθήκες διαβίωσης, χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Στους φυσικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική άνεση σε έναν χώρο συγκαταλέγονται: η θερμοκρασία και η ταχύτητα του αέρα, η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των επιφανειών του χώρου, καθώς και η υγρασία και η σχετική υγρασία του αέρα στον εσωτερικό χώρο. Οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν τη θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος, όπως επίσης και τις διαδικασίες ανταλλαγής θερμότητας του σώματος με το περιβάλλον του, γεγονός που παίζει σημαντικό ρόλο στην αντίληψη του θερμικού περιβάλλοντος από τους χρήστες.

Σύμφωνα με την Τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (‘Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης’), τα επιθυμητά όρια θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων, με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15251:2007, καθορίζονται και δίνονται στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 22):

Πίνακας 22: Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
		Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Εκπαίδευσης	νηπιαγωγεία	20	26	35	45
	πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση	20	26	35	45
	τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Γραφείων	γραφεία	20	26	35	45
Συνάθροισης κοινού	διάδρομοι & άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	18	26	35	50

Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

Χώροι τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρων

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακοί αισθητήρες καταγραφής της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας τύπου Tinytag Ultra 2 TGU-4500 (Εικόνα 47) της εταιρίας Gemini Data Loggers, με εύρος καταγραφής -25°C έως 85°C όσον αφορά τη θερμοκρασία, και 0% έως 95% για τη σχετική υγρασία. Οι αισθητήρες τοποθετήθηκαν στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου καταγράφοντας τις τιμές που επικρατούν στον χώρο κατά τη διάρκεια μίας τυπικής εβδομάδας.



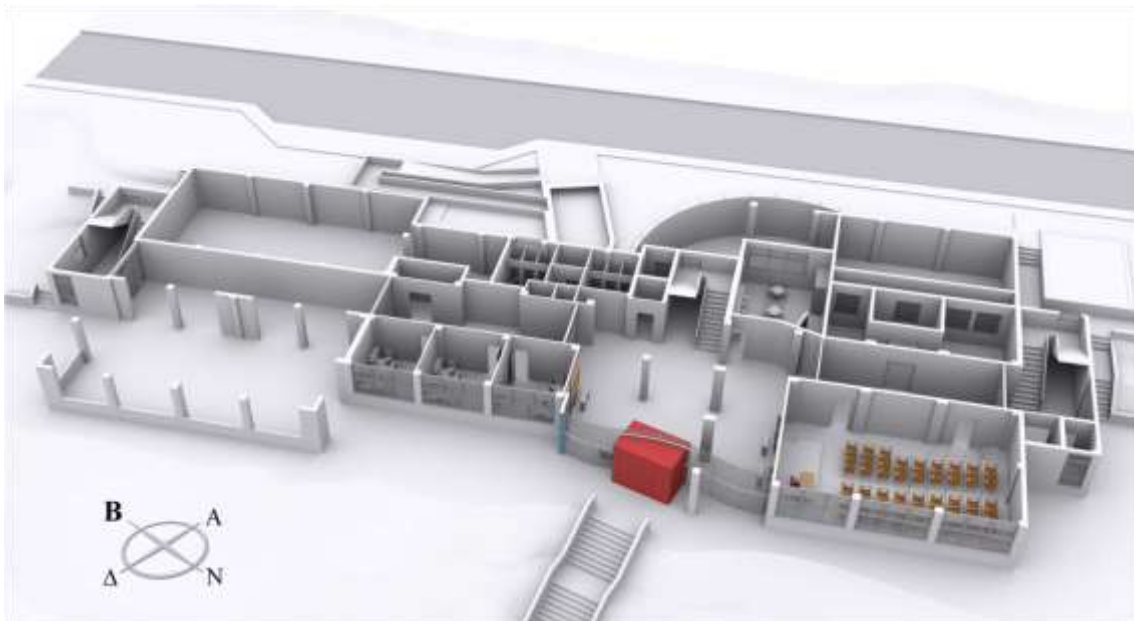
Εικόνα 47: Αισθητήρες καταγραφής θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας

Πηγή: geminidataloggers, 2016

Όσον αφορά την επιλογή των σημείων τοποθέτησης των θερμοϋγρόμετρων, βασικός στόχος είναι η καταγραφή μια όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικής εικόνας των πραγματικών συνθηκών του εσωτερικού χώρου. Επομένως, έμφαση δόθηκε ώστε τα

σημεία αυτά να μην επηρεάζονται άμεσα από τις εξωτερικές συνθήκες π.χ. από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στον χώρο, στοιχείο που μπορεί να οδηγήσει σε στρεβλώσεις σε σχέση με τις πραγματικές συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στον υπόλοιπο χώρο. Παράλληλα, έγινε προσπάθεια ώστε τα θερμοϋγρόμετρα να μην είναι ορατά, προκειμένου να αποκλειστεί το ενδεχόμενο μη επιθυμητής απομάκρυνσής τους.

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας τοποθετήθηκαν αισθητήρες σε 7 αντιπροσωπευτικά σημεία του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.: 2 στο ισόγειο και 5 στον α' όροφο. Στις εικόνες που ακολουθούν απεικονίζονται οι χώροι στους οποίους τοποθετήθηκαν τα θερμοϋγρόμετρα στο ισόγειο (Εικόνα 48) και στον α' όροφο (Εικόνα 49) του κτηρίου.



Εικόνα 48: [Επίπεδο_0]: Χώροι τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά το ισόγειο (επίπεδο 0), αισθητήρες καταγραφής τοποθετήθηκαν στον κεντρικό χώρο καθώς και στην αίθουσα διδασκαλίας [001] (Εικόνα 48), ενώ στον α' όροφο (επίπεδο I), εκτός από τον κεντρικό χώρο της εισόδου, καταγράφηκαν οι εσωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας στις αίθουσες διδασκαλίας [101], [103], [105] και [107] (Εικόνα 49).



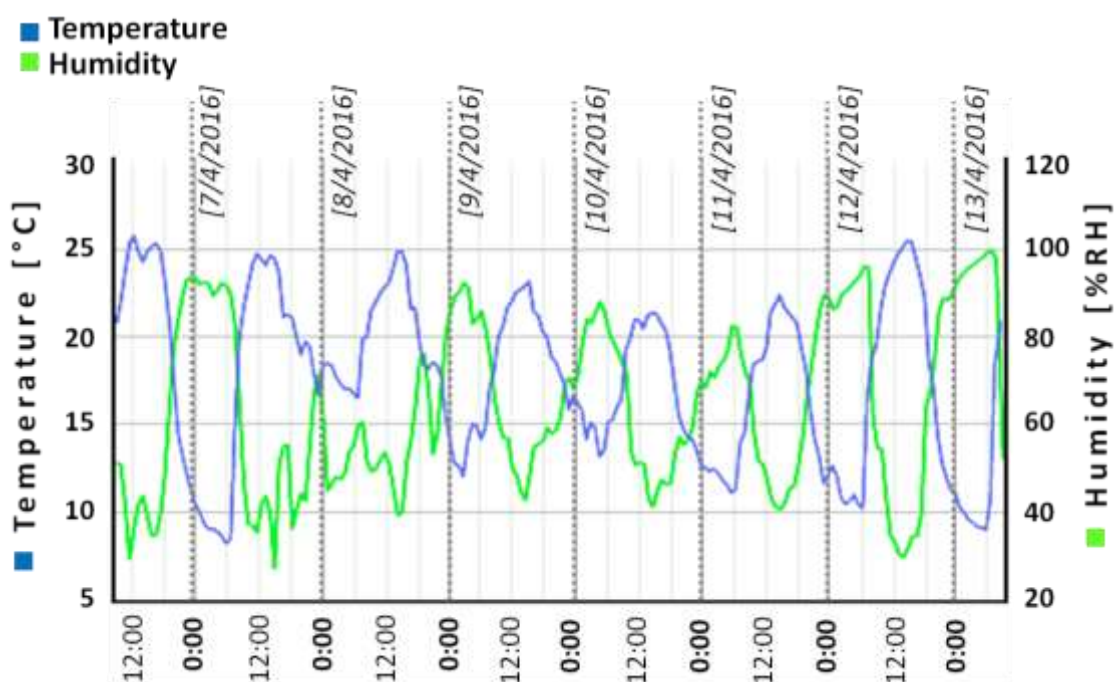
Εικόνα 49: [Επίπεδο_I]: Χώροι τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

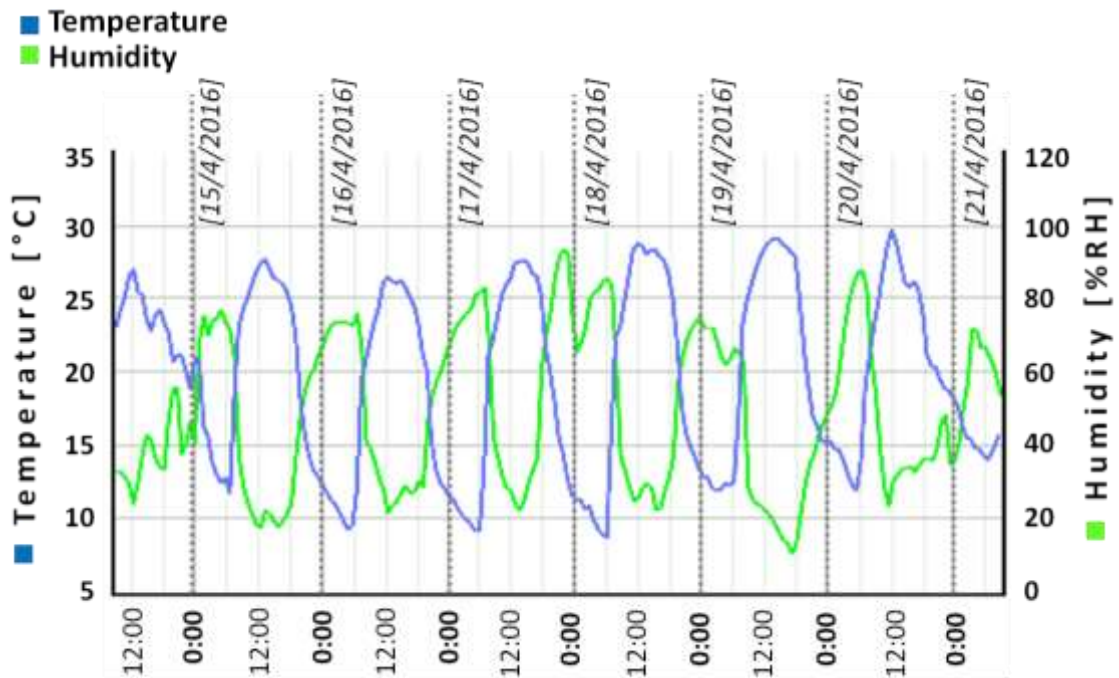
Θα πρέπει στο σημείο αυτό να αναφερθεί πως καθώς οι αίθουσες διδασκαλίας [105] και [106] παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά ως προς το μέγεθος, τα ανοίγματα, τον προσανατολισμό και το ωράριο λειτουργίας, οπότε και παρόμοιες συνθήκες άνεσης, γίνεται η παραδοχή πως οι τιμές που καταγράφηκαν στην αίθουσα [105] αντικατοπτρίζουν τις εσωτερικές συνθήκες που επικρατούν και στην αίθουσα [106]. Ομοίως για τις αίθουσες [107] και [108].

Επικρατούσες/εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αναφορικά με τις εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης δεν μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από τις επικρατούσες συνθήκες του εξωτερικού χώρου. Για το λόγο αυτό, στη συνέχεια παρατίθενται οι τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που σημειώθηκαν στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου για τα χρονικά διαστήματα 6/4-13/4 και 14/4-21/4, οπότε και πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. Τα δεδομένα αυτά αντλήθηκαν από το Υδρολογικό Παρατηρητήριο Αθηνών, όπως καταγράφηκαν από τον αυτόματο τηλεμετρικό υδρομετεωρολογικό σταθμό που βρίσκεται στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου, και ανήκει στο δίκτυο METEONET, το οποίο λειτουργεί υπό την εποπτεία του Εργαστηρίου Υδρολογίας & Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.



Αναφορικά με τις επικρατούσες συνθήκες στον χώρο της Πολυτεχνειούπολης, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 5, κατά το χρονικό διάστημα 6/4-13/4, η θερμοκρασία παρουσιάζει καθημερινά άνοδο από τις 6:30π.μ. έως τις 15:00μ.μ., ακολουθώντας σταδιακή πτώση μέχρι το επόμενο πρωί, με τις τιμές της να κυμαίνονται από 7,89°C έως 25,69°C. Η εικόνα της σχετικής υγρασίας κατά το αντίστοιχο χρονικό διάστημα είναι πιο σύνθετη, παρουσιάζονται διαφοροποιήσεις που κυμαίνονται από 25,07% έως 99,60%.



Διάγραμμα 6: Εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου για το χρονικό διάστημα 14/4-21/4.

Πηγή: *hoa.ntua, 2016, ίδια επεξεργασία*

Όσον αφορά το χρονικό διάστημα 14/4-21/4 (Διάγραμμα 6), η θερμοκρασία παρουσιάζει σημαντική αύξηση, με τις τιμές της να ξεπερνούν τους 25°C από τις 10:00 έως τις 17:30μ.μ., οπότε και ξεκινά η σταδιακή πτώση της. Αντιστρόφως ανάλογη είναι η εικόνα της σχετικής υγρασίας, με τις τιμές της να κυμαίνονται από 7,22% έως 94,40%.

Παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων

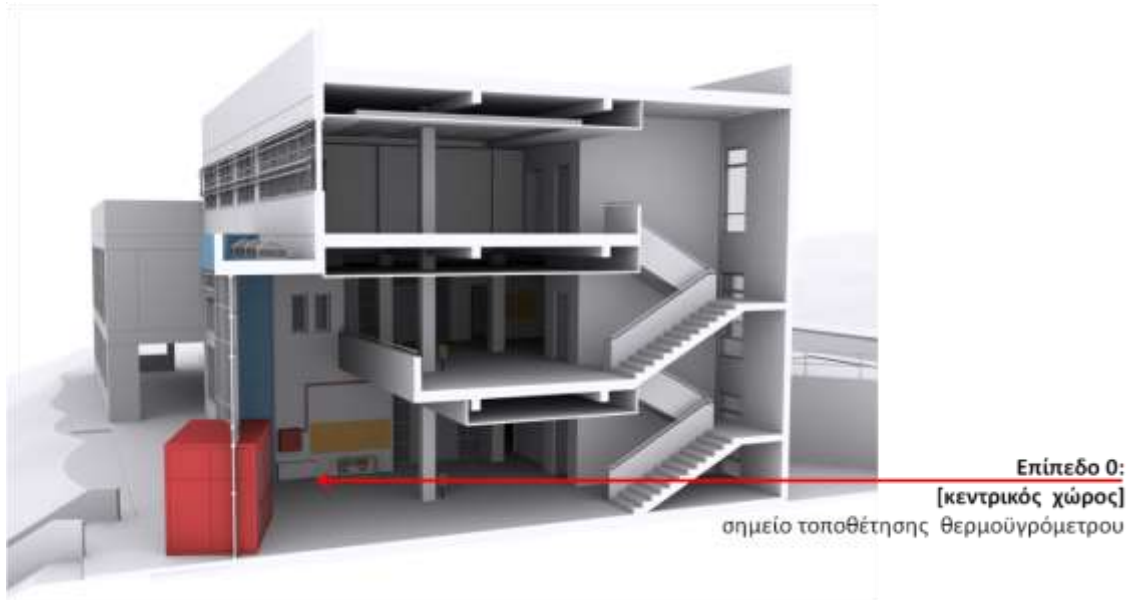
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. Στα σχέδια που ακολουθούν αρχικά απεικονίζεται η θέση του θερμοϋγρόμετρου σε κάθε χώρο, και στη συνέχεια το διάγραμμα με τις αντίστοιχες μετρήσεις που καταγράφηκαν σε διάστημα μίας τυπικής εβδομάδας. Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα tinytag explorer και τα διαγράμματα που προέκυψαν στη συνέχεια μορφοποιήθηκαν κατάλληλα, ώστε να είναι πιο εύληπτα και κατανοητά. Επίσης, μετά από κάθε διάγραμμα μετρήσεων ακολουθεί ένας συνοπτικός πίνακας στον οποίο περιλαμβάνονται οι ελάχιστες, οι μέγιστες και οι μέσες ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που παρατηρήθηκαν κατά το χρονικό διάστημα καταγραφής.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί πως η ερμηνεία των αποτελεσμάτων βασίζεται στα σταθερά διαθέσιμα δεδομένα, τα οποία δεν σχετίζονται με τους χρήστες και τις μεταβολές που ενδεχομένως επιφέρουν οι ίδιοι στον εκάστοτε χώρο, προκειμένου να δημιουργήσουν ένα πιο άνετο και φιλικό προς αυτούς περιβάλλον (π.χ. άνοιγμα των παραθύρων, χρήση των ρολών ηλιοπροστασίας, κτλ.). Ως σταθερά δεδομένα νοούνται ο προσανατολισμός και η θέση κάθε χώρου στο κτήριο, τα ανοίγματά του, οι σχέσεις των χώρων μεταξύ τους, η ύπαρξη ή όχι σταθερών σκιάστρων καθώς και οι επικρατούσες εξωτερικές συνθήκες, οι οποίες έχουν αναλυθεί στην προηγούμενη ενότητα.

Καθώς η θερμική άνεση σε έναν χώρο εξαρτάται και επηρεάζεται σημαντικά από παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν τις ροές θερμότητας από και προς τον χώρο, απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη μελέτη της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος, ειδικότερα όταν πρόκειται για κτήρια με σύνθετη λειτουργία, όπως είναι τα κτήρια της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, στα οποία οι συνθήκες λειτουργίας δεν είναι εύκολο να καθοριστούν. Συνεπώς, η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις συνθήκες θερμικής άνεσης με βάση τη χρήση του συγκεκριμένου εξοπλισμού, αποτελεί μια πρωταρχική μόνο εκτίμηση των συνθηκών του εσωτερικού χώρου.

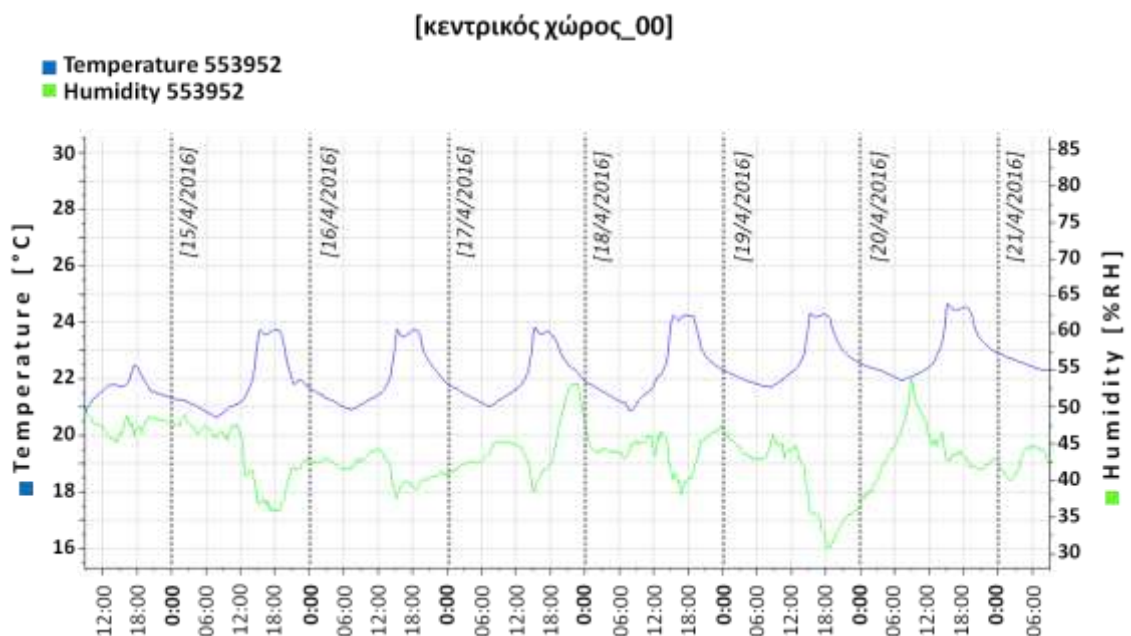
[Επίπεδο_0]:

- κεντρικός χώρος ΝΑ εισόδου:



Εικόνα 50: Επίπεδο 0_κεντρικός χώρος: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 7: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στον κεντρικό χώρο του ισόγειου [επίπεδο_0]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 7, η εικόνα που εμφανίζει η γραφική παράσταση της θερμοκρασίας στον συγκεκριμένο χώρο ακολουθεί την τάση της εξωτερικής θερμοκρασίας, χωρίς όμως να εμφανίζει το αντίστοιχο εύρος διακύμανσης (Διάγραμμα 6). Οι τιμές της θερμοκρασίας κυμαίνονται από 20,6°C έως 24,7°C, με τις ελάχιστες θερμοκρασίες να σημειώνονται κατά τις 8:00π.μ., και τις μέγιστες στο διάστημα 15:00μ.μ. με 18:00μ.μ. Αν και η διπλού ύψους τζαμαρία δεν φέρει καμίας μορφής σκίαση παρά τον νοτιοδυτικό προσανατολισμό της, εντούτοις, λόγω του μεγάλου ύψους του χώρου και του γεγονότος ότι ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω καθώς είναι πιο ελαφρύς, οι μέγιστες τιμές που καταγράφονται βρίσκονται μέσα στα όρια της θερμικής άνεσης.

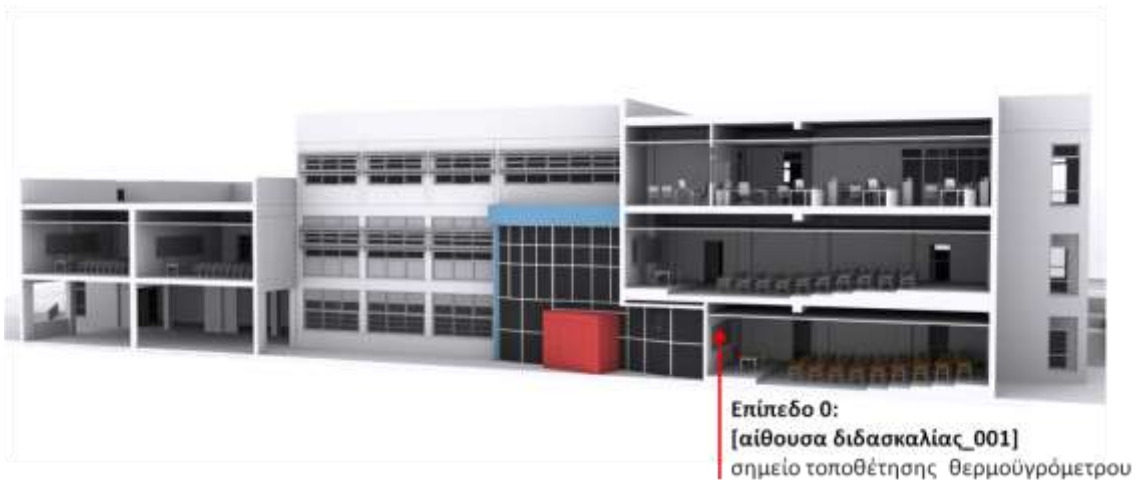
Αντίστοιχη είναι και η εικόνα που εμφανίζει η γραφική παράσταση της σχετικής υγρασίας, με τις τιμές να κυμαίνονται από 14,1% έως 49,8%. Αν και οι τιμές της υγρασίας στο εξωτερικό περιβάλλον κυμαίνονται από 7,22% έως 94,4%, οι μετρήσεις στον εσωτερικό χώρο είναι πιο ήπιες ως προς τις ακραίες τιμές τους (Διάγραμμα 7).

Πίνακας 23: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας για τον κεντρικό χώρο του ισογείου [επίπεδο_0]

	DATE	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
[κεντρικός χώρος_00]	14/4/2016	20,8 °C	22,5 °C	21,7 °C	45,3 %RH	49,9 %RH	47,5 %RH
	15/4/2016	20,6 °C	23,7 °C	21,8 °C	35,9 %RH	48,9 %RH	43,3 %RH
	16/4/2016	20,9 °C	23,7 °C	22,0 °C	37,6 %RH	44,3 %RH	41,5 %RH
	17/4/2016	21,0 °C	23,8 °C	22,1 °C	38,5 %RH	53,1 %RH	44,4 %RH
	18/4/2016	20,9 °C	24,3 °C	22,3 °C	38,1 %RH	47,9 %RH	44,0 %RH
	19/4/2016	21,7 °C	24,3 °C	22,6 °C	30,7 %RH	46,9 %RH	40,3 %RH
	20/4/2016	22,0 °C	24,7 °C	22,9 °C	36,6 %RH	53,8 %RH	43,9 %RH
	21/4/2016	22,3 °C	22,9 °C	22,6 °C	40,0 %RH	44,8 %RH	42,6 %RH

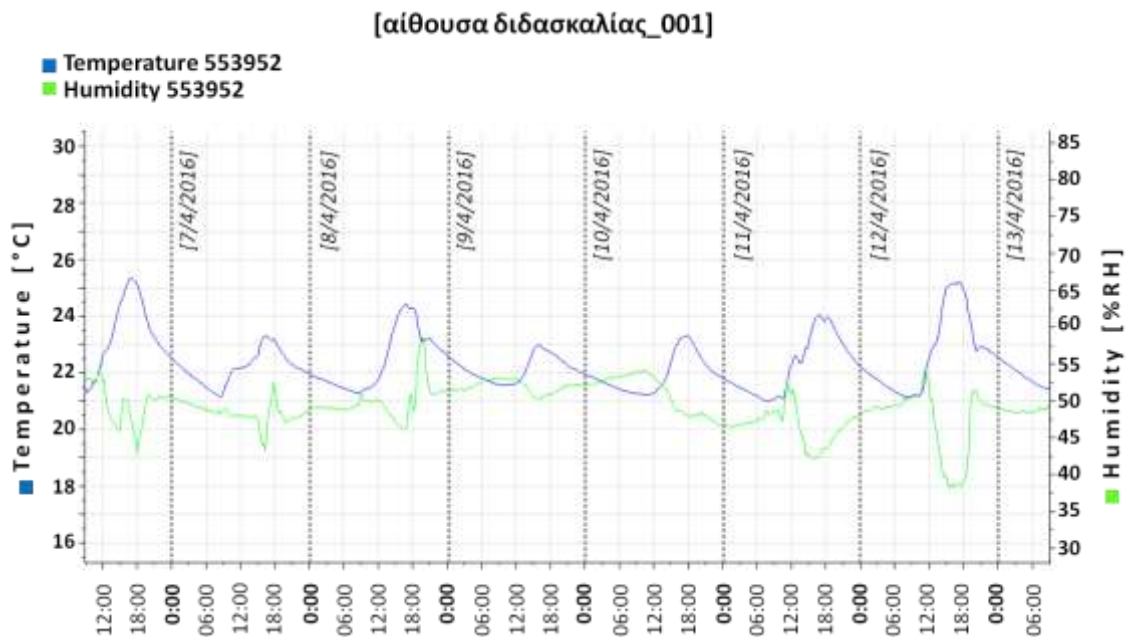
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- αίθουσα διδασκαλίας [001]:



Εικόνα 51: Επίπεδο 0_αίθουσα διδασκαλίας [001]: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 8: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [001]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 8, οι γραφικές παραστάσεις τόσο της θερμοκρασίας όσο και της σχετικής υγρασίας αναφορικά με την αίθουσα διδασκαλίας [001] ακολουθούν τις διακυμάνσεις των αντίστοιχων μεγεθών του εξωτερικού χώρου, με

μικρότερο όμως εύρος ακραίων τιμών, στοιχείο το οποίο είναι αναμενόμενο, καθώς πρόκειται για τιμές που αφορούν τον εσωτερικό χώρο. Η θερμοκρασία κυμαίνεται από 21,0°C έως 25,3°C και η σχετική υγρασία παίρνει τιμές μεταξύ 38,1% και 58,7%.

Λόγω του νοτιοδυτικού προσανατολισμού της αίθουσας, παρατηρείται άνοδος της θερμοκρασίας από τις 11:00π.μ. έως τις 17:00μ.μ., οπότε και σημειώνονται οι μέγιστες τιμές της, και στη συνέχεια ακολουθεί σταδιακή πτώση μέχρι την επόμενη ημέρα. Όσον αφορά τη σχετική υγρασία, η εικόνα που παρουσιάζει είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη θερμοκρασία αλλά πιο σύνθετη, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται σε παρεμβάσεις των χρηστών στον χώρο.

Αξίζει να αναφερθεί πως από τις επισκέψεις που πραγματοποιήθηκαν στο κτήριο, διαπιστώθηκε πως τα εσωτερικά ρολά ηλιοπροστασίας που διαθέτει η συγκεκριμένη αίθουσα, παραμένουν στην πλειοψηφία τους κλειστά για μεγάλο διάστημα της ημέρας. Αν και κάτι τέτοιο θεωρητικά θα έπρεπε να συμβάλλει θετικά στο θερμικό ισοζύγιο της αίθουσας, ο περιορισμένος αερισμός της αίθουσας σε συνδυασμό με τα θερμικά κέρδη από τους χρήστες και τα φωτιστικά σώματα αιτιολογεί τις υψηλές τιμές της θερμοκρασίας που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων.

Πίνακας 24: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [001]

[αίθουσα διδασκαλίας_001]	DATE	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	6/4/2016	21,3 °C	25,3 °C	23,4 °C	42,9 %RH	54,3 %RH	49,6 %RH
	7/4/2016	21,1 °C	23,3 °C	22,2 °C	43,3 %RH	52,6 %RH	48,4 %RH
	8/4/2016	21,3 °C	24,4 °C	22,4 °C	46,0 %RH	58,7 %RH	49,8 %RH
	9/4/2016	21,6 °C	23,0 °C	22,1 °C	50,4 %RH	53,1 %RH	51,9 %RH
	10/4/2016	21,2 °C	23,3 °C	21,9 °C	46,7 %RH	54,0 %RH	51,1 %RH
	11/4/2016	21,0 °C	24,1 °C	22,2 °C	42,1 %RH	52,6 %RH	46,6 %RH
	12/4/2016	21,1 °C	25,2 °C	22,7 °C	38,1 %RH	54,3 %RH	47,4 %RH
	13/4/2016	21,5 °C	22,5 °C	21,9 °C	48,4 %RH	49,4 %RH	48,7 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

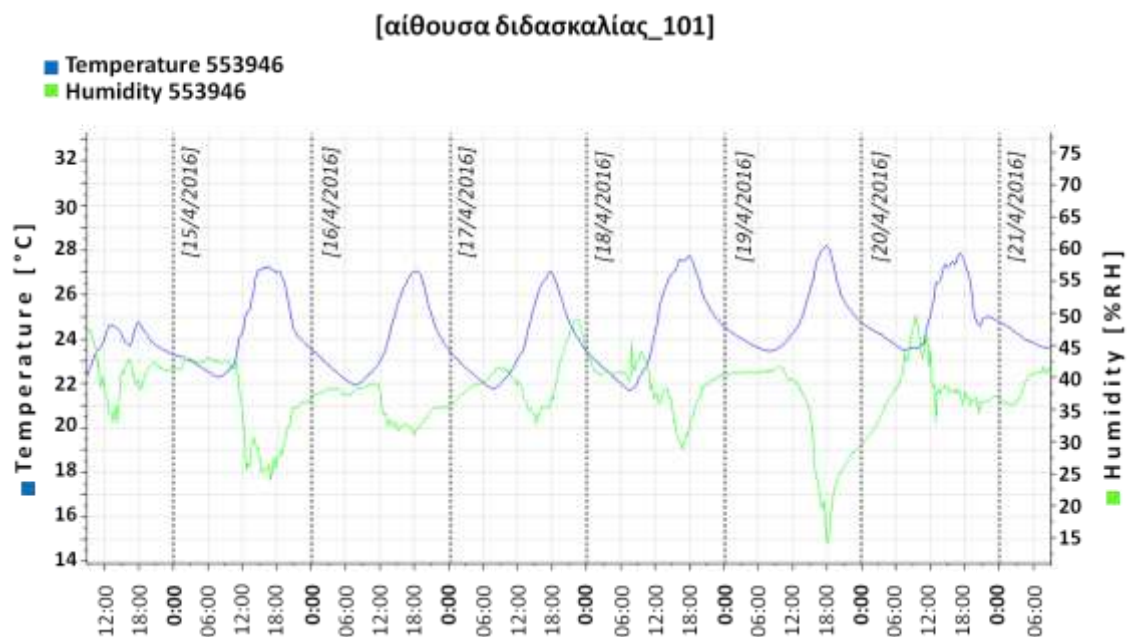
[Επίπεδο_I]:

- αίθουσα διδασκαλίας [101]:



Εικόνα 52: Επίπεδο I_αίθουσα διδασκαλίας [101]: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 9: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [101]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 9, οι τιμές της θερμοκρασίας κυμαίνονται από 21,7°C έως 28,2°C, με τις ελάχιστες θερμοκρασίες να σημειώνονται κατά τις 9:00π.μ., οπότε και η αίθουσα αποφορτίζεται πλήρως από τη θερμότητα που είχε αποθηκευτεί στα

δομικά στοιχεία κατά τη διάρκεια της προηγούμενης μέρας. Λόγω του νοτιοδυτικού προσανατολισμού της αίθουσας και του γεγονότος ότι φέρει μόνο οριζόντιας μορφής σκίαση, οι υψηλές τιμές της θερμοκρασίας διατηρούνται μέχρι αργά το απόγευμα (18:00μ.μ.), οπότε και αρχίζει η σταδιακή αποφόρτιση του εσωτερικού χώρου.

Όσον αφορά τη σχετική υγρασία, η εικόνα είναι αντιστρόφως ανάλογη με τη θερμοκρασία, με τις τιμές της να κυμαίνονται από 14,1% έως 49,8%, εύρος πολύ μικρότερο σε σχέση με τις αντίστοιχες συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 25: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [101]

[αίθουσα διδασκαλίας_101]	DATE	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	14/4/2016	22,3 °C	24,7 °C	23,9 °C	32,9 %RH	48,5 %RH	40,4 %RH
	15/4/2016	22,3 °C	27,2 °C	24,3 °C	23,9 %RH	43,0 %RH	36,2 %RH
	16/4/2016	21,9 °C	27,0 °C	23,9 °C	31,0 %RH	39,1 %RH	35,8 %RH
	17/4/2016	21,8 °C	27,0 °C	23,8 °C	32,7 %RH	49,0 %RH	39,6 %RH
	18/4/2016	21,7 °C	27,7 °C	24,4 °C	28,8 %RH	45,5 %RH	38,6 %RH
	19/4/2016	23,5 °C	28,2 °C	25,0 °C	14,1 %RH	41,8 %RH	34,4 %RH
	20/4/2016	23,5 °C	27,8 °C	25,1 °C	29,5 %RH	49,8 %RH	37,9 %RH
	21/4/2016	23,6 °C	24,8 °C	24,1 °C	35,6 %RH	41,8 %RH	38,6 %RH

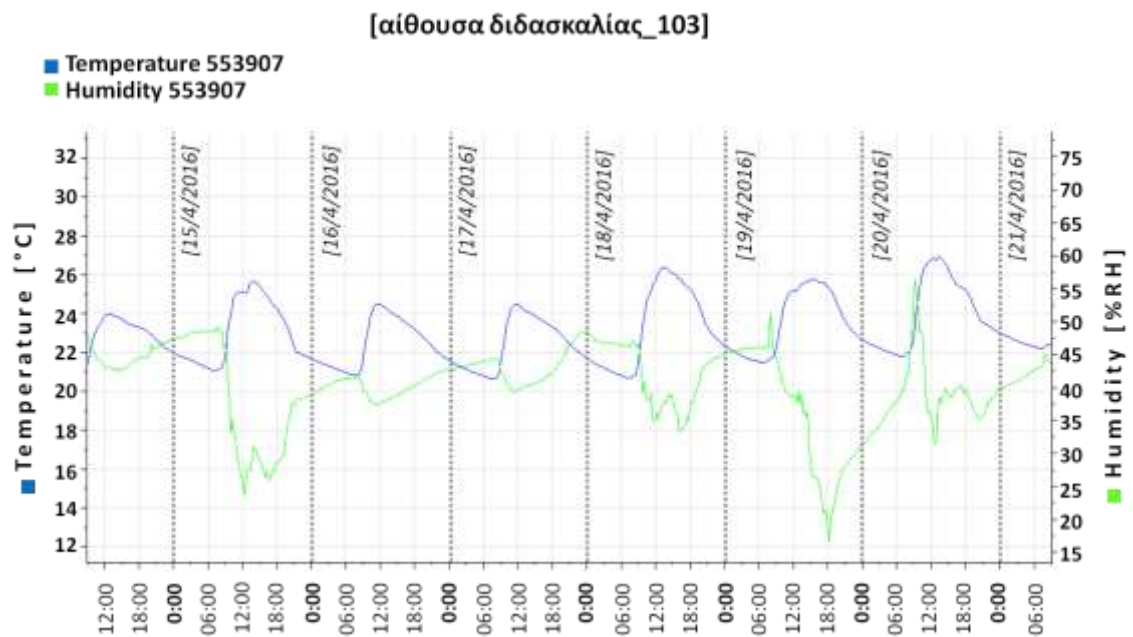
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- αίθουσα διδασκαλίας [103]:



Εικόνα 53: Επίπεδο I_ αίθουσα διδασκαλίας [103]: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 10: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [103]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Όσον αφορά την αίθουσα διδασκαλίας [103], όπως διαπιστώνεται από το Διάγραμμα 10, οι υψηλές τιμές της θερμοκρασίας που εξωτερικού περιβάλλοντος φαίνεται να επιδρούν σημαντικά στις συνθήκες άνεσης του εσωτερικού χώρου. Η γραφική παράσταση της θερμοκρασίας, ακολουθεί και εδώ την τάση της εξωτερικής

θερμοκρασίας, λαμβάνοντας τιμές μεταξύ 20,6°C και 26,9°C. Οι υψηλές τιμές της θερμοκρασίας περιβάλλοντος σε συνδυασμό με τα θερμικά κέρδη από τους χρήστες και τα φωτιστικά σώματα που βρίσκονται σε λειτουργία κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, καθώς και η απουσία κατακόρυφης μορφής σκίασης παρά τον βορειοανατολικό προσανατολισμό της αίθουσας, συντελούν σημαντικά στη θερμική επιβάρυνση των δομικών στοιχείων, με αποτέλεσμα οι υψηλές τιμές να διατηρούνται μέχρι τις πρώτες απογευματινές ώρες,

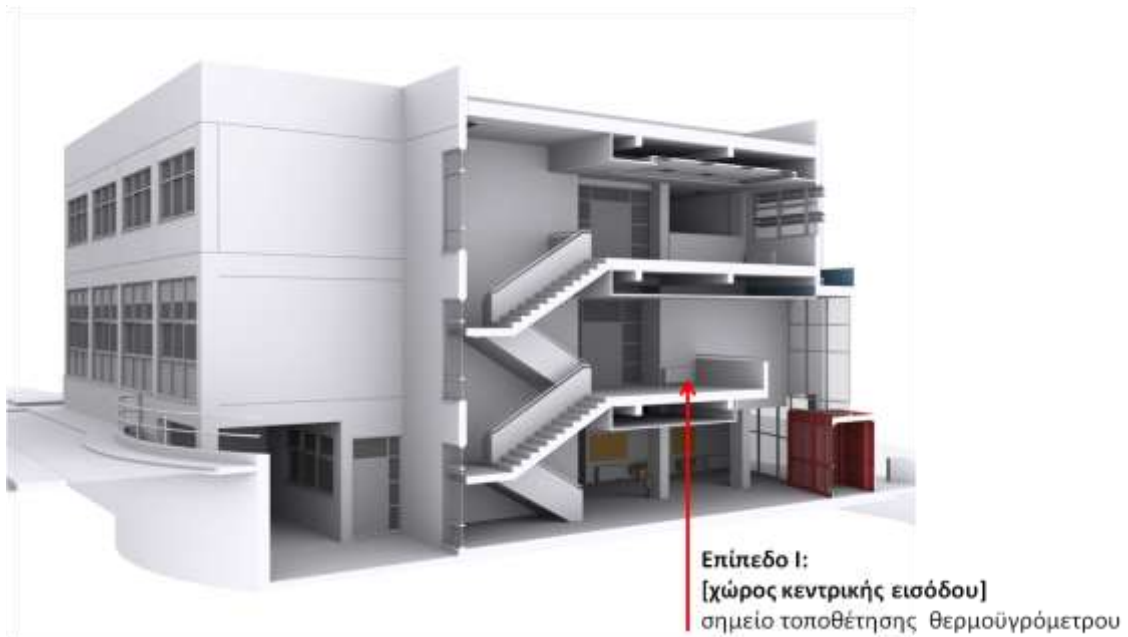
Αντίστοιχη είναι και η εικόνα που εμφανίζει η γραφική παράσταση της σχετικής υγρασίας, με τις τιμές να κυμαίνονται από 16,5% έως 56,4%. Αν και οι τιμές της υγρασίας στο εξωτερικό περιβάλλον παρουσιάζουν μεγάλο εύρος διακύμανσης, όπως και στην αίθουσα [101] έτσι και εδώ, οι μετρήσεις που καταγράφονται ημερησίως στον εσωτερικό χώρο είναι πιο ήπιες ως προς τις μέγιστες και τις ελάχιστες τιμές τους.

Πίνακας 26: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [103]

	DATE	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
[αίθουσα διδασκαλίας_103]	14/4/2016	21,6 °C	24,0 °C	23,1 °C	42,4 %RH	47,6 %RH	44,7 %RH
	15/4/2016	21,1 °C	25,7 °C	23,0 °C	23,6 %RH	49,3 %RH	38,1 %RH
	16/4/2016	20,8 °C	24,5 °C	22,5 °C	37,5 %RH	42,6 %RH	40,2 %RH
	17/4/2016	20,6 °C	24,5 °C	22,4 °C	39,4 %RH	48,6 %RH	43,1 %RH
	18/4/2016	20,7 °C	26,4 °C	23,3 °C	33,3 %RH	48,3 %RH	42,2 %RH
	19/4/2016	21,5 °C	25,8 °C	23,5 °C	16,5 %RH	51,4 %RH	36,5 %RH
	20/4/2016	21,8 °C	26,9 °C	24,0 °C	31,4 %RH	56,4 %RH	38,5 %RH
	21/4/2016	22,2 °C	23,0 °C	22,5 °C	39,9 %RH	45,1 %RH	42,0 %RH

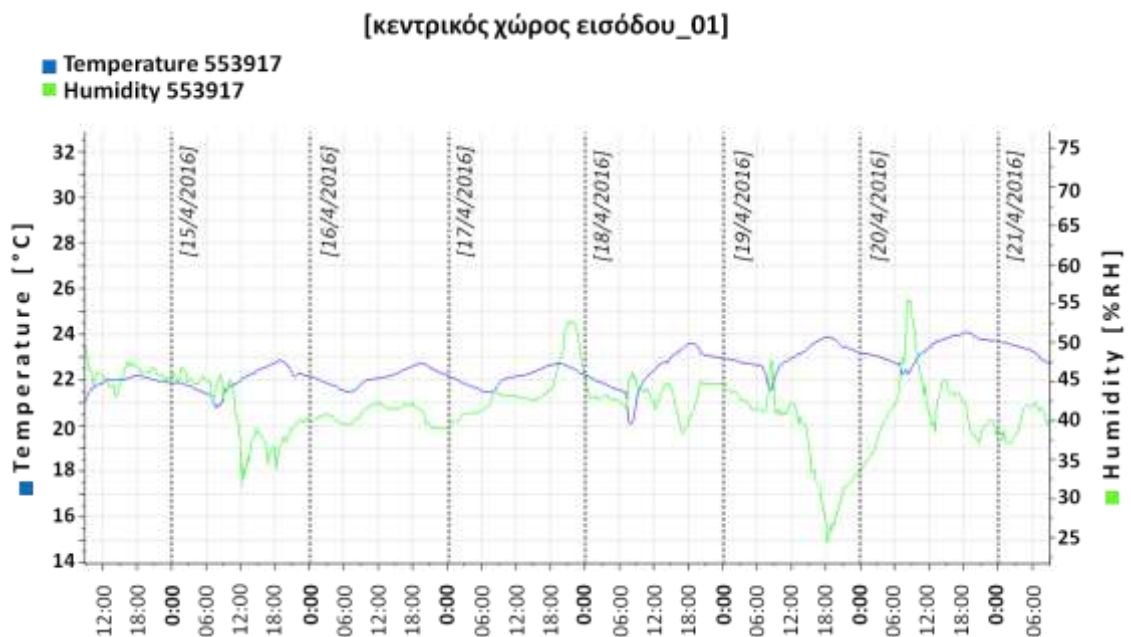
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- χώρος κεντρικής εισόδου:



Εικόνα 54: Επίπεδο I_χώρος κεντρικής εισόδου: σημείο τοποθέτησης θερμοϋγρόμετρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 11: Καταγραφή θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στον κεντρικό χώρο εισόδου [επίπεδο_I]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Αναφορικά με τον χώρο της κεντρικής εισόδου στο επίπεδο I, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 11, οι γραφικές παραστάσεις τόσο της θερμοκρασίας, όσο και της σχετικής υγρασίας δεν παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις, παρά τις υψηλότερες αντίστοιχες τιμές που παρατηρούνται στο εξωτερικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια της εβδομάδας. Οι τιμές της θερμοκρασίας στον εσωτερικό χώρο κυμαίνονται από 20,1°C έως 24,1°C, ενώ εκείνες της σχετικής υγρασίας από 24,3% έως 55,6%.

Οι μικρές αυτές διακυμάνσεις σε σύγκριση με τον εξωτερικό χώρο οφείλονται αφενός στα περιορισμένα θερμικά κέρδη και αφετέρου στον διαμπερή αερισμό του συγκεκριμένου χώρου. Η κεντρική είσοδος διαθέτει μόνο ένα μικρής έκτασης σταθερό άνοιγμα στη βορειοανατολική πλευρά, ενώ παρουσιάζει σημαντική υποχώρηση σε σχέση με τη διπλού ύψους τζαμαρία στη νοτιοδυτική πλευρά του χώρου. Όσον αφορά τον διαμπερή αερισμό, αυτός εξασφαλίζεται αφενός μέσω του κεντρικού κατακόρυφου άξονα κίνησης (κλιμακοστάσιο), και αφετέρου, λόγω του γεγονότος ότι οι θύρες τόσο της κεντρικής εισόδου όσο και κατά μήκος του κεντρικού άξονα κίνησης του επιπέδου I παραμένουν συνεχώς ανοιχτές.

Όλα τα παραπάνω συντελούν στην ομαλή και ήπια φόρτιση και αποφόρτιση των δομικών στοιχείων του χώρου, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός δροσερού και ευχάριστου χώρου εισόδου – υποδοχής καθ’ όλη τη διάρκεια λειτουργίας του κτηρίου, ο οποίος δεν επηρεάζεται σημαντικά από τις εξωτερικές συνθήκες.

Πίνακας 27: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στον χώρο της κεντρικής εισόδου [επίπεδο_I]

[Χώρος κεντρικής εισόδου]	DATE	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	14/4/2016	21,1 °C	22,2 °C	21,9 °C	43,0 %RH	49,0 %RH	45,9 %RH
	15/4/2016	20,8 °C	22,9 °C	22,0 °C	31,7 %RH	47,0 %RH	41,0 %RH
	16/4/2016	21,5 °C	22,7 °C	22,1 °C	38,8 %RH	42,3 %RH	40,7 %RH
	17/4/2016	21,4 °C	22,7 °C	22,1 °C	39,0 %RH	52,8 %RH	43,8 %RH
	18/4/2016	20,1 °C	23,6 °C	22,4 °C	38,3 %RH	46,2 %RH	43,2 %RH
	19/4/2016	21,6 °C	23,9 °C	23,0 °C	24,3 %RH	48,0 %RH	37,9 %RH
	20/4/2016	22,2 °C	24,1 °C	23,4 °C	33,4 %RH	55,6 %RH	41,8 %RH
	21/4/2016	22,8 °C	23,7 °C	23,3 °C	37,1 %RH	42,3 %RH	39,9 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Εξαιρώντας μάλιστα κάποιες ακραίες τιμές της σχετικής υγρασίας, θα μπορούσε κανείς να θεωρήσει τις συνθήκες στον χώρο της αίθουσας σχεδόν σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας.

Λόγω του βορειοανατολικού προσανατολισμού της, στην αίθουσα καταγράφεται άνοδος της θερμοκρασίας στο διάστημα 8:00π.μ. με 12:00μ.μ. και στη συνέχεια παρατηρείται σταδιακή και ήπια πτώση μέχρι την επόμενη ημέρα. Καθώς οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται τις πρωινές ώρες είναι πολύ χαμηλότερες από εκείνες που σημειώνονται τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες της ημέρας, η αίθουσα δεν επιβαρύνεται σημαντικά από τις εξωτερικές συνθήκες ούτε ως προς τη διάρκεια ούτε ως προς την έντασή τους.

Πίνακας 28: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [105]

[αίθουσα διδασκαλίας_105]	DATE	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	6/4/2016	19,6 °C	20,7 °C	20,2 °C	55,6 %RH	60,2 %RH	57,8 %RH
	7/4/2016	19,1 °C	20,9 °C	20,0 °C	51,3 %RH	58,6 %RH	54,9 %RH
	8/4/2016	19,7 °C	21,1 °C	20,3 °C	55,1 %RH	62,3 %RH	57,7 %RH
	9/4/2016	19,9 °C	20,8 °C	20,3 °C	58,6 %RH	60,4 %RH	59,2 %RH
	10/4/2016	19,9 °C	20,5 °C	20,2 °C	56,6 %RH	60,2 %RH	59,1 %RH
	11/4/2016	19,6 °C	20,7 °C	20,1 °C	51,3 %RH	61,0 %RH	55,8 %RH
	12/4/2016	19,6 °C	21,2 °C	20,4 °C	38,8 %RH	63,8 %RH	53,5 %RH
	13/4/2016	19,8 °C	20,3 °C	20,0 °C	54,3 %RH	55,1 %RH	54,8 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Λόγω του νοτιοδυτικού προσανατολισμού της, στην αίθουσα [107] η άνοδος της θερμοκρασίας παρατηρείται στο διάστημα 12:00π.μ. με 18:00μ.μ. και στη συνέχεια ακολουθεί η σταδιακή πτώση της μέχρι την επόμενη ημέρα.

Όπως και στην αίθουσα διδασκαλίας [105], έτσι και εδώ, οι συνθήκες στον εσωτερικό χώρο θα μπορούσαν να θεωρηθούν σχεδόν σταθερές καθ' όλη τη διάρκεια της εβδομάδας, με την αίθουσα [107] να διατηρεί λίγο χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας σε σχέση με την [105]. Καθώς πρόκειται για δύο αίθουσες με παρόμοια χαρακτηριστικά ως προς το μέγεθος και τον αριθμό των θέσεων που διαθέτουν, η μικρή αυτή διαφορά που παρατηρείται, μπορεί να ερμηνευθεί με βάση τη θέση κάθε αίθουσας στο κτήριο. Η αίθουσα διδασκαλίας [107] βρίσκεται στη νοτιοδυτική άκρη του κτηρίου, πάνω από pilotis, έχοντας έτσι τρεις πλευρές της εκτεθειμένες στις εξωτερικές συνθήκες, ενώ η αίθουσα [105], λόγω της θέσης της, εμφανίζεται πιο 'προστατευμένη', με τον υποκείμενο σε αυτήν χώρο, αν και μη θερμαινόμενο, εντούτοις κλειστό, και επομένως λιγότερο ευάλωτο στις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Πίνακας 29: Οι ημερήσιες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [107]

	DATE	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
[αίθουσα διδασκαλίας_107]	6/4/2016	18,4 °C	19,6 °C	19,1 °C	56,6 %RH	62,7 %RH	59,7 %RH
	7/4/2016	18,2 °C	19,2 °C	18,9 °C	51,1 %RH	59,2 %RH	55,0 %RH
	8/4/2016	18,9 °C	19,9 °C	19,3 °C	57,4 %RH	61,2 %RH	59,4 %RH
	9/4/2016	19,2 °C	19,9 °C	19,5 °C	59,4 %RH	62,0 %RH	60,9 %RH
	10/4/2016	19,0 °C	19,7 °C	19,4 °C	55,6 %RH	63,0 %RH	60,7 %RH
	11/4/2016	18,7 °C	19,7 °C	19,2 °C	55,9 %RH	63,8 %RH	58,7 %RH
	12/4/2016	18,6 °C	20,2 °C	19,3 °C	49,3 %RH	63,2 %RH	57,8 %RH
	13/4/2016	18,7 °C	19,7 °C	19,2 °C	54,6 %RH	58,9 %RH	55,4 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Ερωτηματολόγια

Ερωτηματολόγια

Εισαγωγή

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, κρίθηκε απαραίτητη η διενέργεια έρευνας πεδίου, προκειμένου να καταγραφεί η άποψη των ίδιων των χρηστών του κτηρίου για τις συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης που επικρατούν στους εσωτερικούς χώρους κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του, και να αποτυπωθεί μια όσο το δυνατόν πιο ολοκληρωμένη εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης.

Επιλογή του δείγματος της έρευνας

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί πως είναι κοινή πρακτική στις σχολές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, τα μαθήματα να διεξάγονται σε διαφορετικές αίθουσες διδασκαλίας ή/και κτήρια, ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε μαθήματος. Οι συνεχείς αυτές αλλαγές των αιθουσών διδασκαλίας και η μετακίνηση των φοιτητών, δεν επιτρέπουν τη διαμόρφωση σφαιρικής αντίληψης των περιβαλλοντικών συνθηκών που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο του κτηρίου καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του. Συνεπώς, κρίθηκε ορθότερο να αποτυπωθεί η άποψη μόνο των μόνιμων υπαλλήλων και επιστημονικών συνεργατών που απασχολούνται στο κτήριο- ακόμα κι αν αυτή αφορά μόνο τον β' όροφο, καθώς, λόγω της παραμονής τους στον χώρο τόσο καθ' όλη τη διάρκεια του ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου όσο και σε ετήσια βάση, μπορούν να διατυπώσουν μια ακριβέστερη εικόνα των πραγματικών συνθηκών που επικρατούν μέσα σ' αυτό.

Δομή του ερωτηματολογίου

Στην έρευνα συμμετείχαν οι υπάλληλοι της γραμματείας τόσο του προπτυχιακού όσο και του μεταπτυχιακού τμήματος της σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών & Φυσικών Επιστημών, τα γραφεία των οποίων στεγάζονται στον δεύτερο όροφο του κτηρίου.

Οι προσωπικές συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν στις 18/5/2016 και οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα κατάλληλα διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο, το οποίο περιελάμβανε 5 ενότητες με ερωτήσεις κλειστού τύπου, καθώς και ορισμένες ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, ώστε να δοθεί η δυνατότητα στους ερωτώμενους είτε να

διευκρινίσουν κάποια απάντησή τους είτε να εκφράσουν την άποψή τους για ζητήματα που τους απασχολούν σχετικά με το εργασιακό τους περιβάλλον και τα οποία, ενδεχομένως, να μην καλύπτονται από τις υπόλοιπες ερωτήσεις.

Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου περιλαμβάνονται ερωτήσεις που έχουν ως στόχο να καταγράψουν στοιχεία, όπως είναι η ηλικία και το φύλο του ερωτώμενου, η ώρα συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου, καθώς και στοιχεία σχετικά με τον χώρο εργασίας και τη θέση του ερωτώμενου μέσα σε αυτόν.

Στη δεύτερη ενότητα ζητείται από τους ερωτώμενους να καταγράψουν την άποψή τους για τις συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης που επικρατούν στον χώρο τη στιγμή συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου. Έτσι, οι ερωτώμενοι καλούνται να περιγράψουν ή/και να βαθμολογήσουν στοιχεία που αφορούν το επίπεδο θερμικής άνεσης, την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, τη θερμοκρασία, την κίνηση και την ποιότητα του αέρα μέσα στον χώρο, την ποιότητα του φυσικού και του τεχνητού φωτισμού, καθώς και στοιχεία για τον θόρυβο και την ακουστική άνεση.

Η επόμενη ενότητα περιλαμβάνει ερωτήσεις για τις συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης που επικρατούν γενικά στον χώρο εργασίας κατά τη διάρκεια του έτους, και ειδικότερα κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, οπότε και υπάρχει έντονη διαφοροποίηση των κλιματολογικών συνθηκών που επικρατούν στον εξωτερικό χώρο.

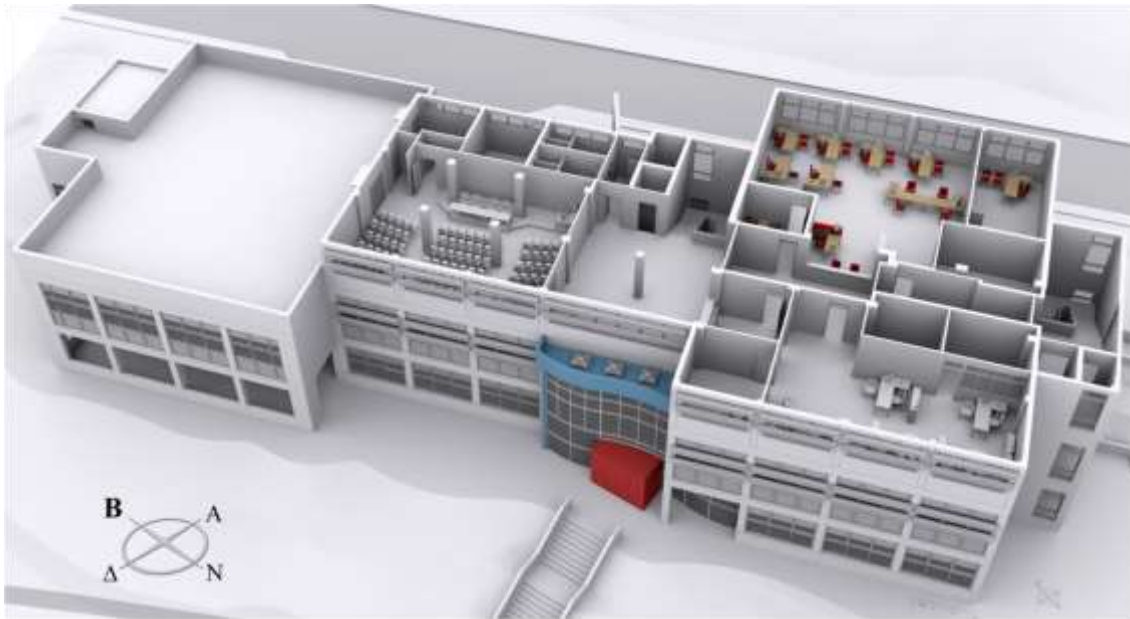
Η τέταρτη ενότητα αποσκοπεί στο να διερευνήσει αν υπάρχει και σε ποιο βαθμό η δυνατότητα ελέγχου ή παρέμβασης του ίδιου του ερωτώμενου στη θερμοκρασία, τον αερισμό και τον φωτισμό στον εργασιακό του περιβάλλον. Περιλαμβάνει επίσης ερωτήσεις σχετικά με τις συνθήκες καθαριότητας του χώρου, καθώς και μία ερώτηση ανοιχτού τύπου, στην οποία οι ερωτώμενοι μπορούν να προσθέσουν σχόλια και παρατηρήσεις που θεωρούν άξια αναφοράς.

Τέλος, η πέμπτη και τελευταία ενότητα αφορά προσωπικά στοιχεία του ερωτώμενου.

Παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα, όπως προέκυψαν μετά την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν με τη χρήση του προγράμματος υπολογιστικών φύλλων Microsoft Office Excel.

BA χώρος γραμματείας – τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών

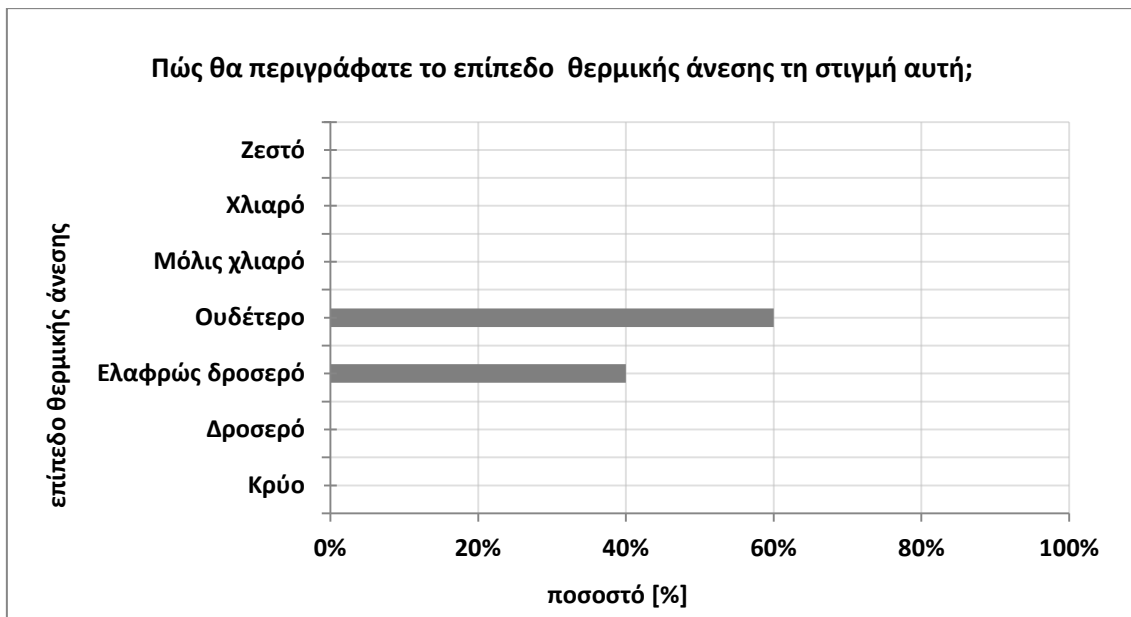


Εικόνα 57: [Επίπεδο_II]: BA χώρος γραμματείας – τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών

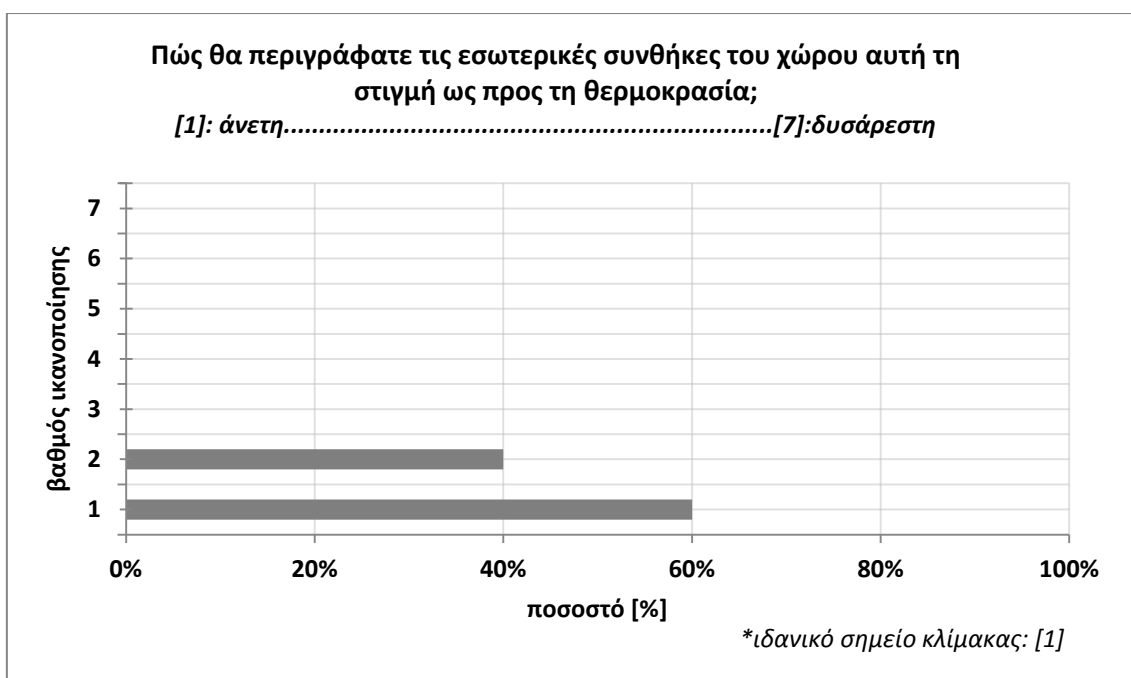
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Η γραμματεία του τμήματος μεταπτυχιακών σπουδών της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. στεγάζεται στη βορειοανατολική πλευρά του β' ορόφου του κτηρίου. Πρόκειται για μια open-plan διάταξη γραφειακών χώρων (Εικόνα 57), μεγάλου βάθους, όπου απασχολούνται πέντε άτομα. Λόγω του προσανατολισμού του, ο BA χώρος της γραμματείας είναι εκτεθειμένος στις λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες της χειμερινής περιόδου και τους βορινούς ανέμους, ενώ, λόγω της τροχιάς του ήλιου, παρουσιάζει διακυμάνσεις των εσωτερικών συνθηκών κατά τις πρωινές ώρες στο διάστημα Μαρτίου – Σεπτεμβρίου. Επομένως, η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων που σχετίζονται με τον BA χώρο πραγματοποιήθηκε στο διάστημα 9:00 έως 13:00, οπότε και επικρατούν οι πιο 'δυσμενείς' συνθήκες στον συγκεκριμένο χώρο.

Όπως φαίνεται στα ακόλουθα διαγράμματα, το επίπεδο θερμικής άνεσης στον BA χώρο της γραμματείας χαρακτηρίζεται ελαφρώς δροσερό και ουδέτερο (Διάγραμμα 14), ενώ ιδιαίτερα ικανοποιητικές κρίνονται και οι εσωτερικές συνθήκες του χώρου ως προς τη θερμοκρασία (Διάγραμμα 15).



Διάγραμμα 14: Αξιολόγηση του επιπέδου θερμικής άνεσης στον ΒΑ χώρο της γραμματείας
[διάστημα 9:00-13:00]

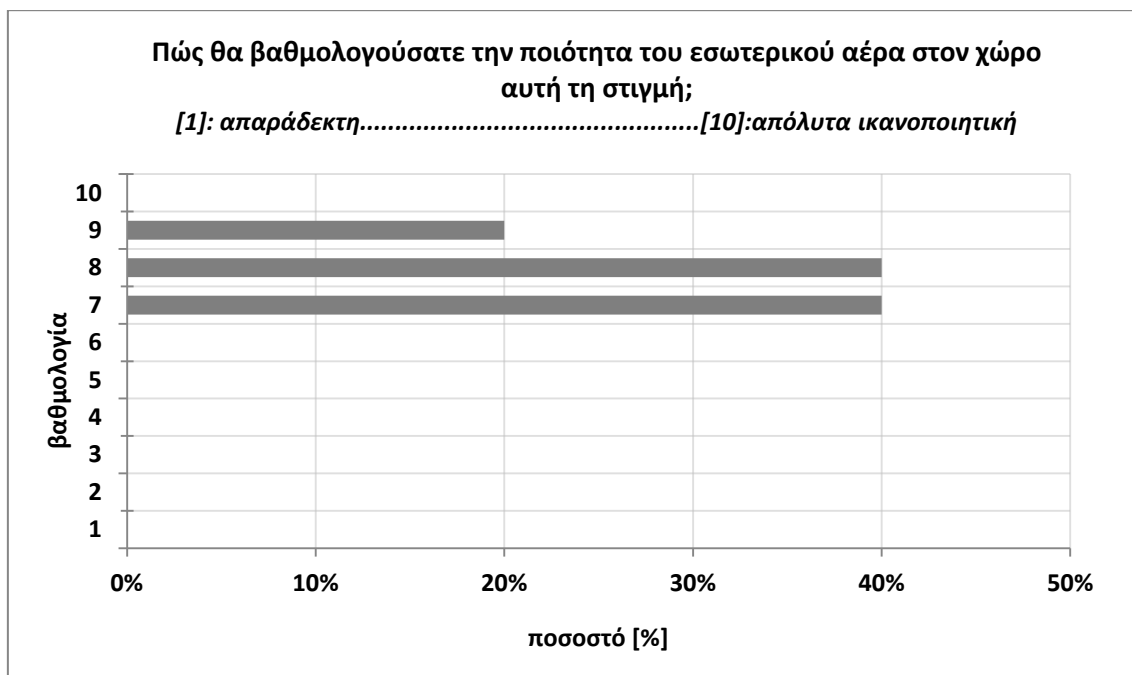


Διάγραμμα 15: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τη θερμοκρασία στον ΒΑ χώρο της γραμματείας
[διάστημα 9:00-13:00]

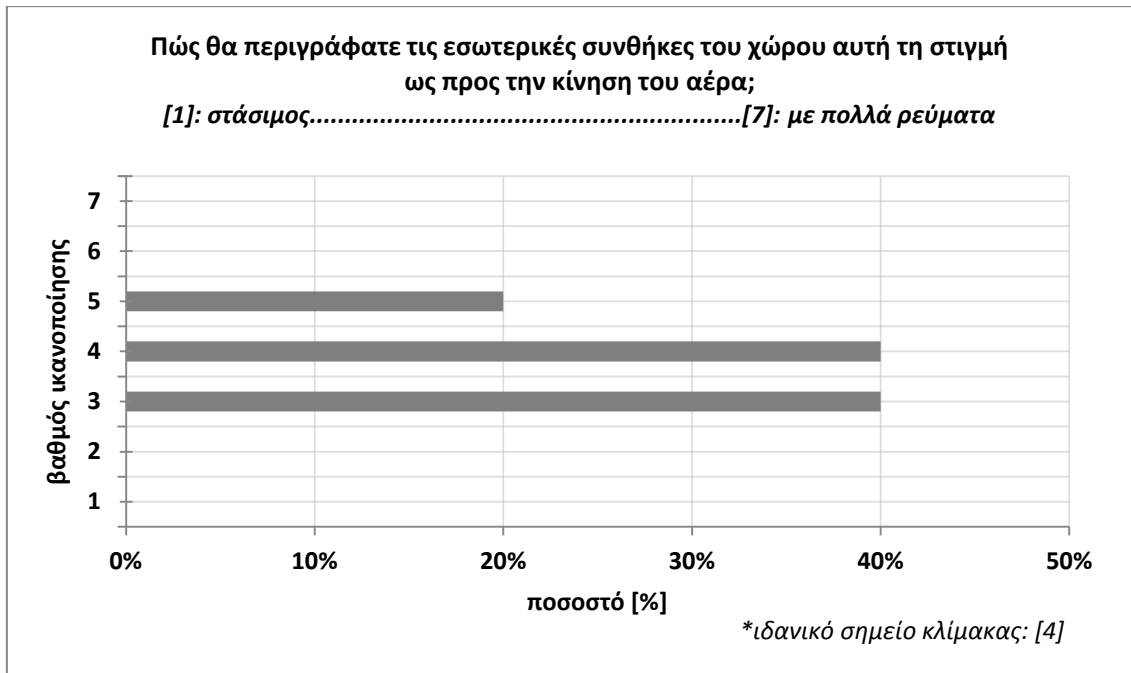
- **εσωτερικός αέρας:**

Στο διάστημα 9:00π.μ.-13:00, λόγω του προσανατολισμού του χώρου και των ήπιων περιβαλλοντικών συνθηκών του εξωτερικού περιβάλλοντος, τα παράθυρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας μπορούν να παραμένουν ανοιχτά, ώστε να ενισχύεται ο φυσικός αερισμός ή/και δροσισμός του χώρου και να εξασφαλίζονται ικανοποιητικές συνθήκες άνεσης με φυσικό τρόπο. Εντούτοις, το γεγονός ότι τα ανοίγματα αυτά δεν φέρουν εξωτερική ηλιοπροστασία, καθιστά απαραίτητη τη χρήση των εσωτερικών ηλιοπροστατευτικών διατάξεων, οι οποίες όμως περιορίζουν σημαντικά την κίνηση του αέρα, καθώς και τα επίπεδα φυσικού φωτισμού μέσα στον χώρο.

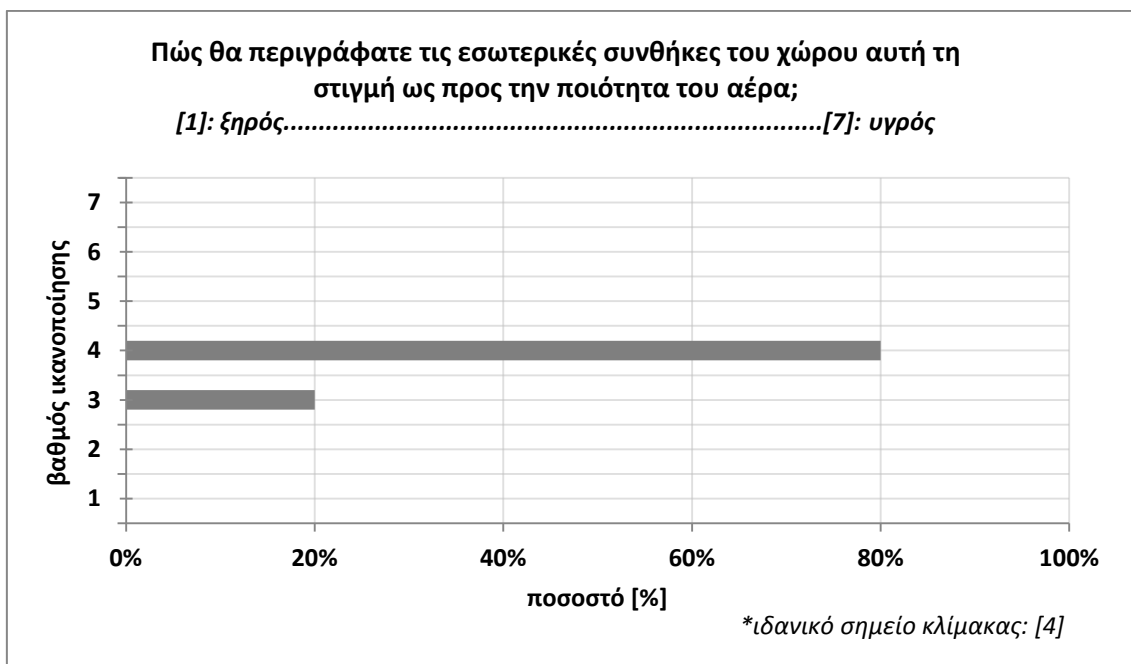
Όπως τα επίπεδα θερμικής άνεσης, έτσι και η ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον συγκεκριμένο χώρο κρίνεται ιδιαίτερα ικανοποιητική (Διάγραμμα 16), κυρίως λόγω της κίνησης του αέρα (Διάγραμμα 17) και των ήπιων και δροσερών ρευμάτων (Διάγραμμα 18) που δημιουργούνται στον εσωτερικό χώρο.



Διάγραμμα 16: Αξιολόγηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας
[διάστημα 9:00-13:00]

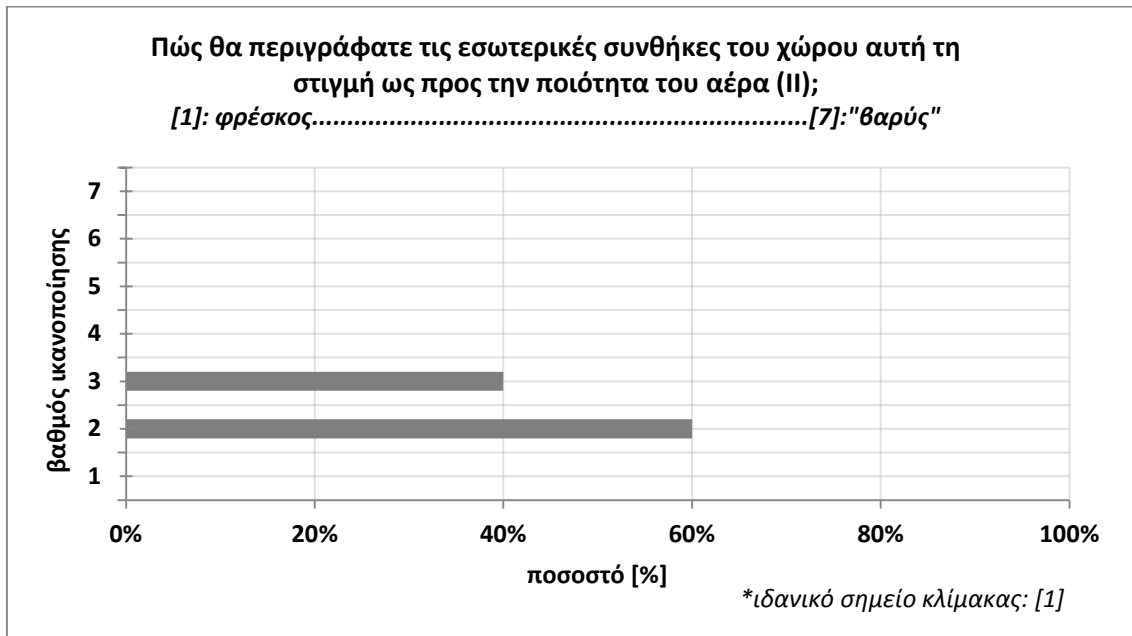


Διάγραμμα 17: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την κίνηση του αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας
 [διάστημα 9:00-13:00]

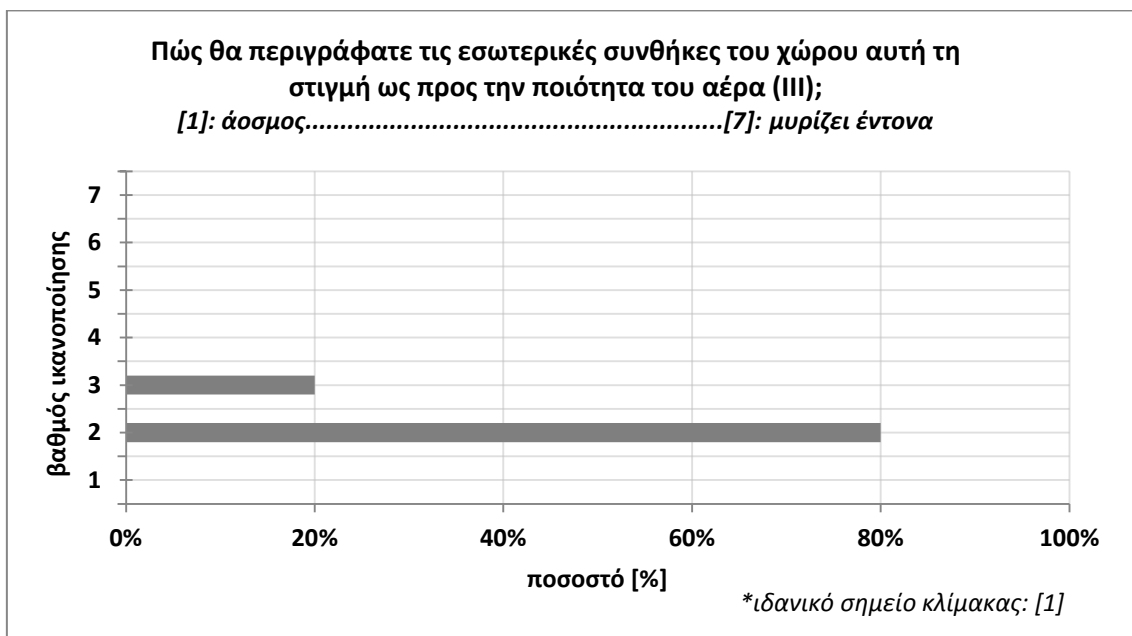


Διάγραμμα 18: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας
 [διάστημα 9:00-13:00]

Για τους ίδιους λόγους, ο αέρας χαρακτηρίζεται φρέσκος από την πλειοψηφία των ερωτηθέντων, οι οποίοι δεν εντοπίζουν οσμές στον εσωτερικό χώρο της γραμματείας του τμήματος μεταπτυχιακών σπουδών.



Διάγραμμα 19: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [II]
[διάστημα 9:00-13:00]

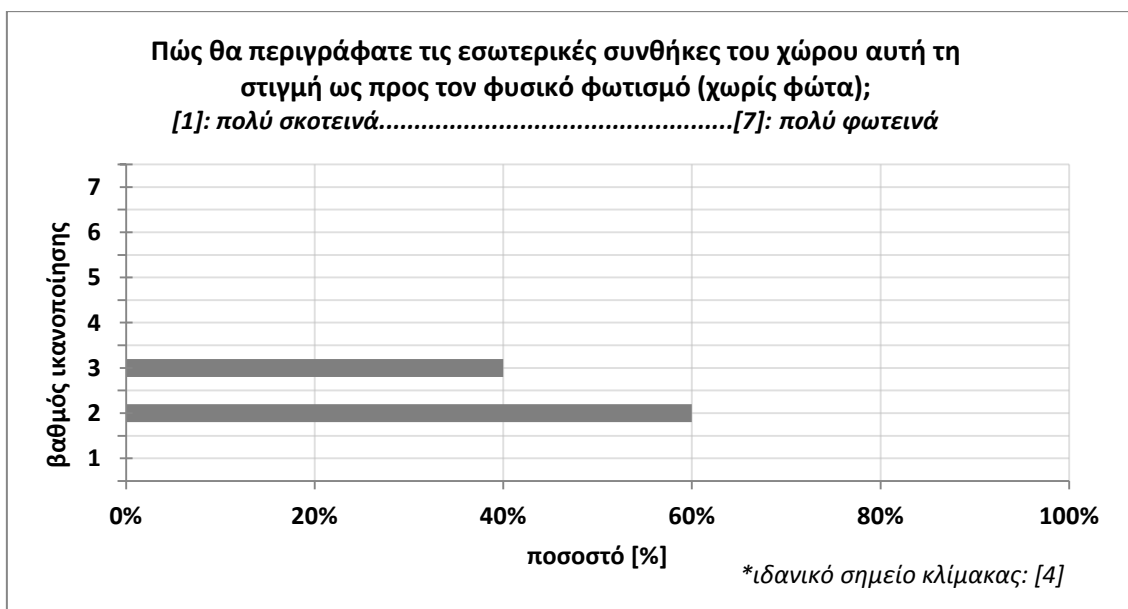


Διάγραμμα 20: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [III]
[διάστημα 9:00-13:00]

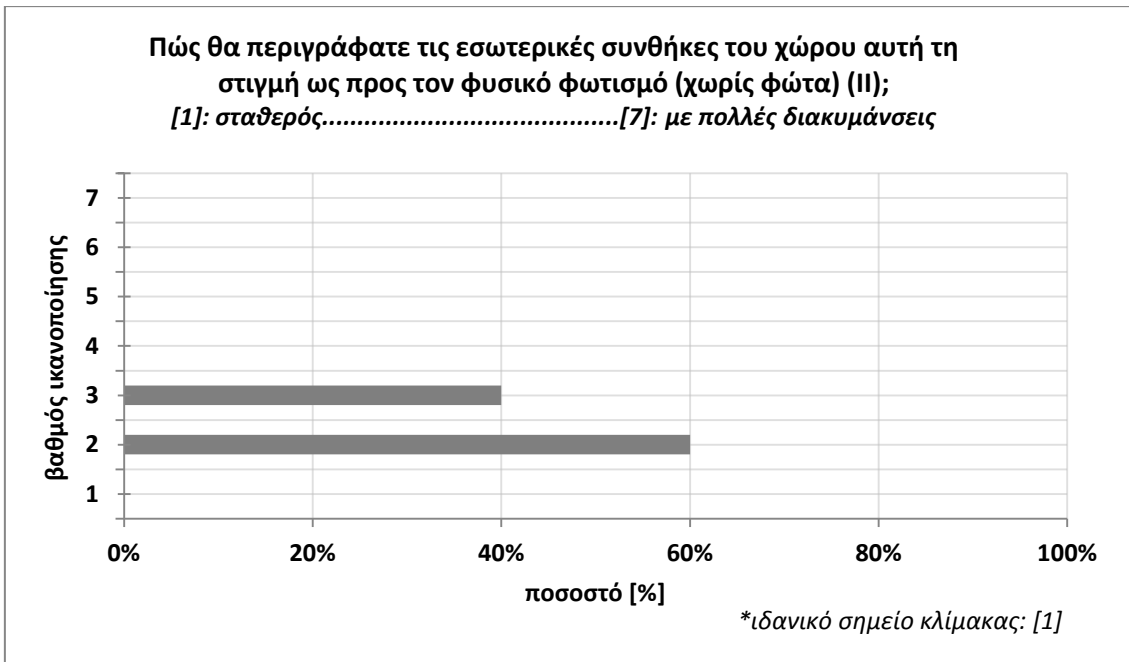
- **φυσικός φωτισμός:**

Ο ΒΑ χώρος της γραμματείας, λόγω του προσανατολισμού του, έχει σταθερό φυσικό φωτισμό για το μεγαλύτερο διάστημα του έτους. Οι υψηλές, όμως, απαιτήσεις φωτισμού που προκύπτουν από το γεγονός ότι στεγάζει γραφειακούς χώρους, καθώς και το γεγονός ότι πρόκειται για έναν ενιαίο γραφειακό χώρο μεγάλου βάθους, καθιστούν απαραίτητη τη χρήση των φωτιστικών σωμάτων καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας της γραμματείας. Οι ερωτήσεις σχετικά με τον φυσικό φωτισμό αναφέρονται στις συνθήκες οπτικής άνεσης που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο χωρίς τη χρήση φωτιστικών σωμάτων.

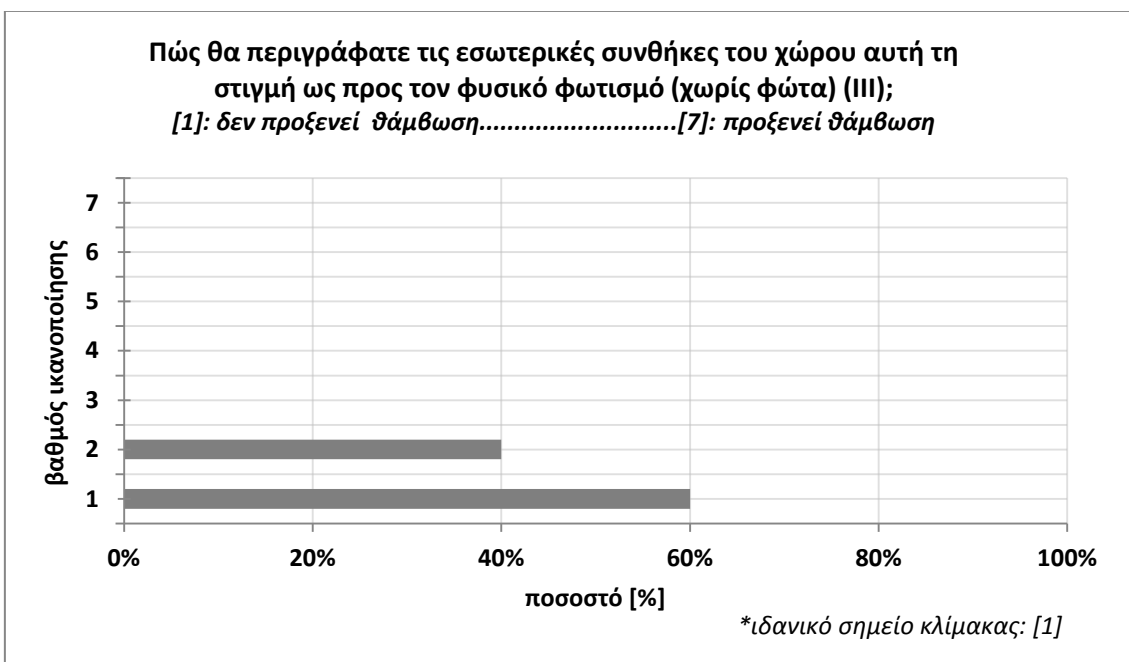
Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με την ένταση του φυσικού φωτισμού μέσα στον χώρο, η πλειοψηφία των εργαζομένων θεωρεί τα επίπεδα φυσικού φωτισμού χαμηλότερα από το ιδανικό επίπεδο (Διάγραμμα 21), γεγονός που αιτιολογεί την ανάγκη χρήσης του τεχνητού φωτισμού. Σχετικά με την ποιότητά του, από το σύνολο των απαντήσεων που δόθηκαν προκύπτει ότι ο φυσικός φωτισμός παρουσιάζει κάποιες μικρές διακυμάνσεις (Διάγραμμα 22), χωρίς όμως να προκαλεί προβλήματα θάμβωσης στους εργαζόμενους (Διάγραμμα 23), οι οποίοι χαρακτηρίζουν τις εσωτερικές συνθήκες σχετικά ομοιόμορφες σε ποσοστό 80% (Διάγραμμα 24).



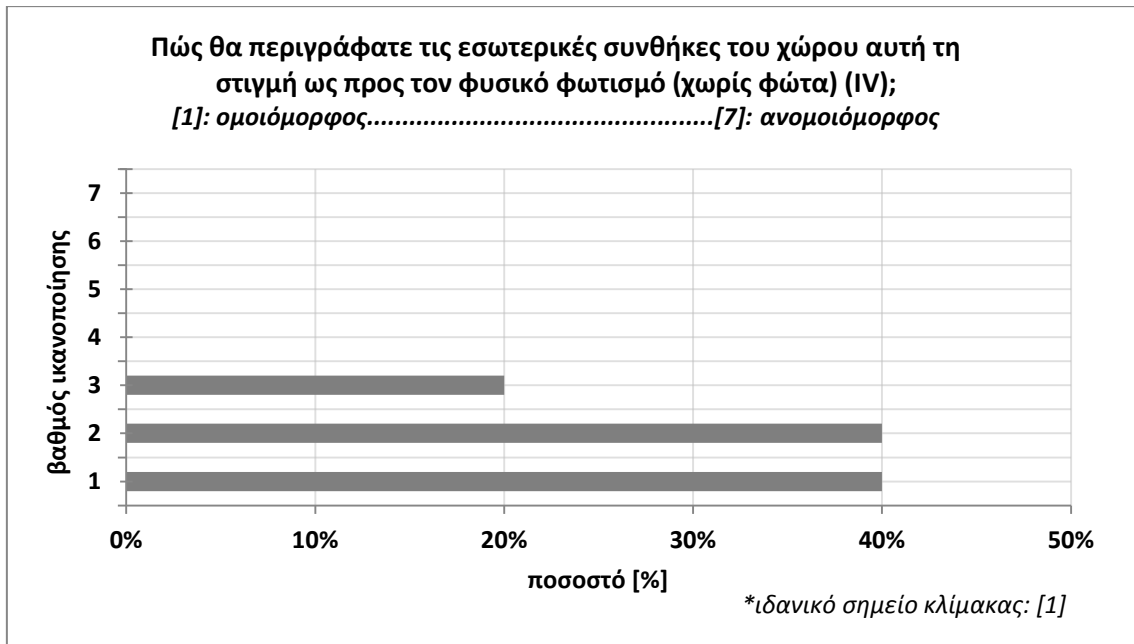
Διάγραμμα 21: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΒΑ χώρο της γραμματείας
[διάστημα 9:00-13:00]



Διάγραμμα 22: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [II]
 [διάστημα 9:00-13:00]

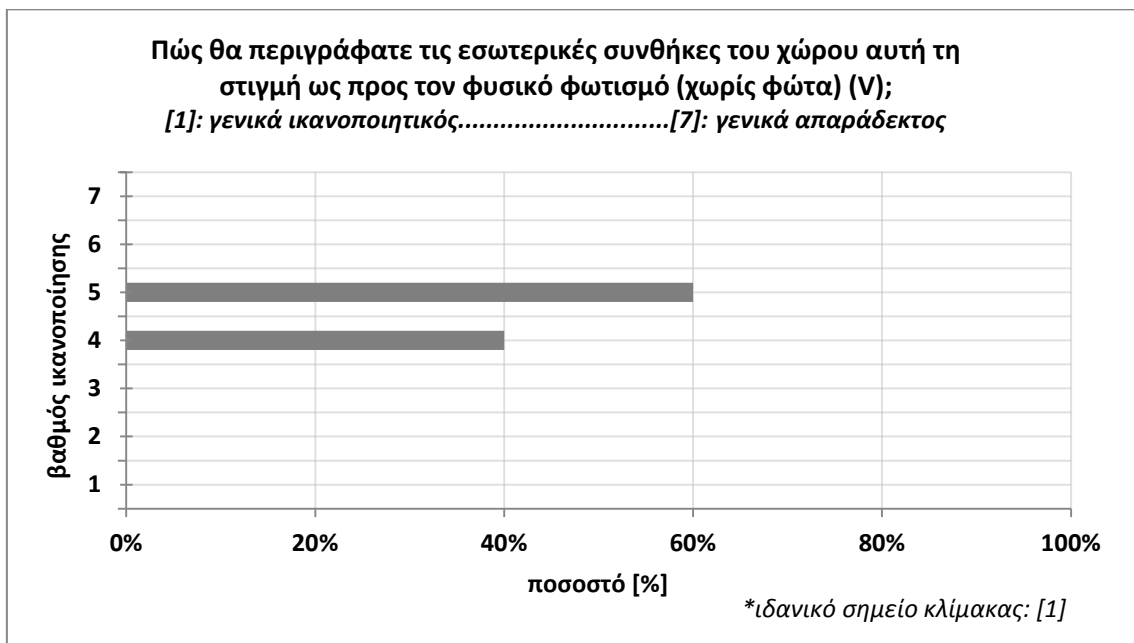


Διάγραμμα 23: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [III]
 [διάστημα 9:00-13:00]



Διάγραμμα 24: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [IV]
[διάστημα 9:00-13:00]

Σε κάθε περίπτωση, όπως αποτυπώνεται στο Διάγραμμα 25, οι εσωτερικές συνθήκες στον ΒΑ χώρο της γραμματείας ως προς τον φυσικό φωτισμό απέχουν πολύ από το να χαρακτηριστούν ιδανικές, χωρίς τη χρήση των φωτιστικών σωμάτων.

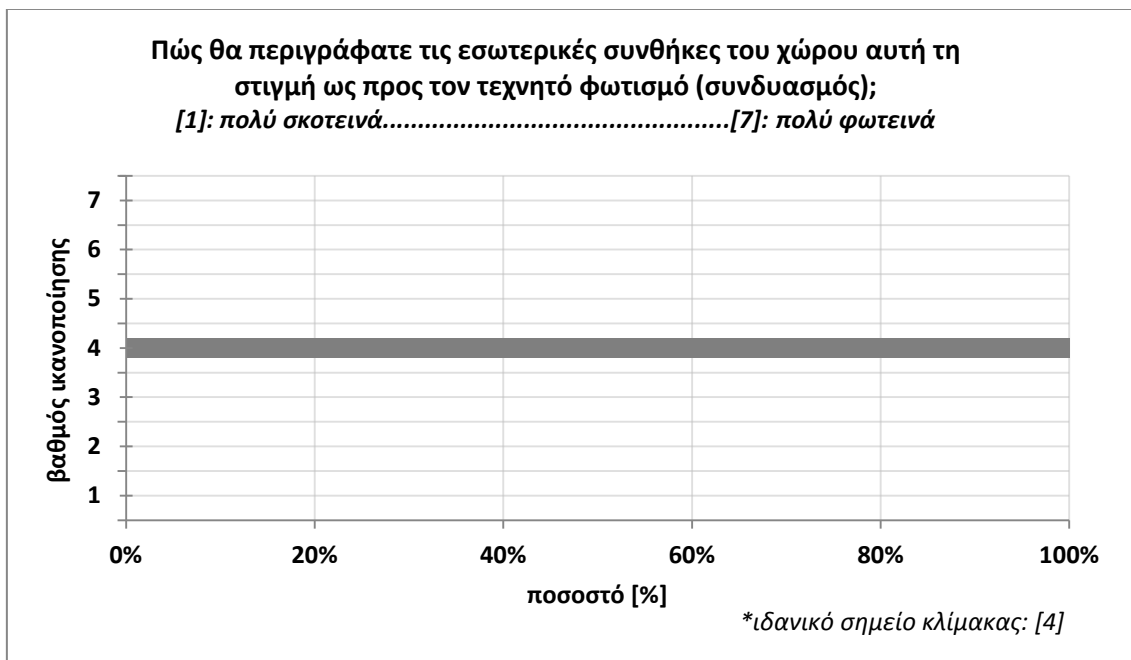


Διάγραμμα 25: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [V]
[διάστημα 9:00-13:00]

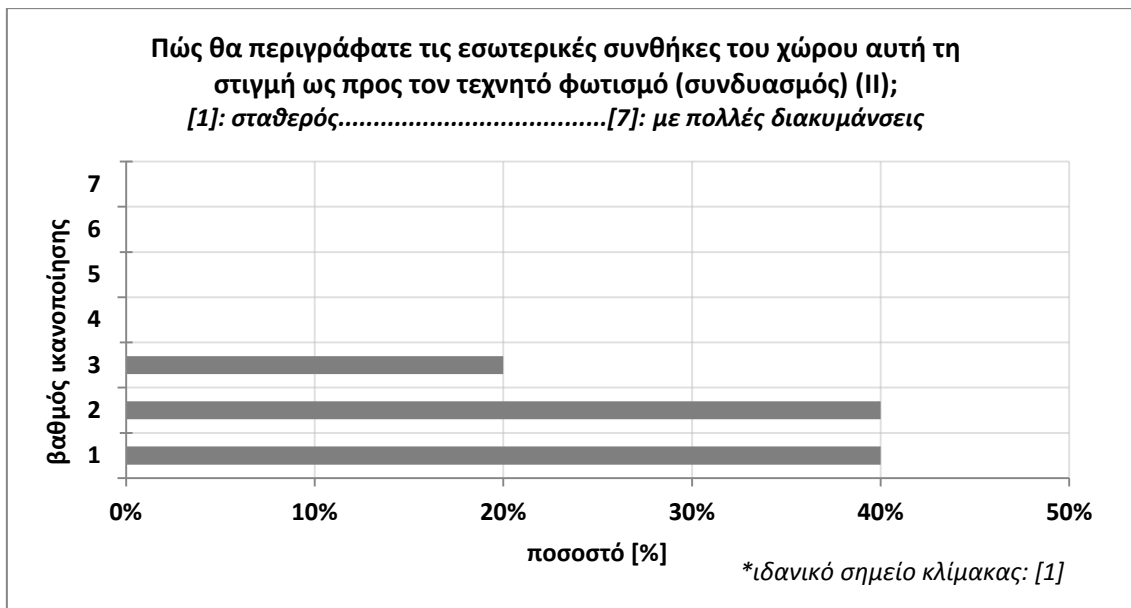
- **τεχνητός φωτισμός (συνδυασμός):**

Οι ερωτήσεις σχετικά με τον τεχνητό φωτισμό αναφέρονται στις συνθήκες οπτικής άνεσης που προκύπτουν από τη χρήση του τεχνητού φωτισμού σε συνδυασμό με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο.

Όπως προκύπτει από τις απαντήσεις των ερωτηθέντων, οι οποίες αποτυπώνονται στα ακόλουθα διαγράμματα, μέσα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας δεν καταγράφονται προβλήματα σχετικά με τα επίπεδα τεχνητού φωτισμού. Όσον αφορά την έντασή του, θεωρείται ιδανικός για το σύνολο των ερωτηθέντων (Διάγραμμα 26), ενώ χαρακτηρίζεται σταθερός από το 40% των εργαζόμενων στον συγκεκριμένο χώρο (Διάγραμμα 27). Το υπόλοιπο 60% θεωρεί ότι υπάρχουν κάποιες μικρές διακυμάνσεις, οι οποίες είναι εύλογες, αν αναλογιστεί κανείς τη διάταξη των γραφείων μέσα στον χώρο καθώς και την ηλιακή τροχιά κατά το χρόνο διεξαγωγής της έρευνας πεδίου.

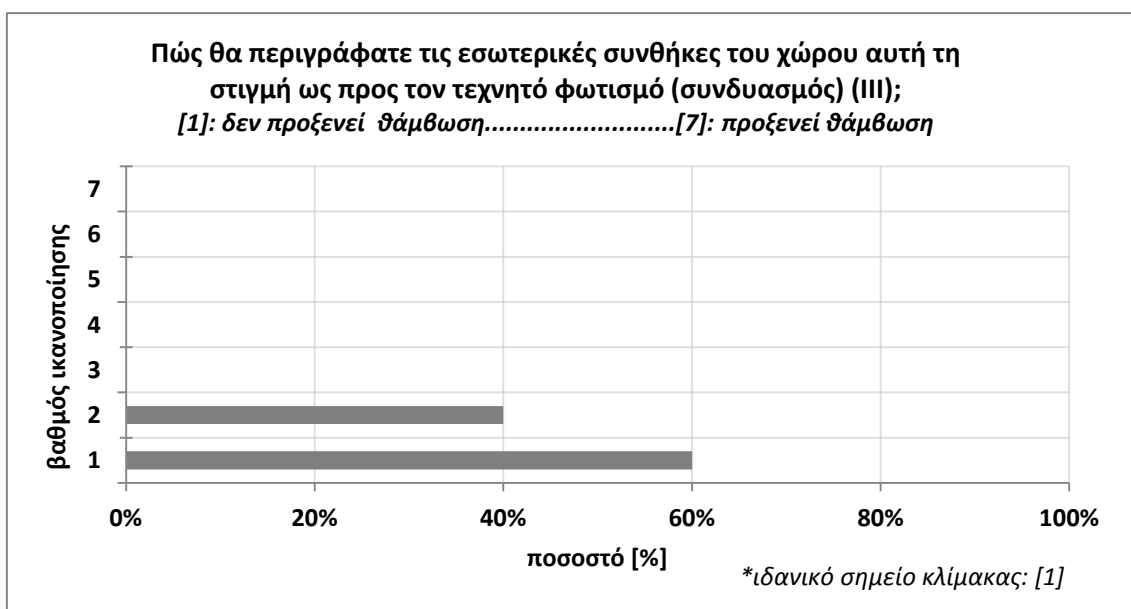


Διάγραμμα 26: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΒΑ χώρο της γραμματείας
[διάστημα 9:00-13:00]

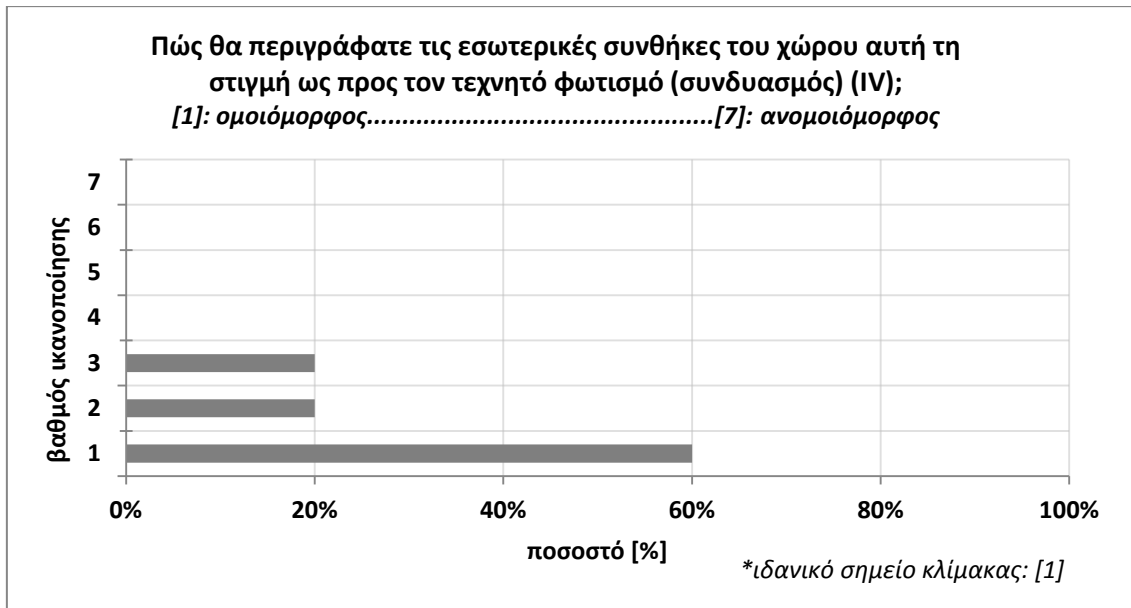


Διάγραμμα 27: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [II]
[διάστημα 9:00-13:00]

Όσον αφορά ζητήματα οπτικής ρύπανσης και θάμβωσης, οι τρεις στους πέντε ερωτηθέντες δεν εντοπίζουν κάποιο πρόβλημα (Διάγραμμα 28), χαρακτηρίζοντας τον συνδυασμό φυσικού και τεχνητού φωτισμού ομοιόμορφο (Διάγραμμα 29).

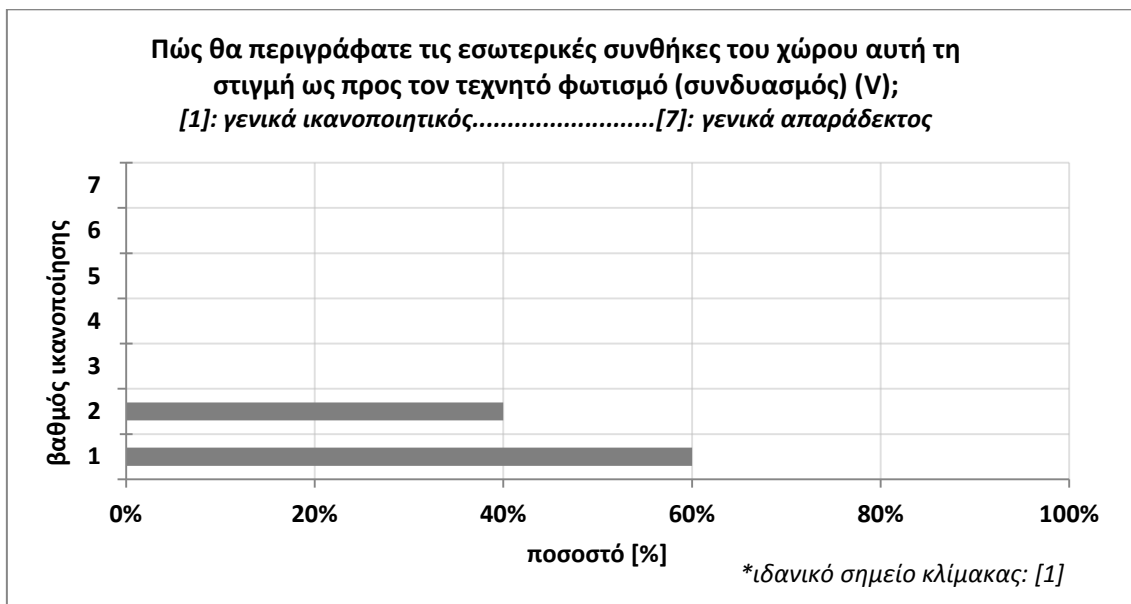


Διάγραμμα 28: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [III]
[διάστημα 9:00-13:00]



Διάγραμμα 29: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [IV]
[διάστημα 9:00-13:00]

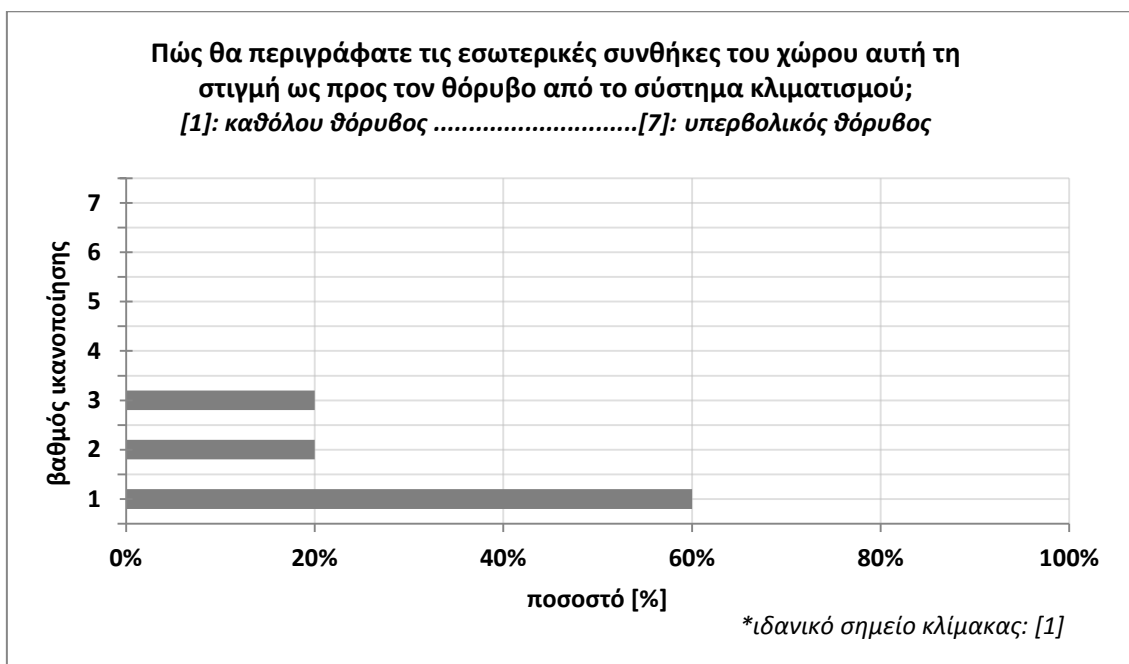
Σε κάθε περίπτωση, η χρήση των φωτιστικών σωμάτων δημιουργεί γενικά ικανοποιητικές εσωτερικές συνθήκες ως προς τα επίπεδα φωτισμού (Διάγραμμα 30), χαρακτηρισμός που αποτελεί και το ιδανικό σημείο της αντίστοιχης κλίμακας βαθμολογίας.



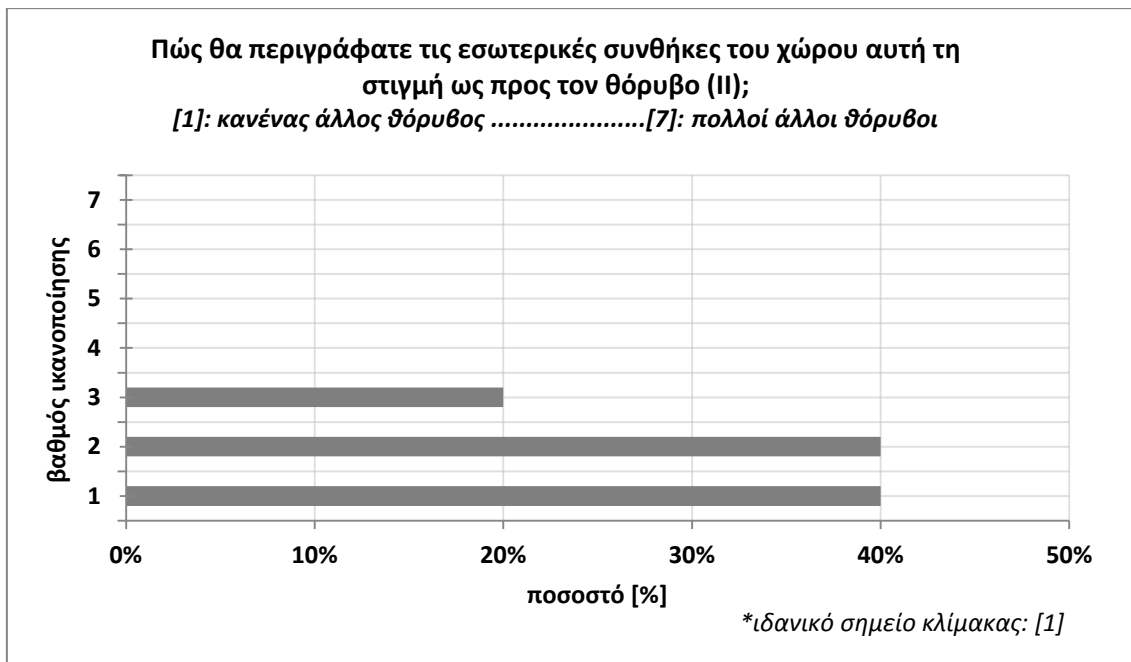
Διάγραμμα 30: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [V]
[διάστημα 9:00-13:00]

- **θόρυβος:**

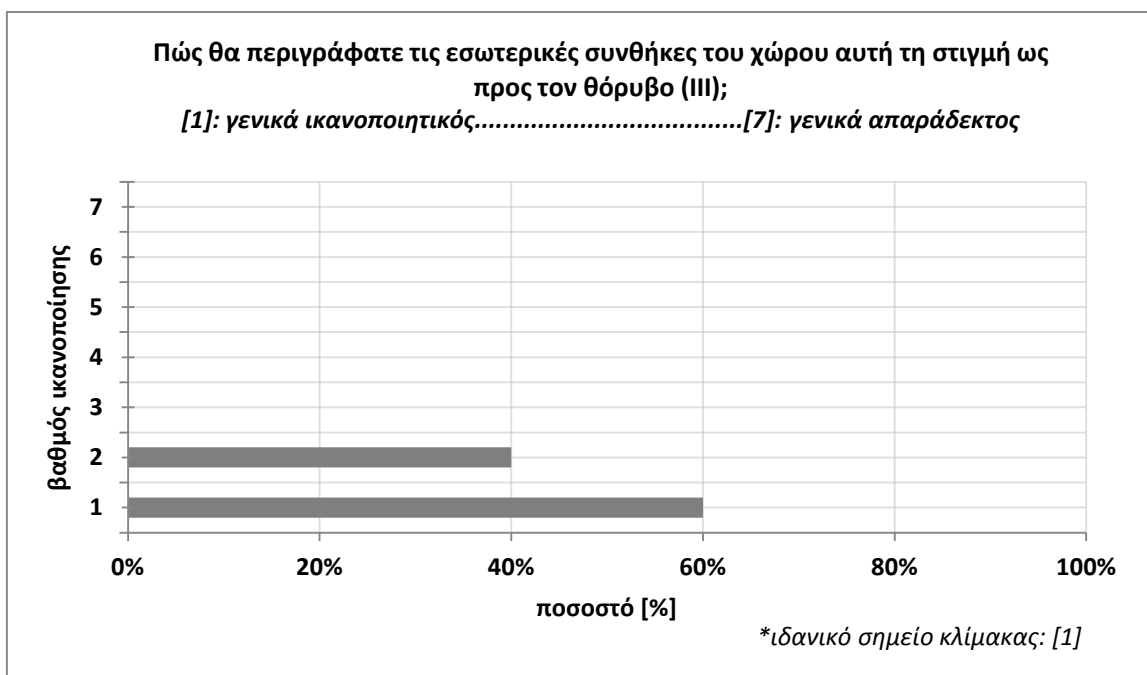
Οι ερωτήσεις σχετικά με τον θόρυβο διακρίνονται σε εκείνες που αναφέρονται στον θόρυβο που προέρχεται από το σύστημα κλιματισμού και σε όσες σχετίζονται με τον θόρυβο από άλλες πηγές. Όπως προκύπτει από τις απαντήσεις των ερωτηθέντων, οι οποίες αποτυπώνονται στα ακόλουθα διαγράμματα, μέσα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας δεν καταγράφονται προβλήματα σχετικά με τον θόρυβο. Πιο συγκεκριμένα, τα επίπεδα θορύβου τόσο από το σύστημα του κλιματισμού (Διάγραμμα 31) όσο και από άλλες πηγές (Διάγραμμα 32) βρίσκονται κοντά στο ιδανικό σημείο της κλίμακας βαθμολογίας, χωρίς να σημειώνονται προβλήματα σε σχέση με την ακουστική άνεση στον συγκεκριμένο χώρο, με αποτέλεσμα οι εσωτερικές συνθήκες ως προς τον θόρυβο να θεωρούνται γενικά ικανοποιητικές (Διάγραμμα 33) από το σύνολο των εργαζομένων της γραμματείας του τμήματος μεταπτυχιακών σπουδών.



Διάγραμμα 31: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον ΒΑ χώρο της γραμματείας
[διάστημα 9:00-13:00]



Διάγραμμα 32: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [II]
 [διάστημα 9:00-13:00]



Διάγραμμα 33: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [III]
 [διάστημα 9:00-13:00]

Συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης γενικά στον ΒΑ χώρο της γραμματείας

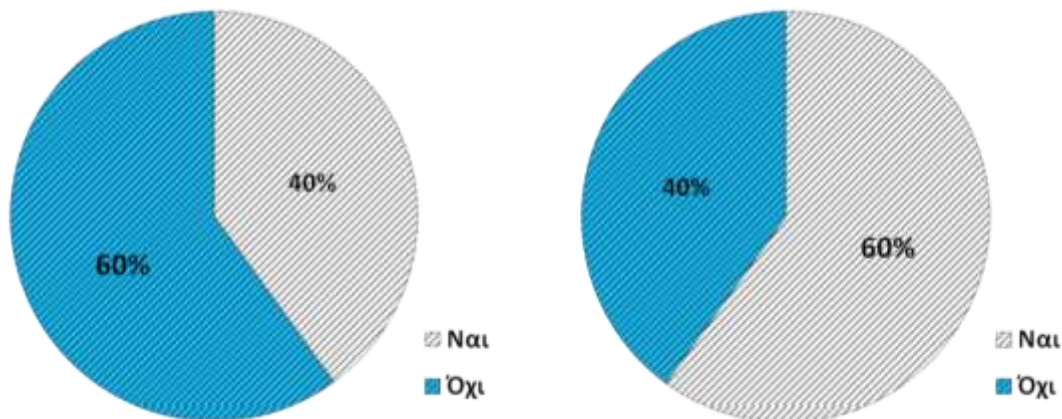
Στην παρούσα ενότητα παρατίθενται τα αποτελέσματα που αφορούν γενικά τις συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης που επικρατούν στον ΒΑ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η συγκριτική προσέγγιση των απαντήσεων ανάμεσα στις δύο εξεταζόμενες περιόδους, οπότε και διαφοροποιούνται σημαντικά οι εξωτερικές συνθήκες. Ο ΒΑ χώρος της γραμματείας, στον οποίο στεγάζεται το τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών, λόγω του προσανατολισμού του, επηρεάζεται κυρίως από τους βορινούς ανέμους που επικρατούν κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ λόγω της τροχιάς του ήλιου, είναι λιγότερο εκτεθειμένος στις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

[α] θερμική άνεση

Θεωρείτε ικανοποιητικό το επίπεδο θερμικής άνεσης στον χώρο εργασίας σας:

[α] κατά τη διάρκεια του χειμώνα;

[β] κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού;



Διάγραμμα 34: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς το επίπεδο της θερμικής άνεσης στον ΒΑ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο

Όσον αφορά τη θερμική άνεση, μόνο οι δύο στους πέντε ερωτηθέντες θεωρούν ικανοποιητικό το επίπεδο θερμικής άνεσης κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, ενώ το ποσοστό όσων εκφράζουν ικανοποίηση για τις εσωτερικές συνθήκες άνεσης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ανέρχεται σε 60% (Διάγραμμα 34).

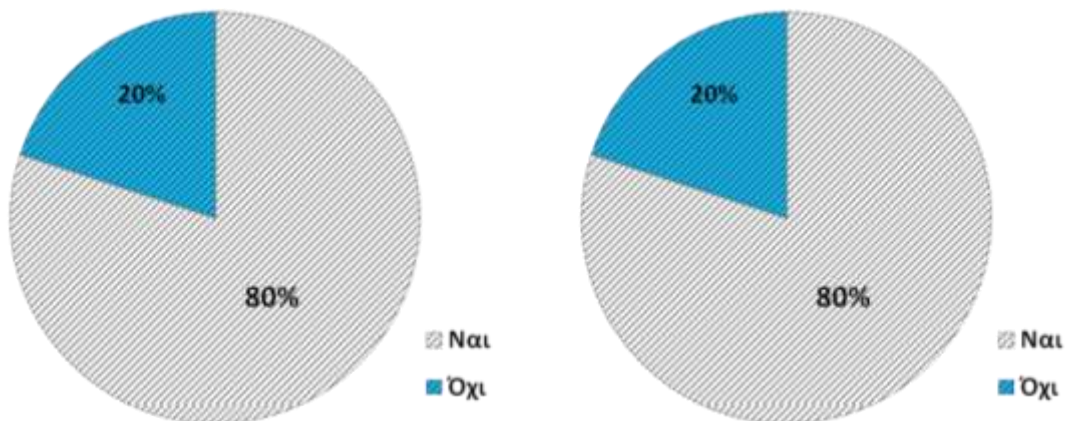
[β] εσωτερικός αέρας

Το ποσοστό ικανοποίησης ως προς την ποιότητα του εσωτερικού αέρα παραμένει το ίδιο, τόσο για τη χειμερινή όσο και για τη θερινή περίοδο, με το 80% των ερωτηθέντων να θεωρεί ικανοποιητική την ποιότητά του στον ΒΑ χώρο της γραμματείας (Διάγραμμα 35).

Θεωρείτε ικανοποιητική την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον χώρο εργασίας σας:

[α] κατά τη διάρκεια του χειμώνα;

[β] κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού;



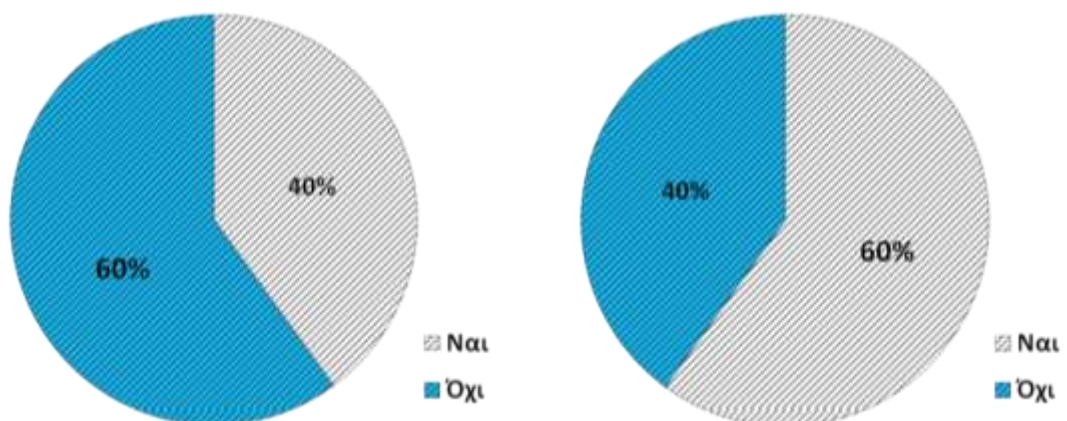
Διάγραμμα 35: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο

[γ] γενικές εσωτερικές συνθήκες

Γενικά, θεωρείται ικανοποιητικές τις εσωτερικές συνθήκες στον χώρο εργασίας σας:

[α] κατά τη διάρκεια του χειμώνα;

[β] κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού;



Διάγραμμα 36: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς το επίπεδο της θερμικής άνεσης στον ΒΑ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο

Τέλος, όσον αφορά τις γενικές εσωτερικές συνθήκες άνεσης που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο του τμήματος μεταπτυχιακών σπουδών της γραμματείας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. (BA χώρος), τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 36 συνοψίζουν την εικόνα που έχει αποτυπωθεί και στις δύο προηγούμενες απαντήσεις: κατά τη χειμερινή περίοδο οι εσωτερικές συνθήκες στον BA χώρο της γραμματείας θεωρούνται λιγότερο ικανοποιητικές, σε αντίθεση με τη θερινή περίοδο, κατά την οποία οι συνθήκες του εσωτερικού χώρου βρίσκονται σε ικανοποιητικό επίπεδο.

Στη συνέχεια παρατίθεται ένας συνοπτικός πίνακας διαπιστώσεων για τις περιβαλλοντικές συνθήκες άνεσης που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο της γραμματείας μεταπτυχιακών σπουδών της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. , όπως καταγράφηκαν μέσω των ερωτηματολογίων.

Πίνακας 30: Συγκριτικός πίνακας διαπιστώσεων για τις γενικές συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης στη γραμματεία μεταπτυχιακών σπουδών της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. [BA χώρος] ανάμεσα στη χειμερινή και τη θερινή περίοδο

BA χώρος	χειμερινή περίοδος	θερινή περίοδος
Θερμική άνεση	<i>_Μη ικανοποιητικό επίπεδο θερμικής άνεσης</i>	<i>_Ικανοποιητικό επίπεδο θερμικής άνεσης</i>
Εσωτερικός αέρας	<i>_Ικανοποιητικό επίπεδο εσωτερικού αέρα</i>	<i>_Ικανοποιητικό επίπεδο εσωτερικού αέρα</i>
Γενικές εσωτερικές συνθήκες	<i>_Μη ικανοποιητικό επίπεδο εσωτερικών συνθηκών</i>	<i>_Ικανοποιητικό επίπεδο εσωτερικών συνθηκών</i>

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

ΝΔ χώρος γραμματείας – τμήμα προπτυχιακών σπουδών



Εικόνα 58: [Επίπεδο_II]: ΝΔ χώρος γραμματείας – τμήμα προπτυχιακών σπουδών

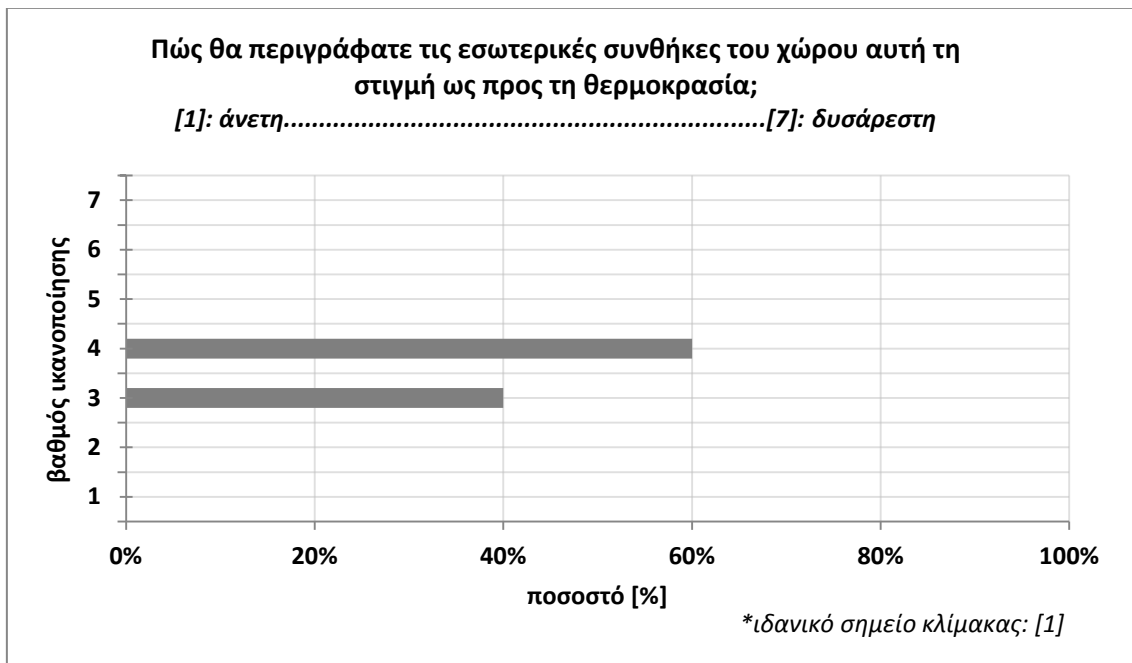
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Ο νοτιοδυτικός χώρος του β' ορόφου του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. φιλοξενεί τη γραμματεία του προπτυχιακού τμήματος της Σχολής. Όπως και στην βορειοανατολική πλευρά, έτσι και εδώ, πρόκειται για μια open-plan διάταξη γραφειακών χώρων (Εικόνα 58), μεγάλου βάθους, όπου απασχολούνται πέντε άτομα. Λόγω του σύνθετου προσανατολισμού του, ο ΝΔ χώρος της γραμματείας είναι εκτεθειμένος στις λιγότερο ευνοϊκές συνθήκες της θερινής περιόδου, κατά τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες. Επομένως, η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων που σχετίζονται με τον ΝΔ χώρο έγινε στο διάστημα 13:00 έως 17:00, οπότε και επικρατούν οι πιο 'δυσμενείς' συνθήκες στον συγκεκριμένο χώρο.

Όπως φαίνεται στα διαγράμματα που ακολουθούν, το επίπεδο θερμικής άνεσης στον ΝΔ χώρο της γραμματείας χαρακτηρίζεται σχετικά ουδέτερο (Διάγραμμα 37), με τη θερμοκρασία να θεωρείται ικανοποιητική και να αξιολογείται με τιμές που βρίσκονται στο μέσον της αντίστοιχης κλίμακας βαθμολογίας. (Διάγραμμα 38).



Διάγραμμα 37: Αξιολόγηση του επιπέδου θερμικής άνεσης στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [διάστημα 13:00-17:00]

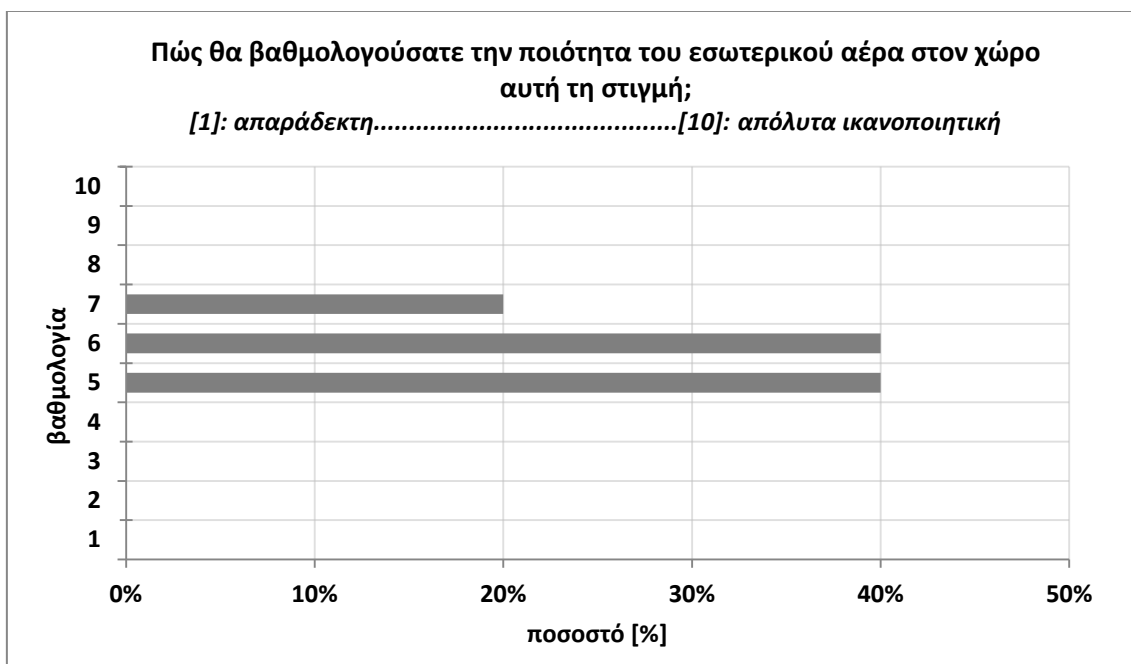


Διάγραμμα 38: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τη θερμοκρασία στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [διάστημα 13:00-17:00]

- **εσωτερικός αέρας:**

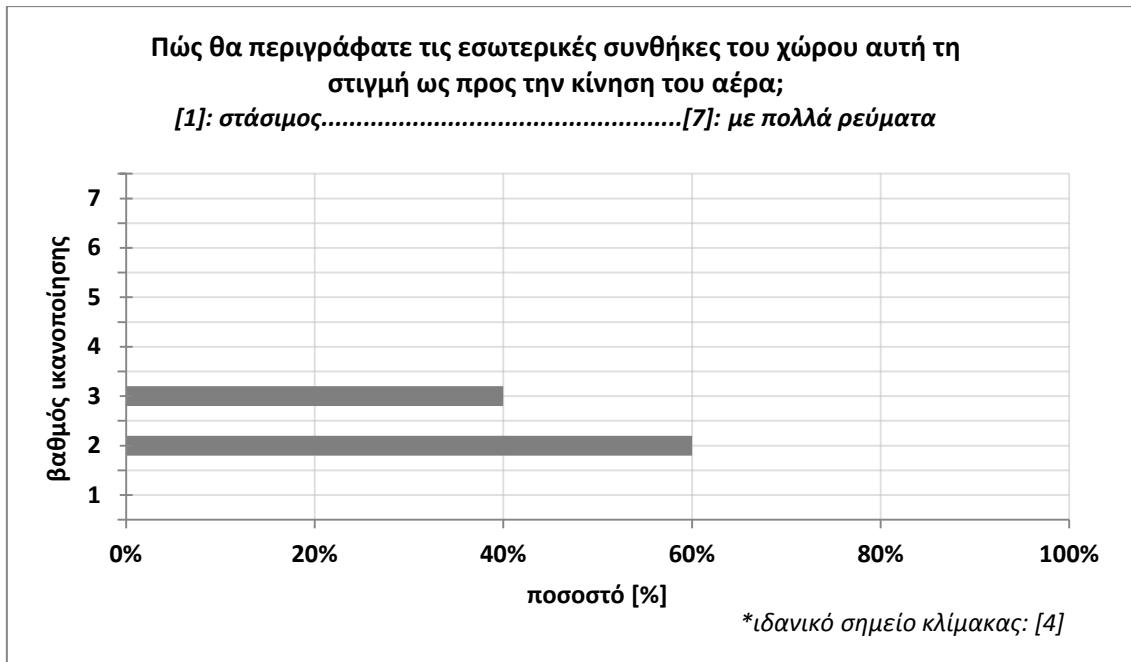
Στο διάστημα 13:00π.μ.-17:00, ο προσανατολισμός του χώρου και οι υψηλές θερμοκρασίες του εξωτερικού περιβάλλοντος, δεν επιτρέπουν το άνοιγμα των παραθύρων στον ΝΔ χώρο της γραμματείας. Ωστόσο, όπως προκύπτει από τα διαγράμματα που ακολουθούν, καταγράφεται μια ικανοποιητική εικόνα για τις συνθήκες άνεσης που σχετίζονται με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον χώρο. Η διαπίστωση αυτή ερμηνεύεται από το γεγονός πως κατά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα βρισκόταν σε λειτουργία το σύστημα κλιματισμού, με αποτέλεσμα τη ρύθμιση των εσωτερικών συνθηκών στο επιθυμητό επίπεδο.

Παρ' όλα αυτά, η κίνηση του αέρα μέσα στον χώρο δεν θεωρείται τόσο ιδανική για το 60% των ερωτηθέντων (Διάγραμμα 40), όσο και το ποσοστό όσων πιστεύουν ότι ο εσωτερικός αέρας δεν διαθέτει την απαιτούμενη υγρασία (Διάγραμμα 41).



Διάγραμμα 39: Αξιολόγηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας

[διάστημα 13:00-17:00]

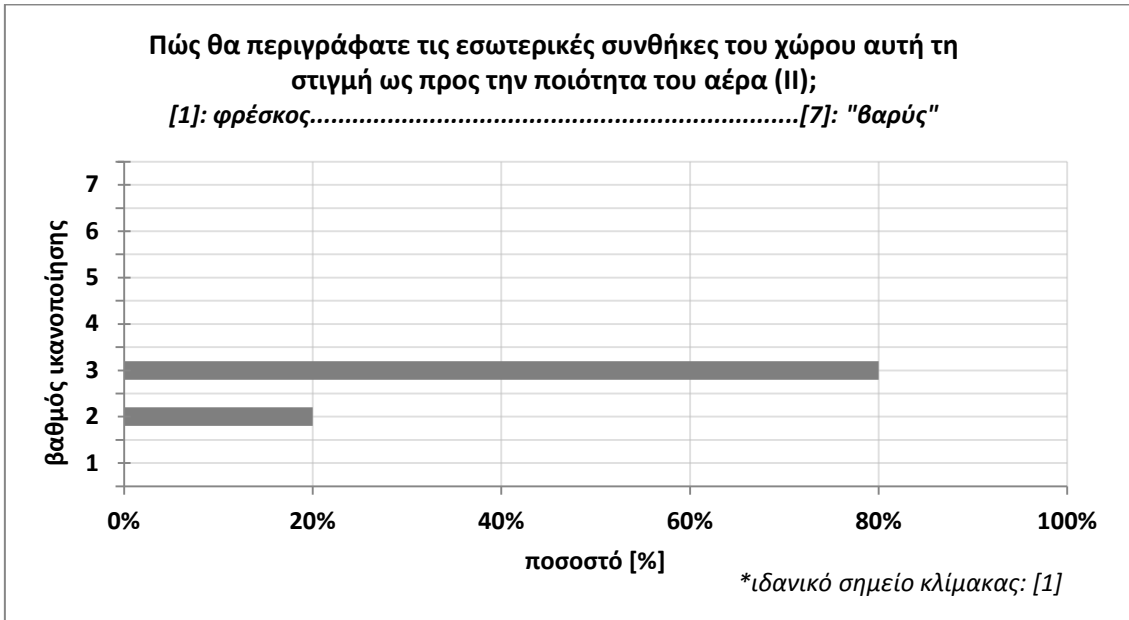


Διάγραμμα 40: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την κίνηση του αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας
 [διάστημα 13:00-17:00]

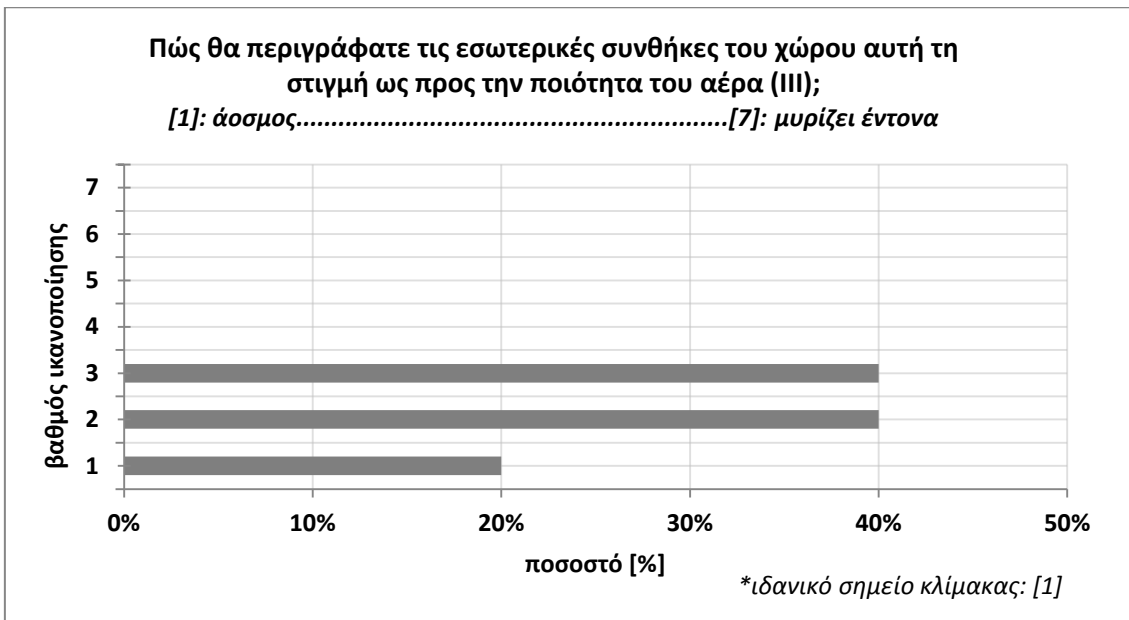


Διάγραμμα 41: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας
 [διάστημα 13:00-17:00]

Για τους ίδιους λόγους, ο αέρας δεν χαρακτηρίζεται φρέσκος από το 80% των ερωτηθέντων (Διάγραμμα 42), οι οποίοι όμως δεν εντοπίζουν οσμές στον εσωτερικό χώρο της γραμματείας του τμήματος προπτυχιακών σπουδών (Διάγραμμα 43).



Διάγραμμα 42: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [II]
[διάστημα 13:00-17:00]

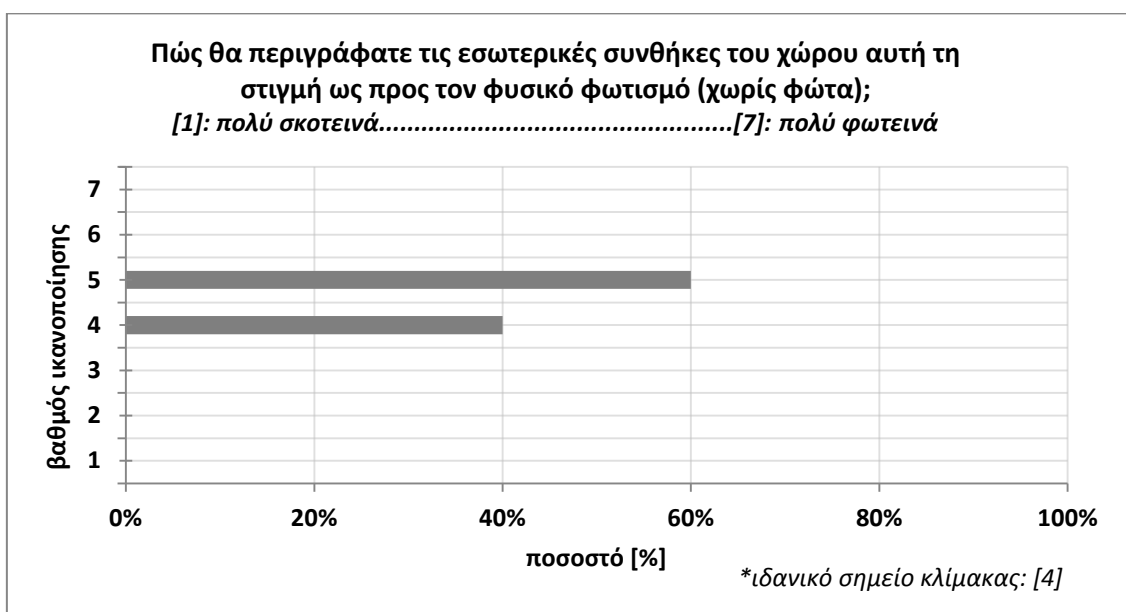


Διάγραμμα 43: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς την ποιότητα του αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [III]
[διάστημα 13:00-17:00]

- **φυσικός φωτισμός:**

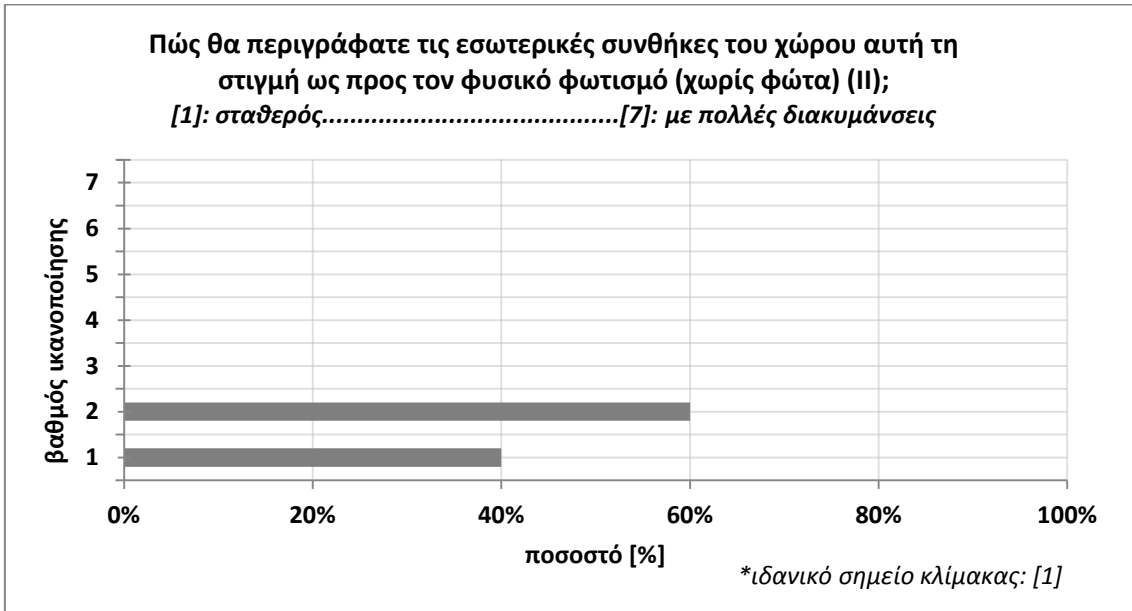
Ο ΝΔ χώρος της γραμματείας, λόγω του προσανατολισμού του και της θέσης του ήλιου, παρουσιάζει διακυμάνσεις σε σχέση με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ενώ το γεγονός ότι ο χώρος διαθέτει μόνο οριζόντια εξωτερικά σκίαστρα, καθιστά απαραίτητη τη χρήση των εσωτερικών περσίδων σκίασης καθώς και των φωτιστικών σωμάτων. Οι ερωτήσεις σχετικά με τον φυσικό φωτισμό, όπως έχει ήδη αναφερθεί, έχουν ως σκοπό να καταγράψουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο χωρίς τη χρήση φωτιστικών σωμάτων.

Αν και το σύνολο των εργαζομένων θεωρεί τον φυσικό φωτισμό αρκετά ικανοποιητικό αναφορικά με την έντασή του μέσα στον χώρο (Διάγραμμα 44), εντούτοις στη συνέχεια επισημαίνουν προβλήματα σχετικά με την ποιότητά του. Πιο συγκεκριμένα, τρεις στους πέντε ερωτηθέντες θεωρούν ότι ο φυσικός φωτισμός παρουσιάζει διακυμάνσεις (Διάγραμμα 45), με το ποσοστό όσων αναφέρουν κάποια προβλήματα θάμβωσης να ανέρχεται σε 40% (Διάγραμμα 46).

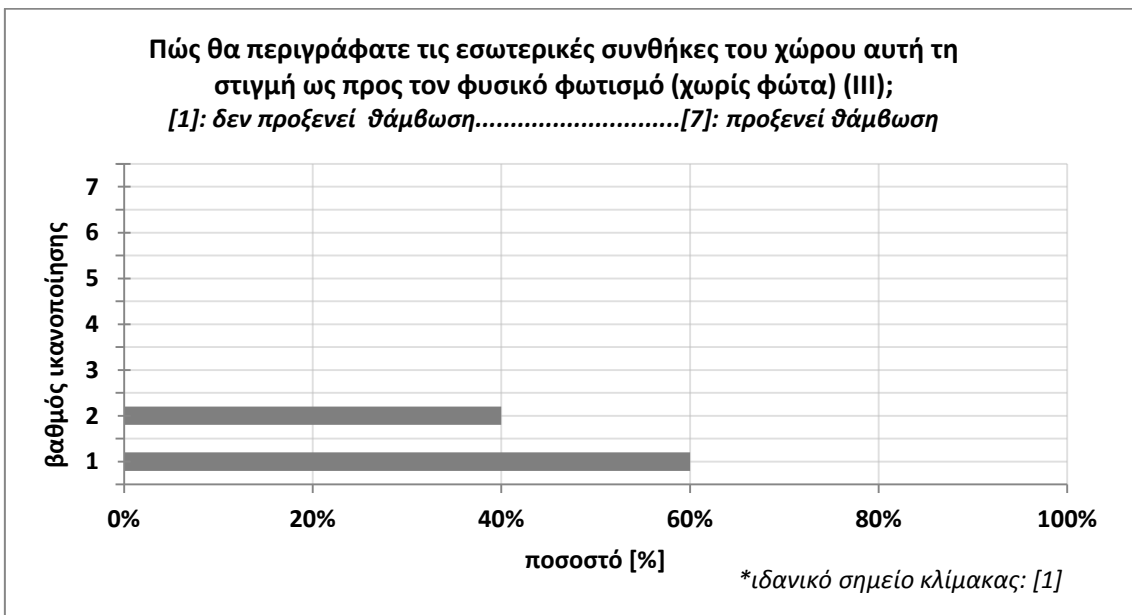


Διάγραμμα 44: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας
[διάστημα 13:00-17:00]

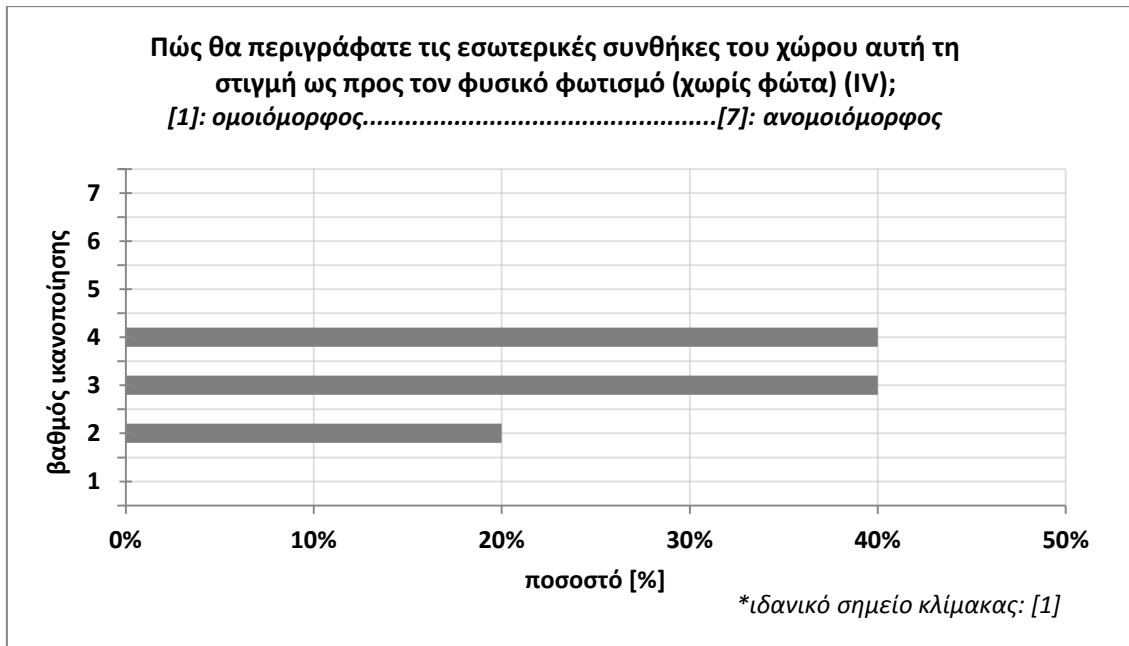
Πιο συγκεκριμένα, τρεις στους πέντε ερωτηθέντες θεωρούν ότι ο φυσικός φωτισμός παρουσιάζει διακυμάνσεις (Διάγραμμα 45), με το ποσοστό όσων αναφέρουν προβλήματα θάμβωσης να ανέρχεται σε 40% (Διάγραμμα 46).



Διάγραμμα 45: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [II]
[διάστημα 13:00-17:00]

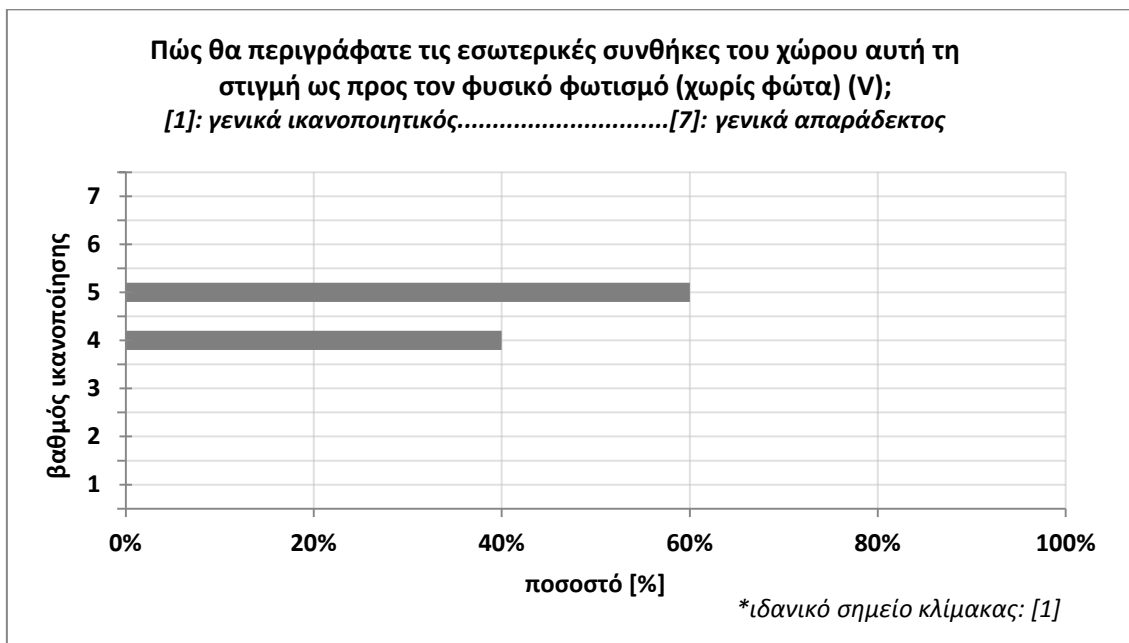


Διάγραμμα 46: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [III]
[διάστημα 13:00-17:00]



Διάγραμμα 47: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [IV]
 [διάστημα 13:00-17:00]

Όλα τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα οι συνθήκες φυσικού φωτισμού που επικρατούν στον ΝΔ χώρο της γραμματείας να απέχουν πολύ από το να χαρακτηριστούν ιδανικές, διαπίστωση η οποία καταγράφεται στο Διάγραμμα 48.

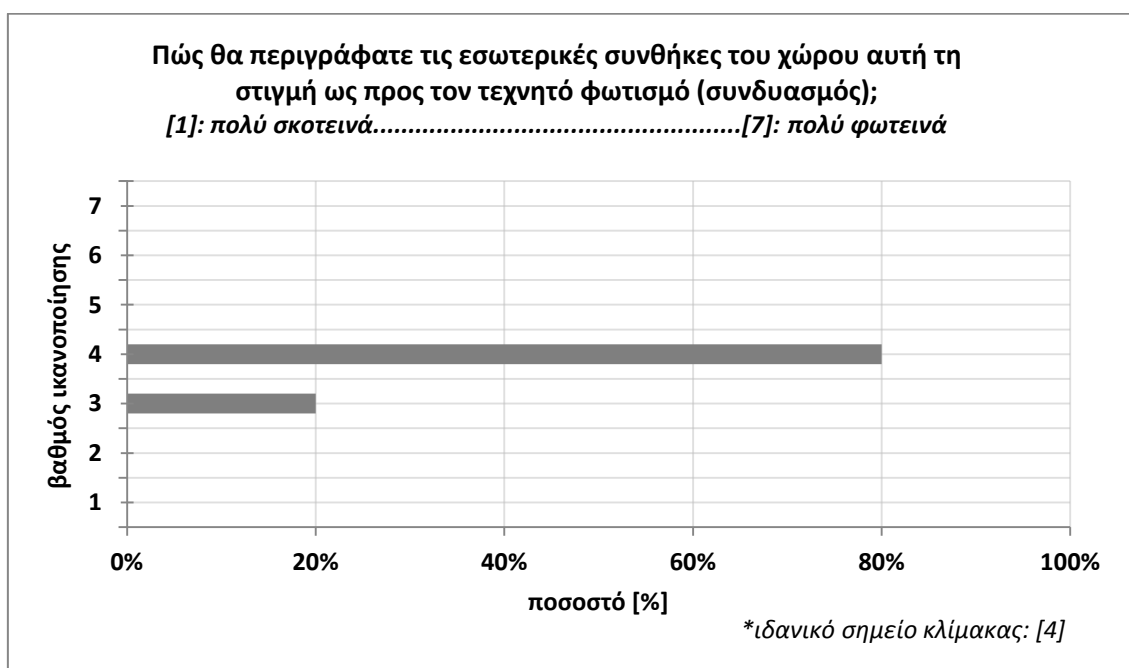


Διάγραμμα 48: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον φυσικό φωτισμό στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [V]
 [διάστημα 13:00-17:00]

- **τεχνητός φωτισμός (συνδυασμός):**

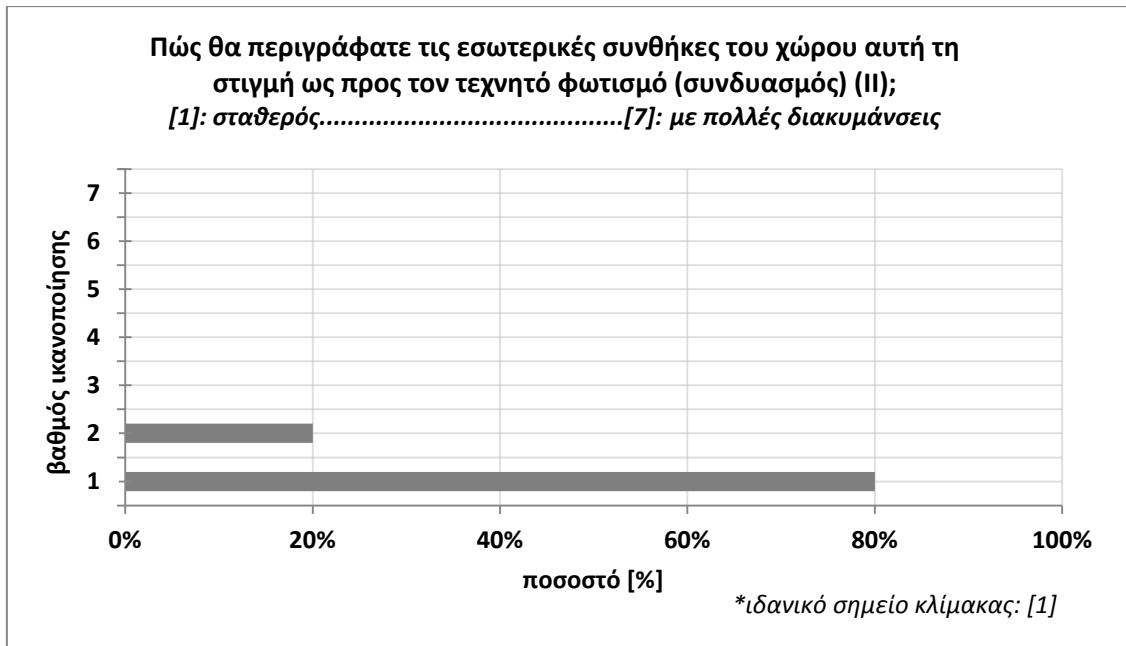
Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι ερωτήσεις σχετικά με τον τεχνητό φωτισμό αναφέρονται στις συνθήκες οπτικής άνεσης που προκύπτουν από τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού. Ο ΝΔ χώρος της γραμματείας, λόγω του προσανατολισμού του, παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια του έτους, στοιχείο που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν, κατά τον σχεδιασμό τόσο των φωτιστικών σωμάτων που εξυπηρετούν τον εσωτερικό χώρο, όσο και των συστημάτων ηλιοπροστασίας που πρέπει να φέρουν τα ανοίγματά του. Σε κάθε περίπτωση, οι υψηλές απαιτήσεις φωτισμού που συνεπάγονται οι γραφειακοί χώροι, καθιστούν απαραίτητη τη χρήση των φωτιστικών σωμάτων καθ' όλη τη διάρκεια του ωραρίου λειτουργίας της γραμματείας.

Όπως προκύπτει από τις απαντήσεις των ερωτηθέντων, στον ΝΔ χώρο της γραμματείας δεν καταγράφονται προβλήματα σχετικά με τα επίπεδα τεχνητού φωτισμού. Όσον αφορά την έντασή του, θεωρείται σταθερός σε ποσοστό που ανέρχεται σε 80% (Διάγραμμα 49), ενώ χαρακτηρίζεται σταθερός από το σύνολο σχεδόν των εργαζόμενων στον συγκεκριμένο χώρο (Διάγραμμα 50).



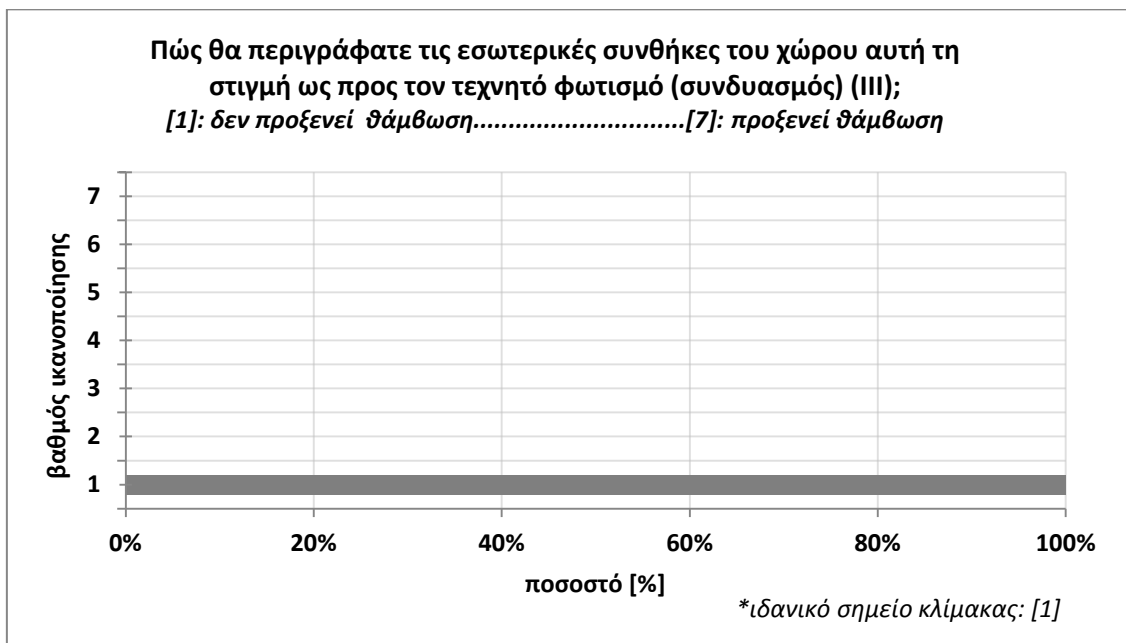
Διάγραμμα 49: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας

[διάστημα 13:00-17:00]

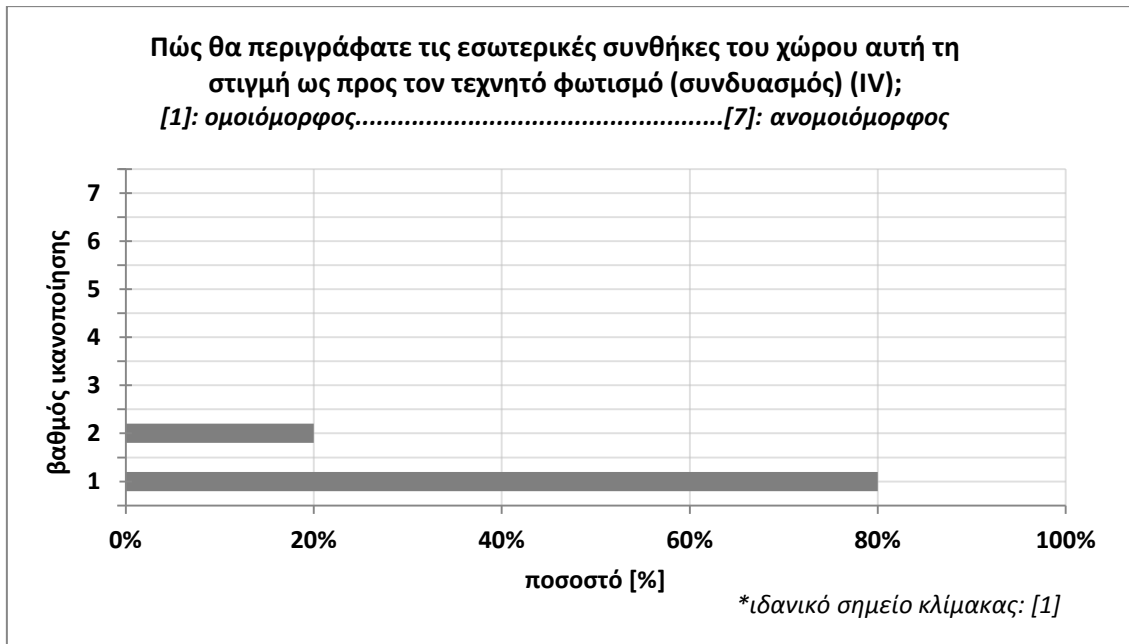


Διάγραμμα 50: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [II]
 [διάστημα 13:00-17:00]

Όσον αφορά ζητήματα οπτικής ρύπανσης και θάμβωσης, το σύνολο των ερωτηθέντων δεν εντοπίζουν κάποιο πρόβλημα (Διάγραμμα 51), χαρακτηρίζοντας τον συνδυασμό φυσικού και τεχνητού φωτισμού ομοιόμορφο σε ποσοστό 80% (Διάγραμμα 52).

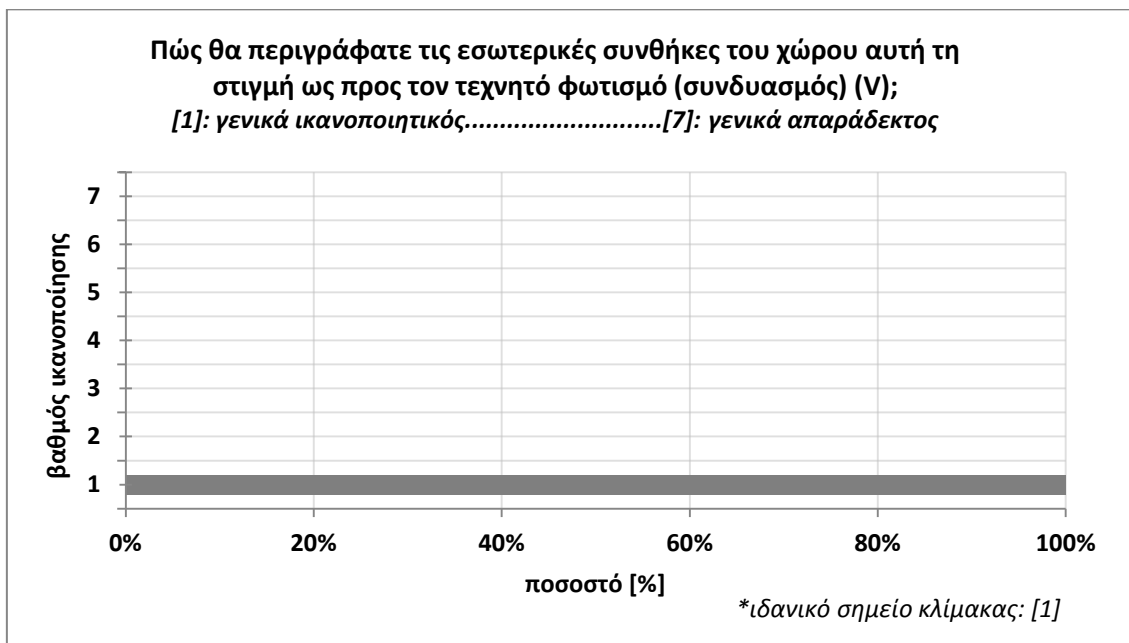


Διάγραμμα 51: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [III]
 [διάστημα 13:00-17:00]



Διάγραμμα 52: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [IV]
 [διάστημα 13:00-17:00]

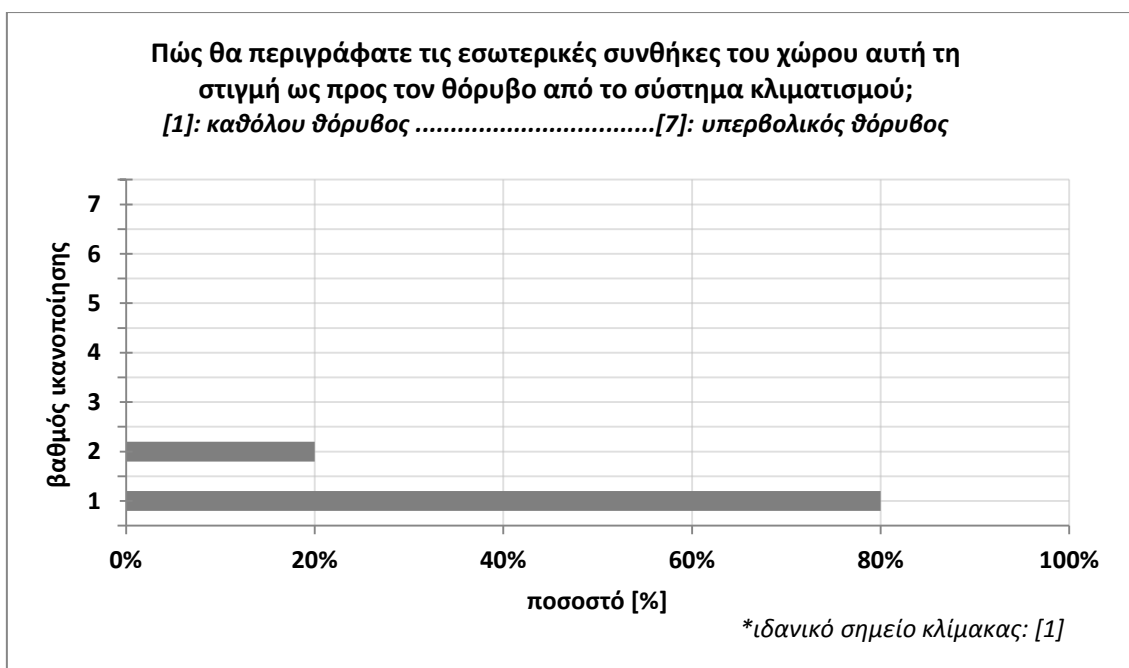
Σε κάθε περίπτωση, η χρήση των φωτιστικών σωμάτων δημιουργεί γενικά ικανοποιητικές εσωτερικές συνθήκες φωτισμού (Διάγραμμα 53), χαρακτηρισμός που αποτελεί το ιδανικό σημείο της αντίστοιχης κλίμακας βαθμολογίας.



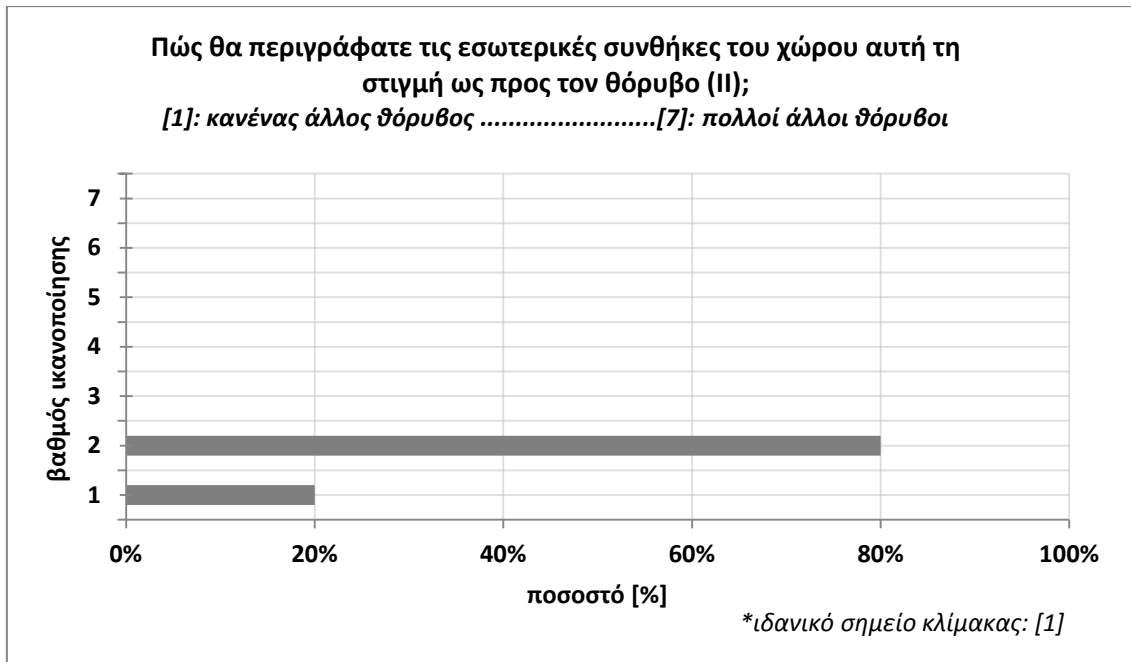
Διάγραμμα 53: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον συνδυασμό τεχνητού και φυσικού φωτισμού στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [V]
 [διάστημα 13:00-17:00]

- **θόρυβος:**

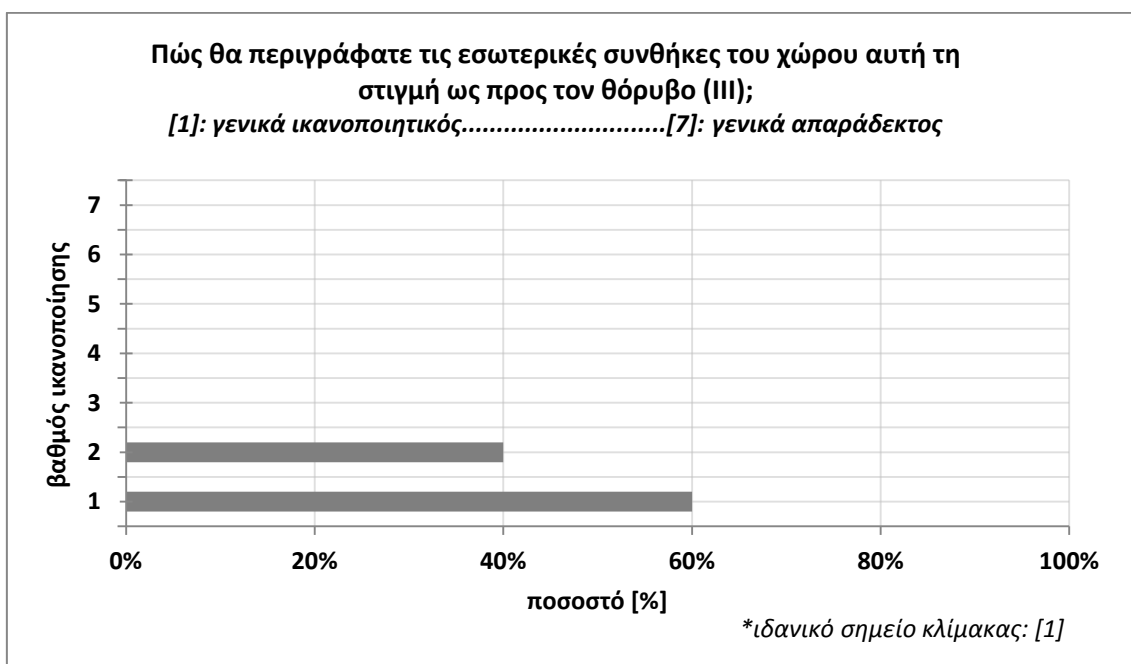
Οι ερωτήσεις που σχετίζονται με τον θόρυβο έχουν ως σκοπό να καταγράψουν τις συνθήκες ακουστικής άνεσης μέσα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας, και αναφέρονται τόσο στον θόρυβο από το σύστημα κλιματισμού, όσο και σε άλλες πηγές θορύβου που πιθανώς εντοπίζονται στον συγκεκριμένο χώρο. Όπως και στον αντίστοιχο ΒΑ χώρο, έτσι και στο τμήμα προπτυχιακών σπουδών δεν καταγράφονται προβλήματα σχετικά με τον θόρυβο. Πιο συγκεκριμένα, τα επίπεδα θορύβου τόσο από το σύστημα του κλιματισμού (Διάγραμμα 54) όσο και από άλλες πηγές (Διάγραμμα 55) βρίσκονται κοντά στο ιδανικό σημείο της κλίμακας βαθμολογίας, με την πλειοψηφία των ερωτηθέντων να εκφράζει την ικανοποίησή της σε σχέση με τις συνθήκες ακουστικής άνεσης στον συγκεκριμένο χώρο (Διάγραμμα 56).



Διάγραμμα 54: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον ΝΔ χώρο της γραμματείας
 [διάστημα 13:00-17:00]



Διάγραμμα 55: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [II]
 [διάστημα 13:00-17:00]



Διάγραμμα 56: Αξιολόγηση των εσωτερικών συνθηκών ως προς τον θόρυβο στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [III]
 [διάστημα 13:00-17:00]

Συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης γενικά στον ΝΔ χώρο της γραμματείας

Όπως και στην αντίστοιχη ενότητα για τον ΒΑ χώρο της γραμματείας, έτσι και εδώ, ενδιαφέρον παρουσιάζει η συγκριτική προσέγγιση των απαντήσεων ανάμεσα στη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, κατά τη διάρκεια των οποίων παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση των εξωτερικών συνθηκών. Ο ΝΔ χώρος της γραμματείας, λόγω του προσανατολισμού του, επηρεάζεται σημαντικά από τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν για μεγάλο διάστημα της ημέρας κατά τη θερινή περίοδο, σε σχέση με τις πιο ήπιες συνθήκες της χειμερινής περιόδου, γεγονός που αντικατοπτρίζεται στα διαγράμματα που ακολουθούν.

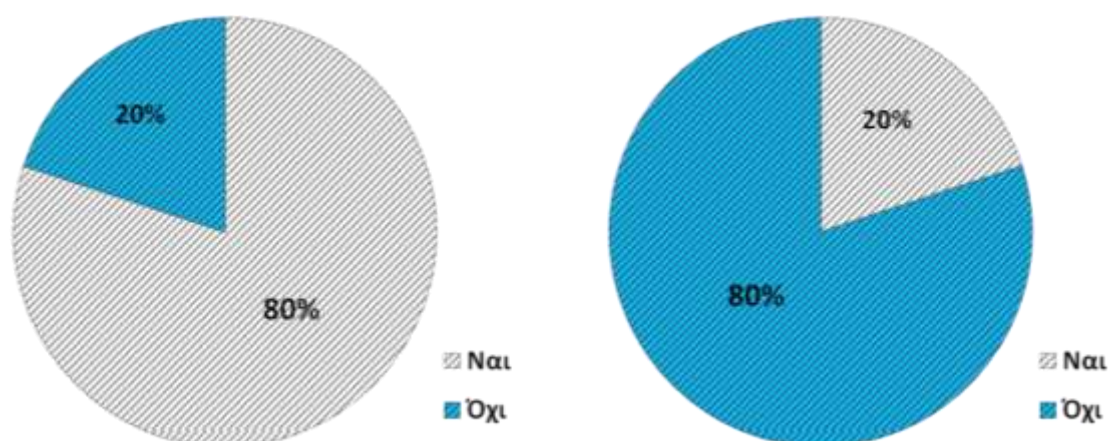
[α] θερμική άνεση

Όσον αφορά τη θερμική άνεση, ενώ τέσσερις στους πέντε ερωτηθέντες θεωρούν ικανοποιητικό το επίπεδο θερμικής άνεσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα, το ποσοστό για τη θερινή περίοδο αντιστρέφεται, με μόλις έναν στους πέντε ερωτηθέντες να θεωρεί ικανοποιητικές τις συνθήκες θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο της γραμματείας (Διάγραμμα 57).

Θεωρείτε ικανοποιητικό το επίπεδο θερμικής άνεσης στον χώρο εργασίας σας:

[α] κατά τη διάρκεια του χειμώνα;

[β] κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού;



Διάγραμμα 57: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς το επίπεδο της θερμικής άνεσης στον ΝΔ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο

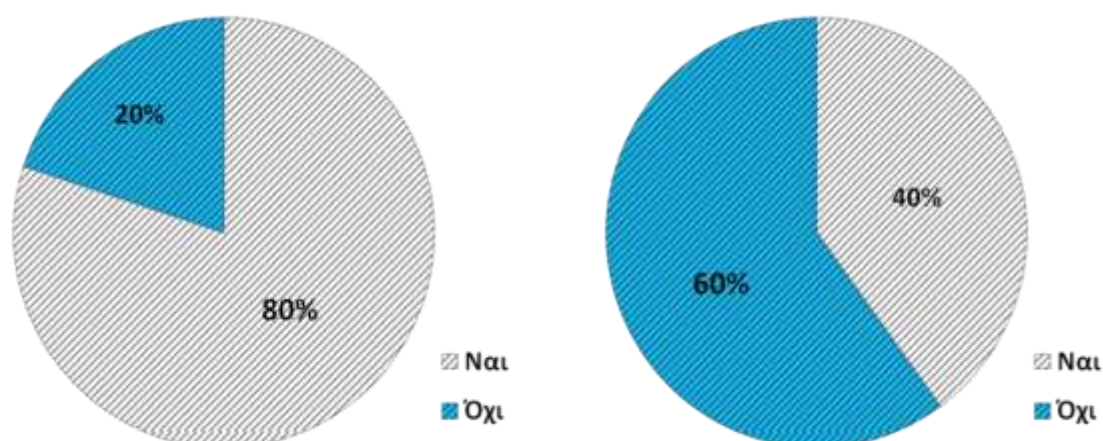
[β] εσωτερικός αέρας

Όσον αφορά τον εσωτερικό αέρα, τέσσερις στους πέντε ερωτηθέντες βρίσκουν ικανοποιητική την ποιότητά του κατά τη διάρκεια του χειμώνα (80%), ενώ μόνο οι μισοί από αυτούς (40%) εκφράζουν κάποια ικανοποίηση κατά την περίοδο του καλοκαιριού (Διάγραμμα 58).

Θεωρείτε ικανοποιητική την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον χώρο εργασίας σας:

[α] κατά τη διάρκεια του χειμώνα;

[β] κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού;



Διάγραμμα 58: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο

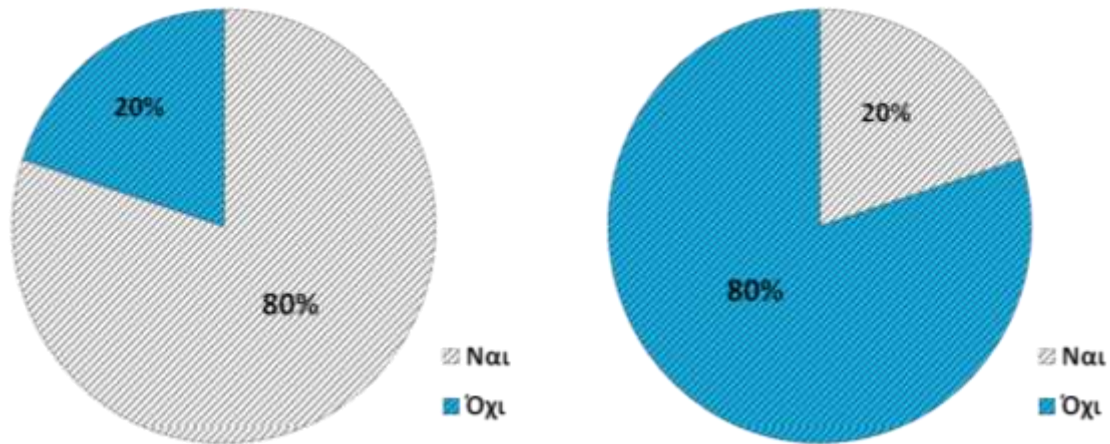
[γ] γενικές εσωτερικές συνθήκες

Τέλος, όσον αφορά τις γενικές εσωτερικές συνθήκες άνεσης που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο του τμήματος προπτυχιακών σπουδών της γραμματείας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. (ΝΔ χώρος), τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 59 συνοψίζουν την εικόνα που έχει αποτυπωθεί και στις δύο προηγούμενες απαντήσεις: κατά τη χειμερινή περίοδο οι εσωτερικές συνθήκες στον ΝΔ χώρο της γραμματείας θεωρούνται ικανοποιητικές για την πλειοψηφία των ερωτηθέντων, σε αντίθεση με τη θερινή περίοδο, κατά την οποία οι συνθήκες του εσωτερικού χώρου δεν είναι τόσο επιθυμητές.

Γενικά, θεωρείτε ικανοποιητικές τις εσωτερικές συνθήκες στον χώρο εργασίας σας:

[α] κατά τη διάρκεια του χειμώνα;

[β] κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού;



Διάγραμμα 59: Ποσοστό ικανοποίησης ως προς το επίπεδο της θερμικής άνεσης στον ΝΔ χώρο της γραμματείας κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο

Στη συνέχεια παρατίθεται ένας συνοπτικός πίνακας διαπιστώσεων για τις περιβαλλοντικές συνθήκες άνεσης που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο της γραμματείας προπτυχιακών σπουδών της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. , όπως καταγράφηκαν μέσω των ερωτηματολογίων.

Πίνακας 31: Συγκριτικός πίνακας διαπιστώσεων για τις γενικές συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης στη γραμματεία προπτυχιακών σπουδών της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. [ΝΔ χώρος] ανάμεσα στη χειμερινή και τη θερινή περίοδο

ΝΔ χώρος	χειμερινή περίοδος	θερινή περίοδος
Θερμική άνεση	<i>Ικανοποιητικό επίπεδο θερμικής άνεσης</i>	<i>Μη ικανοποιητικό επίπεδο θερμικής άνεσης</i>
Εσωτερικός αέρας	<i>Ικανοποιητικό επίπεδο εσωτερικού αέρα</i>	<i>Μη ικανοποιητικό επίπεδο εσωτερικού αέρα</i>
Γενικές εσωτερικές συνθήκες	<i>Ικανοποιητικό επίπεδο εσωτερικών συνθηκών</i>	<i>Μη ικανοποιητικό επίπεδο εσωτερικών συνθηκών</i>

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Ενεργειακή προσομοίωση

Ενεργειακή προσομοίωση

Εισαγωγή

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, εκτός από τις επιτόπιες μετρήσεις και την έρευνα μέσω των ερωτηματολογίων, κρίθηκε εξίσου σκόπιμη η εκτίμηση του ενεργειακού ισοζυγίου του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε., μέσω κατάλληλου προγράμματος ενεργειακής προσομοίωσης, ώστε να μελετηθεί η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου, τόσο στο σύνολό του όσο και των επιμέρους χώρων του.

Για το σκοπό αυτό, επιλέχθηκε το πρόγραμμα EnergyPlus, το οποίο αποτελεί ένα open-source πρόγραμμα ενεργειακής προσομοίωσης κτηρίων του U.S. Department of Energy (DOE). Η εκτίμηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου μέσω του συγκεκριμένου προγράμματος, περιλαμβάνει δύο στάδια: αρχικά απαιτεί τον διαχωρισμό του υπό μελέτη κτηρίου σε θερμικές ζώνες και τον τρισδιάστατο σχεδιασμό τους, με τη χρήση ανεξάρτητου προγράμματος σχεδίασης/ απεικόνισης, και στη συνέχεια, τον προσδιορισμό, μέσω της ρύθμισης των αντίστοιχων παραμέτρων, στοιχείων και χαρακτηριστικών που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα το ενεργειακό ισοζύγιό του.

Διαχωρισμός του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. σε θερμικές ζώνες

Ως θερμικές ζώνες, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010 (B' έκδοση/Απρίλιος 2012), ορίζονται *‘οι χώροι με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα’*. Με βάση τον ορισμό αυτό, το κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. διαιρέθηκε σε 38 θερμικές ζώνες (Πίνακας 32), με κριτήρια τις χρήσεις που φιλοξενούν, τη θέση και τη σχέση των επιμέρους χώρων, καθώς και τον προσανατολισμό τους, στοιχεία που επηρεάζουν σημαντικά τις συναλλαγές ενέργειας σε ένα κτήριο. Κύριος στόχος κατά τη διαίρεση του κτηρίου σε θερμικές ζώνες είναι τόσο η προσέγγιση της πραγματικής εικόνας της λειτουργίας του, όσο και ο διαχωρισμός του στον μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, καθώς το πλήθος των δεδομένων εισόδου, όπως είναι εύλογο, επηρεάζει καθοριστικά τον χρόνο επεξεργασίας και εξαγωγής των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 32: Οι θερμικές ζώνες στις οποίες χωρίστηκε το υπό μελέτη κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. για τις ανάγκες της ενεργειακής προσομοίωσης

A/A	θερμική ζώνη	thermal zone	[m ²]
1	ΒΔ διάδρομος_επίπεδο Ι	NW_corridor-a' level	88,92
2	ΒΔ διάδρομος_επίπεδο 0	NW_corridor-ground level	45,0
3	ΒΔ κλιμακοστάσιο	NW_stairs	34,01
4	ΝΑ διάδρομος_επίπεδο Ι	SE_corridor-a' level	59,04
5	ΝΑ διάδρομος_επίπεδο ΙΙ	SE_corridor-b' level	59,04
6	ΝΑ διάδρομος_επίπεδο 0	SE_corridor-ground level	44,64
7	ΝΑ ανελκυστήρας	SE_elevator	4,85
8	ΝΑ κλιμακοστάσιο	SE_stairs	34,01
9	ΝΑ βοηθητικοί χώροι	SE_voithitikoι xwroi	4,85
10	Χώροι υγιεινής_επίπεδο Ι	WC-a' level	22,2
11	Χώροι υγιεινής_επίπεδο ΙΙ	WC-b' level	33,23
12	Χώροι υγιεινής_επίπεδο 0	WC-ground level	53,3
13	Χώροι υγιεινής_αμεα_επίπεδο Ι	WC-amea-a' level	6,75
14	Αίθουσα διδασκαλίας [001]	[001]	104,16
15	Αίθουσα διδασκαλίας [101]	[101]	137,76
16	Αίθουσα διδασκαλίας [103]	[103]	151,28
17	Αίθουσα διδασκαλίας [105]	[105]	68,88
18	Αίθουσα διδασκαλίας [106]	[106]	68,88
19	Αίθουσα διδασκαλίας [107]	[107]	68,88
20	Αίθουσα διδασκαλίας [108]	[108]	68,88
21	Αίθουσα εκδηλώσεων	aithousa ekdilwsewn	113,75
22	Αίθουσα συνεδριάσεων	aithousa synedriasewn	36,52
23	Αποθήκη_επίπεδο 0	apothiki	6,75
24	Εντευκτήριο ΔΕΠ	cafeteria	46,2
25	Κεντρικός πυρήνας	central core	171,47
26	Κεντρικός ανελκυστήρας	central elevator	5,29
27	Κεντρικό κλιμακοστάσιο	central stairs	19,26
28	Γραμματεία προπτυχιακού τμήματος	grammateia proptyxiakwn	137,76
29	Γραμματεία μεταπτυχιακού τμήματος	grammateia metaptyxiakwn	203,36
30	Η/Μ χώροι_επίπεδο Ι	ilektromixanologika_a' level	11,55
31	Η/Μ χώροι_επίπεδο 0	ilektromixanologika_ground level	58,31
32	Κεντρικός χώρος_επίπεδο ΙΙ	kentrikos xwros_b' level	69,16
33	Γραφείο_001	office_001	18,92
34	Γραφείο_002	office_002	17,6
35	Γραφείο_003	office_003	18,48
36	Γραφείο_102	office_102	52,08
37	Γραφείο_103	office_103	23,87
38	Βοηθητικοί χώροι αίθουσας εκδηλώσεων	voithitikoι xwroi aithousas ekdilwsewn	36,93

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

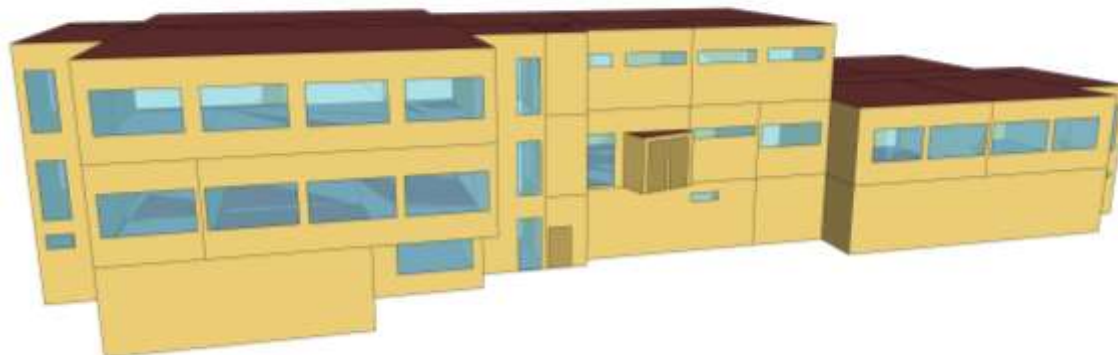
Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί πως αν και ο διαχωρισμός των κτηρίων σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην εμπειρία του μελετητή, εντούτοις, σύμφωνα με την ίδια τεχνική οδηγία (ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010), ο αριθμός των θερμικών ζωνών δεν επηρεάζει σημαντικά την ακρίβεια των υπολογισμών.

Για τις ανάγκες σχεδιασμού του τρισδιάστατου μοντέλου του κτηρίου χρησιμοποιήθηκε η σχεδιαστική πλατφόρμα Google SketchUp (έκδοση 2014) με τη βοήθεια του plug-in Open Studio (έκδοση 8.4). Στη συνέχεια παρατίθενται εικόνες του υπό μελέτη κτηρίου με τις θερμικές ζώνες, όπως αυτές σχεδιάστηκαν στο πρόγραμμα Google SketchUp με τη χρήση του plug-in Open Studio (Εικόνα 59 & Εικόνα 60) καθώς και τρισδιάστατες απεικονίσεις του κτηρίου και του περιβάλλοντος χώρου (Εικόνα 61 & Εικόνα 62), χωρίς τη χρήση του συγκεκριμένου plug-in, προκειμένου να γίνουν αντιληπτές οι διαφορές ανάμεσα στις δύο σχεδιαστικές προσεγγίσεις.



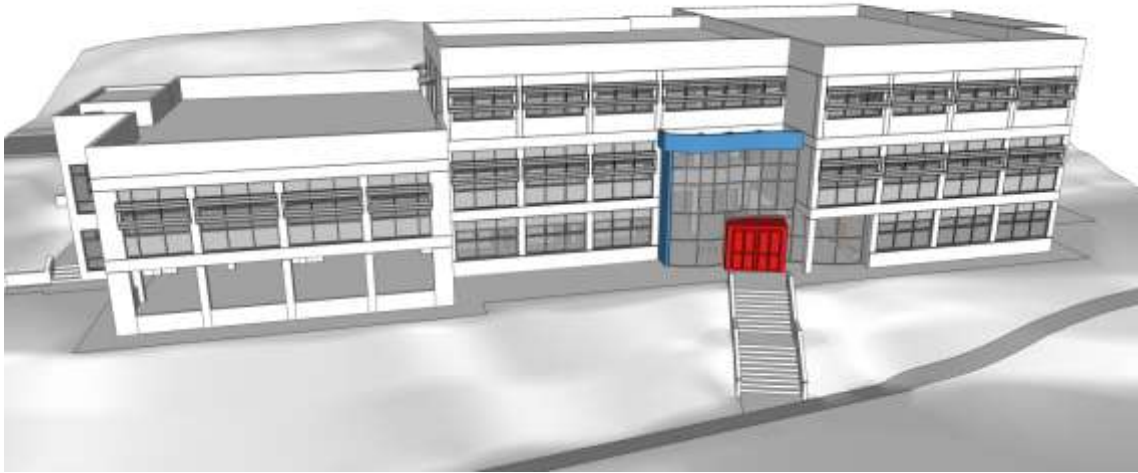
Εικόνα 59: ΝΑ άποψη του κτηρίου (Google SketchUp + Open Studio)

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Εικόνα 60: ΒΑ άποψη του κτηρίου (Google SketchUp + Open Studio)

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Εικόνα 61: ΝΔ άποψη του κτηρίου (Google SketchUp)

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Εικόνα 62: ΒΑ άποψη του κτηρίου (Google SketchUp)

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Παράμετροι προσομοίωσης στο πρόγραμμα EnergyPlus

Αφού ολοκληρωθεί ο τρισδιάστατος σχεδιασμός της γεωμετρίας του κτηρίου, το αρχείο σε μορφή .idf εισάγεται στο πρόγραμμα EnergyPlus, προκειμένου να συμπληρωθούν και να ρυθμιστούν οι παράμετροι που απαιτούνται για την ενεργειακή προσομοίωση. Για τον ίδιο σκοπό, απαιτείται και η εισαγωγή ενός αρχείου με τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης [weather file], το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση αντλήθηκε από τη βάση κλιματικών δεδομένων της ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) σε μορφή .epw και αφορά τα κλιματικά χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής της Αθήνας.

Μετά την εισαγωγή των δύο παραπάνω αρχείων, ζητείται από τον χρήστη να ορίσει ένα πλήθος παραμέτρων, προκειμένου να περιγραφεί η κατά το μέγιστο δυνατόν πιο αντιπροσωπευτική εικόνα της πραγματικής λειτουργίας του κτηρίου, καθώς και ρυθμίσεις που αφορούν στα ζητούμενα δεδομένα εξόδου.

Πιο συγκεκριμένα, οι παράμετροι που απαιτούνται από το πρόγραμμα είναι οι εξής:

➤ **Ενότητα [Location and Climate]:**

- **γεωγραφική θέση [site: location]:**

Ζητούμενα στοιχεία είναι ο προσδιορισμός των συντεταγμένων της γεωγραφικής θέσης του κτηρίου, της Ζώνης Παγκόσμιας Ώρας καθώς και του υψομέτρου της περιοχής. Από την εφαρμογή GoogleMaps, προσδιορίστηκαν το γεωγραφικό μήκος και πλάτος της θέσης του κτηρίου (37,975556, 23,782466), καθώς και το υψόμετρο της περιοχής, το οποίο όμως τέθηκε στα 15μ., προκειμένου να είναι συμβατό με το weather file της ASHRAE. Όσον αφορά τη Ζώνη Παγκόσμιας Ώρας, για τη Ελλάδα είναι οι +2ώρες.

- **χρονική περίοδος [run period]:**

Αφορά τη χρονική διάρκεια στην οποία αναφέρεται και για την οποία ζητείται η προσομοίωση. Καθώς η μελέτη αποσκοπεί στην προσέγγιση του ενεργειακού ισοζυγίου του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. που αφορά στην ετήσια λειτουργία του, τέθηκε ως ημέρα έναρξης η 1^η Ιανουαρίου και ως ημέρα λήξης η 31^η Δεκεμβρίου.

- **ειδικές μέρες/αργίες [run period control: special days]:**

Ζητείται η καταγραφή ειδικών ημερών/αργιών κατά τις οποίες διαφοροποιούνται οι συνήθεις συνθήκες λειτουργίας του κτηρίου. Ως τέτοιες ορίστηκαν οι ημέρες των Χριστουγέννων, της Πρωτοχρονιάς, των Θεοφανείων, των Τριών Ιεραρχών και του Αγίου Πνεύματος (εφόσον πρόκειται για κτήριο εκπαίδευσης), οι εθνικές επέτειοι της 25^{ης} Μαρτίου και της 28^{ης} Οκτωβρίου, το Πάσχα (με τις αντίστοιχες παραδοχές καθώς πρόκειται για κινητή εορτή), η Πρωτομαγιά, ο Δεκαπενταύγουστος, και η επέτειος του Ε.Μ.Πολυτεχνείου.

- **θερινή ώρα [run period control: daylighting saving time]:**

Απαιτείται ο καθορισμός της περιόδου ισχύος της θερινής ώρας. Καθώς η ημερομηνία έναρξης και λήξης της θερινής ώρας δεν είναι συγκεκριμένη αλλά συμπίπτει με το τελευταίο Σαββατοκύριακο του Μαρτίου και του Οκτωβρίου, αντιστοίχως, τέθηκε ως ημέρα έναρξης η 4^η Κυριακή του Μαρτίου και ως ημέρα λήξης η 4^η Κυριακή του Οκτωβρίου.

- **θερμοκρασία εδάφους [site: ground temperature: building surface]:**

Έγινε η παραδοχή ότι η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει σταθερή και ίση με 18°C, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

➤ **Ενότητα [Schedules]:**

- **χρονοδιαγράμματα λειτουργίας [schedule: compact]:**

Ως προς τα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας του κτηρίου, αυτά διακρίνονται με βάση τις κύριες χρήσεις που φιλοξενούν οι χώροι του κτηρίου. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τους γραφειακούς χώρους και τις γραμματείες του προπτυχιακού και μεταπτυχιακού τμήματος, ως περίοδος λειτουργίας [office occupancy schedule] ορίστηκε το διάστημα από 1/1 έως 31/7 και από 1/9 έως 31/12, με πενθήμερο εβδομαδιαίο ωράριο λειτουργίας από τις 08:00π.μ. έως τις 18:00μ.μ.

Όσον αφορά τις αίθουσες διδασκαλίας [classroom occupancy schedule], ορίστηκε 10μηνη περίοδος λειτουργίας, από 7/1 έως 30/6 και από 1/9 έως 23/12, εξαιρώντας το διάστημα διακοπών των Χριστουγέννων, ενώ για τις αντίστοιχες διακοπές του Πάσχα,

έγινε η παραδοχή ότι διαρκούν από 23/4 έως και 8/5. Ως προς το ημερήσιο ωράριο λειτουργίας, θεωρήθηκε ότι τα μαθήματα στο σύνολο των αιθουσών πραγματοποιούνται από τις 9:00π.μ. έως τις 18:00μ.μ.

Για την αίθουσα συνεδριάσεων [synedriaseis occupancy schedule] έγινε η παραδοχή ότι πραγματοποιείται μία τρίωρη συνεδρίαση κάθε εβδομάδα στο διάστημα που λειτουργούν και οι γραμματείες της σχολής (από 1/1 έως 31/7 και από 1/9 έως 31/12). Τέλος, για τους βοηθητικούς, κοινόχρηστους χώρους υιοθετήθηκε το ωράριο λειτουργίας των γραφειακών χώρων, καθώς, ακόμα και όταν δεν πραγματοποιούνται τα μαθήματα, οι χώροι είναι ανοιχτοί και προσβάσιμοι στους φοιτητές και στο κοινό.

Για τις ανάγκες του ενεργειακής προσομοίωσης, απαιτείται επίσης ο καθορισμός χρονοδιαγραμμάτων λειτουργίας τόσο για τα φωτιστικά σώματα των παραπάνω χώρων, όσο και του αερισμού τους. Όσον αφορά τα φωτιστικά σώματα, αυτά ακολουθούν το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας των αντίστοιχων χώρων [office lights schedule, classroom lights schedule, synedriaseis lights schedule], αφού –όπως διαπιστώθηκε από τις επισκέψεις στο κτήριο, τα φώτα παραμένουν ανοιχτά καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας κάθε χώρου.

Όσον αφορά τον αερισμό, αυτός διακρίνεται στη διήθηση του αέρα (infiltration) μέσω των κουφωμάτων και των ρωγμών του κελύφους, και στον φυσικό αερισμό (ventilation) που προκύπτει από τα ανοίγματα που διαθέτει κάθε χώρος και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συμπεριφορά και τις επιλογές των χρηστών του.

Στην περίπτωση της διήθησης του αέρα, όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, αυτή πραγματοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ανεξαρτήτως της χρονικής διάρκειας λειτουργίας του κτηρίου. Αντιθέτως, στην περίπτωση του φυσικού αερισμού, καθώς είναι δύσκολο να γνωρίζει ο μελετητής τις πραγματικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χώρο στη διάρκεια του έτους, ο καθορισμός των αντίστοιχων χρονοδιαγραμμάτων στηρίχθηκε στις παρατηρήσεις από τις επιτόπιες επισκέψεις, καθώς και στα συμπεράσματα που προέκυψαν από τις καταγραφές των θερμοϋγρόμετρων και τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων.

Αρχικά, τα χρονοδιαγράμματα αερισμού, τόσο για τους γραφειακούς χώρους όσο και για τις αίθουσες διδασκαλίας, διαφοροποιήθηκαν με βάση τον προσανατολισμό των χώρων, ενώ οι χρονικές περίοδοι στις οποίες διαφοροποιείται η συμπεριφορά των

χρηστών ορίστηκε με βάση την εαρινή και τη χειμερινή ισημερία, καθώς και κατά το θερινό και εαρινό ηλιοστάσιο. Έτσι, δημιουργήθηκαν διαφορετικά χρονοδιαγράμματα για τους ΒΑ και ΝΔ γραφειακούς χώρους [NE_Office Ventilation Schedule και SW_Office Ventilation Schedule], καθώς και για τις ΒΑ και ΝΔ αίθουσες διδασκαλίας [NE_Classroom Ventilation Schedule και SW_Classroom Ventilation Schedule]. Αντίστοιχα, δημιουργήθηκε ξεχωριστό χρονοδιάγραμμα αερισμού για την αίθουσα συνεδριάσεων [Synedriaseis Ventilation Schedule]. Τέλος, για τους βοηθητικούς, κοινόχρηστους χώρους (κεντρικός πυρήνας, διάδρομοι κυκλοφορίας, κλιμακοστάσια) έγινε η παραδοχή ότι δεν πραγματοποιείται φυσικός αερισμός καθώς οι συγκεκριμένοι χώροι είτε δεν διαθέτουν καθόλου ανοίγματα είτε αυτά είναι μη ανοιγόμενα.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως τόσο η διήθηση του αέρα όσο και ο φυσικός αερισμός στα αντίστοιχα χρονοδιαγράμματα εκφράζονται ως ποσοστά εναλλαγών αέρα, οι οποίες καθορίζονται σε ξεχωριστή ενότητα [ενότητα Zone Airflow].

➤ **Ενότητα [Surface Construction Elements]:**

- **δομικά υλικά [material]:**

Στην ενότητα αυτή απαιτείται από τον χρήστη η εισαγωγή των δομικών υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί στο κτήριο, η τραχύτητα, το πάχος, καθώς και οι θερμοφυσικές τους ιδιότητες, όπως η πυκνότητα, η ειδική θερμοχωρητικότητα και ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητάς τους. Όσον αφορά την τραχύτητα των υλικών, οι τιμές έχουν επιλεγεί είτε από τις προτεινόμενες τιμές του προγράμματος είτε από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, ενώ σε σχέση με τις θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών, οι τιμές στην πλειοψηφία τους έχουν αντληθεί από την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 (Α' έκδοση/Ιούλιος 2010). Στον ακόλουθο πίνακα (Πίνακας 33) παρουσιάζονται τα υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή του κτηρίου, με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους.

Σε ξεχωριστές κατηγορίες, ορίστηκαν ο αέρας που περιλαμβάνεται στο διάκενο των τοίχων (Material:AirGap) με το όνομα και τη θερμική του αντίσταση να ορίζεται από το πρόγραμμα ως 'F04 Wall air space resistance' και $0,15\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, αντιστοίχως, ενώ για τα παράθυρα ορίστηκαν τα υλικά 'Clear 3mm' με πάχος $0,003\text{m}$ για τους υαλοπίνακες (WindowMaterial:Glazing), και 'Air 6mm' με πάχος $0,006\text{m}$ για το αέριο που περιέχεται στο μεταξύ των υαλοπινάκων κενό (WindowMaterial:Gas).

Πίνακας 33: Τα δομικά υλικά του υπό μελέτη κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Δομικό υλικό	Τραχύτητα	Θερμική αγωγιμότητα [λ]	Πυκνότητα [ρ]	Ειδική θερμοχωρητικότητα [c _o]
		[W/(m·K)]	[Kg/m ³]	[J/(kg·K)]
Οπλισμένο σκυρόδεμα	medium rough	2,50	2400	1000
Τσιμεντοκονίαμα	medium rough	1,40	2000	1100
Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	medium rough	0,87	1800	1000
Οπτοπλινθοδομή	medium rough	0,49	1200	1000
Εξηλασμένη Πολυστερίνη	medium rough	0,035	30	1450
Γαρμπιλωσαϊκό	medium rough	1,40	2000	1100
Τσιμεντόπλακες	medium rough	0,30	1250	1000
Κροκάλες	rough	2,30	2600	1000
Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	medium rough	1,84	2000	840
Μάρμαρο	medium smooth	3,50	2800	1000
Linoileum	smooth	0,17	1200	1400
Φύλλο πολυαιθυλενίου	smooth	0,50	980	1800
Γεώφασμα	smooth	0,04	120	1030
Ασφαλτόπανο	medium rough	0,23	1100	1000
Κυψελωτό σκυρόδεμα	medium rough	0,23	600	1000
Χαλίκι [αμμοχάλικο]	rough	2,00	2200	1000
Σίδηρος	medium smooth	50,00	7500	450
Πετροβάμβακας	smooth	0,04	50	840

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

• **κατασκευαστικές δομές [constructions]:**

Απαιτείται η περιγραφή των κατασκευαστικών δομών που απαντώνται στο κτήριο, με τις στρώσεις των υλικών να ορίζονται από τον εξωτερικό προς τον εσωτερικό χώρο.

Πιο συγκεκριμένα, οι κατασκευαστικές δομές που δημιουργήθηκαν είναι οι εξής:

εξωτερικές τοιχοποιίες:

	υλικό	πάχος [m]
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ_1	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	
	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,25
	εξηλασμένη πολυστερίνη	0,05
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	

	υλικό	πάχος [m]
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ_2	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	οπτοπλινθοδομή	0,09
	εξηλασμένη πολυστερίνη	0,05
	διάκενο	0,05
	οπτοπλινθοδομή	0,09
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	

εσωτερική τοιχοποιία:

	υλικό	πάχος [m]
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ_1	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	οπτοπλινθοδομή	0,09
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	

δώμα κτηρίου [βατό]:

	υλικό	πάχος [m]
ΔΩΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ (βατό)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	
	τσιμεντόπλακες	0,05
	τσιμεντοκονίαμα	0,02
	γεωϋφασμα	0,0012
	εξηλασμένη πολυστερίνη	0,05
	διπλό ασφαλτόπανο	2x0,0035
	τσιμεντοκονίαμα	0,02
	κυψελωτό μπετόν ρύσεων (αφρομπετόν)	0,06
	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,18
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	

δώμα κτηρίου [μη βατό-επισκέψιμο]:

	υλικό	πάχος [m]
ΔΩΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ (μη βατό-επισκέψιμο)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	
	κροκάλες	0,08-0,10
	γεωϋφασμα	0,0012
	DOW roofmate	0,05
	διπλό ασφαλτόπανο	2x,0035
	τσιμεντοκονίαμα	0,02
	ελαφρομπετόν κλίσεων	0,06
	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,15
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	

δάπεδα:

γραφειακοί χώροι, αίθουσες διδασκαλίας, αίθουσα εκδηλώσεων:

	υλικό	πάχος [m]
ΔΑΠΕΔΟ_1	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	
	linoleum	0,025
	γαρμπιλομωσαϊκό	0,035
	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,18
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	

είσοδοι, διάδρομοι κυκλοφορίας, κλιμακοστάσια:

	υλικό	πάχος [m]
ΔΑΠΕΔΟ_2	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	
	μάρμαρο	0,03
	τσιμεντοκονίαμα	0,02
	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,18
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	

χώροι υγιεινής:

	υλικό	πάχος [m]
ΔΑΠΕΔΟ_3	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	
	κεραμικά πλακίδια	0,01
	τσιμεντοκονίαμα	0,02
	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,20
	ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0,02
	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	

υπόβαση κτηρίου:

θερμαινόμενοι χώροι:

	υλικό	πάχος [m]
ΔΑΠΕΔΟ_4: ΥΠΟΒΑΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	
	βιομηχανικό δάπεδο σκυροδέματος	0,05
	τσιμεντοκονίαμα	0,02
	οπλισμένο σκυρόδεμα	0,12
	γεωύφασμα	0,0012
	εξηλασμένη πολυστερίνη	0,05
	φύλλο πολυαιθυλενίου	0,001
	άμμος λατομείου	0,02
	σκύρα σκυροδέματος	0,20
	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ	

μη θερμαινόμενοι χώροι:

	υλικό	πάχος [m]
ΔΑΠΕΔΟ_5: ΥΠΟΒΑΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	<i>ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ</i>	
	<i>βιομηχανικό δάπεδο σκυροδέματος</i>	<i>0,05</i>
	<i>τσιμεντοκονίαμα</i>	<i>0,02</i>
	<i>οπλισμένο σκυρόδεμα</i>	<i>0,12</i>
	<i>γεωύφασμα</i>	<i>0,02</i>
	<i>φύλλο πολυαιθυλενίου</i>	<i>0,001</i>
	<i>άμμος λατομείου</i>	<i>0,02</i>
	<i>σκύρα σκυροδέματος</i>	<i>0,20</i>
	<i>ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΟΡΙΟ</i>	

➤ **Ενότητα [Internal Gains]:**

Εκτός από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, τη γεωμετρία του κελύφους, τον προσανατολισμό, τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου και όλων εκείνων των στοιχείων που έχουν ήδη αναφερθεί, στο ενεργειακό ισοζύγιο ενός κτηρίου θα πρέπει να υπολογίσει κανείς και τα εσωτερικά θερμικά κέρδη που προκύπτουν από τους χρήστες, τα φωτιστικά σώματα και τον ηλεκτρικό εξοπλισμό του. Στην ενότητα αυτή ζητείται από τον χρήστη να προσδιορίσει τα εσωτερικά θερμικά κέρδη για καθεμία από τις παραπάνω κατηγορίες.

• **χρήστες [people]:**

Όσον αφορά τους γραφειακούς χώρους των γραμματειών της σχολής, ο υπολογισμός του αριθμού των χρηστών είναι εύκολος, καθώς προκύπτει από τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων και ισούται με 5 άτομα τόσο για το προπτυχιακό όσο και για το μεταπτυχιακό τμήμα.

Αντίθετα, όσον αφορά τις αίθουσες διδασκαλίας, όπως είναι εύκολα κατανοητό, ο υπολογισμός του πλήθους των χρηστών αποτελεί μια ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία, λόγω του γεγονότος ότι δεν είναι υποχρεωτική η παρουσία σε όλα τα μαθήματα της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επομένως, για τις ανάγκες της ενεργειακής προσομοίωσης και από τις επιτόπιες επισκέψεις στο κτήριο, έγινε η παραδοχή ότι στις αίθουσες [105], [106], [107] και [108], χωρητικότητας 40 ατόμων, στις οποίες, κατά κύριο λόγο, πραγματοποιούνται μαθήματα επιλογής, παρατηρείται μέσος συντελεστής παρουσίας

50%, δηλ. 20 άτομα. Για τις μεγαλύτερες αίθουσες [001], [101] και [103], στις οποίες διεξάγονται υποχρεωτικά μαθήματα ή/και διαλέξεις, παρατηρείται μεγαλύτερη συμμετοχή, οπότε και ορίστηκαν 40, 50 και 65 άτομα, αντιστοίχως.

- **φωτιστικά σώματα [lights]:**

Σχετικά με τα φωτιστικά σώματα, η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) προσδιορίστηκε με βάση την TOTEE 20701-1/2010. Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 34) δίνονται οι προτεινόμενες τιμές για τις χρήσεις των θερμικών ζωνών του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Πίνακας 34: Στάθμη γενικού φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού κτηρίου αναφοράς για τις χρήσεις των θερμικών ζωνών του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m^2]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Εκπαίδευσης	τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	500	16,0	0,8
Γραφείων	γραφεία	500	16,0	0,8
Συνάθροισης κοινού	διάδρομοι & άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	200	6,4	0,5

Πηγή: TOTEE 20701-1/2010

- **ηλεκτρικός εξοπλισμός [electric equipment]:**

Όπως και παραπάνω, καθώς είναι δύσκολο να εκτιμήσει κανείς τον χρόνο λειτουργίας και την εκλύομενη θερμική ισχύ από τον εξοπλισμό που διαθέτει μια θερμική ζώνη, η εκτίμηση της θερμικής ισχύος αντλήθηκε από την TOTEE 20701-1/2010. Στον Πίνακα 35 δίνονται οι τιμές υπολογισμού για τις χρήσεις του συγκεκριμένου κτηρίου.

Πίνακας 35: Εκτιμώμενη θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών / εξοπλισμού ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m^2]	Μέσος συντελεστής ετεροχρονισμού	Ετεροχρονισμένη ισχύς εξοπλισμού [W/m^2]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Εκπαίδευσης	τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	5	0,15	0,75	0,32
Γραφείων	γραφεία	15	0,3	4,5	0,30
Συνάθροισης κοινού	διάδρομοι & άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	0	0	0	0

Πηγή: TOTEE 20701-1/2010

➤ **Ενότητα [Zone Airflow]:**

Στην παρούσα ενότητα ζητείται ο καθορισμός του αριθμού των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα (Air Changes/Hour), οι οποίες σε συνδυασμό με το αντίστοιχο χρονοδιάγραμμα αερισμού, προσδιορίζουν τις συνθήκες αερισμού που επικρατούν στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου.

• **διήθηση αέρα [zone infiltration: design flow rate]:**

Όπως έχει ήδη αναλυθεί σε προηγούμενη ενότητα, η διήθηση του αέρα ή ο διεισδυτικός αερισμός κατά την TOTEE 20701-1/2010, καθορίζεται και εξαρτάται από το είδος των κουφωμάτων ενός κτηρίου. Καθώς το υπό μελέτη κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. αποτελεί νέα κατασκευή, ο συντελεστής διήθησης ορίστηκε ίσος με 0,5 εναλλαγή αέρα/ ώρα.

• **φυσικός αερισμός [zone ventilation: design flow rate]:**

Ως προς τον φυσικό αερισμό, το γεγονός ότι αυτός στηρίζεται σε υποκειμενικούς παράγοντες και εξαρτάται από τη συμπεριφορά των χρηστών, καθιστά σε μεγάλο βαθμό δύσκολη την εκτίμηση των πραγματικών συνθηκών κάθε χώρου. Εντούτοις, σύμφωνα με τις τιμές της TOTEE 20701-1/2010, θεωρήθηκε ότι στους γραφειακούς χώρους ιδανικά πραγματοποιείται ροή όγκου αέρα (Flow/Area) ίση με $3\text{m}^3/\text{h}$ ανά επιφάνεια χώρου ή ίση με $0,00083\text{ m}^3/\text{s}$ ανά επιφάνεια χώρου, ενώ για τις αίθουσες διδασκαλίας $11\text{m}^3/\text{h}$ ανά επιφάνεια χώρου ή ίση με $0,00306\text{ m}^3/\text{s}$ ανά επιφάνεια χώρου.

Πίνακας 36: Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Νωπός αέρας [$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$]	Νωπός αέρας [$\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$]
Εκπαίδευσης	τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	11,00	0,00306
Γραφείων	γραφεία	3,00	0,00083
Συνάθροισης κοινού	διάδρομοι & άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	2,60	0,00072

Πηγή: TOTEE 20701-1/2010, ίδια επεξεργασία

➤ **Ενότητα [HVAC Templates]:**

Εισάγονται στοιχεία σχετικά με τις απαιτούμενες συνθήκες θερμικής άνεσης και τις ανάγκες θέρμανσης ή/και ψύξης που παρουσιάζει ένα κτήριο, οι οποίες καλύπτονται μέσω συστημάτων θέρμανσης ή/και κλιματισμού, όπως οι επιθυμητές θερμοκρασίες λειτουργίας του θερμοστάτη, οι θερμικές ζώνες που παρουσιάζουν τέτοιες ανάγκες, καθώς και τα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα στα οποία απαιτείται η χρήση τους.

• **[HVAC template: thermostat]:**

Για τις ανάγκες του συγκεκριμένου κτηρίου, στη συγκεκριμένη υποενότητα δημιουργήθηκαν τέσσερα διαφορετικά αντικείμενα, τα οποία σε συνδυασμό με τα νέα χρονοδιαγράμματα που δημιουργήθηκαν στην ενότητα [Schedules], περιγράφουν την επιθυμητή λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού του κτηρίου. Πιο συγκεκριμένα, λόγω των διαφορετικών χρονοδιαγραμμάτων λειτουργίας των θερμικών ζωνών, δημιουργήθηκαν διαφορετικά αντικείμενα για τους γραφειακούς χώρους [Office Setpoint Thermostat], για τις αίθουσες διδασκαλίας [Classroom Setpoint Thermostat], για τον χώρο συνεδριάσεων και εκδηλώσεων [Synedriaseis Setpoint Thermostat] και για τους κοινόχρηστους χώρους και τους άξονες κίνησης [Central Setpoint Thermostat]. Επιπροσθέτως, δημιουργήθηκαν κατάλληλα χρονοδιαγράμματα στα οποία καθορίζεται το χρονικό διάστημα λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης ή/και κλιματισμού, καθώς και το εύρος των επιθυμητών θερμοκρασιών, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010, εκτός του οποίου ενεργοποιείται η λειτουργία των συστημάτων. Έτσι, με βάση τις ώρες λειτουργίας των επιμέρους χώρων, ορίστηκαν για τους γραφειακούς χώρους (γραφεία, χώροι διοίκησης, αίθουσα συνεδριάσεων), για τις αίθουσες διδασκαλίας και για την αίθουσα εκδηλώσεων, εύρος επιθυμητών θερμοκρασιών [20-26]°C ([Office Heating Setpoint Schedule]&[Office Cooling Setpoint Schedule], [Classroom Heating Setpoint Schedule]&[Classroom Cooling Setpoint Schedule], [Synedriaseis Heating Setpoint Schedule]&[Synedriaseis Cooling Setpoint Schedule], ενώ για τους κοινόχρηστους χώρους το αντίστοιχο εύρος είναι [18-26] °C ([Central Heating Setpoint Schedule], ενώ για τις ανάγκες ψύξης, χρησιμοποιήθηκε το [Office Cooling Setpoint Schedule], καθώς συμπίπτει τόσο ως προς το χρονοδιάγραμμα λειτουργίας, όσο και ως προς το ανώτατο επιθυμητό όριο θερμοκρασίας).

- **[HVAC template: zone: IdealLoadsAirSystem]:**

Ορίζονται οι θερμικές ζώνες οι οποίες διαθέτουν σύστημα θέρμανσης ή/και ψύξης, καθώς και τα αντίστοιχα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας κάθε θερμοστάτη, προκειμένου να καθοριστεί η επιθυμητή λειτουργία των συστημάτων αυτών σε κάθε χώρο.

- **Ενότητα [Output Reporting]:**

Στην ενότητα αυτή ορίζονται οι μεταβλητές και οι συχνότητες με βάση τις οποίες θα προσδιοριστεί η εξαγωγή των αποτελεσμάτων. Πιο συγκεκριμένα, για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, οι ζητούμενες μεταβλητές είναι οι εξής:

- **οι ημερήσιες τιμές της μέσης θερμοκρασίας του αέρα ανά θερμική ζώνη**
- **οι ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα ανά θερμική ζώνη**
- **τα μηνιαία θερμικά κέρδη** λόγω των παραθύρων
- **οι μηνιαίες θερμικές απώλειες** λόγω των παραθύρων
- **τα μηνιαία θερμικά κέρδη** από:
 - τους χρήστες του κτηρίου
 - τον τεχνητό φωτισμό
 - τον ηλεκτρικό εξοπλισμό
- **οι μηνιαίες ενεργειακές ανάγκες σε θέρμανση και ψύξη ανά θερμική ζώνη**

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 37 & Πίνακας 38) παρουσιάζονται οι μεταβλητές για τις οποίες ζητείται η προσομοίωση, καθώς και οι αντίστοιχες συχνότητές τους.

Πίνακας 37: Μεταβλητές για τις οποίες ζητείται η προσομοίωση

<i>A/A</i>	<i>Μεταβλητή</i>	<i>Συχνότητα</i>
<i>[01]</i>	<i>Μέση θερμοκρασία αέρα ανά θερμική ζώνη</i> <i>[mean air temperature per zone]</i>	<i>ημερήσια</i> <i>[daily]</i>
<i>[02]</i>	<i>Σχετική υγρασία αέρα ανά θερμική ζώνη</i> <i>[air relative humidity per zone]</i>	<i>ημερήσια</i> <i>[daily]</i>
<i>[03]</i>	<i>Θερμικά κέρδη από τα παράθυρα</i> <i>[window_total heat gain]</i>	<i>μηνιαία</i> <i>[monthly]</i>
<i>[04]</i>	<i>Θερμικές απώλειες από τα παράθυρα</i> <i>[window_total heat loss]</i>	<i>μηνιαία</i> <i>[monthly]</i>
<i>[05]</i>	<i>Θερμικά κέρδη από τους χρήστες</i> <i>[people_total heat gain]</i>	<i>μηνιαία</i> <i>[monthly]</i>
<i>[06]</i>	<i>Θερμικά κέρδη από τον τεχνητό φωτισμό</i> <i>[lights_total heat gain]</i>	<i>μηνιαία</i> <i>[monthly]</i>
<i>[07]</i>	<i>Θερμικά κέρδη από τον ηλεκτρικό εξοπλισμό</i> <i>[electric equipment_heat gain]</i>	<i>μηνιαία</i> <i>[monthly]</i>

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 38: Μεταβλητές σχετικά με το σύστημα θέρμανσης & ψύξης

<i>A/A</i>	<i>Μεταβλητή</i>	<i>Συχνότητα</i>
<i>[08]</i>	<i>Συνολικά ιδανικά φορτία ενέργειας για θέρμανση</i> <i>[ideal loads total heating energy]</i>	<i>μηνιαία</i> <i>[monthly]</i>
<i>[09]</i>	<i>Συνολικά ιδανικά φορτία ενέργειας για ψύξη</i> <i>[ideal loads total cooling energy]</i>	<i>μηνιαία</i> <i>[monthly]</i>

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Παρουσίαση αποτελεσμάτων της ενεργειακής προσομοίωσης

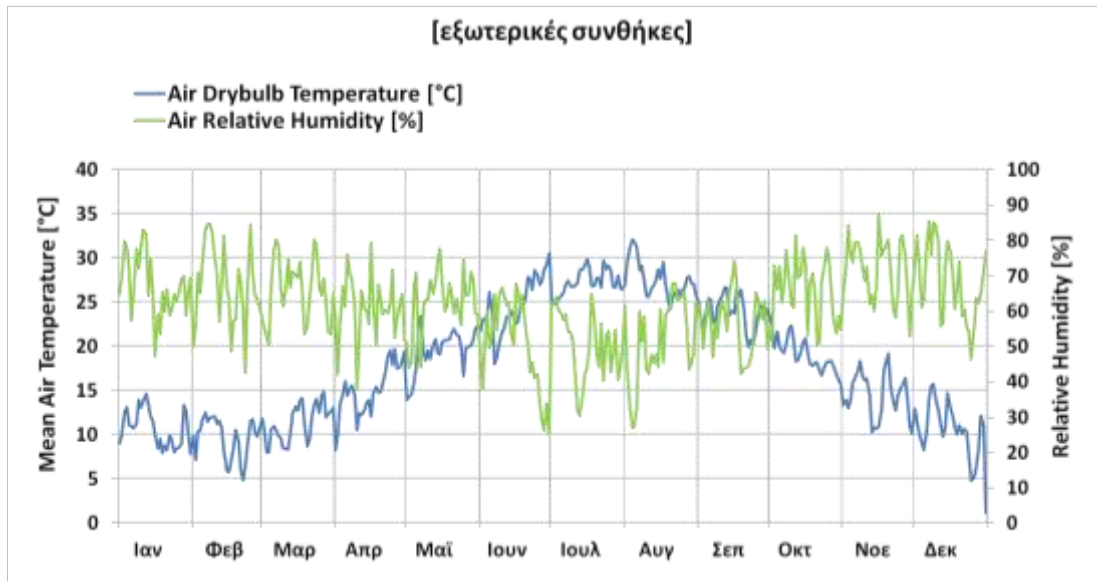
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης που προέκυψαν μετά την εκτέλεση του προγράμματος, και εφόσον δεν διαπιστώθηκαν λάθη κατά την εισαγωγή των απαιτούμενων παραμέτρων.

Μέση ημερήσια θερμοκρασία & σχετική υγρασία αέρα ανά θερμοκή ζώνη

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης σχετικά με τις τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που επικρατούν στις θερμικές ζώνες του κτηρίου. Στα διαγράμματα που ακολουθούν αποτυπώνονται οι ημερήσιες τιμές που υπολογίστηκαν για κάθε ζώνη, καθώς και οι αντίστοιχες τιμές του εξωτερικού περιβάλλοντος, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται και οι τιμές των επιθυμητών ορίων θερμοκής άνεσης για κάθε μέγεθος, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010. Τέλος, σε κάθε διάγραμμα σημειώνονται και οι θερινοί μήνες κατά τη διάρκεια των οποίων διακόπτεται η λειτουργία κάθε χώρου. Με τον τρόπο αυτό, γίνονται εύκολα αντιληπτά τόσο τα διαστήματα κατά τα οποία οι συνθήκες άνεσης βρίσκονται μέσα στα επιθυμητά όρια, ανάλογα με τη χρήση κάθε χώρου, όσο και οι περίοδοι κατά τις οποίες απαιτείται η θέρμανση ή η ψύξη τους, προκειμένου να εξασφαλιστούν οι απαιτούμενες συνθήκες άνεσης, σύμφωνα με την παραπάνω τεχνική οδηγία.

Προκειμένου να καταστεί δυνατή η συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων μεταξύ των χώρων, εκτός από τα διαγράμματα, για κάθε χώρο έχουν σχεδιαστεί πίνακες με τις μηνιαίες ελάχιστες, μέγιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο. Τέλος, λόγω του μεγέθους του κτηρίου, θεωρήθηκε χρήσιμο να συμπεριληφθούν τρισδιάστατες κατόψεις στις οποίες σημειώνεται η θέση κάθε χώρου, προκειμένου να γίνει πιο εύκολα αντιληπτή η θέση, το μέγεθος και ο προσανατολισμός κάθε θερμοκής ζώνης.

Εξωτερικές συνθήκες



Διάγραμμα 60: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος χώρου κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

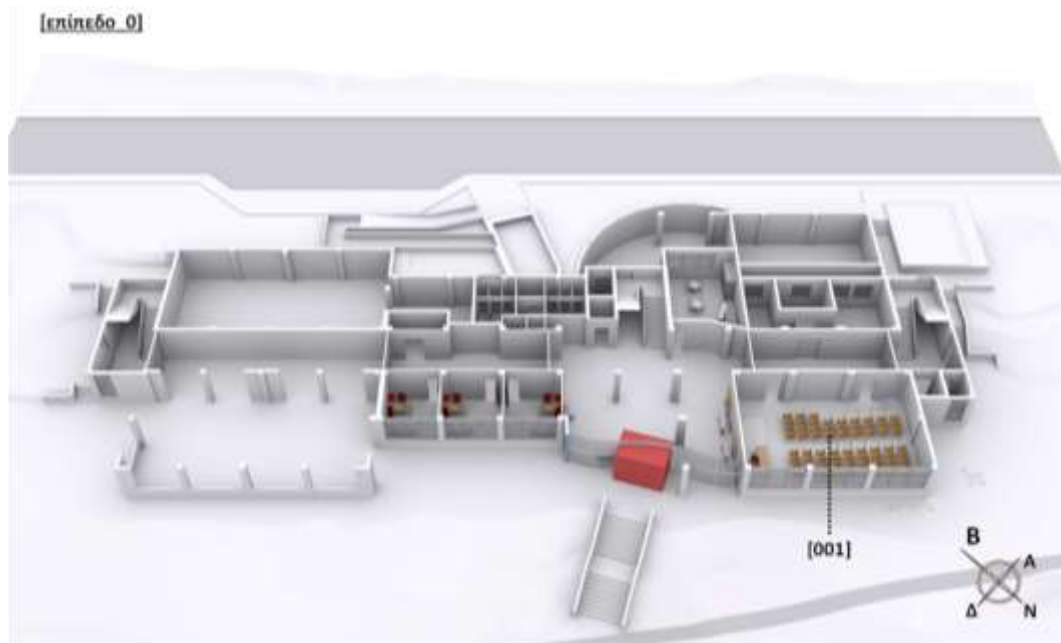
Πίνακας 39: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος χώρου κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	7,9 °C	14,6 °C	10,7 °C	47,2 %RH	82,9 %RH	67,1 %RH
Φεβρουάριος	4,9 °C	12,5 °C	9,6 °C	42,5 %RH	84,6 %RH	67,4 %RH
Μάρτιος	8,0 °C	14,9 °C	11,4 °C	50,4 %RH	80,1 %RH	66,0 %RH
Απρίλιος	8,3 °C	19,7 °C	15,1 °C	37,8 %RH	79,4 %RH	60,6 %RH
Μάιος	14,0 °C	23,4 °C	19,6 °C	43,9 %RH	77,8 %RH	62,4 %RH
Ιούνιος	18,0 °C	30,6 °C	24,6 °C	25,2 %RH	67,6 %RH	50,9 %RH
Ιούλιος	24,8 °C	29,9 °C	27,3 °C	30,3 %RH	64,8 %RH	50,3 %RH
Αύγουστος	24,2 °C	32,0 °C	27,6 °C	27,1 %RH	67,8 %RH	51,5 %RH
Σεπτέμβριος	20,0 °C	26,6 °C	23,9 °C	42,2 %RH	74,2 %RH	56,6 %RH
Οκτώβριος	15,6 °C	23,3 °C	19,2 °C	50,6 %RH	81,4 %RH	65,5 %RH
Νοέμβριος	10,1 °C	19,2 °C	14,5 °C	53,0 %RH	87,6 %RH	71,7 %RH
Δεκέμβριος	4,8 °C	15,7 °C	10,9 °C	46,6 %RH	85,3 %RH	68,5 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ αίθουσες διδασκαλίας:

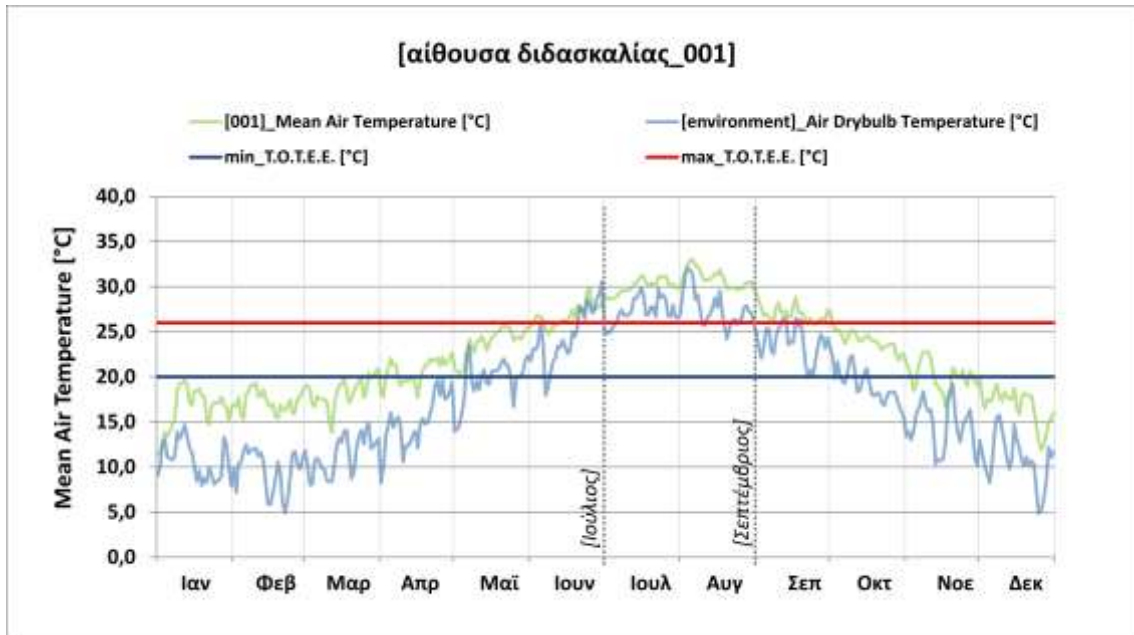
[επίπεδο_0]:



Εικόνα 63: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη της αίθουσας διδασκαλίας [001]

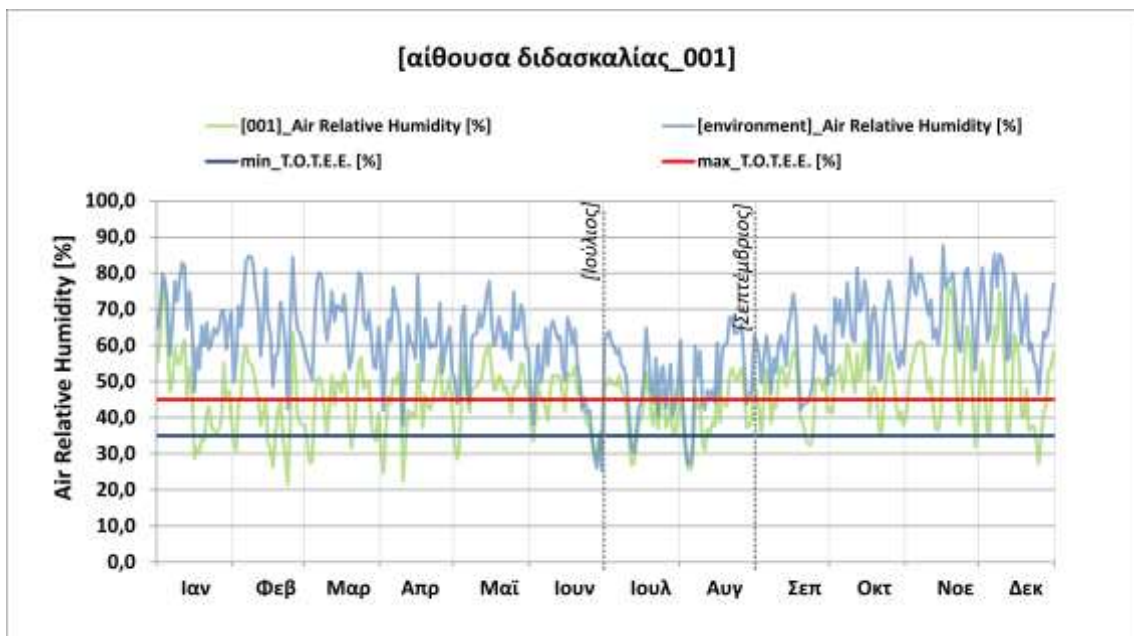
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας 001]:



Διάγραμμα 61: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 62: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους

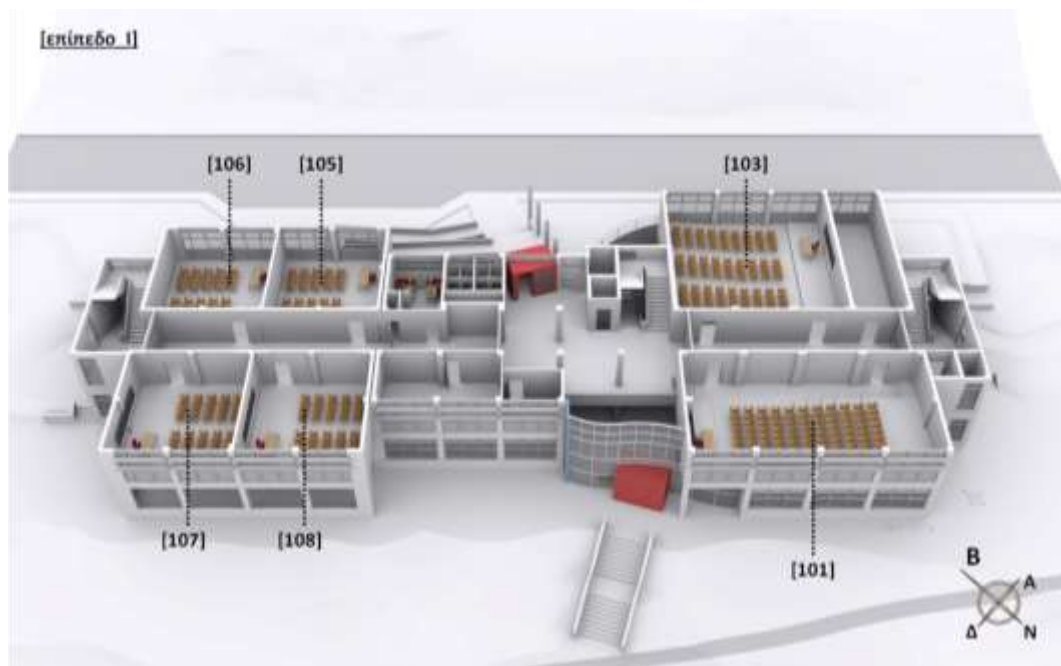
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 40: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους

	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Αίθουσα διδασκαλίας_001]	Ιανουάριος	11,4 °C	19,6 °C	16,5 °C	28,7 %RH	77,3 %RH	47,8 %RH
	Φεβρουάριος	15,3 °C	19,4 °C	17,2 °C	21,6 %RH	63,5 %RH	42,4 %RH
	Μάρτιος	13,9 °C	20,9 °C	18,3 °C	27,5 %RH	56,6 %RH	43,3 %RH
	Απρίλιος	17,7 °C	22,7 °C	20,6 °C	22,4 %RH	57,4 %RH	43,6 %RH
	Μάιος	20,4 °C	25,7 °C	23,8 °C	28,5 %RH	60,3 %RH	48,2 %RH
	Ιούνιος	24,7 °C	29,8 °C	26,8 °C	28,6 %RH	54,1 %RH	43,3 %RH
	Ιούλιος	28,6 °C	31,3 °C	30,0 °C	26,9 %RH	52,8 %RH	42,5 %RH
	Αύγουστος	29,7 °C	33,0 °C	30,9 °C	25,6 %RH	53,8 %RH	41,7 %RH
	Σεπτέμβριος	25,8 °C	29,3 °C	27,0 °C	32,4 %RH	58,9 %RH	45,9 %RH
	Οκτώβριος	21,9 °C	27,2 °C	24,1 °C	35,2 %RH	60,9 %RH	48,9 %RH
	Νοέμβριος	16,7 °C	22,8 °C	20,1 °C	31,8 %RH	75,8 %RH	52,3 %RH
	Δεκέμβριος	11,9 °C	19,9 °C	16,7 °C	27,2 %RH	74,8 %RH	48,0 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

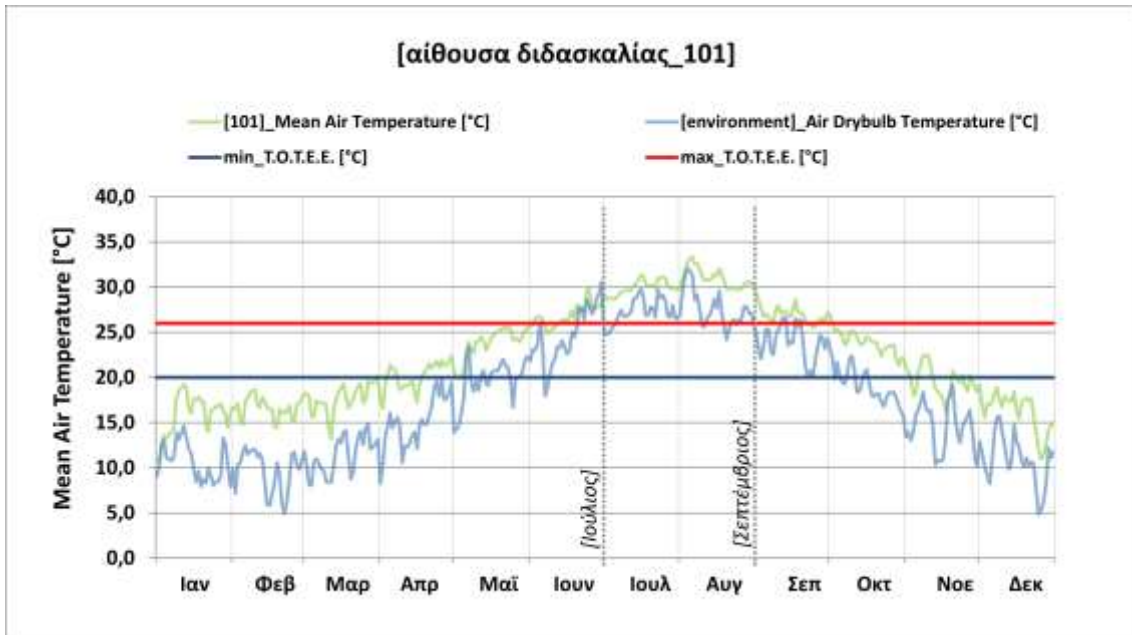
[επίπεδο Ι]:



Εικόνα 64: [Επίπεδο_Ι]: Τρισδιάστατη κάτοψη των αιθουσών διδασκαλίας [101], [103], [105], [106], [107] & [108]

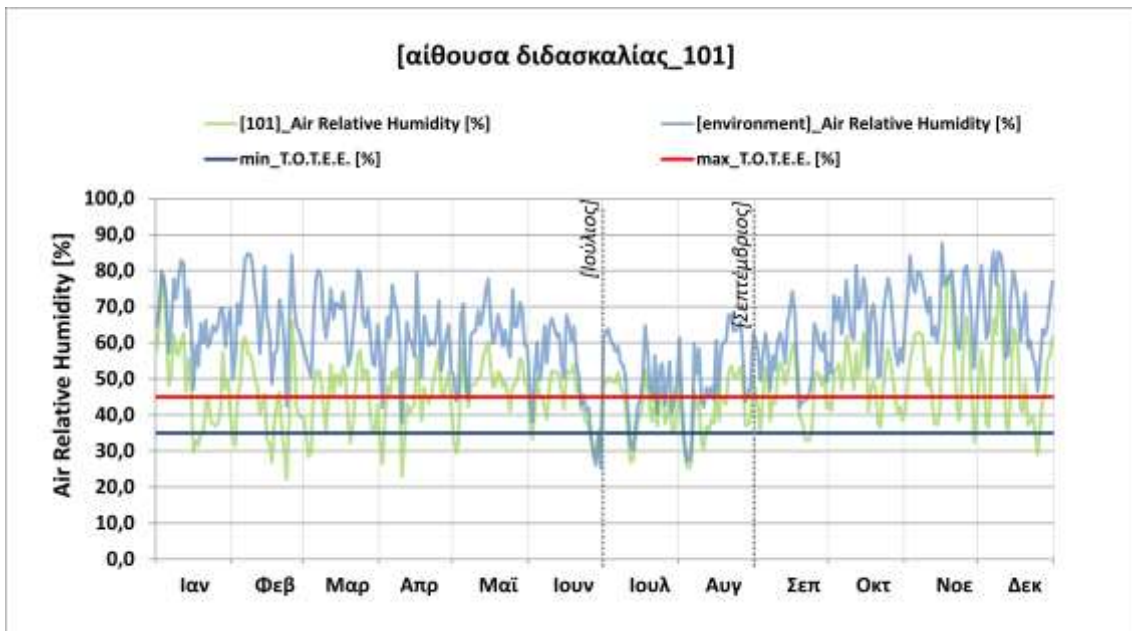
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- αίθουσα διδασκαλίας [101]:



Διάγραμμα 63: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους

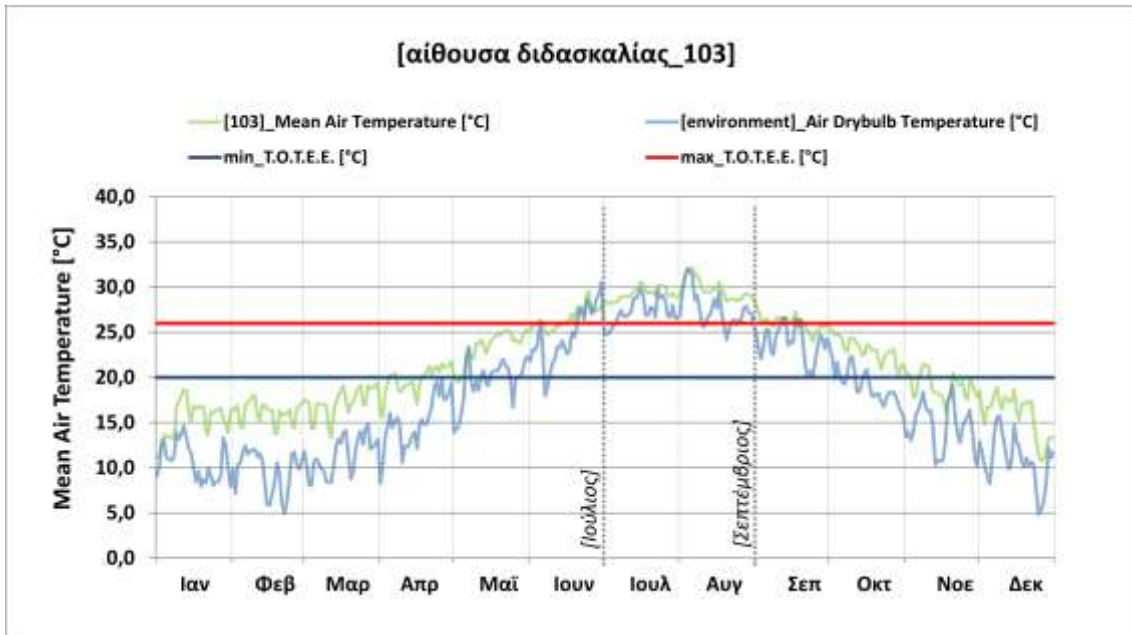
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 64: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους

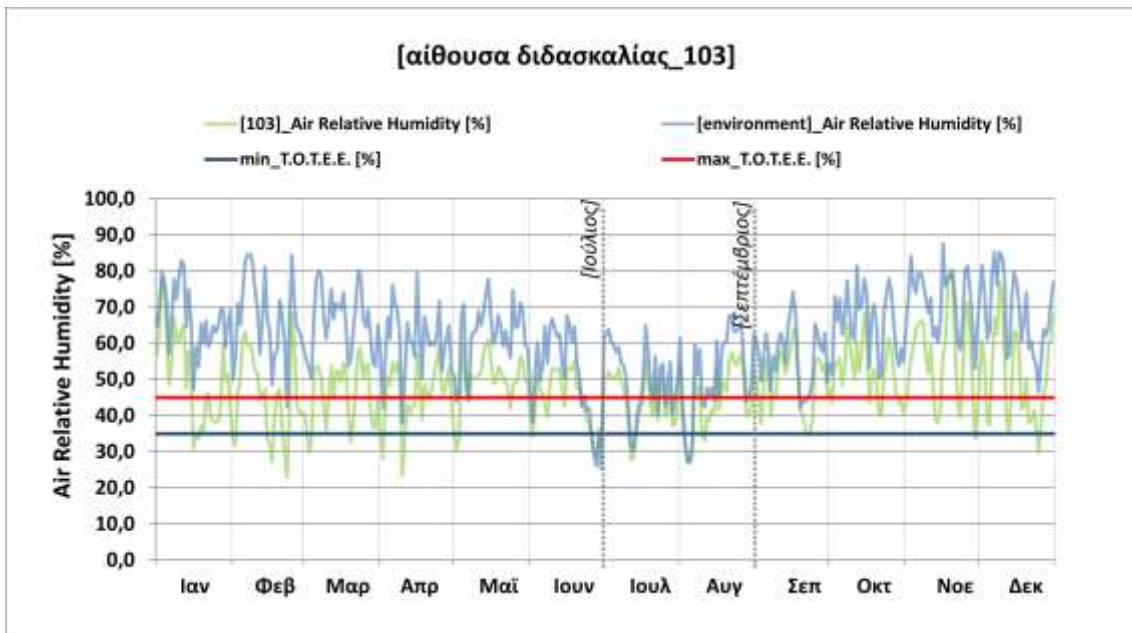
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- αίθουσα διδασκαλίας [103]:



Διάγραμμα 65: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 66: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 41: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους

	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
[αίθουσα διδασκαλίας_101]	Ιανουάριος	10,7 °C	19,2 °C	15,9 °C	29,6 %RH	78,9 %RH	49,3 %RH
	Φεβρουάριος	14,5 °C	18,7 °C	16,6 °C	22,1 %RH	66,2 %RH	43,9 %RH
	Μάρτιος	13,2 °C	20,1 °C	17,7 °C	28,4 %RH	57,9 %RH	44,7 %RH
	Απρίλιος	16,6 °C	22,4 °C	20,1 °C	22,9 %RH	58,0 %RH	44,7 %RH
	Μάιος	19,9 °C	25,5 °C	23,7 °C	29,4 %RH	60,2 %RH	48,6 %RH
	Ιούνιος	24,8 °C	30,0 °C	26,8 °C	28,3 %RH	53,9 %RH	43,2 %RH
	Ιούλιος	28,7 °C	31,3 °C	29,9 °C	26,9 %RH	52,8 %RH	42,5 %RH
	Αύγουστος	29,7 °C	33,3 °C	31,0 °C	25,2 %RH	53,6 %RH	41,4 %RH
	Σεπτέμβριος	25,5 °C	29,4 °C	27,0 °C	32,7 %RH	59,4 %RH	46,1 %RH
	Οκτώβριος	21,3 °C	26,9 °C	23,9 °C	36,5 %RH	62,9 %RH	49,4 %RH
	Νοέμβριος	16,2 °C	22,5 °C	19,6 °C	32,5 %RH	78,7 %RH	53,6 %RH
	Δεκέμβριος	10,9 °C	19,2 °C	16,2 °C	28,9 %RH	76,2 %RH	49,5 %RH

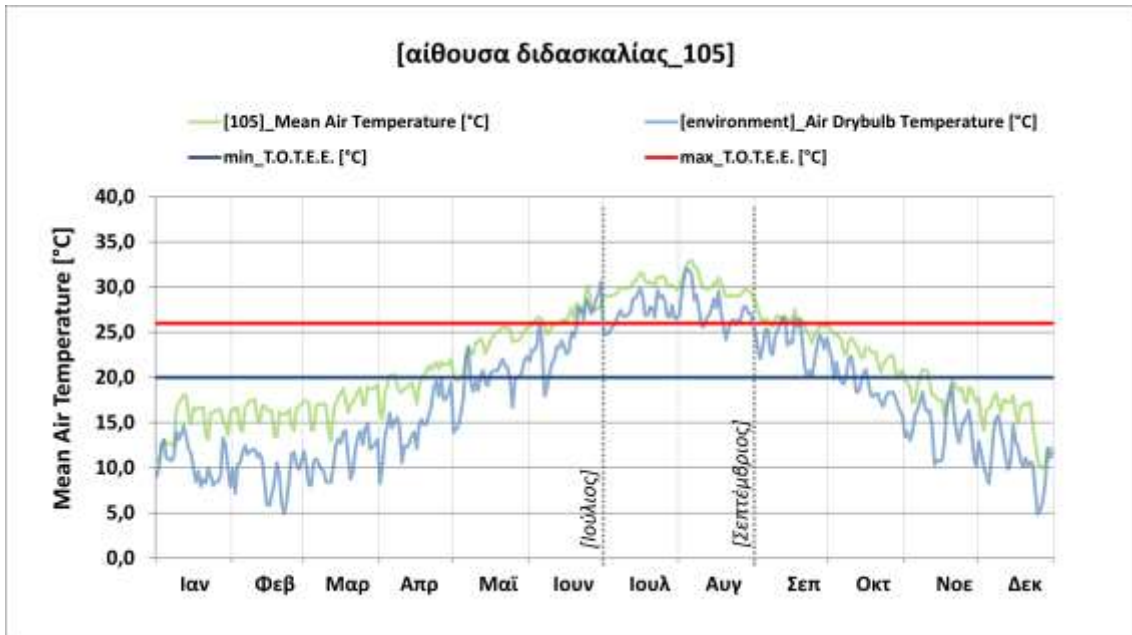
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 42: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους

	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
[αίθουσα διδασκαλίας_103]	Ιανουάριος	11,1 °C	18,7 °C	15,4 °C	30,9 %RH	77,6 %RH	50,8 %RH
	Φεβρουάριος	13,7 °C	18,0 °C	16,1 °C	22,7 %RH	68,3 %RH	45,4 %RH
	Μάρτιος	13,3 °C	19,4 °C	17,3 °C	29,8 %RH	58,7 %RH	46,0 %RH
	Απρίλιος	15,6 °C	21,8 °C	19,7 °C	23,4 %RH	59,7 %RH	46,0 %RH
	Μάιος	19,5 °C	25,3 °C	23,3 °C	30,3 %RH	61,0 %RH	49,7 %RH
	Ιούνιος	24,7 °C	29,5 °C	26,5 °C	29,2 %RH	55,2 %RH	44,2 %RH
	Ιούλιος	28,2 °C	30,5 °C	29,2 °C	27,8 %RH	55,5 %RH	44,3 %RH
	Αύγουστος	28,4 °C	32,1 °C	29,7 °C	26,8 %RH	57,5 %RH	44,5 %RH
	Σεπτέμβριος	23,9 °C	28,1 °C	26,1 °C	34,5 %RH	64,3 %RH	49,2 %RH
	Οκτώβριος	20,2 °C	25,5 °C	23,1 °C	40,0 %RH	68,6 %RH	52,3 %RH
	Νοέμβριος	16,2 °C	21,5 °C	19,1 °C	33,5 %RH	80,4 %RH	55,6 %RH
	Δεκέμβριος	10,7 °C	19,0 °C	15,8 °C	29,8 %RH	77,0 %RH	50,9 %RH

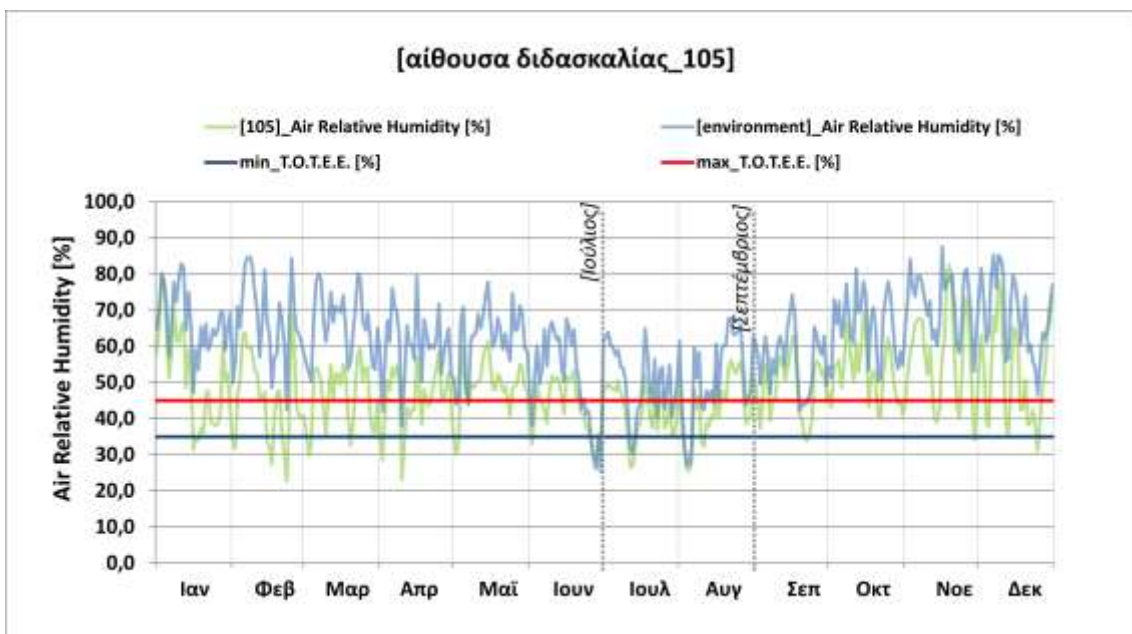
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- αίθουσα διδασκαλίας [105]:



Διάγραμμα 67: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους

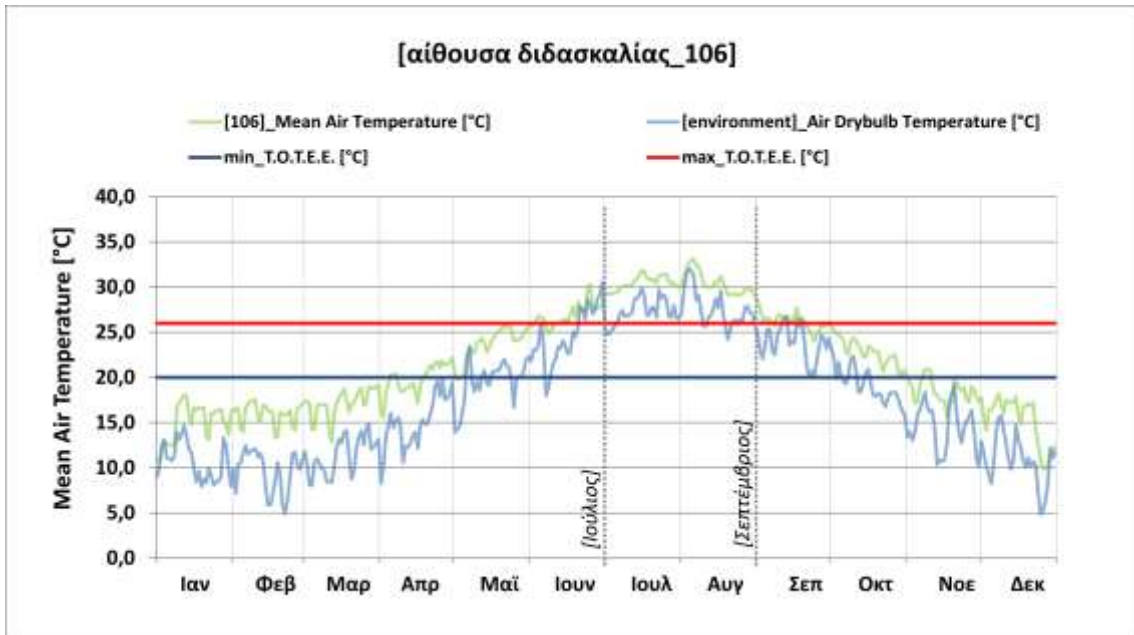
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 68: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους

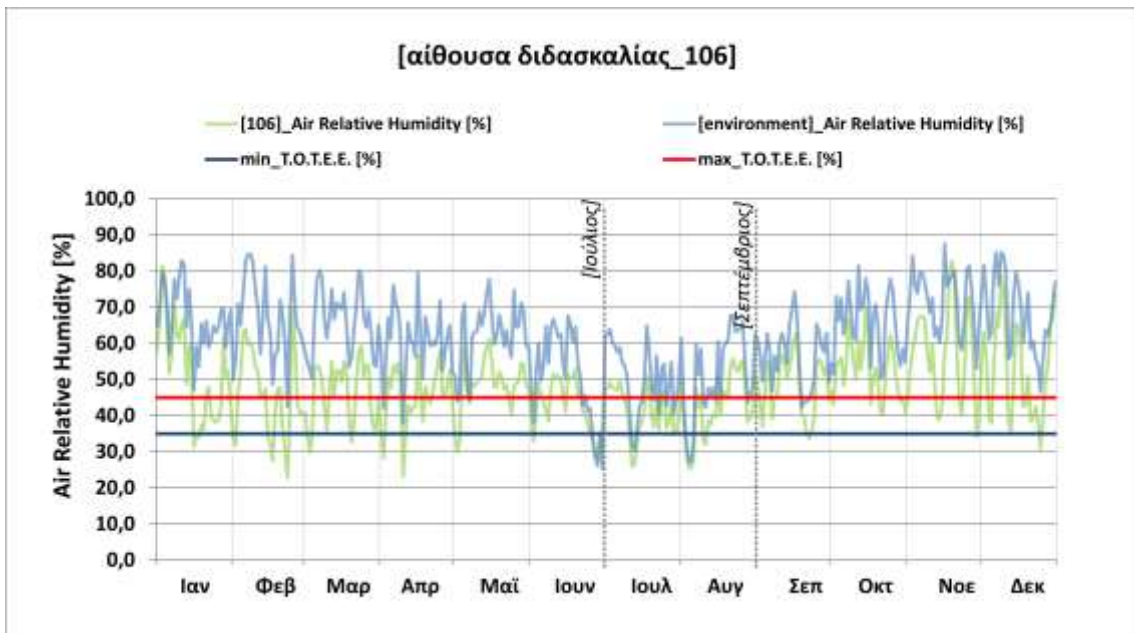
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- αίθουσα διδασκαλίας [106]:



Διάγραμμα 69: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 70: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 43: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	10,7 °C	18,1 °C	15,0 °C	31,3 %RH	80,5 %RH	52,0 %RH
Φεβρουάριος	13,4 °C	17,6 °C	16,0 °C	22,6 %RH	69,1 %RH	45,8 %RH
Μάρτιος	12,9 °C	19,2 °C	17,2 °C	29,7 %RH	59,2 %RH	46,1 %RH
Απρίλιος	15,4 °C	22,1 °C	19,7 °C	23,2 %RH	58,5 %RH	45,5 %RH
Μάιος	19,7 °C	25,6 °C	23,5 °C	30,1 %RH	61,3 %RH	48,9 %RH
Ιούνιος	24,8 °C	30,2 °C	26,8 °C	28,2 %RH	53,4 %RH	42,9 %RH
Ιούλιος	29,0 °C	31,6 °C	30,2 °C	26,4 %RH	51,8 %RH	41,9 %RH
Αύγουστος	28,9 °C	33,0 °C	30,3 °C	25,6 %RH	56,2 %RH	43,2 %RH
Σεπτέμβριος	23,8 °C	28,4 °C	26,1 °C	33,9 %RH	63,3 %RH	48,7 %RH
Οκτώβριος	19,9 °C	25,6 °C	22,8 °C	40,7 %RH	69,7 %RH	52,9 %RH
Νοέμβριος	15,6 °C	20,9 °C	18,5 °C	34,1 %RH	82,6 %RH	57,0 %RH
Δεκέμβριος	10,0 °C	18,3 °C	15,3 °C	31,0 %RH	78,4 %RH	52,5 %RH

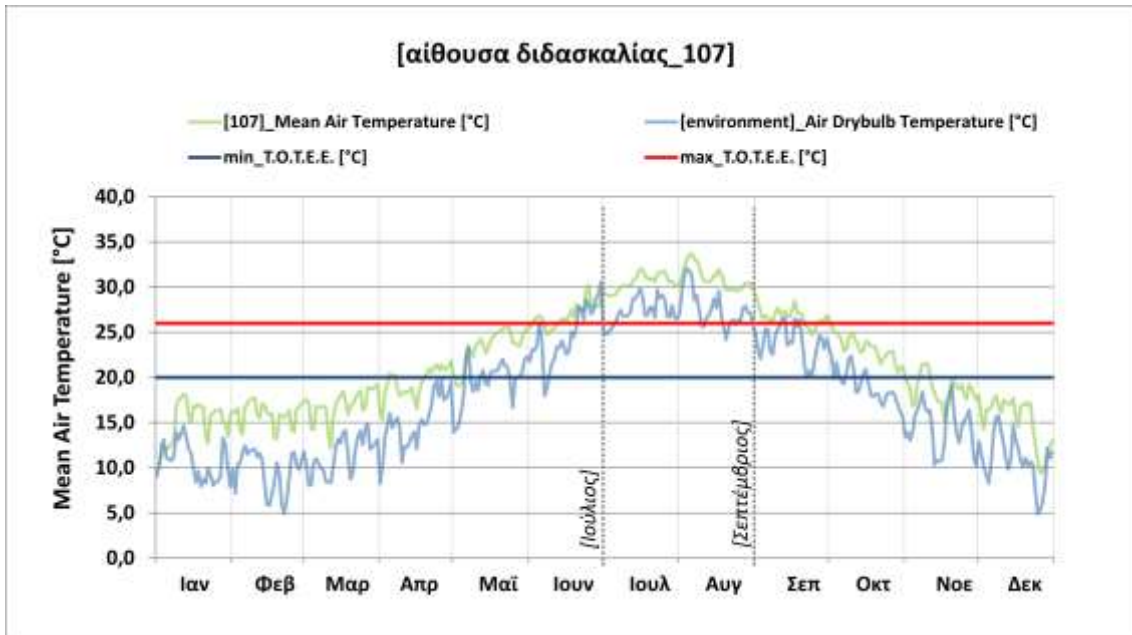
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 44: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	10,7 °C	18,1 °C	15,0 °C	31,3 %RH	81,3 %RH	52,2 %RH
Φεβρουάριος	13,3 °C	17,5 °C	15,9 °C	22,7 %RH	69,4 %RH	45,9 %RH
Μάρτιος	12,9 °C	19,2 °C	17,2 °C	29,8 %RH	59,3 %RH	46,1 %RH
Απρίλιος	15,6 °C	22,2 °C	19,8 °C	23,1 %RH	58,1 %RH	45,3 %RH
Μάιος	19,8 °C	25,7 °C	23,6 °C	29,8 %RH	61,0 %RH	48,7 %RH
Ιούνιος	24,8 °C	30,3 °C	26,9 °C	28,0 %RH	52,9 %RH	42,6 %RH
Ιούλιος	29,2 °C	31,8 °C	30,5 °C	26,0 %RH	50,9 %RH	41,3 %RH
Αύγουστος	29,1 °C	33,1 °C	30,4 °C	25,4 %RH	55,7 %RH	42,8 %RH
Σεπτέμβριος	24,0 °C	28,6 °C	26,2 °C	33,7 %RH	62,8 %RH	48,3 %RH
Οκτώβριος	20,0 °C	25,7 °C	22,9 °C	40,5 %RH	69,4 %RH	52,7 %RH
Νοέμβριος	15,5 °C	20,9 °C	18,5 °C	34,1 %RH	82,7 %RH	56,9 %RH
Δεκέμβριος	9,8 °C	18,2 °C	15,3 °C	31,0 %RH	78,9 %RH	52,7 %RH

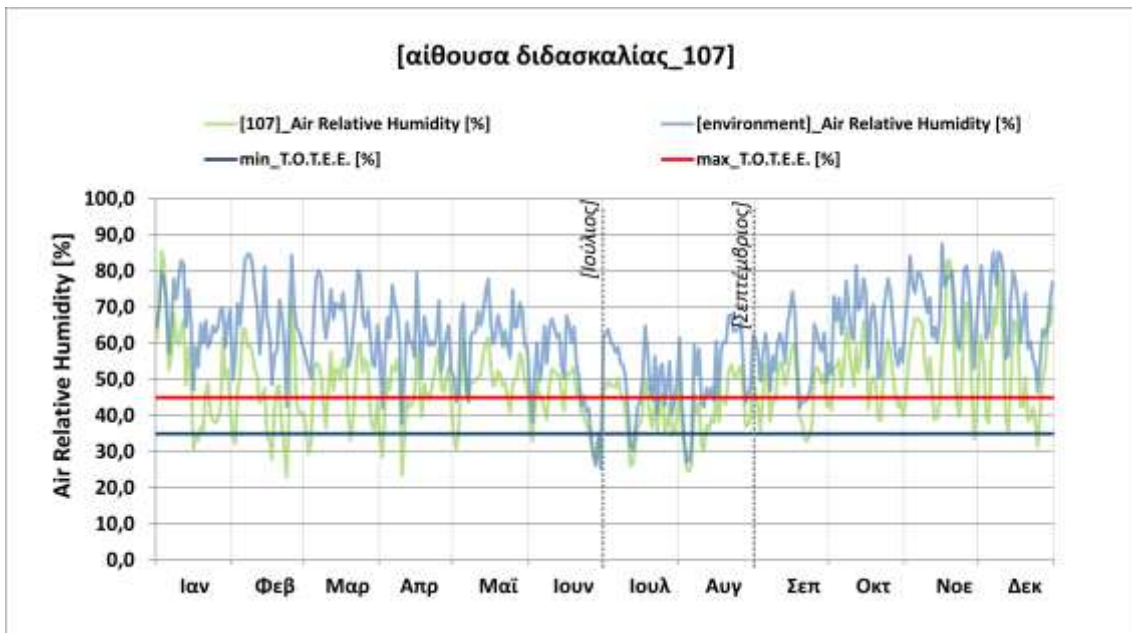
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- αίθουσα διδασκαλίας [107]:



Διάγραμμα 71: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους

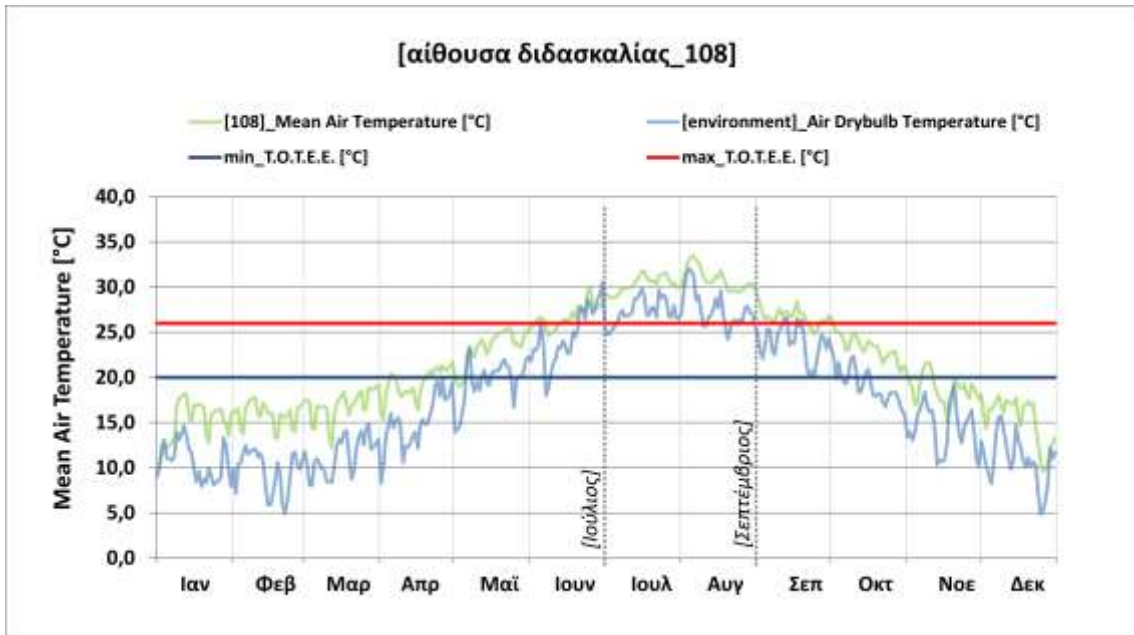
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 72: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους

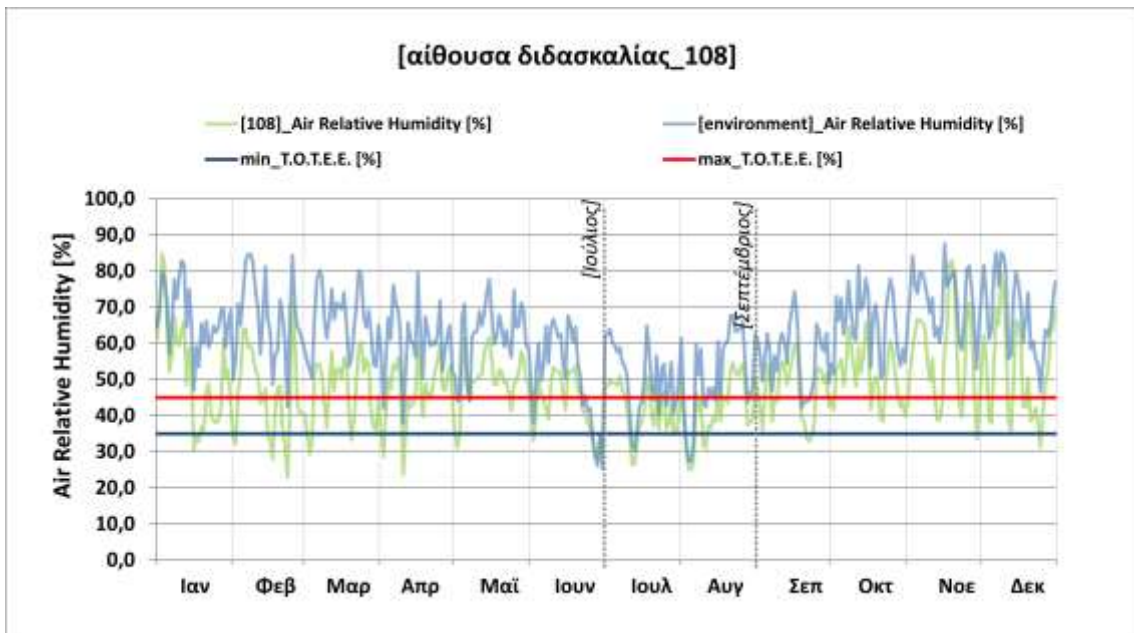
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- αίθουσα διδασκαλίας [108]:



Διάγραμμα 73: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 74: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 45: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	9,9 °C	18,2 °C	14,9 °C	30,8 %RH	85,5 %RH	52,5 %RH
Φεβρουάριος	13,2 °C	17,8 °C	15,9 °C	22,9 %RH	71,0 %RH	46,1 %RH
Μάρτιος	12,1 °C	19,3 °C	17,0 °C	29,5 %RH	60,2 %RH	46,7 %RH
Απρίλιος	15,3 °C	21,9 °C	19,4 °C	23,4 %RH	59,0 %RH	46,2 %RH
Μάιος	19,1 °C	25,6 °C	23,4 °C	30,9 %RH	61,5 %RH	49,5 %RH
Ιούνιος	24,7 °C	30,2 °C	26,9 °C	27,8 %RH	53,3 %RH	42,9 %RH
Ιούλιος	29,0 °C	32,0 °C	30,5 °C	26,1 %RH	50,3 %RH	41,1 %RH
Αύγουστος	29,5 °C	33,7 °C	31,0 °C	24,6 %RH	54,1 %RH	41,3 %RH
Σεπτέμβριος	24,7 °C	29,2 °C	26,8 °C	32,9 %RH	59,9 %RH	46,7 %RH
Οκτώβριος	20,6 °C	26,6 °C	23,3 °C	38,6 %RH	66,1 %RH	51,2 %RH
Νοέμβριος	15,1 °C	21,6 °C	18,7 °C	33,6 %RH	83,3 %RH	56,4 %RH
Δεκέμβριος	9,4 °C	18,0 °C	15,2 °C	31,5 %RH	79,7 %RH	52,7 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 46: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	9,9 °C	18,2 °C	15,0 °C	30,7 %RH	84,9 %RH	52,2 %RH
Φεβρουάριος	13,3 °C	17,8 °C	15,9 °C	22,8 %RH	71,0 %RH	46,0 %RH
Μάρτιος	12,2 °C	19,2 °C	17,0 °C	29,4 %RH	60,4 %RH	46,8 %RH
Απρίλιος	15,3 °C	21,7 °C	19,3 °C	23,5 %RH	59,7 %RH	46,5 %RH
Μάιος	19,0 °C	25,4 °C	23,3 °C	5,3 %RH	61,7 %RH	48,3 %RH
Ιούνιος	24,6 °C	30,1 °C	26,8 °C	27,9 %RH	53,8 %RH	43,2 %RH
Ιούλιος	28,8 °C	31,7 °C	30,3 °C	26,4 %RH	51,0 %RH	41,6 %RH
Αύγουστος	29,4 °C	33,6 °C	30,9 °C	24,9 %RH	54,6 %RH	41,7 %RH
Σεπτέμβριος	24,8 °C	29,1 °C	26,7 °C	32,8 %RH	60,2 %RH	46,7 %RH
Οκτώβριος	20,6 °C	26,5 °C	23,4 °C	38,4 %RH	65,9 %RH	51,1 %RH
Νοέμβριος	15,2 °C	21,6 °C	18,7 °C	33,5 %RH	83,0 %RH	56,2 %RH
Δεκέμβριος	9,6 °C	18,1 °C	15,3 °C	31,2 %RH	79,7 %RH	52,4 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ χώροι διοίκησης:

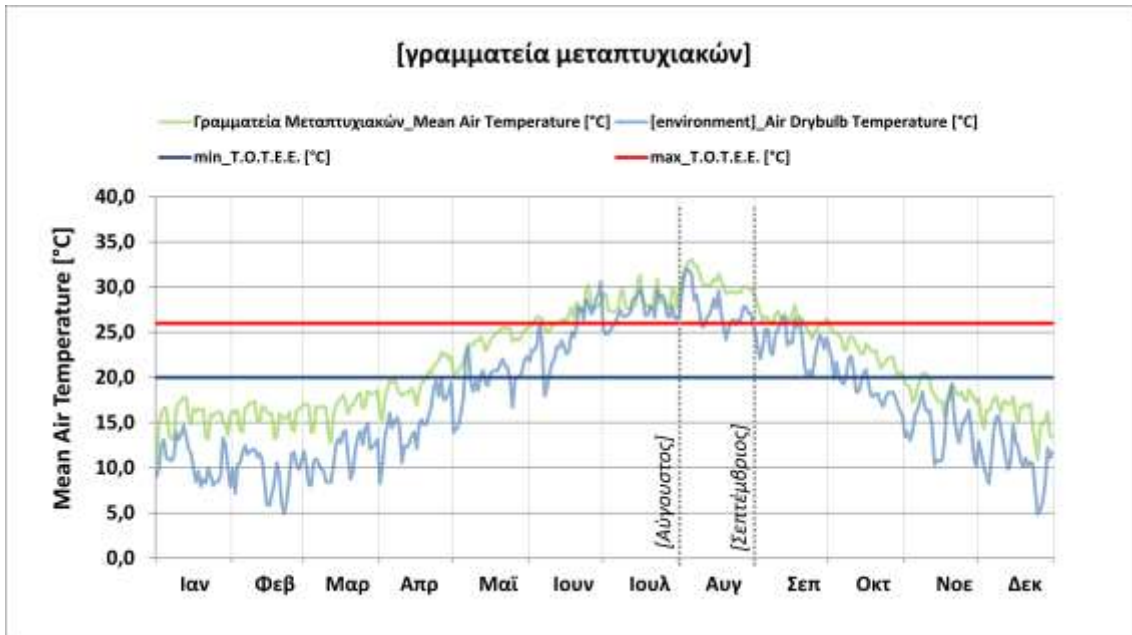
[επίπεδο II]:



Εικόνα 65: [Επίπεδο_II]: Τρισδιάστατη κάτοψη των χώρων διοίκησης [ΝΔ χώρος: τμήμα προπτυχιακών] & [ΒΑ χώρος: τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών]

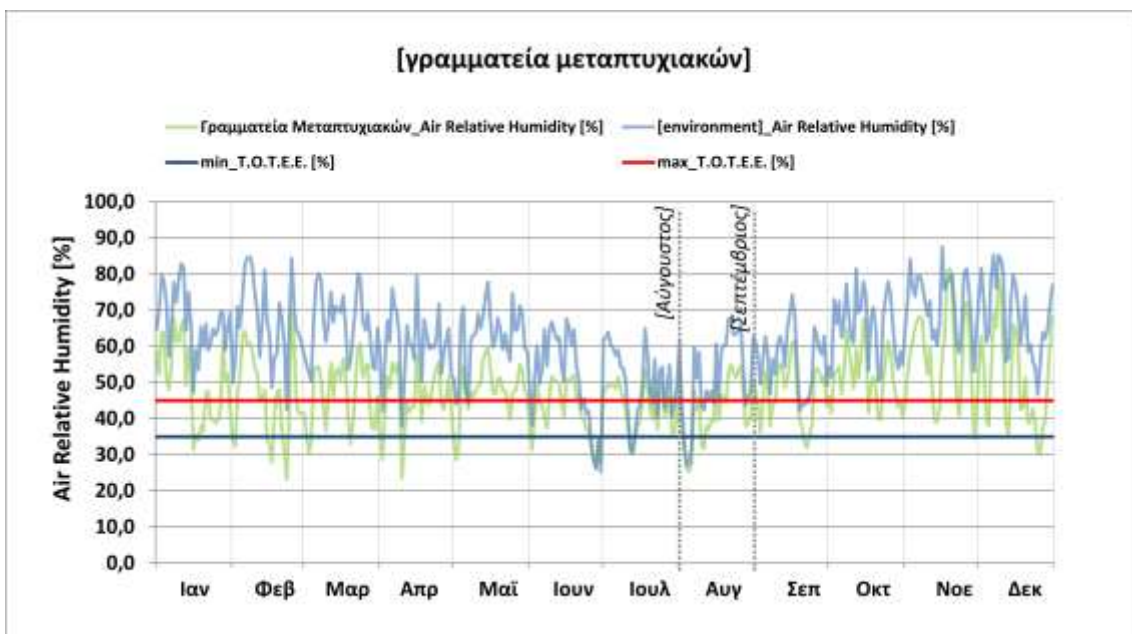
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- ΒΑ χώρος γραμματείας – τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών:



Διάγραμμα 75: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

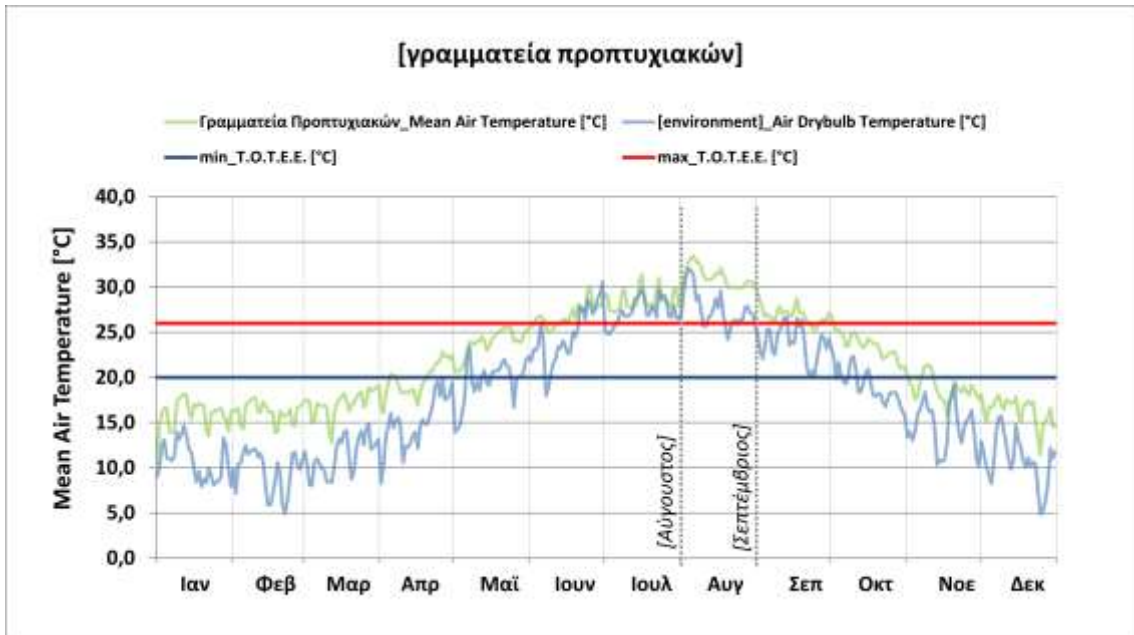
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 76: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

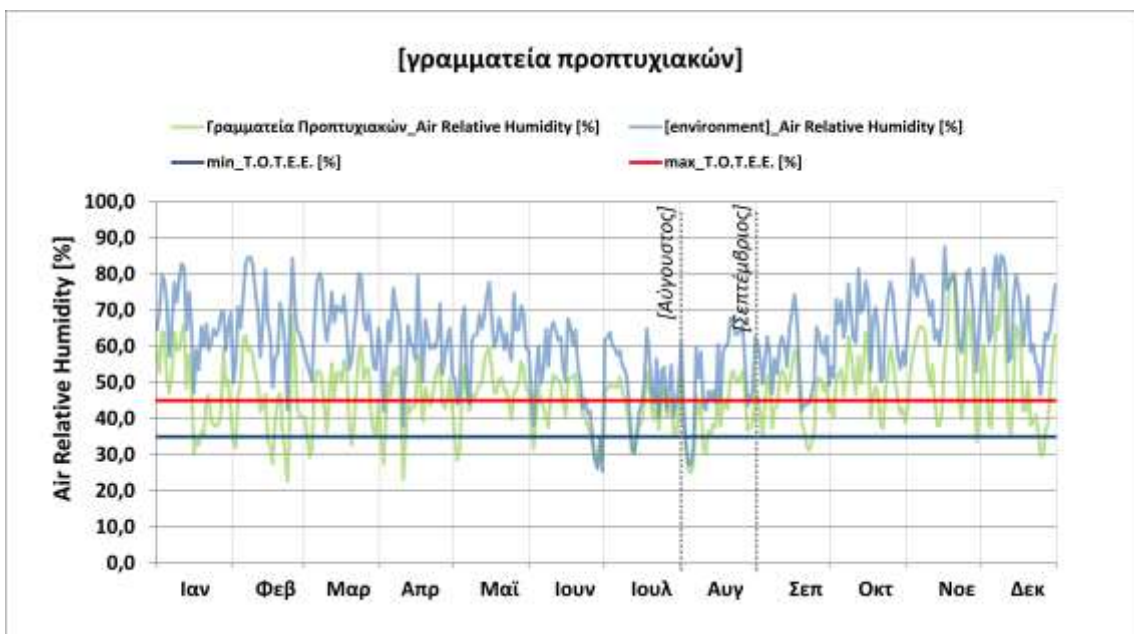
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- ΝΔ χώρος γραμματείας – τμήμα προπτυχιακών σπουδών:



Διάγραμμα 77: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 78: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 47: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΑ χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

[Γραμματεία μεταπτυχιακών]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	10,6 °C	17,8 °C	15,5 °C	31,4 %RH	68,0 %RH	50,1 %RH
	Φεβρουάριος	13,2 °C	17,3 °C	15,7 °C	23,2 %RH	70,2 %RH	46,4 %RH
	Μάρτιος	12,8 °C	18,5 °C	16,8 °C	30,4 %RH	60,8 %RH	47,0 %RH
	Απρίλιος	15,4 °C	22,8 °C	19,5 °C	23,4 %RH	57,5 %RH	45,6 %RH
	Μάιος	20,3 °C	25,6 °C	23,8 °C	28,6 %RH	59,7 %RH	47,6 %RH
	Ιούνιος	24,9 °C	30,2 °C	26,9 °C	26,4 %RH	52,1 %RH	41,9 %RH
	Ιούλιος	27,3 °C	31,3 °C	28,5 °C	30,4 %RH	53,5 %RH	43,4 %RH
	Αύγουστος	29,3 °C	33,1 °C	30,6 °C	25,5 %RH	55,0 %RH	42,4 %RH
	Σεπτέμβριος	24,3 °C	28,8 °C	26,4 °C	32,0 %RH	61,6 %RH	47,0 %RH
	Οκτώβριος	20,3 °C	26,0 °C	23,0 °C	39,6 %RH	67,7 %RH	51,4 %RH
	Νοέμβριος	15,7 °C	20,5 °C	18,3 °C	34,3 %RH	81,5 %RH	57,0 %RH
	Δεκέμβριος	10,9 °C	17,9 °C	15,9 °C	30,4 %RH	79,1 %RH	50,8 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

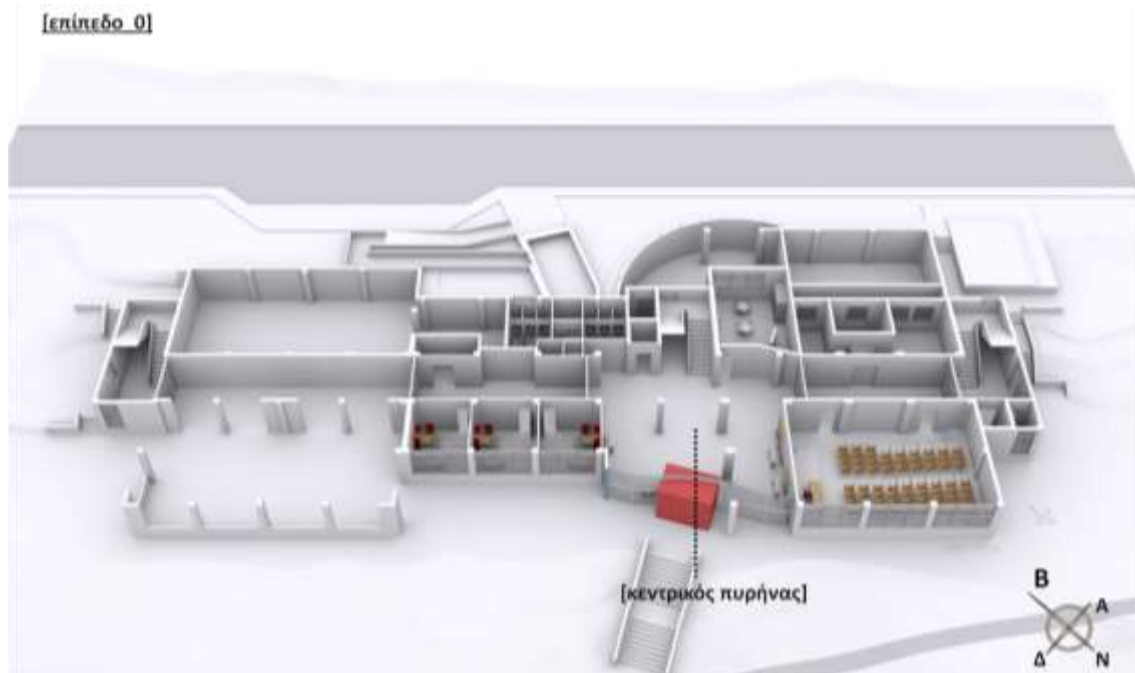
Πίνακας 48: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΔ χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

[Γραμματεία προπτυχιακών]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	10,4 °C	18,2 °C	15,9 °C	30,4 %RH	66,0 %RH	48,9 %RH
	Φεβρουάριος	13,9 °C	17,7 °C	16,1 °C	22,6 %RH	68,6 %RH	45,2 %RH
	Μάρτιος	12,8 °C	19,2 °C	17,1 °C	29,3 %RH	60,2 %RH	46,1 %RH
	Απρίλιος	16,1 °C	22,8 °C	19,7 °C	23,1 %RH	57,5 %RH	45,1 %RH
	Μάιος	20,6 °C	25,6 °C	23,8 °C	28,4 %RH	59,7 %RH	47,7 %RH
	Ιούνιος	24,9 °C	30,1 °C	26,9 °C	26,5 %RH	52,4 %RH	42,1 %RH
	Ιούλιος	27,3 °C	31,4 °C	28,6 °C	30,3 %RH	53,1 %RH	43,2 %RH
	Αύγουστος	29,8 °C	33,4 °C	31,1 °C	25,0 %RH	53,3 %RH	41,2 %RH
	Σεπτέμβριος	25,2 °C	29,4 °C	26,9 °C	31,2 %RH	59,2 %RH	45,5 %RH
	Οκτώβριος	21,0 °C	26,8 °C	23,6 °C	37,2 %RH	63,9 %RH	49,6 %RH
	Νοέμβριος	15,8 °C	21,4 °C	18,8 °C	33,5 %RH	80,4 %RH	55,4 %RH
	Δεκέμβριος	11,5 °C	18,1 °C	16,2 °C	29,8 %RH	78,5 %RH	49,7 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ κεντρικοί χώροι:

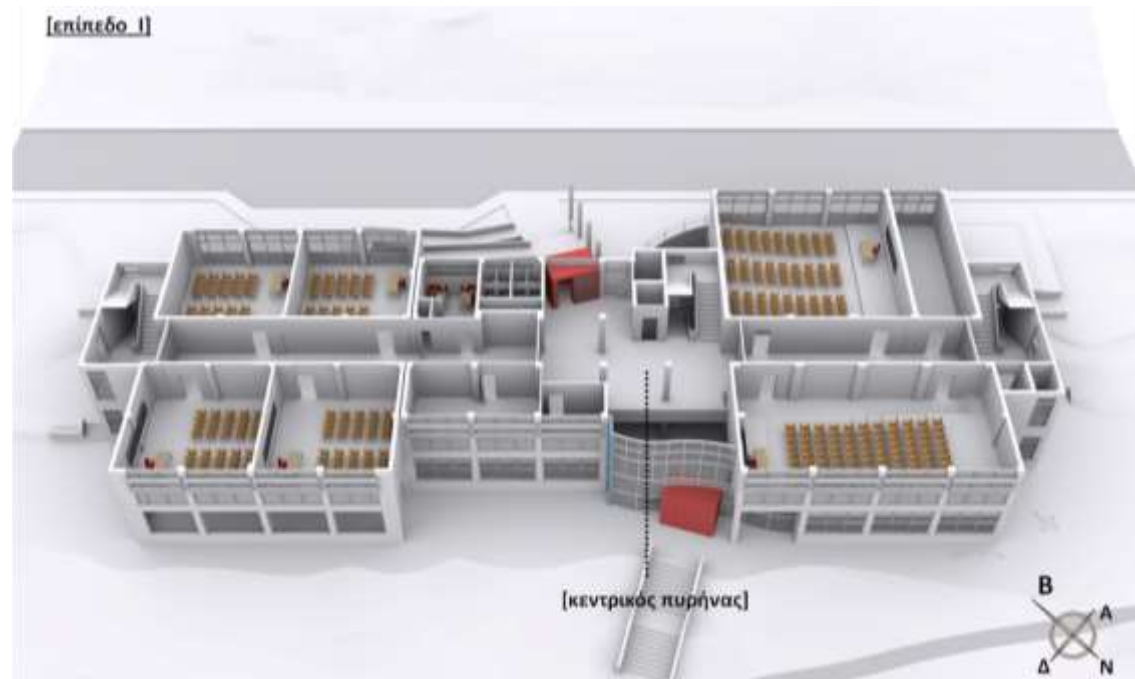
[επίπεδο 0]:



Εικόνα 66: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη του κεντρικού πυρήνα

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

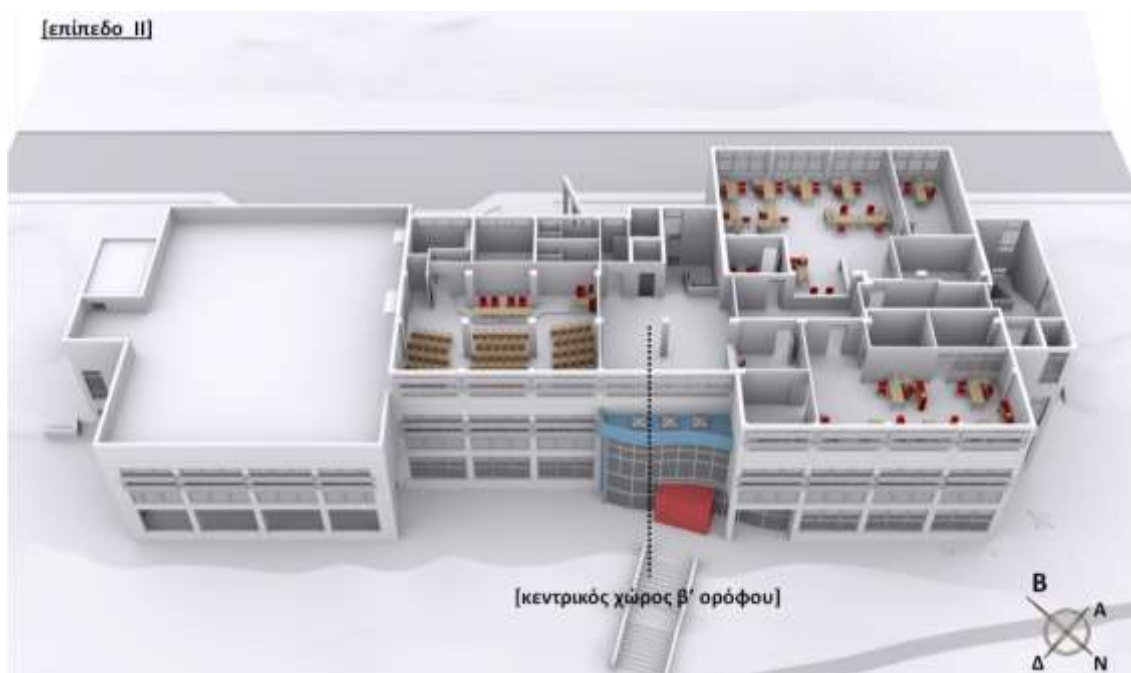
[επίπεδο 1]:



Εικόνα 67: [Επίπεδο_1]: Τρισδιάστατη κάτοψη του κεντρικού πυρήνα

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

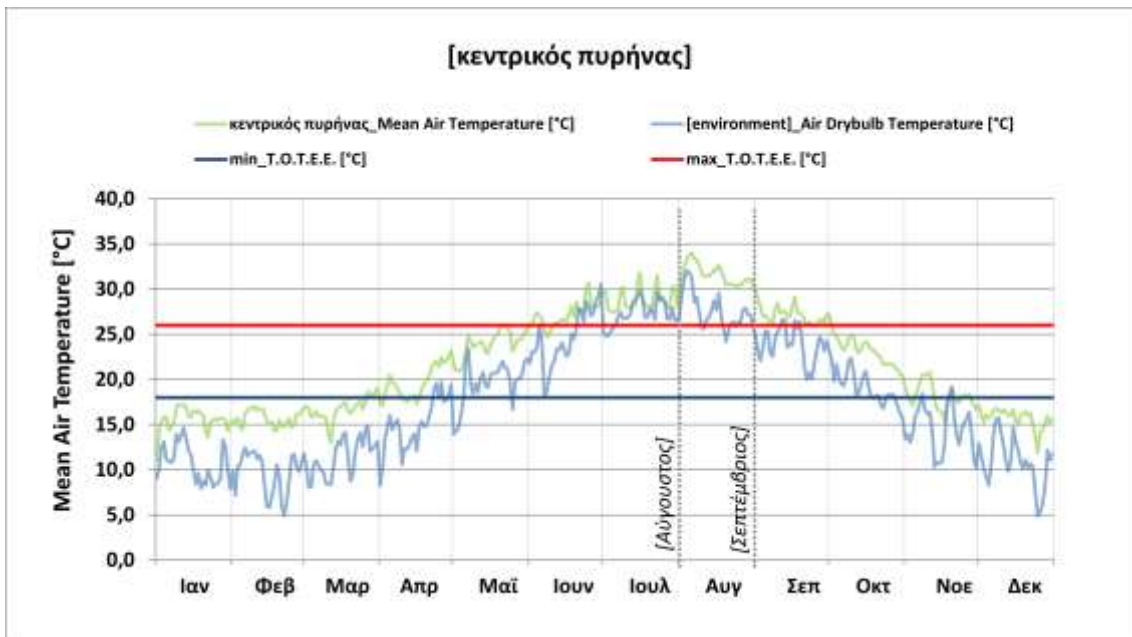
[επίπεδο II]:



Εικόνα 68: [Επίπεδο_II]: Τρισδιάστατη κάτοψη του κεντρικού χώρου του β' ορόφου

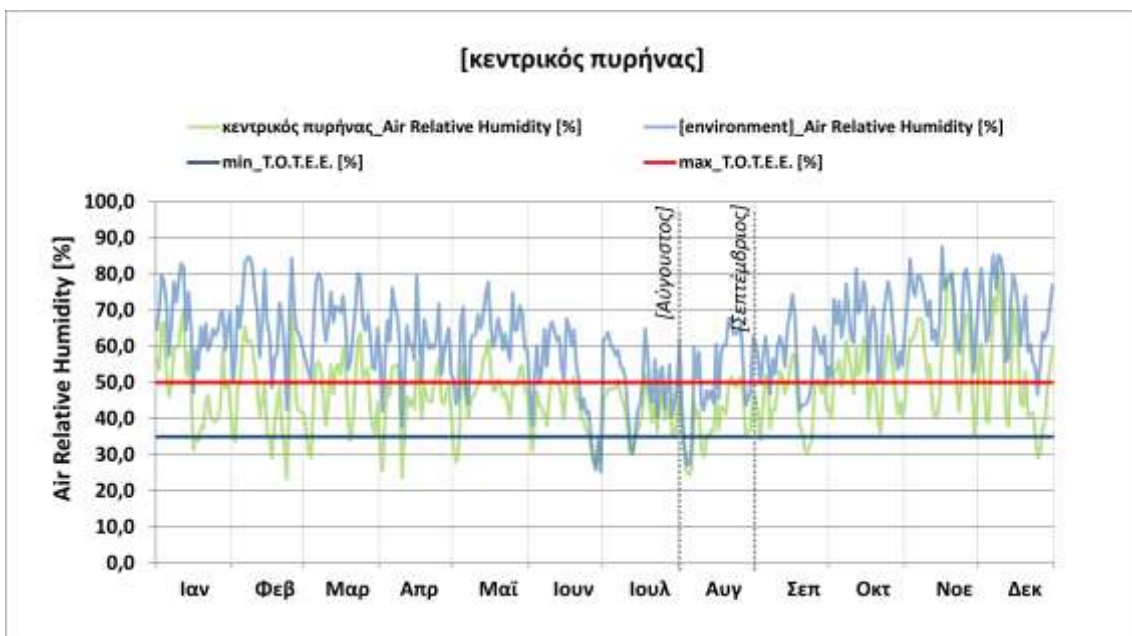
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- **[κεντρικός πυρήνας]:**



Διάγραμμα 79: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον κεντρικό πυρήνα του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους

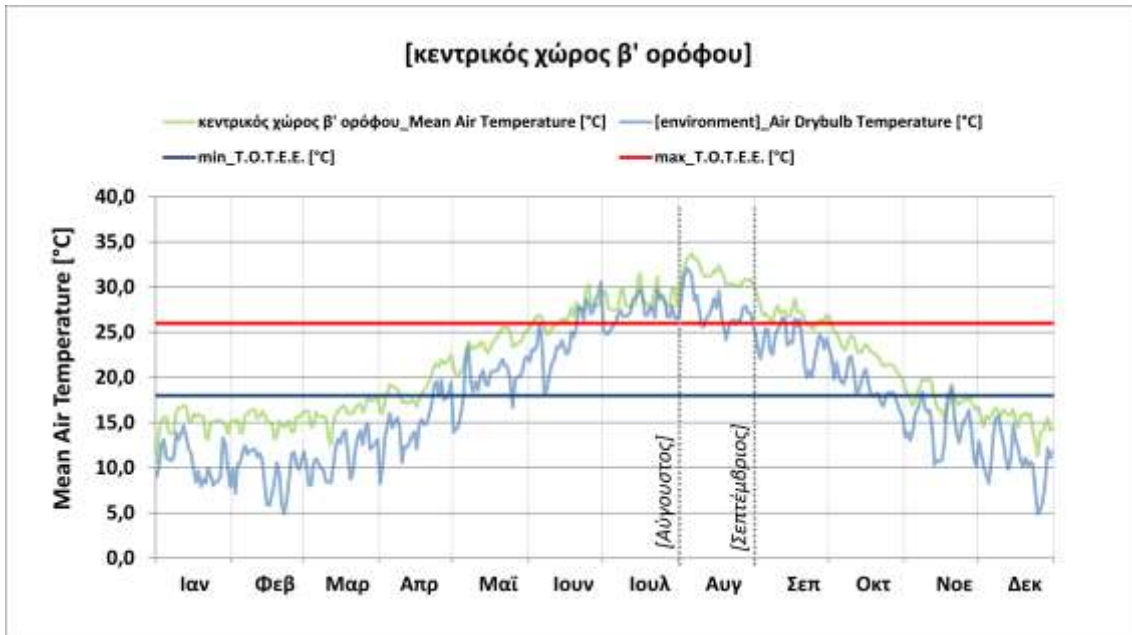
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 80: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον κεντρικό πυρήνα του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους

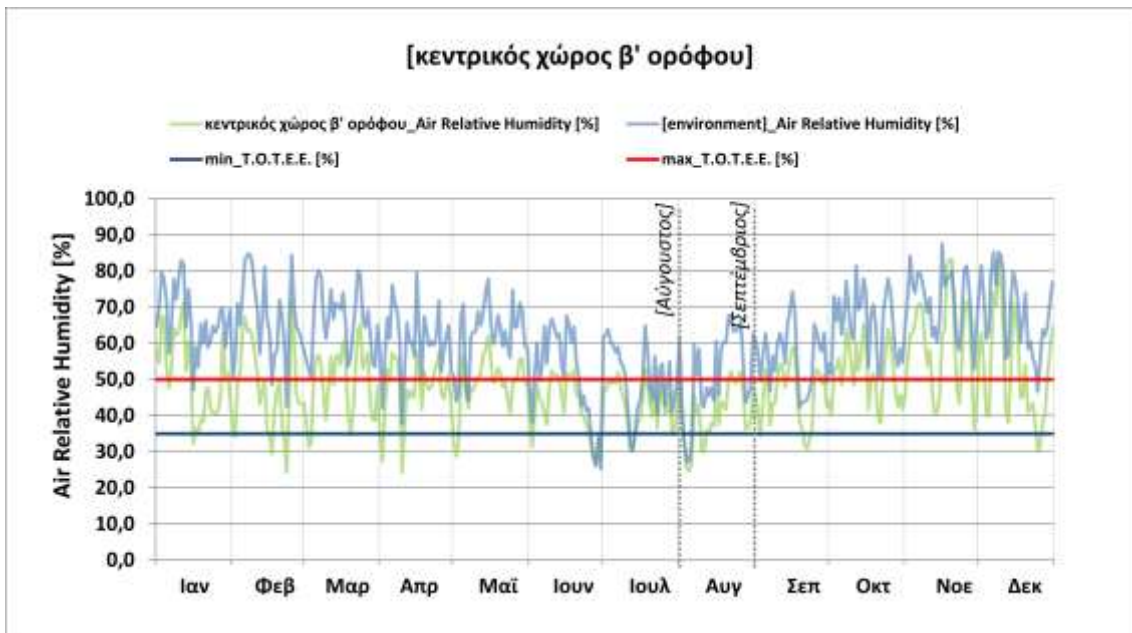
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [κεντρικός χώρος β' ορόφου]:



Διάγραμμα 81: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 82: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 49: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον κεντρικό πυρήνα του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους

[κεντρικός πυρήνας]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	11,1 °C	17,2 °C	15,5 °C	31,3 %RH	70,2 %RH	49,6 %RH
	Φεβρουάριος	14,2 °C	17,0 °C	15,6 °C	23,4 %RH	68,6 %RH	46,3 %RH
	Μάρτιος	13,0 °C	19,0 °C	16,7 °C	29,1 %RH	63,6 %RH	47,1 %RH
	Απρίλιος	17,1 °C	23,2 °C	19,6 °C	23,6 %RH	56,6 %RH	45,3 %RH
	Μάιος	20,9 °C	26,1 °C	23,9 °C	27,8 %RH	61,6 %RH	47,6 %RH
	Ιούνιος	24,6 °C	30,7 °C	27,2 °C	25,7 %RH	51,4 %RH	41,4 %RH
	Ιούλιος	27,5 °C	31,9 °C	28,9 °C	29,9 %RH	52,2 %RH	42,3 %RH
	Αύγουστος	30,3 °C	34,0 °C	31,6 °C	24,4 %RH	51,6 %RH	40,0 %RH
	Σεπτέμβριος	25,8 °C	29,8 °C	27,2 °C	30,6 %RH	57,7 %RH	44,8 %RH
	Οκτώβριος	20,4 °C	27,2 °C	23,2 °C	36,1 %RH	63,0 %RH	50,7 %RH
	Νοέμβριος	15,4 °C	20,8 °C	18,1 °C	35,2 %RH	80,7 %RH	57,4 %RH
	Δεκέμβριος	11,9 °C	17,2 °C	15,7 °C	29,0 %RH	80,8 %RH	51,2 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

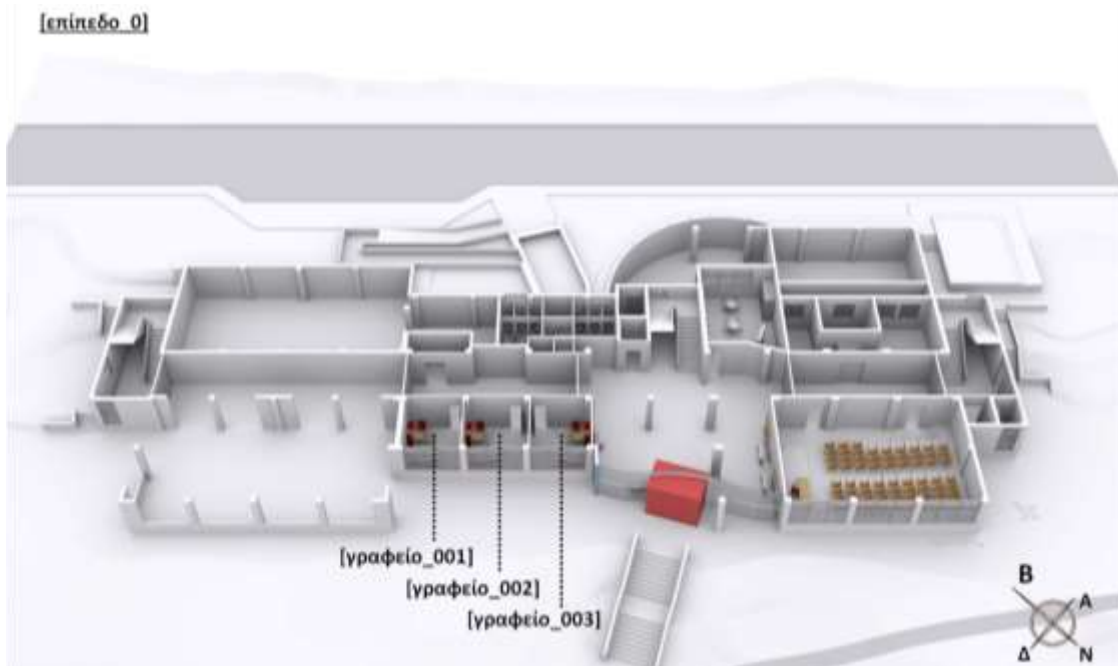
Πίνακας 50: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου του κτηρίου κατά τη διάρκεια του έτους

[κεντρικός χώρος β' ορόφου]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	10,6 °C	16,9 °C	15,0 °C	32,2 %RH	71,4 %RH	51,3 %RH
	Φεβρουάριος	13,2 °C	16,4 °C	15,1 °C	24,2 %RH	71,8 %RH	47,9 %RH
	Μάρτιος	12,5 °C	17,9 °C	16,1 °C	31,2 %RH	65,3 %RH	48,9 %RH
	Απρίλιος	16,0 °C	22,5 °C	19,0 °C	24,3 %RH	57,9 %RH	47,1 %RH
	Μάιος	20,3 °C	25,5 °C	23,5 °C	28,8 %RH	62,1 %RH	48,8 %RH
	Ιούνιος	24,7 °C	30,3 °C	26,9 °C	26,0 %RH	52,6 %RH	42,1 %RH
	Ιούλιος	27,4 °C	31,5 °C	28,7 °C	30,0 %RH	53,1 %RH	43,1 %RH
	Αύγουστος	29,9 °C	33,7 °C	31,4 °C	24,7 %RH	52,3 %RH	40,5 %RH
	Σεπτέμβριος	25,4 °C	29,7 °C	27,0 °C	30,8 %RH	59,0 %RH	45,7 %RH
	Οκτώβριος	19,8 °C	26,8 °C	22,9 °C	37,9 %RH	65,2 %RH	51,7 %RH
	Νοέμβριος	15,1 °C	19,9 °C	17,7 °C	36,1 %RH	83,3 %RH	59,0 %RH
	Δεκέμβριος	11,3 °C	16,7 °C	15,3 °C	30,1 %RH	82,9 %RH	52,6 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ γραφειακοί χώροι:

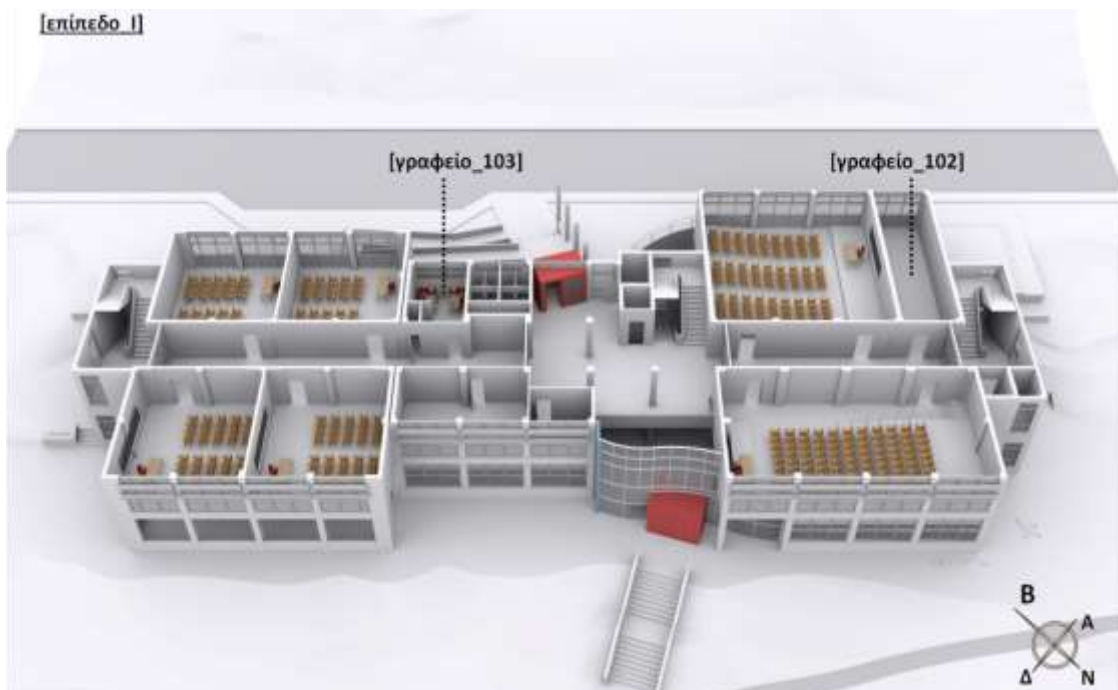
[επίπεδο 0]:



Εικόνα 69: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη των γραφείων [001], [002] & [003]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

[επίπεδο 1]:

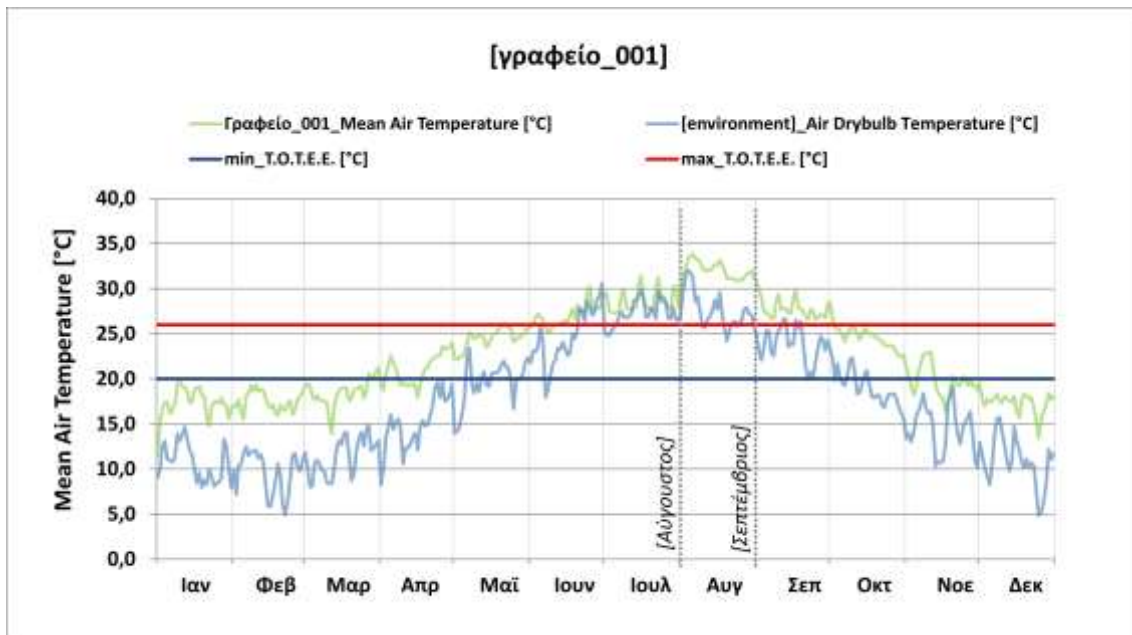


Εικόνα 70: [Επίπεδο_1]: Τρισδιάστατη κάτοψη των γραφείων [102] & [103]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

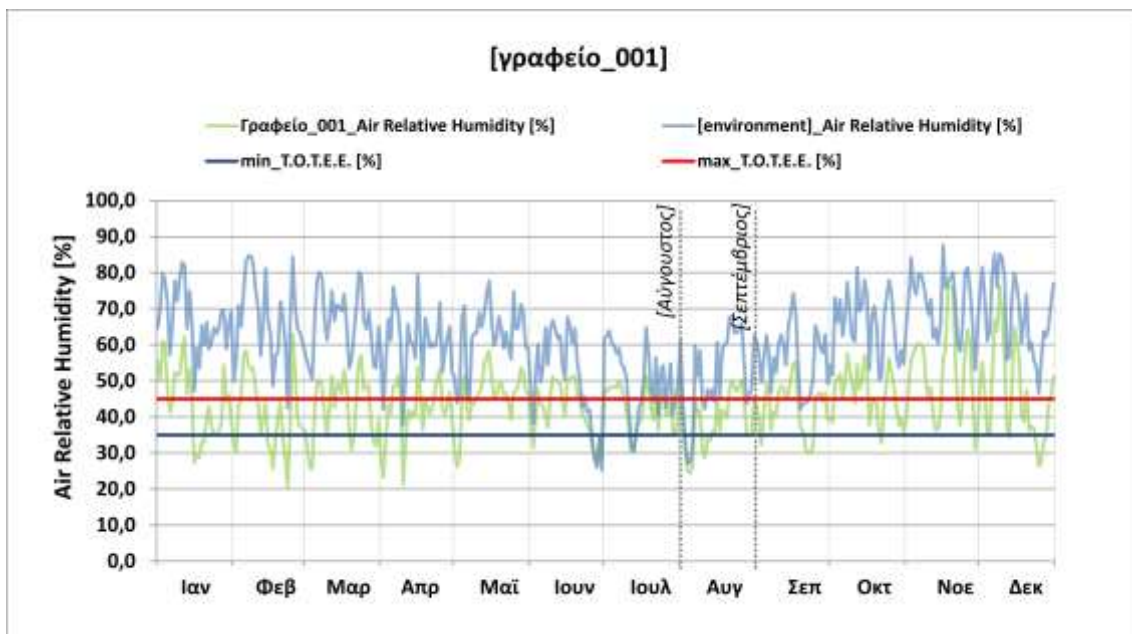
[203]

- γραφείο [001]:



Διάγραμμα 83: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους

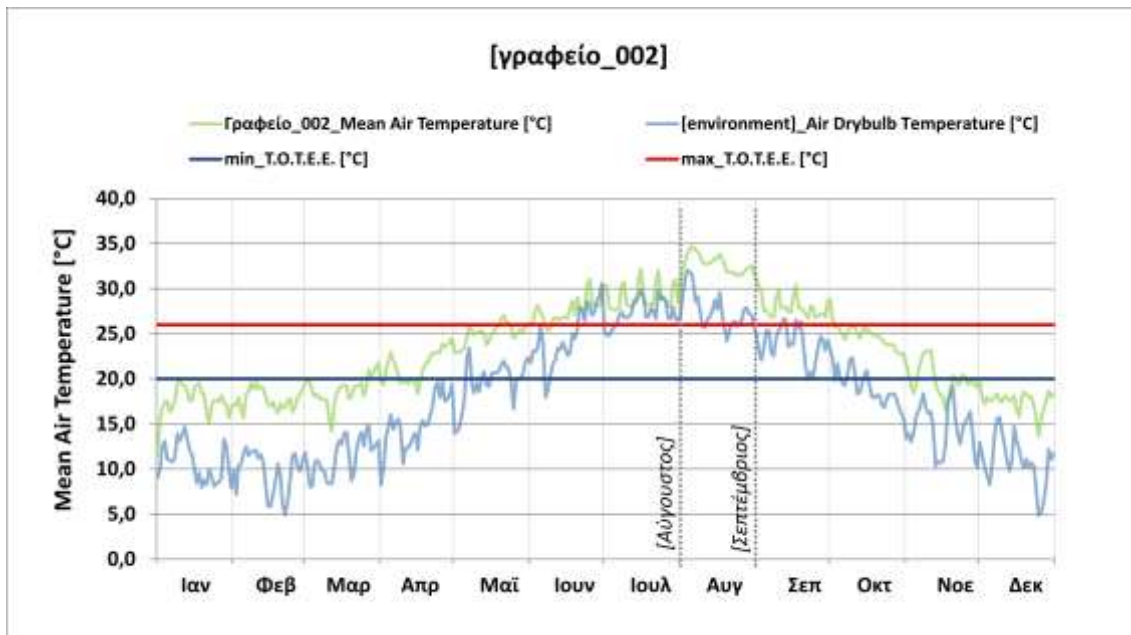
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 84: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους

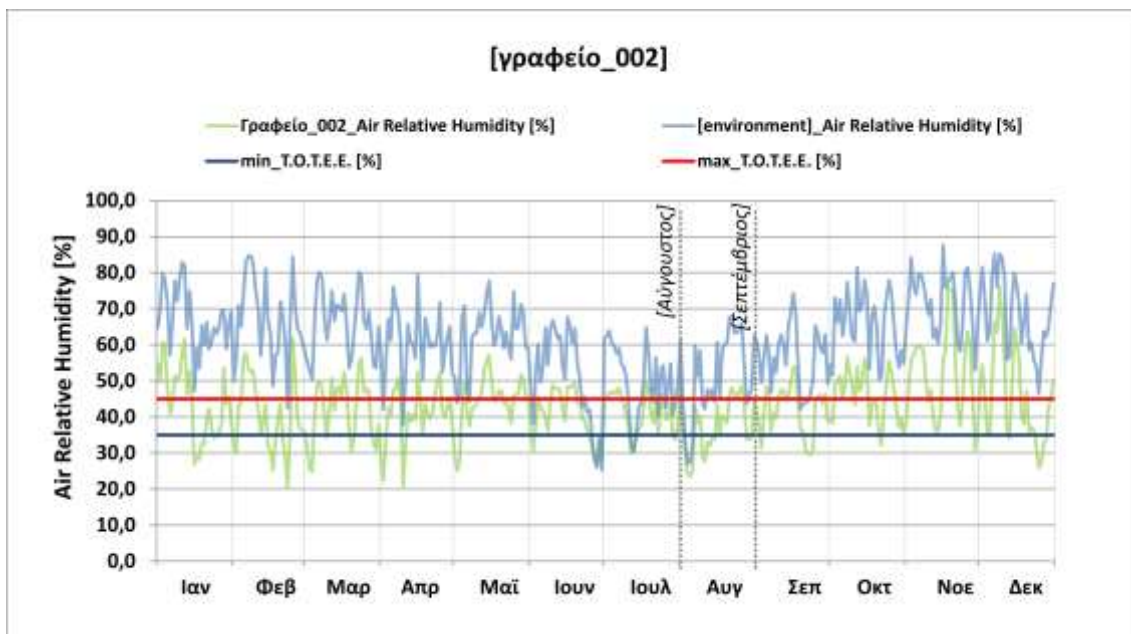
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- γραφείο [002]:



Διάγραμμα 85: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους

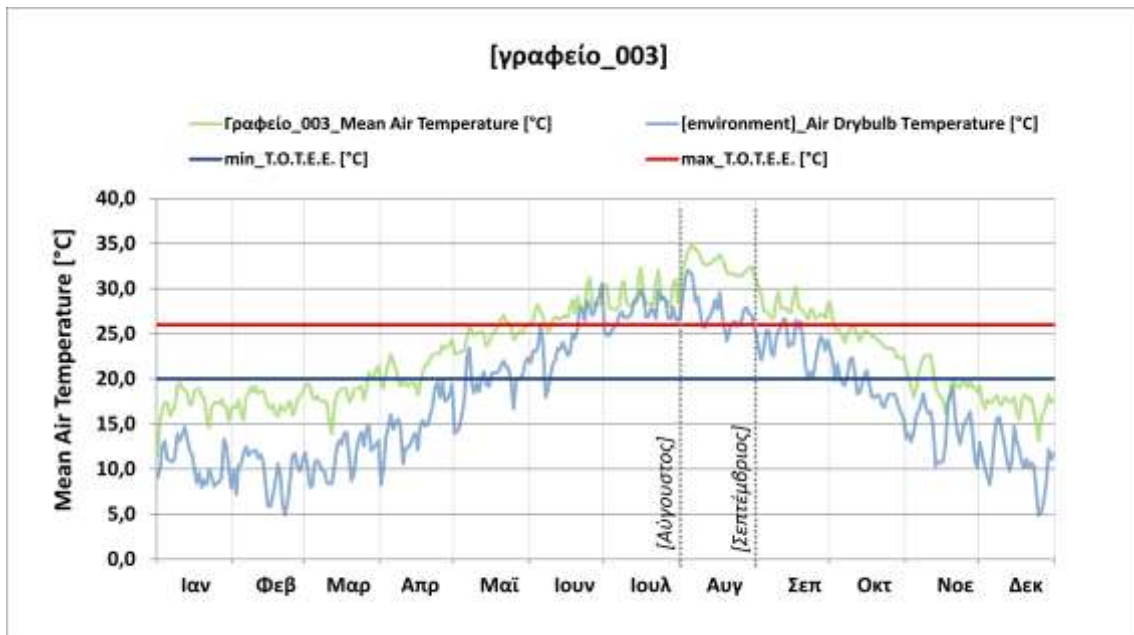
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 86: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους

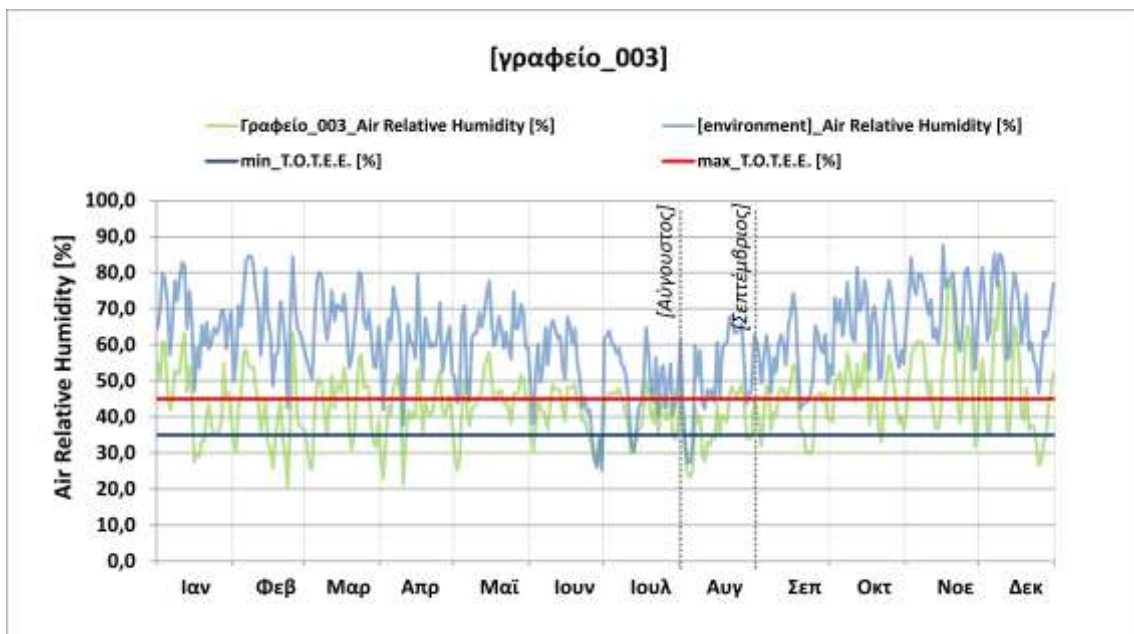
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- γραφείο [003]:



Διάγραμμα 87: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 88: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 51: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	11,4 °C	19,8 °C	17,3 °C	27,3 %RH	62,2 %RH	44,6 %RH
Φεβρουάριος	15,5 °C	19,4 °C	17,4 °C	20,7 %RH	62,9 %RH	41,4 %RH
Μάρτιος	13,9 °C	21,3 °C	18,5 °C	25,6 %RH	57,0 %RH	42,4 %RH
Απρίλιος	18,0 °C	24,0 °C	21,0 °C	21,3 %RH	53,9 %RH	41,8 %RH
Μάιος	22,2 °C	26,1 °C	24,5 °C	26,1 %RH	58,2 %RH	45,8 %RH
Ιούνιος	25,1 °C	30,3 °C	27,0 °C	26,7 %RH	51,5 %RH	41,7 %RH
Ιούλιος	27,3 °C	31,4 °C	28,6 °C	30,4 %RH	51,5 %RH	42,6 %RH
Αύγουστος	30,2 °C	33,9 °C	32,0 °C	24,5 %RH	50,2 %RH	39,1 %RH
Σεπτέμβριος	26,6 °C	30,7 °C	27,8 °C	30,0 %RH	55,2 %RH	42,5 %RH
Οκτώβριος	22,5 °C	28,5 °C	24,6 °C	32,8 %RH	57,5 %RH	46,3 %RH
Νοέμβριος	16,4 °C	23,0 °C	19,8 °C	31,1 %RH	76,7 %RH	52,1 %RH
Δεκέμβριος	13,4 °C	19,5 °C	17,3 °C	26,3 %RH	76,3 %RH	46,3 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 52: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	11,6 °C	20,1 °C	17,5 °C	26,9 %RH	61,7 %RH	44,1 %RH
Φεβρουάριος	15,7 °C	19,6 °C	17,7 °C	20,2 %RH	61,8 %RH	40,8 %RH
Μάρτιος	14,2 °C	21,8 °C	18,8 °C	24,8 %RH	56,2 %RH	41,7 %RH
Απρίλιος	18,4 °C	24,5 °C	21,4 °C	20,9 %RH	52,6 %RH	40,9 %RH
Μάιος	22,9 °C	27,0 °C	25,0 °C	25,1 %RH	57,2 %RH	44,3 %RH
Ιούνιος	25,4 °C	31,1 °C	27,5 °C	26,2 %RH	49,4 %RH	40,3 %RH
Ιούλιος	27,6 °C	32,2 °C	29,1 °C	29,9 %RH	49,5 %RH	41,2 %RH
Αύγουστος	30,8 °C	34,7 °C	32,7 °C	23,5 %RH	48,7 %RH	37,6 %RH
Σεπτέμβριος	26,7 °C	31,2 °C	28,0 °C	29,6 %RH	53,9 %RH	41,9 %RH
Οκτώβριος	22,7 °C	28,8 °C	24,8 °C	32,3 %RH	56,7 %RH	45,8 %RH
Νοέμβριος	16,6 °C	23,2 °C	20,0 °C	30,8 %RH	76,2 %RH	51,6 %RH
Δεκέμβριος	13,6 °C	19,8 °C	17,5 °C	25,9 %RH	75,9 %RH	45,9 %RH

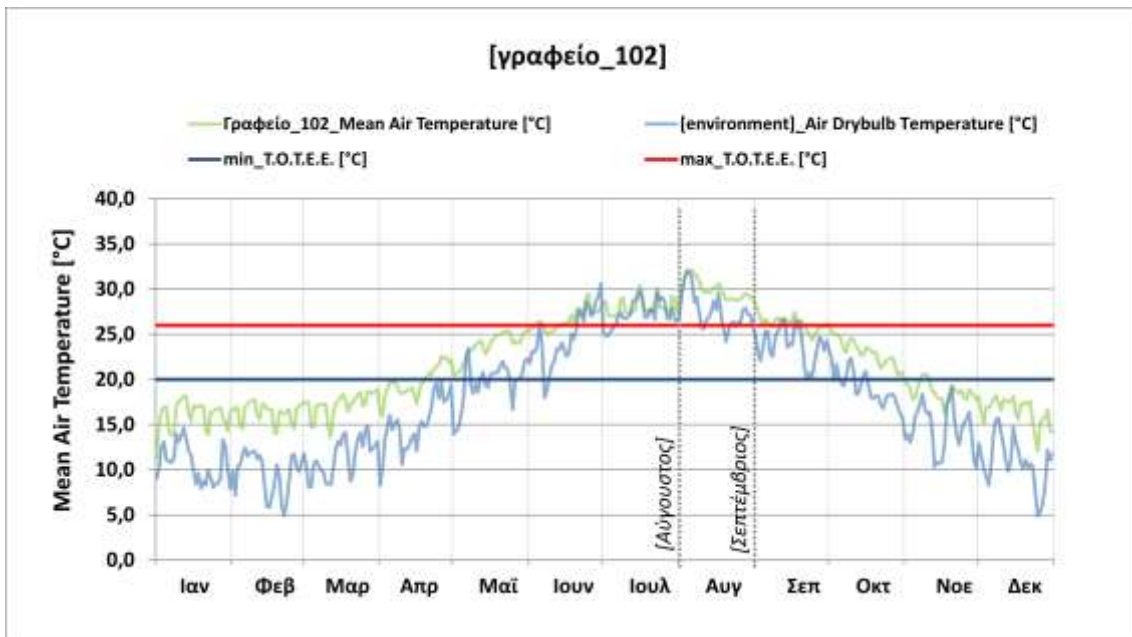
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 53: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	11,5 °C	19,6 °C	17,2 °C	27,5 %RH	63,3 %RH	45,0 %RH
Φεβρουάριος	15,4 °C	19,2 °C	17,3 °C	20,7 %RH	63,3 %RH	41,6 %RH
Μάρτιος	13,9 °C	21,4 °C	18,5 °C	25,6 %RH	57,3 %RH	42,4 %RH
Απρίλιος	18,2 °C	24,4 °C	21,2 °C	21,2 %RH	53,2 %RH	41,4 %RH
Μάιος	22,8 °C	27,1 °C	25,0 °C	25,2 %RH	57,7 %RH	44,5 %RH
Ιούνιος	25,3 °C	31,2 °C	27,6 °C	26,1 %RH	49,0 %RH	40,1 %RH
Ιούλιος	27,7 °C	32,3 °C	29,2 °C	29,8 %RH	49,3 %RH	41,1 %RH
Αύγουστος	30,8 °C	34,8 °C	32,7 °C	23,3 %RH	48,9 %RH	37,7 %RH
Σεπτέμβριος	26,6 °C	30,9 °C	27,9 °C	29,9 %RH	54,4 %RH	42,2 %RH
Οκτώβριος	22,3 °C	28,5 °C	24,5 °C	33,2 %RH	57,8 %RH	46,8 %RH
Νοέμβριος	16,2 °C	22,7 °C	19,6 °C	31,5 %RH	77,4 %RH	52,8 %RH
Δεκέμβριος	13,2 °C	19,2 °C	17,2 °C	26,7 %RH	77,5 %RH	46,8 %RH

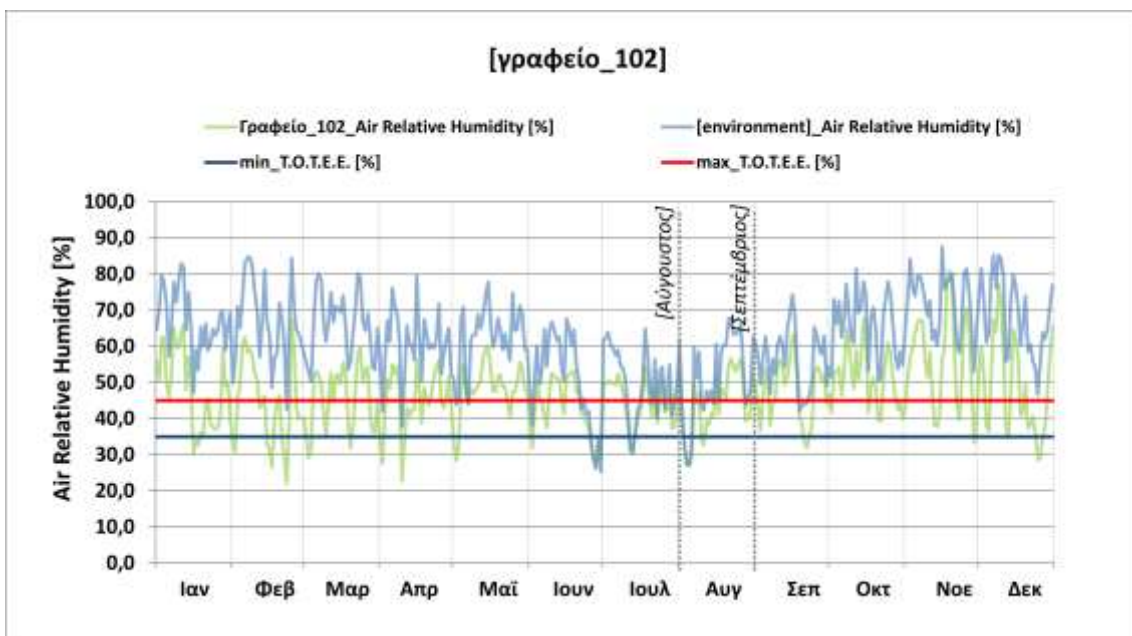
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- γραφείο [102]:



Διάγραμμα 89: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [102] κατά τη διάρκεια του έτους

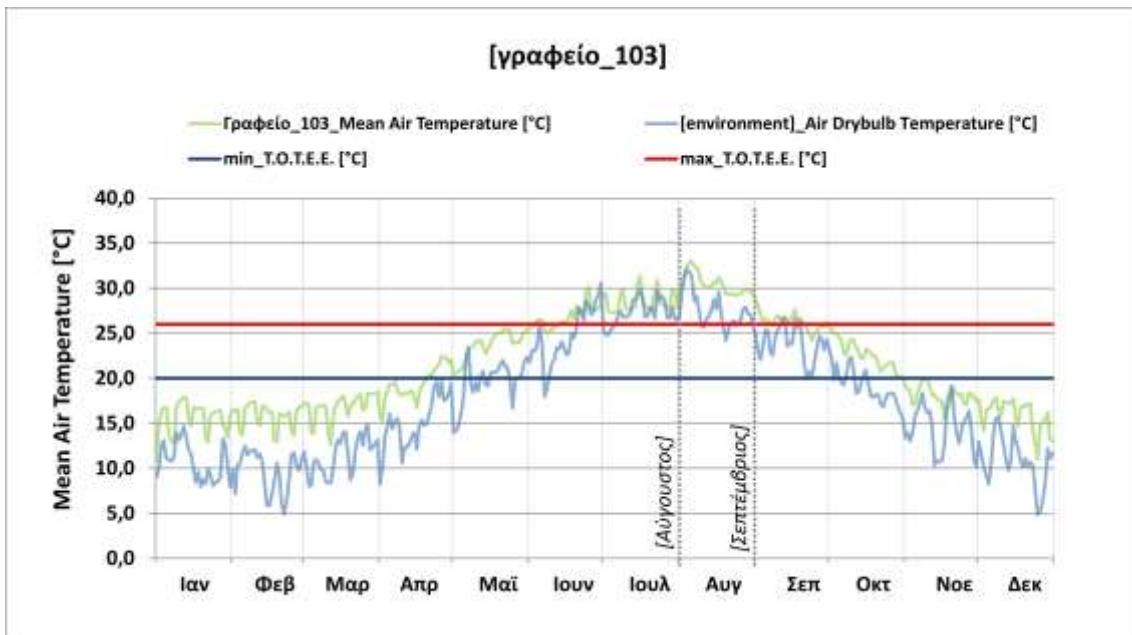
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



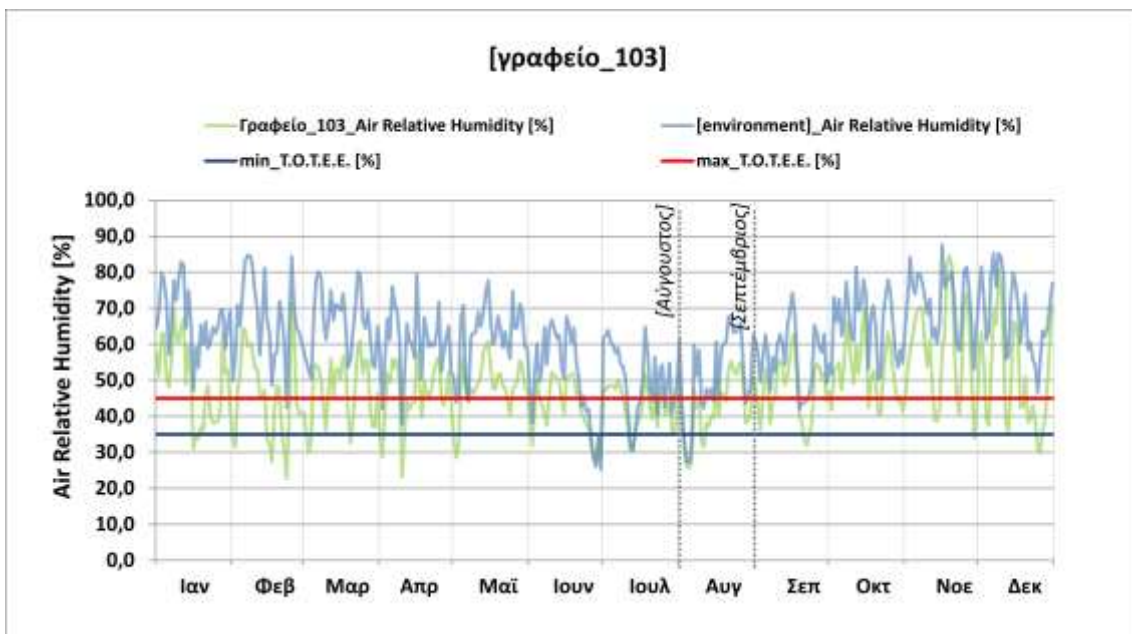
Διάγραμμα 90: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- γραφείο [103]:



Διάγραμμα 91: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 92: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 54: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [102] κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	11,3 °C	18,2 °C	16,0 °C	30,2 %RH	66,0 %RH	48,3 %RH
Φεβρουάριος	14,0 °C	17,8 °C	16,3 °C	22,0 %RH	67,5 %RH	44,6 %RH
Μάρτιος	13,6 °C	18,9 °C	17,3 °C	29,2 %RH	59,5 %RH	45,6 %RH
Απρίλιος	15,9 °C	22,6 °C	19,7 °C	22,7 %RH	56,1 %RH	45,2 %RH
Μάιος	20,4 °C	25,4 °C	23,7 °C	28,5 %RH	60,1 %RH	48,2 %RH
Ιούνιος	24,9 °C	29,5 °C	26,6 °C	27,0 %RH	53,2 %RH	42,9 %RH
Ιούλιος	27,0 °C	30,5 °C	28,1 °C	30,9 %RH	54,5 %RH	44,5 %RH
Αύγουστος	28,7 °C	32,2 °C	29,9 °C	26,8 %RH	56,8 %RH	44,0 %RH
Σεπτέμβριος	24,3 °C	28,4 °C	26,3 °C	31,9 %RH	63,6 %RH	47,6 %RH
Οκτώβριος	20,5 °C	25,8 °C	23,1 °C	39,1 %RH	67,7 %RH	51,2 %RH
Νοέμβριος	16,2 °C	20,6 °C	18,7 °C	33,2 %RH	80,8 %RH	55,9 %RH
Δεκέμβριος	12,0 °C	18,2 °C	16,5 °C	28,7 %RH	77,3 %RH	49,0 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

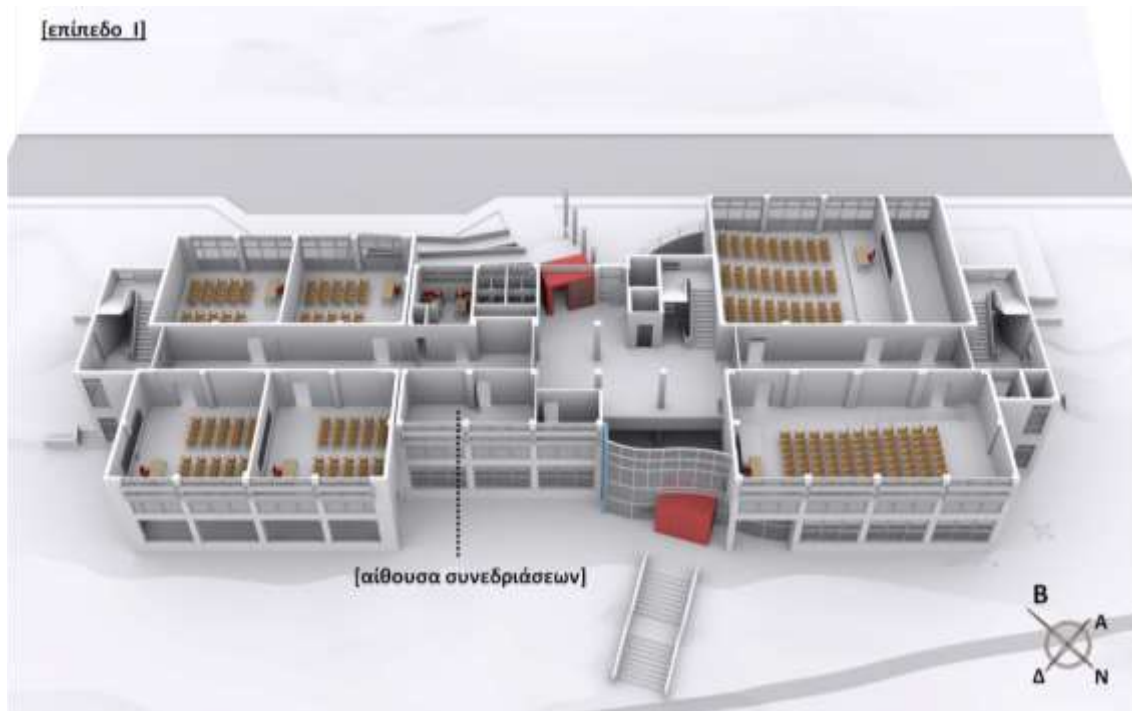
Πίνακας 55: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους

Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
	MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
Ιανουάριος	10,8 °C	17,9 °C	15,6 °C	31,1 %RH	69,3 %RH	50,0 %RH
Φεβρουάριος	13,0 °C	17,4 °C	15,8 °C	22,7 %RH	71,4 %RH	46,3 %RH
Μάρτιος	12,6 °C	18,5 °C	16,8 °C	30,0 %RH	61,0 %RH	46,9 %RH
Απρίλιος	15,3 °C	22,5 °C	19,4 °C	23,1 %RH	58,2 %RH	46,1 %RH
Μάιος	20,4 °C	25,5 °C	23,7 °C	28,5 %RH	60,7 %RH	48,2 %RH
Ιούνιος	25,0 °C	30,2 °C	26,8 °C	26,7 %RH	52,2 %RH	42,2 %RH
Ιούλιος	27,3 °C	31,4 °C	28,5 °C	30,4 %RH	52,0 %RH	42,8 %RH
Αύγουστος	29,2 °C	33,0 °C	30,5 °C	25,6 %RH	55,3 %RH	42,6 %RH
Σεπτέμβριος	24,2 °C	28,8 °C	26,3 °C	31,9 %RH	63,0 %RH	47,3 %RH
Οκτώβριος	19,9 °C	25,8 °C	22,7 °C	40,3 %RH	69,6 %RH	52,5 %RH
Νοέμβριος	15,5 °C	19,9 °C	18,1 °C	34,0 %RH	84,5 %RH	58,0 %RH
Δεκέμβριος	11,0 °C	17,9 °C	15,9 °C	29,9 %RH	80,8 %RH	50,9 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [αίθουσα συνεδριάσεων]:

[επίπεδο I]:



Εικόνα 71: [Επίπεδο_I]: Τρισδιάστατη κάτοψη της αίθουσας συνεδριάσεων

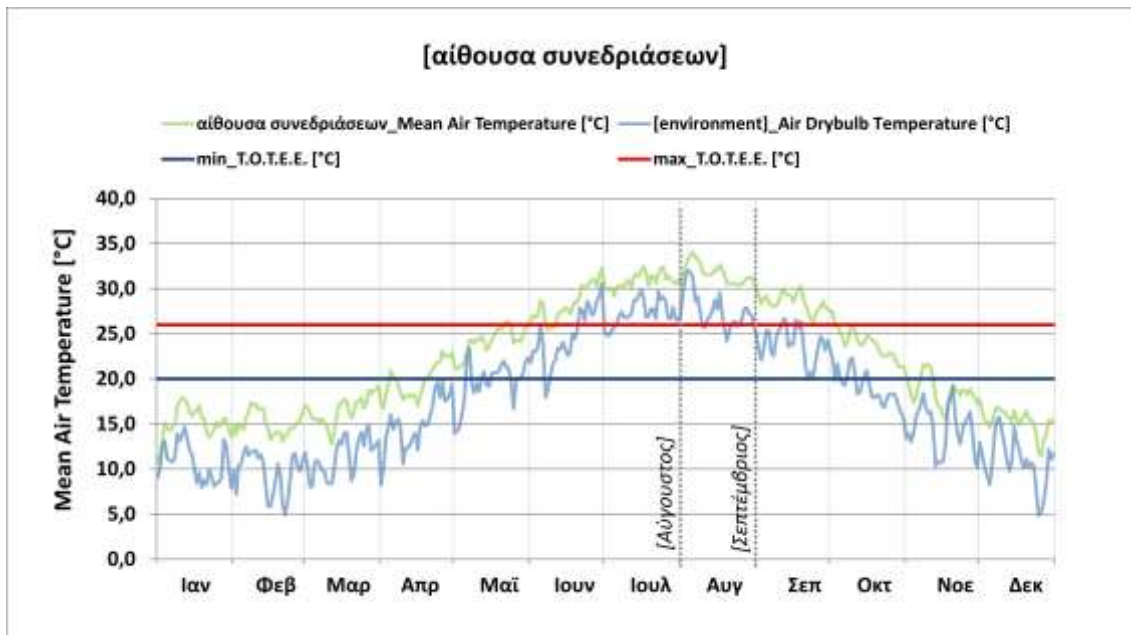
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 56: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους

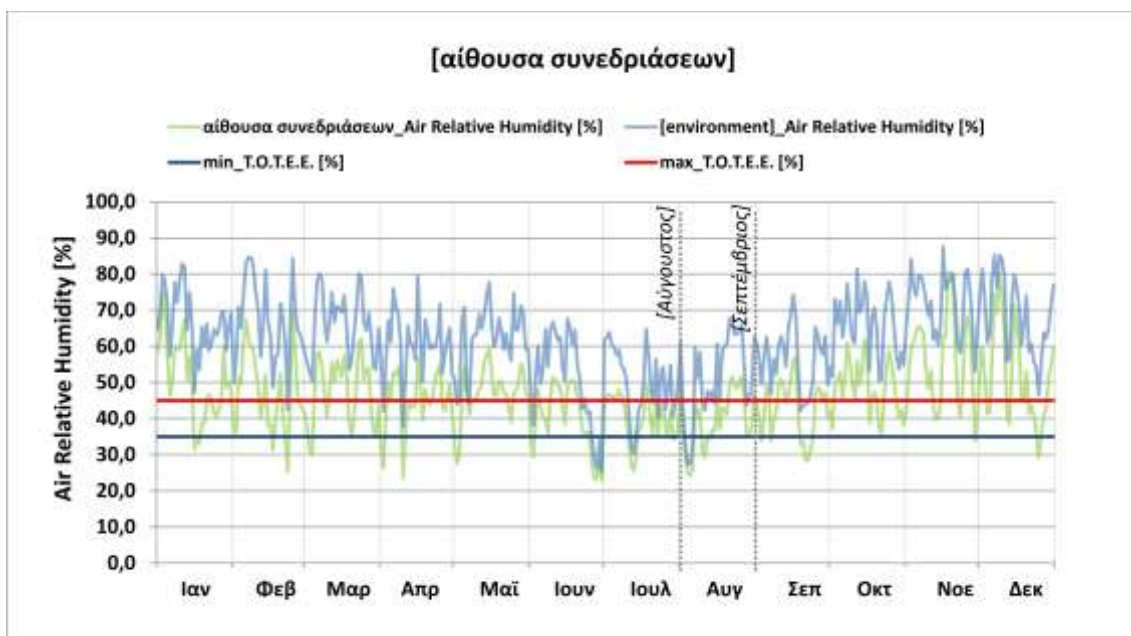
	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
[αίθουσα συνεδριάσεων]	Ιανουάριος	10,7 °C	17,9 °C	15,2 °C	31,4 %RH	75,2 %RH	50,8 %RH
	Φεβρουάριος	13,1 °C	17,4 °C	15,0 °C	25,3 %RH	69,6 %RH	47,7 %RH
	Μάρτιος	12,8 °C	19,2 °C	16,6 °C	30,1 %RH	62,1 %RH	47,5 %RH
	Απρίλιος	16,7 °C	23,1 °C	19,8 °C	23,6 %RH	57,1 %RH	44,9 %RH
	Μάιος	21,1 °C	26,4 °C	24,2 °C	27,6 %RH	59,4 %RH	46,9 %RH
	Ιούνιος	25,5 °C	32,3 °C	28,3 °C	22,9 %RH	51,5 %RH	39,9 %RH
	Ιούλιος	29,2 °C	32,5 °C	30,9 °C	25,5 %RH	49,0 %RH	40,1 %RH
	Αύγουστος	30,4 °C	34,0 °C	31,7 °C	24,3 %RH	51,6 %RH	39,8 %RH
	Σεπτέμβριος	26,2 °C	30,3 °C	28,6 °C	28,2 %RH	57,2 %RH	42,7 %RH
	Οκτώβριος	21,3 °C	27,5 °C	24,0 °C	35,9 %RH	61,9 %RH	48,5 %RH
	Νοέμβριος	15,5 °C	21,6 °C	18,6 °C	33,8 %RH	80,6 %RH	55,9 %RH
	Δεκέμβριος	11,4 °C	17,8 °C	15,3 °C	29,2 %RH	80,2 %RH	52,1 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

[212]



Διάγραμμα 93: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 94: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ αίθουσα εκδηλώσεων:

[επίπεδο II]:



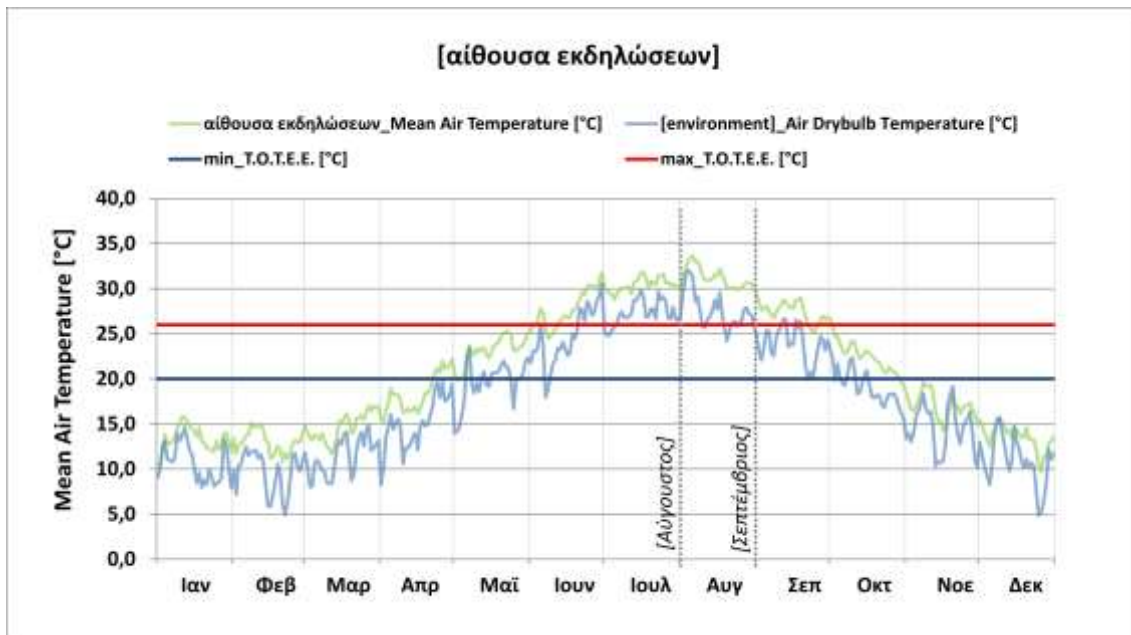
Εικόνα 72: [Επίπεδο_II]: Τρισδιάστατη κάτοψη της αίθουσας εκδηλώσεων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 57: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους

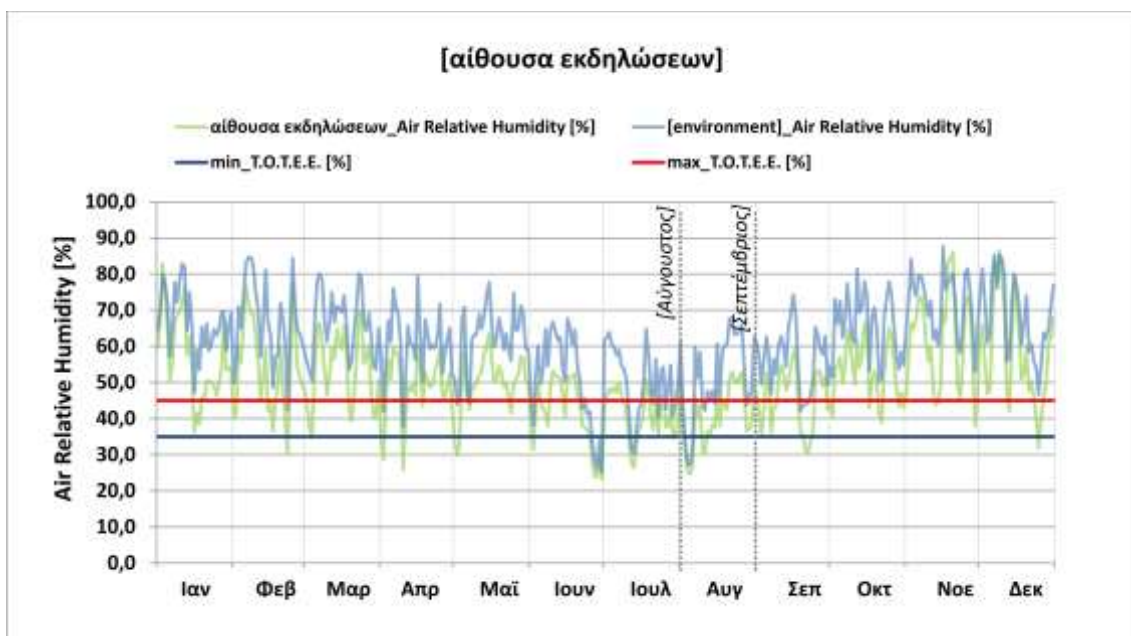
	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
[αίθουσα εκδηλώσεων]	Ιανουάριος	10,3 °C	15,9 °C	13,3 °C	36,2 %RH	82,9 %RH	57,0 %RH
	Φεβρουάριος	10,8 °C	15,1 °C	12,9 °C	30,2 %RH	77,7 %RH	54,4 %RH
	Μάρτιος	11,7 °C	17,0 °C	14,7 °C	34,9 %RH	69,8 %RH	53,5 %RH
	Απρίλιος	15,3 °C	22,2 °C	18,4 °C	25,8 %RH	60,3 %RH	48,9 %RH
	Μάιος	19,8 °C	25,3 °C	23,1 °C	29,8 %RH	63,5 %RH	49,9 %RH
	Ιούνιος	24,5 °C	31,8 °C	27,6 °C	23,3 %RH	53,2 %RH	41,5 %RH
	Ιούλιος	28,8 °C	31,8 °C	30,4 °C	26,5 %RH	50,7 %RH	41,3 %RH
	Αύγουστος	29,9 °C	33,6 °C	31,2 °C	24,8 %RH	53,1 %RH	40,9 %RH
	Σεπτέμβριος	25,1 °C	29,5 °C	27,5 °C	30,7 %RH	59,1 %RH	45,6 %RH
	Οκτώβριος	19,3 °C	26,6 °C	22,5 °C	39,0 %RH	66,6 %RH	53,1 %RH
	Νοέμβριος	14,3 °C	19,8 °C	17,0 °C	38,0 %RH	86,0 %RH	61,5 %RH
	Δεκέμβριος	9,7 °C	15,5 °C	13,5 °C	31,8 %RH	86,4 %RH	58,3 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 95: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους

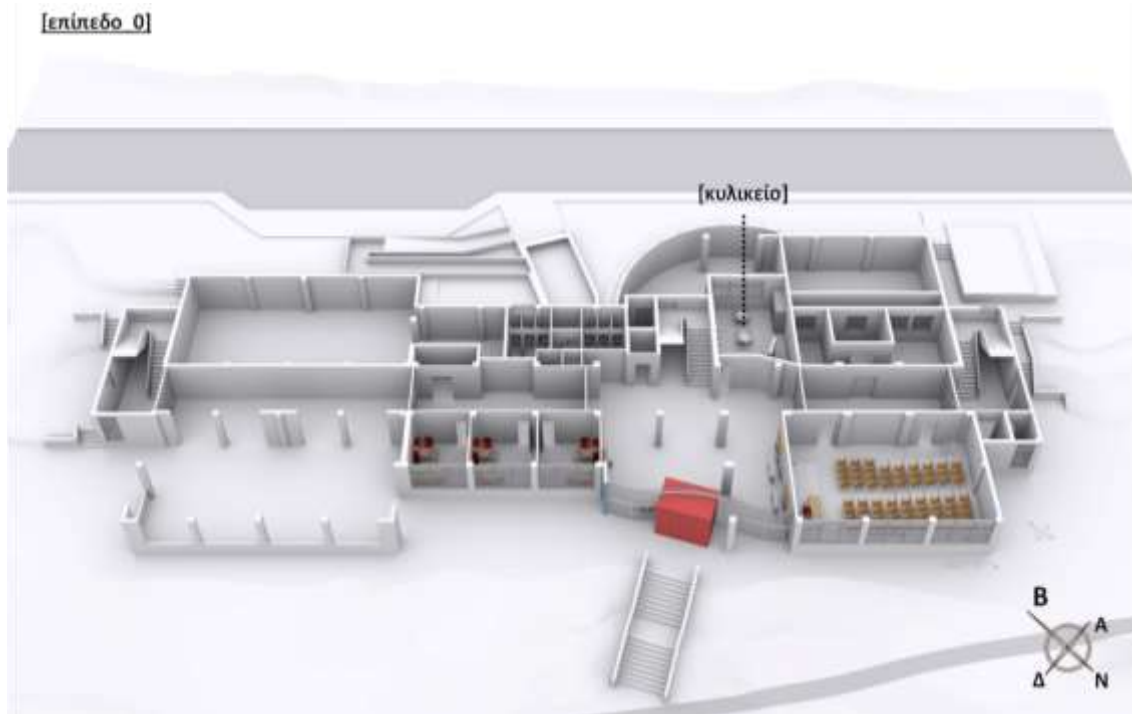
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 96: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ **[κυλικείο]:**



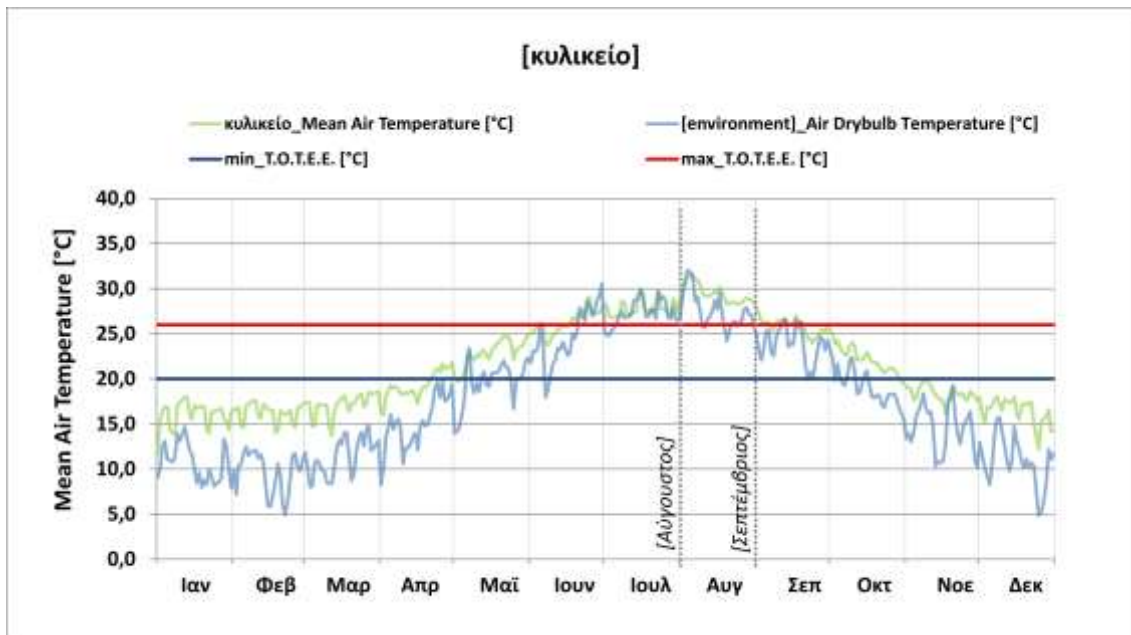
Εικόνα 73: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη του κυλικείου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 58: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους

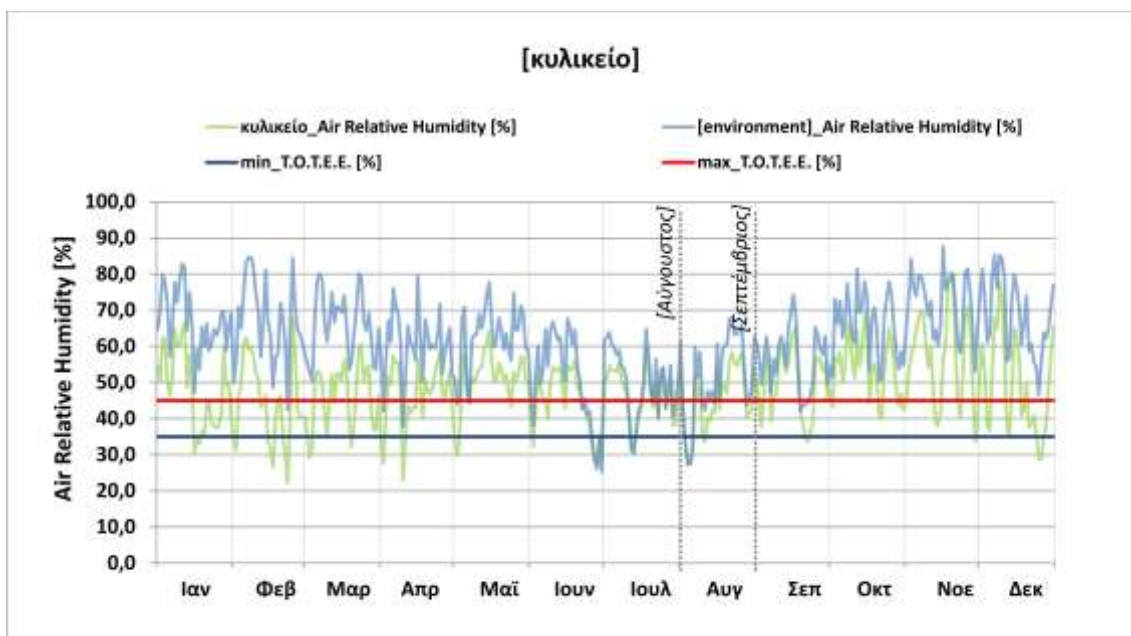
	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
[κυλικείο]	Ιανουάριος	11,6 °C	18,0 °C	16,0 °C	30,2 %RH	66,8 %RH	48,5 %RH
	Φεβρουάριος	14,0 °C	17,6 °C	16,2 °C	22,2 %RH	67,8 %RH	44,9 %RH
	Μάρτιος	13,7 °C	18,6 °C	17,1 °C	29,2 %RH	60,6 %RH	45,9 %RH
	Απρίλιος	16,0 °C	21,8 °C	19,2 °C	22,9 %RH	59,0 %RH	46,5 %RH
	Μάιος	19,8 °C	24,9 °C	22,8 °C	29,9 %RH	64,2 %RH	50,9 %RH
	Ιούνιος	23,7 °C	29,1 °C	26,2 °C	27,0 %RH	56,1 %RH	44,4 %RH
	Ιούλιος	26,8 °C	30,0 °C	27,8 °C	31,1 %RH	59,1 %RH	46,8 %RH
	Αύγουστος	28,3 °C	31,6 °C	29,4 °C	27,6 %RH	58,3 %RH	45,3 %RH
	Σεπτέμβριος	24,0 °C	27,9 °C	25,9 °C	33,6 %RH	65,3 %RH	49,7 %RH
	Οκτώβριος	19,6 °C	25,3 °C	22,2 °C	40,0 %RH	69,1 %RH	53,9 %RH
	Νοέμβριος	16,1 °C	20,0 °C	18,4 °C	33,6 %RH	80,5 %RH	56,8 %RH
	Δεκέμβριος	12,2 °C	18,1 °C	16,4 °C	28,5 %RH	77,9 %RH	49,2 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 97: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

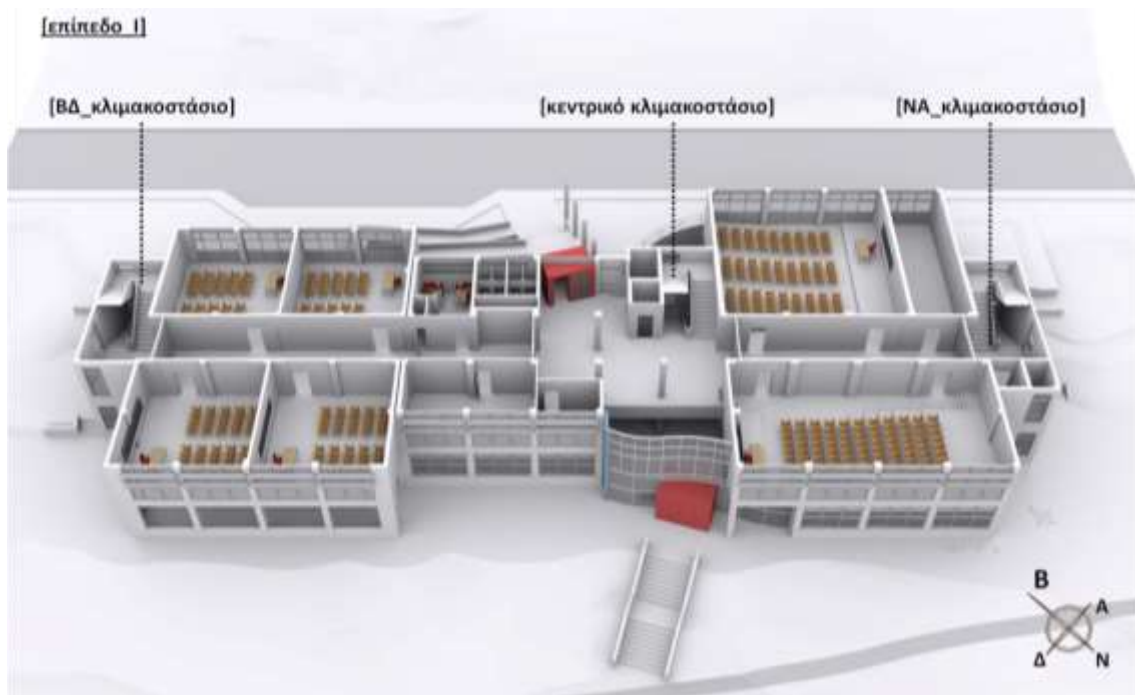


Διάγραμμα 98: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [κλιμακοστάσια]:

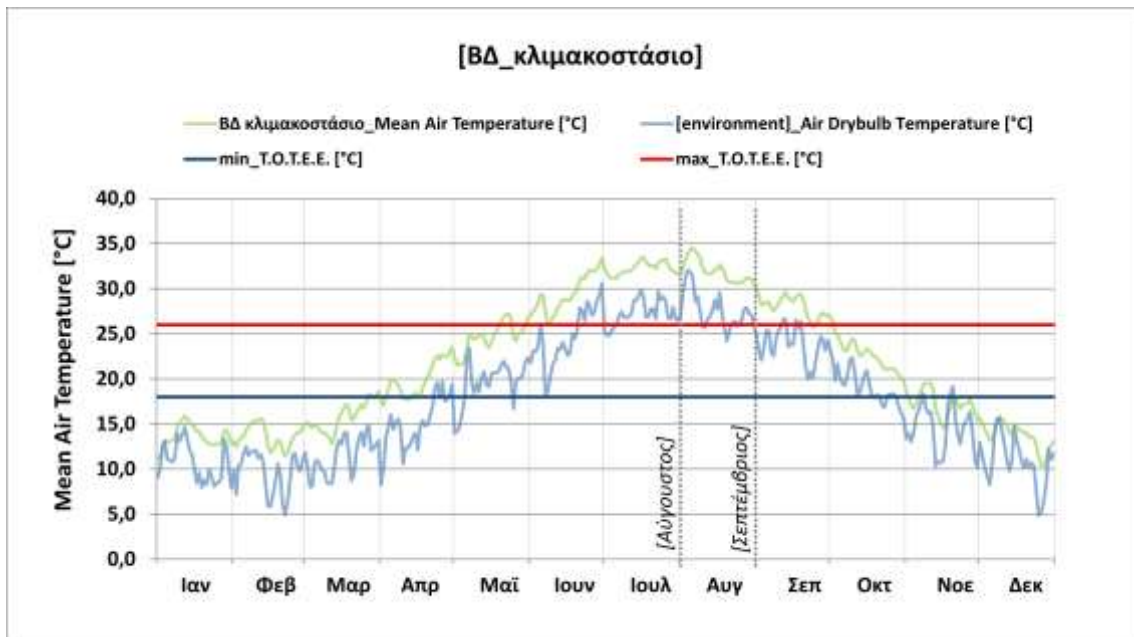
[επίπεδο Ι]:



Εικόνα 74: [Επίπεδο Ι]: Τρισδιάστατη κάτοψη του ΒΔ, κεντρικού & ΝΑ κλιμακοστασίου

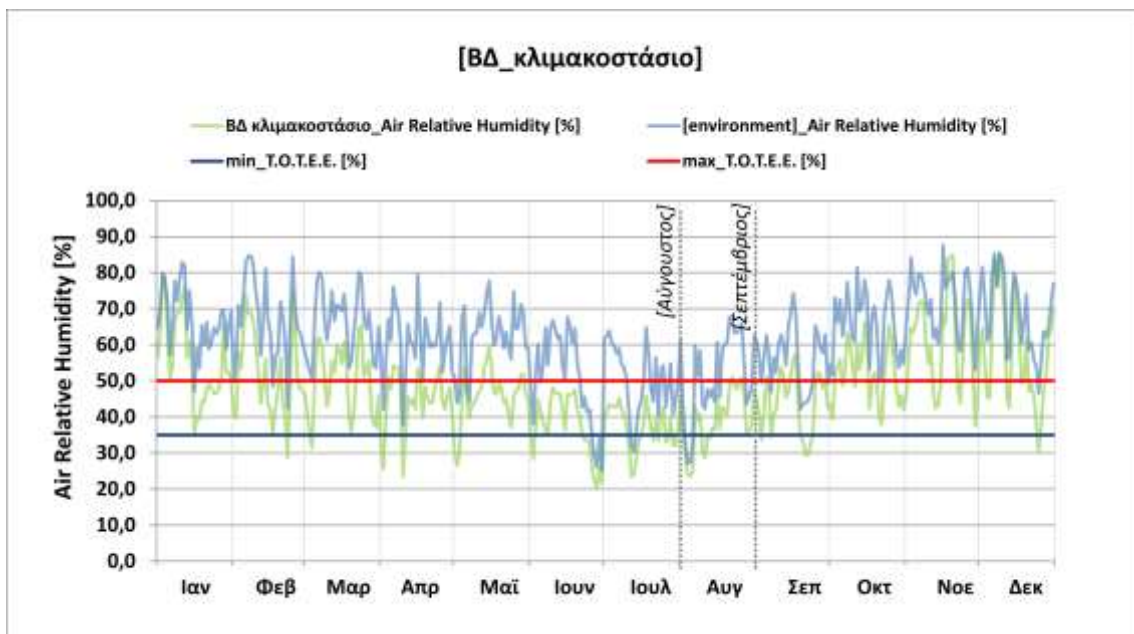
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- **[ΒΔ κλιμακοστάσιο]:**



Διάγραμμα 99: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο ΒΔ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους

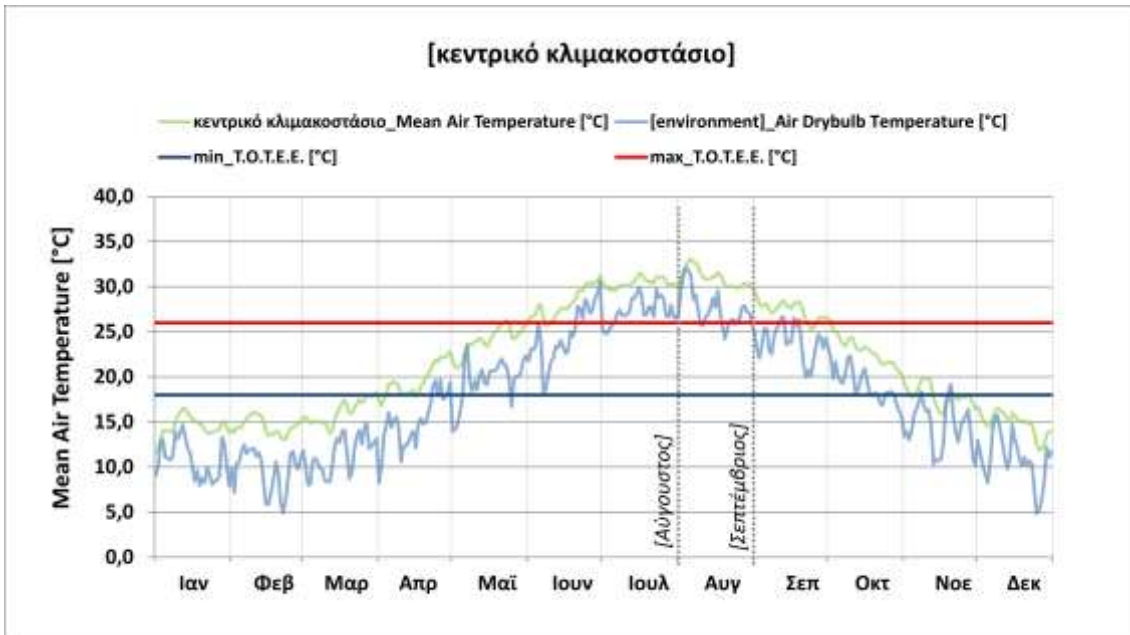
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 100: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο ΒΔ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους

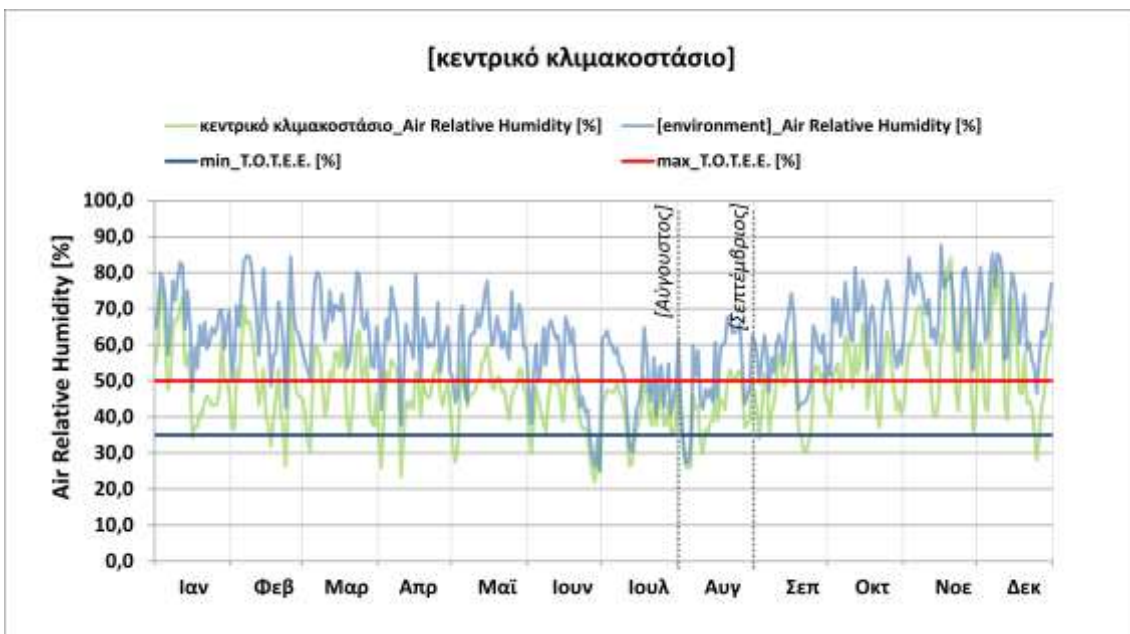
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [κεντρικό κλιμακοστάσιο]:



Διάγραμμα 101: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο κεντρικό κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους

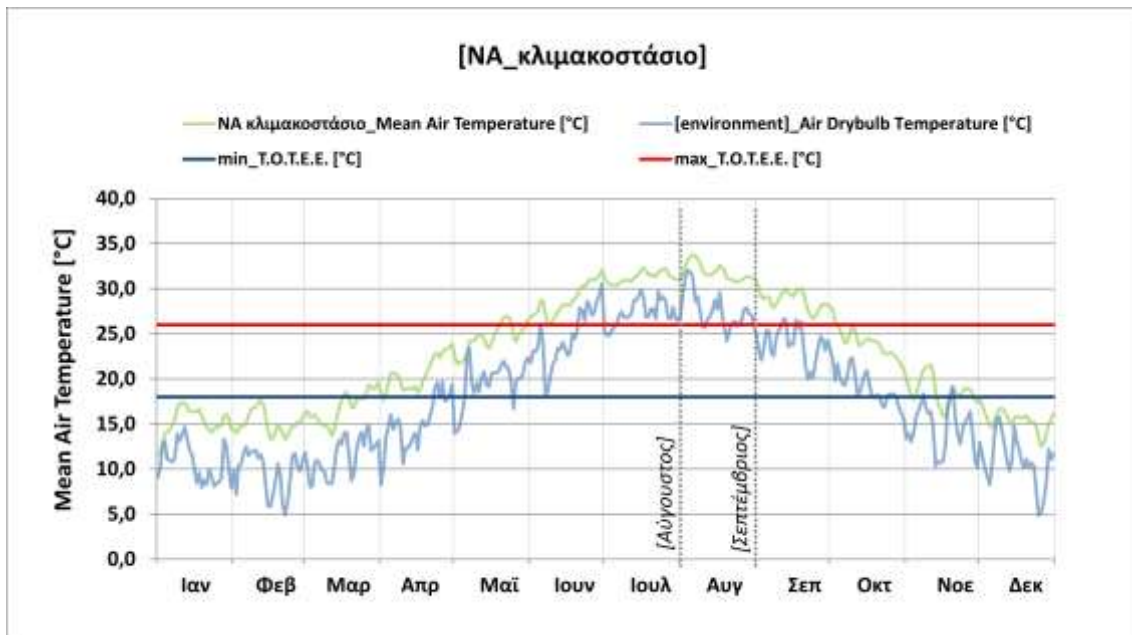
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 102: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο κεντρικό κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους

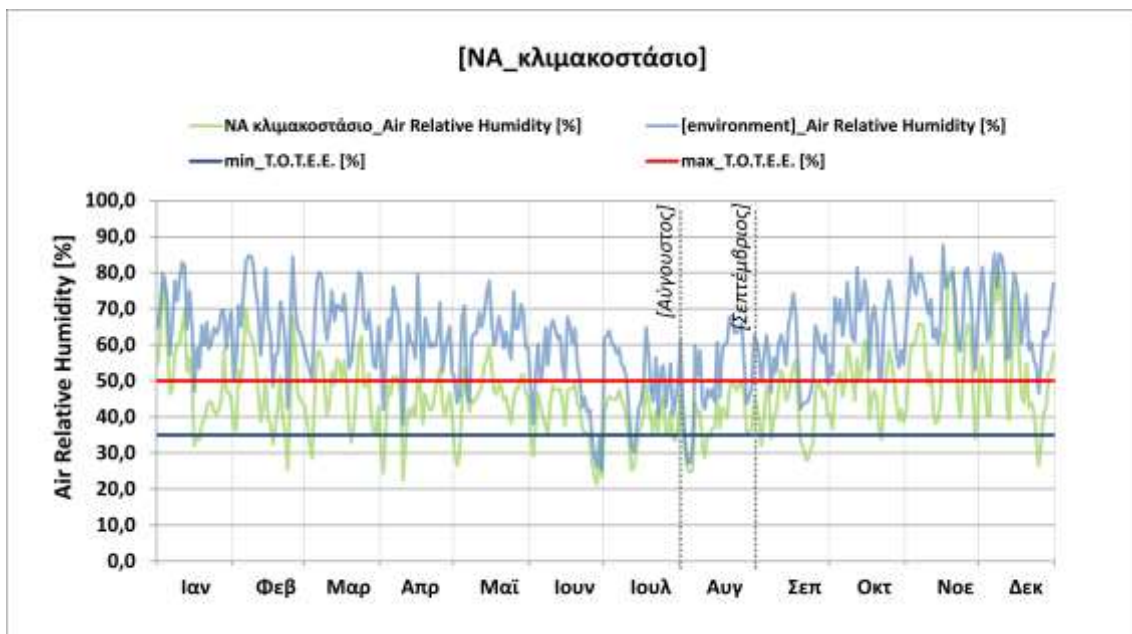
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- **[NA κλιμακοστάσιο]:**



Διάγραμμα 103: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στο NA κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 104: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στο NA κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 59: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο ΒΔ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους

[ΒΔ_κλιμακοστάσιο]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	11,2 °C	15,9 °C	13,6 °C	35,3 %RH	79,9 %RH	55,9 %RH
	Φεβρουάριος	11,5 °C	15,5 °C	13,6 °C	28,7 %RH	74,5 %RH	52,2 %RH
	Μάρτιος	12,8 °C	18,6 °C	15,8 °C	31,4 %RH	65,3 %RH	49,8 %RH
	Απρίλιος	17,0 °C	23,5 °C	19,8 °C	23,5 %RH	54,2 %RH	44,7 %RH
	Μάιος	21,6 °C	27,3 °C	24,7 °C	26,7 %RH	59,5 %RH	45,6 %RH
	Ιούνιος	26,0 °C	33,4 °C	29,4 °C	20,1 %RH	48,2 %RH	37,4 %RH
	Ιούλιος	31,2 °C	33,5 °C	32,3 °C	23,6 %RH	45,8 %RH	37,2 %RH
	Αύγουστος	30,5 °C	34,5 °C	32,0 °C	23,6 %RH	51,0 %RH	39,1 %RH
	Σεπτέμβριος	25,7 °C	29,9 °C	28,1 °C	29,4 %RH	57,6 %RH	44,1 %RH
	Οκτώβριος	19,7 °C	26,9 °C	22,8 °C	38,0 %RH	66,2 %RH	52,2 %RH
	Νοέμβριος	14,6 °C	19,5 °C	17,3 °C	37,4 %RH	85,0 %RH	60,5 %RH
	Δεκέμβριος	10,4 °C	15,7 °C	13,7 °C	30,2 %RH	85,6 %RH	57,7 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 60: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο κεντρικό κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους

[κεντρικό κλιμακοστάσιο]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	11,6 °C	16,5 °C	14,5 °C	34,1 %RH	75,6 %RH	52,9 %RH
	Φεβρουάριος	13,0 °C	16,1 °C	14,5 °C	26,3 %RH	70,8 %RH	49,4 %RH
	Μάρτιος	13,7 °C	18,3 °C	16,1 °C	30,4 %RH	64,0 %RH	48,6 %RH
	Απρίλιος	16,8 °C	22,8 °C	19,6 °C	23,5 %RH	55,8 %RH	45,5 %RH
	Μάιος	21,0 °C	26,2 °C	24,0 °C	27,5 %RH	59,8 %RH	47,2 %RH
	Ιούνιος	25,7 °C	31,2 °C	28,2 °C	22,1 %RH	51,0 %RH	40,1 %RH
	Ιούλιος	29,6 °C	31,5 °C	30,4 °C	26,4 %RH	51,4 %RH	41,4 %RH
	Αύγουστος	29,9 °C	33,1 °C	31,0 °C	25,7 %RH	53,2 %RH	41,3 %RH
	Σεπτέμβριος	25,3 °C	29,5 °C	27,4 °C	30,2 %RH	60,9 %RH	45,9 %RH
	Οκτώβριος	20,2 °C	26,4 °C	23,0 °C	37,1 %RH	65,6 %RH	51,4 %RH
	Νοέμβριος	15,8 °C	19,8 °C	17,9 °C	35,6 %RH	84,0 %RH	58,2 %RH
	Δεκέμβριος	11,9 °C	16,6 °C	14,8 °C	28,1 %RH	81,1 %RH	53,8 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

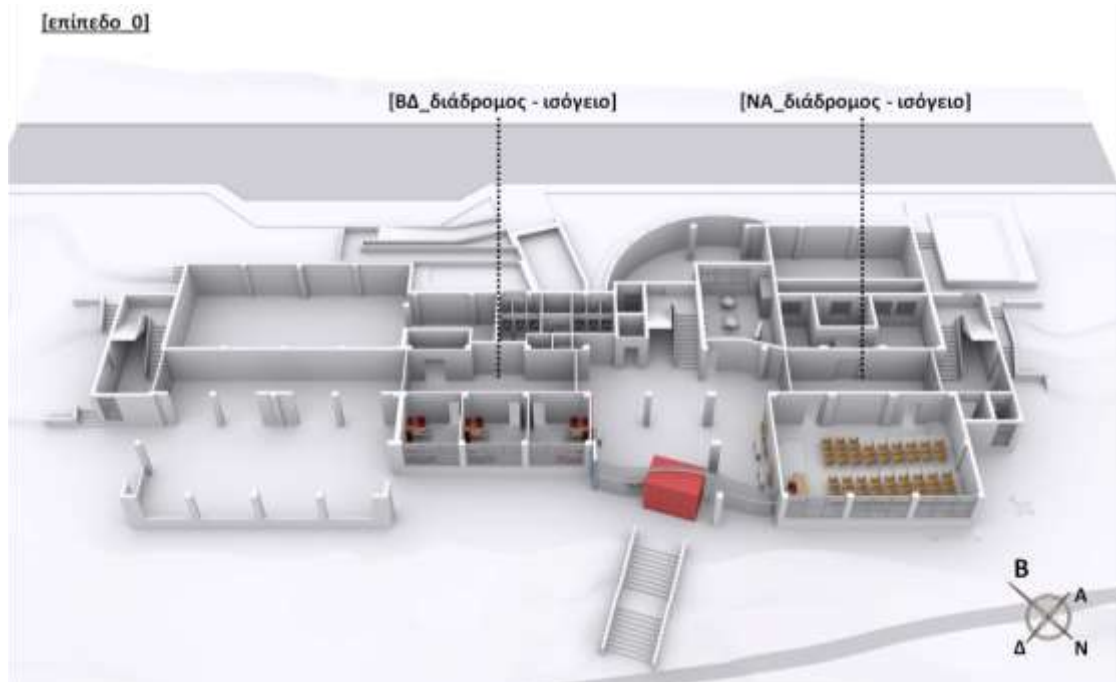
Πίνακας 61: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στο ΝΑ κλιμακοστάσιο κατά τη διάρκεια του έτους

[ΝΑ_κλιμακοστάσιο]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	11,6 °C	17,3 °C	15,2 °C	32,0 %RH	77,0 %RH	50,6 %RH
	Φεβρουάριος	13,3 °C	17,6 °C	15,0 °C	25,5 %RH	70,0 %RH	47,6 %RH
	Μάρτιος	13,7 °C	19,6 °C	16,8 °C	28,5 %RH	62,2 %RH	46,5 %RH
	Απρίλιος	17,6 °C	23,9 °C	20,5 °C	22,5 %RH	53,3 %RH	42,9 %RH
	Μάιος	21,7 °C	26,9 °C	24,6 °C	26,6 %RH	59,7 %RH	45,8 %RH
	Ιούνιος	25,9 °C	32,1 °C	28,7 °C	21,2 %RH	49,1 %RH	38,8 %RH
	Ιούλιος	30,4 °C	32,3 °C	31,3 °C	25,3 %RH	48,9 %RH	39,4 %RH
	Αύγουστος	30,7 °C	33,8 °C	31,8 °C	24,7 %RH	50,3 %RH	39,3 %RH
	Σεπτέμβριος	26,7 °C	30,7 °C	28,8 °C	28,1 %RH	55,7 %RH	42,4 %RH
	Οκτώβριος	21,1 °C	28,0 °C	24,1 °C	33,8 %RH	61,2 %RH	48,0 %RH
	Νοέμβριος	15,8 °C	21,6 °C	18,6 °C	34,0 %RH	81,4 %RH	55,7 %RH
	Δεκέμβριος	12,5 °C	17,7 °C	15,4 °C	26,4 %RH	80,2 %RH	51,9 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ **[διάδρομοι - άξονες κίνησης]:**

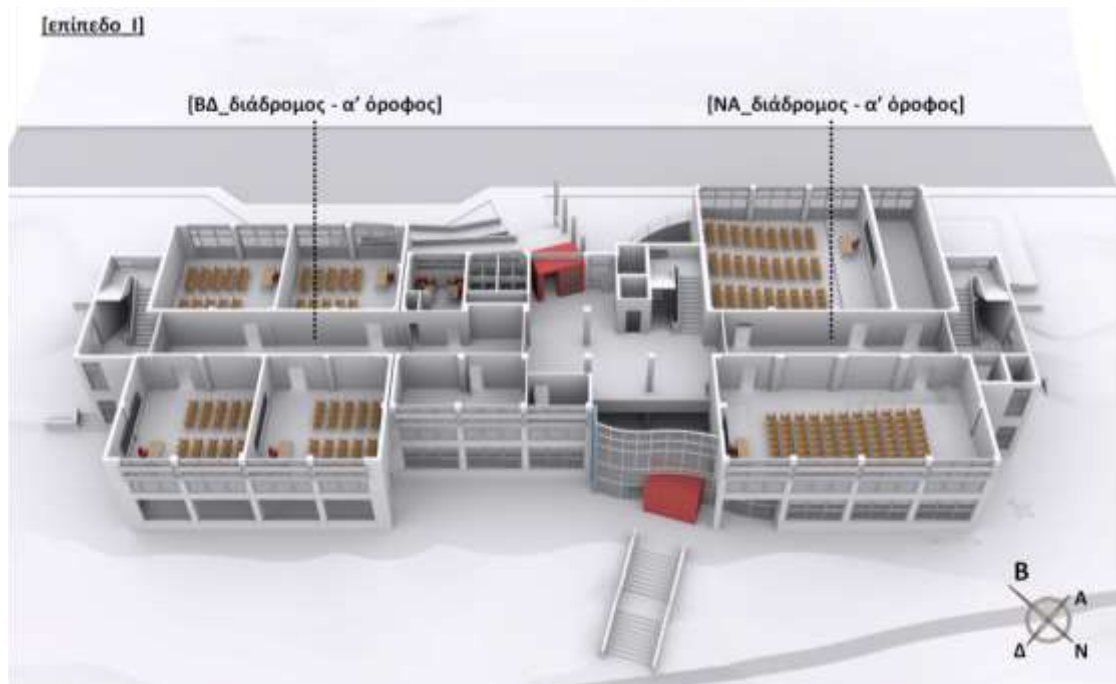
[επίπεδο 0]:



Εικόνα 75: [Επίπεδο_0]: Τρισδιάστατη κάτοψη του ΒΔ & ΝΑ διαδρόμου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

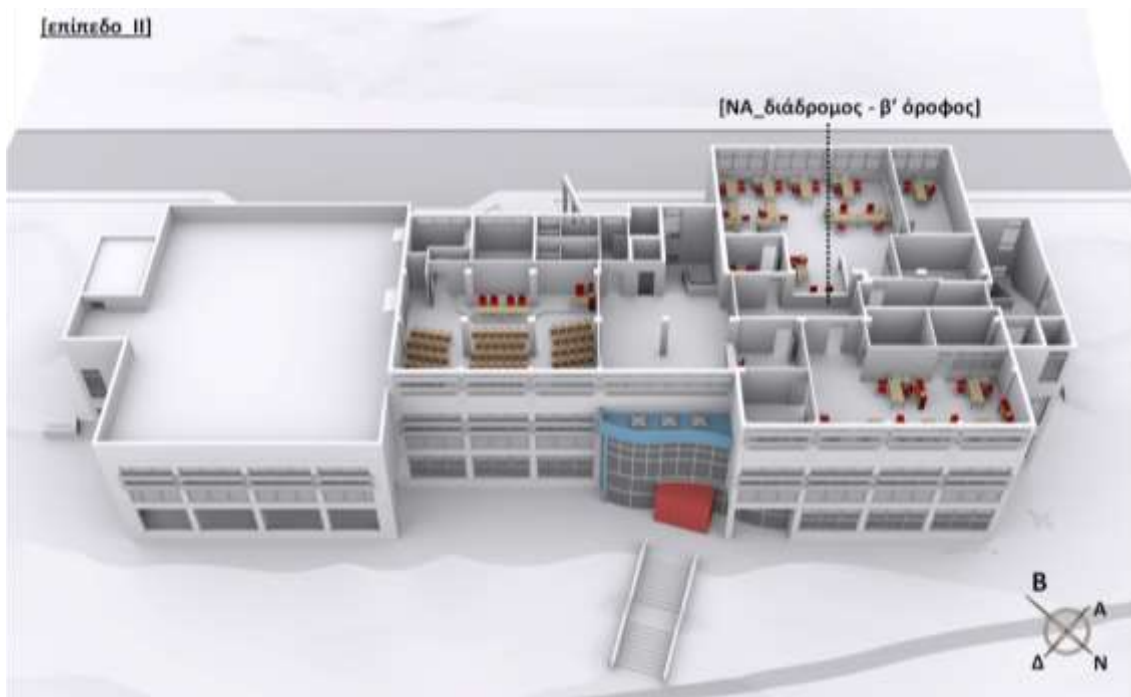
[επίπεδο 1]:



Εικόνα 76: [Επίπεδο_1]: Τρισδιάστατη κάτοψη του ΒΔ & ΝΑ διαδρόμου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

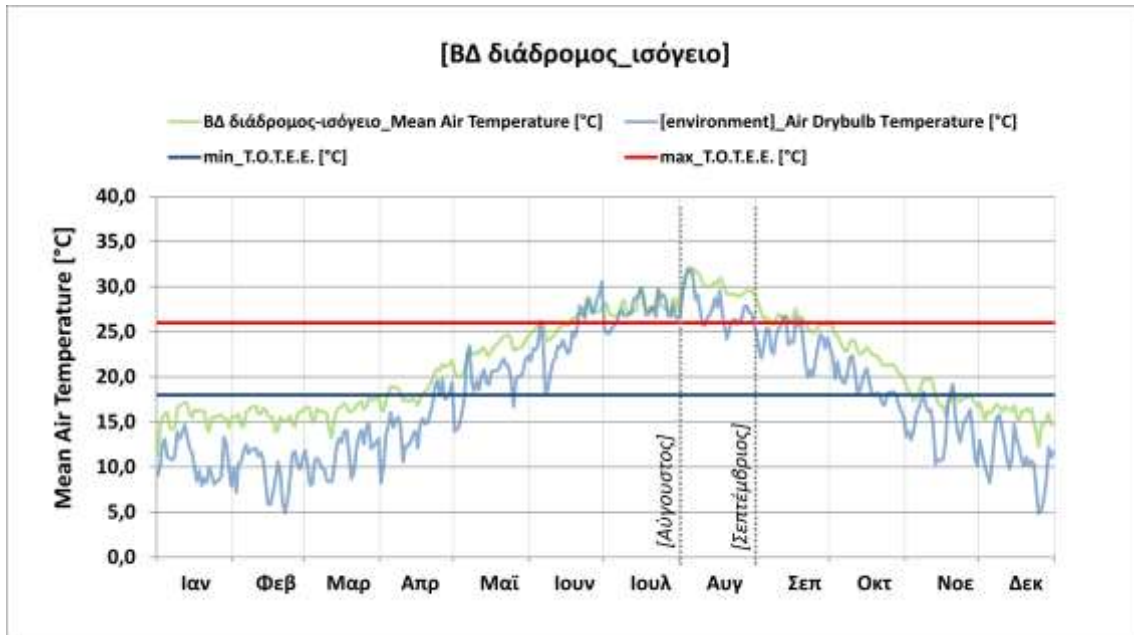
[επίπεδο II]:



Εικόνα 77: [Επίπεδο_II]: Τρισδιάστατη κάτοψη του NA διαδρόμου

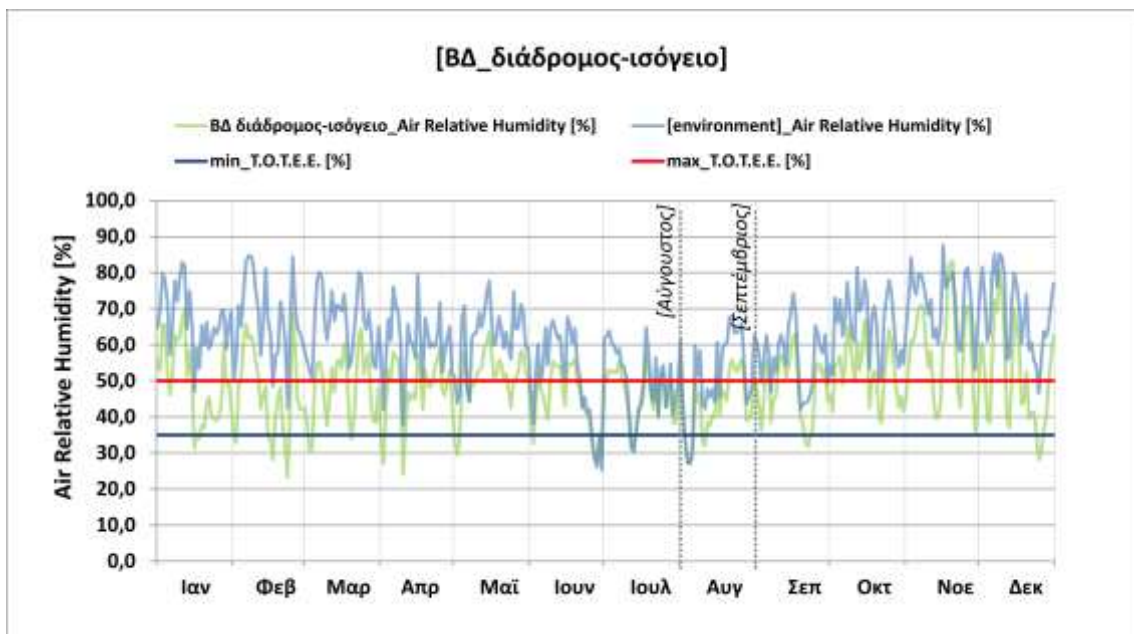
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- **ΒΔ διάδρομος ισόγειο:**



Διάγραμμα 105: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του ισόγειου κατά τη διάρκεια του έτους

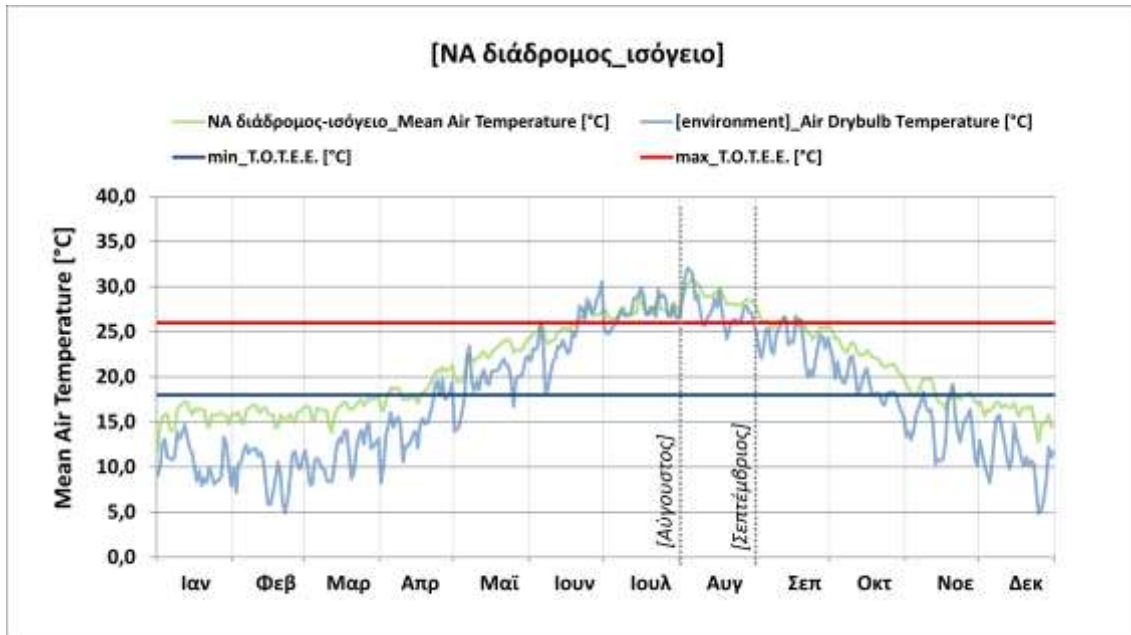
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 106: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του ισόγειου κατά τη διάρκεια του έτους

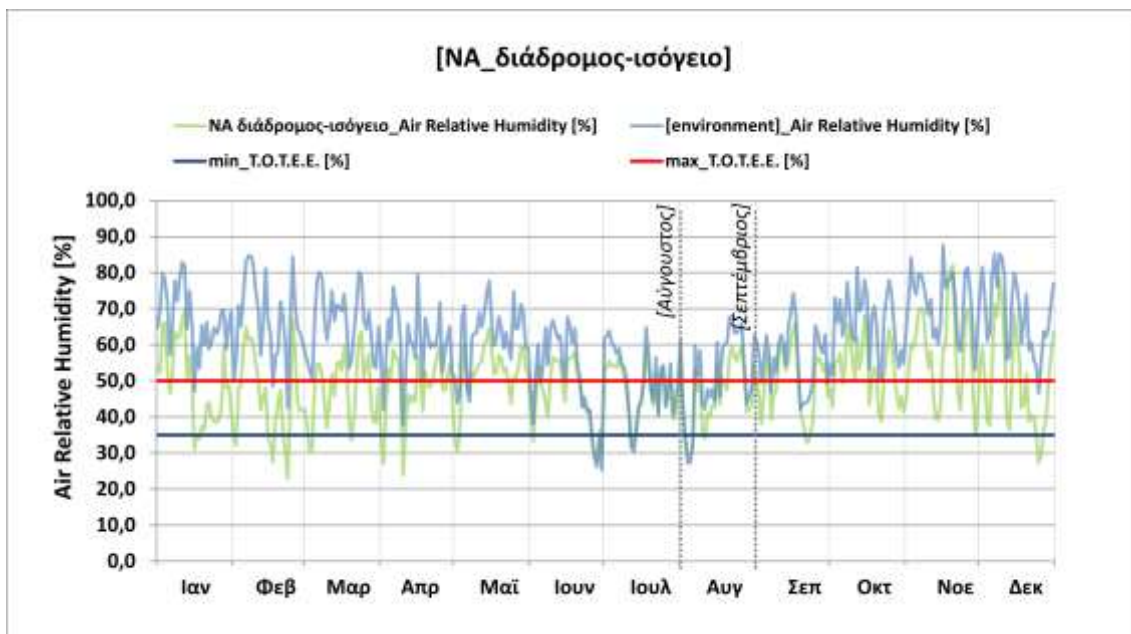
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- ΝΑ διάδρομος ισόγειο:



Διάγραμμα 107: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του ισόγειου κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 108: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του ισόγειου κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 62: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του ισόγειου κατά τη διάρκεια του έτους

[ΒΔ_διάδρομος-ισόγειο]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	11,3 °C	17,2 °C	15,5 °C	31,4 %RH	70,1 %RH	49,7 %RH
	Φεβρουάριος	13,9 °C	16,7 °C	15,6 °C	23,3 %RH	68,8 %RH	46,4 %RH
	Μάρτιος	13,3 °C	17,9 °C	16,4 °C	30,3 %RH	64,5 %RH	48,0 %RH
	Απρίλιος	16,2 °C	21,8 °C	18,8 °C	24,0 %RH	59,2 %RH	47,7 %RH
	Μάιος	19,9 °C	24,7 °C	22,9 °C	29,5 %RH	63,6 %RH	50,8 %RH
	Ιούνιος	24,0 °C	28,9 °C	26,1 °C	27,1 %RH	56,0 %RH	44,6 %RH
	Ιούλιος	26,7 °C	29,9 °C	27,7 °C	31,1 %RH	57,1 %RH	46,2 %RH
	Αύγουστος	28,6 °C	32,1 °C	30,1 °C	27,0 %RH	55,9 %RH	43,6 %RH
	Σεπτέμβριος	24,8 °C	28,6 °C	26,3 °C	31,8 %RH	63,1 %RH	48,0 %RH
	Οκτώβριος	19,9 °C	26,0 °C	22,6 °C	38,4 %RH	66,8 %RH	52,5 %RH
	Νοέμβριος	15,7 °C	19,8 °C	17,9 °C	35,3 %RH	83,2 %RH	58,3 %RH
	Δεκέμβριος	12,3 °C	17,1 °C	15,8 °C	28,2 %RH	80,6 %RH	51,0 %RH

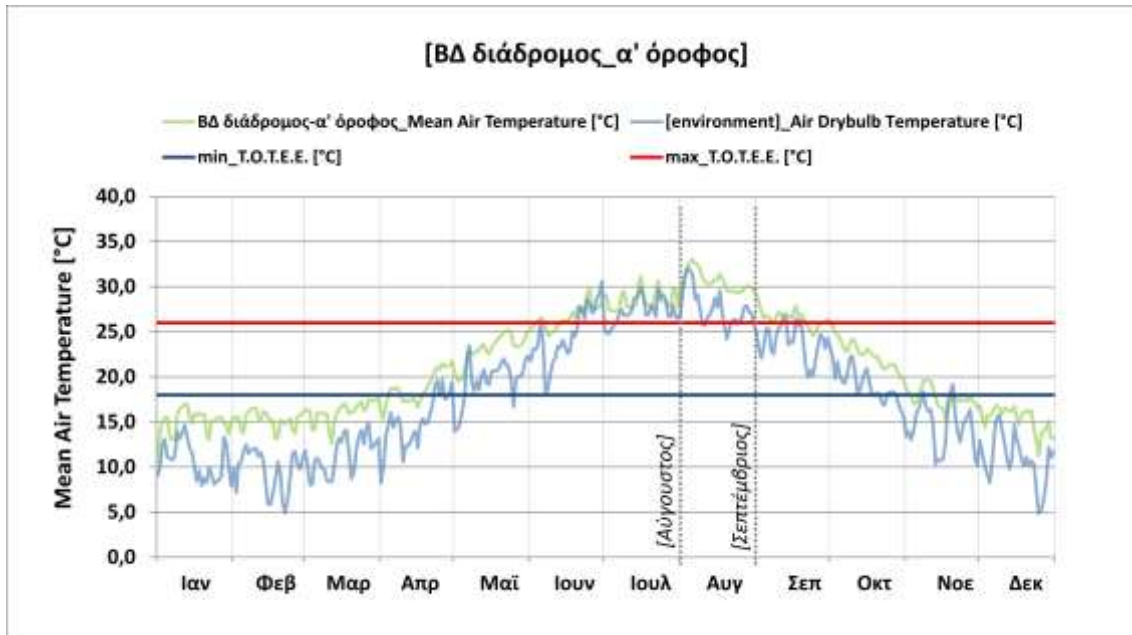
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 63: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του ισόγειου κατά τη διάρκεια του έτους

[ΝΑ_διάδρομος-ισόγειο]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	11,8 °C	17,3 °C	15,6 °C	31,1 %RH	69,7 %RH	49,3 %RH
	Φεβρουάριος	14,3 °C	16,9 °C	15,8 °C	22,9 %RH	67,0 %RH	45,7 %RH
	Μάρτιος	13,8 °C	17,9 °C	16,6 °C	30,2 %RH	63,5 %RH	47,4 %RH
	Απρίλιος	16,2 °C	21,3 °C	18,8 °C	23,8 %RH	60,1 %RH	47,8 %RH
	Μάιος	19,4 °C	24,3 °C	22,4 °C	30,3 %RH	64,5 %RH	52,1 %RH
	Ιούνιος	23,7 °C	28,0 °C	25,7 °C	27,6 %RH	57,9 %RH	45,9 %RH
	Ιούλιος	26,4 °C	29,1 °C	27,3 °C	31,6 %RH	58,9 %RH	47,7 %RH
	Αύγουστος	27,9 °C	30,9 °C	29,0 °C	28,9 %RH	59,4 %RH	46,4 %RH
	Σεπτέμβριος	24,2 °C	27,7 °C	25,8 °C	32,7 %RH	66,1 %RH	49,7 %RH
	Οκτώβριος	19,9 °C	25,4 °C	22,4 °C	38,9 %RH	68,0 %RH	53,2 %RH
	Νοέμβριος	16,3 °C	19,9 °C	18,2 °C	34,8 %RH	82,1 %RH	57,4 %RH
	Δεκέμβριος	12,8 °C	17,3 °C	16,0 °C	27,3 %RH	78,3 %RH	50,1 %RH

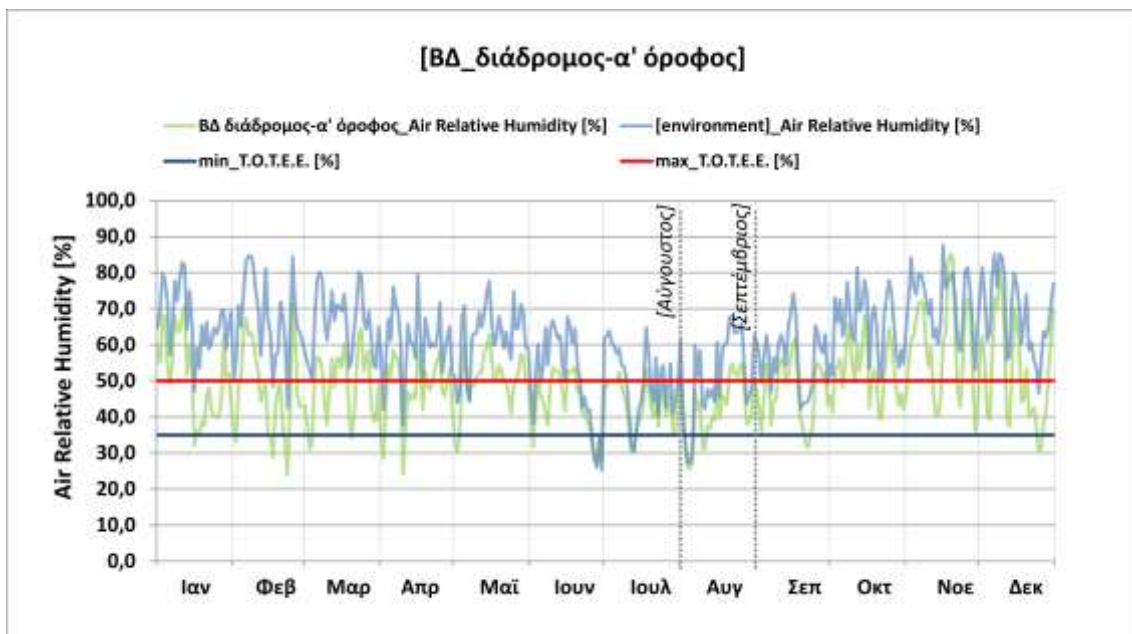
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- **ΒΔ διάδρομος α' όροφος:**



Διάγραμμα 109: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους

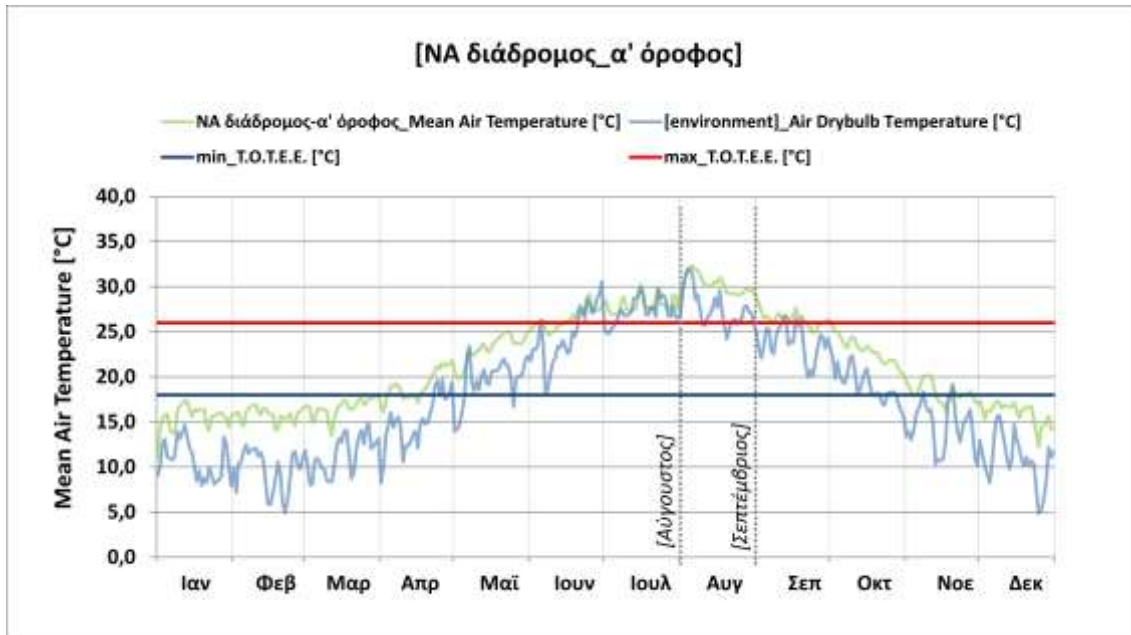
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 110: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους

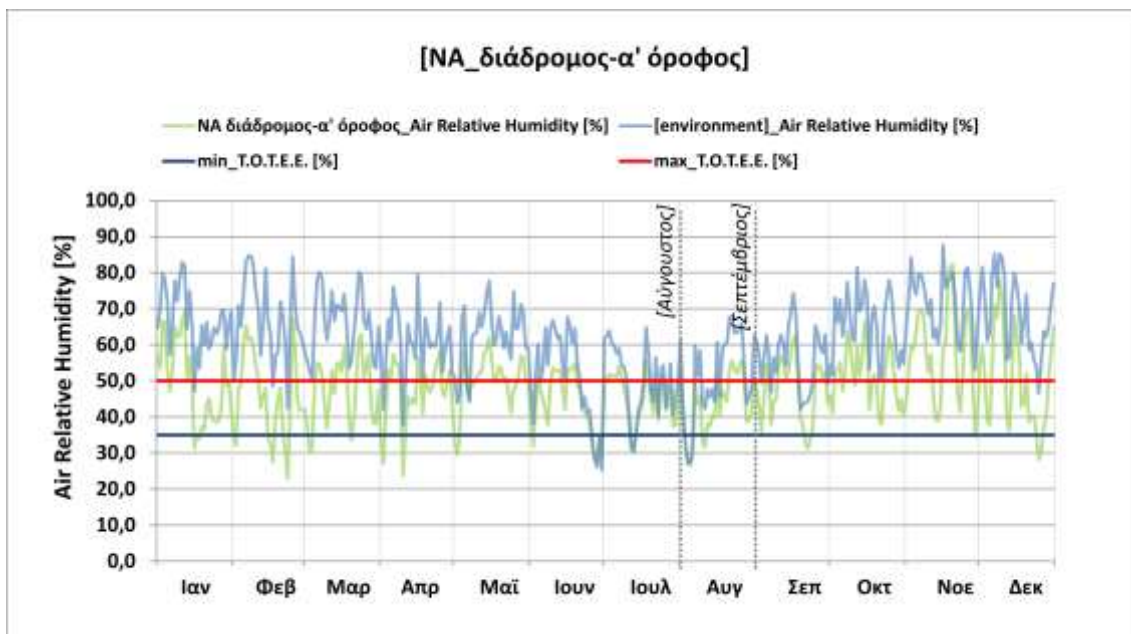
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- NA διάδρομος α' όροφος:



Διάγραμμα 111: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον NA διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 112: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον NA διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 64: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΒΔ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους

[ΒΔ_διάδρομος-α' όροφος]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	10,5 °C	17,0 °C	15,0 °C	32,2 %RH	70,8 %RH	51,5 %RH
	Φεβρουάριος	13,1 °C	16,5 °C	15,2 °C	3,4 %RH	71,4 %RH	46,6 %RH
	Μάρτιος	12,6 °C	17,7 °C	16,1 °C	30,9 %RH	64,6 %RH	48,8 %RH
	Απρίλιος	15,4 °C	21,8 °C	18,7 °C	24,2 %RH	58,9 %RH	47,9 %RH
	Μάιος	19,5 °C	25,2 °C	23,1 °C	30,1 %RH	62,8 %RH	50,1 %RH
	Ιούνιος	24,6 °C	29,7 °C	26,6 °C	26,5 %RH	53,8 %RH	43,0 %RH
	Ιούλιος	27,3 °C	31,1 °C	28,5 °C	30,2 %RH	53,2 %RH	43,6 %RH
	Αύγουστος	29,3 °C	33,0 °C	30,6 °C	25,6 %RH	54,9 %RH	42,3 %RH
	Σεπτέμβριος	24,6 °C	29,0 °C	26,5 °C	31,3 %RH	61,9 %RH	47,2 %RH
	Οκτώβριος	19,6 °C	26,1 °C	22,6 °C	39,4 %RH	68,0 %RH	52,7 %RH
	Νοέμβριος	15,3 °C	19,6 °C	17,7 °C	35,6 %RH	85,1 %RH	59,2 %RH
	Δεκέμβριος	11,2 °C	16,9 °C	15,3 °C	30,2 %RH	81,3 %RH	52,5 %RH

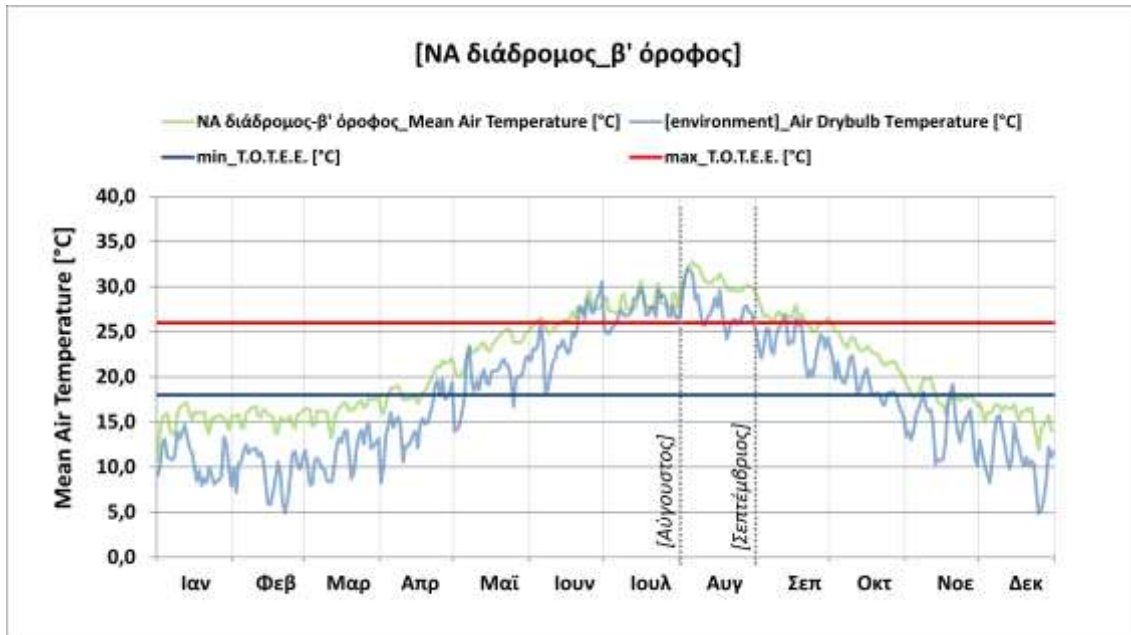
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 65: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους

[ΝΑ_διάδρομος-α' όροφος]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	11,1 °C	17,4 °C	15,5 °C	31,4 %RH	69,3 %RH	49,7 %RH
	Φεβρουάριος	14,1 °C	17,0 °C	15,8 °C	22,8 %RH	67,2 %RH	45,9 %RH
	Μάρτιος	13,5 °C	18,1 °C	16,6 °C	30,1 %RH	62,9 %RH	47,3 %RH
	Απρίλιος	16,1 °C	21,8 °C	19,0 °C	23,7 %RH	58,6 %RH	47,0 %RH
	Μάιος	19,8 °C	25,1 °C	23,1 °C	29,6 %RH	62,1 %RH	49,9 %RH
	Ιούνιος	24,6 °C	29,2 °C	26,4 °C	26,8 %RH	54,8 %RH	43,6 %RH
	Ιούλιος	27,0 °C	30,3 °C	28,0 °C	30,7 %RH	55,6 %RH	45,1 %RH
	Αύγουστος	29,0 °C	32,3 °C	30,2 °C	26,6 %RH	55,6 %RH	43,2 %RH
	Σεπτέμβριος	24,8 °C	28,8 °C	26,5 °C	31,2 %RH	62,8 %RH	47,4 %RH
	Οκτώβριος	20,3 °C	26,1 °C	23,0 °C	38,0 %RH	66,3 %RH	51,4 %RH
	Νοέμβριος	16,2 °C	20,2 °C	18,3 °C	34,6 %RH	82,3 %RH	57,0 %RH
	Δεκέμβριος	12,3 °C	17,3 °C	15,9 °C	28,3 %RH	78,1 %RH	50,4 %RH

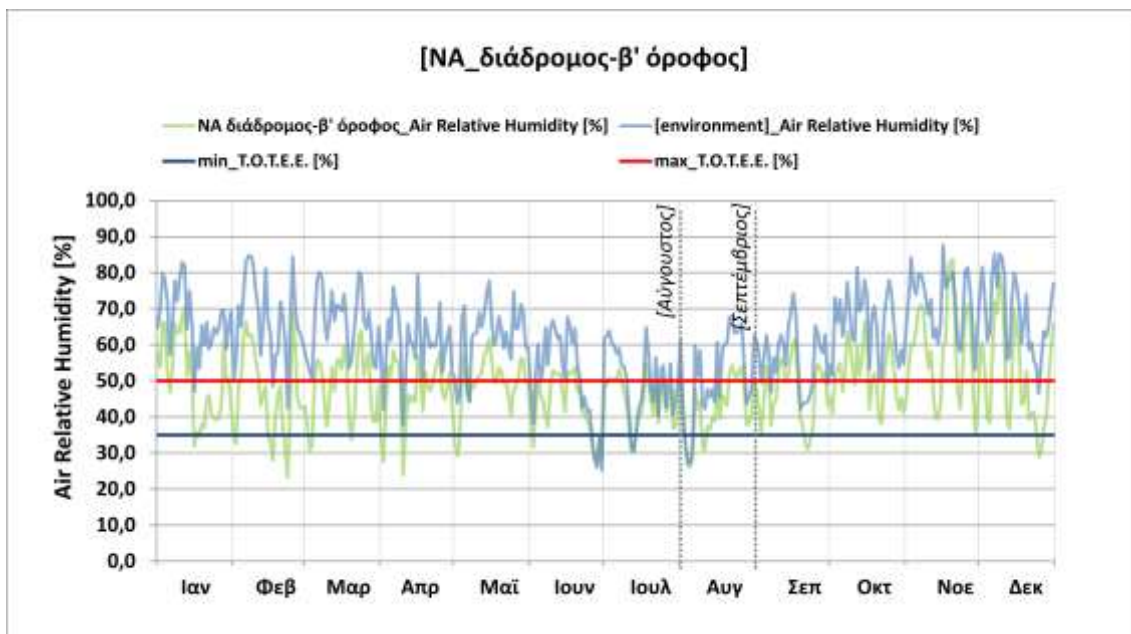
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- ΝΑ διάδρομος β' όροφος:



Διάγραμμα 113: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 114: Ημερήσιες τιμές σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 66: Ελάχιστες, μέγιστες & μέσες μηνιαίες τιμές μέσης θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας αέρα στον ΝΑ διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους

[ΝΑ_διάδρομος-β' όροφος]	Μήνας	Temperature			Relative Humidity		
		MIN	MAX	AVG	MIN	MAX	AVG
	Ιανουάριος	10,7 °C	17,1 °C	15,3 °C	31,8 %RH	70,4 %RH	50,4 %RH
	Φεβρουάριος	13,7 °C	16,7 °C	15,5 °C	23,2 %RH	69,0 %RH	46,7 %RH
	Μάρτιος	13,2 °C	17,8 °C	16,4 °C	30,7 %RH	64,0 %RH	48,0 %RH
	Απρίλιος	15,9 °C	22,1 °C	19,0 °C	23,8 %RH	58,3 %RH	47,2 %RH
	Μάιος	20,0 °C	25,3 °C	23,3 °C	29,3 %RH	61,7 %RH	49,3 %RH
	Ιούνιος	24,9 °C	29,6 °C	26,6 °C	26,6 %RH	53,8 %RH	42,9 %RH
	Ιούλιος	27,1 °C	30,7 °C	28,2 °C	30,5 %RH	54,8 %RH	44,5 %RH
	Αύγουστος	29,3 °C	32,8 °C	30,6 °C	26,1 %RH	54,3 %RH	42,2 %RH
	Σεπτέμβριος	24,9 °C	29,2 °C	26,6 °C	31,1 %RH	61,6 %RH	47,0 %RH
	Οκτώβριος	20,0 °C	26,3 °C	22,9 °C	38,2 %RH	66,3 %RH	51,6 %RH
	Νοέμβριος	15,9 °C	19,8 °C	18,0 °C	35,1 %RH	83,8 %RH	58,0 %RH
	Δεκέμβριος	11,9 °C	17,1 °C	15,7 °C	28,9 %RH	79,9 %RH	51,1 %RH

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Κέρδη & απώλειες θερμότητας λόγω παραθύρων ανά θερμική ζώνη

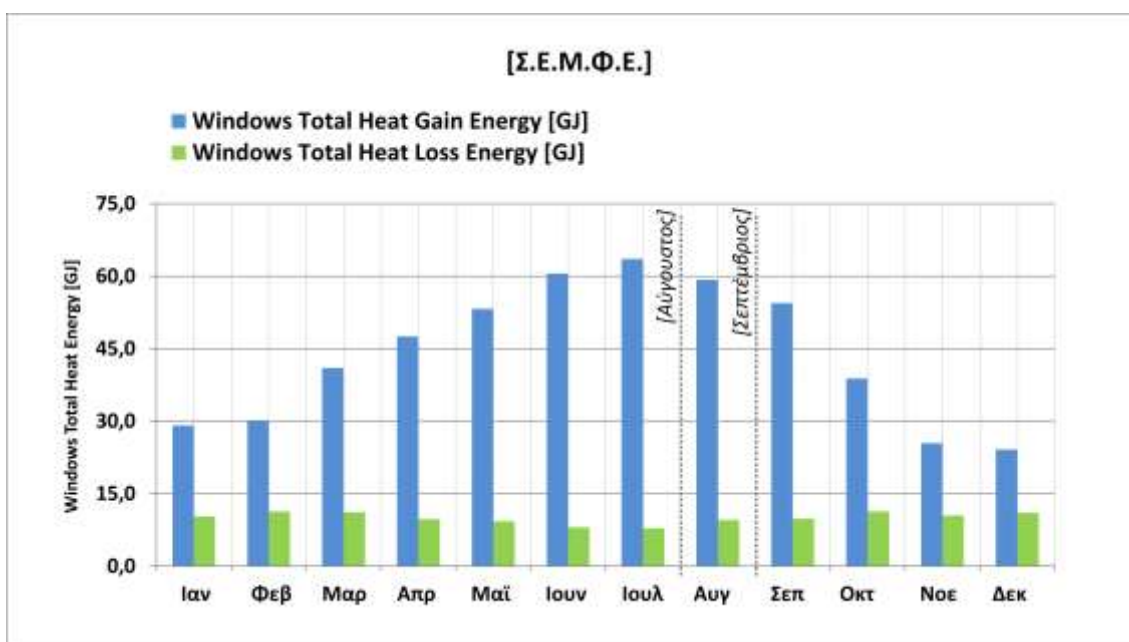
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης σχετικά με τις ροές θερμικών κερδών και απωλειών που πραγματοποιούνται μέσω των ανοιγμάτων που διαθέτει κάθε θερμική ζώνη του κτηρίου. Προκειμένου να καταστεί δυνατή η συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων ανάμεσα στους χώρους του κτηρίου, έχει γίνει αναγωγή των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης στη συνολική επιφάνεια των παραθύρων που διαθέτει κάθε χώρος. Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 67) παρουσιάζεται η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων για τις θερμικές ζώνες που διαθέτουν εξωτερικά παράθυρα.

Πίνακας 67: Συνολική επιφάνεια παραθύρων ανά θερμική ζώνη

A/A	θερμικές ζώνες	total floor area [m ²]	total window area [m ²]
[3]	ΒΔ κλιμακοστάσιο	34,01	15,3
[8]	ΝΑ κλιμακοστάσιο	34,01	13,98
[9]	ΝΑ βοηθητικοί χώροι	4,85	9,48
[10]	Χώροι υγιεινής_επίπεδο Ι	22,2	1,8
[11]	Χώροι υγιεινής_επίπεδο ΙΙ	33,23	3,39
[12]	Χώροι υγιεινής_επίπεδο 0	53,3	0,72
[13]	Χώροι υγιεινής_αμεα_επίπεδο Ι	6,75	0,36
[14]	Αίθουσα διδασκαλίας [001]	104,16	18,9
[15]	Αίθουσα διδασκαλίας [101]	137,76	25,2
[16]	Αίθουσα διδασκαλίας [103]	151,28	18,9
[17]	Αίθουσα διδασκαλίας [105]	68,88	11,55
[18]	Αίθουσα διδασκαλίας [106]	68,88	11,55
[19]	Αίθουσα διδασκαλίας [107]	68,88	11,55
[20]	Αίθουσα διδασκαλίας [108]	68,88	11,55
[21]	Αίθουσα εκδηλώσεων	113,75	17,34
[22]	Αίθουσα συνεδριάσεων	36,52	12,6
[23]	Εντευκτήριο ΔΕΠ	46,2	6,3
[24]	Κεντρικός πυρήνας	171,47	58,17
[25]	Κεντρικό κλιμακοστάσιο	19,26	9,84
[26]	Γραμματεία προπτυχιακού τμήματος	137,76	23,12
[27]	Γραμματεία μεταπτυχιακού τμήματος	203,36	23,12
[28]	Η/Μ χώροι_επίπεδο Ι	11,55	6,3
[30]	Κεντρικός χώρος_επίπεδο ΙΙ	69,16	12,6
[31]	Γραφείο_001	18,92	6,3
[32]	Γραφείο_002	17,6	6,3
[33]	Γραφείο_003	18,48	6,3
[34]	Γραφείο_102	52,08	6,3
[35]	Γραφείο_103	23,87	4,32
[36]	Βοηθητικοί χώροι αίθουσας	36,93	4,28

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ **[Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.]**:



Διάγραμμα 115: Θερμικά κέρδη & απώλειες λόγω παραθύρων συνολικά στο κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 68: Θερμικά κέρδη & απώλειες λόγω παραθύρων συνολικά στο κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	Μήνας	Windows Total Heat Gain Energy [GJ]	Windows Total Heat Loss Energy [GJ]
	Ιανουάριος	29,10	10,31
	Φεβρουάριος	30,17	11,34
	Μάρτιος	41,02	11,17
	Απρίλιος	47,54	9,73
	Μάιος	53,24	9,32
	Ιούνιος	60,58	8,02
	Ιούλιος	63,59	7,85
	Αύγουστος	59,26	9,58
	Σεπτέμβριος	54,46	9,82
	Οκτώβριος	38,86	11,31
	Νοέμβριος	25,48	10,50
	Δεκέμβριος	24,17	11,04
σύνολο:	527,46	119,99	

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Όσον αφορά το σύνολο του κτηρίου, τα συνολικά ετήσια θερμικά κέρδη, που υπολογίστηκαν μέσω της προσομοίωσης, ανέρχονται σε 527,46GJ, με τις μηνιαίες τιμές να παρουσιάζουν αύξηση από την αρχή του έτους έως τον Ιούλιο, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί σταδιακή πτώση έως τον Δεκέμβριο, οπότε και παρατηρείται η ελάχιστη τιμή των μηνιαίων θερμικών κερδών για το συγκεκριμένο κτήριο. Αντιθέτως, οι συνολικές μηνιαίες απώλειες μέσω παραθύρων ακολουθούν αντίστροφη τάση, με μικρό εύρος διακύμανσης, και τις συνολικές ετήσιες τιμές να ανέρχονται σε 119,99GJ.

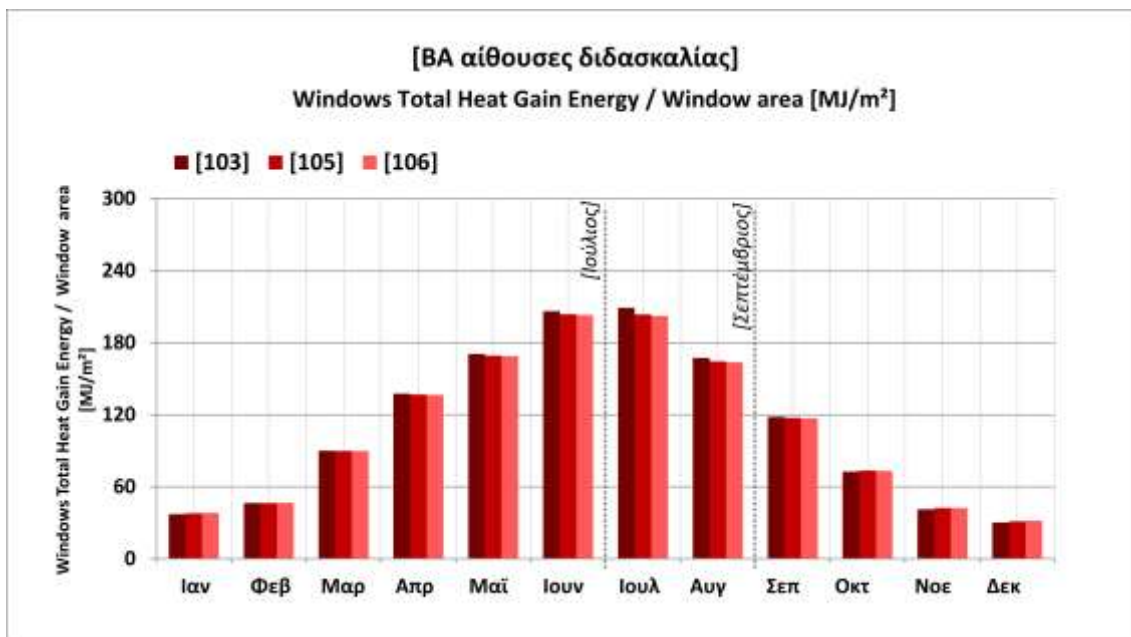
Αναφορικά με τους επιμέρους χώρους του κτηρίου και τα θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων, όπως διαπιστώνεται από την προσομοίωση και μετά την αναγωγή των αποτελεσμάτων στη συνολική επιφάνεια των παραθύρων, προκύπτει πως ο σύνθετος προσανατολισμός των εξωτερικών ανοιγμάτων και η ύπαρξη σκιάστρων αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες τόσο ως προς την απόλυτη τιμή όσο και ως προς την κατανομή τους κατά τη διάρκεια του έτους. Πιο συγκεκριμένα, οι [BA] χώροι παρουσιάζουν μεγάλο εύρος διακύμανσης κατά τη διάρκεια του έτους με τις μέγιστες τιμές να σημειώνονται τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο, ενώ οι [ΝΔ] χώροι παρουσιάζουν μικρότερη μηνιαία διακύμανση, με τις μέγιστες τιμές να παρατηρούνται από τον Ιούνιο έως και τον Σεπτέμβριο. Αξίζει να αναφερθεί πως οι [BA] χώροι παρουσιάζουν μεγαλύτερα ετήσια θερμικά κέρδη σε σχέση με τους [ΝΔ] χώρους, καθώς οι τελευταίοι διαθέτουν εξωτερικά σκίαστρα που παρεμποδίζουν τον ανεπιθύμητο ηλιασμό τους, και επομένως και τα θερμικά κέρδη. Εξαιρέση αποτελούν όσοι [ΝΔ] χώροι δεν διαθέτουν εξωτερικές ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, όπως η αίθουσα διδασκαλίας [001], ο κεντρικός πυρήνας του κτηρίου και τα γραφεία [001], [002] & [003].

Όσον αφορά τις θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων, η εικόνα που παρουσιάζουν τόσο οι [BA] όσο και οι [ΝΔ] χώροι του κτηρίου είναι παρόμοια, με τις τιμές τους να παρουσιάζουν μικρές διαφοροποιήσεις κατά τη διάρκεια του έτους.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν αποτυπώνεται η κατανομή των θερμικών κερδών και απωλειών λόγω παραθύρων κατά τη διάρκεια του έτους για τους επιμέρους χώρους του κτηρίου, ομαδοποιημένων με βάση τη χρήση (αίθουσες διδασκαλίας, χώροι διοίκησης, κεντρικοί χώροι, γραφειακοί χώροι, κτλ.) και τον προσανατολισμό τους (BA, ΝΔ), ενώ κρίθηκε σκόπιμο να συμπεριληφθούν διαγράμματα με τους χώρους ίδιας χρήσης αλλά διαφορετικού προσανατολισμού, ώστε να διευκολυνθεί η συγκριτική ανάγνωση των αποτελεσμάτων.

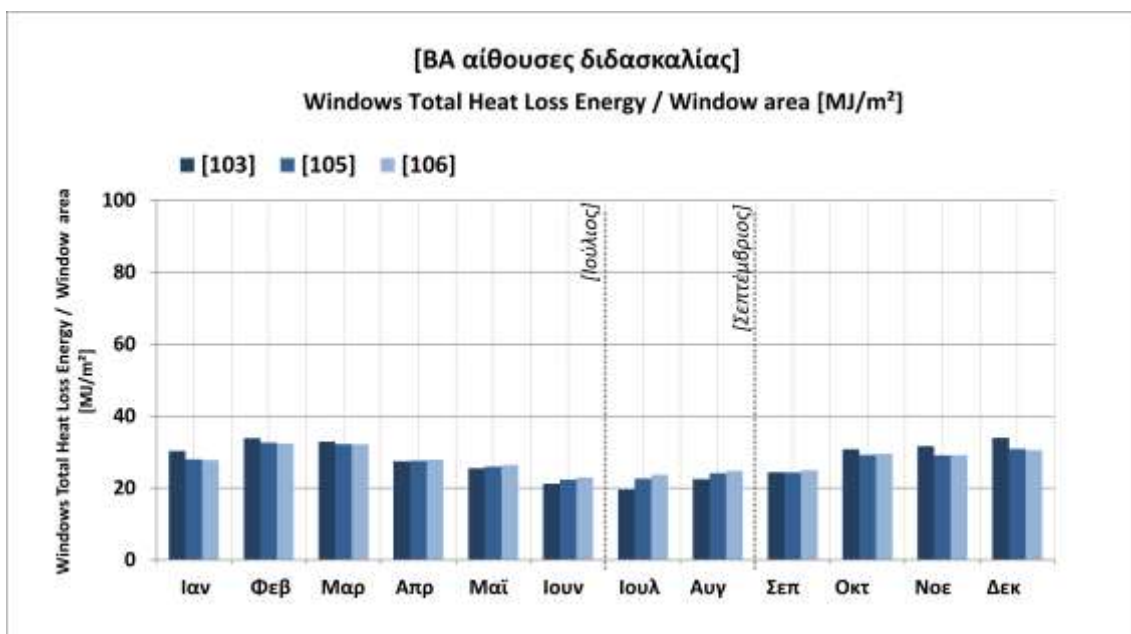
➤ [αίθουσες διδασκαλίας]:

- [BA] αίθουσες διδασκαλίας:



Διάγραμμα 116: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στις [BA] αίθουσες διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

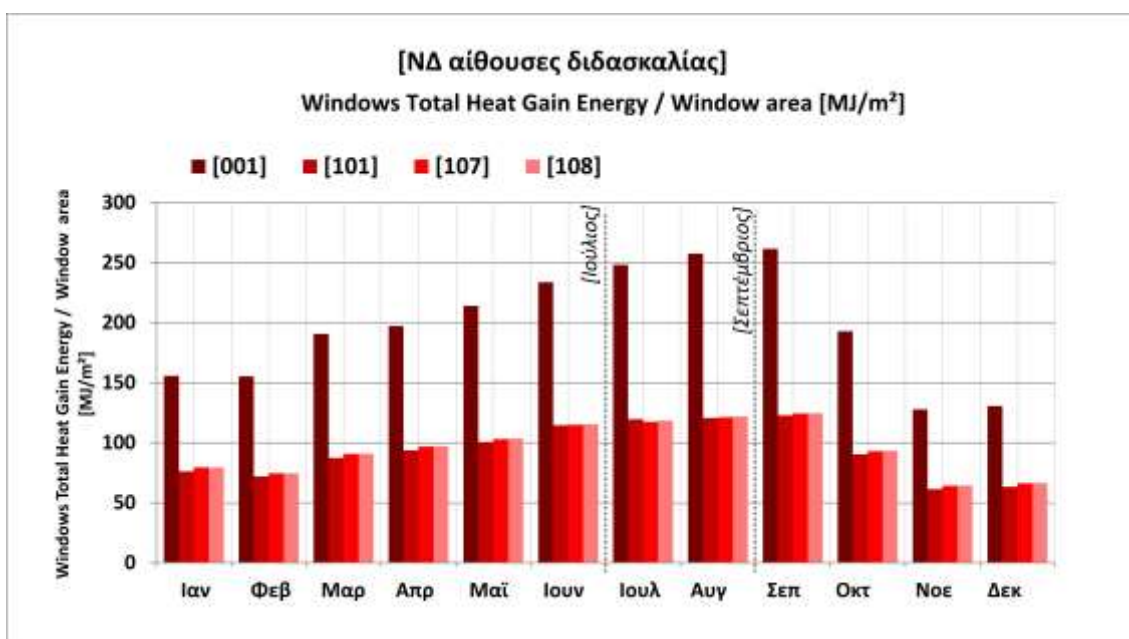
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 117: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στις [BA] αίθουσες διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

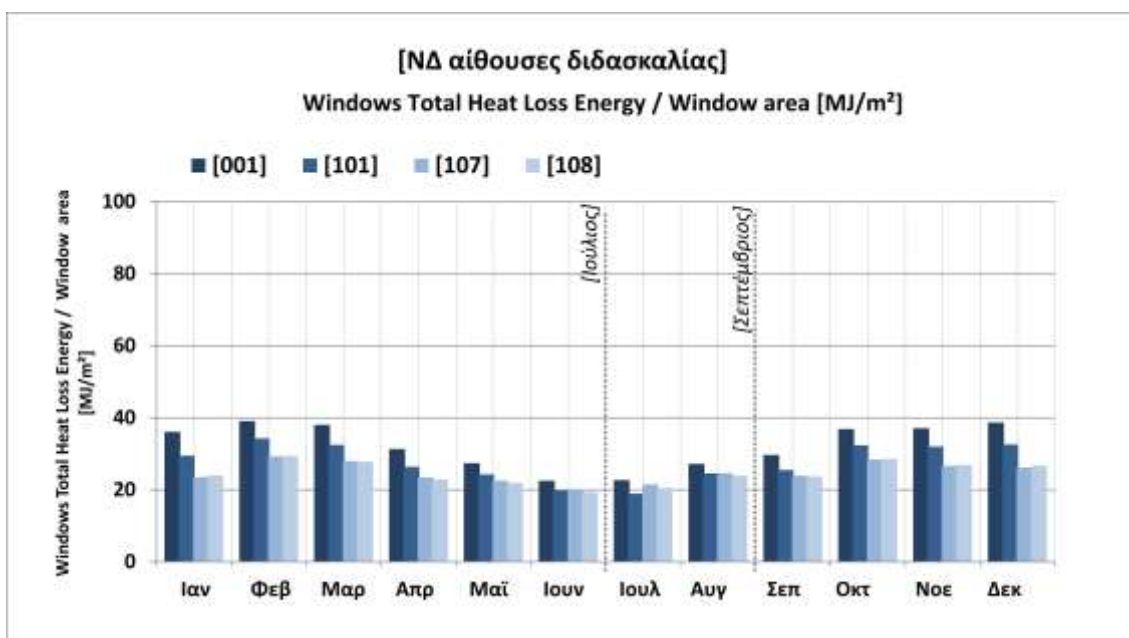
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [ΝΔ] αίθουσες διδασκαλίας:



Διάγραμμα 118: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στις [ΝΔ] αίθουσες διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

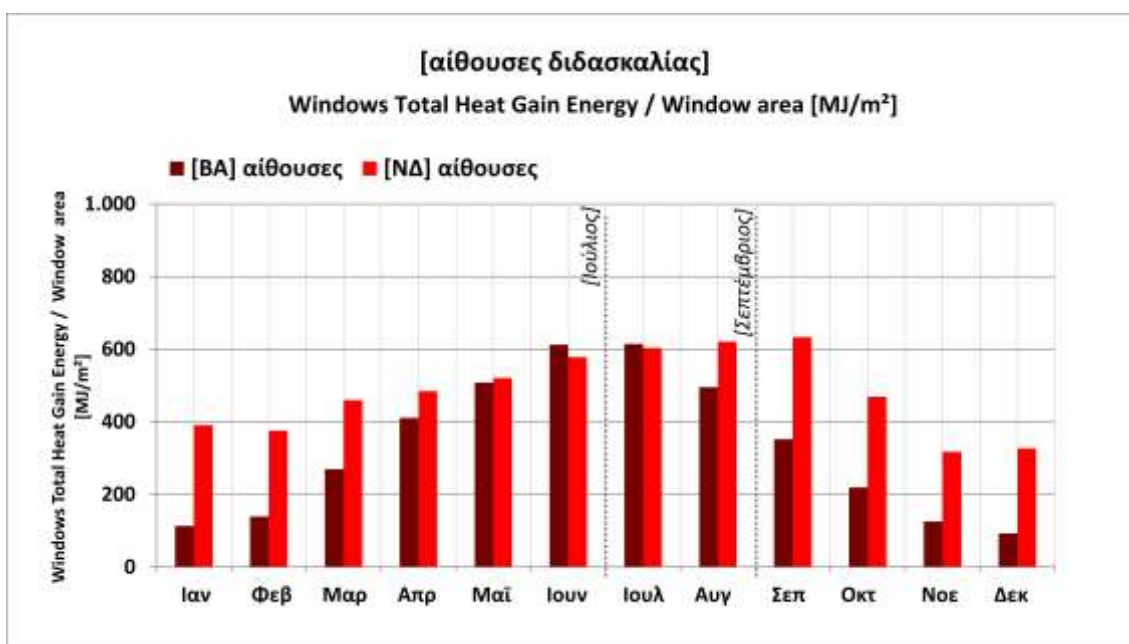
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 119: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στις [ΝΔ] αίθουσες διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

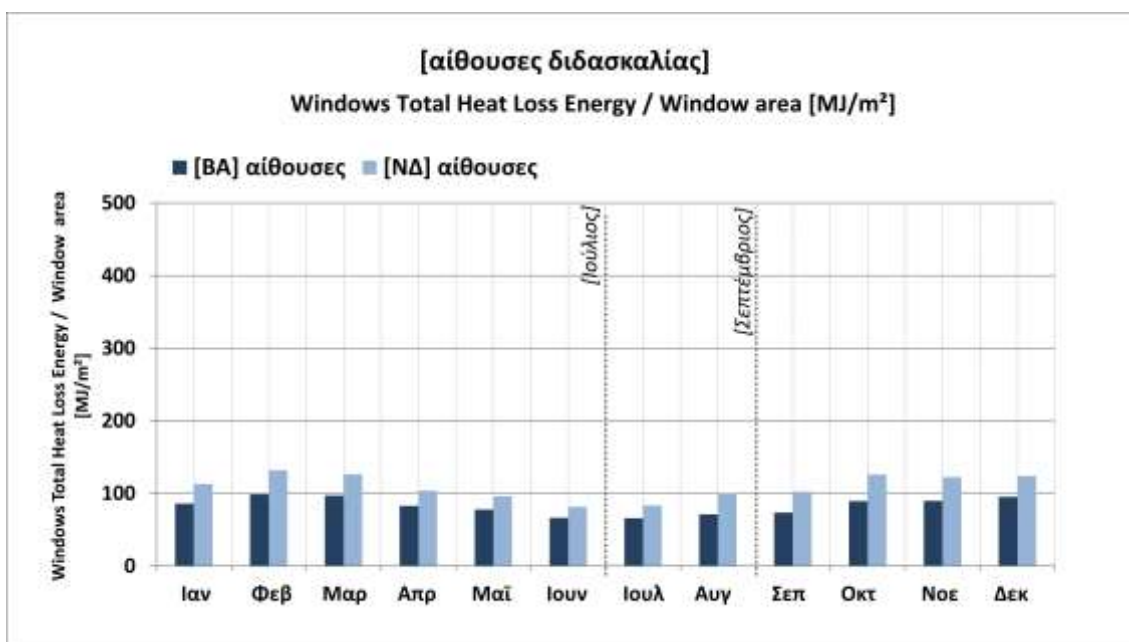
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [BA] & [NA] αίθουσες διδασκαλίας:



Διάγραμμα 120: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στις αίθουσες διδασκαλίας του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

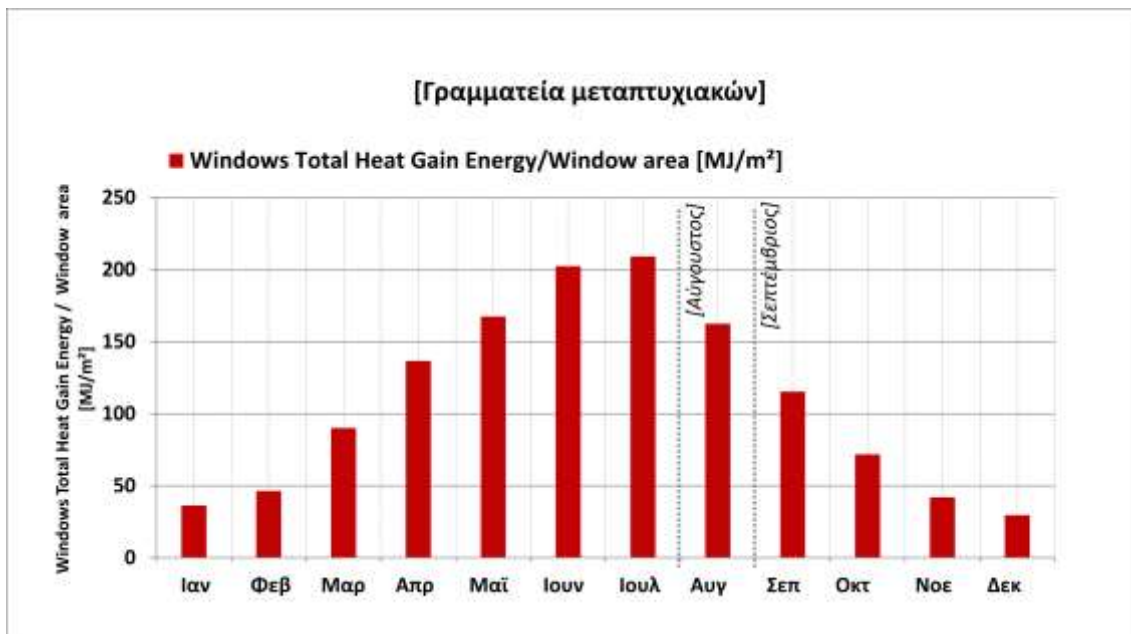


Διάγραμμα 121: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στις αίθουσες διδασκαλίας του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

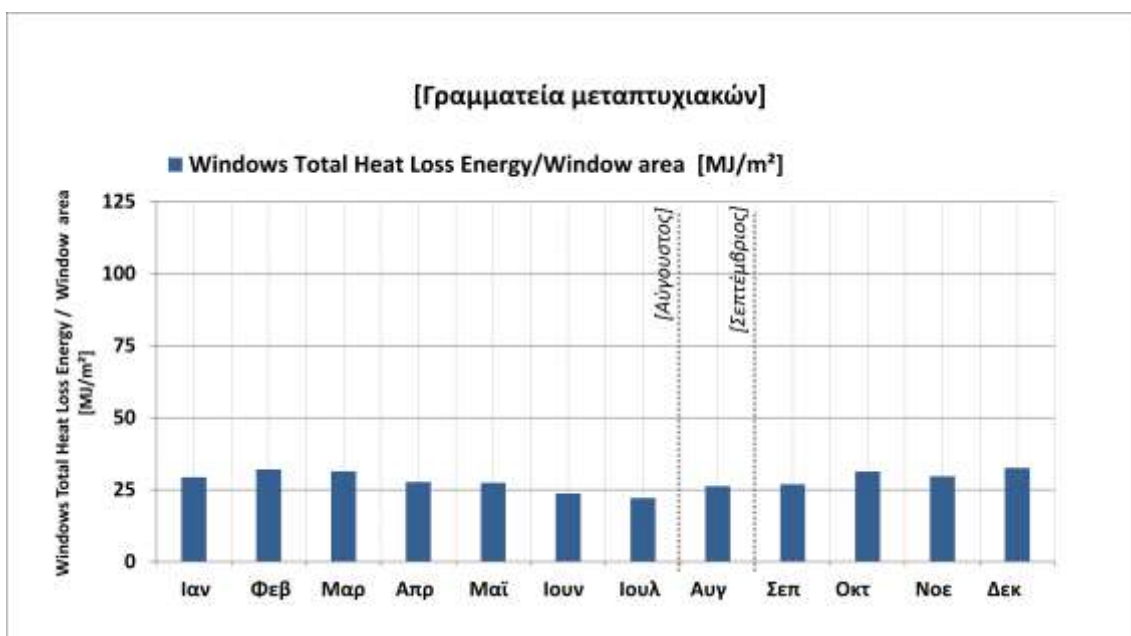
➤ [χώροι διοίκησης]:

- [BA] χώρος γραμματείας - τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών:



Διάγραμμα 122: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον [BA] χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

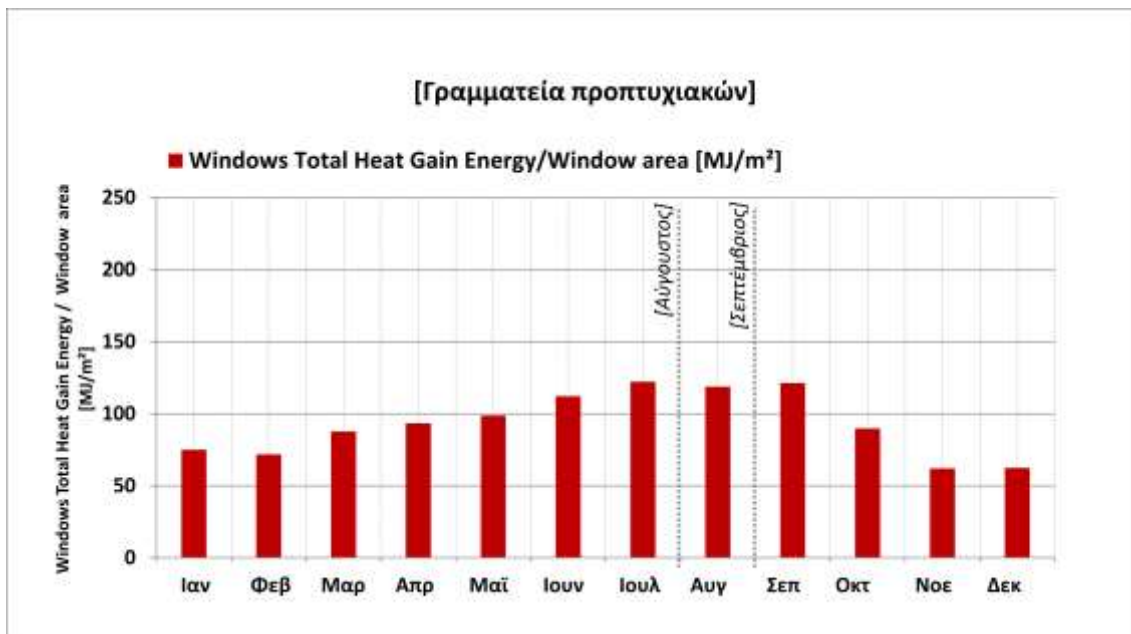
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 123: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον [BA] χώρο της γραμματείας [τμήμα μεταπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

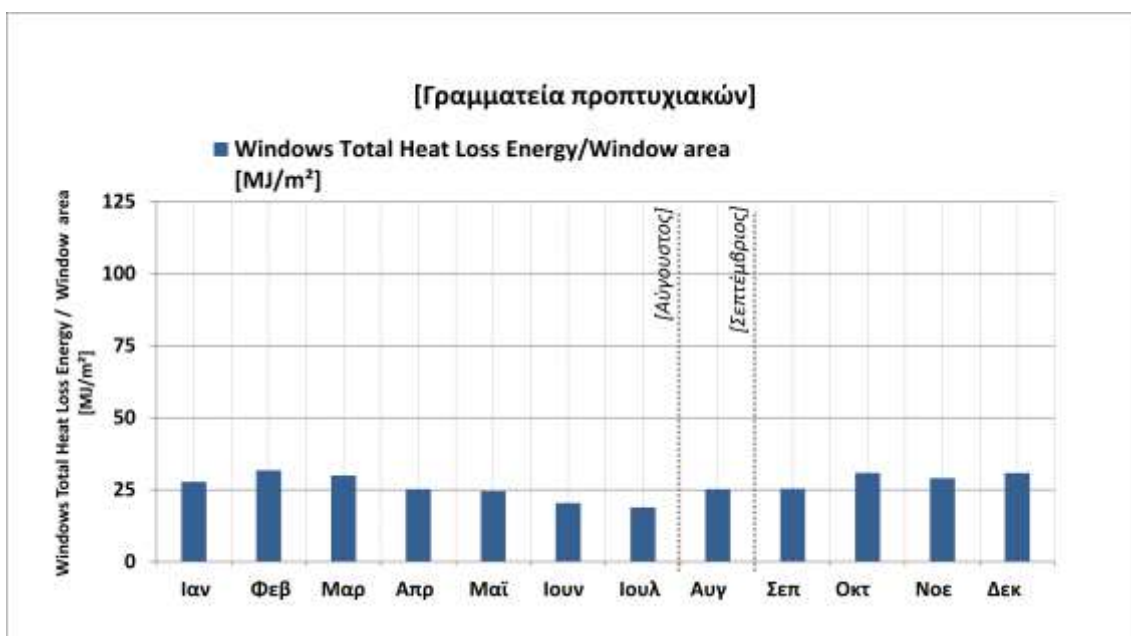
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [ΝΔ] χώρος γραμματείας - τμήμα προπτυχιακών σπουδών:



Διάγραμμα 124: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

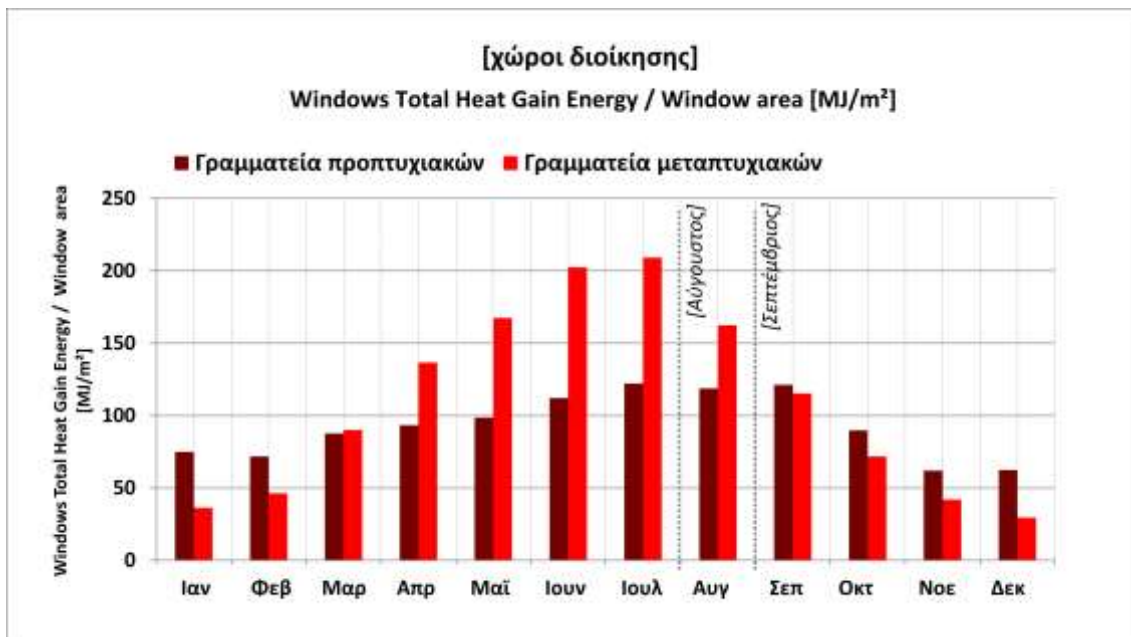
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 125: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας [τμήμα προπτυχιακών σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους

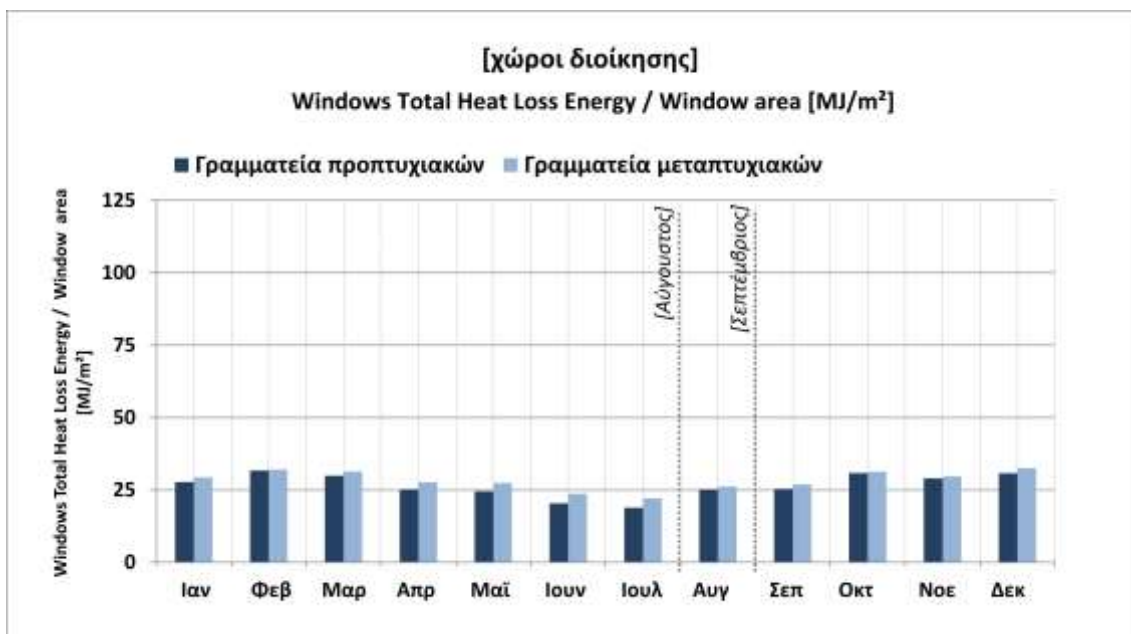
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [BA] & [NA] χώροι γραμματείας:



Διάγραμμα 126: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους χώρους διοίκησης του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

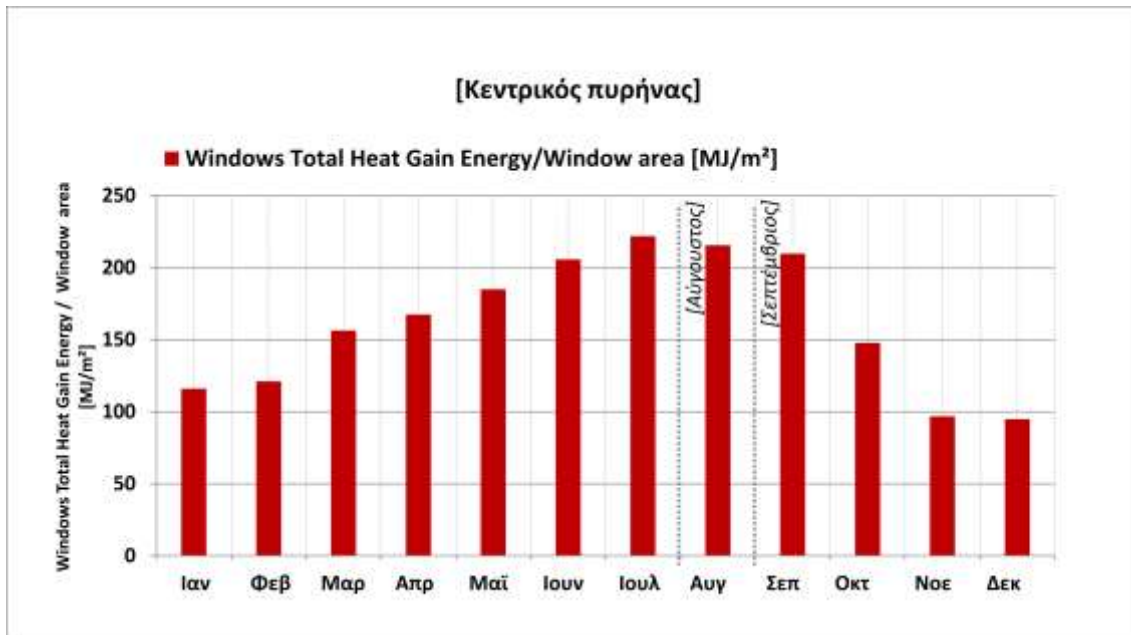


Διάγραμμα 127: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους χώρους διοίκησης του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

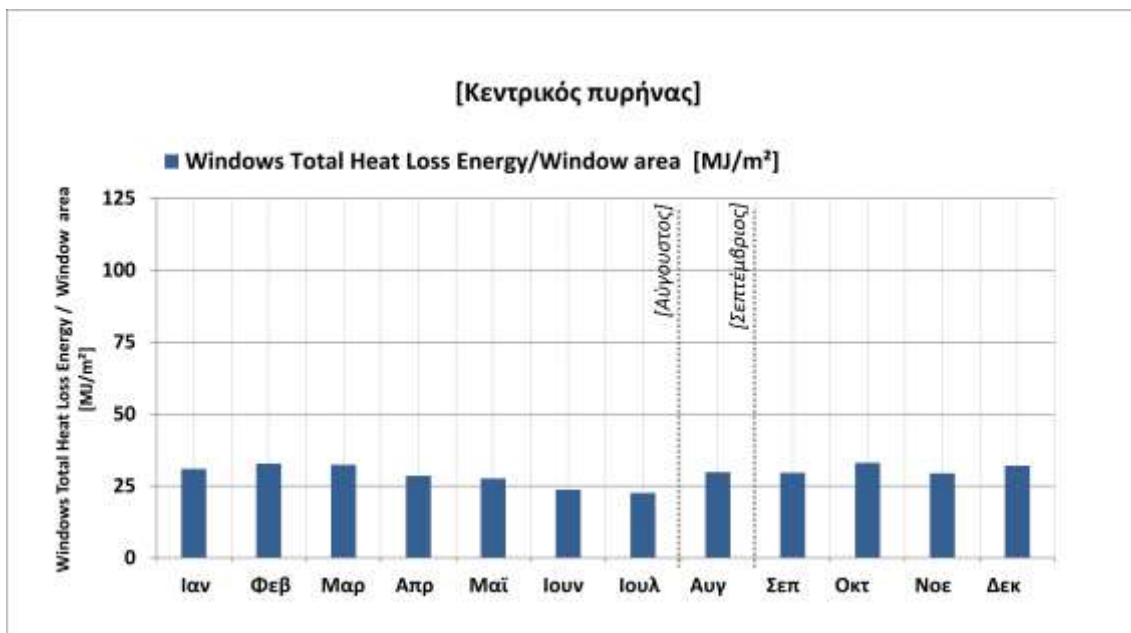
➤ [κεντρικοί γώροι]:

- [κεντρικός πυρήνας]:



Διάγραμμα 128: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους

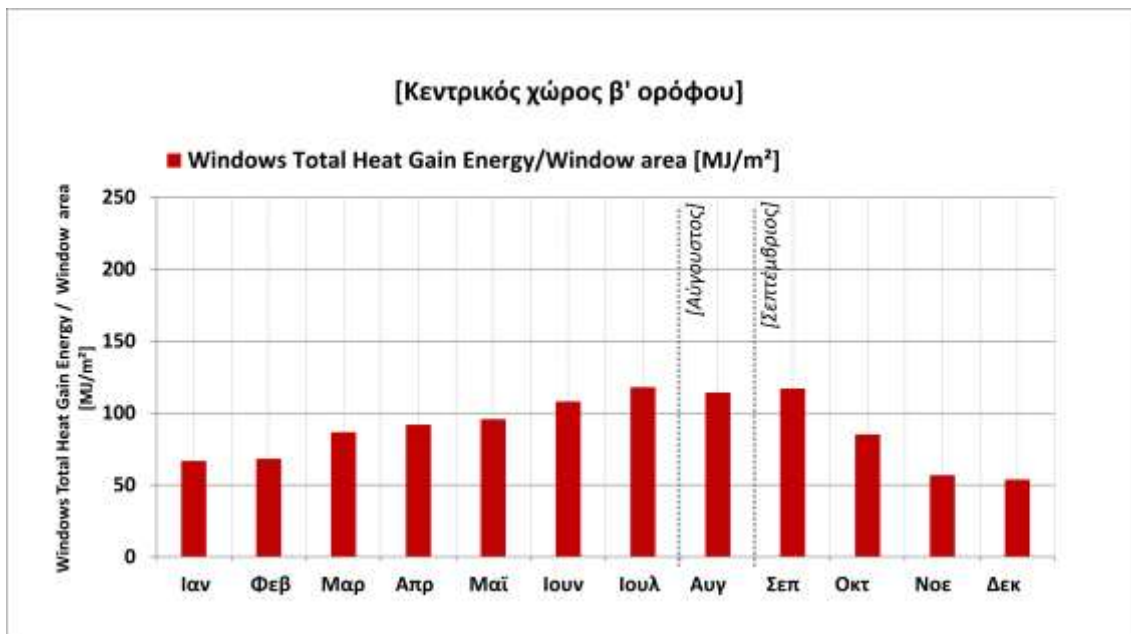
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



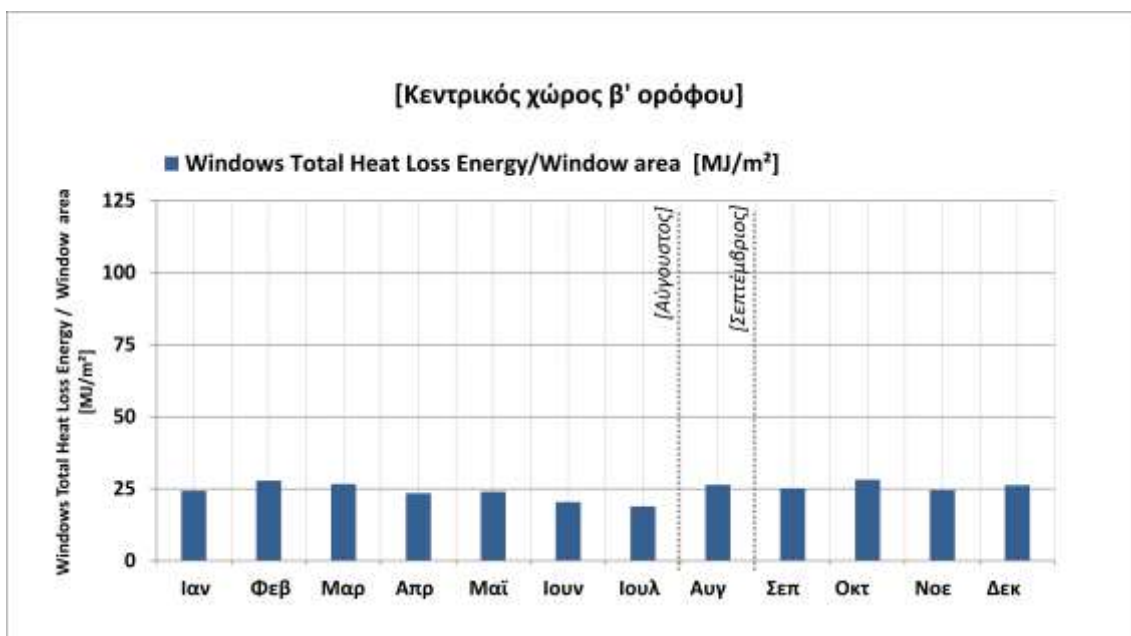
Διάγραμμα 129: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [κεντρικός χώρος β' ορόφου]:

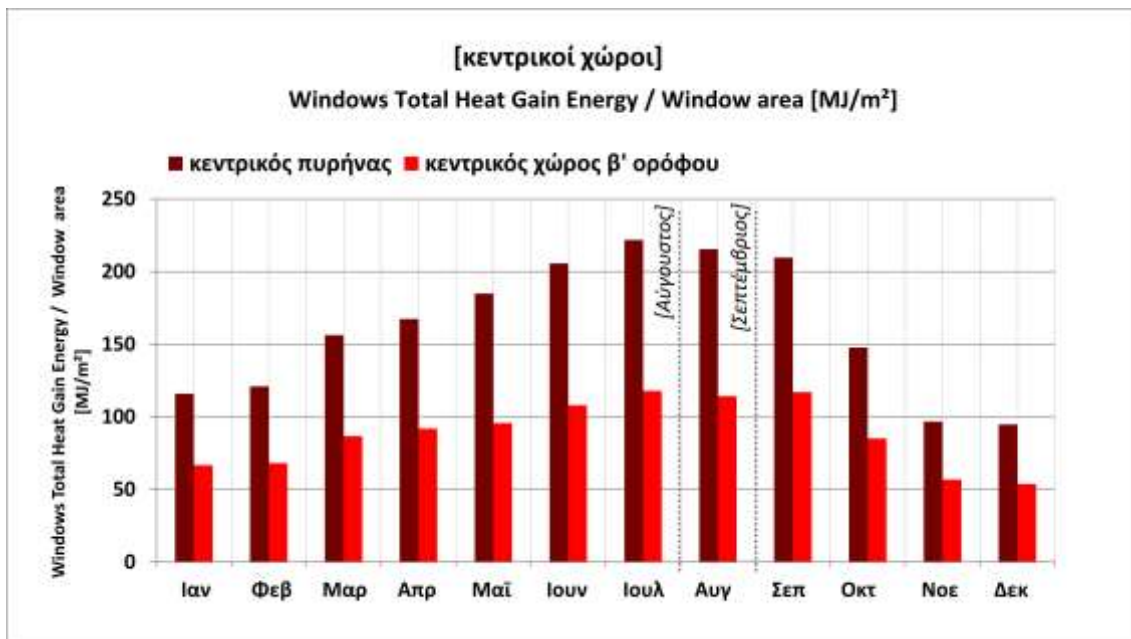


Διάγραμμα 130: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

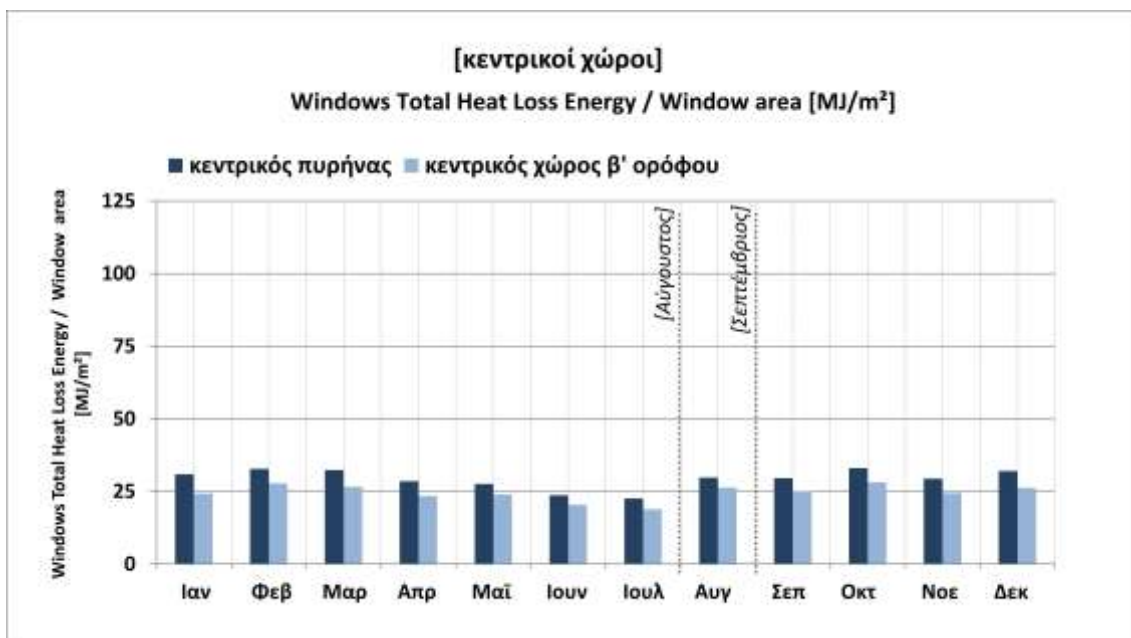


Διάγραμμα 131: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [κεντρικός πυρήνας]&[κεντρικός χώρος β' ορόφου]:



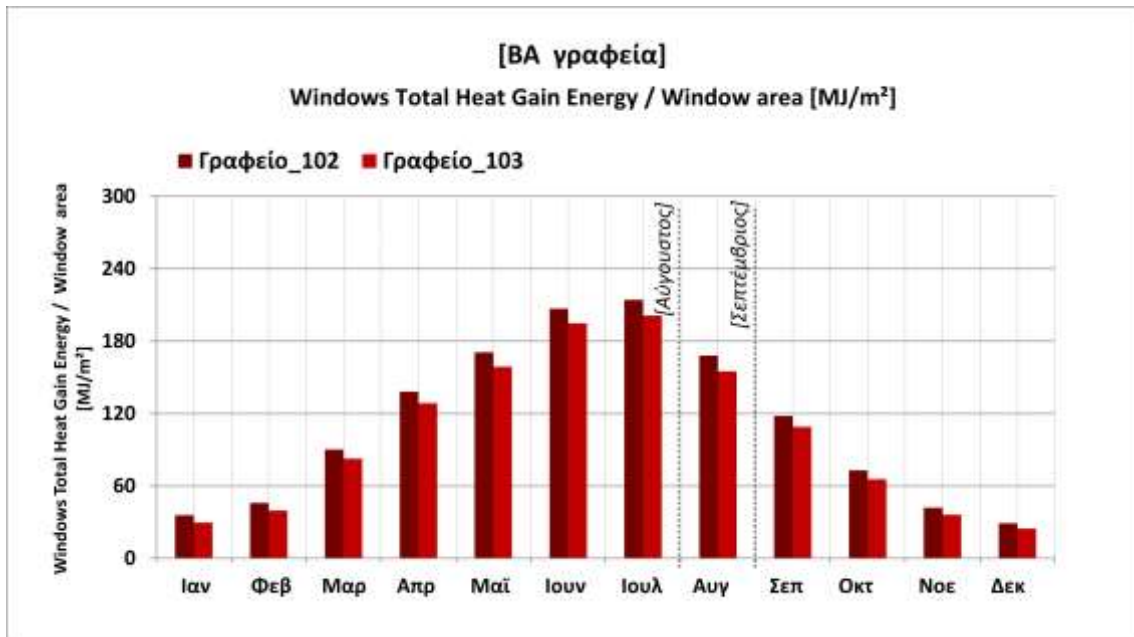
Διάγραμμα 132: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους κεντρικούς χώρους του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



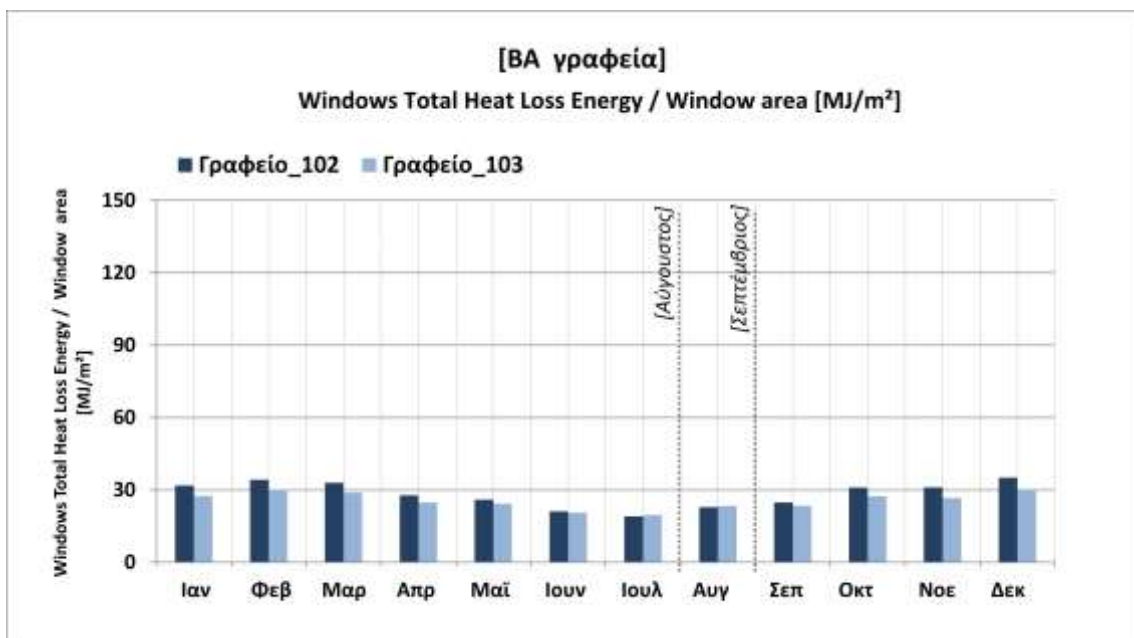
Διάγραμμα 133: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους κεντρικούς χώρους του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ Γραφειακοί χώροι:

- [BA] γραφεία:

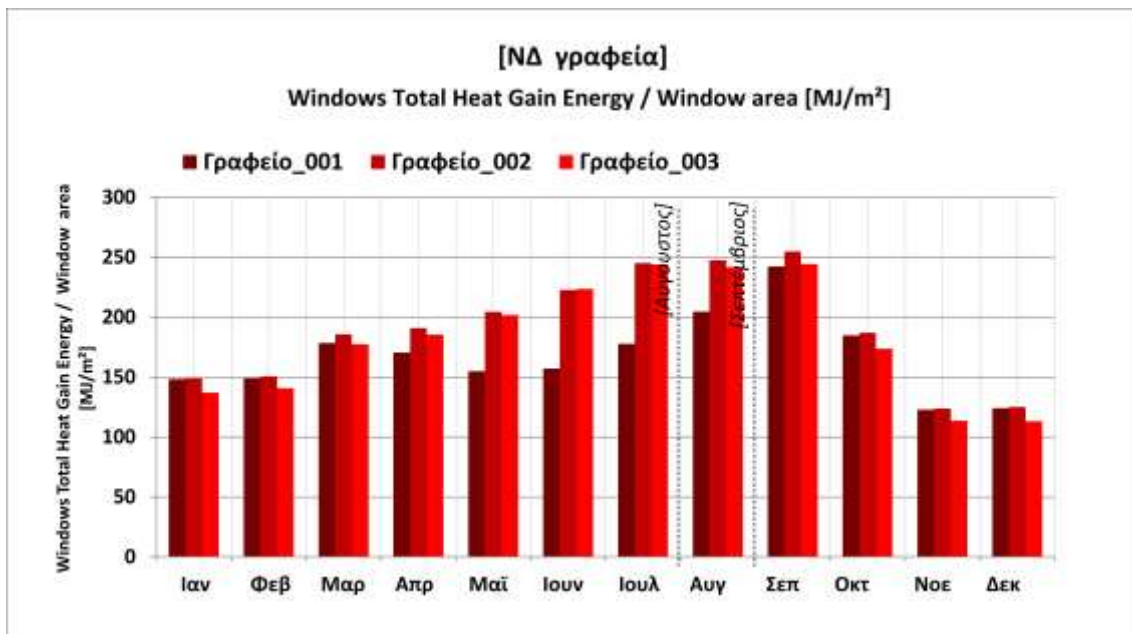


Διάγραμμα 134: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους [BA] γραφειακούς χώρους κατά τη διάρκεια του έτους
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

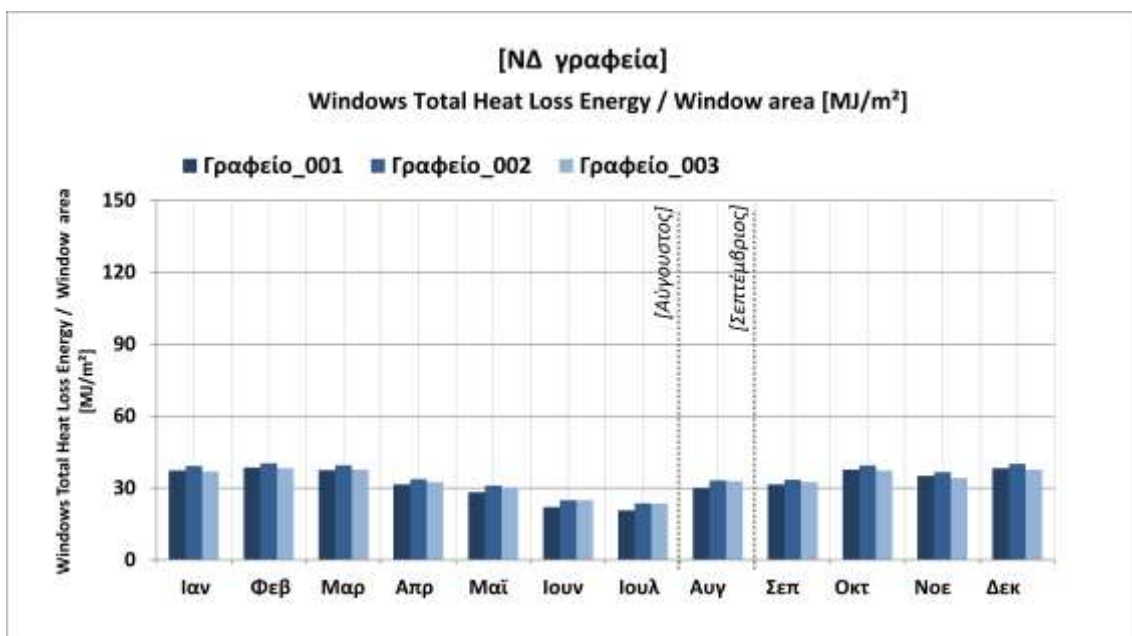


Διάγραμμα 135: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους [BA] γραφειακούς χώρους κατά τη διάρκεια του έτους
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [ΝΔ] γραφεία:

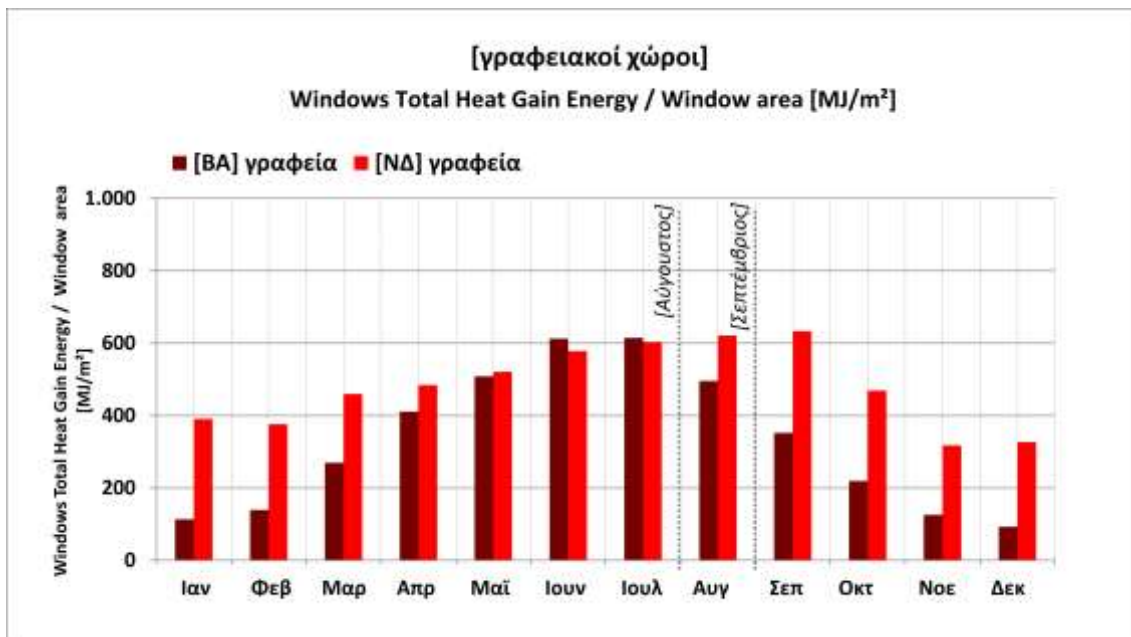


Διάγραμμα 136: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους [ΝΔ] γραφειακούς χώρους κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



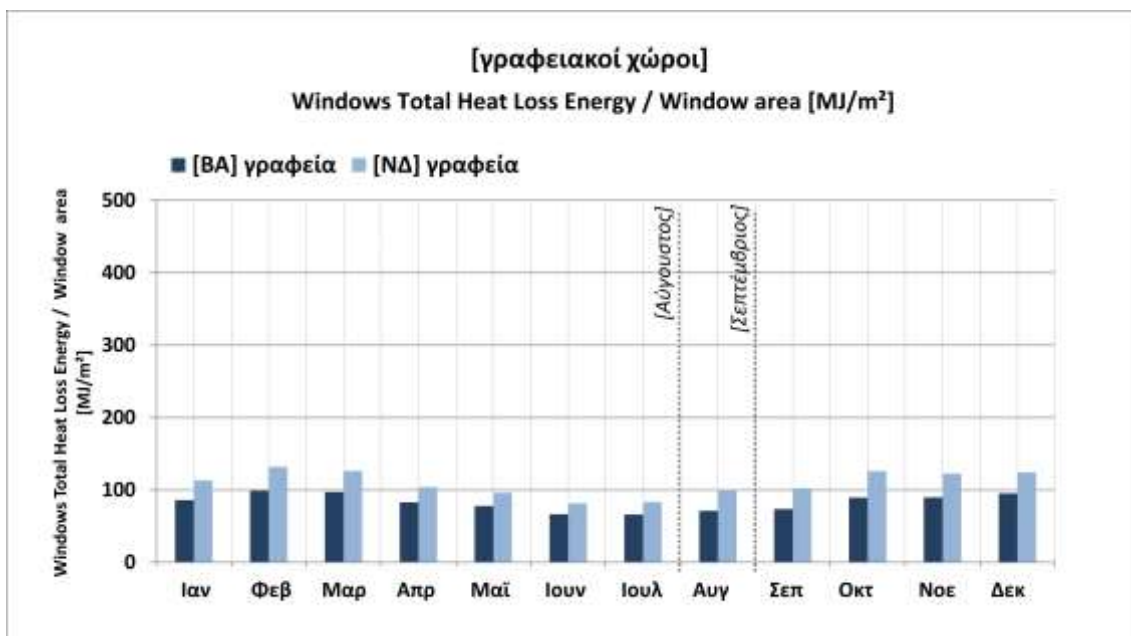
Διάγραμμα 137: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους [ΝΔ] γραφειακούς χώρους κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [BA]& [NA] γραφεία:



Διάγραμμα 138: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στους γραφειακούς χώρους του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

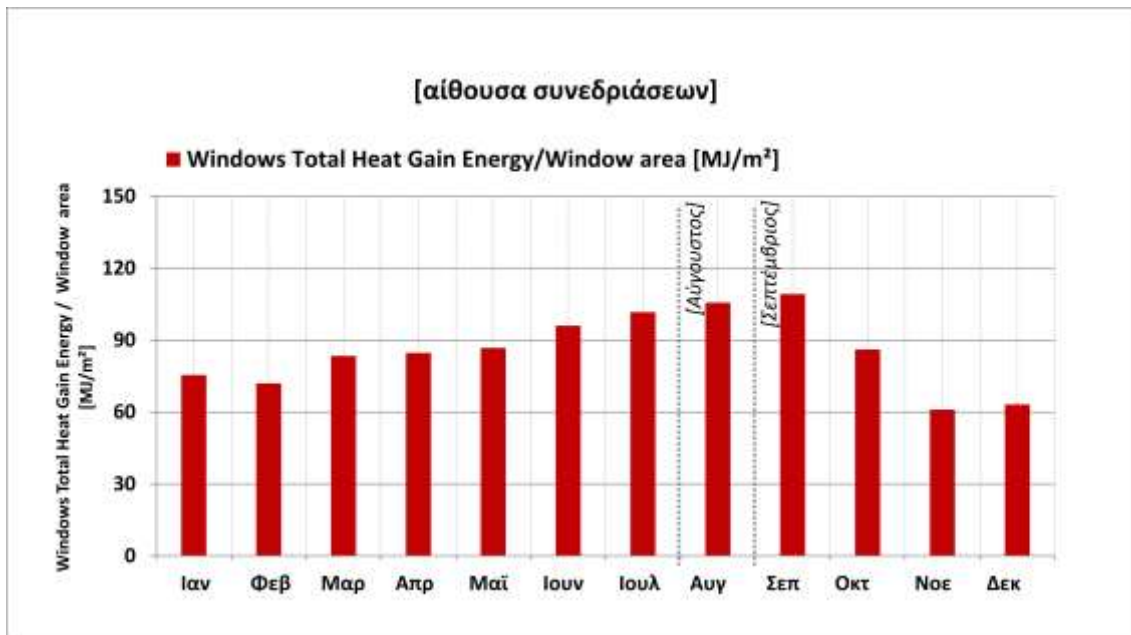
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 139: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στους γραφειακούς χώρους του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

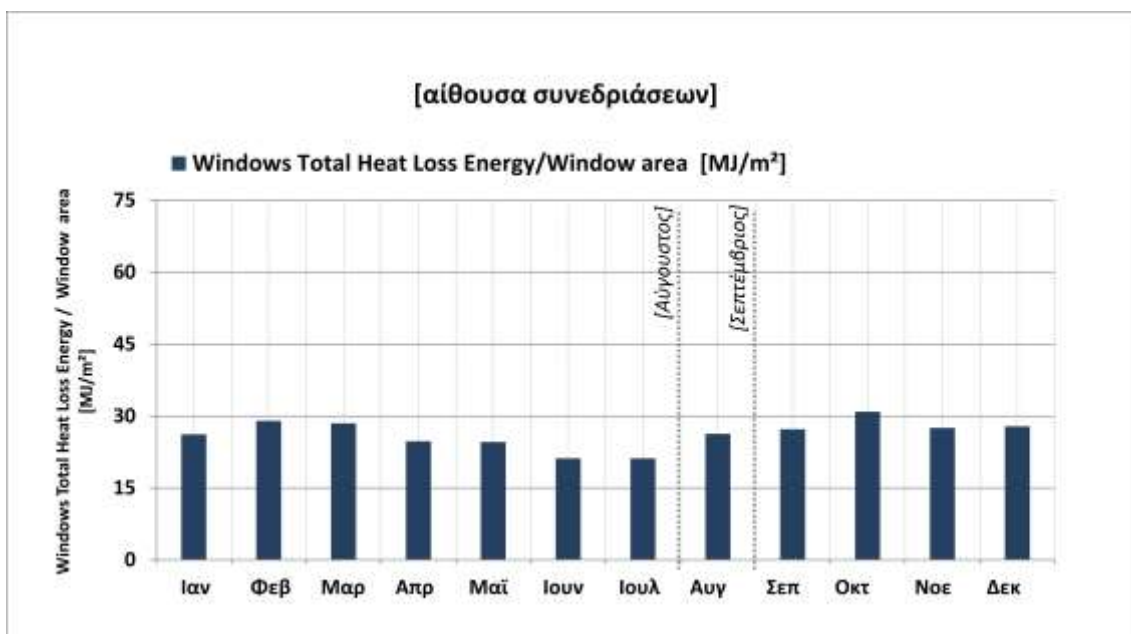
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [αίθουσα συνεδριάσεων]:



Διάγραμμα 140: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους

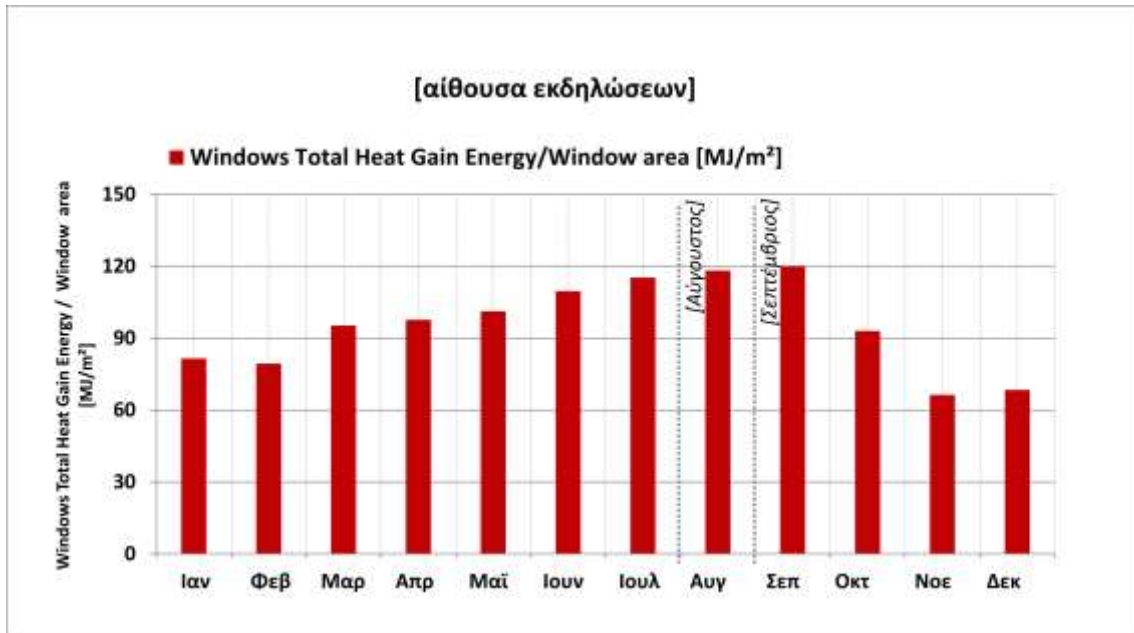
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 141: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους

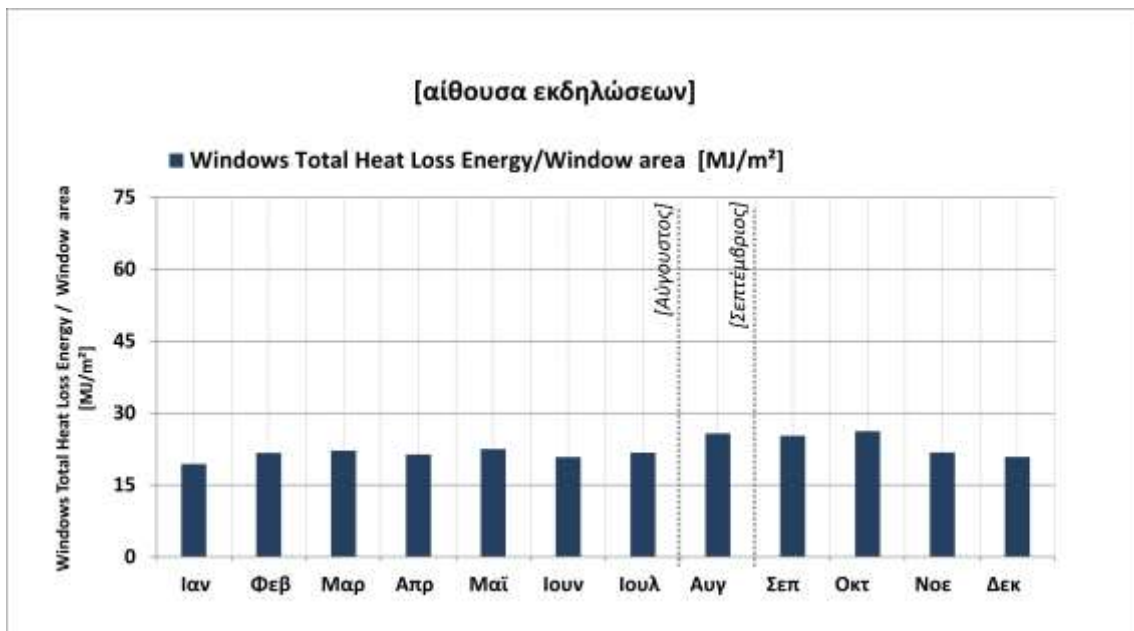
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [αίθουσα εκδηλώσεων]:



Διάγραμμα 142: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους

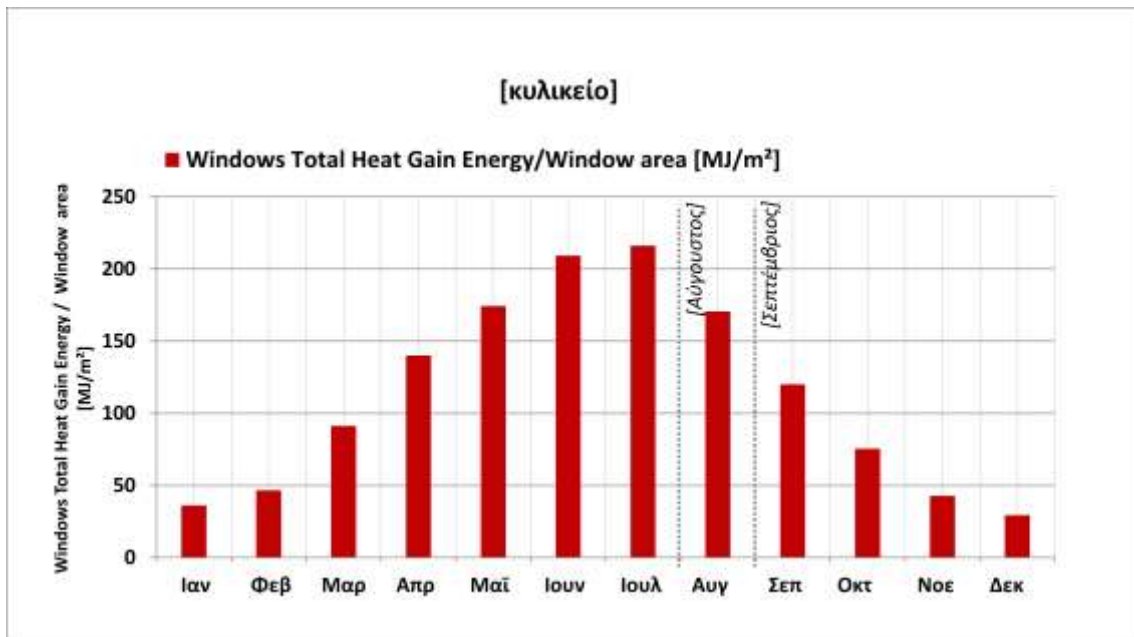
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 143: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους

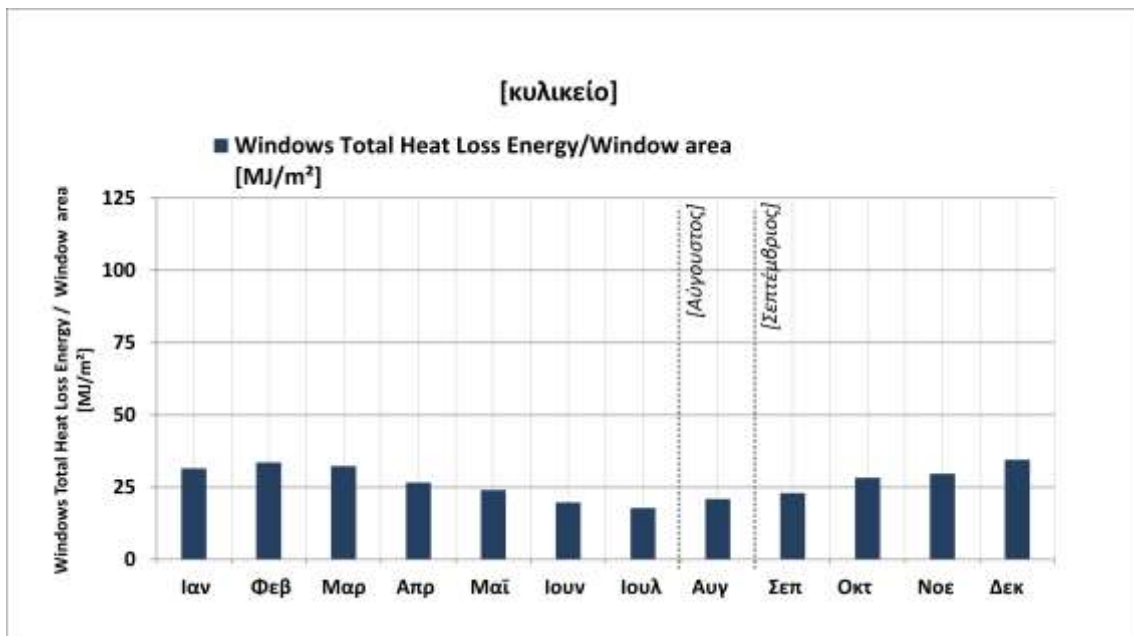
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [κυλικείο]:



Διάγραμμα 144: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 145: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Ανάγκες σε θέρμανση ή/και ψύξη ανά θερμική ζώνη

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης σχετικά με τις ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης και ψύξης, τόσο του κτηρίου στο σύνολό του, όσο και των επιμέρους χώρων του, όπως αυτές προσδιορίστηκαν μέσω της προσθήκης του συστήματος θέρμανσης και ψύξης στις παραμέτρους της προσομοίωσης. Όπως και στην προηγούμενη ενότητα, έτσι και εδώ, κρίθηκε ορθότερη η αναγωγή των μηνιαίων απαιτήσεων σε ενέργεια θέρμανσης και ψύξης στη συνολική επιφάνεια κάθε χώρου, προκειμένου να καταστεί εφικτή η συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης.

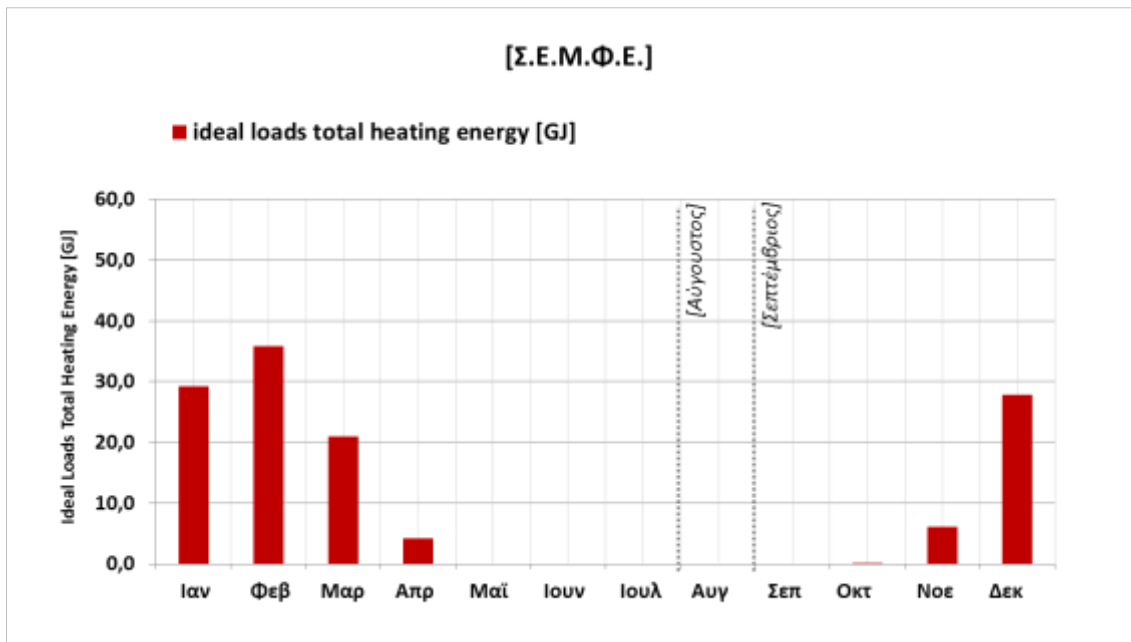
➤ [Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.]:

Όσον αφορά το σύνολο του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε., όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 69), οι ενεργειακές ανάγκες για ψύξη είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες ανάγκες σε θέρμανση, ειδικότερα αν αναλογιστεί κανείς τη διακοπή της λειτουργίας του κτηρίου κατά τον μήνα Αύγουστο. Στα διαγράμματα που ακολουθούν, αποτυπώνονται οι μηνιαίες απαιτήσεις για ενέργεια θέρμανσης και ψύξης, αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια του έτους.

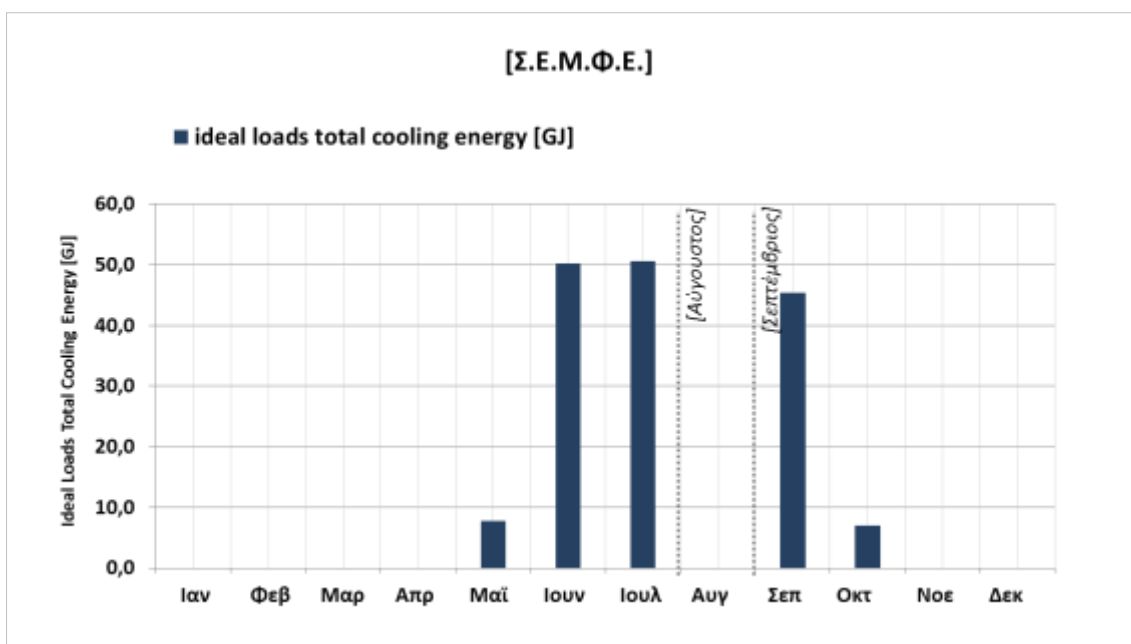
Πίνακας 69: Ενεργειακές απαιτήσεις του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. για θέρμανση & ψύξη κατά τη διάρκεια του έτους

Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	Μήνας	ideal loads total heating energy [GJ]	ideal loads total cooling energy [GJ]
	Ιανουάριος	29,18	0,00
Φεβρουάριος	35,79	0,00	
Μάρτιος	20,93	0,00	
Απρίλιος	4,16	0,00	
Μάιος	0,00	7,72	
Ιούνιος	0,00	50,21	
Ιούλιος	0,00	50,64	
Αύγουστος	-	-	
Σεπτέμβριος	0,00	45,34	
Οκτώβριος	0,05	7,06	
Νοέμβριος	6,10	0,00	
Δεκέμβριος	27,83	0,00	
σύνολο:	124,03	160,97	

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 146: Ενεργειακές απαιτήσεις του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. για θέρμανση κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 147: Ενεργειακές απαιτήσεις του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. για ψύξη κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Αναφορικά με τους επιμέρους χώρους του κτηρίου, όπως διαπιστώνεται από την προσομοίωση και μετά την αναγωγή των αποτελεσμάτων στη επιφάνεια των χώρων, προκύπτει πως, όπως και για το κτήριο στο σύνολό του, έτσι και για τους επιμέρους χώρους, οι ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη είναι μεγαλύτερες από τις ανάγκες για θέρμανση, παρά το γεγονός ότι αφορούν μικρότερη χρονική περίοδο λειτουργίας κατά έναν ή/και δύο μήνες, ανάλογα με τη χρήση τους.

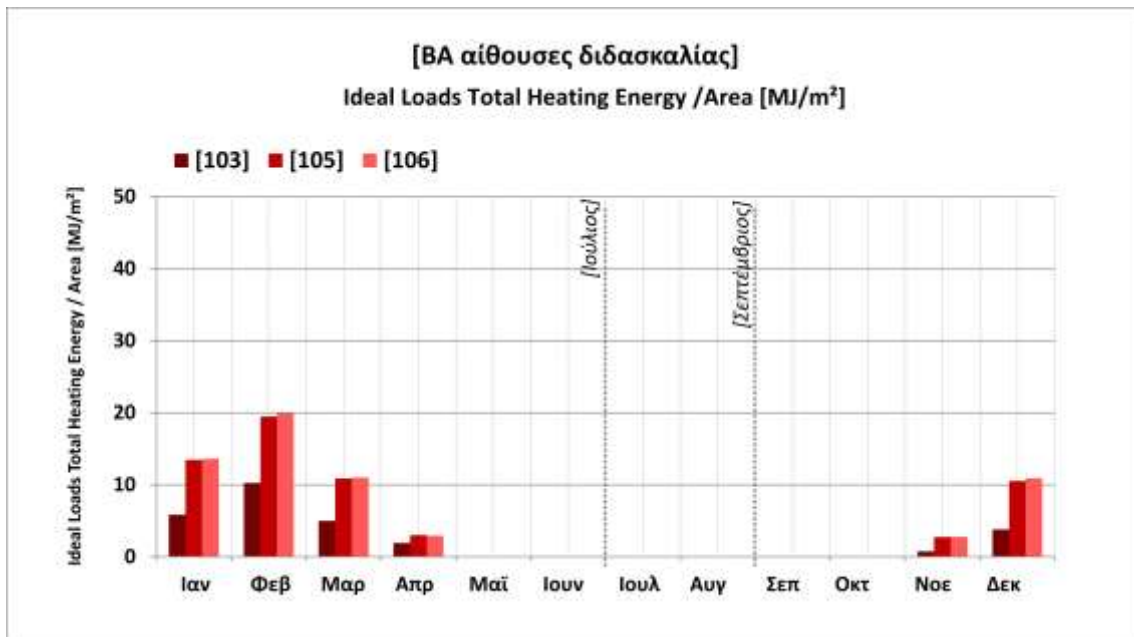
Η διαπίστωση αυτή είναι αναμενόμενη, καθώς στον υπολογισμό των φορτίων θέρμανσης και ψύξης λαμβάνονται υπόψιν τόσο τα θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων (βλ. προηγούμενη ενότητα), όσο και τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από τους χρήστες, τον τεχνητό φωτισμό και τον ηλεκτρικό εξοπλισμό (βλ. επόμενη ενότητα). Τα φορτία αυτά, αν και είναι επιθυμητά κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης (Νοέμβριο έως και Απρίλιο), καθώς μειώνουν σημαντικά την απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση εντούτοις, κατά τη διάρκεια της περιόδου ψύξης (Μάιο έως και Οκτώβριο) αυξάνουν καθοριστικά τα φορτία ψύξης που απαιτούνται προκειμένου να εξασφαλιστούν οι κατάλληλες συνθήκες θερμικής άνεσης, σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα.

Επομένως, η ερμηνεία των αποτελεσμάτων της προσομοίωσης σε σχέση με τις ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης και ψύξης είναι πιο σύνθετη, ειδικότερα σε ό,τι αφορά τις αίθουσες διδασκαλίας, οι οποίες εμφανίζουν διαφορετικά ποιοτικά χαρακτηριστικά. Γενικά, μπορεί να ειπωθεί ότι, αναφορικά με τις ανάγκες σε θέρμανση, η εικόνα που παρουσιάζουν οι χώροι είναι παρόμοια, με τις μέγιστες απαιτήσεις σε φορτία θέρμανσης να παρατηρούνται τον μήνα Φεβρουάριο, οπότε και σημειώνονται οι χαμηλότερες θερμοκρασίες του έτους, ενώ σε σχέση με τις ανάγκες ψύξης, οι μεγαλύτερες απαιτήσεις εμφανίζονται τον Ιούνιο για τις αίθουσες διδασκαλίας και τον Ιούλιο για όλες τους υπόλοιπους χώρους του κτηρίου.

Στα διαγράμματα που ακολουθούν αποτυπώνεται η κατανομή των ενεργειακών απαιτήσεων σε θέρμανση και ψύξη κατά τη διάρκεια του έτους για τους επιμέρους χώρους του κτηρίου, ομαδοποιημένων με βάση τη χρήση (αίθουσες διδασκαλίας, χώροι διοίκησης, κεντρικοί χώροι, γραφειακοί χώροι, κτλ.) και τον προσανατολισμό τους (ΒΑ, ΝΔ), ενώ και στην ενότητα αυτή έχουν συμπεριληφθεί διαγράμματα με τους χώρους ίδιας χρήσης αλλά διαφορετικού προσανατολισμού, ώστε να διευκολυνθεί η συγκριτική μελέτη των αποτελεσμάτων.

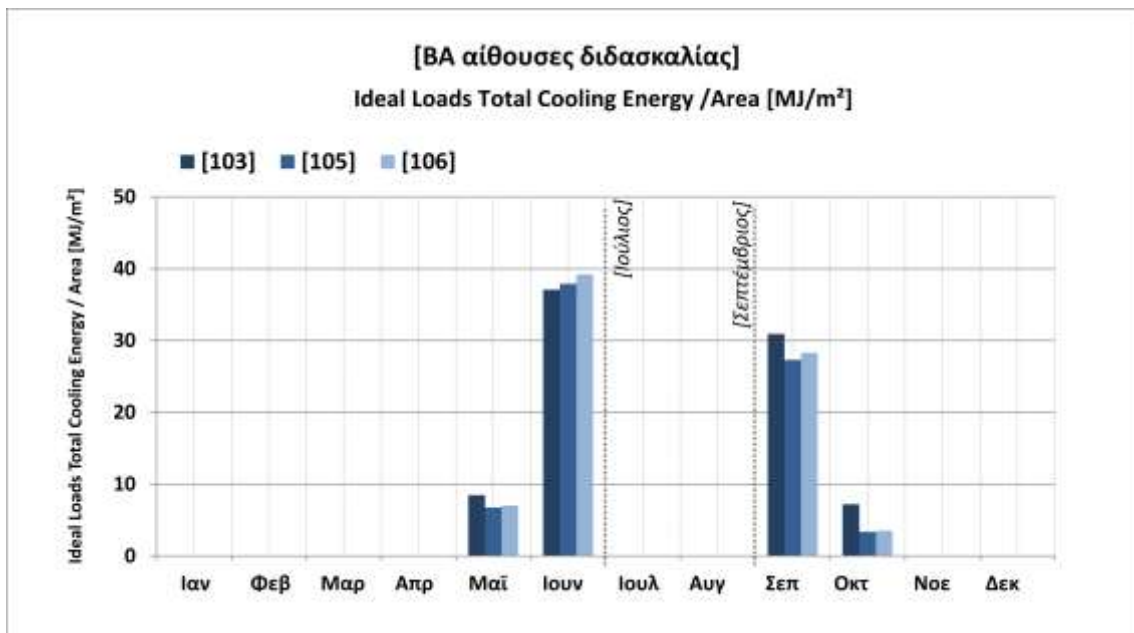
➤ [αίθουσες διδασκαλίας]:

- [BA] αίθουσες διδασκαλίας:



Διάγραμμα 148: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [BA] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

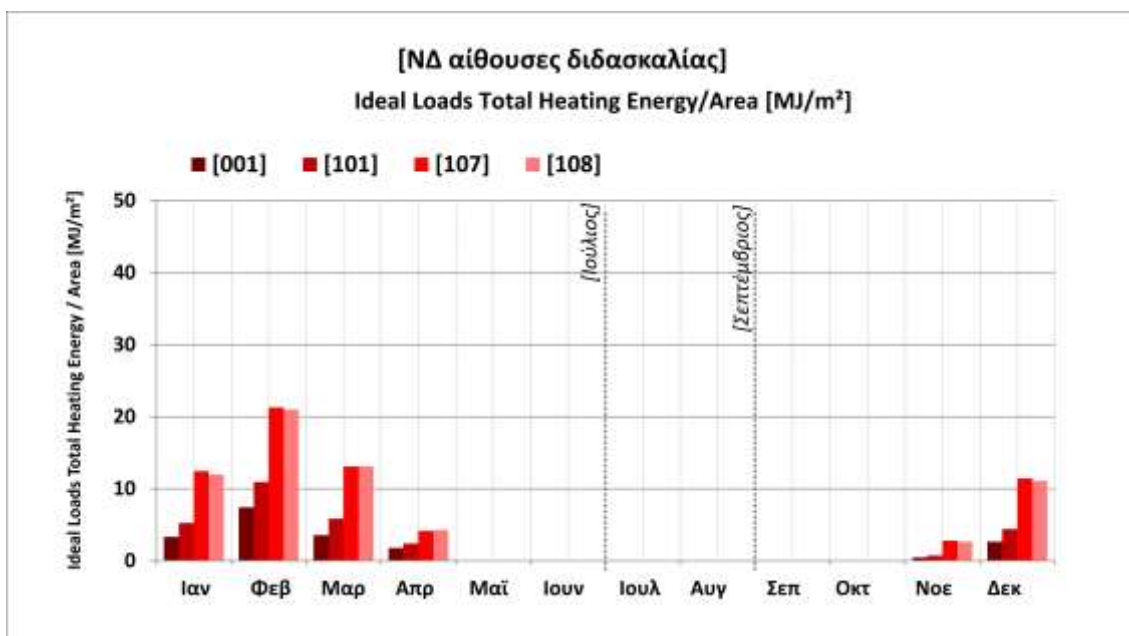
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 149: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [BA] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

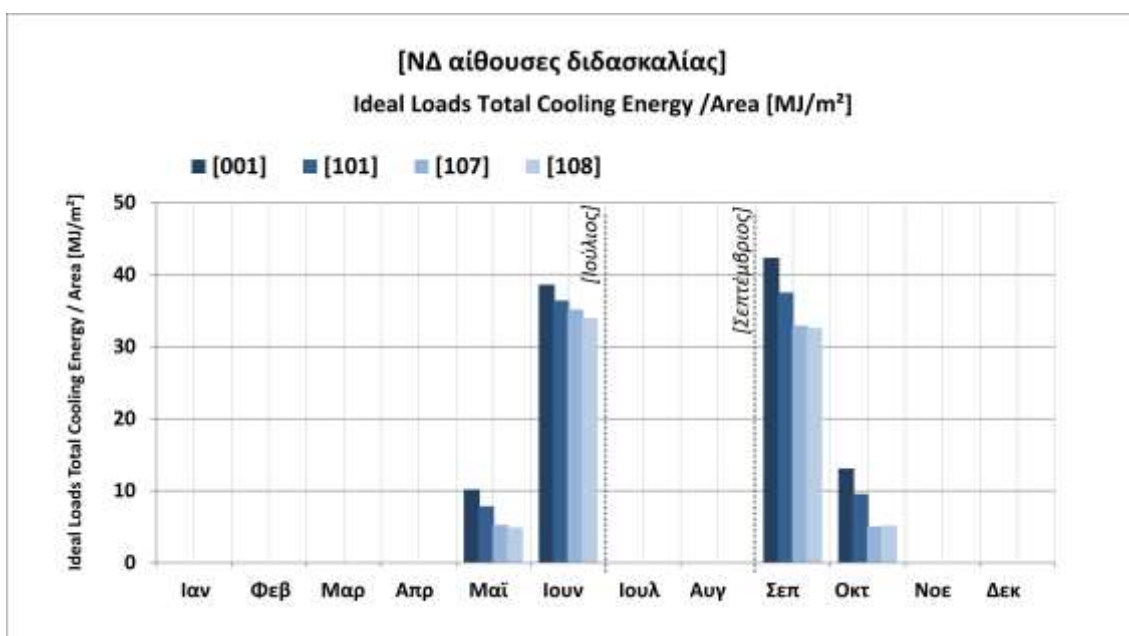
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [ΝΔ] αίθουσες διδασκαλίας:



Διάγραμμα 150: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [ΝΔ] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

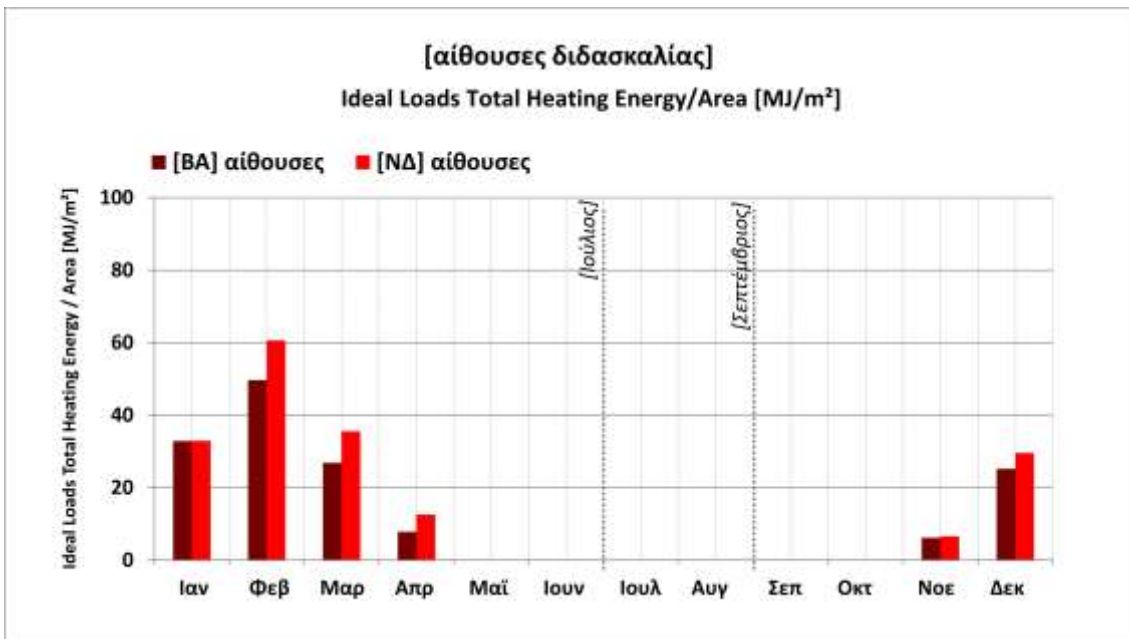
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 151: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [ΝΔ] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

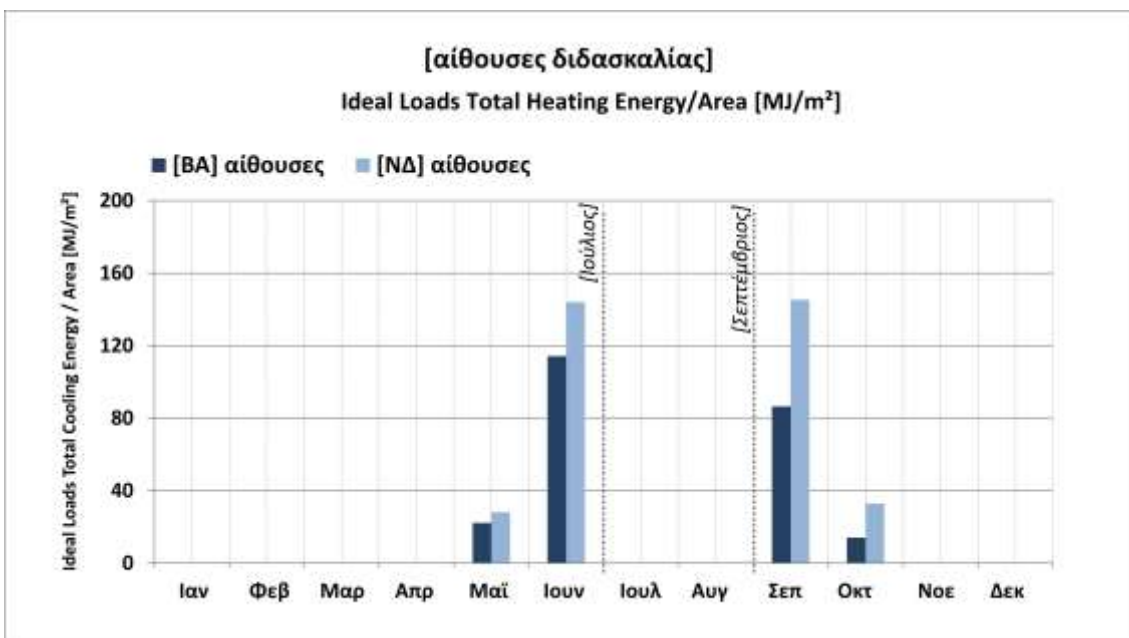
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [BA] & [ΝΔ] αίθουσες διδασκαλίας:



Διάγραμμα 152: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [BA] & [ΝΔ] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

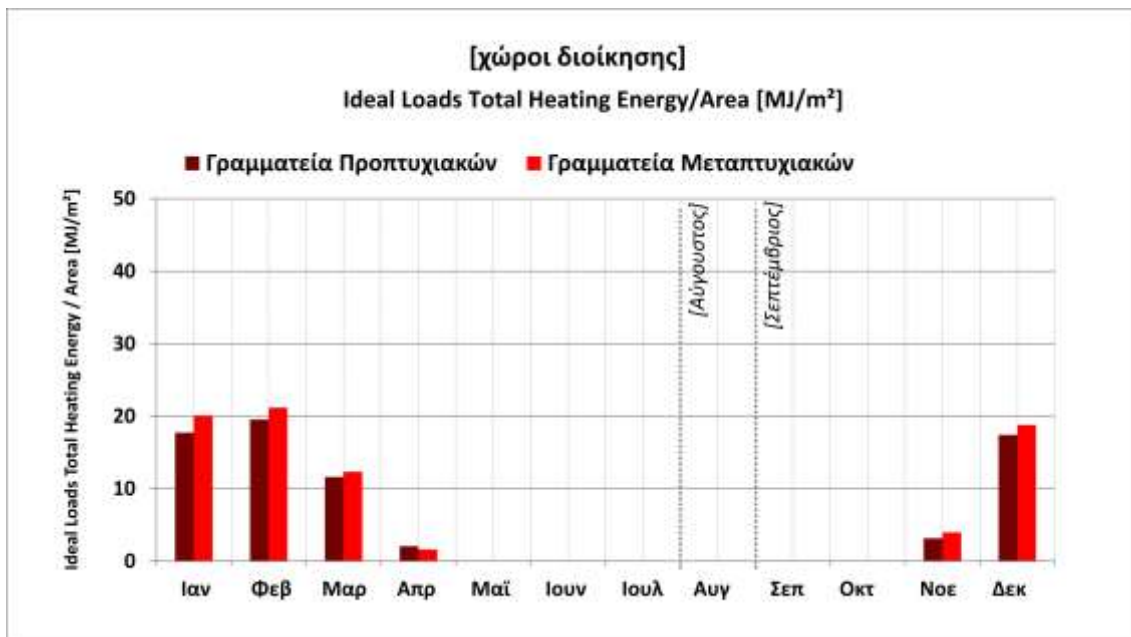
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 153: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [BA] & [ΝΔ] αιθουσών διδασκαλίας κατά τη διάρκεια του έτους

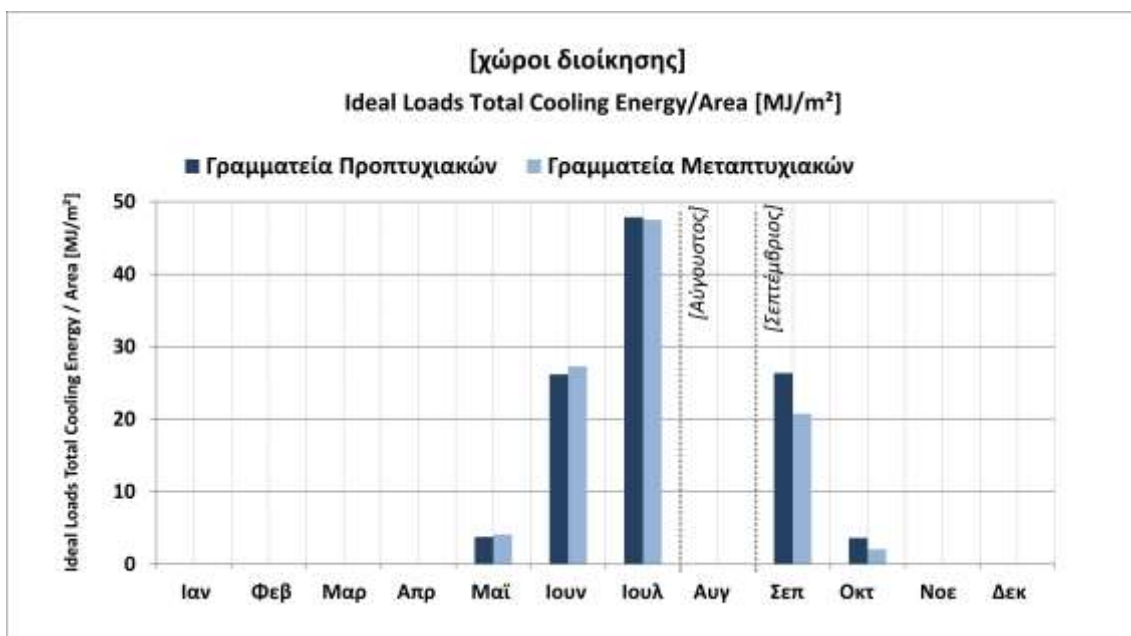
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [χώροι διοίκησης]:



Διάγραμμα 154: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των χώρων διοίκησης κατά τη διάρκεια του έτους

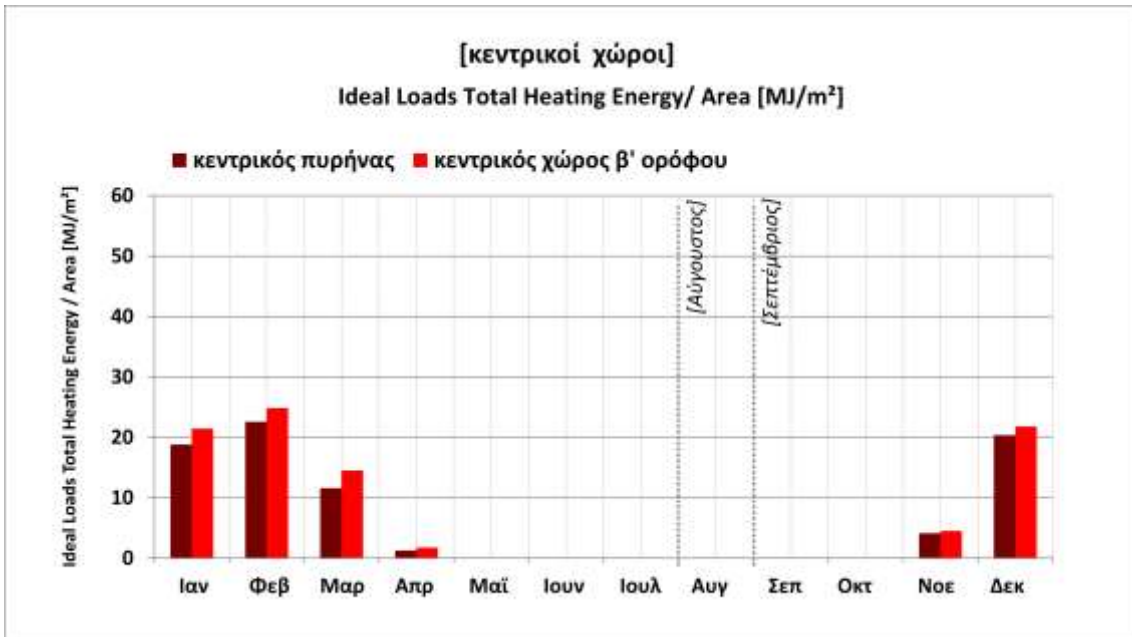
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



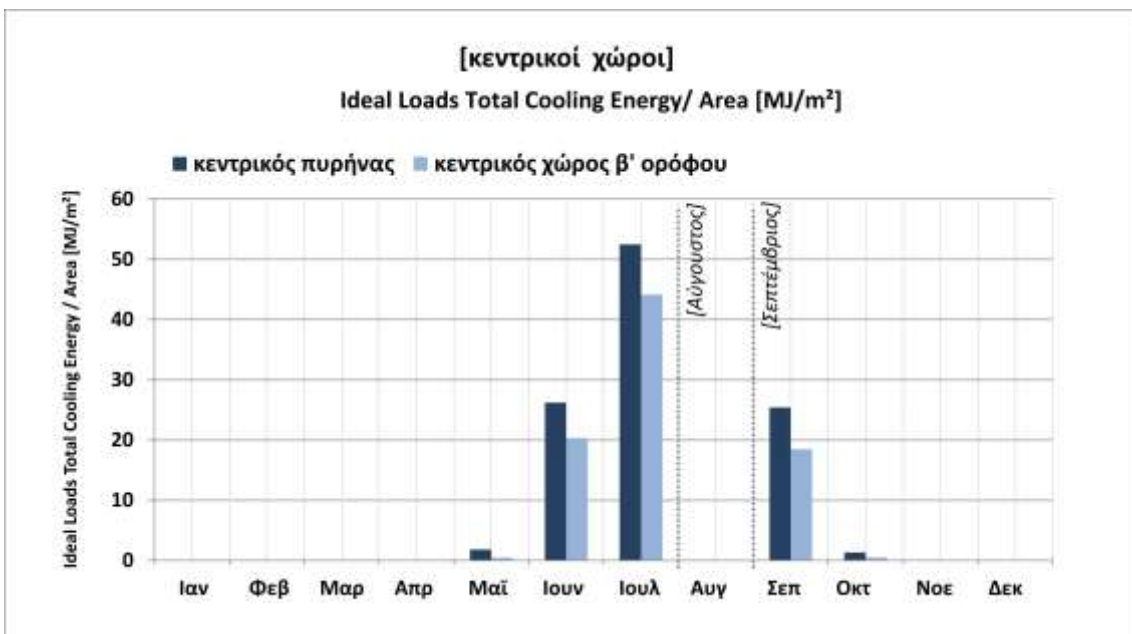
Διάγραμμα 155: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των χώρων διοίκησης κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [κεντρικοί χώροι]:



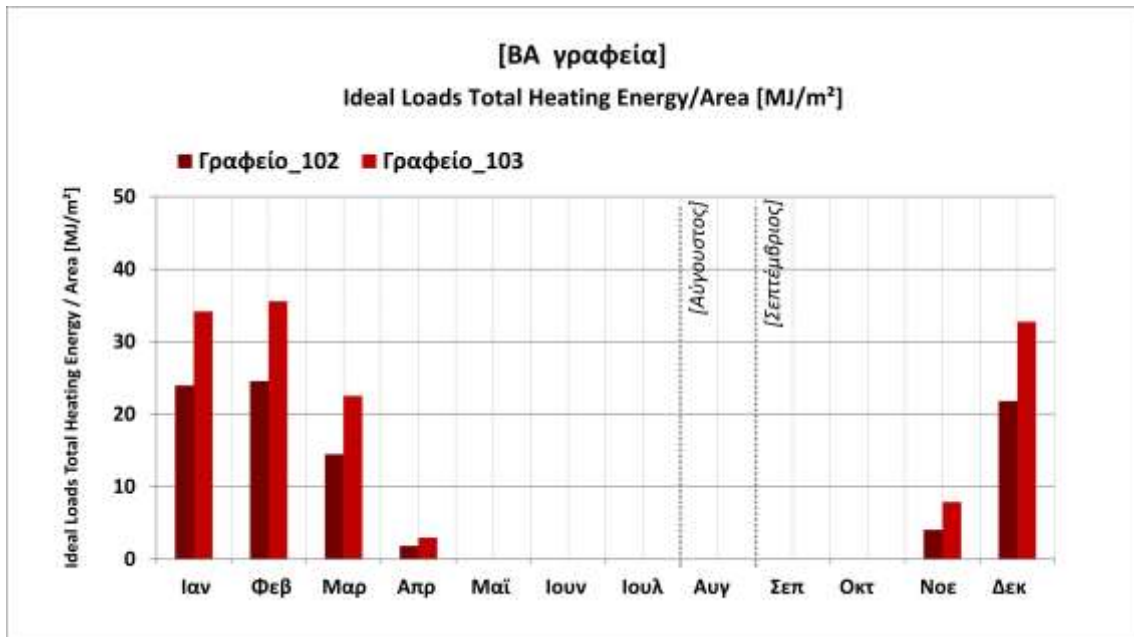
Διάγραμμα 156: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των κεντρικών χώρων κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 157: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των κεντρικών χώρων κατά τη διάρκεια του έτους
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

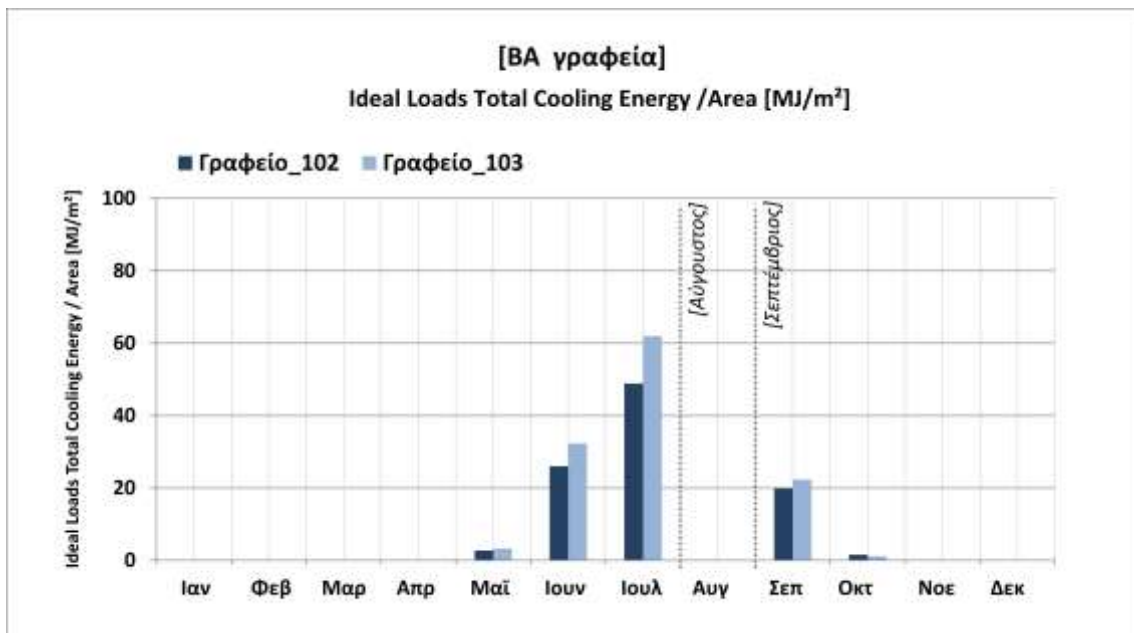
➤ [γραφειακοί χώροι]:

- [BA] γραφεία:



Διάγραμμα 158: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [BA] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους

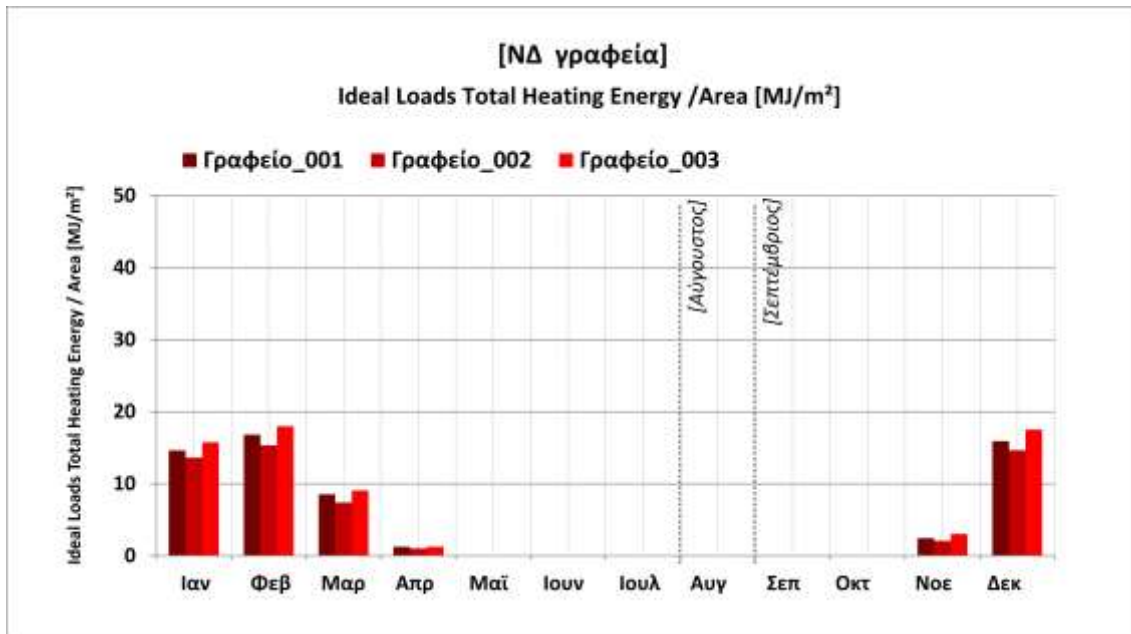
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 159: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [BA] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους

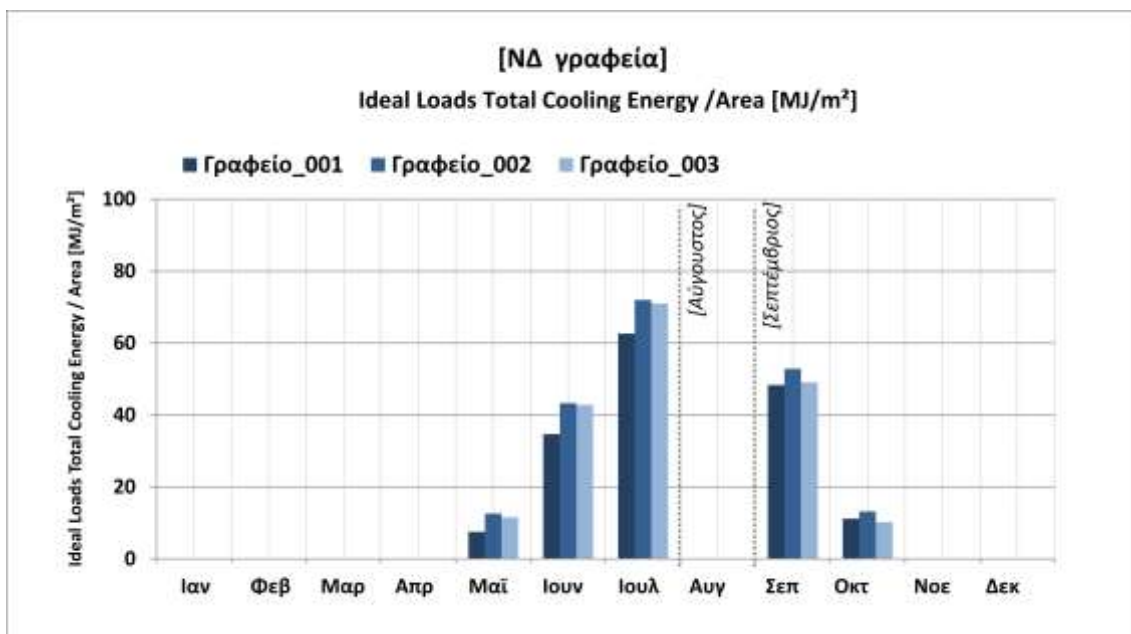
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [ΝΔ] γραφεία:



Διάγραμμα 160: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [ΝΔ] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους

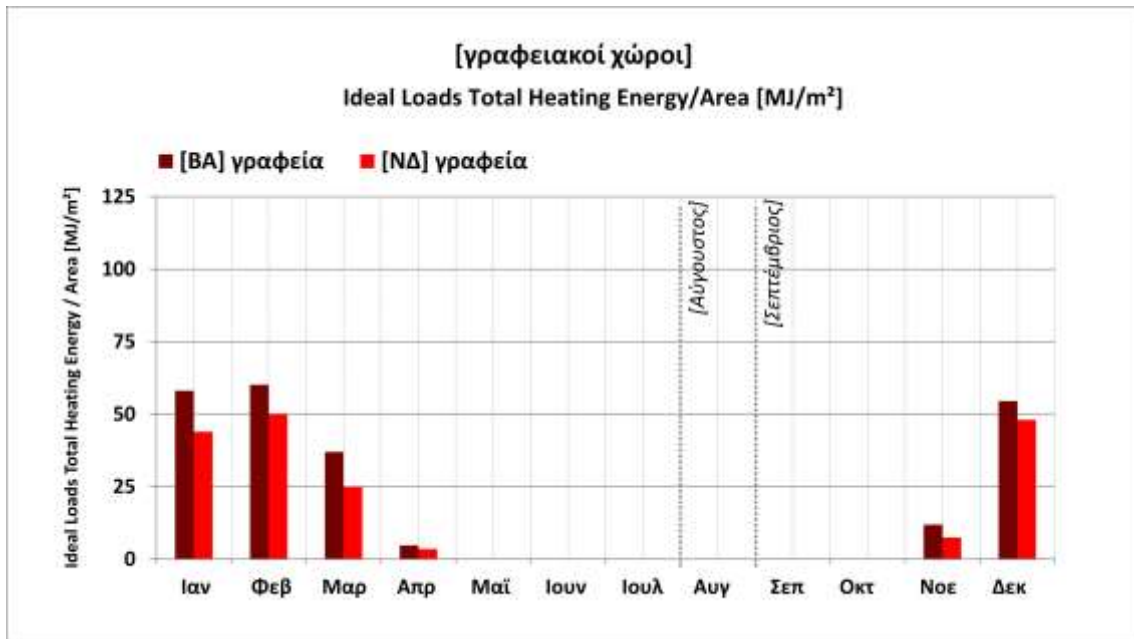
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 161: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [ΝΔ] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους

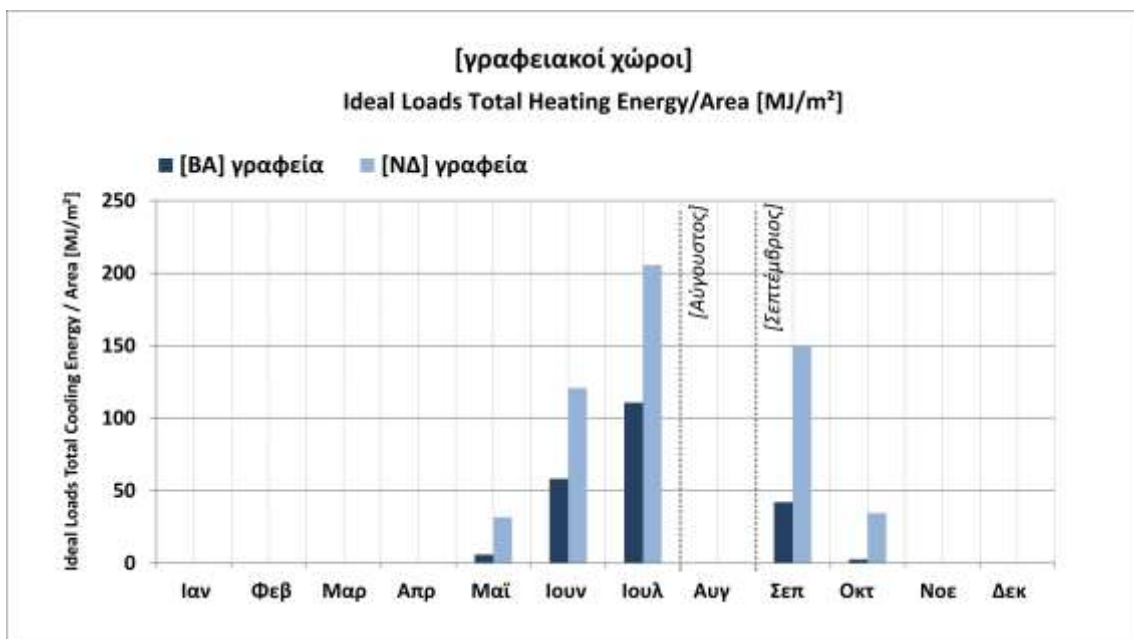
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- **[BA] & [ΝΔ] γραφεία:**



Διάγραμμα 162: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση των [BA] & [ΝΔ] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους

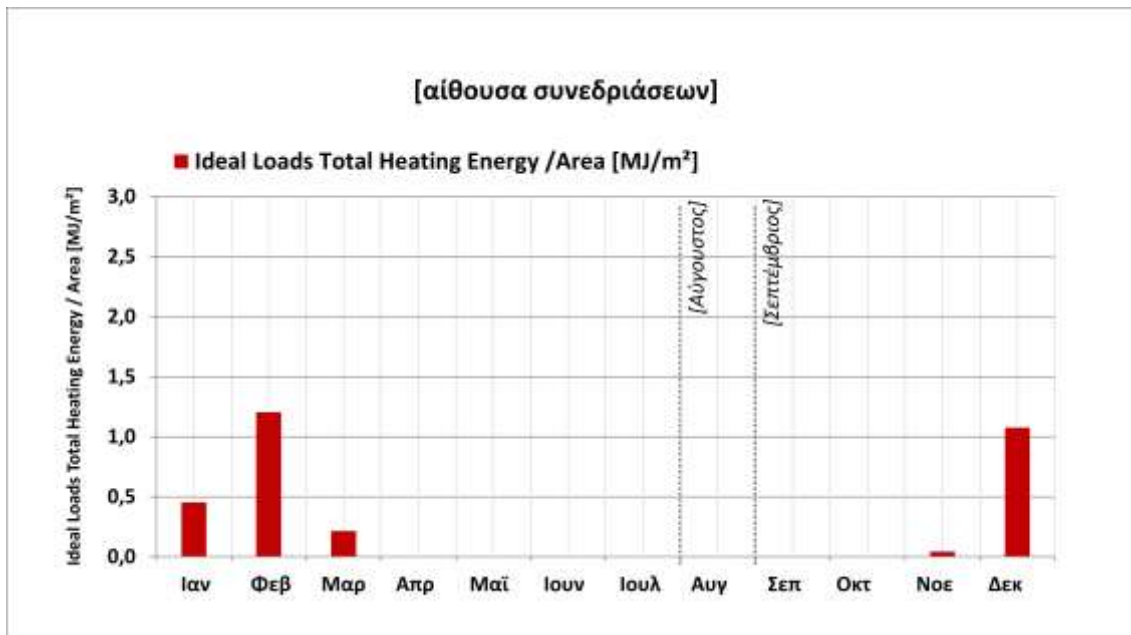
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



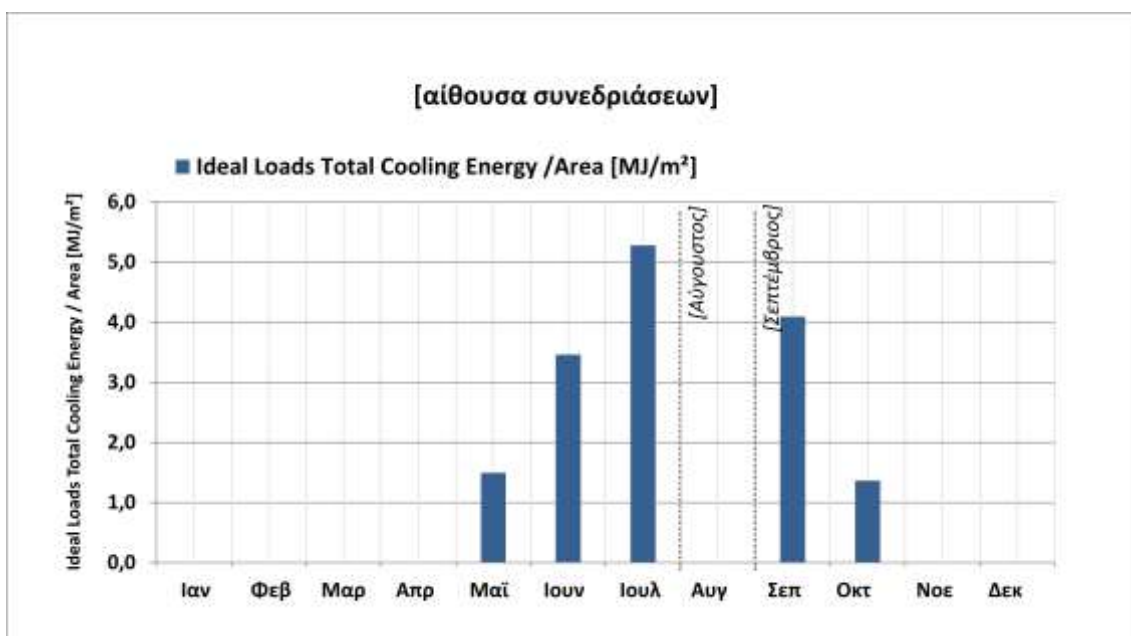
Διάγραμμα 163: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των [BA] & [ΝΔ] γραφείων κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [αίθουσα συνεδριάσεων]:

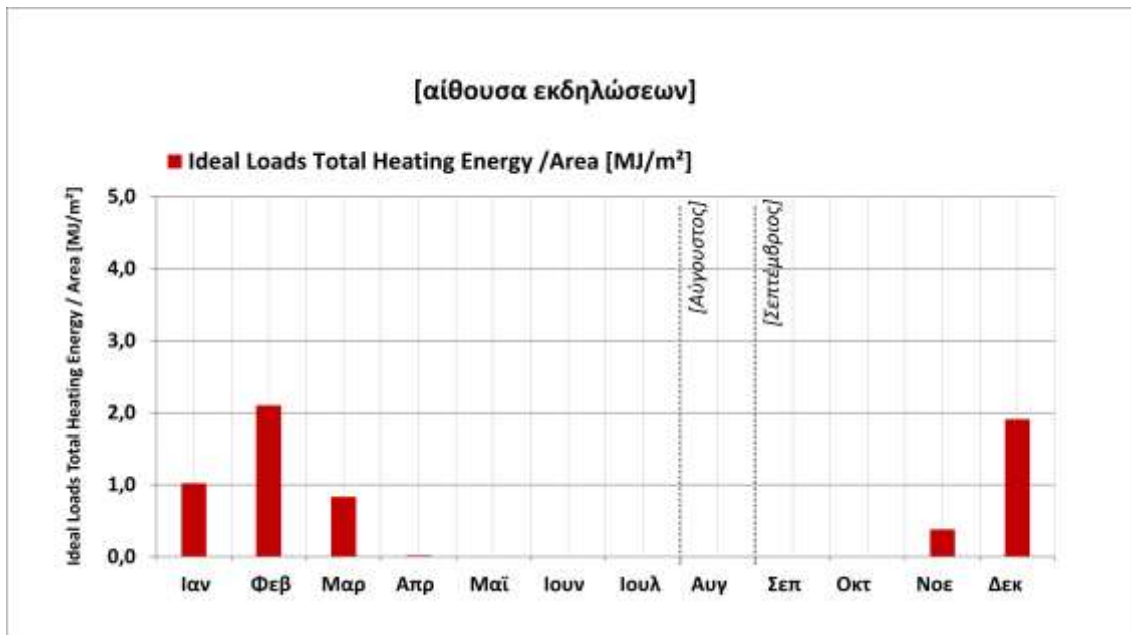


Διάγραμμα 164: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



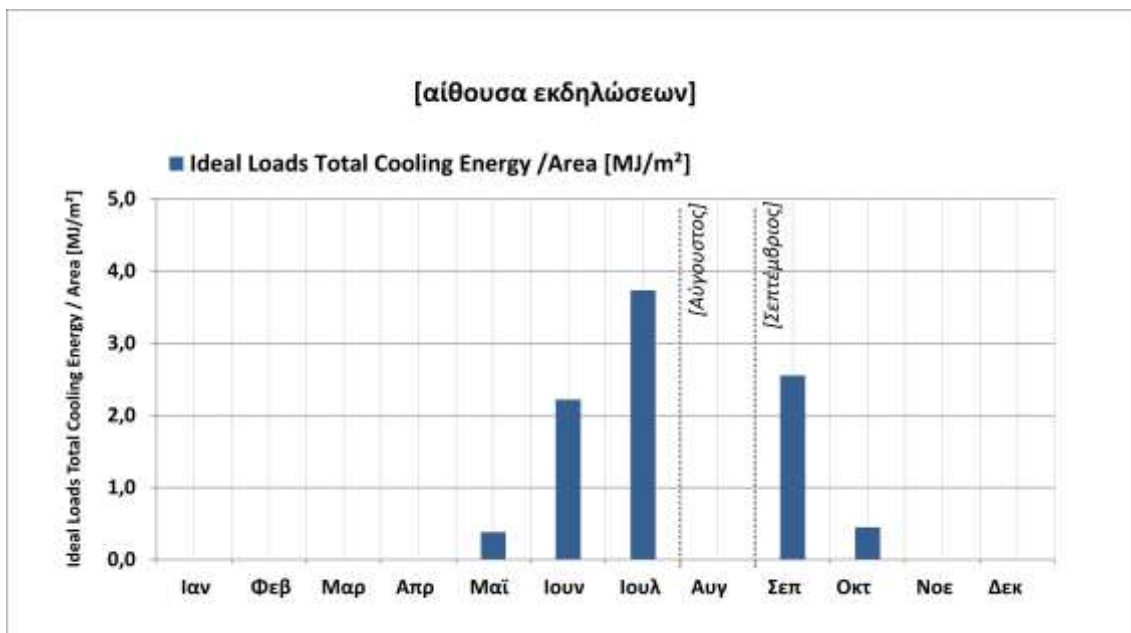
Διάγραμμα 165: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [αίθουσα εκδηλώσεων]:



Διάγραμμα 166: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

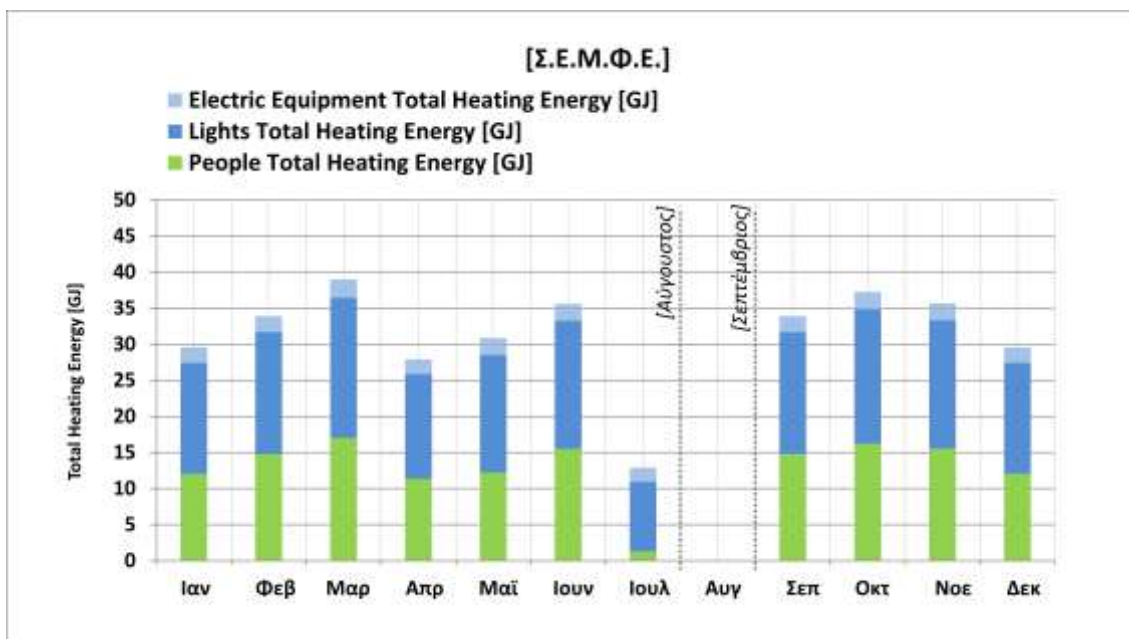


Διάγραμμα 167: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Κέρδη θερμότητας από χρήστες, τεχνητό φωτισμό & ηλεκτρικό εξοπλισμό

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής προσομοίωσης αναφορικά με τα εσωτερικά κέρδη θερμότητας που σχετίζονται με τη λειτουργία του κτηρίου και διακρίνονται στα θερμικά κέρδη από τους χρήστες, από τον τεχνητό φωτισμό και τον ηλεκτρικό εξοπλισμό, στοιχεία που επηρεάζουν σημαντικά τη θερμοκρασία κάθε χώρου, και επομένως, τις συνθήκες άνεσης μέσα σ' αυτόν.



Διάγραμμα 168: Συνολικά εσωτερικά θερμικά κέρδη από τους χρήστες, τον τεχνητό φωτισμό & τον ηλεκτρικό εξοπλισμό στο κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 70, τις μεγαλύτερες πηγές εσωτερικών θερμικών κερδών αποτελούν ο τεχνητός φωτισμός και ακολουθούν οι χρήστες με ετήσια εσωτερικά θερμικά κέρδη ίσα με 178,30GJ και 142,90GJ, αντιστοίχως, στοιχείο αναμενόμενο, καθώς πρόκειται για κτήριο εκπαίδευσης με μεγάλο αριθμό χρηστών και υψηλές απαιτήσεις οπτικής άνεσης στο σύνολό του. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από τα ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα των εσωτερικών κερδών που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια του Ιουλίου, οπότε και δεν πραγματοποιούνται μαθήματα στις αίθουσες διδασκαλίας.

Οι μειώσεις που παρατηρείται τον Ιανουάριο και τον Δεκέμβριο σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες σχετίζονται με τη διακοπή της λειτουργίας του κτηρίου λόγω των διακοπών των Χριστουγέννων. Κατά αντίστοιχο τρόπο, η μείωση των εσωτερικών κερδών κατά τους μήνες Απρίλιο και Μάιο σχετίζεται με τις διακοπές του Πάσχα.

Πίνακας 70: Συνολικά εσωτερικά θερμικά κέρδη από τους χρήστες, τον τεχνητό φωτισμό & τον ηλεκτρικό εξοπλισμό στο κτήριο της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους

Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.	Μήνας	People Total Heating Energy [GJ]	Lights Total Heating Energy [GJ]	Electric Equipment Total Heating Energy [GJ]
	Ιανουάριος	12,07	15,34	2,16
	Φεβρουάριος	14,78	16,88	2,23
	Μάρτιος	17,02	19,42	2,57
	Απρίλιος	11,34	14,50	2,05
	Μάιος	12,23	16,27	2,35
	Ιούνιος	15,51	17,72	2,34
	Ιούλιος	1,30	9,63	1,96
	Αύγουστος	-	-	-
	Σεπτέμβριος	14,78	16,88	2,23
	Οκτώβριος	16,24	18,56	2,45
	Νοέμβριος	15,56	17,74	2,35
	Δεκέμβριος	12,07	15,34	2,16
σύνολο:	142,90	178,30	24,85	

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Προτάσεις

Προτάσεις

Εισαγωγή

Αν και πρόκειται για ένα νέας κατασκευής κτήριο, το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. παρουσιάζει σημαντικές ελλείψεις και αστοχίες σε ο,τι αφορά την ενσωμάτωση των αρχών της βιοκλιματικής προσέγγισης του δομημένου χώρου. Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται επεμβάσεις για τον περιβαλλοντικό ανασχεδιασμό του κτηρίου, η ενσωμάτωση των οποίων θα μπορούσε να συμβάλλει σημαντικά τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο και στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης που επικρατούν στους εσωτερικούς του χώρους.

Η φιλοσοφία δόμησης των προτεινόμενων επεμβάσεων

Η επιλογή των προτεινόμενων λύσεων περιβαλλοντικού ανασχεδιασμού οφείλει να λαμβάνει υπ' όψιν στοιχεία όπως είναι η χρήση του κτηρίου, το ωράριο και η περίοδος λειτουργίας του, ζητήματα λειτουργικής και αισθητικής ένταξης, καθώς και το εκτιμώμενο κόστος –οικονομικό και περιβαλλοντικό– των προτεινόμενων μέτρων σε σχέση με το αναμενόμενο όφελος.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, πρόκειται για ένα κτήριο με ιδιαίτερες απαιτήσεις εσωτερικής άνεσης –θερμικής, οπτικής και ακουστικής– καθώς στεγάζει γραφειακούς χώρους και αίθουσες διδασκαλίας. Με βάση τη διαπίστωση αυτή, έμφαση έχει δοθεί στην ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, ώστε να εξασφαλίζονται οι απαιτούμενες συνθήκες άνεσης, ενώ, παράλληλα, επιδιώκεται η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση πόρων και ενέργειας.

Οι λύσεις που προτείνονται δεν περιλαμβάνουν εκτενείς επεμβάσεις στο κτηριακό κέλυφος, καθώς όπως έχει ήδη αναφερθεί, πρόκειται για ένα νέο κτήριο, σχεδιασμένο και κατασκευασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΦΕΚ Δ 362/4-7-79), και τις τεχνικές οδηγίες του Τ.Ε.Ε., όσον αφορά τις εγκαταστάσεις ψύξης και θέρμανσης που διαθέτει. Επιπροσθέτως, η ολοκληρωμένη προσέγγιση της ανάπτυξης και του σχεδιασμού λαμβάνει υπ' όψιν το σύνολο του κύκλου ζωής των κτηρίων και των επιμέρους συστημάτων του, γεγονός που καθιστά ιδιαίτερα σημαντική την έννοια της ενσωματωμένης ενέργειας της υφιστάμενης κατασκευής.

Συνεπώς, η βασική φιλοσοφία με την οποία δομούνται και επιλέγονται οι προτάσεις περιβαλλοντικού ανασχεδιασμού του νέου κτηρίου αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. είναι η αξιοποίηση των στοιχείων του μικροκλίματος, ώστε να συμβάλλουν βιοκλιματικά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου (σκίαση, διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου, κατάλληλη φύτευση, κτλ.), μειώνοντας σημαντικά τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου, αναβαθμίζοντας συγχρόνως τις συνθήκες άνεσης τόσο στον εσωτερικό όσο και στον εξωτερικό χώρο, χωρίς όμως να αλλοιώνονται οι αρχικές σχεδιαστικές προθέσεις των αρχιτεκτόνων του.

Οι προτεινόμενες επεμβάσεις

Με βάση τα παραπάνω, οι επεμβάσεις που προτείνονται είναι οι εξής:

I. Για την επίτευξη του φυσικού αερισμού - δροσισμού του κτηρίου:

α) δημιουργία διαμπερών ζωνών φυσικού αερισμού με:

- (i) αξιοποίηση των εσωτερικών ανοιγμάτων των αξόνων κίνησης για διαμπερή & νυχτερινό αερισμό**
- (ii) αντικατάσταση των φεγγιτών των εσωτερικών ανοιγμάτων των χώρων κίνησης με ανοιγόμενους**
- (iii) αξιοποίηση των φεγγιτών των εξωτερικών ανοιγμάτων για τη δημιουργία διαμπερών ζωνών φυσικού αερισμού**
- (iv) αντικατάσταση των σταθερών φεγγιτών των εξωτερικών ανοιγμάτων των κλιμακοστασίων με ανοιγόμενους για διαμπερή & νυχτερινό αερισμό**

β) αξιοποίηση του κεντρικού πυρήνα του κτηρίου με:

- (i) αντικατάσταση τμημάτων των σταθερών υαλοπετασμάτων της νοτιοδυτικής του όψης με ανοιγόμενα**
- (ii) αξιοποίηση των ανοιγμάτων της οροφής του μέσω της αντικατάστασής τους με ανοιγόμενα**

γ) αντικατάσταση των εσωτερικών ρολών ασφαλείας - ηλιοπροστασίας στην αίθουσα διδασκαλίας [001], καθώς και στα γραφεία [001], [002] & [003].

δ) κατάλληλη φύτευση:

- (i) του εξωτερικού χώρου του β' ορόφου
- (ii) του δώματος του β' ορόφου
- (iii) του περιβάλλοντος χώρου

ε) χρήση ψυχρών υλικών:

- (i) στις κατακόρυφες επιφάνειες της νοτιοανατολικής και νοτιοδυτικής πλευράς,
- (ii) ή/και στις οριζόντιες επιφάνειες των δωματίων

στ) προσθήκη ανεμιστήρων οροφής

II. Για την επίτευξη της ηλιοπροστασίας του κτηρίου:

- α) επανασχεδιασμός σκίασης στη ΝΔ όψη (συνδυασμός κατακόρυφων / οριζόντιων σκιάστρων & φύτευσης)
- β) προσθήκη κατακόρυφων σκιάστρων ή/και φύτευσης στη ΒΑ πλευρά
- γ) προσθήκη συστήματος σκιασμού στον κεντρικό πυρήνα (εξωτερικά ή/και εσωτερικά)
- δ) ενεργειακή βελτίωση των υαλοπινάκων με χρήση διάφανων φιλμ

III. Για την ανεμοπροστασία του κτηρίου:

- α) φύτευση αειθαλών φυτών στη ΒΑ πλευρά και στη ΒΔ πλευρά του κτηρίου

IV. Για τη βελτίωση της οπτικής άνεσης:

- α) αντικατάσταση εσωτερικών αδιαφανών θυρών με φωτοδιαπερατές για τη βελτίωση του επιπέδου του φωτός στους εσωτερικούς διαδρόμους/άξονες κίνησης
- β) προσθήκη συστήματος σκιασμού στα ανοίγματα των κλιμακοστασίων για την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης
- γ) ανακλαστικά επιχρίσματα τόσο στον εξωτερικό όσο και στον εσωτερικό χώρο

V. Άλλα μέτρα:

- α) βέλτιστη διαχείριση χώρων (επιλογή αιθουσών ανάλογα με την ώρα/εποχή) ανά εξάμηνο**
- β) επανασχεδιασμός των συστημάτων τεχνητού φωτισμού**
- γ) προσθήκη δεξαμενής συλλογής βρόχινου νερού**
- δ) τοποθέτηση συστήματος BEMS για την παρακολούθηση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου**
- ε) τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πανέλων στο δώμα του κτηρίου**
- στ) τοποθέτηση συστήματος αβαθούς γεωθερμίας**
- ζ) περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των χρηστών σε ζητήματα κατανάλωσης και εξοικονόμησης ενέργειας**
- η) αναβάθμιση και αξιοποίηση του ημιυπαίθριου χώρου στο ισόγειο της νοτιοδυτικής πλευράς του κτηρίου**

Φυσικός αερισμός - δροσισμός

Η αξιοποίηση του ανέμου στα κτήρια περιλαμβάνει στρατηγικές εξασφάλισης φυσικού αερισμού, τόσο για λόγους ποιότητας του εσωτερικού αέρα, όσο και για την επίτευξη θερμικής άνεσης κατά τους θερμούς μήνες. Η δημιουργία διαμπερών ζωνών φυσικού αερισμού μέσω της κατάλληλης επιλογής της θέσης, της μορφής και της διαστασιολόγησης των ανοιγμάτων- εξωτερικών και εσωτερικών, σε συνδυασμό με τη διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων, συμβάλλει σημαντικά στη θερμική αποφόρτιση του κτηρίου,, καθώς και στην εξοικονόμηση ενέργειας λόγω περιορισμού της χρήσης συμβατικών συστημάτων κλιματισμού.

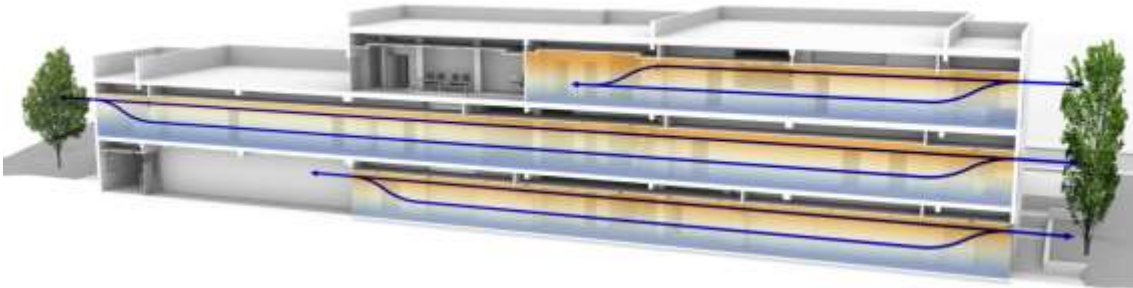
Παράλληλα, ο φυσικός αερισμός έχει άμεση επίδραση και στο αίσθημα ευεξίας των χρηστών του κτηρίου, καθώς -μέσω της κίνησης του αέρα- διευκολύνει την ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα στο ανθρώπινο σώμα και το περιβάλλον (Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, Α' Έκδοση).

Ιδιαίτερα αποτελεσματικός κρίνεται και ο νυκτερινός αερισμός, ειδικότερα κατά τη θερινή περίοδο, διάστημα κατά το οποίο δεν ενδείκνυται ο ημερήσιος αερισμός λόγω των υψηλών θερμοκρασιών του εξωτερικού αέρα. Ο διαμπερής αερισμός κατά τις διάρκειες της νύχτας, μέσω των δροσερών ρευμάτων αέρα, συντελεί στην απαγωγή της θερμότητας που είναι αποθηκευμένη στα δομικά στοιχεία του κτηρίου, μειώνοντας σημαντικά τα απαιτούμενα φορτία ψύξης, καθώς και τα φορτία αιχμής.

Σύμφωνα με την Τ.Ο.ΤΕΕ 20702, στις παραμέτρους που επηρεάζουν τις συνθήκες φυσικού αερισμού στους εσωτερικούς χώρους των κτηρίων, καθοριστικό παράγοντα για την εξασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού, αποτελούν η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων. Γενικά, προσοχή απαιτείται όσον αφορά τόσο την ταχύτητα όσο και τη ροή του αέρα στον εσωτερικό χώρο, στοιχεία που επηρεάζονται σημαντικά τόσο από την καθ' ύψος θέση των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου του αέρα, όσο και από το μέγεθος των ανοιγμάτων αυτών.

Επομένως, για τη βελτίωση της θερμικής άνεσης των εσωτερικών χώρων του κτηρίου για λόγους φυσικού αερισμού – δροσισμού, προτείνονται:

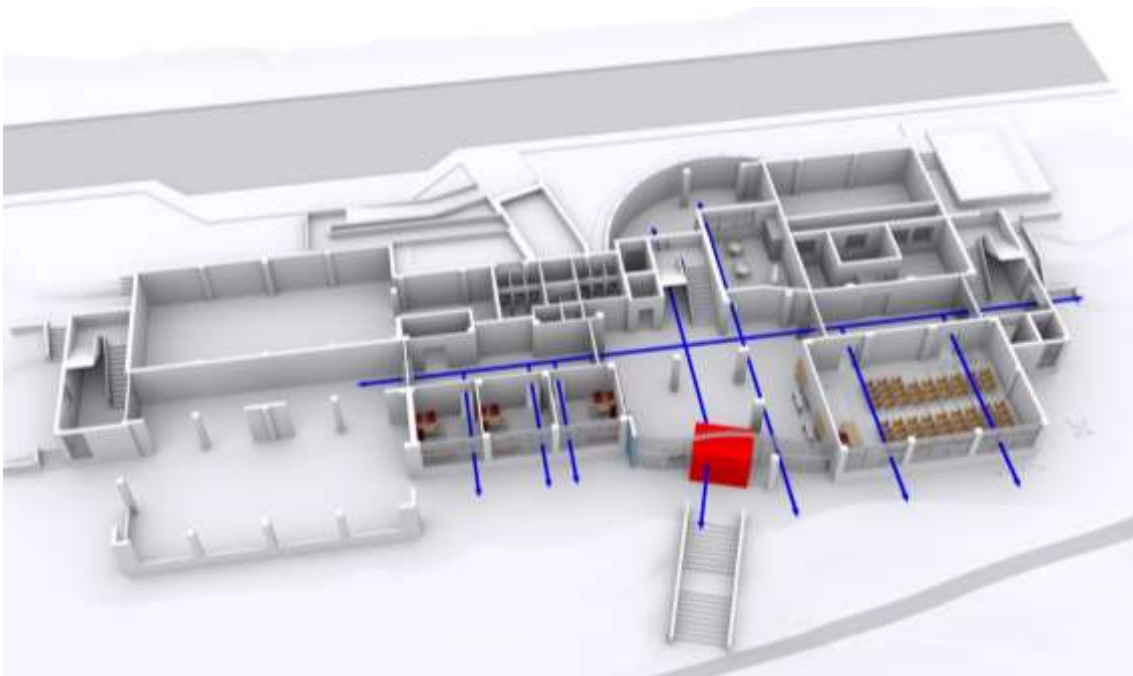
α) η δημιουργία διαμπερών ζωνών φυσικού αερισμού μέσω της (i) αξιοποίησης των εσωτερικών ανοιγμάτων των αξόνων κίνησης και (ii) την αντικατάσταση επιμέρους τμημάτων τους (π.χ. φεγγίτες) με ανοιγόμενα.



Εικόνα 78: [Τομή κατά μήκος]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και δροσισμό του εσωτερικού χώρου

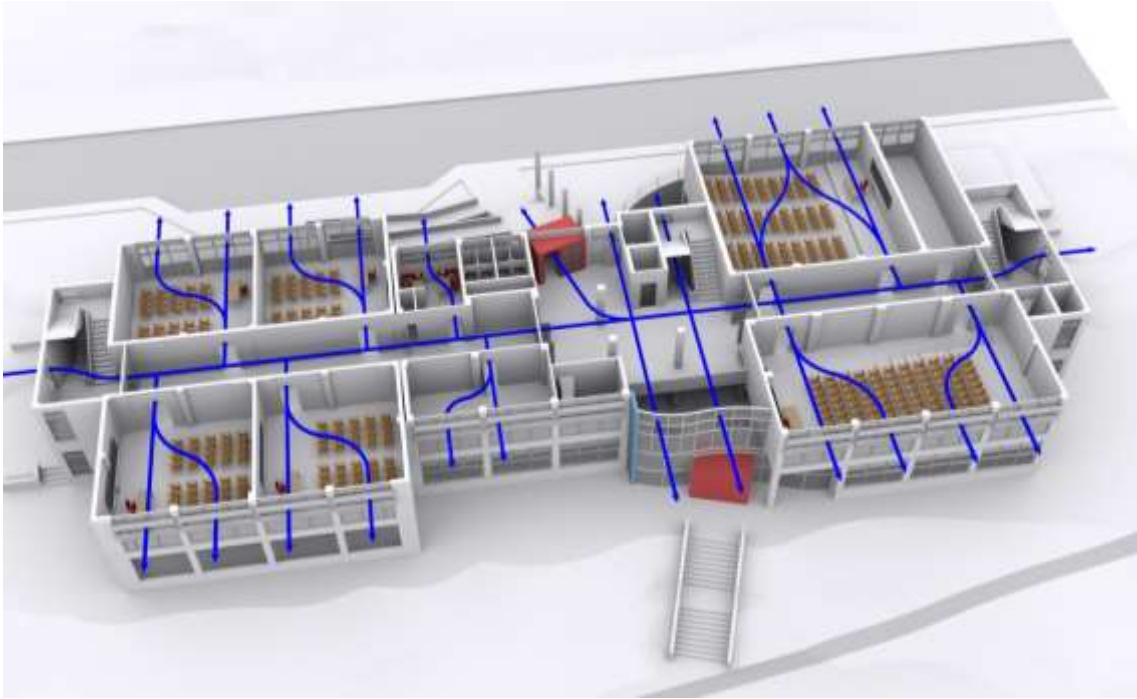
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Για τον ίδιο σκοπό, προτείνεται (iii) η αξιοποίηση των φεγγιτών που διαθέτουν τα εξωτερικά ανοίγματα των αιθουσών διδασκαλίας και των γραφειακών χώρων, καθώς και (iv) η αντικατάσταση των αντίστοιχων φεγγιτών των κλιμακοστασίων με ανοιγόμενους, ώστε να παραμένουν ανοιχτοί και κατά τη διάρκεια της νύχτας.



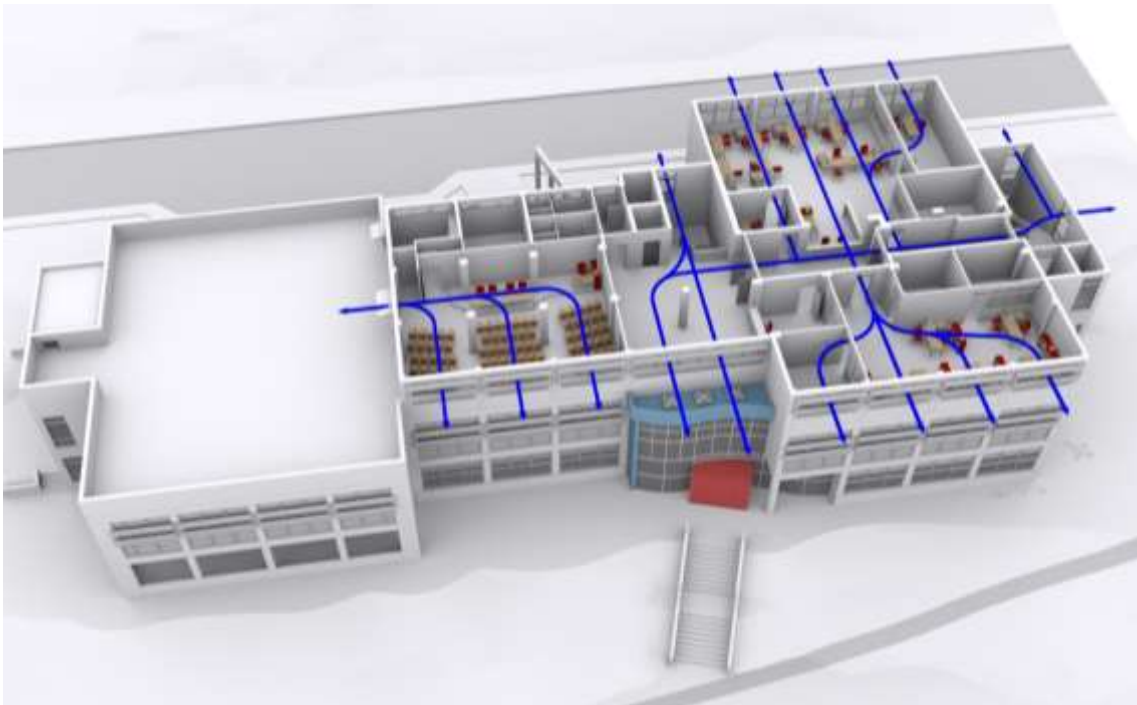
Εικόνα 79: [Επίπεδο_0]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και δροσισμό του εσωτερικού χώρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Εικόνα 80: [Επίπεδο_I]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και δροσισμό του εσωτερικού χώρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

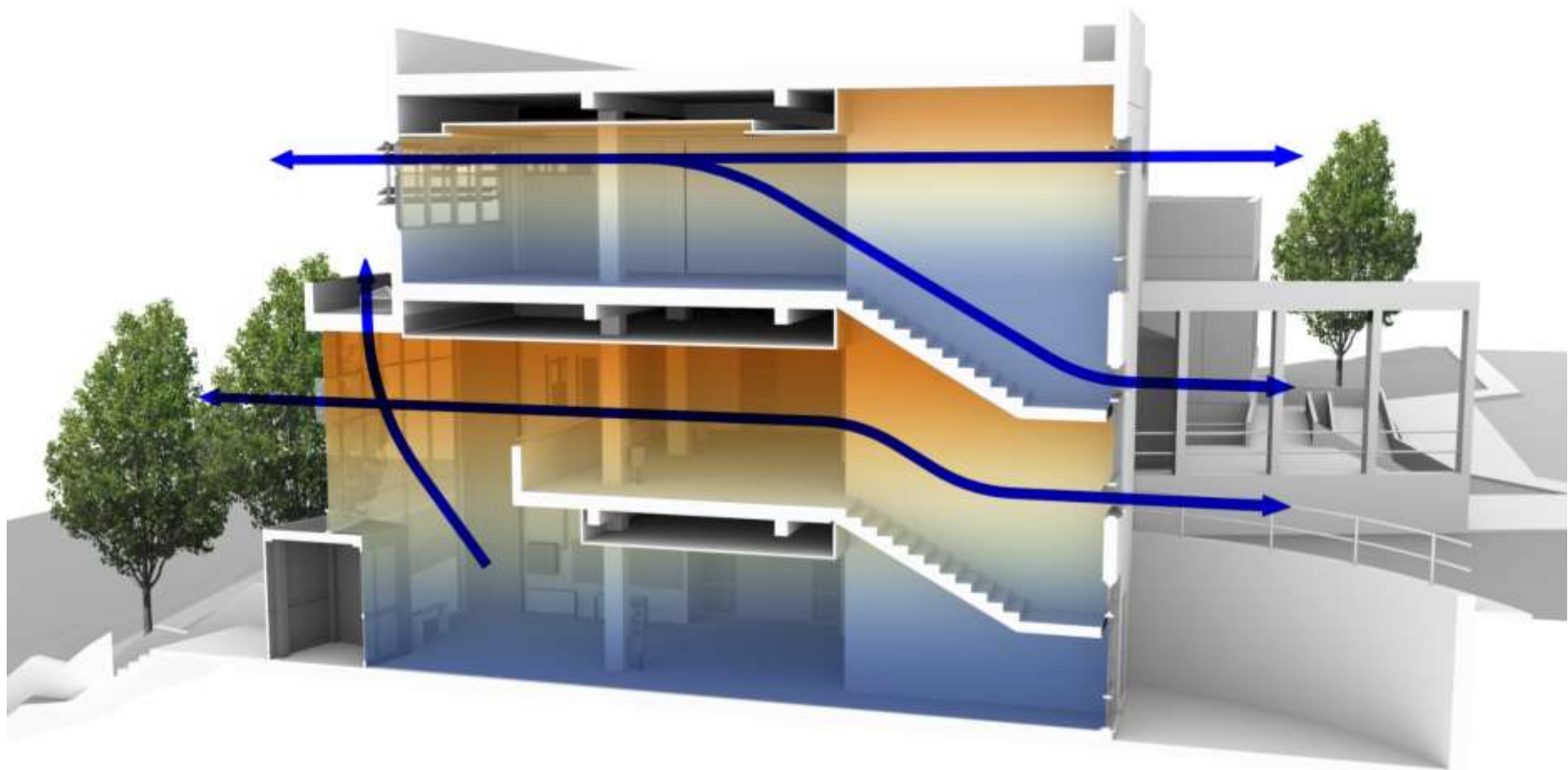


Εικόνα 81: [Επίπεδο_II]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και δροσισμό του εσωτερικού χώρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Επίσης, για τη βελτίωση της θερμικής άνεσης των εσωτερικών χώρων του κτηρίου, προτείνεται β) **η αξιοποίηση του κεντρικού πυρήνα του κτηρίου**. Ο κεντρικός πυρήνας του νέου κτηρίου αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. με το διπλού ύψους υαλοπέτασμα στη νοτιοδυτική πλευρά του, αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο σε ο,τι αφορά τις δυνατότητες βιοκλιματικής συνεισφοράς του στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου, γεγονός που αποτέλεσε και σχεδιαστική πρόθεση της μελετητικής ομάδας. Εντούτοις, η διαπίστωση ότι η σημερινή μορφή απέχει από τον αρχικό σχεδιασμό, καθιστά απαραίτητο τον ανασχεδιασμό του, ώστε να συμβάλλει τόσο στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, όσο και στην εξοικονόμηση ενέργειας που δύναται να επιτευχθεί στο συγκεκριμένο κτήριο.

Πιο συγκεκριμένα, προτείνεται η (i) **αντικατάσταση τμημάτων των σταθερών υαλοπετασμάτων της νοτιοδυτικής του όψης**, καθώς και η (ii) **αξιοποίηση των ανοιγμάτων της οροφής του μέσω της αντικατάστασής τους με ανοιγόμενα**. Με τις επεμβάσεις αυτές, θα ενισχυθεί ο φυσικός αερισμός τόσο του συγκεκριμένου χώρου, όσο και του ευρύτερου χώρου του κτηρίου, μέσω των διαμπερών ζωνών φυσικού αερισμού που θα δημιουργηθούν (Εικόνα 82). Συγχρόνως, τα ανοίγματα της οροφής, αξιοποιώντας το φαινόμενο της φυσικής ανοδικής κίνησης του θερμού αέρα, θα διευκολύνουν σημαντικά τη θερμική αποφόρτισή του. Προσοχή θα πρέπει να δοθεί ώστε τα νέα ανοιγόμενα υαλοστάσια της όψης να βρίσκονται σε τέτοιο ύψος, ώστε να μπορούν να παραμένουν ανοιχτά και μετά το πέρας της λειτουργίας του κτηρίου, ώστε να διευκολύνουν και τον νυχτερινό αερισμό, χωρίς να τίθενται ζητήματα ασφάλειας για το κτήριο. Τέλος, στον δροσισμό του συγκεκριμένου χώρου θα συμβάλλει και ο σκιασμός του υαλοπετάσματος μέσω κατάλληλης ηλιοπροστατευτικής διάταξης, μέτρο το οποίο αναλύεται εκτενέστερα στην επόμενη ενότητα.



Εικόνα 82: [Τομή στον κεντρικό πυρήνα- ηλιακό χώρο]: δυνατότητες δημιουργίας διαμπερών ζωνών για τον φυσικό αερισμό ή/και τον δροσισμό του εσωτερικού χώρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ **ενεργειακή προσομοίωση**

• **[νυχτερινός δροσισμός]:**

Προκειμένου να προσομοιωθεί ο νυχτερινός δροσισμός του κτηρίου, τροποποιήθηκαν κατάλληλα τα χρονοδιαγράμματα αερισμού [NE office ventilation schedule, SW office ventilation schedule, NE classroom ventilation schedule, SW ventilation schedule, synedriaseis ventilation schedule, ekdilwseis ventilation schedule, central core ventilation schedule] για κάθε θερμική ζώνη ή ομάδα θερμικών ζωνών, ενώ προστέθηκαν νέα διαγράμματα νέα διαγράμματα αερισμού για τους άξονες κίνησης-διαδρόμους, οι οποίοι –λόγω της θέσης τους, διευκολύνουν τη δημιουργία διαμπερών ζωνών φυσικού αερισμού και νυχτερινού δροσισμού του κτηρίου.

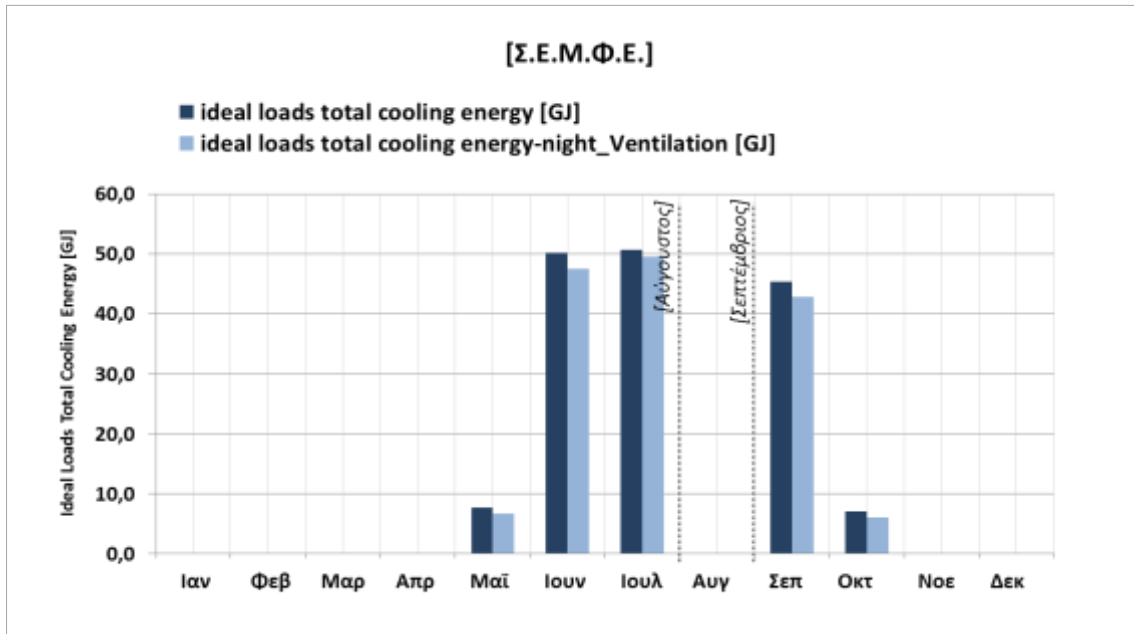
Για τις ανάγκες της προσομοίωσης, έγινε η παραδοχή ότι ο νυχτερινός δροσισμός πραγματοποιείται στο διάστημα 24:00-06:00, από τον Μάιο έως τον Οκτώβριο, περίοδος κατά την οποία παρουσιάζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη.

➤ **[αποτελέσματα]:**

Όσον αφορά το σύνολο του κτηρίου, οι συνολικές ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη που υπολογίστηκαν μέσω της προσομοίωσης μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού, ανέρχονται σε 152,58GJ, σημειώνοντας μείωση κατά 5,21% σε σχέση με τις αντίστοιχες ενεργειακές ανάγκες πριν την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού, ενώ η εξοικονόμηση στη συνολική ενέργεια που απαιτείται ετησίως τόσο σε θέρμανση όσο και ψύξη ανέρχεται σε 2,64% (Πίνακας 71).

Αναφορικά με τους επιμέρους χώρους του κτηρίου, στα διαγράμματα που ακολουθούν αποτυπώνονται οι ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για το διάστημα Μαΐου – Οκτωβρίου, που υπολογίστηκαν για κάθε ζώνη, πριν και μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού, ώστε να διαπιστωθούν τυχόν διαφοροποιήσεις στα συγκεκριμένα μεγέθη. Επιπροσθέτως, καθώς παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η διαφοροποίηση των ενεργειακών απαιτήσεων για ψύξη, ακολουθούν διαγράμματα και πίνακες στα οποία αποτυπώνεται η συνολική μηνιαία κατανάλωση ενέργειας ανηγμένη στην επιφάνεια (MJ/m²) κάθε χώρου.

➤ **[Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.]**:



Διάγραμμα 169: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 71: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

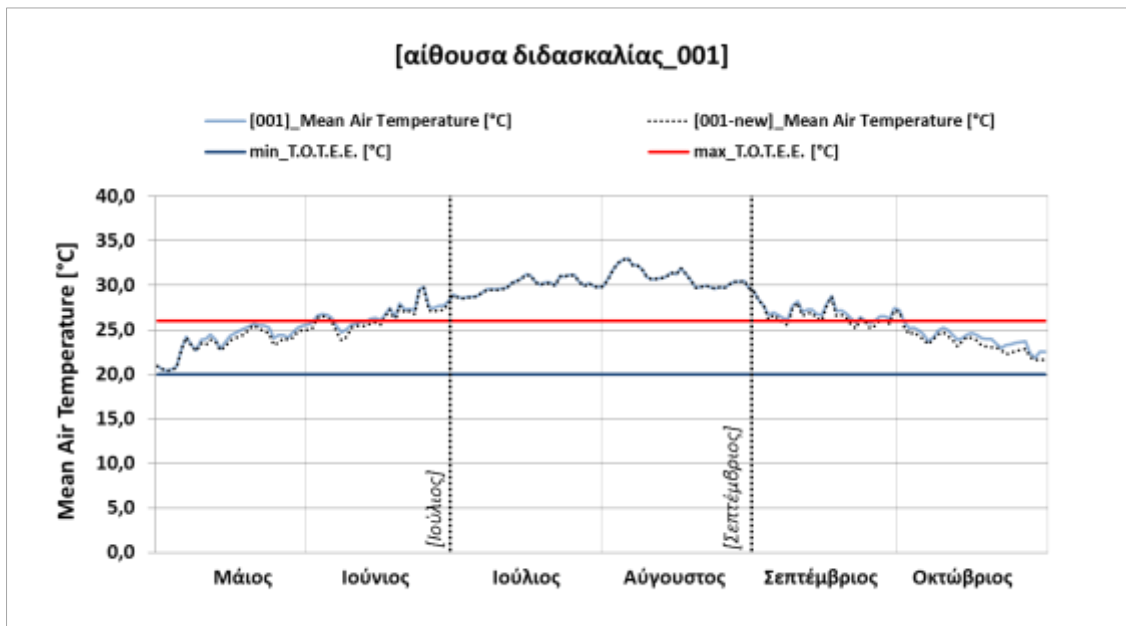
Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy [GJ]	ideal loads total cooling energy-night_Ventilation [GJ]	Διαφορά [GJ]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	7,72	6,68	1,04	13,5%
	Ιούνιος	50,21	47,52	2,69	5,36%
	Ιούλιος	50,64	49,49	1,14	2,26%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	45,34	42,83	2,51	5,54%
	Οκτώβριος	7,06	6,07	0,99	14,01%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
σύνολο:	160,97	152,58	διαφορά με νυχτερινό δροσισμό 8,38 GJ		

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

[Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.-new [GJ]:	εξοικονόμηση με νυχτερινό δροσισμό:	8,38 GJ	2,94%
------------------------------	--	----------------	--------------

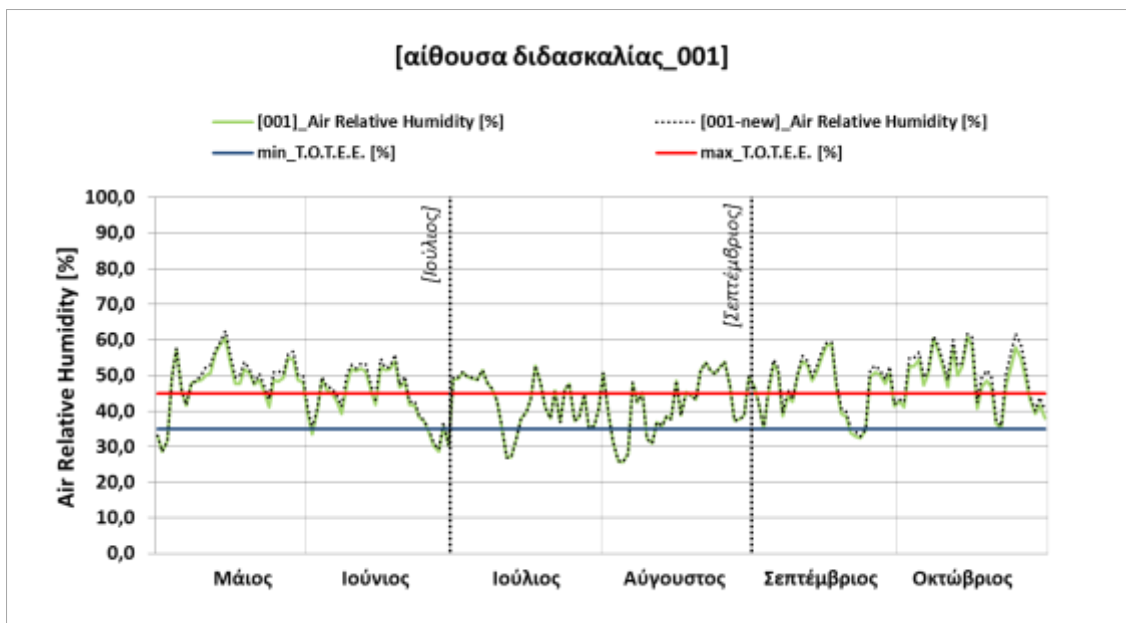
➤ [αίθουσες διδασκαλίας]:

• [αίθουσα διδασκαλίας 001]:



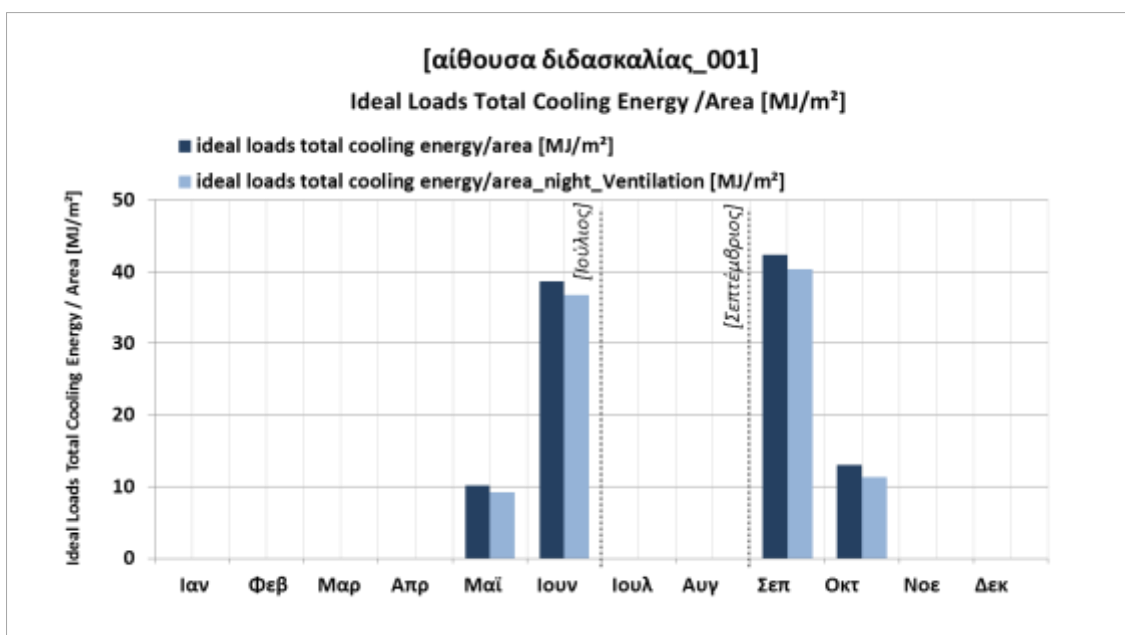
Διάγραμμα 170: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 171: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 172: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

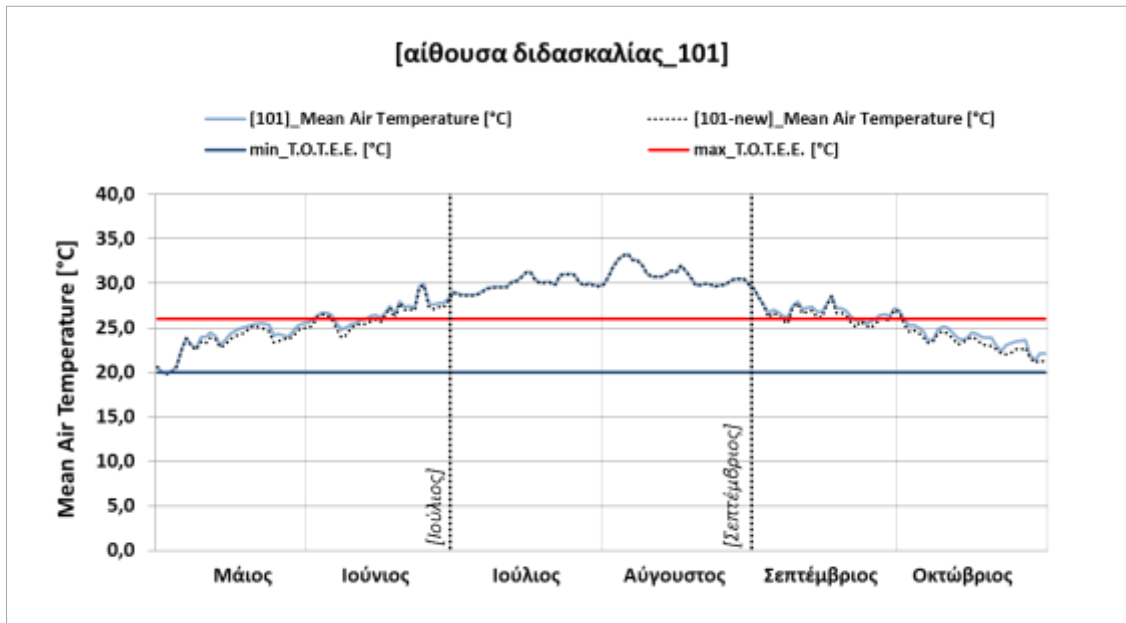
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 72: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[001]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	10,18	9,20	0,98	9,65%
	Ιούνιος	38,60	36,79	1,81	4,69%
	Ιούλιος	-	-	-	-
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	42,34	40,38	1,95	4,61%
	Οκτώβριος	13,08	11,38	1,69	12,93%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	104,20	97,76	6,44	6,18%

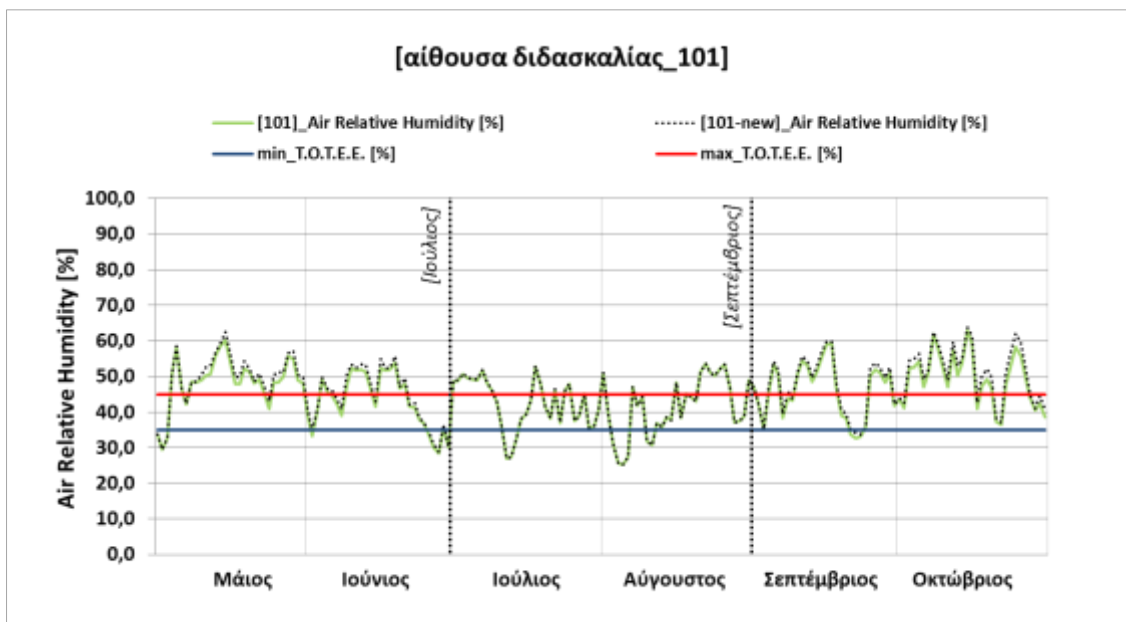
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας_101]:



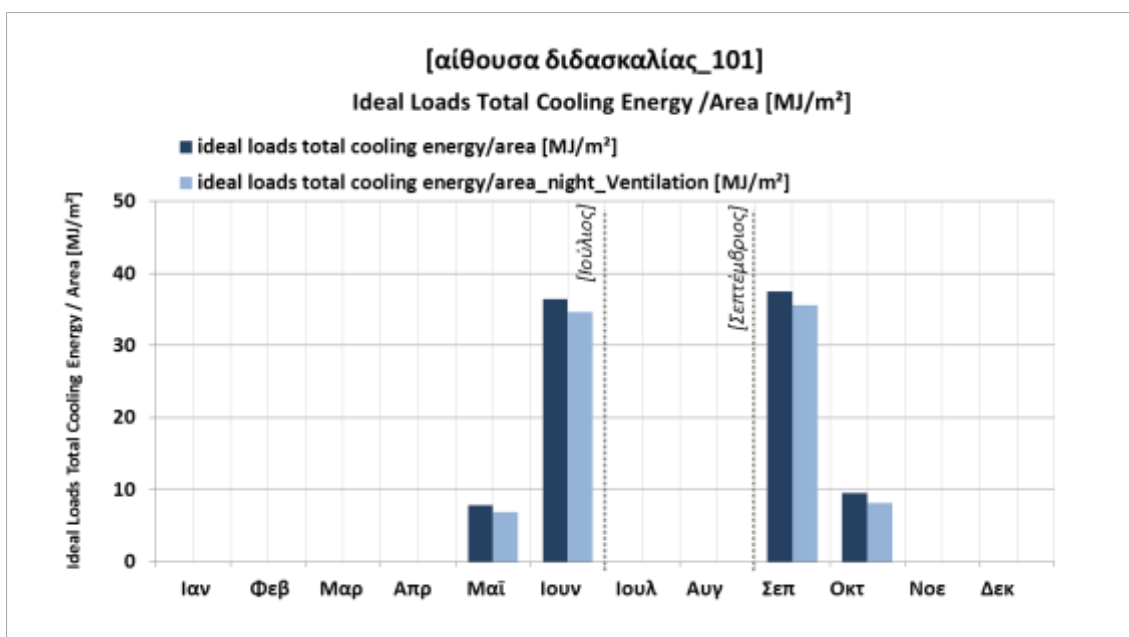
Διάγραμμα 173: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 174: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [101] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 175: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

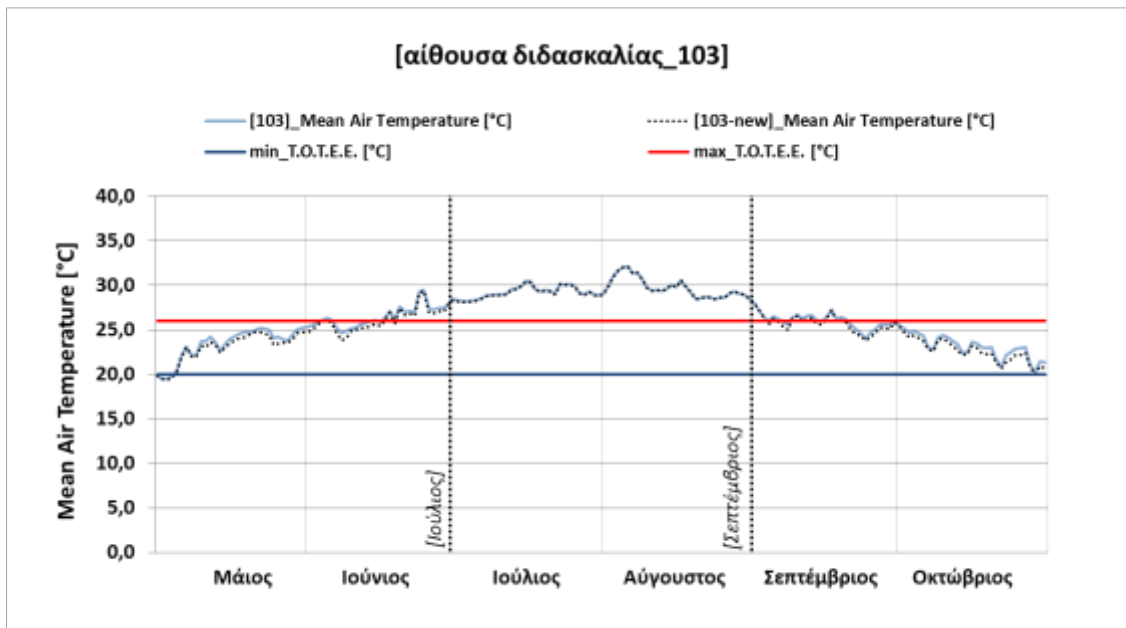
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 73: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [101] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[101]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	7,85	6,95	0,91	11,56%
	Ιούνιος	36,41	34,62	1,79	4,91%
	Ιούλιος	-	-	-	-
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	37,52	35,63	1,89	5,03%
	Οκτώβριος	9,57	8,19	1,38	14,40%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
σύνολο:	91,35	85,39	5,96	6,52%	

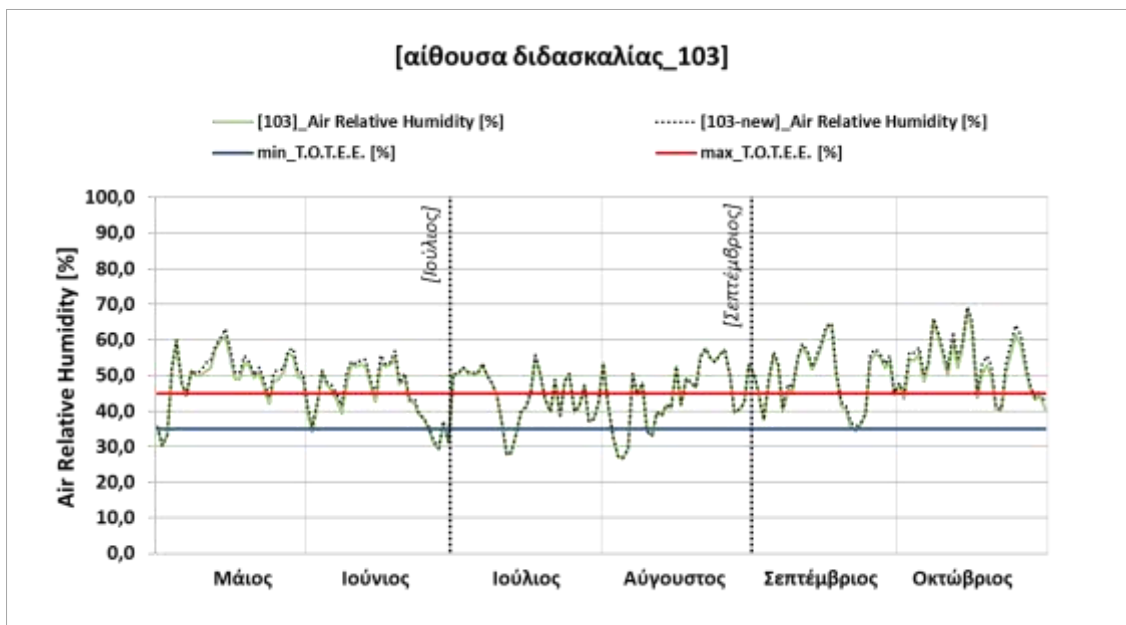
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας 103]:



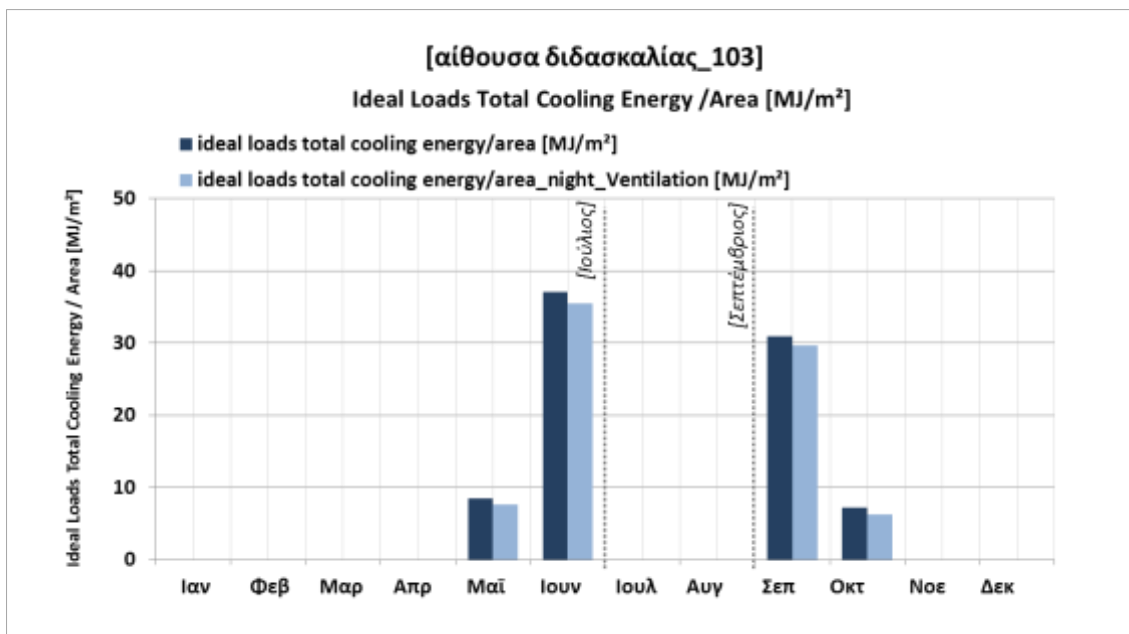
Διάγραμμα 176: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 177: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [103] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 178: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

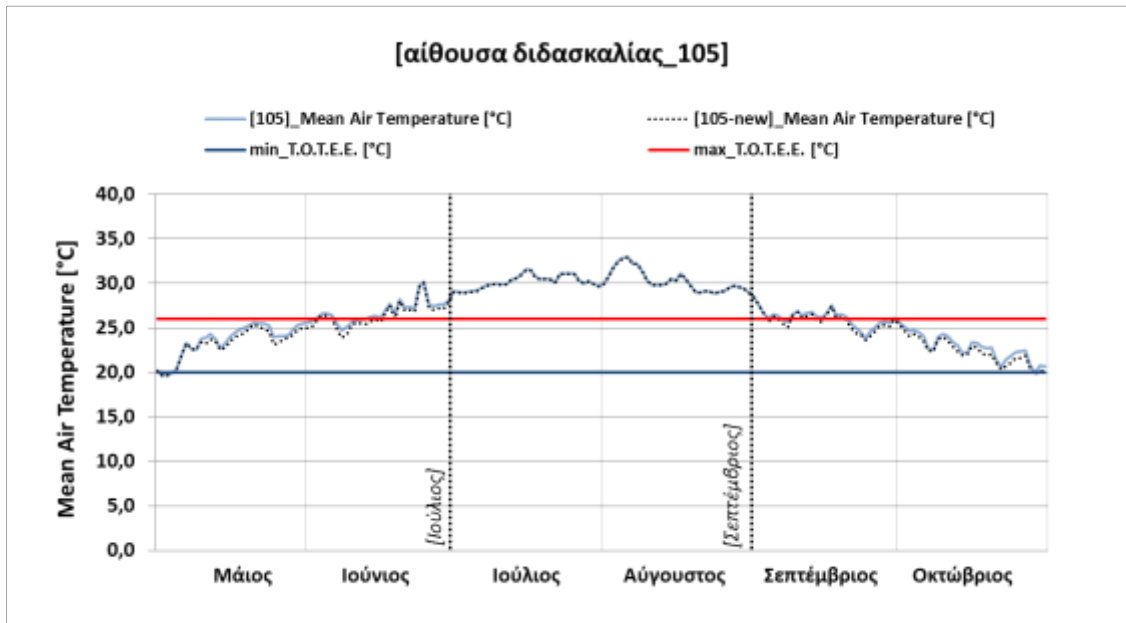
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 74: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [103] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[103]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	8,48	7,65	0,84	9,86%
	Ιούνιος	37,10	35,50	1,59	4,30%
	Ιούλιος	-	-	-	-
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	30,92	29,70	1,22	3,95%
	Οκτώβριος	7,21	6,30	0,91	12,57%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
σύνολο:	83,71	79,15	4,56	5,45%	

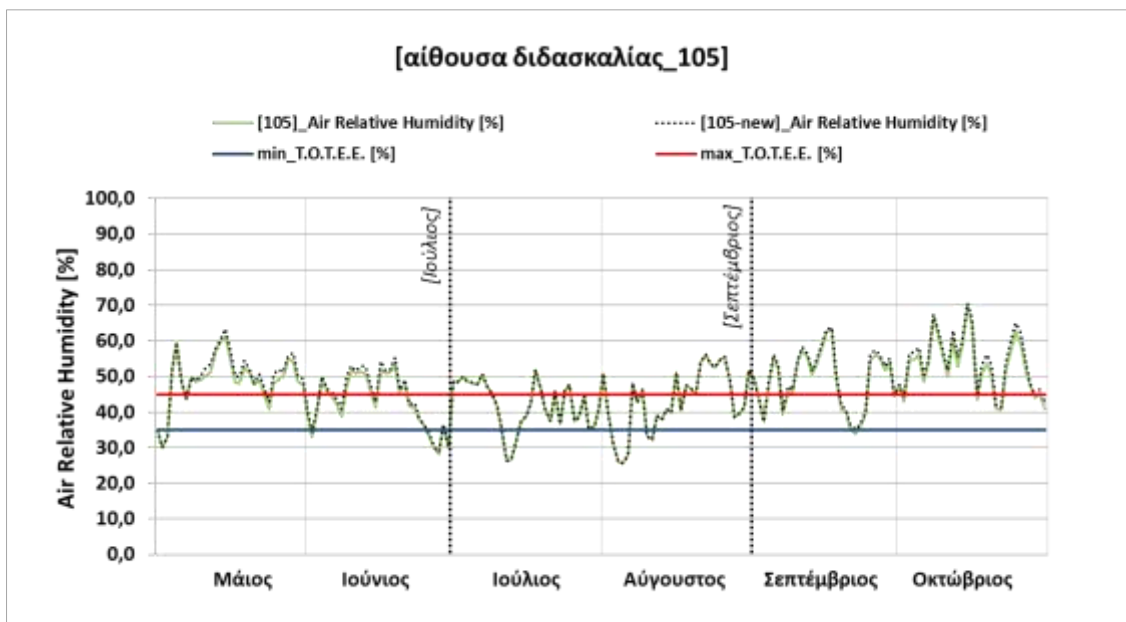
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας_105]:



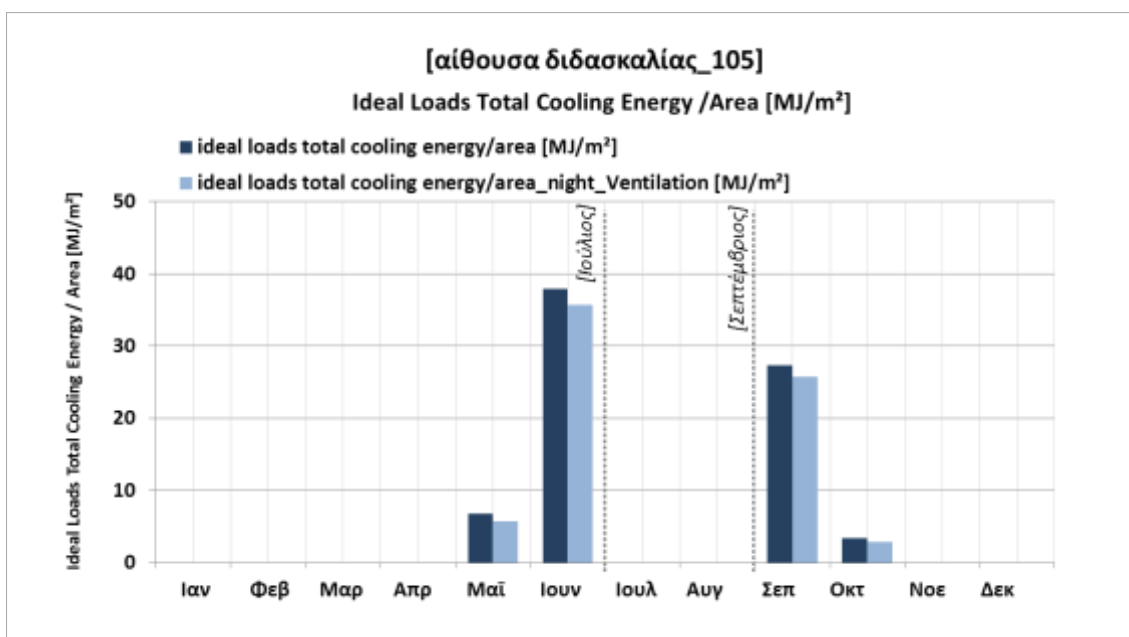
Διάγραμμα 179: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 180: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 181: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

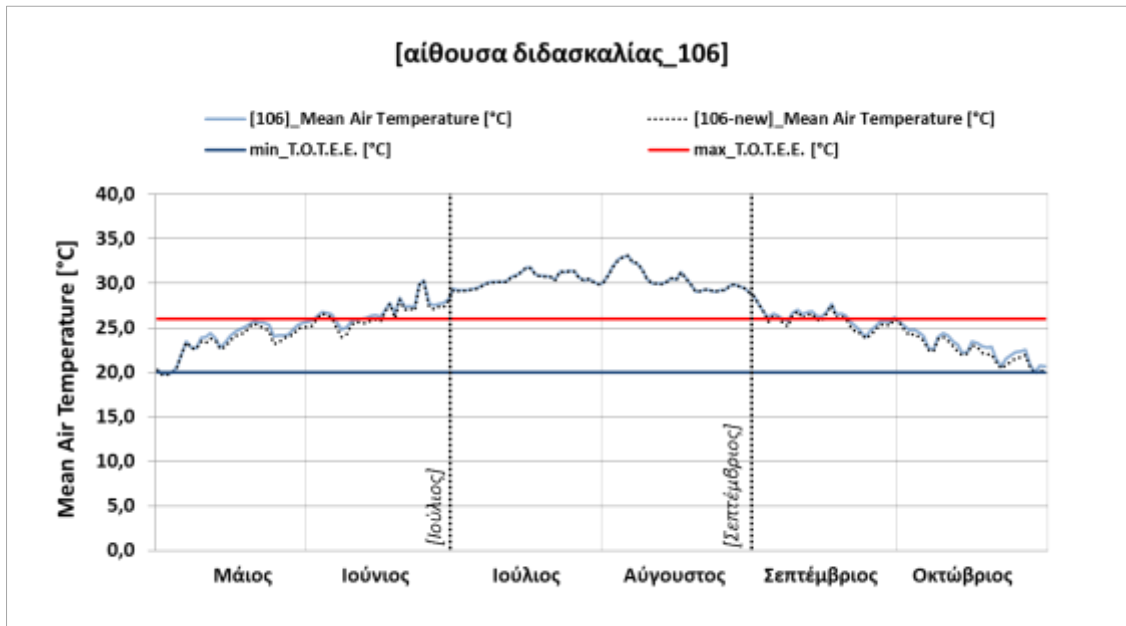
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 75: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[105]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	6,76	5,68	1,08	15,92%
	Ιούνιος	37,92	35,71	2,21	5,82%
	Ιούλιος	-	-	-	-
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	27,34	25,73	1,60	5,87%
	Οκτώβριος	3,38	2,82	0,56	16,58%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	75,39	69,94	5,45	7,23%

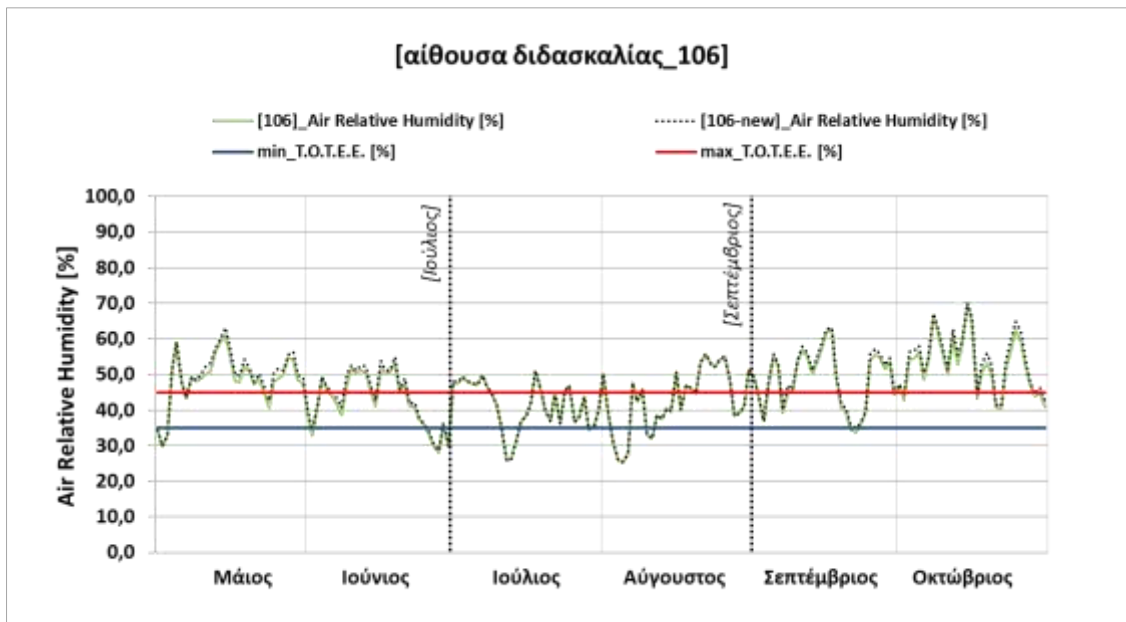
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας_106]:



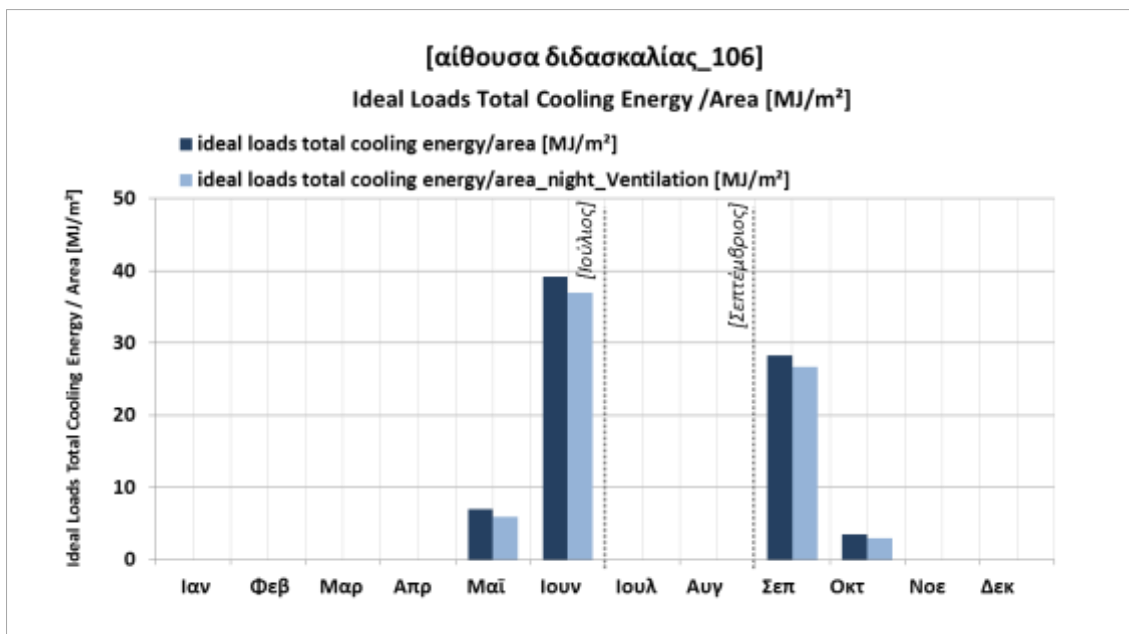
Διάγραμμα 182: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 183: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 184: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

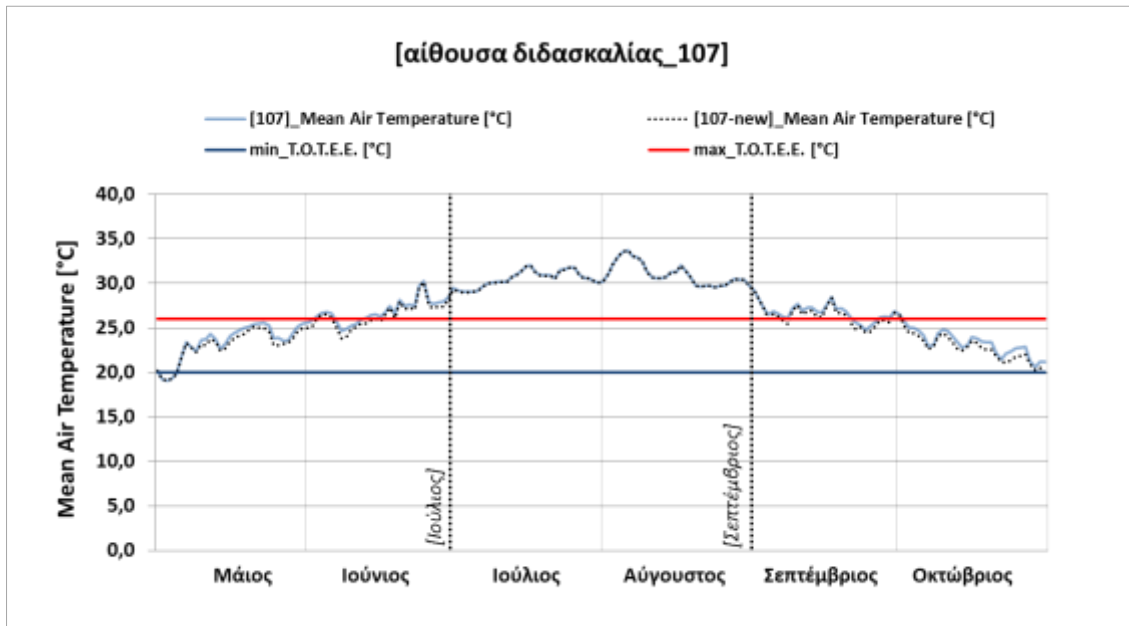
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 76: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[106]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	7,02	5,94	1,08	15,36%
	Ιούνιος	39,22	36,95	2,27	5,78%
	Ιούλιος	-	-	-	-
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	28,29	26,64	1,65	5,84%
	Οκτώβριος	3,53	2,96	0,57	16,19%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
σύνολο:	78,07	72,50	5,57	7,13%	

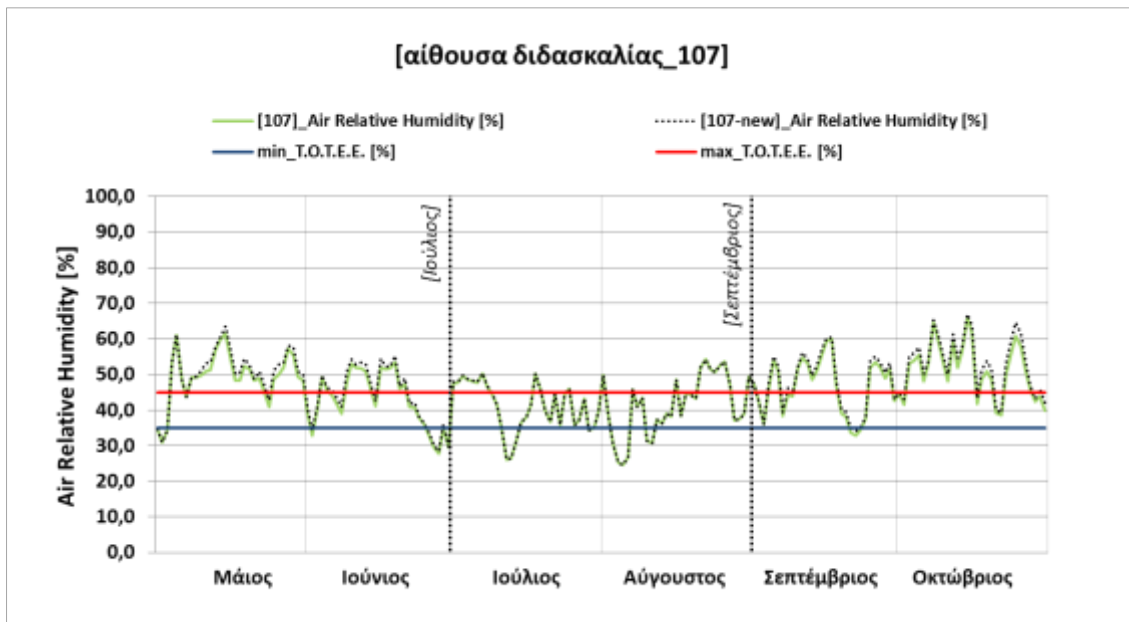
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας 107]:



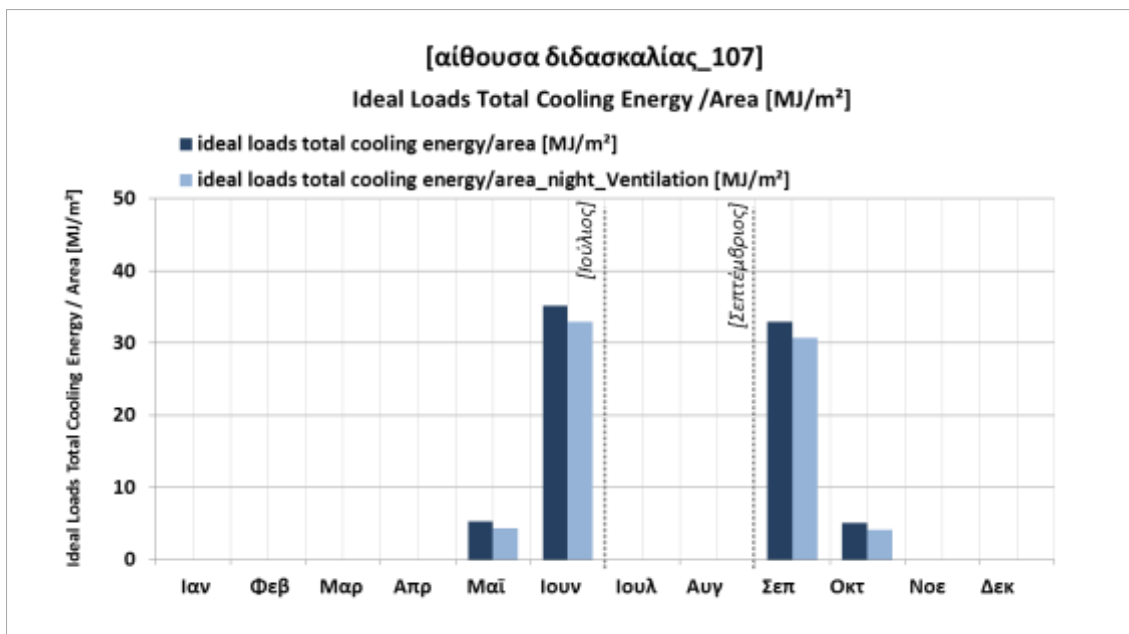
Διάγραμμα 185: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 186: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 187: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

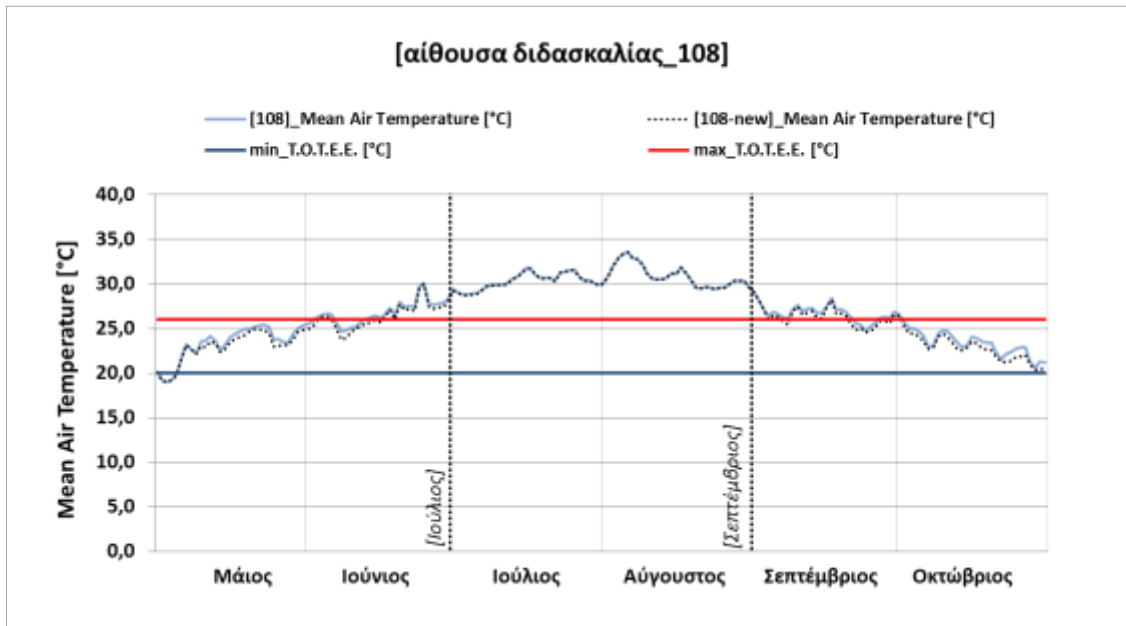
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 77: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

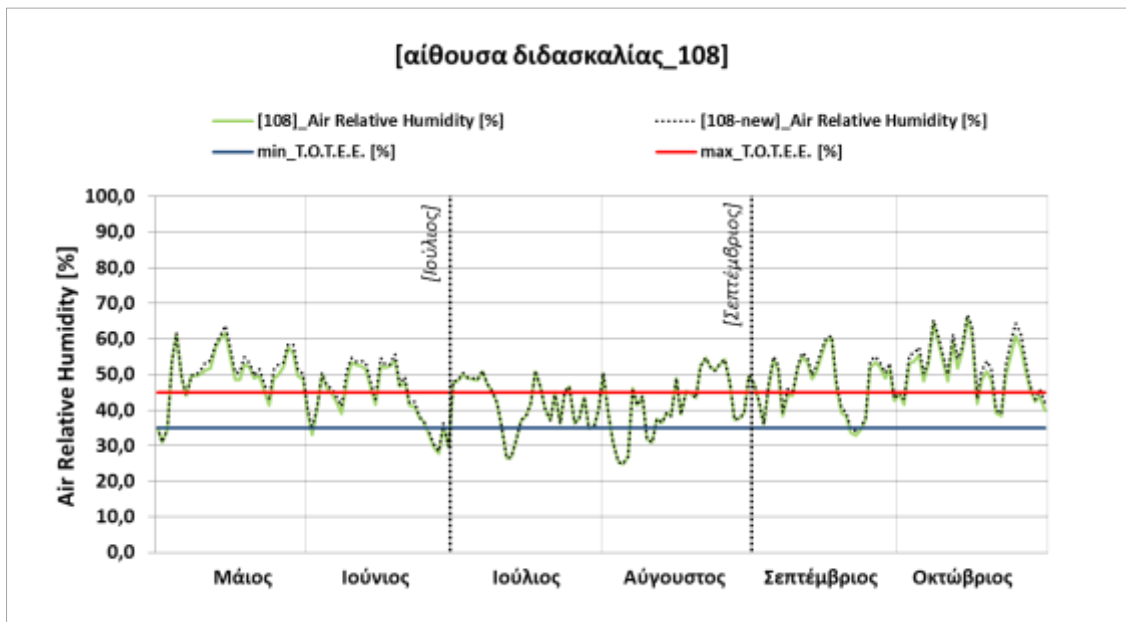
[107]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	5,27	4,35	0,92	17,52%
	Ιούνιος	35,20	32,95	2,24	6,37%
	Ιούλιος	-	-	-	-
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	32,94	30,76	2,18	6,62%
	Οκτώβριος	5,07	4,18	0,90	17,65%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	78,48	72,24	6,24	7,95%

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

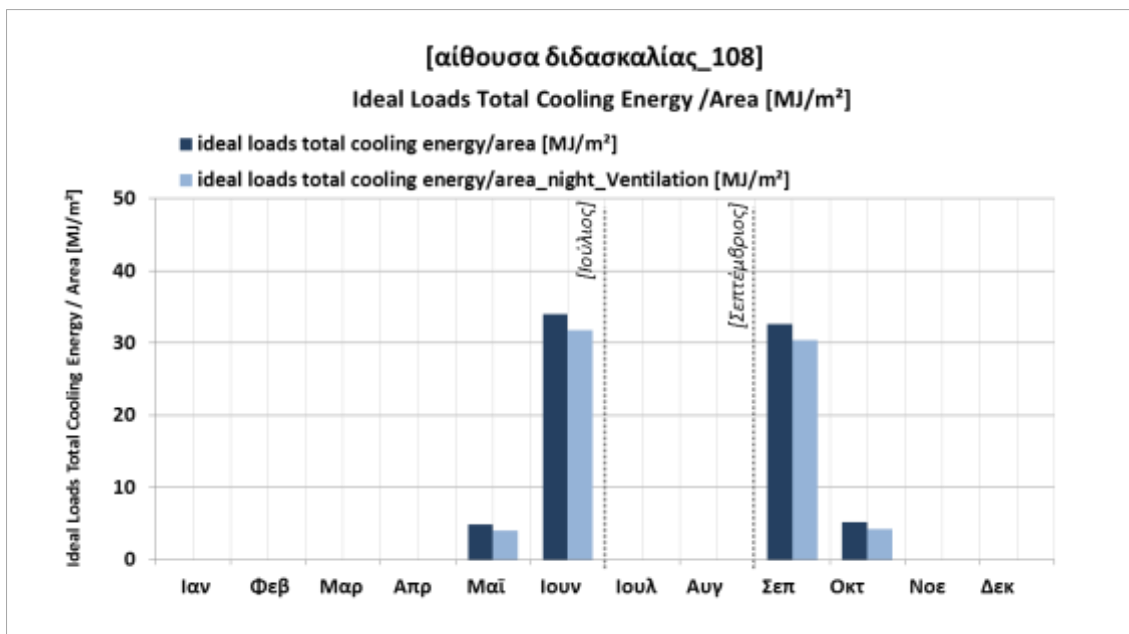
- [αίθουσα διδασκαλίας 108]:



Διάγραμμα 188: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 189: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 190: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

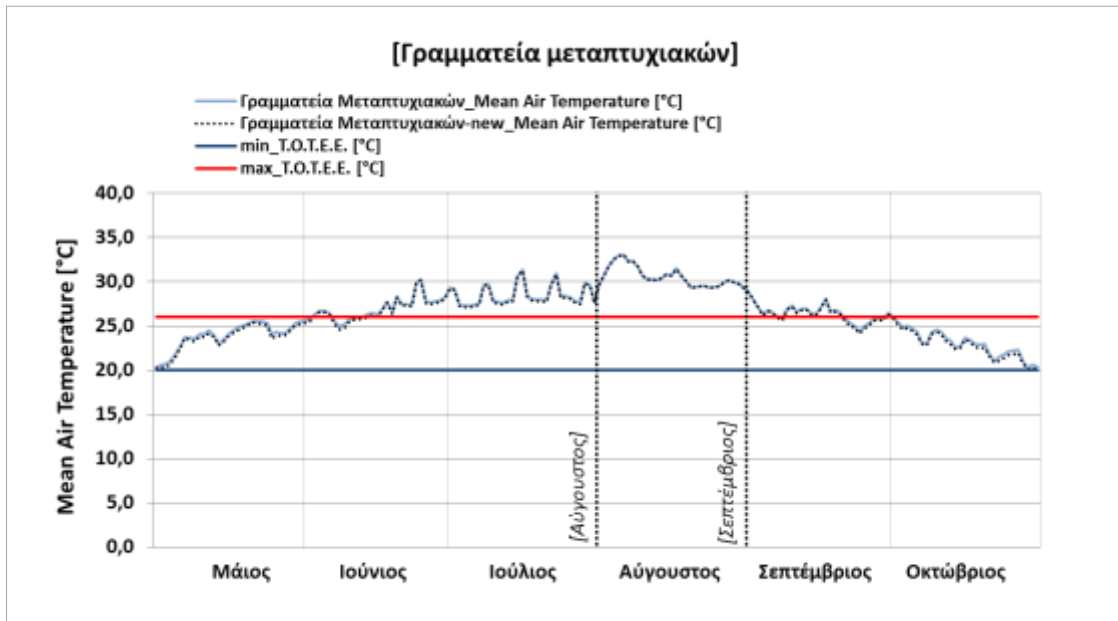
Πίνακας 78: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[108]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	4,91	4,04	0,88	17,88%
	Ιούνιος	33,96	31,79	2,17	6,39%
	Ιούλιος	-	-	-	-
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	32,62	30,42	2,20	6,75%
	Οκτώβριος	5,18	4,27	0,91	17,61%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	76,67	70,51	6,16	8,04%

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [χώροι διοίκησης]:

- [BA χώρος γραμματείας]:



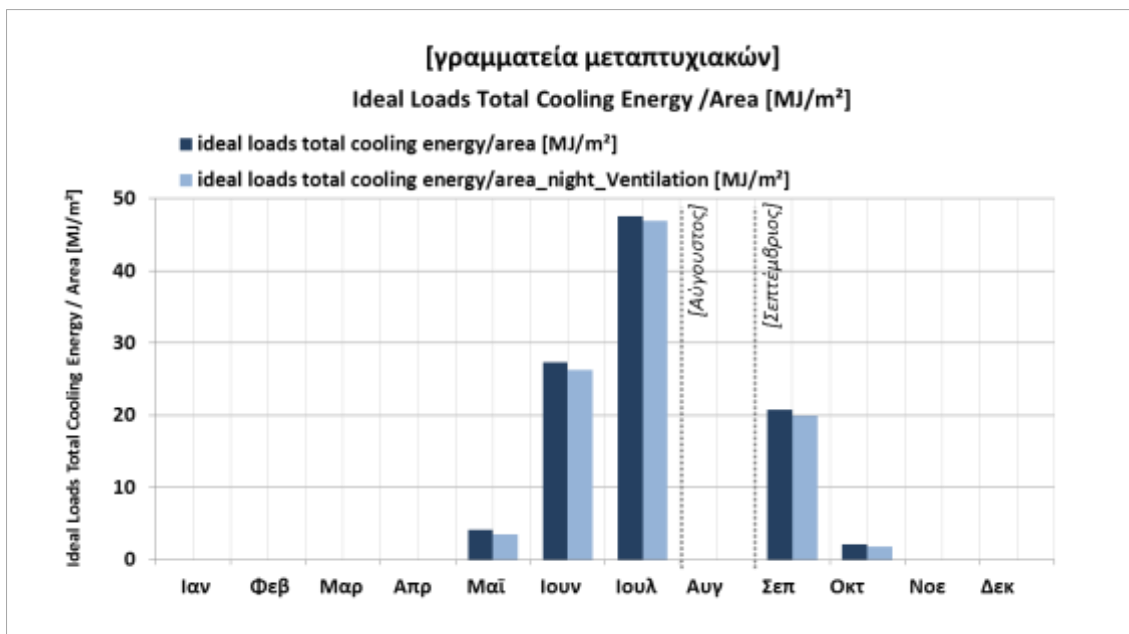
Διάγραμμα 191: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [BA] χώρο της γραμματείας στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 192: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [BA] χώρο της γραμματείας στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 193: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [BA] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

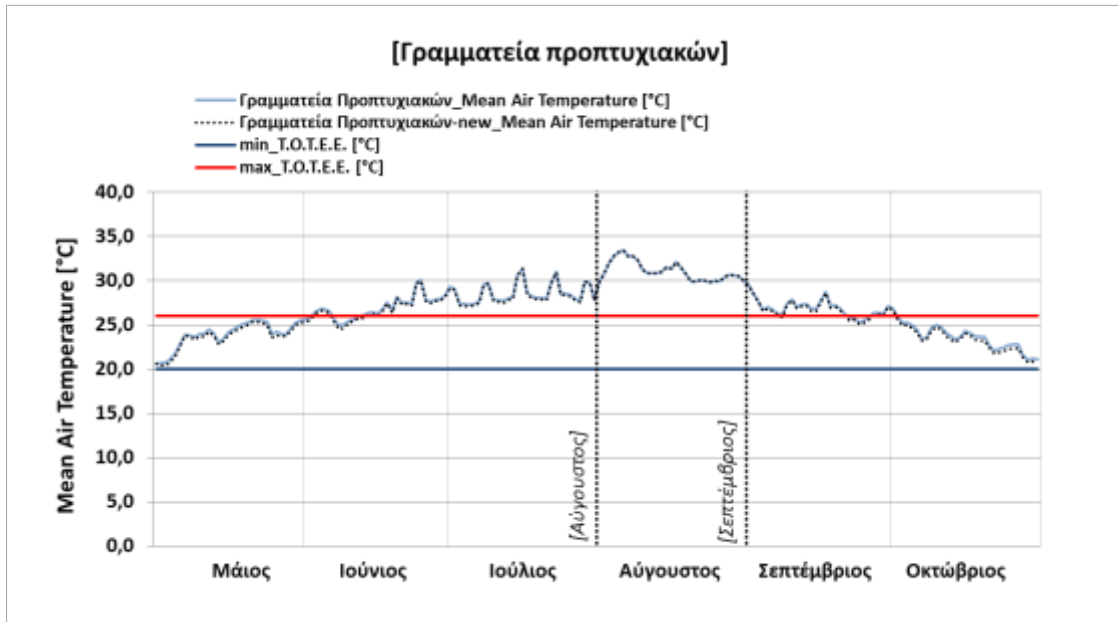
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 79: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [BA] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[Γραμματεία μεταπτυχιακών]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	4,10	3,49	0,62	14,99%
	Ιούνιος	27,30	26,23	1,08	3,94%
	Ιούλιος	47,52	46,89	0,64	1,34%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	20,75	19,90	0,85	4,11%
	Οκτώβριος	2,08	1,81	0,27	12,83%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
σύνολο:	101,77	98,32	3,45	3,39%	

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [ΝΔ χώρος γραμματείας]:



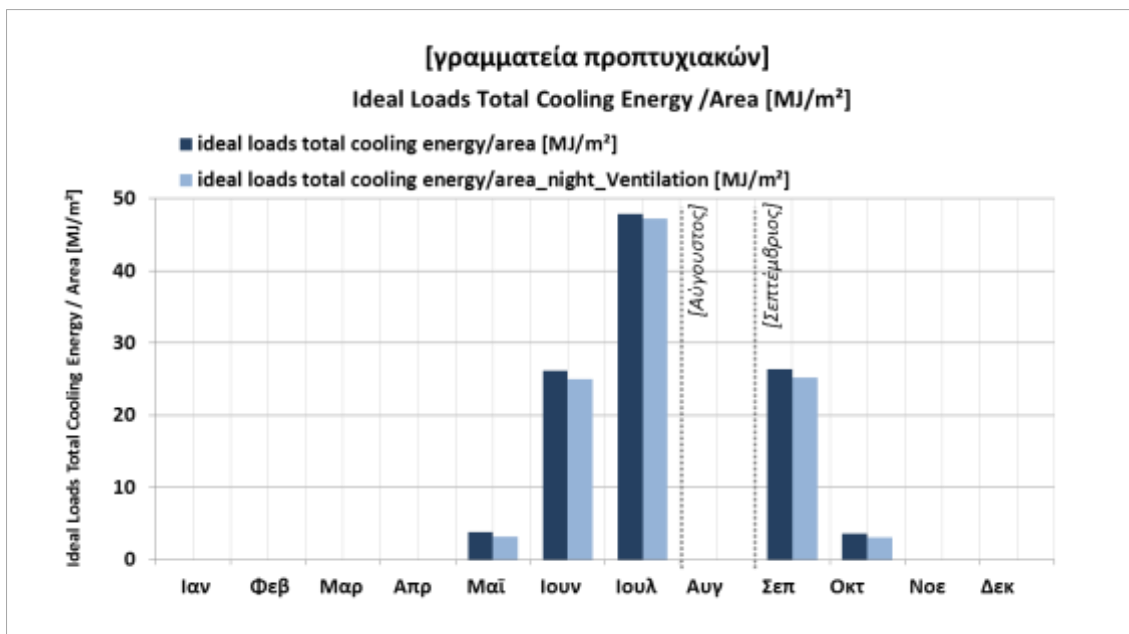
Διάγραμμα 194: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 195: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 196: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

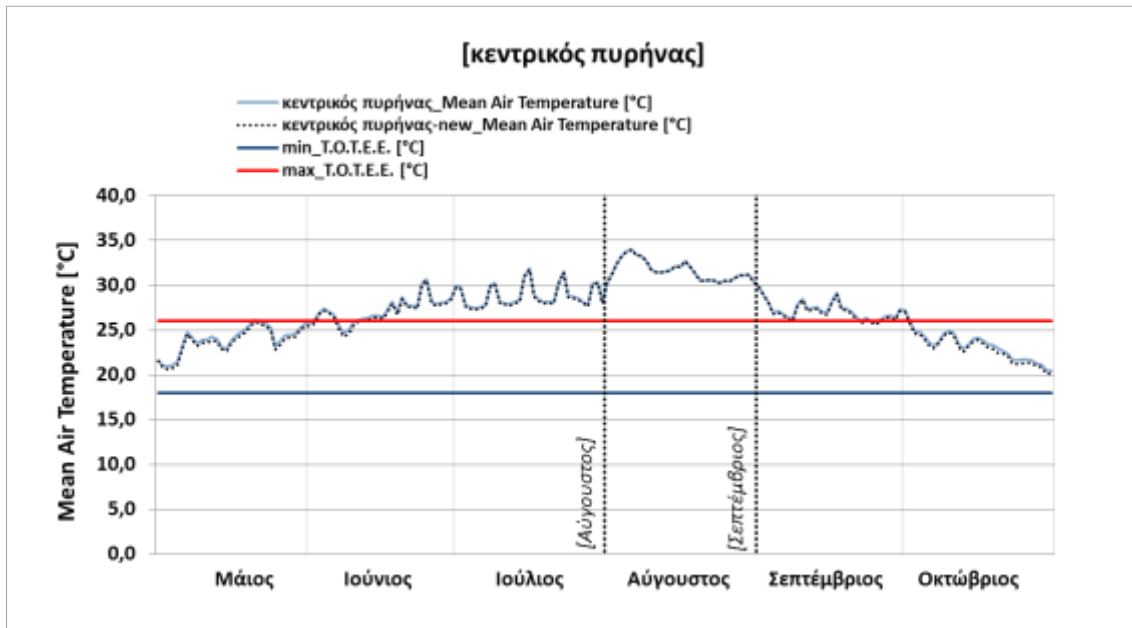
Πίνακας 80: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[Γραμματεία προπτυχιακών]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
		Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	3,77	3,17	0,60	15,86%
	Ιούνιος	26,19	24,99	1,20	4,56%
	Ιούλιος	47,85	47,20	0,66	1,38%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	26,36	25,20	1,16	4,40%
	Οκτώβριος	3,63	3,12	0,51	14,04%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	107,80	103,68	4,12	3,82%

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

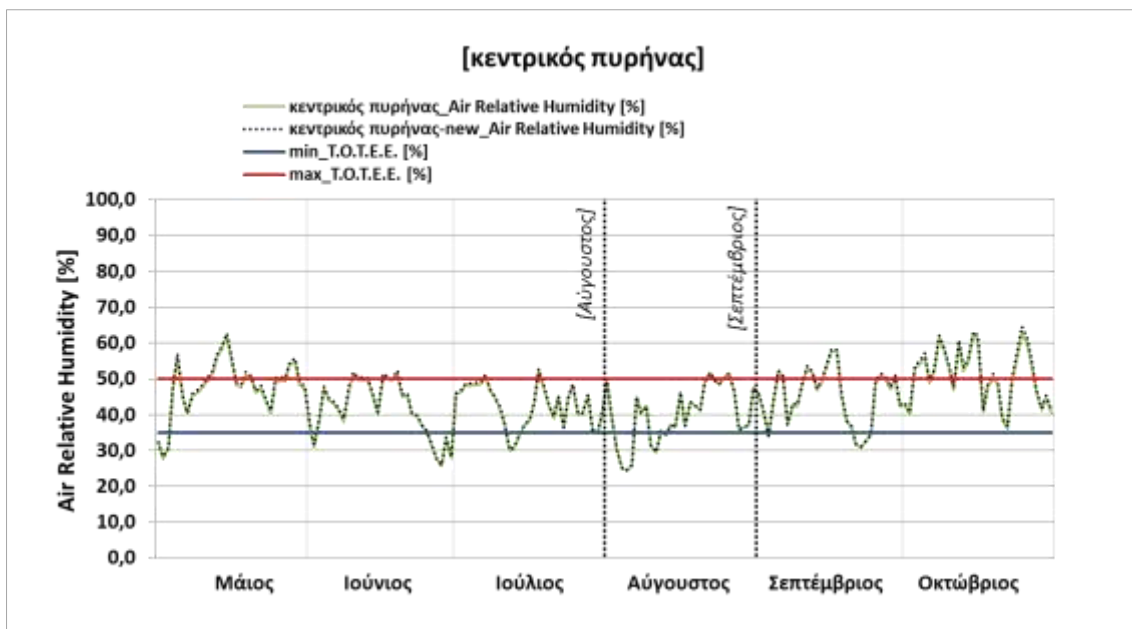
➤ [κεντρικοί γώροι]:

• [κεντρικός πυρήνας]:



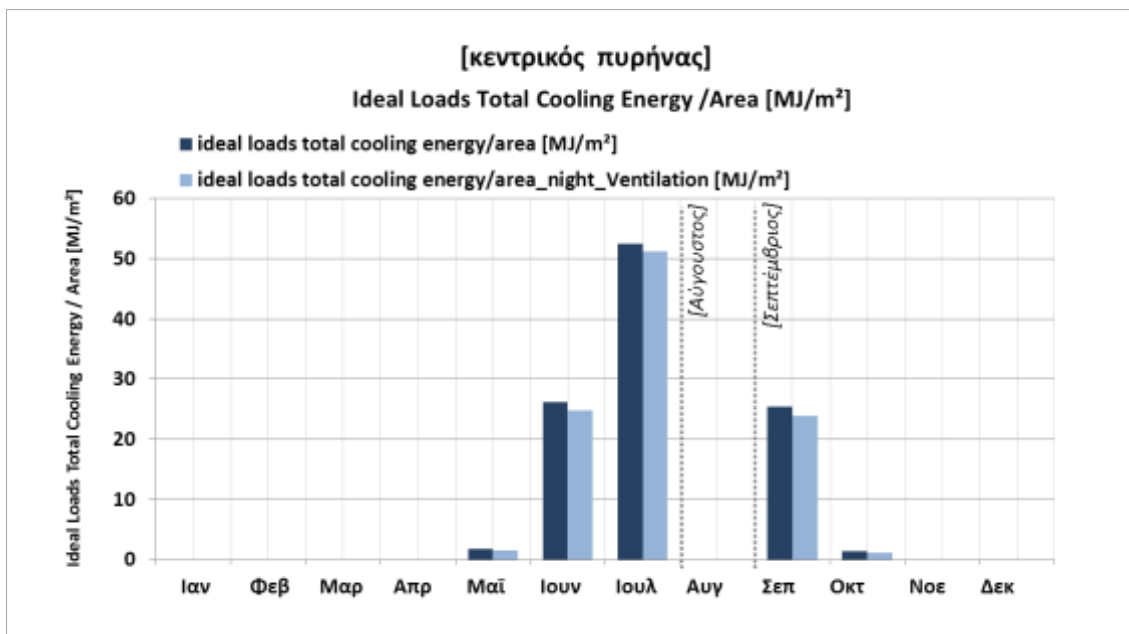
Διάγραμμα 197: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον κεντρικό πυρήνα στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 198: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον κεντρικό πυρήνα στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 199: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

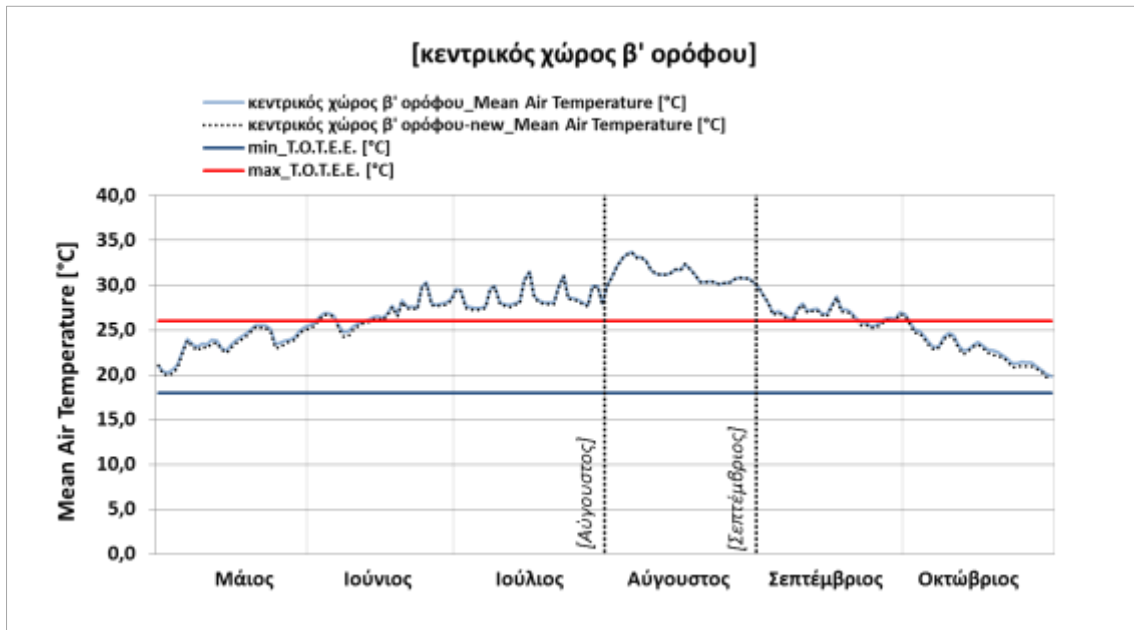
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 81: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[κεντρικός πυρήνας]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	1,81	1,47	0,34	18,61%
	Ιούνιος	26,23	24,76	1,48	5,63%
	Ιούλιος	52,48	51,25	1,23	2,35%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	25,43	23,94	1,50	5,89%
	Οκτώβριος	1,36	1,16	0,20	14,88%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
σύνολο:	107,32	102,58	4,75	4,42%	

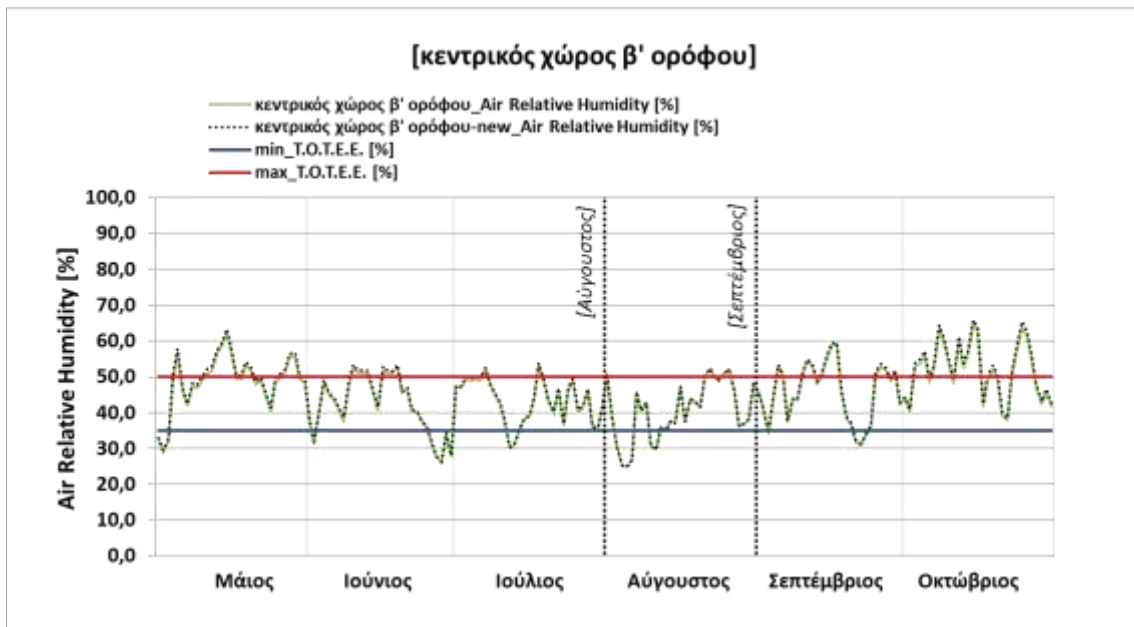
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [κεντρικός χώρος β' ορόφου]:



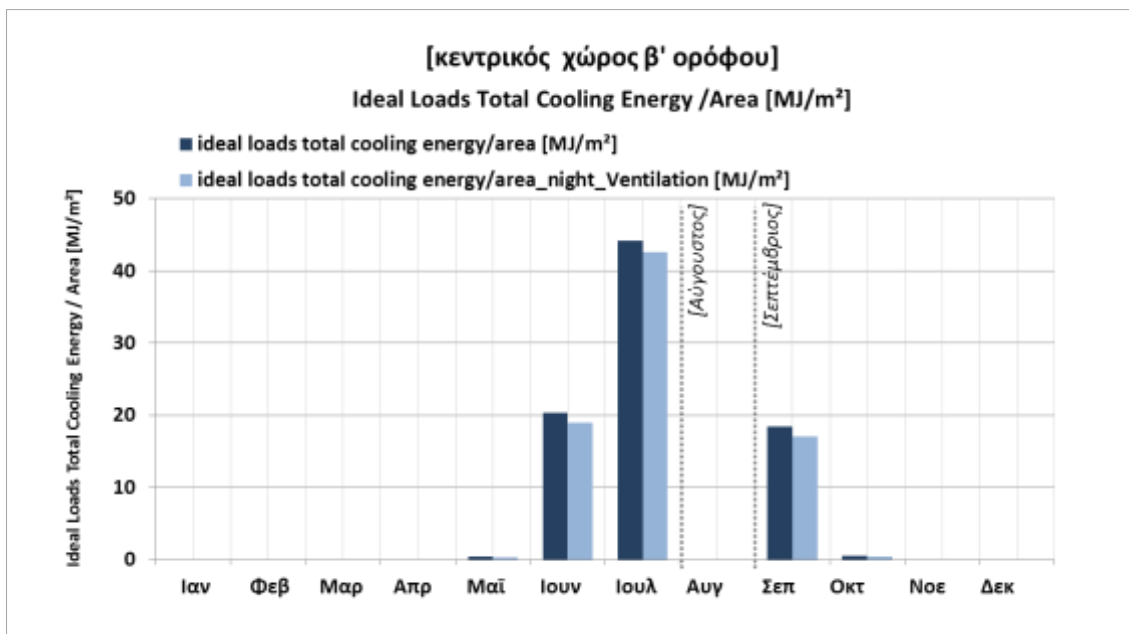
Διάγραμμα 200: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 201: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 202: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

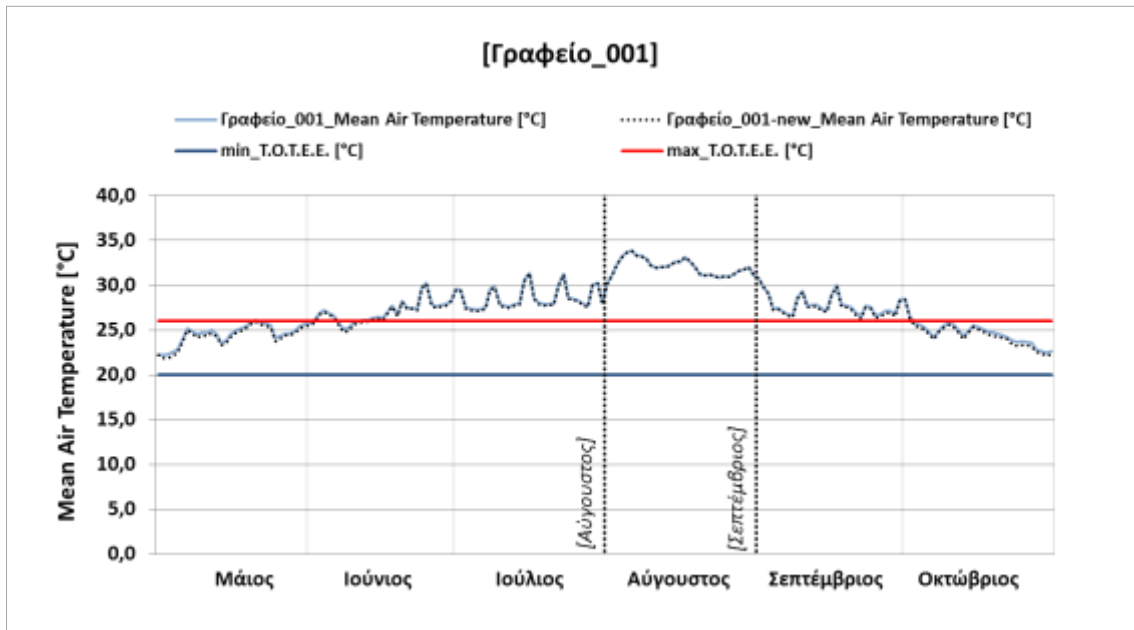
Πίνακας 82: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον κεντρικό χώρο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[κεντρικός χώρος β' ορόφου]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	0,45	0,31	0,14	30,75%
	Ιούνιος	20,34	18,94	1,40	6,90%
	Ιούλιος	44,15	42,56	1,59	3,61%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	18,48	17,02	1,46	7,91%
	Οκτώβριος	0,49	0,38	0,10	21,43%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
σύνολο:	83,91	79,21	4,70	5,60%	

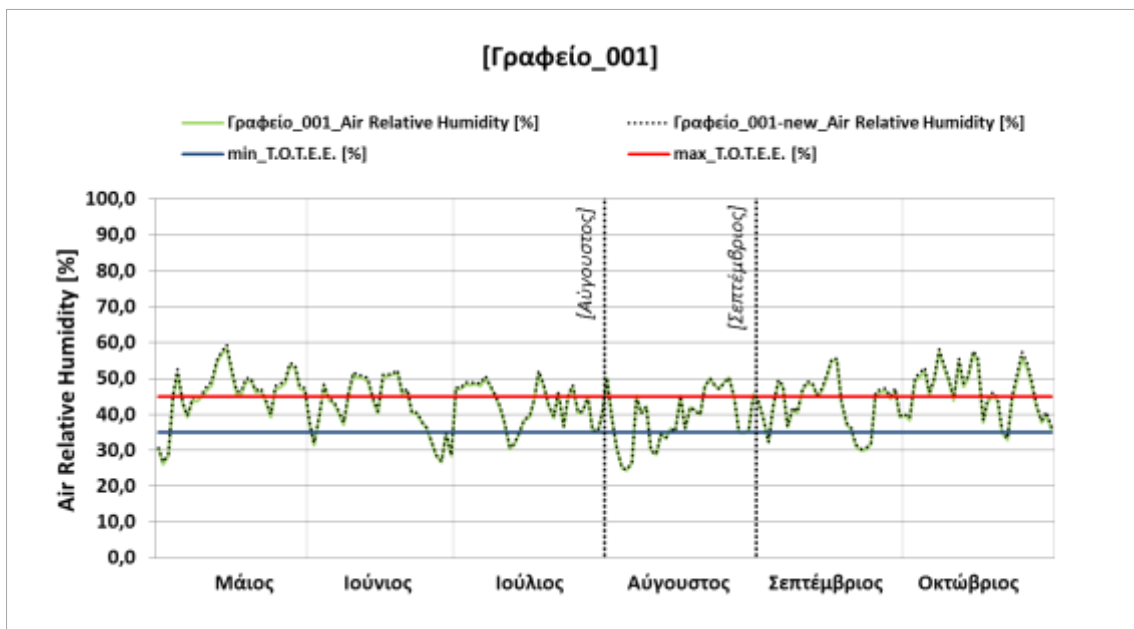
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [γραφειακοί χώροι]:

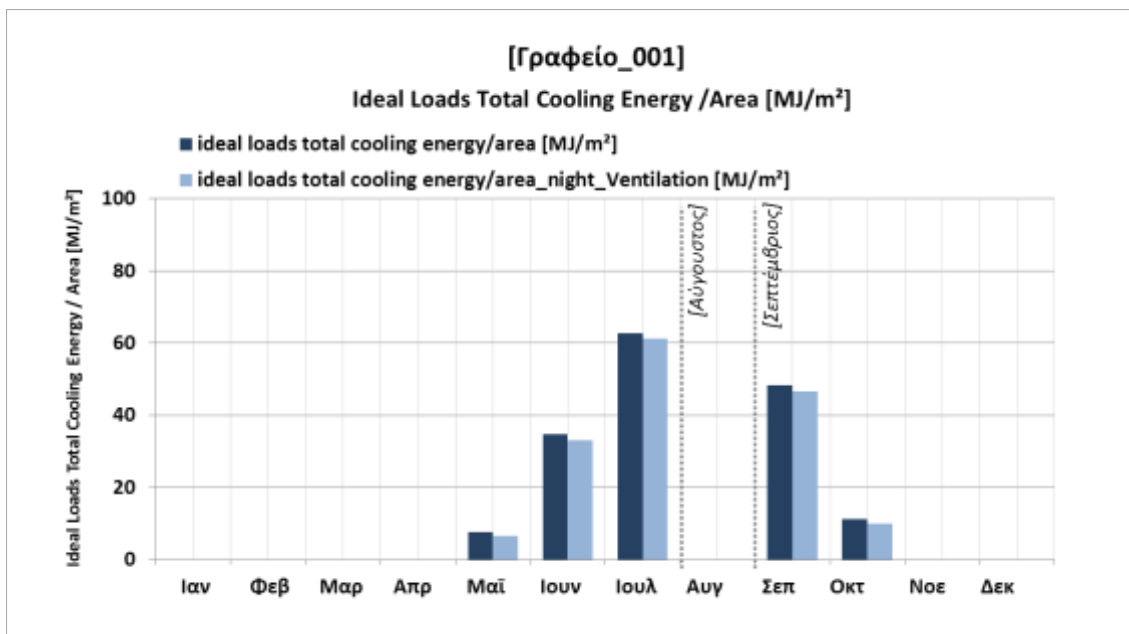
- [γραφείο 001]:



Διάγραμμα 203: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [001] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 204: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [001] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 205: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

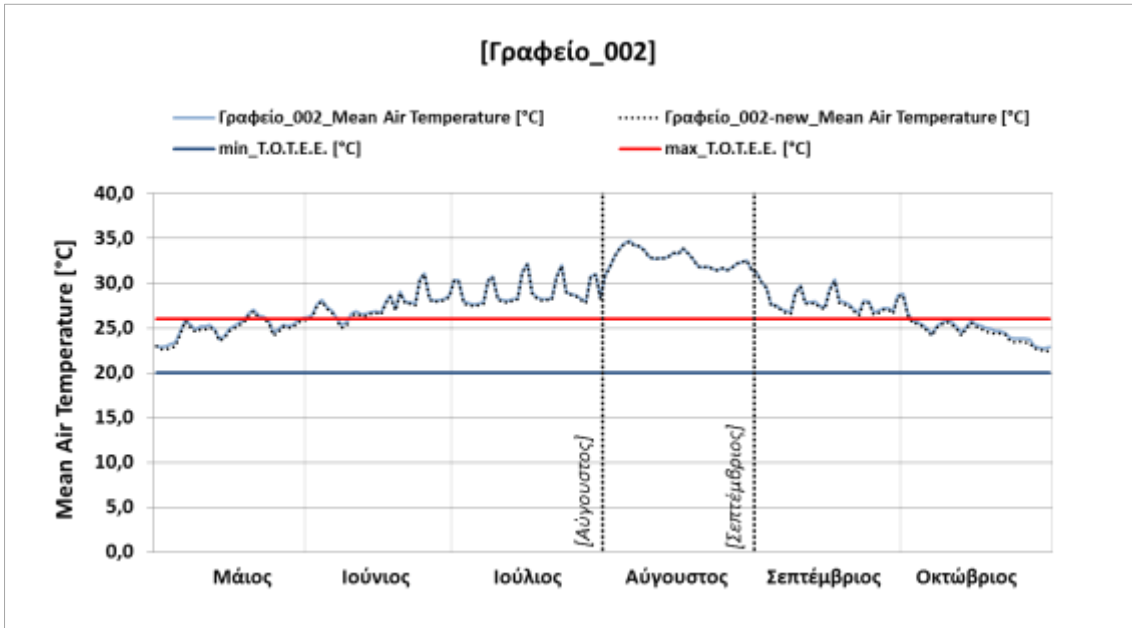
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 83: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

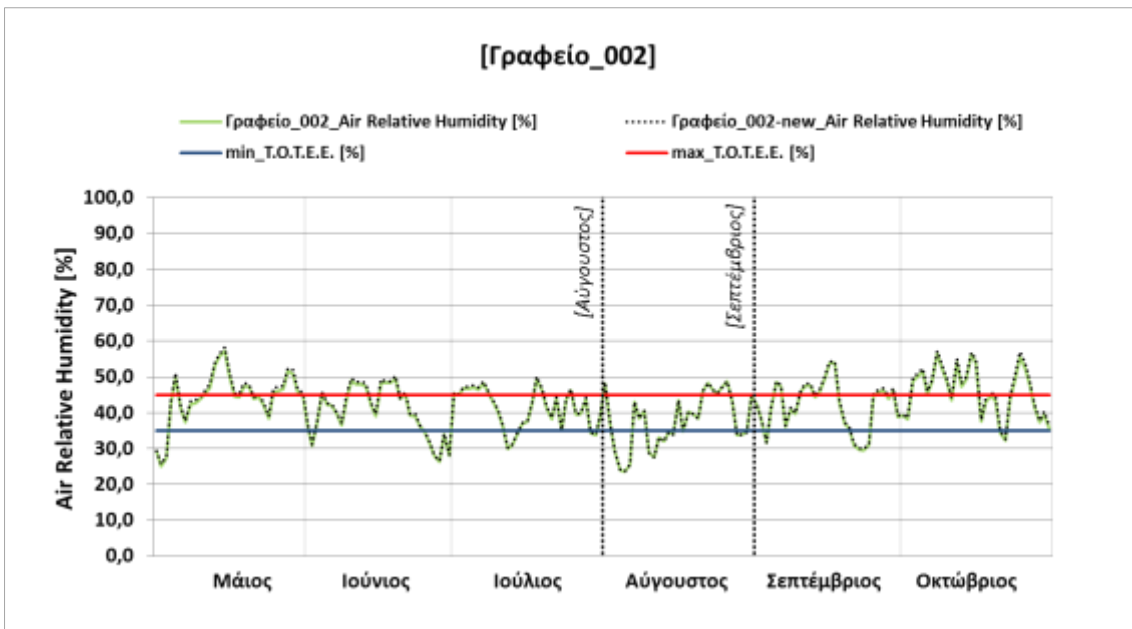
[Γραφείο_001]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	7,56	6,62	0,95	12,53%
	Ιούνιος	34,70	33,10	1,60	4,60%
	Ιούλιος	62,65	61,26	1,40	2,23%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	48,35	46,66	1,70	3,51%
	Οκτώβριος	11,20	10,05	1,15	10,29%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	164,47	157,69	6,79	4,13%

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

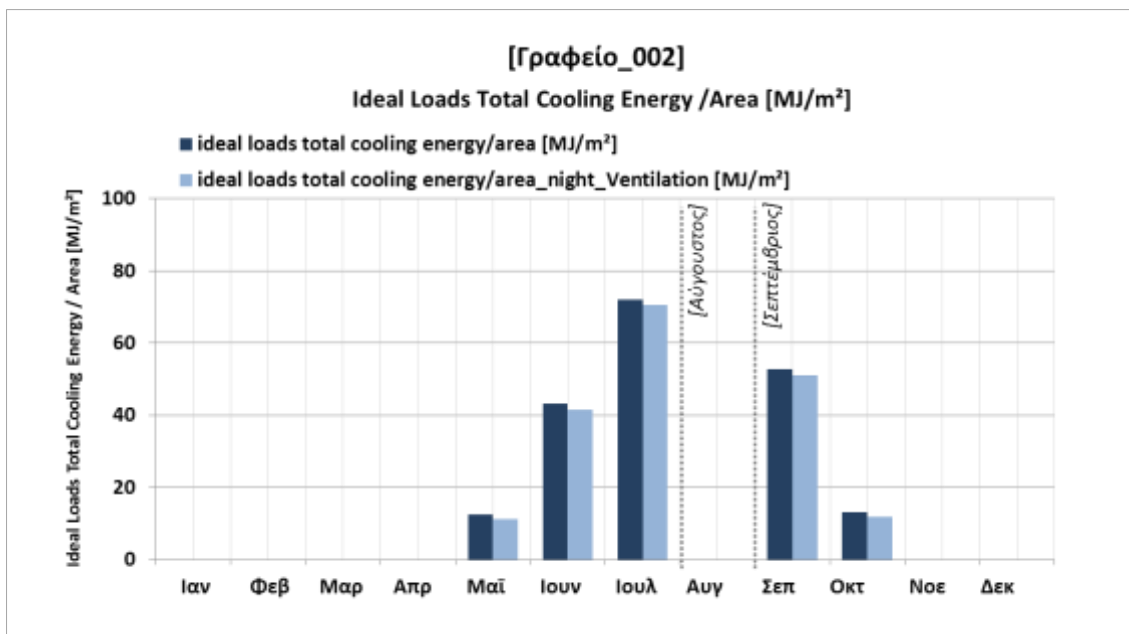
- [γραφείο 002]:



Διάγραμμα 206: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [002] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 207: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [002] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 208: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

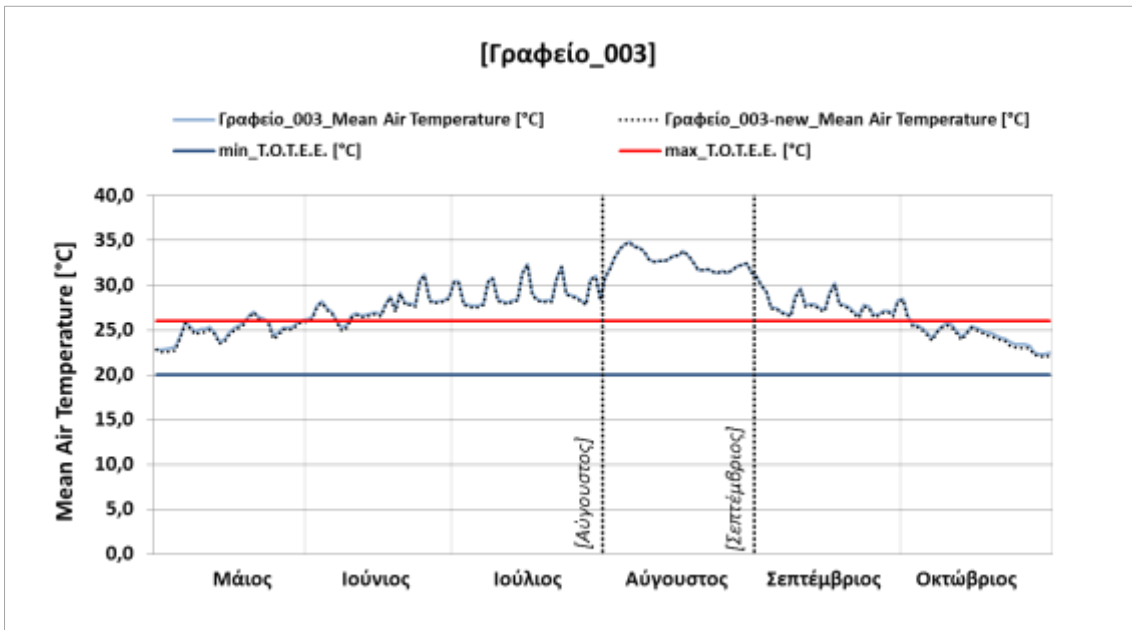
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 84: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

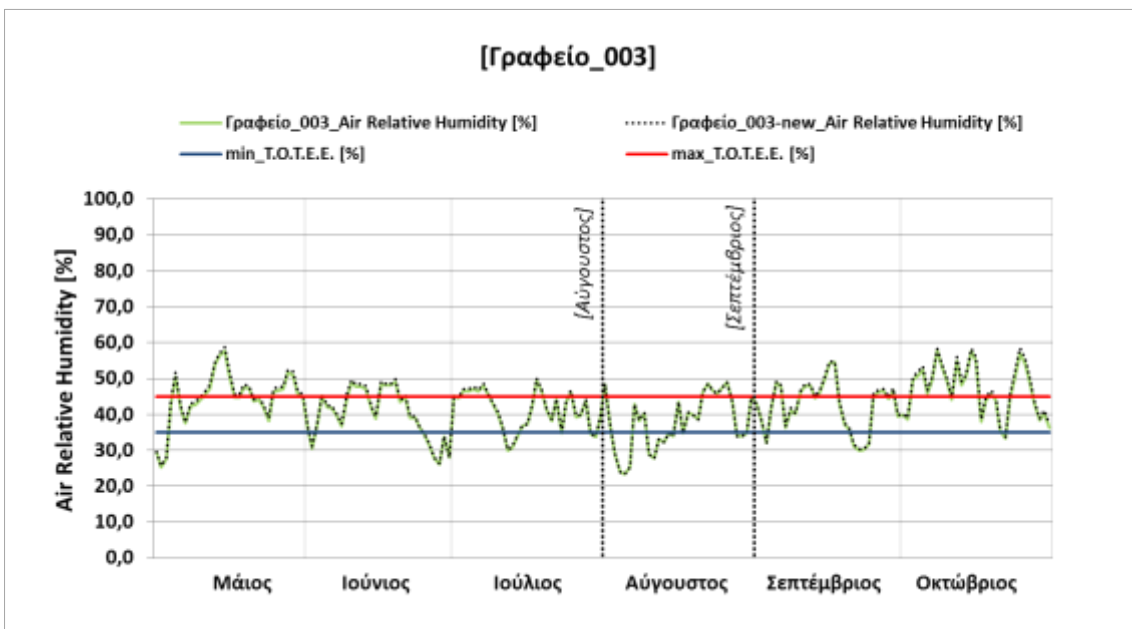
[Γραφείο_002]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	12,60	11,32	1,27	10,10%
	Ιούνιος	43,32	41,53	1,79	4,12%
	Ιούλιος	72,02	70,53	1,49	2,06%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	52,84	51,06	1,78	3,37%
	Οκτώβριος	13,20	11,88	1,32	10,02%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	193,97	186,32	7,65	3,94%

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

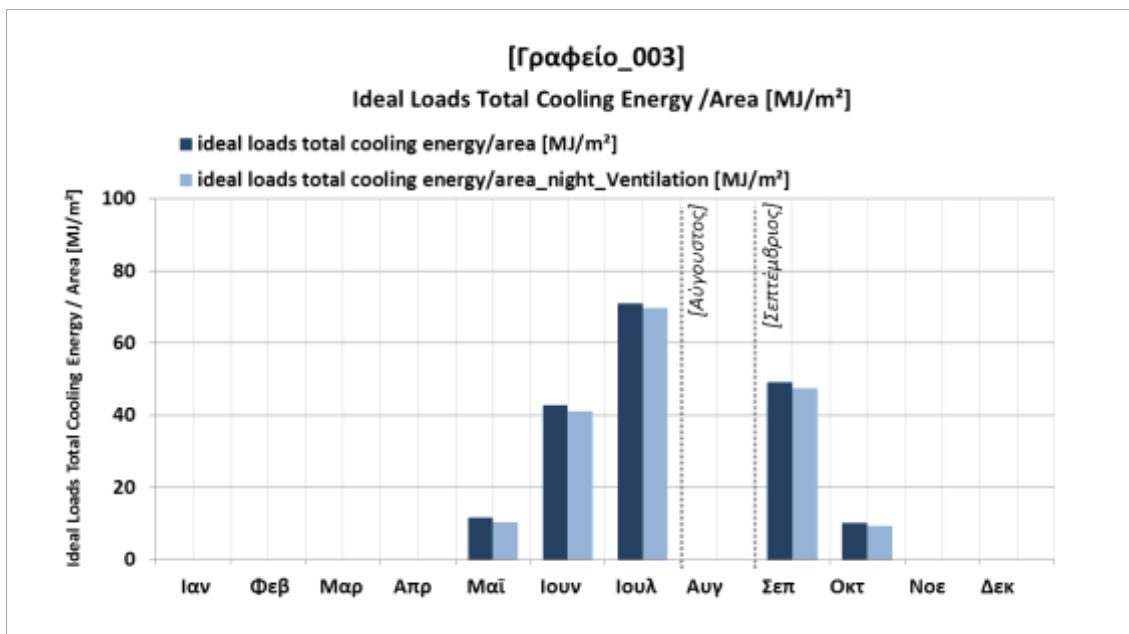
- [γραφείο 003]:



Διάγραμμα 209: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [003] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 210: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [003] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 211: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

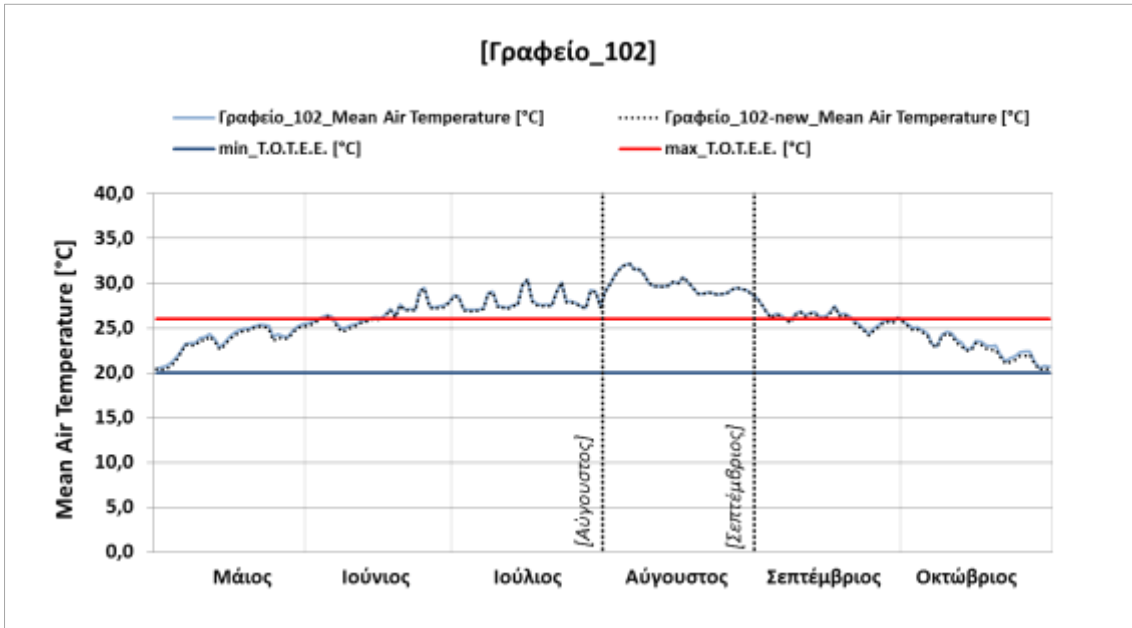
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 85: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

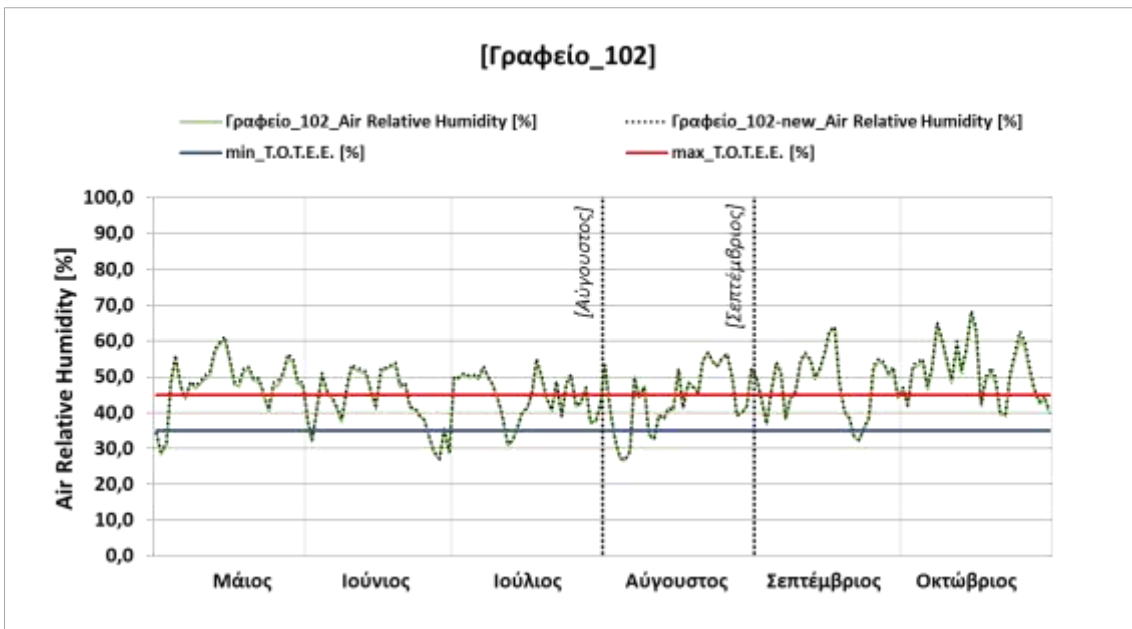
[Γραφείο_003]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	11,57	10,45	1,12	9,70%
	Ιούνιος	42,82	41,20	1,62	3,79%
	Ιούλιος	71,01	69,70	1,30	1,84%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	49,10	47,54	1,57	3,19%
	Οκτώβριος	10,24	9,25	1,00	9,75%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	184,74	178,13	6,61	3,58%

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

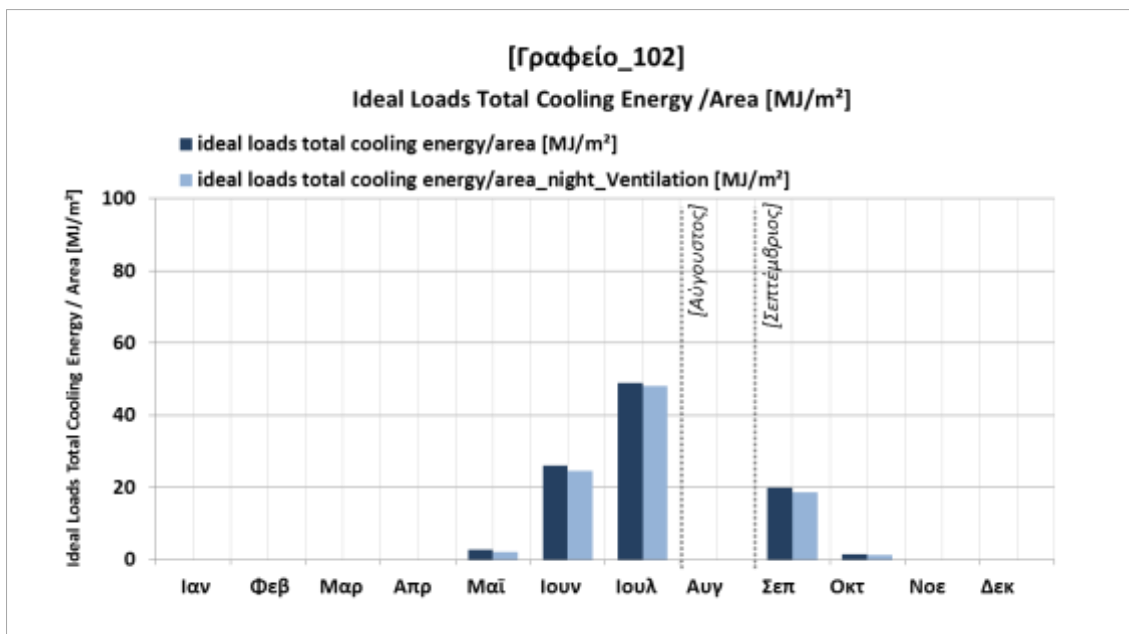
- [γραφείο 102]:



Διάγραμμα 212: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [102] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 213: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [102] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 214: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [102] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

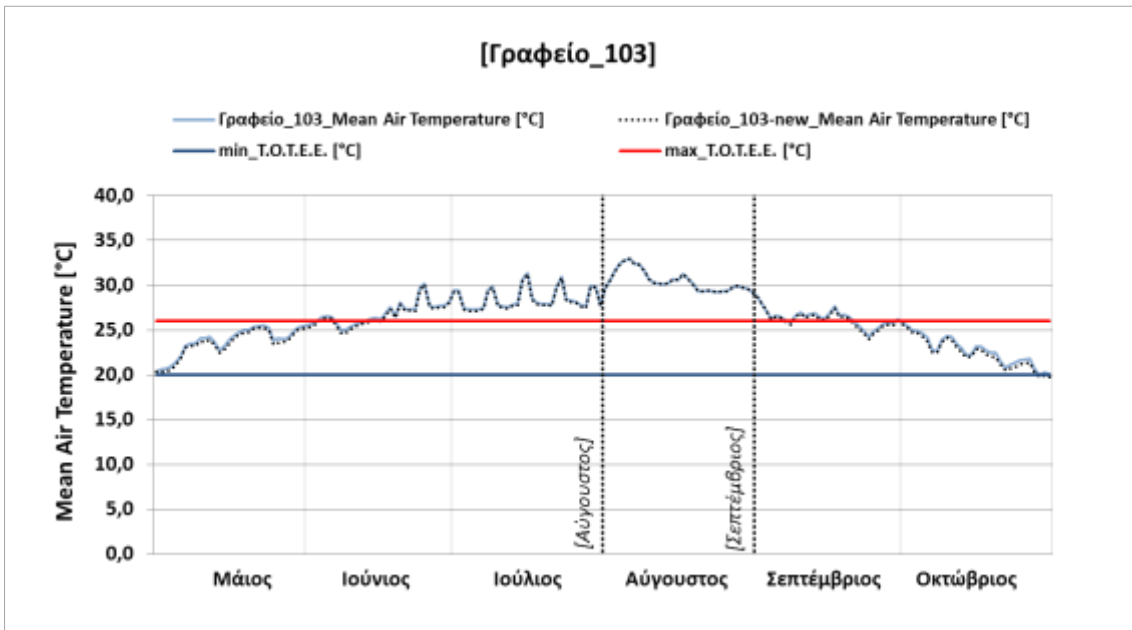
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 86: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [102] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

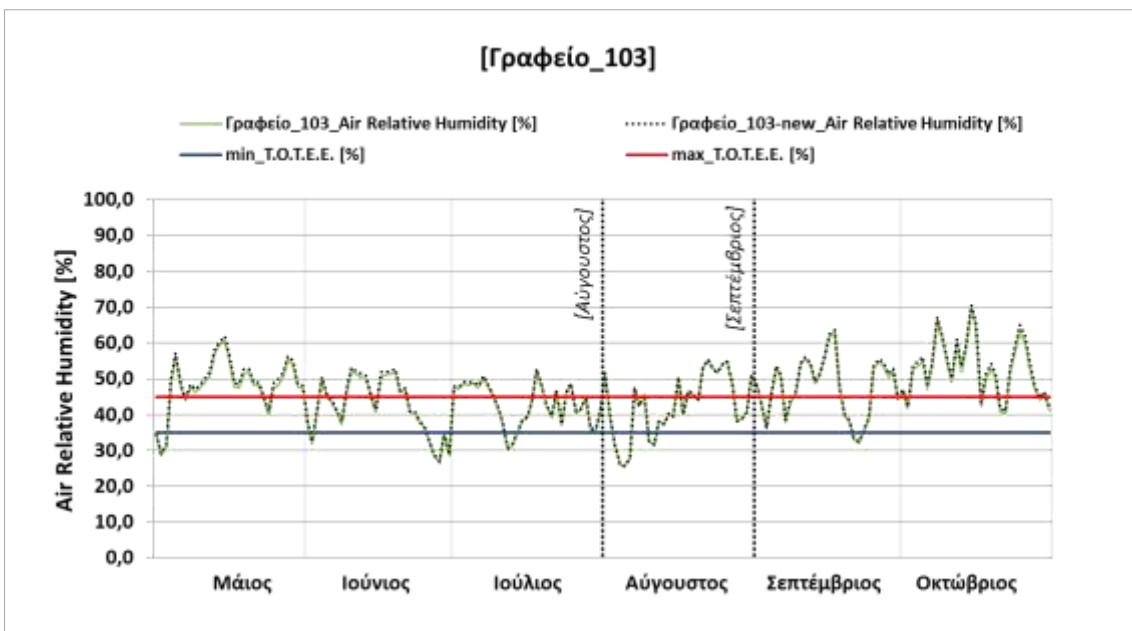
[Γραφείο_102]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	2,72	2,13	0,59	21,70%
	Ιούνιος	26,00	24,59	1,40	5,40%
	Ιούλιος	48,87	48,05	0,82	1,68%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	19,84	18,72	1,12	5,63%
	Οκτώβριος	1,56	1,27	0,29	18,33%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	98,98	94,77	4,22	4,26%

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

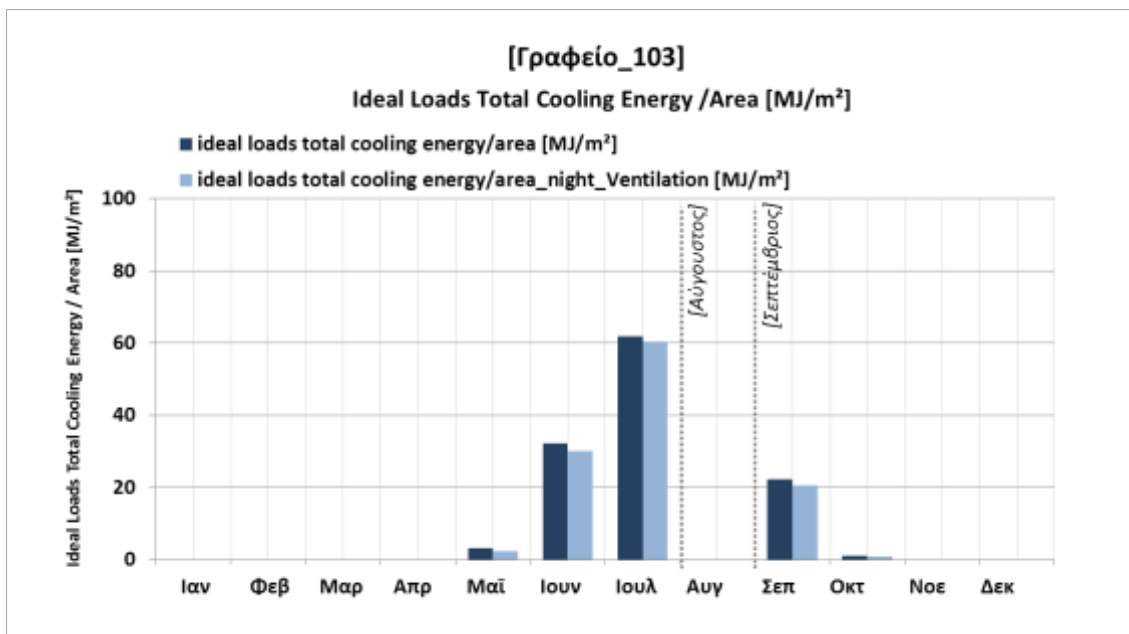
- [γραφείο 103]:



Διάγραμμα 215: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [103] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 216: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [103] στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 217: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

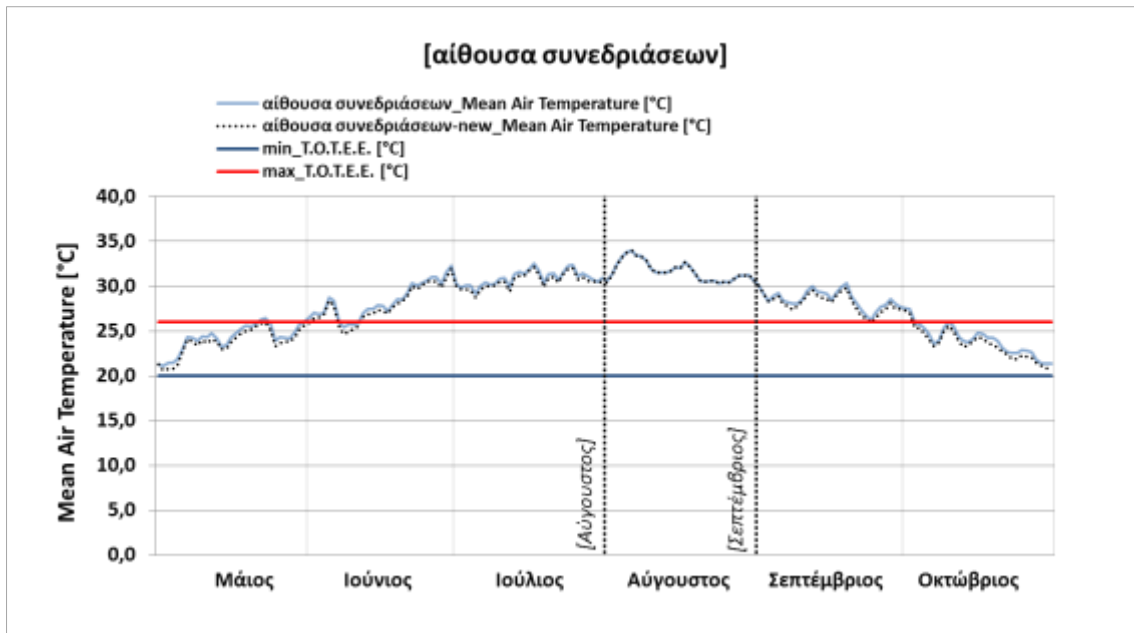
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 87: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο γραφείο [103] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[Γραφείο_103]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	3,26	2,40	0,86	26,41%
	Ιούνιος	32,29	30,11	2,18	6,74%
	Ιούλιος	61,94	60,30	1,64	2,65%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	22,29	20,55	1,74	7,82%
	Οκτώβριος	1,16	0,83	0,33	28,14%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	120,94	114,19	6,75	5,58%

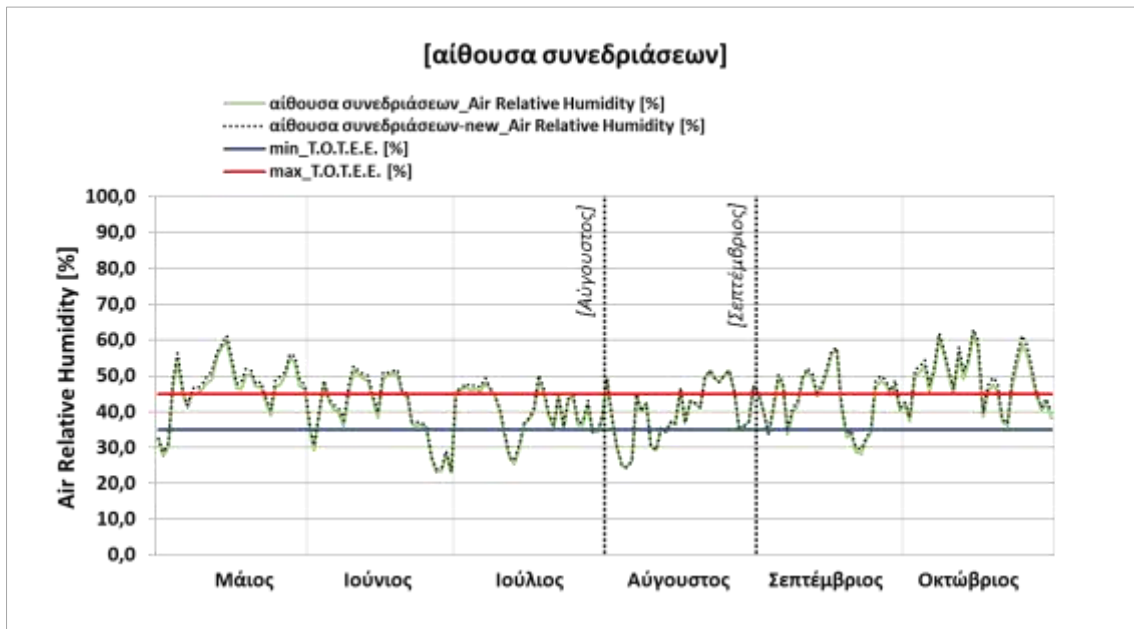
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [αίθουσα συνεδριάσεων]:



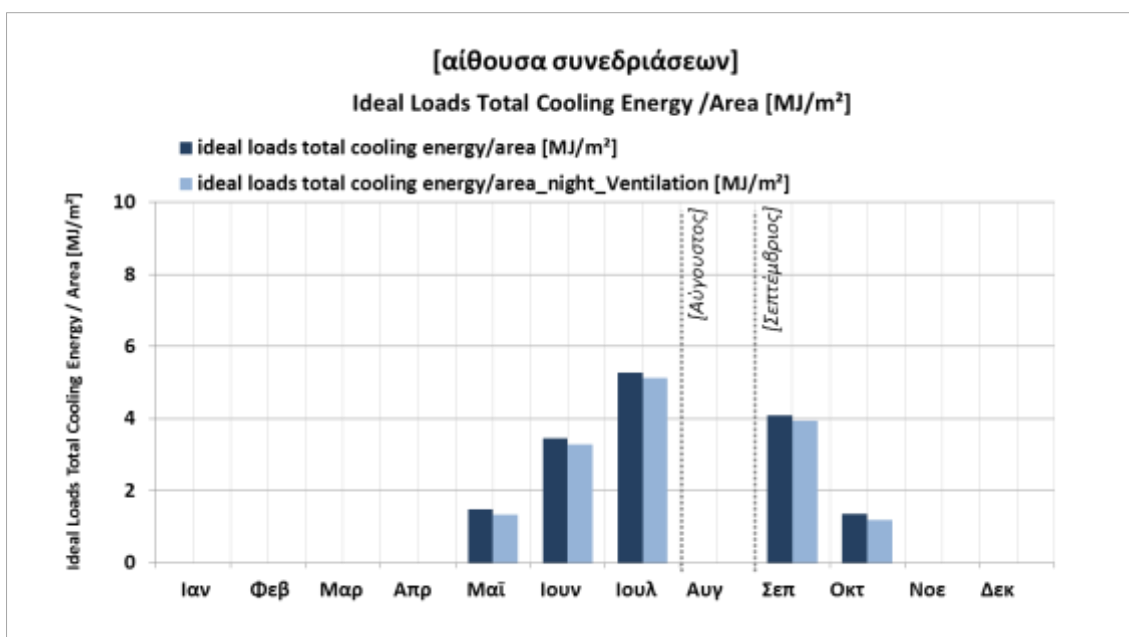
Διάγραμμα 218: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 219: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα συνεδριάσεων στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 220: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

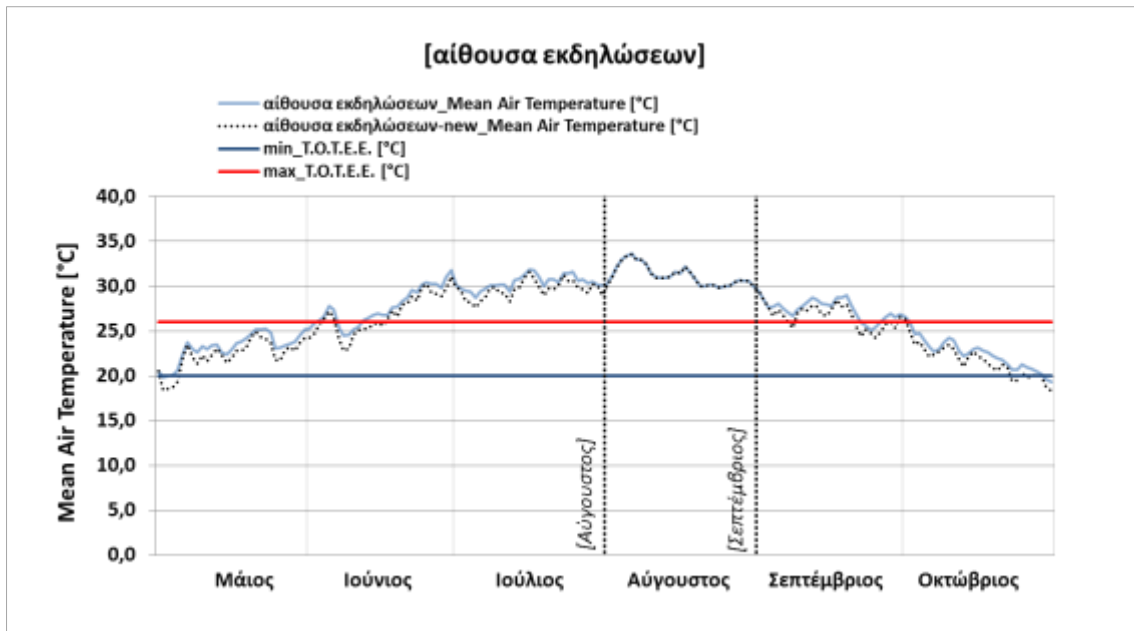
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 88: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στην αίθουσα συνεδριάσεων κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[Αίθουσα συνεδριάσεων]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μάιος	1,49	1,33	0,17	11,10%	
Ιούνιος	3,46	3,28	0,18	5,18%	
Ιούλιος	5,28	5,12	0,16	3,00%	
Αύγουστος	-	-	-	-	
Σεπτέμβριος	4,09	3,93	0,16	3,96%	
Οκτώβριος	1,36	1,18	0,18	13,54%	
Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00	
Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00	
σύνολο:	15,69	14,84	0,85	5,42%	

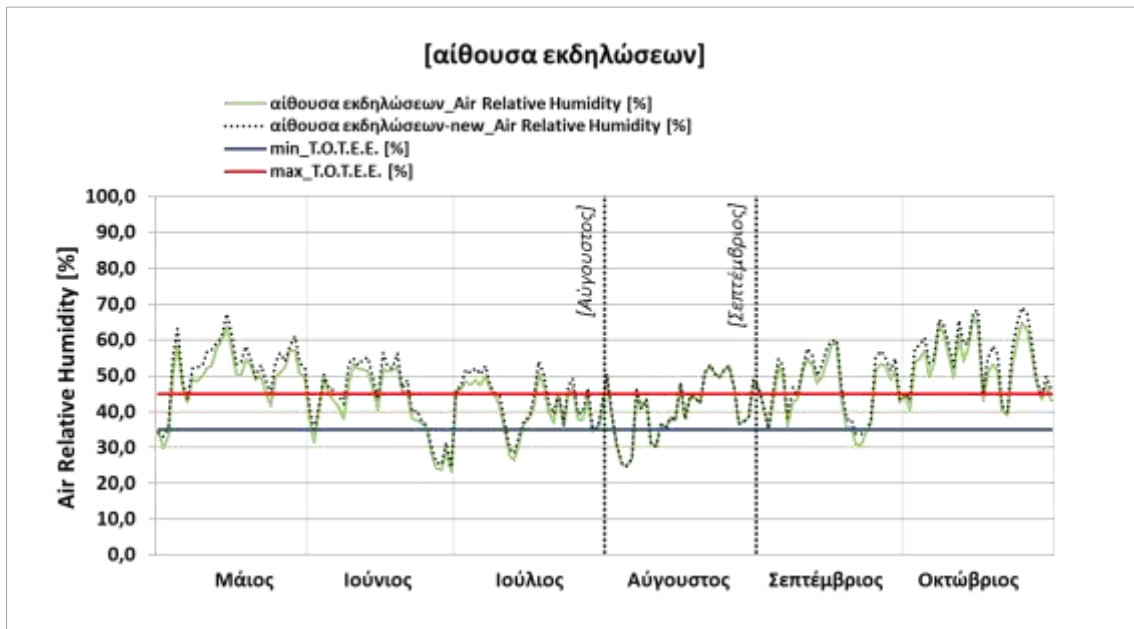
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [αίθουσα εκδηλώσεων]:



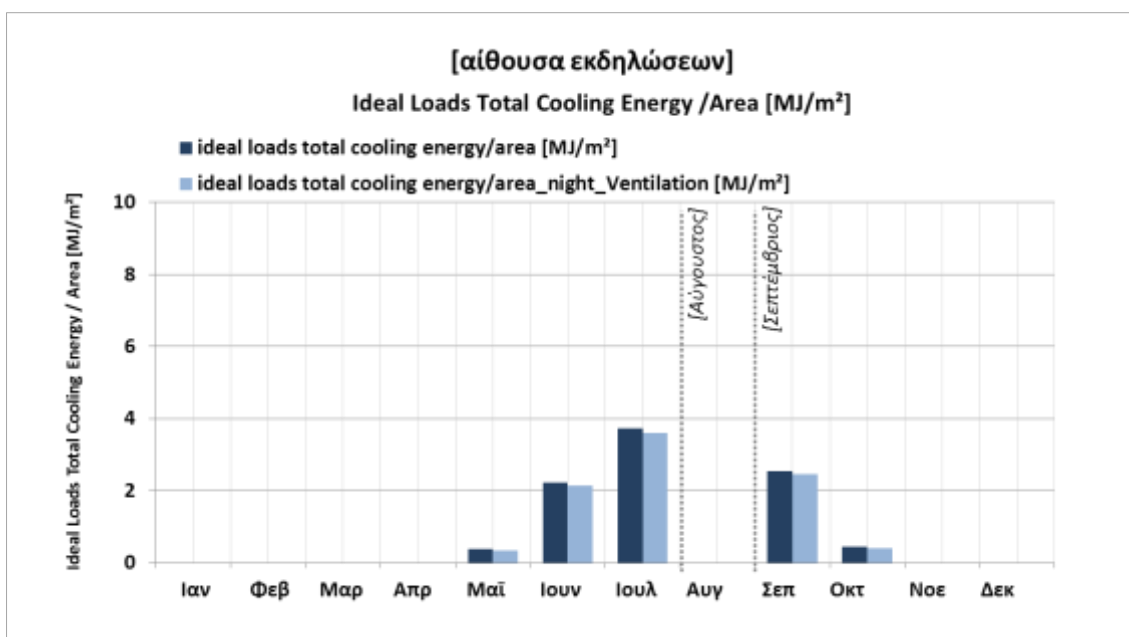
Διάγραμμα 221: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 222: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα εκδηλώσεων στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 223: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

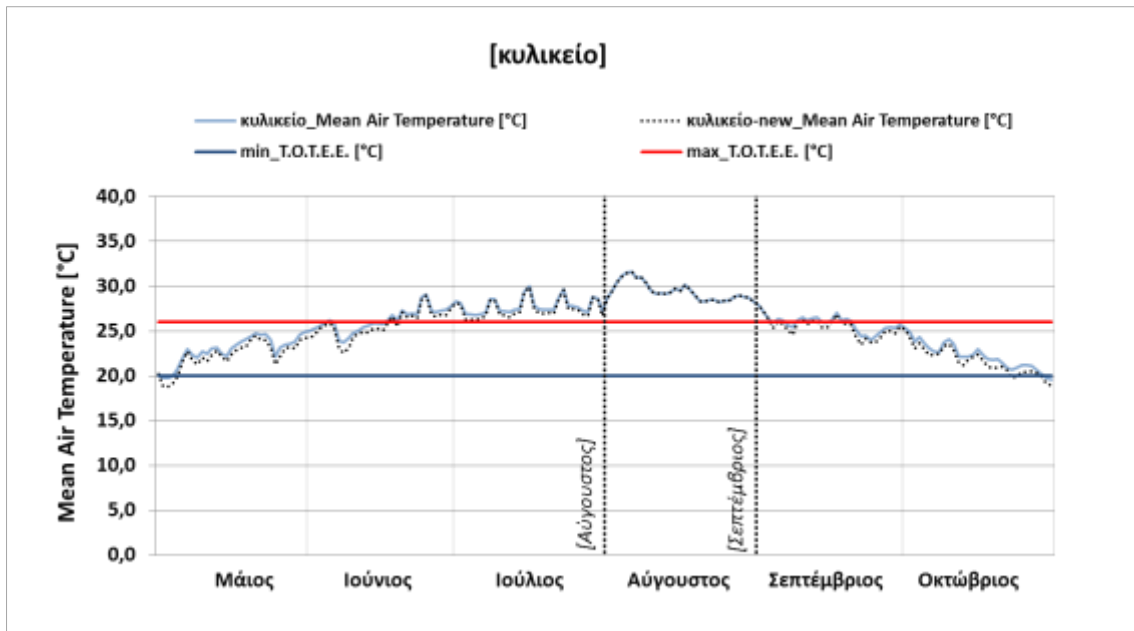
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 89: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στην αίθουσα εκδηλώσεων κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[Αίθουσα εκδηλώσεων]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Μάιος	0,38	0,34	0,04	11,65%	
Ιούνιος	2,22	2,14	0,08	3,48%	
Ιούλιος	3,73	3,61	0,13	3,36%	
Αύγουστος	-	-	-	-	
Σεπτέμβριος	2,55	2,46	0,09	3,69%	
Οκτώβριος	0,45	0,41	0,04	9,52%	
Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00	
Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00	
σύνολο:	9,34	8,95	0,38	4,12%	

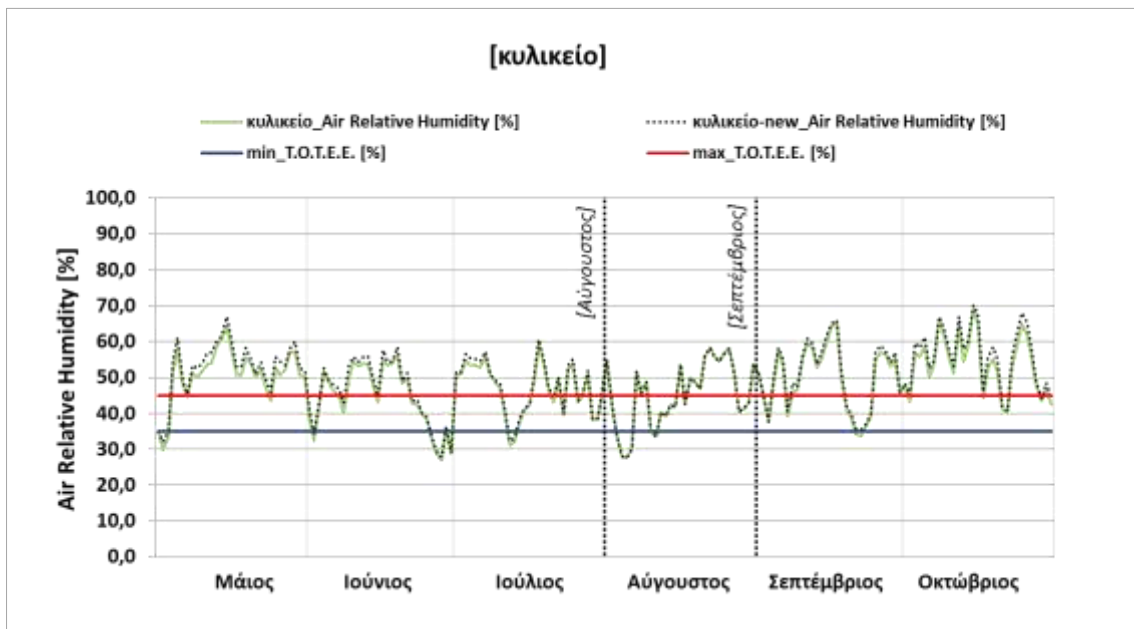
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ [κυλικείο]:



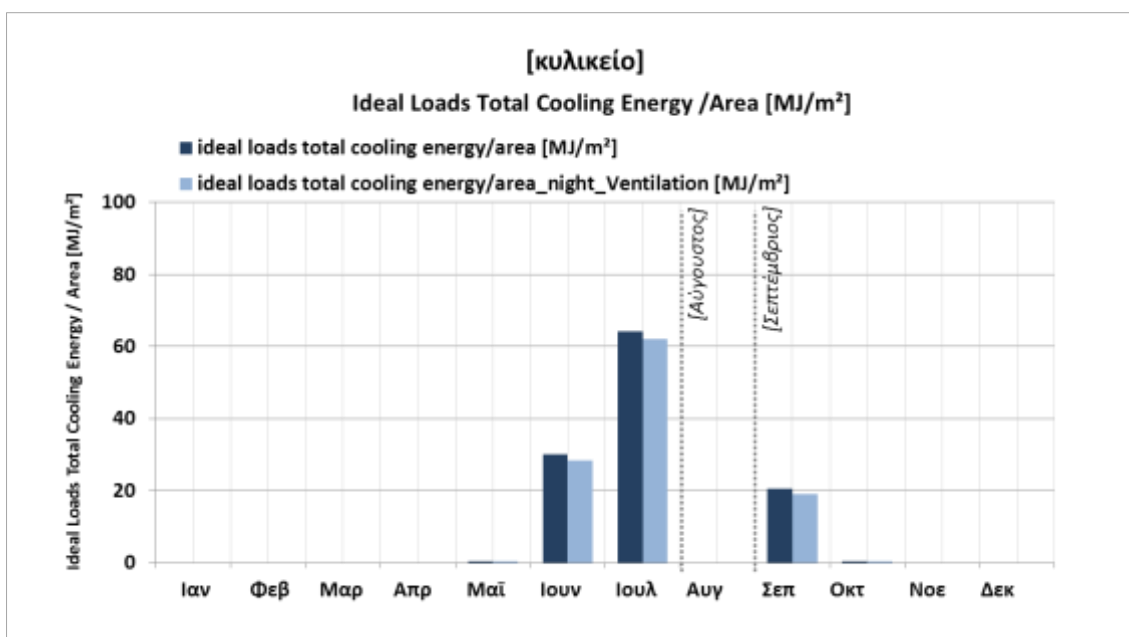
Διάγραμμα 224: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο κυλικείο στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 225: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο κυλικείο στο διάστημα Μαΐου-Οκτωβρίου, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 226: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 90: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στο κυλικείο κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την εφαρμογή του νυχτερινού δροσισμού

[κυλικείο]-night_Ventilation	Μήνας	ideal loads total cooling energy/area [MJ/m ²]	ideal loads total cooling energy/area_night_Ventilation [MJ/m ²]	Διαφορά [MJ/m ²]	Ποσοστό μείωσης
		Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	0,50	0,39	0,11	22,88%
	Ιούνιος	30,05	28,39	1,66	5,51%
	Ιούλιος	64,11	62,08	2,04	3,18%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	20,57	19,18	1,39	6,77%
	Οκτώβριος	0,50	0,37	0,13	26,18%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	115,73	110,40	5,33	4,61%

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

γ) η αντικατάσταση των ρολών ασφαλείας - ηλιοπροστασίας¹ στην αίθουσα διδασκαλίας [001] (Εικόνα 83), καθώς και στα γραφεία [001], [002] & [003], με σταθερά σκίαστρα, ίδιας μορφής με αυτά που βρίσκονται στις υψηλότερες στάθμες του κτηρίου. Τα υφιστάμενα μέσα σκίασης βρίσκονται στον εσωτερικό χώρο, με αποτέλεσμα να παρεμποδίζουν τον φυσικό αερισμό των χώρων, όταν απαιτείται η χρήση τους. Η συγκεκριμένη πρόταση αναλύεται εκτενέστερα στην επόμενη ενότητα.



Εικόνα 83: Άποψη της αίθουσας διδασκαλίας [001] στο ισόγειο της νοτιοδυτικής όψης του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Πηγή: προσωπικό αρχείο

¹ Εφόσον οι υψηλές απαιτήσεις οπτικής άνεσης δεν μπορούν να εξασφαλιστούν μέσω της αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού, λόγω της γεωμετρίας και των αναλογιών τόσο των χώρων όσο και των ανοιγμάτων τους, προτεραιότητα δίνεται στην εξασφάλιση των συνθηκών θερμικής άνεσης που επικρατούν στον εσωτερικό χώρο, και κυρίως, σε ό,τι αφορά τον δροσισμό τους (αίθουσα διδασκαλίας [001] ή/και την ανεμοπροστασία τους [αίθουσα διδασκαλίας [103]).

δ) η κατάλληλη φύτευση (i) του εξωτερικού χώρου του β' ορόφου, (ii) του δώματος και (iii) του περιβάλλοντος χώρου του κτηρίου.

Η βλάστηση συνεισφέρει σημαντικά στη διαμόρφωση και στη βελτίωση του μικροκλίματος, καθώς η φύτευση του περιβάλλοντος χώρου ή/και του ίδιου του κτηρίου, μέσω της κατάλληλης επιλογής του φυτικού υλικού και της χωροθέτησής του, μπορεί να συμβάλλει στη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης με φυσικό τρόπο, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Το γεγονός αυτό έχει σημαντικά οφέλη τόσο σε ο,τι αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας, όσο και τη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτηρίων αλλά και του ευρύτερου δομημένου χώρου.

Στα πλεονεκτήματα της βλάστησης, εκτός από την αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος χώρου και τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα μέσω της διαδικασίας της εξατμισοδιαπνοής, συγκαταλέγονται, μεταξύ άλλων, η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, η βελτίωση της ποιότητας του αέρα, η μείωση του θορύβου από τον περιβάλλοντα χώρο, ο περιορισμός του φαινομένου της Αστικής Θερμικής Νησίδας, καθώς και η μείωση της οπτικής όχλησης (Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010).

Το σημαντικότερο ίσως πλεονέκτημα της βλάστησης είναι το γεγονός ότι, μέσω της κατάλληλης επιλογής του φυτικού υλικού – αειθαλούς ή φυλλοβόλου βλάστησης, δίνεται η δυνατότητα αντιστροφής της συνεισφοράς της στο θερμικό ισοζύγιο του δομημένου χώρου, κατά τη χειμερινή και τη θερινή περίοδο, κατά τη διάρκεια των οποίων διαφοροποιούνται σημαντικά οι απαιτήσεις θερμικής άνεσης, όχι μόνο στον εσωτερικό αλλά και στον εξωτερικό χώρο των κτηρίων. Αυτό επιτυγχάνεται τόσο σε ο,τι αφορά τον έλεγχο της ανεμορροής, απομακρύνοντας ή αναχαιτίζοντας τους ψυχρούς ανέμους κατά τη χειμερινή περίοδο, ή κατευθύνοντάς τους προς αυτό κατά τη θερινή περίοδο, όσο και σε σχέση με τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει ή/και εισέρχεται στα κτήρια και στους εσωτερικούς τους χώρους.

Τέλος, όσον αφορά τα φυτεμένα δώματα, η φύτευση στο δώμα λειτουργεί σαν μονωτικό στρώμα του κελύφους χειμώνα – καλοκαίρι εμφανίζοντας ποικίλα πλεονεκτήματα, προστατεύοντας τόσο την πλάκα όσο και τους υποκείμενους χώρους από την υπερθέρμανση. Επιπροσθέτως, τα φυτεμένα δώματα θεωρούνται ικανά να υποκαταστήσουν, κατά μεγάλο ποσοστό, τους χώρους πρασίνου που απουσιάζουν από

τις σύγχρονες πόλεις και να συντελέσουν στη βελτίωση της απωθητικής σημερινής εικόνας των κτηρίων από ψηλά (πέμπτη όψη).

Πιο συγκεκριμένα, για τον περιβάλλοντα χώρο του νέου κτηρίου αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. προτείνεται η φύτευση με αιθαλή δέντρα και φυτά στη βορειοανατολική και βορειοδυτική πλευρά του κτηρίου, που θα λειτουργούν ως ανεμοφράκτες, προστατεύοντας το κτήριο από τους βορινούς κρύους ανέμους κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ ο συνδυασμός υψηλής και χαμηλής πυκνής αιθαλούς φύτευσης λειτουργεί ηλιοπροστατευτικά τις απογευματινές ώρες κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, που ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά.



Εικόνα 84: Η προτεινόμενη φύτευση στη βορειοανατολική πλευρά του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Στις τεχνικές δροσισμού των κτηρίων περιλαμβάνεται και ο σκιασμός τόσο του κελύφους όσο και των ανοιγμάτων τους κατά τις θερινή περίοδο, καθώς με τον τρόπο αυτό προστατεύεται ο κτηριακός όγκος από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και την περίσσεια θερμότητας. Έτσι, στη νοτιοδυτική πλευρά του κτηρίου προτείνεται η φύτευση με φυλλοβόλα φυτά και δέντρα, τα οποία παρέχουν την απαιτούμενη σκίαση κατά τους εαρινούς και θερινούς μήνες, δημιουργώντας πλούσια σκιά και δροσιά, χωρίς, όμως, να παρεμποδίζουν τον ηλιασμό των εσωτερικών χώρων κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.

Τέλος, η φύτευση του εξωτερικού χώρου του β' ορόφου, με την κατάλληλη διαμόρφωση, θα μπορούσε να αποτελέσει έναν εξαιρετικό χώρο εκτόνωσης για την αίθουσα εκδηλώσεων, η οποία βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο. Στην Εικόνα 85 παρατίθεται η αντίστοιχη πρόταση διαμόρφωσης που είχε διατυπωθεί από τη μελετητική ομάδα

σχεδιασμού της καθ' ύψος προσθήκης στο κτήριο - β' φάση κατασκευής (συμπράττοντα γραφεία μελετών: αρχιτεκτονική μελέτη: Μ. Κωνσταντινίδου, στατική μελέτη: Υπολογιστική Μελετητική Ε.Π.Ε., Η/Μ μελέτη: Αντώνης Φρουδάκης).



Εικόνα 85: Η πρόταση διαμόρφωσης του εξωτερικού χώρου του β' ορόφου από την ομάδα σχεδιασμού (β' φάση κατασκευής)

Πηγή: Τεχνική Υπηρεσία Ε.Μ.Π., ίδια επεξεργασία

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως αν και ο περιβάλλον χώρος του κτηρίου διαθέτει χαμηλή ή/και ψηλότερη βλάστηση, εν τούτοις η διάταξή της είναι τυχαία, ενώ η πλημμελής φροντίδα της έχει ως αποτέλεσμα την παρεμπόδιση της πρόσβασης και της κίνησης σε πολλά σημεία του διαμορφωμένου εξωτερικού χώρου του κτηρίου.

Συνεπώς, προτείνεται ο επανασχεδιασμός και η ενίσχυση της υφιστάμενης φύτευσης με τρόπο που να λαμβάνεται υπόψιν η βιοκλιματική συνεισφορά της, ενώ ως προς τα είδη του φυτικού υλικού, θα πρέπει να επιλεγούν δέντρα και φυτά που υπάρχουν ήδη στην ευρύτερη περιοχή της Πολυτεχνειούπολης. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζονται αφενός, η αρμονική ένταξή τους στην υπάρχουσα βλάστηση, και αφετέρου, η προσαρμογή τους στις κλιματικές συνθήκες της συγκεκριμένης περιοχής.

Επιπροσθέτως, έμφαση θα πρέπει να δοθεί στον συνδυασμό ανθοφόρων φυτών με φυτά φυλλώματος, με ποικιλία χρωματισμών και περιόδων ανθοφορίας, ώστε να εξασφαλίζεται η παρουσία της βλάστησης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, καθώς και στην επιλογή φυτικού υλικού με τις κατά το δυνατόν μικρότερες απαιτήσεις σε νερό και με μεγάλη ανθεκτικότητα.

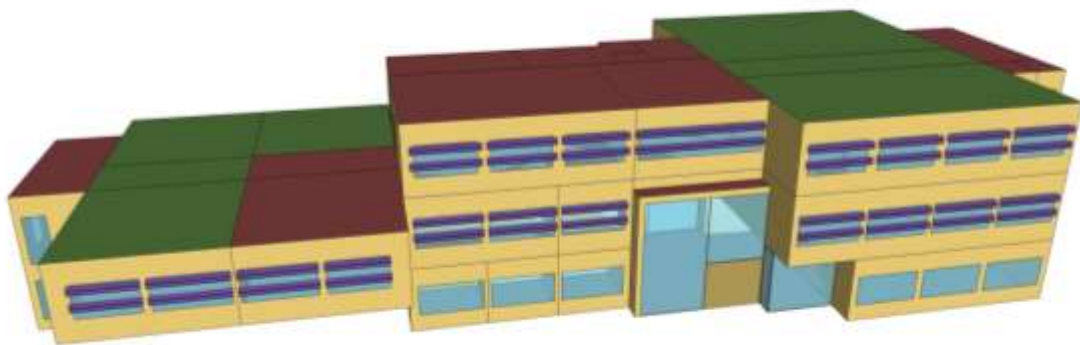
Σε κάθε περίπτωση, απαιτείται συνολική αντιμετώπιση του χώρου, προκειμένου η προτεινόμενη φύτευση να συντελέσει και στην αισθητική αναβάθμιση του τοπίου.

➤ ενεργειακή προσομοίωση

• [φύτευση εξωτερικού χώρου β' ορόφου & δώματος]:

Για τις ανάγκες προσομοίωσης του φυτεμένου δώματος, απαιτείται αφενός ο ορισμός του τύπου της φύτευσης που επιλέγεται, στην ενότητα [Material:RoofVegetation], το οποίο στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι εκτατικού τύπου με ύψος φυτών (height of plants) 0,20m, και αφετέρου, η δημιουργία μιας νέας κατασκευαστικής δομής στην ενότητα [Constructions], προκειμένου να περιγραφεί η νέα δομή του δώματος με τη φύτευση [ecoRoof].

Όσον αφορά τον εξωτερικό χώρο του β' ορόφου και εφόσον πρόκειται για βατό δώμα σε άμεση σχέση με την αίθουσα εκδηλώσεων, δεν μπορεί να καλυφθεί εξ ολοκλήρου με βλάστηση. Ενδεικτικά, για τις ανάγκες της προσομοίωσης, γίνεται η παραδοχή ότι καλύπτονται με βλάστηση οι οροφές των αιθουσών διδασκαλίας [105], [106] και [107], καθώς και τμήμα της οροφής του ΒΔ διαδρόμου του α' ορόφου. Όσον αφορά το δώμα του β' ορόφου, αν και μη βατό, γίνεται η παραδοχή ότι καλύπτονται με βλάστηση μόνο οι οροφές των χώρων διοίκησης ([BA] & [NA] χώρος γραμματείας), καθώς και ο μεταξύ τους διάδρομος κυκλοφορίας (Εικόνα 86). Για όλους τους παραπάνω χώρους, καθώς και για το σύνολο του κτηρίου, στη συνέχεια ζητείται η προσομοίωση με βάση τα νέα δεδομένα.



Εικόνα 86: ΝΔ άποψη του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. με την προτεινόμενη διαμόρφωση των φυτεμένων δωμάτων

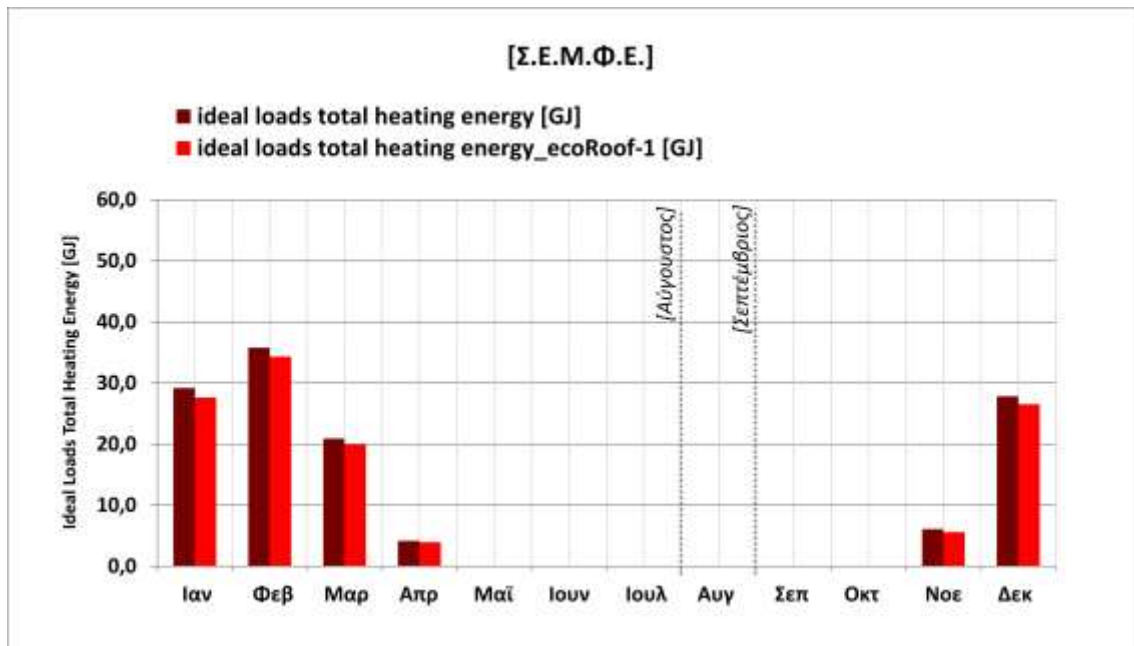
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

➤ **[αποτελέσματα]:**

Όσον αφορά το σύνολο του κτηρίου, οι συνολικές ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση που υπολογίστηκαν μέσω της προσομοίωσης, μετά τη φύτευση των δωματίων του κτηρίου, ανέρχονται σε 118,01GJ, σημειώνοντας μείωση κατά 4,81% σε σχέση με τις αντίστοιχες ενεργειακές ανάγκες πριν τη συγκεκριμένη επέμβαση, ενώ τα φορτία ψύξης ανέρχονται σε 163,7GJ, σημειώνοντας αύξηση κατά 1,68%. Συνολικά, το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. εμφανίζει συνολική εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη κατά 1,15% (Πίνακας 92), μετά τη μερική φύτευση των δωματίων.

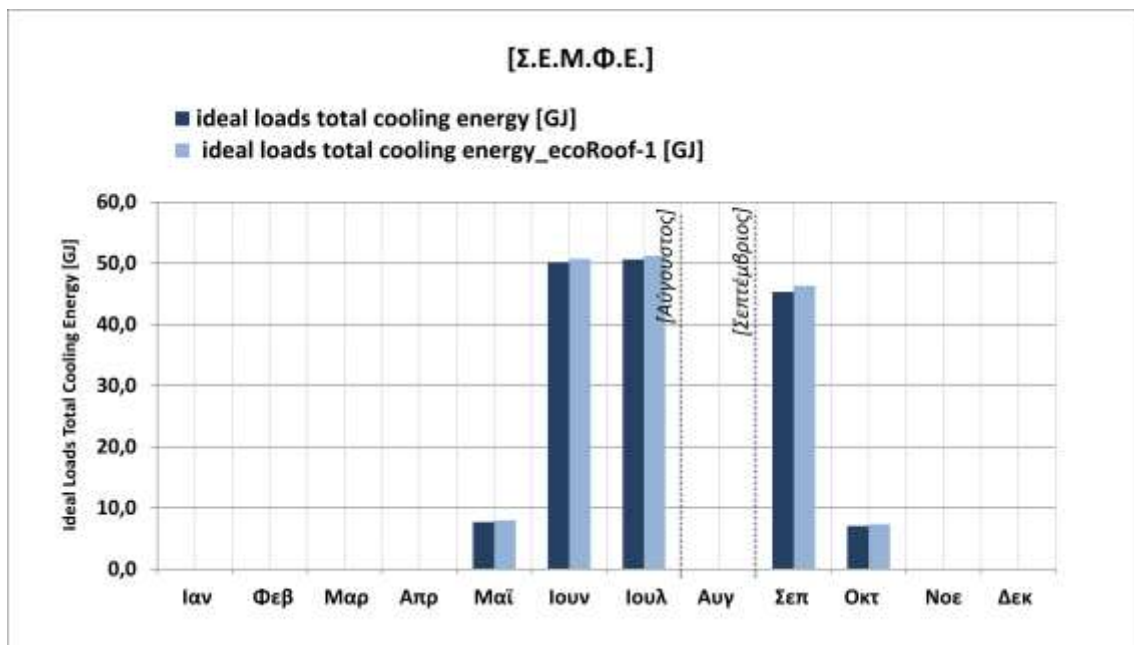
Αναφορικά με τους επιμέρους χώρους του κτηρίου, στα διαγράμματα που ακολουθούν αποτυπώνονται οι ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, που υπολογίστηκαν πριν και μετά την εφαρμογή της συγκεκριμένης πρότασης, για κάθε μία από τις θερμικές ζώνες στις οποίες προτείνεται η εφαρμογή της, ώστε να διαπιστωθούν τυχόν διαφοροποιήσεις στα συγκεκριμένα μεγέθη. Επιπροσθέτως, καθώς παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον η διαφοροποίηση των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη κατά τη διάρκεια του έτους, παρατίθενται επίσης τα διαγράμματα με τις μηνιαίες ενεργειακές απαιτήσεις σε θέρμανση και ψύξη, ανηγμένες στην επιφάνεια (MJ/m²) κάθε χώρου.

➤ [Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.]:



Διάγραμμα 227: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση των δωμαίων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 228: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση των δωμαίων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 91: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση των δωματίων

Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.-ecoRoof	Μήνας	ideal loads total heating energy [GJ]	Ideal Loads Total Heating Energy_ecoRoof [GJ]	Διαφορά [GJ]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	29,18	27,62	1,55	5,3%
	Φεβρουάριος	35,79	34,35	1,44	4,0%
	Μάρτιος	20,93	19,96	0,97	4,6%
	Απρίλιος	4,16	3,95	0,21	5,1%
	Μάιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ιούνιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Ιούλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Οκτώβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Νοέμβριος	6,10	5,59	0,51	8,4%
	Δεκέμβριος	27,83	26,54	1,29	4,6%
	σύνολο:	123,98	118,01	διαφορά με ecoRoof:	
					5,97

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 92: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση των δωματίων

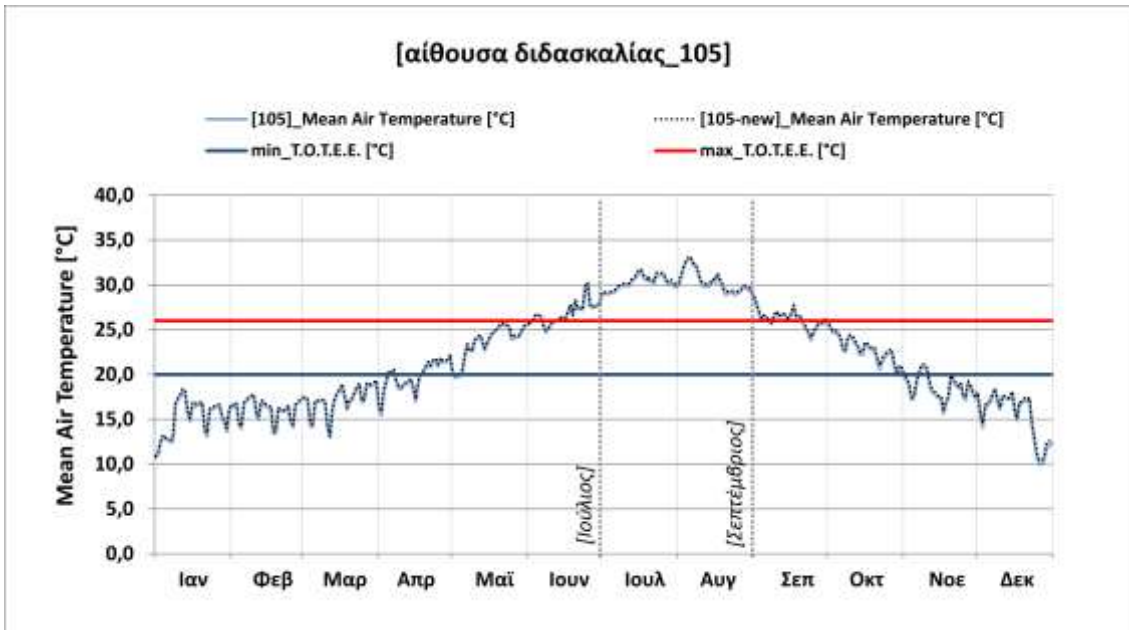
Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.-ecoRoof	Μήνας	ideal loads total cooling energy [GJ]	Ideal Loads Total Cooling Energy_ecoRoof [GJ]	Διαφορά [GJ]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Μάιος	7,72	7,99	-0,27	-3,5%
	Ιούνιος	50,21	50,75	-0,54	-1,1%
	Ιούλιος	50,64	51,23	-0,59	-1,2%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	45,34	46,35	-1,01	-2,2%
	Οκτώβριος	7,06	7,35	-0,29	-4,1%
	Νοέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,00	0,00	0,00
	σύνολο:	160,97	163,66	διαφορά με ecoRoof:	
					-2,70

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

[Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.-new [GJ]:

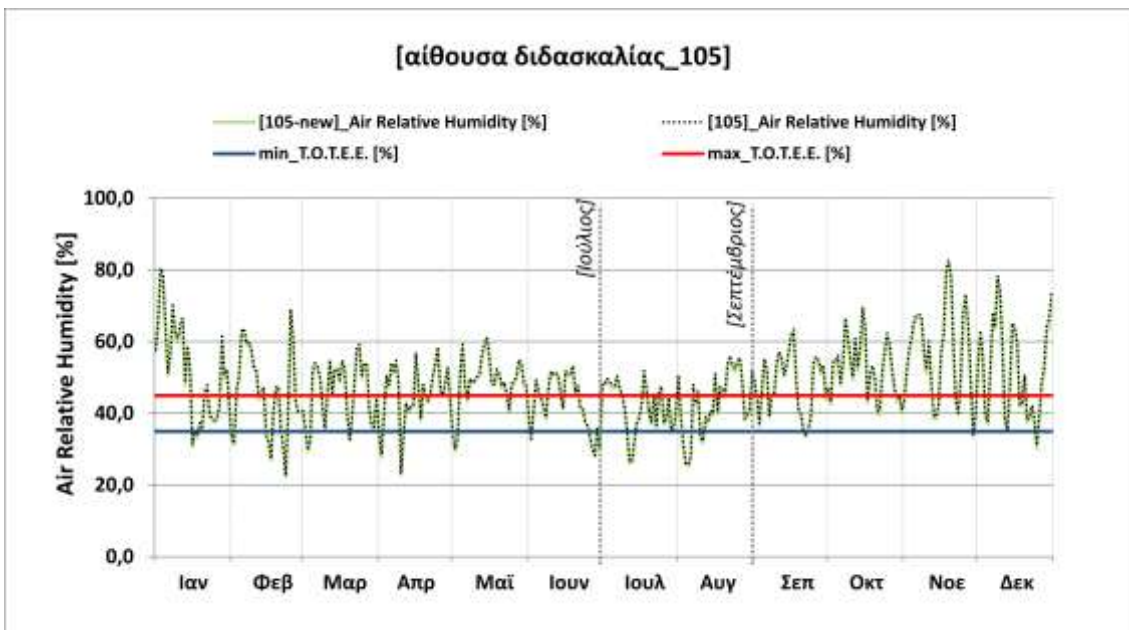
<u>εξοικονόμηση</u> <u>με φυτεμένο δώμα:</u>	3,27 GJ	1,15%
---	----------------	--------------

- [αίθουσα διδασκαλίας 105]:



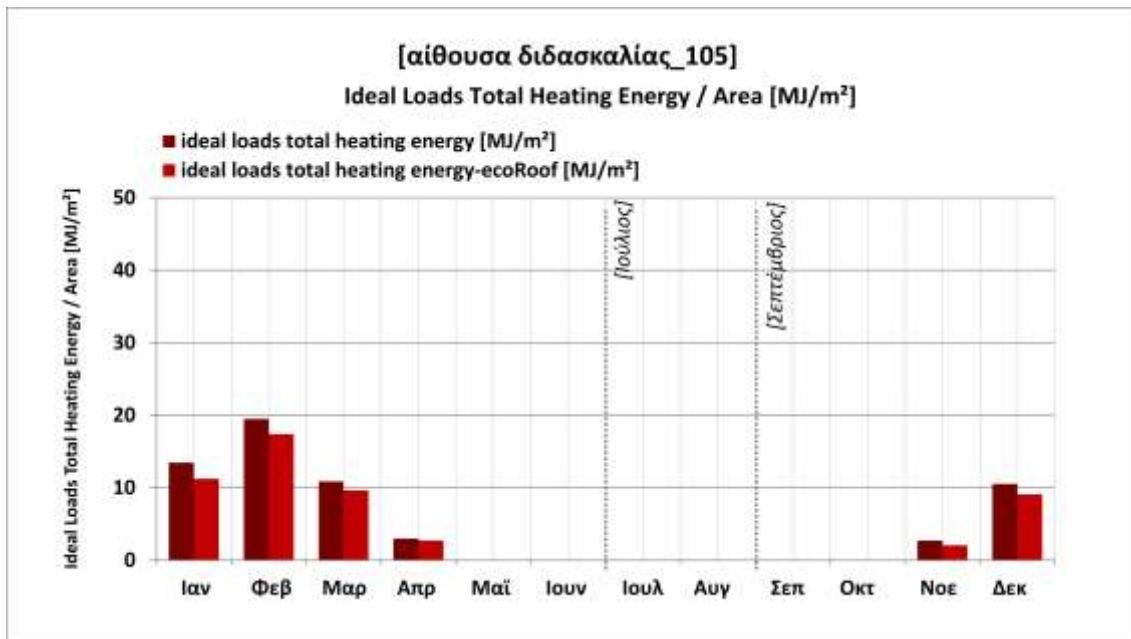
Διάγραμμα 229: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



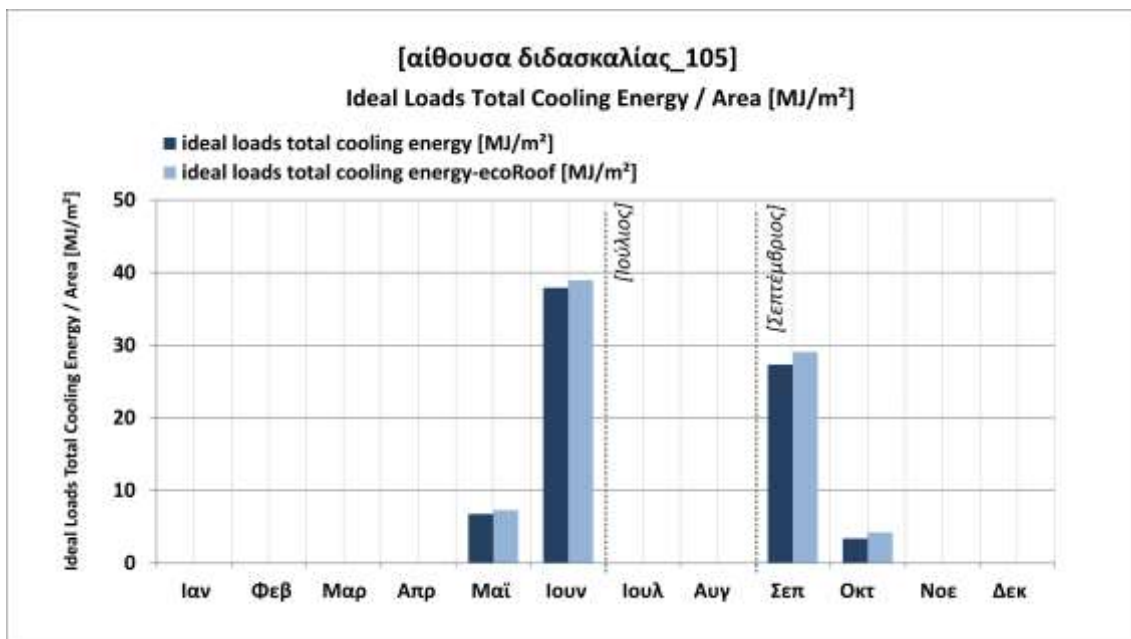
Διάγραμμα 230: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 231: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

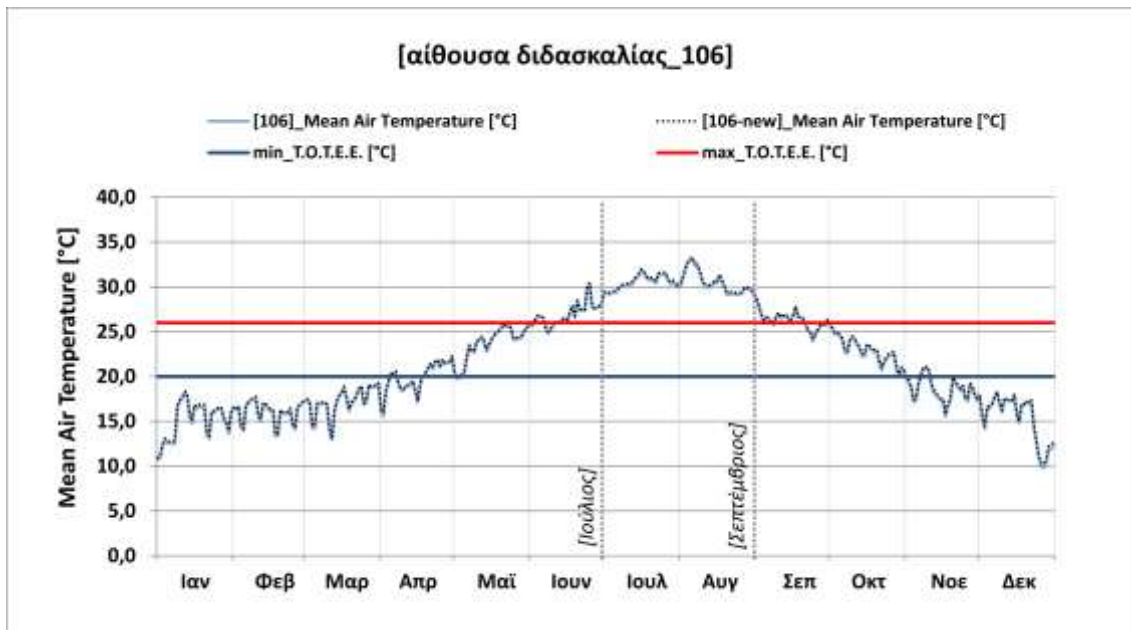
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 232: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [105] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

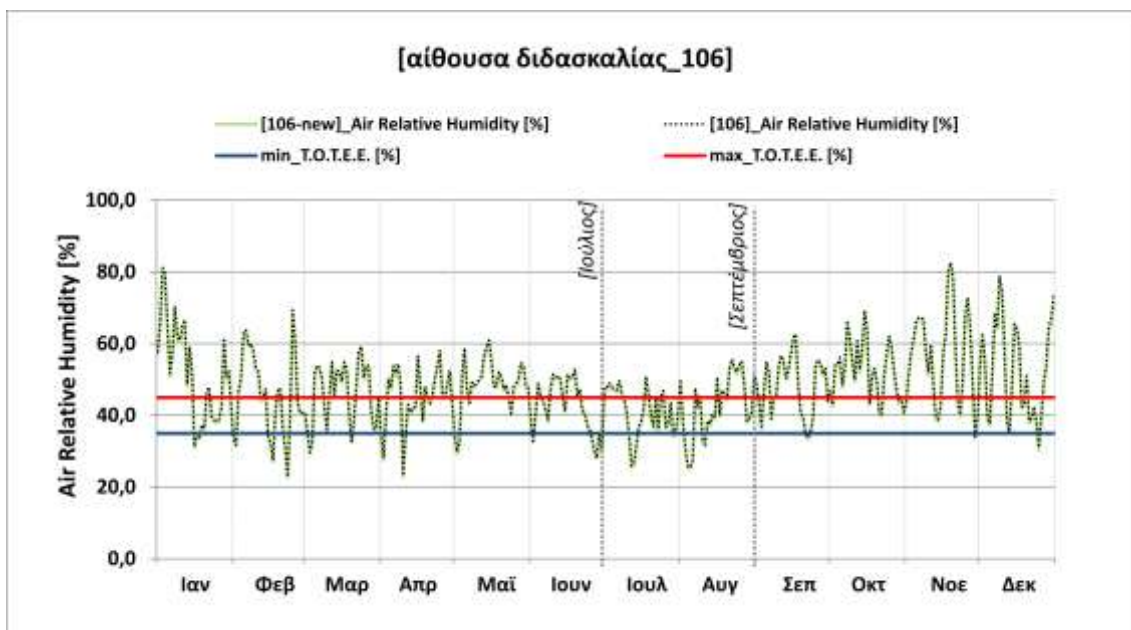
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας 106]:



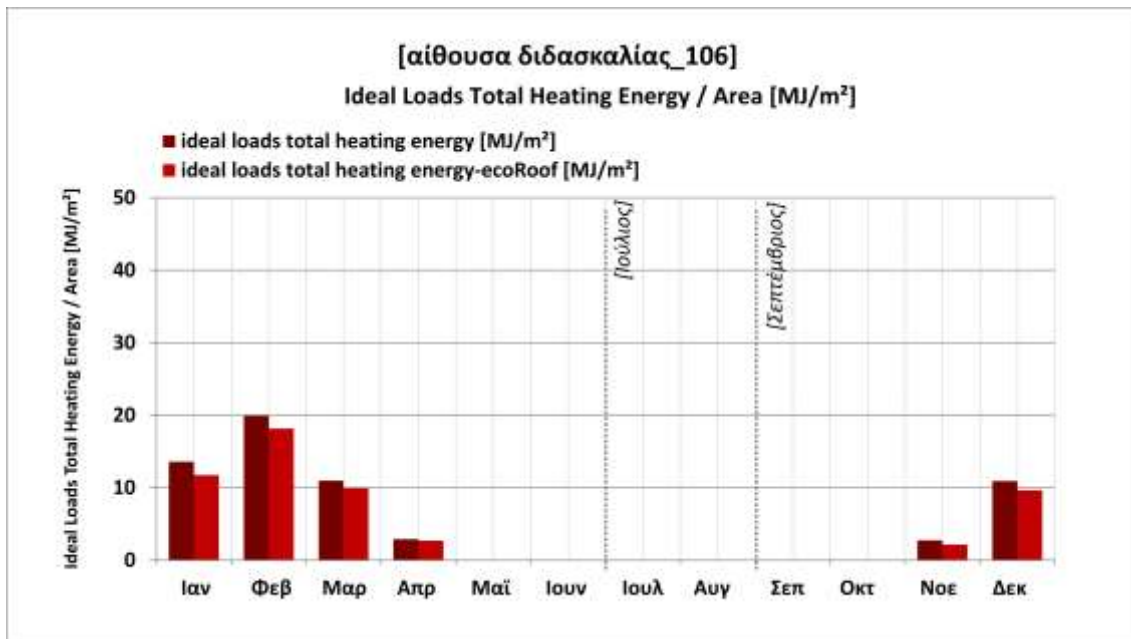
Διάγραμμα 233: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

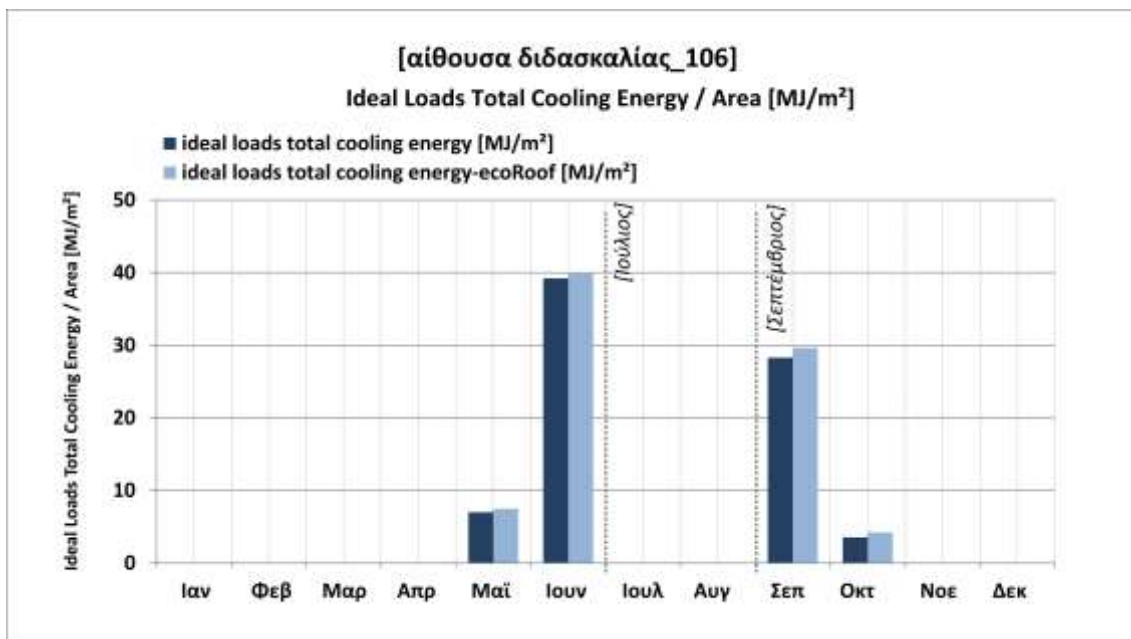


Διάγραμμα 234: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

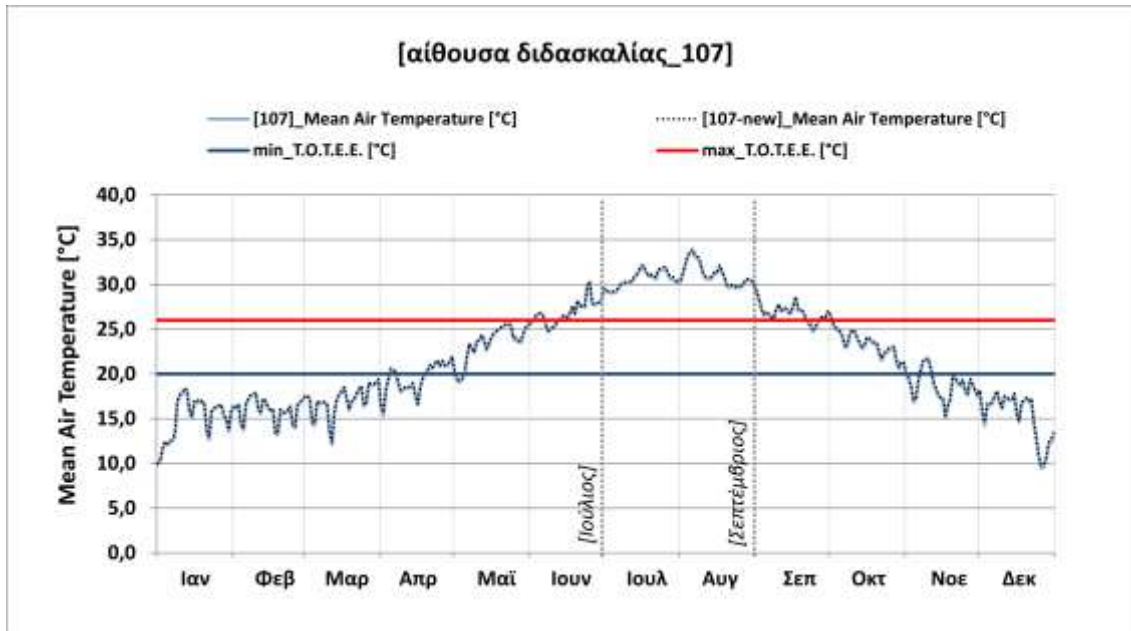


Διάγραμμα 235: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



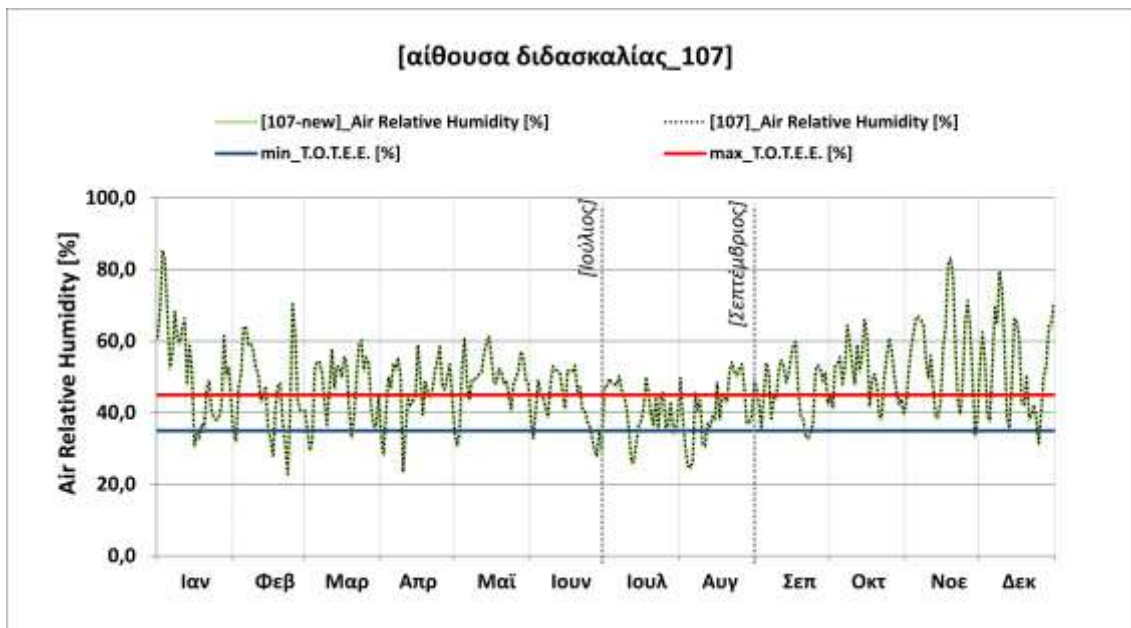
Διάγραμμα 236: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [106] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας 107]:



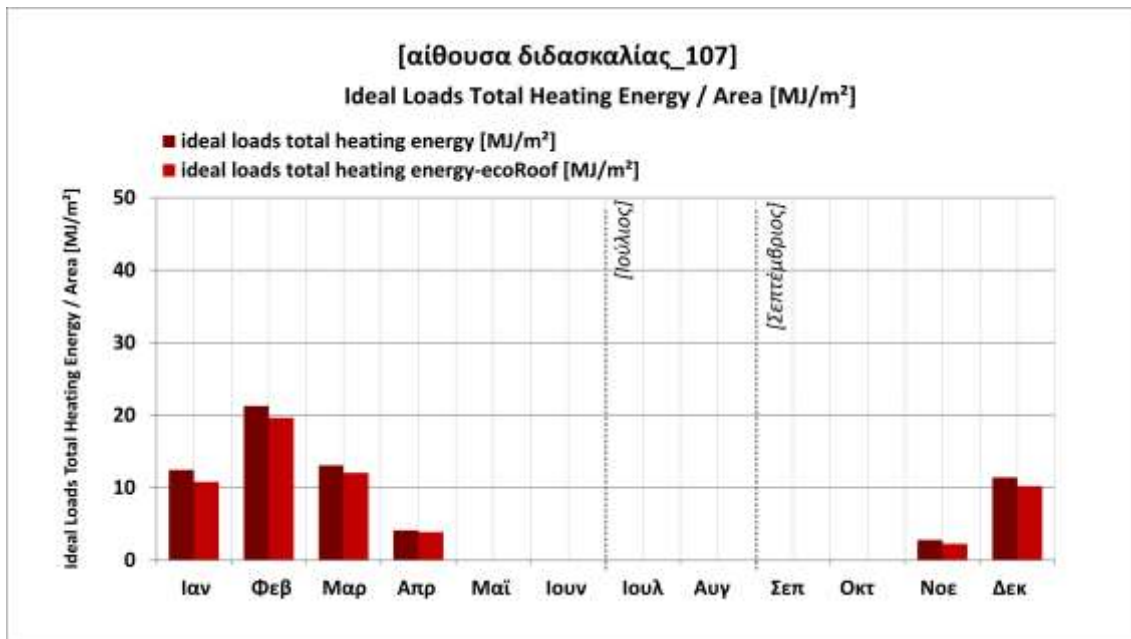
Διάγραμμα 237: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



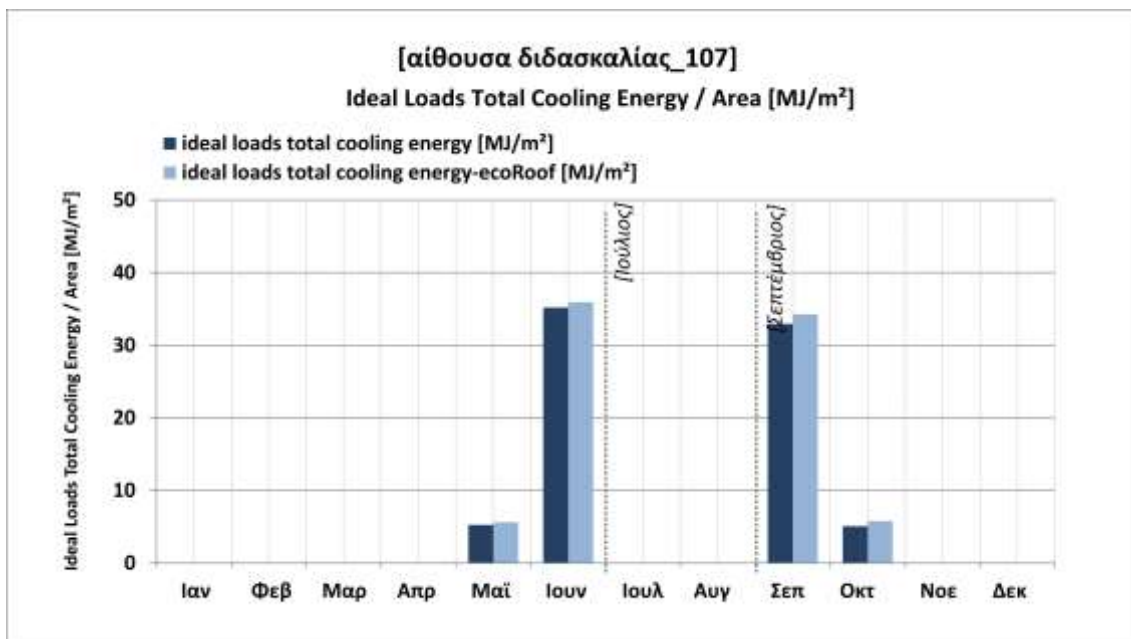
Διάγραμμα 238: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 239: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

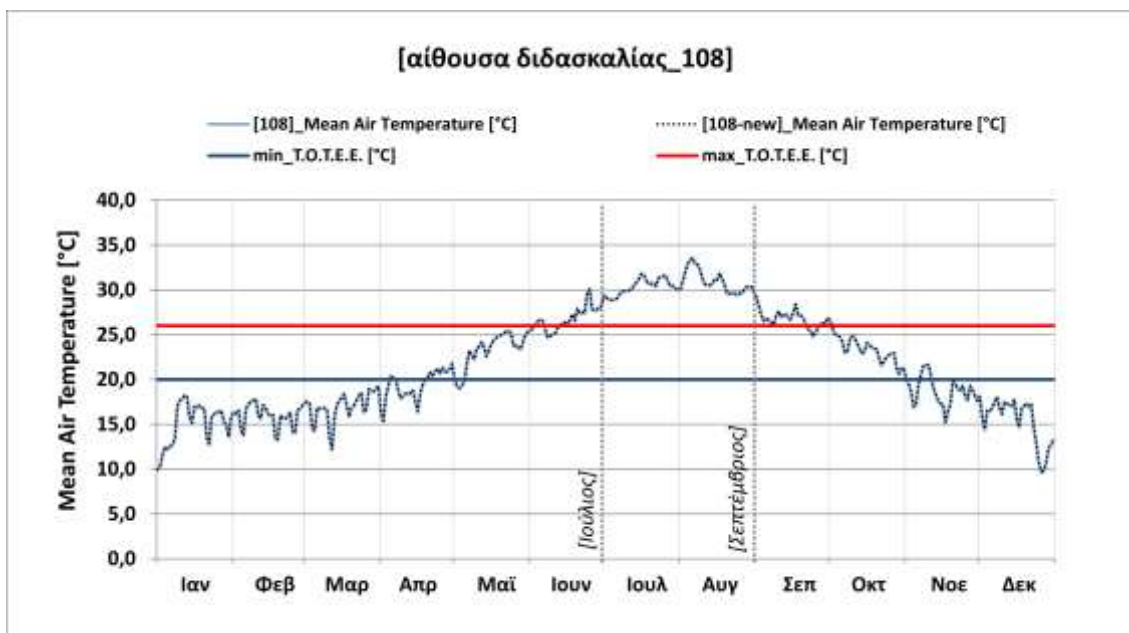
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 240: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [107] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

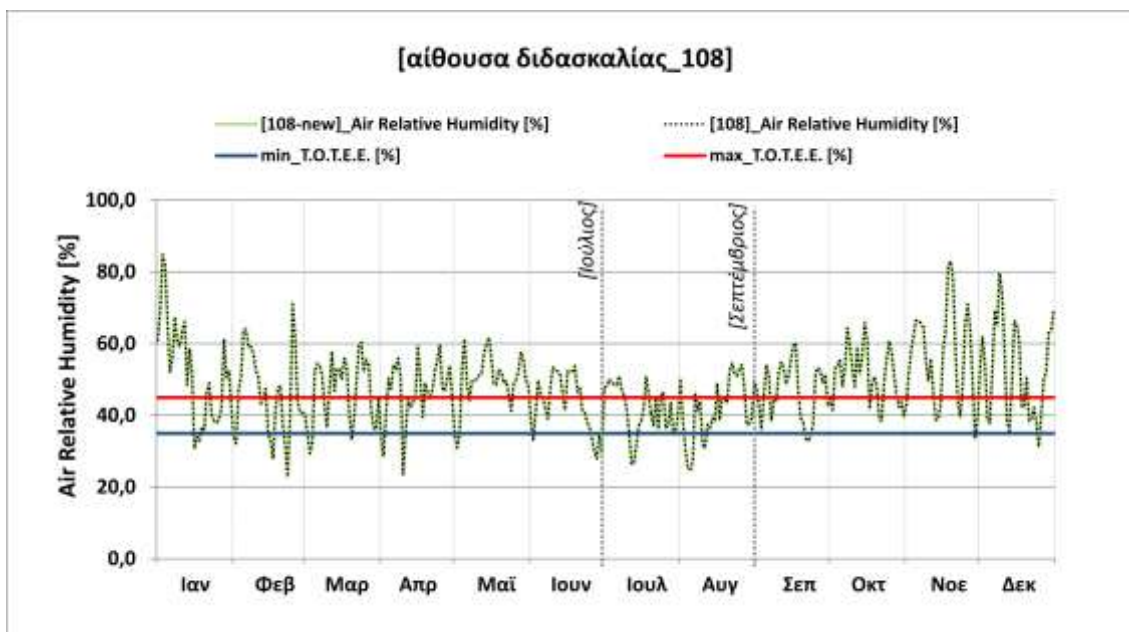
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας 108]:



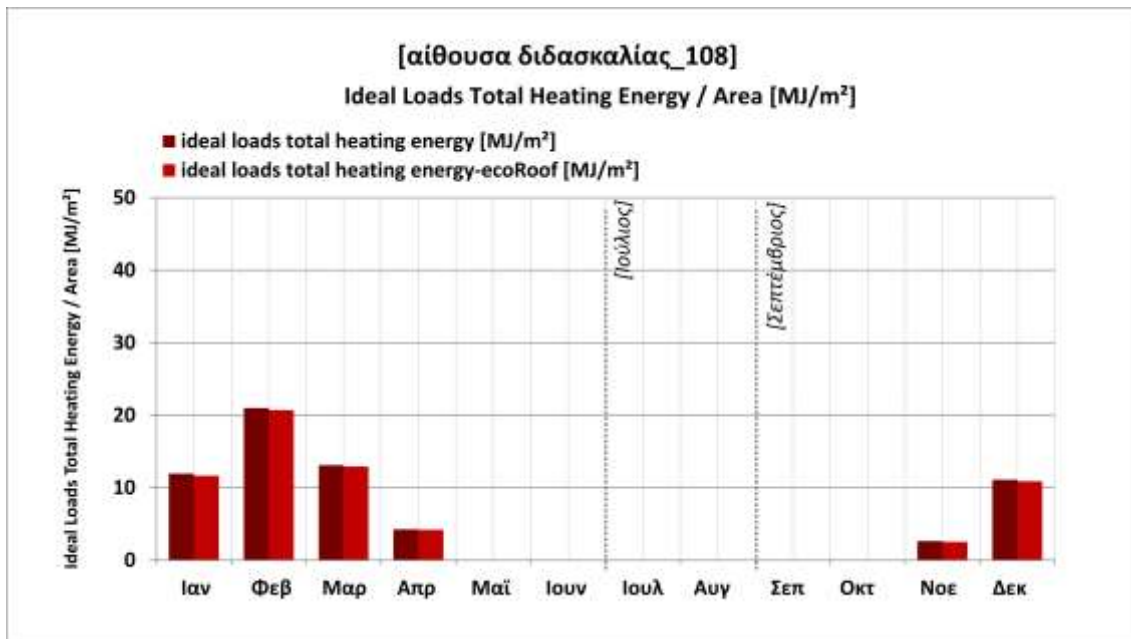
Διάγραμμα 241: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

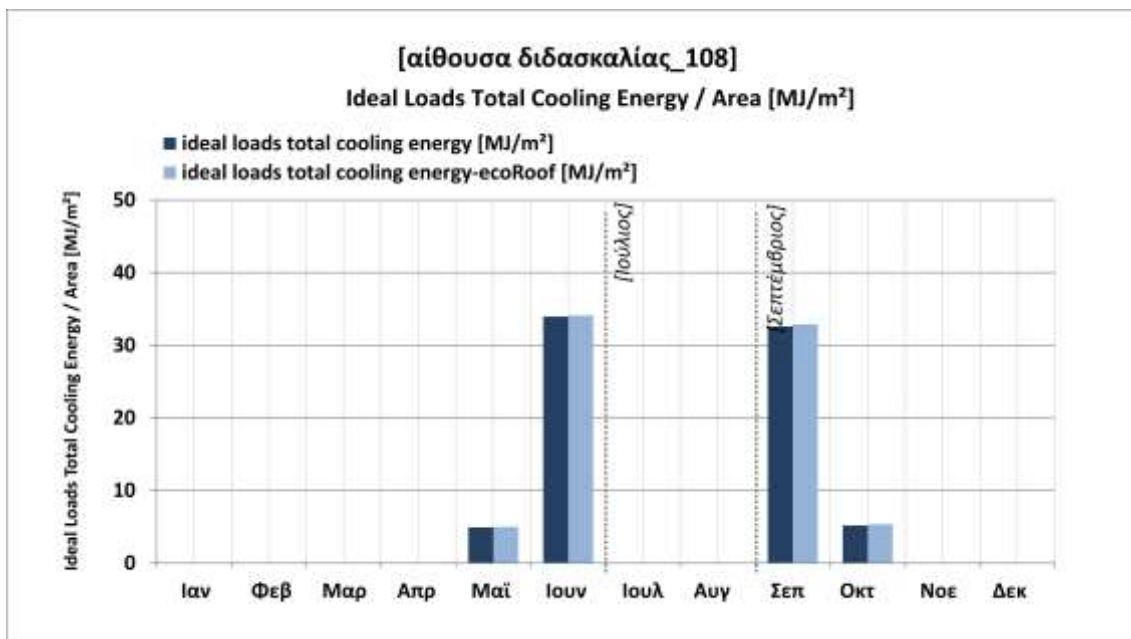


Διάγραμμα 242: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

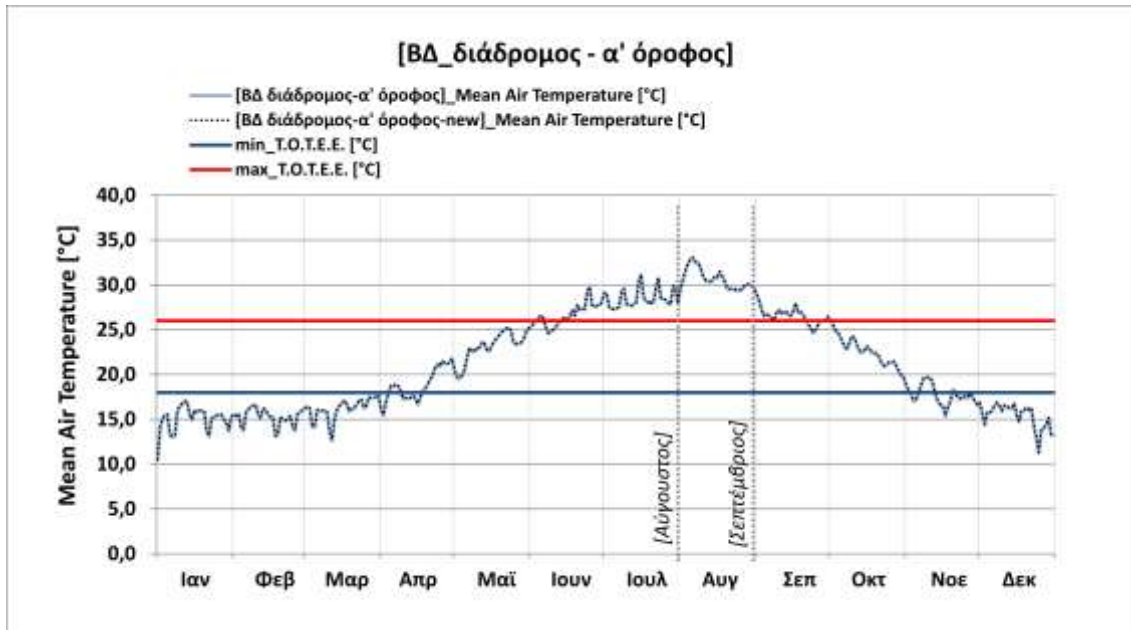


Διάγραμμα 243: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



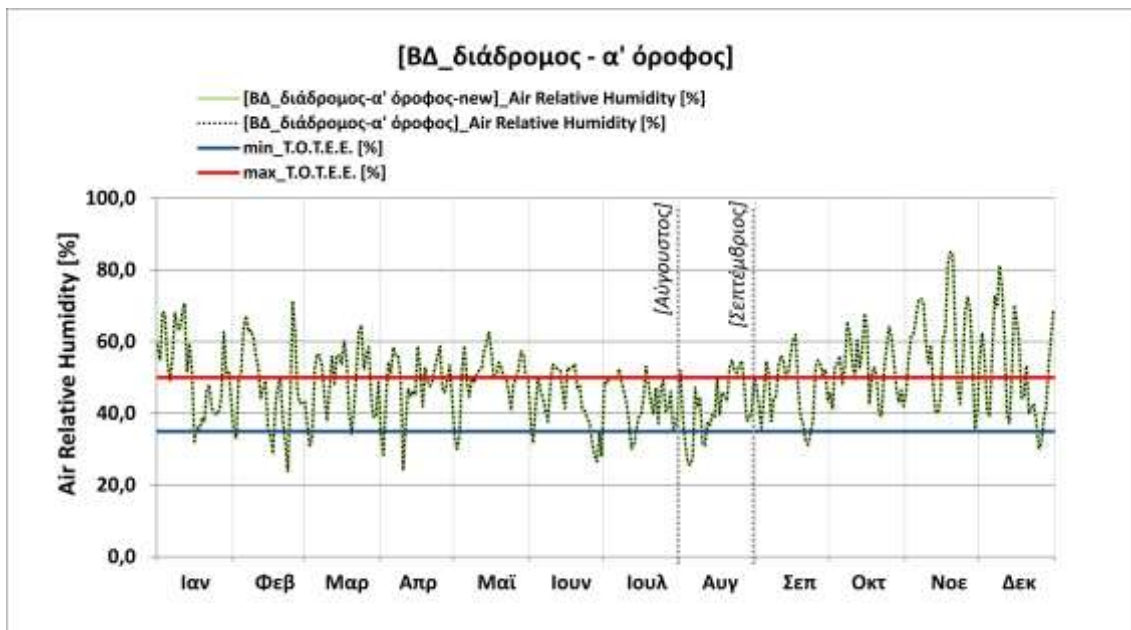
Διάγραμμα 244: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [108] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [ΒΔ διάδρομος – α' όροφος]:



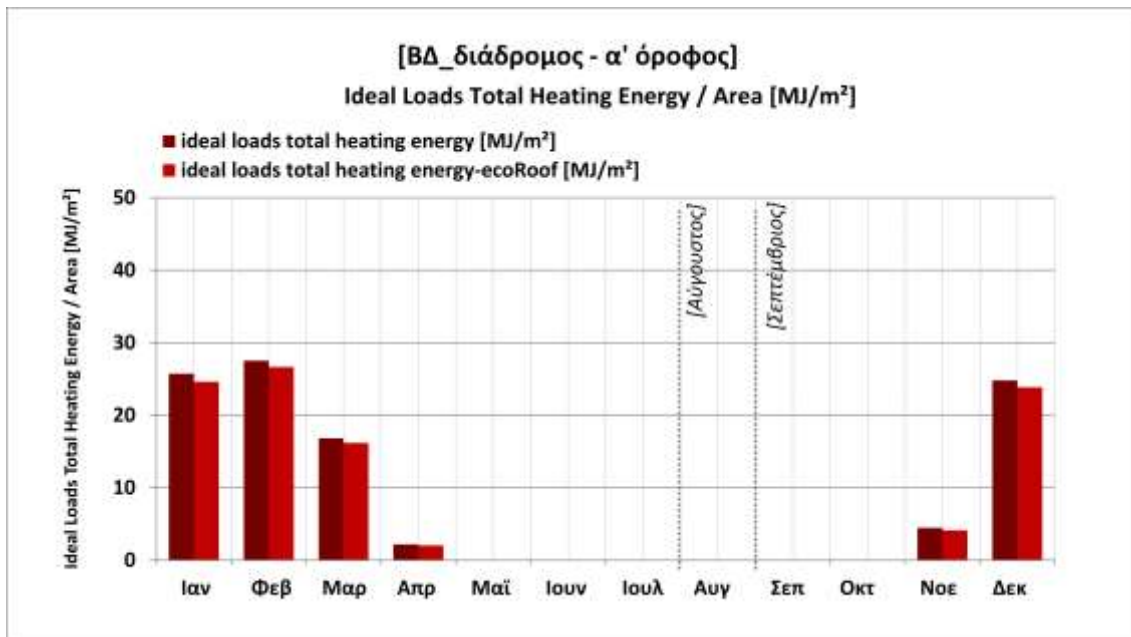
Διάγραμμα 245: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [ΒΔ] διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



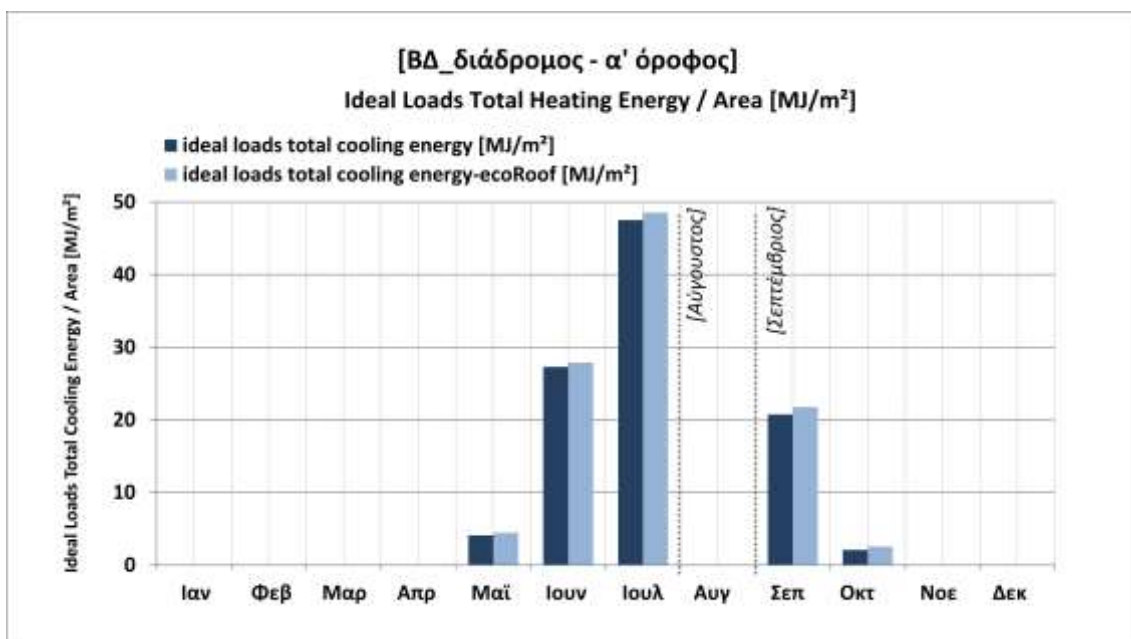
Διάγραμμα 246: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [ΒΔ] διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 247: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [BΔ] διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 248: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [BΔ] διάδρομο του α' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

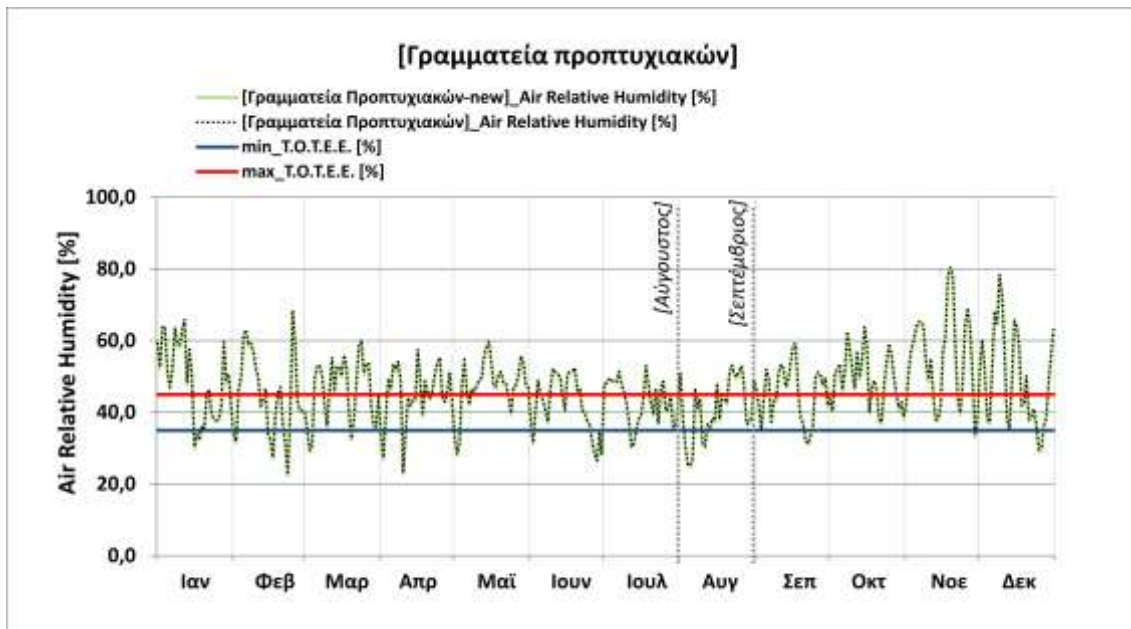
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [ΝΔ] χώρος γραμματείας:



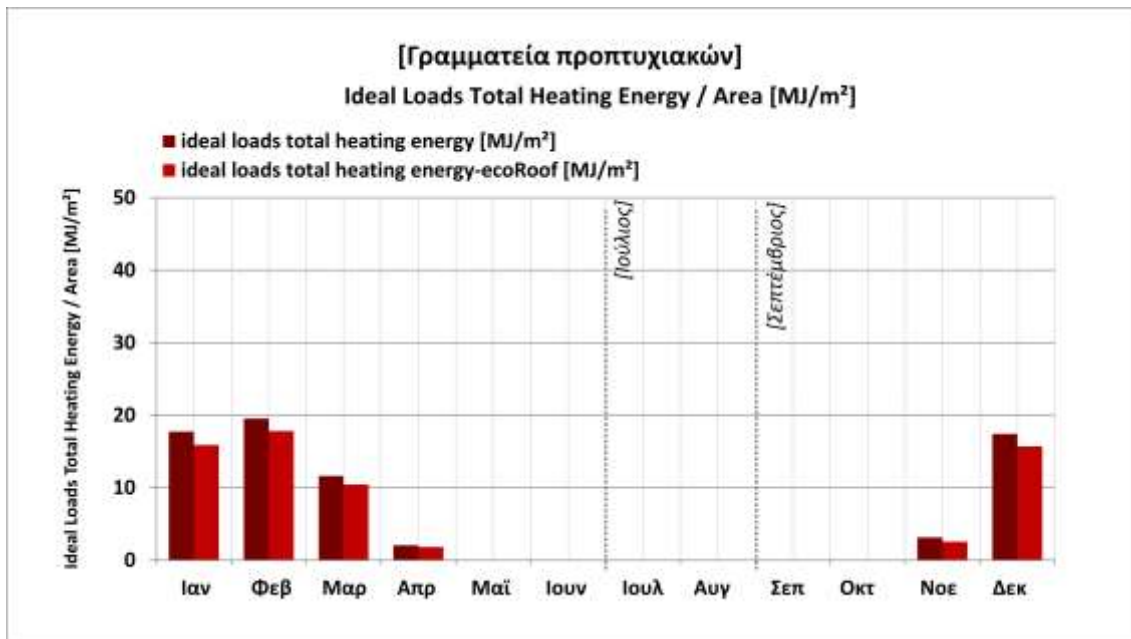
Διάγραμμα 249: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας [προπτυχιακό τμήμα σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



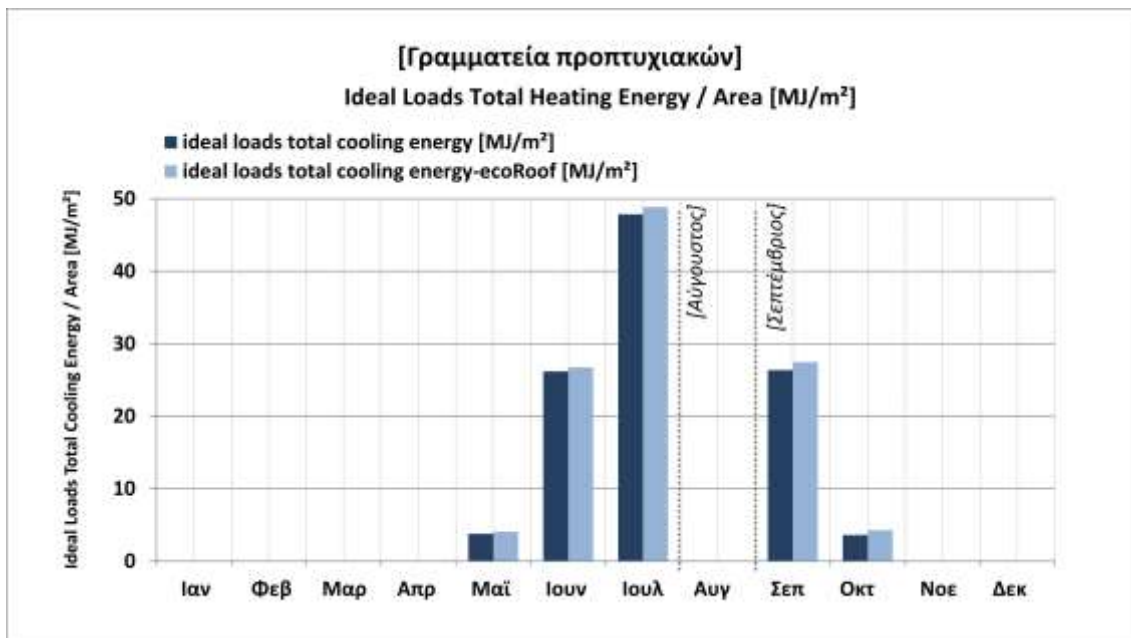
Διάγραμμα 250: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας [προπτυχιακό τμήμα σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 251: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

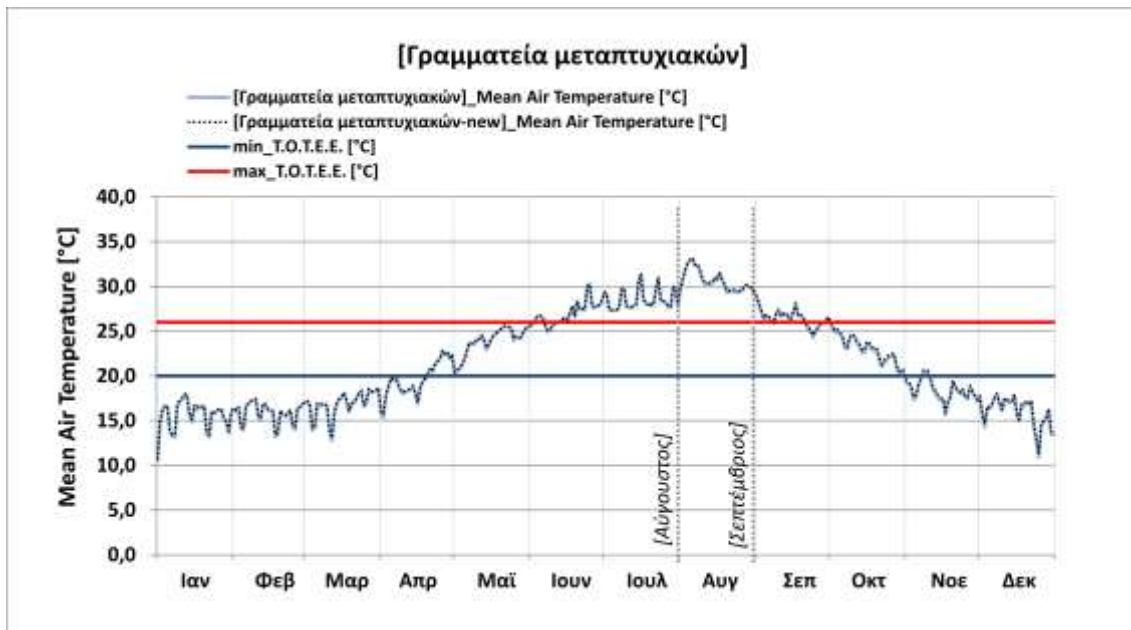
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 252: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [ΝΔ] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

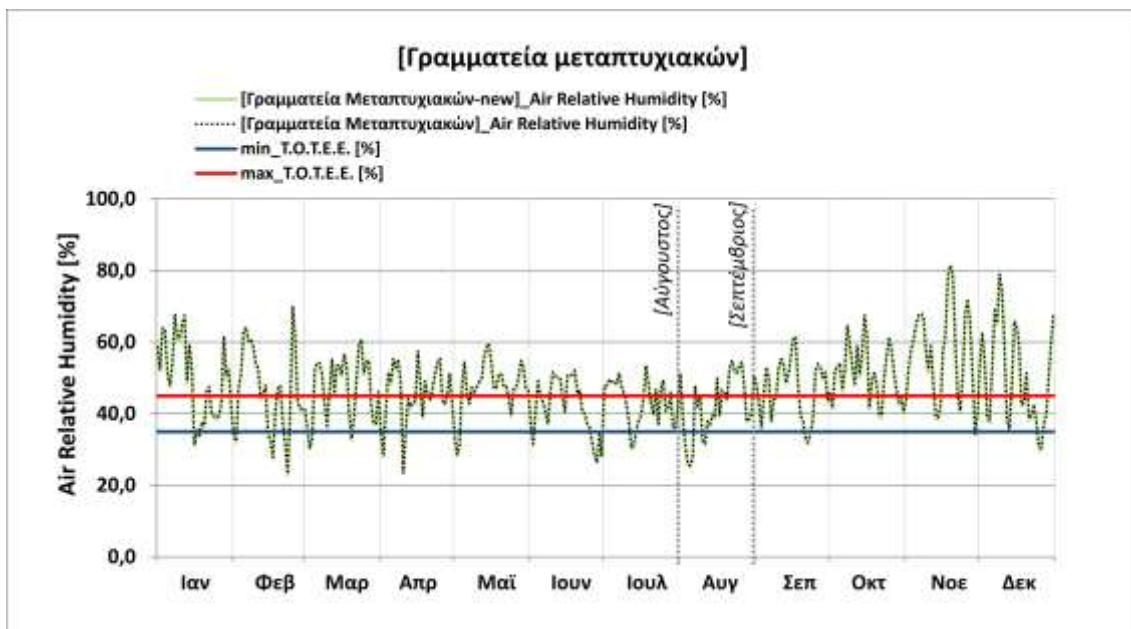
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [BA] χώρος γραμματείας:



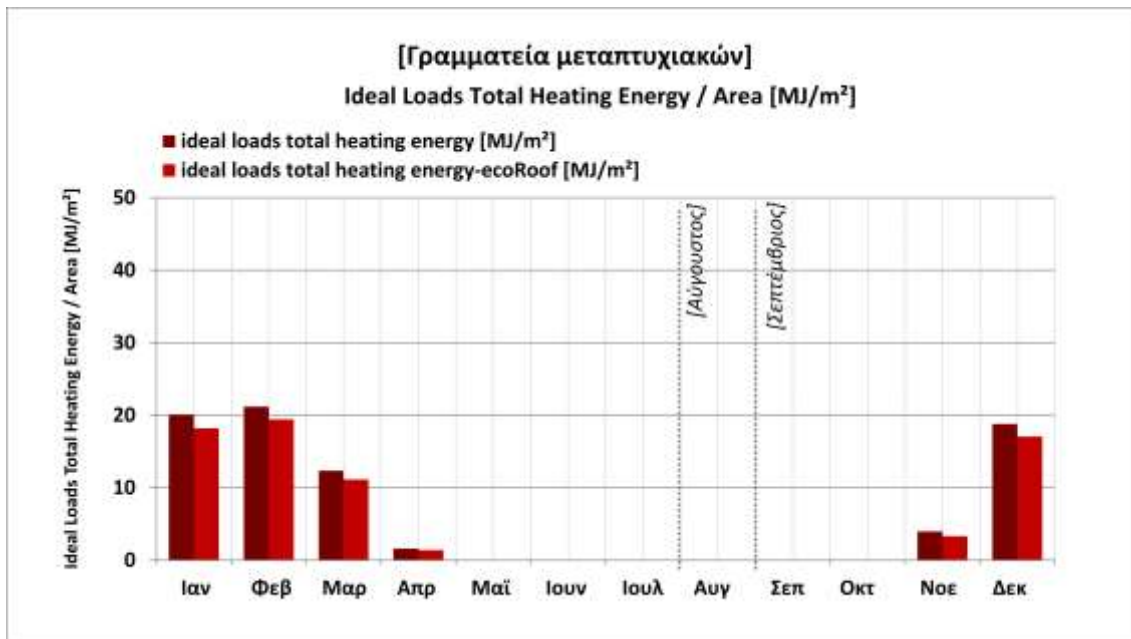
Διάγραμμα 253: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [BA] χώρο της γραμματείας [μεταπτυχιακό τμήμα σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



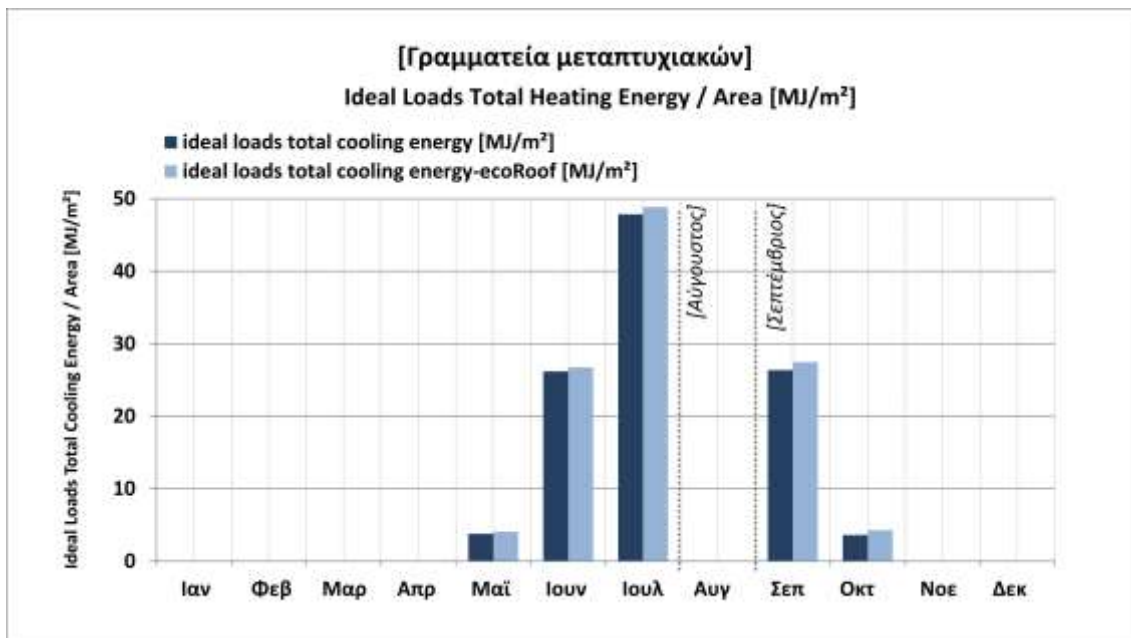
Διάγραμμα 254: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [BA] χώρο της γραμματείας [μεταπτυχιακό τμήμα σπουδών] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 255: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [BA] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

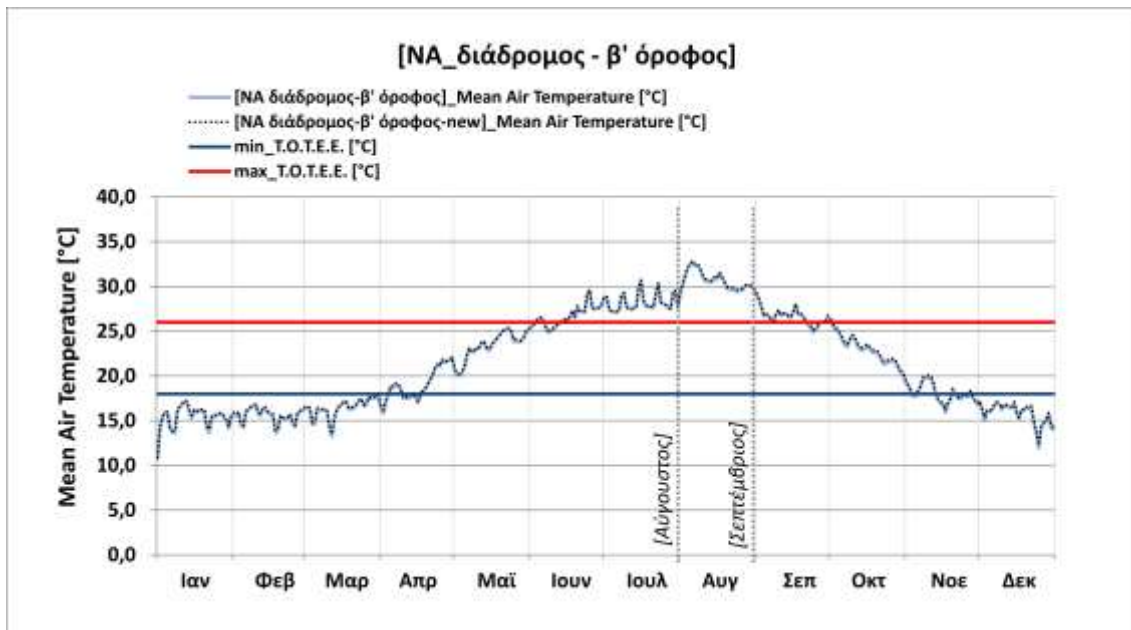
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 256: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη στον [BA] χώρο της γραμματείας κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

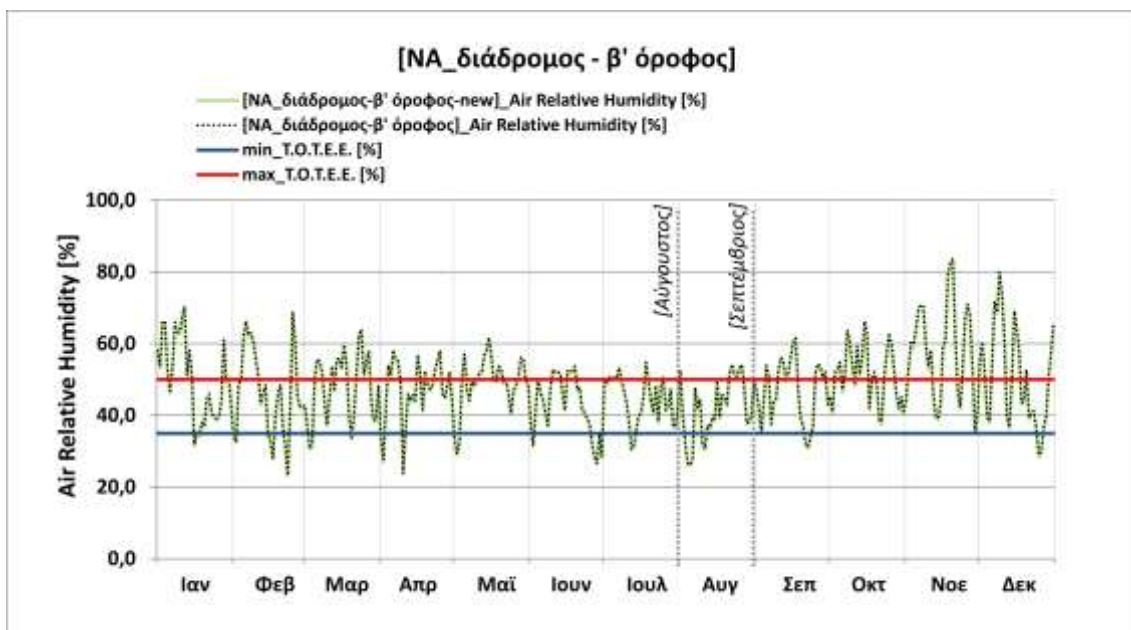
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [NA διάδρομος – β' όροφος]:



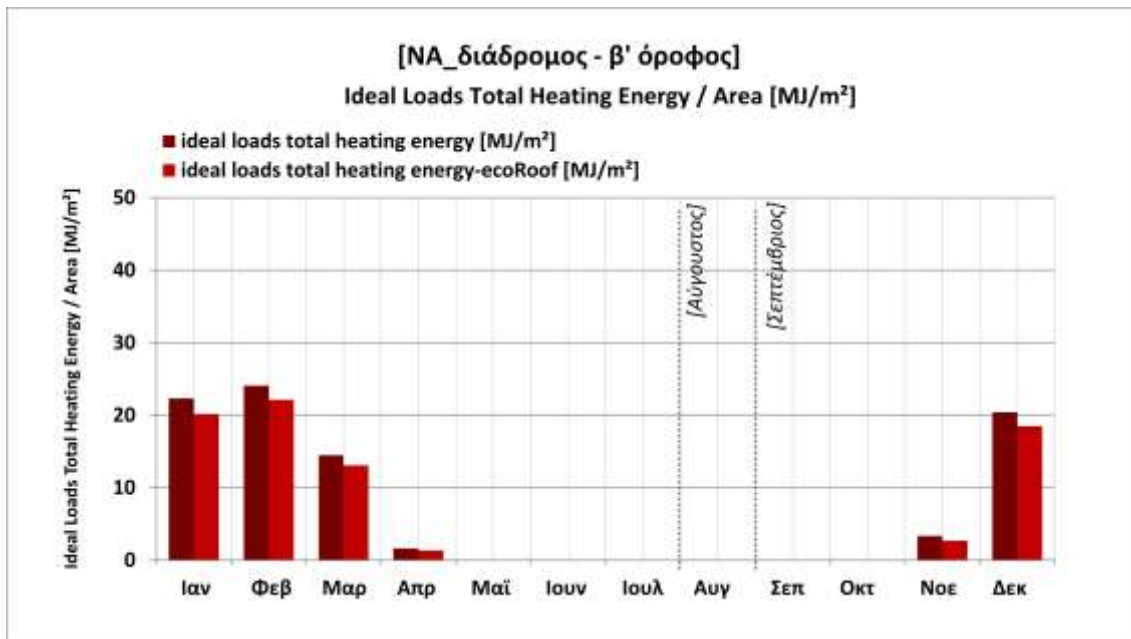
Διάγραμμα 257: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον [ΝΔ] διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



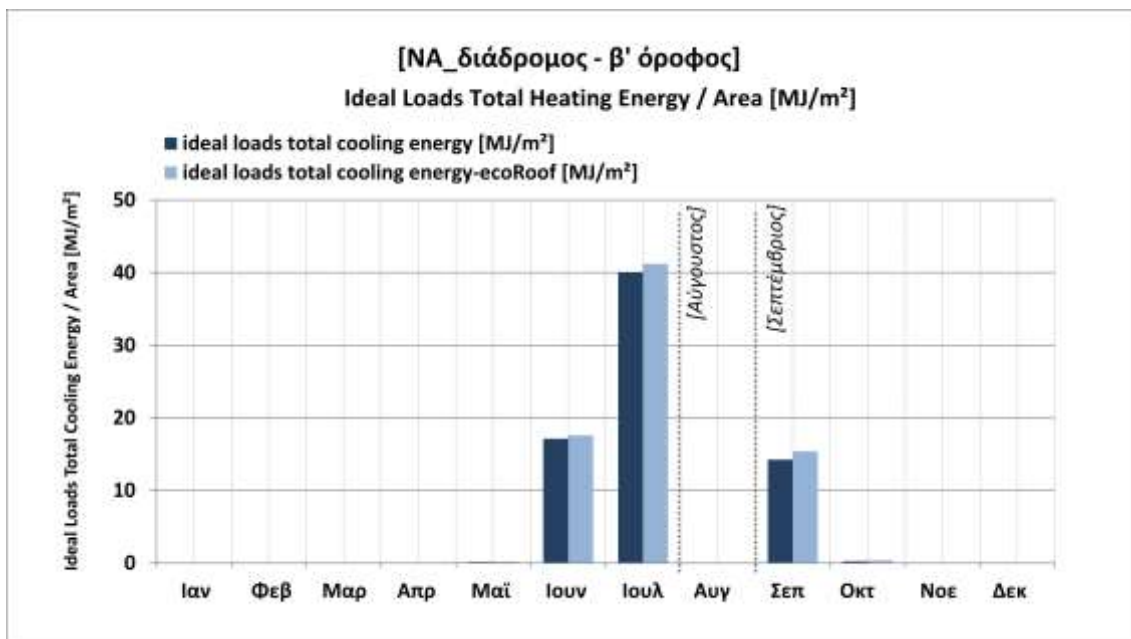
Διάγραμμα 258: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον [ΝΔ] διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 259: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [NA] διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 260: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση στον [NA] διάδρομο του β' ορόφου κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά τη φύτευση του δώματος

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

ε) Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στους δρόμους, στα πεζοδρόμια, καθώς και στις κάθετες και οριζόντιες επιφάνειες των κτηρίων, παίζουν καθοριστικό ρόλο στις διαδικασίες ανταλλαγής θερμότητας στο αστικό περιβάλλον (Dimouidi *et al*, 2014). Ως ψυχρά υλικά ορίζονται τα υλικά εκείνα που έχουν υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και μεγάλο συντελεστή εκπομπής. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών, τα υλικά αυτά δεν απορροφούν μεγάλο μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, και παράλληλα, εκλύουν ευκολότερα μεγάλο μέρος της ενέργειας που απορρόφησαν με τη μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας. Με τον τρόπο αυτό μεταδίδονται μικρότερα ποσά θερμότητας τόσο προς το εσωτερικό των κτηρίων όσο και προς τα υπερκείμενα στρώματα αέρα (Bretz and Akbari, 1997; Berdahl and Bretz, 1997). Ειδικότερα, ο συνδυασμός ψυχρών υλικών με την κατάλληλη φύτευση έχει θετική συμβολή στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος κατά τη θερινή περίοδο (Γ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010).

Για όλους τους παραπάνω λόγους, προτείνεται (i) **η χρήση ψυχρών υλικών στις κατακόρυφες επιφάνειες της νοτιοανατολικής και νοτιοδυτικής πλευράς** του κτηρίου, οι οποίες, λόγω του προσανατολισμού τους, είναι περισσότερο εκτεθειμένες στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και (ii) στις **οριζόντιες επιφάνειες των δωματίων**, εφόσον δεν επιλεγεί η λύση του φυτεμένου δώματος.

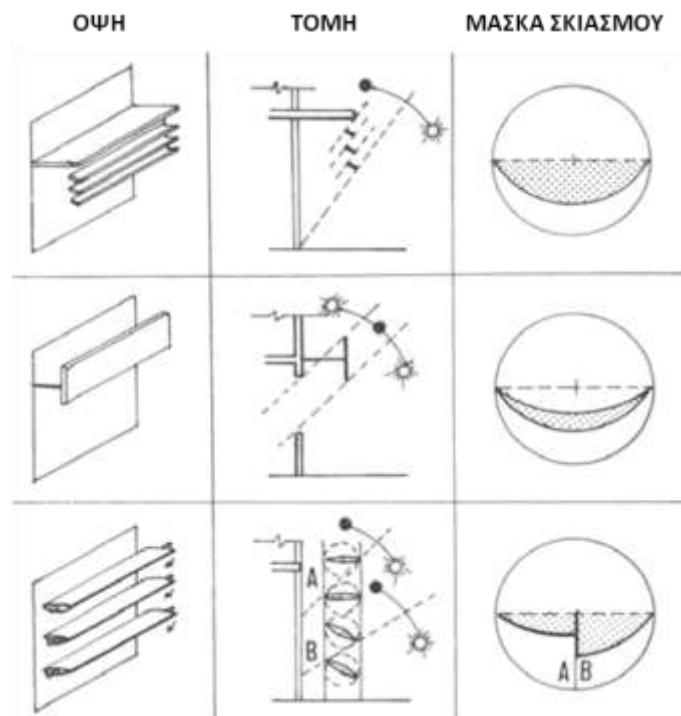
Τέλος, **στ) η προσθήκη ανεμιστήρων οροφής** θα συμβάλει στην ενίσχυση του φυσικού αερισμού και στην επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου, καθώς με την κίνηση του αέρα που επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης των ανεμιστήρων, ενισχύεται η μεταφορά θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα (cres, 2016). Οι κάρναβοι των ψευδοροφών, τις οποίες διαθέτουν οι περισσότεροι χώροι του κτηρίου, καθιστούν εφικτή την αρμονική ενσωμάτωση και ένταξη των ανεμιστήρων στους εσωτερικούς του χώρους, χωρίς να υποβαθμίζεται αισθητικά το εσωτερικό περιβάλλον.

Ηλιοπροστασία

Η αξιοποίηση των μικροκλιματικών συνθηκών μέσω του κελύφους καθιστά ιδιαίτερα σημαντικό τον προσανατολισμό ενός κτηρίου. Σημασία θα πρέπει να δίνεται στην ύπαρξη τυχόν εμποδίων, όπως στοιχείων βλάστησης ή γειτονικών κατασκευών, που ενδεχομένως περιορίζουν τα πλεονεκτήματα ενός ευνοϊκού προσανατολισμού, ενώ θα πρέπει να εξετάζεται και η εκάστοτε χρήση ή/και το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου, προκειμένου να επιλέγεται η βέλτιστη κάθε φορά λύση.

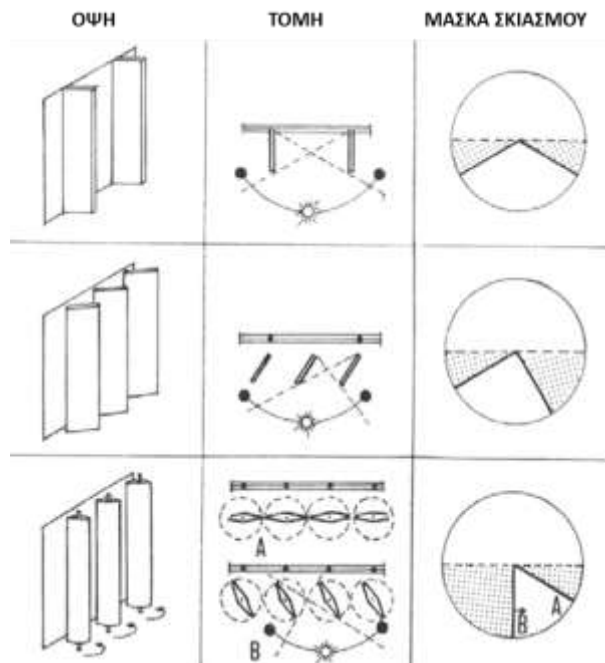
Ο κατάλληλος προσανατολισμός δεν αφορά μόνο σε επίπεδο κτηρίων αλλά και στον σχεδιασμό των ανοιγμάτων τους, μέσω των οποίων μπορεί να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για τη θέρμανση και τον ηλιασμό των εσωτερικών χώρων με φυσικό τρόπο. Ταυτόχρονα, όμως, απαιτείται ο εξοπλισμός του κελύφους με τις κατάλληλες ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, για την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης και κυρίως, υπερθέρμανσης.

Ως προς τον προσανατολισμό, τα κατάλληλα συστήματα ηλιοπροστασίας για τις νότιες όψεις είναι τα οριζόντια (Εικόνα 87), ενώ για τις ανατολικές και τις δυτικές όψεις απαιτούνται κατακόρυφες ηλιοπροστατευτικές διατάξεις (Εικόνα 88).



Εικόνα 87: Συστήματα σκίασης για νότιες όψεις

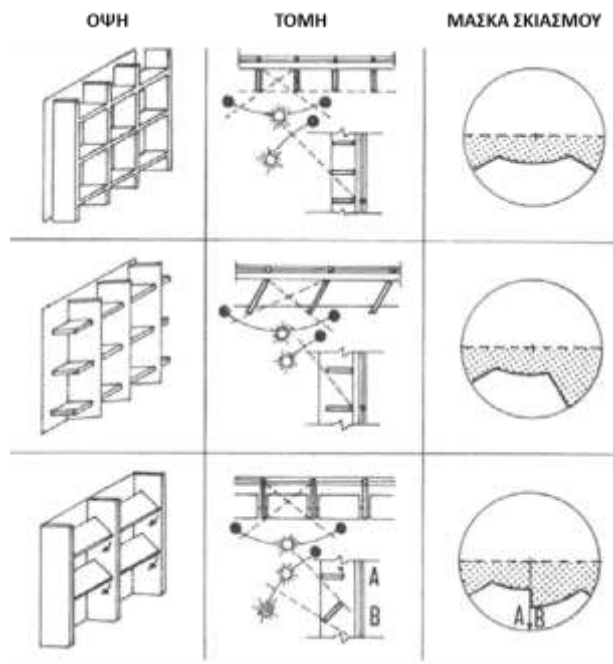
Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20702-5/2010



Εικόνα 88: Συστήματα σκίασης για ανατολικές και δυτικές όψεις

Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20702-5/2010

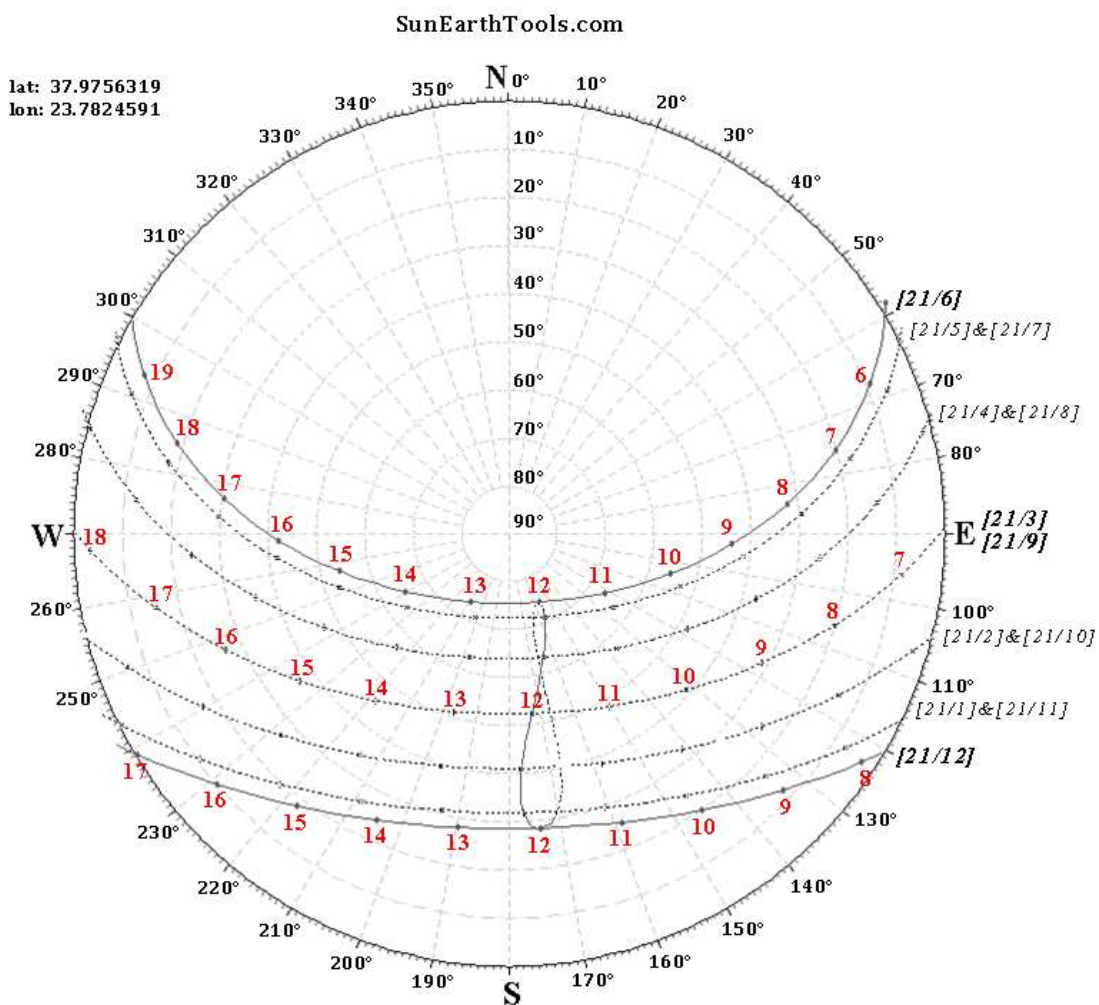
Τέλος, σε ο,τι αφορά τις νοτιοανατολικές και νοτιοδυτικές όψεις, τα κατάλληλα συστήματα σκίασης αποτελούν συνδυασμό οριζόντιων και κατακόρυφων στοιχείων (Εικόνα 89), έτσι ώστε να διασφαλίζουν τη σκίαση των ανοιγμάτων τόσο όταν ο ήλιος είναι ψηλά, όσο και όταν βρίσκεται χαμηλότερα.



Εικόνα 89: Συστήματα σκίασης για νοτιοανατολικές και νοτιοδυτικές όψεις

Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20702-5/2010

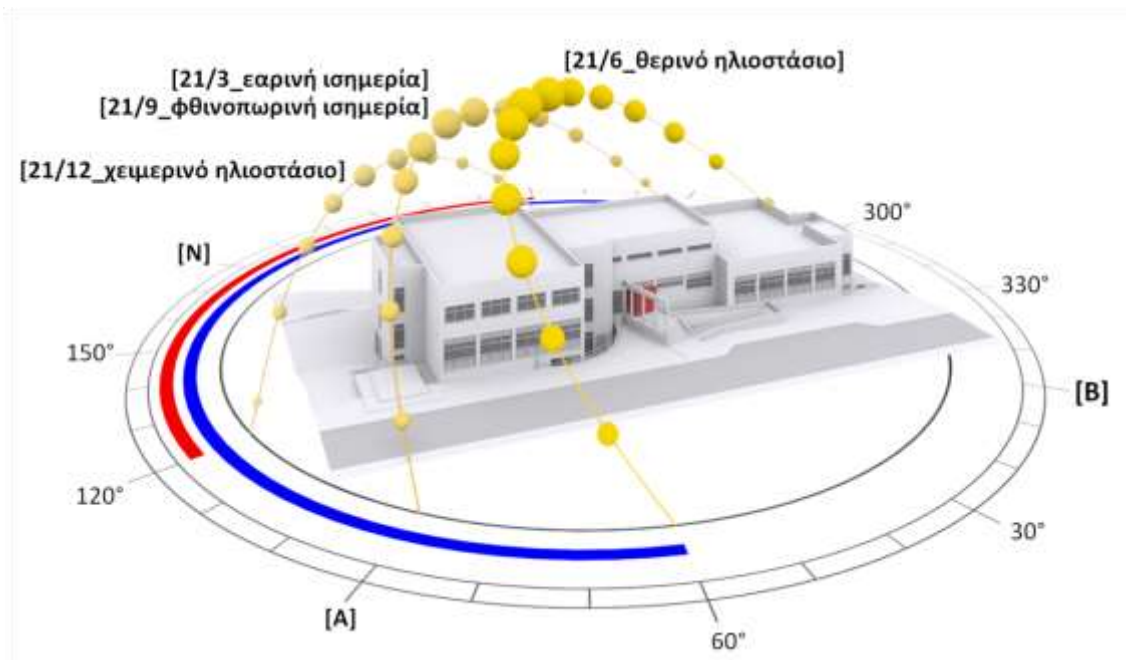
Επομένως, προκειμένου να επιλεγεί η κατάλληλη μορφή του συστήματος σκίασης, θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η τροχιά που ακολουθεί ο ήλιος κατά τη διάρκεια του έτους. Στη συνέχεια παρατίθεται το ηλιακό διάγραμμα (Εικόνα 90) για τη θέση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε., σύμφωνα με τον διαδικτυακό τόπο www.sunearthtools.com, όπου απεικονίζονται οι τροχιές του ήλιου κατά το θερινό (21 Ιουνίου) και το χειμερινό ηλιοστάσιο (21 Δεκεμβρίου), καθώς και κατά την εαρινή και φθινοπωρινή ισημερία, οπότε και συμπίπτουν οι φαινόμενες ηλιακές τροχιές.



Εικόνα 90: Ηλιακό διάγραμμα στη θέση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

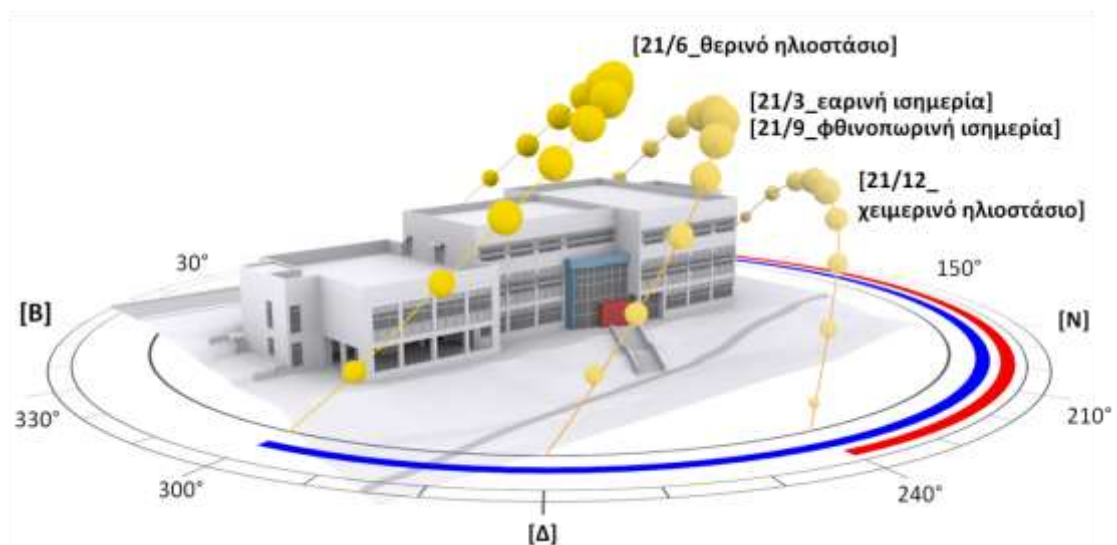
Πηγή: *sunearthtools, 2016, ίδια επεξεργασία*

Με βάση το διάγραμμα αυτό, στο οποίο προσδιορίζονται το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου, και επομένως, η θέση του, για τις συγκεκριμένες ημέρες, δημιουργήθηκαν οι ηλιακές τροχιές που παρουσιάζονται στις ακόλουθες εικόνες για τη βορειοανατολική (Εικόνα 91) και τη νοτιοδυτική όψη (Εικόνα 92) του κτηρίου, καθώς και οι μελέτες σκιασμού για την εαρινή ισημερία (Εικόνα 93), το θερινό ηλιοστάσιο (Εικόνα 94), τη φθινοπωρινή ισημερία (Εικόνα 95), και το χειμερινό ηλιοστάσιο (Εικόνα 96).



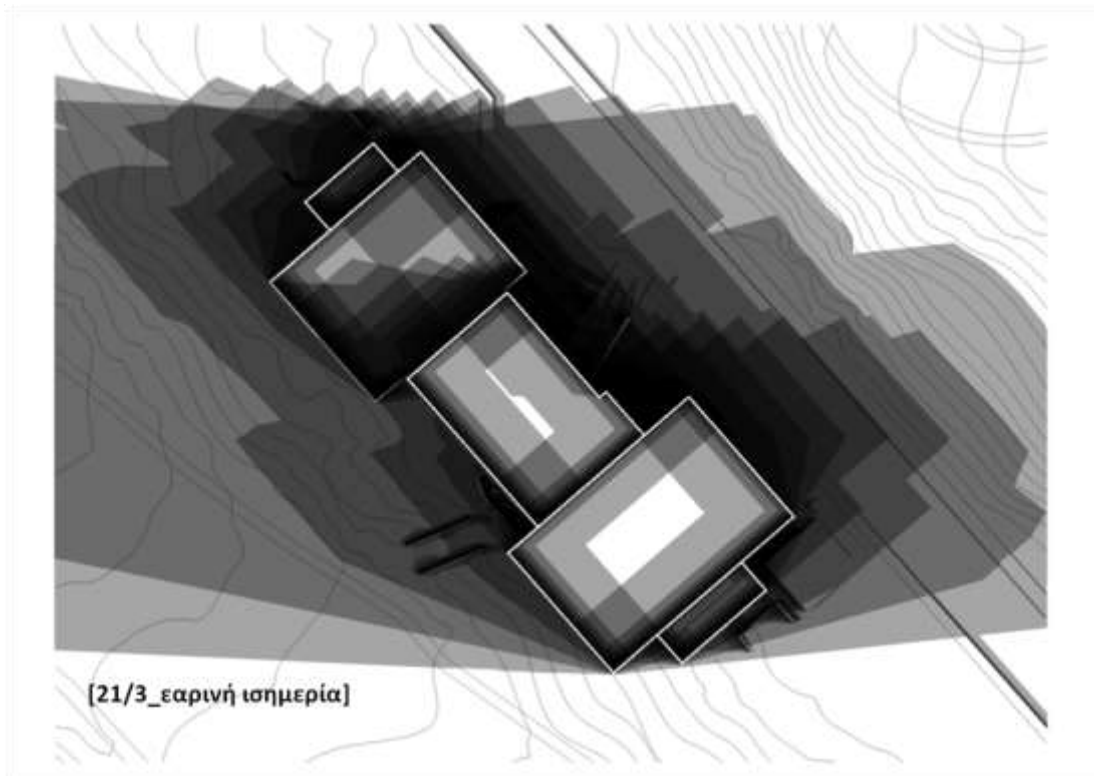
Εικόνα 91: Ηλιακές τροχιές κατά τη διάρκεια του έτους [ΒΑ όψη]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



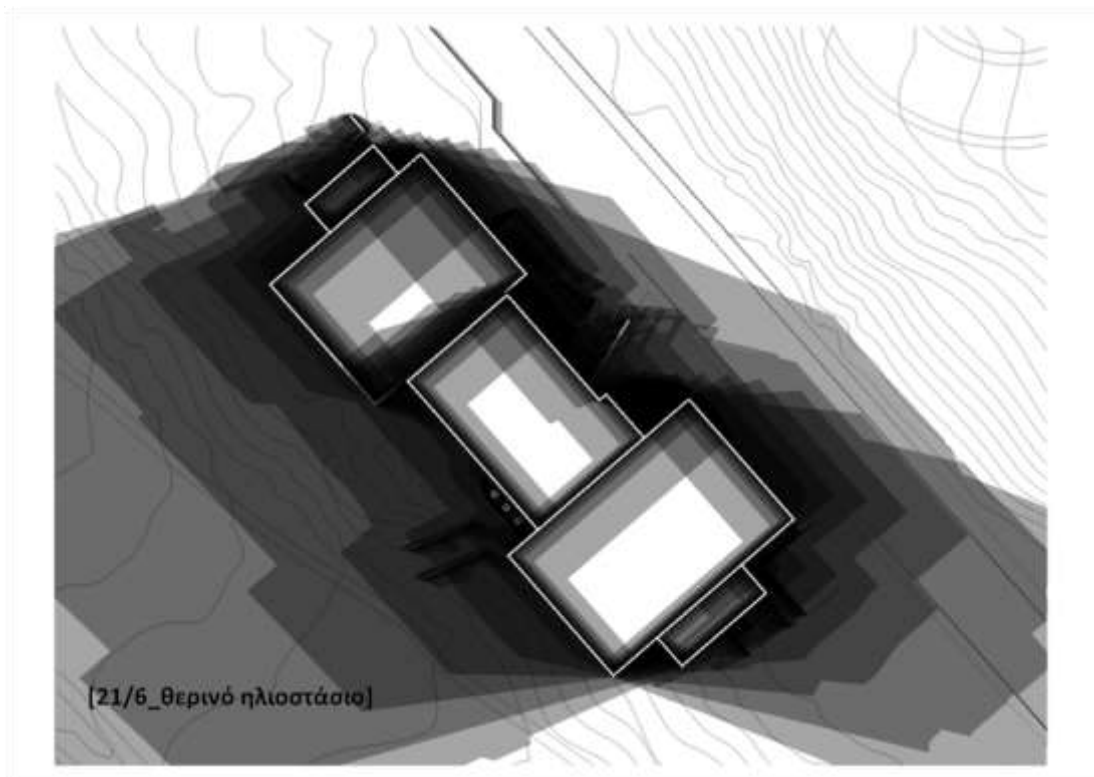
Εικόνα 92: Ηλιακές τροχιές κατά τη διάρκεια του έτους [ΝΔ όψη]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



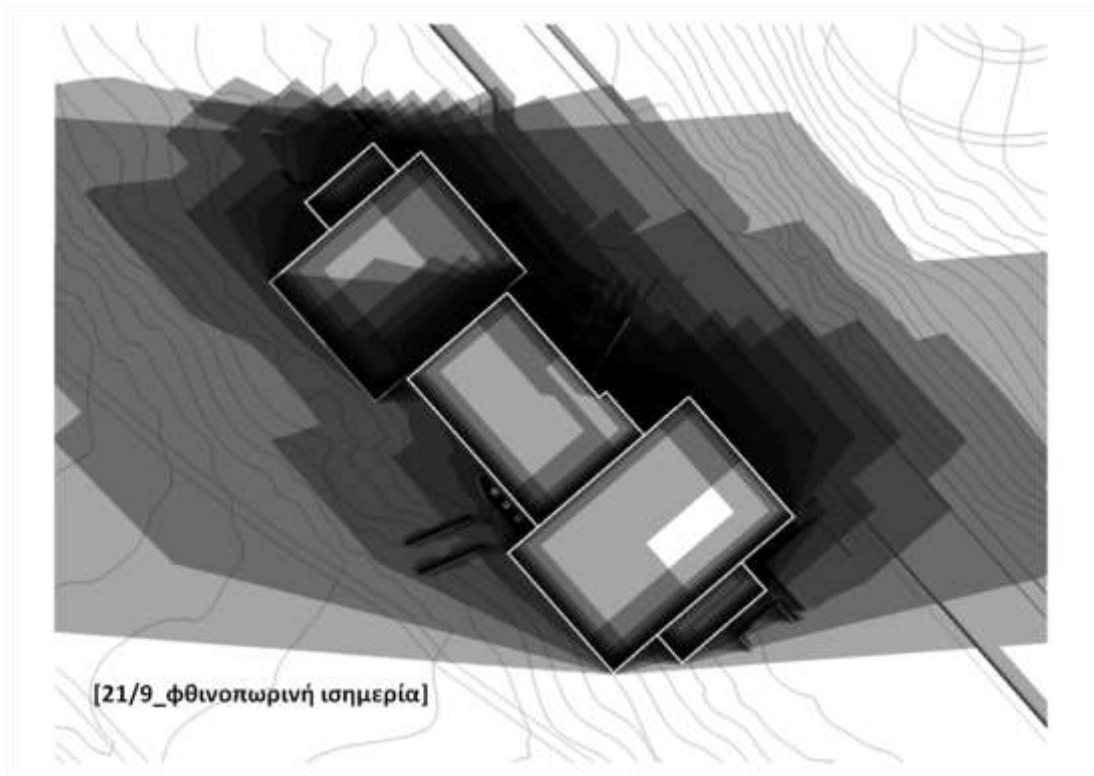
Εικόνα 93: Μελέτη ηλιασμού στις 21/3 [εαρινή ισημερία]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



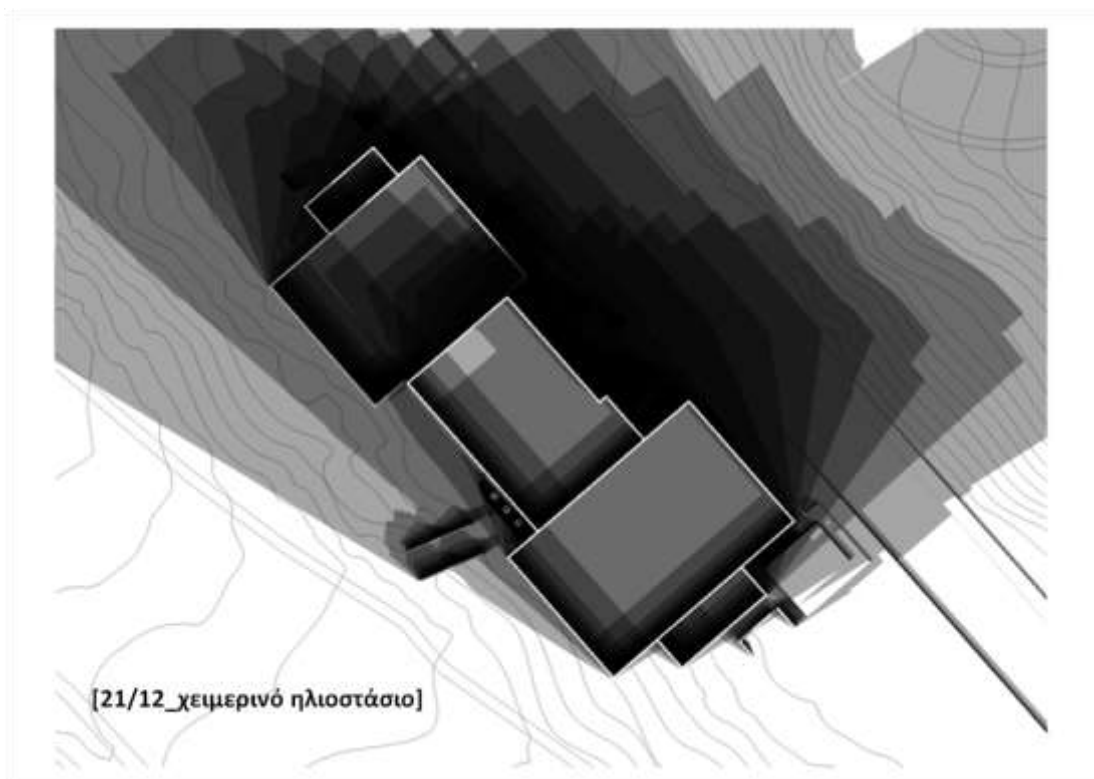
Εικόνα 94: Μελέτη ηλιασμού στις 21/6 [θερινό ηλιοστάσιο]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Εικόνα 95: Μελέτη ηλιασμού στις 21/9 [φθινοπωρινή ισημερία]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Εικόνα 96: Μελέτη ηλιασμού στις 21/12 [χειμερινό ηλιοστάσιο]

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Με βάση τις μελέτες ηλιασμού, στη συνέχεια προσδιορίστηκαν οι ανάγκες ενίσχυσης της ηλιοπροστασίας, σύμφωνα με τις οποίες προτείνονται:

Για την προστασία των ανοιγμάτων του κτηρίου: α) ο επανασχεδιασμός της σκίασης στη ΝΔ όψη (συνδυασμός κατακόρυφων / οριζόντιων σκιάστρων & φύτευσης), β) προσθήκη κατακόρυφων σκιάστρων ή/και φύτευσης στη ΒΑ πλευρά, και γ) προσθήκη συστήματος σκιασμού στον κεντρικό πυρήνα του κτηρίου (εξωτερικά ή/και εσωτερικά).

Οι δυνατότητες βιοκλιματικής συνεισφοράς του κεντρικού πυρήνα στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου έχουν ήδη αναφερθεί στην προηγούμενη ενότητα. Προκειμένου όμως να συμβάλλει ο χώρος αυτός θετικά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, απαιτείται η σκίαση τμήματος του νοτιοδυτικού υαλοπετάσματος, ώστε να περιοριστεί η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία, που έχει ως αποτέλεσμα αφενός την υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου και αφετέρου, την οπτική όχληση λόγω φαινομένων θάμβωσης.

Στην Εικόνα 98 απεικονίζεται ενδεικτικά η μορφή του προτεινόμενου σκιάστρου, το οποίο ακολουθεί τη μορφολογία των υφιστάμενων σκιάστρων της νοτιοδυτικής πλευράς, ώστε να εντάσσεται λειτουργικά και αισθητικά στη συγκεκριμένη όψη. Για τους ίδιους λόγους, η σχεδιάσή του ακολουθεί τον κάναβο του υαλοπετάσματος, ενώ προκειμένου να μην εμποδίζεται ο επιθυμητός ηλιασμός του εσωτερικού χώρου κατά τη χειμερινή περίοδο, καθώς και η απρόσκοπτη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον, το προτεινόμενο σκίαστρο περιορίζεται στο επάνω μέρος του υαλοπετάσματος.

Στην ίδια εικόνα διακρίνονται επίσης τα προτεινόμενα σκιάστρα της αίθουσας διδασκαλίας [001] και των γραφειακών χώρων [001], [002] & [003], στο ισόγειο της νοτιοδυτικής πλευράς του κτηρίου, τα οποία θα αντικαταστήσουν τα εσωτερικά ρολά ηλιοπροστασίας που διαθέτουν οι συγκεκριμένοι χώροι, εξυπηρετώντας ανάγκες δροσισμού και φυσικού αερισμού στον εσωτερικό τους χώρο.

Η ανάγκη περαιτέρω σκίασης του εσωτερικού χώρου, λόγω του σύνθετου προσανατολισμού, καλύπτεται μέσω της προτεινόμενης φύτευσης του περιβάλλοντος χώρου.



Εικόνα 97: Η νοτιοδυτική όψη του κτηρίου όπως είναι σήμερα

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Εικόνα 98: Τα προτεινόμενα σκίαστρα για τον κεντρικό πυρήνα-ηλιακό χώρο, για την αίθουσα διδασκαλίας [001] και για τους γραφειακούς χώρους [001], [002] & [003] στο ισόγειο της νοτιοδυτικής πλευράς του κτηρίου

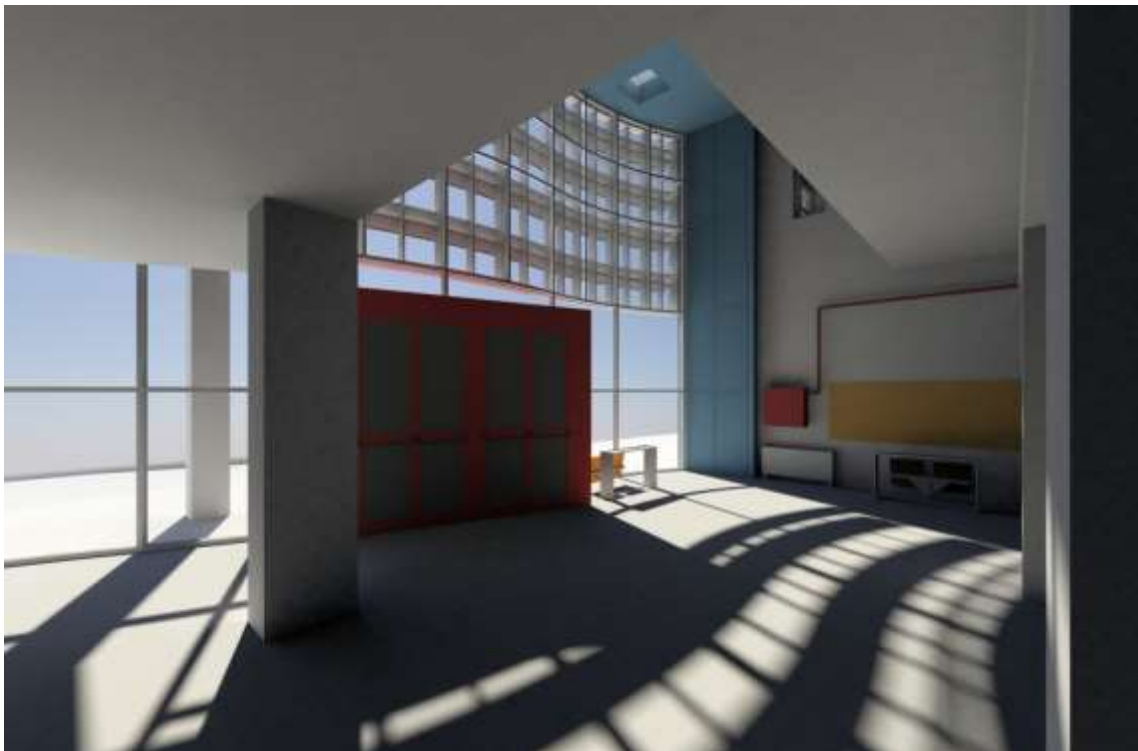
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Στις εικόνες που ακολουθούν απεικονίζεται η προσομοίωση του ηλιασμού του εσωτερικού χώρου του κεντρικού πυρήνα του κτηρίου στις 21/4 και ώρα 15:30, πριν και μετά την προσθήκη του προτεινόμενου σκίαστρου. Όπως διαπιστώνεται από την Εικόνα 100, μετά την προσθήκη της ηλιοπροστατευτικής διάταξης, παρατηρείται σημαντική μείωση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας.



**Εικόνα 99: Προσομοίωση του ηλιασμού του κεντρικού πυρήνα στις 21/4 (ώρα 15:30),
όπως είναι σήμερα**

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



**Εικόνα 100: Προσομοίωση του ηλιασμού του κεντρικού πυρήνα στις 21/4 (ώρα 15:30),
μετά την προσθήκη του προτεινόμενου σκιάστρου**

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

[350]

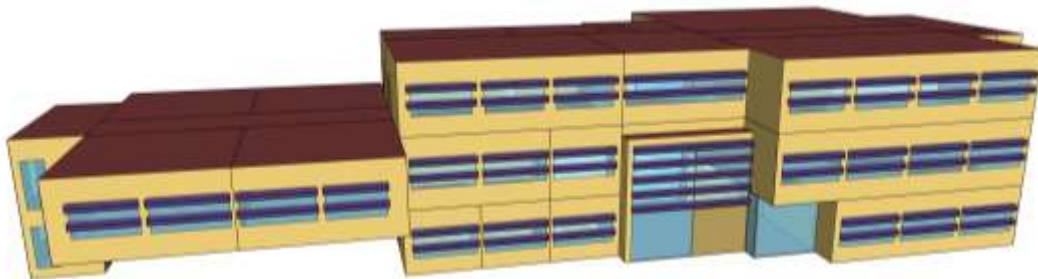
➤ **ενεργειακή προσομοίωση**

Για τις ανάγκες προσομοίωσης της συγκεκριμένης πρότασης, απαιτείται ο σχεδιασμός των σκιάστρων στο αρχικό τρισδιάστατο μοντέλο του κτηρίου ως new shading groups, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 101 & Εικόνα 102).



Εικόνα 101: ΝΔ άποψη του αρχικού τρισδιάστατου μοντέλου προσομοίωσης

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Εικόνα 102: ΝΔ άποψη του τρισδιάστατου μοντέλου προσομοίωσης με τα προτεινόμενα σκιάστρα

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

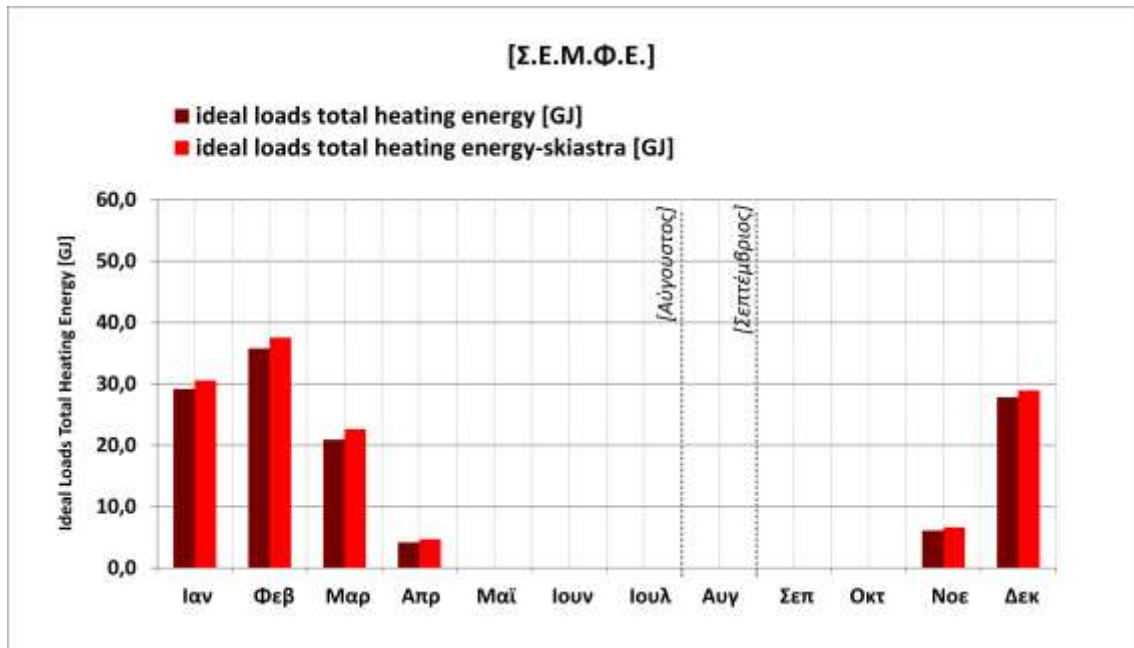
➤ **[αποτελέσματα]:**

Όσον αφορά το σύνολο του κτηρίου, οι συνολικές ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση που υπολογίστηκαν μέσω της προσομοίωσης, μετά την προσθήκη των εξωτερικών ηλιοπροστατευτικών διατάξεων στους συγκεκριμένους χώρους, ανέρχονται σε 131,1GJ, σημειώνοντας αύξηση κατά 5,72% σε σχέση με τις αντίστοιχες ενεργειακές ανάγκες πριν τη συγκεκριμένη επέμβαση, ενώ τα φορτία ψύξης ανέρχονται σε 146,4GJ, σημειώνοντας μείωση κατά 9,03%. Συνολικά, το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. εμφανίζει συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη κατά 2,61% (Πίνακας 94), μετά την εφαρμογή της συγκεκριμένης πρότασης.

Αναφορικά με τους επιμέρους χώρους του κτηρίου, στα διαγράμματα που ακολουθούν αποτυπώνονται οι ημερήσιες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, που υπολογίστηκαν πριν και μετά την εφαρμογή της συγκεκριμένης πρότασης, για κάθε μία από τις θερμικές ζώνες στις οποίες προτείνεται η προσθήκη των σκιάστρων, προκειμένου να διαπιστωθούν τυχόν διαφοροποιήσεις στα συγκεκριμένα μεγέθη. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η διαφοροποίηση τόσο των θερμικών κερδών όσο και των απωλειών λόγω των παραθύρων, καθώς η προσθήκη των σκιάστρων επηρεάζει σημαντικά τον ηλιασμό των συγκεκριμένων ανοιγμάτων. Για τον σκοπό αυτό, στη συνέχεια παρατίθενται τα διαγράμματα με τις τιμές των θερμικά κερδών και των απωλειών λόγω παραθύρων, ανηγμένες στην συνολική επιφάνεια των παραθύρων (MJ/m²) που διαθέτει κάθε χώρος. Τέλος, για κάθε χώρο παρουσιάζονται οι ενεργειακές ανάγκες σε θέρμανση και ψύξη, πριν και μετά την εφαρμογή του μέτρου, μετά την αναγωγή τους στη συνολική επιφάνεια κάθε χώρου (MJ/m²).

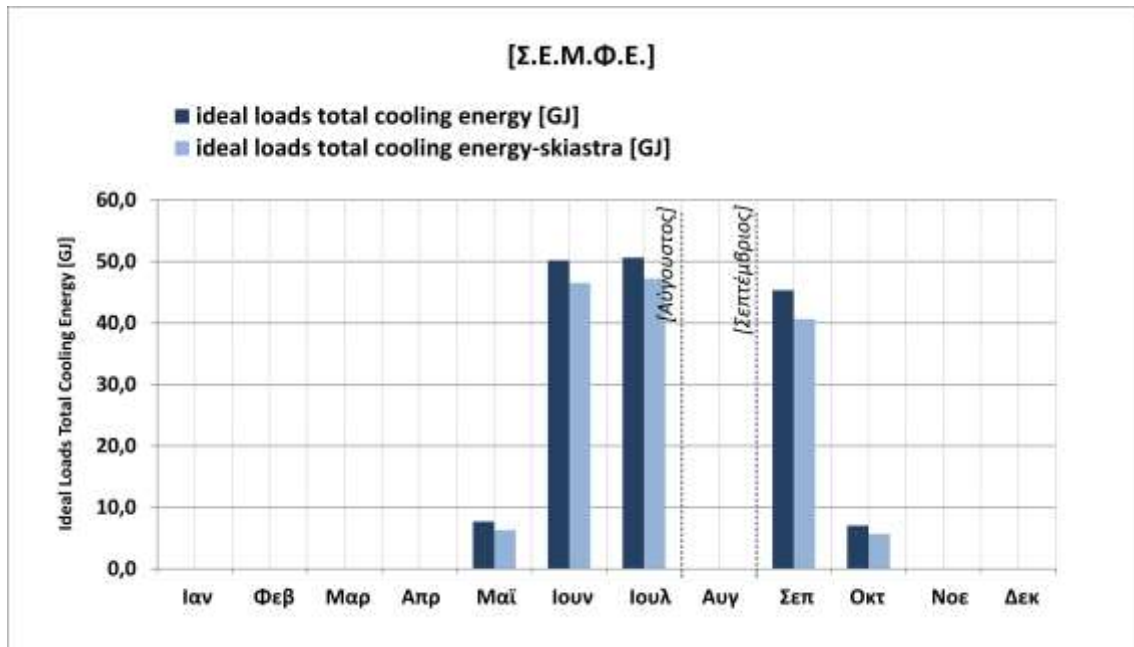
Όπως και για το σύνολο του κτηρίου, έτσι και για τους συγκεκριμένους χώρους, προκύπτει ότι η μείωση της εισερχόμενης ακτινοβολίας μέσω των εξωτερικών ανοιγμάτων, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση και τη μείωση των αντίστοιχων φορτίων ψύξης, με τη συγκεκριμένη πρόταση να οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση, προστατεύοντας, παράλληλα, τους εσωτερικούς χώρους από φαινόμενα θάμβωσης, θερμικής δυσφορίας ή/και υπερθέρμανσης.

➤ [Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.]:



Διάγραμμα 261: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη των εξωτερικών σκιάστρων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 262: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη των εξωτερικών σκιάστρων

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 93: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη των εξωτερικών σκιάστρων

Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.-σκίαστρα	Μήνας	ideal loads total heating energy [GJ]	ideal loads total heating energy-skياstra [GJ]	Διαφορά [GJ]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	29,18	30,6	-1,40	-4,8%
	Φεβρουάριος	35,79	37,6	-1,77	-4,9%
	Μάρτιος	20,93	22,6	-1,71	-8,2%
	Απρίλιος	4,16	4,7	-0,56	-13,4%
	Μάιος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Ιούνιος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Ιούλιος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Οκτώβριος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Νοέμβριος	6,10	6,6	-0,53	-8,7%
	Δεκέμβριος	27,83	29,0	-1,13	-4,1%
	σύνολο:	123,98	131,1	διαφορά με σκίαστρα: -7,10 GJ	

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Πίνακας 94: Συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του νέου κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη των εξωτερικών σκιάστρων

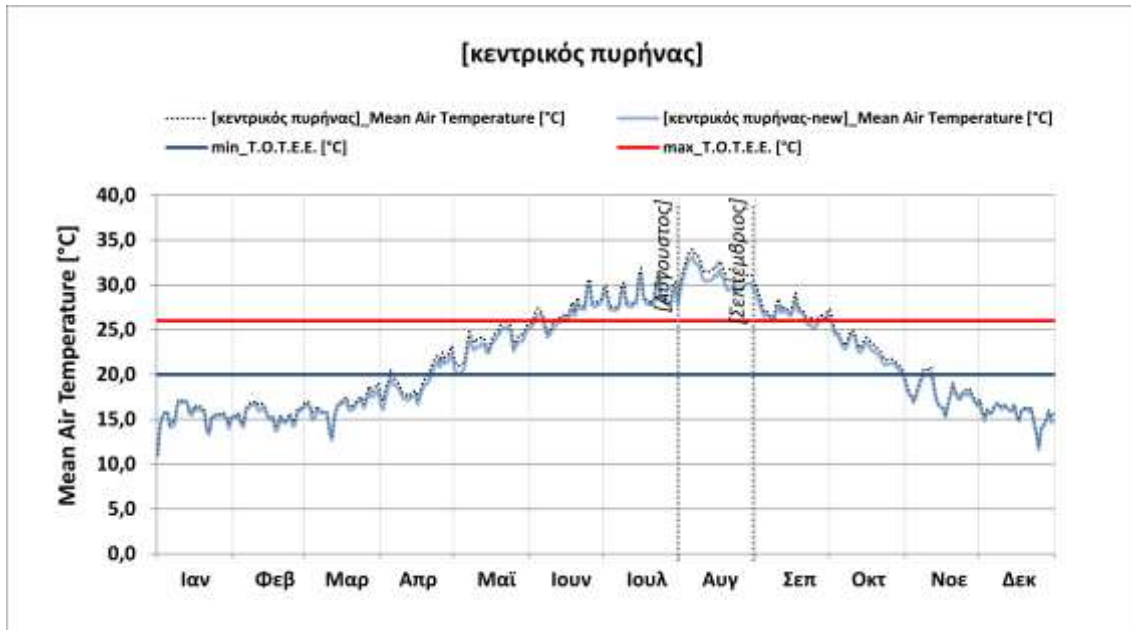
Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.-σκίαστρα	Μήνας	ideal loads total cooling energy [GJ]	ideal loads total cooling energy-skياstra [GJ]	Διαφορά [GJ]	Ποσοστό μείωσης
	Ιανουάριος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Φεβρουάριος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Μάρτιος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Απρίλιος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Μάιος	7,72	6,3	1,41	18,2%
	Ιούνιος	50,21	46,5	3,67	7,3%
	Ιούλιος	50,64	47,2	3,40	6,7%
	Αύγουστος	-	-	-	-
	Σεπτέμβριος	45,34	40,7	4,68	10,3%
	Οκτώβριος	7,06	5,7	1,39	19,6%
	Νοέμβριος	0,00	0,0	0,00	0,00
	Δεκέμβριος	0,00	0,0	0,00	0,00
	σύνολο:	160,97	146,4	διαφορά με σκίαστρα: 14,54 GJ	

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

[Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.-new [GJ]:

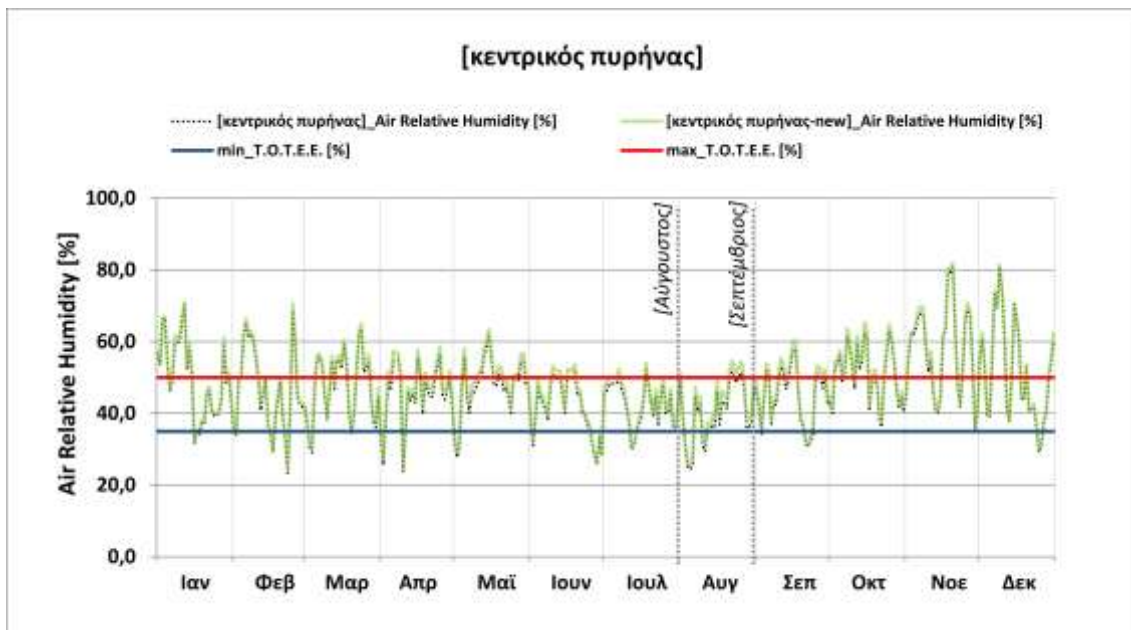
εξοικονόμηση με σκίαστρα:	7,44 GJ	2,61%
--------------------------------------	----------------	--------------

- **[κεντρικός πυρήνας]:**



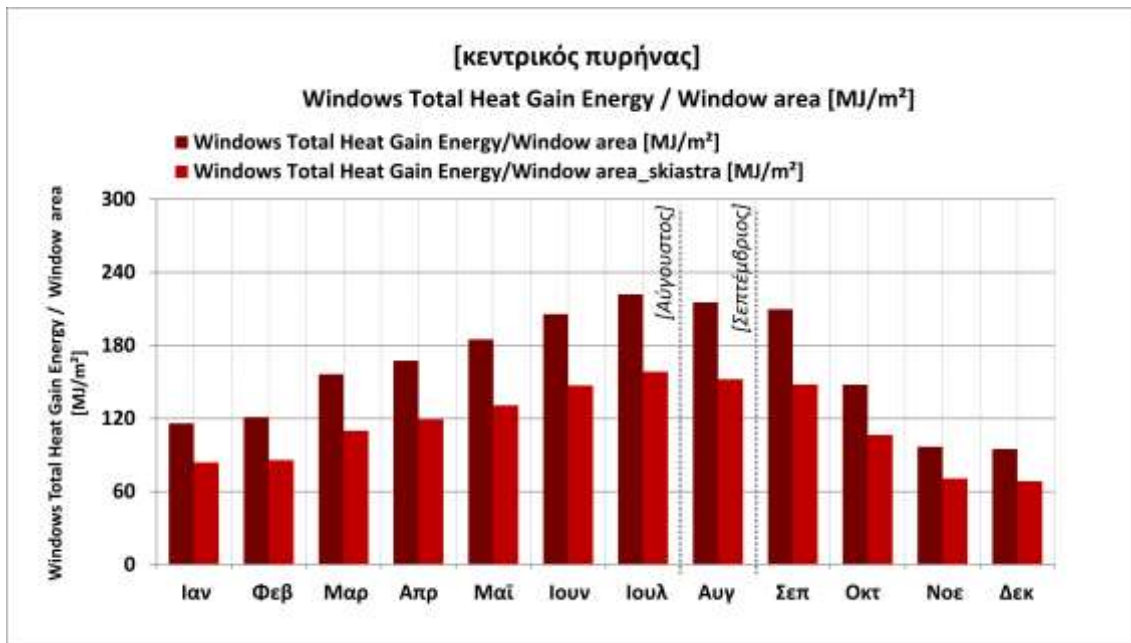
Διάγραμμα 263: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

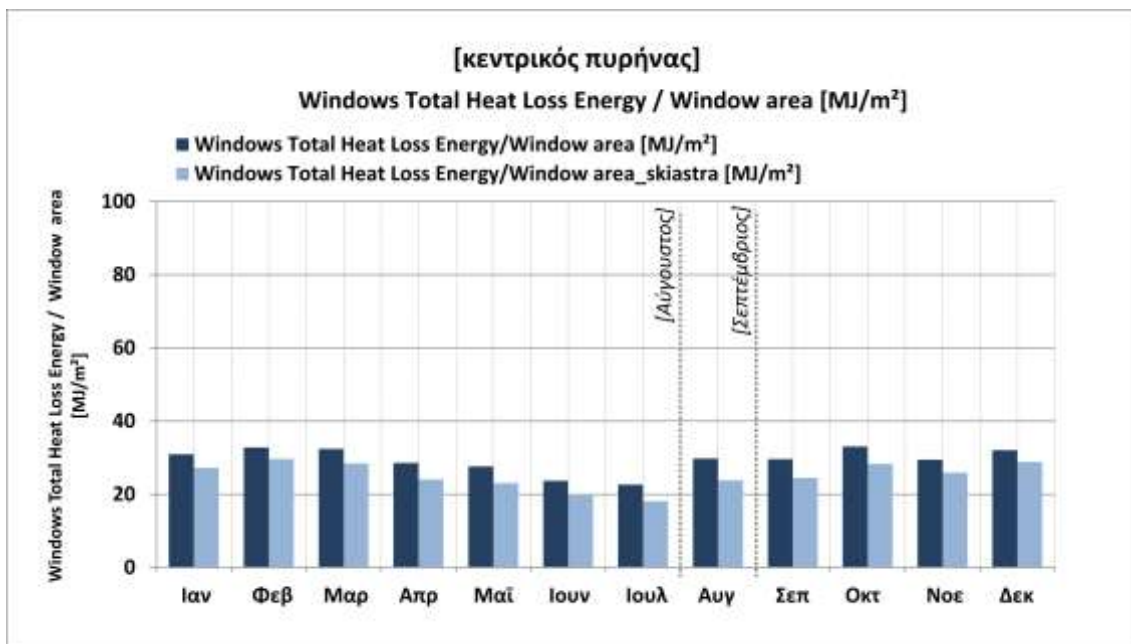


Διάγραμμα 264: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

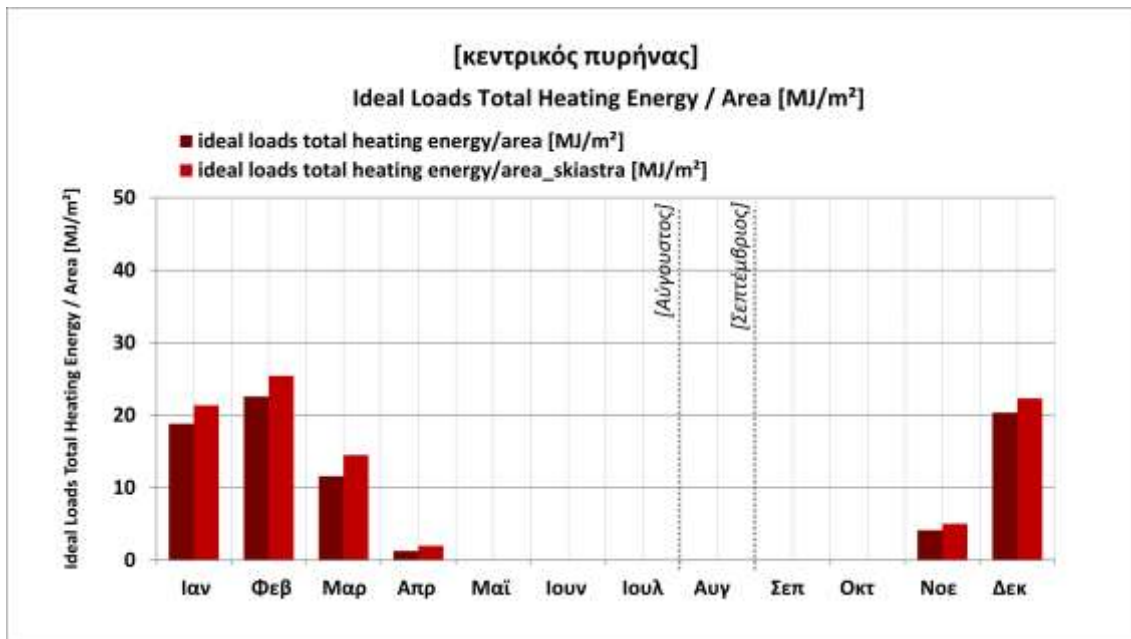
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 265: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία

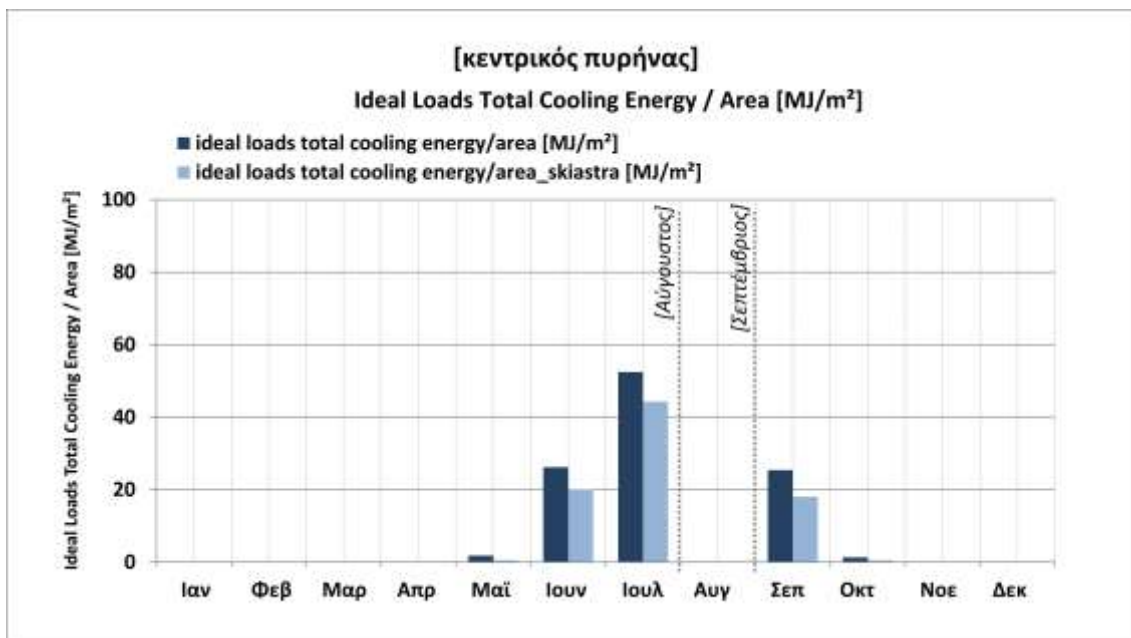


Διάγραμμα 266: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στον κεντρικό πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου
 Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 267: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του κεντρικού πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

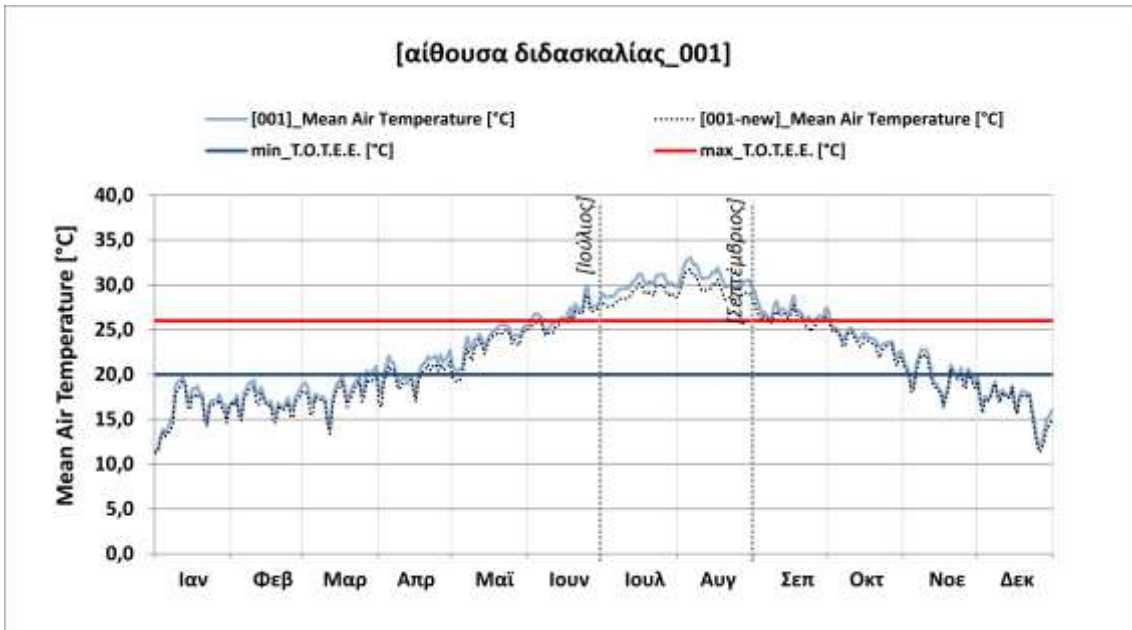
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 268: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του κεντρικού πυρήνα κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

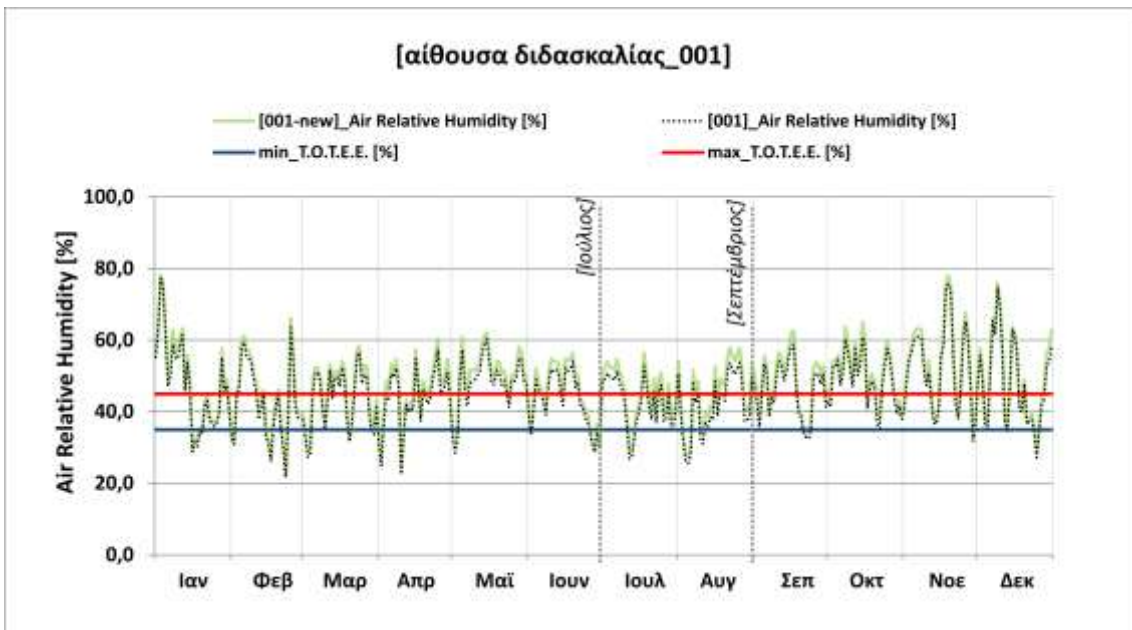
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [αίθουσα διδασκαλίας_001]:



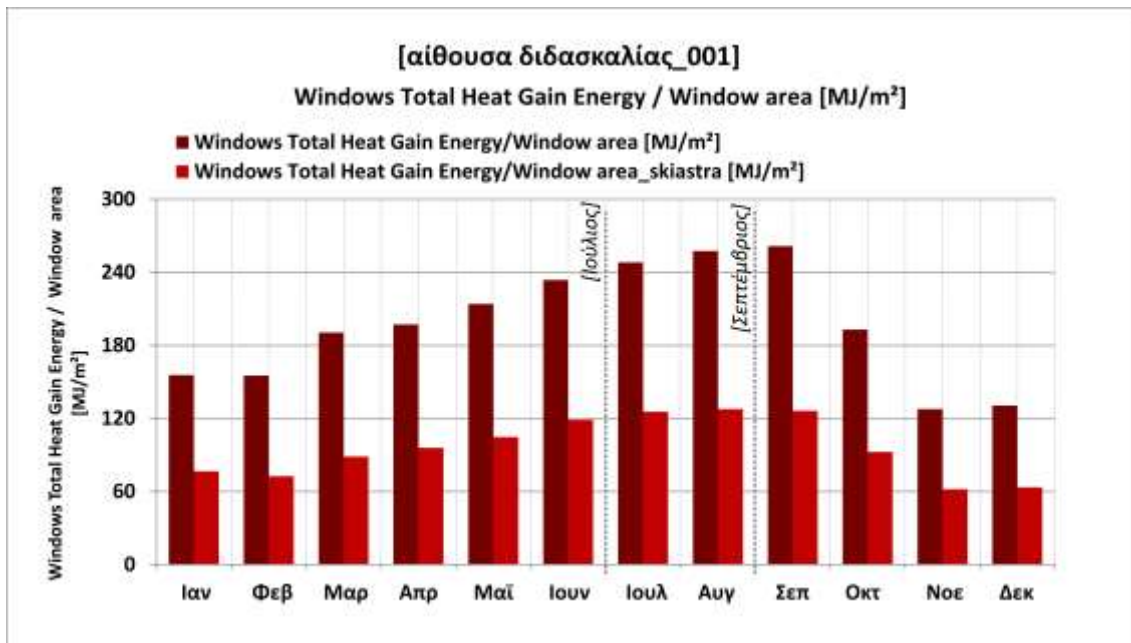
Διάγραμμα 269: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



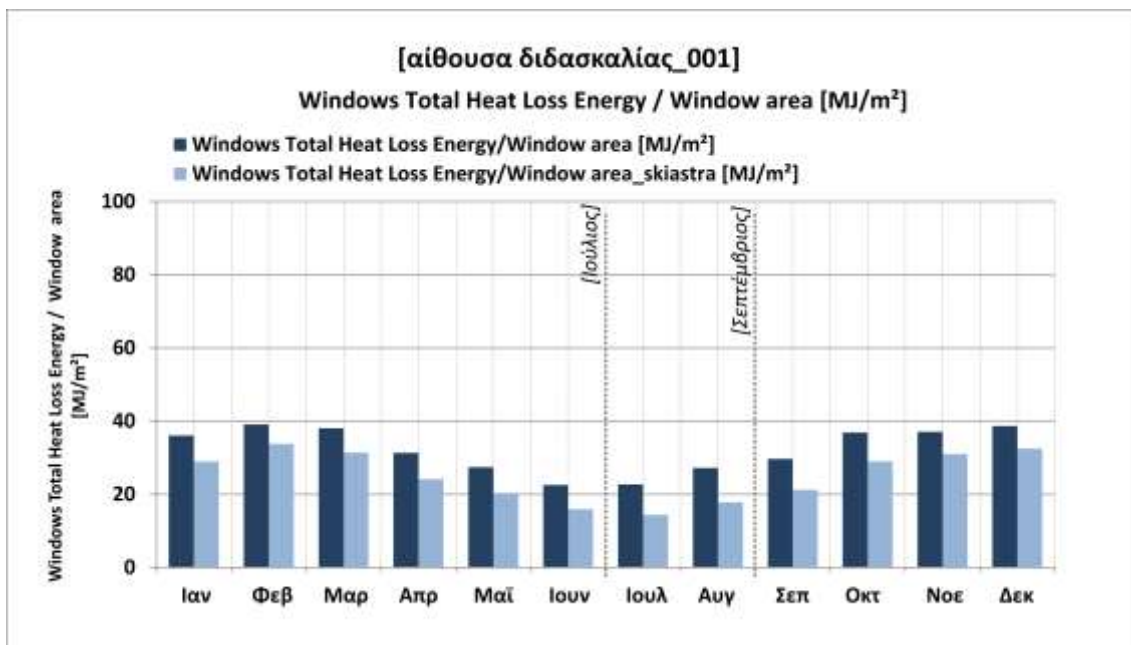
Διάγραμμα 270: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



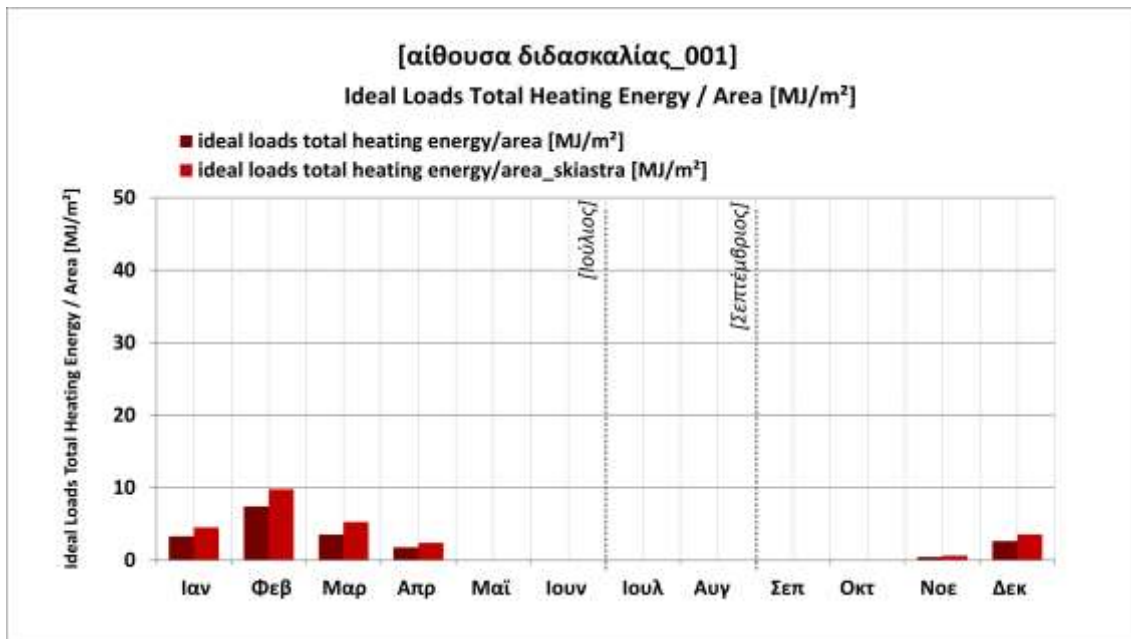
Διάγραμμα 271: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



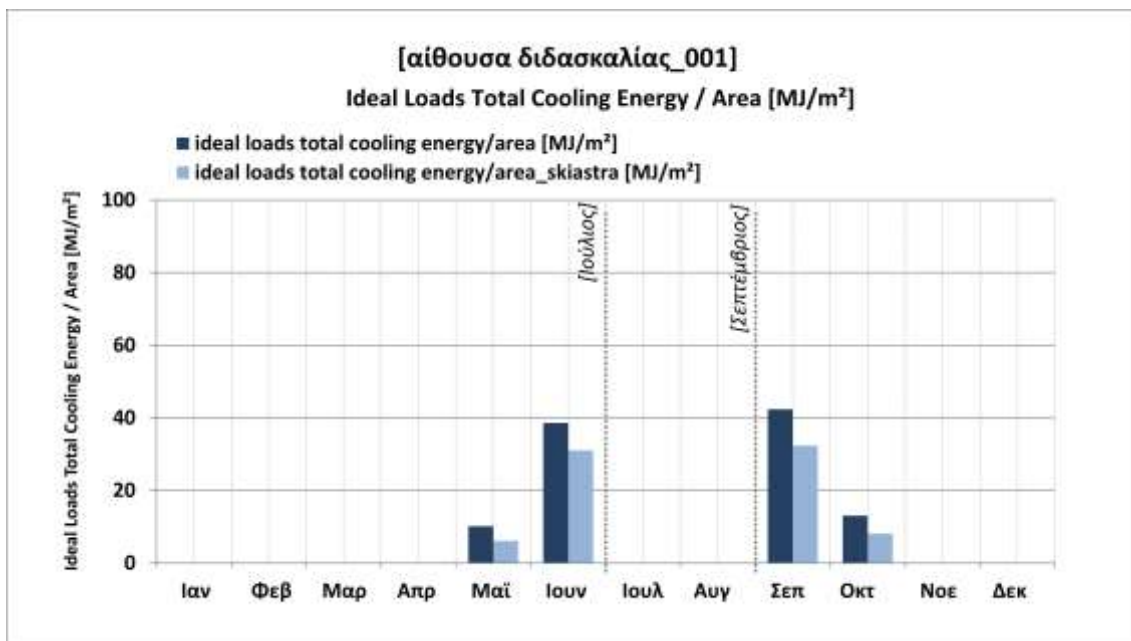
Διάγραμμα 272: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στην αίθουσα διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 273: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση της αίθουσας διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

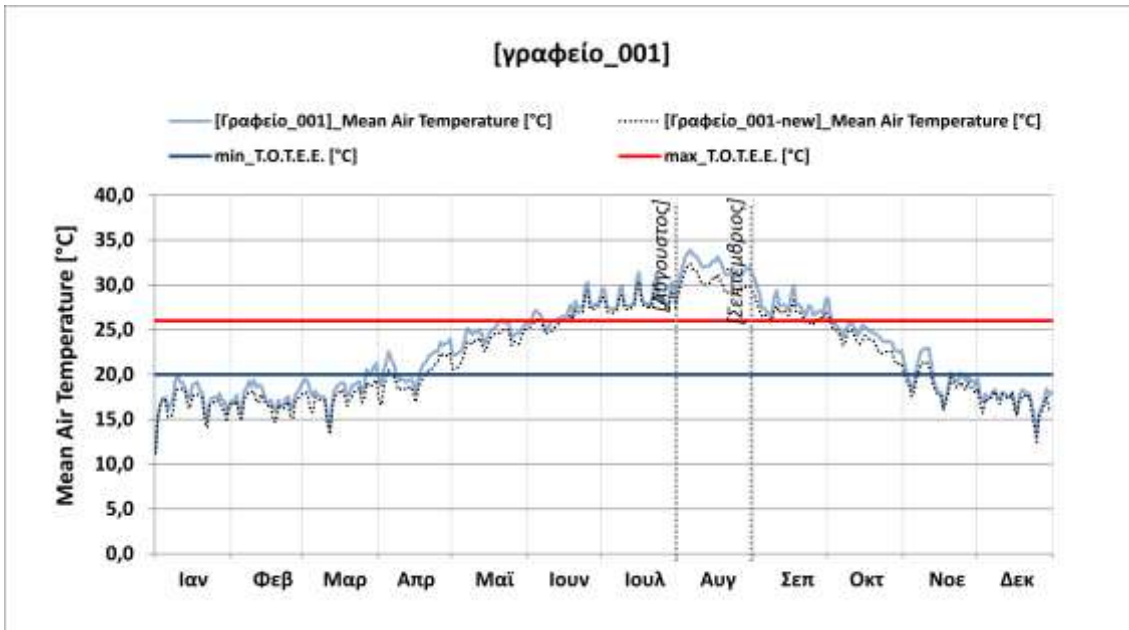
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 274: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη της αίθουσας διδασκαλίας [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

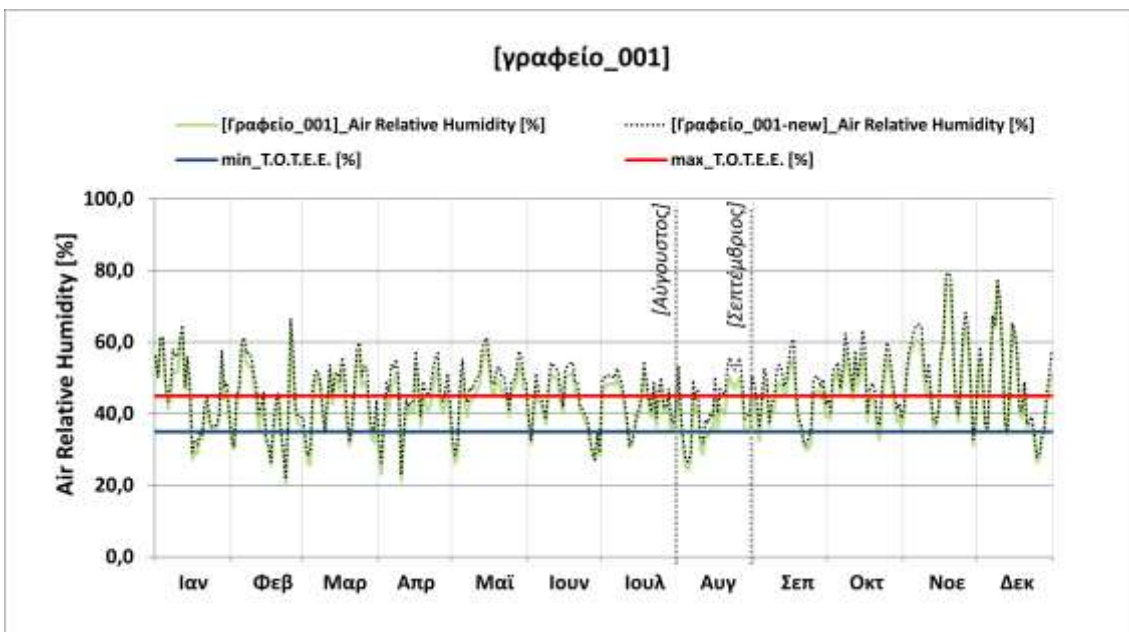
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [γραφείο 001]:



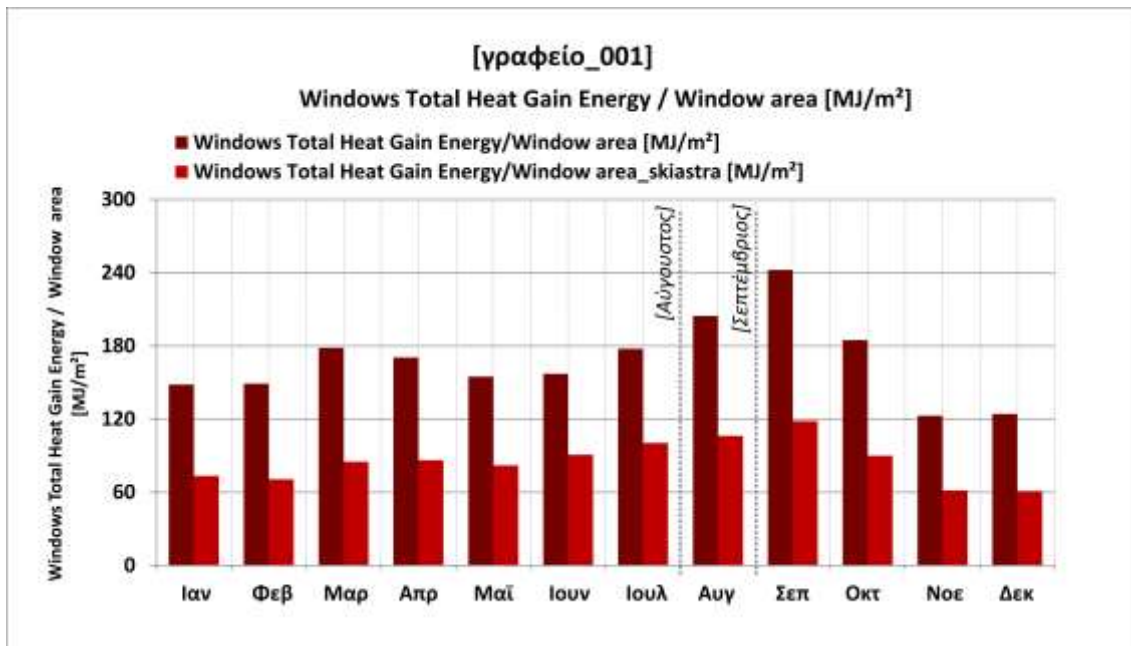
Διάγραμμα 275: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



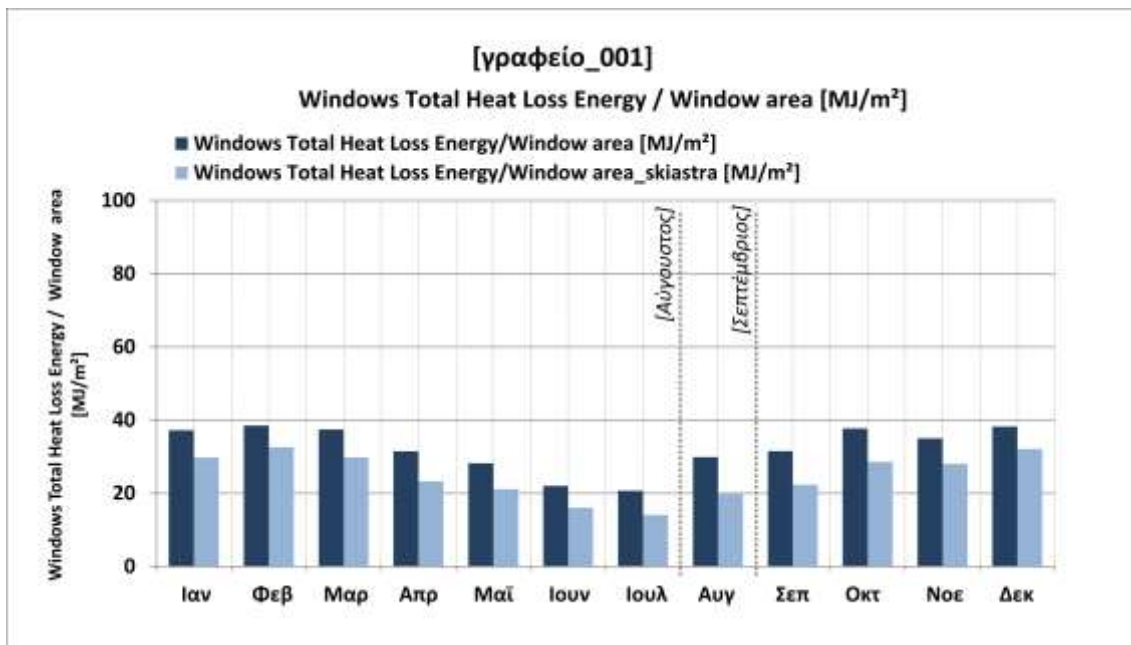
Διάγραμμα 276: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



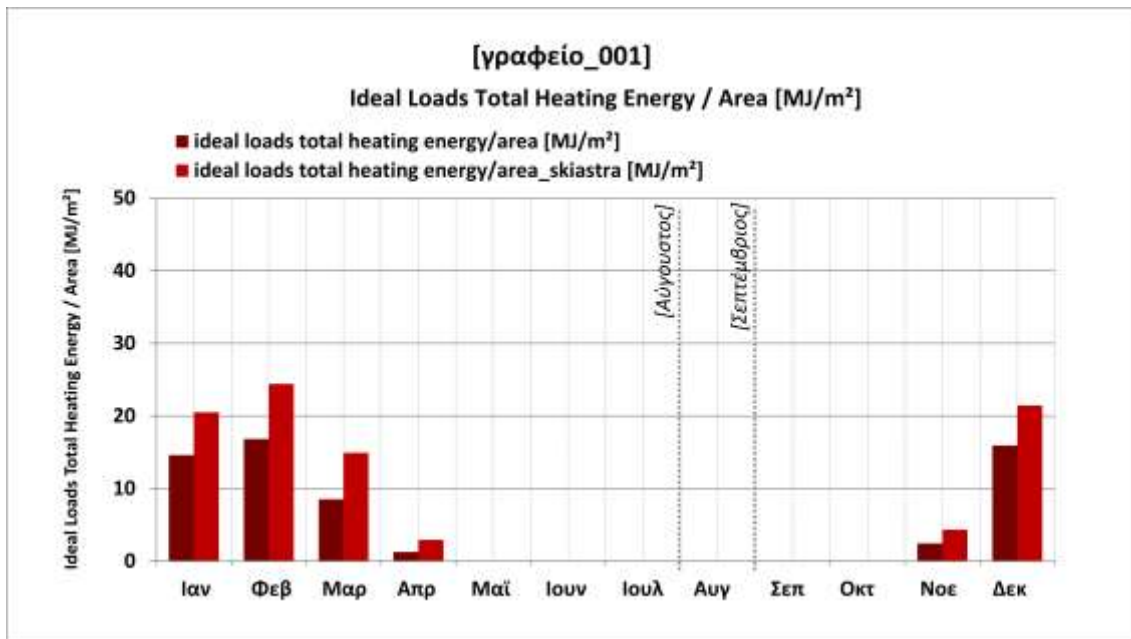
Διάγραμμα 277: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



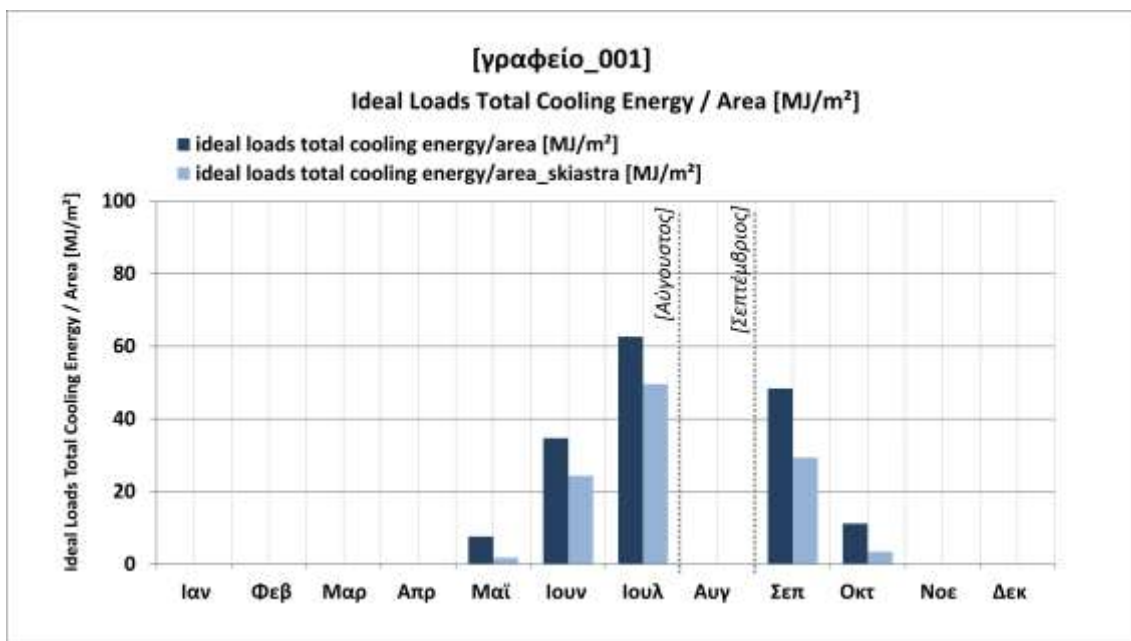
Διάγραμμα 278: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στο γραφείο [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 279: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του γραφείου [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

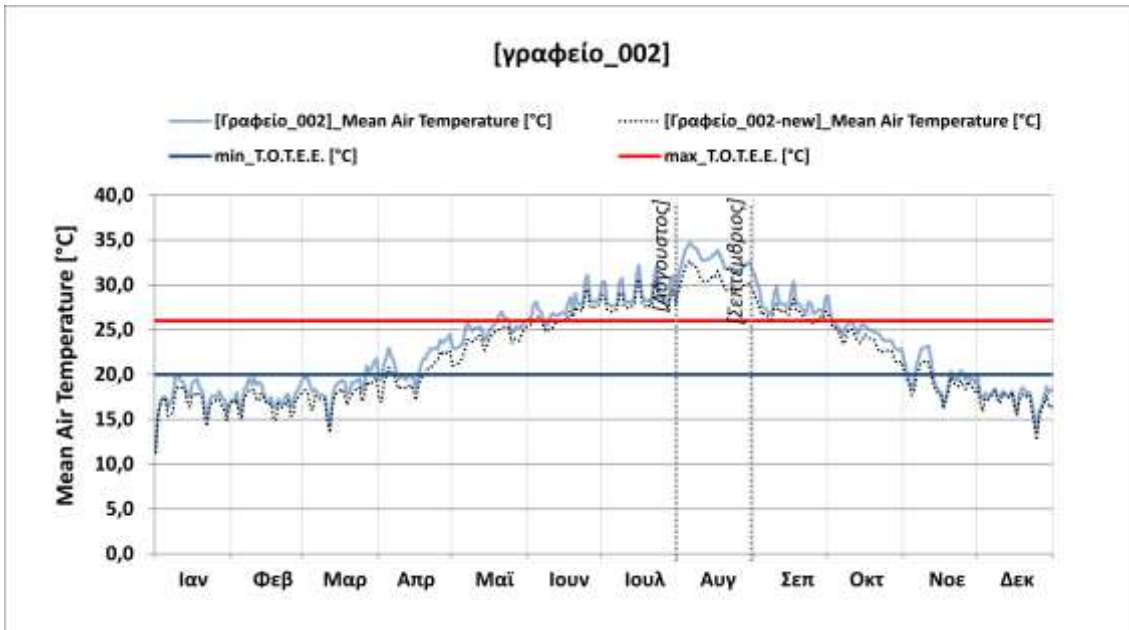
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 280: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του γραφείου [001] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

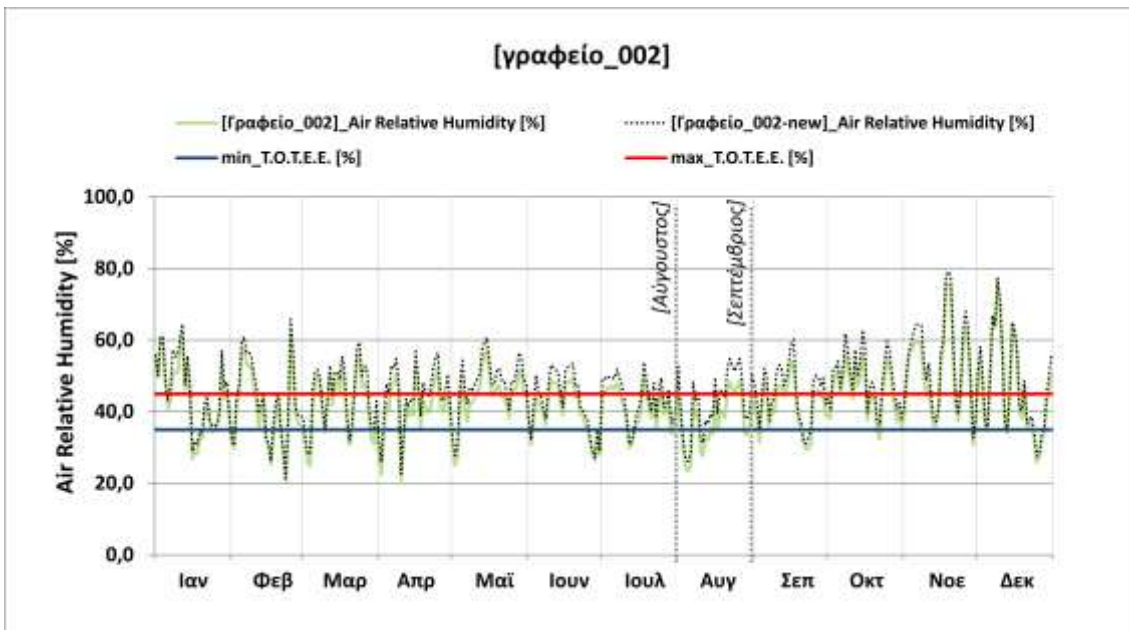
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [γραφείο 002]:



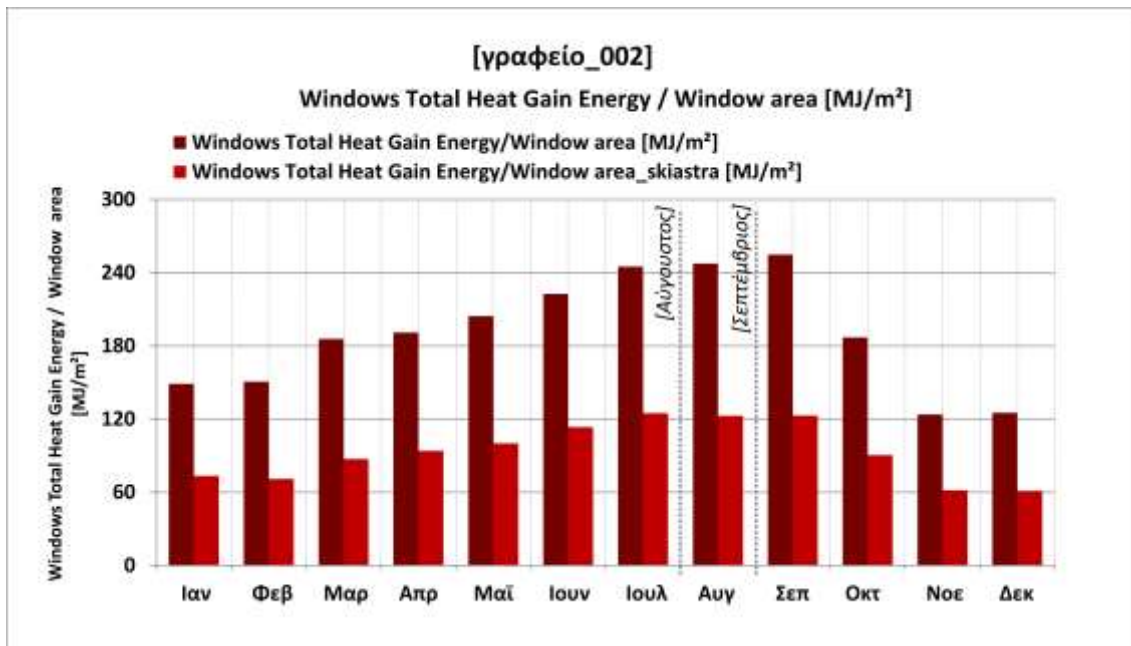
Διάγραμμα 281: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



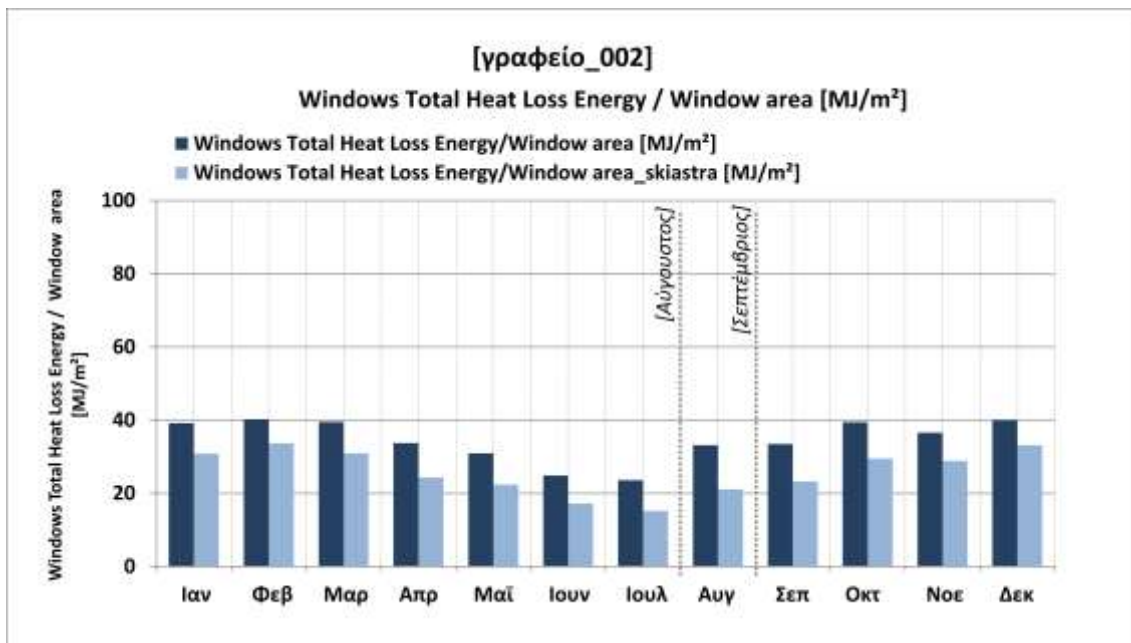
Διάγραμμα 282: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



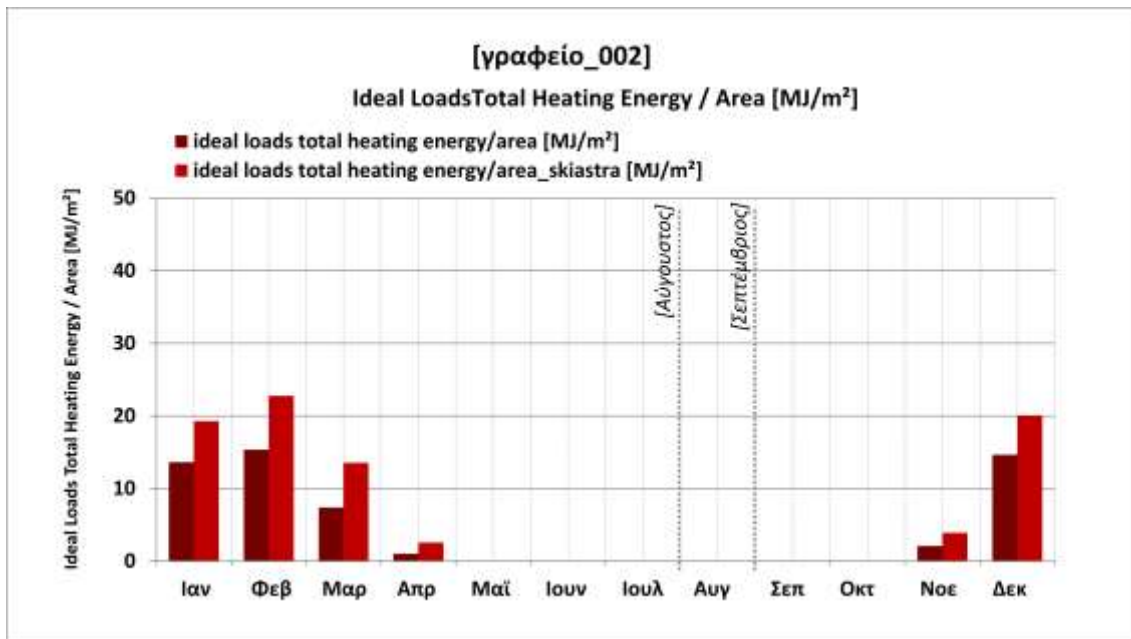
Διάγραμμα 283: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



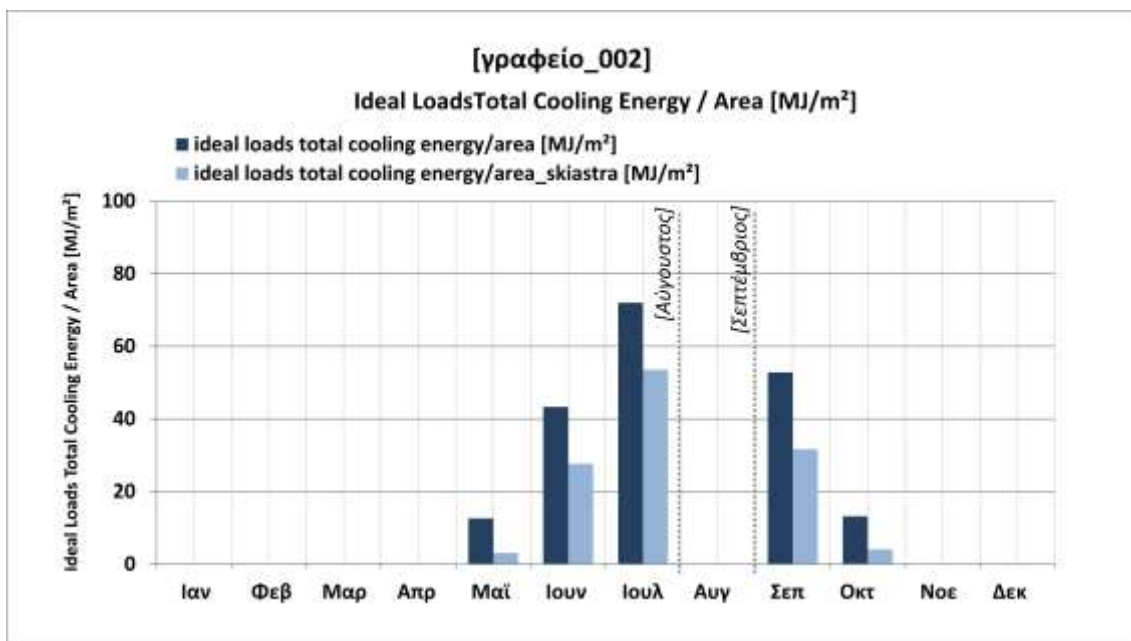
Διάγραμμα 284: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στο γραφείο [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 285: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του γραφείου [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

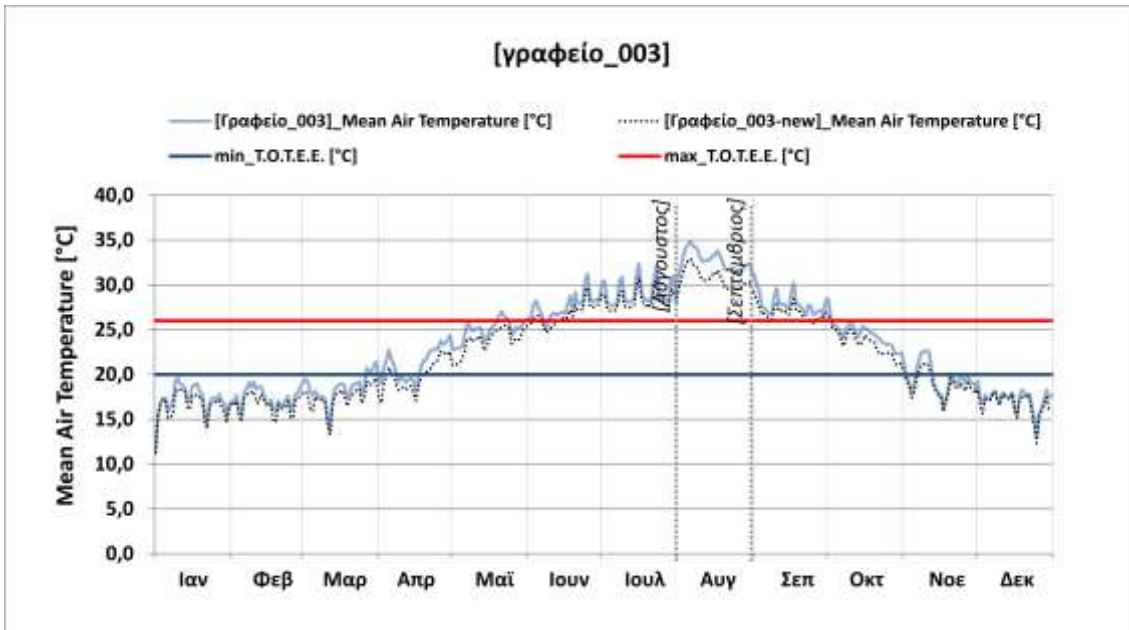
Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 286: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του γραφείου [002] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

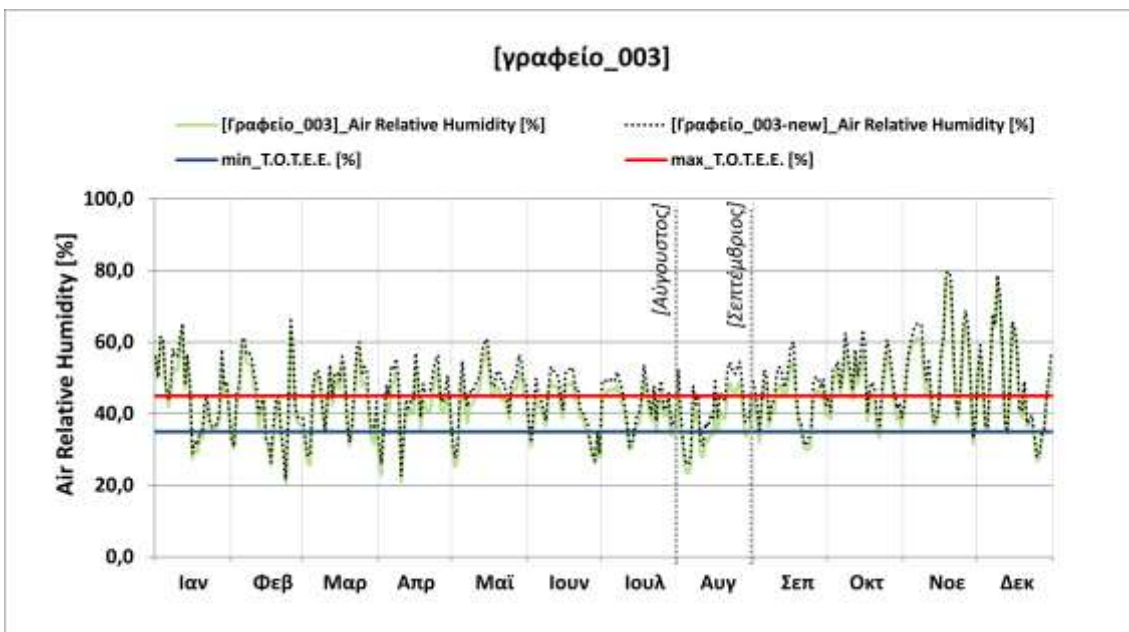
Πηγή: Ίδια επεξεργασία

- [γραφείο 003]:



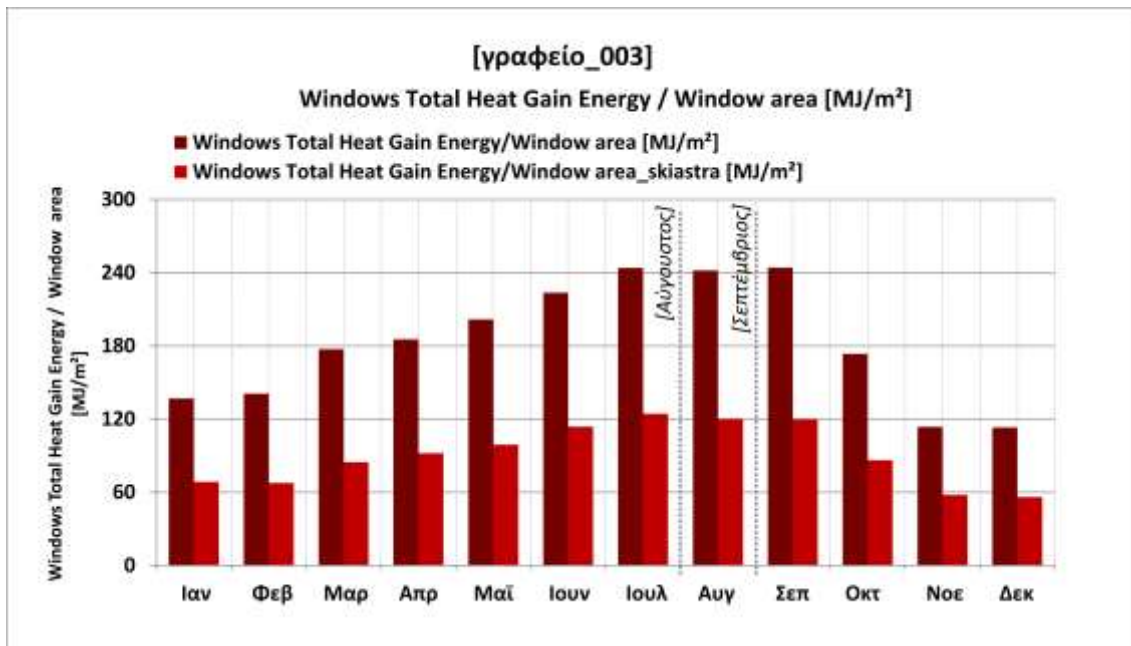
Διάγραμμα 287: Ημερήσιες τιμές μέσης θερμοκρασίας του αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



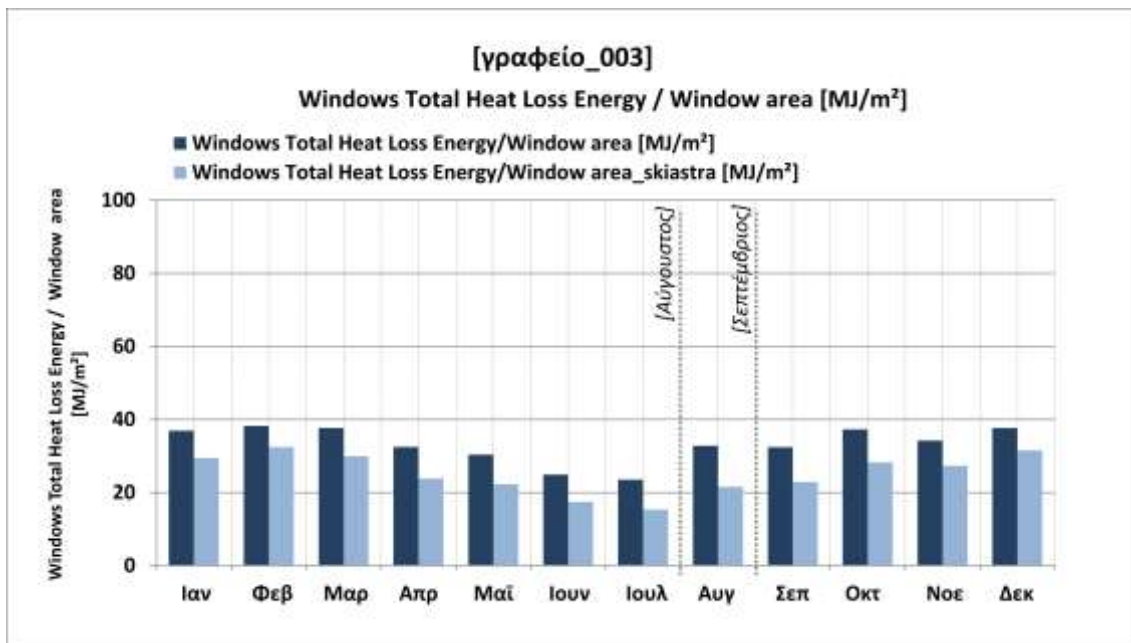
Διάγραμμα 288: Ημερήσιες τιμές της σχετικής υγρασίας του αέρα στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



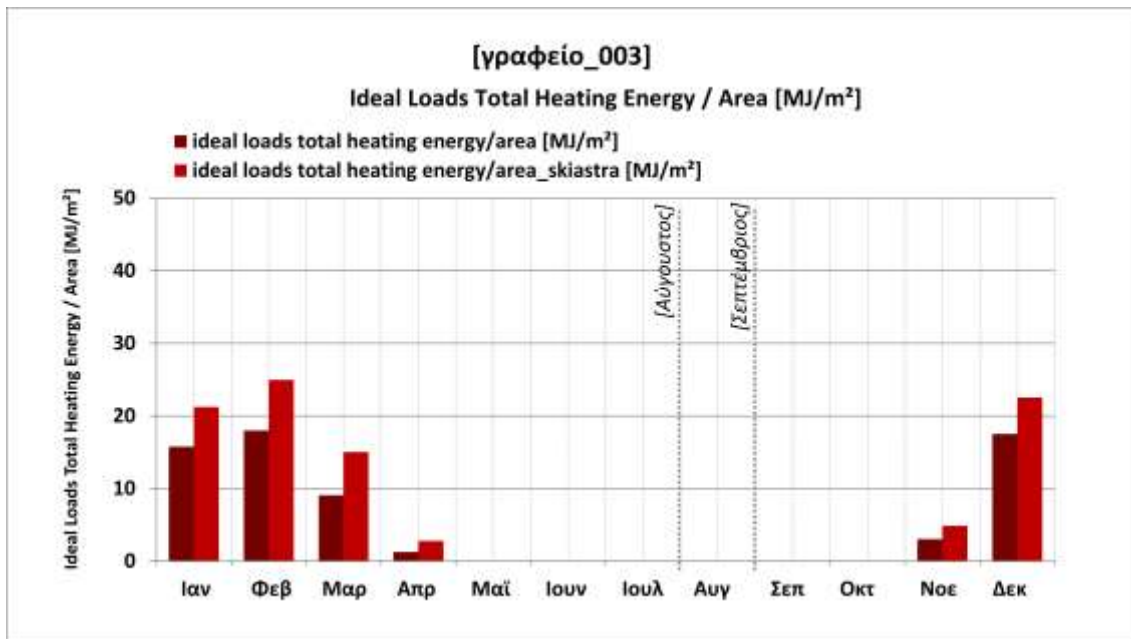
Διάγραμμα 289: Θερμικά κέρδη λόγω παραθύρων στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



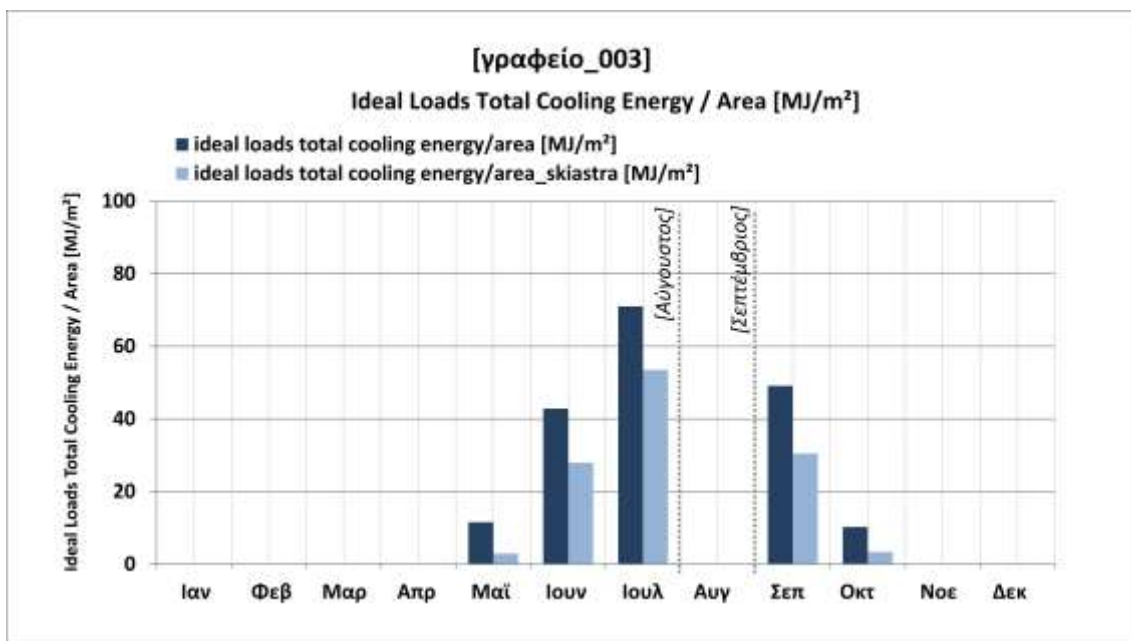
Διάγραμμα 290: Θερμικές απώλειες λόγω παραθύρων στο γραφείο [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 291: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του γραφείου [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία



Διάγραμμα 292: Ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη του γραφείου [003] κατά τη διάρκεια του έτους, πριν & μετά την προσθήκη του εξωτερικού σκιάστρου

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Ανεμοπροστασία

Προτείνεται η φύτευση της βορειοανατολικής και βορειοδυτικής πλευράς του περιβάλλοντος χώρου του κτηρίου με αειθαλή βλάστηση, ώστε να προστατευθεί το κτήριο από τους κρύους βορινούς ανέμους που επικρατούν κατά τη χειμερινή περίοδο.

Όσον αφορά τη βορειοανατολική πλευρά του κτηρίου, και ειδικότερα, την αίθουσα διδασκαλίας [103], οι αναλογίες της σε σχέση με τη θέση και τις διαστάσεις των ανοιγμάτων που διαθέτει, δεν επιτρέπουν την αξιοποίηση του φυσικού φωτός, προκειμένου να καλυφθούν οι απαιτήσεις οπτικής άνεσης, οι οποίες είναι ιδιαίτερα υψηλές, καθώς πρόκειται για χώρο διδασκαλίας. Συνεπώς, η φύτευση της βορειοανατολικής πλευράς με αειθαλή βλάστηση δεν επηρεάζει την ενεργειακή κατανάλωση σε ό,τι αφορά τον τεχνητό φωτισμό, καθώς η χρήση του είναι επιβεβλημένη καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας της εν λόγω αίθουσας, εξαλείφοντας την όποια δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας (Εικόνα 103).



Εικόνα 103: Τομή_ενδεικτική φύτευση της βορειοανατολικής πλευράς για προστασία από τον άνεμο

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Οπτική άνεση

Για τη βελτίωση της οπτικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου προτείνεται η **α) αντικατάσταση των εσωτερικών αδιαφανών θυρών**, οι οποίες απομονώνουν τους άξονες κίνησης από τους υπόλοιπους χώρους του κτηρίου, **με φωτοδιαπερατές**, καθώς όπως διαπιστώθηκε από τις επιτόπιες επισκέψεις στο κτήριο και από τις μετρήσεις των επιπέδων φυσικού φωτισμού με τον ειδικό εξοπλισμό, παρατηρούνται ιδιαίτερα χαμηλές τιμές κοντά στις θύρες, σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα φυσικού φωτισμού όσο απομακρύνεται κανείς από αυτές.



Εικόνα 104: Αποψη του εσωτερικού διαδρόμου κίνησης στη νοτιανατολική πτέρυγα του επιπέδου I

Πηγή: προσωπικό αρχείο

Όπως μπορεί κανείς να διαπιστώσει στην Εικόνα 104, οι εσωτερικές θύρες λειτουργούν ως εμπόδια, μειώνοντας τα επίπεδα φωτισμού στον χώρο, ακόμα και όταν τα φωτιστικά σώματα είναι σε λειτουργία. Αν και ο φωτισμός αυτός δεν επαρκεί ώστε να καλύψει τις απαιτήσεις φωτισμού που πρέπει να ισχύουν για τους διαδρόμους κίνησης σύμφωνα με τον αντίστοιχο κανονισμό, εντούτοις, η συνεισφορά του θα ήταν σημαντική τόσο για τη βελτίωση της οπτικής άνεσης, όσο και για την

αντίληψη του χώρου, ειδικότερα στους εσωτερικούς άξονες κίνησης που δεν διαθέτουν εξωτερικά ανοίγματα.

Επίσης, προτείνεται η **β) προσθήκη συστήματος σκιασμού στα ανοίγματα των κλιμακοστασίων** για την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, λόγω της θέσης των ανοιγμάτων σε σχέση με τη φορά ανόδου και καθόδου της κλίμακας. Άλλωστε, η ύπαρξη αυτοσχέδιων τρόπων σκίασης των ανοιγμάτων αυτών (Εικόνα 105), αποτελεί μια πρόχειρη και προσωρινή λύση, η οποία καταδεικνύει την προβληματική εικόνα της υφιστάμενης κατάστασης.



Εικόνα 105: Αυτοσχέδιος τρόπος σκίασης στο κλιμακοστάσιο της νοτιοανατολικής πλευράς του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Πηγή: προσωπικό αρχείο

Άλλες επεμβάσεις

α) βέλτιστη διαχείριση χώρων (επιλογή αιθουσών ανάλογα με την ώρα/εποχή) ανά εξάμηνο

Σημαντικό στοιχείο για την περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη λειτουργία των χώρων διδασκαλίας αποτελεί η δημιουργία ενός προγράμματος, το οποίο θα καθορίζει την επιλογή των αιθουσών διδασκαλίας – εφόσον αυτές είναι διαθέσιμες, λαμβάνοντας υπόψιν τις ενεργειακές απαιτήσεις λειτουργίας τους σε συνάρτηση με την εποχή και την ώρα διεξαγωγής των μαθημάτων. Το γεγονός ότι το συγκεκριμένο κτήριο διαθέτει αίθουσες διδασκαλίας, οι οποίες παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά όσον αφορά τη χωρητικότητά τους, αλλά διαφορετικό προσανατολισμό ή θέση μέσα στο κτήριο, καθιστά δυνατή την κατανομή τους στα μαθήματα κάθε εξαμήνου με βάση τον προσανατολισμό τους ή τον όροφο στον οποίο βρίσκονται.

Για παράδειγμα, αν ο μέγιστος αριθμός δήλωσης και πραγματικής συμμετοχής σε ένα μάθημα δεν ξεπερνά τη χωρητικότητα των μικρότερων αιθουσών (40 θέσεις), τότε θα ήταν ορθότερο να προτιμηθεί μία από τις αίθουσες [105], [106], [107] και [108], οι οποίες παρουσιάζουν πολύ μικρότερες ενεργειακές απαιτήσεις, τόσο ως προς τη θέρμανση όσο και ως προς τον φωτισμό τους, ενώ –λόγω των αναλογιών τους– διευκολύνεται σημαντικά και ο φυσικός αερισμός τους. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, προχωρώντας ένα βήμα παραπέρα, προτεραιότητα κατά την επιλογή αίθουσας διδασκαλίας θα πρέπει να δίνεται στις αίθουσες [105] και [108], καθώς οι αίθουσες [106] και [107] –λόγω της θέσης τους στο κτήριο – είναι περισσότερο εκτεθειμένες στις εξωτερικές συνθήκες, και επομένως, μπορούν να λειτουργούν περισσότερο ως χώροι ανάσχεσης, τόσο κατά τη χειμερινή όσο και κατά τη θερινή περίοδο.

Κατά αντίστοιχο τρόπο θα πρέπει να γίνεται και η επιλογή ανάμεσα στις αίθουσες [001] και [101], οι οποίες μπορούν να φιλοξενήσουν 80 και 88 άτομα, αντιστοίχως. Οι συγκεκριμένες αίθουσες, έχοντας τον ίδιο νοτιοδυτικό προσανατολισμό, παρουσιάζουν κοινά χαρακτηριστικά ως προς τις ανάγκες οπτικής άνεσης. Εντούτοις, το γεγονός ότι διαθέτουν διαφορετικές ηλιοπροστατευτικές διατάξεις διαφοροποιεί τις δυνατότητες φυσικού δροσισμού και επομένως τις συνθήκες θερμικής άνεσης που επικρατούν στις δύο αίθουσες, ειδικότερα κατά το εαρινό εξάμηνο.

Τέλος, σε ο,τι αφορά τις μεγαλύτερες αίθουσες διδασκαλίας ([001], [101] και [103]) κατά την εαρινή και θερινή περίοδο, διάστημα κατά το οποίο δεν απαιτείται χρήση του συστήματος θέρμανσης, προτεραιότητα θα πρέπει να δίνεται στη χρήση της αίθουσας [103], η οποία λόγω του βορειοανατολικού προσανατολισμού της παρουσιάζει αφενός, πιο σταθερές συνθήκες φωτισμού, και αφετέρου, ηπιότερες θερμοκρασιακές μεταβολές σε σχέση με τις νοτιοδυτικές αίθουσες [001] και [101].

β) επανασχεδιασμός των συστημάτων τεχνητού φωτισμού

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ένα μεγάλο ποσοστό της ενέργειας που καταναλώνεται σε ένα κτήριο αφορά τα συστήματα τεχνητού φωτισμού και την αλόγιστη χρήση τους.

Ειδικά για τα μεγάλα κτήρια αλλά και τα κτήρια τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, όπου τα μαθήματα πραγματοποιούνται σε διαφορετικές αίθουσες κάθε φορά, συχνά παρατηρείται το φαινόμενο τα φωτιστικά σώματα να παραμένουν ανοιχτά και μετά το πέρας το μαθημάτων ή/και κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων, με αποτέλεσμα ένα μεγάλο ποσοστό ενέργειας να καταναλίσκεται άσκοπα.

Οι μέθοδοι αντιμετώπισης περιλαμβάνουν την αλλαγή αφενός στον τρόπο προσέγγισης του σχεδιασμού, προκειμένου να επιλέγονται συστήματα και τεχνικές που έχουν ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και αφετέρου, στη συμπεριφορά των χρηστών, ώστε να γίνεται η σωστή χρήση και η βέλτιστη αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία.

Κατά την επιλογή των κατάλληλων για την εκάστοτε χρήση φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, όπως είναι η αποδοτικότητα, ο χρόνος ζωής και το μήκος κύματος του εκπεμπόμενου φωτός προκειμένου για λαμπτήρες, ενώ στα φωτιστικά σώματα σημαντικό ρόλο παίζουν η κατανομή του φωτός, η αποδοτικότητα και οι μετασχηματιστές, οι οποίοι πρέπει να συνδυάζουν το μέγιστο χρόνο ζωής με τη βέλτιστη απόδοση φωτός.

Τέλος, σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει και από την ενσωμάτωση συστημάτων ελέγχου του φωτισμού στα κτήρια. Τέτοια συστήματα περιλαμβάνουν συστήματα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης του φωτισμού, όπως χρονοδιακόπτες και αισθητήρες παρουσίας, κίνησης ή φυσικού φωτός, καθώς και συστήματα ρύθμισης της έντασης του φωτισμού. Τα συστήματα αυτά, μεμονωμένα ή σε

συνδυασμό, εφόσον σχεδιαστούν σωστά, μπορούν να συνεισφέρουν σημαντικά στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Συνεπώς, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η έλλογη χρήση του συστήματος τεχνητού φωτισμού, όπου και όποτε είναι αναγκαία, δημιουργεί σημαντικές προοπτικές εξοικονόμησης ενέργειας.

γ) προσθήκη δεξαμενής συλλογής βρόχινου νερού

Προτείνεται η προσθήκη δεξαμενής συλλογής του βρόχινου νερού και η επανάχρησή του για άρδευση.

δ) τοποθέτηση συστήματος BEMS για την παρακολούθηση και τη ρύθμιση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου

Η ενσωμάτωση ενός συστήματος BEMS (Building Energy Management System), έχει σημαντικά πλεονεκτήματα όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτήριο, καθώς παρέχει τη δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών συστημάτων του και την παρακολούθηση των ενεργειακών καταναλώσεών του. Όπως προκύπτει από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας (βλ. πρώτο μέρος), προσοχή θα πρέπει να δίνεται ώστε οι ρυθμίσεις τέτοιων συστημάτων να λαμβάνουν υπόψιν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις των εκάστοτε χρηστών των κτηρίων, καθώς και τα πραγματικά χρονοδιαγράμματα λειτουργίας τους.

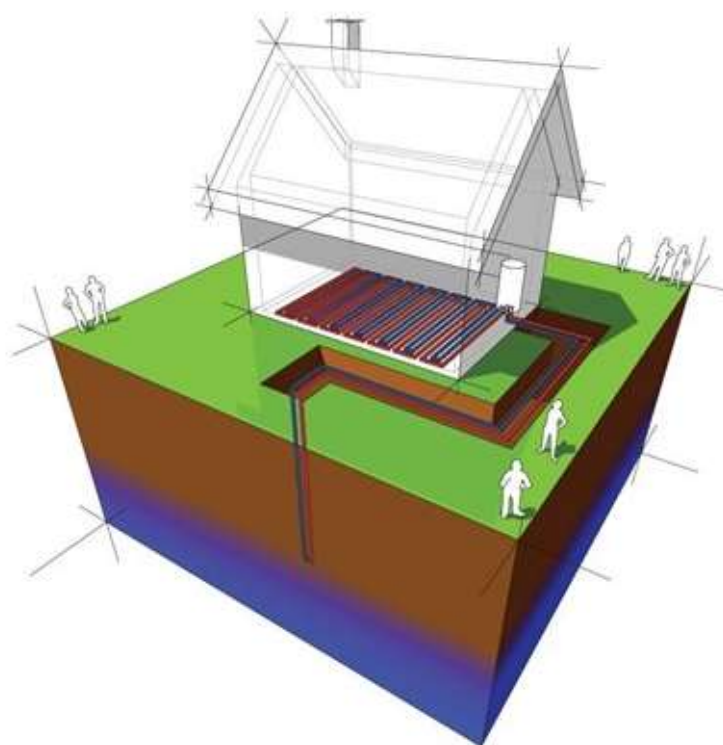
ε) τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πανέλων στο δώμα του κτηρίου

Προτείνεται η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων στο δώμα του β' ορόφου του κτηρίου, εφόσον δεν επιλεγεί η πρόταση του φυτεμένου δώματος. Πέρα από τα γνωστά πλεονεκτήματα των συστημάτων αυτών, τα φωτοβολταϊκά επιτρέπουν την προστασία της πλάκας του δώματος από την υπερθέρμανση, αφενός μέσω του σκιασμού της και αφετέρου, μέσω της χαμηλότερης θερμοκρασίας του αέρα που κινείται κάτω από αυτά.

Η τοποθέτηση τέτοιων στοιχείων στο δώμα του α' ορόφου δεν συνιστάται, καθώς ο χώρος αυτός αποτελεί χώρο εκτόνωσης της αίθουσας εκδηλώσεων, και θα μπορούσε να διαμορφωθεί κατάλληλα, ώστε να μπορεί να φιλοξενεί υπαίθριες εκδηλώσεις όταν το επιτρέπουν οι εξωτερικές συνθήκες.

στ) τοποθέτηση συστήματος αβαθούς γεωθερμίας

Η χρήση συστημάτων αβαθούς γεωθερμίας αποτελεί μια λύση που βρίσκει όλο και περισσότερο έδαφος τα τελευταία χρόνια, κυρίως όσον αφορά την αξιοποίηση της σταθερής θερμοκρασίας του υπεδάφους σε βάθη 'μικρότερα από 150m για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης σε οικιακές και λοιπές κτιριακές εγκαταστάσεις' (vkm, 2016). Εντούτοις, η εφαρμογή τέτοιου συστήματος στο υπό μελέτη κτήριο χρήζει περαιτέρω μελέτης, ώστε να εκτιμηθεί αν η συνεισφορά του – ποιοτικά και ποσοτικά – συνάδει με τις αρχές και τη φιλοσοφία με την οποία δομούνται οι προτεινόμενες επεμβάσεις περιβαλλοντικού ανασχεδιασμού.



Εικόνα 106: Ενδεικτική απεικόνιση ενός συστήματος αβαθούς γεωθερμίας σε κατοικία

Πηγή: naftemporiki, 2016

Σε κάθε περίπτωση, τόσο η ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών συστημάτων όσο και συστήματος αβαθούς γεωθερμίας, αποτελούν επεμβάσεις συμβατές με την τρίτη απαίτηση σε σχέση με τους στόχους 20-20-20 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία αναφέρεται στην αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας των κτηρίων σε ύψος 20%.

ζ) περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των χρηστών σε ζητήματα κατανάλωσης και εξοικονόμησης ενέργειας

Η ευαισθητοποίηση των χρηστών, όπως έχει ήδη αναλυθεί στο πρώτο μέρος της εργασίας, είναι καταλυτικής σημασίας στην τελική κατανάλωση και επομένως, στην εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί σε ένα κτήριο. Συνεπώς, η υπεύθυνη συμπεριφορά των χρηστών του νέου κτηρίου αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε., τόσο των φοιτητών όσο και των εργαζομένων σ' αυτό, και η δέσμευσή τους αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις, προκειμένου να θεωρηθεί επιτυχημένη και αποτελεσματική η προσπάθεια περιβαλλοντικής αναβάθμισής του. Άλλωστε, η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση αποτελεί πρωταρχικά και κατά κύριο λόγο στάση και τρόπο ζωής, που διέπονται από αρχές και πρακτικές που βρίσκουν εφαρμογή σε όλες τις εκφάνσεις της καθημερινότητας.

η) αναβάθμιση και αξιοποίηση του ημιυπαίθριου χώρου στο ισόγειο της νοτιοδυτικής πλευράς του κτηρίου

Αν και η συγκεκριμένη επέμβαση δεν έχει άμεση συμβολή στον περιβαλλοντικό ανασχεδιασμό του κτηρίου, εντούτοις ο χώρος αυτός θα μπορούσε -με τον κατάλληλο εξοπλισμό, να μετατραπεί σε έναν χώρο ημιυπαίθριου καθιστικού για την παραμονή των φοιτητών κατά τη διάρκεια των διαλειμμάτων ή/και μεταξύ των μαθημάτων. Σε μια τέτοια περίπτωση, στη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου θα μπορούσαν να ενταχθούν στοιχεία ή/και επιφάνειες νερού. Το νερό, μέσω της εξάτμισής του, συμβάλλει στον δροσισμό του εξωτερικού αέρα, ο οποίος κατά συνέπεια *‘εισέρχεται στο κτήριο πιο δροσερός, δημιουργώντας συνθήκες ευχάριστης δροσιάς’* (Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, Α' Έκδοση).



Εικόνα 107: Ο ημιπαίθριος χώρος στην ΝΔ πλευρά του κτηρίου της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.

Πηγή: προσωπικό αρχείο

Συμπεράσματα

Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, μέσα από την παρούσα μελέτη, έγινε προσπάθεια διερεύνησης του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο μπορούν να ενσωματωθούν οι αρχές του βιοκλιματικού και περιβαλλοντικού σχεδιασμού, εκ των υστέρων σε ένα υφιστάμενο κτήριο. Η εργασία επικεντρώθηκε στη μελέτη του νέου κτηρίου αιθουσών διδασκαλίας της Σχολής Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών (Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.) στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου.

Αν και πρόκειται για ένα νέας κατασκευής κτήριο, όπως προέκυψε από τις μελέτες και που διενεργήθηκαν προκειμένου να αποτυπωθούν οι πραγματικές συνθήκες άνεσης και λειτουργίας, καθώς και από την προσωπική εμπειρία βίωσης του χώρου κατά τις επιτόπιες επισκέψεις, το νέο κτήριο αιθουσών διδασκαλίας της Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. παρουσιάζει σημαντικές ελλείψεις και αστοχίες σε ό,τι αφορά την ενσωμάτωση των αρχών της βιοκλιματικής προσέγγισης του δομημένου χώρου, η αξιοποίηση των οποίων θα μπορούσε να συμβάλει τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο και στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης που επικρατούν στους εσωτερικούς του χώρους.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, πρόκειται για ένα κτήριο με ιδιαίτερες απαιτήσεις εσωτερικής άνεσης –θερμικής, οπτικής και ακουστικής– καθώς στεγάζει γραφειακούς χώρους και αίθουσες διδασκαλίας. Με βάση τη διαπίστωση αυτή, κατά την επιλογή των προτεινόμενων λύσεων, έμφαση δόθηκε στην αξιοποίηση των στοιχείων του μικροκλίματος, ώστε να συμβάλλουν βιοκλιματικά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου (σκίαση, διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου, κατάλληλη φύτευση, κτλ.), μειώνοντας τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου, και αναβαθμίζοντας συγχρόνως τις συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο, χωρίς όμως να αλλοιώνονται οι αρχικές σχεδιαστικές προθέσεις των αρχιτεκτόνων του. Για λόγους περαιτέρω τεκμηρίωσης της παρούσας μελέτης, οι ενεργειακές προσομοιώσεις που πραγματοποιήθηκαν ενδεικτικά, προσδιόρισαν και ποσοτικά τη συμβολή των προτεινόμενων επεμβάσεων στον περιβαλλοντικό ανασχεδιασμό του υπό μελέτη κτηρίου.

Καθώς το συγκεκριμένο κτήριο βρίσκεται μέσα σε ένα ιδιαίτερα ευνοϊκό περιβάλλον, ως προς τις συνθήκες του μικροκλίματος και τις δυνατότητες αξιοποίησής τους, προβληματισμοί εγείρονται σχετικά με τις δυνατότητες και τους περιορισμούς που

προκύπτουν ως προς το πόσο εφικτή είναι η ενσωμάτωση τέτοιων αρχών ιδιαίτερα μέσα σε πυκνοδομημένα αστικά περιβάλλοντα.

Υπό αυτό το πρίσμα, θα μπορούσαν να διατυπωθούν νέα ερευνητικά ερωτήματα για περαιτέρω μελέτη σχετικά με τον τρόπο που ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός μπορεί να δώσει λύσεις στους ήδη επιβαρυσμένους, τόσο από πλευράς δόμησης όσο και ρύπανσης, αστικούς χώρους των σύγχρονων πόλεων.

Προβληματισμοί επίσης εγείρονται αναφορικά με τη μεθοδολογία που ακολουθείται προκειμένου να αποτυπωθούν οι πραγματικές συνθήκες άνεσης και λειτουργίας, προβληματισμοί οι οποίοι σχετίζονται με τους περιορισμούς ή/και τις ελλείψεις που ενδεχομένως παρουσιάζονται. Πιο συγκεκριμένα, θα μπορούσε να επισημάνει κανείς τα εξής:

➤ **μετρήσεις θερμοκρασίας & σχετικής υγρασίας**

Αν και βασικός στόχος είναι η καταγραφή μια όσο το δυνατόν πιο αντιπροσωπευτικής εικόνας των πραγματικών συνθηκών του εσωτερικού χώρου, εν τούτοις για την επιλογή των σημείων τοποθέτησης του εξοπλισμού λαμβάνονται υπόψιν κριτήρια που ενδεχομένως οδηγούν σε στρεβλώσεις σε σχέση με τις πραγματικές συνθήκες θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, όπως το γεγονός ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση έγινε προσπάθεια ώστε οι αισθητήρες να μην είναι ορατοί, προκειμένου να αποκλειστεί το ενδεχόμενο μη επιθυμητής απομάκρυνσής τους. Ο αριθμός των διαθέσιμων στοιχείων είναι επίσης ένας περιοριστικός παράγοντας, καθώς δεν δίνεται η δυνατότητα καταγραφής της κατανομής των μεγεθών αυτών στους εσωτερικούς χώρους. Τέλος, ίσως το πιο σημαντικό μειονέκτημα που εντοπίζεται είναι το γεγονός ότι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων βασίζεται στα σταθερά διαθέσιμα δεδομένα, τα οποία δεν σχετίζονται με τους χρήστες και τις μεταβολές που ενδεχομένως επιφέρουν οι ίδιοι στον εκάστοτε χώρο προκειμένου να δημιουργήσουν ένα πιο άνετο και φιλικό προς αυτούς περιβάλλον (π.χ. άνοιγμα των παραθύρων, χρήση των ρολών ηλιοπροστασίας, κτλ.), στοιχεία που επηρεάζουν όμως σημαντικά τις τιμές καταγραφής.

➤ **μετρήσεις φυσικού φωτισμού**

Αποτελούν, ίσως, τις πιο αντιπροσωπευτικές μετρήσεις σε σχέση με τις πραγματικές τιμές που παρατηρούνται. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι να επικρατούν σταθερές συνθήκες ηλιοφάνειας καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας, καθώς οι μετρήσεις

επαναλαμβάνονται σε χρονικά διαστήματα τα οποία επιλέγονται από τον μελετητή, προκειμένου να αξιολογηθούν οι συνθήκες οπτικής άνεσης καθ' όλη τη διάρκεια του ωραρίου λειτουργίας του κτηρίου. Αξίζει να αναφερθεί πως, λόγω της αλλαγής της θέσης του ήλιου κατά τη διάρκεια του έτους, θα πρέπει κανείς να επιλέγει ημερομηνίες κοντά στις ημερομηνίες του θερινού και χειμερινού ηλιοστασίου, οπότε και παρατηρούνται οι ακραίες τιμές σε σχέση με τα επίπεδα φυσικού φωτισμού. Θα πρέπει, ακόμα, να επισημανθεί ότι ο σχεδιασμός των φωτομετρικών καμπυλών είναι ενδεικτικός και εξυπηρετεί τις ανάγκες οπτικοποίησης των μετρήσεων, καθώς οι μετρούμενες τιμές παρουσιάζουν ακρίβεια μόνο στα σημεία του καννάβου. Τέλος, οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη και αφορούν στις αίθουσες διδασκαλίας, έγιναν χωρίς την παρουσία φοιτητών, έτσι ώστε να μην επηρεαστούν τα αποτελέσματα από τυχαίες μεταβλητές. Αυτό συνεπάγεται ότι η πραγματικές συνθήκες φυσικού φωτισμού διαφοροποιούνται σημαντικά, ανάλογα με το πλήθος των φοιτητών και τις θέσεις που επιλέγουν, και ειδικότερα όσο απομακρύνεται κανείς από τα παράθυρα που διαθέτει κάθε χώρος.

➤ **ερωτηματολογία**

Οι έρευνες πεδίου μέσω ερωτηματολογίων είναι ιδιαίτερα χρήσιμες προκειμένου να καταγραφεί η άποψη των ίδιων των χρηστών του κτηρίου για τις συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης που επικρατούν στους εσωτερικούς χώρους κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του. Εντούτοις σημαντικά μειονεκτήματα που εντοπίζονται αφορούν τόσο στην επιλογή του δείγματος της έρευνας όσο και στην υποκειμενικότητα που χαρακτηρίζει την αντίληψη του καθενός ως προς τις επιθυμητές συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης. Συνεπώς, το γεγονός ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για κτήριο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, στο οποίο τα μαθήματα διεξάγονται σε διαφορετικές αίθουσες διδασκαλίας ή/και κτήρια, είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του δείγματος, καθώς η εξαγωγή συμπερασμάτων για κάθε χώρο ξεχωριστά θεωρήθηκε ότι ξεπερνά τις απαιτήσεις της παρούσας εργασίας.

➤ **ενεργειακή προσομοίωση**

Η ενεργειακή προσομοίωση μέσω του προγράμματος EnergyPlus παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως το γεγονός ότι μέσω της τρισδιάστατης προσομοίωσης της

εκάστοτε μελέτης, λαμβάνεται υπόψιν ο προσανατολισμός και η πραγματική γεωμετρία τόσο του κτηρίου όσο και των επιμέρους χώρων του. Προβληματισμοί εγείρονται κυρίως σε ό,τι αφορά την προσομοίωση δεδομένων, όπως είναι η συμπεριφορά των χρηστών, οι συνθήκες και τα χρονοδιαγράμματα λειτουργίας, στοιχεία που, όπως έχει ήδη αναφερθεί, οδηγούν συχνά σε αποκλίσεις ανάμεσα στις υπολογιζόμενες και στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας. Σημαντικό, επίσης, μειονέκτημα είναι το γεγονός ότι βασική επιδίωξη των περισσότερων λογισμικών ενεργειακής προσομοίωσης αποτελεί η μέγιστη δυνατή απλοποίηση του κτηρίου, καθώς τα δεδομένα εισόδου καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τον χρόνο επεξεργασίας και εξαγωγής των αποτελεσμάτων. Κάτι τέτοιο μπορεί πολλές φορές να οδηγήσει σε παραδοχές που ενδεχομένως επηρεάσουν σημαντικά τα εξαγόμενα αποτελέσματα, καθώς εναπόκειται σε μεγάλο βαθμό στην εμπειρία του μελετητή ο τρόπος χειρισμού, ειδικότερα σε περιπτώσεις κτηρίων με σύνθετη λειτουργία. Τέλος, δυσκολία εντοπίζεται και στην προσομοίωση στοιχείων όπως είναι η φύτευση του περιβάλλοντος χώρου ενός κτηρίου, γεγονός που καθιστά την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων σε ό,τι αφορά τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική μια ιδιαίτερα πολύπλοκη –αν όχι, ανέφικτη– διαδικασία.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν όλα τα παραπάνω, νέα ερευνητικά ερωτήματα θα μπορούσαν, επομένως, να διατυπωθούν για τον βαθμό που η εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με τις συνθήκες θερμικής άνεσης, με βάση τις συγκεκριμένες μεθοδολογίες, αποτελεί μια αξιόπιστη ή μια πρωταρχική μόνο εκτίμηση των συνθηκών του εσωτερικού χώρου, ειδικότερα για κτήρια με σύνθετη λειτουργία, όπως είναι τα κτήρια της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, όπου οι συνθήκες λειτουργίας δεν είναι εύκολο να καθοριστούν.

Επίλογος

Επίλογος

Η θερμική άνεση αποτελεί σημαντική παράμετρο κατά τον σχεδιασμό ή/και την αναβάθμιση των κτηρίων, αφενός γιατί εξασφαλίζει τις απαιτούμενες συνθήκες για την υγιή διαβίωση των χρηστών και αφετέρου, επειδή συντελεί στον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, μέσω του περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας.

Η υιοθέτηση μιας ολιστικής προσέγγισης, που λαμβάνει υπ' όψιν μια πληθώρα σχεδιαστικών παραμέτρων από τα πρώτα στάδια του σχεδιασμού, αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία ενός ποιοτικά δομημένου και αξιοβίωτου χώρου, ο οποίος εξασφαλίζει τις επιθυμητές και αναγκαίες συνθήκες άνεσης χωρίς, όμως, να επιβαρύνει το περιβάλλον.

Καθώς οι συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος διαφοροποιούνται ανάλογα με την εποχή, το περίβλημα του κτηρίου πρέπει να σχεδιάζεται με τρόπο που να του επιτρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα. Έτσι, το χειμώνα, το κτήριο θα πρέπει να αξιοποιεί και να μεγιστοποιεί τα ηλιακά κέρδη, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα τις θερμικές απώλειες, ενώ το καλοκαίρι απαιτείται η πλήρης αντιστροφή της χειμερινής θερμικής λειτουργίας του, προκειμένου να ικανοποιούνται οι απαιτούμενες συνθήκες άνεσης με φυσικό τρόπο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Επομένως, σε μια εποχή κατά την οποία ζητούμενο στον σχεδιασμό των κτηρίων αποτελεί ο συνδυασμός της βέλτιστης λειτουργίας με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, ο σχεδιασμός κτηρίων και οικιστικών συνόλων οφείλει να συμπεριλαμβάνει περιβαλλοντικές αρχές από τα πρωταρχικά στάδια του σχεδιασμού, ενώ η ενσωμάτωση τέτοιων αρχών είναι εφικτή και σε υφιστάμενες κατασκευές. Ειδικότερα, όσον αφορά τα υφιστάμενα κελύφη, η παραπάνω προσαρμογή είναι εφικτή κυρίως μέσω του περιβάλλοντος χώρου, με τις δυνατότητες και τους περιορισμούς που προκύπτουν να διαφοροποιούνται και να εξειδικεύονται ανάλογα με τις ανάγκες και τις προοπτικές της εκάστοτε περίπτωσης.

Παράρτημα

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ
ΓΙΑ ΤΙΣ ΓΕΝΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ
ΣΤΟ ΝΕΟ ΚΤΗΡΙΟ ΑΙΘΟΥΣΩΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ
ΣΧΟΛΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ & ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ Ε.Μ.Π.
(Σ.Ε.Μ.Φ.Ε.)
ΣΤΗΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ

A. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Ώρα:

Ηλικία: Φύλο: Α Θ

Υπάρχει παράθυρο στον χώρο σας; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Περίπου πόσο μακριά βρίσκεται η θέση σας από το κοντινότερο παράθυρο; μέτρα

Ανοίγεται συχνά το παράθυρο στον χώρο σας; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Με πόσα άλλα άτομα μοιράζεστε τον χώρο εργασίας σας; άτομα

B. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΑΣ

1. Πώς θα περιγράφατε το επίπεδο θερμικής άνεσης τη στιγμή αυτή;

Κρύο	Δροσερό	Ελαφρώς Δροσερό	Ουδέτερο	Μόλις Χλιαρό	Χλιαρό	Ζεστό
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2. Πώς θα βαθμολογούσατε την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον χώρο αυτή τη στιγμή;

Απαράδεκτη	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Απόλυτα ικανοποιητική
	μόλις κάτω από το αποδεκτό όριο	μόλις αποδεκτή	

3. Πώς θα περιγράφατε τις **εσωτερικές συνθήκες** του χώρου αυτή τη στιγμή;

(Τα κουτιά με τονισμένο περίγραμμα αντιπροσωπεύουν το ιδανικό σημείο κάθε κλίμακας)

3.α.Θερμοκρασία Άνετη Δυσάρεστη

3.β.Κίνηση αέρα Στάσιμος Με πολλά ρεύματα

3.γ.Ποιότητα αέρα Ξηρός Υγρός

3.δ. Φρέσκος "Βαρύς"

3.ε. Άοσμος Μυρίζει έντονα

Φωτισμός φυσικός (χωρίς φώτα)

- 3.στ. Πολύ σκοτεινά Πολύ φωτεινά
- 3.ζ. Σταθερός Με πολλές διακυμάνσεις
- 3.η. Δεν προξενεί θάμβωση Προξενεί θάμβωση
- 3.θ. Ομοιόμορφος Ανομοιόμορφος
- 3.ι. Γενικά ικανοποιητικός Γενικά απαράδεκτος

Φωτισμός τεχνητός (συνδυασμός)

- 3.ια. Πολύ σκοτεινά Πολύ φωτεινά
- 3.ιβ. Σταθερός Με πολλές διακυμάνσεις
- 3.ιγ. Δεν προξενεί θάμβωση Προξενεί θάμβωση
- 3.ιδ. Ομοιόμορφος Ανομοιόμορφος
- 3.ιε. Γενικά ικανοποιητικός Γενικά απαράδεκτος

Θόρυβος

- 3.ιστ. Καθόλου θόρυβος από το σύστημα εξαερισμού Υπερβολικός θόρυβος από το σύστημα εξαερισμού
- 3.ιζ. Κανένας άλλος θόρυβος Πολλοί άλλοι θόρυβοι
- 3.ιη. Γενικά ικανοποιητικός Γενικά απαράδεκτος

Γ. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΑΣ

1. Θεωρείτε ικανοποιητικό το επίπεδο θερμικής άνεσης στον χώρο εργασίας σας:

- 1.α. κατά τη διάρκεια του χειμώνα; ΝΑΙ ΟΧΙ
- 1.β. κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού; ΝΑΙ ΟΧΙ

2. Θεωρείτε ικανοποιητική την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στον χώρο εργασίας σας:

2.α. κατά τη διάρκεια του χειμώνα; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

2.β. κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

3. Γενικά θεωρείτε ικανοποιητικές τις εσωτερικές συνθήκες στον χώρο εργασίας σας:

3.α. κατά τη διάρκεια του χειμώνα; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

3.β. κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Δ. ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΣΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.

1. Στο γραφείο σας πόσο μπορείτε να ελέγξετε τα παρακάτω;

1.α. **Θερμοκρασία** Καθόλου Πλήρως
με ποιον τρόπο;

1.β. **Αερισμός** Καθόλου Πλήρως
με ποιον τρόπο;

1.γ. **Φωτισμός** Καθόλου Πλήρως
με ποιον τρόπο;

2. Πώς θα περιγράφατε τις συνθήκες καθαριότητας στο γραφείο σας;

Απαράδεκτες **Ικανοποιητικές**

3. Υπάρχουν καπνιστές στο άμεσο εργασιακό σας περιβάλλον; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

4. Σχόλια για άλλα θέματα σχετικά με το εργασιακό σας περιβάλλον:

.....
.....
.....

Ε. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΑΥΤΟ ΣΑΣ

1. Έχετε προβλήματα άσθματος; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

2. Έχετε υποφέρει ποτέ από έκζεμα; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

3. Έχετε υποφέρει ποτέ από αλλεργίες; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

4. Είστε καπνιστής; **ΝΑΙ** Καπνίζετε στον χώρο εργασίας σας; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

ΟΧΙ Έχετε καπνίσει κανονικά στο παρελθόν; **ΝΑΙ** **ΟΧΙ**

Όνομα:(προαιρετικά)

Πηγές

Πηγές

Ελληνική βιβλιογραφία

- Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 19^{ης} Μαΐου 2010 για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (αναδιατύπωση), διαθέσιμο στο: eur-lex.europa.eu

Παραπομπή στο κείμενο: (Οδηγία 2010/31/ΕΕ, 2016)

- Οδηγία 2012/271/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 25^{ης} Μαρτίου 2012 για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ., διαθέσιμο στο: eur-lex.europa.eu

Παραπομπή στο κείμενο: (Οδηγία 2012/27/ΕΕ, 2016)

- Πατσιούρας Χ. (2014), 'Πιστοποιήσεις για Ενεργειακή Αποδοτικότητα και Ενεργειακή Διαχείριση', εκπαιδευτικό υλικό, ΕΚ.ΠΑ., πρόγραμμα συμπληρωματικής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, 'Μηχανικός Κατασκευών με Έμφαση στη Διαχείριση Ενέργειας'.

Παραπομπή στο κείμενο: (Πατσιούρας, 2014)

- Σιατίτσα Δ. (2007), «Βιοκλιματική προσέγγιση της παραδοσιακής (& ιστορικής) αρχιτεκτονικής ή Τι μπορούμε να μάθουμε παρατηρώντας παλιότερους οικισμούς και κτίσματα», διάλεξη στο πλαίσιο του μαθήματος 'Αρχιτεκτονικός Σχεδιασμός 9: Αστικός Σχεδιασμός, Ε.Μ.Π., Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών.

Παραπομπή στο κείμενο: (Σιατίτσα, 2007)

- Τζανακάκη Ε. (2012). Ενεργειακός Σχεδιασμός στο δομημένο περιβάλλον - Μια ολιστική προσέγγιση», πρακτικά συνεδρίου 'Περιβάλλον και Ανάπτυξη', Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα.

Παραπομπή στο κείμενο: (Τζανακάκη, 2012)

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, (2012). Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, Β' Έκδοση.

Παραπομπή στο κείμενο: (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010)

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 (2010). Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων, Α' Έκδοση.
Παραπομπή στο κείμενο: (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010)
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20702-5/2010 (2011). Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτηρίων, Α' Έκδοση.
Παραπομπή στο κείμενο: (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20702-5/2010)
- ΦΕΚ Δ 362/4-7-79, διαθέσιμο στο: www.et.gr
Παραπομπή στο κείμενο: (ΦΕΚ Δ 362/4-7-79)
- ΦΕΚ 42/19-2-2013, διαθέσιμο στο: www.et.gr
Παραπομπή στο κείμενο: (ΦΕΚ 42/19-2-2013)
- VK Μηχανολόγοι Μηχανικοί (2016), Γεωθερμία: Μια τεράστια πηγή θέρμανσης κάτω από τα πόδια μας, άρθρο, διαθέσιμο στο: www.naftemporiki.gr,
Παραπομπή στο κείμενο: (vkme, 2016)

Ξένη βιβλιογραφία:

- Badarnah L. (2016). Light management lessons from nature for building applications, *Procedia Engineering* 145: 595 – 602.
Παραπομπή στο κείμενο: (Badarnah, 2016)
- Berdahl, P. and Bretz, S.E. (1997). Preliminary survey of the solar reflectance of cool roofing materials. *Energy and buildings*, 25:149-158.
Παραπομπή στο κείμενο: (Berdahl and Bretz , 1997)
- Bretz S. and Akbari H. (1997). Long-term performance of high albedo roof coatings. *Energy and buildings*, 25, 159-167.
Παραπομπή στο κείμενο: (Bretz and Akbari, 1997)
- Chung M. and Rhee E. (2014). Potential opportunities for energy conservation in existing buildings on university campus: A field survey in Korea, *Energy and Buildings*, 78: 176–182.
Παραπομπή στο κείμενο: (Chung and Rhee, 2014)

- Dimoudi A., Zoras S., Kantzioura A., Stogiannou X., Kosmopoulos P. and Pallas C., (2014). Use of cool materials and other bioclimatic interventions in outdoor places in order to mitigate the urban heat island in a medium size city in Greece, *Sustainable Cities and Society*, 13: 89–96.

Παραπομπή στο κείμενο: (Dimoudi *et al*, 2014)

- Energy efficiency trends and policies in the Household and Tertiary Sectors, 2015, διαθέσιμο στο: www.odyssee-mure.eu

Παραπομπή στο κείμενο: (ODYSSEE-MURE, 2015)

- Fabi V., Andersen R., Corgnati S. and Olensen B., (2012). Occupants' window opening behaviour: A literature review of factors influencing occupant behaviour and models, *Building and Environment*, 58: 188-198.

Παραπομπή στο κείμενο: (Fabi *et al*, 2012)

- Gul M., Patidar S., (2015). Understanding the energy consumption and occupancy of a multi-purpose academic building, *Energy and Buildings*, 87: 155–165.

Παραπομπή στο κείμενο: (Gul and Patidar, 2014)

- International Energy Agency, Energy Policies of IEA Countries-Greece_2011 Review, διαθέσιμο στο: www.iea.org

Παραπομπή στο κείμενο: (iea.org, 2011)

- IPCC (2007). Report of the Fourth Assessment, Geneva, διαθέσιμο στο: www.ipcc.ch

Παραπομπή στο κείμενο: IPCC, 2007

- Kolokotsa D., Gobakis K., Papantoniou S., Georgatou C., Kampelis N., Kalaitzakis K., Vasilakopoulou K., and Santamouris M., (2016). Development of a web based energy management system for University Campuses: The CAMP-IT platform, *Energy and Buildings*, 123: 119–135.

Παραπομπή στο κείμενο: (Kolokotsa *et al*, 2016)

- Letchford C.W, Lander D.C., Case P., Dyson A. and Amitay M. (2016). Biomimicry inspired tall buildings: The response of cactus-like buildings to wind action at Reynolds Number of 10^4 , *J. WindEng.Ind.Aerodyn*,150: 22–30.

Παραπομπή στο κείμενο: (Letchford *et al*, 2016)

- López M., Rubio R., Martín S., Croxford B.and Jackson R. (2015). Active materials for adaptive architectural envelopes based on plant adaptation principles, *Journal of Facade Design and Engineering*, 3: 27–38.

Παραπομπή στο κείμενο: (Lopez *et al*, 2015)

- Ministry of Environment, Energy and Climate Change (2012). ‘Climate change, annual inventory submission under the convention and the Kyoto Protocol for greenhouse and other Gases for the years 1990-2010’, 2012.

Παραπομπή στο κείμενο: (Ministry of Environment, 2012)

- Nour ElDin N., Abdou A. and Abd ElGawad I. (2016). Biomimetic Potentials for Building Envelope Adaptation in Egypt, *Procedia Environmental Sciences*, 34: 375 – 386.

Παραπομπή στο κείμενο: (Nour ElDin. *et al*, 2016)

- Suzer O., (2015). A comparative review of environmental concern prioritization: LEED vs other major certification systems, *Journal of Environmental Management*, 154: 266-283

Παραπομπή στο κείμενο: (Suzer, 2015)

- United Nations, United Nations Framework Convention on Climate Change (1992), διαθέσιμο στο: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>

Παραπομπή στο κείμενο: (UNFCCC, 1992)

- World Commission on Environment and Development, "Our Common Future", Oxford University Press, Oxford, 1987.

Παραπομπή στο κείμενο: Brundtland Commission, 1987

- Yang J., Santamouris M., Lee S. and Deb C. (2016). Energy performance model development and occupancy number identification of institutional buildings, *Energy and Buildings*, 123: 192–204.

Παραπομπή στο κείμενο: (Yang *et al*, 2015)

- Zari M. (2007). Biomimetic approaches to architectural design for increased sustainability, Sustainable Building Conference (SB07), Auckland, New Zealand, διαθέσιμο στο: <http://mpedersenzari.webs.com/conference-papers>

Παραπομπή στο κείμενο: (Zari, 2007)

Πηγές στο διαδίκτυο:

- www.cres.gr
Παραπομπή στο κείμενο: (cres, 2016)
- www.foe.co.uk
Παραπομπή στο κείμενο: (foe.co.uk, 2016)
- www.geminidataloggers.com
Παραπομπή στο κείμενο: (geminidataloggers, 2016)
- www.haef.gr,
Παραπομπή στο κείμενο: (haef, 2016)
- www.hoa.ntua.gr
Παραπομπή στο κείμενο: (hoa.ntua, 2016)
- www.kokkinoukourkoulas.com
Παραπομπή στο κείμενο: (kokkinoukourkoulas, 2016)
- www.lgcnsblog.com
Παραπομπή στο κείμενο: (lgcnsblog, 2016)
- www.naftemporiki.gr
Παραπομπή στο κείμενο: (naftemporiki, 2016)
- www.ntua.gr
Παραπομπή στο κείμενο: (map.ntua, 2016)
- www.semfe.ntua.gr
Παραπομπή στο κείμενο: (semfe.ntua, 2016)

- www.sunearthtools.com
Παραπομπή στο κείμενο: (sunearthtools, 2016)
- www.usgbc.org
Παραπομπή στο κείμενο: (usgbc.org, 2016)
- www.wikipedia.org
Παραπομπή στο κείμενο: (wikipedia.org,2016)
- www.ypeka.gr
Παραπομπή στο κείμενο: (ypeka, 2016)

Άλλες πηγές:

- Τεχνική Υπηρεσία Ε.Μ.Π.

