

# ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

## ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΤΙΠΑΡΑΘΕΣΗ ΜΙΑΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ & ΜΙΑΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ



Το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας στις ελληνικές κατοικίες οφείλεται στη θέρμανση χώρων, ενώ τα φορτία ψύξης και τα θερμικά φορτία για ζεστό νερό χρήσης δεν επιβαρύνουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας μιας κατοικίας. Η δυνατότητα περιορισμού των θερμικών απωλειών στις παλαιές ελληνικές κατοικίες είναι πολύ μεγάλη και μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανάλογα με την κλιματική ζώνη.

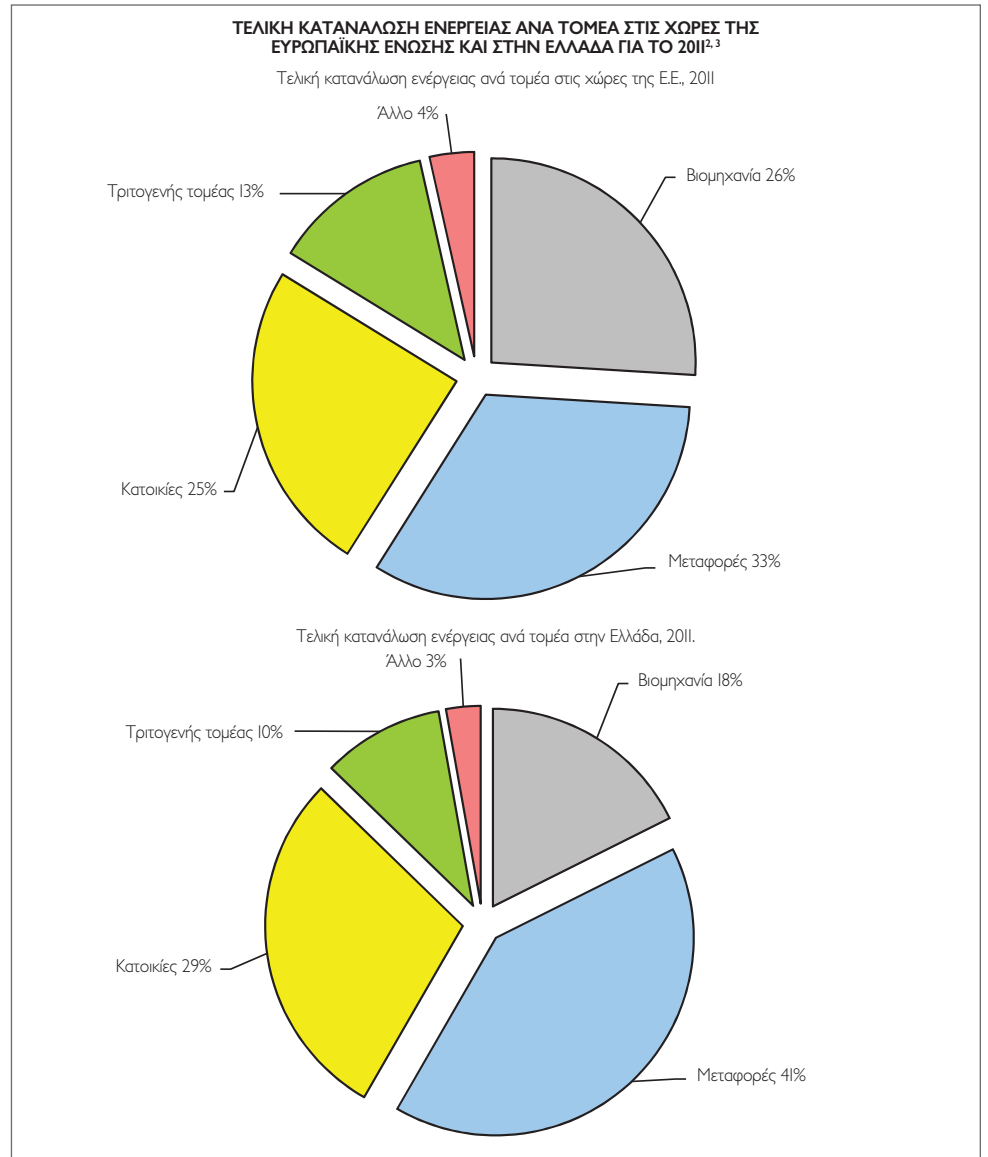
Άρθρο των ΑΘΗΝΑΣ ΓΑΓΛΙΑ Μ.Sc, μηχανολόγου μηχαν., δρ. ΒΑΓΓΕΛΗ ΔΙΑΛΥΝΑ, ηλεκτρολόγου μηχανολόγου μηχανικού, καθηγητή Ε.Μ.Π.,  
Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών.

1  
 Η εγκατάσταση κουφωμάτων χαμηλής θερμοπερατότητας και υψηλής αεροστεγανότητας οδηγεί σε σημαντική μείωση των θερμικών απωλειών.

2  
 Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα στην Ελλάδα μειώθηκε από τις 62.000 GWh το 2007 στις 58.000 GWh το 2011, μείωση η οποία οφείλεται στην οικονομική κρίση και στη μειωμένη κατανάλωση πετρελαίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία παρουσιάζει στοιχεία για την πραγματική κατανάλωση ενέργειας των ελληνικών κατοικιών, ενώ παράλληλα γίνεται μια συγκριτική αξιολόγηση της εκτιμώμενης κατανάλωσης ενέργειας μιας μονοκατοικίας και μιας πολυκατοικίας με παρόμοια κάτοψη ορόφου. Οι υπολογισμοί έχουν γίνει βάσει των τεχνικών προδιαγραφών του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), αλλά και χωρίς την εφαρμογή αυτών. Σε κάθε περίπτωση οι τιμές της πραγματικής και της εκτιμώμενης κατανάλωσης ενέργειας δεν είναι απόλυτα συγκρίσιμες. Αυτό οφείλεται κυρίως στις παραδοχές της μεθοδολογίας για το προφίλ λειτουργίας των κατοικιών, καθώς και στο γεγονός ότι στις πραγματικές τιμές περιλαμβάνονται και άλλες καταναλώσεις, που δεν λαμβάνονται υπόψη στη μεθοδολογία του Κ.Εν.Α.Κ. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας οφείλεται στη θέρμανση χώρων, κάτι το οποίο αποτυπώνεται τόσο στις πραγματικές, όσο και στις εκτιμώμενες τιμές κατανάλωσης ενέργειας. Η εφαρμογή των προδιαγραφών του Κ.Εν.Α.Κ. οδηγεί σε σημαντική μείωση των θερμικών απωλειών. Η ενεργειακή απόδοση των κατοικιών εξαρτάται από πολλές παραμέτρους. Κάποιες είναι σταθερές και μπορούν να προσδιοριστούν, όπως η ποιότητα κατασκευής και η γεωμετρία τους, ενώ άλλες παράμετροι, που εξαρτώνται από το χρήστη, είναι δύσκολο να προσδιοριστούν.



Ο οικιακός τομέας, σύμφωνα με την απογραφή οικοδομών του 2000<sup>1</sup> αντιπροσωπεύει περίπου το 77% των ελληνικών κτιρίων, ποσοστό που αντιστοιχεί περίπου σε 3.072.000 κτίρια. Το 74% των κτιρίων του οικιακού τομέα είναι μονοκατοικίες, το 14% διπλοκατοικίες και μόλις το 12% των κτιρίων κατοικιών είναι πολυκατοικίες (άνω των δύο κατοικιών). Αυτά τα ποσοστά διαφοροποιούνται στους νομούς Αττικής και Θεσσαλονίκης, καθώς οι μονοκατοικίες καταλαμβάνουν ποσοστό περίπου 53% και 56% στις δύο πόλεις αντίστοιχα, στο σύνολο των κτιρίων κατοικιών. Το ποσοστό συμμετοχής των κτιρίων στο ισοζύγιο τελικής κατανάλωσης ενέργειας το 2011 στην Ελλάδα ανέρχεται περίπου στο 39%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό μόνο για τα κτίρια κατοικιών της χώρας ανέρχεται στο 29%<sup>2</sup>. Η κατανάλωση καυσίμων στις ελληνικές κατοικίες για το 2011 ήταν κυρίως πετρέλαιο σε ποσοστό 47% και ηλεκτρισμός σε ποσο-

στό 28%, ενώ η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) έφτασε στο 17% και είναι κυρίως βιομάζα.<sup>2</sup> Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα στην Ελλάδα μειώθηκε από τις 62.000 GWh το 2007 στις 58.000 GWh το 2011, μείωση που αντιστοιχεί σε ποσοστό 6%<sup>3</sup>. Αυτή η μείωση παρουσιάστηκε λόγω της οικονομικής κατάστασης στη χώρα και αφορά κυρίως στο πετρέλαιο, του οποίου η κατανάλωση μειώθηκε περίπου κατά 25%. Αντιθέτως, η κατανάλωση ενέργειας φυσικού αερίου και βιομάζας στις ελληνικές κατοικίες παρουσιάζει μικρή αύξηση για την ίδια χρονική περίοδο, η οποία όμως στο σύνολο της είναι κατά πολύ μικρότερη από τη μείωση του πετρελαίου.<sup>3</sup>

**Μέθοδοι υπολογισμού κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια**

Για την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων χρησιμοποιείται ο δείκτης ειδικής κατανάλω-



1

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	
Ενεργειακή κατηγορία (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)	Υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]
<b>Μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης</b>	
A+ ≤ 0,33·RR	
0,33·RR < A ≤ 0,5·RR	
0,5·RR < B+ ≤ 0,75·RR	
0,75·RR < B ≤ 1,0·RR	B
1,0·RR < Γ ≤ 1,41·RR	
1,41·RR < Δ ≤ 1,82·RR	
1,82·RR < E ≤ 2,27·RR	
2,27·RR < Z ≤ 2,73·RR	
2,73·RR ≤ H	
Ενεργειακά μη αποδοτικό	

Η ενεργειακή κατάταξη ενός κτιρίου γίνεται κατόπιν σύγκρισης της εκτιμώμενης ειδικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>), με αυτή του κτιρίου αναφοράς, το οποίο είναι ένα όμοιο κτίριο που διαθέτει τις ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ.



2

σης ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>). Αυτός ο δείκτης εκφράζει την κατανάλωση των καυσίμων ή/και του ηλεκτρισμού, εκφρασμένη σε μονάδες ενέργειας (kWh) μέσω της θερμογόνου δύναμης για τα καύσιμα, ανηγμένη στη μονάδα επιφανείας δαπέδου του κτιρίου. Οι μέθοδοι προσδιορισμού της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου, προκειμένου να προσδιοριστεί η ενεργειακή του απόδοση, καθορίζονται σε ευρωπαϊκά πρότυπα και οι δύο επικρατέστερες είναι:

- α. μέσω καταγραφής της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας "operational rate",
- β. μέσω υπολογισμών εκτίμησης της κατανάλωσης ενέργειας "asset rate", με την εφαρμογή υπολογιστικών μοντέλων.

Ο προσδιορισμός της πραγματικής συνολικής κατανάλωσης ενέργειας "operational rate" μέσω μετρητικών διατάξεων και λογαριασμών ενέργειας ενός κτιρίου είναι εύκολη διαδικασία. Το δύσκολο είναι να προσδιοριστεί η κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση, θέρμανση,

δροσισμό, φωτισμό κτλ., εκτός εάν κάθε σύστημα ή συσκευή, το οποίο καταναλώνει ενέργεια, διαθέτει μετρητή. Οι πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας γι' αυτές τις επί μέρους τελικές χρήσεις διαφοροποιούνται ανάλογα με τη συμπεριφορά του χρήστη, τη θερμοστατική ρύθμιση, τις ώρες παραμονής του χρήστη στο κτίριο κ.ά. Ταυτόχρονα, στη συνολική πραγματική κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου συμπεριλαμβάνονται και καταναλώσεις όπως το μαγείρεμα, η λειτουργία πλυντηρίου, η χρήση συσκευών και άλλες δραστηριότητες, οι οποίες σχετίζονται επίσης με τη συμπεριφορά του χρήστη και όχι με την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Ωστόσο, ακόμη και αυτές οι καταναλώσεις επηρεάζουν σε ένα βαθμό την πραγματική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, διότι λειτουργούν ως εσωτερικά θερμικά φορτία. Η μέθοδος εκτίμησης της κατανάλωσης ενέργειας "asset rate" για την ενεργειακή πιστοποίηση ενός κτιρίου γίνεται μέσω θεωρητικών υπο-

λογιστικών μοντέλων, τα οποία υπολογίζουν την κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση, το δροσισμό και τον αερισμό των χώρων, καθώς και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (Z.N.X.) και το φωτισμό. Οι υπόλοιπες καταναλώσεις ενέργειας που αφορούν στο μαγείρεμα, συσκευές κ.ά. δεν λαμβάνονται υπόψη κατά την ενεργειακή αξιολόγηση του κτιρίου. Η εκτίμηση της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου προσδιορίζει την ενεργειακή συμπεριφορά του μέσα από μια σειρά παραδοχών που περιγράφουν ένα τυπικό προφίλ λειτουργίας και πάντα ανάλογα με τη χρήση, για την οποία έχει σχεδιαστεί (κατοικία, γραφείο, ξενοδοχείο κτλ.). Γι' αυτό το λόγο δίνεται η δυνατότητα συγκριτικής αξιολόγησης κτιρίων με κοινή χρήση. Στην Ελλάδα ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)<sup>4</sup> ορίζει ως μέθοδο εκτίμησης της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και ενεργειακής πιστοποίησης τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του

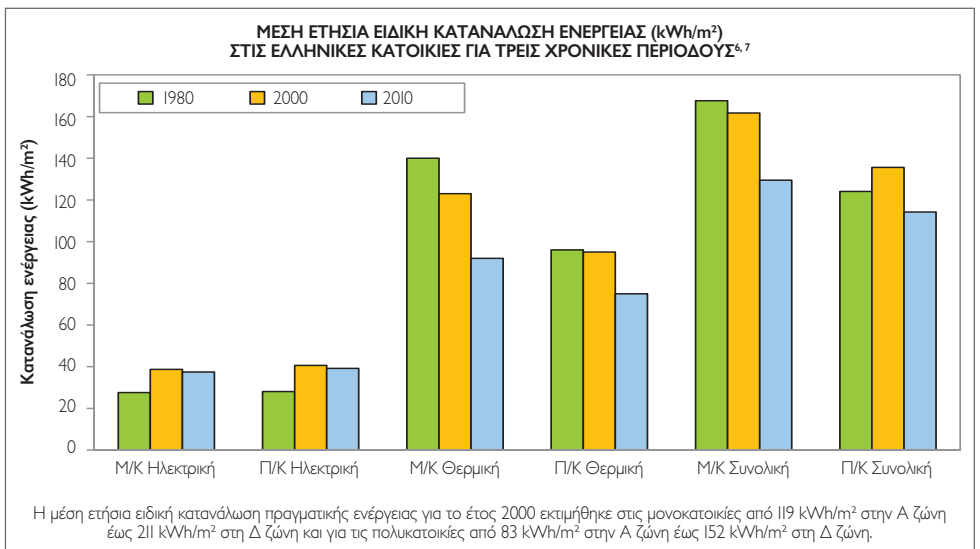
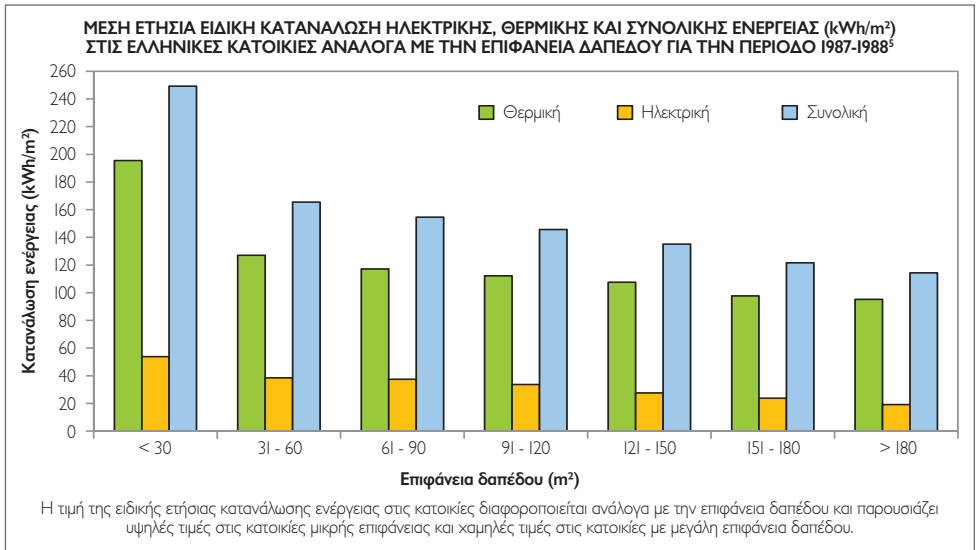
1

Η αναβάθμιση της ποιότητας των κατασκευών οδηγεί σε αυξημένα ενεργειακά οφέλη.

Αρχιτέκτονες: Αντώνης Γαβαλάς, Θωμάς Γαβαλάς - Gavalas architects.

2

Τα θερμικά φορτία ενός κτιρίου διαφοροποιούνται σημαντικά ανάλογα με τη γεωμετρία του και τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του.



ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790. Αυτή η μέθοδος βασίζεται κυρίως σε μέσες μηνιαίες τυπικές τιμές δεδομένων για τα κτίρια, καθώς και σε κάποιες ημι-σταθερές τιμές παραμέτρων, οι οποίες μεταβάλλονται ανάλογα με τη γεωμετρία και τη λειτουργία του κτιρίου, προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη προσέγγιση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου, η οποία σε κάθε περίπτωση είναι ένα δυναμικό φαινόμενο.

## Πραγματική κατανάλωση ενέργειας στις ελληνικές κατοικίες

Η πραγματική κατανάλωση ενέργειας στις κατοικίες έχει καταγραφεί αρκετές φορές στο πλαίσιο ερευνητικών και στατιστικών μελετών. Το 1987-1988 πραγματοποιήθηκε από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδας (Ε.Σ.Υ.Ε.) έρευνα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας στις ελληνικές κατοικίες<sup>5</sup>. Σ' αυτή την έρευνα καταγράφηκαν περίπου 6.600 νοικοκυριά με

γενικό κλάσμα δειγματοληψίας περίπου 0,21%. Η μέση τιμή της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας εκτιμήθηκε στις 149,4 kWh/m<sup>2</sup>, από τις οποίες οι 115,2 kWh/m<sup>2</sup> αντιστοιχούν στη θερμική και οι 34,2 kWh/m<sup>2</sup> στην ηλεκτρική ενέργεια αντίστοιχα.

Την περίοδο 2002 στο πλαίσιο μελέτης του Υ.Πε.Χω.Δε. (Δ/νση Οικιστικής Πολιτικής & Κατοικίας) εκτιμήθηκε η μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) στο σύνολο του κτιριακού αποθέματος στην Ελλάδα όπως διαμορφώνεται κατά τα έτη 1980, 2000 και όπως αναμενόταν για το 2010 βάσει της εξέλιξης στην ποιότητα κατασκευής των κτιρίων<sup>6</sup>. Η εκτίμηση της κατανάλωσης ενέργειας για τις κατοικίες έγινε επίσης ανά κλιματική ζώνη και ανά είδος κτιρίου. Για το έτος 2000 η μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ενέργειας για τις μονοκατοικίες (Μ/Κ) εκτιμήθηκε στις 162 kWh/m<sup>2</sup> και για τις πολυκατοικίες (Π/Κ) στις 135 kWh/m<sup>2</sup>.

## Εκτιμώμενη κατανάλωσης ενέργειας κατά Κ.Εν.Α.Κ.

Η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. λαμβάνει υπόψη τις καταναλώσεις ενέργειας για θέρμανση, ψύξη (δροσισμό) και ζεστό νερό χρήσης. Οι καταναλώσεις ενέργειας για φωτισμό και άλλες ηλεκτρικές ή θερμικές συσκευές δεν λαμβάνονται υπόψη. Η ενεργειακή συμπεριφορά (απόδοση) ενός κτιρίου διαφοροποιείται ανάλογα με το προφίλ λειτουργίας του, τη γεωμετρία του, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του, την ενεργειακή απόδοση των Η/Μ συστημάτων, την κλιματική ζώνη κτλ. Προκειμένου να μελετηθεί η ενεργειακή απόδοση κατοικιών σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. επιλέχθηκαν δύο κατοικίες, μια μονοκατοικία τετραγωνικής διατομής δαπέδου και μια πολυκατοικία ίδιας διατομής με τέσσερις όμοιους ορόφους. Η επιφάνεια των κουφωμάτων της



1

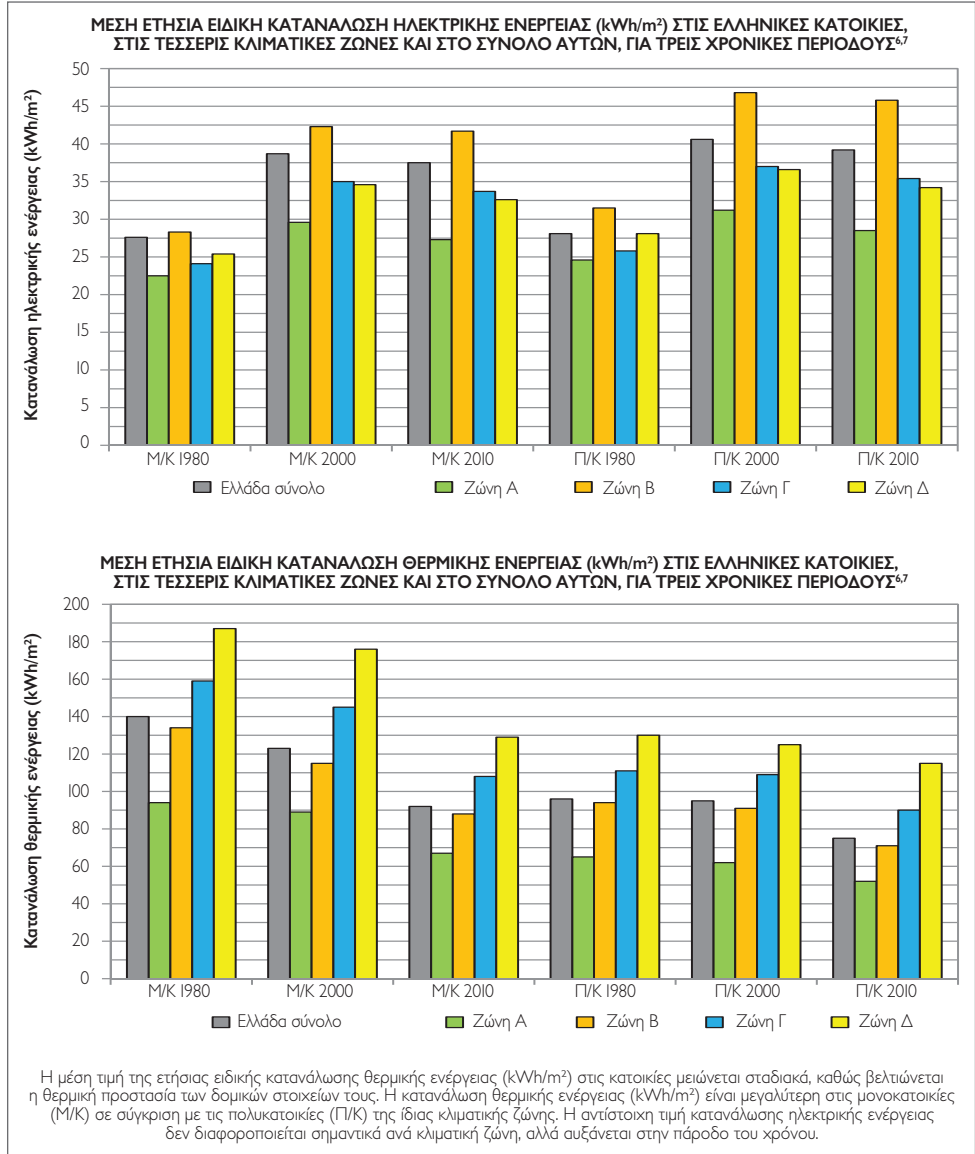


2

πολυκατοικίας ανά πλευρά και όροφο είναι σχεδόν παρόμοια με αυτήν της μονοκατοικίας. Το ίδιο ισχύει και για τις θερμοφυσικές ιδιότητες των συμπαγών δομικών στοιχείων αλλά και των κουφωμάτων.

Τα κτίρια κατοικιών είναι πανταχόθεν ελεύθερα, χωρίς σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο, με μεικτή επιφάνεια δαπέδου 100 m<sup>2</sup>. Η δυτική πλευρά τους εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους, οι οποίοι στη μονοκατοικία είναι το λεβητοστάσιο και η αποθήκη, ενώ στην πολυκατοικία είναι το κλιμακοστάσιο. Τα βασικά δεδομένα των κτιρίων που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς είναι τα εξής:

- Φέρων οργανισμός από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιία διπλής οπτοπλινθοδομής με μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U=1,35 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  (χωρίς θερμική προστασία). Διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων με μέσο  $U=1,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .



- Οροφή επίπεδη από οπλισμένο σκυρόδεμα και τσιμεντόπλακες με  $U=3,05 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .
- Δάπεδο από οπλισμένο σκυρόδεμα και πλάκες με  $U=1,95 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .
- Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο και μονούς υαλοπίνακες με  $U=5,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .
- Θέρμανση χώρων με λέβητα πετρελαίου και θερμικό βαθμό απόδοσης 85%. Απώλειες δικτύου διανομής 8% και τερματικών μονάδων 11%. Υπάρχει σύστημα αντιστάθμισης για τον έλεγχο λειτουργίας και κυκλοφορητής με ηλεκτρική ισχύ 100 W για τη μονοκατοικία και 200 W για την πολυκατοικία.
- Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης με ηλεκτρικό θερμαντήρα 4 kW.
- Δροσισμός χώρων με τοπικές αντλίες θερμότητας και δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας  $EER=2,8$ .
- Ο απαιτούμενος νωπός αέρας καλύπτεται από το φυσικό αερισμό.

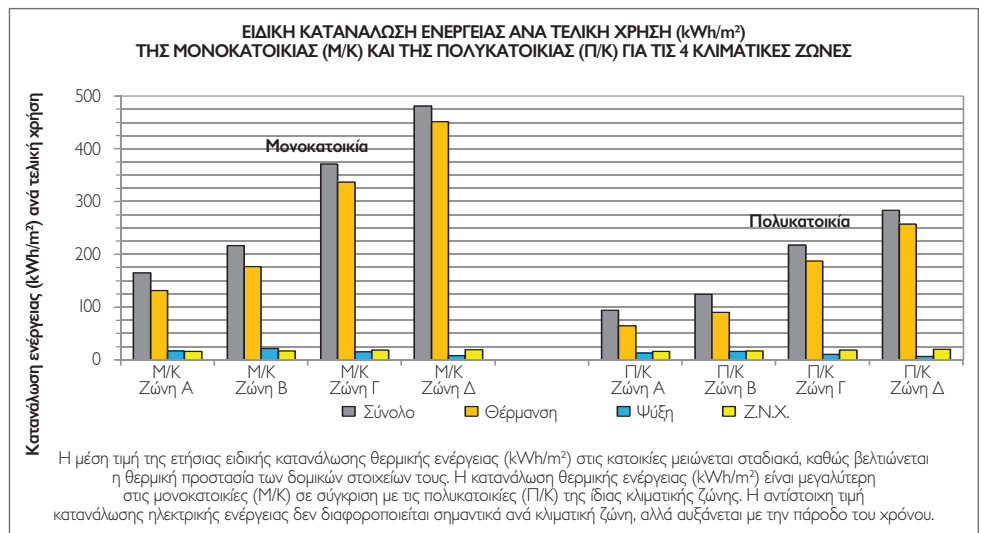
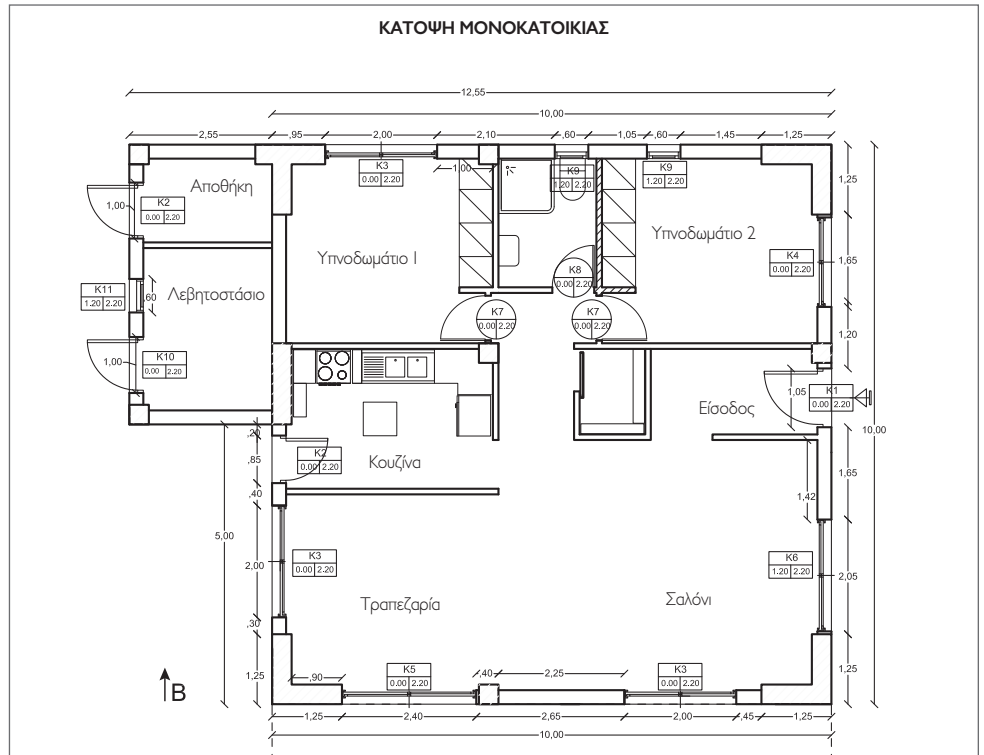
- Κλιματικά δεδομένα για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες: Α (Ηράκλειο Κρήτης), Β (Αθήνα), Γ (Θεσσαλονίκη) και Δ (Κοζάνη). Η κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση χώρων στη μονοκατοικία καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας, το οποίο κυμαίνεται από 80% στην Α ζώνη έως και 94% στη Δ ζώνη. Αντιθέτως, η ειδική κατανάλωση ενέργειας για ψύξη καταλαμβάνει πολύ χαμηλό ποσοστό, από 2,5% στη Δ ζώνη έως και 13% στην Α ζώνη. Η ειδική ετήσια κατανάλωση συνολικής ενέργειας εκτιμήθηκε από 165 kWh/m<sup>2</sup> στην Α ζώνη, έως και 481 kWh/m<sup>2</sup> στη Δ ζώνη. Αυτές οι τιμές διαφοροποιούνται, αν μετατραπούν σε πρωτογενή ενέργεια. Οι τιμές κατανάλωσης ενέργειας για την πολυκατοικία είναι αρκετά χαμηλότερες (σχεδόν υποδιπλάσιες), σε σύγκριση με αυτές της μονοκατοικίας για την ίδια κλιματική ζώνη. Η κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση χώρων της

1

Η θερμική θωράκιση των συμπαγών και διαφανών δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους περιορίζει τα απαιτούμενα θερμικά φορτία.

2

Η εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης σε παλαιότερες κατασκευές με ελλιπή μόνωση συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς.



πολυκατοικίας καταλαμβάνει επίσης το μεγαλύτερο ποσοστό στη συνολική κατανάλωση ενέργειας, αλλά κυμαίνεται σε λίγο χαμηλότερα ποσοστά, από 68% στην Α ζώνη έως και 90% στη Δ ζώνη. Αντιθέτως, η ειδική κατανάλωση ενέργειας για ψύξη καταλαμβάνει επίσης πολύ χαμηλό ποσοστό, από 1,8% στη Δ ζώνη έως και 10,5% στην Α ζώνη. Η ειδική κατανάλωση συνολικής ενέργειας εκτιμήθηκε από 94 kWh/m<sup>2</sup> στην Α ζώνη έως και 284 kWh/m<sup>2</sup> στη Δ ζώνη.

Στην περίπτωση που στα δύο εξεταζόμενα κτίρια κατοικιών εφαρμοζόταν θερμική προστασία στα συμπαγή δομικά στοιχεία και αντικατάσταση των κουφωμάτων τους, σύμφωνα με τις ελαχι-

στες απαιτήσεις (τεχνικά χαρακτηριστικά) του Κ.Ε.ν.Α.Κ., οι τελικές καταναλώσεις για τη θέρμανση χώρων θα μειώνονταν σημαντικά και στις δύο περιπτώσεις κτιρίων σε ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 65% και 70%. Η ποσοστιαία διαφορά της κατανάλωσης ενέργειας μεταξύ μονοκατοικίας και πολυκατοικίας διατηρείται και σ' αυτή την περίπτωση αλλά σε χαμηλότερα επίπεδα.

Το απαιτούμενο φορτίο θέρμανσης χώρων για τη μονοκατοικία οφείλεται:

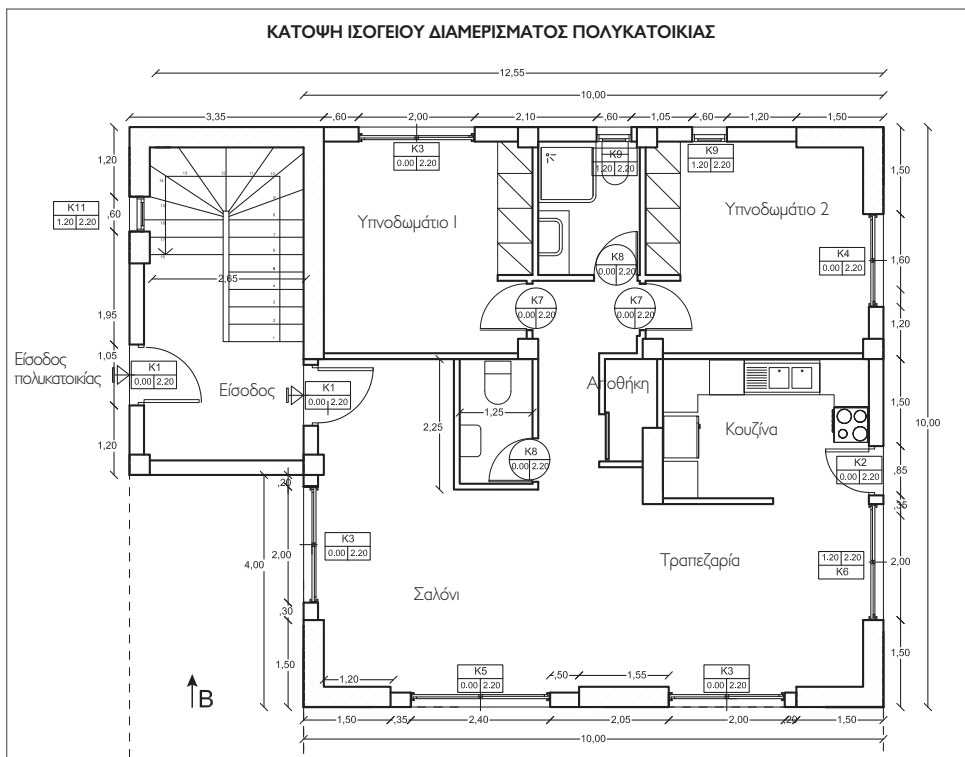
- κατά 40% σε απώλειες από την οροφή της,
- κατά 20% σε απώλειες λόγω αερισμού (φυσικός αερισμός και αερισμός από χαραμάδες),
- κατά 20% σε απώλειες μεταφοράς από τα κουφώματα,

- κατά 14% σε απώλειες από την τοιχοποιία και

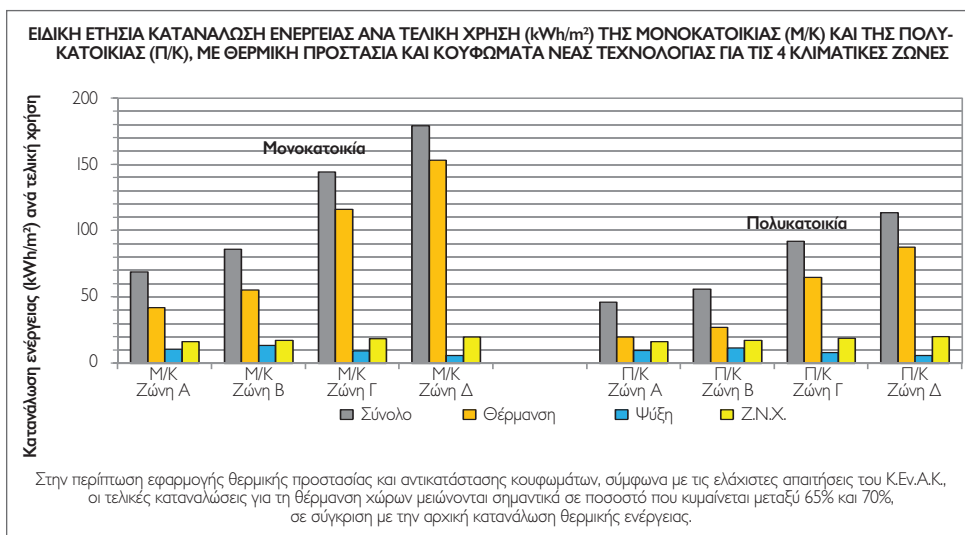
Αντιστοίχως, για την πολυκατοικία το θερμικό φορτίο οφείλεται:

- κατά 16% σε απώλειες από την οροφή της μονοκατοικίας,
- κατά 30% σε απώλειες λόγω αερισμού (φυσικός αερισμός και αερισμός από χαραμάδες),
- κατά 29% σε απώλειες μεταφοράς από τα κουφώματα,
- κατά 22% σε απώλειες από την τοιχοποιία και
- κατά 3% σε απώλειες από το δάπεδο.

Η ίδια ποσοστιαία κατανομή απωλειών παρου-



1  
2



σιάζεται και στις τέσσερις κλιματικές ζώνες για το κάθε κτίριο, μονοκατοικία και πολυκατοικία, με μικρές διαφορές της τάξης του 0,5%. Το απαιτούμενο φορτίο για τη θέρμανση χώρων της μονοκατοικίας οφείλεται κυρίως στις απώλειες από την οροφή και σε μικρότερο ποσοστό στις απώλειες από τον αερισμό και τα κουφώματα, ενώ για την πολυκατοικία το φορτίο θέρμανσης οφείλεται κυρίως στον αερισμό και στις απώλειες από τα κουφώματα.

Στην περίπτωση εφαρμογής των ελάχιστων απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ., τόσο στη μονοκατοικία, όσο και στην πολυκατοικία, οι θερμικές απώλειες για τη θέρμανση χώρων μειώνονται σημαντικά σε απόλυτες τιμές και οφείλονται κυρίως στις απώ-

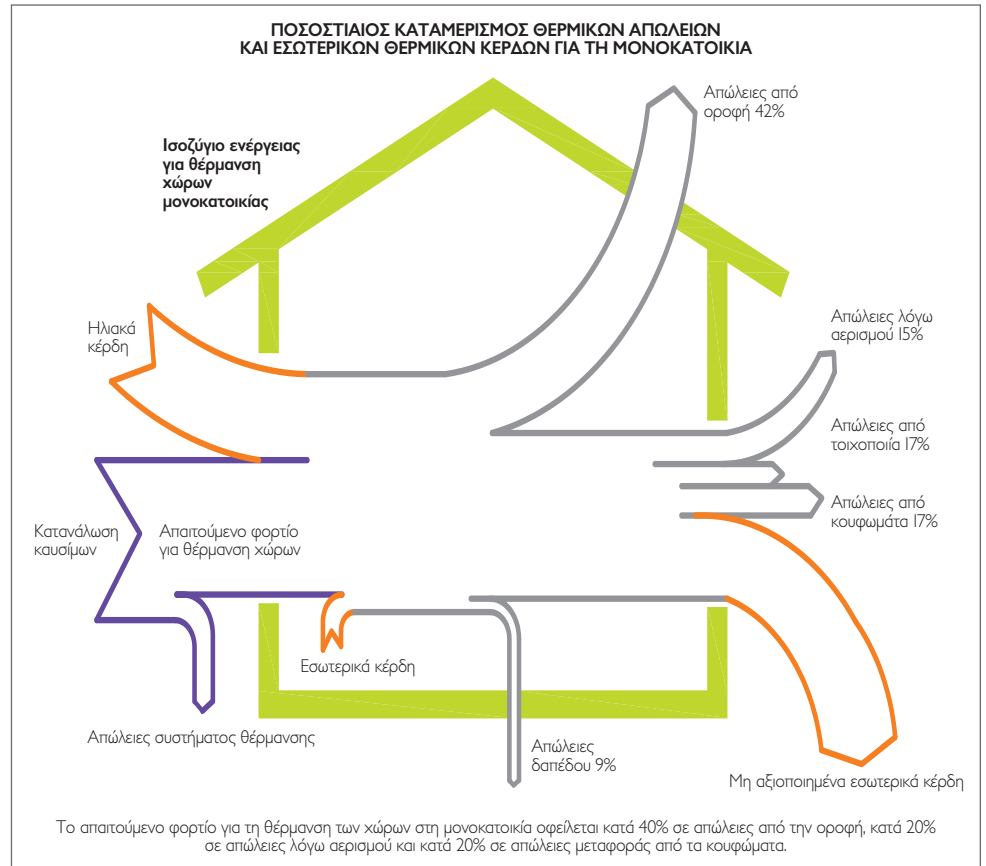
λειες αερισμού και στις απώλειες μεταφοράς από τα κουφώματα σε συνολικό ποσοστό 60% για τις μονοκατοικίες και 70% για τις πολυκατοικίες. Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι απώλειες του συστήματος θέρμανσης οφείλονται κυρίως στην απόδοση του λέβητα και στη θερμική προστασία του δικτύου διανομής και κυμαίνονται συνολικά από 17% έως 30% ανάλογα με την παλαιότητα του συστήματος και τη συντήρηση του συστήματος.

### Συμπεράσματα

Η ενεργειακή απόδοση των κατοικιών εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, κάποιες εκ των οποίων είναι σταθερές και μπορούν να προσδιορι-

στούν με ακρίβεια, όπως η ποιότητα κατασκευής (δομικών και Η/Μ στοιχείων) και η γεωμετρία τους, ενώ άλλες παράμετροι που εξαρτώνται από το χρήστη, όπως οι ώρες λειτουργίας τους (μερικές ώρες έως και όλο το εικοσιτετράωρο) και η ορθολογική διαχείριση ενέργειας, σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να προσδιοριστούν.

Το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας στις ελληνικές κατοικίες οφείλεται στη θέρμανση χώρων, κάτι το οποίο αποτυπώνεται τόσο στις πραγματικές τιμές κατανάλωσης ενέργειας, όσο και στις εκτιμώμενες τιμές βάσει θεωρητικών μοντέλων. Η δυνατότητα περιορισμού των θερμικών φορτίων στις παλιές ελληνικές κατοικίες είναι πολύ μεγάλη, καθώς



η εφαρμογή θερμικής προστασίας των συμπαγών δομικών στοιχείων και η εγκατάσταση κουφωμάτων χαμηλής θερμοπερατότητας και υψηλής αεροστεγανότητας οδηγούν σε σημαντική μείωση των θερμικών απωλειών σε ποσοστά από 35% έως και 57%, ανάλογα με την κλιματική ζώνη, για τα κτίρια που μελετήθηκαν. Αντιθέτως, τα φορτία ψύξης (δροσισμός) δεν επιβαρύνουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας μιας κατοικίας, παρόλο που αυτή η κατανάλωση ανηγμένη σε πρωτογενή ενέργεια δεν είναι αμελητέα. Τα θερμικά φορτία για ζεστό νερό χρήσης είναι επίσης χαμηλά και μπορούν να καλυφθούν σε μεγάλο ποσοστό με την εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων, επέμβαση η οποία επιφέρει σημαντική ενεργειακή αναβάθμιση κατά Κ.Εν.Α.Κ., καθώς η καταναλισκόμενη ενέργεια είναι συνήθως ηλεκτρισμός, ο οποίος οδηγεί σε υψηλή πρωτογενή ενέργεια.

Οι ειδικές τιμές κατανάλωσης ενέργειας ( $kWh/m^2$ ) που υπολογίστηκαν βάσει Κ.Εν.Α.Κ. για τις κατοικίες χωρίς θερμική προστασία, είναι κατά πολύ υψηλότερες από τις ειδικές τιμές πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας. Αυτή η διαφορά οφείλεται στις διάφορες παραδοχές της μεθοδολογίας για το προφίλ λειτουργίας των κατοικιών, αλλά κυρίως στο ωράριο λειτουργίας τους, το οποίο ορίζεται στις 18 ώρες ανά ημέρα, παράμετρος, η οποία αποκλίνει από την πραγματική λειτουργία της μέσης κατοικίας.

Στην περίπτωση των κατοικιών, στις οποίες εφαρμόστηκαν οι ελάχιστες προδιαγραφές κατά Κ.Εν.Α.Κ., οι υπολογιζόμενες τιμές κατανάλωσης ενέργειας έχουν μικρότερη απόκλιση από τις πραγματικές. Σε κάθε περίπτωση αυτές οι τιμές δεν είναι απόλυτα συγκρίσιμες, καθώς στις πραγματικές τιμές κατανάλωσης ενέργειας περιλαμβάνονται και άλλες καταναλώσεις (συσκευές, πλυντήρια, μαγείρεμα κτλ.), που δεν λαμβάνονται υπόψη στη μεθοδολογία του Κ.Εν.Α.Κ.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Στατιστική Επετηρίδα της Ελλάδας 2009-2010**, Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας, Αθήνα, 2010.
2. **Energy, transport and environment indicators**, Eurostat, European Commission, Edition 2013.
3. **Ενεργειακό ισοζύγιο για την Ελλάδα**, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (Υ.Π.Ε.Κ.Α.).
4. **Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων** (Κ.Εν.Α.Κ.), απόφαση Δ6/Β/οικ.5825 "Εγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων", Φ.Ε.Κ. Β' 407/9-4-2010.
5. **Έρευνα - Κατανάλωση ενέργειας στα νοικοκυριά**, 1987-1988, Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδας, Αθήνα 1993.
6. Δ. Λάλας, Κ.Α. Μπαλαράς, Α. Γαγλία, Ε. Γεωργοπούλου, Σ. Μοιρασγεντής, Ι. Σαραφίδης, Σ. Ψωμάς, **Διερεύνηση υποστηρικτικών πολιτικών για την προώθηση των μέτρων πολιτικής του Υ.Πε.Χω.Δ.Ε. σχετικά με μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στον οικιακό - τριτογενή τομέα**, 650 σ., Τελική τεχνική έκθεση, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης (Ι.Ε.Π.Β.Α.) - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Αθήνα, Νοέμβριος 2002.

7. C.A. Balaras, A.G. Gaglia, E. Georgopoulou, S. Mirasgedis, Y. Sarafidis, D.P. Lalas, **European residential buildings and empirical assessment of the hellenic residential building stock, energy consumption emissions and potential energy savings**, Building & Environment, 42/3, 1298-1314, 2007.

8. **Λογισμικό TEE-KENAK**, έκδοση 1.29. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Αθήνα, 2012.

#### ΣΧΕΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΙ ΣΤΑ ΤΕΥΧΗ "ΚΤΙΡΙΟ"

- Ενεργειακή αναβάθμιση πολυκατοικιών με επεμβάσεις στο κέλυφος σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. Τεύχος 8/2014, σελ. 69.
- Ενεργειακή αναβάθμιση πολυκατοικιών με Η/Μ επεμβάσεις. Τεύχος 8/2014, σελ. 81
- Ενεργειακή αναβάθμιση σε κτίριο γραφείων του Κ.Α.Π.Ε. Τεύχος 8/2012, σελ. 59.
- Βιοκλιματικός σχεδιασμός κατοικίας. Τεύχος 8/2011, σελ. 105.
- Ενεργειακή αναβάθμιση κατοικίας. Τεύχος 5/2011, σελ. 93.

#### ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΒΡΕΙΤΕ ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ Υ - ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ 2015 Χρήσιμα υλικά δόμησης

ή επισκεφθείτε το [www.ktirio.gr](http://www.ktirio.gr)