

# ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΓΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

## ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

■ των Θ. Παπαδόπουλου, Δρ. Η/γος Μηχανικός, Δ. Ταμπάκη, Δρ. Η/γος Μηχανικός, Γ. Παπαγιάννη Αν. Καθηγήτρια ΑΠΘ  
Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΑΠΘ

Η ενεργειακή αναβάθμιση των κατοικιών είναι μια σημαντική πρόκληση σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες, και είναι ένα βασικό εργαλείο της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης που στοχεύει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών ρύπων από τα υφιστάμενα κτίρια. Με την οικονομική κρίση, ο ήδη χαμηλός ρυθμός αντικατάστασης των κτιρίων έχει μειωθεί δραματικά, αυξάνοντας τη σημασία των κτιριακών ανακαινίσεων. Η απώλεια θέσεων εργασίας στον κατασκευαστικό τομέα είναι ένα επιπρόσθετο κοινωνικό-οικονομικό πρόβλημα ενώ εμφανίζεται ο κίνδυνος απώλειας πολύτιμων τεχνικών δεξιοτήτων.

Οι βασικοί παράγοντες επιτυχίας της κάθε ανακαίνισης είναι η επιλογή της κατάλληλης επέμβασης και η καλή ποιότητα των υλικών

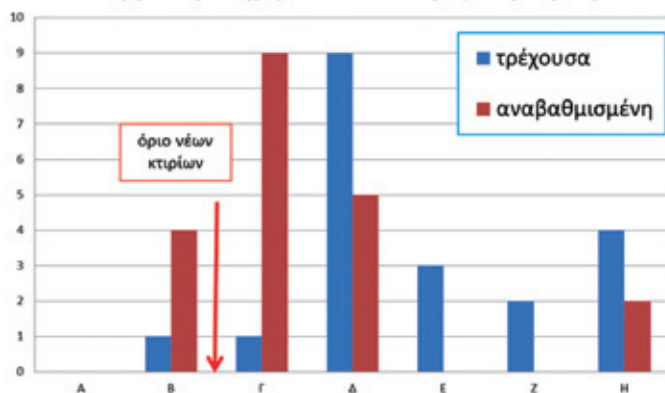
Το πρόγραμμα απευθύνεται σε ιδιοκτήτες κατοικιών και σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις που εμπλέκονται στην αλυσίδα της ανακαίνισης, όπως είναι οι κατασκευαστές, εγκαταστάτες κτλ. Στα πλαίσια του έργου και των μελετών που γίνονται θα αποκτηθεί εμπειρία και θα προκύψουν επιστημονικά εμπειριστωμένα συμπεράσματα καθώς και ένας πρακτικός οδηγός για κάθε εξεταζόμενο σύστημα σε τοπική κλίμακα.

Στόχος του έργου είναι να εκκινήσει τις διαδικασίες ανταλλαγής εμπειριών και τεχνογνωσίας σχετικά με την ανακαίνιση των κατοικιών στις χώρες της ΕΕ, δημιουργώντας κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη. Η συμβολή του έργου είναι ιδιαίτερα σημαντική

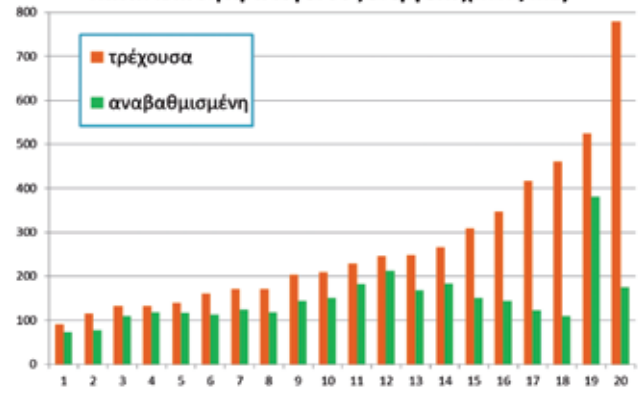
σε ενεργειακή αναβάθμιση. Στους ιδιοκτήτες των κατοικιών αυτών έγινε ενημέρωση για τις φάσεις και τις διαδικασίες που είναι ορθό να ακολουθήσουν για μια επιτυχημένη ενεργειακή αναβάθμιση της κατοικίας τους. Στην συνέχεια έγινε δωρεάν ενεργειακή επιθεώρηση και ο ενεργειακός επιθεωρητής πρότεινε σενάρια επεμβάσεων διαφορετικού κόστους και αποτελεσματικότητας. Η ομάδα του έργου πρόσφερε πληροφορίες και υποστήριξη για την επιλογή των καλύτερων τεχνικών λύσεων και παράλληλα έκανε μια αναλυτική καταγραφή των εμπειριών των ιδιοκτητών σε όλη τη διαδικασία.

Και στις 40 επιλεγμένες κατοικίες εγκαταστάθηκε ένα έξυπνο και φιλικό σύστημα παρακολούθησης της ηλεκτρικής ενεργειακής κατα-

Ενεργειακή κατηγορία κατοικιών προς αναβάθμιση



Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας(kWh/m2)



και εργασιών. Οι παράγοντες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το ύψος της επένδυσης καθώς και από την επιλογή και εφαρμογή νέων τεχνολογιών, με τις οποίες πιθανώς δεν είναι εξοικειωμένος ο ιδιοκτήτης. Τις περισσότερες φορές οι επιδιορθώσεις και ανακαινίσεις των κατοικιών γίνεται από μικρομεσαίες επιχειρήσεις, οι οποίες επίσης αντιμετωπίζουν πολλές προκλήσεις και πρακτικά, οικονομικά και ρυθμιστικά εμπόδια. Άλλοι σημαντικοί εμπλεκόμενοι παράγοντες είναι οι προμηθευτές και οι τεχνίτες.

Στο πλαίσιο αυτό, το Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας του Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών υλοποιεί ένα ερευνητικό έργο με τίτλο 'Αντίστροφη Μέτρηση Για Κατοικίες Χαμηλού Άνθρακα'. Το έργο χρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα ERA-Net Eracobuild και συμμετέχουν σε αυτό δύο επιπλέον εταίροι, η Severn Wye Energy Agency (Ηνωμένο Βασίλειο) που συντονίζει το έργο και το Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών (Κύπρος).

Στόχος του έργου η καταγραφή των καλών πρακτικών μιας πετυχημένης ενεργειακής αναβάθμισης, η διερεύνηση των δυνατοτήτων χρηματοδότησής της, και η παροχή κατάλληλων συμβουλευτικών υπηρεσιών σε ενδιαφερόμενους να αναβαθμίσουν ενεργειακά το σπίτι τους. Στα πλαίσια του έργου θα δημιουργηθεί ένας οδηγός καλών πρακτικών που θα καταστήσει τις ενεργειακές αναβαθμίσεις ευκολότερες, πιο οικονομικές και πιο εύκολα προσβάσιμες σε ένα ευρύτερο φάσμα ενδιαφερόμενων.

αν αναλογιστεί κανείς το σημαντικό ποσοστό ενέργειας που καταναλώνουν τα κτίρια στην ΕΕ.

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα που αφορούν στην ενεργειακή απόδοση των κατοικιών που εξετάστηκαν στα πλαίσια του έργου στην περιοχή της Θεσσαλονίκης.

### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

Το έργο 'Αντίστροφη μέτρηση Για Κατοικίες Χαμηλού Άνθρακα' διεξάγεται σε τοπική κλίμακα σε κάθε χώρα-εταίρο προκειμένου να προταθούν τα αντίστοιχα μοντέλα και οδηγίες καθώς και να αποκτηθεί γνώση και εμπειρία από τους συμμετέχοντες.

Στα στάδια της έρευνας εμπλέκονται οι παρακάτω δύο βασικές ομάδες κατοικιών :

Κατοικίες που έχουν αναβαθμισθεί ενεργειακά: Πρόκειται για είκοσι επιλεγμένες κατοικίες που έχουν ολοκληρώσει τις διαδικασίες ενεργειακής αναβάθμισης. Οι ιδιοκτήτες των κατοικιών αυτών συνεργάστηκαν με την ομάδα του έργου με σκοπό την καταγραφή και διερεύνηση της ενεργειακής συμπεριφοράς τόσο των ιδίων όσο και του κτιρίου μετά την αναβάθμιση. Όλες οι κατοικίες είχαν υλοποιήσει τις ενεργειακές αναβαθμίσεις με χρηματοδότηση του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» του ΥΠΕΚΑ, και έτσι καταγράφηκαν οι εμπειρίες των ωφελουμένων και τα προβλήματα που υπήρξαν κατά τη συμμετοχή τους.

Κατοικίες που πρόκειται να αναβαθμισθούν ενεργειακά: Είκοσι επιπλέον κατοικίες επιλέχθηκαν, που πρόκειται να προχωρήσουν



νάλωσης, το οποίο καταγραφεί τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας. Το σύστημα περιλαμβάνει ένα πομπό στον ηλεκτρικό πίνακα της κατοικίας και μια συσκευή με οθόνη που εμφανίζει την τρέχουσα κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε ο χρήστης να έχει άμεση αντίληψη της κατανάλωσης του. Παράλληλα η συσκευή αποθηκεύει ιστορικά στοιχεία της κατανάλωσης για περαιτέρω επεξεργασία με Η/Υ.

### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ

Στις 20 κατοικίες που πρόκειται να κάνουν ενεργειακή αναβάθμιση πραγματοποιήθηκαν ενεργειακές επιθεωρήσεις από πιστοποιημένο ενεργειακό επιθεωρητή σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ και εκδόθηκαν ενεργειακά πιστοποιητικά με συγκεκριμένες προτάσεις για εργασίες ενεργειακής αναβάθμισης της κάθε κατοικίας. Οι κατοικίες που εξετάστηκαν ήταν ενεργειακής κατηγορίας Β μέχρι Η, με ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 92 – 779 kWh/m2. Ο ενεργειακός επιθεωρητής πρότεινε



νε διάφορα μέτρα για αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης μετά από συζήτηση με τους ιδιοκτήτες των κατοικιών, και συγκεκριμένα σε 12 κατοικίες υπήρξαν τρεις προτάσεις, σε έξι κατοικίες υπήρξαν δύο προτάσεις και μόνο σε δύο κατοικίες υπήρξε μία πρόταση.

Οι κύριες κατηγορίες προτάσεων είναι οι εξής:

- Θερμομόνωση τοίχων και/ή οροφών, σε όλες τις περιπτώσεις εξωτερική με χρήση διογκωμένης ή εξηλασμένης πολυστερίνης.
- Αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα υψηλής ενεργειακής απόδοσης (Συνθετικά πλαίσια με low-e υαλοπίνακες).
- Αντικατάσταση συστημάτων θέρμανσης είτε με λέβητες Φυσικού Αερίου, είτε με αντλίες

• Όλες οι αναβαθμισμένες κατοικίες είχαν σημαντική διαφορά στα έξοδα θέρμανσης, τα οποία μειώθηκαν μέχρι και 65%. Ιδιαίτερα σημαντικές ήταν οι μεταβολές στην ποιότητα των συνθηκών διαβίωσης, είτε λόγω θερμομόνωσης με ουσιαστική θερμική προστασία και αυξημένη άνεση, είτε λόγω ηχομόνωσης στην περίπτωση αλλαγής κουφωμάτων. Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών τους καλοκαιρινούς μήνες σε κατοικίες τελευταίου ορόφου, όπου η θερμομόνωση του δώματος αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποδοτική.

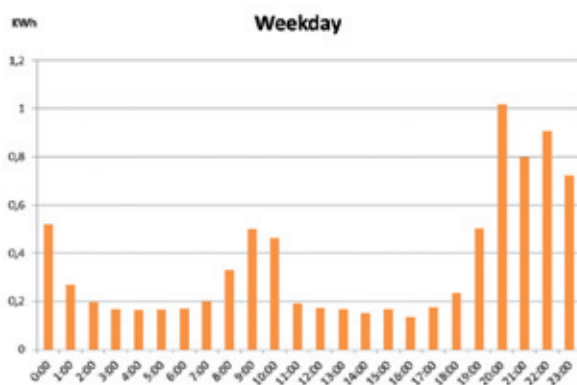
• Σε όλες τις κατοικίες που πρόκειται να αναβαθμισθούν ενεργειακά διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας που εκκινούν από 15% και

χνικά θέματα. Οι συμβουλές αυτές είναι σε κάθε περίπτωση διαφορετικές και δεν είναι εύκολα γενικεύσιμες.

• Το γεγονός αυτό αναδεικνύει τη σημασία ύπαρξης κατάλληλων κέντρων πληροφόρησης που οι ιδιοκτήτες ή χρήστες των κατοικιών να απευθύνονται για την ενεργειακή αναβάθμιση της κατοικίας τους.

• Ο ρόλος των φορέων των Μηχανικών στο θέμα αυτό είναι καθοριστικός και είτε οι ίδιοι, είτε ειδικές δομές που θα αναπτυχθούν μπορούν να αποτελέσουν τα κατάλληλα και υπεύθυνα κέντρα πληροφόρησης.

• Η επικοινωνία μεταξύ ιδιοκτητών και τεχνιτών είναι καθοριστική για την επιτυχία της ενεργειακής αναβάθμισης της κατοικίας τους. Η επικοινωνία αυτή δεν είναι πάντα εύκολη και



Μέσες ημερήσιες καμπύλες ηλεκτρικού φορτίου. Κατοικία ζεύγους 2 εργαζόμενων



θερμότητας αέρα - νερού. Συγκρίνοντας την ενεργειακή κατηγορία των κατοικιών πριν και μετά την αναβάθμιση προκύπτει ότι πολλές μπορούν να αναβαθμιστούν κατά 2 ή και 3 κατηγορίες. Οι περισσότερες κατοικίες μετά την αναβάθμιση εντάσσονται στις κατηγορίες Β έως Δ και μόνο 2 από αυτές στην κατηγορία Η παραμένουν σε αυτή και μετά την αναβάθμιση. Πρόκειται για κατοικίες με πάρα πολύ άσχημη ενεργειακή απόδοση, που ακόμα και εάν μειώσουν την κατανάλωση τους σημαντικά παραμένουν σε αυτήν.

Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που επιτυγχάνεται με την ενεργειακή αναβάθμιση είναι κατά κανόνα λιγότερη από 50%. Σε 2 κατοικίες η εξοικονόμηση είναι μικρότερη από 15%, στις περισσότερες επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 15% έως 33% και μόνο σε 4 κατοικίες η εξοικονόμηση υπερβαίνει το 50%.

Αντίστοιχα είναι και τα αποτελέσματα για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Αξιοσημείωτο είναι ότι σε μία περίπτωση, παρόλο ότι μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας, υπάρχει αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Πρόκειται για αντικατάσταση λέβητα φυσικού αερίου με αντλία θερμότητας αέρα-νερού, η οποία καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια με χειρότερο συντελεστή εκπομπών CO<sub>2</sub>, δείχνοντας ότι δεν υπάρχει υποχρεωτικά αναλογία μεταξύ μεταβολών στην κατανάλωση ενέργειας και μείωσης εκπομπών.

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΓΟΥ

Τα κύρια αποτελέσματα του έργου στις τρεις βασικές κατηγορίες δράσεων είναι τα ακόλουθα:

φθάνουν μέχρι 75%. Στο 85% των κατοικιών προτείνεται βελτίωση της θερμομόνωσης των τοίχων ή/και οροφής, στο 45% αντικατάσταση κουφωμάτων και στο 60% αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης. Ήδη 5 κατοικίες έχουν υποβάλει αίτηση για χρηματοδότηση της ενεργειακής αναβάθμισης τους από το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ'οίκον» του ΥΠΕΚΑ.

• Από την επεξεργασία των μετρήσεων της κατανάλωσης που κατέγραψαν οι μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας προέκυψαν στοιχεία για τη δημιουργία προφίλ ημερήσιας κατανάλωσης της κάθε κατοικίας και στη συνέχεια για κατηγοριοποίηση σε ομάδες ανάλογα με τα βασικά χαρακτηριστικά χρήσης. Τα αποτελέσματα αυτά θα αξιοποιηθούν σε μελλοντικές εργασίες του Εργαστηρίου Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας του Α.Π.Θ. για την έξυπνη διαχείριση των ηλεκτρικών δικτύων. Προέκυψε ακόμα ότι με την αποφυγή της σπατάλης ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να επιτευχθεί μείωση της κατανάλωσης 15%-25%, και ότι η αντικατάσταση παλιών ενεργοβόρων ηλεκτρικών συσκευών αποσβένεται σε διάστημα 2-4 χρόνων.

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα από την υλοποίηση του έργου παρουσιάστηκαν σε ειδική εκδήλωση στη Θεσσαλονίκη στις 25 Νοεμβρίου 2014 με τη συμμετοχή εκπροσώπων του ΥΠΕΚΑ, του ΤΕΕ/ΤΚΜ, του ΕΒΕΘ και της Τράπεζας Πειραιώς. Αυτά συνοψίζονται όπως παρακάτω:

• Για μια επιτυχημένη αναβάθμιση απαιτούνται ειδικές συμβουλές από ομάδες ειδικών σε τε-

τις περισσότερες φορές απαιτεί την επίβλεψη από ειδικευμένο Μηχανικό

• Στην περίπτωση ένταξης σε χρηματοδοτικό πρόγραμμα οι ιδιοκτήτες πρέπει να ξεπεράσουν σημαντικά γραφειοκρατικά προβλήματα. Το ΥΠΕΚΑ μπορεί να βελτιώσει τον σχεδιασμό αλλά στο θέμα αυτό η συμβολή των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων μπορεί να είναι επίσης σημαντική.

• Η συμπεριφορά των χρηστών των κατοικιών είναι καθοριστική στην τελική συνολική ενεργειακή συμπεριφορά της κατοικίας. Ενημέρωση, πληροφόρηση και ευαισθητοποίηση είναι καθοριστικοί παράγοντες για να επιτευχθεί σταθερή και σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

• Το κατάλληλο σχήμα υλοποίησης ενεργειακών αναβαθμίσεων σε μαζική κλίμακα πρέπει συνεπώς να συνδυάζει εποικοδομητικά μια σειρά από παραμέτρους ώστε να μπορέσει να αποτελέσει αφετηρία για την πάταξη της ενεργειακής φτώχειας και την αναζωογόνηση του κατασκευαστικού τομέα στην Ελλάδα

Η εργασία υλοποιήθηκε στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος 'Αντίστροφη Μέτρηση Για Κατοικίες Χαμηλού Άνθρακα'. Η χρηματοδότηση του έργου έγινε από το ΕΣΠΑ 2007-2013 μέσω της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας (ΓΓΕΤ) στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος ERA-Net Eracobuild. Οι συγγραφείς ευχαριστούν για τη συμβολή τους την κ. C. Maby, την κ. A. Healy της SWEA, την κ. A. Χαράλαμπος και την κ. M. Ιωαννίδου του Ενεργειακού Γραφείου Κυπρίων Πολιτών. ■