



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ**

Διπλωματική Εργασία

Δημαράκης Βασίλειος

Επιβλέπων: Μπαργιώτας Δημήτριος

ΒΟΛΟΣ 2020



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

**ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ**

Διπλωματική Εργασία

Δημαράκης Βασίλειος

Επιβλέπων: Μπαργιώτας Δημήτριος

ΒΟΛΟΣ 2020



UNIVERSITY OF THESSALY

SCHOOL OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

**RENEWABLE ENERGY SOURCES AND THE ENERGY
UPGRADE IN THE BUILDING SECTOR**

Diploma Thesis

Dimarakis Vasileios

Supervisor: Bargiotas Dimitrios

Volos 2020

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την περάτωση αυτής της διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστώ αρχικά τον επιβλέποντα μου, Αναπληρωτή Καθηγητή Δημήτριο Μπαργιώτα, για την ευκαιρία που μου έδωσε να μελετήσω το συγκεκριμένο θέμα καθώς επίσης και για την καθοδήγηση, τις χρήσιμες συμβουλές και την εμπιστοσύνη προς το πρόσωπο μου σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συνεπιβλέποντες μου, Καθηγητή Ελευθέριο Τσουκαλά και Επίκουρο Καθηγήτρια Ασπασία Δασκαλοπούλου για τη βοήθεια τους. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την οικογένεια μου για την διαρκή και πολύπλευρη στήριξη που μου παρείχαν σε ολόκληρη την έως τώρα ακαδημαϊκή μου πορεία καθώς επίσης και τους φίλους μου, τόσο αυτούς που γνώρισα στη φοιτητική μου ζωή όσο και αυτούς που ήταν και είναι κοντά μου από τα σχολικά μας χρόνια.

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο Δηλών

Βασίλειος Δημαράκης

01/09/2020

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αποτελεί γεγονός πως τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει ραγδαία και συνεχής ανάπτυξη των καταναλωτικών αγαθών που σχετίζεται με την αύξηση του πληθυσμού καθώς και τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου. Λόγω αυτών των γεγονότων έχει αυξηθεί αντίστοιχα και η ενεργειακή κατανάλωση. Συγκεκριμένα, η παραγωγή πετρελαίου έχει εξαπλασιαστεί κατά την τελευταία δεκαετία και η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια έχει μόνιμα αυξητική τάση. Έτσι, η αύξηση των συμβατικών πηγών ενέργειας έχει ως αποτέλεσμα τη ρύπανση του περιβάλλοντος με αποτέλεσμα το περιβάλλον να υποβαθμίζεται και τα οικοσυστήματα να καταστρέφονται. Βασικοί υπαίτιοι αυτής της υποβάθμισης και της καταστροφής είναι οι ίδιοι οι άνθρωποι, τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής, οι μεταφορές και γενικά το δομημένο περιβάλλον. Το δομημένο περιβάλλον, ήτοι τα κτίρια, οι κατοικίες και τα κτίρια του τριτογενή τομέα, απαιτούν τεράστια ποσά ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες τους σε ηλεκτρικό ρεύμα, θέρμανση, ζεστό νερό κ.α. Η περιβαλλοντική επίδραση των κτιρίων ιδίως στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της ατμόσφαιρας και τη μόλυνση του νερού λόγω των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών. Η αλόγιστη χρήση ενέργειας σε κτίρια οδηγεί στην εξάντληση των ορυκτών πόρων ενώ η καύση τους έχει ως συνέπεια την ατμοσφαιρική ρύπανση και την εντατικοποίηση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η άναρχη δόμηση που παρατηρείται σε παγκόσμιο επίπεδο διαταράσσει το τοπικό περιβάλλον με τρομακτικές συνέπειες για το ίδιο και την ανθρώπινη υγεία. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε οικιακό επίπεδο είναι μια σχετικά νέα τάση αστικού σχεδιασμού που εφαρμόζεται όλο και συχνότερα προκειμένου τα κτίρια να καταναλώνουν περισσότερη καθαρή ενέργεια αντί για συμβατική με πολλαπλά οφέλη ως προς το περιβάλλον και ως προς τους ίδιους αφού το κόστος για ενέργεια μειώνεται. Η παρούσα διπλωματική εργασία επικεντρώνεται στο βιοκλιματικό σχεδιασμό με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τα οφέλη αυτών όταν εφαρμόζονται σε οικιακό επίπεδο.

ABSTRACT

Over the past decades there is a substantial, rapid and continuous growth of goods associated with population growth as well as with the improvement of living standards. Due to these events, energy consumption has increased accordingly. In particular, oil production has increased dramatically in the last decade and the demand for electricity is constantly increasing. Thus, the increase of conventional energy sources results in the pollution of the environment leading to degradation of the environment and destruction of the ecosystems. The main perpetrators of this degradation and destruction are people themselves, power plants, transportation and the built environment in general. The built environment, meaning buildings, houses and buildings of the tertiary sector require huge amounts of electricity in order to meet their needs for electricity, heating, hot water, etc. The environmental impact of buildings, especially in large urban centers, results in changes in the atmosphere as well as water pollution due to urban waste water and debris. The reckless use of energy in buildings leads to the depletion of mineral resources while their combustion results in air pollution and the amplification of the greenhouse effect. The anarchic structure observed worldwide is disrupting the local environment with dire consequences for the environment itself and human health. As a result to the aforementioned, bioclimatic building design and the use of renewable energy sources for residential buildings is a relatively new urban design trend that is constantly increasing in order for buildings to consume more renewable, pollution free energy instead of conventional, accompanied by multiple benefits towards the environment and humanity since the cost for energy decreases. This dissertation focuses on bioclimatic design using renewable energy sources and their benefits applied in residential buildings.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | vi |
| ABSTRACT | vii |
| ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ | viii |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ | xi |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ | xiii |
| ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ | xiv |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 | 1 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 1 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 | 4 |
| ΑΠΕ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ | 4 |
| 2.1 Εισαγωγή | 4 |
| 2.2 Ενεργειακή Κατανάλωση στον Κτιριακό Τομέα και Επιπτώσεις στο Περιβάλλον 5 | |
| 2.3 Ορισμός Βιοκλιματικού Σχεδιασμού Κτιρίων | 5 |
| 2.4 Γενικές Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού | 7 |
| 2.4.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού | 8 |
| 2.4.2 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού | 8 |
| 2.5 Μέθοδοι Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης | 9 |
| 2.5.1 Μέθοδος BREEAM | 10 |
| 2.5.2 Μέθοδος LEED | 12 |
| 2.6 Ενεργειακός Έλεγχος Υφιστάμενου Κτιρίου | 13 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | 14 |
| ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ | 14 |
| 3.1 Εισαγωγή | 14 |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2 | Διασφάλιση της Εξοικονόμησης Ενέργειας | 14 |
| 3.3 | Νομοθεσία σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο | 15 |
| 3.4 | Εθνικό Θεσμικό Πλαίσιο σε Σχέση με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες..... | 18 |
| 3.5 | Οφέλη Εξοικονόμησης Ενέργειας | 20 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4..... | | 21 |
| ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΕΝΑΚ..... | | 21 |
| 4.1 | Εισαγωγή | 21 |
| 4.2 | Πληροφορίες που απαιτούνται από τον ΚΕΝΑΚ..... | 21 |
| 4.3 | Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική ανά τον Κόσμο..... | 29 |
| 4.3.1 | Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ευρώπη | 29 |
| 4.3.2 | Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα | 33 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5..... | | 36 |
| ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΚΕΝΑΚ | | 36 |
| 5.1 | Εισαγωγή στο Βιοκλιματικό Σχεδιασμό Κτιρίων..... | 36 |
| 5.2 | Χωροθέτηση του Κτιρίου..... | 37 |
| 5.3 | Προσανατολισμός των Κτιρίων..... | 38 |
| 5.4 | Σχεδιασμός Κάτοψης και Ανοιγμάτων Κτιρίων | 40 |
| 5.5 | Θερμική Άνεση..... | 41 |
| 5.6 | Κέλυφος Κτιρίων..... | 43 |
| 5.6.1 | Δομικά και Θερμομονωτικά Υλικά..... | 43 |
| 5.6.2 | Θερμομόνωση Κατοικίας..... | 44 |
| 5.6.2.1 | Εσωτερική Θερμομόνωση..... | 44 |
| 5.6.2.2 | Εξωτερική Θερμομόνωση..... | 45 |
| 5.6.2.3 | Θερμομόνωση με τη Χρήση Ειδικών Τούβλων | 46 |
| 5.6.2.4 | Θερμομόνωση του Πυρήνα μεταξύ Δύο Τοίχων | 47 |

| | | |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.6.3 | Θερμοκήπιο | 47 |
| 5.6.4 | Γυάλινες Επιφάνειες και Αξιοποίηση της Ηλιακής Ακτινοβολίας για το Χειμώνα 48 | |
| 5.6.5 | Ηλιοπροστασία | 49 |
| 5.6.6 | Φυσικός Αερισμός και Δροσισμός | 50 |
| 5.6.7 | Αποπεράτωση Δαπέδων | 52 |
| 5.7 | Αντικατάσταση Κουφωμάτων | 52 |
| 5.8 | Φωτισμός | 53 |
| 5.9 | Φυτεμένο Δώμα..... | 53 |
| | ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6..... | 55 |
| | ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | 55 |
| 6.1 | Φ/Β Συστήματα..... | 55 |
| 6.2 | Ηλιοθερμικά Συστήματα | 57 |
| 6.3 | Γεωθερμικά Συστήματα και Γεωθερμία | 58 |
| 6.4 | Υδροηλεκτρική Ενέργεια – Υδροηλεκτρικά Συστήματα | 59 |
| 6.5 | Αιολική Ενέργεια – Ανεμογεννήτριες..... | 59 |
| 6.6 | Υβριδικά Συστήματα | 60 |
| 6.6.1 | Φ/Β και Αιολικά Υβριδικά Συστήματα | 61 |
| 6.6.2 | Φ/Β Συστήματα και Βιομάζα | 62 |
| 6.6.3 | Φ/Β Συστήματα και Γεωθερμία | 62 |
| | ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7..... | 63 |
| | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 63 |
| | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 65 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 2.1: Δέκα κορυφαίες χώρες που χρησιμοποιούν την μέθοδο LEED (Πηγή: Κούτλα, 2015)..... | 12 |
| Εικόνα 3.1: Οφέλη από τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (Πηγή: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy-and-energy-union_en) | 15 |
| Εικόνα 4.1: Βιοκλιματικό νοσοκομείο στο Τιρόλο της Αυστρίας (Πηγή: Ανέμου, 2014) ... | 30 |
| Εικόνα 4.2:: Υπουργείο Περιβάλλοντος στη Βιέννη (Πηγή: Καραβασίλη, 1999)..... | 31 |
| Εικόνα 4.3: Βιοκλιματικό συγκρότημα κατοικιών στο Ηνωμένο Βασίλειο, Milton Keynes (Πηγή: Ανέμου, 2014)..... | 31 |
| Εικόνα 4.4: Βιοκλιματική κατοικία στο Βέλγιο (Πηγή: Ανέμου, 2014) | 32 |
| Εικόνα 4.5: Βιοκλιματικό συγκρότημα κατοικιών στη Βαρκελώνη (Πηγή: Ανέμου, 2014) | 32 |
| Εικόνα 4.6: Βιοκλιματική κατοικία στη Γερμανία (Πηγή: Καραβασίλη, 1999) | 33 |
| Εικόνα 4.7: Βιοκλιματική κατοικία στη Θέρμη Θεσσαλονίκης (Πηγή: Χατζόπουλος, 1996) | 34 |
| Εικόνα 4.8: Βιοκλιματικό νοσοκομείο Καλαμάτας (Πηγή, Ιδαίον, 2013) | 35 |
| Εικόνα 5.1: Σύγκριση βιοκλιματικών κριτηρίων στον Ελληνικό χώρο (Πηγή: Ανέμου, 2012) | 37 |
| Εικόνα 5.2: Εσωτερική θερμομόνωση με τη χρήση ορυκτοβάμβακα (Πηγή: Goumas, 2020) | 45 |
| Εικόνα 5.3: Εξωτερική θερμομόνωση (πηγή: http://kyriazishomes.com)..... | 46 |
| Εικόνα 5.4: Χειμερινή και θερινή λειτουργία προσαρτημένου θερμοκηπίου σε κτίριο (Πηγή: Τ.Ε.Ε., 2011) | 48 |
| Εικόνα 5.5: Τύποι σταθερών σκιάστρων (Πηγή: Ανέμου, 2014) | 50 |
| Εικόνα 5.6: Τύποι κινητών σκιάστρων (Πηγή: Ανέμου, 2014)..... | 50 |
| Εικόνα 5.7: Αντιδιαμετρικό σύστημα φυσικού αερισμού (Πηγή: cres.gr, 2020) | 51 |
| Εικόνα 5.8: Φαινόμενο της καμινάδας (Πηγή: cres.gr, 2020)..... | 52 |
| Εικόνα 5.9: Στρώσεις φυτεμένου δώματος (πηγή: http://www.ergatex.gr/insulation/roof/fitemeno_doma/)..... | 54 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Εικόνα 6.1: Ηλιακός συλλέκτης προσανατολισμένος προς τον ήλιο (Πηγή: https://www.4green.gr/news/data/diafora/90062.asp)..... | 56 |
| Εικόνα 6.2: Ηλιοθερμικό σύστημα συνδεδεμένο με δεξαμενές για ΖΝΧ (Πηγή: https://www.4green.gr/news/data/diafora/90062.asp)..... | 58 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Πίνακας 3.1: Εθνικό θεσμικό πλαίσιο εναρμόνισης με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες (πηγή: Απταλίδου, 2018) | 18 |
| Πίνακας 4.1: Πληροφορίες επί των αρχιτεκτονικών σχεδίων | 21 |
| Πίνακας 4.2: Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης κατά ΚΕΝΑΚ..... | 24 |
| Πίνακας 5.1: Σχετικές τιμές του διατιθέμενου ηλιακού κέρδους σε 400 βορείου πλάτους μέσω υαλοπινάκων με αναφερόμενο προσανατολισμό (Πηγή: Colombo, Landabaso & Sevilla, 1995)..... | 39 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Διάγραμμα 2.1: Συνολική Τελική Κατανάλωση (TFC) στην Ελλάδα για το έτος 2016 (Πηγή: Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας, 2019)..... | 4 |
| Διάγραμμα 2.2: Ποσοστά κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τη βιομηχανία, τον κτιριακό τομέα και τις μεταφορές σε χώρες της ΕΕ, Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης (Πηγή: Αξαρλή, 2001) | 8 |
| Διάγραμμα 2.3: Ποσοστιαία διαφορά πράσινων κτιρίων με συμβατικά αντίστοιχα κτίρια (Πηγή: Μπίκας, 2014)..... | 9 |
| Διάγραμμα 2.4: Αξιολόγηση κτιρίου με τη μέθοδο BREEAM (πηγή: c2h.gr) | 11 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αποτελεί πραγματικότητα πως τα περιβαλλοντικά ζητήματα αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερη βαρύτητα και παγκόσμια εμβέλεια. Επίσης αποτελούν αντικείμενο εξέτασης και προβληματισμού τόσο σε κοινωνικό όσο και επιστημονικό επίπεδο. Η συνεχής αλλαγή του κλίματος, η αύξηση της τρύπας του όζοντος, η μείωση της βιοποικιλότητας, η αποδάσωση, η ενεργειακή κρίση καθώς και ο περιορισμός των διαθέσιμων φυσικών πόρων λόγω της αλόγιστης χρήσης τους έχει κρούσει τον κώδωνα του κινδύνου όσον αφορά την οικολογική ισορροπία ολόκληρου του πλανήτη με άμεσο αντίκτυπο στην ανθρωπότητα.

Διεθνείς οργανισμοί καθώς και μηχανισμοί τα τελευταία έτη έχουν ενεργοποιηθεί προκειμένου να προστατεύσουν το πολύτιμο περιβάλλον. Συμφωνίες και διεθνείς κανονισμοί έχουν υπογραφεί προκειμένου να διαμορφωθούν περιβαλλοντικές πολιτικές ώστε να μειωθεί η υπερκατανάλωση των πρώτων υλών. Επίσης, έχει δοθεί έμφαση στη βελτίωση ποιότητας ζωής στο ανθρωπογενές περιβάλλον και επιδιώκεται η δημιουργία μοντέλων διαχείρισης με σκοπό τη διαμόρφωση ενός υγιούς περιβάλλοντος που να βασίζεται στις αρχές της προστασίας και διατήρησης των φυσικών πόρων ενώ ταυτόχρονα να περιορίζονται οι βλαβερές συνέπειες από την υπερκατανάλωση τους προς εξυπηρέτηση των ανθρωπίνων αναγκών (Αγοραστάκης, 2005).

Σημαντικό είναι να τονισθεί πως ο κύριος άξονας αναφοράς της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Πολιτικής είναι η σταθερή προσήλωση για την ανάγκη αύξησης της ενεργειακής απόδοσης. Βασικός στόχος αποτελεί η εξοικονόμηση της πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό 20% έως το 2020 και 32% έως το 2030. Η οδηγία 2012/27/ΕΕ τέθηκε σε ισχύ το έτος 2012, η οποία κατήργησε την προκάτοχο της οδηγία 2006/32/ΕΚ και την οδηγία 2004/8/ΕΚ για τη συμπαραγωγή, με προθεσμία συμμόρφωσης έως της 5 Ιουνίου 2014. (ΚΑΠΕ, 2012).

Η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας είναι ιδιαίτερα εμφανής στον κτιριακό τομέα αφού σύμφωνα με το ΚΑΠΕ (2012) στην ΕΕ ο κτιριακός τομέας ήτοι τα νοικοκυριά και ο τριτογενής τομέας (νοσοκομεία, ξενοδοχεία κλπ.) αντιπροσωπεύουν το σημαντικότερο

τομέα κατανάλωσης της τελικής ενέργειας σε απόλυτες τιμές (40%). Επίσης, έχει καταγραφεί πως η θέρμανση των κτιρίων κατέχει ένα πολύ σημαντικό μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων τους (69%), με δεύτερη να έρχεται η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) με ποσοστό 15% και τρίτες οι ηλεκτρικές συσκευές και ο φωτισμός (11%).

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί εξοικονόμηση της ενέργειας ιδιαίτερα στον κτιριακό τομέα, υφιστάμενα και νέα κτίρια θα πρέπει να ακολουθούν έναν βιοκλιματικό σχεδιασμό ή αρχιτεκτονική που θα συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης κα. Προκειμένου να επιτευχθούν τα προαναφερθέντα θα πρέπει να αξιοποιηθούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως για παράδειγμα η ηλιακή και αιολική ενέργεια με τη χρήση συστημάτων όπως φωτοβολταϊκά συστήματα και μικρές ανεμογεννήτριες στις οροφές των κτιρίων. Συγκεκριμένα, τα βασικά στοιχεία ενός βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα τα οποία ενσωματώνονται στα κτίρια με σκοπό την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των χώρων. Επίσης συμβάλουν στη βελτίωση της φυσικής λειτουργίας των κτιρίων και την ενεργειακή συμπεριφορά του κελύφους για κάθε εποχή (ΚΑΠΕ, 2003).

Συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο (εισαγωγή) παρουσιάζεται η σημερινή εικόνα του περιβάλλοντος, η εξάρτηση της ανθρωπότητας από συμβατικές πηγές ενέργειας καθώς και τα βασικά στοιχεία της ενεργειακής κατανάλωσης σε κτιριακό επίπεδο. Επίσης γίνεται συνοπτική αναφορά για το βιοκλιματικό σχεδιασμό και τα πολλαπλά οφέλη που προσφέρει.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται εισαγωγή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) και το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων. Επίσης παρουσιάζονται ποιες είναι οι ενεργειακές καταναλώσεις στον κτιριακό τομέα. Εν συνεχεία, αναφέρονται μέθοδοι περιβαλλοντικής αξιολόγησης κτιρίων.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά της πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ενεργειακή αποδοτικότητα, τη διασφάλιση της εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και τα οφέλη αυτής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας γίνεται εισαγωγή στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), ποιες είναι οι απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ προκειμένου ένα κτίριο να χαρακτηρίζεται ως βιοκλιματικό, και παραδείγματα βιοκλιματικών κτιρίων σε διάφορες χώρες της Ευρώπης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά στο βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων κατά τον ΚΕΝΑΚ καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά και παράμετροι που λαμβάνονται κατά τη μελέτη ενός βιοκλιματικού σχεδιασμού. Επίσης αναφέρονται ποιες ενέργειες πρέπει να εφαρμοστούν προκειμένου ένα κτίριο να είναι ενεργειακά αποδοτικό.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύονται οι ΑΠΕ σε κτιριακό επίπεδο, ποια συστήματα υπάρχουν αναλόγως την πηγή ενέργειας καθώς και τα εισαγωγή στα υβριδικά συστήματα (συνδυασμός ΑΠΕ).

Στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας και μελλοντικές προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια για οικιακή χρήση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΠΕ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

2.1 Εισαγωγή

Η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε κτίρια αποτελεί σήμερα μια επιτακτική ανάγκη για τη μείωση των ενεργειακών τους αναγκών καθώς και την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο ο κτιριακός τομέας καταναλώνει περισσότερο από το 40% της παραγόμενης ενέργειας στην Ευρώπη. Προκειμένου να μειωθεί το ποσοστό αυτό θα πρέπει να γίνει βελτιστοποίηση της ενεργειακή απόδοσης του κτιρίου με την εφαρμογή του βιοκλιματικού αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και παράλληλα να γίνει αξιοποίηση των τοπικών κλιματολογικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων για θέρμανση-ψύξη και φωτισμό (ΚΑΠΕ, 2003).

Η Ελλάδα σαν χώρα διαθέτει ένα αξιόλογο δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (άνεμος, ήλιος, γεωθερμία κ.α.) οι οποίες μπορούν να εκμεταλλευτούν και να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων και συνεπώς και των καταναλωτών. Η Αξαρχή (2001) αναφέρει πως η ηλιακή ενέργεια στην Ελλάδα θα μπορούσε να καλύψει ως και το 1/3 των ενεργειακών αναγκών της αφού μπορεί να παράγει συνολικά 150000 τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (Τ.Ι.Π). Σύμφωνα με τον Ν. 3468/06, ΦΕΚ 129Α, η Ελλάδα δύναται να ενισχύσει κατά μεγάλο ποσοστό την ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ. Το Διάγραμμα 2.1 απεικονίζει τη συνολική κατανάλωση τελικών καυσίμων στην Ελλάδα για το έτος 2016.



Διάγραμμα 2.1: Συνολική Τελική Κατανάλωση (TFC) στην Ελλάδα για το έτος 2016 (Πηγή: Ελληνικός Ενεργειακός Τομέας, 2019)

2.2 Ενεργειακή Κατανάλωση στον Κτιριακό Τομέα και Επιπτώσεις στο Περιβάλλον

Παρά το γεγονός ότι η μέση κατανάλωση της ενέργειας ανά κατοικία για θέρμανση στην ΕΕ έχει μειωθεί ελαφρά από το 1990 παραμένει ακόμα αυξημένη. Χώρες με μεσογειακό κλίμα όπως είναι η Ελλάδα θα πρέπει να έχουν πολύ λιγότερες απαιτήσεις για θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες ωστόσο οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περί το 70% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχονται στο 18% ενώ οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιεί πετρέλαιο ως το μόνο καύσιμο αντιστοιχεί στο 35,5% του συνόλου. Το υπολειπόμενο 64% αφορά αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες οι οποίες χρησιμοποιούν 25% σε πετρέλαιο, 12% ηλεκτρικό ρεύμα και 18% σε καυσόξυλα (ΚΑΠΕ, 2018).

Διαπιστώνει κανείς πως η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας από συμβατικά μέσα (π.χ. πετρέλαιο) έχει οδηγήσει στην περιβαλλοντική υποβάθμιση της κοινωνίας. Καταρρακτώδεις βροχές, παρατεταμένοι καύσωνες καθώς και πυρκαγιές είναι μερικά από τα φαινόμενα τα οποία είναι αποτέλεσμα της μεγάλης συγκέντρωσης των φυσικών αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η αύξηση και ο πολλαπλασιασμός των φαινομένων αυτών οφείλεται στις δραματικές αλλαγές του κλίματος (ΚΑΠΕ, 2018).

2.3 Ορισμός Βιοκλιματικού Σχεδιασμού Κτιρίων

Σύμφωνα με τον Αντωνιάδη (2005) βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτιρίων έχει ως στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών ενεργειακών πηγών όπως και επίσης και άλλων φαινομένων του κλίματος ώστε ένας χώρος να μπορεί να θερμαίνεται και να ψύχεται αλλά και να φωτίζεται μέσω φυσικών τρόπων με όσο το δυνατόν ελάχιστες συνέπειες ως προς το περιβάλλον.

Ένας βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι σχετικός με την οικολογία, με την ενέργεια όπως και επίσης και με την εξοικονόμηση της ενέργειας που δύναται να επιφέρει. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική τα τελευταία χρόνια έχει λάβει μεγάλη προσοχή διότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις οι οποίες προκαλούνται από τα υφιστάμενα κτίρια. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων διαθέτει πολλαπλά οφέλη με

θετικές συνέπειες. Τα οφέλη αυτά αφορούν ενεργειακά οφέλη, οικονομικά οφέλη, περιβαλλοντικά οφέλη καθώς και κοινωνικά οφέλη (Αντωνιάδης, 2005).

Ο Αντωνιάδης (2005) επίσης αναφέρει πως τα ενεργειακά οφέλη που μπορεί να προσδώσει ένας βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι τα εξής:

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

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας καθώς και άλλων περιβαλλοντικών πηγών (αιολική ενέργεια, γεωθερμική ενέργεια κ.α.) μπορεί να επιτευχθεί στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας ενός κτιρίου. Η θερμική ενέργεια των κτιρίων αποτελεί μια δυναμική κατάσταση η οποία:

- Είναι εξαρτώμενη από τις τοπικές καθώς και περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, η υγρασία, ο άνεμος, η βλάστηση, ο σκιασμός κ.α. καθώς και η χρήση του κτιρίου, π.χ. αν είναι κατοικία, γραφείο, νοσοκομείο και είναι βασισμένη από την ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου αλλά και από τη συμπεριφορά των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων.

2.4 Γενικές Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

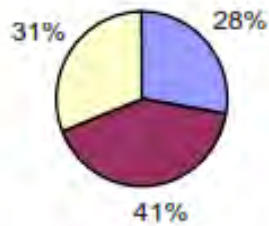
Η Αξαρλή (2001) αναφέρει πως η αξιοποίηση των ΑΠΕ καθώς και η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στα κτίρια αποτελεί μια ανάγκη μείζονος σημασίας η οποία αυξάνεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια. Δυστυχώς, η αλόγιστη χρήση της ενέργειας, η χρήση δομικών υλικών με τρομερές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και η σπατάλη προκαλεί περιβαλλοντικά προβλήματα με τις γνωστές αρνητικές συνέπειες. Είναι λοιπόν επιτακτική ανάγκη να μειωθούν οι περιβαλλοντικοί ρύποι προκειμένου να δημιουργηθεί μια καθαρότερη ατμόσφαιρα. Επίσης, η ζήτηση της ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα έχει αυξηθεί με γεωμετρικούς ρυθμούς κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Συγκεκριμένα, η αύξηση αυτή οφείλεται κυρίως στον κτιριακό τομέα. Εν έτη 2006, ο κτιριακός τομέας ήταν ο μεγαλύτερος καταναλωτής της ηλεκτρικής ενέργειας με ετήσια κατανάλωση περί τα 177TWh. Αυτή η αύξηση σε ποσοστό αναλογεί σε 94% σε σχέση με τα ποσοστά στις αρχές της δεκαετίας του 1990.

Ακόμη, η πρωτογενής ενέργεια που χρησιμοποιείται προέρχεται ως επί το πλείστο από συμβατικές πηγές ενέργειας όπως είναι το πετρέλαιο και ο άνθρακας. Οι πηγές αυτές είναι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες αν μη τι άλλο κάποια στιγμή στο άμεσο μέλλον θα εξαντληθούν. Συνεπώς, η ανθρωπότητα αναζητά νέες πηγές ενέργειας οι οποίες είναι ανανεώσιμες και έχουν λιγότερες αρνητικές συνέπειες ως προς το περιβάλλον.

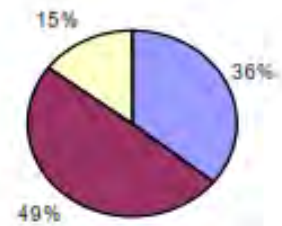
Η θέρμανση των κτιρίων στη χώρα μας βασίζεται κυρίως στην καύση ορυκτών πόρων όπως είναι το πετρέλαιο. Η παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος προέρχεται από το λιγνίτη ενώ μικρή συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από υδροηλεκτρικά εργοστάσια.

Το Διάγραμμα 2.2 απεικονίζει τα ποσοστά κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας για τη βιομηχανία, τον κτιριακό τομέα και τις μεταφορές σε χώρες της ΕΕ, Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης.

ΧΩΡΕΣ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ



ΧΩΡΕΣ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΕΥΡΩΠΗΣ



■ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ■ ΚΤΙΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ □ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ

Διάγραμμα 2.2: Ποσοστά κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τη βιομηχανία, τον κτιριακό τομέα και τις μεταφορές σε χώρες της ΕΕ, Κεντρικής και Ανατολικής Ευρώπης (Πηγή: Αξαρλή, 2001)

2.4.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού αφορούν συστήματα τα οποία προσδίδουν σε ένα κτίριο την απαιτούμενη θέρμανση και δροσισμό μέσω φυσικών πηγών ενέργειας όπως είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης, στοιχεία απορρόφησης όπως ο ουρανός, ο εξωτερικός αέρας, οι υγρές επιφάνειες και η βλάστηση συντελούν στα παθητικά ηλιακά συστήματα. Ουσιαστικά, η θερμική εκμετάλλευση στα παθητικά κτίρια πραγματοποιείται με το σχεδιασμό, τον προσανατολισμό, την τοποθέτηση και τη μορφή ενός κτιρίου καθώς και με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων τα οποία συγκεντρώνουν, αποθηκεύουν, μεταδίδουν, διαχέουν θερμότητα και αποτελούν μέρη των αρχιτεκτονικών στοιχείων (Μαρκάκη, 2010).

2.4.2 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

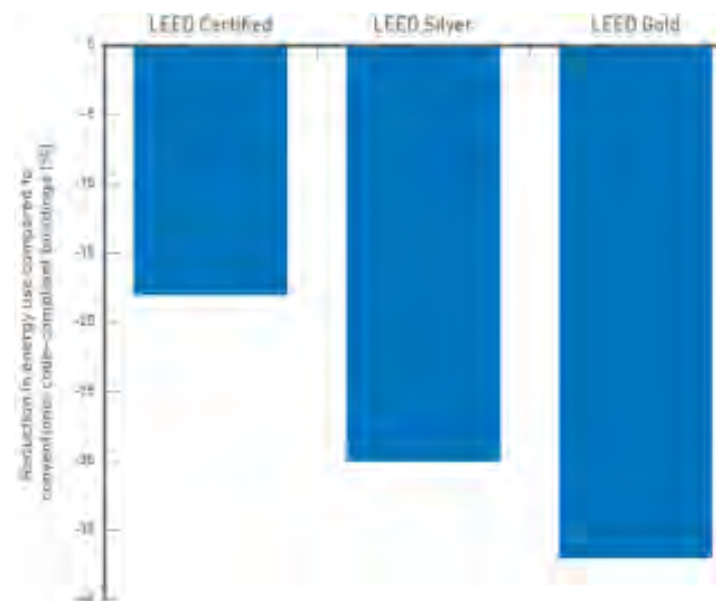
Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια ώστε να ικανοποιηθούν οι κτιριακές ανάγκες για θέρμανση και ψύξη των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου. Επίσης, το ενεργητικό ηλιακό σύστημα συμβάλλει στη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ). Το συγκεκριμένο σύστημα δύναται να μετατρέψει την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα μέσω συλλεκτών και δεξαμενών αποθήκευσης. Η

μεταφορά της ενέργειας πραγματοποιείται με τη χρήση αντλίας που διαθέτει το ενεργητικό ηλιακό σύστημα (Μαρκάκη, 2010).

2.5 Μέθοδοι Περιβαλλοντικής Αξιολόγησης

Σύμφωνα με τον Μπίκα (2014), οι μέθοδοι και τα συστήματα αξιολόγησης και πιστοποίησης στον κτιριακό τομέα έχουν ήδη μελετηθεί από το τέλος της δεκαετίας του 1990. Οι μέθοδοι αξιολόγησης αποτελούν ένα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται προκειμένου να υλοποιηθεί η αειφόρος ανάπτυξη στον κτιριακό τομέα.

Έτσι, τα συστήματα αξιολόγησης αναπτύχθηκαν προκειμένου να προωθηθεί η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση όλων εκείνων των εμπλεκόμενων παραγόντων στις διαδικασίες κατασκευής των κτιρίων. Οι μέθοδοι αυτοί (αναφορά γίνεται παρακάτω) διαθέτουν κοινά χαρακτηριστικά ωστόσο διαφοροποιούνται στο πλήθος και στον τρόπο διατύπωσης των κριτηρίων, τους συντελεστές βαρύτητας καθώς και το πεδίο εφαρμογής τους. Τα «πράσινα» κτίρια τότε έχουν μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις σε σχέση με τα συμβατικά κτίρια και χαμηλότερο κόστος αναβάθμισης, συντήρησης, μετατροπής χρήσεων κ.α. Το Διάγραμμα 2.3 απεικονίζει την ποσοστιαία μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων σε κτίρια τα οποία έχουν πιστοποιηθεί σε σχέση με κτίρια τα οποία δεν έχουν αναβαθμιστεί ενεργειακά (Μπίκας, 2014).



Διάγραμμα 2.3: Ποσοστιαία διαφορά πράσινων κτιρίων με συμβατικά αντίστοιχα κτίρια (Πηγή: Μπίκας, 2014)

Από το Διάγραμμα 2.3 διαπιστώνεται πως υπάρχουν δύο μέθοδοι αξιολόγησης των κτιρίων ονομαστικά BREEAM και LEED. Και οι δύο μέθοδοι αξιολόγησης αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του 1990 και ξεκίνησαν αρχικά ως λίστες ελέγχου για το τι θα πρέπει να περιλαμβάνεται στον εμπορικό σχεδιασμό των κτιρίων καθώς και οδηγίες καλού σχεδιασμού και περιβαλλοντικής διαχείρισης. Οι δύο αυτές μέθοδοι αποτέλεσαν πρωτοπόροι και με βάση αυτές τις μεθόδους αναπτύχθηκαν διάφορα συστήματα αξιολόγησης κτιρίων.

2.5.1 Μέθοδος BREEAM

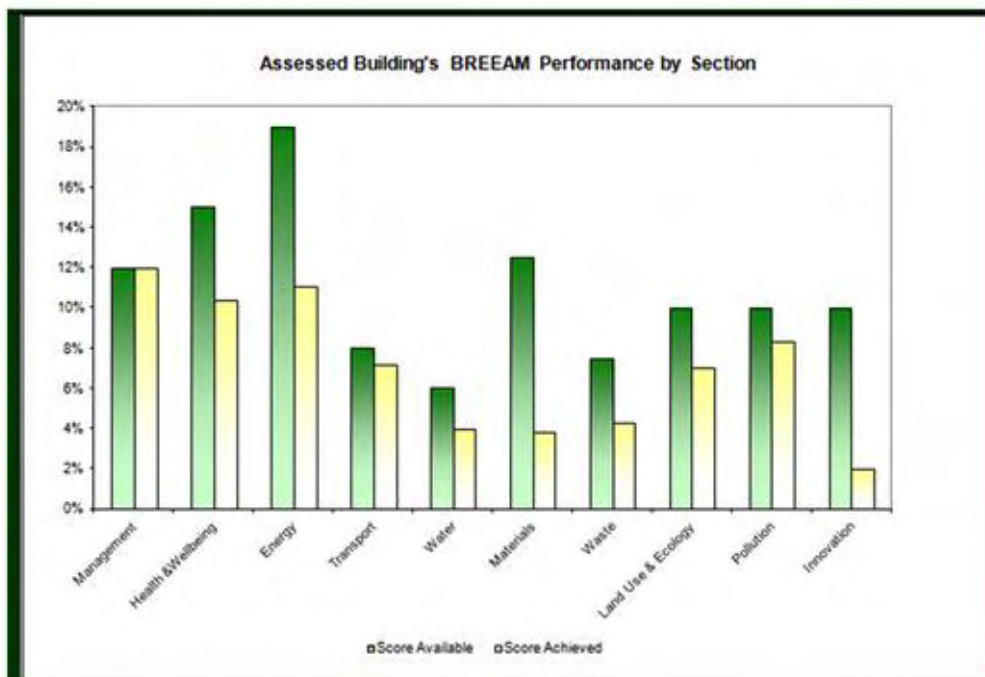
Η μέθοδος BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) δημιουργήθηκε από τον οργανισμό BRE της Αγγλίας και αποτελεί μια από τις κορυφαίες μεθόδους αξιολόγησης και πιστοποίησης της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας έργων, κτιρίων και υποδομών, αντιμετωπίζοντας όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους καθώς και νέες κατασκευές, ανακαινίσεις και χρήση των υποδομών (Τζοβάρας, 2019).

Η μέθοδος αυτή αξιολογεί το σχεδιασμό, την κατασκευή όπως και τη λειτουργία ενός πλάνου το οποίο έχει ως στόχο να ικανοποιήσει προβλεπόμενους στόχους οι οποίοι στόχοι βασίζονται σε δείκτες επιδόσεων. Έτσι, η μέθοδος BREEAM υπολογίζει τη βιώσιμη αξία ενός κτιρίου μέσα από μια σειρά κατηγοριών που κυμαίνονται από την ενέργεια ως την οικολογία. Η κάθε κατηγορία της μεθόδου αυτής αντιμετωπίζεται ως σημαίνοντας παράγοντας συμπεριλαμβανομένων μεταξύ αυτών και το σχεδιασμό χαμηλών περιβαλλοντικών επιπτώσεων, μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, αντοχή και ανθεκτικότητα σχεδιασμού, την προσαρμογή σε κλιματικές αλλαγές, οικολογική αξία και προστασία της βιοποικιλότητας (Τζοβάρας, 2019).

Για την κάθε κατηγορία συγκαταλέγονται πόντοι προκειμένου να επιτευχθούν οι προκαθορισμένοι στόχοι και το άθροισμα των πόντων καθορίζει την τελική βαθμολογία. Έτσι, με βάση τη συνολική βαθμολογία που θα επιτευχθεί, ένα κτίριο κατατάσσεται σε μία από τις παρακάτω κατηγορίες (Τζοβάρας, 2019):

- 1) Διάκριση $\geq 85\%$
- 2) Άριστα $\geq 70\%$
- 3) Πολύ Καλά $\geq 55\%$
- 4) Καλά $\geq 45\%$
- 5) Βάση $\geq 30\%$

Ένα παράδειγμα της μεθόδου BREEAM διαφαίνεται στο Διάγραμμα 2.4.



Διάγραμμα 2.4: Αξιολόγηση κτιρίου με τη μέθοδο BREEAM (πηγή: c2h.gr)

Εν συνεχεία, ένα πιστοποιητικό BREEAM μπορεί να εκδοθεί σε δύο μορφές, συγκεκριμένα:

- Ένα ενδιάμεσο πιστοποιητικό κατά τη φάση μελέτης ή σχεδιασμού και
- Ένα οριστικό πιστοποιητικό έπειτα από την ολοκλήρωση της μελέτης.

Όντας ένα κτίριο αξιολογημένο με τη μέθοδο αυτή έχει πολλαπλά οφέλη όπως για παράδειγμα (c2h.gr, 2014):

- Συγκριτικό πλεονέκτημα στην αγορά αφού είναι πιστοποιημένο και πληροί μια σειρά από προδιαγραφές για το εσωτερικό περιβάλλον, τα υλικά, την ενεργειακή του απόδοση κ.α. Σαφώς ένα τέτοιο κτίριο είναι πιο ελκυστικό σε μελλοντικούς αγοραστές/ενοικιαστές και έτσι αυξάνεται και η αξία καθώς και η απόδοση της επένδυσης,
- Μείωση των λειτουργικών κοστών του κτιρίου λόγω μείωσης των αναγκών σε νερό και ενέργεια,
- Άνετο, ποιοτικό και υγιές εσωτερικό περιβάλλον για τους χρήστες και ειδική αύξηση του συντελεστή δόμησης κατά 10% σε περιπτώσεις κτιρίων εξαιρετικής περιβαλλοντικής απόδοσης.

2.5.2 Μέθοδος LEED

Η μέθοδος LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) αφορά ένα σύστημα αξιολόγησης το οποίο είναι διεθνώς αναγνωρισμένο και στοχεύει στην αποτίμηση της αιεφόρου δόμησης και κατασκευής. Η μέθοδος αυτή ανακαλύφθηκε από το Green Building Council – USGBC το 1993 και αφορά έναν ιδιωτικό μη κερδοσκοπικό οργανισμό που στοχεύει στην προώθηση της βιωσιμότητας των κτιρίων κατά τη φάση κατασκευής τους (Κούτλα, 2015).

Η μέθοδος αφορά ένα σύνολο συστημάτων βαθμολόγησης για το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και τη διατήρηση πράσινων κτιρίων, κατοικιών και γειτονιών. Προκειμένου ένα κτίριο να αποκτήσει τη συγκεκριμένη πιστοποίηση θα πρέπει να ικανοποιεί συγκεκριμένες προϋποθέσεις ώστε να κερδίζει τους απαραίτητους βαθμούς στα διάφορα επίπεδα πιστοποίησης που υπάρχουν. Οι προϋποθέσεις καθώς και οι βαθμοί που θα αποκτήσει ένα κτίριο διαφέρει για κάθε σύστημα αξιολόγησης. Το σύστημα LEED χρησιμοποιείται από χώρες από όλη την υφήλιο (Κούτλα, 2015). Η Εικόνα 2.1 απεικονίζει τις 10 κορυφαίες χώρες που χρησιμοποιούν τη μέθοδο LEED.



Εικόνα 2.1: Δέκα κορυφαίες χώρες που χρησιμοποιούν την μέθοδο LEED (Πηγή: Κούτλα, 2015)

2.6 Ενεργειακός Έλεγχος Υφιστάμενου Κτιρίου

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια ενεργειακή μελέτη είναι απαραίτητο να γίνει συλλογή διάφορων πληροφοριών τα οποία είναι ωφέλιμα για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης σε λογισμικό πρόγραμμα. Η διαδικασία ενεργειακού ελέγχου δεν αποτελεί μια εύκολη διαδικασία και υπάρχουν κάποιες πρακτικές δυσκολίες όπως για παράδειγμα ελλιπή ή μη διαθέσιμα δεδομένα της υφιστάμενης κατασκευής, μεταβολή θερμοφυσικών χαρακτηριστικών λόγω φθοράς, αλλαγές σε σχέση με τον αρχικό σχεδιασμό κ.α. Σημαντικό επίσης είναι να υπάρχουν τα αρχιτεκτονικά σχέδια τα οποία παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες όσον αφορά τη γεωμετρία του ενός κτιρίου. Επιπλέον είναι σημαντικό ο μελετητής να επισκεφθεί το κτίριο για να διαπιστώσει αν οι πληροφορίες που έχει λάβει από τα αρχιτεκτονικά σχέδια είναι έγκυρα και γενικά να συλλέξει πληροφορίες οι οποίες δεν είναι διαθέσιμες (Ξενοφώντος, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΤΗΣ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗΣ ΕΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

3.1 Εισαγωγή

Η ενεργειακή και κλιματική πολιτική της ΕΕ στοχεύει τον απρόσκοπτο και βιώσιμο εφοδιασμό ενέργειας όλων των ευρωπαίων πολιτών. Συγκεκριμένα ο στόχος αυτός επιδιώκει τα εξής (IOBE, 2018):

- Εξασφάλιση της προμήθειας της ενέργειας αλλά και της ασφάλειας εφοδιασμού για όλους τους καταναλωτές (επιχειρήσεις και νοικοκυριά).
- Δημιουργία ανταγωνιστικών συνθηκών για τη δραστηριοποίηση των εταιριών παροχής ενέργειας και την επίτευξη προσιτών τιμών ενέργειας,
- Περιορισμός των εκπομπών CO₂ και δημιουργία των απαραίτητων δομών για την προστασία και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.
- Βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς.

Αποτελεί γεγονός πως σήμερα η ΕΕ καλύπτει περίπου το 50% των ενεργειακών αναγκών της από εισαγωγές που αφορούν ως επί το πλείστο ορυκτά καύσιμα όπως είναι το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Αρκετά άλλα κράτη μέλη στηρίζονται στην εισαγωγή ενέργειας από μόνον έναν προμηθευτή παραδείγματος χάρη εισαγωγή φυσικού αερίου από την Ρωσία. Διαπιστώνει κανείς λοιπόν πως υπάρχει μεγάλη ανάγκη στη μείωση της εξάρτησης της ευρωπαϊκής οικονομίας από άλλες χώρες για λόγους γεωπολιτικούς και οικονομικούς (IOBE, 2018).

3.2 Διασφάλιση της Εξοικονόμησης Ενέργειας

Προκειμένου να διασφαλιστεί μια σταθερή παροχή ενέργειας καθώς και μείωση της εξάρτησης από εισαγωγές ορυκτών καυσίμων από άλλες χώρες, η πολιτική της ΕΕ προβλέπει μέτρα για την αύξηση της παραγωγής ενέργειας εντός της ΕΕ και ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση ΑΠΕ καθώς και τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας.

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας συνεπάγει πολλαπλά οφέλη σε διάφορες διαστάσεις όπως είναι για παράδειγμα η οικονομία, η κοινωνία, το περιβάλλον και το

κλίμα. Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας θα έχει θετικό αντίκτυπο και σε διάφορα μακροοικονομικά μεγέθη της οικονομίας όπως είναι η απασχόληση και η προστιθέμενη αξία. Επίσης, θα υπάρχει περιορισμός της σχετικής δαπάνης των επιχειρήσεων καθώς και των νοικοκυριών για την ενέργεια με αποτέλεσμα να επηρεάζεται σημαντικά η ανταγωνιστικότητα και το διαθέσιμο εισόδημα αντίστοιχα (Cambridge Econometrics, 2015).

Η Εικόνα 3.1 απεικονίζει τα οφέλη που δύναται να υπάρξουν από τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.



Εικόνα 3.1: Οφέλη από τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (Πηγή: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy-and-energy-union_en)

Προκειμένου να υλοποιηθούν οι παραπάνω στόχοι θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η συνεισφορά νέων τεχνολογιών, τα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας καθώς και η ανάγκη αναβάθμισης των υφιστάμενων κτιρίων. Η εκμετάλλευση των ανωτέρω θα βελτιώσει όχι μόνο την ενεργειακή αποδοτικότητα αλλά την καλλιέργεια δεξιοτήτων, ενίσχυση της απασχόλησης και υποστήριξη της ανάπτυξης και τις εξαγωγές. Επίσης προωθείται μια βιώσιμη, χαμηλού άνθρακα και φιλική ως προς το περιβάλλον οικονομία (IOBE, 2018).

3.3 Νομοθεσία σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο

Η διαχείριση της ενέργειας για μια χώρα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της βιώσιμης ανάπτυξης από άποψη περιβαλλοντική, οικονομική και

αναπτυξιακή όπως έχει τονισθεί από την Πράσινη Βίβλο για την Ασφάλεια του Ενεργειακού Εφοδιασμού το έτος 2000 (Απταλίδου, 2018).

Τον Ιούνιο του 1992 κατά τη Διάσκεψη για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη (UNCED) που πραγματοποιήθηκε στο Ρίο της Βραζιλίας, υπογράφηκε από 178 κράτη μέλη του ΟΗΕ η “Agenda 21”, η οποία αφορούσε μια προσπάθεια από τα κράτη μέλη να βρεθούν λύσεις σε θέματα αναπτυξιακά και περιβαλλοντικά που διέπουν τον 21^ο αιώνα. Συγκεκριμένα, στη διάσκεψη και στην Agenda 21 γίνεται λόγος για την αειφόρο ανάπτυξη και δόμηση καθώς και υιοθέτηση προτύπων και ρυθμιστικών μέσων ενέργειας στις κατοικίες. Η ΕΕ είχε αναγνωρίσει την ανάγκη για τη λήψη ενεργειακών μέτρων στον κτιριακό τομέα και τα το 1997 με το πρωτόκολλο του Κιότο για την Κλιματική Αλλαγή, την Ενέργεια και το Περιβάλλον η ΕΕ δεσμεύτηκε να παρουσιάσει για την περίοδο 2008-2012 μείωση κατά 8% για τις εκπομπές αερίων ρύπων υπεύθυνες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Ευρωπαϊκή Επιτροπή Κοινοτήτων, 1996).

Όπως αναφέρει η Απταλίδου (2018), οι ευρωπαϊκές οδηγίες που έχουν εκδοθεί τα τελευταία χρόνια όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας, την προώθηση των ΑΠΕ και τη μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων υπεύθυνες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς και τη προώθηση ενεργειών για την προστασία του περιβάλλοντος είναι οι εξής:

- Οδηγία 93/76/ΕΟΚ για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE).
- Οδηγία 2001/77/ΕΚ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Οδηγία 2003/87/ΕΚ σχετικά με τη θέσπιση συστήματος για την εμπορία των δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα και την (τροποποίηση της οδηγίας 96/61/ΕΚ).
- Οδηγία 2003/30/ΕΚ σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές.
- Οδηγία 2004/8/ΕΚ για την προώθηση της χρήσης συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.
- Οδηγία 2006/32/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες (κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ).

- Οδηγία 2009/28/EK σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (τροποποίηση και συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/EK και 2003/30/EK).RED-Renewable Energy Directive,Νόμος 3851/2010.
- Οδηγία 2009/29/EK για τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της κοινότητας (τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/EK).
- Οδηγία 2009/33/EK σχετικά με την προώθηση καθαρών και ενεργειακά αποδοτικών οχημάτων οδικών μεταφορών.
- 2009/72/EE – Ηλεκτρική αγορά, Electricity Directive – Νόμος 4001/2011.
- Οδηγία 2009/125/EK για τον οικολογικό σχεδιασμό, όσον αφορά στα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα. Ecodesign Directive, ΠΔ υπ' αριθμ. 7/2011.
- Οδηγία 2010/30/EE για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων από τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα (energy labeling, αναδιατύπωση 92/75/EK).
- Οδηγία 2010/31/EE για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων – αναδιατύπωση.
- Οδηγία 2012/27/EK: για την ενεργειακή αποδοτικότητα EED-Energy Efficiency Directive.
- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) αριθ. 1253/2014 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 7ης Ιουλίου 2014 (Οδηγία οικολογικού σχεδιασμού).

Από τις παραπάνω οδηγίες, οι οδηγίες που αφορούν στην ενεργειακό απόδοση των κτιρίων είναι:

- ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ (ΕΕ) αριθ. 1253/2014 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 7ης Ιουλίου 2014 (Οδηγία οικολογικού σχεδιασμού).
- Οδηγία 2006/32/EK [36]:για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες,
- Οδηγία 2010/31/EE[34]:για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση της Οδηγίας 2002/91/EK).
- Οδηγία 2012/27/EK: EED [33] - Energy Efficiency Directive- για την ενεργειακή αποδοτικότητα.

3.4 Εθνικό Θεσμικό Πλαίσιο σε Σχέση με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες

Ο Πίνακας 3.1 παρουσιάζει το εθνικό θεσμικό πλαίσιο εναρμόνισης με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες.

Πίνακας 3.1: Εθνικό θεσμικό πλαίσιο εναρμόνισης με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες (πηγή: Απταλίδου, 2018)

| Ευρωπαϊκό Πλαίσιο | Εθνικό Πλαίσιο | Παρατηρήσεις |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| | 1980: Κανονισμός Θερμομόνωσης 2000: Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) | Ο ΚΟΧΕΕ δεν εκδόθηκε |
| 2002/91/ΕΚ | 2008: Ν.3661/2008 2010: Ν.3851/2010 2010: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) Π.Δ.100/2010 Ενεργειακών Επιθεωρητών | |
| 2006/32/ΕΚ | 2008: ΥΑ για τα δημόσια κτίρια 2008: 1 ^ο ΕΣΔΕΑ 2010: Ν.3855/2010 2011: ΥΑ για τις ESCOs 2011: 2 ^ο ΕΣΔΕΑ | Καταργήθηκε από την Οδηγία 2012/27/ΕΕ (Δεκέμβριος 2012) |
| 2010/31/ΕΕ | 2013: Ν.4122/2013 Εθνικού Σχεδίου για την αύξηση του αριθμού των κτιρίων με σχεδόν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση | Τροποποιήθηκε με την Οδηγία 2012/27/ΕΕ |
| 2012/27/ΕΕ | 2014: Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος που αποτελείται από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά | |

| | | |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| | <p>2014: 3ο ΕΣΔΕΑ 2015: Ν.4342/2015</p> <p>2017: 4ο ΕΣΔΕΑ</p> <p>2016: ΥΑ οικ. 188343/23.12.2016 (ΦΕΚ Β΄ 4508/30.12.2016) «Συστήματα αναγνώρισης προσόντων και πιστοποίησης Ενεργειακών ελεγκτών. Μητρώο Ενεργειακών Ελεγκτών και Αρχείο Ενεργειακών Ελέγχων». Καταργήθηκε</p> <p>2017: εκδόθηκε η οικ.178679/04.07.2017 ΥΑ(ΦΕΚ Β΄ 2337) και αντικατέστησε την ΥΑ οικ. 188343/23.12.2016. Καταργήθηκε</p> <p>2017: Στις 12-7-2017, ξεκίνησε η λειτουργία της ηλεκτρονικής πλατφόρμας του Μητρώου Ενεργειακών Ελεγκτών.</p> <p>2018: ΥΑ οικ. 175275/22.05.2018 (ΦΕΚ Β΄ 1927/30.05.2018) «Συστήματα αναγνώρισης προσόντων και πιστοποίησης Ενεργειακών ελεγκτών. Μητρώο Ενεργειακών Ελεγκτών και Αρχείο Ενεργειακών ελέγχων» αντικατέστησε την ΥΑ οικ.178679/04.07.2017.</p> <p>2018: Στις 10-10-2018 ξεκίνησε η λειτουργία του ηλεκτρονικού Αρχείου Ενεργειακών Ελέγχων</p> | |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

3.5 Οφέλη Εξοικονόμησης Ενέργειας

Η υιοθέτηση ενός βιοκλιματικού σχεδιασμού σε ένα υφιστάμενο ή νεόδμητο κτίριο συνεπάγεται μείωση χρήσης των φυσικών πόρων και ως συνέπεια βελτίωση της αποδοτικότητας κατά τη χρήση τους. Όπως αναφέρθηκε και στο δεύτερο κεφάλαιο ένα χαμηλό ενεργειακό «αποτύπωμα» αποτελεί τον πρωταρχικό στόχο των υφιστάμενων ευρωπαϊκών και εθνικών πολιτικών για τη μετάβαση στην οικονομία μηδενικού άνθρακα, σε ευθυγράμμιση με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης (IOBE, 2018).

Τα οφέλη από την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου δεν περιορίζονται μονάχα στην προστασία του περιβάλλοντος αλλά και στην οικονομική δραστηριότητα, το φυσικό περιβάλλον καθώς και την ευρύτερη ποιότητα ζωής. Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (2014), τα οφέλη από τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας ενός κτιρίου διακρίνονται στις εξής πέντε (5) κατηγορίες:

- 1) Ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού συστήματος,
- 2) Οικονομική ανάπτυξη και πρόοδος,
- 3) Κοινωνική ανάπτυξη,
- 4) Περιβαλλοντική βιωσιμότητα,
- 5) Βελτίωση της ευημερίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΕΝΑΚ

4.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ κατά τη μελέτη της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου θα πρέπει να περιγράφονται αναλυτικά τα συστήματα τα οποία έχουν ενταχθεί στη μελέτη του κτιρίου και συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του καθώς και η μέθοδος, οι παραδοχές και τα αποτελέσματα του υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης.

4.2 Πληροφορίες που απαιτούνται από τον ΚΕΝΑΚ

Προκειμένου μια μελέτη να είναι έγκυρη και να πληροί τις απαιτήσεις της μελέτης της ενεργειακής απόδοσης θα πρέπει να παρουσιάζονται επί των αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων όλες οι απαραίτητες πληροφορίες. Έτσι σύμφωνα με το ισχύον πλαίσιο (Π.Δ. 3.9.89, ΦΕΚ 394/Δ/8.9.83) οι πληροφορίες του Πίνακα 4.1 θα πρέπει να δίδονται επί των αρχιτεκτονικών σχεδίων.

Πίνακας 4.1: Πληροφορίες επί των αρχιτεκτονικών σχεδίων

| | |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Τοπογραφικό διάγραμμα | Προσανατολισμός του οικοπέδου/κτιρίου επάνω στο τοπογραφικό σχέδιο |
| Διάγραμμα κάλυψης | Καμία πρόσθετη απαίτηση |
| Κατόψεις | <ul style="list-style-type: none">• Ο προσανατολισμός του κτιρίου σε κάθε κάτοψη• Η τοποθέτηση της θερμομόνωσης στην εσωτερική και εξωτερική τοιχοποιία• Η ένταξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας συγκεκριμένα Φ/Β πάνελ και θερμικών ηλιακών συστημάτων στο κέλυφος του κτιρίου• Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων όπως π.χ. τοίχος μάζας, θερμοκήπιο, αίθριο, κ.λπ.) και |

| | |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>συστημάτων δροσισμού (όπως π.χ. ηλιακή καμινάδα, φεγγίτες οροφής, κ.λπ.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Η τοποθέτηση φυτεμένου δώματος • Η τοποθέτηση εξωτερικών συστημάτων ηλιακής προστασίας |
| Όψεις | <ul style="list-style-type: none"> • Η ένταξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα Φ/Β πάνελ και θερμικών ηλιακών συστημάτων στο κέλυφος του κτιρίου, • Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων όπως π.χ. τοίχος μάζας, θερμοκήπιο, αίθριο, κ.λπ.) και συστημάτων δροσισμού (όπως π.χ. ηλιακή καμινάδα, φεγγίτες οροφής, κ.λπ) • Η τοποθέτηση εξωτερικών συστημάτων ηλιακής προστασίας |
| Τομές | <ul style="list-style-type: none"> • Η τοποθέτηση της θερμομόνωσης στην εσωτερική και εξωτερική τοιχοποιία, στα δάπεδα και στην οροφή του κτιρίου • Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων όπως π.χ. τοίχος μάζας, θερμοκήπιο, αίθριο, κ.λπ.) και συστημάτων δροσισμού (όπως π.χ. ηλιακή καμινάδα, φεγγίτες οροφής, κ.λπ) • Η ένταξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα Φ/Β πάνελ και θερμικών ηλιακών συστημάτων στο κέλυφος του κτιρίου, • Η τοποθέτηση εξωτερικών συστημάτων ηλιακής προστασίας |
| Κάτοψη διαμόρφωσης ακάλυπτων χώρων | <ul style="list-style-type: none"> • Η χωροθέτηση πρασίνου και ο τύπος της φύτευσης ανά προσανατολισμό, • Η χωροθέτηση και απεικόνιση άλλων στοιχείων που συμβάλουν σε ευνοϊκό μικροκλίμα (όπως στοιχεία νερού, κ.λπ.), |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Η ένταξη τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα Φ/Β πάνελ και θερμικών ηλιακών συστημάτων στο κέλυφος του κτιρίου |
| Σχέδια λεπτομερειών | <ul style="list-style-type: none"> • Κατασκευαστικές λεπτομέρειες παθητικών συστημάτων τηλεθέρμανσης και δροσισμού, • Κατασκευαστικές λεπτομέρειες της τοποθέτησης θερμομόνωσης και των τεχνικών για την αποφυγή θερμογεφυρών |
| Σχέδια αποτύπωσης υπάρχουσας κατάστασης σε περίπτωση προσθήκης επισκευής, διασκευής, διαρρύθμισης | Ισχύουν οι ίδιες απαιτήσεις με τα νέα κτίρια όπως περιγράφονται ανωτέρω |
| Τεχνική περιγραφή | Προστίθεται σύντομη περιγραφή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των συστημάτων εξοικονόμησης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Εκτενής περιγραφή των ανωτέρω θα περιλαμβάνεται στο τεύχος της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης |

Όσον αφορά τις Η/Μ εγκαταστάσεις θα πρέπει να εντάσσονται στα σχέδια και την τεχνική μελέτη όλα τα απαραίτητα στοιχεία προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ενεργειακή μελέτη. Επίσης, σε περίπτωση που εντάσσονται ΑΠΕ στο κτίριο θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται στα Η/Μ σχέδια. Τέλος, για τη διαστασιολόγηση των συστημάτων Η/Μ, χρησιμοποιείται η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου όπως δίδεται από στον ΚΕΝΑΚ λαμβάνοντας όμως υπόψη για τον υπολογισμό του φορτίου κλιματισμού (θέρμανσης και ψύξης) τις μέσες ελάχιστες και μέσες μέγιστες ωριαίες τιμές των κλιματικών δεδομένων της περιοχής για το σύστημα θέρμανσης και ψύξης, αντίστοιχα.

Προκειμένου να μια μελέτη να είναι έγκυρη και πληροί τις απαιτήσεις της μελέτης της ενεργειακής απόδοσης θα πρέπει να παρουσιάζονται επί των αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων όλες οι απαραίτητες πληροφορίες. Έτσι σύμφωνα με το ισχύον πλαίσιο (Π.Δ. 3.9.89, ΦΕΚ 394/Δ/8.9.83) τα παρακάτω πρέπει να δίδονται:

Οι Πίνακες 4.2 και 4.3 απεικονίζουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία τα οποία θα πρέπει να αναγράφονται στο τεύχος της μελέτης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου (ΚΕΝΑΚ).

Πίνακας 4.2: Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης κατά ΚΕΝΑΚ

| ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ | |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ΜΕΡΟΣ Α | ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ |
| § Α.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή του κτιρίου, της κατασκευής και της τοποθεσίας του, • Σύντομη περιγραφή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού οι οποίες έχουν ενταχθεί στην αρχιτεκτονική μελέτη του κτιρίου με παραπομπές στα σχετικά σχέδια και ενότητες της μελέτης |
| § Α.2. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑ | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή (υπό μορφή πινάκων και διαγραμμάτων) των κλιματικών χαρακτηριστικών της περιοχής μελέτης, με αναφορά κατ' ελάχιστον στη θερμοκρασία αέρα, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, ώρες ηλιοφάνειας, διεύθυνση και ένταση επικρατούντων ανέμων (βλ. αντίστοιχο Παράρτημα ΚΕΝΑΚ), σε μηνιαία βάση, • Τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος |
| § Α.3. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΗΛΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ | <ul style="list-style-type: none"> • Σχηματική απεικόνιση του ηλιασμού του κτιρίου για την 21^η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου (ηλιακά διαγράμματα -βλ. αντίστοιχο Παράρτημα ΚΕΝΑΚ), σε τομή, λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση, • Ένδειξη της κατεύθυνσης και έντασης των επικρατούντων ανέμων (σε κάτοψη). |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>§ Α.4. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ, ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ, ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό, • Περιγραφή της θέσης, του πάχους και του τύπου της θερμομόνωσης όπου αυτή προβλέπεται (οροφές, δάπεδα, τοιχοποιία), • Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας και εμβαδόν αδιαφανών στοιχείων του εξωτερικού κελύφους (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδα, φέρων οργανισμός), έλεγχος αυτών βάσει των απαιτούμενων ορίων (βλ. ΚΕΝΑΚ), ανά προσανατολισμό, • Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας των εσωτερικών χωρισμάτων που διαχωρίζουν θερμαινόμενες και μη θερμαινόμενες ζώνες του κτιρίου, • Περιγραφή των θερμικών και φωτομετρικών χαρακτηριστικών των προτεινόμενων διαφανών στοιχείων (σύστημα υαλοπινάκων και πλαισίων, και έλεγχος αυτών βάσει των απαιτούμενων ορίων (βλ. ΚΕΝΑΚ),. Να αναγράφονται τουλάχιστον οι συντελεστές θερμικής διαπερατότητας (U), θερμικών ηλιακών απολαβών (g), φωτοδιαπερατότητας (T), ανακλαστικότητας (R), σκίασης (sc), • Υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κάθετης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30ο από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης, • Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο, • Περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | κατασκευής, τύπο (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για μια τυπική θερινή και χειμερινή ημέρα |
| § A.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ | <ul style="list-style-type: none"> • Γενική περιγραφή των τεχνικών φυσικού αερισμού, • Γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού (**) |
| § A.6. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΟΧΩΝ | <ul style="list-style-type: none"> • Προσδιορισμός του διαχωρισμού των θερμικών ζωνών, όπως θεωρήθηκαν για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης. Ο διαχωρισμός των θερμικών ζωνών θα απεικονίζεται διαγραμματικά σε κατόψεις των χώρων του κτιρίου, • Περιγραφή των χαρακτηριστικών για κάθε θερμική ζώνη (τύπος κατασκευής, αεροστεγανότητα, προφίλ λειτουργίας, θερμοκρασίες ρύθμισης, εσωτερικά φορτία, απαιτήσεις σε εναλλαγές αέρα, κλπ.), • Προσδιορισμός των θερμογεφυρών που λήφθηκαν υπόψη στους υπολογισμούς |
| § A.7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ | Αποτελέσματα υπολογισμού ενεργειακής ζήτησης (μη συμπεριλαμβανομένων των αποδόσεων των Η/Μ εγκαταστάσεων) για θέρμανση και ψύξη. Τα αποτελέσματα θα παρουσιάζονται σε πίνακες με την ετήσια ζήτηση για κάθε ζώνη και την μηνιαία για το σύνολο των ζωνών. Η τιμή θα απεικονίζεται σε kWh/(m ² έτος) της κλιματιζόμενης επιφάνειας |

| | |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ΜΕΡΟΣ Β | ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ |
| § Β.1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ | <ul style="list-style-type: none"> • Σύντομη περιγραφή του ενεργειακού σχεδιασμού του κτιρίου όσον αφορά στις Η/Μ εγκαταστάσεις, με αναφορά στα προτεινόμενα συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας / Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και παραπομπές στα σχετικά σχέδια και ενότητες της μελέτης |
| § Β.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ | <ul style="list-style-type: none"> • Αποτελέσματα υπολογισμού του φορτίου θέρμανσης και ψύξης σε kW. |
| § Β.3. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΣΜΟΥ | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων και Ζεστού Νερού Χρήσης (Ζ.Ν.Χ.), μαζί με τα χαρακτηριστικά των μονώσεών τους. Θα πρέπει να παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού και οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης ανά χρήση και ανά πηγή ενέργειας, βάσει των αποτελεσμάτων υπολογισμού (Μέρος Γ' του παρόντος), • Περιγραφή της εγκατάστασης ψύξης. Θα πρέπει να παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού και οι ενεργειακές απαιτήσεις για ψύξη των χώρων ανά πηγή ενέργειας, βάσει των αποτελεσμάτων υπολογισμού (Μέρος Γ' του παρόντος), • Περιγραφή της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού, τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού |
| § Β.4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή των συστημάτων εξοικονόμησης που εφαρμόζονται στην εγκατάσταση ύδρευσης και άρδευσης, • Περιγραφή χρήσης inverter όταν υπάρχει πιεστικό συγκρότημα, |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή μεθόδων εξοικονόμησης νερού (π.χ. συλλογή ομβρίων υδάτων, ή/και η χρησιμοποίηση αυτοματισμών για έλεγχο της κατανάλωσης) |
| § Β.5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗΣ | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή της εγκατάστασης συστημάτων ανυψωτικών και μεταφορικών συστημάτων ηλεκτροκίνησης (π.χ. ανελκυστήρες). Αναφορά στη χρησιμοποίηση ηλεκτροκινητήρων με μεγάλο βαθμό απόδοσης καθώς και ρυθμιστών στροφών |
| § Β.6. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΟΦΩΤΙΣΜΟΥ | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή της εγκατάστασης τεχνητού φωτισμού κτιρίων (άλλων χρήσεων πλην της κατοικίας), • Αναφορά στα συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού και άλλα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας |
| § Β.7. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή κεντρικού συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου (BMS), των προβλεπόμενων αυτοματισμών και ελέγχων και το αναμενόμενο όφελος τους στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας |
| § Β.8. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ | <ul style="list-style-type: none"> • Περιγραφή των προβλεπόμενων συστημάτων ΑΠΕ και του ενεργειακού οφέλους, • Περιγραφή συστημάτων ΣΗΘ |
| § Β.9. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΩΝ CO ₂ | <ul style="list-style-type: none"> • Αποτελέσματα υπολογισμού της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης και ψύξης, • Αποτελέσματα υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης ανά κατηγορία χρήσης: θέρμανση, ψύξη, φωτισμός και Ζ.Ν.Χ. και συνολική. Τα αποτελέσματα θα παρουσιάζονται σε πίνακες με την ετήσια κατανάλωση για κάθε ζώνη και την μηνιαία για το σύνολο των ζωνών. Η τιμή θα απεικονίζεται σε kWh/(m² έτος) της κλιματιζόμενης επιφάνειας, |

| | |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Αποτελέσματα υπολογισμού των ετήσιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά m² κλιματιζόμενης επιφάνειας σε kg/(m² έτος), • Για την εκτίμηση του οφέλους των συστημάτων που αναφέρονται στο άρθρο 3 / παράγραφος 3 του Ν. 3661, θα χρησιμοποιούνται τα πρότυπα ISO (βλ. ΚΕΝΑΚ) ή θα παρουσιάζεται η μέθοδος υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκε. |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

4.3 Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική ανά τον Κόσμο

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική εδώ και αρκετά χρόνια έχει επηρεάσει τους αρχιτέκτονες και τους μελετητές αφού επιχειρούν να σχεδιάσουν τα κτίρια τους με βάση το βιοκλιματικό σχεδιασμό. Υπάρχουν πολλά παραδείγματα βιοκλιματικών κατοικιών και μη τα οποία παρουσιάζονται παρακάτω.

4.3.1 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ευρώπη

Στην Αυστρία και συγκεκριμένα στην περιοχή Τιρόλο λειτουργεί βιοκλιματικό νοσοκομείο το οποίο εξοικονομεί σχεδόν 60% ενέργεια. Το νοσοκομείο είναι κατασκευασμένο αποκλειστικά από οικολογικά υλικά (Ανέμου, 2014).

Άλλο σπουδαίο παράδειγμα βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι το κτίριο του Υπουργείου Περιβάλλοντος στη Βιέννη που μελετήθηκε από το δάσκαλο της αρχιτεκτονικής Friedensreich Hundertwasser (Ανέμου, 2014).

Επίσης, στο Ηνωμένο Βασίλειο στην περιοχή Milton Keynes, το συγκρότημα κατοικιών, έχοντας 36 συνολικά κατοικίες, αναβαθμίστηκαν ενεργειακά με αποτέλεσμα να μειωθούν τα ενεργειακά κόστη κατά 61%. Στο Βέλγιο, ιδιωτική κατοικία κτισμένη εν έτη 1978, έχοντας κατάλληλο προσανατολισμό αναβαθμίστηκε ενεργειακά με τη χρήση ενός ενσωματωμένου θερμοκηπίου και κατάφερε να μειώσει τις θερμικές ανάγκες κατά 33% (Ανέμου, 2014).

Στη Βαρκελώνη, συγκρότημα έξι κατοικιών αναβαθμίστηκε με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων τα οποία προσδίδουν το 67% των ετησίων αναγκών για θέρμανση. Εν συνεχεία, στην Κοπεγχάγη, μια πενταόροφη πολυκατοικία ανακαινίστηκε εν έτη 1984

με την προσθήκη γυάλινου κελύφους το οποίο λειτούργησε ως θερμοκήπιο προσδίδοντας έτσι ενεργειακή αναβάθμιση και μείωση των θερμικών αναγκών κατά 27% (Ανέμου, 2014).

Στη Γερμανία, ιδιωτική βιοκλιματική κατοικία έχοντας ενσωματωμένο θερμοκήπιο αποδίδει το 36% της αναγκαίας θέρμανσης. Παρά το γεγονός ότι η κατοικία περιβάλλεται από φυλλοβόλα δένδρα, δεν περιορίζουν τα ηλιακά κέρδη κατά τους χειμερινούς μήνες ενώ κατά τους θερινούς προσδίδουν κατάλληλη σκιά. Επίσης, η κατοικία διαθέτει οριζόντια σκίαστρα τα οποία αποτρέπουν την υπερθέρμανση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Καραβασίλη, 1999).

Οι Εικόνες 4.1 έως 4.6 απεικονίζουν τα προαναφερθέντα βιοκλιματικά δημιουργήματα.



Εικόνα 4.1: Βιοκλιματικό νοσοκομείο στο Τιρόλο της Αυστρίας (Πηγή: Ανέμου, 2014)



Εικόνα 4.2:: Υπουργείο Περιβάλλοντος στη Βιέννη (Πηγή: Καραβασίλη, 1999)



Εικόνα 4.3: Βιοκλιματικό συγκρότημα κατοικιών στο Ηνωμένο Βασίλειο, Milton Keynes
(Πηγή: Ανέμου, 2014)



Εικόνα 4.4: Βιοκλιματική κατοικία στο Βέλγιο (Πηγή: Ανέμου, 2014)



Εικόνα 4.5: Βιοκλιματικό συγκρότημα κατοικιών στη Βαρκελώνη (Πηγή: Ανέμου, 2014)



Εικόνα 4.6: Βιοκλιματική κατοικία στη Γερμανία (Πηγή: Καραβασίλη, 1999)

4.3.2 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα

Σύμφωνα με τον Χατζόπουλο (1996) οι πρώτες βιοκλιματικές εφαρμογές στην Ελλάδα ξεκίνησαν στα μέσα της δεκαετίας του 1970. Συγκεκριμένα, ένα από τα πρώτα βιοκλιματικά κτίρια ήταν οι κατοικία Βασιλειάδου στην περιοχή Μαραθώνας στην Αττική όπου σχεδιάστηκε από τον αρχιτέκτονα Μπουριώτη το έτος 1977. Το πρώτο βιοκλιματικό κτίριο στη Θεσσαλονίκη κτίστηκε το 1982 από τους Καρβούνη και Vabrelmann. Στην πορεία αρκετά κτίσματα χτίστηκαν με έχοντας ως βάση τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική κυρίως σε περιοχές της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης καθώς και στην Κρήτη. Τα βήματα αυτά ήταν σπουδαία αφού αποτέλεσαν την αρχή της επαγγελματικής πρωτοβουλίας αρχιτεκτόνων και μηχανικών που αναζητούσαν την έννοια της αειφορίας κατά το σχεδιασμό κατασκευών.

Στα τέλη της δεκαετίας του ογδόντα και συγκεκριμένα το 1987, στη Θέρμη της Θεσσαλονίκης πραγματοποιήθηκε βιοκλιματική αρχιτεκτονική μελέτη από τους Αντωνίου, Αξαρή και Κωνσταντίνου. Η κατασκευή της κατοικίας ολοκληρώθηκε το 1992 και χρησιμοποιήθηκαν τα εξής παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης: σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, με μεγάλα ανοίγματα στο νότο (39% της νότιας όψης της κατοικίας), έξι

τοίχοι τύπου Trombe (δύο στον όροφο και τέσσερις στο ισόγειο) και διώροφο θερμοκήπιο (αποτελείται από κατακόρυφα υαλοστάσια, συνολικού εμβαδού είκοσι έξι τετραγωνικά μέτρα) (Ανέμου, 2014). Η Εικόνα 4.7 απεικονίζει τη νότια όψη της κατοικίας στη Θέρμη Θεσσαλονίκης.



Εικόνα 4.7: Βιοκλιματική κατοικία στη Θέρμη Θεσσαλονίκης (Πηγή: Χατζόπουλος, 1996)

Στο νησί της Χίου και συγκεκριμένα στην περιοχή Φάρκαινα, σχεδιάστηκε και κτίστηκε μονώροφη βιοκλιματική κατοικία το έτος 1995. Η κάτοψη της κατοικίας είναι σχήματος Π έχοντας νότιο προσανατολισμό. Στο νότιο και δυτικό μέρος/σκέλος της κατοικίας έχει τοποθετηθεί η κουζίνα καθώς και η τραπεζαρία και το καθιστικό ενώ στο νότιο και ανατολικό σκέλος της κατοικίας εδράζονται τα υπνοδωμάτια. Στο βόρειο τμήμα της οποίας υπάρχει το λουτρό και η αποθήκη. Στο νότιο τμήμα εκεί που κλείνει το Π υπάρχει ενσωματωμένο θερμοκήπιο το οποίο παγιδεύει την ηλιακή ακτινοβολία και μέσω συστήματος αεραγωγών μεταφέρει τη θερμότητα σε όλους τους εσωτερικούς χώρους της οικίας. Επίσης, η κατοικία διαθέτει σύστημα τοίχων Trombe, το οποίο συζάνει τις θερμικές απολαβές κατά τους χειμερινούς μήνες. Ακόμη, διαθέτει δύο αιολικές καμινάδες όπου προσδίδουν φυσικό δροσισμό κατά τους θερινούς μήνες. Τέλος, η οικία διαθέτει υδατοδεξαμενή όπου προσφέρει εξατμιστικό δροσισμό στην κατοικία. Το ΚΑΠΕ

εγκατέστησε μετρητές προκειμένου να μελετηθεί πόση ενέργεια εξοικονομείτε σε σχέση με ένα συμβατικό κτίριο και τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση ενεργειακών δαπανών κατά 64% (Τσιτήρας, 2005).

Στην Καλαμάτα, το υφιστάμενο νοσοκομείο μετατράπηκε σε «πράσινο» αφού αναβαθμίστηκε ενεργειακά και εξασφάλισε σημαντικά ενεργειακά οφέλη καθώς και χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η αναβάθμιση του συγκεκριμένου νοσοκομείου προσδίδει πολλαπλά οφέλη εξοικονόμησης μειώνοντας ταυτόχρονα τις δαπάνες του νοσηλευτικού ιδρύματος για την προμήθεια πετρελαίου και παράλληλα εξασφάλισε σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη (Ιδαίον, 2013). Η Εικόνα 4.8 απεικονίζει βιοκλιματικό νοσοκομείο στην Καλαμάτα.



Εικόνα 4.8: Βιοκλιματικό νοσοκομείο Καλαμάτας (Πηγή, Ιδαίον, 2013)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΚΕΝΑΚ

5.1 Εισαγωγή στο Βιοκλιματικό Σχεδιασμό Κτιρίων

Αποτελεί γεγονός πως υπάρχει μέγιστη ανάγκη για μια ορθολογική ενεργειακή διαχείριση των υφιστάμενων και νέων κτιρίων λόγω της συνεχούς επιδείνωσης της υποβάθμισης του περιβάλλοντος. Λόγω του γεγονότος αυτού υπάρχει επιτακτική ανάγκη για τη δημιουργία ενός σύγχρονου τρόπου δόμησης καθώς και ανακαίνισης. Η νέα αυτή προσέγγιση όχι μόνο λαμβάνει υπόψη της την μορφή των κτιρίων και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους αλλά την ποιότητα της κατασκευής.

Σύμφωνα με τον Olgyay (1963) ο όρος βιοκλιματικός σχεδιασμός σχετίζεται με το κλίμα και τους έμβιους οργανισμούς. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ως όρος έχει εξελιχθεί δυναμικά μέσα στο χρόνο σε σχέση με το σχεδιασμό κτιρίων με την ενσωμάτωση πληθώρα παραμέτρων. Συγκεκριμένα, οι παράμετροι αυτοί αφορούν την τοπογραφία του οικοπέδου, το έδαφος, το τοπικό μικροκλίμα, τον προσανατολισμό του κτιρίου, το ποσοστό των ανοιγμάτων, το κέλυφος, τα υλικά, τα συστήματα παραγωγής ενέργειας, την αξιοποίηση των ΑΠΕ κ.α. Επίσης ένας βιοκλιματικός σχεδιασμός προτείνει τρόπους προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον (Hyde, 2008).

Σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε (20701-1/2010), υιοθετώντας ένα βιοκλιματικό σχεδιασμό σε κτίρια εξυπηρετεί τους εξής βασικούς στόχους:

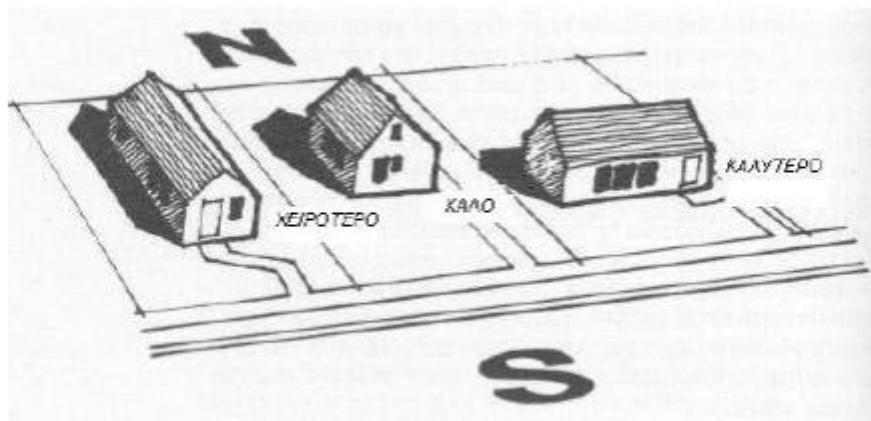
- Την απεξάρτηση από ορυκτά καύσιμα μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και της υποκατάστασης τους με την εκμετάλλευση ΑΠΕ.
- Την εξοικονόμηση χρημάτων μέσω της εκμετάλλευσης των ΑΠΕ, και συγκεκριμένα της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων και των δροσερών ανέμων για φυσικό δροσισμό έχοντας σημαντικό οικονομικό όφελος της τάξεως του 50% ίσως και μεγαλύτερο.
- Στην προστασία του περιβάλλοντος λόγω μείωσης των συμβατικών καυσίμων και ηλεκτρισμού με συνέπεια τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα.
- Βελτίωση του κτιριακού έσω κλίματος με τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής, θερμικής και οπτικής άνεσης καθώς και ποιότητα αέρα.

5.2 Χωροθέτηση του Κτιρίου

Ο Τσιπήρας (2005) τονίζει πως η τοποθεσία ενός κτιρίου έχει ρόλο μείζονος σημασίας όσον αφορά τη λειτουργικότητα του κτιρίου. Κατά την κατασκευή ενός κτιρίου, στο οικόπεδο πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- Η ηλιοφάνεια και τα ηλιακά κέρδη που δύναται να δημιουργηθούν,
- Το φυσικό φως και η θέα,
- Ο άνεμος,
- Ο θόρυβος και
- Η ποιότητα του αέρα.

Φυσικά θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και ο προσανατολισμός του κτιρίου διότι και εκείνος έχει άμεση επίδραση στη λειτουργικότητα του κτιρίου. Ο προσανατολισμός θα πρέπει να έχει τέτοια κατεύθυνση ώστε η πλειοψηφία του εσωτερικού του κτιρίου να επωφελείται από τον ήλιο και την ενεργειακή δαπάνη. Προτείνεται ένα κτίριο να έχει κατεύθυνση προς τον Νότο προκειμένου να εκμεταλλευτεί τα θερμικά και οπτικά κέρδη. Επίσης, η μορφή του κτιρίου θα πρέπει να εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια και το φυσικό φως, να μειώνει την απώλεια θερμότητας μέσω του κελύφους του κτιρίου, να ικανοποιεί τις ανάγκες εξαερισμού, να εξασφαλίζει την ηχομόνωση καθώς και να παρέχει θέα στους ενοίκους εφόσον αυτό είναι δυνατό. Η Εικόνα 5.1 απεικονίζει τη σύγκριση μεταξύ κτιρίων με βιοκλιματικά κριτήρια στον Ελληνικό χώρο.



Εικόνα 5.1: Σύγκριση βιοκλιματικών κριτηρίων στον Ελληνικό χώρο (Πηγή: Ανέμου, 2012)

Ο Τσιπήρας (2005) δηλώνει επίσης πως σε ένα βιοκλιματικό σχεδιασμό θα πρέπει να ικανοποιούνται τα εξής:

- Διάρθρωση των συνθηκών διαβίωσης, εργασίας, αναψυχής και των υπόλοιπων δραστηριοτήτων σε τοπικό επίπεδο ώστε να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση ενέργειας στη διάρκεια της ημέρας.
- Προσδιορισμός των περιοχών που παρέχουν αυξημένη ηλιακή πρόσβαση κατά τις περιόδους θέρμανσης. Πλαγιές με νότιο προσανατολισμό πυκνοδομούνται περισσότερο από ότι οι επίπεδες περιοχές. Η χαμηλότερη πυκνότητα ανάπτυξης εντοπίζεται σε πλαγιές με βόρειο προσανατολισμό.
- Τοποθέτηση των κτιρίων στο οικόπεδο χωρίς να εμποδίζουν την ηλιακή πρόσβαση στα γειτονικά κτίρια.
- Προστασία της ηλιακής πρόσβασης, όπου είναι δυνατό, έτσι ώστε κατά τις θερμές περιόδους η περιβάλλουσα βλάστηση και οι οικοδομές να μην σκιάζουν κάποιο τμήμα των περιοχών που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια μεταξύ των παρακάτω γωνιών ανατολικά και δυτικά του νότου.
- Διαμόρφωση των οριογραμμών και των οδών έτσι ώστε να ταιριάζουν με την τοπογραφία του οικοπέδου χωρίς βέβαια να θυσιάζεται η καταλληλότερη θέση για το κτίριο.

5.3 Προσανατολισμός των Κτιρίων

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ο προσανατολισμός ενός κτιρίου παίζει ρόλο μείζονος σημασίας στη λειτουργικότητα ενός κτιρίου. Ωστόσο, σε υφιστάμενα κτίρια η αλλαγή του προσανατολισμού είναι δύσκολη έως αδύνατη. Η πορεία του ήλιου κατά τους χειμερινούς μήνες είναι μικρότερη και χαμηλότερη σε σύγκριση με τους θερινούς μήνες με συνέπεια η ανατολική και δυτική πλευρά του υφιστάμενου κτιρίου να μη δέχεται σημαντική ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα. Έτσι, η κατάλληλη στρατηγική για αυξημένη συλλογή ηλιακής θερμότητας κατά τους χειμερινούς μήνες θα πρέπει να διαθέτει ένα σχήμα επίμηκες κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης προκειμένου να προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια ως προς το Νότο και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού να μειώνεται στο μισό για τη νότια προσανατολισμένη επιφάνεια παρά τη δυτική και ανατολική (Ανέμου, 2012).

Ειδικότερα για τα Μεσογειακά κλίματα θα πρέπει να υπάρχει μια στρατηγική ικανή που θα προσφέρει θέρμανση και δροσισμό. Η επίδραση της ηλιακής ενέργειας στην επιφάνεια ενός κτιρίου έχει άμεσο θετικό αντίκτυπο και για το λόγο αυτό ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι ιδιαίτερα σημαντικός, διότι από αυτόν εξαρτάται και το θερμικό ισοζύγιο της κατασκευής (Αξαρχή, 2001).

Σε νέα κτίρια, ο μελετητής θα πρέπει να αποφασίσει ποιες επιφάνειες θα είναι εκτεθειμένες προς τον ήλιο και ποιες θα πρέπει να προστατεύονται. Για να υπολογιστεί η ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που θα δεχτεί ένα κτίριο χρησιμοποιούνται ειδικά υπολογιστικά προγράμματα. Ο Πίνακας 5.1 απεικονίζει ποιες όψεις είναι οι καλύτερες για συλλογή ηλιακής ενέργειας κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ποιες επιφάνειες του κτιρίου είναι επιβαρυντικές για τους καλοκαιρινούς μήνες. Όπως κανείς μπορεί να διακρίνει, οι νότιες όψεις αποτελούν τους καλύτερους συλλέκτες για το χειμώνα ενώ οι δυτικές και ανατολικές όψεις είναι επιβαρυντικές για το καλοκαίρι (Colombo, Landabaso & Sevilla, 1995).

Πίνακας 5.1: Σχετικές τιμές του διατιθέμενου ηλιακού κέρδους σε 400 βορείου πλάτους μέσω υαλοπινάκων με αναφερόμενο προσανατολισμό (Πηγή: Colombo, Landabaso & Sevilla, 1995).

| Προσανατολισμός Ανοιγμάτων | | | | | | |
|-----------------------------------|------------------|--------------|--------------|------------|--------------|---------------|
| Μήνας | Οριζόντια | Νότος | ΝΑ/ΝΔ | Α/Δ | ΒΑ/ΒΔ | Βορράς |
| Ιανουάριος | 7,2 | 16,63 | 11,97 | 5,18 | 1,29 | 1,2 |
| Φεβρουάριος | 11,14 | 16,59 | 13,11 | 7,29 | 2,29 | 1,65 |
| Μάρτιος | 15,59 | 14,12 | 13,44 | 9,8 | 4,3 | 2,28 |
| Απρίλιος | 19,63 | 9,97 | 12,23 | 11,37 | 6,67 | 3,12 |
| Μάιος | 22,1 | 7,26 | 10,89 | 11,96 | 8,29 | 4,14 |
| Ιούνιος | 22,87 | 6,34 | 10,27 | 12,24 | 9,12 | 4,93 |
| Ιούλιος | 21,91 | 7,08 | 10,68 | 11,86 | 8,37 | 4,3 |
| Αύγουστος | 19,28 | 9,61 | 11,86 | 11,12 | 6,69 | 3,28 |

| | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| Σεπτέμβριος | 15,06 | 13,71 | 12,91 | 9,38 | 4,24 | 2,36 |
| Οκτώβριος | 10,91 | 15,97 | 12,59 | 7,08 | 2,3 | 1,69 |
| Νοέμβριος | 7,2 | 16,28 | 11,74 | 5,14 | 1,34 | 1,24 |
| Δεκέμβριος | 5,75 | 15,12 | 11,26 | 4,38 | 1,05 | 1 |

Μπορεί να διακριθεί από τον πίνακα 5.1 πως η καλύτερη επιλογή προσανατολισμού για τα Μεσογειακά κλίματα όπως της Ελλάδος είναι η νότια έχοντας απόκλιση $\pm 22,50$ και επιφάνεια ανοίγματος στη νότια όψη κατά 50%. Τα κτίρια τα οποία έχουν προσανατολισμό κατά το Νότο έχουν καλύτερα ηλιακά κέρδη και συντελούν στη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας χωρίς το ρίσκο υπερθέρμανσης κατά τους θερινούς μήνες.

5.4 Σχεδιασμός Κάτοψης και Ανοιγμάτων Κτιρίων

Στο «Εγχειρίδιο Σχεδιασμού» του Κοινού Κέντρου Ερευνών (Colombo, Landabaso & Sevilla, 1995), προτείνεται από ενεργειακής απόψεως, το σχήμα του κτιρίου να είναι ορθογώνιο προκειμένου να εξασφαλίζεται ο φυσικός φωτισμός ώστε να αυξάνονται τα θερμικά οφέλη χωρίς ωστόσο να αυξάνεται το ψυκτικό φορτίο. Κτίρια τα οποία διαθέτουν διαμερίσματα οδηγούν σε διαδρόμους εσωτερικούς που θα πρέπει να αποφεύγονται διότι δεν εξασφαλίζουν διαμπερή φωτισμό και αερισμό.

Εν συνεχεία, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το ύψος του κτιρίου. Η κατακόρυφη κατανομή των χώρων αποτελεί σπουδαίο παράγοντα διότι το ηλιακό κέρδος είναι άμεσα συνδεδεμένο με το ύψος του κτιρίου. Η θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου σχετίζεται με τον αριθμό των ορόφων. Έτσι, ένα διώροφο κτίριο καταναλώνει λιγότερη ενέργεια σε σχέση με ένα μονώροφο κτίριο έχοντας τα ίδια τετραγωνικά μέτρα διότι στον ίδιο όγκο αναλογεί μικρότερη επιφάνεια. Η επιφάνεια της στέγης ενός κτιρίου είναι εκείνη κατά την οποία εξαρτάται το θερμικό φορτίο που δέχεται το κτίριο κατά τους θερινούς μήνες καθώς και τις θερμικές απώλειες κατά τους χειμερινούς. Έτσι, το θερμικό φορτίο σε περίπτωση διώροφου κτιρίου θα πρέπει να είναι σαφώς μικρότερο. Τέλος, η δημιουργία ενδιάμεσων χώρων όπως για παράδειγμα βεράντες και αίθρια είναι εκείνα τα οποία μπορούν να

διαμορφώσουν το μικροκλίμα, το οποίο μικροκλίμα επηρεάζει την κατεύθυνση της ροής του ανέμου (Δασκαλόπουλος και Κολιοπούλου, 2014).

Όσον αφορά τα ανοίγματα ενός κτιρίου, θα πρέπει να βασίζονται στην ισορροπία μεταξύ θέρμανσης, ψύξης και φυσικού φωτισμού. Προκειμένου να τοποθετηθούν σωστά τα ανοίγματα σε ένα κτίριο πρέπει να υπάρχει στρατηγική κατά τη διάρκεια της μελέτης και να υπολογίζει συνθήκες χειμώνα και καλοκαίρι. Η μελέτη λαμβάνει υπόψη τα ηλιακά κέρδη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και να ελέγχονται ώστε να μην υπάρχει υπερθέρμανση. Επίσης θα πρέπει να επιτρέπεται ο απρόσκοπτος ηλιακός φωτισμός με αποφυγή της ανάγκης για χρήση τεχνητού φωτισμού με τα επακόλουθα φορτία ψύξης. Θα πρέπει λοιπόν να αποφεύγονται τα μεγάλα ανοίγματα στην ανατολή και τη δύση προκειμένου να αποφεύγεται η υπερθέρμανση. Θα πρέπει επίσης και να εξασφαλίζεται ο διαμπερής αερισμός. Τα ανοίγματα τα οποία βρίσκονται στην ανατολική και νότια όψη ενός κτιρίου θα επιτρέπουν την είσοδο της άμεσης ακτινοβολίας κατά τις μεσημβρινές ώρες και θα επηρεάζουν το ψυκτικό φορτίο των εσωτερικών χώρων κατά τη θερινή περίοδο (Chandra, 1983).

5.5 Θερμική Άνεση

Σύμφωνα με τον Παπαδόπουλο (2006) το ανθρώπινο σώμα διατηρεί μια βασική θερμοκρασία κοντά στους 37°C. Η θερμοκρασία αυτή είναι κατάλληλη στο να λειτουργεί το ανθρώπινο σώμα και μεταβολές στη θερμοκρασία είτε πάνω είτε κάτω από τους 37°C μπορεί να είναι επιζήμιες. Το ίδιο ισχύει και στους χώρους των κατοικιών, επομένως θα πρέπει να διατηρείται μια σταθερή θερμοκρασία σε μια κατοικία προκειμένου να υπάρχει θερμική άνεση. Ο όρος θερμική άνεση αφορά τις συνθήκες κατά τις οποίες ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή. Η θερμική άνεση ενός χώρου επιτυγχάνεται με φυσιολογικές και τεχνητές λειτουργίες. Όσον αφορά τις φυσιολογικές λειτουργίες αυτές σχετίζονται με τον ανθρώπινο οργανισμό ενώ οι τεχνητές λειτουργίες αφορούν συνθήκες θερμικής άνεσης που επιτυγχάνονται με τη χρήση θερμαντικών και κλιματιστικών συστημάτων. Υπάρχουν διάφοροι παράμετροι που δύναται να επηρεάσουν τη θερμική άνεση και ομαδοποιούνται στις εξής τρεις κατηγορίες:

- 1) Φυσικοί παράμετροι
 - a. Θερμοκρασία του αέρα

- b. Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών
- c. Η σχετική υγρασία του αέρα
- d. Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα,
- e. Χρώμα επιφανειών
- f. Οσμές
- g. Επίπεδα φωτισμού και θορύβου

2) Βιολογικές παράμετροι

- a. Το φύλο των χρηστών ενός χώρου
- b. Η ηλικία των χρηστών ενός χώρου
- c. Οι συνήθειες των χρηστών ενός χώρου

3) Εξωτερικές παράμετροι

- a. Το είδος των δραστηριοτήτων των χρηστών ενός χώρου
- b. Ο τύπος του ρουχισμού των χρηστών ενός χώρου.

Οι παραπάνω παράμετροι έχουν ιδιαίτερη σημασία ωστόσο οι πιο σημαντικές είναι η θερμοκρασία του αέρα, η σχετική υγρασία, η ταχύτητα του αέρα, η ατμοσφαιρική πίεση, ο ρουχισμός καθώς και το είδος των δραστηριοτήτων. Η θερμική άνεση δύναται να επιτευχθεί με διαφορετικούς τρόπους ή συνδυασμούς των παραμέτρων αυτών. Η θερμική ισορροπία του σώματος αφορά μια δυναμική κατάσταση που σχετίζεται με τη θερμότητα ως αποτέλεσμα του ανθρώπινου μεταβολισμού και της θερμότητας που μεταδίδεται με τη μεταφορά, την αγωγή, την ακτινοβολία και την εξάτμιση από ή προς το περιβάλλον. Το θερμικό ισοζύγιο ανάμεσα στο ανθρώπινο σώμα και το περιβάλλον ρυθμίζεται με τη σχέση που δίδεται:

$$Q_M = Q_{dif} + Q_{evap} + Q_{resp} + Q_r + Q_c$$

Όπου,

Q_M είναι η θερμότητα που παράγεται μέσω του μεταβολισμού,

Q_{dif} είναι η θερμότητα που διαχέεται μέσω του δέρματος,

Q_{evap} είναι η θερμότητα που απάγεται χάρη στην εξάτμιση του ιδρώτα,

Q_{resp} είναι η λανθάνουσα θερμότητα που απαιτείται για την εφίδρωση,

Q_r είναι οι απώλειες θερμότητας με ακτινοβολία από την εξωτερική επιφάνεια ενός ντυμένου ατόμου ως προς το περιβάλλον,

Qείναι η μετάδοση της θερμότητας με μεταφορά προς το περιβάλλον.

Προκειμένου να επιτευχθεί θερμική άνεση και να διατηρείται σε υψηλό επίπεδο η ποιότητα του αέρα απαιτείται συστηματικός αερισμός των χώρων, τα οποία συστήματα θα εισάγουν απαραίτητες ποσότητες φρέσκου αέρα και ταυτόχρονα ρυθμίζεται και η ποιότητα του αέρα (Παπαδόπουλος, 2006).

5.6 Κέλυφος Κτιρίων

Το κέλυφος των κτιρίων είναι εκείνο κατά το οποίο διαχωρίζει τον εξωτερικό και εσωτερικό χώρο ενός κτιρίου. Το κέλυφος είναι εκείνο το οποίο επιτρέπει τη δημιουργία ενός άνετου εσωτερικού κλίματος καθόλα τη διάρκεια του χρόνου. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό το άνετο εσωτερικό κλίμα θα πρέπει η κατασκευή του κτιρίου να είναι τέτοια ώστε να εμποδίζει τη μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό στο εσωτερικό περιβάλλον και αντίστροφα. Το κέλυφος σε ένα κτίριο παίζει ρόλο μείζονος σημασίας. Το κέλυφος θα πρέπει να εξασφαλίζει συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου και ταυτόχρονα να μην επιβαρύνει το περιβάλλον (Ξενοφώντος, 2012).

5.6.1 Δομικά και Θερμομονωτικά Υλικά

Τα δομικά και τα θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός κτιρίου παίζουν σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτιρίου. Είναι εκείνα τα οποία θα επιτύχουν τις κατάλληλες συνθήκες θερμικής άνεσης καθώς και την εξοικονόμηση ενέργειας. Γενικά η πλειοψηφία των υφιστάμενων κτιρίων στην Ελλάδα είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Παρά το γεγονός ότι το σκυρόδεμα αποτελεί ένα υλικό με θερμοχωρητικότητα ήτοι αποθηκεύει θερμότητα, σε περίπτωση που δεν υπάρχει κατάλληλη μόνωση, το κτίριο υπερθερμαίνεται με αποτέλεσμα να χάνεται η θερμική άνεση. Για το λόγο αυτό προτείνεται η χρήση πέτρας στην εξωτερική τοιχοποιία των κτιρίων προκειμένου να διατηρεί το δροσισμό στο εσωτερικό και να αποτρέπει την είσοδο θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον (Ανέμου, 2014).

Όσον αφορά τα θερμομονωτικά υλικά, πρέπει να τονιστεί πως αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα κατά τη μελέτη και κατασκευή ενός κτιρίου αφού επιβάλλεται και από την νομοθεσία θερμομόνωσης. Στην αγορά υπάρχει πληθώρα υλικών για θερμομόνωση και μόνωση γενικότερα, επομένως ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να διαλέξει ανάμεσα σε πλήθος υλικών αναλόγως την υπό μελέτη εφαρμογή. Κατά τη μελέτη θερμομόνωσης ο μελετητής πρέπει να λάβει υπόψη του παραμέτρους όπως θερμομονωτικές απαιτήσεις, θερμοκρασία λειτουργίας, επίπεδα υγρασίας καθώς το κόστος και την αισθητική του κτιρίου. Τα βασικά θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται σήμερα για τη μόνωση κατοικιών είναι κυρίως η εξηλασμένη πολυστερίνη, η πολυουρεθάνη, ο ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας, ο περλίτης, το Heraklith και ο διογκωμένος φελλός (Παναγούλια, 2013).

5.6.2 Θερμομόνωση Κατοικίας

Σκοπός της θερμομόνωσης είναι η παροχή θερμικής άνεσης στους κατοίκους κτιρίων. Το επίπεδο της θερμομόνωσης επηρεάζεται άμεσα από το χρόνο κατασκευής των κτιρίων καθώς και τις προδιαγραφές που εφαρμόστηκαν κατά την τοποθέτηση της.

5.6.2.1 Εσωτερική Θερμομόνωση

Η εσωτερική θερμομόνωση αφορά την μόνωση των τοίχων στο εσωτερικό μέρος όλων των κατακόρυφων εσωτερικών τοίχων αλλά και άλλων δομικών στοιχείων όπως είναι οι δοκοί, τα υποστύλωμα και η οροφή του κτιρίου. Η επιλογή της εσωτερικής θερμομόνωσης πραγματοποιείται συνήθως όταν δεν είναι εφικτή η εξωτερική θερμομόνωση κυρίως για λόγους προσβασιμότητας (Goumas, 2020).

Η εσωτερική θερμομόνωση διαθέτει αρκετά πλεονεκτήματα τα οποία είναι τα εξής (Goumas, 2020):

- Με την εφαρμογή της εσωτερικής θερμομόνωσης τα θερμομονωτικά αποτελέσματα είναι άμεσα, καθώς η θερμομόνωση βρίσκεται πριν από τα δομικά στοιχεία του τοίχου, με αποτέλεσμα το κτίριο εσωτερικά να θερμαίνεται γρηγορότερα το χειμώνα και να ψύχεται πιο εύκολα το καλοκαίρι.
- Το θερμομονωτικό υλικό δεν είναι εκτεθειμένο στο περιβάλλον και τις καιρικές μεταβολές, γι' αυτό και δεν απαιτείται και ιδιαίτερη προστασία του.

- Επειδή όλες οι εργασίες στην εσωτερική θερμομόνωση γίνονται στο εσωτερικό του κτιρίου, μπορούν να πραγματοποιηθούν οποτεδήποτε μέσα στον χρόνο, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.
- Δεν επηρεάζεται η αισθητική και οπτική του κτιρίου καθώς δεν πραγματοποιείται εργασία στις εξωτερικές επιφάνειες.
- Δεν υπάρχει ημερομηνία λήξης καθώς η μόνωση είναι εσωτερική.
- Εκτός από θερμομόνωση, τα μονωτικά υλικά προσφέρουν και ακουστική μόνωση.
- Είναι οικονομική και το κόστος κατασκευής αποσβένεται σχεδόν σε 5 έτη.

Η Εικόνα 5.2 απεικονίζει εσωτερική θερμομόνωση σε τοίχο με τη χρήση ορυκτοβάμβακα.

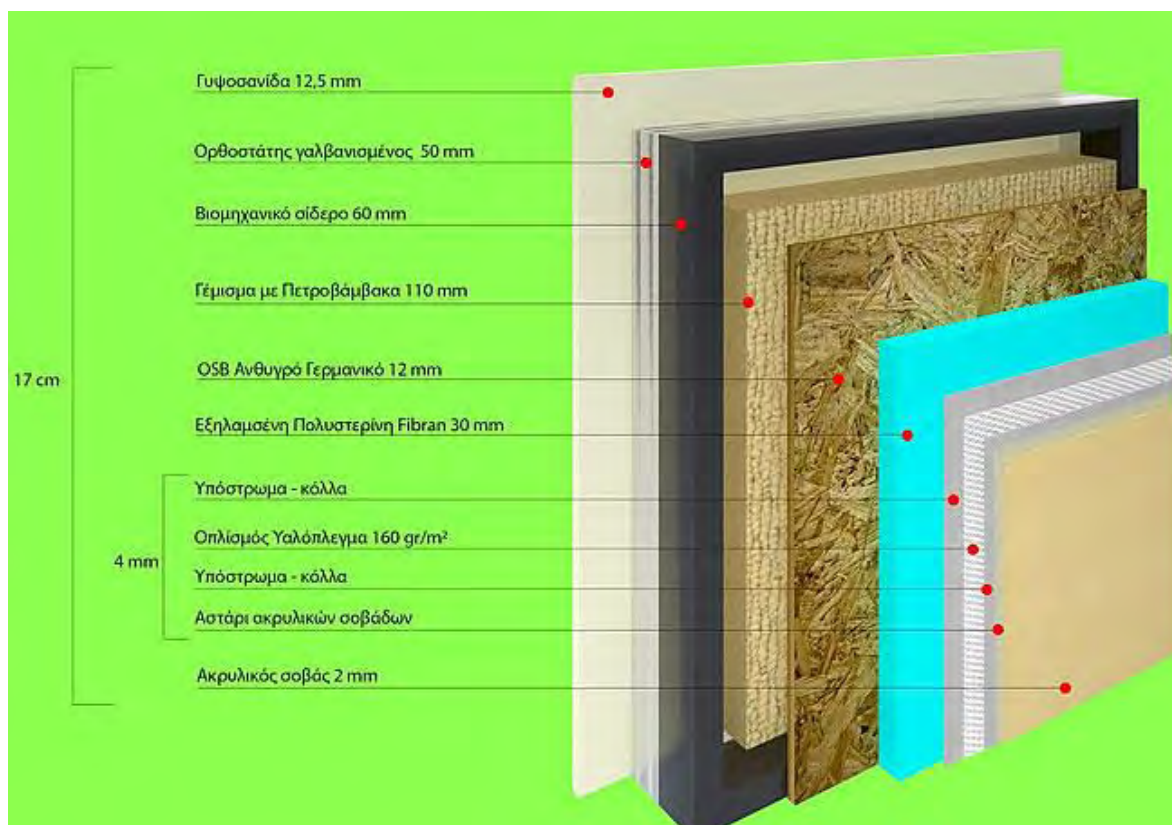


Εικόνα 5.2: Εσωτερική θερμομόνωση με τη χρήση ορυκτοβάμβακα (Πηγή: Goumas, 2020)

5.6.2.2 Εξωτερική Θερμομόνωση

Η εξωτερική θερμομόνωση προσφέρει προστασία στην τοιχοποιία σε τυχόν μεταβολές της θερμοκρασίας ενώ ταυτόχρονα εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα της κατασκευής. Με άλλα λόγια δύναται να διατηρήσει την επιθυμητή θερμοκρασία έπειτα από τη διακοπή

της θέρμανσης ή της ψύξης. Παράλληλα, η εξωτερική θερμομόνωση έχει τη δυνατότητα να μειώσει τις πιθανότητες για τη δημιουργία θερμογέφυρας δηλαδή τα σημεία της τοιχοποιίας που παρουσιάζουν αυξημένη θερμική ροή και επηρεάζουν αρνητικά την ενεργειακή συμπεριφορά. Επίσης, η εξωτερική θερμομόνωση μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου και εν συνεχεία μειώνονται και οι ρύποι αποτέλεσμα παραγωγής καυσίμων (Μπαμίχας, 2013). Η Εικόνα 5.3 απεικονίζει την εξωτερική θερμομόνωση.



Εικόνα 5.3: Εξωτερική θερμομόνωση (πηγή: <http://kyriazishomes.com>)

5.6.2.3 Θερμομόνωση με τη Χρήση Ειδικών Τούβλων

Στη περίπτωση αυτή ήτοι θερμομόνωση με τη χρήση ειδικών τούβλων, ο τοίχος κατασκευάζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα τα οποία εξασφαλίζουν την θερμική άνεση ενός κτιρίου και ως συνέπεια οι τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας K διατηρείται στα πλαίσια που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Τα πλεονεκτήματα των ειδικών τούβλων είναι αρκετά ωστόσο προκειμένου να εξασφαλιστούν θα πρέπει να γίνει σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων έχοντας την κατάλληλη στενότητα προκειμένου στη μάζα των τούβλων να μην εισέρχεται υγρασία (oikies.net, 2015).

5.6.2.4 Θερμομόνωση του Πυρήνα μεταξύ Δύο Τοίχων

Η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο ειδικά σε κλίματα μεσογειακά. Το μονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται τοποθετείται συνήθως ανάμεσα σε δύο δρομικοί τοίχους. Παρά το γεγονός ότι εξασφαλίζεται με αυτόν τον τρόπο η θερμομόνωση, δεν είναι βέβαιο πως εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό (oikies.net, 2015).

5.6.3 Θερμοκήπιο

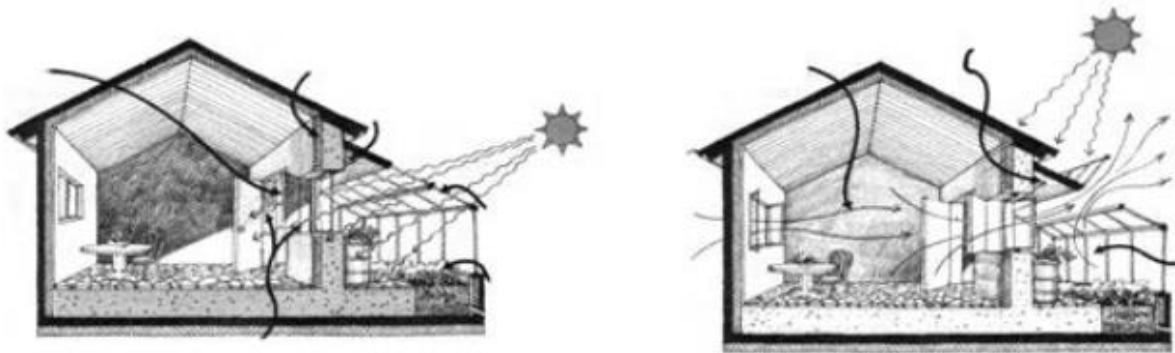
Με τον όρο θερμοκήπιο εννοείται ο κλειστός χώρος με υαλοστάσιο ευρισκόμενο στη νότια πλευρά ενός κτιρίου. ουσιαστικά αφορά ένα χώρο ηλιακό με άμεσο κέρδος. Ο ηλιακός αυτός χώρος δύναται να διαχωριστεί από το κύριο κτίριο με την κατασκευή ενός τοίχου θερμικής συσσώρευσης που θα αποτελείται από μάζα μεγάλης θερμοχωρητικότητας (Ganton, 2020).

Η επιλογή του κατάλληλου θερμοκηπίου εξαρτάται από το κλίμα που επικρατεί στην ευρύτερη περιοχή (μεσόκλιμα) καθώς και τον τρόπο χρήσης του θερμοκηπίου. Γενικά, το θερμοκήπιο συμβάλλει στη θερμική άνεση των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου ή μιας κατοικίας. Συγκεκριμένα, προθερμαίνουν τον αέρα που απαιτείται για τον αερισμό των κατοικιών και έτσι δεν απαιτείται επιπλέον βοηθητική θέρμανση. Ο ηλιακός χώρος θερμαίνεται απευθείας από την ηλιακή ακτινοβολία και λειτουργεί ως ένα παθητικό σύστημα απευθείας θερμικού κέρδους (T.E.E, 2011).

Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας και η μεταφορά της θερμότητας από το θερμοκήπιο στον εσωτερικό χώρο εντός κτιρίου γίνεται με τους εξής πέντε παρακάτω τρόπους (TEE, 2011):

- 1) Με απευθείας πρόπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου.
- 2) Με μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στο χώρο με θερμοσιφωνισμό ή με βεβιασμένη μεταφορά.
- 3) Με αγωγιμότητα μέσω των διαχωριστικών τοίχων.
- 4) Με τη χρήση απλών ενεργητικών συστημάτων μεταφοράς της θερμότητας και αποθήκευσης της στον εσωτερικό χώρο από όπου και μεταδίδεται με ακτινοβολία ή μεταφορά.
- 5) Με συνδυασμό από τις παραπάνω λύσεις.

Η Εικόνα 5.4 απεικονίζει τους πέντε προαναφερθέντες τρόπους μεταφοράς



Εικόνα 5.4: Χειμερινή και θερινή λειτουργία προσαρτημένου θερμοκηπίου σε κτίριο
(Πηγή: Τ.Ε.Ε., 2011)

Εν συνεχεία, τα θερμοκήπια και ο τρόπος ενσωμάτωσής τους σε ένα κτίριο διαφέρουν. Μπορεί να είτε απλές προσθήκες στο νότιο τοίχο με μερική ή πλήρη κάλυψη αυτού αλλά μπορεί και να καλύπτουν μέρος του όλου πλάτους του σπιτιού με κάλυψη ενός, δύο ή και παραπάνω ορόφους. Το πλεονέκτημα των θερμοκηπίων είναι ότι δύναται να συνδυαστούν και με άλλα παθητικά συστήματα τα οποία δεν αποσκοπούν μόνο ενεργειακά αλλά συμβάλουν και στην επέκταση του κατοικήσιμου χώρου ή τη δημιουργία θερμοκηπίου για φυτά. Γενικά ωστόσο, τα θερμοκήπια συμβάλλουν στη βελτίωση του μικροκλίματος μιας κατοικίας ή ενός κτιρίου αφενός γιατί καλύπτει πλήρως το πλάτος και αφετέρου για πλάτος μειώνει τις θερμικές απώλειες του περιβλήματος (Μαρκάκη, 2010).

Στα μειονεκτήματα των θερμοκηπίων συγκαταλέγονται το υψηλό κόστος κατασκευής σε σχέση με την εξοικονόμηση ενέργειας ωστόσο η θερμική και οπτική άνεση που δημιουργεί εξισορροπεί το κόστος. Επίσης, ο χώρος του θερμοκηπίου δεν είναι κατάλληλος για κατοικία κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Άλλο ένα μειονέκτημα που χαρακτηρίζει τα θερμοκήπια είναι οι μεγάλες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας ήτοι υπερθέρμανση το καλοκαίρι (Μαρκάκη, 2010).

5.6.4 Γυάλινες Επιφάνειες και Αξιοποίηση της Ηλιακής Ακτινοβολίας για το Χειμώνα

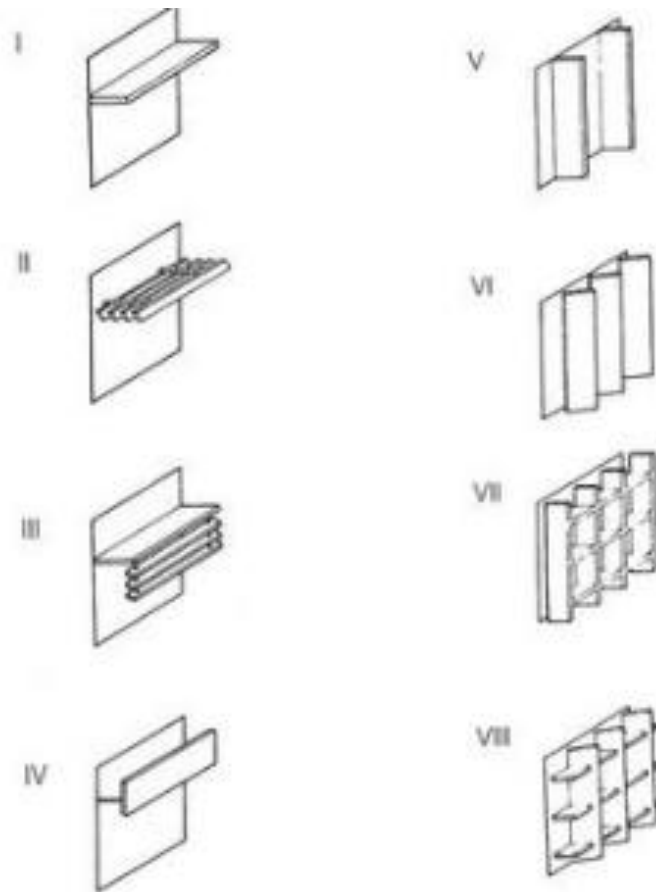
Οι γυάλινες επιφάνειες τα τελευταία χρόνια αποκτούν όλο και μεγαλύτερη αίγλη όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση μιας κατοικίας. Είθισται τα ανοίγματα μιας κατοικίας να αποτελούν το 60% της νότιας επιφάνειας του κτιρίου. Το ποσοστό αυτό αποτελεί μια αποτελεσματική πρόταση από ενεργειακής άποψης προκειμένου να θερμαίνονται οι

χώροι με φυσικό τρόπο από τις ηλιακές ακτίνες. Από τις άλλες πλευρές ήτοι τη δυτική και ανατολική όψη ενός κτιρίου τα ανοίγματα θα πρέπει να είναι τόσα ώστε να επιτυγχάνεται η αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά τη θερινή περίοδο αλλά συνάμα να υπάρχει και ο απαιτούμενος φυσικός φωτισμός του κτιρίου. Όσον αφορά τη βορεινή όψη ενός κτιρίου, θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα, δέχεται ψυχρούς ανέμους και έτσι θα πρέπει να τοποθετούνται μικρά ανοίγματα ώστε να ελέγχονται οι θερμικές απώλειες ωστόσο να διατηρούνται ικανοποιητικά επίπεδα φυσικού φωτισμού (Ανέμου, 2014).

5.6.5 Ηλιοπροστασία

Ένα κτίριο δύναται να προστατευτεί από την υπερθέρμανση με τη χρήση σκιάστρων. Είθισται να κρίνονται απαραίτητα κατά τους θερινούς μήνες ήτοι Μάιο, Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο. Υπάρχουν πολλά είδη σκιάστρων αναλόγως την επιθυμία των κατοίκων ή ενοίκων ενός κτιρίου. Ωστόσο, τα τελευταία έτη, οι μελετητές σχεδιάζουν και τη θέση που θα τοποθετηθούν τα σκιάστρα αφού αποτελούν βασικό μέρος της κατασκευής. Ο σχεδιασμός επικεντρώνεται κυρίως στην πρόνοια και κατασκευή προβόλου πάνω από τα ανοίγματα (θύρες, παράθυρα), ώστε να παρέχεται ηλιοπροστασία (Ανέμου, 2014).

Υπάρχουν δύο κατηγορίες σκιάστρων ήτοι τα σταθερά σκιάστρα και τα κινητά σκιάστρα. Όσον αφορά τα σταθερά σκιάστρα, σχεδιάζονται όπως προαναφέρθηκε από τους μελετητές/αρχιτέκτονες. Όσον αφορά τα κινητά σκιάστρα, τοποθετούνται μετά τη φάση κατασκευής ενός κτιρίου. Τα σκιάστρα δύναται να είναι κατακόρυφα πετάσματα, στόρια, τέντες και παντζούρια/παραθυρόφυλλα. Τα κινητά σκιάστρα είναι προτιμότερα αφενός γιατί η εγκατάστασή τους είναι απλή διαδικασία αφετέρου μπορούν να ρυθμιστούν ανά πάσα στιγμή. Γενικά τα σκιάστρα ελέγχουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε ένα κτίριο ανάλογα την κάθε εποχή (Wildwaterwall, 2010). Οι Εικόνες 5.5 και 5.6 απεικονίζουν τα σταθερά και κινητά σκιάστρα.



Εικόνα 5.5: Τύποι σταθερών σκιάστρων (Πηγή: Ανέμου, 2014)

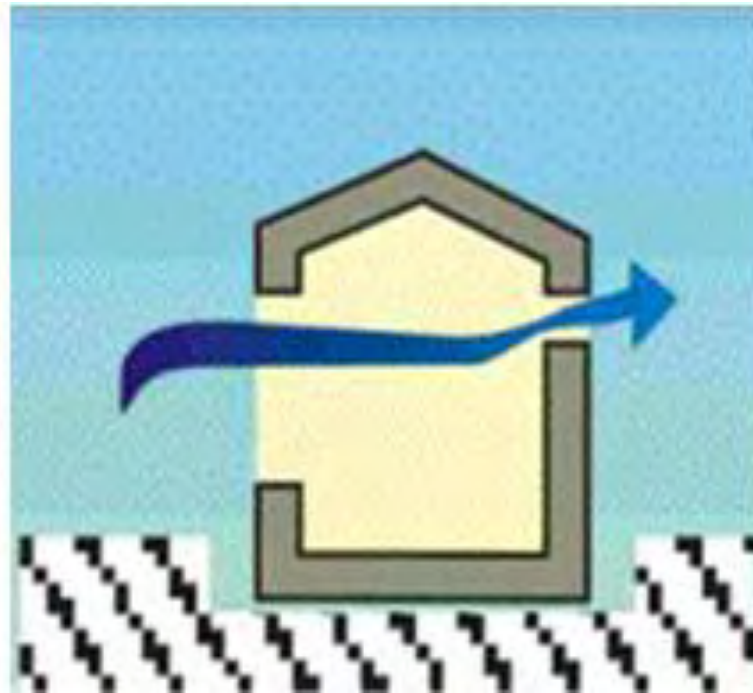


Εικόνα 5.6: Τύποι κινητών σκιάστρων (Πηγή: Ανέμου, 2014)

5.6.6 Φυσικός Αερισμός και Δροσισμός

Ο φυσικός δροσισμός είναι μία από τις πιο βασικές και οικονομικές τεχνικές απομάκρυνσης της θερμότητας από ένα κτίριο κατά τους θερινούς μήνες. Μπορεί να επιτευχθεί είτε με φυσικό είτε με τεχνητό τρόπο. Ουσιαστικά ο φυσικός αερισμός προσφέρει μια ταχεία αποβολή θερμότητας από ένα χώρο λόγω του ότι παρακάμπτει το

κέλυφος του κτιρίου κατά τη διαδικασία απόρριψης της θερμότητας στο εξωτερικό περιβάλλον. Έτσι, ένας χώρος αερίζεται αποτελεσματικά όταν η κίνηση του αέρα περνά ανεμπόδιστα ανάμεσα σε δύο ανοίγματα που είναι τοποθετημένα αντιδιαμετρικά και σε διαφορετική υψομετρική στάθμη (cres.gr, 2020). Η Εικόνα 5.7 απεικονίζει ένα αντιδιαμετρικό σύστημα φυσικού αερισμού.



Εικόνα 5.7: Αντιδιαμετρικό σύστημα φυσικού αερισμού (Πηγή: cres.gr, 2020)

Μια άλλη μέθοδος φυσικού αερισμού είναι η αυτή του φαινομένου της καμινάδας η οποία συμβάλει στη δημιουργία αερισμού-δροσισμού του κτιρίου. Το φαινόμενο της καμινάδας βασίζεται στη θεωρία του φυσικού ελκυσμού ήτοι καθώς ο αέρας κινείται προς τα πάνω δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων μεταφέροντας έτσι τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Θα πρέπει να υπάρχουν τα κατάλληλα ανοίγματα στο κτίριο προκειμένου να δημιουργηθεί το φαινόμενο αυτό. Ωστόσο, εάν το ρεύμα δεν είναι έντονο, το σύστημα μπορεί να επιταχυνθεί με τη βοήθεια ανεμιστήρα ήτοι υβριδικός αερισμός. Ως καμινάδες αερισμού μπορούν να λειτουργήσουν και τα κλιμακοστάσια τα οποία είναι κατάλληλα διαμορφωμένα ή ακόμη και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί κτιρίων. Η Εικόνα 5.8 απεικονίζει την καμινάδα (cres.gr, 2020).



Εικόνα 5.8: Φαινόμενο της καμινάδας (Πηγή: cres.gr, 2020)

5.6.7 Αποπεράτωση Δαπέδων

Η αποπεράτωση των δαπέδων αποτελεί επίσης σημαντικό στοιχείο κατά τη φάση κατασκευής ενός κτιρίου αφού επηρεάζει τα ηλιακά κέρδη καθώς και συνεπώς τη θέρμανση των χώρων. Αποτελεί γεγονός πως τα δάπεδα λειτουργούν ως ηλιακή αποθήκη αφού δέχονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία σε αντίθεση με την οροφή ενός κτιρίου. Διαπιστώνεται λοιπόν πως θα πρέπει να αποφεύγεται η κάλυψη των δαπέδων με χαλιά διότι εμποδίζεται η αποθήκευση θερμότητας (Wildwaterwall, n.d).

5.7 Αντικατάσταση Κουφωμάτων

Ο ΚΕΝΑΚ (2008) αναφέρει πως η αντικατάσταση παλαιών κουφωμάτων με εκείνα υψηλών προδιαγραφών ώστε να ελαχιστοποιούνται οι ενεργειακές απώλειες και παράλληλα να μειώνεται το κόστος θέρμανσης και ψύξης. Επίσης, τα κουφώματα επιτρέπουν την πρόσβαση και την είσοδο του φωτός και του αέρα σε κλειστούς χώρους. Παρά το γεγονός ότι τα κουφώματα αποτελούν μια δίοδο για την ανταλλαγή θερμότητας με το εξωτερικό περιβάλλον ενίοτε αποτελούν σημεία θερμικών απωλειών ένα δεν τοποθετηθούν ή κατασκευαστούν σωστά. Ακόμη και αν το κέλυφος ενός κτιρίου είναι σωστά και κατάλληλα μονωμένο, δύναται να υπάρχει απώλεια θερμότητας από την ακαταλληλότητα των κουφωμάτων. Έτσι, είναι σημαντικό να εξασφαλίζεται η αεροστεγανότητα των παραθύρων καθώς και να μειώνεται η απώλεια θερμότητας από τα τζάμια και τα πλαίσια των κουφωμάτων (Πετούσης, 2015).

5.8 Φωτισμός

Η καταλισκόμενη ενέργεια για το φωτισμό ενός κτιρίου εξαρτάται άμεσα από τη χρήση του κτιρίου. Έτσι, μια κατοικία ή ένα συγκρότημα κατοικιών απαιτεί συνεχή φωτισμό ειδικά σε χώρους όπου το φυσικό φως δεν είναι διαθέσιμο. Οι παραδοσιακοί λαμπτήρες πυρακτώσεων μετατρέπουν λιγότερο από 10% της καταλισκόμενης ενέργειας σε φως. Η υπολειπόμενη ενέργεια αποβάλλεται στο περιβάλλον ως θερμότητα. Η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεων με λαμπτήρες νέας τεχνολογίας τύπου LEDεξασφαλίζουν μικρότερες ενεργειακές καταναλώσεις καθώς και μικρότερο ποσοστό αποβολής ενέργειας στο περιβάλλον (Σακκά, 2014).

5.9 Φυτεμένο Δώμα

Τα φυσικά χαρακτηριστικά (δένδρα, γλάστρες) αποτελούν ένα κομμάτι αναπόσπαστο του περιβάλλοντος και έχουν σαφώς πολύ μεγάλη αξία. Έχουν πολλά πλεονεκτήματα όπως οπτική άνεση, ευχάριστα συναισθήματα, και γενικά ένα δεσμό μεταξύ του ανθρώπου με τη φύση και την ύπαιθρο. Η ύπαρξη βλάστησης συμβάλλει στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου της ζωής των ανθρώπων, βελτίωση της ψυχικής και φυσικής κατάστασης, βελτίωση της ακουστικής άνεσης, φιλτράρουν τη σκόνη και δροσίζουν το καλοκαίρι. Η βλάστηση επίσης συμβάλλει στις κλιματικές συνθήκες κατά το μήκος των δρόμων/οδών και των ανοιχτών χώρων. Η φύτευση στο αστικό περιβάλλον συμβάλλει στη μείωση του φαινομένου της υπερθέρμανσης με την εξασφάλιση φυσικής ροής ψυχρού αέρα. Επιπλέον δημιουργεί σκιά κατά τις περιόδους ψύξης και θέρμανσης (Νικολούδης, 2013).

Τα τελευταία έτη παρατηρείται στις πόλεις και συγκεκριμένα στις οροφές κατοικιών οι φυτεμένες οροφές γνωστές και ως Green Roofs ή Roof Gardens. Αφορά μια τεχνική παθητικού δροσισμού η οποία έχει τη δυνατότητα να εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία πριν φτάσει στην υποκείμενη δομή του κτιρίου. Η χρήση της φυτεμένης οροφής δύναται να οδηγήσει σε ενεργειακά κέρδη για το κτίριο όπως για παράδειγμα μείωση της θέρμανσης κατά τους χειμερινούς μήνες και μείωση της ψύξης κατά τους θερινούς μήνες. Επίσης συμβάλλει στην αύξηση της θερμικής μάζας η οποία εξυπηρετεί στη

σταθεροποίηση της διακύμανσης των εσωτερικών θερμοκρασιών σε ετήσια βάση (Luckett, 2008).

Νομικά, η κατασκευή φυτεμένων επιφανειών σε δώματα, στέγες αλλά και υπαίθριους χώρους κτιρίων είτε δημόσια είτε ιδιωτικά προκύπτουν από το ΦΕΚ Β' 14/11.01.2012. Συγκεκριμένα η νομοθεσία αναφέρει πως το υπόστρωμα της ανάπτυξης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 40 cm πάνω από το πάνω από το μέγιστο επιτρεπόμενο ύψους του κτηρίου, ενώ η αντίστοιχη τιμή για το ύψος της βλάστησης είναι τα 3m. Επίσης δεν επιτρέπεται η κατασκευή φυτεμένων επιφανειών πάνω από στις απολήξεις των κλιμακοστασίων και τα φρεάτια ανελκυστήρων ενώ εάν η επιφάνεια της στέγης έχει κλίση, η φυτεμένη επιφάνεια θα πρέπει να ακολουθεί την κλίση αυτή (livingroofs.org, 2011).

Η δομή της φυτεμένης ταράτσας αποτελείται από αρκετά στρώματα όπως κανείς μπορεί να διακρίνει στην Εικόνα 5.9. Τα στρώματα που υπάρχουν είναι η στρώση αποστράγγισης, η στρώση φύτευσης, η βλάστηση, μεμβράνη ανθεκτική στη διάβρωση, διαχωριστικό φίλτρο, θερμομόνωση, αδιάβροχη μεμβράνη κ.α. (Εργατέξ, 2014).



Εικόνα 5.9: Στρώσεις φυτεμένου δώματος (πηγή:
http://www.ergatex.gr/insulation/roof/fitemeno_doma/)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

6.1 Φ/Β Συστήματα

Τα Φ/Β συστήματα εκμεταλλεύονται τις πηγές ενέργειας που βρίσκονται στη φύση. Οι πηγές αυτές είναι ανανεώσιμες, ανεξάντλητες, ήπιες και καθαρές. Παραδείγματα αυτών των ενεργειών είναι η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμική κ.α. Τα Φ/Β συστήματα έχουν τη δυνατότητα να αποκομίζουν την ηλιακή ενέργεια και να την μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια και ταυτόχρονα να προσφέρει πολλαπλά οφέλη όπως μείωση των ενεργειακών αναγκών από συμβατικές πηγές ενέργειας και μείωση των ρύπων ως προς το περιβάλλον. Τοποθετούνται πάνω σε στέγες (επίπεδες ή κεκλιμένες), προσόψεις κτιρίων και οικόπεδα (Μαρκάκη, 2010).

Για να μπορέσει ένα Φ/Β να τεθεί σε λειτουργία θα πρέπει να υπάρχει μια φωτοβολταϊκή συστοιχία αποτελούμενη από φωτοβολταϊκά ηλεκτρικά πλαίσια τα οποία ενώνονται μεταξύ τους. Όταν τα πλαίσια αυτά εκτεθούν σε ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα βασικά εξαρτήματα ενός Φ/Β συστήματος είναι τα εξής (Μαρκάκη, 2010):

1) Ηλιακή γεννήτρια ρεύματος (φωτοβολταϊκό πλαίσιο)

Η γεννήτρια είναι από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά ενός Φ/Β συστήματος και αποτελείται από ηλιακούς συλλέκτες. Η ισχύς και η τάση του Φ/Β συστήματος εξαρτάται από τον αριθμό των ηλιακών συλλεκτών που διαθέτει. Οι ηλιακοί συλλέκτες στερεώνονται σε ένα ανθεκτικό φύλλο συνήθως από αλουμίνιο ή ενισχυμένο πλαστικό που ονομάζεται πλάτη του πλαισίου. Το μπροστινό μέρος του πλαισίου καλύπτεται από ένα προστατευτικό φύλλο γυαλιού ή διάφανους πλαστικού. Τα δύο μέρη αυτά συγκρατούνται μεταξύ τους με ταινία από φυσικό ή συνθετικό υλικό και είναι στεγανή. Τα μέρη αυτά δίδουν το Φ/Β πλαίσιο.

2) Φωτοβολταϊκό πάνελ

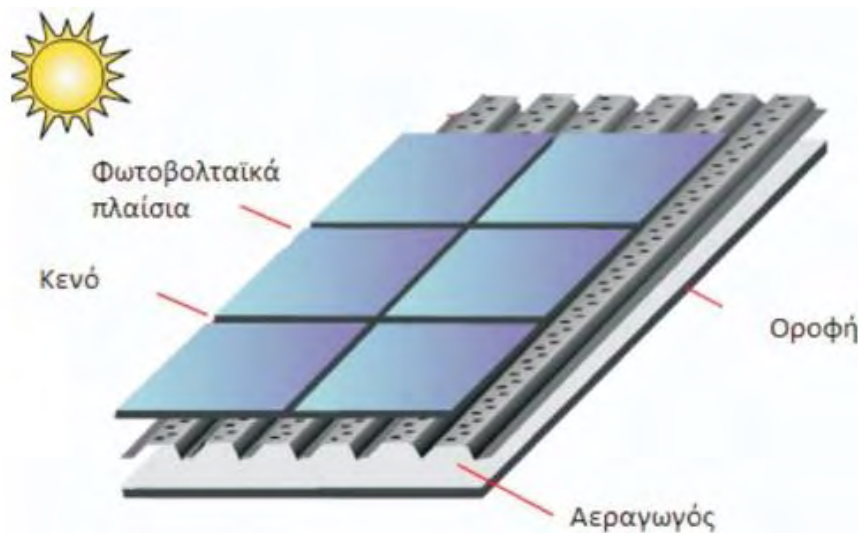
Το Φ/Β πάνελ είναι παρόμοιο με το Φ/Β πλαίσιο ωστόσο ένα πάνελ αποτελείται από περισσότερα χωριστά πλαίσια τα οποία είναι τοποθετημένα το ένα δίπλα στο άλλο και έχουν κοινή ηλεκτρική σύνδεση.

3) Καλωδίωση

Προκειμένου ένα Φ/Β σύστημα να είναι αξιόπιστο, θα πρέπει να διαθέτει ένα προστατευμένο σύστημα καλωδίωσης έτσι ώστε σε περίπτωση βλάβης να μη μηδενιστεί η ισχύς που παράγει το σύστημα. Για να αποφευχθεί ένα τέτοιο σενάριο, τα Φ/Β πλαίσια ομαδοποιούνται σε συστοιχίες αλλά τοποθετούνται σε κοινή βάση στήριξης (μεταλλικής φύσεως). Η σύνδεση των πλαισίων γίνεται σε σειρά ή παράλληλα.

4) Συστήματα αποθήκευσης της ενέργειας

Η ενέργεια που αποκομίζεται από τις ηλιακές ακτινοβολίες αποθηκεύεται σε μπαταρίες οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η χημική ενέργεια διατίθεται στα ενεργά υλικά της μπαταρίας. Λόγω του γεγονότος ότι η χημική αυτή διαδικασία μετατρέπει απευθείας την ενέργεια σε ηλεκτρική δεν υπόκεινται σε περιορισμούς του κύκλου Carnot και έτσι η μετατροπή της ενέργειας έχει υψηλή απόδοση. Οι μπαταρίες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την ικανότητα τους να επαναφορτίζονται ήτοι τις πρωτογενείς μπαταρίες που είναι μη επαναφορτιζόμενες και τις δευτερογενείς μπαταρίες που είναι επαναφορτιζόμενες (Linden et al, 2002). Η Εικόνα 6.1 απεικονίζει ηλιακό συλλέκτη προσανατολισμένο προς τον ήλιο.



Εικόνα 6.1: Ηλιακός συλλέκτης προσανατολισμένος προς τον ήλιο (Πηγή:

<https://www.4green.gr/news/data/diafora/90062.asp>)

Τα Φ/Β συστήματα διαθέτουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Αθόρυβη λειτουργία.
- Αξιοπιστία.

- Μεγάλη διάρκεια ζωής (περίπου 30 χρόνια).
- Δυνατότητα επέκτασης.
- Ελάχιστη συντήρηση.
- Μηδενική ρύπανση.
- Απεξάρτηση από τροφοδοσία συμβατικών καυσίμων για απομακρυσμένες περιοχές.

Τα οικιακά Φ/Β συστήματα έχουν ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, σε αντίθεση με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως η αιολική και η υδροηλεκτρική ενέργεια. Η αυξημένη ανταπόκριση στην αυτοκατανάλωση και τη ζήτηση μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο υπέρτασης καθώς και τις μεγάλες ποσότητες πλεονασματικής ηλεκτρικής ενέργειας στο τμήμα χαμηλής τάσης του δικτύου. Αυτό με τη σειρά του θα επιτρέψει ακόμη μεγαλύτερη διείσδυση των διακοπτόμενων πηγών ενέργειας (Bello, 2018).

6.2 Ηλιοθερμικά Συστήματα

Τα ηλιοθερμικά συστήματα εκμεταλλεύονται και εκείνα την ηλιακή ενέργεια όπως τα Φ/Β συστήματα ωστόσο υπερέχουν αυτών επειδή το κόστος κατασκευής τους είναι χαμηλότερο σε σχέση με εκείνο των Φ/Β συστημάτων. Επίσης, παράγουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας σε υψηλές θερμοκρασίες και δύναται η παραγόμενη ενέργεια να αποθηκευτεί σε μια ηλεκτρική πηγή χωρίς την ύπαρξη έντονων αυξομειώσεων. Η ηλιακή ακτινοβολία που συγκεντρώνεται σε ένα ηλιοθερμικό σύστημα μεταφέρεται αυτόματα σε κατάλληλες τοποθεσίες με τη βοήθεια οπτικών ινών. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός τέτοιου συστήματος δεν είναι τοξικά σε σύγκριση με άλλα συστήματα όπως τα Φ/Β. Επιπλέον κατά τη χρήση τους χρησιμοποιούν ένα στρόβιλο ώστε να παραχθεί ηλεκτρισμός από τη θερμότητα και εύκολα οι ηλιοθερμικές πηγές μπορούν να εφοδιαστούν με λέβητες φυσικού αερίου (Μαρκάτου, 2011). Η Εικόνα 6.2 απεικονίζει ηλιοθερμικό σύστημα συνδεδεμένο με δεξαμενές για ΖΝΧ.



Εικόνα 6.2: Ηλιοθερμικό σύστημα συνδεδεμένο με δεξαμενές για ΖΝΧ (Πηγή:
<https://www.4green.gr/news/data/diafora/90062.asp>)

6.3 Γεωθερμικά Συστήματα και Γεωθερμία

Η γεωθερμική ενέργεια αφορά μια ήπια και ανανεώσιμη μορφή ενέργειας. Ένα γεωθερμικό σύστημα εκμεταλλεύεται την ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και βρίσκεται σε μορφή νερού, ατμού, αερίων, μειγμάτων ή ενέργειας από διάφορα πετρώματα. Αναλόγως τη μορφή την ενέργειας ήτοι αν είναι υγρό, αέριο κλπ., η πίεση διαφέρει. Για παράδειγμα, στα γεωθερμικά συστήματα όπου χρησιμοποιούν ως κυρίαρχο ρευστό το νερό, η υγρή φάση είναι εκείνη η οποία θα ελέγχει την πίεση. Τα συστήματα αυτά δύναται να παράγουν θερμό νερό, μείγμα νερού και ατμού, υγρό ατμό καθώς και ξηρό ατμό (Μαρκάκη, 2010).

Στα πλεονεκτήματα των γεωθερμικών συστημάτων συγκαταλέγονται μεταξύ άλλων η διαθεσιμότητα της ενέργειας όλη την μέρα καθώς και όλο το χρόνο αφού δεν επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες, είναι φιλικά ως προς το περιβάλλον, έχουν μικρό λειτουργικό κόστος, δεν παράγουν επικίνδυνα αέρια καύσης κ.α. Τα οικιακά γεωθερμικά συστήματα εξασφαλίζουν την παροχή ψύξης και θέρμανσης στους χώρους διαβίωσης και ζεστό νερό για οικιακές χρήσεις. Ωστόσο, τα συστήματα αυτά δύναται να συνδυαστούν με συστήματα θέρμανσης – κλιματισμού χαμηλής θερμοκρασίας με λιγότερη ενεργειακή κατανάλωση (Μαρκάκη, 2010).

6.4 Υδροηλεκτρική Ενέργεια – Υδροηλεκτρικά Συστήματα

Κτίρια τα οποία βρίσκονται κοντά σε εργοστάσια υδροηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να έχουν τη δυνατότητα να εκμεταλλευτούν την ενέργεια αυτήν προκειμένου να καλύψουν τις ηλεκτρικές ανάγκες. Γενικά, τα υδροηλεκτρικά συστήματα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια άριστης ποιότητας και ταυτόχρονα έχει μεγάλη διάρκεια ζωής και χαμηλό κόστος. Ένα υδροηλεκτρικό σύστημα αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Πηγή ύδατος.
- Υδροστρόβιλος.
- Σωληνώσεις όδευσης προκειμένου να μεταφέρεται το νερό από την πηγή στον υδροστρόβιλο.
- Σύστημα Ελέγχου ροής του νερού.
- Γεννήτρια ρεύματος.
- Ρυθμιστής Γεννήτριας.
- Καλωδίωση διανομής ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια.

6.5 Αιολική Ενέργεια – Ανεμογεννήτριες

Οι οικιακές ανεμογεννήτριες αφορούν μια κατηγορία συστημάτων που εκμεταλλεύονται την ενέργεια του ανέμου προκειμένου να παραχθεί ηλεκτρική ενέργεια. Τα μεγέθη των οικιακών ανεμογεννητριών ποικίλουν αναλόγως τις κτιριακές ανάγκες. Σε σχέση με τις μεγάλες ανεμογεννήτριες που μπορεί να συναντήσει κανείς σε ένα αιολικό πάρκο, οι μικρές ανεμογεννήτριες διαθέτουν απλουστευμένα συστήματα τα οποία είναι προσιτά όσον αφορά την τιμή. Επίσης έχουν περιβαλλοντικά οφέλη αφού δεν παράγουν ρύπους ήτοι παράγουν καθαρή μορφή ενέργειας. Μια γεννήτρια μεγέθους 50kW μπορεί να παράγει έως 250 MWh ετησίως, ποσό ενέργειας ικανό να καλύψει την ενέργεια που καταναλώνουν περισσότερα από 60 νοικοκυριά. Παράλληλα, βοηθά στις εξοικονόμηση 275 τόνων CO₂ που θα εκπέμπονταν από συμβατικές μορφές παραγωγής ενέργειας (Μαθιόπουλος, 2011).

Είναι σημαντικό να τονισθεί πως οι ανεμογεννήτριες αυτές δεν προκαλούν βλάβες στην υγεία αφού δεν εκπέμπουν κανενός είδους ακτινοβολία ή ρύπο επικίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Η λειτουργία των ανεμογεννητριών παράγει πράσινη ενέργεια και συνεπώς μειώνονται οι περιβαλλοντικοί ρύποι καθώς και μείωση του οικολογικού αποτυπώματος. Όσον αφορά το θόρυβο μιας ανεμογεννήτριας, παράγεται από τα

μηχανικά μέρη της αλλά και ο αεροδυναμικός θόρυβος αποτέλεσμα της κίνησης των πτερυγίων/φτερών του συστήματος. Ωστόσο ο θόρυβος δεν αποτελεί όχληση αφού μια ανεμογεννήτρια 50 kW σε απόσταση 65 περίπου μέτρων εκπέμπει περίπου ίδιας έντασης θόρυβο όσο και ο άνεμος, ενώ στα 145 περίπου μέτρα η ανεμογεννήτρια ουσιαστικά δεν ακούγεται. Οι τιμές των ανεμογεννητριών ποικίλουν αναλόγως τις ενεργειακές ανάγκες ενός κτιρίου (Μαθιόπουλος, 2011). Η Εικόνα 6.3 απεικονίζει ένα παράδειγμα οικιακής ανεμογεννήτριας.



Εικόνα 6.3: Παράδειγμα οικιακής ανεμογεννήτριας
(Πηγή:<https://www.oleng.eu/anemogenitria-times-leitourgia/>)

6.6 Υβριδικά Συστήματα

Τα υβριδικά συστήματα αφορούν ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιεί παραπάνω από μια μεθόδους παραγωγής ενέργειας προκειμένου να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες ενός κτιρίου και όχι μόνο. Τα συστήματα αυτά συνδυάζουν το ηλεκτρικό ρεύμα που προέρχεται κυρίως από τοπικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

όπως είναι τα Φ/Β, τα υδροηλεκτρικά συστήματα και οι ανεμογεννήτριες. Έχουν ως στόχο να συνδυάζουν τις διάφορες πηγές ενέργειας με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει συνεχής και σταθερή τροφοδοσία ενέργειας. Τα υβριδικά συστήματα τοποθετούνται συνήθως σε περιοχές όπου η σύνδεση με το δίκτυο ή η μεταφορά καυσίμων χαρακτηρίζονται ως αντικοινωνικές. Επίσης παρέχουν τη δυνατότητα μελλοντικής σύνδεσης με το δίκτυο της περιοχής και μπορούν να φανούν χρήσιμα σαν μια αποτελεσματική λύση παροχής ισχύος σε περιπτώσεις διακοπών παροχής ακόμα και σε εξειδικευμένους καταναλωτές. Τα οικιακά υβριδικά συστήματα έχουν ως σκοπό τη προσφορά ενέργειας προκειμένου να γίνει μια κατοικία ενεργειακά αυτόνομη είτε μπορεί να προορίζονται για να είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο (4green.gr, 2020).

6.6.1 Φ/Β και Αιολικά Υβριδικά Συστήματα

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως τα Φ/Β συστήματα προσφέρουν μια καθαρή μορφή ενέργειας από τις ηλιακές ακτινοβολίες και υπερέχουν σε σχέση με άλλες τεχνολογίες καθώς απαιτούν ελάχιστη συντήρηση διότι δεν αποτελούνται από κινούμενα μέρη. Από την άλλη, τα αιολικά συστήματα εκμεταλλεύονται την ενέργεια του ανέμου που προέρχεται από τη μετακίνηση των αερίων μαζών της ατμόσφαιρας. Ο συνδυασμός αυτών των δύο συστημάτων προσφέρει καθαρής μορφής ενέργειας, η δε ισχύς τους εξαρτάται από το αιολικό και ηλιακό δυναμικό μιας περιοχής τα οποία ποικίλουν τοπικά και χρονικά. Η δυναμική της μιας πηγής δύναται να καλύψει την αδυναμία της άλλης σε μια ορισμένη χρονική περίοδο. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό αφού κατά τους χειμερινούς μήνες η ηλιακή ακτινοβολία είναι λιγότερα διαθέσιμη κατά τους χειμερινούς μήνες ενώ το αντίστροφο συμβαίνει κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Η διαστασιολόγηση ενός τέτοιου υβριδικού συστήματος παίζει κυρίαρχο ρόλο καθώς λόγω της έλλειψης μετεωρολογικών δεδομένων, η αξιολόγηση ειδικά του αιολικού δυναμικού είναι δύσκολη, αφού ο άνεμος επηρεάζεται από πολλαπλούς παράγοντες, όπως είναι η τοποθεσία, η μορφολογία του εδάφους, τα πιθανά εμπόδια και άλλοι τοπικοί παράγοντες. Σημαντικό να τονισθεί πως κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του συγκεκριμένου υβριδικού συστήματος η ζήτηση της ενέργειας να είναι μικρότερη από αυτή που παράγεται. Σε τέτοιες περιπτώσεις η περισσευούμενη ενέργεια δύναται να αποθηκευτεί μέσω μετατροπών ισχύος και ρυθμιστών φόρτισης σε μπαταρίες. Αντίθετα, αν η ζήτηση

ξεπερνά την παραγωγή ενέργειας από την ανεμογεννήτρια, τότε το πλεόνασμα καλύπτεται από τα φωτοβολταϊκά (4green.gr, 2020).

6.6.2 Φ/Β Συστήματα και Βιομάζα

Η βιομάζα αφορά μια ύλη με οργανική προέλευση όπως για παράδειγμα είναι τα φυσικά και δασικά υπολείμματα, τα ζωικά απόβλητα καθώς και τα φυτά τα οποία προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες. Διαπιστώνει κανείς λοιπόν πως η βιομάζα αποτελεί μια ΑΠΕ η οποία παράγεται από τα φυτά κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Η χρήση της βιομάζας ποικίλλει ωστόσο η πιο συχνή χρήση είναι για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και την παραγωγή υγρών καυσίμων όπως για παράδειγμα το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη. Η βιομάζα δύναται να συνδυαστεί με Φ/Β συστήματα για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών ενός σπιτιού σε ηλεκτρισμό καθώς και τη θέρμανση χώρων (4green.gr, 2020).

6.6.3 Φ/Β Συστήματα και Γεωθερμία

Η περίπτωση αυτή συνδυάζει Φ/Β συστήματα και γεωθερμικά. Τα ηλιοθερμικά συστήματα σε συνδυασμό με Φ/Β πάνελ δύναται να παράγουν ΖΝΧ και να θερμαίνουν χώρους με κάλυψη έως 40% για τις ενεργειακές ανάγκες ενός σπιτιού. Το ποσοστό αυτό εξαρτάται αφενός από τις ενεργειακές ανάγκες του εκάστοτε κτιρίου αλλά και το μέγεθος της συλλεκτικής επιφάνειας, τον όγκο του θερμοδοχείου, τα μετεωρολογικά φαινόμενα μιας περιοχής καθώς και τα χαρακτηριστικά μιας κατοικίας. Ένα τέτοιο σύστημα χρησιμοποιεί το θερμό νερό που προέρχεται από τα ηλιοθερμικά συστήματα ή το θερμό νερό κάποιου συστήματος για την τροφοδότηση του συστήματος γεωθερμίας με θερμό νερό και κατά συνέπεια για τη θέρμανση του χώρου. Η πλεονάζουσα θερμότητα από την ηλιακή ενέργεια που παράγεται το καλοκαίρι μπορεί να αποθηκευτεί με τη χρήση γεωθερμικής αντλίας στο έδαφος και να επαναχρησιμοποιηθεί τους κρύους μήνες μέσω μιας θερμικής αντλίας. Με αυτό τον τρόπο, όχι μόνο αυξάνεται ο συντελεστής απόδοσης των ηλιακών συλλεκτών, αλλά και διασφαλίζεται η βέλτιστη χρήση της θερμότητας (4green.gr, 2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία στόχευε στην ανάδειξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού καθώς και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε κτιριακό επίπεδο με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση στον κτιριακό τομέα. Παράλληλα αναδείχθηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία στα οποία στηρίζεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η εφαρμογή των ΑΠΕ σε κτιριακές εγκαταστάσεις.

Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού και συνάμα η αύξηση της ανάγκης για ενέργεια έχει οδηγήσει το περιβάλλον σε ασφυξία. Παράλληλα, η αλλαγή του κλίματος, η αύξηση της τρύπας του όζοντος, η μείωση της βιοποικιλότητας, η αποδάσωση, η ενεργειακή κρίση καθώς και ο περιορισμός των διαθέσιμων φυσικών πόρων λόγω της αλόγιστης χρήσης τους, έχει κρούσει τον κώδωνα του κινδύνου όσον αφορά την οικολογική ισορροπία ολόκληρου του πλανήτη με άμεσο αντίκτυπο στην ανθρωπότητα. Είναι δυστυχώς πραγματικότητα πως τα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι υπαρκτά και με τρομακτικές συνέπειες.

Λόγω της παραπάνω περιβαλλοντικής κατάστασης διεθνείς οργανισμοί και επιτροπές έχουν ενεργοποιηθεί προκειμένου να δώσουν λύσεις στο συγκεκριμένο πρόβλημα. Πληθώρα συμφωνιών, κανονισμών και νομοθεσιών έχουν ψηφιστεί και υπογραφεί ώστε να μειωθούν οι καταναλώσεις ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα. Συγκεκριμένα, ως κύριο άξονα αναφοράς, η Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική έχει ως βασικό στόχο την εξοικονόμηση της πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό 20% έως το 2020 και 32% έως το έτος 2030. Η συγκεκριμένη οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2012/27/ΕΕ) τέθηκε σε ισχύ το 2012 (ΚΑΠΕ, 2012).

Στο πλαίσιο της κλιματικής αλλαγής και της ανάγκης μείωσης των εκπομπών άνθρακα, η κατασκευή και μετασκευή κτιρίων βασιζόμενη στο βιοκλιματικό σχεδιασμό και την εισαγωγή ΑΠΕ στο κτιριακό επίπεδο ολοένα και αυξάνονται. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η εκμετάλλευση ΑΠΕ προσφέρει οφέλη όπως εξοικονόμηση ενέργειας, εξασφάλιση θερμικών και οπτικών ανέσεων καθώς και μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επίσης, η εκμετάλλευση των ΑΠΕ με τη χρήση Φ/Β συστημάτων και μικρών

ανεμογεννητριών τοποθετημένα στις οροφές των κτιρίων θα συμβάλλουν θετικά στα προαναφερθέντα οφέλη.

Η ενεργειακή αναβάθμιση των υφιστάμενων κτιρίων καθώς και η κατασκευή νέων κτιρίων βασιζόμενων στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική προσφέρει και εξασφαλίζει υψηλή άνεση καθώς και ποιότητα ζωής. Το κόστος της ενεργειακής αναβάθμισης εξαρτάται σαφώς από το κόστος κατασκευής, το κόστος μελέτης, το κόστος λειτουργίας καθώς και το κόστος επανάχρησης και κατεδάφισης ενός κτιρίου. Σημαντικό είναι να τονισθεί πως για νέα κτίρια, η εφαρμογή ενός βιοκλιματικού σχεδιασμού δεν αυξάνει το κατασκευαστικό κόστος εφόσον η εφαρμογή των συστημάτων και των τεχνολογιών χαρακτηρίζονται σχετικά απλές.

Επομένως, η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια καθώς και το κόστος μιας ενεργειακής αναβάθμισης προκύπτει από το σωστό και ορθολογικό σχεδιασμό όσον αφορά τον προσανατολισμό του κτιρίου, τη χωροθέτηση, το μέγεθος του κτιρίου, τη θέση των ανοιγμάτων καθώς και τη σωστή λειτουργία των συστημάτων.

Είναι σαφές πως η βιοκλιματική δόμηση σήμερα αποτελεί επιτακτική ανάγκη για την πλειοψηφία των αναπτυγμένων κοινωνιών. Σε ορισμένες χώρες μάλιστα όπως για παράδειγμα στη Σουηδία, προκειμένου να κατασκευαστεί μια νέα κατοικία είναι απαραίτητο να κατέχουν ενεργειακά πιστοποιητικά οι ιδιοκτήτες.

Πρέπει να τονιστεί πως η βιοκλιματική αρχιτεκτονική από μόνη της δεν κάνει θαύματα. Θα πρέπει λοιπόν να υπάρχει περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση από τους πολίτες καθώς και ενημέρωση των ενοίκων που χρησιμοποιούν τις βιοκλιματικές κατοικίες για το πώς να χειρίζονται τα εγκατεστημένα βιοκλιματικά συστήματα.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί πως η ποιότητα ζωής σε ένα βιοκλιματικό σπίτι ουδεμία σχέση έχει με εκείνο του συμβατικού, όσα μηχανήματα βιοκλιματικά και αν έχουν προμηθευτεί οι ιδιοκτήτες. Γιατί παρά το γεγονός ότι υπάρχουν βιοκλιματικά μηχανήματα για εξοικονόμηση ενέργειας, εάν το κέλυφος μιας κατοικίας δεν είναι σχεδιασμένο βιοκλιματικά καμία εξοικονόμηση δεν γίνεται να πραγματοποιηθεί.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αγοραστάκης, Γ. (2005) Προστασία περιβάλλοντος, βιώσιμη ανάπτυξη και ο ρόλος της τοπικής αυτοδιοίκησης. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <http://www.istologos.gr/2008-06-23-10-18-00/2008-06-19-08-48-39/115-2008-06-22-17-47-11#.Vadw0KM9-0> Ημερ.

Πρόσβασης: 12/04/2020

Ανέμου, Μ. (2012). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Διώροφου Μονοκατοικίας Για Εξοικονόμηση Ενέργειας Και Εσωτερική Θερμική Άνεση* (Διπλωματική Εργασία). Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Αντωνιάδης, Γ. (2005). Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_bioclimatikos.htm, Ημερ. Πρόσβασης: 12/04/2020

Απταλίδου, Φ. (2018). *Κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας* (Διπλωματική Εργασία). ΑΠΘ.

Αξαρή, Κ. (2001). *Ενεργειακός σχεδιασμός και ενεργειακή απόδοση κτιρίων-Γενικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού* (σελ. 1-28). Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1429/kma_m1429_axarli_basic.pdf Ημερ.

Πρόσβασης: 10/05/2020.

Γκούμας, Α – Goumas (2020). *Εσωτερική Θερμομόνωση*. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <https://www.monoseisgoumas.gr/esoteriki-thermomonosi> Ημερ. Πρόσβασης: 14/06/2020.

Δασκαλόπουλος, Η. και Κολιοπούλου, Κ. (2014). *Ανάπτυξη λογισμικού με σκοπό τον υπολογισμό ανθρακικού αποτυπώματος λειτουργίας ξενοδοχειακών μονάδων* (Διπλωματική Εργασία). ΕΜΠ. Αθήνα.

Εργατέξ (2014). *Φυτεμένο Δώμα* Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:

http://www.ergatex.gr/insulation/roof/fitemeno_doma/ Ημερ. Πρόσβασης: 12/07/2020.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή Κοινοτήτων. (1996). *ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΜΙΤΡΟΜΗΣ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ-ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΟΗΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΚΛΙΜΑΤΟΣ* (pp. 1-152, Rep.). Βρυξέλλες: ΕΕ.

Ζουμπουρλής, Γ. και Ετμεκτζόγλου, Σ. (2010). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιριακών Κατασκευών*. (Διπλωματική Εργασία). ΤΕΙ Πειραιά.

Ιδαίον, (2013). Το πρώτο "πράσινο" νοσοκομείο της χώρας στην Καλαμάτα με φωτοβολταϊκά και ηλιοθερμία. Διαθέσιμο στο URL:

<https://www.idaionte.gr/index.php/2013-03-16-15-43-35/item/38-to-proto-prasino-nosokomeio-tis-xoras-stin-kalamata-me-fotovoltaika-kai-iliothermia> Ημερ. Πρόσβασης: 11/05/2020.

Ίδρυμα οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών – ΙΟΒΕ (2018). Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων ως μοχλός ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα:

http://iobe.gr/docs/research/RES_05_C_04122018_REP_GR.pdf Ημερ. Πρόσβασης: 11/05/2020.

Καραβασίλη, Μ. (1999). *ΚΤΙΡΙΑ ΓΙΑ ΕΝΑΝ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΟΣΜΟ, οικολογική δόμηση, βιοκλιματική αρχιτεκτονική*. Αθήνα: π-systems international ΑΕ.

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ, (2012). Εθνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης Σύμφωνα με την παρ. 2 του Άρθρου 24 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ.

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ, (2003). Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε Οικιστικά Σύνολα. Κοινωνική Στρατηγική και Πρόγραμμα Δράσης για τις ΑΠΕ – Το Πρόγραμμα ALTENER και η Εκστρατεία Εκκίνησης. European Commission.

Μαθιόπουλος, Η. (2011). Όλα όσα πρέπει να ξέρετε για τις μικρές ανεμογεννήτριες. Διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: <https://energypress.gr/news/iraklis-mathiopoylos-ola-osa-prepei-na-xerete-gia-tis-mikres-anemogennitries> Ημερ. Πρόσβασης: 01/06/2020.

Μαρκάκη, Ζ. (2010). *Βιοκλιματικός και Οικολογικός Σχεδιασμός Κτιρίων*. (Διπλωματική Εργασία). Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος.

Μαρκάτου, Μ. (2011). *Σχεδίαση αυτόνομου υβριδικού φωτοβολταϊκού συστήματος*. (Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών.

Μπαμίχας, Δ. (2013). *Μελέτη θερμομόνωσης κτιρίων-κατοικιών με βάση τους ισχύοντες κανονισμούς*. (Πτυχιακή Εργασία). Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Ηλεκτρολογίας, ΑΤΕΙ Πειραιά.

Νικολούδη, Σ. (2013). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική* (Διπλωματική Εργασία). ΕΜΠ.

Ξενοφώντος, Φ. (2012). *Βιοκλιματική και Περιβαλλοντική Μελέτη Υφιστάμενου Κτιρίου για Εξοικονόμηση Ενέργειας και Θερμική Άνεση* (Μεταπτυχιακή Διατριβή). Τεχνολογικό Ίδρυμα Κύπρου.

Παπαδόπουλος, Α. (2006). *Θερμική άνεση στα κτήρια. Νέα πρότυπα και βελτίωση άνεσης στα κτήρια*. Η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Παναγούλια, Γ. (2013). *Χρήση θερμομονωτικών υλικών για θερμομόνωση των κτιρίων στην Ελλάδα* (Διπλωματική Εργασία). ΕΜΠ, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Πετούσης, Ε. (2015). *Τα Παθητικά Κτίρια και η Συμβολή τους στη Βελτιστοποίηση του Ενεργειακού Σχεδιασμού των Ελληνικών Κτιρίων*. (Διπλωματική Εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.

Σακκά, Α. (2014). *Ολιστική Ενεργειακή Θεώρηση Κτιρίων*. (Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Θετικών Επιστημών.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. (2001). *Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών Εκπαιδευτικό Υλικό, Α. Επιθεώρηση Κτιρίων, Θεματική Ενότητα: ΔΕ3 – Κλίμα και Εσωτερικό Περιβάλλον. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων*. Α Έκδοση. Τ.Ε.Ε., Αθήνα.

Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας – Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010, (2012). *Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης*. (Β' Έκδοση). Τ.Ε.Ε., Αθήνα.

Τζοβάρας, Α. (2019). *BREEAM*. Διαθέσιμο στο URL: <http://www.tzovaras.gr/el/aeiforia-ktiriwn/breeam.html> Ημερ. Πρόσβασης: 02/07/2020.

Τσιπήρας, Θ. (2005). *Οικολογική Αρχιτεκτονική*. Αθήνα, Εκδ. Κέδρος.

Κατζόπουλος, Γ. (1996). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Καθαρές Τεχνολογίες Δόμησης*. Θεσσαλονίκη: Παρατηρητής

Colombo R., Landabaso A., Sevilla A.,(1995): *Εγχειρίδιο σχεδιασμού. Παθητική ηλιακή Αρχιτεκτονική για την περιοχή της Μεσογείου*. Κοινό κέντρο ερευνών. Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Ινστιτούτο μηχανικής συστημάτων και πληροφορικής. Μονάδα αλληλεπίδρασης «Ενέργεια και Περιβάλλον» Βρυξέλλες.

GANTON, G. (2020). Ημερ. Πρόσβασης: 02/07/2020, Διαθέσιμο στο URL: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_iliakos_xoros.htm

Hellas, F. (2015). Θερμομόνωση (Σημαντικός παράγοντας στην Οικολογική Δόμηση). Ημερ. Πρόσβασης: 02/07/2020, Διαθέσιμο στο URL: <http://www.oikies.net/id/f31c4dd2-440a-4295-bae4-6260cc472cb9/article.html>

WILDWATERWALL. (2010). Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης. Ημερ. Πρόσβασης: 12/07/2020, Διαθέσιμο στο URL: <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/3-pathetika-eliaka-systemata-thermanses>

4green.gr. (2020). Υβριδικά συστήματα για μέγιστη αυτονομία. Ημερ. Πρόσβασης: 12/07/2020, Διαθέσιμο στο URL: <https://www.4green.gr/news/data/diafora/90062.asp>

Ξενογλώσση Βιβλιογραφία

Bello, E. (2018). *Design of a Pv-system with batteries for a grid connected building* (Διπλωματική Εργασία). University of Gavle.

Cambridge Econometrics (2015). *Assessing the Employments and Social Energy Impact of Energy Efficiency*, Final Report, Volume 1: Main Report. Cambridge.

Chandra, S. (1983). *A design procedure to size windows for naturally ventilated rooms*. ASES Passive Solar Conference Proceedings. Glorieta, New Mexico. September 1983.

Hyde, R. (2008). *Bioclimatic Housing – Innovative Designs for Warm Climates*. Abington, UK: Earthscan.

IEA (2014). *Capturing the multiple benefits of energy efficiency*.

Linden, D. & Reddy, T. B. (2002). *Handbook of batteries*. New York: McGraw-Hill.

Frontpage (2011). Ημ.Πρόσβασης:12/07/2020,Διαθέσιμο στο URL:<http://livingroofs.org/>

Luckett, K. (2009). *Green Roof Construction and Maintenance*. New York: McGraw-Hill.

Olgay, V. (1963). *Design with Climate*. Princeton: Princeton University Press.