

GREENbanking 4Life

ΟΔΗΓΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΗΣ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



«Οδηγός εξοικονόμησης
ενέργειας της Τράπεζας
Πειραιώς», Αθήνα, 2008

 **ΤΡΑΠΕΖΑ
ΠΕΙΡΑΙΩΣ**



Ομάδα σύνταξης και επιμέλειας:

Πριμικήρη Ελένη- Υπεύθυνη Διαχείρισης Επιχειρησιακών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων
Ψωμάς Στέλιος - Σύμβουλος της Τράπεζας Πειραιώς σε Περιβαλλοντικά Θέματα

Ομάδα Εργασίας:

ΤΡΑΠΕΖΑ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

επικοινωνία: greenbanking@piraeusbank.gr

ΤΟΜΕΑΣ ΕΤΑΙΡΙΚΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Στάικου Σοφία, Πρόεδρος Πολιτιστικού Ιδρύματος Ομίλου Πειραιώς,
Υπεύθυνη Τομέα Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης

ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ

Ζάβρας Βρασίδης, Υπεύθυνος Υπηρεσίας Περιβαλλοντικών Θεμάτων
Ξενογιάννη Φωτεινή, Υπεύθυνη Διαχείρισης Λειτουργικών Περιβαλλοντικών
Επιπτώσεων της Τράπεζας Πειραιώς

Δημόπουλος Δημήτρης, Υπεύθυνος Εκπαίδευσης και Επικοινωνίας
Περιβαλλοντικών θεμάτων

Πατρώνος Πέτρος, Νομικός Σύμβουλος σε Θέματα Περιβάλλοντος
Γκόβας Βασίλης

Χορμόβα Μαγδαληνή

Δ/ΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ & ΕΠΙΜΕΛΗΤΕΙΑΣ

Μπαλόγλου Λεία, Διευθύντρια Δ/νσης Τεχνικών Έργων

Σταθάκης Μιχάλης, Assistant Manager Δ/νσης Τεχνικών Έργων

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ

επικοινωνία: info@ecorec.gr

Κυρκίτσος Φίλιππος
Δαλαμάγκα Αντιγόνη
Χρυσόγελος Νίκος

Copyright notice

All rights reserved. This report or part of it may be used only after the permission of PIRAEUS BANK and / or the European Commission (D.G. ENVIRONMENT).

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
I. Θεωρία: Επεμβάσεις σε τρεις κατηγορίες	6
A. Επεμβάσεις στο ίδιο το κτήριο, στο κέλυφος και την κατασκευή του	6
B. Επεμβάσεις με την χρήση Παθητικών Συστημάτων (τοίχοι Trombe, water walls, κ.λ.π.)	8
C. Επεμβάσεις με την χρήση Ενεργητικών Συστημάτων (φωτοβολταϊκά κ.λ.π.)	15
II. Πρακτικά: Πρακτική Εφαρμογή Στρατηγικών	22
A. Αναλυτική περιγραφή εφαρμογής επεμβάσεων και υπολογισμός Κόστους	22
B. Προδιαγραφές υλικών και συστημάτων	31
III. Case Studies: Μελέτες εφαρμογής	53
A. Μελέτη εφαρμογής Φωτοβολταϊκών σε 4 κτήρια της Τράπεζας Πειραιώς	53
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	57
ΠΗΓΕΣ	62

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κτιριακός τομέας (οικιακός και τριτογενής) καταναλώνει το ένα τρίτο περίπου των συνολικών ενεργειακών πόρων στη χώρα, συμβάλλοντας κατά 40% περίπου στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Περίπου 7,5 εκατ. τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) καταναλώνονται ετησίως στον κτιριακό τομέα για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη και λειτουργία των απαραίτητων ηλεκτρικών συσκευών. Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτήρια, είναι ιδιαίτερα σημαντική. Στο πλαίσιο της προσπάθειας για βιώσιμη ανάπτυξη μπορεί να επιτευχθεί σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO₂ μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού και την εφαρμογή ενεργειακών τεχνολογιών στο δομημένο περιβάλλον.

Σχεδιάζοντας ένα κτήριο ή ένα συγκρότημα κτηρίων, είναι σημαντικό να θεωρούμε πως πρόκειται για ένα βιώσιμο σύστημα το οποίο έχει άμεση σχέση με το γύρω περιβάλλον και επηρεάζεται από τις καθημερινές και τις διαχρονικές αλλαγές του κλίματος, αλλά και τις ανάγκες των χρηστών μέσα και έξω από το κτήριο. Αυτό σημαίνει την δημιουργία κτηρίων λαμβάνοντας υπόψη μία σειρά από περιβαλλοντικούς παραμέτρους προκειμένου να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση.

Οι παράγοντες αυτοί όπως το κλίμα, ο αέρας, ο ήλιος, το έδαφος, η βλάστηση μπορούν να αποκτήσουν συγκεκριμένο ρόλο στη λειτουργία ενός κτηρίου. Θέματα όπως το κλίμα και η επίδρασή του στον άνθρωπο-κτήριο, οι στρατηγικές θέρμανσης-ψύξης, τα παθητικά και ενεργητικά συστήματα θέρμανσης-ψύξης καθώς και ο φυσικός και τεχνητός φωτισμός κτηρίων είναι μερικά από αυτά που θα μπορούσε ένας χρήστης, ένας αρχιτέκτονας, ή οποιοσδήποτε να εφαρμόσει σε ένα κτήριο, ή ένα συγκρότημα κτηρίων προκειμένου αυτά να αποδίδουν ενεργειακά σωστά.

Τέτοιες επεμβάσεις, που βοηθούν στη βελτίωση της βιοκλιματικής συμπεριφοράς κτηρίων που είτε προϋπάρχουν, είτε είναι νέα, αποτελεί η εξοικονόμηση ενέργειας με επεμβάσεις στο κέλυφος του κτηρίου και όχι μόνον. Επιπλέον εφαρμογές παθητικών και ενεργητικών συστημάτων βοηθούν όχι μόνο στην μείωση της κατανάλωσης, αλλά συμβάλλουν στο ενεργειακό ισοζύγιο. Σε κάθε περίπτωση, προτάσεις για τη μορφολογία των κτηρίων πρέπει να γίνονται, προκειμένου να διασφαλίζεται ο φυσικός αερισμός και φωτισμός, η διάχυσή αυτών στον χώρο, καθώς και η θερμική και η οπτική άνεση του χρήστη με απώτερο σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος.

Λαμβάνοντας όλα αυτά υπόψη, και εφαρμόζοντας μερικές από τις προτεινόμενες στρατηγικές είναι σίγουρο πως μπορούμε να μιλάμε για χώρους υγιείς και θερμικά και οπτικά άνετους.

Η Οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (2002/91/EK, 16/12/2002), απαιτεί τα νέα κτήρια να πληρούν ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που καθορίζει το κάθε κράτος μέλος σύμφωνα με μια κοινή μεθοδολογία. Τα υπάρχοντα κτήρια

άνω των 1.000 τ.μ. τα οποία υποβάλλονται σε μεγάλης έκτασης ανακαίνιση, πρέπει επίσης να πληρούν αυτές τις ελάχιστες απαιτήσεις και, όταν κατασκευάζονται, πωλούνται ή μισθώνονται, να εκδίδεται πιστοποιητικό επιδόσεων. Σημειώνεται ότι οι υποχρεώσεις της Οδηγίας ξεκίνησαν από τις 4.1.2006 και η Ελλάδα που δεν ενσωμάτωσε έγκαιρα την Οδηγία στο εθνικό δίκαιο, καταδικάστηκε ήδη από την ΕΕ και καθυστερημένα πλέον καλείται να εφαρμόσει τη σημαντική αυτή ρύθμιση (Παράρτημα). Η Οδηγία αυτή:

- Θέτει τις βάσεις για μια κοινή μεθοδολογία για την αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων.
- Ορίζει την υποχρέωση για ενεργειακή σήμανση των κτηρίων με έμφαση στο δημόσιο τομέα.
- Θέτει ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τα νέα κτήρια, καθώς και για την ανακαίνιση παλαιών κτηρίων μεγάλης επιφάνειας.
- Επιβάλλει ελέγχους απόδοσης των καυστήρων και της θερμομόνωσης των κτηρίων.
- Επιβάλλει στους ιδιοκτήτες μεγάλων ακινήτων (συνολικής επιφάνειας άνω των 1.000 τ.μ.) που ανακαινίζουν τα κτήριά τους, την υποχρέωση να προχωρήσουν σε εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης σε περίπτωση που το κόστος της ανακαίνισης ξεπερνά το 25% της αξίας του ακινήτου.
- Ενθαρρύνει τη χρήση ηλιακών συστημάτων και άλλων εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), καθώς και την προώθηση της συμπαραγωγής και συστημάτων τηλεθέρμανσης-τηλεψύξης.

Η Επιτροπή υιοθέτησε επίσης Οδηγία (2006/32/EK, 5/04/2006) για την προώθηση της ενεργειακής απόδοσης της τελικής χρήσης και την παροχή υπηρεσιών στον τομέα της ενέργειας, ώστε να υποστηριχθεί η ευρεία ανάπτυξη της ενεργειακής απόδοσης και οι φορείς παροχής στον τομέα της ενέργειας να μην πωλούν απλώς ενέργεια, αλλά να βοηθούν τους πελάτες τους να βελτιώσουν την ενεργειακή τους απόδοση και τη διαχείριση των ενεργειακών τους αναγκών. Μακροπρόθεσμα, στόχος της οδηγίας είναι η αλλαγή του τρόπου διάθεσης της ενέργειας στην αγορά, οδηγώντας σε μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Εννέα χρόνια μετά την εφαρμογή της οδηγίας τα κράτη μέλη θα πρέπει να έχουν εξοικονομήσει το 9% της ενέργειας που παρέχεται στους τελικούς χρήστες. Τα κράτη μέλη έχουν όμως την δυνατότητα να θεσπίσουν πιο φιλόδοξους στόχους.

Σύμφωνα με την Οδηγία αυτή, τα κράτη μέλη θα πρέπει να υιοθετήσουν τρία πολυετή Σχέδια Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης. Το πρώτο τέτοιο σχέδιο, που θα έπρεπε να υποβληθεί όχι αργότερα από τις 30 Ιουνίου 2007, θα περιλάμβανε και έναν ενδιάμεσο εθνικό ενδεικτικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας για το τρίτο έτος εφαρμογής της Οδηγίας. Το δεύτερο σχέδιο θα υποβληθεί μέχρι τις 30 Ιουνίου 2011 και το τρίτο μέχρι τις 30 Ιουνίου 2014. Και στα τρία σχέδια πάντως τα κράτη μέλη θα πρέπει να περιγράψουν τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που θα λάβουν για την εκπλήρωση των στόχων της Οδηγίας. Το αργότερο δυο έτη μετά την έναρξη ισχύος της οδηγίας τα κράτη μέλη θα πρέπει να έχουν συμμορφωθεί με τις διατάξεις της.

I. ΘΕΩΡΙΑ: Βιοκλιματικές επεμβάσεις σε τρεις κατηγορίες

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτηρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών-υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποδίδεται με τους παρακάτω τρόπους:

- Εξοικονόμηση ενέργειας από την σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων.
- Παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτηρίου.
- Δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι).
- Διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά την χρήση του κτηρίου.

Οι ενέργειες προς αυτή την κατεύθυνση χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: επεμβάσεις στο κέλυφος του κτηρίου, εφαρμογή παθητικών συστημάτων και εφαρμογή ενεργειακών συστημάτων.

A. Επεμβάσεις στο κέλυφος του κτηρίου

Για το κέλυφος του κτηρίου το μόνο που υπάρχει πέρα από τον ΓΟΚ είναι ο κανονισμός θερμομόνωσης που ισχύει από το 1979. Ο νόμος αυτός, όχι απλώς έχει ξεπεραστεί, αλλά έχει αφήσει εξαρχής εκτός παρεμβάσεις σε υφιστάμενα κτήρια προκειμένου να βελτιωθεί η ενεργειακή τους απόδοση. Τα υφιστάμενα κτήρια αποτελούν όμως την πλειοψηφία του κτηριακού αποθέματος και συνεπώς θα έπρεπε να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση και βαρύτητα σ' αυτά. Βεβαίως οι στρατηγικές και παρεμβάσεις που προτείνονται εδώ, μπορούν εύκολα να εφαρμοστούν και στα νέα κτίσματα. Οι βασικές παρεμβάσεις που μπορεί και πρέπει κανείς να εφαρμόσει, προκειμένου να εξοικονομήσει ενέργεια, αφορούν:

1. οικοδομικές επεμβάσεις στο κτηριακό κέλυφος, και
2. επεμβάσεις στον μηχανολογικό εξοπλισμό

Όπως αναφέρεται στην βιβλιογραφία¹, οι πρώτες επεμβάσεις θα πρέπει, πέραν της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, να στοχεύουν και στα εξής:

- Να ακολουθούν και να εναρμονίζονται με την υπάρχουσα αρχιτεκτονική του κτηρίου, αποφεύγοντας κατά το δυνατόν αλλοιώσεις που αλλάζουν τη φυσιολογία του, εκτός αν η απόφαση για επέμβαση αποβλέπει και επιτρέπεται νομικά προς αυτό το σκοπό.
- Να προκύπτουν ως αποτέλεσμα ολοκληρωμένης μελέτης όπου έχει υπολογιστεί η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου και έχει προσδιοριστεί ο τρόπος κατανομής των θερμικών απωλειών και κερδών από τα διάφορα δομικά στοιχεία του κελύφους.
- Να λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαιτερότητες του κτηρίου και των χρηστών.
- Να είναι ρεαλιστικές από οικονομική άποψη.

Οι επεμβάσεις, λοιπόν, στα κτηριακά κελύφη, γίνονται με σκοπό την αποφυγή θερμικών απωλειών του χειμώνα, και θερμικών κερδών του καλοκαιριού, και μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες:

a. Επεμβάσεις στα κουφώματα και τα υαλοστάσια¹

- Σφράγιση των αρμών μεταξύ τοίχων και κάσας κουφωμάτων για την αποφυγή της δημιουργίας του φαινόμενου θερμογέφυρας.
- Βελτίωση της αεροστεγανότητας των αρμών μεταξύ κινητών και ακίνητων φύλλων των κουφωμάτων.
- Αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς ή ακόμη καλύτερα με υαλοπίνακες χαμηλής εκπεψιμότητας (low-e).
- Τοποθέτηση και δεύτερου κουφώματος.
- Μετατροπή ορισμένων κουφωμάτων από κινητά σε ακίνητα και αντιστρόφως ή και χρήση ανοιγόμενων.
- Τοποθέτηση μηχανισμού επαναφοράς των θυρών.

b. Επεμβάσεις στα αδιαφανή δομικά στοιχεία¹

- Θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων (από την εξωτερική ή εσωτερική τους όψη).
- Θερμομόνωση των κιβωτίων των ρολών των παραθύρων.
- Θερμομόνωση του δώματος και των εσοχών των ορόφων.
- Θερμομόνωση της οροφής κάτω από τη στέγη.
- Θερμομόνωση της οροφής των υπόστυλων χώρων ή της οροφής του υπογείου.
- Θερμομόνωση δαπέδου επί του εδάφους.

¹ Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν.: 'Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Θεσσαλονίκη 1996

B. Εφαρμογές παθητικών συστημάτων

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτήρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτηρίων. Ουσιαστικά, πρόκειται για συστήματα τα οποία αξιοποιούν τις φυσικές πηγές (ήλιο, άνεμο, κ.ά.) για τη θέρμανση ή ψύξη του κτηρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την κατάλληλη αποθήκευση και διανομή της ενέργειας μέσα στους χώρους. Όταν τα παθητικά συστήματα υποβοηθούνται από μηχανικό σύστημα μικρής χαμηλής κατανάλωσης (π.χ. ανεμιστήρα) ονομάζονται υβριδικά.

Στόχος της επιλογής και της διαστασιολόγησης των παθητικών συστημάτων είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο του έτους. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτηρίου με νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30° ανατολικά ή δυτικά του καθαρού Νότου.

a. Βασικοί κανόνες σχεδιασμού για παθητικά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι συνήθως απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους είναι πολύ συχνά κοινά οικοδομικά υλικά. Ο βασικός τους σκοπός είναι η συλλογή ηλιακής ενέργειας, η αποθήκευσή της και η διανομή της στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου.

Οι τρεις βασικές συνθήκες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την κατασκευή των παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης είναι οι εξής:

- Το κτίριο πρέπει να έχει νότιο προσανατολισμό με απόκλιση $\pm 25^\circ$.
- Το κτίριο πρέπει να έχει σχεδιαστεί με ενεργειακά κριτήρια.
- Το κέλυφος πρέπει να είναι καλά μονωμένο, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες.

Ειδική προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην περίπτωση των κτηρίων στα οποία έχουν ενσωματωθεί παθητικά ηλιακά συστήματα έτσι ώστε να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα (σκίαση, φυσικός αερισμός κλπ.) για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.

b. Βασικοί κανόνες σχεδιασμού για παθητικά συστήματα

Δύο βασικά στοιχεία χρειάζονται για την παθητική ψύξη

- Αερισμός
- Ανοιγόμενα παράθυρα

Επιπλέον είναι απαραίτητη η χρήση τους σε κλίματα χωρίς υγρασία με την απαραίτητη χρήση φυσικού αερισμού.

c. Τύποι παθητικών συστημάτων

Οι τύποι των παθητικών συστημάτων είναι 3:

1. Άμεσου /Κέρδους

Ο χώρος διαβίωσης είναι ο χώρος που συλλέγει τις ακτίνες του χειμερινού ήλιου, που αποθηκεύει και που διανέμει την θερμότητα έχει νότιο προσανατολισμό και απορροφά 60-75% της ακτινοβολίας που δέχεται η γυάλινη επιφάνεια

2. Έμμεσου Κέρδους:

Ο χώρος διαβίωσης διαμέσου θερμικής μάζας αποθηκεύει την ενέργεια. Τέτοια συστήματα είναι οι τοίχοι θερμικής μάζας (π.χ. Τοίχοι Trombe), ηλιακή στέγη, τοίχοι νερού, θερμοκήπια

3. Απομονωμένου Κέρδους:

Έμμεσο κέρδος κατά το οποίο το στοιχείο που αποθηκεύει την θερμότητα και ο χώρος διαβίωσης είναι χωρισμένοι από μια μεγάλη απόσταση

Μερικές επεμβάσεις, με την εφαρμογή παθητικών συστημάτων σε υφιστάμενα κτήρια ή σε νέα είναι:

- Δημιουργία προθαλάμου ανάσχεσης της ροής θερμότητας από την είσοδο του κτηρίου.
- Ενσωμάτωση συστημάτων θερμικής μάζας (Τοίχοι Trombe, τοίχοι και οροφές νερού, πράσινες στέγες, κ.λ.π.)
- Χρήση ηλιακής καμινάδας
- Τοποθέτηση εσωτερικών ή εξωτερικών συστημάτων ηλιοπροστασίας.
- Χρήση ανοιγμάτων και ανοιγόμενων παραθύρων για επίτευξη ψύξης και εξαερισμού

Παραδείγματα

Παρουσιάζονται παρακάτω μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα εφαρμογής παθητικών συστημάτων:

a. Πράσινες Στέγες

Η ιδέα φύτευσης των ταρατσών ώστε να λειτουργούν ως φυσικά φίλτρα και ως πνεύμονες πρασίνου μέσα στον αστικό ιστό, κερδίζει συνεχώς έδαφος σε πολλές χώρες του κόσμου, σε κάποιες πόλεις μάλιστα οι πράσινες στέγες επιβάλλονται και από τη νομοθεσία. Τα κόστη δεν είναι απαγορευτικά, αντίθετα τα οφέλη είναι αναμφισβήτητα.

Οι πράσινες στέγες βελτιώνουν την ποιότητα του εισπνεόμενου αέρα (παράγουν οξυγόνο, φιλτράρουν τη σκόνη), συμβάλλουν στην άμβλυση του φαινομένου της αστικής νησίδας θερμότητας (το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας στο κέντρο της πόλης σε σχέση με τα προάστια λόγω αστικοποίησης), συμβάλλουν στην ορθολογική διαχείριση του νερού και παρέχουν χρήσιμο χώρο στην εκτοπισμένη από τις πόλεις άγρια ζωή.

Πέραν τούτου, προσφέρουν εξαιρετική θερμομόνωση, υγρασιμότητα και ηχομόνωση. Σε ένα καλά μονωμένο κτήριο η χρήση του κλιματιστικού και του καλοριφέρ μειώνεται. Μια

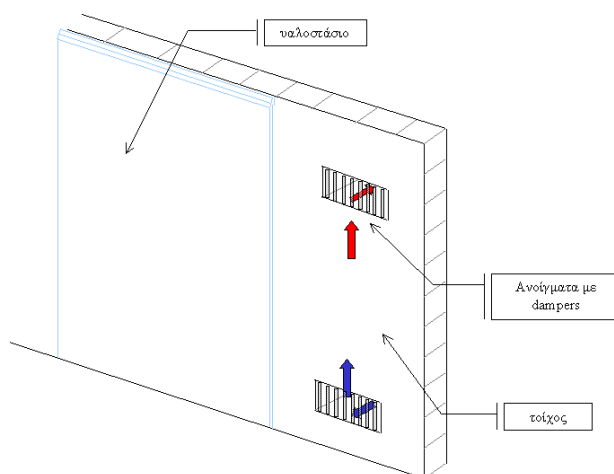
πράσινη στέγη προστατεύει επίσης την ταράτσα από εξωτερικούς φθοροποιούς παράγοντες και επιμηκύνει τη διάρκεια ζωής της.

Τέλος, οι πράσινες στέγες, αξιοποιώντας αχρησιμοποίητους χώρους, παρέχουν μέρη για ψυχαγωγία, χαλάρωση ή/και κοινωνικοποίηση. Επιπλέον αισθητικά, προσδίδουν μία ευχάριστη εικόνα στο αστικό τοπίο.

b. Τοίχοι Θερμικής Μάζας

Ο τοίχος μάζας συνδυάζει συλλογή, αποθήκευση και μετάδοση της ηλιακής ενέργειας σε έναν “υαλόφρακτο τοίχο”. Κατασκευάζεται από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και τοποθετείται κυρίως στην νότια πλευρά του κτιρίου. Ένα υαλοστάσιο τοποθετημένο σε απόσταση 10-15 εκατοστών από αυτόν προς την εξωτερική του πλευρά, χρησιμεύει για την δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ο τοίχος μάζας είναι ένα παθητικό ηλιακό σύστημα το οποίο επιτελεί ταυτόχρονα τρεις λειτουργίες:

1. Συγκεντρώνει την ηλιακή ενέργεια, όπως ένας κλασικός ενεργητικός ηλιακός συλλέκτης.
2. Η ηλιακή ενέργεια απορροφάται από τον τοίχο, και η επιφανειακή του θερμοκρασία αυξάνει, προκαλώντας επίσης αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα στον ενδιάμεσο χώρο μεταξύ του τοίχου και του υαλοπίνακα.
3. Η θερμότητα, η οποία απορροφάται από τον τοίχο, μεταδίδεται με αγωγή και στη συνέχεια με μεταφορά στα εσωτερικά δωμάτια του κτιρίου. Ταυτόχρονα, ο θερμός αέρας μπορεί να μεταφερθεί από τον ενδιάμεσο χώρο προς το εσωτερικό είτε παθητικά (με φυσική κυκλοφορία) είτε ενεργητικά (με μηχανικό αερισμό).



Εικόνα 1. Τοίχος Trombe²

² REASURE: “Establishment of Regional Design Advice & Support Units to Promote Use of Renewable Energy in Buildings by Local Actors”, EUROPEAN COMMISSION - DIRECTORATE-GENERAL FOR ENERGY AND TRANSPORT, Contract No: 4.1030/Z/01-056/2001

Τα πλεονεκτήματα του τοίχου μάζας είναι:

- Ο τοίχος μάζας είναι ένας απλός ηλιακός συλλέκτης που δεν προκαλεί προβλήματα θάμβωσης στο κτίριο.
- Η μεγάλη θερμική αδράνεια του τοίχου μάζας ελαχιστοποιεί τις ακραίες τιμές θερμοκρασίας στο τμήμα του κτιρίου που κατοικείται.
- Η θερμότητα που αποθηκεύεται σε έναν τοίχο μάζας είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί με χρονική καθυστέρηση. Αυτό σημαίνει ότι σε πολλές περιπτώσεις το κτίριο δεν χρειάζεται να θερμαίνεται στην διάρκεια της νύχτας.
- Το γυαλί προστατεύει τον τοίχο από τα καιρικά φαινόμενα.

Τα μειονεκτήματα του τοίχου μάζας είναι:

- Ο φυσικός φωτισμός μπορεί να περιορισθεί
- Εάν τα παράθυρα είναι πολύ μικρά και η αντίθεση ανάμεσα στον σκούρο τοίχο και στο γυαλί του τοίχου είναι μεγάλη, τότε ο τοίχος μάζας μπορεί να προκαλέσει θάμβωση μέσα στο κτίριο.
- Η μεγάλη γυάλινη επιφάνεια του τοίχου μάζας απαιτεί συχνό καθάρισμα
- Ο τοίχος μάζας κάνει περισσότερο πολύπλοκο τον έλεγχο των βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης και δροσισμού.

Ένα κινούμενο σκίαστρο για την προστασία από τον ήλιο στην εμπρός επιφάνεια του τοίχου μάζας διευκολύνει την αποφυγή υπερθέρμανσης στην διάρκεια των θερμών ημερών και ελαττώνει τις θερμικές απώλειες στην διάρκεια της νύχτας. Η προσθήκη του κινούμενου σκίαστρου αυξάνει φυσικά το ολικό κόστος, είναι όμως απαραίτητη για την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης.

Μία παραλλαγή του κοινού τοίχου μάζας είναι ο τοίχος "Trombe", ο οποίος μελετήθηκε από τον καθηγητή F. Trombe και τον αρχιτέκτονα J. Michel στην Γαλλία και εφαρμόστηκε στα πρώτα πειραματικά ηλιακά σπίτια στο Odeillo της Γαλλίας το 1967.

Οι ηλιακοί τοίχοι ή "τοίχοι Trombe" αποτελούνται από τρία μέρη: ένα συμπαγή τοίχο μεγάλης θερμοχωρητικότητας από σκυρόδεμα (πάχους 30-40 cm), μία απορροφητική επιφάνεια, π.χ. μια επιφάνεια με μαύρη επίχριση, και ένα κάλυμμα από διαφανές μονωτικό υλικό. Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το διαφανές υλικό και απορροφάται από την μαύρη επιφάνεια, με αποτέλεσμα η θερμότητα να αποθηκεύεται στον τοίχο κατά την διάρκεια της ημέρας και να ελευθερώνεται στο εσωτερικό του κτιρίου κατά την διάρκεια της νύχτας. Το διαφανές μονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται στον ηλιακό τοίχο δεν είναι αναγκαίο να είναι απόλυτα διαφανές. Αυτό επιτρέπει την χρήση διαφορετικών τύπων διαφανών μονωτικών υλικών.

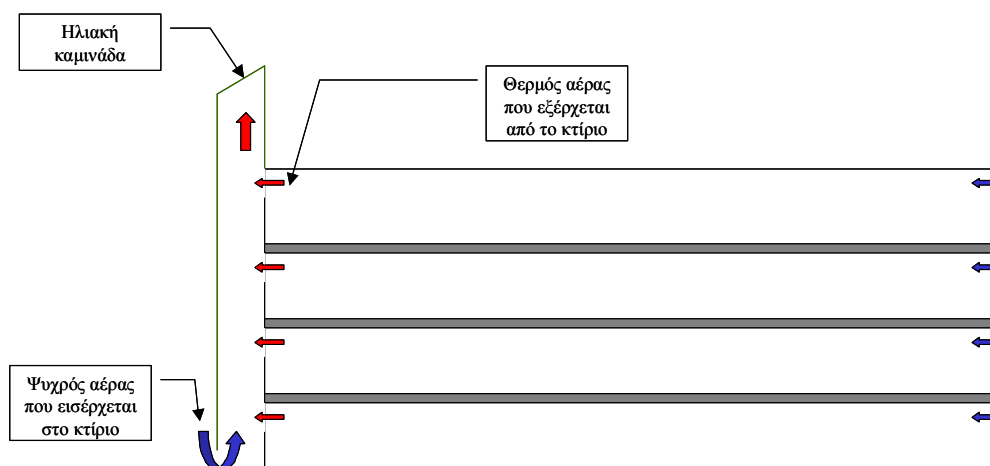
γ. Ηλιακή Καμινάδα

Για τον αποτελεσματικότερο φυσικό αερισμό των χώρων προτείνεται η χρήση ηλιακής καμινάδας που ενισχύει τον φυσικό αερισμό των κτιρίων χωρίς να απαιτείται η χρήση ενέργειας. Ταυτόχρονα, η ηλιακή καμινάδα δεν επεμβαίνει στη γενικότερη αρχιτεκτονική δομή του κτιρίου, αφού εγκαθίσταται με ευκολία και τις περισσότερες φορές είναι μη εμφανής. Επομένως η ηλιακή καμινάδα προτείνεται ως ένα παθητικό σύστημα δροσισμού και αερισμού κτιρίων, οικονομικό και αθόρυβο.

Μία τυπική ηλιακή καμινάδα είναι κυλινδρική κατασκευασμένη από οποιοδήποτε υλικό μεγάλης θερμικής αγωγιμότητας (τούβλο, μέταλλο, μπετόν). Η εξωτερική της επιφάνεια πρέπει να είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία. Εξωτερικά μπορούν να τοποθετηθούν ακόμα και υαλοστάσια.

Η εξωτερική διαμόρφωση των στοιχείων της συνηθίζεται να είναι από μεταλλικό πέτασμα. Ο τύπος του ελάσματος προτείνεται να είναι χαλύβδινος και το εσωτερικό, αφρός πολυουρεθάνης. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στη βάση της καμινάδας, το οποίο έχει κατάλληλη ρύση και στόμιο εκροής για τα όμβρια ή συμπυκνώσεις.

Η επιλογή του προσανατολισμού της ηλιακής καμινάδας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο τόσο στην απόδοση της όσο και στην ενίσχυση της κυκλοφορίας του αέρα κατά τη διάρκεια της νύχτας. Το γεγονός ότι ο ιδανικότερος προσανατολισμός είναι δυτικός ή νότιο-δυτικός ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, αποτελεί επιπλέον πλεονέκτημα της ηλιακής καμινάδας, αφού η νότια πρόσοψη του κτιρίου μένει ελεύθερη για εφαρμογή άλλων παθητικών συστημάτων.



Εικόνα 2: Λειτουργία Ηλιακής Καμινάδας³

Κατά την ψυχρή περίοδο και κατά τη διάρκεια της ημέρας, η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει τον αέρα στο εσωτερικό της καμινάδας, ενώ είναι κλειστή στο ανώτερο και κατώτερο μέρος της με ρυθμιστικά διαφράγματα ροής (dampers). Κατά τη διάρκεια της

³ REASURE: "Establishment of Regional Design Advice & Support Units to Promote Use of Renewable Energy in Buildings by Local Actors", EUROPEAN COMMISSION - DIRECTORATE-GENERAL FOR ENERGY AND TRANSPORT, Contract No: 4.1030/Z/01-056/2001

νύχτας, τα ρυθμιστικά διαφράγματα ροής (dampers) ανοίγουν με αποτέλεσμα να επιτρέπεται η διέλευση του ζεστού αέρα από την ηλιακή καμινάδα προς τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου. Ταυτόχρονα, φρέσκος αέρας εισέρχεται μέσω ανοιγμάτων στο εσωτερικό του κτιρίου.

Κατά την θερμή περίοδο και κατά την διάρκεια της ημέρας, ενώ τα ρυθμιστικά διαφράγματα ροής (dampers) είναι ανοικτά, ο αέρας στο εσωτερικό της καμινάδας θερμαίνεται και εξέρχεται από αυτήν. Αυτός αναπληρώνεται από αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ο αδάπανος αερισμός του κτιρίου.

d. Αίθριο

Αν και η κάλυψη του χώρου μεταξύ γειτονικών κτιρίων με γυάλινες οροφές είναι μία παλιά ιδέα, εντούτοις, τα αίθρια έγιναν δημοφιλή μόνο κατά τα τελευταία χρόνια κυρίως χάρη στην χρήση τους στα εμπορικά κέντρα. Τα αίθρια, αν σχεδιαστούν σωστά, είναι δυνατόν να αποτελέσουν πρόσθετη πηγή φυσικού φωτισμού στα κτίρια. Ο στόχος της κατασκευής ενός αίθριου είναι η αύξηση των γυάλινων επιφανειών του κτιρίου χωρίς να αυξηθούν σημαντικά οι θερμικές του απώλειες. Το ηλιακό φως που εισέρχεται στο κτίριο μέσω του αίθριου, αντικαθιστά το τεχνητό φως και επιτρέπει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Παραδείγματα αίθριων παρουσιάζονται στα σχήματα 3.2.9 και 3.2.10.

Η προσθήκη αίθριου στα κτίρια προσφέρει μία σειρά από πλεονεκτήματα, ειδικά ως προς την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου, δεδομένου ότι:

- τα παράθυρα των προσόψεων που “βλέπουν” στο αίθριο μπορούν να έχουν αυξημένη επιφάνεια και άρα αυξημένα επίπεδα φωτισμού δίχως τις αντίστοιχες θερμικές απώλειες,
- η θερμοκρασία στο εσωτερικό του αίθριου είναι γενικά υψηλότερη από την εξωτερική, με συνέπεια την μείωση των θερμικών απωλειών των γειτονικών κτιρίων, και γ) το δάπεδο του αίθριου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λειτουργικός χώρος του κτιρίου αφού προστατεύεται από τις εξωτερικές συνθήκες.

Ο βασικός στόχος της κατασκευής ενός αίθριου είναι η μεγιστοποίηση του τμήματος του κτιρίου που φωτίζεται με φυσικό φως. Ως προς το ενεργειακό μέρος, η προσθήκη ενός αίθριου έχει τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- Μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό χάρη στην εκτεταμένη χρήση φυσικού φωτισμού.
- Μείωση του κλιματιστικού φορτίου αιχμής εξαιτίας της μη λειτουργίας των ηλεκτρικών λαμπτήρων.
- Αύξηση των ηλιακών κερδών και μείωση των απωλειών κατά τον χειμώνα, με αποτέλεσμα την μείωση του θερμικού φορτίου του κτιρίου.

Εντούτοις, η αύξηση των ηλιακών κερδών το καλοκαίρι λόγω της παρουσίας του αίθριου πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για κτίρια που βρίσκονται σε θερμά κλίματα, επειδή οι ανάγκες για ψύξη είναι πιθανό να αντισταθμίζουν τα οφέλη από την μείωση του

θερμικού φορτίου το χειμώνα και την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τεχνητό φωτισμό.

Αν και η είσοδος του ηλιακού φωτός σε ένα αίθριο είναι επιθυμητή τόσο για την αύξηση της απόδοσης του φυσικού φωτισμού όσο και για αισθητικούς και ψυχολογικούς λόγους, μπορεί ωστόσο να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα υπερθέρμανσης κατά την διάρκεια του καλοκαιριού ακόμα και σε ήπια κλίματα. Για την αποφυγή των φαινομένων αυτών απαιτείται η εφαρμογή κατάλληλων στρατηγικών σκίασης και αερισμού του αίθριου.

Υπάρχουν δύο κύριες τεχνικές σκίασης:

- Διάχυτη σκίαση: Στην περίπτωση αυτή επιδιώκεται η διάχυση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας και η δημιουργία της αίσθησης του διάχυτου φωτός.
- Σκίαση από συστήματα που προκαλούν αλλαγή της κατεύθυνσης και ανακατανομή στο χώρο του φωτός: ανακλαστήρες, καθρέφτες, πρισματικές και ολογραφικές κατασκευές.

Τα συστήματα σκίασης είναι σταθερά ή κινητά, ώστε να προσαρμόζονται στις κλιματικές συνθήκες και στην αλλαγή της θέσης του ήλιου κατά την διάρκεια του έτους.

Την συμπεριφορά του αίθριου καθορίζει κυρίως ο τύπος των υαλοπινάκων που χρησιμοποιούνται για την στέγασή του, καθώς επιδρά όχι μόνο στην ποσότητα και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού αλλά και στις ενεργειακές ανάγκες του χώρου για θέρμανση και κλιματισμό. Συνήθως, χρησιμοποιούνται δύο είδη υαλοπινάκων:

- Ημιδιαφανείς, οι οποίοι διαχέουν το φως αλλά δεν επιτρέπουν την άμεση θέα του ουρανού, με αποτέλεσμα την μείωση του φυσικού φωτισμού όταν ο ουρανός καλύπτεται από σύννεφα.
- Διαφανείς, οι οποίοι επιτρέπουν την διέλευση του ηλιακού φωτός, αλλά ταυτόχρονα και της θερμικής ηλιακής ακτινοβολίας. Η χρήση έγχρωμων ή φασματικά επιλεκτικών υαλοπινάκων είναι εναλλακτικές λύσεις με αυξημένο κόστος, οι οποίες όμως παρέχουν μεγαλύτερη προστασία.

Τέλος, για την καλή ενεργειακή συμπεριφορά του αίθριου απαιτείται:

- χρήση υαλοπινάκων με χαμηλό συντελεστή θερμικών απωλειών
- σωστός σχεδιασμός των ανοιγμάτων, ώστε κατά την θερμή περίοδο να υπάρχει δυνατότητα φυσικού αερισμού και δροσισμού του αίθριου

C. Εφαρμογές ενεργητικών συστημάτων

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορούν να βρουν πολλές εφαρμογές σε κτήρια τόσο για την κάλυψη των θερμικών-ψυκτικών φορτίων όσο και των αναγκών σε ηλεκτρισμό. Μερικές από τις δυνατότητες που παρέχονται για ενσωμάτωση καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών σε κτήρια είναι:

a. Φωτοβολταϊκά

Όταν τα φωτοβολταϊκά αποτελούν συστήματα τα οποία όταν εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-19% της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει ανά μονάδα επιφάνειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία βελτιώνεται διαρκώς). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Τα πιο διαδεδομένα είναι τα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά (μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά), και τα φωτοβολταϊκά λεπτού υμενίου (thin film, όπως a-Si, CIGS, CdTe, κ.λπ). Τα τελευταία έχουν χαμηλότερη απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας, αλλά είναι σημαντικά φθηνότερα και συχνά έχουν μεγαλύτερη απόδοση ανά μονάδα ισχύος. Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη.

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να τοποθετηθούν σε οικόπεδα, στέγες (επίπεδες και κεκλιμένες) ή και σε προσόψεις κτηρίων. Παρέχονται σε διάφορα μεγέθη και μπορούν π.χ. να υποκαταστήσουν τμήμα μιας κεραμοσκεπής ή τα υαλοστάσια σε μία πρόσοψη. Μπορούν επιπλέον να παίξουν και το ρόλο σκιάστρων πάνω από παράθυρα (βοηθώντας έτσι και στη μείωση των εξόδων για αγορά τέτοιων συστημάτων ή για επιπλέον κλιματισμό).

Τα φωτοβολταϊκά μπορούν να λειτουργούν παράλληλα και σε συνεργασία με το δίκτυο της ΔΕΗ (διασυνδεδεμένα συστήματα) ή και ανεξάρτητα απ' αυτό (αυτόνομα συστήματα). Τα πρώτα αφορούν συστήματα σε κτήρια ή οικόπεδα που είναι διασυνδεδεμένα με το δίκτυο και ανταλλάσσουν ρεύμα με αυτό, ενώ τα δεύτερα εφαρμόζονται κυρίως σε απομακρυσμένες περιοχές. Στις περισσότερες περιπτώσεις, και όταν υπάρχουν κίνητρα για την προώθηση του ηλιακού ηλεκτρισμού (όπως ισχύει πλέον και στην Ελλάδα από το 2006), ενδείκνυται η χρήση διασυνδεδεμένων συστημάτων. Η εικόνα 3 δείχνει τη βασική αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος.



Εικόνα 3: Σχηματική διάταξη λειτουργίας φωτοβολταϊκού συστήματος

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά, αφού καταμετρηθεί, πωλείται έναντι μίας ορισμένης από το νόμο τιμής στον διαχειριστή του συστήματος ή του δικτύου. Η τιμή αυτή είναι εγγυημένη από το νόμο (Ν. 3468/06) και εξαρτάται από το μέγεθος του συστήματος, και το δίκτυο σύνδεσης (πίνακας 1).

Πίνακας 1. Τιμές πώλησης KWh όπως ορίζεται από τον Νόμο

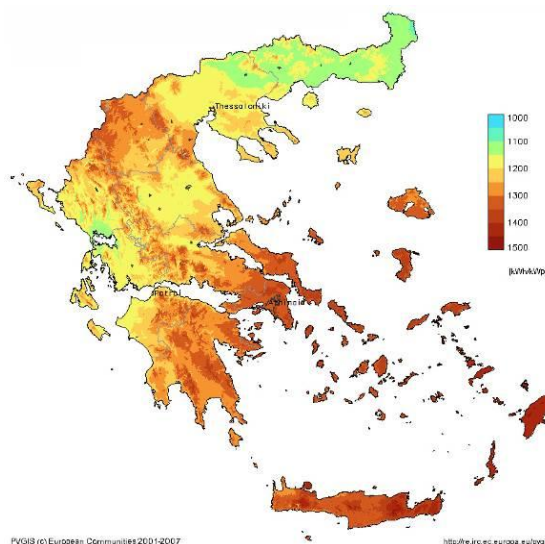
Ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος	Ηπειρωτικό δίκτυο	Μη διασυνδεδεμένα νησιά
Μικρότερο από 100 κιλοβάτ (kW)	0,45 €/κιλοβατώρα	0,50 €/κιλοβατώρα
Μεγαλύτερο από 100 κιλοβάτ (kW)	0,40 €/κιλοβατώρα	0,45 €/κιλοβατώρα

Το πόση ενέργεια παράγεται από κάθε σύστημα, εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση όπου εγκαθίσταται το σύστημα και την προσπίπτουσα εκεί ακτινοβολία, από το αν ο χώρος σκιάζεται ή όχι, από τον προσανατολισμό και την κλίση των φωτοβολταϊκών πλαισίων και βέβαια από την επιλογή του εξοπλισμού και τον σχεδιασμό του όλου συστήματος.

Στην εικόνα 4, παρουσιάζεται ο χάρτης της Ελλάδας με τη μέση αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα κρυσταλλικού πυριτίου στη βέλτιστη κλίση. Από το χάρτη παρατηρείται πως η Ελλάδα ενδείκνυται για την εφαρμογή τέτοιων συστημάτων, καθώς τα επίπεδα ηλιακής ακτινοβολίας επιτρέπουν τη βέλτιστη χρήση τους.

Πίνακας 2: Απόδοση φωτοβολταϊκών σε διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς⁴

Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	0 °	30 °	90 °
Ανατολικός - Αυτικός	90	85	50
Νοτιοανατολικός- Νοτιοδυτικός	90	95	60
Νότιος	90	100	60
Βορειοανατολικός- Βορειοδυτικός	90	67	30
Βόρειος	90	60	20



Εικόνα 4: Ετήσια παραγόμενη ενέργεια (κιλοβατώρες ανά κιλοβάτ KWh/KWp) από φωτοβολταϊκά κρυσταλλικού πυριτίου στη βέλτιστη κλίση⁵

b. Ηλιακά συστήματα για θέρμανση χώρων

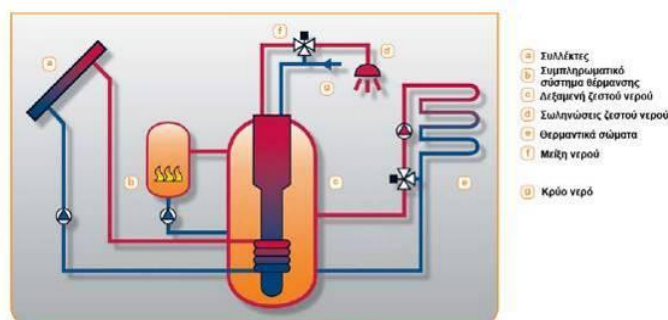
Τα ηλιακά συστήματα για θέρμανση χώρων χρησιμοποιούνται ευρέως στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη, συνήθως σε συνδυασμό με κάποιο άλλο σύστημα θέρμανσης (π.χ. βιομάζα ή αέριο), γι' αυτό και είναι γνωστά ως συνδυασμένα συστήματα (combisystems). Ήδη, κάποιες εταιρίες παρέχουν τέτοια συστήματα και στην ελληνική αγορά (σε συνδυασμό π.χ. με τον συμβατικό λέβητα πετρελαίου ή αερίου). Σε μεγαλύτερη κλίμακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την τηλεθέρμανση οικισμών και εμπορικών κτηρίων.

Τα συστήματα αυτά κάνουν χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας, μέσω ηλιακών συλλεκτών, προκειμένου να ζεστάνουν το νερό το οποίο θα χρησιμοποιηθεί από κάποιο άλλο σύστημα

⁴ Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, www.helapco.gr

⁵ Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), Joint Research Centre Institute for Energy, Renewable Energy Unit, European Commission

για την θέρμανση χώρων. Στην εικόνα 5, φαίνεται η σχηματική διάταξη του συστήματος. Στην εικόνα 6, παρουσιάζεται η εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος σε κτήριο γραφείων.



Εικόνα 5: Σχηματική διάταξη συστήματος ηλιακής θέρμανσης⁶



Εικόνα 6: Ηλιακή θέρμανση κτηρίου γραφείων⁷

c. Ψύξη με ηλιακή ενέργεια

Τα συστήματα ψύξης με ηλιακή ενέργεια, δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα, αλλά αποτελούν μία πολύ καλή λύση στα ζεστά κλίματα όπως αυτό στις μεσογειακές χώρες. Στα συστήματα ηλιακού κλιματισμού, η διαδικασία ψύξης τροφοδοτείται από την ηλιακή ακτινοβολία. Τα συστήματα αυτά μπορούν να ταξινομηθούν σε:

- **Κλειστά συστήματα:** είναι θερμοκίνητοι ψύκτες που παρέχουν ψυχρό νερό, το οποίο είτε χρησιμοποιείται στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες για να παρέχει πλήρως κλιματισμένο αέρα (ψυχρό, ξηρό) είτε διανέμεται μέσω ενός δικτύου ψυχρού νερού σε καθορισμένους χώρους για να ενεργοποιήσει τις τοπικές μονάδες των δωματίων (π.χ. fan coils). Σήμερα στην αγορά υπάρχουν διαθέσιμοι ψύκτες

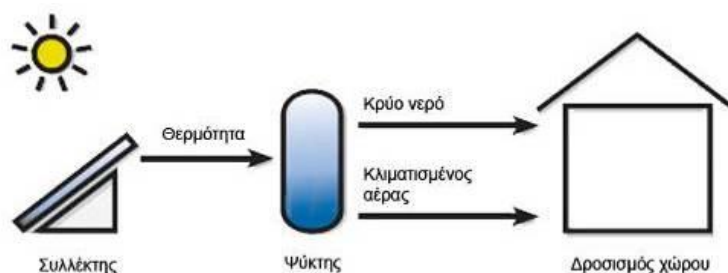
⁶ Conergy, 2004, Solar collectors and systems for the utilization of solar heat, www.conergy.com

⁷ www.schueco.com

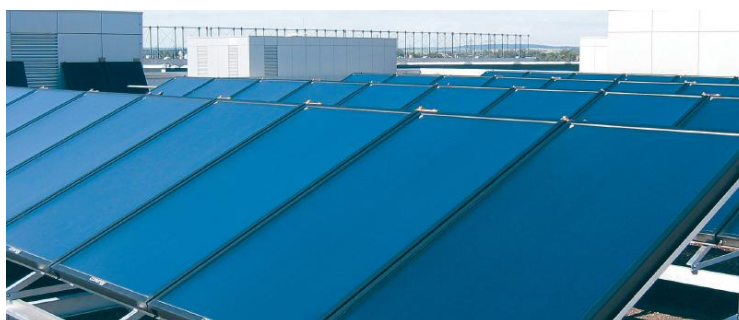
απορρόφησης (οι πιο κοινοί με τυπική ψυκτική ικανότητα από 15 kW έως 5 MW) και ψύκτες προσρόφησης (με τυπική ψυκτική ικανότητα από 50 kW έως 430 kW).

- **Ανοικτά συστήματα:** επιτρέπουν πλήρη κλιματισμό παρέχοντας ψυχρό και ξηρό αέρα σύμφωνα με τις απαιτούμενες συνθήκες άνεσης. Το ψυκτικό μέσο είναι πάντα νερό, δεδομένου ότι είναι σε άμεση επαφή με τον αέρα. Τα πιο κοινά συστήματα είναι τα ανοικτού κύκλου (desiccant) που χρησιμοποιούν ένα περιστρεφόμενο τροχό αφύγρανσης με στερεό πορώδες απορροφητικό υλικό.

Στην εικόνα 7 παρουσιάζεται μία σχηματική διάταξη ενός τέτοιου συστήματος, ενώ στην εικόνα 8 εμφανίζεται μία εφαρμογή σε κτήριο.



Εικόνα 7: Σχηματική διάταξη λειτουργία συστήματος ηλιακού κλιματισμού⁸



Εικόνα 8: Εγκατάσταση ηλιακού κλιματισμού⁹

d. Γεωθερμικός κλιματισμός

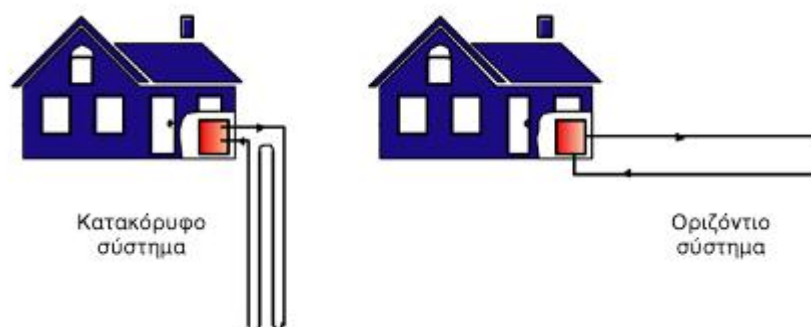
Η γεωθερμία είναι μια ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που μπορεί, με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες, να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης και ψύξης. Η αρχή του γεωθερμικού κλιματισμού είναι εξαιρετικά απλή. Βασίζεται στο γεγονός ότι σε απόσταση από ένα έως τρία μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης, η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή στους 18-20 βαθμούς Κελσίου. Αν συνεπώς χρησιμοποιηθεί η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας, μπορεί κανείς να θερμάνει χώρους το χειμώνα και να τους ψύξει αντίστοιχα το καλοκαίρι.

Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό ονομάζονται γήινοι εναλλάκτες θερμότητας και αποτελούνται από μία αντλία θερμότητας και σωληνώσεις, οι οποίες

^{8,9} Conergy, 2005, Products and systems for solar cooling, www.conergy.com

τοποθετούνται στο υπέδαφος. Κατ' αυτόν τον τρόπο αξιοποιείται η σταθερή θερμοκρασία που επικρατεί εκεί. Μια γεωθερμική αντλία θερμότητας καταναλώνει συνήθως γύρω στο 25-30% της ενέργειας που αποδίδει, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Είναι η πιο υγιεινή και φυσική μορφή κλιματισμού και εκτός από το κόστος κατασκευής, δεν έχει καμία άλλη επιβάρυνση.

Η θερμότητα μεταδίδεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων που είτε βρίσκονται σε οριζόντια διάταξη και χαμηλό βάθος, είτε σε κατακόρυφη διάταξη εκμεταλλευόμενοι μία γεώτρηση που γίνεται γι' αυτό το λόγο (εικόνα 9). Μια γεωθερμική αντλία καταναλώνει συνήθως γύρω στο 25-30% της ενέργειας που αποδίδει, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας.



Εικόνα 9: Τύποι εφαρμογής γεωθερμικού κλιματισμού¹⁰



Εικόνα 10: Εφαρμογή γεωθερμικού κλιματισμού σε κτήριο γραφείων¹¹

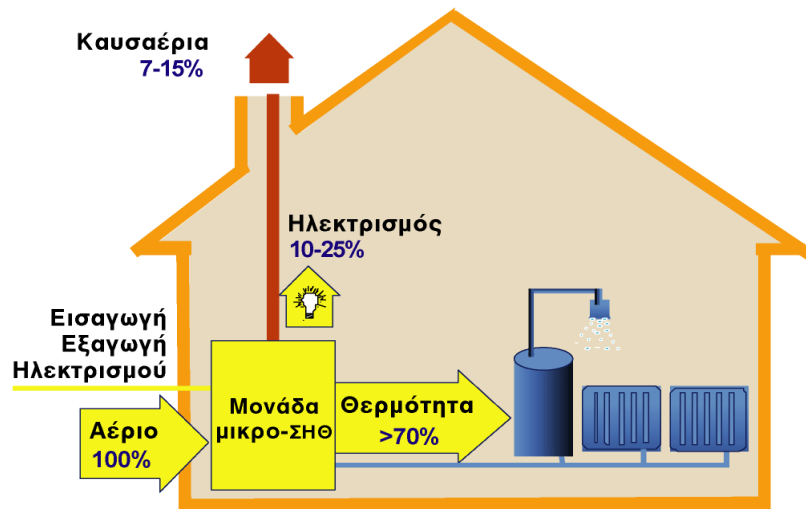
e. Συμπαράγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού

Τα συστήματα συνδυασμένης παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ - γνωστή και ως συμπαράγωγή) παράγουν ταυτόχρονα ηλεκτρική (ή/και μηχανική) και θερμική ενέργεια σε ένα ενιαίο, ολοκληρωμένο σύστημα (Εικόνα 11). Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την κοινή πρακτική, όπου η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε ένα κεντρικό σταθμό, ενώ χρησιμοποιείται επιτόπιος εξοπλισμός θέρμανσης και ψύξης για την κάλυψη των αναγκών σε μη ηλεκτρική ενέργεια. Η θερμική ενέργεια που ανακτάται σε ένα σύστημα ΣΗΘ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ή ψύξη στα κτήρια. Επειδή η ΣΗΘ εκμεταλλεύεται τη

¹⁰ Lund et al, 2003, Geothermal (Ground-Source) heat pumps. A World Overview. Paper in print. RENEWABLE ENERGY

¹¹ WaterFurnace Europe plc, 2004, Closed Loop Geothermal Systems Design & Installation Standards

θερμότητα που σε άλλη περίπτωση θα χανόταν κατά τη συμβατική διακριτή παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας, η συνολική απόδοση αυτών των ολοκληρωμένων συστημάτων είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των μεμονωμένων συστημάτων.



Εικόνα 11: Σχηματική διάταξη συστήματος συμπαραγωγής¹²

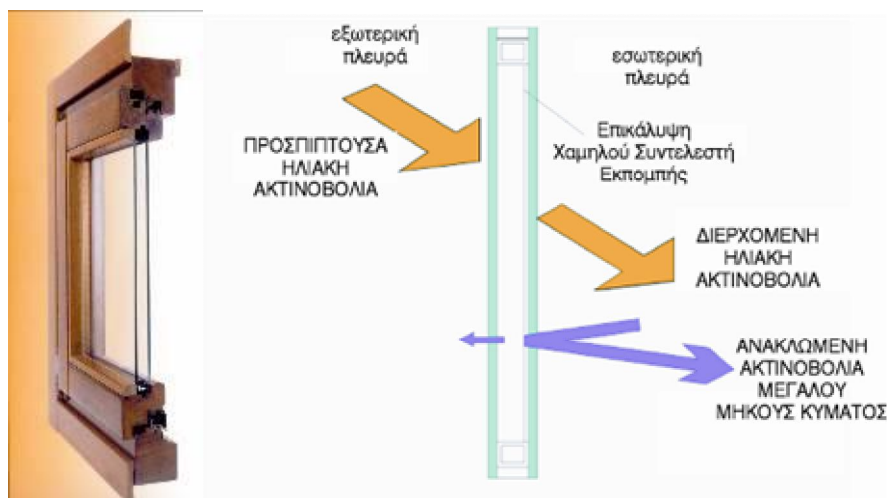
¹² Ελληνικός Σύνδεσμος Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας: www.hachp.gr

II. ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΩΝ

A. Αναλυτική περιγραφή εφαρμογής επεμβάσεων και υπολογισμός κόστους

a. Επεμβάσεις στα κουφώματα και τα υαλοστάσια¹³

Τα ασθενέστερα σημεία του κελύφους ως προς τις θερμικές απώλειες είναι οι πόρτες και τα παράθυρα. Η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς ή ακόμη καλύτερα με υαλοπίνακες χαμηλής εκπεψιμότητας (low-e) μπορεί να περιορίσει τις θερμικές απώλειες ενός κτηρίου σε σημαντικό βαθμό. Η εξοικονόμηση που μπορεί να επιτευχθεί ανέρχεται έως και 30% σε σχέση με ένα συμβατικό πλαίσιο αλουμινίου με μονό υαλοστάσιο. Εξάλλου, η θερμοδιακοπή στα πλαίσια αλουμινίου προσφέρει εξοικονόμηση 3-5%. Επιπλέον, τα ξύλινα πλαίσια προσφέρουν εξοικονόμηση 8-10% σε σχέση με τα αντίστοιχα από αλουμίνιο. Την ίδια εξοικονόμηση προσφέρουν περίπου και τα σύνθετα πλαίσια ξύλου-αλουμινίου, καθώς και τα συνθετικά από PVC. Η χρήση των τελευταίων όμως δεν συνιστάται, γιατί το PVC είναι το χειρότερο από περιβαλλοντικής σκοπιάς πλαστικό και η χρήση του θα πρέπει να αποφεύγεται.



Εικόνα 12: Σχηματική διάταξη και τομή παραθύρου σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία¹⁴





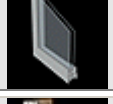
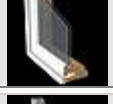
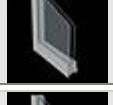
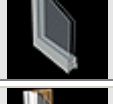

Οι παρακάτω πίνακες συνοψίζουν τα πλεονεκτήματα αντικατάστασης των κουφωμάτων και υαλοστασίων στις περιπτώσεις παλαιών αμόνωντων κτηρίων ή και νεότερων που πληρούν τις προϋποθέσεις του ισχύοντος κανονισμού θερμομόνωσης. Τα συγκριτικά κόστη που αναφέρονται παρακάτω εκφράζουν μέσες τιμές για κτήρια στις κλιματικές συνθήκες της Αθήνας. Προφανώς, ανάλογα με την κλιματική ζώνη, αλλά και την ποιότητα της κατασκευής, τη σκίαση, τον προσανατολισμό του κτηρίου, κ.λπ υπάρχουν διαφοροποιήσεις

¹³ Ευθυμίουπουλος Η., Μπαλαράς Κ., Ψωμάς Σ., Γαβριήλ Π., 2005, Κτίριο και Περιβάλλον. Εκδ. Παπασωτηρίου

¹⁴ ΔΙΠΕ - ΥΠΕΧΩΔΕ, 2000, Οικολογική Δόμηση. Εκδ. Γράμματα

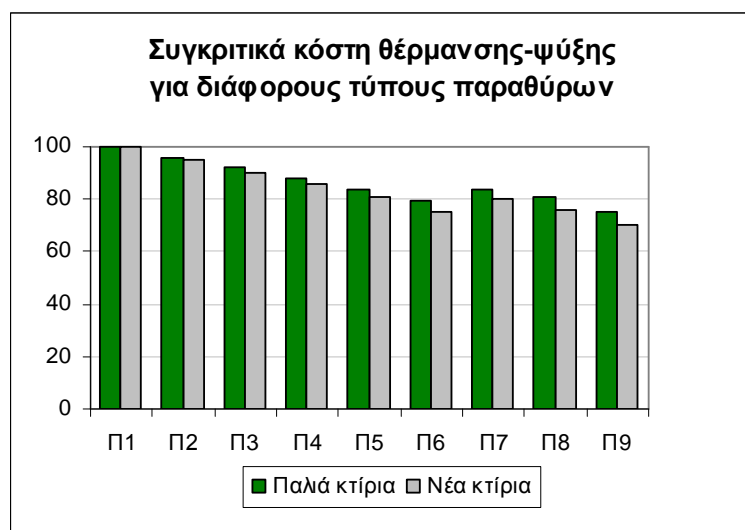
από τις ενδεικτικές αυτές τιμές. Ένα παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής αποτελεί η περίπτωση παλαιού κτηρίου στο κέντρο της Αθήνας όπου η αντικατάσταση των παλιών μεταλλικών πλαισίων με μονό υαλοστάσιο από πλαίσια αλουμινίου με θερμοδιακοπή και υαλοστάσια χαμηλής εκπεψιμότητας, οδήγησε σε μείωση των αναγκών θέρμανσης κατά 27% και των αντίστοιχων αναγκών ψύξης κατά 10% (συνολική εξοικονόμηση 17,6%) σύμφωνα με σχετική μελέτη και προσομοίωση του συγκεκριμένου κτηρίου που πραγματοποίησε το Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Πίνακας 3: Τυπολογία υαλοστασίων

ΤΥΠΟΙ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ		
Π1		Απλό υαλοστάσιο - Πλαίσιο αλουμινίου
Π2		Απλό υαλοστάσιο - Πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή
Π3		Απλό υαλοστάσιο - Ξύλινο πλαίσιο
Π4		Διπλό υαλοστάσιο - Πλαίσιο αλουμινίου
Π5		Διπλό υαλοστάσιο - Πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή
Π6		Διπλό υαλοστάσιο - Ξύλινο πλαίσιο
Π7		Διπλό υαλοστάσιο χαμηλής εκπεψιμότητας (Low-e) Πλαίσιο αλουμινίου
Π8		Διπλό υαλοστάσιο χαμηλής εκπεψιμότητας (Low-e) Πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή
Π9		Διπλό υαλοστάσιο χαμηλής εκπεψιμότητας (Low-e) Ξύλινο πλαίσιο

Πίνακας 4: Εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με τον τύπο υαλοστασίου

Συμβολή του τύπου των παραθύρων στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση-δροσισμό (συμβατικό παράθυρο με απλό υαλοστάσιο = 100)									
	Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7	Π8	Π9
Παλιά κτήρια (χωρίς μόνωση)	100	96	92	88	84	79,5	83,5	80,5	75
Εξοικονόμηση	-	4%	8%	12%	16%	20,5%	16,5%	19,5%	25%
Νέα κτήρια (με μόνωση)	100	95	90	86	81	75	80	76	70
Εξοικονόμηση	-	5%	10%	14%	19%	25%	20%	24%	30%
Αξιολόγηση	9	8	7	6	5	2	4	3	1



Εικόνα 13: Γράφημα με τα κόστη θέρμανσης και ψύξης για τους τύπους παραθύρων

Πίνακας 5: Ενδεικτικά κόστη για διαφορετικούς τύπους υαλοστασίων

Τύπος υαλοστασίου	Ενδεικτικό κόστος υαλοστασίου (€/m ²)	Ενδεικτικό κόστος υαλοστασίου μαζί με το κούφωμα (€/m ²)
Μονό	10	140
Απλό διπλό	20-30	180
Διπλό χαμηλής εκπεψιμότητας	35-60	200

b. Επεμβάσεις στην τοικοποιία

Η πλειοψηφία του κτηριακού αποθέματος της χώρας είτε στερείται πλήρως θερμομόνωσης είτε έχει ελλιπή θερμομόνωση. Όπως αναφέρεται στην βιβλιογραφία¹⁵, η ενίσχυση της θερμομόνωσης της κατακόρυφης τοικοποιίας μπορεί να γίνει θεωρητικά με τέσσερις τρόπους:

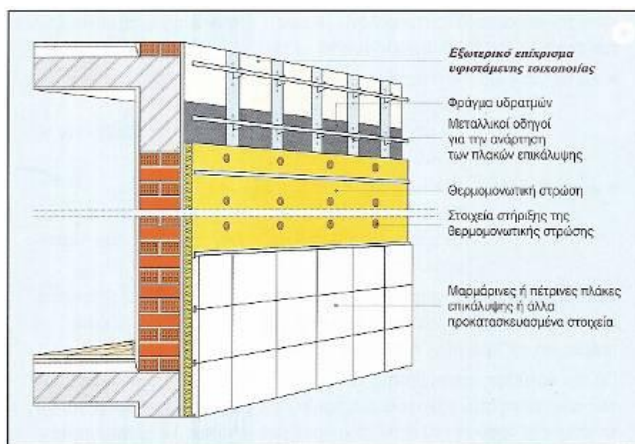
- Με θερμομονωτική στρώση εξωτερικά.
- Με θερμομονωτική στρώση εσωτερικά.
- Με θερμομονωτική στρώση στον πυρήνα του τοίχου (δικέλυφη κατασκευή).
- Με θερμομονωτικά τούβλα που είτε έχουν υποστεί κατάλληλη επεξεργασία είτε έχουν γεμισμένο μέρος των οπών τους με θερμομονωτικό υλικό.

Η δικέλυφη κατασκευή με θερμομόνωση στον πυρήνα είναι η πλέον συνήθης στη χώρα μας. Δεν είναι όμως εύκολο να εφαρμοστεί σε υφιστάμενες κατασκευές αφού προϋποθέτει την εκ νέου κατασκευή της τοικοποιίας. Για τον ίδιο λόγο είναι πρακτικά ανέφικτη και η χρήση θερμομονωτικών τούβλων σε υφιστάμενα κτήρια.

Η εξωτερική θερμική προστασία προτιμάται σε κτήρια συνεχούς χρήσης (γραφεία, νοσοκομεία, κ.λπ), στα οποία είναι επιθυμητή η σταθερή θερμοκρασία και ενδιαφέρει περισσότερο η διατήρηση της θερμότητας μετά τη διακοπή της θέρμανσης παρά η άμεση

¹⁵ Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν.: 'Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Θεσσαλονίκη 1996

απόδοση του συστήματος θέρμανσης. Αντίθετα, η εσωτερική θερμική προστασία προτιμάται σε κτήρια διακοπτόμενης χρήσης στα οποία ζητείται η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης και δεν ενδιαφέρει η θερμοκρασιακή διακύμανση μετά τη διακοπή της λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης ή ψύξης (δημόσιες υπηρεσίες, σχολεία, αίθουσες εκδηλώσεων, κ.λπ). Επίσης η λύση αυτή είναι προτιμητέα σε κτήρια που απαιτούνται μικρής έκτασης επεμβάσεις, σύντομες και με σχετικά μικρό κόστος.



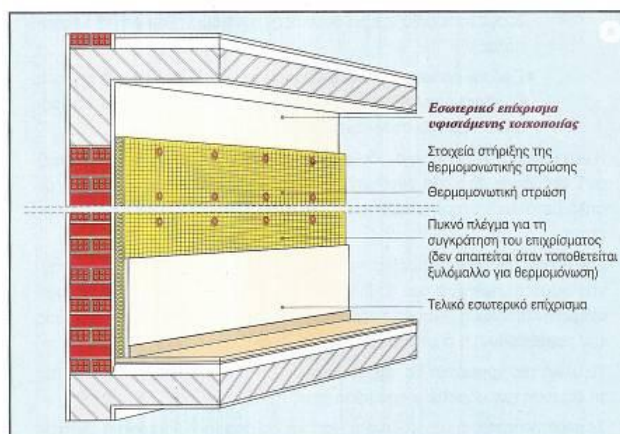
Εικόνα 14: Εξωτερική θερμομόνωση¹⁶

Οι πίνακες που ακολουθούν συνοψίζουν τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εξωτερικής και εσωτερικής θερμικής προστασίας.

Πίνακας 6: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εξωτερικής θερμικής προστασίας

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> • Εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης τοικοποιίας. • Διατηρεί για αρκετό διάστημα (που εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων) τη θερμοκρασία του χώρου μετά τη διακοπή λειτουργίας των θερμαντικών σωμάτων. • Μειώνει στο ελάχιστο ή εξαλείφει πλήρως το σχηματισμό θερμογεφυρών. • Επιτρέπει ευκολότερα τη διάχυση των υδρατμών, μειώνοντας τον κίνδυνο σχηματισμού υγρασίας συμπύκνωσης. • Επιτρέπει την απρόσκοπτη λειτουργία του χώρου ή προκαλεί ελάχιστη αναστάτωση κατά την εκτέλεση των οικοδομικών εργασιών. 	<ul style="list-style-type: none"> • Μπορεί να αλλοιώσει τα εξωτερικά αρχιτεκτονικά στοιχεία του κτηρίου (μπορεί όμως και να τα βελτιώσει). • Απαιτεί συνήθως την εγκατάσταση ικριωμάτων. • Καθυστερεί την αρχική θέρμανση του χώρου.

¹⁶ Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν.: 'Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Θεσσαλονίκη 1996



Εικόνα 15: Εσωτερική θερμομόνωση¹⁷

Πίνακας 7: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εσωτερικής θερμικής προστασίας

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<ul style="list-style-type: none"> • Η επέμβαση δεν είναι ορατή εξωτερικά και με κατάλληλη κατασκευή μπορεί να μη γίνει αντιληπτή και στο εσωτερικό του χώρου. • Ευνοεί τη σύντομη θέρμανση του χώρου. • Δεν απαιτεί ιδιαίτερη προστασία των θερμομονωτικών υλικών αλλά μόνο κάλυψη τους ώστε να δεχτούν τους αναγκαίους χρωματισμούς. • Επιτρέπει την εκτέλεση των απαραίτητων εργασιών υπό οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες. • Δεν απαιτεί την εγκατάσταση ικριωμάτων. • Έχει συνήθως μικρότερο κόστος σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση. 	<ul style="list-style-type: none"> • Δεν εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης τοικοποιίας. • Επιτρέπει τη γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή λειτουργίας των θερμαντικών σωμάτων. • Επιτρέπει το σχηματισμό θερμογεφυρών κυρίως στα σημεία σύνδεσης των ενδιάμεσων τοίχων με την εξωτερική τοικοποιία καθώς και στα σημεία διακοπής της τοικοποιίας από τα πατώματα των ορόφων. • Αφήνει την τοικοποιία απροστάτευτη σε μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας. • Ευνοεί το σχηματισμό συμπύκνωσης λόγω δυσχερέστερης διάχυσης των υδρατμών. • Μειώνει τον ελεύθερο χώρο του κτηρίου. • Επιφέρει αναστάτωση μέχρι και διακοπή της λειτουργίας του χώρου κατά την εκτέλεση των οικοδομικών εργασιών. • Καθιστά υποχρεωτικές τις μετατροπές σε δίκτυα ύδρευσης, θέρμανσης και παροχής ηλεκτρισμού. • Δεν επιτρέπει τη στερέωση υλικών (κάδρα, πίνακες, ράφια, κ.λπ) στους τοίχους αν χρησιμοποιηθούν μαλακά θερμομονωτικά υλικά.

Για την εξωτερική θερμική προστασία μιας υφιστάμενης κατασκευής υπάρχει ποικιλία λύσεων. Η επιλογή της πλέον κατάλληλης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες του κάθε κτηρίου.

- Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης και επικάλυψή της με επιχρισμένη ή εμφανή τοικοποιία.

¹⁷ “Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων”, Δημήτρης Αραβαντινός, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

- Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης και επικάλυψή της με επίχρισμα με ή χωρίς ενίσχυση με ειδικό πλέγμα ανάλογα με το υλικό.
- Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης και επικάλυψή της με μαρμάρινες ή πέτρινες πλάκες ή άλλα προκατασκευασμένα στοιχεία.
- Τοποθέτηση προκατασκευασμένων θερμομονωτικών στοιχείων.
- Δημιουργία αεριζόμενης όψης με την τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού και επικάλυψή του με κυματοειδή μεταλλικά φύλλα, με προκατασκευασμένα στοιχεία ή με τοιχοποιία που θα αφήνει ενδιάμεσο αεριζόμενο κενό.

Ενδεικτικό κόστος εξωτερικής θερμομόνωσης: 35-40 €/m²

Για την εσωτερική θερμική προστασία μιας υφιστάμενης κατασκευής οι επιλογές είναι οι εξής:

- Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης και επικάλυψή της με επιχρισμένη τοιχοποιία.
- Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης και επικάλυψή της με επίχρισμα.
- Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης και επικάλυψή της με πετάσματα ή άλλα προκατασκευασμένα στοιχεία.
- Τοποθέτηση προκατασκευασμένων θερμομονωτικών στοιχείων.

c. *Επεμβάσεις στο δώμα και τις εσοχές των ορόφων*

Η μόνωση της οροφής αποτελεί την πιο οικονομικά ενδεδειγμένη λύση για τη θερμική προστασία ενός κτηρίου. Ένα ενδεικτικό μέσο κόστος για τη μόνωση οροφής είναι 27 €/m². Αν όμως αναλογιστεί κανείς πως για τη θέρμανση ενός κτηρίου ξοδεύουμε κατά μέσο όρο 5-6 €/m² ετησίως και ότι η αναμενόμενη εξοικονόμηση από τη μόνωση της οροφής μπορεί να μειώσει τις απαιτήσεις για θέρμανση έως και κατά 30%, τότε είναι σαφές ότι η βελτίωση της θερμικής προστασίας της οροφής είναι μία συμφέρουσα επένδυση. Όπως αναφέρεται στην βιβλιογραφία¹⁸, επειδή κατά κανόνα η αποξήλωση και ανακατασκευή των επικαλύψεων ενός υφιστάμενου δώματος ανεβάζει το κόστος, οι καλύτερες λύσεις για τη θερμική προστασία και υγραμόνωση είναι συνήθως τέσσερις:

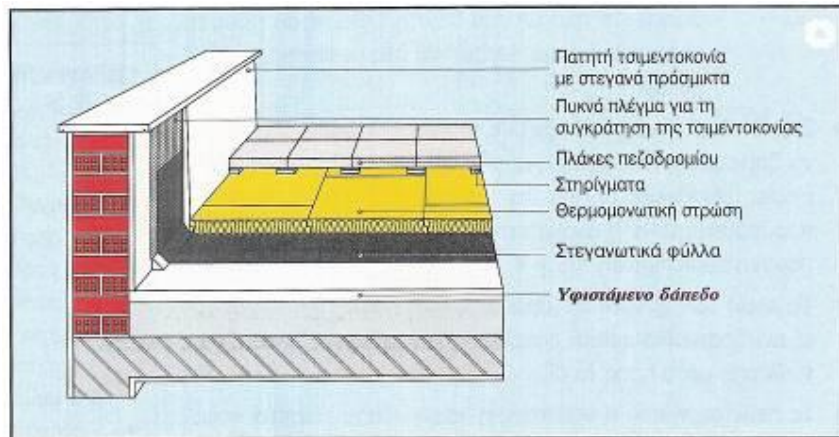
- Κατασκευή συμπαγούς ανεστραμμένου δώματος.
- Κατασκευή αεριζόμενου ανεστραμμένου δώματος υπό μορφή δικέλυφης κατασκευής.
- Διαμόρφωση στέγης.

Στο **συμπαγές ανεστραμμένο δώμα**, η στεγανωτική στρώση βρίσκεται κάτω από τη θερμομονωτική η οποία προστατεύεται από τις καιρικές επιδράσεις με μία επικάλυψη που μπορεί να αποτελείται από:

- Βότσαλα διαμέτρου 4-8 εκατ. σε συνολικό πάχος στρώσης τουλάχιστον 5 εκατ.
- Πλάκες πεζοδρομίου που πατούν επί ειδικών στηριγμάτων ή αυτοκόλλητων ταινιών.

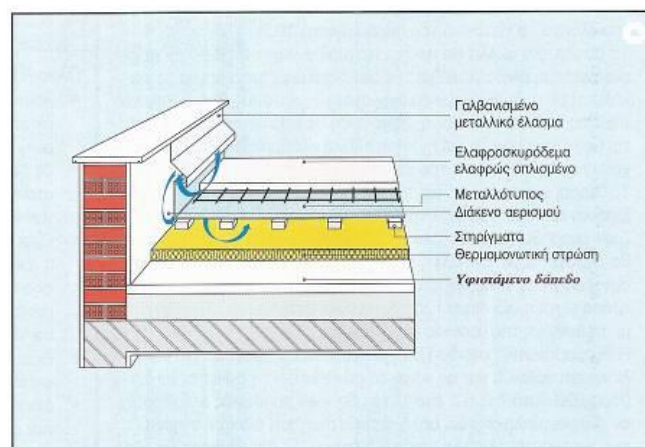
¹⁸ Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν.: 'Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Θεσσαλονίκη 1996

- Πλάκες πεζοδρομίου, κεραμικά πλακίδια ή πλακάκια που συνδέονται με ισχυρή τσιμεντοκονία.
- Στρώση ελαφρού σκυροδέματος, πάχους τουλάχιστον 4 εκατ. επικαλυμμένη ή ελεύθερη στην άνω επιφάνειά της.



Εικόνα 16: Διαμόρφωση αντιστραμμένου δώματος¹⁹

Το **αεριζόμενο δώμα** είναι μια δικέλυφη κατασκευή με ενδιάμεσο διάκενο αέρα. Για τη δημιουργία του εξωτερικού κελύφους απαιτείται ξυλότυπος από μεταλλικά φύλλα, πέτρινες πλάκες, κεραμικά υλικά, πλάκες ξυλόμαλλου κ.λπ, επί του οποίου θα διαστρωθεί η τελική επικάλυψη. Το παρεμβαλλόμενο διάκενο έχει πάχος τουλάχιστον 5 εκατ. και απολήγει στις άκρες του στηθαίου σε σχισμές ή οπές που βρίσκονται σε κάποιο ύψος περίπου 10 εκατ. από την τελική διαμορφωμένη επιφάνεια του δώματος, ώστε σε περίπτωση νεροποντής να αποφευχθεί ο κίνδυνος εισροής νερών που θα μπορούσαν να διαπεράσουν στη θερμομονωτική στρώση.



Εικόνα 17: Διαμόρφωση αεριζόμενου δώματος²⁰

^{19, 20} Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν.: 'Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Θεσσαλονίκη 1996

Επιπλέον η θερμική προστασία του κελύφους μπορεί να ενισχυθεί με την χρήση μπορεί ανακλαστικών βαφών επικάλυψης. Οι ανακλαστικές βαφές επικάλυψης αποτελούν μια νέα και συγκριτικά οικονομικότερη μέθοδο για την βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς ενός δώματος ή και των εξωτερικών τμημάτων του κτηρίου συνολικά. Η παραγωγή τέτοιων ειδικών βαφών γίνεται και στην Ελλάδα και τα υλικά αυτά έχουν μάλιστα αξιολογηθεί με άριστα αποτελέσματα από την Ομάδα Ερευνών Κτιριακού Περιβάλλοντος του Τμήματος Φυσικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η αξιολόγηση αυτή έδειξε ότι:

- Τα υλικά με ανακλαστικές βαφές επικάλυψης παρουσιάζουν μεγάλο συντελεστή ανακλαστικότητας στο ορατό μέρος του ηλιακού φάσματος που ξεπερνά το 95%.
- Τα υλικά με ανακλαστικές βαφές επικάλυψης παρουσιάζουν σημαντικά χαμηλότερη θερμοκρασία επιφάνειας κατά την διάρκεια της ημέρας από τις υπόλοιπες κοινά χρησιμοποιούμενες επιφάνειες επικάλυψης.
- Τα υλικά αυτά παρουσιάζουν μικρή θετική διαφορά θερμοκρασίας με άλλα λευκό-χρώμα υλικά κατά τη διάρκεια της νύχτας και των ωρών με χαμηλή ακτινοβολία λόγω του ιδιαίτερα χαμηλού συντελεστή εκπομπής τους.
- Τα υλικά με ανακλαστικές βαφές επικάλυψης ενδείκνυνται για χρήση σε θερμές περιοχές καθώς μπορούν να συνεισφέρουν ιδιαίτερα σημαντικά στη μείωση της θερμοκρασίας του αστικού περιβάλλοντος. Ιδιαίτερα, σε περιοχές που παρουσιάζουν έντονο το φαινόμενο της αστικής νησίδας όπως η Αθήνα, η χρήση των υλικών αυτών θα έχει εξαιρετικά ευεργετικά αποτελέσματα.
- Τα υλικά αυτά λειτουργούν και ως επικάλυψη ορόφων κτηρίων δεδομένου ότι κατά το καλοκαίρι μειώνουν σημαντικά τη θερμοκρασία επιφάνειας του κτηρίου και άρα το ψυκτικό του φορτίο (κλιματισμός-ψύξη), ενώ αντίθετα κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ιδιαίτερα τις ανήλιες μέρες μειώνουν το θερμικό φορτίο (κλιματισμός-θέρμανση) του κτηρίου καθώς παρουσιάζουν υψηλότερη θερμοκρασία επιφάνειας από τα κοινά υλικά επικάλυψης.
- Η θερμοκρασία των υλικών με ανακλαστικές βαφές επικάλυψης μετρήθηκε έως και 6 βαθμούς χαμηλότερη κατά τη θερινή περίοδο από την αντίστοιχη θερμοκρασία επιφάνειας με λευκό μάρμαρο.

Γενικά, μελέτες του Πανεπιστημίου Αθηνών για τη χρήση ανακλαστικών βαφών επικάλυψης σε εμπορικά κτήρια στις κλιματικές συνθήκες της Αθήνας έδειξαν μείωση του ψυκτικού φορτίου κατά 15% για μονωμένα κτήρια και έως 52% για αμόνωτα. Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο κόστος για το βάψιμο είναι το κόστος των εργατικών και όχι το κόστος των χρωμάτων, είναι σαφές ότι η χρήση των βαφών αυτών ελάχιστα επιβαρύνει το συνολικό

²⁰ Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν.: 'Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Θεσσαλονίκη 1996

κόστος σε σχέση με τη χρήση συμβατικών χρωμάτων, ενώ τα πλεονεκτήματα είναι αναμφισβήτητα.

Το ενδεικτικό κόστος των ανακλαστικών βαφών επικάλυψης είναι 12 €/λίτρο, ενώ ένα λίτρο καλύπτει επιφάνεια 10 m² περίπου, έχουμε δηλαδή ενδεικτικό κόστος 1,2 €/m².

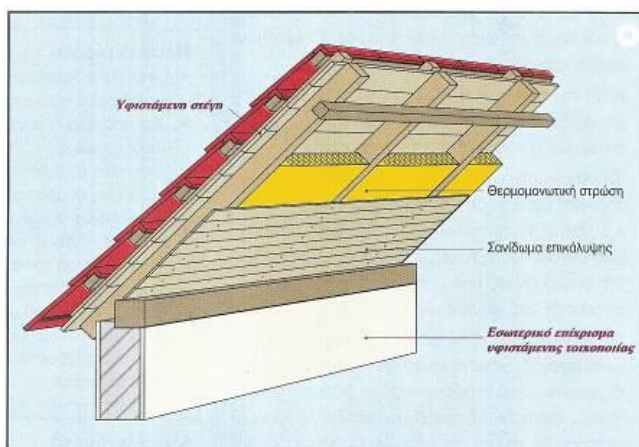
d. Επεμβάσεις σε στέγες

Όπως αναφέρεται στην βιβλιογραφία²¹, σε μια υφιστάμενη κατασκευή οι δυνατότητες επέμβασης για τη βελτίωση της θερμικής της προστασίας εξαρτώνται από το είδος της στέγης. Στις μονοκέλυφες κατασκευές οι δυνατότητες είναι δύο:

- Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης στο κάτω μέρος του κεκλιμένου φλοιού. Η λύση αυτή είναι συνήθως δυνατή όταν η στέγη είναι ξύλινη και τα ζευκτά είναι ορατά από το εσωτερικό του χώρου.
- Διαμόρφωση θερμομονωμένης ψευδοροφής.

Στις δικάλυφες κατασκευές και πάλι προσφέρονται δύο δυνατότητες:

- Όταν και τα δύο κελύφη βρίσκονται υπό κλίση, ακολουθούνται οι λύσεις της μονοκέλυφης.
- Όταν το εσωτερικό κέλυφος είναι οριζόντιο, η πλέον ενδεδειγμένη λύση είναι η τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης πάνω από αυτό.



Εικόνα 18: Θερμομόνωση μονοκέλυφης στέγης²²

e. Επεμβάσεις στα πατώματα και στα δάπεδα

Σε συνέχεια όσων αναφέρονται για την θερμομόνωση στεγών και δωματίων²³ η θερμοκρασία του δαπέδου είναι καθοριστική για τη διαμόρφωση του αισθήματος άνεσης σε ένα χώρο. Όταν αυτή είναι κάτω από 17 βαθμούς Κελσίου, δημιουργείται η αίσθηση ενός

^{21,22,23} Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν.: 'Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Θεσσαλονίκη 1996

ιδιαίτερα ψυχρού χώρου. Αν και ο κανονισμός θερμομόνωσης επιβάλλει τη θερμική προστασία ολόκληρου του κελύφους ενός κτηρίου, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις, ακόμη και σύγχρονων κτηρίων, με μη μονωμένο δάπεδο είτε λόγω άγνοιας, είτε λόγω αδιαφορίας είτε τέλος μιας εσφαλμένης εντύπωσης ότι αυτό εξοικονομεί πόρους. Είναι χαρακτηριστικό ότι η απουσία θερμικής προστασίας στα δάπεδα οδηγεί σε αυξημένα λειτουργικά κόστη πολύ υψηλότερα από το αρχικό κόστος της όποιας επέμβασης.

Οι συνηθέστερες περιπτώσεις πατώματων που χρειάζονται θερμομόνωση είναι:

- Πατώματα πάνω από ανοιχτές διαβάσεις και υπόστυλους χώρους (φυλωτή).
- Προεξοχές ορόφων.
- Πατώματα πάνω από υπόγεια.
- Πατώματα πάνω στο έδαφος.

B. Προδιαγραφές υλικών και συστημάτων

Καθ' όλα τα στάδια της ζωής τους -από την κατασκευή, τη χρήση, τη συντήρηση, την ανακαίνιση έως και την κατεδάφισή τους- τα κτήρια έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα της ζωής και την υγεία, τόσο αυτών που τα κατοικούν όσο και των περιοίκων. **Η επιλογή των δομικών υλικών σχετίζεται πολλαπλώς με την αειφορική ή μη διάσταση των κατασκευών**, αφού η χρήση δομικών υλικών που δεν πληρούν ορισμένα φίλο-περιβαλλοντικά κριτήρια μπορεί να επιφέρει:

- Κατασπατάληση φυσικών πόρων και ενέργειας.
- Διαταραχή του περιβάλλοντος από την εξόρυξη-ξύλευση των πρώτων υλών, την παραγωγή, μεταφορά και χρήση των δομικών υλικών.
- Επιδείνωση του εσωτερικού περιβάλλοντος των κατασκευών και ενίσχυση του «Συνδρόμου του άρρωστου κτηρίου», συνδρόμου που μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς την υγεία των διαβιούντων ή εργαζομένων σε ένα κτήριο.
- Πτώση της παραγωγικότητας των διαβιούντων ή εργαζομένων σε ένα κτήριο.
- Επιδείνωση του μικροκλίματος γύρω από ένα κτήριο.

Με άλλα λόγια, η επιλογή των λάθος δομικών υλικών μπορεί να έχει περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις, τις τρεις εκείνες συνιστώσες δηλαδή που συνθέτουν αυτό που αποκαλούμε αειφορία. Γι' αυτό και είναι ιδιαίτερα σημαντικό να υπάρχουν σαφή κριτήρια και δόκιμες μεθοδολογίες επιλογής των δομικών υλικών, όχι μόνο με βάση την τεχνική συμπεριφορά τους αλλά και την περιβαλλοντική διάστασή τους.

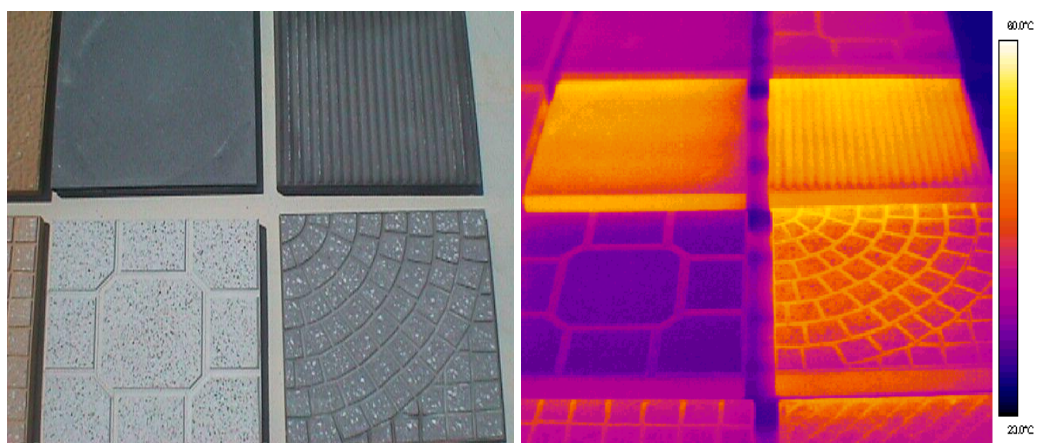
Ο κλάδος των κατασκευών, καταναλώνει μεγάλες ποσότητες φυσικών πόρων (αδρανή υλικά, ορυκτά, ξύλο και νερό) καθώς και ενέργειας. Το τσιμέντο, ο χάλυβας, το αλουμίνιο,

το ξύλο, τα κεραμικά, τα συνθετικά υλικά, τα χρώματα, οι οργανικοί διαλύτες και τα άλλα δομικά υλικά και προϊόντα που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές, χρειάζονται μεγάλες ποσότητες φυσικών πρώτων υλών και ενέργειας για την παραγωγή τους, τη μεταφορά και την ενσωμάτωσή τους σε ένα κτήριο.

Εκτιμάται ότι ο κλάδος των κατασκευών καταναλώνει το 40-50% περίπου των φυσικών πρώτων υλών που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος (περί τα 3 δισεκατομμύρια τόνους υλικών ετησίως), περισσότερο δηλαδή από κάθε άλλο βιομηχανικό κλάδο. Ταυτόχρονα, ευθύνεται για το 30-50% των συνολικών αποβλήτων των βιομηχανικά αναπτυγμένων χωρών. Έρευνες στις ΗΠΑ έδειξαν πως η κατασκευή μιας τυπικής κατοικίας συνεπάγεται την παραγωγή 7 τόνων αποβλήτων, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση παράγεται μισός τόνος δομικών αποβλήτων ανά κάτοικο κάθε χρόνο.

Η επιλογή μη τοξικών υλικών και ο σωστός αρχιτεκτονικός και ενεργειακός σχεδιασμός μπορούν να αμβλύνουν και εν τέλει να εξαλείψουν τα συμπτώματα του συνδρόμου αυτού, εγγυώμενα καθ' αυτό τον τρόπο ένα υγιεινό περιβάλλον για τους διαβιούντες σε κάποιο κτήριο.

Η επιλογή των κατάλληλων υλικών (ανοιχτόχρωμων, λείων και συνάμα αντιολισθηρών, μεγάλης ανακλαστικότητας) είναι συνεπώς καθοριστικής σημασίας. Οι σχετικές έρευνες επιτρέπουν σήμερα την επιλογή των πιο δόκιμων υλικών, αφού έχουν μετρηθεί και αξιολογηθεί πάνω από 90 διαφορετικά υλικά επίστρωσης εξωτερικών χώρων που βρίσκει κανείς στην ελληνική αγορά.



Εικόνα 19: Παράδειγμα υλικών με ίδια χρήση, που παρουσιάζουν άλλη συμπεριφορά²⁴

a. Περιβαλλοντική προτίμηση δομικών υλικών

Πάνω από 20.000 διαφορετικά δομικά υλικά και προϊόντα κυκλοφορούν σήμερα στην ευρωπαϊκή αγορά. Κάποια από τα υλικά αυτά έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον ή/και στη δημόσια υγεία. Για λίγα από τα υλικά αυτά υπάρχουν εναρμονισμένες κοινοτικές προδιαγραφές, ενώ για ακόμη λιγότερα έχει γίνει κάποια εκτίμηση της συνολικής

²⁴ REASURE: "Establishment of Regional Design Advice & Support Units to Promote Use of Renewable Energy in Buildings by Local Actors", EUROPEAN COMMISSION - DIRECTORATE-GENERAL FOR ENERGY AND TRANSPORT, Contract No: 4.1030/Z/01-056/2001

επιβάρυνσης που συνεπάγονται για το περιβάλλον και την υγεία καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους. Τίθεται λοιπόν το ερώτημα με ποιους τρόπους και με ποια μεθοδολογία μπορεί κάποιος να επιλέξει τα υλικά εκείνα που θα περιορίσουν τις όποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις της δόμησης.

Για την επιλογή των καταλληλότερων (από περιβαλλοντικής σκοπιάς) υλικών, μία δόκιμη μεθοδολογία που ακολουθείται τα τελευταία χρόνια είναι αυτή της «**Περιβαλλοντικής Προτίμησης**». Η μεθοδολογία αυτή εφαρμόζεται με επιτυχία τα τελευταία χρόνια σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες που επιλέγουν και προωθούν την οικολογική δόμηση. Στην Ολλανδία, για παράδειγμα, η πλειοψηφία των δημοσίων φορέων χρησιμοποιεί πλέον αυτή τη μέθοδο για τις χρηματοδοτούμενες και ελεγχόμενες απ' αυτούς κατασκευές.

Αρκετά μεθοδολογικά εργαλεία είναι σήμερα διαθέσιμα για την εφαρμογή στην πράξη της περιβαλλοντικής προτίμησης των δομικών υλικών. Πέραν της μεθοδολογίας EPM (Environmental Preference Method, η οποία εφαρμόζεται επί σειρά ετών από το Υπουργείο Περιβάλλοντος της Ολλανδίας), ευρεία διάδοση έχουν οι μέθοδοι BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, η οποία εφαρμόζεται στη Βρετανία), και BEES (Building for Environmental and Economic Sustainability, η οποία εφαρμόζεται ευρέως στις ΗΠΑ). Παράλληλα, διατίθενται εκτενείς βάσεις δεδομένων, όπως αυτή του βρετανικού BRE (Building Research Establishment Environmental Profiles) που παρέχουν περιβαλλοντική πληροφορία για εκατοντάδες υλικά και προϊόντα που κυκλοφορούν στην αγορά. Σε κάθε περίπτωση πάντως θα πρέπει να λάβει κανείς υπ' όψη και τις τοπικές συνθήκες της αγοράς, οι οποίες ενδεχομένως διαφοροποιούν την περιβαλλοντική επίδοση ενός προϊόντος. Γι' αυτό και μακροπρόθεσμα θα πρέπει να αναπτυχθούν μεθοδολογίες και βάσεις δεδομένων ειδικά προσαρμοσμένες για την ελληνική αγορά.

Η «Περιβαλλοντική Προτίμηση» βασίζεται στην αξιολόγηση των υλικών κατασκευής με βάση το συνολικό κύκλο ζωής τους. Έτσι, **προκειμένου να αξιολογηθεί και να βαθμονομηθεί ένα υλικό, λαμβάνονται υπ' όψη, μεταξύ άλλων, τα εξής:**

- Η έλλειψη των πρώτων υλών.
- Η οικολογική βλάβη κατά την εξόρυξη, ξύλευση ή παραγωγή των πρώτων υλών.
- Η ενεργειακή κατανάλωση σε όλα τα στάδια (περιλαμβανομένης της επεξεργασίας και μεταφοράς του υλικού).
- Η κατανάλωση νερού.
- Προβλήματα ηχορύπανσης και οσμών.
- Οι εκπομπές επιβλαβών ρύπων κατά την παραγωγική διαδικασία, συμπεριλαμβανομένων των ρύπων που συμβάλλουν στην αλλαγή του κλίματος, στην καταστροφή του όζοντος και στην όξινη βροχή.
- Η χρήση ή πιθανή έκλυση ουσιών που είναι επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία.
- Η χρήση ή πιθανή έκλυση ουσιών που είναι τοξικές, βιο-συσσωρεύσιμες και εμμένουσες στο περιβάλλον.

- Η πιθανή διακινδύνευση και πρόκληση σοβαρού ατυχήματος καθ' όλο τον κύκλο ζωής ενός υλικού ή προϊόντος.
- Η παραγωγή αποβλήτων.
- Οι δυνατότητες επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και επιδιόρθωσης.
- Η χρήση ανανεώσιμων πόρων, καθώς και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την παραγωγή ενός προϊόντος.

Στη συνέχεια, και με βάση τον κύκλο ζωής του κάθε προϊόντος, υπολογίζεται το «οικολογικό του αποτύπωμα» και βαθμολογείται ανάλογα. Με βάση αυτή τη βαθμολογία, κατατάσσεται σε τέσσερις (4) συνήθως κατηγορίες, οι οποίες δηλώνουν και το βαθμό περιβαλλοντικής προτίμησης για το εν λόγω προϊόν.

Αν και διεθνώς έχουν παρουσιαστεί αρκετές μεθοδολογίες που παρουσιάζουν κάποιες διαφορές μεταξύ τους (για παράδειγμα, στο πώς αξιολογούν τη συμβολή ενός προϊόντος στην υπερθέρμανση του πλανήτη σε σχέση π.χ. με την οικοτοξικότητά του), εν τούτοις όλες οι μεθοδολογίες μέχρι σήμερα παρουσιάζουν αξιόπροσεκτη ομοιότητα ως προς την περιβαλλοντική κατάταξη των διαφόρων υλικών και προϊόντων, έτσι ώστε να διασφαλίζεται ο χρήστης ως προς την αντικειμενικότητα των αξιολογήσεων.

Άλλωστε, η διαδικασία αυτή αξιολόγησης είναι δυναμική και εξελισσόμενη, καθώς νέα προϊόντα εισέρχονται στην αγορά, ενώ και σε παλιά υλικά παρατηρούνται συχνά αλλαγές και βελτιώσεις (π.χ. η διόγκωση της πολυστερίνης γινόταν παλιά με ουσίες που έβλαπταν το στρατοσφαιρικό όζον, ενώ σήμερα γίνεται με ουσίες φιλικότερες προς το περιβάλλον και αυτό αλλάζει τη βαθμολογία του τελικού προϊόντος).

Με βάση την παραπάνω κατάταξη, ο χρήστης λαμβάνει τις τελικές του αποφάσεις, αξιολογώντας παράλληλα τα παρακάτω:

- Τις τεχνικές προδιαγραφές των διαφόρων υλικών με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες του.
- Τα κόστη των διαφόρων υλικών.
- Τη διαθεσιμότητά τους στην τοπική αγορά.
- Τις ιδιαίτερες προτιμήσεις των τελικών χρηστών.
- Τη συμβατότητα των υλικών μεταξύ τους.
- Τυχόν περιορισμούς στη χρήση διαφόρων υλικών (π.χ. στην περίπτωση διατηρητέων κτισμάτων όπου πρέπει να υπάρξει σεβασμός στην αρχική εμφάνιση του κτηρίου).

Περιγραφή των προϊόντων αυτών με βάση την περιβαλλοντική προτίμηση γίνεται αναλυτικά στον οδηγό πράσινων προμηθειών της Τράπεζας Πειραιώς.

b. Δημιουργία προθαλάμου ανάσχεσης της ροής θερμότητας

Όπως αναφέρεται στην βιβλιογραφία²⁵, είναι σύνηθες στα καταστήματα η κύρια είσοδος του κτηρίου να παραμένει ανοιχτή χειμώνα-καλοκαίρι καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας

²⁵ Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν.: 'Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Θεσσαλονίκη 1996

της υπηρεσίας. Έτσι, λόγω των συνεχών εναλλαγών αέρα, υπάρχει μεγάλη απώλεια θερμότητας στον εσωτερικό χώρο. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να λυθεί με τη δημιουργία ενός προθαλάμου μήκους 4 τουλάχιστον μέτρων (εφόσον βέβαια το επιτρέπει η αρχιτεκτονική του κτηρίου) με δύο πόρτες που η μία κλείνει πριν ανοίξει η άλλη. Ανάλογα με την αρχιτεκτονική του κτηρίου και τις δυνατότητες του χώρου, ο προθάλαμος μπορεί να κατασκευαστεί από:

- Τοιχοποιία
- Προκατασκευασμένα στοιχεία
- Ελαφρά πετάσματα
- Γυαλί

Σε περιπτώσεις που ο χώρος δεν επιτρέπει τη δημιουργία προθαλάμου, η λύση μιας περιστρεφόμενης πόρτας, αν και λιγότερο αποτελεσματική, μπορεί να βελτιώσει κάπως την κατάσταση.

c. Φυσικός δροσισμός

Ο πιο απλός και αποδοτικός τρόπος να διατηρήσει κανείς το χώρο του δροσερό, είναι να εμποδίσει τη θερμότητα να μπει και να αποθηκευτεί στους εσωτερικούς χώρους. Η θερμότητα προέρχεται πρωτίστως από την ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει πάνω στους τοίχους και τα ανοίγματα και δευτερευόντως από διάφορες άλλες εσωτερικές πηγές (π.χ. φωτισμός, ηλεκτρικές συσκευές, κ.λπ.).

Μπορεί λοιπόν να αποφύγει κανείς τη συσσώρευση της θερμότητας στο χώρο του, και κατά συνέπεια την αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας, με τέσσερις διακριτούς τρόπους:

1. Ανακλώντας την προσπίπτουσα ακτινοβολία
2. Εμποδίζοντας την είσοδο θερμικής ακτινοβολίας
3. Απομακρύνοντας την ήδη συσσωρευμένη θερμότητα
4. Περιορίζοντας τις εσωτερικές πηγές θερμότητας μέσα στο κτήριο

1. Ανακλώντας την προσπίπτουσα ακτινοβολία

Οι μουντοί σκουρόχρωμοι εξωτερικοί τοίχοι απορροφούν το 70-90% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, με συνέπεια την αποθήκευση θερμότητας η οποία τελικά μεταδίδεται στο εσωτερικό του κτηρίου σας. Αντίθετα, **οι ανοιχτόχρωμοι τοίχοι ανακλούν μεγαλύτερο ποσοστό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, μειώνοντας την μετάδοση θερμότητας μέσω των επιφανειών στους εσωτερικούς χώρους.** Η θερμοκρασία μιας επιφάνειας με σκούρο χρώμα μπορεί να φτάσει μέχρι και 27°C υψηλότερα από μια ανοικτού χρώματος επιφάνεια. Άλλη σημαντική οδός για την απορρόφηση και τη μετάδοση της θερμότητας είναι η οροφή. Και πάλι, μια ανοιχτόχρωμη οροφή (ή και μια οροφή μονωμένη με ανακλαστική μεμβράνη ή ακόμη καλύτερα μία «πράσινη» φυτεμένη στέγη) βοηθά να κρατήσετε το χώρο σας πιο δροσερό.

Οι πράσινες στέγες (που έχουν γίνει υποχρεωτικές πια σε διάφορες πόλεις της Γερμανίας και της Ιαπωνίας) προσφέρουν θερμική άνεση χειμώνα-καλοκαίρι, μειώνουν τους θορύβους, βελτιώνουν το μικροκλίμα και αναβαθμίζουν αισθητικά τα κτήρια και τις γειτονιές.

Μία πράσινη στέγη με μόλις 10 εκατοστά βλάστησης μπορεί να μειώσει τις ανάγκες δροσισμού κατά 25%. Όταν οι θερμοκρασίες περιβάλλοντος είναι περί τους 30 βαθμούς Κελσίου, ένα δωμάτιο κάτω από μία πράσινη στέγη μπορεί να έχει 3-4 βαθμούς χαμηλότερη θερμοκρασία. Είναι χαρακτηριστικό ότι ένα σκουρόχρωμο υλικό επίστρωσης σε μία στέγη μπορεί να έχει 35-45 βαθμούς υψηλότερη θερμοκρασία από μία αντίστοιχη πράσινη στέγη. Είκοσι εκατοστά υποστρώματος μαζί με 20 εκατοστά βλάστησης, παρέχουν την ίδια θερμομόνωση με μία στρώση πετροβάμβακα πάχους 15 εκατοστών.

Μία πράσινη στέγη με βλάστηση ύψους 12 εκατοστών μειώνει το θόρυβο κατά 40 ντεσιμπέλ, ενώ αν το ύψος της βλάστησης είναι 20 εκατοστά η στάθμη του θορύβου μπορεί να πέσει κατά 46-50 ντεσιμπέλ.

Ένα τετραγωνικό μέτρο πράσινης στέγης κατακρατεί κατά μέσο όρο 200 γραμμάρια μικροσωματιδίων ετησίως, ενώ αρκεί μόλις 1,5 τετραγωνικό μέτρο πράσινης στέγης για να παραχθεί το οξυγόνο που χρειάζεται ένας ενήλικας σε ετήσια βάση.

Ένα ενδεικτικό μέσο κόστος για τη δημιουργία μιας πράσινης στέγης είναι τα 65 €/m².

Η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους μέσω των διαφανών επιφανειών συμβάλει κατά ένα μεγάλο ποσοστό στην θερμική δυσαρέσκεια το καλοκαίρι και την αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη. Μέχρι και 40% της συσσωρευμένης θερμότητας, μπορεί να φτάσει στο εσωτερικό του κτηρίου σας μέσω των υαλοπινάκων. Η χρήση ανακλαστικών μεμβρανών στα υαλοστάσια ή ακόμη καλύτερα η εγκατάσταση υαλοπινάκων χαμηλής εκπεψιμότητας (low-e) αποτελεί μια αποτελεσματική λύση. Το επιπλέον κόστος για την τοποθέτηση ειδικών υαλοστασίων θα το αποσβέσετε ούτως ή άλλως από την εξοικονόμηση που θα έχετε στον κλιματισμό.

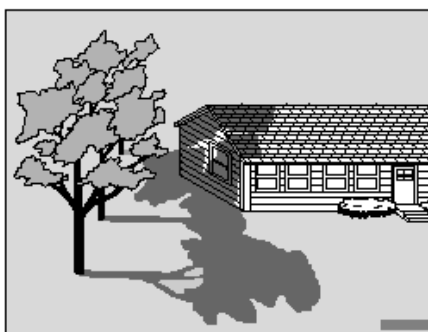
2. Εμποδίζοντας την είσοδο θερμικής ακτινοβολίας

Υπάρχουν δύο άριστοι τρόποι να εμποδίσετε τη θερμότητα να μπει στο χώρο σας το καλοκαίρι. Οι τρόποι αυτοί είναι η **θερμομόνωση** και η **σκίαση**. Τις δυνατότητες βελτίωσης της θερμικής προστασίας του κελύφους τις εξετάσαμε προηγουμένως.

Ο εξωτερικός σκιασμός είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος περιορισμού της εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας και κατ' επέκταση της θερμότητας, στους εσωτερικούς χώρους. Προτεραιότητα δίνεται στον σκιασμό των διαφανών και μετά των αδιαφανών επιφανειών. Η σκίαση μπορεί να σας βοηθήσει να μειώσετε τη θερμοκρασία μέσα στο σπίτι έως και κατά 11 βαθμούς. Η σκίαση μπορεί να γίνει είτε με την κατάλληλη φύτευση δέντρων και φυτών, είτε με κατάλληλα σκίαστρα τα οποία παρέχονται σε μεγάλη ποικιλία και εύρος τιμών. Τα σκίαστρα αυτά μπορεί να είναι από απλές τέντες έως ειδικά σχεδιασμένα μεταλλικά σκίαστρα που επιτυγχάνουν άριστα αποτελέσματα. Προσαρμόστε τα ανάλογα με τον

προσανατολισμό, δηλαδή οριζόντια σκιάστρα για τα νότια ανοίγματα και κατακόρυφα για τα ανατολικά και τα δυτικά.

Η σωστή χρήση των δέντρων για σκίαση μπορεί να μειώσει τα έξοδα για κλιματισμό κατά 15-50%. Ακόμη κι αν κάποιο δέντρο σκιάζει απλώς την εξωτερική μονάδα ενός κλιματιστικού, αυτό μπορεί να σημαίνει μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά 10%, λόγω της βελτιωμένης απόδοσης λειτουργίας της μονάδας. Προτιμήστε φυλλοβόλα δέντρα που εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να φτάσει στο χώρο σας το καλοκαίρι, όχι όμως και το χειμώνα που τη χρειάζεστε. Τα δέντρα θα πρέπει να σκιάζουν την ανατολική, δυτική και νότια πλευρά του κτηρίου, ώστε να εμποδίζουν τις ακτίνες του ήλιου αργά το πρωί, το μεσημέρι και το απόγευμα αντιστοίχως.

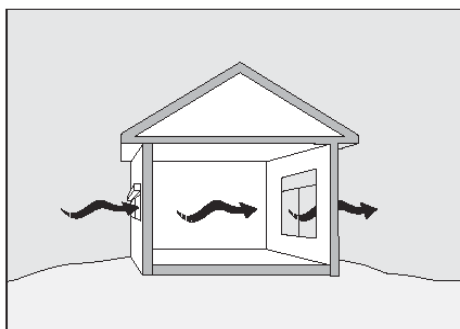


Εικόνα 20: Ενδεικτική παρουσίαση χρήσης δέντρων σε σχέση με το κτήριο

Τις ζεστές καλοκαιρινές μέρες, ένα δέντρο που σκιάζει το σπίτι σας αντιστοιχεί με 5 κλιματιστικά που λειτουργούν για 20 ώρες. Τρία δέντρα κατάλληλα φυτεμένα μπορούν να μειώσουν την ενέργεια για δροσισμό έως και κατά 50%.

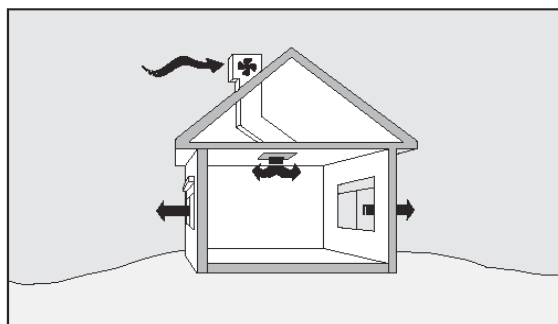
3. Απομακρύνοντας την ήδη συσσωρευμένη θερμότητα

Τίποτε δεν είναι πιο ευχάριστο μια ζεστή μέρα από ένα δροσερό αεράκι. Φροντίστε λοιπόν να δημιουργήσετε κάποια ρεύματα αέρα στο χώρο σας. Όπου μπορείτε, αερίστε τα δωμάτια τη νύχτα, όταν η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλή, αποβάλλοντας έτσι τη θερμότητα που συσσωρεύεται στους εσωτερικούς χώρους κατά την διάρκεια της ημέρας. Ο διαμετρής νυχτερινός δροσισμός μπορεί να μειώσει το ψυκτικό φορτίο ενός κτηρίου μέχρι 80%!



Εικόνα 21: Διαμετρής αερισμός

Για να ενισχύσετε τη φυσική κυκλοφορία του αέρα και να πετύχετε καλύτερο και αποτελεσματικότερο δροσισμό μπορείτε να εγκαταστήσετε κάποιο **σύστημα μηχανισμού αερισμού**. Επιπλέον, ένα τέτοιο σύστημα ανανεώνει και τον αέρα του σπιτιού σας, ο οποίος, σημειωτέον, είναι συνήθως ιδιαίτερα επιβαρυσμένος με τοξικούς ρύπους, αλλεργιογόνες ουσίες και ραδόνιο.



Εικόνα 22: Απλό σύστημα μηχανικού αερισμού

Ο πιο απλός και φθηνός τρόπος μηχανικού αερισμού είναι με **ανεμιστήρες**, κατά προτίμηση οροφής, που δημιουργούν ένα ευχάριστο ρεύμα αέρα γύρω από το ανθρώπινο σώμα.

4. *Περιορίζοντας τις εσωτερικές πηγές θερμότητας μέσα στο κτήριο*

Ο φωτισμός, αλλά και η χρήση ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών μπορούν να ανεβάσουν αισθητά τη θερμοκρασία μέσα στο χώρο σας και αυτό είναι ιδιαίτερα ανεπιθύμητο τις ζεστές μέρες του καλοκαιριού. Το πρόβλημα μετριάζεται αν χρησιμοποιείτε λαμπτήρες και συσκευές που εξοικονομούν ενέργεια. Ένας κλασικός λαμπτήρας πυρακτώσεως, για παράδειγμα, μετατρέπει το 80% περίπου της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα την οποία ακτινοβολεί στο χώρο ζεσταίνοντας τον άσκοπα. Χρησιμοποιώντας τους νέους ενεργειακούς λαμπτήρες (π.χ. συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού) οι οποίοι έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση (περίπου 10 φορές μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και καταναλώνουν μόνο το 20% της αντίστοιχης ηλεκτρικής ενέργειας των κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως), αποφεύγετε αυτή την επιπλέον θερμότητα. Αξιοποιήστε τέλος στο έπακρο τις δυνατότητες φυσικού φωτισμού.

ι. **Βελτίωση του φυσικού φωτισμού**

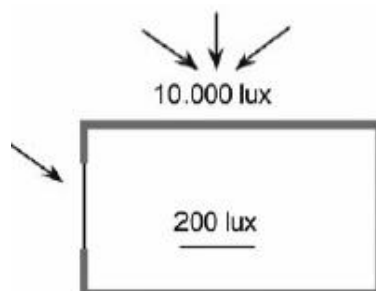
Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτήρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με

τη χρήση του κτηρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους με στόχο την εξασφάλιση οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο "θάμβωσης". Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα-υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα-ανακλαστικότητα).

Τα συστήματα βελτιστοποίησης του φυσικού φωτισμού περιλαμβάνουν:

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγούς

Ο δείκτης DF δείχνει τα ποσοστιαία επίπεδα φυσικού φωτισμού μέσα στον υπό μελέτη χώρο σε σχέση με αυτά του εξωτερικού περιβάλλοντος (βλέπε επεξηγηματικό σχήμα).



Εικόνα 23: Παράγοντας φυσικού φωτισμού $DF = 200/10.000 = 2\%$ ²⁶

Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, πλήρως αποδεκτά επίπεδα φυσικού φωτισμού θεωρούνται αυτά κατά τα οποία ο παράγοντας φυσικού φωτισμού υπερβαίνει το 2%, ενώ ανεκτές θεωρούνται και τιμές του παράγοντα έως 1%. Γενικά, στις κατοικίες καλό είναι ο παράγοντας φυσικού φωτισμού να υπερβαίνει το 1-2% ($DF > 1\%$ στα καθιστικά, $DF > 2\%$ στις κουζίνες) και στα κτήρια γραφείων το 2-4%.

Ένας μέσος παράγοντας φυσικού φωτισμού 2% δίνει την αίσθηση ενός μέτρια φωτισμένου χώρου, ενώ αν η μέση τιμή είναι 5%, η αίσθηση είναι πως ο χώρος είναι πολύ καλά φωτισμένος.

²⁶ <http://www.new-learn.info/packages/daymedia/axel/criteria/df.html>



Εικόνα 24: Μέση τιμή DF = 2% και Μέση τιμή DF = 5% αντίστοιχα²⁷

ii. Ανεμιστήρες οροφής



Εικόνα 25: Ανεμιστήρας οροφής

Οι ανεμιστήρες οροφής βελτιώνουν σημαντικά τις συνθήκες θερμικής άνεσης, επιτρέποντας να αισθανόμαστε άνετα μέχρι και τους 29°C. Ακόμα και στις περιπτώσεις που ο χώρος είναι κλιματιζόμενος, με χρήση ανεμιστήρων οροφής η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη του ψυκτικού φορτίου ενός χώρου μειώνεται κατά 28-40%, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες όπου βρίσκεται το κτήριο. Ένας ανεμιστήρας οροφής έχει χαμηλό αρχικό κόστος (20-100 ευρώ), ενώ μόλις που καταναλώνει την ενέργεια που χρειάζεται ένας κοινός λαμπτήρας. Αντιθέτως, τα ενεργοβόρα κλιματιστικά μπορούν να αυξήσουν το λογαριασμό ηλεκτρικού έως και κατά 50% τους θερινούς μήνες. Το όφελος της χαμηλότερης κατανάλωσης των ανεμιστήρων δεν είναι μόνο οικονομικό αλλά και περιβαλλοντικό, καθώς όσο λιγότερο ηλεκτρισμό καταναλώνουμε, τόσο λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα οι σταθμοί που παράγουν ενέργεια από πετρέλαιο και λιγνίτη.

Πίνακας 8: Σύγκριση κόστους ενεργειακής κατανάλωσης ανεμιστήρα και κλιματιστικού

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΙΑ ΩΡΙΑΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	Κόστος λειτουργίας	Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα
Ανεμιστήρας Οροφής (50 W)	0,45 λεπτά	54 γραμμάρια
Κλιματιστικό (9.000 Btu)	90 λεπτά	1.075 γραμμάρια

²⁷ DayMedia, Low Energy Architecture Research Unit, London Metropolitan University (<http://www.new-learn.info/packages/daymedia/axel/criteria/df.html>)

Πίνακας 9: Συμβουλές για τη σωστή χρήση ανεμιστήρα οροφής

Πρακτικές συμβουλές για την καλύτερη λειτουργία και απόδοση ενός ανεμιστήρα οροφής

- Η φτερωτή καλό είναι να απέχει 2,5-3 μέτρα από το δάπεδο και 25-30 εκατοστά από το ταβάνι.
- Τα πτερύγια να απέχουν τουλάχιστον 50 εκατοστά από τους πλευρικούς τοίχους

iii. Εναλλάκτης εδάφους-αέρα

Ο εναλλάκτης εδάφους-αέρα είναι ένα σύστημα υποβοήθησης της θέρμανσης-ψύξης ενός κτηρίου με σχετικά χαμηλό κόστος. Αξιοποιεί τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και ατμόσφαιρας για να καλύψει μέρος των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός χώρου με πολύ χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο εναλλάκτης εδάφους-αέρος αποτελείται από πλαστικές σωληνώσεις πολυπροπυλενίου μήκους μερικών δεκάδων μέτρων και διαμέτρου συνήθως 25 cm καθώς και ένα φυγοκεντρικό ανεμιστήρα. Ένα τυπικό βάθος τοποθέτησης (σε ανοιχτό χώρο δίπλα στο κτήριο) είναι τα 3 μέτρα. Δεδομένου ότι απαιτεί διάνοιξη τάφρων, η εφαρμογή αυτή συνίσταται κυρίως για νεοαναγειρόμενα κτήρια, οπότε και η εγκατάσταση γίνεται κατά τη διάρκεια της ανέγερσης του κτηρίου.

Ο πίνακας 10 δείχνει μία ενδεικτική προσομοίωση ενός τέτοιου συστήματος στην περιοχή της Αθήνας. Βλέπουμε ότι το σύστημα αυτό μπορεί να μειώσει τις ανάγκες θέρμανσης το χειμώνα και να δροσίσει ικανοποιητικά το χώρο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Πίνακας 10: Τιμές θερμοκρασίας για τη σωστή χρήση του εναλλάκτη

Εξωτερική θερμοκρασία (°C)	Θερμοκρασία εξόδου από τον εναλλάκτη (°C)
0	9
5	10,8
10	13,9
15	16,3
20	18,7
25	21,8
30	24,9
35	27,3
40	29,1

d. Επεμβάσεις σε ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

Τα περισσότερα δημόσια κτήρια είτε δεν σχεδιάστηκαν εξ αρχής για να περιορίσουν τα θερμικά και ψυκτικά τους φορτία και να τα ικανοποιήσουν με κάποιο αποδοτικό σύστημα θέρμανσης-ψύξης, είτε κατασκευάστηκαν για άλλες χρήσεις και εκ των υστέρων έγιναν παρεμβάσεις σ' αυτά κυρίως στο κομμάτι του κλιματισμού. Ενώ τελευταία γίνεται αντικατάσταση σε ορισμένα δημόσια κτήρια των κλασικών λεβήτων πετρελαίου με λέβητες

αερίου (γεγονός που κατά τεκμήριο ανεβάζει και την ενεργειακή τους απόδοση), ο κεντρικός κλιματισμός πολλών κτηρίων παραμένει προβληματικός, ενώ σχεδόν ανύπαρκτη είναι η χρήση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την ικανοποίηση των αναγκών

Οι θερμοστατικοί έλεγχοι είναι ελλιπείς και συχνά οι σχετικές ρυθμίσεις δεν είναι καν ορθές. Οι σωληνώσεις συχνά δεν είναι επαρκώς μονωμένες και τα θερμαντικά σώματα παλιά και χωρίς επαρκή συντήρηση. Και όλα αυτά στην καρδιά του ενεργειακού συστήματος κάθε κτηρίου που είναι ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός κάλυψης των αναγκών σε θέρμανση και δροσισμό.

Παρακάτω παρατίθενται μία σειρά ενεργειών στις οποίες μπορεί να προβούν οι ενεργειακοί διαχειριστές των δημοσίων κτηρίων, προκειμένου να βελτιώσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα του ενεργειακού εξοπλισμού. Οι παρεμβάσεις αυτές προέκυψαν στο πλαίσιο σχετικού προγράμματος του ΚΑΠΕ (το οποίο βρίσκεται εν εξελίξει) και το οποίο βασίστηκε, μεταξύ άλλων, και σε συζητήσεις με ενεργειακούς διαχειριστές δημοσίων κτηρίων και τις ανάγκες που αυτοί διατύπωσαν για την περαιτέρω επιμόρφωσή τους.

1. Σχεδιασμός Συστήματος

Εγκατάσταση κύκλου οικονομίας: Ο κύκλος οικονομίας επιτρέπει την επανακυκλοφορία του αέρα όταν δεν υπάρχει ανάγκη για φρέσκο αέρα. Έτσι θα προκύψει μείωση στη μη απαραίτητη θέρμανση ή ψύξη του εξωτερικού αέρα και, κατ' επέκταση, εξοικονόμηση ενέργειας.

Εγκατάσταση ανάκτησης θερμότητας αέρα-αέρα: Όταν ο αέρας δεν ανακυκλοφορεί, η μονάδα ανάκτησης θερμότητας αέρα-αέρα επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των δύο ρευμάτων του αέρα. Έτσι θα μειωθεί η μη απαραίτητη θέρμανση-ψύξη και, συνεπώς θα εξοικονομηθεί ενέργεια.

Ανάκτηση θερμότητας στον ψύκτη: Αυτή χρησιμοποιεί τη θερμότητα που συνήθως απορρίπτεται στην ατμόσφαιρα από τον ψύκτη για την προθέρμανση του νερού για θέρμανση χώρων ή άλλη χρήση.

2. Ροή του αέρα στο σύστημα

Αναδιάρθρωση της ροής του αέρα για βελτίωση της διανομής του: Μπορεί οι γρίλιες να είναι τοποθετημένες ή ρυθμισμένες έτσι ώστε να μην επιτυγχάνεται αποτελεσματική κατανομή του αέρα εντός του χώρου. Με την απλή ρύθμιση ή τοποθέτηση σε άλλη θέση μιας γρίλιας παροχής του αέρα μπορεί να βελτιωθεί η κατάσταση.

Εξάλειψη των εμποδίων στη ροή του αέρα: Εμπόδια μπορεί να αναπτυχθούν σ' έναν αεραγωγό λόγω της συγκέντρωσης σκόνης ή παρεμπόδισης από ένα στερεό σώμα. Αυτό έχει ως το σύστημα να λειτουργεί με μειωμένη ενεργειακή αποδοτικότητα.

Ανεπαρκής καθαρισμός των φίλτρων: Τα φίλτρα του αέρα συγκρατούν τη σκόνη και τους ρύπους που εισέρχονται στο κτήριο ή κυκλοφορούν και διαχέονται σ' αυτό. Τα φίλτρα

πρέπει να καθαρίζονται τακτικά αλλιώς τα πολλά σωματίδια που παγιδεύονται σ' αυτά θα περιορίσουν την ροή του αέρα και θα προκαλέσουν χαμηλή αποδοτικότητα του ανεμιστήρα.

Εμπόδια από τους χρήστες: Ενίοτε οι χρήστες αναρτούν χαρτόνια ή υφάσματα για να αλλάξουν την κατανομή του αέρα κατά βούληση. Αυτό όμως μπορεί να επηρεάσει την λειτουργία του συστήματος κλιματισμού.

Πάγος στις σπείρες ψύξης: Οι σπείρες σ' ένα σύστημα H\AC με ψυκτικό μέσο (μονάδες DX) λειτουργούν σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες του ψυκτικού με αποτέλεσμα τον σχηματισμό πάγου, ο οποίος με τη σειρά του παρεμποδίζει την ροή του αέρα. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να επιλυθεί με την προσαρμογή του συστήματος DX.

Ισοστάθμιση της διάταξης διανομής του αέρα: Το σύστημα του αέρα πρέπει να είναι ισοσταθμισμένο και να ελέγχεται τόσο περιοδικά όσο και μετά από κάθε εργασία μετατροπής στο σύστημα κλιματισμού.

Ανασκευή του συστήματος αέρα: Περιλαμβάνει την πλήρη ισοστάθμιση του συστήματος διανομής του αέρα, καθώς και τη ρύθμιση όλων των διατάξεων της εγκατάστασης. Μπορεί να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση εάν έχει καιρό να υλοποιηθεί αυτή η διαδικασία.

Αντικατάσταση ανεμιστήρα: Ο ανεμιστήρας κυκλοφορίας ενός συστήματος κλιματισμού που φτάνει στο τέλος του ωφέλιμου χρόνου ζωής του δεν είναι πολύ αποδοτικός. Με την αντικατάσταση του μπορεί να επιτευχθεί σημαντική βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

3. Χρήση του συστήματος

Περιορισμός των ωρών λειτουργίας του συστήματος: Πολλά συστήματα HVAC λειτουργούν περισσότερο απ' όσο είναι πραγματικά αναγκαίο. Η ρύθμιση των χρονοδιακοπών του συστήματος ελέγχου μπορεί να επιλύσει το πρόβλημα.

Εγκατάσταση συστήματος βελτιστοποιημένων ελέγχων: Αυτό ενεργοποιεί και απενεργοποιεί τον κλιματισμό ώστε το κτήριο να λειτουργεί μόνο στην προκαθορισμένη θερμοκρασία όσο είναι κατειλημμένο. Καταγράφει τις θερμοκρασίες του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα και προσδιορίζει τον χρόνο που θα χρειαστεί για να θερμανθεί ή ψυχθεί το κτήριο, θέτοντας σε ή διακόπτοντας τη λειτουργία του κλιματισμού στις κατάλληλες χρονικές στιγμές.

Μείωση των ωρών προγραμματισμένης λειτουργίας: Αυτό απλά σημαίνει την εκ νέου ρύθμιση του χρονοδιακόπτη για περιορισμό των ωρών λειτουργίας του συστήματος. Συχνά δεν προκύπτει πρόβλημα εάν αυξάνεται ή μειώνεται ελαφρά η θερμοκρασία προς το τέλος της περιόδου ενοίκησης, και το κέρδος σε ενέργεια από μία μικρή ρύθμιση, ιδιαίτερα κατά την περίοδο αιχμής, μπορεί να είναι σημαντικό.

Μείωση των επιπτώσεων από την εκτός ωραρίου λειτουργία του κλιματισμού: μειώνοντας τη θερμοκρασία λειτουργίας της θέρμανσης και αυξάνοντας αυτήν της ψύξης στις ώρες που το κτήριο δεν είναι κατειλημμένο, θα μειωθεί σημαντικά η χρήση ενέργειας από το σύστημα.

Περιορισμός της περιοχής που εξυπηρετείται εκτός του ωραρίου: Εκτός των ωρών που το κτήριο είναι κατειλημμένο μπορεί να λειτουργεί ένα μικρό μόνο τμήμα του συστήματος HVAC. Μπορεί να απομονωθεί μέρος του συστήματος ώστε να εξυπηρετείται μόνο αυτό κατά την εκτός ωραρίου λειτουργία του.

Βελτίωση της χρήσης των κεντρικών εγκαταστάσεων: Στα κτήρια που διαθέτουν κεντρική μονάδα μπορεί να υπάρχουν περιοχές που εξυπηρετούνται από μικρότερο ανεξάρτητο εξοπλισμό. Εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με τη ρύθμιση της υφιστάμενης κεντρικής μονάδας έτσι ώστε να χρησιμοποιείται για να εξυπηρετεί τους επιπλέον χώρους.

Μείωση του χρόνου λειτουργίας για τις εκτός ωραρίου περιόδους: Μπορεί να είναι δυνατό να μειωθεί ο αριθμός των προκαθορισμένων ωρών λειτουργίας, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση ενέργειας για την εκτός ωραρίου λειτουργία.

4. Ψυκτική Μονάδα

Αντικατάσταση του ψύκτη: Η αντικατάσταση του υφιστάμενου ψύκτη με μια πιο κατάλληλη ή αναβαθμισμένη μονάδα θα επιφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Καλύτερη εναρμόνιση με το προφίλ του φορτίου: Διαφορετικοί τύποι ψυκτών λειτουργούν πιο αποδοτικά σε διαφορετικά φορτία. Το προφίλ φορτίου της εγκατάστασης πρέπει να εναρμονιστεί με τον πιο κατάλληλο τύπο ψύκτη για βέλτιστη ενεργειακή αποδοτικότητα.

Βελτιωμένος συντελεστής ενεργειακής απόδοσης (COP) μονάδας: Οι βελτιώσεις στην απόδοση λειτουργίας του ψύκτη θα βελτιώσουν το συνολικό COP.

Μειωμένο κόστος συντήρησης μιας νέας μονάδας: Η εγκατάσταση ενός νέου ψύκτη αναπόφευκτα θα μειώσει το κόστος συντήρησης του ψύκτη για έναν αριθμό ετών.

Μειωμένα λειτουργικά κόστη με αλλαγή του καυσίμου: Αν και οι περισσότεροι ψύκτες χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια, μπορεί υπό συγκεκριμένες συνθήκες να είναι πιο οικονομική η χρήση ψυκτών απορρόφησης αερίου.

Ρύθμιση των ελεγκτών αλληλουχίας του ψύκτη: Οι αυτόματοι ελεγκτές των ψυκτών μπορεί να είναι πολύπλοκοι, οι ψύκτες μπορεί να έχουν πολλά στάδια λειτουργίας και, όπου υφίστανται περισσότεροι του ενός ψύκτες, το εύρος λειτουργίας μπορεί να είναι σημαντικό. Η σωστή ρύθμιση της αλληλουχίας των ελεγκτών του ψύκτη αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την αποδοτική λειτουργία του συστήματος.

Λειτουργία με μεταβλητή ταχύτητα: Η χρήση κινητήρων VSD στις αντλίες κυκλοφορίας του ψυχρού νερού μπορεί να επιφέρει σημαντική βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας της εγκατάστασης.

Ανεμιστήρες των πύργων ψύξης: Οι ανεμιστήρες των πύργων ψύξης μπορούν να ελέγχονται μέσω μεταβλητής ταχύτητας για τη μείωση της κατανάλωσης ισχύος.

Νερό του συμπυκνωτή: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ανάκτηση θερμότητας για την παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης ή την θέρμανση χώρων.

Συμπιεστής του ψύκτη: Ανάλογα με το μέγεθος και τον τύπο της εγκατάστασης θα καθορισθεί ο πιο αποδοτικός τύπος συμπιεστή που πρέπει να χρησιμοποιηθεί.

Αντικατάσταση των πύργων ψύξης: Οι υφιστάμενοι πύργοι ψύξης μπορεί να είναι μη αποδοτικοί κατά τη λειτουργία τους, επιτρέποντας την επίτευξη ενεργειακών κερδών με την αντικατάσταση τους με νέες μονάδες.

Ρύθμιση των σημείων λειτουργίας του ψυχρού νερού: Μπορούν να ρυθμιστούν τα σημεία λειτουργίας για καλύτερη προσαρμογή στη ζήτηση φορτίου και έτσι να επιτευχθούν βελτιωμένες ενεργειακές αποδοτικότητες.

Ρύθμιση των σημείων λειτουργίας του νερού του συμπυκνωτή: Τα σημεία λειτουργίας του συστήματος ελέγχου μπορούν να ρυθμιστούν για καλύτερη ικανοποίηση της ζήτησης και την επίτευξη βελτιωμένης αποδοτικότητας.

5. Θερμική Μονάδα

Αντικατάσταση του λέβητα: Η αντικατάσταση του υφιστάμενου λέβητα με άλλον πιο κατάλληλου, ή/και αναβαθμισμένου τύπου μπορεί να συμβάλλει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Βελτιωμένη εναρμόνιση με το προφίλ του φορτίου: Η απόδοση του συστήματος θέρμανσης μπορεί να βελτιστοποιηθεί με την εναρμόνιση του μεγέθους και πλήθους των λεβήτων με το φορτίο.

Βελτιωμένη αποδοτικότητα της μονάδας: Με μικρές τροποποιήσεις στις ρυθμίσεις και βαθμονομήσεις του λέβητα μπορεί να βελτιωθεί η αποδοτικότητα.

Μειωμένο κόστος συντήρησης για μια νέα μονάδα: Η εγκατάσταση ενός νέου λέβητα αναπόφευκτα θα μειώσει το κόστος συντήρησης του λέβητα για έναν αριθμό ετών.

Μειωμένες λειτουργικές δαπάνες με την αλλαγή του καυσίμου: Ανάλογα με το κόστος των καυσίμων, οι συνολικές ενεργειακές δαπάνες μπορούν να μειωθούν αντικαθιστώντας το ένα καύσιμο με ένα άλλο.

Μετάδοση κίνησης μεταβλητής ταχύτητας: Η χρήση VSD στις αντλίες κυκλοφορίας του συστήματος θέρμανσης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή αποδοτικότητα της εγκατάστασης. Πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα κατά τον σχεδιασμό των συστημάτων θέρμανσης για τη χρήση αντλιών μεταβλητής ταχύτητας.

Ανεμιστήρες ελκυσμού: Ο έλεγχος μέσω μεταβλητής ταχύτητας του κινητήρα του ανεμιστήρα ελκυσμού για την εναρμόνιση με την κατανάλωση καυσίμου του λέβητα αποτελεί ένα οικονομικό τρόπο μείωσης της ενέργειας.

Μεταβολή των ελεγκτών αλληλουχίας του λέβητα: Η σωστή ρύθμιση των ελεγκτών αλληλουχίας των λεβήτων, ανάλογα με τις μεταβολές στο φορτίο θέρμανσης, αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για την αποδοτική λειτουργία του συστήματος θέρμανσης.

Ρύθμιση των σημείων λειτουργίας για το ζεστό νερό: Τα σημεία λειτουργίας του συστήματος ελέγχου θέρμανσης μπορούν να ρυθμιστούν για να ταιριάζουν καλύτερα με τη

ζήτηση φορτίου, επιτυγχάνοντας με τον τρόπο αυτό βελτιωμένες συνολικές ενεργειακές αποδοτικότητες.

Εισαγωγή αυτοματοποιημένων ελέγχων του λέβητα: Η εγκατάσταση εξελιγμένων αυτόματων ελεγκτών σε έναν υφιστάμενο λέβητα θα βελτιώσει τη λειτουργία του και τις ενεργειακές επιδόσεις της μονάδας.

Κατάργηση της απαίτησης για επιτήρηση του λέβητα: Με την εγκατάσταση ενός αυτόματου συστήματος ελέγχου, η απαίτηση για μόνιμη επί 24ώρου επιτήρηση των λεβήτων μπορεί να καταργηθεί ή να περιοριστεί. Τα προκύπτοντα οφέλη θα είναι οι αμοιβές των επιτηρητών των λεβήτων που πλέον δεν θα χρειάζονται.

Έλεγχος με αισθητήρα καυσαερίων των ανεμιστήρων ελκυσμού: Οι εξελιγμένοι ελεγκτές των λεβήτων μπορούν να μεταβάλλουν την ταχύτητα του ανεμιστήρα εξαναγκασμένου ελκυσμού σύμφωνα με την περίσσεια αέρα που ανιχνεύεται στον αγωγό απαγωγής των καυσαερίων. Έτσι επιτυγχάνεται βελτιωμένη αποδοτικότητα λειτουργίας του λέβητα.

6. Κυκλοφορία Ψυχρού Νερού

Αποκέντρωση της παραγωγής ψυχρού νερού: Οι κεντρικές ψυκτικές εγκαταστάσεις συχνά περιλαμβάνουν εκτενή δίκτυα σωληνώσεων, με αποτέλεσμα την εμφάνιση μεγάλων απώλειες σ' αυτές. Καλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μικρότερων ψυκτών που βρίσκονται πλησιέστερα στα ψυκτικά φορτία.

Συγκέντρωση της παραγωγής ψυχρού νερού: Όπου υπάρχουν πολλοί μικρότεροι ψύκτες που είναι σχετικά κοντά, και ανάλογα με το προφίλ του φορτίου, είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση μίας μεμονωμένης μονάδας κεντρικού ψύκτη. Έτσι, θα υπάρξει και μείωση στις δαπάνες συντήρησης.

Κινητήρες με VSD: Η χρήση κινητήρων με μετάδοση κίνησης μεταβλητής ταχύτητας στις αντλίες κυκλοφορίας του ψυχρού νερού μπορεί να βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό την ενεργειακή απόδοση της εγκατάστασης.

Μειωμένος όγκος κυκλοφορίας: Μπορεί να κυκλοφορεί στο κτήριο μεγαλύτερη ποσότητα ψυχρού νερού σε σχέση με αυτή που χρειάζεται για την ικανοποίηση του μέγιστου ψυκτικού φορτίου. Με την επαναίσοσταθμηση του συστήματος θα καταστεί δυνατή η μείωση της ογκομετρικής παροχής

Αντικατάσταση αντλιών - κινητήρων αντλιών: Συχνά η εγκατεστημένη αντλία εκτελεί μία δυσανάλογα μεγάλη υπηρεσία. Η μείωση του μεγέθους της ώστε να ταιριάζει με το φορτίο οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερο χρόνο ζωής για την αντλία.

Μείωση των ωρών κυκλοφορίας: Πολλά συστήματα λειτουργούν περισσότερο απ' όσο χρειάζεται. Η μείωση των ωρών λειτουργίας της αντλίας θα περιορίσει και την κατανάλωση ενέργειας.

Βελτίωση της μόνωσης των αγωγών: Εάν η μόνωση των αγωγών είναι σε κακή κατάσταση ή δεν έχει επαρκές πάχος, κρίνεται σκόπιμη η αντικατάστασή της με νέα, για μείωση των απωλειών ενέργειας.

Βελτίωση της μόνωσης των βαλβίδων: Η μόνωση γύρω από τις βαλβίδες καταστρέφεται με την πάροδο του χρόνου. Η αντικατάστασή της με πιο εύκαμπτο τύπο οδηγεί σε μείωση των απωλειών.

Μείωση του μήκους των αγωγών: Η δυναμικότητα της αντλίας και οι απώλειες στο δίκτυο σχετίζονται με το μήκος διαδρομής των αγωγών. Επανασχεδιάζοντας το δίκτυο των αγωγών μπορεί να επιτευχθεί μείωση του μήκους τους.

7. Κυκλοφορία Νερού για θέρμανση χώρων

Αποκέντρωση της παραγωγής της θέρμανσης: Οι κεντρικές θερμικές εγκαταστάσεις εν γένει περιλαμβάνουν ένα εκτεταμένο δίκτυο σωλήνων, με αποτέλεσμα την εμφάνιση απωλειών σ' αυτές. Μεγαλύτερη ενεργειακή αποδοτικότητα μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ενός αριθμού μικρότερων λεβήτων τοποθετημένων πλησιέστερα στα θερμικά φορτία.

Συγκέντρωση της παραγωγής της θέρμανσης: Όπου υπάρχουν μικρότεροι λέβητες που είναι σχετικά κοντά, και ανάλογα με το προφίλ του φορτίου, μπορεί να επιτευχθεί καλύτερη ενεργειακή απόδοση μέσω ενός κεντρικού λέβητα.

Συστήματα κινητήρων με VSD: Η χρήση κινητήρων με μετάδοση κίνησης μεταβλητής ταχύτητας για τις αντλίες κυκλοφορίας θέρμανσης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή αποδοτικότητα της εγκατάστασης.

Μειωμένος όγκος κυκλοφορίας: Η επανεξισορρόπηση του συστήματος θα μειώσει ανάλογα την παροχή του όγκου.

Αντικατάσταση αντλίας - κινητήρα αντλίας: Η μείωση του μεγέθους της αντλίας για εναρμόνιση της με το φορτίο θα οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερο χρόνο ζωής για την αντλία.

Ρύθμιση των θερμοκρασιών κυκλοφορίας ώστε να καλύπτεται η ζήτηση: Μπορεί να είναι δυνατή η μείωση των θερμοκρασιών λειτουργίας, με συνεπαγόμενη εξοικονόμηση της θερμότητας που χάνεται στους αγωγών διανομής.

Μείωση των ωρών κυκλοφορίας: Πολλά συστήματα λειτουργούν περισσότερο απ' όσο απαιτείται. Με την μείωση των ωρών λειτουργίας της αντλίας κυκλοφορίας θα μειωθεί και η κατανάλωση ενέργειας.

Βελτίωση της μόνωσης των σωλήνων: Εάν η μόνωση των σωλήνων είναι σε κακή κατάσταση ή δεν έχει επαρκές πάχος, είναι σκόπιμο να αντικατασταθεί η μόνωση αυτή με νέα, μειώνοντας έτσι την ενέργεια που χάνεται.

Βελτίωση της μόνωσης των βαλβίδων: Αντικαθιστώντας τη μόνωση των βαλβίδων με ένα πιο εύκαμπτο τύπο, ή με τη χρήση επικαλυμμάτων, περιορίζονται οι θερμικές απώλειες από τις βαλβίδες.

Μείωση του μήκους των αγωγών: Η δυναμικότητα της αντλίας και οι ενεργειακές απώλειες του δικτύου των αγωγών συνδέονται με το μήκος της διαδρομής των αγωγών. Μπορεί να επανασχεδιαστεί το δίκτυο των αγωγών προκειμένου να περιορισθεί το συνολικό τους μήκος.

8. Γενικά για την εγκατάσταση

Αντικατάσταση αντλίας-κινητήρα ή του συστήματος μετάδοσης κίνησης: Ο εξοπλισμός που ολοκληρώνει τον ωφέλιμο χρόνο ζωής του δεν λειτουργεί αποδοτικά. Αντικαθιστώντας τον εξοπλισμό αυτόν θα αυξηθεί η συνολική αποδοτικότητα και θα επιτευχθεί τόσο εξοικονόμηση ενέργειας όσο και μείωση των δαπανών συντήρησης.

Αποδοτικότητα της μονάδας: Μικρές ρυθμίσεις στη λειτουργία του εξοπλισμού μπορούν να επιφέρουν ενεργειακά οφέλη.

Εναρμόνιση με το φορτίο: Η μείωση της δυναμικότητας του εξοπλισμού για εναρμόνιση με το φορτίο θα επιφέρει βελτίωση της αποδοτικότητας της μονάδας, επιτρέποντας εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερο χρόνο ζωής για τον εξοπλισμό. Κατά την εγκατάσταση οποιουδήποτε τμήματος του συστήματος, αυτό πρέπει να έχει διαστασιολογηθεί ώστε να ικανοποιεί την ζήτηση.

e. Σχεδιασμός Συστήματος Φωτισμού

Καθαρισμός των φωτιστικών: Οι ανακλαστικές επιφάνειες των φωτιστικών πρέπει να διατηρούνται καθαρές. Μόνο ο καθαρισμός δεν θα επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά τα καθαρότερα φωτιστικά παρέχουν καλύτερο επίπεδο φωτισμού για την ίδια χρήση ενέργειας.

Αντικατάσταση των λαμπτήρων με πιο αποδοτικούς: Οι τυπικοί μονο-φωσφορικοί σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού των 26 mm είναι 10% πιο αποδοτικοί από τους παλαιότερους των 38 mm. Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (CFL) είναι 4 φορές πιο αποδοτικοί από τους αντίστοιχους λαμπτήρες πυρακτώσεως.

Αφαίρεση λαμπτήρων: Όταν τα επίπεδα φωτισμού είναι πάνω από τα πρότυπα ή τις ανάγκες των χρηστών, ενέργεια μπορεί να εξοικονομηθεί απομακρύνοντας τους άχρηστους λαμπτήρες και σηματοδύοντας κατάλληλα τα φωτιστικά τους.

Επιλεκτική αντικατάσταση λαμπτήρων: Αντικατάσταση των μονο-φωσφορικών με τρι-φωσφορικούς σωληνωτούς λαμπτήρες φθορισμού μεγαλύτερης απόδοσης. Η εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από το ότι με λιγότερους λαμπτήρες ικανοποιούνται οι ίδιες συνολικές ανάγκες.

Εγκατάσταση αυτομετασχηματιστών: Μία εναλλακτική μέθοδος περιορισμού της χρήσης ενέργειας και παραγωγής φωτισμού μιας εγκατάστασης. Οι αυτομετασχηματιστές προκαλούν απότομη πτώση της τάσης στα ηλεκτρικά κυκλώματα, μειώνοντας με τον τρόπο αυτό τον παραγόμενο φωτισμό και τη χρήση ενέργειας.

Αντικατάσταση των συσκευών διάχυσης του φωτός: Η αντικατάσταση των συσκευών διάχυσης του φωτός θα επιφέρει βελτίωση της αποδοτικότητας εάν συνοδευτεί από την αφαίρεση λαμπτήρων.

Μείωση αριθμού - αναδιάταξη φωτιστικών: Μειώνοντας το πλήθος των φωτιστικών περιορίζονται τα προβλήματα υπερφωτισμού, ενώ βελτιώνεται το αίσθημα άνεσης και η ενεργειακή αποδοτικότητα. Η αναδιάταξη τους στους χώρους εργασίας θα μειώσει το πλήθος των απαιτούμενων φωτιστικών, θα περιορίσει τα προβλήματα θάμβωσης και θα βελτιώσει τα επίπεδα φωτισμού.

Αντικατάσταση των σταθεροποιητών έντασης: Αυτή στα φωτιστικά φθορισμού μπορεί να επιφέρει κάποια εξοικονόμηση ενέργειας.

Αναβάθμιση - αντικατάσταση φωτιστικών: Συχνά είναι πιο επικερδής η αναβάθμιση των παλιών φωτιστικών από την αντικατάστασή τους, ιδιαίτερα εάν έχουν σχεδιαστεί για να ταιριάζουν σε μία μη-μετρική οροφή. Η αντικατάσταση μπορεί να είναι πιο επικερδής ανάλογα με τον τύπο του φωτιστικού που αντικαθίσταται.

f. Έλεγχος Φωτισμού

Καλύτερος χειρισμός των φώτων από τους ενοίκους: Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για να εξασφαλιστεί το σβήσιμο των φώτων είναι να ανατεθεί σε ένα άτομο σε κάθε χώρο εργασίας η ευθύνη να διασφαλίζει ότι τα φώτα είναι σβηστά στο τέλος της ημέρας.

Βελτίωση της χρήσης των φώτων από το προσωπικό καθαρισμού και ασφαλείας: Οι καθαριστές έχουν την τάση να ανάβουν τα φώτα σε ολόκληρο το κτήριο και στη συνέχεια να τα σβήνουν σταδιακά καθώς καθαρίζουν κάθε μία περιοχή. Σιγουρευτείτε ότι οι καθαριστές ανάβουν τα φώτα στο κτήριο από όροφο σε όροφο.

Βελτίωση της χωροταξικής λειτουργίας των φώτων:

- *Εναρμόνιση με τον τρόπο χρήσης:* Η ύπαρξη ενός μόνο διακόπτη για τη ρύθμιση των φώτων σε ολόκληρο τον όροφο δεν είναι αποδοτική, ιδιαίτερα κατά τις ώρες όπου εντός του κτηρίου βρίσκονται ένας ή δύο μόνο εργαζόμενοι. Η εναρμόνιση της λειτουργίας του φωτισμού με τις ζώνες μεμονωμένης χρήσης εντός του κτηρίου θα αποβεί πολύ πιο αποδοτική.
- *Εναρμόνιση με τη διαθεσιμότητα φυσικού φωτός:* Η εναρμόνιση των ομάδων λειτουργίας των φώτων με τη διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού σημαίνει ότι μπορούν να σβηστούν τα φώτα που δεν χρειάζονται όσο υπάρχει φυσικός φωτισμός, ενώ θα μένουν αναμμένα τα φώτα σε τμήματα του κτηρίου που δεν φωτίζονται με φυσικό τρόπο.
- *Βελτίωση προσβασιμότητας:* Η μετακίνηση και η σήμανση των διακοπών ώστε να γίνουν πιο προσβάσιμοι θα οδηγήσει αυτόματα σε εξοικονόμηση ενέργειας.

Βελτίωση συντήρησης των ελεγκτών: Οι αυτόματοι ελεγκτές του φωτισμού είναι χρήσιμοι μόνο όταν λειτουργούν σωστά. Η πιθανότητα παρέμβασης των ενοίκων στους αυτόματους ελεγκτές φωτισμού είναι επίσης αρκετά μεγάλη. Είναι σημαντικό να ελέγχονται

τακτικά οι ελεγκτές αυτοί και να διασφαλίζεται ότι λειτουργούν αποδοτικά.

Χρήση αυτοματοποιημένου ελέγχου παρουσίας: Τα συστήματα αυτοματοποιημένου ελέγχου της παρουσίας χρησιμοποιούν αισθητήρες ανίχνευσης της κίνησης για να επιτρέψουν το *άναμμα* των φώτων. Ορισμένες φορές αυτός ο έλεγχος μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας μέσω των μειωμένων ωρών λειτουργίας. Πρέπει να διασφαλίζεται ότι οι έλεγχοι λειτουργούν υπέρ και όχι κατά των αναγκών των ενοίκων.

Χρήση αυτοματοποιημένου ελέγχου του φυσικού φωτός: Οι ελεγκτές φυσικού φωτός συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας περιορίζοντας τις ώρες λειτουργίας του φωτισμού. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου περιλαμβάνουν αισθητήρες φωτός που απενεργοποιούν μερικά ή όλα τα φώτα σε μία περιοχή όταν τα επίπεδα φωτισμού είναι υψηλά. Εάν τα φώτα διαθέτουν ρυθμιζόμενους ηλεκτρονικούς σταθεροποιητές της έντασης μπορεί να μειωθεί και η ένταση των φώτων ανάλογα με τις συνθήκες. Σαφώς προτιμάται η χρήση ενός δυναμικού συστήματος από ένα σύστημα προσαρμογής του επιπέδου φωτισμού μέσω σβήσιματος, καθώς εν γένει οι ένοικοι ενοχλούνται από το άναμμα και σβήσιμο των φώτων.

g. Φωτισμός Οδών και Δημόσιων Χώρων

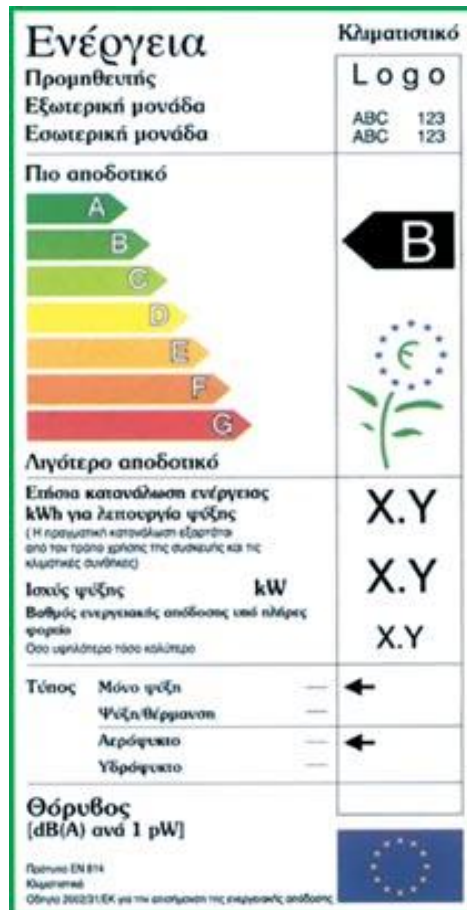
Στον πίνακα 11 παρατίθενται ορισμένες δυνατότητες αντικατάστασης λαμπτήρων που βοηθούν τους δήμους να εξοικονομούν ενέργεια από τον φωτισμό των οδών-πλατειών και να βελτιώνουν τα επίπεδα των υπηρεσιών.

Πίνακας 11: Τύποι λαμπτήρων και αντικατάσταση τους από χαμηλότερης ενεργειακής κατανάλωσης

Αρχικός τύπος	Νέος τύπος	Εξοικονόμηση ενέργειας	Επίδραση σε			Σημειώσεις
			Ικανότητα απόδοσης χρωμάτων	Επίπεδα φωτισμού	Χρόνο ζωής λαμπτήρα	
250W ατμών Hg	150 W Na υψηλής πίεσης	37%	-	+	+	
250W ατμών Hg	150 W αλογονιδίων μετάλλου	37%	+	+	-	
400W ατμών Hg	250 W Na υψηλής πίεσης	35%	-	+	+	
400W ατμών Hg	250 W αλογονιδίων μετάλλου	36%	+	-	-	Για αποδεκτή μείωση των επιπέδων φωτισμού
50W ατμών Hg	26 W CFL (τριφωσφόρων)	50%	+	Αμετάβλητα	+	
80W ατμών Hg	42 W FL (τριφωσφόρων)	48%	+	Αμετάβλητα	+	
50W Na υψηλής πίεσης	35 W αλογονιδίων μετάλλου	28%	+	-	-	Για αποδεκτή μείωση των επιπέδων φωτισμού
70W Na υψηλής πίεσης	70 W αλογονιδίων μετάλλου	Καμία αλλαγή	+	+	-	Βελτίωση και στα επίπεδα φωτισμού

h. Παράδειγμα προδιαγραφών για ενεργειακή κατανάλωση για κλιματιστικά

Η κοινοτική νομοθεσία επιβάλλει όλα τα νέα κλιματιστικά να έχουν μια ετικέτα με την «ενεργειακή σήμανση» της συσκευής. Προτείνεται η προμήθεια συστημάτων κλιματισμού ενεργειακής κατηγορίας A. Οι παρακάτω πίνακες καταγράφουν την ενεργειακή κατάταξη των διαφόρων κλιματιστικών συσκευών με βάση την ευρωπαϊκή νομοθεσία.



Εικόνα 26: Ταξινόμηση κλιματιστικών με βάση την ενεργειακή κατανάλωση
 - COP, Coefficient of Performance - συντελεστής ενεργειακής απόδοσης (για θέρμανση)
 - EER, Energy Efficiency Ratio - βαθμός ενεργειακής απόδοσης (για ψύξη)

Πίνακας 1.2.

Τάξη ενεργειακής απόδοσης	Συνεχείς μονομετρώ (†)
A	3,00 < EER
B	3,00 ≥ EER > 2,80
C	2,80 ≥ EER > 2,60
D	2,60 ≥ EER > 2,40
E	2,40 ≥ EER > 2,20
F	2,20 ≥ EER > 2,00
G	2,00 ≥ EER

Πίνακας 1.3.

Τάξη ενεργειακής απόδοσης	Συνεχείς μονού σπαγγού
A	2,60 < EER
B	2,60 ≥ EER > 2,40
C	2,40 ≥ EER > 2,20
D	2,20 ≥ EER > 2,00
E	2,00 ≥ EER > 1,80
F	1,80 ≥ EER > 1,60
G	1,60 ≥ EER

(†) Κλιματιστές μονάδες μονομετρώ «δύο αγωγών» ήμπαρκός γναστές ως «κλιματιστικά μονομετρώ» που ορίζονται ως «κλιματιστικά τοποθετημένα εξ ολοκλήρου στον κλιματιζόμενο χώρο, συνδεδεμένα με τον εξωτερικό χώρο με δύο αγωγούς, έναν για την εισαγωγή και έναν για την απαγωγή αέρα, προσάπτό το σημαντικότερη ταξινόμηση σύμφωνα με τον πίνακα 1.2 με διορθωτικό συντελεστή = 0,4.

Πίνακας 2 — Υδρόψυκτα κλιματιστικά

Πίνακας 2.1.

Τάξη ενεργειακής απόδοσης	Διαφορές και πολυδιαφορές συσκευές
A	3,60 < EER
B	3,60 ≥ EER > 3,30
C	3,30 ≥ EER > 3,10
D	3,10 ≥ EER > 2,80
E	2,80 ≥ EER > 2,50
F	2,50 ≥ EER > 2,20
G	2,20 ≥ EER

Πίνακας 2.2.

Τάξη ενεργειακής απόδοσης	Συνεχείς μονομετρώ
A	4,40 < EER
B	4,40 ≥ EER > 4,10
C	4,10 ≥ EER > 3,80
D	3,80 ≥ EER > 3,50
E	3,50 ≥ EER > 3,20
F	3,20 ≥ EER > 2,90
G	2,90 ≥ EER

Πίνακας 3 — Αερόψυκτα κλιματιστικά — λειτουργία θέρμανσης

Πίνακας 3.1.

Τάξη ενεργειακής απόδοσης	Διαφορές και πολυδιαφορές συσκευές
A	3,60 < COP
B	3,60 ≥ COP > 3,40
C	3,40 ≥ COP > 3,20
D	3,20 ≥ COP > 2,80
E	2,80 ≥ COP > 2,60
F	2,60 ≥ COP > 2,40
G	2,40 ≥ COP

Πίνακας 3.2.

Τάξη ενεργειακής απόδοσης	Συνεχείς μονομετρώ (†)
A	3,40 < COP
B	3,40 ≥ COP > 3,20
C	3,20 ≥ COP > 3,00
D	3,00 ≥ COP > 2,60
E	2,60 ≥ COP > 2,40
F	2,40 ≥ COP > 2,20
G	2,20 ≥ COP

Πίνακας 3.3.

Τάξη ενεργειακής απόδοσης	Συνεχείς μονού σπαγγού
A	3,00 < COP
B	3,00 ≥ COP > 2,80
C	2,80 ≥ COP > 2,60
D	2,60 ≥ COP > 2,40
E	2,40 ≥ COP > 2,10
F	2,10 ≥ COP > 1,80
G	1,80 ≥ COP

(†) Κλιματιστές μονάδες μονομετρώ «δύο αγωγών» ήμπαρκός γναστές ως «κλιματιστικά μονομετρώ» που ορίζονται ως «κλιματιστικά τοποθετημένα εξ ολοκλήρου στον κλιματιζόμενο χώρο, συνδεδεμένα με τον εξωτερικό χώρο με δύο αγωγούς, έναν για την εισαγωγή και έναν για την απαγωγή αέρα, προσάπτό το σημαντικότερη ταξινόμηση σύμφωνα με τον πίνακα 1.2 με διορθωτικό συντελεστή = 0,4.

Πίνακας 4 — Υδρόψυκτα κλιματιστικά — λειτουργία θέρμανσης

Πίνακας 4.1.

Τάξη ενεργειακής απόδοσης	Διαφορές και πολυδιαφορές συσκευές
A	4,00 < COP
B	4,00 ≥ COP > 3,70
C	3,70 ≥ COP > 3,40
D	3,40 ≥ COP > 3,10
E	3,10 ≥ COP > 2,80
F	2,80 ≥ COP > 2,50
G	2,50 ≥ COP

III. CASE STUDIES: Μελέτες εφαρμογής

A. Μελέτη εφαρμογής Φωτοβολταϊκών

Στο πλαίσιο του προγράμματος GREENBANKING4LIFE έχουν επιλεγεί τέσσερα κτήρια της Τράπεζας Πειραιώς στα οποία θα γίνει εγκατάσταση φωτοβολταϊκών. Η συνολική ισχύς των συστημάτων αυτών θα είναι περίπου 50 κιλοβάτ (kWp), ενώ η επιλογή των κτηρίων έγινε ώστε να εγκατασταθούν συστήματα σε διάφορα design concepts για να επιδεικνύονται οι διάφοροι τρόποι που μπορεί κανείς να ενσωματώσει τα φωτοβολταϊκά σε ένα κτήριο.

Τα κτήρια που επελέγησαν είναι το υποκατάστημα της Τράπεζας Πειραιώς στη ΒΙΠΕ Σίνδου, η αποθήκη της Τράπεζας στο Ωραιόκαστρο Θεσσαλονίκης (η οποία θα λειτουργήσει και ως εκπαιδευτικό κέντρο), το κτήριο γραφείων της Τράπεζας επί της Λ. Συγγρού στην Αθήνα, καθώς και το κεντρικό κτήριο του Ομίλου (City Link) στο κέντρο της Αθήνας. Τα φωτοβολταϊκά θα τοποθετηθούν σε επίπεδο δώμα, σε κεκλιμένη βιομηχανική στέγη, σε πέργκολες, σε προσόψεις, καθώς και σε ρόλο σκιάστρων.



Εικόνα 27: Φωτεινός Πίνακας (display) με τα στοιχεία της παραγόμενης ενέργειας

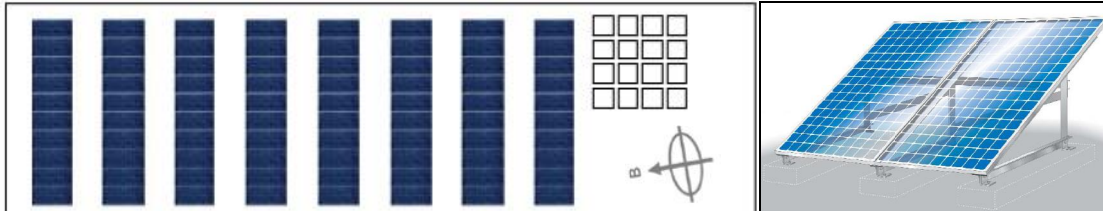
Τόσο για λειτουργικούς λόγους, όσο και για λόγους επίδειξης, τα συστήματα θα συνοδεύονται από φωτεινούς πίνακες (displays) όπου θα αναγράφονται σε πραγματικό χρόνο τα στοιχεία που αφορούν στην παραγόμενη ενέργεια και τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν (Εικόνα 27). Οι φωτεινοί αυτοί πίνακες θα βρίσκονται σε εμφανείς χώρους των κτηρίων. Παράλληλα, κάθε σύστημα θα διαθέτει data logger για αποστολή όλων των στοιχείων στα κεντρικά της Τράπεζας ώστε να τηρούνται στατιστικά δεδομένα και να ελέγχεται εξ αποστάσεως το σύστημα.

Οι παρακάτω εικόνες και πίνακες δείχνουν την ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στα εν λόγω κτήρια με βάση τον αρχικό σχεδιασμό που έχει πραγματοποιηθεί.

c. Κτήριο A: Υποκατάστημα Τράπεζας Πειραιώς στη ΒΙΠΕ Σίνδου

Πίνακας 12: Στοιχεία Κτηρίου A

Ενδεικτική ισχύς συστήματος	10 kWp
Αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας στην 20ετία	222.885 kWh
Αποτροπή έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) στην 20ετία	178 τόνοι
Αποτροπή έκλυσης αερίων θερμοκηπίου (CO _{2eq}) στην 20ετία	185 τόνοι

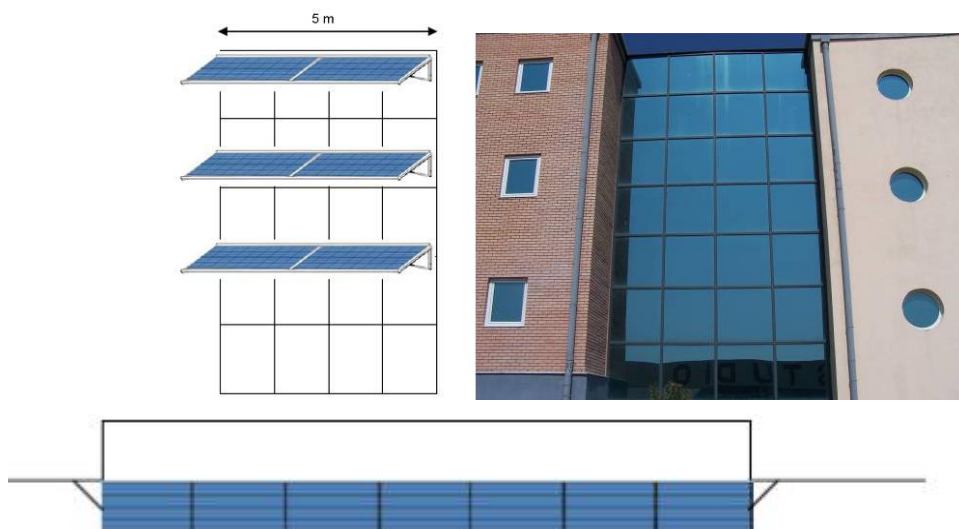
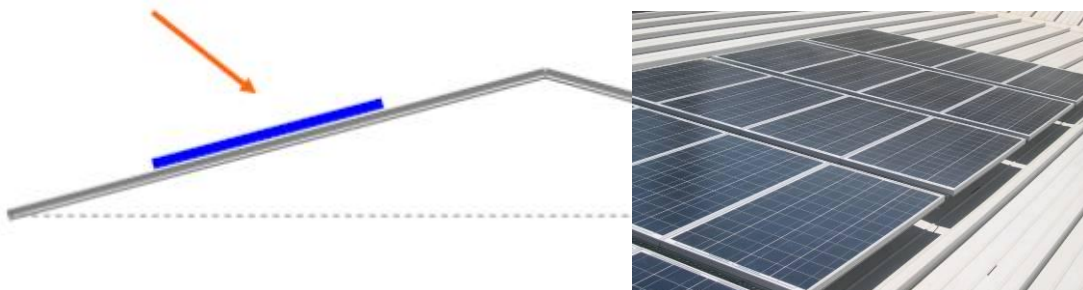


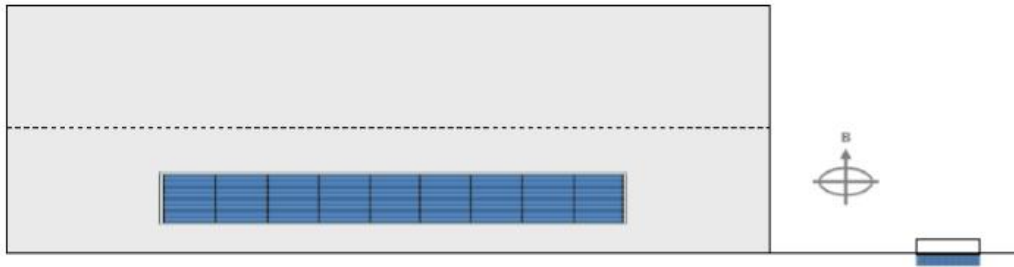
Εικόνα 28. Σχηματική διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος περί τα 10 kWp στο δώμα του κτηρίου σε πλαϊνή όψη και κάτοψη

d. Κτήριο Β: Αποθήκη Τράπεζας Πειραιώς στο Ωραιόκαστρο Θεσσαλονίκης

Πίνακας 13: Στοιχεία Κτηρίου Β

Ενδεικτική ισχύς συστήματος	20 kWp
Αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας στην 20ετία	411.500 kWh
Αποτροπή έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) στην 20ετία	330 τόνοι
Αποτροπή έκλυσης αερίων θερμοκηπίου (CO _{2eq}) στην 20ετία	341 τόνοι



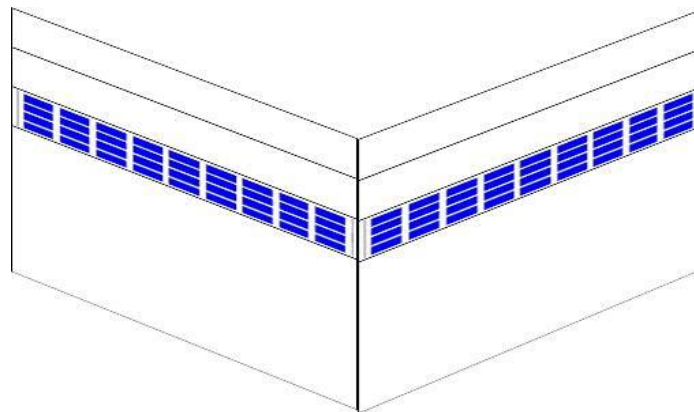


Εικόνα 29: Σχηματική διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος περί τα 20 kWp στη στέγη του κτηρίου και σε ρόλο σκιάστρων

c. **Κτήριο Γ: Κτήριο γραφείων Τράπεζας Πειραιώς στη Λ. Συγγρού- Αθήνα**

Πίνακας 14: Στοιχεία Κτηρίου Γ

Ενδεικτική ισχύς συστήματος	5 kWp
Αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας στην 20ετία	75.000 kWh
Αποτροπή έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) στην 20ετία	60 τόνοι
Αποτροπή έκλυσης αερίων θερμοκηπίου (CO _{2eq}) στην 20ετία	62 τόνοι

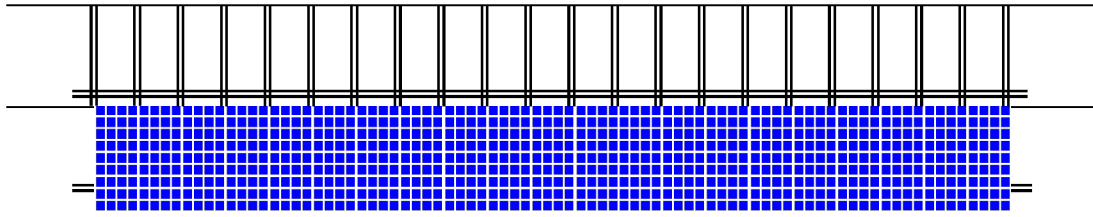


Εικόνα 30: Σχηματική διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος περί τα 5 kWp στην πρόσοψη του κτηρίου

d. **Κτήριο Δ: Κεντρικό κτήριο γραφείων Τράπεζας Πειραιώς City Link- Αθήνα**

Πίνακας 15: Στοιχεία Κτηρίου Δ

Ενδεικτική ισχύς συστήματος	15 kWp
Αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας στην 20ετία	371.475 kWh
Αποτροπή έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) στην 20ετία	297 τόνοι
Αποτροπή έκλυσης αερίων θερμοκηπίου (CO _{2eq}) στην 20ετία	308 τόνοι



Εικόνα 31: Σχηματική διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος περί τα 15 kWp σε πέργκολες του κτηρίου

ε. **Σύνολο Συστημάτων**

Πίνακας 16: Συνολικά στοιχεία κτηρίων

Ενδεικτική συνολική ισχύς συστημάτων	50 kWp
Αναμενόμενη παραγωγή ενέργειας στην 20ετία	1.080.860 kWh
Αποτροπή έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂) στην 20ετία	865 τόνοι
Αποτροπή έκλυσης αερίων θερμοκηπίου (CO _{2eq}) στην 20ετία	896 τόνοι

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Κλιματικές ζώνες



ΠΙΝΑΚΑΣ III.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΑΝΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ

ΖΩΝΗ Α	ΖΩΝΗ Β	ΖΩΝΗ Γ	ΖΩΝΗ Δ
1. Αργολίδας	1. Απωλοακαρνανίας	1. Αρκαδίας ²	1. Γρεβενών
2. Δωδεκανήσου	2. Άρτας	2. Δράμας	2. Καστοριάς
3. Ζακύνθου	3. Αττικής	3. Έβρου	3. Κοζάνης
4. Ηρακλείου	4. Αχαΐας	4. Ευρυτανίας	4. Φλώρινας
5. Κεφαλληνίας	5. Βοιωτίας	5. Ημαθίας	
6. Κυκλάδων	6. Εύβοιας	6. Θεσσαλονίκης	
7. Λακωνίας	7. Ηλείας	7. Ιωαννίνων	
8. Λασηθίου	8. Θεσπρωτίας	8. Καβάλας	
9. Μεσσηνίας	9. Κέρκυρας	9. Καρδίτσας	
10. Πειραιά ¹	10. Κορινθίας	10. Κιλκίς	
11. Ρεθύμνου	11. Λέσβου	11. Λάρισας	
12. Σάμου	12. Λευκάδας	12. Ξάνθης	
13. Χανίων	13. Μαγνησίας	13. Πέλλας	
	14. Πρέβεζας	14. Πιερίας	
	15. Φθιώτιδας	15. Ροδόπης	
	16. Φωκίδας	16. Σερρών	
	17. Χίου	17. Τρικάλων	
		18. Χαλκιδικής	

1. Εκτός της ευρύτερης περιοχής της πόλης του Πειραιά και της Σαλαμίνας, που ανήκουν στη ζώνη Β.
 2. Εκτός της επαρχίας Κυρρουργίας, που ανήκει στη ζώνη Α.

Κτίρια μικρού μεγέθους: $F/V > 0,7$ (1-2 όροφοι)
 Κτίρια μεσαίου μεγέθους: $0,5 < F/V \leq 0,7$ (3-4 όροφοι)
 Κτίρια μεγάλου μεγέθους: $F/V \leq 0,5$ (5-8 όροφοι)

ΔΕΛΤΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
ΕΝΤΥΠΟ Α : Αποτελέσματα Μελετών κατά Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.	
ΜΕΡΟΣ Α.7 – Προσωρινή Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίου	
Κατηγορία Ενεργειακών Απαιτήσεων για Θέρμανση και Ψύξη Χώρων	
ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ
<p>A → B ← X kWh/m² Γ ← Όριο ΚΟΧΕΕ Δ E</p>	<p>A → B ← Y kWh/m² Γ ← Όριο ΚΟΧΕΕ Δ E</p>
ΜΕΡΟΣ Α.8 – Προσωρινή Περιβαλλοντική Κατάταξη Κτιρίου	
Κατηγορία Περιβαλλοντικής Απόδοσης Κτιρίου	
<p>81-100 A 61-80 B → Γ ← Z μόρια 41-60 Γ 21-40 Δ 0-20 E</p>	

Τα νούμερα στους παρακάτω πίνακες αφορούν kWh/m² ανά έτος

Κλιματική Ζώνη	Ενεργειακές Κατηγορίες κτιρίων	ΘΕΡΜΑΝΣΗ			ΨΥΞΗ		
		F/N > 0.7	0.5 < F/N ≤ 0.7	F/N ≤ 0.5	F/N > 0.7	0.5 < F/N ≤ 0.7	F/N ≤ 0.5
		ΚΑΤΟΙΚΙΑ					
Α	A	< 30	< 20	< 15	< 8	< 6	< 5
	B	< 35	< 35	< 30	< 17	< 10	10
	Γ	< 45	< 47	< 40	< 20	< 15	< 15
	Δ	< 60	< 60	< 55	< 25	< 20	< 20
	E	≥ 60	≥ 60	≥ 55	≥ 25	≥ 20	≥ 20
B	A	< 30	< 30	< 20	< 15	< 15	< 8
	B	< 45	< 45	< 30	< 18	< 17	< 10
	Γ	< 56	< 50	< 40	< 20	< 20	< 12
	Δ	< 70	< 70	< 50	< 30	< 30	< 18
	E	≥ 70	≥ 70	≥ 50	≥ 30	≥ 30	≥ 18
Γ	A	< 45	< 40	< 35	< 5	< 4	< 2
	B	< 50	< 45	< 45	< 8	< 6	< 4
	Γ	< 60	< 50	< 55	< 10	< 8	< 7
	Δ	< 80	< 80	< 65	< 15	< 12	< 10
	E	≥ 80	≥ 70	≥ 65	≥ 15	≥ 12	≥ 10
Δ	A	< 75	< 70	< 70	0	0	0
	B	< 80	< 75	< 75	0	0	0
	Γ	< 85	< 80	< 80	0	0	0
	Δ	< 105	< 100	< 90	0	0	0
	E	≥ 105	≥ 100	≥ 90	0	0	0

Πίνακας VIII.2.4. Όρια συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων ανά έτος για κτίρια κατοικιών διαφορετικών τυπολογιών

Κλιματική Ζώνη	Ενεργειακές Κατηγορίες κτιρίων	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	
		ΓΡΑΦΕΙΑ		
A	< 80			< 40
B	<90			< 50
Γ	<100			< 60
Δ	<130			< 70
E	≥130			≥ 70
B	< 120			< 50
B	<150			< 60
Γ	<180			<70
Δ	<220			<80
E	≥ 220			≥ 80
A	< 200			< 20
B	<250			<35
Γ	<300			<50
Δ	<370			<60
E	≥ 370			≥ 60
A	< 300			< 1
B	<350			< 5
Γ	<450			< 8
Δ	< 550			<10
E	≥ 550	≥ 10		

Πίνακας VIII.3.16. Πίνακας ορίων ενεργειακών απαιτήσεων θέρμανσης και ψύξης κτιρίων Γραφείων

Κλιματική Ζώνη	Ενεργειακές Κατηγορίες κτιρίων	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	
		ΕΜΠΟΡΙΚΑ		
A	< 80			< 60
B	<90			<70
Γ	<100			<80
Δ	<130			<90
E	≥ 130			≥ 90
B	< 150			< 50
B	<170			<70
Γ	<190			<80
Δ	<200			<90
E	≥ 200			≥ 90
Γ	< 250			< 30
B	<300			<40
Γ	<340			<50
Δ	<360			<60
E	≥ 360			≥ 60
Δ	< 320			< 5
B	<380			<10
Γ	<420			<12
Δ	<500			<15
E	≥ 500	≥ 15		

Πίνακας VIII.3.19. Πίνακας ορίων ενεργειακών απαιτήσεων θέρμανσης και ψύξης Εμπορικών κτιρίων

ΠΗΓΕΣ

- *Allard F. (Editor)* : 'Natural ventilation in buildings - A design handbook', S. Alvarez, E. Dascalaki, G. Guarracino, E. Maldonado, S. Sciuto, L. Vandeale, Project Coordinator M. Santamouris,
- *ALTENER Programme*: European Commission DGXVII for Energy, James & James (Science Publishers) LTD, London 1998
- *Αραβαντινός Δ.*: 'Οικοδομικές Επεμβάσεις στο Κτιριακό Κέλυφος Νέων και Υφιστάμενων Κτιρίων για τη Βελτίωση της Θερμικής τους Συμπεριφοράς', 'Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων', Σημειώσεις για το μικρής διάρκειας σεμινάριο του Τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, Ιανουάριος 2009
- *Argiriou A.*: 'Natural cooling techniques', CIENE, University of Athens, SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Athens 1995
- *Balaras C.*: 'A guide for energy conservation in residential buildings', CIENE, University of Athens, SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Athens 1994
- *Balaras C.*: 'A guide for energy conservation in sports centers', CIENE, University of Athens, SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Athens 1997
- *Bansal N., Hauser G., Minke G.* : 'Passive building design', Elsevier, 1994
- *CEC* : 'Market study on PV applications in Buildings in the south of Europe', THERMIE Programme, European Commission DGXVII for Energy, 1998
- *CEC* : 'POLISTUDIES: An educational structure on energy efficient buildings in urban areas', CIENE - University of Athens, LASH/ENTPE - Lyon, LBCP - University of Thessaloniki, ITW - University of Stuttgart, SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Athens 1998
- *CEC*: 'ZEPHYR: European passive cooling architectural ideas and competition', European Commission DGXII for Science, Research and Development.
- *Clark II W.*: 'Retrofitting for energy conservation', McGraw Hill, 1997
- *CONERGY*: 'Solar collectors and systems for the utilization of solar heat', www.conergy.com, 2004
- *CONERGY*: 'Products and systems for solar cooling', www.conergy.com, 2005
- *Γεωργιάδου Ε., Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ε., Ζήσης Ξ.*: 'Βιοκλιματικός σχεδιασμός - Καθαρές τεχνολογίες δόμησης", Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη 1996
- *ΔΙΠΕ - ΥΠΕΧΩΔΕ*: 'Οικολογική Δόμηση', Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, 2000
- *Ευρωπαϊκή Επιτροπή*: 'Ενεργειακός σχεδιασμός - Εισαγωγή για αρχιτέκτονες', Μαλλιάρης-Παιδεία, 1994
- *European Commission*: 'Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)', Joint Research Centre Institute for Energy, Renewable Energy Unit
- *ΕΜΠ, Τμ. Χημ. Μηχ. Εργαστήριο Ενεργειακής και Βιομηχανικής Τεχνολογίας*: «Ένταξη ηλιακών συστημάτων θέρμανσης νερού στα νέα κτίρια», Αθήνα, 1998.

- *Givoni B.*: 'Climate considerations in building and urban design', Van Norstrand Reinhold, 1998
- *International Energy Agency*: 'Photovoltaics in buildings', Editors: F. Sick and T. Erge, James & James (Science Publishers) LTD, London 1996.
- *International Energy Agency*: 'Solar energy houses', James & James (Science Publishers) LTD, London 1997
- *ΚΑΠΕ*: 'Η αγορά των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα', THERMIE Programme, European Commission DGXVII for Energy, 1998
- *KENE*: 'Εφαρμογή συστημάτων αυτομάτου ελέγχου σε κτίρια', ALTENER Programme, European Commission DGXVII for Energy, Αθήνα 1996
- *Λιβέρης Π., Αραβαντινός Δ., Παπαδόπουλος Α., Τσακίρης Ν.*: 'Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στα δημόσια κτίρια', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Θεσσαλονίκη 1996
- *Lund et al*: 'Geothermal (Ground-Source) heat pumps. A World Overview.' Paper in print. RENEWABLE ENERGY, 2003
- *Patrick S., Patrick D., Fardo S.*: 'Energy conservation guidebook', The Fairmont Press, 1993
- REASURE: "Establishment of Regional Design Advice & Support Units to Promote Use of Renewable Energy in Buildings by Local Actors", EUROPEAN COMMISSION - DIRECTORATE-GENERAL FOR ENERGY AND TRANSPORT, Contract No: 4.1030/Z/01-056/2001
- *Santamouris M. - Asimakopoulos D. (Editors)*: 'Energy Conservation in Buildings', CIENE, University of Athens, SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Athens 1994
- *Santamouris M. - Asimakopoulos D. (Editors)*: 'Passive cooling of buildings', CIENE, University of Athens, SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, James & James (Science Publishers) LTD, London 1996
- *Santamouris M., Klitsikas N., Chrisomallidou N., Papdopoulos A., Tsakiris N.*: 'Energy rehabilitation of multi-use buildings', SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Athens 1997
- *Tsangrassoulis A., Argiriou A., Voit P.*: 'Daylight techniques in buildings - reference handbook', Editors: A. Argiriou, D. Asimakopoulos, C. Balaras, ALTENER Programme, European Commission DGXVII for Energy, Athens 1997
- *Zold A.*: 'Energy efficiency in buildings', Editors: M. Santamouris - D. Asimakopoulos, CIENE, University of Athens, SAVE Programme, European Commission DGXVII for Energy, Athens 1995
- *WaterFurnace Europe plc*: 'Closed Loop Geothermal Systems Design & Installation Standards', 2004

LINKS

ΕΛΛΑΔΑ

Ελληνικός Σύνδεσμος Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας: www.hachp.gr

Ένωση Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας (ΕΒΗΕ): www.EBHE.gr

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ): www.cres.gr

Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ): www.helapco.gr

Υπουργείο Ανάπτυξης: www.ypan.gr

ΔΙΕΘΝΗ

Alliance to Save Energy: www.ase.org

CADDET Energy Efficiency (IEA/OECD): www.caddet-ee.org

CADDET Renewable Energy (IEA/OECD): www.caddet-re.org

COGEN Europe (Cogeneration): www.cogen.org

Distributed Generation: www.distributed-generation.com

European Union – Energy: www.europa.eu.int/comm/energy/index_el.htm

European Union – Environment: www.europa.eu.int/comm/environment/index_el.htm

European Forum for Renewable Energy Sources (EUFORES): www.eufores.org

European Photovoltaic Industry Association (EPIA): www.epia.org

European Renewable Energy Council (EREC): www.erec-renewables.org

European Solar Thermal Industry Federation (ESTIF): www.estif.org

International Energy Agency (IEA): www.iea.org

Rocky Mountain Institute (RMI) – Energy Efficiency and Renewable Energy Policy:
www.rmi.org