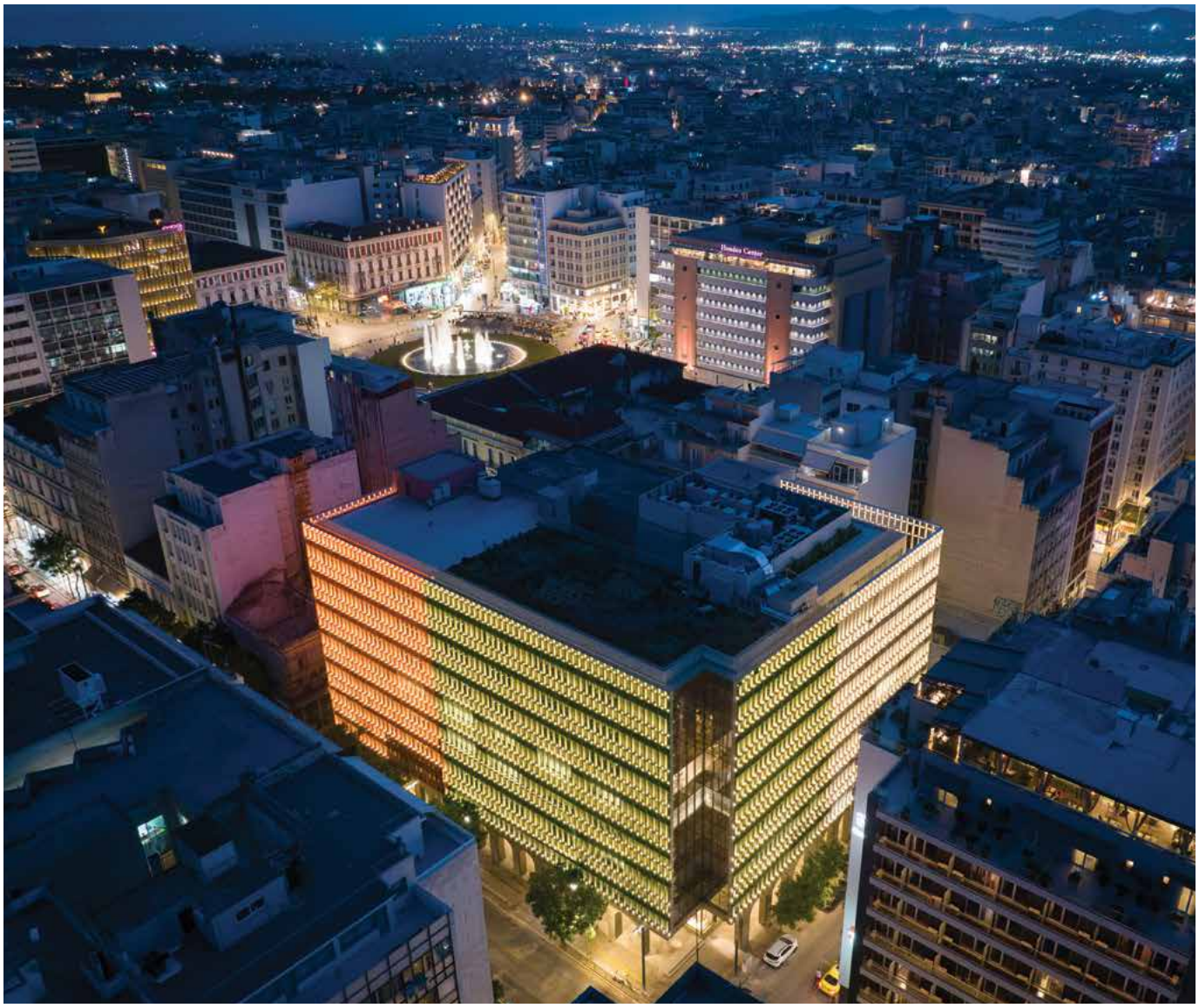
Θερμική Ανθεκτικότητα Κτιρίων στην Αττική

Μία έρευνα

Φεβρουάριος 2026

DIMAND
REAL ESTATE DEVELOPMENT



Μια έρευνα της 1830 lab για την DIMAND S.A.

Υλοποίηση:
Ομάδα Ερευνών Κτιριακού Περιβάλλοντος, Τομέας Φυσικής, Περιβάλλοντος και Μετεωρολογίας, Τμήμα Φυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

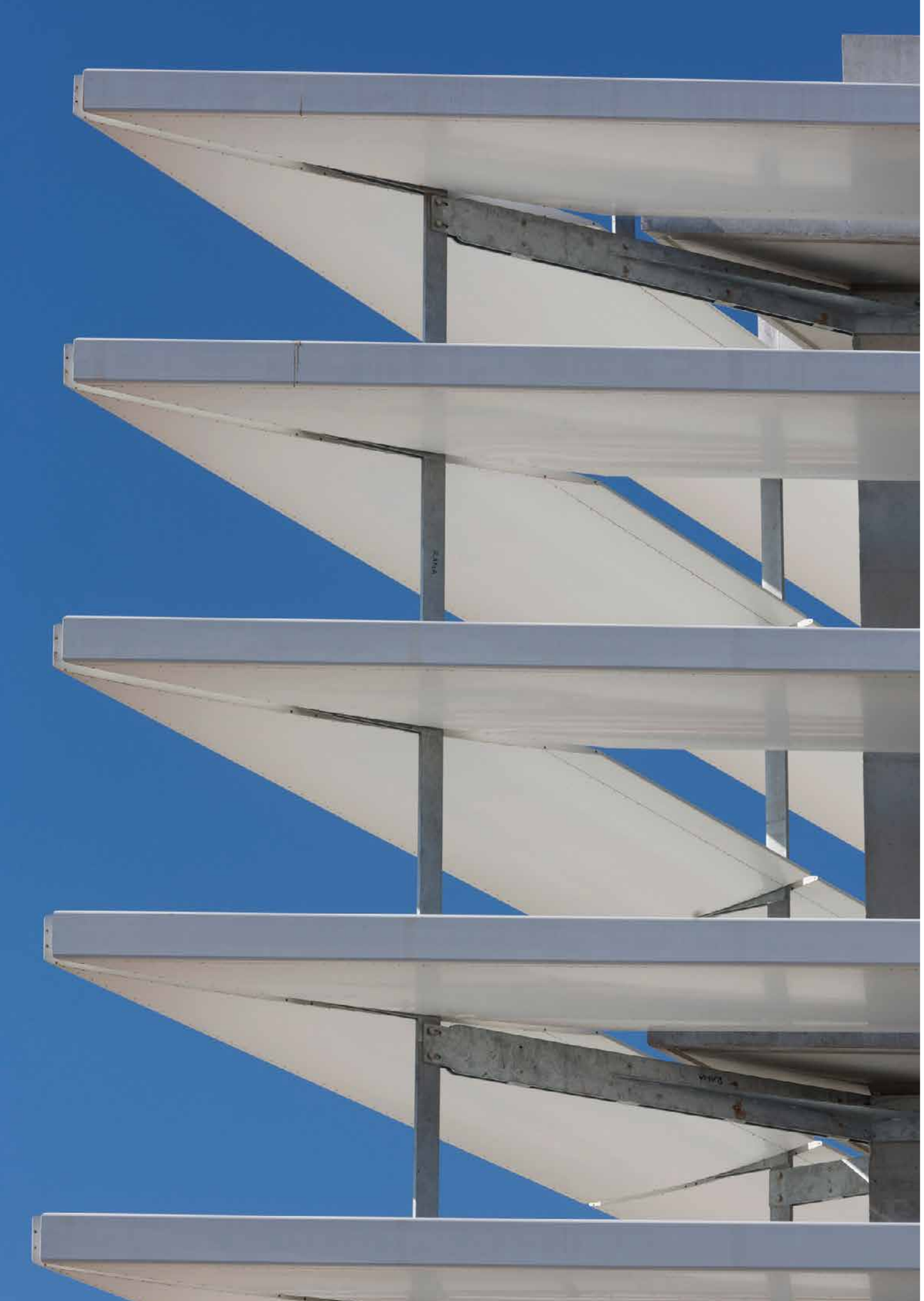
Συγγραφείς:
Χρήστος Γεωργίου, Επιστημονικός Συνεργάτης, ΕΚΠΑ
Αικατερίνη Κυτριλάκη, MSc, Επιστημονικός Συνεργάτης, ΕΚΠΑ
Φαίδων Μαυρουδής, MSc, Επιστημονικός Συνεργάτης, ΕΚΠΑ
Δήμητρα Παπαδάκη, MSc, PhD, Lecturer, Johns Hopkins University / Senior Researcher
Σάντυ Ευθυμίου, MSc, PhD, Ερευνήτρια, Τμήμα Φυσικής, ΕΚΠΑ
Μαργαρίτα Ασημακοπούλου, MSc, PhD, Καθηγήτρια, Τμήμα Φυσικής, ΕΚΠΑ

Η 1830 lab δεν χρησιμοποιεί εργαλεία AI για τη συγγραφή των μελετών της.
Το κείμενο που διαβάζετε έχει γραφτεί από ανθρώπους.

Έκδοση: 02-06022026

Περιεχόμενα

[1.0] Εισαγωγή 7
[2.0] Μεθοδολογία 9
[2.1] Δείγμα χώρων 9
[2.2] Παράμετροι 11
[2.3] Όργανα μέτρησης 11
[2.4] Δειγματοληψία 12
[3.0] Ανάλυση και αποτελέσματα 13
[3.1] Επίδραση ανακαίνισης 13
[3.1.1] Επίδραση ανακαίνισης σε παλαιότερα (έως 1981) διαμερίσματα του νότιου τομέα 13
[3.1.2] Επίδραση ανακαίνισης σε παλαιότερα (έως 1981) γραφεία του νότιου τομέα 15
[3.1.3] Επίδραση ανακαίνισης σε παλαιότερα (έως 1981) διαμερίσματα του κεντρικού τομέα 16
[3.1.4] Επίδραση ανακαίνισης σε παλαιότερα (έως 1981) γραφεία του κεντρικού τομέα 18
[3.1.5] Επίδραση ανακαίνισης σε νεότερα γραφεία (1981-2010) του βόρειου τομέα 20
[3.1.6] Επίδραση ανακαινισμένων κουφωμάτων και μόνωσης σε παλαιότερα (έως 1981) διαμερίσματα κεντρικού τομέα 22
[3.2] Επίδραση ορόφου 24
[3.2.1] Επίδραση του ορόφου διαμερισμάτων σε παλαιότερο (έως 1981) κτίριο του βόρειου τομέα 24
[3.2.2] Επίδραση ορόφου σε παλαιότερα (έως 1981) γραφεία του κεντρικού τομέα 25
[3.2.3] Επίδραση ορόφου σε νεότερα (2010-2021) γραφεία του κεντρικού τομέα με ριζική ανακαίνιση 27
[3.3] Επίδραση κλιματισμού 29
[3.4] Επίδραση ηλικίας 30
[3.4.1] Επίδραση ηλικίας κτιρίου σε γραφεία του κεντρικού τομέα 30
[3.5] Επίδραση πράσινης οροφής 32
[3.6] Συνδυαστική επίδραση 33
[3.6.1] Συνδυαστική επίδραση τοποθεσίας, ανακαίνισης και ηλικίας διαμερισμάτων 33
[4.0] Περιγραφική Στατιστική 37
[4.1] Μέσες και ακρότατες τιμές 37
[4.2] Υπερβάσεις ορίων 42
[4.2.1] Διαμερίσματα και γραφεία νότιου τομέα 42
[4.2.2] Διαμερίσματα και γραφεία κεντρικού τομέα 42
[4.2.3] Διαμερίσματα και γραφεία βόρειου τομέα 43
[4.2.4] Παλαιότεροι χώροι (έως 1981) με ριζική ανακαίνιση 44
[4.2.5] Σύγχρονοι, ριζικά ανακαινισμένοι χώροι (2021 και μετά) 44
[5.0] Μελέτη καύσωνα 47
[6.0] Συζήτηση και Συμπεράσματα 49
[7.0] Επίλογος 51
[8.0] Ενδεικτική βιβλιογραφία 53



[1.0] ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το κτιριακό απόθεμα στο λεκανοπέδιο Αττικής παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία. Διαφορετικοί χώροι –κατοικίας ή εργασίας– παρουσιάζουν πολλά διαφορετικά χαρακτηριστικά, και στόχος αυτής της μελέτης είναι να διερευνήσει πώς αυτά επιδρούν στη θερμική ανθεκτικότητα των κτιρίων.

Η πιο προφανής έκφανση αυτής της ετερογένειας είναι πιθανώς οι διαφορετικές περίοδοι κατασκευής των κτιρίων. Ενδεικτικά, το κτιριακό απόθεμα της Αττικής χαρακτηρίζεται από μεγάλο ποσοστό παλαιών κτιρίων, το 57% των οποίων έχει ανεγερθεί πριν από τουλάχιστον 45 χρόνια (ΕΛΣΤΑΤ, 2021). Αποκλίσεις παρουσιάζει, επίσης, ο βαθμός ανακαίνισης σε διαφορετικά κτίρια, ιδίως επειδή τα τελευταία χρόνια, λόγω των εθνικών και ευρωπαϊκών οδηγιών για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ο αριθμός των ανακαινίσεων έχει αυξηθεί σημαντικά. Άλλες διαφορές περιλαμβάνουν τον όροφο, την ποιότητα του αερισμού, την ένταση της χρήσης, την εγγύτητα στο πράσινο κτλ. Η παρούσα μελέτη διερευνά τον αντίκτυπο αυτών των διαφορετικών χαρακτηριστικών στη θερμική συμπεριφορά των κτιρίων, παρέχοντας στοιχεία που μπορούν να διασφαλίσουν τον συνετό σχεδιασμό επενδύσεων ή παρεμβάσεων σε κτίρια.

Με τον όρο «θερμική συμπεριφορά» αναφερόμαστε στη χρονική κατανομή των μετρήσεων της θερμοκρασίας. Πιο συγκεκριμένα, η θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο το κέλυφος και τα υλικά του ανταποκρίνονται στις εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας, επηρεάζοντας τη ροή θερμότητας. Αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ενεργειακή απόδοση, τη θερμική άνεση των χρηστών και την αποφυγή φαινομένων υγρασίας και συμπύκνωσης.

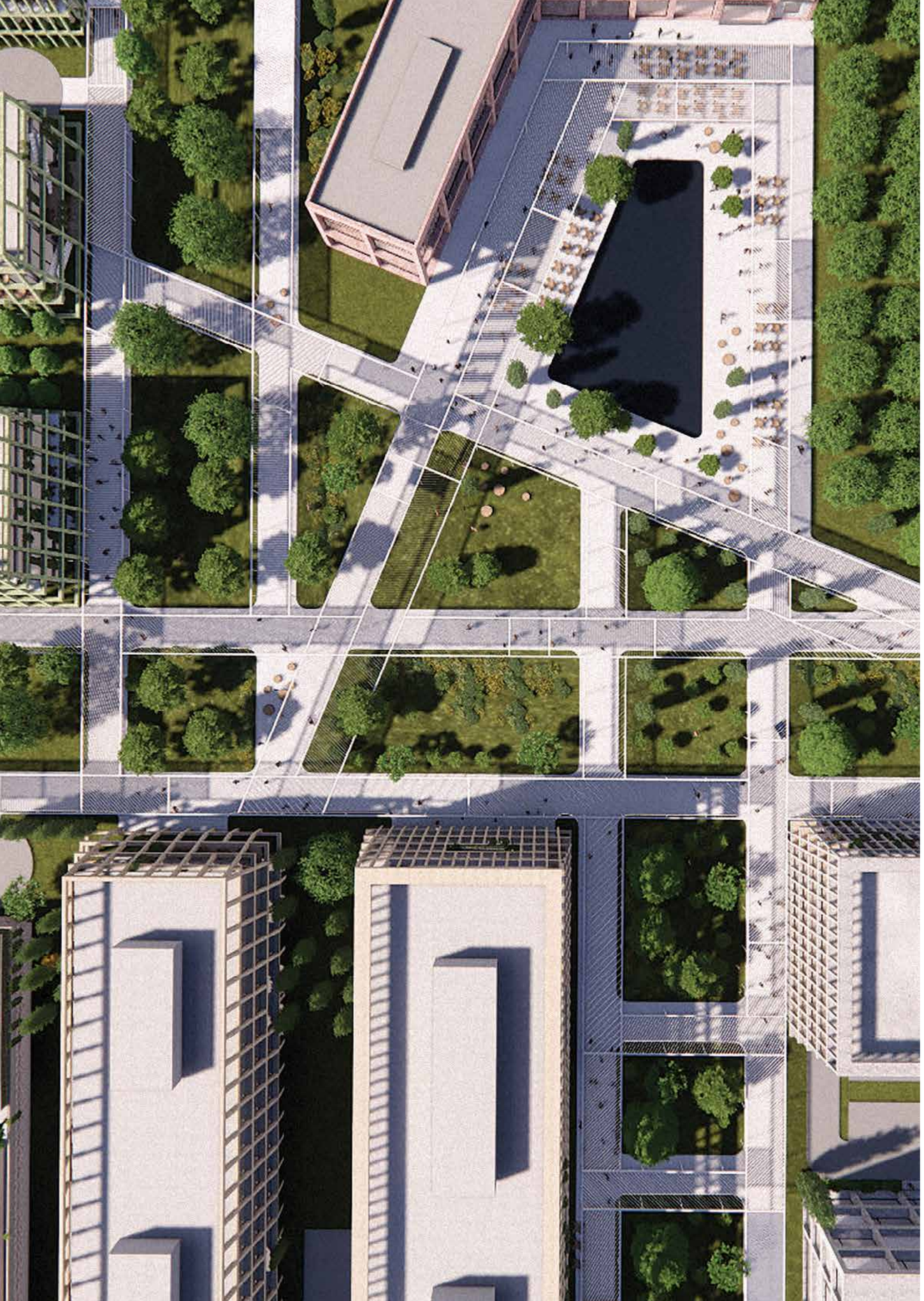
Η θερμική άνεση, σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), είναι η κατάσταση κατά την οποία το άτομο αισθάνεται ικανοποιημένο με το θερμικό περιβάλλον του –με άλλα λόγια, δεν αισθάνεται ούτε ζέστη ούτε ψύχος– και επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία του αέρα και τη σχετική υγρασία. Όταν η θερμοκρασία του χώρου είναι πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή, το άτομο αισθάνεται δυσφορία, ενώ η σχετική υγρασία επηρεάζει την ικανότητα του σώματος να αποβάλλει θερμότητα μέσω της εφίδρωσης. Πολύ χαμηλή ή πολύ υψηλή υγρασία μειώνει την αίσθηση άνεσης.

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) είναι το θεσμικό πλαίσιο που καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα κτίρια στην Ελλάδα, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Περιλαμβάνει τις τεχνικές προδιαγραφές, μεθόδους υπολογισμού και κριτήρια που χρησιμοποιούνται για τον σχεδιασμό, την κατασκευή και την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων, με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, τη βελτίωση της θερμικής άνεσης και την προστασία του περιβάλλοντος.

Ο ΚΕΝΑΚ, σε συνδυασμό με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN ISO 7730 και ΕΛΟΤ EN 15251 / EN 16798-1, καθορίζει ενδεικτικά όρια για τη διατήρηση ενός άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος, ώστε να εξασφαλίζεται θερμική ισορροπία και αποδοτικότητα του συστήματος ψύξης.

Πίνακας 1:
Ορια του ΚΕΝΑΚ ↓

Χρήσεις κτιρίων ή Θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45
Γραφείο	20	26	35	45



[2.0] ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

[2.1] Δείγμα χώρων

Ο συνολικός αριθμός των υπό μελέτη χώρων ανέρχεται σε 36,[1] 14 εκ των οποίων έχουν υποστεί ριζική ανακαίνιση και 9 μερική. Πρόκειται για διαμερίσματα και γραφεία σε τρεις διαφορετικές περιοχές της Αθήνας (βόρειος, κεντρικός και νότιος τομέας) που ανήκουν σε κτίρια διαφορετικής ηλικίας, κατανεμημένα σε τέσσερις χρονικές κατηγορίες: προ του 1981, 1981-2010, 2010-2021 και μετά το 2021. Προκειμένου η σύγκριση να είναι πιο αποτελεσματική και η αναγνώριση των χώρων πιο εύκολη, αποδόθηκε μοναδικός κωδικός για κάθε χώρο, της μορφής «81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4». Κάθε συνιστώσα του κωδικού, χωρισμένη με τελείες, αντιστοιχεί σε μια από τις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται στη μελέτη για τη σύγκριση των χώρων. Συγκεκριμένα, η πρώτη θέση (π.χ., 81: έως το 1981) δηλώνει το διάστημα κατασκευής, η δεύτερη (π.χ., ΜΑ: μερική ανακαίνιση) το επίπεδο ανακαίνισης, η τρίτη (π.χ., Δ: διαμέρισμα) την τυπολογία του χώρου, η τέταρτη (π.χ., ΚΤ: κεντρικός τομέας) τον τομέα στον οποίο ανήκει το κτίριο και η πέμπτη (π.χ., 4: τέταρτος όροφος) τον όροφο, με την τιμή 0 να αντιστοιχεί στο ισόγειο. Επιπλέον, σε κάθε χώρο αποδόθηκε ένα μοναδικό χρώμα.

[1] Να σημειωθεί ότι μετρήσεις προκύπτουν για τους 33 εκ των 36 χώρων. Τεχνικά και άλλα προβλήματα κατέστησαν τη συγκέντρωση αξιοποιήσιμων δεδομένων από τους χώρους 21.ΡΑ.Γ.ΝΤ.2, 21.ΡΑ.Γ.ΒΤ.2 και 81.ΡΑ.Γ.ΝΤ.15 αδύνατη.

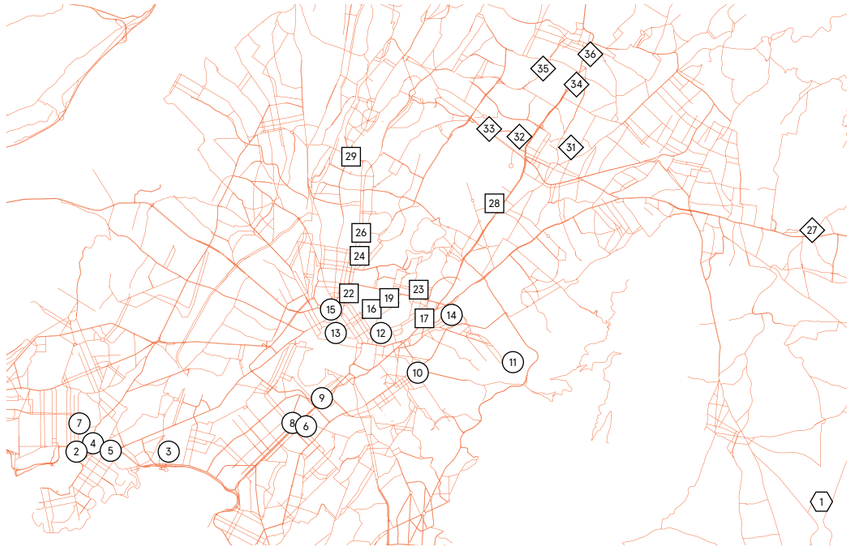
Περισσότερες πληροφορίες για τους χώρους και τα αναγνωριστικά τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 και στην Εικόνα 1.

Ως ριζική ανακαίνιση ορίζεται η ανακαίνιση που έχει υποστεί ένας χώρος και περιλαμβάνει θερμομόνωση ή/και αλλαγή των συστημάτων θέρμανσης/ψύξης, ενώ η μερική ανακαίνιση αφορά οποιοδήποτε επίπεδο ανακαίνισης χώρου χωρίς αυτό να συμπεριλαμβάνει θερμομονωτικές προσόψεις.

Πίνακας 2: Στοιχεία και αναγνωριστικοί κωδικοί των υπό μελέτη χώρων ↓

Α/Α	Διάστημα κατασκευής	Ανακαίνιση	Τυπολογία	Περιοχή	Μέγεθος (τ.μ.)	Κωδικός
1	2010-2021	Ριζική	Γραφείο	Βόρειος	61. 135	21.ΡΑ.Γ.ΕΑ.2
2	Προ 1981	Ριζική	Γραφείο	Νότιος	34.329	81.ΡΑ.Γ.ΝΤ.15
3	Προ 1981	Καθόλου	Γραφείο	Νότιος	850	81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3
4	Προ 1981	Καθόλου	Γραφείο	Νότιος	115	81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1
5	Προ 1981	Μερική	Διαμέρισμα	Νότιος	75	81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5
6	1981-2010	Καθόλου	Διαμέρισμα	Νότιος	144	10.ΧΑ.Δ.ΝΤ.3
7	2010-2021	Ριζική	Γραφείο	Νότιος		21.ΡΑ.Γ.ΝΤ.2
8	Προ 1981	Καθόλου	Διαμέρισμα	Νότιος	180	81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5
9	Μετά το 2021	Ριζική	Γραφείο	Κεντρικός	8.883	25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7
10	Προ 1981	Μερική	Διαμέρισμα	Κεντρικός	30	81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4
11	Προ 1981	Καθόλου	Γραφείο	Κεντρικός	10	81.ΧΑ.Γ.ΚΤ.1
12	Προ 1981	Μερική	Γραφείο	Κεντρικός	205	81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3
13	Προ 1981	Ριζική	Γραφείο	Κεντρικός		81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.1
14	1981-2010	Καθόλου	Διαμέρισμα	Κεντρικός	86	10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4
15	Προ 1981	Ριζική	Γραφείο	Κεντρικός	550	81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2

A/A	Διάστημα κατασκευής	Ανακαίνιση	Τυπολογία	Περιοχή	Μέγεθος (τ.μ.)	Κωδικός
16	Προ 1981	Μερική	Γραφείο	Κεντρικός	205	81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4
17	2010–2021	Ριζική	Γραφείο	Κεντρικός	750	21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7
18	2010–2021	Ριζική	Γραφείο	Κεντρικός	750	21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.8
19	Προ 1981	Ριζική	Διαμέρισμα	Κεντρικός	135	81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5
20	Προ 1981	Ριζική	Γραφείο	Κεντρικός	13.787	81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5
21	Προ 1981	Ριζική	Γραφείο	Κεντρικός	13.787	81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Α
22	Προ 1981	Ριζική	Γραφείο	Κεντρικός	13.787	81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β
23	Προ 1981	Μερική	Διαμέρισμα	Κεντρικός	55	81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3
24	Προ 1981	Μερική	Γραφείο	Κεντρικός	600	81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2
25	Προ 1981	Ριζική	Διαμέρισμα	Κεντρικός	70	81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1
26	Προ 1981	Ριζική	Διαμέρισμα	Κεντρικός	198	81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.6
27	1981–2010	Ριζική	Διαμέρισμα	Βόρειος	139	10.ΡΑ.Δ.ΒΤ.2
28	Προ 1981	Καθόλου	Διαμέρισμα	Βόρειος	210	81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1
29	Προ 1981	Μερική	Διαμέρισμα	Βόρειος	53	81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α
30	Προ 1981	Μερική	Διαμέρισμα	Βόρειος	63	81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.0
31	Προ 1981	Μερική	Διαμέρισμα	Βόρειος	153	81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β
32	Προ 1981	Καθόλου	Γραφείο	Βόρειος		81.ΧΑ.Γ.ΒΤ.1
33	Προ 1981	Ριζική	Διαμέρισμα	Βόρειος	60	81.ΡΑ.Δ.ΒΤ.0
34	1981–2010	Καθόλου	Γραφείο	Βόρειος	300	10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6
35	2010–2021	Ριζική	Γραφείο	Βόρειος	265	21.ΡΑ.Γ.ΒΤ.1
36	1981–2010	Ριζική	Γραφείο	Βόρειος	265	10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4



→
Εικόνα 1: Τα υπό μελέτη κτίρια με την αντίστοιχη αναγνωριστική τους σήμανση. (Κύκλος: νότια, τετράγωνο: κεντρικά, ρόμβος: βόρεια, πολύγωνο: εκτός Αθηνών)

[2.2] Παράμετροι

Οι παράμετροι που εξετάστηκαν στο πλαίσιο αυτής της μελέτης αφορούν την εσωτερική θερμοκρασία (°C) και τη σχετική υγρασία (% RH). Οι μετρήσεις έλαβαν χώρα μεταξύ Ιουλίου και Οκτωβρίου 2025.

[2.3] Οργανα μέτρησης

Για τη διεξαγωγή των μετρήσεων εγκαταστάθηκε σε κάθε χώρο ένας μετρητής θερμοκρασίας και υγρασίας (θερμοϋγρόμετρο). Χρησιμοποιήθηκαν τρεις τύποι θερμοϋγρομέτρων: ο φορητός αισθητήρας Tinytag Plus 2, της εταιρείας Gemini Data Loggers, που έχει τη δυνατότητα καταγραφής τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας, το HL-1D data logger, της εταιρείας Rotronic, και ο αισθητήρας M2 TH, της εταιρείας tempmate. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των οργάνων δίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 2.

Πίνακας 3: Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αισθητήρων που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη ↓

Όνομα αισθητήρα (εταιρεία)	Tinytag Plus 2 (Gemini Data Loggers)	HL-1D (Rotronic)	M2 TH (tempmate)	TSP-18 IAQ Sensor (Tongdy)
Τύπος οργάνου	Φορητός αισθητήρας / data logger	Data logger με οθόνη	Φορητός αισθητήρας / data logger	Σταθερός αισθητήρας IAQ για CO_2, TVOC, T°, RH
Μετρούμενες παράμετροι	Θερμοκρασία, σχετική υγρασία	Θερμοκρασία, σχετική υγρασία	Θερμοκρασία, σχετική υγρασία	CO_2, TVOC, θερμοκρασία, σχετική υγρασία, IAQ index, PM2.5 (ανάλογα με το μοντέλο)
Εύρος θερμοκρασίας	-25 έως +85°C	-20 έως +70°C	-40 έως +70°C	-10 έως +60°C
Εύρος σχετικής υγρασίας	0–100% RH	0–100% RH	0–100% RH	0–95% RH (χωρίς συμπύκνωση)
Εύρος CO_2	–	–	–	0–5.000 ppm (NDIR)
Εύρος VOC (TVOC e-sensor)	–	–	–	0–30 ppm (ή VOC Index 0–500, ανάλογα με το firmware)
Ακρίβεια θερμοκρασίας	±0.3°C	±0.3°C	±0.5°C	±0.5°C
Ακρίβεια σχετικής υγρασίας	±3% RH	±2% RH	±3% RH	±3% RH
Ακρίβεια CO_2	–	–	–	(±50 ppm + 3% της μέτρησης)
Ακρίβεια TVOC	–	–	–	Ανάλογα με τον αλγόριθμο eVOC / VOC index (όχι πραγματικό TVOC)
Ρυθμός δειγματοληψίας	Ρυθμιζόμενος (15 λεπτά)	Ρυθμιζόμενος (15 λεπτά)	Ρυθμιζόμενος (15 λεπτά)	1-5 δευτερόλεπτα (real-time)
Χώρα κατασκευής	Ηνωμένο Βασίλειο	Ελβετία	Γερμανία	Κίνα
Σχόλια	Αξιόπιστο όργανο περιβαλλοντικής παρακολούθησης, με μεγάλη χωρητικότητα μνήμης	Κατάλληλο για εσωτερικούς χώρους, διαθέτει ενσωματωμένη οθόνη και USB interface	Εύχρηστο και ανθεκτικό, ευρέως χρησιμοποιούμενο σε logistics και μετρήσεις πεδίου	Πλήρης IAQ μονάδα για κτίρια – κατάλληλη για εγκατάσταση σε χώρους με ανθρώπους, συνεχής παρακολούθηση IAQ

[2.4] Δειγματοληψία

Η επιλογή των θέσεων εγκατάστασης των αισθητήρων πραγματοποιήθηκε έπειτα από επιτόπια μελέτη και συνεννόηση με τους ενοίκους, με στόχο την τοποθέτησή τους στους χώρους με τη μεγαλύτερη ανθρώπινη δραστηριότητα και παρουσία, ώστε να αποτυπωθεί αντιπροσωπευτικά το θερμικό και υγρομετρικό φορτίο των κατοικιών ή γραφείων. Οι αισθητήρες εγκαταστάθηκαν, επομένως, στα δωμάτια με τον υψηλότερο βαθμό χρήσης (π.χ., καθιστικά ή κύριους χώρους εργασίας). Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε με χρονικό βήμα 15 λεπτών, παρέχοντας τέσσερις καταγραφές ανά ώρα για τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του εσωτερικού αέρα.



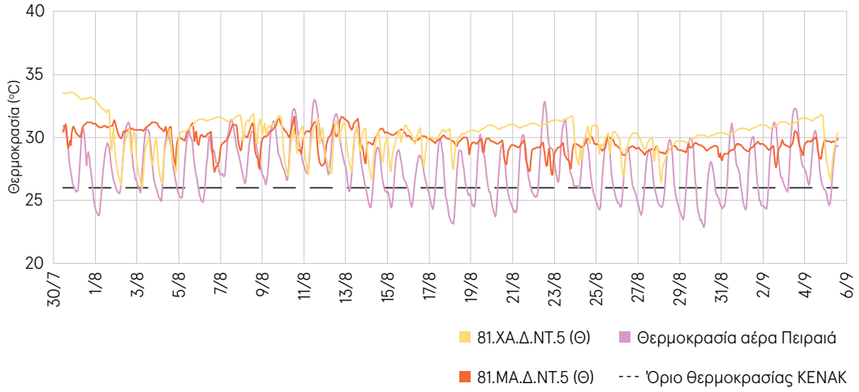
[3.0] ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

[3.1] Επίδραση ανακαίνισης

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για το δείγμα των υπό μελέτη κτιρίων, εξεταζόμενες σε διαφορετικούς συνδυασμούς παραμέτρων.

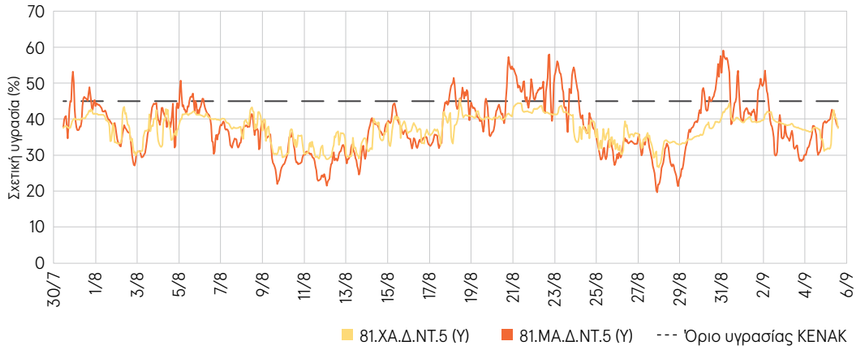
[3.1.1] Επίδραση ανακαίνισης σε παλαιότερα (έως 1981) διαμερίσματα του νότιου τομέα

Σύγκριση διαμερισμάτων ΝΤ (έως 1981)



Διάγραμμα 1. Σύγκριση θερμοκρασίας παλαιότερων διαμερισμάτων (έως 1981) νότιου τομέα

Σύγκριση διαμερισμάτων ΝΤ (έως 1981)



Διάγραμμα 2. Σύγκριση σχετικής υγρασίας παλαιότερων διαμερισμάτων (έως 1981) νότιου τομέα

Πίνακας 4. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα διαμερίσματα 81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5 και 81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5 ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5	31,68	27,03	29,72	4,65
81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5	34,63	24,98	30,15	9,65
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5	59,1	19,67	38,01	39,42
81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5	51,4	26,59	37,42	24,81

Στα παραπάνω διαγράμματα παρουσιάζονται οι συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας σε δύο διαμερίσματα του νότιου τομέα που δεν διαθέτουν θερμομόνωση. Και τα δύο βρίσκονται στον 5ο όροφο και είναι κατασκευασμένα πριν από το 1981, ωστόσο διαφέρουν ως προς το μέγεθος και τον προσανατολισμό. Το πρώτο διαμέρισμα (81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5) έχει επιφάνεια 72 m² και είναι προσανατολισμένο νοτιοδυτικά, ενώ το δεύτερο (81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5) είναι μεγαλύτερο (180 m²) και έχει νοτιοανατολικό προσανατολισμό. Η σύγκριση δείχνει ότι το μεγαλύτερο διαμέρισμα, λόγω της αυξημένης εκτεθειμένης επιφάνειας και του νοτιοανατολικού προσανατολισμού του, παρουσιάζει έντονη θερμική φόρτιση κατά τις πρωινές ώρες. Επιπλέον, οι ένοικοι ενημέρωσαν ότι έκαναν περιορισμένη χρήση του κλιματιστικού, γεγονός που ενισχύει περαιτέρω την αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Αντίθετα, το μικρότερο διαμέρισμα εμφανίζει χαμηλότερη θερμική αδράνεια, με αποτέλεσμα οι εσωτερικές θερμοκρασίες να ακολουθούν ταχύτερα τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας.

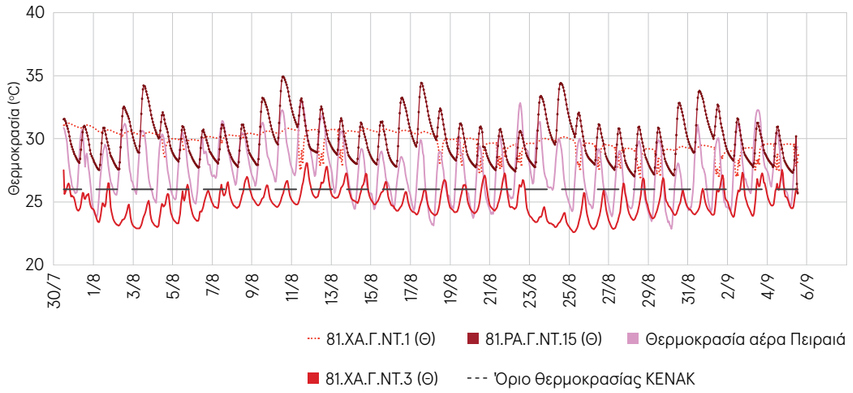
Από το διάγραμμα θερμοκρασίας προκύπτει ότι και τα δύο διαμερίσματα διατηρούνται σε μέσες θερμοκρασίες 28-31°C, κατά κύριο λόγο, με μικρές αποκλίσεις, οι οποίες οφείλονται κυρίως στη θέση και στον προσανατολισμό τους. Το διαμέρισμα 81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5 παρουσιάζει πιο σταθερό θερμικό προφίλ για την περίοδο που χρησιμοποιείται από τους ενοίκους, με μικρότερες ημερήσιες διακυμάνσεις, αλλά υψηλότερες μέσες εσωτερικές θερμοκρασίες. Το μεγαλύτερο εύρος στη θερμοκρασία (9,65 βαθμοί Κελσίου) μπορεί να αποδοθεί στη μη συνεχή χρήση κλιματιστικού λόγω της απουσίας τους. Η παλαιότητα του κελύφους, η απουσία θερμομόνωσης και η μειωμένη χρήση του συστήματος ψύξης συμπληρώνονται ως περαιτέρω αίτια της συγκεκριμένης συμπεριφοράς, με μικρότερες ημερήσιες διακυμάνσεις, αλλά υψηλότερες μέσες εσωτερικές θερμοκρασίες. Αντίθετα, το 81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5 (μικρότερο σε επιφάνεια) εμφανίζει χαμηλότερη θερμική αδράνεια και ταχύτερη απόκριση στις εξωτερικές μεταβολές, αν και οι εσωτερικές του θερμοκρασίες παραμένουν εντός παρόμοιου εύρους θερμοκρασιών.

Στο διάγραμμα σχετικής υγρασίας, οι τιμές και στα δύο διαμερίσματα κυμαίνονται κυρίως μεταξύ 35-50%, με περιστασιακές εξάρσεις άνω του 55% στο διαμέρισμα 81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5, το οποίο βρίσκεται πλησίον του λιμανιού του Πειραιά. Η αυξημένη υγρασία του συγκεκριμένου διαμερίσματος αποδίδεται στην εγγύτητα στη θάλασσα, που ευνοεί την αύξηση της υγρασίας του αέρα, ιδιαίτερα κατά τις νυχτερινές ώρες, λόγω της θαλάσσιας αύρας και των φαινομένων συμπύκνωσης των υδρατμών. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται στον ψυχρότερο αέρα πάνω από τη στεριά κατά τις βραδινές ώρες, που μπορεί να συγκρατήσει λιγότερους υδρατμούς, με αποτέλεσμα αυτοί να περνούν από την αέρια φάση στην υγρή. Αντίθετα, το διαμέρισμα 81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5, το οποίο βρίσκεται σε περιοχή που γειτνιάζει με άλσος, εμφανίζει πιο σταθερές και ελαφρώς χαμηλότερες τιμές υγρασίας για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα των μετρήσεων. Η παρουσία αστικής βλάστησης συμβάλλει στη ρύθμιση του μικροκλίματος μέσω της εξατμισοδιαπνοής,[2] μειώνοντας τις ακραίες τιμές υγρασίας και εξομαλύνοντας τις ημερήσιες διακυμάνσεις.

[2] Πρόκειται για τον συνδυασμό της εξάτμισης από το έδαφος και τις επιφάνειες (χώμα, φύλλα, νερό) και της διαπνοής των φυτών, δηλαδή της εξάτμισης νερού μέσω των στομάτων των φύλλων. Το φαινόμενο αυτό λειτουργεί ψυκτικά, καθώς αφαιρεί λανθάνουσα θερμότητα από τον αέρα.

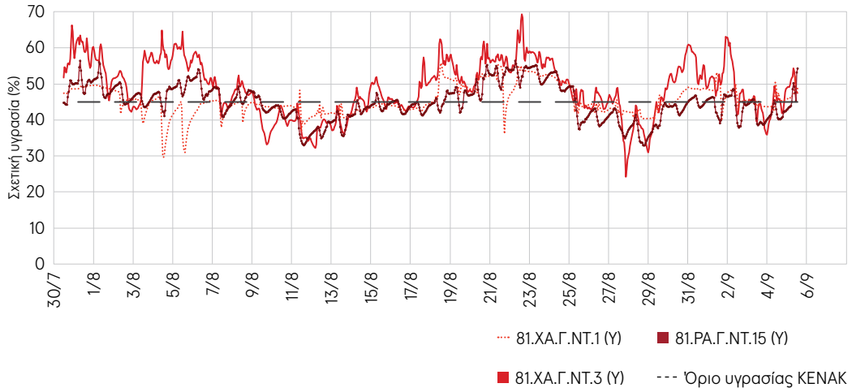
[3.1.2] Επίδραση ανακαίνισης σε παλαιότερα (έως 1981) γραφεία του νότιου τομέα

Σύγκριση θερμοκρασίας γραφείων ΝΤ (έως 1981)



Διάγραμμα 3. Σύγκριση θερμοκρασίας παλαιότερων γραφείων (έως 1981) νότιου τομέα

Σύγκριση υγρασίας γραφείων ΝΤ (έως 1981)



Διάγραμμα 4. Σύγκριση σχετικής υγρασίας παλαιότερων γραφείων (έως 1981) νότιου τομέα

Πίνακας 5. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα γραφεία 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3 και 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1 ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3	28,08	21,18	24,62	6,9
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1	31,45	25,86	29,78	5,59
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3	69,36	24,21	48,5	45,14
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1	56,08	29,62	46,07	26,46

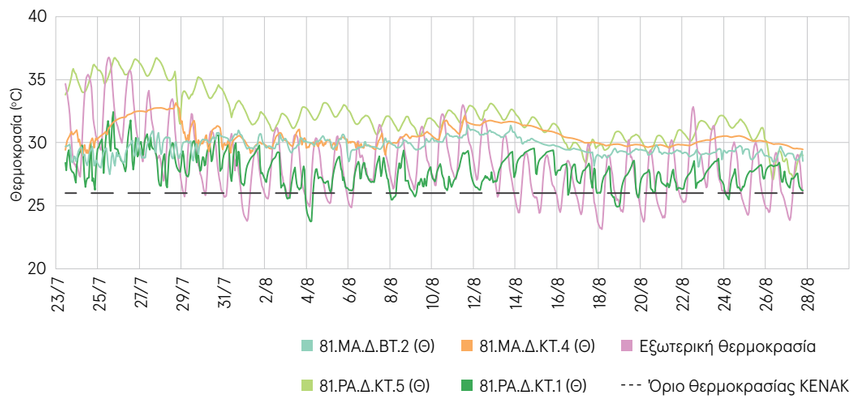
Η παραπάνω ανάλυση αφορά δύο γραφεία του νότιου τομέα τα οποία στεγάζονται σε μη ανακαινισμένα κτίρια, με σαφείς διαφοροποιήσεις ως προς την επιφάνεια, τη χρήση και τον βαθμό ανθρώπινης παρουσίας. Το γραφείο με κωδικό 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3, στον 3ο όροφο, αποτελεί ενιαίο χώρο συνολικής επιφάνειας 850 m², χωρισμένο σε δύο τμήματα με διάδρομο. Ο αισθητήρας έχει τοποθετηθεί στο τμήμα όπου εργάζονται περίπου 40 άτομα, γεγονός που προκαλεί αυξημένο θερμικό φορτίο λόγω της ανθρώπινης παρουσίας και του εξοπλισμού γραφείου. Αντίθετα, στο γραφείο με κωδικό 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1 ο αισθητήρας εγκαταστάθηκε σε μικρότερο δωμάτιο, όπου απασχολούνται 2 εργαζόμενοι, με περιορισμένη χρήση κλιματιστικού και χωρίς δυνατότητα φυσικού αερισμού, καθώς ο χώρος δεν διαθέτει παράθυρο. Η έλλειψη αερισμού αυξάνει τη θερμική αδράνεια και ευνοεί τη συσσώρευση θερμότητας. Παρότι και τα δύο κτίρια είναι παλαιά και χωρίς θερμομόνωση, η θερμική τους συμπεριφορά διαφοροποιείται: στο 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3 ο μεγαλύτερος όγκος και ο συνεχής αερισμός οδηγούν σε μεγαλύτερο εύρος θερμοκρασιών κατά 1,3oC, ενώ στο 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1 ο μικρός κλειστός χώρος χωρίς παράθυρο ευνοεί τη θερμική στασιμότητα και τη διατήρηση υψηλότερων εσωτερικών θερμοκρασιών.

Στο διάγραμμα υγρασίας, το γραφείο 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3 εμφανίζει ελαφρώς υψηλότερη μέση υγρασία. Η υψηλότερη μέση υγρασία στο 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3 οφείλεται στον φυσικό αερισμό μέσω του παραθύρου, ο οποίος επιτρέπει την εισχώρηση νωπού εξωτερικού αέρα, ιδιαίτερα τις νυχτερινές ώρες, όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος αυξάνεται. Αντίθετα, στο 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1 η απουσία αερισμού οδηγεί σε σταδιακή ξήρανση του εσωτερικού αέρα και χαμηλότερες τιμές υγρασίας.

Συνολικά, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι η ένταση χρήσης του χώρου και ο αερισμός αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη διακύμανση τόσο της θερμοκρασίας όσο και της σχετικής υγρασίας.

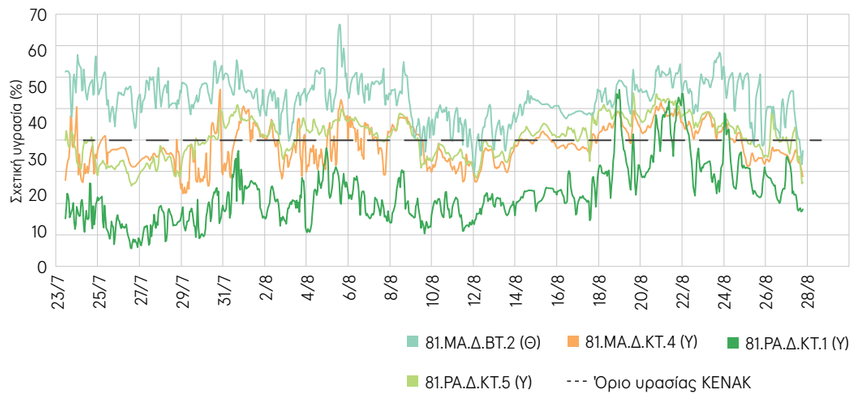
[3.1.3] Επίδραση ανακαίνισης σε παλαιότερα (έως 1981) διαμερίσματα του κεντρικού τομέα

Σύγκριση διαμερισμάτων ΚΤ (έως 1981)



Διάγραμμα 5. Σύγκριση θερμοκρασίας παλαιότερων διαμερισμάτων (έως 1981) κεντρικού τομέα

Σύγκριση διαμερισμάτων ΚΤ (έως 1981)



Διάγραμμα 6. Σύγκριση σχετικής υγρασίας παλαιότερων διαμερισμάτων (έως 1981) κεντρικού τομέα

Πίνακας 6. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα διαμερίσματα 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α, 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1, 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5 και 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4 ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α[3]	31,41	27,49	29,67	3,92
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1	30,01	24,92	27,34	5,1
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5	36,76	26,64	31,43	10,11
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4	33,16	22,84	29,28	10,33
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α	76,83	29,62	54,39	47,21
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1	56,1	25,06	32,94	31,04
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5	67,31	24,28	41,33	43,03
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4	62,07	23,12	40,2	38,95

Η προκείμενη ανάλυση αφορά διαμερίσματα που ανήκουν στον κεντρικό τομέα και χαρακτηρίζονται από παλαιότητα κατασκευής (πριν από το 1981). Το διαμέρισμα με κωδικό 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α (μπορεί να θεωρηθεί και ως τμήμα του βόρειου τομέα), δυτικού προσανατολισμού και επιφανείας 53 m², κατοικείται από ένα άτομο, το οποίο απουσίαζε το μεγαλύτερο μέρος του Αυγούστου. Η περιορισμένη χρήση κλιματισμού και η απουσία πρόσφατης ανακαίνισης καθιστούν τον χώρο ευάλωτο σε αυξήσεις θερμοκρασίας. Το διαμέρισμα με κωδικό 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4, επιφανείας μόλις 30 m² και επίσης χωρίς ανακαίνιση, παρουσιάζει χαμηλή θερμική αδράνεια, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται και να ψύχεται ταχύτερα, εμφανίζοντας μεγαλύτερες ημερήσιες μεταβολές. Το ρετιρέ 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5, στο οποίο διαμένει οικογένεια, έχει υποστεί ριζική ανακαίνιση το 2010, ωστόσο δεν διαθέτει θερμομόνωση. Ο βορειοδυτικός προσανατολισμός και η έντονη έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία λόγω θέσης (τελευταίος όροφος) συμβάλλουν στην έντονη θερμική φόρτιση, ιδίως κατά τις απογευματινές ώρες. Αντίθετα, το διαμέρισμα με κωδικό 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1, επιφάνειας 70 m² στον 1ο όροφο, έχει υποστεί ριζική ανακαίνιση το 1999 με προσθήκη θερμομόνωσης και κατοικείται καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου από έναν ένοικο. Ο δυτικός προσανατολισμός του εξισορροπείται από τη συνεχή χρήση κλιματισμού και τη βελτιωμένη θερμική θωράκιση του κελύφους. Συνολικά, τα διαμερίσματα του κεντρικού τομέα αποτυπώνουν τις διαφορετικές ενεργειακές συμπεριφορές των παλαιών αστικών κατοικιών, όπου ο συνδυασμός ανακαίνισης, προσανατολισμού και ανθρώπινης παρουσίας καθορίζει τη θερμική και υγρομετρική συμπεριφορά.

Στο διάγραμμα θερμοκρασίας παρατηρείται ότι τα τρία διαμερίσματα χωρίς θερμομόνωση (81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α, 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4 και 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5) εμφανίζουν υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες (30-35°C, κατά κύριο λόγο), καθώς και εντονότερες ημερήσιες διακυμάνσεις. Το διαμέρισμα 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5 εμφανίζει τις μεγαλύτερες αποκλίσεις, λόγω της έκθεσης του 5ου ορόφου στην ηλιακή

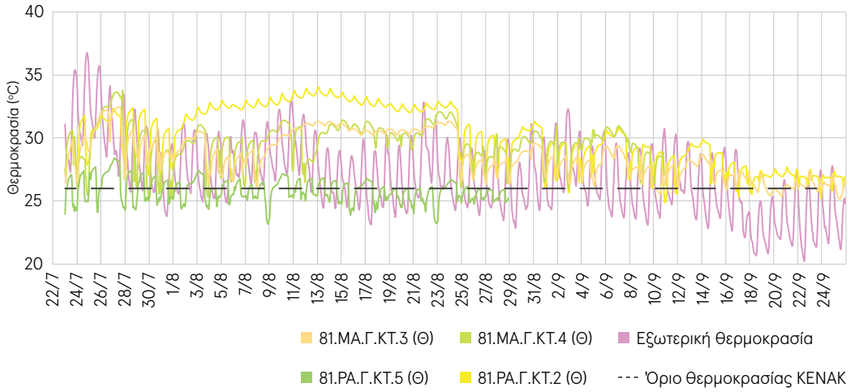
[3] Το συγκεκριμένο διαμέρισμα βρίσκεται στα Άνω Πατήσια, κοντά στον βόρειο τομέα, εξού και η συγκεκριμένη κωδικοποίηση. Είναι ορθότερο να θεωρήσουμε ως εξωτερικές θερμοκρασίες αυτές στον κεντρικό τομέα και όχι εκείνες που διαθέτουμε για τον βόρειο τομέα.

ακτινοβολία και της απουσίας σκίασης, υπογραμμίζοντας για άλλη μία φορά τη σημαντική επίδραση του ορόφου στη θερμική συμπεριφορά ενός χώρου. Εντός του ίδιου κτιρίου, το 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1 διατηρεί χαμηλότερες και πιο σταθερές θερμοκρασίες (25-30°C), ως αποτέλεσμα της θερμομόνωσης και της συνεχούς λειτουργίας του κλιματιστικού.

Στο διάγραμμα υγρασίας, το διαμέρισμα 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές σχετικής υγρασίας (με μέση τιμή 54,39%), οι οποίες σε κάποιες περιπτώσεις υπερβαίνουν το 60%, κάτι που αποδίδεται στον περιορισμένο αερισμό και στην απουσία θερμομονωτικής προστασίας. Τα διαμερίσματα 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4 και 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5 εμφανίζουν ενδιάμεσες τιμές, γύρω στο 40-55%, με σχετικά ήπιες μεταβολές, που σχετίζονται με την περιοδική χρήση κλιματισμού. Το 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1 ξεχωρίζει και πάλι, παρουσιάζοντας χαμηλότερα επίπεδα υγρασίας και σταθερότερη καμπύλη, αποτέλεσμα της καλής στεγανότητας και της συνεχούς αφύγρανσης που προσφέρει το σύστημα ψύξης. Συνολικά, τα διαγράμματα καταδεικνύουν ότι στα παλαιά κτίρια η θερμομόνωση και η συστηματική χρήση κλιματισμού αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για τη διατήρηση σταθερών και ευνοϊκών εσωτερικών συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας.

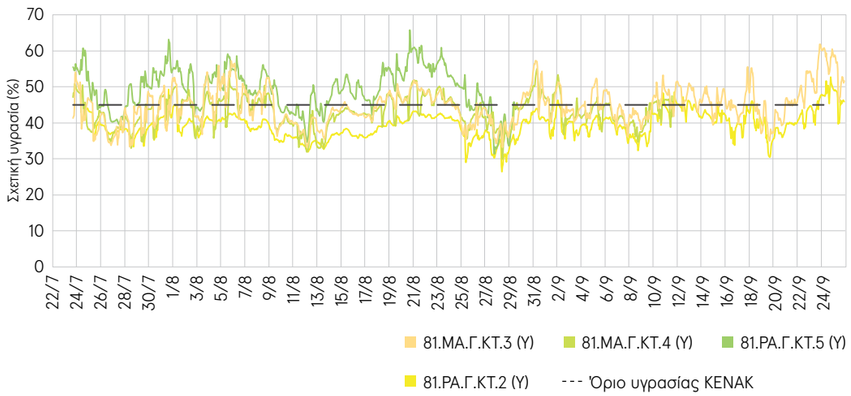
[3.1.4] Επίδραση ανακαίνισης σε παλαιότερα (έως 1981) γραφεία του κεντρικού τομέα

Σύγκριση γραφείων ΚΤ (έως 1981)



Διάγραμμα 7. Σύγκριση θερμοκρασίας παλαιότερων γραφείων (έως 1981) κεντρικού τομέα

Σύγκριση γραφείων ΚΤ (έως 1981)



Διάγραμμα 8. Σύγκριση σχετικής υγρασίας παλαιότερων γραφείων (έως 1981) κεντρικού τομέα

Πίνακας 7. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα γραφεία 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4, 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5, 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3 και 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2 ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4	33,79	25,03	29,65	8,75
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5	28,41	23,17	25,88	5,25
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3	31,33	22,92	28,24	8,4
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2	34,07	24,86	29,94	9,22
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4	55	29,93	42,94	25,07
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5	65,79	31,36	49,14	34,43
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3	64,29	33,21	45,72	31,08
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2	54,87	26,43	39,8	28,44

Πριν από την ανάλυση των παραπάνω διαγραμμάτων, επισημαίνεται ότι οι μετρήσεις προέρχονται από γραφεία του Κεντρικού Τομέα Αθηνών με παρόμοιες εξωτερικές συνθήκες και περίπου την ίδια χρονική περίοδο (Ιούλιος-Σεπτέμβριος). Οι μεταβλητές που διαφοροποιούνται μεταξύ τους είναι κυρίως η ύπαρξη ή μη θερμομόνωσης βάσει του είδους ανακαίνισης, η θέση του ορόφου και ο βαθμός αερισμού των χώρων. Έτσι, η σύγκριση εστιάζει στην επίδραση αυτών των παραγόντων στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας. Το γραφείο με κωδικό 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3, συνολικού εμβαδού 160 m² (με χώρο εγκατάστασης 10 m²), βρίσκεται στον 3ο όροφο και διαθέτει κλιματιστικό. Ο βορειοδυτικός προσανατολισμός μειώνει τη θερμική επιβάρυνση, ωστόσο η μερική ανακαίνιση χωρίς θερμομόνωση και η διακοπή λειτουργίας στα μέσα του Αυγούστου οδηγούν σε αυξημένες θερμοκρασίες. Αντίστοιχα, το γραφείο με κωδικό 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4, επιφανείας 90 m², απασχολεί ένα άτομο στον χώρο εγκατάστασης και βρίσκεται στον 4ο όροφο. Λόγω του ανατολικού του προσανατολισμού, επηρεάζεται περισσότερο από την ηλιακή ακτινοβολία τις πρωινές ώρες, παρουσιάζοντας απότομες διακυμάνσεις θερμοκρασίας ανάλογα με τη χρήση του κλιματιστικού. Στο γραφείο με κωδικό 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2, ο αισθητήρας επιλέχτηκε να τοποθετηθεί στην υποδοχή, διότι είναι ένας χώρος με αυξημένη κινητικότητα. Ως αποτέλεσμα, ο χώρος χαρακτηρίζεται από διακοπτόμενη χρήση και συχνή είσοδο/έξοδο ατόμων, γεγονός που επηρεάζει τις τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας. Τέλος, το γραφείο με κωδικό 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5 διαφοροποιείται από τα προηγούμενα γραφεία, καθώς απασχολεί μεγαλύτερο αριθμό εργαζομένων, διαθέτει κεντρικό σύστημα κλιματισμού μέσω αεραγωγών που εξυπηρετεί ολόκληρο τον 5ο όροφο, όπου έχει τοποθετηθεί το όργανο μέτρησης, ενώ έχει πραγματοποιηθεί και ριζική ανακαίνιση. Συνολικά, τα γραφεία υπό ανάλυση παρουσιάζουν διαφορετικά μικροκλιματικά πρότυπα, ανάλογα με την ένταση χρήσης, την ύπαρξη ή μη θερμομόνωσης και το είδος του συστήματος κλιματισμού.

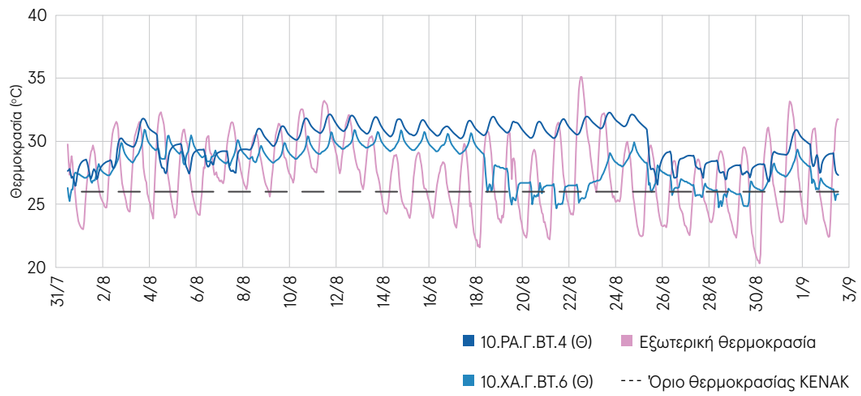
Σύμφωνα με το διάγραμμα θερμοκρασίας, διαπιστώνεται ότι το 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5 παρουσιάζει τις χαμηλότερες και πιο σταθερές θερμοκρασίες (25-29°C) καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού,

λόγω της συνεχούς λειτουργίας του κεντρικού κλιματισμού και της καλής εσωτερικής κυκλοφορίας του αέρα. Τα γραφεία 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3 και 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4 ακολουθούν παρόμοια πορεία, με μέσες τιμές θερμοκρασίας γύρω στους 29-32°C και περιοδικές αυξήσεις της, οι οποίες σχετίζονται με τα διαστήματα απουσίας του προσωπικού. Η επίδραση του κλιματιστικού αποτυπώνεται πιο έντονα στο γραφείο 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2, καθώς παρατηρείται ότι η θερμοκρασία ανέρχεται στους 33°C, με μικρές διακυμάνσεις, για την περίοδο κατά την οποία απουσίαζε το προσωπικό. Το ουσιαστικό εύρημα αφορά όχι απλώς τη μείωση της θερμοκρασίας λόγω λειτουργίας του κλιματιστικού, αλλά τη διαφορά στη θερμική σταθερότητα μεταξύ των γραφείων. Τα γραφεία με συνεχή χρήση του συστήματος ψύξης διατηρούν μέσες θερμοκρασίες χαμηλότερες κατά 3-4°C, γεγονός που αποτυπώνει συνθήκες ευνοϊκότερης θερμικής άνεσης.

Όσον αφορά την υγρασία, το διάγραμμα δείχνει διαφοροποιημένες συμπεριφορές. Κατά τη θερινή περίοδο οι χαμηλότερες εσωτερικές θερμοκρασίες του 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5 ενδέχεται να οδηγούν σε υψηλότερες τιμές σχετικής υγρασίας, οι οποίες σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβαίνουν το 60%. Τα γραφεία 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3 και 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4 εμφανίζουν ελαφρώς χαμηλότερα επίπεδα υγρασίας, με μικρές διακυμάνσεις. Αντίθετα, το γραφείο 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2 παρουσιάζει τις χαμηλότερες τιμές υγρασίας, ιδίως κατά τις περιόδους απουσίας των εργαζομένων. Συνολικά, τα διαγράμματα αποτυπώνουν τη σαφή υπεροχή ενός ανακαινισμένου γραφείου με θερμομόνωση ως προς την επίτευξη θερμικής άνεσης.

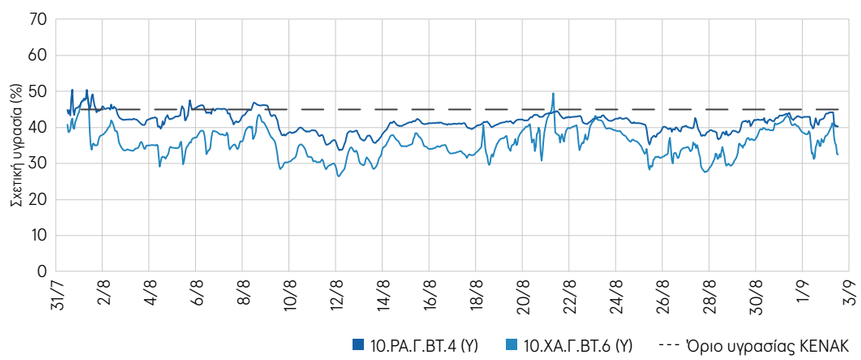
[3.1.5] Επίδραση ανακαίνισης σε νεότερα γραφεία (1981-2010) του βόρειου τομέα

Σύγκριση γραφείων ΒΤ (1981 έως 2010)



Διάγραμμα 9. Σύγκριση θερμοκρασίας νεότερων γραφείων (1981-2010) βόρειου τομέα

Σύγκριση γραφείων ΒΤ (1981 έως 2010)



Διάγραμμα 10. Σύγκριση σχετικής υγρασίας νεότερων γραφείων (1981-2010) βόρειου τομέα

Πίνακας 8: Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα γραφεία 10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4 και 10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6 ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4	34,47	26,46	30,01	8,02
10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6	30,93	23,4	26,95	7,53
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4	50,51	33,66	41,06	16,85
10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6	50,71	26,42	36,84	24,3

Η παραπάνω ανάλυση αφορά δύο διαφορετικά γραφεία που βρίσκονται σε σχετικά κοντινή απόσταση στον βόρειο τομέα. Το πρώτο γραφείο βρίσκεται στον 4ο όροφο ενός ανακαινισμένου κτιρίου (10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4) με νότιο προσανατολισμό, ενώ το δεύτερο γραφείο βρίσκεται στον 6ο όροφο ενός μη ανακαινισμένου κτιρίου (10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6) με βόρειο προσανατολισμό. Και τα δύο γραφεία διαθέτουν κεντρικό σύστημα κλιματισμού με αεραγωγούς, ωστόσο το γραφείο 10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4 παρέμεινε εκτός λειτουργίας για το μεγαλύτερο διάστημα του Αυγούστου, ενώ το γραφείο 10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6 ήταν εκτός λειτουργίας μόνο για μία εβδομάδα στα μέσα του ίδιου μήνα.

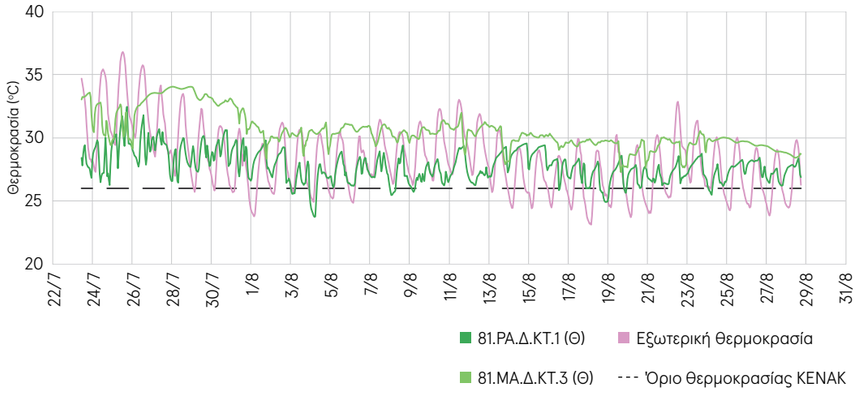
Στο διάγραμμα θερμοκρασίας διακρίνεται ότι το γραφείο 10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6 παρουσιάζει χαμηλότερες θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, με τιμές που κυμαίνονται κυρίως μεταξύ 26-28°C κατά το μεγαλύτερο διάστημα του καλοκαιριού. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται αφενός στον βόρειο προσανατολισμό, που μειώνει την άμεση ηλιακή φόρτιση, και αφετέρου στη θέση του αισθητήρα στην υποδοχή, όπου η κυκλοφορία του αέρα από το κεντρικό σύστημα ψύξης είναι συνεχής και ομοιόμορφη. Αντίθετα, το γραφείο 10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4 εμφανίζει ελαφρώς υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες (28-31°C κατά το μεγαλύτερο διάστημα του καλοκαιριού) και εντονότερες ημερήσιες διακυμάνσεις. Αν και πρόκειται για ανακαινισμένο κτίριο με κεντρικό κλιματισμό, η παρατεταμένη απουσία του προσωπικού κατά το μεγαλύτερο μέρος του Αυγούστου περιόρισε τη συνεχή λειτουργία του συστήματος ψύξης, οδηγώντας σε αυξημένες εσωτερικές θερμοκρασίες.

Στο διάγραμμα υγρασίας, το γραφείο 10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4 παρουσιάζει υψηλότερες μέσες τιμές σχετικής υγρασίας, με μικρές αυξομειώσεις, υποδεικνύοντας σχετικά σταθερό και ήπια υγρό εσωτερικό περιβάλλον. Η περιοδική, αλλά συνεπής λειτουργία του κεντρικού συστήματος κλιματισμού μέσω αεραγωγών συμβάλλει στη διατήρηση των επιπέδων υγρασίας κοντά στα επιθυμητά επίπεδα. Αντίθετα, το γραφείο 10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6 εμφανίζει χαμηλότερα ποσοστά σχετικής υγρασίας, τα οποία μειώνονται περαιτέρω κατά τις ημέρες διακοπής λειτουργίας, υποδεικνύοντας ξηρότερη ατμόσφαιρα λόγω περιορισμένης παρουσίας ατόμων και έλλειψης αερισμού.

[3.1.6] Επίδραση ανακαινισμένων κουφωμάτων και μόνωσης σε παλαιότερα (έως 1981) διαμερίσματα κεντρικού τομέα

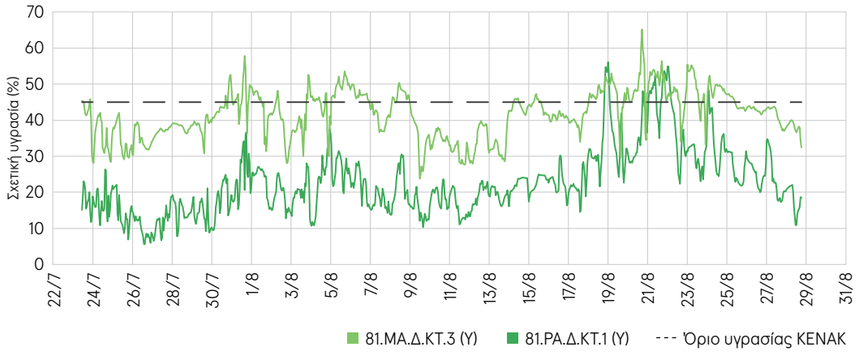
Σύγκριση διαμερισμάτων με ανακαίνιση κουφωμάτων και μόνωση

Διάγραμμα 11. Σύγκριση θερμοκρασίας παλαιότερων γραφείων (έως 1981) κεντρικού τομέα με διαφορετικούς τύπους ανακαίνισης



Σύγκριση διαμερισμάτων με ανακαίνιση κουφωμάτων και μόνωση

Διάγραμμα 12. Σύγκριση θερμοκρασίας παλαιότερων γραφείων (έως 1981) κεντρικού τομέα με διαφορετικούς τύπους ανακαίνισης



Πίνακας 9. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα διαμερίσματα 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3 και 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1 ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3	34,04	27,28	30,63	6,76
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1	30,01	24,92	27,34	5,1
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3	65,17	23,81	42,11	41,36
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1	56,1	25,06	32,94	31,038

Η προκείμενη σύγκριση αφορά δύο παλαιά διαμερίσματα του κεντρικού τομέα. Το πρώτο διαμέρισμα, με κωδικό 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3, βρίσκεται στον 3ο όροφο και καλύπτει συνολική επιφάνεια περίπου 50 m². Η πηγή ψύξης είναι ένα κλιματιστικό, ενώ τα κουφώματα του διαμερίσματος έχουν αντικατασταθεί το 2020, γεγονός που βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση και τη σταθερότητα των εσωτερικών θερμοκρασιακών συνθηκών. Επιπλέον, χρησιμοποιείται αφυγραντήρας, συμβάλλοντας στη ρύθμιση της σχετικής υγρασίας. Το διαμέρισμα κατασκευάστηκε μεταξύ 1965-1970, και η πρόσφατη ανακαίνιση κουφωμάτων το καθιστά χρήσιμο στοιχείο σύγκρισης με άλλα διαμερίσματα που μπορεί να διαθέτουν μόνωση. Το δεύτερο διαμέρισμα, με κωδικό 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1, αφορά ένα επίσης παλαιό διαμέρισμα, που βρίσκεται στον 1ο όροφο και έχει συνολική επιφάνεια περίπου 70 m². Η πηγή ψύξης είναι ένα κλιματιστικό, ενώ έχει υλοποιηθεί ριζική ανακαίνιση το 1999. Και στα δύο διαμερίσματα διαμένει μόνο ένας ένοικος, κάτι που διευκολύνει τη σύγκριση των εσωτερικών συνθηκών υπό παρόμοιο φορτίο χρήσης.

Στο διάγραμμα θερμοκρασίας παρατηρείται ότι το διαμέρισμα 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1 εμφανίζει χαμηλότερες θερμοκρασίες καθ' όλη τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου, με μέσες τιμές της τάξης των 27-29°C και σημαντικές ημερήσιες διακυμάνσεις. Η συμπεριφορά αυτή αποδίδεται στη ριζική ανακαίνιση και στην ύπαρξη θερμομόνωσης, οι οποίες μειώνουν σημαντικά τη θερμική διείσδυση και αυξάνουν την επίδραση του κλιματισμού στην εσωτερική θερμοκρασία. Αντίθετα, το διαμέρισμα 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3, το οποίο δεν διαθέτει θερμομόνωση, παρουσιάζει υψηλότερες θερμοκρασίες –ιδίως κατά τις ημέρες έντονου καύσωνα, κατά τις οποίες οι τιμές φτάνουν έως και τους 34-35°C–, καθώς και εντονότερες ημερήσιες διακυμάνσεις. Οι έντονες ημερήσιες διακυμάνσεις στο 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3 αποτελούν ένδειξη αυξημένης θερμικής διείσδυσης, αφού η απουσία θερμομόνωσης επιτρέπει στις εξωτερικές μεταβολές να επηρεάζουν άμεσα τις εσωτερικές συνθήκες. Παρότι η γειτνίαση με πάρκο φαίνεται να συμβάλλει σε μια ήπια μείωση της θερμικής επιβάρυνσης, η απουσία μόνωσης επιτρέπει στις εξωτερικές μεταβολές να επηρεάζουν άμεσα τις εσωτερικές συνθήκες.

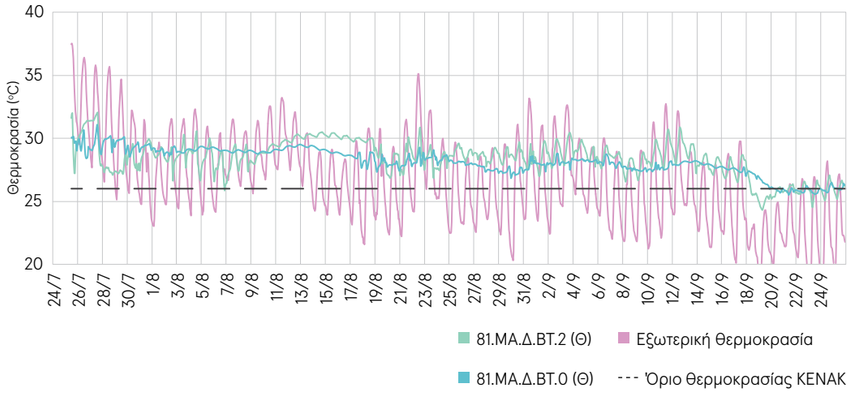
Στο διάγραμμα σχετικής υγρασίας, οι διαφορές μεταξύ των δύο διαμερισμάτων είναι έντονες, αλλά η διακύμανση της σχετικής υγρασίας τους παρόμοια. Το διαμέρισμα 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3 παρουσιάζει υψηλότερες τιμές σχετικής υγρασίας, κυμαινόμενες από 25% έως και 65%. Η συμπεριφορά αυτή υποδηλώνει αυξημένη διαπερατότητα του κελύφους και ισχυρή επίδραση των εξωτερικών συνθηκών, καθώς η απουσία θερμομόνωσης επιτρέπει την απορρόφηση και αποδέσμευση υγρασίας από τα δομικά στοιχεία. Αντίθετα, το διαμέρισμα 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1 διατηρεί χαμηλότερες τιμές υγρασίας χάρη στη μόνωση. Εμφανίζει όμως παρόμοιες αυξομειώσεις, κάτι που αποδεικνύει την επίδραση των εξωτερικών συνθηκών. Η θερμομόνωση και τα νέα κουφώματα περιορίζουν την είσοδο εξωτερικής υγρασίας και συμβάλλουν στη διατήρηση ενός ξηρότερου εσωτερικού περιβάλλοντος.

Συνολικά, τα διαγράμματα δείχνουν ότι η θερμομόνωση και η ενεργειακή αναβάθμιση συμβάλλουν ουσιαστικά στη μείωση του θερμικού και υγρομετρικού φορτίου του χώρου. Το διαμέρισμα 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1 παρουσιάζει σαφώς βελτιωμένη ενεργειακή συμπεριφορά και μικρότερη επίδραση από τις εξωτερικές συνθήκες, ενώ το διαμέρισμα 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3 παραμένει πιο ευάλωτο στις μεταβολές της θερμοκρασίας και της υγρασίας, παρά τη γειτνίασή του με χώρο πρασίνου.

[3.2] Επίδραση ορόφου

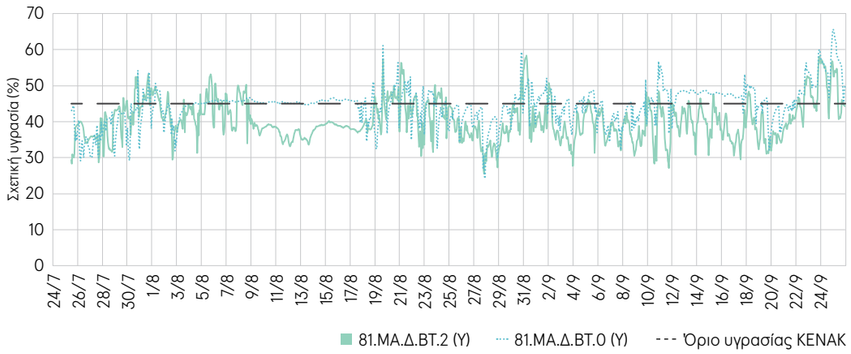
[3.2.1] Επίδραση του ορόφου διαμερισμάτων σε παλαιότερο (έως 1981) κτίριο του βόρειου τομέα

Σύγκριση ισογείου και 2ου ορόφου σε διαμέρισμα



Διάγραμμα 13. Σύγκριση θερμοκρασίας παλαιότερων διαμερισμάτων (έως 1981) βόρειου τομέα στο ίδιο κτίριο για δύο ορόφους

Σύγκριση ισογείου και 2ου ορόφου σε διαμέρισμα



Διάγραμμα 14. Σύγκριση σχετικής υγρασίας παλαιότερων διαμερισμάτων (έως 1981) βόρειου τομέα στο ίδιο κτίριο για δύο ορόφους

Πίνακας 10. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα διαμερίσματα 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.0 και 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β ↓

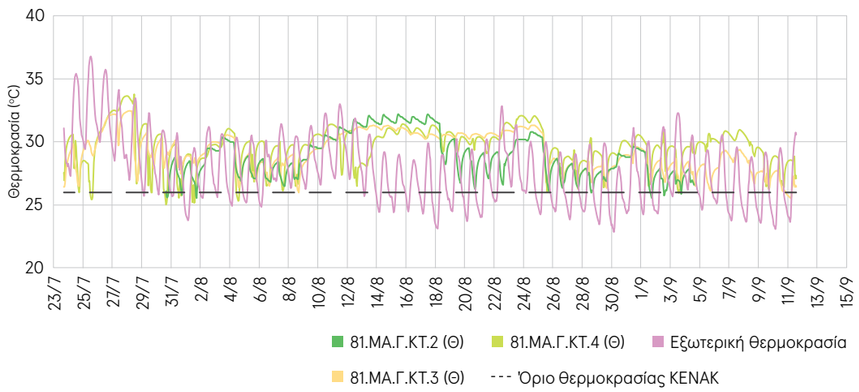
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.0	31,08	23,86	27,91	7,22
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β	32,05	23,34	28,12	8,71
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	37,72	16,13	27,04	21,6
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.0	65,63	24,22	44,81	41,41
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β	58,35	25,55	40,77	32,8

Η παραπάνω ανάλυση αφορά διαμερίσματα που ανήκουν στον βόρειο τομέα και έχουν κατασκευαστεί πριν από το 1981, χωρίς θερμομόνωση, γεγονός που επηρεάζει σημαντικά τη θερμική τους συμπεριφορά. Τα διαμερίσματα (81.ΜΑ.ΒΤ.0, 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2) ανήκουν στην ίδια πολυκατοικία, το πρώτο στο ισόγειο, με πρόσβαση σε κήπο, ενώ το δεύτερο στον 2ο όροφο. Το διαμέρισμα του 2ου ορόφου, επιφάνειας 153 m², διαθέτει νοτιοανατολικό προσανατολισμό, εξυπηρετείται από κλιματιστικό και κατοικείται από τετραμελή οικογένεια. Αντίθετα, το ισόγειο διαμέρισμα, επιφανείας 65 m² και βορειοδυτικού προσανατολισμού, έχει πρόσβαση σε κήπο, φιλοξενεί έναν μόνο ένοικο και διαθέτει επίσης κλιματιστικό. Η επαφή του ισογείου με το έδαφος, καθώς και η άμεση πρόσβαση σε βλάστηση συμβάλλουν στη διατήρηση χαμηλότερων θερμοκρασιών, ενώ η μικρότερη επιφάνεια οδηγεί σε ταχύτερη προσαρμογή στις εξωτερικές συνθήκες.

Από το διάγραμμα θερμοκρασίας προκύπτει ότι και τα δύο διαμερίσματα διατηρούνται εντός παρόμοιου εύρους τιμών (περίπου 26–31°C), με σταδιακή μείωση προς το τέλος του καλοκαιριού – περίοδος κατά την οποία οι ένοικοι είχαν επιστρέψει από τις διακοπές. Το ισόγειο διαμέρισμα παρουσιάζει ελαφρώς χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες, αλλά μεγαλύτερες ημερήσιες διακυμάνσεις, γεγονός που οφείλεται τόσο στη σκίαση και στην επαφή με το έδαφος όσο και στη μικρότερη θερμική αδράνεια του χώρου. Εξαίρεση αποτελεί η περίοδος από τις αρχές έως τα μέσα Αυγούστου, κατά την οποία ο ένοικος έλειπε και δεν έγινε χρήση κλιματιστικού. Αντίθετα, το διαμέρισμα του 2ου ορόφου εμφανίζει πιο σταθερή καμπύλη θερμοκρασίας κατά την ίδια περίοδο. Στο διάγραμμα υγρασίας, οι τιμές του ισογείου κυμαίνονται γενικά μεταξύ 45-60%. Το ισόγειο παρουσιάζει αυξημένη υγρασία χωρίς έντονες διακυμάνσεις κατά την περίοδο απουσίας του ενοίκου, κάτι που αποδίδεται στην εγγύτητα με το έδαφος και στην περιορισμένη ηλιοφάνεια. Αντίθετα, στον 2ο όροφο η υγρασία έχει σταθερά χαμηλότερες τιμές απ’ ό,τι το ισόγειο, ακόμη και όταν οι ένοικοι απουσίαζαν και δεν γινόταν χρήση κλιματιστικού. Συνολικά, τα διαγράμματα καταδεικνύουν ότι, παρόλο που και οι δύο χώροι διαθέτουν κλιματισμό, ο όροφος επηρεάζει ουσιαστικά τόσο τη θερμική συμπεριφορά όσο και τα επίπεδα σχετικής υγρασίας, με το ισόγειο να εμφανίζει πιο έντονες διακυμάνσεις.

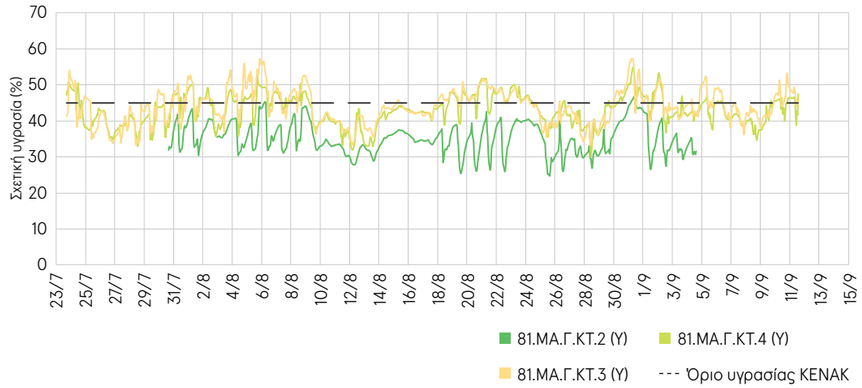
[3.2.2] Επίδραση ορόφου σε παλαιότερα (έως 1981) γραφεία του κεντρικού τομέα

Σύγκριση γραφείων με μερική ανακαίνιση



Διάγραμμα 15. Σύγκριση θερμοκρασίας παλαιότερων γραφείων (έως 1981) κεντρικού τομέα με μερική ανακαίνιση

Σύγκριση γραφείων με μερική ανακαίνιση



Διάγραμμα 16. Σύγκριση σχετικής υγρασίας παλαιότερων γραφείων (έως 1981) κεντρικού τομέα με μερική ανακαίνιση

Πίνακας 11: Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές Θερμοκρασίας και υγρασίας για τα γραφεία 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3, 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4 και 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2 ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3	31,33	22,92	28,24	8,4
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4	33,79	25,03	29,65	8,75
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2	32,2	25,55	28,94	6,65
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3	64,29	33,21	45,72	31,08
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4	55	29,93	42,94	25,07
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2	46,73	24,72	35,14	22,01

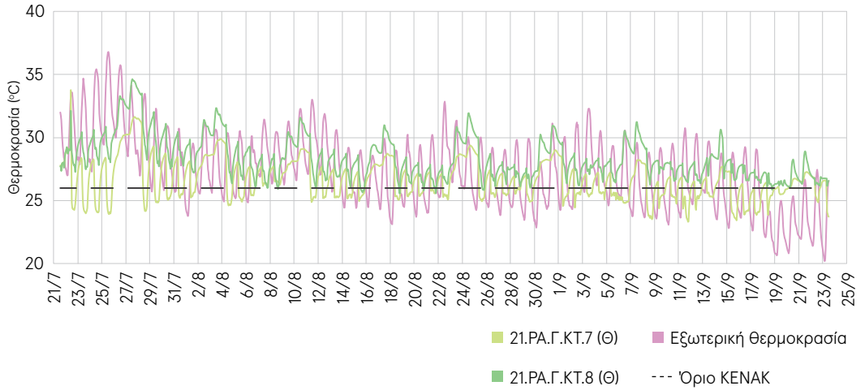
Η προκείμενη σύγκριση αφορά γραφεία κεντρικού τομέα με μεμονωμένες μονάδες κλιματισμού και σχετικά μικρές επιφάνειες, όπου η λειτουργία του συστήματος εξαρτάται έντονα από την παρουσία προσωπικού. Σημειώνεται ότι στα γραφεία έχει πραγματοποιηθεί μερική ανακαίνιση, η οποία δεν περιλαμβάνει θερμομόνωση. Το γραφείο 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3, με βορειοδυτικό προσανατολισμό και επιφάνεια 10 m² εντός συνολικού χώρου 160 m², παρέμεινε κλειστό από 11 έως 24 Αυγούστου, γεγονός που πιθανόν οδήγησε σε αύξηση της θερμοκρασίας λόγω διακοπής λειτουργίας του κλιματιστικού. Αντίστοιχα, το γραφείο με κωδικό 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4, με ανατολικό προσανατολισμό, απασχολεί ένα άτομο και παρουσίασε περιορισμένη χρήση κλιματιστικού. Σε όλα τα γραφεία οι χρήστες έλειπαν ημερομηνίες που δεν απείχαν πολύ. Η μειωμένη ψύξη σε συνδυασμό με την πρωινή ηλιακή έκθεση επέτρεψαν μεγαλύτερη αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας τις πρωινές ώρες. Το τρίτο γραφείο, με κωδικό 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2 και επιφάνεια 110 m², διαθέτει κλιματιστικό στη ρεσεψιόν και παρέμεινε κλειστό για δύο εβδομάδες στα μέσα Αυγούστου. Ο ανατολικός προσανατολισμός του ενισχύει τις θερμικές διακυμάνσεις κατά τις πρωινές ώρες.

Στο διάγραμμα θερμοκρασίας, τα γραφεία 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3 και 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4 εμφανίζουν παρόμοιες τιμές, με μέσες θερμοκρασίες γύρω στους 29°C. Το γραφείο 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2 παρουσιάζει ελαφρώς χαμηλότερες θερμοκρασίες. Κατά τις περιόδους παύσης λειτουργίας (ιδίως 9–24 Αυγούστου), οι θερμοκρασίες σταθεροποιούνται σε υψηλότερα επίπεδα, υποδεικνύοντας την απουσία ενεργής ψύξης και την αργή αποβολή της θερμότητας από τα εσωτερικά δομικά στοιχεία.

Όσον αφορά το διάγραμμα υγρασίας, το γραφείο 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2 διατηρεί σημαντικά χαμηλότερες τιμές (30–35%). Αντίθετα, στα γραφεία 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3 και 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4 οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 40–55%, με το 81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3 να παρουσιάζει εντονότερες διακυμάνσεις.

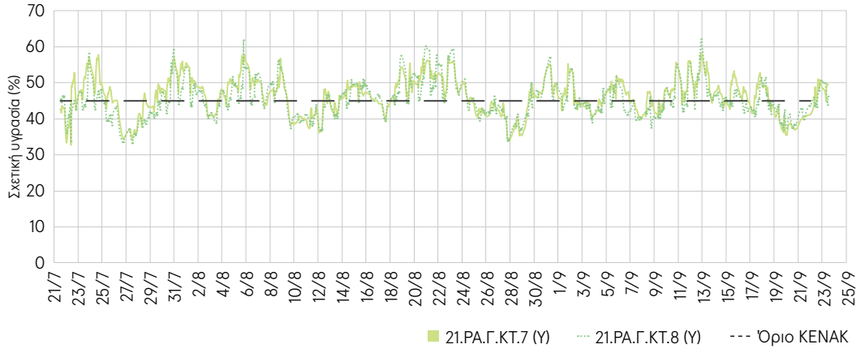
[3.2.3] Επίδραση ορόφου σε νεότερα (2010–2021) γραφεία του κεντρικού τομέα με ριζική ανακαίνιση

Σύγκριση 7ου και 8ου ορόφου σε εταιρεία



Διάγραμμα 17. Σύγκριση θερμοκρασίας μεταξύ 7ου και 8ου ορόφου σε εταιρεία

Σύγκριση 7ου και 8ου ορόφου σε εταιρεία



Διάγραμμα 18. Σύγκριση σχετικής υγρασίας μεταξύ 7ου και 8ου ορόφου σε εταιρεία

Πίνακας 12. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές Θερμοκρασίας και υγρασίας για τα γραφεία 21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7 και 21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.8 ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	33,8	23,3	26,7	10,4
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.8	34,6	25,6	28,4	9,1
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15

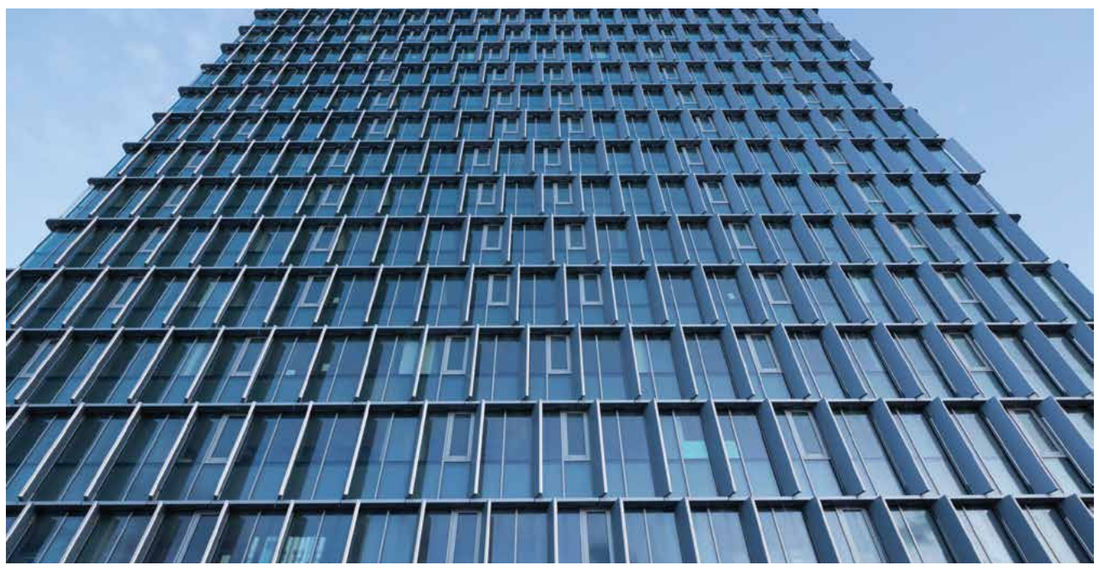
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	58,3	32,7	46,2	25,6
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.8	62,1	33,2	45,4	28,9

Η σύγκριση των γραφείων που βρίσκονται στον 7ο και στον 8ο όροφο (21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7 και 21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.8) αναδεικνύει σημαντικές διαφορές στη θερμική και υγρομετρική τους συμπεριφορά, οι οποίες σχετίζονται κυρίως με τη θέση κάθε χώρου στο κτίριο και την έκθεσή του στην ηλιακή ακτινοβολία. Η μέση θερμοκρασία στον 8ο όροφο ανέρχεται στους 28,4°C, ενώ στον 7ο όροφο είναι 26,7°C – με άλλα λόγια, περίπου κατά 1,7°C χαμηλότερη.

Στο διάγραμμα θερμοκρασίας παρατηρείται ότι οι καμπύλες των δύο ορόφων ακολουθούν την εξωτερική θερμοκρασία με παρόμοια πορεία, αλλά ο 8ος όροφος εμφανίζει πιο εξομαλυμένες μεταβολές και χαμηλότερη συχνότητα κορυφώσεων, ιδίως κατά τις θερμές περιόδους του Ιουλίου και των αρχών Αυγούστου. Αντίθετα, ο 7ος όροφος παρουσιάζει πιο έντονες ημερήσιες διακυμάνσεις με συχνές αυξομειώσεις, που αντανακλούν γρηγορότερη απόκριση στις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας. Το μικρότερο εύρος του 8ου ορόφου και η πιο ήπια μορφή των ημερήσιων διακυμάνσεων ενδέχεται να συνδέονται με τη θέση του ορόφου, ο οποίος πιθανόν να δέχεται αυξημένη ακτινοβολία από την οροφή και να παρουσιάζει διαφορετική θερμική συμπεριφορά σε σχέση με τους χαμηλότερους χώρους.

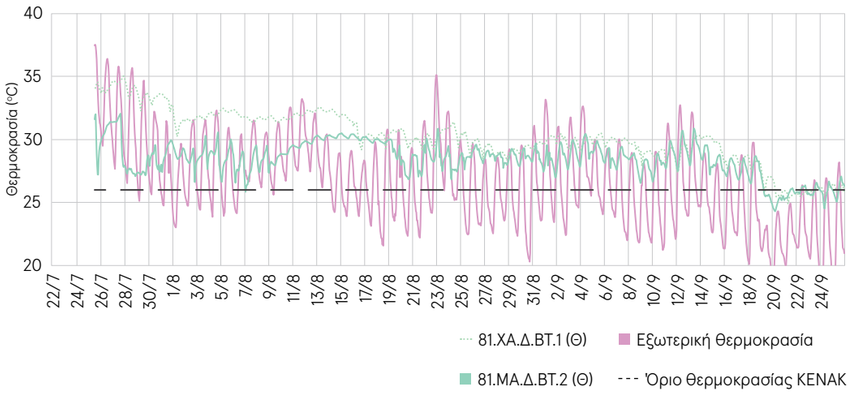
Αναφορικά με τη σχετική υγρασία, και οι δύο όροφοι κυμαίνονται περίπου στα ίδια επίπεδα, με μέση τιμή 45-46%, ωστόσο το εύρος είναι μεγαλύτερο στον 8ο όροφο (28,9%) έναντι του 7ου (25,6%). Στο διάγραμμα υγρασίας παρατηρούνται πιο έντονες ημερήσιες διακυμάνσεις στον 8ο όροφο, με αυξημένη πτώση της υγρασίας κατά τις μεσημβρινές ώρες, στοιχείο που πιθανόν συνδέεται με τις υψηλότερες θερμοκρασίες του χώρου. Ο 7ος όροφος εμφανίζει σταθερότερο προφίλ υγρασίας και μικρότερες διακυμάνσεις, γεγονός που συνάδει με τις πιο ομαλές θερμοκρασιακές μεταβολές του.

Συνολικά, τα δύο γραφεία εμφανίζουν παρόμοια γενική τάση, ωστόσο ο 8ος όροφος διατηρεί υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες και πιο ήπιες ημερήσιες μεταβολές, ενώ ο 7ος παρουσιάζει δροσερότερο, αλλά πιο ευμετάβλητο θερμικό περιβάλλον. Οι διαφορές αυτές πιθανόν να συνδέονται με τη διαφορετική έκθεση των ορόφων στον ήλιο και τη θερμική αλληλεπίδρασή τους με την οροφή, χωρίς να αποκλείεται η επίδραση επιμέρους παραγόντων, όπως η θερμική μάζα και ο αερισμός κάθε χώρου.



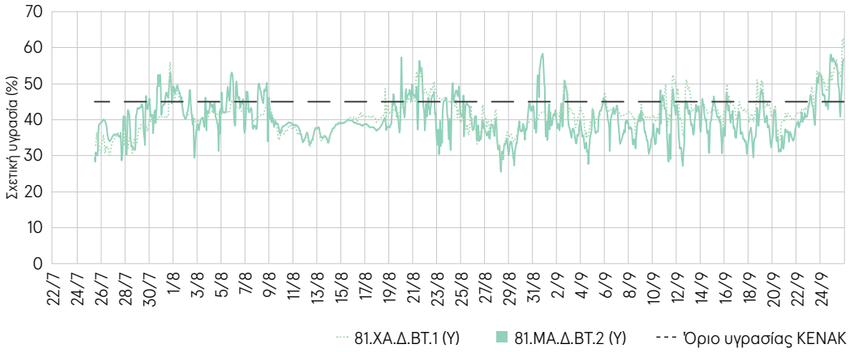
[3.3] Επίδραση κλιματισμού

Σύγκριση διαμερίσματος με διαμέρισμα με κλιματισμό



Διάγραμμα 19. Σύγκριση θερμοκρασίας παλαιότερων διαμερισμάτων (έως 1981) βόρειου τομέα με και χωρίς κλιματισμό

Σύγκριση διαμερίσματος με διαμέρισμα με κλιματισμό



Διάγραμμα 20. Σύγκριση σχετικής υγρασίας παλαιότερων διαμερισμάτων (έως 1981) βόρειου τομέα με και χωρίς κλιματισμό

Πίνακας 13. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα διαμερίσματα 81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1 και 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1	35,03	23,17	29,74	11,86
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β	32,05	23,34	28,12	8,71
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	37,72	16,13	27,04	21,6
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1	62,34	27,21	42,17	35,13
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β	58,35	25,55	40,77	32,8

Στο διάγραμμα θερμοκρασίας, και τα δύο διαμερίσματα ακολουθούν παρόμοια πορεία, με σταδιακή μείωση των τιμών από τα τέλη Ιουλίου έως τα τέλη Σεπτεμβρίου, καθώς μειώνεται η εξωτερική θερμοκρασία. Οι τιμές κυμαίνονται κυρίως μεταξύ 26–33°C, με το διαμέρισμα 81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1 να παρουσιάζει ελαφρώς υψηλότερες θερμοκρασίες, ιδίως κατά τις πρώτες εβδομάδες του Αυγούστου, γεγονός που αποδίδεται στην απουσία συστήματος ψύξης. Αντίθετα, το διαμέρισμα 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2 εμφανίζει μικρότερες ημερήσιες διακυμάνσεις και σταθερότερες τιμές θερμοκρασίας, αποτέλεσμα της λειτουργίας του κλιματιστικού και της μικρότερης επιφάνειάς του, η οποία επιτρέπει ταχύτερη ψύξη του χώρου.

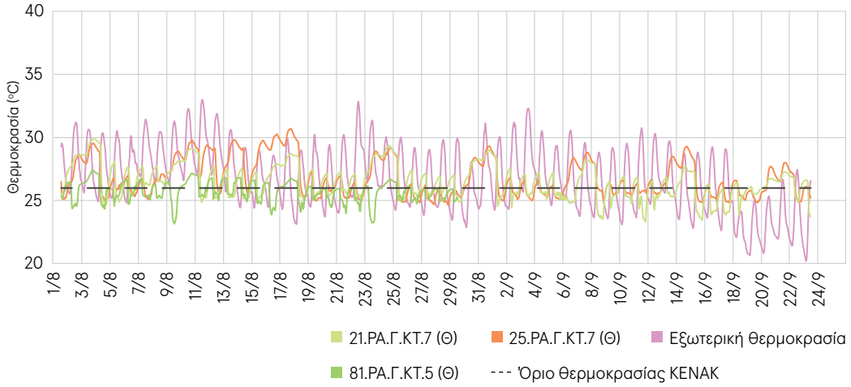
Τα δύο διαμερίσματα παρουσιάζουν παρόμοια μορφολογικά και προσανατολιστικά χαρακτηριστικά, κάτι που καθιστά εμφανή την επίδραση του κλιματισμού. Η μέση θερμοκρασία στο 81.ΧΑ.Δ.ΚΤ.1, όπου λειτουργεί σύστημα ψύξης, είναι κατά 2–3°C χαμηλότερη από εκείνη του 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β, ενώ οι ημερήσιες διακυμάνσεις είναι περιορισμένες, δείχνοντας ότι η χρήση κλιματιστικού σταθεροποιεί τη θερμική συμπεριφορά του χώρου χωρίς να μεταβάλλει το γενικότερο θερμικό πρότυπο.

Στο διάγραμμα υγρασίας, οι τιμές κυμαίνονται γύρω από το όριο του 45–50%, με μικρές διακυμάνσεις και παροδικές εξάρσεις έως 62%. Το διαμέρισμα 81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1 επηρεάζεται πιο άμεσα από τις εξωτερικές συνθήκες σε σχέση με το 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β, δεδομένου του φυσικού αερισμού από παράθυρα ή μπαλκονόπορτες.

[3.4] Επίδραση ηλικίας

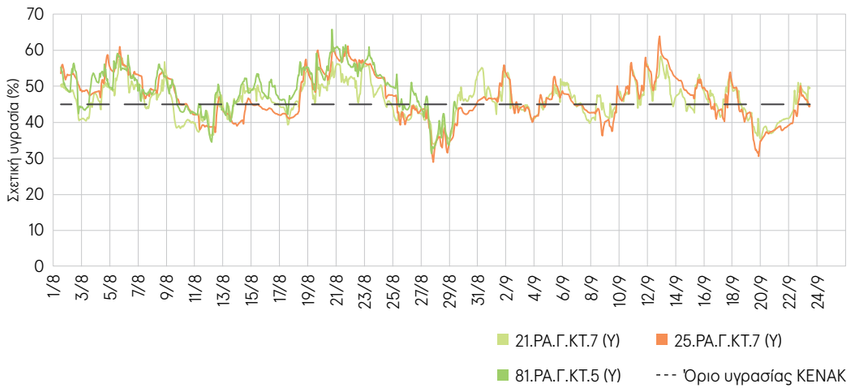
[3.4.1] Επίδραση ηλικίας κτιρίου σε γραφεία του κεντρικού τομέα

Σύγκριση γραφείων 2010 έως 2021 με ριζικά ανακαινισμένο γραφείο



Διάγραμμα 21. Σύγκριση θερμοκρασίας νεότερων γραφείων (1981–2010) κεντρικού τομέα με παλαιότερο ριζικά ανακαινισμένο

Σύγκριση γραφείων 2010 έως 2021 με ριζικά ανακαινισμένο γραφείο



Διάγραμμα 22. Σύγκριση σχετικής υγρασίας νεότερων γραφείων (1981–2010) κεντρικού τομέα με παλαιότερο ριζικά ανακαινισμένο

Πίνακας 14. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα γραφεία 21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7, 25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7, 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5 ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	33,77	23,33	26,67	10,44
25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	30,7	24,65	26,71	6,05
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5	28,41	23,17	25,88	5,25
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	58,34	32,73	46,21	25,61
25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	63,89	28,97	46,86	34,93
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5	65,79	31,36	49,14	34,43

Τα γραφεία αυτής της ομάδας ανήκουν στην κατηγορία νεότερων κτιρίων του κεντρικού τομέα, τα οποία διαθέτουν σύγχρονα συστήματα ψύξης, που εξασφαλίζουν υψηλό βαθμό θερμικής σταθερότητας και ελεγχόμενες συνθήκες υγρασίας. Η ομάδα αυτή συγκρίνεται με ένα παλαιότερο γραφείο (πριν από το 1981), στο οποίο έχει υλοποιηθεί ριζική ανακαίνιση. Το γραφείο με κωδικό 21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7, χτισμένο μεταξύ 2010–2021, αποτελεί ενιαίο χώρο μεγάλης επιφάνειας στον 7ο όροφο και απασχολεί πλήθος εργαζομένων. Ο μεγάλος αριθμός εργαζομένων και η συνεχής λειτουργία κλιματισμού συμβάλλουν στη διατήρηση ενός ομοιόμορφου και σταθερού εσωτερικού μικροκλίματος. Το γραφείο 25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7, μεταγενέστερης κατασκευής (μετά το 2021), βρίσκεται επίσης στον 7ο όροφο και διαθέτει κεντρικό σύστημα ψύξης. Τέλος, το γραφείο 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5, αν και παλαιό κτίριο (πριν από το 1981), έχει υποστεί ριζική ανακαίνιση, λειτουργεί ως ενιαίος όροφος με πλήθος εργαζομένων και κεντρικό σύστημα κλιματισμού με αεραγωγούς. Η συνεχής λειτουργία ψύξης και η έντονη ανθρώπινη δραστηριότητα καθιστούν τον χώρο αυτό σημείο αναφοράς ως προς τη θερμική και υγρομετρική σταθερότητα.

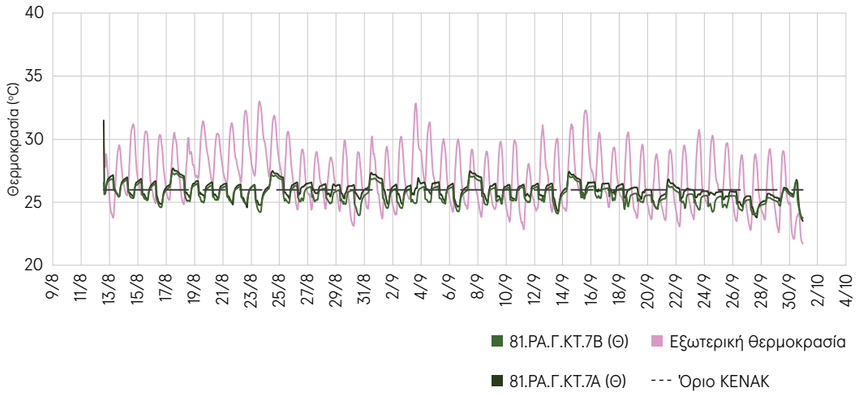
Στο διάγραμμα θερμοκρασίας παρατηρείται ότι και τα τρία γραφεία διατηρούν σταθερά χαμηλές θερμοκρασίες, μεταξύ 26–29°C, με μικρές ημερήσιες διακυμάνσεις. Το γραφείο 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5 (μοβ καμπύλη) εμφανίζει τις πιο σταθερές και χαμηλότερες τιμές (25–26°C, κατά μέσο όρο), γεγονός που οφείλεται στο εκτεταμένο δίκτυο κλιματισμού και στη συνεχή λειτουργία του συστήματος. Το γραφείο 21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7 παρουσιάζει ελαφρώς υψηλότερες τιμές και ήπιες ημερήσιες μεταβολές. Αντίθετα, το γραφείο 25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7 εμφανίζει περισσότερες αυξομειώσεις, γεγονός που αντικατοπτρίζει τη μειωμένη ανθρώπινη δραστηριότητα και, ως εκ τούτου, την περιορισμένη λειτουργία των συστημάτων ψύξης. Παρά τις μικρές διαφοροποιήσεις, και τα τρία γραφεία παραμένουν εντός του εύρους θερμικής άνεσης, επιβεβαιώνοντας ότι ένα παλαιότερο κτίριο (81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5) με ριζική ανακαίνιση μπορεί να παρουσιάζει θερμική συμπεριφορά συγκρίσιμη με εκείνη νεότερων κατασκευών (21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7 και 25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7).

Στο διάγραμμα υγρασίας, οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ 40-55%, με ορισμένες διακυμάνσεις ανάλογα με τα χαρακτηριστικά κάθε κτιρίου. Και τα τρία γραφεία παρουσιάζουν παρόμοια υγρομετρική συμπεριφορά ανεξάρτητα από τον αριθμό των εργαζομένων, επιβεβαιώνοντας και σε αυτό το διάγραμμα ότι ένα παλαιότερο κτίριο με ριζική ανακαίνιση μπορεί να συγκριθεί με νεότερα.

Συνολικά, τα διαγράμματα επιβεβαιώνουν ότι τα νεότερα και ανακαινισμένα γραφεία παρουσιάζουν υψηλό βαθμό θερμικής σταθερότητας και παρόμοια υγρομετρική συμπεριφορά. Ιδιαίτερα το 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5, παρά την παλαιότητα της κατασκευής του, ξεχωρίζει για την αποτελεσματικότητα του συστήματος κλιματισμού και τη συνέπεια στη διατήρηση σταθερών εσωτερικών συνθηκών.

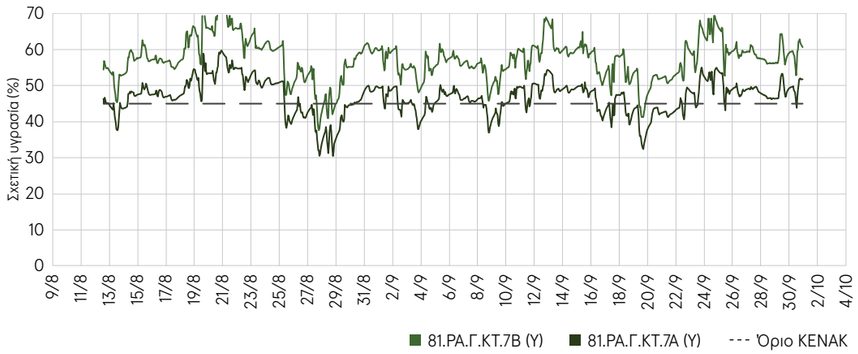
[3.5] Επίδραση πράσινης οροφής

Σύγκριση γραφείων υπό πράσινη οροφή και υπό συμβατική οροφή



Διάγραμμα 23. Σύγκριση θερμοκρασίας σε όροφο του οποίου ένα μέρος καλύπτεται από πράσινη οροφή

Σύγκριση γραφείων υπό πράσινη οροφή και υπό συμβατική οροφή



Διάγραμμα 24. Σύγκριση σχετικής υγρασίας σε όροφο του οποίου ένα μέρος καλύπτεται από πράσινη οροφή

Πίνακας 15. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα γραφεία 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Α και 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β ↓

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Α	31,5	23,5	26	8
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β	27,3	23,8	25,6	3,6
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15

ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Α	59,7	30,5	46,8	29,3
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β	82,1	37,6	57,3	44,5

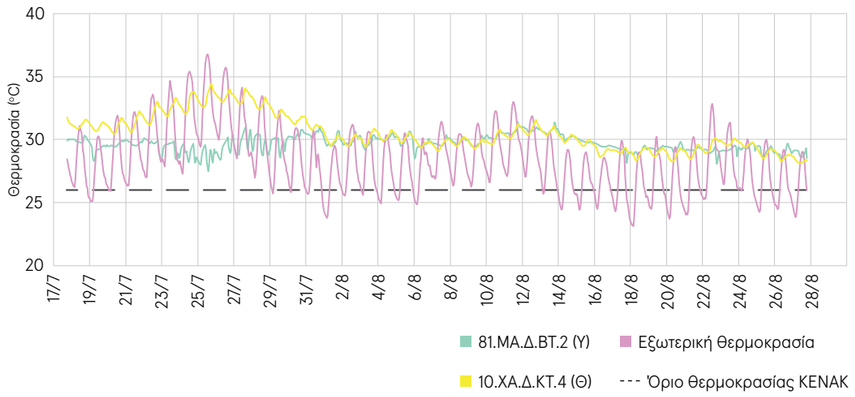
Οι μετρήσεις των δύο αισθητήρων αφορούν τον 7ο όροφο παλαιού, ριζικά ανακαινισμένου κτιρίου στο κέντρο της Αθήνας, το οποίο απασχολεί πλήθος εργαζομένων. Στο δώμα με πράσινη οροφή καταγράφεται ελαφρώς χαμηλότερη μέση θερμοκρασία (25,6°C) και αισθητά υψηλότερη μέση σχετική υγρασία (57,3%) σε σύγκριση με το δώμα χωρίς πράσινη οροφή (26°C και 46,8%, αντίστοιχα). Η παρουσία της φύτευσης συμβάλλει στη μείωση της θερμοκρασίας μέσω σκίασης και εξάτμισης. Παράλληλα, οι μικρότερες θερμοκρασίες οδηγούν σε υψηλότερες τιμές σχετικής υγρασίας, οι οποίες ενδεχομένως να οφείλονται συγχρόνως και στη διαπνοή των φυτών και στη συγκράτηση νερού από το υπόστρωμα. Οι τιμές παρουσιάζονται πλησίον των επιθυμητών τιμών του ΚΕΝΑΚ (26°C και 45% RH), κάτι που αποτυπώνει και την άρτια θερμική και υγρομετρική συμπεριφορά ενός ριζικά ανακαινισμένου κτιρίου. Η πράσινη οροφή μπορεί να δημιουργήσει ένα πιο δροσερό και ισορροπημένο μικροκλίμα, χωρίς να προκαλεί θερμική δυσφορία. Η μικρή μείωση της θερμοκρασίας σε συνδυασμό με την ήπια αύξηση της υγρασίας βελτιώνουν τη συνολική αίσθηση άνεσης και συμβάλλουν στη μείωση της θερμικής καταπόνησης του κτιρίου και του περιβάλλοντός του.

Στο δώμα με πράσινη οροφή, η ελάχιστη θερμοκρασία καταγράφηκε στους 23,8°C, ενώ η μέγιστη δεν ξεπέρασε τους 27,3°C. Στο δώμα χωρίς πράσινη οροφή, η ελάχιστη τιμή ήταν παρόμοια (23,5°C), αντίθετα όμως η μέγιστη ανέβηκε αισθητά στους 31,5°C. Η διαφορά των περίπου 4°C στη μέγιστη θερμοκρασία αποδεικνύει τη σημαντική συμβολή της πράσινης οροφής στη μείωση της υπερθέρμανσης και στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης, ακόμα και σε ίδιους τύπους χώρων.

[3.6] Συνδυαστική επίδραση

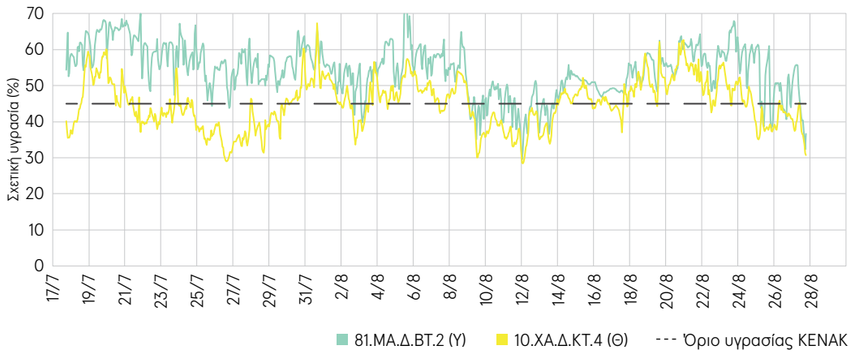
[3.6.1] Συνδυαστική επίδραση τοποθεσίας, ανακαίνισης και ηλικίας διαμερισμάτων

Σύγκριση παλαιών διαμερισμάτων χωρίς θερμομόνωση



Διάγραμμα 25. Σύγκριση θερμοκρασίας διαμερισμάτων χωρίς θερμομόνωση

Σύγκριση παλαιών διαμερισμάτων χωρίς θερμομόνωση



Διάγραμμα 26. Σύγκριση σχετικής υγρασίας διαμερισμάτων χωρίς θερμομόνωση

Πίνακας 16. Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για τα διαμερίσματα 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α και 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4 ↓

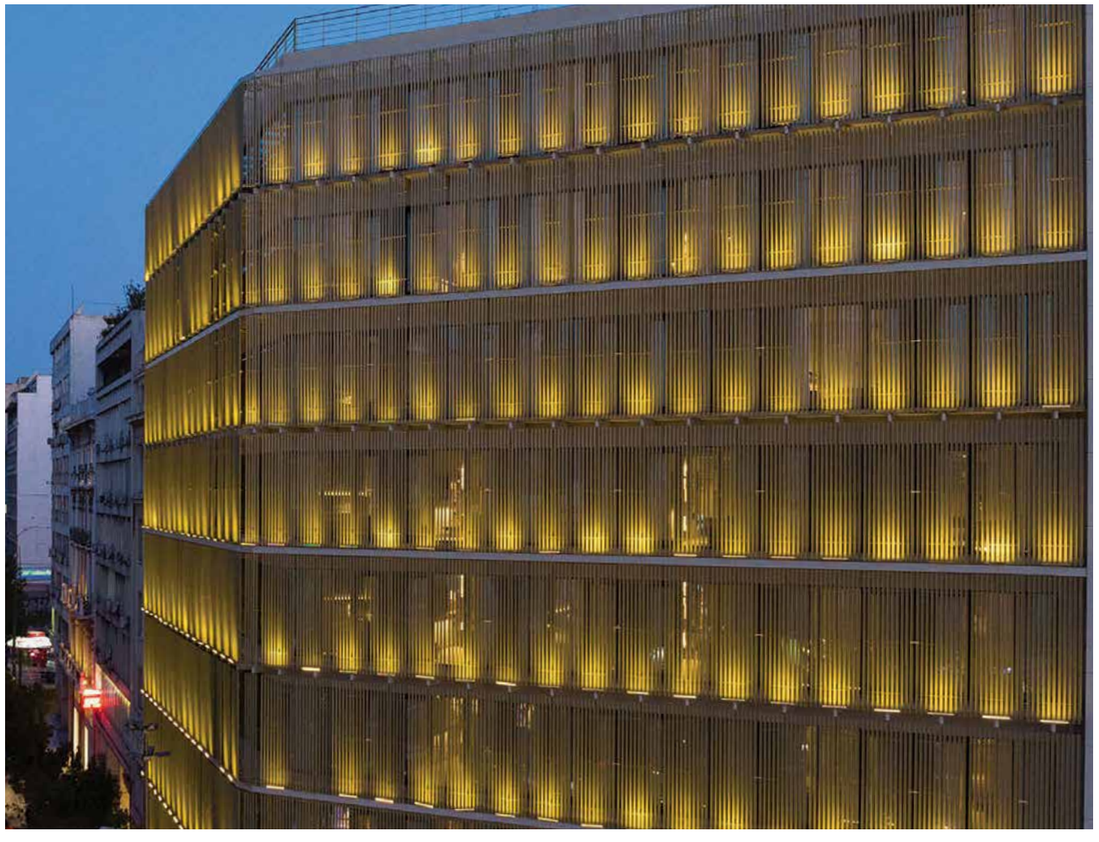
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (°C)				
Κτίρια	**Μέγιστη τιμή**	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α	31,41	27,49	29,67	3,92
10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4	34,46	27,61	30,4	6,85
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ (°C)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
	36,79	17,64	27,18	19,15
ΥΓΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ (%)				
	Μέγιστη τιμή	**Ελάχιστη τιμή**	**Μέση τιμή**	**Εύρος**
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α	76,83	29,62	54,39	47,21
10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4	67,31	28,46	44,68	38,85

Η παραπάνω ανάλυση αφορά τη σύγκριση δύο διαμερισμάτων διαφορετικής χρονολογίας χωρίς ριζική ανακαίνιση. Το διαμέρισμα με κωδικό 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2 βρίσκεται στον 2ο όροφο, έχει επιφάνεια 53 m² και δυτικό προσανατολισμό, χωρίς σημαντική σκίαση από γύρω κτίρια, γεγονός που το εκθέτει σε έντονη απογευματινή ηλιακή ακτινοβολία. Παρότι διαθέτει κλιματιστικό, η περιορισμένη χρήση του λόγω απουσίας του ενοίκου για μεγάλο μέρος του Αυγούστου επέτρεψε στην εσωτερική θερμοκρασία να ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό τις εξωτερικές συνθήκες κατά την περίοδο αναφοράς. Το διαμέρισμα με κωδικό 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4, επιφάνειας 86 m2, βρίσκεται στον 4ο όροφο και φιλοξενεί δύο άτομα, που δεν απουσίασαν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Σημειώνεται ότι οι ένοικοι του συγκεκριμένου διαμερίσματος χρησιμοποιούν μόνο ανεμιστήρα για την ψύξη του χώρου. Ο νοτιοανατολικός προσανατολισμός ενισχύει τη θερμική φόρτιση τις πρωινές ώρες, δεδομένης της θέσης του και της έλλειψης σκίασης από γειτονικά κτίρια. Και τα δύο διαμερίσματα φέρουν τα χαρακτηριστικά παλαιότερων κατοικιών χωρίς παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης, όπου η θερμική συμπεριφορά εξαρτάται άμεσα από τη χρήση των μέσων ψύξης. Ωστόσο το διαμέρισμα 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2 χρονολογείται πριν από το 1981, ενώ το διαμέρισμα 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4 χρονολογείται κοντά στο 2000.

Στο διάγραμμα θερμοκρασίας παρατηρείται ότι, κατά τον Ιούλιο, το διαμέρισμα 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4 παρουσιάζει υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με το διαμέρισμα 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2, με τιμές που συχνά υπερβαίνουν τους 32°C, ιδιαίτερα στα τέλη του μήνα, όταν σημειώθηκε περίοδος καύσωνα. Το εύρημα αυτό αναδεικνύει τη διαφορά απόδοσης των μέσων ψύξης, αφού η χρήση ανεμιστήρα στο 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4 δεν επαρκεί για τη διατήρηση των εσωτερικών θερμοκρασιών σε χαμηλά επίπεδα, σε αντίθεση με τη λειτουργία κλιματιστικού στο 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2. Από τις αρχές Αυγούστου και εξής, οι δύο καμπύλες συγκλίνουν, παρουσιάζοντας παρόμοιες τιμές γύρω στους 28-30°C. Η σύγκλιση αυτή παρατηρείται κυρίως κατά την περίοδο απουσίας του ενοίκου στο 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2, όταν το διαμέρισμα παρέμεινε κλειστό και χωρίς λειτουργία κλιματισμού ή αερισμό, με αποτέλεσμα να εξισορροπηθεί παροδικά η θερμοκρασία του με τις θερμοκρασίες του 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4. Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρόλο που η χρήση ανεμιστήρα στο 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4 δεν μειώνει ουσιαστικά τη θερμοκρασία του αέρα, βελτιώνει την αντιληπτή θερμική άνεση, προσφέροντας μια αίσθηση δροσιάς. Ως αποτέλεσμα, η αντιληπτή θερμοκρασία είναι κατά 2-3°C χαμηλότερη της πραγματικής θερμοκρασίας του χώρου, λόγω της αυξημένης εξάτμισης από το ρεύμα αέρα.

Προς τα τέλη Αυγούστου, και τα δύο διαμερίσματα παρουσιάζουν πτωτική πορεία των θερμοκρασιών, αντίστοιχη της μείωσης των εξωτερικών συνθηκών, γεγονός που επιβεβαιώνει τη στενή αλληλεξάρτηση των εσωτερικών και εξωτερικών θερμοκρασιών σε κατοικίες χωρίς θερμομονωτική προστασία. Στο διάγραμμα υγρασίας παρατηρείται ότι το διαμέρισμα 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2 παρουσιάζει συστηματικά υψηλότερες τιμές καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού, με τη σχετική υγρασία να κυμαίνεται κατά μέσο όρο μεταξύ 50-65%, ενώ το 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4 διατηρεί χαμηλότερα επίπεδα.

Συνοψίζοντας, το διαμέρισμα 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4 χαρακτηρίζεται από υψηλότερες, αλλά σταθερότερες τιμές θερμοκρασίας, που είναι το πιθανό αποτέλεσμα της μειωμένης χρήσης κλιματισμού και του ελλιπούς αερισμού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.



[4.0] ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των ωριαίων μετρήσεων θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για όλους τους υπό μελέτη χώρους. Η ανάλυση αποσκοπεί στην ποσοτική αποτίμηση των διαφορών μεταξύ των χώρων και στην εξαγωγή συγκριτικών συμπερασμάτων σχετικά με τη θερμική και υγρομετρική τους συμπεριφορά.

[4.1] Μέσες και ακρότατες τιμές

Στους παρακάτω πίνακες εμφανίζονται οι μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας κάθε κτιρίου χωριστά (Πίνακας 16), καθώς και ανά μήνα (Πίνακας 17). Τα στοιχεία αυτά συμβάλλουν στην πληρέστερη κατανόηση των θερμικών και υγρομετρικών συνθηκών που επικρατούν στους εξεταζόμενους χώρους.

Βάσει των αποτελεσμάτων του Πίνακα 16, η υψηλότερη μέγιστη θερμοκρασία καταγράφεται στο κτίριο 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5 (36,8°C), ενώ η χαμηλότερη ελάχιστη θερμοκρασία εμφανίζεται στο 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3 (21,2°C). Η υψηλότερη μέση θερμοκρασία παρουσιάζεται επίσης στο 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5 (31,4°C), κάτι που υποδηλώνει ότι το συγκεκριμένο κτίριο εμφανίζει γενικά θερμότερες εσωτερικές συνθήκες σε σχέση με τα υπόλοιπα, λόγω της έκθεσης του 5ου ορόφου στην ηλιακή ακτινοβολία και της απουσίας σκίασης, κάτι που αναδεικνύει τον καθοριστικό ρόλο των μορφολογικών και προσανατολιστικών χαρακτηριστικών του κτιρίου στη διαμόρφωση των εσωτερικών θερμικών συνθηκών.

Όσον αφορά τη σχετική υγρασία, η υψηλότερη μέγιστη τιμή καταγράφεται στο 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β (82,1%), ενώ η χαμηλότερη ελάχιστη τιμή στο κτίριο 10.ΧΑ.Δ.ΝΤ.3 (19,2%), μια τιμή εξαιρετικά χαμηλή, που ενδέχεται να οφείλεται σε στιγμιαίο σφάλμα μέτρησης ή σε ιδιαίτερα ξηρές συνθήκες λόγω εντατικής λειτουργίας του κλιματιστικού. Η υψηλότερη μέση σχετική υγρασία εντοπίζεται επίσης στο 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β (57,3%), γεγονός που δείχνει ότι ο συγκεκριμένος χώρος διατηρεί αυξημένα επίπεδα υγρασίας σε σχέση με τους υπόλοιπους. Το διαμέρισμα 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β, το οποίο βρίσκεται στον 7ο όροφο, διαθέτει πράσινη οροφή, που παρέχει σκίαση και βοηθάει στη μείωση της θερμικής επιβάρυνσης, ενώ ταυτόχρονα συγκρατεί υγρασία. Παρότι ο χώρος είναι εκτεθειμένος στον ήλιο κατά τις μεσημεριανές ώρες λόγω του υψηλού ορόφου, η παρουσία φυτοκάλυψης περιορίζει την υπερθέρμανση και επιτρέπει στην εσωτερική θερμοκρασία να παραμένει σχετικά σταθερή. Η υψηλή σχετική υγρασία που καταγράφηκε πιθανόν να οφείλεται σε αθροιστική συγκράτηση υγρασίας από το φυτικό υπόστρωμα της οροφής, σε συνδυασμό με περιορισμένο αερισμό του χώρου, κάτι που επιτρέπει στην υγρασία να παραμένει αυξημένη και να ακολουθεί λιγότερο τις ξηρές εξωτερικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των θερμότερων μηνών, με αποτέλεσμα οι τιμές της σχετικής υγρασίας να εμφανίζονται υψηλότερες σε σχέση με άλλα διαμερίσματα χωρίς πράσινη οροφή. Με βάση τα στοιχεία του Πίνακα 17, φαίνεται ξεκάθαρα η εποχική διακύμανση τόσο της θερμοκρασίας όσο και της σχετικής υγρασίας στα διάφορα κτίρια. Οι υψηλότερες θερμοκρασίες εντοπίζονται γενικά τον Ιούλιο, όπως είναι αναμενόμενο, λόγω των εντονότερων θερινών συνθηκών, με χαρακτηριστικά παραδείγματα το 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5 (36,8°C) και το 81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1 (35,0°C). Τα ίδια κτίρια εμφανίζουν και τις υψηλότερες μέσες θερμοκρασίες, δείχνοντας ότι πρόκειται για χώρους που θερμαίνονται έντονα, πιθανώς λόγω προσανατολισμού ή ανεπαρκούς αερισμού.

Αντίθετα, χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες παρατηρούνται στα κτίρια 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3 και 21.ΡΑ.Γ.ΒΤ.1, με τιμές γύρω στους 24-26°C, υποδηλώνοντας πιο δροσερές συνθήκες. Από την άλλη πλευρά, η σχετική υγρασία είναι εμφανώς αυξημένη τον Σεπτέμβριο, όπως φαίνεται, για παράδειγμα, στο 81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4 (62,1%) και στο 81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1 (62,3%), ενώ οι χαμηλότερες τιμές παρατηρούνται τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, ιδιαίτερα στο 10.ΧΑ.Δ.ΝΤ.3, όπου η ελάχιστη υγρασία φτάνει μόλις το 19,2%, κάτι που αποτελεί εντυπωσιακή και ακραία τιμή.

Πίνακας 17: Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας κάθε κτιρίου ξεχωριστά ↓

Συνολικά, ο Πίνακας 17 δείχνει μια σαφή φθίνουσα τάση της θερμοκρασίας από τον Ιούλιο προς τον Οκτώβριο και, αντίστροφα, μια αύξηση της υγρασίας με την πάροδο των μηνών, κάτι που συμφωνεί με τη φυσιολογική εποχική εξέλιξη του κλίματος. Παράλληλα, η έντονη διαφοροποίηση μεταξύ των κτιρίων υποδεικνύει ότι οι μικροκλιματικές συνθήκες (θέση, χρήση, αερισμός) παίζουν σημαντικό ρόλο στις θερμικές και υγρομετρικές διακυμάνσεις.

Κτίρια	Μέγιστη θερμοκρασία (°C)	Ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	Μέση τιμή θερμοκρασίας (°C)	Εύρος θερμοκρασίας (°C)	Μέγιστη σχετική υγρασία (%)	Ελάχιστη σχετική υγρασία (%)	Μέση τιμή σχετικής υγρασίας (%)	Εύρος σχετικής υγρασίας (%)
81.ΧΑ.Γ.ΚΤ.1	33,0	28,2	30,2	4,8	44,9	22,7	36,6	22,2
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4	33,2	22,8	29,3	10,3	62,1	23,1	40,2	39,0
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Α	31,4	27,5	29,7	3,9	76,8	29,6	54,4	47,2
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	33,8	23,3	26,7	10,4	58,3	32,7	46,2	25.6
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.8	34,6	25,6	28,4	9,1	62,1	33,2	45,4	28,9
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5	36,8	26,6	31,4	10,1	67,3	24,3	41,3	43,0
81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5	31,7	27,0	29,7	4,7	59,1	19,7	38,0	39,4
21.ΡΑ.Γ.ΒΤ.1	28,6	22,3	25,2	6,2	68,7	33,0	47,5	35,7
10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6	30,9	23,4	26,9	7,5	50,7	26,4	36,8	24,3
10.ΧΑ.Δ.ΝΤ.3	31,5	26,3	29,4	5,1	55,8	19,2	37,8	36,7
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.0	31,1	23,9	27,9	7,2	65,6	24,2	44,8	41,4
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2Β	32,1	23,3	28,1	8,7	58,3	25,5	40,8	32,8
81.ΧΑ.Γ.ΒΤ.1	32,9	24,5	28,3	8,5	53,6	24,4	41,5	29,2
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3	28,1	21,2	24,6	6,9	69,4	24,2	48,5	45,1
10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4	34,5	26,5	30,0	8,0	50,5	33,7	41,1	16,9
81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1	35,0	23,2	29,7	11,9	62,3	27,2	42,2	35,1
25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	30,7	24,7	26,7	6,1	63,9	29,0	46,9	34,9
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1	31,4	25,9	29,8	5,6	56,1	29,6	46,1	26,5
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5	28,4	23,2	25,9	5,2	65,8	31,4	49,1	34,4
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3	34,0	27,3	30,6	6,8	65,2	23,8	42,1	41,4
10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4	34,5	27,6	30,4	6,8	67,3	28,5	44,7	38,9
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1	30,0	24,9	27,3	5,1	56,1	25,1	32,9	31,0
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2	32,2	25,6	28,9	6,7	46,7	24,7	35,1	22,0
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4	33,8	25,0	29,6	8,8	55,0	29,9	42,9	25,1
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3	31,3	22,9	28,2	8,4	64,3	33,2	45,7	31,1
81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5	34,6	25,0	30,1	9,6	51,4	26,6	37,4	24,8
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2	34,1	24,9	29,9	9,2	54,9	26,4	39,8	28,4
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Α	31,5	23,5	26,0	8,0	59,7	30,5	46,8	29,3
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β	27,3	23,8	25,6	3,6	82,1	37,6	57,3	44,5

Πίνακας 18: Πίνακας με μέγιστες, ελάχιστες και μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας κάθε κτιρίου ξεχωριστά ανά μήνα ↓

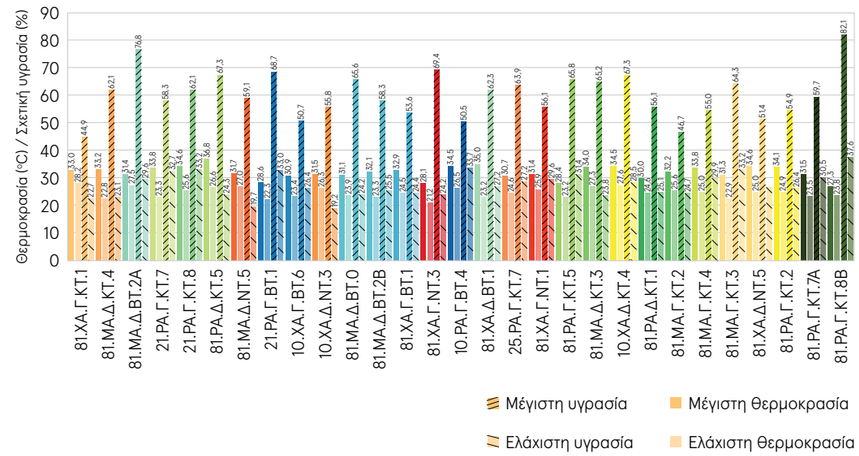
Κτίρια	Μήνας	Μέση τιμή Θερμοκρασίας (°C)	Ελάχιστη Θερμοκρασία (°C)	Μέγιστη Θερμοκρασία (°C)	Μέση τιμή σχετικής υγρασίας (%)	Ελάχιστη σχετική υγρασία (%)	Μέγιστη σχετική υγρασία (%)	Εύρος σχετικής υγρασίας (%)
81.ΧΑ.Γ.ΚΤ.1	7	31,6	29,3	33,0	34,5	28,3	42,3	3,7
81.ΧΑ.Γ.ΚΤ.1	8	30,0	28,2	31,2	36,9	22,7	44,9	3,1
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4	7	30,8	26,6	33,2	35,7	23,1	57,8	6,6
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4	8	30,2	29,0	32,1	39,6	25,7	54,7	3,1
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.4	9	27,6	22,8	30,5	43,1	30,0	62,1	7,7
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2	7	29,6	27,5	31,0	58,2	43,8	69,9	3,5
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2	8	29,7	28,1	31,4	52,3	29,6	76,8	3,3
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	7	27,4	23,9	33,8	45,9	32,7	57,8	9,8
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	8	27,0	24,6	29,9	46,5	33,9	57,8	5,3
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	9	25,9	23,3	28,7	45,9	35,4	58,3	5,4
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.8	7	30,1	27,3	34,6	43,3	33,2	59,2	7,4
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.8	8	28,3	25,6	32,3	46,3	33,8	61,8	6,8
21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.8	9	27,6	25,9	31,2	45,1	36,9	62,1	5,4
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5	7	34,0	29,4	36,8	37,3	25,5	53,3	7,4
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5	8	30,8	26,6	33,2	42,9	24,3	67,3	6,5
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5	9	29,8	27,7	32,2	42,2	32,4	58,4	4,5
81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5	7	30,6	29,2	31,2	42,9	34,7	53,2	2,1
81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5	8	29,7	27,0	31,7	37,8	19,7	59,1	4,7
81.ΜΑ.Δ.ΝΤ.5	9	29,4	27,6	30,5	37,9	28,3	53,5	2,9
21.ΡΑ.Γ.ΒΤ.1	7	25,9	23,3	28,6	46,4	35,6	65,4	5,3
21.ΡΑ.Γ.ΒΤ.1	8	25,1	22,3	28,4	48,9	34,4	68,7	6,1
21.ΡΑ.Γ.ΒΤ.1	9	25,2	22,9	27,9	46,3	33,0	58,9	5,0
10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6	7	26,6	25,3	27,5	41,0	38,7	43,8	2,3
10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6	8	28,1	24,7	30,9	35,5	26,4	49,5	6,3
10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6	9	25,7	23,4	28,8	38,2	29,6	50,7	5,4
10.ΧΑ.Δ.ΝΤ.3	7	30,8	28,5	31,3	37,9	28,6	42,9	2,8
10.ΧΑ.Δ.ΝΤ.3	8	29,9	27,3	31,5	38,3	19,2	55,8	4,1
10.ΧΑ.Δ.ΝΤ.3	9	28,4	26,3	30,6	37,2	27,1	55,8	4,3
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.0	7	29,5	28,4	31,1	38,8	29,1	54,2	2,7
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.0	8	28,5	26,8	29,5	44,2	24,2	61,1	2,7
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.0	9	26,9	23,9	28,8	46,7	32,1	65,6	4,9
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2	7	29,0	27,1	32,1	39,9	28,3	53,0	5,0
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2	8	28,9	25,8	30,9	40,5	25,5	58,3	5,0
81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2	9	27,1	23,3	30,9	41,2	27,1	58,1	7,5
81.ΧΑ.Γ.ΒΤ.1	7	28,4	25,1	32,9	38,4	24,4	51,0	7,8

Κτίρια	Μήνας	Μέση τιμή θερμοκρασίας (°C)	Ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία (°C)	Μέση τιμή σχετικής υγρασίας (%)	Ελάχιστη σχετική υγρασία (%)	Μέγιστη σχετική υγρασία (%)	Εύρος σχετικής υγρασίας (%)
81.ΧΑ.Γ.ΒΤ.1	8	28,4	24,5	31,1	43,1	32,2	53,6	6,7
81.ΧΑ.Γ.ΒΤ.1	9	27,2	25,3	28,3	42,6	36,6	47,4	3,0
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3	7	25,3	24,3	27,5	58,9	51,8	66,3	3,2
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3	8	24,8	22,6	28,1	48,6	24,2	69,4	5,5
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3	9	24,4	21,2	28,0	47,9	30,6	65,0	6,8
10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4	7	30,3	26,5	34,5	39,3	35,0	50,5	8,0
10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4	8	30,0	26,6	32,3	41,5	33,7	50,4	5,7
10.ΡΑ.Γ.ΒΤ.4	9	28,8	27,3	30,2	42,3	39,7	44,2	2,9
81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1	7	33,7	32,1	35,0	37,1	30,1	56,0	2,9
81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1	8	30,8	28,3	32,6	40,7	27,2	54,5	4,3
81.ΧΑ.Δ.ΒΤ.1	9	27,7	23,2	30,5	44,8	33,9	62,3	7,3
25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	8	27,2	24,7	30,7	47,4	29,0	61,2	6,1
25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7	9	26,2	24,9	29,3	46,3	30,6	63,9	4,5
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1	7	29,9	25,9	31,4	47,5	35,6	56,1	5,6
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1	8	29,9	26,9	30,9	45,3	29,6	55,8	4,0
81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.1	9	28,9	27,0	29,6	46,3	39,8	53,2	2,6
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5	7	26,1	23,7	28,4	48,9	34,8	64,9	4,7
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5	8	25,7	23,2	27,4	49,3	31,4	65,8	4,3
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3	9	32,1	28,0	34,0	41,3	28,1	57,8	6,1
81.ΜΑ.Δ.ΚΤ.3	8	29,9	27,3	32,0	42,5	23,8	65,2	4,7
10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4	9	32,1	30,5	34,5	43,5	29,1	67,3	4,0
10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4	8	29,5	27,6	31,6	45,3	28,5	62,7	4,0
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1	7	28,7	26,7	30,0	30,4	25,2	36,7	3,3
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1	8	27,3	24,9	29,4	33,3	25,1	56,1	4,5
81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.1	9	27,5	26,4	28,3	31,0	25,2	39,6	1,9
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2	7	27,3	25,6	28,8	36,1	31,3	41,9	3,2
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2	8	29,2	25,6	32,2	35,2	24,7	46,7	6,7
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.2	9	27,3	25,6	29,4	33,9	26,6	42,9	3,8
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4	7	29,8	25,0	33,8	41,5	33,0	50,8	8,8
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4	8	29,7	25,2	32,1	43,4	29,9	55,0	6,9
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.4	9	29,3	26,0	31,0	42,8	34,7	53,3	5,1
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3	8	29,6	26,0	31,3	44,4	33,2	57,3	5,3
81.ΜΑ.Γ.ΚΤ.3	9	26,9	22,9	29,5	47,1	35,0	64,3	6,6
81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5	7	33,5	29,6	34,6	36,5	31,6	42,8	5,0
81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5	8	30,1	26,0	33,0	37,1	26,6	45,6	7,0
81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5	9	29,1	25,0	31,8	38,2	28,8	51,4	6,9
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2	7	30,4	27,1	32,4	38,9	33,4	49,3	5,3

Κτίρια	Μήνας	Μέση τιμή θερμοκρασίας (°C)	Ελάχιστη θερμοκρασία (°C)	Μέγιστη θερμοκρασία (°C)	Μέση τιμή σχετικής υγρασίας (%)	Ελάχιστη σχετική υγρασία (%)	Μέγιστη σχετική υγρασία (%)	Εύρος σχετικής υγρασίας (%)
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2	8	31,9	26,9	34,1	38,3	26,4	45,1	7,1
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.2	9	27,8	24,9	31,1	41,6	30,5	54,9	6,2
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Α	8	26,2	24,6	31,5	47,2	30,5	59,7	6,9
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Α	9	25,9	23,5	27,5	46,6	32,4	55,0	4,0
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β	8	25,9	24,0	27,3	57,8	37,6	82,1	3,4
81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7Β	9	25,5	23,8	27,1	57,3	41,2	70,6	3,3

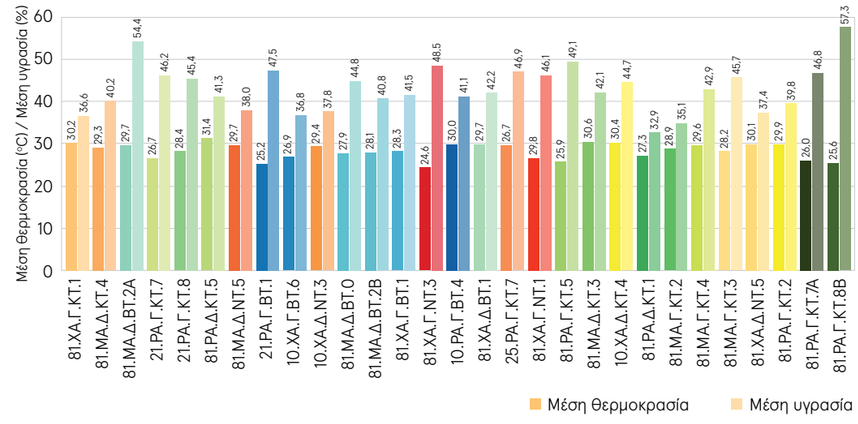
Επιπροσθέτως, παρακάτω παρουσιάζονται δύο ξεχωριστά διαγράμματα. Στο πρώτο (Διάγραμμα 27) απεικονίζονται οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για κάθε κτίριο χωριστά, ενώ στο δεύτερο (Διάγραμμα 28) εμφανίζονται οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας ανά κτίριο. Τα διαγράμματα αυτά επιτρέπουν να παρατηρήσουμε τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χώρο. Μέσα από αυτά μπορούμε να εντοπίσουμε ποιες περιοχές παρουσιάζουν υψηλότερες ή χαμηλότερες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας, καθώς και τη διακύμανση μεταξύ των μέγιστων και ελάχιστων τιμών. Επιπλέον, οι μέσες τιμές αποτυπώνουν τη γενική κατάσταση κάθε κτιρίου και βοηθούν στη σύγκριση του επιπέδου άνεσης και των περιβαλλοντικών συνθηκών μεταξύ των χώρων.

Μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία και υγρασία ανά κτίριο



Διάγραμμα 27. Μέγιστες και ελάχιστες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για κάθε κτίριο χωριστά

Μέση θερμοκρασία και υγρασία ανά κτίριο



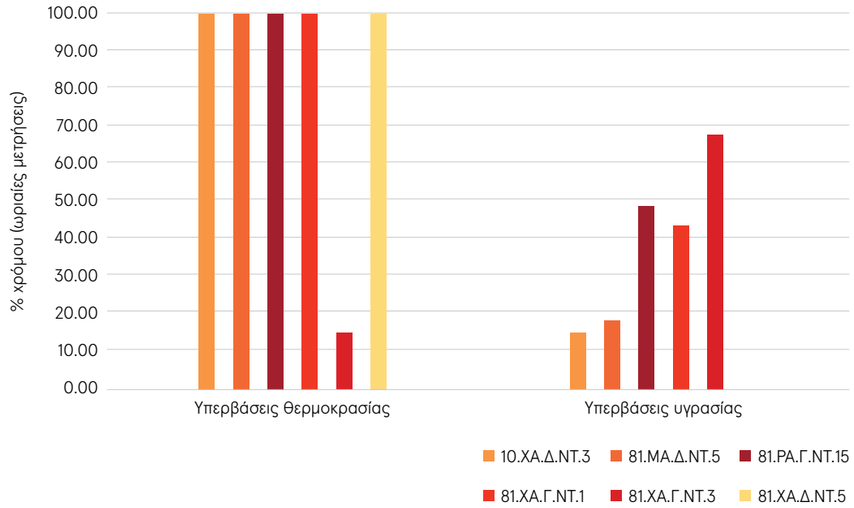
Διάγραμμα 28. Μέσες τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας για κάθε κτίριο χωριστά

[4.2] Υπερβάσεις ορίων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι υπερβάσεις των ορίων του ΚΕΝΑΚ για τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία, με σκοπό τη σύγκριση των ποικίλων χώρων ως προς το ποσοστό των ωριαίων τιμών που υπερέβησαν τα όρια, σε σχέση με το σύνολο των ωρών κατά τις οποίες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για την εκάστοτε χρονική περίοδο.

[4.2.1] Διαμερίσματα και γραφεία νότιου τομέα

Ποσοστά ωριαίων υπερβάσεων Νότιος Τομέας



Διάγραμμα 29. Ποσοστά ωριαίων υπερβάσεων θερμοκρασίας και υγρασίας στον νότιο τομέα

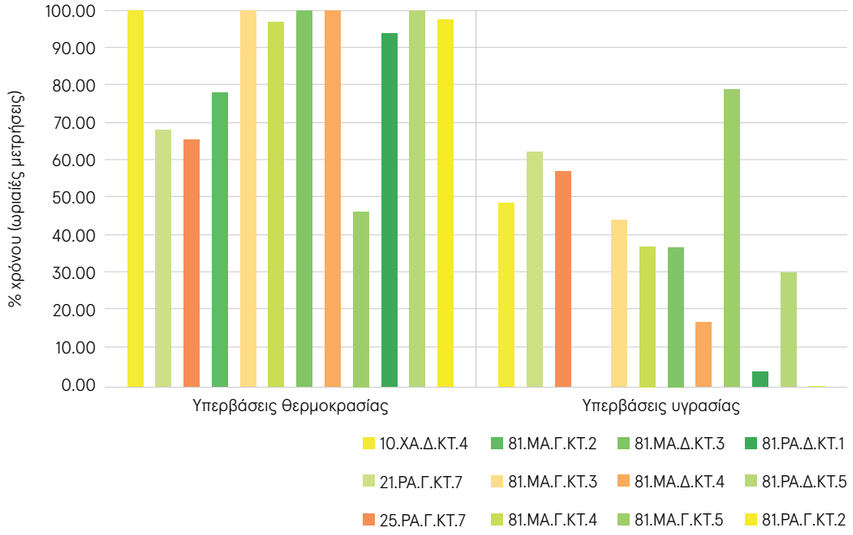
Στο παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζονται οι υπερβάσεις των ορίων θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας για τους χώρους του νότιου τομέα για όλη τη διαθέσιμη περίοδο καθενός. Όπως προκύπτει από τα δεδομένα, όλα τα υπό μελέτη κτίρια του νότιου τομέα υπερέβησαν το όριο θερμοκρασίας στο σύνολο (100%) των διαθέσιμων ωρών, με εξαίρεση ένα κτίριο.

Αναφορικά με τη σχετική υγρασία, οι υπερβάσεις ήταν σαφώς περιορισμένες. Στο κτίριο 81.ΧΑ.Δ.ΝΤ.5 δεν καταγράφηκαν υπερβάσεις, ενώ το υψηλότερο ποσοστό υπερβάσεων (65%) παρατηρήθηκε στο γραφείο 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3, με τα υπόλοιπα κτίρια να παρουσιάζουν ποσοστά υπέρβασης μικρότερα του 50%. Η σχετική υγρασία είναι μια ευαίσθητη παράμετρος που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, γι' αυτό και φαίνεται η ποικιλία στις υπερβάσεις. Για το κτίριο 81.ΧΑ.Γ.ΝΤ.3, ο σημαντικότερος παράγοντας είναι το σύστημα αερισμού.

[4.2.2] Διαμερίσματα και γραφεία κεντρικού τομέα

Στον κεντρικό τομέα, το δείγμα των υπό μελέτη χώρων είναι μεγαλύτερο, όπως και η ποικιλία στα ποσοστά υπερβάσεων. Στους χώρους αυτούς παρατηρείται ότι ορισμένα από τα ριζικώς ανακαινισμένα κτίρια παρουσιάζουν τα χαμηλότερα ποσοστά υπερβάσεων θερμοκρασίας, όπως τα 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5, 21.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7 και 25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7. Αντίθετα, οι χώροι χωρίς ανακαίνιση εμφανίζουν τα υψηλότερα ποσοστά υπερβάσεων (άνω του 95%), ενώ εκείνοι με μερική ανακαίνιση παρουσιάζουν ποικιλία υπερβάσεων, με το ελάχιστο ποσοστό υπέρβασης να ανέρχεται περίπου στο 75%. Επιπλέον, παρατηρείται αντίστροφη συσχέτιση σε σχέση με τη σχετική υγρασία. Οι χώροι που εμφανίζουν τα υψηλότερα ποσοστά υπέρβασης θερμοκρασίας παρουσιάζουν τα χαμηλότερα ποσοστά υπέρβασης υγρασίας. Η διαπίστωση φαίνεται να οφείλεται στο γεγονός ότι ο θερμότερος αέρας έχει μεγαλύτερη ικανότητα να κατακρατά υγρασία από τον ψυχρό. Ετσι, αν και η ποσότητα υδρατμών στον αέρα μπορεί να παραμένει η ίδια (δεν υπάρχουν πηγές και καταβόθρες, η εισροή είναι ίση με την εκροή), η σχετική υγρασία μειώνεται.

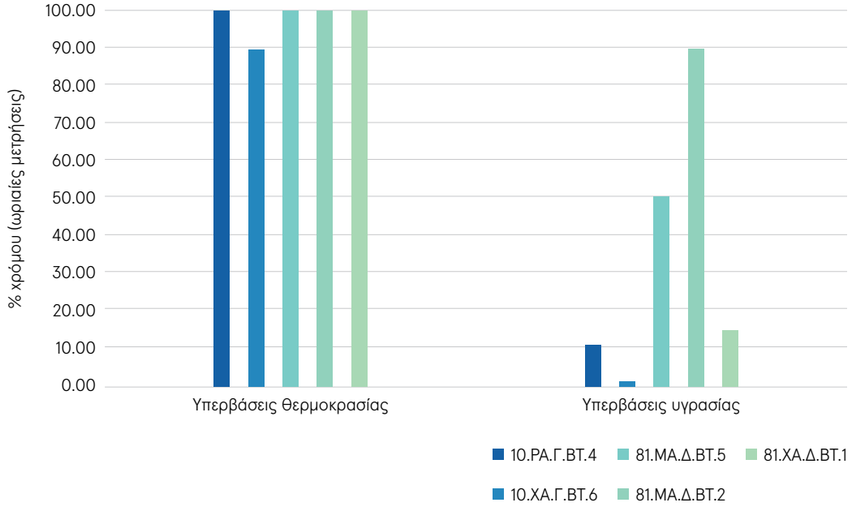
Ποσοστά ωριαίων υπερβάσεων Κεντρικός Τομέας



Διάγραμμα 30. Ποσοστά ωριαίων υπερβάσεων θερμοκρασίας και υγρασίας στον κεντρικό τομέα

[4.2.3] Διαμερίσματα και γραφεία βόρειου τομέα

Ποσοστά ωριαίων υπερβάσεων Βόρειος Τομέας



Διάγραμμα 31. Ποσοστά ωριαίων υπερβάσεων θερμοκρασίας και υγρασίας στον βόρειο τομέα

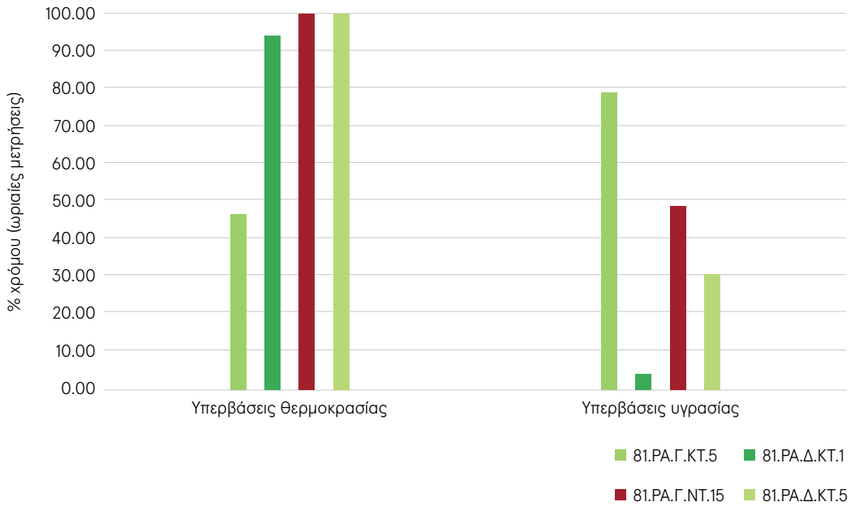
Στον βόρειο τομέα, η πλειονότητα των γραφείων και διαμερισμάτων υπερέβη το όριο θερμοκρασίας στο σύνολο (100%) των ωρών παρακολούθησης, με μοναδική εξαίρεση τον χώρο 10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6, ο οποίος παρουσίασε υπέρβαση των ορίων ΚΕΝΑΚ περίπου στο 90%. Οι υπερβάσεις της σχετικής υγρασίας δεν ακολουθούν ανάλογη τάση, καθώς παρουσιάζουν σημαντική διακύμανση, με εύρος τιμών από περίπου 5% έως 90%. Ο χώρος 10.ΧΑ.Γ.ΒΤ.6 καταγράφει τις λιγότερες υπερβάσεις υγρασίας, ενώ ο 81.ΜΑ.Δ.ΒΤ.2 παρουσιάζει τα υψηλότερα ποσοστά υπέρβασης.

Στους χώρους του βόρειου τομέα δεν παρατηρείται κάποια συσχέτιση μεταξύ των υπερβάσεων θερμοκρασίας και υγρασίας. Η ποικιλία στις υγρομετρικές υπερβάσεις δεν μπορεί να αποδοθεί εμφανώς σε μια παράμετρο, αλλά φαίνεται να εξαρτάται από υποκειμενικούς παράγοντες για κάθε κτίριο.

[4.2.4] Παλαιότεροι χώροι (έως 1981) με ριζική ανακαίνιση

Παρόμοια ανάλυση πραγματοποιήθηκε και για διάφορες κατηγορίες χώρων με ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Συγκεκριμένα, στην παρούσα ενότητα εξετάζονται τα κτίρια που κατασκευάστηκαν έως το 1981 και έχουν υποστεί ριζική ανακαίνιση. Ο χώρος 81.ΡΑ.Γ.ΚΤ.5 παρουσίασε το χαμηλότερο ποσοστό υπερβάσεων θερμοκρασίας, αλλά το υψηλότερο ποσοστό υπερβάσεων σχετικής υγρασίας, γεγονός που εξηγείται, εν μέρει, από την ικανότητα του αέρα να κατακρατά υδρατμούς σε σχέση με τη θερμοκρασία του.

Παλαιότεροι χώροι με ριζική ανακαίνιση

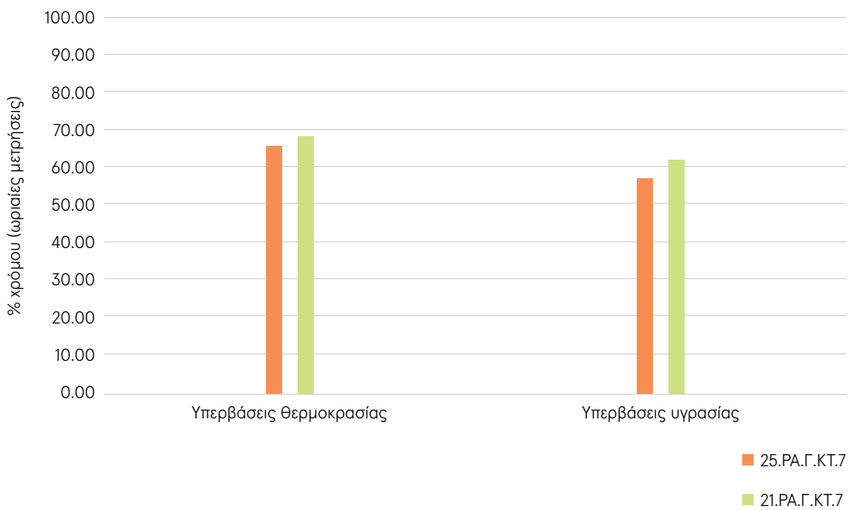


Διάγραμμα 32. Ποσοστά ωριαίων υπερβάσεων θερμοκρασίας και υγρασίας σε παλαιότερους χώρους με ριζική ανακαίνιση

Παρατηρείται, επίσης, ότι τα γραφεία εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά υπερβάσεων σε σχέση με τα διαμερίσματα, ενώ ως προς τη θερμοκρασία δεν διαπιστώνεται σαφής διαφοροποίηση μεταξύ των τύπων χώρων, κάτι που πιθανόν να οφείλεται στην πολύωρη χρήση των γραφείων από πολλούς υπαλλήλους σε σχέση με τα διαμερίσματα, όπου οι ένοικοι δεν περνούν το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας τους.

[4.2.5] Σύγχρονοι, ριζικά ανακαινισμένοι χώροι (2021 και μετά)

Σύγχρονοι και ριζικά ανακαινισμένοι χώροι



Διάγραμμα 33. Ποσοστά ωριαίων υπερβάσεων θερμοκρασίας και υγρασίας σε σύγχρονους χώρους (2010-σήμερα)

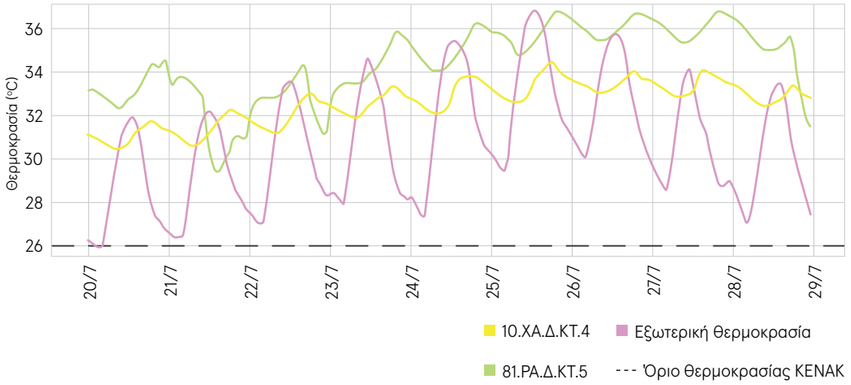
Οι σύγχρονοι και ριζικά ανακαινισμένοι χώροι εμφανίζουν λιγότερες υπερβάσεις από τους παλαιότερους με ριζική ανακαίνιση, με τις υπερβάσεις και για τις δύο παραμέτρους να βρίσκονται στο εύρος 50-70%. Η διαφορά μεταξύ τους φανερώνει ότι το πιο σύγχρονο γραφείο (25.ΡΑ.Γ.ΚΤ.7) αποδίδει καλύτερα από το γραφείο που χτίστηκε την περίοδο 2010-2021.



[5.0] ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΥΣΩΝΑ

Στο παρακάτω κεφάλαιο εμφανίζονται κάποιες παρατηρήσεις και συμπεράσματα που αφορούν την περίοδο του καύσωνα. Κατά την περίοδο 20-28 Ιουλίου 2025, η περιοχή του κέντρου της Αθήνας επηρεάστηκε από έντονο καύσωνα, με εξωτερικές θερμοκρασίες που ξεπέρασαν συχνά τους 35°C. Η ανάλυση των ωριαίων θερμοκρασιών σε δύο επιλεγμένα διαμερίσματα (10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4 και 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5) σε σύγκριση με την εξωτερική θερμοκρασία αποσκοπεί στην αξιολόγηση της θερμικής άνεσης και της επίδρασης των κτιριακών χαρακτηριστικών, όπως η ύπαρξη ή μη κλιματιστικού. Το όριο θερμοκρασίας, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ (26°C), χρησιμοποιείται ως σημείο αναφοράς για την αξιολόγηση των συνθηκών θερμικής επιβάρυνσης.

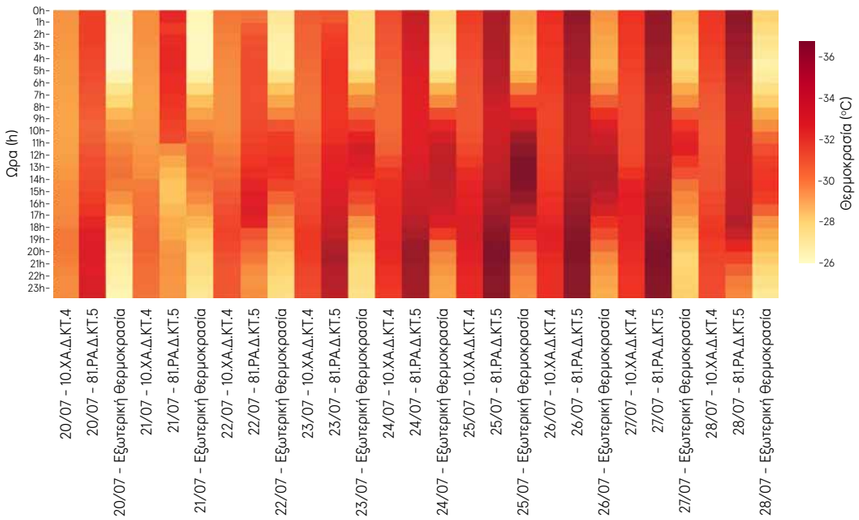
Θερμοκρασίες κατά την περίοδο καύσωνα (20-28 Ιουλίου)



Διάγραμμα 34. Θερμοκρασίες κατά την περίοδο του καύσωνα 20-28 Ιουλίου, για τα κτίρια 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.3 και 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5, και εξωτερική θερμοκρασία και Όριο θερμοκρασίας ΚΕΝΑΚ

Το Διάγραμμα 34 παρουσιάζει τις ωριαίες θερμοκρασίες των δύο διαμερισμάτων και της εξωτερικής θερμοκρασίας. Παρατηρείται ότι το διαμέρισμα 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.4, το οποίο δεν διαθέτει κλιματιστικό, παρουσιάζει θερμοκρασίες που ακολουθούν στενά την εξωτερική θερμοκρασία, με πολλές υπερβάσεις του ορίου ΚΕΝΑΚ. Επιπλέον, το διαμέρισμα 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5, ενώ διαθέτει κλιματιστικό, εμφανίζει σημαντικά υψηλότερες θερμοκρασίες, κάτι που σημαίνει ότι ενδεχομένως οι ένοικοι να έλειπαν από το διαμέρισμα. Η εξωτερική θερμοκρασία παραμένει υψηλή καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου, επιβεβαιώνοντας την ένταση του καύσωνα.

Θερμοκρασίες κατά την περίοδο καύσωνα (20-28 Ιουλίου)



Διάγραμμα 35. Heatmap κατά την περίοδο του καύσωνα 20-28 Ιουλίου, για τα κτίρια 10.ΧΑ.Δ.ΚΤ.3 και 81.ΡΑ.Δ.ΚΤ.5, και εξωτερική θερμοκρασία

Το Διάγραμμα 35 είναι ένα heatmap, το οποίο προσφέρει μια πιο απτή και αναλυτική απεικόνιση των θερμοκρασιών ανά ώρα και ημέρα για κάθε κτίριο, καθώς και την εξωτερική θερμοκρασία. Οι υψηλές θερμοκρασίες απεικονίζονται με έντονα κόκκινα χρώματα, ενώ οι πιο δροσερές ώρες εμφανίζονται με ανοιχτότερα χρώματα. Το heatmap επιτρέπει την εύκολη αναγνώριση των χρονικών περιόδων κατά τις οποίες οι εσωτερικές θερμοκρασίες ξεπερνούν το όριο ΚΕΝΑΚ, αναδεικνύοντας τις ώρες αιχμής της θερμικής επιβάρυνσης. Τις μεσημεριανές και απογευματινές ώρες, τα διαμερίσματα εμφανίζουν μεγαλύτερη θερμική υπερθέρμανση.

Η ανάλυση της περιόδου καύσωνα (20-28 Ιουλίου) δείχνει ότι οι υψηλές θερμοκρασίες εξωτερικού αέρα επιδρούν σημαντικά στις εσωτερικές θερμοκρασίες των διαμερισμάτων, ακόμα και σε κτίρια με περιορισμένη θερμομόνωση. Τα δεδομένα υπογραμμίζουν τη σημασία της παρακολούθησης της θερμοκρασίας σε πραγματικό χρόνο και της λήψης προληπτικών μέτρων για την προστασία της θερμικής άνεσης και της υγείας των ενοίκων κατά τα επεισόδια καύσωνα.

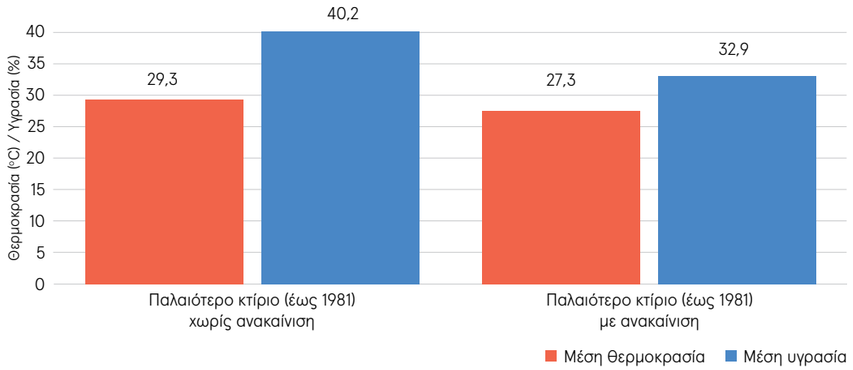


[6.0] ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη σύγκριση των ποσοστών υπερβάσεων των ορίων θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, προκύπτει ότι η θερμική άνεση στους εσωτερικούς χώρους επηρεάζεται έντονα από τη χρονολογία κατασκευής, το είδος ανακαίνισης, τον τύπο χώρου και τη χωρική θέση του κτιρίου.

Τα κτίρια που ανεγέρθηκαν μετά το 2021 παρουσίασαν τα χαμηλότερα ποσοστά υπέρβασης θερμοκρασίας (≈66%) και υγρασίας (≈57%), επιβεβαιώνοντας τη βελτίωση των θερμικών χαρακτηριστικών του κελύφους και των συστημάτων αερισμού στα νεότερα κτίρια. Αντίθετα, τα παλαιότερα (έως 1981) και όσα κατασκευάστηκαν την περίοδο 1981-2010 εμφανίζουν υπερβάσεις θερμοκρασίας άνω του 90%, γεγονός που σχετίζεται με την ανεπαρκή θερμομόνωση και τον παλαιό εξοπλισμό ψύξης. Η χαμηλότερη σχετική υγρασία στους χώρους αυτούς (≈35%) οφείλεται στη θέρμανση του αέρα χωρίς ύγρανση, με αποτέλεσμα την ξηρότερη αίσθηση του εσωτερικού περιβάλλοντος.

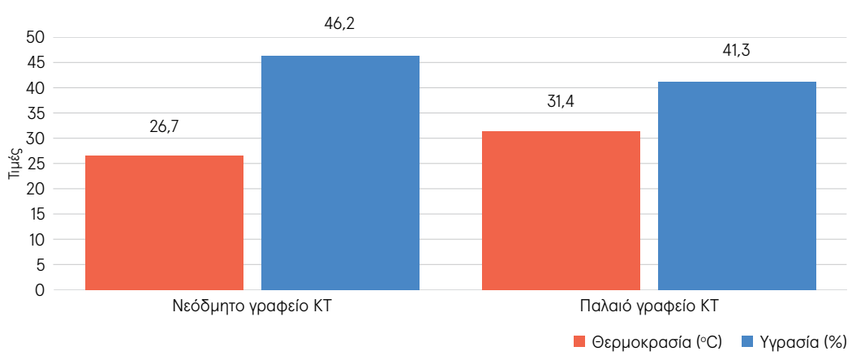
Μέση θερμοκρασία και υγρασία ανά κτίριο



Διάγραμμα 36. Μέσες τιμές Θερμοκρασίας και υγρασίας για δύο παλαιότερα κτίρια (έως 1981), το ένα χωρίς ανακαίνιση και το άλλο με ανακαίνιση

Οι ριζικά ανακαινισμένοι (ΡΑ) χώροι παρουσιάζουν αισθητά μειωμένες υπερβάσεις θερμοκρασίας (≈82%) συγκριτικά με τους χωρίς ανακαίνιση (ΧΑ) (≈88%) και τους μερικώς ανακαινισμένους (ΜΑ) (≈97%). Παρότι η ανακαίνιση βελτιώνει τη θερμομόνωση και τη στεγανότητα, ορισμένα γραφεία με σύγχρονα κουφώματα εμφάνισαν υψηλότερη σχετική υγρασία, πιθανώς λόγω μειωμένου φυσικού αερισμού. Η χρήση και ο αερισμός αποτελούν επίσης κρίσιμους παράγοντες. Η τακτική ανανέωση του αέρα και η ανθρώπινη παρουσία συμβάλλουν στη σταθεροποίηση των συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας, επιβεβαιώνοντας ότι η διαχείριση του αερισμού είναι εξίσου σημαντική με τα δομικά χαρακτηριστικά του κελύφους.

Νεόδμητοι vs Παλαιοί χώροι



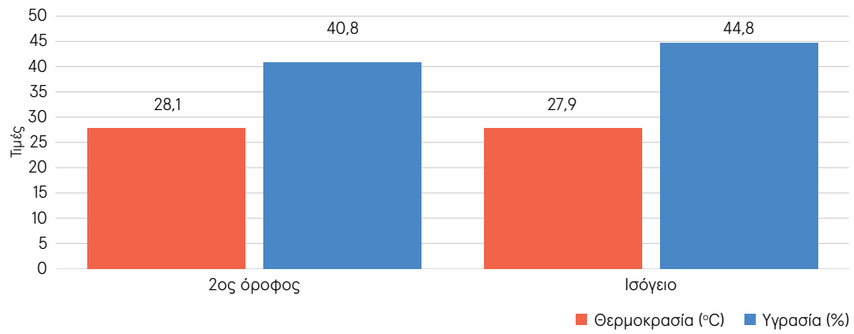
Διάγραμμα 37. Σύγκριση Θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας μεταξύ ενός νεόδμητου και ενός παλαιού γραφείου στο κέντρο της Αθήνας

Τα γραφεία (Γ) παρουσίασαν κατά μέσο όρο μικρότερες υπερβάσεις θερμοκρασίας (≈81%) σε σχέση με τα διαμερίσματα (Δ) (≈100%), ωστόσο εμφάνισαν υψηλότερα ποσοστά υπέρβασης υγρασίας (≈37%). Το αποτέλεσμα συνδέεται με τη συνεχή παρουσία ατόμων, ηλεκτρονικού εξοπλισμού και ψύξης σε γραφειακούς χώρους, σε αντίθεση με τα διαμερίσματα, όπου η περιοδική χρήση μειώνει τη σταθερότητα των συνθηκών.

Η γεωγραφική θέση φαίνεται επίσης να επιδρά. Οι χώροι του νότιου τομέα είχαν χαμηλότερα ποσοστά υπέρβασης θερμοκρασίας (≈87%) σε σχέση με τους βόρειους (≈98%), ενώ οι κεντρικοί τομείς κατέγραψαν ενδιάμεσες τιμές (≈89%). Η διαφορά σχετίζεται με τον προσανατολισμό, το σκίαστρο και τον βαθμό έκθεσης των όψεων στην ηλιακή ακτινοβολία. Οι περιοχές με αυξημένη παρουσία πρασίνου ή κοντά σε ανοιχτούς χώρους εμφάνισαν πιο ήπιες θερμικές συνθήκες, σε αντίθεση με τα κεντρικά αστικά κέντρα, όπου το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας παραμένει έντονο.

Παρατηρείται ανομοιογένεια μεταξύ των ορόφων, ωστόσο οι ανώτεροι όροφοι τείνουν να παρουσιάζουν ελαφρώς υψηλότερες υπερβάσεις θερμοκρασίας, ιδίως σε χώρους χωρίς επαρκή σκίαση. Οι υπερβάσεις υγρασίας δεν εμφανίζουν σαφή συσχέτιση με το ύψος του χώρου.

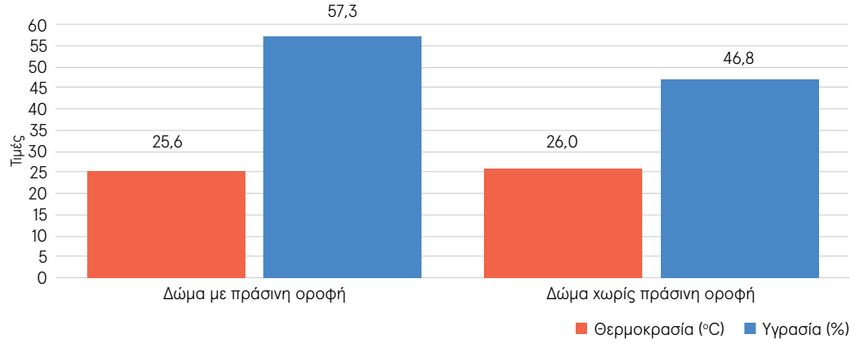
Σύγκριση 2ου ορόφου με ισόγειο



Διάγραμμα 38. Σύγκριση θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας διαμερισμάτων στο ίδιο κτίριο που ανήκουν σε διαφορετικούς ορόφους

Συνολικά, η ανάλυση δείχνει ότι η θερμική άνεση επηρεάζεται πολυπαραγοντικά από τη θερμομόνωση του κελύφους, το έτος κατασκευής, τον τύπο χρήσης και τη διαχείριση του αερισμού. Η ριζική ανακαίνιση και τα σύγχρονα συστήματα αερισμού μειώνουν τις υπερβάσεις θερμοκρασίας, ενώ ο συνδυασμός μηχανικού και φυσικού αερισμού φαίνεται καθοριστικός για τη ρύθμιση της σχετικής υγρασίας. Η αστική προσαρμογή δεν είναι μόνο θέμα πολιτικής, αλλά και καθημερινότητας. Μικρές παρεμβάσεις, όπως η αντικατάσταση κουφωμάτων και η σωστή διαχείριση του αερισμού, μπορούν να βελτιώσουν ουσιαστικά τις εσωτερικές συνθήκες διαβίωσης.

Σύγκριση κτιριών με/χωρίς πράσινη οροφή



Διάγραμμα 39. Σύγκριση θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας δώματος με και χωρίς πράσινη οροφή

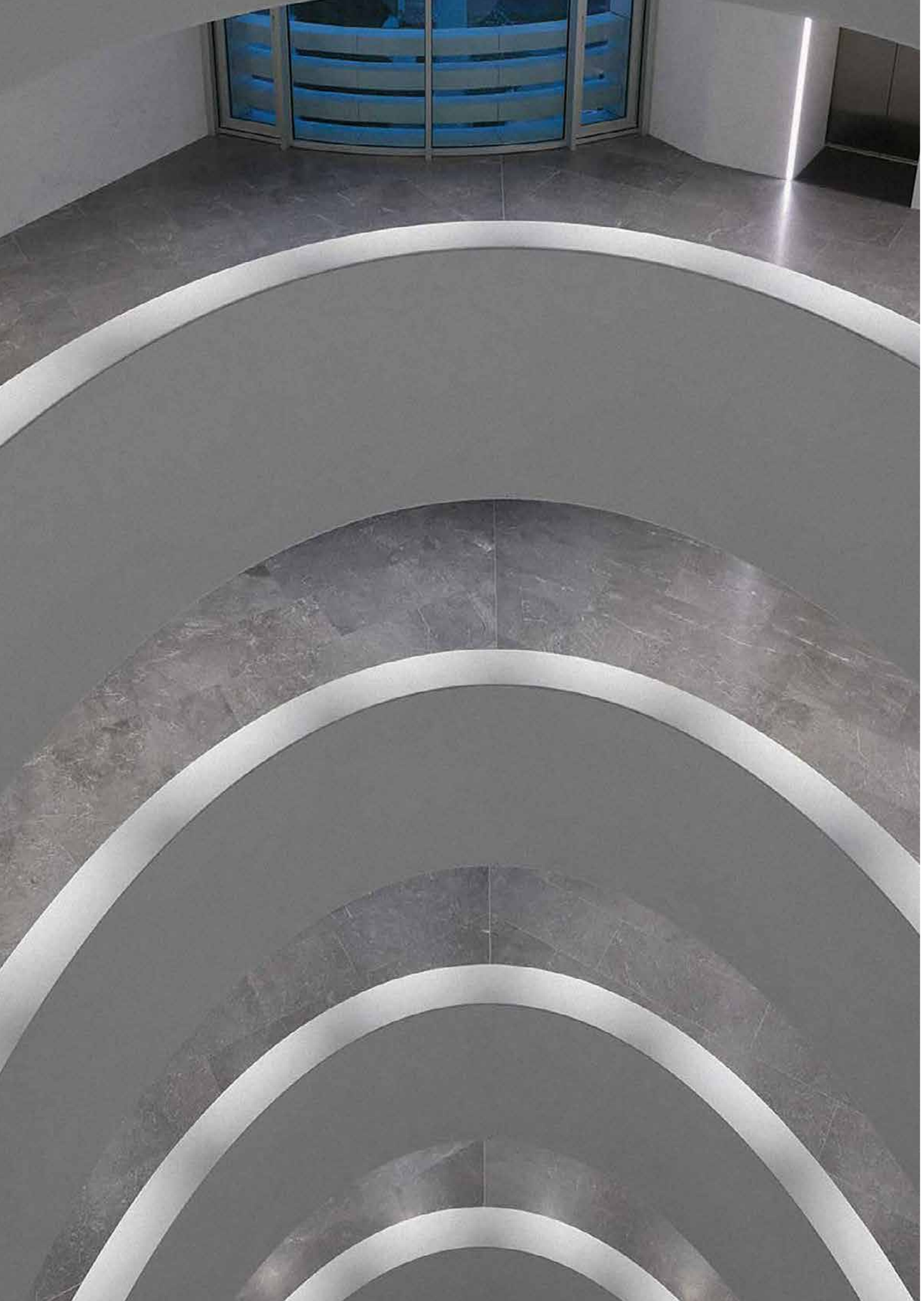
[7.0] ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η παρούσα έρευνα ανέδειξε με σαφήνεια ότι οι παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης, όπως η θερμομόνωση του κελύφους και η αντικατάσταση κουφωμάτων, αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για τη βελτίωση της θερμικής και υγρομετρικής συμπεριφοράς των κτιρίων κατά τη θερινή περίοδο. Τα ανακαινισμένα κτίρια παρουσιάζουν σταθερότερες εσωτερικές συνθήκες και περιορισμό των θερμικών διακυμάνσεων, σε αντίθεση με τα παλαιότερα κτίρια, που, χωρίς θερμομόνωση, εμφανίζουν έντονη θερμική φόρτιση και μεγαλύτερη εξάρτηση από τις εξωτερικές κλιματικές συνθήκες. Η χρήση του χώρου, ο βαθμός αερισμού και παράγοντες όπως η γειτνίαση με πράσινους χώρους επηρεάζουν επίσης την εσωτερική θερμική ισορροπία, επιβεβαιώνοντας ότι η θερμική άνεση δεν είναι μόνο ζήτημα κατασκευαστικού κελύφους, αλλά και διαχείρισης του χώρου.

Παρά τον αντιπροσωπευτικό χαρακτήρα των ευρημάτων, η μελέτη περιορίστηκε σε δεδομένα θερινής περιόδου και σε συγκεκριμένο πλήθος αισθητήρων ανά κτίριο. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα αποτυπώνουν αξιόπιστα τη συμπεριφορά των χώρων σε συνθήκες υψηλού θερμικού φορτίου, χωρίς όμως να επιτρέπουν εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων για την περίοδο θέρμανσης. Μελλοντική έρευνα με διεύρυνση των μετρήσεων στη χειμερινή περίοδο και σε μεγαλύτερο δείγμα κτιρίων θα μπορούσε να οδηγήσει σε ακόμα πληρέστερη αξιολόγηση της ετήσιας ενεργειακής και θερμικής απόδοσης.

Σε κάθε περίπτωση, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι οι ενεργειακές αναβαθμίσεις δεν αποτελούν μόνο υποχρέωση βάσει κανονισμών, αλλά ουσιαστικό μέσο για τη βελτίωση της άνεσης των χρηστών, τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τη δημιουργία βιώσιμων και ανθεκτικών κτιρίων για το μέλλον.





[8.0] ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] Assimakopoulos, M.N., & Tsangrassoulis, A. (2018). *Energy performance and indoor environmental quality in Greek office buildings*. Building and Environment, 145, 30–44. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.09.019

[2] European Commission. (2020). *Energy Performance of Buildings Directive (EU) 2018/844*. Βρυξέλλες: Official Journal of the European Union.

[3] ΕΛΟΤ EN 15251:2007 / EN 16798-1:2019. (2019). *Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics*. Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

[4] ΕΛΟΤ EN ISO 7730:2006. (2006). *Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*. Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ).

[5] ΦΕΚ 407/Β/2010. (2010). *Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)*. Αθήνα: Εθνικό Τυπογραφείο.

[6] Giannopoulos, D., & Zachariadis, T. (2021). *Energy efficiency policies for buildings in Southern Europe: Lessons from Greece and Cyprus*. Energy Policy, 156, 112433. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112433

[7] Hellenic Ministry of Environment and Energy. (2022). *Οδηγός «Εξοικονομώ 2023» – Παράρτημα Τεχνικών Προδιαγραφών*. Αθήνα: ΥΠΕΝ.

[8] Hellenic Statistical Authority (ELSTAT). (2021). *Building construction statistics tables*. Ανακτήθηκε από https://www.statistics.gr/2021-build-tables

[9] Katsoulas, N., & Bartzanas, T. (2018). *Thermal comfort in buildings and energy efficiency strategies in Mediterranean climates*. Renewable Energy, 127, 705–713. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.05.034

[10] Kolokotsa, D., Santamouris, M., & Zerefos, S. (2013). *Green and cool roofs' urban heat island mitigation potential in European climates for office buildings under free floating conditions*. Solar Energy, 95, 118–130. https://doi.org/10.1016/j.solener.2013.06.001

[11] LYCS Architecture. (x.x.). *Photo of building interior*. Unsplash. https://unsplash.com/photos/LYCS-Architecture

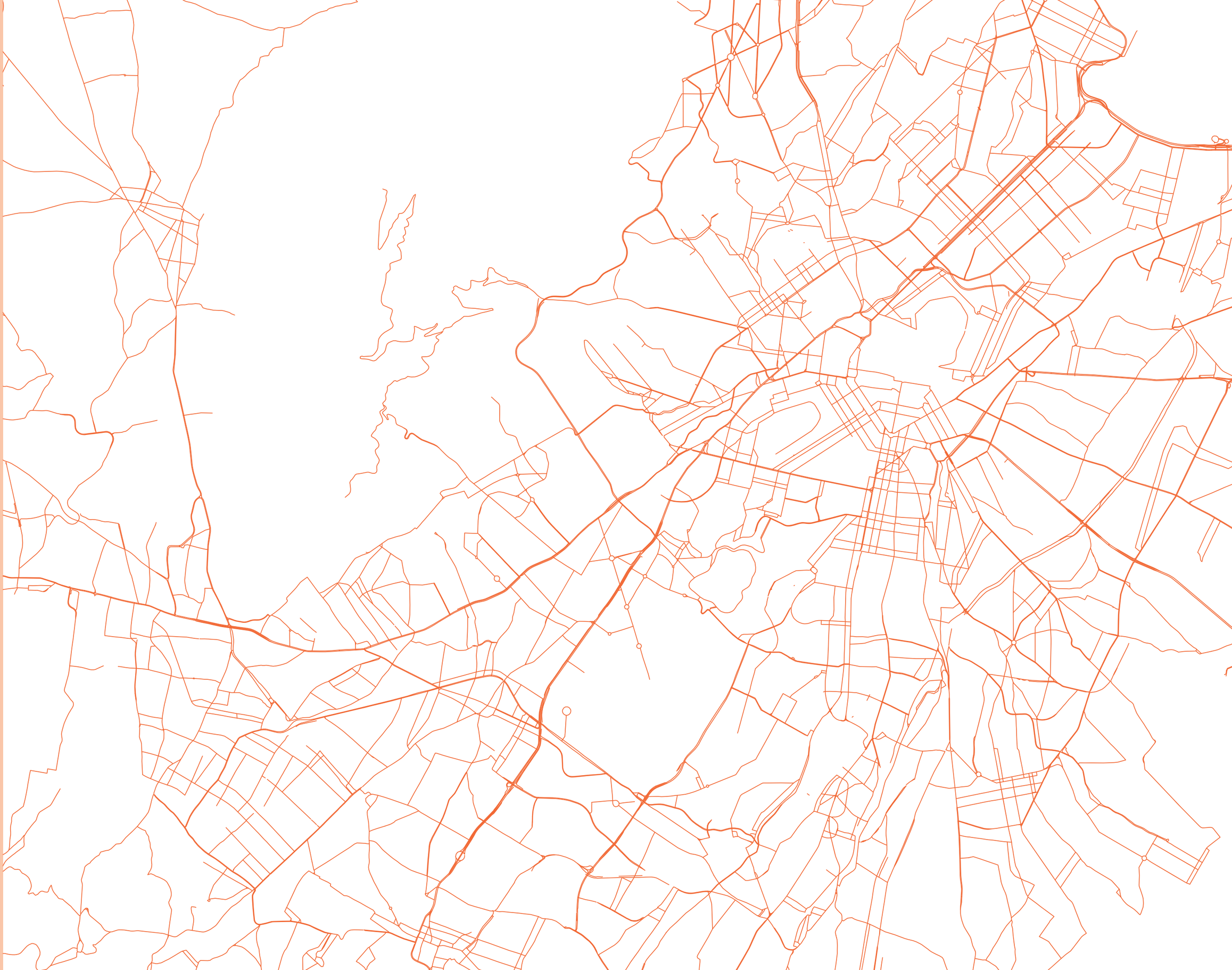
[12] Ministry of Environment and Energy. (2017). *Εθνικό Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακή Απόδοση*. Αθήνα: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

[13] Papadopoulos, A.M. (2016). *Forty years of regulations on the thermal performance of the building envelope in Europe: Achievements, perspectives and challenges*. Energy and Buildings, 127, 942–952. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.051

[14] Santamouris, M. (2014). *On the energy impact of urban heat island and global warming on buildings*. Energy and Buildings, 82, 100–113. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.022

[15] Sfakianaki, A., Pavlou, K., Santamouris, M., & Assimakopoulos, M. (2011). *Thermal comfort evaluation in offices in Greece during summer and winter*. Energy and Buildings, 43 (9), 2029–2035. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.04.008

[16] World Health Organization (WHO). (2020). *Housing and health guidelines: Thermal environment and indoor air quality*. Γενεύη: World Health Organization.





DIMAND
REAL ESTATE DEVELOPMENT