

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων
Τομέας Α

Πτυχιακή Εργασία:

Προτάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας σε
Κτιριακές Εγκαταστάσεις

Σπουδαστής : Μάρκος Α. Βαρθαλίτης (Α.Μ. 27370)
Εισηγήτρια : Δρ. Αρχιτ. Μηχανικό Ελένη Κανετάκη

Πειραιάς 2009

“Αν ο ήλιος μπαίνει μες στο σπίτι,
μπαίνει λίγο και μες στην ψυχή σου.”

Le Corbusier, 1887-1965,

Γαλλοελβετός αρχιτέκτονας

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1: Ενεργειακό Πρόβλημα και Συμμετοχή των Κτιρίων	6
1.1 Ενεργειακό Πρόβλημα.....	7
1.2 Κατανάλωση ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια.....	14
Κεφάλαιο 2: Δυνατότητες Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια – Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	22
2.1 Εισαγωγή.....	23
2.2 Μείωση φορτίων μέσω βιοκλιματικού σχεδιασμού	25
2.2.1 Βελτίωση ή και δημιουργία μικροκλίματος	25
2.2.2 Στρατηγική της θέρμανσης.....	30
2.2.3 Στρατηγική Δροσισμού	38
2.2.4 Φυσικός φωτισμός.....	44
Κεφάλαιο 3: Συμβατικά Η/Μ Συστήματα.....	49
3.1 Κεντρική Θέρμανση	50
3.2 Θερμό νερό χρήσης.....	55
3.3 Συστήματα ψύξης	58
3.5 Τεχνητός φωτισμός.....	63
3.6 Ηλεκτρικές συσκευές.....	68
Κεφάλαιο 4: Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στα Κτίρια	70
4.1 Πηγές Ενέργειας	71
4.1.1 Παραδοσιακές (ή συμβατικές) πηγές ενέργειας	71
4.1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	71
4.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και εφαρμογή τους στα κτίρια.....	72
4.2.1 Ηλιακή ενέργεια	72
4.2.2 Γεωθερμική ενέργεια	78
4.2.3 Αιολική ενέργεια	81
4.2.4 Βιομάζα.....	84

Κεφάλαιο 5: Νομοθετικό Πλαίσιο.....	89
5.1 Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα κτίρια (2002/91/ΕΚ ΕΡΒΔ, 2003 για τις Ενεργειακές Επιδόσεις των Κτιρίων).....	90
5.2 ΦΕΚ 880/Β/19-08-98 - Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ).....	91
Νόμος 3661 ΦΕΚ 89/19-05-08 - Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).....	91
Επίλογος.....	99
Βιβλιογραφία.....	100

Πρόλογος

Ο τομέας της ενέργειας είναι απόλυτα συναρτημένος με τον βιομηχανικό και καταναλωτικό πολιτισμό. Εξαρτάται από την ισχύ των οικονομιών αλλά και των διεθνών, πολιτικών και οικονομικών παραγόντων, όπως τα κράτη και οι επιχειρήσεις. Το θέμα της ενέργειας είναι συνυφασμένο επίσης και με τον καθημερινό τρόπο ζωής, ενώ ταυτόχρονα είναι ένα στρατηγικό και οικονομικό πεδίο αντιπαράθεσης.

Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι τα αποθέματα του άνθρακα και του πετρελαίου, των βασικών πρώτων υλών παραγωγής ενέργειας, φτάνουν στο τέλος τους και επιπλέον, η διαπίστωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την καύση τους, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι θα πρέπει να υιοθετηθούν νέες μορφές ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών. Όλα αυτά αποκτούν ιδιαίτερο βάρος στον κτιριακό τομέα που αποτελεί μεγάλο μερίδιο στην παγκόσμια αγορά και ταυτόχρονα καταλαμβάνει σημαντικό ποσοστό στην κατανάλωση ενέργειας.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση και η ενδελεχής επισκόπηση της επιστημονικής έρευνας στα στοιχεία του οικοδομικού περιβάλλοντος, όσον αφορά το ενεργειακό πρόβλημα, η ομαδοποίηση και η αξιολόγηση των προτάσεων που διακρίνονται, η αναζήτηση και καταγραφή των πλέον ενδεδειγμένων λύσεων για την ελληνική πραγματικότητα μέσα από το νομοθετικό πλαίσιο, καθώς και η παράθεση των περιοχών εκείνων που άπτονται περαιτέρω έρευνας.

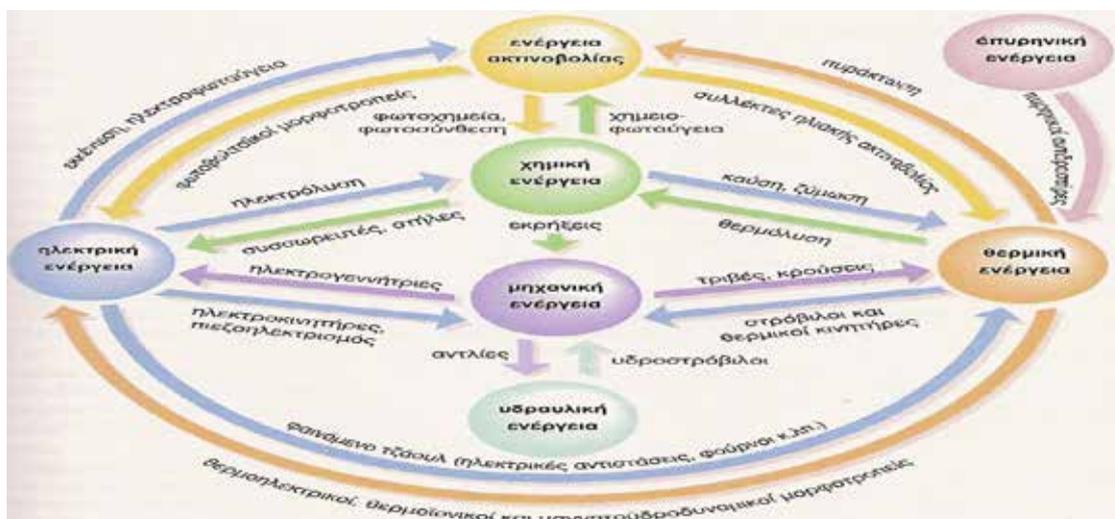
Κεφάλαιο 1

Ενεργειακό Πρόβλημα και Συμμετοχή των Κτιρίων

1.1 Ενεργειακό Πρόβλημα

Η ενέργεια είναι όσο ποτέ άλλοτε η ζωογόνος πηγή των κοινωνιών, ενώ με τη μία μορφή ή την άλλη, κατά τη διάρκεια των αιώνων, ήταν πάντα κρίσιμη για τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η ανθρώπινη ευημερία βασίζεται στην ενέργεια, η οποία παρέχει υπηρεσίες όπως είναι ο φωτισμός, η θέρμανση και η ψύξη, οι επικοινωνίες, οι μεταφορές, οι κατασκευαστικές και άλλες βιομηχανικές και εμπορικές διαδικασίες.

Ενέργεια ονομάζεται το φυσικό μέγεθος που μετράει την ικανότητα ενός συστήματος να παράγει έργο. Στο σύστημα SI εκφράζεται σε Τζάουλ (J). Η αρχή της διατήρησης της ενέργειας, που ισχύει στη φύση και σε κάθε σύστημα, εκφράζει τη θέση ότι η συνολική ποσότητα ενέργειας δεν αλλάζει κατά τις μεταβολές της, ότι δηλαδή η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται.¹ Εμφανίζεται με τις μορφές της δυναμικής, κινητικής, θερμικής, ηλεκτρικής, χημικής, πυρηνικής και διάφορες άλλες μορφές. Η ενέργεια μπορεί να μετατρέπεται από τη μία μορφή σε άλλη με διάφορους τρόπους όπως θερμικές μηχανές, γεννήτριες, συσσωρευτές και στοιχεία καυσίμου.



Εικόνα 1. Μορφές ενέργειας.²

¹ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΙΚΟ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΜΕΝΟ ΛΕΞΙΚΟ OXFORD, Τόμος Α, Εκδόσεις Dorling Kindersley

² Πηγή εικόνας: ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA, Τόμος 19

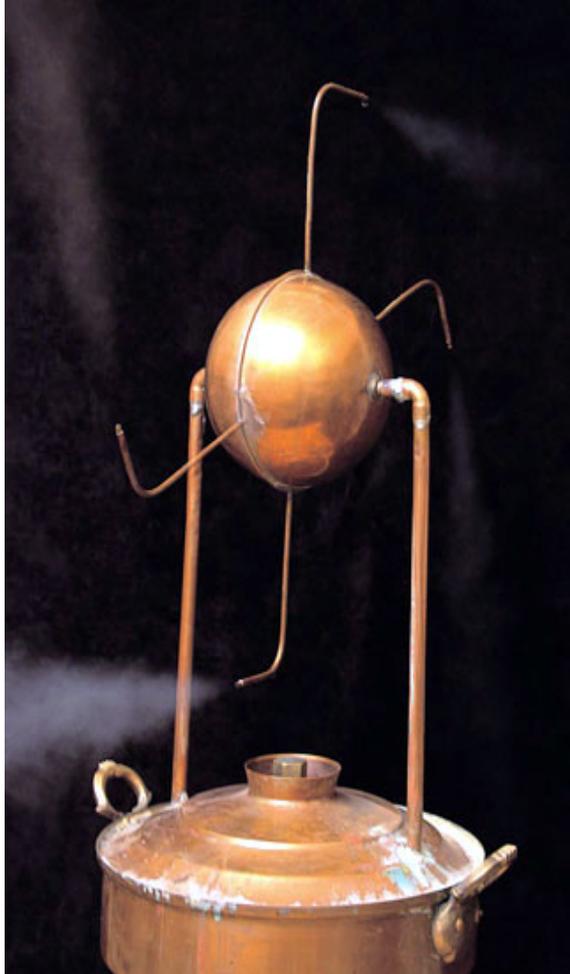
Ο άνθρωπος εξαρτήθηκε από την ανάγκη για την ενέργεια από την πρώτη στιγμή της ύπαρξής του πάνω στη Γη. Αρχικά, όπως και οι άλλοι ζωντανοί οργανισμοί μέσω της τροφής, ο πρωτόγονος άνθρωπος συσσωρεύε στις κατάλληλες αποθήκες του σώματός του ενέργεια, την οποία χρησιμοποιούσε για να κινηθεί, να κυνηγήσει, να αντιμετωπίσει τους εχθρούς του.

Η εκμετάλλευση της ενέργειας που υπήρχε άφθονη και σε διάφορες μορφές στο φυσικό περιβάλλον (ενέργεια καυσίμων, αιολική, υδραυλική ενέργεια) ήταν το όχημα που μαζί με την ανάπτυξη των ιδιαίτερων ψυχοπνευματικών του ικανοτήτων, του έδωσαν τη δυνατότητα να ακολουθήσει την μεγαλειώδη εξελικτική του πορεία φτάνοντας στο σημερινό τεχνολογικό θαύμα. Τα ίδια αυτά στοιχεία θα καθορίσουν την πορεία και την τεχνολογική εξέλιξή του και στο μέλλον, μόνο που οι πρώτες ανησυχίες τόσο για τις επιπτώσεις στον ίδιο και στο περιβάλλον, όσο και για την τελική κατάληξη αυτής της πορείας, πολλαπλασιάζονται και ενισχύονται με ανάλογους ρυθμούς.

Οι κυριότεροι σταθμοί της πορείας του ανθρώπου στην προσπάθειά του να εκμεταλλευτεί τις διάφορες πηγές ενέργειας ήταν οι εξής:

- Στο τέλος της λίθινης εποχής, η χρησιμοποίηση της μυϊκής δύναμης των ζώων στις μεταφορές και την καλλιέργεια της γης.
- Το 6000 π.Χ., η εκμετάλλευση επιφανειακών αποθεμάτων ασφάλτου, τύρφης, άνθρακα και πετρελαίου για παρασκευή προϊόντων καμίνευσης στη Μέση Ανατολή.
- Το 2500 π.Χ., η κατασκευή στην Αρκαδία μεταλλευτικών κλιβάνων, η επεξεργασία μετάλλων.
- Το 1500 π.Χ., η κατασκευή στη Θήρα ιστιοφόρων πλοίων.
- Το 1400 π.Χ., η κατασκευή αρδευτικών έργων στην Κωπαΐδα.
- Το 1000 π.Χ., η χρήση του φυσικού αερίου για φωτισμό, θέρμανση και μαγείρεμα στην Κίνα.
- Το 580 π.Χ., η κατασκευή της πρώτης πρέσας λαδιού.
- Το 350 π.Χ., η κατασκευή των πρώτων ανεμόμυλων και λίγο αργότερα των πρώτων υδραυλικών τροχών.

- Γύρω στο 100 π.Χ., η κατασκευή από τον Ήρων τον Αλεξανδρεύ της πρώτης θερμικής μηχανής.



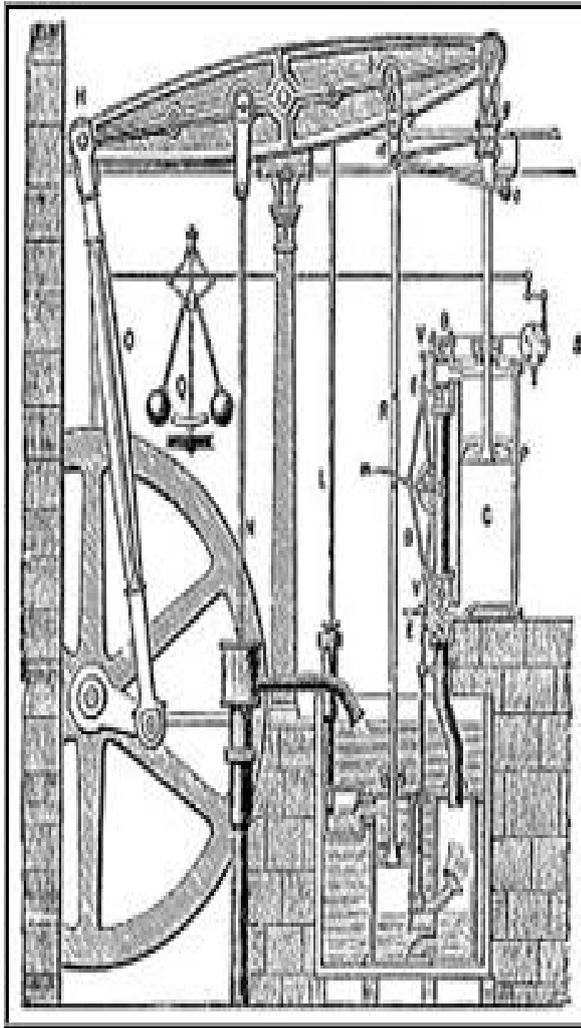
Εικόνα 2. Η μηχανή του Ήωνα³.

Η μηχανή του Ήωνα αποτελούταν από ένα κλειστό δοχείο που όταν το νερό που είχε τοποθετηθεί μέσα του άρχιζε να βράζει, ο ατμός κατευθυνόταν με σωλήνες στο πάνω μέρος σε μία σφαίρα με δύο αντιδιαμετρικές εφαπτομενικά εξόδους.

Η ταχύτητα εξόδου του ατμού συνδυασμένη με την κατάλληλη άρμωση της σφαίρας την έκαναν να περιστρέφεται με ταχύτητα ανάλογη του βρασμού του νερού.

- Το 1640, το άνοιγμα του πρώτου πηγαδιού πετρελαίου που προμήθευσε καύσιμο για το φωτισμό των οδών στη Μόντενα της Ιταλίας.
- Το 1769, η κατοχύρωση της πατέντας της πρώτης ατμομηχανής από τον Βρετανό Τζέιμς Βατ. Στην ουσία τη χρονική αυτή περίοδο τοποθετείται και η απαρχή της βιομηχανικής επανάστασης στην Αγγλία που υποδηλώνει τη συστηματική εγκατάσταση και λειτουργία της εργοστασιακής βιομηχανίας.

³ Πηγή εικόνας: <http://www.freeinquiry.gr/webfiles/pro.php?id=241>



Εικόνα 3. Η ατμομηχανή του Τζέιμς Βατ.⁴

Το 1775, ο Watt ίδρυσε μαζί με τον επιχειρηματία Boulton το εργοστάσιο κατασκευής ατμομηχανών «Boulton & Watt» στο Μπέρμινγχαμ και το 1778, άρχισε να τελειοποιεί την ατμομηχανή του χαμηλής πίεσεως, της οποίας την ευρεσιτεχνία είχε από το 1769. Ανέπτυξε την ατμομηχανή διπλής δράσης, στην οποία ο ατμός επενεργεί εναλλάξ και στις δύο κατευθύνσεις της κίνησης του εμβόλου.

Τα κύρια μέρη μιας ατμομηχανής είναι ο θάλαμος καύσης, όπου καίγεται το καύσιμο, ο λέβητας, όπου το νερό μετατρέπεται σε ατμό, το έμβολο που μετατρέπει την πίεση του ατμού σε μηχανικό έργο και τέλος ο συμπυκνωτής, όπου ο ατμός μετατρέπεται και πάλι σε νερό για να ξαναγυρίσει στο λέβητα και να κλείσει ο θερμοδυναμικός κύκλος της μηχανής.

⁴ Πηγή εικόνας: <http://users.sch.gr/kassetas/zzzzzzphWATT.htm>

- Το 1829, στο Κεντάκι των ΗΠΑ αναβλύζει η πρώτη πετρελαιοπηγή.
- Το 1859, στη Πενσυλβανία εξορύσσεται πετρέλαιο από βάθος 211 μέτρων με ρυθμό 20 βαρέλια ημερησίως.⁵



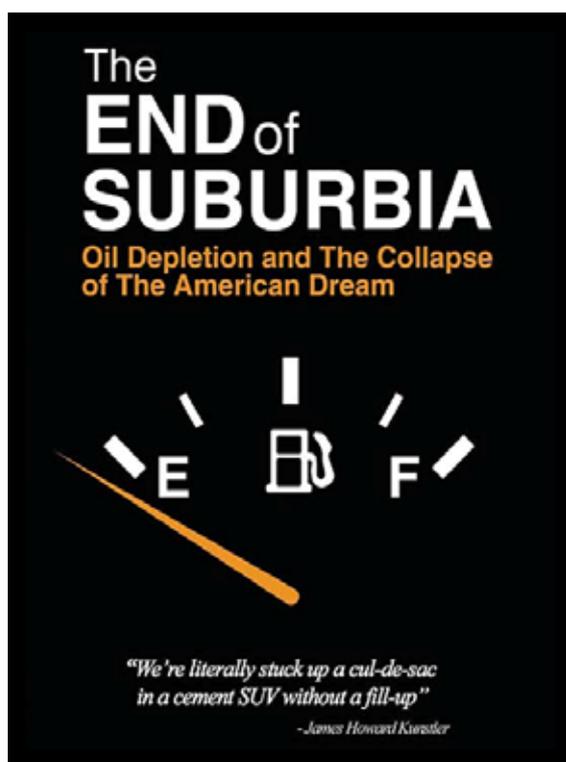
Εικόνα 4. Εξόρυξη πετρελαίου ανοιχτά της Θάσου.⁶

Όπως φαίνεται από τις χρονολογίες που αναφέρθηκαν το ενεργειακό, με τη μορφή που υφίσταται σήμερα, είναι σχετικά πρόσφατο και η ανθρωπότητα επί δύο περίπου αιώνες ζούσε και κατανάλωνε ενέργεια με μια αφελή ανεμελιά, ώσπου στις τελευταίες δεκαετίες του 20^{ου} αιώνα έγιναν κατανοητά δύο πράγματα, πρώτον ότι τα ορυκτά καύσιμα, άνθρακας και πετρέλαιο, έχουν πεπερασμένα αποθέματα και δεύτερον ότι η καύση τους προξενεί ανεπανόρθωτες αλλοιώσεις στο κλίμα και κατ' επέκταση στη σύσταση και τη μορφή του πλανήτη.

⁵ ΕΓΚΥΚΛΟΠΕΔΕΙΑ ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA, Τόμος 19

⁶ Πηγή εικόνας: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kavala-oil.jpg>

Σε ό,τι αφορά το γεγονός πως τα αποθέματα σε μερικά χρόνια τελειώνουν, αποτελεί πρόβλημα, το οποίο έχει ήδη επηρεάσει και θα επηρεάσει περισσότερο στο μέλλον σε οικονομικό επίπεδο ολόκληρη την ανθρωπότητα, ειδικά τις ανεπτυγμένες χώρες που τόσο εξαρτημένες από την ενέργεια είναι. Γνωστές είναι άλλωστε οι "ενεργειακές κρίσεις" του 1973 και 1979.



Εικόνα 5. Χαρακτηριστική αφίσα αμερικάνικης διαφημιστικής εκστρατείας για την ενεργειακή κρίση.⁷

(Μετάφραση: Το τέλος του προαστιακού τρόπου ζωής. Η μείωση πετρελαίου και η κατάρρευση του αμερικανικού ονείρου.

“Είμαστε κυριολεκτικά κολλημένοι σ’ ένα αδιέξοδο μέσα σ’ ένα τεράστιο SUV χωρίς να μπορούμε να το γεμίσουμε.”

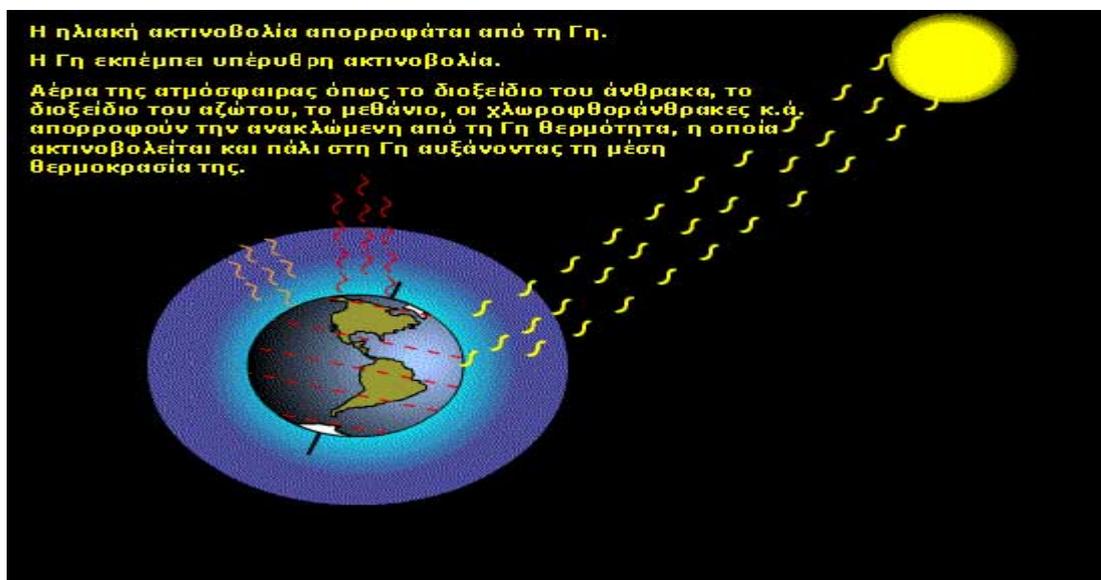
James Howard Kunstler)

Ο όρος "ενεργειακή κρίση" χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στα χρόνια του Β' παγκοσμίου πολέμου. Σχεδόν όλες οι χώρες που συμμετείχαν σ' αυτόν αναγκάστηκαν να επιβάλλουν, κατά τη διάρκειά του, αυστηρούς περιορισμούς στην κατανάλωση πετρελαίου, άνθρακα και ηλεκτρικής ενέργειας. Ήταν μία κατάσταση που είχε σημαντικές επιπτώσεις στον τρόπο ζωής των ανθρώπων, ήταν όμως αναπόφευκτη και θεωρήθηκε φυσιολογική και αυτονόητη στα πλαίσια των πολεμικών προσπαθειών. Για την περιγραφή της χρησιμοποιήθηκε ο όρος "ενεργειακή κρίση" ("energy crisis"), ανταποκρινόμενος εύστοχα στην έλλειψη καυσίμων. Από τότε έχει συνηθιστεί να αποκαλείται ενεργειακή κρίση η αιφνίδια μείωση της διαθέσιμης ή παρεχόμενης ενέργειας και ο όρος έγινε ευρύτατα γνωστός

⁷ Πηγή εικόνας: <http://www.endofsuburbia.com/>

στην δεκαετία του 1970 με τις κρίσεις του 1973 και του 1979. Στις πρόσφατες αυτές περιπτώσεις, ωστόσο, δεν έπαψε να ρέει η ενέργεια. Επρόκειτο περισσότερο για έναν προσωρινό περιορισμό της διάθεσής της εξαιτίας της αλματώδους αύξησης του κόστους της, που θα μπορούσε να αποδοθεί πιο εύστοχα με τον όρο "ενεργειακή ανεπάρκεια" ("energy shortage"). Τέτοιες καταστάσεις, λοιπόν, πιθανολογείται ότι θα ζήσει ξανά η ανθρωπότητα αν δεν χρησιμοποιηθούν κι άλλες πηγές παραγωγής ενέργειας μειώνοντας την εξάρτηση από το ακριβό πετρέλαιο.

Επιπλέον, το οικολογικό πρόβλημα, εξίσου ή ακόμη σημαντικότερο, δημιουργείται με την καύση των ορυκτών καυσίμων, όπως του άνθρακα, του πετρελαίου, του φυσικού αερίου κλπ και την έκλυση στην ατμόσφαιρα μεγάλων ποσοτήτων διοξειδίου και μονοξειδίου του άνθρακα, τα οποία είναι υπεύθυνα κατά κύριο λόγο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το φαινόμενο αυτό συνίσταται στο εγκλωβισμό της θερμικής ενέργειας στην γήινη ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής θερμοκρασίας του πλανήτη με ανυπολόγιστες συνέπειες. Οι συνέπειες αυτές μπορεί να είναι άμεσες (εμφάνιση ακραίων θερμοκρασιών, ερημοποίηση «πράσινων» περιοχών) ή μελλοντικές (συνολική αλλαγή του κλίματος, λιώσιμο των πάγων, άνοδος του επιπέδου της θάλασσας, καταποντισμός παράκτιων περιοχών).



Εικόνα 6. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου⁸

⁸ Πηγή εικόνας: http://kpe-kastor.kas.sch.gr/istoselida-biodiversity/b/climatic_change.htm

Στον τομέα της ενέργειας, λοιπόν, ο οποίος είναι συναρτημένος με την δημογραφική έκρηξη της ανθρωπότητας, με τον οικονομικό και τον πολιτικό ανταγωνισμό και τις διεθνείς στρατηγικές, επιβάλλεται να δοθούν λύσεις στα εξής ζητήματα:

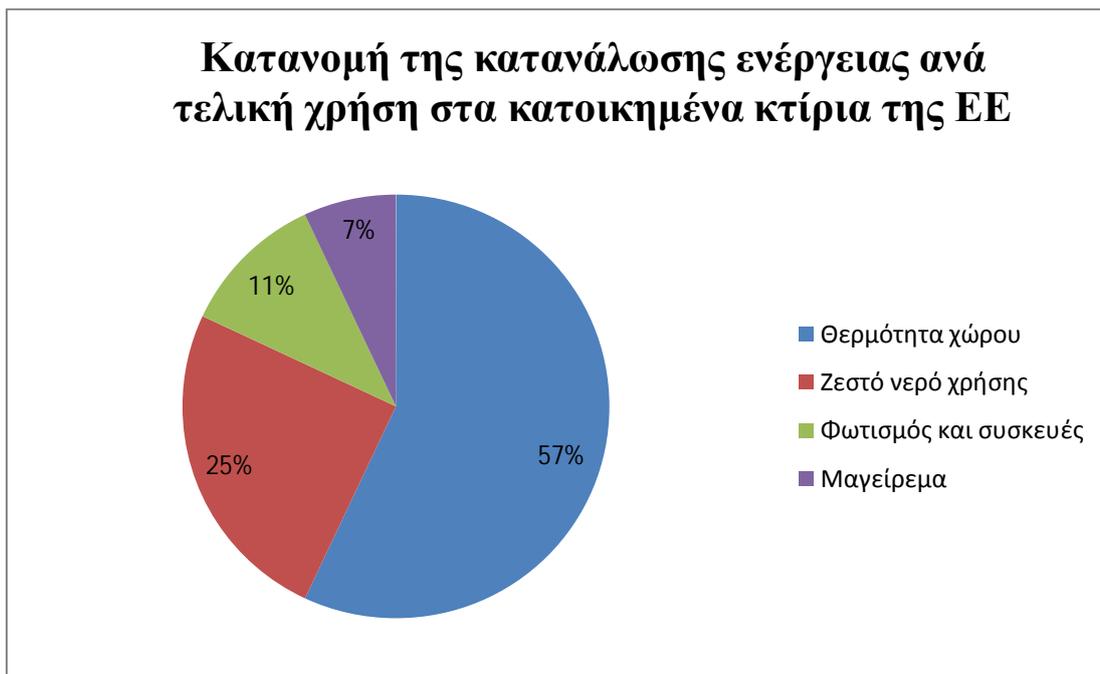
- Της εξασφάλισης της αναγκαίας ποσότητας ενέργειας, στην κατάλληλη για την κάθε χρήση μορφή, δηλαδή της ενεργειακής επάρκειας.
- Του κόστους αυτής της ενέργειας.
- Των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη χρήση της.

Τα παραπάνω τρία ζητήματα συνθέτουν ό,τι έχει γίνει ευρύτερα γνωστό με τον όρο «Ενεργειακό Πρόβλημα».

1.2 Κατανάλωση ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια

Σημαντικό μερίδιο συμμετοχής στο ενεργειακό πρόβλημα έχει ο κτιριακός τομέας (τα νοικοκυριά και ο τριτογενής τομέας), ο οποίος στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στην Ελλάδα ευθύνεται για το ένα τρίτο περίπου των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα στην Ευρωπαϊκή Ένωση ανήλθε το 1998 σε 384 Mtoe (million tonnes of oil equivalent – εκατομμύρια τόνοι του ισοδύναμου πετρελαίου) που αντιστοιχεί στο 40% περίπου της συνολικής ετήσιας τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Ως το έτος 2020 προβλέπεται να αυξηθεί στα 457 Mtoe. Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας ανέρχεται σε 10,5% και 27,5% αντίστοιχα. Το υπόλοιπο 2,5% αναφέρεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που κυρίως χρησιμοποιούνται στις κατοικίες και είναι ένα ποσοστό που μπορεί να αυξηθεί δραματικά με τα κατάλληλα κίνητρα. Η οικιακή χρήση αποτελεί το 70% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού τομέα. Στα νοικοκυριά η κατανάλωση ανέρχεται σε 252 Mtoe και στα εμπορικά και δημόσια κτίρια σε 108 Mtoe ενώ ο λόγος ηλεκτρισμού προς θερμότητα είναι 0,25 και 0,68 αντίστοιχα. Η μέση κατανάλωση ανά τετραγωνικό μέτρο αυξάνεται κατά 1,3% ετησίως στον τομέα των υπηρεσιών.⁹

⁹ Πράσινη Βίβλος για την ενέργεια, ΕΕ, 2001



Εικόνα 7. Η κατανάλωση ενέργειας στα κατοικημένα κτίρια της Ε.Ε.¹⁰



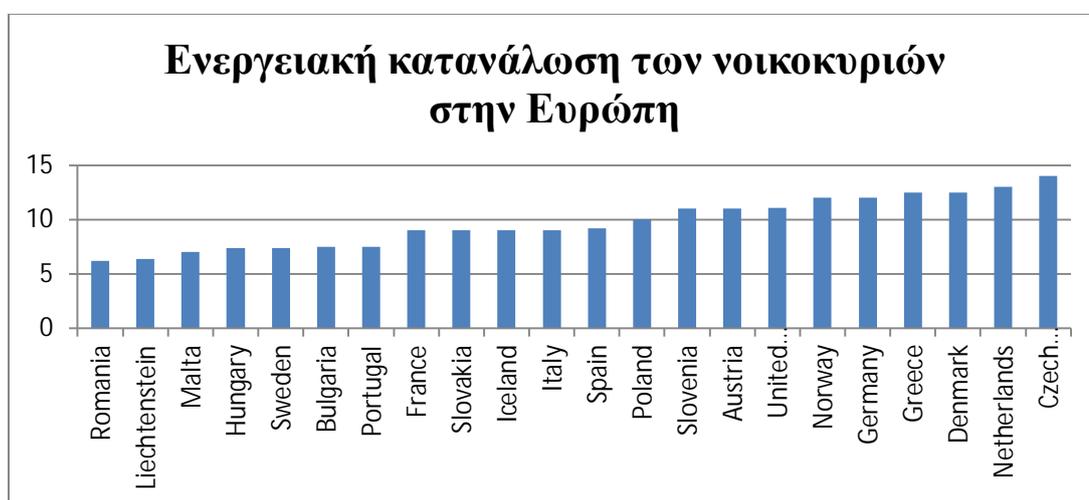
Εικόνα 8. Η κατανάλωση ενέργειας στα εμπορικά κτίρια της Ε.Ε.¹¹

¹⁰ Πηγή εικόνας: Πράσινη βίβλος για την ενέργεια, ΕΕ, 2001

¹¹ Πηγή εικόνας: Πράσινη βίβλος για την ενέργεια, ΕΕ, 2001

Τα κτίρια στην Ελλάδα αντιπροσωπεύουν περίπου το 36% της συνολικής τελικής ζήτησης ενέργειας, ενώ, κατά την περίοδο 2000-2005, η ενεργειακή κατανάλωσή τους αυξήθηκε κατά 24%, φθάνοντας τα 8,54 Mtoe, μία από τις μεγαλύτερες στην Ευρώπη. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει τη σπουδαιότητα του κτιριακού τομέα στο ενεργειακό ισοζύγιο, αλλά και το περιθώριο μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και την βελτίωση των ενεργειακών τους επιδόσεων.

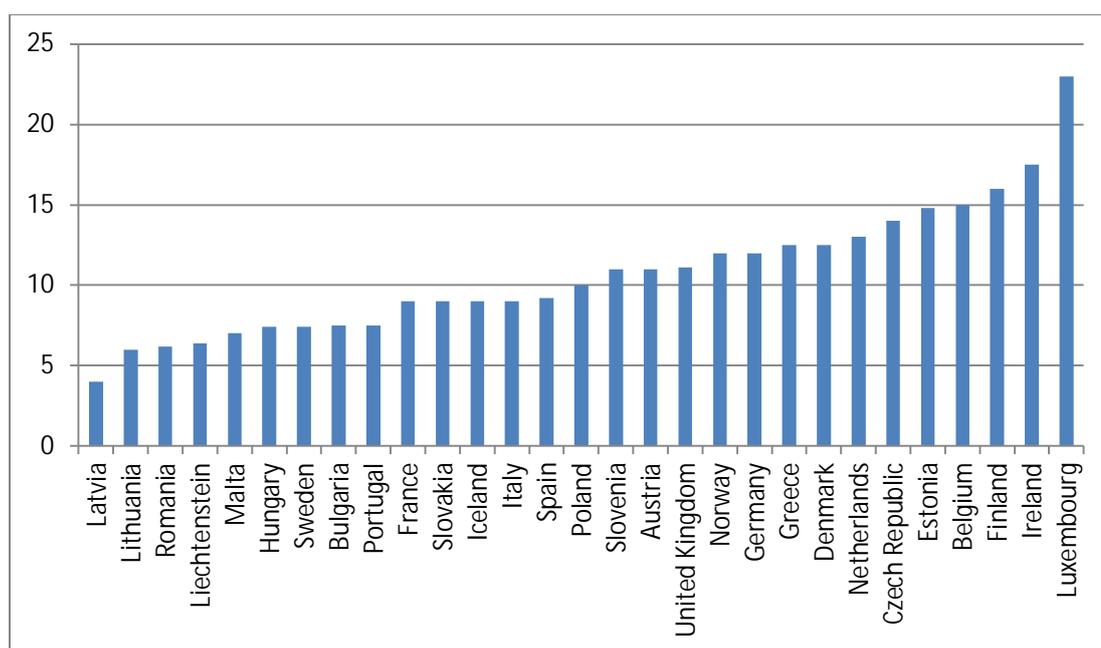
Στα κτίρια κατοικίας, σύμφωνα με την Eurostat, η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά νοικοκυριό στην Ελλάδα, είναι περίπου 61 GJ ή 1,46 Tερ (βλ. Εικόνα 9). Σύγκριση ανάμεσα στις μεσογειακές χώρες καταδεικνύει ότι τα ελληνικά νοικοκυριά παρουσιάζουν την μεγαλύτερη σχετική κατανάλωση, σχεδόν 30% μεγαλύτερη της Ισπανίας και περίπου διπλάσια της Πορτογαλίας. Ταυτόχρονα, είναι σχεδόν ίση με αυτή της Ολλανδίας και σημαντικά μεγαλύτερη από χώρες με ψυχρότερο κλίμα όπως το Βέλγιο και η Τσεχία. Δεδομένου ότι, η επιφάνεια κάθε νοικοκυριού καθώς και ο βαθμός χρήσης του κτιρίου, δεν ταυτίζονται ανά τις διάφορες χώρες, η παραπάνω σύγκριση μπορεί να οδηγήσει σε λάθος συμπεράσματα. Για παράδειγμα, η μέση κατοικία στην Ελλάδα προσεγγίζει τα 80 m² και κατοικείται από 2,8 άτομα, ενώ η αντίστοιχη στην Ολλανδία είναι 100 m² και κατοικείται από 2,4 κατοίκους.



Εικόνα 9. Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας ανά νοικοκυριό¹²

¹² Πηγή εικόνας: Eurostat, Energy consumption in households and number of households combined

Μια άλλη εναλλακτική μέθοδος αξιολόγησης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής ποιότητας των κτιρίων κατοικίας είναι ο υπολογισμός των εκπομπών CO₂ ανά κάτοικο σε ετήσια βάση. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, οι κατοικίες στην Ελλάδα παράγουν περίπου 12-13 τόνους CO₂ ανά κάτοικο ανά έτος. Η τιμή αυτή είναι συγκριτικά μεγαλύτερη από όλες τις άλλες μεσογειακές χώρες και μεγαλύτερη ακόμα από πολύ βορειότερες χώρες όπως η Νορβηγία, η Γερμανία, η Αυστρία και η Βρετανία (βλ. Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανά κάτοικο και έτος, από τα κτίρια κατοικίας σε διάφορες χώρες και στην Ελλάδα¹³

Από τις παραπάνω έρευνες, γίνεται αντιληπτό ότι τα κτίρια κατοικίας στην Ελλάδα είναι κατά πολύ περισσότερο ενεργοβόρα από τα αντίστοιχα κτίρια σε όλη την μεσογειακή λεκάνη και ταυτόχρονα παρουσιάζουν μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας από πολλές βόρειες χώρες. Είναι προφανές, λοιπόν, ότι τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας των κατοικιών στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά μεγάλα.

Τα κτίρια που δεν χρησιμοποιούνται σαν κατοικίες στην Ελλάδα αποτελούν περίπου το 5% του συνόλου των κτιρίων. Από αυτά το 57% περίπου είναι κτίρια γραφείων και

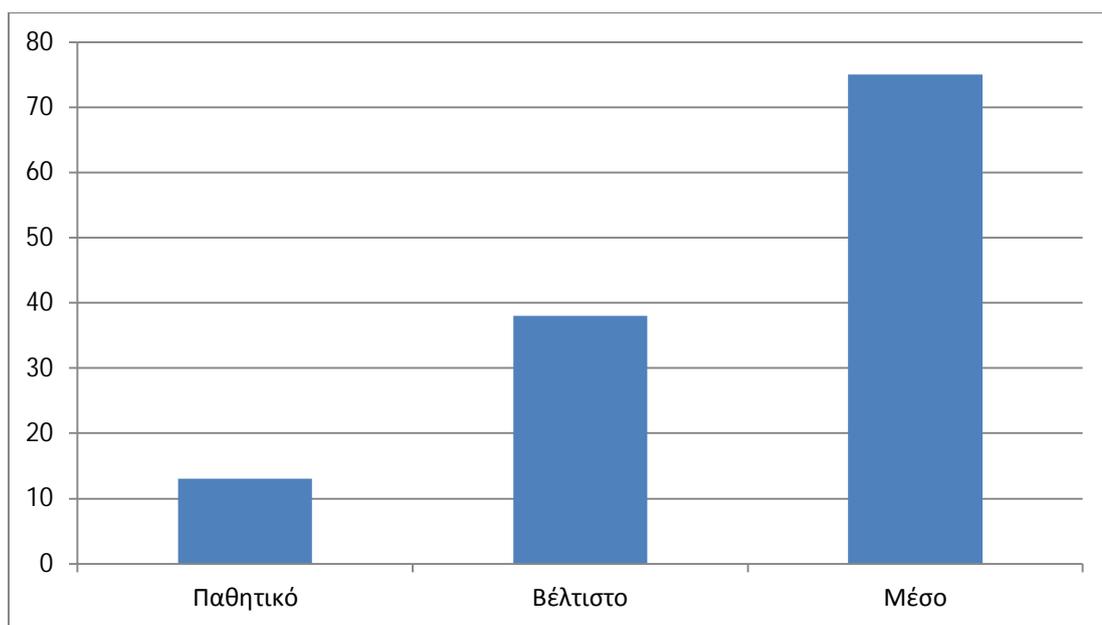
¹³ Πηγή εικόνας: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος

εμπορικής χρήσης, το 19% εκπαιδευτικά κτίρια, το 16% ξενοδοχεία και το 8% περίπου είναι νοσοκομεία και κλινικές.

Η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων γραφείων στην Ελλάδα ποικίλλει σε συνάρτηση με τις ενεργειακές τους εγκαταστάσεις (κλιματιζόμενα ή όχι), τον τρόπο χρήσης τους και την ηλικία τους.

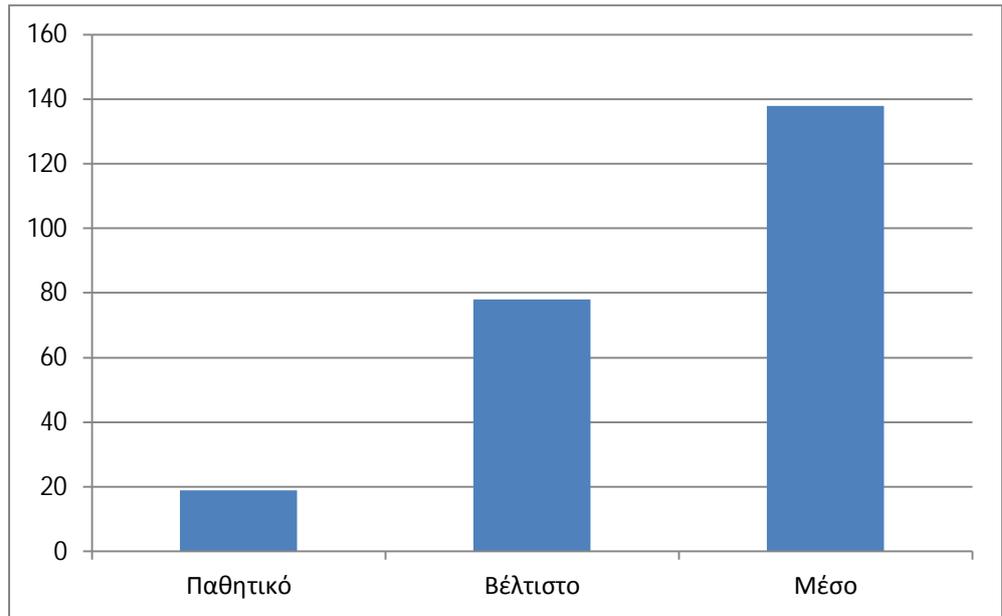
Με βάση ενεργειακά δεδομένα από πολλές εκατοντάδες κτιρίων στην Ελλάδα, έχει προκύψει η κατανομή της ενεργειακής κατανάλωσης καθώς και η ταξινόμηση των κτιρίων αυτών σε τρεις ενεργειακές κατηγορίες και συγκεκριμένα τα ενεργειακά τυπικά κτίρια, στα βέλτιστα κτίρια και στα παθητικά.

Το τυπικό κλιματιζόμενο κτίριο γραφείων καταναλώνει περί τις 138 kWh/m²/έτος, ενώ η μέση κατανάλωση των μη κλιματιζόμενων κτιρίων γραφείων κυμαίνεται περί τις 75kWh/m²/έτος (βλ. εικόνες 11-12).



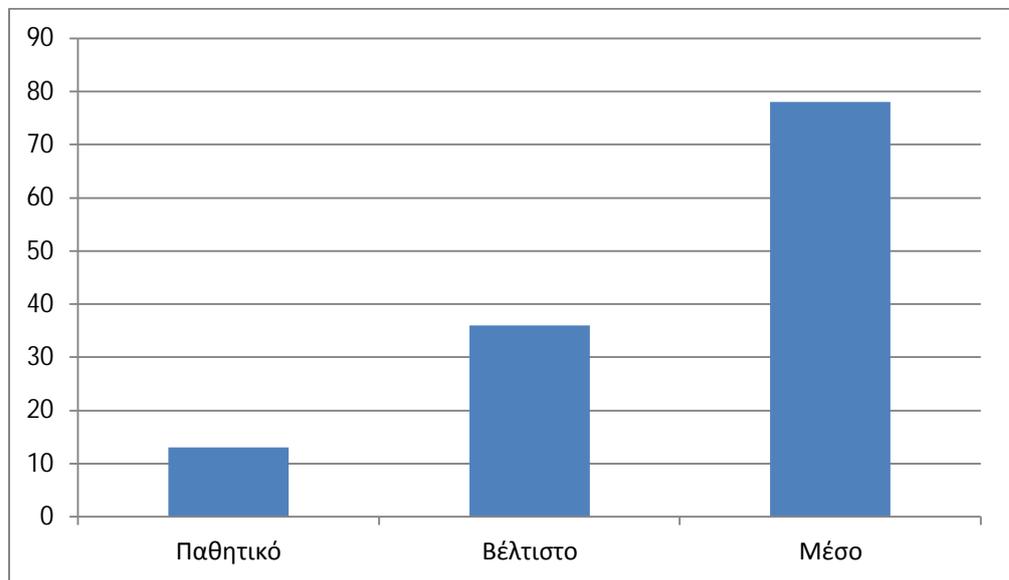
Εικόνα 11. Κατανάλωση των μη κλιματιζόμενων γραφείων στην Ελλάδα¹⁴

¹⁴ Πηγή εικόνας: Ομάδα Κτιριακού Περιβάλλοντος Παν. Αθηνών



Εικόνα 12. Κατανάλωση των κλιματιζόμενων γραφείων στην Ελλάδα¹⁵

Η ενεργειακή κατανάλωση ενός τυπικού σχολείου στην Ελλάδα κυμαίνεται περί τις 68 kWh/m²/έτος. Η ενεργειακή κατανάλωση ενός τυπικού, βέλτιστου και παθητικού σχολείου δίνονται στην εικόνα 13.

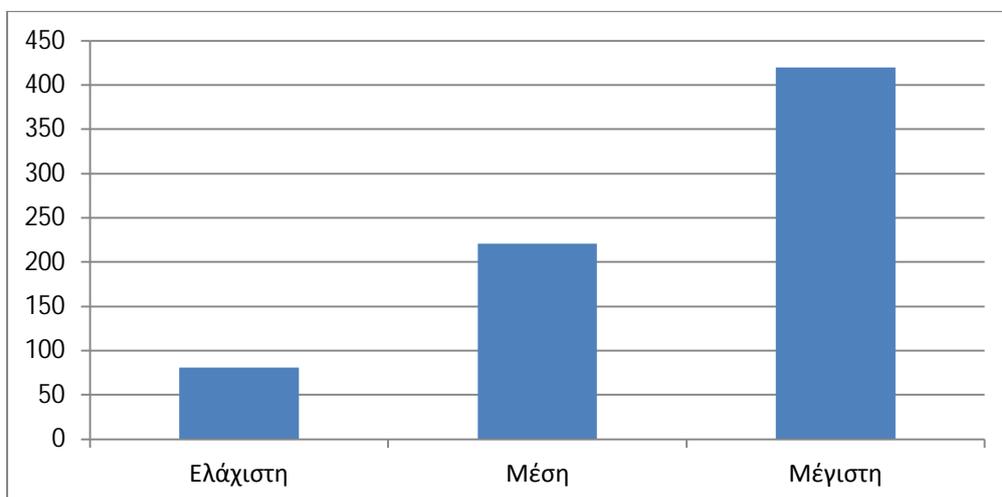


Εικόνα 13. Κατανάλωση ενέργειας στα σχολεία της Ελλάδας¹⁶

¹⁵ Πηγή εικόνας: Ομάδα Κτιριακού Περιβάλλοντος Παν. Αθηνών

¹⁶ Πηγή εικόνας: Ομάδα Κτιριακού Περιβάλλοντος Παν. Αθηνών

Με βάση μετρήσεις της ενεργειακής κατανάλωσης δεκάδων νοσοκομείων και κλινικών στην Ελλάδα έχει διαπιστωθεί ότι η ελάχιστη, μέση και μέγιστη ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση, κυμαίνεται αντίστοιχα περί τις 81, 221 και 420 kWh/m²/έτος.



Εικόνα 14. Ενεργειακή Κατανάλωση για θέρμανση νοσοκομείων και κλινικών στην Ελλάδα¹⁷

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα είναι σαφές ότι τα κτίρια του τριτογενή τομέα στην Ελλάδα παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένη κατανάλωση και ότι τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντικά.

Η αυξανόμενη θερμική υποβάθμιση των μεγάλων αστικών κέντρων της χώρας, η δραματική αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, η εμμονή στη χρήση εμπειρικών και ξεπερασμένων τεχνικών σχεδιασμού των κτιρίων, η αποψίλωση του αστικού και περιαστικού πράσινου δημιουργούν συνθήκες που μεγιστοποιούν τη χρήση ενεργοβόρων μηχανικών μέσων για την εξασφάλιση της θερμικής άνεσης και δημιουργούν σημαντικό πρόβλημα επιβιωσιμότητας σε σημαντικό κομμάτι του πληθυσμού που αδυνατεί να ανταποκριθεί οικονομικά.

Παράλληλα, η συνεχής διείσδυση στην αγορά και η αυξημένη χρήση νέων χημικών προϊόντων στα κτίρια, ταυτόχρονα με την ρύπανση του εξωτερικού περιβάλλοντος, αυξάνει

¹⁷ Πηγή εικόνας: ENPER-EXIST

δραματικά τη ρύπανση στους χώρους εργασίας και κατοικίας με συνέπεια την κακή ποιότητα ζωής των πολιτών.

Από τα παραπάνω, επομένως, κρίνεται επιτακτική η ανάγκη εξεύρεσης προτάσεων για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, καθώς και η άμεση εφαρμογή τους βασισμένες σε μια πλήρη και σύγχρονη νομοθεσία.

Κεφάλαιο 2

Δυνατότητες Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια – Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

2.1 Εισαγωγή

Ο ρόλος ενός κτιρίου είναι να προσφέρει το καλύτερο δυνατό εσωτερικό περιβάλλον στους χρήστες του. Αυτό σημαίνει ότι οι εσωτερικοί χώροι πρέπει να εξασφαλίζουν τις απαιτούμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, φωτισμού, χρωμάτων, ακουστικής και ποιότητας αέρα. Η επίτευξη των επιθυμητών τιμών για όλες αυτές τις παραμέτρους, επιτρέπει στους χρήστες να ζουν σε πλήρη θερμική, οπτική και ακουστική άνεση, μέσα σ' ένα υγιεινές περιβάλλον.

Θερμική άνεση¹⁸ ονομάζονται οι συνθήκες στις οποίες βρίσκεται ένα άτομο και δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή. Είναι ουσιαστικά υποκειμενικό συναίσθημα που καθορίζεται από τη θερμοκρασία του αέρα, τη μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, την ταχύτητα του αέρα (περιβαλλοντικοί παράγοντες), τον ρυθμό μεταβολισμού και τον βαθμό ένδυσης (προσωπικοί παράγοντες).

Η **οπτική άνεση** σε έναν εσωτερικό χώρο εξαρτάται από τις ποσοτικές και ποιοτικές ανάγκες του χώρου σε φωτισμό, σε συνδυασμό με τη χρήση και τις λειτουργικές απαιτήσεις του.

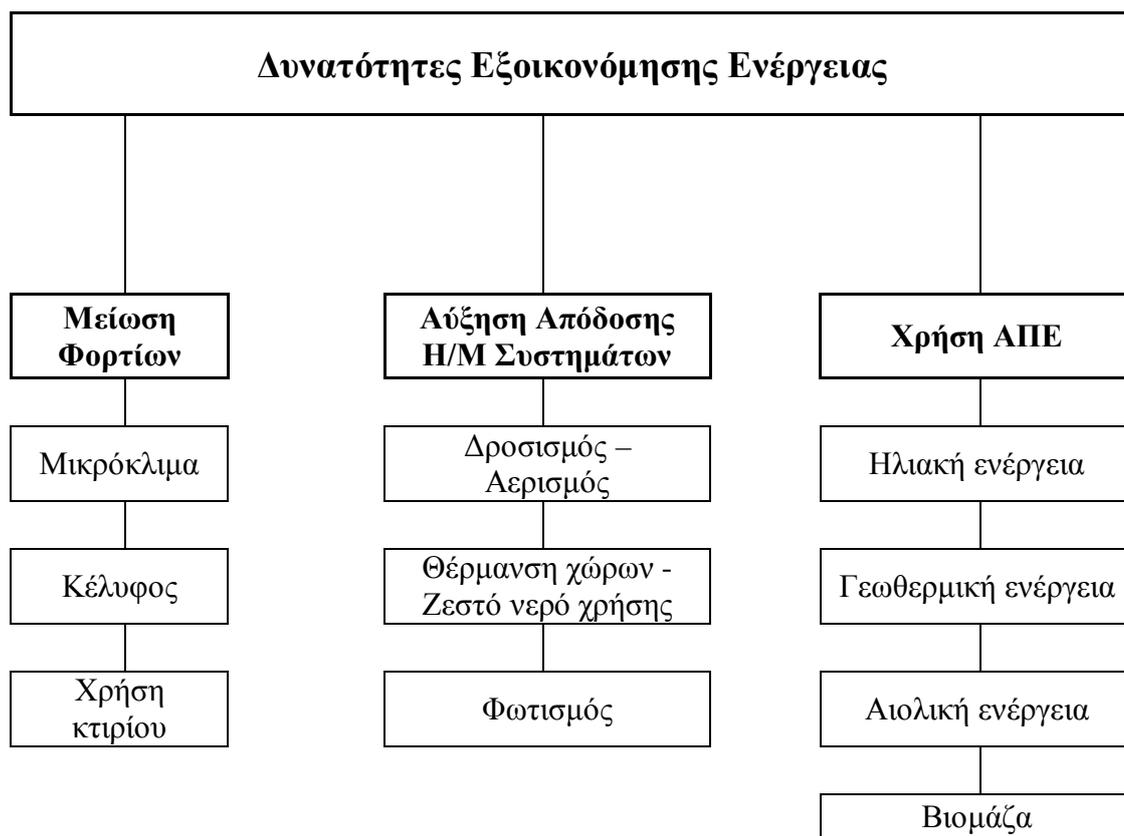
Η **ποιότητα του αέρα** στους εσωτερικούς χώρους επηρεάζεται από την ποιότητα του εξωτερικού αέρα και την εσωτερική παραγωγή ρύπων, οι οποίοι οφείλονται στα δομικά υλικά, τα έπιπλα, τα χρώματα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες (μαγείρεμα, καθαρισμός χώρου, κάπνισμα κλπ). Η κακή ποιότητα του αέρα επηρεάζει αρνητικά την ανθρώπινη υγεία και αποτελεί το κύριο αίτιο των “άρρωστων κτιρίων”, δηλαδή των κτιρίων στα οποία οι ένοικοι παρουσιάζουν ναυτίες, λήθαργο, αλλεργίες του αναπνευστικού συστήματος, δερματικούς ερεθισμούς, πονοκεφάλους κλπ.

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής που έχει ως συνέπεια την αύξηση των ενεργειακών απαιτήσεων, η αύξηση των τιμών ενέργειας, κυρίως του πετρελαίου, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η οικονομική ανάπτυξη και τέλος η ρύπανση του περιβάλλοντος που προκαλείται από τις συνηθισμένες πηγές ενέργειας οδηγούν την ανθρωπότητα να απευθυνθεί

¹⁸ Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, Τόμος Α, Σταμάτης Δ. Πέρδιος

σε νέους τρόπους για εκπλήρωση των αναγκών της. Για την υπερβολική κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια υπεύθυνοι είναι ο κακός σχεδιασμός και η λάθος νοοτροπία.

Συνεπώς, οι προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να εξετασθούν σύμφωνα με τις ανάγκες του ανθρώπου, αλλά και τις δυνατότητες που μπορούν να υπάρξουν (βλ. Εικόνα 15).



Εικόνα 15. Σχεδιάγραμμα δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Από το παραπάνω σχεδιάγραμμα συμπεραίνεται ότι εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια μπορεί να γίνει με μείωση των φορτίων που επηρεάζουν το εσωτερικό περιβάλλον ενός κτιρίου, που είναι: α) **οι εξωτερικές συνθήκες** (μικρόκλιμα, θέση και μορφή του κτιρίου), β) **το κέλυφος του κτιρίου** (δομικά και αρχιτεκτονικά στοιχεία) και γ) **το περιεχόμενο και η χρήση του κτιρίου** (παρουσία ζώντων οργανισμών, φωτισμός, συσκευές, έπιπλα, χρώματα κλπ). Για την επίτευξη της μείωσης των φορτίων σημαντικό ρόλο παίζει ο **βιοκλιματικός σχεδιασμός**.

Επιπλέον, κρίνεται απαραίτητη η αύξηση της απόδοσης των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες του δροσισμού και αερισμού των κτιρίων, τον φωτισμό, καθώς επίσης και της θέρμανσης και του ζεστού νερού χρήσης.

Τέλος, εξαιτίας του γεγονότος ότι τα αποθέματα των βασικών πρώτων υλών παραγωγής ενέργειας (άνθρακας, πετρέλαιο) εξαντλούνται, καθώς και η διαπίστωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την καύση τους, θα πρέπει να υιοθετηθούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) για την κάλυψη των αναγκών, όπως είναι η **ηλιακή ενέργεια**, η **γεωθερμική ενέργεια**, η **αιολική ενέργεια** και η **βιομάζα**.

2.2 Μείωση φορτίων μέσω βιοκλιματικού σχεδιασμού

Βιοκλιματικός σχεδιασμός¹⁹ ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιος, αέρα – άνεμο, νερό, έδαφος).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για την θέρμανση, την ψύξη και τον φωτισμό των κτιρίων. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού ακολουθούνται οι εξής στρατηγικές:

- Βελτίωση ή και δημιουργία μικροκλίματος.
- Στρατηγική της θέρμανσης.
- Στρατηγική της ψύξης.
- Φυσικός φωτισμός.

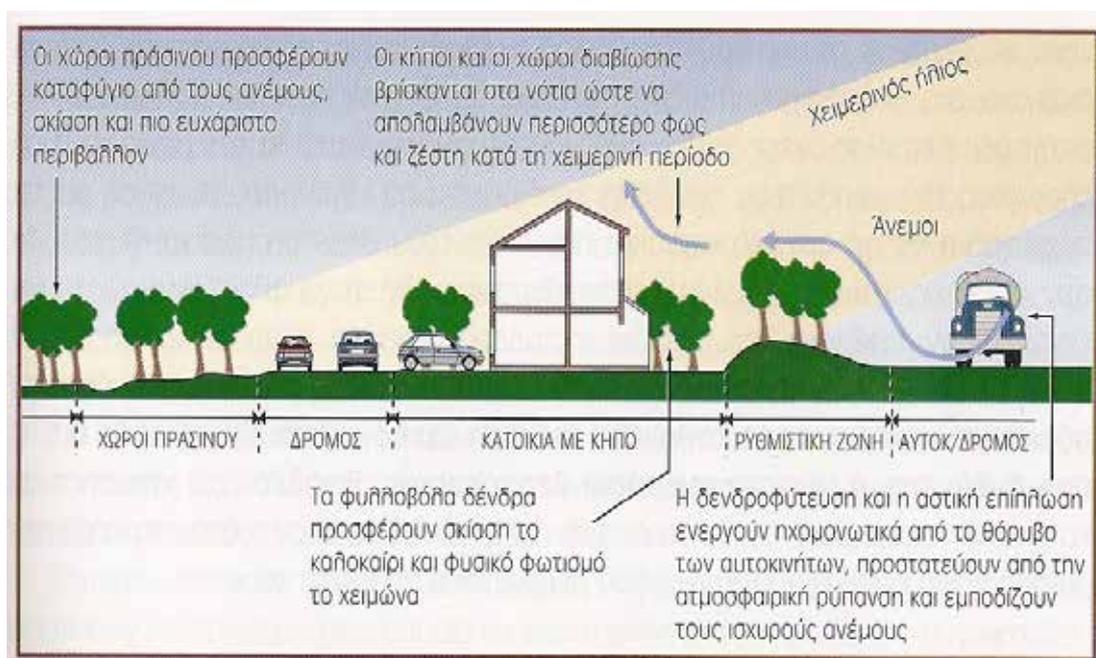
2.2.1 Βελτίωση ή και δημιουργία μικροκλίματος

Σε κάθε τοποθεσία, η παρέμβαση του ανθρώπου μπορεί να τροποποιήσει το περιβάλλον κοντά στα κτίρια, δημιουργώντας συνθήκες γνωστές ως το **μικρόκλιμα** ή το κλίμα μιας μικρής επιφάνειας.

¹⁹ ΤΕΧΝΙΚΟ ΒΗΜΑ, τεύχος 15, Σεπτέμβριος - Οκτώβριος – Νοέμβριος 2008

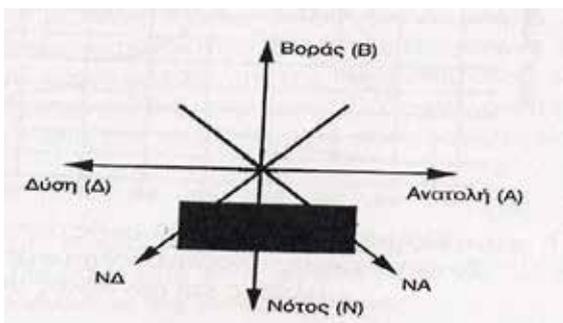
Οι αλλαγές στο σχεδιασμό σε μικροκλιματική στάθμη μπορεί να εξασφαλίσουν αξιοσημείωτα αποτελέσματα, σε αντίθεση με το γενικό μακρόκλιμα και μεσόκλιμα της περιοχής που είναι πέρα από κάθε επίδραση. Οι αλλαγές αφορούν εκμετάλλευση της **ηλιακής ακτινοβολίας** και του **ανέμου**, καθώς και της **υγρασίας του αέρα**.

Το ποσό της **ηλιακής ακτινοβολίας** που λαμβάνεται σε μια τοποθεσία εξαρτάται από την τοπική καλλιεργημένη βλάστηση, το σχήμα, το προσανατολισμό και τη θέση των γειτονικών κτιρίων. Η βλάστηση είναι ένας παράγοντας διαφορετικός σε σχέση με άλλα εμπόδια που δεν επιτρέπουν στην ηλιακή ακτινοβολία να πέσει σε μια τοποθεσία. Ορισμένοι τύποι καλλιέργειας αλλάζουν με τις εποχές. Πολλοί (π.χ. φυλλοβόλα δέντρα) παρέχουν μόνο μερικό προπέτασμα, φιλτράροντας την ακτινοβολία που πέφτει αντί να την εμποδίζουν εντελώς, γεγονός που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πλεονέκτημα.



Εικόνα 16. Η επιλογή των σωστών ειδών δέντρων σε συνδυασμό με την κατάλληλη τοποθέτησή τους στο οικόπεδο συντελούν στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος²⁰

²⁰ Πηγή εικόνας: Κτίριο & Περιβάλλον, Η. Ευθυμιόπουλος



Εικόνα 17. Κτίριο επίμηκες κατά τον άξονα Ανατολής – Δύσης.²¹

Όσον αφορά το σχήμα, ένα κτήριο επίμηκες κατά τον άξονα Ανατολής – Δύσης προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το Νότο για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας τον χειμώνα. Για το μεσογειακό κλίμα, η άριστη αναλογία στις διαστάσεις του κτιρίου είναι 1:1,8. Το κτήριο κύβος δεν είναι το βέλτιστο σχήμα για οποιονδήποτε τόπο, ενώ το επίμηκες κτήριο κατά τον άξονα Βορά – Νότου, λειτουργεί λιγότερο αποτελεσματικά όλο τον χρόνο σε σχέση με το κτήριο κύβος.

Ο προσανατολισμός του κτιρίου πρέπει να εξασφαλίζει πλήρη ηλιασμό κατά τους χειμερινούς μήνες και σκιασμό κατά τους θερινούς. Σε μία περιοχή με 40° βόρειο γεωγραφικό πλάτος ο προσανατολισμός πρέπει να είναι νότιος ή νοτιοανατολικός, γιατί η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια την χειμερινή περίοδο σε σχέση με τον ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό και η ακτινοβολία αυτή μειώνεται στο μισό το καλοκαίρι. Σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, οι νότιες επιφάνειες έχουν ακόμη μεγαλύτερο ηλιακό κέρδος τον χειμώνα, ενώ οι ανατολικές και οι δυτικές είναι ιδιαίτερα επιβαρυνμένες δεχόμενες 2-3 φορές περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία.

Τα κτίρια που είναι πανταχόθεν ελεύθερα ή βρίσκονται στο τέλος μίας σειράς κτιρίων, έχουν μεγαλύτερες θερμικές απώλειες σε σχέση με τα κτίρια, που έχουν μικρότερη επιφάνεια σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Οι απώλειες αυτές μπορούν να περιορισθούν με τη βελτίωση της θερμομόνωσης ή να αντισταθμιστούν με την αύξηση των ηλιακών θερμικών κερδών (π.χ. μέσω της χρήσης νότιων ανοιγμάτων). Επιπλέον, τα κτίρια που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος, έχουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τα κτίρια με πυλωτή. Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι τα κτίρια με πυλωτή έχουν 5% μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και δροσισμό. Αυτό οφείλεται στην αργή μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους, λόγω της μεγάλης

²¹ Πηγή εικόνας: Το οικολογικό σπίτι, Κ. Τσίππρας

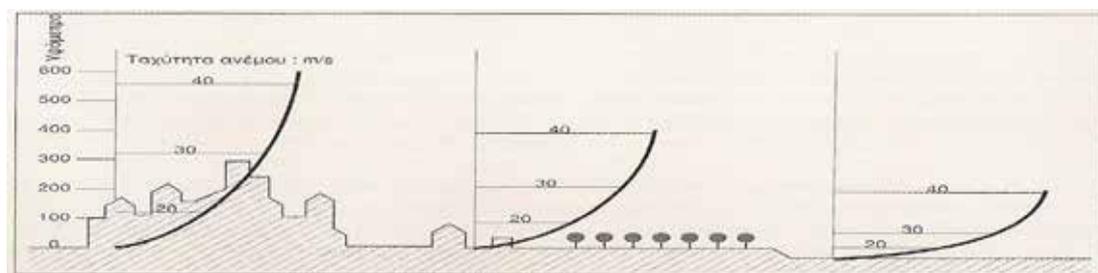
θερμοχωρητικότητάς του. Έτσι, σε ορισμένο βάθος, το έδαφος είναι πιο θερμό από τον ατμοσφαιρικό αέρα τον χειμώνα και πιο δροσερό το καλοκαίρι.

Οι συνθήκες του τοπικού ανέμου μπορούν να τροποποιηθούν από την παρουσία **βλάστησης, κτιρίων και κτιστών προπετασμάτων.**

Οι ζώνες προστασίας αποτελούν ένα κοινό παροχής προστασίας από τον άνεμο. Τα κωνοφόρα δέντρα παρέχουν προστασία όλο το χρόνο, αλλά εμποδίζουν το ηλιακό φως το χειμώνα. Το φυλλοβόλο παρέχουν περισσότερη προστασία, όταν έχουν φύλλωμα το θέρος, παρά όταν είναι γυμνά τον χειμώνα. Ακόμα και τον χειμώνα, παρ' όλα αυτά, τα γυμνά κλαδιά, εξακολουθούν να παρέχουν κάποια μείωση στις ταχύτητες του ανέμου.

Όταν ο άνεμος αντιμετωπίζει ένα εμπόδιο, η ταχύτητά του και η διεύθυνσή του τροποποιούνται. Μια στερεή μάζα, όπως αυτή που διαθέτει ένα κτίριο, αναγκάζει τον άνεμο να πηγαίνει γύρω ή πάνω από αυτήν. Η πλευρά του κτιρίου που εκτίθενται στον άνεμο είναι κάτω από θετική (αύξουσα) πίεση, ενώ η απέναντι πλευρά που προστατεύεται αντιμετωπίζει μειωμένη πίεση. Γενικά, η ταχύτητα του ανέμου αυξάνεται με το ύψος πάνω από το έδαφος. Εξαιτίας του αριθμού των εμποδίων στη ροή που εμφανίζονται στις πόλεις, η μέση ταχύτητα ανέμου σε ένα δοσμένο ύψος είναι πιο χαμηλή στις πόλεις από ό,τι πάνω από καθαρή επιφάνεια. Το μέγεθος των εμποδίων επηρεάζει την κατακόρυφη διαβάθμιση.

Η ροή του ανέμου στις πόλεις είναι πιο στροβιλώδης και αλλάζει πιο εύκολα κατεύθυνση από ό,τι στην ύπαιθρο που τις περιβάλλει. Ιδιαίτερα οι ισχυρές ανεμοθύελλες μπορεί να ενεργήσουν στη βάση των ψηλών κτιρίων.

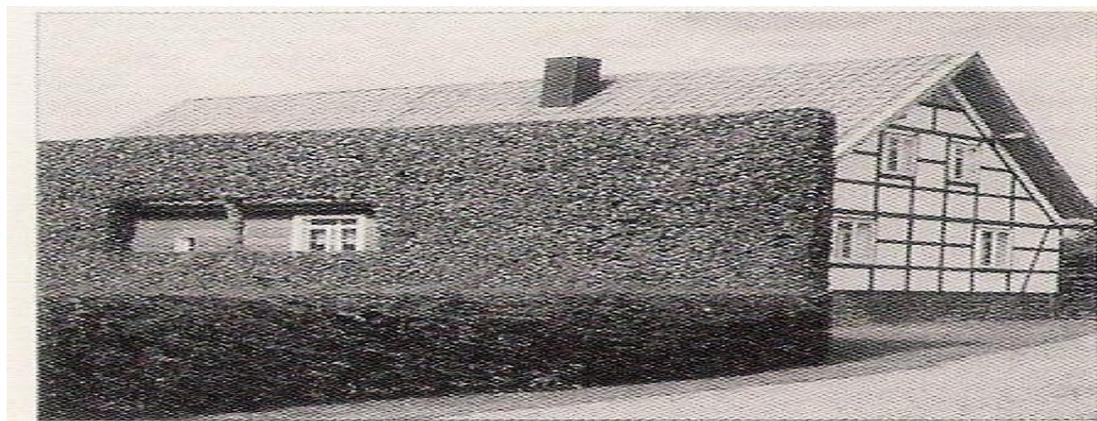


Εικόνα 18. Σύγκριση ταχύτητας ανέμου ανάλογα με τα εμπόδια.²²

²² Πηγή εικόνας: Ενεργειακός Σχεδιασμός – Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Ευρωπαϊκή Επιτροπή

Μελετημένη προστασία μπορεί να δημιουργηθεί με το φύτεμα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ή με κτιστά προπετάσματα. Η αποτελεσματικότητα της προστασίας ενός μακριού ευθύγραμμου προπετάσματος προσδιορίζεται από το ύψος του και τη διαπερατότητά του στον άνεμο. Σχετικά με τα προπετάσματα σημειώνεται ότι πυκνά προπετάσματα δημιουργούν μεγαλύτερη μείωση της ταχύτητας του ανέμου από ό,τι κάνουν τα διαπερατά προπετάσματα. Το βάθος της ζώνης που προστατεύεται, όμως, δεν είναι τόσο μεγάλο με ένα πυκνό περίφραγμα.

Το βάθος της ζώνης που προστατεύεται είναι ανάλογο προς το ύψος του προπετάσματος. Για ένα προπέτασμα περιορισμένου πλάτους, όπως ένα κτίριο, η προστατευμένη ζώνη αυξάνει σε βάθος από τις γωνίες προς το μέσο. Το βάθος της προστατευμένης ζώνης αυξάνεται με το πλάτος του κτιρίου εφόσον το τελευταίο φτάνει να είναι περίπου δέκα φορές το ύψος του κτιρίου. Σε αυτό το σημείο, το βάθος της προστατευμένης ζώνης είναι περίπου οκτώ φορές το ύψος του κτιρίου.



Εικόνα 19. Κτιστό προπέτασμα.²³

Η υγρασία του αέρα σε μια τοποθεσία επηρεάζεται από την παρουσία νερού και βλάστησης. Σιντριβάνια, νερό που κυκλοφορεί κάτω από πορώδεις επιστρώσεις, δεξαμενές και κανάλια επιφέρουν ύγρανση, άρα ψύξη, του παρακείμενου αέρα, αν και είναι σημαντικό να εξασφαλίζεται ότι η υγρασία στην τοποθεσία θα παραμένει στην περιοχή άνεσης. Η διαδικασία εξάτμισης – διαπνοής της κοντινής βλάστησης έχει επίσης ψυκτική επίδραση στον αέρα.

²³ Πηγή εικόνας: Ενεργειακός Σχεδιασμός – Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Ευρωπαϊκή Επιτροπή

2.2.2 Στρατηγική της θέρμανσης

Το κτίριο πρέπει να λειτουργεί ως παγίδα θερμότητας, δηλαδή να έχει τη δυνατότητα να παγιδεύσει τη θερμότητα, που δέχτηκε και αποθήκευσε στο εσωτερικό του, έτσι ώστε να περιοριστούν στο ελάχιστο οι απώλειες θερμότητας. Η απώλεια θερμότητας σε ένα κτίριο γίνεται με τρεις τρόπους: 1) με **αγωγιμότητα**, μέσα από τα δομικά στοιχεία (τοιχοί, οροφή, δάπεδο, ανοίγματα), 2) με **μετάβαση**, λόγω της κίνησης του αέρα μέσα από τους αρμούς στα πλαίσια των ανοιγμάτων ή από τα ανοίγματα και 3) με **ακτινοβολία** από το κέλυφος του κτιρίου, όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από τη εξωτερική.

Ο περιορισμός των θερμικών απωλειών εξασφαλίζεται με τα ακόλουθα μέτρα:

- Μείωση των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου προς το Βορά, καλύπτοντας ακόμη και με χώμα τμήμα της βορεινής όψης.
- Προστασία των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου από τους ψυχρούς ανέμους με βλάστηση ή δέντρα.
 - Χρήση διπλών υαλοπινάκων στα βορεινά ανοίγματα.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ			
Τύπος υαλοπίνακα	Πάχος υαλοπίνακα-διακένου-υαλοπίνακα (mm)	Αέριο διακένου	Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m^2K)
Μονός	6	-	5,7
Μονός	8	-	5
Διπλός	4-6-4	Αέρας	3,4
Διπλός	4-12-4	Αέρας	2,9
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-10-4	Αέρας	2,0 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αέρας	1,7 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-6-4	Αργό	2,1 - 2,6
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αργό	1,3 - 1,7

Εικόνα 20. Πίνακας συντελεστών θερμοπερατότητας υαλοπινάκων.²⁴

²⁴ Πηγή εικόνας:

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermansia/thermiki_prostasia_kelyfous_xrиси_yalopinakon.htm

- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στα δομικά στοιχεία για τη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας.



Εικόνα 21. Εσωτερική θερμομόνωση



Εικόνα 22. Εξωτερική θερμομόνωση



Εικόνα 23. Θερμομόνωση στον πυρήνα της τοιχοποιίας.²⁵

- Μείωση των ανοιγμάτων στη βορεινή όψη του κτιρίου.
- Στεγάνωση των αρμών στα πλαίσια των ανοιγμάτων.
- Νυχτερινή προστασία των ανοιγμάτων με ρολά ή παντζούρια.

Τα αρχιτεκτονικά στοιχεία, που ρυθμίζουν τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου είναι τα γυάλινα ανοίγματα, οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και τα προσαρτημένα στο κτίριο θερμοκήπια.

Τα συστήματα θέρμανσης, που αξιοποιούν τον ήλιο για την θέρμανση του κτιρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, ονομάζονται **παθητικά ηλιακά συστήματα**

²⁵ Πηγή εικόνων: Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, Τόμος Α, Σταμάτης Δ. Πέρδιος

θέρμανσης²⁶. Τα συστήματα αυτά είναι, συνήθως, απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου και τα υλικά κατασκευής τους είναι κοινά οικοδομικά υλικά.

Ο βασικός τους σκοπός είναι η συλλογή της ηλιακής ενέργειας, η αποθήκευση υπό μορφή θερμότητας και η διανομή της στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Τέλος, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: **α) Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους** και **β) Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους**.

Τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους αξιοποιούν άμεσα την ηλιακή ενέργεια, που συλλέγεται από τα γυάλινα ανοίγματα νότιου προσανατολισμού και απαιτούν α) μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στη νότια όψη του κτιρίου β) θερμομόνωση των τοίχων, γ) μεγάλη θερμική μάζα και δ) κινητή μόνωση με ρολά ή παντζούρια για τη νυχτερινή προστασία των ανοιγμάτων κατά τη χειμερινή περίοδο.

Η αποτελεσματικότητα τέτοιων συστημάτων επηρεάζεται από τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων (το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας δεσμεύεται όταν τα ανοίγματα προσανατολίζονται στο νότο με δυνατότητα απόκλισης 30° ανατολικά ή δυτικά), την κλίση των ανοιγμάτων (τα κατακόρυφα ανοίγματα έχουν μεγάλο ηλιασμό τον χειμώνα και μικρό το καλοκαίρι – βλ. Εικόνα 24), το μέγεθος των ανοιγμάτων (εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και είναι αντιστρόφως ανάλογο της εξωτερικής θερμοκρασίας το χειμώνα), τη θέση των ανοιγμάτων, τον τύπο του υαλοπίνακα (προτείνεται η χρήση υαλοπινάκων που διαχέουν το φως, γιατί διανέμουν τη θερμική ενέργεια προς όλες τις κατευθύνσεις και συνεισφέρουν στην αποφυγή της θάμβωσης αλλά μικρής διαπερατότητας για τα θερμά κλίματα και μεγάλης για τα ψυχρά), τη θερμική μάζα των δομικών στοιχείων (τα δομικά στοιχεία ενός χώρου πρέπει να έχουν τουλάχιστον εννέα φορές μεγαλύτερη επιφάνεια από τα ανοίγματα και να κατασκευάζονται από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, για να μπορούν να απορροφούν και να αποθηκεύουν την άμεση ηλιακή ακτινοβολία).

²⁶ Περιοδικό ECON, Τεύχος 5, Ιανουάριος – Φεβρουάριος – Μάρτιος 2009

ΜΕΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΩΝ ΧΕΙΜΩΝΑ [°C]		ΕΜΒΑΔΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ 1 m ² [m ²]
Ψυχρό κλίμα	-9,4	0,27 - 0,42 (με νυχτερινή μόνωση)
	-6,7	0,24 - 0,38 (με νυχτερινή μόνωση)
	-3,9	0,21 - 0,33
	-1,1	0,19 - 0,29
Εύκρατο κλίμα	1,7	0,16 - 0,25
	4,5	0,13 - 0,21
	7,2	0,11 - 0,17

Σημειώσεις
- Οι τιμές του πίνακα μπορούν να εφαρμοστούν για κτίρια με καλή μόνωση.
- Για μικρότερα γεωγραφικά πλάτη χρησιμοποιούνται οι χαμηλότερες τιμές και για μεγαλύτερα οι υψηλότερες.

Εικόνα 24. Πίνακας με μεγέθη ανοιγμάτων νότιου προσανατολισμού²⁷

Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους αξιοποιούν με έμμεσο τρόπο την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των κτιρίων και διακρίνονται σε τρία είδη: **α) Τοίχος θερμικής αποθήκευσης, β) Θερμοκήπιο προσαρτημένο σε κτίριο και γ) Ηλιακό αίθριο.**

Ο **τοίχος θερμικής αποθήκευσης** είναι ο συνδυασμός τοίχου νότιου προσανατολισμού και εξωτερικού υαλοστασίου, το οποίο βρίσκεται σε απόσταση 10 cm περίπου από τον τοίχο και είναι σταθερό ή ανοιγόμενο με μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες. Ο τοίχος κατασκευάζεται από υλικό μεγάλης θερμοχωρητικότητας (μπετόν, πέτρα, τούβλα) για να διασφαλίζει χρονική καθυστέρηση 6-8 h, έτσι ώστε η εσωτερική του επιφάνεια να έχει τη μέγιστη θερμοκρασία στην αρχή της νύχτας.

Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το υαλοστάσιο, εγκλωβίζεται στον κενό χώρο μεταξύ αυτού και του τοίχου και μετατρέπεται σε θερμότητα. Στη συνέχεια η θερμότητα απορροφάται από τον τοίχο, θερμαίνοντας την εξωτερική πλευρά, τη μάζα του και την εσωτερική πλευρά με αγωγιμότητα και, τέλος, μεταδίδεται με μετάβαση και ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο.

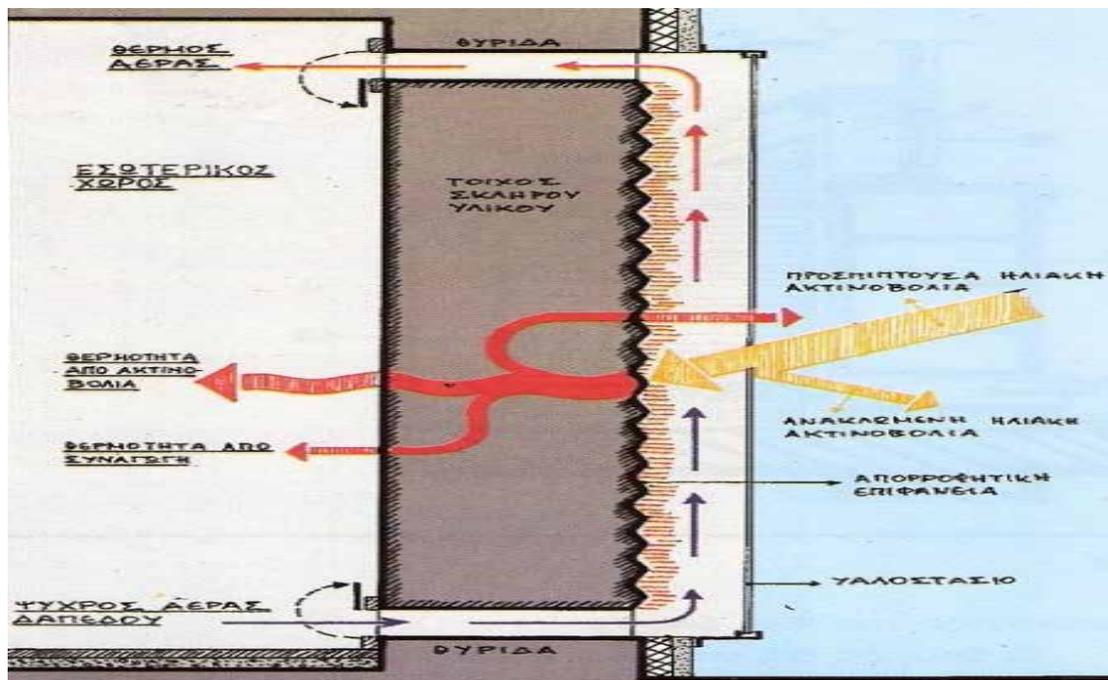
Στην εξωτερική πλευρά του τοίχου πρέπει να υπάρχει οπωσδήποτε κινούμενο σκίαστρο, το οποίο προστατεύει το χώρο από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι και τις θερμικές απώλειες τις νύχτες του χειμώνα.

²⁷ Πηγή εικόνας: Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, Τόμος Α, Σταμάτης Δ. Πέρδιος

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης παρουσιάζεται με δύο διαφορετικές μορφές: α) τον τοίχο Trombe και β) τον τοίχο νερού. Ο τοίχος Trombe αποτελείται από ένα τοίχο από μπετόν πάχους 30-40 cm βαμμένο εξωτερικά με σκούρο χρώμα, μπροστά από τον οποίο υπάρχει υαλοστάσιο σε απόσταση 5 cm περίπου. Σε όλο το μήκος του τοίχου, στο πάνω και κάτω μέρος, υπάρχουν θυρίδες για να διευκολύνουν την κίνηση του αέρα.

Η λειτουργία του συστήματος οφείλεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και πραγματοποιείται με την κυκλοφορία του αέρα στο χώρο ανάμεσα στον υαλοπίνακα και τον τοίχο, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας. Έτσι κατά τη διάρκεια της ημέρας ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω και μέσα από τη θυρίδα μπαίνει στον εσωτερικό χώρο, ενώ ο ψυχρότερος αέρας από τον εσωτερικό χώρο περνάει από την κάτω θυρίδα και αντικαθιστά το κενό, που δημιουργήθηκε στο χώρο μεταξύ υαλοπίνακα και τοίχου.

Κατά τη διάρκεια της νύχτας η λειτουργία του συστήματος αντιστρέφεται. Οι θυρίδες κλείνουν και η θέρμανση του χώρου γίνεται με ακτινοβολία της θερμότητας, που αποθηκεύτηκε στον τοίχο.



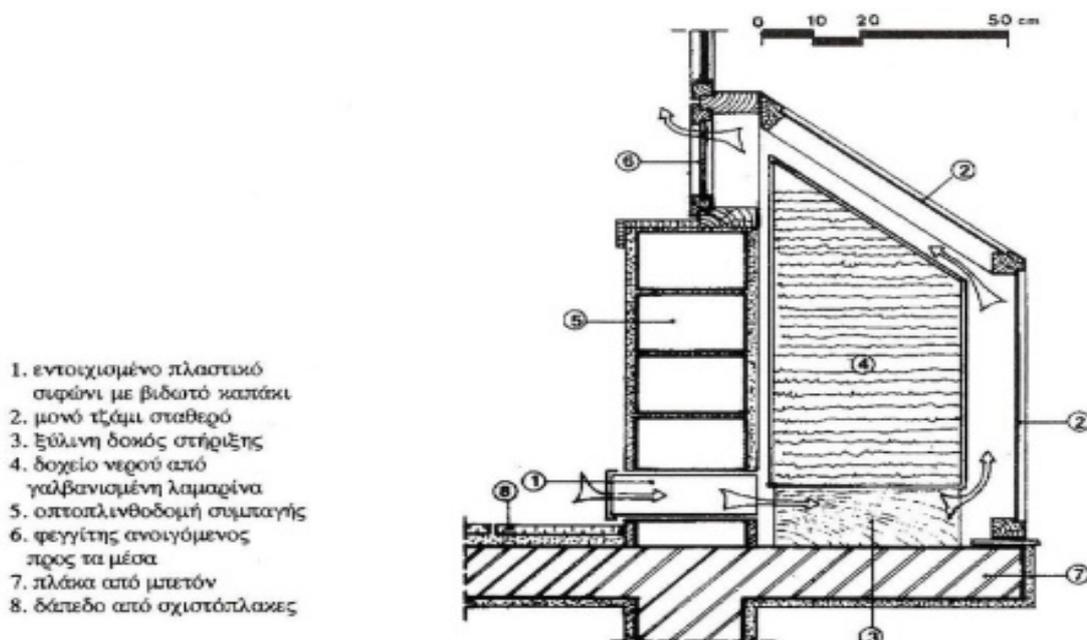
Εικόνα 25. Τοίχος Trombe.²⁸

²⁸ Πηγή εικόνας: <http://www.evonymos.org/greek/eidikathemata.asp?parentid=146>

Το καλοκαίρι, όλο το 24ωρο, η πάνω θυρίδα παραμένει κλειστή, ενώ ταυτόχρονα ανοίγει ένα τμήμα στο πάνω μέρος του υαλοστασίου (φεγγίτης), από το οποίο εξασφαλίζεται η απομάκρυνση του ζεστού αέρα προς τα έξω. Τέλος, ένα κινούμενο σκίαστρο στην εξωτερική πλευρά προστατεύει τον χώρο από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι και τις θερμικές απώλειες τις νύχτες του χειμώνα.

Ο τοίχος νερού είναι τοίχος θερμικής αποθήκευσης περιλαμβάνει μία ποσότητα νερού πίσω από ένα υαλοστάσιο. Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στη μεγάλη θερμοχωρητικότητα του νερού, το οποίο αποθηκεύει το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας σε σχέση με οποιοδήποτε άλλο υλικό, γι' αυτό και ο τοίχος νερού έχει μικρότερη επιφάνεια από τον τοίχο Trombe.

Επειδή όμως το νερό θερμαίνεται ομοιόμορφα η θερμοκρασία στην επιφάνεια του τοίχου είναι ίση εσωτερικά και εξωτερικά, με αποτέλεσμα το βράδυ να έχουμε ακτινοβολία θερμότητας προς τα μέσα και προς τα έξω. Για το λόγο αυτό επιβάλλεται η νυχτερινή θερμική μόνωση στην εξωτερική πλευρά του τοίχου.



Εικόνα 26. Τοίχος νερού.²⁹

²⁹ Πηγή εικόνας: <http://www.evonymos.org/greek/eidikathemata.asp?parentid=146>

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης εξαρτώνται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- **Μέγεθος επιφάνειας τοίχου:** Εξαρτάται από το κλίμα της περιοχής, το γεωγραφικό πλάτος και τις θερμικές απώλειες του κτιρίου. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι η επιφάνεια του τοίχου. Όσο αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος, τόσο μειώνεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και, συνεπώς, απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια τοίχου. Ένας χώρος καλά μονωμένος χρειάζεται μικρότερη επιφάνεια τοίχου από ένα χώρο με θερμικές απώλειες.
- **Υλικά κατασκευής και πάχος τοίχου:** Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού, τόσο το πάχος του τοίχου πρέπει να αυξάνεται για να μην μειωθεί η χρονική καθυστέρηση. Όσο πιο μεγάλο είναι το πάχος του τοίχου, τόσο μικρότερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις έχουμε στον εσωτερικό χώρο.
- **Εξωτερικό χρώμα τοίχου:** Όσο πιο σκούρο είναι το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου, τόσο μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης της θερμικής ενέργειας παρουσιάζει.

Ένα άλλο σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους είναι το **θερμοκήπιο προσαρτημένο σε κτίριο**. Το θερμοκήπιο ή σέρα είναι ένας κλειστός χώρος με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επιφάνειας και νότιο προσανατολισμό, ο οποίος προσαρτάται σε ένα τμήμα του κτιρίου. Ο χώρος αυτός μπορεί να διαθέτει παράθυρα ή πόρτα προς το εσωτερικό του κτιρίου, ή διαχωριστικό τοίχο με θυρίδες στη βάση και την οροφή.

Ένα θερμοκήπιο προσαρτημένο σε κτίριο εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- **Προσανατολισμός θερμοκηπίου:** Το θερμοκήπιο πρέπει να προσαρτάται στη νότια πλευρά του κτιρίου και να έχει σχήμα επίμηκες κατά τον άξονα ανατολή – δύση (βλ. Εικόνα 17). Η θερμική λειτουργία του βελτιώνεται αν υπάρχει τοίχος θερμικής αποθήκευσης, που το διαχωρίζει από το εσωτερικό του κτιρίου και γίνεται ακόμη καλύτερη αν ενσωματωθεί στο κτίριο, έτσι ώστε να περικλείεται από τοίχους ανατολικά και δυτικά, γιατί με τον τρόπο αυτό μειώνονται οι θερμικές απώλειες.
- **Μέγεθος θερμοκηπίου:** Εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και την επιφάνεια του εσωτερικού χώρου.

- **Υλικά κατασκευής:** Το υλικό κάλυψης είναι διαφανές (γυαλί ή πλαστικό) για να δεσμεύεται το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ το πλαίσιο κατασκευάζεται από ξύλο ή μέταλλο.

- **Κλίση υαλοστασίου:** Η καλύτερη κλίση, σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, είναι $40^{\circ} - 70^{\circ}$ για τις μεσογειακές χώρες και $30^{\circ} - 60^{\circ}$ για τις περιοχές με μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος.

- **Σύνδεση θερμοκηπίου με το κτίριο:** Το σύστημα λειτουργεί καλύτερα αν μεταξύ θερμοκηπίου και κτιρίου υπάρχει τοίχος θερμικής αποθήκευσης από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας (μπετόν, τούβλο, νερό), του οποίου η εξωτερική επιφάνεια είναι βαμμένη με σκούρο χρώμα.

Οι συνθήκες υπερθέρμανσης που εύκολα δημιουργούνται το καλοκαίρι, αντιμετωπίζονται με τρία μέτρα: **α) σκiasμό του θερμοκηπίου με κουρτίνες ή μεταλλικές περσίδες, β) άνοιγμα στην οροφή του θερμοκηπίου για να απομακρύνεται προς τα έξω ο ζεστός αέρας και γ) καλό αερισμό με την εισαγωγή αέρα από ανοίγματα στο κάτω μέρος του υαλοστασίου.**

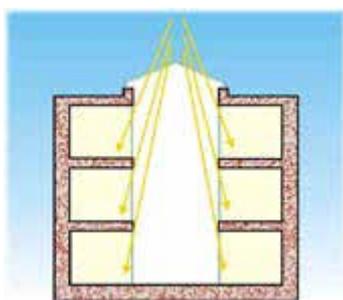


Εικόνα 27. Θερμοκήπιο προσαρτημένο σε κτίριο.³⁰

³⁰ Πηγή εικόνας: Οικολογική Αρχιτεκτονική, Κ. Τσίπηρας

Τέλος, το ηλιακό αίθριο είναι ο εσωτερικός χώρος του κτιρίου, που έχει γυάλινη οροφή. Το καλοκαίρι απαιτείται αερισμός του αίθριου μέσω ανοιγμάτων στην οροφή και πλήρους σκιασμός.

Το σύστημα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους κοινόχρηστους χώρους, που δημιουργούνται στο εσωτερικό των οικοδομικών τετραγώνων από τις πολυκατοικίες. Έτσι, οι χώροι αυτοί αντί να αποτελούν εστίες απορριμμάτων και μόλυνσης, μπορούν να μετατραπούν σε πυρήνες πρασίνου και να συμβάλλουν παράλληλα στη μείωση των θερμικών απωλειών και την αύξηση των ηλιακών κερδών των παρακείμενων κατοικιών.



Εικόνα 28. Ηλιακό Αίθριο.³¹

2.2.3 Στρατηγική Δροσισμού

Στις θερμές περιόδους του έτους, οι ακτίνες του ήλιου, η διείδυση του θερμού εξωτερικού αέρα στο κτίριο και τα εσωτερικά κέρδη από τις δραστηριότητες των ενοίκων και τις συσκευές μπορεί να οδηγήσουν σε μη αποδεκτές καταστάσεις. Για να επιτευχθεί μια άνετη εσωτερική θερμοκρασία, θα μπορούσε να ληφθεί μια σειρά από μέτρα.

Τα συστήματα δροσισμού, που αξιοποιούν τον άνεμο για την ψύξη των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, ονομάζονται **παθητικά συστήματα δροσισμού**.³² Τα συστήματα αυτά εξοικονομούν ενέργεια γιατί υποκαθιστούν την ηλεκτρική ενέργεια, που καταναλίσκεται στα κλιματιστικά μηχανήματα, βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, περιορίζουν τα προβλήματα φορτίου αιχμής και

³¹ Πηγή εικόνας:

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermans/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliako_aithrio.htm

³² Ενεργειακός Σχεδιασμός, Ευρωπαϊκή Επιτροπή

προστατεύουν το περιβάλλον, γιατί συμβάλλουν στη μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα και χλωροφθορανθράκων στην ατμόσφαιρα, που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την τρύπα του όζοντος.

Τα παθητικά συστήματα δροσισμού διακρίνονται σε: **α) Συστήματα ηλιοπροστασίας, β) Συστήματα φυσικού αερισμού και γ) Συστήματα δροσισμού με ακτινοβολία.**

Συστήματα ηλιοπροστασίας:

Τους καλοκαιρινούς μήνες, τόσο στα θερμά όσο και στα εύκρατα κλίματα, το κτίριο απορροφά πολύ θερμότητα και ενδέχεται να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στο εσωτερικό του. Η υπερθέρμανση αποτρέπεται με την ηλιοπροστασία του κτιρίου, η οποία εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να διεισδύσει στο εσωτερικό του.

Τα συστήματα ηλιοπροστασίας διακρίνονται σε:

Σκιασμός κτιρίων και ανοιγμάτων: Ο σκιασμός του κτιρίου εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση βλάστησης ή φυλλοβόλων δέντρων στην κατάλληλη θέση ώστε να διακόπτεται ο άμεσος ηλιασμός του κτιρίου. Ο σκιασμός των ανοιγμάτων εξασφαλίζεται με τη χρήση ειδικών διατάξεων, που ονομάζονται σκίαστρα. Τα εξωτερικά σκίαστρα είναι πιο αποτελεσματικά από τα εσωτερικά, γιατί σταματούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία πριν εισέλθει και παγιδευτεί μέσα στο χώρο. Η χρήση κινητών σκιάστρων επιτρέπει τη σκίαση των ανοιγμάτων όταν αυτή κρίνεται απαραίτητη.



Εικόνα 29. Τα σκίαστρα που θα συμβάλλουν στο φυσικό δροσισμό του κτιρίου τα καλοκαίρια.³³

Χρήση ειδικών υαλοπινάκων: Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τύποι υαλοπινάκων που συνεισφέρουν σημαντικά στην ηλιοπροστασία του κτιρίου.

Εξωτερικός χρωματισμός: Ο εξωτερικός χρωματισμός του κτιρίου επηρεάζει σημαντικά το θερμικό και ψυκτικό του φορτίο. Στα θερμά κλίματα επιβάλλεται η χρήση ανοιχτών χρωμάτων και υλικών με μικρό συντελεστή απορροφητικότητας και μεγάλο συντελεστή ανακλαστικότητας στις εξωτερικές επιφάνειες, για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του κτιρίου.

Φύτεμα δώματος: Η εγκατάσταση κήπου στο δώμα ενός κτιρίου έχει σημαντικές θερμομονωτικές ιδιότητες για τον χειμώνα και το καλοκαίρι. Ο κήπος στο δώμα μειώνει το φορτίο κλιματισμού και θέρμανσης στον τελευταίο όροφο σε ποσοστό 30% το καλοκαίρι και 10% το χειμώνα αντίστοιχα. Παράλληλα, αποτελούν φυσικές μονάδες οξυγόνου γιατί α) μειώνουν την ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω της φωτοσύνθεσης και β) δημιουργούν μια ασπίδα προστασίας με οξυγόνο για τους ενοίκους του κτιρίου, καθώς και ο οξυγονωμένος αέρας γίνεται βαρύτερος και κατεβαίνει προς τα κάτω. Τέλος, συγκρατούν και απορροφούν την απορροή του βρόχινου νερού (από μισή έως 2,5 ώρες ανάλογα με την ένταση της βροχής

³³ Πηγή εικόνας: <http://www.greenpeace.org/greece/137368/137406/318662>



και για πάχος χώματος 15 cm), μειώνοντας τα πλημμυρικά φαινόμενα. Η εγκατάσταση κήπου στο δώμα ενός κτιρίου απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή τόσο κατά το σχεδιασμό, όσο και κατά την κατασκευή του. Πριν την κατασκευή απαιτείται έλεγχος της φέρουσας κατασκευής, που πρόκειται να δεχτεί τα πρόσθετα φορτία του κήπου.

Εικόνα 30. Στρώματα φυτεμένου δώματος.³⁴

Συστήματα φυσικού αερισμού:

Ο φυσικός αερισμός είναι η σημαντικότερη τεχνική παθητικού δροσισμού και διευκολύνει την απομάκρυνση της θερμότητας από το κτίριο και το ανθρώπινο σώμα. Υπό την προϋπόθεση ότι οι εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές, η χρήση του φυσικού αερισμού μπορεί να ελαττώσει το ψυκτικό φορτίο, να αυξήσει τη θερμική άνεση και να διατηρήσει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο κτίριο.

Τα συστήματα φυσικού αερισμού διακρίνονται σε:

Διαμπερής αερισμός: Γίνεται από τα ανοίγματα στις όψεις του κτιρίου και τις θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος των εσωτερικών τοίχων.

Υβριδικός αερισμός: Γίνεται με τη χρήση ανεμιστήρων (ειδικότερα ανεμιστήρων οροφής), οι οποίοι ενισχύουν τον φυσικό αερισμό και συνεισφέρουν στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε

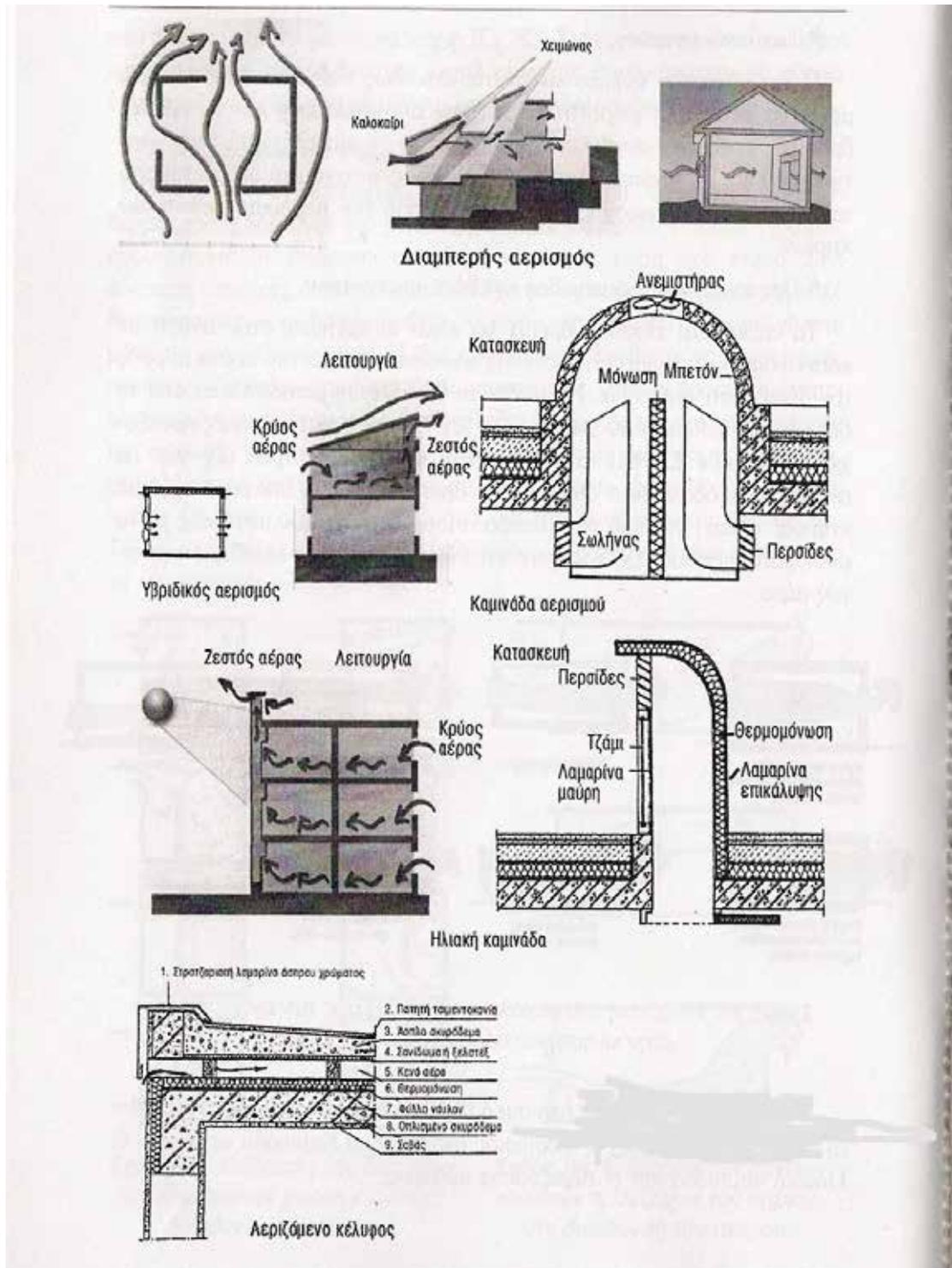
³⁴ Πηγή εικόνας: National Geographic, ελληνική έκδοση, τεύχος Μάιος 2009

θερμοκρασίες 2- 0C υψηλότερες από τις συνηθισμένες, επειδή με την κίνηση του αέρα η μετάδοση της θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα γίνεται με μετάβαση. Το σύστημα αυτό απαιτεί ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Καμινάδα αερισμού: Λειτουργεί με το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και μπορεί να έχει ανεμιστήρα στο υψηλότερο σημείο της. Ο θερμός αέρας του χώρου που είναι λιγότερο πυκνός και πιο ελαφρύς, μεταφέρεται προς τα πάνω και το κενό που δημιουργείται καλύπτεται από τον βαρύτερο ψυχρό αέρα, ο οποίος εισέρχεται από τα ανοίγματα του κτιρίου.

Ηλιακή καμινάδα: Είναι η καμινάδα, που έχει υαλοπίνακες στην νότια ή νοτιοδυτική της επιφάνεια και περσίδες στο πάνω μέρος της ίδιας πλευράς. Ο αέρας μέσα στην καμινάδα θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία και κινείται με μεγάλη ταχύτητα προς τα επάνω, ενισχύοντας σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού. Λόγω της συνεχούς ανανέωσης του αέρα, το σύστημα αυτό συνιστάται σε περιοχές με αρκετή υγρασία το καλοκαίρι.

Αεριζόμενο κέλυφος: Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους στην οροφή ή στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου, όπου μέσα στο διάκενο κυκλοφορεί ο αέρας του περιβάλλοντος και συνεισφέρει στη μεταφορά θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου στην ατμόσφαιρα.



Εικόνα 31. Συστήματα φυσικού αερισμού.³⁵

³⁵ Πηγή εικόνας: Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, Τόμος Α, Σταμάτης Δ. Πέρδιος

Συστήματα δροσισμού με ακτινοβολία

Ο δροσισμός με ακτινοβολία βασίζεται στις απώλειες θερμότητας λόγω εκπομπών μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας, από ένα σώμα σ' ένα άλλο γειτονικό του, το οποίο έχει μικρότερη θερμοκρασία και αποτελεί τη δεξαμενή θερμότητας. Στην περίπτωση των κτιρίων το ψυχόμενο σώμα είναι το κέλυφος και η δεξαμενή θερμότητας είναι ο ουράνιος θόλος.

Τα συστήματα δροσισμού με ακτινοβολία διακρίνονται σε:

Λευκή οροφή: Το βάνιμο της οροφής με λευκό χρώμα (μονωτικό χρώμα ή ασβέστης) είναι το απλούστερο σύστημα δροσισμού με ακτινοβολία. Το πλεονέκτημα της λευκής οροφής είναι ότι απορροφά μικρή ποσότητα θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας, οπότε η θερμοκρασία της παραμένει χαμηλή κι έτσι ψύχεται εύκολα τη νύχτα.

Κινητή μόνωση: Αποτελείται από ένα μονωτικό υλικό, που μετακινείται με το χέρι ή μηχανικά ώστε να καλύπτει την οροφή του κτιρίου. Το καλοκαίρι η οροφή καλύπτεται την ημέρα για να ελαχιστοποιούνται τα ηλιακά θερμικά κέρδη, ενώ το βράδυ αφαιρείται το κάλυμμα και διευκολύνεται η ψύξη της με ακτινοβολία. Τον χειμώνα, η οροφή εκτίθεται στον ήλιο την ημέρα για να δεχτεί τα ηλιακά θερμικά κέρδη, ενώ το βράδυ μονώνεται προκειμένου να μειωθούν οι θερμικές απώλειες και να διοχετευτεί η πλεονάζουσα θερμότητα στο εσωτερικό του κτιρίου.

2.2.4 Φυσικός φωτισμός

Φυσικό φως³⁶ ονομάζεται το ορατό τμήμα του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (380-770 nm), που εκπέμπει ο ήλιος και προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης. Το φυσικό φως αποτελείται από το άμεσο ηλιακό φως, δηλαδή το φως που έρχεται απευθείας από τον ήλιο, το διάχυτο φως, δηλαδή εκείνο που προέρχεται από τη διάχυση του ηλιακού φωτός στην ατμόσφαιρα και από το ανακλώμενο φως, δηλαδή εκείνο που προκύπτει από την ανάκλαση του ηλιακού φωτός από το έδαφος και τις άλλες επιφάνειες.

³⁶ Οικολογική Δόμηση, ΔΙΠΕ

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού γίνεται με έξι τεχνικές: α) ανοίγματα οροφής, β) ειδικούς υαλοπίνακες, γ) διαφανή μονωτικά υλικά, δ) ανακλαστικές περσίδες, ε) ανακλαστήρες φωτισμού και στ) φωτοσωλήνες.

Ανοίγματα οροφής: Η είσοδος του ηλιακού φωτός γίνεται με τέσσερις τρόπους:

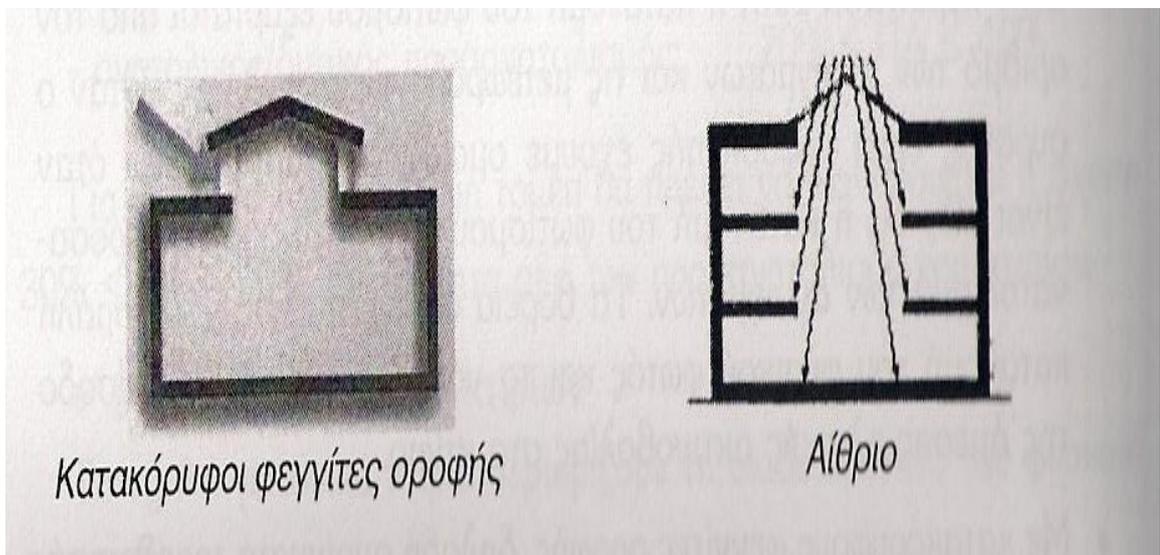
- Με την αξιοποίηση της κεκλιμένης οροφής, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων στο πάνω μέρος της σοφίτας.
- Με τη χρήση πολλαπλών ανοιγμάτων οροφής, που ήταν χαρακτηριστικό γνώρισμα των βιομηχανικών κτιρίων τον περασμένο αιώνα. Στην περίπτωση αυτή η κατανομή του φωτισμού εξαρτάται από τον αριθμό των ανοιγμάτων και τις μετεωρολογικές συνθήκες. Όταν ο ουρανός είναι νεφοσκεπής έχουμε ομοιογενή φωτισμό, ενώ όταν είναι αίθριος, η κατανομή του φωτισμού εξαρτάται από τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων. Τα βόρεια ανοίγματα παρέχουν ομαλή κατανομή του φυσικού φωτός και τα νότια επιτρέπουν την είσοδο της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στο κτίριο.



Εικόνα 32. Ανοίγματα οροφής με αξιοποίηση κατακόρυφου ανοίγματος σε κεκλιμένη οροφή και με αξιοποίηση πολλαπλών ανοιγμάτων οροφής³⁷

³⁷ Πηγή εικόνας: Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, Τόμος Α, Σταμάτης Δ. Πέρδιος

- Με κατακόρυφους φεγγίτες οροφής, δηλαδή ανοίγματα τοποθετημένα στις πλευρές ανυψωμένων τομέων της στέγης.
- Με την κατασκευή αίθριου, το οποίο εκτός του φυσικού φωτισμού, συνεισφέρει και στη μείωση του θερμικού φορτίου του κτιρίου, λόγω των σημαντικών ηλιακών κερδών κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το μοναδικό μειονέκτημα του αίθριου είναι το πρόβλημα υπερθέρμανσης το καλοκαίρι, γι' αυτό και πρέπει να αποφεύγεται στα θερμά κλίματα. Τέλος, σε ήπια κλίματα απαιτείται η εφαρμογή κατάλληλων στρατηγικών σκίασης και αερισμού του αίθριου.



Εικόνα 33. Ανοίγματα οροφής με κατακόρυφους φεγγίτες οροφής και κατασκευή αίθριου.³⁸

Ειδικοί Υαλοπίνακες: Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τύποι υαλοπινάκων που συνεισφέρουν σημαντικά στην αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού.

Διαφανή μονωτικά υλικά: Είναι υλικά φωτοδιαπερατά με μεγάλη θερμομονωτική ικανότητα, τα οποία χρησιμοποιούνται σε τοίχους που εκτίθενται σε άμεση ηλιακή ακτινοβολία και σε ανοίγματα που δεν απαιτείται θέα (π.χ. φεγγίτες), ή αποφεύγεται εσκεμμένα η διαφάνεια (π.χ. ανοίγματα λουτρών).

³⁸ Πηγή εικόνας: Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, Τόμος Α, Σταμάτης Δ. Πέρδιος



Εικόνα 34. Κτίριο με χρήση διαφανών μονωτικών υλικών.³⁹

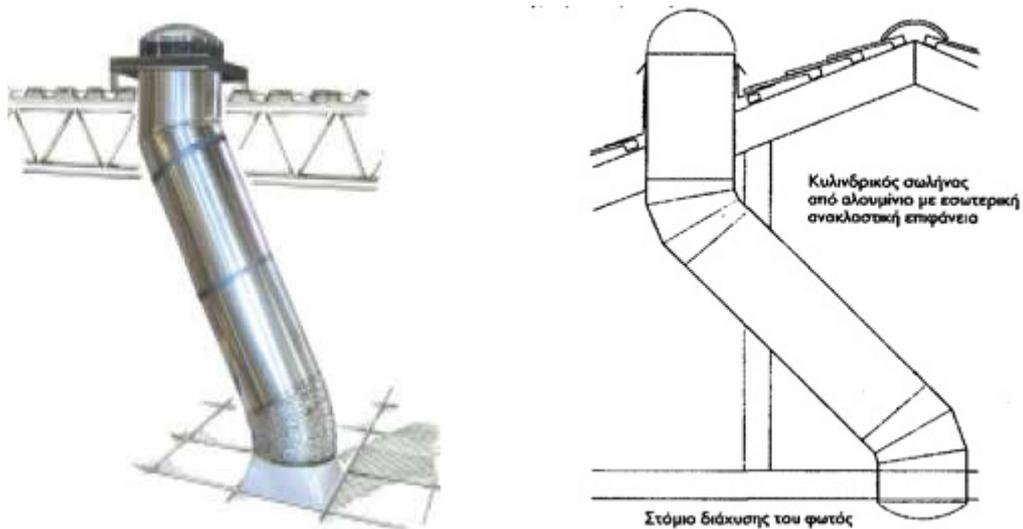
Ανακλαστικές περιόδους: Είναι ανακλαστικά κινητά στοιχεία μικρού μεγέθους που τοποθετούνται μέσα ή έξω από τα ανοίγματα.

Ανακλαστήρες φωτισμού: Συχνά ονομάζονται ράφια φωτισμού και είναι επίπεδα στοιχεία με έντονη ανακλαστική επίστρωση, τα οποία στερεώνονται εσωτερικά ή εξωτερικά στο ανώτερο μέρος του πλαισίου του ανοίγματος. Το μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι ότι κατευθύνουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία προς τις εσωτερικές επιφάνειες του χώρου, εξασφαλίζοντας ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτισμού. Έχουμε, δηλαδή, αύξηση του φωτισμού σε περιοχές μακριά από τα ανοίγματα και μείωση του φωτισμού στις ζώνες των ανοιγμάτων.

Φωτοσωλήνες: Τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου και μεταφέρουν το φυσικό φως μέχρι και δύο ορόφους χαμηλότερα. Ο φωτοσωλήνας είναι ένας κενός μεταλλικός ή ακρυλικός σωλήνας, με εσωτερικά τοιχώματα μεγάλης ανακλαστικότητας, στην κορυφή του οποίου τοποθετείται ένας ανακλαστήρας. Ο ανακλαστήρας αναγκάζει το ηλιακό φως να εισέλθει στο σωλήνα, όπου μέσω πολλαπλών ανακλάσεων οδηγείται στο εσωτερικό του κτιρίου. Στη βάση του σωλήνα υπάρχει ένας φακός που επιτρέπει την ομοιόμορφη διάχυση

³⁹ Πηγή εικόνας: <http://www.gtko.gr/bioklimatika/page10/page10.html>

του φωτός στο χώρο. Επειδή το σύστημα αυτό λειτουργεί μόνο όταν υπάρχει ηλιοφάνεια, έχουν προταθεί φωτοσωλήνες, που περιλαμβάνουν λαμπτήρες στο εσωτερικό τους.



Εικόνα 35. Φωτοσωλήνες⁴⁰

⁴⁰ Πηγή εικόνας: <http://www.gtko.gr/bioklimatika/page10/page10.html>

Κεφάλαιο 3

Συμβατικά Η/Μ Συστήματα

3.1 Κεντρική Θέρμανση

Κεντρική θέρμανση⁴¹ ονομάζεται η παραγωγή θερμότητας για τη θέρμανση χώρων ή και την παραγωγή θερμού νερού χρήσης από ένα κεντρικό σύστημα, που είναι εγκατεστημένο στο κτίριο για το σκοπό αυτό. Το κεντρικό σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο αλληλοσυνδεδεμένων συσκευών και οργάνων και η παραγόμενη ενέργεια μεταφέρεται στους διάφορους χώρους από ένα θερμαινόμενο μέσο (νερό, ατμός ή αέρας), μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων ή αεραγωγών.

Μία εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης περιλαμβάνει τα παρακάτω όργανα και συσκευές:

- **Λέβητας:** Είναι η συσκευή στην οποία πραγματοποιείται η παραγωγή θερμότητας με την καύση στερεών, υγρών ή αερίων καυσίμων και η μετάδοση της στο θερμαινόμενο μέσο, που στις περισσότερες φορές στην Ελλάδα, είναι θερμό νερό χαμηλών θερμοκρασιών. Είναι δηλαδή ένας εναλλάκτης θερμότητας όπου έχουμε συναλλαγή θερμότητας μεταξύ του θερμαντικού μέσου (καυσαέρια της εστίας) και του θερμαινόμενου μέσου (π.χ. νερό). Τα ρευστά κυκλοφορούν χωρίς να αναμιγνύονται στο εσωτερικό και στο εξωτερικό κατάλληλα διαμορφωμένων στοιχείων (αυλή, κανάλια) και η συναλλαγή θερμότητας γίνεται μέσω των τοιχωμάτων των στοιχείων αυτών.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους οι λέβητες διακρίνονται σε χυτοσίδηρους (μαντεμένιους) και χαλύβδινους. Η χρήση λεβήτων υψηλής απόδοσης σε κεντρικά συστήματα θέρμανσης, επιτρέπει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Οι λέβητες αυτοί μπορούν να μειώσουν το κόστος λειτουργίας κατά 15-20% και έχουν περίοδο απόσβεσης 4-5 χρόνια. Τέτοιοι λέβητες θεωρούνται ο λέβητας συμπύκνωσης και ο λέβητας αερίου παλμικής καύσης.

Τα βασικά πλεονεκτήματα ενός λέβητα αερίου παλμικής καύσης είναι α) ο υψηλός βαθμός απόδοσης (95%) επειδή τα καυσαέρια έχουν χαμηλή θερμοκρασία (50-60 οC) και όλη σχεδόν τη θερμότητα της καύσης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού, β) η μικρή

⁴¹ Οικολογική Δόμηση, ΔΙΠΕ

εκπομπή ρύπων στην ατμόσφαιρα, γ) χρειάζεται το μισό χρόνο για να φτάσει στη θερμοκρασία λειτουργίας του και τέλος δ) δεν υπάρχει διάβρωση στην καπνοδόχο επειδή καυσαέρια περιέχουν μικρή ποσότητα υδρατμών.

- **Καυστήρας:** Είναι μία συσκευή προσαρμοσμένη πάνω στο λέβητα, που εξασφαλίζει την ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα έτσι ώστε να προκαλείται και να συντηρείται η καύση.

Οι καυστήρες διαθέτουν τον αναγκαίο εξοπλισμό και τους κατάλληλους αυτοματισμούς για την προσαγωγή, τον διασκορπισμό, την ανάμιξη με τον αέρα και την καύση του καυσίμου. Ανάλογα με τον τρόπο διασκορπισμού και την ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα, διακρίνονται στους καυστήρες εξάτμισης, τους περιστροφικούς καυστήρες και τους καυστήρες διασκορπισμού. Στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης χρησιμοποιούνται οι καυστήρες διασκορπισμού, οι οποίοι περιλαμβάνουν τον φυγοκεντρικό ανεμιστήρα, την αντλία πετρελαίου, το σύστημα ανάφλεξης και το ακροφύσιο (μπεκ).

- **Κυκλοφορητής:** Είναι αντλία φυγοκεντρικού τύπου, που κινείται με τη βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος και τοποθετείται κοντά στο λέβητα, η οποία εξασφαλίζει τη μεταφορά του νερού από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα και αντιστρόφως.

- **Διατάξεις ασφαλείας:** Είναι οι διατάξεις που εξασφαλίζουν τη σταθερή πίεση του νερού μέσα στην εγκατάσταση θέρμανσης και αποτελούνται από το δοχείο διαστολής, τον αυτόματο πλήρωσης, τη βαλβίδα ασφαλείας, τους θερμοστάτες και την ηλεκτροβάννα καυσίμου.

- **Βάνα ανάμιξης:** Εξασφαλίζει την ανάμιξη του θερμού νερού, που αναχωρεί από τον λέβητα, με το νερό που επιστρέφει από τα θερμαντικά σώματα, από την οποία προκύπτει η τελική θερμοκρασία προσαγωγής του νερού. Η βάνα μπορεί να είναι τρίοδη ή τετράοδη. Η πρώτη μεταβάλλει τη θερμοκρασία ή την παροχή του νερού (απομόνωση δικτύου θέρμανσης και προσαγωγή θερμού νερού μόνο στο θερμαντήρα ή boiler), ενώ η δεύτερη μεταβάλλει μόνο τη θερμοκρασία. Με την τετράοδη βάνα ένα μέρος του θερμού νερού του λέβητα επιστρέφει προς αυτόν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη διατήρηση της θερμοκρασίας του λέβητα σε επίπεδα, που σημαίνει εξοικονόμηση ενέργειας και αύξηση

του χρόνου ζωής, επειδή δεν δημιουργούνται συμπτκνώματα καυσαερίων που διαβρώνουν το λέβητα.

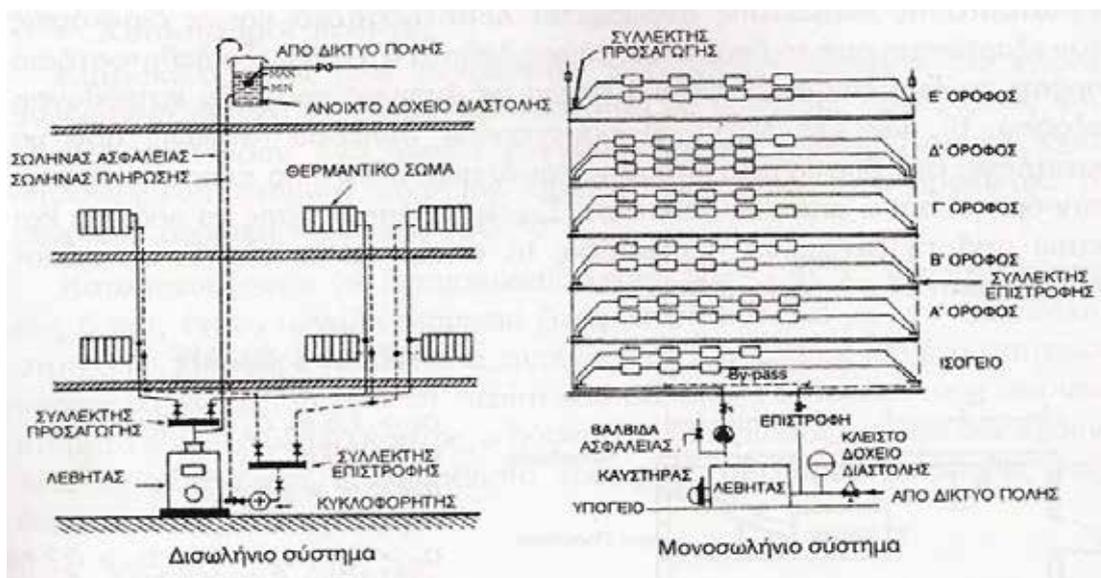
- **Δίκτυο σωληνώσεων:** Αποτελεί το σύστημα μεταφοράς του νερού στα θερμαντικά σώματα και κατασκευάζεται από χαλκοσωλήνες και πλαστικούς σωλήνες, που χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο. Το δίκτυο διακρίνεται σε δύο συστήματα, το μονοσωλήνιο και δισωλήνιο.

- **Θερμαντικά σώματα:** Αποτελούν τις τελικές συσκευές μέσω των οποίων η θερμότητα, που μεταφέρεται από το θερμαινόμενο μέσο, μεταδίδεται στους εσωτερικούς χώρους με ακτινοβολία και μετάβαση. Τροφοδοτούμενα με νερό θερμοκρασίας 70-90 οC αποκτούν μία μέση επιφανειακή θερμοκρασία 65-70 οC, η οποία διαφέρει κατά 45-65 οC από τη θερμοκρασία του αέρα. Κατασκευάζονται από χάλυβα ή αλουμίνιο σε διάφορους τύπους (AKAN, RUNTAL, PANEL κλπ) και διαθέτουν διακόπτες για την απομόνωσή τους και βαλβίδες εξαερισμού για την εξαέρωσή τους.

- **Καπνοδόχος:** Απάγει τα καυσαέρια από το χώρο καύσης προς το περιβάλλον, πρέπει να εκτείνεται τουλάχιστον 1 m από τη στέγη και να βρίσκεται 0,7 m πάνω από οποιαδήποτε ακμή γειτονικού κτιρίου, το οποίο είναι σε ακτίνα 3 m από την καπνοδόχο. Η σύνδεση της καπνοδόχου με το λέβητα γίνεται με τον καπναγωγό, που πρέπει να έχει ανοδική κλίση από τον λέβητα προς την καπνοδόχο τουλάχιστον 15% και διατομή 20% μεγαλύτερη από αυτή της καπνοδόχου.

- **Δεξαμενή πετρελαίου:** Μπορεί να είναι μεταλλική ή πλαστική και τοποθετείται σε απόσταση 2 m τουλάχιστον από τον λέβητα, εφόσον έχει χωρητικότητα έως 3 m³ και η θερμική ισχύς του λέβητα είναι μέχρι 150 kW (130.000 kcal/h). Για λέβητες μεγαλύτερης ισχύος η δεξαμενή πρέπει να βρίσκεται σε ιδιαίτερο χώρο.

Ο χώρος μέσα στον οποίο βρίσκονται οι συσκευές και τα όργανα της εγκατάστασης θέρμανσης ονομάζεται **λεβητοστάσιο**. Το λεβητοστάσιο πρέπει να διαθέτει α) μεταλλική πόρτα με άνοιγμα προς την κατεύθυνση εξόδου, β) παροχή νερού, γ) οσμοπαγίδα δαπέδου (σιφώνι) που να καταλήγει στο δίκτυο αποχέτευσης και δ) πυροσβεστήρα αναρτημένο από την οροφή πάνω από τον καυστήρα.



Εικόνα 36. Συστήματα κεντρικής θέρμανσης.⁴²

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, όσον αφορά την κεντρική θέρμανση, είναι οι ακόλουθες:

- **Μείωση προκαθορισμένης θερμοκρασίας χώρου**

Η μείωση της θερμοκρασίας του χώρου κατά 1 °C εξασφαλίζει εξοικονόμηση καυσίμων 6% περίπου.

- **Θερμομόνωση περιβλήματος λέβητα**

Οι απώλειες ενός μονωμένου λέβητα δεν ξεπερνούν το 1% ενώ σε ένα αμόνωτο λέβητα είναι μεγαλύτερες από 5%.

- **Θερμομόνωση σωληνώσεων και θερμαντήρα νερού**

- **Τακτική επιθεώρηση και συντήρηση εγκατάστασης**

⁴² Πηγή εικόνας: Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, Τόμος Β, Σταμάτης Δ. Πέρδιος

- **Σωστή επιλογή ακροφυσίου (μπεκ)**

Το ακροφύσιο ή εγχυτήρας καυσίμου (μπεκ) είναι ένα πολύ βασικό εξάρτημα του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου, γιατί ψεκάζει το πετρέλαιο μέσα στο λέβητα με τη μορφή νέφους σταγόνων και εξασφαλίζει την καλύτερη ανάμιξη του με τον αέρα. Η επιτυχημένη ανάμιξη πετρελαίου και αέρα αποτελεί βασική προϋπόθεση για να έχουμε σωστή καύση του μίγματος.

- **Τοποθέτηση μόνιμου μετρητικού συστήματος**

Επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση των παραμέτρων της καύσης (ανάλυση καυσαερίων, μέτρηση καυσίμων κλπ).

- **Τοποθέτηση διαφράγματος στον καπναγωγό**

Το διάφραγμα (ντάμπερ) περιορίζει τις θερμικές απώλειες λόγω ελκυσμού κατά τα ενδιάμεσα διαστήματα αργίας του συγκροτήματος. Τοποθετείται στον καπναγωγό και περιστρέφεται από ένα ηλεκτρομαγνήτη, που παίρνει τη σχετική εντολή από τον καυστήρα. Οι σύγχρονοι καυστήρες φέρουν ενσωματωμένο αυτόματο διάφραγμα.

- **Χρήση θερμοστατικών διακοπών.**

Τοποθετούνται στα θερμαντικά σώματα και διατηρούν τη θερμοκρασία ενός χώρου σε προκαθορισμένο επίπεδο, ρυθμίζοντας την παροχή του νερού. Μοιάζουν με τους απλούς διακόπτες, τους οποίους μπορούν να αντικαταστήσουν, αλλά στη θέση της χειρολαβής έχουν μια θερμοστατική κεφαλή, που φέρει αριθμούς για τη ρύθμιση. Όταν ο αέρας είναι κρύος το θερμό νερό διέρχεται ελεύθερα από τον διακόπτη. Μόλις ο χώρος θερμανθεί ο διακόπτης περιορίζει ή σταματά τη ροή του θερμού νερού και η θερμοκρασία διατηρείται στο προκαθορισμένο επίπεδο.

- **Χωρισμός εγκατάστασης σε ζώνες**

Με βάση τη χρήση ενός κτιρίου μπορεί να γίνει ο χωρισμός των χώρων σε ζώνες, που χρειάζονται θέρμανση σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα (π.χ. καταστήματα – γραφεία-κατοικίες). Στην περίπτωση αυτή η ρύθμιση της λειτουργίας γίνεται για κάθε ζώνη με χρονοδιακόπτες και χρονοθερμοστάτες.

- **Αντικατάσταση λέβητα με λέβητα υψηλής απόδοσης**

Ένας λέβητας υψηλής απόδοσης μπορεί να μειώσει το κόστος λειτουργίας κατά 15-20% κι έχει περίοδο απόσβεσης 4-5 χρόνια.

- **Αποφυγή κυκλικής λειτουργίας λέβητα**

Οι λέβητες έχουν καλύτερο βαθμό απόδοσης όταν λειτουργούν με τη μέγιστη θερμική τους ισχύ. Όμως, στις εγκαταστάσεις θέρμανσης, σπάνια υπάρχουν φορτία αιχμής και οι λέβητες λειτουργούν υπό συνθήκες μερικού φορτίου. Έχουν, δηλαδή, μια κυκλική λειτουργία εκκίνησης – διακοπής, που μειώνει το βαθμό απόδοσης, επειδή σε κάθε διακοπή χάνεται θερμότητα από την καμινάδα και ψύχεται το νερό στους σωλήνες διανομής. Η αποφυγή της κυκλικής λειτουργίας εξασφαλίζεται α) με τον καθορισμό ελέγχων, που χρησιμοποιούν βηματικούς (υψηλός – χαμηλός – μηδενικός) ή μεταβλητούς ρυθμούς καύσης (από 15-100%) και β) με τη χρήση πολλών μικρών λεβήτων. Στη δεύτερη περίπτωση εκκινεί αρχικά ένας λέβητας για να καλύψει τα μικρά θερμικά φορτία και μόλις αυτά αυξηθούν εκκινούν διαδοχικά και οι άλλοι λέβητες. Όταν τα φορτία μειωθούν οι λέβητες βγαίνουν διαδοχικά εκτός λειτουργίας.

3.2 Θερμό νερό χρήσης

Σε κάθε ενεργειακό σύστημα υπάρχουν ενεργειακές εισροές, που ονομάζονται θερμικά κέρδη και ενεργειακές εκροές, που ονομάζονται θερμικές απώλειες. Σε μια εγκατάσταση θερμού νερού χρήσης τα θερμικά κέρδη προέρχονται, ανάλογα με το σύστημα, από τα ορυκτά καύσιμα (μέσω λέβητα), από τον ηλεκτρισμό (μέσω αντίστασης ή αντλίας θερμότητας), ή από άλλες πηγές ενέργειας (ήλιος, ανάκτηση θερμότητας) και συμπληρώνονται από την ηλεκτρική ενέργεια, που καταναλώνεται στους κυκλοφορητές.

Οι θερμικές απώλειες παρουσιάζονται σε όλα τα στάδια της ροής από την παραγωγή έως τη χρήση του θερμού νερού και διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- Απώλειες λέβητα, λόγω κακής ρύθμισης και ανεπάρκειας της θερμομόνωσης.
- Απώλειες αποθήκευσης, που οφείλονται σε κακή σύνδεση του θερμοαντήρα νερού με το δίκτυο, ανεπάρκεια της θερμομόνωσης και κακή στρωμάτωση του νερού στον θερμοαντήρα, λόγω μεγάλης ταχύτητας ροής και μίξης με το νερό ανακυκλοφορίας.

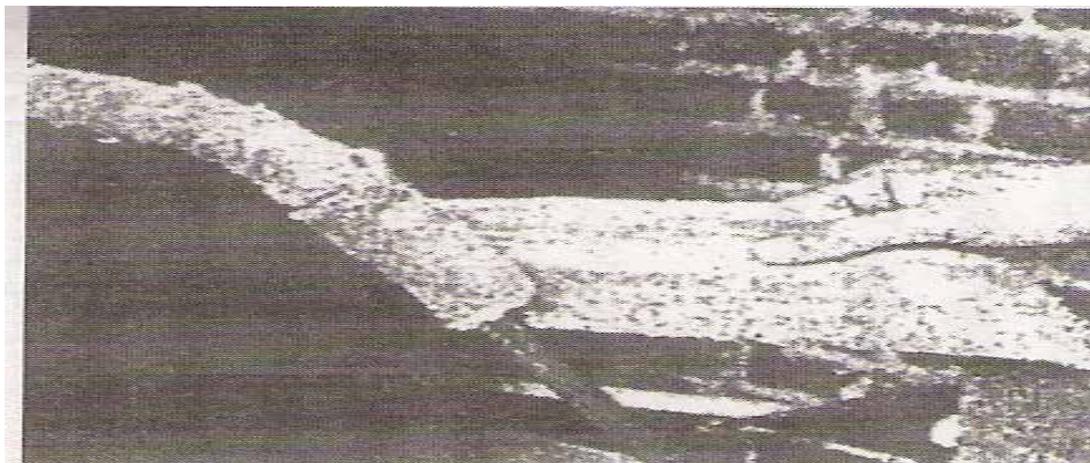
- Απώλειες διανομής, λόγω ανεπάρκειας της θερμομόνωσης στις σωληνώσεις και κακής λειτουργίας των κυκλοφορητών.

- Απώλειες χρήσης, που οφείλονται στη άσκοπη κατανάλωση του νερού και στη υπερβολική θερμοκρασία του.

Από τα παραπάνω, γίνεται σαφές ότι οι μεγαλύτερες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας υπάρχουν στη θερμομόνωση των σωληνώσεων, στον περιορισμό της άσκοπης κατανάλωσης νερού και στη μείωση της θερμοκρασίας του.

Η μόνωση στους σωλήνες θερμικής εγκατάστασης σε ένα κτίριο είναι απολύτως απαραίτητη γιατί προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στη σωστή λειτουργία του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης. Βασικός λόγος της θερμομόνωσης σωλήνων είναι η εξοικονόμηση ενέργειας, αφού αυτή μειώνει σημαντικά τον ρυθμό με τον οποίο χάνεται η θερμότητα. Η μόνωση των σωληνώσεων γίνεται με δυο τρόπους, με μονωτικές λωρίδες και με μονωτικά κοχύλια.

Οι μονωτικές λωρίδες δημιουργούνται συνήθως με κόψιμο μονωτικών παπλωμάτων υαλοβάμβακα ή ορυκτοβάμβακα. Αυτές εφαρμόζονται γύρω στον σωλήνα με τύλιγμα σε σπειροειδή μορφή και αλληλοεπικάλυψη τουλάχιστον κατά ένα εκατοστό.

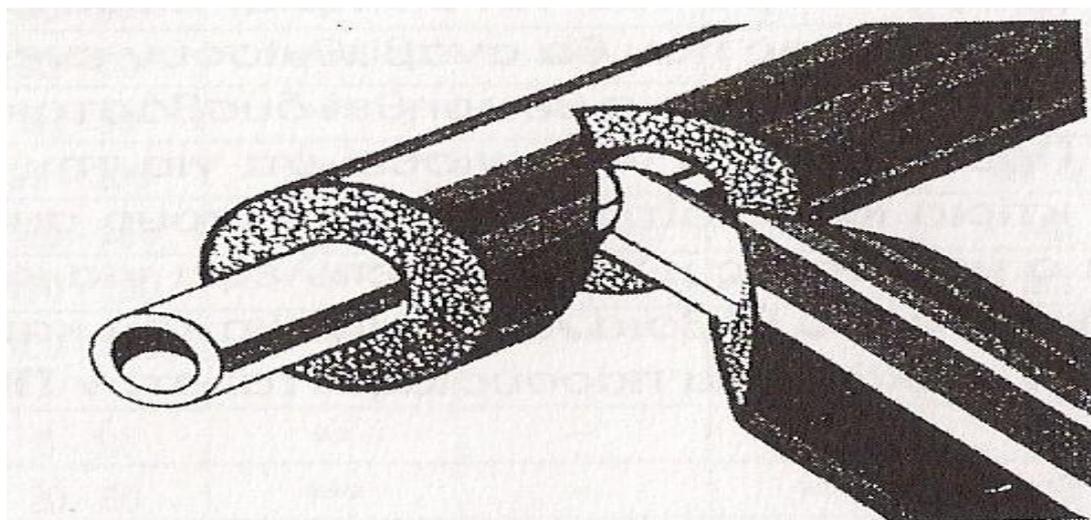


Εικόνα 37. Μονωτικές λωρίδες.⁴³

Υπάρχουν τριών κατηγοριών μονωτικά κοχύλια, ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο μονωτικό υλικό. Κοχύλια με ινώδη μονωτικά, κοχύλια από αφρώδη ελαστικά και κοχύλια

⁴³ Πηγή εικόνας: Μονώσεις Δομικών Έργων, Ν. Παπαχαράλαμπος

από κυψελωτό γυαλί. Μεγάλα πλεονεκτήματα των κοχυλιών είναι ότι η εργασία γίνεται εύκολα και σε σημεία που δεν έχουν εύκολη πρόσβαση. Το κοχύλι μπορεί να εφαρμοστεί στο πλησιέστερο ορατό τμήμα του σωλήνα και στη συνέχεια να σπρωχθεί ώστε να εφαρμόσει στο πιο δύσκολο τμήμα.



Εικόνα 38. Μονωτικά κοχύλια.⁴⁴

Έχει παρατηρηθεί ότι οι καταναλωτές ανοίγουν τη βρύση για ένα μάλλον σταθερό χρονικό διάστημα, που είναι ανεξάρτητο της παροχής θερμού ή κρύου νερού. Η πρακτική αυτή οδηγεί σε σπατάλη ενέργειας (για το θερμό νερό) και σε αύξηση της ποσότητας των λυμάτων που επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Επιβάλλεται, λοιπόν, η αντικατάσταση των κοινών χειροκίνητων κρουνών με κρουνούς που ελέγχονται από φωτοκύταρρο, υπέρυθρους αισθητήρες ή μηχανικά μέσα και η χρήση ρυθμιστών πίεσης στα συστήματα διανομής νερού. Οι ρυθμιστές πίεσης είναι απαραίτητοι και για τον πρόσθετο λόγο ότι στα πολύροφα κτίρια, η ρύθμιση της πίεσης γίνεται για να ικανοποιείται ο υψηλότερος υδραυλικός υποδοχέας. Αυτό σημαίνει ότι οι χαμηλότεροι υδραυλικοί υποδοχείς βρίσκονται υπό μεγαλύτερη πίεση και καταναλώνουν άσκοπα περισσότερο νερό.

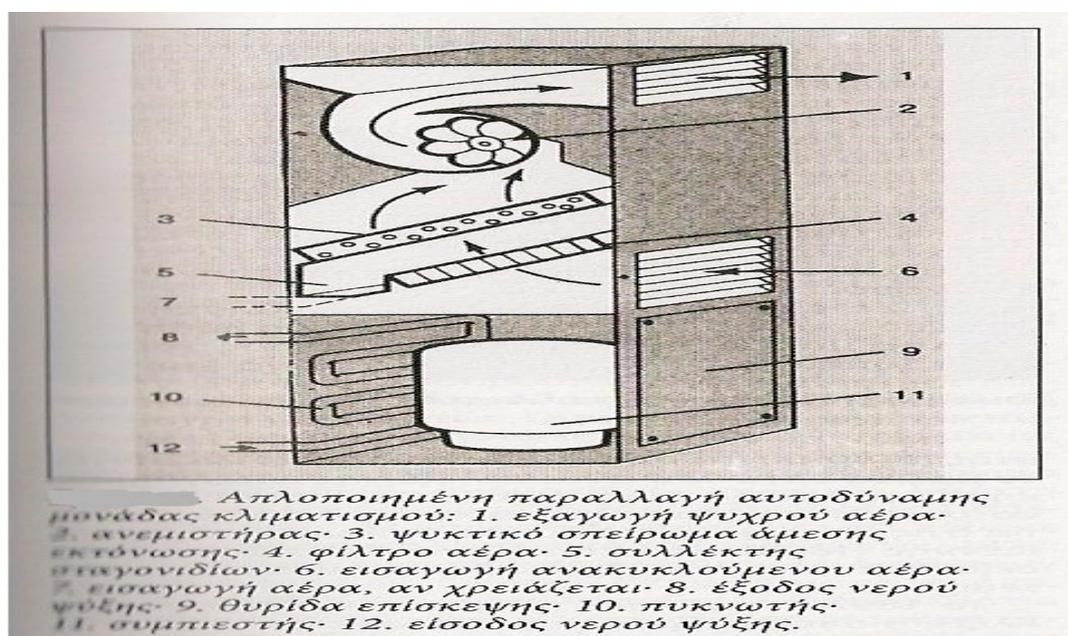
⁴⁴ Πηγή εικόνας: Μονώσεις Δομικών Έργων, Ν. Παπαχαραλάμπους

Το θερμό νερό έχει συνήθως θερμοκρασία 50-60 °C και αναμιγνύεται με κρύο νερό πριν τη χρήση του, για να φτάσει τελικά στο επιθυμητό επίπεδο θερμοκρασίας. Επειδή σε ορισμένες χρήσεις απαιτείται μεγαλύτερη θερμοκρασία νερού, θα πρέπει να υπάρχουν τοπικοί ταχυθερμαντήρες, που ανυψώνουν τη θερμοκρασία πέραν της κανονικής χωρίς να πρέπει να θερμαίνεται όλη η ποσότητα του νερού στη θερμοκρασία αυτή. Είναι ευνόητο ότι με τον τρόπο αυτό απαιτούνται μικρότερες δεξαμενές και θερμοκρασίες αποθήκευσης στο κεντρικό σύστημα.

3.3 Συστήματα ψύξης

Τα συστήματα ψύξης χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό των εσωτερικών χώρων και έχουν την ικανότητα να παράγουν ή να διατηρούν τη θερμοκρασία ενός χώρου σε προκαθορισμένο χαμηλό επίπεδο.

Ένα σύστημα ψύξης αποτελείται από τον συμπιεστή, τον συμπυκνωτή, την εκτονωτική βαλβίδα, τον εξατμιστή και τον ηλεκτρικό κινητήρα. Για τη λειτουργία του συστήματος απαιτείται μια κατάλληλη χημική ουσία, που ονομάζεται ψυκτικό μέσο.



Εικόνα 39. Απλοποιημένη παραλλαγή αυτοδύναμης μονάδας κλιματισμού.⁴⁵

⁴⁵ Πηγή εικόνας: Πηγή εικόνας: ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA, Τόμος 29

Τα συστήματα ψύξης, που χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό των χώρων, διακρίνονται στα **αυτόνομα κλιματιστικά συστήματα** και στα **κεντρικά ψυκτικά συστήματα**.

Τα αυτόνομα κλιματιστικά συστήματα είναι εργοστασιακά συναρμολογημένες μονάδες, που αποδίδουν μόνο ψύξη ή ψύξη και θέρμανση και εγκαθίστανται σε μικρά εμπορικά κτίρια (μέχρι 2 ορόφους), μικρά κτίρια γραφείων, εμπορικά καταστήματα και κατοικίες. Σε σχέση με τα κεντρικά συστήματα, τα αυτόνομα κλιματιστικά έχουν μικρότερη απόδοση και διάρκεια ζωής. Τα βασικότερα είδη της κατηγορίας αυτής είναι οι αντλίες θερμότητας (heat pumps), μονάδες διαιρούμενου τύπου (split units), πολλαπλές μονάδες διαιρούμενου τύπου (multi split units), συστήματα οροφής και κάθετα συστήματα (ντουλάπες).

Τα κεντρικά ψυκτικά συστήματα χρησιμοποιούνται σε μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα και ψύχουν νερό για τον κλιματισμό των χώρων. Τροφοδοτούνται από ηλεκτρικούς κινητήρες, θερμό νερό ή ατμό, στροβιλοκινητήρες ή μηχανές συμβατικών καυσίμων. Τα βασικότερα είδη της κατηγορίας αυτής είναι οι ηλεκτρικοί ψύκτες, οι μηχανικοί ψύκτες και οι ψύκτες απορρόφησης.

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα συστήματα ψύξης είναι οι ακόλουθες:

- **Αντικατάσταση υφιστάμενου συστήματος με σύστημα υψηλής απόδοσης.**

Τα παλαιά συστήματα άνω των 15 ετών, που είναι αρκετές φορές υπερδιαστασιολογημένα και λειτουργούν υπό συνθήκες μερικού φορτίου, έχουν δηλαδή μειωμένη απόδοση και υψηλό κόστος λειτουργίας, πρέπει να αντικαθίστανται με συστήματα υψηλής απόδοσης (συστήματα ψύξης δύο συμπιεστών, συμπιεστών μεταβλητής ταχύτητας ή ελικοειδών συμπιεστών). Η απόδοση ενός συστήματος ψύξης εκφράζεται με τον συντελεστή COP (Coefficient of performance - Συντελεστής της απόδοσης). Ο συντελεστής COP σπάνια είναι μικρότερος από 1 και τα πιο αποδοτικά συστήματα έχουν COP=7.

- **Μετασκευή υφιστάμενου συστήματος.**

Οι βασικότερες μετασκευές είναι οι ακόλουθες:

- Ø Αντικατάσταση συμβατικών ψυκτικών μέσων από οικολογικά.
- Ø Αύξηση της επιφάνειας του εξατμιστή και του συμπυκνωτή για καλύτερη μεταφορά της θερμότητας.
- Ø Απολύμανση του νερού του συμπυκνωτή για την αποφυγή επικαθίσεων και βιολογικής ρύπανσης.
- Ø Αύξηση της διατομής των σωληνώσεων του ψυκτικού μέσου για την μείωση των τριβών
- Ø Βελτίωση της απόδοσης του συμπυκνωτή

- **Βελτιστοποίηση της μόνωσης.**

Η τοποθέτηση καλύτερων μονωτικών υλικών στους θαλάμους στους ψυκτικούς θαλάμους και τα δίκτυα σωληνώσεων, σε συνδυασμό με τον περιορισμό των απωλειών από το ανοιγοκλείσιμο των θυρών, εξασφαλίζει εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας 10-20%.

- **Περιοδική συντήρηση συμπιεστή.**

Με την περιοδική συντήρηση του συμπιεστή επιτυγχάνουμε εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας 15-20%.

- **Χρήση καλών συστημάτων ελέγχου.**

Τα καλά συστήματα ελέγχου εξασφαλίζουν υψηλή θερμοκρασία εξάτμισης και χαμηλή θερμοκρασία συμπύκνωσης. Αύξηση της θερμοκρασίας εξάτμισης κατά 1 οC ή μείωση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης κατά 10 οC, σημαίνει αύξηση του συντελεστή απόδοσης COP και μείωση του κόστους λειτουργίας από 2-4 °C.

- **Πρόψυξη του κτιρίου.**

Η ελάττωση της θερμοκρασίας της μάζας ενός κτιρίου κατά αρκετούς βαθμούς χαμηλότερα από την επιθυμητή, 4-6 ώρες πριν αυτό αρχίσει να χρησιμοποιείται, μειώνει τα ψυκτικά φορτία αιχμής που παρουσιάζονται στο κτίριο κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η πρόψυξη γίνεται με αερισμό (φυσικό ή τεχνητό) αν οι εξωτερικές συνθήκες το επιτρέπουν, ή με την προγραμματισμένη χρήση του ίδιου του κλιματιστικού συστήματος.

- **Χρήση εξοικονομητή.**

Οι εξοικονομητές είναι συσκευές που επιτρέπουν την ελεγχόμενη εισαγωγή και χρήση εξωτερικού αέρα στο κτίριο, ελέγχοντας τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ενθαλπία του και τις συγκεντρώσεις ρύπων. Ο εξωτερικός αέρας χρησιμοποιείται είτε για τον απευθείας δροσισμό του κτιρίου (μηχανικός αερισμός), είτε προψύχεται από το κλιματιστικό σύστημα και διανέμεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Ανάλογα με το είδος του κλιματιστικού συστήματος χρησιμοποιούνται εξοικονομητές νερού ή αέρα.

- **Χρήση εναλλάκτη θερμότητας**

Σε κάθε κλιματιζόμενο κτίριο μεγάλες ποσότητες θερμού αέρα το χειμώνα ή ψυχρού το καλοκαίρι, απάγονται στο περιβάλλον και αναπληρώνονται από εισερχόμενο αέρα, ο οποίος πρέπει να θερμανθεί ή να ψυχθεί κατά αρκετούς βαθμούς Κελσίου. Ο εναλλάκτης θερμότητας χρησιμοποιεί την ενθαλπία του εξερχόμενου αέρα για την προθέρμανση ή την πρόψυξη του εισερχόμενου, μειώνοντας έτσι το αντίστοιχο θερμικό ή ψυκτικό φορτίο. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η ανάκτηση της αποθηκευμένης ενέργειας του εξερχόμενου αέρα κατά 70-80%.

- **Αποθήκευση ψυκτικής ενέργειας.**

Σε μεγάλα κτίρια, με κεντρικά ψυκτικά συστήματα, πολλές φορές η παραγόμενη ψυκτική ενέργεια είναι πολύ μεγαλύτερη από τα ψυκτικά φορτία, που πρέπει να καλυφθούν κατά το χρόνο παραγωγής της. Θα πρέπει, λοιπόν, να αποθηκεύεται σε μονωμένες δεξαμενές το ψυχρό ρευστό, που περισσεύει τις ώρες με χαμηλή ζήτηση ψυκτικού φορτίου, για να χρησιμοποιηθεί κατά την περίοδο αιχμής. Έτσι μετατίθεται χρονικά η μέγιστη ενεργειακή κατανάλωση από τις μεσημβρινές ώρες αιχμής προς τις απογευματινές ή βραδινές ώρες κατά τις οποίες το ψυκτικό φορτίο είναι χαμηλό. Στις πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις είναι δυνατή η

χρήση ενός συστήματος αποθήκευσης πάγου (παγολεκάνη), που έχει χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης και υψηλότερο κόστος λειτουργίας.

- **Χρήση ψυκτών φυσικού αερίου**

Είναι ψύκτες απορρόφησης, που λειτουργούν με φυσικό αέριο, οι οποίοι είναι φιλικότεροι προς το περιβάλλον γιατί χρησιμοποιούν το νερό ως ψυκτικό μέσο.

- **Ορθολογική διαχείριση της ροής του αέρα.**

Οι συνιστώμενες επεμβάσεις στο δίκτυο αεραγωγών είναι οι ακόλουθες: α) στεγανοποίηση και θερμομόνωση αεραγωγών, β) χρήση φίλτρων υψηλής ποιότητας με χαμηλή αντίσταση στη διέλευση του αέρα, γ) χρήση ανεμιστήρων υψηλής απόδοσης και δ) τοποθέτηση μικρότερων ανεμιστήρων σε υπερδιαστασιοποιημένα συστήματα.

3.4 Συστήματα θέρμανσης εξαερισμού και κλιματισμού

Τα συστήματα θέρμανσης εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC: Heating Ventilation and Air Condition) ελέγχουν και διατηρούν το επίπεδο θερμοκρασίας και υγρασίας των χώρων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητικό εσωτερικό περιβάλλον για τις δραστηριότητες των ενοίκων σε ένα κτίριο. Τα συστήματα HVAC διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα συστήματα σταθερού όγκου αέρα (CAV) και τα συστήματα μεταβλητού όγκου αέρα (VAV).



Εικόνα 40. Σύστημα HVAC μεταβλητού όγκου αέρα (VAV) με διπλό αγωγό.⁴⁶

⁴⁶ Πηγή εικόνας: Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, Τόμος Β, Σταμάτης Δ. Πέρδιος

Τα συστήματα VAV έχουν καλύτερη ενεργειακή απόδοση από τα συστήματα CAV, γιατί ελαχιστοποιούν τις απώλειες ενέργειας από την ανάμιξη ή την αναθέρμανση του αέρα. Επίσης στις περισσότερες εφαρμογές, η μέγιστη ψύξη απαιτείται για πολύ λίγες ημέρες στη διάρκεια ενός έτους. Έτσι ένα σύστημα VAV μειώνει τις απαιτήσεις σε αέρα κατά τον μεγαλύτερο χρόνο λειτουργίας της εγκατάστασης. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας τόσο από την ελαττωμένη απαίτηση ισχύος των ανεμιστήρων, όσο και από την μειωμένη ενέργεια για τη θέρμανση και ψύξη του αέρα.

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας είναι οι ακόλουθες:

- **Λειτουργία του συστήματος μόνο όταν χρειάζεται.**
- **Σωστή ρύθμιση θερμοκρασίας.**
- **Περιορισμός της αναθέρμανσης του αέρα.**
- **Χρήση εξοικονομητή ή εναλλάκτη θερμότητας.**

3.5 Τεχνητός φωτισμός

Βασικό τμήμα κάθε εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι η εγκατάσταση τεχνητού φωτισμού, που υποκαθιστά τον φυσικό φωτισμό όπου και όταν αυτός δεν υπάρχει. Μια τέτοια εγκατάσταση αποτελείται από α) **κυκλώματα διακλάδωσης**, β) **φωτιστικά σημεία** τροφοδοτούμενα από τα κυκλώματα και γ) **φωτιστικές συσκευές**, που συνδέονται με τα διάφορα φωτιστικά σημεία.

Οι φωτιστικές συσκευές, που ονομάζονται και **φωτιστικά σώματα**, αποτελούνται από την λυχνιολαβή (σε αυτή καταλήγουν οι τροφοδοτικοί αγωγοί), τον λαμπτήρα (συνδέεται με τη λυχνιολαβή) και το φωτιστικό σώμα (περιβάλλει τον λαμπτήρα).

Ένας σωστός τεχνητός φωτισμός πρέπει α) να καλύπτει τις φυσιολογικές ανθρώπινες απαιτήσεις (στάθμη φωτισμού, κατανομή λαμπρότητας στο χώρο, θάμβωση), β) να δημιουργεί ψυχολογικά ευχάριστο περιβάλλον (χρωματική απόδοση) και γ) να έχει οικονομική λειτουργία (σωστή επιλογή φωτεινής πηγής).

Βασικό φωτομετρικό μέγεθος είναι η φωτεινή ροή (Φ). **Φωτεινή ροή (Φ)**⁴⁷ είναι η φωτεινή ενέργεια (ακτινοβολία), που εκπέμπει μια σημειακή φωτεινή πηγή σε χρόνο 1 s, η οποία βρίσκεται στην κορυφή ενός κώνου. Δηλαδή, η φωτεινή ροή είναι μία **φωτεινή ισχύς** και μετριέται σε lumen (lm).

Ανάλογα με την κατανομή της φωτεινής ροής στο χώρο τα φωτιστικά σώματα κατατάσσονται σε έξι κατηγορίες:

- **Άμεσα φωτιστικά:** Η φωτεινή ροή κατευθύνεται από την οροφή προς τα κάτω σε ποσοστό 90-100%. Τα φωτιστικά σώματα είναι από αδιαφανές υλικό με εσωτερική λευκή ανακλαστική επίστρωση (εμαγιέ), καλύπτουν τον λαμπτήρα στο πάνω μέρος του και χρησιμοποιούνται σε εργοστάσια, αποθήκες, χώρους με υψηλή οροφή και γενικά, όπου απαιτούνται μεγάλες εντάσεις φωτισμού χωρίς υψηλή ποιότητα.

- **Ημιάμεσα φωτιστικά:** Η φωτεινή ροή κατευθύνεται από την οροφή προς τα κάτω σε ποσοστό 60-90%. Τα φωτιστικά σώματα είναι από θαμπό η γαλακτώδες γυαλί, καλύπτουν τον λαμπτήρα στο πάνω μέρος και χρησιμοποιούνται σε χώρους με ανοιχτόχρωμες οροφές.

- **Διαχυτικά φωτιστικά:** Η φωτεινή ροή κατευθύνεται ομοιόμορφα (40-60%) προς τα πάνω και προς τα κάτω. Τα φωτιστικά σώματα είναι από γυάλινους κλειστούς κώδωνες με θαμπό ή γαλακτώδες χρώμα και χρησιμοποιούνται σε χώρους με ανοιχτόχρωμες οροφές μικρού ή μεσαίου ύψους (γραφεία, κατοικίες κλπ).

- **Έμμεσα – άμεσα φωτιστικά:** Η φωτεινή ροή κατευθύνεται ομοιόμορφα (40 -60%) προς τα πάνω και προς τα κάτω και τα φωτιστικά σώματα είναι από θαμπό ή γαλακτώδες γυαλί.

- **Ημιέμμεσα φωτιστικά:** Η φωτεινή ροή κατευθύνεται προς τα πάνω σε ποσοστό 60 - 90%. Τα φωτιστικά σώματα είναι από γυαλί με εσωτερική διαχέουσα (οπαλίνα) ή ημιδιαφανή (ματ) επιφάνεια και καλύπτουν τον λαμπτήρα στο κάτω μέρος του, ενώ από πάνω έχουν γυάλινο κάλυμμα. Χρησιμοποιούνται σε χώρους με ανοιχτόχρωμους τοίχους και οροφές (γραφεία, εργαστήρια, αίθουσες ασθενών κλπ).

⁴⁷ ΠΑΠΥΡΟΣ LAROUSSE BRITANNICA, Τόμος 45

- **Έμμεσα φωτιστικά:** Η φωτεινή ροή κατευθύνεται προς τα πάνω σε ποσοστό 90 - 100%. Τα φωτιστικά σώματα είναι από αδιαφανές υλικό με εσωτερική λευκή ανακλαστική επίστρωση (εμαγιέ), καλύπτουν τον λαμπτήρα στο κάτω μέρος του, ενώ από πάνω έχουν γυάλινο κάλυμμα. Αν και έχουν μικρή απόδοση χρησιμοποιούνται σε θέατρα, αίθουσες συναυλιών ή διαλέξεων, αναγνώστια και κατοικίες, γιατί δίνουν ομοιόμορφο φωτισμό.

Οι λαμπτήρες είναι φωτεινές πηγές και διακρίνονται σε έξι είδη:

- **Λαμπτήρες πυράκτωσης:** Αποτελούνται από ένα γυάλινο κώδωνα κενό ή πληρωμένο με αδρανές αέριο υπό πίεση (αργό, κρυπτό), μέσα στο οποίο υπάρχει μεταλλικό νήμα βολφραμίου. Με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος το νήμα θερμαίνεται (φαινόμενο Joule) μέχρι λευκοπυρώσεως σε πολύ μεγάλες θερμοκρασίες (> 2800 K) και ακτινοβολεί. Σιγά - σιγά το νήμα εξαχνώνεται και τα άτομα βολφραμίου κατευθύνονται στα εσωτερικά τοιχώματα του κώδωνα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το μαύρισμα του κώδωνα και τη μείωση της φωτεινότητας των λαμπτήρων. Το φαινόμενο αυτό περιορίζεται όταν ο κώδωνας είναι πληρωμένος με αδρανές αέριο υπό πίεση.

Οι λαμπτήρες πυράκτωσης χρησιμοποιούνται ευρύτατα στις οικιακές εγκαταστάσεις, έχουν την καλύτερη χρωματική απόδοση, δημιουργώντας θερμή και ευχάριστη ατμόσφαιρα, το χαμηλότερο κόστος, αλλά και δύο βασικά μειονεκτήματα: α) έχουν τη μικρότερη διάρκεια ζωής ίση με 1000 h περίπου και β) η φωτεινή τους απόδοση είναι μόλις 10-20%, δηλαδή 80-90% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα.

- **Λαμπτήρες αλογόνου:** Οι λαμπτήρες πυράκτωσης με στοιχεία αλογόνου (ιώδιο ή βρώμιο) στο αδρανές αέριο και κώδωνα από χαλαζιακό γυαλί. Έχουν μικρές διαστάσεις, μεγαλύτερη φωτεινή απόδοση και διπλάσια διάρκεια ζωής (2000 h) από τους απλούς λαμπτήρες πυράκτωσης, δεν μαυρίζει ο κώδωνας και χρησιμοποιούνται σε προβολείς αυτοκινήτων, κινηματογράφων, διαφανειών, αθλητικών γηπέδων κλπ.

- **Λαμπτήρες φθορισμού:** Αποτελούνται από γυάλινο σωλήνα, που περιέχει μίγμα αδρανούς αερίου (αργού ή κρυπτού) και υδραργύρου και δύο ηλεκτρόδια. Με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος προκαλείται ηλεκτρική εκκένωση, δηλαδή ροή ηλεκτρονίων από το αρνητικό στο θετικό ηλεκτρόδιο. Όταν ένα ηλεκτρόνιο χτυπάει ένα άτομο υδραργύρου παράγεται υπεριώδης ακτινοβολία, που δεν είναι ορατή από το

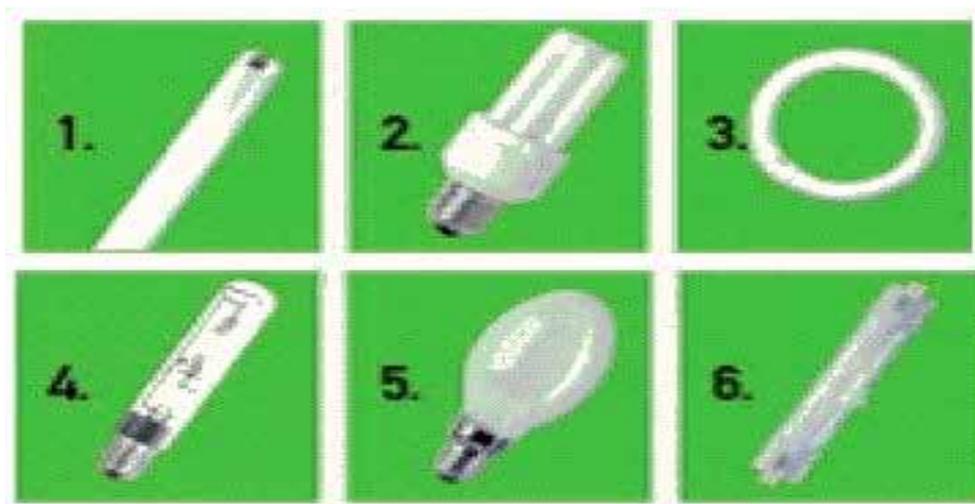
ανθρώπινο μάτι. Γι' αυτό στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα υπάρχει μία στρώση φωσφόρου, η οποία μετατρέπει την υπεριώδη ακτινοβολία σε ορατή. Οι λαμπτήρες φθορισμού πλεονεκτούν σε σχέση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης γιατί α) έχουν μικρή λαμπρότητα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς φωτιστικό σώμα, β) δεν προκαλούν θάμβωση, γ) έχουν 3-6 φορές μεγαλύτερη φωτεινή απόδοση, δ) αναπτύσσουν μικρές θερμοκρασίες και ε) έχουν εξαπλάσια διάρκεια ζωής (6000h) οι σωληνωτοί και οκταπλάσια (8000 h) οι συμπαγείς. Τα μοναδικά τους μειονεκτήματα είναι το υψηλότερο κόστος και η μειωμένη χρωματική απόδοση. Το χρώμα που παράγουν εξαρτάται από τη φθορίζουσα ουσία, με την οποία γίνεται η επίστρωση της εσωτερικής επιφανείας του σωλήνα. Χρησιμοποιούνται σε όλους σχεδόν τους εσωτερικούς χώρους (γραφεία, καταστήματα, βιομηχανίες, νοσοκομεία, γυμναστήρια, σχολεία, ξενοδοχεία) και στα λουτρά και τις κουζίνες των κατοικιών.

- **Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης:** Αποτελούνται από ένα σωλήνα από χαλαζιακό γυαλί πληρωμένο με ευγενές αέριο και υδράργυρο. Η έναρξη λειτουργίας τους γίνεται με ειδικό εξάρτημα, που ονομάζεται εναυστήρας (ignitor) και ο απαιτούμενος χρόνος είναι 3-5 λεπτά. Όταν σβήσουν δεν είναι δυνατόν να ανάψουν πάλι αν δεν περάσουν 4-7 λεπτά. Έχουν φωτεινή απόδοση έως 60 lm/W και διάρκεια ζωής 8000 h. Το χαρακτηριστικό αυτών των λαμπτήρων είναι ότι διατηρούν το μεγαλύτερο ποσοστό της αρχικής φωτεινής τους ροής όταν λειτουργούν συνέχεια. Το ποσοστό αυτό μειώνεται σημαντικά στην περίπτωση διακοπτόμενης λειτουργίας. Χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό βιομηχανικών χώρων, φωτοτυπικών εργαστηρίων, θερμοκηπίων, διαδρόμων, εξωτερικών χώρων (δρόμοι, πάρκα, πλατείες) και γενικά, όπου υπάρχει απαίτηση οικονομικής λειτουργίας και όχι πιστής χρωματικής απόδοσης.

- **Λαμπτήρες ατμών νατρίου:** Αποτελούνται από γυάλινο σωλήνα, που περιέχει ποσότητα νατρίου και μίγμα νέου και αργού. Διαθέτουν δύο κύρια ηλεκτρόδια και ένα βοηθητικό, που βρίσκεται κοντά σε ένα από αυτά. Η εκκένωση ξεκινά μεταξύ του βοηθητικού και του γειτονικού του ηλεκτροδίου με τη βοήθεια του εναυστήρα (ignitor) και αποδίδει ερυθρό φως χαμηλής έντασης. Μόλις η θερμοκρασία των ατμών φθάσει τους 260⁰ C ξεκινάει η εκκένωση μεταξύ των κύριων ηλεκτροδίων και το αποδιδόμενο φως είναι κίτρινο. Παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη φωτεινή απόδοση (120 lm/W), έχουν διάρκεια ζωής πάνω από 12000 h, διακρίνονται σε λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης και υψηλής πίεσης

(καλύτερης χρωματικής απόδοσης) και χρησιμοποιούνται για το φωτισμό εξωτερικών χώρων (δρόμοι, πάρκα, πλατείες).

· **Επαγωγικοί λαμπτήρες:** Είναι λαμπτήρες εκκένωσης χαμηλής πίεσης (όπως οι λαμπτήρες φθορισμού), όπου η εκκένωση προκαλείται από ένα επαγωγικό πηνίο. Έχουν φωτεινή απόδοση έως 70 lm/W και εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια ζωής, που φθάνει τις 60000h.



Εικόνα 41. 1. Λαμπτήρες φθορισμού, 2. Λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας, 3. Κυκλικοί λαμπτήρες φθορισμού, 4. Λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής/υψηλής πίεσης, 5. Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης, 6. Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης με προσμίξεις αλογονούχων μετάλλων.⁴⁸

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας είναι οι ακόλουθες:

- Βέλτιστη χρήση φυσικού φωτισμού.
- Τακτικός καθαρισμός λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων.
- Βαφή εσωτερικών επιφανειών τοίχων με φωτεινότερα χρώματα.
- Αφαίρεση λαμπτήρων από υπερδιαστασιοποιημένες φωτιστικές συσκευές.

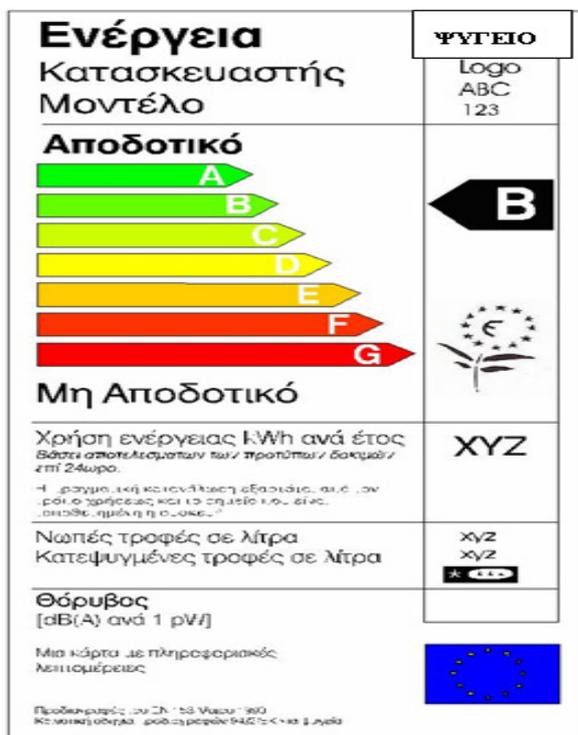
⁴⁸ Πηγή εικόνας: <http://www.diaxeiristis.com/?p=549>

- Διατήρηση χαμηλών επιπέδων φωτισμού.
- Χρήση τοπικού φωτισμού ανάλογα με το είδος δραστηριότητας στο χώρο.
- Χρήση λαμπτήρων υψηλής φωτεινής απόδοσης.
- Χρήση στραγγαλιστικών διατάξεων (ballasts).
- Χρήση συστημάτων ελέγχου τεχνητού φωτισμού.

3.6 Ηλεκτρικές συσκευές

Η χρήση συνεχώς αυξανόμενου αριθμού ηλεκτρικών συσκευών στα κτίρια, επιβαρύνει το ενεργειακό ισοζύγιο και αυξάνει την κατανάλωση. Από την άλλη πλευρά, είναι θετικό το γεγονός ότι, οι νέες συσκευές είναι πολύ πιο αποδοτικές.

Οι διάφοροι τύποι μιας οικιακής συσκευής δεν καταναλώνουν την ίδια ενέργεια και συνεπώς το λειτουργικό τους κόστος για όλα τα χρόνια που θα χρησιμοποιούνται μπορεί να διαφέρει σημαντικά. Σύμφωνα με τον νόμο, οι ηλεκτρικές συσκευές όπως ψυγεία – καταψύκτες, πλυντήρια και στεγνωτήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων, πρέπει να φέρουν πάνω τους ετικέτα ενεργειακής σήμανσης, η οποία δείχνει την ενεργειακή αποδοτικότητα της συσκευής και την κατανάλωση ενέργειας, που μεταφράζονται σε κόστος λειτουργίας.



Εικόνα 42. Ενεργειακή σήμανση συσκευής.⁴⁹

Οι κλάσεις ενεργειακής αποδοτικότητας χαρακτηρίζονται με τα γράμματα A, B, C, D.....G, αρχίζοντας από τις πιο ενεργειακά αποδοτικές συσκευές (A), μέχρι και τις μη αποδοτικές συσκευές (G). Η

⁴⁹ Πηγή εικόνας: http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_syskeves.htm

ενδεικτική τιμή της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε κιλοβατώρες δίνεται βάσει των αποτελεσμάτων κατά τη διάρκεια των πρότυπων δοκιμών. Η πραγματική κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης της συσκευής.

Για τις συσκευές που δεν διαθέτουν ακόμη την ενεργειακή σήμανση, πρέπει να εξεταστούν τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά και οι λειτουργικές τους δυνατότητες. Τα χρήματα που θα εξοικονομηθούν από το μειωμένο λειτουργικό κόστος αποσβένουν μέσα σε λίγα χρόνια ακόμη και το πιθανώς υψηλότερο κόστος αγοράς.

Οι περίοδοι του μειωμένου τιμολογίου της ΔΕΗ προσφέρονται για τη λειτουργία των πιο ενεργοβόρων ηλεκτρικών συσκευών, όπως ο φούρνος, τα πλυντήρια ρούχων και πιάτων και το ηλεκτρικό σίδερο.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τις διάφορες ηλεκτρικές συσκευές που δεν βρίσκονται σε χρήση, αναφέρεται ως 'διαρροή' ηλεκτρικής ενέργειας ή κατανάλωση σε κατάσταση αναμονής. Εκτιμάται ότι για το σύνολο των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, από τις ηλεκτρικές συσκευές σε κατάσταση αναμονής ξοδεύεται τόση ηλεκτρική ενέργεια όση καταναλώνει μια χώρα σαν την Ελλάδα.

Κεφάλαιο 4

Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στα Κτίρια

4.1 Πηγές Ενέργειας

Το σύνολο των πηγών ενέργειας που έχει σήμερα στη διάθεση του το ανθρώπινο είδος χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

1. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει τις πηγές εκείνες που βασίζονται στα υπάρχοντα αποθέματα μέσα στον φλοιό της Γης, έχουν δυστυχώς συγκεκριμένη διάρκεια ζωής και καλούνται **παραδοσιακές ή συμβατικές πηγές ενέργειας**.

2. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει τις πηγές εκείνες που αναπληρώνονται μέσω των φυσικών κύκλων, θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες, δε μολύνουν το περιβάλλον και καλούνται **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**.

4.1.1 Παραδοσιακές (ή συμβατικές) πηγές ενέργειας

Οι κυριότεροι εκπρόσωποι αυτής της κατηγορίας είναι τα ορυκτά καύσιμα που περιλαμβάνουν το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και το κάρβουνο. Χρησιμοποιούνται συνήθως ως καύσιμα για θέρμανση ή παραγωγή ενέργειας (π.χ. ηλεκτρισμού). Ειδικά το πετρέλαιο χρησιμοποιείται και για την παραγωγή χημικών ή άλλων προϊόντων. Προέρχονται από υδρογονάνθρακες, δηλαδή οργανικές χημικές ουσίες, οι οποίες προκύπτουν από την αποσύνθεση φυτών και ζώων μέσα στο έδαφος. Συνήθως το φυσικό αέριο συναντάται μαζί με το πετρέλαιο, μέσα σε πόρους του υπεδάφους ψηλότερα από τις κοιλότητες όπου βρίσκεται παγιδευμένο το πετρέλαιο. Ο τελευταίος μεγάλος εκπρόσωπος αυτής της κατηγορίας είναι η πυρηνική ενέργεια που είναι η πλέον χαρακτηριστική μη ήπια μορφή ενέργειας.

4.1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ως “**Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**” (ΑΠΕ) ορίζονται οι ενεργειακές πηγές (ο ήλιος, το νερό, ο άνεμος, η βιομάζα, οι οργανικές ύλες κλπ.), οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό περιβάλλον και αναπληρώνονται μέσω των φυσικών κύκλων. Είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

4.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και εφαρμογή τους στα κτίρια

Οι Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνουν τις εξής μορφές:

4.2.1 Ηλιακή ενέργεια

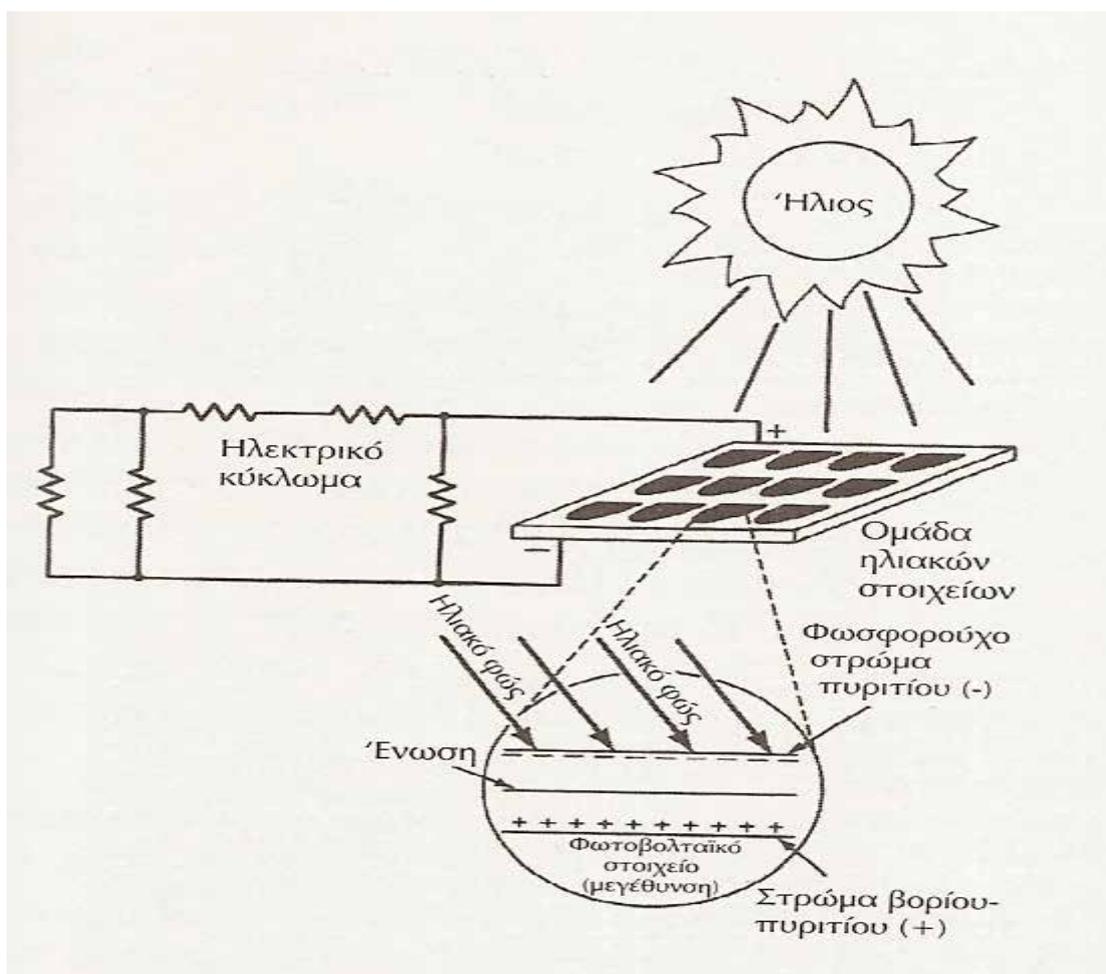
Η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη Γη είναι ο Ήλιος. Η ακτινοβολία του Ήλιου έχει τροφοδοτήσει και εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια όλες σχεδόν τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Είναι γνωστό ότι η ηλιακή ακτινοβολία, όχι μόνο δίνει φως αλλά επίσης, θερμαίνει τα σώματα στα οποία προσπίπτει. Λιγότερο γνωστό είναι ότι η ηλιακή ακτινοβολία αλλάζει και τις ιδιότητες κάποιων υλικών (των ημιαγωγών) που παράγουν έτσι ηλεκτρικό ρεύμα. Η ενέργεια που παρέχεται στον άνθρωπο από την ηλιακή ακτινοβολία έχει τρεις μορφές: **α) τα θερμικά ηλιακά συστήματα, β) τα παθητικά ηλιακά συστήματα (παράγουν θερμική ενέργεια και γ) τα φωτοβολταϊκά συστήματα (παράγουν ηλεκτρική ενέργεια).**

Θερμικά ηλιακά συστήματα: Τα ενεργητικά (ή θερμικά) ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανολογικά συστήματα που συλλέγουν, την ηλιακή ενέργεια, τη μετατρέπουν σε θερμότητα, την αποθηκεύουν και τη διανέμουν, χρησιμοποιώντας είτε κάποιο υγρό είτε αέρα ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας. Χρησιμοποιούνται για θέρμανση νερού οικιακής χρήσης, για τη θέρμανση και ψύξη χώρων, για βιομηχανικές διεργασίες, για αφαλάτωση, για διάφορες αγροτικές εφαρμογές, για θέρμανση του νερού σε πισίνες κ.λ.π. Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι γνωστοί ηλιακοί θερμοσίφωνες. Η Ελλάδα είναι η πρώτη χώρα στην Ευρώπη μετά την Κύπρο σε εγκατεστημένους ηλιακούς συλλέκτες ανά κάτοικο.

Παθητικά ηλιακά συστήματα: Παθητικά ηλιακά συστήματα είναι όλα εκείνα τα κατάλληλα σχεδιασμένα και συνδυασμένα μεταξύ τους δομικά στοιχεία των κτιρίων που υποβοηθούν την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για το φυσικό φωτισμό των κτιρίων, για τη θέρμανσή τους το χειμώνα και για το δροσισμό τους το καλοκαίρι. Αυτό αποτελεί την αρχή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής, και μπορεί να εφαρμοσθεί τόσο σε καινούργια, όσο και σε ήδη υπάρχοντα κτίρια.

Ο τρίτος τρόπος συνεισφοράς της ηλιακής ακτινοβολίας στην ενεργειακή παραγωγή και κατανάλωση, είναι μέσω του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται με τα **φωτοβολταϊκά συστήματα**. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια, μέσω του

φωτοβολταϊκού φαινομένου, βάσει του οποίου απορροφάται η ενέργεια των φωτονίων της ηλιακής ακτινοβολίας από ειδικούς ημιαγωγούς των φωτοβολταϊκών κυψελών (συλλεκτών), με αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι κατάλληλα εμπλουτισμένοι ημιαγωγοί όταν έρθουν σε επαφή δημιουργούν φυσικό και διαρκές ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο επαφής τους. Με την έκθεση αυτών των ημιαγωγών σε ηλιακή ακτινοβολία, απορροφάται ενέργεια και δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα. Η ύπαρξη τάσης από το σταθερό ηλεκτρικό πεδίο και ρεύματος έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 43. Φωτοβολταϊκό φαινόμενο⁵⁰

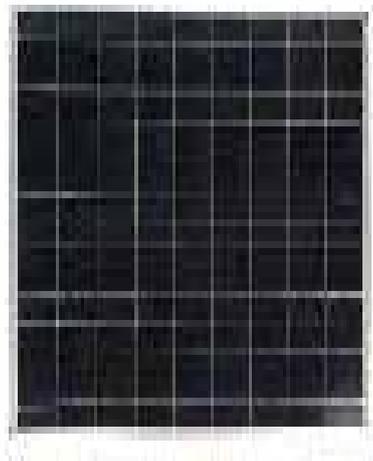
Το Φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από φωτοβολταϊκούς συλλέκτες, οι οποίοι μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια σταθερής (DC) τάσης, από τον μετατροπέα, ο οποίος είναι μια συσκευή που μετατρέπει την παραγόμενη σταθερή (DC) τάση

⁵⁰ Πηγή εικόνας: Γ. Παπαϊωάννου, “Ήπιες Μορφές Ενέργειας”, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα 2008

σε εναλλασσόμενη (AC) τάση για την τροφοδοσία της στο δίκτυο ή απευθείας στο χρήστη, από τον μετρητή, ο οποίος μετράει την αποδιδόμενη ενέργεια στο δίκτυο και τους συσσωρευτές αποθήκευσης, οι οποίοι αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια.



Εικόνα 44 .Μετατροπέας⁵¹



Εικόνα 45.Φωτοβολταϊκός Συλλέκτης (inverter)⁵²

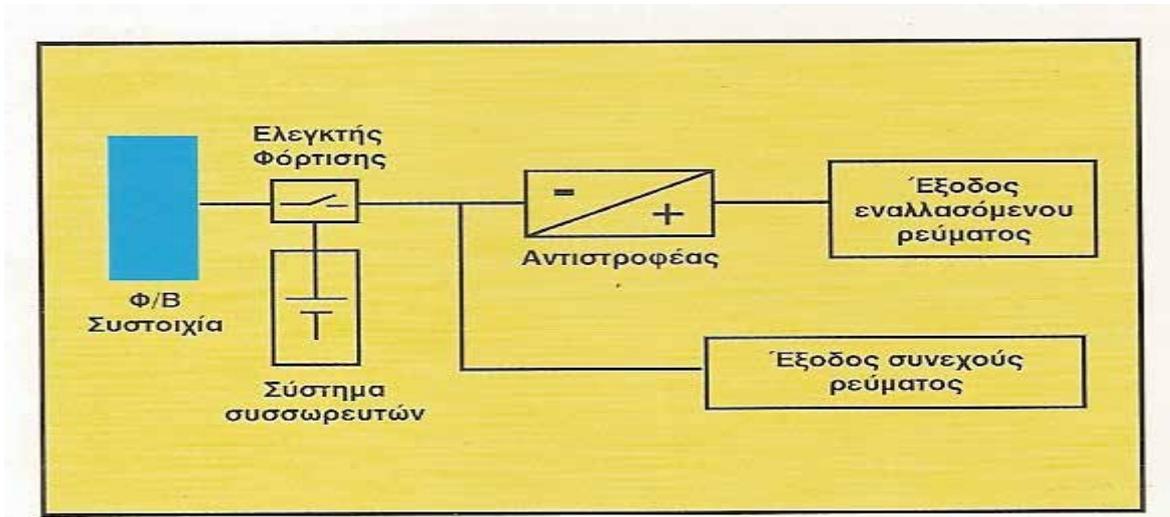
Η εμπειρία από την μέχρι σήμερα χρήση των Φ/Β συστημάτων έχει δείξει ότι η ελαχιστοποίηση των ηλεκτρικών απωλειών υπό μερικό φορτίο λειτουργίας, η βελτιστοποίηση της ονομαστικής ισχύος του αναστροφέα και η σωστή φόρτιση και εκφόρτιση των συσσωρευτών, μπορούν να αυξήσουν σημαντικά την συνολική απόδοση και διάρκεια ζωής ενός συστήματος.

⁵¹ Πηγή εικόνας: <http://www.sma-hellas.com/gr/solar-technology/products/solar-inverter/sunny-mini-central/sunny-mini-central-5000a6000a/overview/index.html>

⁵² Πηγή εικόνας: http://www.solar-systems.gr/photovoltaic_panels/index.htm

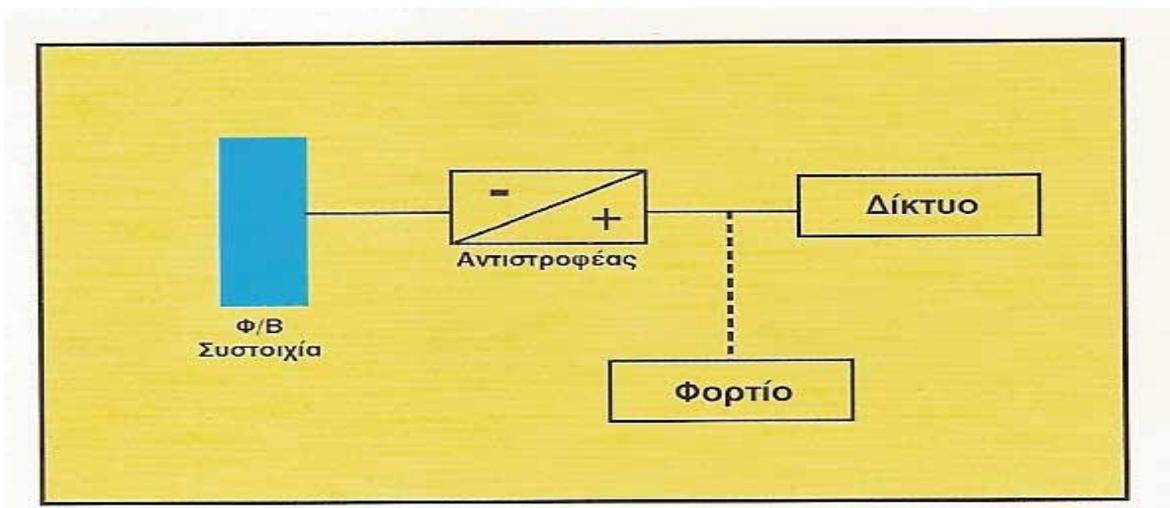
Οι βασικοί τύποι Φ/Β συστημάτων είναι οι εξής:

- **Αυτόνομο σύστημα** (βλ. Εικόνα 46). Το σύστημα αυτό έχει την δυνατότητα παροχής συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα ισχύος (αντιστροφέα).



Εικόνα 46. Αυτόνομο σύστημα⁵³

- **Σύστημα διασυνδεδεμένο με το δίκτυο** (βλ. Εικόνα 47). Αποτελείται από μία συστοιχία Φ/Β στοιχείων, η οποία μέσω ενός αντιστροφέα είναι διασυνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο.

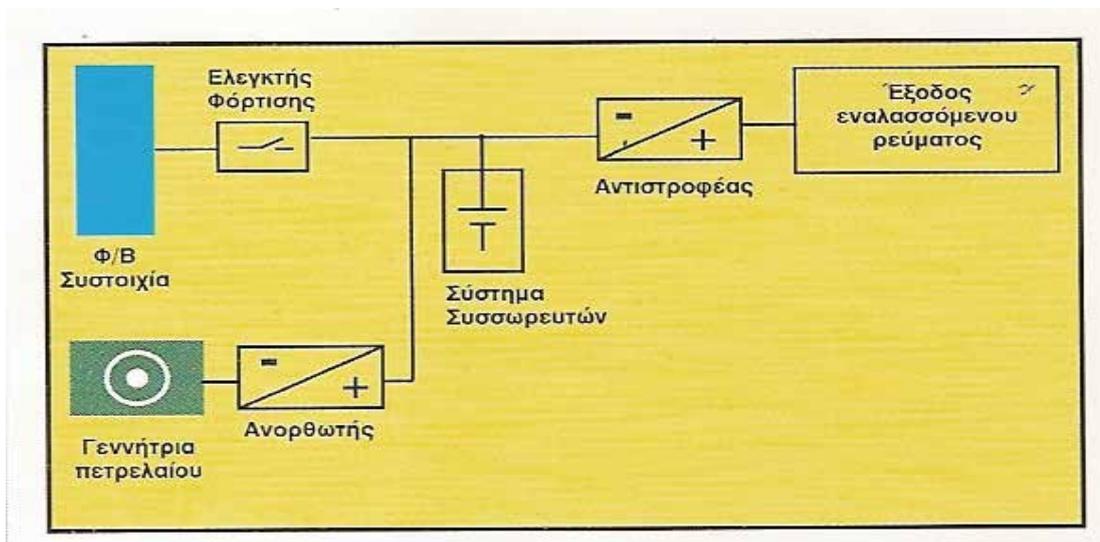


Εικόνα 47. Σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο⁵⁴

⁵³ Πηγή εικόνας: ΔΙΠΕ, "Οικολογική Δόμηση", Εκδόσεις ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ, Αθήνα 2000

⁵⁴ Πηγή εικόνας: ΔΙΠΕ, "Οικολογική Δόμηση", Εκδόσεις ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ, Αθήνα 2000

- **Υβριδικό σύστημα** (βλ. Εικόνα 48). Είναι ένα αυτόνομο σύστημα αποτελούμενο από την φωτοβολταϊκή συστοιχία που λειτουργεί σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας (π.χ. με μια γεννήτρια πετρελαίου ή άλλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όπως μια ανεμογεννήτρια).



Εικόνα 48. Υβριδικό σύστημα⁵⁵

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι για την τοποθέτηση των Φ/Β πλαισίων σ' ένα κτίριο:

- **Τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα.** Υπάρχει μεγάλη ποικιλία από ξύλινα ή μεταλλικά είδη στηριγμάτων και οι περισσότεροι κατασκευαστές Φ/Β συστημάτων προσφέρουν στηρίγματα που ταιριάζουν ακριβώς στα Φ/Β πλαίσια. Σε μερικές περιπτώσεις η κλίση είναι ρυθμιζόμενη. Η τοποθέτηση αυτή προσφέρει εύκολη πρόσβαση τόσο στο εμπρός όσο και στο πίσω μέρος των Φ/Β πλαισίων όταν χρειάζεται να γίνει συντήρηση. Επίσης βοηθά στο καλό αερισμό και τον δροσισμό των στοιχείων, αυξάνοντας έτσι την απόδοσή τους. Εντούτοις το κόστος είναι σχετικά υψηλό, γιατί απαιτεί τη χρήση πρόσθετων υλικών και εργασίας.

- **Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους,** η οποία εξέρχει από την οροφή ή την πρόσοψη του κτιρίου. Η κατασκευή αυτή στηρίζεται στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου. Απαιτείται όμως προσοχή για την καλή μόνωση των σημείων

⁵⁵ Πηγή εικόνας: ΔΙΠΕ, "Οικολογική Δόμηση", Εκδόσεις ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ, Αθήνα 2000

στα οποία στηρίζεται η βάση. Η τοποθέτηση αυτή επιτρέπει επίσης τον καλό αερισμό και την ψύξη των Φ/Β στοιχείων. Το κόστος είναι μικρότερο συνήθως από την τοποθέτηση σε κεκλιμένα επίπεδα, αλλά μεγαλύτερο από το κόστος των άλλων μεθόδων που περιγράφονται στη συνέχεια. Αποτελεί καλή λύση, ειδικά σε ανακαινιζόμενα κτίρια, στα οποία δεν είναι δυνατό να γίνουν αλλαγές στο εξωτερικό του κελύφους.

- **Απ' ευθείας τοποθέτηση.** Στην περίπτωση αυτή, η εξωτερική επίστρωση του κελύφους του κτιρίου αντικαθίσταται από Φ/Β πλαίσια. Για παράδειγμα τα Φ/Β στοιχεία τοποθετούνται με τρόπο που το ένα να επικαλύπτει εν μέρει το άλλο, όπως ακριβώς τα κεραμίδια. Το φωτοβολταϊκό κάλυμμα προστατεύει το κτίριο, αλλά δεν είναι πλήρως στεγανό και απαιτούνται μέτρα για την στεγανοποίησή του. Το κόστος όμως αυτής της μεθόδου είναι σχετικά χαμηλό, γιατί απαιτεί ελάχιστα πρόσθετα υλικά. Επίσης, η υποκατάσταση ορισμένων δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την εξωτερική κάλυψη του κελύφους από τα Φ/Β πλαίσια, μειώνει το συνολικό κόστος.

- **Ενσωμάτωση των Φ/Β στο κέλυφος του κτιρίου.** Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην υποκατάσταση ολόκληρων τμημάτων του κτιριακού κελύφους από Φ/Β πλαίσια. Αυτό απαιτεί την στεγανή σύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους. Τα ημιδιαφανή στοιχεία είναι δυνατόν να τοποθετηθούν στη θέση υαλοπινάκων ή αδιαφανών στοιχείων, παρέχοντας στον σχεδιαστή τη δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών φυσικού φωτισμού και ηλιοπροστασίας παράλληλα με τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενσωμάτωση των Φ/Β παρέχει δυνατότητες για σημαντική μείωση του κόστους, καθώς εξοικονομείται το κόστος των δομικών στοιχείων του κελύφους τα οποία αντικαθίστανται από τα Φ/Β στοιχεία.



Εικόνα 49. Κατοικία με ενσωματωμένα Φ/Β στοιχεία στην οροφή⁵⁶

Η ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η αξιοπιστία, η ελάχιστη συντήρηση, η μηδενική ρύπανση, η απεξάρτηση από τροφοδοσία καυσίμων, η δυνατότητα τροφοδότησης ρεύματος σε απομακρυσμένες από το δίκτυο περιοχές και η δυνατότητα επιδότησης από το κράτος από 40-60% καθιστά τα φωτοβολταϊκά συστήματα μια πολύ καλή επιλογή για τον κτιριακό τομέα.

4.2.2 Γεωθερμική ενέργεια

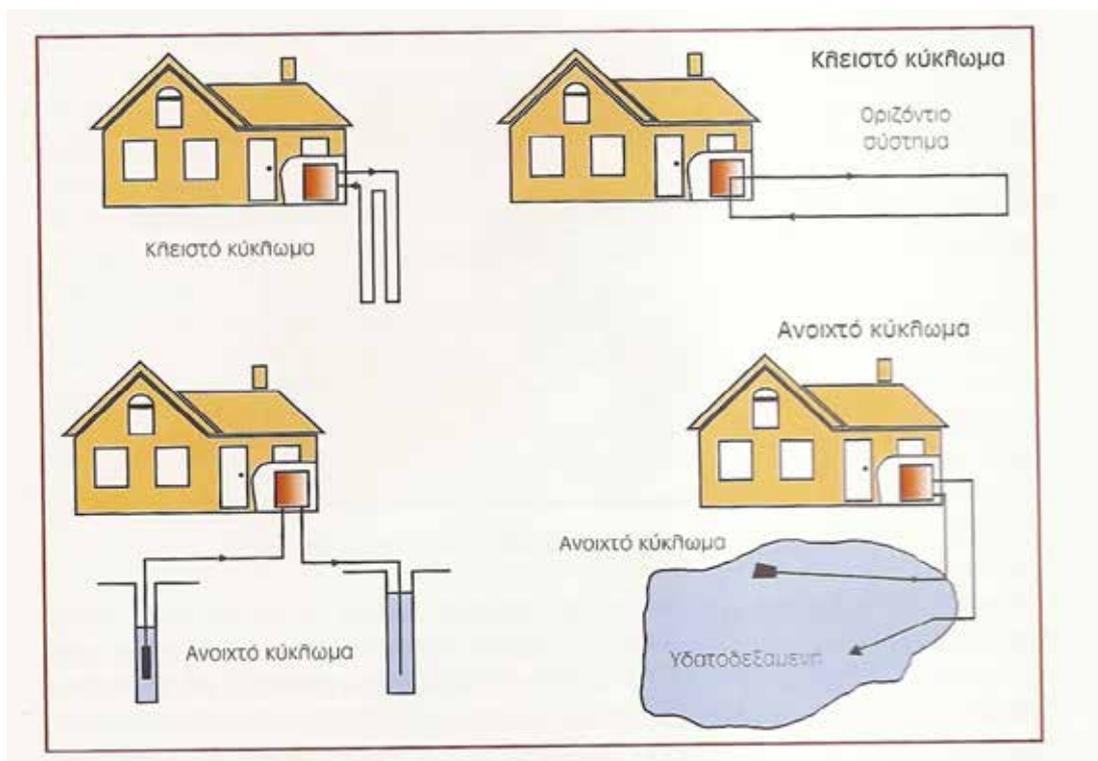
Η γεωθερμική ενέργεια θεωρείται μία μορφή έμμεσης ηλιακής ενέργειας, η οποία λαμβάνεται από την εκμετάλλευση της θερμότητας από τα έγκατα της Γης. Η γεωθερμία είναι μία ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που μπορεί με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατό-

⁵⁶ Πηγή εικόνας: ΔΙΠΕ, "Οικολογική Δόμηση", Εκδόσεις ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ, Αθήνα 2000

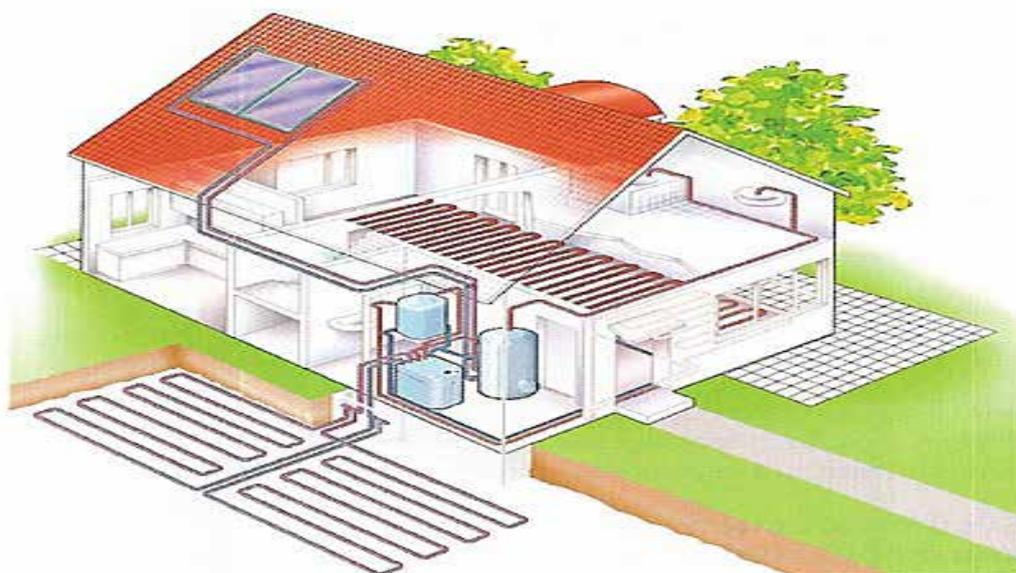
τητες να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης, αλλά και να παράγει ηλεκτρική ενέργεια σε ορισμένες περιπτώσεις.

Στο εσωτερικό της λιθόσφαιρας και στα στρώματα που βρίσκονται κάτω από τον γήινο φλοιό τα πετρώματα έχουν υψηλή θερμοκρασία (από 35°C-350 °C) , η οποία αυξάνεται ανάλογα με το βάθος. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150 °C) η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.λπ.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ) αξιοποιούν τη θερμότητα της γης προκειμένου να επιτύχουν ενεργειακά αποδοτική θέρμανση ή/και ψύξη κτιρίου. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι ΓΑΘ αφαιρούν θερμότητα από το έδαφος την οποία αποδίδουν στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου. Η διαδικασία αυτή μπορεί να αναστραφεί το καλοκαίρι, οπότε οι ΓΑΘ αφαιρούν θερμότητα από το κτίριο ή αλλιώς παρέχουν ψύξη σε αυτό. Η αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού του εδάφους, γίνεται με συνδυασμό υδρόψυκτων αντλιών θερμότητας και εναλλάκτη θερμότητας εδάφους. Ο εναλλάκτης εδάφους περιλαμβάνει σωλήνες τοποθετημένους στο έδαφος , ή μέσα σε φρεάτια γεωτρήσεων στις οποίες κυκλοφορεί νερό σε κλειστό κύκλωμα. Οι σωλήνες αυτοί τοποθετούνται είτε οριζόντια σε μικρό βάθος, περίπου 2 μ., όταν υπάρχει μεγάλη επιφάνεια οικοπέδου (κλειστό κύκλωμα με οριζόντιους βρόγχους), είτε κατακόρυφα σε μεγάλο βάθος (80-100μ), όταν ο χώρος είναι περιορισμένος (κλειστό κύκλωμα με κάθετους βρόγχους). Οι ΓΑΘ συνδυάζονται με σύστημα θέρμανσης – ψύξης χαμηλής θερμοκρασίας (ενδοδαπέδιο, παροχή αέρα μέσω αεραγωγών, Fan Coils, κλπ) λειτουργούν όμως και με καλοριφέρ. Απογοητευτικά χαμηλό είναι το επίπεδο αξιοποίησης του πλούσιου γεωθερμικού δυναμικού της Ελλάδας. Οι γεωθερμικές μονάδες μπορεί να απαιτούν υψηλότερη αρχική επένδυση, αλλά το κόστος του καυσίμου είναι μηδενικό.



Εικόνα 50. Χρήση γεωθερμικής ενέργειας στα κτίρια⁵⁷



Εικόνα 51. Υβριδικό σύστημα με χρήση Φ/Β πλαισίων και γεωθερμικής ενέργειας⁵⁸

⁵⁷ Πηγή εικόνας: Η. Ευθυμίου, "ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ", Εκδόσεις Α. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005

⁵⁸ Πηγή εικόνας: Η. Ευθυμίου, "ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ", Εκδόσεις Α. Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005

Η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται στη θέρμανση θερμοκηπίων και κτηνοτροφικών μονάδων, στη θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (γεωθερμική αντλία θερμότητας), στη τηλεθέρμανση (η θέρμανση των κτιρίων όχι από ατομικό καυστήρα, αλλά από έναν κεντρικό, και διανομή του θερμού νερού σε όλα τα κτίρια μιας πόλης ή ενός τμήματος μιας πόλης), στις ιχθυοκαλλιέργειες, στη ξήρανση αγροτικών προϊόντων και στην αφαλάτωση νερού (θαλασσινού ή γεωθερμικού).

4.2.3 Αιολική ενέργεια

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον και πρακτικά ανεξάντλητη.

Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου υπήρξε από την αρχαιότητα μια λύση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου (ιστιοφόρα, ανεμόμυλοι κ.λ.π.). Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε σήμερα τις ανεμογεννήτριες, οι οποίες μετατρέπουν αρχικά την αιολική ενέργεια σε μηχανική και ακολούθως σε ηλεκτρική.

Η σπουδαιότερη εφαρμογή των ανεμογεννητριών είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που διοχετεύεται στη συνέχεια στο ηλεκτρικό δίκτυο της χώρας. Στη περίπτωση αυτή ένα αιολικό πάρκο, δηλ. μια συστοιχία πολλών ανεμογεννητριών, εγκαθίσταται και λειτουργεί σε μια συγκεκριμένη θέση με υψηλό αιολικό δυναμικό (δηλ. μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου) και διοχετεύει το σύνολο της παραγωγής του στο ηλεκτρικό δίκτυο (διασυνδεδεμένο σύστημα).



Εικόνα 52. Σύγχρονο Ιδιωτικό Αιολικό Πάρκο στην Κρήτη⁵⁹



Εικόνα 53. Αιολικό πάρκο στα Ψαρά⁶⁰

Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα για την κάλυψη ή τη συμπλήρωση των ενεργειακών αναγκών απομακρυσμένων εξοχικών κατοικιών, βιομηχανικών μονάδων, τροχόσπιτων κ.τ.λ. Στη προκειμένη περίπτωση μιλάμε για αυτόνομο σύστημα (μη διασυνδεδεμένο με το δίκτυο της Δ.Ε.Η). Στις περιπτώσεις αυτές, για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της άπνοιας ή οι αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια κάποιες ώρες,

⁵⁹ Πηγή εικόνας: <http://www.wel.teiher.gr>

⁶⁰ Πηγή εικόνας: www.tovima.gr/default.asp?pid=2&ct=3&artid=178206&dt=07/01/2007

η ενέργεια αποθηκεύεται σε ηλεκτρικούς συσσωρευτές (μπαταρίες) και χρησιμοποιείται όταν χρειάζεται.



Εικόνα 54. Ανεμογεννήτριες σε κτίριο⁶¹

Είναι επίσης δυνατό, παράλληλα με τις ανεμογεννήτριες, να γίνεται χρήση φωτοβολταϊκών συστοιχιών (υβριδικά συστήματα). Τα υβριδικά συστήματα εκμεταλλεύονται ταυτόχρονα την ηλιακή και την αιολική ενέργεια. Διαθέτουν φωτοβολταϊκό συλλέκτη και ανεμογεννήτρια ώστε να παράγουν ρεύμα από τον ήλιο και τον άνεμο. Σχεδιάστηκαν για να προσφέρουν αξιόπιστη και καθαρή ηλεκτρική ενέργεια για χρήση σε οικισμούς, κατοικίες, τηλεπικοινωνίες, βιομηχανικές εφαρμογές κ.α. Λειτουργούν τελείως αυτόνομα ή συνεργάζονται με άλλες πηγές ενέργειας όπως γεννήτριες ή το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Τα υβριδικά συστήματα μετατρέπουν το χώρο σε μια μικρή μονάδα παραγωγής ρεύματος, παράγουν δωρεάν ρεύμα όλο το 24ωρο για όλες τις ηλεκτρικές-ηλεκτρονικές συσκευές χωρίς επιπλέον αλλαγές στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση και αναβαθμίζονται εύκολα προσθέτοντας

⁶¹ Πηγή εικόνας: <http://www.inhabitat.com/wp-content/uploads/archturbines1.jpg>

επιπλέον φωτοβολταϊκούς συλλέκτες ή ανεμογεννήτριες για αύξηση της παραγωγής ενέργειας.



Εικόνα 55. Δημοτικό σχολείο Προχώματος, από τα πρώτα οικολογικά σχολεία στην Ελλάδα⁶²

4.2.4 Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα εννοούμε το αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης, όπως τα υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών (πυρηνόξυλο, πριονίδια, καυσόξυλα, κουκούτσια κλπ), τα υποπροϊόντα ή κατάλοιπα της γεωργικοκτηνοτροφικής δραστηριότητας (άχυρο σιτηρών, βαμβακοστελέχη, κλαδοδέματα, κοπριά ζώων κλπ), τα οργανικά απόβλητα βιομηχανιών, τα αστικά λύματα και απορρίμματα, τα προϊόντα ενεργειακών καλλιεργειών, γεωργικών και δασικών ειδών (σόργο το ζαχαρούχο, ευκάλυπτος, ελαιοκράμβη, καλάμι, αγριαγκινάρα, μίσχανθος κλπ), καθώς και φυτείες ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας.

⁶² Πηγή εικόνας: <http://blogs.sch.gr/fotakidou/2008/11/>

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή καυσίμων όπως καυσόξυλα, ψιλοτεμαχισμένα υπολείμματα φυτών και δένδρων (στερεά), βιοντήζελ, αιθανόλη (υγρά) και βιοαέριο (αέριο). Η καύση αποτελεί ουδέτερη διαδικασία από την άποψη του φαινομένου του θερμοκηπίου, αρκεί να αντικαθίστανται αμέσως τα χρησιμοποιούμενα φυτά, κυρίως τα δένδρα.

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση θερμοκηπίων, ξήρανση γεωργικών και δασικών προϊόντων, κάλυψη θερμικών αναγκών γεωργικών και κτηνοτροφικών μονάδων ή άλλων βιομηχανιών, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για κάλυψη ιδίων αναγκών ή για την πώληση στη Δ.Ε.Η.

Συγκεκριμένα στον κτιριακό τομέα η στερεά κυρίως βιομάζα (κοινό ξύλο, πυρηνόξυλο, συσσωματώματα ξύλου - pellets) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση. Το κοινό ξύλο χρησιμοποιείται για τη θέρμανση χώρου και τη θέρμανση νερού είτε με σόμπες είτε με τζάκια. Ιδιαίτερη σημασία κατά τη καύση του ξύλου για τη παραγωγή θερμότητας έχει ο βαθμός απόδοσης του συστήματος. Έτσι, ενώ παλαιότερα χρησιμοποιούνταν απλά (πυροτουβλένια) τζάκια, με χαμηλούς βαθμούς απόδοσης της τάξης του 10-30%, σήμερα τα χρησιμοποιούμενα συνήθως συστήματα επιτυγχάνουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης 50 – 75%.

Τα ενεργειακά τζάκια επομένως εξοικονομούν σημαντικά ποσά θερμικής ενέργειας και αποδεικνύονται ιδιαίτερα οικονομικά ως προς τη λειτουργία τους, ενώ παράλληλα είναι φιλικά προς το περιβάλλον.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας, διακρίνονται σε:

- Συνεχούς καύσης με αεροστεγή θάλαμο, για μεγάλη διάρκεια καύσης συγκεκριμένης ποσότητας ξύλων, πού υπερβαίνει τις 10 ώρες.
- Διακεκομμένης καύσης, χωρίς αεροστεγές σφράγισμα, με διάρκεια καύσης μικρότερη των 10 ωρών για συγκεκριμένη ποσότητα ξύλων.
- Με επανάκαυση καπναερίων (οικολογικά) Τα καπναέρια της πρωτογενούς καύσης καίγονται με δευτερεύουσα φλόγα πριν εισαχθούν στη χοάνη απαγωγής, χαρίζοντας έτσι το εντυπωσιακό θέαμα της διπλής φλόγας.

Τα ενεργειακά τζάκια είναι απόλυτα ασφαλή και χάρις στο πυρίμαχο τζάμι τους, μπορούμε άνετα να αφήσουμε τη φωτιά να καίει και να απομακρυνθούμε άφοβα από το χώρο. Επιπλέον, η θερμότητα που αποδίδεται από ένα τζάκι μπορεί να είναι είτε υπό μορφή

θερμού αέρα είτε υπό μορφή θερμού νερού. Ταυτόχρονα, κατάλληλα τέτοια συστήματα μπορούν να θερμάνουν όλο το χώρο του κτιρίου αλλά και να παράγουν θερμό νερό χρήσης για την κατοικία.



Εικόνα 56. Σόμπα ξύλου



Εικόνα 57. Σόμπα ξύλου⁶³

Θέρμανση ενός κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί και με συσσωματώματα ξύλου (πέλετες – pellets) τα οποία καίγονται σε κατάλληλες σόμπες. Τα πέλετς παράγονται όταν διάφορες μορφές ξύλου θρυμματιστούν και μετατραπούν σε λεπτά τεμαχίδια (chips), όπου στη συνέχεια συμπιέζονται σε κατάλληλες πρέσες και σε υψηλές πιέσεις (50-100 atm) και μορφοποιούνται σε κυλινδρική μορφή. Αν και είναι αρκετά διαδεδομένο καύσιμο στην Ευρώπη, στην Ελλάδα δεν έχουν δημιουργηθεί σήμερα αξιόλογα εργοστάσια παραγωγής πέλετς.

Τα πλεονεκτήματα των πέλετς είναι ότι αποτελούν αρκετά καθαρό και εύχρηστο καύσιμο, το οποίο τυποποιείται και διακινείται σχετικά εύκολα, οι αέριοι ρύποι που παράγονται κατά τη καύση των πέλετς είναι λιγότεροι από αυτούς που παράγονται κατά τη καύση του ξύλου ή του πυρηνόξυλου, η εναπομένουσα στάχτη μετά τη καύση των πέλετς είναι λιγότερη από τη στάχτη που απομένει μετά τη καύση του ξύλου ή του πυρηνόξυλου.

⁶³ Πηγή εικόνων: <http://www.karpetis.com/greek/products.asp>



Εικόνα 58. Σόμπα με καύσιμο pellets



Εικόνα 59. Pellets⁶⁴

Το πυρηνόξυλο αποτελεί παραπροϊόν της πυρηνελαιουργίας και παράγεται στις ελαιοπαραγωγικές περιοχές της χώρας. Αποτελεί άριστο καύσιμο για εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης κτιρίων, έχοντας το πολύ σημαντικό πλεονέκτημα της χαμηλής τιμής του σε σχέση με την ενεργειακή του αξία (περίπου 1/5 του πετρελαίου). Βέβαια, η χαμηλή ενεργειακή του πυκνότητα (σε σχέση με το πετρέλαιο ή το υγραέριο), η μη πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία των εγκαταστάσεων που χρησιμοποιείται και η δυσοσμία του από τους ρύπους που προκαλούνται, έχουν ως συνέπεια την χαμηλή κοινωνική του αποδοχή ως καυσίμου.



Εικόνα 60. Λέβητας πυρηνόξυλου⁶⁵

⁶⁴ Πηγή εικόνων: http://www.cres.gr/kape/pdf/download/RES&ES_techn.pdf

⁶⁵ Πηγή εικόνας: http://www.hellenic-pellets.gr/zoom.asp?photo_id=13

Επιπλέον, μέσω του συστήματος της τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης χωριών και πόλεων που βρίσκονται κοντά σε τόπους παραγωγής βιομάζας, υπάρχει η δυνατότητα διανομής θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης σε περιφερειακά κτίρια.



Εικόνα 61. Σωληνώσεις τηλεθέρμανσης⁶⁶

⁶⁶ Πηγή εικόνας: <http://www.cres.gr/services/istos.chtm?prnbr=25292&locale=el>

Κεφάλαιο 5

Νομοθετικό Πλαίσιο

5.1 Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα κτίρια (2002/91/ΕΚ EPBD, 2003 για τις Ενεργειακές Επιδόσεις των Κτιρίων)

Σε νομοθετικό επίπεδο, η νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία για τα κτίρια (2002/91/ΕΚ (EPBD, 2003 για τις Ενεργειακές Επιδόσεις των Κτιρίων), θέτει νέες βάσεις και προοπτικές για τον κατασκευαστικό τομέα.

Η Οδηγία 2002/91/ΕΚ (EPBD, 2003) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (“Energy Performance of Buildings Directive”, EPBD) υιοθετήθηκε ως ένα σημαντικότατο εργαλείο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα και σχεδιάστηκε για να απαντήσει στις δεσμεύσεις του Κιότο και στα ζητήματα που τέθηκαν στην Πράσινη Βίβλο για την Ευρωπαϊκή στρατηγική ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού.

Η Οδηγία στοχεύει στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, δηλαδή τη μείωση της ποσότητας ενέργειας που καταναλώνεται για θέρμανση, ψύξη, εξαερισμό, φωτισμό και παροχή ζεστού νερού χρήσης ενός κτιρίου. Επιπλέον, στοχεύει στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στον περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στη χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων, η Οδηγία θεσπίζει απαιτήσεις που αφορούν το γενικό πλαίσιο για τη μεθοδολογία υπολογισμού της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων, την εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση μεγάλων υφιστάμενων κτιρίων στα οποία γίνεται μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση, την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων, την τακτική επιθεώρηση λεβητών και εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων και μια αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης των οποίων οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών και τέλος αφορά στη σύσταση ανεξάρτητων και διαπιστευμένων εμπειρογνομόνων για την ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων, για τη σύνταξη συνοδευτικών συστάσεων και την επιθεώρηση λεβητών και εγκαταστάσεων κλιματισμού.

Οι υποχρεώσεις που απορρέουν από την Κοινοτική Οδηγία 2002/91/EK αφορούν τόσο τη φάση του σχεδιασμού, όσο και τη φάση λειτουργίας του κτιρίου. Τα επιμέρους άρθρα και οι υποχρεώσεις που απορρέουν από την εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας δίνονται στο Παράρτημα 1.

Μέσα από τις γενικές αυτές αρχές και τους στόχους της, η Οδηγία αναμένεται να επηρεάσει και να ευαισθητοποιήσει την κοινή γνώμη ως προς την ενεργειακή χρήση στα κτίρια και να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των επενδύσεων σε ενεργειακά αποδοτικές εφαρμογές στα κτίρια. Η Οδηγία για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων αποτελεί το όχημα για την αναβάθμιση της ποιότητας του κτιριακού τομέα της Ευρώπης, τόσο ως προς το κέλυφος και τις εγκαταστάσεις των κτιρίων όσο και ως προς την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Βέβαια, παρότι τέθηκε σε ισχύ την 4^η Ιανουαρίου 2003 για τα 25 κράτη μέλη και οι περισσότερες χώρες έχουν προχωρήσει όχι μόνο στη μεταφορά της Οδηγίας σε κρατική νομοθεσία, αλλά και στην αξιολόγηση των κτιρίων, η Ελλάδα εναρμόνισε καθυστερημένα την εθνική της νομοθεσία με την συγκεκριμένη οδηγία, με αποτέλεσμα να έχει καταδικαστεί από το Ευρωπαϊκό Δικαστήριο. Παρόλα αυτά ο σχετικός κανονισμός (KENAK) δεν έχει εφαρμοστεί ακόμα στην Ελλάδα, παρότι ψηφίστηκε από τον Μάιο του 2008.

5.2 ΦΕΚ 880/B/19-08-98 - Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) Νόμος 3661 ΦΕΚ 89/19-05-08 - Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK)

Ο ΚΟΧΕΕ σχεδιάστηκε για να αντικαταστήσει τον ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης του 1979 και είχε ως στόχο την ελαχιστοποίηση των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων (και επομένως της χρήσης συμβατικών ενεργειακών μορφών), με τη βοήθεια του κατάλληλου σχεδιασμού (βιοκλιματικός) σε συνδυασμό με την υποχρέωση τήρησης προκαθορισμένων ορίων κατανάλωσης ενέργειας εξασφαλίζοντας παράλληλα θερμική και οπτική άνεση, υγιεινή και άνετη διαβίωση όλο το χρόνο. Επίσης, στον Κανονισμό θα ενσωματωνόταν και η υποχρέωση τακτικών ενεργειακών επιθεωρήσεων όλων των κτιρίων κατοικιών και η κατάταξή τους, ανάλογα με τις ενεργειακές τους επιδόσεις, σε ενεργειακές

κατηγορίες, οι οποίες θα συνόδευαν τα έντυπα αγοράς, πώλησης και ενοικίασης του κτιρίου, με απώτερο στόχο οι ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων να επηρεάσει τους μηχανισμούς της αγοράς. Πρόκειται για το “**Δελτίο Ενεργειακής Ταυτότητας**” κτιρίου (ΔΕΤΑ) το οποίο είναι ειδικό έντυπο στο οποίο περιγράφεται το σύνολο των ενεργειακών χαρακτηριστικών κάθε κτιρίου, είτε σύμφωνα με τα οριζόμενα από τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας βάσει του οποίου μελετάται και κατασκευάζεται κάθε νέο κτίριο είτε σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ενεργειακού ελέγχου, καθώς επίσης ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία στην οποία κατατάσσεται.

Το πρώτο σχέδιο ΚΟΧΕΕ δημοσιοποιήθηκε το 2002 και αμέσως συνάντησε μεγάλες αντιδράσεις, καθώς μεταξύ άλλων οδηγούσε είτε άμεσα είτε έμμεσα σε πρόσθετες ενεργειακές βελτιώσεις στα νέα κτίρια, αυξάνοντας το κόστος κατασκευής τους. Στα επόμενα 3 χρόνια ο ΚΟΧΕΕ μετονομάστηκε σε ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) και η μεταφορά της αρμοδιότητας το 2005 στο Υπουργείο Ανάπτυξης (ΥΠΑΝ), όπου και συγκροτήθηκε σχετική επιτροπή για την κατάρτιση προσχεδίου νόμου. Το προσχέδιο αυτό, σύμφωνα με το ΥΠΑΝ, βρισκόταν στο τελικό στάδιο επεξεργασίας και η κατάθεση και ψήφιση του σχετικού νομοσχεδίου αναμενόταν στις αρχές του 2007, κάτι που τελικά έγινε τον Μάιο του 2008, νομοσχέδιο που έπρεπε να έχει ψηφιστεί από το 2006 για να εναρμονιστεί η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), πρώτο βήμα είναι η ενεργειακή διάγνωση που γίνεται με τις ενεργειακές επιθεωρήσεις με σκοπό την ενεργειακή επίδοση ενός κτιρίου. Με τον όρο **ενεργειακή επιθεώρηση** εννοούμε τη διαδικασία εκτίμησης και καταγραφής των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα με την υπόδειξη προτάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων. Η ενεργειακή επιθεώρηση μπορεί, κατά περίπτωση, να είναι συνοπτική ή εκτενής. Με τον όρο **ενεργειακή επίδοση** κτιρίου εννοούμε το βαθμό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου κατά τη λειτουργία του (μέσω του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων) για την κάλυψη σε ετήσια βάση των συνολικών ενεργειακών του απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης και συσκευές, επιτυγχάνοντας τις αναγκαίες συνθήκες άνεσης. Παρακάτω δίνεται απόσπασμα από τον ΚΕΝΑΚ με οδηγίες για την συμπλήρωση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.

Αρ. Πρωτ.:		
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΧΡΗΣΗ: ΓΡΑΦΕΙΟ	(Φωτογραφία κτιρίου)
	Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/>	
	Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου)	
	Κλιματική Ζώνη: B	
	Διεύθυνση:	
	Τ.Κ.	
	Πόλη:	
	Έτος κατασκευής:	
	Συνολική επιφάνεια (m ²):	
	Όνομα ιδιοκτήτη:	
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m²·έτος)]	
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ		
A+ < 45		
45 ≤ A < 70		
70 ≤ B+ < 100		
100 ≤ B < 135	←	
135 ≤ Γ < 155		
155 ≤ Δ < 175		
175 ≤ E < 220		
220 ≤ Z < 265		
265 < H		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
	B	
ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας [kg/(m ² ·έτος)]	
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)]		
ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)] με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας		
ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m ² κλιματιζόμενης επιφάνειας [kg/(m ² ·έτος)] με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας		

Εικόνα 63. Έντυπο Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης⁶⁷

⁶⁷ Πηγή εικόνας: Ιστοσελίδα Υπουργείου Ανάπτυξης, http://www.ypan.gr/1149_cms.htm

Αρ. Πρωτ.:					
* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπλήρωσης.					
Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού: Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή: Α.Μ. Επιθεωρητή: Υπογραφή: Σφραγίδα:					

Εικόνα 65. Έντυπο Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης⁶⁹

ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου συνοδεύει την ενεργειακή
επιθεώρηση κτιρίου

Όλα τα πεδία είναι υποχρεωτικά προς συμπλήρωση

Αρ. Πρωτ.: αναγράφεται ο αριθμός πρωτοκόλλου της επιθεώρησης.

Μετά την ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης από τον Ιδιοκτήτη /Διαχειριστή του κτιρίου στον Ενεργειακό Επιθεωρητή, ο Επιθεωρητής καταχωρεί την επικείμενη επιθεώρηση στη Βάση Δεδομένων Ενεργειακών Επιθεωρήσεων του ΥΠ.ΑΝ (με τα στοιχεία του και τα στοιχεία του κτιρίου) και λαμβάνει ηλεκτρονικά και άμεσα τον Αριθμό Πρωτοκόλλου της επιθεώρησης. Ο ίδιος αριθμός πρωτοκόλλου χρησιμοποιείται στη συνέχεια από τον Επιθεωρητή α) για την καταχώρηση των φύλλων της τελικής επιθεώρησης, β) για την καταχώρηση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στη Βάση Δεδομένων και γ) αναγράφεται στο έντυπο του Πιστοποιητικού.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Φωτογραφία κτιρίου: τοποθετείται πρόσφατη φωτογραφία (του τελευταίου έτους) του εξωτερικού του κτιρίου. Εάν πρόκειται για τμήμα κτιρίου να υπάρχει αντίστοιχη ένδειξη (π.χ. βέλος).

Χρήση: οι κατηγορίες χρήσης είναι οι εξής:

⁶⁹ Πηγή εικόνας: Ιστοσελίδα Υπουργείου Ανάπτυξης, http://www.ypan.gr/1149_cms.htm

Γραφείο, Εκπαιδευτικό κτίριο Πρωτοβάθμιας /Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Εκπαιδευτικό κτίριο Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης, Νοσοκομείο / Κλινική, Διαγνωστικό Κέντρο / Ιατρείο, Ξενοδοχείο, Εμπορικό κατάστημα, Αθλητική εγκατάσταση: Κλειστό γυμναστήριο, Αθλητική εγκατάσταση: Κλειστό κολυμβητήριο, Μονοκατοικία, Πολυκατοικία, Αεροδρόμιο.

Για οποιεσδήποτε άλλες χρήσεις οι οποίες δεν συμπεριλαμβάνονται στην παραπάνω λίστα και δεν εξαιρούνται από το Νόμο 3661/2008, οι απαιτούμενες πληροφορίες προσδιορίζονται κατά περίπτωση από τον αρμόδιο φορέα του ΥΠ.ΑΝ.

Επίσης, επισημαίνεται ότι όσον αφορά στην Ενεργειακή Πιστοποίηση κτιρίων μικτής χρήσης, απαιτείται η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης για κάθε επί μέρους χρήση.

Κτίριο ή Τμήμα Κτιρίου: επιλέγεται με [X] εάν πρόκειται για ολόκληρο κτίριο ή για τμήμα αυτού (π.χ. διαμέρισμα /γραφείο /ιατρείο). Τμήμα κτιρίου θεωρείται η κάθε μία ξεχωριστή ιδιοκτησία εντός του ιδίου κτιρίου, η χρήση του οποίου εμπίπτει στις παραπάνω χρήσεις.

Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου): προκύπτει από τον πίνακα ποσοστών συνιδιοκτησίας και κατανομής δαπανών του κτιρίου.

Κλιματική Ζώνη: αναγράφεται η κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτίριο / τμήμα κτιρίου (βλ. αντίστοιχο παράρτημα).

Έτος κατασκευής: αναγράφεται το έτος ολοκλήρωσης της κατασκευής. Αν το κτίριο έχει κατασκευαστεί σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, με διαφορετικές άδειες κατασκευής, θα σημειωθεί η παλαιότερη κατασκευή.

Συνολική επιφάνεια (m²): αναγράφεται η επιφάνεια που δηλώνεται στο φύλλο οικοδομικής άδειας για το σύνολο του κτιρίου ή η επιφάνεια που δηλώνεται στον πίνακα ποσοστών συνιδιοκτησίας και κατανομής δαπανών, όταν πρόκειται για τμήμα κτιρίου.

Όνομα ιδιοκτήτη: αναγράφεται το/ τα όνομα/ τα του σημερινού ιδιοκτήτη.

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m²*έτος)] : αναφέρεται στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας, όπως αυτή προκύπτει βάσει της μεθοδολογίας υπολογισμού (βλ. «Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων», ΚΕΝΑΚ). Περιλαμβάνει την κατανάλωση για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό ζερό χρήσης (ZNX). Η υπολογιζόμενη κατανάλωση αναγράφεται σε βέλος, στη δεξιά στήλη, το οποίο χρωματίζεται βάσει της ενεργειακής κατηγορίας στην οποία ανήκει και τοποθετείται στην αντίστοιχη σειρά της κατηγορίας αυτής. Στο επισυναπτόμενο σχέδιο πιστοποιητικού η τοποθέτηση του βέλους είναι ενδεικτική. Το εύρος των τιμών που καθορίζει τις ενεργειακές κατηγορίες (A+, A,...,H) διαφέρει ανά κατηγορία χρήσης και προκύπτει από το παραδοτέο Π2.2 «Καθορισμός απαιτήσεων ενεργειακής αποδοτικότητας». Οι ενεργειακές κατηγορίες τοποθετούνται στο πιστοποιητικό σε φθίνουσα σειρά (από «Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης» σε «Ενεργειακά Μη Αποδοτικό»).

Η προκύπτουσα βαθμολόγηση (A+, A,...,H) αναγράφεται στο σχετικό κελί με το αντίστοιχο χρώμα της ενεργειακής κατηγορίας. Η παραπάνω τιμή της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης καθορίζει την ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου.

ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m² κλιματιζόμενης

επιφάνειας [kg/(m²*έτος)]: αναγράφεται η τιμή των συνολικών ετήσιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας του κτιρίου / τμήματος κτιρίου, βάσει της υπολογιζόμενης συνολικής κατανάλωσης του (βλ. «Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων», KENAK).

ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ανά m²

κλιματιζόμενης επιφάνειας [kWh/(m²*έτος)]: αναγράφεται η τιμή της υπολογιζόμενης ετήσιας συνολικής ενεργειακής ζήτησης ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας του κτιρίου / τμήματος κτιρίου (βλ. «Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων», KENAK). Στον υπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης δεν λαμβάνεται υπ'όψιν η απόδοση των Η/Μ συστημάτων αλλά μόνο η απόδοση του κτιριακού κελύφους. Η τιμή της υπολογιζόμενης ετήσιας συνολικής ενεργειακής ζήτησης είναι η τιμή που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ / ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας [kWh/(m²*έτος)] με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας: αναγράφεται η τιμή της πραγματικής ετήσιας συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας του κτιρίου / τμήματος κτιρίου, η οποία καθορίζεται βάσει των συλλεχθέντων στοιχείων κατανάλωσης του κτιρίου / τμήματος κτιρίου (τιμολόγια καυσίμου, λογαριασμοί, κλπ), κατά την λειτουργία του. Τα παραπάνω στοιχεία προσκομίζονται από τον ιδιοκτήτη-ες / διαχειριστή του κτιρίου ή/και, εφόσον υπάρχουν, από τα φύλλα επιθεώρησης. Η τιμή της *πραγματικής* ετήσιας συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας πιθανόν να διαφέρει από την τιμή της *υπολογιζόμενης* ετήσιας συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διάφορους λόγους, όπως π.χ. στη μη επίτευξη των επιθυμητών συνθηκών άνεσης κατά τη λειτουργία του κτιρίου / τμήματος κτιρίου, στη διαφοροποίηση του λειτουργικού ωραρίου του κτιρίου σε σχέση με το τυπικό λειτουργικό ωράριο της αντίστοιχης χρήσης, στην συμπεριφορά των χρηστών, στην ελλιπή συλλογή στοιχείων κατανάλωσης κ.α. Διευκρινιστικές παρατηρήσεις σχετικά με τυχόν διαφοροποιήσεις μεταξύ πραγματικής και υπολογιζόμενης κατανάλωσης, μπορούν, κατά την κρίση του επιθεωρητή, να αναγραφούν στο έντυπο επιθεώρησης.

ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m² κλιματιζόμενης

επιφάνειας [kg/(m²*έτος)] με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας: αναγράφεται η τιμή των συνολικών ετήσιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας του κτιρίου / τμήματος κτιρίου, βάσει της πραγματικής ετήσιας συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, αξιολογώντας την λειτουργία του κτιρίου.

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή Ενέργειας / Τελική Χρήση / Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%): επιλέγεται με [X] ο τρόπος με τον οποίο υπολογίστηκαν τα στοιχεία του πίνακα. Συγκεκριμένα, ο πίνακας αυτός συμπληρώνεται με βάση είτε τα συλλεχθέντα στοιχεία κατανάλωσης του κτιρίου / τμήματος κτιρίου (βλ. ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας του κτιρίου – σελ. 1 πιστοποιητικού), είτε την υπολογιζόμενη ενεργειακή κατανάλωση (βλ. ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ – σελ. 1 πιστοποιητικού) και προσδιορίζεται η πηγή ενέργειας (ηλεκτρική, ορυκτά καύσιμα, ΑΠΕ), ανά τελική χρήση, καθώς και η συνεισφορά της (%) στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου / τμήματος του κτιρίου. Το σύνολο των επιμέρους ποσοστών θα πρέπει να είναι 100%. Τέλος, επιλέγεται με [X] η τελική χρήση που αντιστοιχεί σε κάθε πηγή ενέργειας.

Ετήσια Κατανάλωση ενέργειας [kWh/(m²*έτος)] ανά τελική χρήση: αναγράφονται οι τιμές της ετήσιας πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας του κτιρίου / τμήματος κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης (ZNX). Στις παραπάνω τιμές δεν συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των συσκευών.

ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ / ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ

Διαπιστώσεις/Υποδείξεις τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης: δίνεται σύντομη περιγραφή των προτεινόμενων μέτρων /επεμβάσεων (βλ. αντίστοιχο παραδοτέο KENAK) για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου / τμήματος κτιρίου, οι οποίες ιεραρχούνται και σε σχέση με το κόστος / όφελος που συνεπάγονται. Για κάθε σύσταση αναγράφονται σε πίνακα το αντίστοιχο αρχικό κόστος επένδυσης, η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και η ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όπως προκύπτουν βάσει της υπολογιστικής μεθόδου (βλ «Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων», KENAK), καθώς και η περίοδος αποπληρωμής.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ - ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΗ

Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού: αναγράφεται η ημερομηνία έκδοσης του πιστοποιητικού ως HH/MM/YYYY.

Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή: αναγράφεται το ονοματεπώνυμο του επιθεωρητή ο οποίος συντάσσει το πιστοποιητικό.

Α.Μ. Επιθεωρητή: αναγράφεται ο αριθμός μητρώου του επιθεωρητή ο οποίος συντάσσει το πιστοποιητικό.

Υπογραφή και Σφραγίδα του επιθεωρητή ο οποίος συντάσσει το πιστοποιητικό. __

Επίλογος

Στα κεφάλαια που προηγήθηκαν, έγινε προσπάθεια να προσεγγισθεί το ενεργειακό πρόβλημα και ειδικότερα η συμμετοχή του κτιριακού τομέα σε αυτό. Εξετάσθηκε η ελληνική πραγματικότητα και το νομοθετικό πλαίσιο. Ακολούθως, παρουσιάστηκαν οι σύγχρονες προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Σαν συμπέρασμα τα κτίρια στην Ελλάδα παρουσιάζουν μεγάλη ενεργειακή κατανάλωση και προβληματική περιβαλλοντική ποιότητα. Αυτό οφείλεται στη μη χρήση ενεργειακά αποδοτικής τεχνολογίας, στην μη εφαρμογή της ενεργειακής νομοθεσίας και στην νοοτροπία των πολιτών.

Η νέα ευρωπαϊκή οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων δημιουργεί νέες επενδυτικές δυνατότητες και προοπτικές για τον κατασκευαστικό επιχειρηματικό τομέα. Το μεγάλο όφελος, όμως, είναι η βελτίωση της ποιότητας ζωής των πολιτών. Δεν είναι αρκετά όμως αυτά τα μέτρα. Χρειάζονται νέα, που θα δίνουν κίνητρα και αντικίνητρα στους πολίτες με σκοπό να αλλάξει η νοοτροπία.

Βιβλιογραφία

Πέρδιος Σ., “ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ – ΑΘΛΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ – ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ – ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ – ΤΟΜΟΣ Α”, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ – 4Μ, Αθήνα 2007.

Πέρδιος Σ., “ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ – ΑΘΛΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ – ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ – ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ – ΤΟΜΟΣ Β”, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ – 4Μ, Αθήνα 2007.

Ευθυμίου Η., “ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ”, Εκδόσεις ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ, Αθήνα 2005.

Τσίπρας Κ., “ΤΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΣΠΙΤΙ”, Εκδόσεις ΝΕΑ ΣΥΝΟΡΑ Α.Α. ΛΙΒΑΝΗ, χ.τ. 1996.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, “ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες”, Εκδόσεις ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ Α. – ΠΑΙΔΕΙΑ Α.Ε., Θεσσαλονίκη 1994.

Τσίπρας Κ. – Τσίπρας Θ., “ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ”, Εκδόσεις ΚΕΔΡΟΣ, χ.τ. 2005.

Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ), “ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ” (Ευθυμίου Η., επιμέλεια), Εκδόσεις ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ, Αθήνα 2000.

Παπαχαραλάμπους Ν., “ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ”, Εκδόσεις ΠΑΠΑΣΩΤΗΡΙΟΥ, Αθήνα 2008.

Παπαϊωάννου Γ., “ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ”, Εκδόσεις ΙΩΝ, χ.τ. 2008.

Πηγές από Internet

Κόμβος Ευρωπαϊκής Ένωσης: http://europa.eu/index_el.htm

Enper Exist : <http://www.enper-exist.com/>

EPA – ED : <http://www.epa-ed.org>

ΚΑΠΕ: <http://www.cres.gr>

Greenpeace: <http://www.greenpeace.gr>