

# Ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων: Πρόκληση και ευκαιρία

Άγης Μ. Παπαδόπουλος  
Αν. Καθηγητής Πολυτεχνικής Σχολής ΑΠΘ

Email

Τα μέτρα που εξάγγειλε το υπουργείο Ανάπτυξης προς τη σωστή κατεύθυνση αποτελούν την πρώτη προσπάθεια για τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιριακού αποθέματος της χώρας, της μεταφοράς της στην εθνική νομοθεσία με τον νόμο 3661/2008 και του υπό έγκριση ΚΕΝΑΚ.

Η συνέπεια που επιδεικνύουμε στο ρόλο του Επιμηθέα είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακή, αν εξετάσει κανείς την ενεργειακή πολιτική της χώρας μας, όπως αυτή αντικατοπτρίζεται και στην κατανάλωση ενέργειας για την εξυπηρέτηση των κτιρίων. Για να είναι επιτυχής μία πολιτική παρέμβασης πρέπει να είναι εστιασμένη στα κυριότερα προβλήματα, κι αυτά προκύπτουν ανάγλυφα αν κανείς μελετήσει -τεκμηριωμένα και ποσοτικοποιημένα- τα αίτια της κακής ενεργειακής συμπεριφοράς του ελληνικού κτιριακού αποθέματος, τα οποία μπορούν να συνοψιστούν ως ακολούθως:

- Η μεγάλη πλειοψηφία των κτιρίων που κατασκευάστηκαν πριν το 1980, και που αντιπροσωπεύουν περίπου το 68% του συνόλου, δεν είναι θερμομονωμένα, ενώ διαθέτουν και παλιά κουφώματα, με μονούς υαλοπίνακες, χωρίς θερμομόνωση στο πλαίσιο και πολύ κακή αεροστεγανότητα (Θεοδωρίδου κα, 2009).
- Η κατάσταση των συστημάτων θέρμανσης είναι, κατά κανόνα, μέτρια.
- Παρατηρείται συνεχής αύξηση, τόσο σε αριθμό όσο και σε εγκατεστημένη ισχύ, των συστημάτων και συσκευών που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια.
- Η ολοένα ισχυρότερη απαίτηση για βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης το καλοκαίρι, που σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους των συσκευών, οδήγησε στην εγκατάσταση πάνω από 1.200.000 κλιματιστικών μονάδων μόνο τα τελευταία 10 χρόνια. Είναι επομένως θεμιτό να συνάγει κανείς το συμπέρασμα ότι η θερμική προστασία του κελύφους αποτελεί πρωταρχικό παράγοντα στην επίτευξη μίας ορθολογικής ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου, και κατά συνέπεια από εκεί πρέπει να ξεκινούν οι παρεμβάσεις για τη βελτίωση της κατάστασης.

## Αναδρομική θερμομόνωση κτιρίων

Η έννοια της αναδρομικής θερμομόνωσης κτιρίων αποτελεί πεδίο ανοιχτής συζήτησης τον τελευταίο καιρό στη χώρα μας. Κι όμως, αν μπει κανείς στον κόπο να διερευνήσει πώς αντιμετωπίστηκε το ζήτημα σε χώρες που υιοθέτησαν, ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, ευρείας κλίμακας προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης του κτιριακού τους αποθέματος, τότε τα πράγματα είναι σχετικά απλά, τουλάχιστον επί της αρχής. Υπάρχουν τρεις μεγάλες κατηγορίες παρεμβάσεων στα αστικά κτίρια:

- Η αναδρομική θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων, που στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων αντιμετωπίζεται με την εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης.

- Η θερμομόνωση του δώματος, που στις πλείστες των περιπτώσεων αντιμετωπίζεται με την εφαρμογή της τεχνικής του αντεστραμμένου δώματος, ενώ η θερμομόνωση της κεραμοσκεπής αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση θερμομόνωσης ανάμεσα στις τεγίδες.
- Η αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με σύγχρονα, θερμομονωτικά.

Οφείλει κανείς, βέβαια, να επισημάνει, ότι ανάλογα με την περίπτωση υπάρχουν κι άλλες λύσεις, όπως η εσωτερική θερμομόνωση των τοιχοποιιών, η κατασκευή ενός νέου, συμβατικού δώματος επί του υφιστάμενου, η θερμομόνωση της κεραμοσκεπής από την εσωτερική της πλευρά, η προσθήκη δεύτερου κουφώματος, αντί για την αντικατάσταση του υφιστάμενου κ.α. Το εύρος των λύσεων που μπορούν να δοθούν είναι ανάλογο των κατασκευαστικών ιδιοτήτων που μπορεί κανείς να συναντήσει στα υφιστάμενα κτίρια, δηλαδή, τεράστιο. Συζητώντας, ωστόσο, για τη μεγάλη πλειοψηφία των κτιρίων είναι εύλογο να επικεντρωθούμε στις εφαρμογές που καλύπτουν πάνω από το 80% των κατασκευαστικών αναγκών.

## Ολοκληρωμένα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης

Ως σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης (ΣΕΘ) ορίζεται ένα σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης στο οποίο η μόνωση δεν διακόπτεται στα σημεία ένωσης των διαφορετικών δομικών στοιχείων. Η λύση αυτή εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1957 στη Γερμανία, ενώ από τη δεκαετία του 1960 άρχισε να βρίσκει ευρύτερη εφαρμογή στη Δυτική και Κεντρική Ευρώπη, προσφέροντας ιδιαίτερη ευελιξία στην κατασκευή καθώς το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου, μετά την αποπεράτωση των εργασιών κατασκευής της τοιχοποιίας και αποτελώντας την πλέον αποτελεσματική λύση για την αναδρομική θερμομόνωση υφιστάμενων κτιρίων. Έχει ενδιαφέρον να αναφέρει κανείς, ότι σε μία εκτενή έρευνα που έγινε το 1996 στη Γερμανία, και αφορούσε 21 εφαρμογές εξωτερικής θερμομόνωσης που είχαν συμπληρώσει 20 έτη από την κατασκευή τους, η συντριπτική πλειοψηφία λειτούργησε χωρίς κατασκευαστικά προβλήματα και επιτυγχάνοντας την επιζητούμενη ενεργειακή απόδοση (Gerken, 1997). Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντάται με τους όρους External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) ή Wärmedämmverbundsystem (WDVS). Τα τελευταία χρόνια η λύση των συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης έχει αρχίσει να γίνεται ευρύτερα γνωστή και στην Ελλάδα, κυρίως με εφαρμογές σε έργα υψηλού κύρους στην Αττική. Ωστόσο, είναι χρήσιμο για την ιστορία να αναφερθεί ότι υπάρχουν εφαρμογές ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 στη Χαλκιδική και στη Θεσσαλονίκη, ενώ το πρώτο μεγάλος κλίμακας

έργο με εξωτερική θερμομόνωση ήταν το Ηλιακό Χωριό στη Λυκόβρυση, που ολοκληρώθηκε το 1989 (Παπαδόπουλος Μ. κ.α., 1977, Papadopoulos M. et al, 1986). Η επιτυχία ενός συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη συνολική αντιμετώπιση της συνολικής και συμβατότητας των υλικών, των κατασκευαστικών λεπτομερειών και των ειδικών τεμαχίων που απαιτούνται για την κάθε κατασκευή. Ο τρόπος κατασκευής διέπεται από κανόνες και προδιαγραφές που αφορούν στην ποιότητα των υλικών, στους τρόπους εφαρμογής, στις ειδικές λεπτομέρειες και στις ανοχές της κατασκευαστικής μεθόδου. Ως προς τα θερμομονωτικά υλικά, στην εφαρμογή των συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη και ο πετροβάμβακας. Στη Δυτική και Κεντρική Ευρώπη, οι κανονισμοί επιβάλλουν μεγάλα εφαρμοζόμενα πάχη, που συχνά υπερβαίνουν τα 20 cm (Αυστρία, Δανία, Σουηδία, περιοχές της Γερμανίας). Παράλληλα, οι χειμώνες είναι παρατεταμένοι, ψυχροί και υγροί, αυξάνοντας την πιθανότητα συμπύκνωσης υδρατμών μέσα στα δομικά στοιχεία. Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων οδηγεί σε χρήση, κατά κύριο λόγο, της διογκωμένης πολυστερίνης, για λόγους μείωσης του κόστους σε σχέση με την εξηλασμένη πολυστερίνη, του βάρους της κατασκευής σε σχέση με τον πετροβάμβακα, αλλά και για λόγους βελτίωσης της διαπερατότητας σε υδρατμούς του κτιρίου. Ήταν τούτων, η διογκωμένη πολυστερίνη είναι πιο ισότροπο και ελαστικό υλικό, ιδιότητες που είναι ευεργετικές κατά την συμπεριφορά της κατασκευής σε συστολοδιαστολές. Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα, όπου τα απαιτούμενα πάχη είναι μικρότερα και οι απαιτήσεις σε υδρατμοδιαπνοή του κτιρίου χαμηλότερες, καθώς ο αερισμός του κτιρίου είναι κατά κανόνα επαρκής για την αποφυγή συμπυκνώσεων στα δομικά στοιχεία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξίσου καλά και τα τρία υλικά. (Papadopoulos A.M. et al, 2007, Papadopoulos A.M. et al 2008). Στην Ελλάδα σήμερα υπάρχουν πιστοποιημένα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης με χρήση και των τριών υλικών, οπότε οι δυνατότητες επιλογής του μελετητή είναι μεγάλες. Αυτό που πρέπει να επισημανθεί είναι ότι τα θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται σε συστήματα θερμομόνωσης δεν αρκεί απλώς να είναι πιστοποιημένα σύμφωνα με τις απαιτήσεις που απορρέουν για τα ίδια υλικά ευρείας εφαρμογής από τα γνωστά πρότυπα EN, και συγκεκριμένα τα EN 13162 για τον πετροβάμβακα, EN 13163 για τη διογκωμένη πολυστερίνη και EN 13164 για την εξηλασμένη πολυστερίνη. Απαιτείται η πιστοποίηση επιπρόσθετων ιδιοτήτων, όπως

Πίνακας 1. Ιδιότητες θερμομονωτικών υλικών

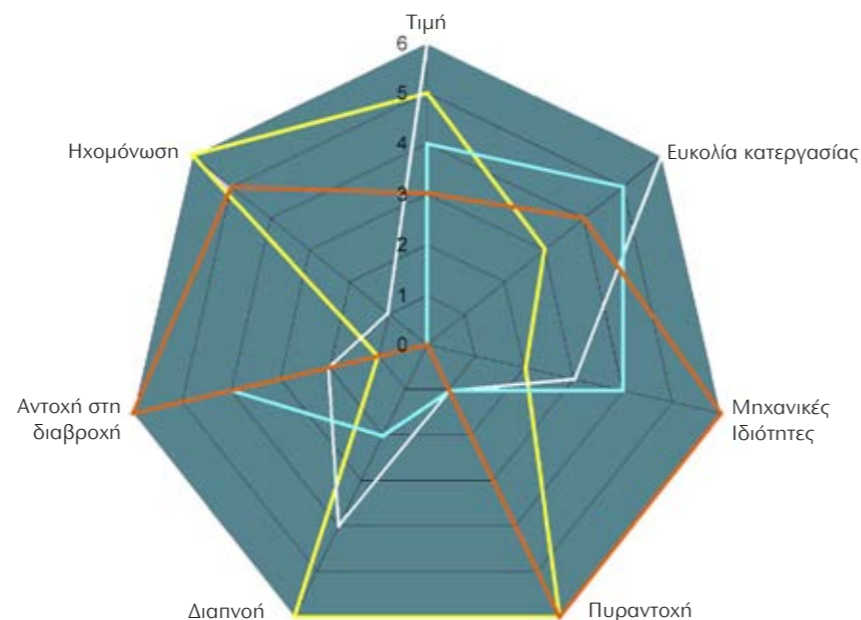
Υλικό	Αφρώδη οργανικά			Ινώδη ανόργανα		Αφρώδη ανόργανα
	Διογκωμένη Πολυστερίνη	Εξηλασμένη Πολυστερίνη	Πολυουρεθάνη	Πετροβάμβακας	Ξυλόμαλλο	
						Foamglass
Θερμική αγωγιμότητα (W/mK)	0,030 - 0,045	0,030 - 0,038	0,028 - 0,040	0,032 - 0,045	0,070 - 0,090	0,035 - 0,040
Πυραντοχή	F - E	E	F (PIR E)	A1	B1	A1
Αντοχή σε συμπίεση (kPa)	Μέχρι 250	Μέχρι 500	Μέχρι 500	Μέχρι 250	Μέχρι 500	Μέχρι 700
Υδατοαπορρόφηση	Μέχρι 3%*	Μέχρι 3%	Μέχρι 3%*	Μέχρι 3 kg/m <sup>3</sup>		Μέχρι 1%
Θερμοκρασίες εφαρμογής	-50° C έως 75° C	-50° C έως 75° C	-150° C έως 120° C	-20° C έως 1000° C	-50° C έως 300° C	800° C
Αντίσταση στη διάχυση υδρατμών	10 - 20	50 - 80	70 - 100	1 - 3	2 - 5	700

\*Ο προσδιορισμός της υδατοαπορρόφησης για τη διογκωμένη πολυστερίνη και την πολυουρεθάνη γίνεται με διαφορετικό πρότυπο απ' ό,τι για την εξηλασμένη, οπότε τα μεγέθη δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα

### Σχήμα 1. Συγκριτικά χαρακτηριστικά θερμομονωτικών υλικών

— Πετροβάμβακας — EPS — XPS — Foamglass

Εικ. 2α,β,γ,δ Κτίριο μονοκατοικίας.  
Εικ. 3 Κτίριο πολυκατοικίας.



η μηχανική αντοχή σε εφελκυσμό και ερπυσμό και η διαπνοή, αλλά απαιτείται και η συμμόρφωση προς την αυστηρότερη κατηγορία ελέγχου 2+, η οποία επιβάλλει τακτούς και πυκνούς εργαστηριακούς ελέγχους σε μηχανικές ιδιότητες και στην πυραντοχή και अपαρέγκλιτη εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας. Ακόμη, στα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης δεν αρκεί η υψηλή ποιότητα του θερμομονωτικού υλικού, αλλά είναι καθοριστικό όλα τα στοιχεία του συστήματος να συνεργάζονται μεταξύ τους αρμονικά και σε βάθος χρόνου. Γι' αυτό και το σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης πρέπει να είναι πιστοποιημένο ως μία ολοκληρωμένη λύση κατά τις απαιτήσεις της Τεχνικής Οδηγίας ETAG 004 του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Τεχνικών Εγκρίσεων (EOTA). Η πιστοποίηση πρέπει να γίνεται από κάποιο για το σκοπό αυτό διαπιστευμένο εργαστήριο και κοινοποιημένο φορέα. Τέλος, εκτός από την απαραίτητη προϋπόθεση για συνολικά πιστοποιημένα συστήματα, οφείλει κανείς να προσέξει τις υψηλές απαιτήσεις κατά την διαδικασία εφαρμογής των συστημάτων, όπου απαιτείται γνώση και προσοχή. Οι παραγωγοί που διαθέτουν στην αγορά πιστοποιημένα συστήματα θερμομόνωσης παρέχουν αναλυτικές ~~οχημικές~~ τεχνικές οδηγίες για τα συνεργεία. Καθώς, όμως, δεν υπάρχει η επαγγελματική πιστοποίηση των συνεργείων, με τον τρόπο που αυτό συμβαίνει σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες, μοιραία το βάρος για την εκπαίδευση και τη διασφάλιση της ποιότητας εργασίας του συνεργείου μεταφέρεται στους παραγωγούς (Jubiland 2009, Polykem, 2009, Sto, 2009).

**Θερμομόνωση δώματος και στέγης**  
Το δώμα αποτελεί το πιο ευπαθές δομικό στοιχείο σε ένα κτίριο. Καταπονείται από την ηλιακή ακτινοβολία, τον άνεμο, τη βροχή και το χιόνι, ενώ παράλληλα καλείται να ανταποκριθεί κατά το βέλτιστο τρόπο σε



μία σειρά από απαιτήσεις που αφορούν στον περιορισμό των θερμικών απωλειών τη χειμερινή περίοδο, στην ελαχιστοποίηση της θερμικής φόρτισης τη θερινή, στην αποφυγή φαινομένων διύγρυνσης και, αναλόγως των προδιαγραφών χρήσης, στην επισκεψιμότητα ή τη βατότητά του. Είναι επομένως κατανοητό, ότι οι κατασκευαστικές λύσεις που εφαρμόζονται στα δώματα οφείλουν να ανταποκρίνονται στις πολλαπλές ανάγκες θερμομόνωσης, ηλιοπροστασίας και στεγάνωσης. Οι λύσεις αυτές οφείλουν παράλληλα να είναι τέτοιας μορφής που να επιτρέπουν τη γρήγορη και τυποποιημένη εφαρμογή τους, προκειμένου να είναι ποιοτικά αποδεκτές και κοστολογικά ανταγωνιστικές.

Οι ευρύτερα εφαρμοζόμενες κατασκευαστικές λύσεις είναι σήμερα δύο: το συμβατικό και το αντεστραμμένο δώμα. Το συμβατικό δώμα αποτελεί την παλαιότερη τεχνολογία και εφαρμόζεται ευρύτατα στην Ελλάδα εδώ και δεκαετίες, με απο-

τέλεσμα να είναι γνωστή η συμπεριφορά του, τα σημεία στα οποία πρέπει να δίνεται προσοχή κατά την κατασκευή του καθώς και οι συνθεστέρες αιτίες αστοχίας του. Για την κατασκευή του συμβατικού δώματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξηλασμένη πολυστερίνη βαρέως τύπου, διογκωμένη πολυστερίνη υψηλής αντοχής σε θλίψη, όπως είναι το EPS 200, και πετροβάμβακας υψηλής πυκνότητας (150 kg/m<sup>3</sup>). Το αντεστραμμένο δώμα αποτελεί μία πιο πρόσφατη λύση για την Ελλάδα, αντίθετα προς την υπόλοιπη Ευρώπη, όπου οι πρώτες εφαρμογές του συναντώνται ήδη το 1966 στη Γερμανία. Κύριο χαρακτηριστικό του αντεστραμμένου δώματος είναι ότι το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται πάνω από τη στεγάνωση και όχι κάτω από αυτήν, όπως συμβαίνει στο συμβατικό δώμα. Το αντεστραμμένο δώμα παρουσιάζει μία σειρά από πλεονεκτήματα που το καθιστούν προφανή επιλογή για εφαρμογή σε υφιστάμενα κτίρια

(Παπαδόπουλος, 1998):

- Η στεγάνωση προστατεύεται από την υπερϊώδη ακτινοβολία, τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις και τις μηχανικές καταπονήσεις, που τελικά οδηγούν σε αστοχία της διαδικασίας της στεγάνωσης.
- Η τοποθέτηση των θερμομονωτικών πλακών μπορεί να διεξαχθεί ανεξαρτήτως των καιρικών συνθηκών και χωρίς να απαιτηθεί καμία προγενέστερη εργασία.
- Έχει μικρότερο βάρος και δεν αυξάνεται τόσο το ύψος της στάθμης του δώματος.
- Το κόστος κατασκευής και συντήρησης είναι μικρότερο του συμβατικού δώματος. Για τη θερμομόνωση του αντεστραμμένου δώματος το πιο ενδεδειγμένο υλικό είναι η εξηλασμένη πολυστερίνη, καθώς είναι το πλέον αδιάβροχο θερμομονωτικό υλικό. Για την τελική επικάλυψη υπάρχουν αρκετές εναλλακτικές λύσεις. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενες είναι αυτές με επικάλυψη της θερμομονωτικής στρώσης με πλάκες πεζοδρομίου ή αυτές όπου το θερμομονωτικό υλικό παράγεται απευθείας με τελική επίστρωση ειδικής τσιμεντοκονίας, οπότε είναι έτοιμο προς τοποθέτηση. Τα τελευταία χρόνια αυξάνεται και στην Ελλάδα ο αριθμός των αντεστραμμένων δωματίων, που διαμορφώνονται ως κήποι για λόγους λειτουργικούς, αισθητικούς και περιβαλλοντολογικούς, οδηγώντας στην ειδική λύση του φυτεμένου δώματος. Στην περίπτωση της θερμομόνωσης υφιστάμενης στέγης η θερμομόνωση τοποθετείται κατά κανόνα εξωτερικά, ανάμεσα στις τεγίδες, αφού αφαιρεθούν τα κεραμίδια, τα οποία και στη συνέχεια επανατοποθετούνται. Στην περίπτωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθούν εξίσου καλά η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη και ο πετροβάμβακας, με την έμφαση να δίνεται στην επίτευξη της βέλτιστης θερμομονωτικής απόδοσης, σε σχέση πάντα και με το κόστος της λύσης.

#### Επιλογή θερμομονωτικού υλικού

Σε κάθε περίπτωση, τόσο στην εξωτερική θερμομόνωση, όσο και στο δώμα ή στη στέγη, η επιλογή θερμομονωτικού υλικού δεν μπορεί να γίνεται στη βάση γενικόλογων προσεγγίσεων. Τα σύγχρονα θερμομονωτικά υλικά μπορούν να καλύψουν ένα εξαιρετικά ευρύ φάσμα απαιτήσεων, αλλά κανένα υλικό δεν μπορεί να καλύψει όλες τις απαιτήσεις ταυτόχρονα. Όπως φαίνεται από τα παραπάνω στοιχεία στον πίνακα 1, όλα τα υλικά έχουν ένα ευρύ φάσμα ιδιοτήτων, άρα πρέπει να συγκρίνουμε τους συγκεκριμένους τύπους υλικού για κάθε εφαρμογή. Αν το υλικό οφείλει να είναι απολύτως άφλεκτο, τότε η επιλογή είναι πετροβάμβακας ή Foamglass. Αν, όμως, το υλικό οφείλει να είναι άφλεκτο και με υψηλές ιδιότητες μηχανικής αντοχής τότε πρέπει να είναι Foamglass. Αν το υλικό οφείλει να είναι άφλεκτο και υδρατμοδιαπερατό τότε οφείλει να είναι πετροβάμβα-

κας. Αν, όμως, πρέπει να είναι υδρατμοδιαπερατό και με το ελάχιστο λ, τότε πρέπει να είναι διογκωμένη πολυστερίνη (τύπου Neopor). Αν, τέλος, οφείλει να είναι υδρόφοβο και με το ελάχιστο λ, τότε πρέπει να είναι εξηλασμένη πολυστερίνη. Επειδή, όμως, κατά κανόνα δεν ανακλύπουν τόσο ακραίες περιπτώσεις, οφείλουμε να συνεκτιμήσουμε κι άλλες παραμέτρους, όπως είναι η ευκολία κατεργασίας ή η ηχομόνωση, ενώ κανείς βέβαια δεν μπορεί να παραβλέψει την τιμή. Μία ποιοτική απεικόνιση της πολυκριτηριακής προσέγγισης της επιλογής δίνεται στο σχήμα 1. Σε κάθε περίπτωση, ο μελετητής ή και ο κατασκευαστής έχουν πάντα το δικαίωμα να ζητούν από τον παραγωγό να τους επιδείξει, όχι μόνο τις δηλώσεις συμμόρφωσης για το CE, αλλά και τα πιστοποιητικά ελέγχου από τα κοινοποιημένα εργαστήρια στα



οποία έγινε ο αρχικός έλεγχος (Initial Type Test) των προϊόντων. Κυρίως, όμως, να ζητήσουν από το τμήμα τεχνικής υποστήριξης που κάθε συνεπής βιομηχανία παραγωγής δομικών υλικών οφείλει να έχει, να προτείνει τεκμηριωμένα λύσεις στα συγκεκριμένα προβλήματα.

#### Αντικατάσταση κουφωμάτων

Ο ρόλος των σύγχρονων, με υψηλές θερμομονωτικές προδιαγραφές, κουφωμάτων στην ποιότητα του κτιρίου είναι καθοριστικός: Διασφαλίζουν τη θερμική άνεση, καθώς επιτυγχάνουν υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες το χειμώνα, αλλά και αποτρέπουν την υπερθέρμανση το καλοκαίρι. Συντελούν καθοριστικά στην ηχομόνωση αλλά και στην αποφυγή θαμβώσεων. Τέλος, μειώνουν στο ελάχιστο τον ακούσιο αερισμό, χάρη στην υψηλή αεροστεγανότητά τους, ενώ επιτρέπουν, χάρη στους μηχανισμούς τους, τον ασφαλή και ελεγχόμενο εκούσιο αερισμό. Κι όλα αυτά συμ-

βάλλοντας αποφασιστικά στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και για δροσισμό. Τα χαρακτηριστικά αυτά, τα οποία διαθέτουν όλα τα σύγχρονα κουφώματα, έχουν γίνει κατανοητά από τους μελετητές αλλά και το ευρύ κοινό, και γι' αυτό τα κουφώματα υψηλής ποιότητας συναντώνται πλέον σε πολλές καινούριες κατασκευές. Στα υφιστάμενα κτίρια η αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων με σύγχρονα, υψηλής ενεργειακής απόδοσης, κατά προτίμηση ανοιγόμενα κουφώματα, με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα χαμηλού συντελεστή εκπομπής, με συντελεστή θερμικής διαπερατότητας της τάξης των 2 W/m<sup>2</sup>K, αποτελεί αναπόσπαστο βήμα για την ενεργειακή τους αναβάθμιση. Αυτό προκύπτει ανάγλυφα και από το γεγονός ότι η αντικατάσταση κουφωμάτων είναι, εδώ και περίπου 20 χρό-

από την 01/03/2007. Βεβαίως, όπως και στη θερμομόνωση, είναι κι εδώ καθοριστικό το ζήτημα της διασφάλισης της ποιότητας εργασίας των εφαρμοστών.

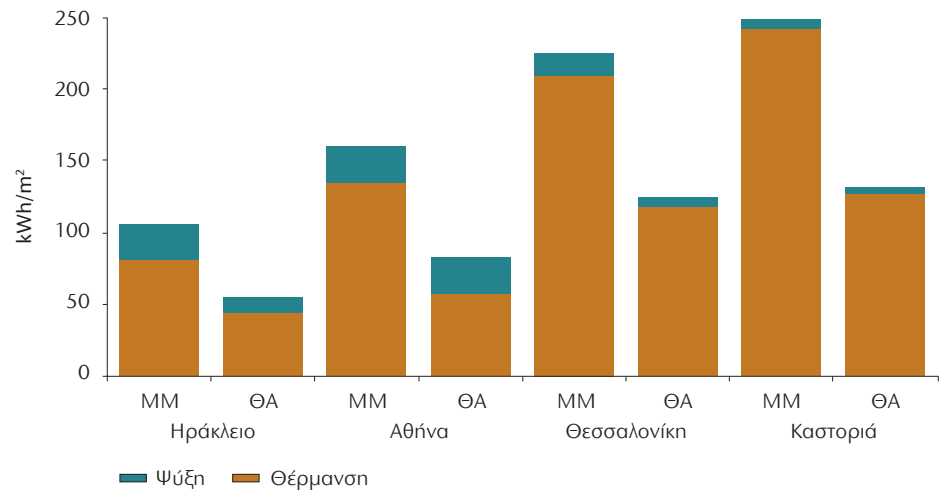
### Οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας και η σκοπιμότητα των παρεμβάσεων

Στο Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Α.Π.Θ. έγινε η διερεύνηση του δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας σε μη θερμομονωμένα κτίρια, με χρήση ολοκληρωμένων συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης, θερμομόνωση του δώματος και χρήση υψηλής ποιότητας κουφωμάτων αλουμινίου. Η διερεύνηση αφορούσε τυπικές μονοκατοικίες και πολυκατοικίες, όπως φαίνονται στις εικόνες 1a,b,c,d και 2. Μερικά από τα κυριότερα συμπεράσματα μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Η επίδραση της αναδρομικής θερμομόνωσης και της αντικατάστασης κουφωμάτων στα θερμοαντικά φορτία είναι καθοριστική, ιδίως στη Βόρεια Ελλάδα, οδηγώντας σε μείωση της κατανάλωσης για θέρμανση κατά έως και 54%.
- Η επίδραση των δύο αυτών μέτρων στα ψυκτικά φορτία είναι καθοριστική, περισσότερο στη Νότια Ελλάδα, οδηγώντας σε μείωση της κατανάλωσης για ψύξη κατά έως και 63%.
- Συνολικά, σε ένα τυπικό κτίριο κατοικίας, μπορεί να επιτευχθεί μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη από 48% έως 55%, ανάλογα με το κτίριο και την κλιματική ζώνη.

Η συνολικά επιτυγχανόμενη μείωση της κατανάλωσης, ανάλογα με το σε ποια κλιματική ζώνη της χώρας βρισκόμαστε, αποτυπώνεται στη γραφική παράσταση 1. Σε ό,τι αφορά την οικονομοτεχνική αξιολόγηση των παρεμβάσεων, πρόκειται για παρεμβάσεις με αρκετά υψηλό αρχικό κόστος, της τάξης των 12.000€ ανά διαμέρισμα στην πολυκατοικία και των 20.000€ στη μονοκατοικία. Είναι, ωστόσο, μία σα-

**Γραφική παράσταση 1. Μείωση κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη μονοκατοικίας στις τέσσερις κλιματικές ζώνες της χώρας**



φώς σκόπιμη επένδυση, η οποία αποσβένεται, ανάλογα με το ρυθμό μεταβολής του κόστους των καυσίμων, σε 5 έως 10 χρόνια ενώ επιτυγχάνει επιτόκια απόδοσης του επενδυομένου κεφαλαίου από 6 έως 16%. Ταυτόχρονα, αποτελεί μία δράση που έχει άμεσο θετικό αντίκτυπο στην αξία ενοικίασης ή πώλησης του ακινήτου, καθώς οι παρεμβάσεις αποτελούν το κύριο βήμα μίας συνολικής ανάπλαση του ακινήτου.

### Συμπεράσματα

Αν δεχτούμε ότι στόχος μίας φιλόδοξης μεν, ρεαλιστικής δε, πολιτικής αναβάθμισης του κτιριακού αποθέματος είναι η μείωση της κατανάλωσης των προ το 1980 κατασκευασμένων κτιρίων στο μισό, ώστε να είναι συγκρίσιμα με τα σημερινά κτίρια, και θέτοντας ταυτόχρονα ως ζητούμενο την ουσιαστική αναβάθμιση των συνθηκών θερμικής, ακουστικής και οπτικής άνεσης, τότε η αναδρομική θερμομόνωση των τοίχων και της οροφής και η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων οδηγεί στην επίτευξη περισσότερο από το 50% του στόχου. Προϋπόθεση για όλα αυτά αποτελεί η τεκμηριωμένη ενεργειακή μελέτη του κτιρίου, η χρήση πιστοποιημένων, σύμφωνα με τα ισχύοντα ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα, θερμομονωτικών λύσεων και κουφωμάτων, που να φέρουν σήματα συμμόρφωσης (CE) και ποιότητας, αλλά και η εφαρμογή των υλικών από κατάλληλα εκπαιδευμένα συνεργεία. Στο πνεύμα της ολιστικής προσέγγισης, την οποία η διαχείριση του κτιριακού αποθέματος οφείλει να έχει, η αντικατάσταση των κουφωμάτων και η αναδρομική θερμομόνωση των συμπαγών δομικών στοιχείων αποτελούν καθοριστικής σημασίας παρεμβάσεις. Η πρόσφατη κίνηση του Υπουργείου Ανάπτυξης για την ενίσχυση αυτών των παρεμβάσεων αποτελεί μία σωστή πρωτοβουλία. Για την ακρίβεια είναι η πρώτη πρωτοβουλία εξοικονόμησης ενέργειας που να αφορά τον απλό πολίτη, με οφέλη που είναι πολλαπλά: Θα βελτιωθούν οι συνθήκες ζωής και θα μειωθεί η ενεργειακή δαπάνη όσων ζουν στα παλιά κτίρια. Θα περιοριστεί η άσκοπη κατανάλωση ενέργειας και θα μειωθεί η εκπομπή αερίων ρύπων. Τέλος, θα στηριχτεί ένας από τους λίγους παραγωγικούς κλάδους, που δημιουργεί θέσεις εργασίας. Ευχή όλων όσοι δραστηριοποιούμαστε στο χώρο, είναι η υλοποίηση της δράσης να είναι άμεση και χωρίς γραφειοκρατικές τριβές.

### Βιβλιογραφία - αναφορές

- Θεοδωρίδου Ι., Αραβαντινού - Τζέ Π., Παπαδόπουλος Α.Μ., Ανάλυση του ελληνικού κτιριακού αποθέματος και οι προοπτικές εξοικονόμησης ενέργειας, 9ο Εθνικό Συνέδριο για Ηπιες Μορφές Ενέργειας, Πάφος, 26-28.03.09. • Παπαδόπουλος Α. (1998), Αντεστραμμένο δώμα: Η συμπεριφορά της εξηλασμένης πολυστυρόλης στο χρόνο, *Τεχνικά Χρονικά, Επιστημονική Έκδοση I*, 18, 1, 53-63 • Παπαδόπουλος Μ., Καλλιτσάντης Αν., Εξωτερική τοιχοποιία και θερμομόνωση - Συγκριτική μελέτη των δυνατών κατασκευαστικών λύσεων με τα σημερινά ελληνικά δεδομένα, *Τεχνικά Χρονικά* 1/1977, 76-85. • Gerken D., Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) im Wohnungsbau, *BAUFORSCHUNG FÜR DIE PRAXIS*, Band 32, Institut für Bauforschung e.V., Hannover, 1997, 225-228 • Papadopoulos M., Axarli K., Tompazis A., Damianidis A. and Kyrimlidis D., Thermal insulation of buildings in the Solar Village III Project in Athens, a case study, *Proceedings of the International Symposium on Energy and the Building Envelope*, Thessaloniki, April 22-25, 1986, Thessaloniki, Greece, 273-280. • Papadopoulos A. M., Giama E., Environmental performance evaluation of thermal insulation materials and its impact on the building, *Building and Environment*, Volume 42, Issue 5, (2007), 2178-2187. • Papadopoulos A. M., Oxizidis S., Papathanasiou L., Developing a new library of materials and structural elements for the simulative evaluation of buildings' energy performance, *Building and Environment*, 43, 5, (2008), 710-719 • <http://www.jubiland.gr/el/sistimata/jubizol.html> (Ιούλιος 2009) • <http://www.polykem.gr/templates/main/main.php?sid=14> (Ιούλιος 2009) • [http://www.stohellas.gr/evo/web/sto/18192\\_GR.htm](http://www.stohellas.gr/evo/web/sto/18192_GR.htm) (Ιούλιος 2009)