



ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ & ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙ ΕΝΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΠΥΛΩΝΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ, ΚΑΘΩΣ ΣΥΜΒΑΛΛΕΙ ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ, ΣΤΗΝ ΕΥΕΞΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ. Σ' ΑΥΤΟ ΤΟ ΑΡΘΡΟ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΕΤΑΙ Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ ΤΟΣΟ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ, ΟΣΟ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΤΟΝ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΚΑΙ ΚΑΘΟΡΙΖΟΥΝ ΤΕΛΙΚΑ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ.

Τις τελευταίες δεκαετίες ο σχεδιασμός και η κατασκευή κτιρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nearly Zero Energy Buildings - nZEB) αποτελεί έναν από τους κύριους άξονες ενδιαφέροντος και ανάπτυξης του κατασκευαστικού τομέα, στοχεύοντας τόσο σε νεόδμητα, όσο και σε υφιστάμενα κτίρια. Για να επιτευχθεί, όμως, η δημιουργία ενός τέτοιου κτιρίου έχουν καταλυτική σημασία παράμετροι όπως το

μικρόκλιμα και το αστικό περιβάλλον πέριξ του κτιρίου, αλλά και οι συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος. Ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά στις συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος, κύρια πτυχή ενδιαφέροντος αποτελεί η άνεση των χρηστών και αναλυτικότερα η ποιότητα αέρα, η οπτική, η ακουστική και η θερμική άνεσή τους. Η ποιότητα αέρα αποτελεί ένα σημαντικό πυλώνα για την καλή λειτουργία του κτιρίου, καθώς συμβάλ-

Άρθρο των:

δρ. ΠΑΝΑΠΩΤΑΣ ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ, διπλ. πολιτικού μηχανικού, MSc,
ΑΠ Μ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ, καθηγήτη Πολυτεχνικής Σχολής Α.Π.Θ.



Κύρια πτυχή ενδιαφέροντος στις συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος ενός κτιρίου αποτελεί η άνεση των χρηστών, δηλαδή η οπτική, ακουστική και θερμική τους άνεση και η ποιότητα του αέρα.

λει καθοριστικά στην υγεία, στην ευεξία και στο επίπεδο απόδοσης στην εργασία των κατοίκων και των χρηστών του.

Ποια είναι η σημασία της ποιότητας αέρα στα κτίρια;

Σύμφωνα με την απογραφή του 2011 και τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΛΣΤΑΤ), λαμβάνοντας υπόψη την αποκλειστική χρήση κτιρίων, τα κτίρια γραφείων - καταστήματα αποτελούν τη δεύτερη πολυπληθέστερη κατηγορία κτιρίων στην ελληνική επικράτεια. Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι οι άνθρωποι περνούν το 60% - 90% της ζωής τους εντός των κτιρίων, είναι σημαντικό να δοθεί περαιτέρω προσοχή σ' αυτήν την τυπολογία κτιρίων. Στις περιπτώσεις κτιρίων γραφείων αλλά και εμπορικών κτιρίων, το σύνολο των ατόμων που βρίσκονται σ' αυτούς τους χώρους μπορεί να διακριθεί σε δύο βασικές κατηγορίες: στους εργαζόμενους και στους επισκέπτες. Αυτές οι δύο κατηγορίες χρηστών λειτουργούν διαφορετικά στα κτίρια,

έχοντας, όμως, όλοι παρόμοιες απαιτήσεις σε ό,τι αφορά στην ποιότητα αέρα. Κύριο χαρακτηριστικό της πλειονότητας των χρηστών κτιρίων γραφείων είναι πως πρώτιστο ενδιαφέρον τους αποτελεί να διασφαλίζονται στο χώρο εργασίας τους, αλλά και στους κοινόχρηστους χώρους, υψηλές συνθήκες υγιεινής και ασφάλειας, χωρίς να αναπτύσσονται στοιχεία επιβάρυνσης της υγείας και μετάδοσης ασθενειών (όπως από αλλεργιογόνα σωματίδια, ιούς της εποχικής γρίπης κτλ.). Σ' αυτό το πλαίσιο, καθίσταται αναγκαίος ο προσδιορισμός των απαραίτητων μέτρων και πρακτικών που πρέπει να υιοθετηθούν, ώστε να εξαλειφθούν στοιχεία που μπορεί να οδηγήσουν στην επιβάρυνση της υγείας χρηστών κτιρίων.

Τι είναι η ποιότητα αέρα και πως αξιολογείται;

Η έννοια της ποιότητας εσωτερικού αέρα είναι άμεσα συνυφασμένη με την αξιολόγηση των συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος ενός χώρου και έμμεσα με την άνεση

του χρήστη. Αιτία αποτελεί η σύνδεση του όρου της ποιότητας αέρα αποκλειστικά με τη δυσφορία των χρηστών, κυρίως λόγω οσμών που τυχόν παρατηρούνται στο χώρο. Ως αποδεκτή ποιότητα εσωτερικού αέρα, σύμφωνα με το πρότυπο ANSI/ASHRAE 62.1:2013, ορίζεται ο αέρας, στον οποίο δεν παρατηρούνται γνωστοί ρυπαντές, όπως το ραδόνιο, ο καπνός τσιγάρου, τα αέρια σωματίδια που προέρχονται από την κατανάλωση καυσίμων αλλά και χημικές και αλλεργιογόνες ουσίες σε επικίνδυνες συγκεντρώσεις και με τις οποίες η πλειονότητα των χρηστών που εκτίθεται (ποσοστό μεγαλύτερο του 80%) δεν εκφράζει δυσαρέσκεια. Είναι, λοιπόν, κατανοητό πως η επίτευξη βέλτιστης ποιότητας αέρα είναι αναγκαία και διασφαλίζεται μέσα από κατάλληλα επίπεδα συγκέντρωσης των αέριων ρύπων εντός του χώρου και παράλληλα ροής αέρα, με στόχο την ανανέωσή του για τη δημιουργία βέλτιστων συνθηκών ασφάλειας και υγιεινής των εργαζομένων. Παράλληλα, για τον καθορισμό της ποιότητας αέρα εσωτερικού περιβάλλοντος, η αποκλειστική καταγραφή



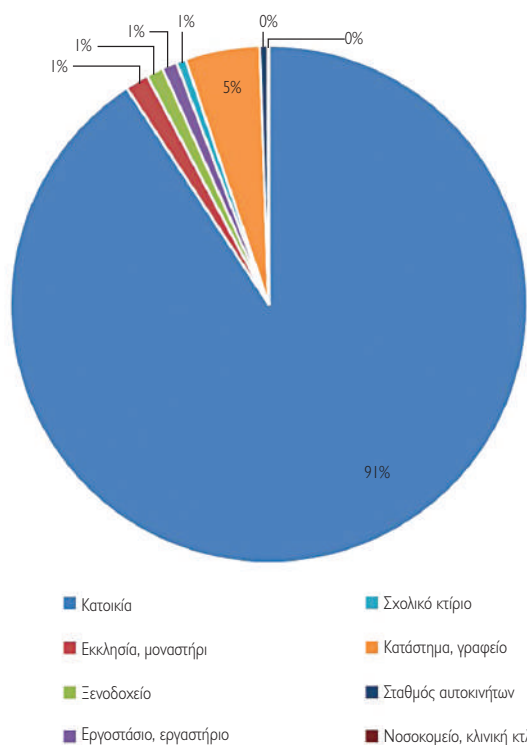
Σε κτίρια γραφείων και εμπορικά κτίρια οι χρήστες μπορούν να διακριθούν σε εργαζόμενους και σε επισκέπτες. Αν και λειτουργούν διαφορετικά, πρώτιστο ενδιαφέρον και των δύο κατηγοριών είναι οι συνθήκες υγιεινής και ασφάλειας, χωρίς να αναπτύσσονται στοιχεία επιβάρυνσης της υγείας και μετάδοσης ασθενειών.

μετρούμενων παραμέτρων δεν εξασφαλίζει και την έκφραση ικανοποίησης από την πλευρά των χρηστών. Αντιθέτως, πολλές μελέτες προτείνουν τον παράλληλο εξατομικευμένο προσδιορισμό της.

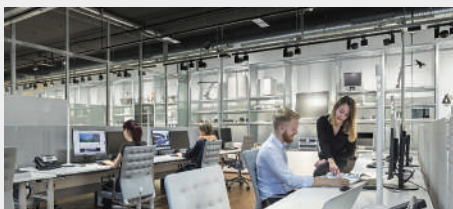
Όπως αναφέρεται και στην εθνική νομοθεσία (νόμος 4122/2013) είναι αναγκαία τόσο η διασφάλιση συνθηκών άνεσης στο σύνολο των κτιρίων μέσω της ρύθμισης των εσωτερικών κλιματικών συνθηκών, όσο και η επίτευξη των ενεργειακών αναγκών για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό, αερισμό αλλά και τεχνικά συστήματα του κτιρίου. Αυτά υπολογίζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να διασφαλίζονται τα βέλτιστα επίπεδα υγιεινής, ποιότητας αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος και άνεσης.

Η ανάγκη επίτευξης υψηλού επιπέδου ποιότητας αέρα διαφαίνεται και μέσα από το σύνολο διεθνών προτύπων και κανονισμών που θεσπίζονται. Αναλυτικότερα, ο προσδιορισμός της ποιότητας εσωτερικού αέρα ακολουθεί στην πλειονότητα των περιπτώσεων το πρότυπο ASHRAE 62.1., ενώ πρότυπα που εστιάζουν τη θεματολογία

Πλήθος κτιρίων βάσει απογραφής 2011 ανάλογα με την αποκλειστική χρήση στην ελληνική επικράτεια (ΕΛΣΤΑΤ, 2011).



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ
ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΚΑΙ ΣΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ



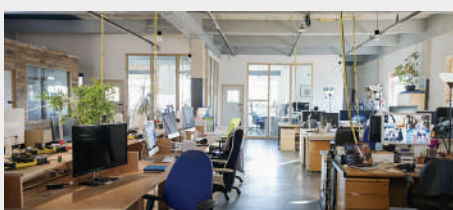
ΧΡΗΣΤΕΣ

- Επισκεψιμότητα χώρου.
- Εργαζόμενοι χώρου.



ΥΛΙΚΑ

- Σκόνη.
- Δομικά υλικά κτιρίου.
- Χημικές ουσίες από υλικά επίπλωσης.



ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

- Φωτοαντιγραφικά μηχανήματα.
- Ηλεκτρονικοί υπολογιστές.
- Εκτυπωτικά μηχανήματα.



ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ

- Εκπομπές χημικών ουσιών από προϊόντα καθαρισμού.
- Βακτήρια.



Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

- Σύστημα θέρμανσης.
- Σύστημα ψύξης.
- Συστήματα κλιματισμού.
- Συστήματα αερισμού.

τους στις εσωκλιματικές συνθήκες και την ποιότητα αέρα είναι τα ISO 7731, ISO 8995, ISO 15742 και ISO 15743 (CEN (European Committee for Standardization) 2002, 2003, 2006, 2008).

Στόχος όλων αυτών των εθνικών και διεθνών κανονισμών και προτύπων είναι η μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος του κτιρίου και η δημιουργία βέλτιστων συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος και συνθηκών άνεσης για τους χρήστες του. Μ' αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται η ευεξία, η υγιεινή και η ασφάλεια των χρηστών στο εσωτερικό του κτιρίου, παράμετροι που συνδέονται άμεσα με την παραγωγικότητα και την ποιότητα διαβίωσης των χρηστών κτιρίων του τριτογενούς τομέα. Συγκεκριμένα, κατά την ανάλυση της ποιότητας αέρα στο εσωτερικό ενός κτιρίου η πρώτη παράμετρος που εξετάζεται είναι

η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), καθώς τα επίπεδά της επηρεάζουν τη συγκέντρωση, την ευεξία και την υγεία των χρηστών. Σύμφωνα με το διεθνές πρότυπο ANSI/ASHRAE 62.1:2013, τα επίπεδα CO₂ στο εσωτερικό ενός χώρου αξιολογούνται στη βάση της υπέρβασης των αντίστοιχων τιμών συγκέντρωσης στο εξωτερικό περιβάλλον. Αναλυτικότερα, στα παραρτήματα Β' και Γ' του προαναφερθέντος προτύπου αναφέρεται πως η σταθερή διατήρηση επιπέδων CO₂ σε συγκέντρωση 700 ppm επάνω από τα αντίστοιχα επίπεδα του περιβάλλοντος θα έπρεπε να οδηγεί την πλειονότητα των χρηστών του συγκεκριμένου χώρου, στο να είναι ικανοποιημένη από τις επικρατούσες συνθήκες περιβάλλοντος. Οι τυπικές συγκεντρώσεις CO₂ του εξωτερικού περιβάλλοντος κυμαίνονται από 300

μέχρι 500 ppm. Εσωτερικές συγκεντρώσεις άνω των 2.000 ppm οδηγούν σε μειωμένη δυνατότητα συγκέντρωσης, ενώ άνω των 5.000 ppm οι συνθήκες χαρακτηρίζονται ως επικίνδυνες για τους χρήστες.

Εκτός όμως από το δείκτη συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα, δείκτες αξιολόγησης της ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος αποτελούν και οι θερμοφυσικές παράμετροι, όπως η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα. Σ' αυτήν την περίπτωση, τα όρια που τίθενται για τη διατήρηση ικανοποιητικών εσωκλιματικών συνθηκών ορίζονται ανάλογα με την τυπολογία του εκάστοτε κτιρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.ΕΕ. 20701 - Ι/2017. Ειδικότερα για την περίπτωση κτιρίων γραφείων και εμπορικών κτιρίων τα επίπεδα θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα ορίζονται στους 20°C και 19°C



Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα συνδέεται άμεσα με την παραγωγικότητα και την ποιότητα διαβίωσης των χρηστών στα κτίρια του τριτογενούς τομέα. Στις αναλύσεις η πρώτη παράμετρος που εξετάζεται είναι η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), καθώς τα επίπεδά της επηρεάζουν τη συγκέντρωση, την ευεξία και την υγεία των χρηστών.



Επικρατούσες συνθήκες στο εσωτερικό ενός τυπικού κτιρίου γραφείων.



Ενδεικτικές πηγές αέριων σωματιδίων που επιδρούν στην ποιότητα αέρα εσωτερικού περιβάλλοντος σε ένα τυπικό κτίριο γραφείων.

για τη χειμερινή περίοδο και στους 26°C και 25°C για την καλοκαιρινή περίοδο, ενώ τα επίπεδα σχετικής υγρασίας αντιστοιχούν για τη χειμερινή περίοδο στο 35% και για την καλοκαιρινή στο 45%.

Ποιότητα αέρα και χρήστες

Ήδη από τις αρχές του 20ου αιώνα είχαν γίνει οι πρώτες μελέτες για την ποιότητα του αέρα. Ωστόσο, από τη δεκαετία του 1970 και μετά οι μελετητές και οι κατασκευαστές κτιρίων άρχισαν να αποδίδουν ιδιαίτερη σημασία στις επικρατούσες συνθήκες περιβάλλοντος, ώστε να διασφαλιστούν ικανοποιητικές συνθήκες για την υγεία, την ασφάλεια και την άνεση των χρηστών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η έντονη ανάγκη για εξεύρεση ενός καλού συμβιβασμού ανάμεσα

στην επιδίωξη μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας, όπως καταγράφηκε κατά την περίοδο της πετρελαϊκής κρίσης, διατηρώντας παράλληλα τουλάχιστον το ίδιο, αν όχι υψηλότερο επίπεδο ποιότητας συνθηκών στο εσωτερικό περιβάλλον. Ιδιαίτερα κατά την περίοδο από το 1970 μέχρι το 1990 η επίτευξη και διατήρηση των βέλτιστων συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος στάθηκε επίκεντρο του ενδιαφέροντος της επιστημονικής έρευνας, με την ανάδειξη του "συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου" (sick building syndrome - SBS) σε μείζον θέμα, παράλληλα με την επιδίωξη της αύξησης της απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, αλλά και την ανάπτυξη νέων και αποδοτικότερων δομικών υλικών για τη βελτίωση των θερμοφυσικών χαρακτηριστικών του κτιριακού κελύφους.

Ως "σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου", το οποίο έχει αναγνωριστεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας από το 1982 ως μείζονος σημασίας πρόβλημα, ορίζεται η πρόκληση στους χρήστες ασθενειών και συμπτωμάτων παροδικού χαρακτήρα, τα οποία με την απομάκρυνση των χρηστών από το κτίριο εξασθενούν ή και εξαφανίζονται. Τα συνήθη συμπτώματα που καταγράφονται είναι η ξηρότητα και ο κνησμός στα μάτια, η ρινική συμφόρηση και η καταρροή, η ξηρότητα στο λαιμό, συμπτώματα λήθαργου ή/και κόπωσης, ημικρανίες αλλά και κνησμός ή ερεθισμός της επιδερμίδας. Το σύνολο αυτών των συμπτωμάτων είναι κατά κύριο λόγο η απόρροια ιδιαίτερα υψηλών ή/και χαμηλών επιπέδων σχετικής υγρασίας αέρα, η παρουσία αερίων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, οι πτητικές οργανικές ενώσεις, οι

φορμαλδεΐδες κτλ., χημικών στοιχείων που μπορεί να οφείλονται σε υλικά επικάλυψης, σε έπιπλα και συνθετικά χαλιά, στα καθαριστικά κ.ά., η συγκέντρωση των οποίων αυξάνεται εξαιτίας της μείωσης του φυσικού αερισμού ή/και του μηχανικά προσαγόμενου νωπού αέρα.

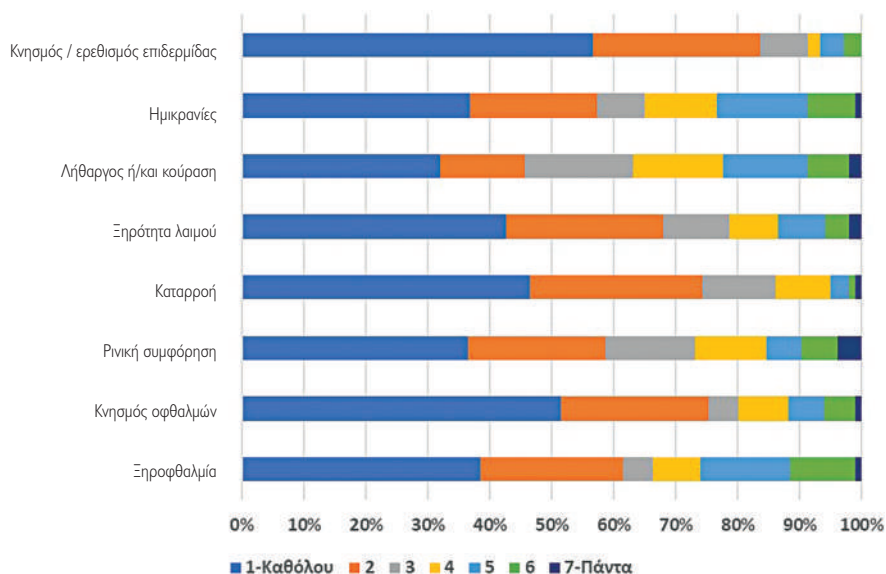
Για την αξιολόγηση των συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος σ' αυτές τις περιπτώσεις, εκτός από την άμεση καταγραφή των ποσοτικών δεικτών, όπως είναι οι τιμές συγκεντρώσεων των αερίων, είναι σημαντική η καταγραφή και ανάλυση ποιοτικών δεικτών, όπως η αντίληψη και το αίσθημα ικανοποίησης των άμεσα εμπλεκόμενων χρηστών των χώρων (εργαζόμενων και επισκεπτών), καθώς η καταγραφή τους μπορεί να συμβάλει στον εντοπισμό πιθανών δυσλειτουργιών του συστήματος κλιματισμού / εξαερισμού. Σ' αυτό το πλαίσιο, αξίζει να παρουσιαστούν κάποια αποτελέσματα από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί και στις οποίες οι άμεσα εμπλεκόμενοι με τη λειτουργία και χρήση χώρων κτιρίων γραφείων συμμετείχαν, αξιολογώντας τις επικρατούσες συνθήκες περιβάλλοντος του χώρου.

Συγκεκριμένα, τους ζητήθηκε να δηλώσουν αν βιώνουν κάποια από τα συμπτώματα του "συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου" αλλά και πώς αξιολογούν παραμέτρους, όπως οσμές στο χώρο, ροή αέρα, επίπεδα καθαριότητας και φρεσκάδας.

Από αυτή την ανάλυση προέκυψε ότι σε περίπτωση 106 συμμετεχόντων στην έρευνα σε τρία κτίρια γραφείων στην περιοχή της Θεσσαλονίκης (ποσοστό συμμετοχής 83,5%), σημαντικό ποσοστό των ερωτώμενων δήλωσαν πως κατά την παραμονή τους στο χώρο του γραφείου τους παρουσιάζουν συμπτώματα ξηρότητας οφθαλμών (25,5%), ληθάργου / κούρασης (21,7%) αλλά και ημικρανίες (22,64%). Ακόμη, σημειώνεται χαμηλή αίσθηση ροής αέρα (52,8%), καταγραφή οσμών (17,9%), αίσθηση φρεσκάδας του αέρα του χώρου (40,6%) και ικανοποιητικά επίπεδα καθαριότητας (54,7%). Αυτά τα στοιχεία καταδεικνύουν ανάγκες βελτίωσης των συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος μέσω περαιτέρω αερισμού, καθώς στους χώρους αυτούς η εργασία πραγματοποιείται με χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και υπάρχει συχνή και σημαντική επικοινωνία με επισκέπτες στο χώρο.

Πρακτικές βελτίωσης συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος

Με στόχο την περαιτέρω βελτίωση των υφιστάμενων συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος μέσα από την επίτευξη υψηλότερων επιπέδων ποιότητας αέρα και άνεσης, έχει αναπτυχθεί και εφαρμόζεται πλήθος πρακτικών και εφαρμογών. Αυτό καθίσταται ακόμη πιο αναγκαίο, αν αναλογιστεί κανείς



Αποτελέσματα ανάλυσης συμπτωμάτων SBS από 106 ερωτώμενους σε κτίρια γραφείων στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

Κατά την αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα ενός κτιρίου είναι σημαντική η καταγραφή και των απόψεων των ίδιων των χρηστών των χώρων, καθώς μπορούν να καταδείξουν πιθανές δυσλειτουργίες του συστήματος που δεν είναι εύκολα αντιληπτές μέσα από την αποκλειστική χρήση μετρητικού εξοπλισμού.



Καταγραφή θερμοφυσικών παραμέτρων σε χώρο γραφείων με ειδικό καταγραφικό εξοπλισμό προσδιορισμού ποιότητας αέρα και άνεσης.





Η εγκατάσταση προηγμένων συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου παρέχει εντυπωσιακές δυνατότητες για εύλεκτο και διαδραστικό έλεγχο των Η/Μ συστημάτων, που προσαρμόζεται στις απαιτήσεις των χρηστών. Η υιοθέτηση συστημάτων προγνωστικής συντήρησης μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην επίτευξη υψηλών επιπέδων απόδοσης, αλλά και στη μείωση των λειτουργικών δαπανών.

τις προοπτικές και την ανάγκη μιας καλύτερης διαχείρισης του υφιστάμενου κτιριακού δυναμικού, στο πλαίσιο δημιουργίας ενός κτιρίου μηδενικού ενεργειακού και περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Αυτός ο στόχος δεν μπορεί να εξεταστεί, παραβλέποντας την ανάγκη διατήρησης των βέλτιστων συνθηκών εσωτερικού περιβάλλοντος για τους χρήστες, καθώς αποτελούν έναν εξίσου σημαντικό επί μέρους στόχο στην επιδίωξη της αειφορίας.

Σ' αυτό το πλαίσιο, στην περίπτωση υφιστάμενων κτιρίων απαιτείται κατ' αρχάς η ολιστική αξιολόγηση των συνθηκών άνεσης και ποιότητας αέρα του χώρου με την πραγματοποίηση σειράς μετρήσεων θερμοφυσικών παραμέτρων και παραμέτρων ποιότητας αέρα, λαμβάνοντας υπόψη την αρχή ότι κάποιος πρέπει να ξεκινήσει από την πιο πιθανή αιτία του προβλήματος, προτού επεκτείνει την έρευνα σε πιο περίπλοκα ζητήματα και εξειδικευμένες πρακτικές εφαρμογές. Επιπλέον, σημαντική είναι η καταγραφή και των απόψεων των ίδιων των ενοίκων των χώρων, στους οποίους πραγματοποιείται η αξιολόγηση, καθώς μπορούν να καταδείξουν πιθανές δυσλειτουργίες του

συστήματος, που δεν είναι εύκολα αντιληπτές μέσα από την αποκλειστική χρήση μετρητικού εξοπλισμού. Μέσα απ' αυτήν τη διαδικασία προσδιορίζεται ο βαθμός επεμβατικότητας των πρακτικών που μπορούν να εφαρμοστούν.

Ανάλογα με τα ευρήματα που προκύπτουν κατά την ολιστική αξιολόγηση του εκάστοτε κτιρίου μπορεί να προκύψουν προτάσεις μικρού ή μηδενικού κόστους, όπως η αύξηση ή ο εξορθολογισμός του φυσικού αερισμού, ή ακόμη και η μείωση της πυκνότητας εργαζομένων στο χώρο εργασίας, όπου αυτό είναι εφικτό. Ακόμη, η εξατομικευμένη δυνατότητα ρύθμισης της εσωτερικής θερμοκρασίας του εκάστοτε χώρου από τους ενοίκους του κατά τη χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο, ώστε ο κάθε χρήστης να μπορεί να ρυθμίσει καλύτερα τις επικρατούσες εσωκλιματικές συνθήκες, ανάλογα με τις ανάγκες και τα δεδομένα, όπως είναι οι διαστάσεις του χώρου, η πυκνότητα των εργαζομένων, ο ρυθμός προσέλευσης των επισκεπτών κτλ.

Στα κτίρια που θα δεχθούν μία εκ βάθρων ανακαίνιση (deep refurbishment) του χώρου ή/και στην περίπτωση νέων κτιρίων, ιδιαίτερα



Στο "Olympic House" των 3ΧΝ, ένα κτίριο πιστοποιημένο με LEED Platinum, η ποιότητα εσωτερικού αέρα διασφαλίστηκε μέσω της προσεκτικής επιλογής υλικών, ενώ το σύστημα εξαερισμού τέθηκε σε λειτουργία 4 εβδομάδες πριν από το άνοιγμα του κτιρίου για να απομακρυνθούν οι ρύποι που παρήχθησαν κατά την κατασκευή. © 2019/ International Olympic Committee (IOC) / Mørk, Adam – All rights reserved.

δημοφιλή προσέγγιση αποτελεί η εγκατάσταση προηγμένων συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου (building automation and control systems), κατηγορίας Α' ή Β' σύμφωνα με το EN 15232, με έμφαση στη διασφάλιση του ίδιου επιπέδου παρακολούθησης και ελέγχου σε κοινόχρηστους και μη χώρους. Ιδιαίτερα, στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού, εντυπωσιακές είναι οι δυνατότητες που παρέχονται για ευέλικτο και διαδραστικό έλεγχο, που να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις των χρηστών, αλλά και η υιοθέτηση συστημάτων προγνωστικής συντήρησης, που μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά στην επίτευξη υψηλών επιπέδων απόδοσης, αλλά και στη μείωση των λειτουργικών δαπανών. Η ποιότητα αέρα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες λειτουργίας ενός κτιρίου, καθώς συμβάλλει καθοριστικά στην υγεία και ευεξία των ενοίκων του. Αυτό αποτυπώνεται και στο γεγονός ότι πλήθος διεθνών προτύπων και κανονισμών έχουν θεσπιστεί με στόχο τη διασφάλιση υψηλών επιπέδων ποιότητας αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων, τη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος του κτιρίου και τη δημιουργία βέλτιστων εσωκλιματικών συνθηκών και συνθηκών άνεσης για τους χρήστες του.

Από την πληθώρα των παραγόντων που επηρεάζουν την ποιότητα αέρα στο εσωτερικό μιας κτιριακής εγκατάστασης, το επίπεδο συγκέντρωσης CO₂ αποτελεί την ευρύτερα χρησιμοποιούμενη παράμετρο προσδιορισμού της ποιότητας αέρα και της αποδοτικότητας του αερισμού. Παράλληλα, συνιστάται ένθερμα η συστηματική καταγραφή τυχόν παραπόνων των χρηστών και παροδικά εμφανιζόμενων συμπτωμάτων δυσφορίας ή ασθένειας, καθώς μπορεί να συμβάλει στον έγκαιρο εντοπισμό πιθανών προβλημάτων. Το τελευταίο αποκτά ιδιαίτερη σημασία στην περίπτωση επί μέρους παρεμβάσεων αναβάθμισης υφιστάμενων κτιρίων.

Καταλήγοντας, μπορεί κανείς να διαπιστώσει πως η προσπάθεια δημιουργίας αποκλειστικά ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων δεν μπορεί να αποτελέσει το ζητούμενο. Τα κτίρια θα πρέπει να διασφαλίζουν την ευεξία, υγιεινή και ασφάλεια των χρηστών τους, προσφέροντας ένα εσωτερικό περιβάλλον υψηλής ποιότητας. Σ' αυτήν την κατεύθυνση κρίνεται αναγκαία η ολιστική αξιολόγηση των συνθηκών που επικρατούν στα υφιστάμενα κτίρια και η αξιοποίηση των δυνατοτήτων που παρέχουν τα συστήματα αυτοματισμού και ελέγχου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Antoniadou, P. and Papadopoulos, A. M. (2017a), **Development of an integrated, personalized comfort methodology for office buildings**, *Energies*, 10(8), p. 1202.
- Antoniadou, P. and Papadopoulos, A. M. (2017b), **Occupants' thermal comfort: State of the art and the prospects of personalized assessment in office buildings**, *Energy and Buildings*. Elsevier B.V.
- ASHRAE Standard 62.1 (2013), **Ventilation for acceptable indoor air quality**.
- CEN (2002), **ISO 8995-1: Lighting of work places - Part 1: Indoor**.
- CEN (2003), **ISO 7731: Ergonomics - Danger signals for public and work areas - Auditory danger signals**.
- CEN (2006), **ISO 15742: Determination of the combined effect of the thermal environment, air pollution, acoustics and illumination on humans**.
- CEN (2008), **ISO 15743: Ergonomics of the thermal environment - Cold workplaces - Risk assessment and management**.
- Frontczak, M. and Wargocki, P. (2011), **Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments**, *Building and Environment*. Elsevier Ltd.
- Goldman, R. F. (1999), **Extrapolating ASHRAE's comfort model**, HVAC&R Research.
- Haghghat, F. and Donnini, G. (1999), **Impact of psycho-social factors on perception of the indoor air environment studies in 12 office buildings**, *Building and Environment*.
- Hawighorst, M., Schweiker, M. and Wagner, A. (2016), **Thermo-specific self-efficacy (specSE) in relation to perceived comfort and control**, *Building and Environment*.
- Jantunen, M. et al. (2011), **Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ)**.
- Krüger, E. L. and Zannin, P. H. T. (2004), **Acoustic, thermal and luminous comfort in classrooms**, *Building and Environment*.
- Nagano, K. and Horikoshi, T. (2005), **New comfort index during combined conditions of moderate low ambient temperature and traffic noise**, *Energy and Buildings*.
- ΕΛΣΤΑΤ (2011), **Απογραφή πληθυσμού 2011. Απασχολούμενοι κατά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας**.
- Ν. 4122 (2013), **Ενεργειακή απόδοση κτιρίων - Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις**, pp. 639 - 654.
- Τεχνική οδηγία - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 - Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- **Τεχνικές φυσικού αερισμού ανάλογα με το κλίμα & το είδος των κτιρίων**. Τεύχος 7/2012, σελ. 73.
- **Κυκλοφορία αέρα στα κτίρια**. Τεύχος 6/2008, σελ. 61.
- **Ποιότητα αέρα εσωτερικών χώρων. Συστήματα κλιματισμού**. Τεύχος 149, σελ. 51.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ & ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΡΘΡΑ στην ιστοσελίδα www.ktirio.gr