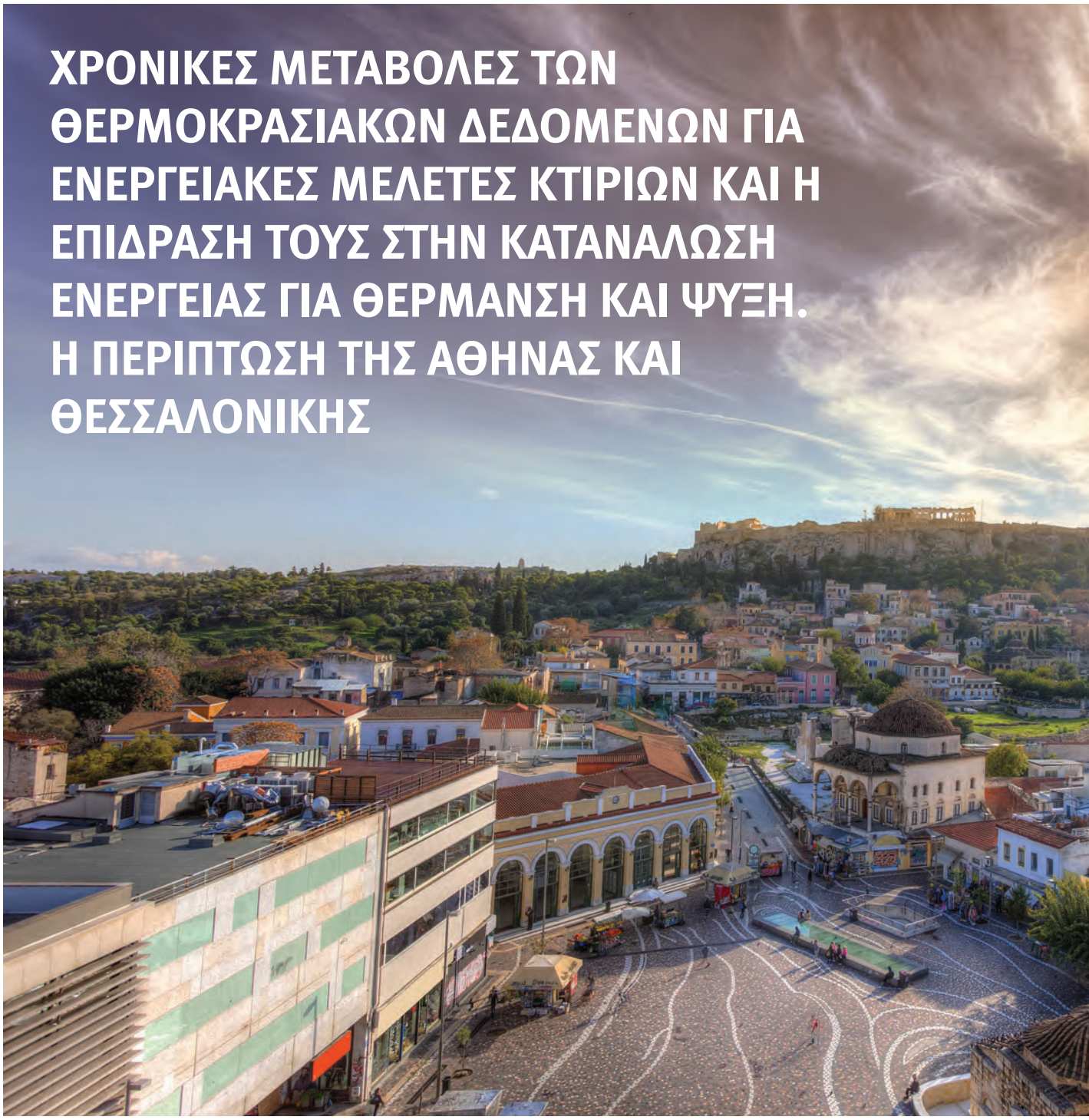
ΧΡΟΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



άρθρο:

Κ. Παπακώστας1, Α. Μιχόπουλος2, Θ. Μαυρομμάτης3, Ν. Κυριάκης4

1Δρ Μηχανολόγος Μηχ., Επ. καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Ενεργειακός Τομέας,

2Δρ Μηχανολόγος Μηχ., Ερευνητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Ενεργειακός Τομέας,

3Δρ Γεωλόγος, Επ. καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σχολή Θετικών Επιστημών -Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Μετεωρολογίας και Κλιματολογίας

4Δρ Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος Μηχ., Καθηγητής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Ενεργειακός Τομέας

Περίληψη
Τα θερμοκρασιακά δεδομένα που χρησιμοποιούνται συνήθως σε μεθόδους ενεργειακής προσομοίωσης κτιρίων σταθερής κατάστασης είναι οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες, οι βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης και η συχνότητα εμφάνισης εξωτερικής θερμοκρασίας σε διάφορα θερμοκρασιακά διαστήματα. Στην παρούσα εργασία γίνεται σύγκριση των τιμών αυτών των δεδομένων, ανάμεσα στις δεκαετίες 1983-1992 και 1993-2002, για τις πόλεις των Αθηνών και της Θεσσαλονίκης. Τα θερμοκρασιακά δεδομένα υπολογίστηκαν από στατιστική επεξεργασία των ωριαίων τιμών της θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου των δύο περιοχών, όπως αυτές δίνονται από τους μετεωρολογικούς σταθμούς του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών και του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, για την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη αντίστοιχα.

« Χρονικές μεταβολές των θερμοκρασιακών δεδομένων για ενεργειακές μελέτες κτιρίων και η επίδρασή τους στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη Η περίπτωση της Αθήνας και Θεσσαλονίκης »

Από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων για τις δύο δεκαετίες προκύπτουν: αύξηση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών, μείωση των μέσων τιμών βαθμοημερών θέρμανσης, αύξηση των μέσων τιμών των βαθμοημερών ψύξης, μείωση της συχνότητας εμφάνισης των διαστημάτων χαμηλότερων θερμοκρασιών και αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των διαστημάτων υψηλότερων θερμοκρασιών. Η επίδραση των μεταβολών των θερμοκρασιακών δεδομένων στην κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων εξετάστηκε με τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη σε ένα τυπικό κτίριο-μοντέλο πολυκατοικίας. Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών συμπεραίνεται ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση μειώθηκαν κατά τη δεκαετία 1993-2002 σε σχέση με τη δεκαετία 1983-1992 ενώ οι ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη αυξήθηκαν. Τα αποτελέσματα χρήζουν περαιτέρω μελέτης που ενδεχομένως θα οδηγήσει σε αναθεώρηση των δεδομένων που χρησιμοποιούνται τόσο στο σχεδιασμό των εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού όσο και στους υπολογισμούς ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίων.

Λέξεις-κλειδιά: Μέθοδοι ενεργειακής προσομοίωσης κτιρίων σταθερής κατάστασης, θερμοκρασιακά δεδομένα,
βαθμοημέρες, κλιματική αλλαγή, θέρμανση, ψύξη

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αλλαγή του κλίματος βρίσκεται ήδη σε εξέλιξη και είναι βέβαιο ότι θα συνεχισθεί και κατά τις επόμενες δεκαετίες. Η αλλαγή του κλίματος έχει άμεσες συνέπειες και στα θερμοκρασιακά δεδομένα που χρησιμοποιούνται τόσο στο σχεδιασμό των εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού όσο και στους υπολογισμούς ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίων.

Τα θερμοκρασιακά δεδομένα που χρησιμοποιούνται συνήθως σε μεθόδους ενεργειακής προσομοίωσης κτιρίων σταθερής κατάστασης είναι οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες π.χ. για το διεθνές πρότυπο ISO 13790 [1], οι βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης σε διάφορες θερμοκρασίες βάσης, για τη μέθοδο βαθμοημερών μεταβλητής βάσης [2, 3], και η συχνότητα εμφάνισης εξωτερικής θερμοκρασίας σε διάφορα θερμοκρασιακά διαστήματα, για τη μέθοδο συχνοτήτων θερμοκρασιών [4, 5].

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα δεδομένα αυτά για τις δεκαετίες 1982-1993 και 1993-2002 για τις δύο μεγαλύτερες πόλεις της Ελλάδας, την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη, γίνεται μία σύγκριση των τιμών τους ανάμεσα στις δύο δεκαετίες και διερευνάται η μεταβολή τους.

Οι τιμές των δεδομένων αυτών προέκυψαν από την στατιστική επεξεργασία των ωριαίων μετρήσεων της θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου του εξωτερικού αέρα των ετών 1983 έως 2002. Τα θερμοκρασιακά δεδομένα ελήφθησαν από τους μετεωρολογικούς σταθμούς του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών [6] και του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.

2. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

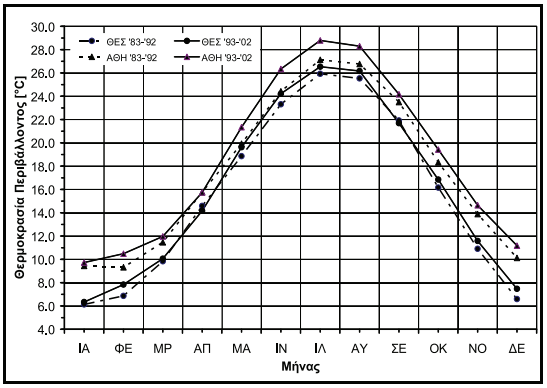
Η μεταβολή των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών για τις δύο πόλεις και για τις δύο δεκαετίες παρουσιάζεται στο διάγραμμα της εικόνας 1. Όπως φαίνεται στο διάγραμμα, παρατηρείται αύξηση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών για τη δεκαετία 1993-2002 σε σχέση με τη δεκαετία 1983-1992. Η αύξηση αυτή κατά τους θερινούς μήνες κυμαίνεται από 0.66°C (Σεπτέμβριος) έως 1.92°C (Ιούνιος) για την Αθήνα και από 0.61°C (Ιούλιος) έως 0.91°C (Ιούνιος) για τη Θεσσαλονίκη. Τα ποσοστά αύξησης της θερμοκρασίας είναι από 2.82% έως 7.85% και από 2.36% έως 3.91% αντίστοιχα για τις δύο πόλεις. Μόνη εξαίρεση αποτελεί ο μήνας Σεπτέμβριος για τη Θεσσαλονίκη, κατά τον οποίο παρατηρείται μείωση της μέσης θερμοκρασίας κατά 0.23°C (ποσοστό 1.04%). Κατά τους χειμερινούς μήνες η αύξηση της θερμοκρασίας ανάμεσα στις δύο δεκαετίες κυμαίνεται από 0.29°C (Ιανουάριος) έως 1.17°C (Φεβρουάριος) για την Αθήνα και από 0.21°C (Ιανουάριος) έως 0.98°C (Φεβρουάριος) για τη Θεσσαλονίκη. Τα ποσοστά αύξησης της θερμοκρασίας είναι από 3.08% έως 12.52% και από 3.43% έως 14.21% αντίστοιχα για τις δύο πόλεις. Εξαίρεση αποτελεί ο μήνας Απρίλιος και για τις δύο πόλεις, κατά τον οποίο παρατηρείται μείωση της μέσης θερμοκρασίας κατά 0.02°C (ποσοστό 0.15%) για την Αθήνα και κατά 0.41°C (ποσοστό 2.84%) για τη Θεσσαλονίκη. Η μέση ετήσια θερμοκρασία, ανάμεσα στις δύο δεκαετίες, αυξήθηκε κατά 1°C για την Αθήνα και κατά 0.6°C για τη Θεσσαλονίκη.

Τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν μία ένδειξη της αλλαγής του κλίματος κατά τη δεύτερη δεκαετία με ηπιότερους χειμώνες και θερμότερα καλοκαίρια [7]. Βέβαια εάν οι μέσες αυτές θερμοκρασίες συγκριθούν με τις αντίστοιχες μέσες ετήσιες της περιόδου 1951-1979 για την Αθήνα και 1936-1975 για τη Θεσσαλονίκη [8], η αύξηση που προκύπτει είναι 0.41°C και 0.04°C αντίστοιχα για τις δύο πόλεις, οπότε για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα πρέπει η εξέλιξη των θερμοκρασιών να μελετηθεί για ακόμη περισσότερα χρόνια.
Οι συνολικές βαθμοημέρες της χειμερινής περιόδου (Οκτώβριος - Απρίλιος), υπολογίστηκαν σε θερμοκρασίες βάσης από 10 έως 20°C, και οι συνολικές βαθμοημέρες της θερινής περιόδου (Ιούνιος – Σεπτέμβριος), σε θερμοκρασίες βάσης από 20 έως 28°C. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται ενδεικτικά οι συνολικές βαθμοημέρες θέρμανσης της περιόδου 1983-2002 για θερμοκρασία βάσης (ΘΒ) 15°C και οι συνολικές βαθμοημέρες ψύξης για θερμοκρασία βάσης (ΘΒ) 24°C (εικόνες 2 και 3 για Αθήνα και Θεσσαλονίκη αντίστοιχα). Οι θερμοκρασίες αυτές είναι οι πλέον συνήθεις θερμοκρασίες ισορροπίας κανονικά θερμομονωμένων κτιρίων χωρίς ιδιαίτερα μεγάλα θερμικά κέρδη από εσωτερικές πηγές θερμότητας και ηλιακή ακτινοβολία.
Από τα διαγράμματα των εικόνων 2 και 3 προκύπτει μία σταθερή τάση μείωσης των βαθμοημερών θέρμανσης και αύξησης των βαθμοημερών ψύξης και για τις δύο πόλεις, κυρίως από το έτος 1996 και μετά.

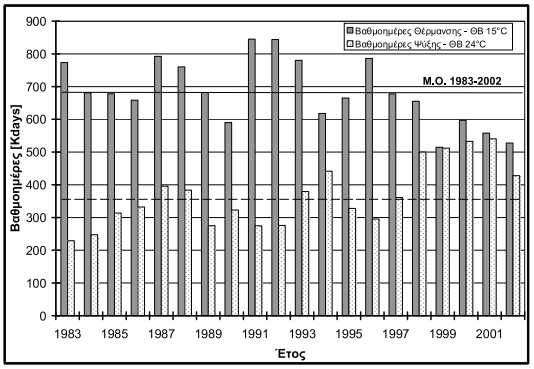
Οι βαθμοημέρες θέρμανσης είναι μικρότερες και οι ψύξης μεγαλύτερες από το μέσο όρο της εικοσαετίας και για τις δύο πόλεις. Και τα αποτελέσματα αυτά αποτελούν μία ένδειξη της αλλαγής του κλίματος με ηπιότερους χειμώνες και θερμότερα καλοκαίρια.

**« Χρονικές μεταβολές των θερμοκρασιακών δεδομένων για ενεργειακές μελέτες κτιρίων και η επίδρασή τους στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη
Η περίπτωση της Αθήνας και Θεσσαλονίκης »**

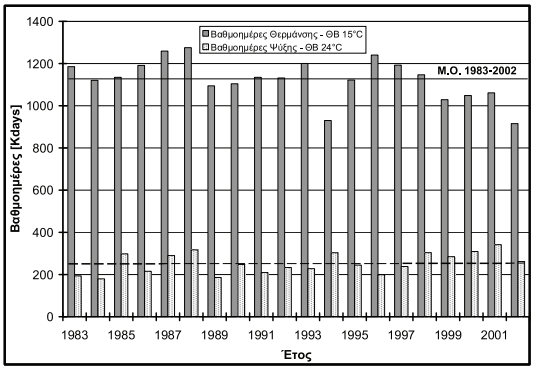
« Χρονικές μεταβολές των θερμοκρασιακών δεδομένων για ενεργειακές μελέτες κτιρίων και η επίδρασή τους στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη Η περίπτωση της Αθήνας και Θεσσαλονίκης »



Εικόνα 1: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των δεκαετιών 1983-1992 και 1993-2002 για την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη.

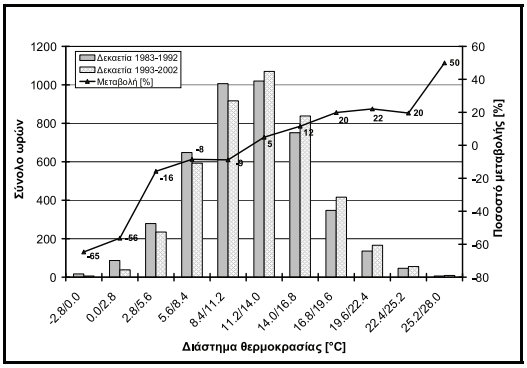


Εικόνα 2: Βαθμοημέρες θέρμανσης (ΘΒ=15ºC) και ψύξης (ΘΒ=24ºC) της περιόδου 1983-2002 για την Αθήνα.

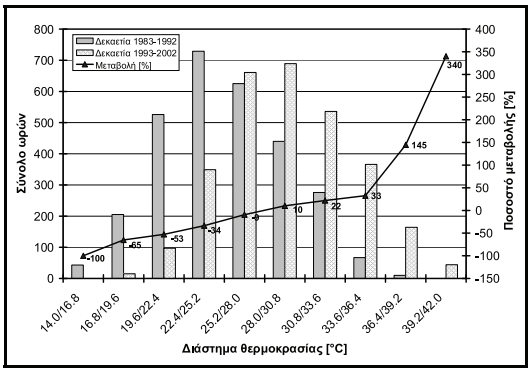


Εικόνα 3: Βαθμοημέρες θέρμανσης (ΘΒ=15ºC) και ψύξης (ΘΒ=24ºC) της περιόδου 1983-2002 για τη Θεσσαλονίκη.

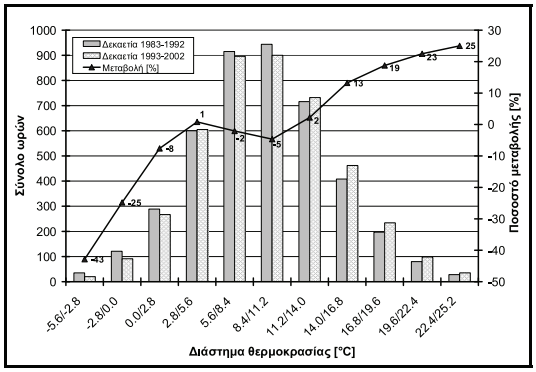
« Χρονικές μεταβολές των θερμοκρασιακών δεδομένων για ενεργειακές μελέτες κτιρίων και η επίδρασή τους στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη Η περίπτωση της Αθήνας και Θεσσαλονίκης »



Εικόνα 4: Συχνότητα εμφάνισης σε ώρες, διαστημάτων θερμοκρασίας 2.8ºC, για τις δεκαετίες 1983-1992 και 1993-2002. Αθήνα – Χειμερινή περίοδος (ΝΟΕ÷ΑΠΡ)

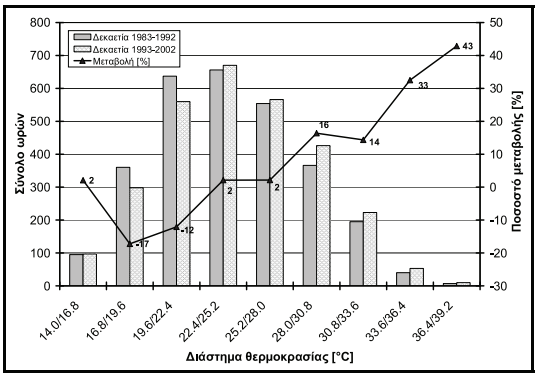


Εικόνα 5: Συχνότητα εμφάνισης σε ώρες, διαστημάτων θερμοκρασίας 2.8ºC, για τις δεκαετίες 1983-1992 και 1993-2002. Αθήνα – Θερινή περίοδος (ΙΟΥΝ÷ΣΕΠ)



Εικόνα 6: Συχνότητα εμφάνισης σε ώρες, διαστημάτων θερμοκρασίας 2.8ºC, για τις δεκαετίες 1983-1992 και 1993-2002. Θεσσαλονίκη – Χειμερινή περίοδος (ΝΟΕ÷ΑΠΡ)

« Χρονικές μεταβολές των θερμοκρασιακών δεδομένων για ενεργειακές μελέτες κτιρίων και η επίδρασή τους στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη Η περίπτωση της Αθήνας και Θεσσαλονίκης »



Εικόνα 7: Συχνότητα εμφάνισης σε ώρες, διαστημάτων θερμοκρασίας 2.8°C, για τις δεκαετίες 1983-1992 και 1993-2002. Θεσσαλονίκη – Θερινή περίοδος (ΙΟΥΝ÷ΣΕΠ)

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για τη συχνότητα εμφάνισης σε ώρες [h] διαστημάτων θερμοκρασίας εύρους 2.8°C ανά περίοδο (χειμερινή, θερινή) και ανά δεκαετία παρουσιάζονται στα διαγράμματα των εικόνων 4 έως 5 για την Αθήνα και 6 έως 7 για τη Θεσσαλονίκη. Η χειμερινή περίοδος περιλαμβάνει τους μήνες Νοέμβριο έως Απρίλιο, οπότε τα κτίρια συνήθως απαιτούν θέρμανση και η θερινή περίοδος του μήνες Ιούνιο έως Σεπτέμβριο, οπότε τα κτίρια απαιτούν ψύξη.
Για τις δύο δεκαετίες 1983-1992 και 1993-2002, στις δύο πόλεις και σε όλες τις περιόδους παρατηρείται μείωση της συχνότητας εμφάνισης των χαμηλών θερμοκρασιών και αύξηση της συχνότητας των υψηλών θερμοκρασιών. Επιβεβαιώνεται δηλαδή και εδώ η αλλαγή του κλίματος, λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, με ηπιότερους χειμώνες και θερμότερα καλοκαίρια. Οι μεγαλύτερες αυξήσεις και μειώσεις παρατηρούνται αντίστοιχα στις υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, αν και τα αποτελέσματα για τις πολύ υψηλές και τις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες δεν είναι τόσο αντιπροσωπευτικά, διότι η συχνότητα εμφάνισης σε ώρες των διαστημάτων αυτών είναι πολύ μικρή. Τα διαστήματα που μπορούν θεωρηθούν ως όριο για τη μείωση της συχνότητας εμφάνισης των χαμηλών θερμοκρασιών και της αύξησης της συχνότητας των υψηλών θερμοκρασιών είναι το 11.2-14.0°C για τη χειμερινή περίοδο και το 28.0-30.8°C για τη θερινή.

3. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ

Για να εξετασθεί η επίδραση της μεταβολής των θερμοκρασιακών δεδομένων στην κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων, υπολογίσθηκαν οι ενεργειακές απαιτήσεις ενός τυπικού κτιρίου-μοντέλου για θέρμανση και ψύξη.
Η μεθοδολογία που εφαρμόσθηκε είναι η μέθοδος βαθμοημερών μεταβλητής βάσης (variable base degree-days method) [2,3,5].
Το κτίριο είναι μια πανταχόθεν ελεύθερη διώροφη πολυκατοικία, με επίπεδη οροφή, pilotis και 2 διαμερίσματα των 88 m² ανά όροφο. Το ύψος κάθε ορόφου είναι 3 m. Τα ανοίγματα του κτιρίου κατανέμονται στην βόρεια και νότια πλευρά του και αποτελούν το 13% και 33% της εξωτερικής επιφάνειας αντίστοιχα. Η ανατολική και δυτικά πλευρά δεν έχουν ανοίγματα για την περίπτωση που θα χτιστεί κάποιο κτίριο στο μέλλον.

« Χρονικές μεταβολές των θερμοκρασιακών δεδομένων για ενεργειακές μελέτες κτιρίων και η επίδρασή τους στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη
Η περίπτωση της Αθήνας και Θεσσαλονίκης »

Η θερμική μόνωση του κτιρίου είναι από θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στα ελληνικά κτίρια και οι συντελεστές θερμοπερατότητας δεν υπερβαίνουν τα όρια που έθετε ο Ελληνικός Κανονισμός Θερμομόνωσης. Η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου θint θεωρήθηκε σταθερή και ίση με 20°C κατά τη χειμερινή περίοδο ενώ κατά τη θερινή περίοδο θεωρήθηκε ίση με 26°C. Ο ρυθμός ανανέωσης του αέρα του κτιρίου θεωρήθηκε ίσος με 0.5 ach, εκτός από τα λουτρά στα οποία θεωρήθηκε ίσος με 1.5 ach.
Ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών του κτιρίου H, ως άθροισμα του συντελεστή θερμικών απωλειών λόγω μεταφοράς HT και του συντελεστή θερμικών απωλειών λόγω αερισμού HV, σύμφωνα με το πρότυπο EN 12831 [32], υπολογίσθηκε ίσος με 730 W/K.

Ο συνολικός συντελεστής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης (λέβητας θερμού νερού με καυστήρα πετρελαίου και θερμαντικά σώματα νερού) θεωρήθηκε ίσος με 0.85 και ο βαθμός απόδοσης του συστήματος ψύξης (τοπικές κλιματιστικές συσκευές) θεωρήθηκε ίσος με 2.8. Οι τιμές για τα θερμικά κέρδη από ανθρώπους, φωτισμό και συσκευές καθώς και διάφορες κλιματικές παράμετροι ελήφθησαν από τις ΤΟΤΕΕ [9,10].

Οι ενεργειακοί υπολογισμοί έγιναν για όλους του μήνες της χειμερινής και θερινής περιόδου για τις δύο πόλεις, και οι ετήσιες ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη υπολογίστηκαν με θερμοκρασιακά δεδομένα (βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης) των δεκαετιών 1983-1992 και 1993-2002. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους πίνακες 1 και 2, αντίστοιχα για την Αθήνα και τη Θεσσαλονίκη. Η θερμική ενέργεια για θέρμανση Qht σε [kWhtherm] εκτιμήθηκε από τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου και τον συνολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. Αντίστοιχα, η ηλεκτρική ενέργεια για ψύξη Qce σε [kWhel] υπολογίστηκε από τις ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη και τον βαθμό απόδοσης του συστήματος ψύξης. Η πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση Qhp και ψύξη Qcp προσδιορίστηκαν από τη θερμική Qht και την ηλεκτρική Qce ενέργεια, με τη χρήση συντελεστών μετατροπής 1.1 and 2.9 αντίστοιχα, σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ [11]. Η συνολική πρωτογενής ενέργεια Qtot σε [kWh] είναι το άθροισμα των Qhp και Qcp.

Περίοδος	Θερμική ενέργεια, Q_{ht}	Ηλεκτρική ενέργεια, Q_{ce}	Πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση, Q_{hp}	Πρωτογενής ενέργεια για ψύξη, Q_{cp}	Συνολική πρωτογενής ενέργεια, Q_{tot}
	[kWh_{therm}]	[kWh_{el}]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
1983-1992	18239	2407	20063	6981	27044
1993-2002	16176	3093	17794	8970	26764

Πίνακας 1: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου-μοντέλου για την Αθήνα

Περίοδος	Θερμική ενέργεια, Q_{ht}	Ηλεκτρική ενέργεια, Q_{ce}	Πρωτογενής ενέργεια για θέρμανση, Q_{hp}	Πρωτογενής ενέργεια για ψύξη, Q_{cp}	Συνολική πρωτογενής ενέργεια, Q_{tot}
	[kWh_{therm}]	[kWh_{el}]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
1983-1992	27651	1894	30416	5492	35908
1993-2002	25961	2144	28557	6218	34775

Πίνακας 2: Ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου-μοντέλου για τη Θεσσαλονίκη

Από τα αποτελέσματα των πινάκων 1 και 2, συμπεραίνεται ότι η απαιτούμενη θερμική ενέργεια για τη θέρμανση του κτιρίου μειώθηκε κατά τη δεκαετία 1993-2002, σε σύγκριση με την απαιτούμενη ενέργεια κατά τη δεκαετία 1983-1992, και για τις δύο πόλεις. Το ποσοστό μείωσης είναι 11.3% για το κτίριο στην Αθήνα και 6.1% για το κτίριο στη Θεσσαλονίκη. Αντίθετα, κατά τη θερινή περίοδο, η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για την ψύξη του κτιρίου κατά τη δεκαετία 1993-2002 αυξήθηκε σε σχέση με τη δεκαετία 1983-1992. Τα ποσοστά αύξησης είναι 28.5% και 13.2%, για Αθήνα και Θεσσαλονίκη αντίστοιχα. Η συνολική πρωτογενής ενέργεια που αντιστοιχεί στις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη, ανάμεσα στις δύο δεκαετίες, μειώθηκε κατά 1% στο κτίριο στην Αθήνα και κατά 3% στο κτίριο στη Θεσσαλονίκη.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη σύγκριση των θερμοκρασιακών δεδομένων ανάμεσα στις δύο δεκαετίες προκύπτει μία τάση για αύξηση των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών, μείωση των μέσων τιμών βαθμοημερών θέρμανσης, αύξηση των μέσων τιμών των βαθμοημερών ψύξης, μείωση της συχνότητας εμφάνισης των διαστημάτων χαμηλότερων θερμοκρασιών και αύξηση της συχνότητας εμφάνισης των διαστημάτων υψηλότερων θερμοκρασιών. Η συμπεριφορά χρήζει περαιτέρω μελέτης που ενδεχομένως θα οδηγήσει σε αναθεώρηση των δεδομένων που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. International Standard 13790, “Energy performance of buildings – Calculation of energy Use for space heating and cooling”, International Organization for Standardization, 2008.
2. ASHRAE Handbook of Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, USA, Chap. 30, 1997.
3. Παπακώστας Κ.Τ., “Εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση κατοικιών, με τη μέθοδο βαθμοημερών μεταβλητής βάσης”, πρακ. 6ου Εθνικού Συνεδρίου ΙΗΤ για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, τόμος Α, σ. 23-30, Βόλος, 1999.
4. Knebel D., “Simplified energy analysis using the modified bin method”, ASHRAE, Atlanta, USA, 1983.
5. Παπακώστας Κ.Τ., “Συμβολή στην εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας σε συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού στην Ελλάδα, με τη χρήση μεθόδων απλής και πολλαπλής μέτρησης”, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Μηχ. Μηχ. ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη, 2001.
6. National Observatory of Athens, Institute of Meteorology and Physics of the Atmospheric Environment, Climatological Bulletin, 1983-2002.
7. Πελεκάνος Α. και Παπαχριστόπουλος Κ., “Σύνταξη πινάκων μετεωρολογικών στοιχείων για ηλιακές εφαρμογές των κυριοτέρων πόλεων της Ελλάδος”, Πρακ. 10ου Εθνικού Συνεδρίου για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Τόμος Α, Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής, σ. ΜΕΤ41-ΜΕΤ75, Θεσσαλονίκη, 1982.
8. D. Founda, K.H. Papadopoulos, M. Petrakis, C. Giannakopoulos and P. Good, “Analysis of mean, maximum, and minimum temperature in Athens from 1897 to 2001 with emphasis on the last decade: trends, warm events, and cold events”, Global and Planetary Change, 44, pp. 27–38, 2004.
9. Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010: Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, ΤΕΕ, 2010.
10. Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδας ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010: Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών, ΤΕΕ, 2010.
11. ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ, Τεύχος Δεύτερο, Αριθμ. Δ6/Β/οικ. 5825, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, Αρ. Φύλλου 407, 9-4-2010.