



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ
ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΤΟ Π. ΦΑΛΗΡΟ**



ΖΑΦΕΙΡΑΤΟΥ ΕΛΕΝΗ – ΣΑΚΑΓΙΑΝΝΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΙΩΑΝΝΗΣ ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ

ΑΘΗΝΑ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Δομοστατικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. από τις φοιτήτριες Ζαφειράτου Ελένη και Σακαγιάννη Βασιλική.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας αυτής είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ξενοδοχειακής μονάδας καθώς επίσης και η μελέτη του ανθρακικού αποτυπώματος αυτής.

Υπεύθυνος της διπλωματικής μας εργασίας ήταν ο Καθηγητής του Ε.Μ.Π., κ.Τζουβαδάκης Ιωάννης, τον οποίο θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε καθώς με την ανάθεση της εργασίας αυτής μας έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθούμε με αυτό το εξαιρετικά ενδιαφέρον αντικείμενο.

Ακόμη, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα της διπλωματικής μας εργασίας, διδάκτορα κ. Πιερρή Στέλλα, για την υποστήριξη, την καθοδήγηση καθώς επίσης και για τις πληροφορίες που μας παρείχε κατά τη συγγραφή της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά το οικογενειακό και φιλικό μας περιβάλλον. Χάρη στην υπομονή και τη στήριξη που μας παρείχαν με κάθε δυνατό τρόπο, η εκπλήρωση των στόχων και των φιλοδοξιών μας έγινε πραγματικότητα.

Ζαφειράτου Ελένη - Σακαγιάννη Βασιλική

Οκτώβριος 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία αποτελεί ένα εγχείρημα σχεδίασης μιας ξενοδοχειακής αστικής μονάδας η οποία θα ελαχιστοποιήσει όσο το δυνατόν περισσότερο τις παραγωγές διοξειδίου του άνθρακα σε όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου από την κατασκευή του, τη λειτουργία του έως και τη κατεδάφιση του.

Η προσπάθεια αυτή αποτέλεσε μια πολύπλευρη προσέγγιση καθώς οι λειτουργίες ενός ξενοδοχείου είναι ποικίλες. Συγκεκριμένα, η εργασία αυτή ασχολήθηκε με την αρχιτεκτονική σχεδίαση ενός λειτουργικού ξενοδοχείου, το οποίο θα εξυπηρετεί τις ανάγκες των επισκεπτών του από τους κοινόχρηστους χώρους έως και τα δωμάτια διαμονής. Ταυτόχρονα, κατά τη σχεδίαση του ξενοδοχείου εστίασαμε στο βιοκλιματικό σχεδιασμό του, ο οποίος αποτελεί και το βασικότερο τομέα ώστε να μειωθεί το ανθρακικό αποτύπωμα αυτού και επιλέξαμε τις **κατάλληλες εφαρμογές** για την ξενοδοχειακή μονάδα. Δώσαμε ιδιαίτερη προσοχή στα εξής: τη **χωροθέτηση** του κτιρίου στο οικοπέδο και τη διάρθρωση των χώρων σύμφωνα με τη λειτουργία, τα ηλιακά παθητικά συστήματα, την **ηλιοπροστασία - το σκιασμό** του κτιρίου, τη **βλάστηση** του περιβάλλοντος χώρου, καθώς επίσης και τη δημιουργία **φυτεμένων δωματίων**, το **φυσικό δροσισμό** αλλά και το **φυσικό αερισμό** του ξενοδοχείου. Επιπλέον, ασχοληθήκαμε με το φυσικό αλλά και τον τεχνητό φωτισμό του κτιρίου ώστε να γίνεται η ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση. Ακολούθως, μελετήθηκαν τα **δομικά υλικά** και επιλέχθηκαν τα πλέον οικολογικά αλλά και κατάλληλα για τη στατικότητα του κτιρίου, όπως και τα πιο αποδοτικά για τη θερμομόνωση και ηχομόνωση του ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι θερμικές και ενεργειακές του απώλειες. Συνεχίζοντας τη σχεδίαση του έργου ενσωματώθηκαν **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** όπως τα Φωτοβολταϊκά συστήματα και η Γεωθερμική ενέργεια. Στη μελέτη του αποτυπώματος του CO₂ συμπεριλήφθηκαν και οι ενδεχόμενες **μετακινήσεις των επισκεπτών** του ξενοδοχείου καθώς επίσης και η **μεταφορά** τους, αεροπορικώς και ακτοπλοϊκώς, από διάφορες χώρες της Ευρώπης και βρέθηκαν οι ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα από αυτές. Τέλος, αναφέρθηκαν πρακτικές οι οποίες εφαρμόζονται παγκοσμίως σε ξενοδοχεία και τα καθιστούν φιλικά προς το περιβάλλον.

ABSTRACT

This thesis was a trial to design an urban hotel that will minimize as much as possible the production of carbon dioxide over the lifetime of the building from its construction and operation up to its demolition.

This effort was a multifaceted approach as the functions of a hotel are varied. Specifically, this project worked on the architectural design of a functional hotel, which will serve the needs of visitors not only at the public areas, but also at the rooms. Simultaneously, we focused on the bioclimatic design, which is the main sector in order to reduce the carbon footprint of this hotel, we also chose the appropriate applications for it. We paid attention to the following: the location of the building in the plot and the layout of spaces according to their function, the passive solar systems, the sun protection-shade of the building, the vegetation in the surrounding area, as well as the creation of planted roofs, the natural cooling and the natural ventilation of the building. Furthermore, we dealt with the natural and artificial lighting of the building in order to achieve the minimum energy consumption. Then, we did a research among the building materials and we selected the most ecological and appropriate for the statics of the building, as well as the most efficient for heat and sound insulation in order to minimize heat and energy losses. Continuing the design of the hotel, were incorporated alternative energy sources such as photovoltaics and geothermal energy. The study of the carbon footprint included the conveyance of our guests, as well as their transportation by air and sea, from different European countries and the calculation of the amount of carbon dioxide that is being produced by them. Finally, we mentioned practices, which are applied worldwide and make hotels environmentally friendly.

ΣΥΝΟΨΗ

Στο **1^ο κεφάλαιο**, γίνεται μια εισαγωγή στην επικρατούσα κατάσταση στον κτιριακό τομέα και τη σχέση του με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και την κλιματική αλλαγή. Ακόμα, περιγράφονται τα στοιχεία του οικοπέδου και της ξενοδοχειακής μονάδας, ενώ ταυτόχρονα αναφέρονται τα βασικά στάδια υλοποίησης του έργου.

Στο **2^ο κεφάλαιο**, παρατίθεται η ισχύουσα νομοθεσία για τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων και, συγκεκριμένα, αναφέρονται οι παράγραφοι εκείνες που αφορούν στα ξενοδοχεία.

Στο **3^ο κεφάλαιο**, περιγράφονται οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού καθώς επίσης και η συμβολή του στη μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος ενός κτιρίου. Στο κεφάλαιο αυτό, επίσης, επισυνάπτονται εικόνες και πληροφορίες ξενοδοχειακών μονάδων παγκόσμιας κλίμακας, τα οποία αποτελούν λαμπρά παραδείγματα εφαρμογής του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Στο **4^ο κεφάλαιο**, ορίζεται η έννοια της θερμικής άνεσης και περιγράφεται η επίτευξη αυτής στην ξενοδοχειακή μονάδα μέσω συγκεκριμένων παραμέτρων.

Στο **5^ο κεφάλαιο**, αναφέρονται τα ηλιακά παθητικά συστήματα, άμεσου και έμμεσου ηλιακού κέρδους, οι ηλιακοί χώροι και ποια από αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί στη συγκεκριμένη ξενοδοχειακή μονάδα.

Στο **6^ο κεφάλαιο**, γίνεται παρουσίαση των μεθόδων θερμικής προστασίας του κελύφους της ξενοδοχειακής μονάδας. Περιγράφονται συστήματα για την επίτευξη ηλιοπροστασίας-σκιασμού, η βλάστηση, καθώς επίσης, οι μέθοδοι φυσικού αερισμού και δροσισμού, προκειμένου να μειωθούν τα θερμικά κέρδη του κτιρίου.

Στο **7^ο κεφάλαιο**, γίνεται αναφορά στο φυσικό φωτισμό και τις τεχνικές αξιοποίησης του. Ταυτόχρονα δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην επίδραση του φυσικού φωτισμού τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας, όσο και στην οπτική άνεση και ευεξία των πελατών της ξενοδοχειακής μονάδας.

Στο **8^ο κεφάλαιο**, παρουσιάζονται οι επιπτώσεις των συμβατικών δομικών υλικών στον άνθρωπο αλλά και το φυσικό περιβάλλον και υπογραμμίζεται η σπουδαιότητα των οικολογικών. Επίσης, γίνεται αναφορά στα δομικά υλικά, τις θερμομονώσεις, τα χρώματα και τα κονιάματα κ.ά. που χρησιμοποιήθηκαν στην ξενοδοχειακή μονάδα.

Στο **9^ο κεφάλαιο**, αναφέρεται η ενσωμάτωση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στον ενεργειακό σχεδιασμό της ξενοδοχειακής μονάδας. Περιγράφονται τα φωτοβολταϊκά συστήματα και η γεωθερμία, μιας και είναι οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν.

Στο **10^ο κεφάλαιο**, ασχολούμαστε με το ανθρακικό αποτύπωμα του τουρίστα από τις μετακινήσεις. Αναφέρεται η σχέση της ναυσιπλοΐας και των αερομεταφορών με τις

εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις εκπομπές άνθρακα που προέρχονται από τις μετακινήσεις του τουρίστα εντός του Ν. Αττικής καθώς επίσης και προτάσεις μείωσης των εκπομπών αυτών.

Στο **11^ο κεφάλαιο**, παρουσιάζονται απλοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας και εξοικονόμησης νερού. Επίσης, αναφέρεται το θέμα της διαχείρισης αποβλήτων καθώς επίσης και άλλες τακτικές μείωσης των εκπομπών του CO₂.

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες	i
Περίληψη	ii
Abstract	iii
Σύνοψη.....	iv
Πίνακας περιεχομένων.....	vi
Κατάλογος Εικόνων.....	xii
Κατάλογος Διαγραμμάτων	xvi
Κατάλογος Πινάκων	xvii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Αντικείμενο και Σκοπός.....	1
1.2 Στοιχεία του οικοπέδου – ξενοδοχειακής μονάδας.....	2
2. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	5
2.1 Γενικά.....	5
2.2 Το εγχώριο νομοθετικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων	7
3. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΩΣ ΜΕΣΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ.....	14
3.1 Το πρόβλημα του διοξειδίου του άνθρακα	14
3.2 Βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	15
3.2.1 Περιβαλλοντικές παράμετροι.....	16
3.2.2 Αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού	19
3.3 Βιοκλιματικός σχεδιασμός στα ξενοδοχεία-Παραδείγματα πράσινων ξενοδοχείων	22
4. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ	28
4.1 Παράμετροι θερμικής άνεσης	28
4.2 Θερμικές ενδείξεις.....	32
4.3 Θερμική άνεση στην ξενοδοχειακή μονάδα.....	34
5. ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	36
5.1 Συστήματα άμεσου ή απευθείας ηλιακού κέρδους	37
5.1.1 Θερμική μάζα	37

5.1.2	Ανοίγματα.....	40
5.1.2.1	Κατάλληλα προσανατολισμένα ανοίγματα	40
5.1.2.2	Τύποι υαλοπινάκων	42
5.2	Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους.....	47
5.2.1	Έμμεση αποθήκευση	47
5.2.2	Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης	47
5.2.3	Θερμοσιφωνικό πανέλο/αεροσυλλέκτης.....	52
5.2.4	Οροφή νερού/ηλιακή λίμνη.....	53
5.3	Ηλιακοί Χώροι	54
5.3.1	Θερμοκήπιο	54
5.3.2	Ηλιακό αίθριο	59
5.4	Επιλογή ηλιακών παθητικών συστημάτων στην ξενοδοχειακή μονάδα.....	63
5.4.1	Νότια ανοίγματα και θερμική μάζα.....	64
5.4.2	Συστήματα έμμεσου κέρδους.....	65
6.	ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	71
6.1	Ηλιοπροστασία – σκιασμός	71
6.1.1	Σχεδιασμός της ηλιοπροστασίας	72
6.1.2	Οριζόντια σκίαστρα.....	74
6.1.3	Κατακόρυφα σκίαστρα.....	77
6.1.4	Συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων σκίαστρων	79
6.1.5	Εσωτερικά κινητά σκίαστρα	79
6.1.6	Ειδικά κρύσταλλα.....	80
6.1.7	Φράγμα ακτινοβολίας.....	83
6.1.8	Ανακλαστικά επιχρίσματα	87
6.1.9	Σκίαση από την τοπογραφική διαμόρφωση	89
6.1.10	Σκίαση από γειτονικά κτίρια	89
6.1.11	Επιλεγμένα συστήματα σκίασης στην ξενοδοχειακή μονάδα.....	89
6.2	Βλάστηση και κτίριο	91
6.2.1	Φύτευση περιβάλλοντα χώρου	92
6.2.2	Φύτευση οικοπέδου κατασκευής της ξενοδοχειακής μονάδας	94
6.2.3	Φυτεμένο δώμα	96
6.2.4	Εφαρμογή των φυτεμένων δωμάτων στην ξενοδοχειακή μονάδα.....	105

6.3 Φυσική ψύξη-Δροσισμός	107
6.3.1 Ψύξη από εξάτμιση	107
6.3.2 Δροσισμός από το έδαφος	110
6.3.3 Δροσισμός από ακτινοβολία	111
6.3.4 Ο φυσικός δροσισμός στην ξενοδοχειακή μονάδα	113
6.4 Φυσικός αερισμός	114
6.4.1 Κατακόρυφος αερισμός-πύργος αερισμού	115
6.4.2 Ηλιακή καμινάδα.....	118
6.4.3 Διαμπερής αερισμός	119
6.4.4 Αεριζόμενο κέλυφος.....	121
6.4.5 Ο αερισμός στην ξενοδοχειακή μονάδα.....	121
7. ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....	125
7.1 Οπτική άνεση	125
7.2 Συντελεστής φυσικού φωτός.....	125
7.3 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού.....	127
7.3.1 Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία.....	127
7.3.2 Ανοίγματα οροφής.....	128
7.3.3 Αίθρια.....	129
7.3.4 Φωταγωγοί/ φωτοσωλήνες.....	129
7.4 Τεχνικές βελτίωσης συστημάτων φυσικού φωτισμού	130
7.4.1 Ηλιοστάσια	130
7.4.2 Ανακλαστικές περσίδες.....	131
7.4.3 Ράφια φωτισμού	131
7.4.4 Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά.....	131
7.4.5 Διαφανή υλικά ανοιγμάτων.....	132
7.4.6 Διαφανής θερμομόνωση.....	132
7.5 Τελευταίες τεχνολογίες για τον φωτισμό.....	133
7.5.1 Λαμπτήρες υψηλής απόδοσης και χαμηλής κατανάλωσης.....	133
7.5.2 Φωτιστικά.....	135
7.5.3 Συστήματα ελέγχου φωτισμού	136
7.6 Ο φυσικός φωτισμός στην ξενοδοχειακή μονάδα.....	137
7.7 Ο τεχνητός φωτισμός στην ξενοδοχειακή μονάδα.....	139
7.8 Μελέτη ενεργειακής απόδοσης λαμπτήρων.....	141

8. ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ	145
8.1 Το δομημένο περιβάλλον και το φυσικό οικοσύστημα	145
8.2 Χαρακτηριστικά οικολογικού δομικού υλικού	147
8.2.1 Ενσωματωμένη ενέργεια	147
8.2.1.1 Γενικά	147
8.2.1.2 Παραγωγή και μεταφορά	149
8.2.2 Ανακύκλωση	150
8.2.3 Ο κύκλος ζωής ενός κτιρίου και των υλικών του	151
8.2.4 Τοξικότητα	153
8.2.5 Ραδιενέργεια	154
8.3 Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου.....	155
8.4 Παραδοσιακά υλικά	156
8.5 Γνωστά Δομικά Υλικά	158
8.5.1 Ξύλο.....	158
8.5.2 Σκυρόδεμα.....	160
8.5.3 Μέταλλα	161
8.6 Οικολογικά χρώματα-βαφές.....	162
8.7 Οικολογικά κονιάματα	164
8.8 Θερμομονωτικά υλικά.....	165
8.8.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα διάφορων τεχνικών θερμομόνωσης	166
8.8.2 Ιδιότητες θερμομονωτικών υλικών	167
8.8.3 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά	169
8.8.4 Θερμομονωτικά υλικά στην ελληνική αγορά.....	171
8.9 Κριτήρια επιλογής δομικών υλικών	173
8.10 Επιλογή δομικών υλικών ξενοδοχειακής μονάδας	175
9. Ο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	178
9.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	178
9.2 Φωτοβολταϊκά στα κτίρια	180
9.3 Ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στοιχείων στην ξενοδοχειακή μονάδα.....	183
9.4 Γεωθερμία	188
9.5 Επιλογή γεωθερμικών συστημάτων στην ξενοδοχειακή μονάδα	193

10. ΤΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΟΥ ΤΟΥΡΙΣΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ	196
10.1 Κλιματική αλλαγή και αέρια του θερμοκηπίου	196
10.1.1 Κλίμα και Πολιτική	198
10.2 Ανθρακικό αποτύπωμα	198
10.3 Οι εκπομπές CO ₂ από τα επιβατηγά οχήματα.....	201
10.3.1 Προτάσεις για τη μείωση των εκπομπών CO ₂ από τις μεταφορές.....	202
10.3.2 Υβριδικά οχήματα	204
10.3.3 Η συμβολή της ξενοδοχειακής μονάδας στη μείωση των εκπομπών CO ₂ από τις μεταφορές.....	206
10.3.4 Εκτίμηση του ανθρακικού αποτυπώματος του τουρίστα κατά τις οδικές μετακινήσεις εντός του νομού Αττικής.....	208
10.4 Οι εκπομπές CO ₂ από τις αερομεταφορές και τη ναυτιλία	210
10.4.1 Οι εκπομπές από τις αεροπορικές δραστηριότητες.....	210
10.4.2 Από τι εξαρτώνται οι εκπομπές των αεροσκαφών	211
10.4.3 Νομοθεσία και μέτρα αντιμετώπισης.....	211
10.4.4 Η εκτίμηση του ανθρακικού αποτυπώματος ενός τουρίστα από τις αερομεταφορές εντός της Ευρώπης	216
10.4.5 Η επίδραση της ναυτιλίας στο περιβάλλον	222
10.4.6 Ναυτιλία και CO ₂	222
10.4.7 IMO και CO ₂	222
11. ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ.....	226
11.1 Πρακτικές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας.....	227
11.2 Μέθοδοι εξοικονόμησης του νερού	228
11.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων	229
11.4 Άλλες μέθοδοι και πρακτικές.....	230
Συμπεράσματα	231
Βιβλιογραφικές αναφορές	232
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	246
A1: Πίνακες μέτρησης αποστάσεων σημείων από τη ξενοδοχειακή μονάδα και εκπομπών CO ₂ ανά κατηγορία οχήματος	246
A2: Πίνακας αεροδρομίων-Αποστάσεις από αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος.....	249
A3: Πίνακες Υπολογισμού των εκπομπών CO ₂ από τις αερομεταφορές.....	252

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	255
-------------------------	------------

Σχέδια-Οικοδομικές Λεπτομέρειες

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1: Θέση οικοπέδου	3
Εικόνα 3.1: Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO ₂ στην ατμόσφαιρα.....	14
Εικόνα 3.2: Στάθμες εδάφους οικοπέδου.	18
Εικόνα 3.3: Θέση οικοπέδου.	18
Εικόνα 3.4: Βέλτιστος προσανατολισμός και σχήμα κτιρίου.....	20
Εικόνα 3.5: Κτίριο επίμηκες κατά τον άξονα βορρά-νότου, σε κλιμακωτή διάταξη	20
Εικόνα 3.6: Το Proximity Hotel στη Νότια Καρολίνα	23
Εικόνα 3.7: Το Jury's Inn hotel στη Γλασκόβη.....	24
Εικόνα 3.8: The Novotel & Ibis Hotel, Homebush Bay, Sydney, Australia	25
Εικόνα 3.9: Το Rocabella Mykonos art hotel and spa στη Μύκονο.....	26
Εικόνα 3.10: Το Ξενοδοχείο Thalassa Beach Resort στα Χανιά.....	27
Εικόνα 4.1: Θερμική άνεση.	28
Εικόνα 4.2: Κλίμακα προσδιορισμού PMV.	33
Εικόνα 5.1: Ηλιακά παθητικά συστήματα άμεσου κέρδους.....	37
Εικόνα 5.2: Λειτουργία θερμικής μάζας.....	38
Εικόνα 5.3: Χρήση θερμικής μάζας το χειμώνα και το καλοκαίρι.....	39
Εικόνα 5.4: Άμεσο ηλιακό κέρδος από ανοίγματα.....	40
Εικόνα 5.5: Προστασία από υαλοπίνακες	42
Εικόνα 5.6: Απορροφούμενη ακτινοβολία μέσα από τζάμι	43
Εικόνα 5.7: Λειτουργία τοίχου μάζας.....	47
Εικόνα 5.8: Ηλιοπροστασία και αερισμός τοίχου μάζας.....	49
Εικόνα 5.9: Ο τοίχος Trombe	49
Εικόνα 5.10: Σχηματική αναπαράσταση του τοίχου Trombe.....	50
Εικόνα 5.11: Τομή σε τοίχο νερού	51
Εικόνα 5.12: Αρχή λειτουργίας του θερμοσιφωνικού πανελού	53
Εικόνα 5.13: Λειτουργία λίμνης οροφής	54
Εικόνα 5.14: Προτεινόμενες λύσεις λειτουργίας του θερμοκηπίου	54
Εικόνα 5.15: Λειτουργία θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας ..	55
Εικόνα 5.16: Λειτουργία θερμοκηπίου	55
Εικόνα 5.17: Τα ελάχιστα ανοίγματα του θερμοκηπίου κατά τη θερινή περίοδο	57

Εικόνα 5.18: α) είσοδος του θερμού αέρα στον χώρο του κτιρίου από τα ανοίγματα του νότιου τοίχου. β) είσοδος και έξοδος των θυρίδων του θερμού και του ψυχρού αέρα από τις θυρίδες του νότιου τοίχου.....	58
Εικόνα 5.19: Το κύκλωμα θερμού ψυχρού αέρα μεταξύ θερμοκηπίου και rock bed	58
Εικόνα 5.20: Το ηλιακό αίθριο	59
Εικόνα 5.21: Η λειτουργία του ηλιακού αίθριου	60
Εικόνα 5.22: Σκίαση και αερισμός για την αποφυγή αύξησης της θερμοκρασίας.....	63
Εικόνα 5.23: Θερμοκήπιο ενσωματωμένο στους χώρους του κτιρίου (κατοικία στο πανόραμα Θεσσαλονίκης)	67
Εικόνα 5.24: Βριέζια.....	68
Εικόνα 5.25: Γκουζμάνια.....	68
Εικόνα 6.1: Ταύτιση ηλιακού χάρτη και μετρητή σκιασμού για προσανατολισμό όψης 45° προς τη δύση	73
Εικόνα 6.2: Οριζόντιες προεξοχές για σκίαση νότιας όψης	74
Εικόνα 6.3: Μορφές σταθερών και κινητών σκιάστρων νοτιάς όψεις	74
Εικόνα 6.4: Οριζόντιο σκίαστρο στο ύψος της άνω παρειάς του ανοίγματος.....	75
Εικόνα 6.5: Οριζόντιο σκίαστρο στο ύψος της οροφής του ορόφου.....	75
Εικόνα 6.6: Το οριζόντιο σκίαστρο που απέχει δεξιά και αριστερά από το άνοιγμα.....	76
Εικόνα 6.7: Οριζόντιες διακοπτόμενες περσίδες	76
Εικόνα 6.8: Μορφές περσίδων για ανατολική και δυτική όψη	77
Εικόνα 6.9: Εξωτερικές μεταλλικές, ρυθμιζόμενες περσίδες	77
Εικόνα 6.10: Εξωτερικές σταθερές περσίδες κατάλληλες για δυτικούς και ανατολικούς προσανατολισμούς.....	78
Εικόνα 6.11: Ανοιγόμενο Παντζούρι.....	78
Εικόνα 6.12: Τέντα τοποθετημένη σε ισόγειο κτιρίου	79
Εικόνα 6.13: Μορφές περσίδων για νοτιοανατολική και νοτιοδυτική όψη	79
Εικόνα 6.14: Ενετικά στόρια	80
Εικόνα 6.15: Ηλεκτοχρωμικοί υαλοπίνακες.....	81
Εικόνα 6.16: Κρύσταλλα χαμηλής εκπομπής που αντανακλούν τη θερμική ενέργεια, ενώ επιτρέπουν τη διέλευση του ορατού φωτός.....	82
Εικόνα 6.17: Φράγμα ακτινοβολία	83
Εικόνα 6.18: Τοποθέτηση φράγματος ακτινοβολίας.....	84
Εικόνα 6.19: Επιτρεπόμενες θέσεις 1, 2 τοποθέτησης φράγματος ακτινοβολίας	84
Εικόνα 6.20: Η λειτουργία του φράγματος ακτινοβολίας	85

Εικόνα 6.21: Η χρήση του φράγματος ακτινοβολίας το καλοκαίρι και τον χειμώνα	86
Εικόνα 6.22: Ανακλαστικά υλικά	87
Εικόνα 6.23: Κλίμακα συντελεστή LRV	88
Εικόνα 6.24: Θέση του οικοπέδου προς ανέγερση του ξενοδοχείου.....	90
Εικόνα 6.25: Σκίαση με δέντρα. Η ερριμένη σκιά του.....	92
Εικόνα 6.26: Συνδυασμός φύτευσης δέντρων	93
Εικόνα 6.27: <i>Acer platanoides Globosum</i>	95
Εικόνα 6.28: <i>Tamarix tetrandra</i>	95
Εικόνα 6.29: Λεύλαντ.....	95
Εικόνα 6.30: Η θερμομόνωση από το φυτεμένο δώμα.....	97
Εικόνα 6.31: Η ηχομόνωση από το φυτεμένο δώμα.....	97
Εικόνα 6.32: Αιχμαλώτιση της σκόνης από τα φυτά.....	98
Εικόνα 6.33: Η βελτίωση της ποιότητας του βρόχινου νερού από το φυτεμένο δώμα	98
Εικόνα 6.34: Αισθητική αναβάθμιση από το φυτεμένο δώμα.....	99
Εικόνα 6.35: Η εκμετάλλευση του φυτεμένου δώματος ως χώρος αναψυχής	99
Εικόνα 6.36: Οι απαραίτητες στρώσεις για τη κατασκευή φυτεμένου δώματος.....	101
Εικόνα 6.37: Εκτατικός τύπος	101
Εικόνα 6.38: Διαστρωμάτωση εκτατικού τύπου	102
Εικόνα 6.39: Ημιεντατικός τύπου.....	102
Εικόνα 6.40: Εντατικός τύπος	103
Εικόνα 6.41: Διαστρωμάτωση εντατικού τύπου.....	104
Εικόνα 6.42: <i>Sedum</i>	106
Εικόνα 6.43: Η ροδιά.....	106
Εικόνα 6.44: Η λειτουργία της λίμνης οροφής κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας.....	109
Εικόνα 6.45: Τομή ημιυπόσκαφου οικισμού της Οίας στη Σαντορίνη	110
Εικόνα 6.46: Σύστημα υπεδάφιας αγωγών	111
Εικόνα 6.47: Λειτουργία της ακτινοβόλου ψύξης εντός του χώρου	112
Εικόνα 6.48: Η ακτινοβολία της θερμότητας προς το περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας.....	113
Εικόνα 6.49: Η πισίνα ως τεχνική άμεσου φυσικού δροσισμού.....	114
Εικόνα 6.50: Οι ανεμιστήρες οροφής ως μέσο εναλλαγής-επαγωγής των θερμών αέριων μαζών	116

Εικόνα 6.51: Το κλιμακοστάσιο ως λύση κατακόρυφου αερισμού	116
Εικόνα 6.52: Ο πύργος αερισμού.....	117
Εικόνα 6.53: Η λειτουργία του πύργου αερισμού	118
Εικόνα 6.54: Ηλιακή καμινάδα.....	118
Εικόνα 6.55: Διαμόρφωση ηλιακής καμινάδας	119
Εικόνα 6.56: Διαμερής αερισμός.....	119
Εικόνα 6.57: Ο ρόλος των εξωτερικών στοιχείων του κελύφους στην κατεύθυνση και ροή του αέρα.....	120
Εικόνα 6.58: Η δενδροφύτευση διαμορφώνει ρεύματα ανέμου στην περιοχή γύρω από το κτίριο	120
Εικόνα 6.59: Η Τζαμαρία «φυσαρμόνικα».....	122
Εικόνα 6.60: Συρόμενα κουφώματα	124
Εικόνα 7.1: Παράγοντας φυσικού φωτισμού.....	127
Εικόνα 7.2: Άνοιγμα οροφής	128
Εικόνες 7.3: Φωτοσωλήνας	130
Εικόνα 7.4: Φωταγωγός.....	130
Εικόνα 7.5: Ανακλαστικές περσίδες και ράφια φωτισμού	131
Εικόνα 7.6: Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά.....	132
Εικόνα 7.7: Θερμικά κέρδη διαφανούς μόνωσης	133
Εικόνα 7.8: Λαμπτήρες πυρακτώσεως	134
Εικόνα 7.9: λαμπτήρας LED.....	134
Εικόνα 7.10: Φωτιστικό σώμα νέας τεχνολογίας	136
Εικόνα 7.11: Φυτεμένο δώμα και φωτοσωλήνες.....	138
Εικόνα 7.12: Βελτιωμένοι λαμπτήρες πυρακτώσεως	140
Εικόνα 8.1: Συσχετισμός ανθρώπου και φυσικού οικοσυστήματος.....	145
Εικόνα 8.2: Πορεία ωρίμανσης κριτηρίων	146
Εικόνα 8.3: Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής ενός οικοδομικού υλικού.....	152
Εικόνα 8.4: Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου.....	155
Εικόνα 8.5: Μόνωση τοίχου	175
Εικόνα 8.6: Μόνωση βατού δώματος	176
Εικόνα 9.1: Φωτοβολταϊκά ενσωματωμένα στη στέγη ξενοδοχείων	180
Εικόνα 9.2: Χάρτης της Ελλάδας με την ετήσια ηλιακή ακτινοβολία	184

Εικόνα 9.3: Χάρτης με τις κυριότερες περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα	191
Εικόνα 9.4: Ανοιχτό-Κλειστό κύκλωμα γεωθερμίας.....	192
Εικόνα 9.5: Κατακόρυφες-οριζόντιες σωληνώσεις γεωθερμικού συστήματος σε κατοικία	192
Εικόνα 10.1: Το υβριδικό αυτοκίνητο	205
Εικόνα 10.2: Υβριδικό επταθέσιο αμάξι	208
Εικόνα 10.3: Ποσοστά μετακινήσεων επιβατών σε σχέση με τα επιβαχιλίόμετρα που διανύθηκαν κατά το έτος 1999	211
Εικόνα 10.4: Εύρεση κέντρου Βάρους των μεγαλύτερων αεροδρομίων της Ελλάδας	220

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1.1: Μέση ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας σε Ελληνικά κτίρια	1
Διάγραμμα 1.2: Ανάλυση Ενεργειακών καταναλώσεων σε ένα τυπικό ξενοδοχείο	2
Διάγραμμα 4.1: Δείκτες PMV, PPD.	33
Διάγραμμα 4.2: Ένδειξη θερμικής άνεσης σε συνθήκες εσωτερικού χώρου	34
Διάγραμμα 5.1: Η επίδραση της θερμικής μάζας στην εσωτερική θερμοκρασία ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία	40
Διάγραμμα 5.2: Κατανάλωση Ενέργειας ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα	46
Διάγραμμα 5.3: Διακύμανση θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου για διαφορετικά πάχη και υλικά α) τοίχος μπετόν β) τοίχος νερού γ) τοίχος ωμόπλινθου δ) τοίχος από τούβλο	48
Διάγραμμα 5.4: Κατανομή θερμοκρασιών μέσα στο χρόνο (μέγιστη, μεση και ελάχιστη)	63
Διάγραμμα 5.5: Κατανομή ποσοστού μέσης μηνιαίας υγρασίας μέσα στο χρόνο	64
Διάγραμμα 5.6: Το φως της ημέρας το οποίο φτάνει απευθείας στον τελευταίο όροφο του αίθριου.....	69
Διάγραμμα 6.1: Ηλιακός χάρτης για 40° Β.Γ.Π και μετρητής σκιασμού	73
Διάγραμμα 6.2: Η κατανομή των ψυκτικών φορτίων σε ένα τυπικό 1500 τετραγωνικών ποδιών σπίτι της Κεντρικής Φλόριντα.....	87
Διάγραμμα 6.3: Ξηρός-Υγρός βολβός- ακτινοβολούσα υγρασία.....	108
Διάγραμμα 6.4: Η ένταση των ανέμων για την περιοχή του Ελληνικού	121

Διάγραμμα 7.1: Διακύμανση του παράγοντα φωτός της ημέρας σε ένα δωμάτιο για αναλογία επιφανειών υαλοπίνακα προς τοίχο 30% και 65%	126
Διάγραμμα 8.1: Ενσωματωμένη ενέργεια για συνήθη υλικά.	148
Διάγραμμα 8.2: Ενσωματωμένη ενέργεια σε τυπικό διώροφο κτίριο	149
Διάγραμμα 9.1: Η επιδιωκόμενη διείσδυση των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας έως το 2020	179
Διάγραμμα 9.2: Η επίδραση της τιμής της κλίσης και του προσανατολισμού στην διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία, στο επίπεδο των ηλιακών πλαισίων ενός κτηριακού Φ/Β συστήματος στην Αττική	183
Διάγραμμα 9.3: Μηνιαία παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκό σύστημα υπό σταθερή γωνία	187
Διάγραμμα 9.4: Μηνιαία ακτινοβολία επί επιπέδου για σταθερή γωνία κλίσης	187
Διάγραμμα 9.5: Ο ορίζοντας σε συνάρτηση με τη πορεία του ήλιου για το χειμώνα και το θερινό ηλιοστάσιο	188
Διάγραμμα 10.1: Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα μέσα μεταφοράς για την Ελλάδα το έτος 2005.....	201
Διάγραμμα 10.2: Το ποσοστό συμμετοχής στις εκπομπές CO ₂ κάθε τύπου επιβατηγού οχήματος σε μια διανύομενη απόσταση 9.5 km	209
Διάγραμμα 10.3: Οι εκπομπές CO ₂ από εσωτερικές και διεθνείς αεροπορικές μεταφορές κατά το διάστημα 1971-1999	210
Διάγραμμα 10.4: Αφίξεις μη κατοίκων στην Ελλάδα ανά μέσο μεταφοράς για το 2009-2010	217
Διάγραμμα 10.5: Αφίξεις μη κατοίκων στην Ελλάδα από το εξωτερικό για το 2009-2010	217
Διάγραμμα 10.6: Εκπομπές CO ₂ Τουριστών ανά Ευρωπαϊκό Κράτος	221
Διάγραμμα 10.7: Ποσοστό (%) διοξειδίου του άνθρακα που αναλογεί σε διάφορες πηγές	223
Διάγραμμα 10.8: Σύγκριση ενεργειακής απόδοσης του μεταφορικού έργου για διάφορα μέσα μεταφοράς	224

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1.1: Διαμονή τουριστών ανά Δημοτικό Διαμέρισμα Αττικής	3
Πίνακας 4.1: Σχέση θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας για θερμική άνεση.	30
Πίνακας 5.1: Σχέση μεταξύ εξωτερικής θερμοκρασίας και ανοιγμάτων τον χειμώνα σε εύκρατα κλίματα.	41

Πίνακας 5.2: Τύποι παραθύρων.....	44
Πίνακας 5.3: Συντελεστες θερμοπερατότητας για υαλοπίνακες διαφορων τύπων.	45
Πίνακας 5.4: Εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση διπλών και βελτιωμένων υαλοπινάκων.....	45
Πίνακας 5.5: Η επιφάνεια ενός κατάλληλα σχεδιασμένου τοίχου Trombe.....	51
Πίνακας 5.6: Ποσοστό μείωσης της ημερήσιας αποδοχής φωτός για διάφορες κατασκευές οροφής	69
Πίνακας 6.1: Προτεινόμενες τιμές του παράγοντα ηλιακού θερμικού κέρδους για διάφορους τύπους κλίματος.....	83
Πίνακας 7.1: Η αντιστοιχία ισχύος λαμπτήρα χαμηλής κατανάλωσης και κοινού λαμπτήρα για το ίδιο επίπεδο φωτισμού.....	135
Πίνακας 8.1: Τα κυριότερα τοξικά υλικά.....	154
Πίνακας 8.2: Κλάσεις ξυλείας.....	159
Πίνακας 8.3: Ιδιότητες των πιο γνωστών δομικών υλικών.....	169
Πίνακας 8.4: Κριτήρια επιλογής δομικών υλικών.....	173
Πίνακας 9.1: Χαρακτηριστικά μονοκρυσταλλικών πανέλων	185
Πίνακας 10.1: Κλιματικές επιπτώσεις λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας.....	197
Πίνακας 10.2: Οι 10 πρώτες χώρες παγκοσμίως με τις μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα	199
Πίνακας 10.3: Στάσεις λεωφορείων πλησίον ξενοδοχείου	207
Πίνακας 10.4: Στάσεις τραμ πλησίον ξενοδοχείου	207
Πίνακας 10.5: Στοιχεία συνήθων αεροσκαφών της πολιτικής αεροπορίας	211
Πίνακας 10.6: Κατηγοριοποίηση πτήσεων και συντελεστές εκπομπής CO ₂ ανά επιβάτοχιλιόμετρο.....	218
Πίνακας 10.7: Κατηγορίες πλοίων, η ισχύς των μηχανών τους και η κατανάλωση fuel oil και diesel oil	224

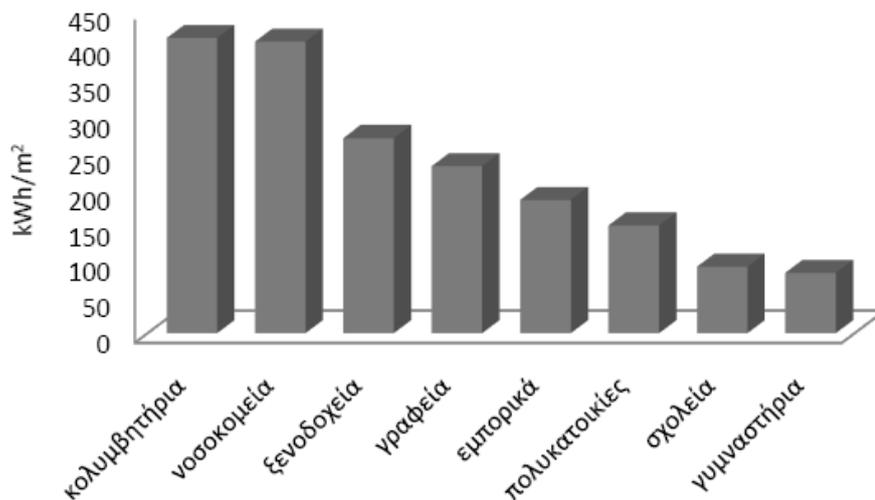
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο και σκοπός

Η **κλιματική αλλαγή** αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις για την παγκόσμια κοινότητα. Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gas GHG) στην ατμόσφαιρα και κυρίως του CO₂, το οποίο είναι και το σημαντικότερο αέριο, θεωρούνται ως ο κύριος παράγοντας που την προκαλούν. Πέρα από τις διεθνείς δεσμεύσεις (Διάσκεψη του Ρίο, Πρωτόκολλο του Κιότο) και τις εθνικές προσπάθειες για μείωση των εκπομπών, οι οργανισμοί και οι επιχειρήσεις μπορούν επίσης, να έχουν ενεργό ρόλο στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Αυτή είναι, πλέον, η απαίτηση των πολιτών/καταναλωτών οι οποίοι δίνουν ιδιαίτερη σημασία σε αυτή την περιβαλλοντική πλευρά και περιμένουν συγκεκριμένα αποτελέσματα από τις επιχειρήσεις, όπως οι ξενοδοχειακές μονάδες.[1]

Αξίζει να σημειωθεί ότι η **ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων** αποτελεί πρωταρχική έννοια για την προστασία του περιβάλλοντος. Σε εθνικό αλλά και ευρωπαϊκό επίπεδο, ο κτιριακός τομέας αντιπροσωπεύει το σημαντικότερο τομέα κατανάλωσης της τελικής ενέργειας σε απόλυτες τιμές.

Η κατανομή της μέσης ετήσιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα Ελληνικά κτίρια, που είναι περίπου 3.800.000, παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί. Η συγκριτική αυτή παρουσίαση είναι ενδεικτική, αφού δε λαμβάνεται υπόψη η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, δηλαδή, οι εσωτερικές συνθήκες, σε συνδυασμό με τη γεωγραφική περιοχή και τη λειτουργία των διαφόρων κτιρίων.

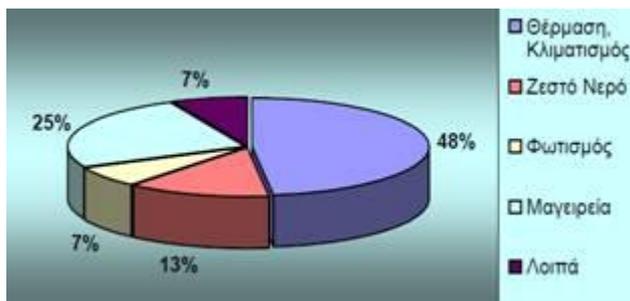


Κατηγορία 1: Κολυμβητήρια, 2: Νοσοκομεία, 3: **Ξενοδοχεία**, 4: Γραφεία, 5: Εμπορικά, 6: Πολυκατοικίες, 7: Σχολεία, 8: Γυμναστήρια

Διάγραμμα 1.1: Μέση ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας σε Ελληνικά κτίρια [2]

Συγκεκριμένα, τα Ελληνικά κτίρια απορροφούν το 1/3 της καταναλισκόμενης ενέργειας και εκπέμπουν το 45% διοξειδίου του άνθρακα.

Ο ξενοδοχειακός τομέας ανήκει στον κτιριακό και χαρακτηρίζεται από τους πλέον ενεργοβόρους, καθώς τα απαιτούμενα επίπεδα άνεσης και πολυτέλειας επιβαρύνουν το περιβάλλον σημαντικά. Οι τομείς, στους οποίους καταναλώνεται περισσότερη ενέργεια, είναι αυτοί της θέρμανσης και κλιματισμού, της παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, του φωτισμού και των μαγειριών. [3]



Διάγραμμα 1.2: Ανάλυση Ενεργειακών καταναλώσεων σε ένα τυπικό ξενοδοχείο [3]

Ο ξενοδοχειακός τομέας, και κατ' επέκταση ο τουρισμός, είναι πολύτιμος και στηρίζει οικονομικά τη χώρα μας. Οι τουρίστες δεν επισκέπτονται ένα μέρος μόνο για ξεκούραση και διασκέδαση αλλά και για να απολαύσουν τη φύση και το περιβάλλον. Επομένως, ο τουρισμός είναι ένας τομέας που θα πρέπει να συμβάλει στην εξοικονόμηση πόρων και την προστασία της φύσης και όχι στην καταστροφή της.

Συνεπώς, η κατασκευή περιβαλλοντικά και ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων και συγκεκριμένα ξενοδοχειακών μονάδων κρίνεται επιτακτική ανάγκη. Ακόμα, επιτακτική κρίνεται και η ανάγκη μείωσης, όσο το δυνατόν, των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Στο πλαίσιο αυτό κινηθήκαμε και εμείς κατά το σχεδιασμό της ξενοδοχειακής μονάδας που μας ανατέθηκε.

1.2 Στοιχεία του οικοπέδου - Ξενοδοχειακής μονάδας

Η θέση της ξενοδοχειακής μονάδας, η μελέτη της οποίας μας έχει ανατεθεί, είναι στην Αθήνα και πιο συγκεκριμένα στο Παλαιό Φάληρο, επί της Λεωφόρου Ποσειδώνος με Β.Γ.Π. 37°55' Βορράς και Β.Γ.Μ 23°40' Ανατολή. Η επιλογή της τοποθεσίας έγινε με βάση την κομβικότητα του σημείου καθώς και τις χιλιομετρικές αποστάσεις από διάφορα σημαντικά αξιοθέατα αλλά και εμπορικούς χώρους. Επιπλέον, με στοιχεία τα οποία μας παραχωρήθηκαν από την Ελληνική Στατιστική υπηρεσία βλέπουμε πως οι αφίξεις αλλοδαπών για το 2008 στον Νομό Αττικής κατατάσσουν στη 3^η θέση το δήμο Παλαιού Φαλήρου με 117.171 αφίξεις το χρόνο.

ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΣΥΝΟΛΟ ΧΩΡΩΝ 05ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ (ΕΚΤΟΣ ΕΛΛΑΔΟΣ)	70-ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ (GR + 65)
Δ.Δ.Αθηναίων	735.234	2.224.445
Δ.Δ.Αγίας Παρασκευής	619	7.854
Δ.Δ.Αλίμου	1.159	11.276
Δ.Δ.Γλυφάδας	34.025	133.586
Δ.Δ.Καλλιθέας	2.799	25.330
Δ.Δ.Κηφισιάς	16.941	45.497
Δ.Δ.Μεταμορφώσεως	513	23.781
Δ.Δ.Μοσχάτου	1.029	10.853
Δ.Δ.Παλαιού Φαλήρου	31.135	117.171
Δ.Δ.Χαϊδαρίου	1.103	21.827

Πίνακας 1.1: Διαμονή τουριστών ανά Δημοτικό Διαμέρισμα Αττικής ΕΛ.ΣΤΑΤ.

Όπως φαίνεται και παρακάτω το οικοπέδο έχει 3 πλευρές ελεύθερες οι οποίες συνορεύουν με δρόμο, τις οδούς Ποσειδώνος στα νότια, Νηρηίδων ανατολικά και Ήβης Αθανασιάδου δυτικά. Η τέταρτη, η βορινή, πλευρά συνορεύει με κτισμένο οικοπέδο. Η κλίση του οικοπέδου είναι ήπια, της τάξης του 1,8% στην ανατολική και 6% στη δυτική πλευρά, ενώ στην όψη η κλίση είναι μηδενική με υψόμετρο +5m. [4]



Εικόνα 1.1: Θέση οικοπέδου [4]

Η ξενοδοχειακή μονάδα αποτελείται από πέντε ορόφους στους οποίους υπάρχουν μονόκλινα, δίκλινα και τρίκλινα δωμάτια καθώς επίσης και σουίτες, έτσι ώστε να ικανοποιούνται οι ανάγκες των πελατών. Συνολικά το ξενοδοχείο διαθέτει 177 δωμάτια, και 304 κλίνες. Ακόμα, στο ισόγειο της ξενοδοχειακής μονάδας υπάρχει αίθουσα

συνεδριάσεων, εστιατόριο και φουαγέ-καφετέρια καθώς επίσης κουζίνα, τα γραφεία προσωπικού και άλλοι βοηθητικοί χώροι. Το ξενοδοχείο διαθέτει χώρο στάθμευσης, εξωτερική πισίνα, χώρο αναψυχής των παιδιών και καθώς και άλλες παροχές, όπως χώρος για δωρεάν πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Επιπλέον, το ξενοδοχείο έχει σχεδιαστεί με τους κανονισμούς της ευρωπαϊκής ένωσης για τα άτομα με ειδικές ανάγκες ΑμεΑ (ράμπες με την απαραίτητη κλίση ($\approx 5\%$), ευρύχωρα ασανσέρ, κατάλληλα διαμορφωμένες τουαλέτες). [5, 6]

Τέλος, το ξενοδοχείο σχεδιάστηκε ώστε να πληροί όλες τις προδιαγραφές πυρασφάλειας και πυροπροστασίας των κτιρίων αυτού του είδους, σύμφωνα με το άρθρο 6 (ΦΕΚ 360 τ. Α') και τοποθετήθηκαν 4 δευτερεύοντα κλιμακοστάσια (έξοδοι κινδύνου) και ένα κύριο τα οποία αποτελούν τις διόδους διαφυγής σε περιπτώσεις πυρκαγιάς.

Τα στοιχεία του κάθε χώρου φαίνονται στα σχέδια που επισυνάπτονται λεπτομερώς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Γενικά

Η αλλαγή του σημερινού καθεστώτος στη δόμηση που χαρακτηρίζεται από σπατάλη ενέργειας και πρώτων υλών, κακές συνθήκες στο εσωτερικό των χώρων και μεγάλα λειτουργικά κόστη, δεν είναι μόνον υπόθεση της αγοράς (που πρέπει να τολμήσει) ή των χρηστών/καταναλωτών (που πρέπει να απαλλαγούν από τα στερεότυπα του παρελθόντος). Είναι, επίσης, υπόθεση του κράτους και των διεθνών οργανισμών που πρέπει να διαμορφώσουν ένα ευνοϊκό θεσμικό περιβάλλον, να δώσουν κίνητρα και να επιβάλλουν την ποιότητα ως συστατικό στοιχείο των κατασκευών και όχι ως πολυτέλεια.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού παρουσιάζεται περιληπτικά το νομικό και τεχνικό πλαίσιο που εφαρμόζεται στην Ελλάδα για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Η χώρα μας όφειλε, βάσει των ευρωπαϊκών οδηγιών 2002/91/EK και 2006/32/EK, να διαμορφώσει και να ενσωματώσει το πλαίσιο αυτό στη νομοθεσία της.

Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/EK «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων»

Η συγκεκριμένη οδηγία εκδόθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της 16^{ης} Δεκεμβρίου του 2002. Σύμφωνα με την οδηγία αυτή, κάθε χώρα-μέλος της Ε.Ε. όφειλε μέχρι το 2006 να έχει ενσωματώσει νομοθετικά τις διατάξεις της οδηγίας αυτής. Έτσι, σε γενικές γραμμές, οι διατάξεις αυτές ορίζουν την υποχρέωση να αξιολογούνται τα κτίρια της χώρας με βάση την ενεργειακή τους απόδοση και στη συνέχεια να τους αποδίδεται ένα ενεργειακό πιστοποιητικό. Αξίζει να σημειωθεί ότι για τα νέα κτίρια είναι υποχρεωτική ορισμένη **ελάχιστη ενεργειακή απόδοση**. Την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων πραγματοποιούν οι ειδικευμένοι **ενεργειακοί επιθεωρητές**, εγγεγραμμένοι σε ειδικό επαγγελματικό μητρώο που έχει δημιουργηθεί για το σκοπό αυτό. Τα βασικά προσόντα για την εγγραφή στο μητρώο αυτό περιέχονται στην οδηγία. Οι ενεργειακοί επιθεωρητές αναλαμβάνουν τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων στα προς μελέτη κτίρια και εκδίδουν τα αντίστοιχα πιστοποιητικά, όπου και αναγράφεται η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου ή των επιμέρους εγκαταστάσεων του καθώς και οι προτεινόμενες παρεμβάσεις για τη βελτίωση αυτής.

Ευρωπαϊκή Οδηγία 2006/32/EK «Για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες»

Σκοπός της οδηγίας αυτής είναι να προωθήσει την εφαρμογή μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα και να υποστηρίξει την εφαρμογή της οδηγίας 2002/91/EK. Μεταξύ άλλων, η οδηγία αυτή θεσπίζει κανόνες και μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση σε όλους τους τομείς της οικονομικής δραστηριότητας και ανοίγει το δρόμο για τη δημιουργία μιας νέας αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών, τις οποίες παρέχουν οι Επιχειρήσεις Ενεργειακών Υπηρεσιών. Επίσης, περιέχει ειδική αναφορά στα κτίρια του δημόσιου τομέα για τον οποίο τίθενται

ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και παράλληλα προβλέπει αντικατάσταση ή αναβάθμιση του μη ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού.

Τον Οκτώβριο του 2002 η Ελλάδα ολοκλήρωσε την ενσωμάτωση των οδηγιών αυτών στη νομοθεσία της. Οι νομικές και τεχνικές διατάξεις που εκδόθηκαν για το σκοπό αυτό αναφέρονται στη συνέχεια.

Παρακάτω παρουσιάζεται το χρονικό της δημοσίευσης των διατάξεων αυτών:

1. Μάιος 2008: Νόμος 3661 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 89/19 Μαΐου 2008)
2. Ιούνιος 2008: Αποφάσεις υπ' αριθ. Δ6/Β/14826 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» (ΦΕΚ 1122/17 Ιουνίου 2008)
3. Φεβρουάριος 2010: Άρθρο 6 του νόμου 3818/2010 «Προστασία των δασών και δασικών εκτάσεων του Ν. Αττικής, σύσταση Ειδικής Γραμματείας Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ 17/Α/16 Φεβρουαρίου 2010)
4. Απρίλιος 2010: Αποφάσεις υπ' αριθ. Δ6/Β/οικ. 5825 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (ΦΕΚ 407/9 Απριλίου 2010)
5. Ιούνιος 2010: Άρθρο 10 του νόμου 3851 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (ΦΕΚ 85/4 Ιουνίου 2010)
6. Ιούνιος 2010: Νόμος 3855 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 95/23 Ιουνίου 2010)
7. Αύγουστος 2010: Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 72 «Συγκρότηση, διοικητική-οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.)» (ΦΕΚ132/5 Αυγούστου 2010)
8. Σεπτέμβριος 2010: Αριθ. Οικ. 17178, Απόφαση 4 «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ 1387/2 Σεπτεμβρίου 2010)
9. Οκτώβριος 2010: Εγκύκλιος του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με θέμα την «Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)»
10. Οκτώβριος 2010: Το ΤΕΕ δημοσιεύει τις Τεχνικές Οδηγίες και τη δοκιμαστική έκδοση του λογισμικού για την υποστήριξη και εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.
11. Οκτώβριος 2010: Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθ. 100 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» (ΦΕΚ 177/6 Οκτωβρίου 2010)
12. Οκτώβριος 2010: Άρθρο 28 του νόμου 3889 (ΦΕΚ 182/14 Οκτωβρίου 2010)

13. Ιανουάριος 2011: Υποχρεωτική εφαρμογή της ενεργειακής επιθεώρησης για ακίνητα άνω των 50τ.μ. που ενοικιάζονται ή πωλούνται.

2.2 Το εγγώριο νομοθετικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

Ο νόμος 3661/2008 και οι αναθεωρήσεις του 2010

Με το νόμο 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων», η Ελληνική νομοθεσία εναρμονίστηκε με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/ΕΚ. Ο νόμος αυτός ενσωματώνει όλες τις διατάξεις της Οδηγίας. Σημειώνεται ότι ο νόμος αυτός τροποποιήθηκε με το άρθρο 10 του νόμου 3851/2010 και το άρθρο 28 του νόμου 3889/2010.

Ο νόμος 3661 διακρίνει πέντε βασικές θεματικές ενότητες, οι οποίες αφορούν στον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης των νέων ή ανακαινιζόμενων κτιρίων, καθώς και στη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων, στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, στις περιοδικές επιθεωρήσεις των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού και στη σύσταση σώματος ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών. Ακολουθεί στη συνέχεια μια περίληψη των άρθρων του νόμου 3661:

Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)

Ο κανονισμός αυτός καθορίζει κάθε λεπτομέρεια της διαδικασίας των ενεργειακών επιθεωρήσεων και της ενεργειακής πιστοποίησης των κτιρίων, δηλαδή, τη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης, τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, το ύψος της δαπάνης έκδοσης του ενεργειακού πιστοποιητικού, κλπ.

Επίσης, αναφέρονται:

- Οι ενεργειακές παράμετροι που απαιτητάως θα συνεκτιμούνται κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου
- Οι ενεργειακές παράμετροι εναλλακτικών τεχνολογιών που, κατά περίπτωση, θα συνεκτιμώνται κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης
- Τα ελάχιστα και μέγιστα χρονικά διαστήματα κατά τα οποία θα ισχύουν διάφορες παράμετροι του Κανονισμού, το πέρας των οποίων θα δύναται ή θα επιβάλλεται αυτές να τεθούν υπό αναθεώρηση
- Γίνεται η εξής κατηγοριοποίηση των κτιρίων:
 - α) κατοικίες διαφόρων τύπων, όπως μονοκατοικίες, διαμερίσματα και συγκροτήματα αυτών
 - β) πολυκατοικίες
 - γ) γραφεία
 - δ) εκπαιδευτικά κτίρια

- ε) νοσοκομεία
- στ) ξενοδοχεία και εστιατόρια
- ζ) αθλητικές εγκαταστάσεις
- η) κτίρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου
- θ) κάθε άλλη κατηγορία κτιρίων που καταναλώνουν ενέργεια.

Νέα κτίρια: Ο Κανονισμός ορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής αποδοτικότητας των νέων κτιρίων. Επιπροσθέτως, σε όσα νέα κτίρια είναι άνω των 1000τ.μ. γίνεται υποχρεωτικά οικονομοτεχνική μελέτη, έτσι ώστε να ελεγχθεί η σκοπιμότητα εγκατάστασης τουλάχιστον ενός εναλλακτικού συστήματος παροχής ενέργειας.

Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης: Με την ολοκλήρωση της κατασκευής ενός νέου κτιρίου ή της ανακαίνισης του, ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, το οποίο υποχρεούται να διαθέσει και στον πιθανό αγοραστή ή ενοικιαστή του κτιρίου. Σε αντίθετη περίπτωση, θα υπάρχουν κυρώσεις σε βάρος του υπόχρεου.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου εκδίδεται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές και ισχύει, κατά ανώτερο όριο, για 10 έτη. Αν πριν το πέρας των 10 ετών γίνει ανακαίνιση στο κτίριο ή ανακατασκευή που επηρεάζει την ενεργειακή αποδοτικότητά του, το πιστοποιητικό παύει να ισχύει με την ολοκλήρωση της ανακαίνισης.

Το πιστοποιητικό θα πρέπει να περιλαμβάνει παραδείγματα ενεργειακής απόδοσης σε παρεμφερή με το εξεταζόμενο κτίρια, ώστε ο ιδιοκτήτης να μπορεί να κάνει συγκρίσεις. Επίσης, θα πρέπει να περιλαμβάνει συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου συνοδευόμενες από οικονομοτεχνική αξιολόγηση.

Επιθεώρηση λεβήτων: Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διενεργείται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές επιθεώρηση των λεβήτων των κτιρίων ανά συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα που ορίζονται ανάλογα με την ωφέλιμη ονομαστική ισχύ του λέβητα:

- Ισχύς λέβητα 20-100 kW: τουλάχιστον μια φορά ανά 5 έτη.
- Ισχύς λέβητα >100 kW: τουλάχιστον μια φορά ανά 2 έτη εκτός αν θερμαίνονται με αέριο καύσιμο, οπότε τουλάχιστον μια φορά ανά 4 έτη.

Επίσης, συντάσσεται έκθεση που περιλαμβάνει την αξιολόγηση του λέβητα και, αν χρειαστεί, συστάσεις για τη ρύθμιση, επισκευή, συντήρηση ή αντικατάστασή του.

Λέβητες >20 ετών και ισχύος >20 kW επιθεωρούνται μια μόνο φορά, με τη μέθοδο που αναφέρεται στον Κανονισμό.

Επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού: Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, διενεργείται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές επιθεώρηση στις εγκαταστάσεις κλιματισμού κτιρίων, με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των 12 kW, τουλάχιστον κάθε πέντε έτη. Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογούνται η αποτελεσματικότητα και οι διαστάσεις της εγκατάστασης κλιματισμού σε σχέση με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου και διατυπώνονται οι κατάλληλες οδηγίες και συστάσεις για βελτίωση ή αντικατάσταση της εγκατάστασης του κλιματισμού.

Επιθεωρητές κτιρίων και επιθεωρητές λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού: Η πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και η επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού διεξάγονται από ειδικευμένους και, για το σκοπό αυτό, διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές. Στον παρόντα νόμο προβλέπεται η δημιουργία μητρώου ενεργειακών επιθεωρητών.

Απαιτούμενα προσόντα Ενεργειακών Επιθεωρητών

Ο υποψήφιος Ενεργειακός Επιθεωρητής πρέπει να διαθέτει τα παρακάτω προσόντα:

- Να είναι Διπλωματούχος Μηχανικός, μέλος του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΕΕ) ή Πτυχιούχος Μηχανικός Τεχνολογικής Εκπαίδευσης ή μηχανικός που έχει αποκτήσει αναγνώριση επαγγελματικών προσόντων στη χώρα μας κατ' εφαρμογή της σχετικής ευρωπαϊκής και εθνικής νομοθεσίας.
- Να παρακολουθήσει εξειδικευμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 9.
- Να συμμετέχει επιτυχώς στις εξετάσεις του άρθρου 9.
- Να διαθέτει τουλάχιστον τετραετή αποδεδειγμένη επαγγελματική ή/και επιστημονική εμπειρία, σύμφωνα με τα οριζόμενα στην παράγραφο 1 του άρθρου 6, σε θέματα μελέτης ή/και επίβλεψης ή/και κατασκευής κτιρίων ή/και συστημάτων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων κτιρίων ή/και ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων και ελέγχων ενεργειακών εγκαταστάσεων ή/και ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών – Αρχείο Επιθεωρήσεως Κτιρίων

Το Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών καταρτίζεται υπό τη μορφή ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων, όπου εγγράφονται με αύξοντα Αριθμό Μητρώου οι Ενεργειακοί Επιθεωρητές που κρίνονται κατάλληλοι και στους οποίους χορηγείται η Άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή με όλα τα απαιτούμενα στοιχεία τους. Στο Μητρώο διακρίνονται τρεις κατηγορίες Ενεργειακών Επιθεωρητών, ανά τάξη Αδειών, ως εξής:

- Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων,
- Ενεργειακοί Επιθεωρητές Λεβήτων και Εγκαταστάσεων θέρμανσης και
- Ενεργειακοί Επιθεωρητές Εγκαταστάσεων Κλιματισμού.

Το Αρχείο Επιθεώρησης Κτιρίων καταρτίζεται υπό τη μορφή ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων και ενημερώνεται ηλεκτρονικά από τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, οι οποίοι υποχρεούνται να υποβάλουν:

- Τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και τα αντίστοιχα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων,
- Τις εκθέσεις επιθεώρησης λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης κτιρίων και
- Τις εκθέσεις επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων.

Εξαιρέσεις: Στο πεδίο εφαρμογής του παρόντος νόμου δεν εμπίπτουν οι παρακάτω κατηγορίες κτιρίων:

- Κτίρια και μνημεία που προστατεύονται από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής τους αξίας, εφόσον η συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις του παρόντος νόμου θα αλλοιώσει, κατά τρόπο μη αποδεκτό, τον χαρακτήρα ή την εμφάνισή τους.
- Κτίρια που χρησιμοποιούνται ως χώροι λατρείας ή θρησκευτικών δραστηριοτήτων.
- Μη μόνιμα κτίρια που, με βάση το σχεδιασμό τους, η διάρκεια της χρήσης τους δεν υπερβαίνει τα δύο έτη, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εργαστήρια, κτίρια αγροτικών χρήσεων -πλην κατοικιών- με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις, και όμοια κτίρια τα οποία χρησιμοποιούνται από τομέα καλυπτόμενο από σχετική εθνική συμφωνία που αφορά στην ενεργειακή απόδοση κτιρίων.
- Υφιστάμενα κτίρια κατοικιών τα οποία προορίζονται για χρήση που δεν υπερβαίνει τους τέσσερις μήνες κάθε έτος.
- Αυτοτελή κτίρια, με συνολική επιφάνεια κάτω των 50 τ.μ.

Η 1^η τροποποίηση του νόμου 3661 έγινε με το άρθρο 10 του νόμου 3851/2010 με θέμα την «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής». Στο άρθρο 10 αυτού του νόμου εισάγονται οι εξής τροποποιήσεις για τον νόμο 3661:

- Ορίζονται κάποιες τεχνικές προδιαγραφές που θα πρέπει να πληρούν οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις στα νέα κτίρια.
- Ορίζει ότι από την 01/01/2011 όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να διαθέτουν ηλιοθερμικά συστήματα.
- Ορίζεται ότι από τις 31/12/2019 όλα τα νέα κτίρια θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης από ΑΠΕ και από τεχνολογίες με υψηλό βαθμό απόδοσης. Το χρονικό όριο για το δημόσιο τομέα είναι η 31/12/2014.
- Σε όλα τα κτίρια ανεξαρτήτως εμβαδού που υφίστανται ριζική ανακαίνιση η ενεργειακή τους απόδοση αναβαθμίζεται, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά,

λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές καθορίζονται στον Κανονισμό.

- Γίνεται αναφορά στη σύσταση του σώματος των ενεργειακών επιθεωρητών και στη διαδικασία αυτής.
- Εισάγονται μέτρα για την υποστήριξη προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας σε οικίες.

Η 2^η τροποποίηση του νόμου 3661 έγινε με την παράγραφο 4 του άρθρου 28 του νόμου 3889/2010. Σύμφωνα με την παράγραφο αυτή, στα κτίρια που εξαιρούνται του νόμου 3661 δε συγκαταλέγονται πλέον τα υφιστάμενα κτίρια κατοικιών τα οποία προορίζονται για χρήση που δεν υπερβαίνει τους τέσσερις μήνες κάθε έτος.

Οι Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων

Για την υποστήριξη της εφαρμογής του Κ.Εν.Α.Κ. το ΤΕΕ συνέταξε τέσσερις Τεχνικές Οδηγίες (ΤΟΤΕΕ) οι οποίες εγκρίθηκαν με την οικ. 17178/2010 Απόφαση Υπουργού ΠΕΚΑ (ΦΕΚ Β' 1387).

Οι οδηγίες είναι οι εξής:

- ΤΟΤΕΕ 20701 – 1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»
- ΤΟΤΕΕ 20701 – 2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»
- ΤΟΤΕΕ 20701 – 3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»
- ΤΟΤΕΕ 20701 – 4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

Σύσταση της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.

Με το άρθρο 6 του Νόμου 3818/2010 (ΦΕΚ 17/Α/2010) «Προστασία των δασών και δασικών εκτάσεων του Ν. Αττικής, σύσταση Ειδικής Γραμματείας Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας και λοιπές διατάξεις» συστάθηκε η Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), με αποστολή τον έλεγχο και την παρακολούθηση της επίτευξης των στόχων της εθνικής ενεργειακής πολιτικής για την εξοικονόμηση ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση και της εφαρμογής των διατάξεων των άρθρων 1 – 12 του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ 89 Α') «Μέτρα για τη μείωση της ενέργειας κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις».

Στις αρμοδιότητες της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. ανήκουν:

- Ο έλεγχος και η παρακολούθηση της διαδικασίας έκδοσης Πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, της επιθεώρησης λεβήτων και της επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού, όπως ορίζονται αντίστοιχα στα άρθρα 6, 7 και 8 του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ 89 Α'), ο έλεγχος και η παρακολούθηση του έργου των επιθεωρητών κτιρίων, επιθεωρητών λεβήτων και επιθεωρητών

εγκαταστάσεων κλιματισμού, καθώς και η τήρηση σε ηλεκτρονική μορφή Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων, όπως ορίζεται στο άρθρο 9 του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ 89 Α΄).

- Ο έλεγχος ποιότητας της διαδικασίας έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, από τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές του άρθρου 9 του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ 89 Α΄).
- Η συλλογή, επεξεργασία και μελέτη των αποτελεσμάτων από τον έλεγχο των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης και της επιθεώρησης λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού των άρθρων 6, 7 και 8, αντίστοιχα, του ν. 3661/2008 (ΦΕΚ 89 Α΄), με σκοπό τη διαπίστωση του βαθμού εφαρμογής των μέτρων για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας των κτιρίων και την παρακολούθηση της επίτευξης των στόχων της ενεργειακής πολιτικής για την εξοικονόμηση ενέργειας και την ενεργειακή απόδοση.

Νόμος 3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις»

Με τις διατάξεις του παρόντος νόμου εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2006/32/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 5^{ης} Απριλίου του 2006 «για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της Οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου» (ΕΕ L 114/64), που αποσκοπεί στην οικονομικά αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση ενέργειας και στην ανάπτυξη αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού:

- Καθορίζονται εθνικοί στόχοι εξοικονόμησης ενέργειας, θεσπίζεται το απαραίτητο θεσμικό και νομικό πλαίσιο και προβλέπονται τα αντίστοιχα χρηματοοικονομικά μέσα για την επίτευξη των στόχων αυτών, παρέχονται τα κατάλληλα κίνητρα και προβλέπονται οι αναγκαίοι μηχανισμοί ενεργειακής απόδοσης για την άρση των φραγμών και των ατελειών της αγοράς που παρεμποδίζουν την αποδοτική τελική χρήση της ενέργειας και
- Δημιουργούνται οι συνθήκες για την ανάπτυξη και την προώθηση της αγοράς ενεργειακών υπηρεσιών και άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στον τελικό καταναλωτή.

Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 72

Με το προεδρικό διάταγμα αυτό, έγινε η συγκρότηση και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.) και ορίστηκε η διοικητική και οργανωτική δομή της.

Εγκύκλιος του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με θέμα την Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

Στις 4 Οκτωβρίου δημοσιεύτηκε εγκύκλιος του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής στην οποία περιέχονται κάποιες διευκρινήσεις σχετικά με την εφαρμογή των νέων μέτρων που φέρνει ο Κ.Εν.Α.Κ. και ο νόμος 3661.

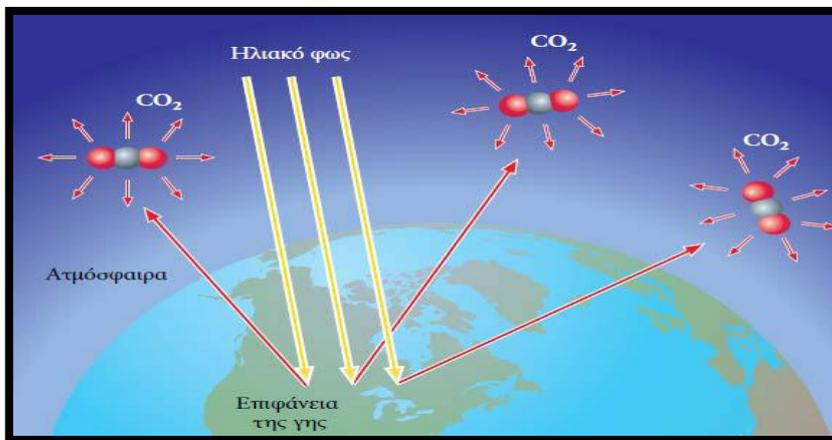
Συγκεκριμένα, περιέχονται διευκρινήσεις για τα εξής:

- Τη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης.
- Τα δεδομένα υπολογισμού και τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης (άρθρα 5, 6, 8 και 9 του Κ.Εν.Α.Κ.).
- Τις Ενεργειακές Επιθεωρήσεις και το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ). [7, 8, 9, 10]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ο ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΩΣ ΜΕΣΟ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

3.1 Το πρόβλημα του διοξειδίου του άνθρακα

Στην ατμόσφαιρά , το διοξείδιο του άνθρακα εκπέμπεται συνεχώς και απορροφάται. Για παράδειγμα, όταν αναπνέουμε εισπνέουμε οξυγόνο και εκπνέουμε διοξείδιο του άνθρακα. Οι μηχανισμοί που απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα είναι, επίσης, γνωστοί και ως "παγιδευτές" και αποτελούνται από όλα τα φυτά στη γη και τη θάλασσα. Οι μηχανισμοί που απελευθερώνουν το διοξείδιο του άνθρακα λέγονται πηγές. Πολλές πηγές είναι τεχνητές. Για παράδειγμα, το κάψιμο ξύλων, αερίων, κάρβουνων και πετρελαίου παράγει διοξείδιο του άνθρακα. **Μέχρι πριν από περίπου έναν αιώνα, το σύνολο των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα ήταν κατά προσέγγιση ίσο με αυτό που είχε απορροφηθεί.** Με άλλα λόγια, η μέση ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα παρέμενε σταθερή. Σήμερα, το σύνολο του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται κάθε χρόνο είναι περίπου 6-7 δισ. τόνοι, κυρίως από την κατανάλωση ενέργειας της βιομηχανίας, των μεταφορών, των σταθμών παραγωγής ενέργειας, των κτιρίων κλπ. Κατά συνέπεια, οι πηγές του διοξειδίου του άνθρακα έχουν αυξηθεί δραματικά (αύξηση 31% την περίοδο 1750-1998). Και εκτός αυτού, μειώθηκαν επίσης οι παγιδευτές - εκείνοι οι μηχανισμοί που απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα. Ευρύτερες περιοχές δασών, ιδιαίτερα στη Νότια Αμερική και Νοτιοανατολική Ασία, κόπηκαν ή κήκαν, απελευθερώνοντας ακόμα περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας. Τα τρία τέταρτα της ανθρωπογενούς παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα, οφείλονται σε χρήση ορυκτών καυσίμων, ενώ το υπόλοιπο μέρος προέρχεται από αλλαγές που συντελούνται στο έδαφος, κυρίως μέσω της αποδάσωσης. Έτσι, **η συνολική ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα έχει αυξηθεί υπερβολικά.** Αυτό σημαίνει ότι αντανακλούνται περισσότερες υπέρυθρες ακτινοβολίες στη Γη - έτσι ώστε η Γη να θερμαίνεται. [11]



Εικόνα 3.1: Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα [12]

Το CO₂ και το κτίριο

Ως προς τα νέα κτίρια, ο στόχος για το 2020 είναι να επιτυγχάνουν μηδενισμό των εκπομπών CO₂ σε σχέση με τη χρήση συμβατικών ενεργειακών πηγών. Για την ουσιαστική επίτευξη αυτού του στόχου απαραίτητη είναι η χρήση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, ώστε να περιοριστεί στο ελάχιστο η ανάγκη των κτιρίων για πρόσθετη ενέργεια θέρμανσης, δροσίσιμου και φωτισμού. Στη συνέχεια αναλύονται οι παράμετροι για την ολιστική ενεργειακή κάλυψη των κτιρίων με στόχο τον μηδενισμό των εκπομπών CO₂, για να είναι οικονομικά εφικτή και περιβαλλοντικά αποδεκτή η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

3.2 Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Οι πρόγονοί μας επιβίωσαν άνετα για χιλιάδες χρόνια, κάτω από παρόμοιες με τις δικές μας κλιματικές συνθήκες, βασιζόμενοι στην αποκλειστική χρήση της φυσικής ενέργειας που προσέφερε το περιβάλλον. Έτσι, λοιπόν, οι παραδοσιακές κοινωνίες των ψυχρών χωρών βασίστηκαν στην ηλιακή ενέργεια και συμπληρωματικά στη βιομάζα (καυσόξυλα και οργανικά απορρίμματα), προκειμένου να βελτιώσουν τη θερμική τους άνεση. Από την άλλη πλευρά, οι κοινωνίες των θερμών χωρών με ξηρό κλίμα, έπρεπε να αντιμετωπίσουν τη ζέστη κατά τη διάρκεια της ημέρας και το ψύχος κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αυτές, λοιπόν, ανέπτυξαν πιο περίπλοκες τεχνικές αξιοποιώντας το συνδυασμό της αιολικής και ηλιακής ενέργειας.

Στη συνέχεια, η ανάπτυξη θεμελιώθηκε πάνω στην ενέργεια των ορυκτών καυσίμων, η οποία θεωρήθηκε ανεξάντλητη πηγή ικανή να λύσει κάθε μορφής ενεργειακό πρόβλημα. Έτσι, λοιπόν, καλλιεργήθηκαν τεχνολογικά πρότυπα σε όλους τους τομείς και στην αρχιτεκτονική, τα οποία παραμέρισαν τα αντίστοιχα παραδοσιακά αφού ήταν πια «άχρηστα».

Αποτέλεσμα αυτών των προτύπων ήταν η ανάπτυξη ενός ενεργοβόρου μοντέλου, το οποίο επέφερε ρύπανση της ατμόσφαιρας. Το σημερινό μοντέλο ανάπτυξης, λοιπόν, βασίζεται, κυρίως, στην υπερκατανάλωση αγαθών και την αλόγιστη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Ως εναλλακτική λύση προτείνεται η βιώσιμη ή αλλιώς αειφόρος ανάπτυξη, η οποία στοχεύει στη συνετή διαχείριση του φυσικού χώρου, την αξιοποίηση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του δομημένου χώρου καθώς επίσης και στη χρήση ήπιων τεχνικών και υλικών, μη επιβλαβών για την υγεία των ανθρώπων. Έτσι, μπορούμε να μιλάμε για μια οικολογική προσέγγιση του σχεδιασμού και τη χρήση των χώρων ζωής, εσωτερικών και υπαίθριων. [8]

Η βιοκλιματική αντίληψη για το σχεδιασμό οικιστικών συνόλων και κτιρίων εντάσσεται στη στρατηγική αυτή: μιας ήπιας, δηλαδή, συμβιωτικής διαχείρισης του φυσικού και δομημένου χώρου και του περιβάλλοντός του, με επιλογές που συντείνουν στη διατήρηση των οικοσυστημάτων. Επιχειρεί να επαναπροσδιορίσει την αρχιτεκτονική με αρχές και κατευθύνσεις οι οποίες, όμως, βασίζονται στην αρμονική

συνύπαρξη φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, χρησιμοποιεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως την αδάπανη ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση και το φυσικό φωτισμό των κτιρίων, τους δροσερούς ανέμους για τη φυσική τους ψύξη, αποκαθιστώντας έτσι, σε μεγάλο βαθμό, τη διαταραγμένη ισορροπία ανάμεσα στον δομημένο και τον φυσικό χώρο.

Έτσι, λοιπόν, τα συγκριτικά πλεονεκτήματα του ευνοϊκού κλίματος και των φυσικών, ανανεώσιμων πόρων που διαθέτει η χώρα μας οφείλουμε να τα αξιοποιήσουμε, προκειμένου να αναβαθμιστεί η ενεργειακή πολιτική στον κτιριακό τομέα. Οι πόλεις μας και τα κτίρια πρέπει να καταστούν βιώσιμα ως προς την ενεργειακή τους συμπεριφορά, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όχι μόνο για την εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και για τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και κατ' επέκταση για λόγους υγιεινής διαβίωσης των κατοίκων.

Η υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων εξυπηρετεί τέσσερις βασικούς στόχους:

A. Την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της υποκατάστασής τους από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), άρα την εξοικονόμηση της συμβατικής ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα.

B. Την εξοικονόμηση χρήματος. Η χρησιμοποίηση της αδάπανης ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων ή/και των δροσερών ανέμων για το δροσισμό τους αποτελούν οικονομική πρόκληση, καθώς η προκύπτουσα εξοικονόμηση χρημάτων είναι της τάξης του 50% , ενδεχομένως και μεγαλύτερη.

Γ. Την προστασία του περιβάλλοντος, λόγω του περιορισμού της χρήσης συμβατικών καυσίμων και ηλεκτρισμού, συνεπώς, τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Δ. Τη βελτίωση του εσω-κλίματος των κτιρίων με τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης – θερμικής και οπτικής, ποιότητας αέρα και τη δημιουργία υγιεινών συνθηκών κατοικησιμότητας.

Ουσιαστικά δηλαδή, η βιοκλιματική αντίληψη διατυπώνει μια εμπλουτισμένη άποψη για το σχεδιασμό του δομημένου χώρου, η οποία εμπεριέχει την περιβαλλοντική διάσταση και την αντίστοιχη ευαισθησία. Πρόκειται για μια αρχιτεκτονική φιλική προς το περιβάλλον και τους χρήστες, για μια εναλλακτική θεώρηση της δόμησης του χώρου η οποία οφείλει να επιφέρει τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση στο φυσικό χώρο, με το μικρότερο δυνατό ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα. [13]

3.2.1 Περιβαλλοντικές παράμετροι

Από τις περιβαλλοντικές παραμέτρους που επηρεάζουν καθοριστικά το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων διακρίνονται οι παρακάτω:

A. Το κλίμα του τόπου

Το σύνολο των μετεωρολογικών δεδομένων συνθέτει το κλίμα κάθε τόπου ή περιοχής. Τα στοιχεία του κλίματος επηρεάζουν την ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα στο κτίριο και το εξωτερικό περιβάλλον, συνεπώς καθορίζουν την αίσθηση άνεσης στους ανθρώπους. Επίσης, καθορίζουν την ποσότητα και την ποιότητα του παρεχόμενου φυσικού φωτός και κατά συνέπεια την αίσθηση οπτικής άνεσης.

Οι βασικές παράμετροι που επηρεάζουν το κλίμα μιας περιοχής και κρίνονται απαραίτητες για το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων, είναι οι εξής:

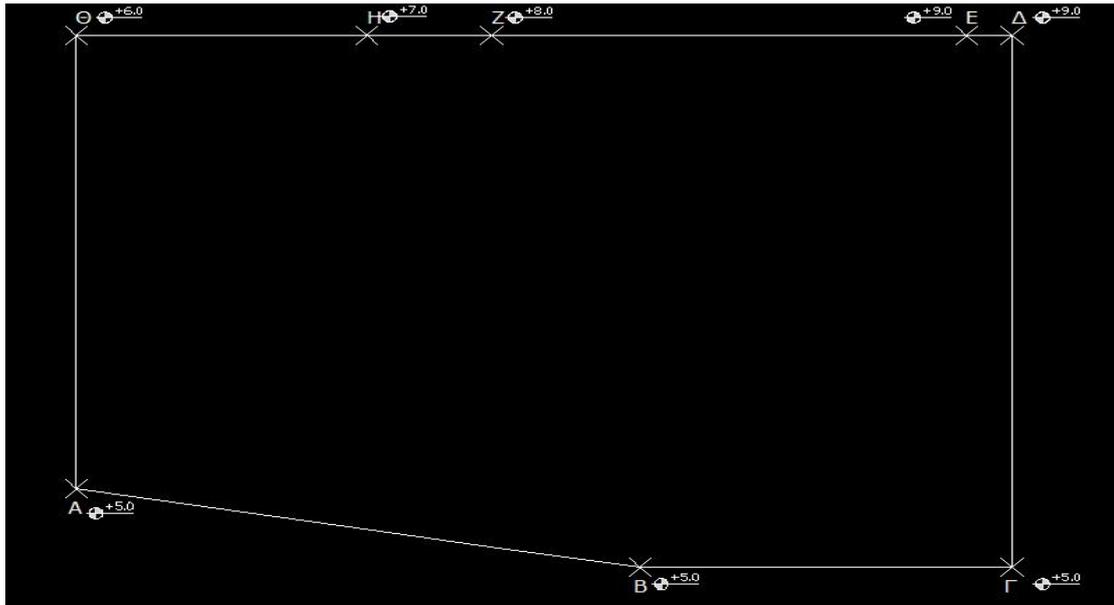
- Η θερμοκρασία του αέρα και οι διακυμάνσεις της κατά του χειμερινούς και καλοκαιρινούς μήνες,
- Η ηλιακή ακτινοβολία (ηλιοφάνεια και ένταση σε μηνιαία βάση),
- Οι άνεμοι (χειμερινοί- θερινοί, ψυχροί- δροσεροί, κατεύθυνση και ένταση)
- Η σχετική υγρασία (μέση, μέγιστη, ελάχιστη και οι διακυμάνσεις αυτής το χειμώνα και το καλοκαίρι)

Οι κλιματικές συνθήκες επηρεάζουν το σχεδιασμό του κτιρίου στη φάση των αρχικών επιλογών, με την έννοια της χωροθέτησής του στο οικοπέδο, έτσι ώστε να αξιοποιούνται οι θετικές παράμετροι – ήλιος το χειμώνα, δροσεροί άνεμοι το καλοκαίρι- με παράλληλη αποφυγή των ψυχρών ανέμων και της υγρασίας.

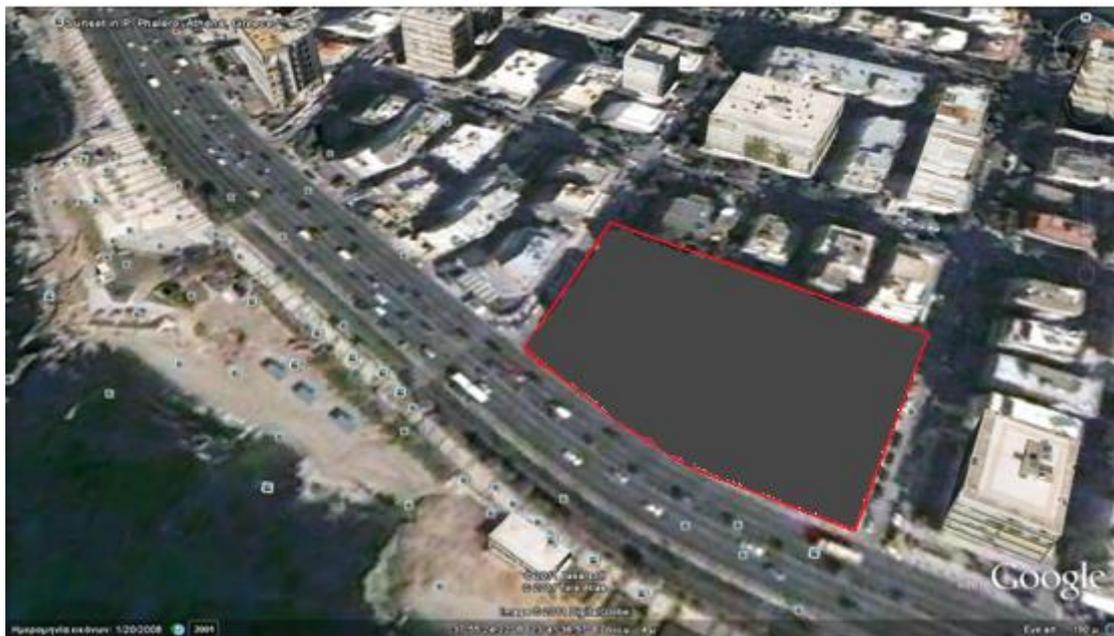
Αξίζει να σημειωθεί ότι στην περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμα τα τοπικά κλιματικά δεδομένα μιας περιοχής, λαμβάνονται υπόψη αυτά του πλησιέστερου μετεωρολογικού σταθμού. **Στην περίπτωσή μας, ο πλησιέστερος μετεωρολογικός σταθμός βρίσκεται στην περιοχή του Ελληνικού, οπότε οι πληροφορίες που έχουμε χρησιμοποιήσει προέρχονται από αυτόν.**

B. Το φυσικό περιβάλλον

- Το **ανάγλυφο του εδάφους**, επίπεδο ή με κλίση, επηρεάζει την τοποθέτηση του κτιρίου, αλλά και τη μορφολογία του, σε επίπεδη διάταξη ή κλιμακωτή προσαρμοσμένη στο έδαφος. Παρακάτω φαίνονται οι κλίσεις του οικοπέδου. Παρατηρούμε ότι η κλίση του οικοπέδου είναι ήπια, ιδιαίτερα στην πρόσοψη όπου η κλίση είναι μηδενική.



Εικόνα 3.2: Στάθμες εδάφους οικοπέδου [4]



Εικόνα 3.3: Θέση οικοπέδου [4]

- Ο **προσδιορισμός των προσήλιων και υπήνεμων περιοχών**, σε σχέση με τους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους καθορίζει την ένταξη του κτιρίου στο οικόπεδο.
- Το **τοπίο** -βλάστηση χαμηλή ή δέντρα- καθορίζει τις επιλογές για τη χωροθέτηση του κτιρίου, έτσι ώστε να αποφεύγεται η σκίαση κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού να επιδιώκεται με κάθε δυνατό τρόπο (δέντρα, γύρω στοιχεία).
- Η **θέα**, εφόσον υπάρχει είναι καθοριστικός παράγοντας ως προς την τοποθέτηση του κτιρίου και των ανοιγμάτων στο κέλυφός του, καθώς και ως

προς τη διάταξη των εσωτερικών χώρων. Για το λόγο αυτό, θέλοντας να εκμεταλλευτούμε την υπέροχη θέα της θάλασσας, η πρόσοψη της ξενοδοχειακής μας μονάδας βρίσκεται στο νότο και οι εσωτερικοί της χώροι είναι προσανατολισμένοι με τέτοιο τρόπο ώστε να εκμεταλλευόμαστε όσο το δυνατόν το προνόμιο της θέας. Τέλος, τα μεγάλα ανοίγματα του κτιρίου βρίσκονται επίσης στο Νότο και έτσι οι θερμικές απώλειες του κελύφους είναι σχεδόν μηδενικές, σε αντίθεση με την περίπτωση που τα ανοίγματα αυτά ήταν στο Βορρά.

- Η **γεινίαση με νερό** -θάλασσα, ποτάμι, λίμνη- αποτελεί στοιχείο βοηθητικό για τη δημιουργία άνετου μικροκλίματος το καλοκαίρι στο άμεσο περιβάλλον του κτιρίου, αρκεί να διασφαλίζεται η προστασία του από την υγρασία, κυρίως το χειμώνα. [13]

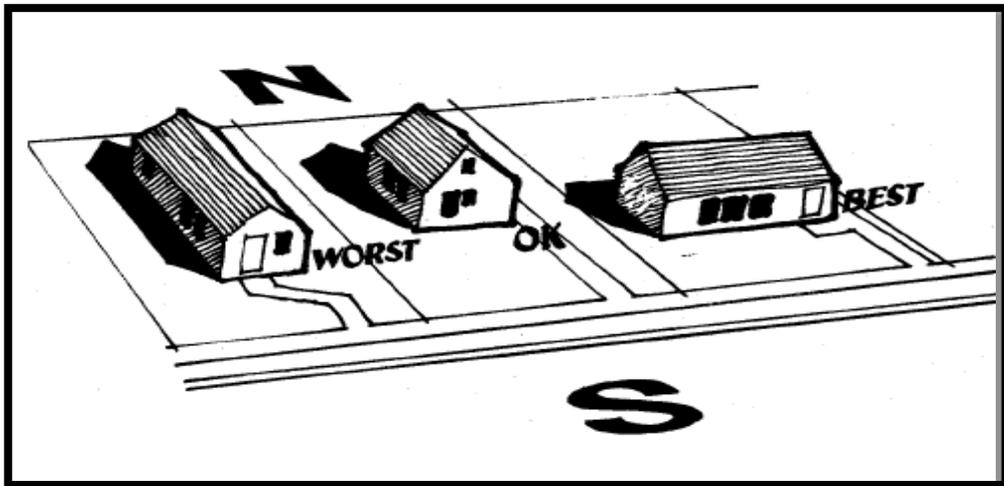
3.2.2 Αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού

Ο σχεδιασμός του κτιρίου οφείλει να συνάδει με τις ακόλουθες βιοκλιματικές αρχές λειτουργίας του:

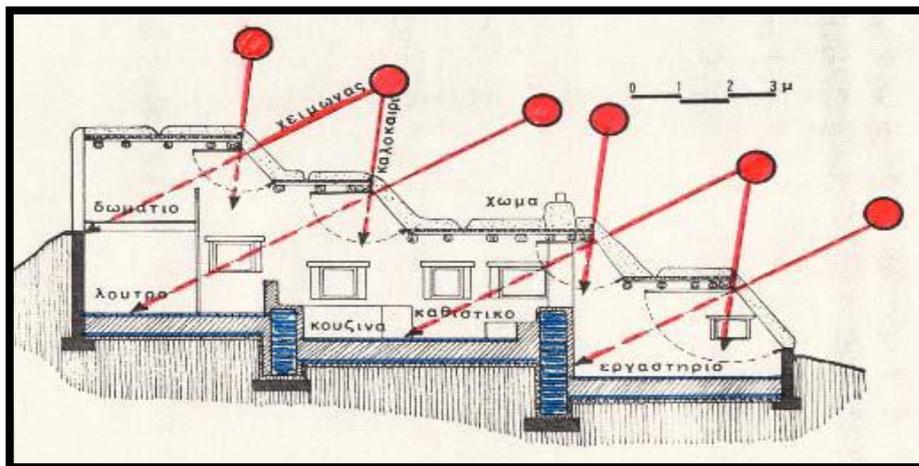
- Πρώτα απ' όλα, το κτίριο θα πρέπει να λειτουργεί ως **φυσικός ηλιακός συλλέκτης κατά τη διάρκεια του χειμώνα**. Σε αυτό θα συμβάλει σημαντικά όχι μόνο η **χωροθέτηση** του κτιρίου στο οικόπεδο και ο **προσανατολισμός** του, αλλά και το **σχήμα** του, το **μέγεθος των ανοιγμάτων** συναρτήσει, βέβαια, του προσανατολισμού καθώς επίσης και η **διάρθρωση του εσωτερικών χώρων**. Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο πρέπει να είναι τέτοια ώστε να λαμβάνει υπόψη τις τροχιές του ήλιου, τη διάρκεια ηλιασμού και την ένταση της θερμικής ακτινοβολίας. Για το λόγο αυτό, πολύτιμο εργαλείο αποτελούν οι ηλιακοί χάρτες, οι οποίοι βοηθούν σημαντικά στον καθορισμό του ανάγλυφου του περιβάλλοντος για το συγκεκριμένο οικόπεδο, καθώς επίσης και στον προσδιορισμό των αναγκών σε δέντρα ή γειτονικά κτίρια. Γενικά, λοιπόν, η χωροθέτηση οφείλει να διασφαλίζει νότιο προσανατολισμό της μεγαλύτερης όψης του κτιρίου. Επιτρέπονται αποκλίσεις έως $\pm 30^\circ$ (ανατολικά ή δυτικά) του νότου. Με τον προσανατολισμό αυτό, επιτυγχάνεται συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Αξίζει να σημειωθεί, πως πέρα από τα ηλιακά κέρδη, ο προσανατολισμός ενός κτιρίου σχετίζεται και με τις συνθήκες φυσικού φωτισμού. Ένα κτίριο θα πρέπει να είναι έτσι προσανατολισμένο ώστε να εκμεταλλεύεται όσο το δυνατόν περισσότερο το φως που εισέρχεται κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Όσον αφορά το σχήμα σε συνάρτηση με το περιβάλλον, είναι δύο πολύ σημαντικοί παράγοντες για την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να προκαλέσουν εισροή ηλιακών κερδών όταν ο δροσισμός είναι απαραίτητος, ή απώλειες θερμότητας όταν υπάρχει ανάγκη συλλογής θερμότητας. **Δυο κτίρια με τον ίδιο όγκο και κατασκευασμένα**

από τα ίδια υλικά είναι δυνατόν να παρουσιάσουν τελείως διαφορετική ενεργειακή συμπεριφορά αν διαφέρει το σχήμα, το περιβάλλον αλλά και ο προσανατολισμός τους. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί κατά την επιλογή του σχήματος του κτιρίου μας. Για το εύκρατο κλίμα της Ελλάδας, το καταλληλότερο σχήμα είναι το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής- δύσης, γιατί προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για τη συλλογή της ηλιακής θερμότητας το χειμώνα. Συγκεκριμένα, η αναλογία βάρους προς το πλάτος της κάτοψης πρέπει να είναι περίπου ίση με 1 προς 1.5. Βέβαια, όταν το οικόπεδο είναι επίμηκες κατά τον άξονα βορρά-νότου, τότε επιλέγουμε λύσεις με σπαστούς όγκους, ή κλιμακωτή οργάνωση του κτιρίου, έτσι ώστε οι πίσω χώροι να δέχονται ήλιο το χειμώνα. [13]



Εικόνα 3.4: Βέλτιστος προσανατολισμός και σχήμα κτιρίου [3]



Εικόνα 3.5: Κτίριο επίμηκες κατά τον άξονα βορρά-νότου, σε κλιμακωτή διάταξη [13]

Σχετικά με το μέγεθος των ανοιγμάτων, οφείλουμε να σημειώσουμε πως θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο προσανατολισμός. Οι γυάλινες επιφάνειες των ανοιγμάτων ενός κτιρίου αποτελούν τον οικονομικότερο και απλούστερο ηλιακό συλλέκτη το χειμώνα, αρκεί να έχουν νότιο ή $\pm 30^\circ$ ανατολικά ή δυτικά

του νότου. Γενικά, προτείνονται μεγάλα μεγέθη ανοιγμάτων προς το νότιο προσανατολισμό, μέτριου μεγέθους στην ανατολική και δυτική όψη και μικρότερα ανοίγματα στο βορρά. Τα τελευταία ανοίγματα, παρά το μικρό προτεινόμενο μέγεθός τους, πρέπει οπωσδήποτε να προβλέπονται κατά το σχεδιασμό των κτιρίων, αφού πέραν της διασφάλισης φυσικού φωτισμού στους εσωτερικούς χώρους, παρέχουν τη δυνατότητα διαμεπερούς αερισμού το καλοκαίρι, συνεπώς και φυσικού δροσισμού του κτιρίου.

Τις παραπάνω προτάσεις προσπαθήσαμε να εφαρμόσουμε και το δικό μας κτίριο και όπως φαίνεται από τα σχέδια της μελετούμενης ξενοδοχειακής μονάδας το πετύχαμε σε πολύ μεγάλο βαθμό. Σε αυτό μας βοήθησε ιδιαίτερα η θέση του οικοπέδου σε συνδυασμό με τη θέα προς τη θάλασσα. Έτσι, εκμεταλλευόμαστε πλήρως τη θέα δημιουργώντας μια ευχάριστη αίσθηση για τους χρήστες και, ταυτόχρονα, κάνουμε πράξη τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Τέλος, δώσαμε ιδιαίτερη προσοχή στη διάρθρωση των εσωτερικών χώρων. Ο προσανατολισμός των εσωτερικών χώρων παραμένει ένα κρίσιμο ζήτημα και εξαρτάται από τη χρήση του χώρου και τις ανάγκες των χρηστών. Η βορεινή πλευρά του κτιρίου το χειμώνα είναι η πιο ψυχρή, η λιγότερο φωτεινή και δε δέχεται καθόλου ήλιο. Για τους λόγους αυτούς, στη βορεινή πλευρά τοποθετούνται οι χώροι των οποίων η χρήση είναι ολιγόωρη, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν ως ζώνη προστασίας από τους ψυχρούς ανέμους και ως χώροι ανάσχεσης των θερμικών απωλειών των κύριων χώρων ζωής. **Έτσι, λοιπόν, για τον όροφο του ισογείου προτιμήσαμε να τοποθετηθούν στη βορεινή πλευρά το μαγειρείο, η αίθουσα συνεδριάσεων, τα γραφεία του προσωπικού και τα W.C. Στη νότια πλευρά τοποθετούνται οι χώροι κύριας και πολύωρης χρήσης, έτσι ώστε να απολαμβάνουν τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο το χειμώνα.** Οι χώροι αυτοί είναι πιο ευχάριστοι και πιο φωτεινοί, ενώ παράλληλα παρέχουν τη δυνατότητα ένταξης παθητικών ηλιακών συστημάτων, τα οποία αναλύουμε λεπτομερώς στη συνέχεια (κεφάλαιο 5). **Έτσι, στη νότια πλευρά υπάρχει το φουαγιέ της αίθουσας συνεδριάσεων, το σαλόνι-αίθουσα αναμονής, το εστιατόριο και η καφετέρια.** Αξίζει να σημειωθεί ότι στους χώρους αυτούς, της νότιας πλευράς, έχουν ληφθεί ειδικά μέτρα για το σκιασμό τους το καλοκαίρι, τα οποία είναι απαραίτητα αρκετά συχνά και το χειμώνα λόγω των καιρικών συνθηκών που επικρατούν στη χώρα μας και έτσι αποφεύγεται η θάμβωση που προκαλείται στους χρήστες. **Τα δωμάτια βρίσκονται στους υπερκείμενους ορόφους έχουν νότιο και βόρειο προσανατολισμό** και είναι σχεδιασμένα ώστε να προσφέρουν ικανοποιητικές και ευχάριστες συνθήκες οργανισμού.

- Ακόμα, το κτίριο θα πρέπει να λειτουργεί ως **παγίδα θερμότητας**. Για την αποτελεσματική λειτουργία του κτιρίου, ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη, είναι ανάγκη η θερμότητα, η οποία προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία, να

παγιδεύεται στο εσωτερικό του. Για το λόγο αυτό, συνίσταται αφενός η προστασία του κτιρίου από τους ψυχρούς ανέμους και αφετέρου η θερμομόνωση του κελύφους του.

- Επιπλέον, το κτίριο θα πρέπει να λειτουργεί ως **αποθήκη θερμότητας**. Για την αποτελεσματική βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου, η συλλεγόμενη θερμότητα από τον ήλιο πρέπει να αποθηκεύεται στη μάζα του. Ο πιο αποτελεσματικός «αποθηκευτής» της ηλιακής θερμότητας είναι η ίδια η κατασκευή του κτιρίου, δηλαδή τα δάπεδα, οι τοιχοποιίες, οι οροφές. Τα βαριά υλικά, σκυρόδεμα, πέτρα, τούβλα άργιλος έχουν μεγάλη πυκνότητα και ειδική θερμοχωρητικότητα, συνεπώς μεγάλη θερμοχωρητικότητα, άρα και ικανότητα αποθήκευσης της θερμότητας. Η απορρόφηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται άμεσα από το δάπεδο και τους παρακείμενους τοίχους και έμμεσα από την οροφή με την κίνηση του θερμού αέρα προς τα πάνω όντας ελαφρύτερος. Έτσι, λοιπόν, **όσο περισσότερη μάζα διαθέτει το κτίριο στο εσωτερικό του, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα αποθηκεύει, διατηρώντας τη θερμοκρασία του χώρου σταθερή, σε επίπεδα θερμικής άνεσης για πολλές ώρες, ενώ παράλληλα περιορίζεται η λειτουργία της βοηθητικής θέρμανσης το χειμώνα, αλλά και ψύξης το καλοκαίρι.**
- Τέλος, το κτίριο θα πρέπει να λειτουργεί ως **αποδέκτης και αποθήκη φυσικής ψύξης**. Το καλοκαίρι η έντονη ηλιακή ακτινοβολία και οι υψηλές θερμοκρασίες επιβαρύνουν το κτίριο με αποτέλεσμα να προκαλείται κίνδυνος υπερθέρμανσης στους εσωτερικούς χώρους. Για την επίτευξη του φυσικού δροσισμού απαιτείται τόσο η προστασία του κτιρίου από τον ήλιο, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, όσο και η μεταφορά της περίσσειας θερμότητας προς το ύπαιθρο, με φυσικό αερισμό και άλλες τεχνικές που παρατίθενται παρακάτω (κεφάλαιο 6). [13]

3.3 Βιοκλιματικός σχεδιασμός στα ξενοδοχεία- Παραδείγματα πράσινων ξενοδοχείων

Τα τελευταία χρόνια στρεφόμεστε όλο και περισσότερο σε φιλικά προς το περιβάλλον ξενοδοχεία. Τα «πράσινα» ξενοδοχεία εκτός του ότι εξοικονομούν χρήματα στον ιδιοκτήτη, εξοικονομούν φυσικούς πόρους στον πλανήτη ενισχύοντας τη βιωσιμότητα, ενώ παράλληλα προωθούν την περιβαλλοντική συνείδηση στους φιλοξενούμενους. Τέλος, άλλος ένας λόγος που μας οδήγησε στα «πράσινα» ξενοδοχεία είναι ότι υπάρχουν τουρίστες που είναι «περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένοι», εφαρμόζουν απλές τακτικές εξοικονόμησης στην καθημερινότητα και θέλουν όταν ταξιδεύουν να τους δίνεται η δυνατότητα ακόμα και στις διακοπές τους να εφαρμόζουν τα πιστεύω τους.

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα «πράσινων» ξενοδοχείων στο εξωτερικό, αλλά στη χώρα μας, δυστυχώς, δεν έχουμε να επιδείξουμε πολλά από αυτά. Παρακάτω παρατίθενται μερικά από τα πιο γνωστά «πράσινα» ξενοδοχεία.

Το ξενοδοχείο **Proximity hotel** το οποίο βρίσκεται στην Νότια Καρολίνα των Ηνωμένων Πολιτειών, έχει βραβευθεί από τον οργανισμό Leed (Leadership in Energy and Environmental Design) ως ένα leed platinum green hotel. Το ξενοδοχείο αυτό ακλουθεί τις εξής πρακτικές:

- Χρησιμοποιεί 41% λιγότερη ενέργεια από ένα συμβατικό ξενοδοχείο χάρη στα υπέρ αποδοτικά υλικά και τα τελευταίας τεχνολογίας μέσα που διαθέτει.
- Χρησιμοποιεί ηλιακά πανέλα τα οποία ζεσταίνουν το απαιτούμενο νερό κατά 60%.
- Έχει χρησιμοποιήσει υλικά τα οποία βρέθηκαν στην κοντινή περιοχή όπως ξύλα μπαμπού τα οποία ευρέθησαν ύστερα από έντονη καταγίδα.
- Ειδικά συστήματα τελευταίας τεχνολογίας με ανιχνευτές στη κουζίνα τα οποία διατηρούν τη θερμοκρασία και τον αέρα στη κουζίνα στα επιθυμητά επίπεδα.
- Γεωθερμική ενέργεια για τα ψυγεία του εστιατορίου.
- Μεγάλα παράθυρα τα οποία προσφέρουν φυσικό φωτισμό και άμεση θέα στον φυτεμένο κήπο που διαθέτει το ξενοδοχείο.
- Μεγάλα ποσοστά των υλικών της κατασκευής του ξενοδοχείου έγιναν από ανακυκλωμένα υλικά όπως ο χάλυβας, ο γύψος και πολλά άλλα.
- Μειωμένη κατανάλωση νερού κατά 33% χάρη σε ειδικά συστήματα βρύσης τα οποία εγκαταστάθηκαν σε όλο το ξενοδοχείο.

Αυτές είναι ορισμένες μόνο από τις πρακτικές μαζί με τα οικολογικά χρώματα, υφάσματα, χαλιά, τα εκπαιδευτικά κέντρα, τη παροχή ποδηλάτων, το φυτεμένο δώμα το οποίο έχει τη χρήση ενός μπουστάνιου. Έτσι, τέτοιου είδους ξενοδοχεία αποτελούν φωτεινούς σηματοδότες και πρότυπα για τα υπόλοιπα. [14]



Εικόνα 3.6: Το Proximity Hotel στη Νότια Καρολίνα [14]

Το ξενοδοχείο **Jury's Inn** στη Γλασκόβη, χτίστηκε το 2003 και είναι το μεγαλύτερο ξενοδοχείο αυτή τη στιγμή στην Σκωτία. Είναι ένα σύγχρονο κτίριο με 321 δωμάτια

στο οποίο ακολουθήθηκαν αυστηρές αρχές θερμομόνωσης, τριπλά τζάμια και σύγχρονα συστήματα θέρμανσης και ψύξης αυξημένης ενεργειακής απόδοσης. Παρόλα αυτά με τη λειτουργία του παρατηρήθηκε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας και νερού. Από τότε ξεκίνησε ένας αγώνας προσπάθειας εξοικονόμησης φυσικών πόρων από τους manager και το προσωπικό του ξενοδοχείου με κυρίως απλές μεθόδους. Η πρωτόγνωρη περιβαλλοντική συνείδηση και η εφαρμογή απλών βημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και νερού και ανακύκλωσης το έκαναν να ξεχωρίσει. [15]



Εικόνα 3.7: Το Jury's Inn hotel στη Γλασκόβη [15]

Επιπλέον, άλλο ένα φωτεινό παράδειγμα βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι το **Novotel & Ibis Hotel** στο Sydney. Το ξενοδοχείο αυτό κατασκευάστηκε εν όψει της Ολυμπιάδας του 2000. Πρόκειται για ένα ξενοδοχείο το οποίο διαθέτει:

- 10 δωμάτια και 2 σουίτες ανά όροφο (συνολικά 14 όροφοι)
- Εστιατόρια
- Καφετέριες
- Bars
- Αίθουσα συνεδριάσεων
- Αίθουσα εκδηλώσεων-χορού
- 190 θέσεις parking (40 από τις οποίες για άτομα με ειδικές ανάγκες)

Εφαρμόζει τις παρακάτω αρχές-μεθόδους βιοκλιματικού σχεδιασμού:

- Για το χειμώνα: ηλιακά κέρδη και θερμική μάζα
- Για το καλοκαίρι: θερμική μάζα, φυσικό αερισμό και φυσικό δροσισμό
- Κατάλληλο προσανατολισμό και ανοίγματα
- Σκιασμό
- Πολύ καλή θερμομόνωση
- Οικολογικά, χαμηλής ενσωματωμένης ενέργειας δομικά υλικά
- Τακτικές μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος
- Τακτικές εξοικονόμησης νερού κ.ά. [16]



Εικόνα 3.8: The Novotel & Ibis Hotel, Homebush Bay, Sydney, Australia [16]

Ορισμένα Ελληνικά παραδείγματα είναι τα εξής:

Το ξενοδοχείο **Rocabella Mykonos art hotel and spa** στη Μύκονο, χαρακτηρίζεται ως ECO CLASS A σύμφωνα με την αξιολόγηση του greenhotels. Το ξενοδοχείο παρουσιάζεται ιδιαίτερα ευαισθητοποιημένο στην προστασία του περιβάλλοντος και έχει υιοθετήσει ουσιαστικές μεθόδους και πρακτικές με σκοπό την αποτελεσματική λειτουργία του, την προσανατολισμένη προς την εξοικονόμηση ενεργειακών πόρων. Παράλληλα, γνωστοποιεί και προωθεί τις δράσεις του και προς τους πελάτες, ούτως ώστε να υιοθετήσουν και αυτοί με τη σειρά τους αντίστοιχες τακτικές, τόσο κατά τη διαμονή τους όσο και στην καθημερινότητά τους.

Το ξενοδοχείο αυτό, εφαρμόζει πρακτικές μείωσης των απορριμμάτων του καθώς έχει εφαρμόσει πρόγραμμα αγορών περιορισμένης συσκευασίας. Επίσης, ενισχύει τις

δράσεις ανακύκλωσης που προωθούνται στο νησί με πρόγραμμα ανακύκλωσης στα: Χαρτί, Πλαστικό, Αλουμίνιο, Γυαλί, Μπαταρίες, Μαγειρικά έλαια. [17]



Εικόνα 3.9: Το Rocabella Mykonos art hotel and spa στη Μύκονο[17]

Το ξενοδοχείο **Thalassa Beach Resort** στα Χανιά αποτελεί ένα από τα πιο αιθέρια ξενοδοχεία στην Κρήτη. Ένα από τα πιο κομψά ξενοδοχεία της Κρήτης, το οποίο κάθε χρόνο βρίσκεται στη λίστα των κορυφαίων ξενοδοχείων με διεθνή βραβεία.

Το ξενοδοχείο αυτό κατατάσσεται ως GREENHOTEL σύμφωνα με τα περιβαλλοντικά κριτήρια της ομάδας του GreenHotels, γεγονός που σημαίνει πως το ξενοδοχείο αυτό παρουσιάζεται ιδιαίτερος ευαισθητοποιημένο απέναντι στο περιβάλλον και έχει υιοθετήσει ουσιαστικές μεθόδους και πρακτικές προκειμένου η λειτουργία του να είναι αποτελεσματική, προσανατολισμένη προς την εξοικονόμηση ενεργειακών και φυσικών πόρων. Παρακάτω αναφέρονται οι περιβαλλοντικές του δράσεις:

- Σύστημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ
- Λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης στο σύνολο των εγκαταστάσεων
- Φωτοκύτταρα/Χρονομετρητές/Ανιχνευτές κίνησης για φωτισμό στους κοινόχρηστους χώρους
- Θερμοστάτες αυτονομίας θέρμανσης-κλιματισμού στα δωμάτια
- Key-cards στα δωμάτια
- Ηλεκτρικές συσκευές ενεργειακής κλάσης A
- Πρόγραμμα αλλαγής πετσετών και σεντονιών

- Συστήματα εξοικονόμησης νερού στα μπάνια δωματίων
- Σύστημα παρακολούθησης της ποιότητας του πόσιμου νερού
- Ανακύκλωση: Χαρτιού, Πλαστικού, Αλουμινίου, Μπαταριών, Μαγειρικών Ελαίων
- Εφαρμογή προγράμματος ανακύκλωσης συστημένο από τις τοπικές αρχές
- Χρήση φιλικών προς το περιβάλλον απορρυπαντικών
- Ορισμός αρμοδίου τμήματος για την παρακολούθηση της περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Οργάνωση εκπαιδεύσεων προσωπικού για θέματα περιβαλλοντικής διαχείρισης
- Παρακίνηση των πελατών για υιοθέτηση οικολογικών προϊόντων
- Πιστοποιημένοι προμηθευτές, τοπικά προϊόντα
- Απαγόρευση καπνίσματος στους κοινόχρηστους χώρους
- Οικολογικά πιστοποιημένο σύμφωνα με το πρότυπο ISO 14001:2004 [18]

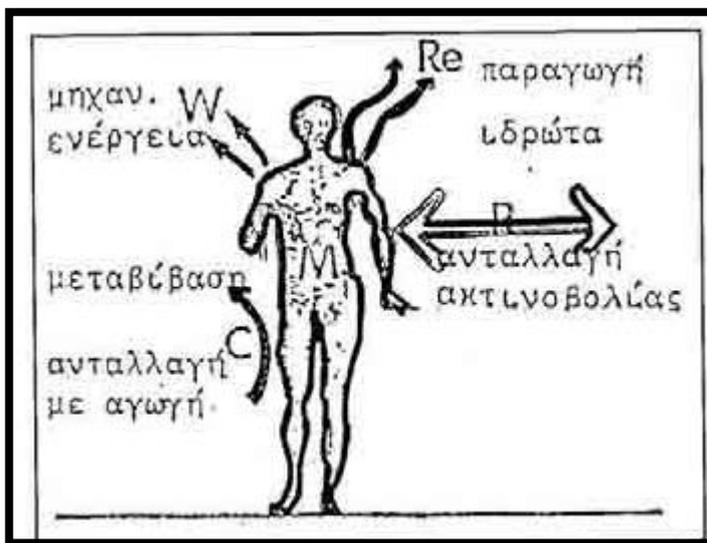


Εικόνα 3.10: Το Ξενοδοχείο Thalassa Beach Resort στα Χανιά [19]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική δεν μπορεί να είναι απομονωμένη από τους χρήστες του κτιρίου. Σκοπός της είναι να ικανοποιεί τις απαιτήσεις του για θερμική και οπτική άνεση. Από τη μεριά τους, οι χρήστες παίζουν ρόλο στη δημιουργία και την επιτυχή λειτουργία του κτιρίου.

Το αίσθημα της θερμικής άνεσης μπορεί να αναφερθεί ότι αποτελεί το αίσθημα ευεξίας σε σχέση με τη θερμότητα και απορρέει από την ικανοποιητική αλληλεπίδραση του ατόμου με το περιβάλλον του. Η μελέτη της θερμικής άνεσης επιχειρεί να αξιολογήσει το αίσθημα αυτό σε σχέση με την ένδυση των χρηστών, τις δραστηριότητες και τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος τους, δείχνοντας ότι είναι δυνατό να ποικίλλει η ατμόσφαιρα σε ένα συγκεκριμένο χώρο ώστε να είναι κατάλληλη για τις δραστηριότητες που εκτελούνται σε αυτό. [20]



Εικόνα 4.1: Θερμική άνεση [21]

4.1 Παράμετροι θερμικής άνεσης

Το αίσθημα της θερμικής άνεσης εξαρτάται από επτά παραμέτρους. Οι τρεις από αυτές ο μεταβολισμός, η ένδυση και η θερμοκρασία του δέρματος σχετίζονται με το άτομο. Οι άλλες τέσσερις συνδέονται με το γύρω περιβάλλον. Αυτές είναι η θερμοκρασία του χώρου η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία της επιφάνειας των τοίχων και των άλλων επιφανειών του χώρου και η ταχύτητα του ανέμου.

- Μεταβολισμός

Μεταβολισμός είναι το σύνολο των χημικών αντιδράσεων που συμβαίνουν στο σώμα. Οι αντιδράσεις αυτές προωθούνται από βιολογικούς καταλύτες και οι

αλλαγές που προκύπτουν από αυτό είναι συνήθως μικρές. Κατά συνέπεια τα ποσά της ενέργειας που απαιτούνται ή ελευθερώνονται σε οποιοδήποτε δοσμένο στάδιο ελαχιστοποιούνται. **Σκοπός είναι να διατηρείται το σώμα σε μια σταθερή θερμοκρασία 36,7°C.** Επειδή η θερμοκρασία του σώματος είναι, συνήθως, υψηλότερη από αυτή του χώρου, οι αντιδράσεις μεταβολισμού συμβαίνουν συνεχώς για να αντισταθμίσουν την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον.

Η παραγωγή ενέργειας από μεταβολισμό εξαρτάται από τη στάθμη της δραστηριότητας την οποία εκτελεί το άτομο. Η εργασία γραφείου, για παράδειγμα, παράγει προσεγγιστικά 0.8 met*, ενώ το παίξιμο squash παράγει περίπου 7.0 met* .

*Το met είναι μονάδα της ενέργειας μεταβολισμού και είναι ίση με 58 W/m². Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανθρώπινου σώματος είναι 1.8 m² .

- **Ένδυση**

Η ένδυση δημιουργεί μια θερμική αντίσταση στην ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ της επιφάνειας του δέρματος και της γύρω ατμόσφαιρας. Η θερμική αντίσταση της συνηθισμένης καλοκαιρινής ενδυμασίας είναι 0.5 clo ενώ αυτή της χειμερινής ένδυσης για παραμονή σε εσωτερικούς χώρους είναι 1 clo *

*Το clo είναι μονάδα μέτρησης της θερμικής αντίστασης που οφείλεται στην ένδυση και είναι ίση με 0.155 m² K /W.

- **Θερμοκρασία δέρματος**

Η θερμοκρασία της επιφάνειας του δέρματος είναι συνάρτηση του μεταβολισμού, της ένδυσης, της θερμοκρασίας του χώρου κ.ο.κ. Σε αντίθεση προς την εσωτερική θερμοκρασία του σώματος η οποία δεν είναι σταθερή.

- **Θερμοκρασία χώρου**

Η θερμοκρασία χώρου, που μετριέται με ένα συνηθισμένο θερμόμετρο ξηρού βολβού, είναι πολύ σημαντική για τη θερμική άνεση, αφού πιο πολύ από το μισό της θερμότητας που χάνεται από το ανθρώπινο σώμα αποβάλλεται με μεταφορά προς τον αέρα του χώρου.

- **Σχετική υγρασία**

Σχετική υγρασία είναι ο λόγος του ποσού της υγρασίας στον αέρα προς την υγρασία που θα περιείχε, αν ήταν κορεσμένος στην ίδια θερμοκρασία και πίεση.

Εκτός από ακραίες καταστάσεις (όταν, για παράδειγμα, ο αέρας είναι τελείως ξηρός ή κορεσμένος), η επίδραση της σχετικής υγρασίας είναι σχετικά μικρή. Σε εύκρατες περιοχές, για παράδειγμα, η αύξηση της σχετικής υγρασίας από

20% στο 60% επιτρέπει στη θερμοκρασία να μειωθεί λιγότερο από 1°C ενώ διατηρείται το ίδιο επίπεδο άνεσης. Επομένως, στους υπολογισμούς που σχετίζονται με τη θερμική άνεση, η σχετική υγρασία είναι σταθερή στο 50%. Αυτό που συνήθως συστήνεται είναι ότι η σχετική υγρασία σ' ένα χώρο θα πρέπει να είναι κάπου ανάμεσα στο 20% για να εμποδίζει την αποξήρανση των βλεννογόνων, και στο 80% για να αποφευχθεί το σχηματισμό μούχλας στο κτίριο.

ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ	ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ
Καλοκαίρι (ελαφριά ένδυση)	30%	24,5-28°C
	60%	23-25,5°C
Χειμώνας (ζεστός ρουχισμός)	30%	20,5-25,5 °C
	60%	20-24°C

Πίνακας 4.1: Σχέση θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας για θερμική άνεση [22]

- **Επιφανειακή θερμοκρασία των τμημάτων**

Ο μέσος όρος της επιφανειακής θερμοκρασίας των επιφανειών που περιβάλλουν ένα χώρο είναι η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία. Επηρεάζει τη θερμότητα που χάνεται από ακτινοβολία από το σώμα προς τις επιφάνειες, αλλά και τη θερμότητα που χάνεται με αγωγιμότητα, όταν το άτομο έρθει σε επαφή με τις επιφάνειες.

Οι απώλειες της ακτινοβολούμενης θερμότητας είναι δύσκολο να προσδιοριστούν, επειδή ποικίλλουν με τη θέση του ατόμου στο χώρο και επομένως με τη γωνία μεταξύ του ατόμου και των γύρω επιφανειών. Ως απλοποίηση, η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η μέση τιμή των θερμοκρασιών των γύρω επιφανειών σε αναλογία με τα εμβαδά της επιφάνειας τους.

Αν ένα κτίριο είναι **προσεκτικά μονωμένο**, η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας των εξωτερικών τοίχων πλησιάζει τη θερμοκρασία του χώρου. Αυτό περιορίζει τις απώλειες της ακτινοβολούμενης θερμότητας και γι' αυτό

αυξάνει την αίσθηση της θερμικής άνεσης. Επίσης, ελαττώνει την εμφάνιση ρευμάτων αέρα που μεταδίδουν θερμότητα.

- **Ταχύτητα του αέρα**

Η ταχύτητα του αέρα είναι σχετική με την επιρροή του ατόμου στη θερμότητα που χάνεται διαμέσου μετάδοσης θερμότητας. Μέσα στα κτίρια, οι ταχύτητες του αέρα είναι γενικά μικρότερες από 0.2 m/s . Η σχετική ταχύτητα του αέρα που οφείλεται στην δραστηριότητα του ατόμου μπορεί να ποικίλει από 0-0.1 m/s για δουλειά γραφείου έως και 0.5-2.0 m/s για κάποιον που παίζει squash. [20,23,24]

Η θερμική άνεση μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς διαφορετικούς συνδυασμούς των παραπάνω παραμέτρων. Το ζητούμενο είναι να υπάρχει πάντα μια **θερμική ισορροπία** του σώματος, όπως μπορεί να περιγραφεί από την εξίσωση:

$$\underline{M-W = R + C + E + L + K + S}$$

Όπου: **Ρυθμός Παραγωγής Θερμότητας = M – W**

M: ο συνολικός ρυθμός παραγωγής θερμότητας που οφείλεται στο ρυθμό κατανάλωσης οξυγόνου (**1 liter O₂ = 5 kcal = 20.000 joules**).

W: ο ρυθμός παραγωγής μηχανικού έργου που παράγεται από το ανθρώπινο σώμα.

$$\underline{\text{Ρυθμός Απωλειών Θερμότητας} = R + C + E + L + K + S}$$

R: ακτινοβολία θερμότητας μεταξύ του δέρματος ή της επιφάνειας ρουχισμού και των περιβαλλουσών επιφανειών (π.χ. τοίχοι). Σε κατάσταση ξεκούρασης και σε θερμοκρασία χώρου 21, το 60% των θερμικών απωλειών από το σώμα οφείλεται στη μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία.

C: απώλεια θερμότητας δια συναγωγής (ο αέρας κοντά στο σώμα απορροφάει θερμότητα), που σε κατάσταση ξεκούρασης του ατόμου συμβάλλει κατά 18% στις συνολικές απώλειες θερμότητας.

E: πρόκειται για τις απώλειες θερμότητας από το σώμα λόγω εξάτμισης του νερού δια μέσου των εξωτερικών στρωμάτων της επιδερμίδας ή εξάτμισης του ιδρώτα που βρίσκεται στην επιφάνεια της επιδερμίδας

L: αναφέρεται στη θέρμανση και ύγρανση του αέρα που εισπνέεται και έπειτα εκπνέεται.

K: απώλεια θερμότητας με συναγωγή, μέσω της άμεσου επαφής του δέρματος με τις επιφάνειες (π.χ. όταν κάθεται κανείς σε κρύα επιφάνεια). Σε κατάσταση ξεκούρασης του ατόμου και σε θερμοκρασία χώρου 21 °C παράγοντας αυτός είναι υπεύθυνος για το 3% των συνολικών απωλειών.

S: ο ρυθμός αποθήκευσης της θερμότητας στο σώμα. Ιδανικά, όταν υπάρχει θερμική ισορροπία, ο παράγοντας αυτός πρέπει να λαμβάνει την τιμή μηδέν, δηλαδή:

Ρυθμός Παραγωγής Θερμότητας= Ρυθμός Απωλειών Θερμότητας Χωρίς Αποθήκευση [25]

4.2 Θερμικές ενδείξεις

Ένας αριθμός θερμικών ενδείξεων έχει αναπτυχτεί για να περιγράψει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των έξι παραμέτρων (του μεταβολισμού, της ένδυσης, της θερμοκρασίας χώρου, της σχετικής υγρασίας, της θερμοκρασίας των επιφανειών του χώρου και της ταχύτητας του αέρα εκτός από τη θερμοκρασία του δέρματος) και για να αξιολογήσει το αίσθημα θερμικής άνεσης που είναι πιθανό να έχει ένας ένοικος στο χώρο.

- **Βέλτιστη θερμοκρασία λειτουργίας**

Ως θερμοκρασία λειτουργίας ορίζεται η ομοιόμορφη θερμοκρασία ενός κλειστού χώρου με ακτινοβολία μέλανος σώματος στον οποίο ο ένοικος ανταλλάσσει την ίδια θερμότητα με ακτινοβολία και μεταφορά ως να ήταν σε ένα μη ομοιόμορφο, πραγματικό χώρο.

Όταν η ταχύτητα του αέρα είναι 0.2 m/s ή λιγότερο, η θερμοκρασία λειτουργίας μπορεί να ληφθεί ως το μέτρο της θερμοκρασίας του χώρου και της μέσης θερμοκρασίας που ακτινοβολείται. Η βέλτιστη τιμή της θερμοκρασίας λειτουργίας ανταποκρίνεται στη θερμοκρασία άνεσης στο χώρο. Έτσι, αν η θερμοκρασία άνεσης έχει οριστεί να είναι 20°C, τότε για μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας 19°C, η θερμοκρασία του χώρου θα είναι 21°C.

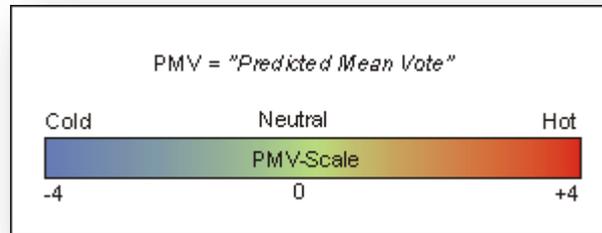
- **Ζώνες άνεσης**

Το ανθρώπινο σώμα ακούσια ρυθμίζει την παραγωγή της εσωτερικής θερμότητας στις θερμικές συνθήκες του περιβάλλοντος, δημιουργώντας τελικά μια κατάσταση όπου η μεταβολική παραγωγή θερμότητας αντισταθμίζεται από τις απώλειες θερμότητας, ώστε το άτομο βιώνει μόνο πολύ μικρές μεταβολές στην αίσθηση της θερμικής άνεσης και για αυτό νιώθει άνετα. [20,23,24]

- **Αναμενόμενη μέση τιμή αίσθησης**

Η αναμενόμενη μέση τιμή αίσθησης (Predicted mean vote, **PMV**) είναι μια κλίμακα της θερμικής άνεσης. Σχετικά με τη μέθοδο PMV τα δεδομένα προέρχονται από τη μέση γνώμη ενός μεγάλου συνόλου ατόμων που εκφράζουν την άποψη τους για τη θερμική αίσθηση κάτω από διαφορετικές θερμικές καταστάσεις. Μέσω αυτής της μεθόδου εξασφαλίζεται μια ένδειξη για τη θερμική άνεση. Στη περίπτωση που η PMV είναι ίση με μηδέν παρέχονται συνθήκες ιδανικής θερμικής άνεσης. Μια θετική PMV σημαίνει

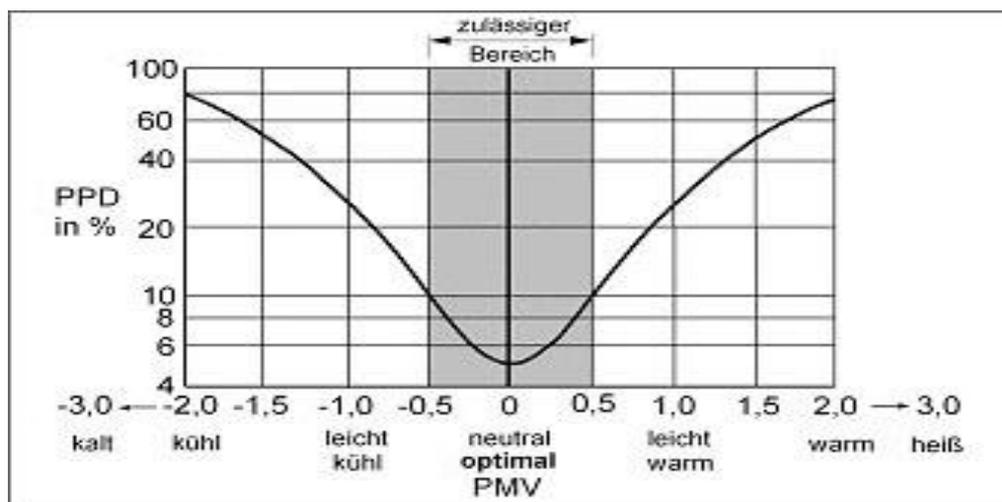
πως ότι η θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την ιδανική τιμή ενώ μια αρνητική τιμή σημαίνει ότι η θερμοκρασία έχει ένα ελαφρό αίσθημα ψύχους που (ορίζεται ως «δροσιά» όταν PMV είναι -1) μέχρι ένα ελαφρό αίσθημα ζέστης (ορίζεται ως «ήπιο» όταν PMV είναι +1). [20,26]



Εικόνα 4.2: Κλίμακα προσδιορισμού PMV [27]

- **Ποσοστό δυσαρέσκειας που αναμένεται**

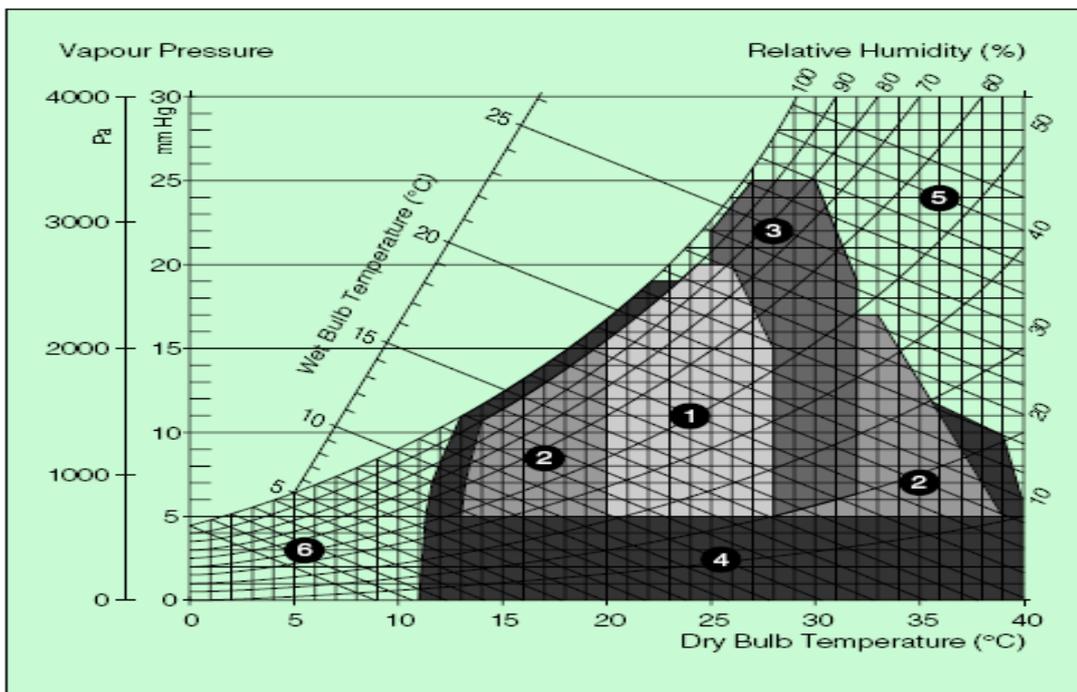
Άλλη μια μέθοδος είναι η **PDD** (Predicted Percent of Dissatisfied Persons- Εκατοστιαίο Ποσοστό Δυσανεστημένων Ατόμων). Αποτελεί μια ένδειξη του ποσοστού των ατόμων που είναι ευαίσθητα στο αίσθημα της υπερβολικής ζέστης ή του μεγάλου ψύχους σε ένα δοσμένο θερμικό περιβάλλον. Το συμπέρασμα μπορεί να βγει από την PMV. Για παράδειγμα, αν η PMV είναι μεταξύ +1 έως -1 τότε η ένδειξη του PPD δείχνει ότι ποσοστό 25% των ατόμων θα είναι δυσαρεστημένο. Για να περιοριστεί αυτός ο αριθμός στο 10% τότε θα πρέπει να επικρατεί PMV μεταξύ -0.5 έως +0.5. [20,26]



Διάγραμμα 4.1: Δείκτες PMV, PPD [28]

- **Βιοκλιματικά διαγράμματα**

Τα βιοκλιματικά διαγράμματα που έγιναν από τον Γίνοπι, κάνουν δυνατό να προσδιοριστεί η επίδραση στη θερμική άνεση της αλλαγής παραμέτρων που σχετίζονται με το κτίριο, όπως είναι η θερμική αδράνεια και το ποσοστό αερισμού. Δείχνουν ότι, κάνοντας ορισμένες αλλαγές σε αυτές τις παραμέτρους, μπορεί να παραταθεί σε σημαντικό βαθμό η ζώνη άνεσης ακόμη και όταν οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές. Επομένως, με την εφαρμογή των εννοιών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής μπορούν να ελαχιστοποιηθούν οι επιδράσεις των κλιματικών αλλαγών στο εσωτερικό περιβάλλον σε βαθμό που να γίνουν αυτές αμελητέες. [20]



Διάγραμμα 4.2: Ένδειξη θερμικής άνεσης σε συνθήκες εσωτερικού χώρου. 1. Ζώνη Θερμικής Άνεσης, 2. Ζώνη εφαρμογής παθητικών συστημάτων θέρμανσης 3.Ζώνη Ανάγκης Αερισμού, 4. Ζώνη επίδρασης στους χρήστες 5. Ζώνη ανάγκης μηχανικής ψύξης 6.Ζώνη Ανάγκη Θέρμανσης [29]

4.3 Θερμική άνεση στην ξενοδοχειακή μονάδα

Σύμφωνα με τις παραπάνω ενδείξεις σκοπός είναι να επιτευχτεί η θερμική άνεση τόσο στα δωμάτια διαμονής του ξενοδοχείου αλλά και στους κοινόχρηστους χώρους αυτού. Η επίτευξη αυτού του στόχου μπορεί να υλοποιηθεί θέτοντας ως παράμετρο την διατήρηση των ιδανικών θερμοκρασιών και της ιδανικής υγρασίας σε όλο κτίριο.

Αυτό μπορεί να συμβεί με τη σωστή θερμομόνωση, με συστήματα κλιματισμού και θέρμανσης, με τα κατάλληλα ανοίγματα έτσι ώστε ο χώρος να αερίζεται και τα ποσά του ζεστού αέρα να κατευθύνονται προς το εξωτερικό περιβάλλον. Στα δωμάτια, η θερμική άνεση μπορεί να ρυθμίζεται από τις επιθυμίες των πελατών μέσα από έναν αυτόνομο θερμοστάτη, ανεμιστήρα οροφής και τη δυνατότητα διαχείρισης ενός συστήματος κλιματισμού. Επιπλέον, οι πελάτες θα μπορούν να επιλεγούν αν θα έχουν ανοιχτά ή κλειστά τα παράθυρα του δωματίου τους όπως και τα σκίαστρα ανάλογα με την ώρα της ημέρας και της επιθυμίας τους. Στους κοινόχρηστους χώρους (ρεσεψιόν, εστιατόριο, μπαρ, αίθουσες συνεδρίων) η θερμοκρασία διατηρείται σε ιδανικά επίπεδα για το μέσο άνθρωπο δηλαδή στη ζώνη άνεσης 1 με θερμοκρασίες από 20-25°C και σχετική υγρασία 50-55%. Αυτό επιτυγχάνεται με τους ανωτέρω τρόπους (οι οποίοι θα αναφερθούν αναλυτικά στα επόμενα κεφάλαια): σκίαση, θερμομόνωση, κλιματισμός, αερισμός από τα ανοίγματα αλλά και χρήση του φαινομένου της καπνοδόχου-αιολική καμινάδα, θέρμανση από τα συμβατικά μέσα, αλλά, κυρίως, από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Όλα τα παραπάνω μέσα επίτευξης της ιδανικής θερμικής αίσθησης στον εσωτερικό χώρο πρέπει να γίνουν με ορθολογική χρήση της ενέργειας αξιοποιώντας το μικροκλίμα της περιοχής και την βιοκλιματική αρχιτεκτονική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Εισαγωγή

Στη μελέτη του παρόντος ξενοδοχείου θα επιλεγούν τα κατάλληλα ηλιακά παθητικά συστήματα με στόχο την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη μείωση της χρήσης μηχανικών μέσων για την θέρμανση του κτιρίου και ταυτόχρονα τη μείωση των εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα τα επίπεδα του οποίου αυξάνονται σημαντικά από την εκτεταμένη χρήση τους.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι ορισμένες απλές αλλά ειδικά μελετημένες διατάξεις και συνδυασμοί υλικών και χώρων στη νότια περιοχή του κελύφους των κτιρίων που σκοπό έχουν να αυξήσουν τα θερμικά κέρδη με φυσικό τρόπο, αξιοποιώντας στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό την ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται ένα κτίριο.

Εκτεταμένες νότιες γυάλινες επιφάνειες αυξάνουν την επιφάνεια συλλογής και παγίδευσης της ηλιακής ακτινοβολίας. Πίσω τους, προς την πλευρά του κτιρίου τοποθετούνται είτε θερμοαπορροφητικές επιφάνειες που μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμική ενέργεια και τη διοχετεύουν στον αέρα που τις περιβάλλει, θερμαίνοντας τον, είτε υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας που αποθηκεύουν μεγάλα ποσά θερμικής ενέργειας για να αποδώσουν στο κτίριο.

Η ποικιλία, οι παραλλαγές και οι συνδυασμοί των παθητικών ηλιακών συστημάτων μπορούν να αναπτύσσονται συνεχώς. Είναι συνάρτηση της κατανόησης των αρχών λειτουργίας τους και της εφευρετικότητας του σχεδιαστή του κάθε κτιρίου.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν κατ' αρχήν ορισμένες βασικές κατηγορίες τους που έχουν καταξιωθεί στην ιστορία του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους από θερμική άποψη, χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

A. Συστήματα άμεσου ή απευθείας ηλιακού κέρδους:

1. Κατάλληλη θερμική μάζα (χρήση υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας), σε συνδυασμό με συστήματα θερμικής προστασίας (θερμομόνωση κελύφους, διπλοί υαλοπίνακες) και την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για τους καλοκαιρινούς μήνες.
2. Κατάλληλα προσανατολισμένα ανοίγματα.

B. Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους:

1. Ηλιακοί τοίχοι οι οποίοι αποτελούνται από τοιχοποιία συνδυασμένη με υαλοστάσιο που τοποθετείται εξωτερικά. Μπορεί να πρόκειται για αμόνωτο τοίχο –τοίχος ηλιακής συλλογής και θερμικής αποθήκευσης- ή θερμομονωμένο τοίχο με θυρίδες-θερμοσιφωνικό πανέλο. Στην κατηγορία αυτή είναι:

- Τοίχοι μάζας
- Τοίχοι Trombe
- Τοίχοι νερού
- Θερμοσιφωνικό πανέλο/αεροσυλέκτης
- Οροφή νερού

2. Στα συστήματα αυτά ανήκουν και οι χώροι θερμικής αποθήκευσης:

- Θερμοκήπια, προσαρτημένα στη νότια όψη του κτιρίου
- Ηλιακά αίθρια

Γ. Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους, όπου η συλλέκτρια επιφάνεια της ηλιακής ενέργειας, διαχωρίζεται από το χώρο της θερμικής αποθήκευσης. Πρόκειται για μικτά συστήματα που ονομάζονται υβριδικά και βασίζονται στη φυσική ροή κάποιου ρευστού (π.χ. του αέρα). Σε αυτά τα συστήματα, χρησιμοποιούνται κάποια απλά μηχανικά μέσα για την μεταφορά της θερμότητας (π.χ. ανεμιστήρες) [21,30]

5.1 Συστήματα άμεσου ή απευθείας ηλιακού κέρδους



Εικόνα 5.1: Ηλιακά παθητικά συστήματα άμεσου κέρδους [31]

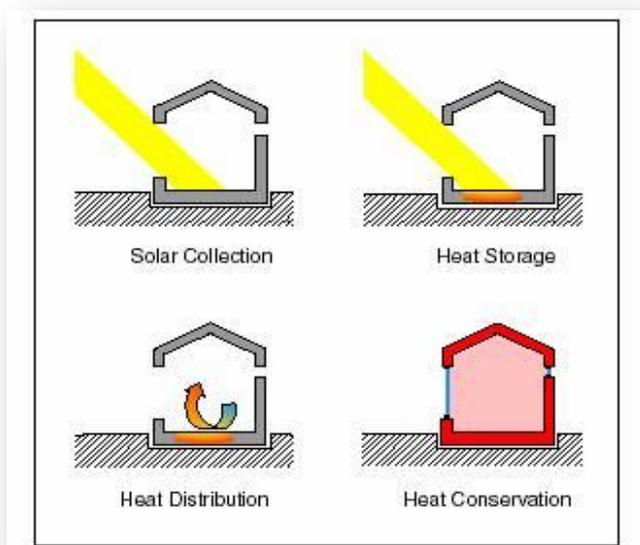
5.1.1 Θερμική μάζα

Η θερμική μάζα των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα των χρησιμοποιούμενων υλικών. Η θερμοχωρητικότητα ορίζεται ως το γινόμενο της ειδικής θερμότητας του υλικού ($\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$) επί την πυκνότητα (Kg/m^3) και μετράται σε $\text{kJ/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$. Με ένα διαφορετικό ορισμό, θερμοχωρητικότητα είναι το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για να αυξηθεί η θερμοκρασία ενός κυβικού μέτρου του υλικού κατά 1°C . Συνεπώς, για να είναι δυνατή η αποθήκευση όσο το δυνατόν μεγαλύτερης ποσότητας θερμότητας ανά μονάδα όγκου του υλικού, πρέπει να χρησιμοποιηθούν υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα.

1. Το **μπετόν** είναι υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα ($1680-2500 \text{ kJ/m}^3\text{°C}$) και αποτελεί ένα από τα πλέον συνηθισμένα δομικά υλικά για τη δημιουργία θερμικής μάζας.
2. Η **πέτρα** ($1596 \text{ kJ/m}^3\text{°C}$) και το **τούβλο** ($1200 \text{ kJ/m}^3\text{°C}$) είναι, επίσης, δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση θερμότητας.
3. Αντίθετα, υλικά με πολύ χαμηλή θερμοχωρητικότητα είναι για παράδειγμα, το **ξύλο** ($528-820 \text{ kJ/m}^3\text{°C}$) και η **διογκωμένη πολυστερίνη** ($19-25 \text{ kJ/m}^3\text{°C}$)
4. Το **νερό** έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα ($4212 \text{ kJ/m}^3\text{°C}$). Λόγω των δυσκολιών, όμως, που παρουσιάζει η αποθήκευση του και η λειτουργική του ενσωμάτωση στα δομικά στοιχεία κατασκευής έχει περιορισμένες εφαρμογές.

Η θερμική μάζα τοποθετείται τόσο στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου (τοίχοι, οροφή), όσο και στις επιφάνειες και τα δομικά στοιχεία που βρίσκονται στους εσωτερικούς χώρους (π.χ. δάπεδα, εσωτερικοί τοίχοι).

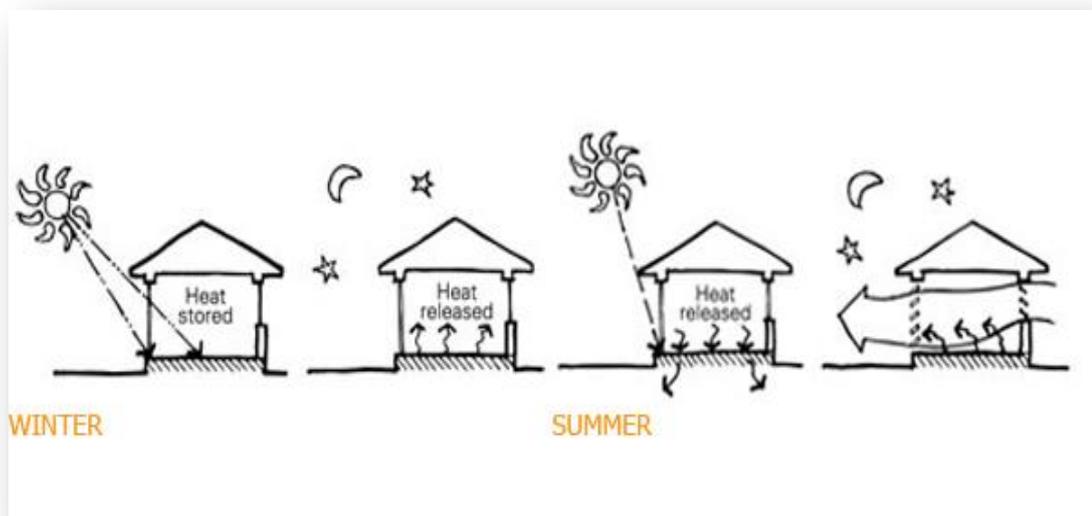
Απαραίτητη προϋπόθεση για την ομαλή λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων, είναι η κατάλληλη **αποθήκευση της διαθέσιμης θερμότητας** κατά τη διάρκεια της ημέρας και η **σταδιακή απόδοσή της όταν απαιτείται** (π.χ. το βράδυ). Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου κατά τη διάρκεια της ημέρας που τα ηλιακά κέρδη είναι υψηλά και παράλληλα αντιμετωπίζεται σε ένα βαθμό το πρόβλημα της περιοδικότητας στη διαθεσιμότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Η αποτελεσματικότητα της θερμικής μάζας ως αποθηκευτικού μέσου είναι αποδεκτή όταν η ημερήσια διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας ξεπερνά τους 10°C . Σε περιοχές με έντονες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας η θερμική μάζα έχει διπλό όφελος: μειώνει τις ανάγκες για ψύξη κατά τη διάρκεια της ημέρας ενώ τη νύχτα, που πέφτει η θερμοκρασία, τα δομικά στοιχεία απελευθερώνουν τη θερμότητα στο εσωτερικό του κτίριο εξασφαλίζοντας ένα άνετο περιβάλλον .



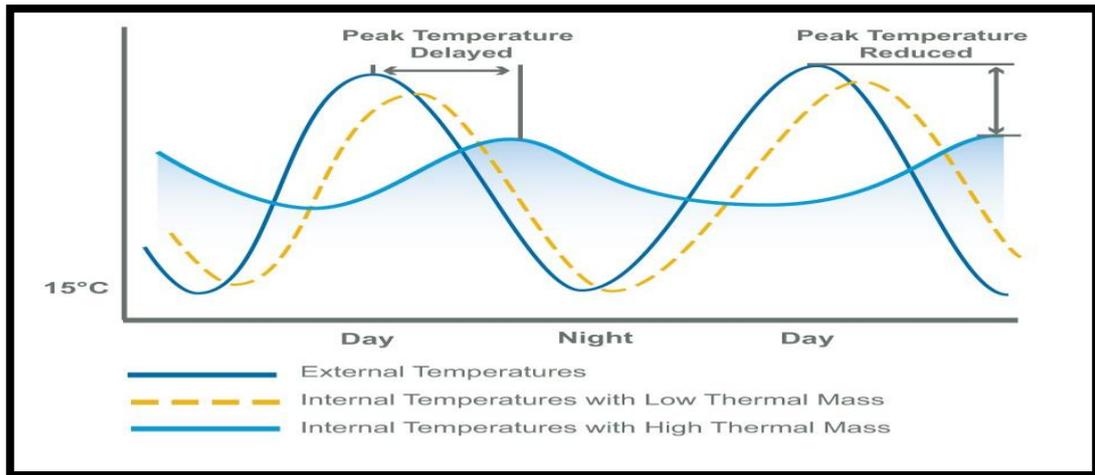
Εικόνα 5.2: Λειτουργία θερμικής μάζας [32]

Το βασικό ζήτημα είναι η μεγιστοποίηση της μεταφοράς θερμότητας δια της συναγωγής μεταξύ της θερμικής μάζας και του αέρα. Η δυσκολία αυτή γίνεται κρίσιμη όταν έχουμε να κάνουμε με μια διττή προσέγγιση βελτιστοποίησης χειμώνα/ καλοκαίρι. Μια άλλη δυσκολία είναι, λόγω της θερμικής αδράνειας της μάζας σε σχέση με τη σχετικά ταχεία διαδικασία στα οριακά στρώματα. Για βέλτιστο σχεδιασμό, η θερμική μάζα θα πρέπει να εξετάζεται σε συνδυασμό με τα στοιχεία ελέγχου που χρησιμοποιούνται για θέρμανση και ψύξη. Για παράδειγμα, το καλοκαίρι η εξωτερική θερμοκρασία είναι, συνήθως, χαμηλότερη από την εσωτερική και συνεπώς απαιτείται ο νυκτερινός αερισμός (ή ενίσχυση από ανεμιστήρες οροφής) για τη μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου. Αντιθέτως, το χειμώνα στόχος είναι η εκμετάλλευση του ηλιακού κέρδους από τις πρωινές ώρες κατά τη διάρκεια της νύχτας όπου η θέρμανση από μη φυσικά μέσα είναι απαραίτητη. Η θερμική μάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μειώσει τις ενεργειακές απαιτήσεις κατά τη διάρκεια των αιχμών της ζήτησης το καλοκαίρι αλλά και τον χειμώνα, μεταθέτοντας τη λειτουργία της μηχανικής ψύξης σε περιόδους εκτός αιχμής, όταν οι τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας είναι χαμηλότερες.

Τέλος, πρέπει να σημειώσουμε πως η βελτιστοποίηση της απόδοσης της θερμικής μάζας γίνεται σε συνδυασμό με τα κατάλληλα σκίαστρα αλλά και απαραίτητως με θερμομόνωση. [33,34,35]

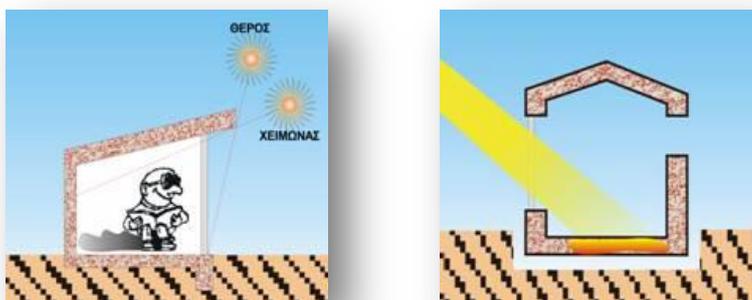


Εικόνα 5.3: Χρήση θερμικής μάζας το χειμώνα και το καλοκαίρι [36]



Διάγραμμα 5.1: Η επίδραση της θερμικής μάζας στην εσωτερική θερμοκρασία ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία [35]

5.1.2 Ανοίγματα



Εικόνα 5.4: Άμεσο ηλιακό κέρδος από ανοίγματα [37]

5.1.2.1 Κατάλληλα προσανατολισμένα ανοίγματα

Τα ηλιακά κέρδη εξαρτώνται από το υλικό με το οποίο είναι φτιαγμένο το στοιχείο, από την επιφάνεια του, τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων και φυσικά από τη διαθέσιμη ακτινοβολία που σχετίζεται με τον προσανατολισμό, την τοπογραφία του κτιρίου και την υπάρχουσα σκίαση.

Το πιο σημαντικό στοιχείο στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα (αλλά και για αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι) είναι **ο σωστός προσανατολισμός των ανοιγμάτων.**

Τα **νότια ανοίγματα** του κτιρίου μπορούν να θεωρηθούν ως η απλούστερη μορφή παθητικού ηλιακού συστήματος άμεσου ηλιακού κέρδους. Αυτό ισχύει για όλα τα κτίρια ανεξάρτητα από το αν έχουν σχεδιαστεί ή όχι με βιοκλιματική λογική. Τα νότια ανοίγματα δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και, με το κατάλληλο οριζόντιο σκίαστρο, ελάχιστα το καλοκαίρι.

Σε κτίρια, που η θέρμανσή τους από τον ήλιο στηρίζεται μόνο στις θερμικές προσόδους των νότιων ανοιγμάτων τους, είναι σημαντικό **η συνολική επιφάνεια αυτών των ανοιγμάτων να είναι αρκετή** ώστε να εξασφαλίζει τα απαιτούμενα θερμικά φορτία. Θεωρείται ότι για τη θέρμανση ενός χώρου από τα ηλιακά κέρδη των νότιων ανοιγμάτων απαιτείται για το γεωγραφικό πλάτος 40°, 0.5 m² ανοίγματος ανά 1 m² κάτοψης χώρου.

Μέση Εξωτερική Θερμοκρασία °C	Εμβαδόν ανοίγματος / Μονάδα επιφάνειας χώρου (κάτοψης)
+1,7	0,16-0,25
+4,5	0,13-0,21
+7,2	0,11-1,17

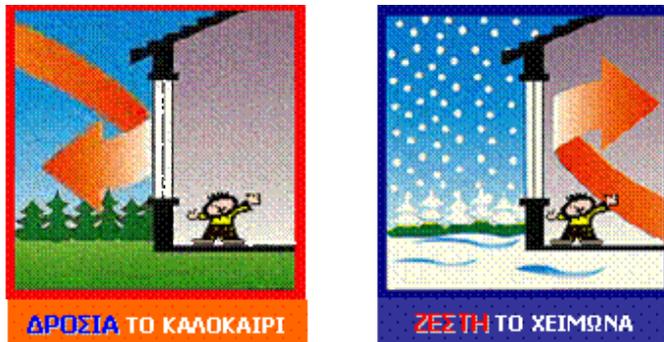
Πινάκας 5.1: Σχέση μεταξύ εξωτερικής θερμοκρασίας και ανοιγμάτων τον χειμώνα σε εύκρατα κλίματα [38]

Ανοίγματα στο βορρά βοηθούν στην καλύτερη ποιότητα φωτισμού στο χώρο γιατί δέχονται μόνο διάχυτο και όχι άμεσο φώς, συνιστώνται για το καλοκαίρι, αλλά πρέπει να είναι περιορισμένης επιφάνειας γιατί παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες και ελάχιστα κέρδη το χειμώνα. **Ανατολικά και δυτικά ανοίγματα** έχουν τη χειρότερη συμπεριφορά όλο το χρόνο, γι αυτό συνιστώνται μόνο όπου είναι απαραίτητα για λόγους φωτισμού ή θέας. Ιδιαίτερα τα δυτικά ανοίγματα είναι πολύ δυσμενή το καλοκαίρι, καθώς δέχονται άμεσα ήλιο μετά το μεσημέρι. Γενικά, στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα πρέπει να προβλέπεται σκίαση κατά προτίμηση εξωτερική και κατακόρυφου τύπου.

Μια ακόμη παράμετρος, η οποία επηρεάζει τα ηλιακά κέρδη, είναι η **κλίση του υαλοστασίου**. Το καλοκαίρι τα κέρδη από ένα κατακόρυφο υαλοστάσιο είναι περισσότερα από αυτά που εξασφαλίζονται εάν το υαλοστάσιο είναι υπό άλλες γωνίες, επειδή ο ήλιος είναι ψηλά στον ουρανό και η ηλιακή δέσμη έχει κατά συνέπεια υψηλή γωνία πρόσπτωσης. Κεκλιμένο υαλοστάσιο με μικρή γωνία ως προς την οριζόντιο (π.χ. 30°) μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση το θέρος παρά το γεγονός ότι δίνει υψηλά κέρδη το χειμώνα. Γενικά, παρόμοια υαλοστάσια πρέπει αν αποφεύγονται, εκτός αν μπορούν να σκιάζονται αποτελεσματικά, όταν είναι αναγκαίο. Είναι δυνατό, όμως, να εφαρμόζονται σε θερμοκήπια ή σε αίθρια, αν ξεχωρίζουν από τους άλλους χώρους που χρησιμοποιούνται στο κτίριο και διαθέτουν τα δικά τους συστήματα αερισμού.

Τελικώς, η θέση του ανοίγματος παίζει ένα σπουδαίο ρόλο. Ένας εμπειρικός κανόνας ορίζει ότι το βάθος ενός χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 2,5 φορές το ύψος του παραθύρου από το δάπεδο. [21,37,38]

5.1.2.2 Τύποι υαλοπινάκων



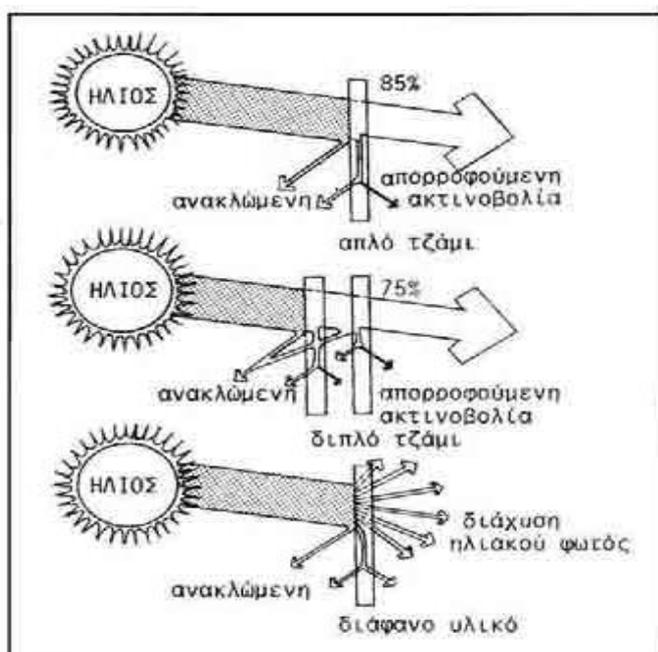
Εικόνα 5.5: Προστασία από υαλοπίνακες [39]

Τα διαφανή στοιχεία (υαλοπίνακες) παρέχουν εύκολη δίοδο για τη ροή θερμότητας έξω από το κτίριο εξαιτίας των σχετικά περιορισμένων θερμικών ιδιοτήτων τους. **Οι ιδιότητες μετάδοσης από αυτά τα στοιχεία είναι δυνατό να μειωθούν στο μισό ή στο ένα τρίτο, αν αυτά είναι κατασκευασμένα από δυο ή και τρία τζάμια** (αντί για ένα) και αν το κενό μεταξύ τους έχει πληρωθεί με ξηρό αέρα ή ειδικό αέριο χαμηλής αγωγιμότητας. Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους. Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες. Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά, είναι:

- Ανακλαστικοί υαλοπίνακες: Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια.
- Έγχρωμοι υαλοπίνακες: Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.
- Απορροφητικοί υαλοπίνακες: Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοπερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.
- Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e): Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο,

είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.

- Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες: Εκτός από τους συνήθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.
- Ηλεκτροχρωμικοί: Είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.
- Φωτοχρωμικοί: Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.
- Θερμοχρωμικοί: Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.
- Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων: Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς. [33,39]



Εικόνα 5.6: Απορροφούμενη ακτινοβολία μέσα από τζάμι [21]

Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτιρίου, η συνεισφορά του υαλοπίνακα στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνεπαγόμενη οικονομικότητα του συστήματος (κόστος-όφελος, χρόνος απόσβεσης). Ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή απαιτείται ώστε τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα, τα οποία θα επιλεγούν με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και στο δροσισμό του κτιρίου, να εξασφαλίζουν, μαζί με το συνολικό σχεδιασμό των ανοιγμάτων (σκιάστρα, κουρτίνες, τέντες) και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων. [40]

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

Πίνακας 5.2: Τύποι παραθύρων [33]

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ			
Τύπος υαλοπίνακα	Πάχος υαλοπίνακα-διακένου-υαλοπίνακα (mm)	Αέριο διακένου	Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m ² K)
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

Πίνακας 5.3: Συντελεστες θερμοπερατότητας* για υαλοπίνακες διαφορων τύπων [39]

*Συντελεστής θερμοπερατότητας (U): Καθορίζει την ποσότητα της θερμότητας σε Wh, η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια 1m² της κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα που βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής, είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο επί βαθμό Κέλβιν. (W / m² * K) [41]

$U \leq 0.85 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ανώτατο επιτρεπτό όριο θερμικής αγωγιμότητας)

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ/ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΣΕ 4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση πετρελαίου (λίτρα)
ΦΛΩΡΙΝΑ	Διπλός 4-6-4	12.216	1.222
	Διπλός 4-12-4	14.381	1.438
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	16.421	1.642
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Διπλός 4-6-4	8.551	855
	Διπλός 4-12-4	10.007	1.001
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	11.604	1.160
ΑΘΗΝΑ	Διπλός 4-6-4	5.192	519
	Διπλός 4-12-4	6.016	602
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό	7.473	747
ΧΑΝΙΑ	Διπλός 4-6-4	4.191	419
	Διπλός 4-12-4	4.449	445
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	5.491	549

Πίνακας 5.4: Εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση διπλών και βελτιωμένων υαλοπινάκων [39]



Διάγραμμα 5.2: Κατανάλωση Ενέργειας ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα [39]

Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα συστημάτων άμεσου κέρδους

Πλεονεκτήματα

- Το χαμηλό κόστος: τα υαλοστάσια είναι ένας σχετικά οικονομικός τρόπος δημιουργίας ηλιακού συλλέκτη.
- Η ευκολία κατασκευής: στις περισσότερες περιπτώσεις αρκεί η σωστή χωροθέτηση των ανοιγμάτων. Δεν απαιτείται πρόσθετη μάζα αποθήκευσης, για συμμετοχή έως 25% της ηλιακής ενέργειας στη θέρμανση του χώρου.
- Τα συνδυασμένα οφέλη: τα γυάλινα ανοίγματα συμβάλλουν σε πολλές ταυτόχρονα λειτουργίες, επιτρέποντας την είσοδο του φυσικού φωτός στο κτίριο και την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

Μειονεκτήματα

- Ο κίνδυνος θάμβωσης από τα μεγάλα ανοίγματα.
- Η είσοδος της υπεριώδους ακτινοβολίας
- Οι σχετικά μεγάλες διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας που εμφανίζονται εάν δεν υπάρχει επαρκής θερμική μάζα.
- Η μείωση της ιδιωτικότητας
- Η μεγάλη επιφάνεια θερμικής μάζας που απαιτείται, όταν προβλέπεται ηλιακή συμμετοχή μεγαλύτερη από 50%.
- Το κόστος της νυχτερινής μόνωσης που απαιτείται για τη μείωση των θερμικών απωλειών. [42]

5.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους

5.2.1 Έμμεση αποθήκευση

Η έμμεση αποθήκευση αποτελεί τη διαδικασία κατά την οποία ένα κτιριακό στοιχείο θερμαίνεται με απορρόφηση θερμότητας που ακτινοβολείται από αλλά θερμότερα στοιχεία ή με μεταφορά θερμότητας από τον περιβάλλοντα αέρα. Η έμμεση αποθήκευση με ακτινοβολία επηρεάζεται από τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των στοιχείων, τη θέση και την ικανότητα τους προς εκπομπή. Η έμμεση αποθήκευση με μεταφορά επηρεάζεται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα και του στοιχείου, από την ταχύτητα του αέρα και τις ανώμαλες επιφάνειες του τοίχου. [20]

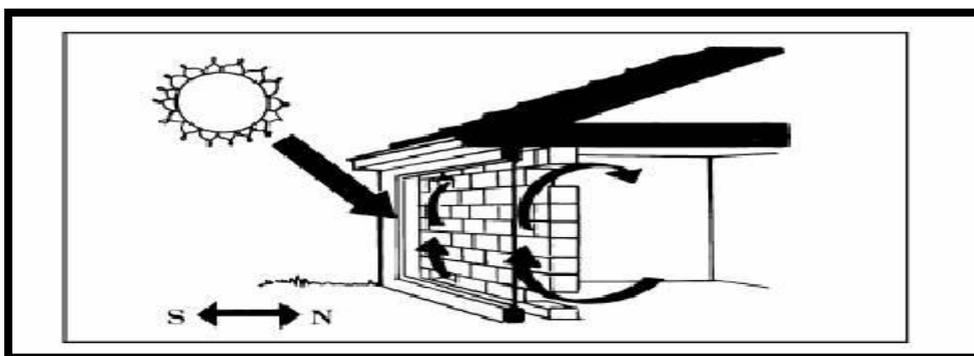
5.2.2 Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης μπορεί να είναι:

- **απλοί τοίχοι μάζας** (μη θερμοσιφωνική ροής και χωρίς θυρίδες) συμπαγούς κατασκευής, είτε αποτελούμενοι από δοχεία νερού (**τοίχος νερού**), ή από υλικά αλλαγής φάσης.
- τοίχοι μάζας θερμοσιφωνικής ροής (**Trombe - Michel**)
- **Τοίχοι νερού**
- θερμοσιφωνικό πάνελ /Τοίχος **Barra Constantini**. [21,42]

Τοίχος Μάζας

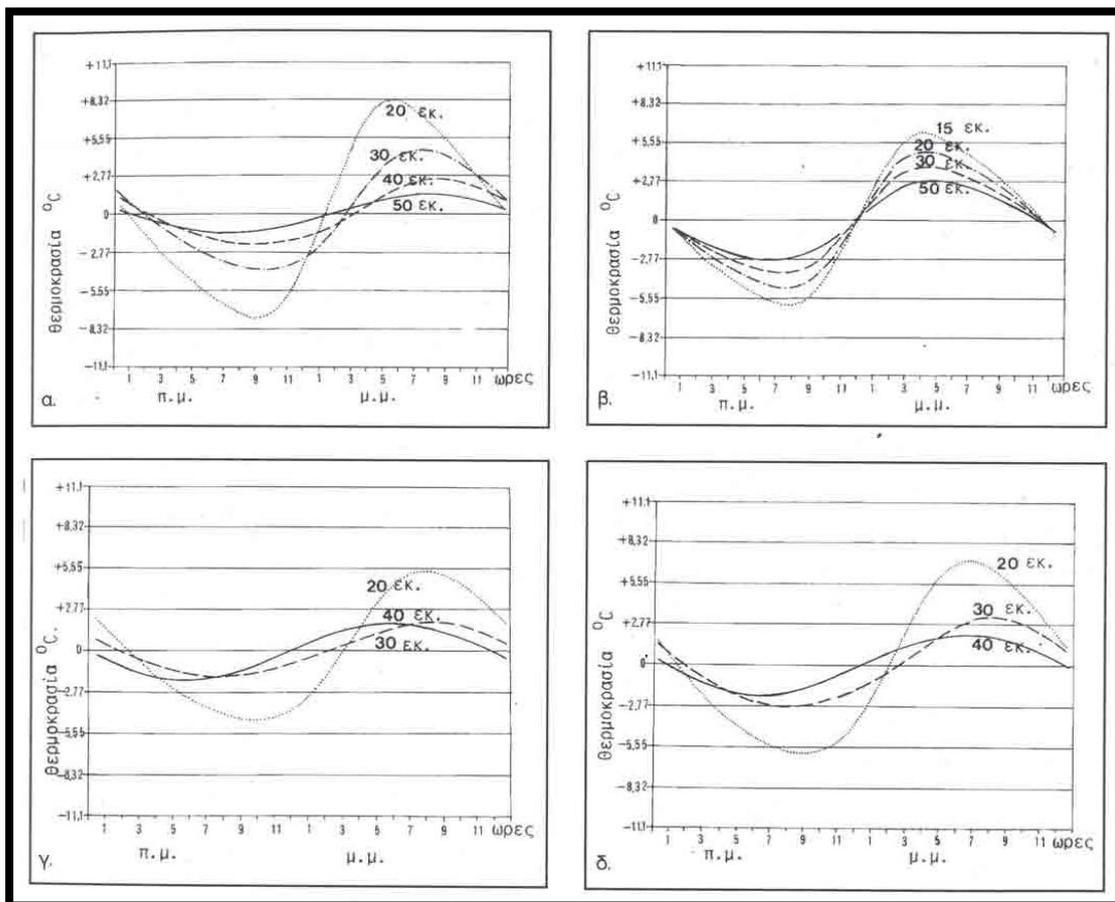
Ο τοίχος μάζας είναι ένας νότιος τοίχος ή ένα τμήμα νότιου τοίχου του κτιριακού περιβλήματος, κατασκευασμένος από βαριά υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας και είναι καλυμμένος στην εξωτερική του πλευρά από υαλοστάσιο τοποθετημένο σε απόσταση 10cm από τον τοίχο. Το χρώμα του τοίχου πρέπει να είναι σκούρο έτσι ώστε η ηλιακή ακτινοβολία να παγιδεύεται από το υαλοστάσιο και να θερμαίνει τον τοίχο, όπως και τον αέρα που μεσολαβεί μεταξύ υαλοστασίου και τοίχου. Η θερμική ενέργεια μεταφέρεται στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου με αγωγή και στη συνέχεια με συναγωγή στον εσωτερικό αέρα και με ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου.



Εικόνα 5.7: Λειτουργία τοίχου μάζας [32]

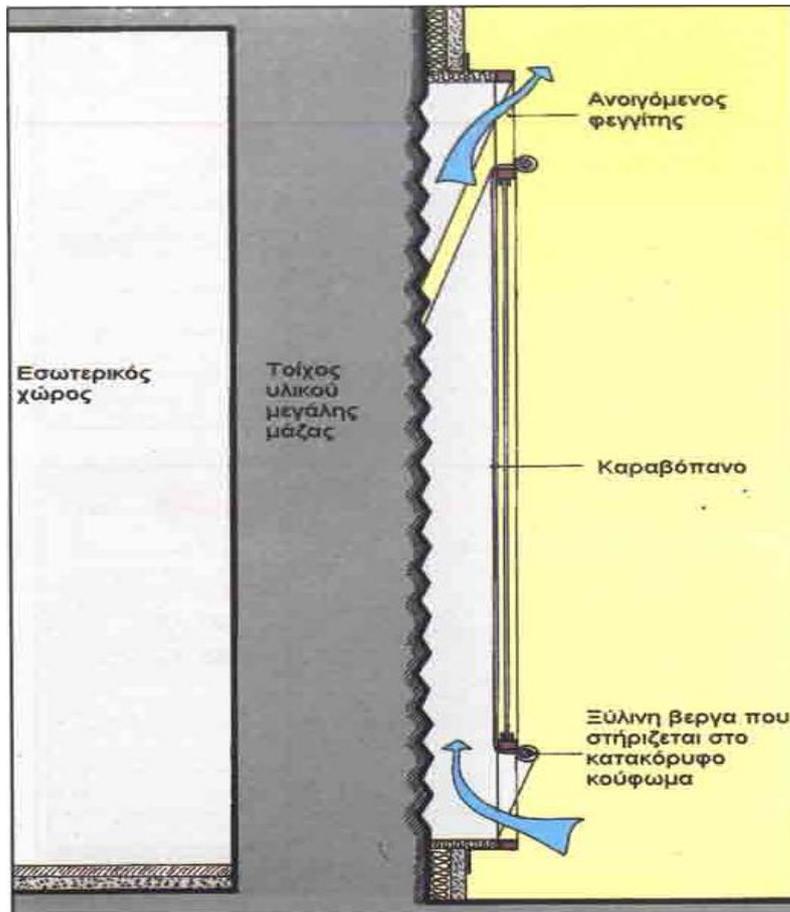
Το απαιτούμενο μέγεθος του τοίχου μάζας εξαρτάται από το χώρο που πρόκειται να θερμάνει. Θεωρείται ότι για 1 m^2 της κάτοψης του εσωτερικού χώρου απαιτείται 0.3 m^2 τοίχου μάζας. Ο τοίχος μάζας είναι, συνήθως, κατακόρυφος. Το σχήμα του είναι προτιμότερο να είναι επίμηκες κατά μήκος και όχι καθ' ύψος. Επίσης, είναι προτιμότερο να βρίσκεται στη χαμηλότερη περιοχή του ορόφου του κτιρίου. Η απόδοση του τοίχου μάζας εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα του υλικού και το πάχος του. Καλό είναι να προτιμάται το μπετόν αλλά και η πέτρα και το τούβλο.

Η αύξηση του πάχους καθώς και της θερμοχωρητικότητας του τοίχου συνεπάγεται την καθυστέρηση της μετάδοσης θερμότητας από την εξωτερική προς την εσωτερική επιφάνεια του τοίχου. Ο εσωτερικός χώρος δέχεται τα θερμικά κέρδη πολύ αργότερα από ότι η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου. Η χρονική καθυστέρηση αυτή είναι χρήσιμη όταν κινείται στα πλαίσια των έξι έως οκτώ ωρών, γιατί με αυτόν τον τρόπο καλύπτονται οι θερμικές ανάγκες του εσωτερικού χώρου στη διάρκεια της νύχτας. Μεγαλύτερη χρονική καθυστέρηση μπορεί να δημιουργήσει φαινόμενα υπερθέρμανσης κατά την επόμενη μέρα. Επίσης έχει ως αποτέλεσμα αυξημένες απώλειες κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στο Διάγραμμα 5.3 φαίνεται η θερμική συμπεριφορά τοίχων μάζας, ανάλογα με το υλικό κατασκευής και το πάχος τους.



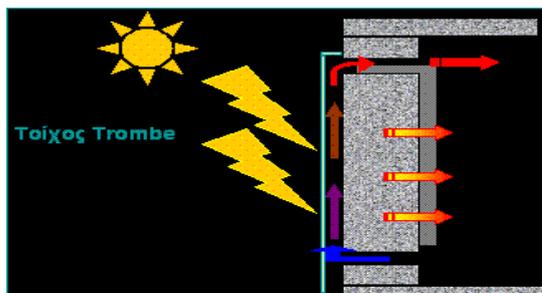
Διάγραμμα 5.3: Διακύμανση θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου για διαφορετικά πάχη και υλικά α) τοίχος μπετόν β) τοίχος νερού γ) τοίχος ωμόπλινθου δ) τοίχος από τούβλο [21]

Οι τοίχοι μάζας απαιτούν κάποια ηλιοπροστασία καθώς και καλό εξωτερικό αερισμό. Η ηλιοπροστασία επιτυγχάνεται με οριζόντια σκίαστρα. Ο αερισμός επιτυγχάνεται με δημιουργία ανοιγόμενων φεγγίτων στη κατώτερη και ανώτερη ζώνη του υαλοστασίου και σε όλο του το μήκος. Ένα απλό και κατασκευαστικά αποτελεσματικό σύστημα ηλιοπροστασίας και αερισμού του τοίχου μάζας, όταν δεν υπάρχει οριζόντιο σκίαστρο, είναι αυτό που φαίνεται στην καθ' ύψος τομή (Εικόνα 5.8). [21,42]



Εικόνα 5.8: Ηλιοπροστασία και αερισμός τοίχου μάζας. *Οι ανοιγόμενοι άνω και κάτω φεγγίτες απομακρύνονται και αποθηκεύονται στη διάρκεια της θερινής περιόδου. [21]

Τοίχος Trombe

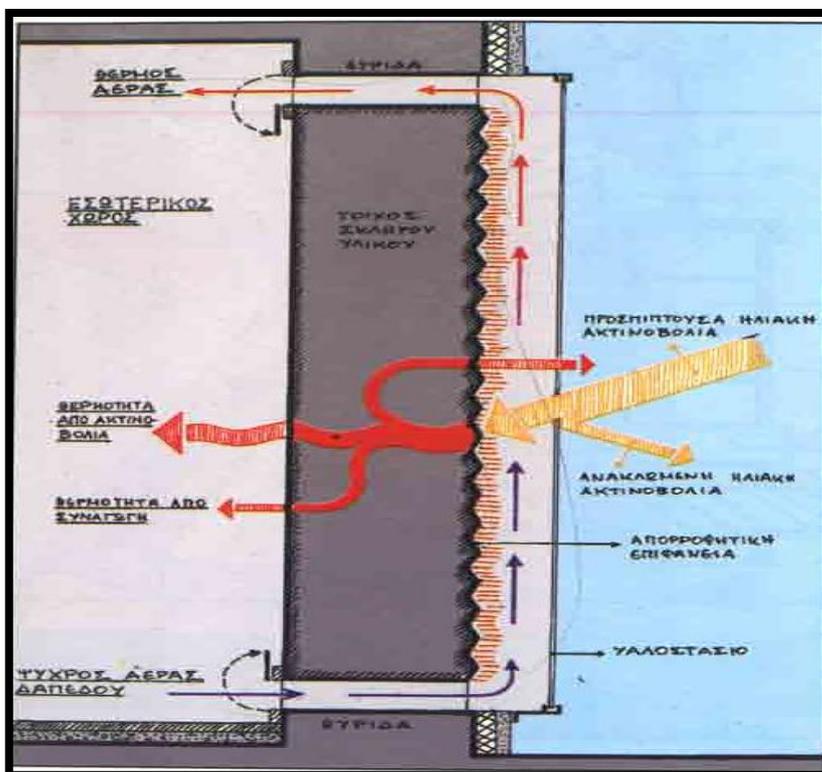


Εικόνα 5.9: Ο τοίχος Trombe [43]

Πρόκειται για μια εξέλιξη του τοίχου μάζας, που έχει επικρατήσει στις κτιριακές εφαρμογές. Πήρε το όνομα του από τον καθηγητή F. Trombe (τη μελέτησε και την εφάρμοσε πρώτος μαζί με τον αρχιτέκτονα J. Michel στα πειραματικά ηλιακά σπίτια του Odeillo στη Γαλλία). Ο τοίχος είναι, συνήθως, πάχους 30-40cm, βαμμένος σε σκούρο χρώμα από την εξωτερική του πλευρά για αύξηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Συνδυάζεται με μια γυάλινη επιφάνεια (υαλοστάσιο) σε απόσταση 3 cm περίπου από τον τοίχο.

Ο τοίχος Trombe φέρει στην ανώτερη και κατώτερη ζώνη του θυρίδες προς τον εσωτερικό χώρο. Η λειτουργία του ηλιακού αυτού τοίχου βασίζεται στη φυσική κυκλοφορία του αέρα ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο και μέσα από τις θυρίδες, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας (ο θερμός αέρας ανεβαίνει στα υψηλότερα επίπεδα λόγω της μικρότερης πυκνότητας του και ο ψυχρός αέρας καταλαμβάνει τα χαμηλότερα στρώματα.) Έτσι, μέσω των θυρίδων, μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο ο θερμός αέρας που βρίσκεται μεταξύ του υαλοστασίου και της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου μάζας.

Η πυκνότητα, το μέγεθος και η συνολική επιφάνεια διατομής των θυρίδων, επηρεάζουν σημαντικά την απόδοση του συστήματος. Έτσι για παράδειγμα, για έναν τοίχο Trombe ύψους 2,20 m και πλάτους 1,80 m, κατασκευασμένου από μπετόν πάχους 22cm, απαιτούνται τέσσερις θυρίδες \varnothing 16 cm, ή 10 θυρίδες \varnothing 10 cm, ή 18 θυρίδες \varnothing 7,5 cm στην κάθε σειρά. Το σχήμα του τοίχου Trombe είναι προτιμότερο να είναι επίμηκες καθ' ύψος. [2,21,43]



Εικόνα 5.10: Σχηματική αναπαράσταση του τοίχου Trombe. [21]

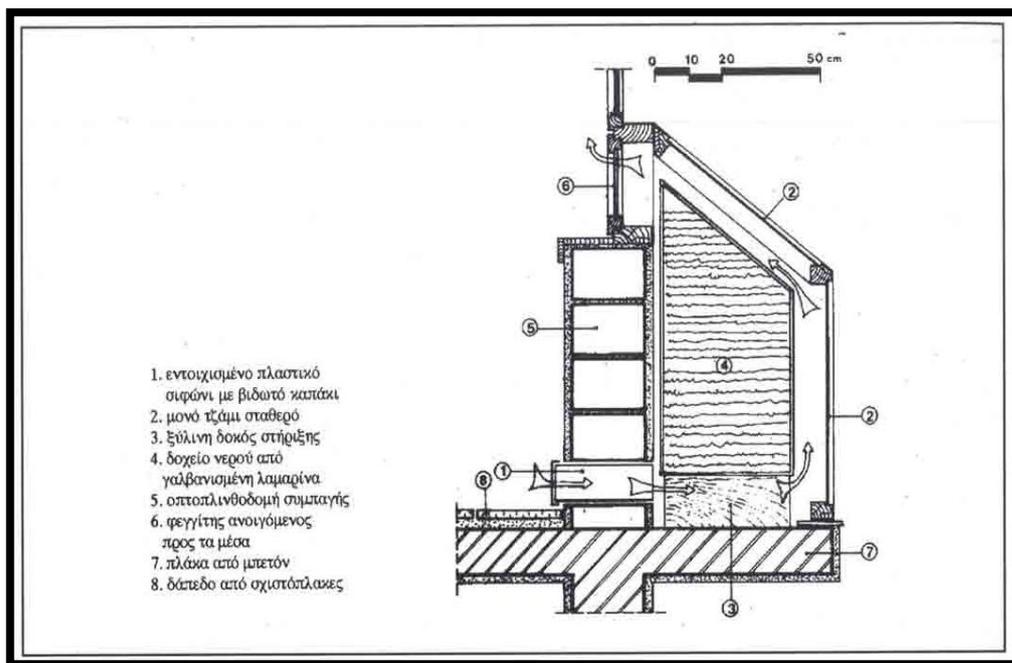
ΜΕΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ(°C)	ΕΜΒΑΔΟΝ ΤΟΙΧΟΥ ΤΡΟΜΒΕ ΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ 1 m2 (m2)
-1	0.43-0.78
4.5	0.28-0.46

Πίνακας 5.5: Η επιφάνεια ενός κατάλληλα σχεδιασμένου τοίχου Trombe .[44]

Τοίχος νερού

Μια μορφή τοίχου θερμικής αποθήκευσης είναι οι τοίχοι νερού, που είναι κατασκευασμένοι από πλαστικά ή μεταλλικά στεγανά δοχεία, σκούρου χρώματος που περιέχουν νερό, πίσω από μια γυάλινη επιφάνεια νοτίου προσανατολισμού.

Τοποθετείται στη θέση του τοίχου μάζας ή του τοίχου Trombe, και λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο. Η διαφορά του από τον τοίχο μάζας και τον τοίχο Trombe οφείλεται στις θερμοδυναμικές ιδιότητες του νερού. Θερμαίνεται γρηγορότερα, είναι μεγαλύτερη αποθήκη θερμότητας λόγω αυξημένης θερμοχωρητικότητας αλλά, επίσης, ψύχεται γρηγορότερα και γι' αυτό απαιτεί νυχτερινή προστασία του εσωτερικού χώρου. Στην Εικόνα 5.11 φαίνεται η κατασκευή τοίχου νερού σε βιοκλιματικό κτίριο που λειτουργεί μόνο για την παραγωγή θερμού αέρα. [21,38]



Εικόνα 5.11: Τομή σε τοίχο νερού [21]

Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα τοίγων θερμικής αποθήκευσης

Πλεονεκτήματα

- Μικρές διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας.
- Μεγάλη χρονική καθυστέρηση για τη μετάδοση της θερμότητας, που έχει σαν αποτέλεσμα η θερμότητα να αποδίδεται κατά τις νυχτερινές ώρες, όταν είναι περισσότερο απαραίτητη.

Μειονεκτήματα

- Η μείωση των νοτίων ανοιγμάτων και η δημιουργία κλειστής νότιας όψης.
- Το κόστος της νυχτερινής μόνωσης, εάν απαιτείται.
- Η καθημερινή λειτουργία των θυρίδων, όταν πρόκειται για τοίχο Trombe.
- Η απαίτηση καθαρισμού του υαλοστασίου. [42]

5.2.3 Θερμοσιφωνικό πανέλο/αεροσυλλέκτης

Το θερμοσιφωνικό πανέλο της ηλιακής ακτινοβολίας, δεν διαθέτει θερμική μάζα και είναι προσαρτημένο στο κτιριακό κέλυφος ή τοποθετείται ανεξάρτητα από αυτό. Η θερμότητα που συλλέγεται από αυτό αποθηκεύεται είτε στα δομικά στοιχεία του κτιρίου είτε σε υποδαπέδια αποθήκη θερμότητας. Έχει νότιο προσανατολισμό, με απόκλιση 30° από το νότο και κλίση είτε κατακόρυφη, είτε υπό γωνία, με βέλτιστη κλίση τις 30-40° για το Ελλαδικό χώρο. Χαρακτηριστικό είναι ότι επειδή απομονώνεται εύκολα από το κτίριο δεν απαιτούνται στοιχεία ηλιοπροστασίας και, επίσης, μπορεί να αξιοποιηθεί η βέλτιστη κλίση για τη χειμερινή δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς επιπτώσεις υπερθέρμανσης. Αποτελείται από υαλοπίνακα, τοποθετημένο σε μικρή απόσταση (2-5cm) μπροστά από μεταλλική επιφάνεια, σκούρου χρώματος (μαύρου) και το όλο σύστημα θερμομονώνεται. Συνδέεται με το κτίριο θυρίδες εισροής και εκροής του αέρα του εσωτερικού χώρου προς και από το πανέλο. Οι θυρίδες τοποθετούνται καθ' όλο το πλάτος του πανέλου με διάμετρο 20-30cm.

Ο χώρος θερμαίνεται μέσω του φαινομένου του θερμοσιφώνου. Ο ψυχρός αέρας από το εσωτερικό του κτιρίου εισέρχεται στο κατώτερο μέρος του θερμοσιφωνικού πανέλου από την κατώτατη θυρίδα του όπου θερμαίνεται, ανέρχεται ως ελαφρύτερος και εξέρχεται στον εσωτερικό χώρο από την ανώτατη θυρίδα του (Εικόνα 5.12). Η απόδοση του αυξάνεται με τη χρήση διπλών υαλοπινάκων στο συλλέκτη. Το κλείσιμο των θυρίδων είναι, επίσης, πολύ σημαντικό κατά τη νυχτερινή περίοδο για την αποφυγή θερμικών απωλειών. [42,43]

Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα θερμοσιφωνικού πανέλου

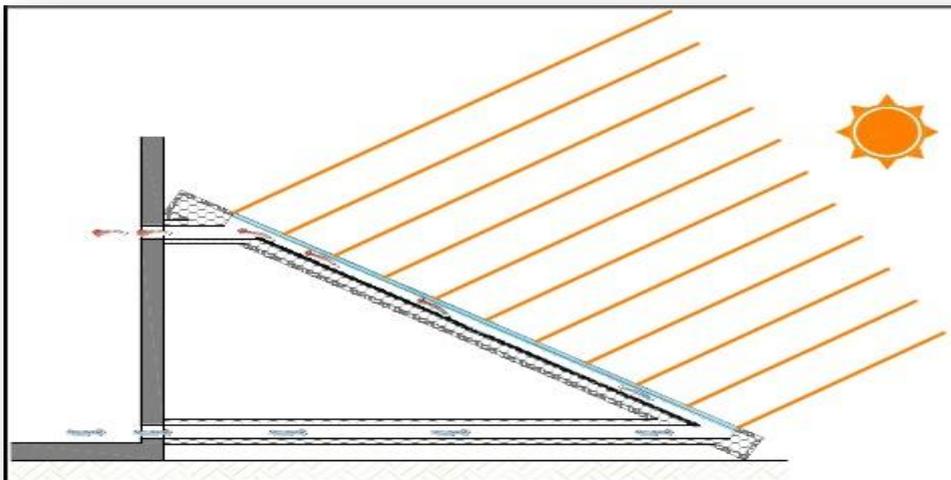
Πλεονεκτήματα

- Προσαρμόζεται εύκολα και σε υφιστάμενα κτίρια με νότιο προσανατολισμό.
- Αποδίδει άμεσα θερμότητα στους χώρους, αποφεύγοντας τη θάμβωση.

- Τη θερινή περίοδο μπορεί εύκολα να αποκοπεί θερμικά από το κτίριο, αποφεύγοντας έτσι την υπερθέρμανση του.

Μειονεκτήματα

- Όταν τοποθετείται με κλίση είναι σχετικά δύσκολη η αισθητική του εναρμόνιση με το κτίριο.
- Η μείωση των νότιων ανοιγμάτων και η δημιουργία κλειστής νότια όψης.
- Πρόκειται για μια μη ευρέως διαδεδομένη τεχνολογία στη χώρα μας. [42]

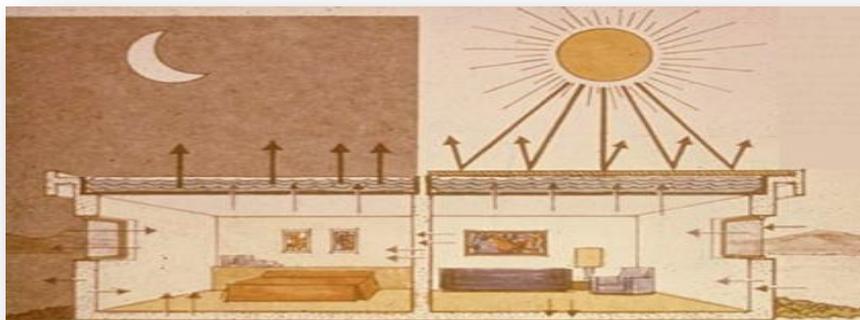


Εικόνα 5.12: Αρχή λειτουργίας του θερμοσιφωνικού πανελo [42]

5.2.4 Οροφή νερού/ηλιακή λίμνη

Μπορεί να διαμορφωθεί στην οροφή ενός κτιρίου αβαθούς δεξαμενή νερού (ανοιχτή ή κλειστή με διαφανή επικάλυψη), η οποία σκιάζεται την ημέρα (π.χ. με κινητό σύστημα θερμομονωτικού υλικού) και, ανοιγόμενη τη νύχτα, ακτινοβολεί θερμότητα στο περιβάλλον. Η λίμνη οροφής μπορεί να λειτουργήσει αντίστροφα το χειμώνα, δεχόμενη την ηλιακή ακτινοβολία παραμένοντας ανοιχτή την ημέρα, ενώ τη νύχτα κλείνει με θερμομονωτικά φύλλα.

Για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας αυτό το σύστημα **δεν** είναι αρκετά αποδοτικό σαν παθητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης, λόγω του οριζόντιου προσανατολισμού της συλλεκτικής επιφάνειας, ενώ τεχνικοί/κατασκευαστικοί και λειτουργικοί λόγοι το καθιστούν ασύμφορο. [45]



Εικόνα 5.13: Λειτουργία λίμνης οροφής [45]

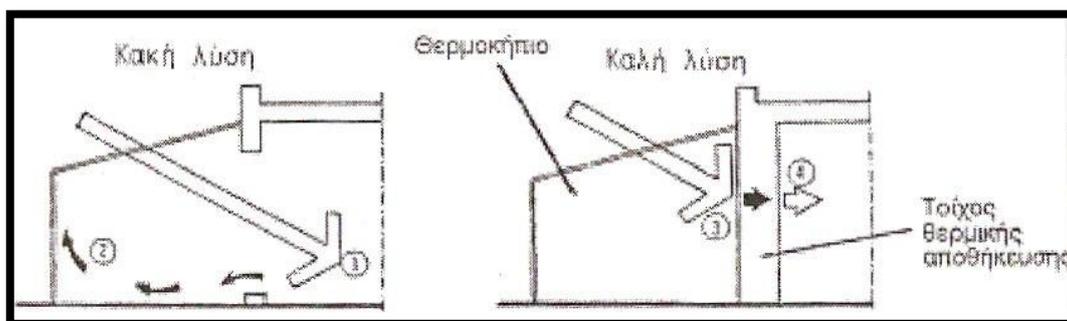
5.3 Ηλιακοί χώροι

5.3.1 Θερμοκήπιο

Το θερμοκήπιο είναι ένα υαλόφρακτος χώρος στη νότια πλευρά του κτιρίου, επιμήκης στην κατεύθυνση ανατολής-δύσης. Έτσι ώστε να στρέφει τη μεγαλύτερη επιφάνεια του προς το νότο. Θερμοκήπια μπορεί να είναι :

1. Οι νότιοι τζαμωτοί εξώστες των οποίων το περίβλημα εκτός από το δάπεδο και την οροφή είναι γυάλινο.
2. Οι νότιοι ημιυπαίθριοι χώροι, ενσωματωμένοι στο κτίριο, που στη νότια πλευρά τους φέρουν κούφωμα ή ήμιενσωματωμένοι, που εκτός της νότιας τμήματα της ανατολικής και δυτικής πλευράς τους είναι επίσης υαλόφρακτα.
3. Σέρρες, προσαρτημένες στη νότια όψη των κτιρίων, με γυάλινο περίβλημα τόσο προς το νότο, όσο και στην οροφή τους .

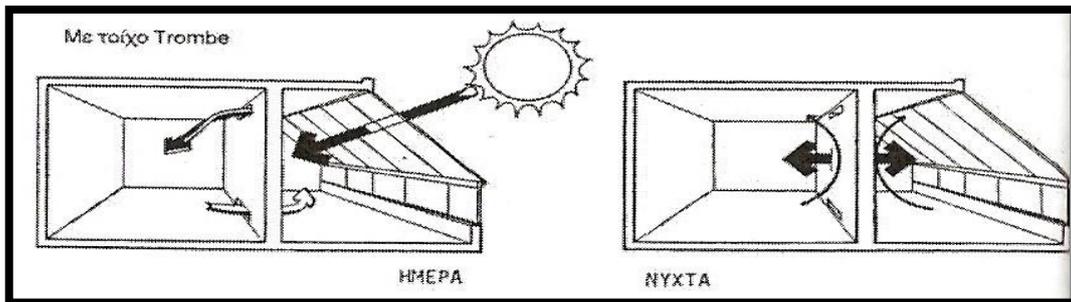
Απαραίτητη προϋπόθεση καλής λειτουργίας του θερμοκηπίου και των ιδιοτήτων του είναι η μεσολάβηση ενός τοίχου θερμικής μάζας μεταξύ θερμοκηπίου και των υπολοίπων χώρων του κτιρίου (Εικόνα 5.14).



Εικόνα 5.14: Προτεινόμενες λύσεις λειτουργίας του θερμοκηπίου [31]

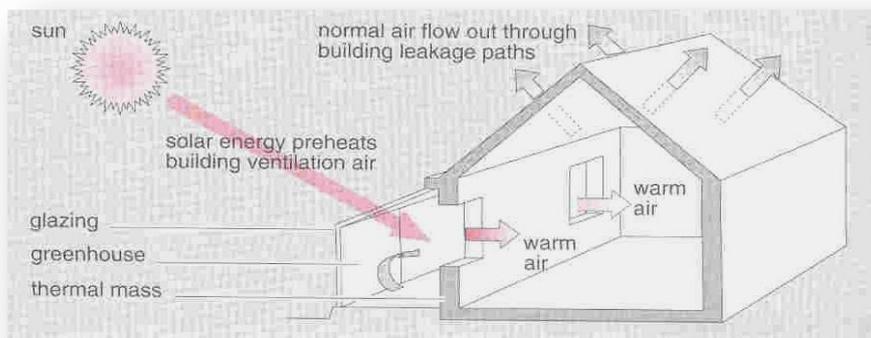
Η ηλιακή ακτινοβολία που συλλέγεται από τα υαλοστάσια θερμοκηπίου, θερμαίνει τον αέρα στο εσωτερικό του καθώς και τα δομικά στοιχεία που το περιβάλλουν και που αποτελούν τμήμα του νότιου κελύφους του κτιρίου. Τα δομικά στοιχεία μεταδίδουν προς το εσωτερικό του κτιρίου τη θερμότητα που συσσωρεύουν με αγωγή και ακτινοβολία. Ο θερμός αέρας μεταδίδει τη θερμότητα του στο κτίριο με μεταφορά. Μπορεί να οδηγηθεί στο εσωτερικό του κτιρίου με δύο τρόπους: μέσω των ανοιγμάτων μεταξύ θερμοκηπίου και εσωτερικού χώρου και μέσω θυρίδων που κατασκευάζονται στον τοίχο που διαχωρίζει το θερμοκήπιο με το κτίριο.

Το θερμοκήπιο λειτουργεί και ως φράγμα θερμικών απωλειών του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον (χώρος θερμικής ανάσχεσης). Σχεδόν όλες τις ώρες της ημέρας ο χώρος αυτός έχει υψηλότερη θερμοκρασία από το υπόλοιπο κτίριο συμβάλλοντας έτσι στη μείωση των θερμικών απωλειών από το κτίριο. Σε ψυχρά κλίματα, όμως, κατά τις νυχτερινές ώρες μπορεί να συμβάλλει σε αύξηση των θερμικών απωλειών όταν ο ενδιάμεσος τοίχος δεν είναι επαρκώς μονωμένος.



Εικόνα 5.15: Λειτουργία θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας [31]

Το θερμοκήπιο, εκτός από χώρο που συμβάλλει στην αποδοτικότερη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για το κτίριο είναι και ένας ιδιαίτερα αξιοποιήσιμος χώρος χρήσης και ζωής. Αποτελεί έναν εξαιρετικά ευχάριστο ενδιάμεσο κρίκο μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου κατά τους χειμερινούς μήνες, διαφοροποιώντας τη συνηθισμένη εσωστρεφή χειμερινή λειτουργία των κτιρίων και προσθέτοντας έτσι μια νέα ποιότητα ζωής στον εσωτερικό χώρο.



Εικόνα 5.16: Λειτουργία θερμοκηπίου [31]

Μέγεθος-σχήμα του θερμοκηπίου

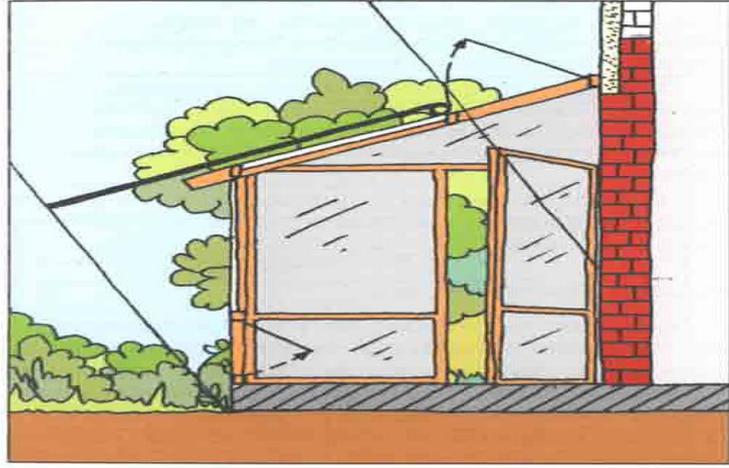
Το μέγεθος του θερμοκηπίου είναι σημαντικός παράγοντας της αποτελεσματικότητας του. Είναι συνάρτηση του μεγέθους του εσωτερικού χώρου που θερμαίνει. Σε γενικές γραμμές μπορεί να θεωρηθεί ότι 1 m² χώρου απαιτεί 0,45 m² υαλοστάσιο θερμοκηπίου. Το μεγαλύτερο τμήμα του υαλοστασίου πρέπει να είναι τοποθετημένο κατά το δυνατόν κάθετα στην κατεύθυνση της πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τις ώρες και τους μήνες αιχμής δηλαδή τις μεσημβρινές ώρες του Δεκεμβρίου, Ιανουαρίου και Φεβρουαρίου, ώστε να αποφεύγονται οι μεγάλες αντανακλάσεις.

Στα θερμοκήπια που είναι ενσωματωμένα στο κτίριο εμφανίζεται το πρόβλημα σκιασμού τμήματος τους από τις ανατολικές η δυτικές προεξοχές του κτιριακού όγκου που τα περιβάλλει η την αδιαφανή οροφή τους, πράγμα που μειώνει σημαντικά την απόδοσή τους. [21]

Προστασία του χώρου του θερμοκηπίου από υπερθέρμανση

Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα το θερμοκήπιο μπορεί να επιβαρύνει σε μεγάλο βαθμό τη θερμική λειτουργία του κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο. Για την αντιμετώπιση αυτού του κινδύνου δεν αρκεί σε καμία περίπτωση ο απλός σκιασμός του ακόμη και αν αυτός είναι καλά μελετημένος και αποτελεσματικός. Έτσι, λοιπόν, είναι αναγκαίο να παρθούν κάποια πρόσθετα μέτρα όπως:

- Η αποκοπή του θερμοκηπίου από το περίβλημα του κτιρίου. Σε όλο το μήκος της ζώνης όπου η οροφή του θερμοκηπίου ενώνεται με το κτίριο πρέπει να κατασκευάζεται ένας ανοιγόμενος φεγγίτης πλάτους τουλάχιστον 40cm. Ο φεγγίτης αυτός παραμένει ανοιχτός καθ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού ώστε να επιτρέπει την έξοδο του θερμού αέρα στον εξωτερικό χώρο. Για τον ίδιο λόγο, πρέπει να κατασκευάζονται ανοιγόμενα φύλλα στις περιοχές όπου το ανατολικό και δυτικό υαλοστάσιο του θερμοκηπίου συναντά το κτίριο.
- Το υπόλοιπο υαλοστάσιο του θερμοκηπίου πρέπει να είναι ανοιγόμενο σε ένα ποσοστό τουλάχιστον 50% . Αν αυτό δεν είναι δυνατό πρέπει να υπάρχει ένας δεύτερος ανοιγόμενος φεγγίτης σε όλο το μήκος της κατώτερης ζώνης του νότιου υαλοστασίου. Όπου είναι δυνατόν, καλό είναι να απομακρύνεται και να αποθηκεύεται το σύνολο του υαλοστασίου και το θερμοκήπιο να μετατρέπεται σε υπαίθριο χώρο. Ο σκελετός του μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πέργκολα για το σκιασμό του νότιου υπαίθριου χώρου που δημιουργείται με τέντες ή αναρριχώμενα. [21,46]



Εικόνα 5.17: Τα ελάχιστα ανοίγματα του θερμοκηπίου κατά τη θερινή περίοδο.[21]

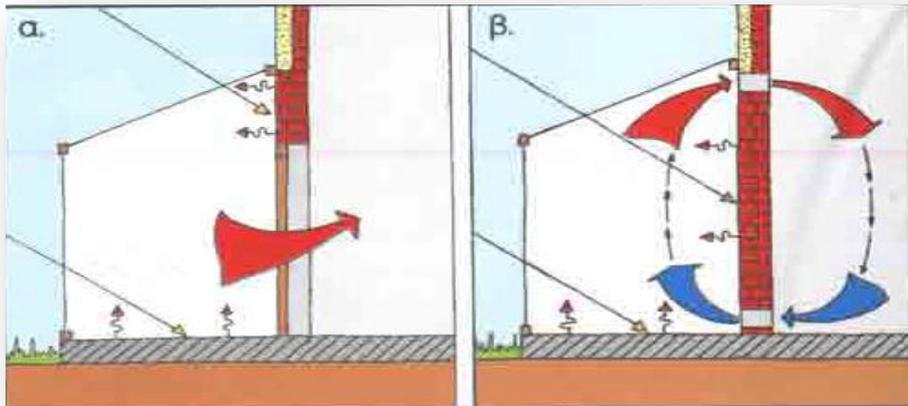
Αξιοποίηση του θερμού αέρα του θερμοκηπίου

Ο θερμός αέρας του θερμοκηπίου για να αξιοποιηθεί πρέπει να οδηγηθεί μέσα στο κτίριο. Μπορεί να διοχετευθεί απλά στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου, πράγμα που προϋποθέτει ορισμένες ειδικές κατασκευές.

Διοχέτευση του θερμού αέρα στον εσωτερικό χώρο

Ο θερμός αέρας μπορεί να εισέρθει στο εσωτερικό του κτιρίου από τις πόρτες ή τα παράθυρα του τοίχου που διαχωρίζει το θερμοκήπιο από το κτίριο. Η κυκλοφορία του όμως είναι πολύ πιο ολοκληρωμένη με την κατασκευή ενός συστήματος θυρίδων στο διαχωριστικό τοίχο (Εικόνα 5.18).

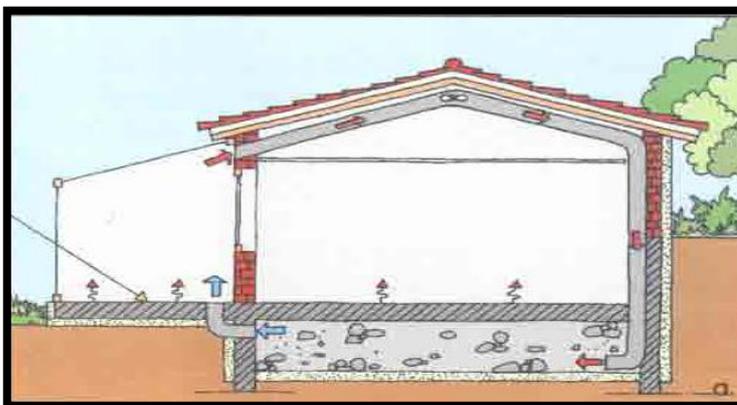
Στην υψηλότερη ζώνη του τοίχου αυτού κατασκευάζεται μια σειρά θυρίδων. Αντίστοιχη σειρά θυρίδων κατασκευάζεται στη χαμηλότερη ζώνη του, κοντά στο δάπεδο. Ο θερμός αέρας που συγκεντρώνεται στην ανώτερη ζώνη του θερμοκηπίου εισέρχεται από τις άνω θυρίδες στον εσωτερικό χώρο. Ο ψυχρός αέρας που συγκεντρώνεται πάνω στο δάπεδο του εσωτερικού χώρου κινείται μέσω θυρίδων της κατώτερης ζώνης προς τα έξω για να αντικαταστήσει τον θερμό αέρα που έχει φύγει. Έτσι, θερμαίνεται με τη σειρά του, κινείται προς τα πάνω και εισέρχεται πάλι στο κτίριο. Με τον τρόπο αυτό, δημιουργείται ένα συνεχόμενο κύκλωμα παροχής θερμού αέρα που λειτουργεί με φυσική κίνηση καθ' όλη τη διάρκεια της ηλιοφάνειας. Το κύκλωμα διακόπτεται τη νύχτα με το σφράγισμα της μια σειρά θυρίδων συνήθως αυτών της κατώτερης ζώνης που είναι πιο προσιτές. [21,42,20]



Εικόνα 5.18: α) είσοδος του θερμού αέρα στον χώρο του κτιρίου από τα ανοίγματα του νότιου τοίχου. β) είσοδος και έξοδος των θυρίδων του θερμού και του ψυχρού αέρα από τις θυρίδες του νότιου τοίχου. [21]

Διοχέτευση του θερμού αέρα στα δομικά στοιχεία – rock bed

Η πιο γνωστή μέθοδος διοχέτευσης του θερμού αέρα στα δομικά στοιχεία του κτιρίου, είναι η δημιουργία υποδαπέδιας αποθήκης θερμότητας, του «rock bed». Πρόκειται για μια στρώση σκύρων κάτω από το δάπεδο του ισογείου (όταν το κτίριο εδράζεται στο έδαφος) στην οποία διοχετεύεται ο θερμός αέρας του θερμοκηπίου (εικόνα 5.19). Τα σκύρα έχουν διάμετρο 7-17cm ώστε να αφήνουν μεταξύ τους αρκετά κενά για την κυκλοφορία του αέρα. Ο θερμός αέρας του θερμοκηπίου οδηγείται στο χώρο των σκύρων αποδίδει τα θερμικά του φορτία σ' αυτά θερμαίνοντας τα, ψύχεται και οδηγείται ξανά στο θερμοκήπιο, όπου θερμαίνεται πάλι και διοχετεύεται εκ νέου στο χώρο των σκύρων. Το κύκλωμα αυτό λειτουργεί σε όλη τη διάρκεια της ηλιοφάνειας με ροή, η οποία ως ένα σημείο είναι φυσική λόγω άνωσης, από ένα σημείο και μετά γίνεται εξαναγκασμένη, απαιτεί δηλαδή κάποιο υποβοηθητικό μηχανικό σύστημα π.χ. μικροί ανεμιστήρες. Εκτός από το rock bed, μπορούν να εφαρμοστούν ποικίλες μέθοδοι θέρμανσης των δομικών στοιχείων από τον αέρα το θερμοκηπίου όπως π.χ. η θέρμανση του δαπέδου του υπερκείμενου ορόφου ή άλλες που μπορεί να σκεφτεί στην κάθε ειδική περίπτωση ο σχεδιαστής του κτιρίου. [6]



Εικόνα 5.19: Το κύκλωμα θερμού ψυχρού αέρα μεταξύ θερμοκηπίου και rock bed.

Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα θερμοκηπίου

Πλεονεκτήματα

- Δημιουργείται πρόσθετος κατοικήσιμος χώρος με μικρό κόστος
- Δημιουργείται χώρος για την καλλιέργεια φυτών.
- Λειτουργεί ως φράγμα θερμικών απωλειών του υπόλοιπου κτιρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στον κατοικήσιμο χώρο είναι μικρές.

Μειονεκτήματα

- Η θερμική απόδοση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό και γι' αυτό είναι δύσκολο να προβλεφθεί.
- Υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης, ιδίως το καλοκαίρι αν δε ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα ηλιοπροστασίας και αερισμού. [42]

5.3.2 Ηλιακό αίθριο



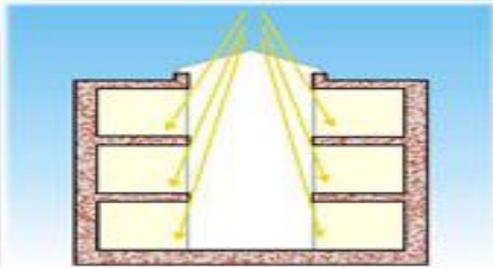
Εικόνα 5.20: Το ηλιακό αίθριο. [47]

Αίθριο όπως ορίζεται σήμερα από τον Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό, είναι το μη στεγασμένο τμήμα του οικοπέδου ή του κτιρίου που περιβάλλεται από όλες τις πλευρές του από το κτίριο ή τα κτίρια του οικοπέδου. Ως **Ηλιακό αίθριο** νοείται το αίθριο το οποίο φέρει γυάλινη επικάλυψη στην οροφή του. Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αιθρίου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτιρίου μέσω των ανοιγμάτων του, ενώ μέρος αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία.

Τα τελευταία χρόνια το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας των αίθριων που βασίζονται σε παθητικά ηλιακά συστήματα έχει ανακαλυφθεί εκ νέου και έχει

εφαρμοστεί προς ενεργειακό όφελος, ιδιαίτερα σε βόρεια γεωγραφικά πλάτη, συνήθως σε γραφεία, κτίρια, **ξενοδοχεία** και εμπορικά κέντρα.

Ένα αίθριο αποτελούμενο από υαλοστάσια, μας επιτρέπει να αυξήσουμε τα μεγέθη των γυάλινων επιφανειών μέσα από τις οποίες θα υπάρχει άμεση οπτική επαφή με το αίθριο, αλλά και το φως το οποίο εισέρχεται στο κτίριο μέσω αυτού. Έτσι, βελτιώνονται οι δυνατότητες για **φυσικό φωτισμό** κατά τη διάρκεια της ημέρας το οποίο μπορεί να αντικαταστήσει το ηλεκτρικό φως σε αυτούς τους χώρους, ενώ **μειώνει** σημαντικά τις **απώλειες θέρμανσης** από ολόκληρο το κτίριο.



Εικόνα 5.21: Η λειτουργία του ηλιακού αίθριου [31]

Παρόλα αυτά, πρέπει να διασφαλίσουμε ότι η **υπερθέρμανση το καλοκαίρι** στο αίθριο του κτιρίου ή στο ίδιο το κτίριο δεν συμβαίνει. Εάν το κτίριο ψύχεται μηχανικά ένα υπέρθερμο αίθριο θα αύξανε το κόστος ψύξης. Για να εξασφαλιστεί η αρχική λειτουργία του ανοιχτού χώρου και να διατηρηθούν τα φυσικά οφέλη θα πρέπει να τηρηθούν τα ακόλουθα σημεία :

1. Κάθε προσπάθεια πρέπει να γίνει για τη βελτιστοποίηση των διαθέσιμων επιπέδων φυσικού φωτισμού, χρησιμοποιώντας ανακλαστικές επιφάνειες και «διαυγείς» υαλοπίνακες για την οροφή του αίθριου.
2. Να εξετάσουμε τη δυνατότητα παροχής φρέσκου αέρα στο αίθριο και τη προθέρμανση του αέρα για το κυρίως κτίριο κατά τη περίοδο του χειμώνα.
3. Η πρόβλεψη των κατάλληλων σκιάστρων και συστήματος αερισμού για την χρήση του κατά τη θερινή περίοδο. [46,48,49]

Η λειτουργία του αίθριου τον χειμώνα

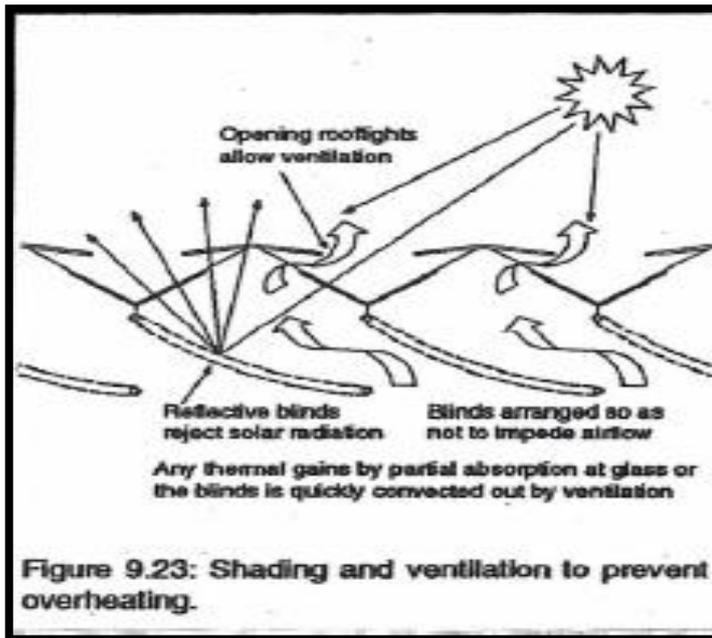
Κατά τη χειμερινή περίοδο θα υπάρχει μια αξιοσημείωτη **αύξηση της θερμοκρασίας** στο χώρο, (ακόμα και χωρίς μηχανικά μέσα θέρμανσης). Το μέγεθος της αύξησης αυτής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως: η αναλογία των εξωτερικών επιφανειών του αίθριου και του χώρου του κτιρίου που προστατεύει, η θερμική μετάδοση των διαχωριστικών τοίχων του κτιρίου, όπως και ο προσανατολισμός και η κλίση του υαλοπίνακα του αίθριου (η διαθεσιμότητα χώρου για την αύξηση του ηλιακού κέρδους).

Η αυξημένη θερμοκρασία θα έχει σημαντική επίδραση στη χρησιμότητα του χώρου. Για παράδειγμα, στις περισσότερες περιπτώσεις θα είναι αρκετά υψηλή για τη χρήση του χώρου του αίθριου ως χώρο κυκλοφορίας και διαμονής. Αλλά η θερμοκρασία του αέρα δεν είναι η μόνη περιβαλλοντική παράμετρος που επηρεάζει τη χρησιμότητα του αίθριου. Η κίνηση του αέρα θα μειωθεί σχεδόν στο μηδέν το οποίο θα επηρεάσει την εποχιακή αλλαγή περισσότερο από ό, τι η αύξηση της θερμοκρασίας από μόνη της.

Τέλος, ένας ακόμη παράγοντας ο οποίος θα έχει σημαντική επίδραση στην απόλαυση του χώρου από τους κατοίκους είναι η διείσδυση του **άμεσου ηλιακού φωτός**. Αυτό σε συνδυασμό με την επίδραση της αύξησης της πραγματικής θερμοκρασίας παρέχει ψυχολογικό όφελος. Ο βαθμός διείσδυσης του ηλιακού φωτός επηρεάζεται κυρίως από τη γεωμετρία του αίθριου. Ωστόσο, η ευφάνταστη χρήση των επιφανειών καθρέφτη και τα αντανακλαστικά παράθυρα θα μπορούσαν να φωτίσουν μέρη του κτιρίου που οι ηλιαχτίδες δεν μπορούν να φθάσουν.

Η λειτουργία του αίθριου το καλοκαίρι

Το καλοκαίρι ο κύριος προβληματισμός είναι η αποφυγή της υπερθέρμανσης του αίθριου. Κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι δύσκολο να μειωθεί η θερμοκρασία του αέρα στο αίθριο κάτω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος αν και αυτό μπορεί να είναι δυνατό το πρωί, μετά τον εξαερισμό στη διάρκεια της νύχτας, όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι κάτω από τον ημερήσιο μέσο όρο. Ωστόσο, είναι δυνατόν να παρέχεται σκιά, αφού το αίθριο έχει μια δομή πάνω στην οποία θα μπορούν να εγκατασταθούν κινητά σκίαστρα. Η σκίαση προσφέρει μείωση των ηλιακών κερδών από τη στιγμή που εισέρχονται στο αίθριο (ή ακόμα και πριν, με εξωτερικές συσκευές), βοηθώντας έτσι στην αποφυγή συσσώρευσης της θερμότητας. Ο συνδυασμός της σκίασης και αερισμού μπορεί να κρατήσει την αύξηση της θερμοκρασίας με ακρίβεια 3K ή 4K πάνω από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Εικόνα 5.22). Κατ' αυτόν τον τρόπο η χρήση των κινητών σκίαστρων μας επιτρέπει τη χρήση τους η μη ανάλογα με την εποχή, την ώρα, την ηλιοφάνεια και τις ανάγκες του χώρου χρήσης. [48,49]



Εικόνα 5.22 : Σκίαση και αερισμός για την αποφυγή αύξησης της θερμοκρασίας [49]

Πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα του ηλιακού αίθριου

Πλεονεκτήματα

- Η προστασία από το κρύο και τον υγρό καιρό των ημι-υπαίθριων χώρων.
- Η μετατροπή των ανοιχτών γηπέδων σε προστατευόμενους χώρους, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κυκλοφορία, αναψυχή, ως εστιατόρια ή ακόμη και στα νοσοκομεία.
- Η δυνατότητα χρήσης του αίθριου ως ένα μέσο θέρμανσης του αέρα.
- Η μείωση της απώλειας θερμότητας από τις επιφάνειες του κτιρίου οι οποίες χωρίς το ηλιακό αίθριο θα ήταν εκτεθειμένες σε χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα.
- Η μείωση του κόστους συντήρησης σε όψεις του κτιρίου οι οποίες χωρίς το αίθριο θα εκτίθονταν στις καιρικές συνθήκες.
- Η ενίσχυση της χρήσης του φυσικού φωτισμού, έτσι ώστε για το μεγαλύτερο μέρος του έτους να μην απαιτείται ηλεκτρικός φωτισμός κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Η παροχή μεγάλων και εντυπωσιακών κήπων στο εσωτερικό του κτιρίου.

Μειονεκτήματα

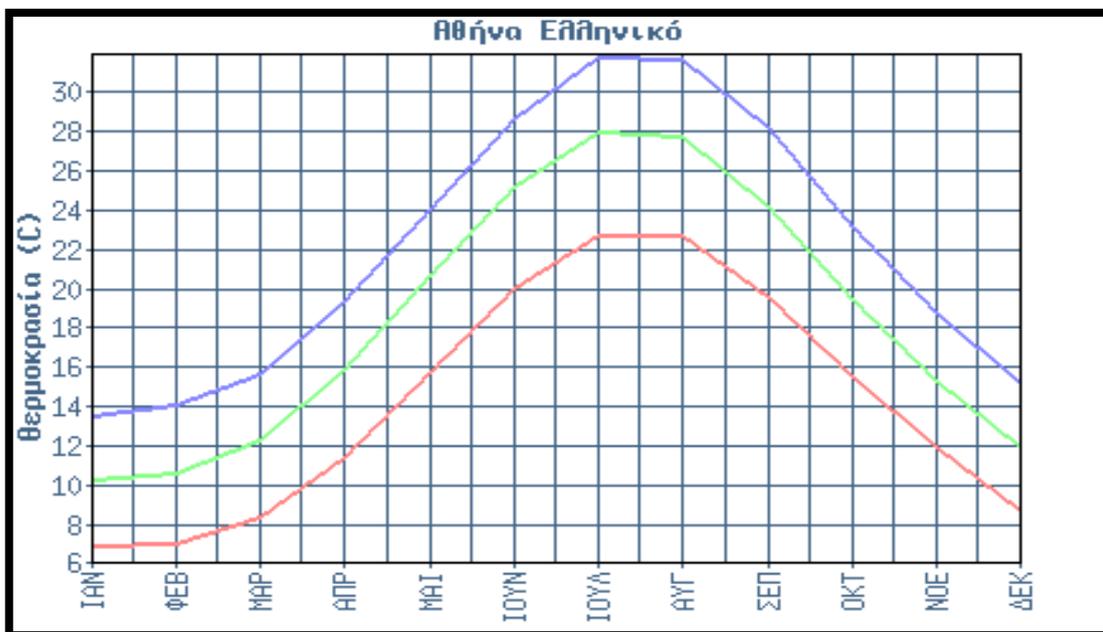
- Η αύξηση του κινδύνου πυρκαγιάς.
- Η παροχή αερισμού σε χώρους οι οποίοι θα ήταν εκτεθειμένοι στον αέρα του φυσικού περιβάλλοντος.
- Η απώλεια του φωτός της ημέρας στα δωμάτια δίπλα σε αυλές, που προκαλείται από τις δομές οροφής.

- Το κόστος των υαλοπινάκων.
- Ο κίνδυνος υπερθέρμανσης. [49]

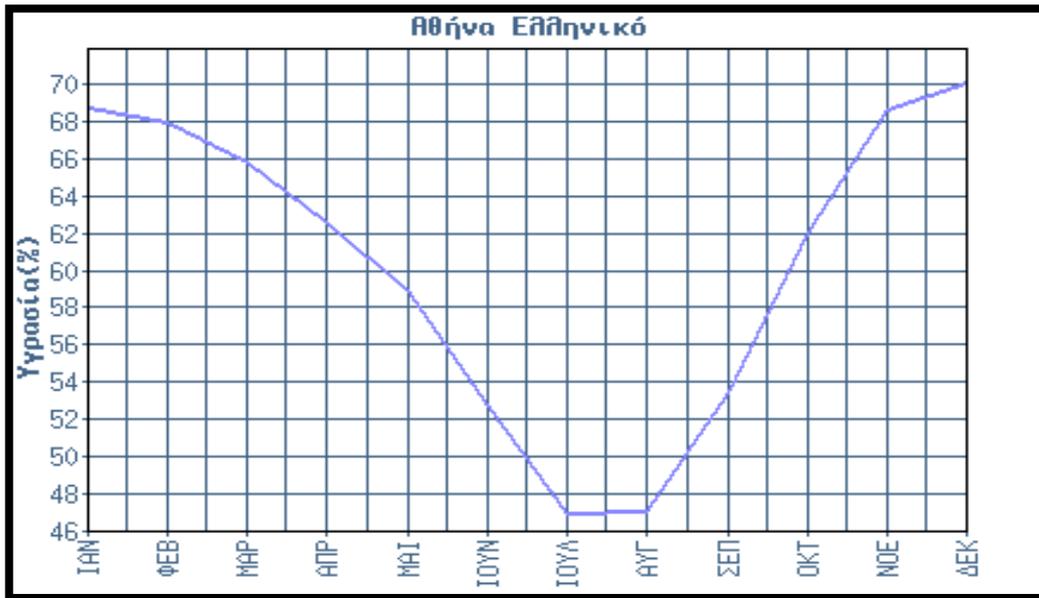
5.4 Επιλογή ηλιακών παθητικών συστημάτων στην ξενοδοχειακή μονάδα

Η επιλογή του παθητικού ηλιακού συστήματος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

*Έτσι, παρουσιάζονται ορισμένα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής του Ελληνικού (Β.Γ.Π 37° 44') για την οποία βρέθηκαν πληροφορίες. Το Ελληνικό βρίσκεται πλησίον του Παλαιού Φαλήρου (Β.Γ.Π. 37°55') στο οποίο μελετάται το ξενοδοχείο και δεν προκύπτουν ουσιαστικές διαφορές.



Διαγραμμα 5.4: Κατανομή θερμοκρασιών μέσα στο χρόνο (μέγιστη, μεση και ελάχιστη) [50]



Διαγράμμα 5.5: Κατανομή ποσοστού μέσης μηνιαίας υγρασίας μέσα στο χρόνο [50]

Από τα παραπάνω διαγράμματα διαφαίνεται πως η περιοχή αντιμετωπίζει ζεστά και ξηρά καλοκαίρια με μεγάλη ηλιοφάνεια καθώς και ήπιους και υγρούς χειμώνες. [50] Πέραν των κλιματικών χαρακτηριστικών της περιοχής, η λειτουργικότητα του κτιρίου και τα αναμενόμενα ενεργειακά αποτελέσματα σε συνδυασμό με το κόστος και την απόσβεση της επιπλέον δαπάνης παίζουν σημαντικό ρόλο στην επιλογή των Η.Π.Σ. Συνήθης πρακτική είναι να συνυπάρχει το σύστημα του άμεσου κέρδους, το οποίο είναι απαραίτητο και για το φυσικό φωτισμό, μαζί με κάποιο από τα άλλα παθητικά συστήματα. [42] Κατ' αυτόν τον τρόπο λαμβάνοντας υπόψη και τη λειτουργία του παρόντος κτιρίου ως μια ξενοδοχειακή μονάδα η οποία οφείλει να εξυπηρετεί ορισμένες ανάγκες των πελατών σε συνδυασμό με την βιοκλιματική αρχιτεκτονική επιλέγονται οι ακόλουθες πρακτικές:

5.4.1 Νότια ανοίγματα και θερμική μάζα

Σχεδιαση ισογείου

Λόγω της ύπαρξης εστιατορίου, καφετέριας-φουαγιέ τα οποία πρέπει να έχουν θέα και να μην περιτριγυρίζονται από τοίχους, τοποθετούνται ανοίγματα στην μπροστινή νότια όψη του κτιρίου και χρησιμοποιείται ως υλικό το γυαλί ούτως ώστε να εξυπηρετούνται δύο ανάγκες: 1. Η ανάγκη των πελατών για θέα προς τη θάλασσα και τον κήπο σε αυτούς τους χώρους όπως και 2. Ο φυσικός φωτισμός και τα ηλιακά κέρδη των δυο αυτών χώρων.

Έτσι, στην πρόσοψη του κτιρίου με κατεύθυνση προς το νότο κατασκευάζεται συνεχόμενη τζαμαρία από το φουαγιέ προς τη ρεσεψιόν και στη συνέχεια στο εστιατόριο. Το μήκη των γυάλινων επιφανειών είναι 22,45m στο φουαγιέ και 22,45m στο εστιατόριο καθώς και άλλα $3,65 \cdot 2 = 7,30m$ στην όψη της ρεσεψιόν. Το συνολικό εμβαδό της γυάλινης επιφάνειας είναι $52,2 \cdot 3,65 = 190,53m^2$. Στο χώρο του φουαγιέ-καφετέρια και στο εστιατόριο θα χρησιμοποιηθούν παράθυρα τύπου φουσαρμόνικα ώστε

να διασφαλίζεται ο επαρκής αερισμός των αιθουσών. Οι υαλοπίνακες θα επιλεγούν από την κατηγορία **Π8 χαμηλής εκπεμψιμότητας Low-e (4-12-4)** με γέμισμα αέριο αργό στο διάκενο χώρο μεταξύ των δύο υαλοπινάκων για τους χώρους εκτός της ρεσεψιόν. Έτσι, βελτιστοποιείται η απόδοση του χώρου καθώς εμποδίζουν κατά 70% την υπεριώδη ακτινοβολία να εισέρχεται προς το κτίριο. Επιπλέον, υπάρχει μείωση των κερδών το καλοκαίρι αλλά και μείωση των θερμικών απωλειών τον χειμώνα. Μελέτες έδειξαν πως με τη χρήση παραθύρου τύπου Π8 μειώνονται οι ανάγκες σε κατανάλωση ενέργειας στο 76%. [33]

Στο χώρο της **ρεσεψιόν** θα χρησιμοποιηθούν **διπλοί υαλοπίνακες θερμοχρωμικοί** (λόγω μη ύπαρξης εξωτερικού οριζόντιου σκιάστρου). Οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες έχουν οπτικές ιδιότητες οι οποίες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Έτσι, καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι μειώνοντας τα επίπεδα ακτινοβολίας που εισέρχονται στο κτίριο.

Τα νότια ανοίγματα είναι επιβεβλημένα για τους λόγους που προαναφέρθηκαν αλλά και για να εξυπηρετηθεί το αρχιτεκτονικό σχέδιο. Με τη χρήση, όμως, αυτού του τύπου υαλοπίνακα και με τη θερμική μάζα που παρέχει το δάπεδο, τα τοιχία και τα υποστυλώματα κατασκευασμένα από μπετό με θερμοχωρητικότητα $1680-2500 \text{ kJ/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$ αλλά και οι τοίχοι του κτιρίου οι οποίοι αποτελούνται από τούβλα με θερμοχωρητικότητα ($1200 \text{ kJ/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$) επιτυγχάνεται το εξής αποτέλεσμα: η απαραίτητη ποσότητα ακτινοβολίας εισέρχεται στο χώρο προσφέροντας **οπτική και θερμική άνεση** χωρίς όμως να δημιουργούνται φαινόμενα υπερθέρμανσης το καλοκαίρι, η ακτινοβολία αποθηκεύεται στη **θερμική μάζα** του χώρου και κατά τις νυχτερινές ώρες επανεκπέμπεται αυξάνοντας κατά το δυνατό τη θερμοκρασία.

Σχεδίαση υπολοίπων ορόφων

Στα νότια δωμάτια από τον 1^ο έως τον 5^ο όροφο θα τοποθετηθούν συρόμενα συστήματα με κούφωμα αλουμινίου ίδιου τύπου υαλοπίνακα **χαμηλής εκπεμψιμότητας Low-e (4-12-4)** με γέμισμα αέριο αργό στο διάκενο χώρο μεταξύ των δύο υαλοπινάκων ούτως ώστε να αποτραπεί η είσοδος αυξημένης ηλιακής ακτινοβολίας στο χώρο. Ακολουθώντας, τα βορινά δωμάτια έχουν άμεση ανάγκη αξιοποίησης του ηλιακού κέρδους έτσι τοποθετείται πάλι ο ίδιος τύπος υαλοπίνακα με στόχο τη μείωση μεταφοράς της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς τον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο αυτή τη φορά.

5.4.2 Συστήματα έμμεσου κέρδους

Λόγω της χρήσης του κτιρίου και της ανάγκης εκμετάλλευσης με ανοίγματα όλης της πρόσσοψης (η οποία συμπίπτει και με τη νότια όψη του κτιρίου) η χρήση τοίχων θερμικής αποθήκευσης αλλά και θερμοσιφωνικού πανέλου δεν είναι δυνατή καθώς απαιτούν ένα ικανοποιητικό ποσοστό νότιων συμπαγών επιφανειών.

Από τους ηλιακούς χώρους μπορούμε να θεωρήσουμε πως οι χώροι του εστιατορίου αλλά κυρίως του φουαγιέ-καφετέριας λειτουργούν ως **θερμοκήπιο**, στην κατηγορία

των νότιων ημιυπαίθριων χώρων ενσωματωμένων στο κτίριο που στη νότια πλευρά τους φέρουν κούφωμα (Εικόνα 5.28). Το θερμοκήπιο αυτό λειτουργεί όπως αναφέραμε παραπάνω, με τη διοχέτευση του ζεστού αέρα στο υπόλοιπο κτίριο. Πιο συγκεκριμένα, το φουαγιέ μπορεί να προσφέρει θερμικά οφέλη στην αίθουσα συνεδριάσεων μέσω του τοίχου θερμικής μάζας που τα διαχωρίζει. Έτσι, θερμαίνεται ο χώρος του θερμοκηπίου (φουαγιέ) και μετά από ορισμένες ώρες (περίπου έξι) μπορεί να δώσει τη θερμότητα που εισέπραξε στην αίθουσα των συνεδρίων. Για πολλαπλά οφέλη η κατασκευή ενός συστήματος θυρίδων στο διαχωριστικό τοίχο ενισχύει την διαδικασία. Κατ' αυτόν τον τρόπο στην υψηλότερη ζώνη του τοίχου κατασκευάζεται μια σειρά θυρίδων. Αντίστοιχη σειρά θυρίδων κατασκευάζεται και στη χαμηλότερη ζώνη του, κοντά στο δάπεδο. Ο θερμός αέρας που συγκεντρώνεται στην ανώτερη ζώνη του φουαγιέ εισέρχεται από τις άνω θυρίδες στον εσωτερικό χώρο. Ο ψυχρός αέρας που συγκεντρώνεται πάνω στο δάπεδο του εσωτερικού χώρου κινείται μέσω θυρίδων της κατώτερης ζώνης προς τα έξω για να αντικαταστήσει τον θερμό αέρα που έχει φύγει. Έτσι, θερμαίνεται με τη σειρά του, κινείται προς τα πάνω και εισέρχεται πάλι στο κτίριο. Το κύκλωμα διακόπτεται τη νύχτα με το σφράγισμα των θυρίδων της κατώτερης ζώνης που είναι πιο προσιτές. Προσοχή χρειάζεται κατά τις θερινές μέρες ώστε να μην λειτουργεί το φουαγιέ την ώρα της θέρμανσης έτσι ώστε να μην δημιουργηθούν αισθήματα δυσφορίας στους πελάτες (Διάγραμμα 5.4 μέση θερμοκρασία τον Αύγουστο 28°C). Τέλος, **απαραίτητος αερισμός** χρειάζεται για να μειωθούν τα θερμικά φορτία στον χώρο αυτό. Έτσι, το υαλοστάσιο προσφέρει συνεχόμενα ανοίγματα επιτρέποντας στον απαιτούμενο αέρα να εισέλθει εντός του χώρου. Με την ίδια λογική θα μπορούσε να λειτουργήσει και το εστιατόριο, όμως, σε αυτή την περίπτωση υπάρχουν δυσκολίες όπως η συχνή χρήση του χώρου του εστιατορίου (πρωί-μεσημέρι-βράδυ) αλλά και πως ο χώρος που θα λάβει τα θερμικά οφέλη (η κουζίνα) αναπτύσσει εξ' αιτίας των συσκευών μαγειρικής υψηλές θερμοκρασίες από μόνη της. Έτσι, λοιπόν, δεν κατασκευάζονται θυρίδες και γίνεται προσπάθεια η θερμότητα που συγκεντρώνεται στον χώρο να διοχετεύεται ελεγχόμενα προς τον περιβάλλοντα χώρο συνήθως μέσω των ανοιγμάτων και των μηχανικών μέσων ψύξης. Σε κάθε περίπτωση χρειάζεται αυξημένη προσοχή στους νότιους χώρους με πολλά ανοίγματα και σωστή χρήση των παθητικών ηλιακών συστημάτων, των σκίαστρων και των μηχανικών μέσων ψύξης/θέρμανσης γιατί είναι εύκολο να δημιουργηθούν υψηλές θερμοκρασίες και φαινόμενα θάμβωσης. [24]



Εικόνα 5.23: Θερμοκήπιο ενσωματωμένο στους χώρους του κτιρίου (κατοικία στο Πανόραμα Θεσσαλονίκης) [21]

Το **ηλιακό αίθριο** αποτελεί ένα παθητικό σύστημα το οποίο χρησιμοποιήθηκε στο ξενοδοχείο και είναι μια κατασκευή η οποία παρατηρείται συχνά σε ξενοδοχεία. Ο λόγος εκτός από τα ενεργειακά οφέλη είναι η ανάγκη για διαμόνη. Ο χώρος γύρω από το αίθριο είναι άμεσα αναγκαίος και ο χώρος του αίθριου είναι ένας επιπλέον χώρος συνυφασμένος με την ιδιότητα του κτιρίου, ο οποίος δημιουργεί μια εικόνα ενότητας του χώρου αλλά και ενότητας με το φυσικό περιβάλλον.

Κατά τη χειμερινή περίοδο θα υπάρχει μια σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας στον ευρύτερο κοινόχρηστο χώρο του ξενοδοχείου μειώνοντας την ανάγκη για μηχανικά μέσα θέρμανσης. Επιπλέον, η διείσδυση του άμεσου ηλιακού φωτός προσδίδει φυσικό φωτισμό στο χώρο. Έτσι, σε συνδυασμό με την επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας αλλά και το αρχιτεκτονικό ενδιαφέρον ενός αίθριου αναβαθμίζεται το κτίριο με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά και αισθητικά.

Κατά τη θερινή περίοδο, όμως, απαραίτητη είναι η σκίαση όπως και ο αερισμός. Έτσι, μέσω ειδικού τύπου υαλοπίνακα ο οποίος περιγράφεται παρακάτω και ηλεκτρικού συστήματος που επιτρέπει το άνοιγμα και το κλείσιμο του αίθριου ανάλογα την ώρα της ημέρας και την εποχή, επιτρέπεται να εισέρχεται αέρας από το εξωτερικό περιβάλλον μειώνοντας τα υψηλά θερμικά φορτία που ενδέχεται να αναπτυχθούν.

Επιλέγεται, λοιπόν, η κατασκευή ενός αίθριου επιφάνειας 125 m^2 όπου τοποθετείται η ρεσεψιόν του ξενοδοχείου σε κυκλικό σχήμα και ένας μικρός εσωτερικός κήπος $33,5 \text{ m}^2$ με φυτά εσωτερικού χώρου τα οποία ευδοκιμούν σε ηλιαζόμενες θέσεις όπως: πολύχρωμη ασπιντίστρα, γκουζμάνια και βριέξια με πράσινα φύλλα και (Εικόνες 5.24, 5.25). Τα οφέλη ενός εσωτερικού κήπου εκτός από αισθητικά είναι και ότι με κάποιες λειτουργίες τους όπως η εξατμισοδιαπνοή μειώνουν τη θερμοκρασία του χώρου γύρω

από αυτά, επιπλέον οι σκόνες προσκολλώνται στα φύλλα τους και συνεισφέρουν στη δημιουργία ενός υγιούς περιβάλλοντος. [52]

Στους υπερκείμενους ορόφους του ισογείου δημιουργείται ένας διάδρομος περιμετρικά του κτιρίου με στηθαίο από γυαλί, όπου εξυπηρετεί τις ανάγκες των πελατών για πρόσβαση στα δωμάτια τους. Κατ' αυτόν τον τρόπο το ξενοδοχείο αποκτά φυσικό φωτισμό και ενεργειακά κέρδη από τη θερμική ακτινοβολία.



Εικόνα 5.24: Βριέζια [53]



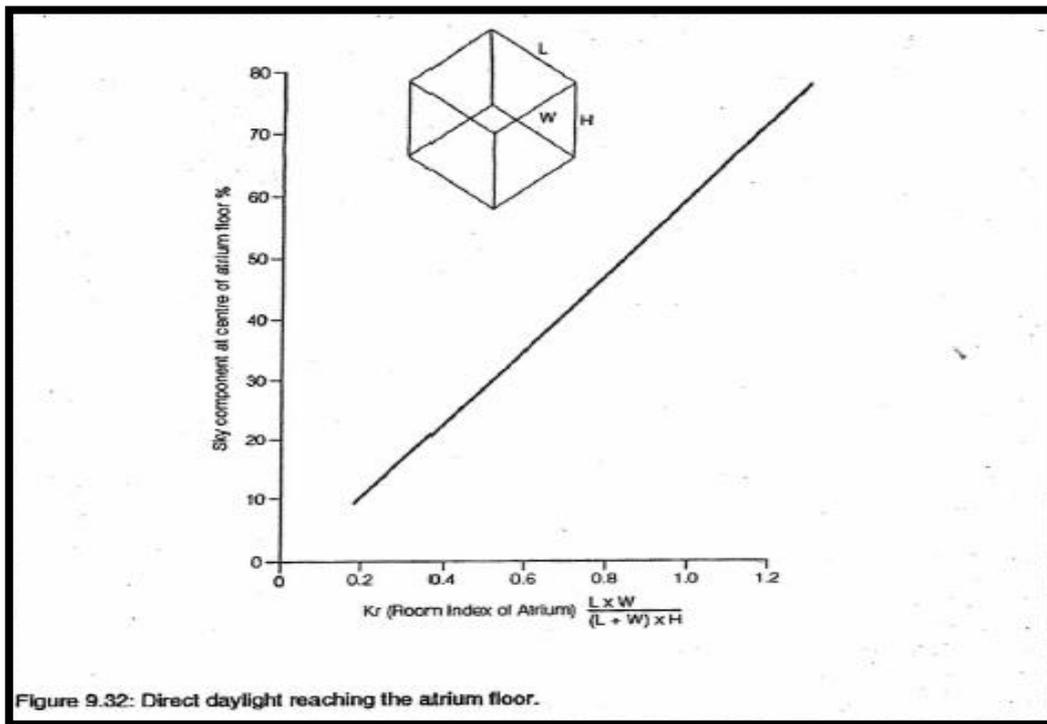
Εικόνα 5.25: Γκουζμάνια [54]

Γεωμετρία αίθριου

Οι αναλογίες του αίθριου θα επηρεάσουν το ποσό του άμεσου φωτός που φτάνει στο χώρο του αίθριου. Η ευρύτερη και η πιο ρηχή γεωμετρία του αίθριου, έχει καλύτερη συνεισφορά του άμεσου φωτός από τον ουρανό. Το σχήμα της κάτοψης είναι επίσης σημαντικό εκτός και αν το αίθριο είναι ρηχό και πλατύ. Ωστόσο, δεδομένου ότι το ύψος του κτιρίου αυξάνει την κατανομή του φωτός της ημέρας η εσωτερική ανάκλαση γίνεται όλο και πιο σημαντική και ένα απλούστερο τετράγωνο σχήμα αποδίδει καλύτερα. Για μια συγκεκριμένη έκταση υαλοστασίου στο αίθριο και δεδομένο το ύψος της κατασκευής, το ποσό του φωτός της ημέρας το οποίο φθάνει στο δάπεδο του αίθριου είναι 7% υψηλότερο σε ορθογωνικό αίθριο απ' ότι σε τετράγωνο (Διάγραμμα

5.6). Το τετράγωνο αίθριο προσφέρει τέσσερις πλευρές με περίπου ίσο φωτισμό, ενώ το ορθογώνιο αίθριο προσφέρει δύο διαφορετικά επίπεδα φωτισμού στην πρόσοψη. [49]

Επιλέγεται λοιπόν ένα σχεδόν τετραγωνικό σχήμα αίθριου με διαστάσεις 11,91m και 11,38m (με μια μικρή καμπύλωση), ύψους 1 m με ευθύγραμμη επιφάνεια, έτσι ώστε να έχουμε μια ομοιόμορφη διάχυση του φωτός στο χώρο (Πίνακας 5.6). [49] Ακόμα, επιλέγεται το γυαλί των διαδρόμων να είναι ημιδιαφανές ώστε να μην αντανακλά το φως και δημιουργούνται φαινόμενα αντηλίας.



Διάγραμμα 5.6: Το φως της ημέρας το οποίο φτάνει απευθείας στον τελευταίο όροφο του αίθριου [49]

	quadrangular floor area				rectangular floor area			triangular floor area
vertical supporting structure	6.8	7.7	8.8	8.8	7.5	8.0		8.0
vertical + horizontal supporting structure	10.5	11.0	11.7	11.4	11.7	10.5	10.5	11.6

Figure 9.34: Percentage reduction of the light admitting area by different roof constructions.

Πίνακας 5.6: Ποσοστό μείωσης της ημερήσιας αποδοχής φωτός για διάφορες κατασκευές οροφής αίθριου [49]

Ποιότητα υαλοπινάκων αίθριου

Οι οπτικές ιδιότητες των υλικών των υαλοπινάκων επηρεάζουν τη ποιότητα του ηλιακού φωτός όπως και την εξοικονόμηση ενέργειας του φωτισμού.

Επιλέγουμε να τοποθετήσουμε **διπλούς υαλοπίνακες** για μείωση της εισερχόμενης ακτινοβολίας αλλά και για την παροχή φυσικού αερισμού σε περίπτωση πυρκαγιάς. Επιπλέον, θα γίνει χρήση των λεγόμενων **“έξυπνων γυαλιών”** όπως είναι τα **φωτοχρωμικά** των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι, η φωτοδιαπερατότητά τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας ή οι ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος. Τελικώς, η σκίαση και η ποσότητα της εισερχόμενης ακτινοβολίας θα ρυθμίζεται από αυτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στην κατηγορία αυτή, ανήκουν συστήματα και τεχνικές που σκοπό έχουν να μειώσουν τα θερμικά φορτία που δέχεται ένα κτίριο κατά την περίοδο του θέρους. Την περίοδο του καλοκαιριού, που οι εξωτερικές θερμοκρασίες αυξάνονται, υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης. Οι ακτίνες του ήλιου, η διείσδυση 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 ισορροπημένη εσωτερική θερμοκρασία, πρέπει να ληφθούν μια σειρά από μέτρα όπως :

1. **Ηλιοπροστασία** με κατάλληλο σκιασμό, ώστε να προλαμβάνονται οι ακτίνες του ήλιου από τη διείσδυση τους στον εσωτερικό χώρο και **φύτευση βλάστησης** στο περιβάλλοντα χώρο και στα δώματα.
2. **Φυσικός Αερισμός**, προκειμένου να αποβάλλεται ο ανεπιθύμητος θερμός αέρας και να αντικαθίσταται από καθαρό εξωτερικό.
3. **Φυσική ψύξη και δροσισμός**, για να μεταφέρεται η περίσσεια θερμότητας από το κτίριο προς το περιβάλλον. [20,16]

6.1 Ηλιοπροστασία-σκιασμός

Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα απαραίτητος είναι ο σκιασμός ειδικά τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο ενώ για τους μήνες Μάιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο επιθυμητός είναι ο σκιασμός κατά τις μεσημβρινές ώρες. Κατά συνέπεια τα ηλιακά συστήματα σκίασης πρέπει να παρέχουν αποτελεσματική προστασία από τον ήλιο το καλοκαίρι, χωρίς όμως να παρεμποδίζουν τον ηλιασμό του κτιρίου το χειμώνα ή να περιορίζουν τον φυσικό του φωτισμό.

Ηλιοπροστασία και σκιασμός μπορούν να επιτευχθούν από διάφορα μέσα, όπως είναι τα γειτονικά κτίρια, η τοπογραφική διαμόρφωση και η βλάστηση με τον κατάλληλο τύπο δέντρων τοποθετημένων στα ιδανικά σημεία. Συνήθως, τα παραπάνω μέσα δεν είναι αρκετά για να αποτρέψουν την υπερθέρμανση ενός κτιρίου. Έτσι τοποθετούνται κάποια επιπλέον μέτρα σκίασης στα ανοίγματα του κτιρίου.

Για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων, τα βασικά κριτήρια που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι ο προσανατολισμός της όψης, η αισθητική του κτιρίου και η μορφολογία των ανοιγμάτων, η χρήση του χώρου ανάλογα με το αν είναι κατοικία, εργασιακός χώρος κλπ., καθώς κι ο παράγων οικονομία της κατασκευής, ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας.

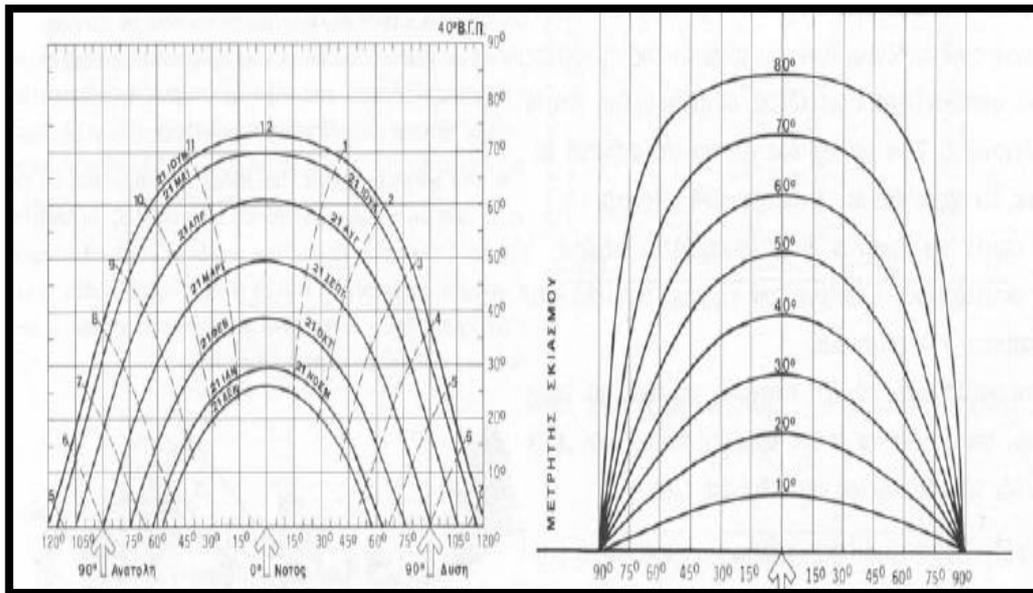
Επίσης, σωστό είναι να αναφέρουμε πως η σκίαση των ανοιγμάτων είναι απαραίτητη στην **εξωτερική πλευρά** του κτιρίου για να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η

υπερθέρμανση του χώρου. Η σκίαση είναι περισσότερο αποδοτική όταν είναι εξωτερική, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η ηλιακή ακτινοβολία εμποδίζεται να εισέλθει και να εγκλωβιστεί μέσω των υαλοπινάκων στους χώρους και **μπορεί να μειώσει κατά 80-90% τα ηλιακά κέρδη**. Σε νέες κατασκευές, αυτή η σημαντική μείωση του θερμικού φορτίο μπορεί να επιτρέψει την ανάγκη για ψυκτικό εξοπλισμό να μειωθεί κατά ένα ανάλογο ποσό. Η εξοικονόμηση στο κόστος εξοπλισμού για την ψύξη μπορεί να αντισταθμίσει τα έξοδα για τη σκίαση, ή ένα μεγάλο μέρος από αυτά. Παράλληλα, η χρήση κινητών σκιάστρων παρέχει τη δυνατότητα να επιτυγχάνεται σκίαση των ανοιγμάτων όταν είναι αυτό απαραίτητο, ανεξάρτητα από την εποχή του έτους. Συνεπώς, **ο πιο αποτελεσματικός τρόπος σκιασμού, είναι η χρήση εξωτερικών σκιάστρων με κινητές περσίδες**, οι οποίες όμως είναι ιδιαίτερα ακριβές. Για το λόγο αυτό, προτιμάται σταθερή εξωτερική σκίαση που συνδυάζεται με εσωτερικά στόρια που λειτουργούν συμπληρωματικά, επειδή τα συμβατικά κρύσταλλα έχουν πολύ μικρή αντίσταση. [20,42,55,56]

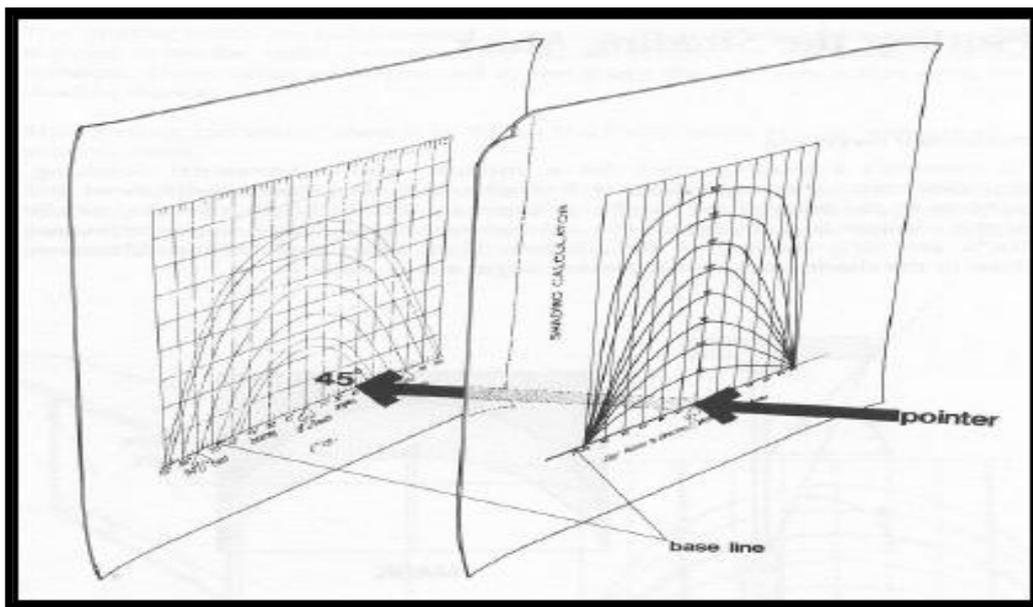
6.1.1 Σχεδιασμός της ηλιοπροστασίας

Η μορφή που θα έχουν τα σκιάστρα που θα χρησιμοποιηθούν, βασίζεται στους ηλιακούς χάρτες και στους μετρητές σκιασμού. Τα βήματα που ακολουθούνται είναι τα εξής:

1. Η επιλογή του ηλιακού χάρτη σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου.
2. Ο μετρητής σκιασμού είναι ίδιος για όλα τα μήκη και πλάτη, διότι δείχνει τις κατακόρυφες γωνίες των οριζόντιων εμποδίων και σκιάστρων του ίδιου κτιρίου που αντιστοιχούν σε γωνίες ύψους από 10° έως 80° .
3. Σημαντική είναι η επιλογή του κατάλληλου προσανατολισμού της όψης. Εάν είναι νότια το βέλος στο νότο του ηλιακού χάρτη ταυτίζεται με το μέσον στον μετρητή σκιασμού. Εάν δεν είναι νότια αλλά αποκλίνει ανατολικά η δυτικά του νότου ορίζεται ως γωνία αζιμούθιου η απόκλιση, οπότε το κέντρο του μετρητή σκιασμού ταυτίζεται με το σημείο απόκλισης της γωνιάς με τον νότο (Διάγραμμα 6.1.).
4. Ο ακριβής προσανατολισμός της όψης του κτιρίου καθορίζεται από την κάθετη στη διεύθυνση της όψης και τη χάραξη του βορρά-νότου στο ίδιο σημείο. Αν η κάθετη όψη στην ευθεία ορίζει γωνία αριστερά του νότου τότε είναι στραμμένη προς την ανατολή, ενώ αν βρίσκεται δεξιά του, έχει δυτική όψη. [42,57]

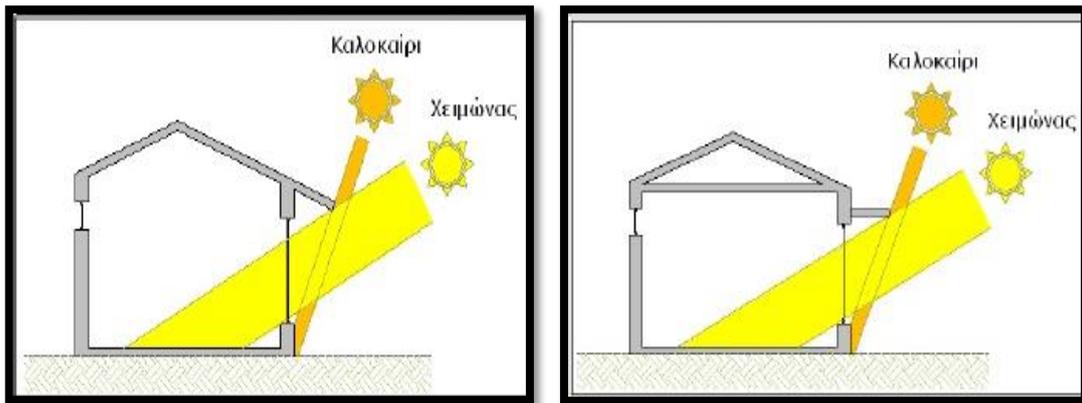


Διάγραμμα 6.1: Ηλιακός χάρτης για 40° Β.Γ.Π και μετρητής σκιασμού. [42]



Εικόνα 6.1: Ταύτιση ηλιακού χάρτη και μετρητή σκιασμού για προσανατολισμό όψης 45° προς τη δύση [42]

6.1.2 Οριζόντια σκίαστρα

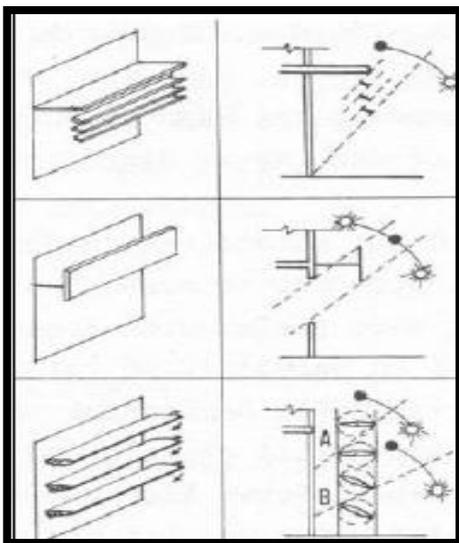


Εικόνα 6.2: Οριζόντιες προεξοχές για σκίαση νότιας όψης [42]

Η νότια όψη του κτιρίου δέχεται το καλοκαίρι μικρά θερμικά φορτία. Κατά τις ώρες αιχμής (11:00π.μ.- 2:00μ.μ.), δέχεται στο τέλος Ιουνίου το 35% της ακτινοβολίας που δέχεται ένα οριζόντιο επίπεδο όπως ένα νότιο δώμα, δηλαδή περίπου 350 W/m^2 . Ο σκιασμός της νότιας οψης επιτυγχάνεται με **οριζόντια κυρίως στοιχεία σταθερά ή κινητά** λόγω της υψηλής τροχίας του ηλίου κατά τους μήνες του θέρους Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος προεξοχής προβόλου ή περσιδίων από το κτίριο έτσι ώστε μεν το καλοκαίρι να διασφαλίζεται η πλήρης σκίαση του ανοίγματος και η αποφυγή υπερθέρμανσης, ενώ το χειμώνα να αποτρέπεται η εισόδος της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσική θέρμανση του χώρου.

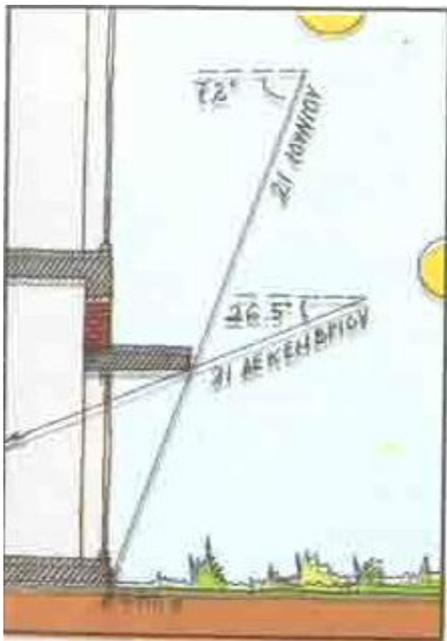
Όψη

Τομή



Εικόνα 6.3: Μορφές σταθερών και κινητών σκιάστρων νότιας όψης. [42]

Ένα παράδειγμα είναι το εξής: Ο σκιασμός ενός ανοίγματος-μπαλκονόπορτας ύψους 2m απαιτεί στο τέλος Ιουνίου το μεσημέρι ένα στέγαστρο πλάτους 70cm όταν αυτό βρίσκεται στο ύψος της άνω παρειάς του ανοίγματος. Ένα τέτοιο στέγαστρο μειώνει τα ηλιακά κέρδη που μπορεί να δεχτεί αυτό το άνοιγμα τον Δεκέμβριο σκιάζοντας το και τότε σε ένα ποσοστό 20% (Εικόνα 6.4). Όταν το στέγαστρο βρίσκεται ψηλότερα στο ύψος της οροφής του ορόφου στα 3m (π.χ. εξώστης), πρέπει να έχει πλάτος 1,10m ώστε να μην σκιάζει καθόλου το άνοιγμα το Δεκέμβριο (Εικόνα 6.5). Για το μήνα Αύγουστο αντίστοιχα απαιτείται πλάτος 1,25 m και 1,80 m. Το στέγαστρο πλάτους 1,25m στην άνω παρειά του ανοίγματος πέραν του ότι δεν κατασκευάζεται εύκολα μειώνει τις χειμωνιάτικες προσόδους περίπου κατά 25%. Το στέγαστρο πλάτους 1.80 στο ύψος της οροφής του ορόφου, δεν μειώνει τις χειμωνιάτικες προσόδους και η κατασκευή του είναι απλή.



Εικόνα 6.4: Οριζόντιο σκίαστρο στο ύψος της οροφής του ορόφου [21]

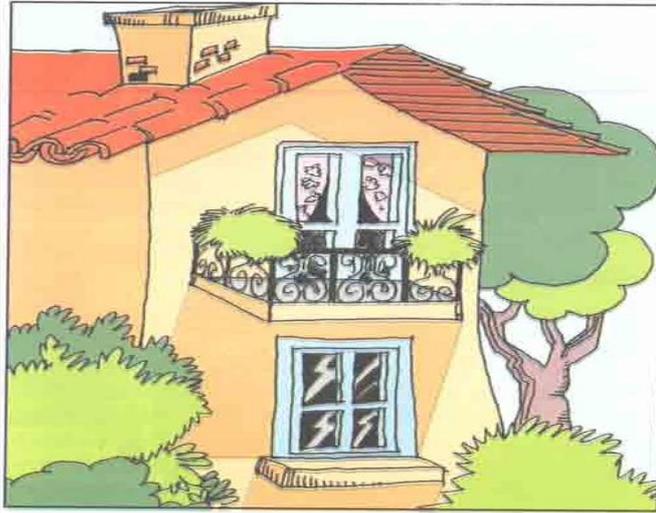


Εικόνα 6.5: Οριζόντιο σκίαστρο στο ύψος της άνω παρειάς του ανοίγματος [21]

Για να είναι ο σκιασμός αποτελεσματικός στη διάρκεια όλων των ωρών αιχμής είναι αναγκαίο το μήκος του στεγάστρου να υπερβαίνει το πλάτος του παραθύρου προεξέχοντας δεξιά και αριστερά απ' αυτό (Εικόνα 6.6).

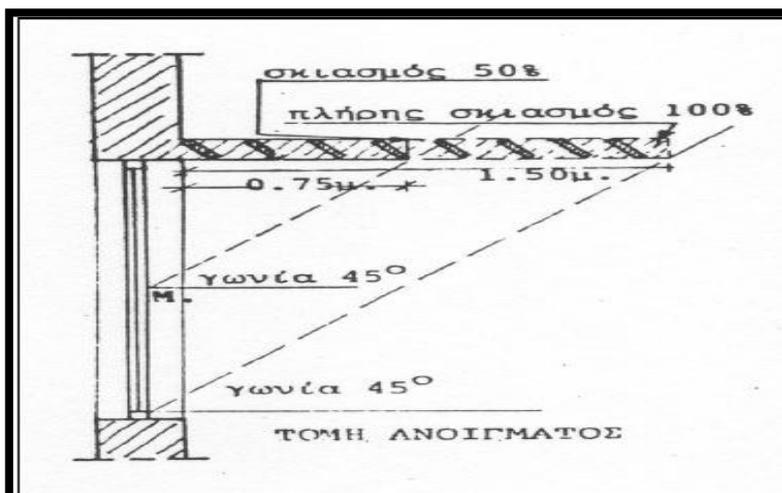
Μπορούμε να πούμε πρακτικά, ότι η πιο αποτελεσματική μορφή σταθερών στεγαστρών των ανοιγμάτων νότια όψης είναι οι εξώστες του υπερκείμενου ορόφου ή οι προεξοχές της στέγης αρκεί να έχουν αρκετό πλάτος και μήκος ώστε να παίζουν αποτελεσματικά αυτόν τον ρόλο κατά τις ώρες και τους μήνες αιχμής. Επιπλέον, οι εξώστες κατασκευασμένοι, συνήθως, από σκυρόδεμα, το οποίο έχει μεγάλη θερμική μάζα, απορροφούν τη θερμότητα και στη συνέχεια την ακτινοβολούν αποτρέποντας την

αύξηση της θερμοκρασίας εντός του κτιρίου. Παρόλα αυτά, τα οριζόντια σκίαστρα φέρουν ένα μειονέκτημα τη συσσώρευση θερμού αέρα κάτω από αυτά, εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάτρητα οριζόντια σκίαστρα.



Εικόνα 6.6: Το οριζόντιο σκίαστρο που απέχει δεξιά και αριστερά από το άνοιγμα

Εάν για λόγους αισθητικής ή αρχιτεκτονικού σχεδίου δεν είναι δυνατή η κατασκευή μιας ενιαίας οριζόντιας προεξοχής ή ενός εξώστη (π.χ. τελευταίος όροφος κτιρίου), τότε μπορούν να τοποθετηθούν περσίδες ελάχιστα προεξέχουσες αρκεί να ικανοποιείται το εξής κριτήριο: Οι κατακόρυφες γωνίες να παραμένουν σταθερές δηλαδή οι ευθείες να είναι παράλληλες μεταξύ τους που σημαίνει το τέλος της μιας διακοπτόμενης περσίδας να είναι η αρχή της επόμενης. [21,42,46]



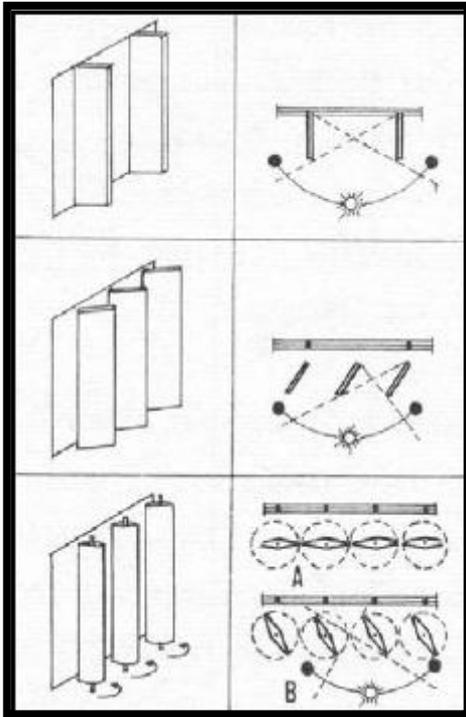
Εικόνα 6.7: Οριζόντιες διακοπτόμενες περσίδες [42]

6.1.3 Κατακόρυφα σκίαστρα

Κατακόρυφα σκίαστρα και, συγκεκριμένα, μεταλλικές περσίδες σταθερές ή κυρίως κινητές, χρησιμοποιούνται εξωτερικά σε όψεις ανατολικές ή δυτικές όπου η τροχιά του ήλιου είναι χαμηλά κοντά στον ορίζοντα. [16]

Όψη

Τομή



Εικόνα 6.8: Μορφές περσίδων για ανατολική και δυτική όψη. [42]



Εικόνα 6.9 : Εξωτερικές μεταλλικές, ρυθμιζόμενες περσίδες [58]



Εικόνα 6.10: Εξωτερικές σταθερές περσίδες κατάλληλες για δυτικούς και ανατολικούς προσανατολισμούς [59]

Τα **παντζούρια** μεταλλικά ή ξύλινα, ανοιγόμενα ή ανασυρόμενα εκτός από θερμομονωτικά, αποτελούν ένα ακόμη κατακόρυφο μέσο ρυθμιζόμενης σκίασης. Μπορούν σε ώρες αιχμής να κλείνουν αρκεί η κατασκευή τους να είναι τέτοια ώστε να μην παρεμποδίζουν τον αερισμό και να μη στερούν πλήρως το φυσικό φωτισμό από το χώρο. [21]



Εικόνα 6.11: Ανοιγόμενο Παντζούρι [60]

Επιπλέον, οι τέντες οι οποίες δεν ανήκουν ούτε στα οριζόντια αλλά ούτε στα κατακόρυφα σκίαστρα, μπορούν να περιορίσουν το θερμικό κέρδος μέχρι 65%, στις νότιες όψεις, ενώ για ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς το ποσοστό αγγίζει το 80%. Οι τέντες είναι ελαφριές, πρόσθετες, σχετικά χαμηλού κόστους κατασκευές, εύκολα ρυθμιζόμενες ανάλογα με τις ανάγκες σχεδιασμού της κάθε χρονικής στιγμής.

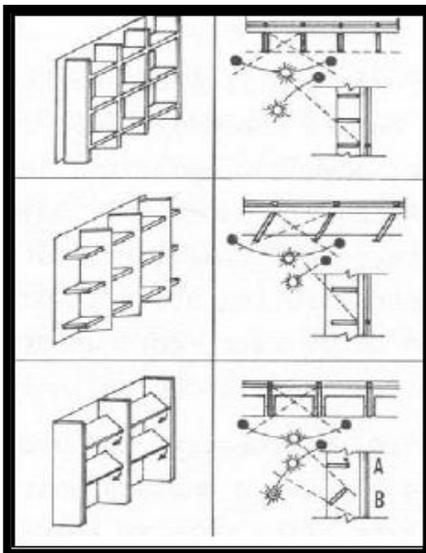
Αρκεί να προβλεφθεί η σωστή τους ενσωμάτωση στο συνολικό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου καθώς και η προστασία τους από τη γρήγορη φθορά. [21,38]



Εικόνα 6.12: Τέντα τοποθετημένη σε ισόγειο κτιρίου [61]

6.1.4 Συνδυασμός κατακόρυφων και οριζόντιων σκιάστρων

Για νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό για να είναι αποδοτική η ηλιοπροστασία πρέπει να υπάρχει συνδυασμός κατακόρυφων και οριζόντιων περσίδων υπό μορφή εσχάρας (Εικόνα 6.13), η διάταξη αυτή καθορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. [42]



Εικόνα 6.13: Μορφές περσίδων για νοτιοανατολική και νοτιοδυτική όψη. [42]

6.1.5 Εσωτερικά κινητά σκιάστρα

Τα εσωτερικά σκιάστρα δεν αποτρέπουν τον κίνδυνο υπερθέρμανσης, όμως, συμβάλλουν στη μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως.

Εσωτερικά κινητά σκίαστρα, συνιστώνται για νότιους, ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς. Προτεινόμενα είναι τα **ενετικά στόρια**, κατά προτίμηση κινούμενα πάνω σε οδηγούς, για εξασφάλιση καλής λειτουργίας και μεγαλύτερου χρόνου ζωής. Τα στόρια μπορούν να κατασκευάζονται από μέταλλο, πλαστικό, ύφασμα ή και ξύλο ανάλογα την εσωτερική διακόσμηση και τις ανάγκες του χώρου.



Εικόνα 6.14: Ενετικά στόρια [62]

Τα κινητά σκίαστρα, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν **και το χειμώνα** αυξάνοντας τη θερμομόνωση. Ο έλεγχός τους μπορεί να είναι χειροκίνητος ή μηχανοκίνητος. Η αποδοτικότητα τους εξαρτάται από τα υλικά, την ηλικία και τη φθορά από τις καιρικές συνθήκες. Τα ενετικά στόρια επιτυγχάνουν ταυτόχρονα αερισμό και σκίαση. Η αποτελεσματικότητα της σκίασης που εξασφαλίζουν εκφράζεται με ένα συντελεστή σκίασης που είναι ο λόγος της ηλιακής ενέργειας που διέρχεται από το προστατευτικό άνοιγμα σε σχέση με την ενέργεια που θα περνούσε αν το άνοιγμα δεν ήταν προστατευόμενο. Ένας άλλος τρόπος σκίασης είναι με **ειδικά διάτρητα ρολά**. Πρόκειται για διάτρητα ηλιοπροστατευτικά ρολά, τα οποία τοποθετούνται εσωτερικά ή εξωτερικά, κατάλληλα για όλους τους προσανατολισμούς, που μπορούν να μειώσουν την εισερχόμενη ακτινοβολία έως και 70-80%. Το ύφασμα τους αποτελείται από ίνες γυαλιού, πλαστικού ή αλουμινίου, σε αραιή λεπτή ύφανση. Συμβάλλουν επίσης στη μείωση της θάμβωσης, ενώ επιτρέπουν μερική θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον. [26,38]

6.1.6 Ειδικά κρύσταλλα

Τα ειδικά κρύσταλλα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο των ηλιακών παθητικών συστημάτων. Οι ιδιότητές τους, όμως, είναι πολλαπλές αφού μεταβάλλονται ανάλογα

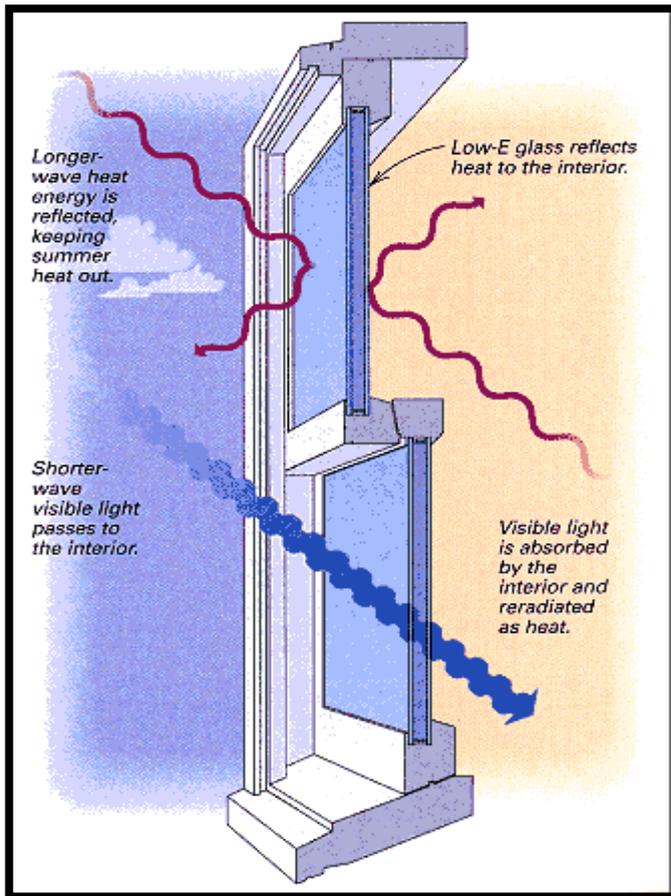
τις καιρικές συνθήκες και τα ενεργειακά οφέλη τους είναι σημαντικά και στη παροχή ηλιοπροστασίας. Ενδεικτικά αναφέρονται μια ακόμη φορά οι παρακάτω κατηγορίες υαλοπινάκων:

- Ανακλαστικοί
- Έγχρωμοι υαλοπίνακες
- Απορροφητικοί υαλοπίνακες Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e)
- Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες
- Ηλεκτροχρωμικοί
- Φωτοχρωμικοί
- Θερμοχρωμικοί
- Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων

Οι παραπάνω τύποι υαλοπινάκων ιδιαίτερα όταν τοποθετούνται διπλοί προσφέρουν μεγάλα κέρδη αλλά, συγκεκριμένα οι τέσσερις τελευταίοι τύποι (Ηλεκτροχρωμικοί, Φωτοχρωμικοί, Θερμοχρωμικοί και οι Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων) έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά τους καθώς μεταβάλλονται κάποιες σταθερές. Κατ' αυτόν τον τρόπο συμβάλλουν και στη **σκίαση** του ανοίγματος εκτός από τα ενεργειακά και οπτικά οφέλη τους. [39,40,63]



Εικόνα 6.15: Ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες (οι ιδιότητες τους οπτικά χαρακτηριστικά- διαπερατότητα μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.) [64]



Εικόνα 6.16: Τα κρύσταλλα χαμηλής εκπομπής αντανακλούν τη θερμική ενέργεια, ενώ επιτρέπουν τη διέλευση του ορατού φωτός. Έτσι, το καλοκαίρι αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου, ενώ το χειμώνα, η ηλιακή ορατή ακτινοβολία, που σχηματίζει χαμηλότερη γωνία, εισέρχεται στο εσωτερικό και απορροφάται ως θερμότητα. [63]

Παράγων Ηλιακού Κέρδους

Ο παράγοντας ηλιακού κέρδους (**SHGC**), δείχνει το ποσοστό της **διαθέσιμης** ηλιακής θερμικής ακτινοβολίας, που επιτυχώς διέρχεται από ένα παράθυρο. Η κλίμακα μέτρησης του είναι από 0 έως 1 (για διέλευση 100% της διαθέσιμης ακτινοβολίας). Τα κρύσταλλα των παραθύρων, κατασκευάζονται έτσι ώστε να επιτρέπουν τη διέλευση ορισμένου μήκους ακτινοβολίας. Έτσι, για παράδειγμα, ένας ιδανικός συνδυασμός για τα **ζεστά κλίματα** είναι να έχουμε ένα παράθυρο που να μπλοκάρει την θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος (χαμηλός SHGC), αλλά να επιτρέπει τη διέλευση της όρασης. Ένας χαμηλός παράγοντας θερμικού κέρδους μπορεί να μειώσει τις ανάγκες για κλιματισμό, περισσότερο απ' ό,τι θα μείωνε η προσθήκη ενός επιπλέον φύλλου γυαλιού στο παράθυρο, για αύξηση της μόνωσης. [63]

Τύπος κλίματος	Τιμή SHGC
Θερμά	< 0.40
Ψυχρά	> 0.55
Εύκρατα	0.40-0.55

Πίνακας 6.1: Προτεινόμενες τιμές του παράγοντα ηλιακού θερμικού κέρδους για διάφορους τύπους κλίματος [63]

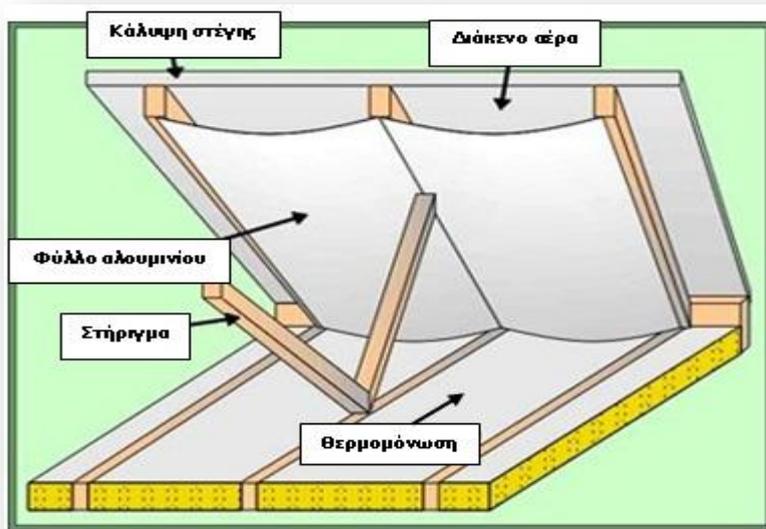
6.1.7 Φράγμα ακτινοβολίας



Εικόνα 6.17: Φράγμα ακτινοβολίας [65]

Το φράγμα ακτινοβολίας (radiant barrier) είναι τεχνική που μειώνει την ηλιακή ενέργεια η οποία διαπερνά την οροφή, με αποτέλεσμα να συνεισφέρει στη θερμική προστασία του κτιρίου τους καλοκαιρινούς μήνες και στη μείωση του κόστους της ψύξης.

Αποτελείται από **λεπτά φύλλα αλουμινίου** τα οποία τοποθετούνται κάτω από τη στέγη. Ωστόσο, μπορεί να τοποθετηθεί και κάτω από τη στέγη, στη σοφίτα, στο διάκενο δηλαδή, που υπάρχει αέρας μεταξύ της στέγης και του ταβανιού του τελευταίου ορόφου ή κατευθείαν κάτω από τη στέγη. Τα φύλλα αυτά έχουν υψηλό συντελεστή εκπομπής και ανακλαστικότητας με αποτέλεσμα να διαπερνώνται από ελάχιστα μόνον ποσοστά ακτινοβολίας. Έτσι, η θερμική ακτινοβολία που απορροφάται από τη στέγη δεν εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο. Δε μειώνει, ωστόσο, τη θερμική αγωγιμότητα όπως τα θερμομονωτικά υλικά.



Εικόνα 6.18: Τοθέτηση φράγματος ακτινοβολίας. [66]

Όταν εξασφαλίζεται **διαμπερής αερισμός** της στέγης, η θερμότητα του φράγματος ακτινοβολίας μεταφέρεται στο εξωτερικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα την αποφυγή της υπερθέρμανσης του αλουμινίου και την πιο αποδοτική λειτουργία του συστήματος.

Προσοχή χρειάζεται και στη **θέση τοποθέτησης** του φράγματος ακτινοβολίας ώστε να μην συσσωρευτεί σκόνη στην επιφάνεια του και μειωθεί η αποδοτικότητά του (Εικόνα 6.19). [66,67,68]

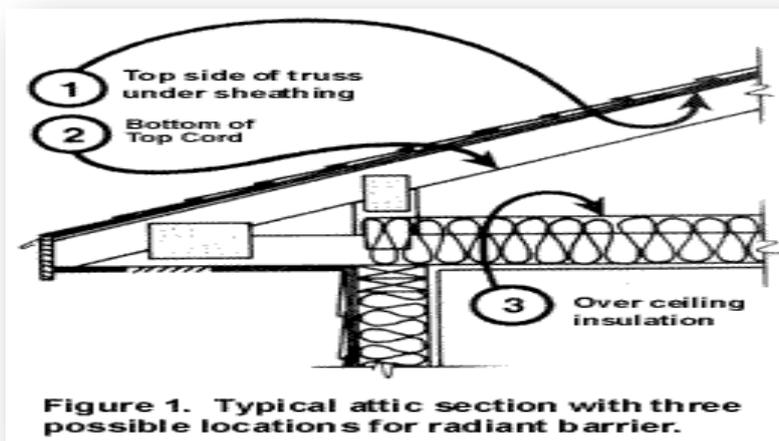


Figure 1. Typical attic section with three possible locations for radiant barrier.

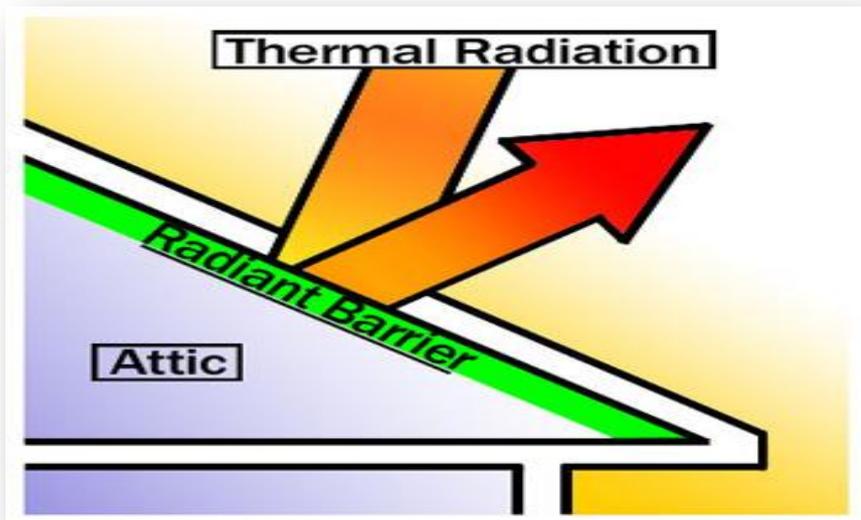
Εικόνα 6.19: Επιτρεπόμενες θέσεις 1,2 τοποθέτησης φράγματος ακτινοβολίας. Στη θέση 3 επιτρέπονται μόνο πολλαπλών στρώσεων ή τα λεγόμενα «τσιπς». [68]

Τα φράγματα ακτινοβολίας είναι, επίσης, πολύ αποτελεσματικά για τους τοίχους, οι οποίοι εισπράττουν άμεσο ηλιακό, όπως οι δυτικοί τοίχοι. Ωστόσο, δεν ενδείκνυται για ήδη υφιστάμενα κτίρια, καθώς το κόστος ανακατασκευής είναι πολύ υψηλότερο από τα προσδοκώμενα οφέλη.

Η λειτουργία του φράγματος ακτινοβολίας

Η θερμότητα που ταξιδεύει από ένα ζεστό χώρο σε έναν δροσερό με συνδυασμό αγωγής, συναγωγής και ακτινοβολίας. Η θερμότητα ρέει με αγωγή από ένα θερμότερο υλικό σε ένα ψυχρότερο υλικό, όταν τα δύο υλικά έρχονται σε επαφή. Η μεταφορά θερμότητας από συναγωγή συμβαίνει όταν ένα υγρό ή αέριο θερμαίνεται, γίνεται λιγότερο πυκνό και ανεβαίνει. Τέλος, η ακτινοβολούμενη θερμότητα ταξιδεύει σε ευθεία γραμμή μακριά από την καυτή επιφάνεια και θερμαίνει κάθε τι στερεό καθώς προσπίπτει πάνω του.

Όταν ο ήλιος θερμαίνει μια στέγη, είναι κατά κύριο λόγο ηλιακής ακτινοβολίας που θερμαίνει την οροφή. Ένα μεγάλο μέρος αυτής της θερμότητας ταξιδεύει με αγωγή μέσα από το υλικό κατασκευής σκεπής στην εσωτερική πλευρά της στέγης. Το καυτό υλικό της στέγης ακτινοβολεί συνέχεια τη θερμική ενέργεια που έχει κερδίσει στη δροσερή πλευρά (ορισμένη ποσότητα θερμότητας που προσπίπτει στη στέγη ακτινοβολείται και προς άλλες κατευθύνσεις). Ένα ακτινοβόλο εμπόδιο (φράγμα ακτινοβολίας) μπορεί να μειώσει την μεταφορά θερμότητας από την οροφή στον εσωτερικό χώρο κατά 95% συμφωνά με έρευνες [66,67,68].



Εικόνα 6.20: Η λειτουργία του φράγματος ακτινοβολίας [69]

Η λειτουργία του φράγματος υδρατμών το χειμώνα

Εάν στη σοφίτα τοποθετηθεί απλό ανακλαστικό φύλλο, μπορούμε να πετύχουμε μεγάλη μείωση της μετάδοσης θερμότητας. Προσοχή χρειάζεται στη συνδυασμένη χρήση μόνωσης, διότι το χειμώνα η ροή θερμότητας αντιστρέφεται και υπάρχει περίπτωση συμπύκνωσης. Για το λόγο αυτό, εξελιγμένα φράγματα ακτινοβολίας επιτρέπουν τους υδρατμούς του νερού να τα διαπερνούν. Διαφορετικά, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οι υδρατμοί που έρχονται από τον κάτω όροφο, είναι δυνατόν να συμπυκνωθούν ή ακόμα και να παγώσουν στην κάτω επιφάνεια του φράγματος που βρίσκονται στο «πάτωμα» της σοφίτας.[66,68]



Εικόνα 6.21 : Η χρήση του φράγματος ακτινοβολίας το καλοκαίρι και τον χειμώνα [69]

Πλεονεκτήματα φράγματος ακτινοβολίας

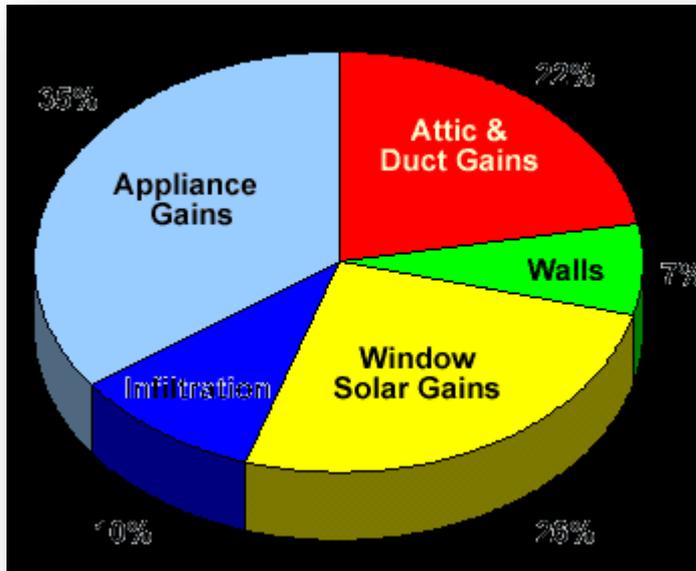
1. Μείωση της θερμότητας που εισέρχεται από τη στέγη κατά τη περίοδο του θέρους διατήρηση των επιθυμητών επιπέδων θερμοκρασιών.
2. Εξοικονόμηση ενέργειας από τα μηχανικά μέσα ψύξης.
3. Κατά τη διάρκεια ηπιότερων περιόδων, η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα είναι σε λογικά επίπεδα για ένα μεγάλο μέρος του χρόνου. Ωστόσο, η ηλιακή ενέργεια θερμαίνει ακόμα οροφή. Με το φράγμα ακτινοβολίας στις περιόδους της άνοιξης και του φθινοπώρου ελαχιστοποιούνται οι απαιτήσεις για ψύξη σχεδόν στο μηδέν.
4. Επίσης, διαπιστώνεται ότι η ακτινοβολία των εμποδίων μπορεί να επεκτείνει τη χρήση του χώρου στο κτίριο. Για παράδειγμα, σε χώρους χωρίς μόνωση, όπως γκαράζ, βεράντες, και εργαστήρια η θερμοκρασία διατηρείται σε χαμηλότερα επίπεδα με τα ακτινοβολούντα πετάσματα..
5. Τα φράγματα ακτινοβολίας μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν και ως μόνωση των σωληνώσεων.
6. Το χειμώνα εμποδίζεται η έξοδος της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο σε κάποιο βαθμό. [68]

Μελέτη σχετικά με την απόδοση του φράγματος ακτινοβολίας

Μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο κέντρο ηλιακής ενέργειας της Φλόριντα των Η.Π.Α. έδειξε τα εξής:

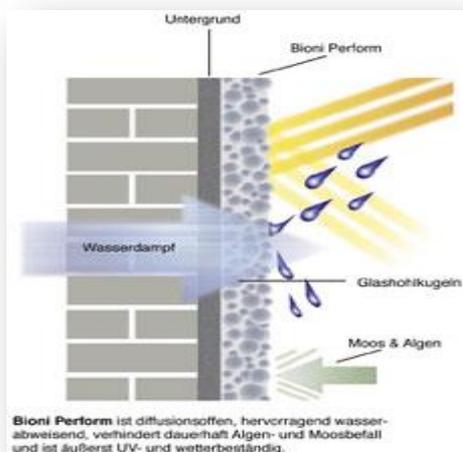
Αν και λόγω του ότι η τοποθεσία των κτιρίων καθώς και η ίδια η κατασκευή διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό δεν μπορεί να υπολογιστεί με ακρίβεια το κέρδος που θα υπάρχει. Ωστόσο, είναι εύλογο να αναμένεται ότι μια σοφίτα με ακτινοβόλο πέτασμα μπορεί να εξοικονομήσει **8-12 %** του ετήσιου κόστους ψύξης στο νοτιοανατολικό τμήμα της χώρας.

Το ενεργειακό όφελος που θα υπάρχει έχει άμεση σχέση με το πόσο επηρεάζουν τα θερμικά φορτία της στέγης-σοφίτας ολόκληρο τον χώρο του κτιρίου. Σε γενικές γραμμές όσο πιο ενεργειακά αυτόνομο είναι το υπόλοιπο κτίριο τόσο μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας που απαιτείται για κατανάλωση μειώνεται αφού η οροφή και η σοφίτα συνθέτουν ένα μεγάλο μέρος του απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου του κτιρίου. [68]



Διάγραμμα 6.2: Παρουσιάζει την κατανομή των ψυκτικών φορτίων σε ένα τυπικό 1500-τετραγωνικών ποδιών σπίτι της Κεντρικής Φλόριντα. Η σοφίτα (συμπεριλαμβανομένων των κερδών θερμότητας προς το σύστημα αγωγών) αντιπροσωπεύει το 22 % του συνολικού φορτίου ψύξης. Σε αυτό το σπίτι, μια σοφίτα με ακτινοβόλο εμπόδιο θα μπορούσε να εξοικονομήσει 8-12%, για τους ετήσιους το κόστος του κλιματισμού.[68]

6.1.8 Ανακλαστικά επιχρίσματα



Εικόνα 6.22: Ανακλαστικά υλικά [70]

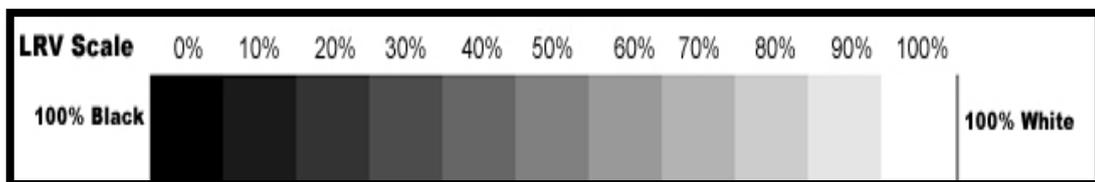
Το χρώμα αλλά και η υφή που έχουν οι εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται αλλά και στην ποσότητα της ακτινοβολίας που αποβάλλεται προς το περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας. Για παράδειγμα, ένα δώμα βαμμένο με σκούρο χρώμα μπορεί να παρουσιάσει αύξηση κατά 32°C σε σχέση με τη μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος του αέρα. Ενώ, αντίθετα, στην περίπτωση μιας επιφάνειας βαμμένης με ασβέστη αυξάνεται μόνο κατά 1°C σε σχέση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Κατ' αυτόν τον τρόπο στην Ελλάδα όπου η ηλιοφάνεια είναι αυξημένη, φαίνεται πως βασική τεχνική για την ηλιοπροστασία του κτιριακού κελύφους είναι εκτός της σκίασης, η **αύξηση της ανακλαστικότητας των εξωτερικών επιφανειών**. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ανακλαστικών (ανοιχτόχρωμων) επιχρισμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων, η οποία μειώνει την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από το κτιριακό κέλυφος και συνεπώς, τη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου τους θερμούς μήνες

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται να δοθεί στους δυτικούς τοίχους καθώς και στα δώματα όπου εισπράττουν μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας. Σε αυτά επιβάλλεται η χρήση ανακλαστικών επιφανειών όπως είναι τα φύλλα αλουμινίου (φράγμα ακτινοβολίας §6.1.7) ή η επικάλυψη τους με ψυχρά χρώματα-υλικά αλλά και η φύτευση τους και η μετατροπή τους σε φυτεμένα δώματα (§6.2.3). [42,71]

Συντελεστής LRV

Ο συντελεστής LRV (Light Reflectance Value) αναγράφεται στις συσκευασίες των χρωμάτων και καθορίζει τη συνολική ποσότητα της ακτινοβολίας η οποία αντανακλάται από μια επιφάνεια αναλόγως το χρώμα που είναι βαμμένη προς όλες τις κατευθύνσεις και σε όλα τα μήκη κύματος και αντιστρόφως πόσο απορροφά. Το LRV κινείται σε μια κλίμακα από το 0% έως 100%. Το μηδέν αντιστοιχεί σε ένα απόλυτο μαύρο και το 100% είναι μια υποτιθέμενη τέλεια αντανακλαστική επιφάνεια βαμμένη από λευκό. Αν και επειδή απόλυτο μαύρο ή λευκό δεν υπάρχει στην καθημερινή ζωή σε γενικές γραμμές, ο μέσος όρος για μια αρκετά σκουρόχρωμη επιφάνεια έχει LRV κοντά στο 5% και το λευκό 85%. Κατ' αυτόν τον τρόπο συνίσταται η ανάγνωση του συντελεστή ανακλαστικότητας LRV πριν την αγορά ενός προϊόντος για τη χρήση του στην κατασκευή.[72]



Εικόνα 6.23: Κλίμακα συντελεστή LRV [72]

6.1.9 Σκίαση από την τοπογραφική διαμόρφωση

Η τοπογραφική διαμόρφωση μιας θέσης (εάν βρίσκεται σε ύψωμα, εάν είναι περιτριγυρισμένη από βουνά ή είναι κοντά στη θάλασσα) μπορεί συχνά να δημιουργεί σκιά. Γι' αυτό όταν επιλέγεται η θέση ενός κτιρίου σε μια τοποθεσία, σε περιοχές όπου είναι πιθανή η υπερθέρμανση, είναι λογικό να καταβάλλεται προσπάθεια να γίνεται το κτίριο στην πιο σκιασμένη θέση για να επωφελείται από τη σκιά. Η σκιά που εξασφαλίζεται από την τοπογραφική διαμόρφωση μιας περιοχής επηρεάζεται από την τροχιά του ήλιου, τον προσανατολισμό και την κλίση του εδάφους. [20]

6.1.10 Σκίαση από τα γειτονικά κτίρια

Τα γειτονικά κτίρια επηρεάζουν άμεσα μια κατασκευή ως προς τη σκίαση. Το φαινόμενο αυτό χρησιμοποιείται συνήθως σε θερμά και ξηρά κλίματα, όπου οι πόλεις ίσως να σχεδιάστηκαν και να χτίστηκαν σε πολύ συμπαγή μορφή, με στενούς δρόμους, έτσι ώστε όλα τα κτίρια να σκιάζονται σε κάποιο ποσοστό από τον ήλιο όπως στην Αθήνα. Παρόλα αυτά, η πολεοδομική διάταξη αυτού του είδους πολλές φορές δημιουργεί προβλήματα ως προς την ανεπάρκεια επαρκούς αερισμού. Το φαινόμενο της σκίασης, όμως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στο σχεδιασμό πανταχόθεν ελευθέρων κτιρίων και των γύρω προς αυτά χώρων, αξιοποιώντας τα υφιστάμενα κτίρια για να εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία.[20,55]

6.1.11 Επιλεγμένα συστήματα σκίασης στην ξενοδοχειακή μονάδα

Θέση και διάταξη οικόπεδου

Το ξενοδοχείο βρίσκεται, όπως έχουμε προαναφέρει, στη λεωφόρο Ποσειδώνος στο ύψος του Παλαιού Φαλήρου με Β.Γ.Π. 37°55'. Έχει 3 πλευρές πανταχόθεν ελεύθερες οι οποίες συνορεύουν με δρόμο (πρόσοψη, ανατολική και δυτική όψη) και τη βορινή πλευρά η οποία συνορεύει με κτισμένο οικόπεδο. Τα κτίσματα του οικοπέδου αποτελούνται από 5-6 ορόφους όσο επιτρέπει δηλαδή ο συντελεστής δόμησης (2.6). Το οικόπεδο έχει ήπια κλίση της τάξης του 1,8% στην ανατολική και 6% στη δυτική πλευρά, ενώ στην όψη έχει μηδενική κλίση. Γενικά, παρατηρούμε πως λόγω της ήπιας τοπογραφίας, του νότιου προσανατολισμού και της διάταξης του οικοπέδου η περιοχή δεν προσφέρει ιδιαίτερα αποτελέσματα στη σκίαση του κτιρίου. Τέλος, χρήσιμο είναι να συμβουλευθούμε και τα διαγράμματα της §5.4 όπου φαίνονται τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής.



Εικόνα 6.24: Θέση του οικοπέδου προς ανέγερση του ξενοδοχείου. [4]

Η ξενοδοχειακή μονάδα η οποία αποτελείται από 5 ορόφους δωματίων και το ισόγειο με όλους τους κοινόχρηστους χώρους, χρησιμοποιεί τα εξής συστήματα σκίασης αναλόγως τον προσανατολισμό της πλευράς :

Νότια όψη

Στις θέσεις του εστιατορίου και του φουαγιέ όπου υπάρχουν μεγάλα νότια ανοίγματα έκτος από τη τοποθέτηση υαλοπίνακα τύπου **Low-e (4-12-4) χαμηλής εκπεμπιμότητας** με γέμισμα αέριο αργό, θα τοποθετηθούν ξύλινες πέργκολες (διάτρητα οριζόντια σκίαστρα) οι οποίες εξυπηρετούν τις ανάγκες για υπαίθρια στέγαση αλλά, ταυτόχρονα, βοηθούν στην αποφυγή της υπερθέρμανσης του χώρου. Επιπλέον, στους χώρους του εστιατορίου αλλά και του φουαγιέ θα τοποθετηθούν και ορισμένα **εσωτερικά στόρια** για την παροχή σκίασης τα οποία θα ρυθμίζονται από τις ανάγκες των χρηστών. Στο χώρο της ρεσεψιόν εξαιτίας του αρχιτεκτονικού σχεδίου δεν θα τοποθετηθούν εξωτερικά σκίαστρα αλλά ο συνδυασμός ειδικού τύπου υαλοπίνακες, όπως οι **θερμοχρωμικοί, κουρτινών** και των εξωστών του 1^{ου} ορόφου οι οποίοι σκιάζουν σε ένα βαθμό το ισόγειο (όχι πλήρως γιατί το ισόγειο έχει μεγαλύτερο ύψος από τους υπερκείμενους ορόφους) θα αποδώσει την επιθυμητή σκίαση.

Στα δωμάτια με νότια όψη ρόλο οριζόντιου σκίαστρου θα παίζει πάλι ο **εξώστης πλάτους 1.80m** των υπερκείμενων ορόφων. Για να είναι ο σκιασμός αποτελεσματικός στη διάρκεια των ωρών αιχμής είναι αναγκαίο το μήκος του στεγάστρου να υπερβαίνει το πλάτος του παραθύρου προεξέχοντας δεξιά και αριστερά. Έτσι το μήκος του 1.80m κρίνεται ικανοποιητικό. Επιπλέον, οι εξώστες είναι κατασκευασμένοι από σκύροδεμα, το οποίο έχει μεγάλη θερμοχωρητικότητα (1680-2500 kJ/m³°C), έτσι απορροφούν τη θερμότητα και στη συνέχεια την ακτινοβολούν αποτρέποντας την αύξηση της θερμοκρασίας εντός του κτιρίου.

Ακόμη, θα τοποθετηθούν παντζούρια και κουρτίνες για ελεγχόμενη σκίαση και ρύθμιση του εισερχόμενου φωτός εντός των δωματίων.

Βορινή όψη

Στη βορινή όψη τα σκίαστρα θα τοποθετηθούν κατά τον ίδιο τρόπο στα δωμάτια των ορόφων. Για τα γραφεία του ισογείου τα οποία βρίσκονται στο πίσω μέρος του κτιρίου, στη βορινή πλευρά, τα οριζόντια σκίαστρα από τα μπαλκόνια των δωματίων σε συνδυασμό με **διπλά τζάμια τύπου Low-e** συμβάλλουν στη ρύθμιση της φωτεινότητας αλλά δεν ικανοποιούν απόλυτα τις ανάγκες για σκίαση.

Τα **ειδικά διάτρητα ρολά** τα οποία είναι ηλιοπροστατευτικά ρολά, ολοκληρώνουν τις ανάγκες για σκίαση. Τοποθετούνται εσωτερικά και μπορούν να μειώσουν την εισερχόμενη ακτινοβολία έως και 70-80%. [33] Το ύφασμα τους αποτελείται από ίνες γυαλιού σε αραιή λεπτή ύφανση. Συμβάλλουν, επίσης, στη μείωση της θάμβωσης, ενώ επιτρέπουν μερική θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον .

Για τα βορινά ανοίγματα της κουζίνας όπως και αυτών του βοηθητικού χώρου των συνεδρίων τα ειδικά διάτρητα ρολά εξυπηρετούν μαζί με παντζούρια (για λόγους θερμομόνωσης) τις ανάγκες του χώρου για σκίαση.

Επιπλέον, υπάρχουν τα ανοίγματα κατά μήκος των τεσσάρων βοηθητικών κλιμακοστασίων τα οποία λόγω του είναι βορινά και χρησιμοποιούνται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις ή από το προσωπικό δεν απαιτούν ειδικά μέτρα σκίασης πάρα τους διπλούς υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμψιμότητας.

Ανατολική και δυτική όψη

Στην ανατολική όψη, όπως και στη δυτική, έχει γίνει πρόβλεψη να μη δημιουργηθούν πολλά ανοίγματα λόγω της απαίτησης σε μεγάλα ποσά ψύξης κατά τους θερινούς μήνες. Έτσι, στη δυτική πλευρά στο άνοιγμα του φουαγιέ έχει τοποθετηθεί **εξωτερικό σκίαστρο περσίδων**. Για το παράθυρο της αίθουσας συνεδριάσεων υπάρχει **παντζούρι** το οποίο επιτρέπει τη πλήρη σκίαση του χώρου όταν αυτό είναι απαραίτητο π.χ. σε ώρες συνεδρίασης. Στην ανατολική πλευρά τοποθετούνται ακριβώς τα ίδια σκίαστρα για το παράθυρο του εστιατορίου και για αυτά της κουζίνας.

Επίσης, επιλέγεται στο κτίριο να τοποθετηθούν ανοιχτά χρώματα (λευκό) με **υψηλό δείκτη ανακλαστικότητας LRV** ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση θερμότητας στην επιφάνεια του κτιρίου. Επιπλέον, τα μπαλκόνια είναι κατασκευασμένα από υαλοπίνακες που έχουν την ιδιότητα να αντανακλούν τις ακτίνες του ήλιου σε μεγάλο βαθμό.

6.2 Βλάστηση και κτίριο

Η βλάστηση συμβάλλει, όπως είναι γνωστό, στη μείωση των επιπέδων του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και στην άμβλυση του φαινομένου της θερμικής

νησίδας (των θερμών αέριων μαζών στις αστικές πόλεις). Ταυτόχρονα, διαφοροποιούνται τα επίπεδα θερμοκρασίας, τα ρεύματα αέρα και η στάθμη των βροχοπτώσεων, το σύνολο δηλαδή των κλιματικών. Έτσι, η βλάστηση συμβάλλει ουσιαστικά στη δημιουργία και τη σταθεροποίηση του μικροκλίματος ενός τόπου.

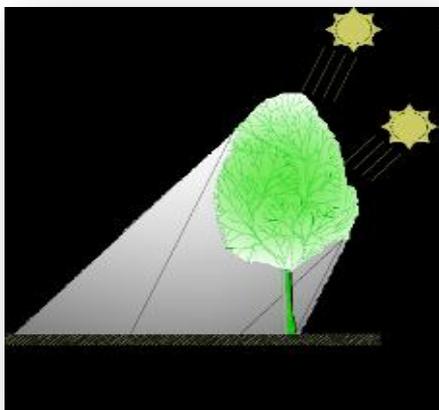
Μπορεί, λοιπόν, να αξιοποιηθεί για την ακόμα μεγαλύτερη εξιδανίκευση του μικροκλίματος με στόχο την προσέγγιση του επιπέδου άνεσης στο κτιριακό περιβάλλον. Οι φύτευση του περιβάλλοντος χώρου αλλά και οι πράσινες στέγες μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην επίτευξη του παραπάνω στόχου. [21,33,73]

6.2.1 Φύτευση περιβάλλοντος χώρου

Η φύτευση των κατάλληλων δέντρων σε στρατηγικά σημεία του οικοπέδου μπορεί να προστατεύσει τα κτίρια από την **υπερθέρμανση** και να λειτουργήσει ως καταφύγιο για την άγρια πανίδα.

Τα δέντρα επηρεάζουν το **μικροκλίμα** και την **ενεργειακή κατανάλωση** των κτιρίων με δυο τρόπους. Τα άμεσα οφέλη προκύπτουν από τη σκίαση που τα δέντρα παρέχουν στα κτίρια και στις ελεύθερες επιφάνειες. Εμποδίζοντας την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, προστατεύουν τα κτιριακά κελύφη από την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα λόγω του φαινομένου της εξατμισοδιαπνοής. Με μια διαδικασία ανάλογη με την εφίδρωση, τα δέντρα χρησιμοποιούν τη θερμότητα του περιβάλλοντος για την εξάτμιση του νερού των φύλλων πριν αυτή καταλήξει στον αέρα, λειτουργώντας ως αντίστροφες αντλίες θερμότητας.

Τα δέντρα προσφέρουν καλύτερη ηλιοπροστασία απ ότι διάφορα εξωτερικά σκίαστρα όπως τέντες, στόρια και περσίδες. Από μετρήσεις που έχουν γίνει προκύπτει ότι η σκίαση που παρέχουν τα δέντρα και, γενικότερα, τα φυτά σε κατάλληλα σημεία, μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση των συστημάτων κλιματισμού τη θερινή περίοδο από 15-30% και σε μερικές περιπτώσεις έως και 50% κάτω από ειδικές συνθήκες.



Εικόνα 6.25: Σκίαση με δέντρα . Η ερριμένη σκιά του. [42]

Η σωστή **χωροθέτηση** των δέντρων έχει μεγάλη σημασία. Γενικά, προτιμάται η τοποθέτηση τους στην ανατολική και τη δυτική πλευρά των κτιρίων και υπό προϋποθέσεις (π.χ. να είναι φυλλοβόλα) στη νότια για τη μείωση των ηλιακών κερδών κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Επειδή ο ηλιασμός (ιδιαίτερα ο νότιος) είναι επιθυμητός, η καλύτερη επιλογή είναι τα φυλλοβόλα δέντρα. Τα αείφυλλα και τα κωνοφόρα δέντρα χρησιμεύουν καλύτερα ως φράγματα απέναντι στους κρύους χειμωνιάτικους ανέμους. Η βέλτιστη τοποθέτηση είναι βόρεια ή βορειοδυτικά, σε σχετική όμως απόσταση από τα κτίρια ώστε να μην επηρεάζουν την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας. Σε κάθε περίπτωση, τα αποτελέσματα της σκίασης και της **ανεμοπροστασίας** είναι συνάρτηση της κλιματικής ζώνης που βρίσκεται το κτίριο, της επικρατούσας διεύθυνσης των ανέμων και της σχετικής γεωμετρίας των δέντρων και των όψεων του κτιρίου.

Το αποτέλεσμα της **εξατμισοδιαπνοής** των δέντρων και η μείωση της θερμοκρασίας του εξωτερικού αέρα μπορεί να είναι πιο σημαντικά από τη σκίαση που προσφέρουν. Ένα μεγάλο δέντρο ανταλλάσσει με το περιβάλλον του περί τα 450 λίτρα νερού ημερησίως. Για ένα ζεστό και ξηρό κλίμα, αυτό αντιστοιχεί στο ψυκτικό αποτέλεσμα πέντε κλιματιστικών που λειτουργούν 20 ώρες ημερησίως. Όταν η εξατμισοδιαπνοή συνδυαστεί με μια καλά μελετημένη σκίαση, οι θερμοκρασίες του αέρα στο άμεσο περιβάλλον των δέντρων μπορεί να μειωθούν έως και 5°C. Αυτό μεταφράζεται σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για την ψύξη, που μπορεί να φτάσει από 10 έως και 50%. Εκτός από την ευεργετική επίδραση της βλάστησης στον καθαρισμό της ατμόσφαιρας, με τη δέσμευση του διοξειδίου του άνθρακα και την προστασία του κτιρίου με τη σκίαση και την εξατμισοδιαπνοή υπάρχει και μια ακόμη ευνοϊκή λειτουργία της. Τα φύλλα παίζουν το ρόλο **φίλτρου καθαρισμού**. Τα σωματίδια της σκόνης στην ατμόσφαιρα προσκολλώνται στις επιφάνειες τους και πέφτουν στο έδαφος μαζί τους. Έτσι μειώνεται η θολότητα του αέρα που προέρχεται από τη ρύπανση. Τέλος, μια ακόμη αξιοσημείωτη λειτουργία της βλάστησης είναι η προστασία από την **ηχορύπανση** την οποία παρέχουν όταν τοποθετηθούν συνεχόμενα δέντρα μεγάλου ύψους δημιουργώντας την αίσθηση ενός φράχτη. [6,8,20]



Εικόνα 6.26 Συνδυασμός φύτευσης δέντρων για λειτουργία ανεμοφράκτη [21]

6.2.2 Φύτευση οικοπέδου κατασκευής της ξενοδοχειακής μονάδας

Η φύτευση στην παρούσα κατασκευή κρίνεται αναγκαία μιας και οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά τη θερινή περίοδο είναι ιδιαίτερα υψηλές (μέγιστη 32°C). Επιπλέον, το οικόπεδο βρίσκεται πάνω σε μια πολυσύχναστη λεωφόρο, τη λεωφόρο Ποσειδώνος πράγμα που σημαίνει πως η ηχορύπανση από τα αυτοκίνητα καθώς και η ρύπανση από τις εκπομπές που εκλύουν είναι ιδιαίτερα αυξημένη και η προστασία από δεντροστοιχία είναι απαραίτητη. Επιπλέον, βοηθά τη λειτουργικότητα του περιβάλλοντος χώρου του ξενοδοχείου μιας και δημιουργεί την αίσθηση της ιδιωτικότητας κυρίως στους χώρους της πισίνας και του εστιατορίου.

Η φύτευση, επίσης, προστατεύει το κτίριο από την αυξημένη ηλιακή ακτινοβολία στην όποια εκτίθεται και μειώνει με αυτό το τρόπο την ανάγκη για κλιματισμό κυρίως στο ισόγειο.

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν θα τοποθετηθούν φυτά περιμετρικά του οικοπέδου διαφορετικής όμως ποικιλίας ανάλογα τον προσανατολισμό της πλευράς.

Έτσι, στη νότια πλευρά που συμπίπτει με την πρόσοψη του οικοπέδου τοποθετούνται φυλλοβόλα δέντρα π.χ. *Acer platanoides* *Globosum* μικρό δένδρο, ύψους έως 6m, με σφαιρική πλαγιοκλαδη κόμη, με πυκνές διακλαδώσεις και μεγάλα παλαμοειδή φύλλα, που το φθινόπωρο χρωματίζονται χρυσοκίτρινα, ιδανικό για μικρούς κήπους και στενούς δρόμους. Άλλη επιλογή είναι το *Tamarix tetrandra*, το οποίο είναι φυλλοβόλο δένδρο με πράσινα λεπτά φύλλα που αναπτύσσεται σε φτωχά εδάφη και ηλιόλουστες θέσεις. Είναι πολύ ανθεκτικό στα υδροσταγονίδια της θάλασσας. Ακόμη, φυτεύεται σε δενδροστοιχίες και ανεμοφράκτες κοντά στη θάλασσα. Τα παραπάνω φυτά επιλέγονται να έχουν μικρό ύψος ώστε να μη διακόπτεται η θέα προς τη θάλασσα των δωματίων. Στη βορεινή πλευρά, η όποια συνορεύει με άλλα κτίσματα της περιοχής είναι αναγκαία η τοποθέτηση αείφυλλων ή κωνοφόρων δέντρων, όπως το Λεύλαντ, δένδρο αειθαλές, γρήγορης ανάπτυξης, ύψους έως 25μ. έχει σχήμα πυραμίδας και χρώμα βαθυπράσινο. Είναι κατάλληλο για δημιουργία ψηλών φραχτών και για μεμονωμένες φυτεύσεις. Επίσης, προτιμά εδάφη με καλή αποστράγγιση, είναι ανθεκτικό στο κρύο και στις παραθαλάσσιες περιοχές. Λειτουργεί ως ανεμοφράκτης και λόγω του μεγάλου ύψους του δίνει την αίσθηση της ιδιωτικότητας στα δωμάτια του ξενοδοχείου της βορεινής πλευράς από τα κτίρια της περιοχής τα οποία βρίσκονται στο πλησιέστερο οικόπεδο. Στην ανατολική και δυτική πλευρά μπορούμε να τοποθετήσουμε κωνοφόρο Λεύλαντ μικρότερου ύψους 2,3-3m για τη δημιουργία δενδροστοιχιών.

Ο υπόλοιπος περιβάλλοντας χώρος θα αποτελείται από γρασίδι καθώς και άλλα καλλωπιστικά φυτά όπως είναι οι τριανταφυλλιές και η αζαλέα που ταιριάζουν στις κλιματικές και τοπογραφικές συνθήκες της περιοχής, δηλαδή τον ήλιο και τη θάλασσα.

Έτσι, με τη σωστή επιλογή των φυτών θα αξιοποιηθεί ένας χώρος πρασίνου έκτασης 2,25 τετραγωνικά στρέμματα προσφέροντας όλα τα παραπάνω οφέλη στο περιβάλλον, στο κτίριο και κυρίως στους επισκέπτες της ξενοδοχειακής μονάδας. [21,33,46,74]



Εικόνα 6.27: *Acer platanoides Globosum* [74]



Εικόνα 6.28: *Tamarix tetrandra* [74]



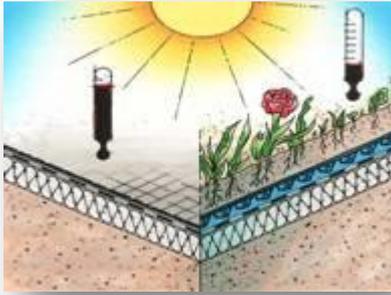
Εικόνα 6.29: Λέυλαντ [75]

6.2.3 Φυτεμένο δώμα

Η κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος μπορεί να συμβάλλει και να προσφέρει πολλά στο δομημένο περιβάλλον των μεγαλουπόλεων παρόλο το σχετικά υψηλό του κόστος και την ανάγκη για συντήρηση.

Ορισμένα μονό από τα οφέλη του φυτεμένου δώματος πέραν της επανάκτησης περιοχών πρασίνου είναι η θερμομόνωση, η ηχομόνωση, η αιχμαλώτιση της σκόνης, η αύξηση της διάρκειας ζωής των δομικών υλικών, η βελτίωση του μικροκλίματος, η μείωση του φαινομένου της αστικής νησίδας, η καλύτερη αξιοποίηση του βρόχινου νερού καθώς και η μείωση του CO₂ της ατμόσφαιρας.

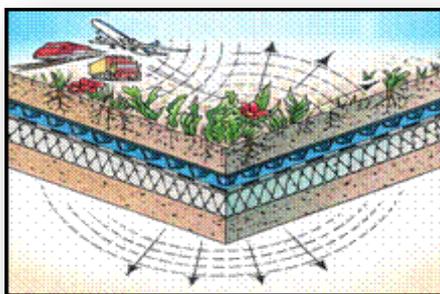
Πιο αναλυτικά, ως προς τα οφέλη της **θερμομόνωσης** τα φυτεμένα δώματα έχουν αυξημένη θερμοχωρητικότητα σε σχέση με αυτή ενός συμβατικού δώματος, εξαιτίας της μεγάλης θερμικής μάζας των κηπευτικών στρώσεων και του γεγονότος ότι μεταξύ του ατμοσφαιρικού αέρα και της ανώτατης επιφάνειας της διατομής των φυτεμένων δωματίων (χώματος), παρατηρείται ένα στρώμα ακίνητου αέρα. Το φυτεμένο δώμα λειτουργεί, λοιπόν, ως μια επιπλέον θερμομονωτική στρώση, ελαττώνοντας τα απαιτούμενα ψυκτικά ή θερμικά φορτία το καλοκαίρι και το χειμώνα αντίστοιχα. Ενώ οι παραδοσιακές χαμηλής ανελαστικότητας στέγες (low albedo) απορροφούν περίπου το 70% του θερμικού φορτίου στο οποίο είναι εκτεθειμένες, οι πράσινες στέγες-φυτεμένα δώματα απορροφούν πολύ λιγότερο, οδηγώντας σε βελτιωμένη μόνωση και στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου (Εικόνα 6.30). Μια Καναδική μελέτη διαπίστωσε ότι έξι ιντσών εκτεταμένη πράσινη στέγη μείωσε την απορρόφηση θερμότητας στο 95% και τις απώλειες θερμότητας στο 26% σε σύγκριση με τις απλά μονωμένες στέγες. Επιπλέον, δυο ακόμη παράγοντες οι οποίοι ενισχύουν την **θερμοπροστατευτική** ιδιότητα του φυτεμένου δώματος είναι ο σκιασμός από το φύλλωμα των φυτών τα οποία παρέχουν σκιασμό της επιφάνειας του δώματος και εξασφαλίζουν με τον τρόπο αυτό μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου, αλλά και η εξατμισοδιαπνοή, που με τη διαδικασία της, τα φυτά προσφέρουν ψυκτικά φορτία τα οποία με τη σειρά τους παρέχουν δροσισμό. Με τους παραπάνω τρόπους δηλαδή με την απορρόφηση μεγάλων ποσοτήτων ηλιακής ακτινοβολίας, αποτρέποντας την ανάπτυξη υψηλών θερμοκρασιών στο αστικό περιβάλλον συμβάλλουν σημαντικά και στη μείωση του φαινομένου της **αστικής θερμικής νησίδας**. Τέλος, τα φυτεμένα δώματα **προστατεύουν τις υποκείμενες στρώσεις των δομικών υλικών** ενός δώματος (π.χ. στοιχεία υδρομονωτικά, θερμομονωτικά υλικά) από τη θερμική επιβάρυνση της ηλιακής ακτινοβολίας, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής τους και μειώνοντας το κόστος για τη συντήρησή τους. [76,77,78,79,80]



Εικόνα 6.30: Η θερμομόνωση από το φυτεμένο δώμα [77]

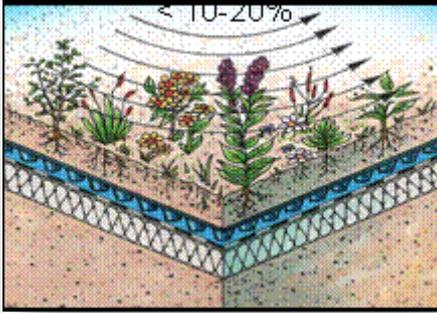
Επιπλέον, η βελτίωση του μικροκλίματος συμβαίνει καθώς τα φυτά εμπλουτίζουν την ατμόσφαιρα με οξυγόνο και την αποδεσμεύουν από το διοξείδιο του άνθρακα μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Με τον τρόπο αυτό βοηθάνε στη μείωση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου.

Σχετικά με την **ηχομόνωση** στα φυτεμένα δώματα, ο συνδυασμός του χώματος, των φυτών και των παγιδευμένων στρωμάτων του αέρα μπορεί να λειτουργήσει ως φίλτρο απομόνωσης του ήχου. Συγκεκριμένα, η πράσινη στέγη μπορεί να μειώσει την ένταση του ήχου που ανακλάται κατά 3dB και, ταυτόχρονα, βελτιώνει την ηχομόνωση του κτιρίου κατά 8dB. Η αύξηση της ηχομόνωσης αντιμετωπίζει μια διαδεδομένη ανησυχία στην ξενοδοχειακή βιομηχανία, αυτή της ελαχιστοποίησης των διαταράξεων του ήχου μέσα στα δωμάτια (Εικόνα 6.31).



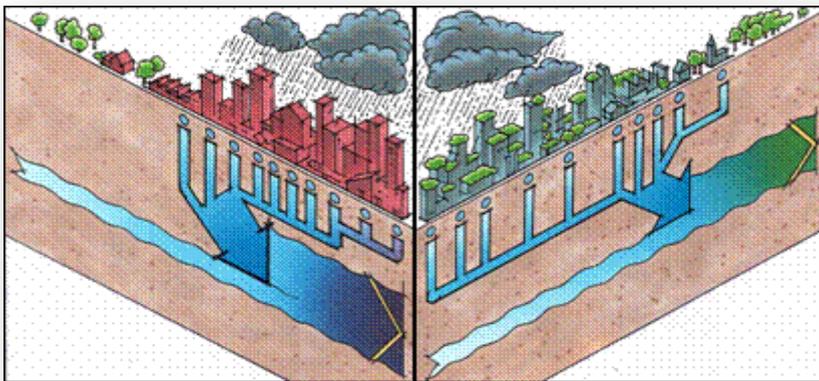
Εικόνα 6.31: Η ηχομόνωση από το φυτεμένο δώμα [77]

Συνεχίζοντας με τα πλεονεκτήματα μια πράσινης στέγης θα αναφέρουμε το εξής: Ένα μεγάλο ποσοστό των σωματιδίων της ατμόσφαιρας δεσμεύεται από το φύλλωμα των φυτών, τα οποία λειτουργούν με τον τρόπο αυτό ως φίλτρο συγκράτησης πολλών επιβλαβών συστατικών του αέρα και αιχμαλωτίζουν τη σκόνη και τους ρύπους ωφελώντας έτσι σε ένα ακόμη σημείο την ατμόσφαιρα (Εικόνα 6.32).



Εικόνα 6.32: Αιχμαλώτιση της σκόνης από τα φυτά [77]

Μία ακόμη σημαντική ιδιότητα των φυτεμένων δωμάτων είναι ότι **βελτιώνουν την ποιότητα του νερού**, πριν αυτό αποχετευτεί. Το χώμα και το ριζικό σύστημα των φυτών συγκρατεί και φιλτράρει το νερό της βροχής μέσω μιας σειράς χημικών και βιολογικών διαδικασιών και το απαλλάσσουν από ρυπαντικές ουσίες, όπως το άζωτο πριν καταλήξει στις λεκάνες απορροής. Επιπροσθέτως, αποτελέσματα ερευνών έχουν δείξει ότι ουσίες, όπως είναι τα βαρέα μέταλλα, οι οποίες περιέχονται στο νερό της βροχής, περιορίζονται στο υπόστρωμα του χώματος, αντί να εκχύνονται στα ποτάμια και τις διάφορες λεκάνες απορροής. Ακόμη, ανάλογα με την κατασκευή της «πράσινης στέγης», η απορροή του νερού (σε περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης) μπορεί να μειωθεί έως και 90%. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της χωρητικότητας των αποχετευτικών αγωγών και, συνεπώς, τη μείωση του κόστους κατασκευής τους (Εικόνα 6.33).



Εικόνα 6.33: Η βελτίωση της ποιότητας του βρόχινου νερού από το φυτεμένο δώμα [77]

Ακολουθώς, σημαντικό είναι να αναφέρουμε και τα σημαντικά κοινωνικά οφέλη που παρέχουν οι πράσινες στέγες σε όλα τα κτίρια και στα ξενοδοχεία τα οποία αποτελούν χώρους συνεστίασης πολλών ανθρώπων.

Με τη δημιουργία βατών φυτεμένων δωμάτων μπορούν να αξιοποιηθούν πολλοί ανεκμετάλλευτοι χώροι, οι οποίοι στις μέρες μας μόνο αισθητική υποβάθμιση

«προσφέρουν» στο δομημένο περιβάλλον (Εικόνα 6.34). Επίσης, με την κατασκευή πράσινων στεγών, εκτός από τη δυνατότητα δημιουργίας λειτουργικών χώρων πρασίνου και αναψυχής, επιτυγχάνεται και η αισθητική αναβάθμιση του περιβάλλοντος του αστικού χώρου, του οποίου η εικόνα τα τελευταία χρόνια είναι ιδιαίτερα απογοητευτική.



Εικόνα 6.34: Αισθητική αναβάθμιση από το φυτεμένο δώμα [77]

Τέλος, τα φυτεμένα δώματα εκτός από τα κοινωνικά, κατασκευαστικά, ενεργειακά, περιβαλλοντικά και αισθητικά οφέλη που προσφέρουν, αποτελούν στοιχεία υψηλής ποιότητας και προσδίδουν στο κτίριο ιδιαίτερη αξία και κέρδος (Εικόνα 6.35). [77,79]



Εικόνα 6.35: Η εκμετάλλευση του φυτεμένου δώματος ως χώρος αναψυχής [77]

Οι βασικές παράμετροι για την κατασκευή δώματος, που να επιτρέπει την εγκατάσταση κήπου σε αυτό είναι :

- Φέρουσα κατασκευή ικανή να δεχθεί τα πρόσθετα φορτία κήπου.
- Κατασκευαστική επικάλυψη δώματος (φράγμα υδρατμών αν αυτό απαιτείται, θερμομόνωση, στεγάνωση) ικανή να δεχτεί την κατασκευή κήπου πάνω σε αυτήν.
- Διαχωρισμός της κατασκευαστικής επικάλυψης του δώματος από την κατασκευή του κήπου για την προστασία της από τις διάφορες χημικές και

μηχανικές επιδράσεις του κήπου και κυρίως για την αποφυγή διείδυσης των ριζών των φυτών σε αυτή.

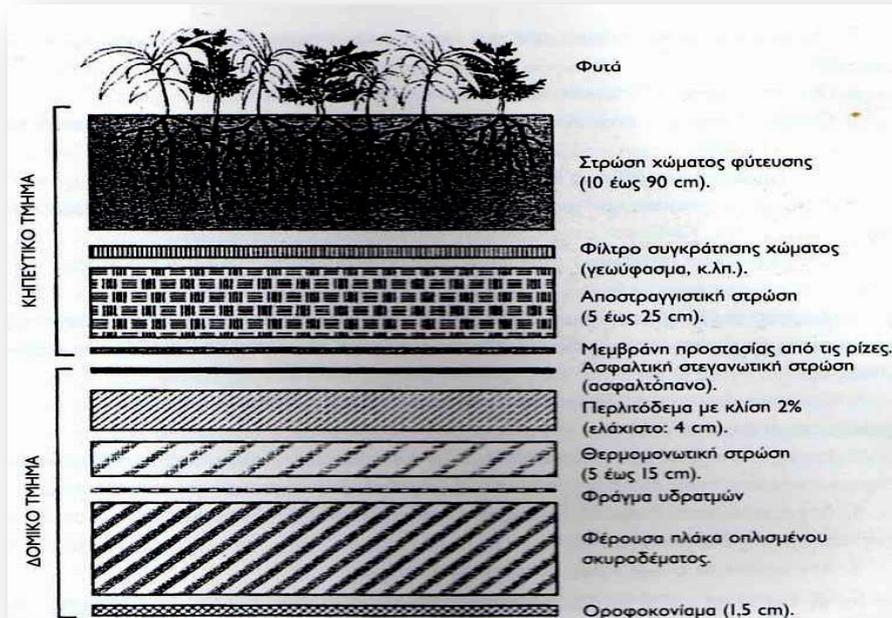
- Πληρότητα στην κυρίως κατασκευή του κήπου που θα αποτελείται από όλες τις απαραίτητες στρώσεις.
- Επιλογή φυτών, ικανών να αναπτύσσονται στις ειδικές συνθήκες που επικρατούν στα δώματα (κλιματικές και εδαφικές).
- Τρόποι άρδευσης και απορροής του πλεονάζοντος νερού αλλά και των όμβριων.
- Προστασία από τους ανέμους.
- Επίπεδα δώματα με κλίση τουλάχιστον 2-3%
- Δίρριχτες στέγες με μέγιστη κλίση 25°.

Η πλήρωση των παραμέτρων αυτών βοηθά ουσιαστικά στην επιτυχία της κατασκευής του κήπου. Αντίθετα, η υποτίμηση της αξίας και της σπουδαιότητας τους μπορεί να οδηγήσουν σε μερική ή ακόμη και σε πλήρη αποτυχία.

Η καλή λειτουργία του κήπου απαιτεί την κατασκευή κυρίως τριών στρώσεων, η καθεμιά εκ των οποίων εξυπηρετεί ορισμένο σκοπό και αποτελεί συγκεκριμένη λειτουργία.

Οι στρώσεις αυτές είναι :

- Η στρώση αποστράγγισης, που αποτελείται συνήθως από διογκωμένη άργιλο, χαλίκια, ελαφρόπετρα ή κόκκους περλίτη και που στόχο έχει να συγκρατεί την απαραίτητη για την ανάπτυξη των φυτών ποσότητα νερού και να απομακρύνει την πλεονάζουσα.
- Η στρώση φύτευσης που αποτελείται από μια στρώση χώματος η μίγματος χώματος με αλλά προσμικτικά, πλούσιου σε θρεπτικά συστατικά.
- Το διαχωριστικό φίλτρο, μεταξύ των δυο παραπάνω στρώσεων (υαλο-ύφασμα η γεω-ύφασμα). [46]



Εικόνα 6.36: Οι απαραίτητες στρώσεις για τη κατασκευή φυτεμένου δώματος [46]

Τα φυτεμένα δώματα χωρίζονται σε **τρεις βασικούς τύπους** :

1. Εκτατικός Τύπος:

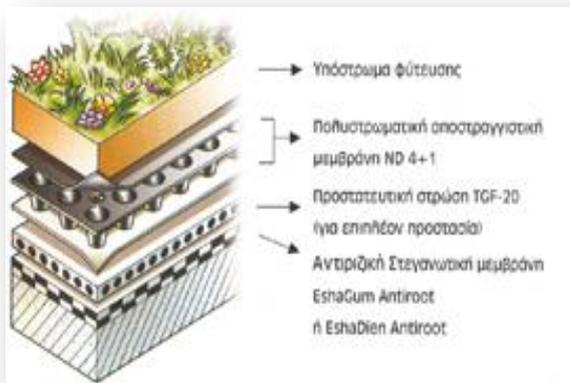
Το σύστημα αποτελείται από πολυεπίπεδη διαστρωμάτωση υλικών με ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών ύψους έως 20 εκατοστών. Το φορτίο του συστήματος είναι μικρό (περίπου 120 kg/m² –κορεσμένο) και το ριζικό σύστημα των φυτών επιφανειακό. Επιλέγονται φυτά ανθεκτικά στην ξηρασία, ώστε να μην απαιτείται πολύ συχνός ποτισμός, αλλά και φυτά ανθεκτικά στον άνεμο και στο ψύχος. Το sedum, είναι για παράδειγμα, φυτό που αντέχει 60-80 μέρες χωρίς πότισμα (Εικόνα 6.37). Εκτατικός τύπος φυτεμένου δώματος μπορεί να εφαρμοσθεί σε κλίσεις μέχρι και 33%.



Εικόνα 6.37: Εκτατικός τύπος [81]

Σύστημα Εκτατικού τύπου

Πυρήνας του συστήματος αυτού είναι η ασφαλική αντιριζική στεγανωτική μεμβράνη και η αποστραγγιστική μεμβράνη. Η αντιριζική μεμβράνη προστατεύει το σύστημα από τη διάτρηση των ριζικών συστημάτων και, παράλληλα, το στεγανοποιεί. Η πολυστρωματική αποστραγγιστική μεμβράνη εξασφαλίζει ταχεία αποστράγγιση του πλεονάζοντος νερού και προστατεύει την αντιριζική μεμβράνη από μηχανικές καταπονήσεις. Επιπλέον, εντός των κωνοειδών της προεξοχών (ύψους 11mm) αποθηκεύει ικανή ποσότητα νερού ($1,60 \text{ lt/m}^2$) για να διατηρείται νωπό το κηπευτικό χώμα, εξασφαλίζοντας με αυτόν το τρόπο οικονομία ποτίσματος και άριστη λειτουργία του κήπου. Το σύστημα εκτατικού τύπου έχει μικρό συνολικό πάχος και βάρος 100 kg/m^2 - 120 kg/m^2 . Το βάρος του συστήματος μπορεί να μειωθεί ακόμη περισσότερο αντικαθιστώντας το κηπευτικό χώμα με ειδικές σχεδιασμένες πλάκες πετροβάμβακα (εικόνα 6.38).



Εικόνα 6.38: Διαστρωμάτωση εκτατικού τύπου [82]

2. Ημιεντατικός Τύπος:

Είναι το σύστημα που αποτελείται από υπόστρωμα ύψους μέχρι 25 εκατοστών και περιλαμβάνει φυτική κάλυψη με χλοοτάπητα, θάμνοι, ή φυτά εδαφοκάλυψης. Το φορτίο κυμαίνεται στα 100 - 270 kg/m^2 και σχέση με τον προηγούμενο τύπο, συγκρατεί μεγαλύτερη ποσότητα νερού.



Εικόνα 6.39: Ημιεντατικός τύπος [81]

3. Εντατικός Τύπος:

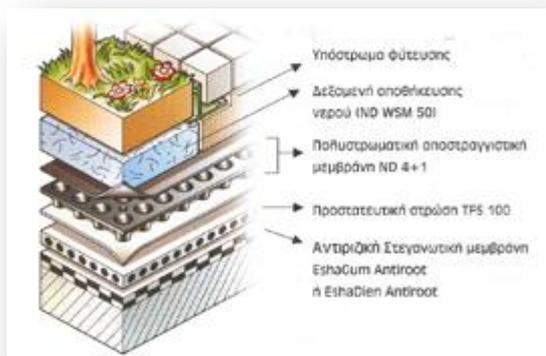
Πρόκειται για φύτευση με θάμνους, ποικιλία φυτών, ακόμη και δέντρα, πράγμα που σημαίνει ότι το φορτίο είναι μεγαλύτερο των 300 kg/m². Ο τύπος αυτός φυτεμένης στέγης απαιτεί τακτική συντήρηση και παρουσιάζει την μορφή ολοκληρωμένου κήπου.



Εικόνα 6.40: Εντατικός τύπος [81]

Σύστημα Εντατικού τύπου

Ένα σύστημα εντατικής φύτευσης έχει μεγάλη ανάγκη σε νερό. Στο εντατικό σύστημα το νερό αποθηκεύεται σε μία φυσική δεξαμενή νερού, μία ειδικά σχεδιασμένη πλάκα πετροβάμβακα και αποδίδεται στα φυτά με φυσικό τρόπο. Επιπλέον, αυτή η πλάκα αποτελεί ένα παραπάνω φίλτρο για τη διήθηση του κηπευτικού χώματος. Οι δεξαμενές αποθήκευσης νερού τοποθετούνται επάνω από το πολυστρωματικό αποστραγγιστικό φύλλο. Όταν οι δεξαμενές αποθήκευσης νερού κορεστούν, το πλεονάζον νερό αποχετεύεται μέσω του αποστραγγιστικού φύλλου προς τις υδρορροές του δώματος. Το αποστραγγιστικό φύλλο εμποδίζει με αυτό τον τρόπο τη συσσώρευση νερού στο στρώμα του κηπευτικού χώματος, κάτι το οποίο θα ήταν καταστροφικό για τα ριζικά συστήματα των φυτών. Το αποστραγγιστικό φύλλο έχει μεγάλη αντοχή σε συμπίεση (>700 kPa) και είναι ανθεκτικό στις μεγάλες πιέσεις που επιβάλλει ένα σύστημα εντατικής φύτευσης. Η αντιριζική στεγανωτική μεμβράνη εγγυάται την προστασία της δομικής κατασκευής από την υγρασία και την επιθετική συμπεριφορά των ριζικών συστημάτων (Εικόνα 6.41). [79,81,82]



Εικόνα 6.41: Διαστρωμάτωση εντατικού τύπου [82]

Μελέτες σχετικά με τις πράσινες στέγες

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι του 2009 από τη Σχολή Μηχανολόγων-Μηχανικών του **Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου** με επικεφαλής τον καθηγητή Εμμανουήλ Ρογδάκη, **στο κτίριο του υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών**, στην πλατεία Συντάγματος, έδειξε ότι το φυτεμένο δώμα του έχει αποφέρει **σημαντική εξοικονόμηση στην κατανάλωση για κλιματισμό (9,6%) και για θέρμανση (4,4%)**.

Παρότι η πράσινη στέγη που εγκαταστάθηκε το καλοκαίρι του 2008, **καταλαμβάνει μόλις το 52% της επιφάνειας** της οροφής (650 τμ.) **εξοικονόμησε 5.630 ευρώ** από την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου μέσα **σε ένα χρόνο**.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις της έρευνας, **η διαφορά θερμοκρασίας** που προκύπτει μεταξύ της φυτεμένης και της μη φυτεμένης επιφάνειας της στέγης **φτάνει τους 18 βαθμούς κελσίου** (37 και 55 βαθμοί κελσίου αντίστοιχα). Η ίδια μελέτη έδειξε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας **για τον τελευταίο όροφο του κτιρίου μπορεί να υπερβεί το 50%**.

Το Κρατικό Πανεπιστήμιο του Μίσιγκαν σε δημοσίευση του τον Σεπτέμβριο του 2009, **απέδειξε ότι οι πράσινες στέγες** θα μπορούσαν να καταπολεμήσουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Οι επιστήμονες, **ανακάλυψαν ότι η αντικατάσταση των παραδοσιακών υλικών στέγασης με πράσινα φυτά** σε μια αστική περιοχή με πληθυσμό περίπου ένα εκατομμύριο, θα **ισοδυναμούσε με τον περιορισμό του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από 10.000 αυτοκίνητα** τύπου 4X4, μεσαίου μεγέθους.

Η μελέτη είναι η πρώτη του είδους που **εξετάζει την δυνατότητα των φυτεμένων δωματίων να απορροφούν άνθρακα**, κάτι που μπορεί να επηρεάσει την κλιματική αλλαγή. Η επικεφαλής της έρευνας και οι συνάδελφοι της είπαν ότι οι επιστήμονες γνώριζαν ότι τα φυτεμένα δώματα **μπορούν να απορροφήσουν διοξείδιο του άνθρακα**, ένα από σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου που συμβάλλει στη θέρμανση του πλανήτη, αλλά κανείς μέχρι τώρα δεν είχε μετρήσει το μέγεθος αυτής της επίδρασης.

Οι επιστήμονες είπαν ακόμη, ότι μέτρησαν τα επίπεδα του άνθρακα σε φυτά και δείγμα χώματος που συνέλεξαν από 13 φυτεμένα δώματα στο Μίσιγκαν και το Μέρυλαντ, κατά τη διάρκεια μιας περιόδου δύο ετών. Ανακάλυψαν ότι η φύτευση των στεγών μιας αστικής περιοχής, περί του ενός εκατομμυρίου κατοίκων θα μπορούσε να κατακρατήσει περισσότερους από 55.000 τόνους άνθρακα.[83]

6.2.4 Εφαρμογή των φυτεμένων δωματίων στην ξενοδοχειακή μονάδα

Τα ξενοδοχεία αποτελούν χώρους συνάθροισης, συνεστίασης αλλά και αναψυχής με μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις και με αυξημένες εκλύσεις CO₂ στην ατμόσφαιρα.

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα, η δημιουργία φυτεμένων δωματίων, δηλαδή χώρων πρασίνου, μπορεί να συμβάλει τόσο στην ενεργειακή απόδοση του πολυδάπανου κτιρίου όσο και στην αισθητική διαμόρφωση του κτίσματος. Στην παρούσα κατασκευή θα γίνουν αρχικά 2 φυτεμένα δώματα βόρειου προσανατολισμού στον 1^ο όροφο του κτιρίου με εμβαδόν 129m² το κάθε ένα άρα σύνολο 258 m². Η φύτευση θα είναι εκτατικού τύπου (πάχος στρώσεων≈20cm) καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας στρώσεων με μεγάλο πάχος μιας και η φέρουσα πλάκα κατασκευής του φυτεμένου δώματος συνεχίζεται σε κτισμένο δόμημα. Έτσι, για τη στρώση των 20cm θα χρησιμοποιήσουμε στη περιοχή της φύτευσης ανεστραμμένα δοκάρια ούτως ώστε η πλάκα του υποκείμενου ορόφου να παραμείνει με ενιαίο πάχος. Τα φυτά που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι: «Sedum Sexangulare», «sedum album murale» (Εικόνα 6.42) και άλλα είδη αυτού του τύπου. Επιπλέον, για να αποκτήσει το φυτεμένο δώμα χρώμα θα τοποθετηθούν και φυτά όπως το οξάλις που έχει πράσινα φύλλα και φουξία άνθη το καλοκαίρι. Το φυτό αυτό έχει διακοσμητικό φύλλωμα και πλούσια ανθοφορία. Ένα ακόμη τέτοιο φυτό είναι το καρδιόφυλλο το οποίο δημιουργεί πολλούς χαμηλούς βλαστούς, που απλώνουν ή κρέμονται, χωρίς να ριζώνουν συνήθως. Τα άνθη που σχηματίζει είναι μεμονωμένα, λίγα, μικρά και ερυθροϊώδη. [84] Είναι φυτό που ευδοκιμεί σε όλους τους τύπους εδαφών, σε ζεστές περιοχές και ηλιαζόμενες θέσεις. Είναι κατάλληλο για **παραθαλάσσιες θέσεις**. Καλύπτει σχετικά εύκολα επιφάνειες του εδάφους (εδαφοκαλυπτικό) γι' αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε φυτεμένα δώματα.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα βορινά δωμάτια του 1^{ου} ορόφου αλλά και των ανωτέρων ορόφων θα έχουν την ευκαιρία της θέας ενός κήπου ο οποίος θα προσφέρει ταυτόχρονα θερμομόνωση και ηχομόνωση τόσο στο ισόγειο αλλά και τη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος για ολόκληρο το κτίριο.



Εικόνα 6.42: Sedum [85]

Στη συνέχεια στο **βόρειο τμήμα του 5^{ου} ορόφου** θα δημιουργηθεί φυτεμένο δώμα εντατικού τύπου με πάχος στρώσεων 72cm. Το φυτεμένο δώμα θα έχει επιφάνεια σχεδόν 250m² και προσφέρει τα ενεργειακά του οφέλη καθώς και τη βελτίωση του μικροκλίματος σε όλο το ξενοδοχείο. Συγκεκριμένα, τα πίσω δωμάτια του 4^{ου} ορόφου εισπράττουν και τα επιπλέον πλεονεκτήματα ενός φυτεμένου δώματος, όπως είναι η θερμομόνωση και η ηχομόνωση. Έτσι, οι υψηλές θερμοκρασίες μιας στέγης χαμηλής ανακλαστικότητας θα αποφεύγονται, όπως και οι ηχητικές οχλήσεις από το ευρύτερο περιβάλλον. Στο δώμα αυτό, λόγω του ότι θα είναι βατό και η συντήρηση του θα γίνεται εύκολα θα χρησιμοποιηθούν αρωματικά φυτά, όπως η Μυρτιά, η Λεβάντα, το Φασκόμηλο, η Αρμπαρόριζα και το Δενδρολίβανο τα οποία αμβλύνουν τις υψομετρικές διαφορές και ενισχύουν με ευχάριστα αρώματα όλη την εποχή. Ακόμη μεγαλύτερα δέντρα, όπως τα καρποφόρα εσπεριδοειδή σαν τη νεραντζιά όπου έχει ύψος 2-2,5m, ευδοκιμούν σε παράλιες περιοχές και με τον κατάλληλο φωτισμό μας δίνουν και τους πολύτιμους καρπούς τους. Ακόμη, η ροδιά που είναι ένας φυλλοβόλος θάμνος που μπορεί να αναπτυχθεί μέχρι 3-4 μ. ύψος και καλλιεργείται σε σχετικά θερμά κλίματα. [86] Επιπροσθέτως, το δώμα αυτό προσφέρει μια μικρή όαση πρασίνου και ευωδίας στο ξενοδοχείο καθώς οι πελάτες μπορούν να έχουν πρόσβαση σε αυτό και να επωφελούνται από τη θέα του.



Εικόνα 6.43: Η ροδιά [87]

6.3 Φυσική ψύξη-δροσισμός

Τα τελευταία τρία χρόνια η χρήση μηχανικών μέσων ψύξης και, κυρίως, κλιματιστικών στην Ελλάδα έχει αυξηθεί κατά 900%, όπως και σε άλλες νότιες ευρωπαϊκές χώρες.[49]

Έτσι, ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την κύρια εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτίρια το καλοκαίρι, καθώς η εντατικοποίηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών συσκευών επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα, αφού καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εφαρμογή τεχνικών φυσικού δροσισμού έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των ψυκτικών φορτίων των κτιρίων και του χρόνου λειτουργίας των συστημάτων αυτών, μέχρι και την κατάργηση της ανάγκης εγκατάστασης συστήματος κλιματισμού. Με το φυσικό δροσισμό, πέραν της εξοικονομούμενης ενέργειας, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες άνεσης μέσα στους χώρους, ακόμα και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες λόγω των δροσερών δομικών στοιχείων και των ρευμάτων αέρα μέσα σε αυτούς, ενώ από έρευνες προκύπτει ότι η θερμοκρασία μέσα στα κτίρια μπορεί να διατηρηθεί έως και 10 °C χαμηλότερη από την εξωτερική.

Σκοπός είναι, λοιπόν, να εφαρμοστούν τεχνικές φυσικού δροσισμού στην ξενοδοχειακή μονάδα ούτως ώστε η χρήση των μηχανικών μέσων ψύξης να ελαχιστοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο.

Η λειτουργία των τεχνικών φυσικού δροσισμού βασίζεται στη **μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών** στο περίβλημα του κτιρίου καθώς και στην αποβολή της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το φυσικό περιβάλλον (προς τον αέρα με **συναγωγή/αγωγή**, προς τη γη με **αγωγή**, προς τον ουρανό με **ακτινοβολία**, σε νερό μέσω **εξάτμισης**). [49,42,88]

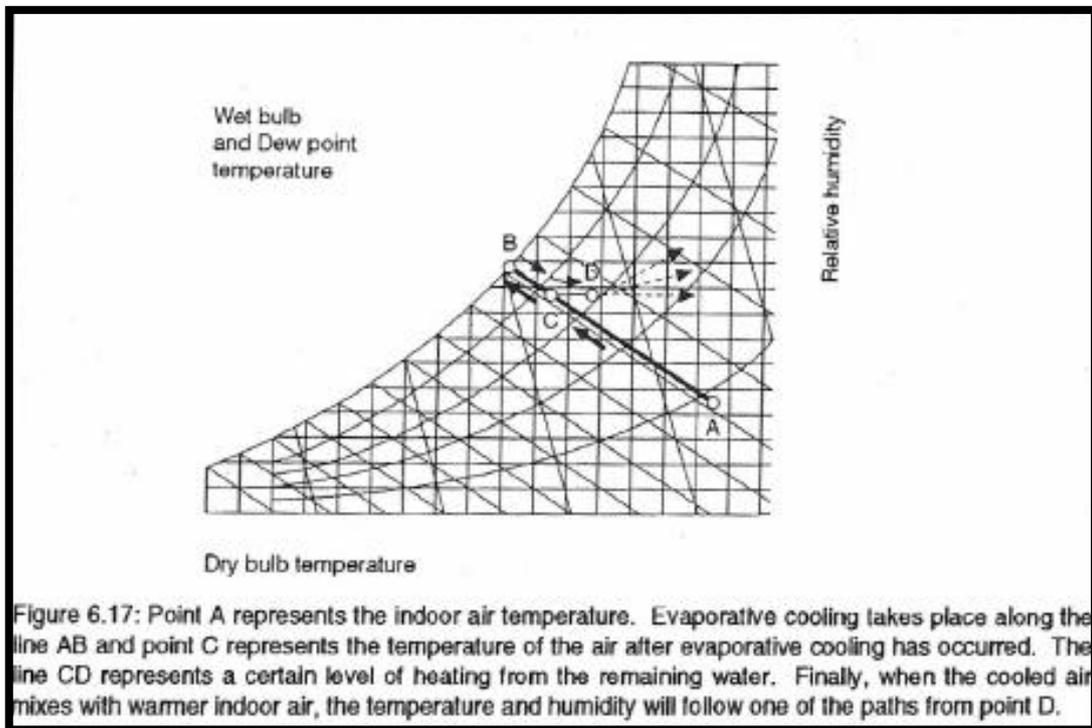
Υπάρχουν, λοιπόν, οι εξής τρόποι ψύξης:

- Από εξάτμιση (πύργος δροσισμού, άμεση- έμμεση συνδυασμένη εξάτμιση)
- Από το έδαφος
- Από ακτινοβολία [89]

6.3.1 Ψύξη από εξάτμιση

Εξάτμιση συμβαίνει όποτε η τάση ατμών του νερού (με τη μορφή σταγονιδίων ή σαν εμποτισμένη επιφάνεια) είναι υψηλότερη από τη μερική πίεση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Η αλλαγή φάσης του νερού από την υγρή στην αέρια μορφή συνοδεύεται από την απελευθέρωση μεγάλης ποσότητας θερμότητας από τον αέρα που μειώνει τη θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα, ενώ η περιεκτικότητα σε υγρασία αυξάνεται. Η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας της εξάτμισης εξαρτάται από τη θερμοκρασία του αέρα και του νερού, το περιεχόμενο των ατμών του αέρα και την ταχύτητα ροής του αέρα πάνω στην επιφάνεια του νερού. Επιπλέον, η παροχή σκίασης τροφοδοτούμενη

από το δροσερό, ξηρό αέρα ενισχύει τη διαδικασία της εξάτμισης. Η εξάτμιση χαρακτηρίζεται από μία μετατόπιση κατά μήκος ενός υγρού βολβού (σταθερή γραμμή AB Διάγραμμα 6.3). Σε περίπτωση που η μείωση της θερμοκρασίας ξηρού βολβού συνοδεύεται από αύξηση της περιεκτικότητας σε υγρασία του αέρα, η διαδικασία είναι γνωστή ως «ψύξη μέσω άμεσης εξάτμισης». Σε περίπτωση που η εξάτμιση του νερού γίνεται σε μια επιφάνεια, ή μέσα σε ένα σωλήνα και το αποτέλεσμα είναι η μείωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας, τότε είναι δυνατόν να ψυχθεί ο αέρας που γειτνιάζει με αυτές τις επιφάνειες χωρίς να αυξηθεί το ποσοστό υγρασίας του. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ως «ψύξη μέσω έμμεσης εξάτμισης» και χαρακτηρίζεται από μία μετατόπιση κατά μήκος μιας γραμμής σταθερής περιεκτικότητας σε υγρασία CD. [49,88,90]



Διάγραμμα 6.3: Ξηρός-Υγρός βολβός- ακτινοβολούσα υγρασία [49]

Οι τεχνικές **άμεσου φυσικού δροσισμού** περιλαμβάνουν τη χρήση σωμάτων νερού (όπως λίμνες, πισίνες ή σιντριβάνια) σε εσωτερικές αυλές και αίθρια ή σε πύργους δροσισμού.

Τα συνήθη αποδεκτά στοιχεία απόδοσης για τα συστήματα άμεσης εξάτμισης είναι:

- Ο βαθμός κορεσμού των υδρατμών κατά τη διαδικασία ψύξης πρέπει να είναι 70% ή υψηλότερος ώστε να είναι αποδοτικός.
- Η μέγιστη ταχύτητα του αέρα των εσωτερικών χώρων πρέπει να είναι 1m/s.
- Η θερμοκρασία του αέρα του εσωτερικού χώρου θα πρέπει να είναι γύρω 2K υψηλότερη από τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα και η σχετική υγρασία του θα πρέπει να είναι κάτω από 70%.

- Η προκύπτουσα θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου πρέπει να είναι περίπου 4K κάτω από την εξωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού. [49]

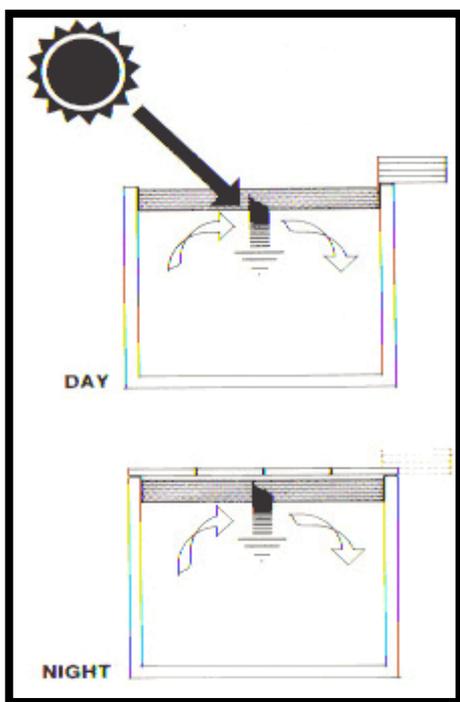
Τεχνικές έμμεσου φυσικού δροσισμού είναι ο ψεκασμός των δωματίων με νερό και οι ανοιχτές λίμνες οροφής.

Ψεκασμός δωματίων

Η εξωτερική επιφάνεια της οροφής διατηρείται υγρή με ψεκαστήρες που τη διαβρέχουν όποτε κρίνεται απαραίτητο. Η αισθητή θερμότητα της επιφάνειας της στέγης μετατρέπεται σε λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης και το νερό εξατμίζεται. Μια διαφορά θερμοκρασίας δημιουργείται μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών η οποία προκαλεί την ψύξη του κτιρίου. Προϋπόθεση για τη λειτουργία αυτής της τεχνικής είναι ότι η θερμοκρασία της οροφής θα πρέπει να είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του υγρού βολβού.

Λίμνες οροφής

Οι λίμνες οροφής αποτελούνται από σκιασμένες λίμνες τοποθετημένες σε μη μονωμένες οροφές κατασκευασμένες από σκυρόδεμα. Η εξάτμιση του νερού στην ξηρή ατμόσφαιρα συμβαίνει κατά τη διάρκεια της νύχτας αλλά και της ημέρας. Η θερμοκρασία της στέγης πλησιάζει την θερμοκρασία του περιβάλλοντος του υγρού βολβού, ενώ η οροφή (ταβάνι) λειτουργεί ως ακτινοβόλο πάνελ ψύξης του χώρου του κτιρίου.



Εικόνα 6.44: Η λειτουργία της λίμνης οροφής κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. [91]

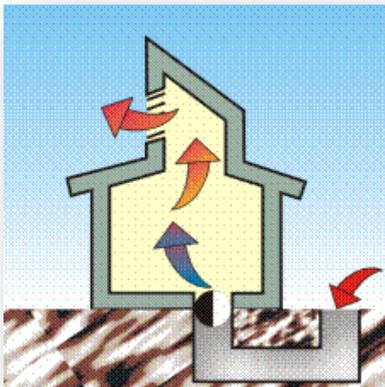
Σε περιοχές με πολύ ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος, ενώ σε περιοχές με θερμά καλοκαίρια συνιστάται να παραμένει αμόνωτο ώστε να διευκολύνεται η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή προς το έδαφος. Επιπλέον, στα σημεία κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, τα οποία βρίσκονται σε θερμοκρασία που πλησιάζει αυτή του εξωτερικού αέρα, συνιστάται η περιμετρική θερμομόνωση για παρεμπόδιση της μετάδοσης της θερμότητας στο κτίριο. [92]

Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους - αέρα)

Το σύστημα χρησιμοποιείται για την ψύξη των κτιρίων το καλοκαίρι, οπότε και αξιοποιεί το έδαφος, του οποίου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη κάτω από την επιφάνεια, ως απαγωγέα της θερμότητας. Η διαδικασία γίνεται μέσω μεταλλικών αγωγών (ή από PVC-που καλό είναι να αποφεύγονται) οι οποίοι τοποθετούνται σε βάθος από 1-3m.

Ο αέρας εισάγεται είτε από το εξωτερικό περιβάλλον είτε από το εσωτερικό του κτιρίου, κυκλοφορεί στο δίκτυο αγωγών με τη βοήθεια φυσητήρων και εισέρχεται στο κτίριο ψυχρότερος. Ταυτόχρονα, το σύστημα λειτουργεί και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος είναι το χειμώνα θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.

Το σύστημα αυτό μπορεί να συνδυαστεί με σύστημα κλιματισμού, συντελώντας στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και θέρμανση του κτιρίου, καθώς μειώνει τη θερμοκρασιακή διαφορά εισερχόμενου-εξερχόμενου αέρα από το σύστημα, και συνεπώς μειώνει την εγκατεστημένη ισχύ του συστήματος και την ενέργεια που αυτό καταναλώνει. [92]



Εικόνα 6.46: Σύστημα υπεδάφιων αγωγών [92]

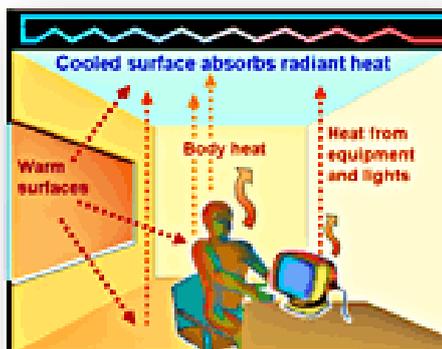
6.3.3 Δροσισμός από ακτινοβολία

Με τον ίδιο τρόπο που θερμική ακτινοβολία ταξιδεύει από τον ήλιο στην επιφάνεια της γης, σε όλο το κενό του διαστήματος, η θερμότητα από τη γη ακτινοβολεί επίσης πίσω στο διάστημα. Η ακτινοβολία ψύξης κατά τη διάρκεια της νύχτας είναι μια φυσική

διαδικασία που βοηθά στη διατήρηση της γης σε θερμική ισορροπία. Το αποτέλεσμα αυτής της θερμικής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης μπορεί εύκολα να φανεί κάποια πρωινά μετά από μια κρύα νύχτα χωρίς συννεφιά. Ένα στρώμα παγετού διαμορφώνεται στις στέγες των σπιτιών και στα αυτοκίνητα, ακόμη και αν η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα είναι αρκετά πάνω από αυτή για τη δημιουργία παγετού.

Για να είναι αποτελεσματική η νυχτερινή ακτινοβολία θα πρέπει οι επιφάνειες που ακτινοβολούν να «κοιτούν» προς τον ουρανό. Κατά συνέπεια, οι οροφές των κτιρίων ακτινοβολούν το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας. Επιπλέον, θα πρέπει η επιφάνεια ακτινοβολίας να είναι έτσι κατασκευασμένη, ώστε η συσσωρευμένη κατά τη διάρκεια της ημέρας θερμότητα να έχει τη δυνατότητα να διοχετευθεί, μέσω κατάλληλης κατασκευής, προς την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους.

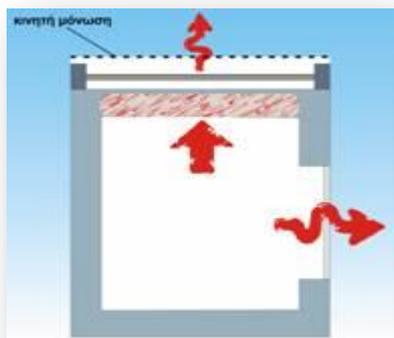
Η ψύξη με ακτινοβολία δροσίζει ένα πάτωμα ή μια οροφή με απορρόφηση της θερμότητας που εκπέμπεται από το υπόλοιπο του δωματίου. Όταν το πάτωμα ψύχεται, συχνά αναφέρεται και ως ακτινοβολούμενη ψύξη δαπέδου. Η ψύξη της οροφής γίνεται συνήθως στα σπίτια με ακτινοβολούντα πλαίσια. Παρά το γεγονός ότι μελλοντικά ίσως είναι κατάλληλα για πιο άγονα κλίματα, ο δροσισμός από ακτινοβολία δε συνιστάται για σπίτια σε πιο υγρά κλίματα.



Εικόνα 6.47: Λειτουργία της ακτινοβόλου ψύξης εντός του χώρου [93]

Οι περισσότερες ακτινοβόλες εφαρμογές ψύξης σε σπίτια στη Βόρεια Αμερική έχουν βασιστεί σε πάνελ αλουμινίου τα οποία τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου, μέσω των οποίων το ψυχρό νερό κυκλοφορεί. Για να είναι αποτελεσματικά, τα πάνελ θα πρέπει να διατηρούνται σε θερμοκρασία πολύ κοντά στο σημείο δρόσου μέσα στο σπίτι, και το σπίτι πρέπει να διατηρείται χωρίς υγρασία.

Τα πάνελ καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της οροφής, που οδηγεί σε υψηλό κόστος κεφαλαίου για τα συστήματα. Σε όλες, όμως, τις πιο άνυδρες περιοχές, ένα βοηθητικό σύστημα κλιματισμού θα πρέπει να διατηρήσει χαμηλή την υγρασία του σπιτιού, αυξάνοντας περαιτέρω το κόστος.



Εικόνα 6.48: Η ακτινοβολία της θερμότητας προς το περιβάλλον κατά τη διάρκεια της νύχτας [94]

Πέραν του κόστους, η νυχτερινή ακτινοβολία μεγάλης ποσότητας θερμικής ενέργειας από το κτίριο προϋποθέτει οροφή χωρίς μόνωση, ενώ η μόνωση της οροφής είναι απαραίτητη για την προστασία του κτιρίου από την ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας, το σύστημα δροσισμού μέσω νυχτερινής ακτινοβολίας αποτελεί πάντα μια ειδική κατασκευή. [94,95,96]

Για να προσδιορίσουμε εξερχόμενη ακτινοβολία, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το νόμο Stefan-Boltzmann: [97]

$$P = A \cdot \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

Όπου P (Watt) είναι η εκπεμπόμενη ισχύς από έναν οργανισμό της περιοχής A (m^2) σε θερμοκρασία T (K).

ϵ ο αδιάστατος αριθμός μεταξύ 0 και 1 που καθορίζει την αποτελεσματικότητα ενός οργανισμού να εκπέμπει και να απορροφήσει την ενέργεια. Ένα μαύρο σώμα έχει μια εκπομπή της τάξης του 1. Το έδαφος, της ασφάλτου και το ανθρώπινο δέρμα έχει εκπομπή περίπου 0,95.

Η εκπομπή του νυχτερινού ουρανού είναι περίπου 0,74.

σ είναι η Stefan-Boltzmann σταθερή, $5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$.

T είναι η θερμοκρασία του σώματος σε βαθμούς Κέλβιν..

6.3.4 Ο φυσικός δροσισμός στην ξενοδοχειακή μονάδα

Ο φυσικός δροσισμός στην ξενοδοχειακή μονάδα μπορεί να επέλθει με ορισμένους τρόπους από τους παραπάνω, όπως είναι η **άμεση ψύξη από εξάτμιση** μέσω της πισίνας η οποία πλαισιώνει το εστιατόριο του ξενοδοχείου και μπορεί με την εξάτμιση του νερού να ψύξει τον χώρο αυτόν. Προϋπόθεση, βέβαια, για αποτελεσματικότητα είναι και η σκίαση της πισίνας, πράγμα που δεν είναι δυνατό να συμβεί πλήρως καθώς η πισίνα πρέπει να διατηρείται σε ικανοποιητικές θερμοκρασίες για να είναι ευχάριστη η χρήση της. Επιπλέον, και άλλου τύπου προϋποθέσεις είναι απαραίτητες ώστε να επιτυγχάνεται ο άμεσος δροσισμός όπως: ο βαθμός κορεσμού των υδρατμών κατά τη διαδικασία ψύξης πρέπει να είναι τουλάχιστον 70%, η μέγιστη ταχύτητα του αέρα των

εσωτερικών χώρων δεν πρέπει να είναι μεγάλη όπως και για να εντατικοποιηθεί η ψύξη πρέπει η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου να είναι ελαφρώς υψηλότερη από την εξωτερική και η υγρασία όχι αυξημένη.



Εικόνα 6.49: Η πισίνα ως τεχνική άμεσου φυσικού δροσισμού [98]

Ακόμη μία τεχνική φυσικού δροσισμού η οποία θα χρησιμοποιηθεί είναι **η ψύξη μέσα από το έδαφος με χρήση του συστήματος υπεδάφίων αγωγών**. Έτσι, αξιοποιούμε τη διαφορά θερμοκρασίας που υπάρχει σε κάποιο βάθος στο έδαφος το καλοκαίρι (αλλά και κατά τον χειμώνα για θέρμανση) και προκαλείται ψύξη στο κτίριο. Η διαδικασία γίνεται χρησιμοποιώντας μεταλλικούς σωλήνες, όμως, διαφοροποιείται από αυτήν που περιγράψαμε παραπάνω και περιγράφεται στο κεφάλαιο της γεωθερμίας αναλυτικότερα. Η ψύξη από ακτινοβολία δε χρησιμοποιείται, καθώς όλα τα δώματα-οροφές αξιοποιούνται με τη δημιουργία φυτεμένων δωματίων ή με την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

6.4 Φυσικός αερισμός

Η ύπαρξη φρέσκου αέρα σε ένα χώρο είναι απαραίτητη για τους εξής λόγους: πρώτον, για την υγεία και ευεξία των κατοίκων-χρηστών του κτιρίου και, δεύτερον, για τη μείωση των θερμικών φορτίων σε ένα χώρο.

Η διαμονή σε ένα χώρο χωρίς να ανανεώνεται φυσικά ο αέρας μπορεί να οδηγήσει σε κόπωση, υπνηλία και άσχημη ψυχολογία τους ενοίκους. Αντίθετα, ένας σωστά αεριζόμενος χώρος δημιουργεί συνθήκες ευεξίας και ενεργητικότητας.

Επιπλέον, ο εξαερισμός είναι το πιο προφανές μέτρο για να παρέχει ψύξη, και είναι το πιο εύκολο που να προκύψει από τη δράση των χρηστών του χώρου. Ο εξαερισμός βοηθά στη ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον και, παράλληλα, συμβάλλει στη φυσική ψύξη των δομικών στοιχείων της. Για να οδηγήσει ο εξαερισμός σε χρήσιμη απώλεια θερμότητας, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πρέπει να είναι χαμηλότερη από τη μέγιστη θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου.

Έτσι, ένα σωστά σχεδιασμένο και ενεργειακά αυτόνομο κτίριο θα κάνει μέγιστη χρήση του φυσικού δροσισμού μέσω του εξωτερικού δροσερού αέρα αρκεί οι εξωτερικές συνθήκες να το επιτρέπουν π.χ. μεγάλη συγκέντρωση υγρασίας ή σημαντικές απώλειες κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Υπάρχουν, ωστόσο, ορισμένες παράμετροι οι οποίες επηρεάζουν τις συνθήκες φυσικού αερισμού στο εσωτερικό του κτιρίου οι οποίες είναι: η κατεύθυνση των δροσερών ανέμων στην περιοχή (βόρειοι, νοτιοανατολικοί), οι κατασκευαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτιρίου αλλά και η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων του. Καθώς η κίνηση του ανέμου γίνεται από τις ζώνες υψηλής πίεσης στις ζώνες χαμηλής πίεσης, ο αέρας μπορεί να διεισδύσει σε ένα κτίριο μέσω των ανοιγμάτων του.

Εν γένει, ο φυσικός αερισμός ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

- Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού)
- Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα
- Διαμερή, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων
- Αεριζόμενο κέλυφος. [26,38,49,99]

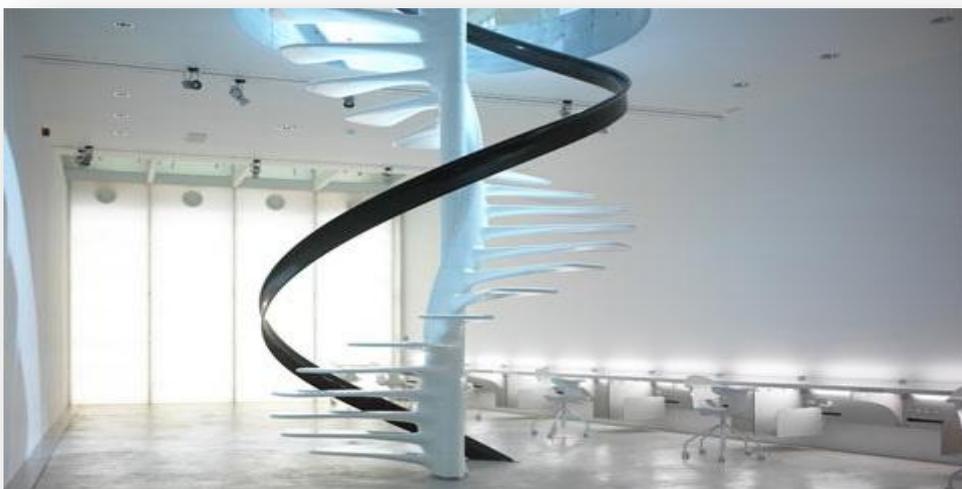
6.4.1 Κατακόρυφος αερισμός-Πύργος αερισμού

Στο εσωτερικό των κτιρίων παρατηρείται η θερμική διαστρωμάτωση του αέρα. Ο θερμότερος αέρας συγκεντρώνεται στις οροφές των χώρων. Εκεί εγκλωβίζεται μεταξύ των δοκών, στο χώρο πάνω από τα υπέρυθρα, μένει ακίνητος ακόμη και κατά τη διάρκεια οριζόντιου αερισμού, θερμαίνοντας τις δοκούς και τις πλάκες της οροφής. Είναι αναγκαία η εξασφάλιση μεθόδων εναλλαγής ή επαγωγής αυτών των θερμών αέριων μαζών. Η εναλλαγή τους επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής. Οι ανεμιστήρες, για να είναι αποτελεσματικοί, πρέπει να έχουν το αναγκαίο μέγεθος και να λειτουργούν κατά τη διάρκεια της ημέρας αδιάκοπα. Η απαγωγή του θερμού αέρα με τη φυσική άνωση μπορεί να εξασφαλιστεί όταν στην ανώτατη ζώνη των εσωτερικών χώρων προβλεφθούν δίοδοι προς τα έξω ή προς του υπερκείμενους ορόφους. Αυτό συμβαίνει για παράδειγμα σε χώρους που γειτνιάζουν με κλιμακοστάσια, χωρίς τη μεσολάβηση δοκών, ή όταν μια από τις εξωτερικές δοκούς ενός χώρου είναι ανεστραμμένη και τα ανοίγματα εκείνης της πλευράς φτάνουν μέχρι την οροφή.



Εικόνα 6.50: Οι ανεμιστήρες οροφής ως μέσο εναλλαγής-επαγωγής των θερμών αέριων μαζών. [100]

Το κλιμακοστάσιο, όπως και όλοι οι κατακόρυφοι χώροι που διατρέχουν το κτίριο σε όλο του το ύψος, αποτελούν ιδανική διάταξη κατακόρυφου αερισμού. Ευνοούν το φαινόμενο του θερμοσιφωνικού ή της καμινάδας. Το φαινόμενο αυτό διευκολύνεται από τα ανοίγματα μεγάλου μεγέθους στο ανώτατο τμήμα της απόληξης των κατακόρυφων αυτών χώρων. Οι διαφορές που εμφανίζονται στους κάθετους αυτούς χώρους, έχουν ως αποτέλεσμα τη διαφυγή θερμού αέρα προς το περιβάλλον από τα υψηλότερα επίπεδα και την εισαγωγή νέου από τα χαμηλά επίπεδα του κτιρίου. Ο νέος αέρας που εισέρχεται στο κτίριο πρέπει να έχει τη χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία. Πρέπει να προέρχεται από σκιασμένες περιοχές κοντά στο περιμετρικό έδαφος του κτιρίου όπου οι θερμοκρασίες είναι πλησιέστερες στα επίπεδα θερμικής άνεσης. **Ο κατακόρυφος αερισμός δεν εξαρτάται από την ύπαρξη ανέμων ή ρευμάτων, δεν δημιουργεί φαινόμενα όχλησης και μπορεί να εξασφαλίσει τον πιο αποτελεσματικό δροσισμό εάν ρυθμίσουμε την είσοδο αέρα χαμηλής θερμοκρασίας από τα κατώτερα επίπεδα του κτιρίου.** [21,101]



Εικόνα 6.51: Το κλιμακοστάσιο ως λύση κατακόρυφου αερισμού [102]

Πύργος αερισμού

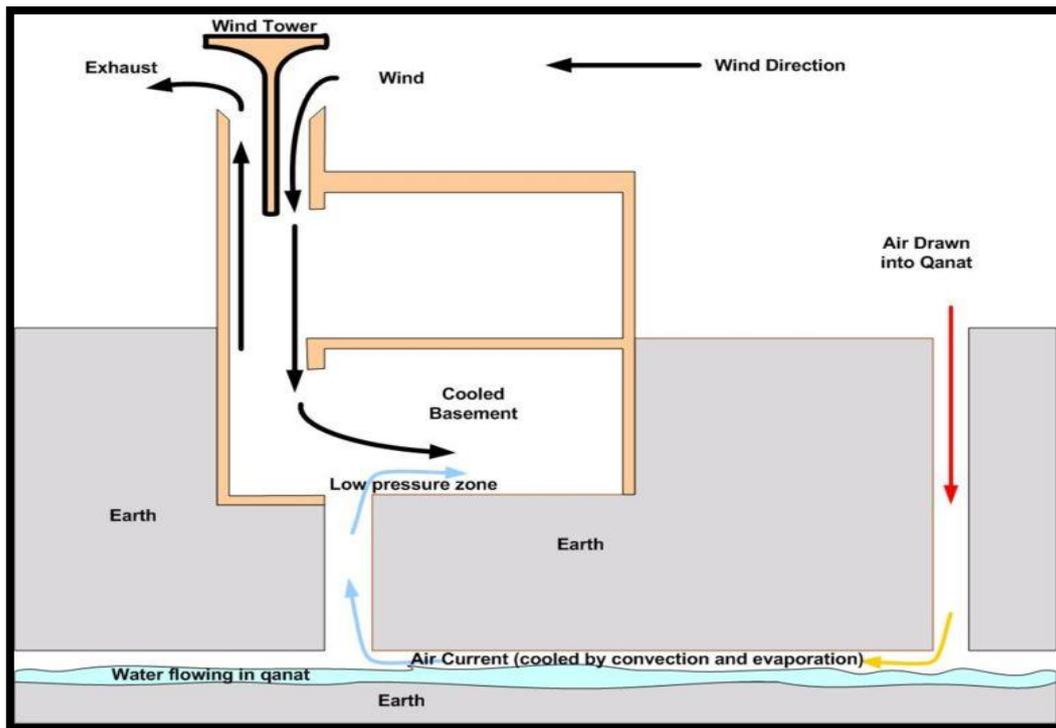


Εικόνα 6.52: Ο πύργος αερισμού [103]

Οι πύργοι αερισμού βασίζονται στη δύναμη του άνεμου για να παράγουν κίνηση του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Υπάρχουν ποικίλα συστήματα βασισμένα σε αυτή την αρχή. Τα στόμια εισόδου του αέρα που υπάρχουν στον πύργο είναι προσανατολισμένα προς την προσήνεμη πλευρά, έτσι **δεσμεύουν τον άνεμο και οδηγούν τον αέρα κάτω από την καμινάδα**. Ο αέρας διαφεύγει μέσα από ένα υπήνεμο άνοιγμα του κτιρίου. Η ροή του αέρα ενισχύεται από τον κρύο αέρα της νύχτας. Εναλλακτικά, το καπάκι της καμινάδας είναι σχεδιασμένο να δημιουργεί μια χαμηλής πίεσης περιοχή στην κορυφή του πύργου, και η συνακόλουθη πτώση της πίεσης του αέρα προκαλεί τη ροή του αέρα μέχρι την καμινάδα. Ένα προσήνεμο άνοιγμα θα πρέπει να συνδέεται με το σύστημα εισαγωγής αέρα. Η ανοδική πορεία του αέρα ενισχύεται στην προκειμένη περίπτωση από την άνωση του θερμού αέρα στο εσωτερικό. Και οι δύο αυτές αρχές μπορούν να συνδυαστούν σε ένα ενιαίο πύργο που παρέχει τόσο είσοδο και όσο έξοδο του αέρα. Ένα αυτόνομο σύστημα δημιουργείται κατ' αυτόν τον τρόπο.

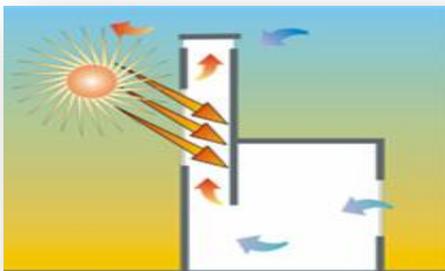
Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτιρίων.

Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να «συλλαμβάνουν» τα ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενοι, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα. [22,101,49]



Εικόνα 6.53: Η λειτουργία του πύργου αερισμού [104]

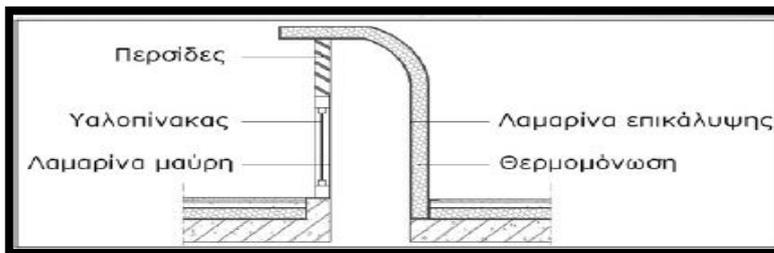
6.4.2 Ηλιακή καμινάδα



Εικόνα 6.54: Ηλιακή καμινάδα [101]

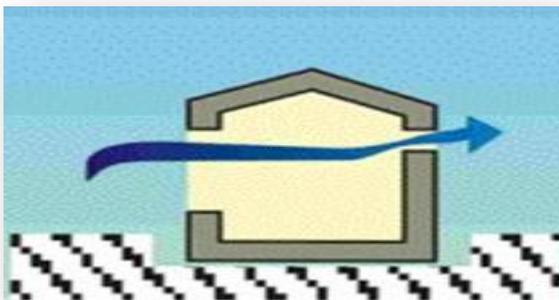
Η ηλιακή καμινάδα αποτελεί μια αποτελεσματική τεχνική για το φυσικό αερισμό και την απομάκρυνση της υγρασίας από τον εσωτερικό χώρο. Πρόκειται για μια κατασκευή καμινάδας, η οποία φέρει στη νότια ή νοτιοδυτική επιφάνεια της ($\pm 30^\circ\text{N}$) -όπου παρατηρούνται και οι μέγιστες αποδόσεις- **υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας** και **περσίδες** στο άνω τμήμα αυτής της πλευράς. Μπορεί, επίσης, να είναι μία ορθογωνική διατομή, προσαρτημένη στην εξωτερική πλευρά του τοίχου, που συνδέεται με τον εσωτερικό χώρο με άνοιγμα/θυρίδα. Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi και συμβάλλει αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους. Επιτυγχάνει διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα και συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο.

Η ηλιακή καμινάδα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ημερήσιο ή και νυχτερινό αερισμό. Για ημερήσιο αερισμό, ο ήλιος ζεσταίνει τον αέρα που βρίσκεται μέσα στη καμινάδα ο οποίος γίνεται ελαφρύτερος και απομακρύνεται προς τα πάνω ενώ ο ψυχρότερος από κάτω τον αντικαθιστά. Για απογευματινό-νυχτερινό αερισμό, η ηλιακή καμινάδα παραμένει κλειστή κατά τη διάρκεια της ημέρας και αποθηκεύει θερμότητα στη θερμική της μάζα η οποία αποδίδεται στον αέρα όταν αρχίζει ο αερισμός και ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως. [42,46]



Εικόνα 6.55: Διαμόρφωση ηλιακής καμινάδας [42]

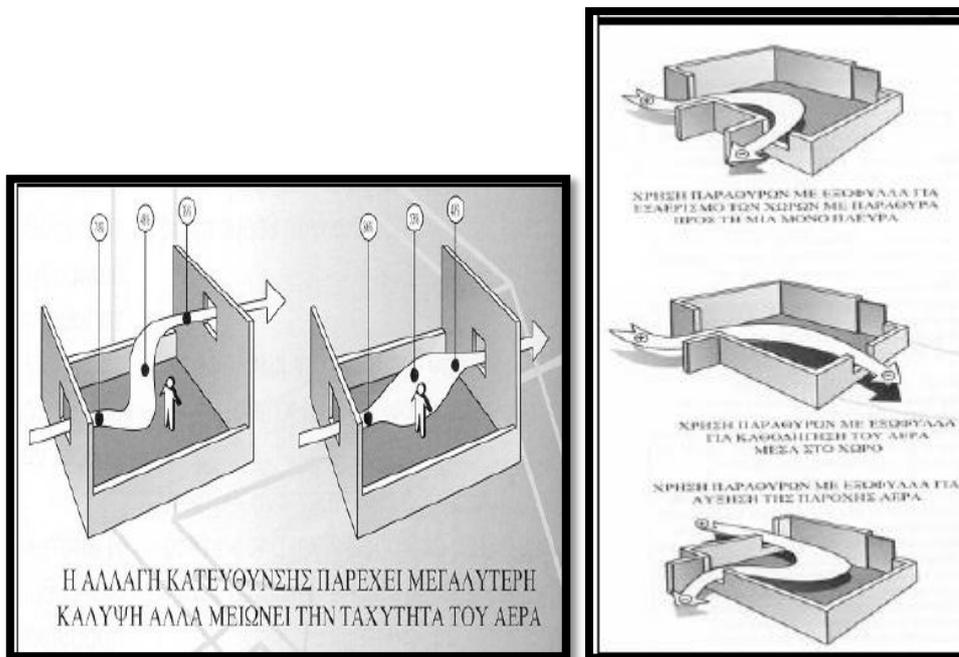
6.4.3 Διαμετρής αερισμός



Εικόνα 6.56: Διαμετρής αερισμός [101]

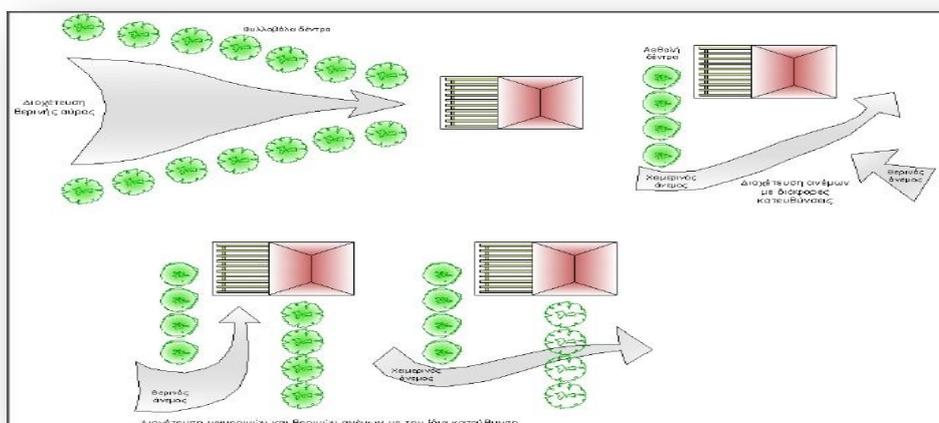
Ο αέρας διεισδύει, λόγω διαφοράς πίεσης, μέσω των ανοιγμάτων σε ένα κτίριο και η κατεύθυνση του μπορεί να ρυθμιστεί εξωτερικά με χρήση βλάστησης. Ως βέλτιστη θεωρείται η διεύθυνση ανέμου που σχηματίζει γωνία 45° ως προς τα ανοίγματα εισόδου. Η ταχύτητα του αέρα είναι μέγιστη, όταν τα ανοίγματα εισόδου του αέρα είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα εξόδου του και μάλιστα για καλύτερη διανομή του, όταν τα ανοίγματα αυτά είναι διαγώνια αντίθετα το ένα από το άλλο, το άνοιγμα εισόδου χαμηλότερα και το άνοιγμα εξόδου υψηλότερα. Η χρήση μονόπλευρου αερισμού, δηλαδή ανοιγμάτων μόνο από τη μία πλευρά δε συνίσταται λόγω κακής κυκλοφορίας του αέρα. Ο **νυχτερινός διαμετρής αερισμός** είναι ιδιαίτερα αποδοτικός τις καλοκαιρινές μέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο κρύος αέρας, κυκλοφορώντας μέσα στο χώρο, *απάγει* τη θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στη θερμική μάζα του κτιρίου και έτσι την επόμενη μέρα, το κτίριο βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Για την αύξηση της απόδοσης του νυχτερινού αερισμού, συνίσταται η τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής που αυξάνουν την ταχύτητα του.

Μελέτη σε κτίρια γραφείων της Αθήνας έχει δείξει ότι με την εφαρμογή του αερισμού κατά τη διάρκεια της νύχτας, μπορεί να επιτευχθεί μείωση κατά 30% στις ανάγκες για ψυκτικά φορτία για τον κλιματισμό των χώρων.



Εικόνα 6.57: Ο ρόλος των εξωτερικών στοιχείων του κελύφους στην κατεύθυνση και ροή του αέρα. [42]

Για βελτίωση του διαμερή αερισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεμοθράυστες, για να εντείνουν τις διαφορές πίεσης. Οι θαμνοφράχτες, για παράδειγμα, μπορούν να επιτρέψουν μια απαλή αύρα να φιλτράρεται μέσα από το φύλλωμα, ενώ ένας κτιστός ανεμοφράκτης δημιουργεί μια ήσυχη, προστατευμένη ζώνη πίσω του. Διάκενα στους ανεμοθράυστες, ανοίγματα μεταξύ των κτιρίων ή μεταξύ του εδάφους και ενός στεγάστρου από δέντρα μπορούν να δημιουργήσουν διαύλους ανέμου, αυξάνοντας κατά 20% περίπου τις ταχύτητες του ανέμου.[26,10]



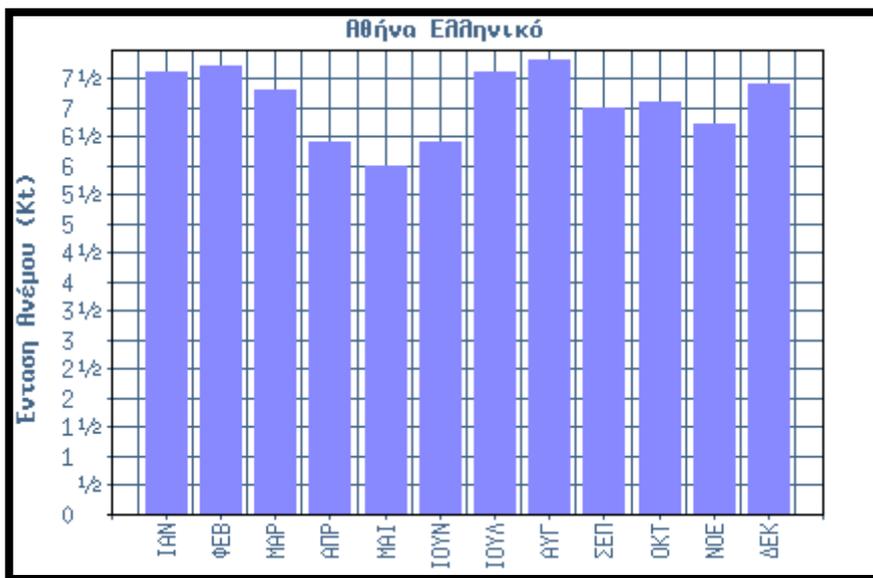
Εικόνα 6.58: Η δενδροφύτευση διαμορφώνει ρεύματα ανέμου στην περιοχή γύρω από το κτίριο. [42]

6.4.4 Αεριζόμενο κέλυφος

Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους είτε στην οροφή είτε στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου, μέσα στην οποία κυκλοφορεί ο αέρας του εξωτερικού χώρου. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει τόσο στη σκίαση του περιβλήματος και συνεπώς, στη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου, όσο και στη μεταφορά θερμότητας από το περιβλήμα στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο του κελύφους.

Το αεριζόμενο κέλυφος μπορεί να συνεισφέρει και στην αυξημένη θερμική προστασία του κτιρίου κατά τους χειμερινούς μήνες. Ο αέρας ο οποίος κυκλοφορεί στο κέλυφος είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού, έτσι μέσω του διπλού κελύφους οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον περιορίζονται, αυξάνεται δηλαδή η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους. Η κατασκευή αυτή βέβαια, προϋποθέτει να είναι θερμομονωμένο το εσωτερικό τμήμα του αεριζόμενου κελύφους. [42,105]

6.4.5 Ο αερισμός στην ξενοδοχειακή μονάδα



Διάγραμμα 6.4: Η ένταση των ανέμων για την περιοχή του Ελληνικού [50]

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα και με τα στοιχεία της μετεωρολογικής υπηρεσίας βλέπουμε πως κατά τους μήνες από Ιανουάριο έως Μάρτιο και Ιούλιο έως Δεκέμβριο οι άνεμοι έχουν **βόρεια διεύθυνση** ενώ κατά τους μήνες Απρίλιο έως και Ιούνιο η διεύθυνση των ανέμων είναι **νότια**. Άρα, κατά το μεγαλύτερο μέρος του χρόνου τα νότια ανοίγματα αποτελούν είσοδο του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου ενώ για 3 μήνες αυτό συμβαίνει από τα βόρεια. [50]

Στην ξενοδοχειακή μονάδα κρίθηκαν κατάλληλα τα εξής μέτρα φυσικού αερισμού όπως ο **κατακόρυφος αερισμός**, ο **πύργος αερισμού μέσω του αίθριου** και ο

διαμπερής. Οι υπόλοιπες διατάξεις δεν εφαρμόστηκαν στο παρόν έργο, αφού οι ανάγκες για επαρκή φυσικό αερισμό καλύφθηκαν από τις πρώτες. Επίσης, κάνουμε χρήση και ορισμένων εφαρμογών **τεχνητού αερισμού** όταν ο φυσικός δεν επαρκεί.

Κατακόρυφος αερισμός

Αρχικά, θα γίνει αναφορά στο φαινόμενο του **κατακόρυφου αερισμού** και πως εφαρμόζεται στην παρούσα κατασκευή. Λόγω της θερμικής διαστρωμάτωσης του αέρα η οποία αναλύθηκε παραπάνω κρίνεται απαραίτητη η εξασφάλιση μεθόδων εναλλαγής ή επαγωγής των θερμών αέριων μαζών. Κατ' αυτόν τον τρόπο, θα τοποθετηθούν **ανεμιστήρες οροφής** σε καίρια σημεία στους κοινόχρηστους χώρους. Οι ανεμιστήρες θα έχουν το αναγκαίο μέγεθος και θα είναι σε λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Επίσης, τοποθετούνται στο χώρο της ρεσεψιόν δίπλα στο κλιμακοστάσιο το οποίο ως κατακόρυφο άνοιγμα αποτελεί εξαιρετική διάταξη κατακόρυφου αερισμού.

Ακόμη, ανεμιστήρες οροφής τοποθετούνται διάσπαρτοι στο χώρο ο οποίος φιλοξενεί κεντρικά ένα υαλωτό αίθριο, αλλά και στους διαδρόμους των υπερκείμενων ορόφων. Έτσι, βοηθούν την κίνηση του αέρα μέσω του φαινομένου της άνωσης να ανέβει προς τα πάνω. Το αίθριο το οποίο βρίσκεται στο κέλυφος του κτιρίου, διαθέτει υαλοπίνακες οι οποίοι με τη βοήθεια ηλεκτρονικού τηλεχειριζόμενου συστήματος έχουν τη δυνατότητα να ανοίγουν όταν οι καιρικές συνθήκες το επιτρέπουν. Σύμφωνα με αυτή τη δυνατότητα το αίθριο λειτουργεί και ως **καμινάδα αερισμού** που παρέχει τόσο είσοδο όσο και έξοδο του αέρα.

Διαμπερή αερισμός

Επιπλέον, γίνεται χρήση του φαινομένου του **διαμπερή αερισμού**. Στους χώρους του εστιατορίου και του φουαγιέ υπάρχουν ανοίγματα τόσο κατά τη νότια πλευρά αλλά και κατά την ανατολική και δυτική αντίστοιχα έτσι υπάρχει η δυνατότητα εισόδου καθαρού αέρα (από τα νότια) αλλά και εξόδου (από τα ανατολικά-δυτικά) του ήδη υπάρχοντος στον εσωτερικό χώρο. Στη νότια πλευρά των παραπάνω χώρων χρησιμοποιείται τζαμαρία σε στυλ «φυσαρμόνικα» (Εικόνα 6.59), η οποία φέρει ειδικού τύπου κουφώματα και υαλοπίνακες που αναδιπλώνουν, επιτρέποντας το μερικό ή πλήρες άνοιγμα της τζαμαρίας, για τον επαρκή αερισμό των χώρων ανάλογα με τις απαιτήσεις των χρηστών. Στον κοινόχρηστο χώρο της ρεσεψιόν και του σαλονιού αυτό δεν είναι εφικτό μιας και τα περισσότερα ανοίγματα βρίσκονται στην πρόσοψη του κτιρίου. Έτσι, γίνεται χρήση του κατακόρυφου αερισμού, όπως προαναφέρθηκε.



Εικόνα 6.59: Η Τζαμαρία «φυσαρμόνικα» [106]

Επίσης, η κουζίνα διαθέτει διαγώνια ανοίγματα στη βορινή και ανατολική πλευρά της που επιτρέπουν τον διαμπερή αερισμό της. Τα γραφεία καθώς και ο βοηθητικός χώρος συνεδρίων διαθέτουν αρκετά μεγάλα ανασυρόμενα ανοίγματα και ανεμιστήρες οροφής ώστε να επιτρέπουν την ανανέωση του αέρα με φυσικό τρόπο και χαμηλή ενεργειακή απαίτηση.

Ας σημειωθεί ότι ο **νυχτερινός διαμπερής αερισμός**, ο οποίος έχει ευεργετικά αποτελέσματα ειδικότερα τις καλοκαιρινές μέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι εφικτός, χρησιμοποιείται στο ξενοδοχείο και, επιπλέον, είναι ιδιαιτέρως βολικός μιας και κατά τις βραδινές ώρες η χρήση των κοινοχρήστων χώρων είναι ελάχιστη έως μηδενική. Ο κρύος αέρας, κυκλοφορώντας μέσα στον κοινόχρηστο χώρο του ισογείου, **απάγει** τη θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στη θερμική μάζα του κτιρίου και έτσι, την επόμενη μέρα το κτίριο βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Σημαντικό ρόλο παίζει και το αίθριο κατά το νυχτερινό αερισμό καθώς μέσω αυτού απομακρύνεται η περίσσεια θερμότητα. Ακόμη, η τοποθέτηση των ανεμιστήρων οροφής βοηθά στην αποτελεσματικότητα του νυχτερινού αερισμού.

Τεχνητός αερισμός

Η αίθουσα συνεδρίων λόγω της ιδιαίτερης χρήσης της η οποία δεν επιτρέπει μεγάλα ανοίγματα δεν αερίζεται φυσικώς σε μεγάλο βαθμό (διαθέτει μόνο ένα άνοιγμα και τις πόρτες εισόδου και εξόδου). Έτσι, ο φυσικός αερισμός είναι ανεπαρκής. Παρόλα αυτά, υπάρχει **τεχνητό-μηχανικό σύστημα εξαερισμού**, όπως και σε όλους τους κοινόχρηστους χώρους του ξενοδοχείου (σε περίπτωση που οι καιρικές συνθήκες δεν επιτρέπουν το φυσικό αερισμό), το οποίο βοηθά στην ανανέωση του αέρα και στη διατήρηση των ιδανικών συνθηκών.

Επιπλέον, ο **τεχνητός αερισμός** μειώνει σημαντικά τα ψυκτικά φορτία, ιδιαίτερα όταν γίνεται κατά τις νυκτερινές ώρες. Το κτίριο διαθέτει ικανή θερμική μάζα, έτσι το μηχανικό σύστημα αερισμού αποφορτίζει από τη θερμότητα που συσσωρεύτηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενώ «αποθηκεύει» δροσιά στα δομικά στοιχεία του κτιρίου, εμποδίζοντας την υπερθέρμανση την επόμενη μέρα. Ο τεχνητός αερισμός αποτελεί, όπως και ο φυσικός αερισμός, εναλλακτική τεχνική δροσισμού, υποκαθιστώντας ή μειώνοντας τη χρήση των κλιματιστικών. Επιπλέον, μπορεί να συμβάλει και στην εξοικονόμηση ενέργειας τη χειμερινή περίοδο, με τον έλεγχο των θερμικών απωλειών από αερισμό. [107]

Αερισμός δωματίων διαμονής

Όλα τα δωμάτια του ξενοδοχείου διαθέτουν μεγάλα συρόμενα ανοίγματα τα οποία φέρουν στεγανά μεταλλικά κουφώματα. Τα ανοίγματα αυτά επιτρέπουν τον πλήρη φυσικό αερισμό των δωματίων ενώ, ταυτόχρονα, λόγω της ποιότητας του παρέχουν θερμικά και ενεργειακά οφέλη (όπως προαναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο). Τέλος, ας σημειωθεί πως τοποθετούνται σε όλα τα δωμάτια ανεμιστήρες οροφής οι οποίοι επιταχύνουν το φαινόμενο του φυσικού αερισμού του δωματίου και προσδίδουν δροσιά στο χώρο.



Εικόνα 6.60: Συρόμενα κουφώματα [108]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ο φωτισμός αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία κατά το σχεδιασμό ενός «πράσινου κτιρίου». Έρευνες έχουν δείξει πως η ανάγκη για φωτισμό καταναλώνει το 23% της απαιτούμενης ενέργειας σε ένα τυπικό κτίριο γραφείων. Επιπλέον, είναι η **δεύτερη υψηλότερη ενεργειακή απαίτηση σε ένα ξενοδοχείο**, πράγμα που σημαίνει πως υπάρχει μεγάλη δυνατότητα μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας λόγω του φωτισμού με σχετικά απλό τρόπο. Στόχος είναι να γίνει αξιοποίηση της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας ούτως ώστε να παρέχονται οι κατάλληλες συνθήκες φωτεινότητας σε ένα χώρο με φυσικά μέσα (ανοίγματα - παράθυρα) μειώνοντας το τεχνητό φως όσο το δυνατόν περισσότερο, τουλάχιστον κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Ένα καλό σύστημα φυσικού φωτισμού λαμβάνει υπόψη τον **προσανατολισμό**, την **οργάνωση** και τη **γεωμετρία των χώρων** που πρόκειται να φωτιστούν, την **τοποθέτηση**, το **σχήμα** και τις **διαστάσεις των ανοιγμάτων**, τη **θέση** και τις **ιδιότητες** των επιφανειών των εσωτερικών χωρισμάτων, που ανακλούν το φυσικό φως και επηρεάζουν τη διανομή του, καθώς και τη **θέση και το σχήμα των διατάξεων** που παρέχουν προστασία από το υπερβολικό φως και τη θάμβωση. Πρόκειται, δηλαδή, για μια ενιαία μελέτη του χώρου, των υαλοστασίων, των πλαισίων και των διατάξεων σκιασμού. [20,109,110]

7.1 Οπτική άνεση

Η οπτική άνεση περιγράφει την ικανότητα του ατόμου να εντοπίζει, να αναγνωρίζει και να αναλύει λεπτομερώς εύκολα ό,τι βρίσκεται στο πεδίο ορατότητάς του, λαμβάνοντας υπόψη την ταχύτητα, την ποιότητα και την ακρίβεια της αντιληπτικότητας του. Η επίτευξη συνθηκών άνετου φωτισμού σε ένα χώρο έχει άμεση σχέση με την ένταση, τη διανομή και την ποιότητα του φωτός που επικρατούν σε αυτόν. Στόχος είναι σε ένα χώρο να μην υπάρχουν φαινόμενα θάμβωσης, η ένταση του φωτός να είναι αρκετή ώστε οι κάτοικοι να βλέπουν χωρίς κόπωση και η διανομή του φωτός να είναι τέτοια ώστε να αποφεύγονται υπερβολικές αντιθέσεις αλλά, ταυτόχρονα, επαρκής ώστε το κάθε αντικείμενο να είναι διαυγές. Επιπλέον, η ποιότητα του φωτός θα πρέπει να είναι η κατάλληλη για τη λειτουργία του κάθε χώρου. [20,26]

7.2 Συντελεστής φυσικού φωτός

Η επίδραση του φωτός της ημέρας σε ένα δωμάτιο μειώνεται καθώς κινείται μακριά από την πηγή φωτός. Αυτή η εναλλαγή της έντασης του φωτός δεν είναι γραμμική και εμφανίζει ευρύ φάσμα πέρα από το κατειλημμένο μέρος ενός δωματίου. Η ένταση του φωτός της ημέρας σε ένα δεδομένο σημείο συσχετίζεται άμεσα με το μέγεθος των

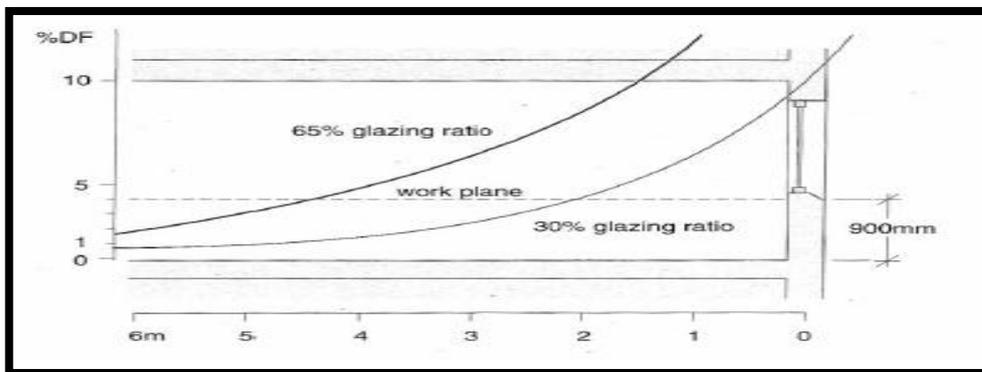
παραθύρων ή των ανοιγμάτων οροφής. Ο συντελεστής ανάκλασης των επιφανειών εδάφους και δωματίου, η μορφή του δωματίου και το λεπτομερές σχέδιο του ανοίγματος παραθύρων είναι οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν την ένταση και τη διανομή του φωτός της ημέρας.

Εξαιτίας της εναλλαγής της έντασης του φωτισμού από τον ουρανό δεν είναι χρήσιμο να περιγραφεί ο φυσικός φωτισμός ενός κτιρίου σε μονάδες έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας. Έτσι, τα επίπεδα φυσικού φωτισμού που διαθέτει ένα κτίριο περιγράφονται από μια αναλογία του φωτισμού μέσα στο δωμάτιο με σχέση με την ανεμπόδιστη ακτινοβολία από τον ουρανό (σε ποσοστό επί της %).

$$DF = \frac{E_i}{E_o} \times 100(\%)$$

Ο παράγοντας φυσικού φωτισμού αποτελείται από τρία μέρη:

1. Το άμεσο συστατικό που προκύπτει από το φως που έρχεται απευθείας από τον ουρανό.
2. Το συστατικό που προκύπτει από το φως που ανακλάται στις εξωτερικές επιφάνειες.
3. Το συστατικό που προκύπτει από τις ανακλάσεις στον χώρο.

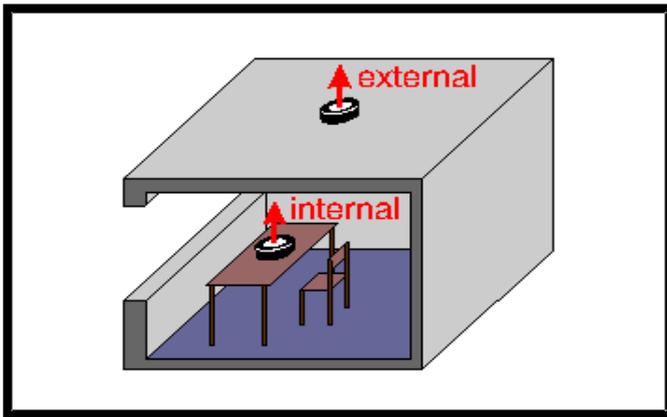


Διάγραμμα 7.1: Διακύμανση του παράγοντα φωτός της ημέρας σε ένα δωμάτιο για αναλογία επιφανειών υαλοπινάκων προς τοίχο 30% και 65% (κατά μέσο όρο σε όλη την ευρύτητα του δωματίου)

Στο διάγραμμα 7.1 φαίνεται η διακύμανση του συντελεστή φωτός daylight factor (DF) για μια φωτισμένη πλευρά του δωματίου. Σε ένα δωμάτιο με 3m ύψος, σε μια απόσταση μεγαλύτερη από 6m από το παράθυρο ο συντελεστή φωτός στο επίπεδο εργασίας θα μειωθεί κάτω από το 1% που θα είναι ένα χαμηλότερο όριο για πολλές χρήσεις. Αυξάνοντας την επιφάνεια των υαλοπινάκων πάνω από το 40% της επιφάνειας των τοίχων θα αυξήσει τον ελάχιστο Σ.Φ.Φ. αλλά και ταυτόχρονα θα οδηγήσει και σε μια μη αποδεκτή χαμηλή αναλογία. Επιπλέον εάν ένα κτίριο έχει βάθος μεγαλύτερο από 12m, οι εσωτερικές κεντρικές ζώνες σε απόσταση μεγαλύτερη των 6m από τις

πλευρές θα χρειάζονται μόνιμα τεχνητό φωτισμό. Εάν στο κτίριο υπάρχουν ανοίγματα οροφής ή αίθριο δεν υπάρχει το παραπάνω πρόβλημα.

Ο συντελεστής φυσικού φωτός προσδιορίζεται από σχεδιαστικές παραμέτρους από ποικίλες διαδικασίες. Φυσικά μοντέλα κλίμακας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πραγματικές ή τεχνητές συνθήκες. Μπορεί να υπολογιστεί από πίνακες ή διαγράμματα, όπως το BRE Daylight Factor Protractors ή από υπολογιστικά προγράμματα βασισμένα σε μαθηματικά μοντέλα. [20,110]



Εικόνα 7.1: Παράγοντας φυσικού φωτισμού [111]

7.3 Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Κατηγορίες συστημάτων

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί/ Φωτοσωλήνες

7.3.1 Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία

Τα ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία ή τα κοινά παράθυρα αποτελούν την πιο συχνή και ενδεδειγμένη μέθοδο για φυσικό φωτισμό σε ένα κτίριο. Τα ανοίγματα θα πρέπει να αποτελούνται από κατάλληλου τύπου υαλοπίνακες, σκίαστρα και να έχουν το σωστό προσανατολισμό για τη βέλτιστη αξιοποίηση του ηλιακού φωτός. Τα ανοίγματα προς τον νότο θεωρούνται τα βέλτιστα αλλά κατά τη διάρκεια του θέρους λόγω της αυξημένης λαμπρότητας θα πρέπει να συνδυάζονται με σκίαση. Στη συνέχεια, ο προσανατολισμός προς τον βορρά αποτελεί μια καλή λύση. Οποσδήποτε πάντως τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα πρέπει να αποφεύγονται όσο το δυνατόν περισσότερο,

λόγω ανομοιογενούς κατανομής του ηλιακού φωτός τόσο κατά την ημερήσια όσο και κατά την εποχιακή διακύμανση αλλά και εξ' αιτίας της αυξημένης θάμβωσης.

Το μέγεθος του ανοίγματος σχετίζεται άμεσα με το μέγεθος του φωτιζόμενου χώρου. Ένας εμπειρικός κανόνας καθορίζει ότι ποσοστό ανοίγματος ίσο με το 20% της επιφάνειας του φωτιζόμενου χώρου παρέχει ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτός και συγχρόνως αποφεύγονται οι υπερβολικές θερμικές απώλειες το χειμώνα, η υπερθέρμανση το καλοκαίρι και μειώνεται ο κίνδυνος θάμβωσης.

Η θέση του ανοίγματος στον τοίχο παίζει, επίσης, ουσιαστικό ρόλο. Όσο πιο ψηλά είναι τοποθετημένο ένα άνοιγμα, τόσο πιο βαθιά φτάνει το φυσικό φως στο χώρο. Με την τοποθέτηση των ανοιγμάτων ψηλά, σε συνδυασμό με την αύξηση της ανακλαστικότητας του πίσω τοίχου του φωτιζόμενου χώρου, επέρχεται ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού σε όλο το βάθος. Εάν το βάθος του χώρου ξεπερνά κατά 2,5 φορές το ύψος του ανοίγματος μέχρι το ανώφλι, τότε ο φωτισμός στο πίσω μέρος του χώρου δεν είναι ικανοποιητικός, τόσο ως προς την ποσότητα, όσο και ως προς την ποιότητα. [42,110]

7.3.2 Ανοίγματα οροφής

Τα ανοίγματα οροφής αποτελούν ειδική κατηγορία συστημάτων φυσικού φωτισμού, καθώς παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ανοίγματα στην τοιχοποιία:

- Παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φως από τον ουράνιο θόλο.
- Λόγω της θέσης τους, συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός μέσα στους χώρους.
- Τα ανοίγματα οροφής μπορούν να φέρουν είτε διαφανείς είτε ημιδιαφανείς (διαχυτικούς) υαλοπίνακες.

Στα ανοίγματα οροφής συνιστάται, εν γένει, να υπάρχει σύστημα ηλιοπροστασίας/εκτροπής του άμεσου φωτός, όπως ανακλαστήρες, περσίδες, ή κινητά πετάσματα. Τα οριζόντια ανοίγματα οροφής έχουν το μειονέκτημα ότι δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόπτωση το καλοκαίρι από ότι το χειμώνα και για το λόγο αυτό συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, σε συνδυασμό με διατάξεις σκιασμού. [112]



Εικόνα 7.2: Άνοιγμα οροφής [113]

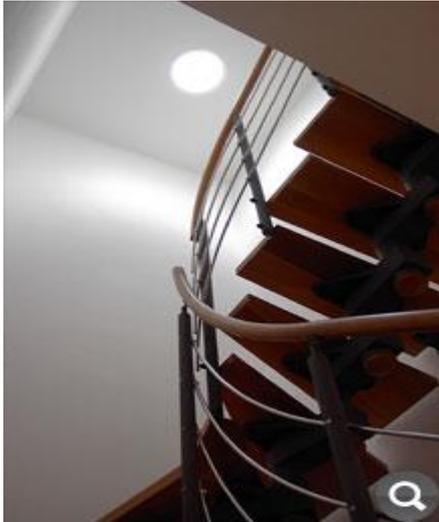
7.3.3 Αίθρια

Το αίθριο αποτελεί μια εφαρμογή με πολλαπλά οφέλη η οποία αναλύθηκε και σε προηγούμενα κεφάλαια. Ένα αίθριο μπορεί να έχει μια πολύ σημαντική συμβολή στην εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο με την παροχή μιας πηγής φυσικού φωτός, η οποία συχνά φθάνει βαθιά μέσα στο κτίριο και αντικαθιστά το τεχνητό φως. Έτσι, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (ακόμα και εκεί όπου χρησιμοποιείται φωτισμός υψηλής αποδοτικότητας) μπορεί να μειωθεί. Επίσης, τα αίθρια βοηθούν στην ομοιογενή κατανομή διάχυτου φωτός που προέρχεται από το ουράνιο θόλο, με αποτέλεσμα την αποφυγή της ανεπιθύμητης εμφάνισης του φαινομένου της θάμβωσης. Εξασφαλίζουν, δηλαδή, καλή οπτική άνεση για ένα κτίριο. Η στάθμη φωτισμού των διάφορων χώρων καθορίζεται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αίθριου, την ανακλαστικότητα των επιφανειών (τοιχών-δαπέδων) και τα οπτικά χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων που βρίσκονται στους χώρους που περιβάλλουν το αίθριο. [26,49]

7.3.4 Φωτοσωλήνες- φωταγωγοί

Πρόκειται για σωλήνες (light pipes) διαμέτρου 0,5 m περίπου, που εξέχουν από την στέγη, διαπερνούν τη σοφίτα ή το δώμα και καταλήγουν στο εσωτερικό του κτιρίου. Η εσωτερική επιφάνεια τους είναι κατασκευασμένη από **υψηλά ανακλαστικό υλικό** ικανό να ανακλά το φως σε μεγάλο βαθμό. Εξαιτίας αυτής της ιδιότητας, το φως μεταφέρεται στο κτίριο χωρίς μεγάλες απώλειες. Αν ο φωτοσωλήνας έχει διαφανή τοιχώματα, καθίσταται γραμμική φωτεινή πηγή σε όλο το μήκος του. Για να μεταφέρεται κατά το μέγιστο η φωτεινή δέσμη, πρέπει να προσπίπτει κάθετα στη διατομή του φωτοσωλήνα. Διαφορετικά θα πρέπει ο φωτοσωλήνας να είναι μικρού μήκους και μεγάλης διατομής. Υπάρχουν φωτοσωλήνες από μέταλλο και άκαμπτα πλαστικά, πλήρως ακρύλικοι φωτοσωλήνες, ενώ στο εσωτερικό τους μπορούν να έχουν γυάλινες ή πλαστικές οπτικές ίνες, οι οποίες τον καθιστούν ιδιαίτερα αποτελεσματικό, όταν η εισερχόμενη φωτεινή δέσμη χρειάζεται να διανεμηθεί σε επιμέρους δέσμες. Οι φωτοσωλήνες έχουν εφαρμογή ολοένα και περισσότερο, ιδίως σε κτίρια που χρησιμοποιούνται κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπως είναι αποθήκες, και στον οικιακό τομέα, στους διαδρόμους και στους προθαλάμους-εισόδους.

Ένα άλλο είδος φωτισμού είναι και **οι φωταγωγοί**. Αυτοί εισάγουν το φυσικό φως σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση φυσικού φωτός με άλλο τρόπο. Υπάρχουν διάφορα είδη φωταγωγών με ποικιλία διαστάσεων. Οι φωταγωγοί θα πρέπει να έχουν επιφάνειες ανακλαστικές. Τα δε ανοίγματα που βλέπουν σε αυτούς συνιστάται να έχουν στην ποδιά τους ανακλαστήρα, ώστε να διοχετεύεται το φως στους εσωτερικούς χώρους. [26,114]



Εικόνες 7.3, 7.4 : Φωτοσωλήνας- Φωταγωγός [115,116]

7.4 Τεχνικές βελτίωσης συστημάτων φυσικού φωτισμού

Οι τεχνικές που σκοπεύουν στη βελτίωση των συστημάτων φωτισμού περιλαμβάνουν:

- Ειδικούς υαλοπίνακες
- Σκίαστρα
- Ηλιοστάσια
- Ανακλαστικές περσίδες
- Ράφια φωτισμού
- Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά
- Διαφανή υλικά ανοιγμάτων
- Διαφανής θερμομόνωση

Παρακάτω αναλύονται οι έξι από τις παραπάνω τεχνικές βελτίωσης, καθώς οι δύο πρώτες έχουν αναλυθεί σε προηγούμενα κεφάλαια.

7.4.1 Ηλιοστάσια

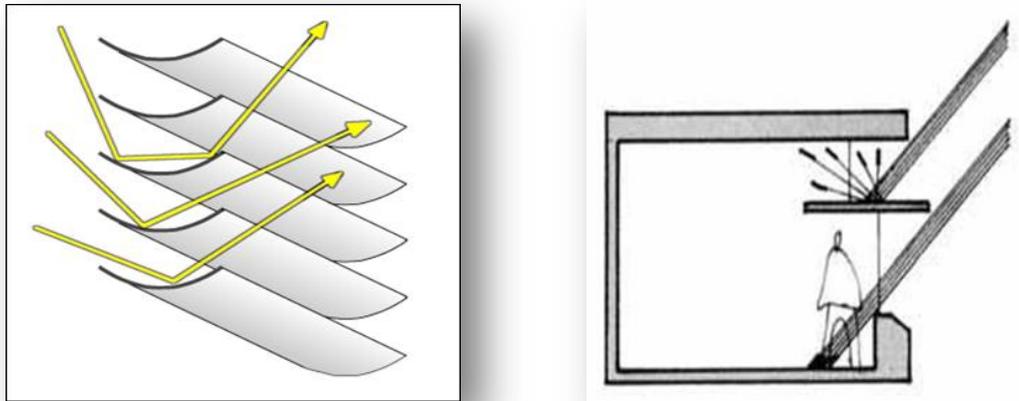
Τα ηλιοστάσια είναι ένα σύστημα κατόπτρων και φακών που τοποθετούνται στα δώματα των κτιρίων και συλλέγουν το φυσικό φως. Η θέση τους ρυθμίζεται έτσι ώστε να συλλέγεται η μέγιστη ποσότητα φυσικού φωτός, ανάλογα με την εποχή του έτους και την ώρα της ημέρας. Το φυσικό φως που συγκεντρώνεται κατευθύνεται σε δέσμη προς την είσοδο ενός φωτοσωλήνα ή ενός φωταγωγού, δια μέσου του οποίου μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου [26,117].

7.4.2 Ανακλαστικές περσίδες

Εσωτερικές ή εξωτερικές περσίδες με ανακλαστική την άνω παρειά τους αυξάνουν τη ποσότητα φωτός που δέχεται ο χώρος ενώ ταυτόχρονα παρέχουν σκίαση και αποτρέπουν τα φαινόμενα θάμβωσης. [118]

7.4.3 Ράφια φωτισμού

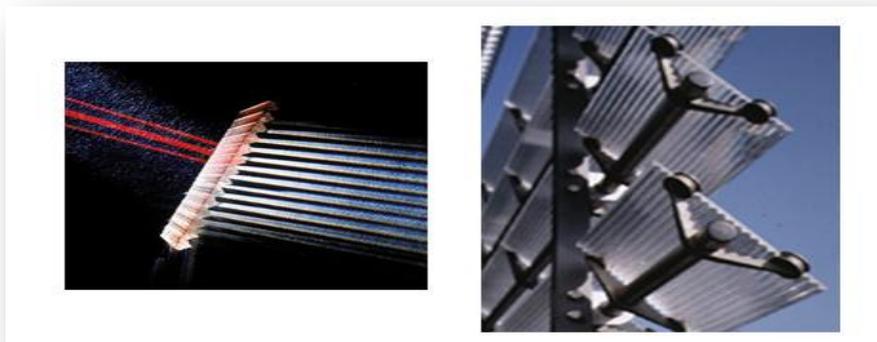
Τα Ράφια φωτισμού, ενδείκνυνται για νότιο προσανατολισμό και λειτουργούν σε συνδυασμό με τις επιφάνειες του εσωτερικού καθώς μπορούν να ανακατευθύνουν το φως μέσω αντανακλάσεων σε σημεία που αυτό είναι αναγκαίο. Η αντανακλαστική ικανότητα των επιφανειών του εσωτερικού είναι εξαιρετικά σημαντική σ' αυτήν την περίπτωση. [118]



Εικόνα 7.5: Ανακλαστικές περσίδες και ράφια φωτισμού [63]

7.4.4 Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

Είναι στοιχεία που διαθλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία και αναλόγως της κατασκευαστικής τους δομής μπορούν να αποκλείσουν πλήρως την είσοδο ή να αλλάξουν την κατεύθυνση της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Πρόκειται για ημιδιαφανή υλικά άρα **δε συνιστώνται εκεί που είναι επιθυμητή η θέα προς τα έξω**. Τα πρισματικά στοιχεία τοποθετούνται στο κέλυφος του κτιρίου είτε σαν αυτόνομα στοιχεία είτε μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων. [42]

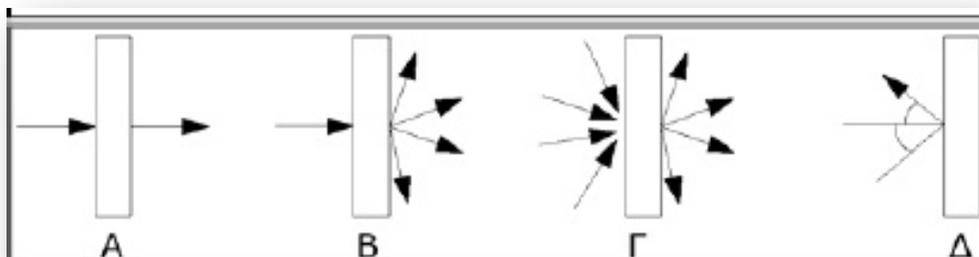


Εικόνα 7.6: Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά [111]

7.4.5 Διαφανή υλικά ανοιγμάτων

Τα διαφανή υλικά ανάλογα με τις οπτικές ιδιότητες που έχουν επιτρέπουν τη διέλευση διαφορετικού ποσοστού της άμεσης και της διάχυτης ακτινοβολίας, διασκορπίζουν το φως, ανακλούν την ακτινοβολία με κατοπτρικό τρόπο ή τη διαχέουν ή τέλος μεταβάλλουν το χρώμα του φωτός λόγω της μεταβολής της θερμοκρασίας τους.

Οι τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες υλικών όσο αφορά τη διαφορετική συμπεριφορά τους στη διαπερατότητα της φωτεινής ακτινοβολίας.



A. Κάθετη πρόσπτωση-κάθετη διαπερατότητα

B. Κάθετη πρόσπτωση-ημισφαιρική διαπερατότητα (συναντάται στα γυαλιά που διαχέουν το φως),

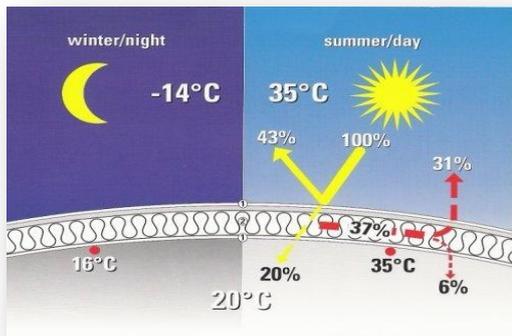
Γ. Ημισφαιρική πρόσπτωση-ημισφαιρική διαπερατότητα

Δ. Ανάκλαση

7.4.6 Διαφανής θερμομόνωση

Τοιχοποιίες και οροφές μπορεί να κατασκευαστούν και από διαφανή θερμομόνωση (TIM – Transparent Insulation Material). Πρόκειται για ημιδιαφανές θερμομονωτικό υλικό, κυψελωτής δομής, κυρίως πολυκαρβονικής προέλευσης, που τοποθετείται στο

διάκενο δίδυμου υαλοπίνακα με πλαίσιο. Λόγω της δομής του επιτρέπει στην ηλιακή ακτινοβολία και το φυσικό φως να εισέλθει στο εσωτερικό του χώρου. Παράλληλα μειώνει τις θερμικές απώλειες. Αναλόγως με τη δομή του θερμομονωτικού, την τοποθέτηση των κυψελών σε σχέση με τη διατομή του τοίχου, το πάχος του, καθώς και τον τύπο των υαλοπινάκων, η διαπερατότητα του ΤΠΜ στο ορατό φως κυμαίνεται από 0,73 έως 0,82, με αντίστοιχες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας από 0,800 έως 1,100W/m²K. [42]



Εικόνα 7.7: Θερμικά κέρδη διαφανούς μόνωσης [119]

7.5 Τελευταίες τεχνολογίες για το φωτισμό

- Λαμπτήρες υψηλής απόδοσης και χαμηλής κατανάλωσης
- Φωτιστικά σώματα βελτιωμένης απόδοσης
- Ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις
- Αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού με αισθητήρες
- Αισθητήρες παρουσίας
- Χρονοδιακόπτες
- Συστήματα αυτόματου ελέγχου BEMS

7.5.1 Λαμπτήρες υψηλής απόδοσης και χαμηλής κατανάλωσης

Σαφέστατα το περιβαλλοντικό όφελος που εξασφαλίζουμε από τους λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης είναι και το πιο σημαντικό. Τα στοιχεία δείχνουν ότι οι λάμπες οικονομίας (λάμπες φθορισμού, LED λάμπες, κ.λπ.) θα μειώσουν το CO₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά μισό τόνο για την διάρκεια ζωής των λαμπτήρων. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα μπορεί να υπάρξει μείωση κατά 1,4 εκατ. τόνους ετησίως στις εκπομπές CO₂. Αν και το κόστος αγοράς για τις λάμπες

οικονομίας είναι μεγαλύτερο από αυτό των κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεως, το συνολικό όφελος κατά τη χρήση τους είναι σημαντικό. [120,121]

Οι **λαμπτήρες πυρακτώσεως** αποτελούν τον πιο συνηθισμένο τύπο λαμπτήρα για περισσότερο από 100 χρόνια χωρίς όμως να είναι αποδοτικοί καθώς το 95% του ηλεκτρισμού μετατρέπεται σε θερμότητα. Έχουν σχετικά μικρό κόστος ζωής, περίπου 1000 ώρες παρόλα αυτά έχουν χαηλό κόστος και βέλτιστη χρωματική απόδοση.



Εικόνα 7.8 : Λαμπτήρες πυρακτώσεως [122]

Οι **λαμπτήρες αλογόνου** αποτελούν μια ειδική κατηγορία λαμπτήρων πυρακτώσεως οι οποίοι είναι 20-50% πιο αποδοτικοί σε σχέση με τους κοινούς λαμπτήρες.

Οι **λαμπτήρες φθορισμού** συνήθως έχουν σωληνοειδές και συμπαγές σχήμα και απαιτούν στραγγαλιστική διάταξη. Η αποδοτικότητα των λαμπτήρων υπερβαίνει αυτή των λαμπτήρων πυρακτώσεως κατά 5 έως 8 φορές και έχουν από 10 έως 15 φορές μεγαλύτερο χρόνο ζωής. Παρόλα αυτά έχουν ένα υψηλότερο κόστος και η χρωματική του απόδοση είναι ελαφρώς χαμηλότερη. Οι λαμπτήρες φθορισμού συνήθως χρησιμοποιούνται σε γραφειακούς και εμπορικούς χώρους. [122]

Επιπλέον, οι **λαμπτήρες LED** είναι νέα προϊόντα, έχουν απόδοση ισάξια των λαμπτήρων φθορισμού μικρού μεγέθους, ενώ η διάρκεια ζωής τους είναι ακόμη μεγαλύτερη. Οι λαμπτήρες LED καταναλώνουν έως και 80% λιγότερη ενέργεια από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. [123]



Εικόνα 7.9: λαμπτήρας LED [123]

Επιπροσθέτως, μια άλλη κατηγορία είναι οι **λαμπτήρες εκκένωσης** οι οποίοι έχουν διαφόρους τύπους λαμπτήρων, είναι ιδιαίτερος αποτελεσματικοί, επιλέγονται όμως μόνο για ειδικές χρήσεις όπως φωτισμός δρόμων και βιομηχανικών χώρων.

Πιο συγκεκριμένα, τα οφέλη που εξασφαλίζουμε από τις λάμπες εξοικονόμησης ενέργειας σε σχέση με τους κοινούς λαμπτήρες, όσον αφορά την αύξηση του κύκλου ζωής και τη μείωση της ηλεκτρονικής κατανάλωσης, καταγράφονται ως εξής:

Οι **σύγχρονοι οικονομικοί λαμπτήρες**, για το ίδιο επίπεδο φωτεινότητας με τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, έχουν 10 φορές μεγαλύτερο χρόνο ζωής (10.000 ώρες), και το ένα πέμπτο της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Το κόστος αγοράς τους είναι μεν μεγαλύτερο αλλά το συνολικό οικονομικό όφελος κατά τη χρήση τους είναι σημαντικό ως αποτέλεσμα της χαμηλής κατανάλωσης ρεύματος και της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής τους (1 λαμπτήρας χαμηλής κατανάλωσης αντιστοιχεί με 10 κοινούς λαμπτήρες). Σε χώρους όπου τα φώτα λειτουργούν αρκετή ώρα (κουζίνα, καθιστικό ή εξωτερικός νυχτερινός φωτισμός), η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί κατά 5 φορές περίπου εάν αντικαταστήσουμε τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως με λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης. Μπορεί να κοστίζουν ακριβότερα, αλλά είναι πολύ πιο οικονομικοί και έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. [122]

Λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας	Κοινοί λαμπτήρες πυράκτωσης
5 W	25 W
8 W	40 W
12 W	60 W
15 W	75 W
20 W	100 W
23 W	120 W

Πίνακας 7.1: Η αντιστοιχία ισχύος λαμπτήρα χαμηλής κατανάλωσης και κοινού λαμπτήρα για το ίδιο επίπεδο φωτισμού. [120]

7.5.2 Φωτιστικά

Τα σύγχρονα φωτιστικά σώματα είναι πολύ πιο αποδοτικά από τα παλαιότερα. Οι λευκοί ανακλαστήρες έχουν ανακλαστικότητα 70% και οι ανακλαστήρες αλουμινίου έως και 95%. Ταυτόχρονα, βελτιώνεται και η ποιότητα του φωτός η οποία παρέχεται από αυτά. Πολλά σύγχρονα φωτιστικά αποτελούνται από προσεκτικά σχεδιασμένα συστήματα ανακλαστήρων για να κατευθύνουν το φως από τους λαμπτήρες προς την απαιτούμενη κατεύθυνση. Αυτοί επιτρέπουν τη χρήση λιγότερων λαμπτήρων ή

φωτιστικών για την παραγωγή συγκεκριμένης στάθμης φωτισμού. Σε παλαιά φωτιστικά σώματα χαμηλής απόδοσης, είναι δυνατή η βελτίωση της απόδοσής τους με την αντικατάσταση των συστημάτων διάχυσης ή ανάκλασης με νέα συστήματα ανακλαστήρων. Εναλλακτικά, μπορούν να προστεθούν ανακλαστήρες στο παλαιό φωτιστικό, διατηρώντας τα υπάρχοντα εξαρτήματα ελέγχου του φωτός. Σε μερικές περιπτώσεις αυτό μπορεί να **οδηγεί σε μείωση του αριθμού λαμπτήρων, διατηρώντας την ίδια παραγόμενη ποσότητα φωτισμού και με τη συνεπαγόμενη εξοικονόμηση** (υπολογίζεται ότι μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας από 20 έως 50% μέσω βελτιώσεων στους ανακλαστήρες και στο προστατευτικό κάλυμμα των φωτιστικών). Εν τούτοις, απαιτείται προσοχή καθώς η εμφάνιση του χώρου μπορεί να αλλάξει, οπότε είναι συνήθως χρήσιμο να προηγηθεί μελέτη για μία μικρή περιοχή του χώρου, ώστε να διερευνηθούν πιθανές αλλαγές. Προσοχή πρέπει, επίσης, να δίνεται στην ποσότητα εξερχόμενου φωτός των φωτιστικών, καθώς αυτή ποικίλλει αρκετά. Οι μελετητές συχνά υποθέτουν ότι τα φωτιστικά σώματα με ίδιο αριθμό λαμπτήρων παρέχουν την ίδια ποσότητα εξερχόμενου φωτός, αλλά συνήθως αυτό δεν είναι αληθές. Μικρότερη ποσότητα εξερχόμενου φωτός από ένα φωτιστικό σημαίνει ότι απαιτούνται περισσότερα φωτιστικά σώματα για να εξασφαλίσουν σε ένα δεδομένο χώρο την απαιτούμενη στάθμη φωτισμού. Επομένως, ο σχεδιασμός θα είναι χαμηλότερης ενεργειακής απόδοσης. Η αναλογία εξερχόμενου φωτός (Light Output Ratio) για κάποιο συγκεκριμένο μοντέλο φωτιστικού διαφέρει από τον ένα κατασκευαστή στον άλλο, γι' αυτό συνιστάται να γίνεται έλεγχος των μοντέλων κατά την επιλογή τους. [122,124]



Εικόνα 7.10: Φωτιστικό σώμα νέας τεχνολογίας [124]

7.5.3 Συστήματα ελέγχου φωτισμού

Είναι προφανές πως τα ενεργειακά οφέλη από το φυσικό φωτισμό θα προέλθουν μόνο όταν **δε λειτουργούν οι συσκευές τεχνητού φωτισμού στους χώρους όπου υπάρχει αρκετό φυσικό φως**. Επειδή ο τεχνητός φωτισμός σπάνια δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στην οπτική άνεση, δεν υπάρχει ένα κίνητρο για να σβήσει κανείς τα φώτα. Έτσι, πρέπει να υπάρχει μια ηθική στάση απέναντι στην ενεργειακή χρήση ή

τουλάχιστον μια αιτιολογημένη ανησυχία για το ενεργειακό κόστος. Επειδή η παραπάνω νοοτροπία δεν έχει ακόμη λάβει εφαρμογή ιδιαίτερα στην Ελλάδα και κυρίως σε κτίρια δημόσια ή κοινόχρηστα όπως τα ξενοδοχεία, δημιουργήθηκαν τα **αυτόματα συστήματα φωτισμού**.

Τα αυτόματα συστήματα φωτισμού μπορούν απαλλάξουν τους ενοίκους από τη διαδικασία χειρισμού του διακόπτη φωτισμού. Έρευνες έχουν αποδείξει πως η ετησία απαίτηση σε ενέργεια για φωτισμό έχει μειωθεί κατά 30-40%. Παρόλα αυτά, τα πλήρως αυτοματοποιημένα συστήματα είναι μη ικανοποιητικά καθώς η συχνότητα και η φαινομενική τυχαιότητα της λειτουργίας τους, συχνά ανταποκρίνονται σε βραχυπρόθεσμες αλλαγές στον ουρανό. Τα καινούργια συστήματα τώρα υιοθετούν μια νέα προσέγγιση :

- Τα φώτα είναι σβηστά τις προκαθορισμένες ώρες. Δηλαδή τις ώρες που η φυσική φωτεινότητα είναι πάνω από τα ικανοποιητικά επίπεδα
- Τα φώτα μπορούν να ανάψουν χειροκίνητα οποιαδήποτε ώρα της ημέρας
- Δεν υπάρχει αυτόματος διακόπτης για να ανοίξουν εκτός από συγκεκριμένους χώρους
- Τα φώτα μπορεί επίσης να είναι σβηστά όταν δεν εντοπίζουν καμία κίνηση από έναν ανιχνευτή πληρότητας που οδηγεί σε περαιτέρω εξοικονόμηση της ενέργειας.

Περαιτέρω βελτιώσεις μπορούν να γίνουν ανάλογα την ένταση του φυσικού φωτός, η οποία θα κατευθύνει και την ένταση του τεχνητού. [110,122,125]

7.6 Ο φυσικός φωτισμός στην ξενοδοχειακή μονάδα

Στόχος της παρούσας ξενοδοχειακής μονάδας είναι να μειώσει τις εκπομπές CO₂ με κάθε δυνατό μέσο. Έτσι, γίνεται προσπάθεια για την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού μέσω μεγάλων κατακόρυφων και οριζόντιων ανοιγμάτων. Όταν ο φυσικός φωτισμός δεν επαρκεί για παράδειγμα κατά τις νυχτερινές ώρες ή όταν δεν υπάρχουν επαρκή ανοίγματα λόγω αρχιτεκτονικού σχεδιασμού χρησιμοποιείται τεχνητός φωτισμός. Ο τεχνητός φωτισμός επιτυγχάνεται με τους πιο οικονομικούς λαμπτήρες και τα πιο εξελιγμένα μέσα. Επιπλέον, μέσω ειδικών αυτοματοποιημένων συστημάτων φωτισμού ο τεχνητός φωτισμός χρησιμοποιείται μόνο τις ώρες που αυτό απαιτείται.

Κοινόχρηστοι χώροι

Η ρεσεψιόν και το σαλόνι του ξενοδοχείου έχουν νότιο προσανατολισμό και μεγάλα ανοίγματα επιφάνειας 26,65m² τα οποία φωτίζουν επαρκώς τους νότιους μπροστινούς χώρους του ξενοδοχείου. Στη συνέχεια, υπάρχει το κεντρικό αίθριο επιφάνειας 125m² το οποίο, επίσης, προσφέρει φωτισμό στον κεντρικό χώρο της ρεσεψιόν αλλά και στους διαδρόμους του ξενοδοχείου οι οποίοι υπάρχουν στους υπερκείμενους ορόφους. Στο

αίθριο χρησιμοποιούνται φωτοχρωμικοί υαλοπίνακες Επιπλέον, το υλικό των στηθαίων στους διαδρόμους αποτελείται από ημιδιαφανές γυαλί.

Το **εστιατόριο και το φουαγιέ** είναι, επίσης, σχεδιασμένα έτσι ώστε όλη η νότια όψη τους να είναι ανοιχτή επιφάνεια εμβαδού 84 m^2 και στην ανατολική και δυτική πλευρά υπάρχει άνοιγμα στον κάθε χώρο εμβαδού $6,1 \text{ m}^2$. Σύμφωνα με τα παραπάνω, κατά τις πρωινές ώρες, σε συνδυασμό με τα απαραίτητα μέσα σκίασης αλλά και με υαλοπίνακες χαμηλής εκμπεψιμότητας για να αποφευχθούν φαινόμενα υπερθέρμανσης και θάμβωσης, οι δυο αυτές αίθουσες βάθους $8,40\text{m}$ εξασφαλίζονται πλήρως από τα επιθυμητά επίπεδα φυσικού φωτισμού και ο τεχνητός φωτισμός δεν κρίνεται απαραίτητος.

Ο χώρος της **κουζίνας** εμβαδού $248,33\text{m}$ έχει 2 βορινά ανοίγματα εμβαδού $1,20*1,12=1,35\text{m}^2$ και $0,60*1,12=0,672\text{m}^2$ έκαστο. Επιπλέον, διαθέτει και δυο ανατολικά ανοίγματα εμβαδού $1,35\text{m}^2$ το κάθε ένα. Τα ανοίγματα αυτά αν και παρέχουν κάποια στοιχειώδη ποσοστά φυσικού φωτισμού δεν καλύπτουν την απαίτηση για το 10% του φωτιζόμενο χώρο. Έτσι, λόγω της ιδιαιτερότητας του χώρου ο φωτισμός ενισχύεται μέσω 3 ειδικών φωτοσωλήνων διαμέτρου (0.5m) οι οποίοι καταλήγουν στο φυτεμένο δώμα του 1^{ου} ορόφου. Η αποθήκη της κουζίνας διαθέτει 2 φωτοσωλήνες και ένα μικρό άνοιγμα $0,672 \text{ m}^2$ για τη διατήρηση ορισμένου ελάχιστου επιπέδου φωτισμού.



Εικόνα 7.11: Φυτεμένο δώμα και φωτοσωλήνες [115]

Επιπλέον, οι βοηθητικοί χώροι της αίθουσας συνεδρίων διαθέτουν ο κάθε ένας από ένα και δύο βορινά ανοίγματα εμβαδού $1,35\text{m}^2$ αλλά και ειδικούς φωτοσωλήνες διαμέτρου (0.5m). Λόγω του μακρόστενου σχήματος των χώρων, η τοποθέτηση αρκετών ανοιγμάτων κρίθηκε απαραίτητη.

Η αίθουσα συνεδριάσεων εξυπηρετεί έναν ειδικό σκοπό και για αυτό το λόγο τα ανοίγματα περιτεύουν. Έτσι, τοποθετείται ένα άνοιγμα εμβαδού $1,35\text{m}^2$ το οποίο εξυπηρετεί ανάγκες αερισμού κατά τη διάρκεια που η αίθουσα δε χρησιμοποιείται ή κατά τη διάρκεια της νύχτας. Ο φωτισμός της αίθουσας ρυθμίζεται ως επί το πλείστον

με φωτιστικά. Επίσης, στην αποθήκη δίπλα στην αίθουσα συνεδριάσεων υπάρχει ένα άνοιγμα εμβαδού $1,35\text{m}^2$.

Τέλος, τα γραφεία στο πίσω μέρος του ξενοδοχείου με εμβαδόν περί τα 25m^2 διαθέτουν από ένα άνοιγμα εμβαδού $1,35\text{m}^2$. Το γραφείο εμβαδού 21.53m^2 διαθέτει, επίσης, ένα άνοιγμα εμβαδού $1,35\text{m}^2$. Το βορειοανατολικό τελευταίο δωμάτιο έχει εμβαδόν 44m^2 και διαθέτει δύο κατακόρυφα ανοίγματα μήκους εμβαδού $1,35\text{m}^2$ έκαστο.

Όλα τα παράθυρα είναι **ανοιγόμενα κατά την οριζόντια διεύθυνση**.

Τα **4 βοηθητικά κλιμακοστάσια** πλαισιώνονται από γυαλί στη βορινή πλευρά του ξενοδοχείου επιτρέποντας το φυσικό φωτισμό τους καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Δωμάτια διαμονής

Στα δωμάτια διαμονής τα οποία έχουν προσανατολισμό νότιο και βόρειο γίνεται εκμετάλλευση της πρόσωσης του κάθε δωματίου με μεγάλα κατακόρυφα ανοίγματα ώστε ο φυσικός φωτισμός να είναι επαρκής και να γίνεται η ελάχιστη δυνατή χρήση των μηχανικών μέσων φωτισμού. Επιπλέον, στο τέλος των διαδρόμων υπάρχουν ανοίγματα ώστε να παρέχουν έναν ελάχιστο φωτισμό. Επειδή, όμως, αυτό το άνοιγμα δεν είναι επαρκές τοποθετούνται κατά μήκος των διαδρόμων του τελευταίου ορόφου φωτοσωλήνες διαμέτρου 0.5m οι οποίοι θα προσφέρουν μερικές ποσότητες επιπλέον φυσικού φωτισμού.

7.7 Ο τεχνητός φωτισμός στην ξενοδοχειακή μονάδα

Στα **δωμάτια** του ξενοδοχείου θα χρησιμοποιηθούν **λαμπτήρες τύπου LED** οι οποίοι έχουν απόδοση ισάξια των λαμπτήρων φθορισμού μικρού μεγέθους, ενώ η διάρκεια ζωής τους είναι ακόμα μεγαλύτερη. Οι λαμπτήρες LED καταναλώνουν έως και 80% λιγότερη ενέργεια από τους λαμπτήρες πυράκτωσης. Οι λαμπτήρες LED για οικιακή χρήση έχουν αποδείξει ότι μπορούν να αντικαταστήσουν αποτελεσματικά τόσο τους διαφανείς όσο και τους ημιδιαφανείς λαμπτήρες πυράκτωσης ισχύος έως 60Watt . [123] Στα δωμάτια θα υπάρχει **ροοστάτης** για τη ρύθμιση του φωτισμού ανάλογα με τις ανάγκες του επισκέπτη και τη μείωση της περίσσειας καταναλισκόμενης ενέργειας. Παρακάτω παρατίθεται μελέτη σχετικά με τα ενεργειακά οφέλη από την αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με λαμπτήρες LED στα δωμάτια και στους διαδρόμους του ξενοδοχείου.

Στους **κοινόχρηστους χώρους**, όπως το σαλόνι και η ρεσεψιόν, η αίθουσα συνεδριάσεων και οι διάδρομοι, θα χρησιμοποιηθούν **βελτιωμένοι λαμπτήρες πυράκτωσης** με τεχνολογία αλογόνου. Η βελτιωμένη κάψουλα αλογόνου τοποθετείται μέσα σε γυάλινο περίβλημα, ώστε το τελικό αποτέλεσμα να έχει την όψη ενός κλασικού λαμπτήρα πυράκτωσης με συμβατικό κάλυκα. [126] Με τον τρόπο αυτό, μπορούν να χρησιμοποιούνται αντί των συμβατικών λαμπτήρων πυράκτωσης που παράγουν φως ισοδύναμης ποιότητας με τους συμβατικούς λαμπτήρες πυράκτωσης, αλλά, με

κανονική χρήση, έχουν τη διπλάσια διάρκεια ζωής (2 χρόνια). Οι λαμπτήρες αυτοί είναι πλήρως συμβατοί σε μέγεθος με τα υπάρχοντα φωτιστικά και έχουν τη δυνατότητα αυξομείωσης της έντασης εάν χρησιμοποιηθούν με οποιοδήποτε ροοστατικό διακόπτη.

Επιπλέον, θα υπάρχουν φωτιστικά σώματα πολύ αποδοτικά τα οποία θα διαθέτουν οι ανακλαστήρες αλουμινίου με ανακλαστικότητα έως και 95%. Ακόμη, θα αποτελούνται από προσεκτικά σχεδιασμένα συστήματα ανακλαστήρων για να κατευθύνουν το φως από τους λαμπτήρες προς την απαιτούμενη κατεύθυνση. Αυτοί επιτρέπουν τη χρήση λιγότερων λαμπτήρων ή φωτιστικών για την παραγωγή συγκεκριμένης στάθμης φωτισμού.



Εικόνα 7.12: Βελτιωμένοι λαμπτήρες πυρακτώσεως [126]

Τα γραφεία και οι υπόλοιποι χώροι θα έχουν επίσης λαμπτήρες LED. Η κουζίνα μιας και αποτελεί χώρο εργασίας και ο λευκός χρωματισμός δε δημιουργεί αισθητικές διαφορές θα χρησιμοποιηθούν λαμπτήρες φθορισμού οι οποίοι αποτελούν την πλέον αποδοτική λύση αφού μπορούν να είναι έως και 8 φορές πιο αποδοτικοί από τους κοινούς λαμπτήρες πυράκτωσης.

Συστήματα ελέγχου φωτισμού στην ξενοδοχειακή μονάδα

Στους διαδρόμους του ξενοδοχείου και στο χώρο της ρεσεψιόν, κατά τις πρωινές και κατά τις απογευματινές ώρες θα υπάρχει σύστημα ελέγχου που θα διατηρεί το φωτισμό στα επιθυμητά επίπεδα, ρυθμιζόμενος από την ένταση του φυσικού φωτός που παρέχεται στον χώρο μέσω μια συσκευής φθορισμού ενεργειακής διαχείρισης. Η συσκευή προσαρμόζει τα επίπεδα φωτισμού στις αλλαγές του φυσικού φωτός κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ταυτόχρονα, θα υπάρχουν και διακόπτες που μπορούν να αυξήσουν την ένταση του φωτός σε περίπτωση που δεν κρίνεται ικανοποιητικός.

Κατά τις πρώτες πρωινές ώρες μετά τη 1:00 π.μ. όπου η κίνηση στους διαδρόμους είναι ιδιαίτερος μειωμένη θα υπάρχει ένας ελάχιστος φωτισμός με τη βοήθεια λαμπτήρων σποτ ενσωματωμένων στους τοίχους ώστε να ορίζουν τα όρια του διαδρόμου. Επιπλέον, θα υπάρχει ανιχνευτής κίνησης ο οποίος με το που θα εντοπίζει την παρουσία ανθρώπων θα επαναφέρει τα επίπεδα φωτισμού στα επιθυμητά για την ομαλή κίνηση των πελατών στον διάδρομο. Το σύστημα ελέγχου ύστερα από ορισμένα λεπτά χωρίς κίνηση θα σβήνει τα φωτά διατηρώντας το ελάχιστο φως. Ο φωτισμός θα επανέρχεται στα φυσιολογικά επίπεδα και θα ρυθμίζεται από τη συσκευή φθορισμού ενεργειακής

διαχείρισης στις ώρες αύξησης της κυκλοφορίας από τις 7:00 π.μ και μετά με τη βοήθεια χρονοδιακόπτη. Οι εργαζόμενοι του ξενοδοχείου οφείλουν να ενημερώνουν τους πελάτες για το σύστημα ελέγχου του φωτισμού και πως μπορούν να αλληλεπιδρούν με αυτό.

Μια ακόμη αρχή είναι η εξής: στους χώρους οι οποίοι δεν χρησιμοποιούνται τα φώτα θα παραμένουν πάντοτε σβηστά.

7.8 Μελέτη ενεργειακής απόδοσης λαμπτήρων

Η μελέτη των λαμπτήρων σε όλους τους ορόφους του ξενοδοχείου έχει ως στόχο την καταγραφή της **εξοικονόμησης ενέργειας** στο έργο χάρη στην οικονομική απόδοση των λαμπτήρων LED. Στην παρακάτω μελέτη μετρήθηκαν όλοι οι λαμπτήρες που έχουν οι διάδρομοι αλλά και τα διαφορετικά δωμάτια του ξενοδοχείου ούτως ώστε να γίνει η σύγκριση των νέων υπεραποδοτικών λαμπτήρων LED* σε σχέση με τους πιο παλιούς οικονομικούς παράλα αυτά λαμπτήρες πυράκτωσης*. Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκε η παραδοχή του συντελεστή ταυτόχρονης κατανάλωσης σύμφωνα με τον οποίο μετράται (συντηρητικά) το ποσοστό του 24ωρου στο οποίο μπορεί να είναι αναμμένα όλα τα φώτα ταυτόχρονα. Ο συντελεστής αυτός διαφοροποιείται μεταξύ των διαδρόμων και των δωματίων. Στους διαδρόμους τοποθετούνται στους τοίχους, χαμηλά, σποτ χαμηλής φωτεινότητας δυο ανά ενάμισι μέτρο εκτός από την περιοχή του κλιμακοστασίου όπου τοποθετούνται στη μία πλευρά. Επίσης, τοποθετούνται 3 λαμπτήρες LED ανά 2 μέτρα στην οροφή των διαδρόμων τα οποία τις νυκτερινές ώρες, όπως προαναφέραμε, παραμένουν σβηστά και ενεργοποιούνται με ανιχνευτή κίνησης. Εξαιρέση σε αυτό, αποτελεί και πάλι η περιοχή του κλιμακοστασίου και των ασανσέρ όπου οι 15 λαμπτήρες είναι συνεχώς αναμμένοι.

Τελικώς, προσμετρήθηκαν οι μειωμένες εκπομπές CO₂ οι οποίες απελευθερώνονται από τους συγκεκριμένους λαμπτήρες καθώς και το ποσοστό CO₂ το οποίο επιτυγχάνεται να μην απελευθερωθεί.

*Τα στοιχεία για την κατανάλωση των λαμπτήρων και των συσκευών βρέθηκαν από τις εξής πηγές [128,129,130]. Τα στοιχεία για την αντιστοιχία CO₂–Kwh από [131]

ΜΕΤΡΗΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΔΩΜΑΤΙΩΝ

<u>Τυπικός όροφος</u>						
Δωμάτια δίκλινα	13	Οροφή	Πλάγια κρεβατιού	Λαμπατέρ	Σύνολο λαμπτήρων	Σύνολο λαμπτήρων ανά όροφο
Υπνοδωμάτια	13	4	2	1	7	91
Χωλ	13	1			1	13
Λουτρό	13	2			2	26
Άθροισμα λαμπτήρων					10	130
Δωμάτια μονόκλινα	13	Οροφή	Πλάγια κρεβατιού	Λαμπατέρ	Σύνολο λαμπτήρων	Σύνολο λαμπτήρων ανά όροφο
Υπνοδωμάτια	13	4	1	1	6	78
Χωλ	13	1			1	13
Λουτρό	13	2			2	26
Άθροισμα λαμπτήρων					9	117
Δωμάτια μικρές σουίτες	10	Οροφή	Πλάγια κρεβατιού	Λαμπατέρ	Σύνολο λαμπτήρων	Σύνολο λαμπτήρων ανά όροφο
Υπνοδωμάτια	10	4	2	1	7	70
Χωλ	10	1			1	10
Λουτρό	10	3			3	30
Άθροισμα λαμπτήρων					11	110
Σουίτα	1	Οροφή	Πλάγια κρεβατιού	Λαμπατέρ	Σύνολο λαμπτήρων	Σύνολο λαμπτήρων ανά όροφο
Υπνοδωμάτια	1	5	4	1	10	10
Χωλ	1	1			1	1
Λουτρό	1	3			3	3
Άθροισμα λαμπτήρων					14	14
<u>Σύνολο λαμπτήρων σε 4 τυπικούς ορόφους</u>						<u>1.484</u>

<u>5ος όροφος</u>		
		Σύνολο λαμπτήρων
Δωμάτια δίκλινα	10	100
Δωμάτια μονόκλινα	8	72
Δωμάτια μικρές σουίτες	10	110
<u>Σουίτα</u>	1	14
<u>Σύνολο λαμπτήρων στον όροφο</u>		<u>296</u>

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΑΜΠΙΤΗΡΩΝ LED - ΛΑΜΠΙΤΗΡΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

Κατανάλωση λαμπτήρα LED (kwatt)	0,005
Συνολική κατανάλωση(kwatt)	8,9
Συντελεστής ταυτόχρονης κατανάλωσης	0,25
Συνολική κατανάλωση με Σ.Τ.Κ (kwatt)	2,225
Ώρες λειτουργίας ημερησίως	24
Μέση ετήσια κατανάλωση(kwh)	19.491

Κατανάλωση οικονομικού λαμπτήρα πυρακτώσεως (kwatt)	0,02
Συνολική κατανάλωση(kwatt)	35,6
Συντελεστής ταυτόχρονης κατανάλωσης	0,25
Συνολική κατανάλωση με Σ.Τ.Κ (kwatt)	8,9
Ώρες λειτουργίας ημερησίως	24
Μέση ετήσια κατανάλωση(kwh)	77.964

Κέρδος

58.473kwh

ΜΕΤΡΗΣΗ ΛΑΜΠΙΤΗΡΩΝ ΔΙΑΔΡΟΜΩΝ

<u>Τυπικός όροφος</u>			
Διάδρομοι	Μήκος (m)	Αριθμός λαμπτήρων LED σποτ	Αριθμός λαμπτήρων LED
1	35,9	40	36
2	35,9	40	36
3	12,1	8	12
4	12,1	16	12
5	23,4	28	24
Σύνολο	119,4	132	120
Σύνολο σε 4 ορόφους	477,6	528	480
<u>5ος όροφος</u>			
Διάδρομοι	Μήκος (m)	Αριθμός λαμπτήρων LED σποτ	Αριθμός λαμπτήρων LED
1	35,9	40	36
2	35,9	40	36
3	12,1	8	12
4	12,1	16	12
5	14,22	20	14
Σύνολο	110,22	124	110

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ LED - ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

Άθροισμα λαμπτήρων σποτ σε όλους τους ορόφους	652
Άθροισμα λαμπτήρων σε όλους τους ορόφους	590
Κατανάλωση LED σποτ (kWatt)	0,003
Κατανάλωση LED λαμπτήρων (kWatt)	0,006
Συντελεστής ταυτόχρονης κατανάλωσης σπότ	1
Συντελεστής ταυτόχρονης κατανάλωσης λαμπτήρων	0,4
Συνολική Κατανάλωση λαμπτήρων σποτ με Σ.Τ.Κ (kWatt)	1,925
Συνολική Κατανάλωση λαμπτήρων με Σ.Τ.Κ (kWatt)	1,416
Μέση ετήσια κατανάλωση λαμπτήρων σπότ (kWh)	16.863
Μέση ετήσια κατανάλωση λαμπτήρων (kWh)	12.404,16
Μέση ετήσια κατανάλωση (kWh)	29.267,16

Κατανάλωση σποτ πυράκτωσης (kWatt)	0,016
Κατανάλωση λαμπτήρων πυράκτωσης οικονομίας (kWatt)	0,02
Συντελεστής ταυτόχρονης κατανάλωσης σποτ	1
Συντελεστής ταυτόχρονης κατανάλωσης λαμπτήρων	0,4
Συνολική κατανάλωση λαμπτήρων σποτ με Σ.Τ.Κ (kWatt)	10,432
Συνολική κατανάλωση λαμπτήρων με Σ.Τ.Κ (kWatt)	4,72
Μέση ετήσια κατανάλωση λαμπτήρων σπότ (kWh)	91.384,32
Μέση ετήσια κατανάλωση λαμπτήρων (kWh)	41.347,2
Μέση ετήσια κατανάλωση (kWh)	132.731,52

Κέρδος

103.464,36 kwh

Άρα, το συνολικό κέρδος από τους λαμπτήρες LED είναι (58.473kwh + 103.464,36kwh)= **161.937,36kwh** ετησίως. Το κέρδος αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς αντιστοιχεί σε περισσότερα ενεργειακά κέρδη από μια επιπλέον φωτοβολταϊκή εγκατάσταση αν θα ήταν δυνατό να κατασκευασθεί. Το ποσοστό της εξοικονόμησης ενέργειας είναι ίσο με [(210.695,52-48.758,16)/ 210.695,52]=**76,8%** σε σύγκριση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης οικονομίας.

Η ποσότητα CO₂ η οποία απελευθερώνεται στο περιβάλλον είναι ίση με :

$$0,65 \text{ Kg}_{\text{CO}_2}/\text{kwh} * 48.758,16 \text{ kwh} = 31.692,8 \text{ Kg}_{\text{CO}_2} \approx \mathbf{32 \text{ tn CO}_2}$$

Η ποσότητα CO₂ η οποία εξοικονομείται από τη χρήση λαμπτήρων LED είναι ίση με:

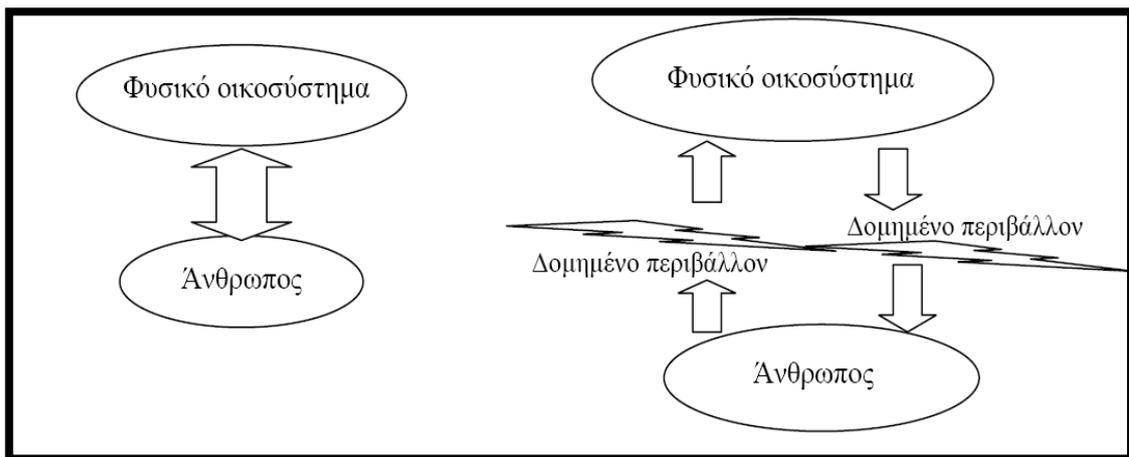
$$0,65 \text{ Kg}_{\text{CO}_2}/\text{kwh} * 161.937,36 \text{ kwh} = 105.259,28 \text{ Kg}_{\text{CO}_2} \approx \mathbf{105,3 \text{ tn CO}_2}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

8.1 Το δομημένο περιβάλλον και το φυσικό οικοσύστημα

Μέχρι τώρα, οι τεχνολογίες δόμησης και η «διεθνής» αρχιτεκτονική του αναπτυγμένου κόσμου, όπως διαμορφώθηκαν στη δεκαετία του 20^{ου} αιώνα, διέπονται από την αρχή του απόλυτου διαχωρισμού του δομημένου χώρου από το φυσικό περιβάλλον, την ακατάπαυστη μάχη για την επιβολή του πρώτου πάνω στο δεύτερο και την παγίωση μιας ανταγωνιστικότητας μεταξύ τους. Τα κτίρια μας, οι πόλεις και τα μεγάλα αστικά κέντρα εισβάλλουν στο φυσικό χώρο βίαια και επιθετικά, τον ρυπαίνουν και τον καταστρέφουν.

Στις μέρες μας, ευτυχώς, αρχίζει να γίνεται κατανοητή η αλληλεπίδραση του δομημένου και του φυσικού περιβάλλοντος. Το δομημένο περιβάλλον, η πόλη, το κτίριο, είναι ένα φίλτρο που αποσκοπεί στην ευημερία του ανθρώπου. Ο ρόλος του είναι να προστατεύει τον άνθρωπο από τις εναλλαγές και τις επιθέσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος. Το κτίριο, λοιπόν, είναι μια δράση του ανθρώπου που προστατεύει τον άνθρωπο από το εξωτερικό περιβάλλον.



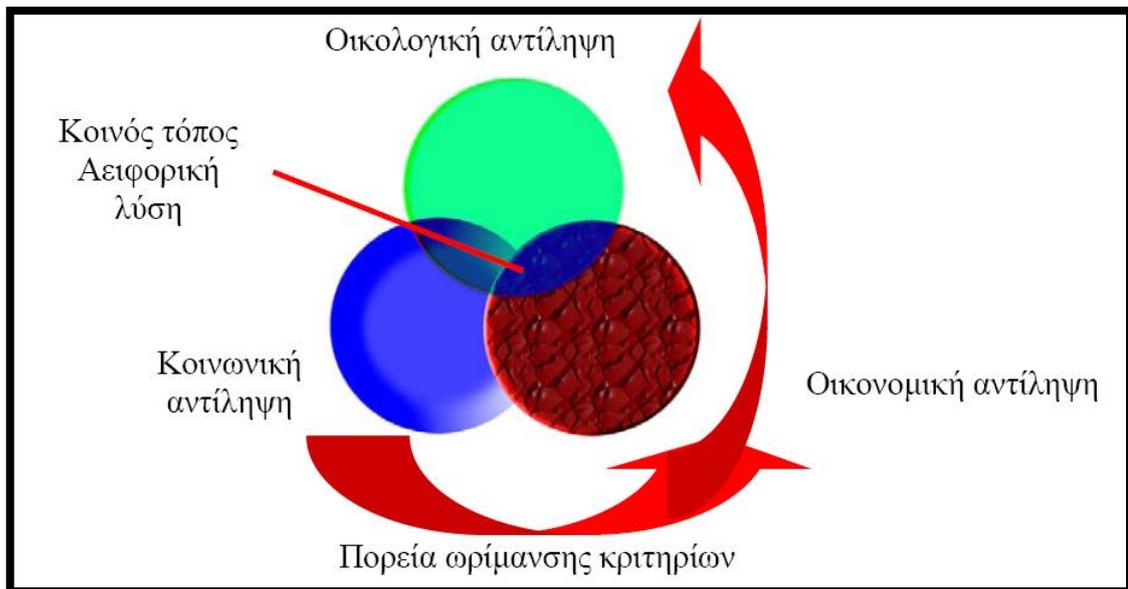
Εικόνα 8.1: Συσχετισμός ανθρώπου και φυσικού οικοσυστήματος [132]

Το κτίριο ως δράση του ανθρώπου επιδρά και αυτό στο περιβάλλον. Το κτίριο μπορεί να προκύπτει ως απόβλητο μετά τη χρήση του, ή μπορεί ακόμα και κατά τη φάση της λειτουργίας του να επιδρά αρνητικά στον περιβάλλοντα χώρο του. Για το λόγο αυτό, αναπτύσσονται διάφορα κριτήρια που καθορίζουν την οικολογική συμπεριφορά του κτιρίου, η οποία ορίζεται ως η βελτιστοποίηση των θετικών δράσεων, και η ελαχιστοποίηση των αρνητικών δράσεων που μπορεί να έχει ένα κτίριο έναντι του ανθρώπου και του φυσικού οικοσυστήματος.

Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν είναι δυνατή η εφαρμογή περιβαλλοντολογικής προτεραιότητας εκ του μηδενός σε υλικά δόμησης. Είναι, όμως, κατανοητή η αναγκαιότητα να αρχίζουν να εφαρμόζονται σταδιακά και όπου είναι δυνατόν,

οικολογικές λύσεις. Υπάρχουν τρία κριτήρια για την εφαρμογή της περιβαλλοντολογικής προτεραιότητας.

- Η κοινωνική αντίληψη
- Η οικονομική αντίληψη
- Η οικολογική αντίληψη



Εικόνα 8.2: Πορεία ωρίμανσης κριτηρίων [132]

Η κοινωνική αντίληψη οραματίζεται ένα δομημένο περιβάλλον, με βέλτιστες ανέσεις απομονωμένο από το οικοσύστημα, σύμφωνα με τη σημερινή επικρατούσα άποψη. Η οικονομική αντίληψη οραματίζεται μια εύκολη κατασκευή ελαχιστοποιώντας το κόστος που μπορεί να προκύψει από τις ανάγκες που έχουν διατυπωθεί από τις κοινωνικές αντιλήψεις. Η οικολογική αντίληψη επιδιώκει τη διατήρηση της βιόσφαιρας, μπορεί να έχει αρκετό κόστος και υπάρχει το ενδεχόμενο να οδηγήσει σε «άβολη» και «δύσκολη» επίλυση ενός αντικειμένου.

Κατά κανόνα, οι αντιλήψεις αυτές κατευθύνονται από διαφορετικό όραμα. Για το λόγο αυτό, πολλές φορές αλληλοσυγκρούονται. Όταν, όμως, υπάρχει η παιδεία και το οικολογικό ήθος, υπάρχει η δυνατότητα να διερευνηθεί ένας κοινός τους τόπος. Η κοινή συνισταμένη των ανωτέρω είναι η **βέλτιστη-αειφορική** λύση.

Η αειφόρος (βιώσιμη) ανάπτυξη έχει ως στόχο την ορθολογική διαχείριση των φυσικών πόρων, με τρόπο ώστε να καλύπτονται οι ανθρώπινες ανάγκες του παρόντος, ενώ ταυτόχρονα να μην υπονομεύεται η κάλυψη των αναγκών του μέλλοντος. Με άξονα τη συλλογιστική αυτή, σήμερα αναπτύσσονται κριτήρια με τα οποία το κτίριο, στο σύνολό του, να είναι φιλικό προς το περιβάλλον και να εκφράζει τον κοινό τόπο των αντιλήψεων που αναφέρθηκαν. Στην προσπάθεια επίτευξης της αειφορίας συμμετέχει ο

σχεδιασμός του κτιρίου, η θερμική του συμπεριφορά, η αξιοποίηση των φυσικών πόρων, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και φυσικά τα υλικά του κτιρίου. [132]

8.2 Χαρακτηριστικά οικολογικού δομικού υλικού

Τα κριτήρια για να χαρακτηριστεί ένα υλικό οικολογικό δεν είναι μονοσήμαντα. Η επιλογή των υλικών για την κατασκευή, τη συντήρηση και τον εξοπλισμό ενός κτιρίου εξαρτάται άμεσα από μια σειρά από οικονομικές, περιβαλλοντολογικές και ενεργειακές παραμέτρους. Ο κύκλος των εργασιών που συνδέεται με την παραγωγή και τη διακίνηση των δομικών υλικών είναι τεράστιος και κατ' επέκταση τα κριτήρια επιλογής υλικών έχουν μεγάλη σημασία. Τα υλικά διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την **ποιότητα του εσωτερικού**, άρα των κτιρίων και μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στην **υγεία των χρηστών**. Παράλληλα, τα υλικά καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη **θερμική και οπτική συμπεριφορά των κτιρίων** και επηρεάζουν το εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία παραγωγής των υλικών, ο κύκλος ζωής τους και η τελική τους διάθεση (απόρριψη) έχει σημαντικές επιπτώσεις στο γενικότερο περιβάλλον.

Στα νέα αναπτυσσόμενα υλικά, γίνεται προσπάθεια να μην έχουν αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Στόχος τους θα είναι να έχουν θετικό εποικοδομητικό ρόλο στο οικοσύστημα. Επειδή, όμως, ιδεατά υλικά δεν υπάρχουν, για το λόγο αυτό ο μηχανικός θα πρέπει να εντάσσει στο κτίριο οικοδομικά υλικά που να μπορούν να ικανοποιούν ολικώς ή και μερικώς τις παρακάτω παραμέτρους:

- Τη **μικρή ενσωματωμένη ενέργεια** των υλικών, η οποία εξαρτάται από τη διαδικασία παραγωγής και μεταφοράς
- Την ικανότητα του προϊόντος να **ανακυκλώνεται** (επαναχρησιμοποίηση του προϊόντος)
- Την επιλογή του **χρόνου ζωής** των υλικών
- Τον έλεγχο της **τοξικότητας** των υλικών
- Άλλες παραμέτρους που σχετίζονται με την **οικολογική συμπεριφορά** των υλικών, όπως οι εκπομπές των υλικών σε CO₂ και NO_x κατά τη διάρκεια παραγωγής τους. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ιδιαίτερος η μείωση της εκπομπής CO₂ καθώς μελετάμε και το μηδενισμό του ανθρακικού αποτυπώματος της ξενοδοχειακής μονάδας. [132, 133]

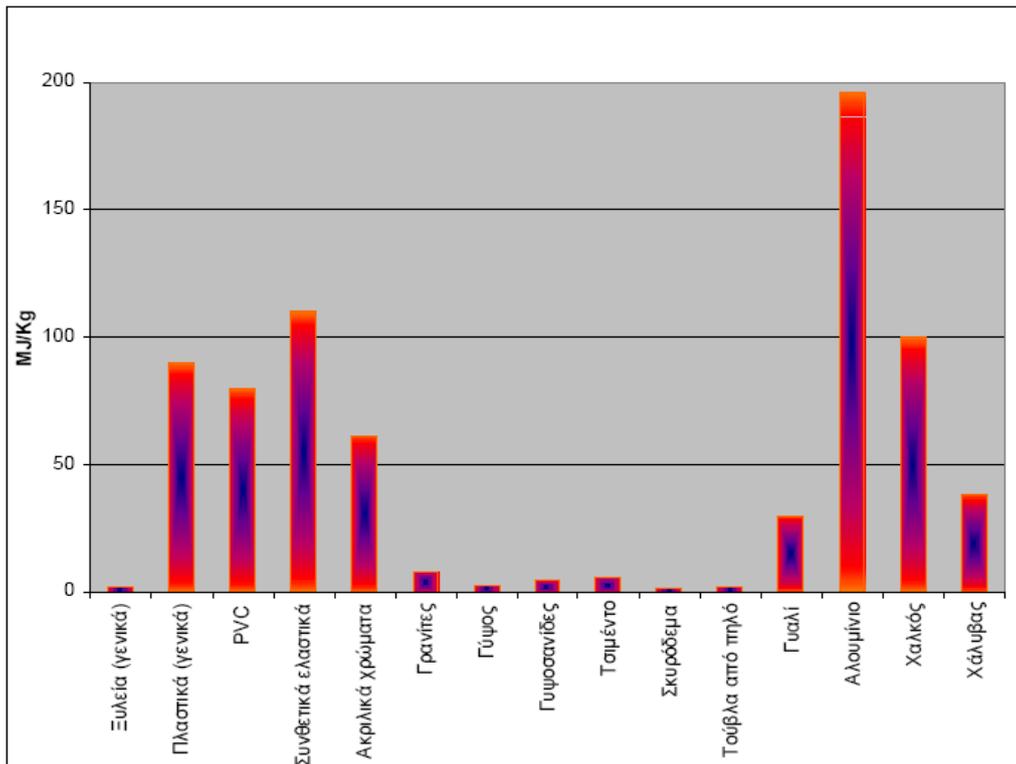
8.2.1 Ενσωματωμένη ενέργεια

8.2.1.1 Γενικά

Ενσωματωμένη ενέργεια είναι η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα προϊόν. Η κατανάλωση της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή, τη δημιουργία, τη μεταφορά του προϊόντος που παρασκευάζεται αφορούν στην ενσωματωμένη ενέργειά του.

Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού είναι μείζονος σημασίας καθώς **υλικά με μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια προκαλούν, γενικά, κατά τη διαδικασία παραγωγής μεγάλες εκπομπές CO₂ και θερμική ρύπανση.**

Τα διαγράμματα που ακολουθούν και αναφέρονται στην ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών είναι ποιοτικού χαρακτήρα μιας και η ενσωματωμένη ενέργεια περιέχει πολλές μεταβλητές παραμέτρους για κάθε διαφορετική περίπτωση αλυσίδας παραγωγής ενός υλικού. Ενδεικτικά αναφέρεται για διάφορα υλικά το ποσό της ενσωματωμένης ενέργειας.



Διάγραμμα 8.1: Ενσωματωμένη ενέργεια για συνήθη υλικά [132]

Το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει από αποτελέσματα διαφόρων ερευνών της διεθνούς βιβλιογραφίας.

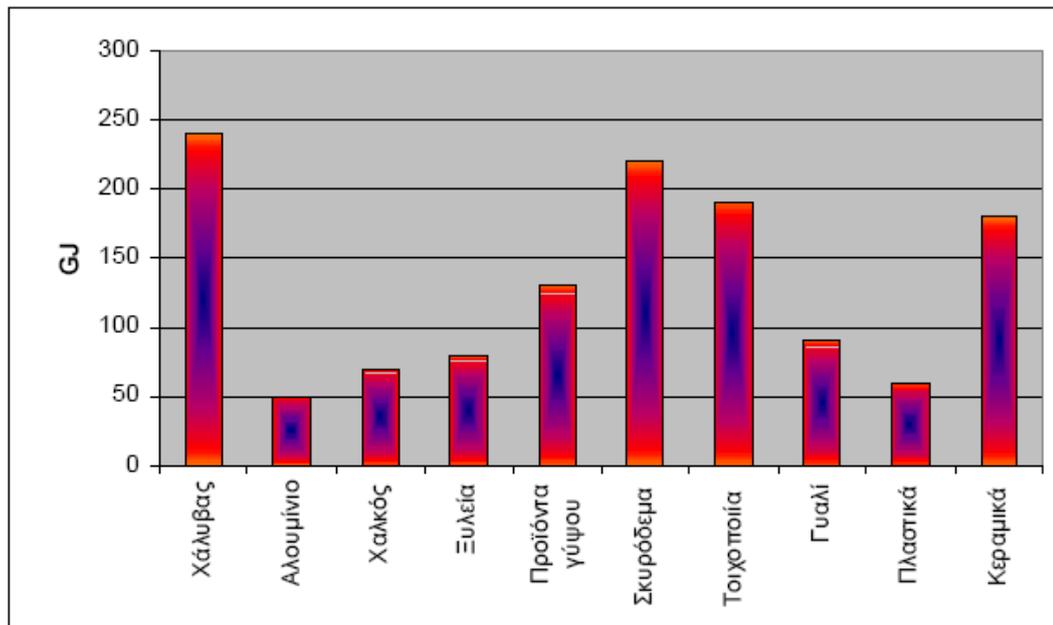
Οι τιμές αυτές διαφοροποιούνται σύμφωνα με τις παρακάτω παρατηρήσεις:

- Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού το οποίο παράγεται σε μια χώρα με συγκεκριμένη παραγωγική διαδικασία είναι πολύ πιθανόν να διαφέρει σημαντικά από την αντίστοιχη ενσωματωμένη ενέργεια του ίδιου υλικού το οποίο παράγεται σε άλλη χώρα με διαφορετική παραγωγική διαδικασία
- Αξίζει να σημειωθεί ότι στην ενσωματωμένη ενέργεια περιλαμβάνουμε και την ενέργεια μεταφοράς του υλικού στην τελική του θέση.

Είναι γνωστό ότι στην κατασκευή ενός κτιρίου χρησιμοποιούνται, συνήθως, πολλά και διαφορετικά υλικά με διαφορετικό ποσοστό συμμετοχής το καθένα. Έτσι, λοιπόν, η

συνολική ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών του κτιρίου προκύπτει σύμφωνα με το ποσοστό συμμετοχής κάθε υλικού στην κατασκευή.

Από μελέτες έχει προκύψει ότι για ένα τυπικό διώροφο κτίριο η ενσωματωμένη ενέργεια που έχει καταναλωθεί σε κάθε κατασκευαστικό μέρος είναι:



Διάγραμμα 8.2: Ενσωματωμένη ενέργεια σε τυπικό διώροφο κτίριο [132]

Από την τελική επιλογή των υλικών, λοιπόν, καθώς επίσης και την κατασκευαστική λύση που θα προταθεί, προκύπτει το ποσό της ενσωματωμένης ενέργειας της κατασκευής.

Στην ουσία, η μείωση της ενσωματωμένης ενέργειας της κατασκευής επιτυγχάνεται με τη μείωση των χρησιμοποιούμενων υλικών. Υλικά που αγοράζονται χωρίς να χρησιμοποιούνται, κτίρια που σχεδιάζονται για να καλύψουν ανάγκες που δεν υπάρχουν δεν αποτελούν οικολογικό σχεδιασμό εφόσον είναι άχρηστα, προκύπτουν ως απόβλητα, ενώ ταυτόχρονα δαπανάται σημαντική ενέργεια.

Για την οικολογικά βέλτιστη κατασκευαστική λύση αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία τα τρία R (Reuse, Reduce, Recycling) επανάχρηση, εξοικονόμηση, ανακύκλωση. [132]

8.2.1.2 Παραγωγή και μεταφορά

Ένα υλικό που δεν επιβαρύνει περιβαλλοντικά με τη συλλογή των πρώτων υλών του από τη φύση, μπορεί να προκαλέσει οικολογική ζημιά μέσω της παραγωγικής του διαδικασίας (κατεργασία-μεταφορά).

Η μεταφορά ενός υλικού από τη θέση παραγωγής στη θέση εφαρμογής του είναι επίσης ένα κριτήριο που επηρεάζει την οικολογική θέση του υλικού. Επιλέγοντας υλικά τα οποία παράγονται κοντά στον τόπο κατασκευής μειώνεται το ποσό των καυσίμων και κατ' επέκταση της ενέργειας που απαιτείται για τη μεταφορά τους. Αξίζει να σημειωθεί πως από μελέτες έχει προκύψει ότι ο σιδηρόδρομος είναι οκτώ φορές οικονομικότερος και οικολογικότερος από τη μεταφορά των υλικών με αυτοκίνητα. [132]

8.2.2 Ανακύκλωση

Ένα ακόμα σημαντικό κριτήριο για την επιλογή των υλικών κατασκευής ενός κτιρίου είναι η ικανότητα των υλικών αυτών να ανακυκλώνονται. Η ανακύκλωση είναι μια απόπειρα του ανθρώπου να μιμηθεί τους κύκλους της φύσης, οι οποίοι, γενικά, αποτελούν θετικά παραδείγματα αποτελεσματικής λειτουργίας και σταθερότητας. Πραγματικά, οι φυσικοί κύκλοι δε χρειάζονται τροφοδότηση με πρώτες ύλες και δε δημιουργούν απόβλητα. Επομένως, είναι παραδείγματα τέλει ανακύκλωσης.

- **Ανακυκλώμενα πρωτογενώς** είναι τα προϊόντα που ανακτώνται από τα υλικά κατεδάφισης- «απορρίμματα».
- **Ανακυκλώμενα δευτερογενώς** είναι τα υλικά που προκύπτουν ως παραπροϊόντα άλλων διεργασιών (εξορυκτική βιομηχανία, σκωρίες, πριονίδι).

Συνήθως, μετά από την κατασκευή του έργου και κατά το τελικό στάδιο του κύκλου ζωής, προκύπτει το εξής ερώτημα: **κατεδάφιση και υλικά «απορρίμματα» ή κατεδάφιση και επαναχρησιμοποίηση των υλικών;** Πολλές φορές, ένα υλικό μπορεί να απαιτεί μεγαλύτερο κόστος και ενέργεια για να το ανακυκλώσουμε ή να το επαναχρησιμοποιήσουμε παρά να το παράγουμε εξ' αρχής. Εδώ προκύπτει η ηθική πλευρά της ανακύκλωσης η οποία οφείλει να επιβάλλεται.

Γενικά, ισχύει η αρχή ότι **τα υλικά τα οποία έχουν μικρή διαδικασία βιομηχανικής παραγωγής, ανακυκλώνονται εύκολα.** Αντίθετα, τα υλικά τα οποία έχουν υποστεί πολύπλοκες διαδικασίες από τον άνθρωπο (υψηλές θερμοκρασίες και σύνθετες χημικές αντιδράσεις), είναι δύσκολο όταν υποστούν γήρανση να ανακυκλωθούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της κατηγορίας αυτής είναι τα πλαστικά. Φυσικά, υλικά που βιοδιασπώνται είναι τα καλύτερα και γηράσκουν ομαλά, ακολουθώντας τη ροή και τους χρόνους της φύσης.

Σήμερα, πολλές φορές, η κατασκευή γίνεται αποδέκτης υλικών «απορριμμάτων» και τα υλικά που εντάσσονται μέσα σε αυτή έχουν προκύψει από κάποια άλλη παραγωγική διαδικασία.

Μέχρι σήμερα, έχουν αξιοποιηθεί σημαντικά τα πριονίδια του ξύλου για την παραγωγή ινοσανίδων και μοριοσανίδων ενώ έχουν αξιοποιηθεί και άλλα περισσότερο ευφάνταστα υλικά όπως τα πτίλα (πούπουλα) που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή αερικού σκυροδέματος. Επίσης, γίνονται προσπάθειες να απορροφηθούν και άλλα υλικά στο κτίριο έτσι ώστε το κτίριο να αποτελέσει επί της ουσίας μια αποθήκη

«άχρηστων» υλικών και να μην απαιτείται εξόρυξη ή παραγωγή νέων υλικών. Στις ΗΠΑ εφαρμόζονται ήδη δομικά στοιχεία από άχυρα για την κατασκευή ακόμα και φερόντων στοιχείων.

Στην Ελλάδα γίνεται χρήση της ιπτάμενης τέφρας, η οποία προκύπτει από απόβλητο από εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο λιγνίτη. Η ιπτάμενη τέφρα χρησιμοποιείται ως αδρανές για το σκυρόδεμα και έχει αρχίσει να έχει ευρεία εφαρμογή. Η τοξικότητα της, ωστόσο, περιορίζει τη χρήση της σε κατασκευές που δεν είναι σε άμεση επαφή με τον άνθρωπο. Στην Ελλάδα το έτος 1998 κατασκευάστηκε το μεγαλύτερο φράγμα στον κόσμο από RCC (σκυρόδεμα με αδρανές ιπτάμενη τέφρα) στη θέση Πλατανόβρυση στο Νέστο. Παράλληλα υπάρχουν προτάσεις για την εφαρμογή του υλικού αυτού ως αδρανές στην οδοποιία.

Όσον αφορά στις υπάρχουσες κατασκευές τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν είναι:

- Δομικά στοιχεία από λίθους χωρίς κονίαμα (ξερολιθιά)
- Ορισμένα μονωτικά (εφόσον δεν έχουν υποστεί γήρανση και είναι σε καλή κατάσταση)
- Ξυλεία φέροντος οργανισμού κλπ
- Προϊόντα γύψου (γυψοσανίδες κλπ)
- Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δομικά στοιχεία όπως πόρτες, παράθυρα αλλά και είδη υγιεινής και έπιπλα.

Τούβλα, τσιμέντο και σκυρόδεμα δεν ανακυκλώνονται εύκολα ούτε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε νέες κατασκευές. Είναι δυνατή, όμως, η επεξεργασία τους και η επαναχρησιμοποίησή τους σαν υλικά διαμόρφωσης οριζόντιων επιφανειών και υλικών οδοποιίας.

Η επαναχρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει κατά 95% την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών, η οποία διαφορετικά θα χανόταν ως απόβλητο. [132]

8.2.3 Ο κύκλος ζωής ενός κτιρίου και των υλικών του

Ο κύκλος ζωής ενός οικοδομικού υλικού περιέχει τα εξής στάδια:

- Συλλογή-εξόρυξη
- Βιομηχανική παραγωγή-επεξεργασία
- Κατασκευή
- Χρήση της κατασκευής
- Κατεδάφιση
- Επανάχρηση, ανακύκλωση, βιοδιάσπαση

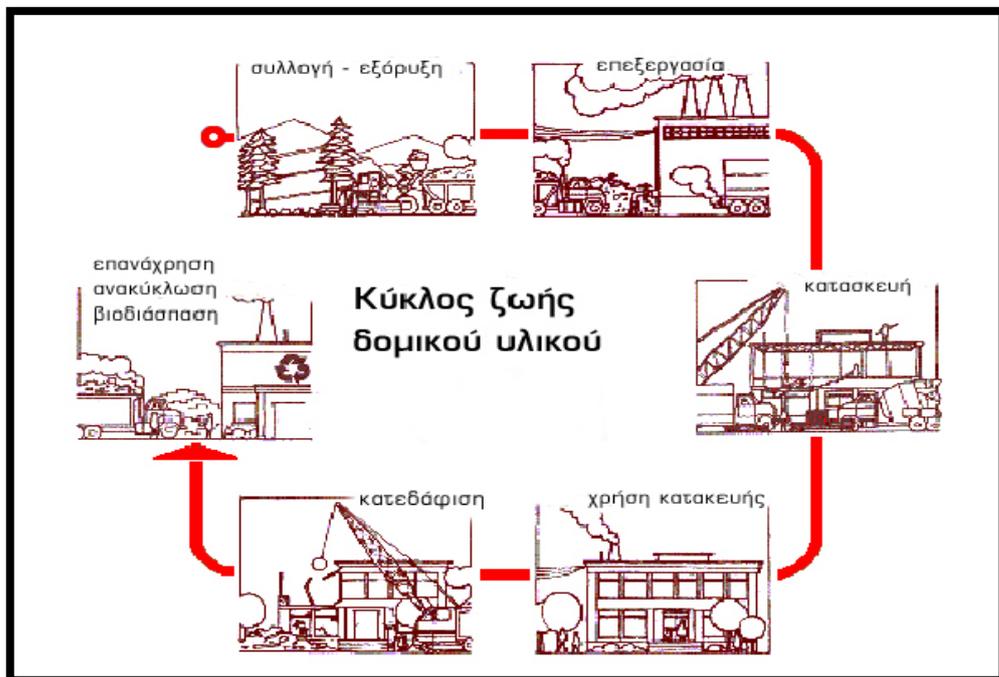
Για τα περισσότερα οικοδομικά υλικά το μεγαλύτερο μέρος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, βρίσκεται μεταξύ των δύο πρώτων σταδίων, αλλά καθώς μεγαλώνει το

πρόβλημα των αποβλήτων, στον περιορισμένο σε διαστάσεις πλανήτη μας, γνωρίζουμε ότι αυξάνεται σημαντικά το πρόβλημα που προκύπτει λόγω της κατεδάφισης και αποβολής τους.

Σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, από την εξόρυξή του, τη διαδικασία παραγωγής του μέχρι και τη χρήση του, παράγονται απόβλητα. Με την ολοκλήρωση της χρήσιμης διάρκειας ζωής του, το ίδιο το κτίριο θεωρείται άχρηστο και κατατάσσεται στην κατηγορία των αποβλήτων. Στη Δυτική Ευρώπη παράγονται ετησίως πέντε δισεκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων από τα οποία το 5% είναι κατασκευαστικά απόβλητα.

Είναι προφανές ότι η περιβαλλοντική επίπτωση των υλικών με μικρό χρόνο ζωής είναι πολύ μεγαλύτερη από υλικά που έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Το πρόβλημα που προκύπτει, όμως, σε όλες αυτές τις μελέτες είναι η πιστοποίηση της αντοχής των υλικών στο μεταλλαγμένο τόπο και χρόνο στον οποίο ζούμε. Για παράδειγμα, το μάρμαρο θεωρείτο, μέχρι και σήμερα, πολύ ανθεκτικό υλικό. Σήμερα όμως, λόγω της ατμοσφαιρικής μόλυνσης και της όξινης βροχής διαπιστώνουμε ότι γυψοποιείται και αποσαθρώνεται με ταχύτατους ρυθμούς. Αυτό σημαίνει ότι τα υλικά δεν έχουν πιστοποιηθεί στις νέες συνθήκες του περιβάλλοντος, πράγμα που δυσκολεύει ιδιαίτερα τον προσδιορισμό του χρόνου ζωής τους.

Παρακάτω δίνεται το διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής ενός δομικού υλικού.



Εικόνα 8.3: Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής ενός οικοδομικού υλικού [132]

Στην προσπάθεια να δομηθεί ένα οικολογικό αειφορικό μοντέλο διαχείρισης, η κάθε προσπάθεια μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούν τα κτίρια, θα ήταν απαραίτητο να εκτιμηθεί ως συνάρτηση ολόκληρου του κύκλου ζωής του έργου και των υλικών του.

Κύριος άξονας της εφαρμογής αυτού του κριτηρίου -κύκλου ζωής- είναι ότι: **το κτίριο ως λίκνο της μετενσάρκωσης των υλικών, πλεονεκτεί σε σχέση με τις περισσότερες καθαρές βελτιώσεις και διεξόδους, όπως η επανάχρηση και η ανακύκλωση.**

Αυτό γιατί, όπως είναι προφανές, δεν απαιτείται η εύρεση χώρου εναπόθεσης των υλικών κατεδάφισης καθώς επίσης παρέλκει το ενεργειακό κόστος για την κατεδάφιση και επανακατασκευή κτιρίου αντίστοιχων διαστάσεων. [132]

8.2.4 Τοξικότητα

Τοξικότητα είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές να αποτελούνται ή να περιέχουν ουσίες, οι οποίες ονομάζονται τοξικές και όταν απελευθερώνονται μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και την υγεία των χρηστών του κτιρίου.

Η ποιότητα του αέρα του εσωτερικού χώρου εξαρτάται από τα υλικά κατασκευής. Πολλές φορές, χρώματα, συγκολλητές ουσίες και άλλα υλικά που μπαίνουν στην τελική φάση της κατασκευής περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις οι οποίες είναι ιδιαίτερα τοξικές.

Συνεπώς, στην επιλογή ενός δομικού προϊόντος παίζει σπουδαίο ρόλο η τοξικότητα των συστατικών του έτσι ώστε να αποφευχθούν αυτά τα προϊόντα που παράγονται, κατασκευάζονται ή περιέχουν ουσίες επιβλαβείς για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ο κίνδυνος είναι οι ουσίες αυτές σε κάποια από τις φάσεις του κύκλου ζωής να διαφύγουν προς το περιβάλλον.

Έρευνες αποκαλύπτουν πως το 37% των δομικών προϊόντων είναι επιβλαβή για την υγεία (μέση τοξικότητα), ενώ το 2% είναι τοξικά ή λίαν τοξικά. Στα επιβλαβή για την υγεία περιλαμβάνονται προϊόντα που περιέχουν ουσίες ύποπτες ως καρκινογόνες και με δυνατότητα να μεταλλάσσονται. Έχει επίσης αποδειχθεί ότι το 8% των δομικών προϊόντων εμπίπτει στη κατηγορία των διαβρωτικών και ερεθιστικών ουσιών, που φέρουν στη συσκευασία τους το σχετικό σήμα που προβλέπεται από την οδηγία 67/548/ΕΟΚ για τις επικίνδυνες ουσίες.

Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου έχουν ομαδοποιηθεί ως εξής:

- Οξεία τοξικότητα
- Χρόνια τοξικότητα
- Αλλεργική δράση
- Ερεθισμός του δέρματος
- Μεταλλαξιογόνος δράση
- Καρκινογόνος δράση
- Αναπαραγωγικές ανωμαλίες και εμβρυοτοξικότητα
- Τοξική δράση στο ανοσοποιητικό και το νευρικό σύστημα

Παρακάτω δίνονται τα κυριότερα τοξικά υλικά:

ΟΥΣΙΑ/ΥΛΙΚΟ	ΧΡΗΣΗ/ΠΑΡΟΥΣΙΑ
Αμίαντος	Παλαιά κτίρια
Βενζόλιο	Βενζίνη
Πριονίδια ξύλου	Ξυλουργικές εργασίες
Νικέλιο	Ηλεκτροσυγκολλήσεις
Χρωμικός ψευδάργυρος	Αντισκωριακές στρώσεις
Κάδμιο	Επιχρίσματα
Ενώσεις χρωμίου	Βερνίκια ξύλου
Διοξίνες	Καμένα κτήρια
Χρωμικός μόλυβδος	Επιχρίσματα
Διγλωρομεθάνιο	Διαλύτες
Φορμαλδεΰδη	Συγκολλητικό
Συνθετικές ίνες	Μονώσεις
PCB	Λαμπτήρες αερίου
Χλωριομένοι υδρογονάνθρακες	διαλύτες

Πίνακας 8.1: Τα κυριότερα τοξικά υλικά [132]

Τα περισσότερα προϊόντα, ωστόσο, δεν περιέχουν μόνο ένα, αλλά δύο ή περισσότερα συστατικά που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και δρουν σωρευτικά, όσον αφορά την τοξικότητά τους. Το ίδιο ισχύει και για προϊόντα που χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα στις κατασκευές. [132]

8.2.5 Ραδιενέργεια

Άλλος ένας κίνδυνος που ερευνάται στο κτίριο είναι η ύπαρξη ραδιενέργειας μέσα σε αυτό. Η εκτεταμένη χρήση της ραδιενέργειας, στις μέρες μας, έχει επιφέρει πολλές αρνητικές επιπτώσεις στον τομέα της υγείας. Παρά τα λαμβανόμενα μέτρα από εθνικούς φορείς ελέγχου ραδιενεργών πηγών, είναι αναπόφευκτη η αδυναμία πλήρους ελέγχου της αγοράς, διακίνησης, χρήσης και αποβολής τους. Η ανεξέλεγκτη αποβολή ραδιενεργών πηγών ή και αποβλήτων δημιουργεί κατά τα τελευταία δέκα χρόνια προβλήματα στις βιομηχανίες χάλυβα και ιδιαίτερα στις χαλυβουργίες ανακύκλωσης παλαιοσιδήρου. Το πρόβλημα εντοπίζεται στην πιθανότητα ύπαρξης ραδιενεργών υλικών στον παλαιοσίδηρο με πιθανά επακόλουθα την παρουσία ραδιενέργειας σε προϊόντα και παραπροϊόντα της βιομηχανίας. Στην Ελλάδα έχει καταγραφεί ένας εντοπισμός ραδιενεργού υλικού τον Αύγουστο του 1997 από γνωστή βιομηχανία. Είναι γνωστό ότι η χώρα μας εισάγει μεγάλες ποσότητες προϊόντων χάλυβα, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος, στους οποίους οι εισαγωγές καλύπτουν το 35% περίπου της εγχώριας ζήτησης. Οι χάλυβες αυτοί προέρχονται σε μικρό ποσοστό από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και σε μεγαλύτερο ποσοστό από άλλες χώρες. Αν θεωρήσουμε ότι τα προϊόντα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξάγονται δια μέσω ενός υψηλού επιπέδου ποιότητας και ελέγχου, σε καμία περίπτωση δε θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε το ίδιο και για τα προϊόντα άλλων τρίτων χωρών.

Η αυξανόμενη αποβολή ραδιενεργών υλικών στον παλαισιόδηρο ανάγει το θέμα της ραδιενέργειας του χάλυβα σε ένα από τα σοβαρότερα μελλοντικά προβλήματα της χαλυβουργικής βιομηχανίας και του ελέγχου του σπλισμού του σκυροδέματος.

Ενδεχόμενη ρύπανση από ραδιενέργεια μέσα σε ένα κτίριο μπορεί να προκαλέσει η ύπαρξη **ραδονίου**. Το ραδόνιο παράγει φυσική ραδιενέργεια ιδιαίτερα επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό και διεισδύει στα κτίρια από υπόγειους χώρους ή εκπέμπεται στο εσωτερικό από δομικά υλικά, όπως το τσιμέντο, που έχουν παραχθεί από πετρώματα τα οποία περιέχουν ουράνιο και έχουν χρησιμοποιηθεί στην τοιχοποιία ή στα δάπεδα. Άλλα στοιχεία που ενδέχεται να εκπέμπουν ραδιενέργεια είναι οι γρανίτες ή τα κεραμικά.

Σε κάθε περίπτωση, για την αποφυγή της ραδιενέργειας, συνίσταται **καλός αερισμός του χώρου, χρήση ειδικών στεγανοποιητικών μεμβρανών και χρήση μη ραδιενεργών, οικολογικών δομικών υλικών**. [132]

8.3 Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου



Εικόνα 8.4: Το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου [133]

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, το 30% των νέων ή επισκευαζόμενων κτιρίων παρουσιάζουν προβλήματα «εσωτερικής ρύπανσης». Η ρύπανση αυτή οφείλεται στον ανεπαρκή αερισμό του χώρου, στην ατμοσφαιρική ρύπανση, στη σκόνη και στα ακάρεα που υπάρχουν στον χώρο, στις ακτινοβολίες, αλλά και σε χημικούς ρύπους που οφείλονται στα υλικά κατασκευής. Συγκεκριμένα, όσον αφορά τους χημικούς ρύπους, η **φορμαλδεΐδη** (η οποία, όπως αναφέραμε, συναντάται στα μονωτικά υλικά από πίσσα, ουρεθάνες, ίνες ύαλου, αλκαλοειδή κλπ, σε έπιπλα από

κόντρα πλακέ, σε ψευδοροφές, σε νοβοπάν ή άλλα συνθετικά υλικά, όπως για παράδειγμα στις συνθετικές μοκέτες και σε ταπετσαρίες από συνθετικά υλικά), είναι μια πηγή ρύπανσης των χώρων στους οποίους ζούμε ή εργαζόμαστε. Βλαπτικός, επίσης, παράγοντας είναι και ο **αμιάντος** που χρησιμοποιήθηκε ευρέως τις προηγούμενες δεκαετίες σε δομικά υλικά (τσιμέντο), υλικά ηχομόνωσης, πυροπροστασίας καθώς και σε μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Ο αμιάντος είναι μια καρκινογόνος ουσία που έπρεπε να έχει απομακρυνθεί από όλα τα κτίρια από τη δεκαετία του '70, όμως, έκτοτε δεν εξαφανίστηκε από τα κτίρια. Στις περισσότερες περιπτώσεις όχι μόνο παραμένει σε πολλά κτίρια αλλά και απελευθερώνεται στον χώρο της παλαίωσης και φθοράς των υλικών επιδεινώνοντας την κατάσταση του κτιρίου. Ρυπογόνες ουσίες είναι, επίσης, οι τεχνητές ορυκτές ύλες (πετροβάμβακας/υαλοβάμβακας) που αντικαθιστούν τον αμιάντο ως θερμομονωτικά υλικά, καθώς επίσης και πτητικές οργανικές ουσίες, οι οποίες εξαερώνονται με τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων από διάφορα προϊόντα, όπως χρώματα, πλαστικά, κόλλες κλπ, όπου υπάρχουν ως διαλύτες. Βέβαια, και ο καπνός από τα τσιγάρα συγκαταλέγεται στις ρυπογόνες πηγές που μπορούν να δημιουργήσουν ένα βλαβερό για τους ένοικους περιβάλλον, όπως επίσης τα οξείδια του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνονται από τις διάφορες συσκευές του χώρου.

Συμπτώματα του συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου είναι πονοκέφαλοι, ζαλάδες, δύσπνοια, εκζέματα, παθήσεις του ήπατος, των νεφρών και του κεντρικού νευρικού συστήματος και διάφορες αλλεργικές παθήσεις. Συνεπώς, είναι αναγκαίο να παγιωθεί μια οικολογική προσέγγιση στην οικοδομική, ικανή να προτείνει εναλλακτικές οικολογικές οδούς, φιλικές προς τον άνθρωπο. [134, 135, 136, 137]

8.4 Παραδοσιακά υλικά

Η χρήση παραδοσιακών υλικών στην κατασκευή κτιρίων θεωρείτο την προβιομηχανική εποχή οικολογική επιλογή. Το κριτήριο του παραδοσιακού υλικού δεν είναι πάντα αξιόπιστο αλλά ως ένα βαθμό είναι αιτιολογημένο και είναι δυνατόν να χρησιμεύει ως ένα αλλά όχι μοναδικό κριτήριο οικολογικής επιλογής.

Οι παραδοσιακές κατασκευές περιέχουν τη μελέτη γενεών μαστόρων, οι οποίοι έχουν μελετήσει και τις πρώτες ύλες (ευκολία συλλογής, μικρή ενσωματωμένη ενέργεια) αλλά και το τοπικό κλίμα (βιοκλιματική συμπεριφορά). Έτσι, παρατηρώντας τις παραδοσιακές κατασκευές, έχουμε κατά κανόνα έτοιμες μελέτες που αναφέρονται στη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου και στην οικολογική συμπεριφορά των υλικών.

Η σπατάλη ενέργειας άρχισε να πραγματοποιείται από τότε που η ενέργεια άρχισε να βρίσκεται σε αφθονία, μόλις τα τελευταία 50 χρόνια. Ωστόσο, ο παραδοσιακός μαστορας δεν είχε την πολυτέλεια να σπαταλήσει πολλή ενέργεια. Για το λόγο αυτό οι κατασκευαστικές λύσεις, ήταν απλές και οικολογικές. Εξάλλου τα παραδοσιακά υλικά

δεν περιείχαν τοξικές ουσίες, δεδομένου ότι προέρχονταν από τη φύση χωρίς σημαντική επεξεργασία.

Αξίζει να σημειωθεί, η σημαντικότητα του γεγονότος ότι σε μια παραδοσιακή κατοικία η οποία ερειπώθηκε, δε μένει τίποτα ενοχλητικό στο οικόπεδο να τη θυμίζει εκτός από μερικούς λαξευμένους λίθους. Οι λίθοι αυτοί, ωστόσο, είναι εύκολο να επαναχρησιμοποιηθούν στην ανακατασκευή ενός ισομεγέθους κτιρίου στον χώρο της παλαιάς οικοδομής. Μικρού όγκου κατασκευές με τοιχοποιία από φυσικούς λίθους οι οποίες ανακυκλώνουν φυσικούς λίθους παλαιών κατασκευών του χώρου, είναι οικονομικότερο και απλούστερο να κατασκευαστούν από κατασκευές με οπλισμένο σκυρόδεμα.

Το πρόβλημα είναι ότι η πύκνωση των κοινωνικών διεργασιών, οικονομικές παράμετροι, η τεχνογνωσία, η ευκολία των σύγχρονων κατασκευών δε μας επιτρέπουν τέτοιου είδους λύσεις. Για το λόγο αυτό, όταν ένας μηχανικός σήμερα επιλέγει να στραφεί προς την οικολογική συμπεριφορά ενός κτιρίου, συνήθως προσπαθεί να ελέγξει κυρίως τη θερμική συμπεριφορά του κελύφους του κτιρίου και τη δημιουργία θερμικής άνεσης με την χρήση των φυσικών πόρων του συστήματος και κυρίως του ήλιου.

Όταν, λοιπόν, θέλουμε να σχεδιάσουμε οικολογικά θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη η παραδοσιακή αρχιτεκτονική του τόπου, η οποία περιέχει σχεδιαστικά μηνύματα ασυνείδητου που εξελίχθηκαν ιστορικά.

Ο αριθμός των παραδοσιακών υλικών είναι περιορισμένος και παραμένει σταθερός. Τα παραδοσιακά υλικά χρησιμοποιούνται επί μακρά χρονικά διαστήματα, ώστε οι τυχόν αρνητικές τους επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία πρέπει κατά τεκμήριο να είναι ήδη γνωστές. Κύρια χαρακτηριστικά τους είναι:

- Δεν περιλαμβάνονται σύνθετα νέα υλικά που δεν είναι δοκιμασμένα στον χρόνο.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και επιτρέπουν την εξοικονόμηση φυσικών πόρων.
- Προέρχονται από φυσικούς πόρους που υπάρχουν σε αφθονία.
- Οι εισροές ενέργειας κατά την κατεργασία τους είναι, γενικά, χαμηλές καθότι δεν υπήρχε ούτε η τεχνογνωσία ούτε η τεχνολογία των σύγχρονων μεθόδων σπατάλης ενέργειας.
- Βρίσκονται κοντά στον τόπο κατασκευής μειώνοντας την ενσωματωμένη ενέργεια για τη μεταφορά.

Το κριτήριο του παραδοσιακού υλικού δεν πρέπει να αξιοποιείται πάντα ως πειστήριο του οικολογικού υλικού. Αρκεί να αναφερθούν τα μεταβιομηχανικά παραδείγματα των «παραδοσιακών» σωλήνων νερού από μόλυβδο και των «παραδοσιακών» χρωμάτων που περιέχουν βαρέα μέταλλα. Τα παραπάνω συνιστούν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

Οι συνεχιστές της κατασκευής, οι σύγχρονοι μηχανικοί, επιδιώκοντας την επίλυση προβλημάτων με απόλυτα οικονομικά κριτήρια (εύκολη μελέτη, ισότροπα υλικά, ευκολία στην κατασκευή) σχεδιάζουν την κατασκευαστική λύση με πρότυπο ποιότητας τη **βέλτιστη οικονομοτεχνική προσέγγιση**. Όμως, η συλλογιστική του σχεδιασμού, χωρίς την ευαισθησία που περιείχε ο σχεδιασμός και η κατασκευή των «μαστόρων» είναι εν γένει άκριτη, ανεύθυνη, χωρίς ευαισθησία και χωρίς οράματα. Η ανακάλυψη του οικολογικού και γενικότερα του αειφόρου σχεδιασμού των κατασκευών είναι επί της ουσίας η ανακάλυψη των χαμένων οραμάτων.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, η ανάγνωση της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής του τόπου οφείλει να γίνει πριν τον σχεδιασμό και την κατασκευή στον τόπο αυτό, αφού πολλές φορές τα οικολογικά κριτήρια βρίσκονται κρυμμένα μέσα της. [132]

8.5 Γνωστά δομικά υλικά

8.5.1 Ξύλο

Το ξύλο αποτέλεσε κατασκευαστική λύση για πολλές δεκαετίες. Υπάρχουν πολλά εναλλακτικά συστήματα δόμησης με ξύλο. Όμως, τις τελευταίες δεκαετίες, η αυξανόμενη τιμή του ξύλου σε συνδυασμό με την όχι και τόσο καλή ποιότητά του, οδήγησαν τους κατασκευαστές σε έναν προβληματισμό έναντι του ξύλου.

Στον προβληματισμό αυτό, συνέβαλε στη συνέχεια και η αυξανόμενη οικολογική ευαισθησία για την καταστροφή των δασών.

Το ξύλο είναι ανανεώσιμο υλικό που απαιτεί πολύ μικρή επεξεργασία, έτσι ώστε να φτάσει στην τελική του μορφή. Τα οικολογικά κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την χρήση του ξύλου είναι η προέλευση, η διαδικασία παραγωγής, ο τύπος επεξεργασίας καθώς επίσης και η ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά. Γενικά, το ξύλο είναι ένα ζωντανό υλικό και εξακολουθεί να ζει ακόμη και όταν έχει ενσωματωθεί σε μια κατασκευή. Η ιδιότητά του αυτή καθορίζει και τους περιορισμούς που επιβάλλονται στη χρήση του. Τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για τη προστασία του ξύλου περιέχουν, εκτός από οργανικούς διαλύτες, βιοκτόνα συστατικά που προκαλούν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία και το οικοσύστημα. Επίσης, το ξύλο είναι ανισότροπο υλικό και δημιουργεί πολλές φορές εκπλήξεις κατά τη διάρκεια κατασκευής.

Το πρόβλημα με το δομικό αυτό υλικό είναι ότι η διαχείριση των δασών με κριτήριο τη μεγιστοποίηση του όγκου του ξύλου που είναι δυνατόν να λαμβάνεται σε σταθερή βάση, έχει αλλοιώσει τα δασικά οικοσυστήματα. Ιδιαίτερα καταστροφικά είναι τα αποτελέσματα της μεγιστοποίησης της παραγωγής στα τροπικά δάση, όπου τεράστιες εκτάσεις αποψιλώνονται κάθε χρόνο για να ικανοποιηθεί η ζήτηση τροπικής ξυλείας στις βιομηχανικές χώρες. Τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της πίεσης των οικολογικών οργανώσεων και του κοινού γίνεται αντιστροφή των τάσεων αυτών και εφαρμόζονται

διαχειριστικές μέθοδοι συμβατές με την κοινά αποδεκτή αρχή της αειφορίας. Για το σκοπό αυτό, ένα σύνολο οικολογικών οργανώσεων, δασολόγων, καταναλωτών κ.α. δημιούργησαν τον οργανισμό Forest Stewardship Council (FSC) που συνέταξε κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών στην τροπική, την εύκρατη και την ψυχρή ζώνη. Η πιστοποίηση με το FSC δεν αφορά την ποιότητα του ξύλου, αλλά παρέχει εγγύηση στον καταναλωτή ότι τα προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιεί προέρχονται από δάση των οποίων η διαχείριση δεν έρχεται σε αντίθεση με τα κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών. [132,133]

Το ξύλο στους εξωτερικούς χώρους

- Γενικά, το ξύλο δε θα πρέπει να έρχεται σε επαφή με το έδαφος, ενώ όπου απαιτείται κάτι τέτοιο, θα πρέπει να υπάρχουν μεταλλικές βάσεις.
- Να επιλέγονται είδη ξυλείας που παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στους μύκητες (π.χ. δρυς).
- Οι ξύλινες κατασκευές θα πρέπει να μην υπόκεινται σε μεγάλες φορτίσεις, διότι αυτές μπορούν να οδηγήσουν σε ρωγμές, εντός των οποίων εισδύει η υγρασία με αποτέλεσμα να γίνονται ευάλωτες σε μύκητες.
- Τα ξύλινα δομικά στοιχεία θα πρέπει κατά το δυνατόν να προστατεύονται από τη βροχή με στέγαστρα και να αερίζονται από όλες τις πλευρές ώστε οι εσωτερικές επιφάνειες να στεγνώνουν γρήγορα

Ορισμένα είδη ξυλείας είναι αρκετά ανθεκτικά και δεν απαιτούν κατά κανόνα περαιτέρω ξυλοπροστασία. Πρόκειται για ξυλεία Κλάσης I και Κλάσης II, με βάση ένα σύστημα ταξινόμησης που χρησιμοποιείται διεθνώς.

Κλάση ανθεκτικότητας	Νότια και Κεντρική Αμερική, Αφρική, Ασία	Β. Αμερική, Σιβηρία, Αυστραλία	Ευρώπη
I	Azobe, iroko, bangkiria	jarrah	-
II	merbau	Σεκόγια, κόκκινος κέδρος, karri	Ακακία, καστανιά, δρυς
III	Σκούρο κόκκινο meranti	Πεύκο Oregon, αγριόπευκο, πευκοσανίδα	Πευκοσανίδα, αγριόπευκο, κερασιά, έλατο
IV	okoume	Πεύκο Carolina	Πεύκο, ερυθρελάτη, πευκοσανίδα
V	ramin	-	Οξύ, λεύκα

Πίνακας 8.2: Κλάσεις ξυλείας [132]

Τα προϊόντα ξύλου είναι σύνθετα υλικά αποτελούμενα από ίνες ξύλου, καπαμάδες κλπ και συγκολλητικές ουσίες (φυσικές ή συνθετικές ρητίνες, αλλά και ανόργανα υλικά

όπως γύψος ή τσιμέντο). Τα πιο γνωστά προϊόντα ξύλου είναι το **κόντρα πλακέ**, οι **μοριοσανίδες** (νοβοπάν), οι **ινοσανίδες** (όπως το MDF) και οι **μελαμίνες**.

Από περιβαλλοντική άποψη, εκείνο που χρήζει προσοχής είναι οι συγκολλητικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή του κάθε προϊόντος. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη ουσία είναι η **ουρία – φορμαλδεΰδη** (UF). Άλλες ουσίες που περιέχουν φορμαλδεΰδη είναι **φαινολικές** (PF) και **μελαμινικές** (MF) **ρητίνες**. Με την πάροδο του χρόνου, η φορμαλδεΰδη εκλύεται στο περιβάλλον και μπορεί να είναι υπεύθυνη για μια σειρά από προβλήματα υγείας, όπως αναπνευστική δυσχέρεια, κινητική αταξία και δερματίτιδες, ενώ θα πρέπει να σημειώσουμε πως η φορμαλδεΰδη έχει ταξινομηθεί και ως πιθανός καρκινογόνος για τον άνθρωπο.

Στην αγορά υπάρχουν, γενικά, δύο τύποι μοριοσανίδων και ινοσανίδων, ανάλογα με τις εκπομπές φορμαλδεΰδης.

- Μοριοσανίδες και ινοσανίδες κλάσης E1 (χαμηλής εκπομπής φορμαλδεΰδης)
- Μοριοσανίδες και ινοσανίδες κλάσης E2 (με υψηλότερες εκπομπές φορμαλδεΰδης)

Είναι σαφές ότι θα πρέπει να προτιμάται η πρώτη κατηγορία. Βέβαια, στη διεθνή αγορά μπορεί να βρει κανείς προϊόντα ξύλου με σχεδόν μηδενικές εκπομπές φορμαλδεΰδης και οι καταναλωτές θα πρέπει να πιέζουν τις εταιρίες να στραφούν προς την κατεύθυνση αυτή.

Εναλλακτικά των προϊόντων φορμαλδεΰδης χρησιμοποιούνται συχνά ισοκυανουούχες ρητίνες. Οι ρητίνες αυτές έχουν το πλεονέκτημα ότι εξατμίζονται λιγότερο από τις αντίστοιχες της φορμαλδεΰδης, αλλά είναι και αυτές επικίνδυνες, κυρίως όταν καούν οπότε παράγεται, μεταξύ των άλλων, και τοξικό υδροκυάνιο. [132, 33]

8.5.2 Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα αποτελείται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από αδρανή (σκύρα και άμμο), τσιμέντο και νερό. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με το σκυρόδεμα εντοπίζονται κυρίως στα προβλήματα που συνεπάγεται η εξόρυξη των πρώτων υλών και η παραγωγή του τσιμέντου.

Το τσιμέντο είναι η κύρια συνιστώσα για την παρασκευή σκυροδέματος. Τα αδρανή υλικά για να παραχθεί το τσιμέντο αναμειγνύονται σε κλιβάνους που θερμαίνονται μέχρι 1500°C. Απαιτούνται 1200 με 1500 κιλά αδρανή για να παραχθεί ένας τόνος τσιμέντου και έξι εκατομμύρια Btu ενέργεια (5-6 MJ/Kg) ανάλογα με τη μέθοδο και το καύσιμο που χρησιμοποιείται. Επειδή, γενικά, οι εγκαταστάσεις παραγωγής είναι μακριά από την κατασκευή, η μεταφορά του σκυροδέματος απαιτεί και αυτή μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.

Τα προκατασκευασμένα στοιχεία είναι μάλλον τα πλέον οικολογικά για τους εξής λόγους:

- Αξιοποιείται όλο το υλικό (μείωση του χαμένου υλικού) αφού το υλικό χυτεύεται με ακρίβεια σε καλούπια σε σχέση με τον ξυλότυπο της οικοδομής
- Δεν είναι απαραίτητη η κοπή ξύλου για την κατασκευή ξυλότυπων
- Είναι ευκολότερη η παραγωγή του δομικού στοιχείου και το υλικό περιέχει λιγότερη ενσωματωμένη ενέργεια (περίπου 4 MJ/Kg)

Άλλο πρόβλημα στο σκυρόδεμα είναι η χρήση προσθέτων όπως π.χ. αμιάντου (αμιαντοτσιμέντο) για το οποίο, σήμερα, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι είναι καρκινογόνο. Αιτία είναι οι ίνες του αμιάντου που επικάθονται στους πνεύμονες ή και στο πεπτικό σύστημα.

Όσον αφορά στο οπλισμένο σκυρόδεμα υπάρχει επίσης και ο κίνδυνος από τον οπλισμό σε περίπτωση που έχει εκτεθεί σε ραδιενέργεια.

Σημαντικό πρόβλημα επίσης, είναι ότι υπάρχουν τεράστιες ποσότητες σκυροδέματος που **δεν ανακυκλώνονται**. Έχει υπολογιστεί ότι σχεδόν 50.000.000 τόνοι από σκυρόδεμα αποβάλλονται στις χωματερές κάθε χρόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ελάχιστο από το σκυρόδεμα αυτό επαναχρησιμοποιείται ή ανακυκλώνεται.

Το κόστος αυτών των αποβλήτων είναι τεράστιο και για το λόγο αυτό υπάρχουν σε εξέλιξη έρευνες για την προσπάθεια επανάχρησης του σκυροδέματος. Μέχρι σήμερα έχει αποδειχθεί εργαστηριακά (χωρίς να εφαρμοστεί στη βιομηχανία) ότι είναι δυνατός ο διαχωρισμός του οπλισμού από το σκυρόδεμα, αλλά είναι μια οικονομικά ασύμφορη διαδικασία. Για το λόγο αυτό τα ανακυκλούμενα σκυροδέματα χρησιμοποιούνται συνήθως σαν αδρανή για εξυγίανση οδοστρωμάτων, εδαφών κ.α. [132]

8.5.3 Μέταλλα

Τα μέταλλα στις διάφορες κατασκευές προσπαθούν να αντικαταστήσουν το ξύλο για τους εξής λόγους:

- Είναι μακροσκοπικά ισότροπα σε αντίθεση με το ξύλο
- Έχουν μεγαλύτερες μηχανικές αντοχές από το ξύλο
- Διαμορφώνονται σε οποιαδήποτε διατομή
- Ανακυκλώνονται

Τα πιο συνηθισμένα μέταλλα τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα ευρέως στις κατασκευές είναι το αλουμίνιο και ο χάλυβας.

- **Αλουμίνιο** Το σημαντικότερο πρόβλημα του αλουμινίου έχει σχέση με την **εξαιρετικά μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας** κατά την παραγωγή του από το βωξίτη. Η εξόρυξη και η κατεργασία του βωξίτη προκαλούν τοπική ρύπανση του αέρα και των νερών και αλλοίωση του τοπίου. Ωστόσο, το αλουμίνιο είναι ανακυκλώσιμο υλικό, αλλά η διαδικασία ανακύκλωσής του είναι ενεργοβόρα.

- **Χάλυβας** Η παραγωγή του χάλυβα δημιουργεί **σημαντική ρύπανση**. Συγκριτικά με άλλα μέταλλα, η ενέργεια για την παραγωγή του χάλυβα είναι μικρή. Για την αποφυγή διάβρωσης του χάλυβα, συνήθως, επιλέγεται επιφανειακή επεξεργασία με κράματα νικελίου και χρωμίου (κράματα βαρέων μετάλλων) ώστε να παραχθεί ανοξειδωτος χάλυβας. Τα κράματα αυτά εκπέμπουν βαρέα μέταλλα κατά τη φάση παραγωγής. Κράμα του χάλυβα, ο ελαφρύς χάλυβας, έχει εφαρμοσθεί για την αντικατάσταση του οικοδομικού ξύλου. Ο χαλύβδινος σκελετός προσφέρεται για γρήγορη κατασκευή καθώς επίσης και για λύσεις μεγάλης αντοχής. Υπάρχει, πλέον, ευρεία εφαρμογή στο εξωτερικό τέτοιου τύπου κατασκευαστικών λύσεων οι οποίες αντιστοιχούν μορφολογικά σε ξύλινες κατασκευές. Τα μέταλλα, όμως, παρουσιάζουν άλλα προβλήματα σε σχέση με το ξύλο. Για το λόγο αυτό, στην κατασκευή προκαλούνται πολλές **θερμικές γέφυρες**. Αυτό, γεννά μια σειρά προβλημάτων, όπως είναι η απαίτηση σημαντικής ενέργειας για ψύξη και θέρμανση του κτιρίου. Το τελευταίο δε μας απασχολεί ιδιαίτερα καθώς έχουμε αξιοποιήσει τις αποδοτικότερες μεθόδους για τη θέρμανση και ψύξη της ξενοδοχειακής μονάδας. Πολλές φορές, επιλέγεται ο χάλυβας αντί της ξύλινης κατασκευής εξαιτίας της μεγάλης ικανότητάς του να ανακυκλώνεται. Ο χάλυβας, όμως, περιέχει **μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια παραγωγής και μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια ανακύκλωσης**, ενώ παράλληλα δημιουργεί μεγάλη **ρύπανση** κατά τη διάρκεια παραγωγής του. [132]

8.6 Οικολογικά χρώματα-βαφές

Τα χρώματα με τα οποία βάφουμε μια επιφάνεια (τοίχο, οροφή, κουφώματα, αλλά και έπιπλα) προκειμένου να εξασφαλίσουμε προστασία από τη φθορά του χρόνου και την οξείδωση, αλλά και για αισθητικούς λόγους, συνήθως περιέχουν μια πληθώρα χημικών ουσιών που είναι επικίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό. Τα χρώματα και οι βαφές ταξινομούνται με βάση τη σύνθεσή τους και τις ουσίες που περιέχουν. Τα κυριότερα συστατικά τους είναι:

- Συνδετικές ουσίες
- Διαλύτες
- Διογκωτικά
- Πρόσθετα (χρωστικές, στεγανωτικά, στιλβωτικά, αντιαφρώδη)

Σημαντικότερο πρόβλημα των χρωμάτων είναι η απελευθέρωση (κατά τη διάρκεια εργασιών βαφής αλλά και μετά την ξήρανση και σκλήρυνσή τους) **οργανικών ενώσεων** (αρωματικών υδρογονανθράκων). Αυξημένη συγκέντρωση αυτών των ενώσεων σε ένα κτίριο μπορεί να προκαλέσει σημαντικά προβλήματα υγείας στους χρήστες. Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες εκπέμπονται και κατά τη διάρκεια των εργασιών καθώς και μερικές εβδομάδες μετά το πέρας των εργασιών. Μπορεί να

συνεχίσουν να εκπέμπονται και μετά από τέσσερα έως επτά χρόνια κατά τον πολυμερισμό και τη γήρανση του διαλύτη στον οποίο συνήθως περιέχονται. Για το λόγο αυτό, ένα από τα σημαντικότερα κριτήρια της οικολογικής συμπεριφοράς των χρωμάτων, καθώς επίσης και των βερνικιών, είναι να είναι **υδατοδιαλυτά**. Τα υδατοδιαλυτά βερνίκια που έχουν εφαρμοσθεί μέχρι σήμερα, δεν προστατεύουν ιδιαίτερα το ξύλο και διαποτίζονται από το νερό. Για τη αδιαβροχοποίηση της προσβαλλόμενης επιφάνειας, μετά την επίστρωση υδατοδιαλυτών βερνικιών, η επιφάνεια επιστρώνεται με διάλυμα φυσικού νερού.

Οι υδρογονάνθρακες τους οποίους προσπαθούμε να αποφύγουμε με τα υδατοδιαλυτά βερνίκια και χρώματα είναι πολύ επιβλαβείς. Συμβάλλουν στη γενική ατμοσφαιρική ρύπανση και αντιδρώντας με οξείδια του αζώτου παράγουν νέφος.

Οι χρωστικές ουσίες των χρωμάτων είναι πιθανόν να περιέχουν βαρέα μέταλλα. Στην περίπτωση που η περιεκτικότητα των χρωμάτων σε μόλυβδο ξεπερνά το 0,15% του βάρους τους είναι υποχρεωτική η αναγραφή της σχετικής επισήμανσης στη συσκευασία. Παράλληλα, τα χρώματα δεν πρέπει να περιέχουν αρσενικό σε συγκέντρωση μεγαλύτερη 0,3% και κάδμιο άνω του 0,01%.

Κύριο κριτήριο για την αξιολόγηση των βαφών είναι διαλύτης τους. Ο χαρακτήρας ενός χρώματος ως υδατοδιαλυτού είναι το σημαντικότερο κριτήριο έτσι ώστε το χρώμα να χαρακτηριστεί οικολογικό.

Οι κυριότεροι εμπορικοί τύποι των χρωμάτων είναι:

- **Ακρυλικές βαφές** (υδατοδιαλυτές): Οι βαφές του τύπου αυτού περιέχουν ακρυλικές ρητίνες ως συνδετικό υλικό. Η περιεκτικότητα οργανικών διαλυτών στις ακρυλικές βαφές είναι περιορισμένη (10% της αντίστοιχης των συμβατικών χρωμάτων), ενώ ως διαλυτικό χρησιμοποιείται το νερό. Μειονεκτήματά τους είναι ότι περιέχουν επιβλαβή συστατικά (αντιδιαβρωτικές ουσίες) και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά την Παρασκευή τους.
- **Φυσικά χρώματα** (μη υδατοδιαλυτά): Το πλεονέκτημα των φυσικών χρωμάτων συνίσταται στη χρήση συστατικών φυτικής ή ζωικής προέλευσης, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους τύπους χρωμάτων που χρησιμοποιούν το πετρέλαιο σαν βάση.
- **Βραστές βαφές** (υδατοδιαλυτές): Οι βαφές αυτού του τύπου είναι φυσικές και παράγονται με μακράς διάρκειας βρασμό φυτικών προϊόντων. Είναι ελάχιστα τοξικές και χρησιμοποιούνται κυρίως στις Σκανδιναβικές χώρες. Μειονέκτημά τους είναι ότι δεν χρησιμοποιούνται στο εξωτερικό κέλυφος.
- **Βαφές Alkyd** (μη υδατοδιαλυτές): Όλα τα συμβατικά χρώματα ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Περιέχουν alkyd ως συνδετικό προϊόν και αρωματικούς υδρογονάνθρακες ως διαλυτικό. [135]

8.7 Οικολογικά κονιάματα

Στο πλαίσιο της αναζήτησης οικολογικών δομικών υλικών, τοποθετείται και η στροφή προς τους «εναλλακτικούς» σοβάδες. Πρόκειται για υλικά που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν και σέβονται το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Αποτελούν συνδυασμό κονιάς και κεραμικών προϊόντων και έχουν ως κύριο πλεονέκτημα ότι είναι φυσικά προϊόντα δίχως χημικές προσμίξεις, που αντέχουν στο χρόνο. Αποτελούνται από τα εξής συστατικά:

- **Θηραϊκή γη:** Πρόκειται για φυσική ηφαιστιογενή ποζολάνη (υλικό με ιδιότητες παραπλήσιες με αυτές του τσιμέντου), που χρησιμοποιείται, κυρίως, για την αποκατάσταση μνημείων, αλλά και τη δόμηση νέων κατασκευών. Πλεονέκτημα της είναι η ιδιότητά της να ενώνεται με την άσβεστο και να σχηματίζει ασβεστοπυριτικές ενώσεις που σκληραίνουν το κονιάμα, παρουσία υγρασίας. Την ιδιότητα αυτή την οφείλει στο πυρίτιο που περιέχει. Συνίσταται να μην χρησιμοποιείται το υλικό σε θερμοκρασίες κάτω των 5° C και άνω των 35° C, ενώ πρέπει να αποθηκεύεται σε καλυμμένο και στεγνό χώρο.
- **Ποζολάνη Μήλου:** Η φυσική ποζολάνη χρησιμοποιήθηκε πρώτα από τους Ρωμαίους και ήταν συστατικό του ρωμαϊκού σκυροδέματος, που αποτέλεσε μεγάλη καινοτομία στις κατασκευές. Στη Μήλο υπάρχουν μεγάλα κοιτάσματα ποζολάνης που προέρχονται από την ηφαιστειακή δράση σε παλαιότερες εποχές στο νησί, και είναι προϊόντα του υψηλού γεωθερμικού πεδίου και της κυκλοφορίας των γεωθερμικών ρευστών στο εσωτερικό αυτού. Τα ενεργά ορυχεία ποζολάνης βρίσκονται στη Μήλο, αλλά και στην Κίμωλο και τη Σκύδρα του Ν. Πέλλας.
- **Κεραμάλευρο:** Ένα ακόμη στοιχείο που αξίζει να προστίθεται στο σοβά είναι το κεραμάλευρο, αγαπημένο υλικό των Ρωμαίων και των Βυζαντινών. Χρησιμοποιήθηκε κατά τη Βυζαντινή περίοδο στην εκκλησία της Αγίας Σοφίας στη Θεσσαλονίκη, αποδεικνύοντας έτσι και την αντοχή του στο πέρασμα των χρόνων. Είναι φτιαγμένο από άργιλο που έχει ψηθεί σε υψηλή θερμοκρασία και μετά έχει γίνει σκόνη. Εκτός του ότι αυξάνει εντυπωσιακά την αντοχή του σοβά, μπορεί να δώσει κάποια φυσικά γαιώδη χρώματα, απαλλάσσοντας τον ιδιοκτήτη από τα έξοδα του βαψίματος.

Σε κάθε περίπτωση, η αντοχή του οικολογικού σοβά δε συγκρίνεται με εκείνη του συμβατικού. Τα ιστορικά κτίρια που ακόμη στέκουν σε εξαιρετική κατάσταση είναι ζωντανή απόδειξη αυτής της ιδιότητας τους. Επίσης, είναι δυνατόν να αποφευχθεί η χρήση χρωμάτων, αφού τα κονιάματα αυτά μπορούν να προσφέρουν φυσικούς καλαίσθητους χρωματισμούς. Όσον αφορά δε στην υγρασία, τα οικολογικά κονιάματα επιτρέπουν την αναπνοή του κτιρίου, ώστε να μην εγκλωβίζεται ανεπιθύμητη υγρασία.

[135]

8.8 Θερμομονωτικά υλικά

Το ανθρώπινο είδος κατά τη διάρκεια της ιστορίας και την εξέλιξή του, ανέπτυξε διάφορες στρατηγικές και τεχνικές για το ξεπέρασμα των δυσκολιών που δημιουργούσαν η ζέστη και το κρύο. Νομάδες στην αρχή, χωρικοί-καλλιεργητές στη συνέχεια, αστοί ιδιοκτήτες διαμερισμάτων πιο μετά, μέχρι τις αρχές του αιώνα μας, οι άνθρωποι ακολουθούσαν την εξής στρατηγική για το ξεπέρασμα του κρύου, στα σπίτια-κελύφη που κατασκεύαζαν: θέρμαιναν μόνον ένα χώρο, με μια σόμπα ή ένα τζάκι. Εκεί περνούσαν τις περισσότερες ώρες τους και όταν ερχόταν η ώρα του ύπνου, όσοι δεν χωρούσαν να κοιμηθούν κοντά στην εστία της ζέστης, χρησιμοποιούσαν διπλανά και μη θερμαινόμενα δωμάτια, στα οποία καλύπτονταν με βαριά μάλλινα ή δερμάτινα παπλώματα.

Οι αγρότες είχαν και μια συμπληρωματική στρατηγική. Ενσωμάτωναν, συνήθως στη βορινή κάτοψη του σπιτιού τους, μια αποθήκη ή ένα στάβλο και έτσι δημιουργούσαν έναν χώρο ανάσχεσης σε επαφή με τον κύριο χώρο κατοικίας, που βοηθούσε στην επίτευξη καλύτερων συνθηκών θερμικής άνεσης. Οι τοίχοι των κτιρίων αυτών είχαν δε ικανοποιητικό πάχος (πολύ μεγαλύτερο των σημερινών), οπότε ο συντελεστής χρονικής υστέρησής τους, ήταν σαφώς καλύτερος από τους σημερινούς.

Σε έναν τοίχο πέτρινο των 60 και 80 εκατοστών η ζέστη ή το κρύο, αντίστοιχα, «έμπαιναν» χοντρικά σε διπλάσιο ή τριπλάσιο χρόνο, σε σχέση με ένα σημερινό των 10 ή των 20 εκατοστών τοίχο από τούβλα με ελαφριά μόνωση!

Η τακτική της αντιμετώπισης της ζέστης ήταν περίπου αντίστοιχη και επιτυγχάνετο και με τη χρήση ιδιοκατασκευών (αιολικές καμινάδες, κάλαφ, σκίαστρα, πέργκολες κλπ). Όλα, όμως, ανατράπηκαν πρώτα μετά το 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο, που οδήγησε εκατομμύρια ανθρώπους να συσσωρευτούν στα μεγάλα αστικά κέντρα (για λόγους ασφαλείας) και να αναζητήσουν στέγη σε πολυώροφα και μετά, αμέσως μετά την πετρελαϊκή κρίση του 1973, που έβαλε, για πρώτη φορά στην αμέριμνη ανθρωπότητα, τα διλήμματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και την εξάντληση των πλουτοπαραγωγικών πόρων της γης.

Το 1974 λοιπόν, εμφανίζονται και οι πρώτοι κανονισμοί **θερμομόνωσης** στις Ευρωπαϊκές χώρες με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας. Στην Ελλάδα, η συζήτηση ξεκινά το 1979 και στις 04/07/1979 (ΦΕΚ 362) επιβάλλεται η θερμομόνωση όλων των νέων κτιρίων. Σταδιακά, όμως, στα μέσα της δεκαετίας του '80, η Ευρώπη ανακαλύπτει και μια άλλη συνιστώσα πέρα από τη θερμομόνωση, που είναι η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική.

Αυτή μας διδάσκει, όχι μόνο να θερμομονώνουμε τα σπίτια αλλά και να τα προσανατολίζουμε σωστά σε σχέση με τον ήλιο και τους επικρατούντες ανέμους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Τέλος, στα τέλη της δεκαετίας του '80, η Ευρώπη, βάζει και άλλη μια τελευταία συνιστώσα, που δεν είναι άλλη από την οικολογική δόμηση, που με απλά λόγια μας λέει, ότι: «τι νόημα έχει να εξοικονομήσουμε ενέργεια, όταν τα υλικά

που χρησιμοποιούμε είναι καρκινογόνα για τους χρήστες ενός κτηρίου και επιβλαβή για το περιβάλλον;

8.8.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα διάφορων τεχνικών θερμομόνωσης

Οι τοίχοι μπορούν να μονωθούν με τέσσερις, κυρίως, τεχνικές:

A. Από το εσωτερικό μέρος τους

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου και προστατεύεται από κάποιο στερεό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα.

Ο τρόπος αυτός θερμομόνωσης έχει τα εξής αποτελέσματα:

- Έχει περιορισμένο χρόνο κατασκευής.
- Αποτελεί φθηνότερη λύση σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση.
- Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προστασία των μονωτικών από τις εξωτερικές επιδράσεις.
- Έχει απλή κατασκευή.
- Θερμαίνεται πολύ γρήγορα ο χώρος.
- Η κατασκευή μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

Ωστόσο, η θερμομόνωση των τοίχων από την εσωτερική πλευρά έχει και κάποια μειονεκτήματα:

- Περιορίζεται ο εσωτερικός χώρος.
- Ο χώρος ψύχεται πολύ σύντομα. Μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του εξωτερικού τοίχου.
- Δε λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών.
- Τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από συστολές και διαστολές από τις θερμοκρασιακές μεταβολές, καθώς επίσης και από ρηγματώσεις και εισροή βρόχινου νερού.
- Υπάρχει μικρό πρόβλημα στην τακτοποίηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

B. Από το εξωτερικό μέρος τους

Στην περίπτωση αυτή, το μονωτικό τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Με την κατασκευή αυτή εμφανίζονται τα εξής πλεονεκτήματα:

- Ο χώρος διατηρεί τη θερμότητα και μετά τη διακοπή της θέρμανσης από τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων.
- Στους νότιους, ειδικά, χώρους των κτιρίων διατηρείται η θερμότητα από το ηλιακό θερμικό κέρδος γιατί αποθηκεύεται στους βαρείς εσωτερικούς τοίχους.

- Δεν εμποδίζεται η ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή της εσωτερικής θερμομόνωσης.
- Δε μειώνεται ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος.
- Οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές και διαστολές.
- Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών, ιδιαίτερα στα πλάκες σκυροδέματος, στα δοκάρια και στις κολώνες.

Τα μειονεκτήματα της τεχνικής αυτής είναι:

- Η κατασκευή της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι ακριβότερη σε σχέση με τη θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς του τοίχου.
- Δεν είναι πολύ εύκολη η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης στην περίπτωση που οι τοίχοι έχουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές.
- Υπάρχει αδυναμία εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης σε κτίρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.
- Χρειάζεται ειδική προστασία των υλικών διαφόρων στρώσεων για προστασία από τις εξωτερικές καιρικές επιδράσεις.

Γ. Θερμομόνωση με χρήση ειδικών τούβλων

Στην περίπτωση αυτή, ο τοίχος χτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους, τις διαστάσεις τους κλπ πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας K που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Αν απαιτείται να αυξηθεί ο συντελεστής αυτός προστίθεται μονωτικό υλικό που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εκ κατασκευής ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Η κατασκευή εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται με σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων ή σωστή στεγανότητα ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων.

Δ. Θερμομόνωση στον πυρήνα μεταξύ δύο τοίχων

Αποτελεί μέθοδο τοποθέτησης θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται πολύ στην χώρα μας. Συνήθως, το μονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ δύο δρομικών τοίχων και αυτό ίσως αποτελεί το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Εξασφαλίζεται δηλαδή, η θερμομόνωση αλλά δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό. Η κατασκευή αυτού του τύπου θερμομόνωσης έχει περιθώρια βελτίωσης έστω και αν δημιουργηθούν στην χειρότερη περίπτωση θερμογέφυρες από την κατασκευή των σενάζ. [132]

8.8.2 Ιδιότητες θερμομονωτικών υλικών

Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας:

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δεν είναι σταθερό μέγεθος, αλλά μια γραμμική συνάρτηση που αυξάνεται σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Συνήθως, χαρακτηρίζεται από μια μέση τιμή. Η θερμική αγωγιμότητα επηρεάζεται αρνητικά από την υγρασία,

γεγονός που εξηγείται εύκολα αν σκεφτούμε ότι η θερμική αγωγιμότητα του νερού είναι 0,57 W/mk, δηλαδή πολύ μεγαλύτερη από αυτή του ακίνητου, ξηρού αέρα. Οι τιμές των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας που δίνονται από τις διάφορες εταιρείες ισχύουν συνήθως με μια ανοχή 5-10% ανάλογα με το είδος του υλικού. Η προσαύξηση αυτή λαμβάνεται υπόψη της λάθη μετρήσεων και την ανομοιομορφία των περισσότερων μονωτικών. Στην πράξη, στις κατασκευές, τα θερμομονωτικά υλικά απορροφούν υγρασία παρά τη χρήση φράγματος υδρατμών. Επίσης, λόγω των ιδιοτήτων τους και του τρόπου κατασκευής τους τα περισσότερα μονωτικά υλικά γερνάνε εξαιτίας μηχανικών αλληλεξαρτήσεων και θερμοκρασιών αλλαγών. Έτσι, αλλοιώνεται η αρχική ισορροπία των στερεών και των αέριων συστατικών. Παρά τις έρευνες που γίνονται στον τομέα αυτόν οι μηχανισμοί γήρανσης των θερμομονωτικών υλικών παραμένουν σε μεγάλο μέρος άγνωστοι. Αυτό που είναι σίγουρο είναι ότι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας πάντοτε αυξάνεται και ποτέ δε μειώνεται.

Ο συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών (μ):

Όπως ήδη αναφέρθηκε τα θερμομονωτικά υλικά πρέπει να είναι και να παραμένουν στεγνά. Αυτό επιτυγχάνεται ευκολότερα όσο μεγαλύτερη αντίσταση παρουσιάζει ένα υλικό στη διάχυση υδρατμών και καθορίζεται από τον αδιάστατο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών μ . ο συντελεστής αυτός είναι σχετικό μέγεθος αδιάστατο και δίνει κατά πόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση στη διάχυση υδρατμών ενός στρώματος του υλικού σε σχέση προς το στρώμα αέρα ίσου πάχους. Όσο μικρότερος, λοιπόν, είναι ο συντελεστής αυτός τόσο πιο ευαίσθητο είναι ένα υλικό στην υγρασία.

Η μηχανική αντοχή:

Η μηχανική αντοχή που απαιτείται για μια κατασκευή προσδιορίζει το σύστημα θερμομόνωσης που θα χρησιμοποιηθεί. Έτσι, υλικά με μεγάλη μηχανική αντοχή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αυτοφερόμενα, αλλά με μικρότερη αντοχή μπορούν να μπουν σε ένα φέρον πλέγμα και άλλα με πολύ μικρή ως υλικά πλήρωσης. Η αντοχή σε συμπίεση είναι ένα καθοριστικό μέγεθος στις θερμομονώσεις δαπέδων. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις είναι χρήσιμη και η γνώση των ενδιάμεσων παραμορφώσεων μέχρι τη θραύση από μερικές φορτίσεις, που δεν καταστρέφουν το υλικό αλλά μπορούν να δημιουργήσουν υπερβολικές καταπονήσεις σε φέροντα στοιχεία ή επενδύσεις. Σε πολλές περιπτώσεις χρειάζονται πληροφορίες για την αντοχή σε κάμψη ή σε εφελκυσμό. Αυτό απαιτείται ιδιαίτερα σε εσωτερικές θερμομονώσεις ορόφων με μεγάλα ανοίγματα ή σε αυτοφερόμενες κατασκευές που καταπονούνται από τις καιρικές συνθήκες.

Η σταθερότητα στις διαστάσεις:

Σε θερμομονωτικές πλάκες που κατασκευάζονται με θερμικές διεργασίες μπορούν να διαφοροποιηθούν οι ονομαστικές διαστάσεις κατά το στάδιο της ψύξης και η κατάσταση να επιδεινωθεί εξαιτίας της γήρανσης. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με τεχνική γήρανση κατά τη φάση της παραγωγής έτσι ώστε να σταθεροποιηθούν οι διαστάσεις. Μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές έχουν ως αποτέλεσμα μια αξιόλογη

γραμμική συρρίκνωση σε όλα τα στερεά μονωτικά υλικά. Τέλος, ορισμένα θερμομονωτικά υλικά έχουν μεγάλους συντελεστές διαστολής, τους οποίους πρέπει να λάβει υπόψη του ο κατασκευαστής κατά την τοποθέτηση. Ακόμη, πρέπει να ελέγχονται και οι αντοχές που μπορεί να εμφανίζουν οι διαστάσεις ώστε να ελέγχεται η συμπεριφορά τους.

Η αντίσταση στη φωτιά:

Η συμπεριφορά των θερμομονωτικών υλικών στη φωτιά μπορεί να έχει άμεσες οικονομικές επιπτώσεις. Γενικά, παρά το αυξημένο κόστος τους, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο θερμομονωτικά υλικά που δεν αναφλέγονται ή τουλάχιστον δύσκολα ή μέτρια αναφλεγόμενα. Αξίζει να σημειωθεί πως την καλύτερη συμπεριφορά στη φωτιά εμφανίζουν το αφρώδες γυαλί, τα ινώδη υλικά, ο περλίτης κλπ.

Το ειδικό βάρος:

Το ειδικό βάρος αποτελεί μια ακόμη χρήσιμη ιδιότητα ακόμη και στην ίδια κατηγορία υλικών μπορεί ένα ελαφρότερο υλικό να έχει χειρότερες θερμομονωτικές ιδιότητες από βαρύτερο επειδή έχει μεγαλύτερες και πυκνότερες κυψέλες. [132]

8.8.3 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά

Καταρχάς οικολογικά θεωρούνται εκείνα τα θερμομονωτικά υλικά, που καλύπτουν τα εξής κριτήρια:

- Δεν απαιτούν μεγάλη ενέργεια για την παραγωγή τους
- Είναι ανακυκλώσιμα
- Δεν μολύνουν το περιβάλλον κατά τη διάρκεια παραγωγής τους
- Δεν περιέχουν τοξικούς/καρκινογόνους ρύπους, επικίνδυνους για την υγεία του ανθρώπου και δεν εκλύουν τέτοιους ρύπους κατά τη διάρκεια εφαρμογής τους και μέχρι την καταστροφή τους

Ποιότητα δομικών υλικών

Παρακάτω δίνεται πίνακας με τα πιο γνωστά δομικά υλικά και τις ιδιότητές τους.

ΥΛΙΚΟ	A	B	Γ	Δ	E	ΣΤ	Z	H	Θ	I	ΙΑ	ΙΒ	ΙΓ	ΙΔ	ΙΕ	ΙΖ	Μέσος όρος
ΕΥΛΟ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΦΕΛΛΟΣ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΡΓΙΛΟΣ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΚΕΡΙ ΜΕΛΙΣΣΑΣ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΤΟΥΒΛΟ	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2	1	3	2	3	3	-	2,5

ΑΣΒΕΣΤΟΚΟΝΙΑΜΑ	2	2	3	2	3	3	1	2	-	2	3	2	2	3	2	-	2,3
ΦΥΣΙΚΟ ΛΙΝΕΛΑΙΟ	1	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	-	2,3
ΤΣΙΜΕΝΤΟ ΤΥΠΟΥ PORTLAND	1	0	2	1	0	3	1	2	-	1	2	0	1	3	1	-	1,3
ΠΛΑΚΑ ΑΜΙΑΝΤΟΥ	1	0	0	1	1	-	2	2	0	1	2	3	-	3	1	0	1,2
ΣΥΝΘΕΤΙΚΟΣ ΓΥΨΟΣ	0	0	0	1	0	-	1	2	0	2	2	3	-	3	1	0	1,1
ΓΥΑΛΙ	0	1	1	0	3	0	0	0	-	0	0	3	0	3	3	-	1
ΑΣΦΑΛΤΟΠΑΝΟ	1	0	1	1	3	3	-	-	0	0	0	-	-	0	0	-	0,8
ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ	0	0	0	0	3	0	3	3	0	1	0	3	0	0	0	0	0,8
PVC	0	0	0	0	3	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0,6
ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΚΟΛΛΑ	0	0	0	0	3	0	-	-	0	0	0	0	0	3	0	0	0,4
ΒΕΤΑΝΑΜΕ	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0,4
ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΒΕΡΝΙΚΙ	0	0	0	0	3	0	-	-	-	0	0	-	0	0	0	-	0,3

Πίνακας 8.3: Ιδιότητες των πιο γνωστών δομικών υλικών [139]

Ερμηνεία του πίνακα:

- A= Πηγή προέλευσης
- B= Βιολογική διάρκεια ζωής
- Γ= Οικολογική συμβατότητα
- Δ= Κατανάλωση ενέργειας
- E= Κατανάλωση ενέργειας
- ΣΤ= Ηλεκτρικές ιδιότητες
- Z= Θερμικές ιδιότητες
- H= Ακουστικές ιδιότητες
- Θ= Αντίσταση στα μικροκύματα
- I= Διαπνοή
- ΙΑ= Υγρασία/χρόνος συγκέντρωσης
- ΙΒ= Αφομοίωση
- ΙΓ= Τοξικές πτητικές ουσίες
- ΙΔ= Οσμές
- ΙΕ= Τεστ αντίστασης του δέρματος (ohms)
- ΙΖ= Βιολογικό τεστ

Βαθμολογία:

- 0= Να αποφεύγεται η χρήση του

- 1= Δε συνίσταται
2= Αμφίβολη χρήση
3= Συνίσταται η χρήση του

8.8.4 Θερμομονωτικά υλικά στην Ελληνική αγορά

1.Εξηλασμένη πολυστερίνη:

- Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (υδρογονανθρακες).
- Γκρίζα ενέργεια (ενεργοβόρος η παραγωγή της) 450 KWh/μ³ έως 850 KWh/μ³
- Μόλυνση: Διαφυγή τοξικών πτητικών αερίων στο περιβάλλον, όπως CFC (χλωροφθοράνθρακες) και πεντανίου (καταστρέφουν τη στοιβάδα του όζοντος και ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου).
- Μη ανακυκλώσιμη
- Επιπτώσεις στην υγεία: Διαφυγή στυρενίου στην ατμόσφαιρα (ουσία νευροτοξική, που ενοχοποιείται για καρκινογένεσεις). Σε περίπτωση φωτιάς, παραγωγή τοξικών βρωμιούχων αερίων, εξαιτίας των ουσιών που περιέχει για την καθυστέρηση εκδήλωσης πυρκαγιάς. Ανάπτυξη ισχυρών ηλεκτροστατικών πεδίων. Καμία δυνατότητα διαπνοής του κτιρίου.

2. Πολυουρεθάνη

- Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.
- Γκρίζα ενέργεια: 1.000 KWh/μ³ έως και 1.200 KWh/μ³
- Οι HCFC που αντικατέστησαν τα CFC ενοχοποιούνται, επίσης, για την καταστροφή της στοιβάδας του όζοντος
- Μη ανακυκλώσιμη
- Επιπτώσεις στην υγεία: οι ισοκυανάτες που προέρχονται από μια σύνθετη διαδικασία παραγωγής με βάση το χλώριο, απελευθερώνουν στο περιβάλλον στο περιβάλλον (εσωτερικό και εξωτερικό του κτιρίου) αμίνες, ουσίες ιδιαίτερα επικίνδυνες για τους ανθρώπους. Σε περίπτωση δε πυρκαγιάς παράγεται κυάνιο, ουσία φοβερά τοξική.
- Καμία δυνατότητα διαπνοής του κτιρίου.

3.Υαλοβάμβακας/πετροβάμβακας

- Μη ανανεώσιμα (εκτός της ύαλου) που προέρχονται, όμως, από υλικά σε αφθονία στη φύση (άμμος, βασάλτης κλπ)
- Γκρίζα ενέργεια: 150 KWh/μ³ έως 250 KWh/μ³
- Κύρια μόλυνση: μόνο στις μονάδες παραγωγής (λόγω του διοξειδίου του άνθρακα) και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς τους
- Επιπτώσεις στην υγεία: το I.A.R.C. (διεθνές κέντρο για την έρευνα του καρκίνου) που υπάγεται στον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, τα κατατάσσει στα εν δυνάμει καρκινογόνα υλικά που επιδρούν στον άνθρωπο μέσω της

αναπνευστικής οδού. Σε αντίθεση με τις ίνες αμιάντου, οι ίνες των υλικών αυτών δε διαχωρίζονται κατά το μήκος τους, αλλά σπάνε κάθετα στη μάζα τους και σύμφωνα με το I.A.R.C. η επικινδυνότητά τους έγκειται στις διαστάσεις τους (μήκος ανώτερο των 5μικρον και διάμετρος μικρότερη των 3μικρον). Στη Γερμανία απαγορεύτηκε η χρήση τους σε δημόσια κτήρια και στα μικρότερα έργα επιτρέπεται μόνο όταν στεγανοποιηθούν απόλυτα. Το I.A.R.C. επισημαίνει, επίσης, τον κίνδυνο αναπνευστικών μολύνσεων, λαρυγγίτιδων, φαρυγγίτιδων κλπ σε χώρες όπου εφαρμόζονται αυτά τα υλικά. Ακόμη, οι συνδετικές ουσίες που χρησιμοποιούνται και που έχουν βάση τη φορμόλη και την ουρία, απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες τοξικής φορμαλδεΐδης

4.Περλίτης

- Μη ανανεώσιμη πηγή, με μεγάλη διαθεσιμότητα στη φύση.
- Γκρίζα ενέργεια: 230 KWh/μ³
- Μερική ανακύκλωσή του
- Επιπτώσεις στην υγεία: ο περλίτης (ηφαιστειακής προέλευσης), δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες κατά τη χρησιμοποίησή του
- Προσοχή στην χρησιμοποίησή του σε σύνθετες κατασκευές με σιλικόνες και πολυουρεθάνη.
- Επίσης, σε περίπτωση πυρκαγιάς δεν απελευθερώνει τοξικά αέρια
- Γενικά, προτείνεται σαν ένα καλό θερμομονωτικό υλικό

5. Το Ερακλίτ (Hraklith)

- Αποδεκτό υλικό
- Αποτελείται κυρίως από ξυλόμαλλο
- Γκρίζα ενέργεια: απαιτεί λιγότερη (αλλά παρόλα αυτά αρκετή) ενέργεια για την παραγωγή του, μικρότερη πάντως των άλλων υλικών.
- Η Ελλάδα είναι χώρα παραγωγός μαγνησίου.
- Εύκολα ανακυκλώσιμο
- Επιπτώσεις στην υγεία: όλα τα υλικά στα οποία ανήκει και το Ερακλίτ δεν παρουσιάζουν προβλήματα για την υγεία των κατοίκων ενός κτιρίου. Καίγονται δύσκολα σε περίπτωση πυρκαγιάς και δεν απελευθερώνουν τοξικές ουσίες. Παρουσιάζουν μικρή, όμως, αγωγιμότητα στα ηλεκτρικά πεδία, εξαιτίας του τσιμέντου.

Στην Ευρώπη βρίσκουμε 3 υλικά: το Heraklith, το Fibralith και το Eco-lith. Στην Ελλάδα, δυστυχώς, έχουμε μόνο το πρώτο.

6.Ο διογκωμένος φελλός

- Ανανεώσιμη πηγή

- Γκρίζα ενέργεια: χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή του 80 έως 90 KWh/μ³
- Ανακυκλώσιμο κατά 100%
- Επιπτώσεις στην υγεία: απόλυτα φιλικό και υγιεινό. Προσοχή, όμως, γιατί κάποιοι κατασκευαστές χρησιμοποιούν κατά την τοποθέτησή του, συνθετικές κόλλες, που περιέχουν φορμαλδεΰδη.
- Το μειονέκτημά του είναι πως είναι αρκετά πιο ακριβό από όλα τα άλλα υλικά

Τέλος, αναφέρονται 5 εξαιρετα και οικολογικά θερμομονωτικά υλικά, τα οποία βρίσκει κανείς σε όλες τις Ευρωπαϊκές χώρες όχι όμως στην Ελλάδα:

- Λιναρόμαλλο
- Ρολό από ίνες κοκκοφοίνικα
- Μονωτικό υλικό από υπολείμματα (τύπου ISO COTTON)
- Τζίβα (σε φύλλα και λωρίδες)
- Διογκωμένα (σε κόκκους) άργιλος

Και τα πέντε αυτά υλικά κοστίζουν ελάχιστα, είναι 100% ανακυκλώσιμα και φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Επίσης, η Ελλάδα διαθέτει λινάρι, βαμβάκι και άργιλο. Ωστόσο, **δε διαθέτει την κατάλληλη αγορά και ενημερωμένους μηχανικούς.**
[132]

8.9 Κριτήρια επιλογής δομικών υλικών

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	1^η ΠΡΟΤΙΜΗΣ Η	2^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	3^η ΠΡΟΤΙΜΗΣ Η	ΔΕ ΣΥΝΙΣΤΑΤ ΑΙ
Μόνωση Τοίχων	Φελλός Κυτταρίνη ξυλόμαλλο	πετροβάμβακας	διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) υαλοβάμβακας	εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) πολυουρεθάν η
Εσωτερικοί Αγωγοί Αποχέτευσης	Κεραμικοί σωλήνες	πολυαιθυλένιο (PE) πολυπροπυλένιο (PP)	-	PVC

Σωληνώσεις νερού	Πολυπροπυλένιο (PP) Πολυαιθυλένιο (PE) Πολυβουτυλένιο		χαλκός	-
Εξωτερικές πόρτες	Πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης Ξυλεία κωνοφόρων χωρίς συντηρητικά	Ξυλεία κωνοφόρων με εμφυτεύματα βορικών αλάτων Κόντρα πλακέ από ξυλεία αειφορικής διαχείρισης	Αλουμίνιο Ξυλεία κωνοφόρων με συντηρητικά	Μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία PVC
Εσωτερικές πόρτες	Πιστοποιημένη ξυλεία αειφορικής διαχείρισης Κυψελοειδής μοριοσανίδα	Ευρωπαϊκή ξυλεία κωνοφόρων	Κόντρα πλακέ από ξυλεία αειφορικής διαχείρισης Νοβοπάν	Μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία PVC
Πλακάκια και κάλυψη πατωμάτων	Λινόλαιο Πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης Φελλός	Κεραμικά πλακάκια (κατά προτίμηση με οικολογική σήμανση) Ξυλεία επεξεργασμένη με συντηρητικά	Καουτσούκ	Φελλός με επίστρωση PVC ή πολυουρεθάνης
Επιστέγαστρα και διαφανή συστήματα επικαλύψεων	Γυάλινα	Πολυανθρακικά	Ακρυλικά (Plexiglas)	PVC

Πίνακας 8.4: Κριτήρια επιλογής δομικών υλικών [138]

Ο παραπάνω πίνακας δίνει ενδεικτικά τα κριτήρια επιλογής διαφόρων δομικών προϊόντων βάσει της μεθοδολογίας «Περιβαλλοντικής Προτίμησης», η οποία εφαρμόζεται με επιτυχία σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες που επιλέγουν και προωθούν την οικολογική δόμηση. Η μεθοδολογία αυτή βασίζεται στην αξιολόγηση των υλικών κατασκευής και τη βαθμονόμησή τους, λαμβάνοντας υπόψη ορισμένους παράγοντες,

έτσι ώστε να επιτευχθεί ένα είδος περιβαλλοντικής κατάταξης. Μερικά από τα κριτήρια αυτά είναι τα εξής:

- Η σπανιότητα των πρώτων υλών
- Η οικολογική επίπτωση που σχετίζεται με την εξόρυξη και την παραγωγή των πρώτων υλών, καθώς επίσης και με τις εκπομπές ρύπων κατά την παραγωγική διαδικασία
- Η ενεργειακή κατανάλωση σε όλα τα στάδια (εξόρυξη, επεξεργασία, μεταφορά)
- Η κατανάλωση νερού
- Η χρήση ή έκλυση ουσιών επιβλαβών τόσο για τη ανθρώπινη υγεία, όσο και για το περιβάλλον (π.χ. έκλυση τοξικών ουσιών)
- Η πρόκληση ηχορύπανσης ή δυσάρεστων οσμών. [132]

8.10 Επιλογή δομικών υλικών ξενοδοχειακής μονάδας

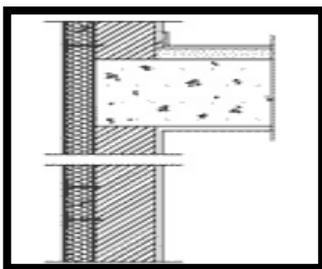
Έπειτα από σύγκριση των παραπάνω υλικών, καταλήξαμε στην επιλογή αυτών που μας δίνουν όσο το δυνατόν λιγότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, είναι αποτελεσματικά αλλά και δίνουν ένα αποτέλεσμα υψηλής αισθητικής.

Φέρον οργανισμός

Για την κατασκευή του φέροντος οργανισμού (πλάκες, δοκάρια, υποστυλώματα, κλιμακοστάσια) επιλέξαμε το οπλισμένο σκυρόδεμα (C 25/30) ως ένα υλικό υψηλής στατικής αντοχής που ανταποκρίνεται στη σεισμικότητα της Ελλαδικής περιοχής και συγκεκριμένα του Δήμου Παλαιού Φαλήρου με Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας I . Επιπλέον, παρότι περιέχει μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια, χρησιμοποιήσαμε ως υλικό όπλισης του σκυροδέματος χάλυβα ποιότητας B500C. Σε κάθε περίπτωση έγινε έλεγχος αποφυγής ενσωμάτωσης ουσιών επιβλαβών για την ανθρώπινη υγεία, όπως ο αμιάντος.

Θερμομόνωση

Για τη μόνωση των τοίχων επιλέξαμε διογκωμένο φελλό παρά το υψηλό κόστος του σε σχέση με τα άλλα θερμομονωτικά υλικά, καθώς είναι μια ανανεώσιμη πηγή, με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή του, ανακυκλώσιμο και τέλος αποτελεί μία απόλυτα φιλική και υγιεινή λύση για τον άνθρωπο.



Εικόνα 8.5: Μόνωση τοίχου [140]

Για τη μόνωση του δώματος χρησιμοποιήσαμε τη Συμβατική τεχνική μόνωσης, η οποία εφαρμόζεται συνήθως σε επίπεδα ή με μικρή κλίση δώματα.. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή η στεγανοποίηση, η οποία τις περισσότερες φορές γίνεται με ένα ασφαλτόπανο βρίσκεται πάνω από τη θερμομόνωση. Ως τελική στρώση έχουμε φυτά σε κάποιους ορόφους και στον τελευταίο όροφο ως τελευταία στρώση έχουμε επιλέξει τσιμεντοκονία, πάνω στην οποία τοποθετούνται τα φωτοβολταϊκά. [141]



Εικόνα 8.6: Μόνωση βατού δώματος [142]

(Παρατίθενται και οι λεπτομέρειες του δώματος και της τοιχοποιίας σε μορφή AutoCAD στο Παράρτημα Β.)

Κουφώματα

Τα εξωτερικά κουφώματα επιλέξαμε να είναι μεταλλικά και συγκεκριμένα από αλουμίνιο. Το αλουμίνιο ίσως αποτελεί μια ενεργοβόρα λύση με αρκετές εκπομπές CO₂ κατά τα στάδια της παραγωγής του, όμως καθίσταται το πλέον σίγουρο και αποδοτικό υλικό για την αποφυγή θερμογεφυρών και για την αεροστεγανότητα των κουφωμάτων. Τα εσωτερικά κουφώματα θα είναι από ξύλο.

Το ξύλο και το μάρμαρο στην κατασκευή

Από ξύλο, όπως έχει ήδη αναφερθεί, θα είναι και οι πέργκολες στον εξωτερικό χώρο της ξενοδοχειακής μονάδας. Η πέργκολα αυτή θα κατασκευαστεί με σκοπό να σκιάζονται επαρκώς οι πελάτες στον εξωτερικό χώρο της αίθουσας συνεδριάσεων καθώς επίσης και σε αυτόν της πισίνας. Το ξύλο που θα χρησιμοποιηθεί, θα είναι ποιότητας II (καστανιά, δρύς) η οποία βρίσκεται στην Ευρώπη και μάλιστα στην Ελλάδα και δεν χρειαστεί να εισαχθεί από κάποια μακρινή χώρα με μεγάλες εκπομπές κατά την μεταφορά της. Ακόμη ξύλινο πάτωμα θα διαθέτουν οι χώροι της αίθουσας συνεδριάσεως και του φουαγιέ. Η ξυλεία που θα χρησιμοποιηθεί στο σύνολο της θα είναι από ινσανίδες κλάσης E1 με χαμηλές εκπομπές φορμαλδεϊδών. Τέλος, η εσωτερική σκάλα της ξενοδοχειακής μονάδας όπως και οι χώροι του εστιατορίου, της ρεσεψιόν και του σαλονιού θα έχουν επένδυση από μάρμαρο το οποίο αποτελεί ένα φυσικό υλικό και η μεταφορά του έγινε από λατομεία εντός του Ν. Αττικής.

Χρώματα-Κονιάματα

Όπως ήδη αναφέρθηκε επιλέξαμε φυσικά χρώματα για εξοικονόμηση ενέργειας, μικρότερη παραγωγή ρύπων, λιγότερο ακάθαρτο νερό και μικρότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ακόμη, χρησιμοποιήσαμε ως οικολογικό κονίαμα το κεραμάλευρο, αυξάνοντας την αντοχή του σοβά και δίνοντας φυσικό χρώμα στη εξωτερική κατασκευή.

Επίσης, έγινε χρήση ανακυκλούμενου οδοστρώματος και σκυροδέματος για την κατασκευή των δρόμων κυκλοφορία των οχημάτων στον προαύλιο χώρο του ξενοδοχείου αλλά και στους χώρους στάθμευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Ο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ενέργεια είναι άμεσα συνδεδεμένη με κάθε πτυχή της ζωής του ανθρώπου. Είναι απαραίτητη για τη θέρμανση, το δροσισμό, το φωτισμό των χώρων διαβίωσης, καθώς επίσης και για το μαγείρεμα και την αποθήκευση της τροφής. Η ενέργεια τροφοδοτεί ακόμα, τα μέσα μετακίνησης, τις βιομηχανίες, τους χώρους εργασίας και γενικά όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Έτσι, λοιπόν, η ενέργεια είναι απαραίτητη και για μια ξενοδοχειακή μονάδα.

Στις μέρες μας, το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας προέρχεται από την εκμετάλλευση των ορυκτών καυσίμων, όπως ο λιγνίτης, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, τα οποία αποτελούν άφθονες, άμεσα διαθέσιμες και συνεπώς σχετικά φθηνές πηγές ενέργειας.

Το πρόβλημα, όμως, είναι οι υψηλοί ρυθμοί ανάπτυξης των χωρών και η ολοένα και αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση. Η εντατική εκμετάλλευση των ορυκτών καυσίμων θα παρουσιάσει μια σειρά από προκλήσεις και προβλήματα στον άνθρωπο και αυτός θα πρέπει να τα αντιμετωπίσει. Τα κυριότερα από αυτά τα προβλήματα έχουν αρχίσει ήδη να διαφαίνονται στον ορίζοντα και δεν είναι άλλα από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ατμοσφαιρική ρύπανση και η μείωση των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Έτσι, έρχονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, φιλικές προς το περιβάλλον να δώσουν τη λύση στη περιβαλλοντική ρύπανση από τα συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.

9.1 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι πηγές τα αποθέματα των οποίων ανανεώνονται φυσικά, και οι οποίες συνεπώς θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Η σημασία τους για τη βιωσιμότητα του πλανήτη έχει πλέον συνειδητοποιηθεί ευρέως.

Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ είναι η Ηλεκτρική Ενέργεια η προερχόμενη από:

- Την εκμετάλλευση Αιολικής ή Ηλιακής Ενέργειας ή Βιομάζας ή Βιοαερίου.
- Την εκμετάλλευση Γεωθερμικής Ενέργειας, εφόσον το δικαίωμα εκμετάλλευσης του σχετικού Γεωθερμικού Δυναμικού έχει παραχωρηθεί στον ενδιαφερόμενο, σύμφωνα με τις ισχύουσες κάθε φορά διατάξεις.
- Την εκμετάλλευση της Ενέργειας από την Θάλασσα.
- Την εκμετάλλευση Υδάτινου Δυναμικού με Μικρούς Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς μέχρι 10 MW.
- Συνδυασμό των ανωτέρω.
- Τη Συμπαράγωγή, με χρήση των Πηγών Ενέργειας, της πρώτης και δεύτερης κατηγορίας και με συνδυασμό τους.

Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης με σχετική έκθεση που εξέδωσε θέτει ως στόχο τη συμβολή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% έως το 2020. Οι εκτιμήσεις αυτές εξειδικεύονται στη συμμετοχή των ΑΠΕ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και ψύξης κυρίως για τον οικιακό τομέα, αλλά και στη χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές. Αναφέρονται επίσης σε μέτρα για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την αύξηση της αξιοποίησης των ΑΠΕ, καθώς και στοιχεία για τις βασικές διοικητικές δομές που θα επιταχύνουν τη διεύθυνση αυτή.



Διάγραμμα 9.1: Η επιδιωκόμενη διεύθυνση των ΑΠΕ στην παραγωγή ενέργειας έως το 2020.

Τα βασικά πλεονεκτήματα της χρήσης ΑΠΕ είναι τα εξής:

- Συμβολή στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς, μη ανανεώσιμους ενεργειακούς πόρους.
- Συμβολή στην άμβλυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς συνεισφέρουν στον περιορισμό της εκπομπής των 6 αερίων του θερμοκηπίου (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) στην ατμόσφαιρα.
- Συνεισφορά στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, εξαιτίας της γεωγραφικής τους διασποράς.
- Δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, με διαφορετικές λύσεις για διαφορετικές ενεργειακές ανάγκες (για παράδειγμα χρήση ηλιακής ενέργειας για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, χρήση αιολικής ενέργειας για ηλεκτροπαραγωγή κ.ά.)
- Χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Συνεισφορά στην αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών με τη δημιουργία θέσεων εργασίας και την προσέλκυση ανάλογων επενδύσεων. [143,144]

Στη συνέχεια θα γίνει αναλυτική αναφορά στα Φωτοβολταϊκά συστήματα και στη Γεωθερμική ενέργεια οι οποίες είναι και οι μορφές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας που θα χρησιμοποιηθούν στην ξενοδοχειακή μονάδα.

9.2 Φωτοβολταϊκά στα κτίρια



Εικόνα 9.1: Φωτοβολταϊκά ενσωματωμένα στη στέγη ξενοδοχείων [145]

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) αποτελούν ιδανικά δομικά στοιχεία με δυνατότητα ενσωμάτωσης σε οποιοδήποτε οικοδομικό έργο από κτίρια υψηλής αισθητικής έως οικοδομήματα πολιτιστικής κληρονομιάς. Με την ικανότητα τους να παράγουν καθαρή ηλιακή ενέργεια από τον ήλιο, τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν συνιστώσα της λύσης των σημερινών ενεργειακών και περιβαλλοντικών προβλημάτων και μπορούν να συμβάλλουν στην αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών. Η ενσωμάτωση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό επιτρέπει στον σχεδιαστή να δημιουργήσει περιβαλλοντικά ήπια και ενεργειακά αποδοτικά κτίρια χωρίς να θυσιάσει την άνεση, την αισθητική ή την οικονομία.

Αρχιτεκτονική ενσωμάτωση των Φωτοβολταϊκών στα κτίρια

Η σύγχρονη τεχνολογία συνδυάζει τη μέγιστη ενεργειακή αποδοτικότητα των Φ/Β συστημάτων με πολλαπλές δυνατότητες αρχιτεκτονικής ενσωμάτωσης τους, ικανοποιώντας απαιτητικές λειτουργικές ή αισθητικές παραμέτρους της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Οι δυνατότητες ενσωμάτωσης είναι απεριόριστες καθώς τα Φ/Β μπορούν να ενσωματωθούν σε οποιοδήποτε οικοδομικό έργο, από κτίρια υψηλής

τεχνολογικής αισθητικής έως οικοδομήματα πολιτιστικής κληρονομιάς, σε νέα ή παλιά κτίρια.

Οι συνηθέστερες εφαρμογές αφορούν στην ενσωμάτωση των Φ/Β σε:

- Στέγες/ταράτσες
- Προσόψεις
- Σκίαστρα/Στέγαστρα
- Φωταγωγούς/Φεγγίτες

Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στη στέγη

Οι στέγες είναι ιδανικές για την ενσωμάτωση Φ/Β, καθώς παρέχουν επιφάνεια που συνήθως δεν έχει άλλη χρήση ενώ οι πιθανότερες σκιάσεις στο σύστημα είναι μικρότερες. Τα φωτοβολταϊκά ενσωματώνονται τόσο σε επικλινείς, όσο και σε επίπεδες στέγες. Οι επίπεδες έχουν το πλεονέκτημα της καλής πρόσβασης και ευκολότερης εγκατάστασης. Υπάρχουν τρεις εναλλακτικοί τρόποι εφαρμογής των Φ/Β συστημάτων σε μια στέγη κτιρίου.

1. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή σήμερα δεν είναι η ενσωμάτωση των Φ/Β συστημάτων στο κτίριο, αλλά η τοποθέτηση του επάνω στην επιφάνεια της στέγης. Αυτό το είδος εφαρμογής χαμηλού κόστους χρησιμοποιείται συνήθως για ιδιωτικές κατοικίες και σε υφιστάμενες στέγες.
2. Μια άλλη δυνατότητα είναι η απευθείας ενσωμάτωση των Φ/Β στη στέγη
3. Η Τρίτη δυνατότητα είναι η πλήρης ενσωμάτωση των Φ/Β στη στέγη, όπου τα Φ/Β παίζουν το ρόλο της σκεπής, υποκαθιστώντας το αντίστοιχο οικοδομικό υλικό (π.χ. τα κεραμίδια) [146]

Η φωτοβολταϊκή τεχνολογία και κατηγορίες Φ/Β

Με την φωτοβολταϊκή τεχνολογία γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας της ηλιακή ακτινοβολίας όπως προαναφέρθηκε. Η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια 1 m^2 μια ηλιόλουστη ημέρα μπορεί να φτάσει και το 1KW.

Η ενέργεια η οποία προσπίπτει συνολικά σε ένα έτος σε μια επιφάνεια εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Για τη περιοχή της Αθήνας η τιμή της ετήσιας ενέργειας που προσπίπτει σε μια οριζόντια επιφάνεια 1 m^2 κυμαίνεται κοντά στις 1500 Kwh. Με δεδομένο ότι τα Φ/Β συστήματα που κυκλοφορούν στην αγορά μετατρέπουν περίπου το 14% της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική, ένα πλαίσιο επιφάνειας 1 m^2 παράγει περίπου 140 Wp. [146,147]

Τύποι Φωτοβολταϊκών πλαισίων σε σχέση με τον βαθμό ενσωμάτωσης τους

- **Τυπικά φωτοβολταϊκά πλαίσια (πλαίσιο γυαλιού-ελασμάτων).** Αποτελούν την πιο διαδομένη λύση σε εφαρμογές Φ/Β συστημάτων επάνω σε στέγες κτιρίων ή σε πολύ μεγάλες Φ/Β εγκαταστάσεις στην ύπαιθρο. Η κατασκευή τους βασίζεται στη μέθοδο της πολυστρωμάτωσης.
- **Ημιπερατά φωτοβολταϊκά πλαίσια (κρυσταλλικά πλαίσια γυαλιού-γυαλιού).** Αυτά τα πλαίσια επιλέγονται στις περιπτώσεις αρχιτεκτονικής

ενσωμάτωσης, όχι μόνο λόγω του ιδιαίτερου σχεδιασμού τους, αλλά και διότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μονωτικοί υαλοπίνακες μέσω του συστήματος Optisol.

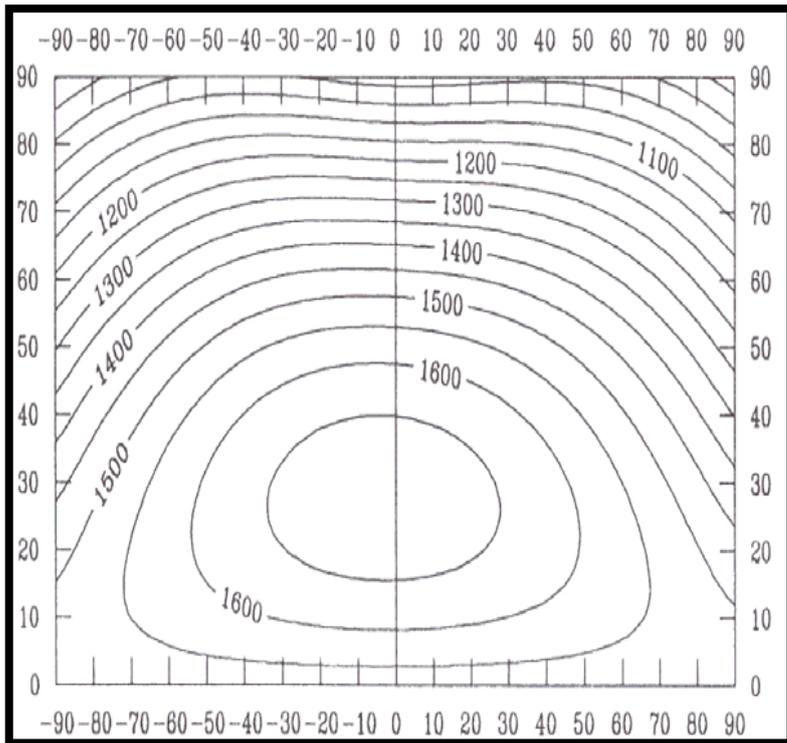
Τύποι φωτοβολταϊκών πλαισίων σε σχέση με το υλικό κατασκευής τους

Οι βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής Φ/Β στοιχείων σήμερα, είναι:

- **Τεχνολογία κρυσταλλικού πυριτίου.** Τα στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι τα πιο διαδεδομένα με απόδοση που φτάνει το 16%. Γενικώς η απόδοση τους κυμαίνεται από 13-16%. Τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου έχουν απόδοση από 11-14%
- **Τεχνολογία λεπτού υμενίου (thin film).** Τα πλαίσια κατασκευάζονται με πολύ λεπτές στρώσεις φωτοευαίσθητου υλικού σε βάση από το γυαλί, πλαστικό ή ανοξείδωτο χάλυβα. Έχουν χαμηλότερο κόστος παραγωγής που εξισορροπεί το χαμηλότερο βαθμό απόδοσης τους. [146]

Προσανατολισμός

Ο βέλτιστος προσανατολισμός είναι ο **νότιος με κλίση 30°** ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Στις εφαρμογές των φωτοβολταϊκών στα κτίρια δεν είναι πάντα εφικτό να υπάρχει αυτός ο προσανατολισμός λόγω καθόσον υπάρχουν περιορισμοί από τις διαδεδομένες επιφάνειες του κτιρίου. Έτσι δεν γίνεται πάντα η βέλτιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας, όμως οι απώλειες από τον μη σωστό προσανατολισμό μπορεί να μην είναι τόσο σημαντικές σε σχέση με τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση των Φ/Β πλαισίων με αντικατάσταση άλλων δομικών στοιχείων. Αυτό που είναι σημαντικό είναι να μην δημιουργείται σκιασμός στα φωτοβολταϊκά πανέλα από αντικείμενα, κτίρια ή τα ίδια τα Φ/Β, κυρίως τις ώρες τις υψηλής ακτινοβολίας διότι έστω και μικρός σκιασμός προκαλεί σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος και ενδεχόμενο βραχυκύκλωσης του συστήματος. Σε περιπτώσεις δε που η ακτινοβολία δεν προσπίπτει ομοιόμορφα σε όλο τα Φ/Β πλαίσια συνίσταται η σύνδεση των Φ/Β πλαισίων σε μικρές συστοιχίες με ομοιόμορφη πρόσπτωση ακτινοβολίας. [146,147]



Διάγραμμα 9.2: Η επίδραση της τιμής της κλίσης και του προσανατολισμού στην διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²/έτος) στο επίπεδο των ηλιακών πλαισίων ενός κτιριακού Φ/Β συστήματος στην Αττική [148]

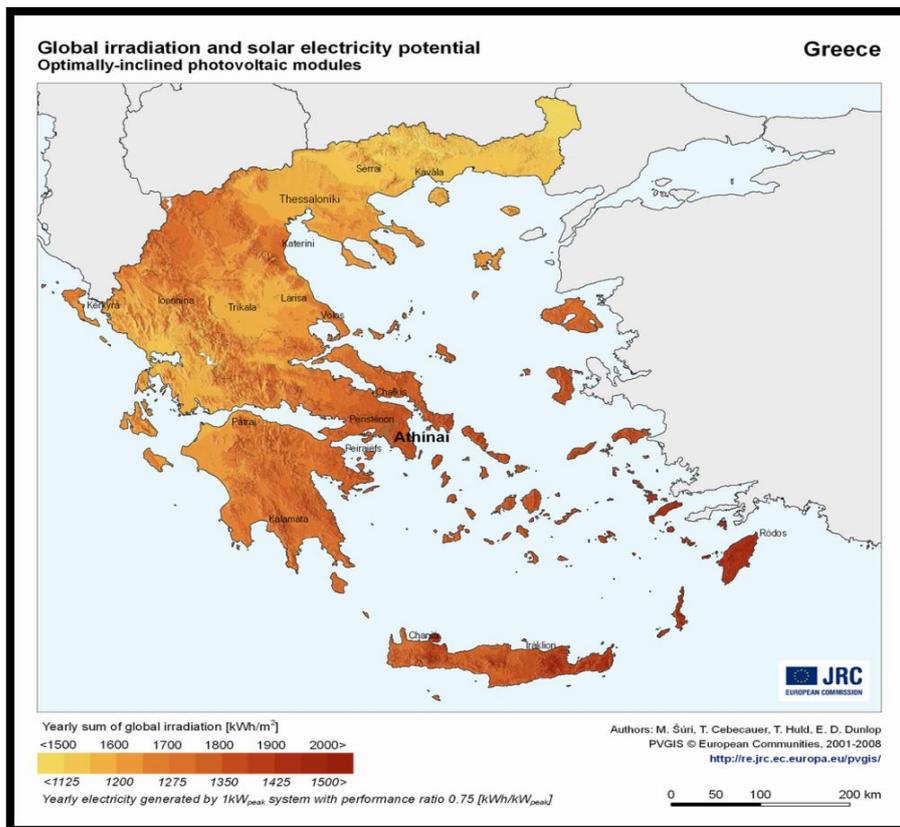
Ηλεκτρική σύνδεση

Η έξοδος της φωτοβολταϊκής συστοιχίας συνδέεται μέσω καταλλήλων μετατροπέων στο ηλεκτρικό δίκτυο. Η ηλεκτρική ενέργεια η οποία παράγεται από το Φ/Β σύστημα χρησιμοποιείται για τη κάλυψη μέρους των αναγκών του κτιρίου ενώ οι υπόλοιπες καλύπτονται από το ηλεκτρικό δίκτυο. Αν υπάρχουν περίοδοι που η παραγωγή από τα Φ/Β είναι μεγαλύτερη από το φορτίο του δικτύου το πλεόνασμα της ενέργειας μπορεί να πωλείται στο δίκτυο με τη προβλεπόμενη τιμή. Για τη σύνδεση των Φ/Β συστοιχιών με το δίκτυο υπάρχουν μετατροπείς (Inverters) οι οποίοι μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα Φ/Β σε εναλλασσόμενο. Η υψηλή τεχνολογία των μετατροπέων επιτρέπει τη παροχή ηλεκτρικής ισχύος εξόδου υψηλής ποιότητας ενώ για λόγους ασφάλειας του δικτύου διακόπτουν τη λειτουργία τους σε περίπτωση που διακόπτεται η παροχή του δικτύου. [147,148]

9.3 Ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στοιχείων στην ξενοδοχειακή μονάδα

Στόχος του ξενοδοχείου είναι να ικανοποιεί τις περισσότερες από τις αυξημένες ενεργειακές του ανάγκες μέσω των Φ/Β συστημάτων και τις υπόλοιπες με τη βοήθεια της γεωθερμικής ενέργειας και του λέβητα πετρελαίου. Σύμφωνα με τον παρακάτω χάρτη, η περιοχή της Αττικής και πιο συγκεκριμένα του Παλαιού Φαλήρου με

Γεωγραφικό πλάτος: 37° 55'18'' στην οποία θα κατασκευασθεί η ξενοδοχειακή μονάδα, αποτελεί ενδεδειγμένη περιοχή για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, καθώς διανύει περιόδους με αυξημένη ηλιοφάνεια.



Εικόνα 9.2: Χάρτης της Ελλάδας με την ετήσια ηλιακή ακτινοβολία [149]

Η επιφάνεια της οροφής στην οποία θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά πάνελα έχει εμβαδόν 1150m². Η στέγη είναι επίπεδη, με νότιο προσανατολισμό στην μεγαλύτερη πλευρά της. Τα φωτοβολταϊκά πάνελα επιλέγονται να τοποθετηθούν **οριζόντια με μηδενική κλίση**. Ο λόγος που γίνεται αυτή η επιλογή είναι επειδή η οροφή-στέγη είναι επίπεδη. Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πανέλων με κλίση 30° σε επίπεδες στέγες υποχρεώνει για την αποφυγή σκιασμού τους να τοποθετούνται οι συστοιχίες σε απόσταση 2,80m, αυτό αυτομάτως οδηγεί σε μείωση του αριθμού των φωτοβολταϊκών πανέλων. Η μείωση της παραγωγικότητας των Φ/Β τοποθετημένων με μηδενική κλίση είναι 10% σε σχέση με αυτά των 30° κλίση. Έτσι, αν λάβουμε υπόψη μας και τα περιορισμένα τετραγωνικά της στέγης σε συνδυασμό με τις αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις ενός ξενοδοχείου κρίνεται πως η βέλτιστη λύση είναι η οριζόντια τοποθέτηση τους στη στέγη του κτιρίου καθώς έτσι ο αριθμός των φωτοβολταϊκών και η παραγωγή αυξάνονται. Η διάταξη των Φ/Β έχει νότιο προσανατολισμό, σε συστοιχίες ανά δυο πλαίσια, επιτρέποντας τη δημιουργία διαδρόμων μεταξύ τους για τη καλύτερη λειτουργία και συντήρηση της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης. Θα τοποθετηθούν συνολικά 448 Φ/Β πάνελα διαστάσεων 1,65*1,00=1.65m² δηλαδή συνολικής επιφάνειας 739,2m².

Τύπος φωτοβολταϊκών πινέλων

Επιλέγονται φωτοβολταϊκά τύπου κρυσταλλικού πυριτίου και πιο συγκεκριμένα **μονοκρυσταλλικά** τα οποία είναι τα πιο διαδεδομένα αλλά και τα πιο αποδοτικά της αγοράς. Τα μονοκρυσταλλικά πινέλα έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

Απόδοση	13-16%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp	7-8 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp)*	1.300
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m²)*	160-185
Ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ (kg CO₂ ανά kWp)	1.380

Πίνακας 9.1: Χαρακτηριστικά μονοκρυσταλλικών πινέλων

* Μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση.

Μελέτη μέτρησης παραγωγής της Φ/Β εγκατάστασης: Σύμφωνα με την ιστοσελίδα της Ευρωπαϊκής ένωσης <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvngis/apps4/pvest.php#> η οποία μας επιτρέπει τον υπολογισμό της μέσης ημερήσιας και μηνιαίας ηλεκτρικής παραγωγής για κάθε μήνα του έτους, το μέσο ημερήσιο άθροισμα της παγκόσμιας ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο και το μέσο άθροισμα της παγκόσμιας ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο, εξάγονται τα εξής αποτελέσματα:

Προϋποθέσεις

Οι παραπάνω προϋποθέσεις λαμβάνονται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής του Π. Φαλήρου .

<u>Γεωγραφικό πλάτος:</u> 37 ° 55'18 " Βορράς
<u>Γεωγραφικό Μήκος:</u> 23 ° 40'41 " Ανατολή
<u>Ονομαστική ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος:</u> 102,66kWp* (κρυσταλλικού πυριτίου)
<u>Κλίση Φ/Β συστημάτων:</u> 0deg.
<u>Προσανατολισμός (αζιμούθιο) των Φ/Β συστημάτων:</u> 0deg. <u>Εκτιμώμενη απώλειες λόγω θερμοκρασίας:</u> 9.9% (χρησιμοποιώντας τοπική θερμοκρασία περιβάλλοντος)
<u>Εκτιμώμενη απώλεια που οφείλεται στα γωνιακά αποτελέσματα ανάκλασης:</u> 3,3%
<u>Άλλες ζημιές (καλώδια, inverter κλπ):</u> 7,0%
<u>Συνδυασμένες απώλειες Φ/Β σύστημα:</u> 19,0%

$$*(739,2\text{m}^2/7,2\text{m}^2/\text{kWp}) = 102,66\text{kWp}$$

Για σταθερή γωνία:

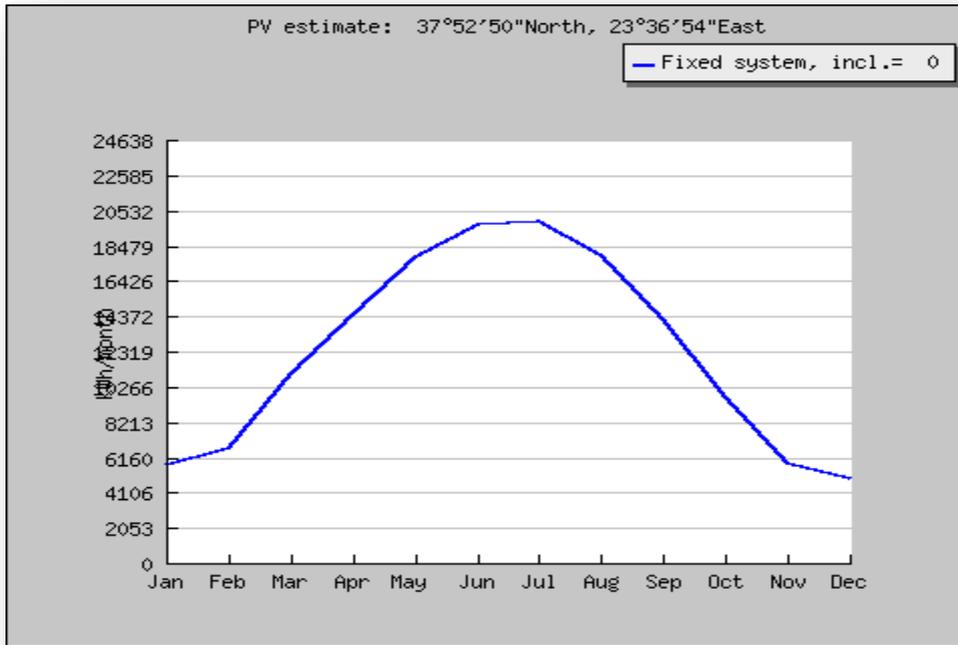
Μήνας	Ed	Em	Hd	Hm
1	186,00	5.760	2,07	64,2
2	241,00	6.740	2,64	74,0
3	355,00	11.000	3,86	120
4	484,00	14.500	5,23	157
5	576,00	17.900	6,20	192
6	657,00	19.700	7,05	212
7	644,00	20.000	6,92	214
8	579,00	18.000	6,23	193
9	473,00	14.200	5,11	153
10	313,00	9.710	3,42	106
11	195,00	5.840	2,15	64,6
12	157,00	4.880	1,76	54,6
Έτος	406,00	12.300	4,40	134
Συνολικό για το έτος		148.000		1600

Ed: Η μέση ημερήσια ηλεκτρική παραγωγή από το σύστημα (kWh)

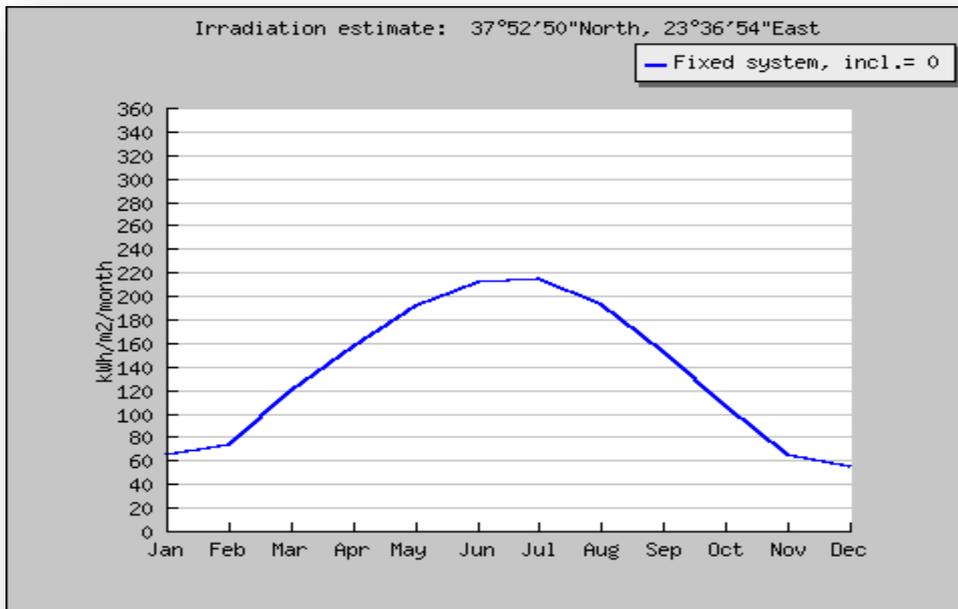
Em: Η μέση μηνιαία ηλεκτρική παραγωγή από το σύστημα (kWh)

Hd: Το μέσο ημερήσιο άθροισμα της παγκόσμιας ακτινοβολίας η οποία προσπίπτει σε ένα τετραγωνικό μέτρο (kWh/m²)

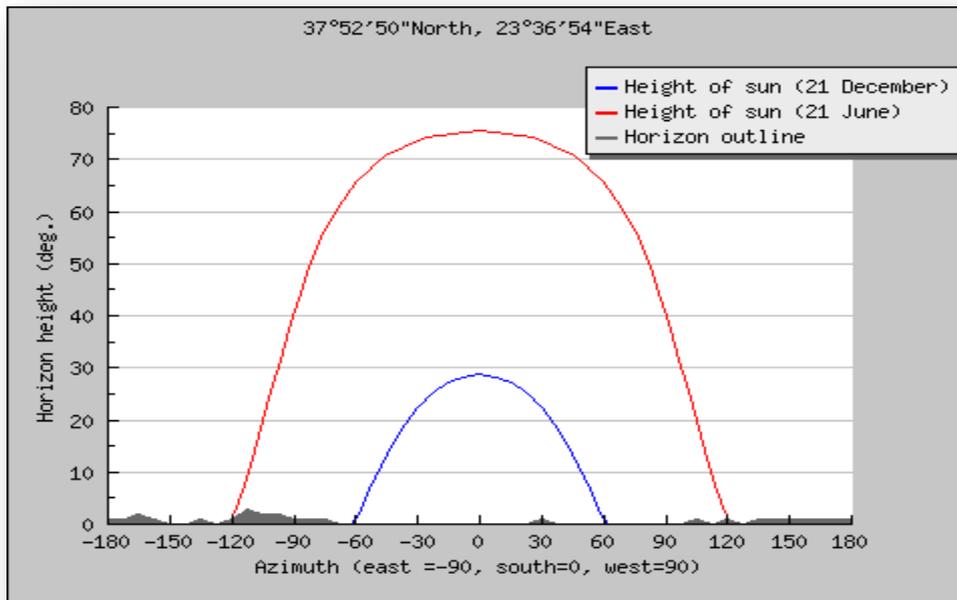
Hm: Το μέσο ημερήσιο άθροισμα της παγκόσμιας ακτινοβολίας η οποία προσπίπτει σε ένα τετραγωνικό μέτρο (kWh/m²) PVGIS (c) European Communities, 2001-2010



Διάγραμμα 9.3: Μηνιαία παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκό σύστημα υπό σταθερή γωνία



Διάγραμμα 9.4: Μηνιαία ακτινοβολία επί επιπέδου για σταθερή γωνία κλίσης



Διάγραμμα 9.5: Ο ορίζοντας σε συνάρτηση με τη πορεία του ήλιου για το χειμώνα και το θερινό ηλιοστάσιο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω διαπιστώνουμε όπως ήταν αναμενόμενο, πως ο νότιος προσανατολισμός κατά τους θερινούς μήνες Ιούνιο-Ιούλιο-Αύγουστο μας αποφέρει τις μέγιστες ενεργειακές απολαβές, καθώς η ηλιοφάνεια είναι ιδιαίτερος αυξημένη σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες. Η μέση ετήσια ηλεκτρική παραγωγή είναι ίση με **148.000 kwh**.

Ποσότητα μείωσης εκπομπών CO₂

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία η ποσότητα μείωσης των εκπομπών CO₂ σε μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση ισχύος 102,66 kWp είναι η εξής:

**Μέση ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ * Ισχύς εγκατάστασης= 1.380 kg CO₂/ kWp
102,66*kWp= 141.670 kg CO₂**

Άρα μέσω της παρούσας Φ/Β εγκατάστασης μειώνονται οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 140 τόνους.

9.4 Γεωθερμία

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι μια ήπια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ικανή να καλύψει ποικιλία ενεργειακών αναγκών. Η γεωθερμική ενέργεια υπάρχει στο εσωτερικό της γης και αξιοποιείται μέσω των γεωθερμικών ρευστών. Ο σημαντικότερος παράγοντας για την αξιοποίηση της

γεωθερμικής ενέργειας είναι η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών, η οποία και καθορίζει το είδος της εφαρμογής της.

Στην Ελλάδα, η συνηθέστερη εφαρμογή γεωθερμίας αφορά στη θέρμανση θερμοκηπίων. Άλλες εφαρμογές είναι η τηλεθέρμανση στα κτίρια, ο συνδυασμός με αντλίες θερμότητας στα κτίρια, οι ιχθυοκαλλιέργειες, η ξήρανση αγροτικών προϊόντων, η αφαλάτωση νερού (θαλασσινού ή ακόμα και γεωθερμικού νερού) και άλλες.

Πλεονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί **καθαρή μορφή ενέργειας**, εφόσον η τελική διάθεση των γεωθερμικών αποβλήτων πραγματοποιείται κατάλληλα. Ήδη έχει αναπτυχθεί και είναι διαθέσιμη η σχετική τεχνολογία για την προστασία του περιβάλλοντος.

Το όφελος είναι προφανές αν συνυπολογισθεί μαζί με την ενεργειακή εξοικονόμηση και η μείωση του CO₂, SO₂, NO_x και των λοιπών ρύπων. Ειδικότερα, σε περιπτώσεις όπου τα χαρακτηριστικά των γεωθερμικών ρευστών το επιβάλλουν, επιλέγεται η λύση της επιστροφής των ρευστών μετά τη χρήση τους στον υδροφόρο ορίζοντα, μέσα από μια δεύτερη γεώτρηση, η οποία ονομάζεται γεώτρηση επανεισαγωγής. Η λύση αυτή παρουσιάζει επιπλέον το πλεονέκτημα της ανανέωσης των γεωθερμικών ρευστών, αυξάνει το χρόνο ζωής και τη δυναμικότητα του γεωθερμικού πεδίου. Τέλος, οι γεωτρήσεις και τα αντλιοστάσια επεμβαίνουν ελάχιστα στην αισθητική του τοπίου δεδομένου ότι αποτελούν κατασκευές μικρού όγκου.

Σημαντικότερες τεχνολογίες

Η γεωθερμική ενέργεια, ανάλογα με τη θερμοκρασία των ρευστών, διακρίνεται σε τρεις κατηγορίες:

- Χαμηλής ενθαλπίας (25-100°C)
- Μέσης ενθαλπίας (100-150°C)
- Υψηλής ενθαλπίας (>150°C)

Η γεωθερμική ενέργεια υψηλής ενθαλπίας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας. Η εγκατεστημένη ισχύς των γεωθερμικών μονάδων παραγωγής ενέργειας στον κόσμο ανέρχεται σε 8.250 MW_e περίπου (1999). Η τεχνολογία που απαιτείται για την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών αυτής της κατηγορίας έχει αναπτυχθεί σε σημαντικό βαθμό και είναι ευρύτατα γνωστή.

Εφαρμογές γεωθερμίας στον κτιριακό τομέα

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας στα κτίρια ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία του διαθέσιμου ρευστού. Για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 90°C οι εφαρμογές είναι οι παρακάτω:

- Η ηλεκτροπαραγωγή
- Η ψύξη και ο κλιματισμός με αντλίες θερμότητας ρόφησης
- Η θέρμανση χώρων με σώματα καλοριφέρ

- Η παραγωγή ζεστού νερού σε μπόιλερ
- Η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού

Για μικρότερες θερμοκρασίες υπάρχουν εφαρμογές όπως η θέρμανση χώρων με αερόθερμα νερού ή ενδοδαπέδιο σύστημα, η προθέρμανση ζεστού νερού με εναλλάκτη θερμότητας και τα θερμά λουτρά. Για θερμοκρασίες νερού κάτω από 40°C χρησιμοποιούνται αντλίες θερμότητας για θέρμανση και κλιματισμό. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει υπόγειο νερό, οι αντλίες θερμότητας μπορούν να συνδυαστούν με γήινους εναλλάκτες θερμότητας.

Εφαρμογές στην Ελλάδα

Όπως φαίνεται στον επόμενο χάρτη, περιοχές με σημαντικό γεωθερμικό δυναμικό είναι η λεκάνη των Θερμοπυλών, η περιοχή του Λαγκαδά, τα νησιά του τόξου Νισύρου/Μήλου, η Λέσβος, η ευρεία περιοχή Καβάλας κ.α., όπου βρίσκονται συνήθως ιαματικά λουτρά.

Σήμερα στην Ελλάδα, εκτός από τα ιαματικά λουτρά, οι γεωθερμικές εφαρμογές περιλαμβάνουν:

- Θέρμανση θερμοκηπίων (για παραγωγή κυρίως κηπευτικών και τριαντάφυλλου) στη Νιγρίτα, στο Σιδηρόκαστρο, στο Λαγκαδά, στη Νυμφόπετρα, στη Νέα Απολλωνία, στη Νέα Τρίγλια, στη Λέσβο και στη Μήλο
- Θέρμανση εδαφών για πρωίμιση σπαραγγιών στο Νέο Εράσμιο και στη Νιγρίτα
- Παραγωγή πόσιμου νερού με αφαλάτωση θαλασσινού νερού στην Κίμωλο

Ειδικότερα για τα κτίρια στην Ελλάδα υπάρχουν οι παρακάτω εφαρμογές:

- Θέρμανση με ενδοδαπέδιο σύστημα των γραφείων παραγωγού σπαραγγιών στο Νέο Εράσμιο.
- Θέρμανση με ενδοδαπέδιο σύστημα του ξενοδοχείου των Λουτρών Τραιανούπολης στην Αλεξανδρούπολη.
- Θέρμανση και κλιματισμός με αντλίες θερμότητας τροφοδοτούμενες από υδρογεώτρηση ή/και γήινο εναλλάκτη θερμότητας πέντε κτιρίων: (α) το κτήριο Μεταλλειολόγων στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, (β) το κτιριακό συγκρότημα του Ευρωπαϊκού Κέντρου Δημοσίου Δικαίου στα Λεγραινά, (γ) το νέο κτίριο του ΚΑΠΕ στο Πικέρμι, (δ) το κτίριο του δήμου Πεταλούδων στη Ρόδο, (ε) την οικία Παπαγεωργάκη στο Λαγονήσι Αττικής.

Επιπλέον, υπό κατασκευή βρίσκονται το έργο τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης των σχολείων, του κέντρου υγείας, του επαρχείου και του ξενοδοχείου Μέγας Αλέξανδρος στο δήμο Λαγκαδά Θεσσαλονίκης με μεταφορά νερού 20-40°C σε απόσταση 2 χλμ περίπου από τα Λουτρά Λαγκαδά στην πόλη του Λαγκαδά και με υδροψύκτες αντλίες θερμότητας. Το έργο σχεδιάστηκε κυρίως από το ΚΑΠΕ, καθώς και το έργο

θέρμανσης-κλιματισμού του νέου κτιρίου του δημαρχείου Πυλαίας στη Θεσσαλονίκη, το οποίο χρηματοδοτείται από το ΚΑΠΕ. [147]

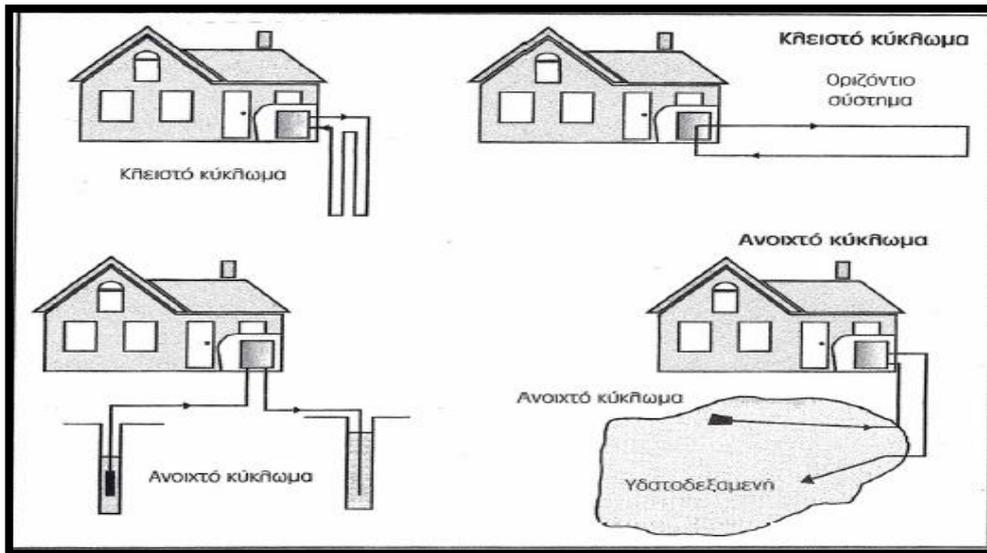


Εικόνα 9.3: Χάρτης με τις κυριότερες περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα [147]

Γεωθερμικός κλιματισμός

Η αρχή του γεωθερμικού κλιματισμού είναι εξαιρετικά απλή. Βασίζεται στο γεγονός ότι ενώ η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα παρουσιάζει διακυμάνσεις στη διάρκεια του έτους και με την εναλλαγή των καιρικών συνθηκών και των εποχών, αντίθετα, η θερμοκρασία του εδάφους, λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης, είναι σταθερή στους 18-20°C. Αν συνεπώς εκμεταλλευτούμε τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους το χειμώνα και να τους ψύξουμε, αντίστοιχα, το καλοκαίρι. Αυτή, γίνεται με τη χρήση μιας **γεωθερμικής αντλίας θερμότητας**, η δε θερμότητα μεταδίδεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων που είτε βρίσκονται σε οριζόντια διάταξη και χαμηλό βάθος, είτε σε κατακόρυφη διάταξη εκμεταλλευόμενοι μια γεώτρηση που γίνεται για το λόγο αυτόν. Το κύκλωμα μπορεί να είναι κλειστό ή ανοιχτό, όπως φαίνεται και στα παρακάτω σχήματα.

Τελευταία, έχουν αρχίσει να έχουν εφαρμογή τα **υβριδικά συστήματα** γεωθερμίας, ο συνδυασμός **ηλιακής ενέργειας-γεωθερμίας** [150] αλλά και **βιομάζας-γεωθερμίας**. [151]



Εικόνα 9.4: Μέθοδοι αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας [33]

Εκτός από το έδαφος μπορεί να υπάρξει επίσης αξιοποίηση πιθανής **δεξαμενής νερού** κάτω από το κτίριο. Η σύνδεση των συστημάτων με το υπέδαφος γίνεται και στην περίπτωση αυτή μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας που μπορεί να αποδώσει έως και τέσσερις φορές περισσότερη ενέργεια στο κύκλωμα θέρμανσης. Η θερμότητα αυτή μπορεί, ακόμα, να χρησιμοποιηθεί για τη λειτουργία ενός ψύκτη απορρόφησης. Εναλλακτικά, μπορεί το ρευστό ενός συστήματος ψύξης να περάσει μέσα από ένα κλειστό κύκλωμα από την υπόγεια δεξαμενή νερού και να μειωθεί έτσι η θερμοκρασία του (η δεξαμενή λειτουργεί ως ψυχρή πηγή για την αντλία θερμότητας).

Η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας με αντλίες θερμότητας νερού, παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά: **είναι διαθέσιμη με σταθερές παροχές καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, έχει μικρές απαιτήσεις χώρου εγκατάστασης, δε δημιουργεί προβλήματα στην αρχιτεκτονική του κτιρίου, μπορεί να γίνει και σε υπάρχοντα κτίρια με κεντρικές αντλίες θερμότητας και τα συστήματα μπορούν τελικά να λειτουργήσουν τόσο για ψύξη όσο και για θέρμανση.**[33,152]



Εικόνα 9.5: Κατακόρυφες-οριζόντιες σωληνώσεις γεωθερμικού συστήματος σε κατοικία [153]

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Από τα αρχικά κιόλας στάδια κατασκευής μια γεωθερμικής μονάδας παρατηρούνται περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με τις γεωτρήσεις που πραγματοποιούνται στην περιοχή, ανεξάρτητα αν αυτές φτάνουν σε μικρά βάθη και αποσκοπούν στη μέτρηση της γεωθερμικής βαθμίδας κατά το στάδιο της έρευνας, ή αν είναι γεωτρήσεις έρευνας-παραγωγής. Η εγκατάσταση ενός γεωτρητικού συγκροτήματος, το οποίο περιλαμβάνει και όλο το βοηθητικό του εξοπλισμό, πολλές φορές απαιτεί τη διάνοιξη ή επισκευή δρόμων για την πρόσβαση στο σημείο των γεωτρήσεων και την κατασκευή μιας γεωτρητικής εξέδρας. Οι εργασίες αυτές τροποποιούν ελαφρώς την επιφανειακή μορφολογία της περιοχής, ενώ δεν αποκλείεται, η πιθανότητα πρόκλησης μικρών ζημιών στη χλωρίδα και πανίδα του οικοσυστήματος. Επιπροσθέτως, μπορεί να προκληθεί ρύπανση των επιφανειακών υδάτων από την απότομη έξοδο των γεωθερμικών ρευστών και για αυτό το λόγο, αν αναμένονται υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις, θα πρέπει να προβλεφθεί η εγκατάσταση συστήματος αντiekρηκτικού μηχανισμού ασφάλειας ρευστών (blow-up preventers). Τέλος, κατά τη διάρκεια διάνοιξης των γεωτρήσεων ή των δοκιμών παραγωγής, υπάρχει κίνδυνος διαφυγής κάποιων ανεπιθύμητων αερίων στην ατμόσφαιρα. Σε κάθε περίπτωση, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προκαλούνται από τις γεωτρητικές εργασίες σταματούν με το πέρας αυτών. Εκτός αυτού, στις μέρες μας, υπάρχει η τεχνολογία και η τεχνογνωσία ώστε να ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα για να αποφευχθεί οποιασδήποτε μορφής ρύπανση κατά τη διάρκεια των γεωτρήσεων.[154]

9.5 Επιλογή γεωθερμικών συστημάτων στην ξενοδοχειακή μονάδα

Ένα γεωθερμικό σύστημα μπορεί να καλύψει εξ' ολοκλήρου τις θερμικές απαιτήσεις σε ένα ξενοδοχειακό συγκρότημα. Ευρεία εφαρμογή της γεωθερμίας γίνεται σε κτίρια όπως τα **ξενοδοχεία** λόγω των υψηλών ενεργειακών απαιτήσεων, των απαιτήσεων αυτονομίας, και ενδεχομένως της έλλειψης περιβάλλοντα χώρου και συνεχούς υδροφορίας, εφ' όσον ως επί το πλείστον είναι εγκατεστημένα σε αστικές περιοχές.

Η επιλογή ενός γεωθερμικού συστήματος αξιοποιείται **για θέρμανση και δροσισμό των χώρων του ξενοδοχείου, επιπλέον προσφέρει ενέργεια στα ψυγεία της κουζίνας, συμβάλει στη θέρμανση του νερού αλλά και στη θέρμανση της πισίνας του ξενοδοχείου**, όποτε κρίνεται απαραίτητο. Έτσι, φαίνεται πως αποτελεί μία συμφέρουσα επιλογή, αν λάβουμε υπόψη μας την «πράσινη» συμπεριφορά του συστήματος και τα υψηλά ποσοστά ενεργειακής και χρηματικής εξοικονόμησης.

Η αρχή λειτουργίας ενός γεωθερμικού συστήματος όπως προείπαμε θα βασίζεται στην ενέργεια που μπορεί να προσφέρει και να απορροφήσει το υπέδαφος. Κατά την διάρκεια των χειμερινών μηνών θα πραγματοποιείται θέρμανση του κλιματιζόμενου χώρου μέσω μεταφοράς θερμότητας από το έδαφος, ενώ τους καλοκαιρινούς μήνες θα πραγματοποιείται ψύξη του χώρου μέσω απαγωγής θερμότητας από τον κλιματιζόμενο χώρο. Οι διεργασίες αυτές θα πραγματοποιούνται με χρήση γεωθερμικής αντλίας

θερμότητας. Οι αντλίες θερμότητας είναι νερού-αέρος (console units) και πραγματοποιούν την διανομή των φορτιών σε κάθε χώρο που πρόκειται να κλιματιστεί αθόρυβα και με απλή λειτουργία. Χρησιμοποιούν δηλαδή ως πηγή ενέργειας το νερό και διοχετεύουν θερμό ή ψυχρό αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο. Γι αυτό τον λόγο δεν χρειάζονται ξεχωριστές πρόσθετες μονάδες ανακυκλοφορίας αέρα στον προς κλιματισμό χώρο, ούτε κανάλια αέρα εφ' όσον κάθε αντλία διαθέτει στόμια αέρα προσαρμοσμένα πάνω σε αυτή. Ελέγχονται με θερμοστάτη τοίχου και φέρουν κάλυμμα ώστε να μην είναι εμφανείς στο χώρο.

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα που προσφέρουν οι σύγχρονες αντλίες είναι η δυνατότητα **αυτονομίας** του κάθε χώρου, γεγονός που συνήθως απαιτείται σε ξενοδοχειακές μονάδες, ειδικά αυτές που δεν εμφανίζουν συνεχή πληρότητα. Αυτό παρέχει την ταυτόχρονη επιλογή ψύξης ή θέρμανσης σε κάθε χώρο. Σε ένα χώρο δηλαδή ενδέχεται να εφαρμόζεται ψύξη και σε κάποιον άλλο θέρμανση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αντιστάθμιση των ενεργειακών φορτίων και έτσι η θερμοκρασία της κεντρικής στήλης και του δοχείου αδρανείας παραμένει σταθερή. Αυτό οδηγεί στον περιορισμό ή ακόμα και μηδενισμό χρήσης του γεωσυλλέκτη ή των υδρογεωτρήσεων, προσφέροντας ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα, η περιοχή του Παλαιού Φαλήρου κατά μήκος της λεωφόρου Ποσειδώνος, πιθανολογείται πως έχει **πλούσια και συνεχή υδροφορία** κατά την διάρκεια όλου του έτους (καθώς βρίσκεται πλησίον της θάλασσας) η οποία είναι βασική προϋπόθεση ώστε να πραγματοποιείται η σωστή λειτουργία του ανοικτού συστήματος και η ικανοποίηση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων που απαιτούνται. Έτσι, επιλέγεται η τοποθέτηση **ανοικτού-κάθετου γεωθερμικού συστήματος**, καθώς δεν υπάρχει επάρκεια του περιβάλλοντα χώρου του κτιρίου για τη τοποθέτηση οριζόντιων σωληνώσεων γεωθερμίας και οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου είναι αυξημένες.

Οι γεωθερμικοί εναλλάκτες ανοικτού κυκλώματος χρησιμοποιούν υπόγεια ύδατα ως πηγή θερμότητας – ψύξης. Και σε αυτή την περίπτωση αξιοποιείται η ιδιότητα της σταθερής θερμοκρασίας που έχουν τα νερά του υπόγειου ταμιευτήρα καθ' όλο τον χρόνο ανεξάρτητα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν.

Οι γεωθερμικοί εναλλάκτες αντλούν το νερό από υπόγειο ταμιευτήρα με χρήση γεώτρησης και ενδιάμεσου εναλλάκτη νερού που παρεμβάλλεται μεταξύ της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας νερού-αέρος (console units) και του ανοικτού κυκλώματος, έτσι προσδίδουν ή απορροφούν ενέργεια στο σύστημα πριν το νερό επιστρέψει στον ταμιευτήρα. Για να επιτευχθεί αυτό στην συγκεκριμένη γεωθερμική εγκατάσταση θα γίνουν δυο υδρογεωτρήσεις. Η μία υδρογεώτρηση είναι η υδρογεώτρηση άντλησης και η δεύτερη υδρογεώτρηση καλείται υδρογεώτρηση εμπλουτισμού, η οποία επιστρέφει το νερό στον υδροφόρο ορίζοντα από όπου προήλθε. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα όπως το Παλιό Φάληρο. Στην περίπτωση αυτής της περιοχής επειδή ενδέχεται να υπάρχει υφάλμυρο νερό καθώς αποτελεί παραθαλάσσιο μέρος,

τοποθετείται και πρόσθετος εξοπλισμός υφαλμυρότητας για προστασία του εξοπλισμού από την διάβρωση και τις επικαθίσεις.

Κατά την εγκατάσταση των κάθετων γεωθερμικών συστημάτων οι επιλογές σχετικά με την διάταξη του γεωσυλλέκτη είναι ο διπλός και ο τετραπλός γεωσυλλέκτης σε μορφή U. Επειδή η **εγκατάσταση τετραπλού γεωσυλλέκτη** μπορεί να αποδώσει μεγαλύτερα ποσά θερμότητας ανά οπή, από ότι ο διπλός γεωσυλλέκτης επιλέγεται η τοποθέτηση του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τον υπολογισμό λιγότερων οπών. Παρά όμως το γεγονός ότι η λύση του τετραπλού γεωσυλλέκτη αποτελεί οικονομικότερη επιλογή, διότι απαιτεί μικρότερο πλήθος οπών, ενδέχεται να παρουσιάσει διάφορα προβλήματα. Τις περιόδους απαιτήσεων θέρμανσης το σύστημα θα λειτουργήσει αποδοτικά και ομαλά, κατά την περίοδο ψύξης όμως ο κεντρικός άξονας της οπής, γύρω από τον οποίο διατάσσεται ο τετραπλός γεωσυλλέκτης, υπερφορτώνεται λόγω της απόρριψης των φορτίων στο υπέδαφος. Το φαινόμενο αυτό είναι περισσότερο αισθητό σε οπές μικρής διαμέτρου. Ο εγκλωβισμός της μεταφοράς θερμότητας κατά τον κεντρικό άξονα της οπής έχει ως επακόλουθο την μείωση του βαθμού απόδοσης του συνόλου της εγκατάστασης και ενδεχομένως τη δημιουργία ρηγματώσεων της «τσιμέντωσης», αλλά και του ίδιου του γεωσυλλέκτη, κατά την λειτουργία της ψύξης. Έτσι, οι οπές πρέπει να έχουν μια ικανοποιητική διάσταση για να αποφεύγεται η δημιουργία τέτοιων έντονων φαινομένων.[155,156]

Σύμφωνα με τα παραπάνω, κρίνεται πως οι εφαρμογές της γεωθερμίας με τα πλέον εξελιγμένα μέσα, αποτελούν μια ιδιαίτερος **αποδοτική και οικολογική λύση** θέρμανσης και ψύξης κτιρίων με μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις όπως τα ξενοδοχεία και ταυτόχρονα συμβάλλουν άμεσα στη **μείωση των εκπομπών CO₂** που προέρχονται από τα συμβατικά μέσα καύσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10: ΤΟ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΟΥ ΤΟΥΡΙΣΤΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΙΣ

10.1 Κλιματική αλλαγή και αέρια του θερμοκηπίου

Η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της στο σύνολο της οικονομίας και στο φυσικό περιβάλλον είναι πλέον επιστημονικά ακλόνητες. Παρά το γεγονός πως το τελευταίο διάστημα επιχειρήθηκε η αμφισβήτηση των πορισμάτων της IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), οι αποδείξεις για την επικινδυνότητα της κλιματικής αλλαγής συνεχώς μεγαλώνουν. Ο όρος κλιματική αλλαγή ή «φαινόμενο του θερμοκηπίου» αναφέρεται στην αύξηση της θερμοκρασίας της γης, η οποία προκαλείται από την αύξηση στην ατμόσφαιρα συγκεντρώσεων αερίων (αέρια του θερμοκηπίου) που έχουν την ιδιότητα να παγιδεύουν θερμότητα, όπως δηλαδή, συμβαίνει με το γυαλί που παγιδεύει τη θερμότητα σε ένα θερμοκήπιο.[158]

Σύμφωνα με την κείμενη Ευρωπαϊκή νομοθεσία (Οδηγία 2003/87/EK), διεθνή βιβλιογραφία και τα πλέον διαδεδομένα πρότυπα υπολογισμού του αποτυπώματος του άνθρακα (ISO 14064:2006, Greenhouse Gas Protocol), ως αέρια του θερμοκηπίου ορίζονται τα εξής:

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
- Μεθάνιο (CH₄)
- Υποξείδιο του αζώτου (N₂O)
- Υδροφθοράνθρακες (HFC_s)
- Υπερφθοράνθρακες (PFC_s)
- Εξαφθοριούχο θείο (SF₆)

Τα έξι αυτά αέρια του θερμοκηπίου δεν έχουν την ίδια δυνατότητα να προκαλέσουν και να επιτείνουν το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, λόγω της διαφορετικού χρόνου παραμονής τους στην ατμόσφαιρα και της διαφορετικής τους ικανότητας να απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία. Για το λόγο αυτό, υπολογίζεται η δυναμική της κλιματικής αλλαγής (Global Warming Potential) όλων των αερίων του θερμοκηπίου και εκφράζονται οι επιπτώσεις τους σε **μάζα ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα**. Η σημαντική αύξηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα οφείλεται σε ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η καύση ορυκτών καυσίμων (γαιάνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) για την παραγωγή ηλεκτρισμού είναι υπεύθυνη για το 37% των ανθρωπογενών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και αποτελεί την κυριότερη αιτία της κλιματικής αλλαγής. Πέραν της καύσης ορυκτών πόρων για παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, η συνεχιζόμενη αποψίλωση των δασών, η χρήση λιπασμάτων, η ανεξέλεγκτη διάθεση απορριμμάτων και οι βιομηχανικές διεργασίες εκλύουν, επίσης, μεγάλες ποσότητες αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Η γη θερμαίνεται σαν να ήταν καλυμμένη με μια ζεστή κουβέρτα που την εμποδίζει να πάρει αέρα και οι επιπτώσεις είναι ήδη ορατές. Η κλιματική αλλαγή συμβαίνει.

Σύμφωνα με έρευνες, η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας δεν πρέπει να ξεπεράσει τους 2° C. Αν όντως η θερμοκρασία του πλανήτη αυξηθεί κατά επιπλέον 2° C, θα προκληθούν επικίνδυνες και ανεπανόρθωτες συνέπειες σε όλους τους τομείς. Παρακάτω αναφέρονται ενδεικτικά κάποιες από τις συνέπειες αυτές. [158]

ΠΕΔΙΟ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ
Ανθρώπινη Υγεία	Κίνδυνος ελονοσίας και άλλων ασθενειών που σχετίζονται με το νερό.
Γεωργία	Μείωση αγροτικής παραγωγής.
Νερό	Έλλειψη νερού-Μείωση υγρασίας εδάφους που καταλήγει σε εντατικοποίηση της εκμετάλλευσης της γης και μειωμένη απόδοση.
Πάγος και παγετώνες	Απώλεια του 60% του καλοκαιρινού θαλάσσιου πάγου στην Αρκτική-Πλήρες λιώσιμο του Γροιλανδικού πάγου με αύξηση της θερμοκρασίας κατά 1,5° C-25% ή περισσότερο μείωση του Αρκτικού πάγου και συνεχής υποχώρηση του θαλάσσιου πάγου.
Οικοσυστήματα	Απώλεια του 95% των κοραλλιογενών υφάλων μέχρι τα μέσα του αιώνα, δυσμενείς επιπτώσεις στην εμπορική αλιεία και την προστασία των ακτών και οικονομικές απώλειες-Κίνδυνος μετατροπής του 43% των παγκόσμιων δασικών συστημάτων σε μη δασικά, επέκταση των δασών στην Αρκτική-Σημαντική καταστροφή και αποσύνθεση στα αρκτικά οικοσυστήματα, μεγάλο ποσοστό της τούνδρας μπορεί να εξαφανιστεί-Απώλεια του 25% των ειδών χλωρίδας και πανίδας.
Άνοδος της στάθμης της θάλασσας	25-50 εκατομμύρια άνθρωποι κινδυνεύουν από την αύξηση της στάθμης της θάλασσας και από πλημμύρες στις ακτές.
Ακραία καιρικά φαινόμενα	Αύξηση στη συχνότητα και την ένταση των πλημμύρων, ξηρασιών, καταιγίδων, κυμάτων καύσωνα, τροπικών κυκλώνων, τυφώνων και άλλων ακραίων γεγονότων που οδηγούν σε αυξημένη οικονομική ζημιά και σε πιθανή μείωση ευκαιριών ανάπτυξης.

Πίνακας 10.1: Κλιματικές επιπτώσεις λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας [158]

10.1.1 Κλίμα και Πολιτική

Από τον Πίνακα 10.1, συνειδητοποιούμε την αναγκαιότητα να διατηρήσουμε την παγκόσμια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κάτω από τους 2° C. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να αλλάξει ριζικά το διεθνές ενεργειακό σύστημα. η πρόκληση δεν είναι μόνο προσωπική, αλλά και πολιτική, καθώς θα πρέπει να ληφθούν σημαντικές αποφάσεις που θα οδηγήσουν στις απαραίτητες αλλαγές.

Συνεπώς, η ανάγκη για ανάληψη γενναίων πολιτικών μέτρων με σκοπό την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής είναι επιτακτική. Οι κυριότερες πολιτικές πρωτοβουλίες που έχουν, μέχρι στιγμής, τεθεί σε εφαρμογή είναι το **Πρωτόκολλο του Κιότο και το Ευρωπαϊκό Σύστημα Εμπορίας Ρύπων**, χωρίς όμως, να είναι αρκετές.

Εν συντομία το **Πρωτόκολλο του Κιότο**:

- Συμφωνήθηκε στη Συνδιάσκεψη των Μελών της Σύμβασης-Πλαίσιο τον Δεκέμβριο του 1997 στο Κιότο της Ιαπωνίας
- Έχει επικυρωθεί συνολικά από 168 κράτη μέχρι σήμερα.
- Εφαρμόζει τη Σύμβαση του ΟΗΕ για την Αλλαγή του Κλίματος (UNFCCC)
- Ορίζει δεσμευτικούς στόχους για μειώσεις των αερίων του θερμοκηπίου περίπου 5% κάτω από τα επίπεδα του 1990 μεταξύ 2008-2012

Παράλληλα με την υλοποίηση του Πρωτοκόλλου του Κιότο, η Ε.Ε. προωθεί το δικό της εσωτερικό **Σύστημα Εμπορίας Ρύπων**. Η Οδηγία 2003/87/ΕΚ σχετικά με τη θέσπιση συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προβλέπει τον καθορισμό ορίων από τα Κράτη-Μέλη για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από ενεργοβόρες επιχειρήσεις. [158]

10.2 Ανθρακικό αποτύπωμα

Το ανθρακικό αποτύπωμα έχει γίνει στις μέρες μας μια έννοια ευρέως διαδεδομένη στην οποία αποδίδονται ευθύνες για την παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων μηνών και ετών η έννοια αυτή χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε όλα τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, την κυβέρνηση αλλά και τον επιχειρηματικό κόσμο. [159]

Αρκετό ενδιαφέρον παρουσιάζει ο παρακάτω πίνακας, ο οποίος αναφέρεται στις 10 πρώτες χώρες με τις μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Αξίζει να σημειωθεί ότι από την έρευνα που έκανε ο Οργανισμός Ανάλυσης CO₂ των Ηνωμένων Εθνών (Carbon Dioxide Information Analysis Center, CDIAC) και δημοσιεύτηκε το 2004, διαπιστώθηκε ότι οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση ορυκτών καυσίμων ανέρχονται στους 27.245.758 παγκοσμίως, ενώ στην Ευρώπη οι εκπομπές ανέρχονται στους 4.001.222 (14.7%). Σε ότι αφορά στην Ελλάδα, να

σημειώσουμε ότι βρίσκεται στην 39^η θέση (σε σύνολο 207 χωρών) με εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα να ανέρχονται στις 96.965 χιλιάδες μετρικούς τόνους. [160]

	ΧΩΡΑ	ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO2 (σε χιλιάδες μετρικούς τόνους)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΕΠΙ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ
1	ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ	6.049.435	22.2%
2	ΚΙΝΑ-ΤΑΙΒΑΝ	5.010.170	18.4%
3	ΡΩΣΙΑ	1.524.993	5.6%
4	ΙΝΔΙΑ	1.342.962	4.9%
5	ΙΑΠΩΝΙΑ	1.257.963	4.6%
6	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	860.522	3.1%
7	ΚΑΝΑΔΑΣ	639.403	2.3%
8	ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ	587.261	2.2%
9	ΝΟΤΙΑ ΚΟΡΕΑ	465.643	1.7%
10	ΙΤΑΛΙΑ	449.948	1.7%

Πίνακας 10.2: Οι 10 πρώτες χώρες παγκοσμίως με τις μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα [160]

Αλλά τι ακριβώς είναι το ανθρακικό αποτύπωμα; Παρά τη συνεχή εμφάνιση του όρου αυτού, φαίνεται να μην υπάρχει σαφής ορισμός, αντίθετα, υπάρχει ακόμα κάποια σύγχυση σχετικά με το τι πραγματικά σημαίνει ανθρακικό αποτύπωμα και τι μετράει. Εμείς θα προσπαθήσουμε να ορίσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα την έννοια αυτή.

Το ανθρακικό αποτύπωμα αποτελεί το σύνολο των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) που εκλύονται άμεσα και έμμεσα από τις δραστηριότητες ενός ατόμου, μιας εκδήλωσης, μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού, από τη διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος, ή από τη διαδικασία παροχής μιας υπηρεσίας. Τα αποτελέσματα ενός τέτοιου υπολογισμού εκφράζονται σε ισοδύναμα γραμμάρια, κιλά ή τόνους διοξειδίου του άνθρακα (CO₂eq).

Στις άμεσες πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα περιλαμβάνεται η χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη θέρμανση ή τις μεταφορές, καθώς και οι διαρροές αερίων του θερμοκηπίου από συστήματα ψύξης. Έμμεσες πηγές εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είναι εκείνες που προκύπτουν από τις δραστηριότητες μιας εταιρείας που δεν ανήκουν στον έλεγχό της, όπως για παράδειγμα

η διακίνηση προϊόντων από εξωτερικό συνεργάτη, η διαχείριση απορριμμάτων κ.ά.
[159]

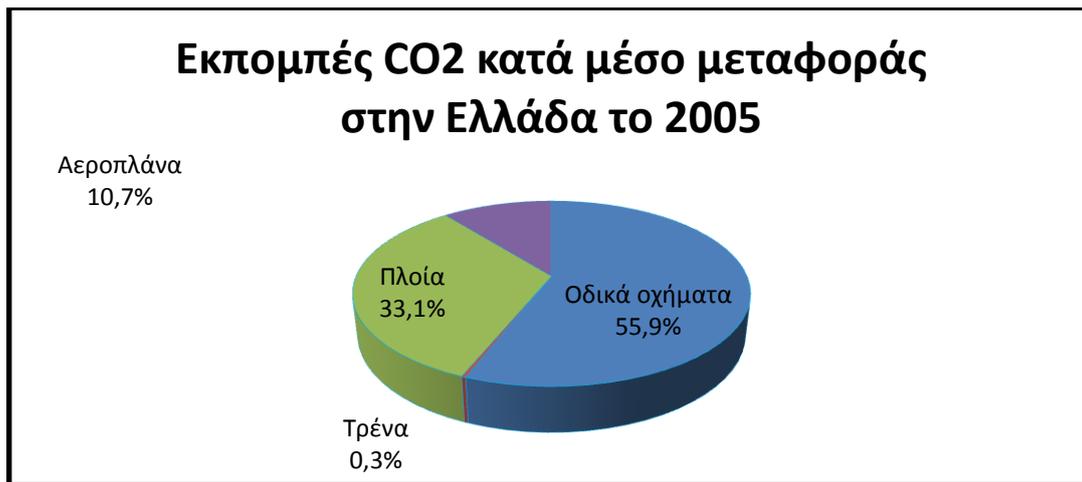
Στην περίπτωση της ξενοδοχειακής μας μονάδας, το ανθρακικό αποτύπωμα αυτής εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Χρήση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού κατά τη λειτουργία της
- Δομικά υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη κατασκευή της.
- Εκπομπές αερίων που προκύπτουν έμμεσα από τη λειτουργία της, όπως συγκοινωνίες, αεροπορικά δρομολόγια για τη μεταφορά των πελατών κ.ά.

Όπως προαναφέρθηκε τα δομικά υλικά που επιλέχθηκαν είναι φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα αυτών οι μικρότερες δυνατές. Επιπλέον, προσπαθήσαμε να εκμεταλλευτούμε με τον καλύτερο τρόπο τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ώστε να αποφύγουμε την εντατικοποίηση του συμβατικού ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα δώσουμε ιδιαίτερη σημασία στον παράγοντα **μεταφορές-μετακινήσεις** και θα προσπαθήσουμε να δώσουμε τακτικές μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος της ξενοδοχειακής μας μονάδας. Αν και ο τομέας των μεταφορών-μετακινήσεων αποτελεί ξεχωριστό τμήμα μελέτης, η προσπάθεια μείωσης του διοξειδίου του άνθρακα είναι κοινή και για αυτόν τον λόγο εντάσσεται στη παρούσα εργασία αυτό το κεφάλαιο. Γίνεται η θεώρηση πως το **αποτύπωμα του άνθρακα** ενός τουρίστα/πελάτη κάθε ξενοδοχείου δεν σχετίζεται μόνο με τις δραστηριότητες του **εντός** αυτού αλλά είναι άμεσα συνυφασμένο με τις δραστηριότητες του τουρίστα και **εκτός** αυτού όπως η μετακίνηση του από και προς το ξενοδοχείο, αλλά και το ταξίδι του από τον τόπο κατοικίας στον χώρο προσωρινής διαμονής, δηλαδή τη ξενοδοχειακή μονάδα.

Σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα βλέπουμε τη συμμετοχή κάθε μέσου μεταφοράς στην παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα στην Ελλάδα. Τα οδικά οχήματα καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό, ακολουθούν τα πλοία και έπονται οι αεροπορικές μεταφορές. Τέλος, αξιοσημείωτο είναι πόσο πιο φιλικό προς το περιβάλλον είναι το τρένο ως μέσο μετακίνησης.



Διάγραμμα 10.1 : Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα μέσα μεταφοράς για την Ελλάδα το έτος 2005.[161]

10.3. Οι εκπομπές CO₂ από τα επιβατηγά οχήματα

Τα αυτοκίνητα αποτελούν σημαντικό στοιχείο της καθημερινότητας πολυάριθμων Ευρωπαίων και η αυτοκινητοβιομηχανία συνιστά σημαντική πηγή απασχόλησης και ανάπτυξης σε πολλές περιοχές της ΕΕ. Ωστόσο, η χρήση των αυτοκινήτων έχει σημαντικές επιπτώσεις από πλευράς αλλαγής του κλίματος, δεδομένου ότι ποσοστό περίπου 12% των συνολικών εκπομπών ΕΕ διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), δηλαδή του κυριότερου αερίου θερμοκηπίου, προέρχεται από τα καύσιμα που καταναλώνονται από τα επιβατηγά αυτοκίνητα. Μολονότι επετεύχθησαν σημαντικές βελτιώσεις στην τεχνολογία των αυτοκινήτων – ιδίως όσον αφορά την απόδοση των καυσίμων, η οποία, με τη σειρά της, συνεπάγεται χαμηλότερες εκπομπές CO₂ – αυτές δεν άρκεσαν για να εξουδετερώσουν τις επιπτώσεις από την αύξηση της κυκλοφορίας και του μεγέθους των αυτοκινήτων. Ενώ η ΕΕ, στο σύνολό της, μείωσε τις οικείες εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου (GHG) κατά ποσοστό κατά τι μικρότερο του 5% στην περίοδο 1990–2004, οι εκπομπές CO₂ από τις οδικές μεταφορές αυξήθηκαν κατά 26%. Στην Ευρώπη, 9 στους 10 κατοίκους εκτίθενται σε επιβλαβή σωματίδια που προέρχονται από τις εκπομπές άνθρακα, λόγω των ποσοστών που υπερβαίνουν κατά πολύ τα επιτρεπτά όρια. Ο χρόνος που χάνεται κατά τις μετακινήσεις λόγω της συμφόρησης θα αντιστοιχεί σύντομα στο 1% του ΑΕΠ της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Εάν δεν ληφθούν αποτελεσματικά μέτρα, η αύξηση των εκπομπών από τις οδικές μεταφορές επιβατών θα συνεχιστεί τα προσεχή έτη, υπονομεύοντας τις προσπάθειες της Ευρωπαϊκής ένωσης για μείωση των οικείων εκπομπών αερίων θερμοκηπίου βάσει του Πρωτοκόλλου του Κιότο και αφήνοντας, εκ παραλλήλου, σε άλλους, επίσης εκτεθειμένους στο διεθνή ανταγωνισμό, τομείς να σηκώσουν το κύριο βάρος της προσπάθειας. Αντιθέτως, η άμεση αντιμετώπιση του προβλήματος των εκπομπών των αυτοκινήτων θα συμβάλει στην αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος, θα περιορίσει

την εξάρτησή μας από τα εισαγόμενα καύσιμα· επίσης, θα βελτιώσει την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και κατ' επέκταση, την υγεία των Ευρωπαίων πολιτών. Οι βελτιώσεις όσον αφορά την απόδοση των καυσίμων στα οχήματα, σε συνδυασμό με την αυξημένη χρήση εναλλακτικών καυσίμων, ιδίως δε των βιοκαυσίμων, θα αποτελέσουν τα κύρια μέσα για την επίτευξη του ανωτέρω στόχου. [162,163,164]

10.3.1 Προτάσεις για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τις μεταφορές

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ρύπανσης που προέρχεται από τις αστικές μεταφορές, θα πρέπει να υιοθετηθεί μία σταθμισμένη μίξη μέτρων και πρακτικών οι οποίες εντάσσονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

Οι εκπομπές ρύπων στις αστικές μεταφορές εξαρτώνται από:

- Την ανάγκη/ένταση χρήσης μηχανοκίνητων μέσων μεταφοράς
- Τα χαρακτηριστικά των οχημάτων.
- Το είδος του χρησιμοποιούμενου καυσίμου.
- Το βαθμό απόδοσης των κινητήρων που χρησιμοποιούνται.

Για να εκτιμηθεί η καταλληλότητα κάθε πρότασης που στοχεύει στην μείωση των ρύπων θα πρέπει να σταθμιστεί και το συνεπαγόμενο **κόστος** της εφαρμογής της. Διεθνώς έχουν προταθεί και στην συνέχεια υιοθετηθεί είτε πιλοτικά είτε σε μόνιμη βάση, πλήθος μέτρων που διακρίνονται σε μέτρα που αφορούν το σύνολο του στόλου των οχημάτων (υφιστάμενων και νέων) και σε μέτρα που αφορούν μόνο νέα οχήματα. Επειδή όμως, το ποσοστό των νέων οχημάτων στην Ευρώπη είναι περίπου 7% και μικρότερο στην Ελλάδα, θεωρώντας ένα μέσο χρόνο ζωής της τάξης των 10-15 ετών, είναι προφανές ότι κάθε προσπάθεια μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων με ενσωμάτωση νέας τεχνολογίας στα καινούργια μόνο οχήματα θα έχει μία σημαντική **χρονική υστέρηση** στην εμφάνιση των όποιων ευεργετικών αποτελεσμάτων.

Στην συνέχεια αναφέρονται τα προσφορότερα μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος των εκπομπών ρύπων και αερίων θερμοκηπίου που «ταιριάζουν» καλύτερα στα χαρακτηριστικά των Ελληνικών αστικών κέντρων.

Υιοθέτηση οικολογικής/ενεργειακά αποδοτικής οδήγησης

Θέσπιση νέων ορίων ταχύτητας στις ημι-αστικές περιοχές, εκπαίδευση των οδηγών σε κανόνες ενεργειακά αποδοτικής οδήγησης (επιτάχυνση/επιβράδυνση, κατάλληλη επιλογή σχέσεων μετάδοσης του κιβωτίου ταχυτήτων κλπ), επιλογή συντομότερης διαδρομής. Συστηματική συντήρηση των κινητήρων, τακτικός έλεγχος πίεσης ελαστικών, αποφυγή παρατεταμένης λειτουργίας του κινητήρα εν στάση.

Προώθηση χρήσης οχημάτων μειωμένου βάρους

Όπως είναι διεθνώς αποδεκτό το βάρος ενός οχήματος επηρεάζει σημαντικά την κατανάλωση καυσίμου και κατά συνέπεια τις εκπομπές. Προς αυτή τη κατεύθυνση πρέπει να εξετασθεί η επιβολή περιορισμών ως προς τα χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων οχημάτων στις αστικές περιοχές. Αυτό περιλαμβάνει και την

εφαρμογή μέτρων επιδότησης, φορολογικών κινήτρων κλπ. Παράλληλα έχει ήδη αναπτυχθεί η χρήση εναλλακτικών υλικών (μαγνήσιο, αλουμίνιο, συνθετικές ύλες) στην κατασκευή των οχημάτων που μπορεί να προσφέρει πρόσθετη μείωσης βάρους με μικρή επίδραση στο μέγεθος του οχήματος.

Προώθηση Χρήσης Συμβατικών Κινητήρων με Αυξημένο Βαθμό Απόδοσης και Μειωμένες Εκπομπές Ρύπων

Μείωση των εκπομπών μπορεί να εξασφαλισθεί μέσω πρωτογενούς μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου με τη χρήση ενεργειακά αποδοτικότερων κινητήρων.

Σημαντική μείωση των εκπομπών ρύπων από τον ίδιο τον κινητήρα μπορεί να υπάρξει με τις ακόλουθες τεχνολογίες:

- Αυξημένη συγκέντρωση ισχύος (down-sizing) μέσω κυρίως υψηλής υπερπλήρωσης και μειωμένης ταχύτητας περιστροφής (down-revving).
- Χρήση υβριδικής τεχνολογίας που αφορά στην αποτελεσματικότερη διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας που όμως προσφέρει οφέλη κύρια σε αστική χρήση.
- Χρήση κινητήρων Diesel νέας γενιάς.
- Χρήση κινητήρων βενζίνης άμεσης έγχυσης.

Από τις ανωτέρω τεχνολογίες για την Ελλάδα ιδιαίτερα ευεργετικά θα μπορούσε να δράσει η απελευθέρωση της χρήσης των **νέας τεχνολογίας πετρελαιοκίνητων οχημάτων** στα αστικά κέντρα διότι θα υπήρχε σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και σημαντικός περιορισμός της κατανάλωσης καυσίμου. Ακόμη πιο αποδοτικά θα ήταν τα αποτελέσματα συνδυασμού αυτής της τεχνολογίας με την **υβριδική**. Αυτό είναι σήμερα εφικτό χωρίς περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς είναι πλέον εμπορικά διαθέσιμη τεχνολογία για την δέσμευση των Οξειδίων του Αζώτου και των σωματιδιακών εκπομπών (Particulate Matter), από τους κινητήρες ντίζελ. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η αντικατάσταση ενός «Βενζινοκίνητου» οχήματος από ένα αντίστοιχο «Πετρελαιοκίνητο» το έτος 2004 θα οδηγούσε (λαμβάνοντας υπόψη τον κύκλο ζωής του αυτοκινήτου) σε ποσοστιαία μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων CU2 ανά διανυόμενο χιλιόμετρο ίση με 2433%. Όμως με την εξέλιξη της τεχνολογίας των βενζινοκίνητων το αναμενόμενο όφελος από μία ανάλογη αντικατάσταση το έτος 2015 περιορίζεται στο 14-27%. Για την επιτυχή εφαρμογή της χρήσης πετρελαιοκίνητων οχημάτων νέας τεχνολογίας στα αστικά κέντρα, επιβάλλεται να ληφθούν υποστηρικτικά μέτρα ελέγχου και πιστοποίησης της καλής λειτουργικής κατάστασης όλων των κινητήρων των οχημάτων και εξασφάλιση της αδυναμίας πρόσβασης σε πετρελαιοκίνητα οχήματα παλιάς τεχνολογίας.

Αντικατάσταση των Συμβατικών Καυσίμων με Βιοκαύσιμα

Σήμερα υπάρχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον για την διερεύνηση της δυνατότητας αντικατάστασης των συμβατικών καυσίμων με αντίστοιχα **βιοκαύσιμα** (π.χ. αιθανόλη, βιοντίζελ κ.λ.π.) των οποίων η καύση θεωρείται ότι δεν συνεισφέρει στους συνολικά

εκπεμπόμενους ρύπους CO₂ Αυτό όμως απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή λόγω της έμμεσης κατανάλωσης ενέργειας για την παραγωγή των βιοκαυσίμων.

Χρήση ηλεκτρικών οχημάτων

Τα ηλεκτρικά οχήματα «φαινομενικά» δεν εκπέμπουν ρύπους, όμως συμβάλλουν στην μόλυνση του περιβάλλοντος μεταφέροντας την εκπομπή ρύπων από τις αστικές περιοχές στις περιοχές παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα ηλεκτρικά οχήματα με τη σημερινή μορφή τους θα μπορούσαν να συμβάλουν στην μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων των αστικών περιοχών. Εάν όμως η παραγωγή της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται σε **ορυκτά καύσιμα**, τότε η αποτελεσματικότητα του μέτρου εξαρτάται από τον βαθμό απόδοσης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τις επιμέρους απώλειες του δικτύου μεταφοράς κλπ. Σήμερα έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον εκδηλώνεται για την χρήση **υδρογόνου** ως καυσίμου για την άμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από κυψέλες καυσίμου.

Μείωση της Μέσης Διανυόμενης Απόστασης ανά Όχημα στις Αστικές Περιοχές.

Για τον περιορισμό της ετήσιας διανυόμενης απόστασης ανά όχημα μπορούν να εφαρμοσθούν τα ακόλουθα μέτρα:

- **Ενίσχυση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς**, είτε πρόκειται για μέσα σταθερής τροχιάς, είτε για οχήματα μαζικής μεταφοράς (π.χ. λεωφορεία).
- **Διευκόλυνση της χρήσης μη μηχανοκίνητων μέσων μεταφοράς** μέσω της βελτίωσης της προσβασιμότητας του κοινού στα μέσα μαζικής μεταφοράς (χώροι στάθμευσης κλπ).
- **Οικιστική ανάπτυξη και αναμόρφωση υφιστάμενων αστικών περιοχών** που βρίσκονται κοντά στο κέντρο της πόλης για να καταστούν και πάλι ελκυστικές στους πολίτες. Αυτό το μέτρο θα μειώσει σημαντικά την διανυόμενη απόσταση κατά τις μετακινήσεις.

Καταλήγοντας είναι σαφές ότι ο τομέας των μεταφορών παρέχει δυναμική για τη δραστική μείωση της συνεισφοράς του στην συνολική περιβαλλοντική επιβάρυνση, με σχετικά μικρό κόστος συγκρινόμενος με τους άλλους ενεργοβόρους τομείς της σύγχρονης ζωής. Λόγω αυτού είναι επιτακτική ανάγκη η συγκρότηση μόνιμου μηχανισμού εκτίμησης της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και των συνιστωσών που την προκαλούν για να αξιολογούνται και να θεσπίζονται οι εκάστοτε καταλληλότερες δράσεις, λαμβάνοντας υπόψη τα τοπικά χαρακτηριστικά του αστικού περιβάλλοντος.[165]

10.3.2 Υβριδικά οχήματα

Η αυξημένη χρήση του πετρελαίου έχει σοβαρές επιπτώσεις στη ρύπανση της ατμόσφαιρας επιπλέον όμως αποτελεί και μια πολυδάπανη μορφή ενέργειας. Τα υβριδικά έρχονται να αντικαταστήσουν τα συμβατικά βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα.

Αυτός ο τύπος αυτοκινήτου συνδυάζει δύο μορφές ενέργειας για να κινηθεί. Τη θερμική για τον βενζινοκινητήρα και την ηλεκτρική για τον ηλεκτροκινητήρα (μοτέρ). Το εντυπωσιακότερο χαρακτηριστικό ενός υβριδικού αυτοκινήτου είναι πως ενώ έχει μπαταρίες, ο χρήστης δεν χρειάζεται ποτέ να τις φορτίσει. Αντιθέτως το όλο σύστημα φροντίζει να είναι πάντα φορτισμένες και ο χρήστης-οδηγός να μην μένει ποτέ από ηλεκτρική ενέργεια. Ο ηλεκτροκινητήρας μπορεί να λειτουργήσει είτε αυτόνομα είτε συμπληρωματικά με τον βενζινοκινητήρα, ανάλογα με την περίπτωση. Έτσι επιτυγχάνεται **μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας** που με τη σειρά της απαγκιστρώνει τους οδηγούς από το συνεχή προβλήματα που προαναφέρθηκαν και σχετίζονται με τα υγρά καύσιμα.

Τα υβριδικά αυτοκίνητα προσπαθούν να συνδυάσουν τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών και των συμβατικών αυτοκινήτων, με βενζινοκινητήρα ή ντίζελ. Χρησιμοποιούν μηχανή εσωτερικής καύσης και ηλεκτροκινητήρα μαζί με μία συστοιχία μπαταριών (πολύ μικρότερη βέβαια ενός καθαρά ηλεκτρικού αυτοκινήτου). Η μπαταρία φορτίζεται από τον βενζινοκινητήρα και δεν χρειάζεται να συνδέεται το αυτοκίνητο με το ηλεκτρικό δίκτυο, διαδικασία ιδιαίτερα χρονοβόρα και προβληματική όπως δείχνει η πείρα από την χρήση καθαρά ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων.

Τα υβριδικά αυτοκίνητα κοστίζουν περισσότερο αλλά αν αναλογιστεί κανείς τα οφέλη που έχει κατά τη διάρκεια ζωής τους το κόστος όχι μόνο αντισταθμίζεται αλλά γίνεται και όφελος συγκριτικά με ένα μεσαίου κυβισμού αυτοκίνητο. Συγκεκριμένα τα οικονομικά οφέλη του υβριδικού αυτοκινήτου συνοψίζονται στα εξής:

1. Οικονομία στα καύσιμα
2. Δεν έχουν τέλη κυκλοφορίας
3. Δεν έχουν τέλη ταξινόμησης
4. Κυκλοφορούν στον δακτύλιο
5. Έχουν φοροαπαλλαγές και κρατικές επιδοτήσεις



Εικόνα 10.1 : Το υβριδικό αυτοκίνητο [166]

Σύμφωνα με τα παραπάνω γίνονται σαφή τα πλεονεκτήματα που έχουν τα υβριδικά αυτοκίνητα για το περιβάλλον αλλά και για την οικονομία καθώς το πετρέλαιο

τελειώνει και υπάρχει σε χώρες με μη σταθερή πολιτική κατάσταση. Τα υβριδικά αυτοκίνητα αποτελούν ένα εγχείρημα ανεξαρτητοποίησης από τα συμβατικά καύσιμα σε έναν βαθμό.[99,166,167]

Αυτοκίνητα με φυσικό αέριο

Τα αυτοκίνητα φυσικού αερίου αποτελούν μία ακόμη λύση για την αποφυγή χρήσης βενζίνης. Είναι εργοστασιακά και συνήθως μπορούν να χρησιμοποιήσουν και βενζίνη με τη βοήθεια ενός διακόπτη επιλογής καυσίμου. Το φυσικό αέριο περιέχει περίπου 50% περισσότερη ενέργεια από τη βενζίνη και εκπέμπει γύρω στο 20% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα από αυτήν, ενώ η απόδοση ενός κινητήρα φυσικού αερίου είναι κατά 10% υψηλότερη από εκείνη ενός βενζινοκινητήρα. Τελευταία λέξη τεχνολογίας αποτελούν οι υπερτροφοδοτούμενοι κινητήρες φυσικού αερίου.[168]

10.3.3 Η συμβολή της Ξενοδοχειακής μονάδας στη μείωση των εκπομπών CO₂ από τις μεταφορές

Εφόσον υπάρχει η πρόθεση της οικολογικής δόμησης του παρόντος κτιρίου θα πρέπει το οικόπεδο στο οποίο θα χτιστεί να προσφέρει μια σειρά από ευνοϊκές προϋποθέσεις. Η εγγύτητα από γραμμές μέσων μαζικής μεταφοράς, η πολεοδομική πυκνότητα και η χαμηλή όχληση από γειτονικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες αποτελούν προϋποθέσεις συμφωνά με το σύστημα βαθμονόμησης LEED (Leadership in Energy and Environmental Design).[33] Έτσι η επιλογή του οικοπέδου γίνεται με βάση αρχικά την προσβασιμότητα του οπότε επιλέγεται η τοποθέτηση του στον πλέον κεντρικό και πολυσύχναστο δρόμο των νοτιών προαστίων την λεωφόρο Ποσειδώνος, σε σημείο μάλιστα που απέχει λιγότερο από 3 λεπτά από την λεωφόρο Συγγρού η οποία είναι η κύρια οδός σύνδεσης του κέντρου της Αθήνας με τα νότια προάστια . Επιπλέον, σημειώνεται πως απέχει μόνο 8km από το λιμάνι του Πειραιά και ενώ η απόσταση του από το αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος είναι 33,6 km, υπάρχουν μέσα μαζικής μεταφοράς που καθιστούν την πρόσβαση από και προς αυτό γρήγορη και άνετη.

Στη συνέχεια εξετάστηκε κατά πόσο το συγκεκριμένο οικοδομικό τετράγωνο είναι πλησίον στάσεων Μέσων Μαζικής Μεταφοράς προσβάσιμες με τα πόδια. Στόχος του ξενοδοχείου είναι να υπάρξει ενημέρωση αλλά και ευαισθητοποίηση των πελατών αλλά και των εργαζόμενων ως προς το περιβάλλον και τη χρήση των Μέσων Μαζική Μεταφοράς έτσι ώστε να μειωθεί η χρήση ιδιωτικών μέσων τα οποία επιβαρύνουν με αυξημένο τρόπο ατμόσφαιρα. Έτσι σημειώνονται τα εξής αποτελέσματα :

Στάση λεωφορείων ακριβώς απέναντι αλλά και δίπλα από το ξενοδοχείο με την ονομασία Παλμύρα όπου διέρχονται τα εξής Λεωφορεία με κατεύθυνση τα νότια προάστια και το κέντρο.

<u>Όνομασία γραμμής</u>	<u>Διαδρομή</u>
101	Άλιμος - Ελληνικό (Πειραιάς - Παλαιό Φάληρο-Άλιμος κατά μήκος της Ποσειδώνος-λεωφόρος Κλιμακίου-Αργυρούπολη)
217	Πειραιάς-Άγιος Δημήτριος (Πειραιάς- Παλαιό Φάληρο-Άγιος Δημήτριος)
A1	Πειραιάς-Βούλα (παραλιακά)
B1	Πειραιάς-Άνω Γλυφάδα
B2	Άγιος Κοσμάς - Ακαδημία (Σταδίου - Μετρό Πανεπιστήμιο-Συγγρού Φιξ - Λεωφόρος Συγγρού - Παλαιό Φάληρο-Άλιμος-Άγιος Κοσμάς)
Γ1	Πειραιάς-Βάρκιζα - Κίτσι (Φάληρο- Παλαιό Φάληρο - Άγιος Κοσμάς-Γλυφάδα - Ασκληπιείο Βούλας)
E12	Ακαδημία - Σαρωνίδα (Λεωφόρος Βασιλέως Αμαλίας - Συγγρού - Ποσειδώνος - Σουνίου)
X96	Πειραιάς - Αερολιμένας Αθηνών

Πίνακας 10.3: Στάσεις λεωφορείων πλησίον ξενοδοχείου [169]

Επιπλέον μέσα όπως στάσεις μετρό και τραμ είναι οι ακόλουθες:

<u>Σταθμοί MMM</u>	<u>Απόσταση από το ξενοδοχείο</u>
Στάση ΗΣΑΠ Φαλήρου	2km
Στάση μετρό Συγγρού Φιξ	5,7km
Στάση τραμ Μπάτης	320m

Πίνακας 10.4: Στάσεις τραμ πλησίον ξενοδοχείου [169]

Στην περίπτωση που τα μέσα μαζικής μεταφοράς δεν είναι βολικά και επιθυμείται η χρήση άλλων ιδιωτικών μέσων θα υπάρχει άμεση συνεργασία με γραφεία ενοικίασης **πετρελαιοκίνητων**, και κυρίως **υβριδικών οχημάτων** τα οποία όπως περιγράφηκε παραπάνω και όπως φαίνεται από την μελέτη που ακολουθεί, επιβαρύνουν πολύ λιγότερο την ατμόσφαιρα με CO₂. Επίσης θα επιδοτούνται αγορές υβριδικών οχημάτων των εργαζομένων του ξενοδοχείου αλλά και θα επιδοτείται η χρήση MMM με αγορά ενός αριθμού εισιτηρίων προς τους εργαζόμενους από το ίδιο το ξενοδοχείο. Η

παραπάνω προσπάθεια ενισχύεται με την τοποθέτηση **υβριδικών επταθέσιων οχημάτων** τελευταίας τεχνολογίας τα οποία θα εξυπηρετούν τους πελάτες για μεταφορά τους από και προς το ξενοδοχείο αλλά και για τη μεταφορά τους στις πλησιέστερες στάσεις μετρό και τραμ. Έτσι, θα αποφεύγονται μετακινήσεις των 1-3 ατόμων ξεχωριστά. Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε πως στην ξενοδοχειακή μονάδα θα υπάρχουν **ποδήλατα** τα οποία θα διατίθενται δωρεάν προς τους πελάτες του ξενοδοχείου οι οποίοι θα επιθυμούν να μετακινηθούν ή να ασκηθούν με αυτά.



Εικόνα 10.2 : Υβριδικό επταθέσιο αμάξι.[170]

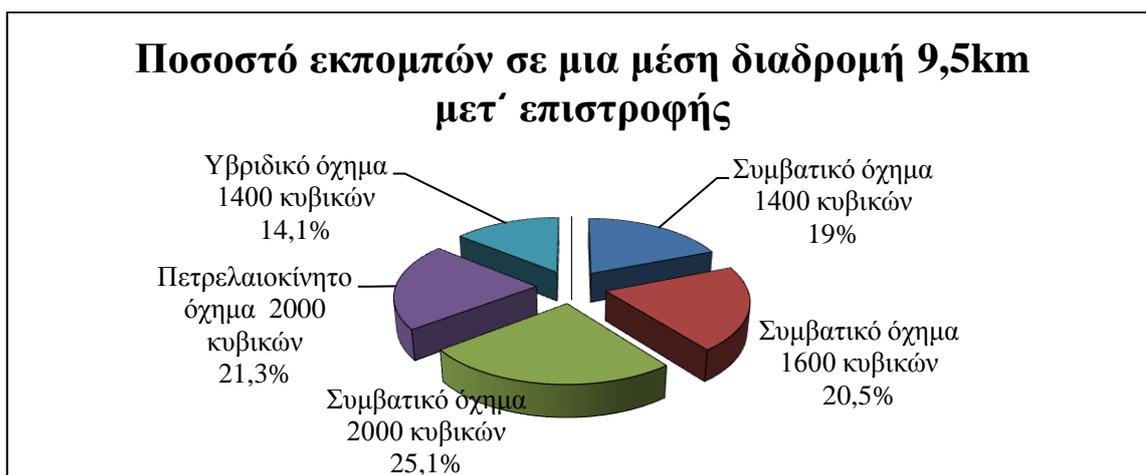
10.3.4 Εκτίμηση του ανθρακικού αποτυπώματος του τουρίστα κατά τις οδικές μετακινήσεις εντός του νομού Αττικής

Στη συνέχεια παρατίθενται μετρήσεις κατανάλωσης εκπομπών CO₂ από συμβατικά αυτοκίνητα διαφόρων κυβισμών, από πετρελαιοκίνητα και από υβριδικά. Οι μετρήσεις έγιναν με βάση πιθανές διαδρομές που θα ακολουθήσει ένας τουρίστας/πελάτης (εντός του νομού Αττικής), που διαμένει στο ξενοδοχείο το οποίο βρίσκεται επί της Λεωφόρου Ποσειδώνος, στη θέση με συντεταγμένες: Γεωγραφικό πλάτος: 37 ° 55'18 " Βορράς Γεωγραφικό Μήκος: 23 ° 40'41 "Ανατολή. Η κατανάλωση των οχημάτων βρέθηκε με βάση τα στοιχεία από την ιστοσελίδα του Υπουργείου Μεταφορών και Υποδομών για τις μετακινήσεις του έτους 2010 [171] και έχει βγει ο μέσος όρος εκπομπών για όλα τα οχήματα της αντίστοιχης κατηγορίας.

Με βάση αυτές τις μετρήσεις αυτές διαπιστώνουμε τα εξής:

- Ένα συμβατικό αυτοκίνητο 1400 κυβικών έχει εκπομπές CO₂ **146,4 gr/km** κατά μέσο όρο, για μια απόσταση 9,5 km μετ' επιστροφής εκπέμπει περίπου **2800 gr CO₂** στην ατμόσφαιρα.
- Ένα συμβατικό αυτοκίνητο 1600 κυβικών έχει εκπομπές **159,08 gr/km** και εκπέμπει για την ίδια απόσταση περίπου **3020 gr**, δηλαδή **7,3%** περισσότερη ποσότητα CO₂.
- Ένα αυτοκίνητο μεγάλου κυβισμού 2000 κυβικών με εκπομπές **194,3 gr/km** και **3700 gr** για 9,5km δηλαδή **24,3%** περισσότερο από τη πρώτη κατηγορία αυτοκινήτων και **18,3%** περισσότερο από τη δεύτερη.

- Επίσης, ένα πετρελαιοκίνητο αυτοκίνητο μεγάλου κυβισμού 2000 κυβικών με νέας τεχνολογίας κινητήρα με εκπομπές **165,36 gr/km** εκπέμπει **3140 gr** για αυτή τη διαδρομή δηλαδή **15%** λιγότερο από ένα αντίστοιχο βενζινοκίνητο.
- Τέλος, ένα υβριδικό μοντέλο αυτοκινήτου 1400 κυβικών, ίσως το πιο ευρέως διαδεδομένο εκπέμπει **109 gr/km** και **2070 gr CO₂** για 9,5km, πράγμα που σημαίνει **26%** λιγότερες εκπομπές από τα αντίστοιχα συμβατικά.



Διάγραμμα 10.2: Το ποσοστό συμμετοχής στις εκπομπές CO₂ κάθε τύπου επιβατηγού οχήματος σε μια διανυόμενη απόσταση 9,5km.

Αρα γίνεται σαφής η ανάγκη για χρήση νέων αυτοκινήτων με λιγότερες εκπομπές όπως τα χαμηλού κυβισμού και ιδιαιτέρως τα υβριδικά και τα πετρελαιοκίνητα. Η ξενοδοχειακή μονάδα οφείλει να ενημερώνει τους πελάτες για τους διάφορους τύπους αυτοκινήτων και να ενισχύει τη δράση υπέρ των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς της πόλης των Αθηνών. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται σαφής ο οικολογικός χαρακτήρας της επιχείρησης αυτής, ο οποίος ξεπερνά τα όρια της σχεδίασης και υλοποίησης του κτιρίου και αγγίζει επιπλέον τομείς όπως οι μετακινήσεις.

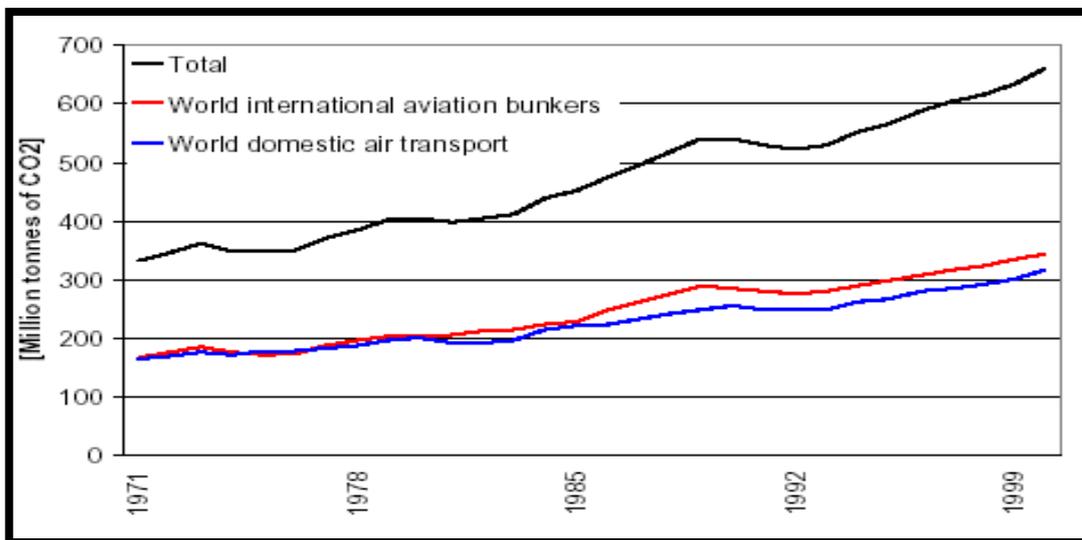
Συνοψίζοντας τα ακόλουθα μέτρα που λαμβάνονται από τη ξενοδοχειακή μονάδα για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τις μετακινήσεις είναι τα εξής :

- Ενίσχυση-Παρότρυνση των πελατών και των εργαζομένων για χρήση των ΜΜΜ που άλλωστε βρίσκονται πλησίον του ξενοδοχείου και είναι ιδιαιτέρως εξυπηρετικά.
- Ενημέρωση-ευαισθητοποίηση των πελατών/εργαζομένων για την οικολογική οδήγηση και τα αυτοκίνητα με χαμηλές εκπομπές CO₂ όπως τα υβριδικά.
- Αγορά επαθέσιων υβριδικών αυτοκινήτων για τη διευκόλυνση των πελατών κατά τις μετακινήσεις τους από και προς το ξενοδοχείο.
- Επιδοτήσεις προς τους εργαζόμενους για την αγορά υβριδικών οχημάτων και τη χρήση ΜΜΜ.
- Χρήση του ποδήλατου ως μέσου μεταφοράς για κοντινές αποστάσεις.

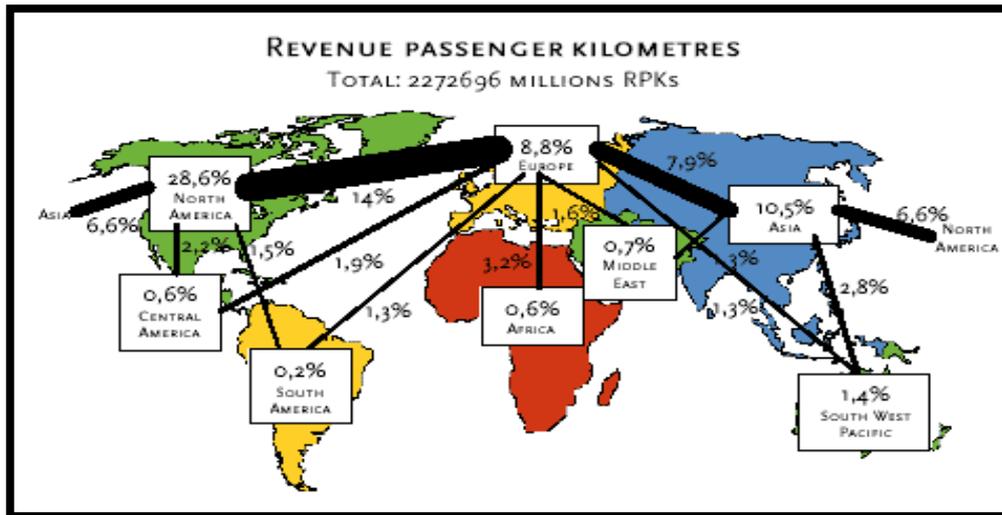
10.4 Οι εκπομπές CO₂ από τις αερομεταφορές και τη ναυτιλία

10.4.1 Οι εκπομπές από τις αεροπορικές δραστηριότητες

Τα αεροπλάνα εκπέμπουν 500 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα κάθε χρόνο στην ατμόσφαιρα, συμβάλλοντας έτσι στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στις κλιματικές αλλαγές στον πλανήτη μας.[172] Σημειώνεται ότι τα αεροπλάνα συμβάλλουν πάνω από 4% στην **παγκόσμια θέρμανση**. Η συνολική συνεισφορά των εκπομπών των αεροσκαφών στο σύνολο των ανθρωπογενών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) θεωρήθηκε περίπου **2 %** το 1990 σύμφωνα με το IPCC. Ωστόσο, η εναέρια κυκλοφορία στον κόσμο αυξάνεται όσο οι ανάγκες μεγαλώνουν και τα αεροπορικά ταξίδια γίνονται φθηνότερα, χωρίς όμως να αντιμετωπίζεται το ζήτημα του περιβαλλοντικού τους κόστους. Σήμερα, οι εκπομπές από την αεροπορία αντιπροσωπεύουν το **3%** περίπου των συνολικών εκπομπών αερίου θερμοκηπίου της ΕΕ, με πορεία ταχείας αύξησης - μέχρι 87% από το έτος 1990. Αν και υπάρχει μια βελτίωση της αποδοτικότητας των καυσίμων των νέων αεροσκαφών, η μεγάλη διάρκεια ζωής των αεροσκαφών και η αναμενόμενη αύξηση της αεροπορικής κίνησης σημαίνει ότι αυτή η πηγή εκπομπών στο μέλλον θα αποκτήσει μεγαλύτερη σημασία. Σύμφωνα με τις τρέχουσες τάσεις, υπολογίζεται πως οι εκπομπές λόγω των αεροπορικών μεταφορών είναι πιθανό ότι θα υπερδιπλασιαστούν σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα μέχρι το 2020. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι εκπομπές CO₂ από το 1971 έως το 1999 τόσο από τις εσωτερικές αεροπορικές μεταφορές όσο και από τις διεθνείς. [173,174,175]



Διάγραμμα 10.3: Οι εκπομπές CO₂ από εσωτερικές και διεθνείς αεροπορικές μεταφορές κατά το διάστημα 1971-1999 [176]



Εικόνα 10.3: Ποσοστά μετακινήσεων επιβατών σε σχέση με τα επιβαχιλιόμετρα που διανύθηκαν κατά το έτος 1999. [177]

Σύμφωνα με τη παραπάνω εικόνα γίνεται φανερή η έντονη μετακίνηση πολιτών από και προς την Ευρώπη όπου εστιάζεται και η μελέτη της παρούσας εργασίας.

10.4.2 Από τι εξαρτώνται οι εκπομπές των αεροσκαφών

Οι εκπομπές των αεροπλάνων εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες όπως η **διαχείριση τους από τα εκάστοτε αεροδρόμια, η διάρκεια των πτήσεων, το υψόμετρο στο οποίο πετούν, το καύσιμο τους αλλά φυσικά και ο τύπος του αεροσκάφους και ο κινητήρας που διαθέτει**. Στις περισσότερες ευρωπαϊκές πτήσεις τα αεροσκάφη είναι τύπου Boeing ή Airbus και διαφέρουν ανάλογα την απόσταση που διανύουν και την εταιρία που τα διαθέτει. [173,178]

A350-900	787	777-300ER	A380	747-400	
15,000	14,800	14,685	14,800	13,450	Σειρά
150,000	138,000	181,300	310,000	217,000	Χωρητικότητα καυσίμου (L)
330	290	365	555	416	Επιβάτες
10	9.32 9.32	12.34	20.94	16.13	Fuel Consumption (L/km) Κατανάλωση καυσίμου (L / km)
0.0303	0.0321	0.0338	0.0377	0.0387	L/km/Passenger L / km / επιβατών

Πίνακας 10.5: Στοιχεία συνήθων αεροσκαφών της πολιτικής αεροπορίας [178]

Η απόσταση των πτήσεων αυξάνει την ποσότητα του CO₂, παρόλα αυτά όμως οι πιο κοντινές πτήσεις ξοδεύουν τον ίδιο χρόνο παραμονής στο αεροδρόμιο, απογείωσης και προσγείωσης, πράγμα που τις καθιστά εξίσου συνυπεύθυνες για της αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς ξοδεύουν μεγάλο χρόνο σε μη αποδοτικά και μη ταξιδιωτικά στάδια πτήσης. Επιπλέον, χρέος του αεροδρομίου είναι να ρυθμίζει εγκαίρως την κίνηση των αεροσκαφών με σωστό προγραμματισμό, χωρίς χρονοτριβές ούτως ώστε να μην υπάρχει σπατάλη του καυσίμου άρα αύξηση των εκπομπών καυσαερίων κατά τη διάρκεια αναμονής του αεροπλάνου.[173]

Τα εμπορικά αεροπλάνα πετούν σε ύψος μεταξύ 8 έως 13 km, όπου εκπέμπουν τα αέρια που αλλοιώνουν την ατμόσφαιρα και συμβάλλουν στην αλλαγή του κλίματος. Η επίδραση των εκπομπών από τα αεροσκάφη σε μεγάλα υψόμετρα (ιδίως των οξειδίων του αζώτου NO_x και των υδρατμών) είναι ιδιαίτερος ανησυχητικά. Επιπλέον, όσο πιο ψηλά πετά ένα αεροπλάνο, τόσο πιο δύσκολο είναι για το CO₂ να διασπαστεί στην ατμόσφαιρα. Για παράδειγμα, κάποιος που πετά από το Λονδίνο στη Νέα Υόρκη με επιστροφή παράγει τις ίδιες περίπου εκπομπές με τον μέσο πολίτη της ΕΕ που θερμαίνει το σπίτι του επί ένα ολόκληρο έτος.[175]

Τέλος, αξ σημειωθεί πως χρησιμοποιούνται δύο είδη καυσίμων. Η βενζίνη που χρησιμοποιείται σε μικρά αεροσκάφη με κινητήρες εμβόλων μόνο. Οι περισσότεροι τύποι αεροσκαφών κάνουν χρήση της κηροζίνης, και το μεγαλύτερο μέρος των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την αεροπορία είναι η κηροζίνη. Η κηροζίνη έχει μεγαλύτερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και γίνονται προσπάθειες αντικατάστασης της στο μέλλον από διάφορες αεροπορικές εταιρίες.[173]

10.4.3 Νομοθεσία και μέτρα αντιμετώπισης

Το **Πρωτόκολλο του Κιότο** όπως ήδη αναφέρθηκε αποτελεί έναν «οδικό χάρτη», στον οποίο περιλαμβάνονται τα απαραίτητα βήματα για τη μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος που προκαλείται λόγω της αύξησης των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.[179] Οι αερομεταφορές αποτελούν μέρος του όλου προβλήματος και όσο και αν υπάρχει η άποψη πως τα τρένα αποτελούν μια ενδεδειγμένη εναλλακτική λύση μέσου μεταφοράς για μακρινές αποστάσεις, τα αεροπλάνα θα συνεχίσουν να είναι τα πρώτα σε προτίμηση λόγω της ταχύτητάς τους.

Στη προσπάθεια για εκπλήρωση των στόχων για μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, σύμφωνα με το πρωτόκολλο έως το 2012 εφαρμόζονται ορισμένα νέα μέτρα. Ενδεχόμενα μέτρα είναι: η φορολογία, ειδικός φόρος κηροζίνης (επί τοις 100) ή ΦΠΑ επί των εισιτηρίων, οι εισφορές σταθερό ή αναλογικό (ανά χιλιόμετρο πτήσης) ποσό ανά επιβάτη ή αεροσκάφος, το σύστημα εμπορία εκπομπών, δηλαδή η υπαγωγή των ευρωπαϊκών αερομεταφορών στο ανοιχτό ευρωπαϊκό σύστημα ΣΕΔΕ. [180]

Η Ένταξη των Αεροπορικών Δραστηριοτήτων στο ΣΕΔΕ

Στις 20 Δεκεμβρίου 2006, η Επιτροπή υπέβαλε στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο (ΕΚ) και το Συμβούλιο πρόταση οδηγίας για να περιληφθούν οι αερομεταφορές στο σύστημα της

ΕΕ για την **εμπορία δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου**, προκειμένου να εγκριθεί με τη διαδικασία της συναπόφασης, όπως ορίζεται στο άρθρο 251 της συνθήκης ΕΚ . Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ενέκρινε την πρόταση αυτή της ΕΕ στις 8 Ιουλίου 2008. Στόχος της πρότασης της Επιτροπής είναι να αντιμετωπισθεί ο αυξανόμενος κλιματικός αντίκτυπος των αεροπορικών δραστηριοτήτων, ενσωματώνοντάς τες στο ΣΕΔΕ αερίων θερμοκηπίου στην Κοινότητα. Αποτελεί τμήμα μιας συνολικής προσέγγισης για τον περιορισμό του αντίκτυπου των αεροπορικών δραστηριοτήτων στην κλιματική αλλαγή, όπως ορίζεται στο έγγραφο COM (2005) 459 τελικό της 27^{ης} Σεπτεμβρίου 2005. Με βάση τη νέα οδηγία, οι εκπομπές αερίων θερμοκηπίου λόγω πτήσεων από την ΕΕ, προς την ΕΕ και εντός της ΕΕ θα ενταχθούν στο ΣΕΔΕ της ΕΕ από το έτος 2012. Θα καλύπτονται όλες οι αεροπορικές εταιρείες, ανεξάρτητα από την εθνικότητά τους. Όπως οι βιομηχανικές επιχειρήσεις που καλύπτονται ήδη από το ΣΕΔΕ, οι αεροπορικές εταιρείες θα έχουν τη δυνατότητα να πωλούν τα πλεονάζοντα δικαιώματά τους εφόσον μειώσουν τις εκπομπές τους και θα χρειάζεται να αγοράζουν πρόσθετα δικαιώματα εάν οι εκπομπές τους αυξηθούν. Η οδηγία αποτελεί μέρος συνολικής προσέγγισης για την αντιμετώπιση των εκπομπών από αεροπορικές μεταφορές, η οποία περιλαμβάνει, επίσης, περαιτέρω έρευνα στον τομέα των οικολογικότερων (πιο πράσινων) τεχνολογιών (IP/05/1192) και βελτιώσεις στη διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας με τη δημιουργία του «Ενιαίου Ευρωπαϊκού Ουρανού» (IP/08/1002). Η ΕΕ ενέκρινε το 2008 τη δεύτερη δέσμη νομοθετικών μέτρων για τον Ενιαίο Ευρωπαϊκό Ουρανό (ΕΕΟ II, IP/08/1002), με την οποία τίθενται τα περιβαλλοντικά ζητήματα στο επίκεντρο και εξασφαλίζεται χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων μέσα από τη βελτιωμένη διαχείριση της εναέριας κυκλοφορίας, με αποτέλεσμα οι αερομεταφορείς να μπορέσουν να εξοικονομήσουν έως και 16 εκατομμύρια τόνους εκπομπές CO₂ και να μειώσουν ετησίως το κόστος τους κατά δύο έως τρία δισεκατομμύρια ευρώ. [175]

Προσπάθειες μείωσης των εκπομπών

Πολλές αεροπορικές εταιρείες, από την πλευρά τους, υποστήριξαν ότι ο κλάδος ευθύνεται μόνον για το 1%-2% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα παγκοσμίως (έναντι 3% που υπολογίζεται επισήμως), ενώ τόνισαν ότι ήδη έχουν συμβάλει αρκετά στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου - κάνοντας επί παραδείγματι πιο αποτελεσματικά τα αεροπλάνα τους. Ορισμένοι αερομεταφορείς, όμως, όπως η British Airways και η easyJet θεωρούν την απόφαση αποδεκτή και λογική και έχουν προχωρήσει σε μια σειρά σχετικών δράσεων. Ο οργανισμός Flying Matters, που ιδρύθηκε τον Ιούνιο 2007, αποτελεί μια συμμαχία σχεδόν όλων των σημαντικών παραγόντων της αεροπλοΐας στο Ηνωμένο Βασίλειο, με στόχο τον περιορισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τις εμπορικές αεροπορικές δραστηριότητες. Airbus, Boeing, British Airways, easyJet, Monarch, Emirates, Rolls Royce και Virgin Atlantic είναι μερικές μόνο από τις εταιρίες που συμμετέχουν. Βασικός στόχος του Flying Matters είναι η ανάπτυξη της αεροπορίας με τρόπο φιλικό στο περιβάλλον, ενώ ένας επιμέρους στόχος είναι η βελτίωση της οικονομίας καυσίμου των νέων αεροπλάνων κατά 50% έως το 2020.

- Η εταιρία British Airways, πρώτη από όλες τις αεροπορικές εταιρείες, έχει λάβει μέτρα για να περιορίσει την επίδρασή της στο περιβάλλον και είναι από τις πρώτες αεροπορικές εταιρείες που συμμετείχαν στο σχέδιο εμπορίας εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η ευαισθησία της αποτυπώνεται εμπράκτως και στο νέο σπίτι της στο Heathrow, το Terminal 5. Με 85% της θέρμανσής του να καλύπτεται από **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας** (ΑΠΕ) και την υδροδότησή του να γίνεται από νερό **βροχοπτώσεων** και **γεωτρήσεων**, το περίφημο T5 έθεσε νέα οικολογικά πρότυπα για τον κόσμο των μεταφορών. Η πρόσφατη απόφαση της εταιρείας να αντικαταστήσει το στόλο οχημάτων του τμήματος πωλήσεων με **υβριδικά περιβαλλοντικά οχήματα**, αναδεικνύει την επιθυμία της να επανεξετάσει όλο το φάσμα των δραστηριοτήτων της που σχετίζεται με το περιβάλλον. Άλλωστε, πριν από 10 χρόνια, η British Airways έθεσε στόχο την εξοικονόμηση καυσίμων κατά 30% μέχρι το 2010. Στο τέλος του 2007, η British Airways είχε επιτύχει βελτίωση κατά 28%, αποτρέποντας την εκπομπή επιπλέον 60 εκατομμυρίων τόνων CO₂ στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, ήταν η πρώτη αεροπορική εταιρεία που εισήγαγε την εθελοντική συμμετοχή των επιβατών της σε προγράμματα διαχείρισης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (carbon offsetting schemes), επιτυγχάνοντας μείωση των εκπομπών κατά 23%. [175]
- Τα χνάρια της British Airways, ακολούθησε και η EasyJet. Τα συλλεγόμενα χρήματα χρησιμοποιούνται για τη χρηματοδότηση προγραμμάτων μείωσης εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όπως υδροηλεκτρικά έργα και αιολικά πάρκα, σε Βραζιλία, Δημοκρατία του Ισημερινού (Εκουαδόρ), Ινδία και Κίνα, με παράλληλα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη για τις τοπικές κοινότητες. Υπολογίζεται ότι ο βρετανικός αερομεταφορέας για το 2010 εξέπεμψε 4,51 τόνους CO₂, το οποίο μεταφράζεται σε 96,9 κιλά ανά διαδρομή επιβάτη. Οι εκπομπές CO₂ ανά επιβάτη ανά χιλιόμετρο μειώθηκαν και πάλι το 2010 σε 8,4 γραμμάρια ανά χιλιόμετρο. Η αεροπορική εταιρεία easyJet έχει ορίσει έναν περιβαλλοντικό κώδικα και «υπόσχεται» να είναι περιβαλλοντικά αποδοτικότερη τόσο στο αέρα, όσο και στο έδαφος, καθώς και να οδηγήσουν μέσα από δράσεις σε ένα «πράσινο» μέλλον για τις αερομεταφορές, με πρωτοβουλίες όπως προγράμματα αντιστάθμισης εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και το σχεδιασμό «οικολογικών» αεροσκαφών (ecoJet aircraft design). Τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά την εκτέλεση του πτητικού έργου των αεροσκαφών της στοχεύει η EasyJet τοποθετώντας ένα νάνο-τεχνολογικό επίχρισμα στις εξωτερικές επιφάνειες των αεροσκαφών με σκοπό τη μείωση των τριβών και την μεγαλύτερη εξοικονόμηση καυσίμων. Με την χρήση, του επίχρισματος, υπολογίζεται ότι η EasyJet θα μειώσει την κατανάλωση καυσίμων κατά 1-2%. Ήδη, η εταιρία χρησιμοποιεί το επίχρισμα σε οχτώ αεροσκάφη της με στόχο να συγκρίνει την κατανάλωση καυσίμων αυτών με τον υπόλοιπο στόλο (194 αεροσκάφη) στη διάρκεια μιας 12μηνιας δοκιμαστικής περιόδου. Σκοπός είναι η αναλογία εκπομπών CO₂ για τον επιβάτη της EasyJet να είναι κατά 22%

λιγότερες σε σχέση με έναν επιβάτη μιας κλασικής αερογραμμής, όταν και οι δύο διανύουν την ίδια διαδρομή με ίδιου τύπου αεροσκάφος.[175,181]

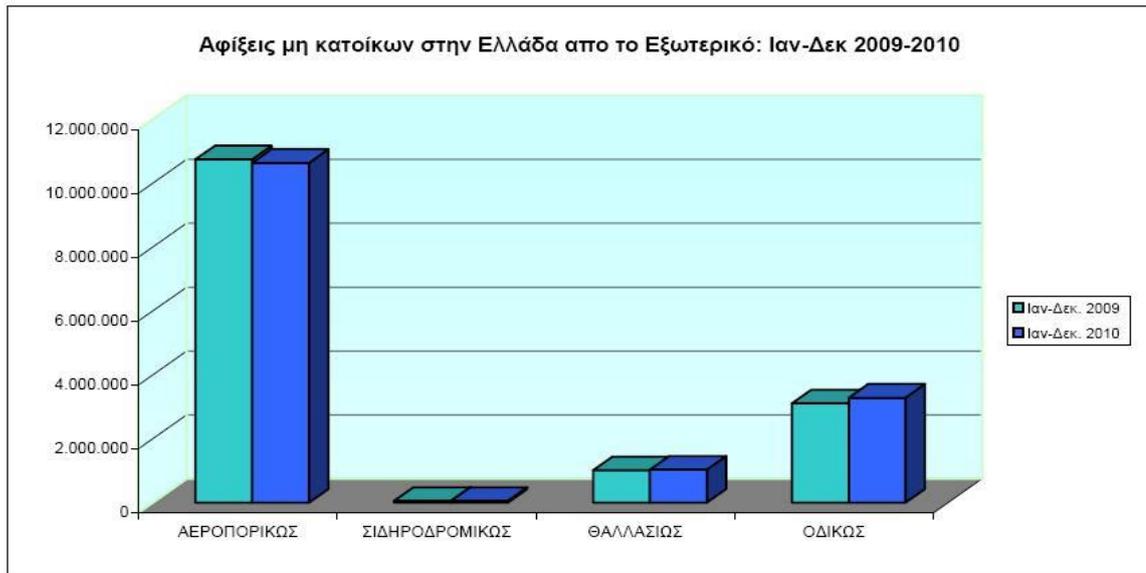
- Η Aegean Airlines είναι ο μοναδικός αερομεταφορέας στην Ελλάδα που έχει πιστοποιηθεί με το ISO 14001:2004 για το Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης στον τομέα Εξυπηρέτησης Επιβατών - Εξυπηρέτησης Αεροσκαφών και Συντήρησης Αεροσκαφών, που εφαρμόζει στον κεντρικό σταθμό της στο Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών. Το πιστοποιητικό συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις του διεθνούς αυτού προτύπου, αποτελεί επιβεβαίωση της αυξημένης περιβαλλοντικής συνείδησης των εργαζομένων και των προσπαθειών της επιχείρησης για τη μείωση των επιπτώσεων των δραστηριοτήτων της στο περιβάλλον.[175]
- Η Lufthansa εγκαινίασε μια εξάμηνη δοκιμαστική περίοδο χρήσης βιοκαυσίμων σε τακτικές προγραμματισμένες πτήσεις. Ένα αεροσκάφος Airbus A321 της Lufthansa, με αριθμό αδείας D-AIDG εκτελεί το δρομολόγιο Αμβούργο- Φρανκφούρτη- Αμβούργο τέσσερις φορές την ημέρα. Ένας από τους κινητήρες του λειτουργεί με μείγμα 50% συμβατικών καυσίμων και 50% βιοσυνθετικής κηροζίνης. Τα βιοκαύσιμα για κινητήρες αεριωθούμενων αεροσκαφών έχουν εγκριθεί από την Αμερικανική Εταιρία Δοκιμών και Υλικών (ASTM). Καθώς η βιοσυνθετική κηροζίνη έχει όμοιες ιδιότητες με εκείνες της συμβατικής κηροζίνης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλους τους τύπους αεροσκαφών χωρίς την ανάγκη τροποποιήσεων είτε σε αεροσκάφη είτε στους κινητήρες αυτών. Η πρώτη πτήση της εξάμηνης δοκιμαστικής περιόδου, που πραγματοποιείται από το αεροσκάφος της Lufthansa με κωδικό πτήσης LH013, αναχώρησε στις 15 Ιουλίου από το Αμβούργο στις 11.15 (CET) με προορισμό τη Φρανκφούρτη. Καθ' όλη τη διάρκεια της εξάμηνης δοκιμαστικής περιόδου, η χρήση βιοκαυσίμων θα οδηγήσει σε μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 1.500 τόνους. Η βιοσυνθετική κηροζίνη που χρησιμοποιείται από τη Lufthansa παράγεται από καθαρή βιομάζα (βιομάζα σε υγρή μορφή – BtL) και αποτελείται από τα φυτά jatropha, camelina και ζωικά λίπη. Κατά την προμήθεια βιομάζας, η Lufthansa διασφαλίζει ότι αυτή προέρχεται από βιώσιμες πηγές και διαδικασίες παραγωγής. Οι προμηθευτές πρέπει να παρουσιάζουν αποδεικτικά βιωσιμότητας της επεξεργασίας και ότι συμφωνούν με τα κριτήρια που έχουν οριστεί από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Η Lufthansa εγγυάται ότι η παραγωγή βιοκαυσίμων δεν ανταγωνίζεται άμεσα με την παραγωγή τροφίμων και ότι κανένα τροπικό δάσος δεν καταστρέφεται. Η χρήση βιοσυνθετικής κηροζίνης είναι ένας από τους τέσσερις πυλώνες της στρατηγικής προστασίας του κλίματος που επιδιώκεται από τη Lufthansa, με στόχο την ολοκληρωτική μείωση των εκπομπών CO₂ στην αεροπορική βιομηχανία. Συνδυάζοντας μια σειρά διαφορετικών μέτρων – για παράδειγμα διαρκούς εκσυγχρονισμού του στόλου, τεχνολογικών βελτιώσεων σε αεροσκάφη και κινητήρες, λειτουργικών μέτρων όπως πλύσιμο κινητήρων ή χρήση ελαφρύτερων υλικών και βελτιωμένων υποδομών – η Lufthansa στοχεύει στην επίτευξη των φιλόδοξων περιβαλλοντικών στόχων της που έχουν τεθεί σε αυτή τη στρατηγική. Η

εφαρμογή νέων τεχνολογιών έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της αποδοτικότητας των καυσίμων κατά 30% από το 1991. Σήμερα, η μέση κατανάλωση καυσίμων του στόλου της Lufthansa είναι 4,2 λίτρα ανά 100 επιβατικά χιλιόμετρα.[182]

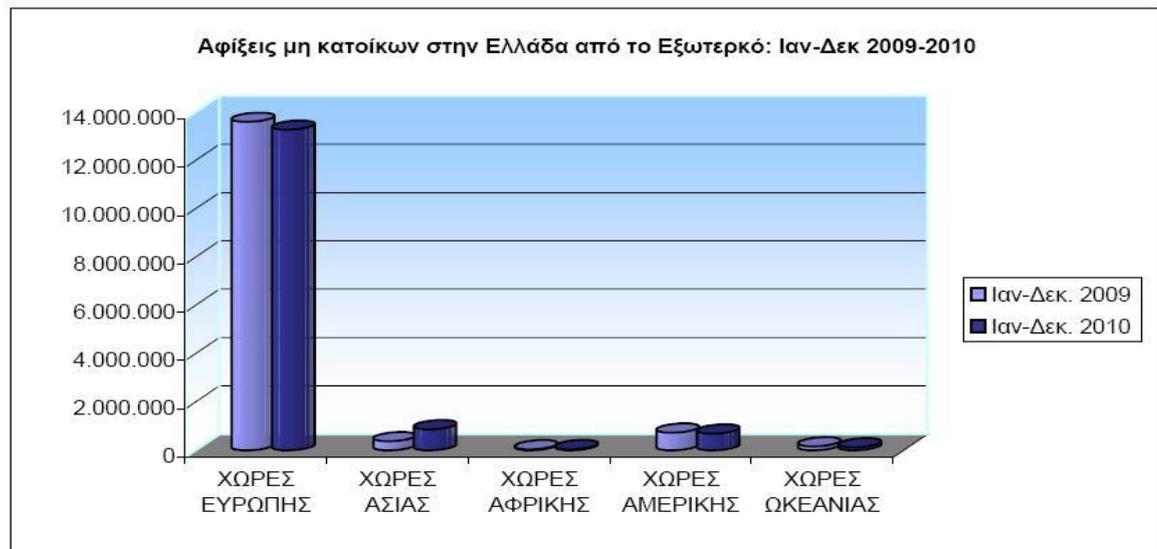
- Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η ΕΕ βράβευσε το Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών με το Green Building Partner Award 2008 για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιριακών του εγκαταστάσεων και συνεπώς τη συμβολή του στην άμβλυνση του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Η εφαρμογή μιας σειράς μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, σε συνδυασμό με την πολύ καλή κτιριακή μόνωση, είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση κατά 9% της κατανάλωσης ενέργειας στη διετία 2006-2007, σε σχέση με το 2005. Τα αποτελέσματα μεταφράζονται σε μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 6.335 τόνους.[175]

10.4.4 Η εκτίμηση του ανθρακικού αποτυπώματος ενός τουρίστα από τις αερομεταφορές εντός της Ευρώπης

Στα πλαίσια της προσπάθειας καταγραφής του ανθρακικού αποτυπώματος ενός τουρίστα από κάποιο ευρωπαϊκό κράτος προς την Ελλάδα επιλέχθηκε η μελέτη των αεροπορικών μεταφορών ως οι πλέον σημαντικές και οι κυρίως χρησιμοποιούμενες για τη μετακίνηση των τουριστών (διάγραμμα 10.4). Επιπλέον θα ασχοληθούμε με την **Ευρωπαϊκή ήπειρο** καθώς ο κύριος όγκος τουριστών προς τη χώρα μας προέρχεται από αυτή (διάγραμμα 10.5). Συμφώνα με τα παραπάνω, παρατίθεται ένας πίνακας με όλες τις πτήσεις από και προς το αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος για χώρες εντός της Ευρώπης με τις αντίστοιχες αεροπορικές εταιρίες που τις πραγματοποιούν (παράρτημα Α2) Τα στοιχεία προήλθαν από την ιστοσελίδα του αεροδρομίου Ελ. Βενιζέλος [183]. Ακολουθώντας, εντοπίζοντας τις Ευρωπαϊκές χώρες που η Ελλάδα έχει αεροπορική επικοινωνία και με τη βοήθεια του προγράμματος Google Earth καταφέραμε να προσεγγίσουμε το ΚΕΝΤΡΟ ΒΑΡΟΥΣ των αεροδρομίων των χώρων καθώς και της Ελλάδας.



Διάγραμμα 10.4: Αφίξεις μη κατοίκων στην Ελλάδα ανά μέσο μεταφοράς για το 2009-2010 [184]



Διάγραμμα 10.5: Αφίξεις μη κατοίκων στην Ελλάδα από το εξωτερικό για το 2009-2010 [184]

Επιπλέον, έγινε μια εκτίμηση ενός μέσου συντελεστή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά επιβάτη, ανά επιβάτοχιλιόμετρο από τον (πίνακα 10.6), όπου προήλθε από το Τμήμα Περιβάλλοντος, Τροφίμων και Αγροτικών υποθέσεων του Ηνωμένου Βασιλείου. Επιπλέον, για διασταύρωση στοιχείων βρέθηκαν τα ίδια στοιχεία από τον Οργανισμό Προστασίας του Περιβάλλοντος των ΗΠΑ. Έτσι στην διαδικασία εύρεσης των εκπομπών οι πτήσεις χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες κοντινή, μεσαία και μακρινή ανάλογα με τα χιλιόμετρα που διανύουν.

Κατηγορία Πτήσης	Διανυόμενη Απόσταση (km)	Συντελεστής εκπομπής CO ₂ ανά επιβάτοχιλιόμετρο (kg)
Κοντινή	<500	0,15
Μεσαία	500-1600	0,12
Μακρινή	>1600	0,11

Πίνακας 10.6 : Κατηγοριοποίηση πτήσεων και συντελεστές εκπομπής CO₂ ανά επιβάτοχιλιόμετρο [185,186]

Συνεχίζοντας, με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Αρχή [184] ως προς τον **αριθμό των μη κατοίκων/αλλοδαπών** που φτάνουν στη χώρα μας με αεροπορική μεταφορά, έγινε μία εκτίμηση του συνολικού αποτυπώματος του Ευρωπαίου τουρίστα από τη μετακίνηση του προς την Ελλάδα.

Έτσι βρέθηκε η ποσότητα που CO₂ η οποία εκλύεται σε κάθε αεροπορική μετακίνηση σύμφωνα με τον εξής τύπο:

$$\text{ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ} = \text{Συντελεστής Εκπομπής} \times \text{Χιλιόμετρα} \times \text{Συνολικός αριθμός επιβατών}$$

$$\text{ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO}_2 \text{ (Ανάλογα την κατηγορία) (Πτήσης) (Ανά Χώρα)}$$

Βήματα υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος του τουρίστα

ΒΗΜΑ 1: Εύρεση των Ευρωπαϊκών Χωρών-Αεροδρομίων τα οποία επικοινωνούν με τη Ελλάδα.

ΒΗΜΑ 2: Σχεδίαση του πολύγωνου που σχηματίζουν τα αεροδρόμια και εύρεση των συντεταγμένων του Κέντρου Βάρους τους.

ΒΗΜΑ 3: Μέτρηση των χιλιομετρικών αποστάσεων από Κέντρο Βάρους κάθε χώρας με το Κέντρο Βάρους των αεροδρομίων της Ελλάδας και πολλαπλασιασμός με τον συντελεστή εκπομπών (ανάλογα με την κατηγορία πτήσης).

ΒΗΜΑ 4: Πολλαπλασιασμός του αριθμού των επιβατών ανά χώρα και εύρεση της συνολικής ποσότητας εκπομπών CO₂ που εκπέμπεται από τια αερομεταφορές.

Σύμφωνα με τη διαδικασία εύρεσης του κέντρου βάρους των αεροδρομίων των χωρών βλέπουμε πως η Ελλάδα έχει κέντρο βάρους (Γ.Μ.: 38°15'44.06''Β, Γ.Π.: 23°9'43.88'') των 8 πιο πολυσύχναστων διεθνών αερολιμένων Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Καβάλα, Χανιά, Ηράκλειο, Ρόδος, Κως, Καλαμάτα, Ζάκυνθος, Κέρκυρα (η επιλογή έγινε και με γεωγραφικά κριτήρια ώστε το αποτέλεσμα να είναι πιο ομοιόμορφο π.χ. Κρατικός αερολιμένας Καλαμάτας).



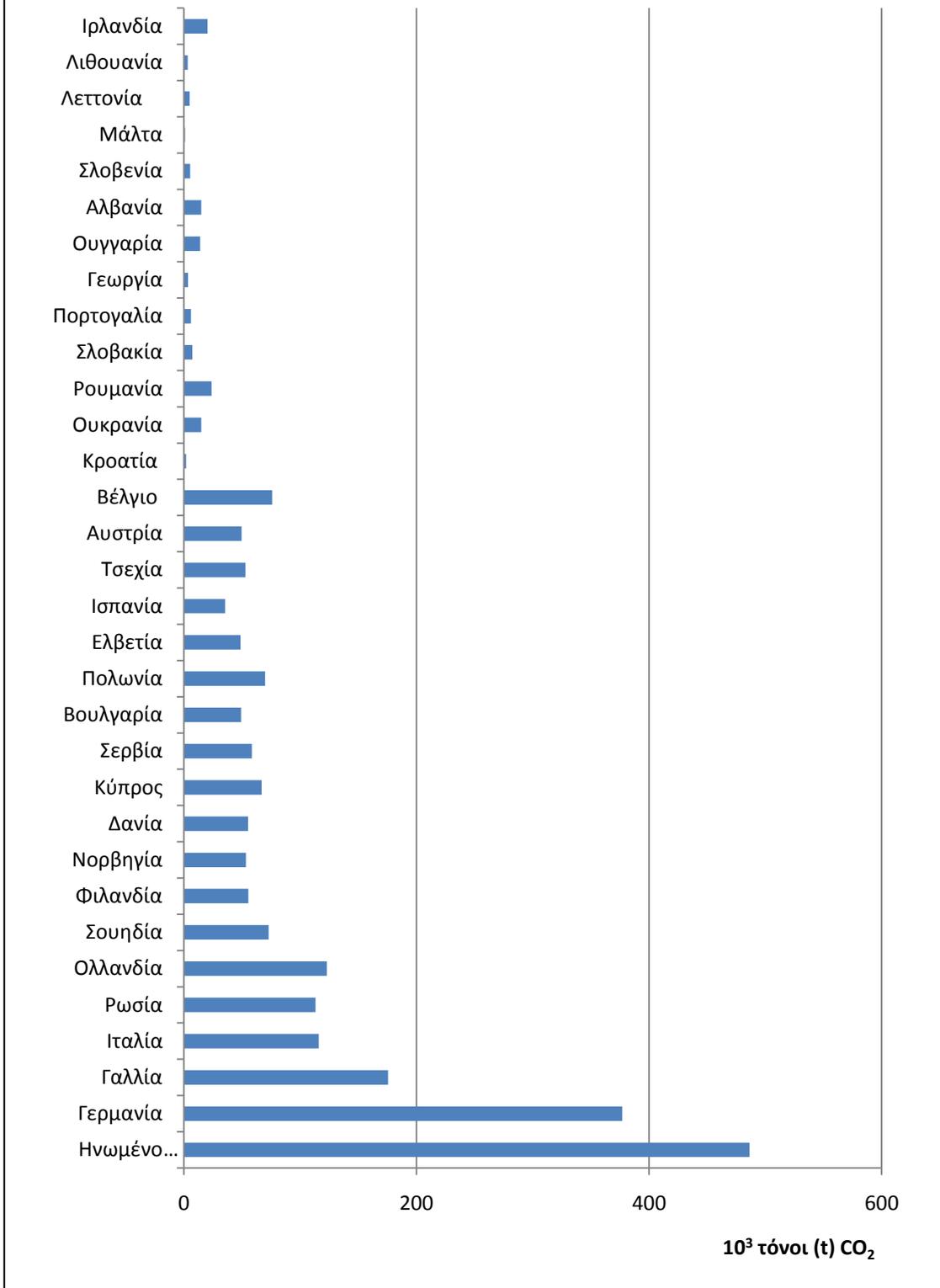
Εικόνα 10.4: Εύρεση κέντρου Βάρους των μεγαλύτερων αεροδρομίων της Ελλάδας [4]

Έτσι μετρώντας τις αποστάσεις από το κέντρο βάρους των αεροδρομίων της Ελλάδας προς όλα τα κέντρα βάρους των άλλων Ευρωπαϊκών χώρων και συνεχίζοντας με όλη τη διαδικασία που περιγράφηκε παραπάνω βλέπουμε από τους Πίνακες του Παραρτήματος Α3 με τα αναλυτικά αποτελέσματα πως ο συνολική ποσότητα εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα από τις αεροπορικές μετακινήσεις τουριστών προς την Ελλάδα είναι περίπου **2.254.653.521 kg CO₂** ή αλλιώς **2,25·10⁶ t CO₂** ανά έτος. Και αν σκεφτεί κανείς πως το ταξίδι των τουριστών περιλαμβάνει και τη μεταφορά τους προς τη χώρα προέλευσής τους τότε το ποσό ανέρχεται σε **4,50·10⁶ t CO₂ ανά έτος!** Κατ' αυτόν τον τρόπο φαίνεται η τεράστια συμβολή των αεροπορικών μετακινήσεων στις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και η ανάγκη για την αντιμετώπιση τους από μέτρα όπως, η ένταξη των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου λόγω πτήσεων στο ΣΕΔΕ της ΕΕ, ο Ενιαίος Ευρωπαϊκός Ουρανός, τα υβριδικά περιβαλλοντικά οχήματα, οι νέες τεχνολογίες και τα βιοκαύσιμα.

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται πως η κάθε χώρα συμβάλει με διαφορετικό ποσοστό στις εκπομπές CO₂. Η διαφοροποιήσεις δημιουργούνται για τους εξής λόγους:

- Γεωγραφική θέση κράτους-χιλιομετρική απόσταση από Ελλάδα,
- Το πόσο δημοφιλής τουριστικός προορισμός είναι η Ελλάδα για τη κάθε χώρα-αριθμός τουριστών.
- Καθώς και από άλλους παράγοντες όπως εάν η εκάστοτε χώρα αποτελεί και η ίδια τουριστικό προορισμό.

Εκπομπές CO₂ ανα κράτος προέλευσης Τουρίστα



Διάγραμμα 10.6: Εκπομπές CO₂ Τουριστών ανά Ευρωπαϊκό Κράτος

10.4.5 Η επίδραση της ναυτιλίας στο περιβάλλον

Εκτός από τις αερομεταφορές η ναυτιλία αποτελεί έναν εξίσου σημαντικό παράγοντα ρύπανσης της ατμόσφαιρα με εκπομπές CO₂.

Η θάλασσα αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του παγκόσμιου περιβάλλοντος. Ωστόσο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες, πολλές φορές, το υποβαθμίζουν και το καταστρέφουν. Το πρόβλημα αυτό γίνεται πιο έντονο σε κλειστές θάλασσες, όπου η ανανέωση των νερών έχει πιο αργούς ρυθμούς.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση, γενικά, αλλά και ειδικά από τις εκπομπές των πλοίων είναι ένα φαινόμενο το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της σύστασης του ατμοσφαιρικού αέρα. Η ατμοσφαιρική ρύπανση οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην καύση των καυσίμων και ιδιαίτερα του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα, όπως έχουμε αναφέρει, είναι το σημαντικότερο από τα έξι αέρια του θερμοκηπίου και υπεύθυνο σε μεγάλο βαθμό για την κλιματική αλλαγή.

Το διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα θεωρείται αέριο το οποίο εμφανίζεται να έχει αυτήν την περίοδο μία συγκέντρωση της τάξης των 380 ppm με συνεχή αυξητική τάση. Αξίζει να σημειωθεί ότι η μάζα της ατμόσφαιρας είναι 5.14×10^{18} kg, ενώ η συνολική μάζα του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του άνθρακα είναι 3.00×10^{15} kg [187]. Η συγκέντρωσή του ποικίλλει ανάλογα με την εποχή του χρόνου και, φυσικά, είναι μεγαλύτερη στις αστικές περιοχές. Στους ωκεανούς υπάρχει περίπου 50 φορές περισσότερος άνθρακας με τη μορφή CO₂ και παράγωγα υδροξειδίου του από ότι υπάρχει στην ατμόσφαιρα. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ωκεανοί λειτουργούν ως « τεράστιοι νεροχύτες άνθρακα», που έχουν απορροφήσει το ένα τρίτο (1/3) των ανθρώπινων παραγόμενων εκπομπών μέχρι σήμερα [188]. Εκτιμάται ότι το CO₂ ευθύνεται για τα δύο τρίτα (2/3) της παγκόσμιας υπερθέρμανσης που προέρχεται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες και για να αποφευχθεί η κλιματική αλλαγή, θα πρέπει μέχρι το 2050 να επιτευχθεί μείωση των εκπομπών παγκοσμίως κατά 60-80% . [189]

10.4.6 Ναυτιλία και CO₂

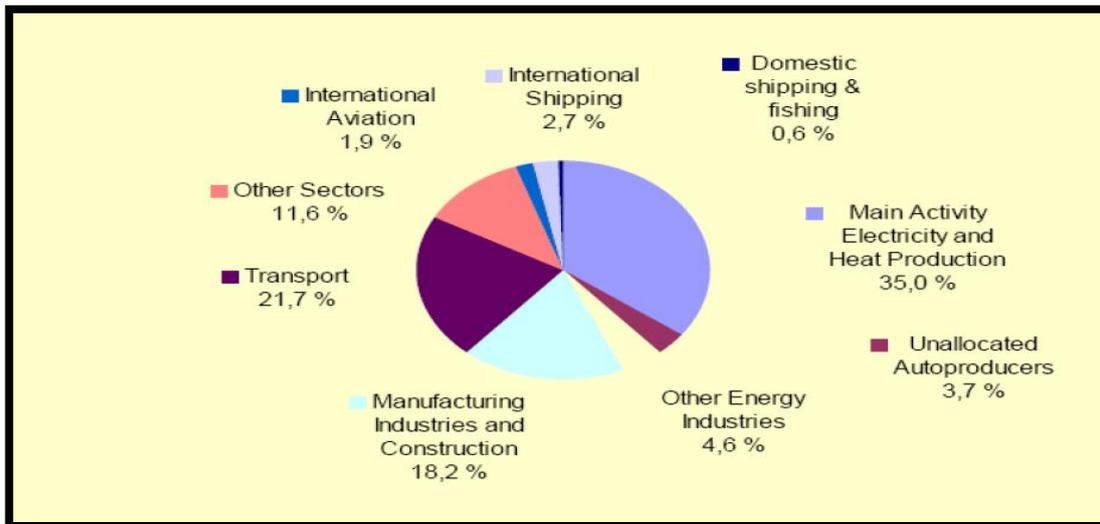
Η κύρια εκπομπή ρύπων από τα πλοία προέρχεται από τα **καύσιμα**. Η καύση, γενικά, ορίζεται ως μια εξώθερμη χημική οξειδοαναγωγική αντίδραση ενός υλικού καυσίμου με οξυγόνο, η οποία συντελείται με αρκετά μεγάλο βαθμό απόδοσης θερμότητας, ώστε η εκπεμπόμενη υπό μορφή θερμότητας ενέργεια, να είναι εκμεταλλεύσιμη. Κατά την καύση, η χημική ενέργεια του καυσίμου, μετατρέπεται σε θερμική, ενώ το οξυγόνο που απαιτείται λαμβάνεται, συνήθως, από τον αέρα του περιβάλλοντος. Τα περισσότερα καύσιμα περιέχουν, κυρίως, άνθρακα, υδρογόνο και σε μικρότερες ποσότητες θείο [190].

10.4.7 IMO και CO₂

Τον Απρίλιο του 2008, η ομάδα εργασίας του IMO (International Maritime Organization) που ασχολείται με την εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου από τα πλοία

συναντήθηκε με σκοπό να προσδιορίσει βραχυπρόθεσμα, αλλά και μακροπρόθεσμα μέτρα για το διοξείδιο του άνθρακα. Συμφωνήθηκε η αναγκαιότητα να εφαρμοστούν όσο το δυνατόν νωρίτερα μέτρα που θα οδηγήσουν στη μείωση των εκπομπών και σαν επόμενο βήμα πραγματοποιήθηκε η συνάντηση στο Όσλο τον Ιούνιο του 2008 και η υποβολή της έκθεσης τον Οκτώβριο του ίδιου έτους.

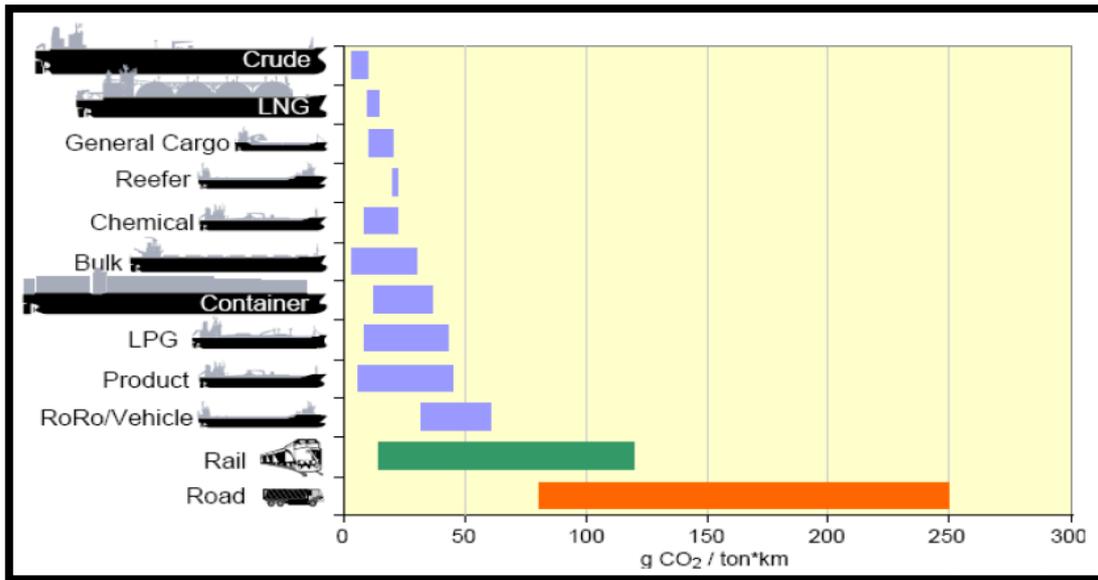
Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται σχηματικά το ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα που αναλογεί σε κάθε τομέα και σε αυτό που αναλογεί συγκεκριμένα στη ναυτιλία. **Όπου βλέπουμε πως η μεταφορές καταλαμβάνουν το 21,7%.**



Διάγραμμα 10.7: Ποσοστό (%) διοξειδίου του άνθρακα που αναλογεί σε διάφορες πηγές

Η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται από τα πλοία είναι ανάλογη της κατανάλωσης καυσίμου και της περιεκτικότητας άνθρακα στα καύσιμα. Ενώ η τελευταία μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια, η κατανάλωση καυσίμου δεν είναι ιδιαίτερα ακριβής σε εκτιμήσεις μεγάλης κλίμακας.

Παρακάτω γίνεται σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης του μεταφορικού έργου για διάφορα μέσα μεταφοράς. Παρατηρούμε ότι η ναυτιλία σε σχέση με τα άλλα μέσα μεταφοράς παράγει σημαντικά λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα για το έργο που πραγματοποιεί.



Διάγραμμα 10.8: Σύγκριση ενεργειακής απόδοσης του μεταφορικού έργου για διάφορα μέσα μεταφοράς

Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε τον Ιούνιο του 2008 στο Όσλο από την ομάδα εργασίας του IMO, που ασχολείται με την εκπομπή των αερίων του θερμοκηπίου, η πιο πρόσφατη και ολοκληρωμένη αναφορά για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα πλοία. Η αναφορά αυτή περιλαμβάνει όλους τους τύπους πλοίων, την ισχύ των κύριων μηχανών τους, την κατανάλωση σε fuel oil, την ηλεκτρική κατανάλωση και φυσικά, την κατανάλωση σε διοξείδιο του άνθρακα για κάθε πλοίο ξεχωριστά. Ακολουθεί πίνακας στον οποίο παρουσιάζονται τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Type	CO ₂ from Bunker cons. Tonnes (x10 ⁶)	% CO ₂ emission per ship type
Bulk	168.8124	13.55
Chem oil	30.4697	2.45
Chemical tankers	16.3581	1.31
Comb. Carriers	2.4468	0.20
Container	314.4693	25.24
Crude tanker	132.2893	10.62
Dry cargo	82.7400	6.64
Gas Tankers - LNG	47.5570	3.82
Gas Tankers - LPG	20.1288	1.62
Miscellaneous	54.5486	4.38
Offshore	73.3730	5.89
Passenger/Ferry	120.4914	9.67
Product tanker	74.7710	6.00
Reefers	37.1627	2.98
RoRo	57.4403	4.61
Tanker unspecified	12.7856	1.03
Grand Total	1245.8441	100

Πίνακας 10.7: Κατηγορίες πλοίων, η ισχύς των μηχανών τους και η κατανάλωση fuel oil και diesel oil

Εντούτοις, αναγνωρίζεται πλήρως η ανάγκη για την περαιτέρω μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, καθώς η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι, εξ ορισμού, ένα παγκόσμιο πρόβλημα και η ναυτιλία είναι η μεγαλύτερη παγκόσμια βιομηχανία. Η απαίτηση για θαλάσσιες μεταφορές καθορίζει τον όγκο της ναυτιλίας και είναι, επομένως, ο παράγοντας κλειδί που επηρεάζει τις συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Αρκετές, λοιπό, μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για να αξιολογήσουν τις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τη ναυτιλία [191,192]. Η Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας (International Energy Agency) υπολογίζει ότι το μερίδιο της εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα από τις δεξαμενές καυσίμου πλοίων θα παραμείνει περίπου 2% τουλάχιστον έως το 2030. [193]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11: ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO₂ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

Η περιβαλλοντική διαχείριση των ξενοδοχειακών μονάδων της χώρας μας είναι ένα ολόκληρο κεφάλαιο, το οποίο απαιτεί σωστό σχεδιασμό και συγκεκριμένη πολιτική για να είναι επιτυχημένη. Παράλληλα, όμως, πέρα από το βιοκλιματικό σχεδιασμό, τα οικολογικά δομικά υλικά, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την οικονομία στις μετακινήσεις υπάρχουν και άλλες απλές, καθημερινές πρακτικές, οι οποίες εφαρμόζονται σε οικολογικά ή πράσινα ξενοδοχεία και μπορούν να κάνουν τη διαφορά ακόμα και στο μικρότερο μεγέθους κατάλυμα.. Αν αναλογιστεί κανείς πως σε ένα ξενοδοχείο 150 δωματίων γίνεται κατανάλωση ενέργειας σε μια εβδομάδα που αντιστοιχεί στην ετήσια κατανάλωση 1004 νοικοκυριών (σύμφωνα με τον οργανισμό της Green Seal όπου πιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις διαφόρων επιχειρήσεων) θα κατανοήσει πλήρως την αναγκαιότητα εφαρμογής αυτών των πρακτικών. [109,194,197]

Το πρώτο και βασικότερο στάδιο στην υιοθέτηση περιβαλλοντικών πρακτικών είναι η ορθολογική καταγραφή των αναγκών μιας επιχείρησης, έτσι ώστε να μπορεί να δει τις απώλειες που έχει σε ενέργεια και φυσικούς πόρους και να τις ελαττώσει.

Οι κύριες, λοιπόν, περιβαλλοντικές πτυχές που πρέπει να έχει μία επιχείρηση κατά νου όταν σχεδιάζει την περιβαλλοντική της πολιτική είναι:

- Ενέργεια
- Νερό
- Διαχείριση απορριμμάτων

Για την επιτυχία, ωστόσο, της οποίας περιβαλλοντικής πολιτικής, σε ένα ξενοδοχείο θα πρέπει να εμπλακούν και να συμμετέχουν ενεργά τόσο το προσωπικό της επιχείρησης όσο και οι πελάτες της. Όσον αφορά στην ενημέρωση των πελατών, σύμφωνα με έρευνα της JD Power για την Ικανοποίηση των Πελατών των Ευρωπαϊκών ξενοδοχείων, διαπιστώθηκε ότι το 49% των Ευρωπαίων τουριστών ήταν ενήμεροι για την φιλοπεριβαλλοντική πολιτική που ακολουθούσε το ξενοδοχείο που επισκέφτηκαν. Σε αντίστοιχη έρευνα στα ξενοδοχεία των Ηνωμένων Πολιτειών, το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 63%, ενώ διαπιστώθηκε ότι το 77% όσων ήταν ενήμεροι για την εν λόγω πολιτική, ήταν πρόθυμοι να συμμετάσχουν στις φιλοπεριβαλλοντικές δραστηριότητες των ξενοδοχείων.

Επιπλέον, κάθε ξενοδοχείο δε θα πρέπει να ξεχνά ότι είναι ζωτικό μέλος μιας ευρύτερης κοινωνίας ανθρώπων και επιχειρήσεων. Επομένως, με κάθε τρόπο θα πρέπει να συνεργάζεται με την τοπική κοινότητα και να πραγματοποιεί δράσεις για τη βελτίωση της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος στην περιοχή. [197]

11.1 Πρακτικές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας

Οι ενεργειακές ανάγκες ενός ξενοδοχείου είναι αρκετά μεγάλες και εξαρτώνται από το μέγεθός του. Το μέγεθος της μελετούμενης ξενοδοχειακής μονάδας είναι αρκετά μεγάλο και για το λόγο αυτό, ταυτόχρονα με τα άλλα μέτρα που έχουμε λάβει (ΑΠΕ κ.λπ.) θα εφαρμόσουμε και τις παρακάτω απλές πρακτικές.

- Χρήση **Ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών**, όπως ψυγεία-καταψύκτες, πλυντήρια, στεγνωτήρια ρούχων, πλυντήρια πιάτων με πιστοποιημένη χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, ενεργειακής κλάσης A. Τα οποία έχουν υψηλή ενεργειακή απόδοση με αποτέλεσμα τη μείωση έως και 60% της καταναλισκόμενης ενέργειας.
- Χρήση των περισσότερων συσκευών κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν η ΔΕΗ προσφέρει μειωμένο τιμολόγιο.
- **Τακτική συντήρηση** των κλιματιστικών και των καυστήρων.
- Εγκατάσταση **θερμοστατών** στα δωμάτια και **αυτονομία θέρμανσης και κλιματισμού**.
- Διακοπή λειτουργίας του κλιματιστικού όταν το παράθυρο του δωματίου είναι ανοιχτό.
- Χρήση των λεγόμενων **“καρτών-κλειδιών”** (key-card) μέσω των οποίων όταν ο επισκέπτης φεύγει από το δωμάτιο όλες οι ενεργειακές συσκευές απενεργοποιούνται εκτός από τα ψυγεία και τα ξυπνητήρια.
- Χρήση **λαμπτήρων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης** (όπως αναλύθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο).
- Χρήση **ροοστατών** σε ορισμένα φωτιστικά στα δωμάτια, αλλά και στους κοινόχρηστους χώρους και τα γραφεία, έτσι ώστε να ρυθμίζονται τα επίπεδα φωτεινότητας του χώρου ανάλογα με τις ανάγκες και να αποφεύγεται η σπατάλη.
- **Κλείσιμο των συσκευών από τον κεντρικό διακόπτη** (ON/OFF και όχι από το τηλεχειριστήριο, δηλαδή Stand-by) κυρίως αυτών που χρησιμοποιούνται από τους υπαλλήλους. Η κατανάλωση ενέργειας από τις διάφορες συσκευές που δε βρίσκονται σε χρήση, αναφέρεται ως διαρροή ηλεκτρικής ενέργειας ή κατανάλωση ενέργειας σε κατάσταση αναμονής.
- Μείωση της θερμοκρασίας στην οποία πλένονται τα σεντόνια, οι πετσέτες, τα τραπεζομάντηλα κ.λπ. από 85° C σε 65° C. Μέσω αυτής της ενέργειας μειώνεται η κατανάλωση σε ενέργεια και ταυτόχρονα το κόστος.
- Χρήση **προγραμματιζόμενων ελεγκτών** για τη βέλτιστη λειτουργία της θέρμανσης, όπως το BMS. Το BMS είναι ένα κεντρικό σύστημα με αυτόματους ελεγκτές, οι οποίοι ελέγχουν και ρυθμίζουν τις λειτουργίες των μηχανημάτων και συσκευών για θέρμανση, δροσισμό και αερισμό του κτιρίου, ώστε να εξασφαλίζονται πάντοτε οι βέλτιστες εσωτερικές συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης και ποιότητας αέρα, με την ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση. Το σύστημα αυτό χωρίζει το χώρο του ξενοδοχείου σε διαφορετικές ζώνες οι οποίες δεν έχουν την ίδια χρήση στη διάρκεια του

24ώρου και ρυθμίζει τις ανάγκες του κάθε χώρου ανάλογα με τη χρήση του. Για παράδειγμα, οι χώροι των γραφείων λειτουργούν 9:00-18:00, ενώ οι χώροι της ρεσεψιόν όλο το 24ωρο, οι χώροι του εστιατορίου 7:30-11:00, 13:30-16:00 και 19:30-00:30. Επιπλέον, οι χώροι της αίθουσας συνεδριάσεων και του φουαγιέ λειτουργούν μόνο όταν είναι προγραμματισμένη η διεξαγωγή κάποιου συνεδρίου.[33,109,194,197]

11.2 Μέθοδοι εξοικονόμησης του νερού

Το νερό είναι πηγή ζωής. Η έλλειψή του θα προκαλέσει ασθένειες και άλλες αρνητικές συνέπειες για την ανθρώπινη υγεία. Οι ορθές περιβαλλοντικές πρακτικές στην περίπτωση του νερού, είναι τόσο η προστασία των υδάτων από τη μόλυνση, όσο και η υιοθέτηση συστημάτων εξοικονόμησης νερού. Επίσης, ο βιολογικός καθαρισμός όταν πραγματοποιείται σε τριτοβάθμιο επίπεδο μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο προς αυτή την κατεύθυνση. Το νερό του βιολογικού καθαρισμού σε αυτή την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το πότισμα των κήπων του ξενοδοχείου.

Οι πρακτικές που θα εφαρμόσουμε στη μελετούμενη ξενοδοχειακή μονάδα δίνονται παρακάτω:

- **Αισθητήρες** σε όλες τις βρύσες δωματίων και των κοινόχρηστων τουαλετών για **αυτόματο κλείσιμο**. Μια ανοιχτή βρύση καταναλώνει 9 λίτρα νερό το λεπτό (βούρτσισμα δοντιών κ.λπ.), η πρακτική αυτή δεν εφαρμόζεται στην κουζίνα καθώς εκεί η ποσότητα του νερού που απαιτείται έγκειται στην εργασία και την ευθύνη του εργαζομένου.
- **Τουαλέτες χαμηλής ροής** και καζανάκια με μηχανισμό διπλής ροής νερού όπου ρυθμίζεται η παροχή νερού στην τουαλέτα ανάλογα με τον χρήστη.
- Τηλέφωνα ντους και βρύσες ψεκασμού νερού με **ποσοστά αέρα**, τα οποία εξοικονομούν αρκετά λίτρα ανά ημέρα. Το νερό τρέχει με ποσοστά αέρα, έτσι ώστε να μειώνεται η κατανάλωσή του.
- **Συλλογή βρόχινου νερού** για το πότισμα του κήπου. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από μια επιφάνεια συλλογής που συνήθως είναι η σκεπή, στο συγκεκριμένο έργο είναι η στέγη και τα φυτεμένα δώματα (τα οποία καθαρίζουν το βρόχινο νερό από επιβλαβείς ουσίες) και τα συστήματα για τη μεταφορά (σωλήνες και υδρορροές), τη διήθηση, την αποθήκευση σε μια στέρνα, ή υδατοδεξαμενή και τη διανομή του νερού. Το συλλεγόμενο νερό θα είναι κατάλληλο έπειτα από επεξεργασία για τη χρήση του στο πότισμα του κήπου και των φυτεμένων δωματίων καθώς και στα καζανάκια του ξενοδοχείου. [33,99,195,197]

11.3 Διαχείριση στερεών αποβλήτων

Τα στερεά απόβλητα σε ένα ξενοδοχείο αποτελούνται από διάφορα υλικά όπως η τροφές, το χαρτί, κάποια μέταλλα, τα πλαστικά, το αλουμίνιο και το γυαλί. Σε πρόσφατη έρευνα βρέθηκε ότι τα απορρίμματα από 25 ξενοδοχεία περιείχαν 46% τροφές, 25.3% χαρτί, 11.7% χαρτόνι, 6.7% πλαστικά, 5.6% γυαλί και 4.5% μέταλλα.

Οι ξενοδοχειακές μονάδες μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα από τη διαχείριση απορριμμάτων μέσω του τριπτύχου: μείωση των απορριμμάτων, επαναχρησιμοποίηση υλικών, ανακύκλωση και κομποστοποίηση.

Για τη μείωση των απορριμμάτων των ξενοδοχειακών μονάδων απαιτείται σχεδιασμός και εκπαίδευση προσωπικού για να προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα. Η διοίκηση του ξενοδοχείου θα πρέπει να επικεντρωθεί σε τρεις βασικούς στόχους:

- Αξιολόγηση των αποφάσεων αγοράς και προμήθειας προϊόντων, έτσι ώστε να επιλέγονται προϊόντα που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, να ανακυκλωθούν ή να δημιουργούν τα λιγότερα απορρίμματα.
- Κατανόηση της χρήσης των εργαλείων και των προϊόντων. Μια διαφορετική χρήση των προϊόντων και των μηχανημάτων θα μπορούσε να οδηγήσει σε μείωση των απορριμμάτων ενός ξενοδοχείου.
- Εξέταση της ποσότητας και του είδους των απορριμμάτων που συσσωρεύεται από κάθε τμήμα του ξενοδοχείου, έτσι ώστε να ελεγχθεί η ροή τους.

Με τη συγκέντρωση των απαραίτητων πληροφοριών σχετικά με το είδος και τον όγκο των απορριμμάτων που κάθε ξενοδοχείο αποβάλλει καθημερινά, μπορεί η επιχείρηση να θέσει ρεαλιστικούς στόχους για τη μείωση των απορριμμάτων αυτών. Ωστόσο, κάθε ξενοδοχείο θα πρέπει να έχει κατά νου ότι η μείωση των απορριμμάτων δεν είναι απαραίτητο να σημαίνει και ταυτόχρονη μείωση στην ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Σε πολλές περιπτώσεις οι πρακτικές μείωσης των απορριμμάτων μπορεί να είναι αφανείς λειτουργίες της επιχείρησης και σε άλλες περιπτώσεις περισσότερο φανερές, όπως για παράδειγμα την **αντικατάσταση των μικρών μπουκαλιών σαμπουάν με δοχεία-δοσομετρητές τα οποία να ξαναγεμίζουν**. Αν και τέτοιες πρακτικές μπορεί εύκολα να παρεξηγηθούν από τους πελάτες ως πολιτικές μείωσης του κόστους, οι ξενοδόχοι έχουν σημαντικά εργαλεία στα χέρια τους, ώστε να επικοινωνήσουν στους πελάτες την πραγματική πρόθεση των ενεργειών αυτών. Επιπλέον, όταν ο σκοπός αυτός είναι η συμβολή στην προστασία του περιβάλλοντος, τότε όλοι οι πελάτες χαιρετίζουν θετικά τέτοιου είδους προσπάθειες.

Όσον αφορά στην **ανακύκλωση**, εδώ τα πράγματα δεν είναι εύκολα για κανένα ξενοδοχείο. Ακόμη κι αν ξεπεράσουν οι διοικήσεις των μονάδων αυτών την εκπαίδευση του προσωπικού ώστε να γίνεται η συλλογή των ανακυκλώσιμων, δεν είναι στο χέρι τους να διορθώσουν τις ελλείψεις σε μηχανισμούς ανακύκλωσης που θα έπρεπε να εφαρμόσει η πολιτεία. Όταν δεν υπάρχουν οι μηχανισμοί αυτοί, το κόστος μεταφοράς των ανακυκλώσιμων υλικών στις μονάδες επεξεργασίας τους είναι σημαντικό και επιβαρύνει τις επιχειρήσεις. Παρακάμπτουμε, όμως, για το καλό του φυσικού περιβάλλοντος το κόστος που ίσως προκύψει και, έτσι, θα ανακυκλώνουμε το γυαλί, το

χαρτί και τα μέταλλα. Τέλος, θα δωρίζεται το περισσευούμενο φαγητό σε χώρους διαμονής αστέγων και οι τροφές που μένουν και δεν μπορούν να καταναλωθούν θα κομποστοποιούνται αντί, απλώς, να συγκεντρώνονται σε χωματερές. [109,197]

11.4 Άλλες μέθοδοι και πρακτικές

- Συνεχής ενημέρωση και προτροπή του προσωπικού για εξοικονόμηση. Για παράδειγμα στα συνεργεία καθαρισμού επιτρέπεται μόνο μία φορά να τραβάνε το καζανάκι για τον καθαρισμό της τουαλέτας.
- Ενημέρωση των επισκεπτών με τις μεθόδους εξοικονόμησης και δυνατότητα επιλογής των υπηρεσιών καθαρισμού και αλλαγής σεντονιών και πετσετών σας να μην γίνονται κάθε μέρα. Έτσι ώστε να εξοικονομείται νερό και ενέργεια ακόμα και από το πλύσιμο πετσετών και σεντονιών.
- Παραγγελίες σε μεγάλες ποσότητες όπου είναι δυνατόν
- Επαναχρησιμοποιήσιμες συσκευασίες απορρυπαντικών.
- Χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον.
- Εξάλειψη προϊόντων που χρησιμοποιούν προωθητικό αέριο.
- Διαρκής προσπάθεια για την ελαχιστοποίηση της χρήσης χημικών.[194,196]
- Χρήση οικολογικών λιπασμάτων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παρούσα διπλωματική εργασία συμπεραίνουμε την αναγκαιότητα του βιοκλιματικού σχεδιασμού, της μείωσης του ανθρακικού αποτυπώματος καθώς επίσης και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν τα παραπάνω να εφαρμοσθούν σε ένα κτίριο και πιο συγκεκριμένα σε μια ξενοδοχειακή μονάδα. Ένα κτίριο που έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις παραπάνω αρχές έχει πολλά πλεονεκτήματα να προσφέρει τόσο στο φυσικό περιβάλλον, που συνεχώς υποβαθμίζεται με την άναρχη δόμηση, όσο και στους χρήστες του. Με εφαρμογή, λοιπόν, των κατάλληλων ηλιακών παθητικών συστημάτων, της σωστής θερμικής μάζας του κτιρίου σύμφωνα με τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής, με το σχεδιασμό των κατάλληλων ανοιγμάτων καθώς επίσης και με τον κατάλληλο προσανατολισμό και χωροθέτηση της ξενοδοχειακής μονάδας, εξασφαλίζουμε συνθήκες θερμικής άνεσης και ταυτόχρονα μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα. Ακόμα, με τον κατάλληλο σχεδιασμό και προστασία του κελύφους, τη φύτευση στον περιβάλλοντα χώρο της ξενοδοχειακής μονάδας και το φυσικό δροσισμό και αερισμό αποφεύγουμε την εξάρτησή μας από τα κλιματιστικά και έτσι μειώνουμε ακόμα περισσότερο την ενέργεια που χρειάζεται η ξενοδοχειακή μονάδα. Επιπλέον, η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και η επιλογή λαμπτήρων χαμηλής ενέργειας καθώς επίσης και οι υπόλοιπες μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν στην ξενοδοχειακή μονάδα, συμβάλλουν αφενός στην οπτική άνεση και ευεξία των χρηστών και αφετέρου στην εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Ένας ακόμη παράγοντας που συνέβαλε σημαντικά στην προσπάθεια μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ήταν η επιλογή των κατάλληλων δομικών υλικών τα οποία φροντίσαμε να μην επιβαρύνουν το φυσικό περιβάλλον και τους χρήστες. Σημειώνεται πως με την ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη μορφή των φωτοβολταϊκών και της γεωθερμίας, επιτυγχάνεται σημαντική μείωση της χρήσης των συμβατικών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο. Τέλος, βασισμένοι στη μελέτη μας για τις συγκοινωνίες και τη μεταφορά των χρηστών από διάφορες πόλεις της Ευρώπης, συνειδητοποιήσαμε πόσο σημαντικό είναι το ανθρακικό αποτύπωμα του τουρίστα από τις μετακινήσεις (οδικές, αεροπορικές κ.α.) και πόσο επιβαρύνει το αντίστοιχο ανθρακικό αποτύπωμα της ξενοδοχειακής μονάδας και προχωρήσαμε στην εφαρμογή μέτρων (υβριδικά αυτοκίνητα, MMM κ.ά), ώστε να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο.



Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Close the loop consulting & training, Ανθρακικό αποτύπωμα, <http://www.closeheloop.gr/el/content/carbon-footprint>
2. Κ. Μπαλαράς, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη, (2001), Οδηγός για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες-Πρακτικές οδηγίες για βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και εξοικονόμηση χρημάτων με ορθολογική χρήση ενέργειας.
3. International Energy Agency/CADDET
4. GOOGLE EARTH
5. Πολυχρονίου Ιωάννης, Βασικό νομοθετικό πλαίσιο και προδιαγραφές για την προσβασιμότητα ΑμεΑ, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/EKDHLVSEIS/PROSEXEIS_EKDHLWSEIS/PROSVASIMOTHHTA/Tab1/3%20-%20POLYXRONIOY.pdf
6. Κατευθυντήριες γραμμές για τη σωστή προσαρμογή και αξιολόγηση της προσβασιμότητας μιας ξενοδοχειακής επιχείρησης για χρήση από ΑμεΑ, http://media.visitcyprus.com/media/b2b_gr/Tourism_Services/Accommodation/kat efthintiries_grammes_gia_paroxi_diefkolynseon_AMEA_se_hotels.pdf
7. Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 407 (2010) Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, http://portal.tee.gr/portal/page/portal/TEE_HOME/D6-5825%20KENAK-FEK%20407-B-2010.pdf
8. Υπουργείο Ανάπτυξης, Νόμος 3661- Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων, <http://www.ypan.gr/docs/kanonismos%20energeiakis%20apodotikotitas%20ktiriwn.pdf>
9. Υπουργείο Ανάπτυξης, Σχέδιο Προεδρικού Διατάγματος για τη θεσμοθέτηση του σώματος Ενεργειακών Επιθεωρητών, <http://www.ypan.gr/docs/pd%20swmatos%20epithewritwn.pdf>
10. Υπουργείο περιβάλλοντος, ενέργειας και κλιματικής αλλαγής, <http://www.ypeka.gr/>
11. Πού οφείλεται η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα, <http://1teetrikal.tri.sch.gr/new/GreenHouse/Greenhouse/Dioxidio.htm>
12. Το αέριο διοξείδιο του άνθρακα και το φαινόμενο του θερμοκηπίου, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών,

http://www.chemistry.upatras.gr/~klouras/edu/chem_gen_files/Chemotherapy_files/Greenhouse_Effect.pdf

13. Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητήριου Ελλάδας Τ.Ο.ΤΕΕ 2702-5/2010
14. Proximity hotel, <http://www.proximityhotel.com/>
15. Jury's inn hotel, <http://www.jurysinns.com/>
16. Richard Hyde, Steve Watson, Wendt Cheshire, Mark Thomson (2006), The Environmental Brief-Pathways for Green Design, Taylor & Francis.
17. Rocabella mykonos art hotel and spa, <http://www.rocabella-hotel-mykonos.com>
18. Green hotels, <http://www.greenhotels.gr/>
19. Thalassa beach resort, <http://www.thalassaresort.gr/>
20. Ερωτόκριτος Π. Τσίγκας (1994), Ενεργειακός σχεδιασμός Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Εκδοτικός Οίκος Μαλλιάρης Α. - Παιδεία Α.Ε., Θεσσαλονίκη.
21. Γιώργος Χατζόπουλος (1996), Βιοκλιματικός Σχεδιασμός-Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης, Εκδοτικός Οίκος Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη.
22. Energy Balance and Temperature Regulation http://biology.bard.edu/ferguson/course/bio204/Lectures_&_Old_Exams/Lecture_23.pdf
23. Health and Safety Executive, Thermal Comfort, <http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/explained.htm>
24. European commission Energy Research Group university college Dublin, Bioclimatic Architecture, The demonstration component of the joule Thermie Programme (1997), Ireland, http://erg.ucd.ie/UCDERG/pdfs/mb_bioclimatic_architecture.pdf
25. Thermal Regulation Lecture, Cornell University Ergonomics <http://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA350notes/Thermal/thregnotes.html>
26. Κώστας και Θέμης Στεφ. Τσιπήρας (2005), Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Οικολογική Δόμηση, Γεωβιολογία, Εσωτέρα Αρχιτεκτονική, Εκδόσεις Κέδρος.
27. ENVI-met 3, Michael Bruse & Team, PMV AND PPD, <http://www.envi-met.com/htmlhelp/hs550.htm>

28. C.A.T.S. Newsletter, Was ist Thermische Behaglichkeit? (2006),
http://www.cats-software.com/CATSnewsletter/NL0610/CATS-NewsL_thermischeb.htm
29. European commission Energy Research Group University college Dublin, Thermie Programme (1996), Published by: Lior E.E. I G , Ireland
http://erg.ucd.ie/md_bioclimatic_architecture.pdf
30. Μαργαρίτα Καραβασίλη (1999), Κτίρια για έναν πράσινο κόσμο, οικολογική δόμηση , βιοκλιματική αρχιτεκτονική Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη, Εκδόσεις Psystems International AE, Αθήνα.
31. Μενέλαος Ξενάκης, Παθητικά Ηλιακά συστήματα και η απόδοσή τους στην Ελλάδα,
http://www.ecoarchitects.gr/images/FINAL/Pathitika_Hliaka_Systemata.pdf
32. Κωνσταντίνος Μπάκας, Υπολογιστικά πρότυπα Βιοκλιματικών Παθητικών Συστημάτων- Βασικές Αρχές Σχεδιασμού με χρήση Παθητικών Συστημάτων θέρμανσης και Ψύξης,
<http://www.staticart.gr/pvw%20kataskevazetaivio klimatikos piti.html>
33. Ηλίας Ευθυμιόπουλος, Κτίριο και Περιβάλλον (2005), Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα.
34. The Encyclopedia of Alternative Energy and Sustainable Living, Thermal Mass,
http://www.daviddarling.info/encyclopedia/T/AE_thermal_mass.html
35. New4old, Thermal Mass, http://www.new4old.eu/guidelines/D3_Part2_H2.html
36. Sustainable Architecture Pillar 5: thermal mass, <http://brutalart.com.au/architecture-design/sustainable-architecture-pillar-5-thermal-mass/>
37. ΚΑΠΕ, Άμεσο Κέρδος, Ηλιακά Παθητικά Συστήματα
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_ameso_kerdos.htm
38. Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος (2004), Αναλυτική Προσέγγιση Κεντρικών Θερμάνσεων Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.
39. ΚΑΠΕ, Θερμική Προστασία Κελύφους, Χρήση Βελτιωμένων υαλοπινάκων,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_xrisi_yalopinakon.htm
40. ΚΑΠΕ, Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια, Ειδικοί Υαλοπίνακες,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_yalopinakes.htm

41. Melios & Paphitis Enterprises Ltd, Συντελεστής Θερμοπερατότητας, <http://www.melios-paphitis-bricks.com.cy/downloads/Codes.pdf>
42. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική Οδηγία, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός κτιρίων, Α΄ έκδοση.
43. ΚΑΠΕ, Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια, Τοίχοι Μάζας, http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdo_s_iliakoi_toixoi.htm
44. Στ. Πέρδιος (2007) Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια - αθλητικά κέντρα - βιομηχανίες – μεταφορές, Τόμος Α΄, Σέλικα 4Μ, Εκδοτική.
45. Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια, Νυχτερινή Ακτινοβολία, http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_nyxterini_aktinobolia.htm
46. Στέφανος Π. Τσιπήρας (2000), Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων, έκδοσεις Π-Systems.
47. Cape Vantage Hotel, <http://www.capevantagehotel.com/designplans.html>
48. ΚΑΠΕ, Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια, Το Ηλιακό Αίθριο, http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdo_s_iliako_aithrio.htm
49. Energy in Architecture, the European Passive Solar Handbook, Batsford for the Commission of the European Communities
50. Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams_html?dr_city=Athens_Hellinikon
51. Jerry Yudelson (2009), Green Building Trends: Europe, Island Press, Washington.
52. Garden Guide, Η αξία των φυτών εσωτερικού χώρου, <http://www.gardenguide.gr/articles/ornamental-plants/114-inside-plants.html>
53. Fytorio Aggela, <http://www.fytorio.com/index.php?act=viewProd&productId=420>
54. Valentine floral creations, http://www.valentine.gr/guzmania_1.php
55. Stephens H.S. & associates, Third European Conference on Architecture Energy in architecture and Urban Planning (1993), Florence
56. Reducing Cooling Load: Windows & Skylights, <http://www.energybooks.com/pdf/919929.pdf>

57. Koblin Wolfram, Kruger Eckehard, Schuh Ulrich (1984), Handbuch Passive Nutzung der Sonnenenergie, Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau BMBau
58. Νάστης, Οριζόντιες Περσίδες, <http://www.nastis.gr/products.php?id=10>
59. Energy Institute Pres, <http://www.energybooks.com/>
60. Παντζούρια Doral, <http://www.doral.gr/data/home.php?cat=510>
61. Πάνος Κλαυδιανός, Συστήματα Τεντών, <http://www.indecor-tentes.gr/sistimata-tenton-vraxiones.html>
62. Εύλινα Στόρια, <http://attica.olx.gr/25mm-50mm-iid-74005790>
63. Understanding Energy, Energy Efficient Windows
<http://www.taunton.com/finehomebuilding/how-to/articles/understanding-energyefficient-windows.aspx>
64. SOLADIGM, Electrochromic Windows Cut Cost Through Glass Tinting
<http://buildaroo.com/el/news/article/soladigm-electrochromic-windows/>
65. The Power Save Radiant Barrier, <http://utilitysavingsforyou.com/power-saveradiant-barrier.php>
66. Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια, Φράγμα Ακτινοβολίας,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_fragma.htm
67. Fairey, P. The Measured side-by-side Performance of Attic Radiant Barrier Systems in Hot-humid Climates, proceedings of the 19th International Thermal Conductivity Conference, Cookeville, TN, October 1985.
68. Florida Solar Energy Center-Radiant Barriers,
<http://www.fsec.ucf.edu/en/publications/html/FSEC-EN-15/index.htm>
69. Eco Cool of Texas, What is a radiant barrier?,
<http://ecocooloftexas.com/RadiantFAQ.html>
70. Macon, Ενεργειακή Απόδοση – Ανακλαστικά Υλικά – Ψυχρά Υλικά,
http://monosimacon.blogspot.com/2010/08/1_11.html
71. Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια, Ανακλαστικά Επιχρίσματα,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_anaklastika.htm
72. Light Reflectance Value, <http://www.squidoo.com/LRV>
73. Ανέλιξη, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, <http://www.anelixi.org/index.php?cid=2>

74. Garden Shop, Φυτά Εξωτερικού Χώρου,
<http://www.gardenshop.gr/eksoterikoy.htm>
75. Γεωπονικό Πάρκο, <http://www.geoponiko-parko.gr/product.asp?id=188>
76. Biocycle, Green Roofs Grow ... with Brown Compost,
http://www.jgpress.com/archives/_free/000254.html
77. Esha, Φυτεμένο Δώμα, <http://www.esha.gr>
78. Νίκος Παπαμανώλης, Φυτεμένο Δώμα μια δύσκολη απόφαση, Περιοδικό ECON3,
σελ 104-112 Τεύχος 13 Ιανουάριος-Φεβρουάριος 2011.
79. Ελληνικές Επιχειρήσεις Εισαγωγών Εξαγωγών ΕΠΕ, Αναγκαιότητα στο Αστικό
Περιβάλλον,
<http://www.conferences.gr/fileadmin/dtemplates/palenc2007/pdf/egreen.pdf>
80. Kristen Leigh Mitrakis (2008), Ecologically Design in Resort Hotel Properties-
Management Perceptions of Ecologically Performative Landscape Practises, Texas
University.
81. Οικοστέγες, Πράσινες Στέγες-Είδη Φυτεμένου Δώματος,
<http://www.oikosteges.gr/index.php/greenroofs/green-roofs-types>
82. Monoiso, Ξηρά Δόμηση, Πράσινη Ταράτσα,
http://www.monoiso.gr/green_roof.html
83. Οικοστέγες, Μελέτες, <http://www.oikosteges.gr/index.php/studies>
84. Ανθοκαλλιέργεια, Επιλογή φυτών για φυτεμένα δώματα,
<http://www.anthokalliergeia.gr/assets/images/pdf/article6.pdf>
85. Sedum, <http://www.plant-shed.com/index.php?p=product&id=862&parent=10>
86. Γρηγόρης Κοτοπούλης, Φυτεμένα δώματα, Σύγχρονη Πρόταση,
<http://www.gardenguide.gr/articles/fytemena-domata/76-syxronh-protahs-pollapla-ofelh.html>
87. Κάσσανδρος Γάτσιος, Η Ροδιά, Καλλιέργειες, Χρήσεις, Φαρμακευτικές Ιδιότητες,
<http://www.symagro.com/?p=332>
88. Οδηγός για Πράσινα Κτίρια, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός,
<http://www.greenbuilding.gr/odigos.php?categ=3>
89. ΚΑΠΕ, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα, Ενεργειακή απόδοση και
κατευθύνσεις εφαρμογής,
http://www.cres.gr/kape/education/bioclimate_brochure.pdf

90. ΚΑΠΕ, Φυσικός δροσισμός, Εξατμιστικός Δροσισμός,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_exatmistikos_drosismos.htm
91. Passive Solar Heating and Cooling Manual,
<http://www.azsolarcenter.org/tech-science/solar-architecture/passive-solar-design-manual/passive-solar-design-manual-heating.html>
92. ΚΑΠΕ, Φυσικός δροσισμός, Ψύξη μέσω εδάφους,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_psixi_edafous.htm
93. Research on Building HVAC Systems,
http://www.cbe.berkeley.edu/research/research_hvac.htm
94. ΚΑΠΕ, Φυσικός δροσισμός, Νυχτερινή ακτινοβολία,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_nyxterini_aktinobolia.htm
95. Encyclopedia of Alternative Energy and Sustainable Living, Radiant Cooling,
http://www.daviddarling.info/encyclopedia/R/AE_radiant_cooling.html
96. The American Institute of Architects, Cooling-Passive Strategies,
http://www.architecture.uwaterloo.ca/faculty_projects/terri/carbon-aia/case/global/global14.html
97. Night Radiative Cooling,
<http://www.asterism.org/tutorials/tut37%20Radiative%20Cooling.pdf>
98. 123RF, http://www.123rf.com/photo_5657395_luxury-swimming-pool-at-luxury-hotel.html
99. Jerry Yudelson (April 2009), Green building from A to Z, Understanding the Language of Green building, New Society Publishers
100. PSAXTIRIA, 12 Πρωτότυποι Ανεμιστήρες Οροφής,
http://www.psaxtiria.com/2009/07/12_17.html
101. ΚΑΠΕ, Φυσικός δροσισμός, Φυσικός αερισμός,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm
102. 50 Simply creative and beautiful photos,
<http://thedesigninspiration.com/articles/50-simply-creative-and-beautiful-stairs-photos/>
103. Shutterstock Images, <http://www.shutterstock.com/pic-46287097/stock-photo-golden-wind-tower-in-dubai-united-arab-emirates.html>

104. Wind Power Plant, Wind Turbine Tower Design,
<http://wind-powerplant.blogspot.com/2010/12/wind-turbine-tower-design.html>
105. ΚΑΠΕ, Θερμική προστασία κελύφους, Αεριζόμενο Κέλυφος
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_aerizomeno_kelyfos.htm
106. Αεράκης, Τζαμαρία «Φυσαρμόνικα», <http://www.e-tentes.gr/index.php?>
107. ΚΑΠΕ, Φυσικός δροσισμός, Εξαναγκασμένος αερισμός,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_exanagkasmenos.htm
108. Aluminco, Συστήματα Αλουμινίου,
http://www.aluminco.gr/Aluminium_Systems.aspx
109. Sarah Alexander (September 2002), Green Hotels: Opportunities and Resources for Success, Edited by Carter Kennedy, www.zerowaste.org
110. Nick Baker and Koen Steemer (2000) , Energy and Environment in Architecture, a Technical Design Guide, Taylor and Francis Group
111. Low Energy Architecture Research Unit,
<http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/clear/about/tree.html>
112. ΚΑΠΕ, Φυσικός Φωτισμός, Ανοίγματα Οροφής,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_anoigmata_orofis.htm
113. Canstockphoto, <http://www.canstockphoto.com/sunroof-1058631.html>
114. ΚΑΠΕ, Φυσικός Φωτισμός, Φωταγωγοί,
http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_fotagogoi.htm
115. SOLARLIGHT, Energy Systems, Φωτοσωλήνες,
<http://www.solarlight.gr/index.jsp?CMCCode=10030101&extLang=>
116. ALL4ME, Αίθρια και Φωταγωγοί για Φυσικό Φωτισμό, <http://www.all4me.gr>
117. Daylighting in Buildings, A Thermie Programm Action, The European Commission Directorate-General For Energy, DGXVII,
http://erg.ucd.ie/mb_daylighting_in_buildings.pdf
118. Βιοχωριό, Φυσικός Φωτισμός Κτιρίων, <http://www.bioxorio.com/content/φυσικός-φωτισμός-κτιρίων>
119. FLONTEX Textile Architecture Thermal-insulation Transparent heat insulation,
<http://www.flontex.ch/ea/waermedaemmung/index-25870.shtml>

120. ECO-LAMPS, Οικονομικά Οφέλη, <http://www.eco-lamps.gr/topic/13-economic-benefits.aspx>
121. Κέντρο Λάμπας Λάρισας, Κατάργηση των λαμπτήρων πυράκτωσης, <http://www.lampcenter.gr/index.php?page=articles>
122. Λαμπροπούλου Ελένη (9 Μαρτίου 2007), Φωτισμός Κτιρίων και Εξοικονόμηση Ενέργειας, ΚΑΠΕ, http://library.tee.gr/digital/books_notee/book_60568/book_60568_labropoulou.pdf
123. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Οικονομικοί λαμπτήρες, LED, http://ec.europa.eu/energy/lumen/overview/avariedchoice/led/index_el.htm
124. ΚΑΠΕ, Τεχνητός Φωτισμός, Φωτιστικά Σώματα, http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/texnitos_fotismos_fotistika.htm
125. Electric Ideas Clearinghouse (August 1992), Automatic Lighting Control For Energy Savings, <http://www.p2pays.org/ref/36/35461.pdf>
126. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Οικονομικοί λαμπτήρες, Λαμπτήρες Αλογόνου και Βελτιωμένοι Λαμπτήρες Πυράκτωσης Ενεργειακής Κατηγορίας B,C, http://ec.europa.eu/energy/lumen/overview/avariedchoice/bhalo/index_el.htm
127. Ledakia.gr, LED Λάμπες, <http://www.digital-inn.gr.com/led-lamps.html>
128. ΔΕΗ Α.Ε, Λαμπτήρες, <http://www.dei.gr/ecpage.aspx?id=1215&nt=18&lang=1>
129. Πόσο Ρεύμα Και Χρήματα Καταναλώνουν Ενδεικτικά οι Σύγχρονες Συσκευές, http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/energeiaki_exikonomisi.htm
130. ΔΕΗ Α.Ε-Μικροσυσκευές, <http://www.dei.gr/ecpage.aspx?id=1223&nt=18&lang=1>
131. Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Τι μας στοιχίζουν οι οικιακές συσκευές και πόσο CO2 εκπέμπουν, http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/table_appliances_el.pdf
132. Αιμ. Γ. Κορωναίος Καθηγητής Ε.Μ.Π., Γ. Φοίβος Σαργέντης Υπ.Δρ.Ε.Μ.Π., Δομικά Υλικά και Οικολογία.
133. Βιοχωριό, Ποιότητα εσωτερικού αέρα, <http://www.bioxorio.com/content/ποιοτητα-εσωτερικου-αερα>
134. ΤΟ ΒΗΜΑ, Το Σύνδρομο Του Άρρωστου Κτιρίου, <http://tovima.dolnet.gr/>

135. Κώστας και Θέμης Στεφ.Τσιπήρας (2005), Οικολογική Αρχιτεκτονική, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Οικολογική Δόμηση, Γεωβιολογία, Εσωτέρα Αρχιτεκτονική, Εκδόσεις Κέδρος.
136. Ευαγγελία Βαρουτά-Φλώρου Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π., Το Σύνδρομο Του Αρρωστου Κτιρίου, http://eva-varoutaflorou.blogspot.com/2008/01/blog-post_20.html
137. Sick Building Syndrome, <http://www.presenting.net/sbs/sbs.html>
138. Greenpeace, <http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138760>
139. Οικολογική Επιθεώρηση, Ιστότοπος για το Περιβάλλον και την Οικολογία, Η αναγκαιότητα της Οικολογικής Δόμησης, http://www.oikologos.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=286:0334&catid=78:city&Itemid=231
140. DOW Building Solutions, <http://building.dow.com/europe/el/resources/cad.htm>
141. Monosis.gr, <http://www.monosis.gr>
142. Στεγανομονωτική, Μόνωση Ταρατσών, www.steganomonotiki.gr/domata.html
143. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας Και Κλιματικής Αλλαγής, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=285>
144. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Ιούνιος 2007 <http://www.physics4u.gr/energy/ape.html>
145. Natural HOME&GARDEN, Green Travel: Eco-friendly Hotels <http://www.naturalhomeandgarden.com/Leafy-Greens/Green-Traveler-Eco-Friendly-Hotels.aspx>
146. Θεοχάρη Τσούτσου και Σταυρούλα Τουρνάκη, Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ενσωματωμένα σε Κτίρια, Περιοδικό Το Κτίριο, σελ 101-106 τεύχος Μάρτιος 2011.
147. ΚΑΠΕ, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε Οικιστικά Σύνολα, <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>
148. ΚΑΠΕ, Οδηγίες για την Εγκατάσταση Φ/Β Συστημάτων σε Κτιριακές Εγκαταστάσεις, http://www.cres.gr/kape/pdf/odigos_pv_systimatou.pdf
149. http://re.jrc.ec.europa.eu/pvGIS/cmmaps/eu_opt/pvGIS_solar_optimum_GR.png
150. Sigma, Γεωθερμία, Γεωθερμικό Ηλιακό Σπίτι, http://www.sigma-geo.gr/geo_house.asp

151. TECHNOLOGY WATCH, Τεχνολογικό Παρατήριο Ενέργειας Δυτικής Μακεδονίας, Έρευνα και Ανάπτυξη Τεχνολογιών, http://tw.innopolos-wm.eu/index.php?option=com_content&task=view&id=45&Itemid=62
152. Γιάννης Φιλιππίδης, Energia Innovation Ltd, Τι είναι η Γεωθερμία, http://www.energeialtd.com/index.php?option=com_content&view=article&id=84&Itemid=96
153. Idealtherm, Γεωθερμία, <http://www.idealtherm.gr/site/geothermie>
154. Lunis, B. and BRECKENRIDGE R. (1991), Environmental Considerations In: Lineau, P.J. and Lunis, B.C., eds., Geothermal Direct Use, Engineering and Design Guidebook, Geo-Heat Center, Klamath Falls, Oregon.
155. Νικόλαος Ψαράς, Γεωθερμικά Συστήματα, ECON3, http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=46131295778217
http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=2601297906031
http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=20161295781807
156. Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας, Εφαρμογές στον οικιακό τομέα, <http://www.cea.org.cy/CEA%20Greek/TOPICS/Renewable%20Energy/Heat%20Pumps%20-%20energy%20from%20the%20earth.pdf>
157. Michigan Air Products, Map to HVAC Solutions, Hybrid Geothermal, <http://www.michiganair.com/newsletters/2010-3/section3.htm>
158. WWF, Εκστρατεία για την Κλιματική Αλλαγή, Όλα όσα Θέλατε να ξέρετε Climate, wwf.gr/images/pdf/climateprintpdf
159. ATHENS GREEN 360, Το Πρώτο Πράσινο Επιχειρηματικό Δίκτυο Στην Ελλάδα, Αποτύπωμα Άνθρακα <http://www.athensgreen360.com/content/αποτυπωμα-ανθρακα>
160. CDIAC, Carbon Dioxide Information Analysis Center cdiac.ornl.gov
161. Πέτρος Κασσάπης Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, Συγκοινωνιολόγος Liverpool Univ. UK Πρόεδρος της Επιτροπής Μεταφορών και Ενέργειας του IENE (2008), Μείωση της Κατανάλωσης Καυσίμων στις Μεταφορές μέσω της Επιβεβλημένης μείωσης των Εκπομπών CO₂, http://www.iene.gr/energyweek08/articlefiles/page02/5_kassapis.pdf
162. Εκπομπές CO₂ από τις μεταφορές <http://www.ttgreeninstitute.com/category/free-tags/εκπομπές-co2-από-τις-μεταφορές>
163. Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Ανακοίνωση της επιτροπής στο συμβούλιο και στο ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, Αποτελέσματα της επανεξέτασης της κοινοτικής στρατηγικής για τη μείωση των εκπομπών CO₂ από τα επιβατηγά

αυτοκίνητα και τα ελαφρά εμπορικά οχήματα, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0019:FIN:el:PDF>

164. Περτέση Αργυρώ, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Τμήμα Οικιακή Οικονομίας και Οικολογίας, Οι Εκπομπές CO₂ από τα Επιβατηγά Αυτοκίνητα στην Ελλάδα κατά το 2006, <http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/909/1/pertesh.pdf>
165. Η μείωση των Εκπομπών Ρύπων και CO₂ από τις Μεταφορές στα Αστικά Κέντρα, <http://www.dianouleusi.eliamer.gr/transportation-policy/η-μείωση-των-εκπομπών-ρύπων-και-co2-από-τι>
166. Scribd, Το Υβριδικό Αυτοκίνητο, <http://www.scribd.com/doc/6991561/->
167. Coolweb.gr, Τι είναι το Υβριδικό Αυτοκίνητο; Αξιίζει; 30-7-2010, <http://coolweb.gr/yvridiko-autokinhto/>
168. Τα NEA on-line (Τετάρτη, 24 Μαρτίου 2010), Εναλλακτικές Μορφές Αυτοκίνησης, Αναζητώντας το πράσινο αυτοκίνητο, <http://www.tanea.gr/AutoNEA/?aid=4566866>
169. ΟΑΣΑ, Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών Αθήνας, <http://www.oasa.gr/>
170. SportDrive.gr, Επταθέσιο Υβριδικό, Toyota Yaris, <http://www.sportdrive.gr/2008/12/18/toyota-to-build-small-7seater>
171. Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών & Δικτύων, Εκπομπές CO₂ Επιβατικών Οχημάτων (CO₂ DATA 2010), <http://www.yme.gr/?getwhat=1&oid=1034&id=&tid=1054>
172. Γιάννης Σταυλάς (Thursday, November 5 2009) , Αναδημοσίευση από άρθρο της εφημερίδας "Ροδιακής", Αεροδρόμιο «Διαγόρας»: Οι δύο όψεις του νομίσματος http://www.rodos2010.eeke.gr/index_files/RODOS_NEWS.htm
173. Kristin Rypdal, Aircraft Emissions, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/2_5_Aircraft.pdf
174. Δρ. Ελευθέριος Καταρέλος (14 Μάρτιος 2008), Travel Daily News, Αεροπορία και ρύπανση περιβάλλοντος, <http://www.traveldailynews.gr/columns/article/1652>
175. Καρακώστα Χαρίκλεια, M.Sc. Χημικός Μηχανικός ΕΜΠ Δούκας Χρυσόστομος, Διδάκτωρ Μηχανικός ΕΜΠ (Ιούλιος-Αύγουστος-Σεπτέμβριος 2009), Αεροπορικές Μεταφορές και Κλιματική Αλλαγή, www.aae.org.gr/el/resources/documents/90----/download.html
176. David Ross (2007), GHG Emissions Resulting from Aircraft Travel, http://www.carbonplanet.com/downloads/ghg_emmissions_factors_for_flights.pdf

177. Milostyrelsen, Greenhouse Gas Emissions from Aviation and Allocation Options, <http://www2.mst.dk>
178. Aircrafts CO2 Emissions <http://www.airportscatalog.com/aircraft-co2-emissions.php>
179. WIKIPEDIA, Πρωτόκολλο του Κιότο, http://el.wikipedia.org/wiki/Πρωτόκολλο_του_Κιότο
180. EUR-Lex, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006AE0598:EL:NOT>
181. E-build.gr, Δοκιμάζει την νάνο-τεχνολογία η easyJet, <http://e-build.gr/2011/02/15/δοκιμάζει-την-νανο-τεχνολογία-η-easyjet/>
182. AirNews.gr , (23 Αυγούστου 2011), Βιοκαύσιμα στις πτήσεις της Lufthansa, <http://www.airnews.gr/βιοκαύσιμα-στις-πτήσεις-της-lufthansa/>
183. Ιστοσελίδα Αεροδρομίου Αθηνών Ελ. Βενιζέλος (λίστα με τις αεροπορικές εταιρίες), <http://www.aia.gr/listing.asp?pageid=2524&tablepageid=26&langid=2>
184. Ελληνική Στατιστική Αρχή, Αφίξεις μη κατοίκων από το εξωτερικό Ιαν-Δεκ. 2010, http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/BUCKET/A2001/PressReleases/A2001_STO04_DT_QQ_04_2010_01_F_GR.pdf
185. Department of Environment, Food and Rural Affairs, United Kingdom, environmental reporting (July 2008), Guidelines to Defra's GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emission Factors, www.defra.gov.ukhttp://archive.defra.gov.uk/environment/business/reporting/pdf/passenger-transport.pdf
186. EPA, Calculating your Gas emissions from lights http://www.epa.vic.gov.au/climate-change/carbon-management/Worksheet_3-Flights.pdf
187. American Geophysical Union, www.agu.org
188. Doney, Scott C. Naomi M. Levine (2007), How Long Can The Ocean Slow the Global Warming?, www.whoi.edu/oceanus
189. Intergovernmental Panel on Climate Change, www.ipcc.ch
190. WIKIPEDIA, Καύση <http://el.wikipedia.org/wiki/Καύση>
191. Ραμαντάνης Ηλίας, (Μάρτιος 2009) Στοιχεία για την κλιματική Αλλαγή από την Αλληλεπίδραση Ναυτιλίας και Κλιματικών Αλλαγών.

192. Updated Study on Greenhouse Gas Emissions From Ships, presented to First Intercessional Meeting of the Working Group on GHG Emissions from Ships, (June 24, 2008).
193. Αναφορά της Διεθνούς Επιτροπής Ενέργειας (IEA) (2006), International Energy Agency, World Energy Outlook.
194. Πράσινα ξενοδοχεία,
<http://www.buildings.gr/greek/aiforos/indexprasinaxenodoxeia.htm>
195. Οδηγός για Πράσινα Κτίρια, Εξοικονόμηση νερού,
<http://www.greenbuilding.gr/odigos.php?categ=4>
196. Ilia Mare hotel, http://www.ilia-mare.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=28&Itemid=38
197. Το Eco Management στα ξενοδοχεία & ο ρόλος του στη διαχείριση κρίσεων, Παναγιώτα Σουρτζή (2008)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Α1. Πίνακες μέτρησης αποστάσεων σημείων από τη ξενοδοχειακή μονάδα και εκπομπών CO₂ ανά κατηγορία οχήματος

<u>Τουριστικά αξιοθέατα/ Χώροι τουριστικού ενδιαφέροντος</u>	<u>Απόσταση (Km)</u>	<u>Χρόνος άφιξης (min)</u>	<u>Μέσες εκπομπές CO₂ (gr) αυτοκινήτου κυβισμού 1400κ</u>	<u>Εκπομπές μετ' επιστροφής (gr)</u>
Ακρόπολη	9,497	15	1390,3608	2780,7216
Εθνικό αρχαιολογικό μουσείο	10,243	17	1499,5752	2999,1504
Ρωμαϊκή αγορά	9,141	13,5	1338,2424	2676,4848
Πανεπιστήμιο	8,775	13	1284,66	2569,32
Εθνική πινακοθήκη	9,036	14,25	1322,8704	2645,7408
Θησείο-Μουσείο αρχαίας αγοράς Αττάλου	9,285	17	1359,324	2718,648
Σύνταγμα	8,404	12	1230,3456	2460,6912
Λόφος Αρδήττου/Καλλιμάρμαρο	8,168	14,5	1195,7952	2391,5904
Λυκαβηττός	11,719	18,5	1715,6616	3431,3232
Εθνικός κήπος/ Βοτανικό μουσείο	8,33	13,5	1219,512	2439,024
Μνημείο Φιλοπάππου/ Λόφος μουσών	7,33	13	1073,112	2146,224
Στύλες Ολυμπίου Διός/αψίδα Ανδριανού	7,678	8	1124,0592	2248,1184
Ζάππειο	8,283	13	1212,6312	2425,2624
Μουσείο Μπενάκη	9,25	16	1354,2	2708,4
Μουσείο κυκλαδίτικης τέχνης	9,25	16	1354,2	2708,4
Πολεμικό μουσείο	9,25	16	1354,2	2708,4
Βυζαντινό μουσείο	9,25	16	1354,2	2708,4
Νέο ψηφιακό Πλανητάριο	2,865	3	419,436	838,872
Ναυτικό μουσείο	1,8	1,5	263,52	527,04
Λίμνη Βουλιαγμένης	17,397	29	2546,9208	5093,8416
Εμπορικό κέντρο Γλυφάδας	10,128	15	1482,7392	2965,4784
Εμπορικό κέντρο Καλλιθέας	5,36	11	784,704	1569,408
Εμπορικός δρόμος Ερμού	9,199	16	1346,7336	2693,4672
Αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος μέσω αττικής οδού	33,6	43	4919,04	9838,08
Λιμάνι Πειραιά	8,36	13	1223,904	2447,808
Σιδηροδρομικός Σταθμός Αθηνών	24,53	30	3591,192	7182,384
Σταθμός ΗΣΑΠ Φαλήρου	2	5,5	292,8	585,6
Στάση Συγγρού Φιξ	5,7	11	834,48	1668,96

Μέσες εκπομπές CO₂ (gr) αυτοκινήτου κυβισμού 1600 κ	Εκπομπές μετ' επιστροφής (gr)	Μέσες εκπομπές CO₂ (gr) αυτοκινήτου κυβισμού 2000 κ	Εκπομπές μετ' επιστροφής (gr)
1510,78276	3021,56552	1845,45704	3690,91408
1629,45644	3258,91288	1990,41976	3980,83952
1454,15028	2908,30056	1776,27912	3552,55824
1395,927	2791,854	1705,158	3410,316
1437,44688	2874,89376	1755,87552	3511,75104
1477,0578	2954,1156	1804,2612	3608,5224
1336,90832	2673,81664	1633,06528	3266,13056
1299,36544	2598,73088	1587,20576	3174,41152
1864,25852	3728,51704	2277,23608	4554,47216
1325,1364	2650,2728	1618,6856	3237,3712
1166,0564	2332,1128	1424,3656	2848,7312
1221,41624	2442,83248	1491,98896	2983,97792
1317,65964	2635,31928	1609,55256	3219,10512
1471,49	2942,98	1797,46	3594,92
1471,49	2942,98	1797,46	3594,92
1471,49	2942,98	1797,46	3594,92
1471,49	2942,98	1797,46	3594,92
455,7642	911,5284	556,7268	1113,4536
286,344	572,688	349,776	699,552
2767,51476	5535,02952	3380,58504	6761,17008
1611,16224	3222,32448	1968,07296	3936,14592
852,6688	1705,3376	1041,5552	2083,1104
1463,37692	2926,75384	1787,54968	3575,09936
5345,088	10690,176	6529,152	13058,304
1329,9088	2659,8176	1624,5152	3249,0304
3902,2324	7804,4648	4766,6696	9533,3392
318,16	636,32	388,64	777,28
906,756	1813,512	1107,624	2215,248

<u>Μέσες εκπομπές CO₂</u> <u>(gr)</u> <u>υβριδικού</u> <u>αυτοκινήτου 1400 κ</u>	<u>Εκπομπές</u> <u>μετ' επιστροφής</u> <u>(gr)</u>	<u>Μέσες εκπομπές CO₂</u> <u>(gr)</u> <u>πετρελαιοκίνητου</u> <u>αυτοκινήτου 2000 κ</u>	<u>Εκπομπές</u> <u>μετ'</u> <u>επιστροφής</u> <u>(gr)</u>
1035,173	2070,346	1570,51889	3141,03778
1116,487	2232,974	1693,88491	3387,76982
996,369	1992,738	1511,64717	3023,29434
956,475	1912,95	1451,12175	2902,2435
984,924	1969,848	1494,28332	2988,56664
1012,065	2024,13	1535,46045	3070,9209
916,036	1832,072	1389,76948	2779,53896
890,312	1780,624	1350,74216	2701,48432
1277,371	2554,742	1937,97103	3875,94206
907,97	1815,94	1377,5321	2755,0642
798,97	1597,94	1212,1621	2424,3242
836,902	1673,804	1269,71086	2539,42172
902,847	1805,694	1369,75971	2739,51942
1008,25	2016,5	1529,6725	3059,345
1008,25	2016,5	1529,6725	3059,345
1008,25	2016,5	1529,6725	3059,345
1008,25	2016,5	1529,6725	3059,345
312,285	624,57	473,78505	947,5701
196,2	392,4	297,666	595,332
1896,273	3792,546	2876,94189	5753,88378
1103,952	2207,904	1674,86736	3349,73472
584,24	1168,48	886,3832	1772,7664
1002,691	2005,382	1521,23863	3042,47726
3662,4	7324,8	5556,432	11112,864
911,24	1822,48	1382,4932	2764,9864
2673,77	5347,54	4056,5261	8113,0522
218	436	330,74	661,48
621,3	1242,6	942,609	1885,218

A2. Πίνακας αεροδρομίων-Αποστάσεις από αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος

Αεροπορικές εταιρίες	Αεροδρόμια	Χιλιομετρική Απόσταση (km)
JP ADRIA AIRWAYS	Λουμπλιάνα/Σλοβενία	1207
A3 AEGEAN AIRLINES	Βαρκελώνη/Ισπανία	1903
	Μαδρίτη/Ισπανία	2376
	Βερολίνο(Tiegel)/Γερμανία	1822
	Ντίσελντορφ/Γερμανία	2002
	Φρανκφούρτη/Γερμανία	1815
	Μόναχο/Γερμανία	1516
	Στουτγάρδη/Γερμανία	1682
	Λάρνακα/Κύπρος	930
	Λονδίνο(Heathrow)/Αγγλία	2424
	Μιλάνο(Malpensa)/Ιταλία	1519
	Βενετία/Ιταλία	1275
	Ρώμη/Ιταλία	1085
	Βρυξέλλες/Βέλγιο	2100
	Παρίσι(Charles de Gaulle)/Γαλλία	2107
	Μόσχα(Domodedovo)/Ρωσία	2205
EI AER LINGUS	Δουβλίνο/Ιρλανδία	2874
SU AEROLIFT	Μόσχα(Sheremetyevo)/Ρωσία	2240
VW AEROSVIT AIRLINES	Donetsk/Ουκρανία	1586
	Κίεβο/Ουκρανία	1484
	Οδησσός/Ουκρανία	1098
BT AIR BALTIC	Ρίγα/Λεττονία	2110
AF AIR FRANCE	Παρίσι(Charles de Gaulle)/Γαλλία	2107
9U AIR MOLDOVA	Chisinau/Μολδαβία	1079
AP AIR ONE	Μιλάνο(Malpensa)/Ιταλία	1519
	Πίζα/Ιταλία	1304
AZ ALITALIA	Ρώμη/Ιταλία	1085
	Νεάπολη/Ιταλία	1463
OS AUSTRIAN AIRLINES	Βιέννη/Αυστρία	1278
KF BLUE 1	Ελσίνκι/Φινλανδία	2482
BA BRITISH AIRWAYS	Λονδίνο(Heathrow)/Αγγλία	2424
SN BRUSSELS AIRLINES	Βρυξέλλες/Βέλγιο	2100
FB BULGARIA AIRLINES	Σόφια/Βουλγαρία	531
V3 CARPATAIR	Τιμισοάρα/Ρουμανία	883

Q1 SIMBER STERLING	Κοπεγχάγη/Δανία	2138
OU CROATIA AIRLINES	Dubrovnik/Κροατία	704
	Ζάγκρεμπ/Κροατία	1084
OK CSA-CZECH AIRLINES	Πράγα/Τσεχία	1555
CU CYPRUS AIRWAYS	Λάρνακα/Κύπρος	930
DARWIN AIRLINE BABOO	Νίκαια/Γαλλία	1541
EZY EAZYJET	Βερολίνο(Shonefeld)/Γερμανία	1797
	Λονδίνο(Gatwick)/Αγγλία	2391
	Μάντσεστερ/Αγγλία	2634
	Μιλάνο(Malpensa)/Ιταλία	1519
	Παρίσι(Orly)/Γαλλία	2104
	Ρώμη/Ιταλία	1085
A9 GEORGIAN AIRWAYS	Tbilisi/Γεωργία	1831
4U GERMANWINGS	Κολωνία/Γερμανία	1951
	Στουτγάρδη/Γερμανία	1682
IB IBERIA LINEAS AERAS DE ESPANA	Μαδρίτη/Ισπανία	2376
JU JAT AIRWAYS	Βελιγράδι/Σερβία	823
JETAIRFLY	Βρυξέλλες/Βέλγιο	2100
KL KLM-ROYAL DUTCH AIRLINES	Άμστερνταμ/Ολλανδία	2180
LO LOT POLISH AIRLINES	Βαρσοβία/Πολωνία	1598
LH LUFTHANSA GERMAN AIRLINES	Κρακοβία/Πολωνία	1398
	Ντιζελντορφ/Γερμανία	2002
	Φρανκφούρτη/Γερμανία	1815
	Μόναχο/Γερμανία	1516
MA MALEV HUNGARIAN AIRLINES	Βουδαπέστη/Ουγγαρία	1122
DY NORWEGIAN	Κοπεγχάγη/Δανία	2138
	Όσλο/Νορβηγία	2633
	Στοκχόλμη/Σουηδία	2451
OA OLYMPIC AIRLINES	Βελιγράδι/Σερβία	823
	Βουκουρέστι/Ρουμανία	751
	Τίρανα/Αλβανία	529
	Σόφια/Βουλγαρία	531
	Λάρνακα/Κύπρος	930
ROSSIYA AIRLINES	St.Peterburg/Ρωσία	2470
SK SAS SCANDINAVIAN AIRLINES	Κοπεγχάγη/Δανία	2138
	Στοκχόλμη/Σουηδία	2451

SKY WINGS	Κίεβο/Ουκρανία	1484
	Λβίν/Ουκρανία	1320
LX SWISS INTERNATIONAL AIRLINES	Γενεύη/Ελβετία	1730
	Ζυρίχη/Ελβετία	1638
TAP PORTUGAL	Λισσαβόνα/Πορτογαλία	2868
RO TAROM- ROMANIAN AIR TRANSPORT	Βουκουρέστι/Ρουμανία	751
TRANSAVIA	Αμστερνταμ/Ολλανδία	2180
VQ VIKING HELLAS AIRLINES	Μάντσεστερ/Αγγλία	2634
XG VUELING AIRLINES	Βαρκελώνη/Ισπανία	1903

Α.3 Πίνακες Υπολογισμού των εκπομπών CO₂ από τις αερομεταφορές

<u>Χώρα</u>	<u>Συντεταγμένες Κέντρου Βάρους Αεροδρομίων</u>	<u>Απόσταση από Κ.Β αεροδρομίων Ελλάδας (km)</u>	<u>Αφίξεις μη κατοίκων αεροπορικός (2010)</u>	<u>Ποσότητα εκπομπών CO₂ (Kg)</u>
Ηνωμένο Βασίλειο	52°20'36.79'' Β 1°16'18.82'' Δ	2.453,15	1.802.203	486.318.171,8
Γερμανία	50°27'13,73'' Β 10°35'3.83'' Α	1.680,28	2.038.871	376.846.158
Γαλλία	47°9'2.81'' Β 4°8'57.10'' Α	1.837,11	868.346	175.477.183,2
Ιταλία	43°42'11.84'' Β 11°35'36.54'' Α	1.144,36	843.613	115.847.636,7
Κροατία	44°09'00.79'' Β 17°11'20.63'' Α	822,58	17.897	1.766.605,711
Ισπανία	40°55'00.54'' Β 0°45'31.94'' Δ	2.069	155.302	3.5345.182,18
Ρωσία	57°6'26.26'' Β 35° 24'12.13'' Α	2.280,35	451.239	113.188.113,9
Ουκρανία	48° 43'29.19'' Β 35°24'13.13'' Α	1.314,86	94.067	14.842.192,27
Ρουμανία	45°10'50.99'' Β 23°44'54.19'' Α	770,02	257.939	23.834.182,65
Πολωνία	51°07'09.91'' Β 20°22'03.46'' Α	1.446,68	402.170	69.817.355,47
Ελβετία	46°51'01.01'' Β 7°19'04.34'' Α	1.608,63	274.418	48.558.073,01

Άθροισμα:

1.461.840.855Kg

<u>Χώρες με ένα αεροδρόμιο σε επικοινωνία με την Ελλάδα</u>	<u>Συντεταγμένες Αεροδρομίων</u>	<u>Απόσταση από Κ.Β αεροδρομίων Ελλάδας (km)</u>	<u>Αφίξεις μη κατοίκων αεροπορικός (2010)</u>	<u>Ποσότητα εκπομπών CO2 (Kg)</u>
Σλοβακία	48°10'11.26" B 17°11'59.08" A	1202,17	49.406	7.127.329,322
Ολλανδία	52°18'32.77" B 4°45'48.43" A	2114,14	528.157	122.825.762,4
Πορτογαλία	38°46'28.36" B 9° 7'53.55" Δ	2800,24	19.467	5.996.349,929
Γεωργία	41°40'8.98" B 44°57'16.52" A	1894,83	16.432	3.424.943,122
Σουηδία	59°21'20.26" B 17°56'46.43" A	2357,19	281.069	72.878.633,97
Φιλανδία	60°15'5.93" B 25° 2'31.60" A	2449,31	205.282	5.530.7918,1
Νορβηγία	60°11'56.97" B 11° 5'57.38" A	2584,74	187.319	53.258.800,33
Δανία	55°37'42.92" B 12°38'54.47" A	2084,39	240.563	55.156.982,27
Ουγγαρία	47°25'59.41" B 19°15'43.60" A	1067,22	109.160	13.979.728,22
Τσεχία	50° 7'11.72" B 14°17'12.77" A	1494,18	294.936	52.882.496,7
Αλβανία	40°36'24.21" B 19°25'34.12" A	413,73	242.083	15.023.549,94
Σλοβενία	46°13'50.75" B 14°27'17.81" A	1138,66	40.082	5.476.772,414
Κύπρος	34°35'25.50" B 32°59'16.30" A	970,10	574.764	66.909.426,77
Σερβία	43°53'52.69" B 19°41'49.82" A	690,61	706.635	58.561.103,68
Βουλγαρία	42°41'28.47" B 23°24'26.06" A	492,53	664.389	49.084.727,13
Μάλτα	35°51'1.98" B	816,58	9.651	945.697,6296

	14°29'3.52" A			
Αυστρία	48° 7'11.72"B 16°33'38.61"A	1218,83	338.367	49.489.422,07
Λεττονία	56°55'17.85"B 23°58'44.02"A	2075,74	21.948	5.011.417,567
Λιθουανία	54°38'35.37"B 25°16'47.00"A	1829,35	16.295	3.279.018,408
Ιρλανδία	53°25'13.66"B 6°15'0.57"Δ	2805,80	65.623	20.253.751,47
Βέλγιο	50°54'12.51"B 4°29'22.63"A	2031,43	339.836	75.938.835

Άθροισμα:

792.812.666,4Kg

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Σχέδια- Οικοδομικές Λεπτομέρειες